

フィリピン共和国
公共事業道路省 (DPWH)

フィリピン国
パッシング・マリキナ川河川改修事業
(フェーズ IV)
詳細設計

詳細設計業務実施報告書
(先行公開版)

第 1D 巻 : 主報告書

2020 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル
独立行政法人 水資源機構
日本工営株式会社
株式会社 建設技術研究所

イ技
JR(P)
20-003

フィリピン共和国
公共事業道路省 (DPWH)

フィリピン国
パッシング・マリキナ川河川改修事業
(フェーズ IV)
詳細設計

詳細設計業務実施報告書
(先行公開版)

第 1D 巻 : 主報告書

2020 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル
独立行政法人 水資源機構
日本工営株式会社
株式会社 建設技術研究所

詳細設計業務実施報告書（先行公開版）の構成

第1A巻：主報告書（第1章～第6章）

第1B巻：主報告書（第7章/7.1～7.3）

第1C巻：主報告書（第7章/7.4～7.6）

第1D巻：主報告書（第8章～第12章）

第2巻：参考資料

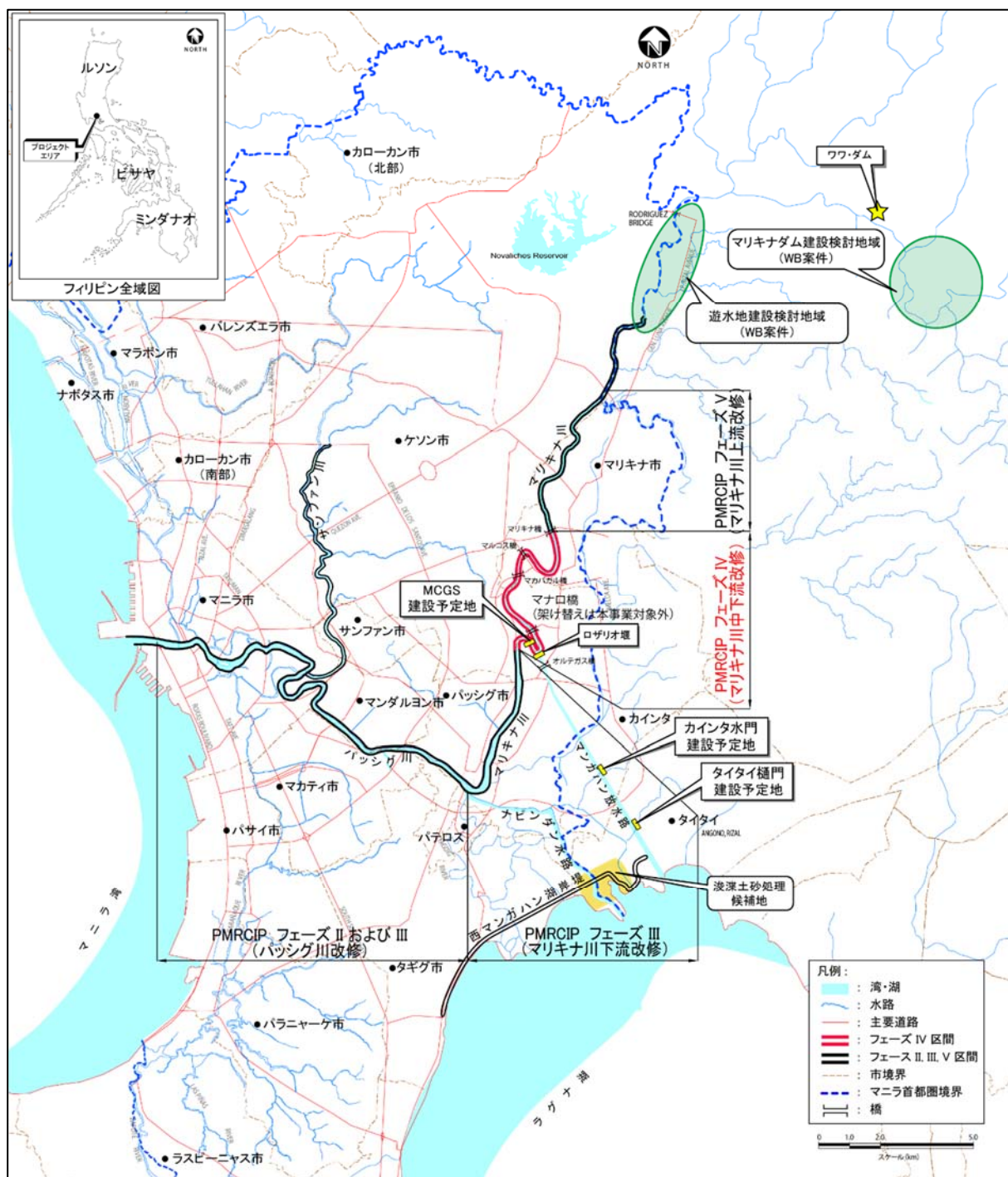
第3巻：地質調査巻末資料

本報告書で使用された為替交換レート

PHP 1.00 = JPY 2.15

US\$ 1.00 = JPY108.9 = PHP 50.7

(2019年11月)



調査対象地域位置図

フィリピン国パッシング・マリキナ川河川改修事業
（フェーズⅣ）詳細設計
詳細設計業務実施報告書（先行公開版）
第 1D 巻：主報告書

目 次

調査対象地域位置図

	ページ
目 次	i
図一覧	xvi
表一覧	xli
略語表	lxix
計量単位	lxxv
第 1 章 全体事業の概略	1-1
1.1 全体事業の背景	1-1
1.1.1 パッシング・マリキナ川洪水対策マスタープラン	1-2
1.1.2 パッシング・マリキナ川河川改修事業（PMRCIP）	1-3
1.1.3 フェーズⅠ（全体事業の詳細設計）	1-3
1.1.4 フェーズⅡ事業	1-4
1.1.5 フェーズⅢ事業	1-4
1.2 フェーズⅣ円借款事業の概要	1-5
1.2.1 フェーズⅣ事業の背景	1-5
1.2.2 フェーズⅣ事業の概要	1-5
第 2 章 本業務の概要（基本設計ステージ・詳細設計ステージ）	2-1
2.1 業務の目的	2-1
2.2 業務の範囲	2-1
2.3 設計対象河川区域及び設計調査の範囲	2-1
2.4 予定工事内容	2-2
2.5 基本設計及び詳細設計の実施方針	2-3
2.5.1 対象事業及び本業務の基本的位置付け（第 3 章）	2-3
2.5.2 フェーズⅣ区間の河道計画の確認及び検討（第 4 章）	2-3
2.5.3 自然条件調査の実施（第 5 章）	2-3
2.5.4 河川構造物の諸元確認（基本設計）（第 6 章）	2-4
2.5.5 河川構造物の詳細設計並びに設計基準（第 7 章・第 11 章）	2-4
2.5.6 水理模型実験（第 8 章）	2-4

2.5.7	非構造物対策及び運用操作規則・維持管理計画策定のための基本方針検討（第9章）	2-4
2.5.8	環境社会配慮及び住民移転計画の改訂支援（第10章）	2-4
2.5.9	事業評価（第12章）	2-5
2.6	基本設計及び詳細設計実施において明確になった本事業の留意事項	2-5
2.6.1	パッシング・マリキナ川の計画洪水流量配分	2-5
2.6.1.1	治水計画対象洪水確率年	2-6
2.6.1.2	河道改修	2-7
2.6.1.3	MCGSの構造	2-8
2.6.1.4	Cainta水門の構造	2-8
2.6.1.5	Taytay逆流防止水門の構造	2-8
2.6.2	入札図書案	2-9
第3章	パッシング・マリキナ川の治水計画の確認	3-1
3.1	流域の現状	3-1
3.1.1	流域の概況	3-1
3.1.2	マリキナ川の流況	3-2
3.1.2.1	Sto. Nino 観測所	3-2
3.1.2.2	Rosario JS(Junction Side)観測所	3-5
3.1.2.3	Napindan JS(Junction Side)観測所	3-7
3.1.3	流域水位情報	3-7
3.1.4	現況流下能力	3-9
3.1.5	主要河川構造物の現操作規則	3-14
3.2	既存及び構想段階関連計画の確認	3-14
3.2.1	既往治水計画の確認	3-14
3.2.1.1	Formulation of Flood Control Plan in Pasig-Marikina River Basin（1952年、フィリピン国政府）	3-15
3.2.1.2	FS Study and Detailed Design for Mangahan Floodway（1975FS/DD）	3-16
3.2.1.3	マニラ洪水対策計画調査（1990年、JICA）	3-17
3.2.1.4	Detailed Engineering Design of PMRCIP（2002年、DPWH）	3-19
3.2.1.5	パッシング・マリキナ川河川改修事業（III）準備調査（2011年、JICA）	3-20
3.2.1.6	Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas（WB 2012MP）	3-20
3.2.1.7	マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査（2014年、JICA）	3-22
3.2.1.8	Feasibility Study on PMRCIP for Phase IV and V（2015年、DPWH（2015IV&V））	3-23
3.2.1.9	Feasibility Study and Preparation of Detailed Engineering Design of the Proposed Upper Marikina Dam（2018年、WB）	3-24
3.2.2	パッシング・マリキナ川流域の主要な治水関連事業及び河川構造物のまとめ	3-25
3.2.2.1	ナピンダン水門（NHCS）	3-25
3.2.2.2	マンガハン放水路建設事業	3-27

3.2.2.3	パッシング河洪水予警報システム事業（EFCOS: Effective Flood Control Operations System）	3-28
3.2.2.4	内水対策	3-33
3.3	既往検討内容の比較	3-38
3.4	最終的治水計画の確認	3-49
3.4.1	流域平均確率雨量	3-49
3.4.2	Sto. Nino の洪水流量	3-49
3.4.3	整備目標流量	3-51
3.4.4	計画高水流量	3-52
3.4.4.1	Sto. Nino 地点上流	3-52
3.4.4.2	フェーズ IV 区間	3-52
3.4.4.3	MCGS～サンファン川合流点	3-52
3.4.4.4	パッシング川最下流	3-53
3.4.4.5	サンファン川	3-53
3.4.4.6	計画高水流量配分（案）	3-54
3.4.5	気候変動への適応	3-54
第 4 章	河道設計のための前提と河道条件（基本設計ステージ）	4-1
4.1	前提（河道計画確認）	4-1
4.1.1	既往計画の確認	4-1
4.1.1.1	MCGS 下流の計画断面	4-1
4.1.1.2	MCGS 上流の計画断面	4-1
4.1.2	追加水理検討	4-7
4.1.2.1	MCGS 建設による上流河道区間の水位上昇影響検討	4-7
4.1.3	河道沿い開発状況	4-11
4.1.4	既存排水路及びその排水システム	4-13
4.2	河道改修計画の基本	4-13
4.2.1	河道改修の基本方針	4-13
4.2.2	パッシング・マリキナ川全体河道縦断図	4-16
4.2.2.1	マニラ湾からのパッシング・マリキナ川河道縦断図	4-16
4.2.2.2	ラグナ湖からのパッシング・マリキナ川河道縦断図	4-17
第 5 章	自然条件調査	5-1
5.1	測量調査	5-1
5.1.1	測量調査の目的	5-1
5.1.2	測量実施の範囲	5-1
5.1.3	測量実施方法	5-2
5.1.3.1	実施フロー	5-2
5.1.3.2	準備作業	5-2
5.1.3.3	現場作業	5-2

5.1.3.4	データ解析作業	5-2
5.1.3.5	成果作成作業	5-3
5.1.4	調査結果	5-3
5.1.4.1	基準点構築	5-3
5.1.4.2	基準点測量	5-4
5.1.4.3	航空測量	5-6
5.1.4.4	横断測量および深淺測量	5-7
5.1.4.5	地形測量	5-7
5.1.4.6	その他	5-8
5.1.4.7	精度確認	5-9
5.2	地質調査	5-9
5.2.1	概要	5-9
5.2.1.1	地質調査の目的	5-9
5.2.1.2	地質調査の概要	5-9
5.2.2	業務実施方法	5-10
5.2.2.1	地質調査	5-10
5.2.3	調査結果	5-11
5.2.3.1	調査地域の地形・地質概要	5-11
5.2.3.2	ボーリング調査結果	5-17
5.2.3.3	Cainta・Taytay Flood Gate ボーリング調査	5-29
5.2.3.4	土質試験結果	5-35
5.2.4	地質調査別添資料	5-61
第6章	河川構造物設計の基本的検討及び基本設計	6-1
6.1	河道（堤防・堤防護岸・低水護岸）の基本設計	6-1
6.1.1	河道（堤防・堤防護岸・低水護岸）の基本設計結果概要	6-1
6.1.2	設計基本コンセプトの設定	6-2
6.1.2.1	線形の決定	6-2
6.1.2.2	標準断面の設定	6-2
6.1.2.3	計画洪水位の確認	6-5
6.1.3	低水護岸の基本設計	6-6
6.1.3.1	低水護岸のタイプ	6-6
6.1.3.2	液状化の検討	6-9
6.1.3.3	改修河道のブロック割	6-13
6.1.3.4	鋼矢板護岸の設計条件の整理	6-16
6.1.3.5	鋼矢板護岸構造の検討	6-17
6.1.3.6	低水護岸根固め工の検討	6-18
6.1.4	橋梁下部工根固工の検討	6-36
6.1.4.1	対象橋梁	6-36
6.1.4.2	工法の選定	6-36

6.1.4.3	使用材料の検討	6-37
6.1.4.4	根固工一般図	6-39
6.1.5	堤防（堤防護岸・特殊堤）の設計	6-44
6.1.5.1	設計条件の整理	6-44
6.1.5.2	堤防および護岸の構成	6-44
6.1.5.3	堤防および護岸構造	6-45
6.1.5.4	洪水防御壁の設計計算	6-59
6.1.6	その他特別な配慮をすべき区間の構造物	6-60
6.2	排水施設の設計	6-64
6.2.1	排水施設の基本設計結果概要	6-64
6.2.2	既存排水口の測量とデータ収集	6-64
6.2.2.1	既存排水口測量	6-64
6.2.2.2	その他資料の収集	6-65
6.2.3	排水施設計画	6-67
6.2.3.1	計画条件	6-67
6.2.3.2	排水施設計画の策定	6-70
6.2.4	排水施設基本設計	6-77
6.2.4.1	排水管の基本設計	6-77
6.2.4.2	堤脚排水路の基本設計	6-79
6.2.4.3	樋門の基本設計	6-83
6.3	Manggahan Control Gate Structure (MCGS) 基本設計	6-85
6.3.1	MCGS の基本設計結果の概要	6-85
6.3.2	2002年フェーズI及び2015年Definitive Planでの設計概要	6-86
6.3.3	MCGS の基本設計	6-91
6.3.3.1	水位条件	6-91
6.3.3.2	河道条件	6-91
6.3.3.3	船舶・その他条件	6-92
6.3.3.4	既設構造物等制約条件	6-93
6.3.3.5	地質条件	6-94
6.3.3.6	MCGS 位置の検討	6-102
6.3.3.7	基本構造諸元の検討	6-103
6.3.4	ゲート構造および開閉機の検討	6-146
6.3.4.1	扉体構造の検討	6-146
6.3.4.2	開閉装置形式の検討	6-152
6.3.5	システム計画	6-163
6.3.5.1	MCGS 操作・運用の概念	6-163
6.3.5.2	設備・システムの検討	6-163
6.3.6	付帯施設	6-191
6.3.6.1	付帯施設の概要および配置計画	6-191

6.3.6.2	取付護岸	6-192
6.3.6.3	管理用通路	6-193
6.3.6.4	発電機棟	6-193
6.3.6.5	予備ゲートの必要性について.....	6-197
6.3.7	一般図作成	6-197
6.4	逆流防止水門基本設計	6-203
6.4.1	逆流防止水門の基本設計結果の概要.....	6-203
6.4.2	背景と設置目的.....	6-205
6.4.2.1	背景.....	6-205
6.4.2.2	排水計画に関する基準の更新.....	6-205
6.4.2.3	本事業における施設設置目的と整備方針.....	6-206
6.4.3	Cainta 水門基本設計.....	6-207
6.4.3.1	水位条件	6-207
6.4.3.2	船舶・その他条件	6-207
6.4.3.3	河道条件	6-207
6.4.3.4	既設構造物等制約条件	6-209
6.4.3.5	地質条件	6-210
6.4.3.6	水門位置の検討	6-222
6.4.3.7	基本構造諸元の検討	6-224
6.4.3.8	ゲート構造および開閉機の検討.....	6-254
6.4.3.9	システム計画	6-269
6.4.3.10	付帯施設	6-273
6.4.3.11	一般図作成	6-288
6.4.4	Taytay 樋門基本設計	6-293
6.4.4.1	水位条件	6-293
6.4.4.2	船舶・その他条件	6-293
6.4.4.3	河道条件	6-294
6.4.4.4	既設構造物等制約条件	6-296
6.4.4.5	地質条件	6-297
6.4.4.6	樋門位置の検討	6-302
6.4.4.7	構造形式の検討	6-304
6.4.4.8	基本構造諸元の検討	6-307
6.4.4.9	上屋及びゲート操作室の検討.....	6-317
6.4.4.10	ゲート構造および開閉機の検討.....	6-318
6.4.4.11	システム計画	6-323
6.4.4.12	付帯施設の概要・配置計画	6-326
6.4.4.13	一般図作成	6-327

第7章	河川構造物設計の基本的検討及び詳細設計	7-1
7.1	河道（堤防・堤防護岸・低水護岸）の詳細設計	7-1
7.1.1	河道（堤防・堤防護岸・低水護岸）の詳細設計結果概要	7-1
7.1.2	鋼矢板護岸の詳細設計	7-2
7.1.2.1	護岸設計区間	7-2
7.1.2.2	設計基準等	7-3
7.1.2.3	設計条件	7-3
7.1.2.4	計算結果	7-20
7.1.2.5	ハット+H鋼に関する留意事項	7-23
7.1.3	堤防護岸の詳細設計	7-26
7.1.3.1	傾斜壁およびパラペット壁の検討	7-26
7.1.3.2	盛土および護岸背後の埋土材の検討	7-28
7.1.3.3	築堤部及び護岸上部法面の安定検討	7-30
7.1.3.4	法覆工の設計	7-38
7.1.4	既設護岸前面根固工の設計（Sta.6+360～Sta6+600 左岸）	7-39
7.1.5	付帯施設設計	7-42
7.2	排水施設の詳細設計	7-47
7.2.1	概要	7-47
7.2.2	排水管の詳細設計	7-47
7.2.2.1	新設排水管諸元	7-47
7.2.2.2	排水管施設の詳細設計	7-49
7.2.3	樋門の詳細設計	7-58
7.2.3.1	計画諸元の整理	7-58
7.2.3.2	基礎地盤の沈下・変位量の検討	7-60
7.2.3.3	構造詳細検討	7-68
7.3	MCGS 詳細設計	7-77
7.3.1	MCGS 詳細設計概要	7-77
7.3.2	土木施設設計	7-77
7.3.2.1	設計条件	7-79
7.3.2.2	基礎工	7-84
7.3.2.3	本體工詳細設計	7-84
7.3.2.4	本體工（L2 耐震設計）	7-186
7.3.2.5	管理橋	7-240
7.3.2.6	取付擁壁工	7-290
7.3.3	ゲート設備設計	7-310
7.3.3.1	設計条件の整理	7-310
7.3.3.2	設計計算	7-319
7.3.3.3	操作室内配置	7-333
7.3.3.4	ゲート設備の仕様	7-337

7.3.4	建築施設設計	7-339
7.3.5	情報設備詳細設計	7-339
7.3.5.1	情報設備設計条件の整理	7-339
7.3.5.2	計装設備（水位観測設備）設計	7-339
7.3.5.3	警報設備設計	7-351
7.3.5.4	監視設備（CCTV カメラ）設計	7-369
7.3.5.5	遠隔監視制御設備	7-375
7.3.5.6	電源設備（非常用発電設備）	7-419
7.4	Cainta 水門詳細設計	7-437
7.4.1	Cainta 水門詳細設計の概要	7-437
7.4.2	土木施設設計	7-437
7.4.2.1	基礎工	7-440
7.4.2.2	本体工	7-544
7.4.2.3	本体工（L2 耐震設計）	7-623
7.4.2.4	管理橋詳細設計	7-673
7.4.2.5	護岸及び土工等	7-685
7.4.2.6	付帯構造物	7-688
7.4.3	ゲート設備設計	7-697
7.4.3.1	設計条件の整理	7-697
7.4.3.2	設計計算	7-702
7.4.3.3	操作室内配置	7-707
7.4.3.4	ゲート設備の仕様	7-711
7.4.4	建築施設設計	7-712
7.4.5	情報設備設計	7-712
7.4.5.1	計装設備、警報監視設備、遠隔監視制御設備設計	7-712
7.4.5.2	電気設備（非常用発電設備）	7-719
7.5	Taytay 樋門詳細設計	7-734
7.5.1	Taytay 樋門詳細設計結果の概要	7-734
7.5.2	土木施設設計	7-734
7.5.2.1	主要寸法	7-734
7.5.2.2	設計条件の確認	7-743
7.5.2.3	基礎工	7-752
7.5.2.4	本体工	7-759
7.5.2.5	本体工（L2 耐震設計）	7-826
7.5.3	ゲート設備設計	7-841
7.5.3.1	設計条件の整理	7-841
7.5.3.2	設計計算	7-844
7.5.3.3	操作室設備配置	7-845
7.5.4	建築施設設計	7-848

7.5.5	情報設備設計.....	7-848
7.5.5.1	計装設備、警報監視設備、遠隔監視視制御設備設計.....	7-848
7.5.5.2	電気設備（非常用発電設備）.....	7-856
7.6	建築設計.....	7-869
7.6.1	建築構造設計.....	7-869
7.6.1.1	荷重.....	7-869
7.6.1.2	水門上屋の耐震設計方針.....	7-875
7.6.1.3	発電機棟基礎の設計条件.....	7-878
7.6.1.4	構造計算結果.....	7-879
7.6.2	建築機械設備.....	7-883
7.6.2.1	給排水衛生設備.....	7-883
7.6.2.2	換気・空調.....	7-885
7.6.3	建築電気設備.....	7-889
7.6.3.1	避雷設備.....	7-889
7.6.3.2	照明設備.....	7-891
7.6.4	その他の細目.....	7-893
7.6.4.1	階段の細目規定.....	7-893
7.6.4.2	危険物取扱に関する規定.....	7-894
7.6.5	建築意匠についての考察.....	7-895
7.6.5.1	フィリピン国における水門構造物デザインの事例.....	7-895
7.6.5.2	本プロジェクトにおける意匠方針.....	7-896
第8章	水理模型実験（要約）.....	8-1
8.1	実験概要.....	8-1
8.1.1	はじめに.....	8-1
8.1.2	実験の目的.....	8-1
8.2	実験結果.....	8-2
8.2.1	現況河道の分流状況.....	8-2
8.2.2	実験結果より得られた MCGS 諸元.....	8-2
8.2.2.1	MCGS ゲート諸元.....	8-2
8.2.2.2	減勢工・護床工.....	8-2
8.2.3	計画河道の分流状況.....	8-3
8.2.4	MCGS 施工時の仮排水路の検討.....	8-3
第9章	非構造物対策及び操作運用・維持管理規則.....	9-1
9.1	非構造物対策の検討.....	9-1
9.1.1	フェーズⅡ及びフェーズⅢで実施した非構造物対策の評価.....	9-1
9.1.1.1	フェーズⅡ及びフェーズⅢで実施した非構造物対策.....	9-1
9.1.1.2	実施した非構造物対策に対する評価.....	9-4
9.1.2	洪水対策委員会（FMC）活用計画.....	9-7

- 9.1.2.1 洪水対策委員会の現状 9-7
- 9.1.2.2 洪水対策委員会活用計画 9-8
- 9.1.3 フェーズ IV 非構造物対策実施方針 9-8
 - 9.1.3.1 インフォメーション・キャンペーンと広報活動（ICP） 9-9
 - 9.1.3.2 洪水被害軽減に向けた情報提供 9-10
 - 9.1.3.3 洪水対策委員会（FMC）の活性化 9-14
 - 9.1.3.4 洪水被害軽減のための人材育成 9-16
 - 9.1.3.5 ウェブサイトおよび SNS による情報発信 9-18
 - 9.1.3.6 フェーズ IV 非構造物対策アクションプラン 9-19
- 9.2 堰等の運用・操作規則 9-25
 - 9.2.1 既存構造物の操作運用規則 9-25
 - 9.2.1.1 Rosario 堰及び NHCS（ナピンダン水門） 9-25
 - 9.2.1.2 その他構造物 9-32
 - 9.2.1.3 既存の河川構造物の操作運用の評価 9-32
 - 9.2.2 MCGS 及び逆流防止水門の操作運用規則の基本コンセプト 9-33
 - 9.2.2.1 操作の基本的原則 9-33
 - 9.2.2.2 操作・運用計画 9-33
 - 9.2.2.3 警告放送 9-38
 - 9.2.3 NHCS の操作の必要性 9-40
 - 9.2.3.1 操作の検討方針 9-40
 - 9.2.3.2 操作・運用計画（案） 9-41
 - 9.2.4 操作規則（案） 9-42
 - 9.2.4.1 Rosario 堰、MCGS、及び NHCS 9-42
 - 9.2.4.2 逆流防止水門 9-48
- 9.3 運営・維持管理計画 9-52
 - 9.3.1 運営・維持管理計画の検討方針 9-52
 - 9.3.1.1 運営・維持管理計画作成の必要性 9-52
 - 9.3.1.2 適用基準・ガイドライン等 9-52
 - 9.3.2 保守管理計画（案） 9-53
 - 9.3.2.1 基本事項 9-53
 - 9.3.2.2 状態把握 9-54
 - 9.3.2.3 機能保全対策 9-63
 - 9.3.2.4 保守管理記録 9-75
 - 9.3.3 運営管理体制（案） 9-76
 - 9.3.3.1 事業実施および維持管理組織 9-76
 - 9.3.3.2 洪水対策組織の現状 9-76
 - 9.3.3.3 運営管理体制の拡充 9-81
- 9.4 関係機関への事業説明経過報告 9-83
 - 9.4.1 LGUs 9-83

9.4.2	関係機関.....	9-83
9.4.2.1	MMDA	9-83
9.4.2.2	LLDA	9-84
第 10 章	環境社会配慮および住民移転計画	10-1
10.1	環境社会配慮事項進捗報告	10-1
10.1.1	EIS、EMP および EMoP のレビュー	10-1
10.1.2	EIS、EMP および EMoP の改訂・更新	10-2
10.1.3	浚渫土砂処分に関する環境社会配慮実施支援	10-2
10.1.3.1	底質調査	10-2
10.1.3.2	土砂処分地	10-14
10.1.4	樹木のインベントリー調査実施前確認	10-23
10.1.4.1	関係法令	10-23
10.1.4.2	樹木のインベントリー調査の方法	10-24
10.1.4.3	調査結果	10-25
10.1.5	環境社会配慮事項 DPWH 能力向上支援セミナー	10-30
10.1.6	本川工事の EIS の見直し	10-31
10.2	住民移転計画	10-31
10.2.1	住民移転計画書（RAP）のレビュー・必要作業の支援	10-31
10.2.1.1	現住民移転計画の補償方針及び現計画に基づく予算の確認	10-31
10.2.1.2	RAP for Marikina River	10-33
10.2.1.3	RAP for Manggahan Floodway	10-40
10.2.2	住民移転計画書（RAP）の改訂・更新支援	10-45
10.2.3	Parcellary Survey 実施計画準備支援	10-45
10.2.3.1	DPWH および土地管理局（LRA）間の覚書による土地所有者情報提供システム	10-45
10.2.3.2	Parcellary Survey で実施すべき内容	10-45
10.2.3.3	Parcellary Survey のための準備活動	10-46
10.2.4	DPWH/関係機関/PAFs 間定期的住民協議・説明会開催支援	10-47
10.2.5	開始された住民移転活動の支援	10-47
第 11 章	設計基準	11-1
11.1	設計基準の目的	11-1
11.2	技術コードと基準	11-1
11.3	基本設計手法	11-2
11.3.1	基本	11-2
11.3.2	堤防及び堤防護岸	11-2
11.3.2.1	一般堤防（土堤）	11-2
11.3.2.2	一般堤防（特殊堤（コンクリートパラペット壁等））	11-6
11.3.2.3	堤防護岸（張護岸・積護岸）	11-7
11.3.3	維持管理用道路	11-8

11.3.3.1	道路幅員	11-8
11.3.3.2	横断勾配	11-8
11.3.3.3	舗装構成	11-8
11.3.4	低水護岸	11-8
11.3.4.1	鋼矢板護岸	11-8
11.3.4.2	根固め工	11-15
11.3.5	排水路・排水工・樋管	11-21
11.3.5.1	基本方針	11-21
11.3.5.2	排水工計画の概略	11-21
11.3.5.3	計画条件	11-21
11.3.5.4	排水施設設計条件	11-24
11.3.6	樋管工	11-25
11.3.6.1	構造計画	11-25
11.3.6.2	荷重	11-31
11.3.6.3	基礎地盤の検討	11-32
11.3.6.4	設計方法	11-33
11.3.7	水門（Cainta 水門、Taitai 水門）	11-37
11.3.7.1	構造計画	11-37
11.3.7.2	荷重	11-43
11.3.7.3	設計方法	11-43
11.3.8	堰（MCGS）	11-46
11.3.8.1	構造計画	11-46
11.3.8.2	荷重	11-47
11.3.8.3	設計方法	11-48
11.4	荷重	11-48
11.4.1	荷重の種類	11-48
11.4.2	死荷重	11-48
11.4.2.1	常時	11-48
11.4.2.2	地震時	11-49
11.4.3	上載荷重	11-51
11.4.3.1	土被り 4m 以上の場合	11-51
11.4.3.2	土被り 4m 以下の場合	11-51
11.4.4	土圧	11-52
11.4.4.1	可動壁に作用する常時の土圧	11-52
11.4.4.2	地震時土圧	11-53
11.4.4.3	壁面摩擦角	11-54
11.4.4.4	固定式壁面（胸壁など）に作用する土圧	11-54
11.4.5	水圧	11-55
11.4.5.1	静水圧	11-55

11.4.5.2	残留水圧	11-55
11.4.5.3	地震による動水圧	11-56
11.4.6	揚圧力	11-57
11.4.7	風荷重	11-57
11.4.8	温度荷重	11-60
11.4.9	ゲートの開閉荷重	11-60
11.4.10	荷重の組み合わせ	11-60
11.4.10.1	荷重の組み合わせ	11-60
11.4.10.2	各組合せ時の許容応力度の割増	11-61
11.5	構造物の安定計算手法	11-61
11.5.1	滑動	11-61
11.5.2	転倒	11-62
11.5.3	斜面/基礎の滑り	11-62
11.5.4	浸透/パイピング	11-62
11.5.4.1	浸透・パイピングの検討	11-62
11.5.4.2	浸透・パイピング対策	11-63
11.5.5	圧密沈下	11-64
11.5.6	直接基礎	11-64
11.5.7	杭基礎	11-66
11.5.7.1	杭の配置	11-66
11.5.7.2	許容軸方向押込み支持力度	11-67
11.5.7.3	許容軸方向引抜き力	11-69
11.5.7.4	許容横方向支持力	11-69
11.5.7.5	杭の許容変位	11-70
11.5.7.6	軸方向ばね定数	11-70
11.5.7.7	杭反力と基礎の変位	11-70
11.6	使用する材料の構造特性	11-71
11.6.1	地盤係数/特性	11-71
11.6.1.1	土の単位体積重量	11-71
11.6.1.2	粘性地盤の粘着力	11-71
11.6.1.3	粘性が低い地盤の内部摩擦角	11-71
11.6.1.4	基礎地盤の横方向反力係数	11-72
11.6.1.5	圧縮指数	11-72
11.6.1.6	透水性	11-73
11.6.2	鋼矢板	11-73
11.6.2.1	使用材料	11-73
11.6.2.2	断面効率	11-73
11.6.2.3	構造	11-74
11.6.2.4	鋼矢板のタイプおよび材料特性	11-74

11.6.3	コンクリート及び鉄筋.....	11-76
11.6.3.1	使用材料.....	11-76
11.6.3.2	物理定数.....	11-77
11.6.4	許容応力度.....	11-77
11.6.4.2	鉄筋コンクリート部材の最小厚.....	11-78
11.6.5	プレストレスト・コンクリート.....	11-79
11.6.5.1	コンクリートの強度（橋梁以外の構造物）.....	11-79
11.6.5.2	プレストレス用鋼材（橋梁以外の構造物）.....	11-79
11.6.6	構造用鋼材.....	11-80
11.6.7	配筋方法.....	11-80
11.7	液状化の評価.....	11-90
11.7.1	液状化の判定を行う必要のある砂質土層.....	11-90
11.7.2	液状化の判定.....	11-90
11.7.3	液状化が生じる土層の取り扱い.....	11-92
11.7.4	液状化の判定に用いる設計水平震度.....	11-93
11.8	液状化を起こす恐れのある場合の設計手法または一般的対策方法.....	11-94
11.8.1	一般的対策方法.....	11-94
11.8.2	土堤.....	11-98
11.8.2.1	設計手法.....	11-98
11.8.2.2	対策方法.....	11-99
11.8.3	樋管.....	11-99
11.8.3.1	設計手法.....	11-99
11.8.3.2	対策方法.....	11-100
11.8.4	水門及び堰.....	11-101
11.8.4.1	設計手法.....	11-101
11.8.4.2	対策方法.....	11-102
11.8.5	鋼矢板護岸.....	11-102
11.8.5.1	設計手法.....	11-102
11.8.5.2	対策方法.....	11-103
11.8.6	堤防（コンクリート擁壁式特殊堤）.....	11-104
11.8.6.1	設計手法.....	11-104
11.8.6.2	対策方法.....	11-104
11.9	耐震設計.....	11-105
11.9.1	耐震設計の考え方.....	11-105
11.9.1.1	適用する設計基準の選定.....	11-105
11.9.1.2	耐震設計条件.....	11-106
11.9.2	照査方法.....	11-114
11.9.2.1	照査方法の決定.....	11-114
11.9.2.2	照査手順.....	11-117

11.10 建築設計	11-124
11.10.1 本プロジェクトにおける建築構造物	11-124
11.10.2 建築設計に係る現地基準の体系	11-124
第 12 章 事業評価	12-1
12.1 事業の経済的評価	12-1
12.1.1 経済的費用の算定	12-1
12.1.2 経済的便益の推定	12-2
12.1.3 マリキナダム of 事業評価	12-18
12.1.4 事業評価結果の比較	12-24
12.2 事業の技術的評価	12-25
12.2.1 河道改修	12-25
12.2.2 MCGS 及び 2 基の逆流防止水門・樋門	12-25
12.3 事業の環境社会的評価	12-25
12.3.1 事業の環境カテゴリ	12-26
12.3.2 その他の評価	12-26

図一覧

図 1.1.1 計画洪水流量配分図(確率洪水規模 1/100)..... 1-3

図 1.1.2 パッシング・マリキナ川河川改修事業における整備目標流量配分図(確率洪水規模 1/30) ... 1-4

図 2.6.1 計画高水流量配分図（案）（確率洪水規模 1/100） 2-6

図 3.1.1 調査対象地域の概要 3-1

図 3.1.2 Sto. Nino 観測所流況 3-4

図 3.1.3 Sto. Nino 観測所時刻流量（1994 年～2018 年） 3-4

図 3.1.4 パッシング・マリキナ川の水位相関-1 3-8

図 3.1.5 パッシング・マリキナ川の水位相関-2 3-9

図 3.1.6 現況流下能力図（パッシング・マリキナ川） 3-11

図 3.1.7 現況流下能力図（パッシング川） 3-12

図 3.1.8 現況流下能力図（マリキナ川） 3-13

図 3.2.1 計画高水流量配分図（既往最大ベース） 3-16

図 3.2.2 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【JICA1990MP】 3-18

図 3.2.3 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【2002DD】 3-19

図 3.2.4 整備目標流量配分図（確率洪水規模 1/30）【2002DD】 3-20

図 3.2.5 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【WB2012MP】 3-21

図 3.2.6 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【JICA2014 調査】 3-22

図 3.2.7 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【2015IV&V】 3-24

図 3.2.8 計画高水流量配分図（確率洪水規模 1/100）【WB2018 UMD FS】 3-25

図 3.2.9 EFCOS システム構成図 3-30

図 3.2.10 West Manggahan 事業位置図..... 3-35

図 3.2.11 KAMANAVA 事業位置図 3-36

図 3.2.12 East Manggahan 調査位置 3-37

図 3.2.13 提案された事業及び計画流量配分..... 3-37

図 3.3.1 計画洪水流量配分図 3-47

図 3.3.2 マリキナダム地点 3-48

図 3.4.1 Sto. Nino 地点の現況及び改修河道 HQ の比較 3-50

図 3.4.2 Sto. Nino 地点想定計画ハイドログラフ（2,900 m³/s） 3-50

図 3.4.3 整備目標流量配分図（確率洪水規模 1/30）【2002DD】 3-51

図 3.4.4 計画高水流量配分の比較（確率洪水規模 1/100） 3-52

図 3.4.5 サンファン川の流量低減策案..... 3-53

図 3.4.6 計画高水流量配分図（案）（確率洪水規模 1/100） 3-54

図 4.1.1 フェーズ III 事業マリキナ川下流改修標準断面図..... 4-1

図 4.1.2 JICA1990MP によるフェーズ IV 区間マリキナ川改修断面図（Sta.5+425 / Sta.13+060） ... 4-1

図 4.1.3 2002DD におけるフェーズ IV 区間マリキナ川改修標準断面図 4-2

図 4.1.4 90m 低水路部改修標準断面図..... 4-4

図 4.1.5 80m 低水路部改修標準断面図..... 4-4

図 4.1.6 水位算定結果(粗度係数 0.025 で算定し湾曲部の局所水位上昇を考慮) 4-6

図 4.1.7	Manalo 橋及び Marcos 橋位置図	4-7
図 4.1.8	水位縦断図（計画高水流量、2,900m ³ /s）	4-10
図 4.1.9	水位縦断図（基本高水流量、3,600m ³ /s）	4-11
図 4.2.1	パッシング・マリキナ川全体水位縦断図（マニラ湾～サンマテオ）	4-16
図 4.2.2	パッシング・マリキナ川全体水位縦断図（ラグナ湖～サンマテオ）	4-17
図 5.1.1	測量実施箇所.....	5-1
図 5.1.2	測量実施フロー	5-2
図 5.1.3	本調査で設置した基準点例.....	5-3
図 5.1.4	基準点設置計画とその実施結果.....	5-4
図 5.1.5	基準点多角測量結果.....	5-4
図 5.1.6	本調査で利用した無人測量機.....	5-6
図 5.1.7	2つの無人飛行機器の測量実施範囲	5-7
図 5.1.8	排水工測量実施例.....	5-8
図 5.1.9	ボーリング実施箇所座標確認実施例.....	5-9
図 5.2.1	調査地域の地形図.....	5-12
図 5.2.2	地形分類図.....	5-13
図 5.2.3	（写真）マリキナ川沿いの低地.....	5-14
図 5.2.4	West Valley Fault System.....	5-14
図 5.2.5	Geological Map of Manila and Quezon City	5-15
図 5.2.6	（写真）C5 Highway 沿いにみられるグアダルルーペ層（火山礫凝灰岩）	5-16
図 5.2.7	（写真）マリキナ川沿いに露出するグアダルルーペ層	5-16
図 5.2.8	（写真）マリキナ川左岸に見られる砂層.....	5-17
図 5.2.9	（写真）マリキナ川下流域左岸に見られる粘性土層.....	5-17
図 5.2.10	河川改修計画区間.....	5-18
図 5.2.11	ボーリング調査地点位置図.....	5-20
図 5.2.12	Schematic Geological profile.....	5-22
図 5.2.13	MCGS 計画地点.....	5-24
図 5.2.14	MCGS 設計のためのボーリング調査位置.....	5-25
図 5.2.15	MCGS 近傍地質断面図（1）	5-26
図 5.2.16	MCGS 近傍地質断面図（2）	5-27
図 5.2.17	（写真）G-05 孔 0-5m コア状況.....	5-28
図 5.2.18	（写真）河床掘削状況.....	5-28
図 5.2.19	（写真）新鮮な凝灰岩からなる掘削土砂.....	5-29
図 5.2.20	Cainta 川合流地点の状況.....	5-29
図 5.2.21	Taytay 川合流地点の状況.....	5-30
図 5.2.22	調査地点位置図(Cainta Floodgate).....	5-31
図 5.2.23	調査地点位置図(Taytay Sluiceway)	5-31
図 5.2.24	Cainta・Taytay 地質断面図	5-34
図 5.2.25	塑性図.....	5-41

図 5.2.26	塑性図による粘性土の力学的性質.....	5-41
図 5.2.27	岩石の一軸圧縮強度のヒストグラム.....	5-42
図 5.2.28	深度と N 値との関係.....	5-47
図 5.2.29	深度と PI との関係.....	5-48
図 5.2.30	一軸圧縮強さ (qu) と N 値との関係.....	5-48
図 5.2.31	塊状岩盤における岩盤等級と原位置試験結果との関係.....	5-49
図 5.2.32	塑性図 (Cainta・Taytay)	5-55
図 5.2.33	qu と N 値との関係.....	5-59
図 6.1.1	河道改修の区間分け位置図	6-1
図 6.1.2	区間 5+400~5+800 の標準断面 (Sta.5+500)	6-2
図 6.1.3	区間 6+050~6+600 の標準断面 (Sta.6+300)	6-2
図 6.1.4	区間 6+700~7+200 の標準断面 (Sta.7+000)	6-3
図 6.1.5	区間 7+200~7+650 の標準断面 (Sta.7+450)	6-3
図 6.1.6	区間 7+650~8+300 及び 8+900~10+500 の標準断面 (Sta.9+400)	6-3
図 6.1.7	区間 10+550~11+200 の標準断面 (Sta.11+200) スペースが限られている場合	6-4
図 6.1.8	区間 12+000~12+500 の標準断面 (Sta.12+400) スペースが十分な場合	6-4
図 6.1.9	区間 12+500~13+100 の標準断面 (Sta.12+700) 左岸側の壁なし	6-4
図 6.1.10	区間 13+100~13+350 の標準断面 (Sta.13+300) 余裕高なし	6-5
図 6.1.11	本プロジェクト区間における現在建設中の区間.....	6-6
図 6.1.12	液状化危険度の判定結果	6-11
図 6.1.13	低水護岸設計のブロック分割フロー.....	6-14
図 6.1.14	鋼矢板護岸設計検討フロー.....	6-16
図 6.1.15	標準的護岸構造	6-18
図 6.1.16	Sta.6+700~Sta.10+500 に適用する標準的護岸構造の例	6-18
図 6.1.17	洗掘深及び根固め工配置の概略図.....	6-20
図 6.1.18	Hs/H _d と H/dr の関係 (τ* : 0.03~0.4)	6-25
図 6.1.19	河川の最大洗掘部の水深と高さの説明図.....	6-26
図 6.1.20	Hmax/Hd と b/r の関係図.....	6-27
図 6.1.21	捨石工標準断面 (高さ 1.5m)	6-33
図 6.1.22	対象橋梁一覧	6-36
図 6.1.23	橋脚周囲の洗掘範囲と形状の推定模式図.....	6-38
図 6.1.24	橋脚保護工一般図 (Macapagal 橋)	6-40
図 6.1.25	橋脚保護工一般図 (LRT-2 橋)	6-41
図 6.1.26	橋脚保護工一般図 (Marcos 橋)	6-42
図 6.1.27	橋脚保護工一般図 (SM Marikina 橋)	6-43
図 6.1.28	Sta.10+800 付近で建設されている River Wall.....	6-45
図 6.1.29	Sta.9+600 付近で行われている埋立て	6-45
図 6.1.30	圧密計算を実施する計算断面位置および土質区分.....	6-51
図 6.1.31	圧密計算を実施する計算断面.....	6-52

図 6.1.32	e-logP 曲線	6-54
図 6.1.33	Cv-logP 曲線.....	6-55
図 6.1.34	e-log P 曲線（砂質土）	6-56
図 6.1.35	護岸の標準横断面図（前面法勾配 5 分の場合）	6-58
図 6.1.36	Sta.10+500～Sta.13+350 に適用する洪水防御壁の例.....	6-59
図 6.1.37	Sta.10+500～Sta.13+350 に適用する洪水防御壁の例.....	6-60
図 6.1.38	AYALA Land による開発地域.....	6-60
図 6.1.39	1) STA.5+400～STA.5+780 区間左岸標準断面	6-61
図 6.1.40	1) STA.6+035～STA.6+340 区間左岸標準断面	6-61
図 6.1.41	Sta.9+400～9+800 の区間における線形の代替案.....	6-62
図 6.1.42	河岸道路の標準断面図.....	6-62
図 6.1.43	Pasig 市が建設している堤防の標準横断面図.....	6-63
図 6.2.1	既設排水口位置図.....	6-65
図 6.2.2	既存排水管網図(一部のみ).....	6-66
図 6.2.3	土地利用図.....	6-66
図 6.2.4	確率年ごとの降雨強度.....	6-69
図 6.2.5	管頂接合.....	6-78
図 6.2.6	U型側溝の配置	6-79
図 6.2.7	堤脚排水路の集水域.....	6-80
図 6.2.8	マンホールと堤脚排水路の接続図.....	6-81
図 6.2.9	堤脚排水路諸元.....	6-82
図 6.2.10	集水柵諸元.....	6-83
図 6.2.11	杭基礎の函体底板下における空洞化現象	6-84
図 6.3.1	2002 年フェーズ I 詳細設計における MCGS の主な寸法諸元	6-87
図 6.3.2	各代替案の位置.....	6-89
図 6.3.3	各代替案の地質条件.....	6-89
図 6.3.4	MCGS 設置地点付近の河道断面.....	6-92
図 6.3.5	MCGS 周辺の主な既設構造物等.....	6-94
図 6.3.6	ボーリング位置図（MCGS 堰周辺）	6-96
図 6.3.7	想定土層横断面図（堰柱位置）	6-97
図 6.3.8	想定地層横断面図（上流側）	6-97
図 6.3.9	想定地層横断面図（下流側）	6-98
図 6.3.10	想定地質縦断面図（右岸側）	6-98
図 6.3.11	想定地質縦断面図（左岸側）	6-99
図 6.3.12	MCGS 付近の土性図.....	6-101
図 6.3.13	MCGS 設置位置.....	6-103
図 6.3.14	MCGS 小径間ゲートの径間長と Marikina 川下流流量の関係.....	6-111
図 6.3.15	MCGS 小径間ゲートの径間長と MCGS 上流水位の関係.....	6-112
図 6.3.16	操作室機器類の必要離隔.....	6-113

図 6.3.17	MCGS 上屋の一般図	6-115
図 6.3.18	堰柱位置及び純支間長(MCGS 管理橋).....	6-116
図 6.3.19	幅員構成(MCGS 管理橋).....	6-117
図 6.3.20	トラック荷重	6-118
図 6.3.21	タンデム荷重	6-118
図 6.3.22	特殊車両荷重	6-119
図 6.3.23	車両分布荷重	6-119
図 6.3.24	疲労荷重	6-119
図 6.3.25	橋長の設定(MCGS 管理橋).....	6-121
図 6.3.26	MCGS 本体長	6-125
図 6.3.27	堰柱床版と径間長	6-126
図 6.3.28	遮水工設置平面図	6-128
図 6.3.29	減勢工諸元	6-131
図 6.3.30	L 型エンドシル	6-132
図 6.3.31	現地土砂の粒度分布と実験で使用する粒径.....	6-133
図 6.3.32	護床工範囲	6-140
図 6.3.33	設計流速と根固め重量の関係.....	6-143
図 6.3.34	ゲート寸法・構造関係図	6-146
図 6.3.35	水質調査位置図	6-148
図 6.3.36	近年 20 年間の Rosario 堰地点（マリキナ川側）の水位データ	6-149
図 6.3.37	河床高と海面高の関係	6-149
図 6.3.38	開閉装置の形式	6-152
図 6.3.39	統合運用すべき 3 つの堰・水門位置.....	6-163
図 6.3.40	MCGS の動力設備配置概念図	6-164
図 6.3.41	MCGS の予備電施設小屋配置図	6-165
図 6.3.42	システムレベルの概念図	6-170
図 6.3.43	システムレベル毎の運用管理イメージ.....	6-171
図 6.3.44	システム機能構成	6-174
図 6.3.45	クライアント/サーバ方式 システム構成イメージ.....	6-175
図 6.3.46	集中型 Web 方式 システム構成イメージ	6-176
図 6.3.47	分散型 Web 方式 システム構成イメージ	6-177
図 6.3.48	MCGS 遠方監視制御システム構成（案）（Cainta 水門及び Taytay 水門 遠隔監視制御システムを含む）	6-181
図 6.3.49	2002 年フェーズ I 詳細設計における遠方監視制御設備 システム構成	6-183
図 6.3.50	システム構成図（赤枠で示した拠点内設備を更新）	6-190
図 6.3.51	MCGS 付帯施設の概要および配置計画	6-192
図 6.3.52	MCGS 下流側取付護岸	6-193
図 6.3.53	MCGS 上流側取付護岸	6-193
図 6.3.54	管理用通路標準断面図	6-193

図 6.3.55	屋内ケーブルピットの配置条件.....	6-194
図 6.3.56	MCGS 発電機棟の平面計画と留意点.....	6-196
図 6.3.57	MCGS 発電機棟の断面計画.....	6-197
図 6.3.58	MCGS 全体平面図.....	6-198
図 6.3.59	MCGS 一般図（1）.....	6-199
図 6.3.60	MCGS 一般図（2）.....	6-200
図 6.3.61	MCGS 一般図（3）.....	6-201
図 6.3.62	MCGS 一般図（4）.....	6-202
図 6.4.1	計画高水流量配分.....	6-207
図 6.4.2	Cainta 川合流点付近の現況幅.....	6-208
図 6.4.3	Cainta 川計画断面.....	6-208
図 6.4.4	Manggahan 放水路計画堤防断面.....	6-209
図 6.4.5	Cainta 水門周辺の主な既設構造物等.....	6-209
図 6.4.6	既往地質調査位置.....	6-210
図 6.4.7	既往ボーリング（No.C-2）.....	6-211
図 6.4.8	想定地質断面図.....	6-212
図 6.4.9	地質調査位置.....	6-212
図 6.4.10	N 値と一軸圧縮強度の関係式.....	6-213
図 6.4.11	圧密曲線.....	6-214
図 6.4.12	土性図（DD-BH-C01）.....	6-216
図 6.4.13	土性図（DD-BH-C02）.....	6-218
図 6.4.14	土性図（DD-BH-C03）.....	6-220
図 6.4.15	新設堤防を川表側に設置する場合のイメージ.....	6-222
図 6.4.16	水門縦断位置.....	6-223
図 6.4.17	水門の本体の形式.....	6-230
図 6.4.18	MCGS 上屋の一般図.....	6-232
図 6.4.19	堰柱位置及び純支間長(Cainta 管理橋).....	6-233
図 6.4.20	幅員構成(Cainta 管理橋).....	6-234
図 6.4.21	橋長の設定(Cainta 管理橋).....	6-236
図 6.4.22	Cainta 川合流点付近の Manggahan 放水路の堤防高（模式図）.....	6-238
図 6.4.23	カーテンウォールの有無によるゲート扉体高さの違い.....	6-239
図 6.4.24	地質想定横断図.....	6-239
図 6.4.25	Cainta 水門本体長.....	6-241
図 6.4.26	Cainta 水門胸壁構造.....	6-241
図 6.4.27	水位門各部の名称.....	6-242
図 6.4.28	堰柱床版と径間長.....	6-243
図 6.4.29	遮水工設置平面図.....	6-244
図 6.4.30	遮水工設置範囲図.....	6-246
図 6.4.31	スルースゲートからの自由放流.....	6-249

図 6.4.32	スルースゲート流量係数	6-250
図 6.4.33	収縮係数	6-250
図 6.4.34	護床工設置区間	6-252
図 6.4.35	ブロック質量と許容流速の関係.....	6-254
図 6.4.36	ゲート寸法・構造関係図	6-255
図 6.4.37	水質調査位置図	6-257
図 6.4.38	近年 20 年間のラグナ湖の水位データ	6-257
図 6.4.39	河床高と海面高の関係	6-258
図 6.4.40	開閉装置の形式	6-261
図 6.4.41	堤防護岸の範囲	6-274
図 6.4.42	開削幅	6-274
図 6.4.43	条件護岸設置範囲	6-275
図 6.4.44	護岸構造	6-276
図 6.4.45	階段工計画図（1）	6-276
図 6.4.46	階段工計画図（2）	6-277
図 6.4.47	堤外水路範囲図	6-278
図 6.4.48	取付水路の護岸	6-279
図 6.4.49	Manggahan 放水路河道断面.....	6-279
図 6.4.50	Cainta 川護岸設置範囲	6-280
図 6.4.51	Cainta 川護岸標準断面図	6-282
図 6.4.52	取付道路標準断面図	6-283
図 6.4.53	発電機棟敷地位置	6-284
図 6.4.54	発電機棟敷地高と周辺の地盤高との関係.....	6-284
図 6.4.55	Cainta 水門および発電機棟の配置	6-285
図 6.4.56	Cainta 発電機棟の平面計画と留意点	6-287
図 6.4.57	Cainta 発電機棟の断面計画と留意点	6-288
図 6.4.58	Cainta 水門一般図（1）	6-289
図 6.4.59	Cainta 水門一般図（2）	6-290
図 6.4.60	Cainta 水門一般図（3）	6-291
図 6.4.61	函体内一次元不等流計算結果.....	6-293
図 6.4.62	Taytay クリーク計画縦断面図.....	6-294
図 6.4.63	計画高水流量配分	6-294
図 6.4.64	河道中心位置と堤防法線	6-295
図 6.4.65	堤防法線位置	6-296
図 6.4.66	Taytay 樋門周辺の主な既設構造物等.....	6-297
図 6.4.67	Taytay 樋門地質調査位置図.....	6-297
図 6.4.68	Taytay 樋門水門の地質縦断面図（Taytay 付近抜粋）	6-298
図 6.4.69	Taytay 樋門地質想定図（樋管縦断面図）	6-299
図 6.4.70	N 値と一軸圧縮強度の関係式.....	6-300

図 6.4.71	圧密曲線.....	6-300
図 6.4.72	土性図.....	6-301
図 6.4.73	Taytay 樋門位置.....	6-303
図 6.4.74	継ぎ足し位置でのカルバート敷高.....	6-307
図 6.4.75	杭基礎の函体底版下における空洞化現象.....	6-308
図 6.4.76	樋門本体長.....	6-310
図 6.4.77	胸壁の天端高.....	6-311
図 6.4.78	胸壁幅.....	6-311
図 6.4.79	翼壁の範囲と平面形の考え方.....	6-312
図 6.4.80	川表翼壁.....	6-313
図 6.4.81	堤防開削断面と遮水工の関係.....	6-315
図 6.4.82	Taytay 上屋の一般図.....	6-318
図 6.4.83	河床高と海面高の関係.....	6-319
図 6.4.84	開閉装置の形式.....	6-322
図 6.4.85	Taytay 樋門の付帯施設配置計画.....	6-327
図 6.4.86	Taytay 樋門ガードハウスの平面・断面計画.....	6-327
図 6.4.87	Taytay 樋門（樋門）一般図(1).....	6-328
図 6.4.88	Taytay 樋門（樋門）一般図(2).....	6-329
図 7.1.1	仮想地盤面の位置図.....	7-4
図 7.1.2	矢板構造物荷重図.....	7-5
図 7.1.3	主働土圧.....	7-7
図 7.1.4	受働土圧.....	7-7
図 7.1.5	構造物に作用する静水圧.....	7-9
図 7.1.6	壁面に作用する動水圧（ウェスターガード公式）.....	7-10
図 7.1.7	設定水位.....	7-10
図 7.1.8	鋼矢板に作用する上載荷重範囲.....	7-11
図 7.1.9	もたれ擁壁と鋼矢板護岸コーピングの接続部.....	7-11
図 7.1.10	作用位置.....	7-12
図 7.1.11	H形鋼付きハット型鋼矢板.....	7-17
図 7.1.12	H形鋼付きハット型鋼矢板のH鋼部上端切断.....	7-23
図 7.1.13	自立式鋼矢板の曲げモーメント分布図.....	7-23
図 7.1.14	打設時イメージ図.....	7-25
図 7.1.15	傾斜壁 標準断面図.....	7-26
図 7.1.16	パラペット壁標準断面図.....	7-27
図 7.1.17	粒度分布における堤防材料選定限界線.....	7-28
図 7.1.18	パッケージ1（CP-1）における発生土粒度分布と30%砂利混合時の粒度分布.....	7-29
図 7.1.19	パッケージ2（CP-2）における発生土粒度分布と30%砂利混合時の粒度分布.....	7-29
図 7.1.20	パッケージ3（CP-3）における発生土粒度分布と10%砂利混合時の粒度分布.....	7-30
図 7.1.21	浸透によるすべり安定照査結果（L7+820）.....	7-35

図 7.1.22	浸透によるすべり安定照査結果（R6+060）	7-36
図 7.1.23	浸透によるすべり安定照査結果（R10+960）	7-37
図 7.1.24	堰下流の流況（シルなし）	7-39
図 7.1.25	シル設置後の流況	7-39
図 7.1.26	鉄筋コンクリート張の標準断面	7-39
図 7.1.27	既設護岸の資料（抜粋）	7-40
図 7.1.28	既設護岸部安定計算結果	7-41
図 7.1.29	根固め幅の設定方法および標準断面図	7-42
図 7.1.30	リップラップガードレール標準図	7-43
図 7.1.31	Sta.6+480～Sta6+550 左岸管理用通路標準断面	7-44
図 7.1.32	階段工（Sta.6+120 左岸側）	7-45
図 7.1.33	ブロック積み擁壁標準断面図	7-45
図 7.2.1	新設排水管一般図	7-50
図 7.2.2	マンホール部材の主筋かぶり	7-50
図 7.2.3	側壁に対する活荷重	7-56
図 7.2.4	即時沈下の計算モデル	7-61
図 7.2.5	土層が深さ方向に変化する場合の換算変形係数	7-61
図 7.2.6	圧密沈下試験および各樋門の縦断位置（左岸 1/2）	7-63
図 7.2.7	圧密沈下試験および各樋門の縦断位置（左岸 2/2）	7-64
図 7.2.8	圧密沈下試験および各樋門の縦断位置（右岸 1/2）	7-64
図 7.2.9	圧密沈下試験および各樋門の縦断位置（右岸 2/2）	7-65
図 7.2.10	圧密試験箇所における e-logP 曲線の結果（左岸）	7-66
図 7.2.11	圧密試験箇所における e-logP 曲線の結果（右岸）	7-67
図 7.2.12	一般的な樋門における浸透経路長	7-69
図 7.2.13	本プロジェクトの樋門における浸透経路長	7-70
図 7.2.14	可とう継手の設置位置	7-71
図 7.2.15	函体各方向の配筋諸元の決定	7-72
図 7.2.16	胸壁の形状について	7-75
図 7.2.17	川表胸壁の水位条件	7-75
図 7.3.1	MCGS 堰 一般図	7-77
図 7.3.2	MCGS 堰縦断図-1	7-78
図 7.3.3	MCG S 堰縦断図-2	7-78
図 7.3.4	MCGS 堰 断面図-1	7-78
図 7.3.5	MCGS 堰 断面図-2	7-79
図 7.3.6	MCGS 堰 断面図-3	7-79
図 7.3.7	本体構造形式	7-82
図 7.3.8	水門の本体の形式	7-82
図 7.3.9	地層構成図	7-83
図 7.3.10	基礎底面の載荷面積	7-88

図 7.3.11	支持力係数のグラフ	7-89
図 7.3.12	翼壁位置 平面図	7-95
図 7.3.13	下流 断面図	7-95
図 7.3.14	受動土圧高の設定（下流 L 型擁壁）	7-96
図 7.3.15	受動土圧高の設定（上流 L 型擁壁）	7-97
図 7.3.16	端部堰柱構造寸法	7-103
図 7.3.17	端部堰柱＋中間堰柱 構造寸法	7-114
図 7.3.18	胸壁位置図	7-131
図 7.3.19	胸壁構造寸法図	7-131
図 7.3.20	胸壁水位条件	7-132
図 7.3.21	水叩き 位置図	7-136
図 7.3.22	下流側翼壁構造寸法図	7-150
図 7.3.23	上流側翼壁構造寸法図	7-162
図 7.3.24	上流側翼壁構造寸法図	7-174
図 7.3.25	水流方向荷重図（上流→下流方向荷重）	7-189
図 7.3.26	水流方向荷重図（上流←下流方向荷重）	7-189
図 7.3.27	1号、2号堰柱部水流直角方向荷重図（2号←1号方向荷重）	7-189
図 7.3.28	1号、2号堰柱部水流直角方向荷重図（2号→1号方向荷重）	7-190
図 7.3.29	3号堰柱部水流直角方向荷重図（川側→陸側方向荷重）	7-190
図 7.3.30	3号堰柱部水流直角方向荷重図（川側←陸側方向荷重）	7-191
図 7.3.31	検討手順	7-192
図 7.3.32	地盤条件入り一般図	7-193
図 7.3.33	1号堰柱解析モデル図（ソリッド要素）	7-195
図 7.3.34	1号堰柱解析モデル図（骨組み表示）	7-195
図 7.3.35	2号～3号堰柱解析モデル図（ソリッド要素）	7-196
図 7.3.36	2号～3号堰柱解析モデル図（骨組み表示）	7-196
図 7.3.37	1号堰柱部底版解析モデル図（ソリッド要素）	7-197
図 7.3.38	1号堰柱部底版解析モデル図（骨組み表示）	7-197
図 7.3.39	2号～3号堰柱部底版解析モデル図（ソリッド要素）	7-198
図 7.3.40	2号～3号堰柱部底版解析モデル図（骨組み表示）	7-198
図 7.3.41	自重作用図	7-200
図 7.3.42	上屋重量作用図	7-201
図 7.3.43	シンダーコンクリート重量作用図	7-201
図 7.3.44	階段重量作用図	7-202
図 7.3.45	ゲート重量作用図	7-202
図 7.3.46	開閉機重量作用図	7-203
図 7.3.47	管理橋重量作用図	7-203
図 7.3.48	内水圧、内水重算定結果	7-205
図 7.3.49	静水圧（外水圧）作用図（1号堰柱部解析モデル）	7-206

図 7.3.50	揚圧力作用図（1号堰柱部底版解析モデル）	7-207
図 7.3.51	上載土重作用図	7-208
図 7.3.52	慣性力作用図（水流方向（上流→下流方向）載荷時、 $K_h=1.0$ 相当）	7-209
図 7.3.53	慣性力作用図（水流直角方向（左岸→右岸方向）載荷時、 $K_h=1.0$ 相当）	7-209
図 7.3.54	常時主働土圧作用図（3号堰柱部解析モデル）	7-212
図 7.3.55	地震時主働土圧増分作用図（3号堰柱部解析モデル）	7-213
図 7.3.56	設計応答スペクトル	7-214
図 7.3.57	L2地震動加速度応答スペクトル係数PGA（BSDS, p3-21）	7-215
図 7.3.58	加速度応答スペクトル係数 S_s (BSDS 図 3.4.1-5)	7-216
図 7.3.59	加速度応答スペクトル係数 S_1 (BSDS 図 3.4.1-5)	7-217
図 7.3.60	MCGS 加速度スペクトル	7-219
図 7.3.61	ゲートの開閉を妨げない変形角（許容残留変形角）の算出方法	7-222
図 7.3.62	許容残留変位算定根拠	7-223
図 7.3.63	1号堰柱設計水平震度算定結果	7-224
図 7.3.64	2号～3号堰柱設計水平震度算定結果	7-224
図 7.3.65	1号堰柱（標準部）配筋要領図	7-228
図 7.3.66	1号堰柱（ゲート部）配筋要領図	7-229
図 7.3.67	1号堰柱（門柱部）配筋要領	7-230
図 7.3.68	2号～3号堰柱（標準部）配筋要領図	7-231
図 7.3.69	2号～3号堰柱（ゲート部）配筋要領図	7-232
図 7.3.70	2号～3号堰柱門柱部配筋要領図	7-233
図 7.3.71	底版（1号）解析モデル図	7-234
図 7.3.72	底版（2号及び3号）解析モデル図	7-234
図 7.3.73	曲げモーメント分布図（1号堰柱部底版（左岸→右岸方向載荷時））	7-235
図 7.3.74	せん断力分布図（1号堰柱部底版（左岸→右岸方向載荷時））	7-235
図 7.3.75	曲げモーメント分布図（1号堰柱部底版（左岸←右岸方向載荷時））	7-236
図 7.3.76	せん断力分布図（1号堰柱部底版（左岸←右岸方向載荷時））	7-236
図 7.3.77	曲げモーメント分布図（2号、3号堰柱部底版（左岸→右岸方向載荷時））	7-236
図 7.3.78	せん断力分布図（2号、3号堰柱部底版（左岸→右岸方向載荷時））	7-237
図 7.3.79	曲げモーメント分布図（2号、3号堰柱部底版（左岸←右岸方向載荷時））	7-237
図 7.3.80	せん断力分布図（2号、3号堰柱部底版（左岸←右岸方向載荷時））	7-237
図 7.3.81	1号底版標準部配筋図	7-238
図 7.3.82	1号底版堰背面部配筋図	7-238
図 7.3.83	2号～3号底版標準部配筋図	7-239
図 7.3.84	2号～3号底版堰背面部配筋図	7-239
図 7.3.85	下流側取付擁壁 平面図	7-290
図 7.3.86	断面図（STA.5+980断面）	7-290
図 7.3.87	荷重モデル図（設計荷重：ケース1）	7-312
図 7.3.88	荷重モデル図（設計荷重：ケース2）	7-312

図 7.3.89	荷重モデル図（操作荷重：開時）	7-313
図 7.3.90	荷重モデル図（操作荷重：閉時）	7-313
図 7.3.91	荷重モデル図（上流側）	7-317
図 7.3.92	荷重モデル図（下流側）	7-317
図 7.3.93	No.1 ゲート断面形状	7-322
図 7.3.94	No.2 ゲート断面形状	7-324
図 7.3.95	断面形状（下段）	7-326
図 7.3.96	断面形状（上段）	7-326
図 7.3.97	断面形状	7-328
図 7.3.98	No.2 ゲート開閉装置概略配置	7-330
図 7.3.99	No.2 ゲート開閉装置概略配置	7-332
図 7.3.100	操作室のスペース	7-333
図 7.3.101	端部操作室配置図（No.1 ゲート側）	7-334
図 7.3.102	中央操作室配置図	7-335
図 7.3.103	端部操作室配置図（No.2 ゲート側）	7-336
図 7.3.104	フロート式水位計イメージ図	7-340
図 7.3.105	フロート式水位計の機構図	7-340
図 7.3.106	フロート式水位計設置例（日本）	7-341
図 7.3.107	フロート式水位計設置例（Sto.Nino 局）	7-341
図 7.3.108	リードスイッチ式水位計イメージ図	7-342
図 7.3.109	リードスイッチ式水位計の機構図	7-342
図 7.3.110	フロート式水位計設置例（日本）	7-342
図 7.3.111	水圧式（水晶水圧式）水位計イメージ図	7-343
図 7.3.112	水圧式（水晶水圧式）水位計の機構図	7-343
図 7.3.113	水圧式（水晶水圧式）水位計設置例（日本）	7-343
図 7.3.114	超音波式・電波式水位計イメージ	7-344
図 7.3.115	超音波式・電波式水位計設置例（日本）	7-344
図 7.3.116	水位計設置候補位置	7-347
図 7.3.117	計装設備構成	7-350
図 7.3.118	サイレンの音達距離曲線	7-355
図 7.3.119	MCGS と EFCOS の位置	7-357
図 7.3.120	音の距離による減衰量	7-358
図 7.3.121	音の距離による減衰量	7-359
図 7.3.122	Rosario 堰警報設備の既設操作卓	7-360
図 7.3.123	ディスプレイ操作卓の例	7-361
図 7.3.124	監視設備構成	7-362
図 7.3.125	警報設備配置位置	7-363
図 7.3.126	カメラ設備配置位置	7-373
図 7.3.127	監視設備構成	7-373

図 7.3.128	伝送路選定フロー	7-383
図 7.3.129	ガードレールポストの変形状況.....	7-387
図 7.3.130	埋設管の標準断面（一般部）	7-389
図 7.3.131	道路橋で添架できる範囲図.....	7-391
図 7.3.132	添架形式の概要図	7-392
図 7.3.133	ハンドホール必要有効長	7-396
図 7.3.134	伝送経路	7-399
図 7.3.135	区間 3 への敷設ルート（ROSARIO 堰管理橋 橋梁添架）	7-403
図 7.3.136	区間 4 への敷設ルート（護岸添架）	7-404
図 7.3.137	区間 4 への敷設ルート（護岸添架）	7-405
図 7.3.138	区間 5 Pasig 市による護岸工事・河川公園工事の状況	7-406
図 7.3.139	区間 5 への敷設ルート（道路埋設）	7-407
図 7.3.140	区間 6 への敷設ルート（道路埋設）	7-408
図 7.3.141	区間 8 への敷設ルート（道路埋設）	7-411
図 7.3.142	全体システム系統図	7-416
図 7.3.143	単線結線図	7-425
図 7.3.144	ラジエータ冷却式	7-427
図 7.3.145	ラジエータ冷却方式の換気模式図.....	7-427
図 7.3.146	発電機及び油庫の配置	7-432
図 7.4.1	平面図	7-437
図 7.4.2	縦断面図（中央堰柱）	7-438
図 7.4.3	縦断面図（左岸堰柱）	7-438
図 7.4.4	縦断面図（右岸堰柱）	7-439
図 7.4.5	正面図	7-439
図 7.4.6	解析断面	7-441
図 7.4.7	土質縦断面図	7-442
図 7.4.8	圧密曲線図（C3）	7-443
図 7.4.9	圧密曲線図（C4）	7-443
図 7.4.10	計算モデル（4+565.00）	7-443
図 7.4.11	圧密沈下図（STA.4+565）	7-444
図 7.4.12	圧密沈下図（STA.4+485）	7-444
図 7.4.13	地質調査位置	7-444
図 7.4.14	地質想定断面図	7-445
図 7.4.15	地質想定断面図	7-446
図 7.4.16	液状化発生層	7-449
図 7.4.17	地質縦断面図	7-458
図 7.4.18	基礎杭の検討部材	7-459
図 7.4.19	杭の最小中心間隔及びフーチング縁端距離.....	7-461
図 7.4.20	杭先端地盤の極限支持力度 q_d の算定図.....	7-462

図 7.4.21	支持層への換算根入れ深さの決定法.....	7-463
図 7.4.22	杭基礎配置平面図.....	7-467
図 7.4.23	中央堰柱構造寸法図.....	7-468
図 7.4.24	中央堰柱杭配置.....	7-468
図 7.4.25	想定地質断面図.....	7-469
図 7.4.26	杭基礎設計用地盤条件.....	7-470
図 7.4.27	中央堰柱杭配置.....	7-477
図 7.4.28	杭基礎計算結果.....	7-477
図 7.4.29	端部堰柱構造寸法図.....	7-478
図 7.4.30	端部堰柱杭配置.....	7-478
図 7.4.31	想定地質断面図.....	7-479
図 7.4.32	杭基礎設計用地盤条件.....	7-480
図 7.4.33	端部堰柱杭配置.....	7-487
図 7.4.34	杭基礎計算結果.....	7-487
図 7.4.35	戸当り床版構造寸法図.....	7-488
図 7.4.36	戸当り床版杭配置.....	7-488
図 7.4.37	戸当り床版荷重図.....	7-491
図 7.4.38	戸当り床版杭配置.....	7-493
図 7.4.39	杭基礎計算結果.....	7-494
図 7.4.40	下流側翼壁構造寸法図.....	7-495
図 7.4.41	下流側翼壁杭配置.....	7-495
図 7.4.42	杭基礎設計用地盤条件.....	7-497
図 7.4.43	下流側翼壁縦断図.....	7-499
図 7.4.44	下流側翼壁平面図.....	7-500
図 7.4.45	下流側翼壁杭配置.....	7-506
図 7.4.46	杭基礎計算結果.....	7-506
図 7.4.47	上流側左岸翼壁構造寸法図.....	7-507
図 7.4.48	上流側左岸翼壁杭配置.....	7-507
図 7.4.49	杭基礎設計用地盤条件.....	7-508
図 7.4.50	上流側左岸翼壁縦断図.....	7-510
図 7.4.51	上流側左岸翼壁平面図.....	7-510
図 7.4.52	上流側左岸翼壁杭配置.....	7-515
図 7.4.53	杭基礎計算結果.....	7-515
図 7.4.54	上流側右岸翼壁構造寸法図.....	7-516
図 7.4.55	上流側右岸翼壁杭配置.....	7-517
図 7.4.56	杭基礎設計用地盤条件.....	7-518
図 7.4.57	上流側右岸翼壁水位条件.....	7-519
図 7.4.58	発電機棟平面寸法.....	7-520
図 7.4.59	上流側右岸翼壁杭配置.....	7-524

図 7.4.60	杭基礎計算結果	7-524
図 7.4.61	下流側水叩き構造寸法図（中央）	7-525
図 7.4.62	下流側水叩き杭配置（中央）	7-525
図 7.4.63	下流側水叩き構造寸法図（左岸）	7-526
図 7.4.64	下流側水叩き杭配置（左岸）	7-526
図 7.4.65	床版上二重締切部	7-527
図 7.4.66	下流側水叩き荷重図	7-529
図 7.4.67	下流側水叩き杭配置（中央）	7-532
図 7.4.68	下流側水叩き杭基礎計算結果（中央）	7-533
図 7.4.69	下流側水叩き杭配置（左岸）	7-533
図 7.4.70	下流側水叩き杭基礎計算結果（左岸）	7-534
図 7.4.71	上流側水叩き構造寸法図（左岸）	7-534
図 7.4.72	下流側水叩き杭配置（左岸）	7-535
図 7.4.73	上流側水叩き構造寸法図（中央）	7-535
図 7.4.74	上流側水叩き杭配置（中央）	7-536
図 7.4.75	上流側水叩き構造寸法図（右岸）	7-536
図 7.4.76	上流側水叩き杭配置（右岸）	7-537
図 7.4.77	床版上二重締切部	7-538
図 7.4.78	上流側水叩き荷重図	7-539
図 7.4.79	上流側水叩き杭配置（左岸）	7-542
図 7.4.80	上流側水叩き杭基礎計算結果（左岸）	7-542
図 7.4.81	上流側水叩き杭配置（中央）	7-543
図 7.4.82	上流側水叩き杭基礎計算結果（中央）	7-543
図 7.4.83	上流側水叩き杭配置（右岸）	7-544
図 7.4.84	上流側水叩き杭基礎計算結果（右岸）	7-544
図 7.4.85	中央堰柱構造図	7-554
図 7.4.86	中央堰柱底版の配筋要領	7-556
図 7.4.87	中央堰柱 堰柱の配筋要領	7-559
図 7.4.88	中央堰柱構造寸法図	7-559
図 7.4.89	中央堰柱 門柱検討モデル（水流直角方向）	7-561
図 7.4.90	中央堰柱 門柱検討モデル（水流方向）	7-561
図 7.4.91	中央堰柱 門柱部配筋要領（鉛直鉄筋）	7-565
図 7.4.92	中央堰柱 操作台配筋要領	7-566
図 7.4.93	端部堰柱構造図	7-567
図 7.4.94	端部堰柱底版の配筋要領	7-569
図 7.4.95	端部堰柱 堰柱の配筋要領	7-572
図 7.4.96	端部堰柱 門柱構造寸法	7-572
図 7.4.97	端部堰柱 門柱検討モデル（水流直角方向）	7-574
図 7.4.98	端部堰柱 門柱検討モデル（水流方向）	7-574

図 7.4.99	端部堰柱 門柱部配筋要領（鉛直鉄筋）	7-577
図 7.4.100	端部堰柱 操作台配筋要領	7-577
図 7.4.101	端部堰柱 胸壁構造	7-578
図 7.4.102	端部堰柱 胸壁の水位条件	7-579
図 7.4.103	端部堰柱 上流側胸壁の配筋要領図	7-583
図 7.4.104	端部堰柱 下流側胸壁の配筋要領図	7-583
図 7.4.105	戸当り床版部横断図	7-584
図 7.4.106	戸当り床版構造寸法図	7-584
図 7.4.107	戸当り床版杭配置	7-585
図 7.4.108	戸当り床版荷重図	7-586
図 7.4.109	戸当たり床版配筋要領図	7-588
図 7.4.110	下流側翼壁構造寸法図	7-589
図 7.4.111	下流側翼壁構造寸法図	7-591
図 7.4.112	下流側翼壁 配筋要領図（1）	7-598
図 7.4.113	下流側翼壁 配筋要領図（2）	7-598
図 7.4.114	上流側左岸翼壁構造寸法図	7-599
図 7.4.115	上流側左岸翼壁 水位条件図	7-600
図 7.4.116	上流側左岸翼壁 配筋要領図（逆 T 部）	7-606
図 7.4.117	上流側左岸翼壁 配筋要領図（L 型部）	7-606
図 7.4.118	上流側右岸翼壁構造寸法図	7-607
図 7.4.119	上流側右岸翼壁水位条件	7-608
図 7.4.120	発電機棟平面寸法	7-609
図 7.4.121	上流側右岸翼壁 配筋要領図（逆 T 部）	7-613
図 7.4.122	上流側右岸翼壁 配筋要領図（L 型部）	7-613
図 7.4.123	下流側水叩き	7-614
図 7.4.124	下流側水叩き 荷重図	7-616
図 7.4.125	下流側中央水叩き配筋要領図	7-618
図 7.4.126	下流側左右岸水叩き配筋要領図	7-618
図 7.4.127	下流側水叩き	7-619
図 7.4.128	上流側水叩き 荷重図	7-620
図 7.4.129	上流側中央水叩き配筋要領図	7-622
図 7.4.130	上流側左岸水叩き配筋要領図	7-622
図 7.4.131	上流側右岸水叩き配筋要領図	7-623
図 7.4.132	水流方向荷重図（1/2）（上流→下流方向載荷）	7-626
図 7.4.133	水流方向荷重図（2/2）（上流←下流方向載荷）	7-627
図 7.4.134	水流直角方向荷重図（1/3）（端堰柱（陸側→川側方向載荷））	7-627
図 7.4.135	水流直角方向荷重図（2/3）（端堰柱（陸側←川側方向載荷））	7-628
図 7.4.136	水流直角方向荷重図（3/3）（中央堰柱）	7-628
図 7.4.137	検討手順	7-629

図 7.4.138	地盤条件入り一般図	7-630
図 7.4.139	Soil profile representing BH-C01, BH-C02, BH-C03	7-631
図 7.4.140	L2 液状化判定結果	7-633
図 7.4.141	端堰柱解析モデル図（ソリッド要素）	7-634
図 7.4.142	解析モデル図（骨組み表示）	7-634
図 7.4.143	中間堰柱解析モデル図（ソリッド要素）	7-635
図 7.4.144	中間堰柱解析モデル図（骨組み表示）	7-635
図 7.4.145	自重作用図	7-636
図 7.4.146	上屋自重作用図（端堰柱）	7-637
図 7.4.147	シンダーコンクリート自重作用図（端堰柱）	7-637
図 7.4.148	管理橋自重作用図	7-638
図 7.4.149	螺旋階段自重作用図	7-638
図 7.4.150	水流方向慣性力作用図	7-639
図 7.4.151	水流直角方向慣性力作用図.....	7-639
図 7.4.152	端堰柱の水流直角方向載荷時における常時土圧作用図.....	7-641
図 7.4.153	端堰柱の水流直角方向（陸側→川側）における土圧増分の作用図.....	7-641
図 7.4.154	設計応答スペクトル	7-643
図 7.4.155	L2 地震動加速度応答スペクトル係数 PGA（BSDS, p3-21）	7-644
図 7.4.156	加速度応答スペクトル係数 S_s (BSDS 図 3.4.1-5).....	7-645
図 7.4.157	加速度応答スペクトル係数 S_1 (BSDS 図 3.4.1-5)	7-646
図 7.4.158	Cainta 水門加速度スペクトル	7-648
図 7.4.159	端堰柱固有解析結果	7-649
図 7.4.160	中間堰柱固有解析結果	7-650
図 7.4.161	堰柱配筋要領	7-651
図 7.4.162	門柱配筋要領	7-652
図 7.4.163	ゲートの開閉を妨げない変形角（許容残留変形角）の算出方法）	7-655
図 7.4.164	許容残留変位算定根拠	7-656
図 7.4.165	端堰柱設計水平震度算定結果.....	7-657
図 7.4.166	中間堰柱設計水平震度算定結果.....	7-657
図 7.4.167	端部堰柱門柱部配筋要領図.....	7-659
図 7.4.168	端部堰柱配筋要領図	7-660
図 7.4.169	中間堰柱門柱部配筋要領図.....	7-662
図 7.4.170	中間堰柱配筋要領図	7-662
図 7.4.171	杭基礎の L2 照査フロー	7-663
図 7.4.172	杭配置図及び側面図	7-665
図 7.4.173	杭頭詳細図	7-668
図 7.4.174	底版配筋要領図	7-668
図 7.4.175	杭配置図及び側面図	7-669
図 7.4.176	杭頭詳細図	7-672

図 7.4.177	底版配筋要領図.....	7-672
図 7.4.178	条件護岸設置範囲.....	7-685
図 7.4.179	護床工敷設範囲.....	7-686
図 7.4.180	想定地質断面図.....	7-687
図 7.4.181	掘削勾配.....	7-687
図 7.4.182	発電機棟敷地擁壁の位置.....	7-688
図 7.4.183	坂路工位置図.....	7-691
図 7.4.184	坂路工（Cainta 川右岸側）標準断面図.....	7-692
図 7.4.185	坂路工（Cainta 川左岸側）標準断面図.....	7-692
図 7.4.186	集水域図（Cainta 水門周辺）.....	7-694
図 7.4.187	排水工断面図（Cainta 川 OUTLET 1）.....	7-695
図 7.4.188	排水工正面図（Cainta 川 OUTLET 1）.....	7-695
図 7.4.189	荷重モデル図（設計荷重）.....	7-698
図 7.4.190	荷重モデル図（操作荷重：開時）.....	7-699
図 7.4.191	荷重モデル図（操作荷重：閉時）.....	7-699
図 7.4.192	全体配置図.....	7-700
図 7.4.193	荷重モデル図.....	7-701
図 7.4.194	断面形状（本設ゲート）.....	7-704
図 7.4.195	断面形状（予備ゲート）.....	7-705
図 7.4.196	概略配置.....	7-707
図 7.4.197	操作室のスペース.....	7-708
図 7.4.198	端部操作室配置図.....	7-709
図 7.4.199	中央操作室配置図.....	7-710
図 7.4.200	水位計設置候補位置.....	7-713
図 7.4.201	音の距離による減衰量.....	7-716
図 7.4.202	警報設備配置位置.....	7-717
図 7.4.203	カメラ設備配置位置.....	7-718
図 7.4.204	単線結線図.....	7-724
図 7.4.205	ラジエータ冷却式.....	7-725
図 7.4.206	ラジエータ冷却方式の換気模式図.....	7-725
図 7.4.207	発電機及び油庫の配置.....	7-730
図 7.5.1	函渠端部の構造図.....	7-735
図 7.5.2	グラウトホール配置図・構造図(参考図).....	7-736
図 7.5.3	堤外水路の横断形状.....	7-736
図 7.5.4	管理橋断面図.....	7-737
図 7.5.5	橋台と計画断面の関係.....	7-737
図 7.5.6	堤防護岸の範囲.....	7-738
図 7.5.7	堤防開削と護岸の範囲.....	7-738
図 7.5.8	護岸構造.....	7-739

図 7.5.9	階段工の計画図(1).....	7-739
図 7.5.10	階段工の計画図(2).....	7-740
図 7.5.11	既設カルバート吐き口の様子.....	7-740
図 7.5.12	擦り付け範囲の設定	7-741
図 7.5.13	警備小屋の位置	7-741
図 7.5.14	警備小屋の断面	7-742
図 7.5.15	既設と新設の躯体取り付け部.....	7-742
図 7.5.16	Taytay 一般図	7-744
図 7.5.17	堤防法線の垂線に対する既設カルバートの傾斜.....	7-745
図 7.5.18	擦り付け部	7-745
図 7.5.19	本土工（継足し部）の安定計算の荷重図.....	7-746
図 7.5.20	Taytay 水門周辺の主な既設構造物等.....	7-751
図 7.5.21	掘削勾配の出典	7-752
図 7.5.22	現況盛土	7-753
図 7.5.23	即時沈下量の算出式	7-754
図 7.5.24	側方変位量の算出式	7-754
図 7.5.25	即時沈下の影響範囲	7-755
図 7.5.26	沈下対象層の設定	7-755
図 7.5.27	土層が深さ方向に変化する場合の換算変形係数.....	7-756
図 7.5.28	全体モデル図	7-757
図 7.5.29	沈下分布図	7-757
図 7.5.30	継ぎ手の照査結果	7-758
図 7.5.31	本体安定 計算モデル図（常時）	7-759
図 7.5.32	本体安定 計算モデル図（地震時）	7-760
図 7.5.33	断面照査位置	7-767
図 7.5.34	設計水位	7-767
図 7.5.35	検討モデル	7-768
図 7.5.36	配筋要領図	7-772
図 7.5.37	地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁の設計モデル（柔構造樋管）	7-773
図 7.5.38	計算モデル図（ケース 3）	7-775
図 7.5.39	断面力図算出結果（ケース 3）	7-776
図 7.5.40	応力度照査結果	7-777
図 7.5.41	配筋要領	7-777
図 7.5.42	空洞量、めり込み量の照査の概念図等.....	7-778
図 7.5.43	門柱寸法図	7-780
図 7.5.44	横方向計算時の部材寸法	7-781
図 7.5.45	部材諸元（1）	7-782
図 7.5.46	部材諸元（2）	7-783
図 7.5.47	荷重図	7-787

図 7.5.48	形状寸法図.....	7-789
図 7.5.49	計算ケース.....	7-790
図 7.5.50	配筋要領図.....	7-799
図 7.5.51	計算モデル図.....	7-800
図 7.5.52	胸壁配筋要領図.....	7-807
図 7.5.53	計算ケース.....	7-810
図 7.5.54	計算モデル.....	7-811
図 7.5.55	荷重ケース図.....	7-814
図 7.5.56	断面計算の荷重ケース.....	7-816
図 7.5.57	常時の荷重状態.....	7-818
図 7.5.58	配筋要領図.....	7-820
図 7.5.59	警備小屋擁壁の構造寸法.....	7-821
図 7.5.60	警備小屋擁壁の配筋要領.....	7-825
図 7.5.61	水流方向モデル図.....	7-828
図 7.5.62	水流直角方向モデル図（1連ラームの場合）.....	7-828
図 7.5.63	ゲートに対する照査概念図.....	7-829
図 7.5.64	解析モデル（上段：全体、下段：継足し部拡大）.....	7-832
図 7.5.65	解析ステップ図.....	7-834
図 7.5.66	FEM 変形量.....	7-835
図 7.5.67	躯体位置の地盤変形量.....	7-836
図 7.5.68	モデル作成範囲.....	7-837
図 7.5.69	骨組みモデル（左）、ソリッドモデル（右）.....	7-838
図 7.5.70	水流方向振動モード図.....	7-839
図 7.5.71	水流直角方向振動モード図.....	7-839
図 7.5.72	荷重モデル図（①設計荷重）.....	7-842
図 7.5.73	荷重モデル図（②操作荷重：開時）.....	7-843
図 7.5.74	荷重モデル図（③操作荷重：閉時）.....	7-843
図 7.5.75	扉体の区画区分や荷重等.....	7-845
図 7.5.76	操作室のスペース.....	7-846
図 7.5.77	操作室配置図.....	7-847
図 7.5.78	水位計設置候補位置（上流部）.....	7-849
図 7.5.79	水位計設置候補位置.....	7-850
図 7.5.80	音の距離による減衰量.....	7-852
図 7.5.81	警報設備配置位置.....	7-854
図 7.5.82	カメラ設備配置位置.....	7-855
図 7.5.83	単線結線図.....	7-860
図 7.5.84	ラジエータ冷却式.....	7-861
図 7.5.85	ラジエータ冷却方式の換気模式図.....	7-861
図 7.6.1	水門上屋に作用する水平地震力の算出モデル例.....	7-876

図 7.6.2	MCGS の門柱下部構造の重量概算	7-877
図 7.6.3	Cainta の門柱下部構造の重量概算	7-877
図 7.6.4	Taytay の門柱下部構造の重量概算.....	7-878
図 7.6.5	MCGS 水門上屋	7-879
図 7.6.6	MCGS 発電機棟	7-880
図 7.6.7	Cainta 水門上屋	7-881
図 7.6.8	Cainta 発電機棟(部材配置).....	7-881
図 7.6.9	Cainta 発電機棟（断面リスト）	7-882
図 7.6.10	Taytay 樋門上屋	7-882
図 7.6.11	セプティックタンク断面図.....	7-884
図 7.6.12	自然換気を促す屋根形状の工夫.....	7-885
図 7.6.13	避雷針の防護範囲	7-889
図 7.6.14	避雷針の防護範囲（MCGS）	7-890
図 7.6.15	避雷針の防護範囲（Cainta）	7-890
図 7.6.16	避雷針の防護範囲（Taytay）	7-891
図 7.6.17	水門上屋の照明器具設置例.....	7-893
図 7.6.18	マニラ首都圏における大径間の既往水門事例.....	7-895
図 7.6.19	マニラ首都圏における既存水門の事例.....	7-896
図 7.6.20	国内水門デザインの事例（河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き）	7-897
図 7.6.21	フェリーターミナルの意匠例.....	7-897
図 7.6.22	MCGS 上屋意匠	7-898
図 8.1.1	水理模型実験実施対象箇所の航空写真.....	8-1
図 8.2.1	流速分布（500m ³ /s）	8-2
図 9.1.1	フェーズⅢでの IPC 実施状況（左：公聴会 右：巡回説明）	9-2
図 9.1.2	開設されたウェブサイト（左：PMRCIP 右：EFCOS）	9-3
図 9.1.3	アンケート調査実施状況（バランガイオフィス）	9-4
図 9.1.4	プロジェクトについて知るきっかけとなった活動（複数回答可）	9-6
図 9.1.5	IPC 活動全般に対する評価（関連性・効果・インパクト・効率・持続性）の平均値.....	9-6
図 9.1.6	プロジェクトに対して抱く印象.....	9-6
図 9.1.7	洪水対策委員会のスキーム	9-8
図 9.1.8	フェーズ IV 非構造物対策の構成.....	9-9
図 9.1.9	氾濫解析結果（200 年確率降雨：フェーズ IV 区間沿い）	9-11
図 9.1.10	ベースマップ（左：2次元マップ 右：3次元マップ）	9-11
図 9.1.11	ドラフト版ハザードマップ（表面）	9-12
図 9.1.12	ドラフト版ハザードマップ（裏面）	9-12
図 9.1.13	本事業対象地区内で一部実施されている洪水痕跡表示箇所.....	9-13
図 9.1.14	洪水標識および避難誘導標識のイメージ(JIS Z9098 防災標識ガイドブックを参考に作成).....	9-13
図 9.1.15	FMC 実務者級会議.....	9-14

図 9.1.16	第 2 回 FMC 会議.....	9-15
図 9.1.17	第 3 回 FMC 会議.....	9-15
図 9.1.18	第 4 回 FMC 会議.....	9-16
図 9.1.19	洪水対応演習概要.....	9-17
図 9.1.20	防災対応演習（地震防災訓練）概要.....	9-17
図 9.1.21	ウェブサイトリニューアルイメージ（案）.....	9-18
図 9.1.22	既存の PMRCIP の Facebook ページ.....	9-19
図 9.1.23	パイロット地区候補.....	9-24
図 9.2.1	Rosario 堰操作規則写真.....	9-29
図 9.2.2	超過洪水時における流量配分及びゲート操作のイメージ.....	9-37
図 9.3.1	DPWH-UPMO-FCMC の組織図.....	9-77
図 9.3.2	MMDA-FCSMO の組織図.....	9-78
図 9.3.3	MMDA-FCSMO-EFCOS 事務所の組織図.....	9-79
図 9.3.4	MMDA-FCSMO-EFCOS 事務所が所有する機械.....	9-79
図 9.3.5	MMDA-FCSMO-東マニラ首都圏治水運用第一部の組織図.....	9-80
図 9.3.6	MMDA-FCSMO-東マニラ首都圏治水運用第一部が所有する機械.....	9-80
図 10.1.1	底質採取地点（マリキナ川）.....	10-4
図 10.1.2	底質採取地点（マンガハン放水路）.....	10-5
図 10.1.3	Elutriate 試験処理フローチャート.....	10-7
図 10.1.4	TCLP 試験処理フローチャート.....	10-8
図 10.1.5	粒度分布試験（PSD）結果.....	10-13
図 10.1.6	土砂処分候補地（Taytay 町バランガイ San Juan にある LLDA が管理する地区）.....	10-15
図 10.1.7	土砂処分地の ECC 取得スケジュール.....	10-16
図 10.1.8	樹木分布概要図（Marikina 本川沿い）.....	10-26
図 10.1.9	非樹木作物分布概要図（Marikina 本川沿い）.....	10-27
図 10.1.10	樹木分布概要図（Cainta 及び Taytay 工事部）.....	10-29
図 10.1.11	非樹木作物分布概要図（Cainta 水門＋Taytay 樋門工事部）.....	10-30
図 10.2.1	NHA から発出された Quezon 市マリキナ川沿いの非正規居住者の移転に関する文書.....	10-34
図 10.2.2	Quezon 市内 Marikina 川河道沿い ISF 居住位置確認図.....	10-35
図 10.2.3	Pasig 市が実施している堤防工事の進捗状況.....	10-38
図 10.2.4	本事業区間内に居住する ISFs 位置確認図.....	10-40
図 10.2.5	Cainta 水門建設一般平面図.....	10-43
図 10.2.6	Cainta 水門建設に必要な移転範囲.....	10-44
図 10.2.7	Taytay 樋門建設に必要な移転範囲.....	10-44
図 10.2.8	2019 年 11 月 28 日付け DPWH から Marikina 市への固定資産税情報依頼レター.....	10-46
図 11.3.1	法尻防護（特殊堤防の場合のイメージ）.....	11-4
図 11.3.2	転倒条件検討イメージ.....	11-7
図 11.3.3	鋼矢板に作用する上載荷重範囲.....	11-10
図 11.3.4	安定計算による壁体の選定フロー.....	11-11

図 11.3.5	仮想地盤面の位置図	11-12
図 11.3.6	矢板構造物荷重図	11-12
図 11.3.7	H形鋼付きハット型鋼矢板.....	11-15
図 11.3.8	橋脚周囲の洗堀範囲と形状の推定模式図.....	11-16
図 11.3.9	洗堀深推測図	11-17
図 11.3.10	斜面でのふとん籠設置方法（例）	11-19
図 11.3.11	多段式ふとん籠設置方法（例）	11-20
図 11.3.12	確率年ごとの降雨強度	11-23
図 11.3.13	管頂接合	11-25
図 11.3.14	函体の断面構造形式	11-26
図 11.3.15	函体の断面構造形式	11-27
図 11.3.16	函体長	11-28
図 11.3.17	引き上げ余裕高	11-28
図 11.3.18	遮水壁の設置例	11-29
図 11.3.19	翼壁の構造	11-29
図 11.3.20	翼壁の範囲	11-30
図 11.3.21	条件護岸の範囲	11-31
図 11.3.22	弾性床上の梁の設計モデル.....	11-35
図 11.3.23	地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁の設計モデル（柔構造樋管）	11-36
図 11.3.24	浮き上がりに対する検討方法.....	11-37
図 11.3.25	水門本体構造	11-38
図 11.3.26	堰柱形状	11-38
図 11.3.27	翼壁の平面形状	11-40
図 11.3.28	水叩きの継ぎ手	11-41
図 11.3.29	護床工設置区間	11-42
図 11.3.30	揚圧力の計算	11-44
図 11.4.1	フィリピン国の加速度分布図.....	11-49
図 11.4.2	マリキナ溪谷断層系（Valley Fault System）	11-50
図 11.4.3	4m以下の土かぶりの場合の集中荷重とその分布.....	11-51
図 11.4.4	主働土圧	11-52
図 11.4.5	受働土圧	11-52
図 11.4.6	背面土の換算載荷重	11-55
図 11.4.7	残留水圧の算定における水位の考え方.....	11-56
図 11.4.8	壁面に作用する動水圧	11-56
図 11.4.9	揚圧力	11-57
図 11.4.10	50年確率の風速ハザードマップ.....	11-58
図 11.4.11	基準風速図	11-58
図 11.5.1	作用位置	11-61
図 11.5.2	クリープ距離	11-63

図 11.5.3	基礎底面の載荷面積.....	11-65
図 11.5.4	支持力係数のグラフ.....	11-66
図 11.5.5	杭の最小中心間隔及びフーチング縁端距離.....	11-66
図 11.5.6	杭先端地盤の極限支持力度 q_d の算定図.....	11-68
図 11.5.7	支持層への換算根入れ深さの決定法.....	11-68
図 11.6.1	2種類の鋼矢板の形状.....	11-76
図 11.6.2	配筋区分（例）.....	11-81
図 11.6.3	門柱および中間堰柱の底版付近の配筋イメージ.....	11-81
図 11.6.4	門柱・堰柱を除く主筋・配力鉄筋の基本レイアウト.....	11-82
図 11.6.5	ハンチ筋のフック形状.....	11-83
図 11.6.6	主鉄筋かぶり設定の根拠.....	11-85
図 11.6.7	主鉄筋かぶり設定の根拠.....	11-86
図 11.6.8	主鉄筋かぶり設定の根拠.....	11-87
図 11.6.9	主鉄筋かぶり設定の根拠.....	11-88
図 11.6.10	主鉄筋かぶり設定の根拠.....	11-89
図 11.7.1	液状化判定の手順.....	11-92
図 11.8.1	地震時安定計算による円弧すべりの形状.....	11-98
図 11.8.2	過剰間隙水圧消散後の体積ひずみ関係の例.....	11-100
図 11.8.3	樋管周辺堤防の液状化対策の範囲の目安.....	11-101
図 11.8.4	自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の漸増成分.....	11-103
図 11.8.5	自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の振動成分.....	11-103
図 11.9.1	設計応答スペクトル.....	11-107
図 11.9.2	設計水平震度(BSDS 図 3.4.1-1).....	11-108
図 11.9.3	加速度応答スペクトル係数(BSDS 図 3.4.1-2).....	11-109
図 11.9.4	加速度応答スペクトル係数(BSDS 図 3.4.1-3).....	11-110
図 11.9.5	表面最大加速度係数(BSDS 図 3.4.1-4).....	11-111
図 11.9.6	加速度応答スペクトル係数(BSDS 図 3.4.1-5).....	11-112
図 11.9.7	加速度応答スペクトル係数(BSDS 図 3.4.1-6).....	11-113
図 11.9.8	1自由度振動系へのモデル化（橋脚の例）.....	11-116
図 11.9.9	照査手順.....	11-117
図 11.9.10	ゲートの開閉を妨げない変形角（許容残留変形角）の算出方法.....	11-123
図 11.10.1	建築構造物に関する技術基準の体系概要.....	11-124
図 12.1.1	降雨流出モデルの構造.....	12-3
図 12.1.2	パッシング・マリキナ川サブ流域図.....	12-3
図 12.1.3	対象降雨実績流域平均雨量.....	12-4
図 12.1.4	氾濫解析モデル概略図.....	12-7
図 12.1.5	氾濫原標高図.....	12-7
図 12.1.6	パッシング・マリキナ流域土地利用図.....	12-8
図 12.1.7	マンガハン放水路流入（左）及び Cainta 川への逆流量ハイドログラフ（右）.....	12-15

図 12.1.8	オリフィス型放流口の貯水位・放流量曲線.....	12-19
図 12.1.9	マリキナダムからの放流量ヒドログラフ（確率規模：2年、5年、10年）	12-20
図 12.1.10	マリキナダムからの放流量ヒドログラフ（確率規模：20年、30年、50年）	12-21
図 12.1.11	マリキナダムからの放流量ヒドログラフ（確率規模：100年）	12-22
図 12.1.12	マリキナダムからの放流量ヒドログラフ（確率規模：100年）	12-22
図 12.1.13	Sto. Nino 地点の確率規模別流量ヒドログラフ（遊水地なし）	12-23

表一覧

表 1.1.1	パッシング・マリキナ川の治水計画及び事業の流れ	1-2
表 1.1.2	事業開始時（1998年）のフェーズ設定	1-3
表 1.1.3	事業実施計画の改訂（フェーズ再設定）	1-5
表 1.2.1	フェーズIV事業概要（借款対象）	1-6
表 2.2.1	本業務の範囲概略項目	2-1
表 2.3.1	本業務の設計対象範囲	2-1
表 2.4.1	フェーズIVの概算想定工事数量	2-2
表 3.1.1	Sto. Nino 地点水位表（年間）	3-2
表 3.1.2	Sto. Nino 観測所流況表（流域面積：496km ² ）	3-3
表 3.1.3	Sto. Nino 観測所水位表（雨季）	3-5
表 3.1.4	Rosario JS 観測所水位表（年間）	3-5
表 3.1.5	Rosario JS 観測所水位表（雨季）	3-6
表 3.1.6	Napindan JS 観測所水位表（年間）	3-7
表 3.1.7	Napindan JS 観測所水位表（雨季）	3-7
表 3.1.8	DPWH 標高による水位・標高情報	3-8
表 3.1.9	流域内に位置する主要な河川構造物	3-14
表 3.1.10	Rosario 堰及び NHCS のゲート操作規則	3-14
表 3.2.1	既往治水計画検討調査	3-15
表 3.2.2	検討・提案された主な整備メニュー（当時の既往最大洪水（1943年）を対象）	3-15
表 3.2.3	1975FS/DD による計画洪水流量配分	3-16
表 3.2.4	マンガハン放水路及び関連設計構造物の諸元	3-17
表 3.2.5	FP における主な整備メニュー（100年確率洪水対応）	3-17
表 3.2.6	MP における主な整備メニュー	3-18
表 3.2.7	主な整備メニュー	3-21
表 3.2.8	主な整備メニュー	3-22
表 3.2.9	PMRIP 改訂実施計画	3-23
表 3.2.10	主な整備メニュー	3-24
表 3.2.11	NHCS 構造諸元	3-26
表 3.2.12	NHCS の再建設が望ましい理由	3-26
表 3.2.13	マンガハン放水路事業の概要	3-28
表 3.2.14	EFCOS 事業の概要	3-29
表 3.2.15	EFCOS リハビリ無償事業の概要	3-31
表 3.2.16	フィリピン政府による EFCOS 事業の概要	3-32
表 3.2.17	パッシング川沿いの既存排水機場の概要	3-33
表 3.2.18	パッシング川沿いの主要な逆流防止水門の概要	3-34
表 3.2.19	West Manggahan 事業の概要	3-35
表 3.2.20	KAMANAVA 事業の概要	3-36
表 3.2.21	East Manggahan 調査結果（事業計画）	3-37

表 3.2.22	提案された逆流防止水門の諸元.....	3-37
表 3.3.1	既往治水計画調査の比較（1）.....	3-40
表 3.3.2	既往治水計画調査の比較（2）.....	3-41
表 3.3.3	既往治水計画調査の比較（3）.....	3-42
表 3.3.4	詳細な治水計画検討内容の比較（1）.....	3-43
表 3.3.5	詳細な治水計画検討内容の比較（2）.....	3-45
表 3.3.6	計画洪水流量配分（確率洪水規模 1/100）の比較.....	3-47
表 3.3.7	マリキナダム諸元の比較.....	3-48
表 3.4.1	流域平均確率雨量.....	3-49
表 3.4.2	Sto. Nino 地点の確率規模別流量.....	3-51
表 4.1.1	河道法線の代替案の比較.....	4-3
表 4.1.2	Definitive Plan（2015）の設計条件.....	4-3
表 4.1.3	橋脚及びびわん曲による水位上昇の算定手法の違い.....	4-5
表 4.1.4	検討ケース及び河道条件.....	4-8
表 4.1.5	不等流計算条件（マリキナ川）.....	4-8
表 4.1.6	不等流計算条件（マンガハン放水路）.....	4-9
表 4.1.7	水位算定結果（Case 1：計画高水流量）.....	4-10
表 4.1.8	水位算定結果（Case 2：基本高水流量）.....	4-11
表 4.1.9	河川沿いの開発状況.....	4-12
表 4.2.1	各区分別の設計方針（基本設計時点）.....	4-13
表 5.1.1	測量調査の範囲.....	5-1
表 5.1.2	準備作業活動.....	5-2
表 5.1.3	現場作業活動項目.....	5-2
表 5.1.4	データ解析作業活動項目.....	5-3
表 5.1.5	成果物作成活動項目.....	5-3
表 5.1.6	基準点平面座標閉合精度表（多角測量結果）.....	5-5
表 5.1.7	基準点座標確認結果.....	5-6
表 5.1.8	測量によって確認した排水工流出部箇所数.....	5-8
表 5.2.1	ボーリング調査実施数量.....	5-11
表 5.2.2	土質試験実施数量.....	5-11
表 5.2.3	Guadeloupe（グアダルーペ）層の一般的特徴.....	5-16
表 5.2.4	ボーリング調査数量一覧.....	5-19
表 5.2.5	主な地層とその特徴（マリキナ川河川改修）.....	5-21
表 5.2.6	ボーリング調査数量一覧表.....	5-24
表 5.2.7	ボーリング調査数量一覧（Cainta・Taytay）.....	5-30
表 5.2.8	主な地層とその特徴（Cainta・Taytay）.....	5-32
表 5.2.9	土質試験数量一覧表（マリキナ川河川改修調査・MCGS）.....	5-36
表 5.2.10	土質試験結果総括表（マリキナ川河川改修調査・MCGS）.....	5-37
表 5.2.11	標準貫入試験結果（今回調査結果）.....	5-38

表 5.2.12	標準貫入試験結果（GFw および GFf を除き、既往ボーリングデータを含む）	5-38
表 5.2.13	土粒子の密度および岩石の密度（自然含水比）	5-38
表 5.2.14	主な鉱物と土粒子の密度（日本）	5-39
表 5.2.15	自然含水比	5-39
表 5.2.16	含水比の測定例（日本）	5-39
表 5.2.17	細粒分含有率	5-40
表 5.2.18	液性限界・塑性限界	5-40
表 5.2.19	土の一軸圧縮強度（Dc 層）	5-42
表 5.2.20	岩石の一軸圧縮試験結果（GFf）	5-43
表 5.2.21	土の圧密試験結果（その 1）	5-44
表 5.2.22	土の圧密試験結果（その 2）	5-44
表 5.2.23	地盤定数（マリキナ川河川改修・MCGS）	5-45
表 5.2.24	土の単位重量の例（日本）	5-46
表 5.2.25	Phase 1 における地盤定数	5-46
表 5.2.26	換算 N 値による岩盤強度の推定	5-49
表 5.2.27	試験数量一覧表（Cainta・Taytay）	5-50
表 5.2.28	土質試験結果総括表（Cainta・Taytay）	5-51
表 5.2.29	標準貫入試験結果（Cainta・Taytay）	5-51
表 5.2.30	土粒子の密度	5-52
表 5.2.31	自然含水比	5-52
表 5.2.32	細粒分含有率	5-53
表 5.2.33	液性限界・塑性限界	5-54
表 5.2.34	土の一軸圧縮強度（Ac1 層）	5-55
表 5.2.35	土の圧密試験結果（その 1）	5-56
表 5.2.36	土の圧密試験結果（その 2）	5-56
表 5.2.37	地盤定数（Cainta・Taytay）	5-57
表 5.2.38	設計時に用いる土質定数の例	5-58
表 5.2.39	地盤定数（総括）	5-60
表 5.2.40	地質調査巻末資料リスト	5-61
表 6.1.1	各区間別の河道の基本設計	6-1
表 6.1.2	各区間別の水路標準断面	6-2
表 6.1.3	各区間別の水路標準断面	6-3
表 6.1.4	各区間別の水路標準断面	6-4
表 6.1.5	各区間の代表断面における計画洪水位と河岸標高	6-5
表 6.1.6	各区間別の低水護岸のタイプ	6-6
表 6.1.7	低水護岸における鋼矢板護岸形式の比較検討	6-8
表 6.1.8	液状化の判定を行う必要のある土層（左岸）	6-9
表 6.1.9	液状化の判定を行う必要のある土層（右岸）	6-10
表 6.1.10	PL 値と液状化危険度	6-10

表 6.1.11	FL 値の深さ方向の分布（左岸 BH-G-04 PL=5.40）	6-12
表 6.1.12	FL 値の深さ方向の分布（右岸 BH-R-03 PL=5.39）	6-12
表 6.1.13	低水護岸設計検討ブロック分割（左岸）	6-14
表 6.1.14	低水護岸設計検討ブロック分割（右岸）	6-15
表 6.1.15	鋼矢板護岸設計条件（材料条件、土質条件、水位条件等）	6-17
表 6.1.16	設計流速算定条件および算定結果（マリキナ川下流下流、右岸）	6-21
表 6.1.17	代表流速算定条件および算定結果（マリキナ川下流、左岸）	6-22
表 6.1.18	代表流速算定条件および算定結果（マリキナ川上流、右岸）	6-23
表 6.1.19	代表流速算定条件および算定結果（マリキナ川上流、左岸）	6-24
表 6.1.20	最大洗掘深（マリキナ川下流、右岸）	6-27
表 6.1.21	最大洗掘深（マリキナ川下流、左岸）	6-28
表 6.1.22	最大洗掘深（マリキナ川上流、右岸）	6-29
表 6.1.23	最大洗掘深（マリキナ川上流、左岸）	6-30
表 6.1.24	根固工構造の比較選定表	6-32
表 6.1.25	リップラップ材の設計径	6-34
表 6.1.26	水理模型実験により得られた移動限界流速 (m/s)	6-34
表 6.1.27	設計区間における根固め工のタイプ一覧表(右岸)	6-35
表 6.1.28	設計区間における根固め工のタイプ一覧表(左岸)	6-35
表 6.1.29	各橋梁におけるリップラップ材の設計径	6-37
表 6.1.30	各袋詰根固め工重量の移動限界流速	6-37
表 6.1.31	洗掘範囲一覧	6-38
表 6.1.32	概算工事費	6-38
表 6.1.33	余盛の設定（Sta. 5+400～MCGS（Sta.6+010）下流側）	6-49
表 6.1.34	余盛の設定（Sta. 5+900～Sta.6+080）	6-49
表 6.1.35	余盛の設定（Sta. 6+080～Sta.6+600）	6-49
表 6.1.36	圧密計算に適用する単位体積重量	6-53
表 6.1.37	圧密試験実施箇所	6-53
表 6.1.38	圧密計算結果	6-56
表 6.1.39	余盛高の標準表	6-57
表 6.1.40	余盛高の設定値	6-57
表 6.1.41	洪水防御壁の設計条件	6-59
表 6.1.42	Pasig 市堤防の事業段階と現状	6-63
表 6.2.1	提案される排水施設	6-64
表 6.2.2	既存排水管	6-64
表 6.2.3	測量成果表	6-65
表 6.2.4	用途別流出係数の標準値	6-67
表 6.2.5	降雨ごとの係数値	6-68
表 6.2.6	流達時間算出のための計算式	6-69
表 6.2.7	Horton の粗度値	6-69

表 6.2.8	新設排水施設のタイプ分けと適用ケース	6-71
表 6.2.9	排水施設計画表（1/5）	6-73
表 6.2.10	排水施設計画表（2/5）	6-74
表 6.2.11	排水施設計画表（3/5）	6-75
表 6.2.12	排水施設計画表（4/5）	6-76
表 6.2.13	排水施設計画表（5/5）	6-77
表 6.2.14	粗度係数.....	6-78
表 6.3.1	基本設計による設計諸元概要.....	6-85
表 6.3.2	2002年フェーズI 詳細設計における MCGS の設計諸元概要.....	6-86
表 6.3.3	MCGS 位置の比較.....	6-88
表 6.3.4	2015年 Definitive Plan における MCGS の設計諸元概要.....	6-90
表 6.3.5	MCGS 水位条件.....	6-91
表 6.3.6	MCGS 設置地点河道諸元.....	6-91
表 6.3.7	ボートの諸元.....	6-92
表 6.3.8	フェリーボートの諸元.....	6-92
表 6.3.9	土運船の諸元.....	6-93
表 6.3.10	通船のための必要条件.....	6-93
表 6.3.11	MCGS 地点の水深.....	6-93
表 6.3.12	主な既設構造物等による制約条件.....	6-94
表 6.3.13	ボーリング調査.....	6-95
表 6.3.14	MCGS 設置地点付近の層序.....	6-95
表 6.3.15	MCGS 下流取付擁壁の設計に用いた土質定数.....	6-100
表 6.3.16	MCGS 本体の設計に用いた土質定数一覧.....	6-100
表 6.3.17	地盤の特性値.....	6-102
表 6.3.18	地盤特性値 T_G の算定（DD-BH-G04）	6-102
表 6.3.19	水門扉の種類と設置場所および使用目的.....	6-103
表 6.3.20	堰形式の比較.....	6-104
表 6.3.21	ゲート形式比較表.....	6-107
表 6.3.22	径間長の比較.....	6-110
表 6.3.23	MCGS 上屋に設置される主な機器.....	6-114
表 6.3.24	単位重量.....	6-118
表 6.3.25	MCGS 管理橋-橋梁形式比較表	6-122
表 6.3.26	液状化検討対象層（G07）	6-124
表 6.3.27	地域別補正係数.....	6-124
表 6.3.28	水位条件.....	6-126
表 6.3.29	土砂堆積の影響検討実験実施概要.....	6-132
表 6.3.30	実験条件（土砂堆積の影響）	6-133
表 6.3.31	実験ケース.....	6-134
表 6.3.32	排砂状況（500m ³ /s、MCGS 上流から土砂投入）	6-134

表 6.3.33	排砂状況（288m ³ /s、MCGS 上流から土砂投入）	6-135
表 6.3.34	排砂状況（288m ³ /s、堰高まで堆砂）	6-136
表 6.3.35	排砂状況（288m ³ /s、シル高まで堆砂）	6-137
表 6.3.36	水位条件	6-139
表 6.3.37	異型コンクリートブロックの係数 α および β の値	6-143
表 6.3.38	水理模型実験により得られた移動限界流速 (m/s)	6-144
表 6.3.39	ゲート構造の比較（大径間ゲート、B28.3mxH9.55m）	6-147
表 6.3.40	既往の水質調査における塩度	6-148
表 6.3.41	MCGS 扉体材料比較表	6-151
表 6.3.42	ゲート用開閉装置形式比較	6-154
表 6.3.43	ワイヤロープウインチの形式と配置	6-157
表 6.3.44	ワイヤロープウインチの構造概要	6-158
表 6.3.45	ワイヤロープウインチ式開閉機一覧	6-159
表 6.3.46	ワイヤロープウインチ式開閉機比較表	6-161
表 6.3.47	操作項目及び制御信号	6-166
表 6.3.48	ゲート状態及び運転表示項目ならびに監視信号	6-167
表 6.3.49	ゲート故障表示項目及び監視信号	6-167
表 6.3.50	有接点リレー回路と PLC 回路の得失	6-168
表 6.3.51	操作機能における手法の比較	6-169
表 6.3.52	施設操作におけるシステムレベル	6-169
表 6.3.53	システムレベルの比較	6-173
表 6.3.54	各システム構成の特性比較	6-178
表 6.3.55	システム拠点の設定	6-179
表 6.3.56	計装設備、警報設備及び監視設備	6-182
表 6.3.57	電気通信設備の設置環境等を考慮した寿命	6-185
表 6.3.58	電気通信設備の現状（ROSARIO MASTER CONTROL STATION）	6-186
表 6.3.59	電気通信設備の現状（ANTIPOLO RELAY STATION）	6-187
表 6.3.60	電気通信設備の現状（PAGASA (SCIENCE GARDEN) STATION）	6-187
表 6.3.61	電気通信設備の現状（NAPINDAN HCS MONITOR STATION）	6-188
表 6.3.62	電気通信設備の現状（DPWH HO MONITOR STATION）	6-188
表 6.3.63	電気通信設備の現状（MMDA MONITOR STATION）	6-188
表 6.3.64	電気通信設備の現状（STO.NINO WATER LEVEL GAUGE STATION）	6-188
表 6.3.65	電気通信設備の現状（SCIENCE GARDEN RAINFALL GAUGE STATION）	6-189
表 6.3.66	MCGS 付帯施設	6-191
表 6.3.67	MCGS 発電機棟に設置される主な機器	6-194
表 6.3.68	発電機周りの必要隔離	6-195
表 6.4.1	Cainta 水門基本設計による設計諸元概要	6-203
表 6.4.2	Taytay 樋門基本設計による設計諸元概要	6-204
表 6.4.3	排水施設設計画における確率規模	6-206

表 6.4.4	Cainta 水門水位条件.....	6-207
表 6.4.5	河道諸元一覧.....	6-208
表 6.4.6	主な既設構造物等による制約条件.....	6-209
表 6.4.7	土質定数一覧（DD-BH-C01）.....	6-215
表 6.4.8	土質定数一覧（DD-BH-C02）.....	6-217
表 6.4.9	土質定数一覧（DD-BH-C03）.....	6-219
表 6.4.10	地盤特性値 T_G の算定（DD-BH-C03）.....	6-221
表 6.4.11	Cainta 水門平面位置の比較.....	6-222
表 6.4.12	水門扉の種類と設置場所および使用目的.....	6-224
表 6.4.13	ゲート形式の比較.....	6-225
表 6.4.14	ゲート形式比較表.....	6-227
表 6.4.15	径間長の比較.....	6-229
表 6.4.16	Cainta 水門上屋に設置される主な機器.....	6-231
表 6.4.17	MCGS 管理橋-橋梁形式比較表.....	6-237
表 6.4.18	杭材料の比較.....	6-240
表 6.4.19	胸壁の構造諸元.....	6-241
表 6.4.20	水位条件.....	6-247
表 6.4.21	検討条件一覧.....	6-249
表 6.4.22	ゲートからの自由放流量.....	6-250
表 6.4.23	下流側流速 V_2 の算定.....	6-251
表 6.4.24	露出射流長（ L_1 ）および跳水長の（ L_2 ）算出結果.....	6-252
表 6.4.25	異型コンクリートブロックの係数 α および β の値.....	6-253
表 6.4.26	護床工 B 区間ブロック重量の算定.....	6-254
表 6.4.27	ゲート構造の比較.....	6-255
表 6.4.28	既往の水質調査における塩度.....	6-256
表 6.4.29	Cainta 水門扉体材料比較表.....	6-260
表 6.4.30	ゲート用開閉装置形式比較（Cainta 水門）.....	6-263
表 6.4.31	ワイヤロープウインチの形式と配置.....	6-265
表 6.4.32	ワイヤロープウインチの構造概要.....	6-265
表 6.4.33	ワイヤロープウインチ式開閉機一覧.....	6-266
表 6.4.34	ワイヤロープウインチ式開閉機比較表.....	6-267
表 6.4.35	操作項目及び制御信号.....	6-270
表 6.4.36	ゲート状態及び運転表示項目ならびに監視信号.....	6-271
表 6.4.37	ゲート故障表示項目及び監視信号.....	6-271
表 6.4.38	有接点リレー回路と PLC 回路の得失.....	6-272
表 6.4.39	計装設備、警報設備及び監視設備.....	6-273
表 6.4.40	流速に対する護岸構造.....	6-275
表 6.4.41	流速に対する RIPRAP の Class.....	6-279
表 6.4.42	MCGS 発電機棟に設置される主な機器.....	6-286

表 6.4.43	Taytay 樋門水位条件.....	6-293
表 6.4.44	河道諸元一覧	6-295
表 6.4.45	主な既設構造物等による制約条件.....	6-296
表 6.4.46	定数設定	6-301
表 6.4.47	地盤特性値 T_G の算定 (DD-BH-T02)	6-302
表 6.4.48	構造形式比較表	6-305
表 6.4.49	ゲート形式の比較	6-309
表 6.4.50	Taytay 樋門に設置される主な機器.....	6-317
表 6.4.51	Taytay 樋門扉体材料比較表.....	6-321
表 6.4.52	操作項目及び制御信号	6-324
表 6.4.53	ゲート状態及び運転表示項目ならびに監視信号.....	6-325
表 6.4.54	ゲート故障表示項目及び監視信号.....	6-325
表 6.4.55	機側操作盤形式の得失	6-326
表 7.1.1	マリキナ川の鋼矢板護岸最終区間.....	7-2
表 7.1.2	鋼矢板護岸設計に用いる設計基準.....	7-3
表 7.1.3	鋼矢板護岸設計条件	7-3
表 7.1.4	もたれ擁壁の安定計算結果および、鋼矢板護岸に作用させるモーメントおよび荷重	7-14
表 7.1.5	鋼矢板護岸設計における土質区分（再掲）	7-16
表 7.1.6	マリキナ川の鋼矢板護岸設計に用いる土質定数（再掲）	7-17
表 7.1.7	U形鋼矢板およびハット型矢板の諸元.....	7-18
表 7.1.8	H形鋼付きハット型矢板の組み合わせおよび諸元.....	7-19
表 7.1.9	H形鋼付きハット型矢板の組み合わせの選定方法.....	7-19
表 7.1.10	鋼矢板断面二次モーメント及び断面係数の有効率.....	7-20
表 7.1.11	護岸用鋼矢板諸元一覧（1）	7-21
表 7.1.12	護岸用鋼矢板諸元一覧（2）	7-22
表 7.1.13	断面変化点における断面照査例.....	7-26
表 7.1.14	傾斜壁 寸法表	7-27
表 7.1.15	パラペット壁寸法表	7-27
表 7.1.16	堤防盛土のために購入・混合が必要な砂利（20~40mm）の比率	7-29
表 7.1.17	各区間の解析断面	7-31
表 7.1.18	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（L5+400）	7-31
表 7.1.19	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（L5+780）	7-32
表 7.1.20	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（L6+340）	7-32
表 7.1.21	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（L7+820）	7-33
表 7.1.22	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（R6+060）	7-33
表 7.1.23	常時及び地震時の円弧すべり解析結果（R10+960）	7-34
表 7.1.24	各区間の解析断面	7-34
表 7.1.25	法覆工形式の評価	7-38
表 7.1.26	管理用通路舗装諸元	7-42

表 7.1.27	階段工一覧.....	7-44
表 7.1.28	ブロック積み擁壁寸法表.....	7-45
表 7.2.1	新設排水管諸元.....	7-48
表 7.2.2	マンホール各部材の鉄筋かぶり.....	7-50
表 7.2.3	マンホール部材の最低厚さ.....	7-50
表 7.2.4	マンホール構造計算タイプの集約（1/2）.....	7-52
表 7.2.5	マンホール構造計算タイプの集約（2/2）.....	7-53
表 7.2.6	各部材の解析モデル方針.....	7-54
表 7.2.7	部材毎の解析方針.....	7-55
表 7.2.8	計算結果および各部材の諸元.....	7-56
表 7.2.9	浮き上がりに対する照査結果.....	7-57
表 7.2.10	地盤支持力の照査結果.....	7-58
表 7.2.11	各樋門の計画諸元.....	7-58
表 7.2.12	各タイプの樋門形状と代表断面.....	7-59
表 7.2.13	樋門計算に使用する土質定数.....	7-62
表 7.2.14	各圧密試験結果を適用する区間および地層.....	7-62
表 7.2.15	残留沈下量の照査.....	7-68
表 7.2.16	クリープ比.....	7-69
表 7.2.17	浸透経路長の計算結果.....	7-70
表 7.2.18	可とう継手の選定結果.....	7-71
表 7.2.19	可とう矢板の変形能力.....	7-71
表 7.2.20	函体の設計条件.....	7-72
表 7.2.21	函体縦方向の計算により決定する配筋諸元.....	7-73
表 7.2.22	函体横方向の計算により決定する配筋諸元.....	7-74
表 7.2.23	川表胸壁の配筋諸元一覧.....	7-76
表 7.2.24	川裏胸壁の配筋諸元一覧.....	7-76
表 7.3.1	MCGS 構造設計条件一覧.....	7-80
表 7.3.2	MCGS 堰の基本諸元.....	7-80
表 7.3.3	安全率.....	7-83
表 7.3.4	土質定数.....	7-83
表 7.3.5	MCGS 堰 設計水位一覧.....	7-84
表 7.3.6	施工条件.....	7-84
表 7.3.7	荷重ケース（端部堰柱（1号））.....	7-85
表 7.3.8	荷重ケース（中央堰柱（2号）+端部堰柱（3号））.....	7-85
表 7.3.9	設計水位一覧表.....	7-85
表 7.3.10	端部堰柱 荷重集計一覧表.....	7-86
表 7.3.11	端部堰柱（流水方向） 安定計算結果.....	7-86
表 7.3.12	端部堰柱（流水直角方向） 安定計算結果.....	7-87
表 7.3.13	基礎の形状係数.....	7-88

表 7.3.14	橋軸方向	7-89
表 7.3.15	橋軸直角方向	7-90
表 7.3.16	安定計算結果（橋軸方向）	7-90
表 7.3.17	安定計算結果（橋軸直角方向）	7-90
表 7.3.18	安定計算結果（橋軸方向）	7-91
表 7.3.19	安定計算結果（橋軸直角方向）	7-91
表 7.3.20	中央堰柱+端部堰柱 荷重集計一覧表	7-91
表 7.3.21	中央堰柱+端部堰柱（流水方向） 安定計算結果	7-92
表 7.3.22	端部堰柱（流水直角方向） 安定計算結果.....	7-92
表 7.3.23	橋軸方向	7-93
表 7.3.24	橋軸直角方向	7-93
表 7.3.25	安定計算結果（橋軸方向）	7-93
表 7.3.26	安定計算結果（橋軸直角方向）	7-94
表 7.3.27	安定計算結果（橋軸方向）	7-94
表 7.3.28	安定計算結果（橋軸直角方向）	7-94
表 7.3.29	荷重ケース	7-96
表 7.3.30	設計水位一覧表	7-97
表 7.3.31	転倒 安定計算結果	7-98
表 7.3.32	偏心量 荷重条件（逆 T 擁壁）	7-98
表 7.3.33	偏心量 荷重条件（L 型擁壁）	7-99
表 7.3.34	滑動 安定計算結果	7-99
表 7.3.35	地盤反力の計算	7-100
表 7.3.36	許容支持力	7-101
表 7.3.37	最大地盤反力度に対する照査.....	7-101
表 7.3.38	鉛直支持率に対する照査	7-102
表 7.3.39	MCGS 構造設計条件一覧	7-102
表 7.3.40	端部堰柱、底版 荷重集計一覧表.....	7-104
表 7.3.41	地盤反力	7-104
表 7.3.42	底版の応力計算	7-105
表 7.3.43	1号堰柱の応力計算（流水直角方向）	7-106
表 7.3.44	端部堰柱、底版 荷重集計一覧表.....	7-107
表 7.3.45	1号門柱の応力計算（流水方向）	7-107
表 7.3.46	1号門柱の応力計算（流直角方向）	7-108
表 7.3.47	1号操作台の応力計算.....	7-108
表 7.3.48	1号操作台張出部の応力計算.....	7-109
表 7.3.49	端部堰柱、底版 荷重集計一覧表.....	7-115
表 7.3.50	地盤反力	7-115
表 7.3.51	2号、3号底版の応力計算.....	7-115
表 7.3.52	2号、3号ゲート部底版の応力計算.....	7-116

表 7.3.53	3号背面底版（上側引張）の応力計算	7-117
表 7.3.54	2号、3号堰柱の応力計算（流水直角方向）	7-118
表 7.3.55	端部堰柱、底版 荷重集計一覧表	7-119
表 7.3.56	2号門柱の応力計算（流水方向）	7-119
表 7.3.57	3号門柱の応力計算（流水方向）	7-120
表 7.3.58	2号・3号門柱の応力計算（流水直角方向）	7-120
表 7.3.59	2号操作台の応力計算	7-121
表 7.3.60	3号操作台の応力計算	7-121
表 7.3.61	2号・3号操作台張出部の応力計算	7-122
表 7.3.62	胸壁の応力計算	7-133
表 7.3.63	胸壁の応力計算	7-133
表 7.3.64	胸壁の応力計算	7-134
表 7.3.65	上流側水叩き 荷重集計一覧表	7-136
表 7.3.66	地盤反力	7-136
表 7.3.67	上流水叩きの応力計算（流水直角方向）	7-138
表 7.3.68	上流水叩きの応力計算（流水方向）	7-139
表 7.3.69	下流側水叩き1 荷重集計一覧表	7-140
表 7.3.70	地盤反力	7-140
表 7.3.71	下流水叩き1の応力計算（流水直角方向 L=17.0m）	7-141
表 7.3.72	下流水叩き1の応力計算（流水直角方向 L=16.3m）	7-141
表 7.3.73	下流水叩き1の応力計算（流水方向）	7-142
表 7.3.74	シル部の応力計算	7-146
表 7.3.75	下流側水叩き2 荷重集計一覧表	7-148
表 7.3.76	地盤反力	7-148
表 7.3.77	下流水叩き2の応力計算（流水直角方向）	7-149
表 7.3.78	下流水叩き2の応力計算（流水方向）	7-149
表 7.3.79	参考図書	7-187
表 7.3.80	耐震性能	7-188
表 7.3.81	水位条件（L2地震時）	7-188
表 7.3.82	地盤の特性値	7-193
表 7.3.83	地盤特性値 T_G の算定（DD-BH-G04）	7-194
表 7.3.84	考慮する荷重	7-199
表 7.3.85	自重一覧	7-200
表 7.3.86	静水圧算定結果	7-204
表 7.3.87	静水圧算定結果	7-206
表 7.3.88	曲げ破壊型と判定された鉄筋コンクリート橋脚の許容塑性率を算出する場合の安全係数	7-221
表 7.3.89	等価重量算出係数 C_p	7-222
表 7.3.90	許容残留変位算定結果（1号ゲート）	7-223

表 7.3.91	許容残留変位算定結果（2号ゲート）	7-223
表 7.3.92	設計水平震度算定結果	7-224
表 7.3.93	地震時保有水平耐力法による照査結果（1号門柱・堰柱、水流方向）	7-225
表 7.3.94	地震時保有水平耐力法による照査結果（1号門柱・堰柱、水流直角方向）	7-225
表 7.3.95	地震時保有水平耐力法による照査結果（2号門柱・堰柱、水流方向）	7-226
表 7.3.96	地震時保有水平耐力法による照査結果（2号門柱・堰柱、水流直角方向）	7-226
表 7.3.97	地震時保有水平耐力法による照査結果（3号門柱・堰柱、水流方向）	7-227
表 7.3.98	地震時保有水平耐力法による照査結果（3号門柱・堰柱、水流直角方向）	7-227
表 7.3.99	下流側取付擁壁 検討ケース一覧	7-291
表 7.3.100	No.1 ゲートの計算結果(1)	7-320
表 7.3.101	No.1 ゲートの計算結果（2）	7-321
表 7.3.102	No.1 ゲート戸当りの計算結果	7-321
表 7.3.103	No.2 ゲートの計算結果	7-323
表 7.3.104	No.2 ゲート戸当りの計算結果	7-324
表 7.3.105	上流側予備ゲートの計算結果	7-325
表 7.3.106	下流側予備ゲートの計算結果	7-327
表 7.3.107	No.1 ゲート開閉装置の計算結果	7-329
表 7.3.108	No.2 ゲート開閉装置の計算結果	7-331
表 7.3.109	操作室内構成機器	7-333
表 7.3.110	設計条件一覧	7-339
表 7.3.111	水位計機種別 特性・適用性一覧表	7-345
表 7.3.112	水位計設置候補地の検討（MCGS 上流）	7-348
表 7.3.113	水位計設置候補地の検討（MCGS 下流）	7-349
表 7.3.114	水位観測方式の選定	7-350
表 7.3.115	モータサイレンの種類	7-351
表 7.3.116	インバータサイレンの種類	7-352
表 7.3.117	サイレンの容量	7-352
表 7.3.118	モータサイレン 参考価格（千円）	7-353
表 7.3.119	インバータサイレン 参考価格（千円）	7-353
表 7.3.120	モータサイレンとインバータサイレンの比較	7-354
表 7.3.121	サイレンと音達距離（標準値）	7-356
表 7.3.122	周囲雑音レベルの目安	7-356
表 7.3.123	サイレンと音達距離	7-357
表 7.3.124	スピーカーの出力音圧レベル（1m 値）	7-358
表 7.3.125	スピーカーの出力音圧レベル（1m 値）	7-359
表 7.3.126	操作設備の比較	7-362
表 7.3.127	警報設備の配置（MCGS）	7-363
表 7.3.128	監視対象	7-369
表 7.3.129	国土交通省 CCTV カメラ設備機器仕様書（案）カメラ一覧	7-370

表 7.3.130	明るさについての目安.....	7-371
表 7.3.131	IPカメラ装置の比較.....	7-372
表 7.3.132	警監視設備の配置（MCGS）.....	7-372
表 7.3.133	管理項目一覧（MCGS）.....	7-376
表 7.3.134	管理項目一覧（Cainta）.....	7-377
表 7.3.135	管理項目一覧（Taytay）.....	7-378
表 7.3.136	操作項目及び制御信号.....	7-379
表 7.3.137	ゲート状態及び運転表示項目，監視信号.....	7-379
表 7.3.138	ゲート故障表示項目及び監視信号.....	7-379
表 7.3.139	管理設備において具備すべき管理機能.....	7-380
表 7.3.140	警報判定条件.....	7-381
表 7.3.141	各データのオンライン保存期間.....	7-382
表 7.3.142	伝送帯域の推定.....	7-384
表 7.3.143	管路選定基準表.....	7-384
表 7.3.144	硬質塩化ビニル管（PV）の標準寸法.....	7-386
表 7.3.145	波付硬質ポリエチレン管（FEP）の標準寸法.....	7-386
表 7.3.146	管路標準埋設深さ.....	7-388
表 7.3.147	他の埋設物との離隔距離（単位：cm）.....	7-389
表 7.3.148	電圧の種類.....	7-389
表 7.3.149	支持間隔（硬質塩化ビニル管の例）.....	7-393
表 7.3.150	伝送経路.....	7-398
表 7.3.151	管路仕様.....	7-401
表 7.3.152	管路仕様.....	7-402
表 7.3.153	管路仕様.....	7-403
表 7.3.154	管路仕様.....	7-405
表 7.3.155	管路仕様.....	7-407
表 7.3.156	管路仕様.....	7-409
表 7.3.157	管路仕様.....	7-410
表 7.3.158	管路仕様.....	7-411
表 7.3.159	L3-SW 標準仕様 比較.....	7-413
表 7.3.160	L2-SW 標準仕様 比較.....	7-414
表 7.3.161	L3-SW の機種選定.....	7-415
表 7.3.162	台風オンドイ来襲時における停電状況.....	7-420
表 7.3.163	負荷一覧表.....	7-421
表 7.3.164	発電機計算結果.....	7-422
表 7.3.165	直近上位の発電機容量および原動機出力.....	7-422
表 7.3.166	発電機規約効率表.....	7-422
表 7.3.167	発電機の基本条件.....	7-423
表 7.3.168	原動機の基本条件.....	7-423

表 7.3.169	ディーゼル機関とガスタービンの比較.....	7-424
表 7.3.170	ラジエータファンによる換気量.....	7-428
表 7.3.171	換気量計算結果	7-429
表 7.3.172	燃料消費率（単位：g/kWh）	7-430
表 7.3.173	燃料の比重	7-430
表 7.3.174	可燃性液体種別・容量と建屋との離隔.....	7-431
表 7.3.175	機器間の保有距離	7-433
表 7.3.176	発電機寸法および基礎寸法.....	7-434
表 7.3.177	表示内容及び項目	7-435
表 7.4.1	液状化判定対象層の整理	7-447
表 7.4.2	液状化判定結果一覧表（L1 地震動）	7-450
表 7.4.3	液状化判定結果（DD-BH-C01、L1 地震動）	7-451
表 7.4.4	液状化判定結果（DD-BH-C02、L1 地震動）	7-452
表 7.4.5	液状化判定結果（DD-BH-C03、L1 地震動）	7-453
表 7.4.6	液状化判定結果一覧表（L2 地震動）	7-454
表 7.4.7	液状化判定結果（DD-BH-C01、L2 地震動）	7-455
表 7.4.8	液状化判定結果（DD-BH-C02、L2 地震動）	7-456
表 7.4.9	液状化判定結果（DD-BH-C03、L2 地震動）	7-457
表 7.4.10	杭基礎の配置検討における照査項目.....	7-460
表 7.4.11	鋼管杭の許容応力（N/mm ² ）	7-460
表 7.4.12	打撃工法に用いる鋼管杭の径と板厚の範囲.....	7-461
表 7.4.13	周面摩擦力度	7-462
表 7.4.14	安全率	7-462
表 7.4.15	杭の許容変位量	7-464
表 7.4.16	杭配置の経済性比較一覧表（1/2）	7-465
表 7.4.17	杭配置の経済性比較一覧表（2/2）	7-466
表 7.4.18	土質定数一覧（DD-BH-C03）	7-470
表 7.4.19	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-471
表 7.4.20	中央堰柱安定計算結果一覧表（水流直角方向）	7-471
表 7.4.21	中央堰柱安定計算結果一覧表（水流方向）	7-471
表 7.4.22	中央堰柱杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-473
表 7.4.23	中央堰柱杭基礎計算結果（水流方向 1/2）	7-474
表 7.4.24	中央堰柱杭基礎計算結果（水流方向 2/2）	7-475
表 7.4.25	中央堰柱仮想鉄筋コンクリート断面の照査（水流直角方向）	7-476
表 7.4.26	中央堰柱仮想鉄筋コンクリート断面の照査（水流方向）	7-476
表 7.4.27	土質定数一覧（DD-BH-C03）	7-480
表 7.4.28	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-481
表 7.4.29	端部堰柱安定計算結果一覧表（水流直角方向）	7-481
表 7.4.30	端部堰柱安定計算結果一覧表（水流方向）	7-482

表 7.4.31	端部堰柱杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-483
表 7.4.32	端部堰柱杭基礎基礎計算結果（水流方向 1/2）	7-484
表 7.4.33	端部堰柱杭基礎基礎計算結果（水流方向 2/2）	7-485
表 7.4.34	端部堰柱仮想鉄筋コンクリート断面の照査（水流直角方向）	7-485
表 7.4.35	端部堰柱仮想鉄筋コンクリート断面の照査（水流方向）	7-486
表 7.4.36	荷重ケース一覧表	7-489
表 7.4.37	戸当り床版杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-492
表 7.4.38	戸当り床版杭基礎計算結果（水流方向）	7-493
表 7.4.39	土質定数一覧（DD-BH-C03）	7-497
表 7.4.40	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-498
表 7.4.41	下流側翼壁杭基礎計算結果（杭頭水辺変位）	7-501
表 7.4.42	下流側翼壁高最高部杭基礎計算結果（安定計算）	7-501
表 7.4.43	下流側翼壁高最高部杭基礎計算結果（杭体応力）	7-502
表 7.4.44	下流側翼壁高最高部杭基礎計算結果（せん断応力）	7-502
表 7.4.45	下流側翼壁高最高部杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-502
表 7.4.46	下流側翼壁高最低部杭基礎計算結果（安定計算）	7-503
表 7.4.47	下流側翼壁高最低部杭基礎計算結果（杭体応力）	7-503
表 7.4.48	下流側翼壁高最低部杭基礎計算結果（せん断応力）	7-503
表 7.4.49	下流側翼壁高最低部杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-504
表 7.4.50	下流側翼壁先端 L 型部杭基礎計算結果（安定計算）	7-504
表 7.4.51	下流側翼壁先端 L 型部杭基礎計算結果（杭体応力）	7-504
表 7.4.52	下流側翼壁先端 L 型部杭基礎計算結果（せん断応力）	7-505
表 7.4.53	下流側翼壁先端 L 型部杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-505
表 7.4.54	土質定数一覧（DD-BH-C03）	7-508
表 7.4.55	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-509
表 7.4.56	上流側左岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（安定計算）	7-511
表 7.4.57	上流側左岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（杭体応力）	7-511
表 7.4.58	上流側左岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（せん断応力）	7-511
表 7.4.59	上流側左岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-512
表 7.4.60	上流側左岸翼壁逆 T 部杭基礎計算結果（安定計算）	7-512
表 7.4.61	上流側左岸翼壁逆 T 部杭基礎計算結果（杭体応力）	7-512
表 7.4.62	上流側左岸翼壁壁高最低部杭基礎計算結果（せん断応力）	7-513
表 7.4.63	上流側左岸翼壁逆 T 部杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-513
表 7.4.64	上流側左岸翼壁先端 L 型部杭基礎計算結果（安定計算）	7-513
表 7.4.65	上流側左岸翼壁 L 型部杭基礎計算結果（杭体応力）	7-514
表 7.4.66	上流側左岸翼壁 L 型部杭基礎計算結果（せん断応力）	7-514
表 7.4.67	上流側左岸翼壁 L 型部杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-514
表 7.4.68	土質定数一覧（DD-BH-C03）	7-518
表 7.4.69	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-519

表 7.4.70	上流側右岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（安定計算）	7-521
表 7.4.71	上流側右岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（杭体応力）	7-521
表 7.4.72	上流側右岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（せん断応力）	7-522
表 7.4.73	上流側右岸翼壁水流直角方向杭基礎計算結果（杭頭補強）	7-522
表 7.4.74	上流側右岸翼壁水流方向杭基礎計算結果（安定計算）	7-522
表 7.4.75	上流側右岸翼壁水流方向杭基礎計算結果（杭体応力）	7-523
表 7.4.76	上流側右岸翼壁水流方向杭基礎計算結果（せん断応力）	7-523
表 7.4.77	上流側右岸翼壁水流方向基礎計算結果（杭頭補強）	7-523
表 7.4.78	荷重ケース一覧表	7-527
表 7.4.79	下流側水叩き工中央杭基礎計算結果（水流直角方向 1/2）	7-531
表 7.4.80	下流側水叩き工中央杭基礎計算結果（水流直角方向 2/2）	7-531
表 7.4.81	下流側水叩き工左右岸杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-532
表 7.4.82	荷重ケース一覧表	7-537
表 7.4.83	上流側水叩き工中央杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-540
表 7.4.84	上流側水叩き工左岸杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-541
表 7.4.85	上流側水叩き工右岸杭基礎計算結果（水流直角方向）	7-541
表 7.4.86	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-545
表 7.4.87	設計水位一覧表	7-545
表 7.4.88	水位条件 A（常時）	7-546
表 7.4.89	水位条件 B（Manggahan 放水路 DFL 時）	7-547
表 7.4.90	水位条件 C（地震時）	7-548
表 7.4.91	水位条件 D（左岸施工時）	7-549
表 7.4.92	水位条件 E（右岸施工時）	7-550
表 7.4.93	水位条件 F（Cainta 川 DFL 時）	7-551
表 7.4.94	中央堰柱安定計算結果一覧表（水流直角方向）	7-552
表 7.4.95	中央堰柱安定計算結果一覧表（水流方向）	7-552
表 7.4.96	端部堰柱安定計算結果一覧表（水流直角方向）	7-552
表 7.4.97	端部堰柱安定計算結果一覧表（水流方向）	7-553
表 7.4.98	Cainta 水門 設計条件一覧	7-553
表 7.4.99	中央堰柱底版任意荷重	7-555
表 7.4.100	中央堰柱底版曲げ応力度照査結果一覧	7-555
表 7.4.101	中央堰柱底版せん断応力度照査結果一覧（左張り出し部）	7-555
表 7.4.102	中央堰柱底版せん断応力度照査結果一覧（右張り出し部）	7-556
表 7.4.103	中央堰柱構造計算結果	7-556
表 7.4.104	中央堰柱 堰柱基部断面力（水流直角方向）	7-557
表 7.4.105	中央堰柱部計算結果一覧	7-558
表 7.4.106	中央堰柱 門柱荷重ケース（水流直角方向）	7-560
表 7.4.107	中央堰柱 門柱荷重ケース（水流方向）	7-560
表 7.4.108	中央堰柱門柱曲げ応力度照査結果（水流方向）	7-562

表 7.4.109	中央堰柱門柱せん断応力度照査結果（水流方向）	7-562
表 7.4.110	中央堰柱門柱曲げ応力度照査結果（水流直角方向）	7-562
表 7.4.111	中央堰柱門柱せん断応力度照査結果（水流直角方向）	7-563
表 7.4.112	中央堰柱門柱曲げ応力度照査結果（水流方向）	7-563
表 7.4.113	中央堰柱操作台せん断応力度照査結果（水流方向）	7-563
表 7.4.114	中央堰柱門柱曲げ応力度照査結果（水流直角方向）	7-564
表 7.4.115	中央堰柱操作台部せん断応力度照査結果（水流直角方向）	7-565
表 7.4.116	端部堰柱底版任意荷重	7-567
表 7.4.117	端部堰柱底版かかと版照査結果一覧	7-568
表 7.4.118	端部堰柱底版つま先版照査結果一覧	7-569
表 7.4.119	端部堰柱構造計算結果	7-569
表 7.4.120	端部堰柱 堰柱基部断面力（水流直角方向）	7-570
表 7.4.121	端部堰柱部計算結果一覧	7-571
表 7.4.122	端部堰柱 門柱荷重ケース（水流直角方向）	7-573
表 7.4.123	端部堰柱 門柱荷重ケース（水流方向）	7-573
表 7.4.124	端部門柱曲げ応力度照査結果（水流方向）	7-575
表 7.4.125	端部門柱せん断応力度照査結果（水流方向）	7-575
表 7.4.126	端部門柱曲げ応力度照査結果（水流直角方向）	7-575
表 7.4.127	端部門柱せん断応力度照査結果（水流直角方向）	7-576
表 7.4.128	端部操作台曲げ応力度照査結果（水流方向）	7-576
表 7.4.129	端部操作台せん断応力度照査結果（水流方向）	7-576
表 7.4.130	端部操作台部曲げ応力度照査結果（水流直角方向）	7-576
表 7.4.131	端部操作台部せん断応力度照査結果（水流直角方向）	7-576
表 7.4.132	端部胸壁部計算結果一覧	7-580
表 7.4.133	端部上流側胸壁部計せん断補強鉄筋必要量	7-581
表 7.4.134	端部上流側胸壁部せん断補強鉄筋必要範囲	7-581
表 7.4.135	端部下流側胸壁部計算結果一覧	7-582
表 7.4.136	荷重ケース一覧表	7-585
表 7.4.137	戸当たり床版曲げ応力度照査結果一覧（水流方向）	7-587
表 7.4.138	戸当たり床版曲げ応力度照査結果一覧（水流直角方向）	7-588
表 7.4.139	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-590
表 7.4.140	下流側翼壁高最高部曲げ照査結果（縦壁基部）	7-592
表 7.4.141	下流側翼壁高最高部せん断照査結果（縦壁基部）	7-592
表 7.4.142	下流側翼壁高最高部曲げ照査結果（つま先版）	7-592
表 7.4.143	下流側翼壁高最高部せん断照査結果（つま先版 1/2H 位置）	7-592
表 7.4.144	下流側翼壁高最高部せん断照査結果（つま先版杭位置）	7-593
表 7.4.145	下流側翼壁高最高部せん断補強鉄筋	7-593
表 7.4.146	下流側翼壁高最後部曲げ照査結果（かかと版）	7-593
表 7.4.147	下流側翼壁高最後部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-594

表 7.4.148	下流側翼壁高最後部せん断照査結果（かかと版杭位置）	7-594
表 7.4.149	下流側翼壁高最低部曲げ照査結果（豎壁基部）	7-594
表 7.4.150	下流側翼壁高最低部せん断照査結果（豎壁基部）	7-594
表 7.4.151	下流側翼壁高最低部曲げ照査結果（つま先版）	7-595
表 7.4.152	下流側翼壁高最低部せん断照査結果（つま先版 1/2H 位置）	7-595
表 7.4.153	下流側翼壁高最低部せん断照査結果（つま先版杭位置）	7-595
表 7.4.154	下流側翼壁高最低部曲げ照査結果（かかと版）	7-595
表 7.4.155	下流側翼壁高最低部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-596
表 7.4.156	下流側翼壁高最低部せん断照査結果（かかと版杭位置）	7-596
表 7.4.157	下流側翼 L 型部曲げ照査結果（豎壁基部）	7-596
表 7.4.158	下流側翼 L 型部せん断照査結果（豎壁基部）	7-596
表 7.4.159	下流側翼 L 型部曲げ照査結果（かかと版）	7-597
表 7.4.160	下流側翼 L 型部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-597
表 7.4.161	下流側翼 L 型部せん断照査結果（かかと版杭位置）	7-597
表 7.4.162	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-600
表 7.4.163	上流側左岸翼壁高最高部曲げ照査結果（豎壁基部）	7-601
表 7.4.164	上流側左岸翼壁高最高部せん断照査結果（豎壁基部）	7-601
表 7.4.165	上流側左岸翼壁高最高部曲げ照査結果（つま先版）	7-601
表 7.4.166	上流側左岸翼壁高最高部せん断照査結果（つま先版 1/2H 位置）	7-601
表 7.4.167	上流側左岸翼壁高最高部せん断照査結果（つま先版杭位置）	7-602
表 7.4.168	上流側左岸翼壁高最高部せん断補強鉄筋（つま先版）	7-602
表 7.4.169	上流側左岸翼壁高最後部曲げ照査結果（かかと版）	7-603
表 7.4.170	上流側左岸翼壁高最後部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-603
表 7.4.171	上流側左岸翼壁高最高部せん断補強鉄筋（つま先版）	7-603
表 7.4.172	上流側左岸翼壁高最後部せん断照査結果（かかと版杭位置 1）	7-604
表 7.4.173	上流側左岸翼壁高最後部せん断照査結果（かかと版杭位置 2）	7-604
表 7.4.174	上流側左岸翼 L 型部曲げ照査結果（豎壁基部）	7-604
表 7.4.175	上流側左岸翼 L 型部せん断照査結果（豎壁基部）	7-604
表 7.4.176	上流側左岸翼 L 型部曲げ照査結果（かかと版）	7-605
表 7.4.177	上流側左岸翼 L 型部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-605
表 7.4.178	上流側左岸翼 L 型部せん断照査結果（かかと版杭位置）	7-605
表 7.4.179	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-608
表 7.4.180	上流側右岸翼壁逆 T 部曲げ照査結果（豎壁基部）	7-610
表 7.4.181	上流側右岸翼壁逆 T 部せん断照査結果（豎壁基部）	7-610
表 7.4.182	上流側右岸翼壁逆 T 部曲げ照査結果（つま先版）	7-610
表 7.4.183	上流側右岸翼壁逆 T 部せん断照査結果（つま先版 1/2H 位置）	7-610
表 7.4.184	上流側右岸翼壁逆 T 部部曲げ照査結果（かかと版）	7-611
表 7.4.185	上流側右岸翼壁逆 T 部部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-611
表 7.4.186	上流側右岸翼壁逆 T 部部せん断照査結果（かかと版杭位置 2）	7-611

表 7.4.187	上流側右岸翼壁 L 型部曲げ照査結果（堅壁基部）	7-611
表 7.4.188	上流側右岸翼壁 L 型部せん断照査結果（堅壁基部）	7-612
表 7.4.189	上流側右岸翼壁 L 型部曲げ照査結果（かかと版）	7-612
表 7.4.190	上流側右岸翼壁 L 型部せん断照査結果（かかと版 1/2H 位置）	7-612
表 7.4.191	上流側右岸翼壁 L 型部せん断照査結果（かかと版杭位置）	7-612
表 7.4.192	荷重ケース一覧表	7-615
表 7.4.193	下流側中央水叩き工曲げ応力度照査結果一覧表	7-617
表 7.4.194	下流側左右岸水叩き工曲げ応力度照査結果一覧表	7-617
表 7.4.195	荷重ケース一覧表	7-619
表 7.4.196	上流側中央水叩き工曲げ応力度照査結果一覧表	7-621
表 7.4.197	上流側左岸水叩き工曲げ応力度照査結果一覧表	7-621
表 7.4.198	上流側右岸水叩き工曲げ応力度照査結果一覧表	7-622
表 7.4.199	参考図書	7-624
表 7.4.200	耐震性能	7-624
表 7.4.201	水位条件（L2 地震時）	7-625
表 7.4.202	荷重ケース一覧表（常時・L1 地震時・施工時）	7-626
表 7.4.203	地盤種別算定結果	7-632
表 7.4.204	地震時動水圧算定結果	7-642
表 7.4.205	端堰柱固有解析結果	7-649
表 7.4.206	中間堰柱固有値解析結果	7-650
表 7.4.207	せん断耐力算定結果	7-652
表 7.4.208	曲げ破壊型と判定された鉄筋コンクリート橋脚の許容塑性率を算出する場合の安全係数	7-654
表 7.4.209	等価重量算出係数 C_p	7-654
表 7.4.210	許容残留変位算定結果	7-655
表 7.4.211	設計水平震度算定結果	7-657
表 7.4.212	地震時保有水平耐力法による照査結果（端堰柱部・水流方向）	7-658
表 7.4.213	地震時保有水平耐力法による照査結果（端堰柱部・水流直角方向）	7-659
表 7.4.214	地震時保有水平耐力法による照査結果（中央堰柱・水流方向）	7-661
表 7.4.215	地震時保有水平耐力法による照査結果（中央堰柱・水流直角方向）	7-661
表 7.4.216	土質定数一覧	7-665
表 7.4.217	水流方向安定計算結果（端部堰柱）	7-666
表 7.4.218	水流方向における部材の照査結果（端部堰柱）	7-666
表 7.4.219	水流直角方向安定計算結果（端部堰柱）	7-667
表 7.4.220	水流直角方向における部材の照査（端部堰柱）	7-667
表 7.4.221	土質定数一覧	7-670
表 7.4.222	水流方向安定計算結果（中央堰柱）	7-670
表 7.4.223	水流方向における部材の照査結果（中央堰柱）	7-670
表 7.4.224	水流直角方向安定計算結果	7-671

表 7.4.225	水流直角方向における部材の照査.....	7-671
表 7.4.226	発電機敷地擁壁設計条件一覧.....	7-688
表 7.4.227	発電機棟建屋重量の算定.....	7-689
表 7.4.228	発電機棟敷地擁壁の構造諸元.....	7-690
表 7.4.229	坂路工（Cainta 川右岸側）の諸元.....	7-691
表 7.4.230	坂路工（Cainta 川左岸側）の諸元.....	7-692
表 7.4.231	排水施設計画条件一覧.....	7-693
表 7.4.232	排水施設一覧.....	7-693
表 7.4.233	流出量算定結果.....	7-694
表 7.4.234	流下能力算定結果.....	7-695
表 7.4.235	ゲートの計算結果.....	7-703
表 7.4.236	戸当りの計算結果.....	7-704
表 7.4.237	予備ゲートの計算結果.....	7-705
表 7.4.238	開閉装置の計算結果.....	7-706
表 7.4.239	操作室内構成機器.....	7-708
表 7.4.240	設計条件一覧.....	7-712
表 7.4.241	水位計設置候補地の検討（Cainta 水門上流：内水）.....	7-714
表 7.4.242	水位計設置候補地の検討（Cainta 水門下流：外水）.....	7-714
表 7.4.243	サイレンと音達距離（標準値）.....	7-715
表 7.4.244	スピーカーの出力音圧レベル（1m 値）.....	7-716
表 7.4.245	警報設備の配置（MCGS）.....	7-717
表 7.4.246	監視対象.....	7-718
表 7.4.247	警監視設備の配置（Cainta 水門）.....	7-718
表 7.4.248	負荷一覧表.....	7-720
表 7.4.249	発電機計算結果.....	7-721
表 7.4.250	直近上位の発電機容量および原動機出力.....	7-721
表 7.4.251	発電機規約効率表.....	7-721
表 7.4.252	発電機の基本条件.....	7-722
表 7.4.253	原動機の基本条件.....	7-722
表 7.4.254	ディーゼル機関とガスタービンの比較.....	7-722
表 7.4.255	ラジエータファンによる換気量.....	7-726
表 7.4.256	換気量計算結果.....	7-727
表 7.4.257	燃料消費率（単位：g/kWh）.....	7-728
表 7.4.258	燃料の比重.....	7-728
表 7.4.259	可燃性液体種別・容量と建屋との離隔.....	7-729
表 7.4.260	機器間の保有距離.....	7-731
表 7.4.261	発電機寸法および基礎寸法.....	7-732
表 7.4.262	表示内容及び項目.....	7-733
表 7.5.1	Taytay 樋門の主要寸法.....	7-734

表 7.5.2	Taytay 樋門 設計条件一覧	7-743
表 7.5.3	Taytay 樋門の基本諸元	7-744
表 7.5.4	安全率	7-746
表 7.5.5	函体横方向の荷重組み合わせ	7-746
表 7.5.6	函体縦方向の荷重組み合わせ	7-747
表 7.5.7	横方向の荷重の組み合わせ	7-747
表 7.5.8	樋門建屋の荷重	7-748
表 7.5.9	操作室重量一覧	7-748
表 7.5.10	ゲート設備の荷重	7-749
表 7.5.11	警備小屋の上部重量	7-749
表 7.5.12	土質定数	7-750
表 7.5.13	Taytay 樋門 設計水位一覧	7-750
表 7.5.14	Manggahan 放水路の水位	7-750
表 7.5.15	施工条件	7-751
表 7.5.16	換算変形係数計算表	7-756
表 7.5.17	計算ケース一覧（常時、L1 地震時）	7-760
表 7.5.18	設計水位一覧	7-761
表 7.5.19	荷重集計結果	7-762
表 7.5.20	安定照査結果一覧	7-763
表 7.5.21	計算ケース	7-768
表 7.5.22	曲げ応力度（1）	7-769
表 7.5.23	曲げ応力度（2）	7-770
表 7.5.24	せん断応力度	7-771
表 7.5.25	計算ケース	7-773
表 7.5.26	縦方向の計算に関する水位条件	7-774
表 7.5.27	基礎地盤の支持力照査（ケース 3）	7-779
表 7.5.28	横方向の荷重の組み合わせ	7-781
表 7.5.29	常時換算断面力	7-784
表 7.5.30	常時 応力度	7-801
表 7.5.31	常時 せん断応力度	7-801
表 7.5.32	地震時 曲げ応力度	7-802
表 7.5.33	地震時 せん断応力度	7-802
表 7.5.34	常時 曲げ応力度	7-803
表 7.5.35	常時 せん断応力度	7-803
表 7.5.36	地震時 曲げ応力度	7-804
表 7.5.37	地震時 せん断応力度	7-804
表 7.5.38	常時 曲げ応力度	7-805
表 7.5.39	常時 せん断応力度	7-805
表 7.5.40	地震時 曲げ応力度	7-806

表 7.5.41	地震時 せん断応力度	7-806
表 7.5.42	翼壁寸法図	7-808
表 7.5.43	安定計算照査項目一覧表	7-809
表 7.5.44	部材断面計算ケース一覧表.....	7-810
表 7.5.45	常時：側壁下端(外側) 曲げ応力度.....	7-811
表 7.5.46	常時：側壁下端(外側) せん断応力度.....	7-812
表 7.5.47	常時：底版端部(下面) 曲げ応力度.....	7-812
表 7.5.48	常時：底版端部(下面) せん断応力度.....	7-812
表 7.5.49	常時：底版支間部(上面) 曲げ応力度.....	7-813
表 7.5.50	常時荷重	7-814
表 7.5.51	地震時荷重	7-815
表 7.5.52	荷重集計結果	7-815
表 7.5.53	転倒に対する照査結果	7-815
表 7.5.54	滑動に対する照査結果	7-815
表 7.5.55	許容支持力の照査結果	7-815
表 7.5.56	豎壁応力度照査	7-816
表 7.5.57	底版応力度照査	7-817
表 7.5.58	荷重集計結果	7-819
表 7.5.59	安定照査結果	7-819
表 7.5.60	常時荷重	7-822
表 7.5.61	地震時荷重	7-822
表 7.5.62	荷重集計結果	7-822
表 7.5.63	転倒 計算結果	7-822
表 7.5.64	滑動 計算結果	7-823
表 7.5.65	支持 計算結果	7-823
表 7.5.66	鉛直支持力の照査	7-823
表 7.5.67	たて壁・底版 曲げ応力度の照査結果.....	7-824
表 7.5.68	たて壁 せん断応力度の照査結果.....	7-824
表 7.5.69	底版 せん断応力度の照査結果.....	7-824
表 7.5.70	各地震動、耐震性能と適用区分.....	7-826
表 7.5.71	保障すべき耐震性能と耐震照査項目.....	7-826
表 7.5.72	基礎地盤の変形解析	7-827
表 7.5.73	耐震性能照査の手法（通常の樋門と Taytay 樋門）	7-831
表 7.5.74	土質定数	7-833
表 7.5.75	液状化判定結果	7-833
表 7.5.76	継手照査の結果	7-837
表 7.5.77	作用荷重一覧	7-838
表 7.5.78	固有値解析結果	7-838
表 7.5.79	中央柱の照査結果	7-840

表 7.5.80	端柱の照査結果.....	7-840
表 7.5.81	設計水位一覧.....	7-842
表 7.5.82	ゲートの計算結果.....	7-844
表 7.5.83	戸当りの計算結果.....	7-844
表 7.5.84	操作室内構成機器.....	7-845
表 7.5.85	設計条件一覧.....	7-848
表 7.5.86	水位計設置候補地の検討（Taytay 樋門上流：内水）	7-850
表 7.5.87	水位計設置候補地の検討（Taytay 樋門下流：外水）	7-851
表 7.5.88	スピーカーの出力音圧レベル（1m 値）	7-852
表 7.5.89	警報設備の配置（Taytay 樋門）	7-853
表 7.5.90	監視対象.....	7-854
表 7.5.91	警監視設備の配置（Taytay 樋門）	7-855
表 7.5.92	負荷一覧表.....	7-856
表 7.5.93	発電機計算結果.....	7-857
表 7.5.94	直近上位の発電機容量および原動機出力.....	7-857
表 7.5.95	発電機規約効率表.....	7-857
表 7.5.96	発電機の基本条件.....	7-858
表 7.5.97	原動機の基本条件.....	7-858
表 7.5.98	ディーゼル機関とガスタービンの比較.....	7-858
表 7.5.99	ラジエータファンによる換気量.....	7-862
表 7.5.100	換気量計算結果.....	7-863
表 7.5.101	燃料消費率（単位：g/kWh）	7-864
表 7.5.102	燃料の比重.....	7-864
表 7.5.103	機器間の保有距離.....	7-866
表 7.5.104	発電機寸法および基礎寸法.....	7-867
表 7.5.105	表示内容及び項目	7-867
表 7.6.1	床荷重の設定.....	7-869
表 7.6.2	採用する各発電機の面積当たり重量（燃料を含む）	7-869
表 7.6.3	NSCP における設計床荷重の一覧.....	7-870
表 7.6.4	NSCP における設計屋根荷重の一覧.....	7-871
表 7.6.5	NSCP における簡易法による風圧算定マトリックス	7-872
表 7.6.6	風荷重の算出に掛かる補正係数.....	7-872
表 7.6.7	静的解析による地震力算定に関する係数設定（1/2）	7-874
表 7.6.8	静的解析による地震力算定に関する係数設定（2/2）	7-875
表 7.6.9	埋め戻し地盤の土質定数.....	7-878
表 7.6.10	給水圧の水頭換算.....	7-883
表 7.6.11	口径毎の直管による水頭損失.....	7-883
表 7.6.12	口径毎の水頭余裕算出.....	7-884
表 7.6.13	各施設の換気・空調設備の設置方針.....	7-885

表 7.6.14	MCGS 発電機棟の換気設備	7-886
表 7.6.15	MCGS 発電機棟の換気設備	7-888
表 7.6.16	用途別の必要照度	7-891
表 7.6.17	照明タイプ別の光束目安	7-892
表 7.6.18	発電機棟の照明器具個数の目安.....	7-892
表 8.2.1	現況河道の分派特性	8-2
表 8.2.2	実験により設定された MCGS ゲート諸元	8-2
表 8.2.3	計画河道の分派特性	8-3
表 8.2.4	施工ステップ	8-3
表 8.2.5	水位及び流況	8-4
表 9.1.1	アンケート調査実施機関（LGUs）	9-4
表 9.1.2	FMC 実施状況	9-14
表 9.1.3	ウェブサイトコンテンツの概要.....	9-18
表 9.1.4	各種情報提供・PR による事業への理解の醸成.....	9-19
表 9.1.5	洪水被害軽減に向けた情報提供.....	9-20
表 9.1.6	関係機関の合意形成	9-20
表 9.1.7	洪水被害軽減のための人材育成.....	9-20
表 9.1.8	各活動の実施スケジュール	9-21
表 9.1.9	各活動の概算費用（5年間）	9-22
表 9.2.1	Sto. Nino 地点の H-Q（2014年）	9-25
表 9.2.2	Rosario 堰及び NHCS のゲート操作規則.....	9-26
表 9.2.3	Rosario 堰の流量によるゲート操作規則	9-30
表 9.2.4	Sto. Nino 地点の H-Q（フェーズ IV 完了後）	9-33
表 9.2.5	MCGS 及び Rosario 堰操作規則（案）（計画洪水流量まで）	9-35
表 9.2.6	2 基の逆流防止水門の基本操作規則（案）	9-36
表 9.2.7	超過洪水時における操作方法の比較検討結果.....	9-37
表 9.2.8	NHCS の基本操作規則（案）	9-42
表 9.2.9	Rosari 堰、MCGS、及び NHCS の操作手順の考え方.....	9-43
表 9.2.10	逆流防止水門の操作手順の考え方.....	9-48
表 9.3.1	巡視・点検の種類	9-55
表 9.3.2	土木・建築構造物の巡視・点検.....	9-57
表 9.3.3	機械設備の点検項目	9-59
表 9.3.4	電気設備の点検項目	9-61
表 9.3.5	通信設備の点検項目	9-62
表 9.3.6	土木・建築構造物の大規模修繕サイクル.....	9-64
表 9.3.7	機械設備の取替・更新サイクル.....	9-65
表 9.3.8	電気通信施設の更新サイクル.....	9-67
表 9.3.9	中長期的な保守管理資金計画.....	9-70
表 9.3.10	事業実施・管理責任者（案）	9-76

表 9.3.11	MMDA-FCSMO の年間予算（2019 年度）	9-78
表 9.3.12	MMDA-FCSMO-EFCOS に新たに必要となる人員（事務職及び技術職）	9-81
表 9.4.1	LGUs への事業説明活動等	9-83
表 9.4.2	MMDA への事業説明活動等	9-83
表 9.4.3	LLDA への事業説明活動等	9-84
表 10.1.1	試料採取タイプと位置一覧表	10-3
表 10.1.2	測定項目と適用される分析方法	10-9
表 10.1.3	TCLP 試験の検査結果	10-10
表 10.1.4	Elutriate 試験の検査結果	10-11
表 10.1.5	水質試験の検査結果	10-12
表 10.1.6	DENR の水質基準	10-13
表 10.1.7	粒度分布試験（PSD）結果	10-13
表 10.1.8	環境社会ベースライン概況（土砂処分候補地）	10-17
表 10.1.9	環境社会ベースライン概況（Cainta 水門）	10-18
表 10.1.10	環境管理計画（EMP）案（土砂処分候補地および Cainta 水門）	10-18
表 10.1.11	樹木インベントリー調査結果（Marikina 本川沿い）	10-25
表 10.1.12	非樹木インベントリー調査結果（Marikina 本川沿い）	10-27
表 10.1.13	樹木インベントリー調査結果（Cainta 水門・Taytay 樋門工事部）	10-28
表 10.1.14	非樹木インベントリー調査結果（Cainta 水門・Taytay 樋門工事部）	10-29
表 10.2.1	放水路内非正規居住者の移転費用	10-33
表 10.2.2	Quezon 市管轄内 Marikina 川沿い ISFs の状況	10-34
表 10.2.3	DPWH および NHA 間のフェーズ IV 事業実施分掌（案）	10-40
表 10.2.4	移転事業計画のための基本条件	10-41
表 10.2.5	DPWH-NHA 合同ワークショップによるマンガハン放水路内非正規住民移転事業必要予算（NHA 実施事業）	10-41
表 10.2.6	Pasig 市によるマンガハン放水路内右岸側非正規居住者の中間選挙前までの移転計画	10-42
表 10.2.7	DPWH および LRA 間覚書による土地登記データ購入費	10-45
表 10.2.8	Parcellary Survey で実施すべき作業・調査	10-45
表 11.2.1	準拠基準一覧表	11-1
表 11.3.1	堤体材料の評価（参考）	11-3
表 11.3.2	盛土高さに対する余盛	11-3
表 11.3.3	計画高水流量と堤防余裕高	11-3
表 11.3.4	粒度特性	11-4
表 11.3.5	ブロック積み擁壁の寸法	11-7
表 11.3.6	フトン籠の構造仕様	11-19
表 11.3.7	用途別流出係数の標準値	11-22
表 11.3.8	降雨ごとの係数値	11-23
表 11.3.9	流達時間算出のための計算式	11-24
表 11.3.10	Horton の粗度値	11-24

表 11.3.11	粗度係数	11-24
表 11.3.12	樋管の構造形式とその特徴.....	11-25
表 11.3.13	継手形式とその特徴	11-27
表 11.3.14	樋管の内り高	11-27
表 11.3.15	函体の横方向の設計に考慮する荷重の種類.....	11-32
表 11.3.16	函体の縦方向の設計に考慮する荷重の種類.....	11-32
表 11.3.17	函体の縦方向の設計に考慮する荷重の種類.....	11-37
表 11.3.18	異型コンクリートブロックの係数 α および β の値.....	11-42
表 11.3.19	水位条件一覧	11-43
表 11.3.20	水叩きの安定計算のための荷重条件.....	11-46
表 11.4.1	単位重量	11-49
表 11.4.2	上載荷重	11-51
表 11.4.3	土圧作用面の壁面摩擦角	11-54
表 11.4.4	胸壁・翼壁に作用する土圧の区分.....	11-54
表 11.4.5	基準風速 200 km/s における風荷重の割り増し	11-59
表 11.4.6	許容応力の割増し	11-61
表 11.5.1	土圧作用面の壁面摩擦角	11-63
表 11.5.2	基礎の形状係数	11-65
表 11.5.3	周面摩擦力度	11-67
表 11.5.4	安全率	11-67
表 11.5.5	場所打ち杭の極限支持力度.....	11-69
表 11.5.6	杭の許容変位量	11-70
表 11.6.1	土の単位重量	11-71
表 11.6.2	E_o と α	11-72
表 11.6.3	透水係数（クレーガの表）	11-73
表 11.6.4	鋼矢板擁壁の断面二次モーメントおよび断面係数の有効率.....	11-74
表 11.6.5	各種鋼矢板の諸元	11-74
表 11.6.6	H形鋼付鋼矢板の材料特性.....	11-75
表 11.6.7	鋼矢板の強度	11-75
表 11.6.8	コンクリートの標準仕様基準.....	11-76
表 11.6.9	鉄筋の諸元	11-76
表 11.6.10	許容応力度(N/mm^2)	11-77
表 11.6.11	鉄筋コンクリート部材の許容応力度.....	11-77
表 11.6.12	鉄筋コンクリート部材、コンクリートクラス A の許容応力度	11-78
表 11.6.13	鉄筋の許容応力度（1）	11-78
表 11.6.14	鉄筋の許容応力度（2）	11-78
表 11.6.15	構造用鋼材の許容応力度	11-80
表 11.6.16	構造用鋼材の物性値一覧表.....	11-80
表 11.6.17	最小コンクリートかぶり	11-80

表 11.6.18	鉄筋のフック	11-83
表 11.6.19	配筋要領 5 パターン	11-84
表 11.6.20	鉄筋径と部位ごとの芯かぶり一覧	11-84
表 11.7.1	土質定数の低減係数 D_E	11-93
表 11.7.2	最大表面加速度の地域係数 (F_{pga})	11-93
表 11.7.3	構造物直下の地盤ごとの液状化判定地震動と設計水平震度の設定方法	11-94
表 11.8.1	液状化対策方法の特徴と留意点(①液状化の発生そのものを防止する対策).....	11-95
表 11.8.2	液状化対策方法の特徴と留意点(②液状化の発生は許すが、施設の被害を軽減する対策).....	11-97
表 11.8.3	堤防天端の沈下量（上限値）と地震時安全率の関係	11-99
表 11.9.1	参考図書一覧	11-106
表 11.9.2	耐震性能	11-106
表 11.9.3	基準ごとの地震外力の比較	11-107
表 11.9.4	耐震性能と限界状態	11-114
表 11.9.5	各部材の限界状態	11-114
表 11.9.6	基準ごとの耐震性能照査方法の比較	11-115
表 11.9.7	地盤種別	11-118
表 11.9.8	曲げ破壊型と判定された鉄筋コンクリート橋脚の許容塑性率を算出する場合の安全係 数	11-122
表 11.9.9	等価重量算出係数 C_p	11-122
表 12.1.1	変換係数	12-1
表 12.1.2	変換係数（その 2）	12-1
表 12.1.3	経済的費用の支払いスケジュール	12-1
表 12.1.4	維持管理費及び更新費用	12-2
表 12.1.5	対象降雨条件	12-4
表 12.1.6	河川流モデルの条件	12-4
表 12.1.7	河道横断データ	12-5
表 12.1.8	粗度係数	12-5
表 12.1.9	河川施設	12-5
表 12.1.10	氾濫解析モデル（MIKE 21）概要	12-6
表 12.1.11	氾濫原粗度	12-8
表 12.1.12	氾濫解析ケース（フェーズ IV 事業）	12-9
表 12.1.13	確率規模別・浸水深別の浸水面積（W/o Project）	12-9
表 12.1.14	確率規模別・浸水深別の浸水面積（W/ Project）	12-9
表 12.1.15	調査対象地域における市・町ごとの家屋及び世帯数	12-9
表 12.1.16	調査対象地域における企業数(2014)	12-11
表 12.1.17	調査対象地域のユニットあたりの資産価値	12-12
表 12.1.18	浸水深別被害率	12-12
表 12.1.19	浸水深別の営業停止・停滞日数	12-13
表 12.1.20	被害額算定方法	12-13

表 12.1.21	総被害額（W/o Project）	12-13
表 12.1.22	総被害額（W/ Project）	12-14
表 12.1.23	年平均被害軽減期待額（フェーズⅣ）	12-14
表 12.1.24	氾濫計算条件	12-14
表 12.1.25	浸水深別浸水面積	12-15
表 12.1.26	浸水域内資産の算定条件	12-15
表 12.1.27	浸水区域内 3 市町・13 バランガイの人口と人口密度及び世帯数	12-16
表 12.1.28	確率規模別の一般資産被害額	12-16
表 12.1.29	総被害額（W/o Project）	12-16
表 12.1.30	年平均被害軽減期待額（Cainta・Taytay 水門）	12-17
表 12.1.31	経済分析結果（フェーズⅣ）	12-17
表 12.1.32	マリキナダム事業評価の条件	12-18
表 12.1.33	H-V 曲線	12-19
表 12.1.34	総被害額（W/o Project）	12-23
表 12.1.35	総被害額（W/ Project）	12-23
表 12.1.36	年平均被害軽減期待額（マリキナダム）	12-24
表 12.1.37	経済分析結果（マリキナダム）	12-24
表 12.1.38	経済分析結果の比較	12-25

略語表

1952MP	Formulation of Flood Control Plan in Pasig-Marikina River Basin	1952年作成 最初のパッシング・マリキナ川洪水対策計画
1975FS/DD	FS Study and Detailed Design for Manggahan Floodway	1975年実施 マンガハン放水路フィージビリティ調査及び詳細設計
2002DD	Detailed Engineering Design of PMRCIP	パッシング・マリキナ川河川改修事業フェーズIで2002年に実施された詳細設計
2013III-DD	Detailed Design Study for the Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III)	フェーズIII 詳細設計報告書
2015IV&V-FS	Feasibility Study on PMRCIP for Phase IV and V	フェーズIII内で実施したDPWHのフェーズIV区間フィージビリティ調査(2015年)
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国全州道路交通運輸行政官協会
ABC	Approved Budget for the Contract	発注者予定価格
ACEL	Association of Carriers and Equipment Lessors	フィリピン建設機材賃貸協会
ACI	American Concrete Institute	米国コンクリート工学協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AiIB	Asian Infrastructure Investment Bank	アジアインフラ投資銀行
ASD	Allowable Stress Method	許容応力度設計法
ASDSS	Alloy-Saving Duplex Stainless Steel	省合金二相ステンレス鋼
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会
BAC	Bids and Awards Committee	入札管理委員会
BC	Box Culvert	ボックスカルバート
B/C	Benefit-Cost Ratio	費用対効果
BDS	Bid Data Sheet	入札データシート
BM	Bench Mark	水準点
BOD	Bureau of Design	(DPWH内) 設計局
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOQ	Bill of Quantities	工種別数量単価表
BQ Item	Item of Bill of Quantities	支払い項目
Brgy.	Barangay	バラングアイ (フィリピンの最小行政単位)
BRS	Bureau Research Standards	(DPWH内) 調査及び規格承認局
BSDS	Bridge Seismic Design Specifications	橋梁耐震指針
CAAP	Civil Aviation Authority of the Philippines	フィリピン民間航空局
CRID	Casing Ring bit Inner Drilling Down Hole Hammer	CRID工法
CTIE	CTI Engineering Co., Ltd.	株式会社建設技術研究所
CTII	CTI Engineering International Co., Ltd.	株式会社建設技研インターナショナル
DAO	DENR Administrative Order	環境天然資源省 省令
DD	Detailed Design	詳細設計
DENR	Department of Environment and Natural Resources	フィリピン環境・天然資源省

DFL	Design Flood Level	計画高水位
DHWL	Design High Water Level	
DFR	Draft Final Report	ドラフト・ファイナル・レポート
DGCS	Design Guidelines, Criteria & Standards Volume 3: 'Water Engineering Projects'	DPWH 設計ガイドライン及び基準
DHH	Down-the-Hole-Hammer	ダウンザホールハンマー
DND	Department of National Defense	国防省
DO	Department Order	省令
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
D.O.77	Department Order 77	公共事業道路省省令 No.77
DOF	Department of Finance	フィリピン財務省
DOST-ASTI	Advanced Science and Technology Institute of the Department of Science and Technology	科学技術省先端科学技術研究所
DPWH	Department of Public Works and Highways	フィリピン公共事業道路省
DUPA	Detailed Unit Price Analysis	単価詳細分析
EAM	Equivalent Area Method	平均断面積法
ECC	Environment Compliance Certificate	環境適合証明
EDC	Estimated Direct Cost	直接工事費
EFCOS	Effective Flood Control Operating System	パッシング川予警報システム（MMDA 内組織）
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響報告書
EL	Elevation	標高
ELRD	Environmental Laboratory and Research Division	LLDA の環境試験調査部
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EMoP	Environmental Monitoring Plan	環境モニタリング計画
EPA	Environmental Protection Area	環境保護地区
ESSD	Environmental Social Safeguards Division	（DPWH 内）環境社会セーフガード部
F/C	Foreign Currency	外貨
FCIC	Flood Control Information Center	（MMDA 内）洪水情報センター
FCMC	Flood Control Management Cluster	（DPWH-UPMO 内）治水管理部
FCSMO	Flood Control and Sewerage Management Office	（MMDA 内）治水・下水道管理室
FPM	Flood Plain Management	氾濫原管理
FMC	Flood Mitigation Committee	流域洪水対策委員会
FMB	Forest Management Bureau of DENR	（環境天然資源省）森林管理局
FP	Flamework Plan	フレームワークプラン
FRIMP-CTI	Flood Risk Management Project for. Cagayan, Tagaloan and Imus Rivers	JICA 円借款事業：洪水リスク管理事 業（カガヤン川、タゴロアン川、イム ス川）
FR	Final Report	詳細設計業務実施報告書
FS	Feasibility Study	事業化調査
FVR	Fidel Valdez Ramos	ラモス大統領のイニシャル（道路名）

GC	General Conditions	一般契約条件書
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GOP	Government of the Philippines	フィリピン政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HCDRD	Housing, Community Development and Resettlement Department	ケソン市住宅・コミュニティ開発及び移転部
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center's (CEIWR-HEC) River Analysis System	河道水位・水理検討ソフト
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
ICC	Investment Coordination Committee	投資調整委員会(NEDA 内)
ICP	Information Campaign and Publicity	広報活動
IR	Inception Report	インセプション・レポート
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境影響評価
IFB	Invitation for Bids	入札招聘状
ISF	Informal Settler Family	非正規居住世帯
ITB	Instructions to Bidders	入札説明書
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	旧国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JICA1990MP	The Study on Flood Control and Drainage Project in Metro Manila	1990年策定マニラ洪水対策計画調査
JICA2011 準備調査	The Preparatory Study for Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III)	パッシング・マリキナ川河川改修事業（Ⅲ）準備調査
JICA2014 調査	Data Collection Survey on Flood Management Plan in Metro Manila	マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
JPY	Japanese Yen	日本円（通貨単位）
JS	Junction Side	本川側
JV	Joint Venture	共同企業体
JWA	Japan Water Agency	独立行政法人 水資源機構
KOIKA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力事業団
LA	Loan Agreement	借款契約
LARRIPP	Land Acquisition, Resettlement, Rehabilitation and Indigenous Peoples' Policy	土地取得・住民移転・復旧と先住民に対する方針
L/C	Local Currency	内貨
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
LGU	Local Government Unit	関連地方自治体
LiDAR	Laser Imaging Detection and Ranging	レーザー画像検出と測距
LLDA	Laguna Lake Development Authority	ラグナ湖開発公社
LRA	Land Registration Authority	土地管理局
LRFD	Load and Resistance Factor Design	荷重抵抗係数法
LRT	Light Rail Transit	軽量高架鉄道
MCCB	Molded Case Circuit Breaker; MCCB	配線用遮断器（ノーヒューズブレーカー）
MCGS	Manggahan Control Gate Structure	マンガハン分流堰
MCM	million cubic meters	百万立米

MDF/IDF	Main Distributing Frame / Intermediate Distribution Frame	端子盤
MHHW	Mean Higher High Water Level	平均高高潮位
MHWL	Mean High Water Level	（ラグナ湖）平均最高水位
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan	（日本国）国土交通省
MLLWL	Mean Lower Low Water Level	平均低低潮
MLWL	Mean Low Water Level	（ラグナ湖）平均最低水位
MMDA	Metro Manila Development Authority	マニラ首都圏開発庁
MOA	Memorandum of Agreement	覚書
MP	Master Plan	マスタープラン
MRB	Medium Rise Building	中層（移転用）住宅
MSL	Mean Sea Level	平均潮位
MSHHWL	Mean Spring Higher High Water Level	大潮平均高潮位
MSHWL	Mean Spring High Water Level	大潮平均潮位
MWCI	Manila Water Company, Inc.	マニラウォーター社
NCR	National Capital Region	（DPWH内）マニラ首都圏局
NBCP	National Building Code of the Philippines	フィリピン国家構造物コード
NEDA	National Economic and Development Authority	フィリピン国家経済開発庁
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NHA	National Housing Authority	フィリピン国家住宅庁
NHCS	Napindan Hydraulic Control Structure	ナピンダン水門
NK	Nippon Koei Co., Ltd.	日本工営株式会社
NPV	Net Present Value	正味現在価値
NSCP	National Structural Code of the Philippines	フィリピン国家構造物基準
OC	Open Channel	開水路
OCD	Office of Civil Defense	フィリピン市民防衛局
OCM	Overhead, Contingencies and Miscellaneous	一般管理費（Overhead Expenses）、予備費（Contingencies）及び雑費（Miscellaneous）
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEFCF	Overseas Economic Cooperation Fund of Japan	海外経済協力基金
OJT	On-the-Job Training	オン・ザ・ジョブトレーニング
OPP	orthophenyl phenol	有機リン系農薬
PAF	Project Affected Family	被影響世帯
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical & Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PAP	Project Affected Person	被影響住民
PC	Particular Conditions	特別契約条件書
PC	Personal Computer	パソコン
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト コンクリート
PCB	Polychlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル

PD	Presidential Decree	（マルコス大統領時代の）大統領令
PDB	Power Distribution Box	分電盤
PLC	Programmable Logic Controller	プログラマブルコントローラ
PMC	Price Monitoring Committee	物価モニタリング委員会
PR	Public Relations	宣伝広告活動
PVC	Poly Vinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
PHIVOLCS	Philippine Institute for Volcanology and Seismology	フィリピン火山地震研究所
PHP	Philippine Peso	フィリピンペソ（通貨単位）
PIA	Public Information Agency	フィリピン情報局
PMO	Project Management Office	（DPWH 内）事業管理局
PMRCIP	Pasig-Marikina River Channel Improvement Project	パッシング・マリキナ川河川改修事業
PNS	Philippine National Standard	フィリピン国家規格
POW	Program of Works	事業計画
PRRC	Pasig River Rehabilitation Commission	パッシング川再生委員会
PSD	Particle Size Distributions	河川底質試料の粒度分布試験
RA	Republic Act	共和国法
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RAM	River Area Management	河川区域管理
RCP	Reinforced Concrete Pipe	コンクリート管
RD	Record of Discussion	協議議事録
ROW	Right of Way	事業用地
SAPROF	Special Assistance for Project Formation	案件形成促進調査
SDGs	Sustainable Development Goal	持続可能な開発目標
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SNS	Social Networking Service	ソーシャル・ネットワーキング・サービス
SP	Steel Pipe	鉄管
SPSP	Steel Pipe Sheet Pile	鋼管矢板
SSP	Steel Sheet Pile	鋼矢板
STA. Sta.	Station	距離標
STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
STP	Sewerage Treatment Plant	下水処理場
SUS	Steel Special Use Stainless	JIS ステンレス鋼材に使用される記号
SYW	Weldable hot rolled steel sheet piles	JIS A 5523 にて規定された溶接用熱間 圧延鋼矢板の呼称
TCLP	Toxicity Characteristic Leaching Procedure	米国の土壌溶出分析
TDS	Total Dissolved Solids	全蒸発残留物
TSP	Total Suspended Particles	全浮遊粒子状物質
TTS	Telegraphic Transfer Selling	月中平均
TWG	Technical Working Group	技術作業分科会
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UPAO	The Urban Poor Affairs Office	都市貧困対策部

UPMO	Unified Project Management Office	(DPWH 内) 統合事業管理局
USACE	United States Army Corps of Engineers	アメリカ陸軍工兵隊
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
USEPA	United States Environmental Protection Agency	アメリカ合衆国環境保護庁
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WB	World Bank	世界銀行（世銀）
WB2012MP	Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas	世銀調査：メトロマニラ及びその周辺地域洪水管理マスタープラン（2012年）
WB2018 UMD FS	Feasibility Study and Preparation of Detailed Engineering Design of the Proposed Upper Marikina Dam	世銀調査：マリキナダムフィージビリティ調査及び詳細設計
WC	Water Code	水法
WJ	Water Jet	ウォータージェット
WS	Workshop	ワークショップ

計量単位

mm	: millimeter
cm	: centimeter
m	: meter
km	: kilometer
g, gr	: gram
kg	: kilogram
t, ton	: metric ton
m ²	: square meter
ha, has	: hectare, hectares
km ²	: square kilometer
l, lt., ltr	: liter
m ³	: cubic meter
s, sec	: second
m, min.	: minute
h, hr	: hour
y, yr	: year
MW	: megawatt
mm/hr	: millimeter per hour
m/s	: meter per second
km/hr	: kilometer per hour
mg/l	: milligram per liter
m ³ /s	: cubic meter per second
m ³ /s/km ²	: cubic meter per second per square kilometer
%	: percent
ppm	: parts per million
x x	: symbol of multiplication (times)
≤, ≥	: inequality sign (e.g. A≤B means that value A is less than or equal to value B.)
<, >	: inequality sign (e.g. A<B means that value A is less than value B.)
Y, Y, JPY	: Japanese Yen
P, P, PHP	: Philippine Peso
\$: US Dollar

第8章 水理模型実験（要約）

8.1 実験概要

8.1.1 はじめに

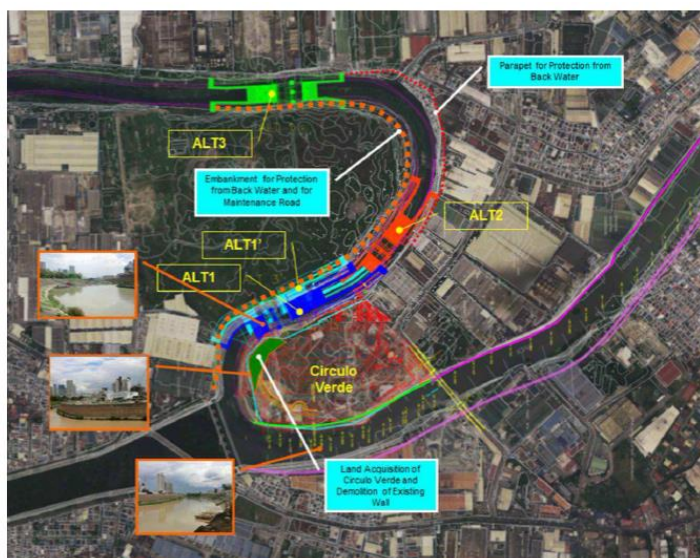
本実験での検討対象とする MCGS 周辺には、既設のマンガハン放水路が存在しており、MCGS による洪水調節に伴って分流現象が変化することが当初から想定されていた。適切な MCGS ゲート諸元を設定するためには、改修前後で変化する分流量を把握する必要があるが、分流現象は3次元的な流れ場の影響が強いため、机上検討により精度よく予測することが難しい。また、MCGS 下流では、施設及び河道の安定性を確保するための減勢施設等が必要となるが、減勢施設周辺では跳水や平面渦等の複雑な流れ場が形成されることが予想されるため、机上検討のみで適切な施設規模を設定することが困難であった。

よって、本詳細設計では、分流現象及び減勢施設周辺の流れを再現できる3次元河道模型実験を実施し、所定の水理機能を発揮できる施設諸元について検討した。

8.1.2 実験の目的

本事業フェーズ IV の実施のための本詳細設計における水理模型実験の目的は、以下の箇条書きに示す通りである。水理模型実験周辺の航空写真を図 8.1.1 に示す。

- 洪水時に適正な分流比となるような、MCGS のゲート幅・開度を確認すること；
- MCGS 上下流で渦流等の流れの乱れを起こさないような河川形状とゲート幅を確認すること；
- 計画洪水時及び超過洪水時における MCGS のゲート開度とマリキナ川下流及びマンガハン放水路の分流比の関係を把握すること；及び
- MCGS 建設時における、仮排水路断面確保の検討の実施



出典：2015IV&V-FS

図 8.1.1 水理模型実験実施対象箇所航空写真

8.2 実験結果

8.2.1 現況河道の分流状況

マリキナ川の現況河道の分流特性は表 8.2.1 に示すとおりとなり、マリキナ川下流への分流比はほぼ 20%で一定と確認できた。現況河道では、計画流量 2,900m³/s 時にマリキナ川下流への流量が 585m³/s となり、計画流量 500m³/s を超過する。

表 8.2.1 現況河道の分派特性

流入量 (m ³ /s)	マリキナ川下流 (m ³ /s)	マンガハン放水路 (m ³ /s)	本川分流比 (%)	備考
2,147	437	1,710	20.3%	過去 5 年間の最大値
2,900	585	2,315	20.2%	計画流量
3,480	711	2,769	20.4%	台風オンドイ(JICA Study)
3,898	791	3,107	20.3%	河道満杯流量(模型上流端)

出典：調査団

8.2.2 実験結果より得られた MCGS 諸元

8.2.2.1 MCGS ゲート諸元

計画流量時において所定の分流比を確保するゲート径間長として、実験結果より表 8.2.2 のゲート諸元を設定した。ゲート高については、200 年確率規模の超過洪水流量 4,000m³/s 時においても、全閉ゲートからの越水量が小さくマリキナ川下流への負荷が著しく増大しないゲート高として、MCGS 上流計画高水位と同じ EL.17.4m を設定した。

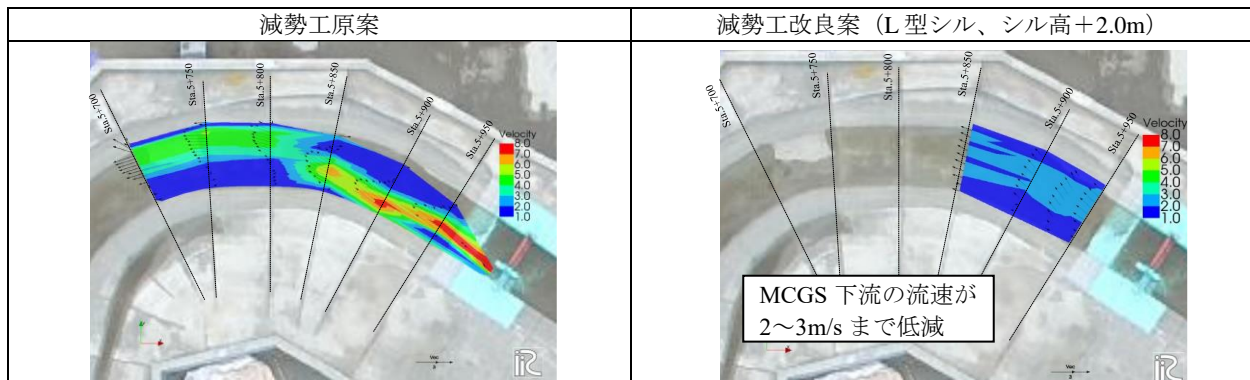
表 8.2.2 実験により設定された MCGS ゲート諸元

短径間ゲート		長径間ゲート	
径間長	ゲート天端高	径間長	ゲート天端高
11.7m	EL.17.4m (DFL)	28.3m	EL.17.4m (DFL)

出典：調査団

8.2.2.2 減勢工・護床工

マリキナ川の計画流量 500m³/s 時に、MCGS 直下流で 8m/s 程度の高流速が生じることを確認した。対策として、L 型シル（高さ 2.0m）の設置による減勢工改良により、MCGS 下流の Sta.5+950 地点の流速を 2~3m/s まで低減した。ただし本対策工の場合、小径間ゲート側の通船を制限する必要があるが、DPWH との協議等を含め、舟運利用上大きな支障とはならないと考え、流況の改善を優先する L 型シルの設置を提案した。



出典：調査団

図 8.2.1 流速分布 (500m³/s)

8.2.3 計画河道の分流状況

計画河道の分流状況は、実験の結果表 8.2.3 の通りとなる。

表 8.2.3 計画河道の分派特性

流入量 (m ³ /s)		マリキナ川下流 (m ³ /s)	マンガハン放水 路 (m ³ /s)	本川分流比 (%)	備考
2,900	計画流量	488	2,512	16.8%	長径間ゲート全閉 短径間ゲート全開時
4,000	超過洪水(200 年確率規模)	595	3,405	14.9%	
4,000		1140	2860	28.5%	長径間ゲート全開 短径間ゲート全開時
4,000		1236	2764	30.9%	全門全開時

出典：調査団

8.2.4 MCGS 施工時の仮排水路の検討

近年 5 年間における最大流量を対象とした MCGS 施工時における机上計算により求めた水位は EL.+14.0m となった。また、この設定水位 EL.+14.0m 時の流量は 440m³/s である。この EL.+14.0m を締切対象水位に設定した、半川締切での施工による各施工ステップにおける水理現象を実験で確認した。

施工ステップ図を表 8.2.4 に示す。

表 8.2.4 施工ステップ

施工ステップ	内容	締切形状
STEP1	通水：左岸仮排水路 施工：MCGS P2,P3、 ゲート、締切り内の堰 上下流の護床工	先行公開版につき非表示
STEP2	通水：左岸仮排水路及 び P2-P3 間のゲート 施工：P1、締切り内 の堰上下流の護床工	先行公開版につき非表示
STEP2-3	通水：P2-P3 間のゲー ト 施工：P1、締切り内 の堰上下流の護床工	先行公開版につき非表示

出典：調査団

実験では、締切対象流量 440m³/s 流下時において、模型実験での観測水位が、締切対象水位を超えないことを確認した。また、STEP-2 において左岸側仮排水路を使用しない場合 (STEP2-3) の水位を計測したところ、局所的に締切対象水位である EL.+14.0m を 0.1m 程度超過する箇所があることを確認したが大きな水位の上昇はないことを確認した。(表 8.2.5 参照)。この結果に基づき、必要な仮設計画を検討する。

表 8.2.5 水位及び流況

STEP2-3		<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>	<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>
STEP2		<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>	<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>
STEP1		<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>	<p style="text-align: center;">先行公開版につき非表示</p>
	水位縦断図	水位測線	流況

出典：調査団

第9章 非構造物対策及び操作運用・維持管理規則

9.1 非構造物対策の検討

非構造物対策については、まず、過去のフェーズⅡ及びフェーズⅢにおいて実施してきた非構造物対策に対する関係機関の評価及び要望に関する調査を行い、その結果を踏まえて、本フェーズにおいて実施すべき対策内容について検討した。

9.1.1 フェーズⅡ及びフェーズⅢで実施した非構造物対策の評価

これまで、フェーズⅡ及びフェーズⅢにおいて実施してきた非構造物対策を以下に示す。また、これまでに実施した非構造物対策に対する各関係機関の評価及び今後の活動への要望について、聞き取りを行った結果を以下に示す。

9.1.1.1 フェーズⅡ及びフェーズⅢで実施した非構造物対策

(1) フェーズⅡ

フェーズⅡでは、河岸に生活する「非正規居住者の移転問題」及び川沿いに建設される「堤防（特殊堤（パラペット堤））の高さが高すぎる」と河川沿いの住民から工事開始前から多くの事業に対する不満が出ていた。このため、フェーズⅡでは、非構造物対策として住民が洪水被害を軽減するような施策は実施しておらず、事業進捗促進に資する以下の活動を実施した。

- (a) プロジェクトのインフォメーション・キャンペーン（IPC）計画の策定
- (b) IPC活動の必要なマテリアルの製作・作成
- (c) コミュニティ向け説明会（協議・意見聴取）の実施
- (d) 住民公聴会の実施
- (e) 学校、自治体、 balan g a i オフィス等でのキャラバンオペレーション（巡回説明）
- (f) コミュニティでのプロジェクト啓発活動（プロジェクト協力者の養成）
- (g) コミュニティにおける事業インフォメーションセンターの設立
- (h) マスメディアへの出演及び IPC 活動
- (i) 行政（国、自治体）間の連携促進および自治体（LGUs）等との広報活動の協調・維持継続

(2) フェーズⅢ

フェーズⅢにおいては、下記の非構造物対策が実施されている。

1) インフォメーション・キャンペーン（IPC）と広報活動

フェーズⅢにおいて実施されたインフォメーション・キャンペーンと広報活動を以下に示す。

- (a) 前フェーズにて実施した非構造物対策プログラムのレビュー

- (b) IPC 活動の必要なマテリアルの製作・作成
- (c) コミュニティ向け説明会（協議・意見聴取）の実施
- (d) 住民公聴会の実施
- (e) 学校、自治体、バラングイオフィス等でのキャラバンオペレーション（巡回説明）
- (f) コミュニティでのプロジェクト啓発活動（プロジェクト協力者の養成）
- (g) コミュニティにおける事業インフォメーションセンターの設立
- (h) マスメディアへの出演及び IPC 活動
- (i) 行政（国、自治体）間の連携促進および自治体（LGUs）等との広報活動の協調・維持継続

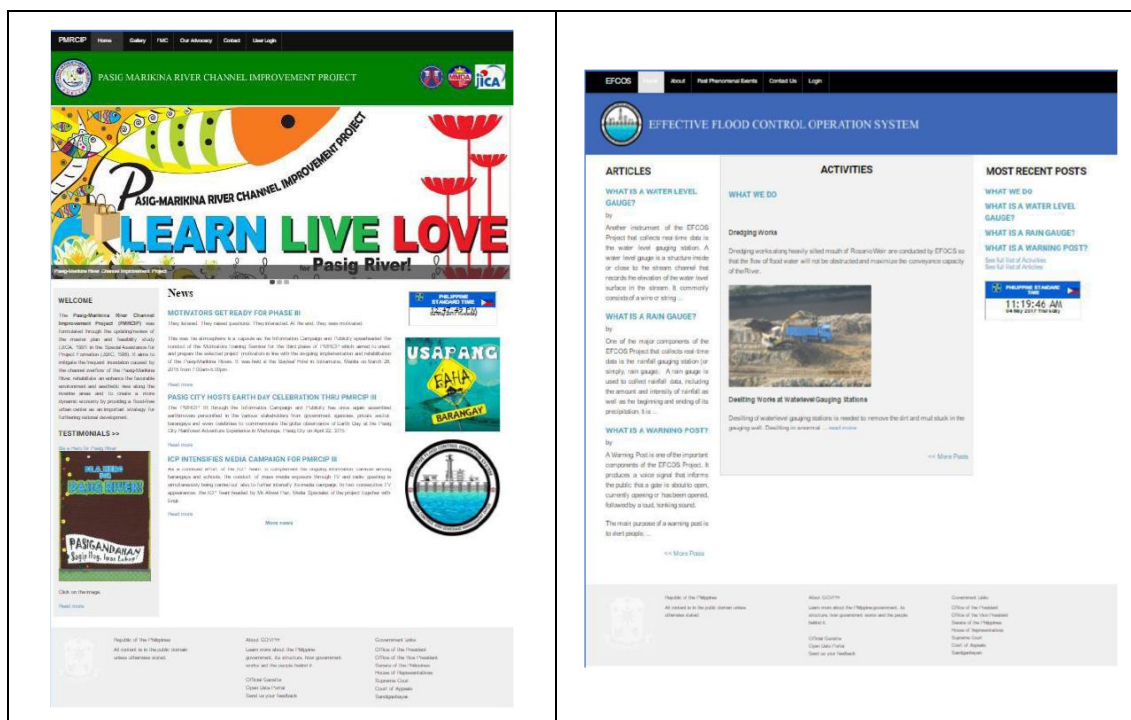


出典：調査団

図 9.1.1 フェーズIIIでの IPC 実施状況（左：公聴会 右：巡回説明）

2) ウェブサイトの開設

フェーズ III では、図 9.1.2 に示す PMRCIP 用のウェブサイトおよび EFCOS 用のウェブサイトの 2 つのウェブサイトを開設している。PMRCIP 用のウェブサイトではパッシング・マリキナ川流域内の洪水被害軽減に向けた取り組み、事業の歴史、任務、ビジョンなど、事業の基本的な情報を提供するために開設された。一方、EFCOS 用のウェブサイトについては、EFCOS の各モニタリングステーションからの水位情報を提供する目的で開設された。



出典：Consulting Engineering Services for Assistance to Procurement of Civil Works and Construction Supervision on the JICA-Assisted Pasig-Marikina River Channel Improvement Project, Phase-III, Project Completion Report

図 9.1.2 開設されたウェブサイト（左：PMRCIP 右：EFCOS）

3) ハザードマップの策定

フェーズ III においては、ハザードマップ策定に関するパイロットプロジェクトを、

1. パッシング市の特定のバランガイの洪水対応能力強化、
2. コミュニティベースのハザードマップの策定、避難訓練、災害リスク低減に関するアクションプランの見直しや修正といった活動を通じ、パッシング・マリキナ川流域の他の自治体の災害リスク低減管理に関するモデルとすること、および
3. 防災情報の効率的かつ効果的な利用に関する能力強化

の3つの項目を目的として実施された。

本活動を実施するにあたり、パッシング市の2つのバランガイがモデル地区に選定され、コミュニティベースのハザードマップの策定、ワークショップ及び避難訓練を実施した。このうち Barangay Santolan では一般住民のためのコミュニティベースのハザードマップの策定に関する活動を実施し、Barangay Ugong では小学校の子供達を対象とした活動を実施している。

本活動ではワークショップ 1（「啓発プログラム」）、ワークショップ 2（「マップ演習」）、避難訓練、およびファシリテーターの訓練が、地元自治体およびパイロットバランガイの支援を受けて行われている。Barangay Ugong では、Legaspi Memorial School がモデル校として選ばれ、同バランガイでのパイロット活動が実施されている。

9.1.1.2 実施した非構造物対策に対する評価

(1) アンケート調査

1) 調査対象機関

これまでに実施した非構造物対策に対する関係者の評価及び、今後の活動に対する要望を確認するため、表 9.1.1 に示す機関を訪問し、アンケート調査を実施した。



出典：調査団

図 9.1.3 アンケート調査実施状況（バラングイオフィス）

表 9.1.1 アンケート調査実施機関（LGUs）

都市	バラングイ
Manila	1. BARANGAY 659-A
	2. BARANGAY 900
	3. BARANGAY 901
	4. BARANGAY 902
Makati	1. BARANGAY GUADALUPE VIEJO
	2. BARANGAY WEST REMBO
Mandaluyong	1. BARANGAY BARANGKA IBABA
	2. BARANGAY BARANGKA ITAAS
	3. BARANGAY BARANGKA ILAYA
Pasig	1. BARANGAY PINEDA
	2. BARANGAY STA ROSA
	3. BARANGAY SAN JOSE
	4. BARANGAY BAGONG ILOG
	5. BARANGAY CANIOGAN
	6. BARANGAY MAYBUNGA
	7. BARANGAY ROSARIO

出典：調査団

2) 確認項目

アンケート調査での確認事項は下記のとおりである。

- (a) プロジェクトの認知度：これまでにパッシング・マリキナ川河川改修事業について聞いたことがあるか。聞いたことがある場合は、どのような機会を通じて知ったか。聞いたことがない場合は、プロジェクトに対し興味があるか。
- (b) プロジェクトに対して抱く印象
- (c) プロジェクトの重要度：本プロジェクトが自身や家族・コミュニティに対して有益であるか。
- (d) フェーズⅡ・Ⅲにおいて実施したIPC活動に対する評価（関連性・効果・インパクト・効率・持続性の各項目について、5段階評価）
- (e) 今後の活動への意見・提案

(2) ヒアリング調査

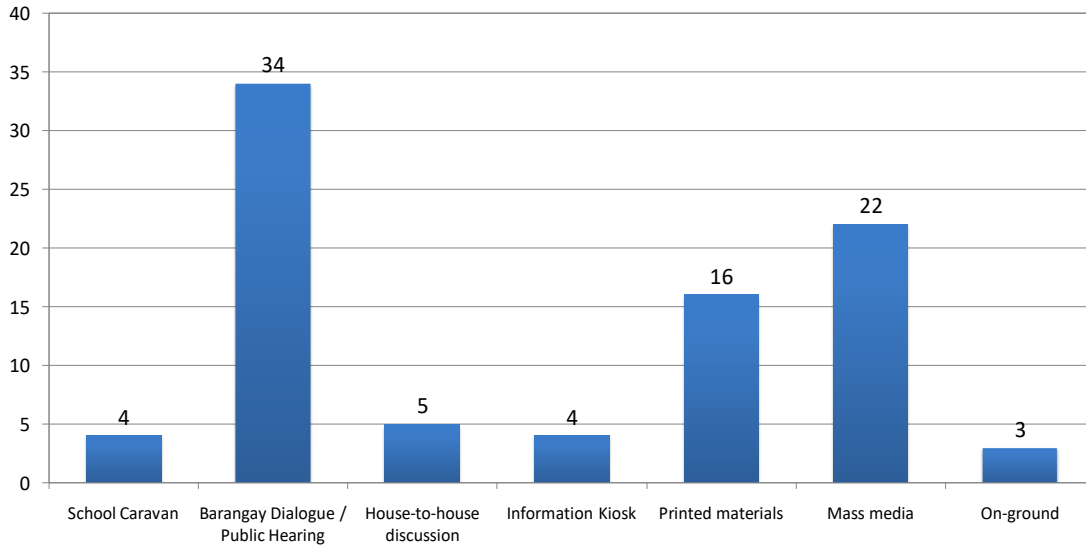
過去のフェーズⅡ・Ⅲにおいて実施した非構造物対策について、2019年4月12日にDPWHのUPMOにおいて自治体の関係者を招いた説明を行い、活動に対する意見を求めた。

(3) 調査結果

1) アンケート調査結果

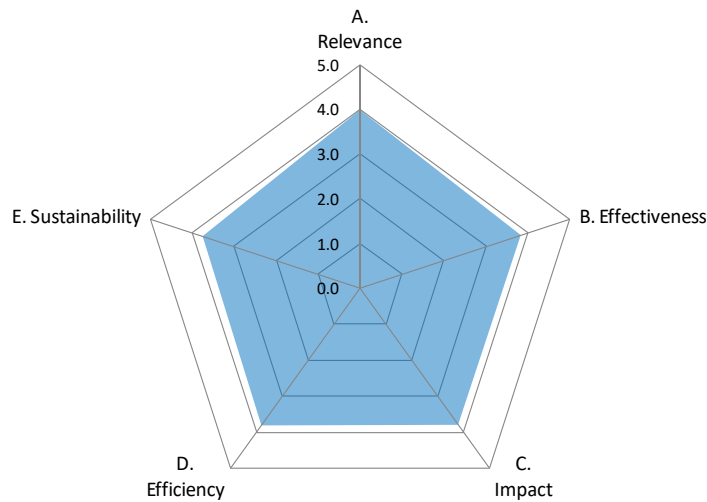
調査団が実施したアンケート調査の結果の概要は下記のとおりである。

- 本プロジェクトの認知度は72%。本プロジェクトを知る回答者の全員が本プロジェクトの有益性を認める回答を行っていた。
- プロジェクトを知るきっかけとしては、図9.1.4に示すとおり公聴会やバランガイとの対話の機会、マスメディアを通じた広告、パンフレット等の媒体との回答が多かった。
- 各活動への評価は図9.1.5に示すとおり概ね高かったが、本プロジェクトに対する印象に関する質問では、図9.1.6に示すとおり水質改善や廃棄物対策といった環境対策をイメージすると回答した者が多く、今後は本プロジェクトの主目的である洪水対策の効果についてもしっかりアピールしていくことが必要である。
- 今後の活動について、地域住民を対象とした避難訓練や河川パトロールや災害対応のボランティアの育成、河川清掃活動の実施等に関する要望があった。



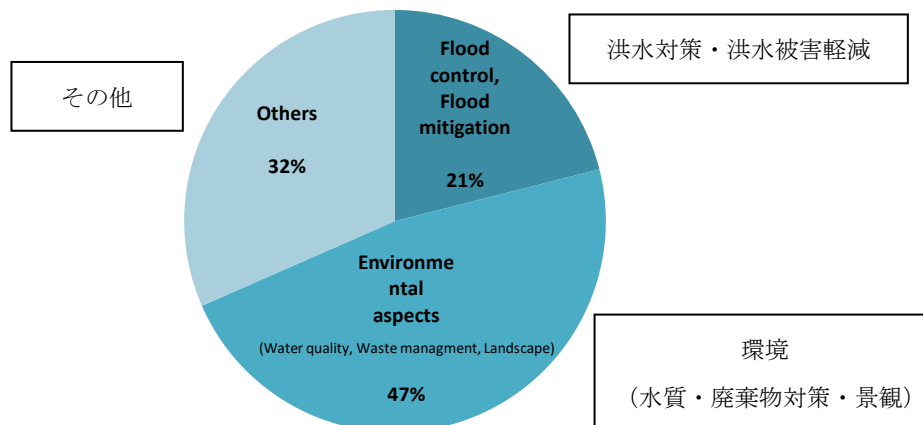
出典：調査団

図 9.1.4 プロジェクトについて知るきっかけとなった活動（複数回答可）



出典：調査団

図 9.1.5 IPC 活動全般に対する評価（関連性・効果・インパクト・効率・持続性）の平均値



出典：調査団

図 9.1.6 プロジェクトに対して抱く印象

2) ヒアリング調査結果

DPWH の UPMO において、自治体の職員を対象としたプロジェクト概要の説明会において過去の非構造物対策に関する説明を行った結果、参加者からは協力的な意見が聞かれた。

一方、本業務開始以前に関係自治体の一つであるマリキナ市より、マリキナ橋下流左岸側の Sta.12+500 付近～Sta.13+350 付近の区間については、同市が公園整備を行っていることから、堤防を整備しないでほしいとの要望が出ており、本課題について協議するための説明会の場を設け、DPWH と JICA を交えて協議を行っている。また、同区間の右岸側においても同様の要望があがっている。本業務においてマリキナ市に対しヒアリングを行った際も同様の意見が出ており、仮に上記区間の堤防整備を実施しない場合は、非構造物対策による洪水被害の軽減対策が必要になるものと思われる。

(4) 調査結果を踏まえた非構造物対策の実施方針

以上の調査結果を踏まえ、調査団としては下記の方針により今フェーズの非構造物対策を実施することとした。

- (a) アンケート結果を参考に内容を精査し、関係機関やパッシング・マリキナ川流域住民への各種情報提供・PR を改善した上で引き続き実施する。
- (b) 洪水被害軽減に向けた効果的かつ幅広い非構造物対策を実施する。
- (c) 洪水対策委員会を活用し、関係者間での合意形成を促進するため、同委員会の活動を活性化させる。
- (d) 洪水被害軽減のための能力向上、ボランティア育成を目的とした人材育成活動を実施する。

9.1.2 洪水対策委員会（FMC）活用計画

9.1.2.1 洪水対策委員会の現状

洪水対策委員会（FMC）は、河川改修事業の支援、完成した洪水対策施設の維持管理業務及び非構造物対策の導入と運営に関する促進・支援、河川沿いの用地に係る問題の調整等を目的とした調整機関である。主な役割を以下に示す。

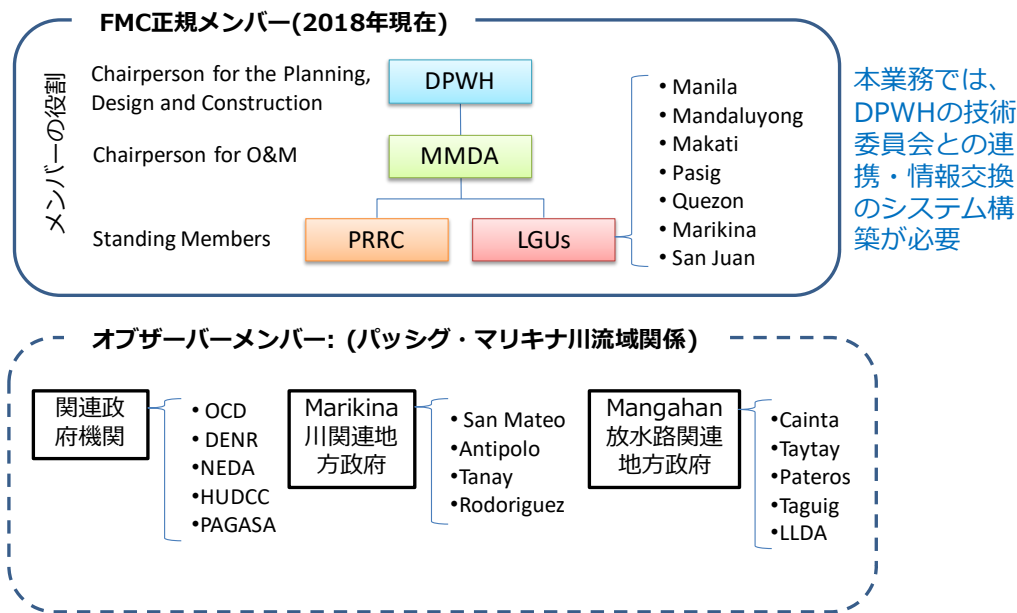
- (a) パッシング・マリキナ川河川改修事業の促進および支援
- (b) 完成した施設の維持管理状況の監視の促進および支援
- (c) 非構造物対策の促進および支援
- (d) 移転および土地収用のための活動の促進および支援
- (e) パッシング・マリキナ川沿いの用地の侵害、無秩序な土地開発といった違法な活動の監視、調整、必要な対策の実施
- (f) プロジェクトの“Query Window”の立ち上げ
- (g) 抗議・補償に関する調整機関

(h) 広報・洪水被害緩和のための活動の強化

2013年に洪水対策委員会が結成され、キックオフミーティングを実施して以降、本業務実施時点まで活動実績はない状態である。今後、フェーズIV事業の円滑な実施のためにも本委員会の活性化対策が必要である。

9.1.2.2 洪水対策委員会活用計画

現在の洪水対策委員会のスキームを図9.1.7に示す。本事業で支援を行う堰の運用ルール、維持管理計画等の策定については、流域関係機関での合意が必要なことから、流域における円滑な合意形成のために、FMCの活性化を支援する必要がある。具体的には、FMC結成時の合意書に規定されているとおり定期的な（調査期間中最低4回の実施）プロジェクト進捗説明会及び意見交換会を開催し、FMCの意識向上を図り、組織としての活動の活性化を図るほか、現在はオブザーバーとなっているメンバー機関のうち、フェーズIV事業に関係する機関に正規メンバーに入ってもらいなど、組織強化に努める。さらに、本業務においては、DPWHの技術委員会との連携及び情報交換が円滑に行うことができる体制を構築するものとする。

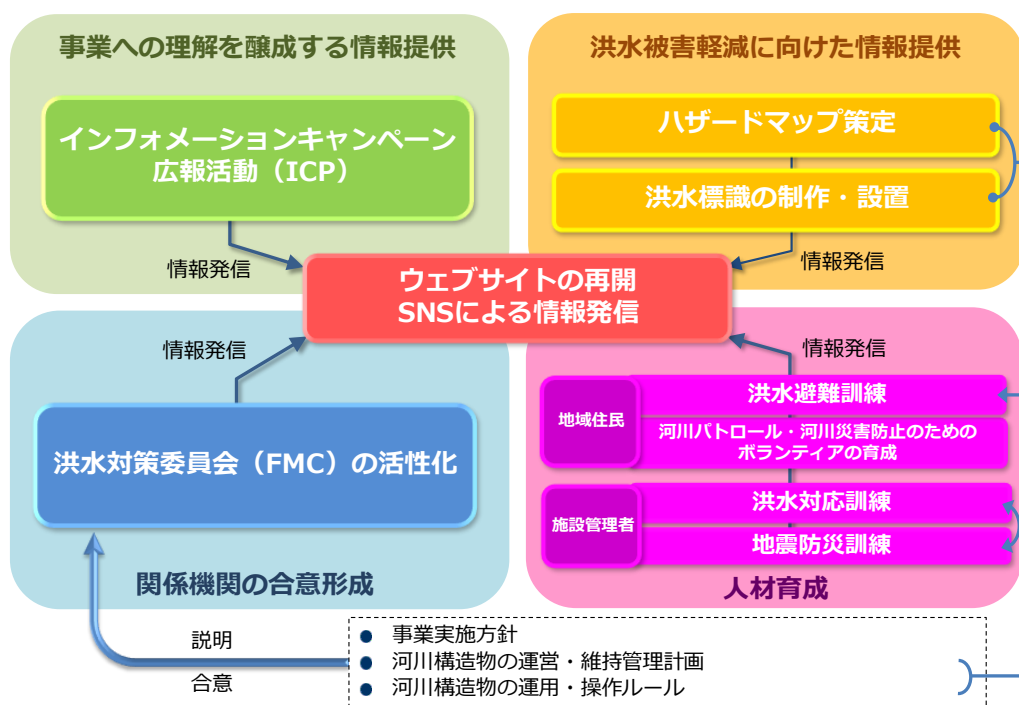


出典：調査団

図 9.1.7 洪水対策委員会のスキーム

9.1.3 フェーズIV非構造物対策実施方針

上記を踏まえ、今フェーズで実施する非構造物活動は図9.1.8のとおりとする。フェーズIVの非構造物対策では、(1) 関係機関やパッシング・マリキナ川流域住民への各種情報提供・PRによる事業への理解を醸成、(2) 洪水被害軽減に向けた情報提供、(3) 洪水対策委員会の活性化、(4) 洪水被害軽減のための人材育成および、(5) ウェブサイトおよびSNSによる情報発信を主な活動とする。



出典：調査団

図 9.1.8 フェーズⅣ 非構造物対策の構成

9.1.3.1 インフォメーション・キャンペーンと広報活動 (ICP)

ICP はフェーズⅣ で実施する非構造物対策の主要な活動の 1 つであり、過去の 2 つのフェーズと同様に、構造物対策の円滑な実施を促進する役割を担う。

ICP および他の非構造物対策の各活動を実施するにあたってはまずは組織整備が必要となる。組織は、コミュニティオーガナイザー、グラフィックデザイナー、マルチメディアクリエイター、メディア専門家等より構成し、プロジェクトの各非構造物対策の活動を実施するため補完的に活動するものとする。なお、実施する ICP 活動は以下のとおりとする。

(1) フェーズⅡ・Ⅲにて実施した非構造物対策プログラムのレビュー

パッシング・マリキナ川河川改修事業のうち、これまでに完了したフェーズⅡおよびⅢで実施されてきた ICP の検討報告、その実施計画および実施報告を収集し、レビューを実施する。

(2) IPC 活動のマテリアル作成

過去の活動を参考に IPC 活動用マテリアルを作成する。

(3) コミュニティ向け説明会、プロジェクト啓発活動の実施

地元自治体やバランガイを対象とした説明会を開催し、本事業に関して広く PR を行う。

(4) 公聴会の実施

ICP キャラバン等のイベントの機会を利用して公聴会を開催し、事業に対する自由な質問発言を求める。

(5) 学校、行政機関、バランガイオフィス等でのキャラバンオペレーション（巡回説明）

パッシング川及びマリキナ川流域のフェーズⅣの実施により直接影響を自治体、教育機関、バランガイオフィス等において、参加者にプロジェクトへの理解を深めてもらうための ICP キャラバン活動を実施する。

(6) マスメディアへの出演及び ICP 活動

マスメディアへの出演を通じ、本事業に関して広く PR を行う。

(7) 行政（国、自治体）間の連携促進および自治体（LGUs）等との広報活動の協調

関係行政機関に対し、連携や事業に対する理解を求めて、継続的に ICP を実施する。

9.1.3.2 洪水被害軽減に向けた情報提供

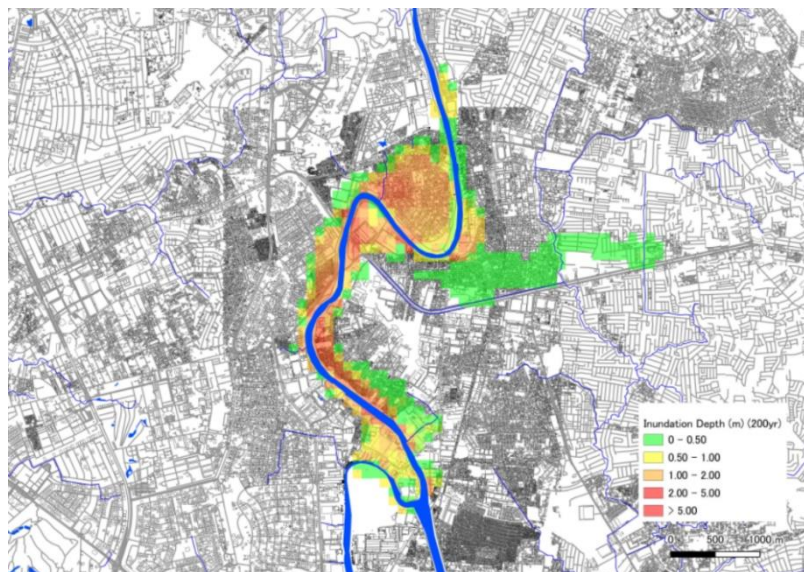
(1) 洪水ハザードマップの作成

1) 概要

パッシング・マリキナ川流域における洪水避難活動の促進および各自治体における洪水リスクの軽減に関するアクションプラン策定の基礎資料の提供等を目的として洪水ハザードマップを整備する。ハザードマップの作成にあたっては、(1) 情報が信頼できるものであること。(2) 理解しやすいものであること、(3) ユーザーフレンドリーで、様々な人にとって使いやすいものであること、の以上の3点に留意して作成することとする。

2) ベースマップの整備

本詳細設計業務において、プロジェクトにて使用するハザードマップのベースマップを整備した。マップについては、プロジェクト対象地域の住宅地図、衛星画像、数値標高モデルデータ、フェーズⅢにおいて整備した避難場所等の施設情報、本業務にて実施した氾濫解析結果を GIS プログラムに取り込み作成した。なお、氾濫解析については、2009年の台風オンドイ型の降雨を想定した、200年確率降雨の規模の降雨を対象とし、堤防の整備状況はフェーズⅣ終了後、堤防の余裕高は考慮しない安全側の条件で解析を実施している。使用した氾濫解析の結果を図 9.1.9 に示す。



出典：調査団

図 9.1.9 氾濫解析結果（200 年確率降雨：フェーズ IV 区間沿い）

作成したベースマップを図 9.1.10 に示す。なお、避難経路の検討に役立てるため、2次元に加え、地形の高低差や緊急時の垂直避難場所となり得る高層建築物の位置を視覚的に判別できる 3次元での表示も可能なマップを作成した。このマップについては、完成後に各自治体の防災担当部署に提供し、河川整備の進捗や社会状況の変化等を考慮し、内容の検証及び見直しを適宜行ってもらおうことを想定している。



出典：調査団

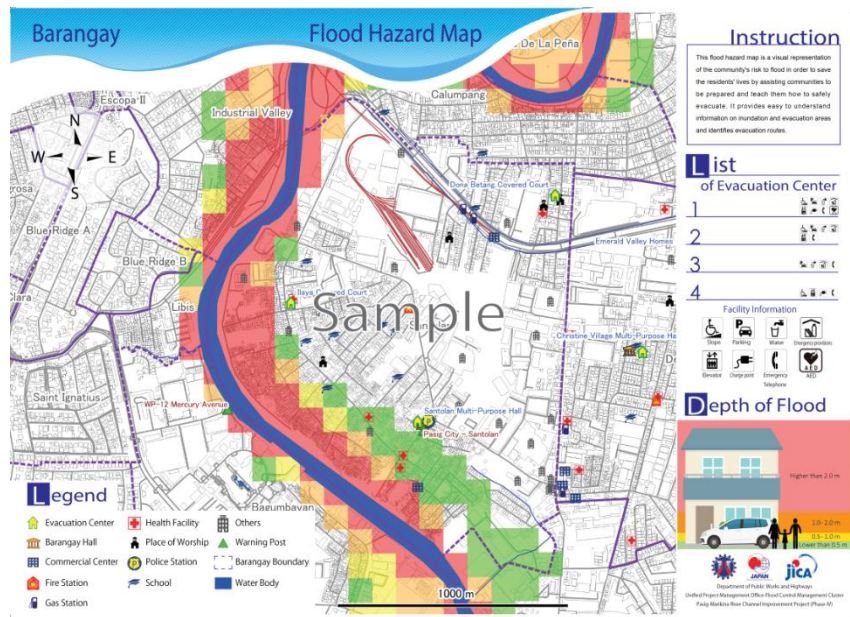
図 9.1.10 ベースマップ（左：2次元マップ 右：3次元マップ）

3) ドラフト版ハザードマップの作成

作成したベースマップを用い、ドラフト版のハザードマップを作成した。作成したハザードマップを図 9.1.11 および図 9.1.12 に示す。

ハザードマップ作成にあたっては、ベースマップに加え、各自治体において採用されている警報、避難情報伝達方法、緊急連絡先、常時および災害時に留意すべき点等に関する情報を記載する。各情報については、幅広い世代のユーザーに理解してもらうため、イラスト・図等を変え、わかりやすい内容となるよう留意する。

また、高齢者や障害者にとっても使いやすいものとするため、避難経路上の障害物の位置、避難所のバリアフリー情報（スロープの整備、エレベータの有無等）等についての情報についても整備し、今後マップに盛り込むことが望ましい。



出典：調査団

図 9.1.11 ドラフト版ハザードマップ（表面）



出典：調査団

図 9.1.12 ドラフト版ハザードマップ（裏面）

4) ハザードマップ作成後の取り組み

ハザードマップの作成後に、説明会やワークショップを開催して各コミュニティの住民等に公表・周知し、ハザードマップの記載内容について、利用者の理解を深めること、また、行政と住民等が一体となって利活用していく体制を作っていくことが必要である。また、ハザードマップ

の情報をより信頼できるものとするため、ワークショップ等の機会を通じ、それぞれの地域の実情について最も理解している地域住民からの意見を取り入れて適宜マップを更新するほか、地域独自の情報を盛り込む等の工夫も必要である。

作成したハザードマップについては、リニューアルするウェブサイトから閲覧・ダウンロード可能な状態とすることで、更なる普及を図る。また、事業実施前と実施後の氾濫解析結果を示すことで、本事業の効果についても広くPRを行う。

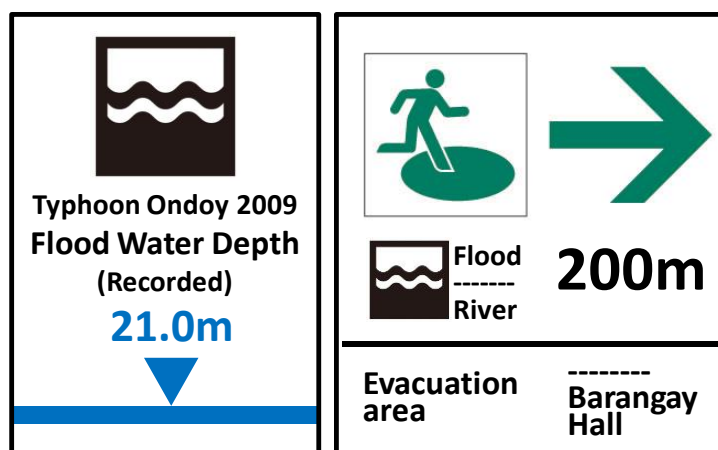
(2) 洪水標識及び避難経路標識の設置

公共機関等の建物に計画洪水時の浸水深を示す洪水標識および洪水時の避難場所への避難経路標識を設置することにより、河川流域住民に対し、洪水に対する注意啓発に努め、洪水時には速やかな避難を促すことで、人的な洪水被害の軽減を図る。本事業対象地域である、マリキナ市の低平地区で一部においては、図 9.1.13 に示すように 2009 年の台風オンドイ上陸時に発生した洪水の浸水深を明示している箇所がある。ただし、浸水した地区全域で体系的に実施されている訳ではなく、今後、このような活動を普及させる必要がある。将来の活動を念頭に入れ、日本の避難誘導標識システムを参考に作成した洪水標識および避難誘導標識のイメージを図 9.1.14 に示す。



出典：調査団

図 9.1.13 本事業対象地区内で一部実施されている洪水痕跡表示箇所



出典：JIS Z9098 防災標識ガイドブック

図 9.1.14 洪水標識および避難誘導標識のイメージ(JIS Z9098 防災標識ガイドブックを参考に作成)

9.1.3.3 洪水対策委員会（FMC）の活性化

上記 7.1.2.2 にて記載した FMC の活性化計画に則り、表 9.1.2 のとおり本業務において FMC の活動を再始動させた。また、今後も定期的に会合の機会を設け、FMC の活動を活性化させる。

表 9.1.2 FMC 実施状況

会議	日程	場所	議題
第 1 回 FMC 会議 (実務者級会議)	2019 年 6 月 7 日	DPWH 本省	<ul style="list-style-type: none"> FMC 活動概要の確認 フェーズ IV プロジェクトの概要 過去の非構造物対策の評価および今後の実施方針
第 2 回 FMC 会議	2019 年 8 月 13 日	ケソン市	<ul style="list-style-type: none"> FMC 活動概要の確認 フェーズ IV プロジェクトの概要 過去の非構造物対策の評価および今後の実施方針
第 3 回 FMC 会議	2019 年 11 月 18 日	ケソン市	<ul style="list-style-type: none"> パッシング・マリキナ川流域における河川整備の沿革 フェーズ IV 詳細設計業務の進捗状況 洪水ハザードマップ
第 4 回 FMC 会議	2020 年 2 月 7 日	ケソン市	<ul style="list-style-type: none"> フェーズ IV 詳細設計業務の進捗状況 フェーズ IV 事業時の移転計画実施の概要 流域の河川施設操作システム案

出典：調査団

(1) 第 1 回 FMC 会議（実務者級会議）（2019 年 6 月 7 日）

各関係機関および自治体の実務者級の職員を対象とした FMC を 2019 年 6 月 7 日に DPWH の本省において実施した。本会議にはメンバー及びオブザーバー機関より計 34 名が参加した。会議では DPWH より、FMC の活動概要の確認について、また、JICA 調査団からはフェーズ IV の概要及び過去のプロジェクトにて実施した非構造物対策の評価及び今後の実施方針について説明した。会議後の質疑応答では、プロジェクトの実施に伴う住民移転に関する意見・問い合わせがあった。また、一部のオブザーバーからは FMC のメンバーへの加入を希望する声も上がった。



出典：調査団

図 9.1.15 FMC 実務者級会議

(2) 第 2 回 FMC 会議（2019 年 8 月 13 日）

第 2 回 FMC を 2019 年 8 月 13 日にケソン市において実施した。本会議にはメンバー及びオブザーバー機関より計 108 名が参加した。会議では DPWH より、FMC の活動概要の確認について、JICA

調査団からはフェーズⅣの概要及び過去のプロジェクトにて実施した非構造物対策の評価及び今後の実施方針について説明した。会議後の質疑応答では、フェーズⅣの具体的な工事概要、FMCの開催スケジュール、住民移転に関する意見・問い合わせがあった。



出典：調査団

図 9.1.16 第 2 回 FMC 会議

(3) 第 3 回 FMC 会議（2019 年 11 月 18 日）

第 3 回 FMC を 2019 年 11 月 18 日にケソン市において実施した。本会議にはメンバー及びオブザーバー機関より計 77 名が参加した。会議では DPWH より、これまでのパッシング・マリキナ川及びラグナ湖流域における河川整備の沿革について、JICA 調査団からはフェーズⅣ 詳細設計業務の進捗状況、現在作成している洪水ハザードマップの概要説明と、ハザードマップを使ったフェーズⅣプロジェクトでの活動案についてについて説明した。会議後の質疑応答では、フェーズⅣプロジェクト後の各施設の運用方針、流域管理方針、住民移転、ハザードマップのパイロット地区に関する意見・問い合わせがあった。



出典：調査団

図 9.1.17 第 3 回 FMC 会議

(4) 第 4 回 FMC 会議（2020 年 2 月 7 日）

第 4 回 FMC を 2020 年 2 月 7 日にケソン市において実施した。本会議にはメンバー及びオブザーバー機関より計 91 名が参加した。会議では、DPWH の開会挨拶後、JICA 調査団からこれまでのパ

ッシング・マリキナ川及びラグナ湖流域における河川整備の沿革を述べ、フェーズ IV 詳細設計業務の進捗状況、住民移転の進捗及び課題並びに将来計画、フェーズ IV プロジェクト後の洪水時の河川施設の操作ルール案を説明した。また、マンガハン放水路に注ぐ河川によるイーストマンガハン地区の洪水浸水やラグナ湖の洪水時の水位上昇といったプロジェクト完了後も残る課題について参加者と共有した。会議後の質疑応答では、住民移転や残る課題への対応に関する意見・問い合わせがあった。なお、次回以後の FMC は、DPWH が主体となって四半期毎を目処に開催していくこととなる。



出典：調査団

図 9.1.18 第 4 回 FMC 会議

9.1.3.4 洪水被害軽減のための人材育成

(1) 地域住民を対象とした人材育成

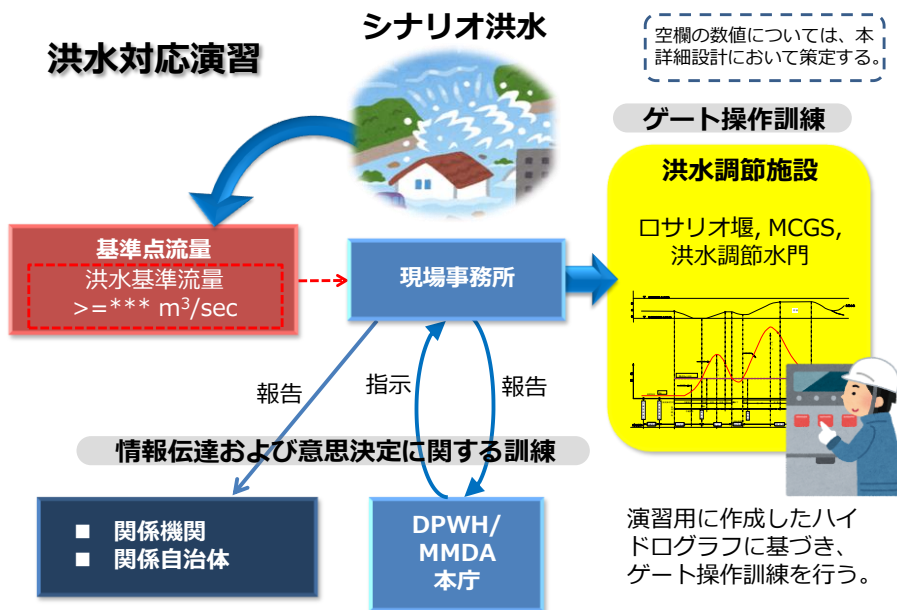
LGU 等を対象としたアンケートでの要望にも挙がっていた、プロジェクト対象地域の住民を対象とした避難訓練、また、各地域で災害時の防災対応や、河川パトロールを行うボランティアの育成を行う。避難訓練の実施にあたっては前述の活動において策定されたハザードマップや洪水標識および避難誘導標識を用いながら、実戦的な訓練を実施するものとする。避難訓練において明らかになった課題については、関係者間で共有し、施設整備、避難経路の見直し、ハザードマップの更新等に役立てるものとする。

(2) 施設管理者を対象とした人材育成

フェーズ IV においては MCGS や水門施設等が建設されることから、プロジェクトが完了し、施設の運用が開始される前に実際にこれらの施設を操作することとなる DPWH、MMDA の職員を対象とした洪水対応演習や、防災対応訓練を実施しておく必要があると考えられる。

1) 洪水対応演習

フェーズ IV において、MCGS や水門施設を整備することにより、パッシング・マリキナ川、マンガハン放水路、ラグナ湖を含めた、広域かつ統合的な洪水対応が可能となる。ただし、こうした操作を実現するには、施設整備に加え、施設を管理する人材の能力強化が不可欠である。そこで、洪水が発生した場合の各施設の操作、関係機関内での情報伝達に関する演習をロールプレイング方式により実施し、関係機関職員の洪水対応能力の向上を図るものとする。

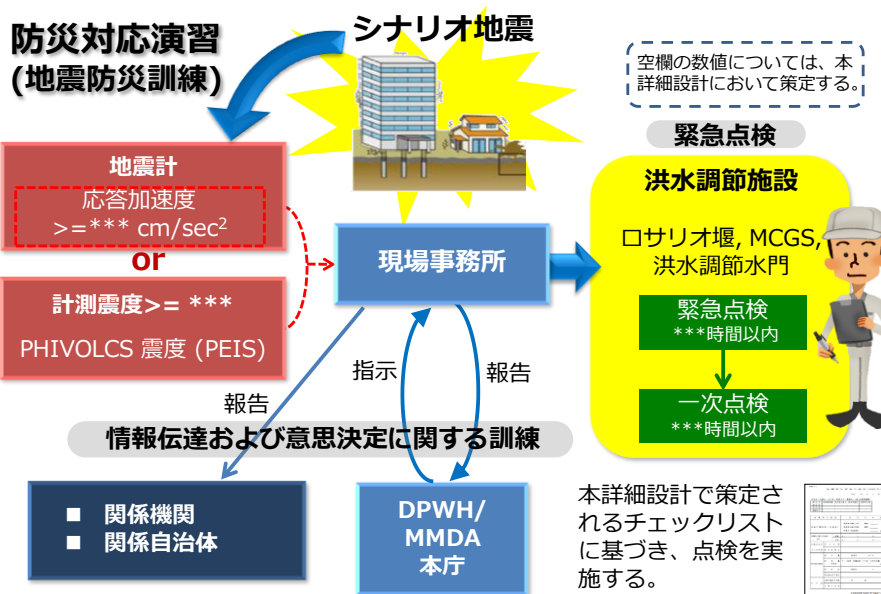


出典：調査団

図 9.1.19 洪水対応演習概要

2) 防災対応演習（地震防災訓練）

フェーズ IV において建設される堰・水門施設は、将来発生が予想されるレベル 2 地震動に対応した設計となる予定である。これに対応し、レベル 2 地震に対するソフト面の対策として、施設完成後に地震後の各施設の点検、関係機関内での情報伝達に関するロールプレイング形式の演習を実施し、関係機関職員の防災対応能力の向上を図るものとする。



出典：調査団

図 9.1.20 防災対応演習（地震防災訓練）概要

9.1.3.5 ウェブサイトおよび SNS による情報発信

(1) ウェブサイトの再開

フェーズ III では、洪水災害に対する迅速な対応のため、Effective Flood Control Operation System (EFCOS) によって観測される水位情報を関係自治体に提供することを目的とした EFCOS のウェブサイト及び、パッシング・マリキナ川流域の各関係者に河川改修事業、洪水緩和施設整備、洪水警報システムの重要性、意義および進捗情報を提供するために開設された PMRCIP のウェブサイトの二種類のウェブサイトが開設された。

このうち、PMRCIP のウェブサイトについては、現在運用が停止されている状況であることから、プロジェクトの活動を広くアピールするため、ウェブサイトのリニューアルを行うものとする。以下、表 9.1.3 にフェーズ IV におけるウェブサイトコンテンツの概要案を、図 9.1.21 にウェブサイトリニューアルイメージ (案) を示す。なお、前フェーズのウェブサイトが運用停止となっていた状況に鑑み、頻繁な更新が想定される事業に関するニュース・イベント情報については Facebook と連携して掲載するなど、必要な更新作業を簡素化し、持続的に運用が行われるよう工夫した構成とする。

表 9.1.3 ウェブサイトコンテンツの概要

分類	コンテンツ内容
広報	事業概要
	事業による効果
	事業に関するニュース・イベント情報 (Facebook と連携)
被害軽減	洪水対策委員会 (FMC) 活動について
	ハザードマップ
	パッシング・マリキナ川水文情報

出典：調査団



出典：調査団

図 9.1.21 ウェブサイトリニューアルイメージ (案)

(2) SNS による情報発信

SNS を活用し、本事業に関する情報発信を行う。既に前フェーズにおいて開設された Facebook アカウントがあることから (以下図 9.1.22 参照)、これを活用し、事業概要、進捗状況、イベント情報等に関する情報発信を行う。



出典：URL: <https://ja-jp.facebook.com/pmrcip/>

図 9.1.22 既存の PMRCIP の Facebook ページ

9.1.3.6 フェーズ IV 非構造物対策アクションプラン

(1) アクションプラン

前述のフェーズ IV 非構造物対策を実現するためのアクションプランを整理した。それぞれの活動に対するアクションプランを表 9.1.4～表 9.1.7 に、スケジュールを表 9.1.8 に、各活動の概算費用を表 9.1.9 に示す。

表 9.1.4 各種情報提供・PR による事業への理解の醸成

項目	活動内容	スケジュール	関係機関	リソース	成果
インフォメーション・キャンペーンと広報活動 (ICP)	コミュニティ向け説明会、プロジェクト啓発活動	2021 - 2025 年 (5 年間) 必要に応じて実施	・自治体 ・バランガイ ・学校	・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・事業への理解の醸成 ・参加者からの意見・提案
	公聴会	2021 - 2025 年 (5 年間) 必要に応じて実施	・自治体 ・バランガイ ・学校	・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・事業への理解の醸成 ・参加者からの意見・提案
	キャラバンオペレーション (巡回説明)	2021 - 2025 年 (5 年間) 必要に応じて実施	・政府機関 ・バランガイ ・学校	・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・事業への理解の醸成 ・参加者からの意見・提案
	マスメディアへの出演	2021 - 2025 年 (5 年間) 必要に応じて実施	・メディア	・広告費 ・メディア専門家 ・マテリアル	・事業への理解の醸成
	行政 (国、自治体) 間の連携促進および自治体 (LGUs) 等との広報活動の協調	2021 - 2025 年 (5 年間) 必要に応じて実施	・政府機関 ・自治体 ・バランガイ	・コーディネーター	・事業への協力
ウェブサイトや SNS による情報発信	PMRCIP ウェブサイトの再開と情報発信	2021 - 2025 年 (5 年間) 定期的に更新	・ —	・グラフィックデザイナー ・マルチメディアクリエイター ・HP および SNS に使用する素材	・事業への理解の醸成

出典：調査団

表 9.1.5 洪水被害軽減に向けた情報提供

項目	活動内容	スケジュール	関係機関	リソース	成果
洪水被害軽減に向けた分かりやすい情報提供	洪水ハザードマップの作成	・準備 2021 年 (1 年間)	・自治体 ・バランガイ ・学校	・氾濫解析結果 ・地図データ ・GIS 技術者 ・グラフィックデザイナー	・ハザードマップ
		・ワークショップ 2022 年 (1 年間)	・自治体 ・バランガイ ・学校	・ハザードマップ ・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・ハザードマップの更新 ・マップ利用者からの評価・フィードバック
	洪水標識及び避難経路標識の設置	・準備（設置位置の検討）2021 年 (1 年間) ・設置 2022 年 (1 年間)	・自治体 ・バランガイ ・学校	・洪水標識及び避難経路標識 ・建物所有者からの設置許可 ・設置費用	・洪水標識及び避難経路標識 ・利用者からの評価・フィードバック

出典：調査団

表 9.1.6 関係機関の合意形成

項目	活動内容	スケジュール	関係機関	リソース	成果
洪水対策委員会（FMC）の活性化	FMC 会合	2019-2026 年 (3 ヶ月に 1 回、もしくは必要に応じて開催)	・ FMC メンバー ・ オブザーバー ・ 事務局	・ 会場 ・ ファシリテーター	・ メンバー間での情報共有 ・ プロジェクトへの協力

出典：調査団

表 9.1.7 洪水被害軽減のための人材育成

項目	活動内容	スケジュール	関係機関	リソース	成果
地域住民を対象とした人材育成	洪水避難訓練	2023-2025 年 (3 年間)	・自治体 ・バランガイ ・学校	・ハザードマップ ・洪水標識及び避難経路標識 ・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・円滑な避難体制の構築 ・参加者からのフィードバック
	河川パトロール、災害被害軽減のためのボランティア育成	2023-2025 年 (3 年間)	・自治体 ・バランガイ ・学校	・ハザードマップ ・洪水標識及び避難経路標識 ・会場 ・ファシリテーター ・マテリアル	・訓練を受けた河川パトロール、災害被害軽減のためのボランティア
施設管理者を対象とした人材育成	洪水対応演習	2025 年 (堰・ゲート施設竣工後)	・ DPWH ・ MMDA ・ 自治体	・ 操作ルール・マニュアル ・ 会場 ・ ファシリテーター ・ 演習マテリアル	・ 訓練を受けた施設操作者 ・ 防災体制の強化
	防災対応演習 (地震防災訓練)	2025 年 (堰・ゲート施設竣工後)	・ DPWH ・ MMDA ・ 自治体	・ 点検ガイドライン・マニュアル ・ 会場 ・ ファシリテーター ・ 演習マテリアル	・ 訓練を受けた施設操作者 ・ 防災体制の強化

出典：調査団

表 9.1.8 各活動の実施スケジュール

活動内容	年																																							
	2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025				2026											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
コンサルティング業務 / 建設工事																																								
詳細設計	■																																							
コンサルティングサービス					■				■				■				■				■				■				■											
建設工事													■				■				■				■				■											
非構造物対策																																								
インフォメーション・キャンペーンと広報活動（ICP）																																								
コミュニティ向け説明会、プロジェクト啓発活動									■				■				■				■				■				■											
公聴会									■				■				■				■				■				■											
キャラバンオペレーション（巡回説明）									■				■				■				■				■				■											
マスメディアへの出演									■				■				■				■				■				■											
行政（国、自治体）間の連携促進および自治体（LGUs）等との広報活動の協調									■				■				■				■				■				■											
ウェブサイトやSNSによる情報発信																																								
PMRCIPウェブサイトの再開とSNSによる情報発信									■				■				■				■				■				■											
洪水被害軽減に向けた分かりやすい情報提供																																								
洪水ハザードマップの作成									■				■				■				■				■				■											
洪水ハザードマップワークショップ									■				■				■				■				■				■											
洪水標識及び避難経路標識の設置									■				■				■				■				■				■											
洪水対策委員会（FMC）の活性化																																								
洪水対策委員会会合(3カ月に1回)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
人材育成																																								
地域住民																																								
洪水避難訓練													■				■				■				■															
河川パトロール、災害被害軽減のためのボランティア育成													■				■				■				■															
施設管理者																																								
洪水対応演習																					■				■															
防災対応演習（地震防災訓練）																					■				■															

出典：調査団

表 9.1.9 各活動の概算費用（5年間）

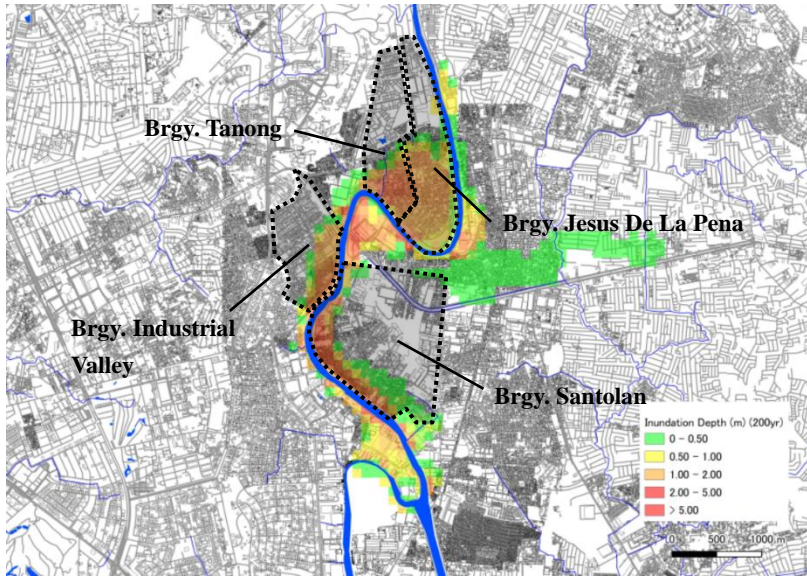
番号	項目	単位	数量	単価	合計
1.	人件費				
	A. 広報戦略 / メディア戦略 専門家	人・月	60	施工監理コンサル タレントによっ て実施	
	B. マルチメディアクリエイター (グラフィックデザイナー)	人・月	60		
	C. GIS オペレーター	人・月	60		
	D. 土木技術者	人・月	3		
2.	インフォメーション・キャンペーン用マテリアルの作成				
	A. 印刷物の作成				
	1. パンフレット (1,000 部/年×5 年)	部	5,000	50.00	250,000.00
	2. ちらし (10,000 部/年×5 年)	部	50,000	10.00	500,000.00
	3. ポスター (30 部/年×5 年×14 バランガイ)	部	2100	45.00	94,500.00
	4. 街灯掲示板 (100 枚/年×5 年)	基	500	350.00	175,000.00
	5. 屋外掲示板 (1 基/年×5 年)	基	5	220,000.00	1,100,000.00
	6. 新聞 (2,000 部/年×5 年)	部	10,000	75.00	750,000.00
	7. カレンダー (400 部/年×5 年)	部	2,000	250.00	500,000.00
	B. 映像物の作成				
	1. プロモーションビデオ (5 本 (キャラバン用、メディア向け用、行政向け用、ハートマップ 活動用、住民移転活動用) / 年×5 年)	本	25	180,000.00	4,500,000.00
3.	コミュニティ向け説明会、プロジェクト啓発活動				
	A. バランガイ内の定期会議 (2 回/5 年×5 年×14 バランガイ)	回	28	50,000.00	1,400,000.00
4.	公聴会				
	A. タウンホール等公聴会 (1 回/バランガイ×14 バランガイ)	回	14	50,000.00	700,000.00
5.	キャラバンオペレーション (巡回説明)				
	A. 学校				
	1. シンポジウム、フォーラム、サミット等 (2 回/5 年×5 年×14 バランガイ)	回	28	80,000.00	2,240,000.00
	B. バランガイ				
	1. 説明会 (3 回/5 年×5 年×14 バランガイ)	回	42	50,000.00	2,100,000.00
	C. 政府機関				
	1. 説明会 (1 回/年×5 年)	回	5	30,000.00	150,000.00
6.	人材育成				
	A. 河川パトロール及び災害被害軽減のためのボランティア育成 (20 人/バランガイ×14 バランガイ)	人	280	1,500.00	420,000.00
	B. 洪水避難、洪水対応演習 (1 回/年×3 年×4 バランガイ)	回	12	80,000.00	960,000.00

7.	コミュニティ向け情報発信所の設置				
A.	バランガイ内に簡易情報発信施設の設置 (2~3基/バランガイ×14バランガイ)	基	30	15,000.00	450,000.00
8.	マスメディアの活用				
A.	テレビによるアナウンス放送 (1回/年×5年)	回	5	180,000.00	900,000.00
B.	アナウンス放送広告の設置 (1回/年×5年×3箇所)	回	15	200,000.00	3,000,000.00
C.	主要なテレビ・ラジオでのインタビュー (1回/年×5年)	回	5	195,000.00	975,000.00
D.	記者会見 (1回/年×5年)	回	5	300,000.00	1,500,000.00
E.	新聞発表 (1回/年×5年)	回	5	125,000.00	625,000.00
9.	ウェブサイトやSNSによる情報発信				
A.	ウェブサイトやSNSへの掲載情報の創出及び発信 (4回/年×5年)	回	20	100,000.00	2,000,000.00
10.	行政(国、自治体)の連携促進及び自治体等との広報活動の 協調				
A.	国と関係自治体間の月例会議 (12回/年×5年)	回	60	30,000.00	1,800,000.00
11.	洪水被害軽減情報の提供活動				
A.	ハザードマップ作成	式	1	150,000.00	150,000.00
B.	学校及びバランガイでのワークショップ (4回/年×1年×4バランガイ)	回	16	75,000.00	1,200,000.00
C.	洪水標識及び避難経路標識の設置 (50箇所/バランガイ×4バランガイ)	箇所	200	1,000.00	200,000.00
12.	洪水対策委員会(FMC)の活性化				
A.	4半期会議 (4回/年×5年)	回	20	150,000.00	3,000,000.00
				Total	31,639,500.00

出典：調査団

(2) パイロット地区の選定

上記の活動のうち、ハザードマップの作成、洪水標識及び避難経路標識の設置、洪水避難訓練等の地域住民を対象とした人材育成の活動については、パイロット地区を選定した上で活動を行うこととする。パイロット地区は、9.1.3.2に示す氾濫解析の結果より、フェーズIV完了後においても200年確率降雨に対し洪水リスクが残ると想定される地域から選定した。さらに、バランガイオフィスにおいてプロジェクトへの参加意向確認のためのヒアリングを実施し、最終的に図9.1.23に示す地区を選定した。



出典：調査団

図 9.1.23 パイロット地区候補

● Barangay Jesus De La Pena および Barangay Tanong（マリキナ市）

本バラングイが位置する Sta.11+350 付近～Sta.13+350 付近の区間については、マリキナ市が公園整備を行っていることから、堤防を整備しないでほしいとの要望が出ており、仮に上記区間の堤防整備を実施しない場合は、非構造物対策による洪水被害の軽減対策が必要になる。バラングイオフィスを訪れ、防災担当者へのヒアリングを行ったところ、2009 年の台風オンドイ上陸時には地区内の広範囲にわたって浸水被害が生じたことを契機に、防災対策に力を入れていることを伺った。本活動の計画を説明したところ、活動への参加に関して非常に前向きな回答があった。また、隣接する Barangay Tanong も Jesus De La Pena と同様にオンドイによる浸水被害が発生するなど洪水リスクが高い地域である。バラングイオフィスを訪問し、バラングイの防災責任者であるバラングイキャプテンへヒアリングを行ったところ、これまで洪水被害をしばしば受けてきており、独自に洪水マップや避難ルールの作成、洪水時の避難場所などを準備して被害軽減に努めているとのことだった。本活動の計画を説明したところ、現在の取り組みを高めることにつながるとして活動への参加に非常に前向きな回答があった。

● Barangay Industrial Valley Complex（マリキナ市）

本バラングイは、フェーズ IV 後もマリキナ川沿いの地域を中心に洪水リスクが残ることが予想され、バラングイオフィスを訪問し、防災担当者へのヒアリングを行ったところ、2009 年の台風オンドイ上陸時には地区内の広範囲にわたって浸水被害が生じたことを契機に、防災対策に力を入れていることを伺った。本活動の計画を説明したところ、活動への参加に関して非常に前向きな回答があった。

● Barangay Santolan（パッシング市）

本バラングイはオンドイにより広範囲が浸水する被害が出ており、フェーズ IV 後もマリキナ川沿いの地域を中心に洪水リスクが残ることが予想される。なお、本地区はフェーズ III においても

ハザードマップ作成や避難訓練活動のパイロット地区となっていた。 balanガイオフィスを訪問し、防災担当者へのヒアリングを行ったところ、当時作成したハザードマップは現在も活用されているが、各情報については作成時から更新されていないとのことであった。本活動の計画を説明したところ、ハザードマップ更新の必要性を認識し、活動への参加に関して非常に前向きな回答があった。本地区は、活動を実施するにあたり、フェーズⅢからの経験を他の balanガイや組織に伝えるなどの役割も期待される。

9.2 堰等の運用・操作規則

本節では、本事業によって建設が予定されている MCGS 及び 2 基の逆流防止水門の操作規則の考え方を、既存の NHCS（ナピンダン水門）及び Rosario（ロサリオ）堰との統合的運用方法も含めて検討する。

堰等の操作運用規則の最終案は、次の 2 つに分けて本節の末尾に示す。

- Rosario 堰、MCGS、及び NHCS ; 並びに
- 2 基の逆流防止水門

9.2.1 既存構造物の操作運用規則

本事業の対象流域であるパッシング・マリキナ川における既存治水構造物である、

- マンガハン放水路流入部に位置する Rosario 堰 ; 及び
 - ナピンダン水路がパッシング川に合流する地点に設置されている NHCS
- の現操作運用規則を以下に示す。

9.2.1.1 Rosario 堰及び NHCS（ナピンダン水門）

(1) Sto. Nino 地点の H-Q カーブ（2014 年）

2014 年の JICA 協力準備調査によって見直された、Sto. Nino 地点の H-Q は以下の表 9.2.1 に示す通りである。

表 9.2.1 Sto. Nino 地点の H-Q（2014 年）

条件	関係式
$H < EL + 14.0$	$Q = 32.03 \times (H - 10.80)^2$
$H > EL + 14.0$	$Q = 25.65 \times (H - 10.46)^2$

ここに、 Q: 流量 H: Sto. Nino 地点水位

出典：2014 年 JICA 協力準備調査

(2) 現行操作ルール

第 3 章にも示しているように、Rosario 堰及び NHCS の操作は以下の表 9.2.2 に示す通りである。また図 9.2.1 として EFCOS 事務所に示されている操作規則表を示す。

表 9.2.2 Rosario 堰及び NHCS のゲート操作規則

条件	Sto. Nino 水位	Rosario Weir	NHCS
水位上昇時	EL+13.80m	Gate No.4 開	Rosario 堰のゲート開操作開始の連絡が入り次第、NHCSの主ゲートは「閉」とする。
	EL+13.90m	Gate No.5 開	
	EL+14.0~14.40m	Gate No.3 & 6 開	
	EL+14.50~15.10m	Gate No.2 & 7 開	
	EL+15.30m~Up	Gate No.1 & 8 開	
水位降下時	EL+15.00m	Gate No.1 & 8 閉	Rosario Weir のゲート閉操作終了連絡が入り次第、NHCSの主ゲートは「開」操作を行う。
	EL+14.50m	Gate No.2 & 7 閉	
	EL+14.00m	Gate No.3 & 6 閉	
	EL+13.80m	Gate No.5 閉	
	EL+13.60m	Gate No.4 閉	

出典：MMDA-EFCOS 事務所からの情報に JICA 調査団が追記

GATE OPERATION REVISED RULE CURVE 2012
I. OPENING OF ROSARIO WEIR FLOODGATES

WATERLEVEL (M)	NO. OF GATES TO OPEN	GATE NO.	REMARKS
13.80 13.90	1	GATE 4 GATE 5	ISSUE WARNING TO ALL WARNING POST STATION
14.00-14.40	4	GATE 3 & 6	
14.50-15.10	6	GATE NO. 2 & 7	
15.30 - UP	8	GATE NO. 1 & 8	ALL GATES SHOULD BE OPEN AND REMAINED OPEN IF CONTINOUS RAINFALL IS BEING MONITORED UPSTREAM

II. CLOSING OF ROSARIO WEIR FLOODGATES

WATERLEVEL (M)	NO. OF GATES CLOSED	GATE NO.	REMARKS
15.00	2 gates	GATE 1 & 8	If there will be no rainfall monitored upstream gates should be randomly closed except for the last two gates which will be randomly closed when the elevation at Sto. Niño Station reached at 13.80m waterlevel at Rosario should be closely monitored due abnormalities of the difference in the elevation bet Sto Niño and Rosario J.S. when waterlevel is at its normal stage.
14.50	4 gates add 2 gates	GATE 2 & 7	
14.00	6 gates add 2 gates	GATE NO. 3 & 6	
13.80	7 gates add 1 gate	GATE NO. 5	
13.60	ALL GATES SHOULD BE CLOSED	GATE NO. 4	

REFERENCE POINT: STO. NIÑO WATERLEVEL GAUGING STATION

ゲート操作規則 (2012年改訂版; 英語)

PALATUNTUNAN SA PAGBUBUKAS AT PAGSARA NG MGA TUBIG LAGUSAN
I. PAGBUBUKAS NG ROSARIO WEIR FLOODGATES

LEBEL NG TUBIG (m)	BILANG NG GATE NA BUBUKSAN	NUMERO NG GATE NA BUBUKSAN	PAALALA
13.80 13.90	1 (ISA) 2 (DALAWA)	GATE 4 GATE 5	PATUNUGIN ANG SIRENA HUDYAT BAGO MAGBUKAS NG GATE
14.00 - 14.40	4 (APAT)	GATE 3 & 6	
14.50 - 15.10	6 (ANIM)	Gates 2 & 7	
15.30 - PATAAS	8 (WALO)	Gates 1 & 8	PANATILIBHING NAKABUKAS ANG MGA GATES KUNG MAY MALALAKAS NA ULAN SA BULUBUNDURIN NG BIZAL AT KARATIG NA LUGAR

II. PAGSASARA NG ROSARIO WEIR FLOODGATES

LEBEL NG TUBIG (m)	BILANG NG GATE NA ISASARA	NUMERO NG GATE NA ISASARA	PAALALA
15.00	2 (kakasara) 6 nanatiling nakabukas	Gate 1 & 8	KUNG WALANG MALALAKAS NA ULAN ANG NASUSUBAYBAYAN SA BUNDOK, MAHIGBIT NA BANTAYAN ANG PAGBABA NG LEBEL NG TUBIG UPANG MAKAPAGSARA NG FLOODGATES AT MAIWASAN ANG PATULOY NA PAGPASOK NG TUBIG BAHA PAPUNTANG LAWA UPANG MAKAPACIMBAK TAYO SA SUSUNOD NA ULAN
14.50	4 (nakasara) 4 nanatiling nakabukas	Gate 2 & 7	
14.00	6 (nakasara) 2 nanatiling nakabukas	Gates 3 & 6	
13.80	7 (nakasara) 1 nanatiling nakabukas	Gate No. 5	
13.60	LAHAT NG GATE DAPAT NAKASARA NA	Gate No. 4	

PINAGBASEHAN NG LEBEL: ESTASYON NG STO. NIÑO SA TULAY NG MARIKINA

LAHAT NG IMPORMASYON PATUNGKOL SA PAGSASARA AT PAGBUBUKAS NG MGA FLOODGATES AY IPAGBIGAY ALAM SA MGA NAKATATAAS NG ATING TANGGAPAN AT SA FLOOD CONTROL INFORMATION CENTER

ゲート操作規則 (2012年改訂版; タガログ語)

2012 REVISED GUIDELINE IN THE OPEING OF GATES AT ROSARIO WEIR
REFERENCE POINT: STO. NIÑO WATERLEVEL GAUGING STATION

STARTING ELEVATION	TOTAL RAINFALL UPSTREAM	FORECAST ELEVATION		GATES TO OPEN AT RANDOM	GATE OPERATION		WHAT TO DO FIRST	REMARKS
		LOW	HIGH		OPEN	CLOSE		
13.50 ALARM	NO RAINFALL MONITORED AT ALL EFCOS RAINFALL GAUGING STATION			ALL GATES CLOSED	0	8	ISSUE WARNING BEFORE OPENING ALL GATES	If there is no rainfall event yet Sto. Niño reads elevation 13.8m keep all gates closed
13.70 ALERT								If there is rainfall event follow the random opening of gates
13.80 CRITICAL	LIGHT 10-30	13.90	14.4	OPEN G4 OPEN G5 OPEN G3 & G6	1 2 4	7 6 4	ISSUE SEVERE WARNING AT ALL WARNING POST STATION	FIRST ALARM IN MARIKINA LGU (15.00) SECOND ALARM MARIKINA LGU (16.00) FORCE EVACUATION AT MARIKINA (17.00)
	LIGHT-MOD 30-50	14.50	15.10	OPEN G2 & G7 OPEN G8	6 7	2 1		
	MODERATE 50-70	15.30	15.90	OPEN G1	8	0		
	MOD-HEAVY 70-90	16.00	16.60		ALL GATES OPEN			
	HEAVY 90-100	16.70	16.90					

ゲート開操作ガイドライン（2012年改訂版）

FLOOD OPERATION RULE

PRECAUTION STAGE

During the precaution stage all gates are usually closed but then an announcement is given to people within the floodway channel as a precautionary measure.

- This stage occurs when the waterlevel at Sto. Niño is more than its alert level of 13.0m corresponding to 150 cu. m. discharge when the average rainfall intensity that falls in Sto. Niño Station is more than 30 mm or in case the waterlevel at Montalban exceeds 22.4m corresponding to 100 cu. m. per second.

CAUTION STAGE

When caution stage starts, some floodgates are open causing the sudden increase of floodwater to flow in the floodway channel. Warning consisting a siren warning and speaker warning is issued around 30 minutes before opening the floodgates to provide enough time for people inside the channel to stay away from the channel.

- The Napindan HCS is closed and the Rosario Weir is operated only to store the flood water from Marikina River into Laguna Lake.
- This stage occurs when the waterlevel at Sto. Niño reach critical level 1 hence, two floodgates are open.
- But when the waterlevel comes up halfway between critical level 1 and 2 four floodgates are open simultaneously

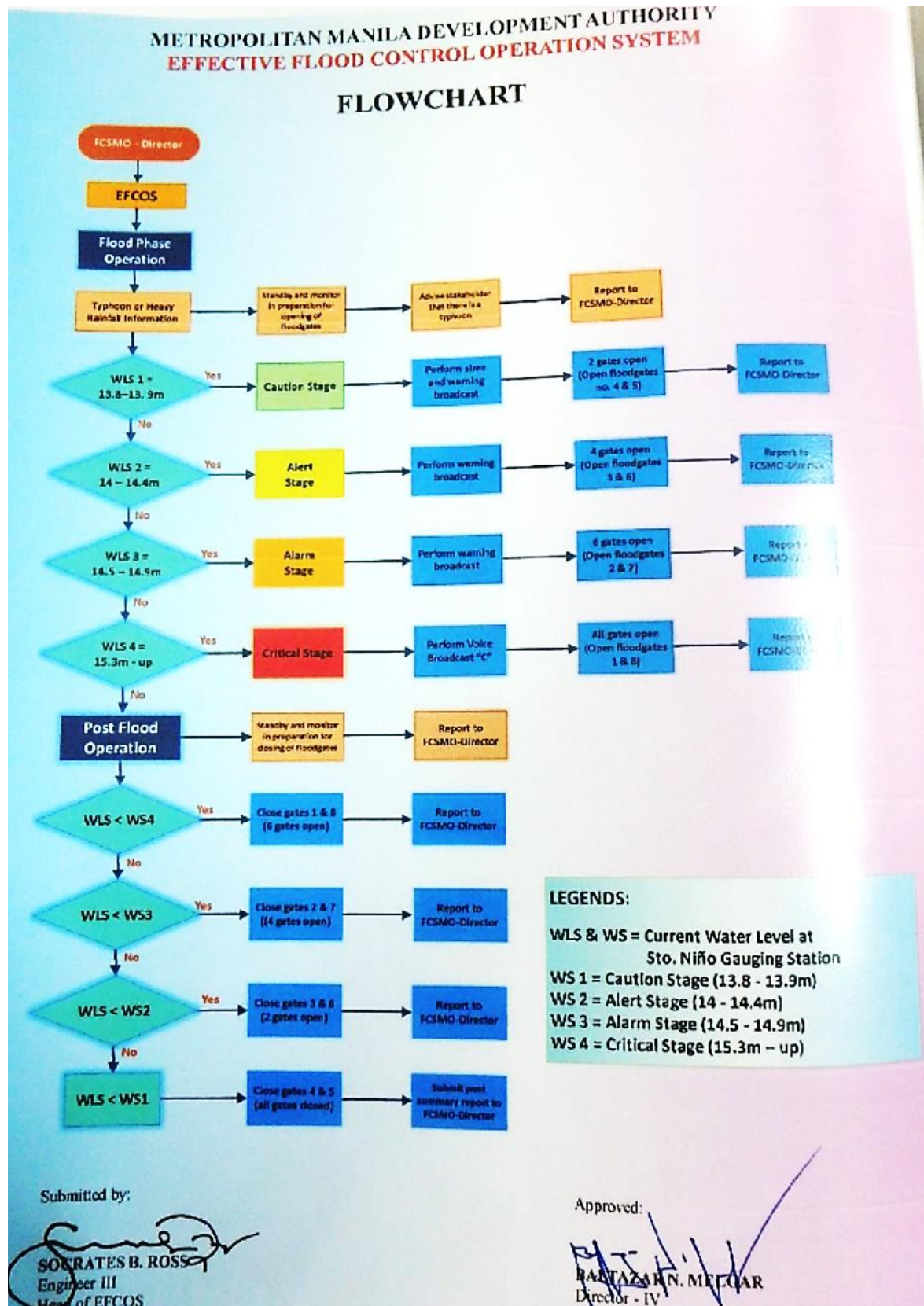
EMERGENCY STAGE

During emergency stage, the floodway stream is expected to rise due to bigger flood waters from Marikina River.

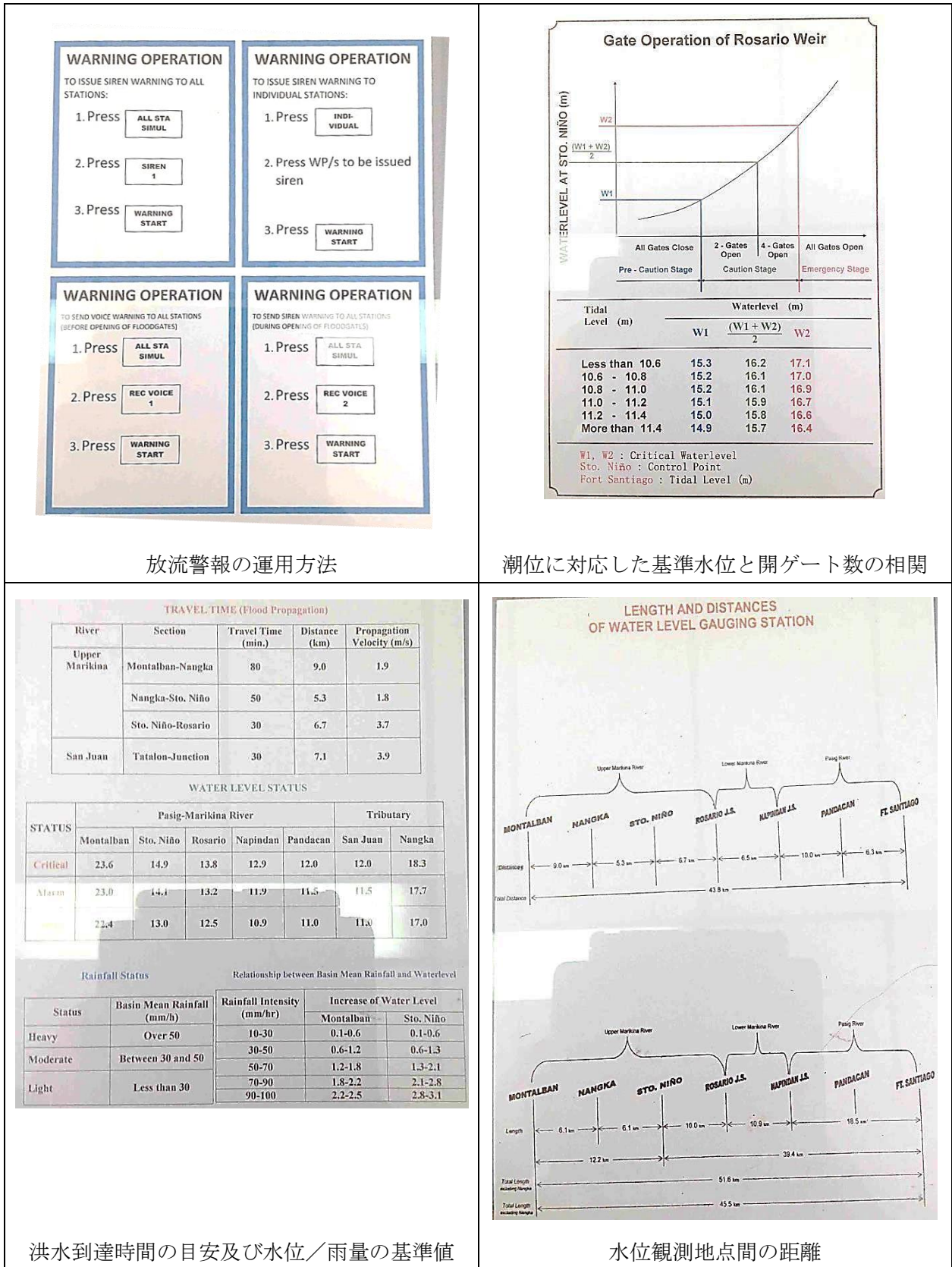
- This stage occurs when the waterlevel at Sto. Niño exceeds critical level 2, both Napindan HCS and Rosario Weir are operated to store flood water into Laguna Lake. When the floodwater into Manggahan Floodway has increased informative warning is issued as decided upon by Headquarters at Rosario.

Note: Tidal level (Fort Santiago) has to be considered during operation.

洪水時のゲート操作及び放流警報運用規則



洪水時のゲート操作及び放流警報フローチャート



出典：MMDA-EFCOS 事務所

図 9.2.1 Rosario 堰操作規則写真

(3) 水位操作ルールの流量への変換

上述の (2)に示した水位による Rosario 堰の操作規則を(1)に示した Sto.Nino における H-Q と組み合わせ、流量操作ルールに変換すると、Rosario 堰では、以下の表 9.2.3 に示すような運用を行っている。

表 9.2.3 Rosario 堰の流量によるゲート操作規則

条件	Sto. Nino 流量	Rosario Weir
水位上昇時	288 m ³ /s	Gate No.4 開
	308 m ³ /s	Gate No.5 開
	328 ~ 398 m ³ /s	Gate No.3 & 6 開
	419 ~ 552 m ³ /s	Gate No.2 & 7 開
	601 m ³ /s	Gate No.1 & 8 開
水位降下時	529 m ³ /s	Gate No.1 & 8 閉
	419 m ³ /s	Gate No.2 & 7 閉
	328 m ³ /s	Gate No.3 & 6 閉
	288 m ³ /s	Gate No.5 閉
	251 m ³ /s	Gate No.4 閉

出典：MMDA-EFCOS 事務所の情報を JICA 調査団が流量に変換

(4) Rosario 堰ゲート操作の整理

上記の(1)~(3)を整理すると、Rosario 堰の操作は以下の通りにまとめられる。
常時は、次の理由で全ゲートを「全閉」としている。

- マリキナ川下流の流量を維持するため（河川管理のため）；及び
- Laguna 湖の水位を下流に位置する NHCS のみで管理するため

一方、洪水時は、ゲートを以下のように操作している。

- Sto.Nino の流量が 300m³/s まで増加するとゲートの開操作を開始；
- Sto.Nino の流量が 600m³/s まで増加すると全 8 ゲートを全開；
- Sto.Nino の流量が 530m³/s まで減少するとゲートの閉操作を開始；
- Sto.Nino の流量が 250m³/s まで減少すると全 8 ゲートを全閉（常時の状態へ移行）

(5) Rosario 堰の警告放送

EFCOS 事務所からの情報によると、現在、次の 1~4 のメッセージを流すことが可能とのことである。いずれの放送も、英語、タガログ語の順に放送される。

<MESSAGE 1>（時間：50 秒）

This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.

The release of flood water through the Rosario floodgates will now commence.

The surge of water will become swift.

The public is advised not to go near the floodway channel to avoid risks.

Ito ay babala mula sa Rosario Master Control Station.

Ang pagpapalabas ng tubig baha sa tubig lagusan ng Rosario ay sisimulan na.

Ito ay maaasahang magdudulot ng mabilis at malakas na pag-agos ng tubig.
Pinapayuhan ang lahat na lumikas mula sa tubig lagusan ng upang maiwasan ang anumang sakuna.
Maraming salamat po!

<MESSAGE 2> (時間: 52 秒)

This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
The release of flood water shall now commence through the Rosario Floodgates.
The level of water will soon rise and its flow will gradually become swift.
The public is advised not to go near the floodway channel for your safety.

Ito ay babala mula sa Rosario Master Control Station.
Sinimulan na ang pagpapalabas ng tubig baha sa tubig lagusan ng Rosario.
Inaasahan ang malakas na pagdaloy ng tubig at pagtaas ng sukat nito
Pinapayuhan ang lahat na lumikas mula sa tubig lagusan ng upang maiwasan ang anumang sakuna.
Maraming salamat po!

<MESSAGE 3> (時間: 43 秒)

This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
All the Rosario floodgates are now open.
The public's attention is called to caution as flood may occur.
Distance from the floodway channel is advised for your safety.

Ito ay babala mula sa Rosario Master Control Station.
Ang tubig lagusan ay kasalukuyang nakabukas
Subalit maaaaring magkaroon muli ng tubig baha.
Ipinakikiusap sa lahat na lumikas mula sa tubig lagusan para sa inyong kaligtasan.
Maraming salamat po!

<MESSAGE 4> (時間: 42 秒)

This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
The floodgates of Rosario have now been closed.
However, the public is requested to remain cautious and to keep away from the floodway channel due to possible occurrence of flood.

Ito ay babala mula sa Rosario Master Control Station.
Ang tubig lagusan ay nakasara na.
Subalit maaaaring magkaroon muli ng tubig baha.
Ipinakikiusap sa lahat na lumikas mula sa tubig lagusan para sa inyong kaligtasan.
Maraming salamat po!

9.2.1.2 その他構造物

3.2.2.4 で述べたように、パッシング川流域には MMDA が管理する排水機場が設置されており、パッシング川の水位が高い場合においても、（機場によっては設備が水没しない限り）内水排除ができるようになっている。これらの排水機場のうち最大の排水能力を持つものは、パッシング川が右支川の San Juan 川と合流する手前に設置されている 19.0m³/s（San Andres 排水機場）となっている。

各排水機場では、操作の開始時と終了時の水位がそれぞれ決められている。こうした沿川の排水機場も、洪水の際に効果を発揮することが期待される。ただし、パッシング川の水位が例えば DFL 以上に上がった際に排水ポンプを止めるというような運用は行っていない。

9.2.1.3 既存の河川構造物の操作運用の評価

(1) Rosario 堰

ゲートの操作手間をできるだけ減らし、かつ、洪水時に上流の水位をできるだけ上げないような操作を実施しており、問題は少ないと判断できる。しかしながら、

- フェーズ IV 事業により MCGS が完成することから、両施設を連携させた、より効率的な操作規則の検討が必要

である。

(2) NHCS

本来は、Laguna 湖の水資源開発（淡水化）のために建設された水門であるが、Laguna 湖を利用する一部関係者から反対があり、常時は「全開」となっている。

一方、施設管理者（MMDA）によれば洪水時は Rosario 堰の操作と連動して「全閉」することになっているが、正確な操作を実施していないという情報もある。現時点で MCGS が建設されていないため、洪水時にはマリキナ川下流部の流量が計画よりも多くなる傾向があることから、洪水時の流量をパッシング川下流と Laguna 湖への 2 方向に分派させ、本川下流への負荷を減らしている可能性が考えられる。

本調査では、

- MCGS が建設されることによりマリキナ川下流への流量が上流で制御されることによる、NHCS の操作の必要性

についても検討を行う。

(3) 警告放送

Rosario 堰の操作時に流されている 4 つのメッセージの内訳は、2 つは全開操作開始（直）前、1 つは全門全開操作完了後、1 つは全門全閉操作完了後のものである。全開操作開始前の放送が 2 種類ある理由は、1～2 門ずつ開けていくのがルールだが、マリキナ川の水上昇があまりにも急激な場合や何らかの理由で初動操作が遅れた場合などに、複数門を続けざまに開ける操作を想定しているためと推察される。

問題点として挙げられるのは、

- 閉操作により堰の上下流に水位変動を引き起こすにもかかわらず、操作前の放送がないこと；
 - 超過洪水時における放送がないこと
- といった点であり、これらを改善するための検討を行う。

(4) 排水機場

パッシング川沿いの排水機場では、本川水位が DFL を超えた際に排水ポンプを止めるというよう
な運用を行っていない。このことは、沿川の外水氾濫危険性を高めることにつながるため、

- 排水ポンプを止める基準に内水位だけでなく本川水位を追加する
といった運用の変更が必要である。

9.2.2 MCGS 及び逆流防止水門の操作運用規則の基本コンセプト

9.2.2.1 操作の基本的原則

MCGS 及び逆流防止水門等に適用できる基本的な操作規則を例示した、フィリピンにおけるガイ
ドラインは無い。よって、操作の基本的原則は、以下に示す日本の基準及び類似した分流堰並びに水
門の事例を参考とする。

- ダム・堰施設技術基準（案）（2016年3月、国土交通省）
- 河川管理施設の操作規則の作成基準について（2012年3月9日、国土交通省水管理・国土保
全局河川環境課長通知）

9.2.2.2 操作・運用計画

(1) Sto. Nino 地点の H-Q カーブ（フェーズ IV 完了後）

第3章で検討したように、フェーズ IV 事業の完了によりマリキナ川の流下能力が上がるため、
操作・運用計画の立案に必要となる、Sto.Nino 地点の新たな H-Q カーブは表 9.2.4 のようになる。

表 9.2.4 Sto. Nino 地点の H-Q（フェーズ IV 完了後）

条件	関係式
H：全て	$Q = 26.263 \times (H-10.373)^2$

ここに、 Q：流量 H：Sto. Nino 地点水位

出典：調査団

(2) 洪水フェーズの定義

EFCOS 事務所から提供された資料を基に、Sto.Nino 地点で観測された水位に応じた各段階を次の
考え方に従って定める。

1) 非洪水フェーズ

Sto.Nino 水位が EL+13.0m 未満の時は、非洪水フェーズと見なし通常時の操作を行う。

2) 洪水フェーズ

(a) 事前注意段階

洪水フェーズの開始は、現行と同じく強い降雨が観測されるなど特定の条件下で Sto.Nino
水位が EL+13.0m に達した時点とする。ただし、(1)で示した H-Q カーブに当てはめると、同

じ水位に対応する流量は、これまでの $150 \text{ m}^3/\text{s}$ から $180 \text{ m}^3/\text{s}$ へ増加することが見込まれる。

この段階では堰・水門の操作は行わないものの、マンガハン放水路内にいる人々へ注意を促す段階とされている。基準となる流量が増加するという事は、フェーズ IV 事業の完了後はこの条件に達する頻度が若干減少するものと見込まれることを意味する。

(b) 注意段階

Sto.Nino 水位が EL+13.8m に達した時点より、堰・水門の操作が開始される。基準となる水位は現行と同じであり、対応する流量は $300 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(c) 警戒段階

Sto.Nino 水位が EL+14.0m に達した時点でこの段階へ移行する。基準となる水位は現行と同じであり、対応する流量は $350 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(d) 警報段階

Sto.Nino 水位が EL+14.5m に達した時点でこの段階へ移行する。基準となる水位は現行と同じであり、対応する流量は $450 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(e) 危険段階

Sto.Nino 水位が EL+15.2m に達した時点でこの段階へ移行する。現行のルール上では EL+15.3m とされているが、後述する MCGS の操作の関係上、対応する流量 $600 \text{ m}^3/\text{s}$ を変えないよう 10cm 切り下げるものとする。

3) 超過洪水フェーズ

Sto.Nino 水位が計画高水位である EL+21.17m に達すると、超過洪水フェーズに入ったと見なす。このフェーズは EFCOS から提供された資料には見えないが、それまでのフェーズとは異なり河川水位が計画高水位を超える状況が発生するため、最大限の警戒を要する非常段階として、住民へ正確な情報を知らせる必要がある段階である。

その後河川流量が減少し、Sto.Nino 水位が EL+21.17m を下回れば、2)に示した各段階を逆に辿っていくこととなる。

4) 洪水後フェーズ

河川流量が減少し、Sto.Nino 水位が EL+13.8m を下回った場合は、洪水後フェーズに移行する。流量としては 2)の(a)と同じレベルであり、今後の雨の降り方によっては再び洪水フェーズへ移行する可能性もある、注意を怠ってはならない段階である。

さらに流量が減少して Sto.Nino 水位が EL+13.0m を下回れば、1)へ移行する。

(3) 計画規模洪水以下の操作（案）

1) MCGS

フェーズ IV 事業により、MCGS 上流の河道は $2,900 \text{ m}^3/\text{s}$ まで安全に流下できる河積を持つ。一方、MCGS 下流のフェーズ III で河川改修を実施したマリキナ川下流区間とマンガハン放水路はそれぞれ、既に $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 並びに $2,400 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量を安全に流下できるだけの能力を有している。

よって、2,900m³/s 以下の流量が上流から流下した場合は、より計画流量の小さなマリキナ川下流への流量は 500m³/s を超えないように操作する必要がある。

8.2.2 で実施した検討により、MCGS は大径間と小径間の複合型の構造とする予定である。また、小径間側は、Sto.Nino の流量が 2,900m³/s に達した計画高水位時において、500m³/s をマリキナ川下流へ流す径間長を確保する構造を採用している。

操作の基本的な考え方を以下に示す。

- (a) 現在の Rosario 堰の操作に対応させる。
 - マリキナ川の流量増加時は、Sto.Nino 地点で観測された水位を基に、Rosario 堰を開けるのに合わせて MCGS の大径間ゲートを閉める。流量減少時はその逆とする。
- (b) MCGS の大径間ゲートを閉め終わった時点で、マリキナ川下流への自然流量（分派時、仮に MCGS がなかった場合に流下する量）が 500m³/s に達していないよう、時間的余裕を持って閉め始める。
 - 仮に分流地点の計画流量である 2,900 m³/s に達する直前に MCGS を閉め終わるとした場合、マンガハン放水路との自然分流比の関係から、マリキナ川下流へは計画流量 500 m³/s よりも多くの流量が流れてしまうことになる。このことから、MCGS が仮になかったとした場合において、マリキナ川下流への流下量が 500 m³/s となる時点を目安に設定した。
 - 水理模型実験の結果によれば、MCGS の全開時におけるマリキナ川下流とマンガハン放水路の分流比は、計画流量 2,900m³/s の流下時においては約 37 : 63、超過洪水流量 4,000 m³/s の流下時においては約 31 : 69 であり、流量が少ないほどマリキナ川下流へ多くの割合が流れる傾向にあることが分かっている。ここでは仮に半分ずつに分流するとすれば、マンガハン放水路との分流地点における流量が 1,000 m³/s に達した時には、MCGS の大径間ゲートが全閉になっている必要がある。
 - MCGS の大径間ゲートが閉まる速さを 0.3m/s として、全開から全閉まで約 38 分かかる。これに水位データ観測のタイムラグ（最大で 10 分）、放流警報で 5 分を見込む必要がある。一方で、Sto.Nino 地点から分流地点まで洪水が到達するのに 30 分を要するとされている。以上より、Sto.Nino 流量が 1,000m³/s に達する (38+10+5-30=) 23 分以上前に、大径間ゲートの「全閉」を判断する必要がある。これに相当する Sto.Nino 流量は、3.4 節で示したハイドログラフから約 670 m³/s となる。
 - 表 9.2.3 に示した Rosario 堰の操作流量とも照らし合わせ、Sto.Nino 流量が 600 m³/s に達した時点で MCGS の大径間ゲートを閉め始めることとする。

以上の検討により、MCGS は Rosario 堰の操作と対応させ、以下の表 9.2.5 に示すような操作規則とすることが考えられる。

表 9.2.5 MCGS 及び Rosario 堰操作規則（案）（計画洪水流量まで）

施設	常時 (非洪水時)	洪水時の Sto.Nino 流量（増加時）	
		300m ³ /s ~ 600m ³ /s	600m ³ /s ~ 2,900m ³ /s
MCGS	全門全開	全門全開	大径間ゲート全開、小径間ゲート全開 (流出量が最大 500m ³ /s になるように制御)
Rosario 堰	全門全閉	ゲートを順次、開操作	全門全開

出典：調査団

2) 逆流防止水門

逆流防止水門の操作の基本は、以下の表 9.2.6 に示すようにすべきである。

表 9.2.6 2 基の逆流防止水門の基本操作規則（案）

条件	Cainta 水門	Taytay 水門
常時	全開	全開
堤内側市内河川・排水路の水位がマンガハン放水路の水位より高い場合	全開	全開
マンガハン放水路内の水位が堤内側水位より高い場合	全閉	全閉
ゲート全閉時、堤内側水位がマンガハン放水路内水位より高くなった場合	全開	全開

出典：調査団

(4) 超過洪水時の操作（案）

1) MCGS

マリキナダム及び上流の遊水地が完成する前の計画流量 2,900m³/s は、水文解析の結果、1/20~1/30 程度の確率規模のため、超過洪水が起こる可能性は高い。マリキナダム及び上流の遊水地が完成すると、パッシング・マリキナ川の総延長 50km の河道が最上流部を除き 1/100 の洪水規模まで外水氾濫から守られ、超過洪水の発生確率は低減することになるが、超過洪水時の操作方法を定めておく必要性は変わらない。

超過洪水時の負担をどこに求めるかによって操作は変わり、超過洪水時の負担をそれぞれに考慮すると以下に示す 3 案が考えられる。

Case1) 超過分をマリキナ本川のみ負担させる場合

Case2) 超過分をマンガハン放水路のみ負担させる場合

Case3) 超過分をマリキナ本川とマンガハン放水路の双方に負担させる場合

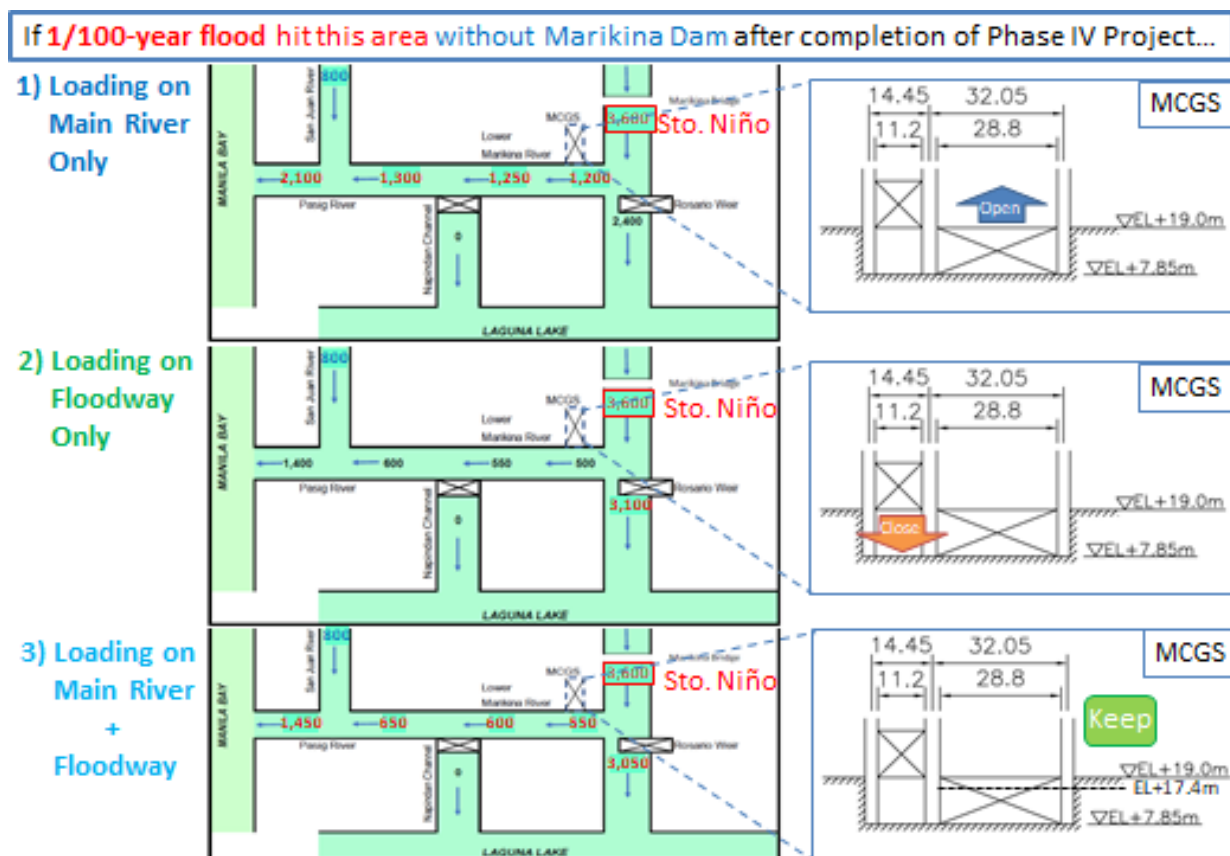
また、Case3 については更に次の 2 通りの場合が想定される。これは、ゲートの高さを低くできれば、門柱の高さも抑えられ、より経済的な設計にできることから検討したものである。

Case3-1) 全閉した MCGS の大径間ゲートの天端高さを堤防高さに一致させることで、超過流量分の越流を許容しない場合

Case3-2) 全閉した MCGS の大径間ゲートの天端高さを計画高水位に一致させることで、超過流量分の越流を許容する場合

各案について、メリット・デメリットを整理し、浸水による被害想定額を算定した上で、DPWH と協議を行った。

Sto.Nino 流量を仮に 3,600 m³/s とした場合の各案の流量配分図及び MCGS のゲート操作のイメージ図（ただし、水理模型実験前に協議を実施したため、ゲート径間長は最終案とは異なる）を図 9.2.2 に、比較検討結果を表 9.2.7 に示す。



出典：調査団

図 9.2.2 超過洪水時における流量配分及びゲート操作のイメージ

表 9.2.7 超過洪水時における操作方法の比較検討結果

Case No.	1		2		3-1		3-2*	
考え方	本川負担		放水路負担		本川負担(小) + 放水路負担(大)		本川負担(大) + 放水路負担(小)	
MCGS の追加操作	必要	×	必要	×	不要	○	不要	○
マリキナ川下流の 水位上昇	相当大きい	×	なし	○	若干	○	若干	○
マンガハン放水路 の水位上昇	なし	○	中程度	△	若干～中程度	△	若干～中程度	△
MCGS ゲートの 振動	大径間ゲート	△	小径間ゲート	△	なし	○	なし	○
浸水被害額 (百万 PHP)	214,087		134,736		135,304			

○：望ましい △：どちらとも言えない ×：望ましくない

出典：調査団

表 9.2.7 の各項目を解説すると次の通りとなる。

- MCGS に追加の操作が必要になるかどうかに関しては、Case 1 及び Case 2 のいずれも目的を達成するためには追加の開あるいは閉操作が必要になるため、仮に浸水などの被害が生じた場合、操作の人的責任が問われかねない。一方、Case 3 は追加の操作をすることなく実現可能である。
- マリキナ川下流の水位上昇に関しては、Case 1 ではマリキナ川下流の水位が大きく上昇し、計算上は堤防を越水することが判明している。このような事象は、フィリピン側として受け入れられないということであった。一方、Case 2 では計画洪水に比べて水位上昇はなく、Case 3 では水位上昇はあるものの計画堤防高に収まることから、問題ないと考えられる。
- マンガハン放水路の水位上昇に関しては、Case 1 では計画洪水に比べて水位上昇はなく、Case 2 や Case 3 でも水位上昇はするものの計画堤防高に収まるという結果となった。これは、マンガハン放水路の流下能力がマリキナ川下流のそれに比べてずっと大きいため、マンガハン放水路における水位上昇量は本川ほど大きくならないためである。
- MCGS ゲートの振動に関しては、ゲートの下端が水中にある Case 1 及び Case 2 については振動が発生するが、Case 3 ではその事象は生じない。
- 浸水被害額に関しては、Case 1 では堤防を越水するほど水位上昇する結果、パッシング川やマリキナ川下流の沿川で浸水が発生し、最も被害額が大きくなっている。Case 2 と Case 3 にほとんど違いはないものの、Case 3 ではマリキナ川下流へ若干多くの流量が流下するので、堤防高が計画に届いていないサンファン川合流後のパッシング川で浸水面積が拡大することが挙げられる。

調査団より比較検討表を示して説明した結果、DPWH は Case 3 が最も望ましいと総合的に判断したことから、超過洪水時における MCGS の操作方針は次の通りとする。

- 計画規模洪水以下の操作方法から変更しない

また、水理模型実験の結果から、4,000 m³/s の流量がマリキナ川を流下してきた場合でも、Case3-1 と 3-2 の流量差は 10 m³/s に満たない程度であったことを踏まえ、調査団として Case 3-2 を採用することで決定した。

そのため、超過洪水時には、全開中の MCGS 小径間ゲートから流下する水位増加分だけでなく、全閉した大径間ゲート天端越流による、マリキナ川下流への僅かな流下も許容することとなる。

2) 逆流防止水門

逆流防止水門の操作は基本的に、マンガハン放水路内水位及び堤内側の市内河川・排水路の水位によって操作が行われるため、超過洪水時においても、計画規模洪水以下の操作規則から変更はない。

9.2.2.3 警告放送

調査団による、新たな放送内容を以下に提案する。現行と同様、全ての放送について、英語の後に同内容をタガログ語で放送することを推奨する。

(1) Rosario 堰

ゲート操作中以外の放送については、現行の4種類のメッセージを、事前注意段階／河川流量増加時におけるゲート開操作前／非常段階／河川流量減少時におけるゲート閉操作前、の4種類に再編する。非常段階については、他と比較してやや強いメッセージとする。

1) 警告放送 R1: (事前注意段階)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
Release of flood water through the Rosario floodgates will commence soon.
The surge of water will occur when the release commences.
The public is advised not to go near the floodway channel for your safety."

2) 警告放送 R2: (河川流量増加時におけるゲート開操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
The further release of flood water shall now commence through the Rosario floodgates.
The level of water will soon rise and its flow will gradually become swift.
The public is advised not to go near the floodway channel for your safety."

3) 警告放送 R3: (非常段階)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
All the Rosario floodgates are now open and flood water has been increasing.
The public requires caution as flood may occur.
Keeping away from the floodway channel is advised to avoid risk to the maximum."

4) 警告放送 R4: (河川流量減少時におけるゲート閉操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
Decrease of flood water through the Rosario floodgates will now commence.
The level of water will soon drop but its flow can change swiftly.
The public is advised not to go near the floodway channel for your safety."

5) ゲート操作中の警告放送

"The gate is being operated. Please be careful. " ---(繰り返し)---

(2) MCGS

Rosario 堰とは異なり通常時より水の流下があるマリキナ川下流に向けた放送であるため、事前注意段階の放送は必要ない。そこで、ゲート操作中以外の放送については、河川流量増加時における大径間ゲート閉操作前／非常段階／河川流量減少時における大径間ゲート開操作前、の3種類とする。非常段階を他と比較してやや強いメッセージとするのは、Rosario 堰と同様である。

1) 警告放送 M1: (河川流量増加時における大径間ゲート閉操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.
Restricting of flood water shall now commence through the Manggahan Control Gate Structure.
The flow of water will change swiftly when the restriction commences.
The public is advised not to go near the river channel for your safety."

2) 警告放送 M2: (非常段階)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.

The flow is restricted by the Manggahan Control Gate Structure, but flood water has been increasing.

The public requires caution as flood may occur.

Keeping away from the river channel is advised to avoid risk to the maximum."

3) 警告放送 M3: (河川流量減少時における大径間ゲート開操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.

The restriction of flood water through the Manggahan Control Gate Structure will end soon and its flow can change swiftly.

The public is advised not to go near the river channel for your safety."

4) ゲート操作中の警告放送

"The gate is being operated. Please be careful. " ---(繰り返し)---

(3) 逆流防止水門

ゲート操作中以外の放送については、ゲート閉操作前とゲート開操作前の2種類とする。

1) 警告放送 F1: (ゲート閉操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.

The flood water is coming through the floodway and the water level has risen.

The gates will be soon closed to prevent backflow from the floodway.

The public is advised not to go near the floodgates for your safety."

2) 警告放送 F2: (ゲート開操作前)

"This is a discharge warning from the Rosario Master Control Station.

Release of flood water to the floodway shall now commence by opening the gates.

The flow of water will vary swiftly when the discharge commences.

The public is advised not to go near the floodgates for your safety."

3) ゲート操作中の警告放送

"The gate is being operated. Please be careful. " ---(繰り返し)---

9.2.3 NHCS の操作の必要性**9.2.3.1 操作の検討方針**

常時（非洪水時）は、MCGS は全門全開であり、これまでと河川状況に変化はないことから、NHCS の操作を変更する必要は生じないと考えられる。

一方、MCGS が建設されることにより、洪水時にはマリキナ川下流への流量が前項のように制御されることになるため、これまで積極的に操作されていないとの情報もある、NHCS の操作の必要性を検討する。

既往の検討¹より、洪水時において、マンガハン放水路流入点（Rosario 堰上流地点）の水位は常に Laguna 湖の水位よりも高くなっているのに対して、ナピンダン水路合流点（NHCS 下流地点）の水位と Laguna 湖の水位には明確な大小関係が確認できないことが判明している。そのため、ナピンダン水路合流点における本川水位と Laguna 湖水位の高低による場合を分けて検討する。

9.2.3.2 操作・運用計画（案）

(1) ラグナ湖の水位が本川のナピンダン水路合流点よりも高い場合

9.2.2 で検討したように、本川の計画規模までの洪水時には、MCGS 及び Rosario 堰の連携操作により、マリキナ川下流及びマンガハン放水路内の流量は適切な状態に調整されることになる。

もしこの調整された状態で本川に追加の流入を受け入れる十分な余裕がない場合、仮に Laguna 湖側から本川へ新たな流入があり、パッシング川流量が増加するような事態は避けるべきである。本川に十分な余裕がない状態とは、MCGS の操作水位とも合致させ、Sto.Nino 水位が EL+15.2m 以上、すなわち Sto.Nino 地点の流量が 600 m³/s 以上の場合とするのが、操作のタイミングが分かりやすく推奨される。

以上のことから、NHCS の閉操作が必要な条件は、次のようなときである。

- Sto.Nino 水位が EL+15.2m 以上の場合において、Laguna 湖からパッシング川への流入を抑えたいとき

パッシング・マリキナ川の超過洪水発生時においても、更に余裕がない状態のため、上記操作が適用される。

(2) ラグナ湖の水位が本川のナピンダン水路合流点よりも低い場合

本川の計画規模までの洪水時には、前述のように、MCGS 及び Rosario 堰の連携操作により、マリキナ川下流及びマンガハン放水路内の流量は適切な状態に調整されている。ところが、Laguna 湖の水位がナピンダン水路合流点よりも低いときには、ナピンダン水門が開いていた場合、マンガハン放水路だけでなくナピンダン水路を通して、Laguna 湖への流入があることになる。

計画規模までの洪水時には、本川は適切な流量に制御されているのであるから、その意味では Laguna 湖へ洪水を分派させる必要性はない。しかし、第 3 章で述べたように、サンファン川合流点よりも下流ではパッシング川の流下能力が足りていないこと、また仮に本川が計画高水位に達してしまえば内水氾濫していてもパッシング川沿いの排水機場ではポンプ運転を止めることが推奨されることから、パッシング川の氾濫を防ぐため、本川の流量をできるだけ抑えておくことは有効である。

一方で、ナピンダン水門が開いているとパッシング川から Laguna 湖へ洪水が流入し、僅かながら Laguna 湖の水位も上昇するため、Laguna 湖岸の住民の安全確保の観点から、Laguna 湖岸の排水機場が運転を開始する目安である水位 EL+11.5m を超えているときは、本川から Laguna 湖への流入は Manggahan 放水路に限定し最小限とするべきである。よって、Laguna 湖の水位が EL+11.5m に達するまでを、ナピンダン水路から流入させる場合の条件とする。

¹フィリピン国マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査ファイナル・レポート、平成 26 年 5 月、JICA

以上のことから、NHCS の閉操作が必要な条件は、次のようなときである。

- Laguna 湖側の水位が EL+11.5m 以上になり、本川からの流入を抑えたいとき

パッシング・マリキナ川の超過洪水発生時においては尚更、Laguna 湖の容量を活用する意義が見出せ、ナピンダン水門を開けておく操作が推奨される。しかし、本川が超過洪水に至るような状況下では Laguna 湖の水位も上昇していると考えられるため、NHCS は全閉操作になることがほとんどであるものと想定される。

参考情報として、2009 年 9 月にマニラ首都圏を襲った台風オンドイでは、マニラ首都圏上流域で 500 人を超える死者が発生したが、下流域ではマンガハン放水路とナピンダン水路で合わせて約 3,100m³/s の洪水をカットし、分派後の下流部（パッシング川）の流量をほぼ計画流量程度の 600m³/s²あるいは 800m³/s 弱¹まで抑えたとされている。Laguna 湖方面へ洪水を分派させることで、分派させた Laguna 湖岸地域の浸水被害は大きかったものの、人口・資産が集中するパッシング川沿いは大きな洪水被害から免れている。

(3) NHCS の操作方針のまとめ

以上より、洪水時における NHCS の操作は、以下の表 9.2.8 のようにすることが望ましいと考えられる。

表 9.2.8 NHCS の基本操作規則（案）

洪水時における条件		NHCS
ラグナ湖の水位が本川のナピンダン水路合流点よりも高い場合	Sto.Nino 水位が EL+15.2m 以上の場合において、Laguna 湖からパッシング川への流入を抑えたいとき	全閉
ラグナ湖の水位が本川のナピンダン水路合流点よりも低い場合	Laguna 湖側の水位が EL+11.5m 以上になり、本川からの流入を抑えたいとき	全閉
上記以外の場合		全開

出典：調査団

9.2.4 操作規則（案）

9.2.4.1 Rosario 堰、MCGS、及び NHCS

操作手順の考え方を表 9.2.9 に示し、その後に操作規則（案）を示す。

²防災カタログ, P.9,内閣官房副長官補室/内閣府（防災担当）

表 9.2.9 Rosari 堰、MCGS、及び NHCS の操作手順の考え方

Flow Rate at Sto.Nino	Water Level at Sto.Nino	Operational Phase and Stage	when WL (L: Laguna Lake side) < WL (C: Confluence side)		Other than the Left Napindan HCS
			Napindan HCS	Rosario Weir	
$Q < 180\text{m}^3/\text{s}$	$H < EL+13.0\text{m}$	Non-Flood Phase	Close all 8 gates <small>(for the people in the floodway, if necessary)</small> Broadcast R1(15min)	Open all 2 gates	Open all 4 gates
	$H > EL+13.0\text{m}$	Flood Phase Precaution Stage			
$Q > 300\text{m}^3/\text{s}$	$H > EL+13.8\text{m}$	Caution Stage	Open all 4 gates However, Close all 4 gates if $WL(L) > EL+11.5\text{m}$	Siren and Warning Broadcast R2(30min) Open No.4&5 gates sequentially (Gate operation: 18 minutes +) Warning Broadcast R2(5 min) if any interval Open No.3&6 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R2(5 min) if any interval Open No.2&7 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes)	Open all 4 gates
	$Q > 350\text{m}^3/\text{s}$	Alert Stage			
$Q > 450\text{m}^3/\text{s}$	$H > EL+14.0\text{m}$	Alert Stage	Warning Broadcast R2(5 min) if any interval Open No.1&8 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R3(20 min)	Siren and Warning Broadcast M1(5 min) Close Wider Gate fully (Gate operation: 38 minutes) Warning Broadcast M2(20 min) Close Wider Gate and Open Narrower Gate	Close all 4 gates (32 minutes)
	$Q > 450\text{m}^3/\text{s}$	Alarm Stage			
$Q > 600\text{m}^3/\text{s}$	$H > EL+15.2\text{m}$	Critical Stage	Warning Broadcast R4(5 min) Close No.1&8 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.2&7 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.3&6 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.5&4 gates sequentially (Gate operation: 18 minutes +)	Siren and Warning Broadcast M3(5 min) Open Wider gate fully (Gate operation: 38 minutes) Open all 2 gates	Open all 4 gates (32 minutes)
	$Q > 2,900\text{m}^3/\text{s}$	Excessive Flood Phase Emergency Stage			
$Q < 2,900\text{m}^3/\text{s}$	$H > EL+21.17\text{m}$	Excessive Flood Phase Emergency Stage	Close all 8 gates Open all 8 gates	Close Wider Gate and Open Narrower Gate	Open all 4 gates (32 minutes)
	$Q < 2,900\text{m}^3/\text{s}$	Flood Phase Critical Stage			
$Q < 550\text{m}^3/\text{s}$	$H < EL+15.0\text{m}$	Alarm Stage	Warning Broadcast R4(5 min) Close No.1&8 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.2&7 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.3&6 gates simultaneously (Gate operation: 18 minutes) Warning Broadcast R4(5 min) if any interval Close No.5&4 gates sequentially (Gate operation: 18 minutes +)	Siren and Warning Broadcast M3(5 min) Open Wider gate fully (Gate operation: 38 minutes)	Open all 4 gates (32 minutes)
	$Q < 450\text{m}^3/\text{s}$	Alert Stage			
$Q < 350\text{m}^3/\text{s}$	$H < EL+14.0\text{m}$	Caution Stage	Close all 8 gates	Open all 2 gates	Open all 4 gates (32 minutes)
	$Q < 300\text{m}^3/\text{s}$	Post Flood Phase			
$Q < 180\text{m}^3/\text{s}$	$H < EL+13.0\text{m}$	Non-Flood Phase			

Note : Flood Phase operation starts under the following conditions: if average rainfall (Sto.Nino) > 30 mm/hr, or flow rate (Montalban) > 100 m³/s
Gate operation velocity = 0.3 m/min, Gate operation time = Lifting height / Operation velocity

出典：調査団

Rosario 堰、Manggahan 分流堰、及び Napindan 水門 操作規則（案）

目次

第1章 総則（第1条—第4条）

第2章 堰・水門の操作の方法等（第5条—第10条）

第3章 警戒体制（第11条—第13条）

第4条 雑則（第14条—第16条）

附則

第1章総則

（趣旨）

第1条

Marikina 川の Rosario 堰及び Manggahan 分流堰（以下「堰」という。）、並びに Napindan 水路の Napindan 水門（以下「水門」という。）の操作については、この操作規則の定めるところによる。

なお、この操作規則において、Napindan 水門は洪水防御に係る操作のみを扱う。

（操作の目的）

第2条

堰及び水門の操作は、洪水時に Marikina 川の流水を Manggahan 放水路（及び場合によっては Napindan 水路）に分流することにより、Marikina 川及び Pasig 川における洪水の防御を図ることを目的とする。

（用語の定義）

第3条

この操作規則において「機側操作」とは、堰・水門の上屋において、河川や河川利用、背後地の状況等を目視で確認しながら行う操作をいい、「遠隔操作」とは、EFCOS 事務所庁舎内の操作室において、カメラ映像や水位計のデータ等を確認しながら行う操作をいう。

（操作の基本方針）

第4条

1 堰の操作は、機側操作を主たる操作方法とするが、状況によりそれによりがたい場合は、遠隔操作による操作方法による。水門の操作は、機側操作による。

2 堰の操作の基本方針は次のとおりとする。

(1) Sto. Nino 観測所において測定した Marikina 川の水位（以下「Sto. Nino 水位」という。）が EL+13.8 メートル未満であるときは、流量の全てを Marikina 川下流へ流下させるようにすること。

(2) Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上 EL+21.17 メートル（計画高水位）未満であるときは、Marikina 川下流の流量を最大 500m³/s 以下に抑えるようにすること。

- (3) (2)の状態において、Sto. Nino 水位が EL+21.17 メートル以上に達したときにおいても、追加の操作を行うことなく、洪水流を Marikina 川と Manggahan 放水路へそのまま分流させるようにすること。
- 3 水門の操作の基本方針は次のとおりとする。
- (1) Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上であるときは、Pasig-Marikina 川及び Laguna 湖の水位に応じて、Napindan 水路を通じた流出入を制御すること。

第2章 堰・水門の操作の方法等

(洪水時における堰の操作方法)

第5条

- 1 EFCOS 事務所長(以下「所長」という。)は、Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上であるときは、次の各号に定めるところにより、Rosario 堰を操作するものとする。
- (1) 堰のゲートを開くときは、次の順序によってすること。ただし、各項目末尾のカッコ内はそのときの Sto. Nino 水位を表す。
- 4号ゲート (EL+13.8 メートル)
 - 5号ゲート (EL+13.9 メートル)
 - 3号及び6号ゲート (EL+14.0 ～ +14.4 メートル)
 - 2号及び7号ゲート (EL+14.5 ～ +15.1 メートル)
 - 1号及び8号ゲート (EL+15.2 メートル以上)
- (2) 開かれた堰のゲートを閉じるときは、次の順序によってすること。ただし、各項目末尾のカッコ内はそのときの Sto. Nino 水位を表す。
- 1号及び8号ゲート (EL+15.0 メートル)
 - 2号及び7号ゲート (EL+14.5 メートル)
 - 3号及び6号ゲート (EL+14.0 メートル)
 - 5号ゲート (EL+13.8 メートル)
 - 4号ゲート (EL+13.6 メートル)
- 2 所長は、Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上であるときは、次の各号に定めるところにより、Manggahan 分流堰を操作するものとする。
- (1) Sto. Nino 水位が EL+15.2 メートルに達するまでの間においては、堰のゲートを全開しておくこと。
- (2) Sto. Nino 水位が EL+15.2 メートルに達したときは、1号ゲート（大径間ゲート）を全閉すること。
- (3) Sto. Nino 水位が EL+15.0 メートルを下回ったときは、全てのゲートを全開すること。
- 3 前2項の場合においては、堰の上流及び下流の水位に急激な変動を生じないようにするものとする。

(洪水時における水門の操作方法)

第6条

- 1 所長は、Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上、かつ、Napindan 水門の上下流において測定し

た水位が下流側（Marikina 川との合流点側）の方が高い場合は、次の各号に定めるところにより、Napindan 水門を操作するものとする。

- (1) 水門の上流側（Laguna 湖側）の水位が EL+11.5 メートルに達するまでの間は、全てのゲートを全開しておくこと。
- (2) 水門の上流側（Laguna 湖側）の水位が EL+11.5 メートルに達したときは、全てのゲートを全閉すること。
- (3) ゲートを全閉している場合において、水門の上流側（Laguna 湖側）の水位がその下流側（Marikina 川との合流点側）の水位より高くなったときは、次項によること。

2 所長は、Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル以上、かつ、Napindan 水門の上下流において測定した水位が上流側（Laguna 湖側）の方が高い場合は、次の各号に定めるところにより、Napindan 水門を操作するものとする。

- (1) Sto. Nino 水位が EL+15.2 メートルに達するまでの間は、全てのゲートを全開しておくこと。
- (2) Sto. Nino 水位が EL+15.2 メートルに達したときは、全てのゲートを全閉すること。
- (3) ゲートを全閉している場合において、Sto. Nino 水位が EL+15.2 メートルを下回ったときは、全てのゲートを全開すること。

3 前2項の場合においては、堰の上流及び下流の水位に急激な変動を生じないようにするものとする。

（平水時の操作方法）

第7条

所長は、Sto. Nino 水位が EL+13.8 メートル未満であるときは、Rosario 堰の全ゲートを全閉し、Manggahan 分流堰の全ゲートを全開することにより、第4条第2項第1号に規定する流下が行われるようにするものとする。

（操作の方法の特例）

第8条

所長は、事故その他やむを得ない事情があるときは、必要の限度において、前3条に規定する方法以外の方法により堰を操作することができるものとする。

（通知及び周知）

第9条

1 所長は、堰・水門を操作すること又は操作しないことにより、公共の利害に重大な影響を生ずると認められるときは、あらかじめ関係機関に通知するものとする。

2 所長は、堰・水門を操作すること又は操作しないことにより、その上流又は下流において危害を生ずるおそれがあると認められるときは、あらかじめ一般に周知するものとする。

（操作等に関する記録）

第10条

所長は、堰・水門を操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻

- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った通知及び周知の状況
- (5) 第8条に該当するときは、操作の理由
- (6) その他参考となるべき事項

第3章警戒体制

(警戒体制の実施)

第11条

所長は、次の各号の一に該当し、かつ、Sto.Nino 水位が EL+13.0 メートルに達したときは、洪水フェーズと見なし、直ちに洪水警戒体制に入るものとする。

- (1) Sto.Nino 地点における降水量が平均降雨強度 30 ミリメートル（1 時間当たりの水位上昇量が 0.6 メートル相当）に達したとき。
- (2) Montalban 観測所において測定した Marikina 川の水位（以下「Montalban 水位」という。）が EL+22.4 メートルに達したとき。

(警戒体制における措置)

第12条

所長は、警戒体制においては、次に掲げる措置をとるものとする。

- (1) 堰・水門を適切に操作することができる要員等必要な体制を確保すること。
- (2) 堰・水門及びそれらを操作するため必要な機械、器具等の点検（予備電源設備の試運転を含む。）及び整備を行うこと。
- (3) 堰・水門の管理上必要な気象及び水象の観測、関係機関との連絡並びに情報の収集を密にすること。
- (4) その他堰・水門の管理上必要な措置

(警戒体制の解除)

第13条

所長は、洪水が終わったとき、又は洪水に至ることがなく洪水が発生するおそれなくなったときは、警戒体制を解除するものとする。

第4章雑則

(点検及び整備)

第14条

所長は、堰・水門及びそれらを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

(観測)

第 15 条

所長は、Sto.Nino 及び Montalban 水位、堰・水門の直上流及び直下流の水位、堰による分流量その他堰・水門を操作するため必要な事項を、観測するものとする。

(記録の作成と保存)

第 16 条

所長は、堰・水門の管理に関する事項については、記録を作成し、保存するものとする。

附則

本操作規則は、20XX 年 XX 月 XX 日から施行する。

9.2.4.2 逆流防止水門

操作手順の考え方を表 9.2.10 に示し、その後に操作規則（案）を示す。

表 9.2.10 逆流防止水門の操作手順の考え方

Condition & Broadcast	Cainta Floodgate	Taytay Sluiceway
Normal	Open all 2 gates	Open all 3 gates
When WL (Inside the embankment) > WL (Manggahan Floodway)	Open all 2 gates	Open all 3 gates
When WL (Manggahan Floodway) > WL (Inside the embankment) Siren (only Cainta) and Warning Broadcast F1 (5 min)	Close all 2 gates	Close all 3 gates
During the gates are fully closed, when WL (Inside the embankment) > WL (Manggahan Floodway) Siren (only Cainta) and Warning Broadcast F2 (5 min)	Open all 2 gates	Open all 3 gates

出典：調査団

Cainta 水門及び Taytay 樋門 操作規則（案）

目次

第 1 章 総則(第 1 条—第 4 条)

第 2 章 水門・樋門の操作の方法等 (第 5 条—第 9 条)

第 3 章 警戒体制 (第 10 条—第 12 条)

第 4 条 雑則 (第 13 条—第 16 条)

附則

第 1 章総則

(趣旨)

第 1 条

Cainta 川の Cainta 水門(以下「水門」という。)及び Taytay クリークの Taytay 樋門(以下「樋門」という。)の操作については、この操作規則の定めるところによる。

(操作の目的)

第2条

水門・樋門の操作の目的は、次の各号のとおりとする。

- (1) Cainta 水門の操作は、Manggahan 放水路における洪水の Cainta 川への逆流を防止することを目的とする。
- (2) Taytay 樋門の操作は、Manggahan 放水路における洪水の Taytay クリークへの逆流を防止することを目的とする。

(用語の定義)

第3条

この操作規則において「機側操作」とは、水門・樋門の上屋において、河川や河川利用、背後地の状況等を目視で確認しながら行う操作をいい、「遠隔操作」とは、EFCOS 事務所庁舎内の操作室において、カメラ映像や水位計のデータ等を確認しながら行う操作をいう。

(操作の基本方針)

第4条

水門・樋門の操作は、機側操作を主たる操作方法とするが、状況によりそれによりがたい場合は、遠隔操作による操作方法による。

第2章 水門・樋門の操作の方法等

(洪水時の操作方法)

第5条

1EFCOS 事務所長(以下「所長」という。)は、Manggahan 放水路を洪水が流下しているときは、次の各号に定めるところにより、水門・樋門を操作するものとする。

- (1) Manggahan 放水路から Cainta 川あるいは Taytay クリークへの逆流が始まるまでの間においては、水門・樋門のゲートを全開しておくこと。
- (2) Manggahan 放水路から Cainta 川あるいは Taytay クリークへの逆流が始まったときは、水門・樋門のゲートを全閉すること。
- (3) 水門・樋門のゲートを全閉している場合において、水門・樋門の上流側の水位がその下流側の水位より高くなったときは、これを全開すること。

2 前項の場合においては、水門・樋門の上流及び下流の水位に急激な変動を生じないようにするものとする。

(平水時の操作方法)

第6条

所長は、Manggahan 放水路を洪水が流下していないときは、ゲートを全開しておくものとする。

（操作の方法の特例）

第7条

所長は、事故その他やむを得ない事情があるときは、必要の限度において、前2条に規定する方法以外の方法により水門・樋門を操作することができるものとする。

（通知及び周知）

第8条

1 所長は、水門・樋門を操作すること又は操作しないことにより、公共の利害に重大な影響を生ずると認められるときは、あらかじめ関係機関に通知するものとする。

2 所長は、水門・樋門を操作すること又は操作しないことにより、その上流又は下流において危害を生ずるおそれがあると認められるときは、あらかじめ一般に周知するものとする。

（操作等に関する記録）

第9条

所長は、水門・樋門を操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った通知及び周知の状況
- (5) 第7条に該当するときは、操作の理由
- (6) その他参考となるべき事項

第3章警戒体制

（警戒体制の実施）

第10条

所長は、次の各号の一に該当し、かつ、Sto.Nino 観測所において測定した Marikina 川の水位（以下「Sto.Nino 水位」という。）が EL+13.0メートルに達したときは、洪水フェーズと見なし、直ちに洪水警戒体制に入るものとする。

- (1) Sto.Nino 地点における降水量が平均降雨強度 30 ミリメートル（1時間当たりの水位上昇量が 0.6メートル相当）に達したとき。
- (2) Montalban 観測所において測定した Marikina 川の水位（以下「Montalban 水位」という。）が EL+22.4メートルに達したとき。

（警戒体制における措置）

第11条

所長は、警戒体制においては、次に掲げる措置をとるものとする。

- (1) 水門・樋門を適切に操作することができる要員等、必要な体制を確保すること。
- (2) 水門・樋門及びそれらを操作するため必要な機械、器具等の点検（予備電源設備の試運転を

含む。)及び整備を行うこと。

(3) 水門・樋門の管理上必要な気象及び水象の観測、関係機関との連絡並びに情報の収集を密にすること。

(4) その他水門・樋門の管理上必要な措置

(警戒体制の解除)

第12条

所長は、洪水が終わったとき、又は洪水に至ることがなく洪水が発生するおそれなくなったときは、警戒体制を解除するものとする。

第4章 雑則

(点検及び整備)

第13条

所長は、水門・樋門及びそれら进行操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

(観測)

第14条

所長は、Sto.Nino 及び Montalban 水位、水門・樋門の直上流及び直下流の水位その他水門・樋門进行操作するため必要な事項を、観測するものとする。

(記録の作成と保存)

第15条

所長は、水門・樋門の管理に関する事項については、記録を作成し、保存するものとする。

(管理の受委託)

第16条

マニラ首都圏開発庁は、水門・樋門の管理に関する事項について、その所有者である公共事業道路省と受委託協定を締結するものとする。

附則

本操作規則は、20XX年XX月XX日から施行する。

9.3 運営・維持管理計画

9.3.1 運営・維持管理計画の検討方針

9.3.1.1 運営・維持管理計画作成の必要性

施設の機能を長期にわたり適切に発揮していくためには、本事業により建設される MCGS 及び 2 基の逆流防止水門のほか、連携して操作される既存の Rosario 堰等を含めた各施設の適切な運用と操作の信頼性並びに安全の確保が必要である。

よって、各施設について、以下の項目から成る保守管理計画の作成が必要である。

- 日常、操作時及び異常事象発生時における施設の状態を把握するための基本データ収集・巡視・点検方法（状態把握）；
- 施設の機能を保全するための保守・整備・修繕方法（機能保全対策）；及び
- 上記活動の記録方法（保守管理記録）

維持管理計画には、上記の**保守管理計画**だけでなく、維持管理を実施する組織の規模・予算を決める上での**運営管理体制**に関する計画も加えるものとする。

9.3.1.2 適用基準・ガイドライン等

MCGS 及び 2 基の逆流防止水門等の維持管理計画は、以下の基準・ガイドライン及び類似する既存施設を参考に、鋼矢板や堰等の土木・建築構造物、ゲートなどの機械設備、及びそれらを操作・運用するのに必要な電気通信施設に分けて検討する。ただし、各基準・ガイドラインで使用されている用語には互いに隔たりが大きいので、一つの計画へまとめる際には、複数分野における用語の統一にできるだけ配慮した。

なお、以下の基準は全て日本語で書かれているため、日本が支援して作成された“MANUAL ON MAINTENANCE OF FLOOD CONTROL AND DRAINAGE STRUCTURES”(DPWH-Flood Control and Sabo Engineering Center, 2005)も併せて参照いただきたい。

(1) 全般

フェーズ IV 事業で整備する施設全体の維持管理の考え方は、次の基準類によった。

- 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）（2015 年 3 月、国土交通省）
- 河川構造物の長寿命化計画策定の手引き（2017 年 3 月、国土交通省）

(2) 土木・建築構造物

土木構造物（堰柱等の建築構造物を含む。）の点検計画の策定にあたっては、以下の要領を参考にした。整備・更新計画の策定には、上記『河川構造物の長寿命化計画策定の手引き』を参考にした。

- 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領（2019 年 4 月、国土交通省）

(3) 機械設備

機械設備の点検・整備・更新計画の策定にあたっては、以下の基準・要領を参考にした。

- ダム・堰施設技術基準（案）（2016年3月、国土交通省）
- 河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）（2015年3月、国土交通省）
- 河川用ゲート設備点検・整備標準要領（案）（2016年3月、国土交通省）

(4) 電気通信施設

電気通信施設の点検・保守・更新計画の策定にあたっては、以下の基準・手引きを参考にした。

- 電気通信施設維持管理計画作成の手引き（案）（2018年3月、国土交通省）
- 電気通信施設点検基準（案）（2016年11月、国土交通省）
- 電気通信設備点検基準（2017年11月、独立行政法人水資源機構）

9.3.2 保守管理計画（案）

本事業で整備される施設の保守管理についての考え方を以下に示す。

9.3.2.1 基本事項

(1) 維持管理の基本方針

フェーズⅣ事業竣工後の維持管理は、次のような**状態把握**及び**機能保全対策**を行うことにより、適切かつ総合的に行う必要がある。

- 完成した施設の内容に見合った適切な時期・頻度でデータ収集・巡視を行うとともに、その機能を維持するために障害物の除去・浚渫等の必要な措置を執る；及び
- 完成した施設の各構成要素に見合った適切な時期・頻度で点検を行うとともに、損傷・腐食等の劣化・異状を把握した場合に整備等の必要な措置を執る

特に、MCGS、Rosario 堰、NHCS 及び2基の逆流防止水門の管理責任者は、各施設を良好な状態に維持し、正常な機能を確保するため、適切かつ効率的・効果的な保守管理を行わなければならない。

その目的を達成するため、施設の管理責任者は、十分な体制を組むとともに、長期にわたり必要な予算を確保しなければならない。

(2) 点検・整備の原則

点検・整備は、対象施設の目的・機能、特性、ならびに設置されている設備・機器の想定される耐用年数を考慮し、合理的な方法で行う。一連の機能の確認を行うため、定期的に「管理運転」を実施する方針とする。

また、対象施設の状態を把握するとともに臨機に対処するため、当該施設の目的・機能・設置環境に対応した方法で、状態監視を行う。特に設備・機器の運転・操作に際しては、計器・表示灯の変化等に注目して障害発生等の予知を行うなど、異常発生の有無の把握に努める。

(3) 点検・整備時における機能および安全の確保

点検・整備する際の必要性から、設備・機器を操作する場合には、操作による堰・水門等の本体や関連設備、周辺護岸・上下流河川等への影響を十分に考慮して行う。特に、操作により水の流れを変化させざるを得ない場合には、変化を補完するための代替措置を執る。

また、点検・整備は、設備を使用(荷重)状態で行うことが避けられないので、作業の安全対策に配慮する。特に、扉体を吊下げた状態で行う開閉装置等の点検・整備、ならびに分解あるいは動力の切り換え操作時には、確実な自重降下防止対策をとる。

更に、点検・整備時に使用するクレーン類その他の機械・機器および作業用足場等の仮設資材、ならびに実施方法の選定にあたっては、安全性と作業性に十分配慮する。

9.3.2.2 状態把握

(1) 状態把握の種類

維持管理においては、河道及び施設の状態把握を行い、その結果に応じて対策を実施することが基本である。河川の状態把握として実施する項目は、基本データの収集、河川巡視、雨季前・出水後等の点検、及び施設の点検に分けられる。

1) 基本データの収集

降水量、水位、流量等の水文・水理データ等の観測、平面・縦横断等の測量、河床材料等の河道の状態に関する資料を収集する。

特にフェーズ IV 事業においては河道の掘削・浚渫を行って断面を確保していることから、5年ごとに縦横断測量等を実施し、局所的な深掘れ、堆積等が生じていないか確認することが推奨される。それらが生じていることが判明した場合には、追加で詳細な調査を実施することを基本とする。

2) 河川巡視

河道及び施設等の状況の把握、河川区域内における不法行為の発見を目的として、概括的に行う。以後、単に「巡視」といえばこの河川巡視のことを指す。

3) 雨季前の点検

雨季前（原則として毎年4月）には、河道及び施設を対象として前回の点検時からの状態の変化について確認を行う。通信設備を除いた、土木・建築構造物、機械設備、及び電気設備については、「年点検（あるいは12ヶ月点検）」をこの時季に行う。

4) 出水後等の点検

規定規模以上の出水、地震等が発生した場合には、安全に十分配慮しつつ、河道及び施設を対象とした点検を臨時的に行う。以後、この種類の点検のことを「臨時点検」という。臨時点検は、次を目安に実施することを推奨する。

- 出水については、Sto.Nino 水位が危険段階となる EL+15.2m 以上
- 地震については、フェーズ IV 事業の実施区間近傍においてフィリピン火山地震研究所の震度階 VI（日本の震度 5 弱）相当以上

5) 施設の点検

堰、水門・樋門といった機械設備・電気通信施設を伴う施設については、適切な時期・頻度での点検により状態把握を行うことが重要である。以後、定期的実施する点検のことを、「**定期点検**」といい、「**月点検**（ただし、必ずしも毎月実施するとは限らない。）」と「**年点検**」が含まれる。また、設備が稼働・運転時に実施する点検のことを「**運転時点検**」という。

(2) 巡視と点検の違い

巡視とは、定期的・計画的に河川を巡回し、その異常及び変化等を概括的に把握することを目的としており、**点検**とは各施設の機能について異常及び変化等を発見・観察・計測等することを目的としている。不法行為への対応等、発見時に迅速な初動対応が必要な行為については、巡視の対象に含める。河川の状態把握に求められる内容と精度は、河川巡視と点検でそれぞれ異なるため、目的に応じて適切に実施する必要がある。

(3) 巡視・点検の種類

土木・建築構造物、機械設備、及び電気通信施設（電気設備及び通信設備）の各々について、巡視・点検の種類を整理すると表 9.3.1 のようになる。

表 9.3.1 巡視・点検の種類

区分	巡視	定期点検		運転時点検	臨時点検
		月点検	年点検*		
土木・建築構造物	毎月	-	4月	-	洪水・地震等の後
機械設備	-	雨季：毎月	4月	運転中	洪水・地震等の後
		乾季：3ヶ月ごと			
電気設備 通信設備	-	3または6ヶ月ごとの 任意の時期	4月 任意	毎日 (平日)	洪水・地震等の後

* 通信設備を除き、年点検は原則として雨季前に実施するものとする。

出典：調査団

(4) 土木・建築構造物の巡視・点検

1) 巡視

巡視では、主に以下のことを行う。

- 河岸、河道内の堆砂、植生、堤防、護岸工、堰・水門等について、目視により確認可能な比較的規模の大きな変状がないか確認；及び
- 河川内において、土地の占用や工作物の設置状況等に関し、違法・違反行為がないか確認

また、巡視は以下のように行うことを基本とする。

- (a) 車・バイク・自転車などを活用し効率的に移動するものとし、必要に応じて対岸から観察するなど、河川の状況を十分に把握できる方法とする。
- (b) 点検により変状が確認された箇所については、特に留意して巡視する。
- (c) 巡視により発見された変状が施設の機能に支障となると判断される場合には、対策を検討

するために個別の点検を実施する。

- (d) 許可が必要とされている行為を無許可で行っている場合や、禁止されている行為を発見した場合は、その状況を把握し、必要な措置を執る。

2) 定期点検

雨季前（原則として毎年4月）における河道及び施設の点検は、その構造又は維持・修繕の状況、施設の設置された河川の状況又は地域の地形若しくは気象の状況等を勘案して、その全てを対象に、徒歩等による目視その他適切な方法により実施する。

点検対象への移動は、車・バイク・自転車・徒歩など、管理用道路の状況等に応じた移動方法を選定する。また、維持管理技術を保有する経験者を活用し、河川の特성에応じて適切に点検を行う。

フェーズIV事業で設置される土木構造物の一つに、鋼矢板護岸がある。鋼矢板では鋼材の腐食が矢板護岸の安全性に大きく影響する要素であるので、その状態把握を行うことが重要である。水際付近の乾湿を繰り返す部分は、腐食の状況に特に留意が必要である。

3) 臨時点検

一定規模以上の出水後または地震発生後に行う臨時点検は、施設の被災、河道の変状等に着目し、目視により実施する。計画高水位を上回るような規模の洪水があった場合には、堤防等の被災状況について、状況に応じてさらに詳細な点検を実施する。

鋼矢板の倒壊は堤防又は河岸の崩壊に直結するので、洪水後及び地震後においても状況に変化がないか確認する必要がある。

4) 実施項目の考え方

河道、堤防／護岸（高水敷沿い）、鋼矢板（低水路沿い）、洪水調節施設の4種類に区分し、区分ごとに主な確認項目を整理した。

巡視は河川及び施設の状態把握の基本であることから毎月実施することとし、その他の点検項目は出水期前の年点検において実施することとした。

なお、これらの分類方法や実施内容については、“MANUAL ON MAINTENANCE OF FLOOD CONTROL AND DRAINAGE STRUCTURES”(2005)で整理されている内容をできるだけ考慮した。

土木・建築構造物の巡視・点検実施項目の一覧を表9.3.2に示す。

表 9.3.2 土木・建築構造物の巡視・点検

区分/主な確認項目	点検の種類（巡視及び定期点検）												イベント後	備考
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
土木・建築構造物														
河道														
溢水（河道より）													E	大きな出水後
河岸の激しい浸食/すべり/崩れ	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
土砂堆積による川幅の減少				Y									E	
土砂堆積による河床の上昇/砂州の形成				Y									E	
植生及び水生植物				Y										
水質（濁度/色）	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
有害行為(河道沿い)*	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
河川縦横断面測量														5年ごと
堤防 / 護岸（高水敷扱い）														
越水（堤防/護岸より）													E	大きな出水後
浸食/すべり/崩れ	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
亀裂/はらみ出し/損傷	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
継ぎ目の開き/ずれ				Y									E	
劣化				Y									E	
漏水				Y									E	
大規模な植生				Y										
有害行為(堤防上)**	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
鋼矢板（低水路扱い）														
変形/はらみ出し/損傷	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
傾斜/不同沈下	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
継ぎ目の開き/ずれ				Y									E	
劣化/腐食				Y									E	
裏込め土の流失による陥没	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
洪水調節施設														
変形/損傷	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
傾斜/不同沈下	P	P	P	P,Y	P	P	P	P	P	P	P	P	E	
劣化/腐食				Y									E	
周辺の堤防天端/法面の形状				Y									E	
堤防/護岸との継ぎ目の開き/ずれ				Y									E	
上下流河床の洗掘				Y									E	
上流側河道への土砂堆積				Y									E	

P: 巡視 Y: 雨季前に行う年点検
E: イベント(洪水、地震等)後に実施する臨時点検

* 有害行為(河道沿い)には、1)構造物の建設または土工、2)養魚池、不法取水、不法係留、採石のような違法な利用、及び 3)不法投棄を含む。
** 有害行為(堤防上)には、1)堤脚における栽培、2)公共・民間施設、仮設建物、杭打ち、掘削のような違法な使用、及び 3)不法投棄を含む。

出典：調査団

(5) 機械設備の点検

1) 定期点検 1：月点検

月点検は、設備各部の異常の有無や、障害発生状況の把握並びに各部の機能確認等のため、ゲートを原則として負荷状態において試運転を実施し（管理運転）、設備の状況確認・動作確認を行う。ここでいう負荷状態の負荷とは、河川用ゲートの特徴に配慮し、設計開閉荷重（全負荷）ではなく、可能な限りの実負荷とする。

管理運転点検が困難な設備においては、当該設備の使用・休止の状態に応じて、目視により外観の異常の有無及び前回点検時以降の変化の有無について確認等を行う。特に戸当りへの土砂の堆積、水門扉の開閉に対する障害物や支障の有無、並びに関連設備の状態の確認等、安全の確認、水密部の漏水、計器の表示、給油脂・潤滑の状況、塗装の異常等に注意して行う。

2) 定期点検 2：年点検

年点検は、月点検よりも詳細な各部の点検及び計測を実施し、設備の信頼性の確保と機能の保全を図ることを目的として実施する。実施にあたっては、前回の定期点検及び整備記録との対比等、変化の把握と予防保全の見地からの整備、その他の対応を適切に行う必要がある。

年点検においては、目視、触診、聴診等のみならず各種計測による傾向管理を実施した上で、不具合を確実に検知し、さらに点検記録を分析（過去の記録をチェック）することにより、数年先の対応（整備予測）が可能となる。なお、年点検を実施した月の月点検は省略できる。

3) 運転時点検

運転時点検では、開閉操作の機能及び安全の確認のため、運転・操作開始時の障害の有無、運転・操作中及び終了時の異常の有無や変化等の状況確認・動作確認を行う。原則として、ゲートの運転・操作の都度行う。

4) 臨時点検

臨時点検は、一定規模以上の出水、地震、落雷等の要因により、施設・設備・機器に何らかの異常が発生したおそれがある場合に速やかに行うもので、目視点検による方法を中心に、当該設備の目的、機能、設置環境等に対応した方法で、設備全体について特に異常が無いかを点検するものである。

5) 実施項目の考え方

扉体・戸当たり、開閉装置、機側制御盤の大きく3種類に区分した後、フェーズⅣ事業で整備する代表的なゲート設備であるワイヤロープウィンチ式を念頭に、開閉装置については電動機、制動機、減速機等の構成部位ごとに細分した上で、各部位における主な確認項目を整理した。

月点検については、雨季（5～10月）は毎月、乾季（11～4月）は3ヶ月ごとに実施することとし、年点検は出水期前の4月に実施することとした。年点検でも実施できない内部状態の確認等の項目については、更に長期スパンで実施する、納入業者による定期整備（後述）にて実施することとした。

機械設備の点検実施項目の一覧を表 9.3.3 に示す。ただし、点検項目は全てを網羅しているものではないので、設備の納入時に納入業者から提供される維持管理手順書に基づき、適切に管理することを基本とする。

表 9.3.3 機械設備の点検項目

区分/主な確認項目*	点検の種類 (定期点検)												イベント後	備考
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
機械設備														
扉体・戸当たり														
鋼板/水密ゴムの変形				Y										
鋼板/水密ゴムの損傷	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
鋼板の腐食(孔食)				Y										
回転部(ローラ/シープ)及び軸受の摩耗				Y										
回転部(ローラ/シープ)及び軸受の回転状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
水密ゴムからの漏水				Y										
水密ゴムの劣化				Y										
潤滑油の給油状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
溶接部の割れ														
板厚の減少														定期整備
開閉装置 (電動機)														
異常な振動/音/温度上昇	M			Y	M	M	M	M	M	M				
電流値/電圧値	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
絶縁抵抗				Y										
開閉速度				Y										
内部状態														定期整備
開閉装置 (制動機)														
清掃状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
作動状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
ライニングとドラムとの隙間				Y										
ライニングの厚さ				Y										
ドラムの損傷				Y										
絶縁抵抗				Y										
内部状態														定期整備
開閉装置 (減速機)														
異常な振動/音/温度上昇	M			Y	M	M	M	M	M	M				
漏油	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
潤滑油の量/状態				Y										
歯車の損傷/摩耗				Y										E
歯車の歯当たり				Y										
歯車のバックラッシュ				Y										
内部状態														定期整備
開閉装置 (動力伝達部)														
作動状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
異常な振動/音/温度上昇	M			Y	M	M	M	M	M	M				
漏油	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
潤滑油の量/状態				Y										
内部状態														定期整備
開閉装置 (扉体駆動部)														
ドラム/ドラム軸の変形/損傷				Y										
ドラムロープ溝の摩耗				Y										
ドラムロープ端部の緩み/脱落				Y										E
シープ/軸の損傷	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
シープ/軸の摩耗				Y										
シープ/軸の腐食(孔食)				Y										
シープ/軸の回転状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
潤滑油の給油状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
ワイヤロープの変形	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
ワイヤロープへの異物の付着	M			Y	M	M	M	M	M	M				
ワイヤロープの発錆/摩耗/素線切れ				Y										
内部状態														定期整備
開閉装置 (保護装置)														
ワイヤロープ端末調整装置のロックナットの緩み	M			Y	M	M	M	M	M	M				
ワイヤロープソケットからのピンの脱落				Y										
左右のロープ長さの差異				Y										
潤滑油の給油状態				Y										
リミットスイッチの変形/損傷	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
リミットスイッチの作動状態	M			Y	M	M	M	M	M	M				
開閉装置 (開度計)														
実揚程と指針表示の合致	M			Y	M	M	M	M	M	M				
機側制御盤														
開閉器/継電器の作動試験	M			Y	M	M	M	M	M	M				
開閉器/継電器の異常音	M			Y	M	M	M	M	M	M				
3E リレー/タイマーの設定値	M			Y	M	M	M	M	M	M				
表示灯の点灯(ランプテスト)	M			Y	M	M	M	M	M	M				E
開閉器の接点溶着/変色				Y										
ゲート開閉/切換による動作試験				Y										
PLCの電源端子部の電圧				Y										
PLCの内部電池の使用年数				Y										
PLCの零点調整/スパン調整				Y										
PLCを通じた動作確認/通信状況				Y										
盤内の配線状態/端子の緩み				Y										E
予備品の確認				Y										

M: “管理運転”を伴う月点検

Y: 雨季前に行う年点検

E: イベント(洪水、地震等)後に実施する臨時点検

* ここに示す項目は一例である。具体的な項目については、納入業者から提供される維持管理マニュアルに従う。

出典：調査団

(6) 電気通信施設の点検

1) 定期点検

定期点検は、不具合の兆候の早期発見及び手入れあるいは修理の計画的導入、並びに老朽化した設備、装置又は機器等の整備などの適正時期の判断に必要な状態把握（監視）を目的として実施するものである。以下の事項に留意して、機器ごとに適切な頻度で実施する。

- ・ 設備・機器の外観、損傷、異常音、異臭、発熱、発煙等の有無
- ・ 電気室・制御室内の状況
- ・ 表示ランプの表示状態
- ・ 計測器等の指示値が正常値内かどうか

また、発動発電設備の年点検については、管理運転を伴う点検を行う。

2) 運転時点検（日常点検）

電気通信施設を構成する機器は常に稼働しているものが多いため、日々動作状況を確認・把握し、日常的な点検や消耗品の交換、補充等を行う。

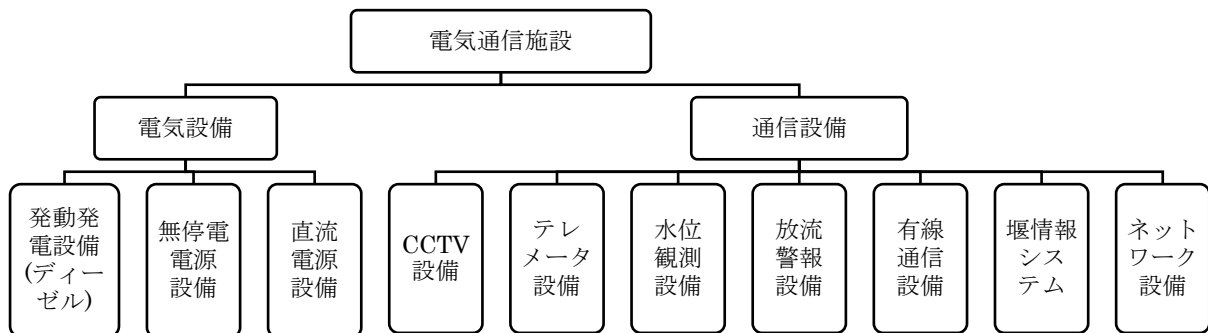
また、ゲートの運転・操作時においては、CCTV等の監視機器及び遠方操作盤・監視盤等により適切に状態把握を行うほか、機側の電気通信施設についても適時状況を確認する。

3) 臨時点検

臨時点検は、一定規模以上の出水、地震、落雷等が発生した場合に、設備・機器の動作状態及び据付状況の確認を目的として実施する。

4) 実施項目の考え方

フェーズ IV 事業において既存設備を更新または新たに導入する設備を対象として次のように区分し、必要な設備は更に細分化した上で、各設備における主な確認項目を整理した。



月点検については3ヶ月、6ヶ月など各設備を構成する機器ごとに決められた頻度で実施することとした。年点検については、発動発電設備を中心とした電気設備については出水期前の4月に実施することとしたが、通信設備（付属の電源設備を含む。）については時季を固定せず、適切な時季を施設管理者が選んで実施することで良い。年点検でも実施できない部品交換や分解調整の項目については、更に長期スパンで実施する、納入業者による定期整備（後述）にて実施することとした。

電気設備及び通信設備の点検実施項目の一覧を、表 9.3.4 及び表 9.3.5 にそれぞれ示す。ただし、点検項目は全てを網羅しているものではないため、設備の納入時に納入業者から提供される維持管理手順書に基づき、適切に管理することを基本とする。

表 9.3.4 電気設備の点検項目

電気設備	区分/主な確認項目*	点検の種類												イベント後	備考				
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月						
発動発電設備(ディーゼル)(原動機)	ファンベルト、ブラシ、エアフィルター、過給器等の状況確認	3			3			3				3					E		
	燃料・潤滑油こし器のドレイン抜き				(Y)														
	空気始動系(潤滑油、配管、電動・手動弁等)の状況確認				(Y)														
	冷却器系(配管、電動・手動弁等)の状況確認				(Y)														
	燃料系(小出し槽、配管等)の状況確認				(Y)														
	回転数、潤滑油圧・油温、冷却水圧・水温等の測定				(Y)														
	空気始動系、冷却系、燃料系、潤滑油系の動作確認				(Y)														
	各部の清掃				(Y)														
	部品交換、分解調整																		定期整備
	発動発電設備(ディーゼル)(発電機)	巻線・鉄心の状態確認				(Y)													E
		(ブラシありの場合)ブラシの摩耗、スリップリングの状態確認	3			3			3				3						
		(ブラシなしの場合)励磁器、整流素子等の状態確認				(Y)													
		すべり軸受部のパッキン部等からの漏油、端子の状況確認	3			3			3				3						
		すべり軸受部の軸受メタル等の状況確認				(Y)													
		絶縁抵抗、接地抵抗の測定				(Y)													
各部の清掃					(Y)														
部品交換、分解調整																			定期整備
発動発電設備(ディーゼル)(直流電源盤)	入出力電圧、電流、蓄電池電圧等の測定				(Y)													E	
	蓄電池のセル毎の電圧、電解液比重の測定				(Y)														
	充電自動切り替え試験				(Y)														
	保護回路、警報回路の動作試験				(Y)														
	蓄電池のセル毎の内部抵抗の測定				(Y)														
	整流器及び蓄電池の清掃				(Y)														
	部品交換、分解調整																		定期整備
発動発電設備(ディーゼル)(煙道、消音器)	煙道、消音器の状況確認				(Y)													E	
	貫通部の遮熱保護、止水の状況確認				(Y)														
	消音器のドレイン抜き				(Y)														
	周囲に可燃物がないことの確認				(Y)														
	部品交換、分解調整																		定期整備
発動発電設備(ディーゼル)(発電機盤、制御盤)	遮断器、継電器、コンデンサー等の状況確認				(Y)													E	
	主回路、制御回路等の状況確認				(Y)														
	部品交換、分解調整																		定期整備
	無停電電源設備(20kVA以下の場合)																		E
無停電電源設備	異常・障害表示	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
	蓄電池の確認				Y														
	ファンの確認				Y														
	機器本体の清掃等				Y														
	図書類、予備品等の確認				Y														
	部品交換、分解調整																		定期整備
	直流電源設備	異常・障害表示	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
		装置内部の状態確認				Y													
絶縁抵抗値の測定					Y														
入出力特性の確認					Y														
蓄電池の状態確認					Y														
機器本体の清掃等					Y														
図書類、予備品等の確認					Y														
部品交換、分解調整																			定期整備

D: 日常点検
 3: 3ヶ月点検
 6: 6ヶ月点検
 Y: 年点検(12ヶ月点検)
 (Y): 雨季前の管理運転を伴う年点検
 E: イベント(洪水、地震等)後に実施する臨時点検: 据付状況/動作確認等

* ここに示す項目は一例である。具体的な項目については、納入業者から提供される維持管理マニュアルに従う。

出典：調査団

表 9.3.5 通信設備の点検項目

通信設備	区分/主な確認項目*	点検の種類												イベント後	備考
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
CCTV設備(制御装置)	CCTV設備(制御装置)													E	
	スイッチ、マウス、キーボード等の動作確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	電源電圧の計測				Y										
	制御装置の状態確認				Y										
	ディスプレイの状態確認				Y										
	機器本体の清掃等				Y										
	図書類、予備品等の確認				Y										
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
CCTV設備(機側装置)	CCTV設備(機側装置)													E	
	ポール、据付架台、塗装、ボルト類の緩みの確認				Y										
	電源電圧の確認				Y										
	カメラ装置及び機側装置(ワイパ、ガラス面、接続部、ケーブル等)の確認				Y										
	カメラ装置及び機側装置の清掃等				Y										
	図書類、予備品等の確認				Y										
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
テレメータ設備(監視局)	テレメータ設備(監視局)													E	
	異常、障害の表示の確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	印字記録の確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	電圧、電流、周波数、S/N等の計測				Y										
	システム機能の確認				Y										
	受信データの確認				Y										
	伝搬路の見通し				Y										
	空中線の状況				Y										
	端子の接続状態				Y										
	センサーと記録計の連動動作確認				Y										
機器本体の清掃				Y											
図書類、予備品等の確認				Y											
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
テレメータ設備(観測局)	テレメータ設備(観測局)													E	
	電圧、電流、周波数、S/N等の計測				Y										
	観測装置各部の動作確認				Y										
	伝搬路の見通し				Y										
	空中線の状況				Y										
	端子の接続状態				Y										
	センサーと記録計の連動動作確認				Y										
	機器本体の清掃				Y										
	図書類、予備品等の確認				Y										
	部品交換、分解調整														定期整備
部品交換、分解調整														定期整備	
水位観測設備(水位計)	水位観測設備(水位計)													E	
	端子盤等の接続のゆるみ、損傷等の確認				Y										
	A/D変換器等の校正				Y										
	記録計の状態確認				Y										
	接続部の状態確認				Y										
	機器本体の清掃、掘え付け状況の確認				6						6				
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
	部品交換、分解調整														定期整備
放流警報設備(放流監視局)	放流警報設備(放流監視局)													E	
	異常、障害の表示の確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	印字記録の確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	電圧、電流、周波数、受信入力電力、S/N等の計測				6						6				
	最大周波数偏移、不要輻強度の確認				Y										
	システム機能(点検制御、音声発生装置動作、プリンタ制御)の確認				6						6				
	警報制御(サイレン制御、擬似音制御、放送制御、回転灯等)の確認				Y										
	伝搬路の見通し				6						6				
	空中線の状況				Y										
	端子の接続状態				Y										
センサーと記録計の連動動作確認				Y											
機器本体の清掃				6						6					
図書類、予備品等の確認				Y											
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
放流警報設備(放流警報局)	放流警報設備(放流警報局)													E	
	電圧、電流、周波数、受信入力電力、S/N等の計測				6						6				
	最大周波数偏移、不要輻強度の確認				Y										
	警報制御(サイレン制御、擬似音制御、放送制御、回転灯等)の確認				Y										
	伝搬路の見通し				6						6				
	空中線の状況				Y										
	端子の接続状態				Y										
	サイレン、スピーカー、集音マイク、回転灯の動作確認				6						6				
	機器本体の清掃				6						6				
	図書類、予備品等の確認				Y										
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
部品交換、分解調整														定期整備	
有線通信設備(光伝送装置)	有線通信設備(光伝送装置)													E	
	警報履歴、障害表示	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	監視装置による状態確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	端子の接続状態				Y										
	機器本体の清掃				Y										

区分/主な確認項目*	点検の種類												イベント後	備考
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
通信設備(続き)														
堰情報システム(情報処理装置)													E	
CPU使用率の計測				6						6				
ネットワーク負荷の計測				6						6				
メモリ使用量の計測				6						6				
図書類、予備品等の確認				Y										
部品交換、分解調整														定期整備
堰情報システム(入出力インターフェース)													E	
電圧の測定				6						6				
入出力レベルの測定				Y										
接続部の確認				Y										
機器外面の清掃及びファン動作確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
機器内部の清掃及び機器据付の状況確認				Y										
部品交換、分解調整														定期整備
堰情報システム(入出力中継装置)													E	
電圧等の測定				6						6				
保安器、避雷器の状態確認				6						6				
補助継電器の状態確認				Y										
接続部の確認				Y										
機器内部の清掃及び機器据付の状況確認				Y										
機器本体外面の清掃	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
部品交換、分解調整														定期整備
堰情報システム(監視制御卓)													E	
各スイッチの保護状態の確認				Y										
電圧等の確認				6						6				
各表示器の状態確認(ランプテスト)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
機器内部の清掃及び機器据付の状況確認				Y										
機器本体外面の清掃	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
部品交換、分解調整														定期整備
堰情報システム(ディスプレイ)													E	
各スイッチの保護状態の確認	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
電圧等の確認				Y										
各表示器の状態確認(ランプテスト)				Y										
接続部、機器本体の確認				Y										
ネットワーク設備(ルータースイッチ)													E	
端子の接続状態				Y										
機器本体の清掃				Y										

D: 日常点検
 3: 3ヶ月点検
 6: 6ヶ月点検
 Y: 年点検(12ヶ月点検)
 (Y): 雨季前の管理運転を伴う年点検
 E: イベント(洪水、地震等)後に実施する臨時点検: 据付状況/動作確認等

* ここに示す項目は一例である。具体的な項目については、納入業者から提供される維持管理マニュアルに従う。

出典：調査団

9.3.2.3 機能保全対策

(1) 土木・建築構造物

1) 巡視・点検結果に基づく措置

定期的又は出水後に行う縦横断測量あるいは巡視・点検の結果を踏まえ、流下能力の変化や、施設の安全性に影響を及ぼすような河床の変化が河川管理上の支障となると判断した場合には、河床掘削や浚渫、あるいは根固め工の施工や洗掘箇所への充填などの適切な措置を講じる。

巡視・点検により施設の土木・建築構造部分の損傷、劣化等の異状があることを把握したときは、施設の効率的な維持及び修繕が図られるよう、以下に示す必要な措置を講じるものとする。

- (a) 点検等によりクラック、コンクリートの劣化、沈下等の変状を発見し、各々の施設が維持すべき機能が低下するおそれが見られた場合には、継続的に状態把握(点検)を行う等により原因を調査する。
- (b) 当該施設及び同種の構造物の過去の被災事例や異常発生事例を参考として、点検等の調査による変状の状態から施設の機能の維持に重大な支障が生じると判断した場合には、必要な対策を行う。

対策にあたっては、長寿命化対策の検討等により、長期的なコストを考慮するとともに、施設

を更新する際には、施設の位置や周辺環境を勘案し河川本来の生態系や多様な景観等の水辺環境を保全・創出することや、地域の暮らし、歴史、文化との調和に配慮するなど、質的な向上について検討することを基本とする。

2) 大規模修繕

適切に施工されたコンクリートは、数十年程度であれば老朽化により強度が低下することはないと考えられる。

一方、低水護岸工や門柱上屋には鋼材が使用されており、数十年経過すると劣化が進むため、当初見込んでいた機能を発揮することができなくなり、大規模な修繕あるいは取替が必要になると考えられる。門柱上屋へアクセスするための昇降階段や管理橋については、現地の汎用部材である SS 材を用いているため、更に短期スパンでの塗装塗り替えの必要性が生じる。

また、発電機棟については、定期的に屋根防水のやり替えが必要となる。

以上の考えに基づき、土木・建築構造物における大規模修繕のサイクルを示すと表 9.3.6 のようになる。

表 9.3.6 土木・建築構造物の大規模修繕サイクル

種別	細別	場所	塗装塗替	取替	備考
鋼材部分	鉄骨階段、ルーバー等	MCGS, Cainta	12 年	35 年	手摺り（材質：GI パイプ）は塗装対象から除く
	管理橋、ルーバー等	Taytay	12 年	35 年	手摺り（材質：GI パイプ）は塗装対象から除く
門柱上屋	屋根シート	MCGS, Cainta, Taytay	—	35 年	材質：ガルバリウム鋼板
発電機棟	屋根防水	MCGS, Cainta	12 年		防水塗膜の打ち替え
低水護岸	鋼矢板	河道内	50 年		大規模修繕（部分打ち替え等）

出典：調査団

(2) 機械設備

1) 整備

整備は、設備の機能・目的、設置環境、稼動条件、当該設備や機器等の特性等を考慮し、その機能を維持もしくは復旧し、信頼性を確保することを目的として、適正かつ合理的な整備計画を策定して実施しなければならない。

整備は、「点検時に実施する整備」と「定期整備」に分けられる。

点検時に実施する整備とは、設備の機能維持を目的として、点検後もしくは点検中に、清掃、給油脂、手工具等による簡易な機械・電気部品の調整・取替作業をいう。基本的に点検作業の一環として実施されるものであり、点検結果に基づく必要な整備も含んでいる。

定期整備とは、設備の機能維持に加え損傷や異常発生の予防を目的として、予め設定した時期に、納入業者等に委託して実施する整備作業をいう。定期整備には、清掃、給油脂、定期取替、分解整備（オーバーホール）、塗替塗装等が含まれる。これにより、頻繁に更新するよりも少ないコストで、より長く使用できるようになるので、ライフサイクルコストの低減につながる。

なお、清掃、給油脂は、設備を構成する機械要素を正常な状態に保つために必要不可欠であり、最も基本的な整備であるため、設備の取扱説明書に基づき確実に実施しなければならない。

2) 取替・更新

取替・更新は、次のような場合に、設備の正常な機能の確保を目的として、当該設備・装置あるいは機器を新しいものに設置し直すものである。

- 設備の保守管理を適切に実施しているにもかかわらず、新設時と比較して設備の機能等が低下し、信頼性、安全性が維持できなくなったと判断された場合；または
- 設備を構成する機器等が経年劣化等により安定した機能・性能を得ることができなくなり、寿命と判断された場合

取替・更新は、対象設備・装置・機器等の重要性等に応じて適切な時期に計画的かつ経済的に実施することが重要である。したがって、設備のライフサイクルコストを考慮して長期的視点に立った取替・更新計画を策定し、計画的に実施しなければならない。また取替・更新は、コスト縮減を念頭に、できるだけ標準品、汎用品を使用する等の方策を講じなければならない。

機械設備を構成する機器・装置の取替・更新サイクルを表 9.3.7 に示す。表は以下の条件を想定して作成した。

- (a) 各設備を構成する機器・装置は、ある程度まとまった単位で取替・更新することを基本とした。
- (b) 扉体材質は省合金二相ステンレス鋼であるため、記載の取替・更新年数より延びるものと考えられるが、実績がないことから従来の SS 材と同じ値を適用した。
- (c) 「取替・更新の年数」に記載された数字は、納入業者等に委託して実施する定期整備を含め、必要な点検・整備をしっかりとやった場合に見込める目安の年数であり、点検・整備の水準を確保できない場合には、その年数まで使用することは不可能になることに留意する。

表 9.3.7 機械設備の取替・更新サイクル

機器・装置		種別	MCGS		Cainta	Taytay	取替・更新の年数	
			No.1(大)	No.2(小)				
		門数	1 門	1 門	2 門	3 門		
ゲート扉体／門	扉体構造部	更新	1 式	1 式	1 式	1 式	58 年	
	主ローラ	ローラ	取替	4 台	4 台	4 台	4 台	58 年 扉体構造部に準ずる
		ローラ軸	取替	4 本	4 本	4 本	4 本	
		軸受メタル	取替	4 組	4 組	4 組	4 組	
	補助ローラ	取替	4 組	4 組	4 組	4 組		
	扉体シーブ	取替	2 台	2 台	2 台	—		
水密ゴム	取替	L=48m	L=31m	L=31m	L=9m	21 年		
ンチ	主電動機	取替	2 台	1 台	1 台	—	39 年	
	油圧押し上式ブレーキ	取替	4 台	2 台	2 台	—	55 年	

機器・装置	種別	MCGS		Cainta	Taytay	取替・更新の年数		
		No.1(大)	No.2(小)					
	門数	1 門	1 門	2 門	3 門			
遠心ブレーキ	取替	4 台	1 台	1 台	—	機械台シーブに準ずる		
切換装置	取替	2 台	1 台	1 台	—			
減速機	取替	2 台	1 台	1 台	—			
開放歯車	取替	2 組	1 式	1 式	—			
機械台シーブ	取替	2 組	1 式	1 式	—	55 年		
軸受	取替	2 組	1 式	1 式	—	55 年		
軸継手	取替	2 組	1 式	1 式	—	機械台シーブに準ずる		
ワイヤロープ	取替	L=80m ×2 本	L=120m ×1 本	L=190m ×1 本	—	35 年（待機）		
ワイヤロープ端末調整装置	取替	2 組	1 式	1 式	—	55 年 機械台シーブに準ずる		
ラック式開閉装置本体	更新	—	—	—	1 台	34 年		
制御機器／門	制限開閉器	取替	2 組	1 式	1 式	—	43 年	
	リミットスイッチ	取替	2 組	1 式	1 式	—	41 年	
	開度計	取替	2 台	1 台	1 台	—	43 年	
	機側 操作 盤／ 面	盤全体	取替	1 面 (自立形)	1 面 (自立形)	1 面 (自立形)	1 面 (開閉機搭載形)	35 年
		リレー類	取替	1 式	1 式	1 式	1 式	35 年 盤全体取替
		開閉器類	取替	1 式	1 式	1 式	1 式	
		スイッチ類	取替	1 式	1 式	1 式	1 式	

出典：調査団

(3) 電気通信施設

1) 整備

整備においては、点検及び設備診断の結果も活用しながら、設備ごとに予め定められた劣化部品等の取替及び調整などを計画的に実施するとともに、発生した故障又は不具合に対しては迅速かつ適切な修理を行うことで、設備機能の維持・回復を図る。

電気通信施設においても、整備は「点検時に実施する整備」と「定期整備」に分けられる。

点検時に実施する整備とは、設備の機能維持を目的として、点検後もしくは点検中に行う、清掃、手工具等による簡易な調整・部品取替作業をいう。基本的に点検作業の一環として実施されるものであり、点検結果に基づく必要な整備も含まれている。

定期整備とは、通常の点検整備では寿命を迎える設備の更なる延命化を目的として、予め設定した時期に、納入業者等に委託して実施する整備作業をいう。定期整備には、劣化した部品の交

換、分解調整（オーバーホール）等が含まれる。全ての設備・機器で実施可能ではないものの、定期整備により、頻繁に更新するよりも少ないコストで設計寿命より長く使用できるようになるので、ライフサイクルコストの低減につながる。

2) 更新

電気通信施設を構成する設備・機器は、土木・建築構造物や機械設備に比べて設計寿命が短いものが多く、前述した定期整備も含む保守をしっかりと行うことで延命化が可能であるものの、施設を運用していく中で頻繁に更新が必要となる。

電気通信施設を構成する機器・装置の更新サイクルを表 9.3.8 に示す。

「拠点」欄には、新たに設置する MCGS と 2 基の逆流防止水門のほか、既存の EFCOS に関するシステムのうち、フェーズ IV 事業で更新する設備・機器が設置されている箇所も含めた。また、定期整備を含めた適切な保守の実施による延命を前提とした更新年数を「期待寿命」として設定した。

表 9.3.8 電気通信施設の更新サイクル

拠点	設備	装置	数量	設計寿命	期待寿命
MCGS	発動発電設備	ディーゼルエンジン	3 台	20	25
	無停電電源設備	無停電電源装置	3 台	15	19
	電子応用設備	水位観測装置（水位計）	1 式	8	15
	放流警報設備	サイレン	1 台	13	16
		スピーカー	4 台	13	16
		集音マイク	4 台	13	16
		警報灯	4 台	13	16
		警報装置	2 式	13	16
		制御監視装置	1 式	13	16
	CCTV 設備	カメラ装置	4 台	11	13
		カメラ装置用機側装置	4 台	11	13
		制御装置	1 式	11	13
	堰情報システム	監視制御装置	1 式	8	16
	有線通信設備	光伝送装置	1 式	12	12
	ネットワーク設備	ルータ・スイッチ	1 式	5	8
CAINTA	発動発電設備	ディーゼルエンジン	2 台	20	25
	無停電電源設備	無停電電源装置	3 台	15	19
	電子応用設備	水位観測装置（水位計）	1 式	8	15
	放流警報設備	サイレン	1 台	13	16
		スピーカー	2 台	13	16
		集音マイク	2 台	13	16

拠点	設備	装置	数量	設計寿命	期待寿命
		警報灯	2台	13	16
		警報装置	1式	13	16
		制御監視装置	1式	13	16
	CCTV 設備	カメラ装置	4台	11	13
		制御装置	1式	11	13
	堰情報システム	監視制御装置	1式	8	16
	有線通信設備	光伝送装置	1式	12	12
ネットワーク設備	ルータ・スイッチ	1式	5	8	
TAYTAY	発動発電設備	ディーゼルエンジン	1台	20	25
	無停電電源設備	無停電電源装置	1台	15	19
	電子応用設備	水位観測装置（水位計）	1式	8	15
	放流警報設備	スピーカー	2台	13	16
		集音マイク	2台	13	16
		警報灯	2台	13	16
		警報装置	1式	13	16
		制御監視装置	1式	13	16
	CCTV 設備	カメラ装置	5台	11	13
		制御装置	1式	11	13
	堰情報システム	監視制御装置	1式	8	16
有線通信設備	光伝送装置	1式	12	12	
ネットワーク設備	ルータ・スイッチ	1式	5	8	
ROSARIO MASTER CONTROL STATION	発動発電設備	ディーゼルエンジン	2台	20	25
		燃料槽	2基	20	25
	無停電電源設備	無停電電源装置	1台	15	19
	直流電源装置	直流電源装置	2台	15	19
	堰情報システム	監視制御装置	1式	8	16
	電子応用設備	情報表示装置	2台	8	10
		大型表示装置 （プラズマディスプレイ）	1台	8	10
		操作端末	2台	8	10
		情報処理装置	1式	8	10
		プリンタ	3台	8	10
		GPS 受信機	1台	8	10
放流警報設備	制御監視装置	1式	13	16	
テレメータ設備	テレメータ監視装置	1式	13	16	
	アンテナ装置類	一式	13	16	

拠点	設備	装置	数量	設計寿命	期待寿命
	有線通信設備	光伝送装置	1 式	12	12
	ネットワーク設備	ルータ・スイッチ	1 式	5	8
		NTP サーバ	1 台	8	10
ANTIPOLO RELAY STATION	受変電設備	絶縁トランス	1 式	20	30
	発動発電設備	自動切替制御盤	1 式	20	25
PAGASA (SCIENCE GARDEN) STATION	テレメータ設備	アンテナ装置類	一式	13	16
	直流電源装置	直流電源装置	1 台	15	19
NAPINDAN HCS MONITOR STATION	テレメータ設備	無線装置	1 台	13	16
STO NINO WATER LEVEL GAUGE STATION	テレメータ設備	テレメータ装置	1 台	13	16

出典：調査団

(4) 保守管理資金計画

(1)～(3)の考え方にに基づき、土木・建築構造物、機械設備、電気通信施設の各部門について大規模な修繕や取替・更新に必要な中長期的費用を算出した。対象期間は、施設を構成する主要な設備であるゲートの更新年数が一巡する 60 年間とした。費用の算出は、次の条件によった。

- 全ての部門において、毎年必要となる保守管理費用をそれぞれ同額計上した。
- 土木・建築構造物については、5 年ごとの縦横断測量のほか、表 9.3.6 に示した大規模修繕に要する費用を計上した。
- 機械設備については、表 9.3.7 に示した取替・更新のほか、必要に応じて定期整備に要する費用を計上した。定期整備の時期の目安は、標準年数に達する半分程度を過ぎた頃とした。
- 電気通信施設については、表 9.3.8 に示した更新のほか、必要に応じて定期整備に要する費用を計上した。定期整備の時期の目安は、電気通信設備点検基準（独立行政法人水資源機構）で示された「中間整備」が推奨される頃とした。

フェーズⅣ事業で整備される施設の中長期的な保守管理資金計画を、表 9.3.9 に示す。

表 9.3.9 中長期的な保守管理資金計画

【維持管理資金計画表】		黒字:点検・整備・保守等 青字:大規模修繕・取替・更新等([]内は新設または前回更新時からの経過年数)									
年度	2026		2027		2028		2029		2030		金額単位:千円
施設設置経過年数	1		2		3		4		5		
土木・建築構造物	(計上なし)		構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	
	※瑕疵担保期間のため								河川縦横断面測量	500	
	小計	0	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500	
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	
	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	
	小計	1,000	小計	1,000	小計	1,000	小計	1,000	小計	1,000	
合計金額(千円)	合計	3,000	合計	6,000	合計	6,000	合計	6,000	合計	6,500	
合計金額(千円)	合計	6,240	合計	12,480	合計	12,480	合計	12,480	合計	13,520	

年度	2031		2032		2033		2034		2035	
施設設置経過年数	6		7		8		9		10	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
			[7]CCTV設備定期整備	7,940	[8]権情報システム定期整備	16,360	[9]無停電電源設備定期整備	2,660	[10]情報処理装置更新	7,500
							[9]水位観測装置定期整備	3,880	[10]直流電源設備定期整備	1,500
							[9]テレメータ設備定期整備	7,240	[10]放流警報設備定期整備	9,340
	小計	1,000	小計	8,940	小計	17,360	小計	14,780	小計	19,340
合計金額(千円)	合計	6,000	合計	13,940	合計	22,360	合計	19,780	合計	24,840
合計金額(千円)	合計	12,480	合計	28,995	合計	48,509	合計	41,142	合計	51,687

年度	2036		2037		2038		2039		2040	
施設設置経過年数	11		12		13		14		15	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
	[11]昇降階段等塗装塗替(MCGS)	3,700	[12]昇降階段等塗装塗替(Cainta水門)	2,200	[13]管理橋等塗装塗替(Taytay樋門)	1,100			河川縦横断面測量	500
	[11]発電機棟屋根防水(MCGS)	200	[12]発電機棟屋根防水(Cainta水門)	200						
	小計	6,900	小計	5,400	小計	4,100	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
			[12]光伝送装置更新	7,400	[13]CCTV設備更新	39,700	[14]環情報システム更新	81,800	[15]水位観測装置更新	19,400
			[12]発動発電設備定期整備(All)	11,040						
	小計	1,000	小計	19,440	小計	40,700	小計	82,800	小計	20,400
合計金額(千円)	合計	9,900	合計	26,840	合計	46,800	合計	87,800	合計	25,900
合計金額(千円)	合計	20,592	合計	55,827	合計	97,344	合計	182,824	合計	53,872

年度	2041		2042		2043		2044		2045	
施設設置経過年数	16		17		18		19		20	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	[16]開閉装置定期整備(MCGS大)	21,780	[17]開閉装置定期整備(Cainta)	15,800	[18]開閉装置定期整備(MCGS小、Taytay)	7,980	[19]扉体水密ゴム取替(MCGS大)	2,400	[20]扉体水密ゴム取替(Cainta)	2,300
							[19]扉体定期整備(MCGS大)	199,000	[20]扉体定期整備(Cainta)	51,000
	小計	23,780	小計	17,800	小計	9,980	小計	203,400	小計	55,300
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[16]テレメータ設備更新	36,200	[17]放流警報設備更新	46,700	[18]無停電電源設備更新	13,300	[19]直流電源設備更新	7,500	[10]情報処理装置更新	7,500
									[7]CCTV設備定期整備	7,940
	小計	37,200	小計	47,700	小計	14,300	小計	8,500	小計	16,440
合計金額(千円)	合計	63,980	合計	68,500	合計	27,280	合計	214,900	合計	75,240
合計金額(千円)	合計	133,078	合計	142,480	合計	56,742	合計	446,992	合計	156,499

年度	2046		2047		2048		2049		2050	
施設設置経過年数	21		22		23		24		25	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
					[23]昇降階段等塗装塗替 (MCGS)	3,700	[24]昇降階段等塗装塗替 (Cainta水門)	2,200	河川縦横断面測量	500
					[12]発電機棟屋根防水 (MCGS)	200	[12]発電機棟屋根防水 (Cainta水門)	200	[25]管理橋等塗装塗替 (Taytay樋門)	1,100
	小計	3,000	小計	3,000	小計	6,900	小計	5,400	小計	4,600
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	[21]扉体水密ゴム取替 (MCGS小、Taytay)	3,800								
	[21]扉体定期整備 (MCGS小、Taytay)	39,400								
	小計	45,200	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
			[8]壩情報システム定期整備	16,360	[23]発動発電設備更新 (Rosario)	6,000	[24]発動発電設備更新 (MCGS)	30,000	[25]発動発電設備更新 (Cainta、Taytay)	19,200
					[8]水位観測装置定期整備	3,880	[12]光伝送装置更新	7,400	[9]テレメータ設備定期整備	7,240
	小計	1,000	小計	17,360	小計	10,880	小計	38,400	小計	27,440
合計金額(千円)	合計	49,200	合計	22,360	合計	19,780	合計	45,800	合計	34,040
合計金額(千円)	合計	102,338	合計	48,509	合計	41,142	合計	95,284	合計	70,803

年度	2051		2052		2053		2054		2055	
施設設置経過年数	26		27		28		29		30	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[13]CCTV設備更新	39,700	[9]無停電電源設備定期整備	2,660	[9]直流電源設備定期整備	1,500	[15]壩情報システム更新	81,800	[15]水位観測装置更新	19,400
			[10]放流警報設備定期整備	9,340					[10]情報処理装置更新	7,500
	小計	40,700	小計	13,000	小計	2,500	小計	82,800	小計	27,900
合計金額(千円)	合計	45,700	合計	18,000	合計	7,500	合計	87,800	合計	33,400
合計金額(千円)	合計	95,058	合計	37,440	合計	15,600	合計	182,624	合計	69,472

年度	2056		2057		2058		2059		2060	
施設設置経過年数	31		32		33		34		35	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
			[32]ワイヤロープ取替 (MCGS大)	8,100	[33]ワイヤロープ取替 (Cainta)	3,900	[34]開閉装置更新 (Taytay)	5,700	[35]ワイヤロープ取替 (MCGS小)	2,000
			[32]機側操作盤取替 (MCGS大)	5,700	[33]機側操作盤取替 (Cainta)	8,400			[35]機側操作盤取替 (MCGS小)	4,200
			[16]開閉装置定期整備 (MCGS大)	21,780	[16]開閉装置定期整備 (Cainta)	15,800			[17]開閉装置定期整備 (MCGS小)	6,840
小計	2,000	小計	37,580	小計	30,100	小計	7,700	小計	15,040	
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[15]テレメータ設備更新	36,200			[7]CCTV設備定期整備	7,940	[17]放流警報設備更新	46,700		
	小計	37,200	小計	1,000	小計	8,940	小計	47,700	小計	1,000
合計金額(千円)	合計 42,200	合計 41,580	合計 42,040	合計 58,400	合計 19,540					
合計金額(千円)	合計 87,778	合計 86,486	合計 87,443	合計 121,472	合計 40,643					

年度	2061		2062		2063		2064		2065	
施設設置経過年数	36		37		38		39		40	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
	[36]上屋屋根・階段等取替 (MCGS)	50,000	[37]上屋屋根・階段等取替 (Cainta水門)	35,700	[38]上屋屋根・管理橋等取替 (Taytay橋門)	4,100			河川縦横断面測量	500
	[13]発電機棟屋根防水 (MCGS)	200	[13]発電機棟屋根防水 (Cainta水門)	200						
小計	53,200	小計	38,900	小計	7,100	小計	3,000	小計	3,500	
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
					[19]扉体水密ゴム取替 (MCGS大)	2,400	[19]扉体水密ゴム取替 (Cainta)	2,300	[19]扉体水密ゴム取替 (MCGS小、Taytay)	3,800
					[19]扉体定期整備 (MCGS大)	199,000	[19]扉体定期整備 (Cainta)	51,000	[19]扉体定期整備 (MCGS小、Taytay)	39,400
小計	2,000	小計	2,000	小計	203,400	小計	55,300	小計	45,200	
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[18]無停電電源設備更新	13,300	[18]直流電源設備更新	7,500	[13-15]発動発電設備定期整備 (All)	11,040	[13]CCTV設備更新	39,700	[10]情報処理装置更新	7,500
	[12]光伝送装置更新	7,400	[8]堰情報システム定期整備	16,360	[8]水位観測装置定期整備	3,880			[9]テレメータ設備定期整備	7,240
小計	21,700	小計	24,860	小計	15,920	小計	40,700	小計	15,740	
合計金額(千円)	合計 76,900	合計 65,760	合計 228,420	合計 99,000	合計 64,440					
合計金額(千円)	合計 159,952	合計 136,781	合計 470,954	合計 205,920	合計 134,035					

年度	2066		2067		2068		2069		2070	
施設設置経過年数	41		42		43		44		45	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
									[45]護岸等大規模修繕 (CP1区間)	274,000
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	277,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	[41]主電動機取替 (MCGS大)	2,100	[42]主電動機取替 (Cainta)	800	[43]主電動機取替 (MCGS小)	800				
	[41]制限開閉器・開度計 取替(MCGS大)	1,400	[42]制限開閉器・開度計 取替(Cainta)	800	[43]制限開閉器・開度計 取替(MCGS小)	800				
	小計	5,500	小計	3,600	小計	3,600	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
					[9]放流警報設備定期整 備	9,340	[15]堰情報システム更新	81,800	[15]水位観測装置更新	19,400
									[9]無停電電源設備定期 整備	2,660
	小計	1,000	小計	1,000	小計	10,340	小計	82,800	小計	23,060
合計金額(千円)	合計	9,500	合計	7,600	合計	16,940	合計	87,800	合計	302,560
合計金額(千円)	合計	19,760	合計	15,808	合計	35,235	合計	182,624	合計	629,325

年度	2071		2072		2073		2074		2075	
施設設置経過年数	46		47		48		49		50	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
	[46]護岸等大規模修繕 (CP2区間-1)	343,000	[47]護岸等大規模修繕 (CP2区間-2)	343,000	[48]護岸等大規模修繕 (CP3区間-1)	279,000	[49]護岸等大規模修繕 (CP3区間-2)	279,000	河川縦横断面測量	500
					[12]昇降階段等塗装塗 替(MCGS)	3,700	[12]昇降階段等塗装塗 替(Cainta水門)	2,200	[50]護岸等大規模修繕 (CP3区間-3)	279,000
					[12]発電機棟屋根防水 (MCGS)	200	[12]発電機棟屋根防水 (Cainta水門)	200	[12]管理橋等塗装塗替 (Taytay水門)	1,100
小計	346,000	小計	346,000	小計	285,900	小計	284,400	小計	283,800	
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000	小計	2,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[9]直流電源設備定期整 備	1,500	[16]テレメータ設備更新	36,200	[25]発動発電設備更新 (Rosario)	6,000	[25]発動発電設備更新 (MCGS)	30,000	[25]発動発電設備更新 (Cainta, Taytay)	19,200
	[7]CCTV設備定期整備	7,940			[12]光伝送装置更新	7,400			[10]情報処理装置更新	7,500
	小計	10,440	小計	37,200	小計	14,400	小計	31,000	小計	27,700
合計金額(千円)	合計	358,440	合計	385,200	合計	302,300	合計	317,400	合計	313,300
合計金額(千円)	合計	745,555	合計	801,216	合計	628,784	合計	660,182	合計	651,664

年度	2076		2077		2078		2079		2080	
施設設置経過年数	51		52		53		54		55	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
			[18]開閉装置定期整備 (Taytay)	1,140	[53]開閉装置更新 (MCGS大)	108,900	[54]開閉装置更新 (Cainta)	79,000	[55]開閉装置更新 (MCGS小)	34,200
	小計	2,000	小計	3,140	小計	110,900	小計	81,000	小計	36,200
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[17]放流警報設備更新	46,700	[13]CCTV設備更新	39,700	[9]堰情報システム定期整備	16,360	[9]水位観測装置定期整備	3,880	[19]無停電電源設備更新	13,300
	小計	47,700	小計	40,700	小計	17,360	小計	4,880	小計	14,300
合計金額(千円)	合計	52,700	合計	46,840	合計	131,260	合計	88,880	合計	54,000
合計金額(千円)	合計	109,818	合計	97,427	合計	273,021	合計	184,870	合計	112,320

年度	2081		2082		2083		2084		2085	
施設設置経過年数	56		57		58		59		60	
土木・建築構造物	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000	構造物補修・河道浚渫	3,000
									河川縦横断面測量	500
	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,000	小計	3,500
機械設備	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000	給油脂、簡易調整	2,000
			[58]扉体更新 (MCGS大)(1)	497,500	[58]扉体更新 (MCGS大)(2)	497,500	[59]扉体更新 (Cainta)	255,000	[60]扉体更新 (MCGS小、Taytay)	197,000
	小計	2,000	小計	499,500	小計	499,500	小計	257,000	小計	199,000
電気通信設備	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000	保守部品交換、簡易調整	1,000
	[19]直流電源設備更新	7,500		[6]CCTV設備定期整備	7,940	[15]堰情報システム更新	81,800	[15]水位観測装置更新	19,400	
	[9]テレメータ設備定期整備	7,240				[8]放流警報設備定期整備	9,340	[12]光伝送装置更新	7,400	
								[10]情報処理装置更新	7,500	
小計	15,740	小計	1,000	小計	8,940	小計	92,140	小計	35,300	
合計金額(千円)	合計	20,740	合計	503,500	合計	511,440	合計	352,140	合計	237,800
合計金額(千円)	合計	43,139	合計	1,047,280	合計	1,069,795	合計	732,451	合計	494,624

出典：調査団

9.3.2.4 保守管理記録

(1) 基本方針

施設に関する状態把握や分析・評価、修繕・更新等の維持管理を着実に実施するためには、まず施設の基本情報である河川台帳等の調製、更新を確実にを行い、合わせて点検結果、健全性の評価結果など、施設の維持管理に関する諸情報を正確に把握し記録するとともに、重要な情報を集約しデータベース化を進める必要がある。

(2) 竣工時

本事業を実施する DPWH-UPMO の責任者は、施設の供用開始までに、各設備・機器の設計・製作および施工に関する記録・資料等を整理した上で、操作運用および保守管理に必要な完成図書および管理用図書等を作成し、MCGS 及び 2 基の逆流防止水門の管理責任者へ確実に引き継ぐ。

(3) 管理移行後

各管理責任者は、計画的かつ効率的な保守管理を実施するため、施設台帳と保守管理台帳からなる管理用図書を作成し、保存、管理する。施設台帳は施設の設置年、主要な諸元を記載したものとし、保守管理台帳は設備において実施した巡視・点検・整備・更新の履歴、事故・故障及びその措置の履歴を記載したものとす。保守管理台帳に記載された事項はその後の維持管理を行う上で重要な情報となるので、適切に整理・保存しておく。

9.3.3 運営管理体制（案）

9.3.3.1 事業実施および維持管理組織

本事業の実施機関及び各構造物の管理責任者は、以下の表 9.3.10 の通りとする。

表 9.3.10 事業実施・管理責任者（案）

対象構造物	詳細設計（2019 年）～ 工事完了(2026 年)	工事完了後 2 年間 (2028 年まで)	管理移行後 (2029 年以降)
Rosario 堰	MMDA-FCSMO		
NHCS	MMDA-FCSMO		
MCGS	DPWH-UPMO-FCMC	DPWH-UPMO-FCMC	MMDA-FCSMO
逆流防止水門	DPWH-UPMO-FCMC	DPWH-UPMO-FCMC	DPWH-Region IV-A
護岸・堤防等	DPWH-UPMO-FCMC	DPWH-UPMO-FCMC	MMDA-FCSMO

出典：調査団

事業の実施は DPWH の UPMO（統合事業管理局）であり、工事完了後 2 年を経過すると、マニラ首都圏に位置していない逆流防止水門を除き、MMDA に管理を移管することになっている。

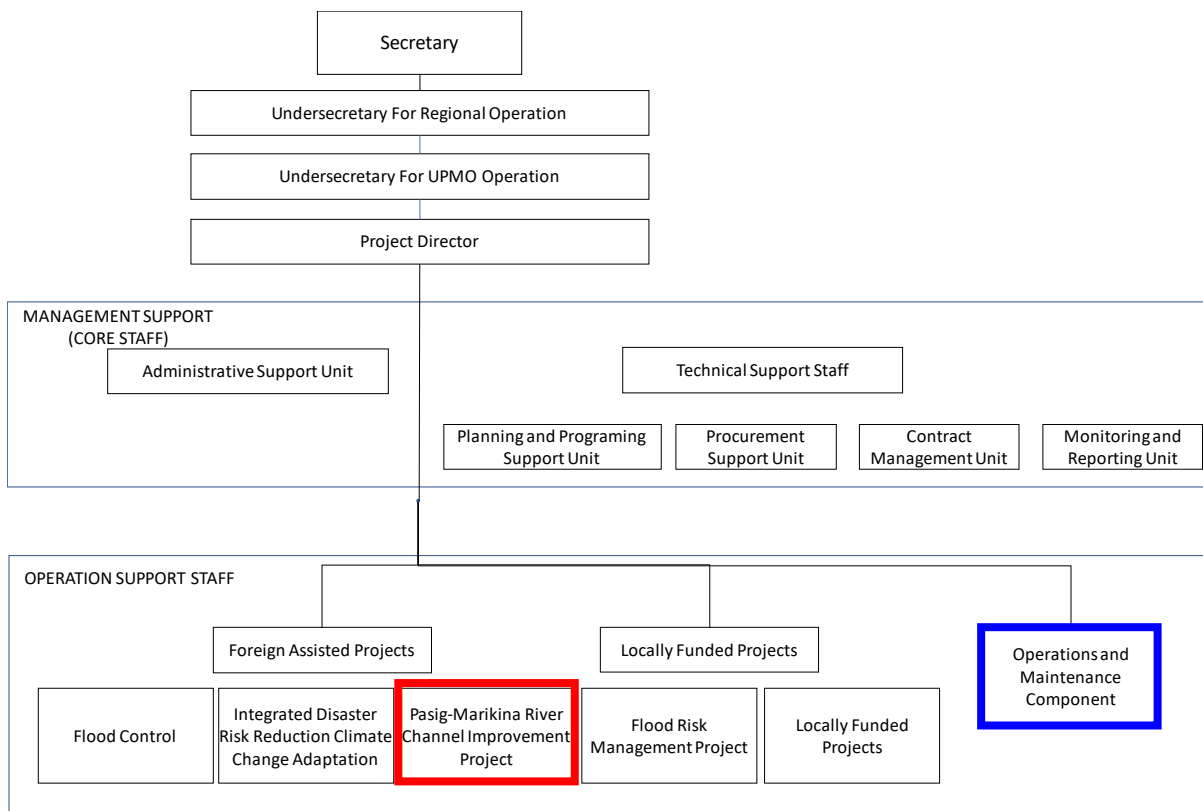
しかしながら、2 基の逆流防止水門施設についても、本事業で整備する他の施設と併せて MMDA が一体的に管理（特に操作）することが望ましい。調査団との協議においては、人員と予算が確保できれば、MMDA が管理をすることは可能との意向が示されている。DPWH が費用を負担して MMDA（EFCOS 事務所）に管理を委託する方向で、実際の管理開始までに詳細を調整することになる。

9.3.3.2 洪水対策組織の現状

本事業によって建設される MCGS 及び 2 基の逆流防止水門並びに河道改修施設に関連する組織についての基本情報を以下に示す。

(1) DPWH

本事業を実施し、工事完了後 2 年間の維持管理を行うのは、DPWH-UPMO-FCMC である。その組織構成は以下の図 9.3.1 に示す通りであり、組織全体として約 70 名の Engineer（技術者）から構成されている。



出典：DPWH

図 9.3.1 DPWH-UPMO-FCMC の組織図

赤で囲んだ部署が事業実施を担当し、青で囲んだ部署が2年間の維持管理を行う事になっている。

2基の逆流防止水門施設の維持管理は、事業が完了して2年後、DPWH-Region IV-Aに移管予定であるが、前節で述べたように、実際の管理はMMDAに委託する方向で調整予定である。

(2) MMDA

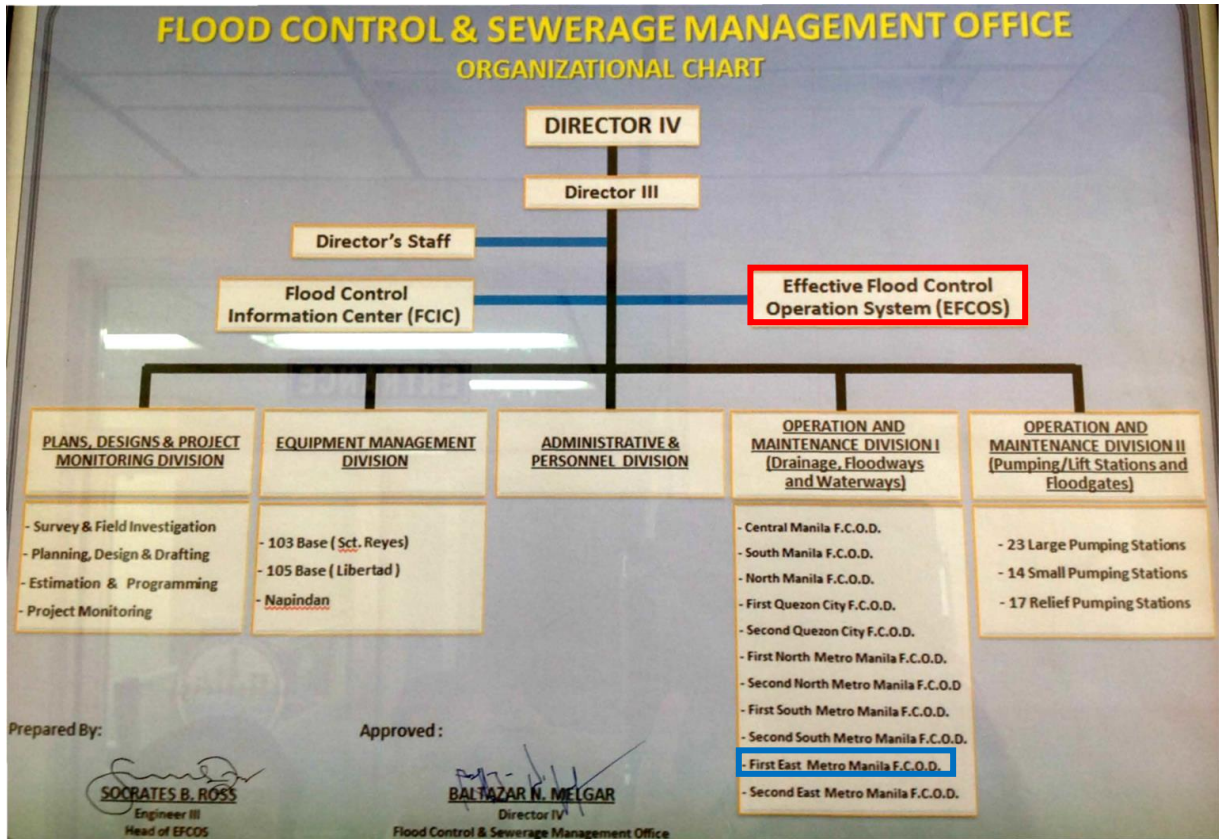
本事業に関係するMMDAの部署は、FCSMO（治水・下水道管理室）である。FCSMOでは、洪水・排水対策を地域ごとに分割して実施している。

1) FCSMOの組織構成

FCSMOの組織図を図9.3.2に示す。

NHCS及びRosario堰の操作及び維持管理、並びにEFCOSのシステムの維持管理は、FCSMO内の組織であるEFCOS事務所が実施している。EFCOSは当初DPWHの中にあっただが、2002年に、所属していた職員も含めてMMDAに移管された。

また、本プロジェクトの実施対象である河道や堤防・護岸のほか、流域内の排水路等の維持管理は、FCSMO内にある東マニラ首都圏治水運用第一部が実施することになっている。マリキナ川の本川においては、支川であるNangka川との合流点（マニラ首都圏とリサール州の境界）からナピンダン水路との合流点（パッシング川の起点）までを管轄しており、LGUsとしてはマリキナ市とパッシング市に跨がっている。



出典：MMDA

図 9.3.2 MMDA-FCSMO の組織図

赤で囲んだ部署が MCGS、NHCS、Rosario 堰の操作・維持管理を担当し、青で囲んだ部署が護岸・堤防等の維持管理を行うことになっている。

2) FCSMO の年間予算

2019 年度の年間予算の組み立ては、表 9.3.11 のようになっている。

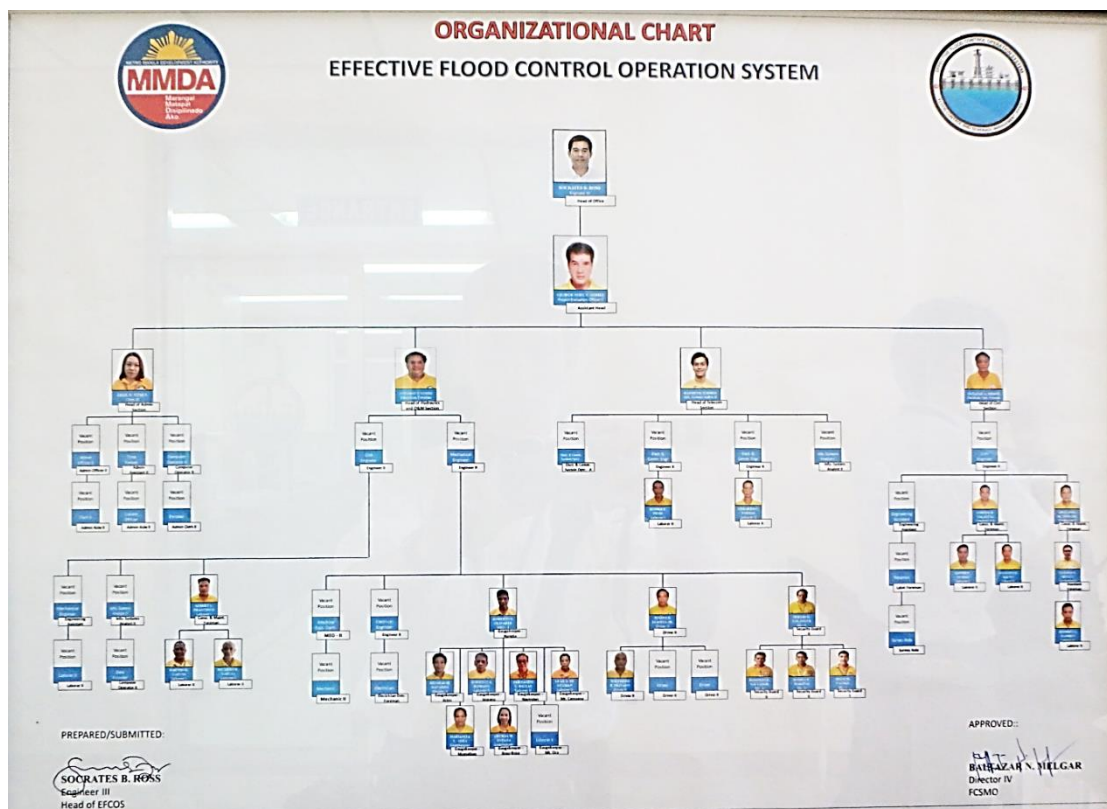
表 9.3.11 MMDA-FCSMO の年間予算（2019 年度）

費用区分	範囲	予算	
維持管理費及び その他運営経費	マニラ首都圏全体	PHP288,559,000	JPY600,202,720
資本的支出 (施設改修、浚渫等)	マニラ首都圏全体	PHP1,477,436,000	JPY3,073,066,880
	東マニラ首都圏治水運用第一部	PHP103,635,000	JPY215,560,800

出典：MMDA、円換算は JICA 調査団による計算値

3) EFCOS の人員と所有機械

EFCOS のシステムと共に NHCS 及び Rosario 堰の維持管理・運用を現在行っている EFCOS 事務所の組織構成は図 9.3.3 の通りである。総職員数は約 30 名であるが、組織図に「Vacant Position」と記載されているポストが多いところから判断すると、人員計画に合わせ、職員を更に配置する必要がある。



出典：MMDA-EFCOS 事務所

図 9.3.3 MMDA-FCSMO-EFCOS 事務所の組織図

また、EFCOS 事務所が所有する機械は、図 9.3.4 の通りであり、乗用車 3 台、ピックアップトラック 1 台、発電機 7 台が確認できた。

EFCOS Project
EFCOS/ NHCS - Engr. SOCRATES B. ROSS
January 29, 2019

EQUIPMENT	BODY NO./ PLATE NO.	STATUS	PROJECT/ACTIVITY	DEPLOYMENT	DURATION	REMARKS
MITSUBISHI PAJERO	SDN - 494	Operational	Canvas supply for maintenance of EFCOS Project	EFCOS Project- Pasig-Marikina- Laguna Lake complex and other concern areas	8-5	Rep. defective hydraulic assembly w/ surplus unit & new tires
NISSAN PATROL	SFV - 234	Operational	Replace tires and battery, repair NHCS Lake Side	EFCOS Project- Pasig-Marikina- Laguna Lake complex and other concern areas	8-5	For rep. Of tires & battery, defective trans. & underchassis
TOYOTA HI-LUX PICK-UP	SAA-5495	Operational	Attend meeting @ Orense & Marikina LGU	EFCOS Project- Pasig-Marikina- Laguna Lake complex	8-6	For check-up of alternator battery.
MITSUBISHI PAJERO	SEW-353	Operational	Cleaning at Montalban Gauging Station	Survey works of Pasig-Marikina Laguna Lake Complex, Tullahan river & various river basin	8-6	For rep. of defective 35M battery, tires, rep. Front/left & base.
MOBILE GEN. DENYO, 35 KVA	4JG2-203263	Operational	NONE	Rosario Master Control Station, Mangahan, Pasig City.	—	Installed 1 pc. Brand new 35M Enduro.
D. Engine Gen. Set. 73 KVA	SN-8226	Operational	BACK-UP POWER SUPPLY	Rosario Weir Floodgates, Mangahan, Pasig City.	—	For replacement of of defective battery.
D. Engine Gen. Set. 73 KVA	SN-8225	Non operational	N/A	Rosario Weir Floodgates, Mangahan, Pasig City.	FIXED LOAD (CONTINUOUS)	For repair of damage A.C. Generator dynamo and wiring harness.
D. Engine Gen. Set. 40 KVA	S.N. D1122G-1	Operational	BACK-UP POWER SUPPLY	EFCOS BUILDING	FIXED LOAD (CONTINUOUS)	Installed 2 pcs. 2D battery 4/10/2018, changed oil as of
D. Engine Gen. Set. 10 KVA	S.N. D1123G-1	Non operational	BACK-UP POWER SUPPLY	Antipolo Relay Station, Brig. Mambagan, Antipolo City.	FIXED LOAD (CONTINUOUS)	shorted control panel electric due to burned wiring harness generator set
Gas. Engine Gen. Set. 3.5 KVA	EAG1025302	Operational	NONE	Rosario Weir Compound, Mangahan, Pasig City.	—	For change oil
D.Gen. Set Denyo 25 KVA		Operational	NONE	For Installation @ Antipolo Relay Station.	—	Replacement for 10 KVA & set.

PREPARED BY: JONATHAN S. GOMEZ
ELECTRICIAN FOREMAN

SUBMITTED BY: SOCRATES B. ROSS
HEAD OF EFCOS

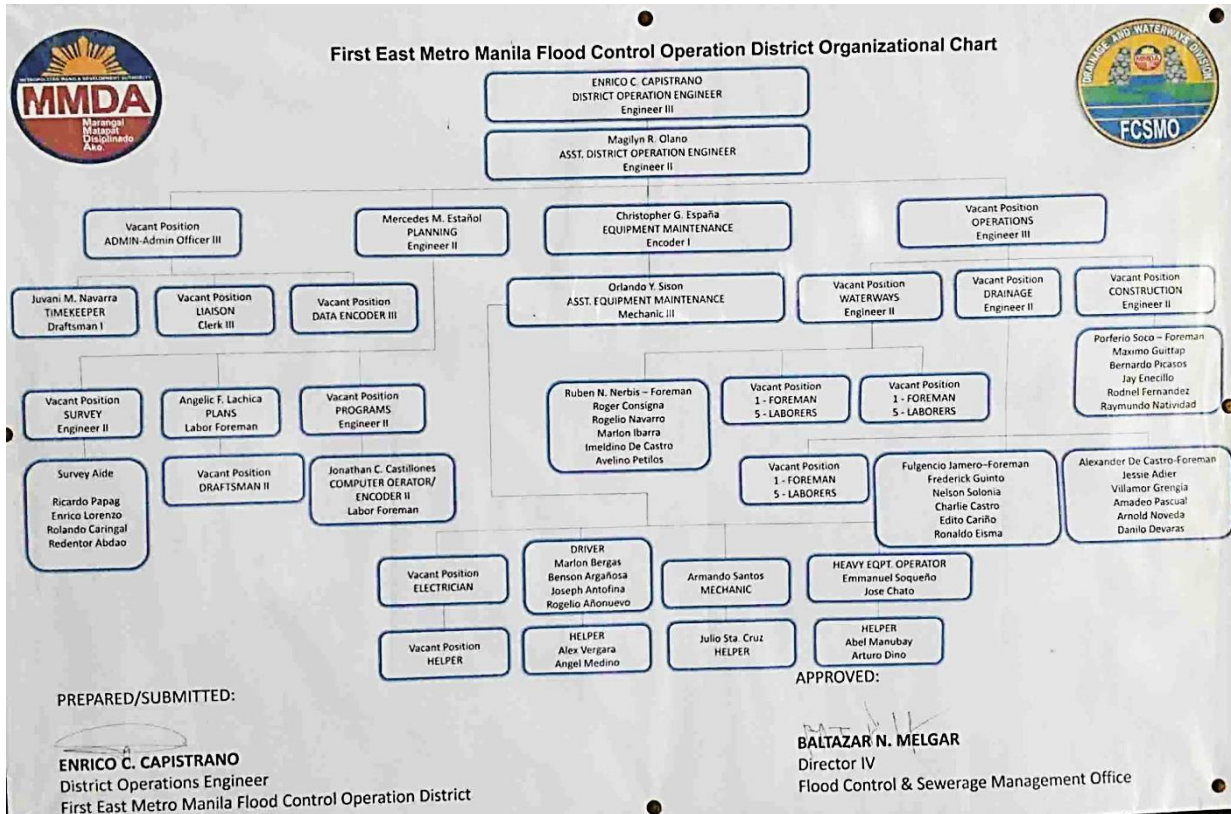
NOTED: ROBERTO P. DADURA
HEAD OF EMD

出典：MMDA-EFCOS 事務所

図 9.3.4 MMDA-FCSMO-EFCOS 事務所が所有する機械

4) 東マニラ首都圏治水運用第一部の人員と所有機械

マリキナ市とパッシング市における排水路・河川等の維持管理を実施している、FCSMO 内にある東マニラ首都圏治水運用第一部の組織図を以下に図 9.3.5 として示す。総職員数は約 50 名であるが、組織図に「Vacant Position」と記載されているポストが多いところから判断すると、人員計画に合わせ、職員を更に配置する必要がある。



出典：MMDA

図 9.3.5 MMDA-FCSMO-東マニラ首都圏治水運用第一部の組織図

また、東マニラ首都圏治水運用第一部が所有する機械は、図 9.3.6 の通りであり、ピックアップトラック 1 台、ダンプトラック 3 台、浚渫機 1 台、排水ポンプ 2 台が確認できた。

OFFICE	UNIT	EQUIPMENT	BODY NO. / PLATE NO.	PROJECT/ACTIVITY	DEPLOYMENT	DURATION	REMARKS
FCSMO	District	NIA DOUBLE CAB	FE-SV-07/SGZ-221	Inspection & Project Monitoring service	Passg. Mankina & other concern area's	1 week	> Defective body/cab & upholstery
	First East Metro Manila FCOO	2 TONNER DUMPTRUCK	SDG-630	Hauling & Crew service	Passg. Mankina & other concern area's	1 week	
		3 TONNER DUMPTRUCK	FE-3DT-02SEB-815	Hauling & Crew service	Passg. Mankina & other concern area's	1 week	> Defective Engine, body/cab & upholstery
		3 TONNER DUMPTRUCK	SEB-947	Hauling & Crew service	Passg. Mankina & other concern area's	1 week	> Defective body/cab, upholstery & Electrical Wiring
		AMPHIBIOUS EXCAVATOR	FE-AE-01	Dredging	Estero De San Antonio Abad, Manila	1 week	
		WATERPUMP (ROBIN 5.0)	1187754	Standby	FEMMFCCO		
		FLOATING PUMP (HONDA 3.0)	GJAAT-1024013	Standby	FEMMFCCO		

出典：MMDA

図 9.3.6 MMDA-FCSMO-東マニラ首都圏治水運用第一部が所有する機械

9.3.3.3 運営管理体制の拡充

(1) DPWH

本事業によって建設される2基の逆流防止水門施設を所有する DPWH-Region IV-A については、MMDA への管理の委託がスムーズに進むよう、手続き等に必要な体制を確保するものとする。

(2) MMDA

1) EFCOS 事務所

本事業によって新たに建設される MCGS 並びに既存の Rosario 堰及び NHCS、更に DPWH から管理を受託する2基の逆流防止水門といった施設群を連携して適切に運用し維持管理するため、最終的な管理責任者である MMDA が、現在の体制に加えて、EFCOS 事務所内に以下の表 9.3.12 に示すような人員体制を拡充することを提案する。

なお、MMDA に大きな予算が下りていない現状の仕組みを考慮すると、各施設に大規模修繕が今後必要となった場合には、国の機関である DPWH の支援も必要になるものと想定される。

表 9.3.12 MMDA-FCSMO-EFCOS に新たに必要となる人員（事務職及び技術職）

名称	共通業務	各職種に特有の業務		現状人員	追加人員
		主に雨季に実施	主に乾季に実施		
事務担当職員	施設の操作、監視・点検・簡易な整備（構造系） 施設の操作、点検・簡易な整備（設備系）	Rosario 堰、NHCS も含めた維持管理予算の要求及び執行管理		1	2
土木技術者		水文解析及び記録、広報	維持管理工事（浚渫、構造物補修）	2	2
建築技術者		操作記録の整理、広報	維持管理工事（建物、付属設備）	1	2
機械技術者		ゲート設備故障対応	維持管理工事（ゲート設備）	1	3
電気技術者		電気・観測設備故障対応	維持管理工事（電気・観測設備）	2	2
情報通信技術者		情報通信設備故障対応	維持管理工事（情報通信設備）	1	3

現状人員：2019年現在の実員

追加人員：2019年現在の実員に対する追加人員

出典：調査団

表 9.3.12 には EFCOS 事務所長や所長補佐のほか、各観測局の機器保守担当者、運転手、作業員等は含まれていないが、必要に応じて増員を行うとともに、必要な機械類の補充を行うものとする。また、現在 NHCS に駐在するのは警備員のみであるため、全て上記の技術者に置き換え、適切に維持管理する体制を整えることを推奨する。現状の改善を含めた人数の考え方は次の通りである。

(a) 事務担当職員

フェーズ IV 事業により MCGS 及び2基の逆流防止水門が新たに整備され、効率的・効果的な維持管理を進めるためには、毎年必要となる維持管理予算を的確に計上し、確実に執行していくことが重要であるため、そのための職員を2名拡充し、3名体制とする。

(b) 土木技術者

現状では、浚渫工2名のみの配置であるが、新たにコンクリート製の河川横断構造物が3基増えることを考慮して2名を拡充し、4名体制とする。Rosario 堰、MCGS、NHCS、及び2基の逆流防止水門に各1名を責任者として割り当てる。

(c) 建築技術者

現状では1名の配置であるが、新たに鋼製の屋根や鉄骨階段等を持つ河川横断構造物のほか、発電機棟等の建物が増えるため2名を拡充し、3名体制とする。EFCOS 事務所及び Rosario 堰、MCGS 及び2基の逆流防止水門、並びに NHCS に各1名を責任者として割り当てる。なお、各施設に付属する発電機棟等の建物の維持管理を含むものとする。

また、建築技術者は、各建物に設置された給排水や空調といった付属設備の維持管理を、機械技術者と連携して担当する。

(d) 機械技術者

現状では溶接工1名のみの配置であるが、NHCS のゲート設備の維持管理が現状では十分にできていないこと、及びゲート設備を持つ河川横断構造物が3基増えることから、その仕組みを理解する機械工を新たに3名配置し、4名体制とする。Rosario 堰、MCGS、NHCS、及び2基の逆流防止水門に各1名を責任者として割り当てる。

また、機械技術者は、所有する機械類の維持管理を担当するほか、各建物に設置された給排水や空調といった付属設備の維持管理を、建築技術者と連携して行う。

(e) 電気技術者

現状では2名の配置であるが、3基の河川横断構造物のほか、各施設の上下流に設置された水位計も維持管理する必要が生じる。このため2名を拡充し、4名体制とする。EFCOS 事務所及び Rosario 堰（統合管理局）、MCGS、NHCS、及び2基の逆流防止水門（各堰・水門の上下流にある水位計及び発動発電設備を含む）に各1名を責任者として割り当てる。

(f) 通信技術者

現状では1名の配置であるが、3基の河川横断構造物を EFCOS 事務所から確実にモニターし、操作できるよう維持管理する必要が生じる。このため3名を拡充し、4名体制とする。EFCOS 事務所及び Rosario 堰（統合管理局）、MCGS、NHCS、及び2基の逆流防止水門（各堰・水門の上下流にある水位計を含む）に各1名を責任者として割り当てる。

洪水時の体制について EFCOS 事務所と調整を行った際、2基の逆流防止水門は普段は無人となるものの、洪水が予測される場合には Cainta 水門へ3名を予め待機させ、Taytay 樋門も含めた操作・運用に従事させるという提案があった。2基の逆流防止水門を担当する土木・建築・機械・電気・通信の各技術者のうちから所長が指名し、現地で待機することを想定する。

ところで、管理移行後においても、各施設が建設された経緯やその効果を一般向けに情報発信していくことが、施設管理者が説明責任を果たし、住民の理解を継続的に得ていくために重要であり、表 9.3.12 にもその役割を反映した（土木及び建築技術者による「広報」）。7.1 節で挙げたような、本事業で拡充することとなるウェブサイト等を引き継ぐなどして、効率的に運営することが望ましい。

2) 東マニラ首都圏治水運用第一部事務所

本事業で整備した河道改修施設を適切に維持管理するため、管理責任者である MMDA の東マニラ首都圏治水運用第一部の事務所においても、必要な人員及び機械類の拡充を行う必要がある。

総延長約 8km に及ぶ河道の管理を引き続き行うほか、鋼矢板を含む護岸及び堤防の管理を、地元 LGUs と調整・連携して新たに実施していく必要があることから、人員として土木技術者を 3 名程度拡充することを提案する。

機械類に関しては、乗用車を現在保有していないことから、巡視を効率的に行うことを目的に配置することを推奨する。

9.4 関係機関への事業説明経過報告

事業実施機関である DPWH 以外の関係機関に対して、本業務で実施した事業説明や調整協議等に関する活動を以下に報告する。

なお、関係機関が一堂に会して開催した洪水対策委員会に関する活動については、7.1 節を参照されたい。

9.4.1 LGUs

各自治体に説明した概要は以下の表 9.4.1 に示す通りである。

表 9.4.1 LGUs への事業説明活動等

日時	自治体名/場所	実施事項
2019 年 4 月 16 日	Marikina 市土木局 Marikina 市河川公園局	事業・調査内容説明
2019 年 4 月 24 日	Pasig 市土木局	事業・調査内容説明
2019 年 4 月 30 日	Pasig 市土木局	Pasig 市建設堤防工事・排水機場概要説明
2019 年 5 月 03 日	Quezon 市住宅・移転局	事業に関連する非正規居住者の移転
2019 年 5 月 14 日	Pasig 市土木局	Pasig 市建設堤防工事・排水機場詳細説明
2019 年 7 月 17 日	Cainta 町	表敬・事業説明
2019 年 7 月 18 日	Taytay 町	表敬・事業説明
2019 年 9 月 10 日	Pasig 市土木局	堤防設計に関する説明・協議
2019 年 11 月 11 日	Pasig 市長会議室	事業概要説明

出典：調査団

9.4.2 関係機関

9.4.2.1 MMDA

MMDA には、以下の表 9.4.2 に示す通りにコンタクトをし、事業の説明を行っている。

表 9.4.2 MMDA への事業説明活動等

日時	場所	実施事項
2019 年 3 月 22 日	EFCOS 事務所	理事長視察ドライブ
2019 年 4 月 09 日	EFCOS 事務所	理事長視察
2019 年 4 月 12 日	EFCOS 事務所 NHCS MMDA 本部	Rosario 堰・EFCOS システム確認 ナピンダン水門・EFCOS システム確認 Metro Manila Crisis 事務所確認
2019 年 4 月 23 日	アンチポロ Sto.Nino PAGASA	EFCOS システム確認
2019 年 5 月 16 日	EFCOS 事務所	Rosario 堰管理状況・MCGS 建設場所確認
2019 年 6 月 19 日	EFCOS 事務所	事業内容、MCGS 等の概要・施設運用管理計画の概要説明

日時	場所	実施事項
2019年6月20日	MMDA 本部	事業内容、MCGS 等の構造・施設運用管理計画の概要説明
2019年8月15日	MMDA 本部	堰・水門操作室/発電機棟の設計方針説明・協議
2019年8月20日	EFCOS 事務所	堰・水門操作室/発電機棟の設計方針説明・協議
2019年8月29日	EFCOS 事務所	堰・水門の非常用発電機容量の設計方針説明・協議
2019年11月7日	EFCOS 事務所	堰・水門の操作規則説明・協議

出典：調査団

9.4.2.2 LLDA

LLDA には、以下の表 9.4.3 に示す通りにコンタクトをし、事業の説明を行っている。

表 9.4.3 LLDA への事業説明活動等

日時	場所	実施事項
2019年4月26日	LLDA 事務所	土捨て場候補地等の確認
2019年6月11日	LLDA 事務所	業務内容説明・土捨て場候補地提案依頼 FMC 正規メンバーとしての参画依頼 ラグナ湖水位に関連するパッシング・マリキナ川流域施設の運用・管理確認
2019年12月12日	LLDA 副長官室	土捨て場候補地について、事業での利用に向けた環境影響評価（EIA）調査開始報告

出典：調査団

第10章 環境社会配慮および住民移転計画

10.1 環境社会配慮事項進捗報告

10.1.1 EIS、EMP および EMoP のレビュー

1998年にパッシング・マリキナ川河川改修事業全体（フェーズ II～V）を網羅した環境影響評価報告書（EIS）を DPWH が作成し、環境天然資源省（DENR）に提出した。そして同年、環境適合証明書（ECC）が発行された。本フェーズ IV においては、事業地周辺の環境社会状況の変化に鑑み、DPWH は上記 EIS の更新版である Supplemental EIS（2018年8月発行）を作成した。Supplemental EIS では、環境管理計画（EMP）およびモニタリング計画（EMoP）はフェーズ III の実績を踏襲しているが、これはフェーズ III では環境管理面で大きな問題は報告されていないためである。以下、主要項目におけるレビュー点を示す。

(1) 大気質

工事由来の粉じん（TSP）、NO₂および SO₂濃度が懸念されるが、フェーズ III では基準値を超えることはなかった。フェーズ IV においても EMP および EMoP に沿って適切な緩和策・モニタリング計画が実施されるよう留意する。

(2) 水質

パッシング川、マリキナ川ともに生活排水による水質汚濁が確認されている。フェーズ III においても、工事活動による汚濁への影響は判明していない。浚渫による濁水の影響が想定されるが、流水による影響範囲は限定的であり、下流域への影響はないと想定される。濁水が拡散しない形で浚渫が行われるよう浚渫方法が検討される。また、マンガハン放水路も生活排水による水質汚濁が確認されているが、逆流防止水門工事に伴い規模は小さいものの土砂の流出も懸念される。下流のラグナ湖を管理するラグナ湖開発公社（LLDA）との合意形成が必要となる。

(3) 底質・土壌

フェーズ III の浚渫土サンプリング調査の結果では、マリキナ川の底質からは有害物質はほとんど検出されていない。フェーズ IV 対象区間およびその上流には有害物質を発生する工場等はないこと、工事でも有害物質は使用しないことから、有害物質による土壌汚染はないと考える。その確認のため、フェーズ IV では、底質の有害物質検査を実施する（実施結果詳細は 10.1.3.1 項を参照）。

(4) 廃棄物

浚渫土の処分場を新たに設ける予定である。候補地が決定すれば EIA を実施し、ECC 取得を行う。処理プロセスの中で浚渫土の汚染の有無は確認されるが、上述(3)のように汚染リスクは低いと考えられる（処分場については 10.1.3.2 項を参照）。

(5) 騒音・振動

工事域周辺は住居や幹線道路があり、ベースライン騒音は既にフィ国環境基準値を超過している。工事地域から周辺の構造物との距離を確保することで影響は回避できるが、構造物が近くにある地域も想定されることから、モニタリングを通じて影響を確認し、必要に応じて追加的な対策を行う。施工では騒音振動の影響が少ない工法（ウォータージェット工法など）を援用する予定である。振

動については、Supplemental EIS ではベースライン値を確認していないため、工事前に測定し現状把握する。なお、フェーズ III では工事振動による苦情は生じていない。

(6) 保護区・生態系

事業対象地は都市化されており、EIS においても保護区、希少かつ保護が必要な陸生および水生生物は確認されていない。ただし、流域生態系を適切に保全する意味から、とりわけ水生生物については希少、非希少種を含めモニタリングを実施する。マリキナ川は、平常時もマンガハン放水路を通じラグナ湖とつながっており、洪水時に増水しても大きな影響はないと想定しているが、影響のないことを客観的に示し周辺住民や LLDA の理解と合意を得る必要がある。護岸・堤防工事に伴い樹木伐採が必要となるが、ほとんどの樹木は住民が植えたものと考えられる。10.1.4.2 項に示すように、樹木インベントリー調査を通じ伐採対象の樹木数を特定し、フィ国法令に沿ってフェーズ III と同様に植樹を含む緑化策が実施される。

10.1.2 EIS、EMP および EMoP の改訂・更新

底質調査、浚渫土処分場および伐採樹木インベントリー調査結果を踏まえ、EMP および EMoP を更新する。また、DPWH の環境社会配慮を統括する環境社会保護局（Environmental and Social Safeguard Department: ESSD）、DENR および関係自治体を含むステークホルダの意見を参考にし、適時、緩和策やモニタリング計画に必要な項目や活動を追加する。

10.1.3 浚渫土土砂処分に関する環境社会配慮実施支援

10.1.3.1 底質調査

本項では、底質サンプリング、土壌サンプリング、河川水サンプリングの試料採取方法について述べる。

(1) 試料採取方法

1) 水位と底質の厚さの測定

試料採取期間中、底質試料を採取する前に、水域特性、特に河川水位と底質の厚さを測定・記録した。この目的は、それぞれの試料採取地点の河川水位と底質が蓄積している深さを求めること、および本設計対象区間のマリキナ川中流部全域を通して大きなバージ船が現状又は容易な浚渫によって運航できるかどうかを確認することである。水深測定には、金属製計深棒とメジャーを用いた。測定は全ての試料採取地点で実施され、試料採取日時とともに記録した。

2) 粒度分布試験

色や質感などの試料の基本的特性を現地で観察し記録する。なお、より詳細な河床の地質結果については、別途、地質調査報告書にまとめられる。

3) 河川底質の試料採取

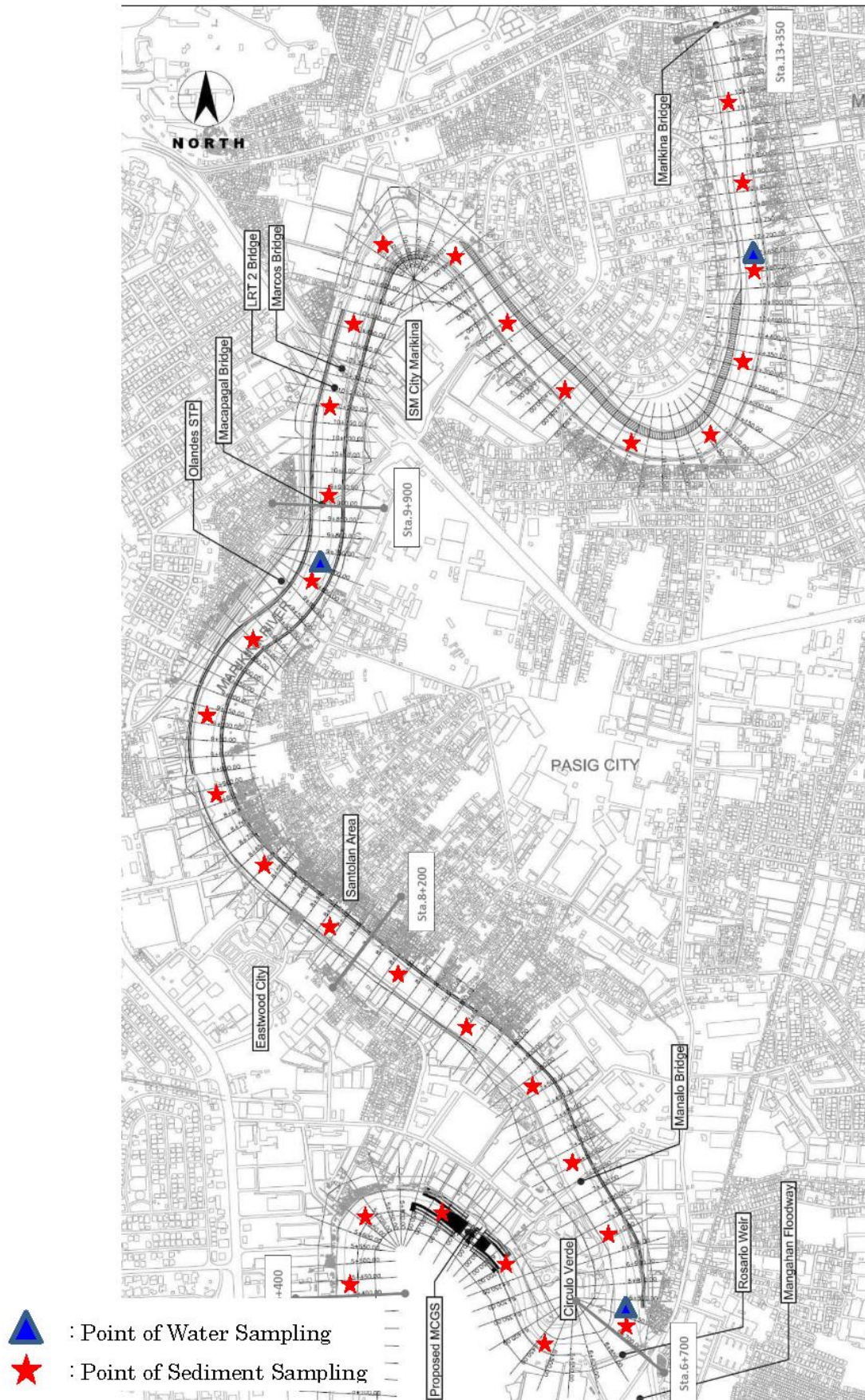
本事業の事前モニタリング業務の一環として、本事業（フェーズ IV）で浚渫または掘削される河川底質の毒性の調査および評価のために、浚渫によって処理される予定の浚渫・掘削土の確認調査を行った。マリキナ川下流部流域に沿って 32 地点の河川底質試料を採取した。試料は、表層部底質 5 試料と、深層部（底質表層から 2m の深さまでの底質を混合したもの）試料 27 試料か

らなる。試料採取地点を、地理的座標と試料のタイプとともに、表 10.1.1 にまとめた。また底質採取地点の位置を図 10.1.1 および図 10.1.2 に示す。

表 10.1.1 試料採取タイプと位置一覧表

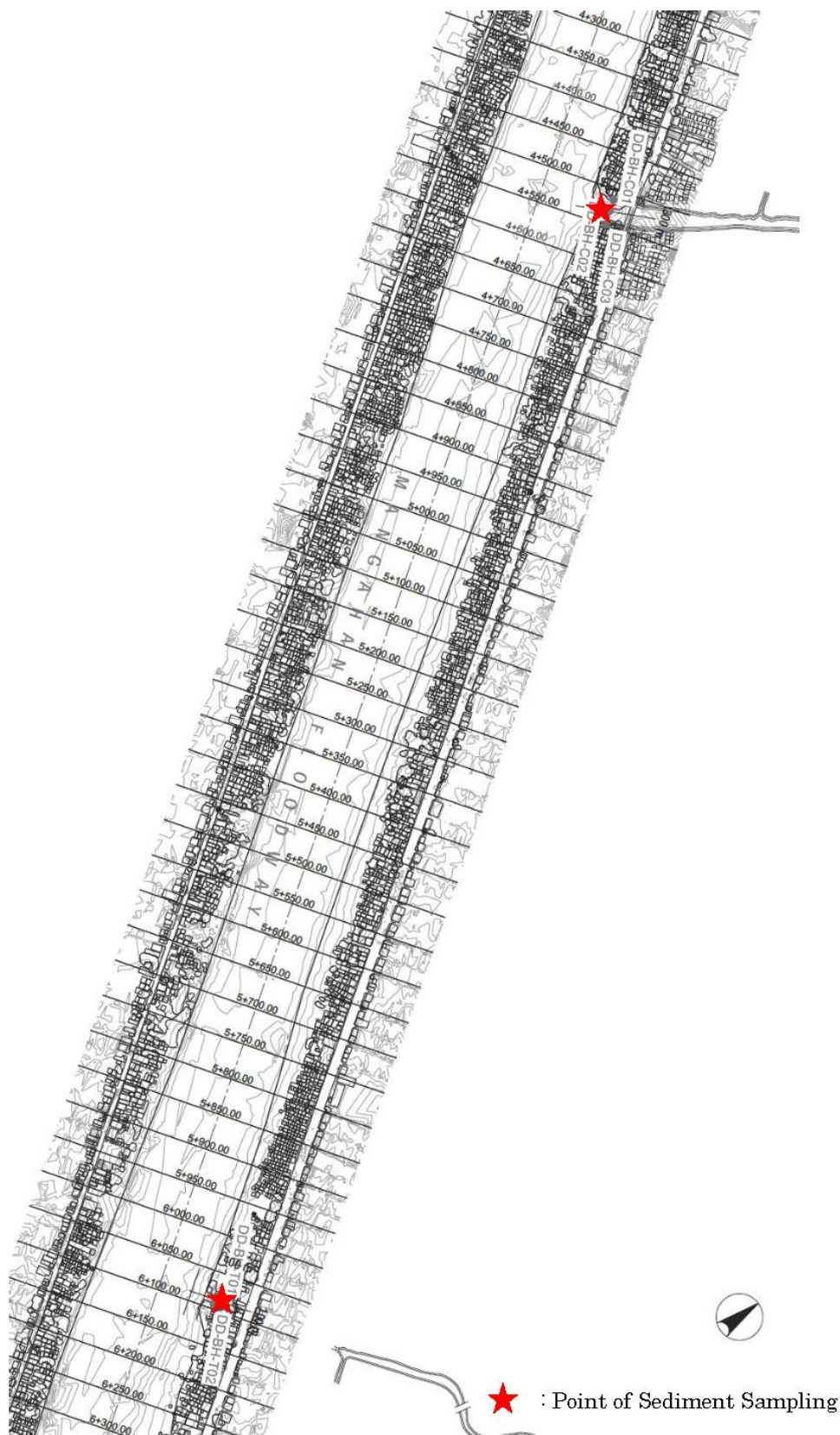
No.	位置	試料タイプ	No.	位置	試料タイプ
SS 01	Marikina Sta.5+400	表層	SS 17	Marikina Sta.9+670	深層
SS 02	Marikina Sta.5+670	表層	SS 18	Marikina Sta.9+930	深層
SS 03	Marikina Sta.5+930	表層	SS 19	Marikina Sta.10+200	深層
SS 04	Marikina Sta.6+200	表層	SS 20	Marikina Sta.10+470	深層
SS 05	Marikina Sta.6+470	表層	SS 21	Marikina Sta.10+730	深層
SS 06	Marikina Sta.6+730	深層	SS 22	Marikina Sta.11+000	深層
SS 07	Marikina Sta.7+000	深層	SS 23	Marikina Sta.11+270	深層
SS 08	Marikina Sta.7+270	深層	SS 24	Marikina Sta.11+530	深層
SS 09	Marikina Sta.7+530	深層	SS 25	Marikina Sta.11+800	深層
SS 10	Marikina Sta.7+800	深層	SS 26	Marikina Sta.12+070	深層
SS 11	Marikina Sta.8+070	深層	SS 27	Marikina Sta.12+330	深層
SS 12	Marikina Sta.8+330	深層	SS 28	Marikina Sta.12+600	深層
SS 13	Marikina Sta.8+600	深層	SS 29	Marikina Sta.12+870	深層
SS 14	Marikina Sta.8+870	深層	SS 30	Marikina Sta.13+130	深層
SS 15	Marikina Sta.9+130	深層	SS C01	Maggahan Floodway (Cainta Creek)	深層
SS 16	Marikina Sta.9+400	深層	SS T01	Maggahan Floodway (Taytay Creek)	深層

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.1 底質採取地点（マリキナ川）



出典：調査団

図 10.1.2 底質採取地点（マンガハン放水路）

深層部の底質試料採取にはエクマンバージ採泥器等を利用し、2mの深さまで河川底質を採取した。同じ地点で3回すくい上げた後で混合して分析用底質試料を作成した。最初は表層の底質、2回目は中間、3回目は深部の底質を代表するような採取をすることとした。それぞれのすくい取りで代表的な底質を採取し、ふるいを通してごみや固体の廃棄物を取り除き、それらを均一になるように一緒にかき混ぜた。その後再び代表的な底質を採取し、準備しておいたラベルを貼付している試料容器に移し入れた。マリキナ川におけるサンプリング地点の間隔は、約200~300mとし、全体で30か所から採取した。また、2基の逆流防止水門の建設地点からそれぞれ1サンプルずつ計2試料を採取した。

4) 河川水試料の採取

マリキナ川水質に関する最新の調査を実施する。河川水質採取候補地点は、底質調査候補地点と合わせて図10.1.1に示した。

河川水採水には、バンドーン採水器を用いた。マリキナ川中流部の上流(SW-1)、中流(SW-2)、下流(SW-3)部の異なる3地点から3つの河川水試料を採取する。水深の中間の深さで水質試料を採取した。バンドーン採水器で十分な試料を採取し、採水器のノズルから事前にラベルを貼った全てのサンプル容器を試料水で満たした。これらは、その後氷とともにクーラーボックスに入れ、試料採取中および試験所への移送中、遮光・冷却した。試料採取中、現場でpH、温度、電気伝導度、河川流速を測定した。

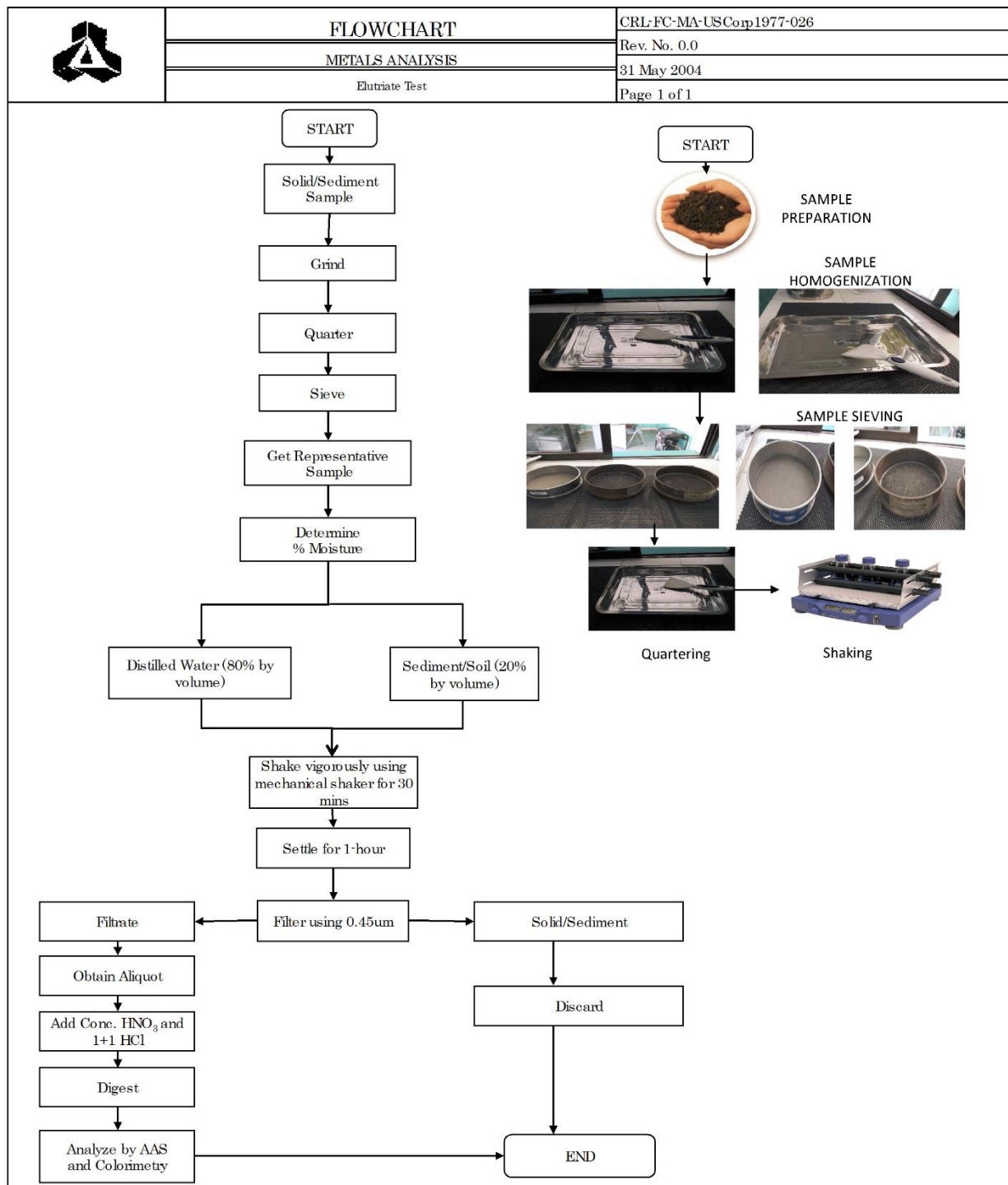
(2) 分析方法

本調査の分析方法は、以下の項目からなる。

- (a) 底質のリーチング試験： Elutriate 試験と TCLP 試験
- (b) 水質分析方法

32地点から採取された底質・土壌試料を、Elutriate 試験と TCLP (Toxicity characteristic leaching procedure) 試験の両方のリーチング試験で分析した。

Elutriate 試験は、河川底質を浚渫する場所で、また土捨て場で浚渫物が水や雨水に触れたときに、底質から汚染物質が放出されるポテンシャルを予測するための抽出方法である。もともとこの方法は U.S. Army Corps of Engineers により開発され、浚渫作業時に対象物質が放出されるかどうかを試験することによって、その過程で起こる状況をシミュレーションする方法である。試験方法は、試料の準備、均一化、ふるいわけ、4分割、振とう、水分測定、ろ過、分解、分析の操作を含んでいる(図10.1.3の処理フローチャート参照)。化学分析で必要とされる溶出試料の量は、実施する分析の数量や項目により異なる。本事業では、カドミウム(Cd)、6価クロム(Cr⁶⁺)、鉛(Pb)、総水銀(T-Hg)、砒素(As)、遊離シアン(CN⁻)、有機リン系農薬(OPP)、ポリ塩化ビフェニル(PCB)の8測定項目について Elutriate 試験を行った。



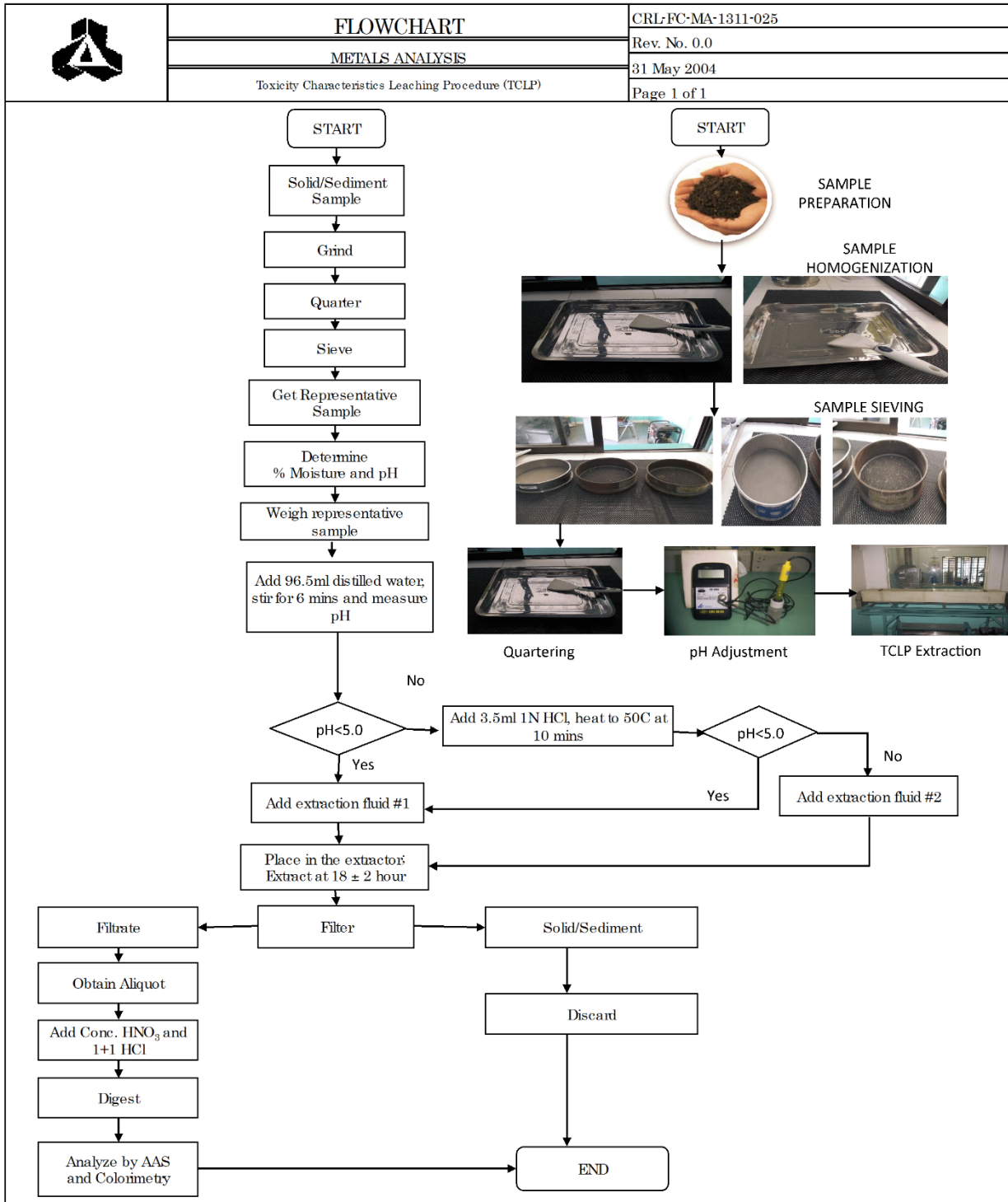
出典：US Army Corps

図 10.1.3 Elutriate 試験処理フローチャート

一方、TCLP 試験は、処分場での放出をシミュレートする化学分析のための抽出方法である。この試験の目的は、廃棄される廃棄物が有害な性質を有しているかどうか、また廃棄前に廃棄物がさらなる処理を必要とするかどうかを決定することであった。

その抽出方法は、固体廃棄物の評価のための USEPA メソッド (SW-846) のメソッド 1311 に示されている。TCLP は 4 つの基本的な方法、つまり試料の作成、リーチング、分析のための溶出液

の準備、溶出液の分析からなる（図 10.1.4 の処理フローチャート参照）。溶出液分析項目は、カドミウム(Cd)、全クロム(T-Cr)、鉛(Pb)、総水銀(T-Hg)、および砒素(As)の 5 項目である。



出典：US Army CORPs

図 10.1.4 TCLP 試験処理フローチャート

測定項目とそれぞれの分析方法の一覧を表 10.1.2 にまとめる。

表 10.1.2 測定項目と適用される分析方法

測定項目	分析方法	底質ならびに土壌分析		水質分析
		Elutriate 試験	TCLP 試験	
砒素 (As), mg/L	SDDC 分光光度法	✓		✓
砒素 (As), mg/L	水素化物発生原子吸光法		✓	✓
カドミウム(Cd), mg/L	フレイム原子吸光法	✓	✓	✓
鉛 (Pb), mg/L	フレイム原子吸光法	✓	✓	✓
水銀 (Hg-total), mg/L	冷蒸気原子吸光法	✓	✓	✓
銅 (Cu), mg/L	フレイム原子吸光法			✓
シアン(CN-free), mg/L	イオン選択性電極法	✓		✓
6価クロム (Cr6+), mg/L	ジフェニルカルバジド比色分析法	✓		✓
全クロム(T-Cr), mg/L	フレイム原子吸光法		✓	
ポリ塩化ビフェニル (PCB), µg/L	EPA 8082A	✓		
有機リン系農薬, µg/L	EPA 8141	✓		✓
大腸菌群数, MPN/100 mL	多重管発酵法			✓
pH (オンサイト)	電気測定法			✓
温度(オンサイト), °C	試験所および現場測定			✓
色度, PCU	目視による比較			✓
濁度, NTU	比濁法			✓
電気伝導度, µS/cm	伝導度測定法			✓
DO(オンサイト), mg/L	膜電極法			✓
BOD, mg/L	ウインクラー・アジ化ナトリウム変法			✓
全蒸発残留物, mg/L	重量測定			✓
メチレンブルー活性物質 (界面活性剤), mg/L	クロロホルム抽出-比色定量法			✓
フェノール, mg/L	クロロホルム抽出-比色定量法			✓
全浮遊粒子状物質, mg/L	重量測定			✓
油分, mg/L	石油エーテル抽出法			✓
塩化物イオン, mg/L	銀滴定法			✓
遊離シアン, mg/L	イオン選択性電極			✓
硝酸性窒素, mg/L	ブルシン法			✓
りん酸性りん, mg/L	塩化すず法			✓
塩分 (NaCl 換算), mg/L	滴定法からの換算			✓

備考：表中の“✓”は、分析対象項目であることを示す。

出典：調査団

上述したように、土捨て場の土壌試料も Elutriate 試験と TCLP 試験の両方で放出特性が分析される。測定項目は、底質試料と同じである。

河川底質試料の粒度分布試験 (PSD) も 32 カ所から 5 箇所を抽出して行った。水分は乾燥重量ベースの計算に用いられる。

底質のセメントと石灰による処理の試行も行う予定であったが、全てのサンプルの結果は、汚染物質の基準以下であった。石灰またはセメント処理は、浚渫した泥や底質を適切な充填材によって汚染物質が適切に固定化されるのに、最も効果的な混合比を求めるために実施する予定であった。改良された試料を再びリーチング試験で分析し、セメント/石灰の混合処理が、物質が廃棄された後の汚染物質の封じ込めに有効であるかどうかを調べるものであった。またもうひとつの目的は、物理的に安定させるための混合後も、引き続き分析結果が基準値以下であることを二重に確認することである。しかしながら、全てのサンプルは、汚染物質に対して基準以下であったため、この底

質のセメントと石灰による処理の試行が必要か、再委託業者から DENR に問合せたところ、試験結果から DENR が不要無し、と判断されたため、処理の試行は実施しなかった。

水質分析に関して、マリキナ川下流部の水質試料の試験を、銅(Cu)、カドミウム(Cd)、6価クロム(Cr6+)、鉛(Pb)、総水銀(T-Hg)、遊離シアン(CN-)、砒素(As)、および有機リン系農薬(OPP)、ならびに基本項目である、色度、水温、pH、溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、全浮遊粒子状物質(TSP)、全蒸発残留物(TDS)、陰イオン界面活性剤、油分、硝酸性窒素、りん酸性りん、フェノール、大腸菌群数、塩化物イオン、濁度、塩分、および電気伝導度の各項目について行った（表 10.1.2 を参照）。

(3) 底質分析結果と調査結果の評価

再委託による底質検査結果を、以下の表 10.1.3 及び表 10.1.4 に示す。何れの検査も物質が検出されないか、基準値以内であった。

表 10.1.3 TCLP 試験の検査結果

Sampling Stn	As, mg/L	Cd, mg/L	Pb, mg/L	Hg, mg/L	Cr, mg/L
SS01	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS02	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS03	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS04	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS05	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS06	0.02	<0.001	<0.005	<0.0002	0.009
SS07	<0.008	0.002	<0.005	<0.0002	0.0074
SS08	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS09	<0.008	0.002	<0.005	<0.0002	<0.005
SS10	<0.008	0.004	<0.005	<0.0002	0.006
SS11	<0.008	0.002	<0.005	<0.0002	<0.005
SS12	<0.008	0.002	<0.005	<0.0002	<0.005
SS13	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	0.007
SS14	0.02	<0.001	<0.005	<0.0002	0.02
SS15	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	0.02
SS16	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS17	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS18	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS19	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS20	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	0.01
SS21	<0.008	0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS22	<0.008	0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS23	<0.008	<0.001	<0.005	<0.0002	0.005
SS24	0.02	<0.001	<0.005	0.0004	0.008
SS25	0.02	<0.001	<0.005	<0.0002	0.02
SS26	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	<0.005
SS27	<0.008	0.002	<0.005	<0.0002	0.02
SS28	<0.008	0.001	<0.005	<0.0002	0.01
SS29	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	0.009
SS30	0.02	<0.001	<0.005	<0.0002	0.009

Sampling Stn	As, mg/L	Cd, mg/L	Pb, mg/L	Hg, mg/L	Cr, mg/L
SS C01	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	0.01
SS T01	0.01	<0.001	<0.005	<0.0002	0.007
Regulatory Limit	1	0.3	1	0.1	5

出典：調査団

表 10.1.4 Elutriate 試験の検査結果

Sampling Stn	As, mg/L	Cd, mg/L	Pb, mg/L	Hg, mg/L	Cr ⁺⁶ , mg/L	Free CN, mg/L	PCB, ug/L	OPP, ug/L
SS01	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS02	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS03	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS04	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS05	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS06	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS07	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS08	0.009	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS09	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS10	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS11	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS12	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS13	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS14	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS15	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS16	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS17	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS18	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS19	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS20	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS21	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS22	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS23	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS24	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS25	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS26	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS27	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	0.02	<0.25	<0.20
SS28	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS29	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS30	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS C01	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	<0.004	<0.25	<0.20
SS T01	<0.008	<0.001	<0.005	<0.002	<0.002	0.02	<0.25	<0.20
DENR Reg Limit	0.02	0.005	0.05	0.002	0.01	0.1	0.5	---

出典：調査団

今回の結果から、フェーズ III 同様、フェーズ IV 対象底質の重金属濃度は基準値以内であると判断できる。

(4) 水質分析結果と調査結果の評価

3 地点からの水質分析結果を表 10.1.5 に示す。サンプリングおよび分析は上述の底質分析と同時に実施している。

分析結果は、DENR が指定する Class-C（表 10.1.6 参照）の基準値と比較した。

BOD（生物学的酸素要求量）は、3 つのサンプリングの内 2 地点（最上流及び中流）で基準値（7）を超えている。DO（溶存酸素量）も 2 地点（最上流及び最下流）で基準値（5）以下である。TSS（濁度）も 2 地点（最上流及び中流）で基準値（80）を超えている。

また、大腸菌数に関しては、DENR 行政命令第 34 号に基づき、総大腸菌数は 5,000 MPN / 100 ml を 3 か月の平均監視期間の平均で超えてはならないとされているが、3 地点全てでこの許容平均値を大きく超えている。総大腸菌数の結果が非常に高いことに留意する必要がある。細菌汚染の原因は、家庭の家庭廃水、さまざまな支流からの商業廃水、さらには産業廃水などが考えられる。

今回の結果は、最終的にはフェーズ III で実施した同様の底質分析試験も合わせて評価に加える。

表 10.1.5 水質試験の検査結果

Parameters, units	Regulatory Limits	WS1	WS2	WS3
As, mg/L	0.02	<0.008	<0.008	<0.008
Cd, mg/L	0.005	<0.001	<0.001	<0.001
Cu, mg/L	0.02 (b)	0.004	0.006	<0.003
Pb, mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005
Hg, mg/L	0.002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Total coliform, MPN/100 mL	- (5,000)	240,000	540,000	2,400,000
pH, onsite	6.5 - 9.0	7.4	7.4	7.4
temperature, onsite, oC	25 - 31 (t)	33.3	29.3	29.7
color, TCU	75	25	50	40
turbidity, NTU	-	22	32	29
conductivity, μS/cm	-	462	501	491
BOD, mg/L	7	8	28	4
TDS, mg/L	-	267	297	302
MBAS, mg/L	1.5	0.4	1	0.8
TSS, mg/L	80	158	63	39
Oil & Grease, mg/L	2	0.74	0.58	0.75
Chloride, mg/L	350	23	30	28
Cr+6, mg/L	0.01	<0.002	<0.002	<0.002
Free CN, mg/L	0.1	<0.004	<0.004	<0.004
DO, onsite	5 min (e)	2	7	1
NO3 - N, mg/L	7	0.4	0.1	0.2
Phosphate - P, mg/L	0.5	0.5	0.3	0.5
Salinity as NaCl, mg/L	-	38	50	46
Organic phenols		ND	ND	ND
OPP		ND	ND	ND

出典：調査団

表 10.1.6 DENR の水質基準

分類	利水目的
Class AA	上水道 1 級 この等級は、正式に定められた方法によって消毒・滅菌のみでフィリピン飲料水国家基準（NSDW）に適合するものをいう。ただし、人が住んでいないもしくは保護地域になっている流域にある水源に限る。
Class A	上水道 2 級 NSDWに適合するためには、完全な処理(凝集、沈殿、濾過、消毒)を必要とする水源
Class B	レクリエーション用水 1 級 主に、水浴び、水泳、スキンドайビングなどのレクリエーション用（特に観光目的とされているレクリエーション）に供されるもの
Class C	1)魚類及びその他の水産資源の繁殖・成長を目的とした水産 2)レクリエーション用水 2 級（ボートなど） 3)工業用水 1 級（処理後に製造過程に利用される）
Class D	1)農業、灌漑、畜産用 2)工業用水 2 級（冷却など） 3)その他の淡水

出典：フィリピンにおける環境問題の現状と法規制等の動向（環境省）
<https://www.env.go.jp/earth/coop/oemjc/phil/j/philij1.pdf>（2019/10/09 アクセス）

(5) 粒度分布試験（PSD）結果の評価

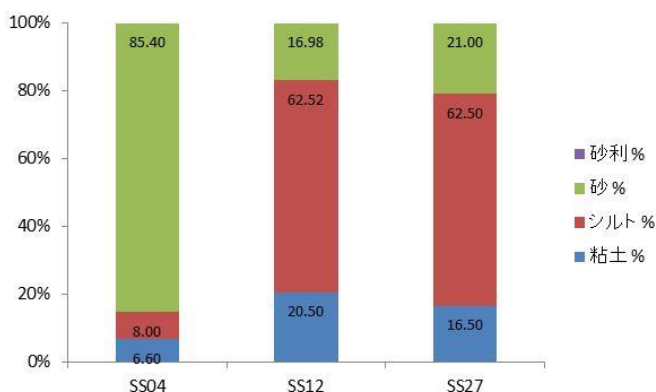
粒度分布試験は、底質試験結果および計画構造物の建設予定地を勘察し、以下に示す 3 地点で実施した。試験結果を表 10.1.7 および図 10.1.5 に示す。

- ①SS04-Marikina Sta.6+200、②SS12-Marikina Sta.8+330、③SS27-Marikina Sta.12+330

表 10.1.7 粒度分布試験（PSD）結果

サンプル ID	粘土 %	シルト %	砂 %	砂利 %
SS04	6.60	8.00	85.40	0.00
SS12	20.50	62.52	16.98	0.00
SS27	16.50	62.50	21.00	0.00

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.5 粒度分布試験（PSD）結果

結果より、SS04 には砂粒子の割合が最も高く（約 85%）、SS12 および SS27 にはほぼ同量のシルトが含まれていた（約 63%）。また、SS04 は大部分が砂であるため、この場所の土壌は多くの水分を保持しないと考えられる。SS12 および SS27 は、ともにシルト土壌であるため、特に乾燥した状態では固まり、硬い地殻を形成する傾向がある。

(6) 建設フェーズのための結果の評価と考察

マリキナ川中・下流部で採取された底質の測定項目の濃度は、全てフィリピン政府が制定している基準値より低かった。これは、同域の底質が有害ではなく、浚渫時に河川水中で著しい毒性レベルを発生させる可能性がないことを示している。また、分析結果によると、底質試料の TCLP 試験抽出物中の重金属類の濃度はごく微量か、または全般的に使用した分析装置では検出されていない、つまり濃度はメソッド検出限界未満である。有害廃棄物の規制値（DAO 2004-36/ RA6969）を超えるような著しい濃度レベルではなかった。有害廃棄物の規制限界値と比較すると、観測された濃度は、基準値よりずっと低く、それらの濃度では予定している土捨て場とその周辺環境に影響を与えないと想定される。水質においても、重金属とその他の有害な無機・有機物質は有害と考えられる濃度では存在していなかった。したがって、このマリキナ中・下流部の区間で採取される浚渫汚泥（底質）は、盛り土や埋め立て目的の利用に対して安全であると考えられる。

以上の考察および本業務の設計・事業地近傍および上流に影響を与えそうな発生源がない事実から、フェーズ IV においても環境的に特別配慮する事項はないと判断している。

10.1.3.2 土砂処分地

本事業で想定されている、河道の拡張工事に伴う浚渫及び掘削土の処分は約 150 万 m³ と想定されている。この大量の土砂を処分するための土地を準備する必要がある。このため DPWH は、周辺の地方自治体及び多くの遊休地を持つラグナ湖開発公社（Laguna Lake Development Authority: LLDA）に相談し、Taytay 町バランガイサンフアン地区に位置する 57 ha の遊休地の利用提案を受けた（図 10.1.6 参照）。



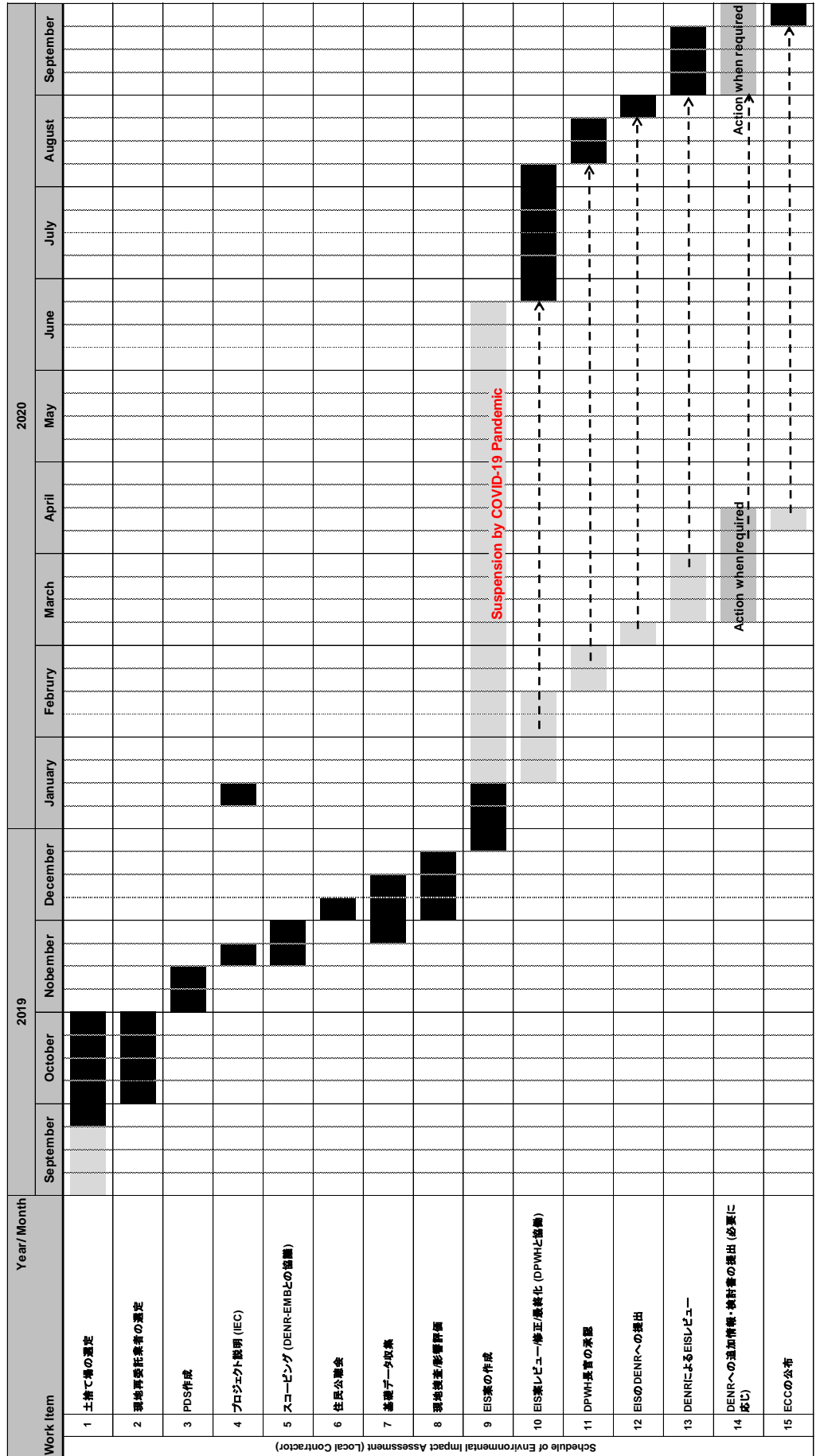
出典：LLDA の資料を基に調査団作成

図 10.1.6 土砂処分候補地（Taytay 町バラングイ San Juan にある LLDA が管理する地区）

LLDA および関係機関との話し合いにより、同遊休地の環境影響調査実施承諾が下りた。そのため、環境天然資源省（Department of Environment and Natural Resources: DENR）より本土地の事業の土砂処分地としての利用に対する環境認証を得るための再委託調査（EIA 調査）を 2019 年 11 月より開始した。

(1) EIA 調査の進捗状況

EIA 調査は、新型コロナウイルスの影響で本年 3 月以降から停滞していたが、報告書案として取りまとめ、2020 年 6 月 DPWH-ESSD に提出した。ESSD の 1 回目レビューが同 7 月末に終わり、修正した後に最終化する。図 10.1.7 に示すように、ECC の取得は、本業務が終了後の 2020 年 9 月頃になると予定している。



出典：調査団

図 10.1.7 土砂処分地の ECC 取得スケジュール

(2) EIA 調査のプレスクリーニングおよびスコーピング結果

プレスクリーニングおよびスコーピングは現地再委託が実施しており、その結果に基づき DENR の指導のもと、EIA 調査を実施した。EIA 調査結果をまとめた環境社会ベースライン概要を、土砂処分候補地は表 10.1.8 に、Cainta 水門は表 10.1.9 に示す。

表 10.1.8 環境社会ベースライン概況（土砂処分候補地）

陸地
<p>1. 土地利用と分類</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 土砂処分候補地は、Rizal 州 Taytay 町 Lupang Arenda 域内の Laguna 湖際に位置する。 ➢ Taytay 町の包括的土地利用計画（CLUP）では、候補地は戦略的農漁業開発ゾーン（SAFDZ）に指定されている。 ➢ 同候補地は、環境的に重要な地域（ECA）に指定されていない。 ➢ 同、あらゆる土地保有規則（tenurial instruments）の対象ではない。 ➢ 事業対象地域には、事業活動の影響を受ける可能性のある視覚的に重要な地形、景観、構造物はない。 <p>2. 地質/地形</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域は液状化の影響を受けやすく、かつ洪水の影響が大きく、2メートルを超える洪水の影響を受けやすい。 <p>3. 陸生生態学</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域において、特定された重要種（動植物）は確認されていない。
水象
<p>1. 水利用における競合</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 1日あたり約 24~30m³の水道水が土砂処分候補地で使用される（飲料、散水等）。Manila Water 社（MWCI）から調達する。 <p>2. 水質</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地表水の全水質項目は、DAO 2016-08 クラス C を満たす（Cainta 水門での結果）。 ➢ 事業対象地域に地下水源がない。
大気
<p>1. 気象</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域は、修正コロナ分類（Modified Coronas Classification）タイプ I 気候¹に属し、2つの顕著な季節：11月から4月までの乾季、残りの雨季がある。 ➢ 気温：5月が最も高く、1月が最も低い。 ➢ 降水量：7月が最も多く、4月が最も少ない。 ➢ 地表風：7月から9月までは南西モンスーンで、12月から2月にかけて北東モンスーンが発生。 ➢ 平均5個のサイクロンが3年毎に通過する。 <p>2. 大気質および騒音レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 大気質：PM10 以外は DENR 基準を下回る。 ➢ 騒音：道路近傍では公害規制委員会（NPCC）基準を上回る。埋立て候補地近くのコミュニティでは、朝および昼間の騒音レベルは NPCC 基準を下回る。 <p>3. 振動レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 道路近傍の振動レベルは 80 から 86 dB で、走行する大型車に起因する。
人々
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 給水源は主に MWCI レベル III²だが、レベル I および II 給水を使用する世帯もある。 ➢ 土砂処分候補地内に非正規住民（ISF）がいる。 ➢ 影響を受ける ISF に対する先行使用権行使計画（Right-of-way Action Plan: RAP）が作成される。

出典：調査団

¹ MCC は平均月間降雨量の合計を使用して、4つの気候帯を定義する。タイプ I および III：雨季と乾季がある。タイプ II および IV：雨季はあるが乾季はない。

² レベル I：250m 範囲内に平均 15 世帯へ給水するスタンドアロン水点（ハンドポンプ、浅井戸、雨水コレクターなど）。レベル II：25m 範囲内に平均 4-6 世帯の共同水域（井戸、スプリングシステムなど）を備えた給水。レベル III：1人あたり日量 100 L 以上の水需要に基づきプライベート水域（例：家屋）を配管した水道供給。

表 10.1.9 環境社会ベースライン概況（Cainta 水門）

<p>陸地</p> <p>1. 土地利用と分類</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 計画水門は、Mangahan 放水路沿い East Bank 道路の San Francisco 橋が架かる Cainta 川に対し建設される。 ➢ 同候補地は、環境的に重要な地域（ECA）に指定されていない。 ➢ 事業対象地域には、事業活動の影響を受ける可能性のある視覚的に重要な地形、景観、構造物はない。 <p>2. 地質/地形</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域は液状化の影響を受けやすく、かつ洪水の影響が大きく、2メートルを超える洪水の影響を受けやすい。 <p>3. 陸生生態学</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域において、特定された重要種（動植物）は確認されていない。
<p>水象</p> <p>1. 水利用における競合</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 1日あたり約2m³の水道水が水門運用で使用される（飲料、散水等）。Manila Water 社（MWCI）から調達する。 <p>2. 水質</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地表水の全水質項目は、DAO 2016-08 クラス C を満たす。 ➢ 事業対象地域に地下水源がない
<p>大気</p> <p>1. 気象</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業対象地域は、修正コロナ分類（Modified Coronas Classification）タイプ I 気候に属し、2つの顕著な季節：11月から4月までの乾季、残りの雨季がある。 ➢ 気温：5月が最も高く、1月が最も低い。 ➢ 降水量：7月が最も多く、4月が最も少ない。 ➢ 地表風：7月から9月までは南西モンスーンで、12月から2月にかけて北東モンスーンが発生。 ➢ 平均5個のサイクロンが3年毎に通過する。 <p>2. 大気質および騒音レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 大気質：PM10 以外は DENR 基準を下回る。 ➢ 騒音：道路近傍では公害規制委員会（NPCC）基準を上回る。 <p>3. 振動レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 道路近傍の振動レベルは 80 から 86 dB で、走行する大型車に起因する。
<p>住民</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 給水源は主に MWCI レベル III だが、レベル I および II 給水を使用する世帯もある。 ➢ 土砂処分候補地内に非正規住民（ISF）がいる。 ➢ 影響を受ける ISF に対する先行使用権行使計画（Right-of-way Action Plan: RAP）が作成される。

出典：調査団

(3) 環境管理計画（Environmental Management Plan: EMP）案

EIA 調査で得られた結果は精査後、環境管理計画（EMP）としてまとめられ、プロジェクト実施時の環境社会配慮に係る管理・モニタリングに活用される。土砂処分候補地および Cainta 水門の建設前、建設中、運用時および撤収時の EMP 案を表 10.1.10 に示す。この EMP 案は、DENR による ECC 発行とともに承認および実行される予定である。

表 10.1.10 環境管理計画（EMP）案（土砂処分候補地および Cainta 水門）

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い 環境コンポ ーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のた めのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融 合意
A. 工事前段階（土砂処分地および水門）						
A1. 該当する許可およびライセンス取得	人々、陸地、 水象、大気	プロジェク ト内容と活	・全ての許可に必要な要件 の提出	DPWH	P 5,000 (許可毎)	工事前費用

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い環境コンポーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のためのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融合意
A1.1 規制への準拠		動の開示				
A2. 調達および計画 A2.1 労働力および資機材の現地調達	人々	雇用機会および生計プログラムの増加	<ul style="list-style-type: none"> ・第一影響域内バランガイが優先される ・現地労働の要件はバランガイホールやその他の公共の場所に掲示される 	DPWH	P 5,000	工事前費用
A3. 影響ISFsの移転	人々	プロジェクト域内に居住する既存ISFの移転	<ul style="list-style-type: none"> ・影響 ISF の先行使用権行使計画を準備 ・有資格 ISF へ移転地提供 ・経済的不利な ISF に財政支援を提供 	DPWH/ NHA	ARAP にて提供される	工事前費用
B. 工事段階（土砂処分地および水門）						
B1. 仮設棧橋および斜面保護の建設（土砂処分地）	水象	地表水で起こり得る沈泥と濁度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・シルトと堆積物の定期的な除去 ・沈泥池、沈泥トラップ、侵食バリアの設置 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
B1.1. 土木工事	大気	粉じんの発生	<ul style="list-style-type: none"> ・不要土移動最小化/ 防止 ・粉塵を発生させる建設現場の定期的な水やり ・キャンパスカバー適用による掘削土山への強風曝露回避 ・車両速度制御での粉じん浮遊を軽減 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
B1.2 機材操作	陸地	地面振動	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の使用状況を近隣住民に事前周知 ・地面振動を回避するため道路の重量制限基準順守（運搬用大型車の場合） 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
	大気	排ガスおよび騒音の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の適切かつ定期的なメンテナンス ・昼間に銃器稼働を集中 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
B1.3 建設労働者の流入	陸地 水象	固形廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格業者による廃棄/再利用可能物の運搬 	DPWH LGU	P 15,000	コントラクターMOA
	水象	生活廃水の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的な廃水規則に従う ・衛生設備（トイレ、シャワーなど）の提供 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
	人々	労働安全衛生リスクの増加	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な防護具を着用 ・熟練監督者が工事を監督 ・応急処置所、安全装置、標識は作業場で利用可能 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
	人々	粉じん排出による健康被害	<ul style="list-style-type: none"> ・防じん管理の実施 ・粉じん用防護具の提供 ・緊急時の現場医療サービス提供 ・通行人保護用に適切な緩衝地帯と周辺フェンスの提供 	DPWH	P 100,000	コントラクターMOA
	人々	雇用、税金、および追加収入の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ホストコミュニティの有資格住民の採用を優先 ・ホストコミュニティ内では現地産品購入を優先（該 	DWPH LGU	P 5,000	コントラクターMOA、LGUとのMOA

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い環境コンポーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のためのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融合意
			当する場合)。			
B2. 建設およびサイト開発 (水門) B2.1. 土木工事	陸地	廃土・破砕片の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場の提供 ・リサイクル可能/不可ゴミの分別 ・有資格者による破砕片の運搬 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
	水象 陸地	地表水で起こり得る沈泥と濁度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・シルトと堆積物の定期的な除去 ・沈泥池、沈泥トラップ、侵食バリアの設置 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
	大気	粉じんの発生	<ul style="list-style-type: none"> ・不要土移動最小化/ 防止 ・粉塵を発生させる建設現場の定期的な水やり ・キャンバスカバー適用による掘削土山への強風曝露回避 ・車両速度制御での粉じん浮遊を軽減 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
B2.2 機材操作	陸地	地面振動	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の使用状況を近隣住民に事前周知 ・地面振動を回避するため道路の重量制限基準順守 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
	大気	排ガスおよび騒音の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の適切かつ定期的なメンテナンス ・昼間に重機稼働を集中 ・マフラー設置 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
	陸地 水象	有害廃棄物の発生 (使用済オイルなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・保管場所の提供 ・安全な密閉容器に廃棄物を収集、保管、処分 ・有資格処理業者による処理・処分 	DPWH	P 100,000	コントラクターMOA
B2.3 建設労働者の流入	陸地 水象	固形廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格業者による廃棄/再利用可能物の運搬 	DPWH LGU	P 15,000	コントラクターMOA
	水象	生活廃水の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的な廃水規則に従う ・衛生設備 (トイレ、シャワーなど) の提供 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
	人々	労働安全衛生リスクの増加	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な PPE を着用 ・熟練監督者が工事を監督 ・応急処置所、安全装置、標識は作業場で利用可能 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
	人々	粉じん排出による健康被害	<ul style="list-style-type: none"> ・防じん管理の実施 ・粉じん用防護具の提供 ・緊急時の現場医療サービス提供 ・通行人保護用に適切な緩衝地帯と周辺フェンスの提供 	DPWH	P 100,000	コントラクターMOA
	人々	雇用、税金、および追加収入の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ホストコミュニティの有資格住民の採用を優先 ・ホストコミュニティ内では現地産品購入を優先 (該当する場合)。 	DWPH LGU	P 5,000	Contractor's MOA, LGU MOA

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い環境コンポーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のためのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融合意	
C. 運用段階（土砂処分地および水門）							
C1. 浚渫土砂の輸送・荷降ろしおよび処分地開発（土砂処分地）	水象	地表水で起こり得る沈泥と濁度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・シルトと堆積物の定期的な除去 ・輸送前に沈泥池、沈泥トラップ、侵食バリアの設置 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA	
	C1.1. 土木工事	大気	粉じんの発生	<ul style="list-style-type: none"> ・不要土移動最小化/ 防止 ・粉塵を発生させる建設現場の定期的な水やり ・キャンバスカバー適用による掘削土山への強風曝露回避 ・車両速度制御での粉じん浮遊を軽減 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
C1.2 機材操作	陸地	地面振動	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の使用状況を近隣住民に事前周知 ・地面振動を回避するため道路の重量制限基準順守 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA	
		大気	排ガスおよび騒音の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の適切かつ定期的なメンテナンス ・昼間に銃器稼働を集中 ・マフラー設置 	DPWH	P 50,000	コントラクターMOA
C1.3 建設労働者の流入	陸地 水象	固形廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格者による廃棄/再利用可能物の運搬 	DPWH LGU	P 15,000	コントラクターMOA	
		水象	生活廃水の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的な廃水規則に従う ・衛生設備（トイレ、シャワーなど）の提供 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
		人々	労働安全衛生リスクの増加	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な PPE を着用 ・熟練監理者が工事を監督 ・応急処置所、安全装置、標識は作業場で利用可能 	DPWH	P 30,000	コントラクターMOA
		人々	粉じん排出による健康被害	<ul style="list-style-type: none"> ・防じん管理の実施 ・粉じん用防護具の提供 ・緊急時の現場医療サービス提供 ・通行人保護用に適切な緩衝地帯と周辺フェンスの提供 	DPWH	P 100,000	コントラクターMOA
		人々	雇用、税金、および追加収入の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ホストコミュニティの有資格住民の採用を優先 ・ホストコミュニティ内では現地産品購入を優先（該当する場合） 	DWPH LGU	P 5,000	Contractor's MOA, LGU MOA
C2. 水門の運用 C2.1. 運用	大気	騒音の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・重機の適切かつ定期的なメンテナンス 	水門運用者	P 20,000 / 月	EMP & ECC	
		水象	生活廃水の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・3 チャンバー浄化槽設置 ・廃水の定期監視 	水門運用者	P 500,000	EMP & ECC
		陸地	使用済堆積場からの固形廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・材料回収設備（MRF）の設置 ・材料の適切保管の観察 	水門運用者	P 100,000	EMP & ECC
		陸地 水象	有害廃棄物の発生（使用	<ul style="list-style-type: none"> ・保管場所の提供 ・安全な密閉容器に廃棄物 	水門運用者	P 100,000	EMP & ECC

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い環境コンポーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のためのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融合意
		済オイルなど)	を収集、保管、処分 ・有資格処理業者による処理・処分			
C2.2 水門の修理・維持管理	陸地水象	固形廃棄物の発生	・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格業者による廃棄/再利用可能物の運搬	水門運用者 LGU	P 5,000/月	EMP & ECC
	陸地水象	有害廃棄物の発生（使用済オイルなど）	・保管場所の提供 ・安全な密閉容器に廃棄物を収集、保管、処分 ・有資格処理業者による処理・処分	水門運用者	P 10,000/月	EMP & ECC
C2.3 水門運用者/労働者の流入	陸地水象	固形廃棄物の発生	・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格業者による廃棄/再利用可能物の運搬	水門運用者 LGU	P 5,000/月	EMP & ECC
	水象	生活廃水の発生	・基本的な廃水規則に従う ・衛生設備（トイレ、シャワーなど）の提供	水門運用者	P 10,000	EMP & ECC
	人々	労働安全衛生リスクの増加	・適切な PPE を着用 ・熟練監理者が工事を監督 ・応急処置所、安全装置、標識は作業場で利用可能	水門運用者	P 50,000	EMP & ECC
	人々	雇用創出	・ホストコミュニティの有資格住民の採用を優先 ・ホストコミュニティ内では現地産品購入を優先（該当する場合）	水門運用者 LGU	P 5,000	EMP & ECC, Labor Code
C3. 発電施設と管理棟（水門）	大気	排ガスおよび騒音の発生	・重機の適切かつ定期的なメンテナンス ・マフラー設置	水門運用者	P 50,000/四半期	EMP & ECC
C3.1 水門の修理・維持管理	陸地水象	有害廃棄物の発生	・保管場所の提供 ・安全な密閉容器に廃棄物を収集、保管、処分 ・有資格処理業者による処理・処分	水門運用者	P 10,000/月	EMP & ECC
C3.2 水門運用者/労働者の流入	陸地水象	固形・液体廃棄物の発生増加	・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格業者による廃棄/再利用可能物の運搬 ・基本的な廃水規則に従う ・衛生設備（トイレ、シャワーなど）の提供	水門運用者 LGU	P 20,000/月	EMP & ECC
	人々	労働安全衛生リスクの可能性	・適切な PPE を着用 ・熟練監理者が工事を監督 ・応急処置所、安全装置、標識は作業場で利用可能	水門運用者	P 100,000	EMP & ECC
	人々	雇用創出	・ホストコミュニティの有資格住民の採用を優先 ・ホストコミュニティ内では現地産品購入を優先（該当する場合）	水門運用者	P 5,000	EMP & ECC, Labor Code

プロジェクトフェーズ/ 環境側面	影響受易い環境コンポーネント	潜在的影響	予防、緩和又は強化のためのオプション	責任機関	コスト (PHP)*	保証/金融合意
D. 廃棄段階（土砂処分地および水門）						
D1. 機器の撤去および資材撤収（土砂処分地）	陸地	沈下の可能性	・処分地跡が安定するまで軽構造物の使用制限	地権者 DPWH	後に決定	後に決定
	大気	緑被不足による粉じん発生	・定期的な散水 ・モニタリングの実施	地権者 DPWH	後に決定	後に決定
	水象	水漏による汚染可能性	・監視・修理の実施（必要に応じ）	地権者 DPWH	後に決定	後に決定
D2. 廃止措置（水門） D2.1 設備撤収	大気	排ガスおよび騒音の発生	・重機の適切かつ定期的なメンテナンス ・昼間に重機稼働を集中 ・マフラー設置	後に決定	後に決定	後に決定
D2.2 水門施設の解体	陸地 水象	固形廃棄物およびその他廃材の発生	・廃棄物管理計画 ・リサイクル可能/不可の固形廃棄物の分別 ・有資格者による廃棄/再利用可能物の運搬	後に決定	後に決定	後に決定
	陸地 水象	有害廃棄物の発生	・保管場所の提供 ・安全な密閉容器に廃棄物を収集、保管、処分 ・有資格処理業者による処理・処分	後に決定	後に決定	後に決定
D2.3 水門設備の廃止措置	陸地、人々	船舶の売却または LGU への引渡しの可能性	・ LGU への販売または寄付の可能性	後に決定	後に決定	後に決定
D2.4 労働者の契約終了	人々	雇用喪失	・雇用終了 6 か月前に通知 ・被影響者への補償提供 ・他の求人に備えた人材トレーニングの提供（可能であれば）	後に決定	後に決定	後に決定
*- 見積のみ						

出典：調査団

10.1.4 樹木のインベントリー調査実施前確認

工事によって伐採される樹木については、フィリピンの法令に従って、インベントリー調査の実施が義務付けられている。以下に最新のフィリピンにおける関係法令およびガイドラインに従った調査方針について記述する。

10.1.4.1 関係法令

環境天然資源省 (DENR) の 2000 年 2 月 28 日に発令された省令 No.2000-21 (以下、DAO No.2000-21) に従い、樹木伐採許可 (Tree Cutting Permits) を得るために、樹木インベントリー調査の実施が義務付けられている。この省令は、フィリピン国法 7161 (以下、RA 7161) とその施行細則に基づく樹木および非樹木材の容積単位の森林伐採税を根拠にしている。この樹木インベントリー調査は、登録された森林監督官 (Forester) によって実施されなければならない。所管の DENR 事務所によって確認されなければならない。

また、非樹木種の 1 つである、ココナツの伐採に関してもフィリピン国法 RA 8048 によって伐

採許可の取得が義務付けられている。

樹木インベントリー調査および実際の伐採方法は、DENR-FMB Technical Bulletin No.3 および DAO 2018-16 に準拠して実施されることになる。

10.1.4.2 樹木のインベントリー調査の方法

(1) 樹木インベントリー調査の実施方法の流れ

樹木インベントリー調査の実施方法は以下の流れで実施される。

- i 調査対象地域の確定
- ii 調査対象地域内の全ての樹種および作物の計測・マーク付け・数量確認の実施（幹径 4~15cm の若木もインベントリー調査に含める。）
 - a 全ての樹木の番号付けと GPS による位置確認の実施
 - b 一般名、胸高直径、全高、種数、位置の記載
 - c 非樹木種（例えば、竹、バナナ、ココナッツ等）の樹木リストは別リストでの整理（非樹木種は、・影響を受ける作物種、・作物の所有者、・影響耕作地における作物の年間収穫高、・作物の平均収穫高、作物の市場での分類、・対象作物を栽培するための従業員数、・作物の平均価値（価格）、・平均年間世帯収入の調査を含む。）
 - d 果樹に関する情報の確認（樹齢、果樹所有者、平均収穫高、果樹による平均年間収入）
 - e スプレーペイント、刷毛による色付けまたは金属タグによるマーク付け
 - f GPS 機能付きカメラ等による位置確認と写真撮影
 - g RA8048 に基づくココナッツの別リスト化
 - h 2012 年 10 月 31 日の DENR-FMB Technical Bulletin No.3 に基づく樹木種毎の容量の確認
 - i 樹木種と幹径ごとに分類された樹木台帳の作成
 - j 樹木配置図の作成
 - k その他写真集等の作成

(2) 台帳の作成方法

上述の「h」に示す確認方法は、以下の式を利用する。

フタバガキ種 (Dipterocarp) :

$$V = 0.00005171 \times (D^2 \times H)$$

非フタバガキ種 (Non-Dipterocarp) :

$$V = 0.00005204 \times (D^2 \times H)$$

ここに、

V：対象種樹木容積（m³）

D：胸高における幹径(cm)

H：樹高（m）

10.1.4.3 調査結果

樹木インベントリー調査の実施は、基本設計が確定した、2019年12月から2020年の3月にかけて実施した。結果は以下の通りである。

(1) Marikina 川本川沿い

1) 樹木調査

マリキナ川の事業実施区域内と想定される地域内には、左岸側 372 本、右岸側 1,694 本の左右岸合計で 2,066 本の樹木が確認された。樹木調査結果概要を表 10.1.11 及び図 10.1.8 として以下に整理し示す。

表 10.1.11 樹木インベントリー調査結果（Marikina 本川沿い）

No.	樹木種	本数	No.	樹木種	本数
1	Narra	391	40	Royal Palm	7
2	Mahogany	303	41	Balete	7
3	Mangga	141	42	Auri	7
4	Yemane	99	43	Langka	6
5	Rain Tree	95	44	Fringon	6
6	Aratilis	81	45	River Red Gum	6
7	African Tulip	66	46	Banaba	6
8	Molave	63	47	Bayabas	6
9	Ipil-ipil	62	48	Hawili	6
10	Bitao	61	49	Alim	6
11	Kalumpit	53	50	Atsuete	6
12	Bignai	49	51	Golden Shower	5
13	Bagras	48	52	Calamansi	5
14	Kupang	37	53	Malunggai	5
15	Fire Tree	31	54	Eucalyptus	4
16	Tuai	27	55	Nangka	4
17	Salisi	26	56	Tibig	4
18	Neem Tree	26	57	Mc Arthur Palm	4
19	Bangkal	24	58	Cacao	3
20	Miscellaneous	23	59	Avocado	3
21	Dit	20	60	Puso-puso	2
22	Talisay	16	61	Atis	2
23	Katuray	15	62	Niog-niogan	1
24	Anabiong	15	63	Himbabao	1
25	Mangium	12	64	Bo GTree	1
26	Duhat	12	65	Kamagong	1
27	Kaimito	12	66	Ayangile	1
28	Santol	11	67	Katap	1
29	Kulibangbang	11	68	Gakakan	1
30	Rimas	11	69	Bagalunga	1
31	American Kapok	11	70	Balimbing	1
32	Kalumpang	11	71	Eugenia	1
33	Eucalyptus Sweet Gum	10	72	Bani	1
34	Kamachile	10	73	Fishtail Palm	1
35	Guyabano	10	74	Agoho	1
36	Indian Lanutan	9	75	Terminalia sp.	1

No.	樹木種	本数	No.	樹木種	本数
37	Sampalok	9	76	Cadle Tree	1
38	Dao	7	77	Jathropa	1
39	Ilang-Ilang	7	78	Is-is	1

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.8 樹木分布概要図（Marikina 本川沿い）

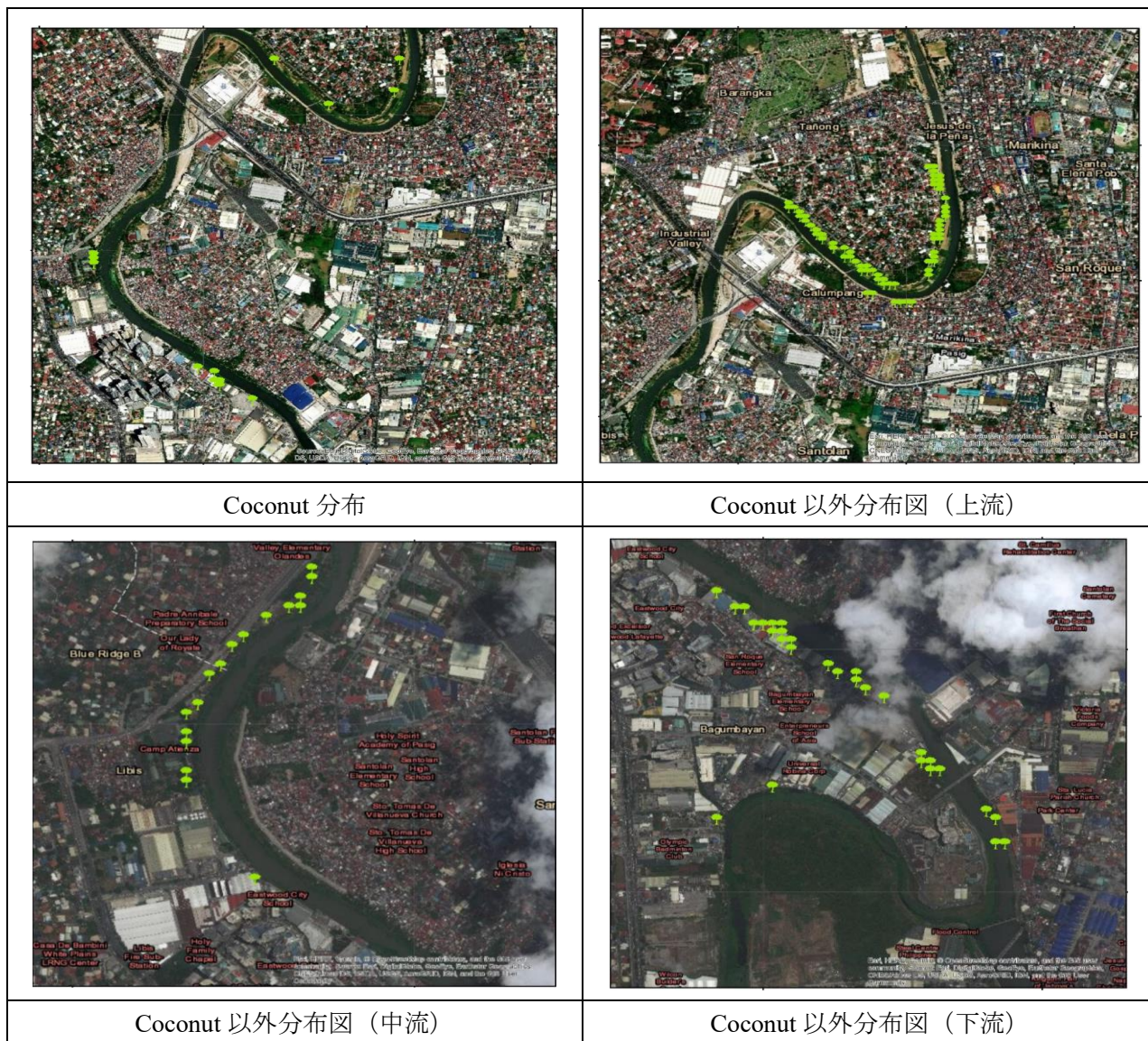
2) 非樹木調査

非樹木種は、事業実施区域内周辺に 50 種が 8 農家によって栽培されている。具体的には 15 本の Coconut、竹（84 箇所の大の群生）、バナナ（50 本）等が栽培されている（表 10.1.12 及び図 10.1.9 参照）。

表 10.1.12 非樹木インベントリ調査結果（Marikina 本川沿い）

No.	作物種	No.	作物種	No.	作物種
1	Coconut	18	Kalabasa	35	Papaya
2	Banana	19	Kamatis	36	Patola
3	Bamboo	20	Kamias	37	Pechay
4	Alugbati	21	Kamote	38	Petsay
5	Ampalaya	22	Kamoteng Kahoy	39	Saing
6	Atis	23	Kangkong	40	Saluyot
7	Balinghoi	24	Kastanas	41	Sanglai
8	Banana	25	Lemon Grass	42	Sili
9	Bayabas	26	Lettuce	43	Sitau
10	Binunga	27	Luyang Dilau	44	Squash
11	Corn	28	Malunggai	45	Suha
12	Cucumber	29	Malunggay	46	Talbos
13	Duhat	30	Mixed	47	Talbos
14	Eggplant	31	Mustasa	48	Talong
15	Gabi	32	Nangka	49	Tanglad
16	Isis	33	Niyog	50	Upo
17	Kakauate	34	Okra		

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.9 非樹木作物分布概要図（Marikina 本川沿い）

3) 調査に基づく工事時の補償活動

工事によって影響を受ける樹木及び非樹木は関連する法令・ガイドラインに従って適切に移植または伐採が行われる。調査の結果、736本の樹木の移植が可能であり、その他の樹木及びココナツは、伐採する代わりに約13万分の苗の植樹を指定の場所で行う必要がある。これらは改めて工事時に再調査を実施して、環境局（CENRO及びDENR-NCR）の指示に従い実施される。またココナツは、1本の伐採につき1,500ペソの別途補償をフィリピンココナツ庁に支払いをする必要がある。

(2) 放水路沿い（Cainta水門及びTaytay樋門建設部周辺）

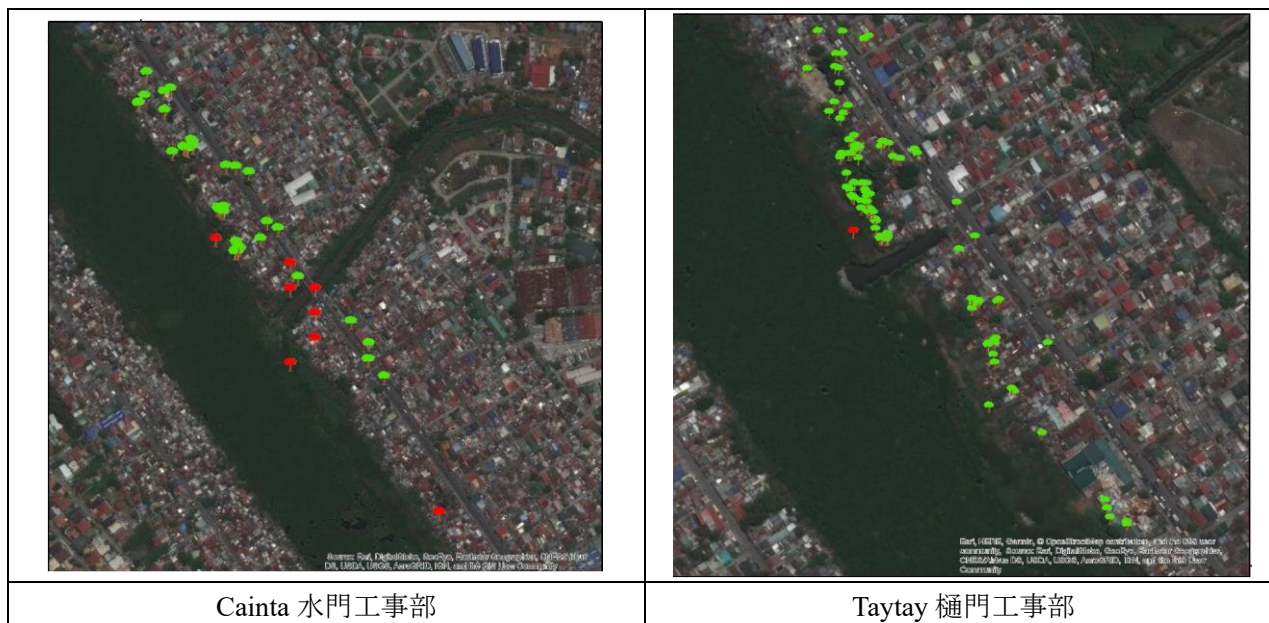
1) 樹木調査

Cainta水門工事に194本、Taytay樋門工事に121本、計315本（35種）の移植または伐採が必要な樹木が確認された（表10.1.13及び図10.1.10）。Taytay樋門工事では多くがNarra種であり、Mangga種及びBangkal種も多く、一方Cainta水門工事では、Bangkal種、Mangga種及びAratilis種が多い。多くの樹木は、放水路の低水路沿いの水分が多い高水敷河川側に繁茂している。また、多くがその幹径が5~15cmと比較的細い樹木である。

表 10.1.13 樹木インベントリ調査結果（Cainta水門・Taytay樋門工事部）

Cainta 水門工事部			Taytay 樋門工事部		
No.	樹木種	本数	No.	樹木種	本数
1	Bangkal	47	1	Aratilis	45
2	Aratilis	46	2	Bangkal	28
3	Mangga	16	3	Mangga	8
4	Talisay	12	4	Narra	7
5	Malunggay	10	5	Malunggay	6
6	Guava	7	6	Balete	4
7	Balete	6	7	Guava	4
8	Botong	6	8	Talisay	3
9	Sampalok	4	9	Hawili	2
10	Miscellaneous	4	10	Makopa Alim	2
11	Fire Tree	3	11	Katuray Atsuete	1
12	Guyabano	3	12	Caimito	1
13	Caimito	3	13	Avocado	1
14	Ipil-Ipil	3	14	Duhat	1
15	Narra	3	15	Alagaw	1
16	Santol	3	16	Guyabano	1
17	Tuba-tuba	2	17	Santol	1
18	Hawili	2	18	Indian Lanutan	1
19	Duhat	2	19	Ipil-Ipil	1
20	Atsuete	1	20	Botong	1
21	Avocado	1	21	Mangkono	1
22	Alagaw	1	22	Rain Tree	1
23	Binunga	1			
24	Cacao	1			
25	Indian Lanutan	1			
26	Kalumpit	1			
27	Kamachile	1			
28	Kamias	1			
29	Nangka	1			
30	Salisi	1			
31	Yemane	1			
	合計	194		合計	121

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.10 樹木分布概要図（Cainta 及び Taytay 工事部）

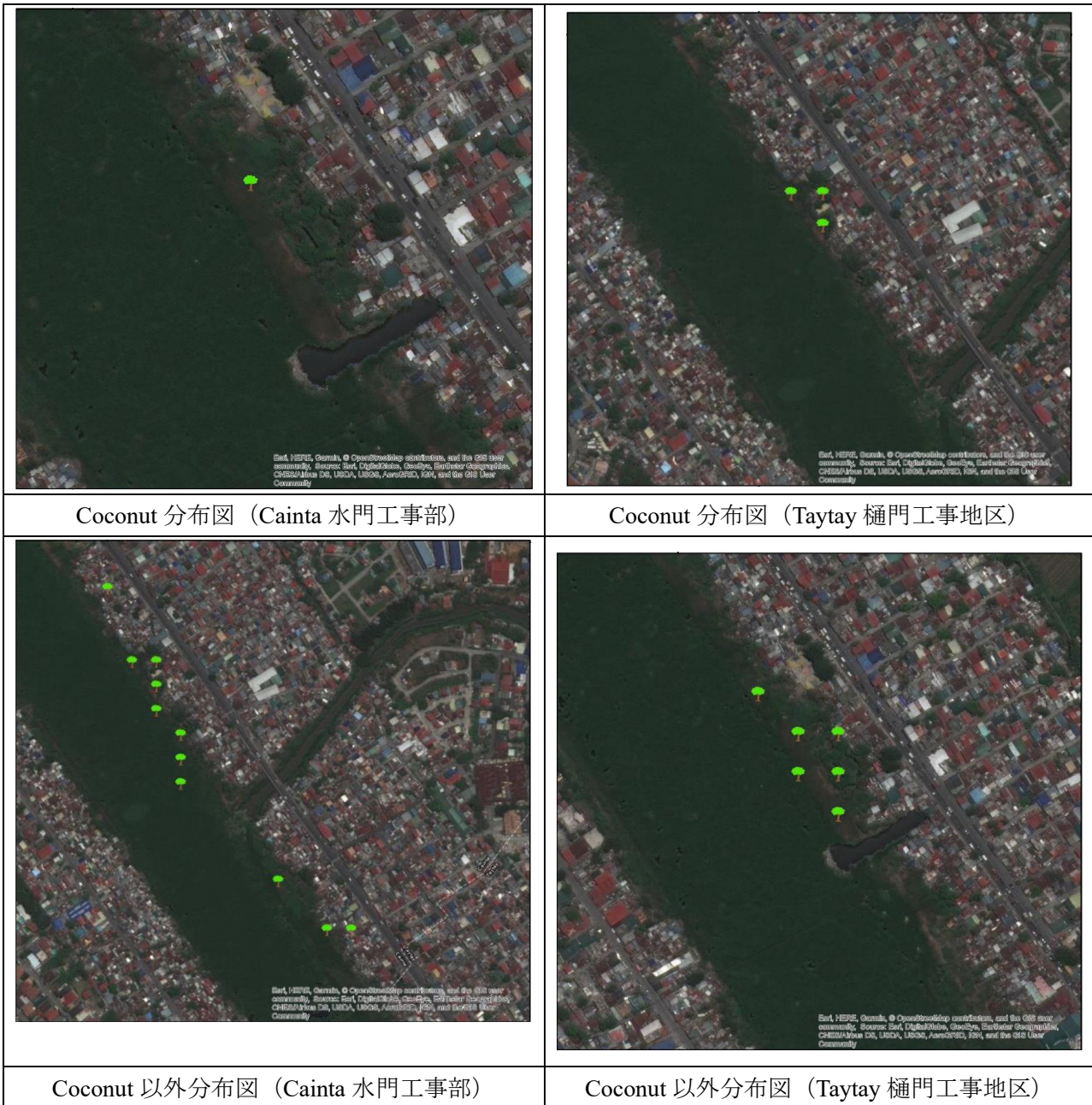
2) 非樹木調査

非樹木は、Cainta 水門工事部では 18 種の作物の伐採が必要な事を確認し、Taytay 樋門工事部では Banana (147 個体) を始めとして、16 種の作物が確認できた。また、両地区合計で 12 本 (Cainta 水門工事部 9 本及び Taytay 樋門工事部 3 本) のココナツの伐採補償が必要となる予想である。(表 10.1.14 及び図 10.1.11 参照)

表 10.1.14 非樹木インベントリ調査結果（Cainta 水門・Taytay 樋門工事部）

Cainta 工事部		Taytay 工事部	
No.	作物種	No.	作物種
1	Papaya	1	Talbos ng Kamote
2	Talbos ng Kamote	2	Banana
3	Kangkong	3	Sili
4	Bamboo	4	Kamatis
5	Banana	5	Gabi
6	Talong	6	Papaya
7	Gabi	7	Talong
8	Mutasa	8	Kamote
9	Kalamansi	9	Ampalaya
10	Alugbati	10	Tanglad
11	Ampalaya	11	Okra
12	Kamatis	12	Patola
13	Patola	13	Kalabasa
14	Okra	14	Upo
15	Kamote	15	Munggo
16	Squash	16	Coconut
17	Sugarcane		
18	Kamoteng Kahoy		

出典：調査団



出典：調査団

図 10.1.11 非樹木作物分布概要図 (Cainta 水門+Taytay 樋門工事部)

3) 調査に基づく工事時の補償活動

工事によって影響を受ける樹木及び非樹木は関連する法令・ガイドラインに従って適切に移植または伐採が行われる。調査の結果、122本の樹木は伐採され、その代り、11,300苗の植樹が必要となる。また残りの193本については、幹径が15cm以下であり、移植をすることが望ましい。これらは改めて工事時に再調査を実施して、環境局（CENRO及びDENR-NCR）の指示に従い実施される。またココナツは、1本の伐採につき適切な伐採料を別途フィリピンココナツ庁に支払う必要がある。

10.1.5 環境社会配慮事項 DPWH 能力向上支援セミナー

DPWH が EMP および EMoP に沿って本事業のモニタリング（陸生・水生生物モニタリングの方法

も含める)を適切に行えるように、DPWH 職員に対する研修を、本業務の EMP および EMoP が纏められる 2020 年 3 月に DPWH の ESSD の職員を中心に対象とした半日セミナー(ワークショップ)を予定していた。しかし、新型コロナウイルス禍で実施が延期され、2020 年 7 月 28 日にウェブ形式で実施した。JICA への提出が求められている環境モニタリング報告書(四半期毎/所定の様式あり)、Project Status Report 上の環境社会配慮上の確認状況の報告記載方法等に関してもこのセミナー内で説明し、DPWH 担当職員の能力向上を促進する講習会とした。

10.1.6 本川工事の EIS の見直し

本川(パッシング・マリキナ川)の EIS(Supplemental EIS)は、既に DENR に承認されているが、本業務を通じ内容見直しを検討した。EIS 作成時から対象エリアの環境は大きく変化していない。追加調査(底質汚泥、伐採樹木)では現状確認および今後の対策を検討したが、大きな問題は確認されず、既存 EMP が定める範囲で環境管理が可能と判断した。よって、本業務では本川 EIS は更新しないこととした。

10.2 住民移転計画

本事業では、詳細設計の承認後に改めて土地購入必要面積・移転必要建物等の確認を行う必要があるが、現時点においては、約 12.4ha の本川沿いの用地取得および 7 つの事業者等の施設用地の取得及び一部施設の移転、並びに 9,327 世帯の非正規住民の住民移転を伴う予定である。本事業の用地取得・住民移転は、フィリピン国内の手続きおよび JICA 環境ガイドラインに沿って作成された住民移転計画(Resettlement Action Plan: RAP)に基づき手続きが進められる。

2019 年 11 月現在、詳細設計と並行して上述の DPWH が策定している住民移転計画(Resettlement Action Plan: RAP)の改訂作業支援を行っているが、非正規住民の移転対象世帯数を明確にする必要があるため、その確認調査の概要を以下に示す。本事業に係る住民協議では、事業実施に対する特段の反対は現在も確認されていない。

10.2.1 住民移転計画書(RAP)のレビュー・必要作業の支援

10.2.1.1 現住民移転計画の補償方針及び現計画に基づく予算の確認

本事業による被影響関係者は、河川改修及び河川構造物の建設のために直接的に土地・資産の損失を受ける本川沿い及び構造物周辺の住民・企業と本事業の実施によって間接的に影響を受けるマンガハン放水路内に居住する非正規住民の 2 つに区別される。

このため、DPWH は本事業の実施のために、以下の 2 つの RAP を策定している。

- Resettlement Action Plan for Marikina River
- Resettlement Action Plan for Manggahan Floodway

この 2 つの RAP は、原則として、JICA の環境社会配慮ガイドラインに準拠して作成されている。移転計画策定の法的根拠、規定事項及び実施方針と JICA の環境社会配慮ガイドラインとの比較はそれぞれの RAP の第 2 章に示されている。本項では、現 RAP、特に補償条件及びその予算について整理・確認する。

(1) RAP for Marikina River

1) 土地取得費 (Land Acquisition)

現在の RAP では、固定資産税の支払い根拠となる BIR Zonal Value と呼ばれる土地単価と一般的な土地売買時の市場価格 (Fair Market Value) 単価の 2 つを利用してそれぞれに、河川沿いの土地購入費用として 186 億ペソ及び 455 億ペソを積算している (移転地の土地購入費は別途 ISF 移転費用で計上)。しかしながら、2016 年に施行された共和国法 10752 に従い、市場価格での取得のみとなるため、本調査内で修正する必要がある。

2) 建物補償 (Compensation for structures)

現在の建設資材単価、労務費及び機材単価等から、建物 1m² 当たり 18,000 ペソと見積り、事業によって影響を受ける建造物の補償費として約 1 億 29 百万ペソと計上している。本調査では、影響を受ける建物の面積及び補償単価の見直しを支援する。

3) 営業補償 (Income Rehabilitation Assistance for Affected Businesses)

事業による、土地・建物等への影響により、現 RAP では 7 軒の営業補償が必要とし、DPWH の 2007 年に制定した、事業に係る移転・土地取得実施方針 (LAR RIPP (2007)) に基づき、15,000 ペソ/軒より 10 万 5 千ペソを計上している。本調査では、この DPWH の営業補償単価が極めて低いことから、できるだけ営業補償が必要とならないような事業用地 (ROW) となるように河道設計に配慮する。

4) 非正規居住者の移転のための費用 (Cost for Relocating the Informal settlers)

71 世帯 (277 名) の非正規居住者 (ISFs) が事業予定地内に居り、移転が必要である。移転に必要な費用として、移転地・家屋準備費用、移転補助金、移転のための交通費・食事代の 3 項目をそれぞれに 45 万ペソ、1.8 万ペソ及び 1 万ペソと見積り、総額 32 百万ペソを現 RAP では計上している。

ただし、2019 年 11 月現在、これら 71 世帯の事業に直接的に影響する ISFs は別途 Quezon 市が NHA と共に実施する市全体の河川沿いの ISFs の移転事業の中に組み込まれている。この状況を 10.2.1.2 項に詳述する。

(2) RAP for Manggahan

現在 DPWH によって作成されている Manggahan 放水路内の RAP は、Cainta 町及び Taytay 町管轄内の居住者を対象としている。一方、Pasig 市管轄内の放水路内部の移転は、現在 Pasig 市が独自に水路沿いに居住する非正規住民移転プログラムによって先行実施されていたため、DPWH 作成の RAP には含まれていない。

1) 土地取得費 (Land Acquisition) 建物補償 (Compensation for structures) 及び営業補償 (Income Rehabilitation Assistance for Affected Businesses)

本事業で間接的に影響を受ける放水路内に現在居住するのは非正規住民 (ISFs) のみであるため、事業のために必要な土地取得費・建物補償及び営業補償は放水路内移転では発生しない。

2) 非正規居住者の移転のための費用 (Cost for Relocating the Informal Settlers)

NHA が 2016~2017 年に実施した Tagging and Census 調査に基づき、Cainta 町及び Taytay 町管轄

別放水路内非正規居住者の移転費用はそれぞれ以下の表 10.2.1 に示す通りである。

表 10.2.1 放水路内非正規居住者の移転費用

項目	Cainta 町	Taytay 町
確認居住世帯数	9,256	4,269
移転支援有資格世帯	7,483	3,382
移転費用		
Preliminary activities and studies (移転準備費)	99,830,000	80,820,000
Social preparation (移転促進活動・移転準備活動費)	74,830,000	33,820,000
Parcellary survey and subdivision plan survey (移転地取得準備費)		10,000,000
Conduct of EIA to acquire ECC (移転地開発許可取得費)	5,000,000	5,000,000
Conduct of tree inventory to acquire tree cutting permit (移転候補地内樹木調査及び伐採許可取得費)		2,000,000
Land development planning (incl. topographic survey and geotechnical study) (移転地造成計画・設計費)	20,000,000	30,000,000
Procurement of Resettlement Site (移転地取得費)	300,000,000	167,500,000
Resettlement Site Development Costs (移転地造成費)	175,000,000	298,171,000
Resettlement Housing Development Cost (移転住宅建設費)	86,893,400	298,171,000
Demolition/ Hauling Cost (放水路内既設家屋取壊費)	2,956,800,000	1,328,500,000
Transfer of Informal Settlers to Resettlement Housing (引越代)	286,495,000	149,646,000
Rehabilitation Assistance (移転後生計支援等)	59,864,000	27,056,000
合計	18,900,000	11,235,000
	3,983,782,400	2,143,748,000

出典：RAP for Manggahan Floodway (DPWH, 2018)

10.2.1.2 RAP for Marikina River

本項では、河道改修を実施する本川沿いの土地取得及び建物・非正規住民等の移転計画である RAP for Marikina River の現在の改訂支援活動内容及び関連状況を示す。

(1) Quezon 市内本事業区間の河道沿い非正規居住者 (ISFs) の移転計画 (本川右岸側)

2018 年に策定された DPWH の RAP for Marikina River では、本設計対象区間の最下流から中流区間までの Sta.5+750~Sta.8+700 の右岸の川沿いに生活する非正規居住者 71 軒の ISFs の移転が必要とされ、移転実施計画が纏められている。

1) 国家住宅庁 (NHA) と Quezon 市による市管轄内 Marikina 川沿い ISFs 移転プログラム

上述した現在の RAP for Marikina River に示された 71 世帯の ISFs の移転は、2015 年に国家住宅庁 (National Housing Authority: NHA) によって実施された移転が必要な Quezon 市内 Marikina 川沿いの全 ISFs への Tagging and Census 調査に基づいて計画された。この NHA の調査では、Quezon 市内 Marikina 川沿いの全 ISFs 数は 438 世帯が確認され、その内の 71 世帯が事業のために移転が必要とされた。

現在 NHA と Quezon 市は、Quezon 市内 Marikina 川沿いの全 ISFs (438 世帯) を対象とした移転プログラムを計画中である。

NHA は 2018 年、図 10.2.1 「NHA から発出された Quezon 市マリキナ川沿いの非正規居住者の移転に関する文書」に示すように、Quezon 市に対し、Rizal 州 Baras 町に建設されている 481 世帯が入居可能な移転地の利用が可能な事を Quezon 市に公式的に表明した。



Office of the President
NATIONAL HOUSING AUTHORITY



CERTIFICATION

To Whom It May Concern:

This is to certify that there are **Four Hundred Eighty One (481) available housing units** within **St. Joseph Residences 1** located in **Barangay Pinugay, Baras, Rizal**, to accommodate the ISFs residing along Marikina River from Brgy. Bagumbayan (Upper Stream), Tawiran and Mercury Ave) Quezon City.

This certification is being issued this **17th day of August 2018** for whatever legal purpose this may serve.

ENGR. LORENZO D. PINEDA
Manager

BN 2/SV9 & 10 Rizal Housing Projects

Noted by:

AR. SUSANA V. NONATO
Regional Manager, Region 4

出典：Quezon 市

図 10.2.1 NHA から発出された Quezon 市マリキナ川沿いの非正規居住者の移転に関する文書

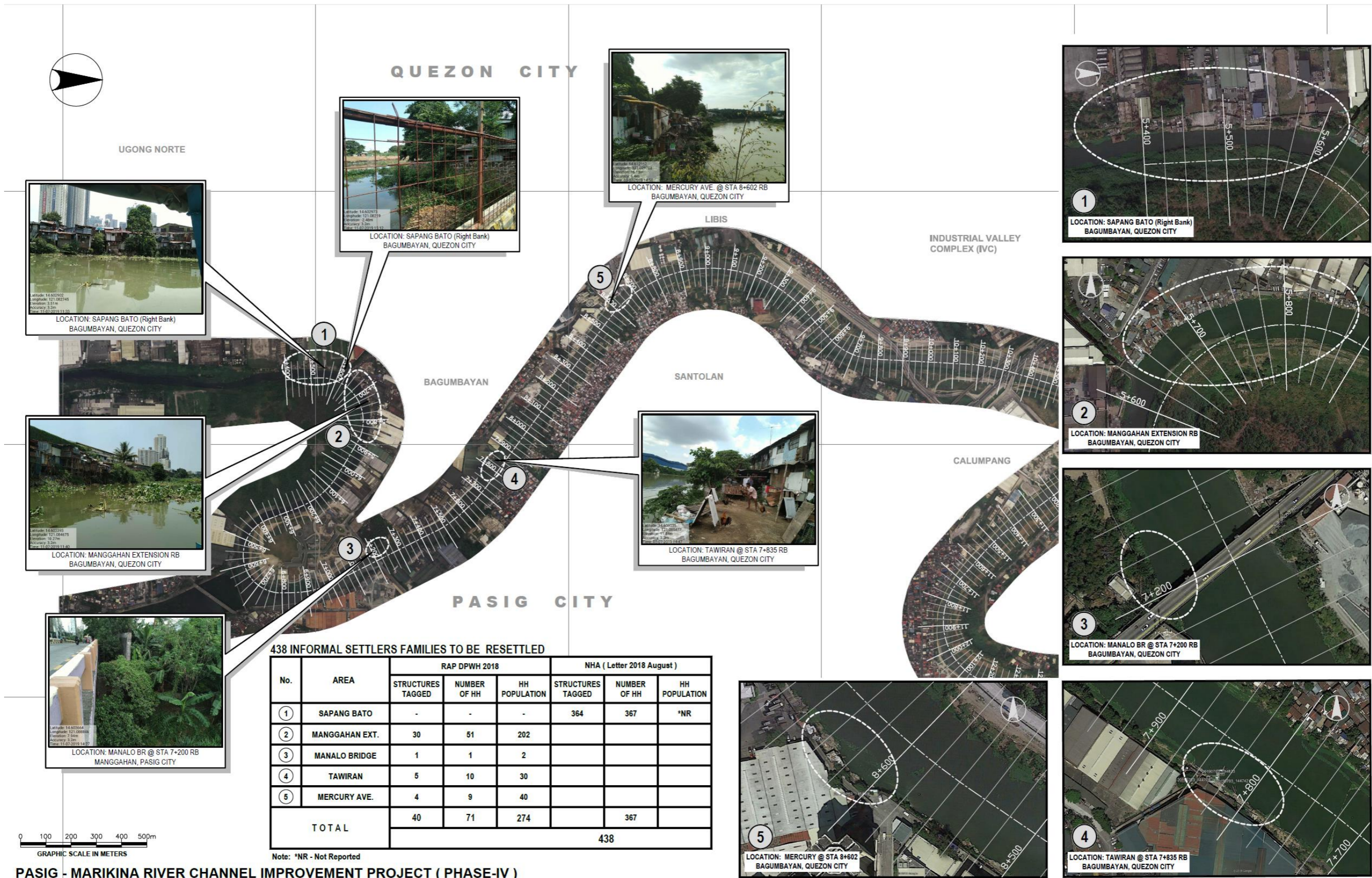
2) NHA と Quezon 市が進める 438 世帯と本事業で移転が必要な 71 世帯の関係

NHA と Quezon 市が独自に進める Marikina 川沿いの ISFs の移転対象 438 世帯と本事業対象 ISFs の関係は、次ページの図 10.2.2 及び以下の表 10.2.2 に示す通りである。

表 10.2.2 Quezon 市管轄内 Marikina 川沿い ISFs の状況

地区名	河川距離標	ISFs 数	ISFs の本事業における位置づけ
Sapang Bato	Sts.5+400~5+700	367	本事業移転計画には以下の理由で含まれていない。 ● 本区間は、FS では浚渫工事のみ実施区間であり、ISFs には影響を与えないため ● 2015 年当時、排水路の改修工事により、本地区の ISFs 移転が既に計画されていたため
Manggahan Ext.	Sta.5+700~5+900	51	本事業直接影響 ISFs
Manalo Bridge	Sta.7+200~7+300	1	本事業直接影響 ISFs
Tawiran	Sta.7+700~7+900	10	本事業直接影響 ISFs
Merury Ave.	Sta.8+600~8+700	9	本事業直接影響 ISFs
全地区	全区間（右岸のみ）	438	計 71 軒

出典：調査団



出典：調査団

図 10.2.2 Quezon 市内 Marikina 川河道沿い ISF 居住位置確認図

3) Sapang Bato 地区における Quezon 市による ISFs 移転後の河岸整備

DPWH は、Quezon 市と協議を行い、従来の事業移転計画では含めていなかった ISFs 移転後の河岸整備（護岸整備）を以下の理由により、本詳細設計に含めることとした。

- ISFs が再び当地に戻ってこないような環境づくり
- 対岸（左岸側）が河岸土地所有者からの要望に基づき事業 ROW を設定することから右岸側も、河岸も含めて河川内と明確に位置づける ROW の設定が望ましい（FS 案では、本地区には ROW が設定されていなかった）。

DPWH は、MMDA と協働で河川維持管理を実施していくために、本地区も ROW を河岸まで設定する方針に条件付きで変更した。条件とは、Quezon 市が ISFs の移転を実施する、ことであり、将来の適切な河川管理のために事業による当地区の護岸建設とそれに伴う ROW 設定を詳細設計後の Parcellary Survey で実施する事としている。

4) 課題及び本事業における対応方針

NHA から Quezon 市へ伝えられた移転の内容は、移転先が Rizal 州 Baras 町に位置する Brgy. Pinugay の移転地となっている。移転の実施には、移転元の Quezon 市と Baras 町間の移転合意覚書（Memorandum of Agreement: MOA）が必要だが 2020 年 8 月現在、まだ結ばれていない。

Quezon 市の移転活動を担当する、住宅・コミュニティ開発および移転部（Housing, Community Development and Resettlement Department: HCDRD）及び市長室によると上述したように今後、Quezon 市と Baras 町で本移転に関する合意覚書（MOA）を交わし、移転を 438 世帯の移転を実施する予定である。既に Quezon 市による移転地確認は 2019 年 10 月 17 日に実施されている。また MOA 案も策定されているが、Quezon 市と ISFs 受入先である Baras 町の双方の責任分担（特に、移転後の ISFs へのフォローアップ活動）について結論が出ておらず、締結までには至っていない。

よって、Quezon 市と Baras 町が MOA を早期に結べば、事業に先立って移転が実施されることになる。逆に、両市町間の MOA の締結が滞る事になれば、71 世帯を対象にした RAP for Marikina River に基づき DPWH が主体的に移転事業を実施する必要がある。この見極めの時期を確定しておく必要がある。また、Quezon 市と Baras 町による移転プログラムが実施されない場合は、Sapang Bato 地区の 367 世帯が住む居住区は、護岸の建設を行わず、浚渫のみの工事に設計変更（2015 年 FS 時の計画に戻す）を行う必要がある。

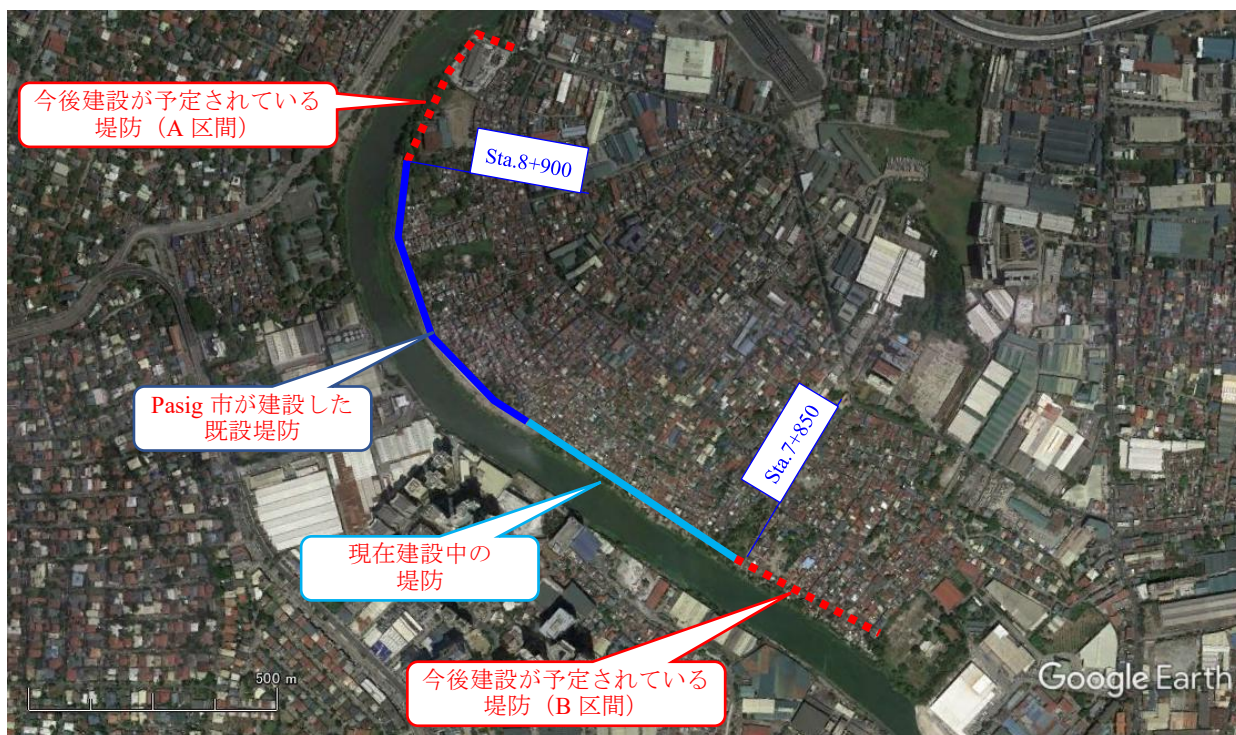
(2) Pasig 市内非正規居住者の移転

1) ISFs 移転実施の状況

Pasig 市において、本事業の実施によって居住する住民に影響する可能性があった地区は Brgy. Santolan である。当 Brgy. Santolan 地区は、非正規居住者が多く居住する地区である。しかしながら本地区は、Pasig 市が自ら堤防工事を実施しており、この堤防工事事業に影響する非正規居住者の移転を既に進めている。よって、DPWH の作成した RAP for Marikina River には、本地区を対象とした移転計画が含まれていない。

2020 年 1 月現在、上記の移転を伴う堤防事業は図 10.2.3 に示す「現在建設中の堤防」部を継

続いて施工中であり、Sta.8+900 から Sta.7+850 まで堤防が延伸されている。



出典：Google Earth 上に Pasig 市からの情報を添付し調査団が作成

図 10.2.3 Pasig 市が実施している堤防工事の進捗状況

しかしながら、2019 年 5 月 13 日に実施された中間選挙により、この堤防工事を進めていた旧市長が新市長（Victor Ma. Regis N. Sotto 氏）に交代した。

そのため、2019 年 9 月及び 11 月と二度に渡り工事実施機関である DPWH-UPMO-FCMC が新市長を表敬し、本事業への理解及び Pasig 市自らによる治水事業の実施と本事業との連携、並びに河道沿いの非正規住民の安全な場所への移転事業の継続的な実施を求めている。

その後の Pasig 市の建設局治水課（Flood Control Section）によると、

- 市の建設局としては、今後の計画済み且つ残された堤防整備事業は、進めていく予定だが、DPWH が実施を予定する本事業の工事内容とは今後重複しないように調整をしていきたい。とのことである。

2) 堤防事業が残された区間における ISFs 世帯数

前項の図 10.2.3 に示すように、堤防事業予定区間において事業が完成していない残された区間は、事業予定区間の上流端と下流端の 2 区間である。このうち、Pasig 市及び本事業の堤防建設予定地に ISFs が居住しているのは下流端区間である。この区間に居住する ISFs の世帯数は、Pasig 市の住宅建設局担当者によれば、248 世帯である。

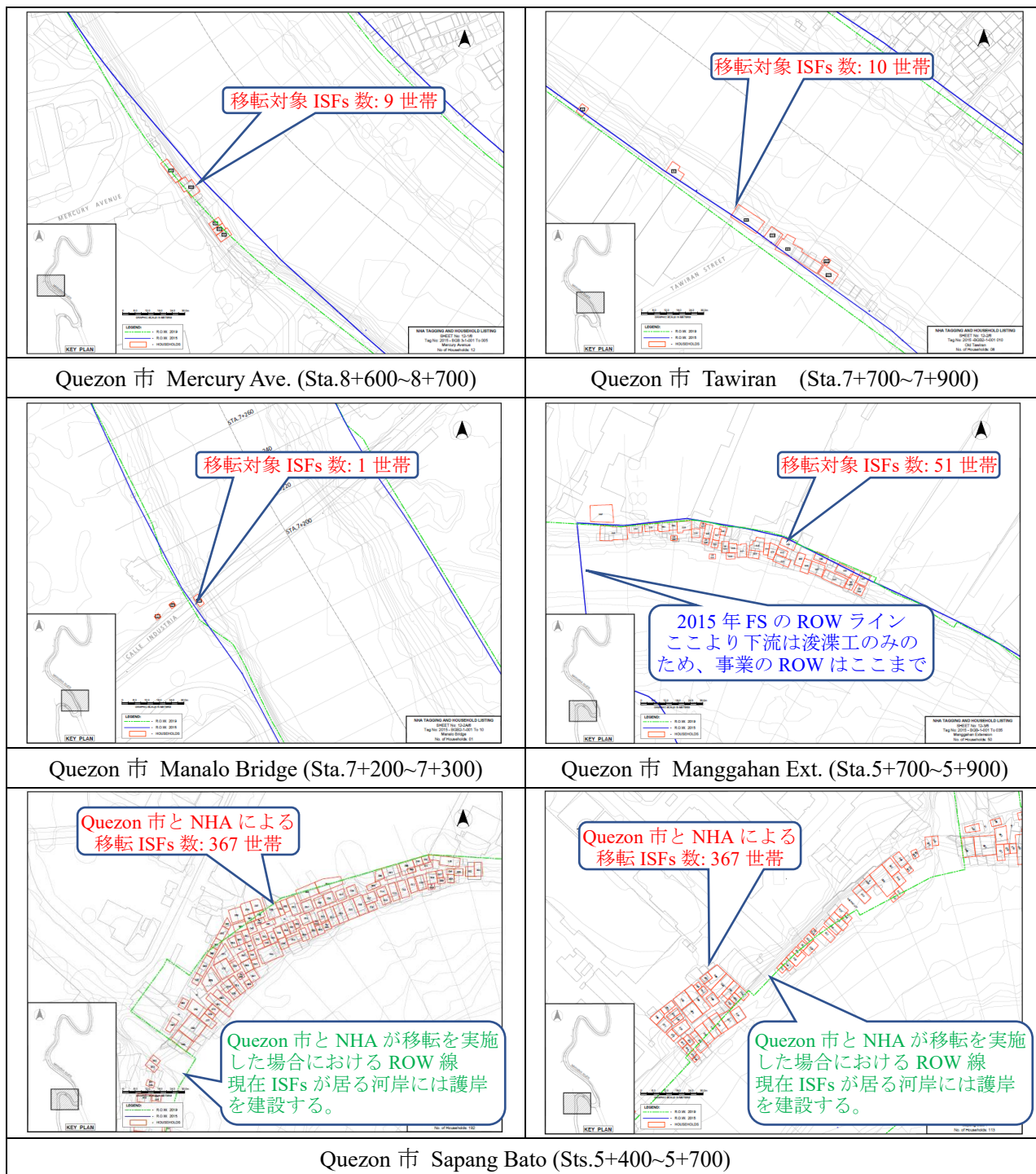
3) 課題及び本事業における対応方針

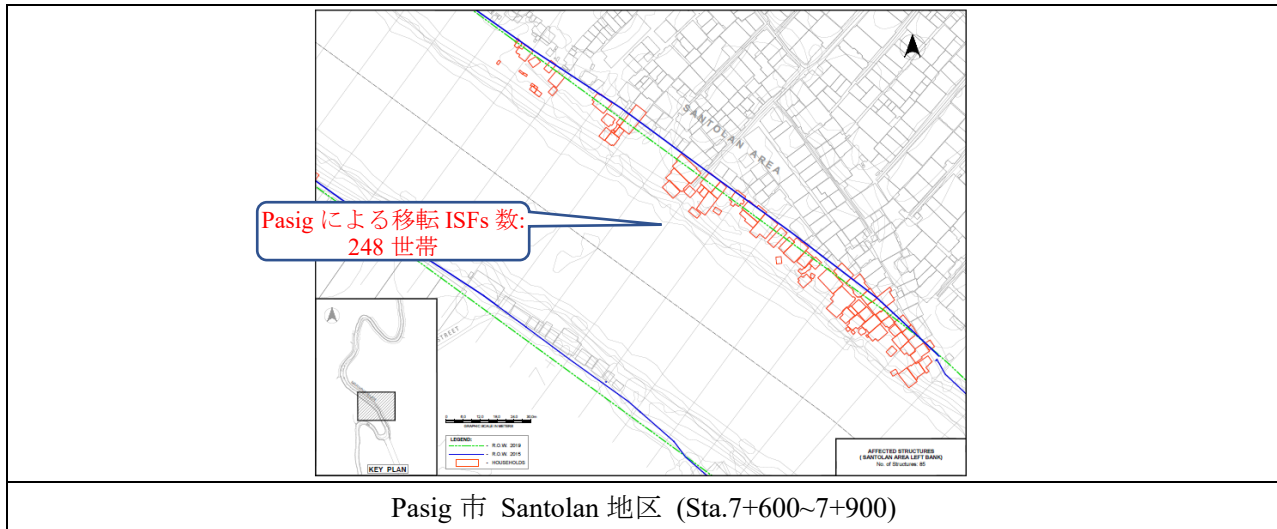
これまでの当地区（Santolan 地区）の Pasig 市自らによる治水事業に伴う非正規住民は、NHA が整備した Rizal 州の Morong 町へ移転している。

今後の当 Santolan 地区の 248 世帯の非正規住民の移転がまだ進められていないため、DPWH は、Pasig 市の住宅建設局に本事業の実施前に移転を完了することを促進する必要がある。

(3) 本事業の実施区間における ISFs 居住詳細位置図

図 10.2.2 に示す、ISFs 居住地区については、2015 年に詳細に NHA が調査を行っている。この結果を以下に図 10.2.4 として示す。





出典：NHA の調査結果を基に調査団が作成

図 10.2.4 本事業区間に居住する ISFs 位置確認図

10.2.1.3 RAP for Manggahan Floodway

(1) Cainta 町および Taytay 町内マンガハン放水路内非正規居住者の住民移転

1) 国家住宅庁（NHA）および DPWH 間における移転事業調整活動

(a) NHA-DPWH 間の移転事業実施のための覚書の作成

2019 年 2 月 DPWH と NHA の間で、Cainta 町および Taytay 町内マンガハン放水路非正規居住者の移転地開発に関する覚書案が完成し、2019 年 11 月に実際に締結した。

当初覚書案では、両町の管轄内且つマンガハン放水路内の 10,865 世帯の非正規居住者の移転事業のため、RAP for Manggahan Floodway に基づき、55 億 1,481 万 6 千ペソ（約 110 億円）を DPWH が準備しその資金を NHA に引き渡して移転事業を実施する、という内容であったが、実際には上記金額を 60 億ペソに変更して締結した。以下に表 10.2.3 として本覚書案での DPWH および NHA のそれぞれの分掌事項を整理した。

表 10.2.3 DPWH および NHA 間のフェーズ IV 事業実施分掌（案）

DPWH	NHA
<ul style="list-style-type: none"> ● フェーズ IV 事業の構造物対策の詳細設計と工事 ● Pacellary 調査の実施 ● NHA が実施するプロジェクト影響世帯（PAFs）の住民調査・移転対象確認調査の支援 ● 住民移転計画（RAP）の準備と更新 ● 土地取得・中層移転住宅（MRB）建設およびその他経費のための 60 億ペソを NHA への資金移転 ● 町内移転地開発のための詳細設計の実施 ● 町内移転地開発工事の実施 ● 放水路内建設物撤去整理の優先区間リストの NHA への提供; ● 必要な許可申請取得のための NHA への支援; ● NHA から移譲された放水路内整理地区の承認 	<ul style="list-style-type: none"> ● 移転地土地取得、中層住宅（MRB）建設のための必要資金の DPWH からの資金移転の確認 ● 移転資格世帯の確認・移転・移住および社会的準備（Social Preparation）支援活動を関連自治体との協力に基づく実施; ● Parcellary 調査実施確認・調整; ● 土地取得と住宅の建設; ● 60 カ月以内での移転・移住事業の実施; ● 移転された資金月次使用実績報告の DPWH への提出; ● 移転資金の清算; ● 年次事業財務報告書の提出; ● DPWH への放水路内撤去整理地の DPWH への返却

出典：調査団

(b) NHA-DPWH 間の移転事業実施のための課題

上述したように、2019年11月11日にNHA-DPWH間の移転実施に関する覚書は締結された。この締結を促進させるため、2019年9月25日及び10月3日とNHA及びDPWHの関係者間で本移転に関するワークショップが開催されて、意見の摺り合わせが行われた。

この2回のワークショップにおいては、NHAの主張に基づき、以下の表10.2.4に示す基本条件を基に移転事業を計画していく事が確認された。

表 10.2.4 移転事業計画のための基本条件

項目	基本条件	Cainta	Taytay
移転地の種別	集合住宅	集合住宅	集合住宅
対象世帯数	全対象：10,865世帯	約3,600	約7,500
1集合住宅世帯数	12世帯/階×5階建=60世帯 24m ² /世帯	48	48
必要集合住宅棟数		75	157
1集合住宅建設単価		PHP 40 Million (2019~2020) PHP 42 Million (2021~2023)	
移転地必要面積	7棟/1ha	10 has	23 has
移転地単価	Market Value	PHP 3,500/m ²	PHP5,000/m ²

出典：調査団

上記の結果、非正規住民への社会支援活動等を加え、以下の表10.2.5に示す年度別必要予算が見積もられた。この必要予算は、120億ペソとされ、現在DPWHが事業実施計画(I/P)内で積算しNEDAにも承認されている55億ペソ、またはNHAとのMOA内で明記された60億ペソを大きく超える試算がされている。

表 10.2.5 DPWH-NHA 合同ワークショップによるマンガハン放水路内非正規住民移転事業必要予算 (NHA 実施事業)

事業活動項目	年度別予算(PHP mil)					計
	2019	2020	2021	2022	2023	
A. 事前活動						
1. 土地取得						
1.1 Taytay	400					
1.2 Cainta	1,250					
2. 社会支援活動	250					
3. 再世帯調査	100					
小計 1	2,000					2,000
B. 移転地開発						
1. Taytay 集合住宅建設		400	840	840	1,050	
2. Cainta 集合住宅建設		1,600	3,360	1,554		
小計 2		2,000	4,200	2,394	1,050	9,644
合計	2,000	2,000	4,200	2,394	1,050	11,644 12,000

出典：DPWH-UPMO-FCMC

よって、MOA及び2回のDPWH及びNHA関係者によるワークショップを受けた今後のRAPの改訂においては、

- DPWHがNEDAに事業費用として承認を受けた55億ペソまたはMOAに明記された60億ペソでの移転の実施フェーズ：及び

- NHA が Cainta 町及び Taytay 町における放水路内 ISFs に必要と予想した 120 億ペソによる最終的な移転実施全体計画

の 2 つを考慮する必要がある。

2) Cainta 町および Taytay 町の活動

2019 年 5 月 13 日に実施された中間選挙後に DPWH が実施した各町長及び都市貧困対策部 (The Urban Poor Affairs Office: UPAO) 並びに町査定官 (Municipal Assessor) への表敬時においては、両町とも DPWH 及び NHA と協力し、放水路内非正規住民の移転に協力していくとの見解を得ている。

(2) Pasig 市独自の放水路内非正規居住者の移転活動

1) 現状

Pasig 市では、既に同市内の放水路内非正規居住者の移転活動を実施している。具体的には、Pasig 市では、放水路左岸側の非正規居住者約 2,000 世帯の移転を既に実施している。現在は、放水路の右岸堤防沿い (West Manggahan) に居住する約 2,798 世帯の移転が残されている状態である。2019 年 5 月に実施された中間選挙前までは、前市長によって承認された市の非正規住民の移転事業により 2019 年に 900 世帯、残りは 2020 年までに移転が実施される予定であった (表 10.2.6 参照)。

よってこの Pasig 市管轄内の放水路内非正規住民の移転は、現 RAP for Manggahan の内容には含まれていない。

表 10.2.6 Pasig 市によるマンガハン放水路内右岸側非正規居住者の中間選挙前までの移転計画

検討項目	対象・検討事項	備考
対象世帯数	2019 年度：全対象世帯数 2,798 の内 900 世帯 2020 年度：残りの世帯	再確認が必要
移転地	Rizal 州 Morong 町	左岸側・Santolan 地区と同じ
移転開始時期	2019 年 5 月 13 日の中間選挙以降	市長が交代したため再確認が必要
移転終了予定時期	2019 年 12 月	

出典：調査団による Pasig 市への聞き取り結果による。

しかしながら、2019 年 5 月 13 日に実施された中間選挙結果により、本移転事業を推進していた現市長が落選し、2019 年 7 月以降新市長が Pasig 市の行政を実施することにより、市の担当者によると、新市長下での、放水路内の ISFs 移転事業が遅れている。

DPWH は、2019 年 8 月及び 11 月に新市長への表敬を行い、事業への理解と事業に必要な河川沿い及び放水路内の ISFs の移転事業の継続を依頼した。

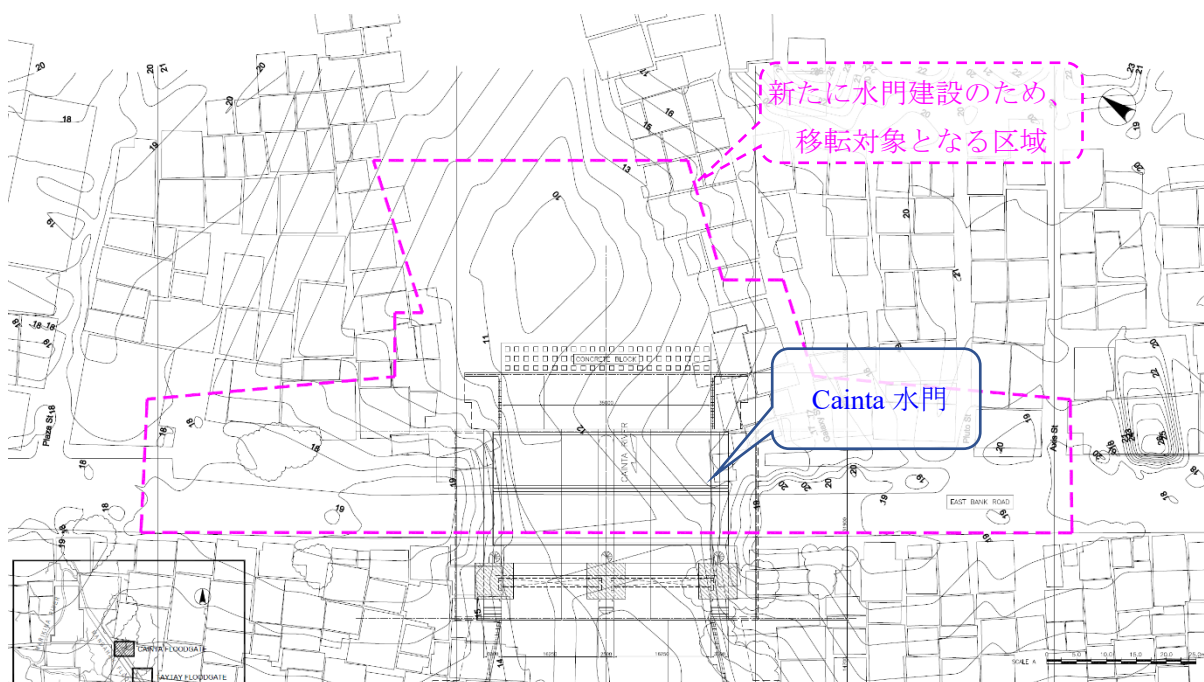
2) Pasig 市の住宅建設局の方針

DPWH と Pasig 市の住宅建設局との打合せでは、新市長の理解を得るために市行政内でも説明を継続する (している) と Pasig 市の住宅建設局も表明しており、今後 DPWH も継続的な表敬活動を行っていく。

(3) Cainta 水門建設工事に係る堤内側住民の移転

本詳細設計の基本設計報告書は、DPWH との議論を経て、2019 年 10 月 9 日に正式に提出・承認

された。この結果を受け、Cainta 水門の建設工事においては、放水路内側の既に現 RAP に含まれた非正規住民の移転だけでなく、堤内側の正規の住民を含む図 10.2.5 に示す枠内に居住する住民の移転が必要となることが判明した。



出典：調査団

図 10.2.5 Cainta 水門建設一般平面図

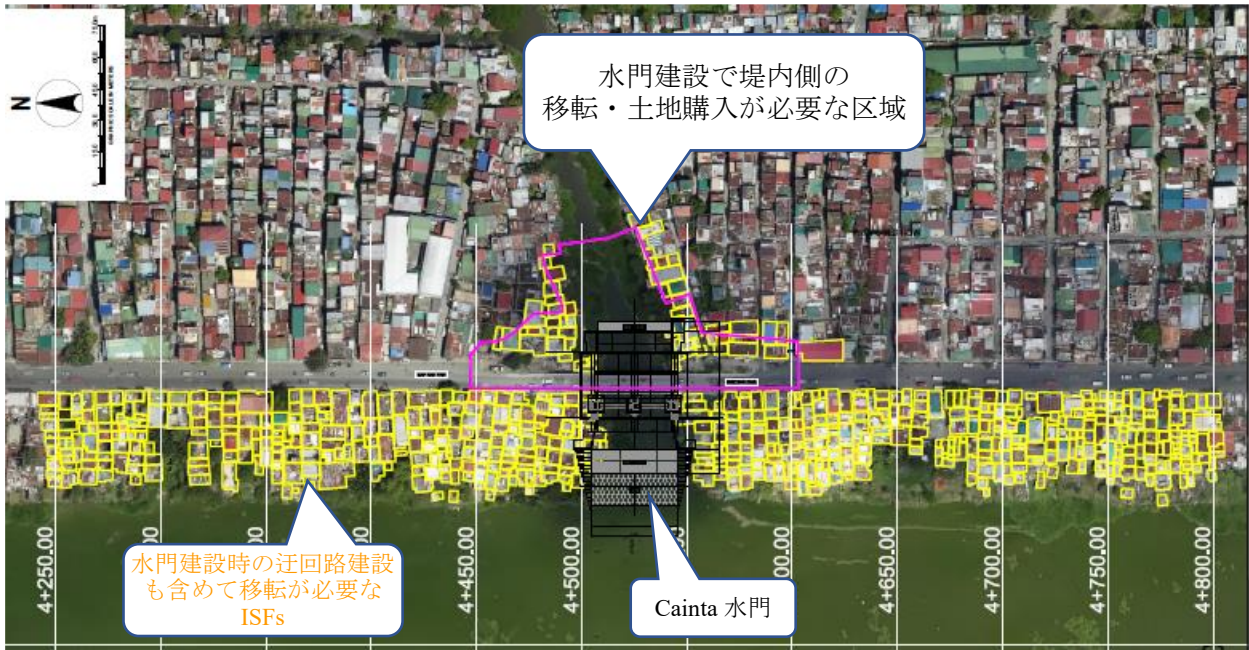
この結果を事前に DENR の担当地域事務所の環境管理部に確認をしたところ、EIA 調査の実施が必要であるとの指示を受けた。よって、本調査において、10.1.3.2 項に示した、土砂処分地の環境適合証明 (ECC) 取得のための EIA 再委託調査に含めて Cainta 水門建設に係る環境影響調査を実施している。

(4) RAP for Manggahan Floodway の改訂支援方針

上述した(1)~(3)の現状に基づき、DPWH は Manggahan 放水路内に居住する非正規住民の移転計画の改訂に対し、以下の方針で改訂・最終化を行う事とした。

- 更新される RAP は実施計画を 3 つのフェーズに分けて作成する。
 - ◆ Cainta 水門及び Taytay 樋門の建設のために必要な移転 (図 10.2.6 及び図 10.2.7 参照) をフェーズ 1 として、最優先で移転を実施する。
 - ◆ Cainta 水門の建設に必要な放水路堤内側の住民の移転・用地の取得 (図 10.2.5 及び図 10.2.6 参照) を RAP for Manggahan Floodway に含めフェーズ 1 で実施する。
 - ◆ NEDA に承認されている 55 億ペソまたは NHA との MOA に記載された 60 億ペソに基づく移転の実施をフェーズ 2 とする。このフェーズ 2 の対象は、本事業の実施前後で影響を受ける可能性がある住民を主対象とする。
 - ◆ フェーズ 2 までに含まれない全ての放水路内に居住する ISFs の移転をフェーズ 3 として実施する。

- Pasig 市管轄内の放水路内 ISFs の移転に関しては、現時点では、DPWH により移転の促進を定期的に働き掛けていくこととする。



出典：調査団

図 10.2.6 Cainta 水門建設に必要な移転範囲



出典：調査団

図 10.2.7 Taytay 樋門建設に必要な移転範囲

10.2.2 住民移転計画書（RAP）の改訂・更新支援

今後、上述した 10.2.1 節に示す、新たな情報および課題に対する対策案を DPWH と協議の上、RAP の改訂作業を進める。現在の進捗状況は以下に示す通りである。

10.2.3 Parcellary Survey 実施計画準備支援

10.2.3.1 DPWH および土地管理局（LRA）間の覚書による土地所有者情報提供システム

2018 年 1 月 10 日、DPWH と土地管理局（Land Registration Authority: LRA）は、DPWH の公共事業の進捗を促進するために、LRA が有する土地の登記情報を有償ではあるが、DPWH が提供を受けられるようになった（表 10.2.7）。

表 10.2.7 DPWH および LRA 間覚書による土地登記データ購入費

土地登記情報	単位	単価（PHP）	備考
区画登記情報	区画	728.00	
線形 40m 範囲登記情報	km	38,236	4 ヘクタール
線形 60m 範囲登記情報	km	57,354	6 ヘクタール
線形 75m 範囲登記情報	km	71,692	7.5 ヘクタール
線形 100m 範囲登記情報	km	95,590	10 ヘクタール
線形 125m 範囲登記情報	km	119,487	12.5 ヘクタール
線形 150m 範囲登記情報	km	143,385	15 ヘクタール

出典：Memorandum of Agreement (MOA) between the Department of Public Works and Highway (DPWH) and Land Registration Authority (LRA)

現在、本設計対象区間全域における、本データを DPWH-UPMO-FCMC を通して依頼中であり、本データが入手された後の Parcellary Survey は、不足分の情報を調査することになるため、調査の期間と経費が削減されることが将来期待される。

10.2.3.2 Parcellary Survey で実施すべき内容

Parcellary Survey は、通常詳細設計が終了した時点で、事業のための土地権利確保土地必要面積（Right-of-way）および事業によって影響を受ける建物・他の資産および影響を受ける建物を所有・使用している住民等を確認するため実施する。

Parcellary Survey で実施すべき項目は、以下の表 10.2.8 に示す通りである。

表 10.2.8 Parcellary Survey で実施すべき作業・調査

作業・調査項目	具体的作業・調査	
関係機関への土地情報確認	the Assessor's Office (自治体査定官室)	Tax declaration of Real Property (不動産申告書)
		Tax Map to determine the owner and address (土地所有者名簿・図)
		Land Classification (土地分類図)
	the Affected Landowners (影響土地所有者)	Tax declaration of Real Property (不動産税申告)
Copy of the Transfer Certificate of Title (TCT) (土地譲渡証明)		
Tax Clearance (税申告書)		
Pictures taken by the Consultant/Geodetic Engineer (技術者によって描かれた図面)		
the Registry of Deeds (土地譲渡登録局)	Certified copy of the Transfer Certificate of Title (TCT) (土地譲渡証明保証)	
	the Land Management Services (LMS)	Cadastral Map (地籍図)
		Technical Description of lot

作業・調査項目	具体的作業・調査	
	(自治体土地管理局)	Lot Plan in standard LMS Form
測量	平面図作成	事業影響地域の平面図作成
		事業必要土地線形の記載
		土地情報の記載
		事業必要土地面積の確認

出典：調査団

10.2.3.3 Parcellary Survey のための準備活動

現在、DPWH は、


- 詳細設計後に Parcellary Survey を実施する計画になっているが、Parcellary Survey 実施には半年の時間が掛かること；及び
- 土地鑑定は、上述した土地管理局（Land Registration Authority: LRA）の情報に基づく政府系銀行による土地評価も可能であること

から、調査団に、Parcellary Survey の調査項目の1つである、「関係機関への土地情報確認活動」の実施支援を本詳細設計内で実施することを求めてきている。

これに対し現在調査では、調査のために直接雇用した特殊傭人等による

- 部分的土地測量と Marikina・Pasig・Quezon 市等の租税関連局からの固定資産税情報収集支援
- 市関連局における、土地登記情報の事前収集
- 上記の情報を調査によって作成した地形図への反映

等を実施し、詳細設計後に迅速に Parcellary Survey の結果を得ることを支援している。

 <p>Republic of the Philippines DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS CENTRAL OFFICE Manila</p> <p>November 28, 2019</p> <p>ASSESSORS OFFICE Marikina City Hall Shoe Avenue, Sta. Elena, Marikina City</p> <p>SUBJECT : REQUEST FOR RESEARCH (TAX DECLARATION)</p> <p>Dear Sir/Madam:</p> <p>This has reference to the proposed Pasig-Marikina River Channel Improvement Project, Phase IV (PMRCIP-IV) funded by JICA Loan No. PH-P271.</p> <p>In this regard, may we respectfully request for the copy of Tax declaration of the listed areas (please refer to the attached list marked as <i>Annex A</i>). The purpose of the research is to create the parcellary map of the affected area/s of the above-mentioned project and will not be used for other purpose.</p> <p>Further, the bearer of this letter is Mr. Glenn Ballester. He is duly appointed by DPWH to procure the attached research list.</p> <p>We humbly ask for your kind assistance.</p> <p>Respectfully yours,</p> <p>ALEJANDRO A. SOSA Project Manager III UPMO-Flood Control Management Cluster</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">MARIKINA MULTI PURPOSE CADASTRE MACAD. SER.</th> </tr> <tr> <th>BIRGY CALUMPANG</th> <th>BIRGY SAN ROQUE</th> <th>BIRGY JOSE DE LA PENA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>817</td><td>924</td><td>2409 LRC-5683</td></tr> <tr><td>818</td><td>925</td><td>2244 B14 47</td></tr> <tr><td>819</td><td>926</td><td>2292 B14 47</td></tr> <tr><td>820</td><td>927</td><td>B14 28</td></tr> <tr><td>821</td><td>928</td><td>B14 20</td></tr> <tr><td>822</td><td>971</td><td>B14 4</td></tr> <tr><td>823</td><td>972</td><td></td></tr> <tr><td>824</td><td>930</td><td></td></tr> <tr><td>825</td><td>969</td><td></td></tr> <tr><td>826</td><td>968</td><td></td></tr> <tr><td>832</td><td>967</td><td></td></tr> <tr><td>831</td><td>966</td><td></td></tr> <tr><td>830</td><td>965</td><td></td></tr> <tr><td>829</td><td>964</td><td></td></tr> <tr><td>828</td><td>963</td><td></td></tr> <tr><td>843</td><td>962</td><td></td></tr> <tr><td>844</td><td>961</td><td></td></tr> <tr><td>845</td><td>977</td><td></td></tr> <tr><td>846</td><td>978</td><td></td></tr> <tr><td>847</td><td>979</td><td></td></tr> <tr><td>848</td><td>965</td><td></td></tr> <tr><td>849</td><td>961</td><td></td></tr> <tr><td>850</td><td>962</td><td></td></tr> <tr><td>851</td><td>963</td><td></td></tr> <tr><td>859</td><td>964</td><td></td></tr> <tr><td>858</td><td>965</td><td></td></tr> <tr><td>857</td><td>966</td><td></td></tr> <tr><td>856</td><td>967</td><td></td></tr> <tr><td>855</td><td>968</td><td></td></tr> <tr><td>854</td><td>969</td><td></td></tr> <tr><td>853</td><td>964</td><td></td></tr> <tr><td>852</td><td>967</td><td></td></tr> <tr><td>912</td><td>968</td><td></td></tr> <tr><td>913</td><td>969</td><td></td></tr> <tr><td>914</td><td>960</td><td></td></tr> <tr><td>915</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>916</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>917</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>918</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>919</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>920</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	MARIKINA MULTI PURPOSE CADASTRE MACAD. SER.			BIRGY CALUMPANG	BIRGY SAN ROQUE	BIRGY JOSE DE LA PENA	817	924	2409 LRC-5683	818	925	2244 B14 47	819	926	2292 B14 47	820	927	B14 28	821	928	B14 20	822	971	B14 4	823	972		824	930		825	969		826	968		832	967		831	966		830	965		829	964		828	963		843	962		844	961		845	977		846	978		847	979		848	965		849	961		850	962		851	963		859	964		858	965		857	966		856	967		855	968		854	969		853	964		852	967		912	968		913	969		914	960		915			916			917			918			919			920		
MARIKINA MULTI PURPOSE CADASTRE MACAD. SER.																																																																																																																																		
BIRGY CALUMPANG	BIRGY SAN ROQUE	BIRGY JOSE DE LA PENA																																																																																																																																
817	924	2409 LRC-5683																																																																																																																																
818	925	2244 B14 47																																																																																																																																
819	926	2292 B14 47																																																																																																																																
820	927	B14 28																																																																																																																																
821	928	B14 20																																																																																																																																
822	971	B14 4																																																																																																																																
823	972																																																																																																																																	
824	930																																																																																																																																	
825	969																																																																																																																																	
826	968																																																																																																																																	
832	967																																																																																																																																	
831	966																																																																																																																																	
830	965																																																																																																																																	
829	964																																																																																																																																	
828	963																																																																																																																																	
843	962																																																																																																																																	
844	961																																																																																																																																	
845	977																																																																																																																																	
846	978																																																																																																																																	
847	979																																																																																																																																	
848	965																																																																																																																																	
849	961																																																																																																																																	
850	962																																																																																																																																	
851	963																																																																																																																																	
859	964																																																																																																																																	
858	965																																																																																																																																	
857	966																																																																																																																																	
856	967																																																																																																																																	
855	968																																																																																																																																	
854	969																																																																																																																																	
853	964																																																																																																																																	
852	967																																																																																																																																	
912	968																																																																																																																																	
913	969																																																																																																																																	
914	960																																																																																																																																	
915																																																																																																																																		
916																																																																																																																																		
917																																																																																																																																		
918																																																																																																																																		
919																																																																																																																																		
920																																																																																																																																		

出典：DPWH-UPMO-FCMC

図 10.2.8 2019年11月28日付け DPWH から Marikina 市への固定資産税情報依頼レター

10.2.4 DPWH/関係機関/PAFs 間定期的住民協議・説明会開催支援

本詳細設計が 2019 年 3 月に開始されて以降、新たな住民協議および説明会は開催されていない。調査団は中間選挙が終了したことにより、DPWH を支援し、DPWH-関連自治体-関連中央政府機関-住民団体からなる定期的な合同事業説明会（Regular Consultation Meetings）の実施を支援している。

調査団は現在、DPWH と本合同事業説明協議会の実施についてのマニュアル作成について、DPWH と以下の項目を含む議論を進めている。

- 開催されるべき説明会の目的の明確化
- 目的を明確化した各説明会（会議）へ招待するメンバー選定方法とその役割分担
- 定例説明会・特別説明会開催周知の方法とその役割分担
- 議事録作成と出席者リスト作成方法とその役割分担

10.2.5 開始された住民移転活動の支援

現在、新たに開始された住民移転活動はない。実際に住民移転活動が開始されれば、調査団は DPWH に対し以下の活動支援を行う予定である。

- 移転世帯（PAFs）が補償、補助金、移転の各給付金・手当・扶助金を得られるようにするための PAFs への各種手続き書類の提供
- 移転地における移転地の生活状況確認のための移転地視察およびインタビュー調査を含めた PAFs への苦情相談・処理の基本メカニズムの提供
- 上記調査を踏まえた、関連機関への生活改善に向けた助言
- 移転活動のモニタリング結果に基づく RAPs 改訂のための DPWH 支援
- 本事業の RAPs の活動には含まれていない、Pasig 市移転事業の情報収集とモニタリング

第11章 設計基準

11.1 設計基準の目的

本章では、パッシング・マリキナ川に沿って建設される河川構造物を対象にした詳細設計方法を提示する。設計と計算は、基本的にフィリピン国の設計基準に準じるが、設計方法に関する指針や設計基準のない場合、あるいは現場の状況に鑑み、より安全・適当であると判断した場合には、国際的に受け入れられている規格や基準を援用する。上記をふまえ、本業務で検討する河川護岸、排水路・排水溝、マンガハン分流堰（Manggahan Control Gate Structure : MCGS）及び逆流防止水門の土木・ゲート設備・電気通信設備等について、設計荷重、安定計算時における安全係数、材料の許容応力度、設計方法や必要なパラメーターについて整理する。

また、樋管工、水門および堰については、レベル1及びレベル2地震動に対する耐震設計を実施する。したがって、耐震設計に関する考え方や照査方法についても整理する。

11.2 技術コードと基準

本事業は、円借款協定に基づいて実施される。また本事業は国際入札の契約方式となっているため、このプロジェクトで実施される材料や建設技術は、基本的にフィリピン国や日本及び国際的なコードと基準に適合したものでなければならない。本業務の設計において適用される主な技術コードと基準を表 11.2.1 に示す。なお、仕様のコード及び標準図等は、最新版を使用する。

表 11.2.1 準拠基準一覧表

No.	図書	発行国
1	フィリピン国家構造物コード (NBCP)	フィリピン
2	National Structural Code of the Philippines VOL.I (NSCP)	フィリピン
3	National Structural Code of the Philippines VOL.II (NSCP)	フィリピン
4	Design Guidelines Criteria and Standards VOL.I~VI (DGCS), 2015 年版	フィリピン
5	JICA-DPWH/Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures	フィリピン
6	DPWH LRFD Bridge Seismic Design Specifications (BSDS)	フィリピン
7	DPWH Design Guidelines Criteria and Standards VOL.I および II, 1984 年版	フィリピン
8	DPWH 部局の規則 : (a) D.O.77 Series of 2018, Revised Guidelines in the Preparation of Detailed Engineering Design, “As-Staked”, Revised, and “As-Built” Plans for Highway, Bridge and Water Projects “設計図面等標準書式” (b) D.O.143 Series of 2017, Revised Standard Pay Item List for Infrastructure Projects “改訂公共事業における標準支払い項目” (c) D.O.139 Series of 2014, Guidelines on River Dredging Operations for Flood Control “洪水対策における河川浚渫ガイドライン” (d) DPWH Standard Specifications (the Latest Version) (e) 他の全ての応用可能な指示 (f) フィリピン国家規格 (PNS) (g) 洪水調整構造物用技術標準及びガイドライン (h) 公共事業及びハイウェイのための標準仕様	フィリピン
9	日本工業規格 (JIS)	日本
10	道路橋示方書・同解説 I 共通編	日本
11	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編	日本
12	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編	日本
13	道路土工指針	日本
14	改定解説・河川管理施設等構造令	日本
15	建設省河川砂防技術基準(案) 同解説設計編[I]	日本

No.	図書	発行国
16	河道計画検討の手引き	日本
17	河川土工マニュアル	日本
18	水理公式集	日本
19	床止めの構造設計手引き	日本
20	堰の設計（ダム技術センター）	日本
21	柔構造樋門設計の手引き	日本
22	護岸の力学設計法	日本
23	土木構造物設計マニュアル（案）—樋門編—	日本
24	河川構造物の耐震性能照査指針・同解説	日本
25	都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル	日本
26	杭基礎設計便覧	日本
27	コンクリート標準示方書【設計編】	日本
28	ダム・堰施設技術基準（案）	日本
29	水門・樋門ゲート設計要領（案）	日本
30	水門・樋門・樋管 遠隔監視操作システム技術資料	日本
31	電気通信施設設計要領（情報通信システム編）（通信編）（電気編）	日本
32	雷害対策設計施工要領（案）・同解説	日本
33	津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン(Ver.3.0)	日本
34	災害復旧工事の設計要領	日本
35	鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）	日本
36	国土交通省仮縮切設置基準	日本
37	袋詰脱水工法技術資料；ハイグレードソイル研究コンソーシアム	日本
38	土木工事標準設計	日本
39	米国コンクリート工学協会（ACI）	米国
40	米国全州道路交通運輸行政官協会（AASHTO）	米国
41	ASTM インターナショナル（ASTM）	米国
42	U.S.Army Corps of Engineer : Hydraulic Design Criteria	

出典：参考基準・資料を基に調査団により整理

11.3 基本設計手法

11.3.1 基本

構造物に影響を与える最大の荷重の組み合わせで発生する最大の応力により設計を行う。コンクリート及び鋼構造物は、許容応力度設計法(ASD)により設計する¹⁾。

11.3.2 堤防及び堤防護岸

11.3.2.1 一般堤防（土堤）

第5章に記述しているように、堤防は用地に余裕があれば盛土堤防（土堤）とすべきである。また、特殊堤構造としても、特殊堤下には、基礎地盤があり、この基礎地盤の検討方法も含めてここで基本的設計方法を以下に示す。

(1) 堤体材料

河川に沿った建設現場より良質の土材料を得ることは、非常に難しい。従って下記に示す条件の堤体材料を使用することとし、他の現場から購入するものとする。

- 粒土分布のよい土

¹⁾ DPWH Design Guidelines Criteria and Standards (Vol. II) 4.1 Design Methodology 及び NSCP Vol. II Bridges (ASD) 8.14.1 Design Methods

- 最大寸法は 10~15cm 以下
- 細粒分（0.075mm 以下の粒子）が土質材料（75mm 以下の粒子）の 15%以上
- シルト分のあまり多くない土
- 細粒分（0.075mm 以下の粒子）のあまり多くない土

表 11.3.1 堤体材料の評価（参考）²

名称 / 分類		堤体材料としての評価		対策
粗粒土	礫	○	透水性が非常に大きい	透水性および植生対策が必要になる
	礫質土	○		
	砂	○	透水性が大きく、のりくずれが生じやすい	遮水性対策が必要である
	砂質土	○		
細粒土	シルト	○	（場合により対策を必要とする） 水を含んだ場合、機会施工が困難となり、締め固めが十分できないことがある	乾燥による含水比の低下もしくは、土質改良用添加剤による土質改良
	粘性土	○		
	火山灰質粘性土	○		

出典： Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010)より作成

(2) 余盛高さ

盛土築造時の盛土高さの施工余盛は、下記を標準とする。但し、盛土の支持地盤が軟弱な場合、圧密沈下の計算を行い、その結果を余盛高さに加算することとする。

表 11.3.2 盛土高さに対する余盛³

堤防高さ	堤防基礎材料			
	普通土		砂/砂礫	
	余盛材料			
	普通土 (cm)	砂/砂礫 (cm)	普通土 (cm)	砂/砂礫 (cm)
≤ 3 m	20	15	15	10
3m - 5m	30	25	25	20
5m - 7m	40	35	35	30
≥ 7 m	50	45	45	40

出典： Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010)

に基づき調査団作成

(3) 余裕高⁴

堤防余裕高は、以下のように定める。

表 11.3.3 計画高水流量と堤防余裕高

計画高水流量 (m ³ /s)	余裕高 (m)
< 200	0.6
200-500	0.8
500-2000	1.0
2000-5000	1.2
5000-10000	1.5
≥ 10000	2.0

出典： DPWH Design Guidelines Criteria and Standards (Vol.III) 5.3.2.2

² Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010)

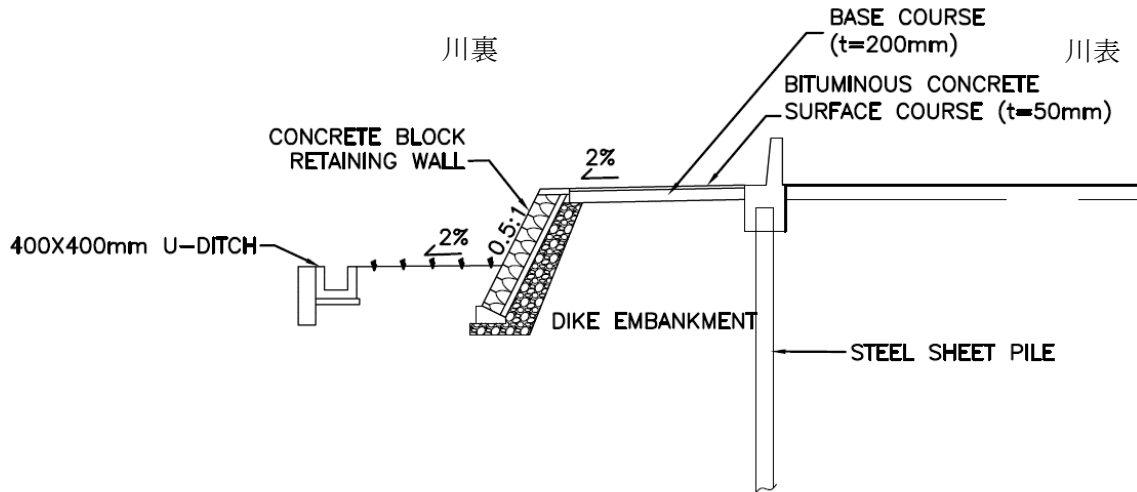
³ Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010)

⁴ 河川管理施設等構造令 第 20 条

(4) のり尻防護⁵

一般堤防の川裏側の堤防ののり尻防護のため、高さ 0.50~1.00m の空石張工による簡単な防護工を設置する。

なお、後述する特殊堤の場合についても同様に川裏側にブロック張りの防護工を施し、法尻部にて排水対策を実施する（図 11.3.1）。



出典：調査団

図 11.3.1 法尻防護（特殊堤防の場合のイメージ）

(5) 堤防舗装

盛土の天端幅員・舗装構成および、景観設計については、遊歩道等の既存施設を考慮した上で、DPWH 及び LGU 等との協議に基づき決定する。

1) 舗装材料（参考）

舗装材料は主に下の粒度特性表における粗骨材 Item200 を使用する。Item200 は、耐久性の高い硬質の砕石、自然の礫及びフィラーまたは自然の砕砂である。各材料の粒度特性は、下記の通りである。

表 11.3.4 粒度特性⁶

ふるい分析		Item 200
通過質量百分率 [%]	50 mm	100
	25 mm	55 ~ 85
	10 mm	40 ~ 75
	0.075 mm	0 ~ 12

出典：DPWH 洪水調整構造物用技術標準及びガイドライン, Aggregate Sub-Base Course より作成

2) 手摺（参考）

手摺りは、支柱間隔が 2.00m、支柱の高さ 1.10m、2 段丸ビームのものを使用し、コンクリート基礎で支持されたものとする。支柱及びビーム同士は、金属製を採用する場合は、盗難防止のため

⁵ Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010)

⁶ DPWH 洪水調整構造物用技術標準及びガイドライン, Aggregate Sub-Base Course

め溶接で固定する。また使用する鋼製の支柱とビームは、亜鉛メッキ塗装を施す。

(6) 堤防沈下の検討

堤防の沈下量の検討は即時沈下と圧密沈下について行う。

1) 即時沈下量

即時沈下量は盛土等の载荷による地盤のせん断変形に伴う変形として、次式により求める。

$$S_x = \sum_{i=1}^n \frac{-3a_i \cdot q_i}{E_m \cdot \pi} \log \cdot \sin \left(\tan^{-1} \frac{a_i}{H} \right) \cdot \left\{ 1.0 - \frac{0.75}{\pi} \left[\left(1 + \frac{x}{a_i} \right) \log \left| 1 + \frac{x}{a_i} \right| + \left(1 - \frac{x}{a_i} \right) \log \left| 1 - \frac{x}{a_i} \right| \right] \right\}$$

ここに、

- S_x : 軸方向の位置 x における基礎地盤の即時沈下量(m)
- q_i : 盛土荷重 (kN/m²)
- E_m : 地盤の換算変形係数 (kN/m²)
- $2a_i$: 载荷幅 (m)
- H : 即時沈下の影響を考慮する深さ (m)
- n : 等分布の荷重数
- x : 各等分布荷重中心からの距離 (m)

2) 圧密沈下⁷

(a) 圧密沈下量

堤防の圧密沈下は、地質調査の結果を基にした沈下計算により求める。圧密沈下量の計算方法は盛土等による地盤内の鉛直応力の増分に対して算定する。圧密沈下量 S_c は、層区分された粘性土層ごとに求めた合計とし、次式により求める。

$$S_c = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \cdot H$$

ただし、正規圧密状態にある粘性土の場合は、次式を用いてもよい。

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot \log_{10} \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \cdot H$$

体積圧縮係数を用いる場合は、次式による。

$$S_c = m_v \cdot \Delta p \cdot H$$

ここに、

- S_c : 圧密沈下量 (m)
- e_0 : 粘性土の初期間隙比
- e_1 : 粘性土の圧密後の間隙比で、圧密試験で得られる $e \sim \log p$ 曲線に粘性土層の中央深度の $p_0 + \Delta p$ を適用して求める。
- C_c : 粘性土層の圧縮指数
- H : 粘性土層の層厚 (m)

⁷ 河川土工マニュアル 3.2.3 軟弱地盤の沈下

- p_0 : 盛土前の有効土被り圧 (kN/m²)
 Δp : 盛土荷重による増加応力 (kN/m²)
 m_v : 粘性土層の平均体積圧縮係数 (m²/kN)

(b) 圧密沈下時間

$$t = T_v \cdot d^2 / C_v$$

ここに、

- t : 圧密度 U に達するに要する時間
 T_v : 圧密度 U に対する時間係数
 d : 排水距離 (m)
 C_v : 圧密係数

(7) 浸透に対する検討

浸透の計算は下記のレーンのクリープ理論に基づき検討を行う (11.5.4 浸透・パイピング 参照)。

$$L = v + 1/3 \cdot h$$

ここに、

- L : クリープ距離 (m)
 v : 増加垂直クリープ距離 (m)
 h : 増加水平クリープ距離 (m)

(8) 堤防法面のすべり

堤防法面のすべりは、11.5.3 節に示す、円弧すべり法によって安全性を確認する。

11.3.2.2 一般堤防（特殊堤（コンクリートパラペット壁等））

(1) 洪水防御壁設計の基本

各種盛土構造ではない洪水防御壁は、滑動及び転倒に対する安全性を確保するため、以下の条件を満たすように設計する。

(2) 滑動に対する安定性

滑動に対する安定性の照査方法は、「構造物の安定計算手法 滑動 (11.5.1)」に示す。

(3) 転倒に対する安定性

転倒に対する安定性の照査方法は、「構造物の安定計算手法 転倒 (11.5.2)」に示す。

(4) 支持力に対する安定性

転倒に対する安定性の照査方法は、「構造物の安定計算手法 転倒 (11.5.6)」に示す。

11.3.2.3 堤防護岸（張護岸・積護岸）

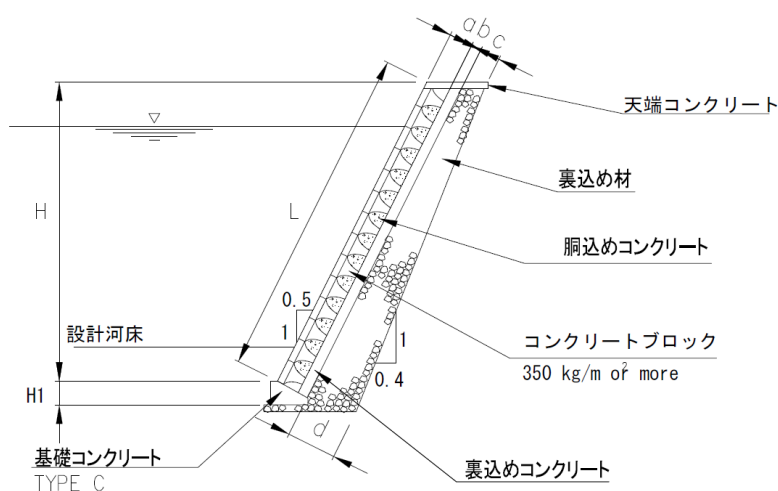
(1) コンクリートブロック積み擁壁

1) ブロック積み擁壁の形状および構造仕様

ブロック積み擁壁は、基本的にプレキャストの積みブロック、胴込めコンクリート、裏込コンクリート、基礎、天端コンクリート及び裏込め材より構成されている。ブロックの重さは、350 kg/m² 以上で、コンクリート強度は 18 N/mm² 以上とし、DPWH Standard Pay Item 1728 Concrete Block Slope Protection に従う。また、裏込め材料は砕石（DPWH Standard Pay Item 1707 Aggregate Base Course Grade A）とし、最大径は 50mm とする。

コンクリートブロック積み擁壁の安定解析は、転倒、滑動、支持力について実施する。

図 11.3.2 と表 11.3.5 は、国土交通省で採用されている河川護岸用のブロック積み擁壁の諸元であり、擁壁の安定計算時における参考値として使用する。



出典：土木工事標準設計

図 11.3.2 転倒条件検討イメージ

表 11.3.5 ブロック積み擁壁の寸法

高さ H (m)	基礎高 H1 (mm)	法長 L (mm)	控長 a (mm)	裏コン 厚さ d (mm)	裏込材厚さ	
					C (mm)	D (mm)
1.00	300	1118	350	100	300	412
1.50	300	1677	350	100	300	457
2.00	300	2236	350	100	300	501
2.50	300	2795	350	100	300	546
3.00	300	3354	350	100	300	591
3.50	350	3913	350	150	300	635
4.00	350	4472	350	150	300	680
4.50	350	5031	350	150	300	725
5.00	350	5590	350	10	300	770

出典：土木工事標準設計より作成

2) ブロック積み擁壁の適用条件

ブロック積み擁壁の適用条件は、以下とする。

- 高さが表の数値の中間に当たる場合は、その高さの直近上位のものを使用する。
- 基礎コンクリートの伸縮目地の間隔は、10m 以下とする。
- 擁壁のコンクリート基礎は、軟弱な個所においては、鋼矢板で支持させる。
- 川表側河川護岸及び前面水位以下には水抜きパイプ（硬質塩化ビニル管径 50mm (VP 管)) を設けない。但し前面水位が十分に低い場合（川裏側等）は、擁壁 2~3m² に 1 個所設けるものとする。
- 壁高 H は 5m 以下とする。5m を超える場合は、安定計算を実施し、安全性を確認する。

(2) 重力式擁壁

重力式擁壁の安定解析は、転倒、滑動、支持力について実施する（11.5 構造物の安定計算手法 参照）。

11.3.3 維持管理用道路

第 5 章の基準によって決定される各区間の維持管理用道路は、以下の設定に基づき設計を行うものとする。

11.3.3.1 道路幅員

車両の通行を計画する場合は、その幅員を 3.0m 以上とする。

11.3.3.2 横断勾配

管理用道路の横断勾配は、幅員が 3m 以下の場合は、川裏側への片勾配とし、3m を超える場合は道路センターを中心に両側に勾配を付けるものとする。勾配は 2% とする。

11.3.3.3 舗装構成

維持管理用道路は、堤防部の場合、雨水の堤体への浸透を抑制する事を目的に舗装することを標準とする。一方、盛土部分における舗装基礎地盤の沈下の影響を考慮して、20cm 厚さの砕石路盤上に 5cm 厚さのアスファルトを散布した二層構造の簡易舗装工とする（図 11.3.1 の舗装部分を参照）。

11.3.4 低水護岸

11.3.4.1 鋼矢板護岸

(1) 鋼矢板断面の設定

鋼矢板には、ハット形の SP-10H から SP-50H（4 種）及び U 形の SP-II から SP-VII がある。鋼矢板断面の選定に際しては、ハット形に関しては更に H 鋼との接合により鋼管矢板並に強度を増強させたハット形+H 鋼矢板もある。これらの矢板護岸は、外力に対して、以下(7)及び(8)に示す許容応力度、許容変位量以下となるような断面を決定する。

(2) 継手効率⁸

応力計算をする場合の鋼矢板護岸（標準型・改良型を用いたもの）の鋼矢板壁単位巾当り継手効率は、笠コンクリートや鋼矢板の根入れ等が十分確保できる場合には当分の間断面二次モーメント（ I ）に関する継手効率を $\alpha I=0.8$ 、断面係数（ Z ）に関する継手効率を $\alpha z=1.0$ とするのが一般的である。

ただし、Changの公式により最終根入れ長さを決定する場合には断面二次モーメントは $\alpha I=1.0$ とするものとする。ただし、ハット型鋼矢板は継ぎ手効率による断面性能の低減は不要である。

(3) 荷重

鋼矢板は、次の荷重に対して設計する（9.4節参照）。

- 土圧
- 水圧
- 地震荷重
- 上載荷重

1) 土圧

土圧は、主働及び受働土圧の双方とも、横方向土圧に用いるクーロン(Coulomb)公式を用いて計算する⁹。

2) 水圧

水圧荷重は、洪水時に発生する川側からの静水圧、または洪水後の岸側から生じる残留水圧である。残留水圧は、設計洪水高から平均水位までの高さの2/3の位置を水面として算定する¹⁰。

3) 地震荷重¹¹

地震荷重は、土圧の増加として考える。地震時の土圧係数は、クーロン式を修正した物部・岡部式を使い算定される。水平方向地震係数 K_h は 0.20 とする¹²。

4) 上載荷重

上載荷重は、岸側の鋼矢板天端より高い位置から鋼矢板に作用する荷重である。道路がある場合、道路交通の上載荷重は常時 10kN/m^2 、地震時 5kN/m^2 とする¹³。車両交通がなく、歩行者が優先している場合は、 5kN/m^2 に等しい上載荷重を歩道荷重として使用する。地盤高が矢板天端より高い場合、その天端より上部の土等の重量を上載荷重に加えるものとする（図 11.3.3 参照）。

⁸ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第1章 設計資料 (6) 鋼矢板の腐食代と継ぎ手効率

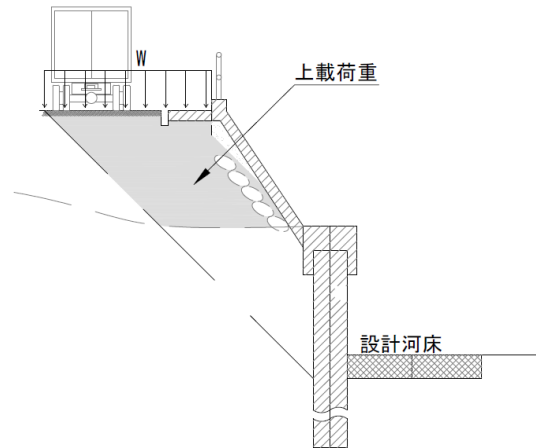
⁹ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第1章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 2 土圧

¹⁰ 柔構造樋門設計の手引き 7.13 遮水工の設計 3.6 水圧

¹¹ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第2章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 7 自立式鋼矢板の設計計算例

¹² National Structural Code of the Philippines VOL. II (NSCP) 21.6.2.2(A) Free-Standing Abutment

¹³ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第1章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 1 土質



出典：調査団

図 11.3.3 鋼矢板に作用する上載荷重範囲

(4) 荷重の組み合わせ

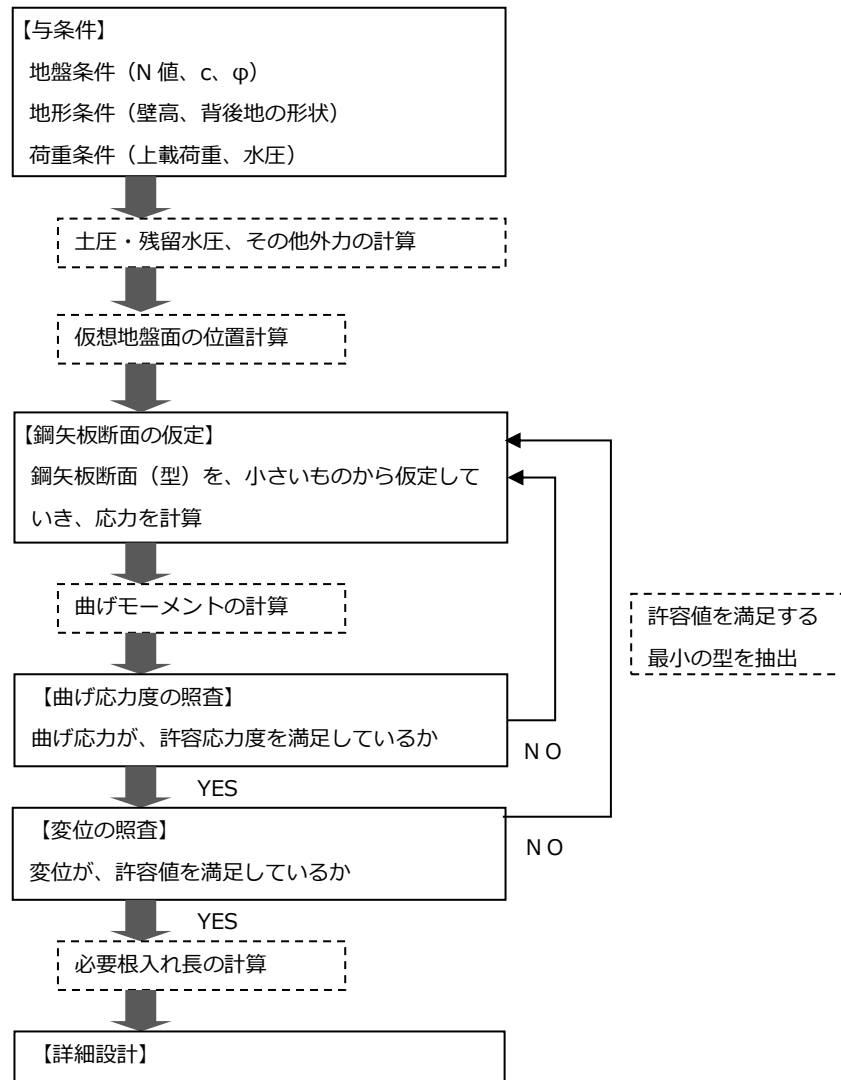
鋼矢板は、次の荷重条件を使用し設計する。

- 常時：主働土圧及び残留水圧は、岸側より作用する。上載荷重は 100%適用する。
- 地震荷重：地震時主働土圧は、岸側より作用する。上載荷重は 50%適用する¹⁴。
- 洪水時：主働土圧は、河川側より作用し、設計洪水水圧は、川側より作用する。上載荷重の半分が適用される。
- 設計洪水高：計画高水位を適用する。
- 平水位：1994年から2016年までの23ヵ年のRosario J.S.とSto. Ninoの水位観測値より算出

(5) 安定計算

安定計算に基づく壁体の選定方法は、図 11.3.4 のフローに従う。鋼矢板の型は、大きくなるにつれ施工コストが高くなり、また壁厚が厚くなることから背後地への干渉幅が大きくなる。したがって、壁体の選定では安定計算により安全性を保つことができることを確認された最小の型を採用する。

¹⁴ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第2章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 7 自立式鋼矢板の設計計算例



出典：調査団

図 11.3.4 安定計算による壁体の選定フロー

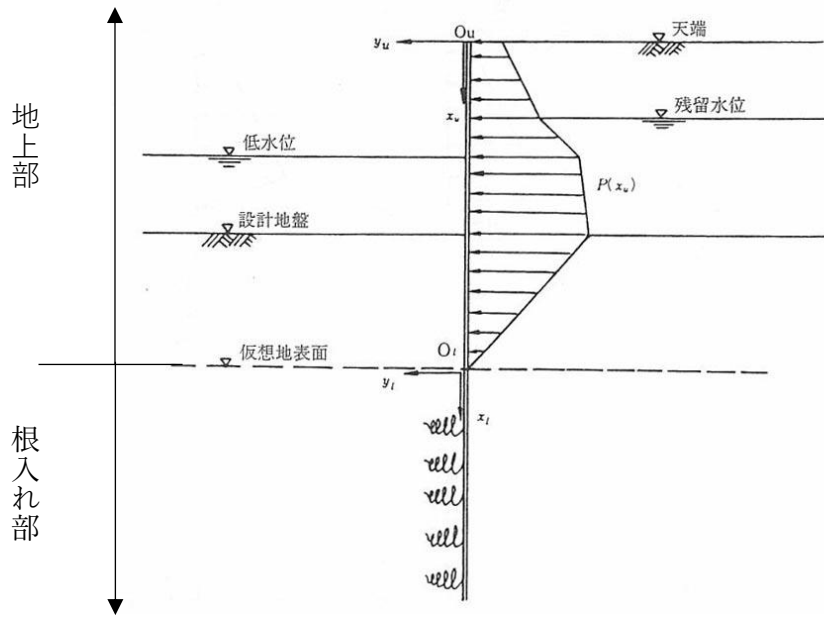
(6) 構造計算と解析

鋼矢板は、仮想河床下の地盤により支持された自立式部材として設計される¹⁵。

鋼矢板護岸は、根入地盤の横支持力と壁体の曲げ剛性によって土圧等の横荷重を支えるものである。対象とする外力は水平方向の土圧、水圧といった横荷重（水平荷重）であり、鉛直荷重ではないため、根入れは、摩擦杭、支持杭という考え方ではなく、横荷重に耐えうる根入れ（ $=3/\beta$ ）として計算する。

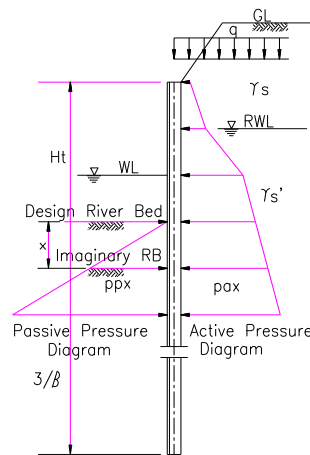
また、Chang の式では、図 11.3.5 に示すように鋼矢板壁を仮想地表面（主働土圧強度と残留水圧強度の和が受働土圧強度と等しくなる位置）を境として、上側（以下「地上部」という）と下側（以下「根入れ部」という）に分けた場合、根入れ部の地盤反力状態を変位量に対して線形であると仮定している。

¹⁵ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第1章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 3 設計法の概要



出典： 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第2章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸

図 11.3.5 仮想地盤面の位置図



出典： 調査団

図 11.3.6 矢板構造物荷重図

1) 根入れ深さの計算

根入れした矢板の深さ l_d は、次式を使い算定する。

$$l_d = x + 3/\beta$$

ここに、

x = 受働土圧が主働土圧と一致する高さの設計河床よりの距離

$$\beta = (K_H D / 4 E_s I)^{0.25}$$

K_H = 横方向地盤反力係数¹⁶

$$K_H = K_{H0} \left(\frac{BH}{0.3} \right)^{-3/4}$$

¹⁶ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 P285

ここに、

K_{H0} : 直径 0.3m の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³) で、各種土質試験又は調査により求めた変形係数から推定する場合は、次式により求める。

$$K_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

B_H : 荷重作用方向に直交する基礎の換算載荷幅 (=10 m) で、杭基礎の場合 $\sqrt{D/\beta}$

D : 荷重作用方向に直行する基礎の載荷幅(m)

$1/\beta$: 水平抵抗に関与する地盤の深さ (m) で、基礎の有効根入れ深さ以下とする。

β : 基礎の特性値 $\sqrt[4]{\frac{K_H B}{4EI}} (m^{-1})$

EI : 基礎の曲げ剛性(kN・m²)

B = 考慮した矢板の幅

E_s = 矢板材料のヤング係数

I = 考慮した単位幅当りの矢板の断面二次モーメント最大モーメントと変位の計算式

2) 最大モーメントの計算

鋼矢板の最大モーメントと変位に対する計算式 (Chang の式) は、次の通りである。

$$M_{MAX} = M \cdot \phi_m$$

ここに、

M : 仮想河床での曲げモーメント

$$\phi_m = \frac{\sqrt{(1 + 2 \cdot \beta \cdot h_0)^2 + 1}}{2 \cdot \beta \cdot h_0} \cdot \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2 \cdot \beta \cdot h_0}\right)$$

M_{MAX} : 最大曲げモーメント (kN・m) (t・m)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h \cdot B}{4 \cdot E \cdot I}} (m^{-1})$$

K_h : 横方向地盤反力係数 (kN/m³) (kg/cm³)

B : 単位計算幅 =1.0m = 100cm

E : ヤング係数 = 2.0 × 10⁸ (kN/m²) = 2.1 × 10⁶ (kg/cm²)

I : 断面二次モーメント = (m⁴)

h_0 : 仮想河床と作用力間の距離 (m) (cm)

3) 変位量の計算

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$

ここに、

δ : 鋼矢板天端の変位 (m) (cm)

δ_1 : 仮想河床面での変位 (m) (cm)

$$= \frac{(1 + \beta \cdot h_0) \cdot P}{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3}$$

δ_2 : 仮想地表面でのたわみ角 θ (rad) × 仮想地表面から天端までの距離 (m) (cm)

$$= \frac{(1 + 2 + \beta \cdot h_0) \cdot P \cdot H}{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^2}$$

$$\delta_3 : \text{片持ち梁としての変位量 (m) (cm)}$$

$$= \frac{B \cdot H^3}{6 \cdot E \cdot I} \cdot \sum (3 - \alpha_i) \cdot \alpha_i^2 \cdot P_i = \frac{B \cdot H^3}{E \cdot I} \cdot \sum q_i$$

H : 仮想河床から天端までの鋼矢板の高さ(m) (cm)
 P : 全水平成分 (kN) (t)
 α_i : 作用高さ と 壁高の比
 q_i : 変形係数

(7) 許容応力度

本事業では、一般的かつ合理的な鋼矢板材料として SYW295、SM490 製 H 形鋼を適用する。設計計算に適用される鋼材 SYW295（SYW390）の許容応力度は、180 (235) N/mm²である¹⁷。また、SM490 製 H 形鋼の許容応力度は、185 N/mm²とされている。H 形鋼付鋼矢板の強度は、陸側に配置される H 形鋼の引張強度が支配的となることを考慮して、許容応力度を 185 N/mm²とする。

地震時に発生する荷重に対しては、その作用する期間が一時的である。この点を考慮し、地震時の許容応力度を 50%割増する。よって、鋼矢板および H 形鋼付鋼矢板に適用する許容応力度（地震時）をそれぞれ 270 N/mm²と 277.5 N/mm²とする。

(8) 許容変位量

材料強度を満足する上に、常時では鋼矢板の許容変位量を 50 mm とする。

地震時においては、発生する荷重が作用する期間が一時的であるため、許容変位量を 50%割増する。よって、鋼矢板の設計計算では、常時の変位量が 50 mm 以下、地震時の変位量が 75 mm 以下になるように規模を検討する¹⁸。また、鋼矢板の前面抵抗の不足、円弧すべりに対する鋼矢板抵抗力の不足、あるいは洗掘の恐れがある場合は、鋼矢板前面に捨石あるいはフトン籠を設置する。

また、鋼矢板断面の厚さは、腐食代 2mm を加味するものとする。これは、年に 0.02mm 腐食するとし（実績値）、耐用年数を 50 年とし、(0.02mm×50 年=1mm) として算定したものである¹⁹。

(9) ハット形矢板及びハット+H 形鋼矢板と普通鋼矢板の設計の相違点

ハット形矢板及びハット+H 形鋼矢板（H 形鋼付き複合鋼矢板）と普通鋼矢板の設計の相違点を以下に箇条書きに纏める。

- H 形鋼付き複合鋼矢板の許容応力度については、鋼矢板または H 形鋼のうち、小さい方の許容応力度を採用する。
- H 形鋼の許容応力度の方が小さいので、常時 140 N/mm²（SS400、SM400、SHK400M）、あるいは 185 N/mm²（SM490、SHK490M）を適用する。
- ハット形矢板及びハット+H 形鋼矢板（H 形鋼付き複合鋼矢板）は、接続が矢板端部となるため、剛度の低減は適用せず、継手効率 1.0 として計算する（一般鋼矢板の場合は断面二次

¹⁷ 災害復旧工事の設計要領 第3編 参考資料 第1章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 1 土質

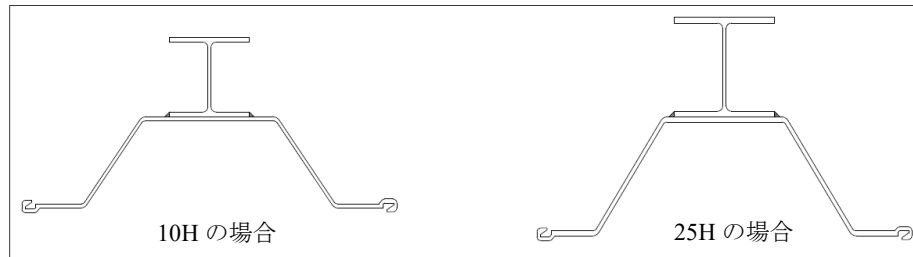
¹⁸ 災害復旧工事の設計要領 第1章 設計資料 2-8 鋼矢板護岸（査定参考） 7 自立式鋼矢板の設計計算例（査定参考）

¹⁹ 鋼矢板～設計施工まで 鋼管杭協会 鋼矢板の腐食代および防食法に関する基準

モーメントに関しては、0.8 を採用する)。

- H形鋼付き複合鋼矢板の場合、鋼矢板及びH形鋼断面の選定に際しては、外力に対して、前述の許容応力度、許容変位量以下となる組合せに対して、各部材の市場性等も考慮し、必要最小部材からの判断だけではなく、最終的に最も経済性に優れる断面を決定する。

以上3点の箇条書きに示した以外の設計方法については、(1)~(7)の示した手法に基づいて設計を行う。



出典：調査団

図 11.3.7 H形鋼付きハット型鋼矢板

11.3.4.2 根固め工

(1) 橋脚周り洗掘防護工の設計

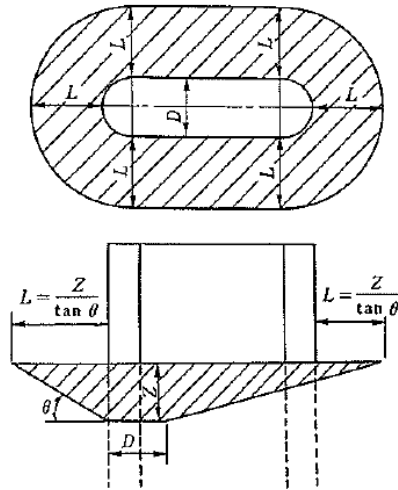
橋の橋脚の根入れ深さの決定にあたっては、橋脚周りの洗掘深さが計算されなければならない。橋脚周りの洗掘深さは、以下の関数で与えられる。

$$\frac{Z}{D} = f\left(\frac{h_0}{D}, \frac{h_0}{d_m}, F_r\right)$$

ここに、

Z	: 最大洗掘深(m)
D	: 橋脚幅 (m)
h_0	: 平均水深 (m)
d_m	: 河床材料平均粒径 (m)
F_r	: フルード数

また、橋脚周囲の洗掘範囲と形状の推定模式図は以下のとおりである。



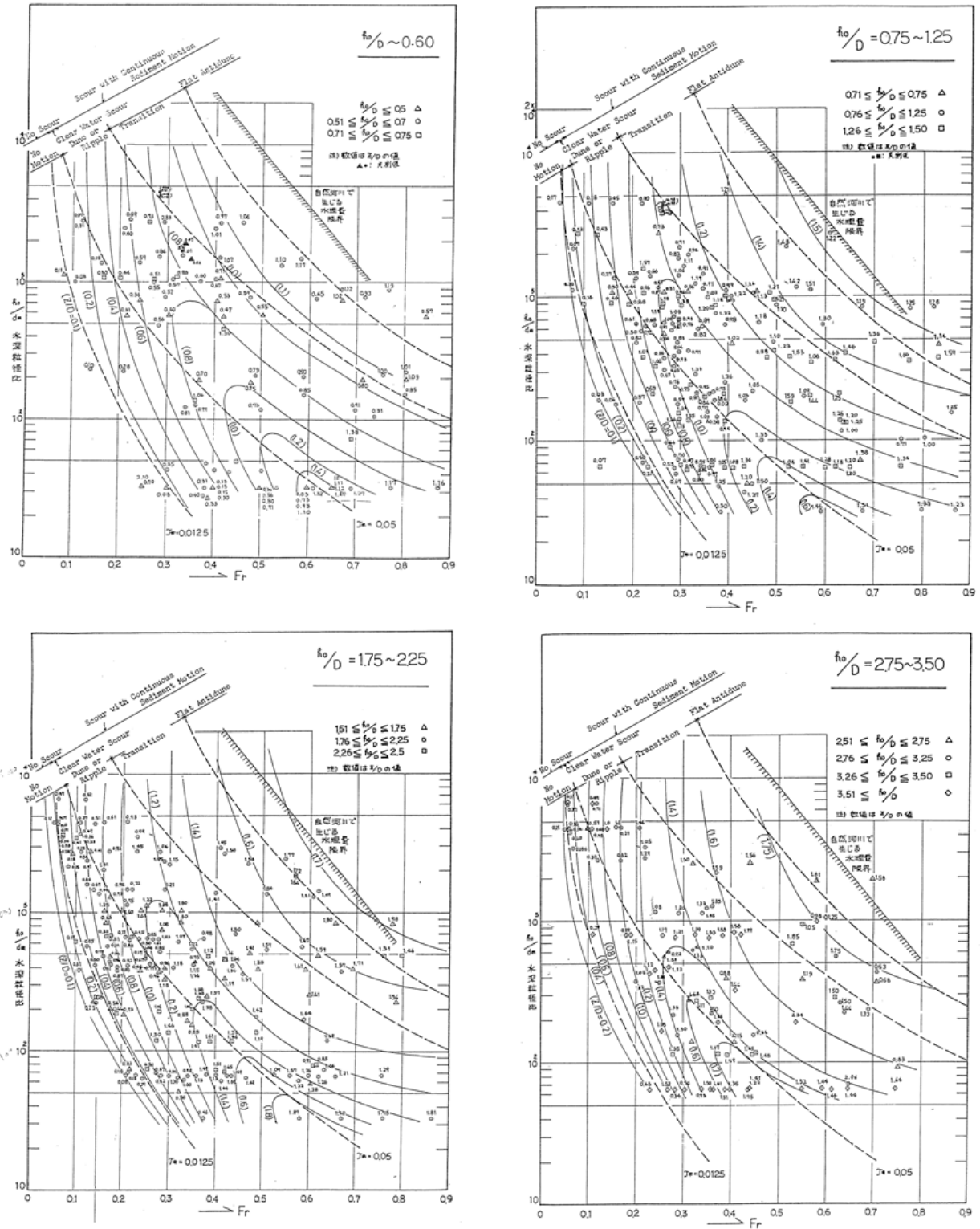
出典：『橋脚による局所洗堀深の予測と対策に関する水理的検討（土木研究所資料-S57）』

図 11.3.8 橋脚周囲の洗堀範囲と形状の推定模式図

ここに、

- L : 洗堀域水平距離(m)
- θ : 安息角 (m)

洗堀深推測図は、 h_0/D を 4 分割として以下のとおり与えられる。



出典：『橋脚による局所洗堀深の予測と対策に関する水理的検討（土木研究所資料-S57）』

図 11.3.9 洗堀深推測図

(2) フトン籠

1) 適用河川・河川区域²⁰

フトン籠は、鋼矢板の前面抵抗や安定（フットプロテクション）、橋脚の洗掘防止に用いることとする。ただし、フトン籠が適用できる河川区域は、下記の区間を除いた区域とする。

- 河川水が pH5 以下の酸性を示す区間
- 塩化物イオン濃度が、年平均 450 mg/l 以上の河川区間
- 河岸や河床が、黒色有機物混じり土あるいは泥炭で構成されている区間
- 河床材料が転石等で構成されている区間

今回のフェーズ IV 区間におけるこれまでの調査では、上記のどれにも該当しておらず、基本的に適用可能である。本調査では、今後、pH 及び塩化物イオン濃度の確認を行う。

2) 橋脚部洗掘対策フトン籠

橋脚の洗掘削防止に、厚さ 0.5 m のふとん籠を用いる。フトン籠は橋脚の周辺に橋脚端より河川、河川直角方向それぞれに 2.00m の範囲に平坦に敷き詰め、橋脚下の現況河床高が計画河床高より高い場合、両者間を 2:1 の勾配で擦り付ける河床まで擦り付けることとする。その際、たれ部（エプロン部）におけるフトン籠の上端は、設計河床高とする。橋脚端及びたれ部の平坦な部分は、最小 2.00m とする。

3) 中詰め材量の必要粒径

粒径は、河川の洪水時の代表流速(V_o)を用い、下式により算定する。

$$V_o = (1+\alpha) \cdot V_m$$

$$\alpha = B / 2r$$

ここに、

- V_o : 代表流速 (m/s)
- V_m : 平均流速 (m/s)
- α : 湾曲の影響による補正係数
- B : 低水路幅 (m)
- r : 河道曲率半径 (m)

洪水時の平均流速は、本区間における計画洪水 2,900m³/s 時の不等流計算結果より、代表流速を求める。中詰め材料の最小粒径は、下式により算定する。その後表 11.3.6 の粒径と比較を行い、大きい径を採用する。

$$D_m \geq \frac{V_o^2}{(6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{H_d}{K})^2 \cdot \tau_{*sd} \cdot s \cdot g}$$

$$\tau_{*sd} = \tau_{*d} \times \cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \phi}}$$

ここに、

²⁰ 鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）

- D_m : 粒径
- H_d : 設計水深 (m)
- τ_{*sd} : のり面における無次元限界掃流力
- τ_{*d} : 平坦場における無次元限界掃流力 (=0.10)
- s : 中詰め材料の水中比重 (通常 1.65)
- θ : 斜面角度 (°)
- k : 相当粗度 (=2.5D m) (m)
- g : 重力加速度 (m/s²)

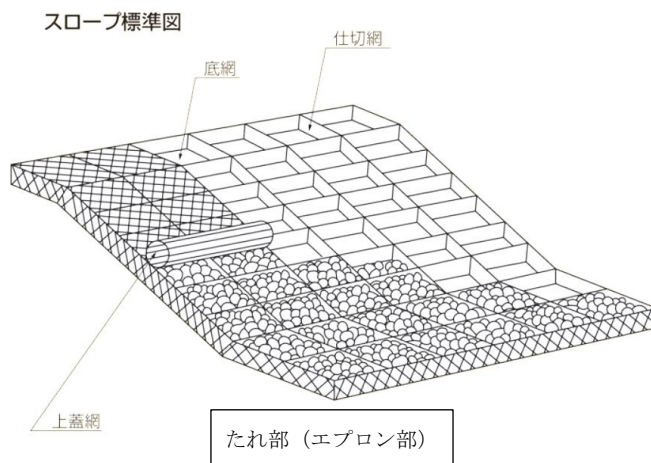
4) フトン籠の構造仕様²¹

フトン籠の構造仕様は以下の表を基本とするが、詳細設計において現地にて入手可能及びDPWHで承認済みの仕様との比較の上、設計を行う。

表 11.3.6 フトン籠の構造仕様

籠の厚さ		50 cm		
中詰め材料の粒径		15~20 cm (17.5 cm)		
籠の構造	網目	蓋部	6.5 cm	
		本体部	10.0 cm	
	線径	網部	蓋部	φ 5.0 mm
			本体部	φ 4.0 mm
		枠骨	蓋部	φ 6.0 mm
			本体部	φ 6.0 mm
	線材	線材の引張強度	290 N/mm ² 以上	
		メッキ残存量	30 g/m ² 以上	
		摩擦抵抗	摩擦係数 0.90 以上	
	仕切間隔	水平部	2.0 m 以下	
法面部		1.5 m 以下		
タレ部 (エプロン部)		1.5 m 以下		
側網間隔		2.0 m 以下 or less		
網目の形状		菱形		
仕切の取付け角度		法面に直角		

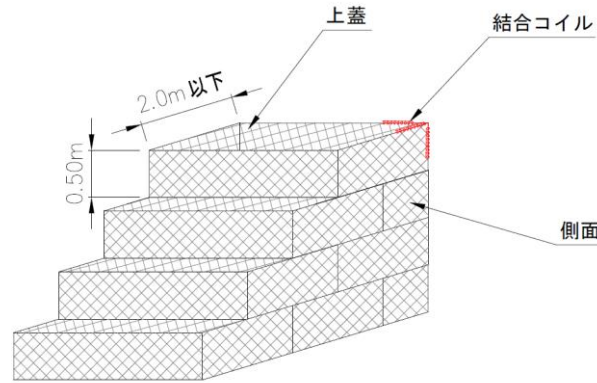
出典：鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）



出典：メーカーカタログ

図 11.3.10 斜面でのふとん籠設置方法（例）

²¹ 鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）



出典：調査団

図 11.3.11 多段式ふとん籠設置方法（例）

(3) 捨石工²²

1) 捨石工の形状

根固め工は、基本的にはフトン籠により行うものとするが、フトン籠が施工できない箇所においては、捨石を使用するものとする。捨石を使用した捨石工の形状は最小天端幅 2.0m、前面勾配 2:1 (H:V) またはより緩勾配で河床に擦り付ける。捨石工の最小敷設厚は 0.75m とする。

2) 捨石の大きさ

洪水時の流速に抵抗するため、「護岸の力学的設計²³」に従い、「掃流—一体性の弱い」モデルによって以下の計算式により決定する。捨石に作用する掃流力が移動限界を超えないものとして代表流速 V_0 と部材の大きさの関係を以下のように求める²⁴。

(a) 水平面上の捨て石の場合

$$D_m = \frac{1}{E_1^2 \cdot 2g \left[\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right]} V_0^2$$

ここに、

- D_m : 石の平均粒径 (m)
- V_0 : 代表流速 (m/s)
- ρ_s : 石の密度 (kg/m³)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- ρ_w : 水の密度 (kg/m³) (通常 2.65 程度)
- E_1 : 乱れの強さを表す実験係数

乱れの強さを表す実験係数 E_1 は、比較的乱れが小さい流れの場合、 $E_1 = 1.2$ が用いられることが多い。乱れが大きい流れの場合は、 $E_1 = 0.86$ という値が示されている。

²² Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures DPWH (JICA June 2010) 2.5.1 Basic Concept

²³ 護岸の力学設計法 5-3-3 各構造モデルごとの照査法

²⁴ U.S.Army Corps of Engineer : Hydraulic Design Criteria, chart 712-4, 1970

(b) 傾斜角 θ ののり面上に設置する捨て石の場合²⁵

粒径 D_m に対して斜面の補正係数 K を乗じた値 $K \cdot D_m$ を捨て石の径とする。

$$K = \frac{1}{\cos\theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2\theta}{\tan^2\varphi}}}$$

ここに、

φ : 自然石では 38° 程度、碎石では 41° 程度である。

11.3.5 排水路・排水工・樋管

11.3.5.1 基本方針

排水施設は大きく分けて排水工または樋管構造に分類され、以下の条件で分類される。

- 排水工 : DFL が現地盤高より低く、堤防盛土・DFL 以下の特殊堤建設が必要ない区間に設置する。
- 樋管工 : DFL が現地盤高より高く、堤防盛土・DFL 以下の特殊堤建設が必要な区間には設置する。

排水工は、U字溝、コレクターパイプ、マンホール、排水口フラップゲートから構成される。フラップゲートは、排水網地域の中に DFL より低い箇所がある場合に、設置する事とする。

また、樋管工に関しては、別途 9.3.6 節において詳述する。

11.3.5.2 排水工計画の概略

(1) U字溝

U字溝は各家屋からの生活排水や屋根からの雨水排水と護岸背後の表面排水の少量の排水を集めるために設置する。U字溝の最小断面は $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ とする。

(2) マンホール及び排水口

維持管理上の理由から、マンホール天端の開口は $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ を最小とする。マンホールカバーは盗難防止のため、鉄筋コンクリートにより製作する。さらに 1.0m よりも深いマンホールについては、足掛金物を設置する。

11.3.5.3 計画条件

(1) 計画規模

DPWH の都市排水計画・設計指針である「Design Guidelines, Criteria and Standards: Volume III – Water Engineering Projects, 2015」（以下「DGCS Volume3」という）に雨水排水施設（排水管、クリーク、排水路）の計画規模は 25 年確率と設定されており、PMRCIP Phase 3 でも同基準に準拠しているため、本フェーズ 4 においても、同基準に従い、計画規模 25 年を採用する。

²⁵ U.S.Army Corps of Engineer : Hydraulic design criteria, chart 712-4, 1970

(2) 排水管の最小管径

DGCS Volume3 に規定されている通り、排水管の最小管径が 910 mm とする。

(3) 計画雨水流出量の設定

1) 合理式

計画雨水流出量は、DGCS Volume3 に則り、次の合理式を用いて算定する。

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

ここに、

- Q : 計画流出量 (m³/sec)
- C : 流出係数
- I : 降雨強度 (mm/hr)
- A : 集水面積 (ha)

2) 流出係数 (C)

流出係数は DGCS Volume3 に示されている下表より、集水区域全体を加重平均して決定する。

表 11.3.7 用途別流出係数の標準値

用途	流出係数	
	最小	最大
住宅地域 (高密度地)	0.50	0.75
住宅地域 (高密度地以外)	0.30	0.55
商業地	0.70	0.95
間地を持つ工業地域	0.50	0.80
間地を持たない工業地域	0.60	0.90
公園、競技場、墓地、舗装の無い広場・空き地	0.20	0.30
コンクリートあるいはアスファルト舗装地	0.90	1.00
砂利道・砂利歩道	0.30	0.60
岩場	0.70	0.90
粘土表面	0.70	0.90
森林地	0.30	0.50
浸水域・湿地	0.70	0.80

出典：DGCS Volume3、「3.4.1.2 流出係数 (C)」

$$C = \frac{A_1C_1 + A_2C_2 + A_3C_3 + A_4C_4 + \dots + A_NC_N}{A_T}$$

ここに、

- C₁～C_N : 土地利用形態ごとの流出係数
- A₁～A_N : 土地利用形態ごとの面積
- A_T : 集水区域全体面積

3) 降雨強度

Definitive Plan で設定されている降雨強度を採用する。降雨ことの係数値、降雨強度式は以下のとおりである。

$$I = \frac{a}{T_c^n + b}$$

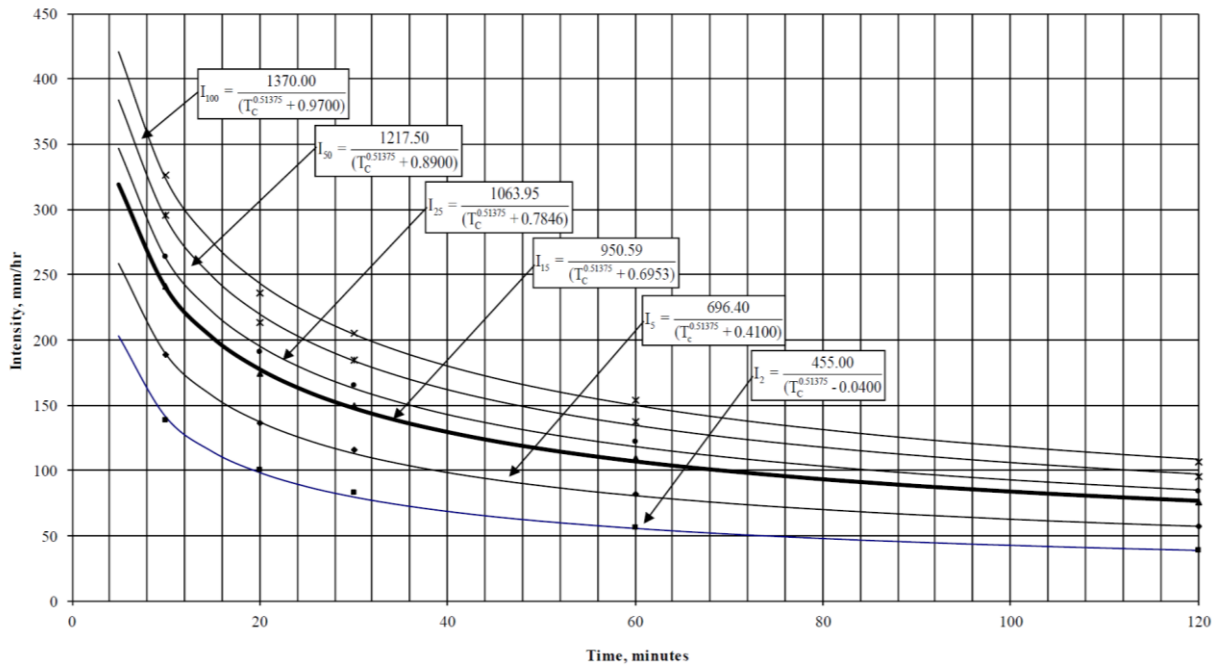
ここに、

- I : 降雨強度 (mm/hr)
- Tc : 流達時間 (min)
- n,a,b : 係数

表 11.3.8 降雨ごとの係数值

Return Period	Port Area		
	a	b	n
2	455.00	-0.0400	0.51375
5	696.40	0.4100	0.51375
10	858.40	0.6100	0.51375
15	950.59	0.6953	0.51375
20	1015.44	0.7519	0.51375
25	1063.95	0.7846	0.51375
50	1217.50	0.8900	0.51375
100	1370.00	0.9700	0.51375

出典：調査団



出典：調査団

図 11.3.12 確率年ごとの降雨強度

DGCS Volume3 に、「都市部の流達時間 (Tc) は 5 分以下としない」と明記されている。本プロジェクトでの流達時間は DGCS Volume3 に示されている以下の計算方法により算出する。

$$\text{流達時間 (Tc)} = \text{Overland Flow}(t_o) + \text{Curb and Gutter Flow}(t_g) + \text{Drain Flow}(t_d)$$

それぞれの計算方法を下表に示す。

表 11.3.9 流達時間算出のための計算式

項目	算定式	流入時間 (mm)
Over Flow	$t_o = \frac{107n^*L^{1/3}}{S^{1/5}}$	L : 表面水が流れるパスの長さ (m) 急勾配(>10%)、L≤50m 適度な勾配(<5%)、L≤100m 緩勾配(<1%)、L≤200m n* : Horton の粗度値 S : 表層面の勾配 (%)
Curb and Gutter Flow	$t_g = \frac{L}{40\sqrt{S}}$	L : Curb and Gutter の長さ (m) S : Curb and Gutter の勾配 (%)
Drain Flow	$t_d = \frac{nL}{60R^{2/3}S^{1/2}}$	n : マニングの粗度係数 R : 径深 (m) S : 摩擦勾配 (m/m) L : Drain の長さ (m)

出典 : DGCS Volume3

表 11.3.10 Horton の粗度値

項目	Horton の粗度係数 (n*)
舗装	0.0150
露出土壌	0.0275
粗草地	0.0350
中粗草地	0.0450
密草地	0.0600

出典 : DGCS Volume3

11.3.5.4 排水施設設計条件

(1) 排水口断面算出方法

排水口断面は、DGCS Volume3 に則りマニングの式を用いて算出する。

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = A \times V$$

ここに、

- Q : 流量 (m³/sec)
- V : 流速 (m/sec)
- A : 通水面積 (m²)
- n : 粗度係数
- R : 径深 (m)
- S : 勾配

粗度係数も DGCS Volume3 に示されている以下の値を採用する。樋管の断面については、最終的な計画排水量が得られた段階で次元不等流計算を実施し、最終決定する

表 11.3.11 粗度係数

種別	粗度係数
塩化ビニル管	0.010
コンリート管	0.013
現場打ちコンクリート	0.015

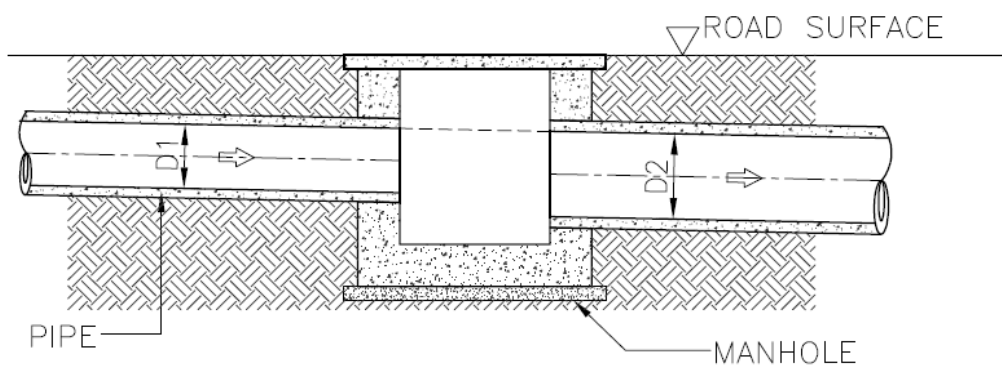
出典 : DGCS Volume3

(2) 管内流速

管渠内の流速は DGCS Volume3 に従い、流水により排水管の磨耗や土砂堆積が生じないように配慮し、最小 0.8 m/sec とする。最大流速については、DGCS Volume3 で、5.0 m/sec と非常に速い流速が適用されているが、設計では、理想的な流速とされる 1.0~1.8 m/sec の範囲に収まるようにする。

(3) コレクターパイプの接合

本設計では DGCS Volume3 に則り流水が円滑になる管頂接合を適用する。



出典：調査団

図 11.3.13 管頂接合

(4) マンホールの配置

コレクターパイプの接続で設置されるマンホールの配置は DGCS Volume3 に則り、管渠の会合する箇所、維持管理のうえで必要な箇所、管渠径が変化する箇所、管渠の方向または勾配が変化する場所に必要に応じて設置する。なお、マンホールの最大間隔は 50 m とされている。

11.3.6 樋管工

11.3.6.1 構造計画

(1) 構造の原則²⁶

樋管工は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げず、付近の河岸及び河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさず、並びに樋管に接続する河床及び高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造とする。

樋管の構造形式は、基礎地盤の残留沈下量および基礎の特性等を考慮して選定する。残留沈下量 5cm 程度以上となる場合には、周辺堤防に悪影響を与えることが少ない柔構造樋管とする。

表 11.3.12 樋管の構造形式とその特徴

主要構造	柔構造	剛支持
地盤の残留沈下量への対応	本体の沈下を許容する	本体の沈下をほとんど許容しない
基礎形式	柔支持基礎	剛支持基礎
継ぎ手構造	カラー継手 可とう性継手 弾性継手	カラー継手 可とう性継手 弾性継手

²⁶ 柔構造樋門設計の手引き 2.4.1 樋門の構造形式の選定

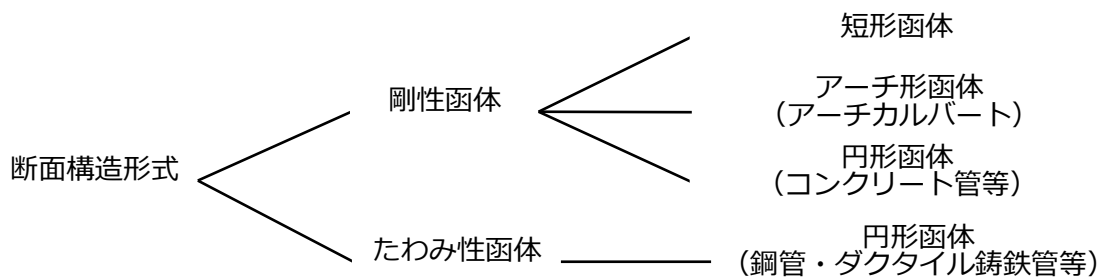
主要構造	柔構造	剛支持
函軸たわみ特性	函軸たわみ性構造	函軸非たわみ性構造 函軸たわみ性構造
函軸変位特性	函軸自由変位構造 函軸弾性構造	
門柱、ゲート、管理橋	傾斜に対応できる構造	

出典：柔構造樋門の手引きより調査団抜粋

(2) 構造形式の選定²⁷

1) 函体の構造形式の選定

函体の函軸構造は、函体の断面構造および継ぎ手の構造特性を考慮して樋管の構造形式に適合した構造とする。



出典：柔構造樋門の手引き

図 11.3.14 函体の断面構造形式

本業務では下に示す理由より、**現場打ちコンクリートによる矩形函体**を採用する。

- フィリピン国内でプレキャストコンクリートの円管はあるものの、樋門函体として使用する場合、函体間の継ぎ目における水密性の確保や変形特性に問題がある
- 鋼管の場合、継手部での接合で溶接が必要となり施工性が劣る
- 現場打ちコンクリートの場合、円形函体では施工が困難

2) 継手の構造形式の選定²⁸

函体の継手は、①函体内外の水圧に対する水密性、②継手部の変位に対応できる変形能力、③隣接するスパンからの断面力の伝達などの機能を確保するとともに、函体構造との整合性を考慮して選定する。

²⁷ 柔構造樋門設計の手引き 2.4.2 函体の構造形式の選定

²⁸ 柔構造樋門設計の手引き 2.4.3 継手の構造形式の選定

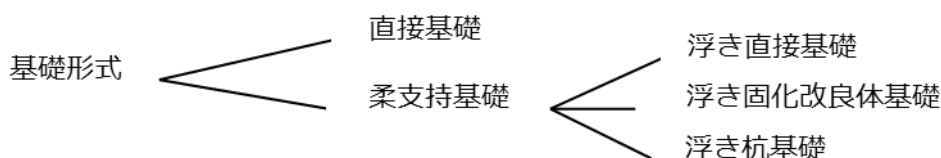
表 11.3.13 継手形式とその特徴

継手形式	変形特性	設計モデル
可とう継手	継手の開口、折れ角、目違いをほとんど拘束しないため、断面力の伝達は少ない。	フリー
カラー継手	継手の目違いを拘束するが、開口、折れ角をほとんど拘束しない。このため、せん断力のみを伝達する	ヒンジ (函軸方向はフリー)
弾性継手	継手バネの大きさとスパン間の変位差に応じた断面力の伝達がある	函軸方向バネ、せん断バネ、曲げバネ

出典：柔構造樋門設計の手引き 表 1-2-5

3) 基礎形式の選定²⁹

樋管の基礎形式は、地盤の残留沈下量、樋管の構造特性および周辺堤防への影響を考慮して選定するものとし、原則として直接基礎とする。なお、直接基礎における残留沈下量の許容値の目安は 5 cm 程度以下とする。地盤の残留沈下量が 5 cm 程度を超える場合、および地盤改良を行ってもそれを超える場合は、柔支持基礎として設計するのが望ましい。



出典：調査団

図 11.3.15 函体の断面構造形式

(3) 樋管本体

1) 樋管断面

樋管の断面は、堆積土砂等の排除に支障のない構造とするものとする。樋管の内り高については、流木等流下物が特に大きい場合を除き、計画高水位に以下の表に掲げる高さ以上とすることを標準とする。

表 11.3.14 樋管の内り高

計画高水流量 (m ³ /s)	余裕高 (m)
50 未満	0.3
50 以上	0.6

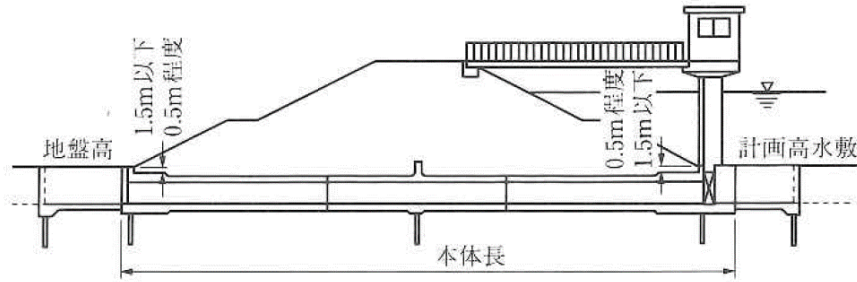
出典：解説・河川管理施設等構造令 第 6 章 表 6.1 P244

2) 樋管本体長³⁰

函渠長は、原則として計画堤防断面の川表、川裏法尻までとなるように設計する。なお、敷高、函渠断面等によってやむをえない場合においても、必要最小限の切込みとなるよう設計する。堤防への影響を最小限とする観点から、函渠頂版の天端から胸壁の天端までの高さを 1.5m 程度以下とするのが望ましく、胸壁が樋管の上の堤防の土留め壁として機能することを考慮すると、0.5m 程度とする。

²⁹ 柔構造樋門設計の手引き 2.4.4 基礎形式の選定

³⁰ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] 8.2.1.2.2 函渠長



出典：柔構造樋門の手引き 6.1.3 図 1-6-2

図 11.3.16 函体長

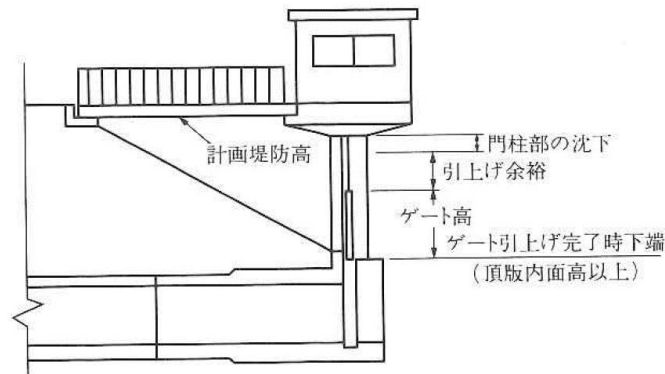
3) 函渠端部の構造³¹

函渠端部は、門柱・胸壁の荷重に対して安全な構造とするものとする。川裏側には、角落しのための戸溝を設け、戸溝による部材圧の減少については、必要に応じて厚さを増すことによる補強又は鉄筋補強を行う。

4) 門柱³²

樋管の門柱は、ゲートの開閉が容易で、流水の抵抗を極力少なくできる構造とする。

門柱の天端高は、ゲート全開時のゲート下端部に、ゲートの高さおよびゲートの管理に必要な高さを加えた値とする。



出典：柔構造樋門の手引き 6.1.7 図 1-6-5

図 11.3.17 引き上げ余裕高

5) ゲート³³

樋管工のゲートは、確実に開閉ができ、十分な水密性を有し、流水に著しい支障を与える恐れのない構造となるよう設計するものとする。なお、ゲート引上げ完了時のゲート下端高は、樋管の頂版高以上とする。

6) 操作台³⁴

門柱の上には、ゲート操作用の開閉機を設置するための操作台を設けるものとする。また、ゲート操作台は門柱と一体の構造として設計するものとする。

³¹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.1.2.4 函渠端部の構造

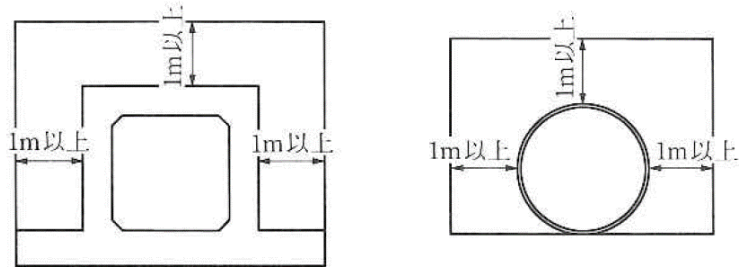
³² 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.1.3 門柱

³³ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.1.6 ゲート

³⁴ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.1.4 ゲート操作台

7) 遮水壁³⁵

堤内地盤高が高く浸透流に対する安全が確保される場合以外について、浸透流により函渠の上面及び側面にパイピング現象が生じることを防ぐため、遮水壁を設ける。遮水壁は、函渠と一体の構造とし、その幅は原則として1m以上とするものとする。



出典：柔構造樋門の手引き 6.1.9 図 1-6-6

図 11.3.18 遮水壁の設置例

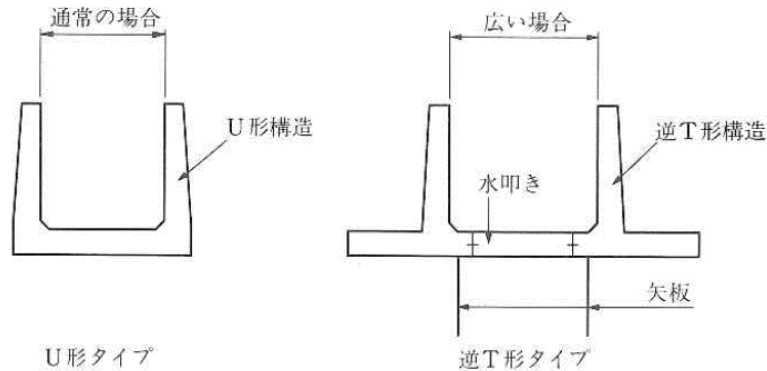
8) 胸壁³⁶

胸壁は、本体と一体の構造として堤防内の土粒子の移動および吸出しを防止するとともに、翼壁の破損等による堤防の崩壊を、一時的に防止できる構造として設計する。

(4) 翼壁³⁷

1) 翼壁の構造

翼壁は、原則として本体と分離した構造として、堤防を十分保護できる範囲まで設ける。翼壁の構造は、下図に示すようなU形タイプを標準とするが、翼壁幅が広く、U形タイプとすることが適当でない場合は、逆T形タイプを適用する。



出典：柔構造樋門の手引き 6.2 図 1-6-10

図 11.3.19 翼壁の構造

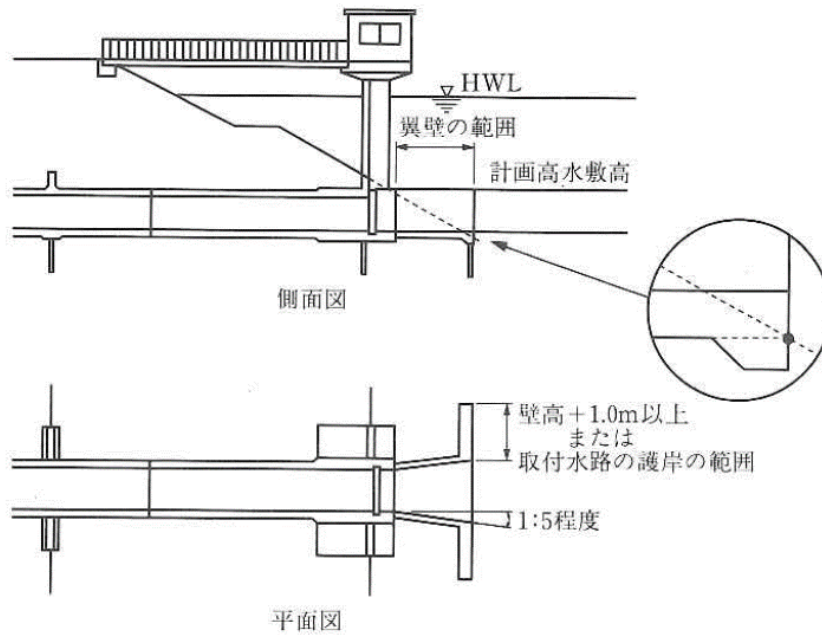
2) 翼壁の範囲

翼壁は、堤防または堤脚の保護を目的とするもので、下図に示すように原則として堤防断面以上の範囲まで設けるものとする。平面形状は1:5程度で漸拡させることを標準とするが、本川および支川の河状を考慮して決定する。

³⁵ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.1.5 シャ水壁

³⁶ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.2 胸壁および翼壁

³⁷ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.2 胸壁および翼壁



出典：柔構造樋門の手引き 6.2 図 1-6-11

図 11.3.20 翼壁の範囲

(5) 取付水路

川面の取付水路は、本川洪水時に堤防に及ぼす影響を最小限かつ治水上問題のない範囲にとどめるような構造とし、原則として堤防法線に直角に配置する。

(6) 遮水工³⁸

樋管には、樋管下部の土砂流動と洗掘による土砂の吸出しを防止するために、適切な位置に遮水工を設けるものとする。

(7) 基礎³⁹

樋管の基礎は、函渠の構造特性および地盤変位の影響に対応でき、樋管の機能を確保できるものとし、原則として直接基礎とする。

(8) 護床工⁴⁰

護床工は、原則として屈とう性を有する構造とし、河川環境を考慮して設計する。

(9) その他の施設

1) 条件護岸⁴¹

現場条件と本体の形状を鑑み、以下の基準に従い適切な範囲に護岸を設置する。

水門及び樋門が横断する河岸または堤防の護岸は、その上流側および下流側のそれぞれ 10m の区間に設けるものとする。ただし、小規模な樋門（断面が 0.5m² 以下）で地形の状況等よりその

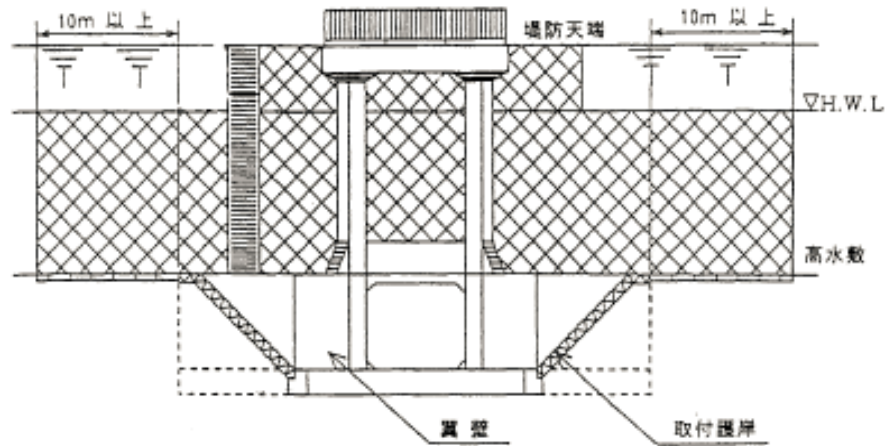
³⁸ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.4 シャ水工

³⁹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.5 基礎

⁴⁰ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.6 護床工

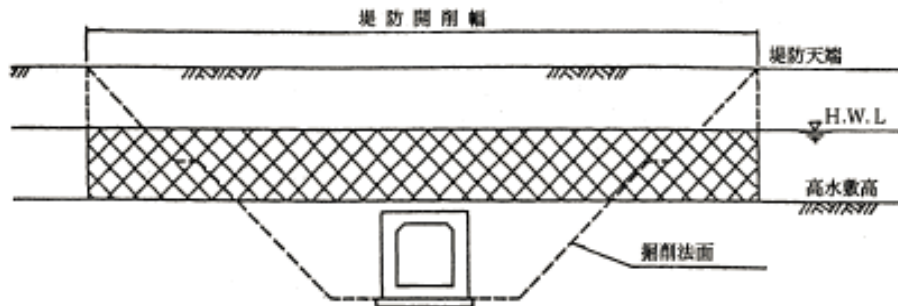
⁴¹ 河川砂防技術基準（案）同解説計画編 8.2.7 堰、床止め等の構造物周りの護岸

必要がないと認められる場合についてはこの限りではない。



「河川管理施設等構造令 規則第 25 条」による護岸範囲

② 堤防開削した場合の復旧後の護岸は、計画高水位の高さまで施工するものとし、その範囲は、図 6-25 に示すように堤防天端までの開削幅がカバーできる範囲以上とする。



堤防開削により必要となる護岸範囲

出典：河川砂防技術基準（案）及び河川管理施設等構造令より調査団作成

図 11.3.21 条件護岸の範囲

2) 高水敷保護工⁴²

高水敷保護工は、流水等の作用による高水敷の洗掘を防止しうる構造とし、河川環境を考慮して設計するものとする。

3) 管理橋⁴³

管理橋の幅員は 1.0m 以上とする。

11.3.6.2 荷重⁴⁴

樋管工は、次の荷重に対して設計する。

- 自重

⁴² 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.8 高水敷保護工

⁴³ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.2.9.1 管理橋

⁴⁴ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 8.3.1 設計荷重

- 地盤変位の影響
- 静水圧
- 揚圧力
- 地震時慣性力
- 温度応力
- 残留水圧
- 土圧
- 風荷重
- 活荷重

表 11.3.15 函体の横方向の設計に考慮する荷重の種類

荷重種別		函体の横方向の設計
死荷重	函体自重	○
活荷重	自動車荷重	○
土圧	鉛直土圧・水平土圧	○
水圧	地下水圧	条件によって考慮
	内水圧等	条件によって考慮

出典：柔構造樋門の手引き 7.2 図 1-7-1

表 11.3.16 函体の縦方向の設計に考慮する荷重の種類

荷重種別		函体の縦方向の設計モデル	
		弾性床上の梁	地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁
死荷重	本体自重 (門柱・胸壁含む)	○	○
	内水重	○	○
地盤変位による影響	地盤変位 (沈下)	×	○
	地盤変位 (側方変位)	×	条件によって考慮
活荷重	自動車荷重	○	条件によって考慮
土圧	鉛直土圧	○	×
	胸壁に作用する土圧	○	○
水圧	胸壁に作用する土圧	○	○
負の周面摩擦力による影響		条件によって考慮	条件によって考慮
プレストレス力	PC 函体	条件によって考慮	条件によって考慮
地震の影響		○	○

出典：柔構造樋門の手引き 7.2 図 1-7-2

11.3.6.3 基礎地盤の検討

(1) 即時沈下量⁴⁵

即時沈下量は、原則として盛土等の裁荷による地盤のせん断変形に伴う沈下として算定する。

$$S_x = \sum_{i=1}^n \frac{-3a_i \cdot q_i}{E_m \cdot \pi} \log \cdot \sin \left(\tan^{-1} \frac{a_i}{H} \right) \cdot \left\{ 1.0 - \frac{0.75}{\pi} \left[\left(1 + \frac{x}{a_i} \right) \log \left| 1 + \frac{x}{a_i} \right| + \left(1 - \frac{x}{a_i} \right) \log \left| 1 - \frac{x}{a_i} \right| \right] \right\}$$

ここに、

⁴⁵ 柔構造樋門設計の手引き 5.3.2 即時沈下量

- S_x = 函軸方向 x の位置の基礎地盤の即時沈下量 (m)
 q_i = 盛土荷重 (kN/m^2)
 E_m = 地盤の換算変形係数 (kN/m^2)
 $2a_i$ = 載荷幅 (m)
 H = 即時沈下の影響を考慮する深さ (m)
 n = 等分布荷重係数
 x = それぞれの等分布荷重のセンターからの距離 (m)

(2) 圧密沈下量⁴⁶

粘性土層の圧密沈下量は、盛土等による地盤内の鉛直応力の増分に対して算定する。圧密沈下量 S_c は、層区分された粘性土層ごとに求めた合計とし、次式により求める。

$$S_c = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \cdot H$$

ただし、正規圧密状態にある粘性土の場合は、次式を用いてもよい。

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot \log_{10} \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \cdot H$$

体積圧縮係数を用いる場合は、次式による。

$$S_c = m_v \cdot \Delta p \cdot H$$

ここに、

- S_c : 圧密沈下量 (m)
 e_0 : 粘性土の初期間隙比
 e_1 : 粘性土の圧密後の間隙比で、圧密試験で得られる $e \sim \log p$ 曲線に粘性土層の中央深度の $p_0 + \Delta p$ を適用して求める。
 C_c : 粘性土層の圧縮指数
 H : 粘性土層の層厚 (m)
 p_0 : 盛土前の有効土被り圧 (kN/m^2)
 Δp : 盛土荷重による増加応力 (kN/m^2)
 m_v : 粘性土層の平均体積圧縮係数 (m^2/kN)

(3) 側方変位置⁴⁷

側方変位置は、原則として盛土等によって生じる地盤のせん断変形に伴う水平変位として算定する。

11.3.6.4 設計方法

(1) 函体の横方向の設計⁴⁸

横方向の設計は、スパンごとに最も危険な断面を選定し、各々の荷重条件に対して安全となるように検討する。

⁴⁶ 柔構造樋門設計の手引き 5.3.3 圧密沈下量

⁴⁷ 柔構造樋門設計の手引き 5.3.3 側方変位置

⁴⁸ 柔構造樋門設計の手引き 7.5 函体の横方向の設計

(2) 函体の縦方向の設計⁴⁹

1) 基本的な考え方

縦方向の設計は、樋管の構造形式・基礎形式の特性そして地盤の残留沈下量の影響に配慮した設計手法を適用する。荷重は、本体に最も不利な断面力あるいは変位を生じるように作用させる。また、本体と地盤の相対沈下量、相対水平変位量は、許容値内とし、本体の地盤反力度は、地盤の許容支持力度以内でなければならない。

本体の縦方向の計算は、原則として以下による。

- 直接基礎の本体は「弾性床上の梁」としてモデル化する
- 柔構造樋門の本体は、地盤変位の影響を考慮した相対剛性に応じて次の2方法によることができる。
 - ① 函体を弾性梁として解く方法
 - ② 函体を剛体として解く方法

2) 直接基礎の本体の縦方向の設計⁵⁰

弾性床上の梁の基本式は次式によるものとし、直接基礎において地盤の残留沈下量が5cm以下程度の樋管に適用する。

$$\frac{EI}{B} \cdot \frac{d^4 w}{dx^4} + k_v \cdot w = q \quad (\text{たわみ})$$

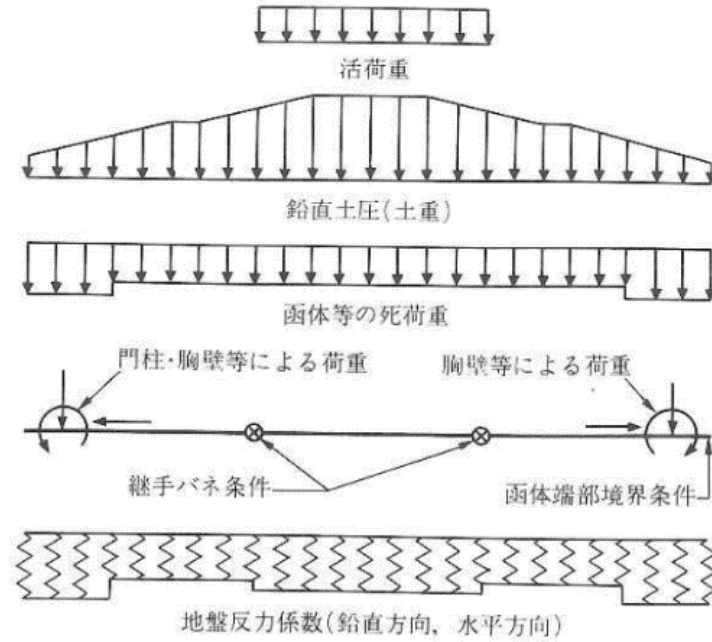
$$\frac{EA}{U} \cdot \frac{d^2 u}{dx^2} + k_s \cdot u = p \quad (\text{函軸変位})$$

ここに、

- w : 函体の変位 (たわみ: m)
- k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)
- B : 函体の幅 (m)
- EI : 函体の剛性 (kN・m²)
- q : 函軸鉛直方向荷重 (kN/m²)
- u : 函軸方向変位 (m)
- k_s : 水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m³)
- U : 函体の周長 (m)
- EA : 函体の函軸方向剛性 (kN)
- p : 函軸方向荷重 (kN/m²)

⁴⁹ 柔構造樋門設計の手引き 7.6 函体の縦方向の設計

⁵⁰ 柔構造樋門設計の手引き 7.6 函体の縦方向の設計



出典：柔構造樋門の手引き 7.6.2 図 1-7-16

図 11.3.22 弾性床上の梁の設計モデル

3) 柔構造樋管の本体の縦方向の設計⁵¹

地盤変位（沈下・側方変位）を考慮した弾性床上の梁の基本式は次式によるものとし、浮き直接基礎等の柔支持基礎の樋管本体に適用する。

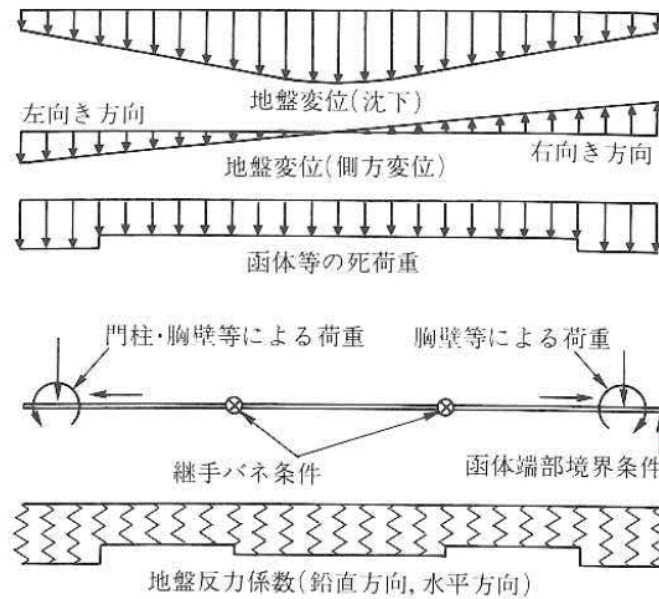
$$\frac{EI}{B} \cdot \frac{d^4 w}{dx^4} + k_v(w - w_g) = q \quad (\text{たわみ})$$

$$\frac{EA}{U} \cdot \frac{d^2 u}{dx^2} + k_s(u - u_g) = p \quad (\text{函軸変位})$$

ここに、

- w : 函体の変位（たわみ：m）
- w_g : 地盤変位（沈下：m）
- k_v : 鉛直方向地盤反力係数（kN/m³）
- B : 函体の幅（m）
- EI : 函体の剛性（kN・m²）
- q : 函軸鉛直方向荷重（kN/m²）
- u : 函軸方向変位（m）
- w_g : 地盤変位（函軸方向の側方変位：m）
- k_s : 水平方向せん断地盤反力係数（kN/m³）
- U : 函体の周長（m）
- EA : 函体の函軸方向剛性（kN）
- p : 函軸方向荷重（kN/m²）

⁵¹ 柔構造樋門設計の手引き 7.6 函体の縦方向の設計



出典：柔構造樋門の手引き 7.6.2 図 1-7-17

図 11.3.23 地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁の設計モデル（柔構造樋管）

(3) 継手の設計⁵²

継手は、次の機能を満足するように設計する。

- 函体内外の水圧に対する水密性を確保する
- 継手部の変位は、継手の変形能力以内にある
- 継手部の断面力は、継手の耐力に対して安全である

(4) 胸壁の設計⁵³

胸壁の縦壁および床版は、原則として本体に固定された片持ち梁として設計する。

(5) 門柱の設計⁵⁴

門柱は、函体頂版を固定端として、横方向はフレーム、縦方向は片持ち梁として設計する。

(6) 遮水壁の設計⁵⁵

遮水壁は、函体と堤体との接触面に沿って生じる浸透水（ルーフィング）や地盤の弱線に沿うパイピングを防止するものである。従って、函体および遮水工との接続部の止水に配慮し、本体あるいは遮水工から伝達する力に対して安全な構造となるように設計する。

(7) 管理橋の設計⁵⁶

管理橋は、原則として単純梁として設計する。

⁵² 柔構造樋門設計の手引き 7.6.7 継手の設計

⁵³ 柔構造樋門設計の手引き 7.7 胸壁の設計

⁵⁴ 柔構造樋門設計の手引き 7.8 門柱の設計

⁵⁵ 柔構造樋門設計の手引き 7.9 しゃ水壁の設計

⁵⁶ 柔構造樋門設計の手引き 7.10 管理橋の設計

(8) ゲート・戸当たり・開閉装置の設計⁵⁷

樋管に設置するゲート・戸当たり・開閉装置は、制水機能が確保されるように設計する。

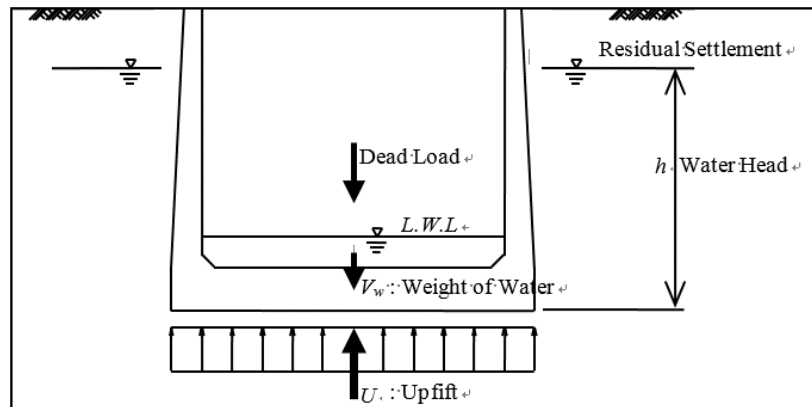
(9) 翼壁の設計⁵⁸

翼壁は、樋管本体と分離し、自立構造として設計する。安定照査は以下の表に示すように求める。

表 11.3.17 函体の縦方向の設計に考慮する荷重の種類

状態	滑動 (安全率)	転倒 (荷重の偏心距離 e)	地盤支持 (最大地盤反力度)
常時	$F_s=1.5$	$ e \leq \frac{B}{6}$ B : 底板幅	常時の 許容支持力以内
常時 (揚圧力考慮) 地震時	$F_s=1.2$	$ e \leq \frac{B}{3}$ B : 底板幅	

出典：柔構造樋門の手引き 7.11 表 1-7-13



出典：柔構造樋門の手引き 7.11 図 1-7-39

図 11.3.24 浮き上がりに対する検討方法

(10) 遮水工の設計⁵⁹

遮水工は、ルーフィング等の浸透流による影響に対して安全になるように設計する。浸透流解析の方法については、11.5.4 浸透/パイピングを参照する。

11.3.7 水門 (Cainta 水門、Taitai 水門)

11.3.7.1 構造計画

(1) 構造の原則⁶⁰

水門は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げず、付近の河岸及び河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさず、並びに水門に接続する河床及び高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造とする。

⁵⁷ 柔構造樋門設計の手引き 7.11 ゲート・戸当たり・開閉装置の設計/ダム・堰施設技術基準 第3節 扉体・戸当たり・固定部の設計

⁵⁸ 柔構造樋門設計の手引き 7.12 翼壁の設計

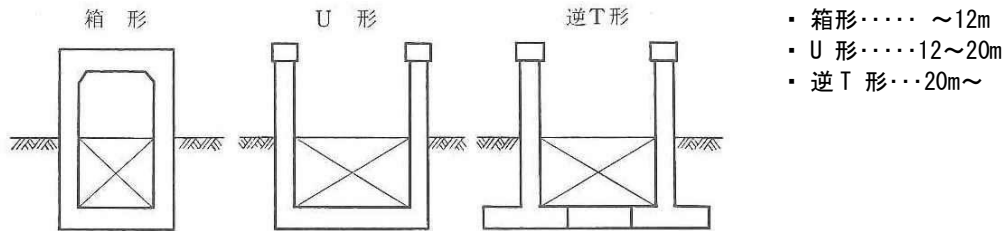
⁵⁹ 柔構造樋門設計の手引き 7.13 シャ水工の設計

⁶⁰ 河川砂防技術基準 (案) 同解説設計編 [I] 9.1 水門設計の基本

(2) 水門本体

1) 本体形式⁶¹

水門本体形式は、箱型、U型、逆T型の3種類に分けられる。小規模のものはラーメン構造とした方が構造上有利となるため、規模の小さいものから箱型<U型<逆T型の形式が採用される。



出典：許可工作物技術審査の手引きチェックリスト平成23年5月

図 11.3.25 水門本体構造

2) 門柱高⁶²

引き上げ式ゲートの場合の門柱の天端高は、ゲート全開時のゲート下端高に、ゲートの高さ及びゲートの管理に必要な高さを加えた値とする。原則として、引き上げ余裕高は1m以上とする。

3) 床版⁶³

床版は、上部荷重を支持し、ゲートの水密性を確保し、堰柱間の水叩きの効用を果たすことのできる構造として設計する。

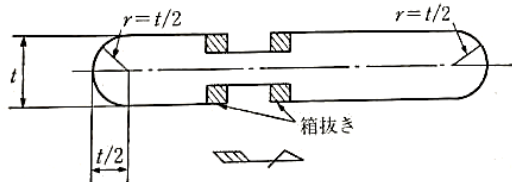
4) 堰柱⁶⁴

堰柱は、上部荷重及び湛水時の水圧を安全に床版に伝える構造として設計するものとする。上下流端部は図 11.3.26 に示すように、半円形とする。

引上式ゲートの場合の中央堰柱の断面形状は、流水に対する抵抗を小さくし、流水に対する安全性を確保するため、上下流端を半円形等とする例が多い(図 1-31 参照)。

なお、堰柱の幅および長さは、管理橋の幅員、ゲート戸当り寸法、開閉装置の寸法、力学的安定計算等から決定される。

戸当りの箱抜きは、戸当り材を余裕をもって取り付けられるように考慮するものとする。



出典：河川砂防技術基準（案）設計編 I P63

図 11.3.26 堰柱形状

⁶¹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 9.2.1 水門の本体

⁶² 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 7.2.1.1.4 門柱

⁶³ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 7.2.1.1.2 床版

⁶⁴ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 7.2.1.1.3 堰柱

5) ゲート⁶⁵

水門のゲートは、高水時に確実に開閉ができ、十分な水密性を有し、高水時の流下に著しい支障を与える恐れのない構造となるように設計するものとする。

水門のゲート閉鎖時における天端高（カーテンウォールを有する場合はその上端高）は、水門に接続する堤防高以上とすることを原則とする。

水門の引上完了時のゲート下端高（カーテンウォールを有する場合は引上完了時のゲート下端高及びカーテンウォールの下端高）は、水門が横断する河川の計画高水位に、堤防余裕高（11.3.2.1(3)参照）を加えた高さ以上で（参照）、当該地点における河川の両側の堤防のいずれか高いほうの高さを下回らないものとする。

6) 胸壁⁶⁶

胸壁は本体と堤防の土粒子の移動及び吸い出しを防止するとともに、翼壁の破損等による堤防の崩壊を一時的に防止するものであるため、胸壁の天端は極力高くする必要がある。従って、胸壁天端高は堤防計画断面から護岸工厚を差し引いた高さとする。

胸壁の長さ⁶⁷は、「河川砂防技術基準(案) 設計編Ⅰ P111」に準じ、胸壁の高さの半分以上の長さとする。

(3) 翼壁

1) 翼壁の範囲⁶⁸

翼壁の範囲は「河川砂防技術基準（案）設計編Ⅰ 第9節水門」に準拠し、本体と分離した構造都市、計画堤防断面以上の範囲まで設ける。

2) 翼壁の平面形状

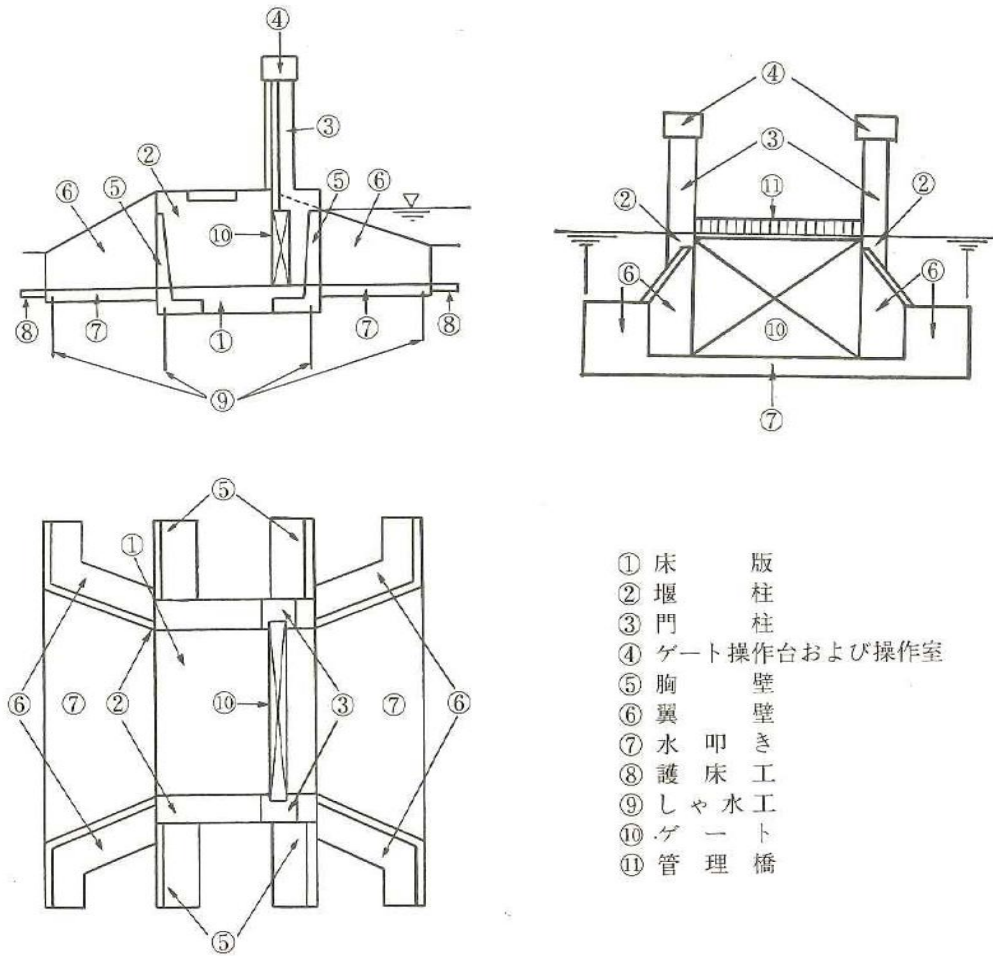
翼壁の平面形状は、「河川砂防技術基準（案）設計編Ⅰ 第9節水門」より、下図に示す形状を標準とする。

⁶⁵ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]9.2.1.6 ゲート

⁶⁶ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]9.2.2.1 胸壁

⁶⁷ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]9.2.2.1 胸壁

⁶⁸ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]9.2.2.2 翼壁



出典：「河川砂防技術基準（案）設計編 I P108」

図 11.3.27 翼壁の平面形状

(4) 遮水工⁶⁹

水門下部の土砂流動と洗掘による土砂の吸出しを防止するために、適切な遮水工を設ける。

1) **パイピングの検討**

計算はレーンの式（加重クリープ比）による。

- 水位条件：洪水時（閉扉状態）とする。
- 遮水矢板長⁷⁰：遮水矢板長は、原則として矢板間隔の 1/2 以上の長さとなる場合は、水叩き長さを延ばすなどの処置をするものとする。

(5) 水叩き⁷¹

本体の上下流には、水叩きを設けるものとする。水叩きは、水門本体の安全を保つために必要な長さと構造を有するものとする。

⁶⁹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] 9.2.4 シャ水工

⁷⁰ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] [参考 1.4] シャ水工の設計

⁷¹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] 9.2.3 水叩き

● 耐震性を考慮したダウエルバーの設置⁷²

今回設計する水門は、レベル 2 地震動に対応する水門であるため、「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編[Ⅰ] 第 7 節 堰 P66」に準拠して水門本体、翼壁継手部に地震時に段差やずれが生じないようにダウエルバーを設置する。

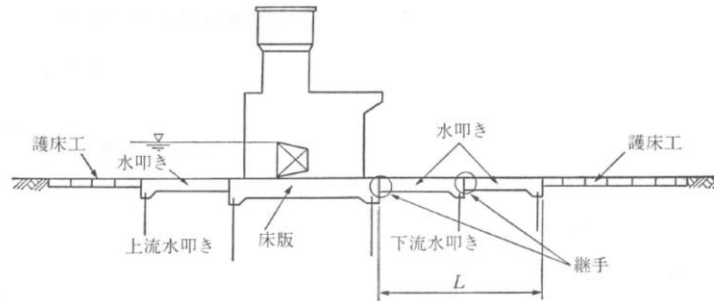


図 1-35 水叩き

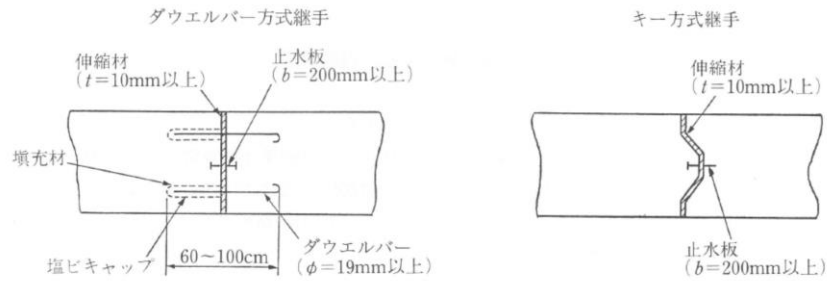


図 1-36 水叩きの継手

出典：河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ] P66

図 11.3.28 水叩きの継ぎ手

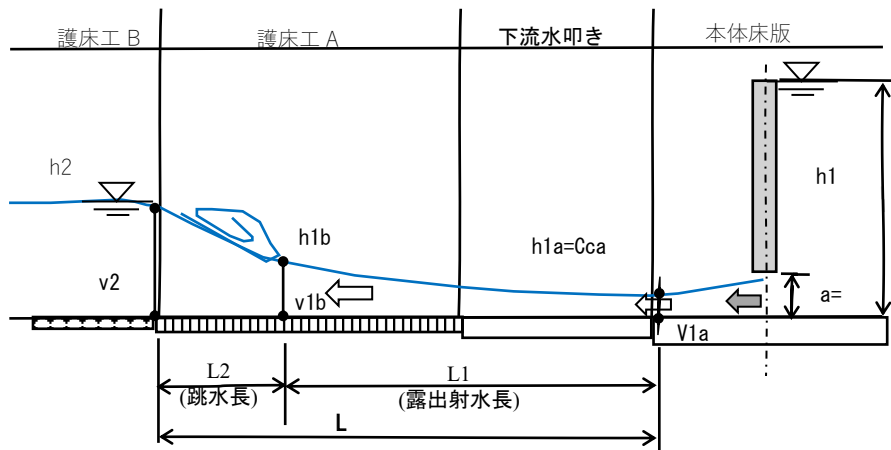
(6) 護床工

1) 長さ

護床工は、原則として屈とう性を有する構造として設計するものとし「床止め構造設計の手引き」に従い、必要な長さを設定する。具体的には護床工の長さは下記の通り設定する。

- 護床工 A 長さ = 露出射流長 L_1 + 跳水長 L_2 - 水叩き長
- 護床工 B 長さ = (3~5) × 下流水深 h_2

⁷² 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ] 7.2.2 水叩き



出典：水理公式集を基に調査団作成

図 11.3.29 護床工設置区間

2) ブロック重量（ブロックを使用する場合）

ブロック重量の算定は「護岸の力学設計法」の「滑動・転倒—層積み」モデルの次式にて行う。

$$W = a \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

ここで、

- W : 移動しないための最小ブロック重量
- V_d : 代表流速 (m/s)
- a, β : ブロック形状により決まる係数 (表 11.3.18 参照)
- ρ_b : ブロックの密度 (kgf・s²/m⁴)
- ρ_w : 水の密度 102 (kgf・s²/m⁴)

表 11.3.18 異型コンクリートブロックの係数aおよびβの値

ブロック種類	模型ブロックの比重	a × 10 ⁻³	β
A : 対称突起型	ρ _b /ρ _w =2.22	1.2	1.5
B : 平面型	ρ _b /ρ _w =2.03	0.54	2.0
C : 三角錐型	ρ _b /ρ _w =2.35	0.83	1.4
D : 三点支持型	ρ _b /ρ _w =2.35	0.45	2.3
E : 長方形型	ρ _b /ρ _w =2.09	0.79	2.8

出典：護岸の力学設計法

(7) その他の施設

1) 条件護岸

現場条件と本体の形状を鑑み、以下の基準⁷³に従い適切な範囲に護岸を設置する。

- 水門に接する河岸または堤防の護岸は、地質が岩盤等の場合を除き、上流側は当該水門が横断する河川又は水路の上流端から 10m または護床工の上流端から 5m のうちいずれか長いほ

⁷³ 河川砂防技術基準（案）同解説計画編[Ⅰ] 8.2.2 堰、床止め等の構造物周りの護岸

うから、当該水門が横断する河川又は水路の下流側は、水叩きの下流端から 15m または護床工の下流端から 5m のうちいずれか長い方までの区間以上に設けるものとする。

2) 高水敷保護工

樋管工における構造と同等とする。(11.3.6.1(9)2) 高水敷保護工 参照)

3) 管理橋⁷⁴

管理橋の幅員は、水門の維持管理上必要な幅、堤防の管理用通路幅等を考慮して決定する。

11.3.7.2 荷重

水門の設計は、次の荷重に対して設計する。

- 自重
- 静水圧
- 揚圧力
- 地震時慣性力
- 温度荷重
- 残留水圧
- 土圧
- 風荷重
- 活荷重（自動車荷重）

このうち、静水圧等の荷重については、以下の水位条件により定めるものとする。

表 11.3.19 水位条件一覧

施設の種類・区分		設計水位	
		外水位	内水位
水門	セミバック堤による支川処理方式で設置される水門	外水の H.W.L (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高または内水の H.W.L
	自己流堤による支川処理方式で設置される水門	外水の H.W.L (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高または内水の H.W.L
	分流点等に設置される水門	外水の H.W.L (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高

出典：河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]P114

11.3.7.3 設計方法

(1) 安定計算⁷⁵

水門本体は、設計荷重に対して、転倒、滑動、基礎支持力に対する所要の安全性が確保されるように設計するものとする。安定計算の順序及び計算方法は、原則として次に示す内容によるものとする。

1) 形状寸法の仮定

すでに決定した敷高、径間長、門柱高、管理橋幅員等の諸元を満足するように本体のゲート操

⁷⁴ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]9.2.9.1 管理橋

⁷⁵ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ][参考 1.2] 安定計算

作室、操作台、門柱、堰柱、床版等の各部の主要形状寸法を仮定し、本体の重量を求める。

2) ゲート、開閉装置、戸当たり、管理橋、その他付属物の重量の仮定

ゲート、開閉装置、戸当たり重量の仮定は、すでに決定した敷高、径間長、ゲート高、設計水深に対して算定する。管理橋重量は、すでに決定した幅員、径間長に対し、他の実施例や土木工事標準設計等の参考文献より算定する。その他の付属物で安定計算に影響を与える恐れのあるものについては、それらの重量を仮定する。

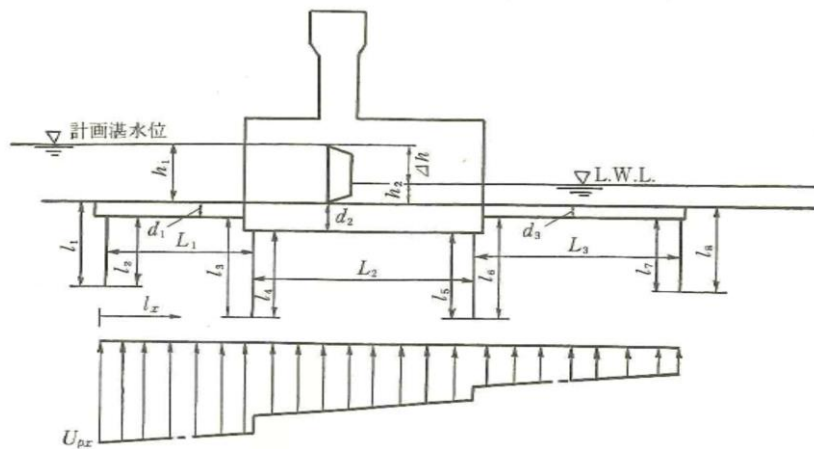
3) 荷重の計算

- 鉛直荷重 : 仮定した形状寸法により水門本体、管理橋等の重量を計算する。また、端堰柱については、必要に応じて背面土重を計算する。
- 地震荷重 : 各部の重量に設計震度を乗じて水平力を計算する。ただし、動水圧はウェスターガードの式によって求める (11.4.5.3)。
- 土圧 : 土圧は原則としてクーロンの式により、常時、地震時の計算をする (11.4.4)。
- 風荷重 : 水面以上または、地表面以上の投影面は、すべて風圧を考慮する。
- 揚圧力 : 揚圧力は次式により計算する。

$$U_{px} = \left(h_2 + \Delta h \frac{\sum l - lx}{\sum l} + d_1 \right) \cdot W_0$$

ここに、

- U_{px} : 任意の点の揚圧力 (kN/m²)
- Δh : 上下流水位差 ($h_1 - h_2$) (m)
- lx : 上流端から任意の点までの浸透経路長 (m)
- $\sum l$: 全浸透経路長 (m)
- W_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)
- d_1 : 任意の点における床版もしくは水叩きの厚さ (m)



出典：河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] P66

図 11.3.30 揚圧力の計算

- 転倒、滑動、地盤支持力に対する検討
滑動、転倒、地盤支持力に対する検討は、11.3.7.2 の荷重条件に対して行い、その安全率が11.5 に示す安全率以上になるよう設計する。

(2) 応力計算

1) 門柱⁷⁶

門柱の応力は、設計荷重に対して、門柱の形状に応じて、片持ち梁、または、門形ラーメンとしてモーメント及び軸力を求めて計算するものとする。

2) 堰柱⁷⁷

堰柱の応力は、設計荷重に対して、床版に固定された片持ち梁としてモーメントと軸力を求めて計算するものとする。

3) 床版⁷⁸

床版の応力は、設計荷重に対して、本体の形式に応じて、石柱に固定された片持ち梁、または弾性床上の梁としてモーメント及び軸力を求めて計算するものとする。

1. 逆 T 形の場合の床版の応力計算

本体の構造形式が逆 T 形の場合には、堰柱床版と中間床版に分けて、本章 7.3.2.1 の荷重条件に対する応力計算を行う。ここで、堰柱床版については、堰柱に固定された片持りとして応力計算を行い、中間床版は、弾性床上の梁として応力計算を行う。

2. U 形の場合の床版の応力計算

本体上部の構造形式が U 形の場合には、本章 7.3.2.1 の荷重条件（以下にその一例を示す）に対して、原則として弾性床上の梁として応力計算を行う。

(1) 流水直角方向

図 1-45 に示す荷重条件（荷重条件の一例）について弾性床上の梁としてモーメントおよび軸力を求めて応力計算をする。

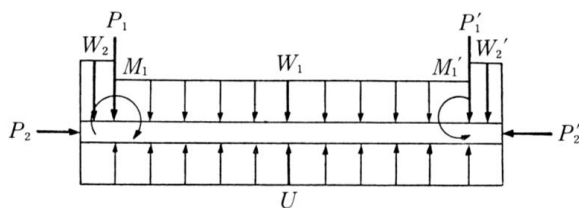


図 1-45 床版に作用する荷重(水流直角方向)

U ：揚圧力

P_1, P_1' ：堰柱からの鉛直力（ゲートを上げたときはゲート重量を含む）

P_2, P_2' ：堰柱からの水平力

W_1 ：水重、床版の自重等（ゲートを閉めているときはゲート重量を含む）

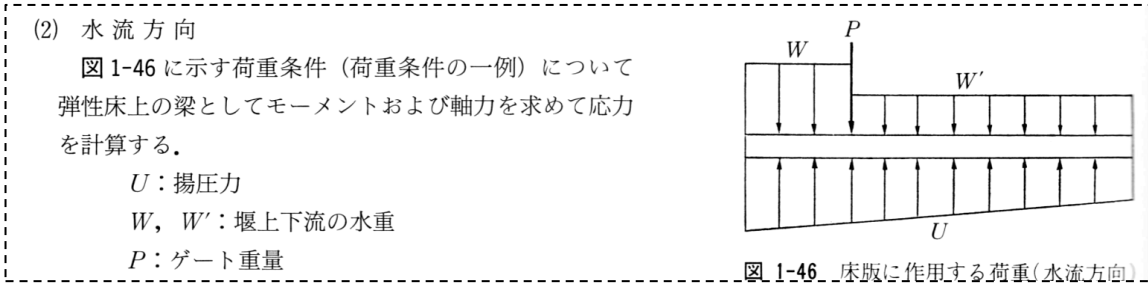
W_2, W_2' ：土砂重量

M_1, M_1' ：堰柱からのモーメント

⁷⁶ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] [参考 1.3] 応力計算 [参考 1.3.1] 門柱

⁷⁷ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] [参考 1.3] 応力計算 [参考 1.3.2] 堰柱

⁷⁸ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I] [参考 1.3] 応力計算 [参考 1.3.3] 床版



出典：河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] P92

4) 水叩き⁷⁹

水叩きは、水重、揚圧力等の荷重に対して安全な構造となるよう設計するものとする。

表 11.3.20 水叩きの安定計算のための荷重条件

計画湛水位等	施工時 (基礎支持力に対する検討)
<p>V₁, V₂：水重, 水叩き自重 U₁, U₂, U₃：揚圧力</p>	<p>V：水叩き自重(浮力なし) R：基礎の反力</p>

出典：河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] P93

11.3.8 堰 (MCGS)

11.3.8.1 構造計画

(1) 構造の原則⁸⁰

堰は、計画高水位以下の水位の流水の作用に対して安全な構造となるように設計するものとする。
 また、堰は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げることなく、付近の河岸および河川管理施設の構造および機能に著しい支障を及ぼさず、ならびに堰に接続する河床、高水敷等の洗掘の防止について適切に配慮した構造とし、操作性、景観および経済性を総合的に考慮して設計するものとする。

(2) 堰本体

水門における本体設計（11.3.7.1(2)）参照。

⁷⁹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] [参考 1.3] 応力計算 [参考 1.3.4] 水叩き

⁸⁰ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 7.1 堰の設計

(3) 遮水工⁸¹

遮水工は、原則としてコンクリート構造のカットオフ、または、鋼矢板構造とし、上下流の水位差によって生じる浸透水の動水勾配を減少させ、土砂の流動および吸出しを防止しうる構造として設計する。遮水工については、堰の取付擁壁に沿う浸透に対する検討も行う必要がある。照査方法は、水門における遮水工の設計 11.3.7.1(4)に準じる。

また、遮水工は床版水叩きおよび堰の取り付け部分にすべて連続させて施工するものとする。

(4) 水叩き

水門における水叩き設計 11.3.7.1(5)参照。

(5) 護床工

水門における護床工設計 11.3.7.1(6)参照。

(6) 護岸⁸²

1) 条件護岸

現場条件と本体の形状を鑑み、以下の基準⁸³に従い適切な範囲に護岸を設置する。

- 堰に接する河岸または堤防の護岸は、地質が岩盤等の場合を除き、上流側は堰の上流端から10m または護床工の上流端から5mのうちいずれか長いほうから、下流側は、水叩きの下流端から15m または護床工の下流端から5mのうちいずれか長い方までの区間以上に設けるものとする。

(7) その他の施設

1) 高水敷保護工

水門における構造と同等とする。(11.3.6.1(9)2) 高水敷保護工 参照)

2) 管理橋⁸⁴

堰には、原則として管理橋を設ける。管理橋の幅員は、堰の維持管理上必要な幅、堤防の管理用通路幅等を考慮して決定するものとする。

11.3.8.2 荷重

堰は、必要に応じて次の荷重に対して設計する。

- 自重
- 静水圧
- 泥圧
- 揚圧力
- 地震時慣性力

⁸¹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]7.2.3 シャ水工

⁸² 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]7.2.6 護岸

⁸³ 河川砂防技術基準（案）同解説計画編 8.2.2 堰、床止め等の構造物周りの護岸

⁸⁴ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[Ⅰ]7.2.8.1 管理橋

- 地震時動水圧
- 温度応力
- 波圧
- 残留水圧
- 土圧
- 風荷重
- 活荷重

11.3.8.3 設計方法

(1) 安定計算

水門における安定計算（11.3.7.3(1)）参照。

(2) 応力計算

水門における応力計算（11.3.7.3(2)）参照。

11.4 荷重

11.4.1 荷重の種類

全ての構造物の設計は、下記に示す荷重から、必要な組合せを適用して実施する。

- 死荷重（構造物の自重）
- 上載荷重（活／衝撃荷重と機器からの動的荷重を含む）
- 土圧
- 静水圧
- 揚圧力
- 地震時慣性力
- 風荷重
- 温度荷重
- 施工時荷重

11.4.2 死荷重

11.4.2.1 常時

死荷重は構造物の自重に加え、建設材料または他の公共事業による載荷荷重を含むものとする。建設材料の単位重量は、下記の表による。

表 11.4.1 単位重量

材料	単位重量	単位
コンクリート：鉄筋／プレストレス	24	kN/m ³
コンクリート：無筋	23.5	kN/m ³
モルタル	21	kN/m ³
構造用鋼	77	kN/m ³
鋳鉄	71	kN/m ³
石積み	22	kN/m ³
木材	8	kN/m ³
水	9.8	kN/m ³
土：乾燥（乱されてないもの）	11.6.1.1 項を参照	kN/m ³
：湿潤（締め固めたもの）		kN/m ³
：飽和したもの		kN/m ³
砂／礫（締め固めたもの）	19	kN/m ³

出典：DPWH Design Guidelines Criteria and Standards (Vol. II) 3.11 Dead Load、NSCP Vol. II Bridges (ASD) 3.3 Dead Load、及び道路橋示方書・同解説（共通編）2.2.1 死荷重

11.4.2.2 地震時

フィリピンの基準 NSCP の橋台設計に従い、地震荷重は、NSCP に示される地震係数を用いて算定する。同基準では、地震係数として $K_h=A/2$ を取ることが推薦されている⁸⁵。図 11.4.1 に示すようにマニラ（ゾーン4）での加速度係数は $A=0.40$ である⁸⁶。従って、地震係数は $K_h=A/2=0.4/2=0.2$ となる。なお、以上の考え方は、既往のフェーズと同様である。

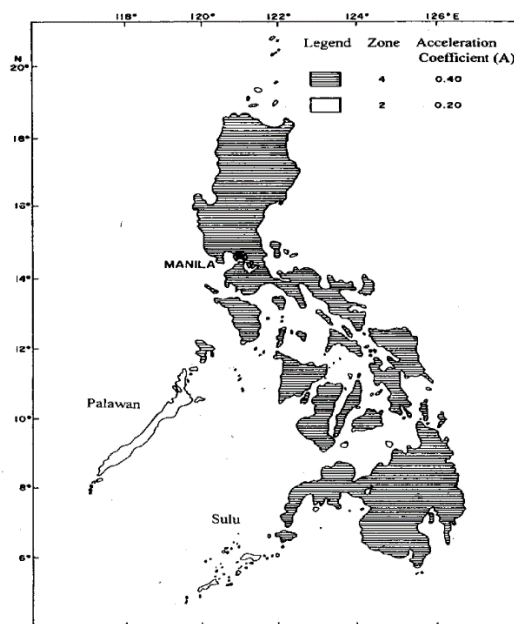


Figure 21.3 Seismic Zone Map of the Philippines

出典：NSCP II Bridges (ASD) 21.3.5 Site Effects

図 11.4.1 フィリピン国の加速度分布図

⁸⁵ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 21.6. Foundation and Abutment Design Requirements

⁸⁶ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 21.3.5 Site Effects

一方、DGCSにて記載されている、福島・田中の距離減衰式による設計水平震度の算定方法⁸⁷に倣い、水平震度を計算すると以下ようになる。

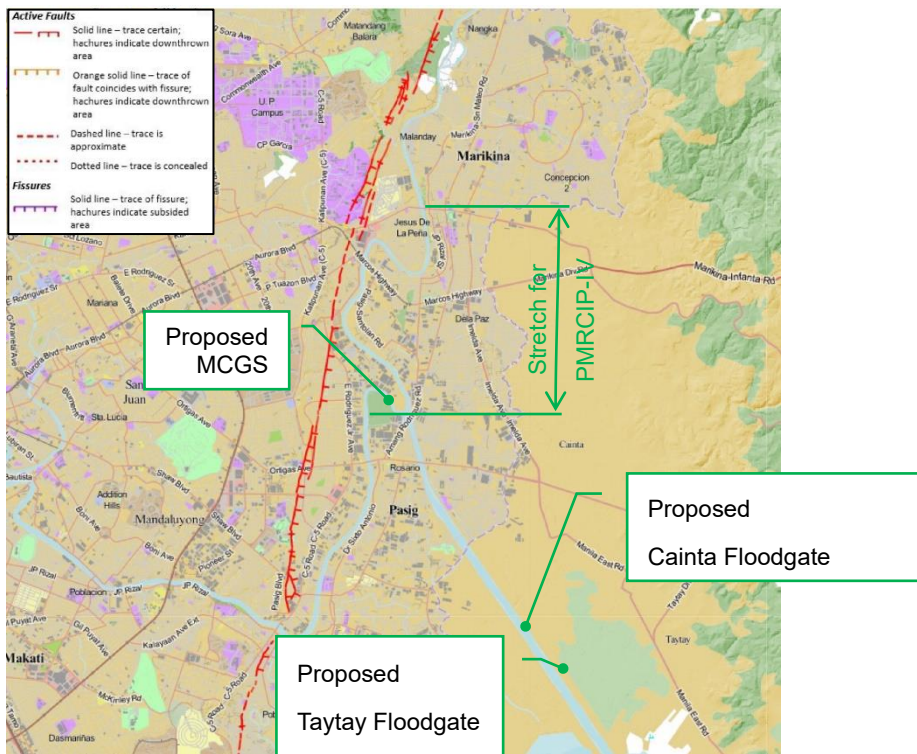
$$\log_{10} A = 0.41M - \log_{10} (R + 0.032 \cdot 10^{0.4M}) - 0.0034R + 1.30$$

ここに、

- A = 平均最大加速度 (cm/sec²)
- R = 震央距離 (km)
- M = 表面波マグニチュード

なお、基礎材料の種類に応じて、平均最大加速度に補正係数が適用される（硬い土：0.87、中程度の土壌：1.07、柔らかい土：1.39）

今回の設計区間にて本式を適用した結果、設計水平震度 A は MCGS 地点（R=1.3km、中程度の土壌）にて 0.76 となる。これは、BSDS に記載されている、当該地点におけるレベル 2 地震相当の最大加速度（PGA）0.6⁸⁸を上回る規模である。従って、本設計で対象とする中規模地震時の水平設計震度は 0.2 を適用する。



出典：The PHIVOLCS Fault Finder

図 11.4.2 マリキナ溪谷断層系 (Valley Fault System)

⁸⁷ DGCS Vol.2a Annex A: Seismicity

⁸⁸ BDS Appendix.3B Spectral Acceleration Maps for Level 2 Earthquake Ground Motion 3B-8

11.4.3 上載荷重

11.4.3.1 土被り 4m 以上の場合

主要構造物に対する上載荷重は、その構造物にとり最も不利な応力が生じる個所に、その個所において想定される設計荷重を載荷させることとする。土かぶりが 4m 以上の場合は、一律 10kN/m² の荷重を考慮する。なお自動車交通がなく歩行者の通行が優先する場合には、歩行者荷重として q=5kN/m² を載荷する。

また構造物の側面への荷重として、常時において上載荷重 q=10kN/m² を、地震時においては q=5kN/m² を載荷する。

表 11.4.2 上載荷重

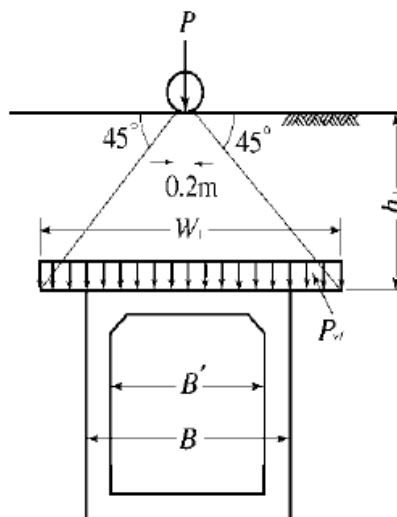
材料	単位	常時	地震時
上載荷重	kN/m ²	10.0	5.0
歩行者荷重	kN/m ²	5.0	0.0

出典：道路土工 カルバート工指針 4-2-3 活荷重・衝撃

11.4.3.2 土被り 4m 以下の場合

通常車両または工事用の重機の通行が考えられる場合には、構造物上部への荷重として、土かぶりが 4m 以下の場合、100kN の自動車の後輪荷重が構造物上に作用するものとする。衝撃荷重は、0.3 を考慮する。

$$\begin{aligned} \text{後輪：PI+I} &= [2 \times \text{後輪荷重(kN)}] / \text{車両占有幅} \times (1 + \text{衝撃荷重})^{89} \\ &= (2 \times 100) / 2.75 \times (1 + 0.30) = 94.5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$



出典：道路土工 カルバート工指針 5-2 荷重

図 11.4.3 4m 以下の土かぶりの場合の集中荷重とその分布⁹⁰

⁸⁹ 道路土工 カルバート工指針 4-2-3 活荷重・衝撃

⁹⁰ 道路土工 カルバート工指針 5-2 荷重

土かぶりが4m以上の場合は、一律10kN/m²の荷重を考慮する。なお自動車交通がなく歩行者の通行が優先する場合には、歩行者荷重としてq=5kN/m²を載荷する。

また構造物の側面への荷重として、常時において上載荷重 q=10kN/m² を、地震時においてはq=5kN/m²を載荷する。

11.4.4 土圧

11.4.4.1 可動壁に作用する常時の土圧

可動壁の土圧は、以下のクーロン土圧公式により算出される⁹¹。

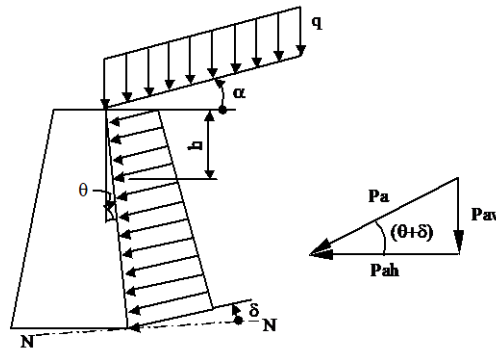
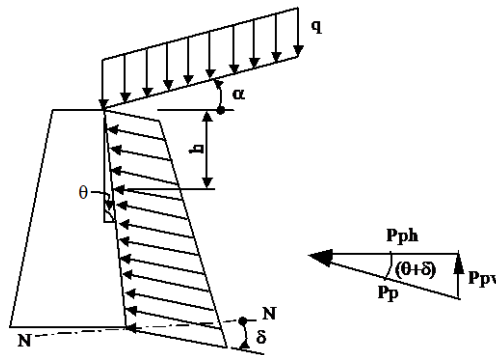


図 11.4.4 主動土圧



出典：調査団

図 11.4.5 受働土圧

砂質土

$$P_a = K_a \gamma h + K_a q$$

$$P_p = K_p \gamma h + K_p q$$

粘性土

$$P_a = K_a \gamma h - 2c\sqrt{K_a} + K_a q$$

⁹¹ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 5.5.2 Earth Pressure and Surcharge Loadings

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\theta + \delta) \sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$P_p = K_p \gamma h + 2c\sqrt{K_p} + K_p q$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\theta - \delta) \sin(\varphi + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ここに、

- Pa : 主働土圧 (kN/m²)
- Pp : 受働土圧 (kN/m²)
- γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)
- Ka : 主働土圧係数
- Kp : 受働土圧係数
- h : 土圧力の作用点での土の深さ Pa, Pp と Ps (m)
- c : 粘着力 (kN/m²)
- q : 常時の上載荷重 (kN/m²)
- φ/φ : 土のせん断抵抗 (度)
- θ : 背面と鉛直面のなす角 (度)
- α : 地表面と水平面のなす角 (度)
- δ : 壁面摩擦角 (度)

11.4.4.2 地震時土圧⁹²

地震時の水平土圧は、地震係数を考慮したクーロン土圧公式に基づいた物部・岡部式により算出される。

$$P_{ea} = K_{ea} \gamma h - 2c\sqrt{K_{ea}} + K_{ea} q$$

$$K_{ea} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta + \theta_0 + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0 + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$P_{ep} = K_{ep} \gamma h - 2c\sqrt{K_{ep}} + K_{ep} q$$

$$K_{ep} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 + \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta - \theta_0 + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0 + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ここに、

- Pea : 地震時主働土圧 (kN/m²)
- Pep : 地震時受働土圧 (kN/m²)
- γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)
- h : 土圧力の作用点での土の深さ (m)
- c : 粘着力 (kN/m²)

⁹² NSCP Vol. II Bridges (ASD) 5.5.4 Seismic Pressure

- ϕ/φ : 土のせん断抵抗（度）
- θ : 背面と鉛直面のなす角（度）
- α : 地表面と水平面のなす角（度）
- δ : 壁面摩擦角（度）
- Kea : 地震時主働土圧係数
- Ke_p : 地震時受働土圧係数
- q' : 地震時上載荷重 (kN/m²)
- θ_0 : 下式で表現される角 (°)

$$\tan \theta_0 = \frac{K_h}{1 - K_v}$$

- K_v : 鉛直地震係数
- K_h : 水平地震係数

11.4.4.3 壁面摩擦角⁹³

壁面摩擦角は以下の表に示す値を使用する。

表 11.4.3 土圧作用面の壁面摩擦角

橋台の種類	計算の種類	摩擦角の種類	壁面摩擦角 δ	
			常時 δ	地震時 δE
重力式橋台	安定計算 壁の断面計算	土とコンクリート	$\phi/3$	0
逆T式橋台 控え壁橋台	安定計算	土と土	ϕ	$\phi/2$
	壁の断面計算	土とコンクリート	$\phi/3$	0

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 p-49

11.4.4.4 固定式壁面（胸壁など）に作用する土圧

水門の堰柱本体に固定される胸壁やU型タイプの翼壁等の部位に作用させる土圧は（常時、地震時）は、以下の区分に従うものとする。

表 11.4.4 胸壁・翼壁に作用する土圧の区分

種別	常時	地震時
胸壁	静止土圧	地震時主動土圧
翼壁（U形タイプ）	静止土圧	地震時静止土圧
翼壁（逆T形タイプ）	主動土圧	地震時主動土圧

出典：柔構造樋門設計の手引き p-50

翼壁が一体化される函体端部は、地震時には変位すると想定されるため胸壁の設計に考慮する地震時土圧は、地震時主動土圧とした。このため、本体が1スパン等で地震時に函体の変位が拘束されることが確かな場合は、地震時静止土圧とするのがよい。

逆T形タイプの翼壁は、水叩きによって床版位置の水平変位が拘束される場合も回転変位は拘束されないので常時・地震時ともに主動土圧としてよい。胸壁、翼壁に作用する静止土圧は、次式による⁹⁴。

⁹³ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 H24.3 p-49

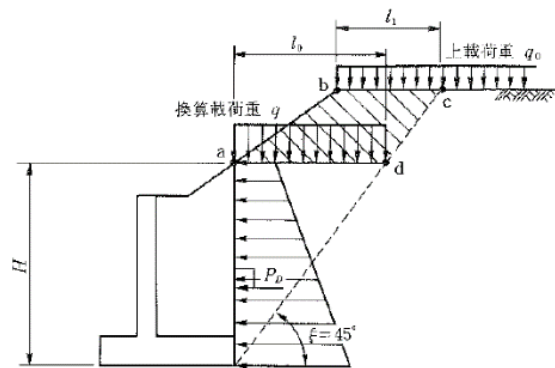
⁹⁴ 柔構造樋門設計の手引き P-50

$$P_{hd} = K_0(\gamma \cdot h + q_0)$$

ここに、

- P_{hd} : 任意の深さの水平土圧強度 (kN/m²)
 K_0 : 静止土圧係数 (通常は 0.5 と考えてよい)
 γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)
 h : 任意の深さ (m)
 q_0 : 上載荷重 (kN/m²)

なお、背面度の傾斜の影響は、以下に示す影響範囲を $\xi = 45^\circ$ と仮定して、この範囲の土重および上載荷重を載荷重に換算してもよい⁹⁵。



出典：柔構造樋門の手引き

図 11.4.6 背面土の換算載荷重

11.4.5 水圧

11.4.5.1 静水圧

水中の構造物に作用する静水圧は、次式で算出する。

$$P_h = \gamma_w h$$

ここに、

- P_h : 水深 h の地点における静水圧 (kN/m²)
 h : 水深 (m)
 γ_w : 水の単位体積重量 (9.8 kN/m³)

11.4.5.2 残留水圧⁹⁶

残留水圧は、以下の方法により設定する。

$$\underline{HWL < GL}$$

$$1. \quad \underline{GWL < WL} \quad RWL = (HWL - WL) \times 2/3$$

⁹⁵ 柔構造樋門設計の手引き P-50

⁹⁶ 柔構造樋門設計の手引き P-54

2. $GWL > WL$ $RWL = (HWL - GWL) \times 2/3$

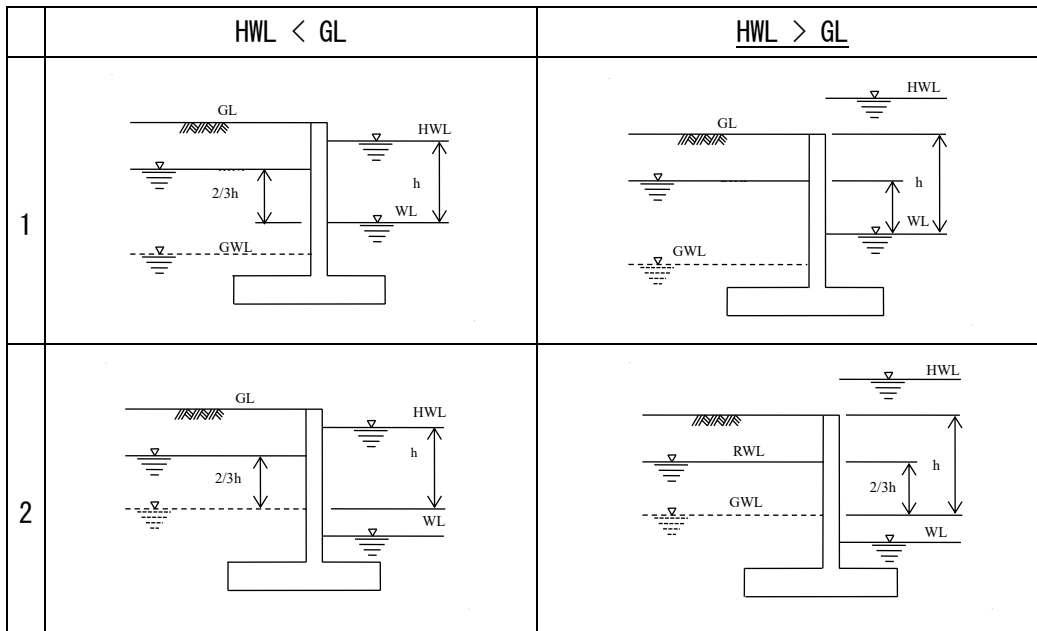
$HWL > GL$

1. $GWL < WL$ $RWL = (GL - WL) \times 2/3$

2. $GWL > WL$ $RWL = (GL - GWL) \times 2/3$

ここで、

- RWL : 残留水位
- HWL : 高水位
- GWL : 自然地下水位
- WL : 前面水位
- GL : 背後地盤高



出典：柔構造樋門の手引き

図 11.4.7 残留水圧の算定における水位の考え方

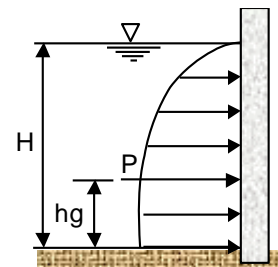
11.4.5.3 地震による動水圧⁹⁷

地震によって構造物に作用する動水圧は、以下のウェスターガードの公式により算出される。

$$P_p = K_p \gamma h + K_p q$$

$$P = \frac{7}{12} Kh \gamma_w b H^2$$

$$hg = \frac{2}{5} H$$



出典：調査団

図 11.4.8 壁面に作用する動水圧

ここに、

- P : 地震による動水圧 (kN)
- Kh : 水平地震係数
- γ_w : 水の単位体積重量 (kN/m³)

⁹⁷ 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 6.2.5 地震時動水圧

- b : 壁構造の幅 (m)
- H : 貯水深 (m)
- hg : 動水圧作用位置 (m)

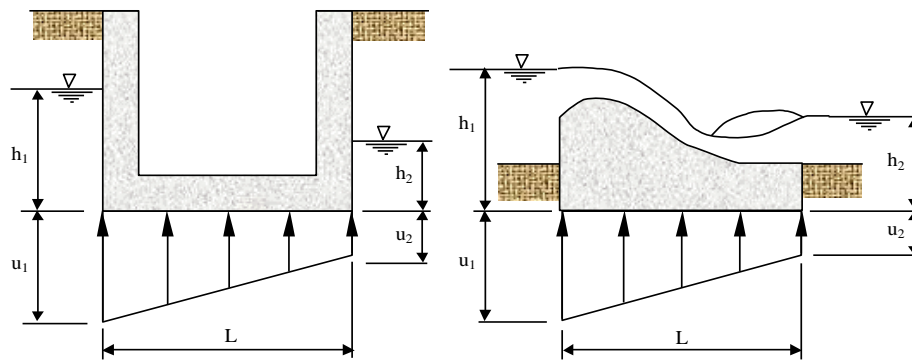
11.4.6 揚圧力⁹⁸

揚圧力は、全体か部分的に水面下に浸る構造物設計では考慮されなければならない。構造物に作用する全揚水圧は、次のように算定される。

$$U = \frac{1}{2} (U_1 + U_2) L \gamma_w$$

ここに、

- U : 全揚圧力 (kN/m)
- U₁ : 上流側水圧 (kN/m²) (U₁ = 9.8 h₁)
- U₂ : 下流側水圧 (kN/m²) (U₂ = 9.8 h₂)
- L : 構造物の底面幅 (m)
- γ_w : 水の単位体積重量 (9.8 kN/m³)



出典：調査団

図 11.4.9 揚圧力

11.4.7 風荷重

(1) 土木構造物の場合

1) 検討方針

河川構造物へ作用する風荷重に関して DGCS Vol.3 Water Engineering に具体的な記述はないため、下記を参考に設定する。

- ・ DGCS vol.5 Bridges (フィリピン)
- ・ 柔構造樋門の手引き (日本)

日本の柔構造樋門の手引きでは、橋梁下部工に作用する風荷重と同じ値を規定しており⁹⁹、一般的に日本国内の樋門や堰・水門等の設計にあたっては河川構造物に作用する風荷重として同手引きで規定されている風荷重が与えられている。よって、本業務においても橋梁下部工に作用す

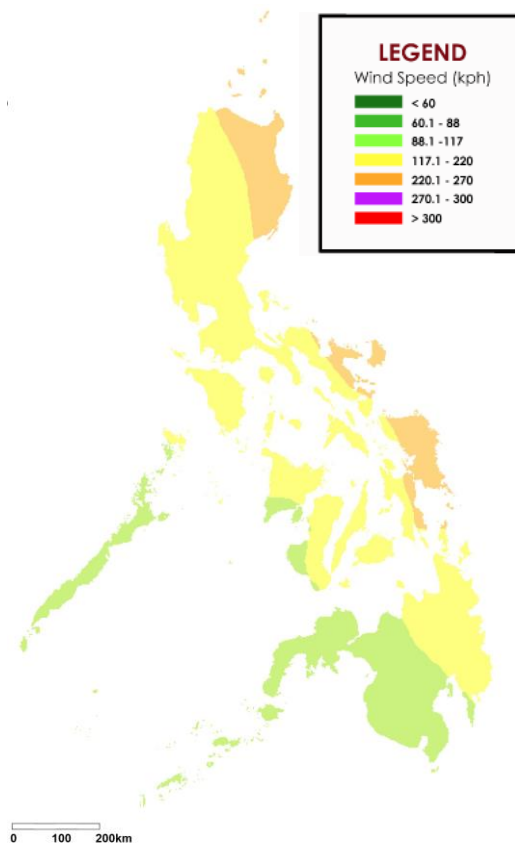
⁹⁸ 道路橋示方書・同解説 I 共通 2.2.8, 浮力または揚圧力

⁹⁹ 柔構造樋門の手引き 3.12 風荷重および道路橋示方書・同解説 I 共通 2.2.9, 風荷重(5)

る風荷重を準用して、風荷重を設定する。

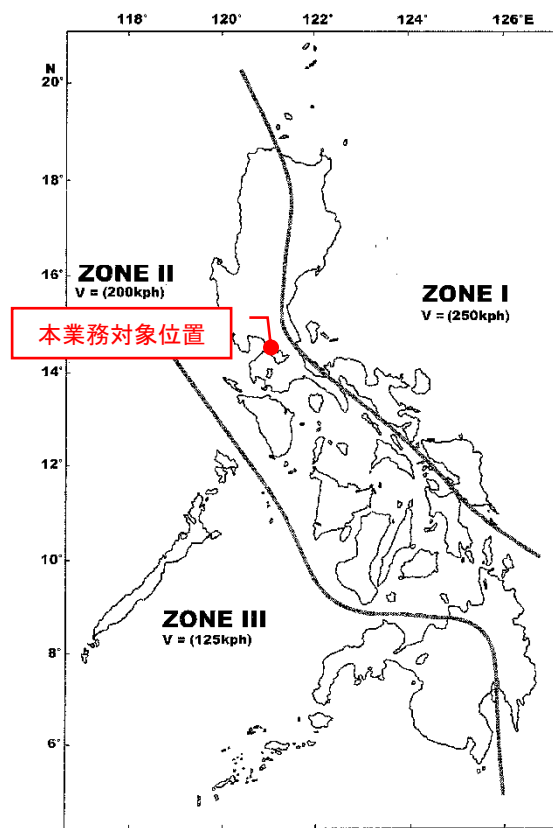
2) 基準風速の設定

DGCS vol.5 Bridges Design において各橋梁別の設計風速を算定する際の 10m 以上の高さまたは計画高水位より上の風速について、PAGASA の示す基準風速図を参考にすることができると記載されている¹⁰⁰。また、PAGASA で公開されている Wind Hazard Map によると 50 年確率の風速分布（図 11.4.10）は、DGCS vol.6 Public Buildings and Other Related Structures（NSCP 2010 年版にも同じ記述あり）に記載されている基準風速（図 11.4.11）とおおむね一致しており、本業務対象位置における基準風速は 200 km/s である。よって、ここでは基準風速を 200 km/s とする。なお、ここで設定する基準風速は、本設計で対象となる建築構造物において適用する基準風速と同一である。



出典：PAGASA Web ページ

図 11.4.10 50 年確率の風速
ハザードマップ



出典：NSCP 2010 年版（DGCS vol.6 の記述と同じ）

図 11.4.11 基準風速図

3) 風荷重の算定

DGCS vol.5 Bridges Design では、橋梁下部工に作用する風荷重について、基準風速 160 km/h として 1.9 kN/m² を与えると規定している¹⁰¹。また、柔構造樋門の手引きでは設計基準風速 40m/s (=144km/h) における風荷重として 2.94 kN/m² を与えると規定している¹⁰²。これらについて、前

¹⁰⁰ DGCS Volume 5 - Bridge Design 10.13.1 Horizontal Wind Pressure

¹⁰¹ DGCS Volume 5 - Bridge Design 10.13.1.1 Wind Pressure on Structures: WS

¹⁰² 柔構造樋門の手引き 3.12 風荷重および道路橋示方書・同解説 I 共通 2.2.9, 風荷重(5)

述のとおり基準風速 200 km/s として風荷重の割り増しを考慮する。割り増した各国基準における風荷重の値を表 11.4.5 に示す。基準風速 200 km/h における風荷重は、日本の柔構造樋門の手引きによる値の方が大きい。フィリピンには日本と比較して、強力な台風が毎年多く襲来していることを考慮すると、日本で採用されている風荷重よりも大きな値を作用させることが妥当だといえる。よって、柔構造樋門の手引きにおける風荷重に基準風速 200 km/h とした場合の割り増しを考慮し、本設計では、4.17kN/m²を与える。

表 11.4.5 基準風速 200 km/s における風荷重の割り増し

項目	DGCS, Philippine		柔構造樋門の手引き（日本）	
	設計基準値	割増値	設計基準値	割増値
風速：Wind Speed (km/h)	160	200	144	200
風荷重：Wind Load (kN/m ²)	1.9	2.38	3.0	4.17（採用）

出典：調査団

(2) 建築構造物の場合¹⁰³

建築構造物に作用する風荷重は、DGCS vol.6 Public Buildings and Other Related Structures および NSCP 2010 年版に従い算定する。

$$q_z = 47.3 \times 10^{-6} \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I_w$$

ここで、

- q_z : 風速圧
- K_d : NSCP Table 207-2 に示される風向要素
- K_z : 高さ z における風速圧露出係数
- K_{zt} : NSCP Section 207.5.7 で定義される地形要素
- V : NSCP Section 207.5.4 で定義される基準風速
- I_w : NSCP Section 207.5.5 で定義される重要度係数

Rigid Buildings の場合: $p = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (GC_{pi})$

Flexible Buildings の場合: $p = q \cdot G_f \cdot C_p - q_i \cdot (GC_{pi})$

ここで、

- p : 風荷重
- q : 地表面から高さ z における風上側の壁に作用する q_z
- q : 地表面から高さ z における風下側の壁、側壁、屋根に作用する q_h
- q_i : 風上側の壁、風下側の壁、囲まれた建物の屋根に作用する q_h および部分的に囲まれた建物における負方向の内圧 f_{pr}
- q_i : 部分的に密閉された建物の正方向の内圧を評価する場合で、正方向の内圧に影響を与える建物におけるもっとも高い開口高さにおける q_z
- G, G_f : NSCP Section 207.5.8 による突風効果要素 (NSCP Section 207.5.12.2 の内容を参照)
- C_p : NSCP Figure 207-6 or 207-8 による外圧係数
- (GC_{pi}) : NSCP Figure 207-5 による内圧係数; q および q_i は NSCP Section 207.5.6.3 に示される露出により評価される。風圧は、NSCP Figures 207-6 および 207-8 で定義される風上側および風下側に同時に作用する。

¹⁰³ DPWH Design Guidelines Criteria and Standards vol. 6 4.2.7 Wind Load

11.4.8 温度荷重¹⁰⁴

構造物の設計では、温度の変化による応力や動きについての規定が設けられるべきである。温度の上昇や下降は、構造物が建設される地域に対して定められるべきもので、架設時の仮定温度から計算されるべきものである。温度の空気中での範囲間の差、及びマス・コンクリート部材と構造物の内部応力には、しかるべき考慮が払われるべきである。温度の範囲は次の通りである：

鋼構造物 : 17.8℃~48.9℃
 コンクリート構造物 : 温度上昇=16.7℃ 温度下降=22.2℃

上記を踏まえて下式の荷重を考慮する。

$$\text{温度荷重 } N_t = A_b \times E_c \times \varepsilon \times \Delta t$$

ここに、 A_b ：部材断面積（ m^2 ）、 E_c ：弾性係数（21,383.7N/m²）、 ε ：線膨張係数（ 10.8×10^{-6} ）、 Δt ：温度昇降量（℃、それぞれ+16.7℃、-22.2℃を採用）。

11.4.9 ゲートの開閉荷重

門柱・操作台等の設計荷重では、ゲートの開閉荷重を使用する。なお、ゲートの荷重表には、通常のゲート操作で生じる「定格時」と、開閉機構異常時の機構保護を目的とした「最大時」があり、後者が前者の300%となる。

門柱・操作台の設計時では、開閉機構異常時が極めて稀な事象であること、門柱の設計でこのような荷重に対する許容値の割り増しの概念がないことから、設計時には、「定格時」のみを考慮する。

11.4.10 荷重の組み合わせ¹⁰⁵

11.4.10.1 荷重の組み合わせ

全ての構造物は、いかなる時点であろうと、構造物に及ぼす最悪の組合せの結果生じる最大の応力度について、以下のグループの状態を考慮して設計される。また、構造物のそれぞれの構成材は、これらの力の全ての組合せに安全に耐えるよう釣り合いを取る。

グループ I（常時） : D+L+I+E+H+U+F+O (+T 温度変化を考慮する構造物の場合)
 グループ II（風荷重 I） : D+E+H+U+F+W (+T 温度変化を考慮する構造物の場合)
 グループ III（風荷重 II） : グループ I+0.3W+WL+LF (+T 温度変化を考慮する構造物の場合)
 グループ VII（地震時） : D+Ee+H+U+V+He

ここに、

D : 死荷重
 L : 活荷重
 I : 活荷重の衝撃／動的効果
 E : 土圧
 H : 静水圧
 U : 揚圧力
 W : 構造物への風荷重

¹⁰⁴ DPWH Design Guidelines Criteria and Standards (Vol. II) 3.16 Thermal Forces

¹⁰⁵ DPWH Design Guidelines Criteria and Standards (Vol. II) 3.1 Loads

- WL : 活荷重への風荷重
- LF : 活荷重からの車線方向力
- V : 地震荷重
- F : 流水圧
- Ee : 地震による土圧
- He : 地震による動水圧
- T : 温度荷重
- O : ゲート開閉荷重

11.4.10.2 各組合せ時の許容応力度の割増

許容応力度における次の割増を、上記に列記した荷重の組合せに適用する。なお、地震時の割増係数について、コンクリート構造物はフィリピンの設計基準に準じるものとし、表 11.4.6 のグループⅣにおける 33%を適用する。鋼矢板の計算については、設計手法と安全照査の方法は、日本の基準（道路橋示方書及び災害復旧工事の設計要領）に準じて実施する。従って、設計から照査までの一貫性を考慮して、道路橋示方書の割増係数を使用するものとし、地震時は 50%割り増しするものとする。

表 11.4.6 許容応力の割増し

DPWH Design Guidelines Criteria and Standards Vol. II ¹⁰⁶	グループⅠ（常時）	なし（25% ^註 ）
	グループⅡ（風荷重Ⅰ）	25%（40% ^註 ）
	グループⅢ（風荷重Ⅱ）	25%（40% ^註 ）
	グループⅦ（地震時）	33%
道路橋示方書・同解説Ⅳ（下部構造編） ¹⁰⁷	常時	なし
	地震時	50%
道路土工 仮設構造物工指針 ¹⁰⁸	仮設時	50%

出典：DGCS および道路橋示方書・同解説より調査団作成

注：温度変化を考慮する構造物の場合

11.5 構造物の安定計算手法

11.5.1 滑動

滑動に対する最小安全係数は、次のとおりである^{109,110}。

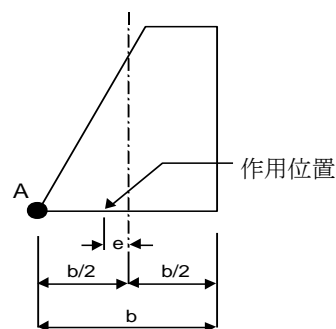
$$SF = \frac{\text{全鉛直力} \times f}{\text{全水平力}}$$

ここに、

- SF ≥ 1.5 : 常時
- SF ≥ 1.2 : 地震時

fは次の値とする。

- コンクリートと岩 : f = 0.7
- コンクリートと礫または栗石 : f = 0.6
- コンクリートと砂質地盤 : f = 0.6
- コンクリートと粘性地盤 : f = 0.5



出典：調査団

図 11.5.1 作用位置

¹⁰⁶ DPWH Design Guidelines Criteria and Standards Vol. II 3.1 Loads

¹⁰⁷ 道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編 4.1 一般

¹⁰⁸ 道路土工 仮設構造物指針 2-6 許容応力度

¹⁰⁹ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 5.5.5 Structural Dimensions and External Stability

¹¹⁰ 道路土工 擁壁工指針 2-1-3 安定に対する検討

11.5.2 転倒

転倒に対する構造物の安定については、次の条件を満足しなければならない^{111, 112}。

$$e = \left| \frac{b}{2} - \frac{M}{N} \right| \leq \frac{b}{6} \quad : \text{常時}$$

$$e = \left| \frac{b}{2} - \frac{M}{N} \right| \leq \frac{b}{3} \quad : \text{地震時、洪水時、強風時}$$

ここに、

- b : 基礎の幅 (m)
- M : A点を中心とする全モーメント (kN・m)
- N : 全鉛直力 (kN)
- e : 偏心 (m)

11.5.3 斜面/基礎の滑り

円弧すべり法により計算された斜面すべりに対する最小安全係数は次の通りである。

$$SF = \frac{\sum\{c + (W - ub) \cdot \cos\alpha \cdot \tan\phi\}}{\sum W \cdot \sin\alpha} \quad SF \geq 1.2 : \text{常時}^{113}$$

ここに、

- SF : 安全率
- u : すべり面の間隙水圧 (kPa)
- W : 分割片の重量(kN/m)
- c : すべり面に沿う土の粘着力(kPa)
- l : 円弧の長さ(m)
- ϕ : すべり面に沿う土の内部摩擦角(°)
- b : 分割片の幅(m)

安全係数 SF は、2015 年最新版の DGCS Vol. II によると、所要安全率を 1.5 としている。ただし、パッシング・マリキナ川水系における河川構造物の設計ではこれまで、日本の「道路土工指針」にて示されている修正フェレニウス法による検討を行い、常時の安全係数=1.2（地震時の安全率 1.0）にて整備を進めている。上下流で構造物の安全度に差異が生じることは望ましくないことから、今回も 1.2 を踏襲するものとした。なお、日本では安全率 1.2 で整備が進められているが、現在の実績として大きな問題は生じていない。

11.5.4 浸透/パイピング

11.5.4.1 浸透・パイピングの検討¹¹⁴

浸透やパイピングが、構造物の底部に生じる可能性が高い不浸透盛土に対しては、下記に示すレー

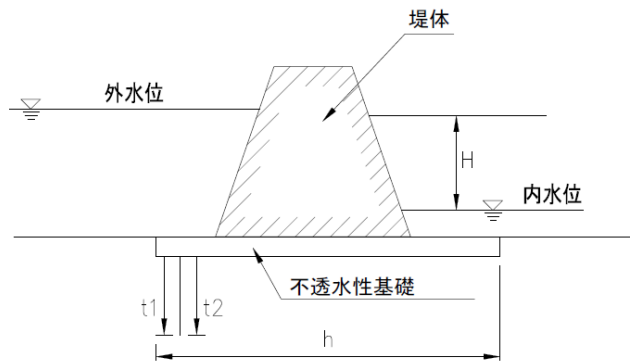
¹¹¹ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 5.5.5 Structural Dimensions and External Stability

¹¹² 道路土工 擁壁工指針 2-1-3 安定に対する検討

¹¹³ 河川砂防技術基準（案）同解説 設計編[I] 2.3.2 浸透に対する安全率の照査

¹¹⁴ 柔構造樋門設計の手引き 7.13 遮水工の設計

ンのクリープ理論または流線網を用いて検討する。



出典：調査団

図 11.5.2 クリープ距離

$$\text{クリープ距離} = \Sigma \left(v + \frac{1}{3}h \right) \qquad \text{クリープ・ヘッド率} \leq \text{クリープ距離} / H$$

ここに、

- v : 増加垂直クリープ距離
- h : 増加水平クリープ距離
- H : 流入部と流出部の水頭差

材料ごとのクリープ比は次の通りである：

表 11.5.1 土圧作用面の壁面摩擦角

材料	率
細粒分質砂またはシルト	8.5
細砂	7.0
中位の砂	6.0
粗砂	5.0
細粒礫	4.0
中位の礫	3.5
栗石を含む粗礫	3.0
栗石や礫を含む巨礫	2.5
やわらかい粘土	3.0
中位の粘土	2.0
堅い粘土	1.8

出典：柔構造樋門の手引き 7.13 遮水工の設計

11.5.4.2 浸透・パイピング対策¹¹⁵

検討の結果、対策が必要な場合は、下記に示す対策を行う。

- (1) 上流側斜面及びエプロンの舗装
- (2) 不浸透性
- (3) 垂直のカットオフ壁
- (4) フィルター布またはリバース・フィルターを有する栗石のり尻

¹¹⁵ 河川堤防の構造検討の手引き 4.4.3 強化工法の選定

上記の対策は、浸透やクリープの通り道を長くし、その結果により、パイピングの可能性を下げ、揚圧力を開放する方向に向かうようになる。また、堤体内の浸潤線を低下させ、浸透破壊を防止する工法としては、以下の対策が考えられる。

- (5) 裏法尻ドレーン
- (5) 貫通パイプ（パイプドレーン）

11.5.5 圧密沈下

圧密沈下の検討が必要な場合には、下記に示すテルツァーギ圧密理論を適用して検討する。¹¹⁶

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} H \\ &= mv H \Delta p \\ &= \frac{av}{1 + e_1} H \Delta p \end{aligned}$$

ここに、

- S_c : 全沈下量 (m)
- e_1, e_2 : 盛土後の初期間隙比
- H : 圧密層厚 (m)
- mv : 体積圧縮係数 (m²/kN)
- Δp : 増加荷重 (kN/m²)
- av : 圧縮係数 (m²/kN)

11.5.6 直接基礎

許容地盤支持力(Qa)は、次に示す安全係数を使う極限地盤支持力により得られる^{117,118}。

$$Qa = \frac{Qu}{SF}$$

- SF = 3 (常時)
- SF = 2 (地震時)

基礎地盤の極限支持力は、次式により算定される。

$$Qu = A' \left\{ \alpha k c N_c + k q N_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B' N_r \right\}$$

ここに、

- Qu : 極限支持力 (kN)
- A' : フーチングの有効載荷面積 (m²) (次の図を参照)
- α, β : 次の表に示す基礎の形状係数

¹¹⁶ 河川土工マニュアル 3.2.3 軟弱地盤の沈下

¹¹⁷ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 4.4.7.1 Bearing Capacity

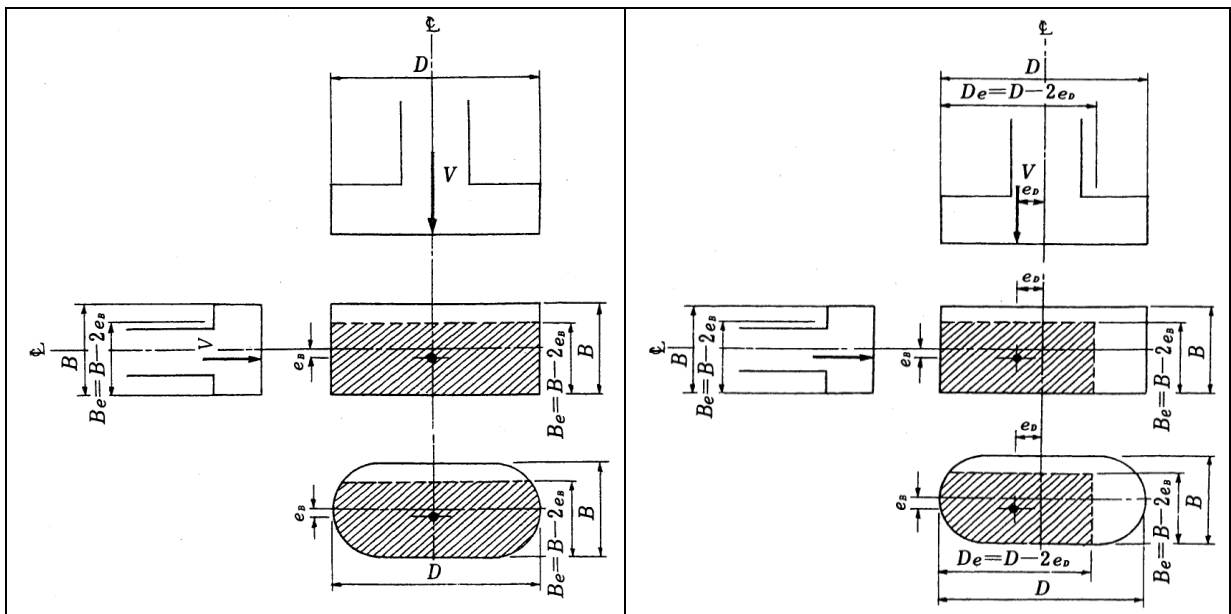
¹¹⁸ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 10.3.1 基礎底面地盤の許容鉛直支持力

表 11.5.2 基礎の形状係数

基礎の形状	α	β
帯状	1.0	1.0
正方形、円形	1.3	0.6
長方形、楕円	$1+0.3B'/L'$	$1-0.4B'/L'$

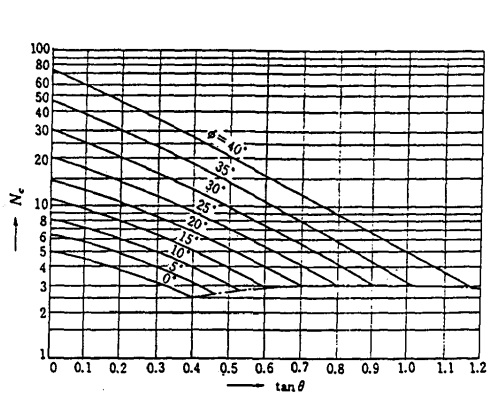
出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 10.3.3 より編集

- C : 地盤の粘着力 (kN/m²)
- q : 上載荷重 (kN/m²)
= $\gamma_2 \cdot D_f$
- γ_1, γ_2 : 支持地盤の単位重量 (kN/m³)
- B', L' : 次の図で示す有効載荷面積での幅と長さ
- B' : $B - 2e_H; L' = L - 2e_L$
- E : 次の図に示す基礎底面に作用する鉛直荷重の作用位置と基礎中心との距離 (m)
- Df : 地表面から基礎底面までの深さ (m)
- K : 係数 $(1+0.3 \times Df/B)$
- Df' : 基礎の有効根入れ深さ (m)
- Nc, Nq, Nr : 支持力係数 (図 11.5.4 を参照)

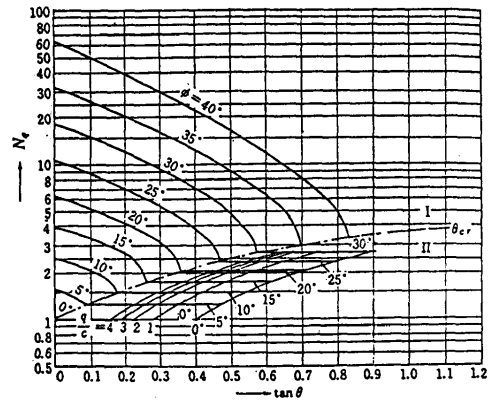


出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 10.3.4, 10.3.5

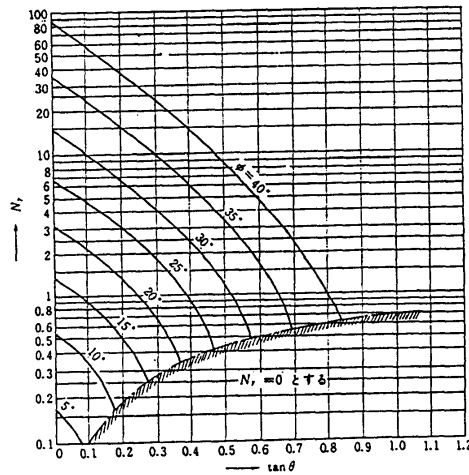
図 11.5.3 基礎底面の載荷面積



Graph for Bearing Capacity Factor N_c



Graph for Bearing Capacity Factor N_q



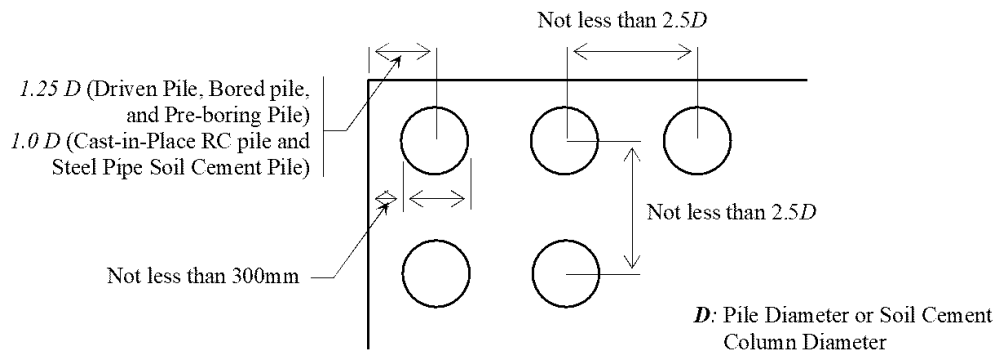
Graph for Bearing Capacity Factor N_r

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 10.3.1, 10.3.2, 10.3.3

図 11.5.4 支持力係数のグラフ

11.5.7 杭基礎

11.5.7.1 杭の配置



出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 図-解 12.3.1 および BSDS, 5-16

図 11.5.5 杭の最小中心間隔及びフーチング縁端距離

11.5.7.2 許容軸方向押込み支持力度

許容軸方向押込み支持力度は、次式により得られる¹¹⁹；

$$R_a = \{q_d A + U \sum (1_i f_i)\} / SF$$

ここに、

- R_a : 杭の許容支持力 (kN)
- q_d : 杭先端における単位面積当たりの極限支持力 (kN/m²)
- A : 杭先端面積 (m²)
- U : 杭の周長 (m)
- 1_i : 層厚 (m)
- F_i : 層の最大周面摩擦力: (kN/m²) 下記の表を参照；

表 11.5.3 周面摩擦力度

Table C5.4.3.3-5 Maximum Shaft Resistance Intensity (kN/m²)

Pile Installation Method	Ground Type	
	Sandy Soil	Cohesive Soil
Driven Pile Method (including Vibro-Hammer Method)	2N (≤ 100)	c or 10N (≤ 150)
Cast-in-place RC pile method	5N (≤ 200)	c or 10N (≤ 150)
Bored Pile Method	2N (≤ 100)	0.8 c or 8N (≤ 100)
Pre-bored Pile Method	5N (≤ 150)	c or 10N (≤ 100)
Steel Pipe Soil Cement Pile Method	10N (≤ 200)	c or 10N (≤ 200)

出典：BSDS, 5-24

- C : 地盤の粘着力
- N : N値
- SF : 次表における安全率

表 11.5.4 安全率

荷重状態	安全率	
	支持杭	摩擦杭
常時	3	4
地震時	2	3

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表 12.4.1

なお、支持杭とは、支持力の主要な要素が、杭先端地盤の特質に基づくその抵抗力によって支持される杭の事を言う。

摩擦杭とは、支持力の主要な要素が、根入れ長の杭の側部に沿った地盤の抵抗力によってのみ支持される杭の事を言う。打込み支持杭の場合、杭先端における単位面積当たりの極限支持力は、次の図を使い算定される。（この図は、杭先端地盤が、粘性土、砂及び礫地盤に適用される。）

本設計では、下図における開端鋼管杭の場合を適用し、極限支持力を算定する。

¹¹⁹ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 12.4 杭の許容支持力

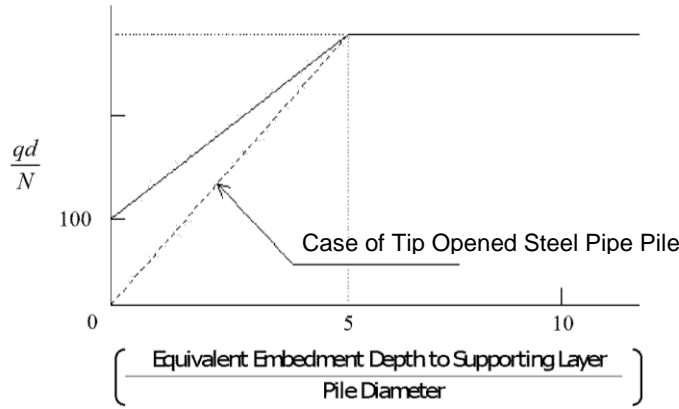


Figure C5.4.3.3-1 Evaluation Chart for Ultimate End Bearing Capacity Intensity (q_d)

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 図-解 12.4.2 および: BSDS, P5-19

図 11.5.6 杭先端地盤の極限支持力度 q_d の算定図

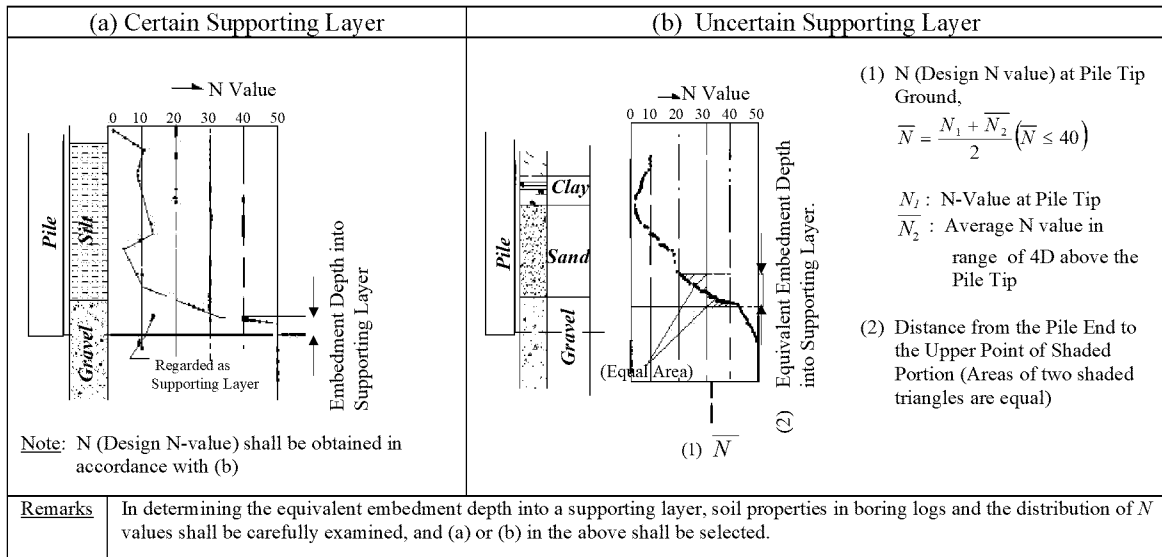


Figure C5.4.3.3-2 Determination Method of Equivalent Embedment Depth into Supporting Layer

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 図-解 12.4.3 および BSDS, P5-19

図 11.5.7 支持層への換算根入れ深さの決定法

極限支持力を算定するための N 値は次のように求められる。

$$N = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

ここに、

- N_1 : 杭先端における SPT N 値
- N_2 : 杭先端から上方に $4D$ の範囲における SPT の N 値
- D : 円形杭の径、または四角い杭の側辺 (m)

場所打ち杭の場合、極限支持力度 (q_d) は、次の表に示す。

表 11.5.5 場所打ち杭の極限支持力度

地盤種類	極限支持力度, qd: (kN/m ²)
砂礫層及び砂層(N>30)	3,000
硬質粘土層	3q _u

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 12.4.1 より抜粋

ここに、

q_u : 一軸圧縮強度 (kN/m²)

11.5.7.3 許容軸方向引抜き力¹²⁰

杭の許容軸方向引抜き力は、次式による求めるものとする。

$$P_a = P_u / SF + W$$

ここに、

P_a : 杭頭における許容軸方向引抜き力 (kN)
 P_u : 地盤から決まる杭の軸方向引抜き力 (kN)
 P_u : $U \sum (l_i f_i)$
 W : 杭の有効重量 (kN)

安全率は次の通り

$$\begin{aligned} SF &= 6 \text{ (常時)} \\ SF &= 3 \text{ (地震時)} \end{aligned}$$

11.5.7.4 許容横方向支持力

(1) 杭頭が地盤の下に位置する場合

$$H_a = \frac{kD}{\beta} \delta_\alpha$$

(2) 杭頭が地盤より突出している場合

$$H_a = \frac{4EI\beta^3}{1 + \beta h} \delta_\alpha$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kD}{4EI}}$$

ここに、

H_a : 杭の許容水平方向支持力 (kN)
 k : 水平方向地盤反力係数 (kN/cm³)

¹²⁰ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 12.4.2 1本の杭の軸方向許容引抜き抵抗力

- D : 杭径 (cm)
- E : 杭本体の弾性係数 (kN/cm²)
- I : 杭本体の断面二次モーメント (cm⁴)
- h : 杭の地上高 (cm)
- β : 杭の特性値 (cm⁻¹)
- δ_a : 杭の許容変位 (cm)

11.5.7.5 杭の許容変位¹²¹

(1) 堰・水門の場合

堰・水門において直接基礎を採用する場合の許容水平変位は 1cm と標準とする¹²²。

(2) その他の構造物の場合

その他の杭基礎構造物の許容変位は次の通りとする。

表 11.5.6 杭の許容変位量

変位の種類	常時・地震時
水平変位	原則として基礎幅の 1% (ただし、15mm < δa < 50mm)

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 9.2 設計の基本 P.270

11.5.7.6 軸方向ばね定数

杭の軸方向バネ定数 (K_v) は、次式により求めることが出来る¹²³：

$$K_v = a \times \frac{A_p E_p}{L}$$

aは以下によって算定する。

- 0.014 (L/D)+ 0.72 (打込み杭 (打撃工法) の場合)
- 0.031 (L/D)-0.15 (場所打ち杭の場合)

ここに、

- K_v : 杭の軸方向バネ定数 (kN/m)
- A_p : 杭の純断面積 (mm²)
- E_p : 杭のヤング係数 (kN/mm²)
- L : 杭長 (m)
- D : 杭径 (m)

11.5.7.7 杭反力と基礎の変位

杭反力と基礎の変位は、変位法により算定される。しかしながら、全体の杭基礎が比較的硬い場合、単純な変位法を用いてもよい。

¹²¹ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 9.2 設計の基本

¹²² 河川砂防技術基準 (案) 同解説設計編 [I] 7.2.4 基礎

¹²³ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 12.6 杭のバネ定数

11.6 使用する材料の構造特性

11.6.1 地盤係数/特性

11.6.1.1 土の単位体積重量

土の係数は試験室の試験の結果決定する。もし利用可能なデータがない場合は、単位体積重量の次の基準を適用する。

表 11.6.1 土の単位重量¹²⁴

土の種類		湿潤(kN/m ³)	
		ゆるい	縮まった
自然の基礎	砂または礫	18	20
	砂質地盤	17	19
	粘性地盤	14	18
盛土	砂または礫	20	
	砂質地盤	19	
	粘性地盤	18	

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 2.2.4

11.6.1.2 粘性地盤の粘着力

粘性地盤の粘着力は、三軸圧縮試験または一軸圧縮試験により決定する。一軸圧縮試験を使用する場合、次の計算式を、粘土の粘着力を算定するのに使用する。

$$c = \frac{q_u}{2} \quad 125$$

ここに、

c : 粘着力 (kN/m²)
 q_u : 一軸圧縮強さ (kN/m²)

利用できるデータがない場合は、粘着力は次の N 値を利用して算定できる。

$$c = 6 \sim 10N \quad (\text{kN/m}^2)$$

11.6.1.3 粘性が低い地盤の内部摩擦角

粘着力が小さい地盤の内部摩擦角は、一面せん断試験、一軸圧縮試験または三軸圧縮試験のいずれかで決定する。しかし砂質地盤または利用できるデータがない場合、次式により算定する。

$$\phi = 15 + \sqrt{15N} \leq 45^\circ \quad : N > 5^{126} \text{ の場合}$$

ここに、

ϕ : 内部摩擦角 (度)
 N : 標準貫入試験による N 値

¹²⁴ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 2.2.6 土圧

¹²⁵ 道路土工 擁壁工指針 1-4-2 設計諸定数の設定

¹²⁶ 道路土工 擁壁工指針 1-4-2 設計諸定数の設定

11.6.1.4 基礎地盤の横方向反力係数

杭基礎の設計においては、地盤の横方向反力係数は次の手法を利用して算定できる¹²⁷。

$$K_H = K_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4}$$

ここに、

- K_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)
- K_{H0} : 直径 0.3m の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水 平方向地盤反力係数 (kN/m³) で、各種土質試験または調査により求めた変形係数 : E_0 から推定する場合は下式により求める

$$K_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

ここに

- α : 下記の表で得られる係数
- E_0 : 地盤試験または下記の表での式により得られる設計のための地盤変形係数
- B_H : 荷重作用方向にする基礎の換算載荷幅 (m)

表 11.6.2 E_0 と α

変形係数 E_0 (kN/m ²)	α 値	
	常時、暴風時	地震時
直径 0.3m の剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の 1/2	1	2
孔内水平載荷試験で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験から求められた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より $E_0=2800N$ で推定した変形係数	1	2

出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 表-解 9.6.1

11.6.1.5 圧縮指数

地盤または基礎地盤の圧縮指数は、圧縮試験により決定される。しかしデータが利用できない場合、次式により算定できる¹²⁸。

$$C_c = 0.009 (LL - 10)$$

または、

$$C_c = 0.0054 (2.6 w - 35)$$

ここに、

- C_c : 圧縮指数
- LL : 液性限界 (%)
- w : 自然含水比 (%)

¹²⁷道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 9.6.2 地盤反力係数

¹²⁸道路土工 擁壁工指針 1-4-2 設計諸定数の設定

11.6.1.6 透水性

土および基礎地盤の透水性は、現場または室内での透水試験に基づいて決定するが、次のヘーゼン (Hazen) の式、または下表のクレーガ (Creager) の表により算定できる。

$$k = C (0.7 + 0.03 t) D_{10}^2$$

ここに、

- k : 透水係数 (cm/sec)
- D_{10} : 重量による 10%ふるいを通過した粒径 (cm)
- t : 温度 (°C)
- C : 係数 (50 ~ 100)

各種の材料における透水係数は、次の通りである。

表 11.6.3 透水係数 (クレーガの表)

土質	D_{10} (mm)	k (cm/s)
粗粘土	0.05	3.0×10^{-6}
細粒シルト	0.01	1.0×10^{-5}
粗粒シルト	0.02	4.0×10^{-5}
	0.05	2.8×10^{-4}
微細砂	0.06	4.0×10^{-4}
	0.10	1.7×10^{-3}
細砂	0.12	2.6×10^{-3}
	0.25	1.4×10^{-2}
中砂	0.30	2.2×10^{-2}
	0.50	7.5×10^{-2}
粗粒砂	0.60	1.1×10^{-1}
	1.00	3.6×10^{-1}

出典：Creager の表

11.6.2 鋼矢板

11.6.2.1 使用材料

鋼矢板の設計においては、外力によって鋼矢板内に発生する応力および変化が許容値以下となるように、適切な規模の鋼矢板を選定、適用する。鋼矢板の種類としては、U形鋼矢板 (SP-IA～SP-VIL) およびハット形鋼矢板 (SP-10H、SP-25H、) がある。設計計算において、最大規模の鋼矢板 (SP-VIL) を対象に算出される発生応力もしくは変位が許容値を超過する場合は、鋼矢板護岸を増強して発生応力および変位を許容値以下に抑えるため、H形鋼付鋼矢板を適用する。

11.6.2.2 断面効率

U字形鋼矢板の計算での剛度は 20%低減 (例えば、断面二次モーメント： $I \times 0.8$) を適用する。低減は、最大荷重時の U字形矢板のそりを防ぐものである。一方、ハット形鋼矢板の剛度は、鋼矢板間の接合構造特性により低減はない。

表 11.6.4 鋼矢板擁壁の断面二次モーメントおよび断面係数の有効率¹²⁹

項目	計算種別	断面係数の有効率	
		ハット形鋼矢板	U形鋼矢板
断面二次モーメント	根入れ長の計算	全断面有効(100%)	
	変位・断面力計算	全断面有効(100%)	全断面有効の 80%
断面係数	応力度の計算	全断面有効(100%)	

出典：自立式鋼矢板擁壁／設計マニュアルより抜粋

11.6.2.3 構造

鋼矢板護岸の強度を増加させるために H 形鋼が添付される場合は、両者を溶接にて接合する。

11.6.2.4 鋼矢板のタイプおよび材料特性

鋼矢板は、JIS A-5523 で規定されている、最小降伏強度 (Fy) 295 MPa 以上の強度を有する SYW295 によって製作されなければならない。JIS A-5523 に規定されている、SYW295 製鋼矢板の仕様を表 11.6.5 に示す。

表 11.6.5 各種鋼矢板の諸元

Type of SSP	Dimension (mm)			Per 1.0m (original condition)				Per 1.0m (after corrosion)	
	W	h	t	A (cm ²)	I (cm ⁴)	Z (cm ³)	Weight (kg/m)	I' (cm ⁴ /m)	Z' (cm ³ /m)
U-Shape									
SP-IA	400	85	8.0	113.0	4500	529	89	3420	402
SP-II _w	600	130	10.3	131.2	13000	1000	103	10500	810
SP-III _w	600	180	13.4	173.2	32400	1800	136	27500	1530
SP-IV _w	600	210	18.0	225.5	56700	2700	177	49900	2380
SP-V _L	500	200	24.3	267.6	63000	3150	210	57300	2870
SP-V _L	500	225	27.6	306.0	86000	3820	240	79100	3510
Hat-Shape									
SP-10H	900	230	10.8	122.2	10500	902	96	8300	713
SP-25H	900	300	13.2	160.4	24400	1610	126	20000	1320
SP-45H	900	368	15.0	207.8	45000	2450	163	38300	2080
SP-50H	900	370	17.0	236.3	51100	2760	186	44500	2400

I', Z': 2mm の腐食代を考慮した後の値 (それぞれの側に 1mm)

出典：Steel Sheet Pile Association Data

H形鋼付鋼矢板の断面特性を表 11.6.6 に示す。

¹²⁹ 「自立式鋼矢板擁壁／設計マニュアル」平成19年12月 鋼管杭協会

表 11.6.6 H形鋼付鋼矢板の材料特性

SSP	H-Beam	Per 1.0m				Weight (kg/m ²)
		Original condition		After corrosion		
		I (cm ⁴ /m)	Z (cm ³ /m)	I' (cm ⁴ /m)	Z' (cm ³ /m)	
SP-10H	400x200x9x22	114000	3250	95900	2820	202
	450x200x12x25	145000	4070	128000	3580	226
	450x250x9x22	154000	4160	131000	3630	225
	450x250x12x28	177000	5050	152000	4500	261
	500x200x12x25	180000	4480	154000	3950	232
	500x250x12x28	212000	5560	183000	4960	266
	550x200x12x28	213000	4920	182000	4330	237
	550x250x12x28	252000	6090	217000	5430	271
	600x200x12x28	262000	5720	226000	5070	252
	600x250x12x28	295000	6640	255000	5920	276
	650x200x12x28	305000	6220	262000	5510	257
	650x250x12x28	342000	7200	296000	6420	282
	700x200x12x28	353000	6780	304000	6020	264
	700x250x12x25	375000	7330	323000	6480	275
	750x250x12x25	429000	7900	369000	6980	281
	750x250x14x28	462000	8730	401000	7810	305
	800x250x16x28	537000	9710	467000	872	324
	850x250x14x25	563000	9470	486000	8390	305
900x250x16x28	681000	11200	593000	9990	338	
SP-25H	450x250x12x28	228000	5890	198000	5250	290
	500x250x12x28	268000	6380	233000	5690	295
	550x250x12x28	312000	6900	271000	6160	301
	600x250x12x28	360000	7440	314000	6640	306
	600x300x12x28	396000	8410	345000	7530	330
	650x250x12x28	414000	8010	360000	7140	311
	700x250x14x28	484000	8950	422000	8010	329
	700x300x14x28	529000	10000	463000	9010	353
	750x250x14x28	548000	9590	479000	8580	335
	750x300x14x28	600000	10700	526000	9650	359
	750x300x16x32	649000	11900	573000	10800	391
	800x250x16x28	632000	10600	553000	9530	354
	800x300x14x28	676000	11500	593000	10300	365
	800x300x16x32	732000	12800	647000	11600	398
	850x250x16x28	709000	11400	621000	10200	361
	850x300x16x32	821000	13600	726000	12400	405
	900x250x16x28	792000	12100	694000	10900	368
	900x300x16x32	917000	14500	811000	13100	412
1000x300x16x32	1130000	16300	998000	14800	426	

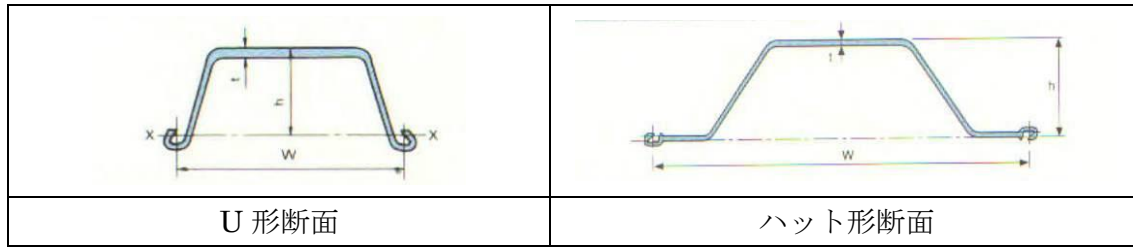
出典： Steel Sheet Pile Association Data

護岸設計計算に用いる材料条件を、表 11.6.7 に示す。

表 11.6.7 鋼矢板の強度

呼称	降伏点 (fy) (N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	許容引張強度 (N/mm ²)
SYW 295	295 or more	490 or more	180
SYW 390	390 or more	540 or more	235

出典： Steel Sheet Pile Association Data



出典：調査団

図 11.6.1 2種類の鋼矢板の形状

11.6.3 コンクリート及び鉄筋

11.6.3.1 使用材料

(1) コンクリート

コンクリートは圧縮強度、粗骨材最大寸法、及び適用に従い、次表のように分類する。

表 11.6.8 コンクリートの標準仕様基準

コンクリートのクラス	最低 28 日 圧縮強度 (MN/m ²)	粗骨材の最大寸法(mm)	適用
A	20.7	50	主要構造物（スラブ、梁、ガーター、柱、ボックスカルバート等）
B	16.5	50	無筋又は鉄筋の少ない小構造物
C	20.7	19	薄い鉄筋コンクリート部材（20cm 未満）、RC 杭等
P	37.7	—	プレストレスコンクリート
E	29.4	25	プレキャスト鉄筋コンクリート杭
F	11.8	40	均しコンクリート
Seal	20.7	37.5	水中コンクリート

出典：DPWH Standard Specifications for Public Works and Highways Vol.2 405.1.2 Classes and Uses of Concrete

(2) 鉄筋

鉄筋は、フィリピン国家規格（PNS）におけるコンクリート鋼材用の丸鋼及び異形棒鋼の仕様に準ずる¹³⁰。

表 11.6.9 鉄筋の諸元

公称径(mm) ^{*1}	公称周長(mm)	公称断面積 (mm ²)	単位重量(kg/m)
10	31.4	78.54	0.617
12	37.7	113.10	0.888
16	50.3	201.06	1.578
20	62.8	314.16	2.466
25	78.5	490.88	3.853
28	88	615.75	4.834
32	100.5	804.25	6.313
36	113.1	1017.88	7.99
40	125.7	1256.64	9.865
50	157.1	1963.5	15.413

出典：Philippine National Standard Steel bars for concrete reinforcement - specification 6.2 Dimension and mass tolerance

¹³⁰ National Structural Code of the Philippines VOL.II (NSCP) Bridges (ASD), 8.15.2 Allowable stress

11.6.3.2 物理定数

(1) ヤング係数¹³¹

コンクリートのヤング係数(E_c)は、普通コンクリート用では、 $4,700\sqrt{f'_c}$ (Mpa)とする。プレストレスを与えない鋼材の場合は、ヤング係数(E_s)は 200,000 Mpa とする。

従って、クラスAに相当する $f'_c=20.7$ MPa のコンクリートでは、ヤング係数比 n は $n = E_s / E_c = 9$ である。

(2) 線膨張係数

コンクリートの線膨張係数は、DGCS vol.5 より 10.8×10^{-6} とする。

11.6.4 許容応力度

(1) コンクリート

NSCP によると、コンクリートの許容応力度は以下の式に従い算出される。

表 11.6.10 許容応力度 (N/mm²)

応力度の種類		無筋コンクリート	鉄筋コンクリート	
曲げ	曲げ圧縮応力度	$0.40f'_c$	$0.40f'_c$	
	曲げ引張応力度	$0.21f_r$	—	
	引張破壊係数 (f_r)	$0.70\sqrt{f'_c}$	$0.70\sqrt{f'_c}$	
	支圧応力度	$0.30f'_c$	$0.30f'_c$	
せん断	はり、片持ちスラブ及び基礎	$0.08\sqrt{f'_c}$	$0.08\sqrt{f'_c}$	
	軸応力	圧縮部材	$0.08\sqrt{f'_c}$	$0.08\sqrt{f'_c}$
		引張部材	$0.075 [1+0.6(N/Ag)] \sqrt{f'_c}$	$0.075 [1+0.6(N/Ag)] \sqrt{f'_c}$

注: $f'_c = 28$ 日圧縮強度、 $N =$ 軸応力、 $Ag =$ 鉄筋量

出典: NSCP Vol. II Bridges (ASD), 8.15.2 Allowable stress, 8.15.2.1 Concrete

鉄筋コンクリート部材の許容応力度は、表 11.6.11 の通りとする。

表 11.6.11 鉄筋コンクリート部材の許容応力度

応力度の種類		設計基準強度 (N/mm ²)	20.7 クラス A
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)		8.28 ※
	軸圧縮応力度 (N/mm ²)		6.21 ※
せん断応力度	コンクリートのみでせん断応力を負担する場合 τ_a (N/mm ²)		0.36 ※
	斜引張鉄筋と共同して負担する場合 τ_{a2} (N/mm ²)		1.6 ★
	押し抜きせん断応力度 τ_{a3} (N/mm ²)		0.85 ★

注記: ハンチを設けない場合の断面は、余裕としてコンクリートの曲げ圧縮応力度が許容応力度の 3/4 程度となる部材厚にするのが望ましい¹³²。

出典: 道路橋示方書 H24.3 下部構造編、p.157

※: 表 11.6.12 に準ずる。

¹³¹ National Structural Code of the Philippines VOL.II (NSCP) Bridges (ASD) 8.7 Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio

¹³² 道路土工 カルバート工指針 5-7(7)3)ハンチ

表 11.6.12 鉄筋コンクリート部材、コンクリートクラス A の許容応力度

コンクリートクラスA		鉄筋コンクリート			
f _c (N/mm ²) =	20.7	計算式	常時	風荷重時 (25%割増)	地震時 (33%割増)
圧縮応力度 Bending	曲げ圧縮応力度(f _c)	0.40f _c	8.28	10.35	11.01
	曲げ引張応力度(f _t)	0.21f _r	-	-	-
	軸圧縮応力度(f _b)	0.30f _c	6.21	7.76	8.25
せん断応力度 shear	はり、片持ちスラブ及び基礎(V _c)	0.08√f _c	0.36	0.45	0.47
	軸応力(圧縮部材)(V _c)	0.08√f _c	0.36	0.45	0.47

出典：NSCP Vol. II Bridges (ASD), 8.15.2 Allowable stress, 8.15.2.1 Concrete より調査団作成

(2) 鉄筋

本設計では Grade420 を使用する。Grade420 の許容応力度は表 11.6.13 の通りである。

表 11.6.13 鉄筋の許容応力度(1)

応力度の種類		設計基準強度 (N/mm ²)	Grade420(60)
引張応力度	荷重の組み合わせに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない基本値	一般の部材	168
		水中あるいは地下水位以下に設ける部材	168
	荷重の組み合わせに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		168
圧縮応力度			168

出典：NSCP Vol. II Bridges (ASD), 8.15.2 Allowable stress

表 11.6.14 鉄筋の許容応力度(2)

鉄筋許容応力度(N/mm ²)	Grade 420		
	常時	風荷重時(25%割増)	地震時(33%割増)
引張応力度	168.0	210.0	223.4
降伏応力度	415.0	518.7	551.9

出典：NSCP Vol. II Bridges (ASD), 8.15.2 Allowable stress を基に調査団作成

11.6.4.2 鉄筋コンクリート部材の最小厚

主要な鉄筋コンクリート部材の最小厚さは、複鉄筋の場合は 200 mm、単鉄筋の場合は 150 mm とする¹³³。

¹³³ National Structural Code of the Philippines VOL.II (NSCP) Bridges (ASD) 8.21 Spacing limits for reinforcement, 8.22 Protection against corrosion

11.6.5 プレストレスト・コンクリート

11.6.5.1 コンクリートの強度（橋梁以外の構造物）¹³⁴

プレストレス直後のコンクリートの強度は（時間の経過によるプレストレスの損失が起こる前）、次の値を超えてはならない。

- (a) 極限圧縮側縁応力度 $0.60 f'_{ci}$
 (b) (c)において許容される以外の極限引張縁応力度 $\sqrt{f'_{ci}} / 4$
 (c) 単純支持された部材端の極限引張縁応力度 $\sqrt{f'_c} / 2$

計算での引張強度がこれらの値を超える場合（プレストレスのあるなしに限らず）、結合した補助筋が、クラックが生じない断面を仮定し計算したコンクリートにおける全引張力に抵抗するため、引張側に与えられるべきである。

（プレストレス損失の余裕を取った後）使用荷重時のコンクリートの強度は、次の値を超えないこと：

- (a) 圧縮における極限縁応力度 $0.45 f'_c$
 (b) あらかじめ圧縮が加わった引張側での極限縁応力度 $\sqrt{f'_c} / 2$
 (c) 変形したクラック断面や双モーメント変位関係に基づいた解析が、その即時や長期の変位を示す場合には、（双方向スラブ系を除き）部材のあらかじめ圧縮が加わった引張側での極限縁応力度は、NSCP Vol. I sec. 5.9.5.4の必要条件に準じるものとする。

また必要条件をカバーする場合には、NSCP Vol. I sec 5.7.7.3.2 に準じるものとする。..... $\sqrt{f'_c}$

前述の項のプレストレスト・コンクリートにおける許容応力度は、能力が低下しないと試験または解析に示される場合、許容を超えることが認められる。

11.6.5.2 プレストレス用鋼材（橋梁以外の構造物）

プレストレス用の tendon における引張応力度は、次の値を超えないものとする。

- (a) tendon のジャックの力によるもの $0.94 f_{py}$
 $0.80 f_{pu}$ あるいは tendon や定着具の製造者により推薦された最大値のうちの小さな値より大きくてはならない。
 (b) プレストレス直後 $0.82 f_{py}$
 ただし $0.74 f_{pu}$ より大きくてはならない。
 (c) tendon 定着直後の定着具とカップラーにおけるポスト・テンションの tendon $0.70 f_{pu}$

¹³⁴ NSCP Vol. I Buildings, Towers and other vertical structures (Ver. 1992) 5.18 Prestressed Concrete

11.6.6 構造用鋼材

245/295 MPa の最小降伏強度(Fy)を持つ構造用鋼材は、SHK400/SHK400M/SHK490M については JIS A-5526、SS400 については JIS G-3101 に規定されている。これらは、JIS や他の標準に提示されている許容応力度に準じなければならない。SM400, SMA 400 と SM490 等の構造物用鋼材の許容応力度は、次の通りである。

表 11.6.15 構造用鋼材の許容応力度¹³⁵

強度の種類	SS400 SM400 SMA400 SHK400(M)	SM490 SHK490M
降伏点(fy)	245	295
許容引張強度 (Axis Direction 軸方向)	140	185
許容圧縮強度 (Axis Direction 軸方向)	140	185
許容曲げ引張強度	140	185
許容曲げ圧縮強度	140	185
許容せん断強度	80	105

出典： 調査団

Note:単位: (N/mm²)

表 11.6.16 構造用鋼材の物性値一覧表¹³⁶

Class	Grade	降伏点(fy)	引張強度
一般鋼材	230	230	390
	275	275	480
	415	415	620
溶接用鋼材	230W	230	390
	275W	415	480
	415W	275	550

出典： Philippine National Standard(PNS 49:2002)

Note:単位: (N/mm²)

11.6.7 配筋方法

(1) 鉄筋コンクリートのかぶり

次の最小コンクリートかぶりを鉄筋に適用する。

表 11.6.17 最小コンクリートかぶり¹³⁷

条件	最小かぶり (純かぶり) (mm)	
地中に接する部材	75	
悪天候にさらされる部材	主鉄筋	50
	スターラップ等	40
悪天候にさらされない スラブ	上面筋	50
	下面筋	25
悪天候にさらされない又は 土と接しない部材	主鉄筋	40
	スターラップ等	25
現場打ちコンクリート杭笠木コンクリート	50	

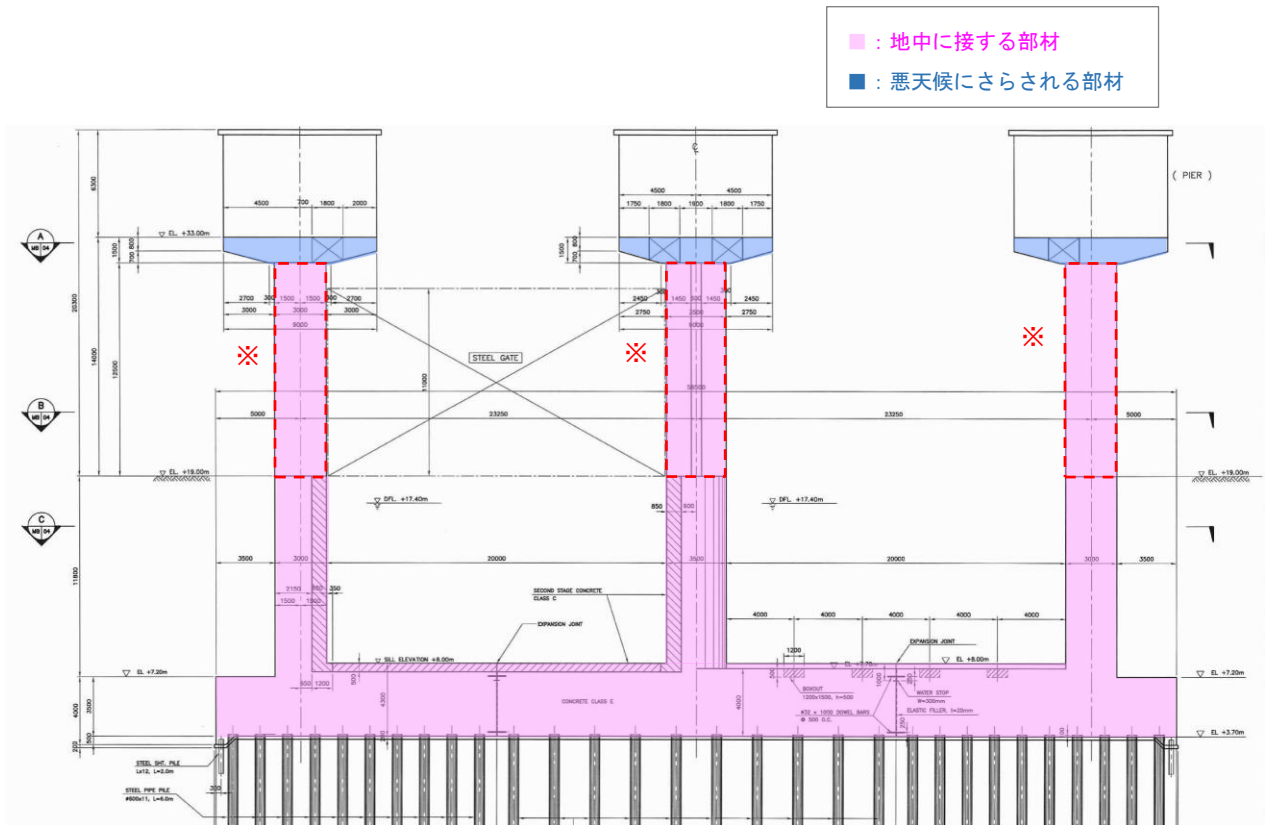
出典： NSCP Vol. II Bridges (ASD) 8.22 Protection Against Corrosion

「地中に接する部材」と「悪天候にさらされる部材」が、堰・水門・水門に適用され、堰を例に使い分けの対応を図 11.6.2 に着色した。

¹³⁵ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 4.4 構造用鋼材の許容応力度

¹³⁶ Philippine National Standard (PNS 49:2002)

¹³⁷ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 8.22 Protection Against Corrosion



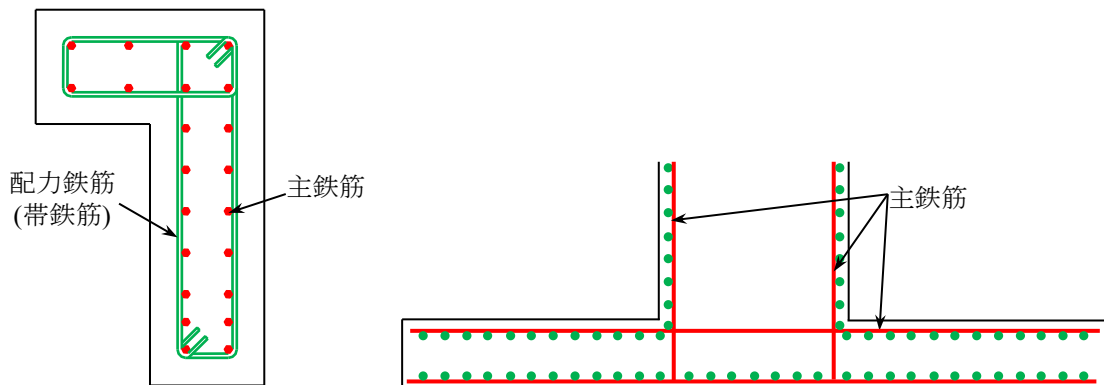
※：門柱はレイアウト上、悪天候にさらせる部材として主鉄筋で50mmの純かぶりを確保すればよいが、レベル2地震動に対応することと、ロザリオ堰で生じた剥離問題を考慮して、最も外側の鉄筋でも「地中に接する部材」の75mmを確保する

出典：調査団

図 11.6.2 配筋区分（例）

(2) 鉄筋の配置

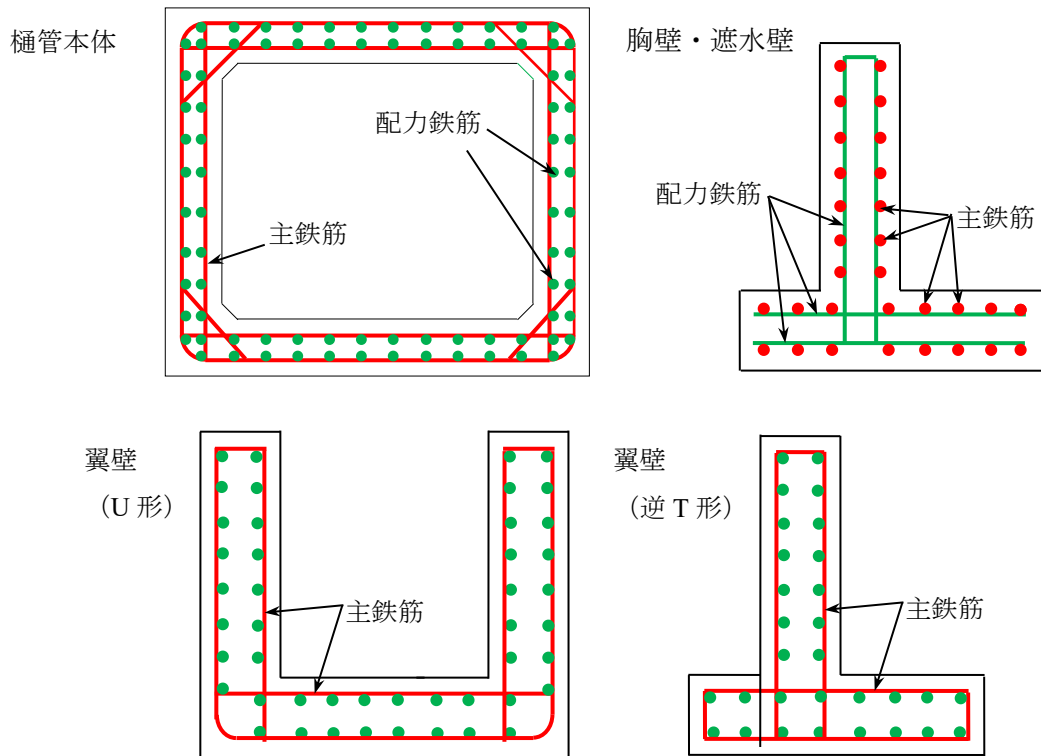
水門・堰、樋門の門柱・堰柱・操作台の鉄筋配置は、大規模地震による躯体の損傷を限定的にするために、主筋を内側、配力筋を外側とするため、本設計でもこれを適用する。なお、堰柱と床板の部分は、図 11.6.3 の通りとする。



出典：調査団

図 11.6.3 門柱および中間堰柱の底版付近の配筋イメージ

門柱・堰柱をのぞく鉄筋の配置は、図 11.6.4 の通りとする。



出典：調査団

図 11.6.4 門柱・堰柱を除く主筋・配力鉄筋の基本レイアウト

なお、鉄筋の配置間隔は、250mm を基本とし、D25 以上で 125mm ピッチを適用する。

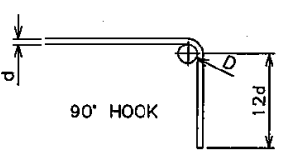
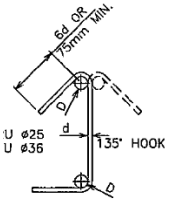
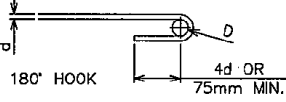
(3) 配力筋の設定

圧縮鉄筋及び配力鉄筋などは、主鉄筋と異なり、構造計算から必要鉄筋量を定めることができない。このような圧縮鉄筋・配力鉄筋の量は、土木構造物設計マニュアル（案）-樋門編- 平成 13 年 12 月、p.11 に準じ、「圧縮鉄筋及び配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、当該主鉄筋の 1/6 以上の鉄筋量を配置するものとして標準化した」とある。これに基づき配力鉄筋の量は、主鉄筋量の 1/6 以上とする。

(4) 鉄筋のフック

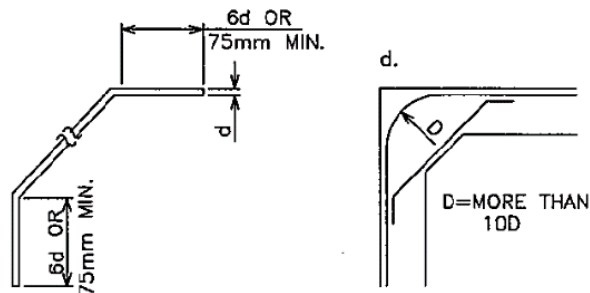
鉄筋のフックは、フィリピン国内の曲げ加工技術等を鑑み、同国内の基準（表 11.6.18）に準ずる。なお、耐震性能の向上に寄与するせん断補強鉄筋や中間帯鉄筋は、135 度の鋭角フックとする。

表 11.6.18 鉄筋のフック

ケース	フックの曲げ形状	
	曲げ加工部分の端部からの距離	イメージ図
直角フック	鉄筋の直径の 12 倍	
鋭角フック	鉄筋の直径の 6 倍又は 75mm のうちいずれか大きい値	
半円形フック	鉄筋の直径の 4 倍又は 75mm のうちいずれが大きい値	

出典：調査団

ボックスカルバートの横方向の主筋に配置するハンチ筋におけるフック形状は、図 11.6.5 の通りとする。



出典：調査団

図 11.6.5 ハンチ筋のフック形状

(5) 鉄筋かぶりの標準化

本設計における配筋要領は、設計箇所特性、柱・梁などの耐震性を考えたとき主筋・帯鉄筋の配置を違える必要がある箇所等の状況から5パターンで作成した（表 11.6.19）。各部位の主筋径ごとの構造計算上の芯かぶりは、表 11.6.20 のとおりである。また、その根拠を図 11.6.6～図 11.6.10 に示した。

表 11.6.19 配筋要領5パターン

No.	条件	堰・水門・樋門の対象部位	備考
A	地中に接する部材	ボックスカルバート 胸壁・翼壁・取付擁壁等 (L2 対応不要な部材)	
B	地中に接する部材	堰・水門の直接基礎の床板・水叩き (L2 対応が必要な部材)	
C	地中に接する部材 ⇒L2 対応が必要なため	堰・水門の堰柱、門柱 (L2 対応が必要な部材)	主筋の外側に帯鉄筋（配力鉄筋）
D	悪天候にさらされる部材	操作室	
E	地中に接する部材	堰・水門、杭基礎の床板	

表 11.6.20 鉄筋径と部位ごとの芯かぶり一覧

部位 主筋径	部位 No.A	部位 No.B	部位 No.C	部位 No.D	部位 No.E
	ボックスカルバート、胸壁・翼壁・取付擁壁等	堰・水門の直接基礎の床板・水叩き	堰・水門の堰柱、門柱	操作室	堰・水門、杭基礎の床板
D16	90	100	110	70	210
D20	90	100	110	70	210
D25	90	110	130	70	220
D28	90	110	130	70	220
D32	100	120	140	80	220
D36	100	120	140	80	220
D40	100	130	160	100	230
D50	100	130	160	100	230

■ 部位 No.A

【地中に接する部材】

（ボックスカルバート、翼壁・胸壁や取付擁壁等の L2 対応不要の部材）

パターン	最小純かぶり C (mm)	組立筋 D ₃ (mm) せん断補強鉄筋でない	主鉄筋 D ₁ (mm)	主筋芯かぶり d (mm)	組立筋等純かぶり d' (mm)
1	75	D12	D16	83	63
2	75	D12	D16	83	63
3	75	D12	D20	85	63
4	75	D12	D20	85	63
5	75	D12	D25	87.5	63
6	75	D16	D25	87.5	59
7	75	D12	D28	89	63
8	75	D16	D28	89	59
9	75	D16	D32	91	59
10	75	D20	D32	91	55
11	75	D16	D36	93	59
12	75	D20	D36	93	55
13	75	D20	D40	95	55
14	75	D25	D40	95	50
15	75	D25	D50	100	50
16	75	D28	D50	100	47

【主筋芯かぶり d (mm)】

主筋径 D16、D20 の設計上の主筋芯かぶり	90	mm
主筋径 D25、D28 の設計上の主筋芯かぶり	90	mm
主筋径 D32、D36 の設計上の主筋芯かぶり	100	mm
主筋径 D40、D50 の設計上の主筋芯かぶり	100	mm

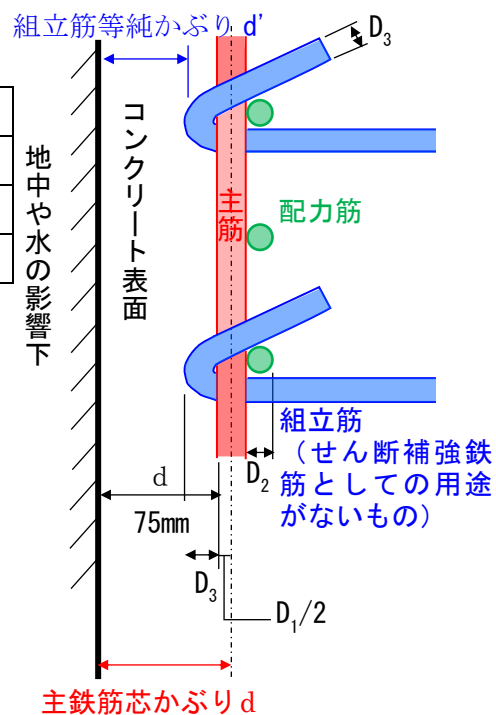
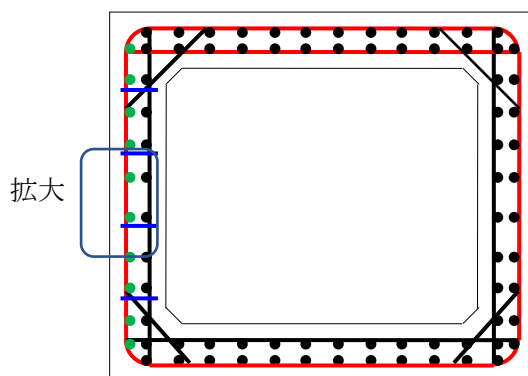


図 11.6.6 主鉄筋かぶり設定の根拠

■ 部位 No.B

【地中に接する部材】

（堰・水門の床板・水叩き等の L2 対応が必要な部材）

パターン	最小純かぶり C (mm)	せん断補強鉄筋 D ₃ (mm)	主鉄筋 D ₁ (mm)	主筋芯かぶり d (mm)
1	75	D12	D16	95
2	75	D12	D16	95
3	75	D12	D20	97
4	75	D12	D20	97
5	75	D12	D25	99.5
6	75	D16	D25	103.5
7	75	D12	D28	101
8	75	D16	D28	105
9	75	D16	D32	107
10	75	D20	D32	111
11	75	D16	D36	109
12	75	D20	D36	113
13	75	D20	D40	115
14	75	D25	D40	120
15	75	D25	D50	125
16	75	D28	D50	128

【主筋芯かぶり d (mm)】

主筋径 D16、D20 の設計上の主筋芯かぶり	100	Mm
主筋径 D25、D28 の設計上の主筋芯かぶり	110	Mm
主筋径 D32、D36 の設計上の主筋芯かぶり	120	Mm
主筋径 D40、D50 の設計上の主筋芯かぶり	130	Mm

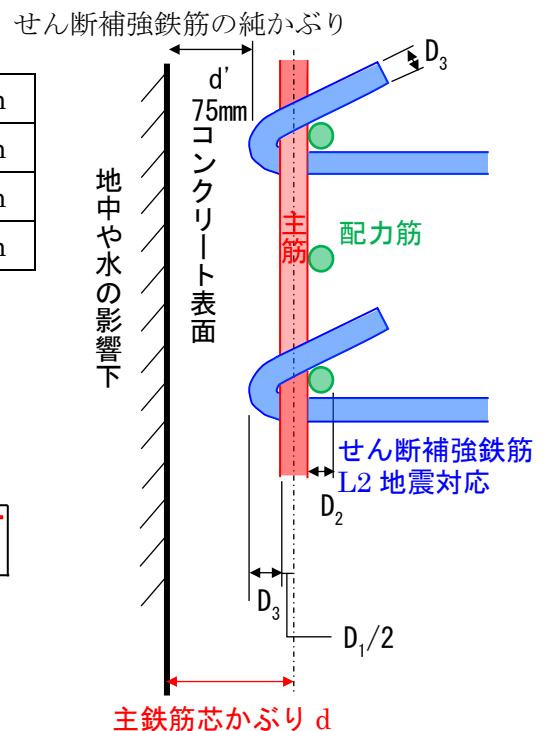
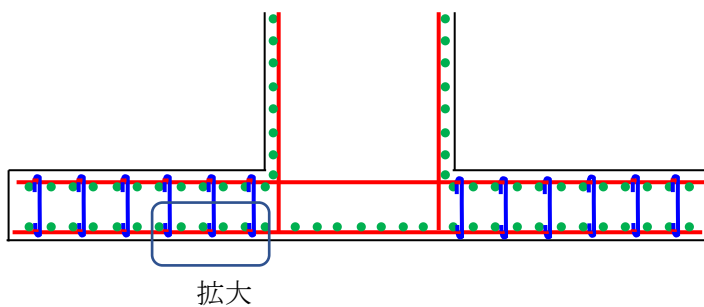


図 11.6.7 主鉄筋かぶり設定の根拠

■ 部位 No.C

【地中に接する部材】

(堰・水門の堰柱、門柱で L2 対応が必要な部材)

パターン	せん断補強鉄筋の最小純かぶり C (mm)	せん断補強鉄筋等 D ₃ (mm)	帯鉄筋 D ₂ (mm)	主鉄筋 D ₁ (mm)	帯鉄筋かぶり (mm)	主筋芯かぶり d (mm)
1	75	D12	D12	D16	93	107
2	75	D12	D12	D16	93	107
3	75	D12	D10	D20	93	109
4	75	D12	D12	D20	93	109
5	75	D12	D12	D25	93	111.5
6	75	D16	D16	D25	99	119.5
7	75	D12	D12	D28	93	113
8	75	D16	D16	D28	99	121
9	75	D16	D16	D32	99	123
10	75	D20	D20	D32	105	131
11	75	D16	D16	D36	99	125
12	75	D20	D20	D36	105	133
13	75	D20	D20	D40	105	135
14	75	D25	D25	D40	112.5	145
15	75	D25	D25	D50	112.5	150
16	75	D28	D28	D50	117	156

【主筋芯かぶり d (mm)】

主筋径 D16、D20 の設計上の主筋芯かぶり	110	mm
主筋径 D25、D28 の設計上の主筋芯かぶり	130	mm
主筋径 D32、D36 の設計上の主筋芯かぶり	140	mm
主筋径 D40、D50 の設計上の主筋芯かぶり	160	mm

堰柱イメージ図

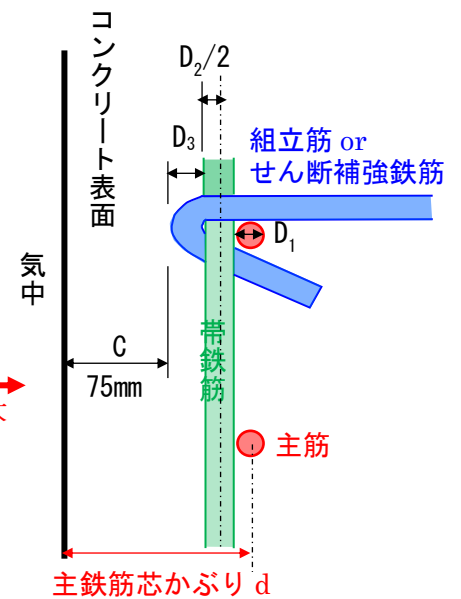
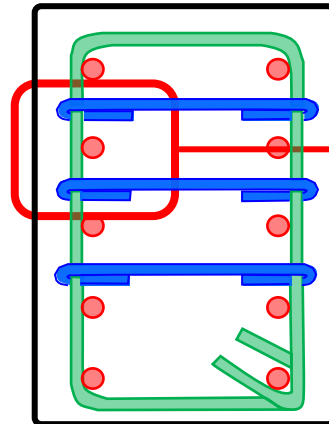


図 11.6.8 主鉄筋かぶり設定の根拠

■ 部位 No.D

【悪天候にさらされる部材】（操作室等）

パターン	せん断補強鉄筋の 最小純かぶり C (mm)	組立筋等 D ₃ (mm)	主鉄筋 D ₁ (mm)	配力筋 D ₂ (mm)	主筋芯かぶり d (mm) =C+D ₃ +D ₁ /2	主筋純かぶり C' (mm) =d-D ₁ /2
1	40	D12	D16	D12	60	52
2	40	D12	D16	D12	60	52
3	40	D12	D20	D12	62	52
4	40	D12	D20	D12	62	52
5	40	D12	D25	D12	64.5	52
6	40	D16	D25	D16	68.5	56
7	40	D12	D28	D12	66	52
8	40	D16	D28	D16	70	56
9	40	D16	D32	D16	72	56
10	40	D20	D32	D20	76	60
11	40	D16	D36	D16	74	56
12	40	D20	D36	D20	78	60
13	40	D20	D40	D20	80	60
14	40	D25	D40	D25	85	65
15	40	D25	D50	D25	90	65
16	40	D28	D50	D28	93	68

【主筋芯かぶり d (mm)】

主筋径 D16、D20 の設計上の主筋芯かぶり	70	mm
主筋径 D25、D28 の設計上の主筋芯かぶり	70	mm
主筋径 D32、D36 の設計上の主筋芯かぶり	80	mm
主筋径 D40、D50 の設計上の主筋芯かぶり	100	mm

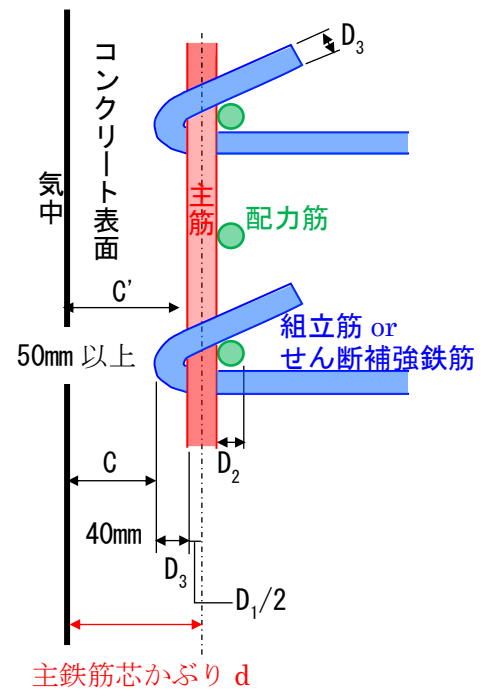


図 11.6.9 主鉄筋かぶり設定の根拠

■ 部位 No.E

【地中に接する部材】（堰・水門、杭基礎の床板）

パターン	フーチング内の杭の埋込み長さ (mm)	主筋との最小純かぶり C (mm)	せん断補強鉄筋 D ₃ (mm)	主鉄筋 D ₁ (mm)	主筋芯かぶり d (mm)
1	100	100	D12	D16	208
2	100	100	D12	D16	208
3	100	100	D12	D20	210
4	100	100	D12	D20	210
5	100	100	D12	D25	212.5
6	100	100	D16	D25	212.5
7	100	100	D12	D28	214
8	100	100	D16	D28	214
9	100	100	D16	D32	216
10	100	100	D20	D32	216
11	100	100	D16	D36	218
12	100	100	D20	D36	218
13	100	100	D20	D40	220
14	100	100	D25	D40	220
15	100	100	D25	D50	225
16	100	100	D28	D50	225

【主筋芯かぶり d (mm)】

主筋径 D16、D20 の設計上の主筋芯かぶり	210	mm
主筋径 D25、D28 の設計上の主筋芯かぶり	220	mm
主筋径 D32、D36 の設計上の主筋芯かぶり	220	mm
主筋径 D40、D50 の設計上の主筋芯かぶり	230	mm

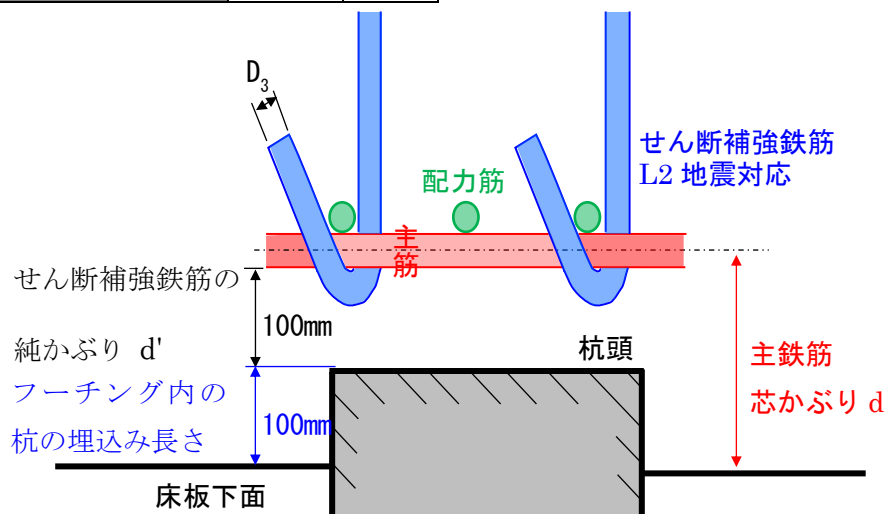


図 11.6.10 主鉄筋かぶり設定の根拠

11.7 液状化の評価

11.7.1 液状化の判定を行う必要のある砂質土層

飽和砂質土層に生じる液状化は、地震時に構造物の挙動に大きな影響を与えるため、ボーリングデータの粒度試験結果、及び繰り返し三軸圧縮試験データまたはN値等から求められる試験データ換算値より、 F_L 値を算出し、液状化判定を行う。

判定は、フィリピンの BSDS および我が国の「河川構造物の耐震性能照査指針」の記載に基づき行う。検討により液状化に対する抵抗率 F_L が 1.0 以下の場合、その地点は液状化するとみなす。両指針で基本的に照査式および判定基準は同じである。

なお、液状化判定検討は、以下の条件をすべて満たすボーリング調査地点/地区について行う。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Saturated soil layer with depth less than 20 m below the ground surface and having ground water level higher than 10 m below the ground surface. 2) Soil layer containing a fine content (FC) of 35% or less, or soil layer having plasticity index, I_p, less than 15, even if FC is larger than 35%. 3) Soil layer having a mean particle size (D_{50}) of less than 10 mm and a particle size at 10% passing (D_{10}) (on the grading curve) is less than 1 mm. <ol style="list-style-type: none"> 1) 地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ、現地盤面から 20m 以内の深さに飽和土層が存在する地点 2) 細粒分含有率 FC が 35%以下の土層、又は、FC が 35%を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層がある地点 3) 平均粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層がある地点 |
|--|

出典：BSDS, DPWH, P6-3 を調査団仮訳

11.7.2 液状化の判定

液状化の判定を行う必要のある土層に対しては、液状化に対する抵抗率 F_L をレベル1地震動及びレベル2地震動のそれぞれに対して以下の式により算出し、この値が1.0以下の土層については液状化するものとみなす¹³⁸¹³⁹¹⁴⁰。なお、判定方法は道路橋示方書と BSDS で同様である。ただし、本検討では現地の地盤条件や既往地震を考慮し、フィリピンの BSDS に従い外力設定を行う。レベル2地震の外力は、BSDS では $k_{hgl} = Fpga PGA$ として与えられる。

$$\begin{aligned}
 F_L &= R/L \\
 R &= c_w R_L \\
 L &= r_d k_{hg} \sigma_v / \sigma'_v \\
 r_d &= 1.0 - 0.015x \\
 \sigma_v &= r_{t1} h_w + r_{t2} (x - h_w) \\
 \sigma'_v &= r'_{t1} h_w + r'_{t2} (x - h_w)
 \end{aligned}$$

¹³⁸ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 I. 共通編 p26 (注：レベル2地震動に対応する部分のみ)

¹³⁹ 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 p141

¹⁴⁰ BSDS 6.2.3 Assessment of Soil Liquefaction p6-2

$$C_w = 1.0 \quad (\text{レベル 1 地震動場合})$$

$$C_w = \begin{cases} 1.0 (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 (0.4 < R_L) \end{cases} \quad (\text{レベル 2 地震動の場合})$$

ここに、

- F_L : 液状化に対する抵抗率
- R : 動的せん断強度比
- L : 地震時せん断応力比
- C_w : 地震動特性による補正係数
- R_L : 繰返し三軸強度比で、以下の規定により求める。
- r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数
- k_{hgl} : 液状化の判定に用いる設計水平震度 ($k_{hgl} = F_{pga} PGA$)
- F_{pga} : 最大表面加速度の地域係数
- PGA : 岩盤上の最大表面加速度係数
- σ_v : 全上載圧 (kN/m²)
- σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)
- x : 地表面からの深さ(m)
- r_{t1} : 地表面以浅の土の単位体積重量(kN/m³)
- r_{t2} : 地表面以深の土の単位体積重量(kN/m³)
- r'_{t2} : 地表面以深の土の有効単位体積重量(kN/m³)
- h_w : 地下水位の深さ(m)

また、繰返し三軸強度比 R_L は次式により算出する。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

ここに、

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

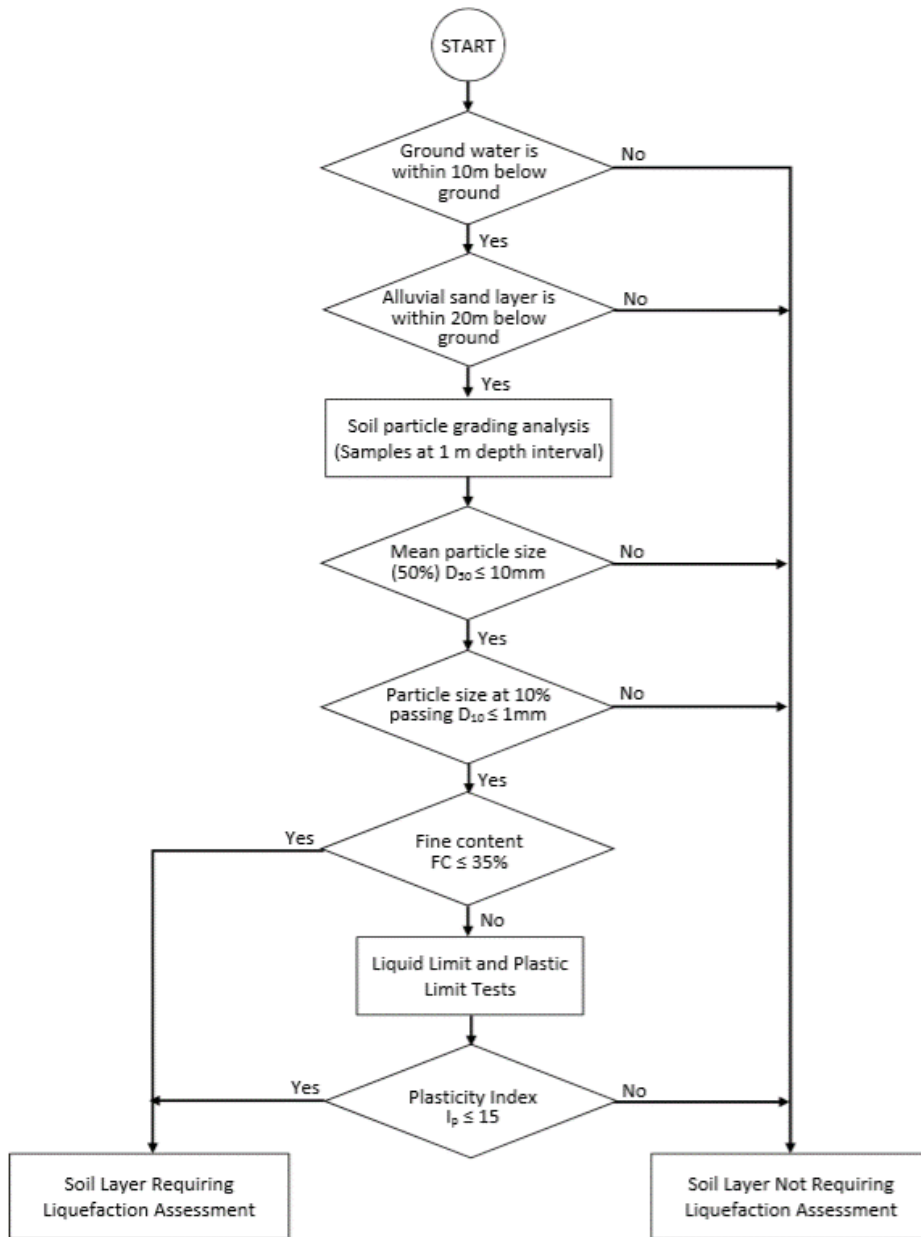
<礫質土の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1$$

ここに、

- R_L : 繰返し三軸強度比
- N : 標準貫入試験から得られる N 値
- N_1 : 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値
- N_a : 粗度の影響を考慮した補正 N 値
- c_1, c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数
- FC : 細粒分含有率(%) (粒径 75 μ m 以下の土粒子の通過質量百分率)
- D_{50} : 平均粒径(mm)

図 11.7.1 に、液状化判定の手順を示す。



出典：BSDS 6.2.3 Assessment of Soil Liquefaction p6-5

図 11.7.1 液状化判定の手順

11.7.3 液状化が生じる土層の取り扱い

液状化が生じる可能性があるとして判定された砂質土層については、液状化に対する抵抗率 F_L 、現地盤面からの深度、動的せん断強度比 R の値に応じて、土質定数を低減させるものとする。低減させる土質定数は、地盤反力係数、地盤反力度の上限値及び最大周面摩擦力度である¹⁴¹。

液状化が生じると判定された場合、構造物の安定計算並びに構造計算に使用される土質定数は、その土層が液状化しないと仮定して求めた土質定数に、下表の係数 D_E を乗じて算出する¹⁴²。なお、 D_E

¹⁴¹ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 I. 共通編 p27

¹⁴² 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 p141

=0 の場合の土層は耐震設計上土質定数をゼロとする土層である。

表 11.7.1 土質定数の低減係数 D_E

F_L の範囲	地表面からの 深度 x (m)	動的せん断強度比 R	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 0.3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

出典：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 p142 表-8.2.2、BSDS 6.2.4 Reduction of Geotechnical Parameters p6-7

11.7.4 液状化の判定に用いる設計水平震度

基本的には、盛土堤防・特殊堤・小規模な樋管並びに鋼矢板護岸は、フェーズ 2 及び 3 で設計・建設したようにレベル 1 で液状化を判定し、一度機能的損傷をすると、機能の復旧に多大な時間を要す大規模な樋管・堰・水門等は、レベル 2 地震で判定する。

BSDS では、液状化を判定はレベル 2 地震動のみを対象としている。BSDS では、液状化を考慮した設計水平震度について $F_{pga} PGA$ としており、 F_{pga} は、PGA と地盤種別の関係から表 11.7.2 に示す値が与えられる¹⁴³。

表 11.7.2 最大表面加速度の地域係数 (F_{pga})

地盤種別	最大表面加速度係数 (PGA)					
	$PGA \leq 0.10$	$PGA = 0.20$	$PGA = 0.30$	$PGA = 0.40$	$PGA = 0.50$	$PGA \geq 0.80$
I	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
II	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.85
III	2.5	1.7	1.2	0.9	0.8	0.75

出典：BSDS 3.5.3 Site Factors p3-32

レベル 1 地震動時の設計震度については、BSDS では対象外であるため規定はないものの、レベル 1 地震相当（確率年 100 年）の PGA が示されている¹⁴⁴。一方、日本の各規準（耐震性能照査指針、河川砂防技術基準、道路橋示法書）で規定されるレベル 1 地震動相当の設計震度は、日本国内の既往地震等を元に設定された値である。本プロジェクトサイトの地質や地震の特性を十分に反映するためには、同地点の地盤種別と PGA に基づく BDS の方法が適していると考えられる。従って、本設計では、レベル 1 地震動の液状化判定に用いる設計水平震度を、BSDS のレベル 2 地震動における設定方法と同様に $F_{pga} PGA$ とするものとする。

なお、レベル 1 地震動に対する構造物の設計水平震度については、NSCP の規定に準じるものとする¹⁴⁵（9 章 9.4.2.2 参照）。

構造物直下の地盤ごとの液状化判定地震動と設計水平震度の設定方法を表 11.7.3 に示す。

¹⁴³ BDS 3.5.3 Site Factors p3-32

¹⁴⁴ BDS 3.5.3 APPENDIX 3A: SPECTRAL ACCELERATION MAPS FOR LEVEL 1 EARTHQUAKE GROUND MOTION (100-YEAR RETURN PERIOD) p3A-1

¹⁴⁵ NSCP Vol. II Bridges (ASD) 21.6. Foundation and Abutment Design Requirements

表 11.7.3 構造物直下の地盤ごとの液状化判定地震動と設計水平震度の設定方法

新設構造物	堤防	特殊堤	鋼矢板護岸	小樋管	大樋管 (2m x 2m 以上)	堰	水門
液状化判定 対象地震動	レベル 1	レベル 1	レベル 1	レベル 1	レベル 1 レベル 2	レベル 1 レベル 2	レベル 1 レベル 2
設計水平震度 ※1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20 F _{pga} PGA	0.20 F _{pga} PGA	0.20 F _{pga} PGA

出典：調査団

※1 設計水平震度の設定の考え方は 11.4.2.2 を参照。

11.8 液状化を起こす恐れのある場合の設計手法または一般的対策方法

11.8.1 一般的対策方法

構造物に対する液状化対策工は、以下に大別される。

①液状化の発生そのものを防止する対策

- ・地盤改良により、地盤そのものを液状化しにくい性質に変える工法
- ・間隙水圧の発生や地盤の変形を抑制するなど、液状化の発生条件をコントロールする方法

②液状化の発生は許すが、施設の被害を軽減する対策

①、②に対して、それぞれ主な液状化対策方法を、表 11.8.1 及び表 11.8.2 に示す。対策工の選定にあたっては、現場における工法の適用性、効果、信頼性、経済性等を総合的に考慮するものとする。

表 11.8.1 液状化対策方法の特徴と留意点(①液状化の発生そのものを防止する対策)

方法（代表的な工法）	各工法の概要と特徴	設計・施工の留意点	施工時の特徴			適用条件		コスト	施工実績	
			振動騒音	地盤変位	地下水遮断	粒径	液状化層厚			適応深度(m)
押え盛土工法 置換工法	押え盛土により法尻部地盤を圧密する。液状化の可能性のある地盤を液状化しない材料で置き換える。無振動・無騒音、用地確保の必要あり。	置換掘削時の堤防の安全確保に十分配慮する。押え盛土による周辺地盤の引込み沈下・側方変位の影響検討が必要。	小	小	なし	問題なし	浅層部に効果あり	3m程度の液状化層	安い	普通
	鋼管ケーシングを地中に貫入させ、引き抜き時に砂を圧入して締め固めた砂杭を打設し、同時に周辺地盤を側方に圧縮する。粘性土地盤でも可。	周辺地盤に側方変位が生じるので、採用時には影響範囲の検討が必要。	大	大	なし	細粒に注意	厚くても効果あり	30		安い
振動締め固め工法	特殊圧入ロッドの振動圧入と、地表面からの砂・砂利等の補給剤の充てんにより地盤を締め固める。	周辺地盤に側方変位が生じる可能性が高いので、採用時には影響範囲の検討が必要。	大	大	なし	細粒に注意	厚くても効果あり	20	安い	普通
	高周波パイプ等を使用して周囲の地盤や砂礫等の補給剤を締め固める。他の締め固め工法と比較して騒音・振動が少なく、周辺地盤の変形も少ない。	周辺地盤に側方変位等が生じる可能性がある。十分な検討が必要。	中	小	なし	細粒に注意	厚くても効果あり	20	安い	普通
静的締め固め工法	流動性の極めて小さいソイルモルタルを、ボーリング孔を利用して地盤中に圧入し、球根上の固結体を連続的に造成することにより、周辺地盤を締め固める。設備が小規模で斜め施工も可。	固結体が連続するよう十分な施工管理が必要。周辺地盤に側方変位等が生じる可能性がある。十分な検討が必要。	小	小	あり	大礫不適	厚くても効果あり	ボーリング可能深度	普通	少
	スパイラルケーシングを回転貫入させて、特殊硬焼生石灰の混合材料を杭状に打設し、パイルの膨張圧で砂質地盤を静的に締め固める。粘性土地盤でも可。	周辺地盤に側方変位等が生じる可能性がある。十分な検討が必要。削孔部の後処理を確実にを行う。	小	小	なし	大礫不適	厚くても効果あり	15	安い	少
ドレーン工法	ケーシングオーガを回転貫入させて、地中に砕石パイルを造成し、鉛直排水機能を確保し、過剰間隙水圧の消散を図る。	締め固め式による場合は、振動による影響対策を検討する。締め固め式によらない場合は、地震後にある程度の沈下が生じる場合がある。	小	小	なし	大礫不適	厚いと効果が落ちる	25	普通	多
	地盤中にプラスチックボードドレーン材を打設して鉛直排水機能を確保し、過剰間隙水圧の消散を図る。狭隙部への適用性が高い。	ドレーン頭部に水平排水槽が必要となるため、川表側に設置する場合浸透流の検討が必要。地震後にある程度の沈下が生じる場合がある。	小	小	なし	大礫不適	厚いと効果が落ちる	25	普通	普通

方法（代表的な工法）	各工法の概要と特徴	設計・施工の留意点	施工時の特徴		適用条件		コスト	施工実績		
			振動騒音	地盤変位	地下水遮断	粒径			液状化層厚	適応深度(m)
構造系対策工法 鋼材を用いた工法	深層混合処理工法 地盤にセメント等の安定剤を攪拌混合して固化する。	周辺地盤に側方変位・地盤隆起等が生じる可能性があるため、十分な検討が必要。	小	中	あり	大礫不適	厚くても効果あり	30	普通	多
	高圧噴射攪拌工法 ボーリング孔を利用して先端ノズルよりセメントグラウトなどを高圧噴射させて地盤を固化する。	二重管、三重管工法では近接施工が可能だが、構造物底版直下近傍では空洞の影響があり、十分な施工管理が必要。	小	施工法による	あり	大礫不適	厚くても効果あり	ボーリング可能深度	高い	少
	注入固化工法 ボーリング孔を利用して先端ノズルよりセメントグラウトなどを高圧噴射させて地盤を固化する。	地盤条件によっては均質で一体化した固結体を得られない場合があるので、十分な検討が必要。	小	小	あり	細粒分に注意	厚くても効果あり	ボーリング可能深度	高い	少
	自立（鋼管）矢板工法 堤体の変位防止工法。側方変位、滑りに対する効果がある。	バイプロ打設の場合は、振動による周辺地盤の沈下についての検討が必要。地下水及び浸透流の影響検討が必要。	施工法による	小	あり	礫注意	一般に浅層対象	5m程度の液状化層	普通	普通
	排水機能付き自立（鋼管）矢板工法 液状化時の過剰間隙水圧の消散を図り、せん断変形を抑制する。矢板の受動土圧抵抗が期待できる。液状化抑制、側方変位、滑りに対する効果がある。	バイプロ打設の場合は、振動による周辺地盤の沈下についての検討が必要。	施工法による	小	あり	礫注意	一般に浅層対象	5m程度の液状化層	普通	少

出典：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）、河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）（設計編 鋼材を用いた工法）、及び柔構造掘削設計の導入を参考に調査団作成

表 11.8.2 液状化対策方法の特徴と留意点(②液状化の発生は許すが、施設の被害を軽減する対策)

方法 (代表的な工法)	各工法の概要と特徴	設計・施工の留意点	施工時の特徴 振動騒音	コスト	施工実績
基礎の強化	杭基礎 基礎杭を堅固な地盤に貫入させて構造物を支持することで、液状化による構造物の変位、沈下を防ぐ。	地盤改良なしで単独で用いた場合に杭の抜け上りが生じ、周辺地盤との段差が生じる場合がある。	工法による	高い	普通
	杭状地盤改良 液状化を前提とした杭・護岸・布基礎等の設計と補強工の実施	大規模な液状化に対しては効果が低くなる場合がある。予想される地盤変位を精度よく推定し、適切な設計が必要。	工法による	普通	普通
浮上り抑制	地中構造物の浮き上がり防止杭、アンカー等 堅固な地盤に支持された杭・アンカー等で引き上げ抵抗力を付与する。	液状化後に周辺地盤との段差が生じる場合があるため、樋管等の堤防と一体型の構造物では十分に注意する。	工法による	普通	普通
	地中構造物の重量増大 構造物そのものの重量を増大させることで液状化による浮き上がりを低減させる。	大規模な液状化に対しては効果が低くなる場合がある。予想される地盤変位を精度よく推定し、適切な設計が必要。	小	普通	普通
地盤変位への追従	可とう継手 構造物に可とう継手を設置し、地盤変位を吸収することで、地盤変位に対して追従させる。	予想される地盤変位を精度よく推定し、許容変位量に収まるような設計が必要。	小	普通	多い
液状化後の変位抑制	ジオグリッド工法 構造物の基礎の下にマットレス構造体を設置することにより、上部の構造物の荷重の分散およびマットレス構造体内のせん断抵抗を発揮させることにより基礎地盤を補強する。	盛土材の管理(品質管理、施工管理)が重要である。また、長期間の使用実績がまだなく、掘り返しが難しいため補修が難しい点が課題である。	小	安い	普通
	矢板締め切り工法 盛土や構造物周辺を矢板で締め切ることで、液状化後の基礎地盤の側方変位を抑制する。	盛土堤体に基礎地盤まで到達するようなアンションクラックに対して有効といわれている。用地取得やコストが大きい点が課題である。	工法による	あり	高い

出典：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）、河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）（設計編 鋼材を用いた工法）、及び柔構造通門設計の手引を参考に調査団作成

11.8.2 土堤

11.8.2.1 設計手法

土堤における液状化発生時の安定性の検討は、地震動による過剰間隙水圧 Δu を考慮した円弧すべり法を用いるものとする¹⁴⁶。地震時のすべり安全率 F_{sd} の計算式は、過剰間隙水圧の増分のみを考慮し次式とする¹⁴⁷。

$$F_{sd} = \frac{\sum(c'l + (W - u_0b - \Delta ub)\cos\alpha \tan\phi')}{\sum W\sin\alpha}$$

ここに、

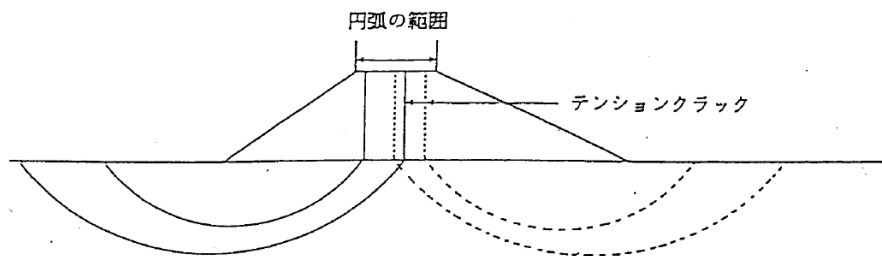
- c' 、 ϕ' : 有効応力に関する土の粘着力 (kN/m²)及びせん断抵抗角 (°)
- W : 各分割細片の全重力(kN/m)
- l : 各分割細片における円弧すべりの長さ (m)
- b : 各分割細片の幅(m)
- u_0 : 常時地下水によって発生する間隙水圧(kN/m²)
- Δu : 地震動によって発生する過剰間隙水圧(kN/m²)
- α : 各分割細片のすべり円弧の接続方向と水平面のなす角 (°)

なお、円弧滑り計算では原則として下図に示すように天端を通る円弧とし、盛土内かつ地下水位以上の部分ではテンションクラックが発生するものとする。なお；

- ① 盛土の強度定数 (c 、 ϕ) については不明確な点が多いこと、
- ② テンションクラックを考慮しないときの安全率はテンションクラックを考慮するときの安全率と比較して大差がないこと

ことから、テンションクラックを考慮して検討する。

盛土法面を通るすべりは無視することとし、盛土内では垂直なすべり面を仮定し、この部分での抵抗モーメントは考慮しない。



出典：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）p12

図 11.8.1 地震時安定計算による円弧すべりの形状

「河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル」では、液状化による沈下を許容しないことを原

¹⁴⁶ 河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）p12

¹⁴⁷ 河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）p12

則とし、 Δu 法による安全率を一律 $FS=1.0$ と定めている¹⁴⁸。

一方、「河川砂防技術基準」では以下のように記述されている¹⁴⁹。

河川堤防の耐震性評価では、地震後の堤防の変形量を評価できることが望まれる。しかしながら、変形量を適切に予測する実用的な手法は現時点では確立されていない。そのため、土構造物の安定性評価に一般的に用いられている震度法を用いた円弧すべり法による安定計算により地震時安全率を算出し、堤防天端の沈下量と地震時安全率の係数を用いて、堤防の変形量を推定するのが現実的対応と考えられる。表 11.8.3 は、過去の地震時の堤防被害事例から堤防天端の沈下量と上限値と安全率の係数を設定したものである（河川砂防 p16）。

a

表 11.8.3 堤防天端の沈下量(上限値)と地震時安全率の関係

地震時安全率 F_{sd}		沈下量
kh	Δu	
$1.0 < F_{sd}$	$1.0 < F_{sd}$	0
$0.8 < F_{sd} \leq 1.0$	$0.8 < F_{sd} \leq 1.0$	(堤高) $\times 0.25$
$F_{sd} \leq 0.8$	$0.6 < F_{sd} \leq 0.8$	(堤高) $\times 0.50$
-	$F_{sd} \leq 0.6$	(堤高) $\times 0.75$

出典：建設省河川砂防技術基準(案) 同解説設計編[I] p16

11.8.2.2 対策方法

堤防の液状化対策工では、「①堤防及び堤体基礎地盤の液状化そのものを防止する対策」としては、表 11.8.1 に示したすべての工法が検討対象となる。また、「②液状化の発生は許すが、施設の被害を軽減する対策」については、表 11.8.2 のうち、液状化後の変位を抑制する工法が検討対象となる。①、②に対して、それぞれ主な液状化対策方法を、表 11.8.1 及び表 11.8.2 に示す。対策工の選定にあたっては、現場における工法の適用性、効果、信頼性、経済性等を総合的に考慮するものとする。

11.8.3 樋管

11.8.3.1 設計手法

樋管の基礎地盤が液状化した場合、基礎地盤の強度や支持力が低下し、構造物本体の安定性が損なわれる危険性がある。11.7.2 に示した液状化判定により液状化が生じると判定された砂質土層については、11.7.3 の規定により土層の物性の変化を適切に考慮し、函渠の耐震性能の照査を行うものとし¹⁵⁰、必要に応じて対策工を検討する。

図 11.8.2 は、実験により得られた過剰間隙水圧消散に伴う体積ひずみに関する関係である。この図では、FL から体積ひずみ量を求めることができる。これに液状化層厚を乗じることにより、地盤の沈下量が得られる。

¹⁴⁸ 河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案） p16

¹⁴⁹ 河川砂防技術基準（案）同解説設計編[I] 1.3.3 地震に対する安全性

¹⁵⁰ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋管及び堰編 p9

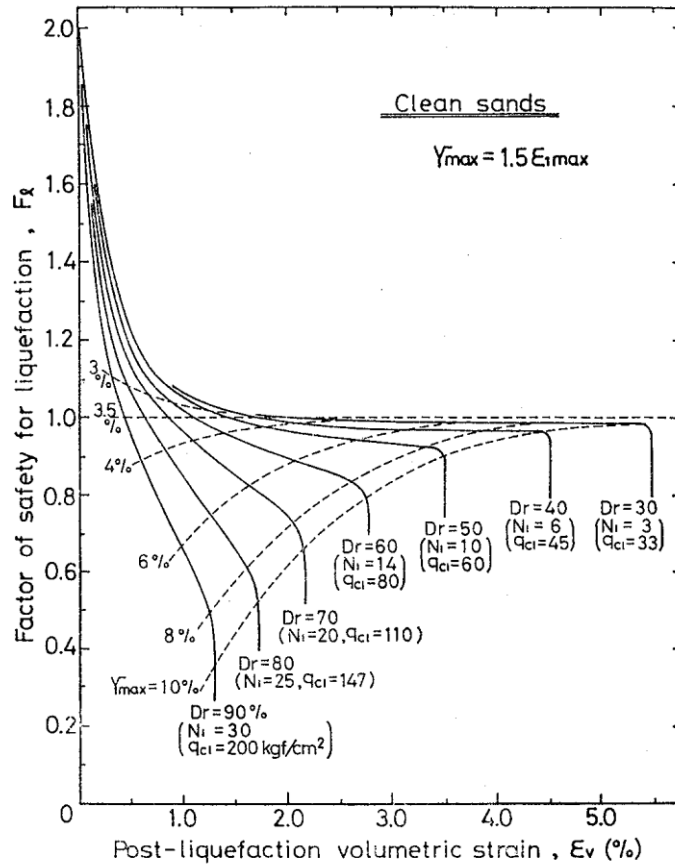


Fig. 10. Chart for determining volumetric strain as functions of factor of safety

出典：K Ishihara and M Yoshimine, Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Liquefaction during Earthquakes, *Soils and Foundations*, Volume32, Issue 1 pp.173-188

図 11. 8. 2 過剰間隙水圧消散後の体積ひずみ関係の例¹⁵¹

11. 8. 3. 2 対策方法

樋管は河川堤防内に築造され、堤防と同等の機能を併せ持つので、液状化対策を検討する場合には、液状化対策工が同時に地盤の沈下対策工等の効果を併せ持つことを考慮して設計する必要がある。

また、樋管の耐震性のみを向上させると、液状化時に構造物自体の安定が保たれたとしても、構造物の底版に空洞が発生する等により二次災害の危険が生じるような場合もある。従って、液状化対策の目標としては、周辺堤防の耐震性を優先して確保し、樋門の若干の変位を許容しても地盤の液状化及び流動化等による影響を防ぐことで、二次災害の発生を防止することに重点を置くものとする¹⁵²。

函体直下の地盤を液状化しにくいように改良するのが最も確実な方法である。この場合、対策工法としては締固め・固結工法等が有効である。固結工法を採用する場合は、その部分のみが固くなり、周辺地盤とのなじみが悪くなる可能性があることに十分留意し、沈下の擦り付け対策にも十分な配

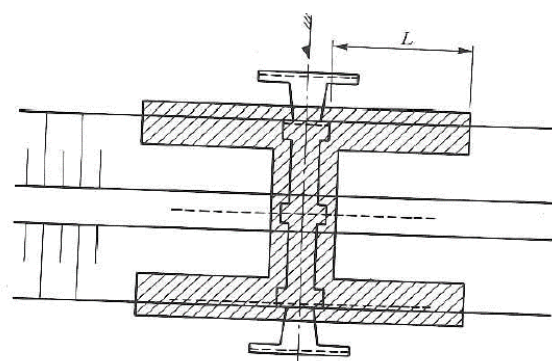
¹⁵¹ K Ishihara and M Yoshimine, Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Liquefaction during Earthquakes, *Soils and Foundations*, Volume32, Issue 1 pp.173-188

¹⁵² 柔構造樋門設計の手引き p322

慮が必要である。液状化対策の対策範囲は、液状化対象層の下端までを最小の改良深度とすることを原則とし、かつ改良体自体の安定及び周辺堤防の地震時の円弧滑りに対する安定を確保できる範囲とする。

樋管における周辺堤防の地震時の円弧滑りに対する安定を確保するために必要な対策範囲として、下図に示す範囲を目安とする。また、液状化対策を固結工法によって行う場合には、改良部だけが抜け上がり、改良体周辺部の堤体にクラックを生ずる等の悪影響を与えることがあるので、改良体を支持層に定着させる必要のある場合はその影響について十分に検討を行い、必要に応じて改良体の周辺に沈下の擦り付け対策を考慮する必要がある。

その他液状化の一般的対策工法としては、表 11.8.1、表 11.8.2 の工法が挙げられる。対策工の選定にあたっては、現場における工法の適用性、効果、信頼性、経済性等を総合的に考慮するものとする。



L：しゃ水矢板打設範囲+2m以上、または10mの長いほう

出典：柔構造樋門設計の手引き p323

図 11.8.3 樋管周辺堤防の液状化対策の範囲の目安

11.8.4 水門及び堰

11.8.4.1 設計手法

水門及び堰の基礎地盤が液状化した場合、基礎地盤の強度や支持力が低下し、構造物本体の安定性が損なわれる危険性がある。11.7.2 に示した液状化判定により液状化が生じると判定された砂質土層については、11.7.3 の規定により土層の物性の変化を適切に考慮し、門柱・堰柱の基礎、並びに函渠の耐震性能の照査を行うものとし¹⁵³、必要に応じて対策工を検討する。

なお、門柱・堰柱の基礎については、地震時に降伏に達しないことを照査するが、液状化が生じる場合には基礎に塑性化が生じることを考慮してもよい¹⁵⁴。なお、液状化が生じると判定された場合には、液状化が生じないとした場合の耐震性能の照査も行い、いずれか厳しいほうの結果を用いるものとする。これは、液状化時の地盤及び構造物の挙動が複雑であり、液状化が生じると判断された場合でも耐震性能の照査において想定している通りの状態とはならない可能性もあるためである¹⁵⁵。

¹⁵³ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編 p9

¹⁵⁴ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編 p12

¹⁵⁵ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編 p13

11.8.4.2 対策方法

対策の考え方は、樋管（11.8.3.2）と同様である。構造物の安定性を損なうような地盤の沈下を防止することが主な対策である。一般的液状化の対策工法としては、表 11.8.1 の地盤系対策工法、あるいは表 11.8.2 の工法が挙げられる。

11.8.5 鋼矢板護岸

11.8.5.1 設計手法

11.7.2 に示した液状化判定により液状化が生じると判定された砂質土層については、11.7.3 の規定により土層の物性の変化を適切に考慮するものとする。また、液状化に伴う土層の物性の変化に起因する地盤の変形を考慮する場合には、矢板を含めた周辺地盤の変形を静的に算定し、矢板の変形および断面力を算定するものとする¹⁵⁶。

鋼矢板護岸（自立式鋼矢板特殊堤）の矢板の耐震性能の照査においては、液状化の影響として、液状化に伴う土水圧または液状化に伴う土層の物性の変化に起因する地盤の変形を考慮するものとする¹⁵⁷。液状化に伴う土水圧を考慮する場合、矢板の変形の算定には土水圧の漸増成分を、矢板の断面力の算定には土水圧の振動成分を矢板に作用させるものとする¹⁵⁸。

<土水圧の漸増成分>

$$p_s = K_A \sigma_v \quad (\text{表層非液状化層})$$

$$p_s = \sigma_v \quad (\text{液状化層})$$

ここに、

p_s : 土水圧の漸増成分(kN/m²)
 K_A : 主動土圧係数 (常時)
 σ_v : 全上載圧(kN/m²)

<土水圧の振動成分>

$$p_d = \alpha_d \gamma_{NL} k_{hg} \sqrt{(H_{NL} + H_L)x} \quad (\text{表層非液状化層})$$

$$p_d = \alpha_d K_{NL} k_{hg} \sqrt{(H_{NL}' + H_L)x'} \quad (\text{液状化層})$$

$$\alpha_d = 0.40 \cdot \log \rho - 0.40 \quad (\text{ただし、} 0 \leq \alpha_d \leq 1.0)$$

$$\rho = \frac{EZ_a}{\gamma_L (H_{NL} + H_L)^3}$$

ここに、

p_d : 土水圧の振動成分(kN/m²)
 α_d : 矢板の相対剛性による補正係数
 γ_{NL} : 表層非液状化層の土の単位体積重量(kN/m³)
 k_{hg} : レベル2地震動の地盤面における水平震度
 H_{NL} : 表層非液状化層の層厚(m)
 H_L : 液状化層の層厚(m)
 x : 地表面からの深さ(m)
 γ_L : 液状化層の土の単位体積重量(kN/m³)

¹⁵⁶ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p14

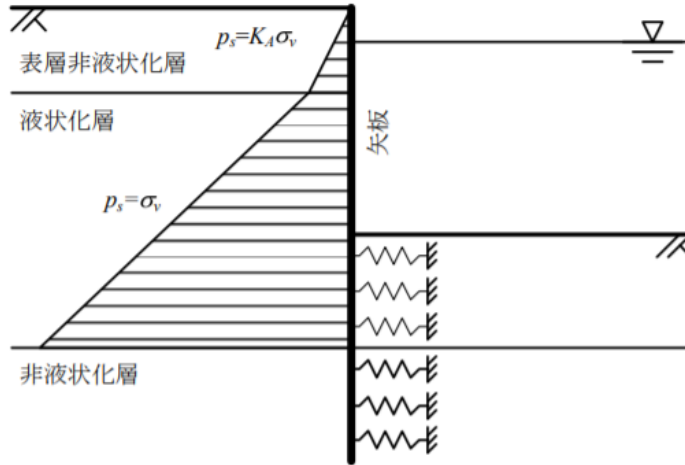
¹⁵⁷ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p9

¹⁵⁸ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p12

- H_{NL}' : 表層非液状化層の換算層厚(m)で、次式により算出する。

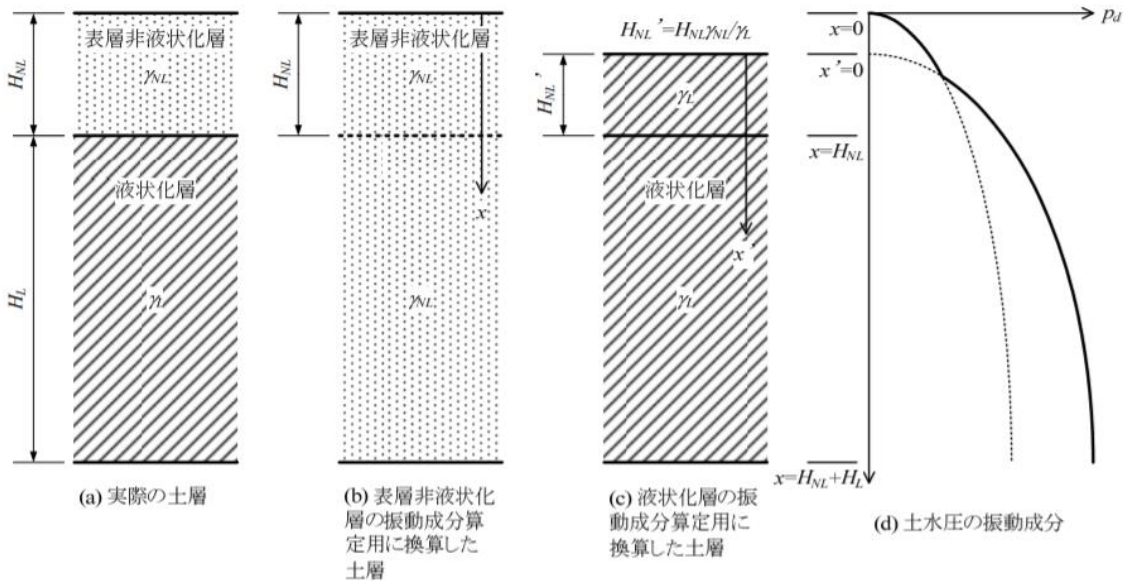
$$H_{NL}' = H_{NL} \gamma_{NL} / \gamma_L$$
- x' : 地表面からの換算深さ(m)で、次式により算出する。

$$x' = x - (H_{NL} - H_{NL}') = x - (1 - \gamma_{NL} / \gamma_L) H_{NL}$$
- ρ : 矢板の相対剛性
- E : 矢板の弾性係数(kN/m²)
- Z_a : 単位幅(1m)当たりの矢板の断面係数(m³/m)



出典：河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p13

図 11.8.4 自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の漸増成分



出典：河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p14

図 11.8.5 自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の振動成分

11.8.5.2 対策方法

壁体の安定に影響を及ぼす直下の地盤の沈下を抑制することが主な対策である。対策工法としては、堤防の液状化対策工法と共通であり、表 11.8.1 の工法が挙げられる。

11.8.6 堤防（コンクリート擁壁式特殊堤）

11.8.6.1 設計手法

11.7.2 に示した液状化判定により液状化が生じると判定された砂質土層については、11.7.3 の規定により土層の物性の変化を適切に考慮するものとする。その上で、特殊堤の躯体については、躯体に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査する。また、特殊堤の基礎については、基礎に生じる応力度が許容応力度以下であり、かつ、支持、滑動及び転倒に対して安全であるとともに、基礎の変位が許容変位以下であるものを照査するものとする¹⁵⁹。

11.8.6.2 対策方法

特殊堤の安定に影響を及ぼす直下の地盤の沈下を抑制することが主な対策である。対策工法としては、堤防の液状化対策工法と共通であり、表 11.8.1 及び表 11.8.2 の工法が挙げられる。

¹⁵⁹ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説 III. 自立式構造の特殊堤編 p10

11.9 耐震設計

11.9.1 耐震設計の考え方

11.9.1.1 適用する設計基準の選定

フィリピンでは河川構造物の地震時の最新の設計手法が未確立で、Phase-I-III での護岸設計では我が国の既往の設計手法（レベル1 対応のみ）を採用したが、DPWH は本事業において我が国の最新の設計手法の導入を高く期待している。一方、2013 年にフィリピン国では、橋梁の耐震設計に関する基準書「DPWH LRFD Bridge Seismic Design Specifications（以下「BSDS」という）」（DPWH）が発行された。BSDS では、レベル2 地震動への対応について記載されており、同基準書発行後に設置される新設橋梁はレベル2 地震動を考慮した設計をすることになっている。

これに合わせて、本プロジェクトではレベル2 地震動を考慮した設計の導入を検討する。今回設計対象となる河川構造物のうち、堤防護岸については既往の事業でレベル1 対応での整備が進んでいる。堤防護岸は連続的な構造物であり、区間ごとに安全度が異なることは望ましくない。従って、統一的な設計水準で整備を完了することを最優先とし、本プロジェクトにおいてもレベル1 対応とする。一方、新設の水門や堰については、単体での設計が可能であることから、レベル2 地震動を考慮した設計基準を導入するものとする。

レベル1 地震動とレベル2 地震動に関して BDS には以下のように記述されており、日本におけるレベル1 地震動とレベル2 地震動の区分けと比較して、目的とする部分は共通しているといえる。

Level 1 Earthquake Ground Motion – The design earthquake considering seismic hazard from small to moderate earthquakes with high probability of occurrence during the bridge service life (taken as 100-year return), for seismic serviceability design objective to ensure normal bridge functions.

レベル1 地震動-通常の橋梁の機能を確保する耐震保守設計を目的とした、橋梁の供用期間中に高い確率（100 年確率）で発生する小から中規模の地震による災害を考慮した設計地震

Level 2 Earthquake Ground Motion – The design earthquake considering a seismic hazard corresponding to an earthquake with a return period event of 1,000 years (seven percent probability of exceedance in 75 years), for life safety performance objective under a large earthquake.

レベル2 地震動-大規模地震下において生命を守ることを目的とした、1000 年確率（75 年確率を超えるもののうち 7%）で発生する地震による災害を考慮した設計地震

出典：BSDS, DPWH, P2-2

BSDS は日本の最新の河川構造物設計を準用可能な基本的ガイドラインであるため、円借款事業として BDS と我が国の「河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説（以下「耐震指針(案)」という）」を基準に設計を行う。

表 11.9.1 参考図書一覧

No.	図書名	発行年	出版元
①	LRFD Bridge Seismic Design Specifications	2013	DPWH
②	河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説 I.共通編	2012	日本
③	河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説 II.堤防編	〃	〃
④	河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説 III.自立式構造の特殊堤編	〃	〃
⑤	河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説 IV.水門・樋門及び堰編	〃	〃
⑥	柔構造樋門設計の手引き	1998	(財)国土開発技術研究センター
⑦	道路橋示方書・同解説 I 共通編, IV 下部構造編	2012	(社)日本道路協会
⑧	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編	2002	国土交通省 河川局治水課

出典：調査団

11.9.1.2 耐震設計条件

(1) 耐震性能の設定

『耐震指針(案)共通編』では、耐震性能の照査の基本として以下のことが明記されている。

河川構造物の耐震性能の照査においては、河川構造物の耐震性能及び耐震性能の照査に用いる地震動を適切に設定するとともに、適切な耐震性能の照査方法を用いるものとする。

『耐震指針(案)共通編』より引用

ここでは、耐震性能、耐震性能の照査に用いる地震動、耐震性能の照査方法について設定する。

水門及び堰についての耐震性能は、『耐震指針(案)水門・樋門及び堰編』では、表 11.9.2 のように設定されている。また、耐震性能は、治水上又は利水上重要な水門・堰については耐震性能 2 を、それ以外の水門については耐震性能 3 を確保するものとするとしている。

今回設計する水門は、治水または利水上重要な施設と考え、保有すべき耐震性能は“耐震性能 2”とする。

表 11.9.2 耐震性能

耐震性能	求められる性能
耐震性能 1	地震によって水門・樋門又は堰としての健全性を損なわない性能
耐震性能 2	地震後においても、水門・樋門又は堰としての機能を保持する性能
耐震性能 3	地震による損傷が限定的なものにとどまり、水門・樋門又は堰としての機能が速やかに行い得る性能

出典：耐震指針(案)・同解説 IV.水門・樋門及び堰編

(2) 地震の外力

表 11.9.3 に各基準における地震外力の比較を示す。地震外力設定に必要となる加速度スペクトルについて、日本の場合は標準加速度スペクトルが定められているのに対し、フィリピン国では検討対象となる地点ごとに加速度スペクトルを作成する。作成する加速度スペクトルは、フィリピン国における既往の地震観測データをもとに作成された対象地震動の発生確率から導き出されている。

BSDS では、既往の地震観測データをもとに、地域性を考慮してスペクトルを設定しているため、

本検討では BSДС に記載された地震外力を採用する。

表 11.9.3 基準ごとの地震外力の比較

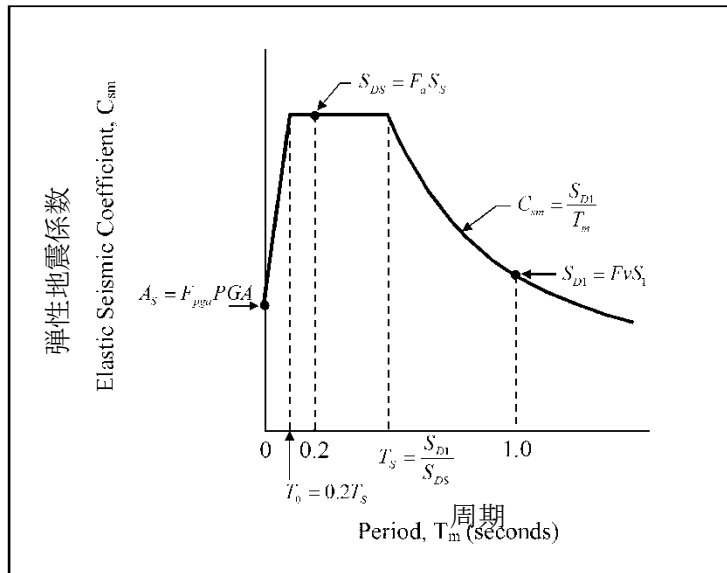
河川構造物耐震性能照査指針（日本）	BSДС（フィリピン国、橋梁）
設定方法：確定論的	設定方法：確率論的
地震動の種類： L1（今回検討対象外） L2 TYPE 1（プレート境界型） L2 TYPE 2（直下型） ※使用する標準スペクトルは場所に関わらず同じ	地震動の種類： L1(1/100 確率) L2 (1/1000 確率) ※スペクトルは検討対象地点ごとに設定（BSДС に記載あり） ※TYPE1、TYPE2 の区別はなく両者を混合して発生確率から一つのスペクトルを導出
液化化検討時の地震動： L1、L2 各タイプに応じて地震動を与える	液化化検討時の地震動： L2 のみ対象で且つ、PGA の時のみ考慮（直下型地震だけ考慮している）

出典：表中の基準書より調査団抜粋

The five-percent-damped-design response spectrum shall be taken as specified in Figure 3.6.1-1. This spectrum shall be calculated using the mapped peak ground acceleration coefficients and the spectral acceleration coefficients from Figures 3.4.1-1 to 3.4.1-6, scaled by the zero-, short-, and long-period site factors, F_{pga} , F_a , and F_v , respectively.

5%減衰設計応答スペクトルは、図 11.9.1 に規定するとおりとする。このスペクトルは、マッピングされたピーク地上加速度スペクトル係数と次頁に掲載する図 3.4.1-1 から図 3.4.1-6 に示される、ゼロ、短期、および長期の地域補正係数、 F_{pga} 、 F_a 、および F_v により算定される。

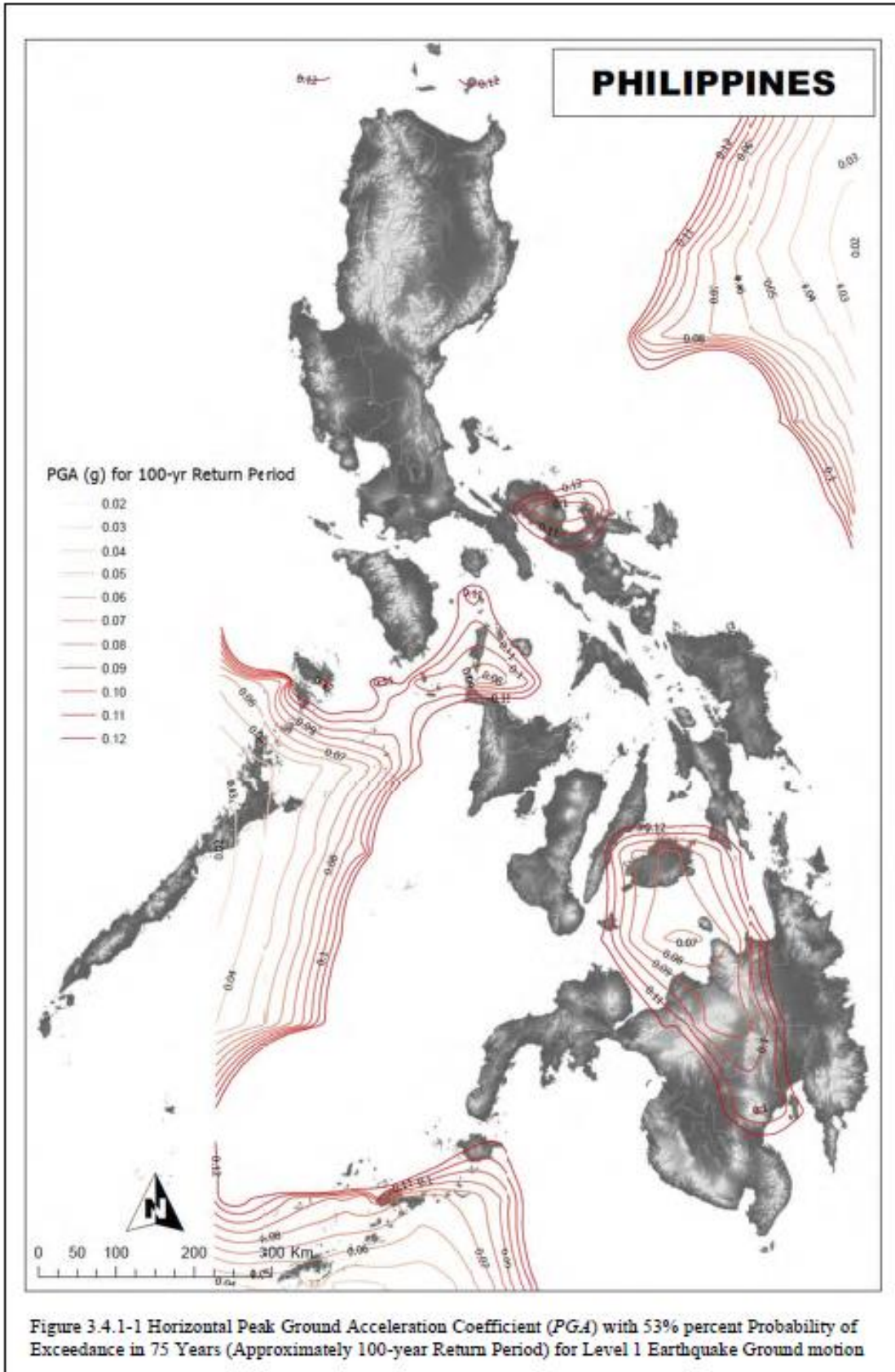
出典：BSДС, DPWH, P3-36 に調査団による仮訳追加



設計応答スペクトル
Figure 3.6.1-1 Design Response Spectrum

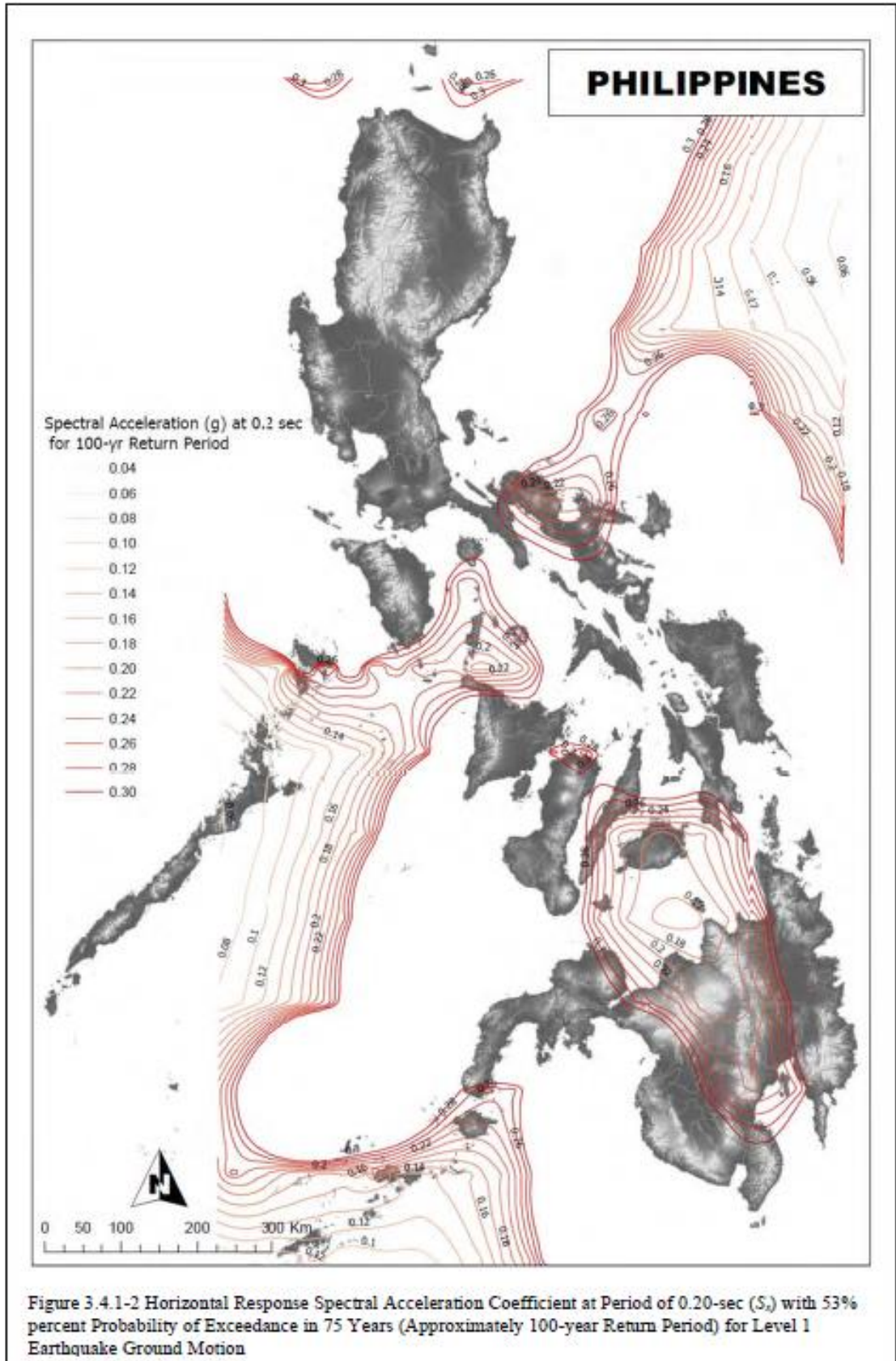
出典：BSДС, DPWH, P3-36

図 11.9.1 設計応答スペクトル



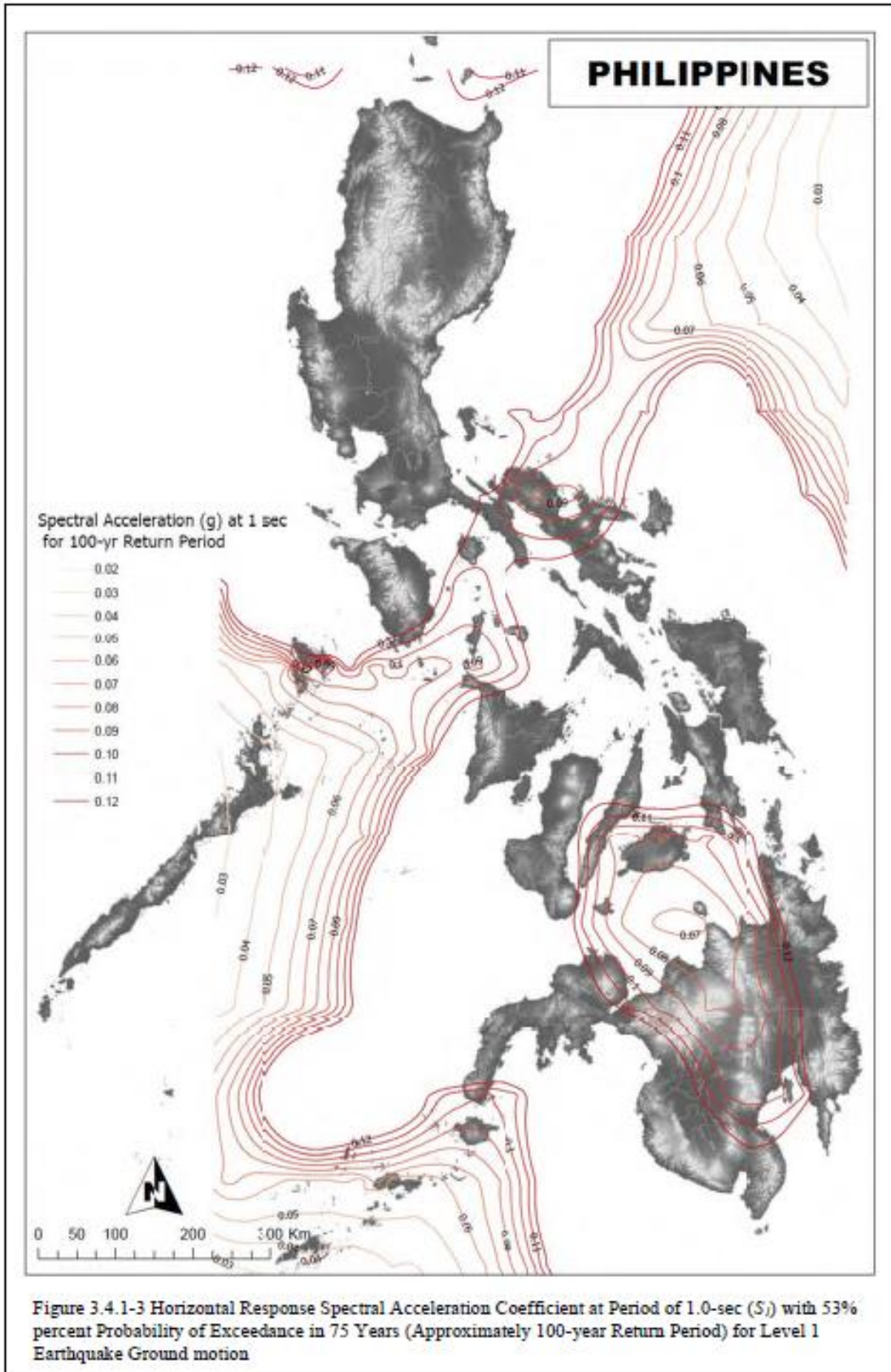
出典：BSDS

図 11.9.2 設計水平震度(BSDS 図 3.4.1-1)



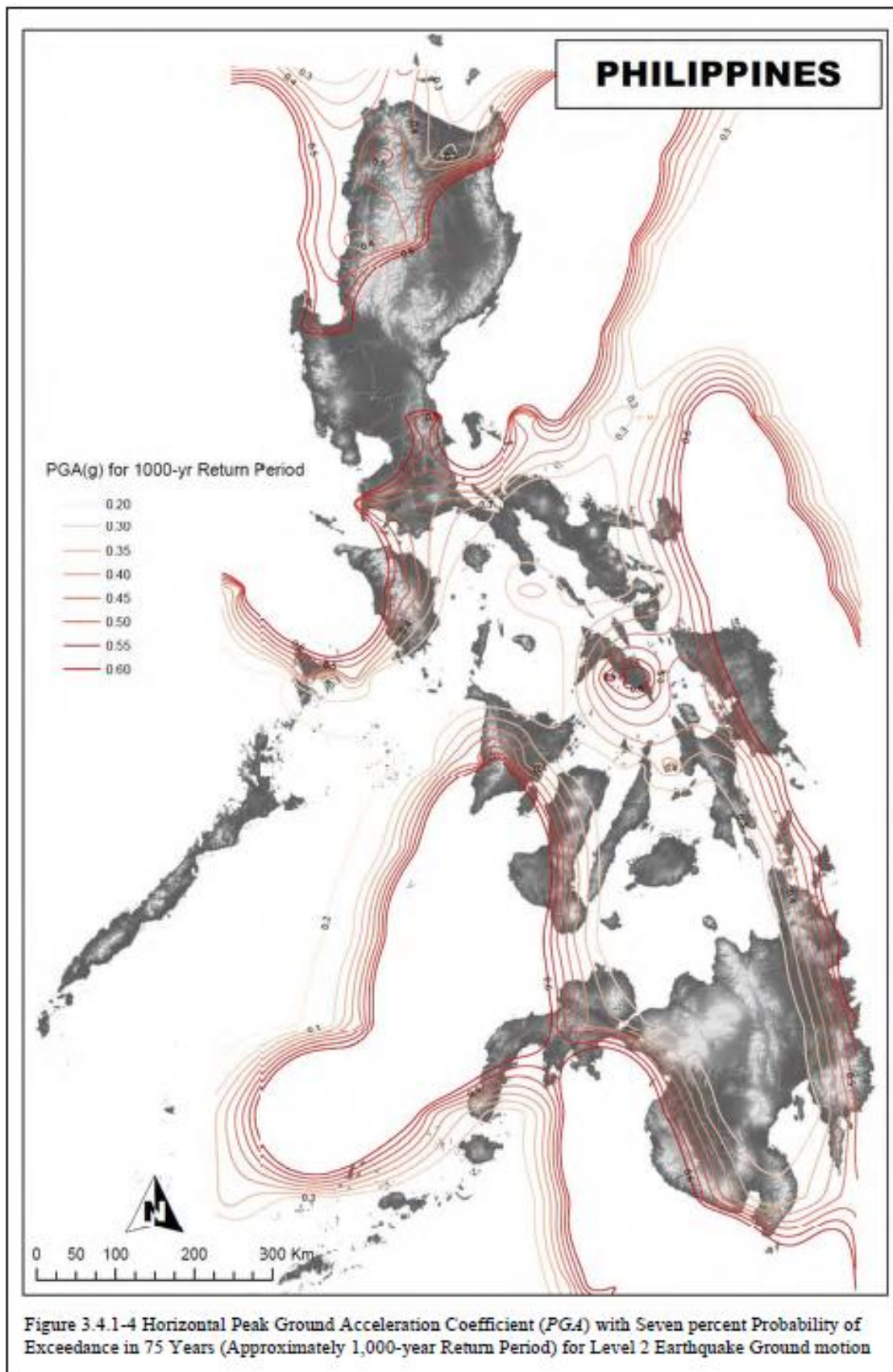
出典：BSDS

図 11.9.3 加速度応答スペクトル係数 (BSDS 図 3.4.1-2)



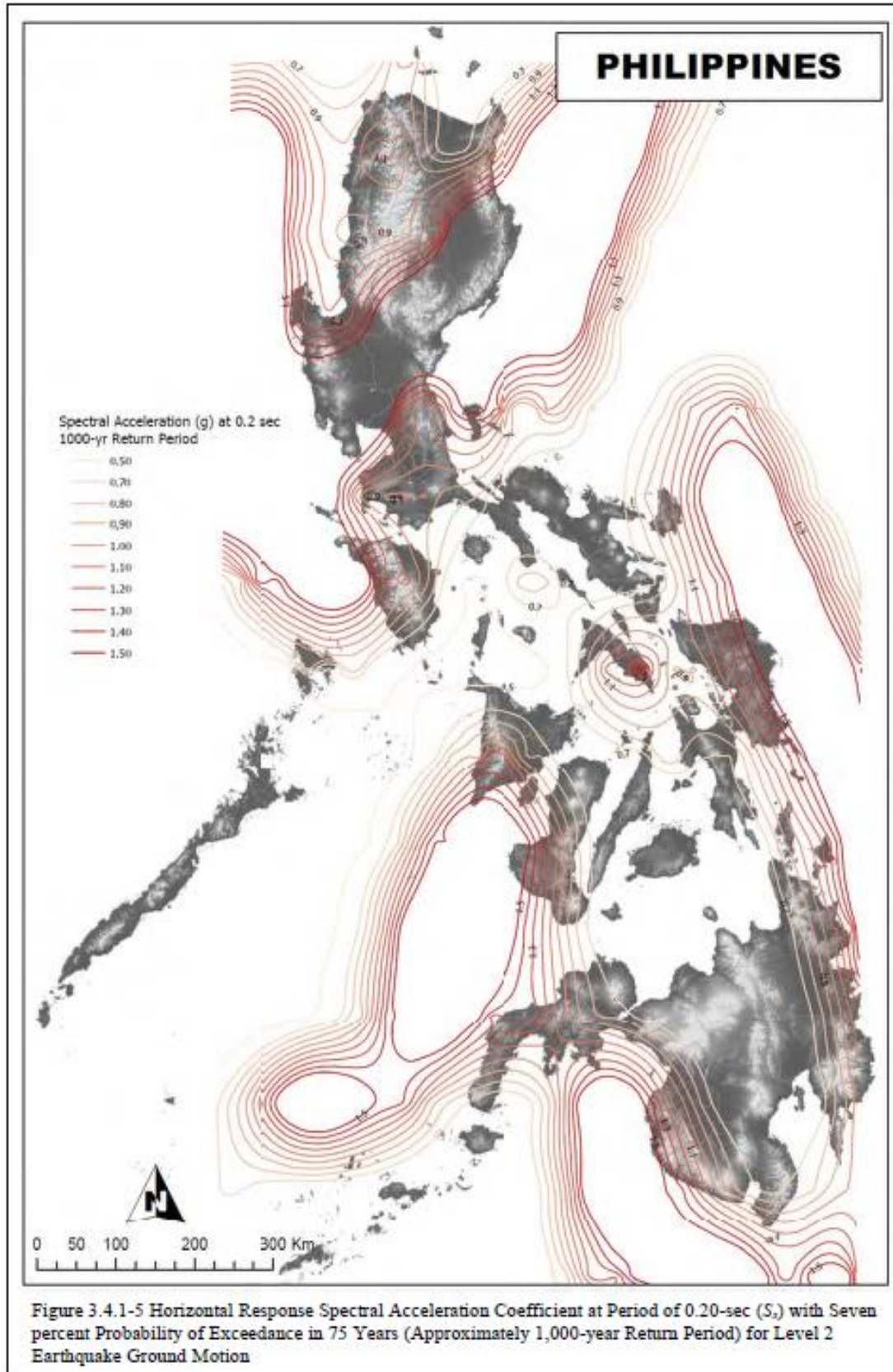
出典：BSDS

図 11.9.4 加速度応答スペクトル係数 (BSDS 図 3.4.1-3)



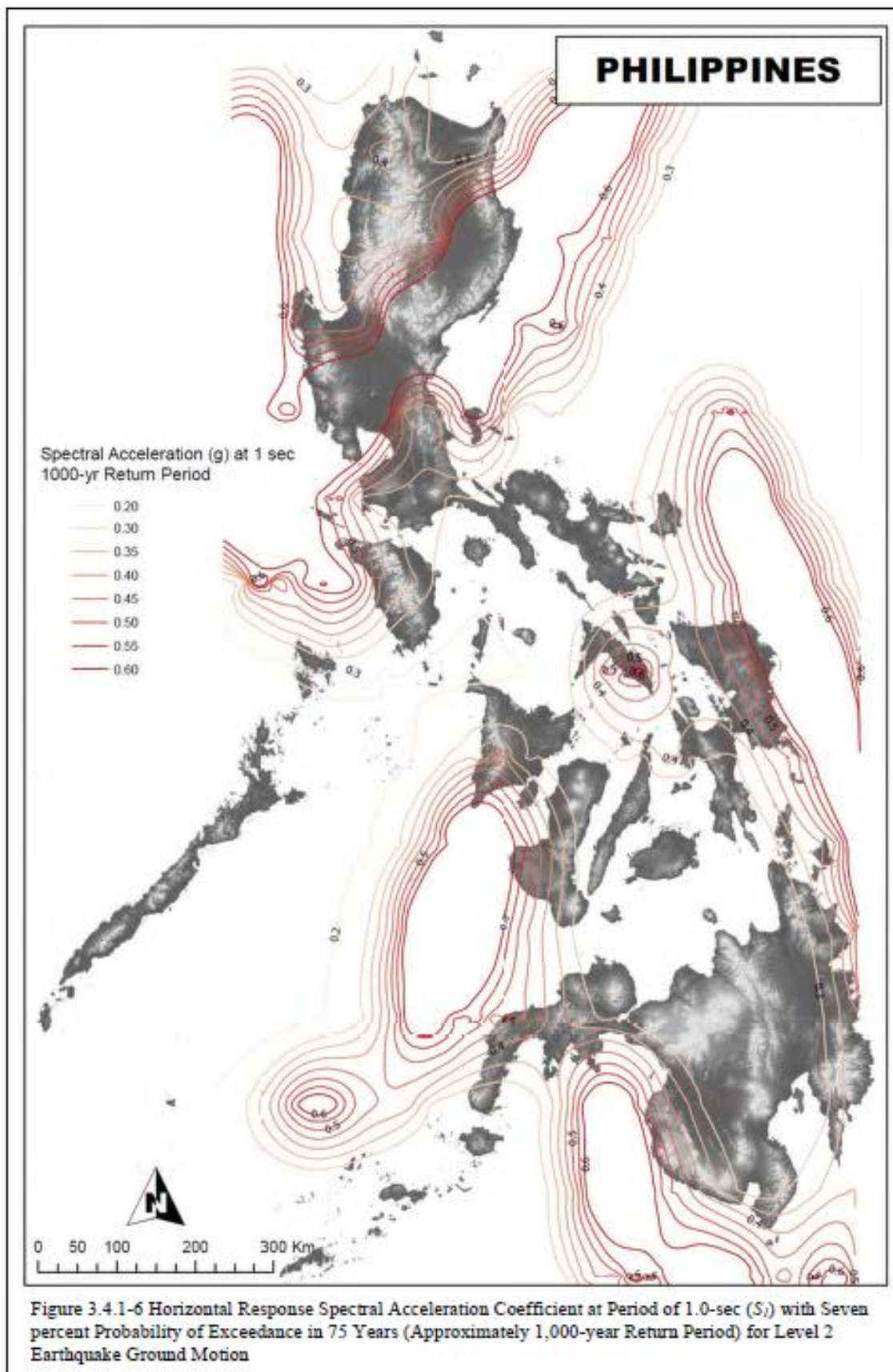
出典：BDS

図 11.9.5 表面最大加速度係数(BSDS 図 3.4.1-4)



出典：BSDS

図 11.9.6 加速度応答スペクトル係数(BSDS 図 3.4.1-5)



出典：BSDS

図 11.9.7 加速度応答スペクトル係数 (BSDS 図 3.4.1-6)

(3) 限界状態

水門・堰の耐震性能の照査では、水門及び堰の限界状態に基づき、塑性化を考慮する部材や部位を選定するとともに、個々の部材の限界状態を適切に設定する必要がある。耐震性能毎の限界状態を表 11.9.4 に示す。本水門は、耐震性能 2 が求められる施設であることから、限界状態は、塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形を考慮し、その塑性変形がゲートの開閉を妨げない状態となるように設計する。

また、水門・堰の耐震性能の照査は、耐震性能の照査に用いる地震動が作用したときに、水門を構成する各部材に生じる状態が当該部材の限界状態を超えないことを照査することにより行う。各部材での限界状態を、表 11.9.5 に示す。

表 11.9.4 耐震性能と限界状態

耐震性能	限界状態	担保される性能
地震によって水門・堰としての健全性を損なわない性能 (耐震性能 1)	各部材の力学特性が弾性範囲を超えない状態	供用性、修復性（補修不要）
地震によって水門・堰としての機能を保持する性能 (耐震性能 2)	塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形を考慮し、その塑性変形がゲートの開閉を妨げない状態	供用性、修復性
地震による損傷が限定的なものにとどまり、水門・堰としての機能の回復が速やかにい行い得る性能(耐震性能 3)	塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形を考慮し、その塑性変形が当該部材の修復を容易に行い得る状態	修復性

出典：耐震指針(案)・同解説 IV.水門・樋門及び堰編より作成

表 11.9.5 各部材の限界状態

部材	耐震性能 1	耐震性能 2	耐震性能 3
門柱・堰柱	弾性域を超えない状態	塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形が生じ、かつ、ゲートの開閉を妨げない状態	塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形が生じ、かつ、修復を容易に行い得る状態
基礎		原則として、副次的な塑性化にとどまる状態	
堰柱床版		弾性域を超えない状態	
ゲート		ゲートの開閉が可能な状態	修復困難な残留変位が生じない状態

- ・ 塑性化を考慮する部材を適切に選定し、その部材にのみ塑性化を生じさせる。
- ・ 基礎は損傷の発見や修復が困難であることから、塑性化を生じさせることは望ましくない。一般には、門柱・堰柱に塑性化を生じさせるのが合理的。

出典：耐震指針(案)・同解説 IV.水門・樋門及び堰編より作成

11.9.2 照査方法

11.9.2.1 照査方法の決定

表 11.9.6 は各規準におけるレベル 2 耐震性能照査の方法を示している。日本もフィリピンも限界状態設計を基本としているが、解析方法の違い、骨組解析における塑性化部材の取り扱いと、破壊形態を考慮した照査を行うか否かという違いがある。破壊形態とはレベル 2 地震動を外力として与えた際に、構造物が曲げで壊れるか、せん断で壊れるかというタイプ分けである。せん断破壊では構造物がぜい性的に壊れ致命的な損傷を与えるため、耐震設計では曲げ破壊型となるように設計することが望ましい。

河川構造物の耐震性能照査では、地震発生後に所要の耐震性能から必要となる機能を発揮できるかが重要となる（例えば、軽微な補修でゲートの開閉やポンプの運転が行えるか等）。そのため、地震時にぜい性的な破壊を起こさないことや部材塑性化後の構造物全体系での変形を考慮した設計を行うことが重要と考える。よって、照査方法に関しては日本の「河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説」に従うこととする。

本詳細設計の耐震設計は、一般的に堰・水門の耐震設計に適用される静的照査法に基づいて実施する。ただし、水門の構造形式決定後に実施する固有値解析の結果により、1次震動モードが卓越しない場合及び主たる塑性化が生じる部位が明確でない場合等には、動的照査法が必要となる場合がある。このような場合は別途 JICA 及び DPWH と相談し、対応を協議する。

表 11.9.6 基準ごとの耐震性能照査方法の比較

河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説（日本）	BSDS（フィリピン国、橋梁）
解析方法：静的解析を基本 （プッシュオーバー解析）	解析方法：動的解析（応答スペクトル法） 単径間橋梁、擁壁等は PGA（ピーク加速度）を用いた静的解析（震度法）
照査方法：地震時保有水平耐力法 （限界状態設計法）	照査方法：荷重係数法 （限界状態設計法）
部材の塑性化：考慮する。 骨組解析でも非線形部材を考慮	部材の塑性化：考慮する。 ただし、骨組解析では線形部材 →応答値が過大となる →補正方法（SRSS 法等）も提案されているが、誤差が大きくなる
破壊形態： <u>検討対象</u>	破壊形態： <u>検討対象ではない</u>

出典：表中の基準書の記載を基により調査団作成

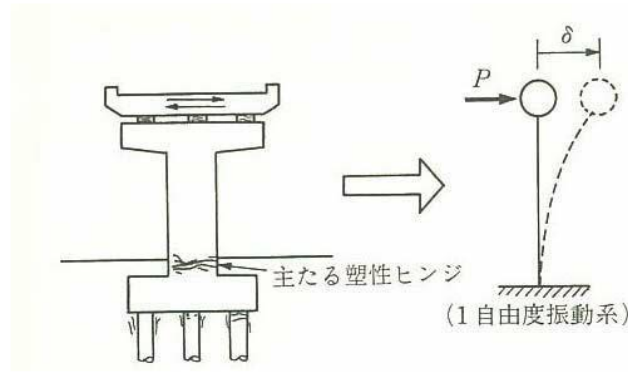
『耐震指針(案)水門・樋門及び堰編』では、耐震性能の照査方法について、以下の記述がされている。

3.2 耐震性能の照査方法

水門・樋門及び堰の耐震性能の照査は、耐震性能の照査に用いる地震動並びに水門・樋門及び堰の限界状態に応じて、適切な方法に基づいて行うものとする。ただし、一般には4.に規定する静的照査法により耐震性能の照査を行えば、本規定を満足するとみなしてよい。

『耐震指針(案)水門・樋門及び堰編』P5 より引用

耐震性能の照査方法は、構造物の地震時挙動を動力学的に解析する動的照査法と地震の影響を静力学的に解析する静的照査法に大別される。本水門の門柱・堰柱は、橋脚に類似した比較的単純な構造物であり、地震時には1次振動モードが卓越し（図 11.9.8 参照）、また、主たる塑性化の生じる部位が明確である。よって、本水門の耐震性能の照査は、静的照査法により行う。



出典：土木設計の要点 耐震設計法／限界状態設計法

図 11.9.8 1 自由度振動系へのモデル化（橋脚の例）

また、同指針では、静的照査法による耐震性能の照査方法について、以下の記述がされている。

レベル1 地震動に対する静的照査法による水門・樋門及び堰の耐震性能の照査は、原則として、震度法に基づいて行うものとする。また、レベル2 地震動に対する静的照査法による耐震性能の照査は、原則として地震時保有水平耐力法に基づいて行うものとする。

※『耐震指針(案)水門・樋門及び堰編』P8 より引用

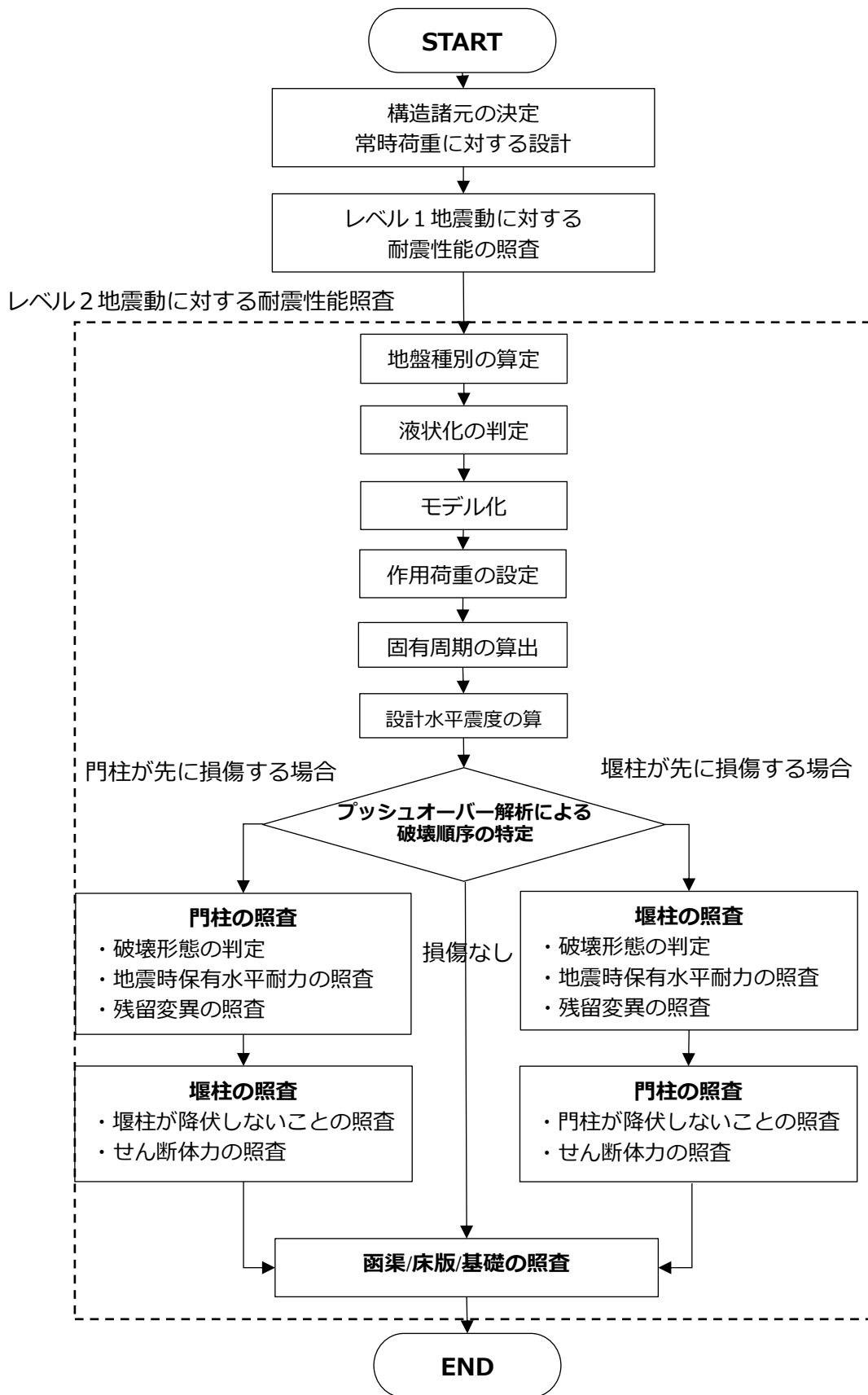
従って、本業務における水門の耐震性能の照査は、同指針に拠り、以下の方法によって行う。

- レベル1 地震動：震度法
- レベル2 地震動：地震時保有水平耐力法

地震時保有水平耐力法とは、構造物の塑性域の地震時保有水平耐力や変形性能、エネルギー吸収を考慮して地震の影響を静的な荷重に置き換えて耐震性能の照査を行う方法である。

- 部材の損傷を許容し、損傷した箇所（塑性ヒンジ）によるエネルギー吸収の効果を積極的に見込むことにより、レベル2 地震動に対しても合理的な照査が可能。
- 地震時にどの部材を塑性化させ、どの部材を塑性化させないかを適切に選択（=損傷をコントロールする）

11.9.2.2 照査手順



出典：調査団

図 11.9.9 照査手順

(1) 地盤種別の算定

地盤の特性値 T_G により地盤種別を判定する。なお、下記に示す判定方法および種別は日本、フィリピンどちらの基準においても同一である。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

ここに、

- V_{si} : 初期せん断弾性波速度（砂質土層 $V_s=80N^{1/3}$ 、粘性土層 $V_s=100N^{1/3}$ ）
- N : 各地層の N 値
- i : i 番目の土層の番号

表 11.9.7 地盤種別

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)
I 種	$T_G \leq 0.2$
II 種	$0.2 < T_G \leq 0.6$
III 種	$0.6 < T_G$

出典：BSDS(DPWH)および河川構造物の耐震性能照査指針・解説(国土交通省水管理・国土保全局治水課)

(2) 液状化の判定

飽和砂質土層に生じる液状化は、地震時に構造物の挙動に大きな影響を与えるため、ボーリングデータの粒度試験結果や繰り返し三軸圧縮試験データにより、FL 値を算出し、液状化判定を行う。

判定は、BSDS および「河川構造物の耐震性能照査指針」の記載に基づき行う。液状化に対する抵抗率 FL が 1.0 以下の場合、液状化するとみなす。両指針で基本的に照査式および判定基準は同じである。ただし、外力に関しては、BSDS では $khgL = F_{pga} PGA$ のケースのみであるため、本検討では BSDS に従い外力設定を行う。

液状化判定については、以下の条件をすべて満たすものについて行う。

- 1) Saturated soil layer with depth less than 20 m below the ground surface and having ground water level higher than 10 m below the ground surface.
- 2) Soil layer containing a fine content (FC) of 35% or less, or soil layer having plasticity index, I_p , less than 15, even if FC is larger than 35%.
- 3) Soil layer having a mean particle size (D_{50}) of less than 10 mm and a particle size at 10% passing (D_{10}) (on the grading curve) is less than 1 mm.
- 4) 地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ、現地盤面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- 5) 細粒分含有率 FC が 35%以下の土層、又は、FC が 35%を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層
- 6) 平均粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層

出典：BSDS, DPWH, P6-3 を調査団仮訳

(3) 門柱・堰柱の照査

1) 照査方法

門柱・堰柱は橋脚に類似した比較的単純な構造物であり、地震時には1次振動モードが卓越し、また主たる塑性化の生じる部位が明確である。従って、静的照査法により耐震性能の照査を行うことが可能であり、照査方法として地震時保有水平耐力法を用いることができる。

2) 門柱・堰柱の照査断面

流水方向及び流水直角方向のそれぞれについて照査を行う。なお、堰柱床版については床版に生じる応力度が降伏応力度以下であることを照査する。

3) 作用荷重の算定

水平震度は、載荷方向によって、流水方向、流水直角方向についてそれぞれ算出する。躯体の慣性力は自重に水平震度を乗じた水平力とする。

4) 固有周期の算出

門柱・堰柱に生じる塑性ヒンジが主たる非線形要因であることから、この影響を降伏剛性として取り入れる¹⁶⁰。固有周期 T は、次式により算出する。

$$T = 2.01\sqrt{\delta}$$

ここに、

T : 固有周期 (S)

δ : 門柱堰柱の重量の80%に相当する力を慣性力作用方向に作用させた際の上部工慣性力作用位置での水平変位 (m)

5) 照査・許容値の算定

門柱・堰柱の地震時保有水平耐力が門柱・堰柱に作用する慣性力を下回らないとともに、門柱・堰柱の残留変位がゲートの開閉性から決定される許容残留変位以下であることを照査する。

門柱・堰柱の許容残留変異はゲートの開閉を妨げない変形角をもとに、構造物ごとに設定する必要がある。この変形角は扉体と戸当たりとの関係、ローラ形式、サイドローラの有無等によって決定される。

6) 照査に係る評価式

(a) せん断耐力の算定式

せん断耐力 P_s は、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」に示された次式より算出する¹⁶¹。 P_{s0} は式中の $C_c=1.0$ としたものである。

$$P_s = S_C + S_S$$

$$S_C = C_C C_e C_{pt} \tau_C b d$$

$$S_S = \frac{A_w \sigma_{sy} d (\sin\theta + \cos\theta)}{1.15a}$$

¹⁶⁰ 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 P-54

¹⁶¹ 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編

ここに、

- S_c : コンクリートが負担するせん断耐力 (kN)
- τ_c : コンクリートが負担できる平均せん断応力度 (N/mm²)
- C_c : 荷重の正負交番繰返し作用の影響に関する補正係数
- C_e : 橋脚断面の有効高 d に関する補正係数
- C_{pt} : 軸方向引張鉄筋比 P_t に関する補正係数
- b : せん断耐力を算定する方向に直角な方向の橋脚断面の幅 (mm)
- d : せん断耐力を算定する方向に平行な方向の橋脚断面の有効高 (mm)
- P_t : 軸方向引張鉄筋比で、中立軸よりも引張側にある主鉄筋の断面積の総和を bd で除した値(%)
- S_s : 帯鉄筋が負担するせん断耐力 (kN)
- A_w : 間隔 a 及び角度 θ で配筋される帯鉄筋の断面積 (mm²)
- σ_{sy} : 帯鉄筋の降伏点 (N/mm²)
- θ : 帯鉄筋と鉛直軸のなす角度 (°)
- a : 帯鉄筋の間隔 (mm)

(b) 破壊形態の判定式

水門・堰の門柱・堰柱における耐震性能照査では、門柱や堰柱が被りうる破壊形態を明らかにし、破壊の形態に応じて耐震性能を満足するための補強・対策を講じる必要がある。従って、以下の関係式より破壊形態を判定する。

- $P_u \leq P_s$: 曲げ破壊型
- $P_s < P_u \leq P_{s0}$: 曲げ損傷からせん断破壊移行型
- $P_{s0} < P_u$: せん断破壊型

ここに、

- P_u : 終局水平耐力 (kN)
- P_s : せん断耐力 (kN)
- P_{s0} : 正負交番繰返し作用の影響に関する補正係数を 1.0 として算出するせん断耐力

(c) 地震時保有水平耐力法の算定式

地震時保有水平耐力は、以下の式によって求める。

$$k_h W \leq P_a$$

ここに、

- k_h : 水平震度
- W : 構造物の（等価）重量
- P_a : 地震時保有水平耐力

地震時保有水平耐力 P_a は、破壊形態に応じて以下の通り算出する。

$$P_a = P_u : \text{曲げ破壊型 (ただし } P_c < P_u)$$

$P_a = P_u$: 曲げ損傷からせん断破壊移行型

$P_a = P_{s0}$: せん断破壊型

ここに、

P_a : 地震時保有設計耐力 (kN)

P_c : ひびわれ水平耐力 (kN)

破壊形態を問わず、 $P_a \geq k_{hc}W$ が満足されれば、地震時保有水平耐力の照査は OK と判定される。地震時保有水平耐力の照査に必要な各定数は、それぞれ以下に示すとおり算出する。

(i) 終局水平耐力 P_u

終局水平耐力 P_u は、損傷断面に生じる塑性ヒンジを考慮して、下式より算出する。

$$P_u = \frac{M_u}{h}$$

ここに、

M_u : 終局曲げモーメント (N・mm)

h : 下端から上部構造の慣性力作用位置までの高さ (mm)

(ii) 設計水平震度 k_{hc}

レベル 2 地震動では、設計水平震度 k_{hc} は下式より算出する。

$$k_{hc} = C_s C_z k_{hc0}$$

ここに、

C_s : 構造物特性補正係数

$C_z k_{hc0}$: 固有値と設計応答スペクトルより算定される水平震度

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu_a - 1}} : \text{構造物補正係数}$$

ここに、

μ_a : 鉄筋コンクリート柱の許容塑性率

μ_a は破壊形態に応じて、以下により算出される。

【曲げ破壊型】

$$\mu_a = 1 + \frac{\delta_u - \delta_y}{\alpha \delta_y}$$

ここに、

δ_u : 終局変位 (mm)

δ_y : 降伏変位 (mm)

α : 安全係数で表 11.9.6 の通りとなる。

【曲げ損傷からせん断破壊移行型及びせん断破壊型】

$$\mu_a = 1.0$$

表 11.9.8 曲げ破壊型と判定された鉄筋コンクリート橋脚の許容塑性率を算出する場合の安全係数

照査する耐震性能	タイプ I の地震動に対する許容塑性率の算出に用いる安全係数 α	タイプ II の地震動に対する許容塑性率の算出に用いる安全係数 α
耐震性能 2	3.0	1.5
耐震性能 3	2.4	1.2

出典：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編

(iii) 等価重量 W

等価重量 W は、次式により算出する。

$$W = W_u + C_p W_p$$

ここに、

C_p : 等価重量算出係数

W_u : 当該の柱が支持している上部構造の重量 (N)

W_p : 柱の重量 (N)

表 11.9.9 等価重量算出係数 C_p

曲げ破壊又は曲げ損傷からせん断破壊移行型	せん断破壊型
0.5	1.0

出典：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編

(d) 残留変位の照査式

$$\delta_R \leq \delta_{Ra}$$

ここに、

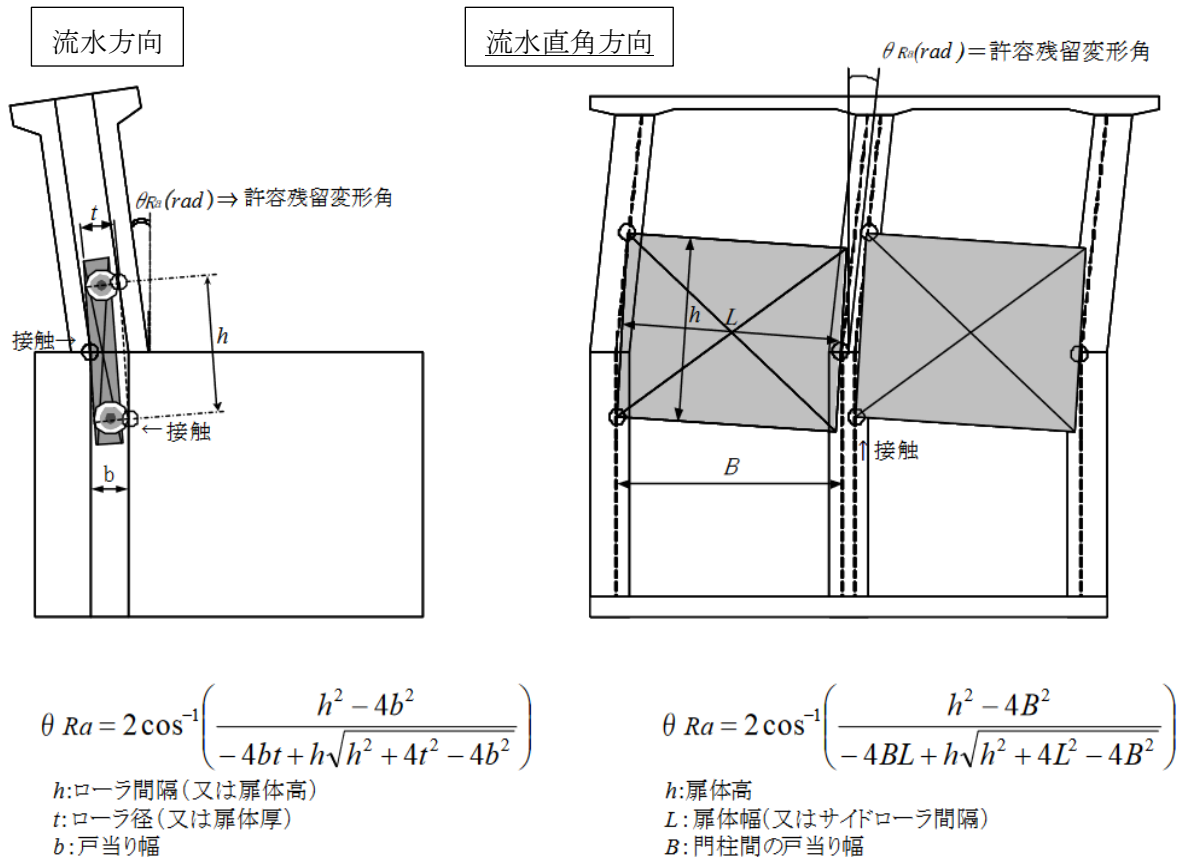
δ_R : 残留変位

δ_{Ra} : 許容残留変位 (δ_{Ra1} or δ_{Ra2})

δ_{Ra1} : 門柱・堰柱の許容残留変位 (mm) で、原則として、扉体やローラ、戸当たり等との関係から定まるゲートの開閉を妨げない残留変位 (図 8-2 参照)。

δ_{Ra2} : 門柱・堰柱の許容残留変位 (mm) で、門柱・堰柱の構造に応じて、堰柱又は門柱の下端から上部構造の慣性力の位置までの高さの 1/100 とする。

耐震性能 2 における残留変位は、扉体やローラ、戸当り等の関係から、「ゲートの開閉性から決定される許容残留変位」を表 11.9.3 記載の式により算出する。同式による許容残留変位量が $h/100$ よりも緩くなる場合は厳しい方の値を採用する。



出典：河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説 IV.水門・樋門及び堰編

図 11.9.10 ゲートの開閉を妨げない変形角（許容残留変形角）の算出方法

(4) 函渠の照査¹⁶²

耐震性能 2 に対する函渠の照査では、函渠縦断方向の変形を静的に算定し、原則として函体に生じる曲げモーメント及びせん断力が、それぞれ、終局曲げモーメント及びせん断耐力以下であるとともに、継手を有する場合には継手の変位が許容変位以下であることを照査する。

(5) 堰柱床版の照査

水門及び堰の堰柱床版については、曲げモーメント、せん断力及び押抜きせん断力に対して必要な部材厚を有することを照査するものとする。

(6) 基礎の照査¹⁶³

門柱・堰柱の基礎の照査は、基礎形式に応じて行う。基礎の降伏は、基礎の部材もしくは地盤抵抗の塑性化、または基礎の浮き上がりにより、上部構造の慣性力の作用位置での水平変異が急増し始める時としてよい。

¹⁶² 河川構造物の耐震性能照査指針 (案)・同解説 IV 4.5.4 函渠の照査

¹⁶³ 河川構造物の耐震性能照査指針 (案)・同解説 IV 4.5.2 基礎の照査

11.10 建築設計

11.10.1 本プロジェクトにおける建築構造物

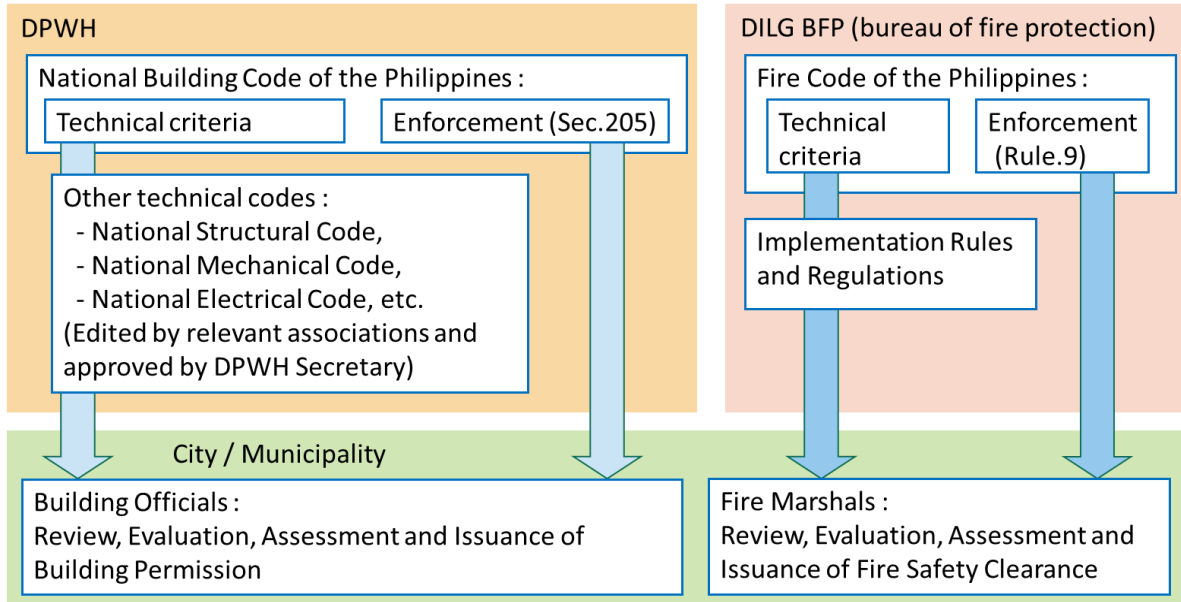
本プロジェクトにおいては、水門構造物（MCGS、Cainta 水門および Taytay 樋門）の上屋および発電機棟が建築構造物に該当する。建築構造物の設計は原則としてフィリピン国の設計基準に準じる。

11.10.2 建築設計に係る現地基準の体系

フィリピン国における建築基準の体系概要を図 11.10.1 に示す。骨格を成しているのはフィリピン国家構造物コード（National Building Code of the Philippines, 以下 NBCP）であり、大統領令（Presidential Decree No.1096）により権限が与えられている。建築基準運用の管轄省庁は DPWH となっている。また、各専門分野の技術基準が関係団体により作成され、DPWH 長官により NBCP に対する参照基準（Referral Codes）として定められている。主要なものは以下の通りである。

- ✓ フィリピン国家構造基準（National Structural Code of the Philippines, 以下 NSCP）
- ✓ フィリピン電気基準（Philippines Electrical Code）
- ✓ フィリピン機械技術基準（Philippine Mechanical Engineering Code）

一方、消防に係る技術基準は、フィリピン火災安全基準（Fire Code of the Philippines, 以下 FC）において規定されており、内務省消防庁（Department of Interior and Local Governance, Bureau of Fire Protection）が所轄省庁となっている。



出典：調査団

図 11.10.1 建築構造物に関する技術基準の体系概要

建築申請の受付および許可証の発行については LGUs の職掌であり、Building Officials が建築基準に係る審査を、Fire Marshals が消防に係る審査を行う。なお、本プロジェクトを含む DPWH が事業主体となる案件においては、DPWH 内の建設実施部局である Bureau of Construction, が LGUs への申請を実施する仕組みとなっている。

第12章 事業評価

事業実施の妥当性について、経済的、技術的及び環境社会的な面から評価を行った。

12.1 事業の経済的評価

経済的内部収益率（EIRR）、正味現在価値（NPV）及び費用対効果（B/C）を算出し、フェーズIV事業の経済的妥当性を再評価した。また、WB資金で実施しているマリキナダムについて入手できる事業費の資料と本詳細設計の洪水氾濫モデルによる被害計算を組み合わせることで経済評価を行った。事業の費用及び便益から経済的費用及び便益の変換には、NEDAの「ICC経済分析ガイドライン」に基づく変換係数（表12.1.1参照）を用いるか、簡便に表12.1.2に示す係数を利用して良いことになっている。

表 12.1.1 変換係数

Item	Conversion Factor	Remarks
Labor (Skilled Labor)	0.93	Shadow wages
Labor (Unskilled Labor)	0.60	Shadow wages
Construction Material (Local)	0.61	Shadow prices
Construction Equipment (Local)	0.62	Shadow prices
Imported Materials & Services	1.20	Shadow foreign exchange prices
Local Engineering	0.95	
Administration Services	0.95	
Land Acquisition & Compensation	0.60	Fair market value

出典：2015IV&V-FS（NEDA ICC経済分析ガイドライン）

表 12.1.2 変換係数（その2）

費目	Conversion Factor (変換係数)
Foreign Currency (外貨)	1.20
Local Currency (内貨)	0.95

出典：NEDAガイドライン

12.1.1 経済的費用の算定

経済評価に用いられる費用は、経済的費用であり、租税などの移転項目は除かれる。表12.1.3に第13章に示された事業の経済的費用の支払いスケジュールを示す。また、維持管理費及び資機材の交換にかかる経済的費用を表12.1.4に示す。

表 12.1.3 経済的費用の支払いスケジュール

Year	Annual Disbursement (Million P)	
	Financial	Economic
2021	*,***	*,***
2022	*,***	*,***
2023	*,***	*,***
2024	*,***	*,***
2025	*,***	*,***
2026	***	***
2027	0	0
Total	**,***	**,***

出典：調査団作成

表 12.1.4 維持管理費及び更新費用

年	Financial Cost	Economic Cost	年	Financial Cost	Economic Cost	年	Financial Cost	Economic Cost
2026	3	3	2042	69	74	2058	42	45
2027	6	6	2043	27	29	2059	58	63
2028	6	6	2044	215	231	2060	20	21
2029	6	6	2045	75	81	2061	77	83
2030	7	7	2046	49	53	2062	66	71
2031	6	6	2047	22	24	2063	226	243
2032	14	15	2048	20	21	2064	99	106
2033	22	24	2049	46	49	2065	64	69
2034	20	21	2050	34	37	2066	10	10
2035	24	26	2051	46	49	2067	8	8
2036	10	11	2052	18	19	2068	17	18
2037	27	29	2053	8	8	2069	88	94
2038	47	50	2054	88	94	2070	303	325
2039	88	94	2055	33	36	2071	358	385
2040	26	28	2056	42	45	2072	385	414
2041	64	69	2057	42	45	2073	302	325

出典：9章、13章及び「Minutes of Technical Discussion on PMRCIP Phase IV」に基づいて調査団作成。

12.1.2 経済的便益の推定

(1) フェーズ IV 事業

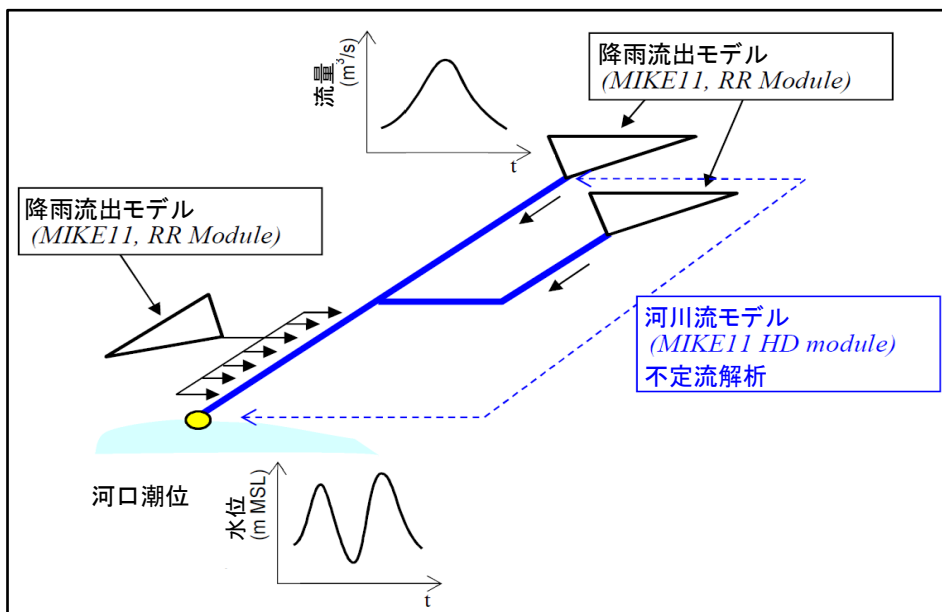
1) 洪水氾濫解析

解析には Definitive Plan で使用されたモデルと同様のものを用いた。この解析モデルは降雨流出モデル、河道ネットワークモデルおよび洪水氾濫モデルから構成されている。

(a) 流出解析の概要

(i) 流出解析モデルの構造

マリキナ川は Rosario 堰地点で分派し、マンガハン放水路を通過してラグナ湖に流入する。また、パッシング川の水位が低い場合には、ラグナ湖の水はナピンダン水路からパッシング川へ流れ、最終的にはマニラ湾へ流れ込む。したがって、河川の流れはマニラ湾の水位だけでなく、ラグナ湖の水位にも影響される。パッシング・マリキナ川流域の流出および河道の流れを再現するために、図 12.1.1 に示す降雨流出モデルと河川流モデルを組み合わせたモデルを適用した。



出典：2015IV&V-FS（和訳）

図 12.1.1 降雨流出モデルの構造

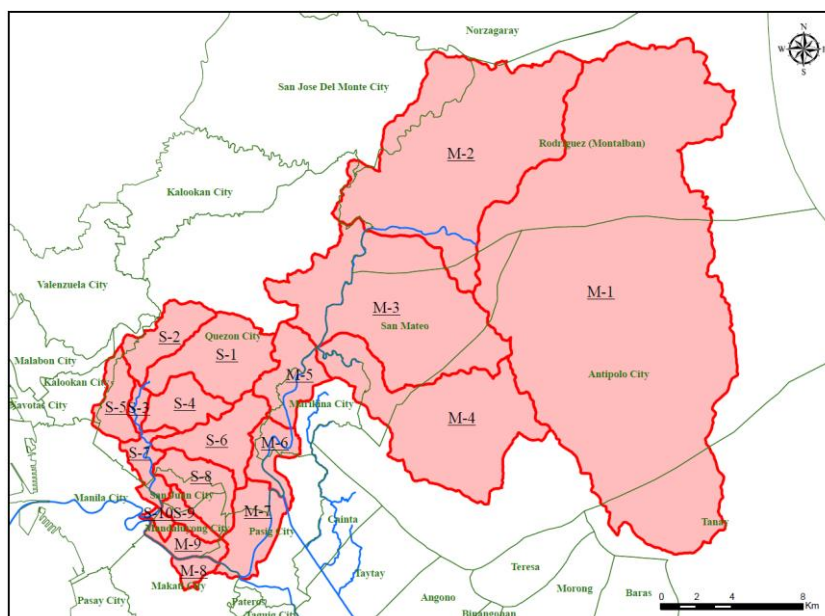
(ii) 降雨流出モデル (MIKE 11, RR Module)

A. NAM Module

各サブ流域からの流出は、一般的に短期および長期の流出解析に用いられる NAM Module を用いて算出した。

B. 集水域

パッシング・マリキナ川は、ナンカ川およびサンファン川の 2 つの主要な支川を有し、集水域は 635km² である。既存のモデルでは流域は 19 のサブ流域に分かれており、本調査でも同様の条件で流出解析を実施した。



出典：2015IV&V-FS

図 12.1.2 パッシング・マリキナ川サブ流域図

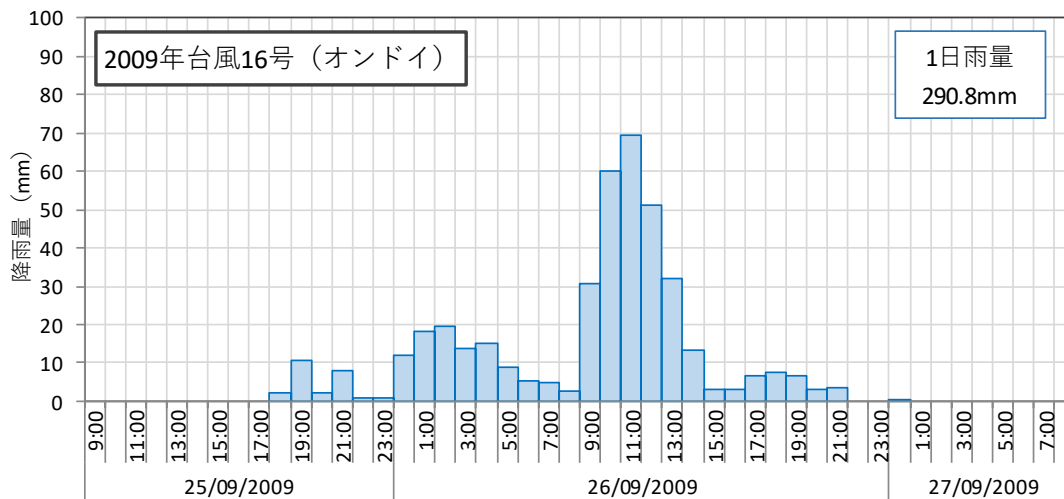
C. 降雨条件

降雨条件についても既往調査と同様である。降雨条件を表 12.1.5 に、実績の流域平均雨量ハイトグラフを図 12.1.3 にそれぞれ示す。なお、本調査では各確率規模に対応する雨量を条件として与えている。

表 12.1.5 対象降雨条件

項目	内容
対象降雨	2009 年台風 16 号（オンドイ）
計算規模	対象降雨の確率雨量 1/2、1/5、1/10、1/20、1/30 となる 5 ケース

出典：「2015IV&V-FS」に基づいて調査団整理



出典：「2015IV&V-FS」に基づいて調査団作成

図 12.1.3 対象降雨実績流域平均雨量

(iii) 河川流モデル (MIKE 11 HD Module)

河道の流量および水位の算出には、MIKE 11 HD Module による一次元不定流解析を用いた。表 12.1.5 に解析の条件を示す。

表 12.1.6 河川流モデルの条件

項目	内容
水理モデル	一次元不定流解析 (DHI-MIKE11 HD module)
河川ネットワーク	図 12.1.2 参照
横断データ	Definitive Plan と同様
河川施設	Rosario 堰、ナピンダン水門、MCGS、Definitive Plan の改修河道
境界条件	上流端：降雨流出モデルにより算定されたハイドログラフ 下流端（マニラ湾、ラグナ湖）：朔望平均満潮位、計画高水位

出典：「2015IV&V-FS」に基づいて調査団作成

A. 河道横断データ

パッシング・マリキナ川の河道横断データは既往調査において収集されている。本調査でも同様の横断データを使用した。

表 12.1.7 河道横断データ

No	河川名	延長 (km)	区間距離	測量年
1	パッシング川	17.10	50m	1999
2	サンファン川	11.05	200m	1999
3	ナピンダン水路	6.98	200 - 500m	1999
4	マリキナ川下流	6.70	50m (ナピンダン水路～Sta.5+400)	1999/2008
5	マリキナ川中流	6.60	50m (Sta.5+000～Sto. Niño)	2014
6	マリキナ川上流	6.00	200 - 500m	1999
			50m (Sto. Niño～San Mateo 橋)	2014
7	Nangka 川	4.39	8 断面 (Sta.1+000～上流端)	1999
			50m (マリキナ川～Sta.1+000)	2014
8	マンガハン放水路	8.20	200m	1999

出典：2015IV&V-FS（和訳）

B. 粗度係数

粗度係数についても、表 12.1.8 に示すとおり既往調査と同様の条件である。

表 12.1.8 粗度係数

No	河川名	延長	粗度係数
1	パッシング川	0.00 km～17.10 km	0.028
2	サンファン川	0.00 km～11.05 km	0.028
3	ナピンダン水路	0.00 km～6.98 km	0.028
4	マリキナ川	0.00 km～16.10 km (ナピンダン水路～Tumana 橋)	0.028
5		16.10 km～19.30 km (Tumana 橋～San Mateo 橋)	低水路：0.028 高水敷：0.060
6		19.30 km～27.47 km (San Mateo 橋～上流端)	低水路：0.028 高水敷：0.100
7	Nangka 川	0.00 km～8.20 km	0.028
8	マンガハン放水路	0.00 km～2.00 km (Rosario 堰から 2km の地点)	0.021
		2.00 km～8.20 km	0.030

出典：2015IV&V-FS（和訳）

C. 河川施設

堰および洪水ゲートを含む河川施設は洪水時の流れに影響を与える。このため、洪水時の水位・流量を適切に算定するために、表 12.1.9 に示す河川施設がモデルに反映されている。

表 12.1.9 河川施設

No.	施設名	位置	備考
1	Rosario 堰	マリキナ川：Sta. 6+650m マンガハン放水路：Sta. 0+026m (マンガハン放水路の分派地点)	既存
2	ナピンダン水門	マリキナ川：Sta. 0+000m ナピンダン水路	既存
3	MCGS	マリキナ川：Sta. 6+010m	フェーズ IV 事業で建設
4	河川改修	フェーズ IV 事業完了時点まで	

出典：「2015IV&V-FS」に基づいて調査団作成

マリキナ川下流及びマンガハン放水路への分派率については、6.2 項に示した水理模型実験結果を再現できるよう、既往のモデルを更新した。

D. 境界条件

一次元不定流解析を行うために、河川流モデルには時系列データを適用した。パッシング川河口の境界条件は、マニラ湾の朔望平均満潮位（EL.+11.4m）、ラグナ湖の水位はマンガハン放水路完成後の既往最高水位（EL.+13.8m）とした。また、上流端にはMIKE 11のRR Moduleにより算出したNangka川とサンファン川の流入ハイドログラフを与えた。

サブ流域からの流入箇所を明確に定義することが難しい低平地には、MIKE 11のRR Moduleにより算出したハイドログラフをサブ流域沿いの河川に等間隔で均等に分配した。

(b) 氾濫解析の概要

洪水氾濫解析はMIKE FLOODを用いて実施した。MIKE FLOODは、一次元の河道モデル(MIKE11 HD module)と二次元の氾濫モデル(MIKE 21)を組み合わせた洪水解析のインターフェイスである。MIKE FLOODを使用することにより、浸水範囲や浸水深等を算出可能である。

(i) 氾濫解析モデルの概要

氾濫原における氾濫解析には、二次元の不定流解析モデル（MIKE 21）を適用した。氾濫解析モデルの概要を表 12.1.10 に示す。

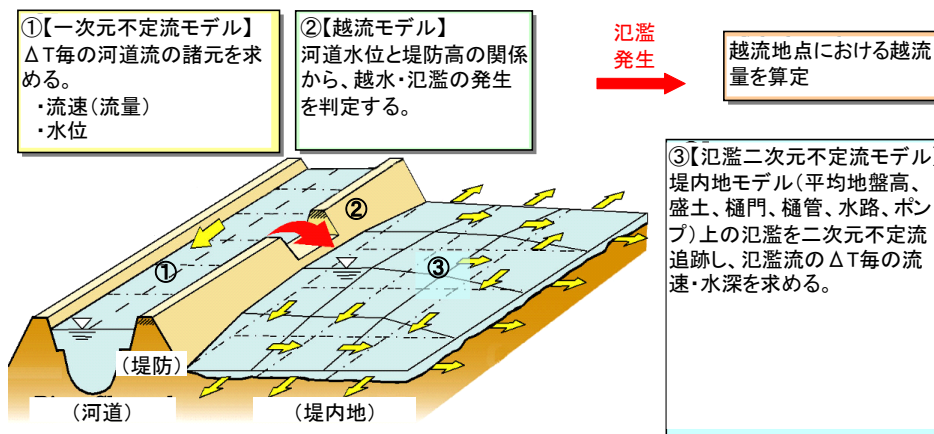
表 12.1.10 氾濫解析モデル（MIKE 21）概要

項目	内容
ソフトウェア	MIKE-FLOOD (DHI)
グリッドサイズ	100m
モデル範囲	X: 268,747 - 304,947 Y: 1,595,112 - 1,641,912 (座標系: WGS84 UTM Zone 51N)
標高	航空測量(LiDAR, 2011)の結果をもとに設定
氾濫原粗度	土地利用状況 (2014) をもとに設定

出典：「2015IV&V-FS」に基づいて調査団作成

図 12.1.4 は本検討に用いた洪水氾濫モデルの概略図である。このモデルは、降雨流出モデル、河川流モデルおよび氾濫解析モデルの3つを組み合わせたモデルであり、1つのモデルの出力結果は次のモデルの入力パラメータ（境界条件）となっている。

まず、一次元不定流モデル（MIKE 11 HD module）によりパッシング・マリキナ川の流量および水位を算定し、次に洪水流解析を実施する。算出された水位が堤防高より高くなると、河川流は堤防を越流し、氾濫原に流れ込む。浸水域における浸水ボリュームはMIKE FLOODにより算定され、浸水深および流速はMIKE 21により算定される。

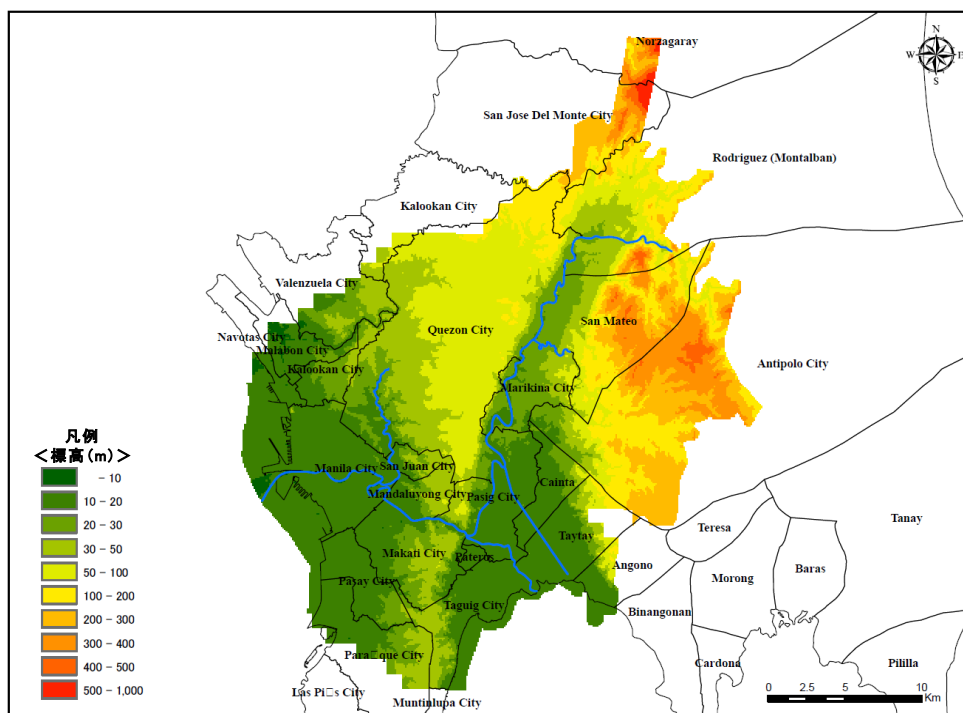


出典：2015IV&V-FS（和訳）

図 12.1.4 氾濫解析モデル概略図

(ii) 氾濫原標高

氾濫解析の信頼性は標高データの正確さに依存する。本調査では、既往調査と同様、航空測量(DOST ASTI, 2011)による計測結果をもとに作成された標高データを使用した。これは現状で最も信頼性の高いデータである。氾濫原の標高図を図 12.1.5 に示す。



出典：2015IV&V-FS（和訳）

図 12.1.5 氾濫原標高図

(iii) 氾濫原粗度

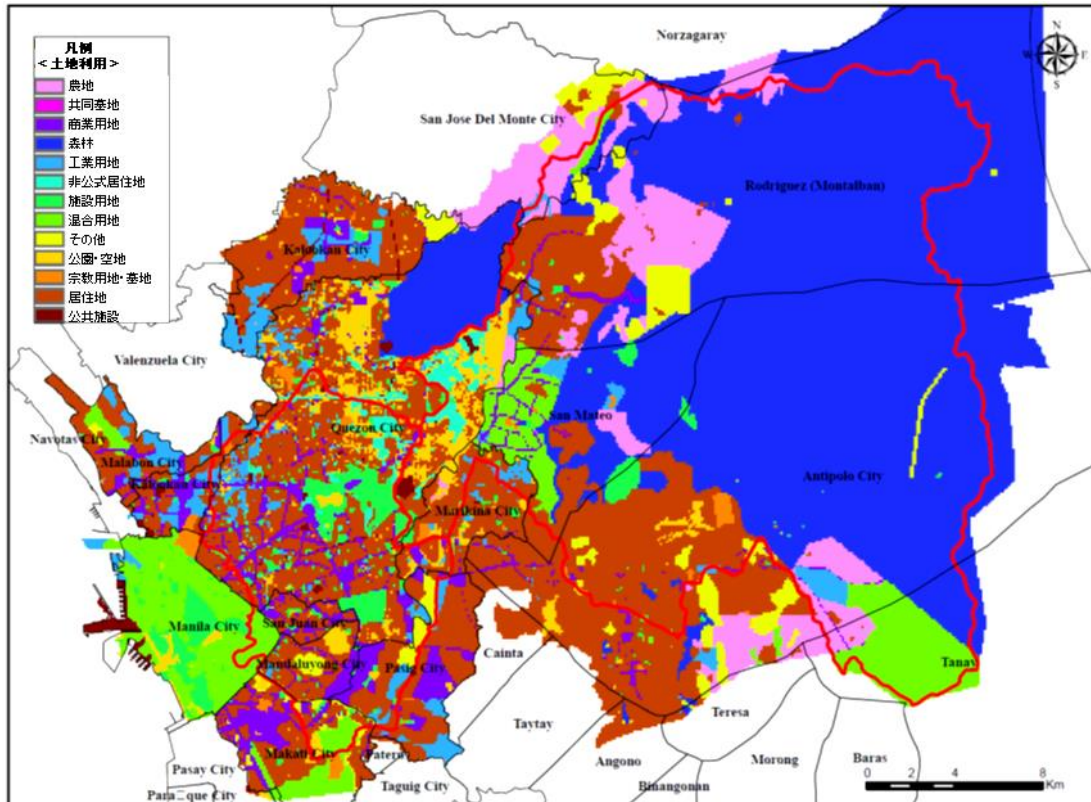
氾濫原における粗度は、現況の土地利用および植生から各計算グリッドに割り当てられる。日本の流域に適用されている氾濫原粗度の標準値を表 12.1.11 に示す。

表 12.1.11 氾濫原粗度

土地利用	標準値
農地	0.060
道路	0.047
その他	0.050

出典：氾濫シミュレーションマニュアル（案）」（建設省土木研究所、平成8年2月）

既往調査では、標準値に基づいて氾濫原粗度を設定している。計算グリッドが2種類以上の土地利用から成る場合、モデルメッシュの総面積に対する各土地利用の割合に比例させる形で氾濫原粗度を算出している（重量平均）。図 12.1.6 に示した現況の土地利用をもとに、氾濫原の粗度は算定されている。本調査では、既往調査と同様の氾濫原粗度を使用した。



出典：2015IV&V-FS（和訳）

図 12.1.6 パッシング・マリキナ流域土地利用図

(iv) 氾濫条件設定

既往の JICA2014 調査及び 2015IV&V-FS における河道からの氾濫条件は、「河川水位が堤防高を超えた場合に越水」となっている。しかし、この条件では水位が DFL を超えても余裕高の範囲内で洪水は流下できることになってしまい、被害を過小評価してしまう可能性がある。また、堤防の構造自体も DFL を超える水位に対して全てが安全に設計されているわけではない。このため、本調査では河川水位が DFL を超えた場合に氾濫が発生することとした。

(c) 氾濫解析ケース及び解析結果

表 12.1.12 に示す With/Without Project の条件で、前述した洪水氾濫解析を用いて確率規模別・浸水深別の浸水面積を算定した。算定結果を表 12.1.13 及び表 12.1.14 に示す。（浸水区域図は参考資料 14.1 参照）

表 12.1.12 氾濫解析ケース（フェーズ IV 事業）

Case	Condition
W/ Project	W/ Phase II, III, and IV
W/o Project	W/ Phase II, III

出典：調査団

表 12.1.13 確率規模別・浸水深別の浸水面積（W/o Project）

Inundation Depth (m)	Inundation Area (m ²) by Return Period						
	2-year	5-year	10-year	20-year	30-year	50-year	100-year
<0.15	1,380,000	2,750,000	6,220,000	8,680,000	9,860,000	10,880,000	13,990,000
0.15-0.49	1,410,000	2,530,000	8,340,000	11,820,000	15,540,000	20,080,000	24,580,000
0.50-0.99	1,320,000	2,720,000	5,470,000	9,910,000	10,790,000	13,550,000	19,410,000
1.00-1.99	1,270,000	2,830,000	4,170,000	5,560,000	6,180,000	7,350,000	9,090,000
2.00-2.99	340,000	790,000	1,440,000	2,340,000	3,640,000	3,280,000	3,980,000
≥3.00	140,000	450,000	610,000	1,060,000	1,920,000	3,540,000	4,990,000
Total	5,860,000	12,070,000	26,250,000	39,370,000	47,930,000	58,680,000	76,040,000

出典：調査団

表 12.1.14 確率規模別・浸水深別の浸水面積（W/ Project）

Inundation Depth (m)	Inundation Area (m ²) by Return Period						
	2-year	5-year	10-year	20-year	30-year	50-year	100-year
<0.15	1,040,000	1,750,000	2,730,000	2,350,000	3,600,000	5,460,000	8,460,000
0.15-0.49	890,000	1,570,000	1,860,000	1,770,000	2,360,000	5,500,000	11,150,000
0.50-0.99	980,000	1,770,000	2,290,000	3,260,000	2,970,000	4,150,000	6,230,000
1.00-1.99	970,000	1,910,000	2,750,000	3,680,000	4,220,000	4,250,000	5,030,000
2.00-2.99	330,000	500,000	800,000	1,460,000	2,830,000	2,640,000	3,910,000
≥3.00	80,000	340,000	480,000	780,000	1,530,000	2,890,000	4,510,000
Total	4,290,000	7,840,000	10,910,000	13,300,000	17,510,000	24,890,000	39,290,000

出典：調査団

2) 浸水域内資産の算定

(a) 一般資産

浸水域内の一般資産データは Definitive Plan と同様である。調査対象地域における市・町ごとの家屋及び世帯数、企業数及びユニット当たりの資産価値を表 12.1.15、表 12.1.16 及び表 12.1.17 にそれぞれ示す。

表 12.1.15 調査対象地域における市・町ごとの家屋及び世帯数

Region	Province/ Municipality/ City	2010			2014		
		Occupied Housing Unit	Number of Households (Hh)	Ave. Hh per Unit	Occupied Housing Unit	Number of Households (Hh)	Ave. Hh per Unit
NCR	METRO MANILA						
	Quezon City	609,830	634,346	1.040	644,264	670,035	1.040
	San Juan City	27,490	28,890	1.051	28,678	30,141	1.051
	Manila City	359,892	386,835	1.075	380,974	409,547	1.075
	Mandaluyong City	75,417	79,935	1.060	79,858	84,650	1.060
	Makati City	121,211	126,457	1.043	125,957	131,373	1.043
	Pasig City	149,650	154,970	1.036	157,145	162,803	1.036
	Taguig City	147,198	150,190	1.020	153,334	156,400	1.020
	Marikina City	88,559	91,414	1.032	93,555	96,548	1.032
	Pateros	13,190	14,629	1.109	13,738	15,235	1.109

Region	Province/ Municipality/ City	2010			2014		
		Occupied Housing Unit	Number of Households (Hh)	Ave. Hh per Unit	Occupied Housing Unit	Number of Households (Hh)	Ave. Hh per Unit
IV-A	RIZAL						
	Taytay	62,298	64,160	1.030	67,443	69,466	1.030
	Angono	22,095	22,698	1.027	23,986	24,633	1.027
	Cainta	68,922	70,891	1.029	74,598	76,761	1.029
	Rodriguez(Montalban)	64,125	65,630	1.023	69,152	70,742	1.023
	Antipolo	146,228	149,517	1.022	159,353	162,859	1.022
	San Mateo	45,063	45,926	1.019	48,459	49,379	1.019

出典：2015IV&V-FS

表 12.1.17 調査対象地域のユニットあたりの資産価値

Category	Region	Building (Pesos/ unit)	Durable Assets (Pesos/unit)	H. Effects/ Inv. Stock (Pesos/unit)	Value Added (Pesos/day)	
Residence (Residential Units)		155,765		99,248		
Business Establishment	Manufacturing	NCR	1,910,265	2,459,588	22,419,920	61,497
		Calabarzon	22,706,922	27,843,018	138,752,485	529,155
	Wholesale & Retail Trade	NCR	560,054	326,313	8,782,541	17,756
		Calabarzon	332,099	110,912	2,767,175	6,264
	Hotels & Restaurants	NCR	2,252,393	471,710	163,253	11,700
		Calabarzon	701,644	179,957	176,155	6,641
	Real Estate & Business Activities	NCR	2,080,328	736,221	16,408,026	54,416
		Calabarzon	329,713	321,285	1,800,548	14,087
	Education	NCR	6,345,506	878,587	149,227	45,668
		Calabarzon	2,897,954	322,335	58,044	19,821
	Health & Social Work	NCR	2,374,027	1,422,910	903,628	25,420
		Calabarzon	1,534,475	437,896	750,119	12,058
	Electricity, Gas and Water	NCR	1,131,865,727	343,180,557	89,638,170	4,753,056
		Calabarzon	182,873,306	106,557,741	68,972,450	1,370,033
	Other Community, Social and Personal Services	NCR	4,295,673	843,818	391,871	39,671
		Calabarzon	4,602,294	450,717	1,499,034	9,459
	Construction	NCR	1,910,013	3,548,461	23,148,315	129,735
		Calabarzon	2,465,920	1,038,988	4,658,599	46,786
	Transport, etc.	NCR	7,720,985	10,204,521	2,485,306	319,141
		Calabarzon	1,746,144	2,584,187	2,280,983	23,539
Financial Intermediation	NCR	7,063,874	1,242,379	262,409	281,983	
	Calabarzon	185,920	55,601	98,240	6,649	
Fishing	NCR	1,802,474	5,949,956	6,146,798	135,412	
	Calabarzon	288,348	87,599	163,268	983	

出典：2015IV&V-FS

(b) 農産物

パッシング・マリキナ流域の農地は非常に限られており（図 12.1.6 参照）、フェーズ IV 事業の With/Without Project の氾濫解析では農地への浸水は発生しないことから、農産物被害は計上されない。

3) 被害額の算定

(a) 被害額の算定方法

Definitive Plan 2015 同様、治水経済マニュアル（案）¹に基づいて設定された浸水深別の被害率（表 12.1.18）及び事業所の営業停止・停滞日数（表 12.1.19）を用いて、各項目の被害額を算定した。項目ごとの算定式を表 12.1.20 に示す。

表 12.1.18 浸水深別被害率

Item	Inundation Depth					
	Below Floor Level	Over Floor Level (m)				
		0.15-0.49	0.5-0.99	1.0-1.99	2.0-2.99	>3.0
1 Building	0	0.092	0.119	0.266	0.380	0.834
2 Residence (Household Effects)	0	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991
3 Industrial Establishment						
a. Depreciable Assets	-	0.232	0.453	0.789	0.966	0.995
b. Inventory Stock	-	0.128	0.267	0.586	0.897	0.982

¹ 治水経済調査マニュアル（案）、国土交通省 河川局、平成 17 年 4 月

Item	Inundation Depth					
	Below Floor Level	Over Floor Level (m)				
		0.15-0.49	0.5-0.99	1.0-1.99	2.0-2.99	>3.0
4	Crops					
	a. Lowland crop (Laguna)	-	1.0	1.0	1.0	1.0
	b. Upland crop (Laguna)	-	1.0	1.0	1.0	1.0

注：フィリピンの一般的な家屋を参考として 0.15m 以上を床上浸水として定義している

出典：2015IV&V-FS（治水経済調査マニュアル（案）に基づいて作成）

表 12.1.19 浸水深別の営業停止・停滞日数

Item	Inundation Depth						
	Below Floor Level	Over Floor Level (m)					
		0.15-0.49	0.5-0.99	1.0-1.99	2.0-2.99	>3.0	
1	Suspension of Business	0	4.4	6.3	10.3	16.8	22.6
2	Stagnant Days of Business after Suspension	0	2.2	3.2	5.2	8.4	11.3
Total		0	6.6	9.5	15.5	25.2	33.9

注：停滞日数はフィリピンの一般的な日数を参考に設定している

出典：2015IV&V-FS（治水経済調査マニュアル（案）に基づいて作成）

表 12.1.20 被害額算定方法

分類		算定式	
(1) 直接被害額	① 一般資産	家屋	= 「被災家屋数」 × 「家屋資産額」 × 「被害率」
		家庭用品	= 「被災家屋数」 × 「家庭用品資産額」 × 「被害率」
		事業所償却資産	= 「分野別被災事業所数」 × 「事業所当りの償却資産価値」 × 「被害率」
		事業所在庫資産	= 「分野別被災事業所数」 × 「事業所当りの在庫資産価値」 × 「被害率」
		営業停止被害	= 「分野別被災事業所数」 × 「営業停止期間」 × 「1 日当たり平均付加価値」
	② 公共土木施設等	= 「① 一般資産被害額」 × 35%	
(2) 間接被害額		= 「① 一般資産被害額」 × 10%	
(3) 総被害額		= 「(1) 直接被害額」 + 「(2) 間接被害額」	

出典：「2015IV&V-FS」に基づき、調査団整理

(b) 被害額算定結果

上記の条件に基づいて確率規模別の一般資産の直接被害を求め、これを用いて総被害額を算定した。With/Without Project の総被害額を表 12.1.21、表 12.1.22 にそれぞれ示す。

表 12.1.21 総被害額 (W/o Project)

Return Period	(Million P)			
	Direct Damage (1)	Indirect Damage (2)=(1)*10%	Damage to Infrastructure (3)=(1)*35%	Total Damage (4)=(1)+(2)+(3)
2 year	7,386.24	738.62	2,585.18	10,710.05
5 year	15,243.36	1,524.34	5,335.17	22,102.87
10 year	34,886.87	3,488.69	12,210.40	50,585.96
20 year	56,529.53	5,652.95	19,785.33	81,967.81
30 year	72,815.65	7,281.57	25,485.48	105,582.70
50 year	89,200.07	8,920.01	31,220.02	129,340.10
100 year	106,857.51	10,685.75	37,400.13	154,943.39

出典：調査団

表 12.1.22 総被害額 (W/ Project)

(Million P)

Return Period	Direct Damage (1)	Indirect Damage (2)=(1)*10%	Damage to Infrastructure (3)=(1)*35%	Total Damage (4)=(1)+(2)+(3)
2 year	6,093.86	609.39	2,132.85	8,836.10
5 year	10,487.60	1,048.76	3,670.66	15,207.02
10 year	13,156.50	1,315.65	4,604.78	19,076.93
20 year	15,376.36	1,537.64	5,381.73	22,295.72
30 year	17,346.87	1,734.69	6,071.41	25,152.97
50 year	25,769.57	2,576.96	9,019.35	37,365.88
100 year	41,425.10	4,142.51	14,498.78	60,066.39

出典：調査団

4) 年平均被害軽減期待額の算定

上記で求めた With/Without の確率規模別の総被害額を用いて年平均被害軽減期待額を算定した結果、フェーズ IV 事業の年平均被害軽減期待額は 6,682.76 百万ペソとなった(表 12.1.23 参照)。

表 12.1.23 年平均被害軽減期待額 (フェーズ IV)

Return Period	Flood Damage W/o Project	Flood Damage W/ Project	Reduction	Average (Million P)	Expectation	Benefit (Million P)
2 year	10,710.05	8,836.10	1,873.95	4,384.90	0.300	1,315.47
5 year	22,102.87	15,207.02	6,895.85			
10 year	50,585.96	19,076.93	31,509.03	19,202.44	0.100	1,920.24
20 year	81,967.81	22,295.72	59,672.09	45,590.56	0.050	2,279.53
30 year	105,582.70	25,152.97	80,429.73	70,050.91	0.017	1,167.52
Annual Benefit:						6,682.76

出典：調査団

(2) Cainta 及び Taytay 水門建設

Cainta 及び Taytay 水門建設による経済的便益については、DPWH が 2018 年作成し NEDA に提出した Implementation Program で整理されている。以下にその概要を示す。

1) 洪水氾濫解析

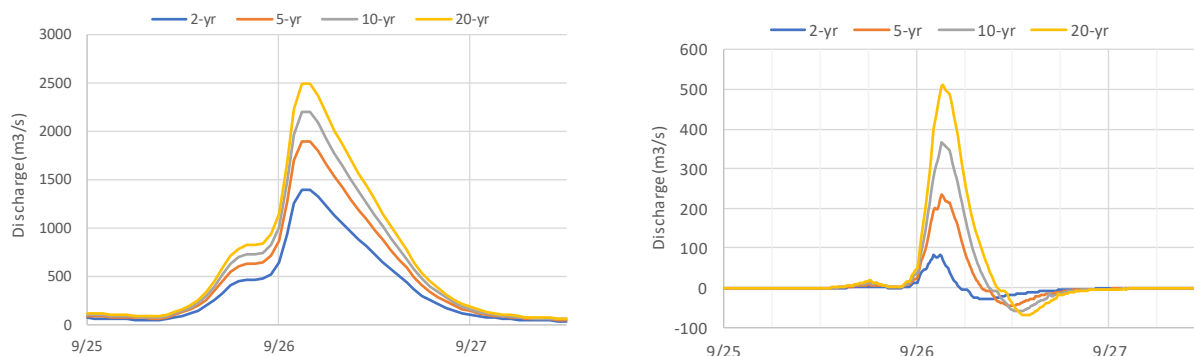
マンガハン放水路からの逆流が主に Cainta 川の放水路との合流点（放水路 Sta.4+600）から起こると想定し、MIKE-FLOOD（2次元不定流）を用いて、表 12.1.24 に示す計算条件より浸水域を算定している。不定流解析により算定された確率規模別の Cainta 川への逆流量ハイドログラフが図 12.1.7（右）、確率規模別の浸水深別浸水面積が表 12.1.25 である。（浸水区域図は参考資料 14.1 参照）

表 12.1.24 氾濫計算条件

項目	内容
対象流量	マンガハン放水路の設計流量ハイドロ（オンドイ型）の確率規模別流量 2年、5年、10年、20年（現況の流下能力より）
対象地域	マンガハン放水路東側低平地、LiDAR（2011年）による 100m×100m のメッシュ分割で

項目	内容
	メッシュの最低地形標高は EL.12.5 m
横断測量	Cainta 川 / 1990 年、マンガハン放水路 / 2002 年
境界条件	Cainta 川上流端⇒計算安定の維持流量として 1.0 m ³ /s 流量一定 マンガハン放水路下流端⇒ラグナ湖既往最大水位 13.9 m 一定 マンガハン放水路上流端⇒設計流量の確率規模別引き延ばし（図 12.1.7 左図参照）

出典：References for Implementation Program



出典：References for Implementation Program

図 12.1.7 マンガハン放水路流入（左）及び Cainta 川への逆流量ハイドログラフ（右）

表 12.1.25 浸水深別浸水面積

Inundation Depth (m)	Inundation Area for Return Period (ha)			
	2-yr	5-yr	10-yr	20-yr
0.00 - 0.49	182	224	226	229
0.50 - 0.99	63	193	229	230
1.00 - 1.49	24	115	152	186
1.50 - 1.99	3	46	80	107
2.00 - 2.49	0	4	23	43
2.50 - 2.99	0	0	0	4
Total	272	582	710	799

出典：References for Implementation Program

2) 浸水域内資産の算定

浸水域内資産の算定条件及び結果が表 12.1.26、表 12.1.27 である。

表 12.1.26 浸水域内資産の算定条件

項目	内容
浸水域内資産	① 家・建物など (Immovable) ② 家具・設備など (Movable)
資産額算定	浸水域内世帯数に基づいて算定
単価	2000 年家屋統計などより (2007 年調査) ; ① Immovable Asset : 200,000 ペソ / 世帯 ② Movable Asset : 100,000 ペソ / 世帯
現在価値化	2015 年の消費者物価指数 (2000 年 = 100) が Clothing, Housing & Repair について平均 150 であることにより ; ① Immovable Asset : 250,000 ペソ / 世帯 ② Movable Asset : 125,000 ペソ / 世帯
浸水区域内世帯数	2015 年のセンサスの関係 3 市町、14 Barangay での人口および人口密度に対し、世帯構成人数を 4.4 人 / 世帯として算定 (表 12.1.27 参照)

出典：References for Implementation Program

表 12.1.27 浸水区域内 3 市町・13 バランガイの人口と人口密度及び世帯数

City/ Municipality	Barangay	Land Area (ha)	Population (2015)	Pop'n Density (head/ha)	No. of Houses
Pasig	Rosario	414.54	50,690	122.28	11,520
	Sta. Lucia	178.31	40,553	227.43	9,217
Cainta	San Andres	322.96	95,838	296.75	21,781
	San Isidro	2,158.90	69,377	32.14	15,768
	San Juan	675.50	98,849	146.33	22,466
	San Roque	66.96	8,817	131.68	2,004
	Santa Rosa	2.77	1,627	587.36	370
	Santo Domingo	1,021.29	41,507	40.64	9,433
	Santo Nino	41.14	6,113	148.59	1,389
Taytay	Dolores	1,237.00	61,115	49.41	13,890
	Muzon	341.00	26,523	77.78	6,028
	San Isidro	442.00	36,780	83.21	8,359
	San Juan	1,490.00	103,343	69.36	23,487
	Santa Ana	800.00	91,343	114.18	20,760
Total		9,192.37	732,475	2,127.14	166,472

出典：「References for Implementation Program」に基づいて調査団作成

3) 被害額の算定

表 12.1.28 が確率規模別の被害額（浸水域内の資産額×浸水被害率）である。本調査では、この被害額を用いて、フェーズ IV 事業と同じ手法で総被害額を算定した。結果を表 12.1.29 に示す。

表 12.1.28 確率規模別の一般資産被害額

Inundation Depth (m)	No. of Affected Houses				Direct Damage (Million Pesos)			
	2-yr	5-yr	10-yr	20-yr	2-yr	5-yr	10-yr	20-yr
0.00 - 0.49	3,294.20	4,054.40	4,090.60	4,144.90	135.47	166.74	168.23	170.46
0.50 - 0.99	1,140.30	3,493.30	4,144.90	4,163.00	46.89	143.66	170.46	171.20
1.00 - 1.49	434.40	2,081.50	2,751.20	3,366.60	30.85	147.84	195.40	239.11
1.50 - 1.99	54.30	832.60	1,448.00	1,936.70	7.06	108.24	188.24	251.77
2.00 - 2.49		72.40	416.30	778.30		9.41	54.12	101.18
2.50 - 2.99				72.40				9.41
Total	4,923.20	10,534.20	12,851.00	14,461.90	220.28	575.89	776.45	943.14

出典：References for Implementation Program

表 12.1.29 総被害額 (W/o Project)

(Million P)

Return Period	Direct Damage (1)	Indirect Damage (2)=(1)*10%	Damage to Infrastructure (3)=(1)*35%	Total Damage (4)=(1)+(2)+(3)
1.5 year	0.00	0.00	0.00	0.00
2 year	220.28	22.03	77.10	319.41
5 year	575.89	57.59	201.56	835.04
10 year	776.45	77.65	271.76	1,125.85
20 year	943.14	94.31	330.10	1,367.55

注：1.5 年確率では当該地点の水位が 13m 以下となり、逆流は発生しないことから被害額ゼロとしている。

出典：調査団

4) 年平均被害軽減期待額の算定

表 12.1.29 に示した確率規模別の総被害額を用いて年平均被害軽減期待額を見直した結果、Cainta 及び Taytay 水門による年平均被害軽減期待額は 360.16 百万ペソとなった（表 12.1.30 参照）。

表 12.1.30 年平均被害軽減期待額（Cainta・Taytay 水門）

Return Period	Flood Damage W/o Project	Flood Damage W/ Project	Reduction	Average (Million P)	Expectation	Benefit (Million P)
1.5 year	0.00	0.00	0.00			
2 year	319.41	0.00	319.41	159.70	0.167	26.62
5 year	835.04	0.00	835.04	577.22	0.300	173.17
10 year	1,125.85	0.00	1,125.85	980.45	0.100	98.04
20 year	1,367.55	0.00	1,367.55	1,246.70	0.050	62.34
Annual Benefit:						360.16

出典：調査団

(3) 経済評価

推定した年平均被害軽減期待額を用いて、Cainta 及び Taytay 水門の建設を含むフェーズ IV 事業の EIRR、正味現在価値（NPV）及び B/C を再計算した。経済分析の結果を表 12.1.31 に示す。

EIRR は、16.6%となり、NEDA で定めた基準である 10%を超えており、事業実施により十分な効果が期待できる。

表 12.1.31 経済分析結果（フェーズ IV）

No.	Year	Cost (Million P)			Benefit (Million P)			Balance
		Construction	O&M and Replace	Total	Marikina	Floodgate	Total	
-	2021	*,***	0	*,***	0	0	0	-,***
-	2022	*,***	0	*,***	0	0	0	-,***
-	2023	*,***	0	*,***	0	0	0	-,***
-	2024	*,***	0	*,***	0	0	0	-,***
-	2025	*,***	0	*,***	0	0	0	-,***
1	2026	***	3	***	6,683	360	7,043	*,***
2	2027	0	6	6	6,683	360	7,043	7,037
3	2028	0	6	6	6,683	360	7,043	7,037
4	2029	0	6	6	6,683	360	7,043	7,037
5	2030	0	7	7	6,683	360	7,043	7,036
6	2031	0	6	6	6,683	360	7,043	7,037
7	2032	0	15	15	6,683	360	7,043	7,028
8	2033	0	24	24	6,683	360	7,043	7,019
9	2034	0	21	21	6,683	360	7,043	7,022
10	2035	0	26	26	6,683	360	7,043	7,017
11	2036	0	11	11	6,683	360	7,043	7,032
12	2037	0	29	29	6,683	360	7,043	7,014
13	2038	0	50	50	6,683	360	7,043	6,993
14	2039	0	94	94	6,683	360	7,043	6,949
15	2040	0	28	28	6,683	360	7,043	7,015
16	2041	0	69	69	6,683	360	7,043	6,974
17	2042	0	74	74	6,683	360	7,043	6,969
18	2043	0	29	29	6,683	360	7,043	7,014
19	2044	0	231	231	6,683	360	7,043	6,812
20	2045	0	81	81	6,683	360	7,043	6,962
21	2046	0	53	53	6,683	360	7,043	6,990

No.	Year	Cost (Million P)			Benefit (Million P)			Balance	
		Construction	O&M and Replace	Total	Marikina	Floodgate	Total		
22	2047	0	24	24	6,683	360	7,043	7,019	
23	2048	0	21	21	6,683	360	7,043	7,022	
24	2049	0	49	49	6,683	360	7,043	6,994	
25	2050	0	37	37	6,683	360	7,043	7,006	
26	2051	0	49	49	6,683	360	7,043	6,994	
27	2052	0	19	19	6,683	360	7,043	7,024	
28	2053	0	8	8	6,683	360	7,043	7,035	
29	2054	0	94	94	6,683	360	7,043	6,949	
30	2055	0	36	36	6,683	360	7,043	7,007	
31	2056	0	45	45	6,683	360	7,043	6,998	
32	2057	0	45	45	6,683	360	7,043	6,998	
33	2058	0	45	45	6,683	360	7,043	6,998	
34	2059	0	63	63	6,683	360	7,043	6,980	
35	2060	0	21	21	6,683	360	7,043	7,022	
36	2061	0	83	83	6,683	360	7,043	6,960	
37	2062	0	71	71	6,683	360	7,043	6,972	
38	2063	0	243	243	6,683	360	7,043	6,800	
39	2064	0	106	106	6,683	360	7,043	6,937	
40	2065	0	69	69	6,683	360	7,043	6,974	
41	2066	0	10	10	6,683	360	7,043	7,033	
42	2067	0	8	8	6,683	360	7,043	7,035	
43	2068	0	18	18	6,683	360	7,043	7,025	
44	2069	0	94	94	6,683	360	7,043	6,949	
45	2070	0	325	325	6,683	360	7,043	6,718	
46	2071	0	385	385	6,683	360	7,043	6,658	
47	2072	0	414	414	6,683	360	7,043	6,629	
48	2073	0	325	325	6,683	360	7,043	6,718	
					EIRR =		16.58%		
					NPV =		20,401		
					BCR =		1.89		

2018 年 DPWH Implementation Program からの修正点

1. 事業費・便益額・便益発生年（2025 年の便益を 0）
2. 詳細設計費（2020 年）を 0 とした。

出典：調査団

12.1.3 マリキナダム事業評価

WB2018 UMD FS 報告書におけるマリキナダムの経済分析について、フェーズ IV 事業との便益の重複が NEDA より指摘されている。このため、フェーズ IV 事業と切り分けてマリキナダムの経済分析を行い、その妥当性を確認した。事業を実施しない場合 (W/o Project) と実施した場合 (W/ Project) の条件を表 12.1.32 に示す。

表 12.1.32 マリキナダム事業評価の条件

Case	Condition
W/ Project	W/ Phase II, III, IV and Marikina Dam (W/o Retarding basin)
W/o Project	W/ Phase II, III, IV

出典：調査団

(1) 洪水氾濫解析

洪水氾濫解析は、フェーズ IV 事業の解析と同様のモデルを用いて行った。

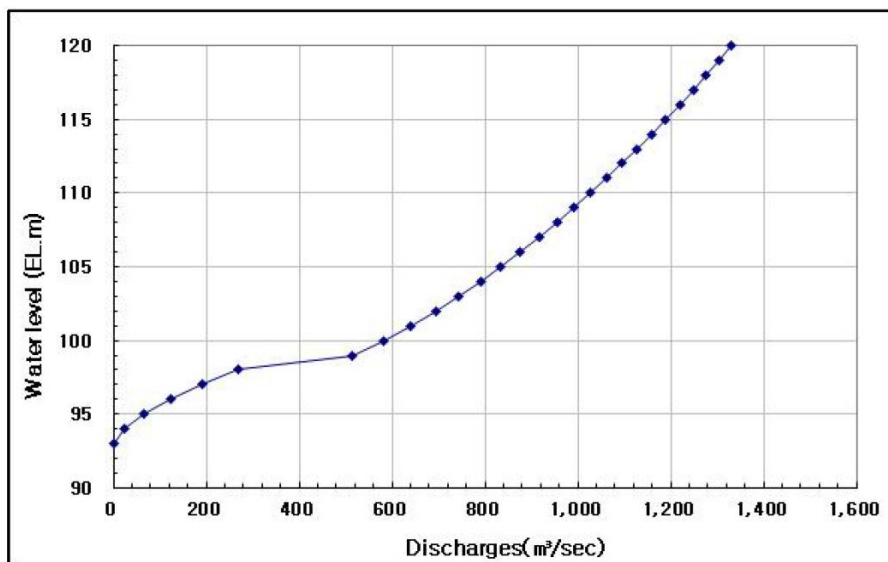
1) マリキナダムからの放流量の算定

マリキナダムの効果は、マリキナダムで流量を調整した後の放流量ハイドログラフをマリキナ川上流端に与えることで反映した。WB2018 UMD FS の放流量ハイドログラフが入手できなかったことから、FS 報告書に記載されているマリキナダムの H-V 曲線（表 12.1.33）及びオリフィス型放流口の貯水位・放流量曲線（図 12.1.8）から、確率規模別の放流量を推定した。

表 12.1.33 H-V 曲線

H (EL.m)	V (Million m ³)	Remarks
60.00	0.0	Ground Level
83.00	8.1	Low Water Level (L.W.L)
93.00	17.4	Normal High Water Level (N.H.W.L)
120.00	63.3	Flood Water Level (F.W.L)
123.24	71.6	Maximum Water Level (M.W.L)

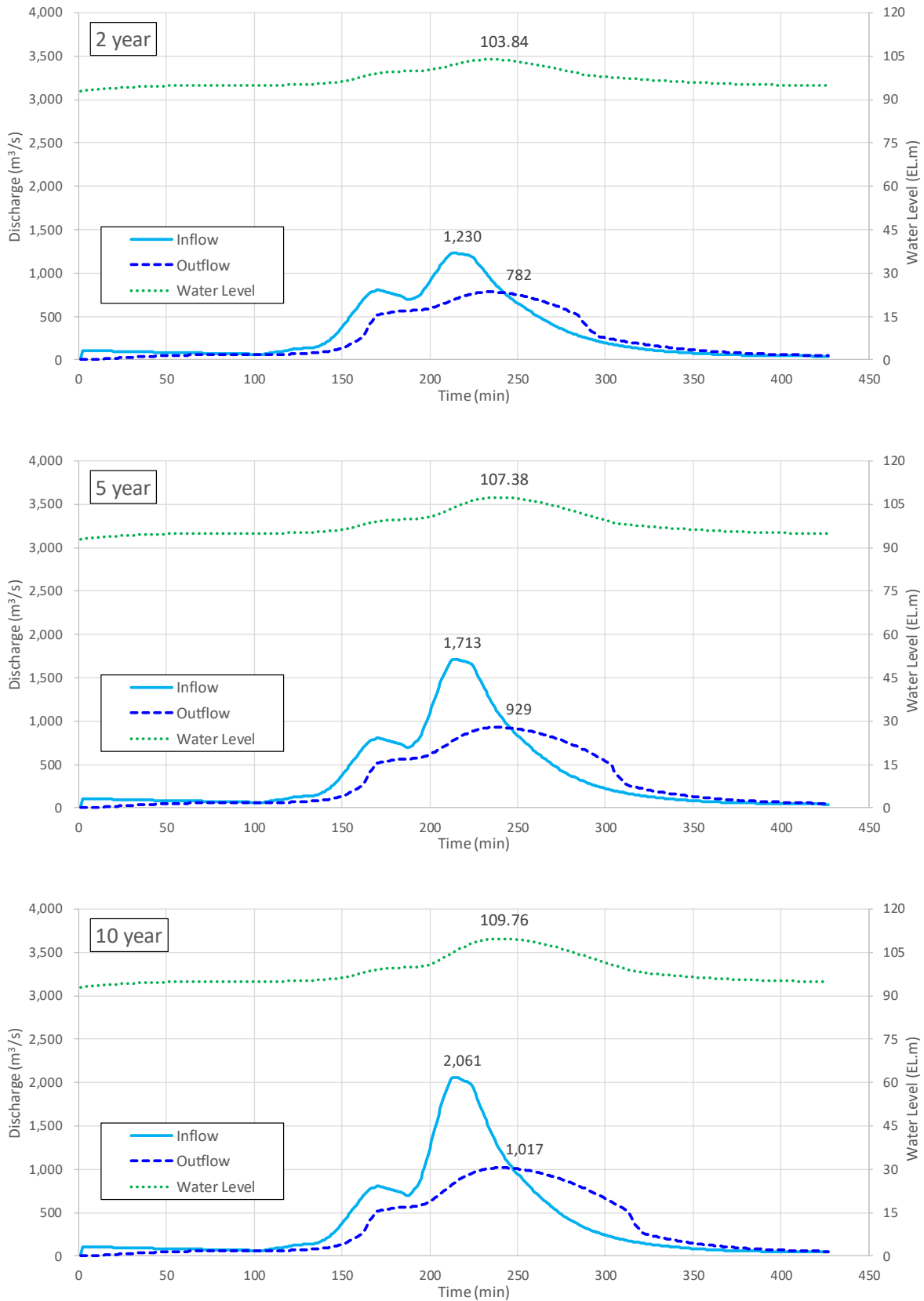
出典：WB2018 UMD FS 報告書



出典：WB2018 UMD FS 報告書

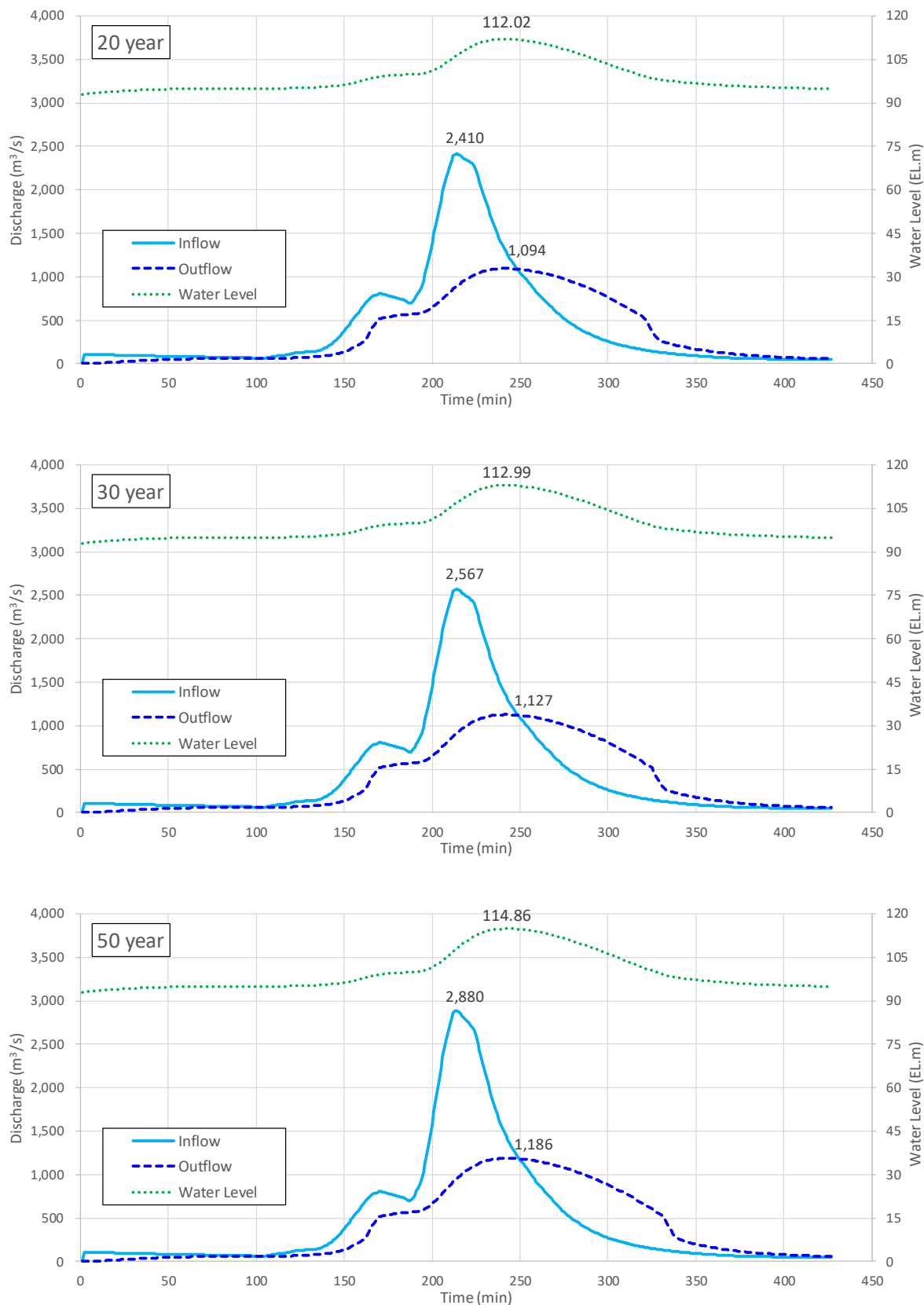
図 12.1.8 オリフィス型放流口の貯水位・放流量曲線

表 12.1.33 及び図 12.1.8 を用いて算定したマリキナダムからの確率規模別の放流量ハイドログラフを図 12.1.9～図 12.1.11 に示す。WB2018 UMD FS 報告書に唯一記載のある 100 年確率の放流量ハイドログラフ（図 12.1.12）と算定した放流量ハイドログラフ（図 12.1.11）を比較して、再現性は高いと考えられる。



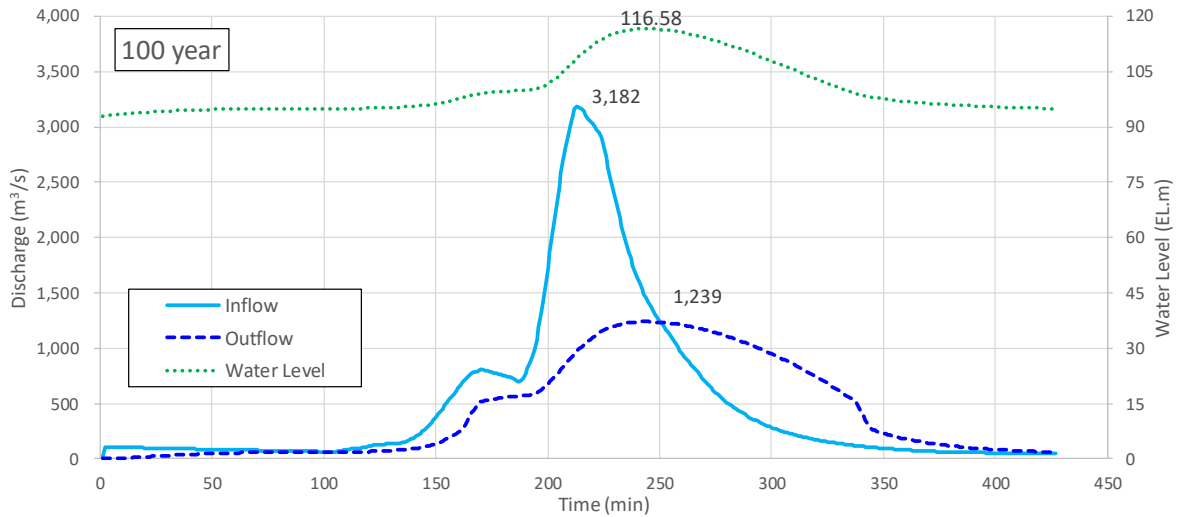
出典：調査団

図 12.1.9 マリキナダムからの放流量ハイドログラフ（確率規模：2年、5年、10年）



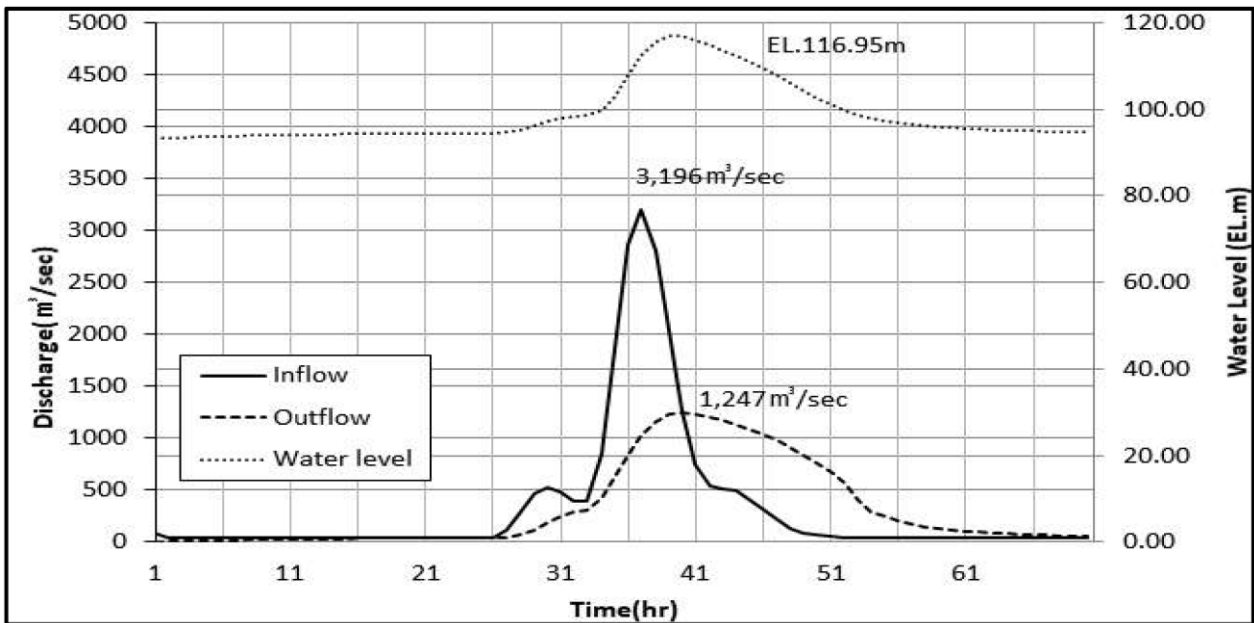
出典：調査団

図 12.1.10 マリキナダムからの放流量ヒドログラフ（確率規模：20年、30年、50年）



出典：調査団

図 12.1.11 マリキナダムからの放流量ハイドログラフ（確率規模：100年）

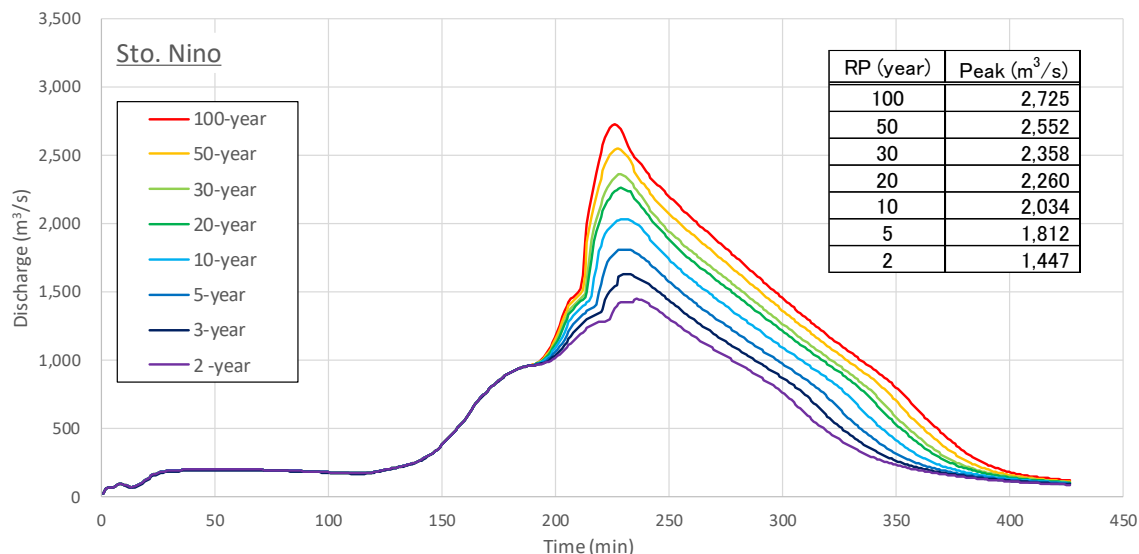


出典：WB2018 UMD FS 報告書

図 12.1.12 マリキナダムからの放流量ハイドログラフ（確率規模：100年）

2) Sto. Nino 地点の流量ハイドログラフ

上記で算定した確率規模別の放流量ハイドログラフをマリキナ川の上流端の境界条件として氾濫解析を行った。参考として Sto. Nino 地点の確率規模別の流量ハイドログラフを図 12.1.13 に示す。100年確率のピーク流量は 2,725m³/s となった。



出典：調査団

図 12.1.13 Sto. Nino 地点の確率規模別流量ハイドログラフ（遊水地なし）

(2) 経済的便益の推定

上記で算定した確率規模別の放流量ハイドログラフをマリキナ川の上流端の境界条件として与え、氾濫解析を行い、確率規模別の直接被害額を算定した。間接被害、インフラ被害を含めた総被害額の算定結果を表 12.1.35 に示す。

表 12.1.34 総被害額 (W/o Project)

(Million P)

Return Period	Direct Damage (1)	Indirect Damage (2)=(1)*10%	Damage to Infrastructure (3)=(1)*35%	Total Damage (4)=(1)+(2)+(3)
2 year	6,093.86	609.39	2,132.85	8,836.10
5 year	10,487.60	1,048.76	3,670.66	15,207.02
10 year	13,156.50	1,315.65	4,604.78	19,076.93
20 year	15,376.36	1,537.64	5,381.73	22,295.72
30 year	17,346.87	1,734.69	6,071.41	25,152.97
50 year	25,769.57	2,576.96	9,019.35	37,365.88
100 year	41,425.10	4,142.51	14,498.78	60,066.39

出典：調査団

表 12.1.35 総被害額 (W/ Project)

(Million P)

Return Period	Direct Damage (1)	Indirect Damage (2)=(1)*10%	Damage to Infrastructure (3)=(1)*35%	Total Damage (4)=(1)+(2)+(3)
2 year	5,878.12	587.81	2,057.34	8,523.28
5 year	9,366.66	936.67	3,278.33	13,581.66
10 year	11,493.51	1,149.35	4,022.73	16,665.59
20 year	13,743.22	1,374.32	4,810.13	19,927.67
30 year	14,433.17	1,443.32	5,051.61	20,928.10
50 year	15,821.09	1,582.11	5,537.38	22,940.59
100 year	17,911.50	1,791.15	6,269.03	25,971.68

出典：調査団

マリキナダム事業実施による年平均被害軽減期待額は表 12.1.36 のとおりである。

表 12.1.36 年平均被害軽減期待額（マリキナダム）

Return Period	Flood Damage W/o Project	Flood Damage W/ Project	Reduction	Average (Million P)	Expectation	Benefit (Million P)
2 year	8,836.10	8,523.28	312.82			
5 year	15,207.02	13,581.66	1,625.36	969.09	0.300	290.73
10 year	19,076.93	16,665.59	2,411.34	2,018.35	0.100	201.83
20 year	22,295.72	19,927.67	2,368.06	2,389.70	0.050	119.48
30 year	25,152.97	20,928.10	4,224.86	3,296.46	0.017	54.94
50 year	37,365.88	22,940.59	14,425.29	9,325.08	0.013	124.33
100 year	60,066.39	25,971.68	34,094.72	24,260.01	0.010	242.60
Annual Benefit:						1,033.92

出典：調査団

(3) 経済評価

推定したマリキナダムの年平均被害軽減期待額及びマリキナダム FS 報告書の経済分析結果を用いて、マリキナダム事業の EIRR、NPV 及び B/C を計算した（表 12.1.37 参照）。

EIRR は、11.8%となり、NEDA で定めた基準である 10%を上回る結果となった。

表 12.1.37 経済分析結果（マリキナダム）

Years	Project Costs (Million P)					Project Benefits (Million P)			Net Benefits (Million P)
	Construction	O&M	Environmental Protection Measures	Land Acquisition / Protection Measures	Total	Damage Reduction	Water Supply	Total	
2020				***. **	***. **				-.***. **
2021	***. **		***. **		***. **				-.***. **
2022	***. **		***. **		***. **				-.***. **
2023	*,***. **		***. **		*,***. **				-,***. **
2024	*,***. **		***. **		*,***. **				-,***. **
2025		***. **	1.31		***. **	1,033.92	187.73	1,221.65	*,***. **
...
2071		***. **	1.31		***. **	1,033.92	187.73	1,221.65	1,176.58

EIRR = 11.8%
NPV = 1,137
BCR = 1.18

出典：WB2018 UMD FS 報告書の経済分析結果に基づいて調査団作成

12.1.4 事業評価結果の比較

フェーズ IV 及びマリキナダムの経済分析結果の比較を表 12.1.38 に示す。

表 12.1.38 経済分析結果の比較

Item	PMRCIP Phase IV	Marikina Dam
Project Cost (Economic Cost)	** *** Million Pesos	* *** Million Pesos
Annual Average Damage Reduction	7,043 Million Pesos	1,034 Million Pesos
EIRR	16.6 %	11.8 %
NPV	20,401 Million Pesos	1,137 Million Pesos
BCR	1.89	1.18

出典：調査団

12.2 事業の技術的評価

12.2.1 河道改修

計画されている河川改修の建設は、

- 低水路の護岸の材料を鋼矢板護岸または H 鋼等で鋼管矢板並に強化された H 鋼付鋼矢板（HAT-H）とし、この HAT-H 矢板護岸をウォータージェット付パイプロハンマ工法またはオーガ工法により打設し強固な護岸を形成、また、この強固な護岸間の低水路内部は掘削・浚渫によって河積を確保：
- 堤防は、盛土構造＋護岸またはパラペット堤による特殊堤構造を建設することにより、計画高水位に余裕高を加えた高さで断面を確保：及び
- 本川に流入する排水口には、その条件に合った適切な排水処理を可能とする排水口または樋管工を設置し、洪水時の逆流を防止

する工事となる。

上記構造物の建設には留意点はあるが、鋼矢板護岸、洪水防御壁（特殊堤）及び排水口工事は、既に、フェーズ II 及び III でも建設されてきたものであり施工は可能である。これまでの工事でも、今回再委託によって実施した底質調査結果でも、掘削・浚渫土は、有害な重金属が含まれておらず、残土処理に大きな環境的負荷は発生しない。

12.2.2 MCGS 及び 2 基の逆流防止水門・樋門

これまでフィリピン国においては、

- 1980 年代には、NHCS（ナピンダン堰）及び Rosario 堰、
- 2000 年代には KAMANAVA 地区における閘門と複数の水門

と多くの類似した構造物を建設しており、施工時の課題はあるものの十分に建設が可能な構造物である。

12.3 事業の環境社会的評価

本事業に関する環境社会的評価・検討は第 10 章に詳述している。以下にその概要を示す。

12.3.1 事業の環境カテゴリ

(1) カテゴリ分類及びカテゴリ分類の根拠

本事業のカテゴリ分類は、「A」である。

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」に掲げる“影響を及ぼしやすい特性”に該当するため「A」案件となっている。特に、間接的な影響を与えるマンガハン放水路内に現在生活する 1 万世帯を超える非正規居住者の移転を実施する必要がある、本詳細設計でも実施者である DPWH 及び NHA 並びに関係自治体の活動をモニタリング・支援する必要がある。

(2) 環境許認可

本事業に係る環境影響評価報告書（EIS）は、1998 年 6 月に環境天然資源省によって承認済みである（第 10 章参照）。DPWH は補足版 EIS を 2018 年 8 月に作成済みであり、本詳細設計においてもこの補足版 EIS を必要に応じ改定する。

12.3.2 その他の評価

(1) 汚染対策

工事中の大気質、騒音・振動等は、散水や粉じん対策の覆いの徹底、機材の定期的なメンテナンスや仮囲いの設置等により影響を緩和する。

浚渫に伴う濁水は流水により限定的な影響と想定されるが、シルトフェンスの設置等の工法を施工業者に義務付けた工事仕様とすることを検討する。掘削及び浚渫土の底質調査結果より、汚染物質が含まれておらず、残土処分に問題が無いことを確認した。この残土は、事業地以外の低地の盛土資材として再利用される予定であり、現在は LLDA 管轄の約 50has 用地の ECC 取得のための環境社会配慮調査を実施中である。

(2) 自然環境面

事業対象地域は国立公園等の影響を受けやすい地域またはその周辺に該当せず、自然環境への望ましくない影響は最小限であると想定されている。

(3) 影響の予測と評価及び緩和策の検討

現在実施している浚渫土処分場及び Cainta 水門に係る EIA 調査、並びに伐採樹木インベントリ調査結果を踏まえ、EMP 及び EMoP を必要に応じ更新する予定である。また、DPWH の環境社会配慮を統括する環境社会保護局（Environmental and Social Safeguard Department: ESSD）、DENR 及び関係自治体を含むステークホルダーの意見を参考にし、適時、緩和策やモニタリング計画に必要な項目や活動を適宜追加する。