

3.5 ラスピナス・パラニャーケ地区の流出解析・氾濫解析

3.5.1 ラスピナス・パラニャーケ地区の浸水被害の現状

(1) 現地調査の概要

パラニャーケ、ラスピニャス地区の河川状況及び浸水被害の要因を確認するため、現地調査を行った。現地調査結果より、ラスピナス・パラニャーケ地区の浸水被害の現状を以下に整理する。

- ✓ 各河川での浸水被害の要因は内水氾濫ではなく河川氾濫によるものである。近年で浸水したのは2009年の台風 Ondoy 及び2012年のモンスーン Habagat の2回である。
- ✓ 両洪水ともに浸水深は40cm程度（地盤の低い場所では1m程度）であり浸水時間は半日～1日であった。
- ✓ 2012年以降、各河川では築堤工事が進んでおり、現在も築堤工事中である。

以上の結果より、パラニャーケ、ラスピニャス地区の浸水要因は以下のように整理できる。

- パラニャーケ、ラスピニャス地区の浸水は河川氾濫による外水氾濫であり、上流からの氾濫流が道路等を伝って下流の低平地まで流下し浸水する。

(2) 現地調査結果

代表的な5河川（Paranaque、Dongalo、South Paranaque、San Dionisio 及び Las Pinas）について、現地調査を行った結果を以降に整理する。

No.	河川	図・表
1	Paranaque	図 3.5.1、表 3.5.1
2	San Dionisio	図 3.5.2、表 3.5.2
3	Las Pinas	図 3.5.3、表 3.5.3
4	South Paranaque	図 3.5.4、表 3.5.4
5	Dongalo	図 3.5.5、表 3.5.5



図 3.5.1 現地調査地点位置図_Paranaque 川

表 3.5.1 現地調査結果_Paranaque 川

No	Photo	Result of hearing
Site 01 (Paranaque R.)		<ul style="list-style-type: none"> 掘込河道であり、橋の下流右岸は築堤済（2013年）である 台風オンドイ時の浸水被害はない
Site 02 (Paranaque R.)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 60m 程度、右岸側 1.5m 程度の築堤（2013年） 左岸側は築堤なし、高速道路の高架あり オンドイでは河川による氾濫で 40cm 程度の浸水あり
Site 03 (Paranaque R.)		<ul style="list-style-type: none"> 右岸築堤 50cm 程度（2016年） オンドイでは河川による氾濫で 40cm 程度の浸水あり 2012年も同程度の浸水被害あり
Site 05 (Paranaque R.)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 100m 程度であり、左右岸矢板護岸、右岸側堤防あり 台風オンドイ時の浸水被害はない



図 3.5.2 現地調査地点位置図_San Dionisio 川

表 3.5.2 現地調査結果_San Dionisio 川

No	Photo	Result of hearing
Site 07 (San Dionisio R.)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 10m 程度であり、石積護岸の掘込河道で高さ 3m 程度である 河川からの溢水氾濫なし オンドイ時に 1 日程度の浸水被害あり
Site 08 (Las Pinas R.)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 15m 程度であり、石積護岸の掘込河道である 低い右岸側のみ溢水氾濫による被害がある オンドイ及び 2012 年に 1 日程度の浸水被害あり
Site 09 (Las Pinas – Zapote channel)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 20m 程度、海岸側は築堤 5m、陸側は掘込河道 浸水は河川氾濫と内水の両方による被害がある オンドイ及び 2012 年ともに 40cm 程度の浸水被害あり
Site 10 (Las Pinas R.)		<ul style="list-style-type: none"> 川幅 20m 程度で現在築堤工事中 (2017 年 10 月時点)



図 3.5.3 現地調査地点位置図_Las Pinas 川

表 3.5.3 現地調査結果_Las Pinas 川

No	Photo	Result of hearing
Site11 (Las Pinas.R)		<ul style="list-style-type: none"> ・川幅 30m、高さ 6m 程度で築堤（2016 年に完成） ・オンドイ及び 2012 は河川氾濫による被害があり、低いところでは 1 日程度の浸水被害あり
Site13 (Las Pinas.R)		<ul style="list-style-type: none"> ・川幅 10m、高さ 5m 程度の築堤工事中（2017 年 10 月時点） ・河川氾濫のみであり、オンドイでは 1m 程度の浸水被害あり



図 3.5.4 現地調査地点位置図_South Paranaque、San Felipe 周辺

表 3.5.4 現地調査結果_South Paranaque 周辺

No	Photo	Result of hearing
Site14 (San Felipe R.)		<ul style="list-style-type: none"> ・現況河道は、川幅 20m、高さ 5m 程度で築堤（2013 年完成）済み ・河川氾濫のみであり、半日程度の浸水被害あり
Site 16 (San Felipe R.)		<ul style="list-style-type: none"> ・現況河道は、川幅 10m、高さ 6m 程度 ・河川氾濫のみであり、オンドイで 40cm 程度の浸水被害あり
Site 17 (右流入支川)		<ul style="list-style-type: none"> ・現況河道は川幅 5m、高さ 3m 程度 ・河川からの氾濫があり、低いところでは 2m 程度の浸水被害あり
Site 18 (San Felipe R.)		<ul style="list-style-type: none"> ・現況河道川幅 10m、高さ 2m 程度 ・河川氾濫であり、1m の浸水被害が 1 日程度続く



図 3.5.5 現地調査地点位置図_Dongalo 川

表 3.5.5 現地調査結果_Dongalo 川

No	Photo	Result of hearing
Site 19 (Dongalo.R)		<ul style="list-style-type: none"> ・川幅 30m、高さ 5m 程度で築堤（2014 年）済み ・河川氾濫であり、1.5m 程度の浸水が 1 日程度生じている
Site 20 (Dongalo.R)		<ul style="list-style-type: none"> ・川幅 10m、高さ 5m 程度で築堤（2016 年） ・河川氾濫であり、深いところで 3m の浸水が 1 日程度生じている

3.5.2 流出・氾濫解析モデル作成

(1) ラスピナス・パラニャーケ地区の概要

ラスピナス・パラニャーケ地区（ザポテ川流域を含む）における、現況の水路網を図**に示す。サウスパラニャーケ川はドンガロ川と合流し、その後、パラニャーケ川と合流した後、マニラ湾に注ぐ。サウスパラニャーケ川の南西にラスピナス川、その南西にザポテ川が位置し、サウスパラニャーケ川、ラスピナス川及びザポテ川は河口部付近で水路によって繋がっており、パラニャーケ川、サウスパラニャーケ川、ラスピナス川及びザポテ川流域が一体となった水路網が形成されている。



出典：Open Street Map を基に、調査チームが加筆

図 3.5.6 ラスピナス・パラニャーケ地区における河川ネットワーク

(2) ラスピナス・パラニャーケ地区における流域分割

ラスピナス・パラニャーケ地区における流域分割を図 3.5.7 に示す。当地区においては、5 つの流域（Paranaque、Dongalo、South Paranaque、Las Pinas 及び Zapote 流域）に区分され、それぞれの流域内で小流域を設定した。

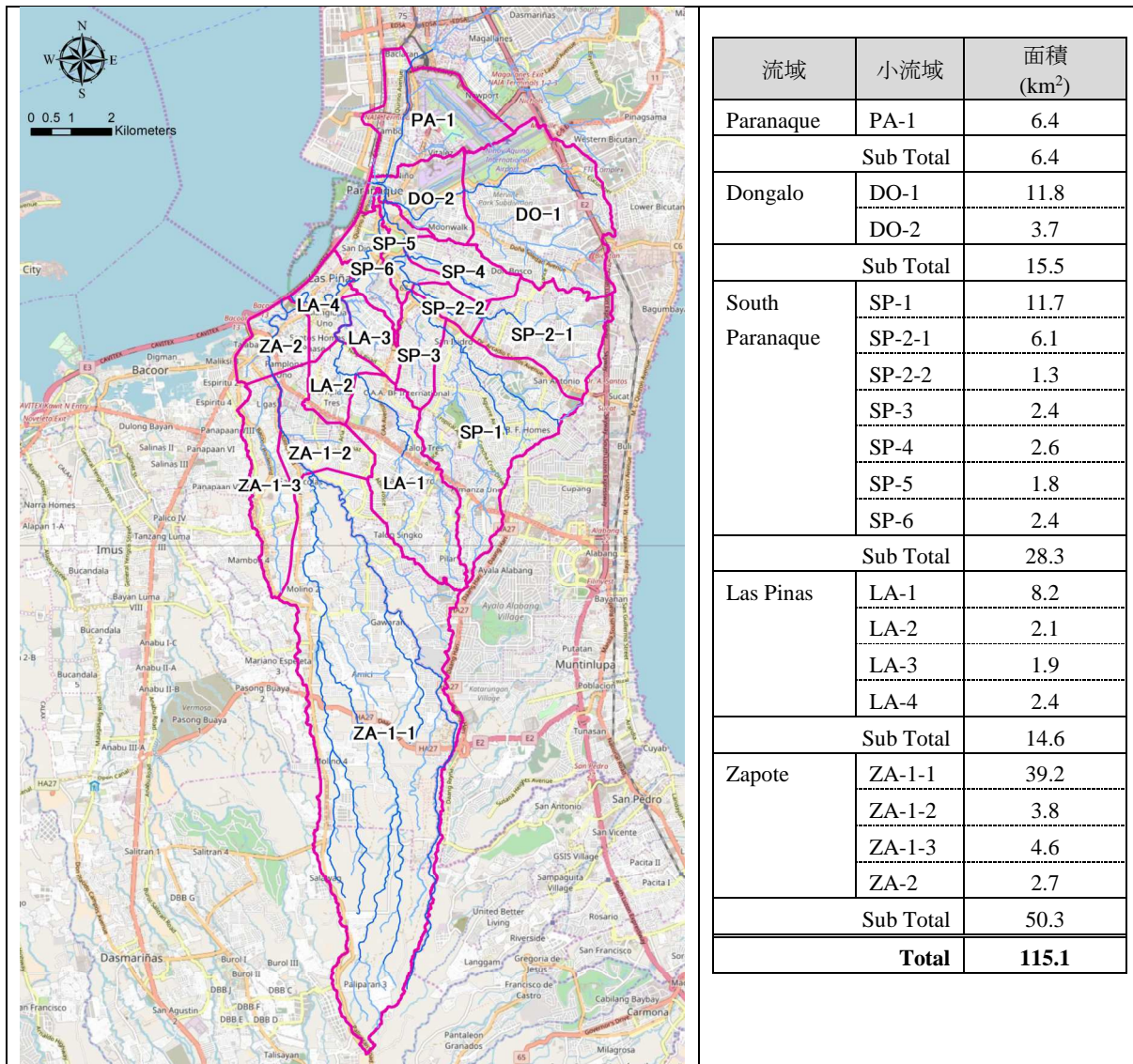


図 3.5.7 ラスピナス・パラニャーケ地区における流域分割図

(3) 解析モデルの概要

前述の通り、ラスピナス・パラニャーケ地区は複雑な水路網が形成されているため、現状の複雑な水路網を再現でき、また、洪水到達時間や氾濫流の流下または拡散状況など適切に表現できる解析モデルを構築した。

氾濫解析モデルは、降雨データを外力条件とし、流出解析で得られた流量を河川へ与え、河道追跡の一次元不定流モデル及び堤内地の平面二次元不定流モデルを組み合わせでシミュレーションするものである。解析ソフトは、MIKE-FLOOD (DHI 社製) を採用した。

(4) 流出解析モデル

各河川流域からの流出量は、The Soil Conservation Service (SCS 単位図法)を用いた。流出量は、降雨、土壌タイプ、先行降雨、流域の地表状況、浸透特性により算定される。SCS 単位図法は、流出曲線番号 (CN 値) を適用し、降雨から流出量を算定する。この CN 値は、土壌、植物の状況及び不浸透性領域、表面貯留量等に基づき設定する。流出量の算出式を以下に、各流域におけるモデル定数を出典：河川砂防技術基準 (案) 調査編

表 3.5.7 に示す。

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Where; Q: the accumulated runoff depth or rainfall excess, P: the accumulated precipitation, P must exceed 0.2S, S: maximum soil water retention parameter given by

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \times 25.4 \text{ (mm)}$$

Where CN: curve number

$$T_{LAG} = 0.6T_C$$

Where T_{LAG} :Lag time, T_C :time of concentration.

$$T_C = T_{IN} + T_F$$

Where T_{IN} :inlet time. T_F :travel time of flood flow in a channel

流入時間 (T_{IN}) 及び流下時間 (T_F) の算出においては、iFSAR データを用い、河道の上流端を決定し、その上流域 (流入区間) について雨水が河道に流入するまでの流入時間を設定した。また、流下時間は流路長と洪水伝播速度の関係から算出した。流路長と洪水伝播速度の関係を表 3.5.6 に示す。

表 3.5.6 流路長と洪水伝播速度の関係

流路長	1/100 以上	1/100~1/200	1/200 以下
伝播速度	3.5 m/s	3.5 m/s	3.5 m/s

出典：河川砂防技術基準 (案) 調査編

表 3.5.7 モデル対象流域及びモデル定数

River	Sub-Basin	Area km ²	CN	Longest flow path	Highest Elevation in basin	Low Elevation in basin	Elevation difference DH	Slope	Velocity	Time of concentration	Lag Time
				m	m	m	m	I	m/s	h	h
Paranaque	PA-1	6.4	79	-	-	-	-	-	-	0.5	0.30
Dongalo	DO-1	11.8	87	4,800	36.0	14.5	21.5	223	2.1	1.1	0.68
Dongalo	DO-2	3.7	85	3,300	14.5	10.7	3.8	868	2.1	0.4	0.26
South Paranaque	SP-1	11.7	87	7,960	48.9	16.1	32.8	243	2.1	1.6	0.93
South Paranaque	SP-2-1	6.1	87	3,930	40.0	18.0	22.0	179	3.0	0.9	0.52
South Paranaque	SP-2-2	1.3	87	2,260	18.0	12.3	5.7	396	2.1	0.3	0.18
South Paranaque	SP-3	2.4	87	2,090	27.0	14.0	13.0	161	3.0	0.7	0.41
South Paranaque	SP-4	2.6	86	2,700	30.0	12.7	17.3	156	3.0	0.8	0.45
South Paranaque	SP-5	1.8	79	4,540	12.3	11.0	1.3	3492	2.1	0.6	0.36
San Dionisio	SP-6	2.4	79	3,690	20.0	12.5	7.5	492	2.1	1.0	0.59
Las Pinas	LA-1	8.2	87	6,850	48.5	16.5	32.0	214	2.1	1.4	0.85
Las Pinas	LA-2	2.1	87	2,150	16.5	14.3	2.2	977	2.1	0.8	0.47
Las Pinas	LA-3	1.9	87	2,010	23.3	11.6	11.7	172	3.0	0.7	0.41
Las Pinas	LA-4	2.4	87	2,100	12.0	10.5	1.5	1400	2.1	0.3	0.17
Zapote	ZA-1-1	39.2	83	16,607	147.0	18.0	129.0	129	3.0	2.0	1.22
Zapote	ZA-1-2	3.8	83	540	18.0	12.0	6.0	90	3.5	0.0	0.02
Zapote	ZA-1-3	4.6	83	6,000	35.0	12.0	23.0	261	2.1	1.3	0.77
Zapote	ZA-2	2.7	82	4,860	14.0	12.5	1.5	3240	2.1	0.6	0.38

(5) 河道モデル

河道網モデルの対象となる河川/水路は、図 3.5.6 において青線で示された全部で 10 河川/水路を対象とした。図 3.5.8 に解析モデルの概念図を示す。断面データについては、DPWH 提供の横断測量結果をベースにし、横断図/平面図がない河川（区間）については、ifSAR5m 地盤高データを使用し断面を作成した。河道モデルで使用した各河川の断面データについて表 3.5.8 に整理する。

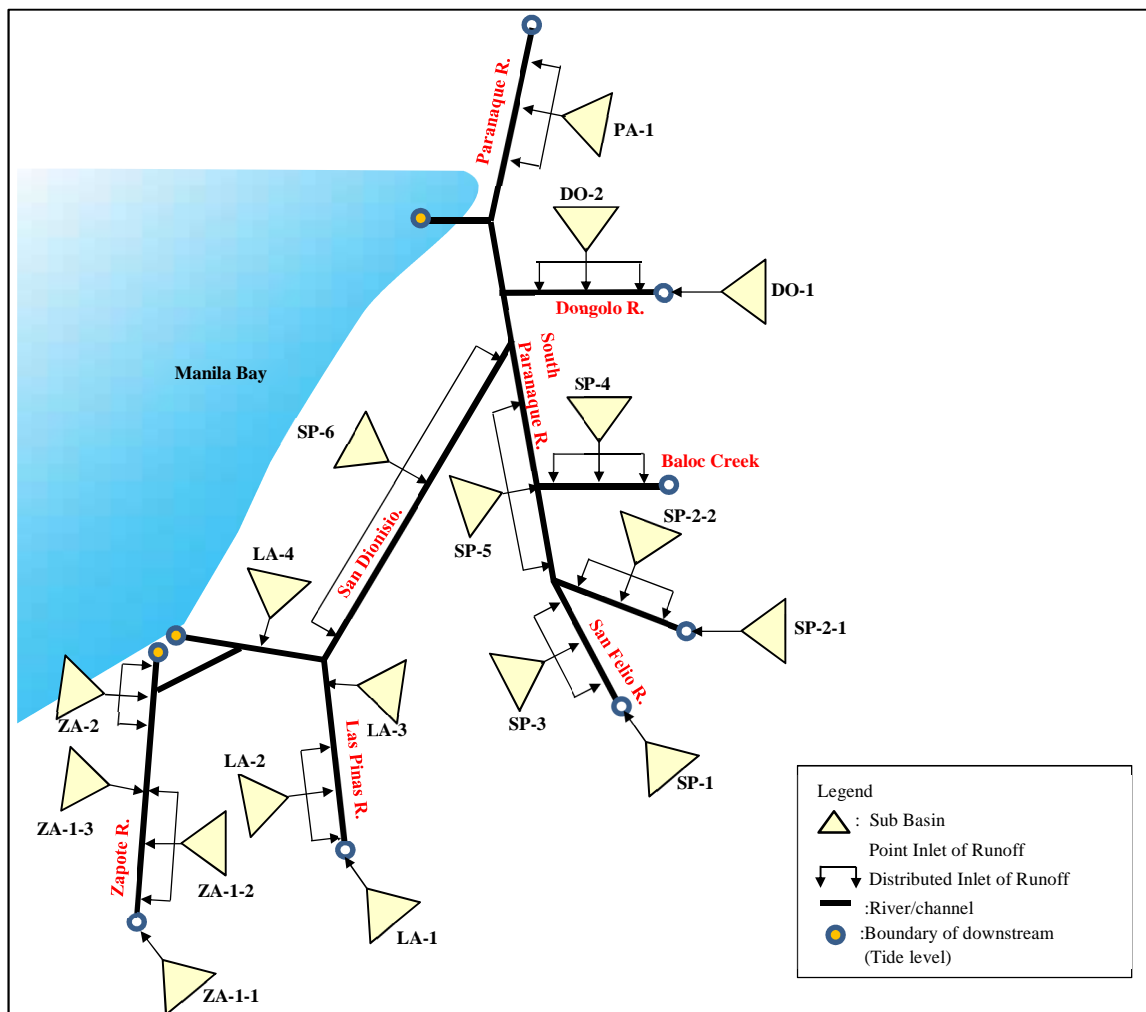


図 3.5.8 ラスピナス・パラニャーケ地区における解析モデル概念図

表 3.5.8 河道モデルで使用した断面データ諸元

河川名	モデル範囲	断面ピッチ	出典/提供元	測量年
Paranaque	0~3.0km	200m	Metro Manila 2nd District Engineering Office (DEO)	2014
Dongalo	0~2.5km	100m	Metro Manila 2nd District Engineering Office (DEO)	2014
South Paranaque	0~3.6km	100m	Metro Manila 2nd District Engineering Office (DEO)	2014
San Felio	0~2.2km	200m	IFSAR	2014
Baloc Creak	0~2.4km	200m	IFSAR	2014
San Dionisio	0~0.6km	100m	Metro Manila 2nd District Engineering Office (DEO)	2014
	0.7~3.4km	100m	IFSAR	2014
Las Pinas	0~5.0km	200m	Las Pinas-Miuntinlupa District Engineering Office	2012
Zapote	0~5.4km	100~200m	Cavite Sub District Engineering Office (DEO)	2017
Las Pinas-Zapote Channel	0~0.5km	100m	IFSAR	2014

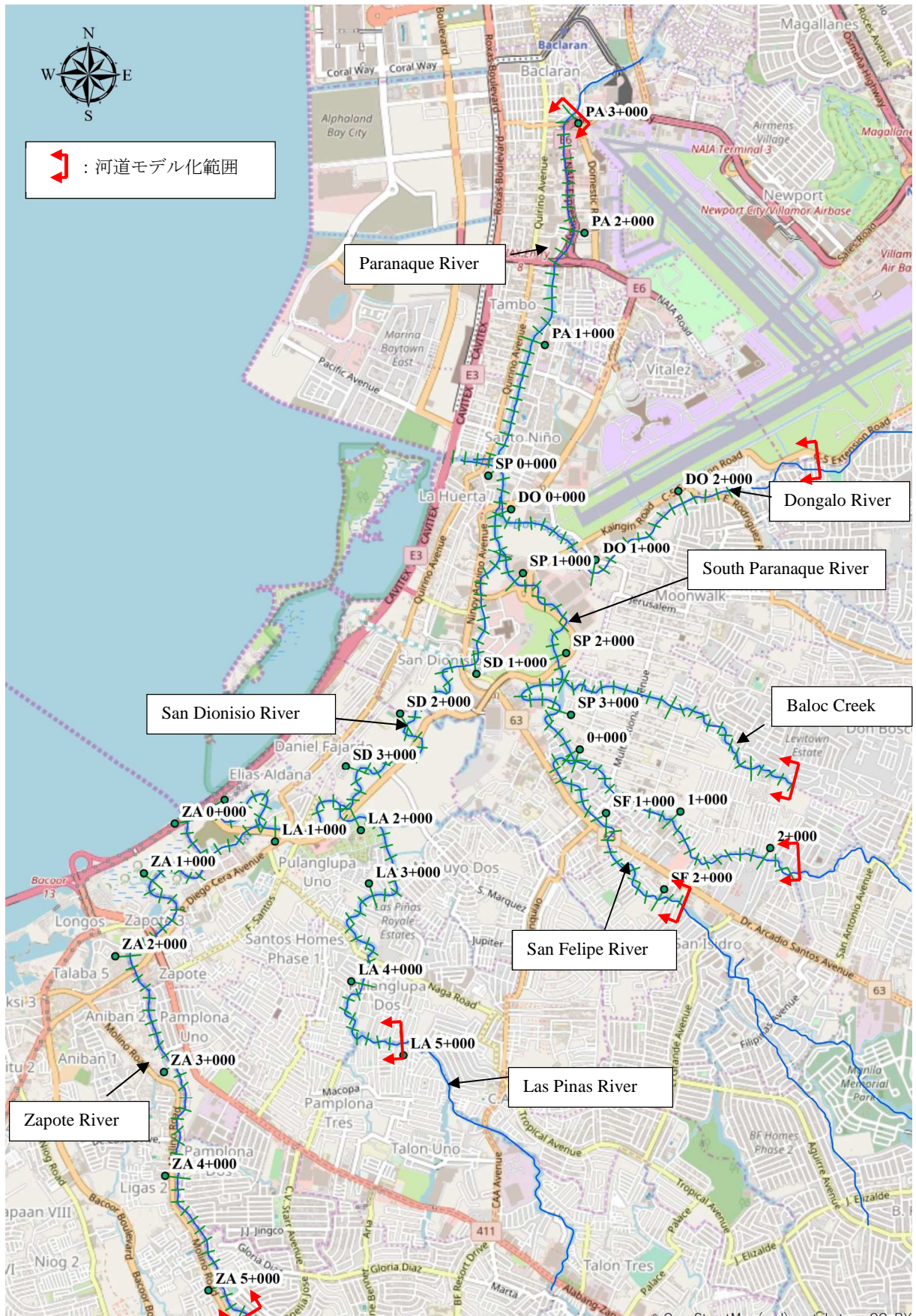


図 3.5.9 河道モデル_断面位置図

(6) 氾濫原標高 (DEM)

2014年にフィリピン全土をカバーしている IFSAR データを基に、氾濫解析モデルで使用する氾濫原の地盤高データを作成した。IFSAR データは5mグリットの地盤高データであるが、解析モデルで使用する地盤高データは 50m グリットの地盤高データを作成した。作成した標高分布を図 3.5.10 に示す。

Data Collection Survey on Parañaque Spillway
Elevation Map at 50-m DEM

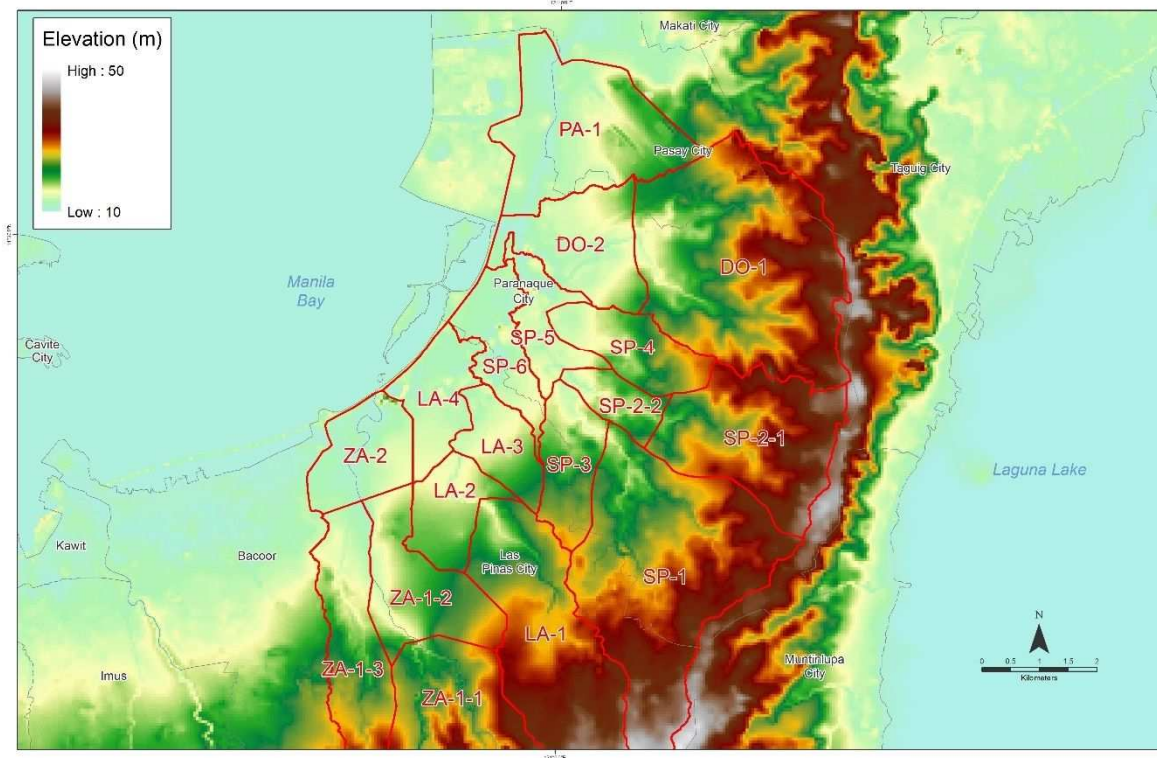


図 3.5.10 パラニャーク、ラスピñas地区の標高分布図

(7) 計画降雨波形

ラスピñas・パラニャーク地区における流出・氾濫解析で用いる計画降雨波形は、2009年の台風オンドイ時において、パッシング・マリキナ川流域内にある Science Garden 地点で時間雨量が観測されている。ラスピñas・パラニャーク地区周辺では洪水時の時間雨量データが観測されていないため、モデル降雨波形は、Science Garden 地点の実績時間雨量波形を用いて、確率規模別の日雨量になるよう引き延ばし、引き縮めを行った。

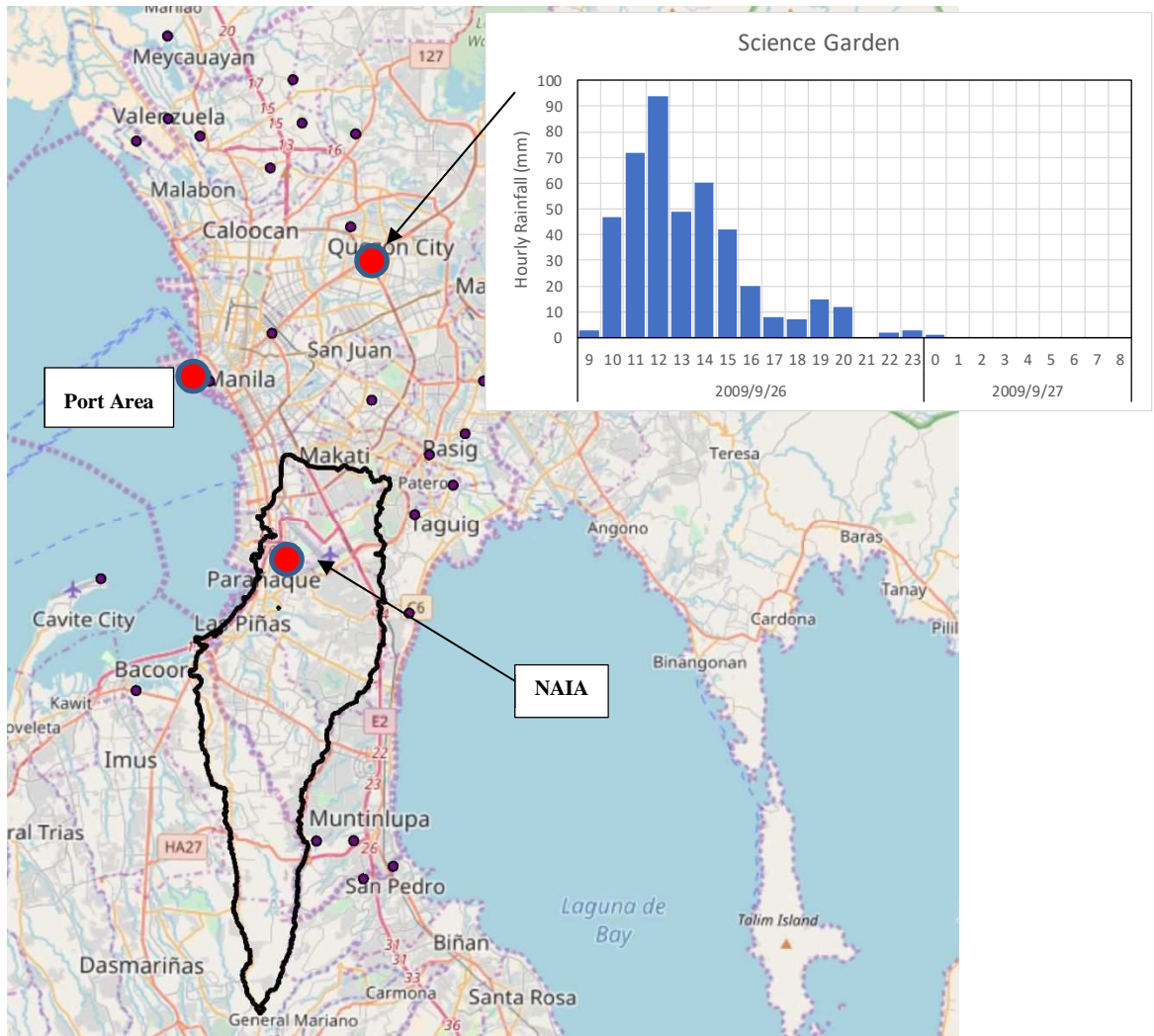


図 3.5.11 Science Garden 地点における時間雨量観測結果 (2009年9月26日)

3.5.3 過去の洪水によるモデルの妥当性検証

ラスピナス・パラニャーケ地区における流出・氾濫解析モデルの妥当性の検証については、浸水被害が大きかった2009年の台風オンドイを対象とした。また、Zapote川(河口から約2km地点)において、水位が観測されており、2009年9月(台風オンドイ時)の日最大水位の記録が残っているため、Zapote川の水位、並びに、既往検討調査(WBプロジェクト)において、台風オンドイ時の浸水被害についてヒアリング調査を実施しているため、このヒアリング調査結果及び本業務で実施した現地調査結果をより構築した流出・氾濫解析モデルの妥当性について検討を行った。

本業務で構築した流出・氾濫解析モデルを用いた2009年台風オンドイの再現計算結果を図3.5.14に示す。

台風オンドイの再現計算で用いる降雨(流域平均雨量)は、NAIA地点での観測データが存在しないため、近傍のPort Area地点の日雨量データから、ラスピナス・パラニャーケ地区における

流域平均雨量を推定する必要がある。Port Area 地点と流域平均雨量の相関関係を図 3.5.12 に示す。この相関式を用いて、台風オンドイ時（2009年9月26日）の流域平均雨量を推定した。

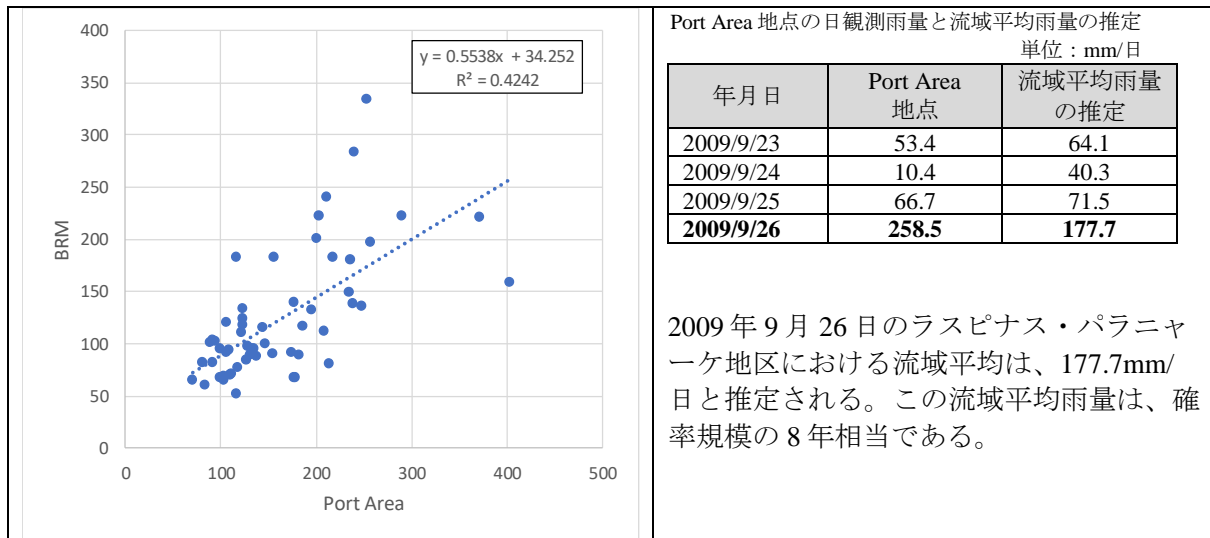


図 3.5.12 流域平均雨量と Port Area 地点の日雨量との関係

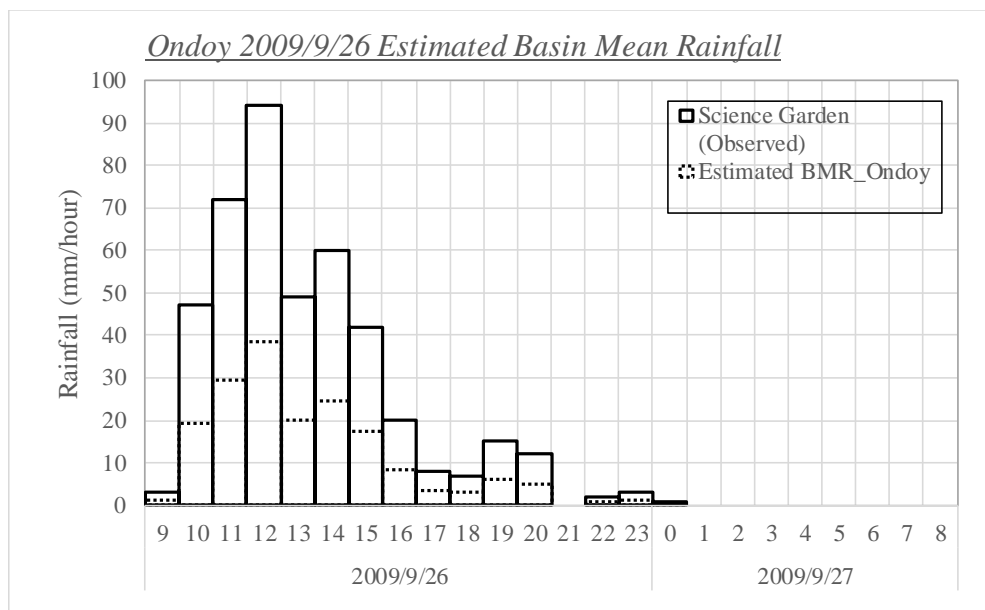


図 3.5.13 台風オンドイの再現計算で用いた降雨波形

Data Collection Survey on Paranaque Spillway
Calibration Results Based on Ondoy (September 26, 2009)

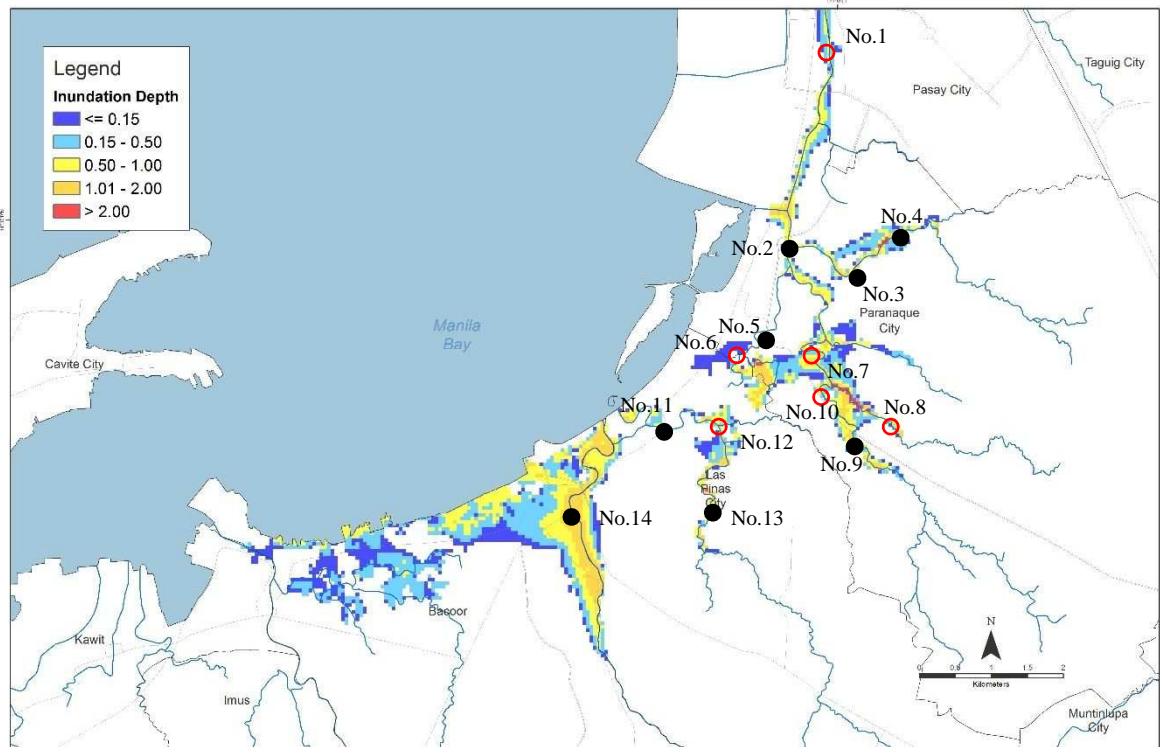


図 3.5.14 台風オンドイ時の氾濫解析結果（2009年9月26日） 最大浸水深図

表 3.5.9 台風オンドイ時の実績浸水深（ヒアリング結果）と再現計算水位の比較

No.	河川	オンドイ時の浸水深 (ヒアリング結果)	再現計算結果 浸水深	備考
1	Paranaque R.	0.4 - 0.5m	0.5 m	本業務時ヒアリング
2	South Paranaque R.	0.5 m	0.6 m	WB*プロジェクトヒアリング結果
3	Dongalo R.	0.5 m	0.5 m	WB*プロジェクトヒアリング結果
4	Dongalo R.	1.5 m	1.8 m	WB*プロジェクトヒアリング結果
5	San Dionisio R.	0 m	-	WB*プロジェクトヒアリング結果
6	San Dionisio R.	浸水深は不明だが、 溢水氾濫の被害あり	1.4 m	本業務時ヒアリング
7	South Paranaque R.	1 m	1.3 m	本業務時ヒアリング
8	Right tributary	2 m	1.3 m	本業務時ヒアリング
9	San Felipe	0.5 m	0.5 m	WB*プロジェクトヒアリング結果
10	San Felipe R.	1 m	1.4 m	本業務時ヒアリング
11	Las Pinas R.	0 m	-	WB*プロジェクトヒアリング結果
12	Las Pinas R.	1.0 m	1.1 m	本業務時ヒアリング
13	Las Pinas R.	0.8 m	0.9 m	WB*プロジェクトヒアリング結果
14	Zapote R.	2.0 m	1.6 m	WB*プロジェクトヒアリング結果

* Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, World Bank, 2013において実施されたヒアリング結果

BRS (Bureau of Research and Standard) により Zapote 川及び Paranaque 川において水位観測が実施されている。本業務において収集した月最大水位を図 3.5.15 に示す。Zapote 川の水位観測地点は、ZA.2+200 付近に位置しており、量水標による目視観測が実施されている。

水位観測記録によると、台風オンドイ時（2009年9月26日）の最大水位は13.90mであったが、別途収集した河川横断面図から Zapote 川水位観測位置の断面（ZA 2+200）を確認すると、左岸側の河岸高は13.5m以下であり、記録された最高水位（13.9m）より低くなっている。水位観測記録及び河川横断面図より、台風オンドイ時において、Zapote 川からの溢水氾濫により被害が生じていたと推察される。この辺りの堤内地盤高は12.5m程度であり、オンドイ時最高水位（13.9m）から地盤高を引いた1.4mが浸水深であると考えられる。

本業務において実施した再現計算結果では、水位観測地点付近の浸水深は1.6mと算定され、実際の観測水位データから浸水深を想定した値とほぼ同じ結果となった。また、既往調査（WBプロジェクト）において実施されたヒアリング調査結果においても、オンドイ時の浸水深は2m程度となっている。

以上より、本業務で構築した流出・氾濫解析モデルは、2009年の台風オンドイ時におけるラスピナス・パラニャーケ地区の浸水・氾濫状況を再現できるモデルであると判断できる。

Department of Public Works and Highways BUREAU OF RESEARCH AND STANDARDS EDSA, Diliman, Quezon City		EXTREME GAGE HEIGHT VALUES												Station Code No. Date Prepared:	
River Creek :		Zapote River @ Las Piñas City													
YEAR/MONTH		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MAX/MIN	OCCURRENCE
2006	Max							11.61	11.65	12.30	11.52	10.89	12.20	12.30	TYPHOON MILENYO
	Min							10.18	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
2007	Max	10.76	10.98	11.12	11.15	11.45	11.44	11.40	13.42	11.22	11.02	10.98	10.60	13.42	TYPHOON EGAY
	Min	10.00	10.00	10.00	10.02	10.00	10.00	10.00	10.02	10.10	10.00	10.04	10.00	10.00	
2008	Max	10.98	10.92	11.39	11.50	11.70	12.60	11.80	11.72	11.85	11.10	12.40	11.00	12.60	TYPHOON FRANK
	Min	10.06	10.10	10.14	10.02	10.20	10.00	10.00	10.00	10.20	10.00	10.00	10.00	10.00	
2009	Max	11.02	11.12	11.30	11.40	11.55	11.65	12.55	11.70	13.90	11.60	10.90	10.92	13.90	TYPHOON ONDOY
	Min	10.00	10.00	10.20	10.15	10.25	10.00	10.15	10.00	10.20	10.14	10.00	10.00	10.00	
2010	Max	10.92	11.12	11.12	11.12	11.30	11.42	11.32	11.32	11.20	11.30	10.92	11.04	11.42	
	Min	10.00	10.00	10.10	10.10	10.20	10.12	10.30	10.30	10.10	10.20	10.04	10.00	10.00	
2011	Max	11.10	11.20	11.02	10.92	11.30	12.30	11.84	11.50	11.20	11.00	10.98	10.88	12.30	TYPHOON FALCON
	Min	10.02	10.10	10.32	10.20	10.14	10.12	10.10	10.10	10.12	10.00	10.00	10.00	10.00	
2012	Max		10.84	11.40	11.22	11.32	11.54	12.72	12.40	11.32	10.78	10.78	10.82	12.72	
	Min		10.00	10.30	10.32	10.10	10.00	10.24	10.38	10.20	10.30	10.20	10.10	10.00	
2013	Max	10.94	10.84	10.90	10.96	11.20	11.06	10.86	14.80	13.20	11.28	10.84	10.80	14.80	TYPHOON MARING
	Min	10.20	10.10	10.30	10.36	10.30	10.30	10.10	10.20	10.10	10.30	10.10	10.00	10.00	
2014	Max	10.54	10.72	10.78	10.80	10.90	10.90	12.50	10.80	13.20	10.70	10.80	10.70	13.20	TYPHOON MARIO
	Min	10.00	10.20	10.10	10.00	10.00	10.10	10.00	10.10	10.00	10.10	10.10	10.10	10.00	

Maximum Reading: 14.80 m
Minimum Reading: 10.00 m

出典：BRSにて観測記録データを撮影

図 3.5.15 Zapote 川_水位観測記録データ

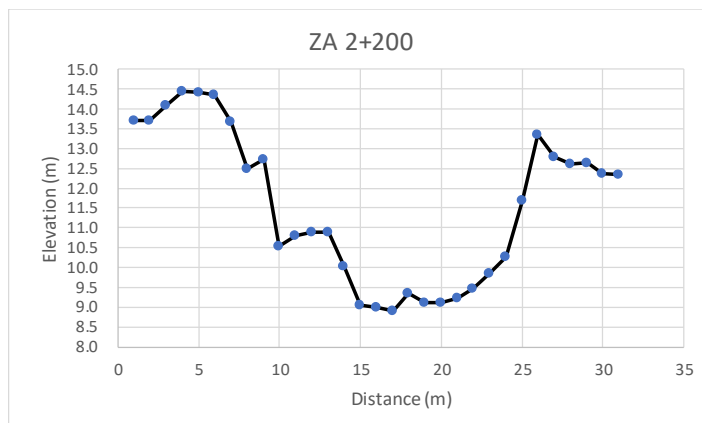


図 3.5.16 Zapote 川水位観測位置付近の横断面図

3.5.4 確率規模別の流出解析、氾濫解析

(1) 対象降雨波形

モデル降雨波形は、Science Garden 地点の実績時間雨量波形とし、確率規模ごとの日雨量となるよう、モデル降雨波形を引き延ばし、または引き縮めを行い確率規模別の降雨波形を設定した。

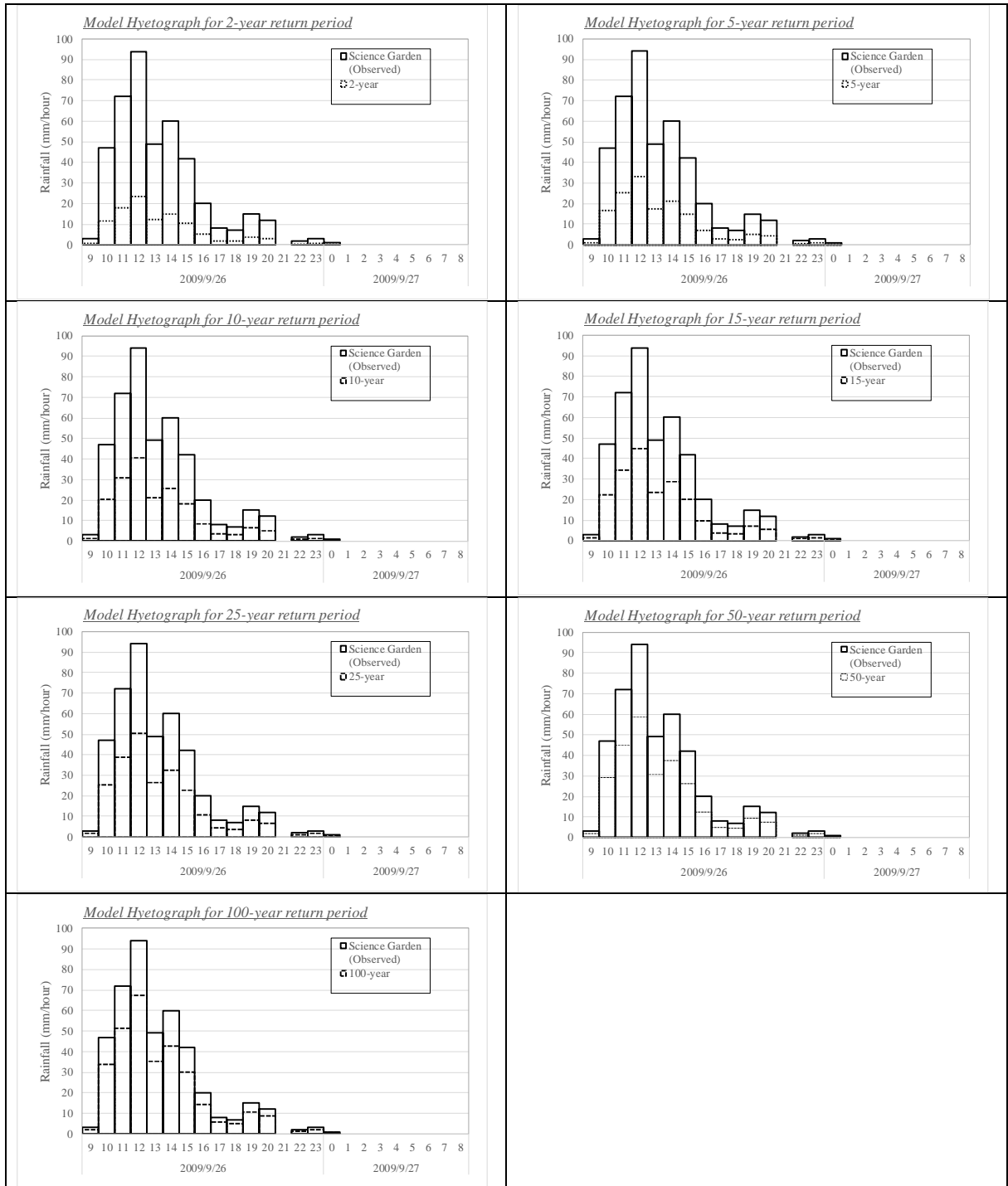


図 3.5.17 計画規模別の降雨波形

(2) 氾濫解析結果

確率規模ごとの氾濫解析結果を図 3.5.18～図 3.5.21 に、氾濫ボリューム及び氾濫面積を表 3.5.10、表 3.5.11 に示す。

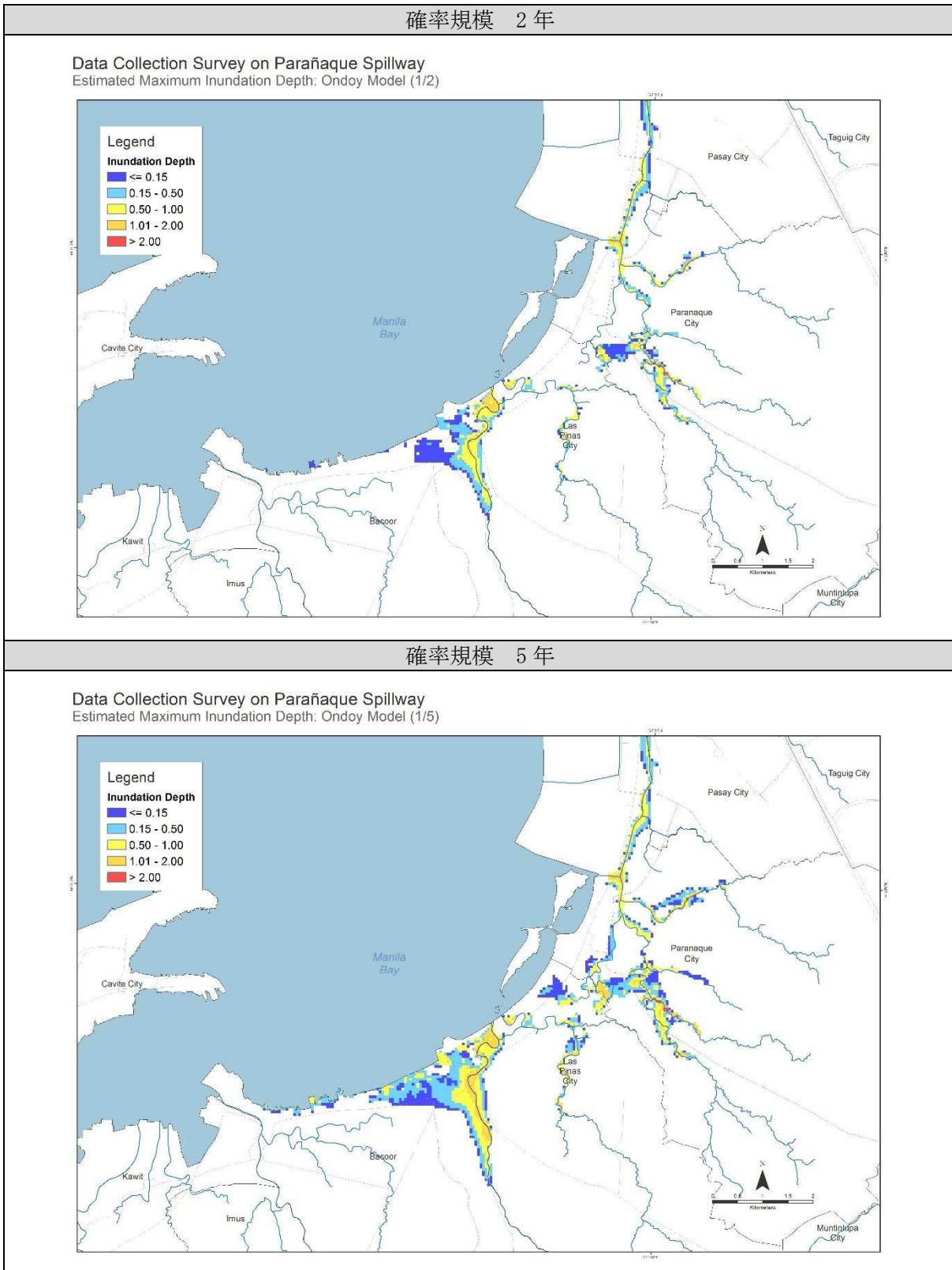


図 3.5.18 確率別の最大浸水深図 (1/2～1/5)

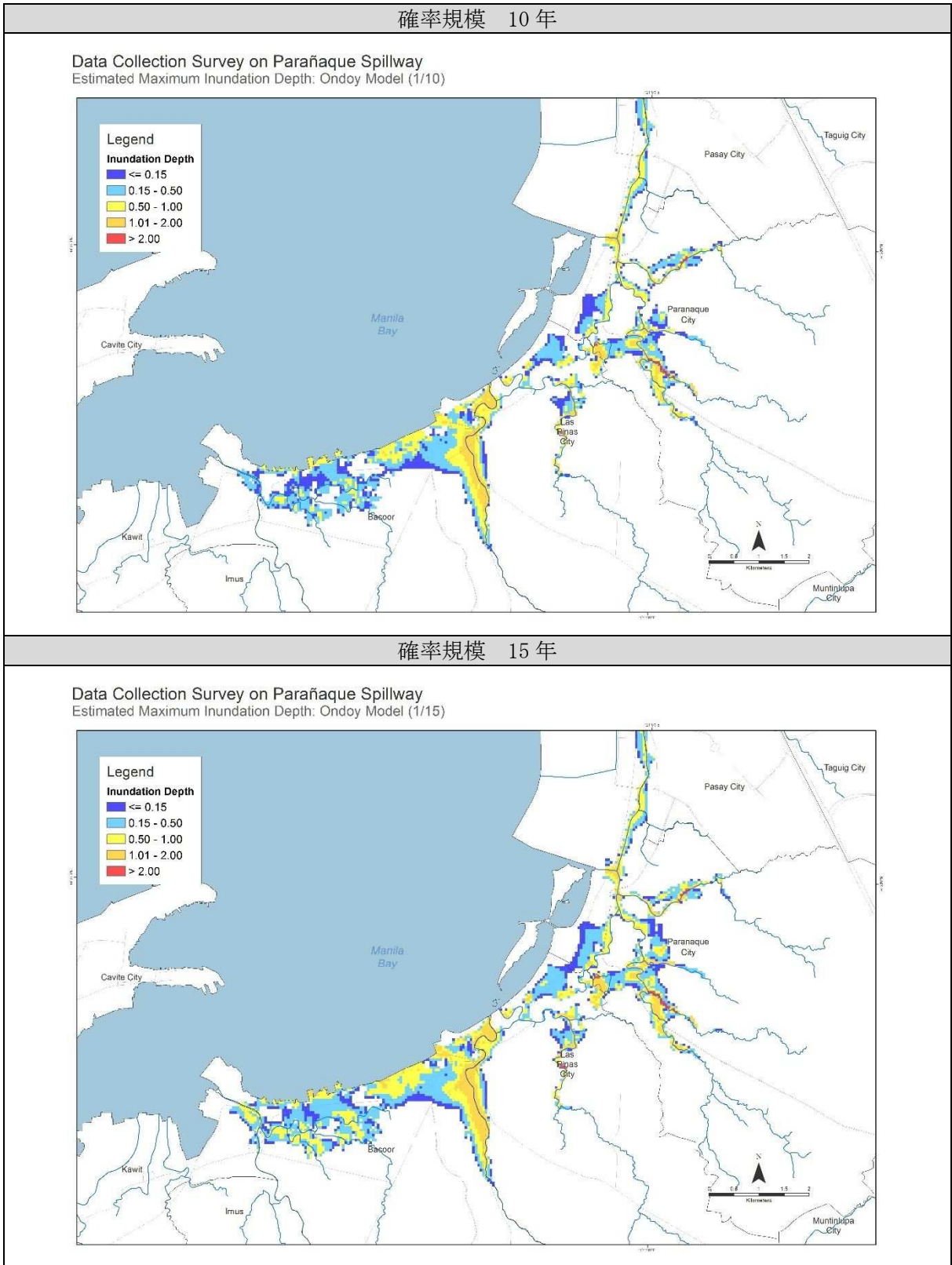
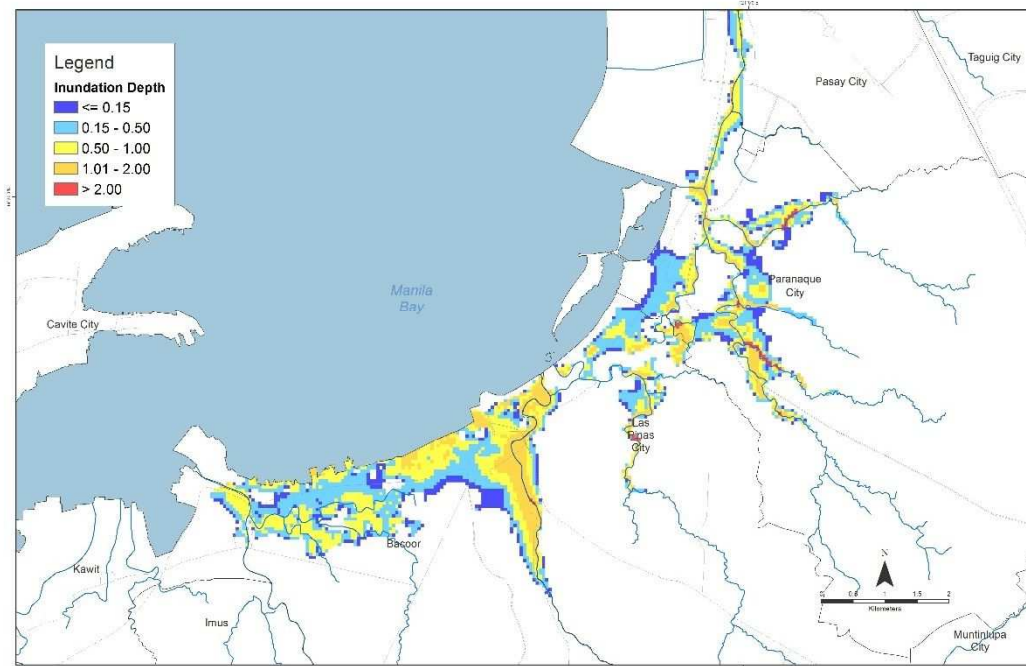


図 3.5.19 確率別の最大浸水深図 (1/10~1/15)

確率規模 25 年

Data Collection Survey on Parañaque Spillway
Estimated Maximum Inundation Depth: Ondoy Model (1/25)



確率規模 50 年

Data Collection Survey on Parañaque Spillway
Estimated Maximum Inundation Depth: Ondoy Model (1/50)

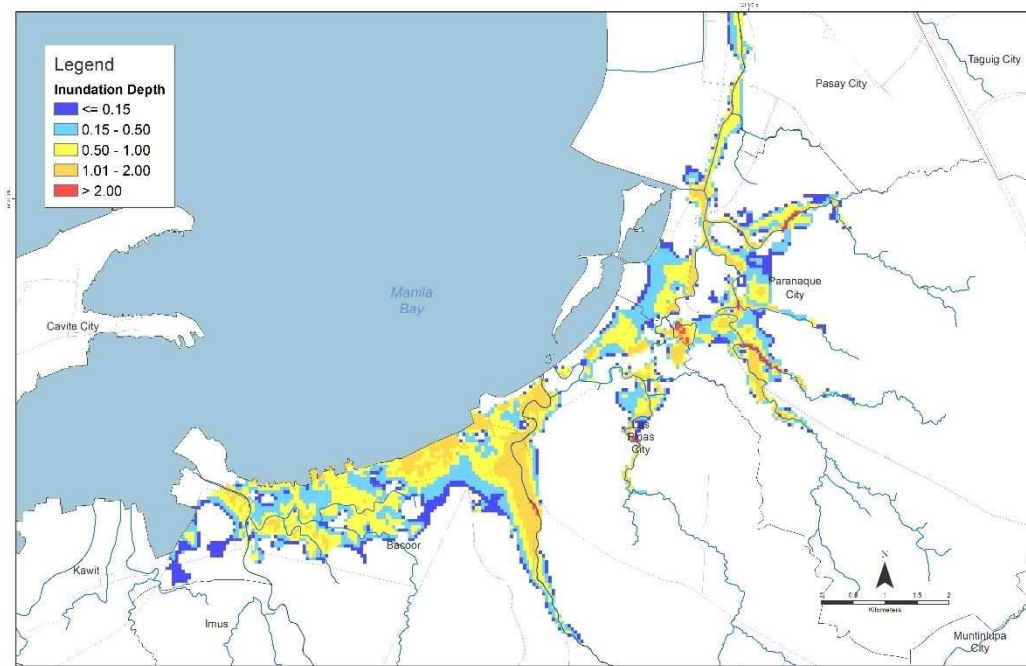


図 3.5.20 確率別の最大浸水深図 (1/25~1/50)

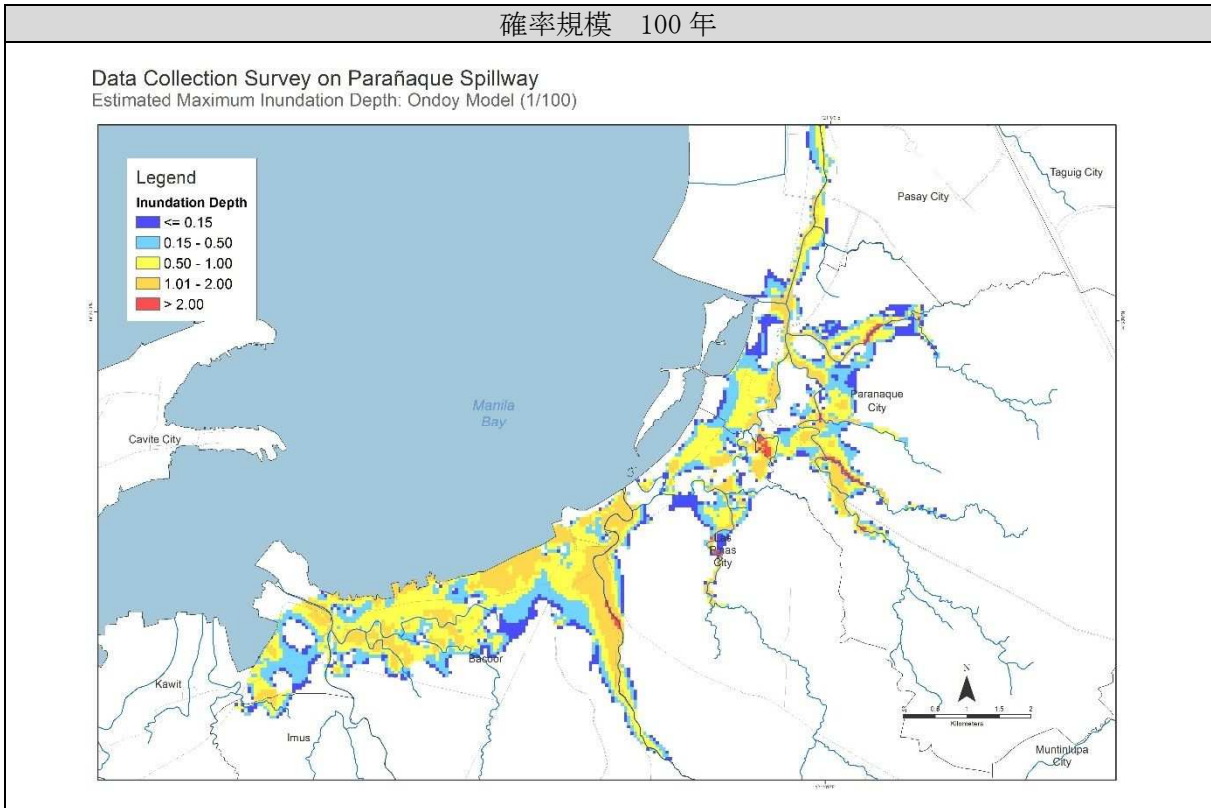


図 3.5.21 確率別の最大浸水深図 (1/100)

表 3.5.10 氾濫ボリューム

単位：m³

Basin	Sub Basin	1/2	1/5	1/10	1/15	1/25	1/50	1/100
Paranaque	PA-1	218,143.65	252,983.96	271,000.98	281,461.37	317,082.99	379,574.72	467,887.06
	Sub-Total	218,143.65	252,983.96	271,000.98	281,461.37	317,082.99	379,574.72	467,887.06
Dongalo	DO-1	-	15,488.76	18,932.80	25,075.37	35,092.45	44,380.42	64,162.59
	Sub-Total	236,582.83	301,820.73	369,642.86	420,485.92	479,092.75	585,866.19	717,338.02
South Paranaque	SP-1	-	97.32	1,724.38	4,732.46	7,130.96	10,095.65	13,373.29
	SP-2-1	-	-	-	-	-	-	-
	SP-2-2	105,753.74	144,212.07	168,244.14	182,510.41	204,202.00	231,351.26	258,650.76
	SP-3	86,100.02	137,335.05	172,390.51	191,557.69	216,952.76	248,233.11	278,824.99
	SP-4	19,062.87	41,210.93	83,801.25	131,424.81	171,044.67	214,405.67	253,042.29
	SP-5	210,939.50	331,598.44	432,639.25	486,850.34	561,336.88	671,998.59	785,419.99
	SP-6	55,149.40	200,609.95	336,407.15	420,038.01	554,187.31	748,621.96	938,811.35
	Sub-Total	477,005.51	855,063.76	1,195,206.69	1,417,113.73	1,714,854.59	2,124,706.24	2,528,122.68
	Las Pinas	LA-1	-	-	-	-	-	-
LA-2		19,656.89	46,939.08	62,876.78	72,443.54	82,372.40	96,445.83	110,070.94
LA-3		42,131.14	84,201.84	111,992.98	127,785.12	149,096.17	176,992.33	212,957.97
LA-4		86,666.98	161,624.20	259,184.31	339,027.91	438,063.12	567,595.26	695,566.13
Sub-Total		148,455.01	292,765.12	434,054.07	539,256.57	669,531.69	841,033.42	1,018,595.04
Zapote	ZA-1-1	-	-	-	-	-	-	-
	ZA-1-2	19,341.92	54,245.80	73,925.76	84,713.45	103,996.16	175,503.76	268,623.86
	ZA-1-3	45,601.47	179,141.13	258,566.60	300,985.46	351,984.12	421,403.14	500,018.63
	ZA-2	507,818.22	802,119.54	992,772.92	1,099,158.56	1,226,159.91	1,396,653.86	1,593,101.07
	Sub-Total	572,761.62	1,035,506.46	1,325,265.28	1,484,857.46	1,682,140.20	1,993,560.76	2,361,743.56
Total		1,652,949	2,753,629	3,614,103	4,168,250	4,897,795	5,969,122	7,157,849

表 3.5.11 氾濫面積

単位：m²

Basin	Sub Basin	1/2	1/5	1/10	1/15	1/25	1/50	1/100
Paranaque	PA-1	420,800.46	475,047.92	502,547.92	511,005.90	544,284.97	584,030.66	671,567.33
	Sub-Total	420,800.46	475,047.92	502,547.92	511,005.90	544,284.97	584,030.66	671,567.33
Dongalo	DO-1	-	19,069.26	19,069.26	36,569.26	49,069.26	51,222.94	80,228.93
	DO-2	292,217.13	403,147.87	488,147.87	547,396.09	591,126.55	717,895.53	873,567.35
	Sub-Total	292,217.13	422,217.13	507,217.13	583,965.35	640,195.82	769,118.47	953,796.28
South Paranaque	SP-1	-	619.89	5,619.89	14,192.47	16,692.47	19,192.47	24,192.47
	SP-2-1	-	-	-	-	-	-	-
	SP-2-2	107,898.42	130,758.28	149,849.64	164,849.64	190,040.55	208,087.58	223,065.29
	SP-3	167,054.75	198,934.85	227,840.97	236,768.40	251,577.48	266,766.03	277,433.45
	SP-4	47,337.63	54,733.48	153,380.89	236,709.67	292,576.26	316,117.47	353,362.47
	SP-5	333,514.28	495,684.12	604,702.14	668,688.20	733,312.08	840,541.88	932,965.32
	SP-6	97,019.89	341,564.19	542,472.09	676,059.91	868,007.24	1,035,518.45	1,161,007.75
	Sub-Total	752,824.96	1,222,294.81	1,683,865.62	1,997,268.29	2,352,206.08	2,686,223.88	2,972,026.75
Las Pinas	LA-1	-	-	-	-	-	-	-
	LA-2	40,213.60	62,713.60	70,213.60	80,213.60	82,713.60	87,713.60	87,713.60
	LA-3	57,309.88	108,192.48	141,241.07	148,544.74	168,561.36	188,561.37	233,556.06
	LA-4	127,437.91	269,551.72	489,931.13	639,017.67	784,561.32	894,193.90	986,939.79
	Sub-Total	224,961.40	440,457.81	701,385.80	867,776.02	1,035,836.28	1,170,468.86	1,308,209.45
Zapote	ZA-1-1	-	-	-	-	-	-	-
	ZA-1-2	33,238.48	72,156.70	87,070.49	94,569.30	120,776.58	245,719.38	338,266.57
	ZA-1-3	100,005.02	264,889.85	325,926.14	353,427.34	381,774.86	435,060.02	488,054.45
	ZA-2	823,820.94	1,183,231.90	1,309,457.34	1,364,965.96	1,423,524.42	1,539,536.09	1,656,356.92
	Sub-Total	957,064.44	1,520,278.45	1,722,453.98	1,812,962.60	1,926,075.86	2,220,315.49	2,482,677.94
Total		2,647,868	4,080,296	5,117,470	5,772,978	6,498,599	7,430,157	8,388,278

3.5.5 パラニャーク、ラスピニャス地区の洪水対策の検討

(1) 計画規模の設定（案）

ラスピナス・パラニャーク地区の浸水被害は『外水氾濫』による被害であるため、3.2 の計画規模の検討で整理した通り、当該地区における河川の計画規模の設定は、流域面積見合いの計画規模を設定した。

表 3.5.12 流域面積別の計画規模

区分	流域面積	計画規模
河川	40km ² 以上	50 年
	40km ² 未満 10km ² 以上	25 年
	10km ² 未満	15 年
排水路	-	15 年

表 3.5.13 各河川における計画規模

No.	河 川	流域面積 (km ²)	計画規模
1	Paranaque	41.3*	50 年
2	Dongalo	15.5	25 年
3	South Paranaque	28.3	25 年
4	Las Pinas	14.6	25 年
5	Zapote	50.3	50 年

* Paranaque 流域については、流域全体で 41.3km²となるが、本業務においては、ラスピナス・パラニャーク地区に流入するエリアのみを対象としている。

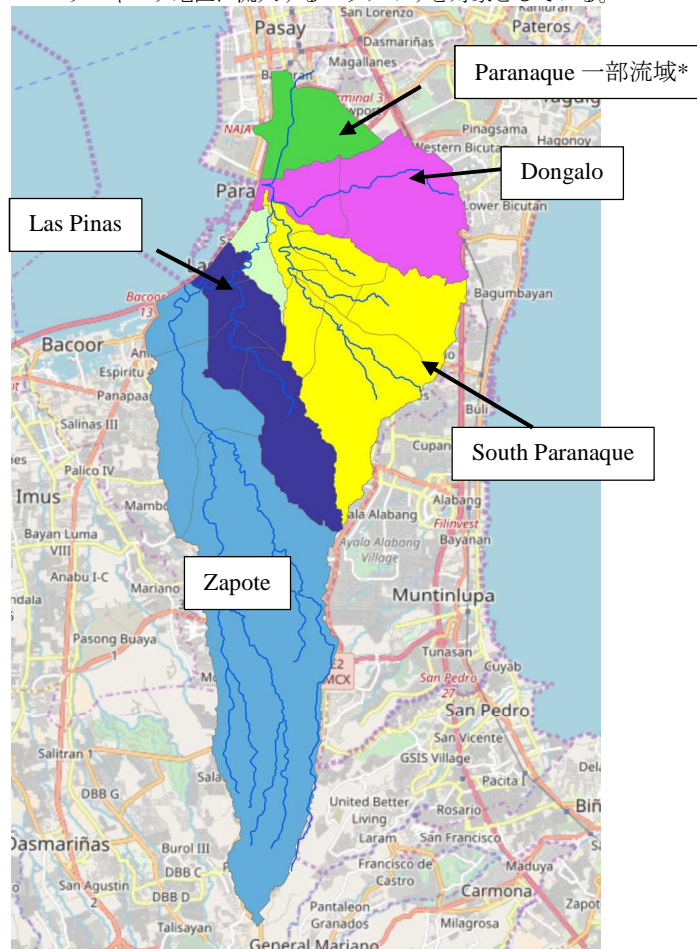


図 3.5.22 流域図

(2) 現況流下能力

1) Paranaque_計画規模 50 年

- South Paranaque 川合流点から 1.8km 地点までは、差右岸とも流下能力は高く、50 年規模の計画流量以上の流下能力がある。
- 1.8km より上流は、下流と比較すると流下能力が著しく小さくなっており、この区間は現地調査で、台風オンドイで浸水の被害があった場所である。

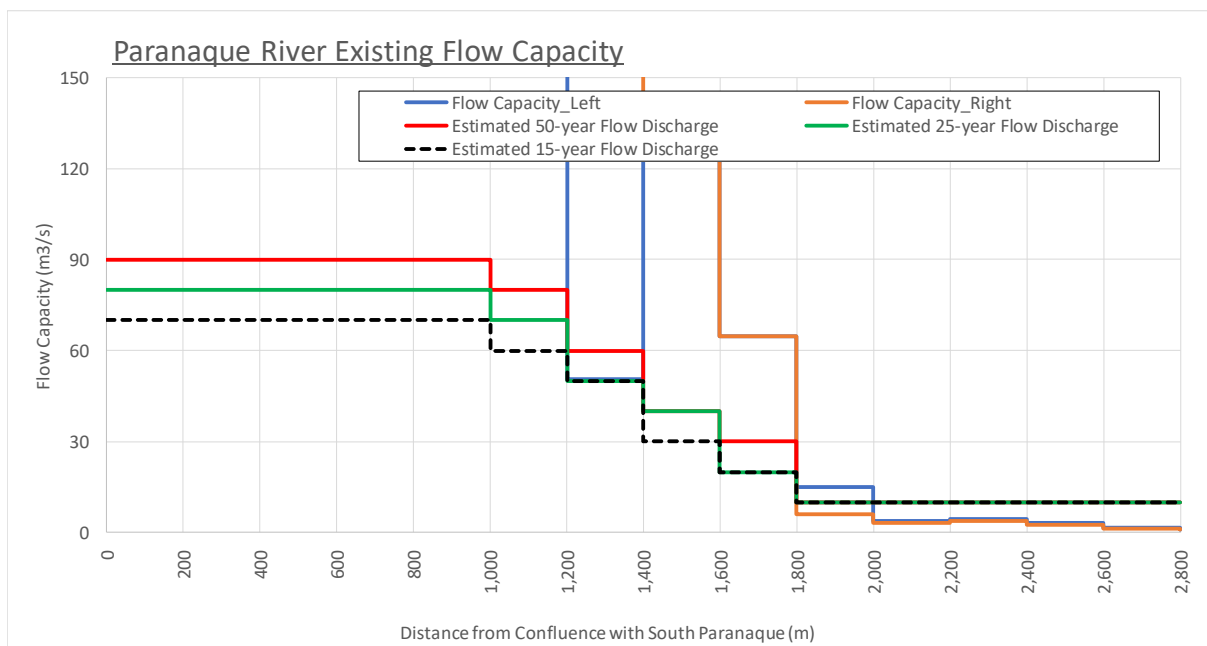


図 3.5.23 (1) Paranaque 川_現況流下能力

2) Dongalo _計画規模 25 年

- 下流区間においては、左岸側一部区間の流下能力が低くなっている。800m~900m の区間においては、左右岸とも流下能力が不足しており、それより上流区間においては左岸側の流下能力が不足している。
- 本業務で実施した現地ヒアリング調査においても、台風オンドイ時に河川からの氾濫により浸水被害が発生している箇所である。

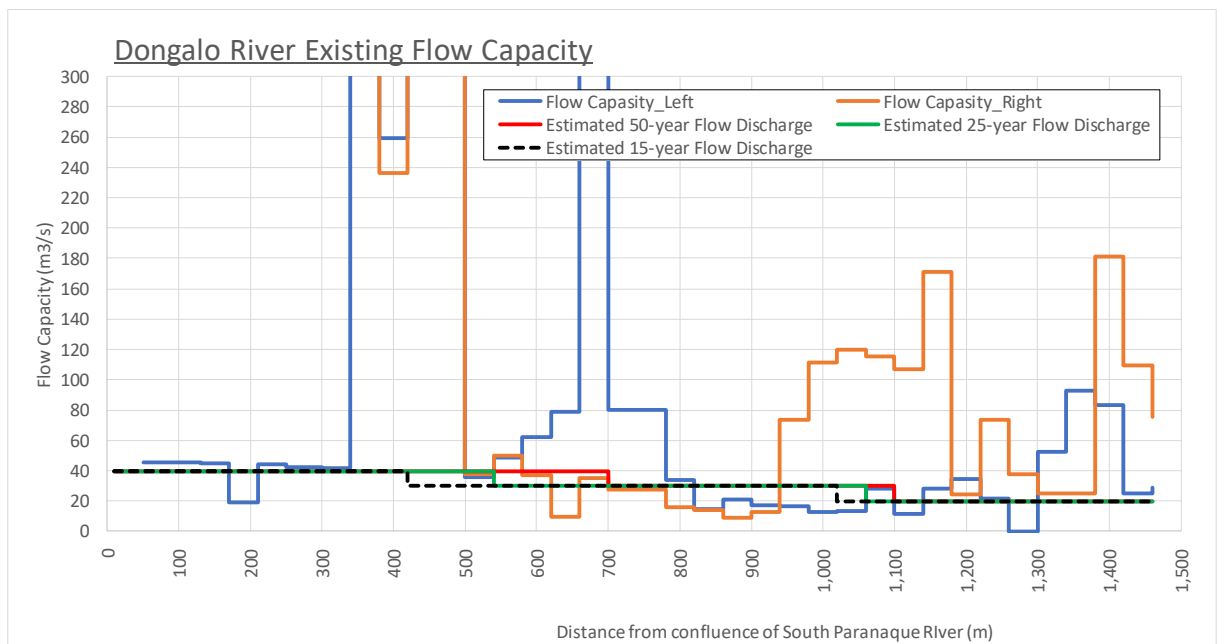


図 3.5.23 (2) Dongalo 川_現況流下能力

3) South Paranaque _計画規模 25 年

- 800m から上流の区間においては、左右岸とも流下能力が不足している。特に、右岸側の流下能力が低くなっている。
- パラニャケ放水路の排水口付近（1.8 km付近）の現況流下能力は 100m³/s 程度である。

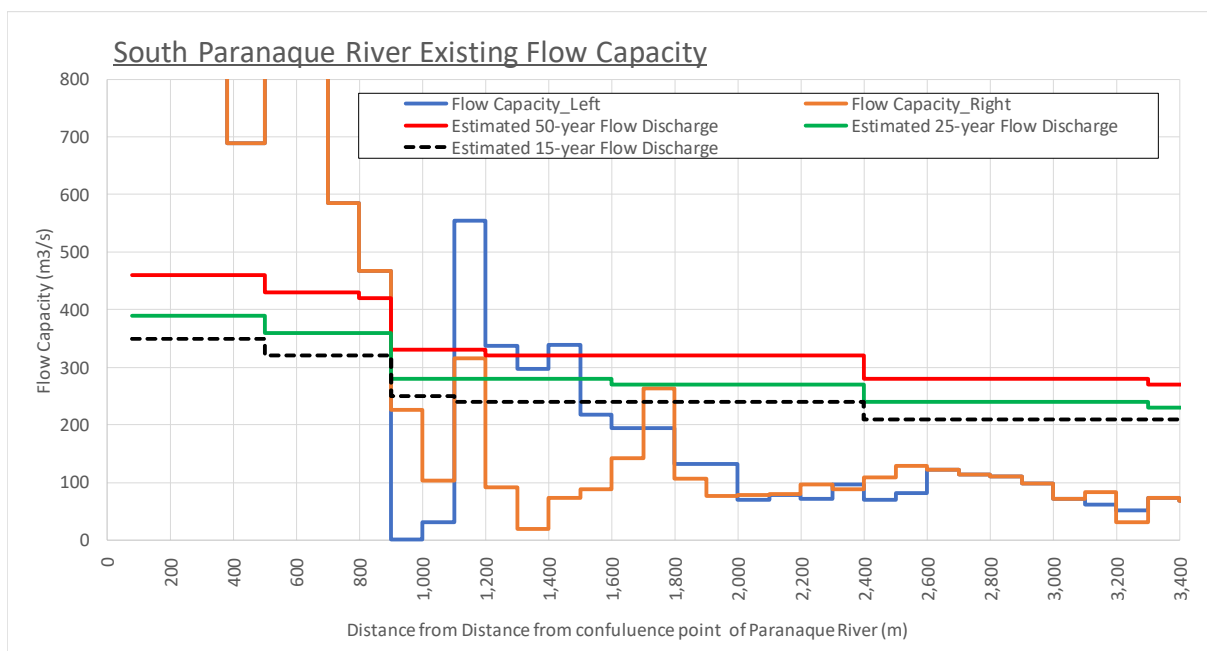


図 3.5.23 (3) South Paranaque 川_現況流下能力

4) Las Pinas _計画規模 25 年

- 右岸はほぼ全区間において 25 年規模の流下能力以下となっている。これは、下流から中流部に低湿地帯が分布しているためと考えられる。
- 左岸においては住宅が密集しており、一部で流下能力が不足している区間がある。

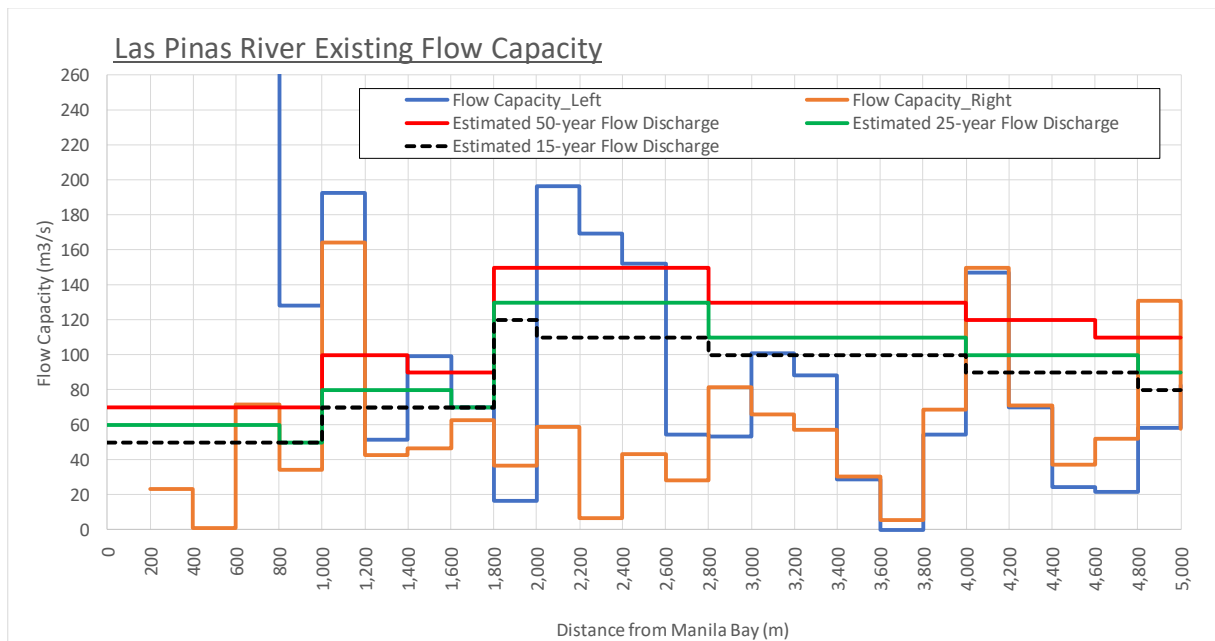


図 3.5.23 (4) Las Pinas 川_現況流下能力

5) Zapote 計画規模 50 年

- Zapote 川についても、ほぼ全区間において計画規模 50 年に対して、流下能力が不足している。
- 左岸側の下流（下流から 2.2km 付近まで）においては、現況の流下能力は $100\text{m}^3/\text{s}$ 以下となっており、規模が小さい降雨でも浸水被害が生じている可能性がある。これは、左岸側においては、不法居住者（ISF s）が密集しているためと考えられる。

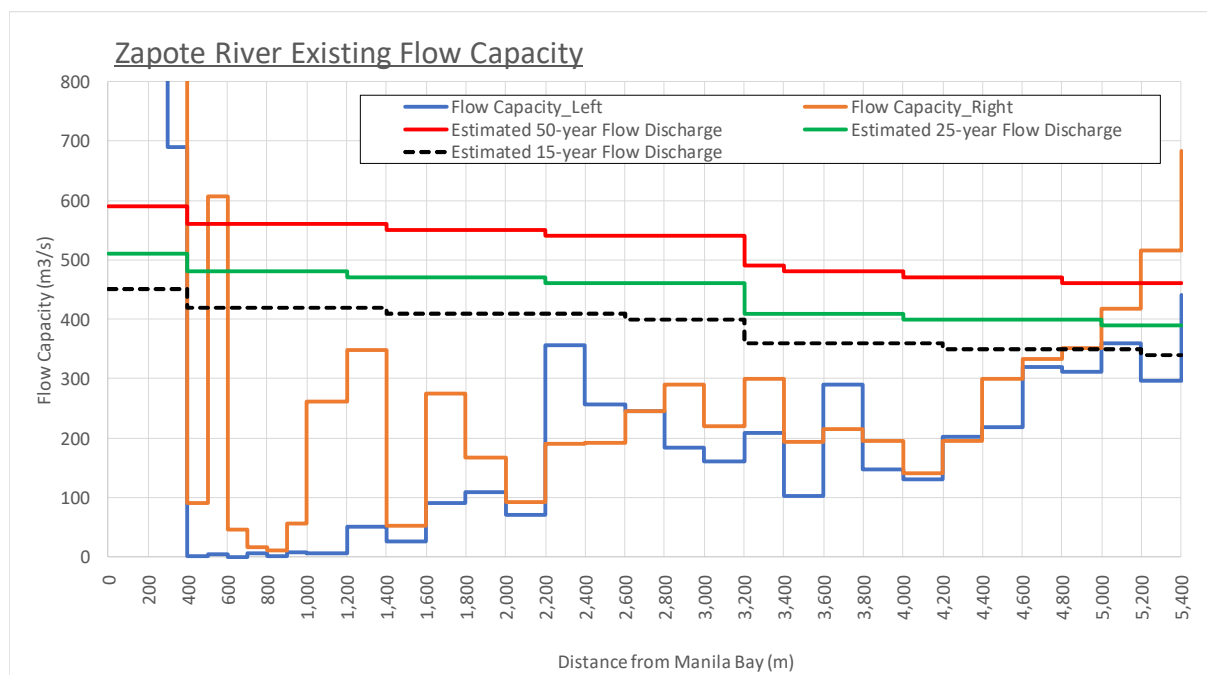


図 3.5.23 (5) Zapote 川_現況流下能力

(3) 河川改修による洪水対策の検討結果

ラスピナス・パラニャーケ地区の沿川は既に住宅が密集しているため、河道拡幅による改修は困難と考えられることより、本業務においては、築堤による改修を基本とし検討を行った。なお、各河川における必要堤防高は、計画高水位+余裕高(=必要堤防高)とした。

1) Paranaque

Paranaque 川流域の全体の流域面積は 41.3km² で、計画規模は 50 年となり、河川改修(本業務においては、築堤による改修のみ)で必要な堤防天端高標高、確率規模ごとの最高水位、流量について、下表に整理する。

本業務における Paranaque 川の検討範囲は、ラスピナス・パラニャーケ地区に流入するエリア(面積: 6.4km²)のみを対象としている。

表 3.5.14 Paranaque 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	Acc.Dis tance (m)	Interval (m)	Existing River Profile					Simulated Maximum Water Level (m)						Simulated Maximum Discharge (m3/s)					DHWL-GL*		Free board (m)	Required Bank height (m)	
				River Bed	Left Bank	Right Bank	Left side GL*	Right side GL*	Return Period						Return Period					Left side	Right side			
				(E.L.m)	(E.L.m)	(E.L.m)	(E.L.m)	(E.L.m)	100y	50-year	25-year	15-year	10-year	5-year	100y	50-year	25-year	15-year	10-year	5-year	(m)			(m)
1	PA_0+200	0	0	5.8	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.0	12.0	11.9	96.0	82.7	71.6	63.5	57.3	47.5	-0.3	-0.3	0.6	12.8
2	PA_0+400	200	200	7.8	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.0	12.0	11.9	95.6	83.6	72.2	64.0	57.7	47.8	-0.3	-0.3	0.6	12.8
3	PA_0+600	400	200	7.7	12.6	12.5	12.6	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	11.9	95.9	84.4	72.8	64.5	58.1	47.8	-0.4	-0.3	0.6	12.8
4	PA_0+800	600	200	8.4	14.0	12.5	14.0	12.5	12.4	12.2	12.1	12.1	12.0	11.9	97.0	85.2	73.3	64.9	58.4	47.9	-1.8	-0.3	0.6	12.8
5	PA_1+000	800	200	7.8	12.4	12.5	12.4	12.5	12.4	12.3	12.2	12.1	12.0	11.9	98.2	86.0	73.9	65.3	58.7	48.0	-0.1	-0.2	0.6	12.9
6	PA_1+200	1000	200	8.4	12.6	12.3	12.6	12.3	12.4	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	82.8	72.7	62.5	55.3	49.7	40.8	-0.3	-0.0	0.6	12.9
7	PA_1+400	1200	200	8.3	12.1	12.5	12.1	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	62.7	54.6	47.1	41.8	37.6	31.1	0.2	-0.2	0.6	12.9
8	PA_1+600	1400	200	8.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	44.5	38.3	32.6	28.5	25.5	21.4	-0.2	-0.2	0.6	12.9
9	PA_1+800	1600	200	8.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	26.3	22.7	19.3	16.9	15.1	11.9	-0.2	-0.2	0.6	12.9
10	PA_2+000	1800	200	8.3	12.7	12.3	12.8	12.3	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	9.5	7.8	6.3	5.3	4.7	3.7	-0.4	-0.1	0.6	12.9
11	PA_2+200	2000	200	9.2	12.5	12.3	12.5	12.3	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	5.3	4.2	3.3	2.8	2.4	1.8	-0.1	0.0	0.6	12.9
12	PA_2+400	2200	200	9.8	12.7	12.6	12.7	12.6	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	4.4	3.6	2.9	2.4	2.1	1.6	-0.4	-0.2	0.6	12.9
13	PA_2+600	2400	200	10.0	12.6	12.4	12.6	12.5	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.5	-0.3	-0.1	0.6	12.9
14	PA_2+800	2600	200	9.2	12.6	12.3	12.6	12.3	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	2.6	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	-0.3	0.0	0.6	12.9
15	PA_3+000	2800	200	9.7	12.5	12.4	12.5	12.4	12.5	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	1.7	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	-0.2	-0.1	0.6	12.9

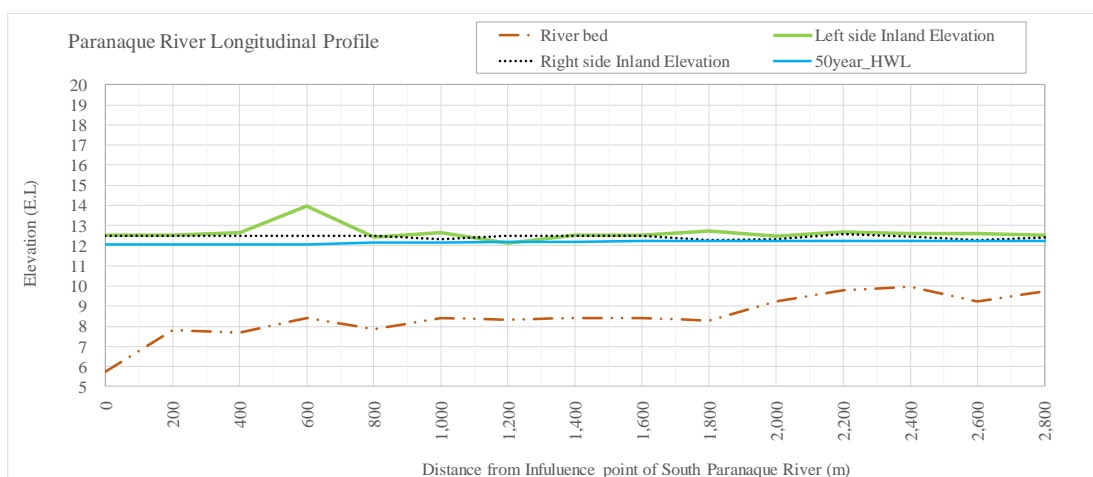


図 3.5.23 (5) Paranaque 川 縦断図(確率規模: 50 年)

2) Dongalo

Dongalo 川流域の全体の流域面積は 15.5km²、計画規模は 25 年となり、河川改修（本業務においては、築堤による改修のみ）で必要な堤防天端高標高、確率規模ごとの最高水位、流量について、下表に整理する。

表 3.5.15 Dongalo 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断					Simulated Maximum Water Level (m)						Simulated Maximum Discharge (m ³ /s)						計画高水位-堤内地盤高		余裕高 (m)	必要堤防天端標高 (m)
				河床 高 (E.L.m)	左岸 河岸 高 (E.L.m)	右岸 河岸 高 (E.L.m)	左岸 地盤 高 (E.L.m)	右岸 地盤 高 (E.L.m)	Return Period						Return Period						左岸 (m)	右岸 (m)		
									100y	50-year	25-year	15-year	10-year	5-year	100y	50-year	25-year	15-year	10-year	5-year				
1	DO_0+010	10	10	8.4	12.0	13.5	12.0	15.4	13.0	12.8	12.6	12.5	12.4	12.0	242.9	210.4	179.4	158.0	141.8	25.6	0.6	-2.8	0.6	13.2
2	DO_0+050	50	40	8.8	12.0	13.5	12.0	14.6	13.1	12.8	12.6	12.5	12.4	12.0	243.1	210.6	179.5	158.1	141.9	25.6	0.6	-2.0	0.6	13.2
3	DO_0+090	90	40	8.9	12.0	13.5	12.0	16.3	13.1	12.8	12.6	12.5	12.4	12.0	243.4	210.9	179.8	158.3	142.1	25.6	0.6	-3.7	0.6	13.2
4	DO_0+130	130	40	9.0	12.0	13.4	12.0	13.5	13.1	12.8	12.6	12.5	12.4	12.0	243.8	211.2	180.1	158.6	142.3	25.7	0.6	-0.8	0.6	13.2
5	DO_0+170	170	40	8.8	11.8	13.5	11.8	13.5	13.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.1	244.1	211.5	180.3	158.8	142.5	25.8	0.9	-0.9	0.6	13.2
6	DO_0+210	210	40	9.0	12.0	13.5	12.0	13.5	13.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.1	244.5	211.8	180.6	159.0	142.7	25.9	0.6	-0.9	0.6	13.2
7	DO_0+250	250	40	9.1	12.0	13.5	12.8	13.5	13.1	12.9	12.7	12.5	12.4	12.1	243.9	211.3	180.2	158.6	142.3	25.5	-0.1	-0.8	0.6	13.3
8	DO_0+300	300	50	8.7	12.0	13.5	12.8	13.5	13.1	12.9	12.7	12.6	12.4	12.1	242.9	210.4	179.4	158.0	141.8	24.9	-0.1	-0.8	0.6	13.3
9	DO_0+340	340	40	9.1	13.9	13.5	13.9	13.5	13.1	12.9	12.7	12.6	12.4	12.1	241.8	209.5	178.7	157.3	141.1	24.4	-1.2	-0.8	0.6	13.3
10	DO_0+380	380	40	8.7	13.1	13.0	13.1	13.0	13.2	13.0	12.8	12.6	12.5	12.1	240.9	208.7	178.0	156.7	140.6	23.9	-0.3	-0.2	0.6	13.4
11	DO_0+420	420	40	8.8	13.6	13.5	13.6	13.5	13.2	13.0	12.8	12.6	12.5	12.1	240.0	207.9	177.3	156.1	140.1	23.4	-0.8	-0.7	0.6	13.4
12	DO_0+460	460	40	8.7	13.9	13.5	14.0	13.5	13.2	13.0	12.8	12.6	12.5	12.1	239.0	207.1	176.6	155.5	139.5	22.8	-1.2	-0.7	0.6	13.4
13	DO_0+500	500	40	8.7	12.0	12.0	12.0	12.0	13.3	13.0	12.8	12.7	12.5	12.1	238.1	206.3	175.9	154.9	139.0	22.3	0.8	0.8	0.6	13.4
14	DO_0+540	540	40	8.4	12.1	12.1	12.1	12.4	13.2	13.0	12.8	12.7	12.5	12.1	237.2	205.5	175.3	154.3	138.4	21.8	0.7	0.5	0.6	13.4
15	DO_0+580	580	40	9.0	12.2	12.0	12.2	12.0	13.3	13.1	12.8	12.7	12.6	12.1	236.2	204.7	174.5	153.6	137.9	21.3	0.6	0.8	0.6	13.4
16	DO_0+620	620	40	9.2	12.4	11.6	12.4	11.6	13.3	13.1	12.9	12.7	12.6	12.1	235.2	203.8	173.8	153.0	137.3	20.8	0.5	1.2	0.6	13.5
17	DO_0+660	660	40	9.3	13.5	12.0	13.5	12.5	13.4	13.1	12.9	12.7	12.6	12.1	234.2	203.0	173.1	152.4	136.8	20.3	-0.6	0.4	0.6	13.5
18	DO_0+700	700	40	8.6	12.4	11.9	12.4	11.9	13.3	13.1	12.9	12.7	12.6	12.1	233.3	202.2	172.4	151.8	136.2	19.8	0.5	1.0	0.6	13.5
19	DO_0+780	780	80	9.2	12.0	11.8	12.0	11.8	13.5	13.3	13.1	12.9	12.7	12.1	231.8	200.9	171.4	150.8	135.4	19.0	1.0	1.3	0.6	13.7
20	DO_0+820	820	40	9.1	11.7	11.7	11.7	11.7	13.5	13.3	13.1	12.9	12.8	12.1	230.4	199.7	170.4	150.0	134.6	18.2	1.3	1.3	0.6	13.7
21	DO_0+860	860	40	9.0	11.9	11.6	11.9	12.6	13.6	13.4	13.1	13.0	12.8	12.1	229.4	198.9	169.7	149.4	134.1	17.7	1.3	0.5	0.6	13.7
22	DO_0+900	900	40	9.1	11.8	11.7	11.8	12.3	13.6	13.4	13.1	13.0	12.8	12.1	228.5	198.1	169.0	148.8	133.5	17.2	1.3	0.9	0.6	13.7
23	DO_0+940	940	40	8.5	11.8	12.5	11.8	12.5	13.7	13.4	13.2	13.0	12.9	12.1	227.5	197.2	168.3	148.2	133.0	16.7	1.4	0.7	0.6	13.8
24	DO_0+980	980	40	9.9	11.7	12.8	11.7	12.8	13.7	13.4	13.2	13.0	12.9	12.1	226.5	196.4	167.6	147.6	132.5	16.2	1.5	0.4	0.6	13.8
25	DO_1+020	1020	40	9.8	11.7	12.9	11.7	12.9	13.7	13.5	13.3	13.1	12.9	12.1	225.6	195.6	166.9	147.0	131.9	15.7	1.5	0.3	0.6	13.8
26	DO_1+060	1060	40	9.6	12.0	12.9	12.0	12.9	13.8	13.5	13.3	13.1	12.9	12.1	224.6	194.7	166.2	146.4	131.3	15.2	1.3	0.4	0.6	13.9
27	DO_1+100	1100	40	9.6	10.6	12.8	11.6	12.8	13.7	13.4	13.2	13.1	12.9	12.1	223.6	193.9	165.5	145.7	130.8	14.7	1.6	0.4	0.6	13.8
28	DO_1+140	1140	40	9.1	12.1	13.4	13.3	13.4	13.8	13.6	13.4	13.2	13.1	12.1	222.5	193.0	164.7	145.1	130.2	14.1	0.0	-0.0	0.6	14.0
29	DO_1+180	1180	40	9.1	12.2	12.0	12.3	12.2	14.0	13.7	13.5	13.3	13.2	12.1	221.5	192.0	164.0	144.4	129.6	13.6	1.1	1.3	0.6	14.1
30	DO_1+220	1220	40	9.0	12.0	12.7	12.0	12.7	14.0	13.8	13.5	13.3	13.2	12.1	220.4	191.2	163.2	143.7	129.0	13.1	1.6	0.8	0.6	14.1
31	DO_1+260	1260	40	8.5	11.0	12.3	11.7	12.3	14.0	13.8	13.5	13.3	13.2	12.1	219.4	190.3	162.4	143.1	128.4	12.5	1.8	1.3	0.6	14.1
32	DO_1+300	1300	40	9.0	12.5	12.0	12.5	12.4	14.2	13.9	13.7	13.4	13.3	12.1	218.3	189.3	161.7	142.4	127.8	12.0	1.2	1.2	0.6	14.3
33	DO_1+340	1340	40	9.3	13.1	12.1	14.1	12.2	14.3	14.0	13.8	13.6	13.4	12.1	217.2	188.4	160.9	141.7	127.2	11.5	-0.3	1.6	0.6	14.4
34	DO_1+380	1380	40	9.6	13.1	14.1	13.1	14.1	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	12.1	216.1	187.4	160.1	141.0	126.6	10.9	0.9	-0.2	0.6	14.5
35	DO_1+420	1420	40	10.1	12.1	13.4	13.3	13.4	14.5	14.2	14.0	13.8	13.6	12.1	215.0	186.5	159.3	140.4	126.0	10.4	0.2	0.5	0.6	14.6
36	DO_1+460	1460	40	9.2	12.3	13.1	12.3	13.1	14.6	14.4	14.1	13.9	13.7	12.1	214.0	185.6	158.6	139.7	125.4	9.9	1.8	1.0	0.6	14.7
37	DO_1+500	1500	40	9.2	12.5	12.7	12.9	12.7	14.8	14.5	14.2	14.0	13.8	12.1	212.9	184.7	157.8	139.0	124.8	9.3	1.3	1.5	0.6	14.8
38	DO_1+540	1540	40	9.2	12.6	12.6	13.0	12.6	14.9	14.6	14.3	14.1	13.9	12.1	211.8	183.8	157.0	138.3	124.2	8.8	1.3	1.7	0.6	14.9
39	DO_1+580	1580	40	9.7	12.4	12.2	12.4	12.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.9	12.1	210.7	182.8	156.2	137.6	123.6	8.2	2.0	2.2	0.6	14.9
40	DO_1+620	1620	40	9.5	13.0	12.6	13.0	12.6	15.1	14.8	14.5	14.3	14.1	12.1	209.6	181.9	155.4	137.0	123.0	7.7	1.5	1.9	0.6	15.1
41	DO_1+660	1660	40	9.9	13.3	13.5	13.3	13.5	15.2	14.9	14.5	14.3	14.1	12.1	208.6	181.0	154.7	136.3	122.5	7.2	1.3	1.1	0.6	15.1
42	DO_1+700	1700	40	10.1	13.5	13.6	13.5	13.6	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	12.1	207.6	180.1	154.0	135.7	121.9	6.6	1.1	1.0	0.6	15.2
43	DO_1+740	1740	40	10.1	12.7	13.3	12.7	13.3	15.4	15.1	14.7	14.5	14.3	12.1	206.6	179.3	153.3	135.1	121.3	6.1	2.0	1.4	0.6	15.3
44	DO_2+000	2000	260	11.0	14.0	14.0	14.0	14.0	15.5	15.2	14.9	14.6	14.4	12.1	201.0	174.5	149.4	131.7	118.4	3.3	0.9	0.9	0.6	15.5
45	DO_2+100	2100	100	11.2	14.0	14.0	14.0	14.0	15.6	15.3	14.9	14.7	14.5	12.1	198.6	172.5	147.7	130.3	117.1	2.5	0.9	0.9	0.6	15.5
46																								

3) South Paranaque川

South Paranaque 川流域の全体の流域面積は 28.3km²、計画規模は 25 年となり、河川改修（本業務においては、築堤による改修のみ）で必要な堤防天端高標高、確率規模ごとの最高水位、流量について、下表に整理する。なお、South Paranaque 流域に含まれる支川（左支川：San Felipe 川、右支川：名前不明）についても、河道諸元及び必要堤防天端高を整理する。

表 3.5.16 South Paranaque 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断					Simulated Maximum Water Level (m)							Simulated Maximum Discharge (m ³ /s)					計画高水位-堤内地盤高			必要堤防天端標高 (m)	
				河床高 (E.L.m)	左岸河岸高 (E.L.m)	右岸河岸高 (E.L.m)	Return Period					Return Period					Return Period					左岸 (m)	右岸 (m)		余裕高 (m)
							左岸地盤高 (E.L.m)	右岸地盤高 (E.L.m)	100	50	25	15	10	5	100	50	25	15	10	5					
																					100				
1	SP_0+80	80	80	6.99	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.2	12.1	12.1	12.0	11.9	712.4	617.4	527.0	463.3	414.8	245.2	-0.4	-0.4	1.0	13.1	
2	SP_0+100	100	20	7.03	12.5	12.5	12.5	12.4	12.3	12.2	12.1	12.1	11.9	712.4	617.4	527.0	463.3	414.8	245.2	-0.3	-0.3	1.0	13.2		
3	SP_0+200	200	100	7.21	12.5	12.5	12.5	12.7	12.5	12.3	12.2	12.2	12.0	712.3	617.3	527.0	463.3	414.7	245.2	-0.2	-0.2	1.0	13.3		
4	SP_0+300	300	100	7.39	12.5	12.5	12.5	12.9	12.7	12.5	12.4	12.3	12.0	712.1	617.2	526.9	463.2	414.7	245.2	-0.0	-0.0	1.0	13.5		
5	SP_0+380	380	80	7.54	12.5	12.5	12.5	13.4	13.0	12.8	12.6	12.4	12.3	712.0	617.1	526.8	463.1	414.7	245.2	0.1	-0.8	1.0	13.6		
6	SP_0+500	500	120	8.21	13.0	13.0	13.0	13.5	13.1	12.8	12.6	12.5	12.4	481.2	416.2	354.3	310.4	277.1	222.7	-0.4	-0.9	0.8	13.4		
7	SP_0+600	600	100	8.37	13.0	13.0	13.0	13.0	13.2	12.9	12.7	12.5	12.4	481.1	416.1	354.2	310.4	277.1	222.7	-0.3	-0.3	0.8	13.5		
8	SP_0+700	700	100	8.42	13.0	13.0	13.0	13.0	13.4	13.1	12.9	12.7	12.6	480.5	415.6	353.8	310.1	276.8	222.6	-0.1	-0.1	0.8	13.7		
9	SP_0+800	800	100	9.06	13.0	13.0	13.0	13.0	13.5	13.3	13.0	12.8	12.6	479.7	415.0	353.3	309.6	276.4	222.3	-0.0	-0.0	0.8	13.8		
10	SP_0+900	900	100	8.42	11.2	12.7	11.4	12.7	13.5	13.3	13.0	12.8	12.7	373.5	322.7	274.4	240.6	214.8	171.3	1.6	0.3	0.8	13.8		
11	SP_1+0	1000	100	7.32	11.8	12.3	11.8	12.3	13.6	13.4	13.1	12.9	12.8	372.5	321.8	273.7	240.0	214.3	171.0	1.3	0.8	0.8	13.9		
12	SP_1+100	1100	100	8.62	13.9	13.2	13.9	13.2	13.8	13.5	13.3	13.0	12.9	371.6	321.0	273.1	239.5	213.8	170.6	-0.7	0.0	0.8	14.1		
13	SP_1+200	1200	100	9.52	13.4	12.3	13.5	12.3	13.9	13.6	13.3	13.1	12.9	370.6	320.2	272.4	238.9	213.4	170.3	-0.1	1.0	0.8	14.1		
14	SP_1+300	1300	100	8.00	13.6	11.7	13.6	11.9	14.2	13.9	13.6	13.4	13.2	369.7	319.4	271.8	238.4	212.9	169.9	0.0	1.7	0.8	14.4		
15	SP_1+400	1400	100	9.51	13.9	12.3	13.9	12.3	14.3	14.0	13.7	13.4	13.2	368.7	318.6	271.1	237.8	212.4	169.6	-0.2	1.4	0.8	14.5		
16	SP_1+500	1500	100	8.38	13.4	12.5	13.4	12.5	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3	367.7	317.8	270.4	237.3	212.0	169.3	0.4	1.2	0.8	14.5		
17	SP_1+600	1600	100	9.29	13.5	13.1	13.5	13.1	14.7	14.4	14.0	13.8	13.6	366.8	317.0	269.8	236.7	211.5	168.9	0.6	0.9	0.8	14.8		
18	SP_1+700	1700	100	9.41	13.5	13.9	13.5	13.9	14.6	14.4	14.1	13.8	13.6	365.8	316.2	269.1	236.2	211.0	168.6	0.6	0.1	0.8	14.9		
19	SP_1+800	1800	100	8.83	13.2	13.0	13.4	13.4	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	364.9	315.4	268.5	235.6	210.5	168.3	1.0	1.0	0.8	15.2		
20	SP_1+900	1900	100	8.15	13.4	12.7	13.4	14.3	15.2	14.9	14.5	14.3	14.1	363.9	314.6	267.8	235.1	210.1	167.9	1.2	0.3	0.8	15.3		
21	SP_2+0	2000	100	9.37	12.7	12.8	12.9	13.8	15.2	14.9	14.5	14.3	14.0	362.9	313.8	267.1	234.5	209.6	167.6	1.6	0.7	0.8	15.3		
22	SP_2+100	2100	100	8.99	12.8	12.8	14.2	13.0	15.3	15.0	14.6	14.4	14.1	362.0	313.0	266.5	233.9	209.1	167.3	0.4	1.6	0.8	15.4		
23	SP_2+200	2200	100	9.61	12.8	13.1	12.8	13.1	15.4	15.0	14.7	14.4	14.2	361.0	312.2	265.8	233.4	208.6	166.9	1.9	1.6	0.8	15.5		
24	SP_2+300	2300	100	9.00	13.1	13.0	13.5	13.0	15.4	15.0	14.7	14.4	14.2	360.2	311.4	265.2	232.9	208.2	166.6	1.2	1.7	0.8	15.5		
25	SP_2+400	2400	100	9.10	13.0	13.5	13.0	13.6	15.5	15.2	14.8	14.6	14.4	319.8	276.6	235.7	206.9	185.0	147.9	1.8	1.2	0.8	15.6		
26	SP_2+500	2500	100	9.28	13.3	14.0	13.4	14.0	15.8	15.5	15.2	14.9	14.7	318.9	275.8	235.0	206.3	184.5	147.6	1.8	1.2	0.8	16.0		
27	SP_2+600	2600	100	9.50	14.0	14.0	14.0	14.0	15.9	15.6	15.2	15.0	14.7	317.9	275.0	234.3	205.8	184.0	147.2	1.2	1.2	0.8	16.0		
28	SP_2+700	2700	100	9.25	14.0	14.0	14.0	14.0	16.0	15.7	15.4	15.1	14.9	317.0	274.2	233.6	205.2	183.5	146.9	1.4	1.4	0.8	16.2		
29	SP_2+800	2800	100	9.22	14.0	14.0	14.0	14.0	16.0	15.7	15.4	15.1	14.9	316.0	273.4	233.0	204.6	183.0	146.5	1.4	1.4	0.8	16.2		
30	SP_2+900	2900	100	9.70	14.0	14.0	14.0	14.0	16.4	16.0	15.7	15.4	15.2	315.1	272.6	232.3	204.0	182.5	146.1	1.7	1.7	0.8	16.5		
31	SP_3+0	3000	100	10.53	13.5	13.5	13.5	13.6	16.2	15.9	15.6	15.3	15.1	314.1	271.8	231.6	203.5	182.0	145.8	2.1	1.9	0.8	16.4		
32	SP_3+100	3100	100	11.14	13.5	13.9	13.5	13.9	16.4	16.0	15.7	15.4	15.2	313.2	271.0	231.0	202.9	181.5	145.4	2.2	1.8	0.8	16.5		
33	SP_3+200	3200	100	10.55	13.5	13.0	13.5	13.5	16.7	16.4	16.0	15.7	15.5	312.2	270.1	230.3	202.3	181.0	145.0	2.5	2.5	0.8	16.8		
34	SP_3+300	3300	100	10.49	14.0	14.0	14.0	14.1	16.9	16.5	16.1	15.8	15.6	311.3	269.3	229.6	201.7	180.5	144.6	2.1	2.0	0.8	16.9		
35	SP_3+400	3400	100	10.47	14.0	14.0	14.0	14.0	17.1	16.7	16.3	16.0	15.8	310.3	268.5	228.9	201.2	180.0	144.3	2.3	2.3	0.8	17.1		
36	SP_3+500	3500	100	10.74	14.0	14.0	14.2	14.3	17.1	16.7	16.3	16.0	15.8	309.3	267.7	228.2	200.6	179.5	143.9	2.1	2.0	0.8	17.1		
37	SP_3+600	3600	100	10.65	14.0	14.0	14.0	14.0	17.3	16.9	16.4	16.1	15.9	309.3	267.7	228.2	200.6	179.5	143.9	2.4	2.4	0.8	17.2		

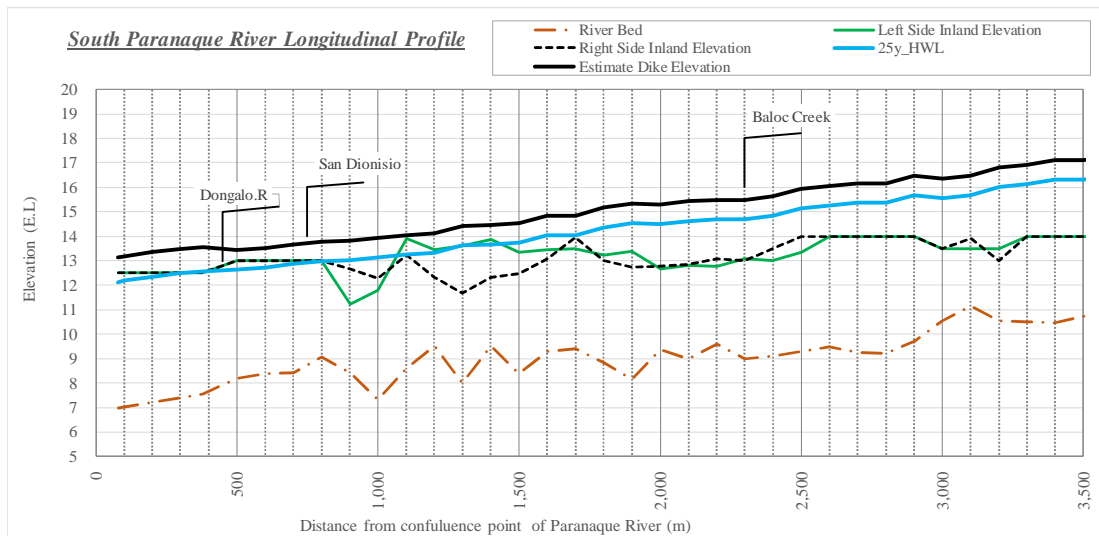


図 3.5.23 (5) South Paranaque 川 縦断図 (確率規模：25 年)

表 3.5.17 San Felipe 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断				Simulated Maximum Water Level (m)						Simulated Maximum Discharge (m ³ /s)						計画高水位- 堤内地盤高		余裕高 (m)	必要 堤防 天端 標高 (m)	
				河床 高 (E.L.m)	左岸 河岸 高 (E.L.m)	右岸 河岸 高 (E.L.m)	左岸 地盤 高 (E.L.m)	右岸 地盤 高 (E.L.m)	Return Period					Return Period					左岸 (m)	右岸 (m)				
									100	50	25	15	10	5	100	50	25	15			10			5
1	SF_0+000	0	0	10.6	12.6	13.0	12.7	13.0	17.3	16.9	16.4	16.1	15.9	15.4	197.5	170.8	145.4	127.6	114.1	91.3	3.8	3.4	0.6	17.5
2	SF_0+400	400	400	10.6	13.6	13.1	14.2	14.2	17.3	16.9	16.4	16.1	15.9	15.4	192.0	166.0	141.4	124.2	111.2	89.1	2.3	2.3	0.6	17.5
3	SF_0+600	600	200	10.7	14.0	13.4	14.2	13.9	17.3	16.9	16.5	16.2	15.9	15.4	188.3	162.9	138.9	122.0	109.2	87.7	2.3	2.6	0.6	17.5
4	SF_0+800	800	200	11.1	14.7	14.0	14.7	14.0	17.3	16.9	16.5	16.2	15.9	15.4	184.7	159.8	136.3	119.8	107.3	86.2	1.8	2.5	0.6	17.5
5	SF_1+000	1000	200	12.2	15.8	13.8	15.9	14.4	17.2	16.9	16.5	16.2	16.0	15.6	181.1	156.8	133.7	117.6	105.3	84.7	0.6	2.1	0.6	17.5
6	SF_1+200	1200	200	11.9	15.9	16.0	15.9	16.0	17.6	17.2	16.8	16.6	16.4	16.0	177.6	153.8	131.2	115.4	103.4	83.2	0.9	0.8	0.6	17.8
7	SF_1+400	1400	200	11.8	15.5	15.3	15.5	15.3	17.7	17.4	17.0	16.7	16.5	16.2	174.2	150.8	128.7	113.2	101.5	81.7	1.5	1.7	0.6	18.0
8	SF_1+600	1600	200	12.3	16.0	16.0	16.0	16.8	17.8	17.4	17.0	16.8	16.6	16.3	170.7	147.8	126.2	111.0	99.5	80.2	1.1	0.3	0.6	18.0
9	SF_1+800	1800	200	12.8	15.4	15.7	15.4	15.7	17.9	17.6	17.3	17.0	16.8	16.5	167.3	144.9	123.7	108.8	97.6	78.6	1.9	1.5	0.6	18.2
10	SF_2+000	2000	200	13.9	15.4	16.8	15.4	16.8	18.1	17.8	17.4	17.2	17.0	16.6	164.9	142.5	121.3	106.6	95.6	77.1	2.0	0.6	0.6	18.4
11	SF_2+200	2200	200	13.6	17.3	17.2	17.3	17.2	18.4	18.0	17.6	17.4	17.2	16.9	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	0.4	0.5	0.6	18.6

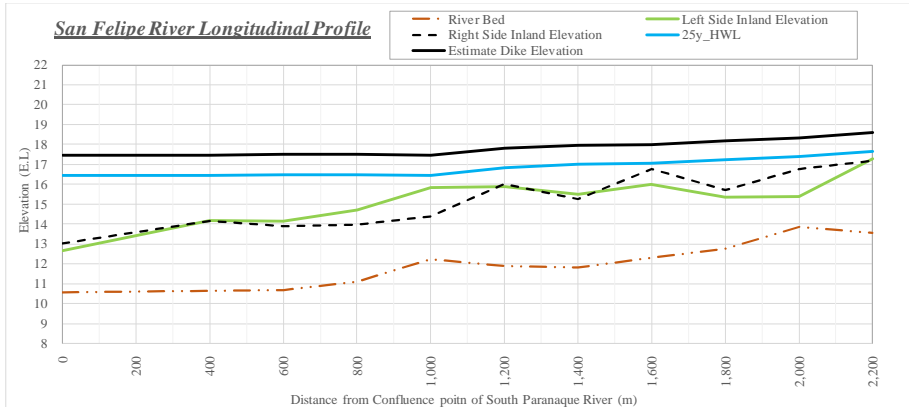


図 3.5.23 (5) San Felipe 川 縦断図 (確率規模 : 25 年)

表 3.5.18 右支川 (名前不明)_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断				Simulated Maximum Water Level (m)						Simulated Maximum Discharge (m ³ /s)						計画高水位- 堤内地盤高		余裕高 (m)	必要 堤防 天端 標高 (m)	
			河床 高 (E.L.m)	左岸 河岸 高 (E.L.m)	右岸 河岸 高 (E.L.m)	左岸 地盤 高 (E.L.m)	右岸 地盤 高 (E.L.m)	Return Period					Return Period					左岸 (m)	右岸 (m)				
								100	50	25	15	10	5	100	50	25	15			10			5
1	0	0	10.5	14.0	14.0	14.0	14.0	17.3	16.9	16.4	16.1	15.9	15.4	109.7	95.1	81.4	71.7	64.3	51.9	2.4	2.4	0.6	17.0
2	200	200	11.1	14.1	13.6	14.1	13.6	17.3	16.9	16.4	16.1	15.9	15.4	108.6	94.2	80.6	71.1	63.8	51.5	2.3	2.8	0.6	17.0
3	400	200	11.2	13.8	12.6	13.8	13.8	17.3	16.9	16.5	16.1	15.9	15.4	106.9	92.4	79.1	69.8	62.7	50.7	2.7	2.6	0.6	17.1
4	600	200	11.4	14.2	13.9	14.2	13.9	17.3	16.9	16.5	16.1	15.9	15.4	106.5	92.2	78.3	68.7	61.5	49.9	2.3	2.6	0.6	17.1
5	800	200	12.5	14.9	14.7	14.9	14.9	17.3	16.9	16.5	16.2	15.9	15.4	106.3	92.1	78.4	69.1	61.9	49.7	1.6	1.5	0.6	17.1
6	1000	200	12.1	14.7	14.7	14.7	15.8	17.3	16.9	16.5	16.2	16.0	15.5	105.9	92.0	78.5	69.3	62.2	50.2	1.9	0.7	0.6	17.1
7	1200	200	12.2	17.1	14.0	17.1	14.0	17.3	16.9	16.5	16.2	16.0	15.6	105.3	91.6	78.2	69.2	62.2	50.1	-0.6	2.5	0.6	17.1
8	1400	200	12.8	15.1	16.0	16.7	16.4	17.4	17.0	16.7	16.4	16.2	15.8	104.2	90.7	77.5	68.5	61.6	49.6	0.0	0.3	0.6	17.3
9	1600	200	12.8	15.5	16.1	17.5	17.6	17.5	17.2	16.8	16.6	16.4	16.1	103.1	89.8	76.8	67.9	61.1	49.2	-0.6	-0.7	0.6	17.4
10	1800	200	13.4	16.3	16.3	16.6	16.6	17.7	17.3	17.0	16.8	16.6	16.3	102.0	88.8	76.0	67.2	60.4	48.7	0.4	0.4	0.6	17.6
11	2000	200	14.4	18.4	17.9	18.4	17.9	17.7	17.4	17.3	17.2	16.9	16.9	101.2	88.1	75.3	66.5	59.8	48.3	-0.9	-0.5	0.6	18.0
12	2200	200	14.7	17.0	17.9	18.2	18.5	18.4	18.1	17.9	17.7	17.6	17.3	2.1	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	-0.3	-0.6	0.6	18.5

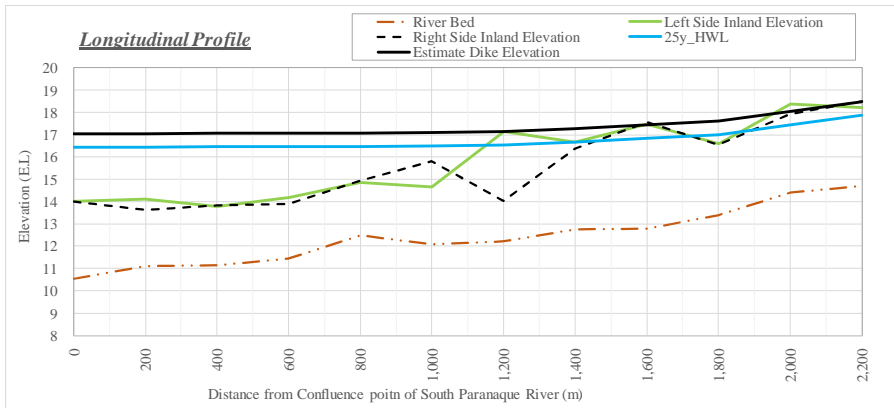


図 3.5.23 (5) 右支川 (名前不明) 縦断図 (確率規模 : 25 年)

4) Las Pinas

Las Pinas 川流域の全体の流域面積は 14.6km²、計画規模は 25 年となり、河川改修（本業務においては、築堤による改修のみ）で必要な堤防天端高標高、確率規模ごとの最高水位、流量について、下表に整理する。

表 3.5.19 Las Pinas 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断					Simulated Maximum Water Level (m)					Simulated Maximum Discharge (m3/s)					計画高水位-堤内地盤高		余裕高 (m)	必要堤防天端標高 (m)		
				河床高 (E.L.m)	左岸河岸高 (E.L.m)	右岸河岸高 (E.L.m)	左岸地盤高 (E.L.m)	右岸地盤高 (E.L.m)	Return Period					Return Period					左岸 (m)	右岸 (m)				
									100	50	25	15	10	5	100	50	25	15					10	5
1	LA_0+000	0	0	9.4	13.0	11.1	13.0	12.5	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	87.6	70.6	55.2	45.5	38.8	27.8	-1.2	-0.6	0.6	12.5
2	LA_0+200	200	200	9.5	12.9	11.8	12.9	11.8	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	87.6	70.6	55.2	45.5	38.8	27.8	-1.0	0.2	0.6	12.5
3	LA_0+400	400	200	9.5	13.8	11.8	14.2	12.7	12.2	12.1	12.0	12.0	11.9	11.9	87.6	70.6	55.2	45.5	38.8	27.8	-2.2	-0.7	0.6	12.6
4	LA_0+600	600	200	9.4	14.8	11.1	14.8	12.6	12.5	12.3	12.2	12.1	12.0	12.0	84.2	67.6	53.2	43.8	37.3	26.5	-2.6	-0.4	0.6	12.8
5	LA_0+800	800	200	9.6	12.9	12.3	12.9	12.4	12.8	12.6	12.4	12.3	12.2	12.1	80.5	65.0	51.0	41.9	35.6	25.0	-0.5	0.1	0.6	13.0
6	LA_1+000	1000	200	10.0	13.6	13.5	13.6	13.5	13.3	13.1	12.8	12.6	12.5	12.3	119.9	100.8	83.2	71.5	62.7	46.5	-0.8	-0.6	0.6	13.4
7	LA_1+200	1200	200	10.0	12.6	12.5	12.6	12.9	13.4	13.2	12.9	12.7	12.6	12.4	115.9	97.4	80.3	69.0	60.6	44.9	0.3	-0.0	0.6	13.5
8	LA_1+400	1400	200	9.5	13.3	12.7	13.7	12.7	13.6	13.3	13.1	12.9	12.7	12.5	111.9	94.0	77.5	66.6	58.5	43.2	-0.6	0.4	0.6	13.7
9	LA_1+600	1600	200	9.0	13.2	13.1	13.2	13.8	13.7	13.5	13.2	13.0	12.9	12.6	107.8	90.6	74.7	64.2	56.3	41.6	0.1	-0.5	0.6	13.8
10	LA_1+800	1800	200	9.6	11.9	12.3	12.6	13.2	14.0	13.7	13.4	13.2	13.0	12.7	173.5	149.5	126.7	110.7	98.6	78.3	0.8	0.3	0.6	14.0
11	LA_2+000	2000	200	8.9	14.3	12.8	14.3	12.8	14.2	14.0	13.7	13.5	13.3	13.0	169.7	146.2	123.9	108.3	96.5	76.7	-0.6	-0.9	0.6	14.3
12	LA_2+200	2200	200	9.4	14.2	11.6	14.2	11.9	14.4	14.1	13.8	13.6	13.4	13.1	169.0	145.7	123.5	108.0	96.2	76.5	-0.4	1.9	0.6	14.4
13	LA_2+400	2400	200	9.6	14.2	12.7	14.2	13.5	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	168.9	145.6	123.5	108.0	96.3	76.6	-0.3	0.4	0.6	14.6
14	LA_2+600	2600	200	9.5	13.0	12.4	13.0	12.8	14.8	14.5	14.1	13.9	13.7	13.3	168.7	145.5	123.4	108.0	96.2	76.6	1.1	1.4	0.6	14.7
15	LA_2+800	2800	200	9.7	13.2	13.8	13.2	13.8	14.9	14.5	14.2	14.0	13.8	13.4	143.2	123.7	105.1	92.1	82.3	65.7	1.0	0.5	0.6	14.8
16	LA_3+000	3000	200	9.7	14.2	13.5	14.2	13.5	14.9	14.6	14.3	14.0	13.8	13.5	143.0	123.5	105.0	92.1	82.2	65.7	0.1	0.7	0.6	14.9
17	LA_3+200	3200	200	9.5	14.0	13.4	14.0	13.4	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6	142.8	123.4	104.9	92.0	82.2	65.7	0.3	0.9	0.6	15.0
18	LA_3+400	3400	200	9.7	12.7	12.8	12.7	12.8	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6	142.7	123.3	104.9	92.0	82.2	65.7	1.7	1.6	0.6	15.0
19	LA_3+600	3600	200	9.2	10.9	11.7	11.9	11.7	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	142.6	123.2	104.8	92.0	82.2	65.7	2.7	2.8	0.6	15.2
20	LA_3+800	3800	200	10.3	13.7	14.0	13.7	14.0	15.4	15.1	14.8	14.5	14.3	13.9	139.6	120.7	102.7	90.1	80.5	64.5	1.1	0.8	0.6	15.4
21	LA_4+000	4000	200	10.7	15.7	15.8	15.7	15.8	15.6	15.3	14.9	14.7	14.4	14.0	135.5	117.2	99.8	87.7	78.4	62.9	-0.8	-0.9	0.6	15.5
22	LA_4+200	4200	200	10.7	14.5	14.5	14.5	14.5	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.3	131.8	113.8	97.0	85.2	76.3	61.2	0.7	0.6	0.6	15.8
23	LA_4+400	4400	200	10.7	13.2	13.8	13.4	13.8	16.1	15.8	15.4	15.1	14.9	14.5	128.4	110.6	94.1	82.7	74.1	59.6	2.1	1.6	0.6	16.0
24	LA_4+600	4600	200	10.0	13.3	14.5	14.6	14.5	16.4	16.0	15.7	15.4	15.1	14.7	125.2	108.0	91.6	80.3	71.9	57.9	1.1	1.1	0.6	16.3
25	LA_4+800	4800	200	11.3	14.9	16.7	15.4	16.7	16.4	16.1	15.7	15.4	15.2	14.8	122.5	105.8	90.0	78.9	70.5	56.5	0.3	-1.0	0.6	16.3
26	LA_5+000	5000	200	11.5	15.9	15.2	16.0	16.0	16.7	16.3	16.0	15.7	15.5	15.0	119.4	103.3	88.0	77.3	69.2	55.6	-0.1	-0.1	0.6	16.6

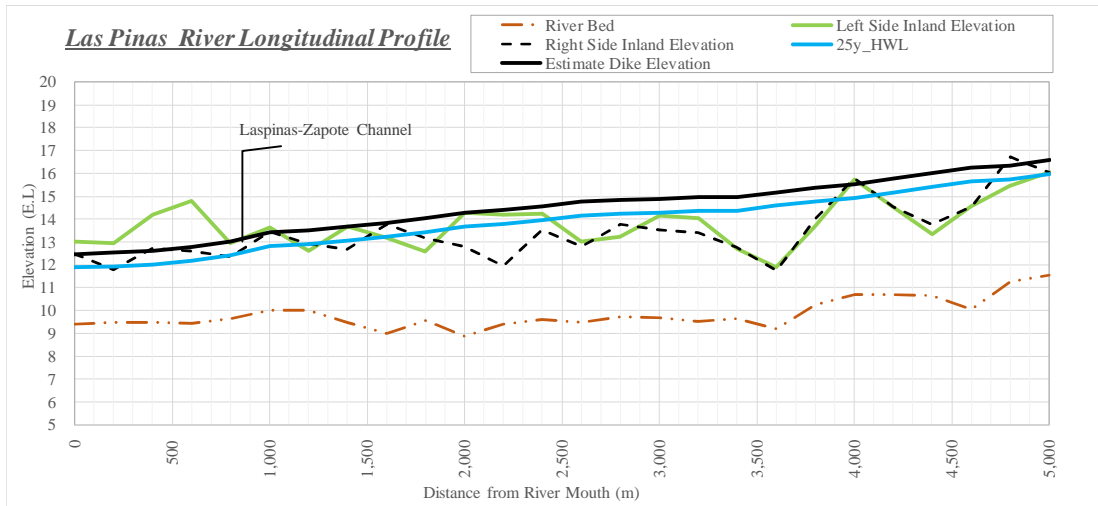


図 3.5.23 (5) Las Pinas 縦断図 (確率規模 : 25 年)

5) Zapote

Zapote 川流域の全体の流域面積は 50.3km²、計画規模は 50 年となり、河川改修（本業務においては、築堤による改修のみ）で必要な堤防天端高標高、確率規模ごとの最高水位、流量について、下表に整理する。

表 3.5.20 Zapote 川_河道諸元及び必要堤防天端標高

No	STA. No.	距離 (m)	単距離 (m)	現況河道縦断						Simulated Maximum Water Level (m)						Simulated Maximum Discharge (m ³ /s)						計画高水位-堤内地盤高		余裕高 (m)	必要堤防天端標高 (m)
				河床 高 (E.L.m)	左岸 河岸 高 (E.L.m)	右岸 河岸 高 (E.L.m)	左岸 地盤 高 (E.L.m)	右岸 地盤 高 (E.L.m)	Return Period						Return Period						左岸 (m)	右岸 (m)			
									Return Period						Return Period										
									100	50	25	15	10	5	100	50	25	15	10	5					
1	ZA_0+000	0	0	6.9	13.5	13.0	13.5	13.1	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	692.1	598.8	513.1	453.3	406.9	319.1	-1.6	-1.3	1.0	12.9	
2	ZA_0+100	100	100	7.0	13.7	13.0	13.7	13.0	12.2	12.1	12.0	12.0	12.0	11.9	692.1	598.8	513.1	453.3	406.9	319.1	-1.6	-0.9	1.0	13.1	
3	ZA_0+200	200	100	6.4	13.0	13.1	13.0	16.2	12.5	12.4	12.2	12.1	12.1	12.0	692.1	598.8	513.1	453.3	406.9	319.1	-0.6	-3.9	1.0	13.4	
4	ZA_0+300	300	100	7.1	12.5	12.7	12.5	13.5	12.8	12.5	12.3	12.2	12.1	12.0	692.1	598.9	513.1	453.3	406.9	319.0	0.0	-1.0	1.0	13.5	
5	ZA_0+400	400	100	7.0	11.3	11.9	11.3	11.9	13.4	13.1	12.8	12.7	12.5	12.3	654.7	566.9	483.4	425.1	380.5	298.9	1.8	1.2	1.0	14.1	
6	ZA_0+500	500	100	6.6	11.3	13.1	11.3	13.1	13.4	13.1	12.9	12.7	12.6	12.3	654.6	566.9	483.4	425.1	380.5	298.9	1.8	0.1	1.0	14.1	
7	ZA_0+600	600	100	6.8	11.1	10.5	11.1	10.8	13.6	13.4	13.1	12.9	12.7	12.5	653.9	566.3	482.9	424.6	380.1	298.5	2.3	2.6	1.0	14.4	
8	ZA_0+700	700	100	7.3	11.2	11.4	11.2	11.4	13.9	13.6	13.3	13.1	12.9	12.6	652.6	565.2	481.9	423.8	379.4	297.9	2.4	2.3	1.0	14.6	
9	ZA_0+800	800	100	5.9	11.0	11.3	11.0	11.3	14.1	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	651.3	564.0	481.0	423.0	378.7	297.1	2.8	2.5	1.0	14.8	
10	ZA_0+900	900	100	7.1	11.2	11.8	11.3	11.8	14.2	13.9	13.5	13.3	13.1	12.8	650.0	562.9	480.1	422.2	378.0	296.4	2.6	2.1	1.0	14.9	
11	ZA_1+000	1000	100	7.6	11.2	12.8	11.2	12.8	14.2	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	648.7	561.8	479.1	421.4	377.3	295.7	2.7	1.0	1.0	14.9	
12	ZA_1+200	1200	200	6.7	10.0	13.2	11.2	13.2	14.2	13.9	13.6	13.4	13.2	12.9	646.1	559.6	477.2	419.8	375.8	294.3	2.7	0.7	1.0	14.9	
13	ZA_1+400	1400	200	7.4	11.4	11.8	11.4	11.8	14.9	14.5	14.2	13.9	13.7	13.2	643.5	557.3	475.4	418.2	374.4	292.9	3.1	2.8	1.0	15.5	
14	ZA_1+600	1600	200	8.1	12.2	13.4	12.2	13.4	15.0	14.6	14.2	14.0	13.7	13.3	640.9	555.1	473.5	416.6	373.0	291.5	2.4	1.3	1.0	15.6	
15	ZA_1+800	1800	200	7.3	12.4	12.9	12.5	12.9	15.3	14.9	14.5	14.3	14.0	13.5	638.3	552.9	471.7	415.0	371.6	290.1	2.5	2.0	1.0	15.9	
16	ZA_2+000	2000	200	8.0	12.2	12.4	12.2	12.4	15.6	15.2	14.8	14.5	14.3	13.7	635.8	550.7	469.8	413.4	370.2	288.7	3.1	2.9	1.0	16.2	
17	ZA_2+200	2200	200	8.9	14.4	13.3	14.4	13.3	15.9	15.5	15.1	14.7	14.5	13.9	633.2	548.6	468.0	411.8	368.8	287.7	1.1	2.1	1.0	16.5	
18	ZA_2+400	2400	200	8.4	14.0	13.5	14.0	13.5	16.2	15.8	15.3	15.0	14.7	14.1	630.7	546.4	466.2	410.2	367.5	286.6	1.8	2.3	1.0	16.8	
19	ZA_2+600	2600	200	8.6	14.0	14.0	14.0	14.0	16.3	15.9	15.4	15.1	14.8	14.2	628.2	544.3	464.4	408.7	366.1	285.6	1.9	1.9	1.0	16.9	
20	ZA_2+800	2800	200	7.3	13.6	14.4	13.6	14.4	16.4	16.0	15.5	15.2	14.9	14.3	625.6	542.1	462.6	407.2	364.8	284.6	2.4	1.6	1.0	17.0	
21	ZA_3+000	3000	200	8.3	13.5	14.0	13.5	14.0	16.6	16.2	15.7	15.3	15.1	14.5	625.1	541.6	462.3	406.9	364.6	284.5	2.7	2.2	1.0	17.2	
22	ZA_3+200	3200	200	8.5	14.3	15.1	14.3	15.1	17.0	16.5	16.0	15.6	15.3	14.6	625.3	489.9	418.1	368.0	329.7	256.5	2.2	1.4	0.8	17.3	
23	ZA_3+400	3400	200	8.4	13.1	14.1	13.1	15.1	16.9	16.5	16.0	15.6	15.3	14.7	562.2	487.2	415.8	366.1	328.0	255.2	3.4	1.4	0.8	17.3	
24	ZA_3+600	3600	200	8.9	15.2	14.5	15.2	14.7	17.1	16.6	16.1	15.7	15.4	14.8	558.9	484.4	413.5	364.1	326.3	253.9	1.5	1.9	0.8	17.4	
25	ZA_3+800	3800	200	8.2	13.8	14.4	13.8	14.4	17.2	16.7	16.2	15.9	15.6	14.9	555.8	481.7	411.3	362.1	324.6	252.6	2.9	2.4	0.8	17.5	
26	ZA_4+000	4000	200	8.5	13.7	13.8	13.7	13.8	17.4	16.9	16.3	16.0	15.6	15.0	552.6	479.0	409.0	360.2	322.9	251.3	3.2	3.0	0.8	17.7	
27	ZA_4+200	4200	200	8.9	14.6	14.5	14.6	14.5	17.3	16.8	16.3	15.9	15.6	15.0	549.4	476.3	406.8	358.2	321.2	250.1	2.3	2.3	0.8	17.6	
28	ZA_4+400	4400	200	9.1	14.9	15.7	14.9	15.7	17.5	17.0	16.5	16.1	15.8	15.2	546.2	473.6	404.5	356.3	319.5	248.8	2.1	1.3	0.8	17.8	
29	ZA_4+600	4600	200	8.3	16.0	16.1	16.0	16.1	17.7	17.2	16.7	16.3	16.0	15.3	543.1	470.9	402.2	354.3	317.8	247.5	1.2	1.1	0.8	18.0	
30	ZA_4+800	4800	200	8.7	16.1	16.5	16.1	17.1	17.9	17.4	16.8	16.4	16.1	15.4	540.0	468.3	400.0	352.5	316.2	246.2	1.3	0.2	0.8	18.2	
31	ZA_5+000	5000	200	8.5	16.7	17.2	16.7	17.2	17.9	17.4	16.9	16.6	16.2	15.6	536.9	465.7	397.9	350.7	314.6	245.1	0.8	0.3	0.8	18.2	
32	ZA_5+200	5200	200	9.4	16.1	18.0	16.1	18.0	18.0	17.5	17.0	16.6	16.3	15.6	533.8	463.0	395.7	348.8	313.0	243.8	1.3	-0.5	0.8	18.3	
33	ZA_5+400	5400	200	10.8	17.7	19.5	17.7	19.5	18.3	17.7	17.2	16.8	16.5	15.8	530.7	460.4	393.5	346.9	311.3	242.5	0.1	-1.7	0.8	18.5	

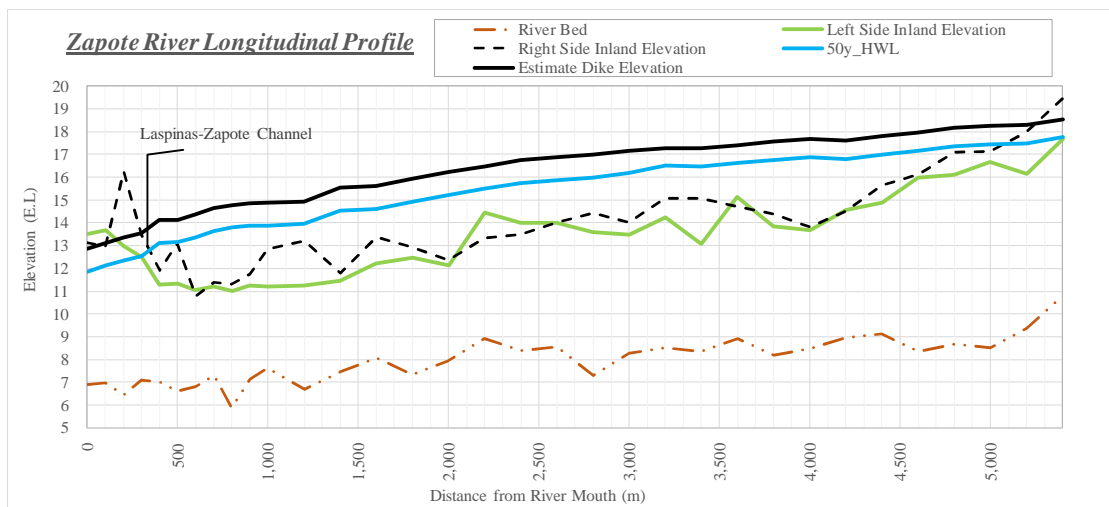


図 3.5.23 (5) Zapote 縦断面図 (確率規模 : 50 年)

第4章 ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画のフルメニューの検討

4.1 総合洪水管理計画基本方針

4.1.1 基本方針

ラグナ湖沿岸地域の洪水の状況を踏まえ、ラグナ湖総合洪水管理計画の基本方針を下記に整理する。

- (1) ラグナ湖の洪水の水文特性を考慮する。湖の水位は、雨期の通常の降雨では、ゆったりと上昇する。台風・熱帯低気圧の直撃を受けた場合、湖面への降雨やマンガハン放水路を含めた多くの河川・排水路からの流入により、水位が急上昇し、洪水被害が発生する。
- (2) 洪水被害の特性を考慮する。湖の洪水位（14.03m を記録した既往最高洪水では、居住の最低地盤高 12.0m の場合、約 2m の水深）と数か月の長期に及ぶ浸水期間である。1949 年以來、居住の最低地盤高 12.0m を越える水位は 47 回発生し、1.5 年に 1 回の洪水被害が発生している。
- (3) ほぼラグナ湖岸全域で土地利用がなされ、洪水被害地域はほぼ全湖岸域である。ラグナ湖の洪水対策は沿岸地域全域の総合洪水管理計画として検討する。
- (4) 計画の期間は、30 年間と設定し、短期、中期、長期に区分して実施するものとする。
- (5) 対策メニューは、大きく分類して、構造物対策及び非構造物対策から構成する。
- (6) 但し、ラグナ湖沿岸地域全域は約 200 km に及び、構造物対策を全域に、実施期間 30 年間で実施するには困難である。30 年間の期間に対策事業を先に実施する優先地区を選定する。
- (7) その優先地区に対する構造物対策及び非構造物対策の最適な組み合わせを検討する。
- (8) 実施スケジュールを検討する。
- (9) 以上の結果より、総合洪水管理計画におけるパラニャーケ放水路を総合評価し位置づける。

4.1.2 災害リスクの軽減、災害リスク管理、気候変動への適応を考慮した評価軸の提案

ラグナ湖岸沿岸地域全域の洪水対策事業の各比較案を評価するために、以下の表 4.1.1 に示す評価軸で行う。提案する評価軸は、当流域における災害リスク（軽減、管理）、技術的難易度（設計、施工）、維持管理の難易度、財務性（事業費）、経済性、気候変動への柔軟性、自然環境への影響、社会環境への影響からなる。

表 4.1.1 評価軸の提案

No.	評価軸	評価軸の指標
1	災害リスクの軽減・管理	水位低下量、浸水面積の減少度、浸水期間の減少度、被害額の減少度、想定被災人口の減少度
2	実施の難易度	設計の難易度、施工の難易度、完成までの期間、既設及び計画治水施設への影響
3	運営維持管理（O/M）の難易度	O/M の難易性、O/M 費用の大小
4	事業費の現実性	GOP あるいは DPWH の年間予算の負担
5	経済性	EIRR、B/C、NPV 評価
6	気候変動への柔軟性	気候変動対策の拡張性、超過洪水に対する適応性
7	自然環境への影響	水質、湖沿岸の景観
8	社会環境への影響	事業実施までの手続きの難易度、住民移転数、土地収用面積、工期、工事の影響、施設の運営上、地域への影響

気候変動や超過洪水に対する対応は、治水計画マスタープランによる所定の計画規模を達成したうえでリスク対応、被害軽減策として位置付けられる。気候変動や超過洪水に対する対応は、構造物対策のみの対応では限界があり、土地利用規制や早期警報等、非構造物対策との組合せによるリスク軽減策が重要となる。

4.1.3 洪水管理計画のメニュー

洪水管理計画のフルメニュー立案上、考慮すべき条件を整理し、考え得る対策を取り上げて初期評価を行い、実現可能な対策案をリストアップする。

(1) 洪水管理計画のフルメニュー立案の条件

ラグナ湖沿岸約 220km 全域は、ほぼ土地利用がなされ、湖の高水被害地域はほぼ全域に及ぶ。ただし、湖岸の土地利用は、地域により、従来からの農地が多いところ、メトロマニラ内あるいはその近郊に位置し住宅地、商業・工業地として開発が進んでいる地域などの違いがある。一方、湖岸地域の洪水時の水文特性は、台風や熱帯低気圧によってもたらされる降雨により湖の水位は急上昇する。このような湖の水文特性、土地利用の地域差及び被害特性の違いを考慮して、洪水管理計画のフルメニューを立案する。フルメニューを立案の上で、対策を大きく分けると下記の2つになる。

- 1) ラグナ湖の水位上昇抑制対策
- 2) 浸水被害軽減対策

考えられるフルメニューを、「十分な治水効果が見込めるか」、「適する建設サイトがあるか」、「社会的影響から実現の可能性はあるか」等の観点から初期評価を行う。

(2) ラグナ湖の水位上昇抑制対策メニューの検討

ラグナ湖の最高水位を抑制することは、直接洪水被害と湛水期間の減少等の間接被害を減少させる効果がある。湖水位上昇抑制対策としては、大きく次の3つの方法が考えられる。

- a) ラグナ湖への流入量を減少させる方法
- b) ラグナ湖からの流出を増大させる方法
- c) ラグナ湖の貯水量を増大させる方法

これらの方法に対して、下表に示すようなメニューが考えられる。

表 4.1.2 水位上昇抑制対策メニュー（構造物対策）

目的	対策メニュー	概要	初期評価
a) ラグナ湖への流入量を減少させる方法	ダムや遊水地の建設	各流入河川に多くのダムや遊水地等施設を建設	ラグナ湖の自然条件（湖水面積を含めた3,280km ² の流域面積と100以上の大小の流入河川）を考慮するならば、膨大な数の施設建設が必要。また、治水効果を持つダム建設に適したサイトも見当たらない。現実的な方法でない。 ×

目的	対策メニュー	概要	初期評価
b) ラグナ湖からの流出を増大させる方法	ナピンダン水路、マンガハン放水路浚渫	ナピンダン水路、あるいはマンガハン放水路からパッシング川を通してマニラ湾に排水する。なお、パッシング川は、既に日本のODAで河川改修が完了しており、パッシング川の流下能力増強は考えない。	両岸には家屋が張り付き拡幅は難しいが、浚渫による流出能力増強の可能性を検討する。 ○
	ナピンダン水路の拡幅	改修完了済みのパッシング川の流下能力の余裕分を使用し、ラグナ湖からの洪水流出量を、ナピンダン水路（延長約6km）を拡幅することによって増大させる。	ナピンダン水路の両岸は高度に利用されている。治水効果は、パッシング川の流下能力の制限による。また、社会的影響が非常に大きい。 △
	パラニャーケ放水路の建設	高度に開発された地域を横断して、ラグナ湖から直接、マニラ湾に流出する案で、既存のナピンダン川-パッシング川の延長約25kmと比べ延長約10km前後の最短距離で結ぶ。	治水効果は見込める。地下トンネル形式等で、社会的影響を最小化すれば実現性がある。 ○
	パシフィックオーシャン放水路（Pacific Ocean Spillway）の建設	最高標高500m程度の山地を横切って、トンネルによりラグナ湖の洪水を太平洋に流出させる。	太平洋岸の潮位がマニラ湾より若干高いこと、延長約20kmとパラニャーケ放水路の倍の長さがあること、ラグナ湖の水位変動高さが4m程度と小さくトンネル断面を大きくできないことから、経済性に劣る。 △
c) ラグナ湖の貯水量を増大させる方法	湖底の浚渫	湖の貯水量を増すために、湖の底部を浚渫する案。湖底はマニラ湾平均海面高（約EL.10.5m）より2mから6mの深さがある。	乾期にはマニラ湾からの海水流入が発生し、ラグナ湖の平均最低水位はEL.10.5m程度である。EL.10.5m以下の浚渫は治水効果がない。 ×
	湖岸の掘削	浚渫案と同様に、ラグナ湖の体積を増大させて水位低下を図る。掘削底面は、EL.10.5mとする。	効果的な水位低下のためには、かなり大きな幅で掘削する必要がある。治水効果はあるが実現性は低い。 ×

(3) 浸水被害軽減メニューの立案

湖水位の上昇による浸水地域や浸水被害資産を減少させる対策として、湖岸堤システム（湖岸堤、排水路、排水機場、コミュニティ道路、橋梁からなる構造物の構成）の配置が通常の方法であり、この場合、内水の排水処理が必要となる。

地域の特性によっては、生活地盤の嵩上げ、浸水地域から高台への移転及び非構造物対策が考えられる。

表 4.1.3 浸水被害軽減対策メニュー

対策	概要	初期評価
湖岸堤システムの建設	ラグナ湖からの浸水を防御する堤防システムを建設する。計画規模までの洪水被害から解放される。湖岸堤を建設する場合、流入河川堤防高を湖岸堤の高さに合わせて建設する必要がある（バック堤）。	堤防配置区間の大きな河川の処理、堤防内の内水処理が必要。ただし、超過洪水、地震による堤防の崩壊の恐れ、堤防のために湖が良く見えないという景観の問題、漁民等の湖へのアクセス不便等の問題があるが、治水効果が見込め、実現性がある。 ○
流入河川改修	大きな流域面積を持つ主要河川は流量が大きく堤防越水が大きな被害となる。	河川個別の洪水対策（改修）が必要である。 ○
生活地盤嵩上げ	ラグナ湖西岸など比較的地盤勾配がある地域では、湖の洪水から地域を防御するため湖岸の地盤そのものを嵩上げる案がある。これにより湖の景観の保全、漁民等の湖へのアクセスの保全が可能である。また、嵩上げた土地の環境に配慮した開発により、ラグナ湖が有するエコツーリズム等のポテンシャルの活用が可能である。嵩上げを区間ごとに段階的に行い、湖岸住民は一時移転地に移転した後、元の地域に戻って移転住宅に入ることが可能となる。	住民の一時仮移転が必要となること及び全住民の合意形成の困難さから、事業の進捗が多大な時間を要すると考えられる。比較的对象とする面積が小さい地区では可能性はあるが、ラグナ湖全域を対象とするのは、現実的な案でないといえる。 ×
浸水地域から安全な高台地域へ移転	ラグナ湖岸沿いの浸水地域に居住する住民をコミュニティと生計の維持を考え、近隣の浸水しない地域に移転する。不法住民のみならず浸水域に土地を保有している正規住民の移転がより難しいが、適切な補償と移転住宅の提供等の対策が必要である。	住民の一時仮移転が必要となること、住民合意形成の困難さから、事業の進捗が多大な時間を要することが考えられる。比較的面积が小さい地区では可能性はあるが、ラグナ湖沿岸全域の対策としては現実的な案ではない。 ×
ラグナ湖岸マネジメントの立案・実施	LLDAはラグナ湖の年最高湖水位の平均値である水位12.50mより低い標高の水体と湖岸を管理する権限を有するが、12.50mより上の湖岸についてはLGUが管理責任を有する。このため、湖岸の一貫管理が行われておらず、湖岸沿いの低地の家屋の密集化を助長している。	湖岸の一貫管理を行うため、El. 12.50mに波の遡上高と若干の余裕を加えた高さで真の湖岸標高を設定し、同標高に湖岸沿いのある管理幅（3m等）を含んだ湖岸から湖の管理を行うことが望ましい。管理はLLDAが主体となりLGU等の協力の下で行うこととなる。 ○
ラグナ湖防災調整委員会の設立	ラグナ湖流域はNCRとRegion IV-Aに属し、かつそれぞれに多くのLGUが属する。さらに複数の政府機関等が関係する。	ラグナ湖流域全体の整合の取れたDRRMの実施と改善のために、NDRRMCが調整機関となり、流域全体のDRRM関連のマスタープランに基づき予防・軽減や洪水予警報システム等の準備面の実施を行うことが必要である。 ○
土地利用管理	ラグナ湖岸沿いの浸水危険地域で構造物対策が行われない地域では居住しない方向とし、湖岸への構造物対策が行われる地域では超過洪水を考慮して家屋の密集化を防止するよう土地利用管理を行うことが必要である。	洪水対策において、土地利用管理がもたらす被害軽減および被害ポテンシャル低減の効果は非常に大きい。 ○
警報システムの設立	ラグナ湖への流入河川の内、フラッシュフラッドが問題の河川に対する洪水警報とラグナ湖の洪水警報のため、ラグナ湖流域に対する警報システムを設置する。	警報システムはPAGASAシステムとして、X-バンドレーダー雨量ステーション、無線テレメーター雨量計、無線テレメーター水位計からなる。さらに、パラニャケ放水路運用のためEFCOSの拡張として無線テレメーター湖水位計、無線テレメーターによるマニラ湾水位計、警報サイレンを設置する。 ○
浸水想定区域図の作成	ラグナ湖とラグナ湖流域の洪水解析に基づき、確率洪水に対する浸水想定区域図を作成する。	住民の災害リスク認識に非常に有効である。 ○

以上、フルメニューの初期評価を行った結果、下記の一次案を選定、詳細な検討を進める。

表 4.1.4 可能性のある洪水管理計画メニュー（一次案）

水位上昇抑制	浸水被害軽減	非構造物対策
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ナピンダン水路、マンガハン放水路の浚渫、ナピンダン水路の拡幅 ✓ パラニャーケ放水路の建設 ✓ Pacific Ocean放水路の建設 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 湖岸堤システムの建設（バック堤、排水機場の整備を含む） ✓ 主要流入河川改修 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 湖岸マネジメント実施 ✓ ラグナ湖防災委員会設立 ✓ 土地利用管理 ✓ 警報システムの設置 ✓ 浸水想定区域図の作成
ラグナ湖沿岸全域の浸水地域に対して、浸水水深及び浸水期間の減少効果がある。	建設に長期間が必要であり、計画実施期間内に実施する優先地区の選定が必要である。	ラグナ湖沿岸全域に効果がある。

4.1.4 設計基準

DPWH は、1984 年バージョンを更新する形で 2015 年に「Design Guidelines, Criteria and Standards, 2015 Edition」（以下、DPWH 標準ガイドライン 2015）が、2015 年 12 月 8 日に DPWH が実施するすべての公共インフラ事業に適用するという省令とともに発行された。いくつかの構造物に対しては構造基準を設定している。その基準の妥当性を検討して、ラグナ湖周辺地域全域の洪水対策に必要な設計基準を提案する。

不足な基準は、日本の河川管理施設等構造令（昭和 51 年 7 月 20 日政令第 199 号）及び諸外国の設計基準等を参考にして設定する。

なお、フィリピンの河川事業において、現在適用されている主な基準を表 4.1.5 に、また、適用が想定される日本の基準を表 4.1.6 に整理する。

表 4.1.5 フィリピンの河川事業において適用される主な基準

No.	基準及びガイドライン	基準の内容
1	Design Guidelines, Criteria and Standards, 2015 Edition Vol.1 - 6	DPWH 標準ガイドライン 2015 1984 年版 Vol I, II の改訂版
2	National Building Code of the Philippines (NBCP), 2005 Revised Edition	建築構造物設計における条件及び留意点
3	National Structural Code of the Philippines, Volume I (NSCP, Vol. I) for Buildings, Towers and Other Vertical Structures, 2010	主に建物等の建築構造物に係る設計法及び荷重条件等
4	National Structural Code of the Philippines, Volume II (NSCP, Vol. II) for Bridges, 2005	主に橋梁及び付帯構造物に係る設計法及び荷重条件等

表 4.1.6 フィリピンの河川事業において適用が想定される日本の基準

No.	基準及びガイドライン
1	河川砂防技術基準（調査編 2014/4、計画編 2004/3、設計編 1997/9、維持管理編 2011/5）： 国土交通省
2	都市河川計画の手引き－洪水防御計画編（1993/6）－及び－立体河川施設計画編（1995/4）－： 国土開発技術研究センター
3	トンネル標準示方書・同解説：土木学会（2016/8）
4	改定 解説・河川管理施設等構造令：日本河川協会（1999/11）
5	柔構造極門設計のてびき：国土技術研究センター（1998/11）
6	揚排水ポンプ設備技術基準・設計指針（案）同解説：河川ポンプ施設技術協会（2001/2）

なお、堤防、ポンプ排水機場、橋、パラニャーケ放水路等の構造物の具体的な設計基準は、各構造物の検討のところで記述する。

4.2 ナピンダン水路及びマンガハン放水路の拡幅・浚渫の検討

4.2.1 ナピンダン水路及びマンガハン放水路の現況

(1) ナピンダン水路の現況

ナピンダン水路は 1983 年に竣工し、34 年が経過している。2002 年に実施したナピンダン水路の測量結果に基づく河道諸元を表 4.2.1 に、現況縦断及び水路幅を図 4.2.1、横断測量位置を図 4.2.2 に示す。

表 4.2.1 ナピンダン水路の河道諸元 (2002 年測量)

STA	Accumulate Distance m	Distance m	Left Dike height m	Right Dike height m	Existing River Bed m	Width m
Sta.6+802	6,802	221	14.1	14.1	5.6	129.2
Sta.6+581	6,581	106	14.1	14.1	5.2	128.1
Sta.6+475	6,475	219	14.1	14.1	2.8	98.4
Sta.6+256	6,256	164	14.1	13.7	5.1	137.6
Sta.6+092	6,092	104	14.1	14.1	4.9	136.1
Sta.5+988	5,988	289	14.1	14.1	3.9	146.5
Sta.5+699	5,699	187	14.1	14.1	4.7	126.0
Sta.5+512	5,512	176	14.1	14.1	5.2	110.5
Sta.5+336	5,336	172	14.1	14.1	4.5	107.4
Sta.5+164	5,164	189	14.1	14.1	4.9	114.7
Sta.4+975	4,975	210	14.1	14.1	4.5	112.7
Sta.4+765	4,765	187	14.1	14.1	4.3	94.6
Sta.4+578	4,578	187	14.1	14.1	3.1	85.6
Sta.4+391	4,391	121	14.1	14.1	1.7	72.9
Sta.4+270	4,270	213	14.1	14.1	3.2	118.4
Sta.4+057	4,057	203	14.1	14.1	3.5	109.6
Sta.3+854	3,854	207	14.6	14.1	3.2	137.5
Sta.3+647	3,647	181	14.1	14.1	6.0	117.7
Sta.3+466	3,466	173	14.1	14.1	6.0	109.4
Sta.3+293	3,293	208	14.1	14.1	5.8	104.3
Sta.3+085	3,085	162	14.1	14.1	5.2	114.3
Sta.2+923	2,923	192	14.1	14.1	2.8	136.3
Sta.2+731	2,731	124	13.2	13.5	5.6	163.1
Sta.2+607	2,607	169	12.7	12.7	6.0	119.6
Sta.2+438	2,438	171	14.3	12.7	6.0	128.0
Sta.2+267	2,267	190	13.4	13.5	6.0	120.5
Sta.2+077	2,077	182	13.1	13.2	6.0	119.6
Sta.1+895	1,895	220	13.5	13.1	6.0	104.7
Sta.1+675	1,675	165	13.6	13.6	6.0	96.4
Sta.1+510	1,510	203	13.0	13.8	5.7	91.0
Sta.1+307	1,307	164	13.7	13.5	4.9	101.6
Sta.1+143	1,143	185	14.3	14.0	5.1	118.2
Sta.0+958	958	221	14.0	13.2	5.8	103.9
Sta.0+737	737	238	13.9	13.7	3.7	91.3
Sta.0+499	499	326	14.1	14.8	3.7	77.2
Sta.0+173	173	113	13.8	15.4	6.0	110.6
Sta.0+060	60	0	13.8	15.4	6.0	110.6

- ナピンダン水路は、約 6km で縦断勾配がなく、ラグナ湖水位とパッシング川の河道水位差により流下する。ラグナ湖水位がパッシング川水位より高い場合は、ラグナ湖からパッシング川へ流下し、パッシング水位がラグナ湖水位よりも高い場合は、パッシング川からラグナ湖へ流下している。
- Sta.2+923 付近からラグナ湖まではパラペットが設置されており、所々に狭窄部が確認できる。



図 4.2.1 ナピンダン水路 現況縦断図（上図） 水路幅（下図）



図 4.2.2 ナピンダン水路 2002 年測量断面位置

(2) マンガハン放水路の現況

マンガハン放水路は 1988 年に竣工し、約 30 年が経過している。1988 年の竣工後から現在まで、マンガハン放水路の横断測量は 3 回実施（1990 年、2002 年、2016 年）されている。マンガハン放水路の河床堆積状況を図 4.2.4 に示す。

マンガハン放水路の河床経年変化を見ると、マリキナ川からの土砂流下により、河床高が年々上昇傾向にある。1988 年と 2016 年の衛星画像（図 4.2.3 参照）を比較すると、マリキナ川上流域において都市化が進んでいるのが確認できる。これらの開発により、森林の荒廃が進み流域内の土砂生産が増加したことで、マンガハン放水路並びにパッシング・マリキナ川の河道堆積にも影響していると推察される。

マンガハン放水路においては不法居住者：ISFs（Informal Settler Families）がマンガハン放水路の高水敷に存在しており、マンガハン放水路の河積を阻害している（図 4.2.5 参照）。



図 4.2.3 マリキナ川上流域の衛星画像比較（上段：1988 年、下段：2016 年）

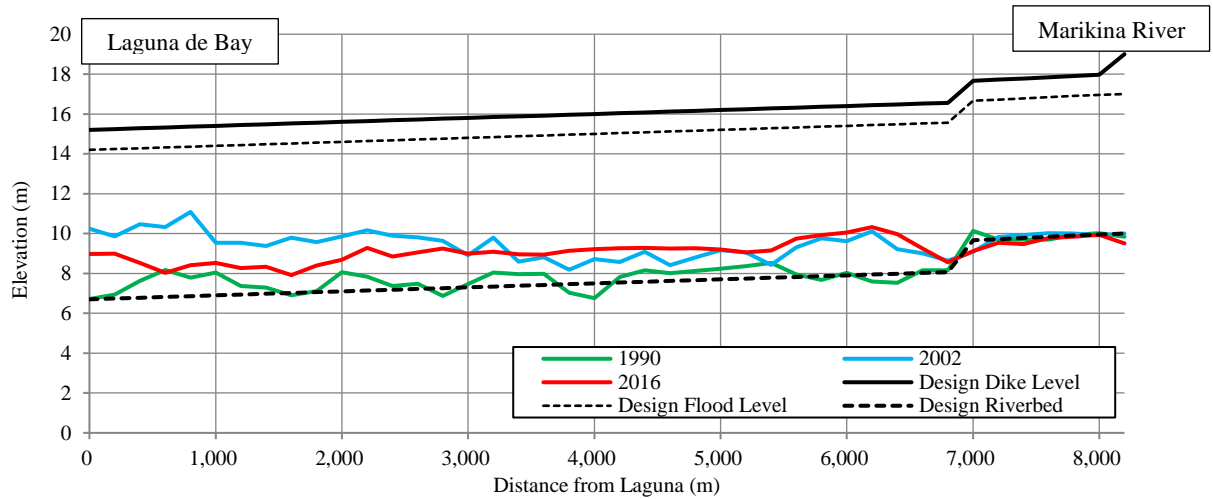
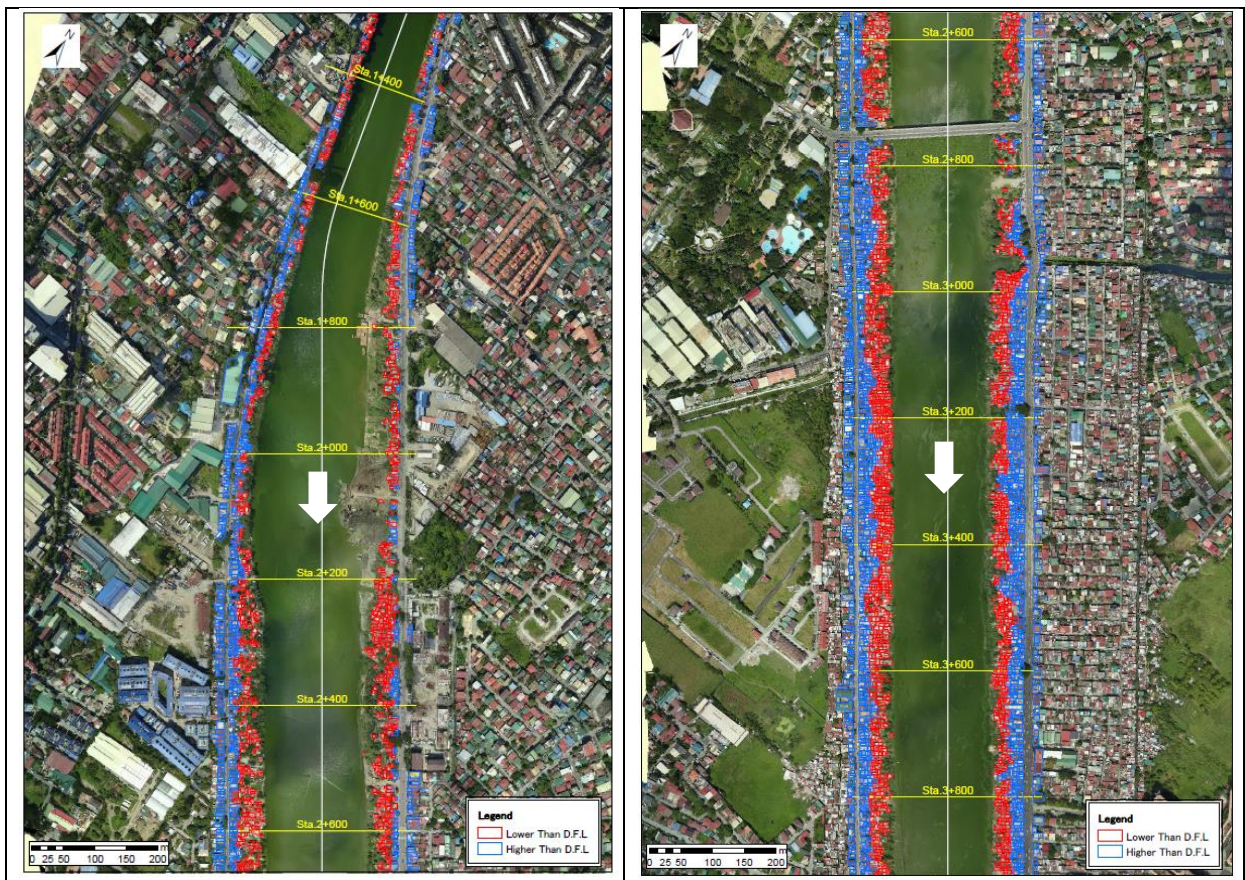


図 4.2.4 マンガハン放水路 河床縦断変化図



出典：パッシング・マリキナ川改修フェーズ III チーム作成

図 4.2.5 マンガハン放水路沿いの不法居住者（ISFs）の分布状況

4.2.2 ナピンダン水路及びマンガハン放水路の排水能力の検討

(1) 検討ケース

前述の通り、ナピンダン水路及びマンガハン放水路の現況河道状況を考慮し、ナピンダン水路の掘削、水路拡幅、並びにマンガハン放水路浚渫によるラグナ湖水位変動への影響について、以下に示す 4 ケースにおいて検討した。なお、本検討ケースに用いる確率規模はラグナ湖水位 100 年確率（最高湖水位 14.3m）を基本とする。

表 4.2.2 ナピンダン水路及びマンガハン放水路改修の検討ケース一覧

ケース	ナピンダン水路	マンガハン放水路	備考
0	2002年断面	2002年断面	<ul style="list-style-type: none"> 比較ケース ラグナ湖水位 100年確率(14.3m)のケース
1	河床高=6.0m まで掘削 堤防高=15.0m 水路幅=現況見合い のり面勾配=1:0.5	2002年断面	<ul style="list-style-type: none"> ナピンダン水路現況断面のパラペット高は 14.1m であり、ラグナ湖の 100 年確率水位=14.3m より低い ため、15.3m まで嵩上げが必要 拡幅は行わず、河床高 6m まで掘削する
2-1	河床高=6.0m まで掘削 水路幅=150m まで拡幅 堤防高=15.0m のり面勾配=1:0.5	2002年断面	<ul style="list-style-type: none"> 全断面で水路幅 150m まで拡幅する
2-2	河床高=6.0m まで掘削 水路幅=250m まで拡幅		<ul style="list-style-type: none"> 全断面で水路幅 250m まで拡幅する
3	現況断面	計画断面 (1988年施工断面)	<ul style="list-style-type: none"> マンガハン放水路は、1988年の施工断面から堆積が進行し、また、ISFs が河道内（高水敷）に居住していることより、河積阻害が生じ、現況断面では、計画ピーク流量 2,400m³/s が流れると、D.F.L を超過する
4	河床高=6.0m まで掘削 堤防高=15.0m 水路幅=現況見合い	計画断面 (1988年施工断面)	

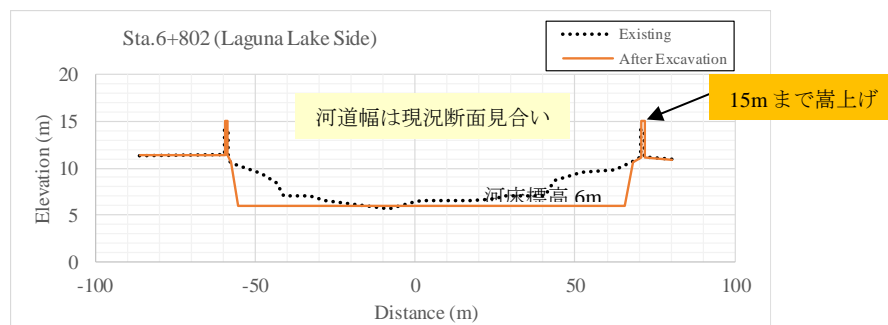


図 4.2.6 ナピンダン水路 河床 6.0m まで掘削案 (ケース 1)

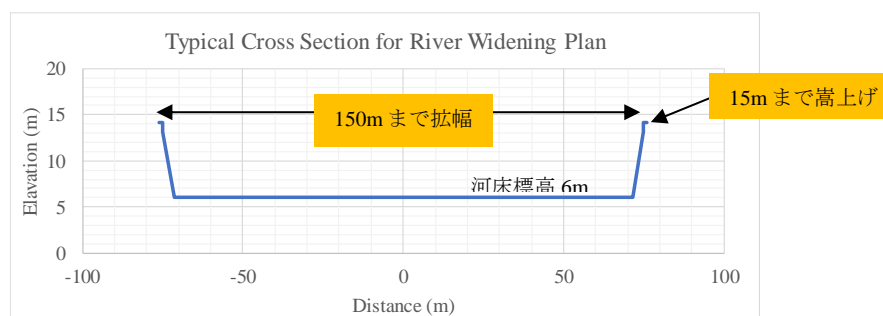


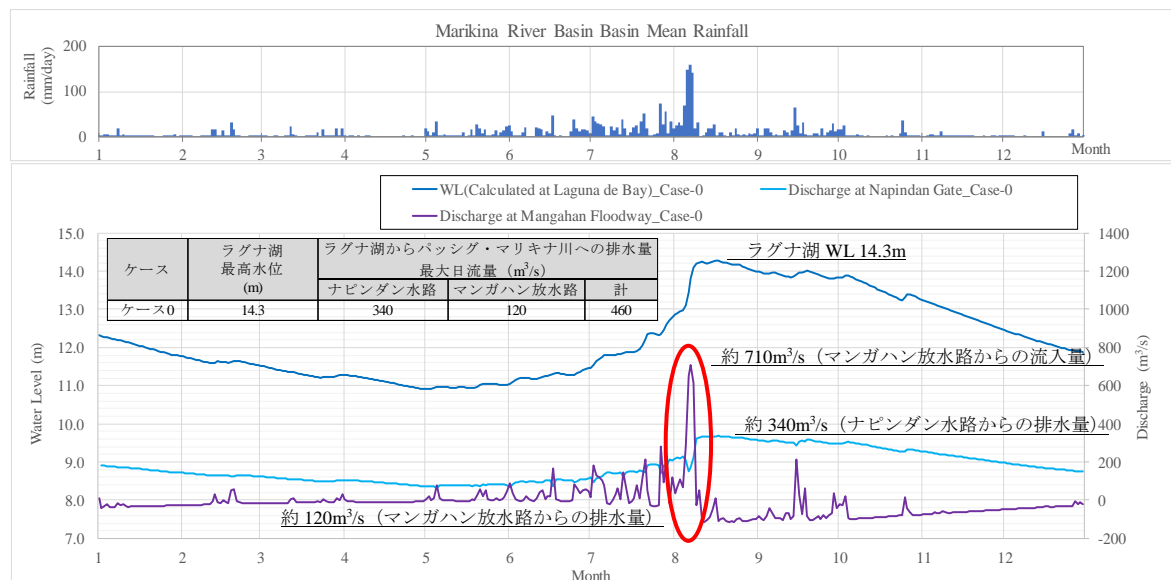
図 4.2.7 ナピンダン水路 150m 水路拡幅案 (ケース 2-1)

(2) ナピンダン水路及びマンガハン放水路現況 ケース0

ナピンダン水路及びマンガハン放水路現況（2002年断面）の流況を再現した。なお、本検討に用いた確率規模は、ラグナ湖水位の100年確率（14.3m）とする。

<結果概要_ケース0（図4.2.8参照）>

- ナピンダン水路を流下しラグナ湖からパッシング川へ排水する最大日流量は、約 340m³/s（ケース0）である。
- マンガハン放水路からラグナ湖へ流入する最大日流量は約 710m³/s、ラグナ湖からマンガハン放水路を逆流しマリキナ川へ排水する最大日流量は約 120m³/s である。
- 8月にマリキナ川流域において降雨量が増加したため、8月上旬にマリキナ川の洪水がマンガハン放水路からラグナ湖へ流入しているのが確認（下図の赤枠）できる。
- 洪水後、マリキナ川の水位が低下すると、ラグナ湖からマンガハン放水路を逆流しマリキナ川へ排水している。このように、8月洪水後はナピンダン水路及びマンガハン放水路からパッシング・マリキナ川へ排水し、ラグナ湖水位の低下に貢献している。



- ※1 マンガハン放水路のプラス流量は、マリキナ川→マンガハン放水路→ラグナ湖への流れ、マイナス流量は、ラグナ湖→マンガハン→マリキナ川への流れである。
- ※2 ナピンダン水路のプラス流量は、ラグナ湖→ナピンダン水路→パッシング川への流れ、マイナス流量は、パッシング川→ナピンダン水路→ラグナ湖への流れである。

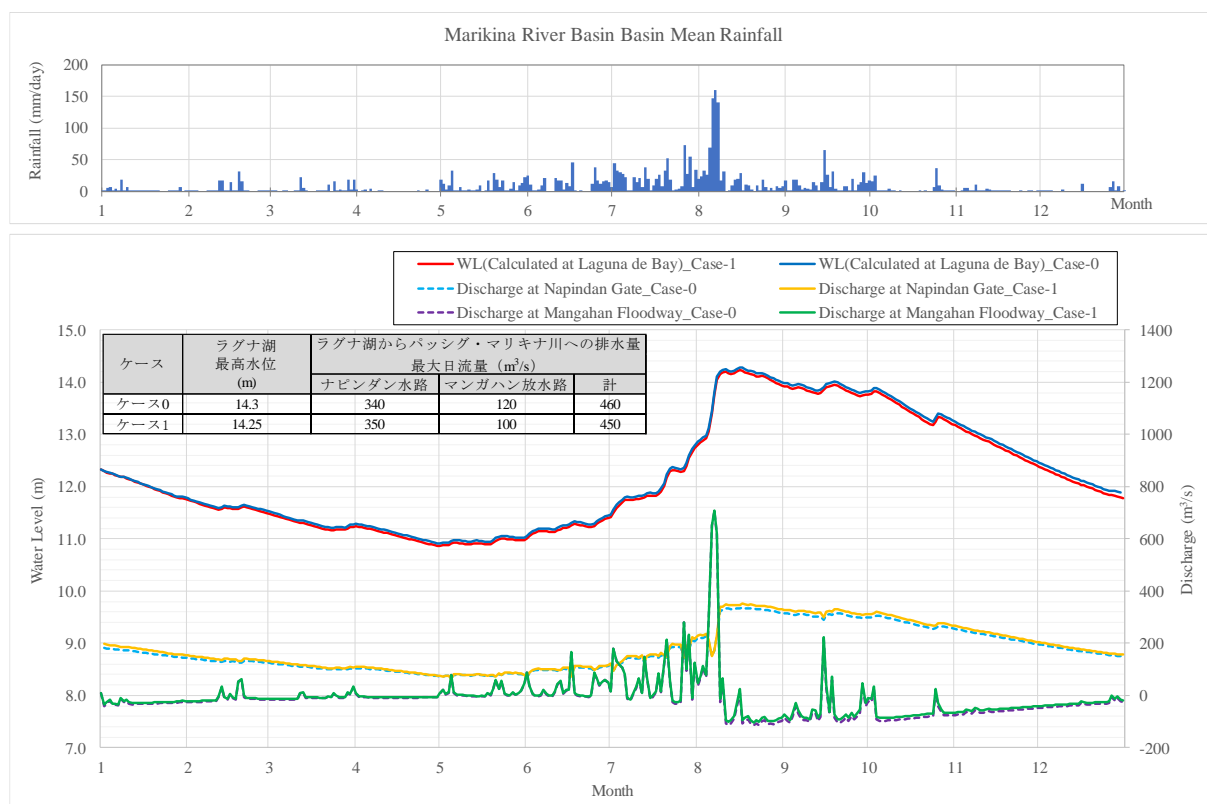
図 4.2.8 ナピンダン水路及びマンガハン放水路 現況（ケース0）の結果

(3) ナピンダン水路掘削 ケース1

ナピンダン堰の敷高は 6.0m (図 3.4.7 参照) であるため、ナピンダン水路の河床を 6.0m まで掘削した場合の排水能力、ラグナ湖水位低下における効果を検討した。

<結果概要_ケース 1 (図 4.2.9 参照) >

- ラグナ湖の最高水位は、14.3m (ケース 0) から 14.25m まで 5cm 程度低下している。
- ナピンダン水路からパッシング川へ流下する最大日流量は、約 340m³/s (ケース 0) から約 350m³/s に増加した。
- マンガハン放水路からの排水量は、若干低下している (120m³/s⇒100m³/s)。
- 8 月にマリキナ川流域において降雨量が増加したため、8 月上旬にマンガハン放水路からラグナ湖へ流入しているのが確認できる。洪水後、マリキナ川の水位が低下すると、ラグナ湖からマンガハン放水路を逆流しマリキナ川へ流下している。8 月洪水後はナピンダン水路及びマンガハン放水路からパッシング・マリキナ川へ流下し、ラグナ湖水位の低下に貢献している。
- ナピンダン水路掘削によるラグナ湖の水位低減効果は微小である。



※1 マンガハン放水路のプラス流量はラグナ湖への流れ、マイナス流量はマリキナ川への流れである。

※2 ナピンダン水路のプラス流量はパッシング川への流れ、マイナス流量はラグナ湖への流れである。

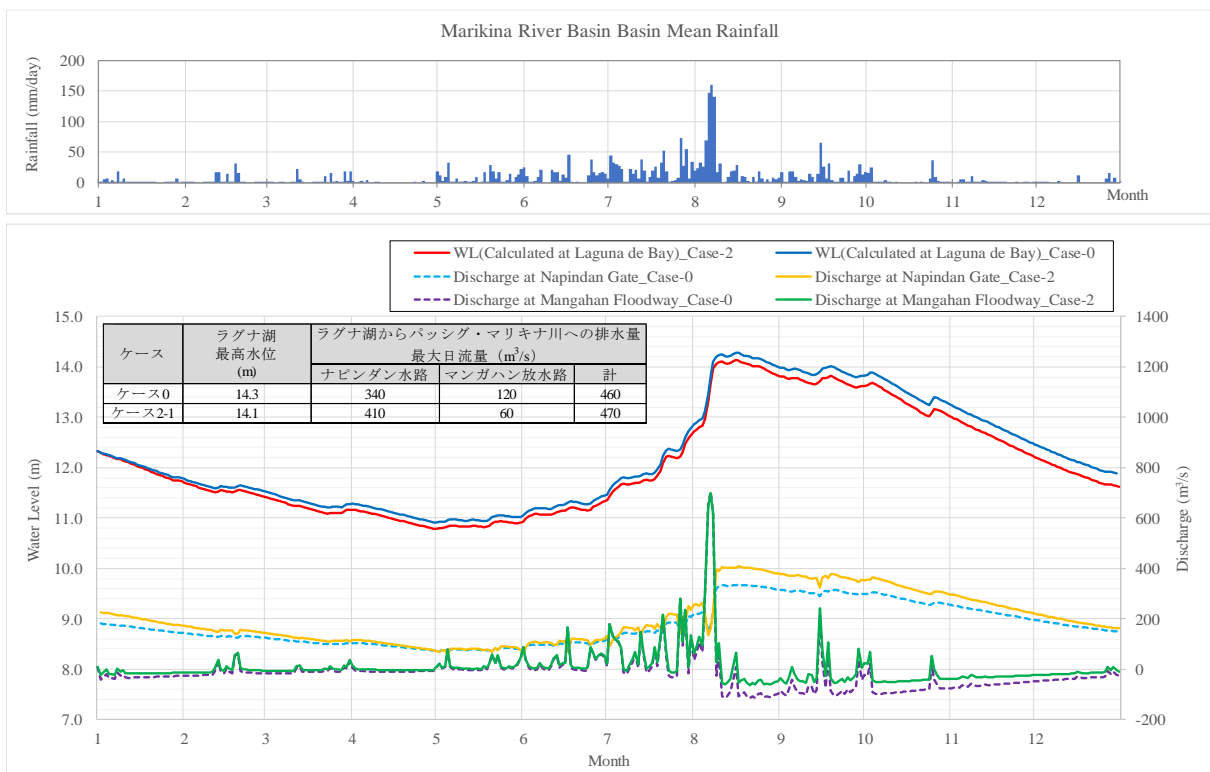
図 4.2.9 ナピンダン水路 河床 6m 掘削案 (ケース 1) の結果

(4) ナピンダン水路拡幅 ケース2

ナピンダン水路の水路幅を 150m (ケース 2-1)、250m (ケース 2-2) まで拡幅した場合の排水能力、ラグナ湖水位低下における効果を検討した。

<結果概要_ケース2 (図 4.2.10、図 4.2.11 参照) >

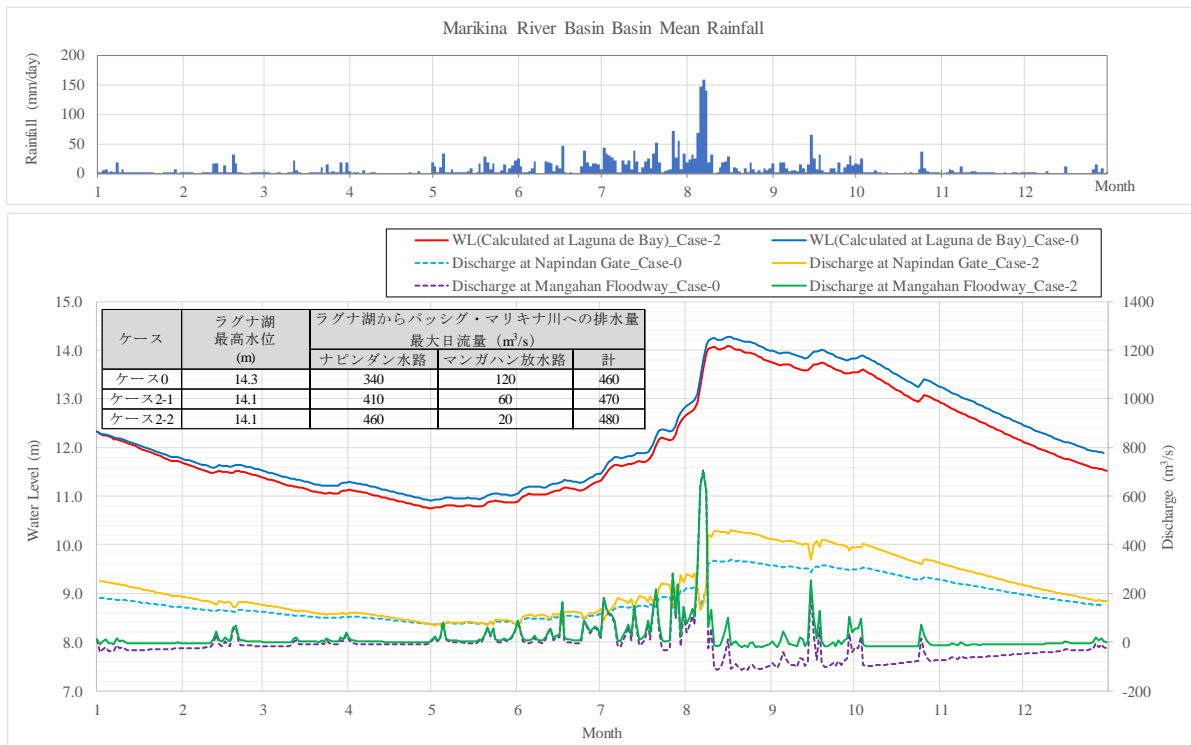
- ラグナ湖最高水位は、14.3m (ケース 0) から 14.1m まで 20cm 程度の低下であり、両ケースとも低下量に大きな変化は見られない。
- 水路幅を 150m まで拡幅した場合 (ケース 2-1)、ナピンダン水路から排水する最大日流量は、約 340m³/s (ケース 0) から約 410m³/s に増加した。一方、マンガハン放水路からマリキナ川へ排水する最大日流量は約 120m³/s から約 60m³/s に減少した。
- 水路幅を 250m まで拡幅した場合 (ケース 2-2)、ナピンダン水路から排水する最大日流量は、約 340m³/s から約 460m³/s に増加した。一方、マンガハン放水路からマリキナ川へ排水する最大日流量は約 120m³/s から約 20m³/s に減少した。
- 上述の通り、マンガハン放水路からの排水量 (ラグナ湖からマリキナ川への排水量) は、ナピンダン水路の排水能力が高くなったことにより低下しており、マンガハン放水路とナピンダン水路の排水量 (最大日流量) の合計は現況 (ケース 0) と同程度 (470m³/s 程度) である。これは、ラグナ湖からマリキナ川への排水量はパッシング・マリキナ川の水位により制限されるためと考えられる。
- マンガハン放水路とナピンダン水路の最大日流量 (排水量) の合計はケース 0 と同程度であるが、ナピンダン水路拡幅により、洪水前の段階からラグナ湖の水位を低下することで、洪水時の水位上昇ピークを若干抑えることが可能となる。
- なお、ナピンダン水路拡幅においては、現在水路沿いに住宅が密集しているため、拡幅に伴う大規模な住民移転が必要となる。



※1 マンガハン放水路のプラス流量はラグナ湖への流れ、マイナス流量はマリキナ川への流れである。

※2 ナピンダン水路のプラス流量はパッシング川への流れ、マイナス流量はラグナ湖への流れである。

図 4.2.10 ナピンダン水路 150m 河道拡幅案 (ケース 2-1) の結果



- ※1 マンガハン放水路のプラス流量はラグナ湖への流れ、マイナス流量はマリキナ川への流れである。
 ※2 ナピンダン水路のプラス流量はパッシング川への流れ、マイナス流量はラグナ湖への流れである。

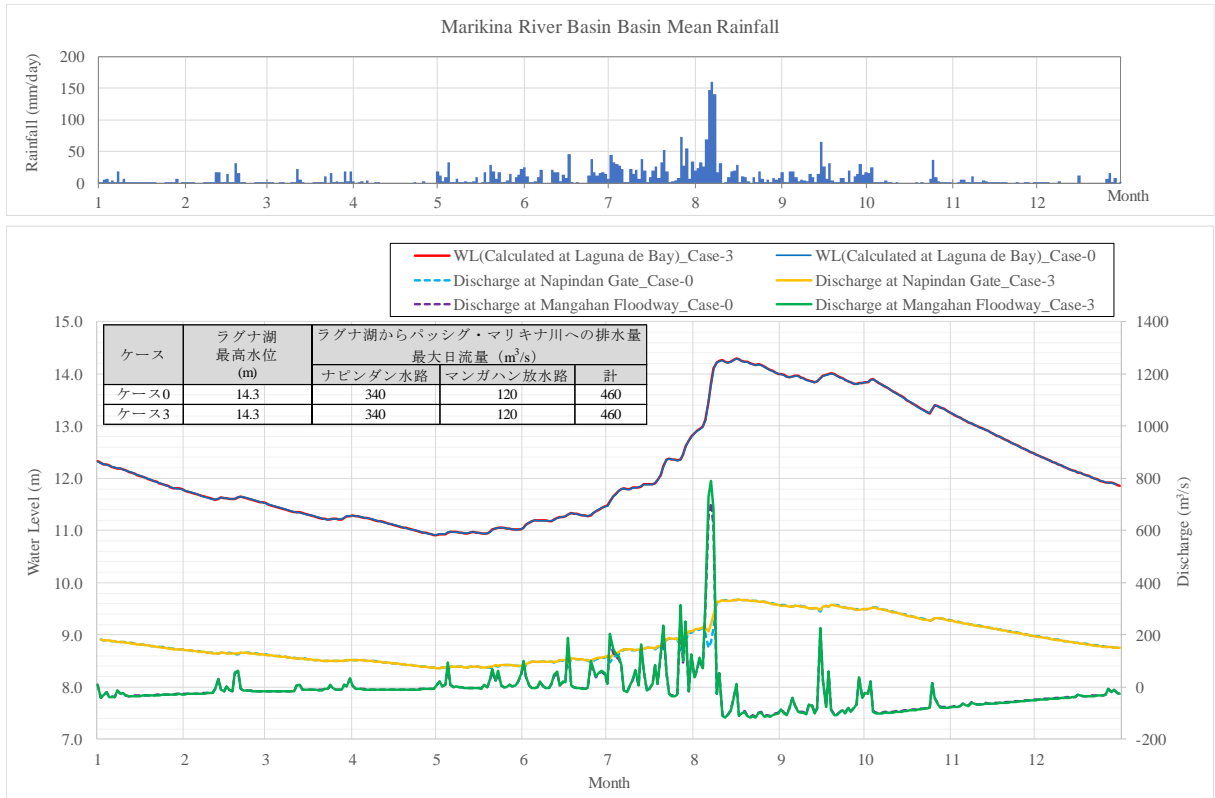
図 4.2.11 ナピンダン水路 250m 河道拡幅案（ケース 2-2）の結果

(5) マンガハン放水路浚渫 ケース3

現況のマンガハン放水路は堆積及び ISFs の河道内居住により、河積阻害が生じていることより、1988 年施工断面当時の河積を確保するよう、浚渫を実施した場合の排水能力、ラグナ湖水位低下における効果を検討した。なお、ナピンダン水路は現況断面のままとする。

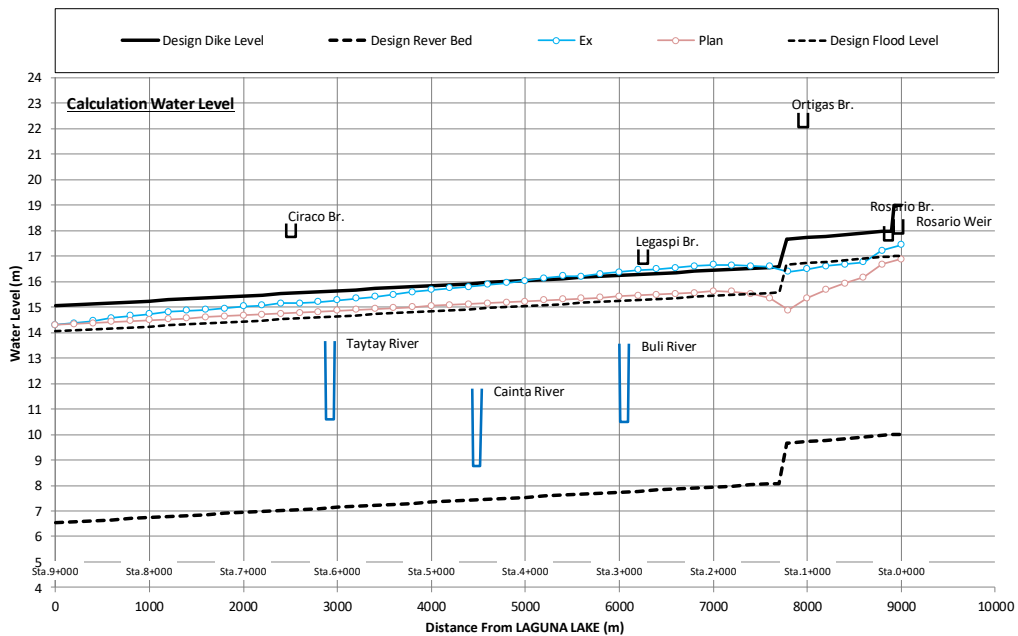
<結果概要_ケース3 (図 4.2.12 参照) >

- ラグナ湖の最高水位は、14.3m（ケース 0）から変化は見られない。
- マンガハン放水路からマリキナ川へ排水する最大日流量はほとんど変化がなく、浚渫による効果は見られない。
- マンガハン放水路の浚渫により流下能力が大きくなり、8 月の洪水期においてマンガハン放水路からラグナ湖への流入量が最大日流量 710m³/s から 790m³/s に増加した。
- マンガハン放水路浚渫によるナピンダン水路の流量変化は僅かである。
- なお、このマンガハン放水路の浚渫計画については、パッシング・マリキナ川流域における治水計画において、マンガハン放水路の計画流量 2,400m³/s が流れる場合、現況断面では計画高水位（D.F.L）以上となることより、1988 年施工断面当時の河積を確保し、計画高水位を上回らないよう検討したものである。現況断面及び 1988 年施工断面でのマンガハン放水路の水位縦断面図を図 4.2.13 に示す。



※1 マンガハン放水路のプラス流量はラグナ湖への流れ、マイナス流量はマリキナ川への流れである。
 ※2 ナピンダン水路のプラス流量はパッシング川への流れ、マイナス流量はラグナ湖への流れである。

図 4.2.12 マンガハン放水路 浚渫案（ケース 3）の結果



－ ラグナ湖の下流端水位は 100 年規模相当の 14.3m とし、マンガハン放水路における水位変化を不等流計算にて検討した結果である。

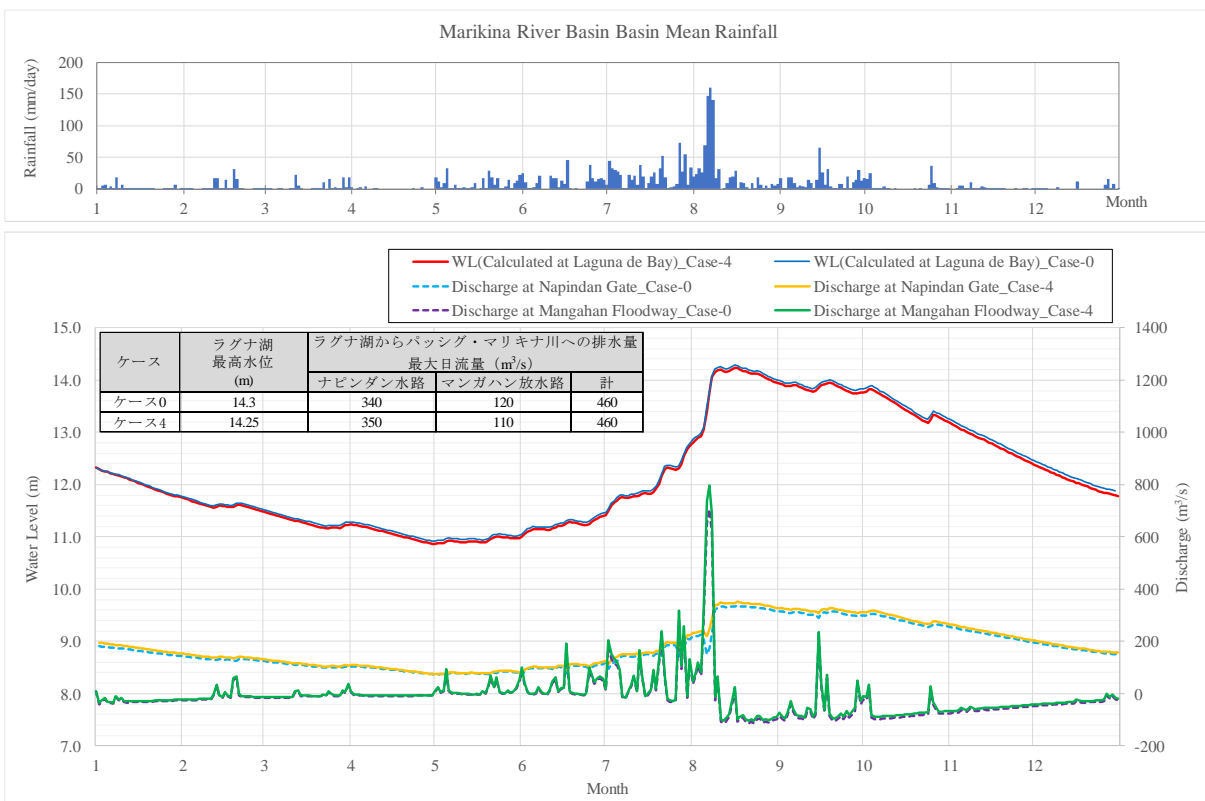
図 4.2.13 マンガハン放水路水位縦断面図（現況断面、1988 年施工断面での水位変化）

(6) ナピンダン水路掘削及びマンガハン放水路浚渫 ケース4

ナピンダン放水路の掘削（河床高 6.0m まで掘削）及びマンガハン放水路の浚渫（1988 年施工断面になるよう浚渫）を実施した場合の排水能力、ラグナ湖水位低下における効果を検討した。

<結果概要_ケース4（図 4.2.14 参照）>

- ラグナ湖の最高水位は、14.3m（ケース0）から 14.25m まで 5cm 程度低下している。
- ナピンダン水路の最大日流量は、340m³/s から 350m³/s に増加した。マンガハン放水路からラグナ湖への流入量が最大日流量 710m³/s から 790m³/s に増加した。
- ナピンダン水路の掘削とマンガハン放水路の浚渫による、ラグナ湖水位低下効果は微小である。



※1 マンガハン放水路のプラス流量は、マリキナ川→マンガハン放水路→ラグナ湖への流れ、マイナス流量は、ラグナ湖→マンガハン→マリキナ川への流れである。

※2 ナピンダン水路のプラス流量は、ラグナ湖→ナピンダン水路→パッシング川への流れ、マイナス流量は、パッシング川→ナピンダン水路→ラグナ湖への流れである。

図 4.2.14 ナピンダン水路及びマンガハン放水路浚渫案（ケース4）の結果

(7) ナピンダン水路及びマンガハン放水路改修によるラグナ湖水位への影響（結果総括）

ケース1からケース4までの結果を表 4.2.3 に整理する。ラグナ湖水位低下に最も効果があるケースとしては、ケース2のナピンダン水路拡幅案であり、ラグナ湖の最高水位は 20cm 程度低下する結果となる。

ただし、ナピンダン水路拡幅案において、マンガハン放水路とナピンダン水路の排水量

(最大日流量)の合計は現況(ケース0)とほとんど同じとなっている(470m³/s程度)。これは、両水路の排水量が増加すると、下流のパッシング川の水位が上昇し、結果、両水路の排水量の増加が限定されるためと考えられる。ラグナ湖の水位低下効果は、ナピンダン水路拡幅により、洪水前の段階からラグナ湖の水位を低下することで、洪水時の水位上昇ピークを若干抑えることが可能となる。なお、ナピンダン水路沿いには住宅が密集しているため、水路拡幅に伴う大規模な住民移転が必要となり、現実的な案ではない。

表 4.2.3 ナピンダン水路及びマンガハン放水路改修の検討結果 総括表

ケース	ナピンダン水路	マンガハン放水路	ラグナ湖水位の低減効果
0	2002年断面	2002年断面	ケース0: 14.3m
1	河床高=6.0mまで掘削 堤防高=15.0m 水路幅=現況見合い のり面勾配=1:0.5	2002年断面	ケース0: 14.3m ケース1: 14.25m 効果: -5cm程度
2-1	河床高=6.0mまで掘削 水路幅=150m、まで拡幅 堤防高=15.0m のり面勾配=1:0.5	2002年断面	ケース0: 14.3m ケース2: 14.1m 効果: -20cm程度
2-2	河床高=6.0mまで掘削 水路幅=150m、まで拡幅 堤防高=15.0m のり面勾配=1:0.5	2002年断面	ケース0: 14.3m ケース2: 14.1m 効果: -20cm程度
3	2002年断面	計画断面 (1988年施工断面)	ケース0: 14.3m ケース3: 14.3m 効果なし
4	河床高=6.0mまで掘削 堤防高=15.0m 水路幅=現況見合い	計画断面 (1988年施工断面)	ケース0: 14.3m ケース4: 14.25m 効果: -5cm程度

4.2.3 ロザリオ堰及びナピンダン堰のオペレーションルール(案)の提案

(1) 現行のオペレーションルール

ロザリオ堰及びナピンダン堰の現行のオペレーションルールについて、以下に整理する。

- パッシング・マリキナ川流域の洪水時において、ロザリオ堰を開けた場合、ナピンダン堰は閉じる。
- ロザリオ堰の開閉は、Sto.Nino 地点水位を基準とする。
- Sto.Nino 地点水位が 13.8m~13.9m の時 (Critical Level 1)、ロザリオ堰は2つのゲートを開ける。
- Critical Level 1 の中間水位 (13.85m) から Critical Level 2 (14.0m~14.4m) に Sto.Nino 地点水位が達した場合、ロザリオ堰は4つのゲートを開ける。
- Sto.Nino 地点水位が 14.5m~15.1m の時は6つのゲートを開け、水位が 15.3m (Emergency Stage) に達した場合は、8つすべてのゲートを開ける。
- 洪水後、Sto.Nino 地点水位が 15.0m まで低下したらゲートを閉じる。

表 4.2.4 ロザリオ堰及びナピンダン堰 現行オペレーションルール

Critical Level	Water level at Sto.Nino	Gate No.	
1	13.8m	1	Gate 4
	13.9m	2	Gate 5
2	14.0 – 14.4m	4	Gate 3,4,5,6
3	14.5 – 15.1m	6	Gate 2,3,4,5,6,7
Emergency stage	15.3 -	8	Gate 1,2,3,4,5,6,7,8

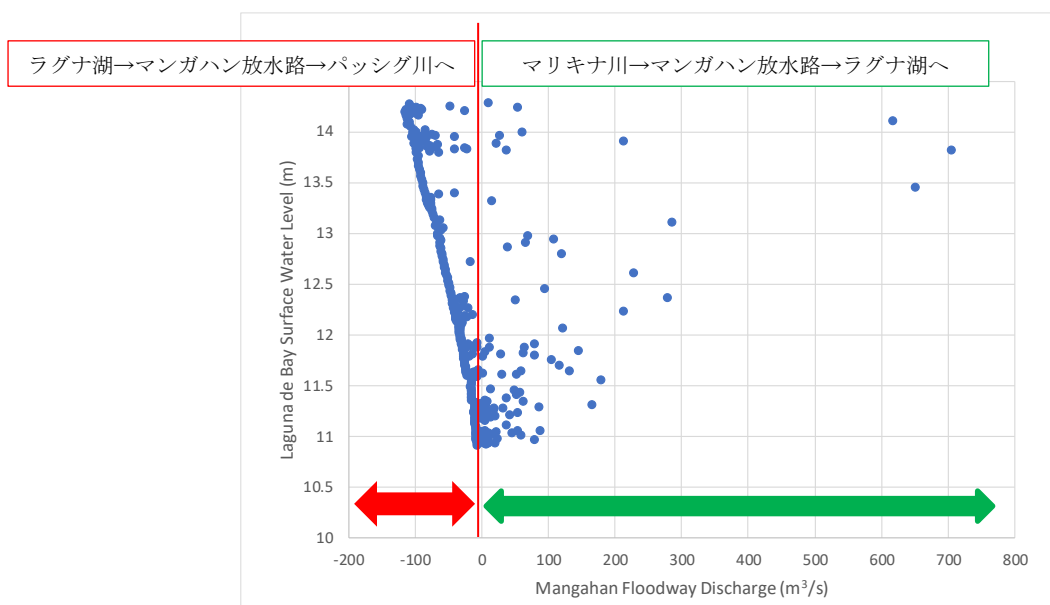
注) ロザリオ堰及びナピンダン堰の横断面図は、図 3.4.6、図 3.4.7 参照

(2) ロザリオ堰及びナピンダン堰のオペレーションルールの提言

前項で検討した結果より、洪水前の事前放流（ナピンダン水路からパッシング川への排水）、洪水時後におけるマンガハン放水路及びナピンダン水路からの放流がラグナ湖の水位低減に効果がある。

現行のオペレーションルールでは、洪水後、Sto.Nino 地点水位が 15.0m まで低下した場合、ゲートを閉じる計画である。そのため、ラグナ湖水位がまだ高い状態でも、マリキナ川の水位が低下したら、ラグナ湖からの放流が見込めなくなるため、洪水後のゲート操作について、改正が必要であると考えます。

ラグナ湖水位が 100 年確率（14.3m）のケースにおける、ラグナ湖水位とマンガハン放水路の流量相関を図 4.2.15 に示す。マンガハン放水路の流量がマイナス（-）は、ラグナ湖→マンガハン放水路への逆流→マリキナ川への流入、流量がプラス（+）は、マリキナ川→マンガハン放水路→ラグナ湖への流入を示す。この結果より、ラグナ湖水位が 11m 以上かつマリキナ川の水位がラグナ湖水位よりも低い場合は、ラグナ湖からマンガハン放水路への流れが確認できるため、マリキナ川の洪水後、ラグナ湖の水位が 11.0m 以上であれば、ゲートは開けたままとし、ラグナ湖水位を低減する計画とする。



(ケース 0 ラグナ湖水位 100 年規模 ナピンダン水路、マンガハン放水路は現況断面)

図 4.2.15 ラグナ湖水位とマンガハン放水路流量の関係

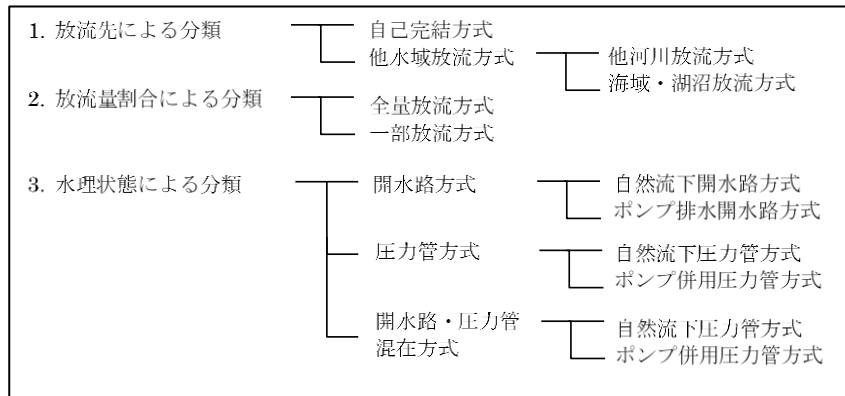
4.3 パラニャーケ放水路の検討

4.3.1 設計条件

パラニャーケ放水路の設計条件を下記に整理する。

(1) 放水路方式

パラニャーケ放水路の方式の決定に当たり、地下河川の洪水処理の分類を図 4.3.1 に示す。



出典：「都市河川計画の手引き－立体河川施設計画編－」

図 4.3.1 地下河川の分類

ここで図 4.3.1 のうち、“1.放流先により分類”及び“放流量割合により分類”は下記となる。

- 放流量による分類－他水域放流方式（マニラ湾）－海域・湖沼放流方式（マニラ湾）
- 放流量割合による分類－一部放流方式（ラグナ湖の放水路）

パラニャーケ放水路の“水理状態による分類”の比較表を下表に整理する。

表 4.3.1 パラニャーケ放水路の方式検討表

案名	地下河川方式		開削方式	
	ケース 1： 自然流下開水路方式	ケース 2： 圧力管方式	ケース 3： 開水路案	ケース 4： 開削トンネル案
概要図				
概要	現況河川及び放水路を道路や丘陵の下にトンネル工法で貫通させる。河川トンネルとして最も一般的な案であり、地下河川として望ましい。	トンネル内を圧力管として導水し、サイフォン構造で排水する。水位条件によっては、ポンプ排水が必要となる。	WB の当初計画であり、放水路をオープンチャンネルで開削した案である。工事費は安い、用地買収・家屋移転に課題が残る。	ケース 3 の上部利用を可能とするため、トンネル構造とした案。上部は、道路又は公園等に利用される。
主な例	望月寒放水路、帷子川分水路、ペンケ歌志内川新水路、小石川地下河川等	首都圏外郭放水路、寝屋川地下河川、五反田放水路	荒川放水路（大正）、綾瀬川放水路（昭和）、関谷分水路（昭和）等	渋谷川等の都市部の地下河川多数
建設	パラニャーケの場合、最低土被（1D 以上）の確保が困難である。 ×	トンネル工法となるため、高度の施工監理が必要であるが可能。 ○	一般的な開水路の掘削及び護岸工のため問題はない。 ◎	開削施工のため、山留工が必要となるが、問題はない。 ○

維持管理	トンネル方式のため、維持管理費が高価となる。但し、ある程度の堆砂は、下流への掃流が期待できる。 ○	トンネル方式であり、且つ堆砂の掃流が期待できないため、立坑からの搬出のみとなり、維持管理費が非常に高額となる。 △	通常の河川と同様であり、管理用道路からの維持管理が容易である。 ◎	トンネル方式のため、維持管理費が高価となる。但し、ある程度の堆砂は、下流への掃流が期待できる。 ○
社会環境	放水路上部の区分地上権の補償が必要。また、取水・排水施設の用地取得も必要となる。 △	50m 以深であれば区分地上権の必要がない*1 ため、取水・排水施設の用地取得のみで可能。 ○	放水路及び取水・排水施設の用地取得が必要となる。対象の家屋・住民移転が困難。 ×	放水路及び取水・排水施設の用地取得が必要となる。対象の家屋・住民移転が困難。 ×
自然環境	取水・排水施設近傍のみでの工事になるので、環境への影響は少ない。 ○	取水・排水施設近傍のみでの工事になるので、環境への影響は少ない。 ○	放水路全線での工事となり、環境への影響は大きい。 △	放水路全線での工事となり、環境への影響は大きい。 △
その他	ラグナ湖とマニラ湾の水位と地表面との差が少ないため、自然流下開水路方式は不可能。 ×	ゴミ・土砂等による疎通低下の懸念が残る。ポンプ排水の場合、維持管理費が非常に高価。 △	経済性は、土地価格及び移転家屋数により、大きく変動する。 △	経済性は、土地価格及び移転家屋数により、大きく変動する。 △
経済性*2	比較的高い	最も高い	一般的には安価(用地費及び住民・家屋移転の規模による)	浅い場合のみ比較的安価
評価	トンネルの土被りが確保できないため自然流下開水路方式は不可能。	用地取得及び住民移転の必要範囲が小さく、実現可能な方法である。	用地買収及び家屋移転が困難である。また、用地と家屋補償費を考慮した事業費は必ずしも安いとは言えない。	ケース 3 と同様の理由による。加えて、工事費及び維持管理費も安いとは言えず、採用品性に著しく劣る。
	× : 不可能	○ : 採用	△ : 問題有	× : 困難

Legend: ◎; Excellent、○; Good、△; Not Good/Some Problem、×; Difficult Impossible

Note *1: 『IRR of RA 10752, Section 11』に規定されている。*2: 定量的な評価が困難なため、定性的な評価とした。

従って、表 4.3.1 より、用地取得及び住民移転の必要範囲が小さく、実現可能な方法である『ケース 2 : 圧力管方式』を採用する。なお、自然流下圧力管方式(サイフォン方式)又はポンプ併用圧力管方式については、今後本調査のなかで検討を実施していく。その検討方針としては、『自然流下圧力管方式』での検討を行い、必要に応じてポンプ併用を検討するものとする。

(2) 設計流量

『都市河川計画の手引き－立体河川施設計画編－』によれば、地下河川の設計流量は、『“地下河川の設計流量は、計画流量に対して、トンネル内での水理状態などに応じて適切な流量を設定するものとする。”』としている。その参考例として、【解説】に於いて、下記の記述により説明している。

開水路方式の場合：『開水路方式の設計流量については、計画変更や超過洪水への対応、ゴミ、土砂等による疎通障害などに考慮して計画流量に必要な割増量を与えるのが一般的である。たとえば、これまでに実施された事例では計画流量の 130%増しとしている例が多い。』

圧力管方式の場合：『圧力管方式の流下量は、断面積よりも動水勾配に大きく規定されるものであるから、設計流量は計画流量と同一としてよい。圧力管方式の場合のゴミ、土砂等による断面の障害は、別途断面の割り増しにより対応するのが妥当と考えられる。』

ここで、「河川砂防技術（案）・同解説 設計編」によれば、トンネル河川的设计流量は下記としている。

河川砂防技術基準： 『トンネル的设计流量は、原則として計画で配分される計画高水流量の130%以上とするものとする。』

但し、上記規定は、その解説で『この割り増し率は、トンネル構造による河川の形式（開水路方式、圧力管方式、自然流下方式、ポンプを併用する方式）や、地先の河道特性や流域の特性、及び断面に影響を与えるゴミ、土砂等疎通障害の原因となる課題について個別に地先で検討して設定するものとするが、一般的に開水路方式のトンネルの場合は、計画で配分される計画高水流量の130%以上とするものとする。・・・（中略）・・・圧力管方式のトンネル内の流量は断面積よりも動水勾配に規定されるものであるから、设计流量は計画流量と同一とする場合が多い。なお、圧力管方式の場合のゴミ、土砂等による断面阻害は、別途断面の割増し（計画編 10 章第 10 章 3.2.2 参照）』の断面により対応するものとする。』としている。

以上のように、両基準は同様のことを規定している。また、パラニャーケ放水路は、地下トンネル河川というより、分水路トンネルに近く、且つ圧力管方式であるので、设计流量は両基準に準拠して下記とする。

设计流量 = 計画流量 = 200m³/s

なお、断面への余裕については、Pre F/S で施設詳細が決定したのちに再度検討を実施する。

4.3.2 平面計画

パラニャーケ放水路の平面計画は、取水施設位置、排水施設位置、区分地上権等を総合的に検討した上でルート案を策定して比較検討を実施する必要がある。具体的には、各条件に可能な数案の比較検討と可能性検討を行い、各ルート案の策定を行い、コストのみでなく、自然環境や社会環境への影響も考慮した上で比較検討を実施する。比較検討に用いた施設位置案を図 4.3.2 に示す。






出典：Google Map をベースに JICA 調査チーム作成

図 4.3.2 施設位置の比較検討に用いた案

(1) 取水施設位置の検討

取水施設位置の検討としては、ラグナ湖沿いの地域の検討及び縦断方向の位置の検討が必要となる。前者は、排水施設位置との関係、活用可能な用地条件及び工事に伴う資材搬入等を考慮して決定される。また、後者は、基本ルートがある程度確定した時点で、具体的な必要用地や施工性を検討して実施する必要がある。本項においては、基本ルートの策定に資する取水施設位置の検討として前者について実施する。想定される取水施設位置の比較表を表4.3.2に整理する。

表 4.3.2 取水施設位置の比較表

区分	取水①	取水②	取水③	取水④
地名	Lower Bicutan	Bagumbayan	Sucat	Buli (Alabang)
状況	既に護岸堤防が整備されており、天端は公園の散策路、堤脚は2車線の道路として整備されている。	工事使用困難な渋滞する2車線道路。両側に民家が密集している。道路と湖の間隔は狭く用地的には不足。	湖側は、主に稼働していない Power Plant 用地になっており、塀で遮断されている。高い鉄塔やタンクも確認される。	部分的に幅員の狭い場所のある2車線道路。両側に民家が密集している。道路と湖のスペースは、広い場所もある。
用地	堤内側には、取水施設用地は確保できない。従って、ラグナ湖岸を埋立して用地を確保。	Sucatに15ha程度の空地がある。但し、そこから、ラグナ湖までの300mには、道路横断と民家密集地がある。	堤内側には、取水施設用地は確保できない。従って、ラグナ湖岸を埋立して用地を確保。	部分的に空き地はあるが、十分な用地は確保できない。従って、ラグナ湖岸を埋立して用地を確保。
候補用地	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google
工事用道路	Skyway の Bictan 出口、ゼネラル・サントス・アベニュー及び Circumferential Rd-6 が使用可能である。	東西はゼネラル・サントス・アベニュー又はメラルコ・ロード。南北は Dir.A. Bunye だが、渋滞のため困難。	東西方向はメラルコ・ロード。南北方向は Manuel L. Quezon の使用となるが、渋滞のため困難。	東西方向は Montillano St. 南北方向は Manuel L. Quezon の使用となるが、渋滞のため困難。
工事用道路の写真				
評価	ラグナ湖側を埋立すれば取水施設用地可能。工事用道路は確保は容易。 ◎：有望	Sucat 又は湖岸の埋立で用地可能。工事用道路は東西を基本とし、南北が必要な場合は湖の埋立で対応する。 ○：可能	Power Plant 関係箇所を避ければ埋立で用地可能。工事用道路は東西を基本として、南北が必要な場合は湖の埋立で対応する。 △：一部不可能	ラグナ湖岸の埋立で用地可能。工事用道路は東西を基本とし、南北が必要な場合は湖の埋立で対応する。 ○：可能

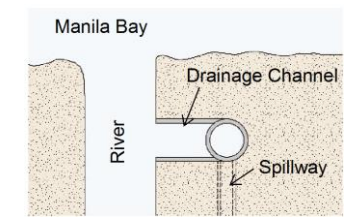
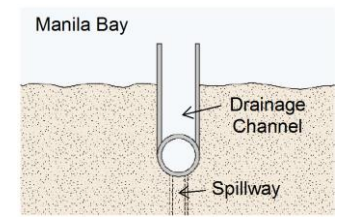
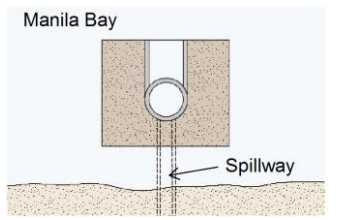
Legend: ◎;Excellent、○; Good、△; Not Good/Some Problem、×; Difficult/ Impossible

表 4.3.2 より、取水施設位置は、ラグナ湖岸の埋立を前提とすれば、計画範囲の全てで可能となる。従って、排水施設位置及び区分地上権を考慮してルートを選定すれば、基本検討段階においては、問題にはならないと考えられる。なお、湖の埋立と住民移転のどちらが事業実施に有利かの判断は、コスト、自然環境や社会環境への影響を詳細に検討する必要があるもので、ルート選定後 Pre F/S 段階で検討するものとする。

(2) 排水施設位置の検討

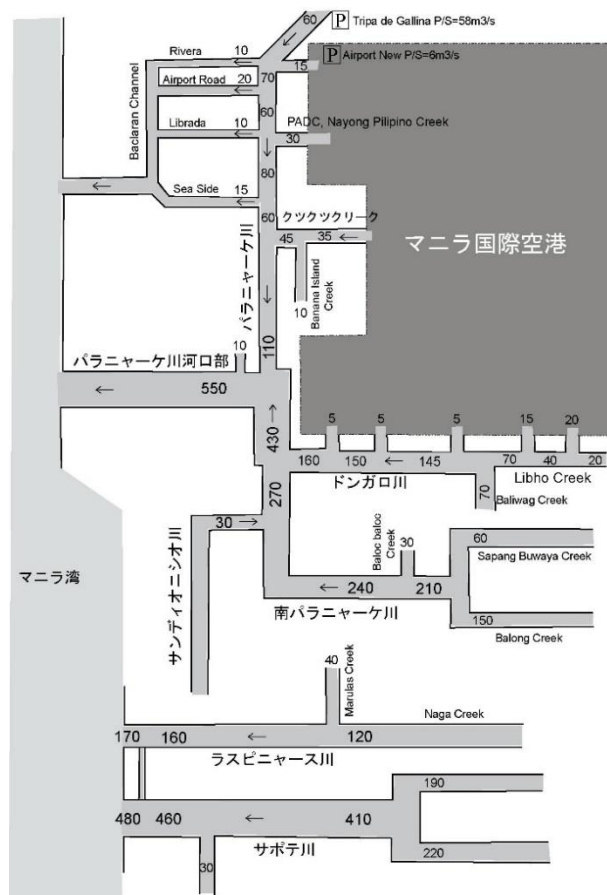
マニラ湾への放流方式として、下記の3方式が想定される。

表 4.3.3 マニラ湾への放流方式

方式名	現況河川接続方式	突堤方式	直接放流方式
概要	マニラ湾に流入している現況河川（パラニャーケ川、ラスピニャース川、ザポテ川）に接続して、間接的にマニラ湾に放流する。	新規に放流水路を建設する。但し、海砂による閉塞を防ぐために、海側に突堤を建設する。ミンダナオのタゴロアン川で採用されている。	マニラ湾に直接放流施設（排水施設）を設置して、海に直接放流する。パラニャーケ放水路の場合は、維持管理の面から、人工島の埋立が必要となる。
概要図			
利点	現況河川を活用するため、放流先海域への環境影響負荷が他案に比較して小さい。放流先河川に余裕があれば、新規に建設する必要がない。	新規に建設するため、放流規模の制限を受けない。	マニラ湾に埋立で用地を確保するため、放流施設用地の確保が不要。
欠点	排水施設場所に洪水が発生している場合には、放流が制限される。現況河川の能力が充分でない場合は、河道改修の必要が生じる。	海域への影響が、現況河川接続方式に比較すると大きい。河口部閉塞の可能性は、低いながらも残る。	マニラ湾沖の埋立は反対運動があり、現実的には困難。放流による塩分希釈、施設による潮流への影響があり、最も海域への影響が大きい。河川放水路として実績がない。（沼川新水路で検討されたが、採用には至らなかった。）
パラニャーケ放水路での適合性評価	現地踏査の結果、パラニャーケ川及びザポテ川については、改修を伴うが規模的には可能。 ○：可能	高速道路（Manila-Cavite Expressway）を横断する必要が生じるが、不可能とは言えない。 △：不可能ではない	放水路の放流施設としての実績がなく、加えてマニラ湾の埋立は反対運動があり困難である。 ×：困難

Legend: ◎; Excellent、○; Good、△; Not Good/Some Problem、×; Difficult/ Impossible

表 4.3.3 より、マニラ湾への放流方式は、現況河川方式が有力であるが、突堤方式でも不可能とは言えないため、排水施設位置の条件と合わせての検討を以下に実施する。なお、放流先からラスピニャース川を除外したのは、現地踏査の結果及び「フィリピンマニラ国際空港排水改善計画に係る F/S 調査報告書」（2004 年 3 月：独立行政法人日本貿易振興機構）のより、改修したとしても放流先の疎通能力の確保に問題が残り、且つザポテ川との離隔が 300m と短いため、ザポテ川の方が有利と判断したことによる。なお、同業務結果の計画流量配分図を図 4.3.3 に示す。







出典：「フィリピンマニラ国際空港排水改善計画に係る F/S 調査報告書」

図 4.3.3 パラニャーク・ラスピーニャス水系 計画流量配分図 (30 年確率)

図 4.3.3 より、ラスピーニャス川を 50 年確率で改修したとしても 200m³/s 程度と推定される。従って、設計流量 200m³/s が放流可能となる日数が制限されることになる。排水施設位置の比較を表 4.3.4 に示す。

表 4.3.4 排水施設位置の比較表

区分	排水①	排水②	排水③	排水④
放流方法	現況河川接続方式	突堤方式	突堤方式	現況河川接続方式
排水先	パラニャーク川水系の下流部	Freedom と Long Island の内湾	Freedom & Long Island のマニラ湾側	ザポテ川河口部
概要	パラニャーク川の 3 支川 (南パラニャーク川、サンディオニシオ川、ドンガロ川) の下流部に排水する。	LPPCHEA の対岸、Jaleville 側の三角地に排水施設を設置して、LPPCHEA に直接排水する。	LPPCHEA のマニラ湾側を埋立、排水施設を建設する。なお、50m Seaward Buffer からは外れた位置とする。	ザポテ川河口右岸に家屋の少ない用地がある。河口であるため、河川改修の範囲も少ないと推測される。
候補箇所	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google	 Photo:©2017Google

区分	排水①	排水②	排水③	排水④
候補箇所 の状況 写真	 南パラニャーケ川  サンディオニシオ川	 Island 側より望む  マニラ湾側より望む	 マニラ湾北側  Long Island のマニラ湾側	 ザポテ川左岸  ザポテ川右岸
用地	南パラニャーケ川及びサンディオニシオ川に近接して、空地（緑地）が存在する。 ○	Cavitex Southbound Customer Service Booth を避けても 2ha 程度の用地は確保可能。 ○	マニラ湾の埋立で造成となるので、許可がおりれば、不可能とは言えない。 △	河口部右岸側に 7ha 程度、左岸は、住民移転は必要だが、15ha 程度の緑地・湿地がある。 ○
自然環境	現在、未開発状態で使用可能な空地はある。但し、貴重種があるか確認が必要である。 ○	近接してラムサール条約の LPPCHEA があり、自然環境への影響が懸念される。 △	LPPCHEA の範囲は外れているが、50m Seaward Buffer に近接しており、環境への影響が懸念される。 △	河口の右岸側は、既に造成されており、環境への影響は少ない。但し、排水の影響は検討が必要である。 ○
社会環境	住民及び住居移転の必要はないが、近接して病院 (Premier Medical Center) があるため、騒音・振動への対策が必要となる。 △	LPPCHEA の保護活動及びマニラ湾の沖合埋立反対運動を考えた場合、激しい社会的影響が懸念され、現実的に不可能。 ×	マニラ湾の沖合埋立の計画があり調整が必要となる。但し、埋立は反対運動が起きているため、現実的には困難と言える。 ×	ザポテ川の河道計画及び排水特性によっては、対岸の河口左岸側の住民と住居移転が必要となるが、右岸側は問題ない。 ◎
工事用道路	Paranaque - Sucat Rd 及び Carlos P. Garcia Ave Ext を活用して、工事用道路を整備すれば問題は無い。 ○	Manila-Cavite Expressway の出入口があり、有料ではあるが工事用道路として使用可能である。 ○	Manila-Cavite Expressway の出入口が近接している。有料ではあるが工事用道路として使用可能である。 ○	Carlos P. Garcia Ave. が使用可能である。また、Manila-Cavite Expressway の入口も近接している。 ○
評価	パラニャーケ川水系の河川改修を伴うが、対応は可能である。 ○：可能	LPPCHEA への影響が懸念され、現実的には不可能。 ×：不可能	LPPCHEA の 50m Seaward Buffer に近接。且つ、マニラ湾の埋立も伴い、現実的には困難。 ×：困難	ザポテ川河口部のため、河道幅は他に比べて広い。又、造成済のため自然・社会環境への影響も少ない。 ◎：有望

Legend: ◎;Excellent、○;Good、△;Not Good/Some Problem、×;Difficult/ Impossible

表 4.3.4 より、LPPCHEA に近接する箇所の排水②及び排水③は、LPPCHEA への環境保全やマニラ湾埋立への反対運動を考慮した場合、現実的には困難となる。従って、排水施設位置は、パラニャーケ川水系又はザポテ川への『現況河川接続方式』となる。

(3) 基本ルート案の検討

排水施設位置で選定されたパラニャーケ川水系とザポテ川に対して、ラグナ湖へ極力短い距離になる案及び道路下を活用する案として 5 案作成し、その選定の比較表を表 4.3.5 に示す。

表 4.3.5 放水路基本ルート案の選定比較表 (1/2)






区分	ルート A	ルート B	ルート C	ルート D	ルート E
ルート名	Bicutan – Paranaque Route	Bagumbayan – Paranaque Route	Sucat – Paranaque Route	Sucat – Zapote Route	Alabang – Zapote Route
放水路設置深度	50m 以深	50m 以深	30m 程度 (地下鉄との離隔考慮)	50m 以深	30m 程度 (地下鉄との離隔考慮)
取水位置	取水① Lower Bicutan 地先埋立	取水② Bagumbayan 地先埋立	取水② Sucat 地先埋立	取水② Sucat 地先埋立	取水④ Alabang 地先埋立
排水位置	排水① Dongalo River/ South Paranaque River	排水① South Paranaque River/ San Dionisio River		排水④ Zapote River	
主な地域	Lower Bicutan → Sun Valley → Airport Village → Moonwalk	Bagumbayan → Tanyag → Don Bosco → Moonwalk	Sucat → Paranaque- Sucat Road (Rout63) → San Isidro → Paranaque	Sucat → Paranaque- Sucat Road (Rout63) → San Isidro → Paranaque	Alabang → Alabang-Zapote Road → Las Pinas → Zapote
概要	ラグナ湖岸堤及び道路の建設済区間の埋立地に取水施設を設置する。 Dongalo River/ South Paranaque River の排水施設箇所に向かい、ほぼ直線に近い線形のルートである。	パラニャーク放水路の元計画の案である。(但し、排水先は、変更している。) 取水施設及び工事用道路は、ラグナ湖の埋立となる。 ほぼ直線に近いルートで最短となる。	極力用地買収を減らすため、Rout63 の下を占有したものである。 取水・排水施設の位置及び占有の関係でルート A・B 案に比べると長くなる。	環境に配慮して、排水施設を LPPCHEA から極力離れた Zapote River とした案である。 取水 Sucat から排水 Zapote まで、ほぼ直線の線形としている。	環境に配慮し、排水施設を LPPCHEA から極力離れた Zapote River とした案である。 取水 Alabang から排水 Zapote まで、主に道路下を占有する。 5 案のなかで最長となる。
ルート概要図					
長所	・ほぼ最短距離である。 ・湖岸堤/道路が建設済であり、LLEDP との協議及び工事用道路の確保が容易。	・最短距離となる。 ・元の放水路計画位置のため、住民及び関係機関への説明が若干し易い。	・道路下の占有のため、深度 50m 案以外の深さも採用が可能である。 ・公共施設は、道路下の占有が望ましい。	・LPPCHEA への影響は、パラニャーク川排水に比べ、少ない。 ・ザポテ川の改修範囲が少なくよい。	・LPPCHEA への影響は、パラニャーク川排水に比べ、少ない。 ・道路下の占有のため、深度 50m 案以外の深さも採用が可能である。 ・公共施設は、道路下の占有が望ましい。 ・ザポテ川の改修範囲が少なくよい。
課題点	・LPPCHEA への影響が大きい。 ・元のルートとは異なるため、住民合意が難しい可能性も残る。	・LPPCHEA への影響が大きい。 ・南北の既設道路の使用が困難なため、湖に別途埋立でアクセス道路が必要。	・LPPCHEA への影響が大きい。 ・中間施設が必要な場合は道路脇の民地となるため、急曲線の線形が必要となる。(但し工事は可能。)	・パラニャーク排水の案に比べ、工事費が高い。	・他案に比べ工事費が高い。 ・中間施設が必要な場合は道路脇の民地となるため、急曲線の線形が必要となる。(但し工事は可能。)
建設	長距離 (L>5km) 及び大断面 (D>10m) のシールド工事となるが、技術的には施工可能である。 ○				
維持管理	圧力管方式のため日常点検は不可能であるが、乾期にドライにして点検・維持管理は可能である。但し、堆砂・ゴミ等への対応は立坑からの作業になるため、費用は高くなる。 △				
地内排水への対応	詳細は検討が必要となるが、別途取水立坑を設置すれば、パラニャーク川流域の洪水処理が可能である。 ○			中間取水立坑を設置すれば、ラスピニャス川流域の洪水処理が可能となる。 ○	中間取水立坑を設置すれば、Zapote 川流域の洪水処理が可能となる。 ○
社会環境	50m 以深のため区分地上権の必要がない*1。従って、取水・排水施設の用地取得のみで可能。また、排水施設に近接して病院があるため、配慮が必要にはなる。 ○	放水路のほとんどは道路下であるが、上下流で区分地上権の補償が必要。 △		50m 以深のため区分地上権の必要がない*1。従って、取水・排水施設の用地取得のみで可能。 ○	放水路のほとんどは道路下であるが、上下流で一部区分地上権の補償が必要。 △
自然環境	放水路：立坑からの工事になるので、環境への影響は少ない。 取水施設：500m 地先の埋立のためラグナ湖への水質影響検討が必要。 排水施設：現在未開発の緑地のため、貴重種への調査が必要。 △			放水路：立坑からの工事になるので、環境への影響は少ない。 取水施設：500m 地先の埋立のためラグナ湖への水質影響検討が必要。 排水施設：右岸側はすでに造成済のため影響が少ない。 ○	
LPPCHEA への影響	最終的な判断は、排水の侵入拡散解析が必要となるが、Zapote 川に比べると大きい。特に、将来のマニラ湾の埋立を考慮した場合、放水路が制限されるため、さらに影響は大きくなる。 △			パラニャーク川に比べると、影響は小さい。但し、排水の侵入拡散解析が必要。 ○	

表 4.3.5 放水路基本ルート案の選定比較表 (2/2)

区分	ルート A	ルート B	ルート C	ルート D	ルート E
ルート名	Bicutan – Paranaque Route	Bagumbayan – Paranaque Route	Sucat – Paranaque Route	Sucat – Zapote Route	Alabang – Zapote Route
工事用道路	既存の Highway 及び幹線道路が、工事用道路として使用可能である。 ○	南北の既設道路の使用が困難なため、湖に別途埋立でアクセス道路が必要となる。 △	既存の Highway 及び幹線道路が、工事用道路として使用可能である。 ○	既存の Highway 及び幹線道路が、工事用道路として使用可能である。 ○	既存の Highway 及び幹線道路が、工事用道路として使用可能である。 ○
概算延長*2 (Google Earth 測定)	放水路 L1=7.8km 河川改修 L2=2.8km	放水路 L1=7.6km 河川改修 L2=2.8km	放水路 L1=8.5km 河川改修 L2=2.8km	放水路 L1=9.6km 河川改修 L2=1.3km	放水路 L1=12.5km 河川改修 L2=1.3km
概算 工事費*3*4 評価	トンネル 35,329 河川改修 2,662 合計 37,991 (単位：Million PhP)	トンネル 34,423 河川改修 2,662 合計 37,085 (単位：Million PhP)	トンネル 38,500 河川改修 2,662 合計 41,162 (単位：Million PhP)	トンネル 43,482 河川改修 1,236 合計 44,718 (単位：Million PhP)	トンネル 56,617 河川改修 1,236 合計 57,853 (単位：Million PhP)
	LPPCHEA への影響が比較的に大きい が、経済性に勝る。 但し、河川改修範囲が、対象河川以外にも波及する可能性が残る。	湖岸部に別途アクセス道路が必要となるため、その漁業権補償の対象が多く、その建設等も考慮すれば経済性での優位性は少ない。また、ラグナ湖の社会環境を悪化させるとして反対運動の可能性も高い。	ルート A・B 案に比べ多少長くなるが、道路下占有である。但し、上下流部で区分地上権の補償が必要となり、事業の実現性に乏しい。	フィリピンのラムサール登録地は7箇所、その内 LPPCHEA は 175ha と最小であり、最も影響の少ない本案を採用する必要がある。ザポテ川の改修延長が少ないことも事業の実施には有利となる。	工事費が高い。 また、上下流部で区分地上権の補償が必要となり、事業の実現性に乏しい。 従って、本案の採用は、困難である。
	○	△	△	○：採用	×

Legend: ◎;Excellent、○;Good/Possible、△;Not Good/Some Problem、×;Difficult/ Impossible

Note *1: 『IRR of RA 10752, Section 11』に規定されている。

*2 放水路延長は LLEDP を考慮してラグナ湖岸より 500m、河川改修延長は合流部下流及び上流部 1km を想定している。

*3: 交換レートは”PhP1.00= 2.183 Jpy” (2017.9.30)

*4: 放水路諸元は内径φ12m としてトンネル延長における断面変化は考慮していない。

表 4.3.5 より、経済性には劣るが、LPPCHEA への影響が少なく且つ排水河川の改修範囲の少ない、『ルート D』を本項においては最有力案とする。なお、下記に採用に至った事由を整理する。

全てのルートは採用可能である。従って、採用に当り特になにに留意するかにより判断は異なる。たとえば、経済性のみであればルート A 又は B 案、道路下占有であればルート C 又は E 案、LPPCHEA 及び将来のマニラ湾の埋立への影響を最小であればルート D 又は E 案、パラニャーケ地区の排水改善ならルート A-C 案となる。

一方で、近年のフィリピンの大型公共事業にして重要なのは、自然環境及び社会環境への負荷の低減であり、実際多くの事業が住民や NGO の反対により着手にいたっていない。従って、アカウンタビリティは、非常に重要なファクターと言える。

上記の項目を検討して、特に下記を考慮して総合的に最も住民からの理解が得やすい案として、『ルート D』を最有力案とする。

- LPPCHEA への影響が最も少ない案（自然環境への配慮）
- Zapote River に比べ、Dongalo River/ South Paranaque River の改修は範囲も広くまた住民も多い
- 本調査は実現可能性を行うものであり、可能な案の内効果な案で検討しておけば他案へ変更は可能

なお、詳細なルート線形については、Pre F/S で実施するものとする。

4.3.3 横断（断面）計画

(1) 横断計画の基本

パラニャーケ放水路の施工方法としては、シールド工法及び NATM が考えられるが、詳細な土質調査が実施されていないので、適用範囲の広いシールド工法を前提とする。従って、横断計画の基本として、セグメントの応力的に最も優れた『円形断面』を選択する。今後、土質調査を実施し、NATM の採用が可能な場合を想定し、Pre F/S で NATM の断面計画も実施するものとする。

(2) 流量制御の検討

通常の河川分水路の場合は流入量が、河川分流量として制限される。（但し、超過洪水対策は別途検討されている。）また、ポンプ排水の場合は排水量がコントロールされるので流量制御の必要はない。しかし、パラニャーケ放水路のように、湖沼を排水する自然流下圧力管方式の場合、容易に超過流入が可能であるため、流量制御が必要となる。流量制御の比較表を表 4.3.6 に示す。

表 4.3.6 より、『流入ゲート制御方式』を採用して、トンネル断面は設計流量、放流条件及びゴミ・堆砂等による割増を考慮して決定するものとする。

表 4.3.6 パラニャーク放水路の流量制御比較表

区分	無制御	放水路本体制御方式	越流堰制御方式	流入ゲート制御方式
概要	基本的に制御は実施しない。点検時、緊急時及び塩水遡上防止用のゲートを取水・排水施設に設置する。	放水路の断面又は粗度係数を制限して、動水勾配を制御することにより、最大流量をコントロールする。	流入施設の越流堰に転倒ゲートを設置して、そのゲート操作により、その流入量をコントロールする。	流入施設の立坑流入前の流入水路にローラーゲートを設置して、その開閉で流量をコントロールする。
利点	オンオフのシンプルな操作となり、管理が容易である。	最大流量以上流れることはないので、管理は容易となる。	計画以上の流量は施設に流入しないので、施設規模が比較的小さくて済む。	ローラーゲートのため、実績も多く、操作の信頼性が高い。
欠点	水位条件によっては、計画以上の流量が流れ、下流が溢れる可能性もある。	水位差最大の時に流量最大となるため、事前放流の有効性が劣る。粗度の経年変化があり正確な設定は困難。	施設の延長が長く、且つ転倒堰のため、ローラーゲートに比べ維持管理に手間がかかる。	特になし。
評価	オンオフのみのコントロールとなり、事前放流時や排水河川洪水時の稼働性に劣り望ましくない。	事前放流の有効性が劣り、粗度の経年変化もあり、正確な流量設定は困難。	転倒ゲートとなり、信頼性及び維持管理でゲート制御に劣る。また、施設規模が大きくなる。	他案に比べて、実績、信頼性、流量制御性、維持管理に勝る。
	×：望ましくない	×：困難	△：信頼性課題	○：採用

(3) 粗度係数

「Design Guidelines, Criteria and Standards」(DPWH)における粗度係数の推奨値を表 4.3.7 に示す。同表によれば、粗度係数 0.014~0.018 としている。

表 4.3.7 DPWH の基準における粗度係数

Table 4-4 Values of Manning's Roughness Coefficient 'n' (Uniform Flow) – Man-made Channels & Ditches

Description	Minimum	Maximum
1. Earth, straight & uniform	0.020	0.025
2. Earth bottom, rubble sides / riprap	0.030	0.035
3. Grass covered	0.035	0.050
4. Dredged	0.028	0.033
5. Stone lined & rock cuts, smooth & uniform	0.030	0.035
6. Stone lined & rock cuts, rough & irregular	0.040	0.045
7. Lined - smooth concrete	0.014	0.018
8. Lined - grouted riprap	0.020	0.030
9. Winding sluggish canals	0.025	0.030
10. Canals with rough stony beds, weeds on earth banks	0.030	0.040

Table 4-5 Values of Manning's Roughness Coefficient 'n' (Uniform Flow) - Pipes

Description	Minimum	Maximum
1. Cast Iron, Uncoated	0.013	0.015
2. Cast Iron, Coated	0.012	0.013
3. Wrought Iron, Black	0.013	0.015
4. Wrought Iron, Galvanized	0.014	0.017
5. PVC, HDPE	0.009	0.013

出典：「Design Guidelines, Criteria and Standards」

日本の事例としては、首都圏外郭放水路、五反田放水路、東川地下河川、環七地下調節池、寝屋川地下放水路、鶴見川地下放水路とも 0.015 を採用している。

なお、過去の河川トンネル断面の設計において、マンシングの粗度係数は、施工精度や経年劣化を考慮して $n=0.023$ が採用されている例もある。しかし、最近では、 $n=0.015$ を採用する事例が増えてきている。

また、「建設省河川砂防技術基準・同解説(案)設計編」(1997)によると、粗度係数については当該河川ごとに、下記を総合的に考慮し、適切な値を設定するよう定められている。

- 使用頻度
- 流入土砂及びゴミの特性
- 管内流速に起因する摩耗の程度
- 壁面の維持管理方法

パラニャーケ放水路トンネルは、これらの項目について検討した結果、下記の理由から粗度係数 $n=0.015$ の採用が可能と考えた。

- 施工品質及び精度の向上から近年では 0.015 を採用する例が多い。
- コンクリートの磨耗の原因となる砂礫を沈砂池で捕捉する。
- シールド工法の場合、コンクリート（セグメント）の強度が $42\sim 54\text{N/mm}^2$ 程度と耐磨耗性がある。

なお、粗度係数が $n=0.015$ を採用した場合、トンネル断面積は縮小することができ、コスト縮減、周辺地下水に与える影響及び近接構造物への影響を軽減できる。なお、参考のため、圧力管方式以外出でも粗度係数を 0.015 以下としているトンネル河川の事例を表 4.3.8 に示す。

表 4.3.8 粗度係数を $n=0.015$ 以下としているトンネル河川の事例

トンネル河川名	流量 (m^3)	縦断勾配	形状	断面諸元 (m)	粗度係 数	流速 (m/s)	分流方式
涸沼導水路	25.0	1/350	矩形	3.0×3.0	0.015	3.45	固定堰
仙川小金井分水路	20.0	1/223	円形	R=1.4	0.013	3.25	固定堰
新矢川	14.1	—	馬蹄形	R=1.9	0.014	1.99～3.93	自然放流
新矢川分水路	47.6	1/4000	馬蹄形	R=3.0	0.015	2.10	自然分流
円上寺隧道	16.4	1/700	馬蹄形	R=1.5、H=3.1	0.015	2.31	自然分流
片貝川分水路	60.0	1/155.6	馬蹄形	R=3.6	0.015	5.70	固定堰
宇治川	10.3	1/400	馬蹄形	R=1.1	0.015	2.56	自然分流
日下川	21.5	1/516	馬蹄形	R=1.6	0.015	2.53	自然分流
金谷川	15.0	1/38	馬蹄形	R=1.1	0.015	8.00	本川
前川	14.0	1/120	矩形	2.2×2.0	0.015	4.53	本川
大根川	13.0	1/526	矩形	2～3.5×2.5	0.015	2.21～3.12	本川
忠矢衛川	8.6	1/365	矩形	2～3×2～2.5	0.015	1.90～3.71	自然分流
土橋川放水路	40.0	1/360	円形	R=2.2	0.015	4.01	固定堰
望月寒川放水路	40.0	1/420	円形	R=2.3	0.015	3.92	固定堰

(4) 断面の割増

河川砂防技術基準設計編の解説によれば、圧力管方式の断面は、『ゴミ、土砂等による断面の障害は、別途断面の割増し（計画編第 10 章 3.2.2 参照）』としている。

現在の河川砂防技術基準施設配置等計画編第 2 章 2.2.2 によれば、トンネル構造による河川として、下記としている。

2.2.2 断面及び縦断勾配

トンネルの断面は、設計流量の流下に必要な断面積のほか、原則として十分な空面積を確保するものとする。さらに、トンネルの縦断勾配は、洪水処理機能の確保、水理的な安定性、維持管理上の観点から適切な勾配を決めるものとする。

出典：「河川砂防技術基準施設配置等計画編」

また、2005 年版の解説では、下記としている。

1. 断面

開水路方式のトンネルの場合は、流木、浮遊ゴミ等の流下による疎通障害や高速水流が流れると空気圧が低下する。このため、十分空気が補給でき、空気流の流下ができるように設計流量の流下に必要な断面積の 15 % 程度を下回らない値を標準として空面積を確保する必要がある。

圧力管方式のトンネルについては、流下能力、空気混入量、負圧の発生状況、止水性、サージング現象及び覆工計画等を考慮して断面形を設定するものとし、維持管理の状況に応じてインパートを設ける。圧力管方式の場合については、混入空気の状態を模型実験などにより十分把握するとともに、必要に応じて、土砂、流木、浮遊ゴミなどの地先の特性を考慮した適切な断面割増を行うものとする。さらに、空気混入を極力減ずるための呑口部や流入部の形状、管内からの空気抜き等の対策工を施す必要がある。

出典：「河川砂防技術基準同解説 計画編」（2005）

具体的な割増については、言及していない。実際、ゴミや土砂の量を事前に実績データのない時点で正確に予想することは困難である。従って、下記の「河川砂防技術基準同解説 計画編」（1997）に準拠するものとした。

1. 断面

開水路方式のトンネルの場合は、浮遊ゴミ等の流過による疎通障害や高速水流が流れると空気圧が低下する。このため、十分空気が補給でき、空気流の流過ができるように設計流量の流過に必要な断面積の 15 % 程度を下回らない値を標準として空面積を確保する必要がある。

やむをえぬ事情から現状の河道を廃止せざるをえない場合には、トンネルの断面は将来の安全性も勘案して断面を定めるものとする。断面を定めるための設計流量については設計編第 1 章第 10 節に定める。

一方、圧力管方式のトンネルについては、流下能力、空気混入量、負圧の発生状況、止水性、サージング現象および覆工計画等を考慮して断面形を設定するものとし、維持管理の状況に応じてインパートを設ける。圧力管方式の場合の断面割増率については、10 % 程度を採用している事例が多い。さらに、空気混入を極力減ずるための呑口部や流入部の形状、管内からの空気抜き等の対策工を施す必要がある。

出典：「河川砂防技術基準同解説 計画編」（1997）

ここで、パラニャーク放水路の環境及び施設条件を下記に整理する。

- 浮草及び浮遊ゴミが多いため、流木止及び除塵機を流入施設前に設置予定であり、流下阻害になるようなゴミは除去される。
- 幅広い越流堤の前面に十分な沈砂池を設けて砂分の流入は少ない。また、最終的な貯留水の SS 分の沈降が予想されるが、流速によりフラッシュが期待できる。

- 一方で、空気混入は、流入施設の形状及び水理模型実験の検証により最小化する予定であるが、完全に防御することは困難である。加えて、管内の空気抜き等の処置は、用地の問題で対策が不十分な可能性も残る。

以上より、河川砂防技術基準同解説（1997）より、『断面割増 10%程度』とする。

(5) 管理用通路

放水路内部には、幅 5m 管理用通路を設定する。これは、トンネル内の堆積土砂の撤去及び清掃等を実施する場合に、ダンプトラックと小型ブルドーザが、作業・通行できる程度の幅を確保したものである。

なお、流量の算定においては、管理用通路分を控除した断面に対して、割り増しを考慮して算定するものとする。手法としては、管理用通路を除外した換算断面を使用して算定することとした。

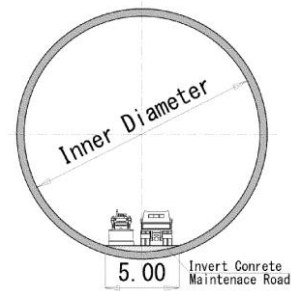


図 4.3.4 管理用通路幅

(6) 放流量の算定

放流量の算定に用いる水位条件や設定条件は、洪水管理計画により異なるが、ここでは下記の条件で算定することとした。

ラグナ湖水位	計画高水位（既往最大水位）	EL+14.03=14.0m
操作開始水位		EL+12.0m
マニラ湾水位	MSL（マニラ湾平均水位）	EL+10.47m=10.5m
Mean Higer High Water		EL+11.0m
Mean Lower Low Water		EL+10.0m
放水路延長		L=10km

なお、損失水頭については、流入施設の越流堰、除塵機（スクリーン）、立坑流入、放水路の摩擦損失、線形の曲線損失、立坑流出及び放流渠の拡幅損失等があるが、まだ詳細が決まっていないので、ここでは主要な損失として、放水路の摩擦、流入と流出損失及び除塵機（スクリーン）の損失を考えて算定した結果を表 4.3.9 及び表 4.3.10 に示す。

表 4.3.9 計画高水位 (EL+14.0m) の放流量

Water Level at Laguna Lake = 14.0 m
 Water Level at Manila Bay = 10.5 m
 Spillway Length = 10,000 m

Red Letter: Input
 Blue Letter: for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	157.749	14.172	157.749	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	137.150	13.215	137.150	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	83.706	10.324	83.706	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	68.648	9.349	68.648	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
2.626	2.872	0.176	0.352	0.100	3.500	0.000	OK	414.225
2.524	2.913	0.162	0.325	0.100	3.500	0.000	OK	346.164
2.417	2.953	0.149	0.298	0.100	3.500	0.000	OK	285.023
2.304	2.994	0.135	0.271	0.100	3.500	0.000	OK	230.703
2.185	3.035	0.122	0.243	0.100	3.500	0.000	OK	182.909
2.059	3.076	0.108	0.216	0.100	3.500	0.000	OK	141.365

Note *1: Velocity is Calculated by goal seeking between Velocity and Loss Difference under the condition of dh<0.001.

2) No Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	175.276	14.939	175.276	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	152.389	13.929	152.389	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	93.007	10.882	93.007	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	76.275	9.855	76.275	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
2.704	2.840	0.186	0.373	0.100	3.500	0.000	OK	474.030
2.600	2.883	0.172	0.345	0.100	3.500	0.000	OK	396.273
2.491	2.925	0.158	0.316	0.100	3.500	0.000	OK	326.455
2.376	2.968	0.144	0.288	0.100	3.500	0.000	OK	264.351
2.254	3.011	0.130	0.259	0.100	3.500	0.000	OK	209.674
2.125	3.055	0.115	0.230	0.100	3.500	0.000	OK	162.115

表 4.3.10 事前操作開始水位 (EL+12.0m) の放流量

Water Level at Laguna Lake = 12.0 m
 Water Level at Manila Bay = 10.5 m Red Letter: Input
 Spillway Length = 10,000 m Blue Letter: for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	157.749	14.172	157.749	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	137.150	13.215	137.150	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	83.706	10.324	83.706	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	68.648	9.349	68.648	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
1.685	1.183	0.072	0.145	0.100	1.500	0.000	OK	265.786
1.619	1.199	0.067	0.134	0.100	1.500	0.000	OK	222.088
1.551	1.216	0.061	0.123	0.100	1.500	0.000	OK	182.885
1.478	1.232	0.056	0.111	0.100	1.500	0.000	OK	148.029
1.402	1.249	0.050	0.100	0.100	1.500	0.000	OK	117.359
1.321	1.266	0.044	0.089	0.100	1.500	0.000	OK	90.694

Note *1: Velocity is Calculated by goal seeking between Velocity and Loss Difference under the condition of dh<0.001.

2) No Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	175.276	14.939	175.276	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	152.389	13.929	152.389	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	93.007	10.882	93.007	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	76.275	9.855	76.275	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
1.735	1.169	0.077	0.154	0.100	1.500	0.000	OK	304.162
1.669	1.187	0.071	0.142	0.100	1.500	0.000	OK	254.263
1.598	1.204	0.065	0.130	0.100	1.500	0.000	OK	209.470
1.525	1.222	0.059	0.119	0.100	1.500	0.000	OK	169.621
1.447	1.240	0.053	0.107	0.100	1.500	0.000	OK	134.535
1.364	1.257	0.047	0.095	0.100	1.500	0.000	OK	104.013

上記の結果より、下記の事由を検討の上で断面内径 D=12m を採用して、その横断計画を図 4.3.5 に示す。

- ラグナ湖の計画高水位時(EL+14.0m)に断面割増(10%)を考慮して、設計流量 200m³/s を満足する必要がある。
- 事前操作の開始水位時(EL+12.0m)においては、可能なかぎり放流量が大きいほうが望ましい。
- 一方で工事費は、トンネル断面積と密接に係わるため、内径は小さいほうが望ましい。
- 今後の計画・設計の進捗に伴い、その他の損失を考慮する必要があるため、疎通能力には現時点で多少の余裕が必要である。

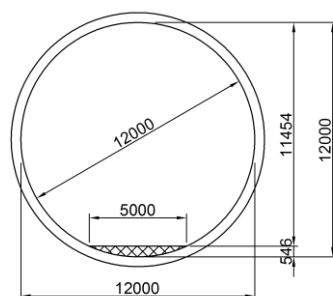


図 4.3.5 パラニャーケ放水路の計画横断面図

なお、計画高水位時(EL+14.0m)における、マニラ湾の干満水位による放流量を下記に示す。

Mean Higer High Water	EL+11.0m	$Q_{mhhw}=213\text{m}^3/\text{s}$
Mean Lower Low Water	EL+10.0m	$Q_{mllw}=244\text{m}^3/\text{s}$

以上により、満潮時でも設計流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ を満足する。ここで問題となるのは、流量制御をどうするかということである。

つまり、MSL 時の $200\text{m}^3/\text{s}$ にゲートを固定した場合、干潮時にはラグナ湖水位とマニラ湾水位の差が 50cm 大きくなることから、最大流量としては、約 $210\text{m}^3/\text{s}$ 流れることになる。従って、排水施設諸元の検討における設計流量に対して約 $10\text{m}^3/\text{s}$ 超過する。この増分に対しては、ケース 1：ゲート操作での対応、ケース 2：排水施設設の設計流量増加の 2 ケースが考えられるので、今後の検討課題とする。

4.3.4 縦断計画

(1) 縦断計画の基本

圧力管方式のパラニャーケ放水路の場合、基本的に縦断勾配には左右されない。従って、最終的な排水箇所及び維持管理等を考慮して基本勾配は設定するものとする。なお、事例的には、順勾配（外郭放水路、環七地下調節池等）及び逆勾配（五反田放水路）の両方の実施例があるが、順勾配の事例が多い。

(2) 基本勾配方向の検討

基本勾配方向は、維持管理の時にトンネル内に残った残留水をどちらに排水するかにより決定される。この残留水は、長期間の放置による水質悪化の可能性もあり、排水先での自然環境への影響が懸念されている。従って、排水先の選定には、経済性の観点に加え、排水がもたらす自然環境及び社会環境への影響を考慮して決定する必要がある。

パラニャーケ放水路の基本勾配方向を決定するにあたり、日本における圧力管トンネルの縦断勾配の既往事例を表 4.3.11 に整理した。

表 4.3.11 圧力管方式の河川トンネル勾配

河川トンネル名	勾配方向	計画流量 (m ³ /s)	内径 (m)	勾配	決定根拠
首都圏外郭放水路	順勾配	200	10.6	1/5000	—
環七地下調節池 (I期・II期)	順勾配	-	12.5	1/1500	—
東川地下河川「計画」(兵庫県)	順勾配	171	12.0	1/1300	・10%計画流量で1cmの砂をフラッシュ ・Fr<1.0とする ・最大流速7m/s以下
寝屋川北部地下河川	順勾配	250	11.5	1/1500	—
寝屋川南部地下河川	順勾配	180	9.8	1/1500	—
五反田川放水路	逆勾配	150	8.7	1/1000	・取水河川に排水の原則 ・地下埋設物への近接施工の影響低減 ・用地取得の難易度
東川地下河川(埼玉県)	順勾配	63	5.2	1/500	・初期洪水の流況検討 (Fr<0.8) ・最小土被り 1.0D ・摩耗防止のための流速低減

パラニャーケ放水路の洪水方向は、順勾配（取水→排水）と逆勾配（排水→取水）の2ケースが想定され、その比較表を表 4.3.12 に示す。

表 4.3.12 パラニャーケ放水路の縦断方向比較表

方向	順勾配（取水→排水）	逆勾配（排水→取水）
概要	最も一般的な方向である。排水側へ勾配をもち、最終的な残留水の排水も吐口から排水する。	取水した河川への排水が原則である。また、逆勾配としたほうが、連衡空気の影響も少なくなる。
利点	・排水先地区の洪水対策として貯留管の活用した場合、説明が容易。 ・ラグナ湖漁民への影響は少ない。	・ラグナ湖の水をラグナ湖に戻すので、論理的な説明はしやすい。 ・LPPCHEA への影響は少ない。 ・エアーの疎通能力阻害の問題には有利に働く。
欠点	・排水の水質によっては、排水先河川の環境問題が、懸念される。 ・LPPCHEA への影響が懸念される。 ・連衡空気量によっては、エアーによる疎通能力阻害の懸念が残る。	・排水の水質によっては、周辺の漁業への影響が心配される。 ・排水先地区の洪水対策として貯留管の活用した場合、ラグナ湖への排水は説明が困難。
評価	ラグナ湖漁民への影響が少なく、貯留管での活用の場合も説明しやすい。 ○：採用	可能ではあるが、貯留管での活用及びラグナ湖漁業への影響を考慮した場合、採用性に劣る。 △：可能

以上の結果から、両方向とも可能であるが、パラニャーケ放水路では、排水先地区の洪水対策としての一時貯留管（約 110 万 m³）での活用を想定し、且つラグナ湖漁業への影響の少ない『順勾配』を採用する。なお、もし貯留管としての活用をしない場合は、滞留水は水質が悪いため本来の流域に排水する『逆勾配』も考えられるが、排水による漁業への影響を考慮すると順勾配の可能性も否定できない。従って、河川計画や自然環境に加えて、社会環境への影響を考慮した上で関連機関との協議の上決定する必要があると考える。

(3) 縦断計画の検討

設定勾配は、初期の自然流下段階でトンネル内の流速を上げて、管内の堆積土砂をフラッシュする目的であれば、勾配は急なほうが良い。また、トンネルへの流況を安定させるためには、Fr=1.0 近傍を避ける必要があり、「トンネル河川の手引き（案）」（土木研究所）に

よれば、トンネル河川のフルード数は、0.8程度に止めることが望ましいとされている。

パラニャケ放水路の縦断勾配の決定については、事例を参考に下記の3条件の検討を行い総合的に判断するものとする。

- 「河川砂防技術基準同解説設計編」(1997)より最大流速 7m/s 以下とし、「都市河川計画の手引きー立体河川施設計画編ー」のより常時流下の推奨値 2-5m/s を目標とする。
- 流況を安定させるため $Fr < 0.8$ 程度未満とする。
- 初期フラッシュとして 10~20%流量時に 10mm 程度の粒径の砂をフラッシュさせる。

設計流量 (Q=200m³/s)、10%流量(Q=20m³/s)及び 20%流量(Q=40m³/s)の場合の水力諸元を表 4.3.13、表 4.3.14 及び表 4.3.15 に示す。

表 4.3.13 勾配による放水路内部の水力諸元 (Q=200m³/s)

Diameter of Tunnel = **12.0** m Red Letter: Input
 Design Discharge = **200.0** m³/s Blue Letter: for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/1,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.2914	100.135	0.015
1/1,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
7.792	67.661	73.701	22.139	3.329	2.714	200.000	0.104	0.310	13.451
7.296	73.006	68.430	21.086	3.245	2.923	200.000	0.113	0.346	15.736
6.768	78.534	62.656	19.996	3.133	3.192	200.000	0.124	0.392	18.991
6.179	84.580	56.080	18.805	2.982	3.566	200.000	0.140	0.458	24.100
5.474	91.741	48.131	17.393	2.767	4.155	200.000	0.165	0.567	33.544
4.505	101.658	37.274	15.439	2.414	5.366	200.000	0.218	0.807	58.532

Note *1: Water Depth is Calculated by goal seeking between Water Depth and Calculated Discharge.

2) No Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
7.435	75.562	73.106	21.695	3.370	2.736	200.000	0.105	0.320	13.616
7.002	79.833	68.069	20.808	3.271	2.938	200.000	0.113	0.355	15.862
6.527	84.450	62.471	19.849	3.147	3.202	200.000	0.124	0.400	19.076
5.985	89.677	56.030	18.763	2.986	3.570	200.000	0.140	0.466	24.132
5.324	96.047	48.182	17.440	2.763	4.151	200.000	0.165	0.574	33.491
4.401	105.099	37.390	15.559	2.403	5.349	200.000	0.217	0.814	58.260

表 4.3.14 10%流量における水理諸元 (Q=20m³/s)

Diameter of Tunnel = **12.0** m Red Letter: Input
 Design Discharge = **20.0** m³/s Blue Letter; for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/1,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.2914	100.135	0.015
1/1,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
2.188	127.763	13.629	10.294	1.324	1.468	20.000	0.066	0.317	5.349
2.092	129.005	12.780	10.050	1.272	1.565	20.000	0.071	0.345	6.166
1.981	130.474	11.813	9.760	1.210	1.693	20.000	0.077	0.384	7.336
1.847	132.290	10.676	9.402	1.135	1.873	20.000	0.086	0.440	9.176
1.674	134.711	9.258	8.925	1.037	2.160	20.000	0.101	0.533	12.574
1.416	138.516	7.260	8.175	0.888	2.755	20.000	0.132	0.739	21.531

Note *1: Water Depth is Calculated by goal seeking between Water Depth and Calculated Discharge.

2) No Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1,500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1,000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
2.153	129.661	13.714	10.457	1.311	1.458	20.000	0.065	0.317	5.299
2.059	130.846	12.861	10.211	1.260	1.555	20.000	0.070	0.346	6.107
1.950	132.248	11.890	9.920	1.199	1.682	20.000	0.077	0.385	7.265
1.818	133.984	10.747	9.559	1.124	1.861	20.000	0.086	0.441	9.085
1.649	136.302	9.321	9.078	1.027	2.146	20.000	0.100	0.534	12.447
1.396	139.950	7.312	8.320	0.879	2.735	20.001	0.131	0.739	21.306

表 4.3.15 20%流量における水理諸元(Q=40m³/s)

Diameter of Tunnel = 12.0 m Red Letter: Input
 Design Discharge = 40.0 m³/s Blue Letter; for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2.500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/2.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/1.500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.2914	100.135	0.015
1/1.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
3.096	116.851	22.286	12.445	1.791	1.795	40.000	0.077	0.326	7.236
2.955	118.458	20.883	12.128	1.722	1.915	40.000	0.082	0.356	8.349
2.793	120.346	19.289	11.756	1.641	2.074	40.000	0.090	0.396	9.944
2.599	122.662	17.416	11.300	1.541	2.297	40.000	0.100	0.455	12.455
2.349	125.722	15.087	10.697	1.410	2.651	40.000	0.118	0.552	17.097
1.981	130.474	11.813	9.760	1.210	3.386	40.000	0.154	0.768	29.343

Note *1: Water Depth is Calculated by goal seeking between Water Depth and Calculated Discharge.

2) No Reduction

Slope	Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient
1/3.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2.500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/2.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1.500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/1.000	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015
1/500	12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015

Water Depth H (m)	Flow Angle (Degree)	Flow Area Af (m ²)	Wetted Perimeter L (m)	Hydraulic Radius R (m)	Velocity v (m/s)	Calculated Discharge Qc (m ³ /s)	Friction Velocity U* (m/s)	Froude Number Fr	Critical Diameter dc (mm)
3.038	119.303	22.403	12.609	1.777	1.786	40.001	0.076	0.327	7.179
2.902	120.822	20.996	12.293	1.708	1.905	40.000	0.082	0.357	8.281
2.744	122.609	19.397	11.922	1.627	2.062	40.000	0.089	0.398	9.861
2.554	124.806	17.518	11.466	1.528	2.283	40.000	0.100	0.456	12.347
2.310	127.717	15.179	10.861	1.398	2.635	40.000	0.117	0.554	16.941
1.950	132.248	11.890	9.920	1.199	3.364	40.000	0.153	0.769	29.060

なお、上記の計算における限界掃流力の式は、下記の岩垣の式を使用した。

$$d \geq 0.303 \text{ cm}; \quad u_{*c}^2 = 80.9d$$

$$0.118 \leq d \leq 0.303 \text{ cm}; \quad = 134.6d^{31/32}$$

$$0.0565 \leq d \leq 0.118 \text{ cm}; \quad = 55.0d$$

$$0.0065 \leq d \leq 0.0565 \text{ cm}; \quad = 8.41d^{11/32}$$

$$d \leq 0.0065 \text{ cm}; \quad = 226d$$

ここで u_{*c} :限界摩擦速度(cm/s)

d:粒径(cm)

上記の計算より、20%設計流量時 1/1,500 を採用すると、 $u^* = 10.0$ cm、限界移動粒径 $d_c = 12.5$ mm となり、目標の 10mm をクリアする。また、設計流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ における流速は、 $v = 3.6\text{m/s}$ と目標値の 2-5m/s の範囲内である。以上のこと及び表 4.3.11 の事例を参考にして、『縦断勾配 1/1,500』を採用する。なお、全体縦断勾配は、取水施設の沈砂池が決定した段階で見直すものとする。

4.3.5 気候変動による影響

気候変動による影響を検討する場合には、「Design Guidelines, Criteria and Standards, 2015」(DPWH)によれば、将来の気候変動における海面上昇への対応を表 4.3.16 としている。

表 4.3.16 海面上昇への対応アプローチ

Approach	Recommendation
General Approach	Allow for a 0.3 m sea level rise in the design.
Alternative Approach	Determine the likely impacts of a 0.3 m sea level rise. Refer to potential for Planned Upgrade as discussed in Section 9.2.3.

出典：「Design Guidelines, Criteria and Standards」

DPWH の規準に従い、平均海面が 30 cm 上昇した場合の放水路の放流量計算を表 4.3.17 及び表 4.3.18 に示す。

表 4.3.17 海面 30 cm 上昇時における計画高水位 (EL+14.0m) の放流量

Water Level at Laguna Lake = 14.0 m
Water Level at Manila Bay = 10.8 m
Spillway Length = 10,000 m

Red Letter: Input
Blue Letter: for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	157.749	14.172	157.749	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	137.150	13.215	137.150	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	83.706	10.324	83.706	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	68.648	9.349	68.648	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
2.507	2.619	0.160	0.321	0.100	3.200	0.000	OK	395.528
2.410	2.655	0.148	0.296	0.100	3.200	0.000	OK	330.500
2.307	2.692	0.136	0.271	0.100	3.200	0.000	OK	272.160
2.200	2.729	0.123	0.247	0.100	3.200	0.000	OK	220.289
2.086	2.767	0.111	0.222	0.100	3.200	0.000	OK	174.647
1.966	2.804	0.099	0.197	0.100	3.200	0.000	OK	134.967

Note *1: Velocity is Calculated by goal seeking between Velocity and Loss Difference under the condition of dh<0.001.

2) No Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	175.276	14.939	175.276	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	152.389	13.929	152.389	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	93.007	10.882	93.007	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	76.275	9.855	76.275	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
2.582	2.590	0.170	0.340	0.100	3.200	0.000	OK	452.637
2.483	2.628	0.157	0.314	0.100	3.200	0.000	OK	378.381
2.379	2.667	0.144	0.288	0.100	3.200	0.000	OK	311.722
2.269	2.706	0.131	0.262	0.100	3.200	0.000	OK	252.420
2.153	2.745	0.118	0.236	0.100	3.200	0.000	OK	200.207
2.029	2.785	0.105	0.210	0.100	3.200	0.000	OK	154.787

表 4.3.18 海面 30 cm上昇時における事前操作開始水位 (EL+12.0m) の放流量

Water Level at Laguna Lake = 12.0 m
 Water Level at Manila Bay = 10.8 m
 Spillway Length = 10,000 m

Red Letter: Input
 Blue Letter: for Goal Seaking

1) 10% Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	10% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	157.749	14.172	157.749	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	137.150	13.215	137.150	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	100.135	11.291	100.135	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	83.706	10.324	83.706	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	68.648	9.349	68.648	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
1.494	0.929	0.057	0.114	0.100	1.200	0.000	OK	235.624
1.436	0.942	0.053	0.105	0.100	1.200	0.000	OK	196.885
1.375	0.955	0.048	0.096	0.100	1.200	0.000	OK	162.131
1.311	0.969	0.044	0.088	0.100	1.200	0.000	OK	131.231
1.243	0.982	0.039	0.079	0.100	1.200	0.000	OK	104.040
1.171	0.995	0.035	0.070	0.100	1.200	0.000	OK	80.402

Note *1: Velocity is Calculated by goal seeking between Velocity and Loss Difference under the condition of dh<0.001.

2) No Reduction

Diameter (m)	Area (m ²)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m ²)	0% Reduction Area (m ²)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m ²)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	175.276	14.939	175.276	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	152.389	13.929	152.389	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
12.00	113.097	5.00	24.624	1.836	111.261	11.902	111.261	0.015	0.50	1.00
11.00	95.033	5.00	27.036	2.026	93.007	10.882	93.007	0.015	0.50	1.00
10.00	78.540	5.00	30.000	2.265	76.275	9.855	76.275	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m ³ /s)
1.538	0.919	0.060	0.121	0.100	1.200	0.000	OK	269.645
1.479	0.933	0.056	0.112	0.100	1.200	0.000	OK	225.409
1.417	0.946	0.051	0.102	0.100	1.200	0.000	OK	185.699
1.352	0.960	0.047	0.093	0.100	1.200	0.000	OK	150.372
1.282	0.974	0.042	0.084	0.100	1.200	0.000	OK	119.267
1.209	0.988	0.037	0.075	0.100	1.200	0.000	OK	92.210

以上により、海面上昇 30cm を考慮しても計画高水位(EL+14.0m)においては、放流量 220m³/s>設計流量 200m³/s となり条件を満足する。また、事前操作開始水位(EL+12.0m)においては、疎通能力が 11.3%低下するが、これは操作開始水位を 30cm 下げて開始すれば問題はないと判断する。

従って、ここでは気候変動への対応としては、必要に応じて事前操作開始水位(EL+12.2m) に対応するものとして、変更された場合においても、大きく水理諸元が変わらない施設計画 行うものとする。

4.3.6 施設概要図

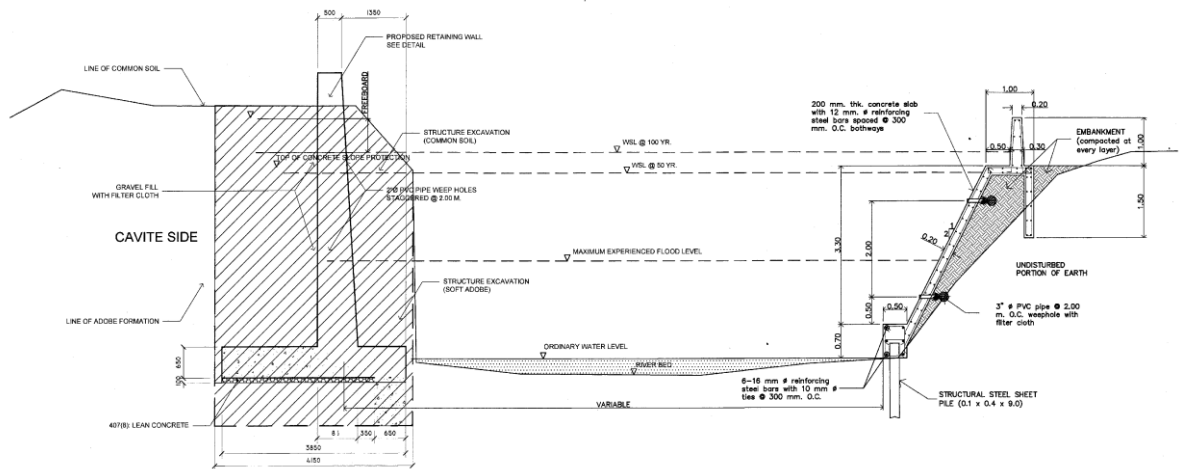
施設概要図として、放水路及び取水・排水立坑計画図、取水施設計画平面図、取水施設計画断面 図、排水施設計画平面図及び排水施設計画断面図をそれぞれ図 4.3.8、図 4.3.9、図 4.3.10、図 4.3.11 及び図 4.3.12 に示す。

取水及び排水立坑については、どちらも残留水のポンプ排水を考慮した形状としている。今後、 排水立坑が決定した段階でドライスペースの削減を実施して、立坑での損失水頭を極力小さくす

る必要がある。また、維持管理及び施設見学等を考慮した場合の管理棟及び立坑内管理施設の検討も必要となる。なお、排水施設については、外郭放水路の BxH=5.4x4.2x6 門を参考として、BxH=5.0x5.0x4 門の構造も検討したが、下記の理由により五反田放水路を参考にして BxH=10.0x3.6x3 門の横長の形状を提案している。

DPWH から入手した図 4.3.6 によれば、排水河川の計画水深は通常水位より 4m としており、河川計画の見直しで浚渫をいれたとしても、浅い水深のほうが現実的である。

五反田放水路の水理模型実験結果（図 4.3.7）によれば、5 門の排水施設より横長の 3 門のほうが、流況が安定する。



出典：DPWH Cavite Sub District Engineering Office

図 4.3.6 ザポテ川の河川改修標準断面図

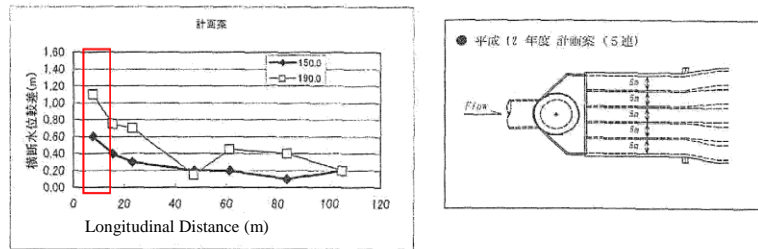


図 2.20 堤外水路における横断方向の水位較差（当初計画案、5 連）

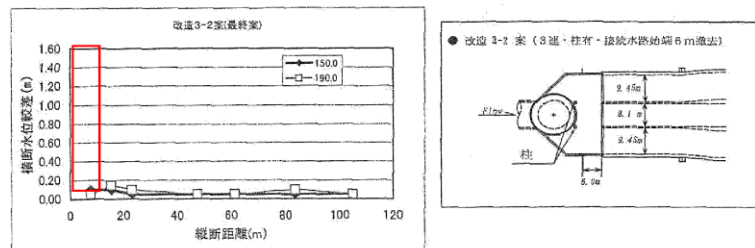


図 2.21 堤外水路における横断方向の水位較差（改造案、3 連）

出典：「五反田川放水路放流部扇型函体工整備委託報告書」（2014）

図 4.3.7 五反田川放水路放流渠の水理模型実験結果

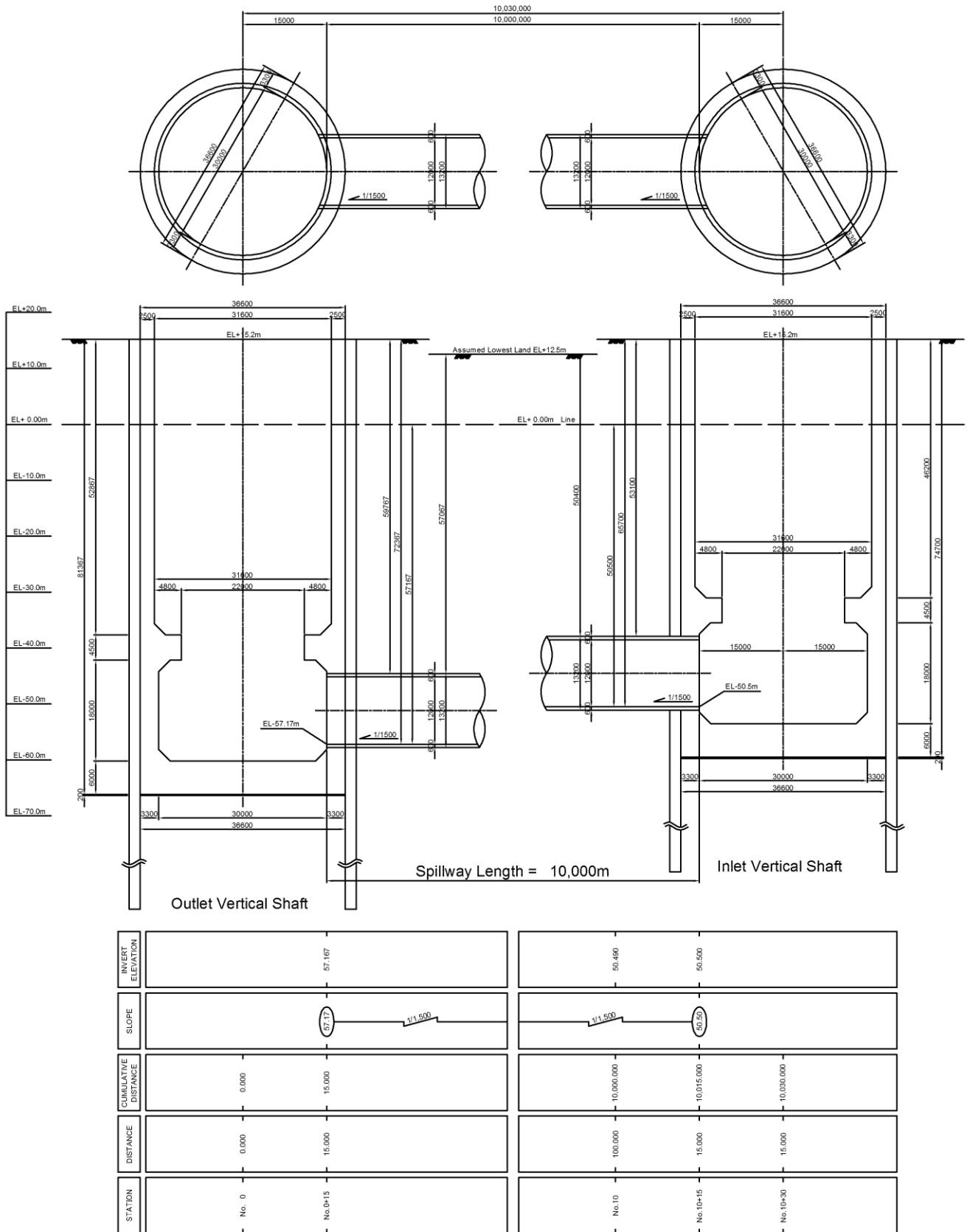


図 4.3.8 放水路及び取水・排水立坑計画図

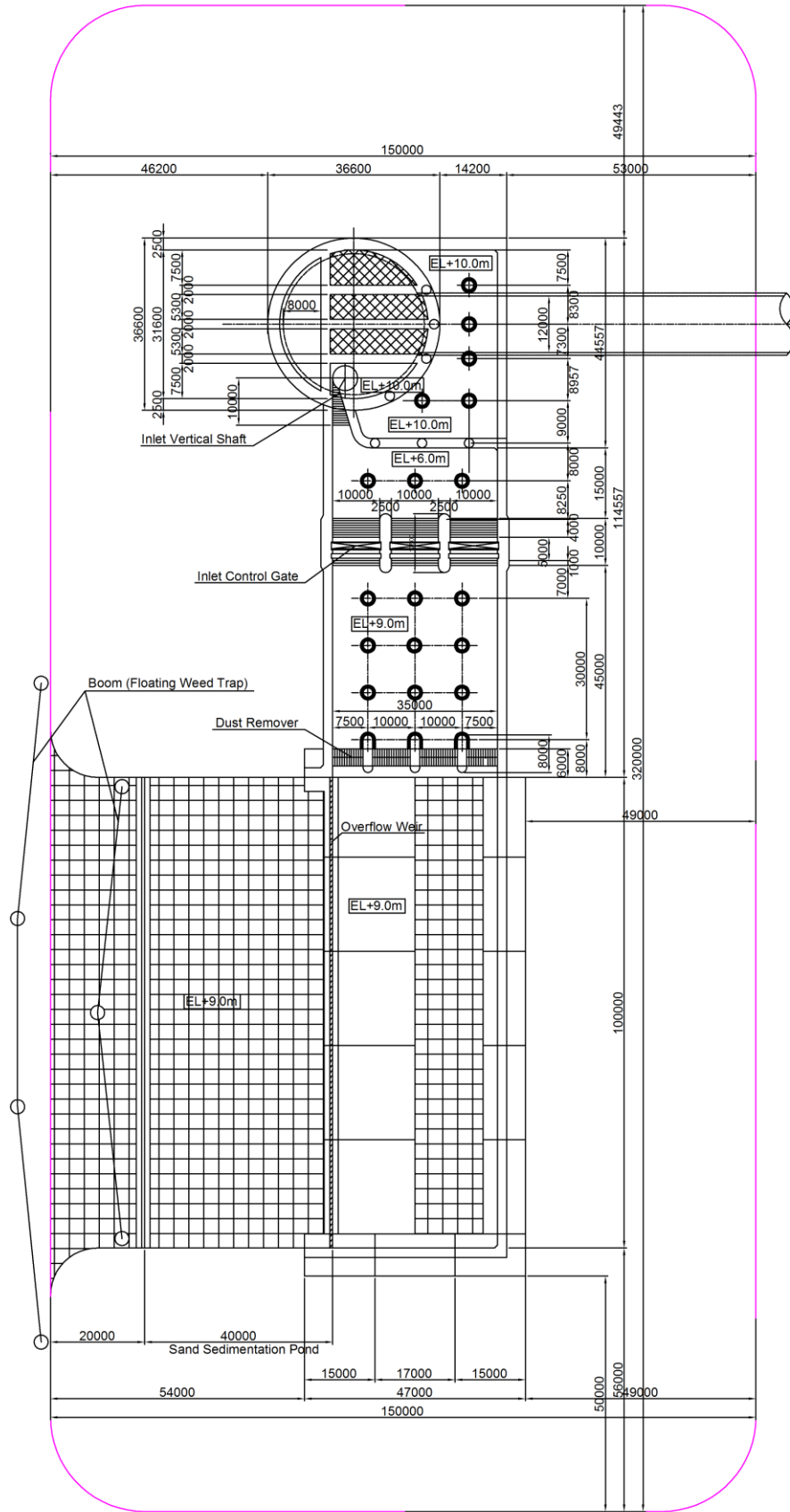


図 4.3.9 取水施設計画平面図

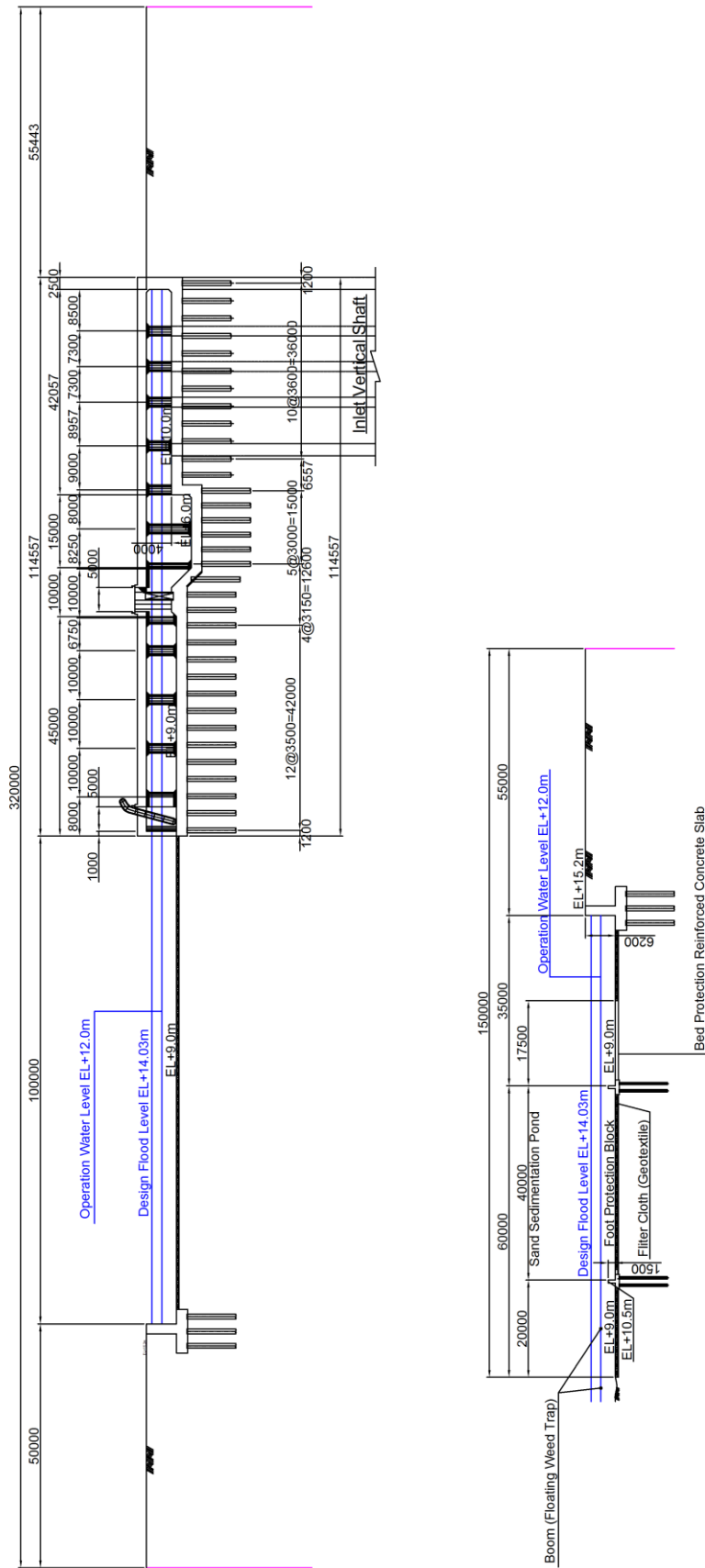


図 4.3.10 取水施設設計断面図

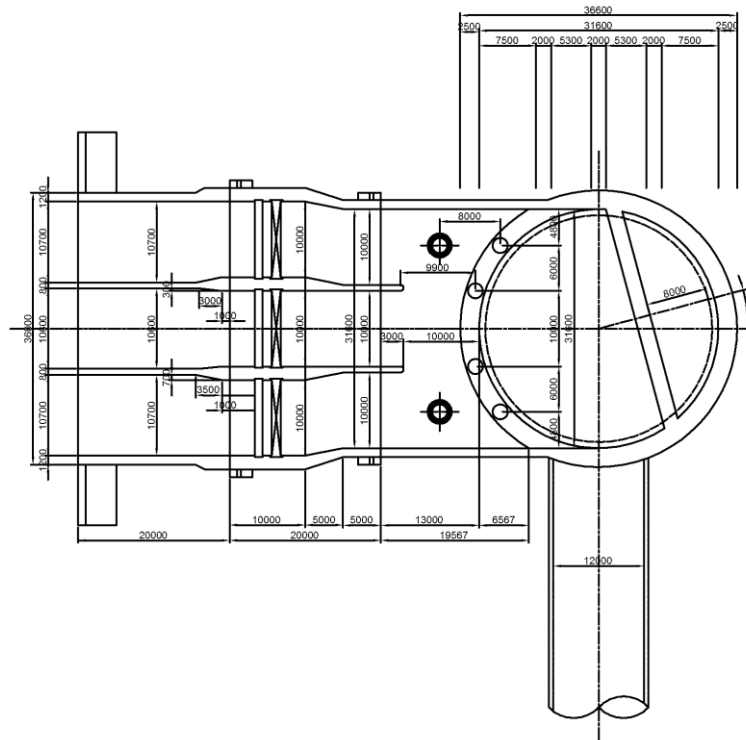


図 4.3.11 排水施設計画平面図

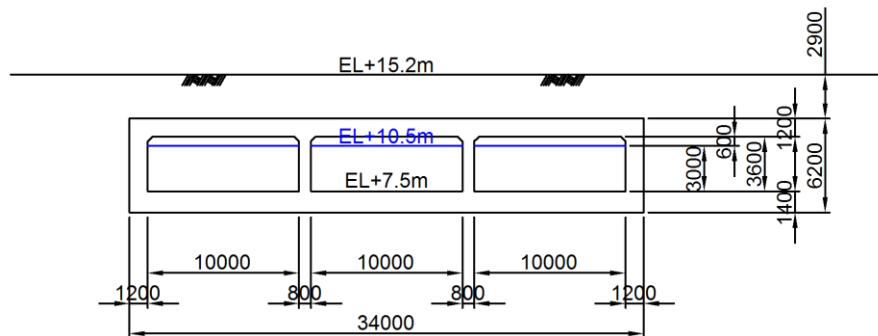


図 4.3.12 排水施設計画断面図

4.3.7 施工方法の検討

2.1.1 に記した通り、パラニャケ放水路の候補地であるラグナ湖とマニラ湾に挟まれる丘陵地は、「Geology of the Philippines Second Edition」によると、更新世の **Guadalupe Formation** とされ、主に火山碎屑岩類（凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、火山灰質シルト岩など）からなる軟岩が分布していると推察される。

トンネル工法としては、超軟弱な沖積層から洪積層、新第三世紀の軟岩までの地盤に適用可能なシールド工法と新第三世紀の軟岩から硬岩までの地盤を得意とする NATM がある。両工法の概要と特徴を表 4.3.19 に示す。

表 4.3.19 シールド工法と NATM の概要と特徴

項目	シールド工法	NATM
<p>概要写真</p>  <p>出典：http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gaikaku/index.html</p>	 <p>出典：Tunneling and Underground Space Technology, Volume 47, March 2015</p>	
<p>工法概要</p>	<p>泥土あるいは泥水等で切羽の土圧と水圧に対抗して切羽の安定を図りながら、シールドを掘進させ、セグメントを組み立てて地山を保持し、トンネルを構築する工法である。</p>	<p>トンネル周辺地山の支保機能を有効に活用し、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等により地山の安定を確保して掘進する工法である。</p> <p>周辺地山のグランドアーチが形成されること、及び掘削時の切羽の自立が前提となり、それらが確保されない場合には補助工法が必要となる。</p>
<p>適応地質 (標準的な実績、地山条件等の変化への対応性)</p>	<p>一般には、超軟弱な沖積層から、洪積層や、新第三世紀の軟岩までの地盤に適用される。</p> <p>地質の変化への対応は比較的容易である。また、硬岩に対する実例もある。</p>	<p>一般には硬岩から新第三世紀の軟岩までの地盤に適用される。条件によっては未固結地山にも適用される。</p> <p>地質の変化には支保工、掘削工法、補助工法の変更により対応可能である。</p>

項目	シールド工法	NATM
利点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 湧水がある地盤に対しても密閉式シールドマシンを用いることで発進部及び到達部を除いて補助工法を併用することなく施工が可能。 ▶ 標準的な月進距離は 350m 程度、高速施工仕様とすることで月進距離 500m 以上も可能である。NATM に比べ施工速度が速い。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 補助工法が必要なかった場合にはシールド工法の半以下の工事費で施工が可能。
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ シールドマシン、セグメントが高価であり NATM に比べ工事費が高価となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 予想していない軟弱層や湧水が出現した場合、補助工法が必要となり工事費が大幅に増え、シールド工法による施工よりも高価となることがある。 ▶ 月進距離 100m 程度とシールド工法に比べ施工速度が遅い。

出典：「トンネル標準示方書 シールド工法・同解説」P.5 解説表 1.2 「おもなトンネル工法の比較表」を基に調査チームが編集

一般にシールド工法に比べて NATM は工事費が安価であり、パラニャーケ放水路工事においても適用の可能性がある。しかしながら、現段階では、地質特性、特に岩盤の透水性に関する情報が不足しており、NATM の採用を前提とする検討は危険である。

よって、本調査では、シールド工法と NATM の両工法を念頭に検討を進める。

4.4 パシフィック オーシャン放水路計画

パラニャーケ放水路の代替案として、ラグナ湖東岸から太平洋側に抜く『パシフィック オーシャン放水路』の基本計画を下記に検討する。基本的には、事業費削減のため直線の最短距離でラグナ湖と太平洋岸を結ぶ可能なルート案及び距離（Google Eart 測定）として、図 4.4.1 に示す。

図 4.4.1 より、ルート A 及びルート B のどちらをとっても、距離的にはあまり違いがないことから、本計画においては、長い方の距離のルート A を前提に計画を実施する。



出典：Google Erath のデータに JICA 調査チーム加筆

図 4.4.1 パシフィック オーシャン放水路のルート案と距離

(1) 計画条件

(水理条件)

地点：Real, Quezon

Mean Sea Level (MSL) EL+10.80m

Mean High Water (MHW) EL+11.46m

Mean Low Water (MLW) EL+10.17m

従って、太平洋側の計画水位条件は、MSL=EL+10.8m とする。

(計画・設計条件)

計画流量 $Q_p=200\text{m}^3/\text{s}$

粗度係数 $n=0.015$

必要空積率（開水路方式） $\alpha r=15\%$ 以上

(距離条件：Google Earth 測定)

図 4.4.1 より、ルート A： $L_A=20.6\text{km}$ 、ルート B： $L_B=20.5\text{km}$ となる。従って、上下流に接続水路を設置するものとして、放水路延長 $L_s=20.0\text{km}$ とする。（実際は、上下流の地形標高、構造物条件により放水路延長を決定する必要があるが、現時点ではデータが少ないため、放水路延長を上記で仮定した。）

(2) 圧力管方式の場合

設計流量 $Q_d=200\text{m}^3/\text{s}$ （100%計画流量）

断面割増 10%

設計内径 $D=13.5\text{m}$

疎通能力 $Q_c=220\text{m}^3/\text{s}$

表 4.4.1 パシフィック オーシャン放水路圧力管方式の放流量

Water Level at Laguna Lake = 14.0 m
 Water Level at Manila Bay = 10.8 m Red Letter: Input
 Spillway Length = 20,000 m Blue Letter: for Goal Seeking

1) 10% Reduction

Diameter (m)	Area (m2)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m2)	10% Reduction Area (m2)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m2)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	157.749	14.172	157.749	0.015	0.50	1.00
14.50	165.130	5.00	20.171	1.492	147.275	13.694	147.275	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	137.150	13.215	137.150	0.015	0.50	1.00
13.50	143.139	5.00	21.738	1.612	127.374	12.735	127.374	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
12.50	122.718	5.00	23.578	1.754	108.868	11.773	108.868	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m/s)
1.846	2.839	0.087	0.174	0.100	3.200	0.000	OK	291.224
1.808	2.850	0.083	0.167	0.100	3.200	0.000	OK	266.225
1.769	2.861	0.080	0.159	0.100	3.200	0.000	OK	242.555
1.729	2.871	0.076	0.152	0.100	3.200	0.000	OK	220.187
1.688	2.882	0.073	0.145	0.100	3.200	0.000	OK	199.095
1.647	2.892	0.069	0.138	0.100	3.200	0.000	OK	179.254

Note *1: Velocity is Calculated by goal seeking between Velocity and Loss Difference under the condition of dh<0.001.

2) No Reduction

Diameter (m)	Area (m2)	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m2)	0% Reduction Area (m2)	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m2)	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
15.00	176.715	5.00	19.471	1.438	175.276	14.939	175.276	0.015	0.50	1.00
14.50	165.130	5.00	20.171	1.492	163.638	14.434	163.638	0.015	0.50	1.00
14.00	153.938	5.00	20.925	1.549	152.389	13.929	152.389	0.015	0.50	1.00
13.50	143.139	5.00	21.738	1.612	141.527	13.424	141.527	0.015	0.50	1.00
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
12.50	122.718	5.00	23.578	1.754	120.964	12.410	120.964	0.015	0.50	1.00

Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m/s)
1.906	2.822	0.093	0.185	0.100	3.200	0.000	OK	334.126
1.867	2.833	0.089	0.178	0.100	3.200	0.000	OK	305.484
1.827	2.845	0.085	0.170	0.100	3.200	0.000	OK	278.357
1.786	2.856	0.081	0.163	0.100	3.200	0.000	OK	252.719
1.744	2.867	0.078	0.155	0.100	3.200	0.000	OK	228.540
1.701	2.878	0.074	0.148	0.100	3.200	0.000	OK	205.790

(3) 開水路方式の場合

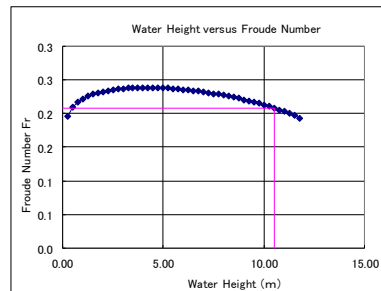
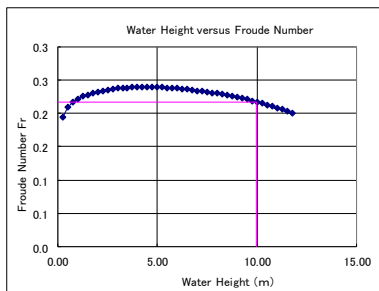
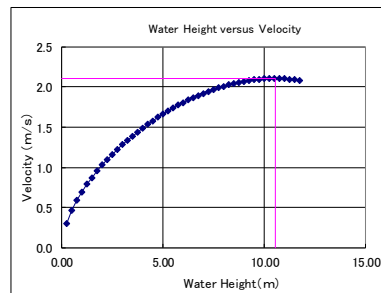
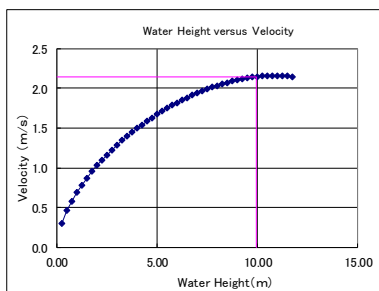
開水路方式のトンネル河川の場合は、設計流量は『開水路方式に比べて流下能力増大の対応が極めて困難であることや、流下物による閉塞の危険性が高い等』（河川砂防技術基準同解説設計編：1997）より、計画流量の 130%とする必要がある。しかし、上記の規定はトンネル河川の場合であり、パシフィック オーシャン放水路の場合は、河川でないので 100%計画流量という考え方も可能である。従って、ここでは、上記の 2 ケース共について検討を実施する。

1) 設計流量 $Qd=260m^3/s$ (130%計画流量)

計画勾配 $i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))=1/6,452=1/6,500$
 設計内径 $D=14.0m$ ($D'=13.5m$ の場合)
 空積率 $\alpha=25.7% > 15% OK$ ($\alpha'=14.8% NG$)

表 4.4.2 パシフィック オーシャン放水路開水路方式 $Qd=260m^3/s$ の水理諸元

Pacific Spillway Tunnel			Pacific Spillway Tunnel		
Open Channel Tunnel			Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015	Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/L	6.500	Slope	1/L	6.500
Flow Area	A (m ²)=A0-A1-A2	121.211	Flow Area	A (m ²)=A0-A1-A2	123.317
Wetted Perimeter	P (m)	29.012	Wetted Perimeter	P (m)	30.288
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	4.178	Hydraulic Radius	R=A/P (m)	4.071
Velocity	v (m/s)	2.145	Velocity	v (m/s)	2.108
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.217	Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.208
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	260.000	Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	260.000
Inner Diameter	D (m)	14.0	Inner Diameter	D (m)	13.5
Invert Width	b (m)	5.000	Invert Width	b (m)	5.000
Invert Height	h1 (m)	0.46	Invert Height	h1 (m)	0.48
Invert Area	A1 (m ²)	1.541	Invert Area	A1 (m ²)	1.612
Water Depth	h (m)	9.950	Water Depth	h (m)	10.524
Water Width	B (m)	12.2	Water Width	B (m)	10.5
Air Ratio	A2 (m ²)	31.186	Air Ratio	A2 (m ²)	18.210
Circular Area	A0 (m ²)	153.938	Circular Area	A0 (m ²)	143.139
Air ratio	$\alpha=A2/A$ (%)	25.7	Air ratio	$\alpha=A2/A$ (%)	14.8
Afford Height	h2 (m)	3.590	Afford Height	h2 (m)	2.496



2) 設計流量 $Q_d=200\text{m}^3/\text{s}$ (100%計画流量)

計画勾配 $i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))= 1/6,452= 1/6,500$
 設計内径 $D=12.5\text{m}$ ($D'=12.0\text{m}$ の場合)
 計画空積率 $\alpha=20.6\% >15\% \text{ OK}$ ($\alpha'=7.3\% \text{ NG}$)

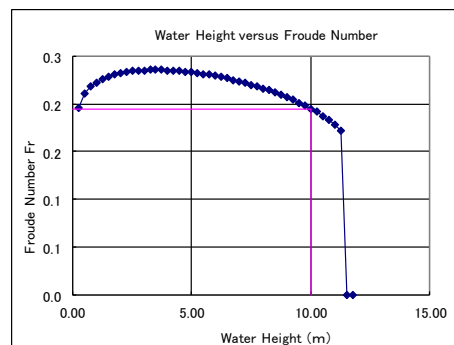
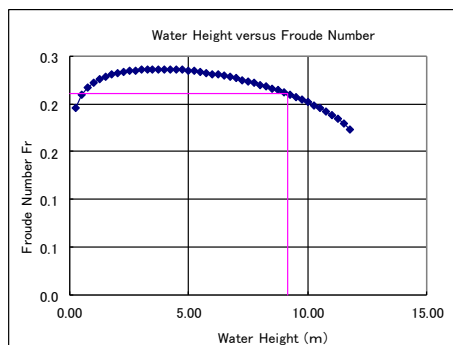
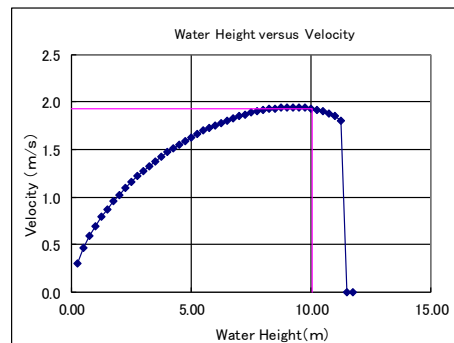
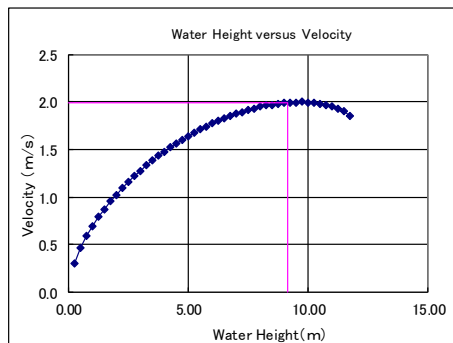
表 4.4.3 パシフィック オーシャン放水路開水路方式 $Q_d=200\text{m}^3/\text{s}$ の水理諸元

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6,500
Flow Area	A (m ²) =A0-A1-A2	100.286
Wetted Perimeter	P (m)	26.775
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	3.746
Velocity	v (m/s)	1.994
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.210
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	200.000
Inner Diameter	D (m)	12.5
Invert Width	b (m)	5.000
Invert Height	h1 (m)	0.52
Invert Area	A1 (m ²)	1.745
Water Depth	h (m)	9.166
Water Width	B (m)	10.4
Air Ratio	A2 (m ²)	20.688
Circular Area	A0 (m ²)	122.718
Air ratio	$\alpha=A2/A$ (%)	20.6
Afford Height	h2 (m)	2.814

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6,500
Flow Area	A (m ²) =A0-A1-A2	103.626
Wetted Perimeter	P (m)	29.060
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	3.566
Velocity	v (m/s)	1.930
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.195
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	200.001
Inner Diameter	D (m)	12.0
Invert Width	b (m)	5.000
Invert Height	h1 (m)	0.55
Invert Area	A1 (m ²)	1.858
Water Depth	h (m)	10.019
Water Width	B (m)	7.8
Air Ratio	A2 (m ²)	7.614
Circular Area	A0 (m ²)	113.097
Air ratio	$\alpha=A2/A$ (%)	7.3
Afford Height	h2 (m)	1.431



(4) 放水路分割案の検討

先の開水路案の場合、管内の水深が 9m を超えるため、同案を採用する場合は、取水施設及び排水施設近傍において同様の水深を確保する必要がある。技術的には可能であるが、維持管理まで考慮した場合、頻繁な浚渫が必要となり望ましいとは言えない。従って、ここでは、放水路を 2 基及び 3 基計画した場合の検討を実施する。

1) 開水路方式放水路 2 基案 Qd=130m³/s (Qd' =100m³/s)

変更インバート幅 W=4.0m : 内空削減に伴いインバート幅を縮小
 計画勾配 i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))= 1/6,452= 1/6,500
 設計内径 D=10.5m (D'=9.5m)
 計画空積率 α=17.2% >15% OK (α'=15.9% OK)

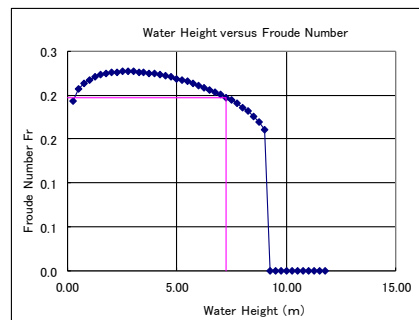
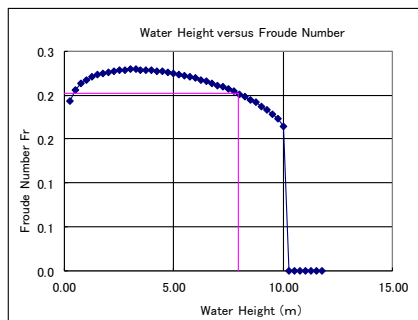
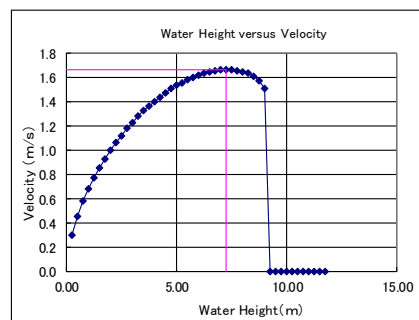
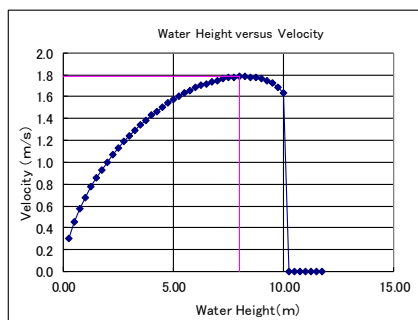
表 4.4.4 開水路 2 基 Qd=130m³/s 及び 100m³/s の水理諸元

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6.500
Flow Area	A (m ²)=A0-A1-A2	72.946
Wetted Perimeter	P (m)	23.055
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	3.164
Velocity	v (m/s)	1.782
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.202
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	130.000
Inner Diameter	D (m)	10.5
Invert Width	b (m)	4.000
Invert Height	h1 (m)	0.40
Invert Area	A1 (m ²)	1.080
Water Depth	h (m)	7.972
Water Width	B (m)	8.4
Air Ratio	A2 (m ²)	12.564
Circular Area	A0 (m ²)	86.590
Air ratio	α=A2/A (%)	17.2
Afford Height	h2 (m)	2.128

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6.500
Flow Area	A (m ²)=A0-A1-A2	60.143
Wetted Perimeter	P (m)	21.093
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	2.851
Velocity	v (m/s)	1.663
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.198
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	100.000
Inner Diameter	D (m)	9.5
Invert Width	b (m)	4.000
Invert Height	h1 (m)	0.44
Invert Area	A1 (m ²)	1.183
Water Depth	h (m)	7.231
Water Width	B (m)	7.5
Air Ratio	A2 (m ²)	9.556
Circular Area	A0 (m ²)	70.882
Air ratio	α=A2/A (%)	15.9
Afford Height	h2 (m)	1.829



2) 開水路方放水路 3 基案 $Qd=87m^3/s$ ($Qd' =67m^3/s$)

変更インバート幅 $W=4.0m$
 計画勾配 $i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))= 1/6,452= 1/6,500$
 設計内径 $D=9.5m$ ($D'=8.5m$)
 計画空積率 $\alpha =31.3\% >15\% OK$ ($\alpha' =26.2\% OK$)

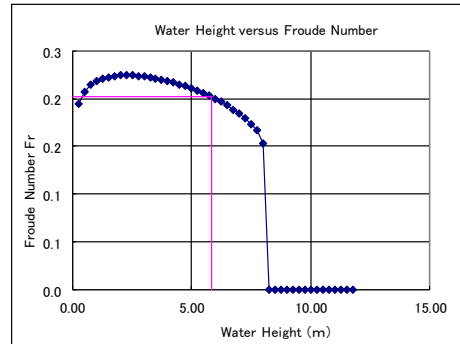
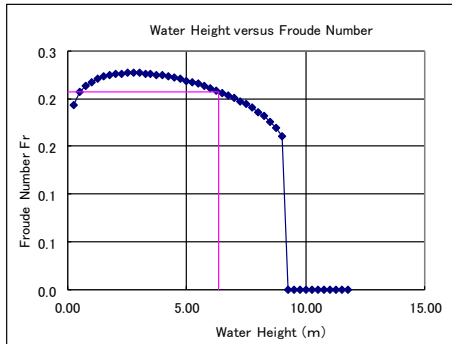
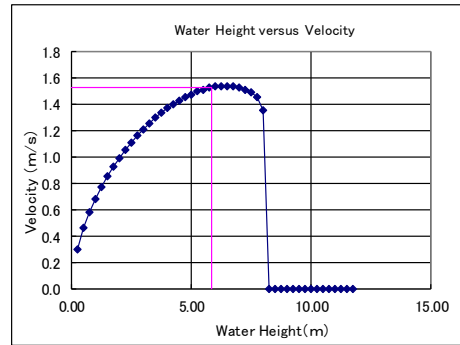
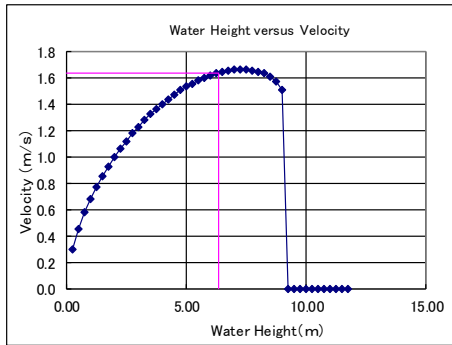
表 4.4.5 開水路 3 基 $Qd=87m^3/s$ 及び $67m^3/s$ の水理諸元

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6,500
Flow Area	A (m ²) =A0-A1-A2	53.099
Wetted Perimeter	P (m)	19.038
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	2.789
Velocity	v (m/s)	1.638
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.208
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	87.000
Inner Diameter	D (m)	9.5
Invert Width	b (m)	4.000
Invert Height	h1 (m)	0.44
Invert Area	A1 (m ²)	1.183
Water Depth	h (m)	6.359
Water Width	B (m)	8.6
Air Ratio	A2 (m ²)	16.601
Circular Area	A0 (m ²)	70.882
Air ratio	$\alpha =A2/A$ (%)	31.3
Afford Height	h2 (m)	2.701

Pacific Spillway Tunnel

Open Channel Tunnel		
Roughness Coe.	n	0.015
Slope	1/I	6,500
Flow Area	A (m ²) =A0-A1-A2	43.908
Wetted Perimeter	P (m)	17.515
Hydraulic Radius	R=A/P (m)	2.507
Velocity	v (m/s)	1.526
Froude Number	F=v/(gh) ^{1/2}	0.202
Cal. Discharge	Q=Av (m ³ /s)	67.000
Inner Diameter	D (m)	8.5
Invert Width	b (m)	4.000
Invert Height	h1 (m)	0.50
Invert Area	A1 (m ²)	1.350
Water Depth	h (m)	5.822
Water Width	B (m)	7.4
Air Ratio	A2 (m ²)	11.488
Circular Area	A0 (m ²)	56.745
Air ratio	$\alpha =A2/A$ (%)	26.2
Afford Height	h2 (m)	2.178



(5) 開水路方式水深 6mBOX 案

ここでは、函渠案として維持管理を考慮して水深 6m=EL+14.0m-EL+8.0m の Box 案について検討を実施する。

1) 全断面函渠案 Qd=260m³/s (Qd' =200m³/s)

設計 Width x Height 22.0m x 7.0m (18.0m x 7.0m)
 計画勾配 i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))= 1/6,452= 1/6,500
 計画空積率 α=16.7% >15% OK (α'=16.7% OK)

表 4.4.6 開水路函渠 Qd=260m³/s 及び 200m³/s の水理諸元

Design Discharge Qd= 260.00 m ³ /s			Design Discharge Qd= 200.00 m ³ /s		
<Input Data>			<Input Data>		
Bottom Width	B1= 22.000 (m)		Bottom Width	B1= 18.000 (m)	
Water Depth	h= 6.00 (m)		Water Depth	h= 6.00 (m)	
Slope (Left)	1: 0.00		Slope (Left)	1: 0.00	
Slope (Right)	1: 0.00		Slope (Right)	1: 0.00	
Gradient	I= 0.01538 (%) = 1/6,500		Gradient	I= 0.01538 (%) = 1/6,500	
Roughness Coe.	n= 0.015		Roughness Coe.	n= 0.015	
<Output Data>			<Output Data>		
Water Width	B2= 22.000 (m)		Water Width	B2= 18.000 (m)	
Flow Area	A= 132.000 (m ²)		Flow Area	A= 108.000 (m ²)	
Wetted Perimeter	P= 34.000 (m)		Wetted Perimeter	P= 30.000 (m)	
Hydraulic Radius	R= A/P = 3.882 (m)		Hydraulic Radius	R= A/P = 3.600 (m)	
Velocity	V= 1/n*R ^(2/3) *I ^(1/2) = 2.042 (m/s)		Velocity	V= 1/n*R ^(2/3) *I ^(1/2) = 1.942 (m/s)	
Cal. Discharge	Q= 269.544 (m ³ /s) ≥ 260.000 (m ³ /S) ---OK		Cal. Discharge	Q= 209.736 (m ³ /s) ≥ 200.000 (m ³ /S) ---OK	

2) 3門函渠案 Qd=87m³/s (Qd' =67m³/s)

全断面函渠案は構造的に困難であるので、可能な3連函渠案を下記に示す。

設計 Width x Height 9.5m x 7.0m x 3連 (8.0m x 7.0m x 3連)
 計画勾配 i=1/(20,000/(14.0-10.8-0.1))= 1/6,452= 1/6,500
 計画空積率 α=16.7% >15% OK (α'=16.7% OK)

表 4.4.7 開水路函渠 3連 Qd=87m³/s 及び 67m³/s の水理諸元

Design Discharge Qd= 87.00 m ³ /s			Design Discharge Qd= 67.00 m ³ /s		
<Input Data>			<Input Data>		
Bottom Width	B1= 9.500 (m)		Bottom Width	B1= 8.000 (m)	
Water Depth	h= 6.00 (m)		Water Depth	h= 6.00 (m)	
Slope (Left)	1: 0.00		Slope (Left)	1: 0.00	
Slope (Right)	1: 0.00		Slope (Right)	1: 0.00	
Gradient	I= 0.01538 (%) = 1/6,500		Gradient	I= 0.01538 (%) = 1/6,500	
Roughness Coe.	n= 0.015		Roughness Coe.	n= 0.015	
<Output Data>			<Output Data>		
Water Width	B2= 9.500 (m)		Water Width	B2= 8.000 (m)	
Flow Area	A= 57.000 (m ²)		Flow Area	A= 48.000 (m ²)	
Wetted Perimeter	P= 21.500 (m)		Wetted Perimeter	P= 20.000 (m)	
Hydraulic Radius	R= A/P = 2.651 (m)		Hydraulic Radius	R= A/P = 2.400 (m)	
Velocity	V= 1/n*R ^(2/3) *I ^(1/2) = 1.584 (m/s)		Velocity	V= 1/n*R ^(2/3) *I ^(1/2) = 1.482 (m/s)	
Cal. Discharge	Q= 90.288 (m ³ /s) ≥ 87.000 (m ³ /S) ---OK		Cal. Discharge	Q= 71.136 (m ³ /s) ≥ 67.000 (m ³ /S) ---OK	

(6) パシフィック オーシャン放水路の可能性

パシフィック オーシャン放水路の可能性検討として、パラニャーケ放水路との比較を前提にしてその特徴を下記に整理する。

- パラニャーケ放水路に比較して、距離が 2 倍となるため同様の方式で採用した場合、必要断面が 1.27 倍 (D=13.5m) となり、事業費が高く採用性に劣る。
- パシフィック放水路の一番の利点は、『開水路方式』が採用可能であることになる。この開水路方式の場合は、必要内径 14.0m (設計流量の割増を考慮しない場合は 12.5m) となり、技術的には不可能とは言えない。しかし、必要水深 9.95m (割増無の場合 9.17m) となり、ラグナ湖の水深から考えると、恒常的な浚渫が必要となり、維持管理費用が膨大となる。
- 維持管理が可能な水深 6m 程度に収めるためには、放水路 3 基が必要となり、これも延長が長いことから、パラニャーケ放水路に比較すると事業費が高く採用性に劣る。

以上の検討により、パシフィック オーシャン放水路はアイデアとしては成り立つが、パラニャーケ放水路に比べて採用の優位性に劣ると言える。従って、パラニャーケ放水路の実現性が困難であり、且つ EIRR の余裕がある場合にのみ、検討に上がる案と判断する。

4.5 湖岸堤システムの検討

4.5.1 基本方針

(1) 湖岸堤システムの構成

湖岸堤、排水路、排水機場、コミュニティ道路、橋梁からなる構造物の構成を湖岸堤システムと呼ぶこととする。

湖岸沿いに堤防を建設する時には、堤防の内側に発生する内水を処理することが必要である。平常時は、堤防を樋管で横断し、ラグナ湖へ接続する排水路で排水が行われる。しかし、ラグナ湖の水位が、堤防内の地面よりも高くなってきた時は、樋管のゲートを閉じて、ラグナ湖洪水の流入を遮断する。その時、内水の排水は、排水機場を設置して対応する。内水処理のために、排水路・樋管・排水機場の整備が必要となる。排水機場の整備費は高いので、必要ならば調整池の併設も考慮する。

また、堤防の間を流入河川が流れる時、その河川にバック堤防の設置が必要となる。その河川も、次節で説明するが、十分な流下能力を持つように改修する必要がある。

堤防の天端に管理用道路を設ける一方、コミュニティ用の道路を湖岸堤の内陸側に併設する。流入河川の箇所では、堤防道路と堤防を接続する橋梁を設置する。

(2) 対策優先地区の検討

延長約 220 km のラグナ湖岸は全域に人が住み、資産がある。しかし、浸水被害を受ける可能性のある資産の多少は、地域によっては異なり、沿岸部は、住宅密集地域、農地が広がっている地域、また山地が迫っている地域と様々である。湖沿岸延長約 200km 全部に湖岸堤だ

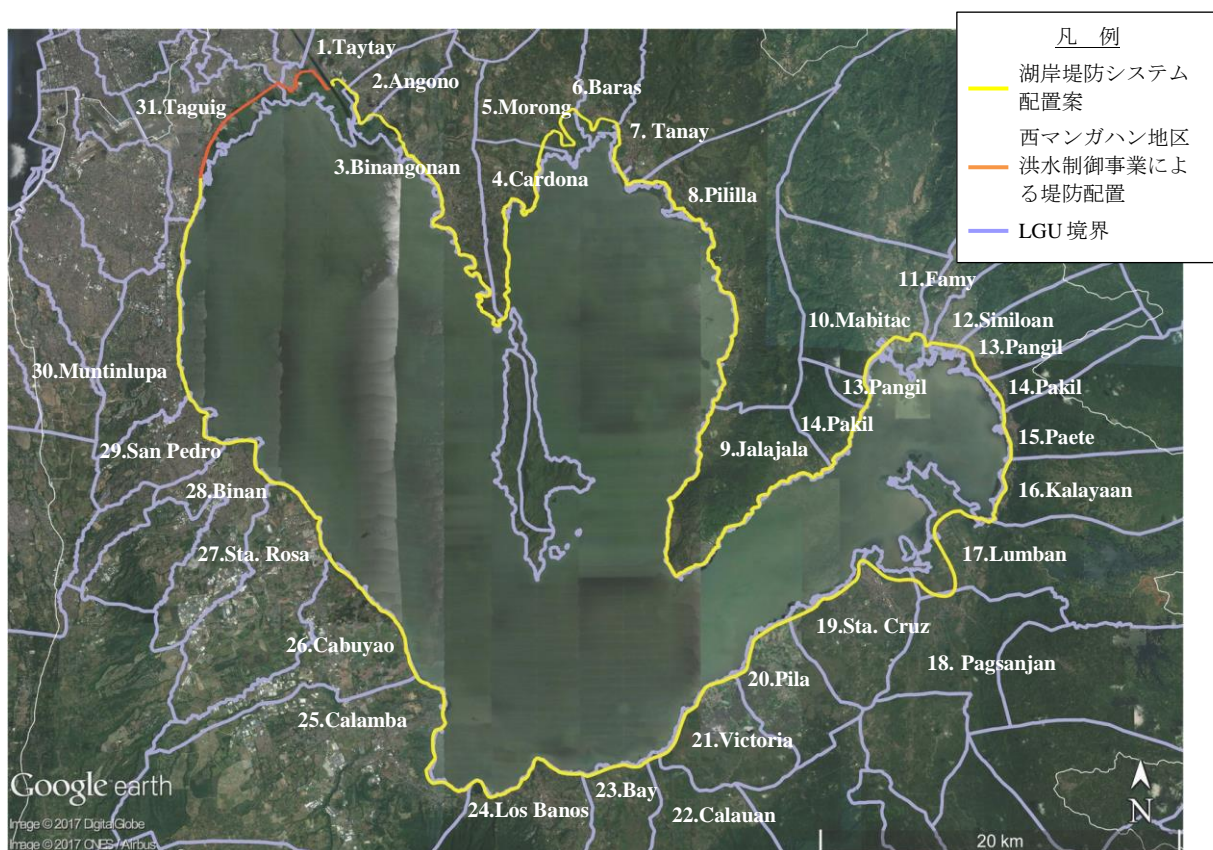
けの建設を計画する時、限られた計画期間内に建設できる堤防は限られる。従って、堤防建設を優先する区間を選定する。

優先地域の選定方法は、浸水形態、地形区分を勘案して、次のような指標を用いて 31 の LGU 別に検討する。

- 地形区分（山地に近い、平坦地が広い・狭い）
- 土地利用（市街地と農漁村）
- 受益人口（EL.12.5m から EL.13.5m 間の浸水人口）
- 受益人口（EL.12.5m から EL.14.3m 間の浸水人口）
- 受益面積（EL.12.5m から EL.14.3m 間の浸水面積）

堤防を湖岸に配置した時、受益人口（標高別に 2 種）、受益面積を堤防延長 1km 単位で示した。各指標において採点し、3つの指標の採点の合計点を算出した。31 の LGU と湖岸堤の位置関係を図 4.5.1 に、各 LGU と湖岸堤の配置優先地域の評価を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1 の評価を基に、優先地域の順位付けを行った。



出典：Google Earth, Digital Globe に基づき JICA 調査チームが作成

図 4.5.1 31 の LGU と湖岸堤の位置関係

表 4.5.1 湖岸堤システムの配置優先地域の評価

No.	自治体 (LGU)	堤防延長 (km)	湖沿岸地形	土地利用	受益人口 13.5m 以下 (人/km)	受益人口 14.3m 以下 (人/km)	受益面積 (km ² /km)	合計点
I. Rizal 州								
1	Taytay 町	1.35	広い平坦地	市街地	18,909 (3)	37,634 (3)	1.62 (2)	8
2	Angono 町	3.31	広い平坦地		4,512 (3)	7,804 (2)	0.28 (1)	6
3	Binangonan 町	19.11	山地		952 (1)	1,949 (0)	0.08 (0)	1
4	Cardona 町	13.11	山地	農漁村	173 (0)	396 (0)	0.08 (0)	0
5	Morong 町	5.67	平坦地		639 (1)	1,372 (0)	0.42 (1)	2
6	Baras 町	3.29	平坦地		762 (1)	1,785 (0)	0.33 (1)	2
7	Tanay 町	4.53	平坦地		1,893 (2)	3,295 (1)	0.36 (1)	4
8	Pililla 町	17.32	平坦地、山地		142 (0)	450 (0)	0.12 (0)	0
9	Jalajala 町	23.31	山地		149 (0)	306 (0)	0.03 (0)	0
	小計	91.00			896 (1)	1,786 (0)	0.15 (0)	1
II. Laguna 州								
10	Mabitac 町	4.96	平坦地、山地	農漁村	354 (0)	523 (0)	1.01 (1)	1
11	Famy 町	0.60	平坦地		967 (1)	2,702 (1)	2.05 (2)	4
12	Siniloan 町	1.59	平坦地		2,031 (2)	7,562 (2)	2.35 (2)	6
13	Pangil 町	4.26	平坦地		531 (1)	1,602 (0)	0.45 (1)	2
14	Pakil 町	6.30	狭い平坦地		136 (0)	302 (0)	0.11 (0)	0
15	Paete 町	2.73	狭い平坦地		767 (1)	1,050 (0)	0.27 (1)	2
16	Kalayaan 町	3.84	狭い平坦地		30 (0)	235 (0)	0.19 (0)	0
17	Lumban 町	8.90	平坦地		552 (1)	1,630 (0)	0.58 (1)	2
18	Pagsanjan 町	1.16	平坦地	市街地 農漁村	593 (1)	1,505 (0)	0.91 (1)	2
19	Sta. Cruz 町	8.82	平坦地	市街地 州都	2,614 (3)	4,174 (2)	0.78 (1)	6
20	Pila 町	4.75	平坦地	市街地 農漁村	1,190 (2)	3,143 (1)	1.24 (1)	4
21	Victoria 町	6.47	平坦地		1,355 (2)	2,110 (1)	0.94 (1)	4
22	Calauan 町	0.84	平坦地		102 (0)	583 (0)	2.80 (2)	2
23	Bay 町	3.78	平坦地	市街地	1,931 (2)	3,426 (1)	0.90 (1)	4
24	Los Banos 町	8.24	平坦地		858 (1)	1,468 (0)	0.13 (0)	1
25	Calamba 市	9.92	平坦地		1,513 (2)	4,276 (2)	0.49 (1)	5
26	Cabuyao 市	8.39	平坦地		3,477 (3)	5,871 (2)	0.51 (1)	6
27	Sta. Rosa 市	5.78	平坦地		2,570 (3)	7,692 (2)	0.35 (1)	6
28	Binan 市	4.66	平坦地		10,286 (3)	16,267 (3)	0.53 (1)	7
29	San Pedro 市	4.08	平坦地		4,960 (2)	10,984 (3)	0.33 (1)	7
	小計	100.07			1,955 (2)	3,924 (1)	0.61 (1)	4
III. メトロマニラ								
30	Muntinlupa 市	9.87	狭い平坦地	市街地	2,388 (2)	6,015 (2)	0.24 (1)	5
31	Taguig 市	2.49	狭い平坦地		2,013 (2)	3,586 (1)	0.12 (0)	3
	小計	12.36			2,312 (2)	5,526 (2)	0.21 (1)	5
総計		203.43			1,503 (2)	3,065 (1)	0.38 (1)	4

* : ()内は採点、受益人口 (13.5m 以下) 2,500 以上は 3 点、1,000 以上は 2 点、500 以上は 1 点
 受益人口 (14.3m 以下) 10,000 以上は 3 点、4,000 以上は 2 点、2,000 以上は 1 点
 受益面積 3.0 以上は 3 点、1.5 以上は 2 点、0.2 以上は 1 点

【湖岸堤システムの配置における優先地域の設定方法】

- a) マンガハン放水路東側に位置しメトロマニラ近郊のリサール州に属する Taytay 町 (No.1) 、Angono 町 (No.2) は平坦地が市街化しており被害額が大きい。加えて、メトロマニラの一部である Taguig 市 (No.31) 及び Muntinlupa 市 (No. 30) は、市街化され湖岸沿いの居住も多く被害額が大きいこと、2007 年に完成した西マンガハン湖岸堤の南端に位置し、西マンガハン湖岸堤に連結して新湖岸堤を延長していくことから「**第1 最優先地域**」とする。
- b) メトロマニラ近郊に位置する San Pedro (No.29) 、Binan (No.28) 、Santa Rosa (No.27) は、表の採点では最上位圏に入る。高度に市街化され、湖岸沿いの居住も多く被害額が大きく「**第2 優先地域**」とする。
- c) メトロマニラの近郊でありラグナ州に位置し、市街化が進行中で被害額が大きい湖岸西側部の No. 25、26 の LGU (Cabuyao、Calamba) も採点が高い。また、湖岸堤システムの一部を構成するコミュニティ道路の需要も高く「**第3 優先地域**」とする。
- d) ラグナ州の州都として、住居・商業・工業地が発展し市街地が広がっている Sta. Cruz 町 (No.19) を「**第4 優先地域**」とする。
- e) 「**第5 優先地域**」を、d)と e)の間にあり、比較的市街地化されて、採点の高い No.20 から No.24 の LGU (Pila、Victoria、Calauan、Bay、Los Banos) とする。
- f) 「**第6 優先地域**」を、農村・漁村が主体であるが浸水面積が大きい Tanay (No.7) 、Famy (No.11) 及び Siniloan (No.12) とする。残りの LGU を「**第7 優先地域**」とする。

(3) 湖岸堤システム及び非構造物対策（警報システム）の組合せ案の検討

ラグナ湖沿岸の浸水被害を防御する案として、湖岸堤システムの配置及び警報システムの設置する案の考え方は以下の通りである。

- a) ラグナ湖の 100 年確率水位を対象とする。
- b) 全湖岸に湖岸堤システムを配置することは、事業期間（30 年間）内では不可能である。このため、優先地区順位を考えた配置計画とする。
- c) 湖沿岸には、資産が少なく、湖岸堤システムを配置するには経済効果が薄い地域がある。こういう地域に対する対策は、警報システムで対応する。
- d) 例えば、30 年間の計画期間を 10 年ずつに区分けした時、優先順の高い地域から堤防システムの建設作業量を考慮して以下のような実施計画とする。

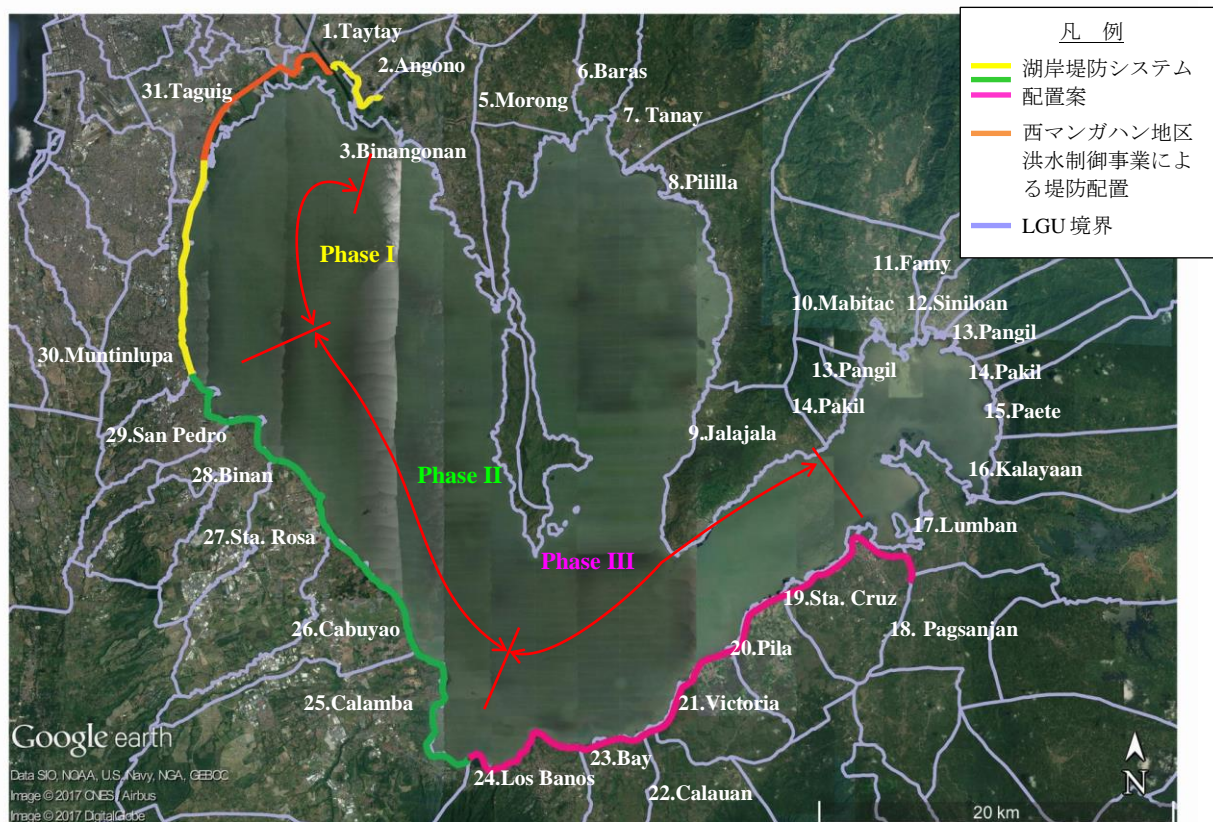
表 4.5.2 湖岸堤システムの実施計画

項目	I 期 (10 年間)	II 期 (10 年間)	III 期 (10 年間)
対象地域	第1優先地域 Taytay, Angono, Taguig, Muntinlupa	第2優先地域 San Pedro, Binan, Santa Rosa 第3優先地域 Cabuyao, Calamba	第4優先地域 Sta. Cruz 第5優先地域 Pila, Victoria, Calauan, Bay, Los Banos
湖岸堤延長 (総延長83 km)	17 km*	33 km	33 km

表 4.5.3 湖岸堤システムの優先順位

No.	自治体 (LGU)	堤防延長 (km)	湖沿岸地形	土地利用	受益人口 13.5m 以下 (人/km)	受益人口 14.3m 以下 (人/km)	受益面積 (km ² /km)	合計点
I. 第 1 優先地域								
2	Angono 町	3.31	広い平坦地	市街地	4,512 (3)	7,804 (2)	0.28 (1)	6
1	Taytay 町	1.35	広い平坦地		18,909 (3)	37,634 (3)	1.62 (2)	8
31	Taguig 市	2.49	狭い平坦地		2,013 (2)	3,586 (1)	0.12 (0)	3
30	Muntinlupa 市	9.87	狭い平坦地		2,388 (2)	6,015 (2)	0.24 (1)	5
	小計	17.02			4,057 (3)	8,516 (2)	0.34 (1)	6
II. 第 2 優先地域、第 3 優先地域								
29	San Pedro 市	4.08	平坦地	市街地	4,960 (3)	10,984 (3)	0.33 (1)	7
28	Binan 市	4.66	平坦地		10,286 (3)	16,267 (3)	0.53 (1)	7
27	Sta. Rosa 市	5.78	平坦地		2,570 (3)	7,692 (2)	0.35 (1)	6
26	Cabuyao 市	8.39	平坦地		3,477 (3)	5,871 (2)	0.51 (1)	6
25	Calamba 市	9.82	平坦地		1,513 (2)	4,276 (2)	0.49 (1)	5
	小計	32.83			3,875 (3)	7,821 (2)	0.46 (1)	6
III. 第 4 優先地域、第 5 優先地域								
24	Los Banos 町	8.24	平坦地	市街地	858 (1)	1,468 (0)	0.13 (0)	1
23	Bay 町	3.78	平坦地		1,931 (2)	3,426 (1)	0.90 (1)	4
22	Calauan 町	0.84	平坦地	市街地 農漁村	102 (0)	583 (0)	2.80 (2)	2
21	Victoria 町	6.47	平坦地		1,355 (2)	2,110 (1)	0.94 (1)	4
20	Pila 町	4.75	平坦地		1,190 (2)	3,143 (1)	1.24 (1)	4
19	Sta. Cruz 町	8.82	平坦地	市街地 州都	2,614 (3)	4,174 (2)	0.78 (1)	6
	小計	32.90			1,578 (2)	2,764 (1)	0.78 (1)	4
	I. II. III 計	82.75			2,999 (3)	5,953 (2)	0.56 (1)	6
IV. 第 6 優先地域、第 7 優先地域								
18	Pagsanjan 町	1.16	平坦地	市街地 農漁村	593 (1)	1,505 (0)	0.91 (1)	2
17	Lumban 町	8.90	平坦地	農漁村	552 (1)	1,630 (0)	0.58 (1)	2
16	Kalayaan 町	3.84	狭い平坦地		30 (0)	235 (0)	0.19 (0)	0
15	Paete 町	2.73	狭い平坦地		767 (1)	1,050 (0)	0.27 (1)	2
14	Pakil 町	6.30	狭い平坦地		136 (0)	302 (0)	0.11 (0)	0
13	Pangil 町	4.26	平坦地		531 (1)	1,602 (0)	0.45 (1)	2
12	Siniloan 町	1.59	平坦地		2,031 (2)	7,562 (2)	2.35 (2)	6
11	Famy 町	0.60	平坦地		967 (1)	2,702 (1)	2.05 (2)	4
10	Mabitac 町	4.96	平坦地、山地		354 (0)	523 (0)	1.01 (1)	1
9	Jalajala 町	23.31	山地		149 (0)	306 (0)	0.03 (0)	0
8	Pililla 町	17.32	平坦地、山地		142 (0)	450 (0)	0.12 (0)	0
7	Tanay 町	4.53	平坦地		1,893 (2)	3,295 (1)	0.36 (1)	4
6	Baras 町	3.29	平坦地		762 (1)	1,785 (0)	0.33 (1)	2
5	Morong 町	5.67	平坦地		639 (1)	1,372 (0)	0.42 (1)	2
4	Cardona 町	13.11	山地		173 (0)	396 (0)	0.08 (0)	0
3	Binangonan 町	19.11	山地		市街地	952 (1)	1,949 (0)	0.08 (0)
	小計	120.68			477 (0)	1,085 (0)	0.25 (1)	1
	総計	203.43			1,503 (2)	3,065 (1)	0.38 (1)	4

* : ()内は採点、採点基準は表 4.5.1 と同じ



出典：Google Earth, Digital Globe を基に JICA 調査チームが作成

図 4.5.2 湖岸堤システム配置案（優先地区）

(4) 設計条件

1) 護岸高

護岸高は、日本の構造令及び DPWH 標準ガイドライン 2015 を採用し、「計画高水位＋余裕高」とする。ラグナ湖付近の水位と堤防高の関係を、湖岸堤高とバック堤高の設定をまとめたものは、図 4.5.3 の通りである。

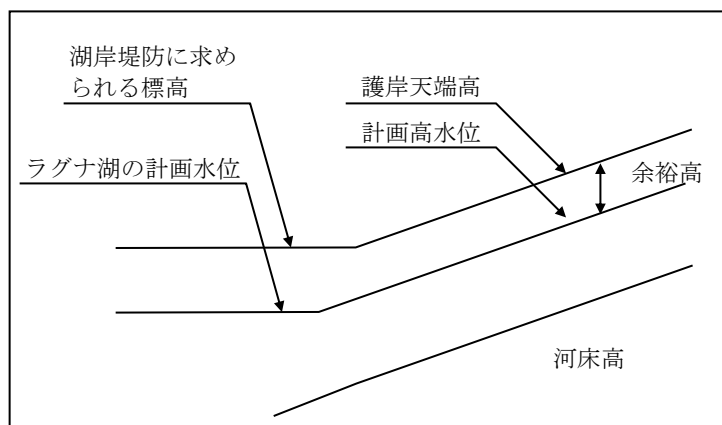


図 4.5.3 湖岸堤設計及び河川改修設計における水位と構造物標高の関係

2) 余裕高

湖岸堤の余裕高は、既に「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」において施工され、洪水対策施設として10年間の実績のあるラグナ湖湖岸堤を参考に、1mと設定する。

河川堤防、バック堤に必要な余裕高は、先に示した基準にならい、表 4.5.4 が示すとおり流量に応じた高さとする。ただし、図 4.5.3 に示したとおり、ラグナ湖の計画水位による背水影響区間においては湖岸堤の天端高にあわせた護岸天端高を必要とする。

表 4.5.4 堤防の計画高水流量と所要余裕高

計画流量 (m ³ /s)	余裕高(m)
200以下	0.6
200～500	0.8
500～2,000	1.0
2,000～5,000	1.2

出典: DPWH 標準ガイドライン 2015

3) 天端幅

湖岸堤の天端幅は、余裕高と同様に、「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」において施工されたラグナ湖湖岸堤を参考に、6.8mと設定する。河川洪水対策施設における天端幅は、日本の構造令及び DPWH 標準ガイドライン 2015 を採用し、表 4.5.5 に示す流量に応じた幅を参考に決定した。

表 4.5.5 堤防の天端幅

計画高水流量 (m ³ /s)	必要天端幅 (m)	採用値 (m)
500未満	3	3
500以上 2,000未満	4	5
2,000以上 5,000未満	5	

4) 法面勾配

湖岸堤の法面勾配は、余裕高や天端幅と同様に、「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」において施工されたラグナ湖湖岸堤と同じに設定する。

宅地等の開発が進む地域における河川改修は、河道の拡幅が容易でないと考えられるため、法面勾配は用地買収幅が最小となるよう 1:0.5 とする。一方、農耕地における河川改修は、比較的河道の拡幅が容易にできると考えられるため、法面の安定性が高く、かつ法面保護工が安価になると考えられる勾配として 1:3.0 を採用する。なお、勾配が 1:0.5 で護岸高が 5m を超える場合、護岸の半ばに 3m 幅の小段を設けた。

4.5.2 平面、縦横断計画

(1) 湖岸堤施設の配置検討

湖岸堤の配置を提案するにあたり、基本概念を整理する。

- LLDA 設立以前からの土地所有が認められている特殊な土地（プライアールランド）を除き、基本的に EL.12.5m 以下がラグナ湖の用地と考えられるため、EL.12.5m より低地に構造物を建設する場合、用地取得の面で問題が少なく補償費が安価であると考えられる。

- 家屋や商業地は 12.0m 付近から見受けられ、12.5m 付近から集中して確認できる。
- 将来的に、湖岸堤がラグナ湖の周囲全体で建設されるような事がある場合、堤防位置が湖側に寄るほどラグナ湖面積が減少することとなり、洪水時のラグナ湖水位の上昇が懸念される。また、低い標高地点での湖岸堤建設は、周辺の住民に対して宅地と湖の境界に対し誤解を与える可能性があるため、あまり望ましくない。
- したがって、基本的に 12.5m に湖岸堤システムの堤内地側境界を設け、その標高において住宅や商業地等の開発地が見られる場合は、EL.12.0m に湖岸堤システムの堤内地側境界を設ける事が最適であるとする。
- 「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」で建設された約 11km の湖岸堤の天端高は EL.15.0m である。この箇所において余裕高の範囲内に収まる嵩上げが必要な場合は、パラペットの設置にて対応する。

表 4.5.6 湖岸堤延長（ラグナ湖計画最高水位 14.3 m）

場所		堤防延長 (m)	基礎標高 (EL.m)	場所		堤防延長 (m)	基礎標高 (EL.m)
州	LGU 名			州	LGU 名		
I 期							
Rizal	Angono	3,310	12.0	NCR	Taguig	2,490	12.0
Rizal	Taytay	1,350	12.0	NCR	Muntinlupa	9,870	12.0
NCR	Taytay Taguig	10,910	既設 West Mangahan Lakeshore Dike 嵩上げ				
I 期小計						27,930	
II 期							
Laguna	San Pedro	4,080	12.0	Laguna	Cabuyao	8,390	12.0
Laguna	Binan	4,660	12.0	Laguna	Calamba	9,920	12.5
Laguna	Santa Rosa	5,780	12.0				
II 期小計						32,830	
III 期							
Laguna	Los Banos	8,240	12.0	Laguna	Victoria	6,470	12.0
Laguna	Bay	3,780	12.0	Laguna	Pila	4,750	12.5
Laguna	Calauan	840	12.0	Laguna	Santa Cruz	8,820	12.5
III 期小計						32,900	
優先地区合計						93,660	

出典：JICA 調査チーム

表 4.5.7 湖岸堤延長（ラグナ湖計画最高水位 14.0 m）

場所		堤防延長 (m)	基礎標高 (EL.m)	場所		堤防延長 (m)	基礎標高 (EL.m)
州	LGU 名			州	LGU 名		
I 期							
Rizal	Angono	3,310	12.0	NCR	Taguig	2,490	12.0
Rizal	Taytay	1,350	12.0	NCR	Muntinlupa	9,870	12.0
I 期小計						17,020	
II 期							
Laguna	San Pedro	4,080	12.0	Laguna	Cabuyao	8,390	12.0
Laguna	Binan	4,660	12.0	Laguna	Calamba	9,920	12.5
Laguna	Santa Rosa	5,780	12.0				
II 期小計						32,830	
III 期							
Laguna	Los Banos	8,240	12.0	Laguna	Victoria	6,470	12.0
Laguna	Bay	3,780	12.0	Laguna	Pila	4,750	12.5
Laguna	Calauan	840	12.0	Laguna	Santa Cruz	8,820	12.5
III 期小計						32,900	
優先地区合計						82,750	

出典：JICA 調査チーム

(2) 湖岸堤の横断面

湖岸堤は基本的に、洪水対策施設として 10 年間の実績のある「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」で建設された湖岸堤断面を基本とする。ただし、以下の点において構造の変更を提案する。

i) コミュニティ道路のアスファルト舗装

以前建設された湖岸堤のコミュニティ道路は、一般車両による多くの交通量を想定しておらず、交通により発生する便益も考慮していなかった。しかしながら、今回提案する湖岸堤は、既に開発が進んだ地域を通過する、またはそういった地域を連結するものとなるため一般車両による多くの交通量が想像される。したがって、交通量に耐えうる構造として耐久性の高い舗装構造がコミュニティ道路には望まれる。一方、以前建設された湖岸堤の経験より、堤防の不同沈下を想定して堤防形状の変形にも追従できる舗装が望ましい。したがって、ここではアスファルト舗装を採用するものとする。

ii) 排水路盛土の省略

以前建設された湖岸堤システムの排水路には、基礎地盤が低かったため盛土による堤防が設計されていた。今回、基礎地盤は EL.12.0m から EL.12.5m の間で想定しているため、排水路盛土は省略する。

iii) 植生ネット

近年 DPWH は芝張りの代わりに再生資材を用いた植生ネットを推奨している。この植生ネットは、DPWH の Standard Specifications for Highways Bridges and Airports, 2013 にも仕様が

詳細に紹介されており、フィリピンでは一般的なものとなっている。したがって、今回は芝張り工の代わりに植生ネット工を提案する。

iv) 標準断面

上記の更新点を踏まえた湖岸堤システムの湖岸堤、コミュニティ道路、及び排水路の標準断面を図 4.5.4、図 4.5.5 に示す。

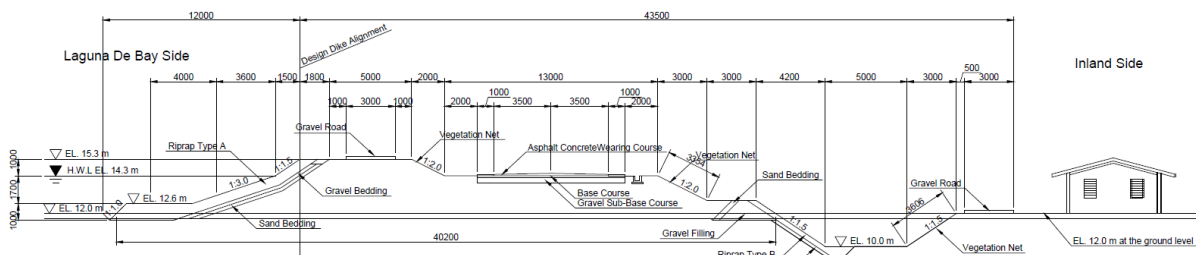


図 4.5.4 湖岸堤標準断面（計画最高水位 14.3m）

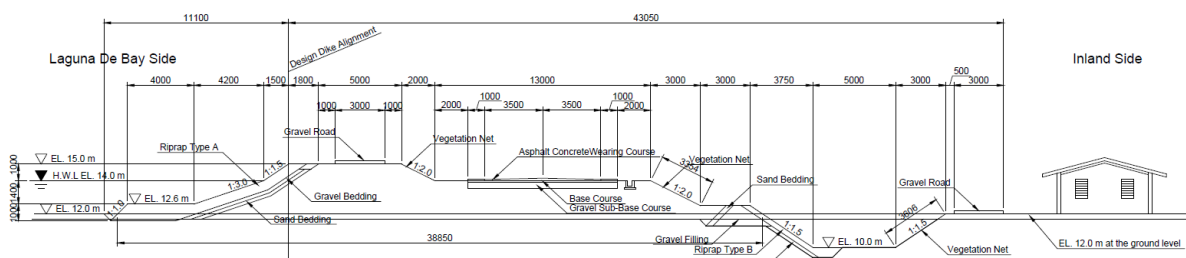


図 4.5.5 湖岸堤標準断面（計画最高水位 14.0m）

(3) 排水機場及びゲート施設

湖岸堤及び後述するバック堤により囲まれた堤内地から排水するためには、排水機場及びゲート施設が必要である。既往事業である「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」の詳細設計では、排水施設の対象確率年を 5 年と想定し、かつ湛水深を 0m として排水施設的设计を実施した。

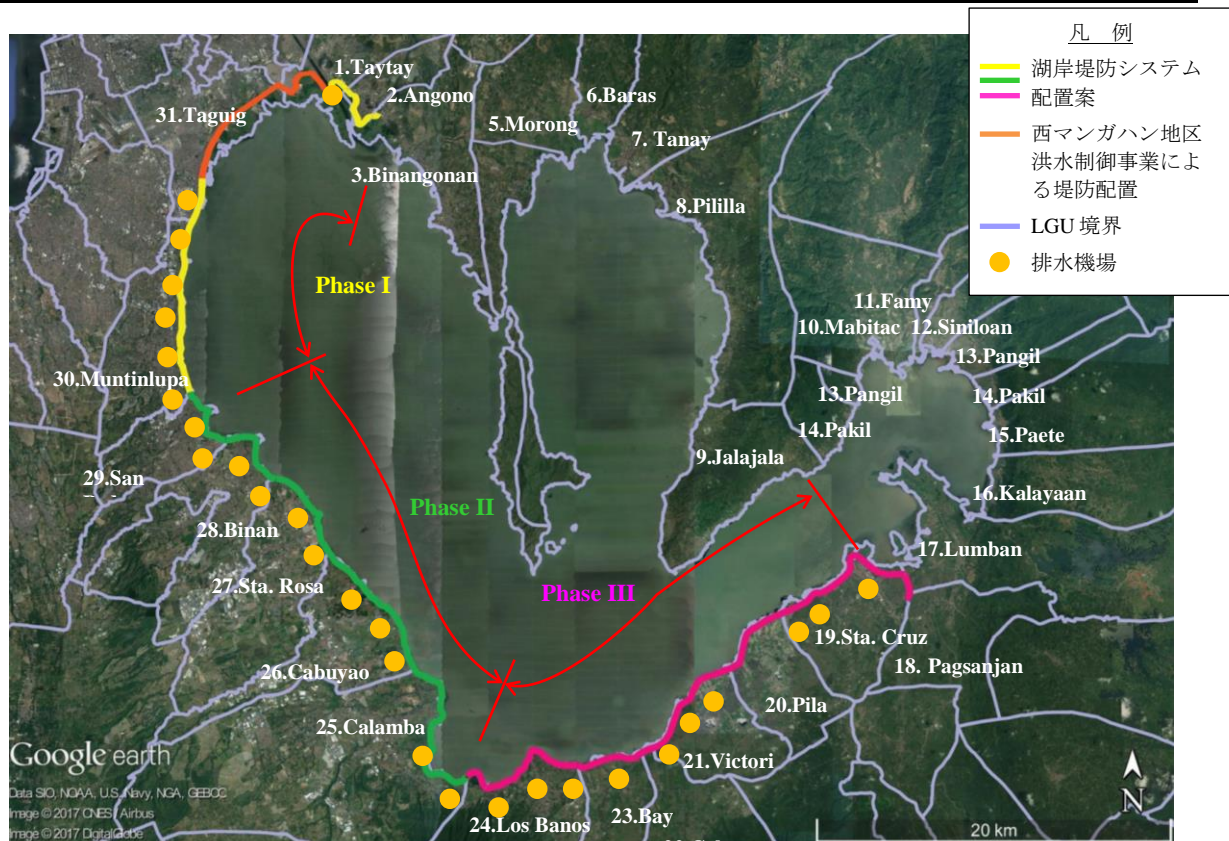
本調査においては、当該詳細設計の内容を踏襲し、集水面積比を基に排水機場に求められる排水能力を算定した。排水機場及びゲートの規模を表 4.5.8 及び表 4.5.9 に、排水機場配置案を図 4.5.6 に示す。

表 4.5.8 排水機場及びゲート施設規模 (1/2)

No	流域名		排水面積 (km ²)	比流量 5年確率 (m ³ /s/km ²)	ピーク流量 5年確率 (m ³ /s)	河道貯留量 (m ³ /s)	必要ポンプ能力 調整池無 (m ³ /s)	
1	SB-23	Muntinlupa	SB23-RB1	1.7	8.4	14.3	7.1	7.1
2			SB23-RB2	2.3	8.4	19.3	9.7	9.7
3			SB23-RB3	2.7	8.4	22.7	11.3	11.3
4			SB23-RB4	1.0	8.4	8.4	4.2	4.2
5			SB23-RB5	0.5	8.4	4.1	2.1	2.1
6	SB-22	San Pedro	SB22-RB1	0.9	5.6	5.0	2.5	2.5
7			SB22-RB2	3.4	5.6	19.0	9.5	9.5
8			SB22-RB3	2.4	5.6	13.2	6.6	6.6
9	SB-21	Binan	SB21-RB1	12.8	5.7	73.1	36.5	36.5
10			SB21-RB2	2.5	5.7	14.3	7.1	7.1
11	SB-20	Sta. Rosa	SB20-RB1	1.6	6.4	10.2	5.1	5.1
12			SB20-RB2	5.8	6.4	37.1	18.6	18.6
13			SB20-RB3	1.8	6.4	11.5	5.8	5.8
14			SB20-RB4	14.9	6.4	95.4	47.7	47.7
15	SB-19	San Cristobal	SB19-RB1	11.3	6.4	72.3	36.2	36.2
16	SB-18	San Juan	SB18-RB1	5.7	6.9	39.3	19.7	19.7
17	SB-17	Los Banos	SB17-RB1	3.3	10.7	35.1	17.5	17.5
18			SB17-RB2	2.0	10.7	21.6	10.8	10.8
19			SB17-RB3	5.8	10.7	62.2	31.1	31.1
20			SB17-RB4	0.6	10.7	6.2	3.1	3.1
21	SB-16	Calauan	SB16-RB1	0.7	7.0	4.9	2.5	2.5
22			SB16-RB2	0.6	7.0	4.1	2.0	2.0
23	SB-15	Pila	SB15-RB1	1.7	6.9	11.7	5.8	5.8
24			SB15-RB2	8.8	6.9	60.7	30.3	30.3
25			SB15-RB3	14.1	6.9	97.5	48.7	48.7
26	SB-14	Sta. Cruz	SB14-RB1	11.8	5.8	68.4	34.2	34.2
27			SB14-RB2	1.4	5.8	8.1	4.1	4.1
28	SB-02	Taytay	SB02-RB1	2.0	8.6	17.2	8.6	8.6
Total			124.0	206.8	856.9	428.4	428.4	

表 4.5.9 排水機場及びゲート施設規模 (2/2)

No	流域名		調整池			必要ポンプ能力 調整池有 (m ³ /s)	ゲート (W5m x H4m) (unit)	
			面積 (ha)	水深 (m)	調整量 (m ³)			
1	SB-23	Muntinlupa	SB23-RB1	0.9	2.0	17,000	5.0	1
2			SB23-RB2	1.2	2.0	23,000	7.0	1
3			SB23-RB3	1.4	2.0	27,000	9.0	2
4			SB23-RB4	0.5	2.0	10,000	3.0	1
5			SB23-RB5	0.2	2.0	4,900	2.0	1
6	SB-22	San Pedro	SB22-RB1	0.5	2.0	9,000	2.0	1
7			SB22-RB2	1.7	2.0	34,000	7.0	1
8			SB22-RB3	1.2	2.0	23,500	5.0	1
9	SB-21	Binan	SB21-RB1	6.4	2.0	128,200	27.0	4
10			SB21-RB2	1.3	2.0	25,000	5.0	1
11	SB-20	Sta. Rosa	SB20-RB1	0.8	2.0	16,000	4.0	1
12			SB20-RB2	2.9	2.0	58,000	14.0	2
13			SB20-RB3	0.9	2.0	18,000	4.0	1
14			SB20-RB4	7.5	2.0	149,000	36.0	5
15	SB-19	San Cristobal	SB19-RB1	5.7	2.0	113,000	27.0	4
16	SB-18	San Juan	SB18-RB1	2.9	2.0	57,000	15.0	2
17	SB-17	Los Banos	SB17-RB1	1.6	2.0	32,800	13.0	2
18			SB17-RB2	1.0	2.0	20,200	8.0	2
19			SB17-RB3	2.9	2.0	58,100	23.0	4
20			SB17-RB4	0.3	2.0	5,800	2.0	1
21	SB-16	Calauan	SB16-RB1	0.4	2.0	7,000	2.0	1
22			SB16-RB2	0.3	2.0	5,800	2.0	1
23	SB-15	Pila	SB15-RB1	0.8	2.0	16,900	4.0	1
24			SB15-RB2	4.4	2.0	87,900	23.0	4
25			SB15-RB3	7.1	2.0	141,300	37.0	5
26	SB-14	Sta. Cruz	SB14-RB1	5.9	2.0	118,000	26.0	4
27			SB14-RB2	0.7	2.0	14,000	3.0	1
28	SB-02	Taytay	SB02-RB1	1.0	2.0	20,000	6.0	1
Total			62.0		1,240,400	321.0	56	



出典：Google Earth, Digital Globe を基に JICA 調査チームが作成

図 4.5.6 湖岸堤システムの排水機場配置案（優先地区）

(4) 橋梁

湖岸堤システムに必要な最後の構造として、橋梁を挙げる。湖岸堤に並列して設計されるコミュニティ道路は、交通流の確保を目的に川を超えて接続される必要があるため、橋梁を提案する。橋梁の幅はコミュニティ道路と同じとし、片側 1 車線 (3.5m) で、両方合わせて 7m とし、両側に 1m の歩道を設ける。

表 4.5.10 湖岸堤システム建設に伴う新設橋梁数量

項目	単位	優先地区 実施時期			
		I 期合計	II 期合計	III 期合計	I~III 期合計
橋梁数	(箇所)	8	12	10	30
橋梁面積合計 (車道 (3.5m x 2) + 歩道 (1m x 2))	(m ²)	938	3,355	3,277	7,570

4.5.3 バック堤の検討

ラグナ湖主要流入河川では、2009 年 Ondoy の洪水を含めて洪水による被害が報告されている河川が幾つかあり、本調査において、これら流入河川の洪水対策（河川改修）を検討する。

ラグナ湖の計画水位に合わせてバック堤の改修断面規模、改修延長を決定する。その際、ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画の作成（2 次案の作成）を念頭に、パラニャーク放水路の「有り」／「無し」ケース対応として、以下のラグナ湖水位条件で検討するものとする。

パラニャーケ放水路の有無	ラグナ湖計画最高水位	備考
無し	EL.14.3m	100年確率規模相当の水位
有り	EL.14.0m	100年規模相当の水位より、パラニャーケ放水路放水路を考慮した場合の、解析結果より算定された湖水位

なお、名称上、集水面積が 10km²以上のものを河川とし、未満のものを排水路と称するが、計画流量の規模を踏まえ、一部、排水路と称されるものも「改修」の対象とした。

(1) 平面、縦横断計画

バック堤として、河道の両側に等間隔で拡幅、盛土等を実施するものとした。また、改修範囲の上流端部においては、基本的に河床掘削はしないものとして、設計水位が「現況地盤高+1m」以下になるように設定し、用地取得幅が可能な限り狭くなるように断面を想定した。また、各河川における用地取得範囲は、上流端断面と下流端断面のそれぞれの用地取得幅を平均し、その値に改修延長を乗じる事で概算した。

改修河道の配置を図 4.5.7 に示し、それらの改修内容を表 4.5.11、表 4.5.12 に示す。また、標準断面を図 4.5.8 に示す。河川の改修に伴い既存の橋梁の改修、新規橋梁の建設、鉄道の鉄橋化が必要となるため、バック堤建設に伴い必要となる数量を表 4.5.13 に示す。

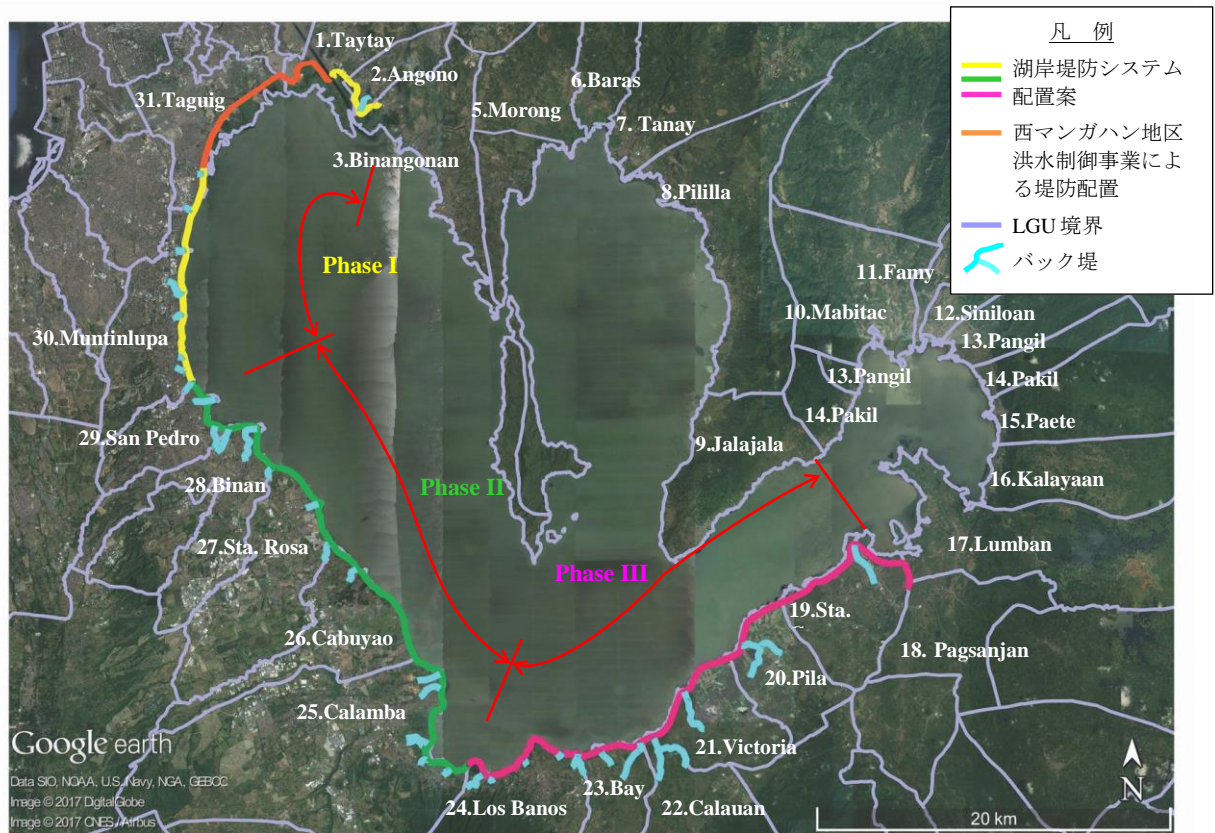


図 4.5.7 バック堤対象位置図（ラグナ湖計画最高水位 14.3m 及び 14.0m）

表 4.5.11 バック堤改修内容（ラグナ湖計画最高水位 14.3m）

LGU名	河川名	治水 確率年	計画 流量	堤防 延長 (m)	LGU名	河川名	治水 確率年	計画 流量	堤防 延長 (m)
I 期									
Angono	Angono	25	190	1,220	Muntinlupa	Poblacion	15	80	450
Taguig	SB-23-7	15	30	440		Magdaong	15	60	680
Muntinlupa	Alabang	25	170	1,680		SB-23-5	15	50	900
	Bayanan	15	60	740		SB-23-6	15	10	570
I 期合計									6,680
II 期									
San Pedro	San Isidro	25	290	1,390	Sta. Rosa	SB-20-3	25	170	1,060
	Tunasan	15	60	840	Calamba	San Juan	50	2,400	1,550
Binan	SB-20-4	25	160	820		San Cristobal	50	1,600	1,500
	Binan	50	700	2,940		SB-17-6	15	50	760
Sta. Rosa	Sta. Rosa	50	520	860		SB-17-7	15	130	800
	SB-20-2	25	200	1,290		SB-17-8	25	200	1,460
II 期合計									15,270
III 期									
Los Banos	Los Banos	25	430	2,150	Calauan	Calauan	50	800	2,020
	SB-17-3	15	50	500		SB-16-2	50	700	5,320
	SB-17-4	15	90	480	Victoria	Pila	25	380	2,460
	SB-17-5	25	210	1,600	Pila	SB-15-2	25	380	4,840
Bay	Colo	25	300	1,120	Sta. Cruz	Sta. Cruz	50	1,300	2,700
III 期合計									23,190
合計									45,140

表 4.5.12 バック堤改修内容（ラグナ湖計画最高水位 14.0m）

LGU名	河川名	治水 確率年	計画 流量	堤防 延長 (m)	LGU名	河川名	治水 確率年	計画 流量	堤防 延長 (m)
I 期									
Angono	Angono	25	190	1,170	Muntinlupa	Poblacion	15	80	400
Taguig	SB-23-7	15	30	390		Magdaong	15	60	630
Muntinlupa	Alabang	25	170	1,630		SB-23-5	15	50	850
	Bayanan	15	60	690		SB-23-6	15	10	520
I 期合計									6,280
II 期									
San Pedro	San Isidro	25	290	1,340	Sta. Rosa	SB-20-3	25	170	1,010
	Tunasan	15	60	790	Calamba	San Juan	50	2,400	1,500
Binan	SB-20-4	25	160	770		San Cristobal	50	1,600	1,450
	Binan	50	700	2,890		SB-17-6	15	50	710
Sta. Rosa	Sta. Rosa	50	520	810		SB-17-7	15	130	750
	SB-20-2	25	200	1,240		SB-17-8	25	200	1,410
II 期合計									14,670
III 期									
Los Banos	Los Banos	25	430	2,100	Calauan	Calauan	50	800	1,970
	SB-17-3	15	50	450		SB-16-2	50	700	5,270
	SB-17-4	15	90	430	Victoria	Pila	25	380	2,410
	SB-17-5	25	210	1,550	Pila	SB-15-2	25	380	4,790
Bay	Colo	25	300	1,070	Sta. Cruz	Sta. Cruz	50	1,300	2,650
III 期合計									22,690
合計									43,640

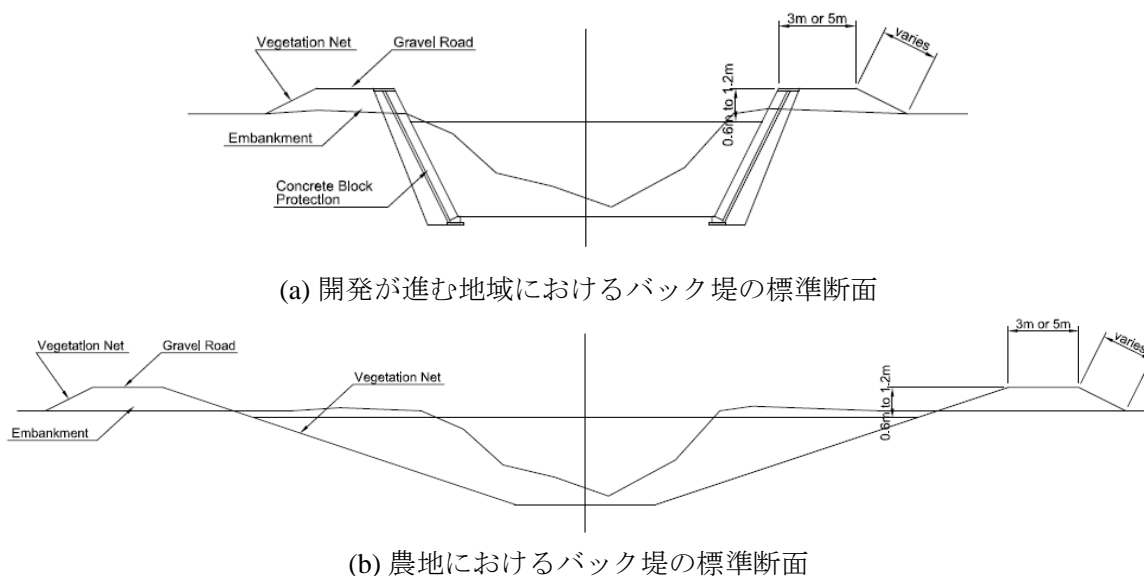


図 4.5.8 バック堤標準断面図

表 4.5.13 バック堤建設に伴うその他の数量

項目	単位	優先地区		実施時期	
		I期合計	II期合計	III期合計	I~III期合計
橋梁数	(箇所)	17	6	11	34
橋梁面積合計	(m ²)	3,196	2,039	3,868	9,103
鉄橋数	(箇所)	2	0	0	2

4.6 ラグナ湖流域における洪水対策の検討

前節(3.4.2)で構築した、ラグナ湖地域における流出・氾濫解析の結果より、各流域における浸水エリア及び想定される洪水対策(案)について整理する。なお、ここで洪水対策の対象とする外力は、「外水氾濫」を対象とする。流出・氾濫解析モデルの諸条件を下表に整理する。

表 4.6.1 ラグナ湖地域における流出・氾濫解析の諸条件

項目	設定値	内容
降雨	流域平均雨量	確率規模毎の流域平均雨量を流域に与える
下流端の水位	ラグナ湖水位 =14.0m	パラニャーク放水路有の場合、100年確率水位14.3mが14.0mまで低減するため、この水位14.0mを境界条件として設定
確率規模	50年 25年 15年	流域には、いくつかの小河川も含まれており、各河川の流域面積により、計画規模が異なるため、各確率規模について検討

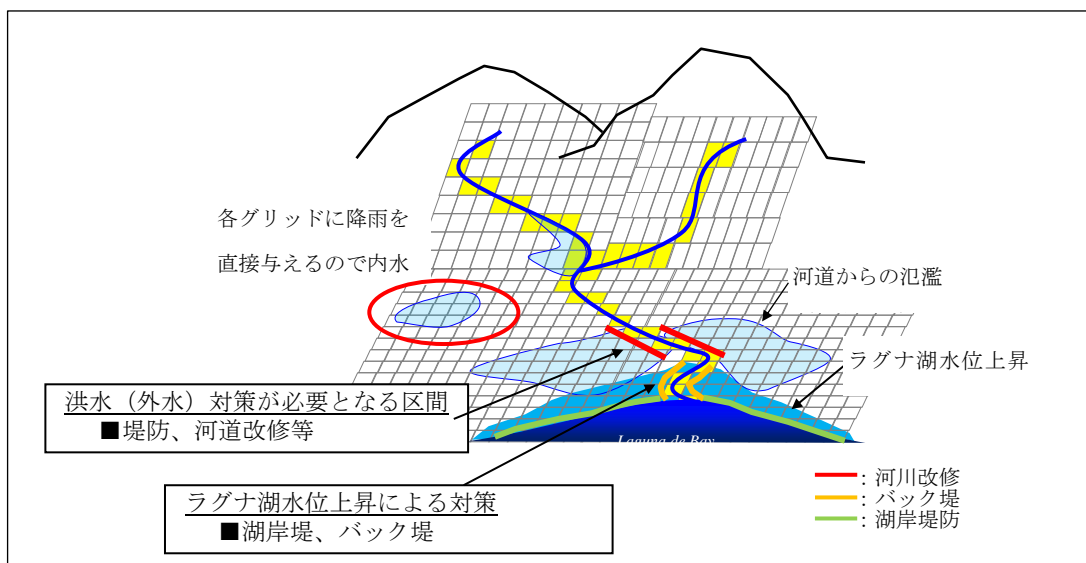


図 4.6.1 ラグナ湖流域における洪水(外水)対策の考え方

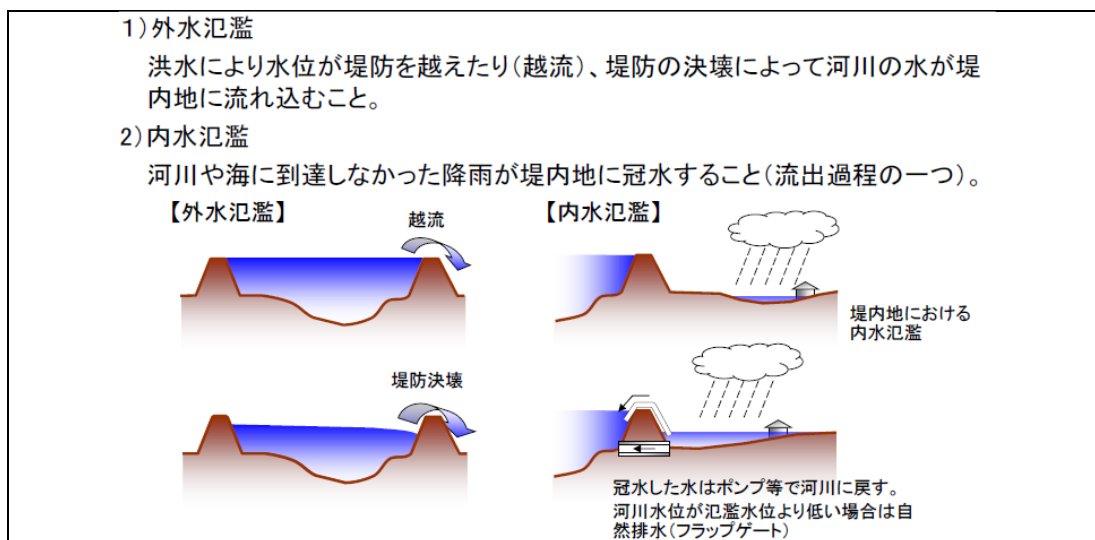


図 4.6.2 氾濫現象(外水氾濫、内水氾濫)の概念図

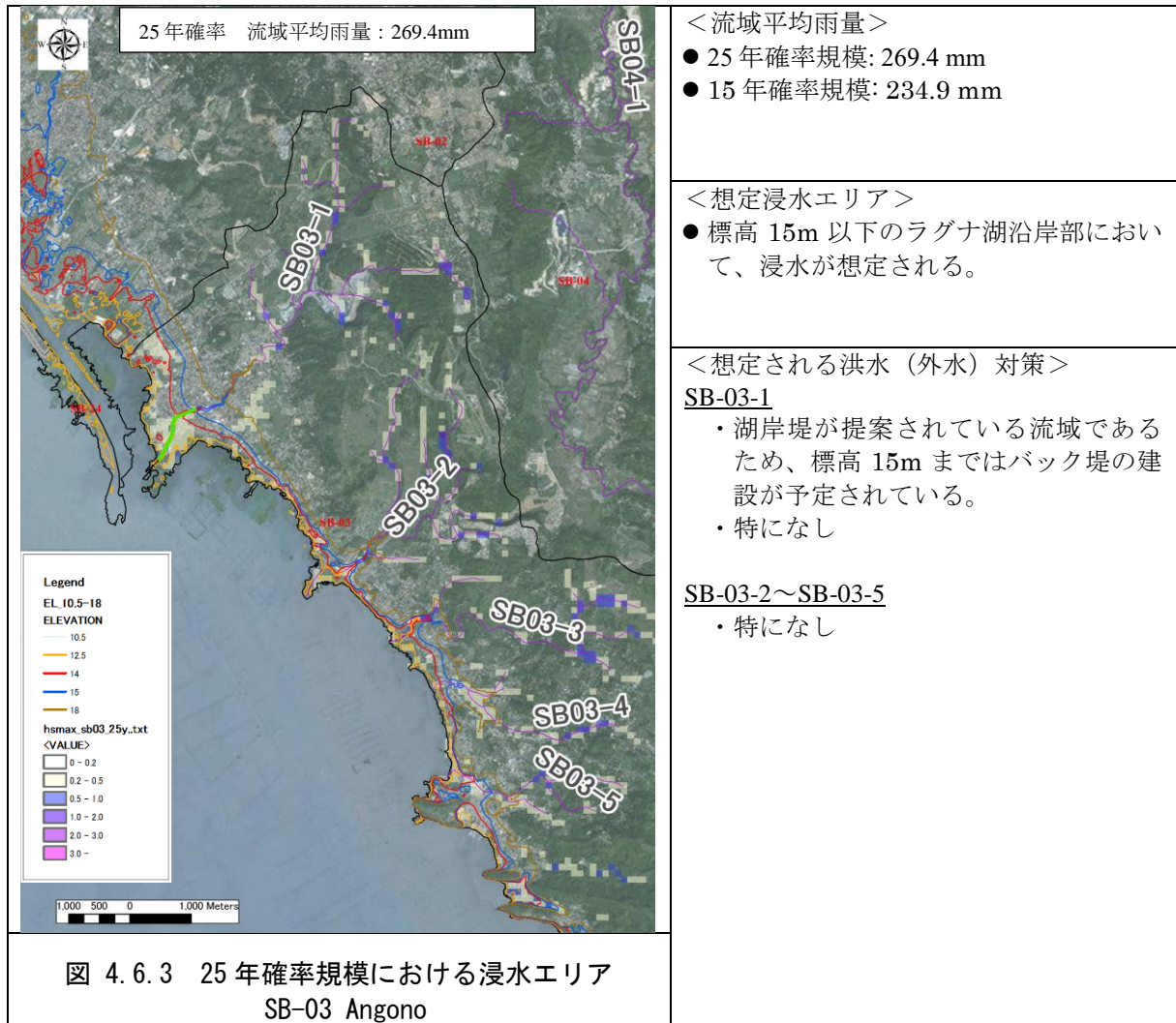
4.6.1 ラグナ湖流域における氾濫解析結果

(1) Angono 流域 (SB-03)

Angono 流域 (SB-03) の全流域面積は、86.6km²であり、流域内にいくつかの小河川が含まれている。代表的な河川として Angono 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.3 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.2 Angono 流域 (SB-03) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 m	計画規模	計画流量 m ³ /s	想定される河川 改修延長 (km)
SB-03-1	Angono	12.7	8.18	25	190	—
SB-03-2	不明	9.9	5.66	15	130	—
SB-03-3	不明	6.7	4.71	15	90	—
SB-03-4	不明	4.0	3.92	15	60	—
SB-03-5	不明	3.4	2.98	15	50	—
小計		36.7				
全流域 (残流域)		86.6 (49.9)				

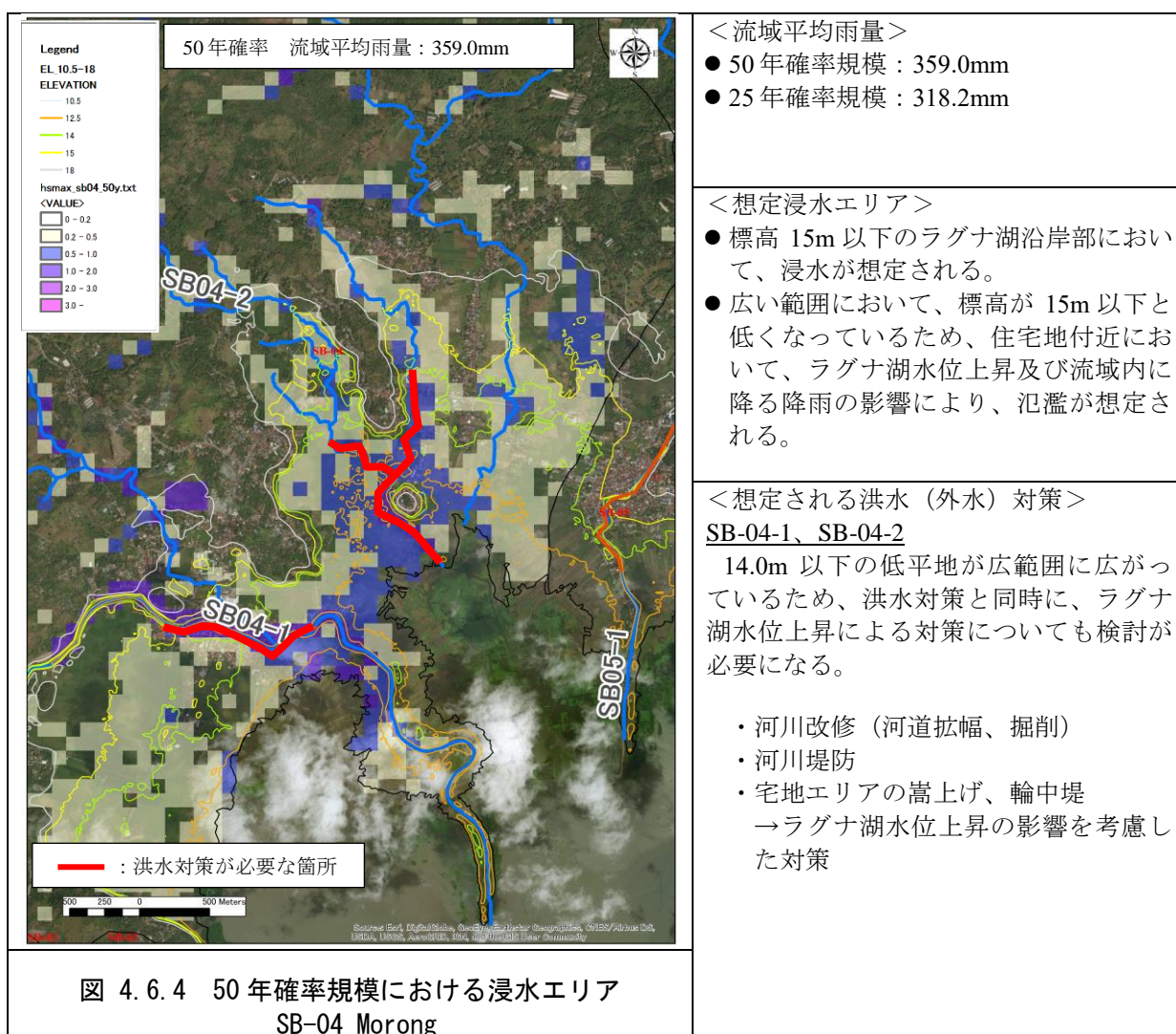


(2) Morong 流域 (SB-04)

Morong 流域 (SB-04) の全流域面積は、95.9km²であり、流域内にいくつかの小河川が含まれている。代表的な河川として Morong 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.4 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水（外水）対策について下表に整理する。

表 4.6.3 Morong 流域 (SB-04) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 m ³ /s	想定される河川 改修延長 (km)
SB-04-1	Morong	67.0	29.16	50	1,100	1.0
SB-04-2	不明	22.5	8.15	25	300	2.5
小計		89.5				
全流域 (残流域)		95.9 (6.4)				

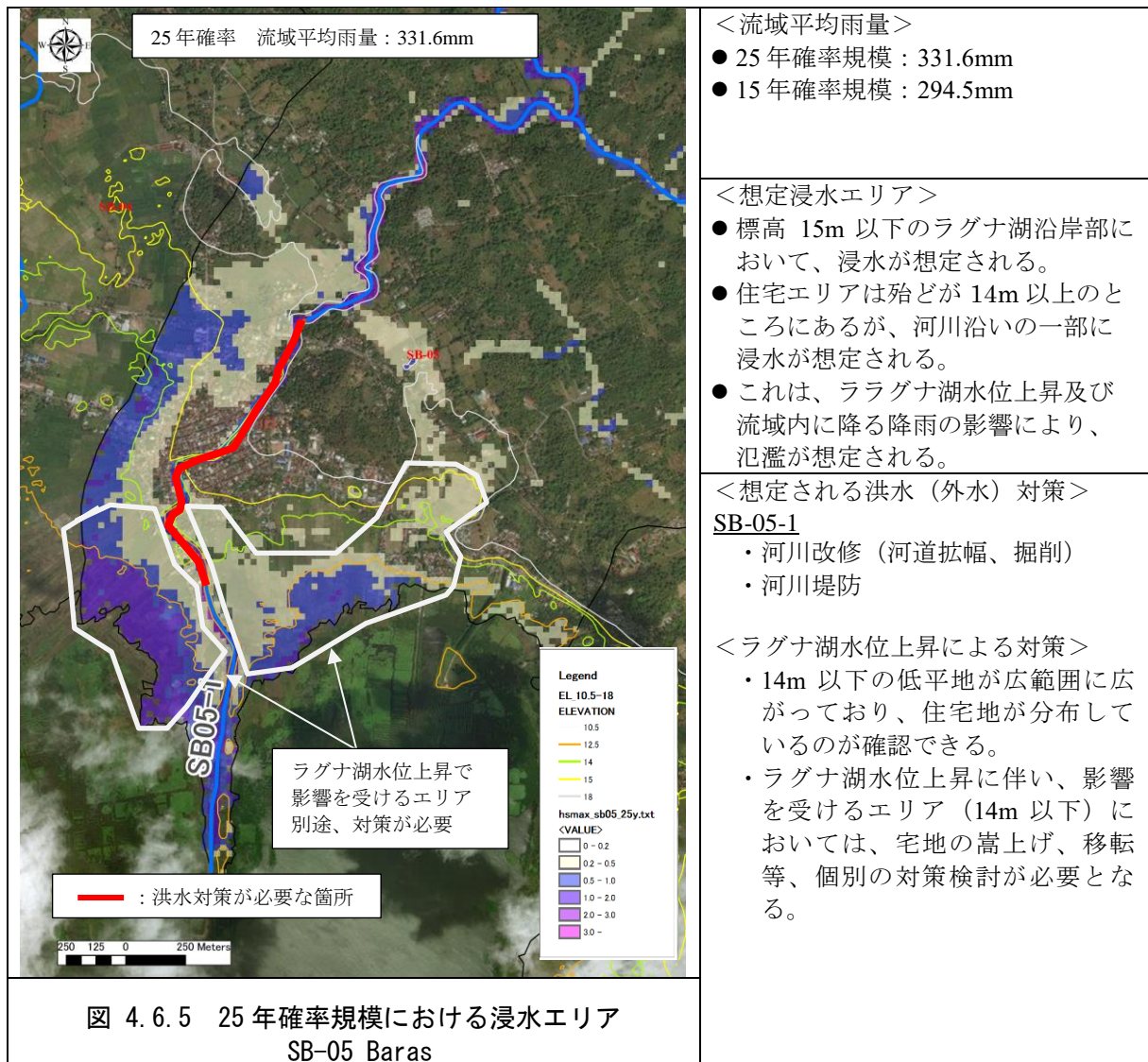


(3) Baras 流域 (SB-05)

Baras 流域 (SB-05) の全流域面積は、21.7km²であり、代表的な河川として Baras 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.5 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.4 Baras 流域 (SB-05) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 m ³ /s	想定される河川 改修延長 (km)
SB-05-1	Baras River	17.6	13.01	25	310	1.50
	小計	17.6				
	全流域 (残流域)	21.7 (4.1)				



<流域平均雨量>
● 25 年確率規模 : 331.6mm
● 15 年確率規模 : 294.5mm

<想定浸水エリア>
● 標高 15m 以下のラグナ湖沿岸部において、浸水が想定される。
● 住宅エリアは殆どが 14m 以上のところにあるが、河川沿いの一部に浸水が想定される。
● これは、ラグナ湖水位上昇及び流域内に降る降雨の影響により、氾濫が想定される。

<想定される洪水 (外水) 対策>
SB-05-1
・河川改修 (河道拡幅、掘削)
・河川堤防

<ラグナ湖水位上昇による対策>
・14m 以下の低平地が広範囲に広がっており、住宅地が分布しているのが確認できる。
・ラグナ湖水位上昇に伴い、影響を受けるエリア (14m 以下) においては、宅地の嵩上げ、移転等、個別の対策検討が必要となる。

(4) Tanay 流域 (SB-06)

Tanay 流域 (SB-06) の全流域面積は、52.2km² であり、代表的な河川として Tanay 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.6 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.5 Tanay 流域 (SB-06) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 m ³ /s	想定される河川 改修延長 (km)
SB-06-1	Tanay River	39.3	20.7	25	580	2.3
	小計	39.3				
	全流域 (残流域)	52.2 (12.9)				



<流域平均雨量>

- 25 年確率規模：308.0mm
- 15 年確率規模：272.8mm

<想定浸水エリア>

- 標高 15m 以下のラグナ湖沿岸部において、浸水が想定される。
- ラグナ湖水位上昇及び流域内に降る降雨の影響により、15m 以下の低平地において、浸水が想定される。
- また、河道沿いの一部 (赤線部分) において浸水が確認できる。これは、河道からの氾濫による影響が考えられる。

<想定される洪水 (外水) 対策>

SB-06-1

- ・河川改修 (河道拡幅、掘削)
- ・河川堤防

<ラグナ湖水位上昇による対策>

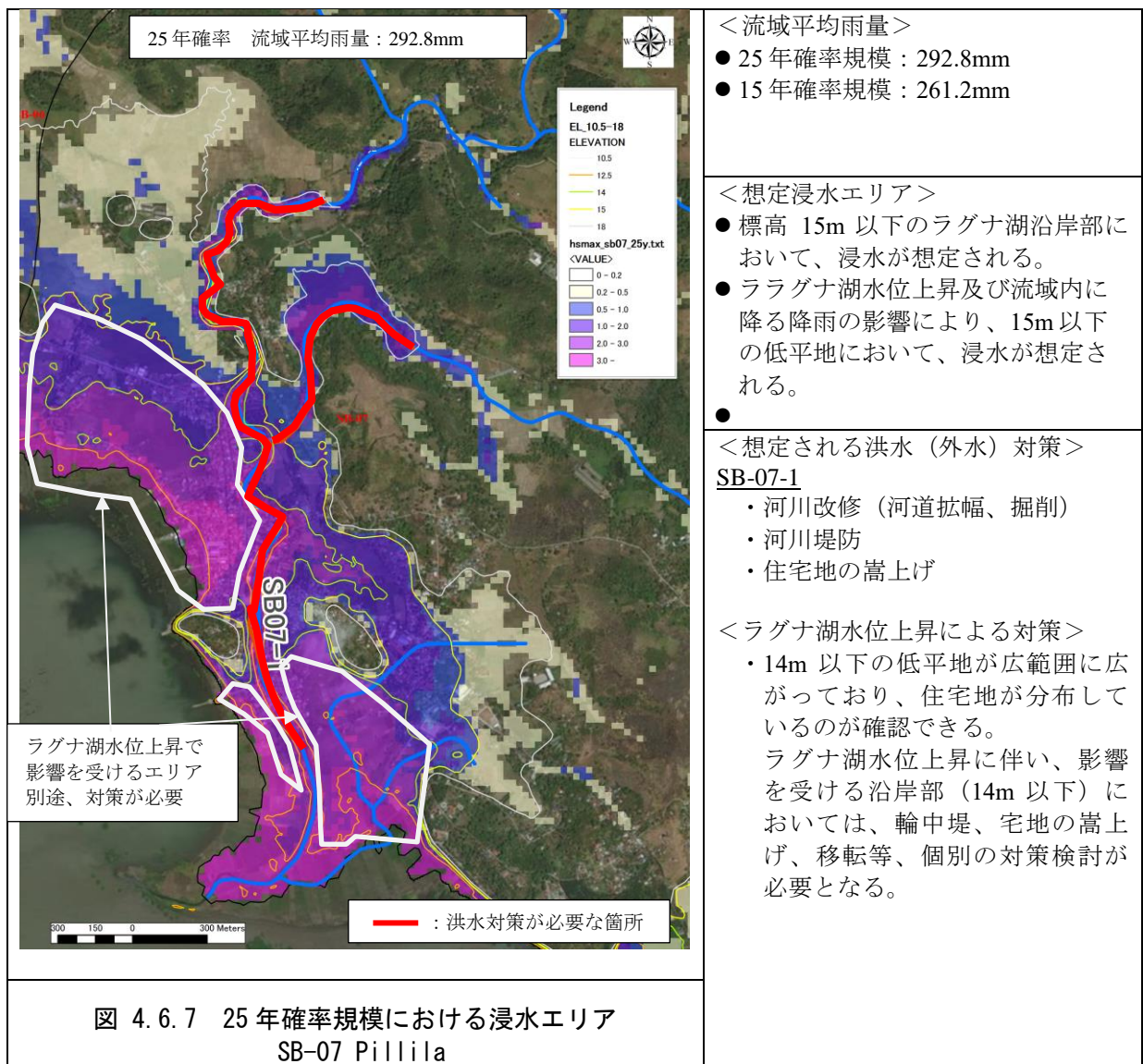
- ・14m 以下の低平地が広範囲に広がっており、住宅地が分布しているのが確認できる。ラグナ湖水位上昇に伴い、影響を受ける沿岸部 (14m 以下) においては、宅地の嵩上げ、移転等、個別の対策検討が必要となる。

(5) Pillila 流域 (SB-07)

Pillila 流域 (SB-07) の全流域面積は、40.4km²であり、代表的な河川として Pillila 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.7 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.6 Pillila 流域 (SB-07) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 m ³ /s	想定される 河川改修延長 (km)
SB-07-1	Pillila River	32.8	16.1	25	490	4.0
	小計	32.8				
	全流域 (残流域)	40.4 (7.6)				



<流域平均雨量>

- 25 年確率規模：292.8mm
- 15 年確率規模：261.2mm

<想定浸水エリア>

- 標高 15m 以下のラグナ湖沿岸部において、浸水が想定される。
- ラグナ湖水位上昇及び流域内に降る降雨の影響により、15m 以下の低平地において、浸水が想定される。
-

<想定される洪水 (外水) 対策>

SB-07-1

- ・河川改修 (河道拡幅、掘削)
- ・河川堤防
- ・住宅地の嵩上げ

<ラグナ湖水位上昇による対策>

- ・14m 以下の低平地が広範囲に広がっており、住宅地が分布しているのが確認できる。
- ラグナ湖水位上昇に伴い、影響を受ける沿岸部 (14m 以下) においては、輪中堤、宅地の嵩上げ、移転等、個別の対策検討が必要となる。

(6) Jala-jala 流域 (SB-08)

Jala-jala 流域 (SB-08) の全流域面積は、70.6km²であり、代表的な河川として Jala-jala 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.8 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.7 Jala-jala 流域 (SB-08) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-08-1	Jala-jala River	10.7	4.81	25	140	—
	小計	10.7				
	全流域 (残流域)	70.6 (59.9)				

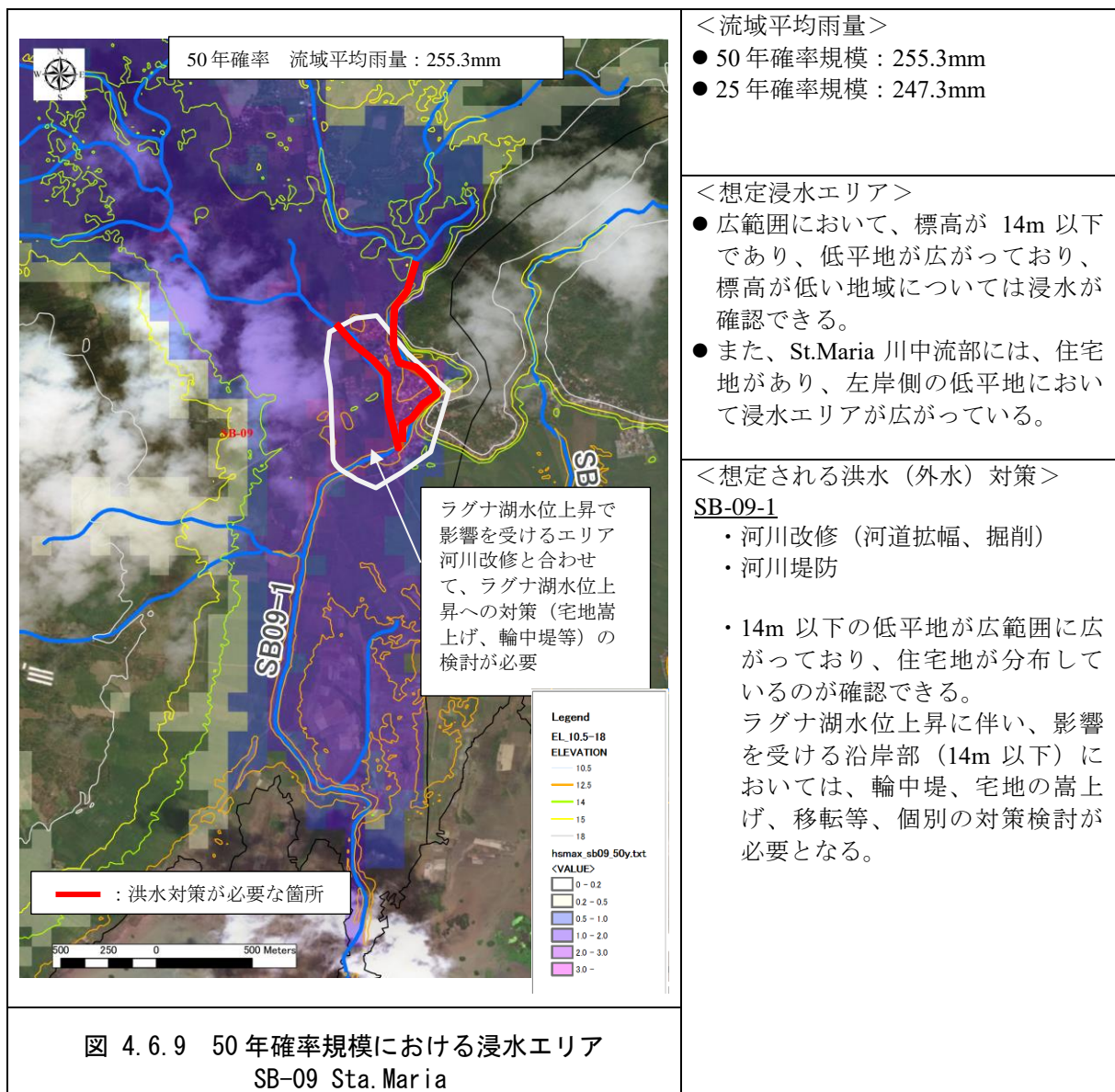


(7) Sta.Maria 流域 (SB-09)

Sta.Maria 流域 (SB-09) の全流域面積は、202.2km² であり、代表的な河川として Sta.Maria 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.9 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.8 Sta.Maria 流域 (SB-09) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-09-1	Sta.Maria River	167.0	31.9	50	1,800	1.9
	小計	167.0				
	全流域 (残流域)	202.2 (35.2)				



<流域平均雨量>

- 50 年確率規模 : 255.3mm
- 25 年確率規模 : 247.3mm

<想定浸水エリア>

- 広範囲において、標高が 14m 以下であり、低平地が広がっており、標高が低い地域については浸水が確認できる。
- また、St.Maria 川中流部には、住宅地があり、左岸側の低平地において浸水エリアが広がっている。

<想定される洪水 (外水) 対策>

- SB-09-1**
- ・河川改修 (河道拡幅、掘削)
 - ・河川堤防
 - ・14m 以下の低平地が広範囲に広がっており、住宅地が分布しているのが確認できる。
ラグナ湖水位上昇に伴い、影響を受ける沿岸部 (14m 以下) においては、輪中堤、宅地の嵩上げ、移転等、個別の対策検討が必要となる。

(8) Siniloan 流域 (SB-10)

Siniloan 流域 (SB-10) の全流域面積は、71.7km²であり、代表的な河川として Romeo 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.10 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.9 Siniloan 流域 (SB-10) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-10-1	Romeo River	39.3	10.9	25	470	—
SB-10-2	不明	22.7	11.1	25	270	2.6
SB-10-3	不明	6.9	0.8	15	90	—
小計		39.3				
全流域 (残流域)		71.7 (32.4)				

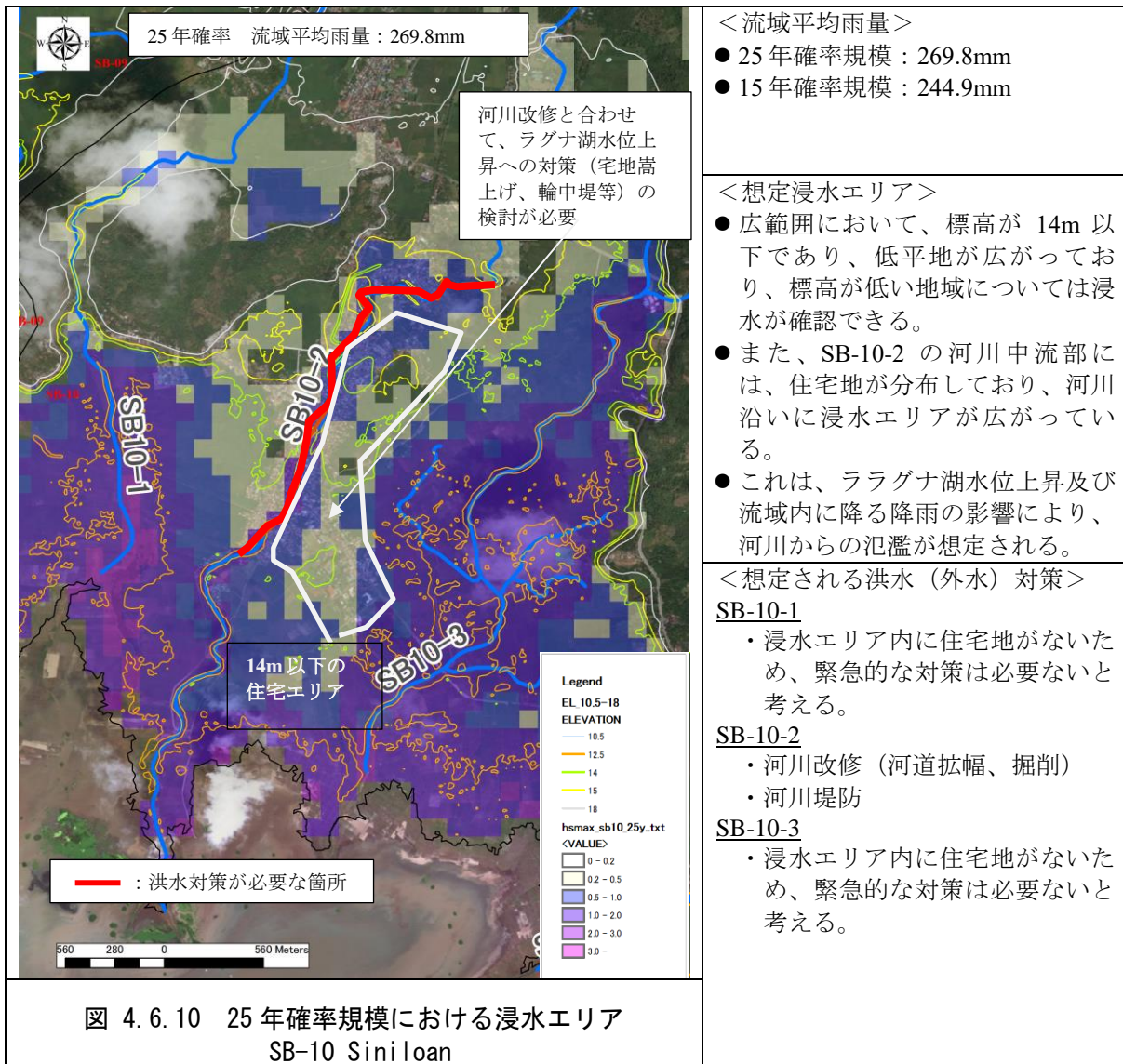


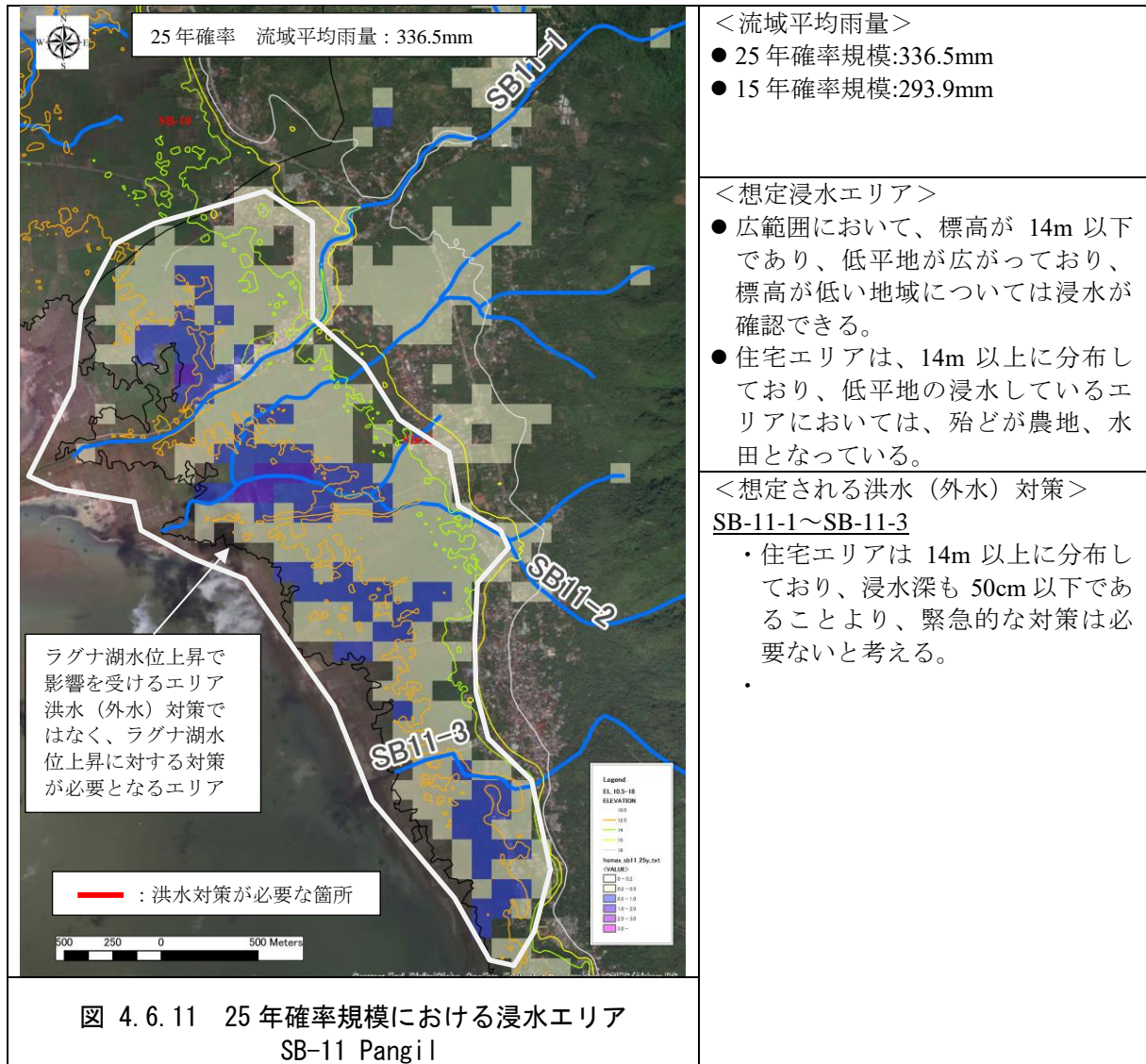
図 4.6.10 25 年確率規模における浸水エリア
SB-10 Siniloan

(9) Pangil 流域 (SB-11)

Pangil 流域 (SB-11) の全流域面積は、50.1km² であり、代表的な河川として Pangil 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.11 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.10 Pangil 流域 (SB-11) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-11-1	Pangil	21.2	13.7	25	370	—
SB-11-2	不明	5.2	3.2	15	80	—
SB-11-3	Tuyong ilong	2.2	2.4	15	60	—
SB-11-4	不明	3.7	2.8	15	60	—
SB-11-5	不明	2.2	2.7	15	40	—
SB-11-6	不明	3.2	2.2	15	50	—
小計		39.3				
全流域(残流域)		71.7 (32.4)				

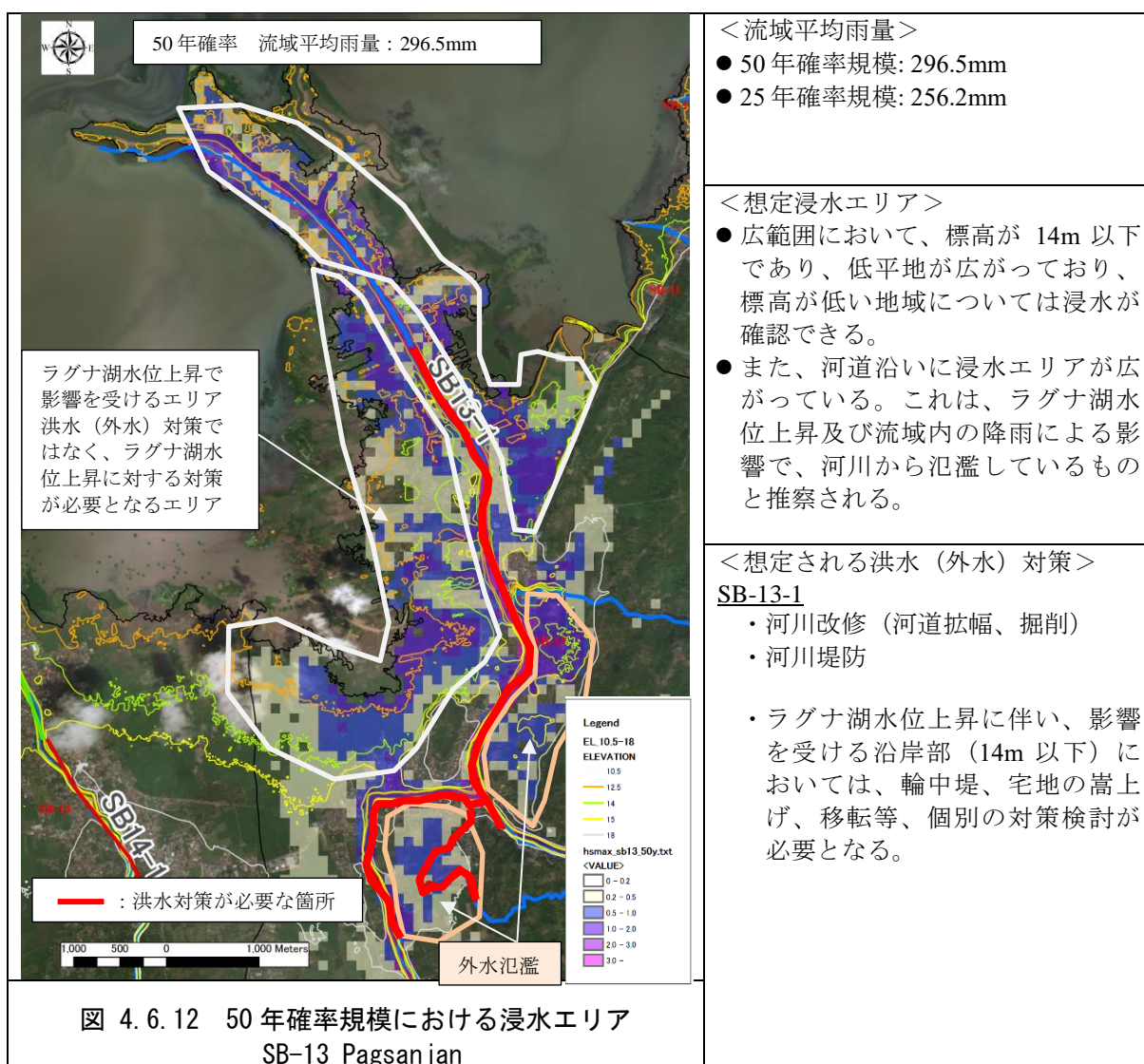


(10) Pagsanjan 流域 (SB-13)

Pagsanjan 流域 (SB-13) の全流域面積は、301.2km²であり、代表的な河川として Pagsanjan 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果を図 4.6.12 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.11 Pagsanjan 流域 (SB-13) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-13-1	Pagsanjan	258.7	53.2	50	2,600	10.5
	小計	258.7				
	全流域(残流域)	301.2 (42.5)				



(11) Sta.Cruz 流域 (SB-14)

Sta.Cruz 流域 (SB-14) の全流域面積は、146.7km²であり、代表的な河川として Sta.Cruz 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.13 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.12 Sta.Cruz 流域 (SB-14) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-14-1	Sta.Cruz	116.6	33.1	50	1,300	2.0
	小計	116.6				
	全流域(残流域)	146.7 (30.1)				

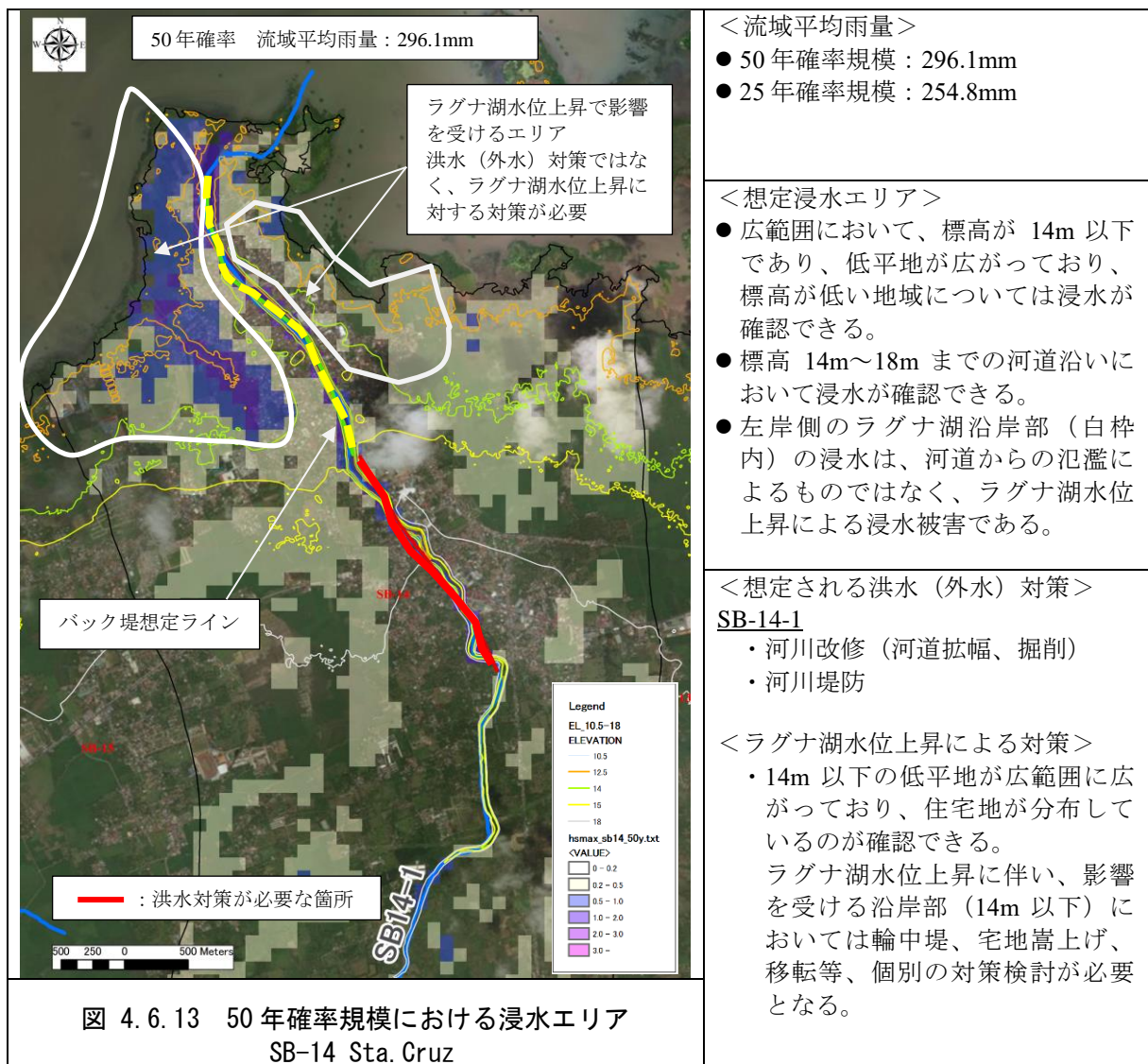


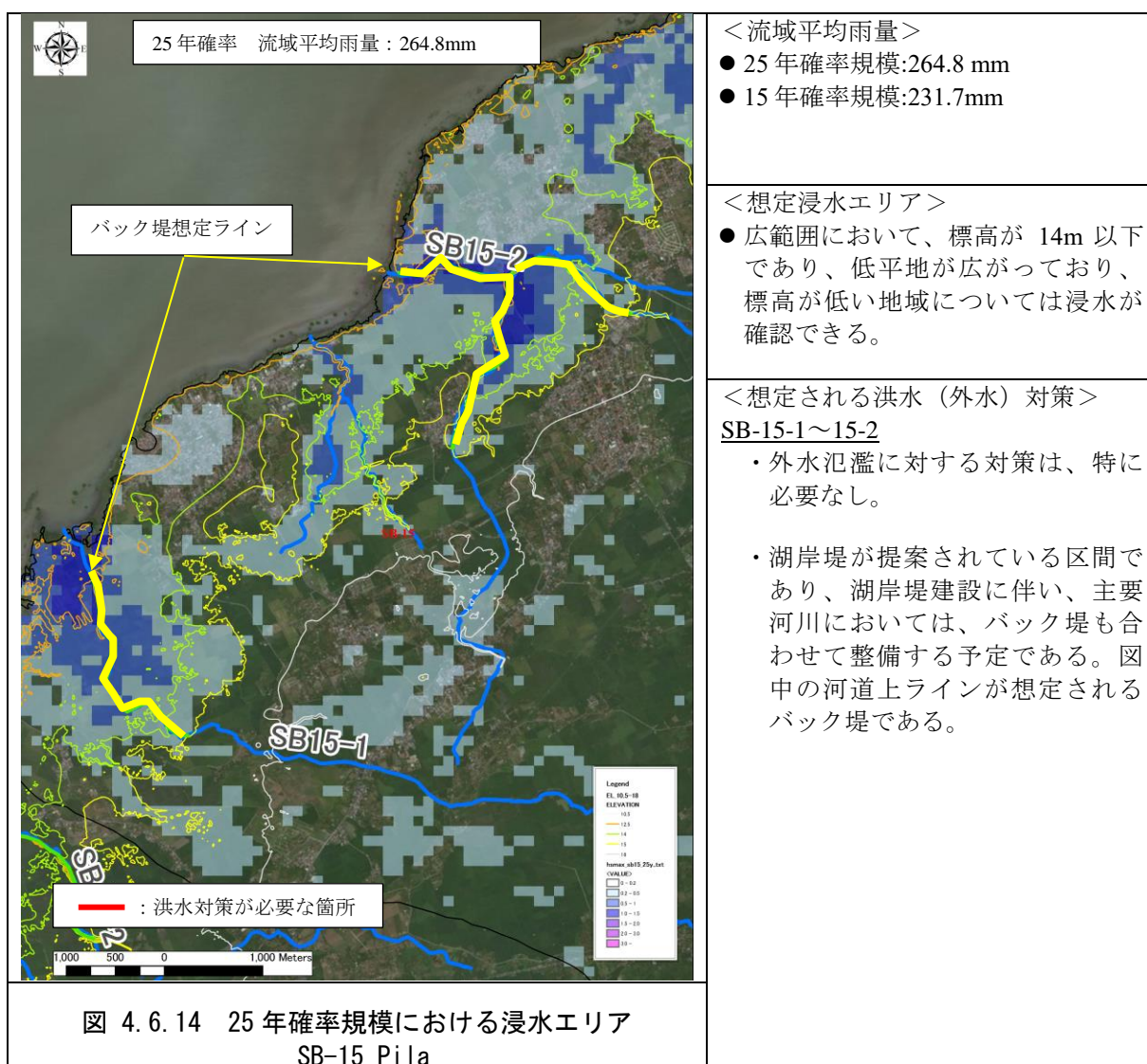
図 4.6.13 50 年確率規模における浸水エリア
SB-14 Sta. Cruz

(12) Pila 流域 (SB-15)

Pila 流域 (SB-15) の全流域面積は、89.3km²であり、代表的な河川として Bancabanca 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.14 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.13 Pila 流域 (SB-15) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-15-1	Bancabanca	31.2	12.3	25	380	—
SB-15-2	Pira	31.5	5.2	25	380	—
小計		62.7				
全流域(残流域)		89.3 (26.6)				



(13) Calauan 流域 (SB-16)

Calauan 流域 (SB-16) の全流域面積は、154.5km²であり、代表的な河川として Bay 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.15 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.14 Calauan 流域 (SB-16) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される河川改修延長 (km)
SB-16-1	Bay	64.7	31.2	50	800	—
SB-16-2	Pumongcaian	49.9	25.6	50	700	—
小計		114.6				
全流域(残流域)		154.5 (39.9)				

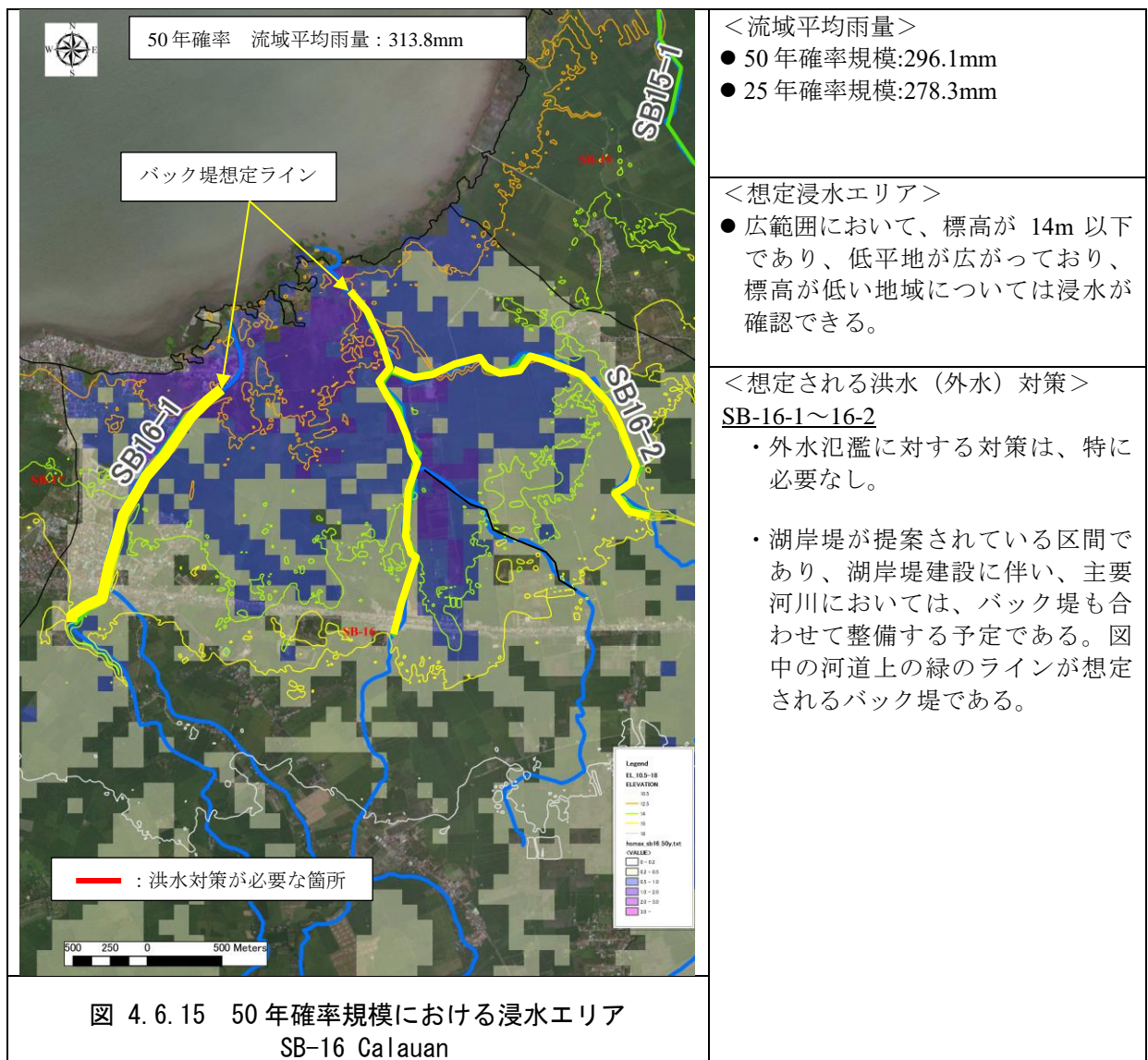


図 4.6.15 50 年確率規模における浸水エリア SB-16 Calauan

(14) Los Banos 流域 (SB-17)

Los Banos 流域 (SB-17) の全流域面積は、102.1km²であり、代表的な河川として Maulauen 川 (SB-17-2) の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.16 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.15 Los Banos 域 (SB-17) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-17-1	Colo	20.3	9.3	25	300	—
SB-17-2	Maulauen	25.8	4.1	25	430	5.0
SB-17-3	Saran	2.8	6.4	15	50	—
SB-17-4	Dampalia	5.5	5.6	15	90	—
SB-17-5	不明	12.5	6.3	25	210	1.0
SB-17-6	Pansol	3.3	12.7	15	50	—
SB-17-7	不明	7.6	6.0	15	130	—
SB-17-8	不明	11.6	10.7	25	200	3.5
小計		89.4				
全流域(残流域)		102.1(12.7)				

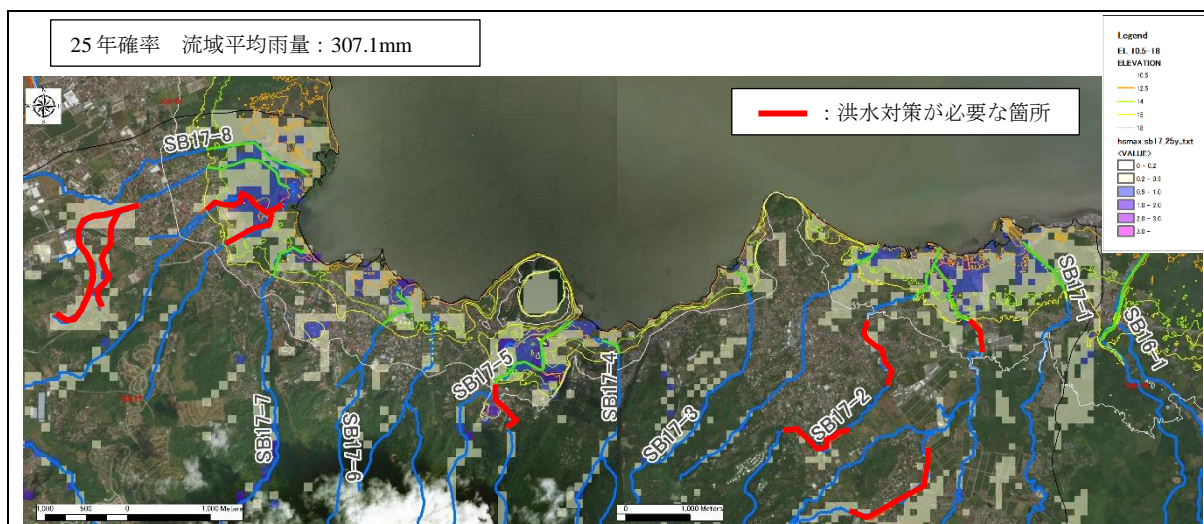


図 4.6.16 25 年確率規模における浸水エリア SB-17 Los Banos

<想定浸水エリア>

- 標高 14m 以下の低平地において、浸水エリアが確認できる。
- 幾つかの河川においては、河川沿いに浸水している。

<想定される洪水 (外水) 対策>

バック堤

- ・湖岸堤が提案されている区間であり、湖岸堤建設に伴い、主要河川においては、標高 15m 程度までバック堤を建設予定である。

バック堤以外の対策

- ・中流部において、住宅地が分布している河川が確認できる。河川沿いの住宅エリアにおいて、浸水が確認できる箇所については、洪水 (外水) 対策が必要となる。
- ・河川改修 (河道拡幅、掘削)
- ・河川堤防

(15) San Juan 流域 (SB-18)

San Juan 流域 (SB-18) の全流域面積は、191.7km²であり、代表的な河川として San Juan 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.17 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水（外水）対策について以下に整理する。

表 4.6.16 SanJuan 流域 (SB-18) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-18-1	San Juan	175.3	43.0	50	2,400	2.7
	小計	175.3				
	全流域(残流域)	191.7 (16.4)				

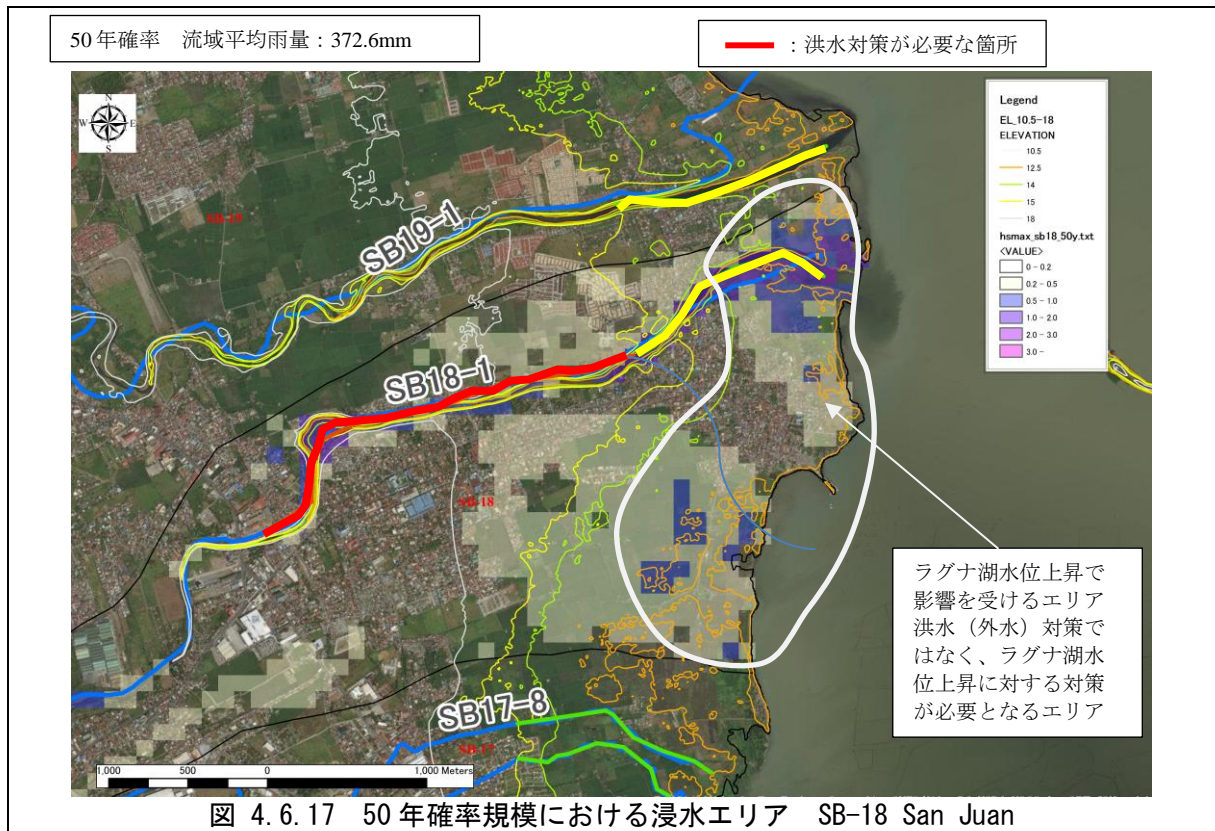


図 4.6.17 50 年確率規模における浸水エリア SB-18 San Juan

<想定浸水エリア>

- 標高 14m 以下の低平地において、浸水エリアが確認できる。
- San Jan 川においては、河川沿いに浸水している。

<想定される洪水（外水）対策>

バック堤

- ・湖岸堤が提案されている区間であり、湖岸堤建設に伴い、主要河川においては、標高 15m 程度までバック堤を建設予定である。

バック堤以外の対策

- ・特に右岸側に住宅地が分布しており、河川沿いの一部住宅エリアにおいては、浸水が確認でき、洪水（外水）対策が必要となる。
- ・河川改修（河道拡幅、掘削）
- ・河川堤防

(16) San Cristobal 流域 (SB-19)

San Cristobal 流域 (SB-18) の全流域面積は、140.6km² であり、代表的な河川として San Cristobal 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.18 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.17 San Cristobal 流域 (SB-19) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-19-1	San Cristobal	123.7	36.2	50	1,600	1.2
	小計	123.7				
	全流域(残流域)	140.6 (16.9)				



図 4.6.18 50 年確率規模における浸水エリア SB-19 San Cristobal

< 想定浸水エリア >

- 標高 14m 以下の低平地において、浸水が確認できる。
- San Cristobal(SB19-1)川においては、河川沿いに浸水している。

< 想定される洪水 (外水) 対策 >

バック堤

- ・湖岸堤が提案されている区間であり、湖岸堤建設に伴い、主要河川においては、標高 15m 程度までバック堤を建設予定である。

バック堤以外の対策

- ・中流部において、住宅地が分布している。河川沿いの浸水している住宅エリアにおいては、洪水 (外水) 対策が必要となる。
- ・河川改修 (河道拡幅、掘削)
- ・河川堤防

(17) Sta.Rosa 流域 (SB-20)

Sta.Rosa 流域 (SB-20) の全流域面積は、119.8km²であり、代表的な河川として Sta.Rosa 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.19 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.18 Sta.Rosa 流域 (SB-20) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 km ²	河川延長 km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-20-1	Sta.Rosa	44.1	30.2	50	520	6.0
SB-20-2	Cabuyao	19.2	9.7	25	200	2.0
SB-20-3	Niugan	16.0	9.1	25	170	2.0
SB-20-4	不明	15.6	11.0	25	160	—
小計		94.9				
全流域(残流域)		119.8 (24.9)				

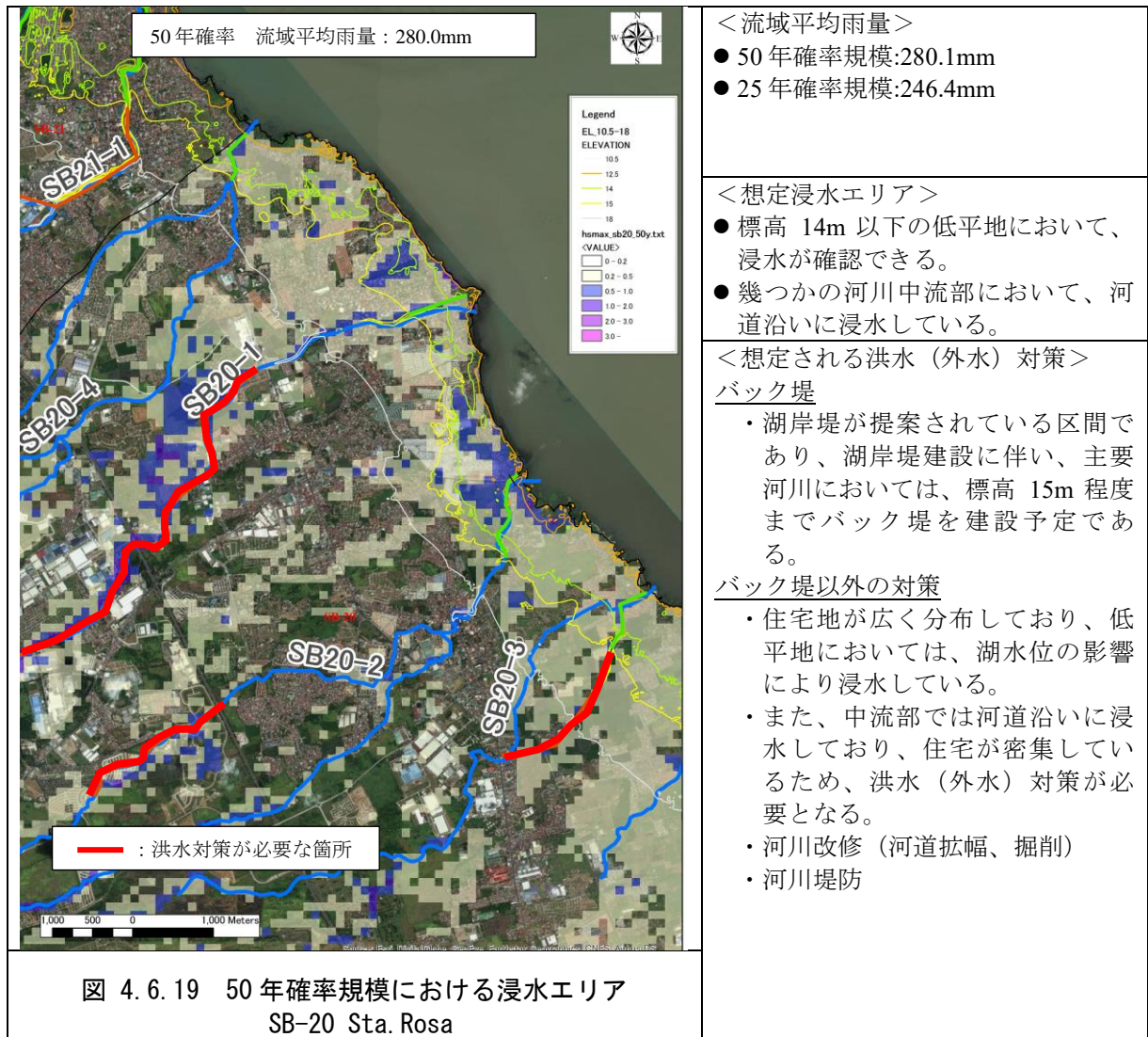


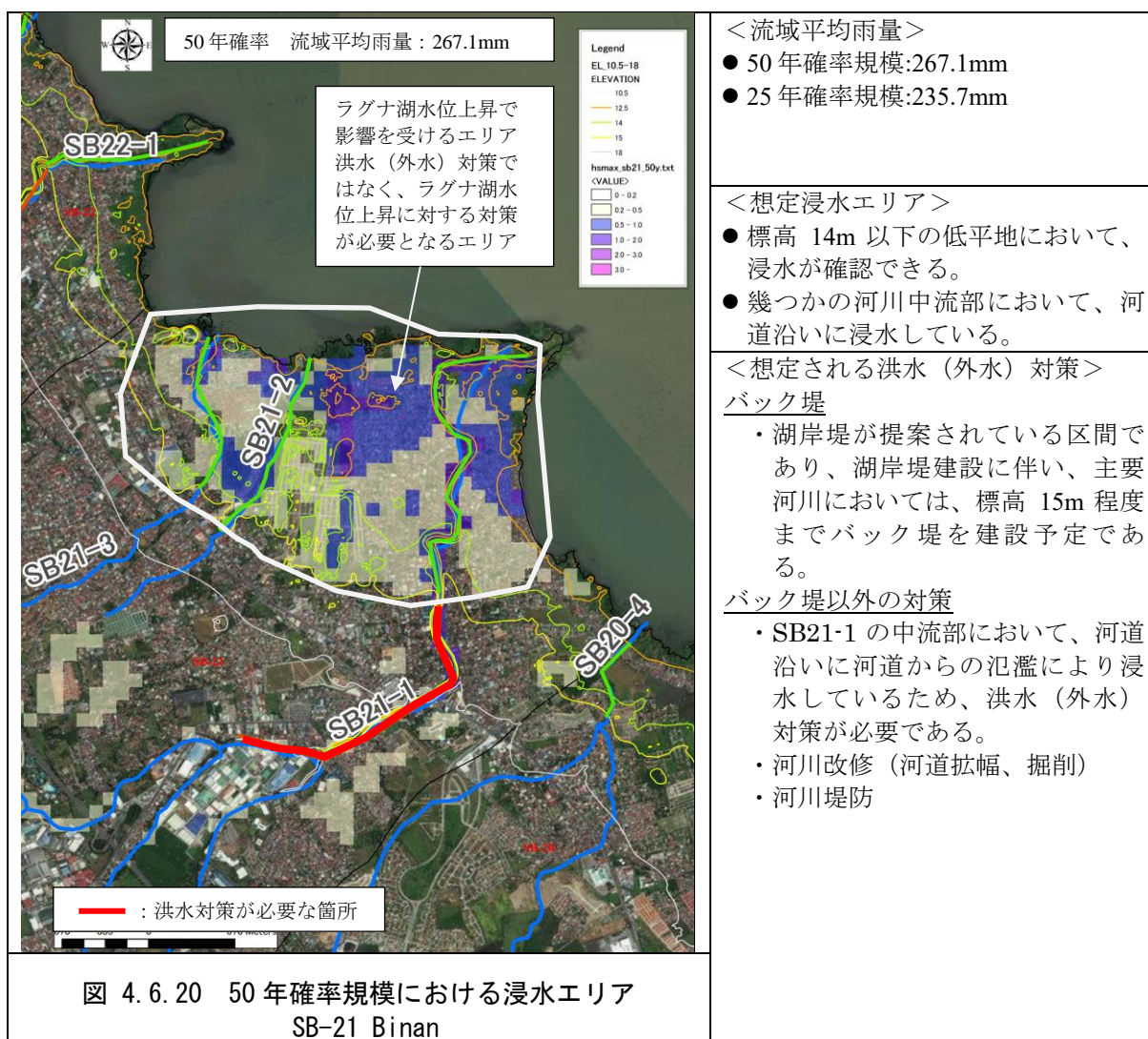
図 4.6.19 50 年確率規模における浸水エリア
SB-20 Sta. Rosa

(18) Binan 流域 (SB-21)

Binan 流域 (SB-21) の全流域面積は、84.8km²であり、代表的な河川として Binan 川の計画規模である 50 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.20 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.19 Binan 流域 (SB-21) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-21-1	Binan	67.7	36.0	50	700	2.5
	小計	67.7				
	全流域(残流域)	84.8 (17.1)				

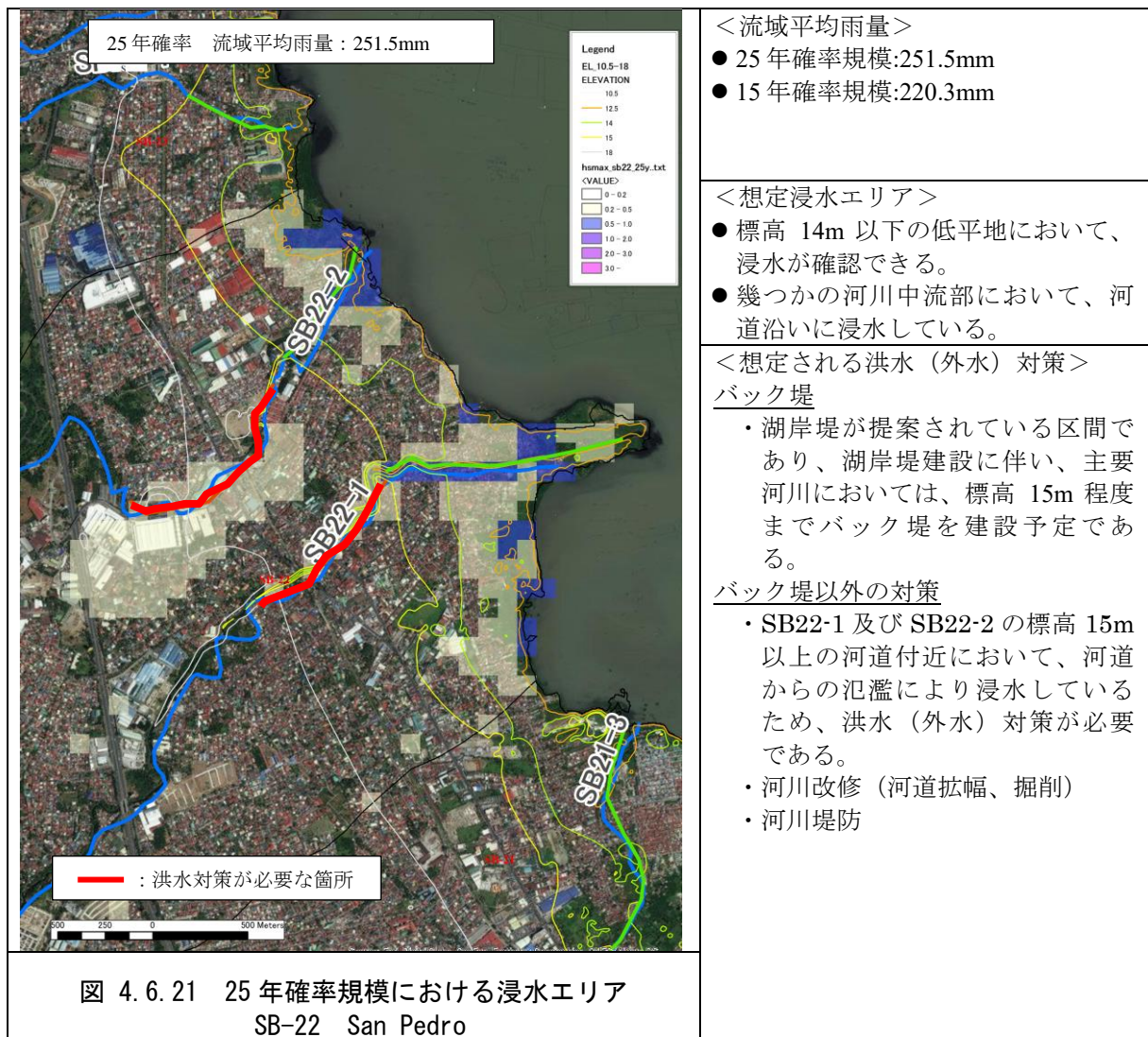


(19) San Pedro 流域 (SB-22)

San Pedro 流域 (SB-22) の全流域面積は、46.0km² であり、代表的な河川として San Pedro 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果を図 4.6.21 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.20 San Pedro 流域 (SB-22) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-22-1	San Pedro	29.3	36.8	25	290	1.0
SB-22-2	Tunasan River	6.1	9.6	15	60	1.2
小計		67.7				
全流域(残流域)		84.8 (17.1)				



(20) Muntinlupa (SB-23)

Muntinlupa 流域 (SB-23) の全流域面積は、44.1km² であり、代表的な河川として Pasong Diablo 川の計画規模である 25 年確率の氾濫解析結果図を図 4.6.22 に示す。また、氾濫解析結果である浸水エリアより、想定される洪水 (外水) 対策について以下に整理する。

表 4.6.21 Muntinlupa 流域 (SB-23) 諸元

河川 ID	河川名	流域面積 Km ²	河川延長 Km	計画規模	計画流量 (m ³ /s)	想定される 河川改修延長 (km)
SB-23-1	Pasong Diablo	10.6	6.60	25	170	4.0
SB-23-2	Bayanan Creek	4.5	6.49	15	60	0.5
SB-23-3	Poblacion	5.7	8.23	15	80	—
SB-23-4	Magdaong	4.5	6.34	15	60	—
SB-23-5	Sucacat	3.4	3.73	15	50	2.5
SB-23-6		0.4	1.07	15	10	—
SB-23-7		1.8	1.52	15	30	1.0
小計		30.9				
全流域(残流域)		44.1 (13.2)				

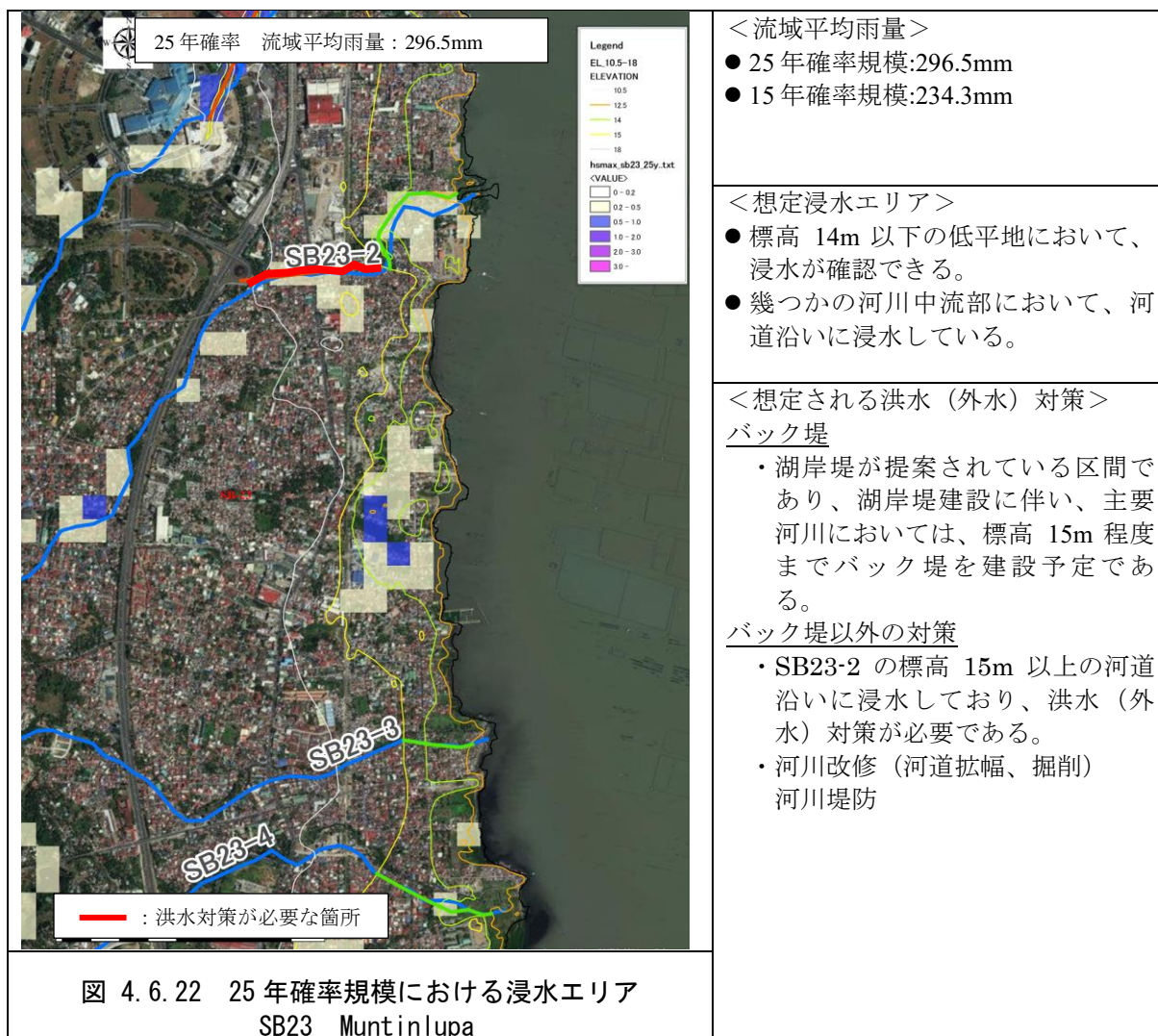




図 4.6.23 25年確率規模における浸水エリア SB23 Muntinlupa

4.6.2 優先的な洪水（外水）対策が必要とされる流域

流出・氾濫解析結果より、優先的に洪水（外水）対策が必要とされる流域を選定した。優先流域の選定については、流域内における確率規模別の浸水面積、浸水被害人口を算出し、被害人口が10万人以上となる流域を優先流域とした。

確率規模別の浸水面積、浸水被害人口を表 4.6.22 に示す。この結果より、優先的に洪水(外水)対策が必要であると想定される流域は、「SB-18 San Juan」、「SB-20 Sta.Rosa」、「SB-21 Binan」の3流域となる。

表 4.6.22 規模別浸水面積及び浸水被害人口

Sub-Basin ID	Sub-Basin Name	Sub-Basin Area km ²	Population in Sub-Basin	50-year Return Period		25-year Return Period		15-year Return Period	
				Inundation Area km ²	Population in flooding area	Inundation Area km ²	Population in flooding area	Inundation Area km ²	Population in flooding area
SB-03	Angono	86.60	427,916	9.61	56,420	6.53	34,595	4.56	25,101
SB-04	Morong	95.90	276,289	23.34	69,464	19.69	57,307	17.44	48,160
SB-05	Baras	21.70	30,710	3.18	12,084	2.41	10,050	1.95	8,668
SB-06	Tanay	52.20	45,091	7.92	15,867	6.11	10,323	5.36	8,203
SB-07	Pililla	40.40	50,411	5.66	15,822	4.86	14,891	4.22	13,820
SB-08	Jala-jala	70.60	60,941	5.36	5,513	3.26	3,938	2.14	2,801
SB-09	Sta. Maria	202.20	69,120	35.93	25,639	30.31	21,600	26.40	17,219
SB-10	Siniloan	71.70	55,274	17.19	36,973	15.06	35,003	13.39	33,502
SB-11	Pangil	50.10	36,740	10.52	24,629	8.73	19,174	7.27	15,467
SB-12	Caliraya	128.80	-	-	-	-	-	-	-
SB-13	Pagsanjan	301.20	166,744	48.88	47,931	39.62	41,554	33.54	37,684
SB-14	Sta. Cruz	146.70	206,362	18.56	49,731	14.03	40,322	11.28	36,199
SB-15	Pila	89.30	123,308	27.37	39,269	20.50	30,600	17.63	26,988
SB-16	Calauan	154.50	150,901	46.46	64,561	41.31	58,426	36.81	52,851
SB-17	Los Banos	102.10	223,840	19.00	47,166	14.92	39,007	12.46	32,009
SB-18	San Juan	191.70	438,646	44.56	108,670	34.10	78,360	27.36	57,842
SB-19	San Cristobal	140.60	390,420	15.27	49,535	10.77	36,468	7.98	27,516
SB-20	Sta. Rosa	119.80	659,121	41.04	259,047	34.54	216,869	29.77	186,105
SB-21	Binan	84.80	599,468	8.35	113,852	6.86	100,924	5.95	92,660
SB-22	San Pedro	46.00	386,193	5.15	64,614	3.58	45,854	2.53	33,005
SB-23	Muntinlupa	44.10	761,017	4.45	68,529	3.69	55,266	2.10	29,431

優先地域

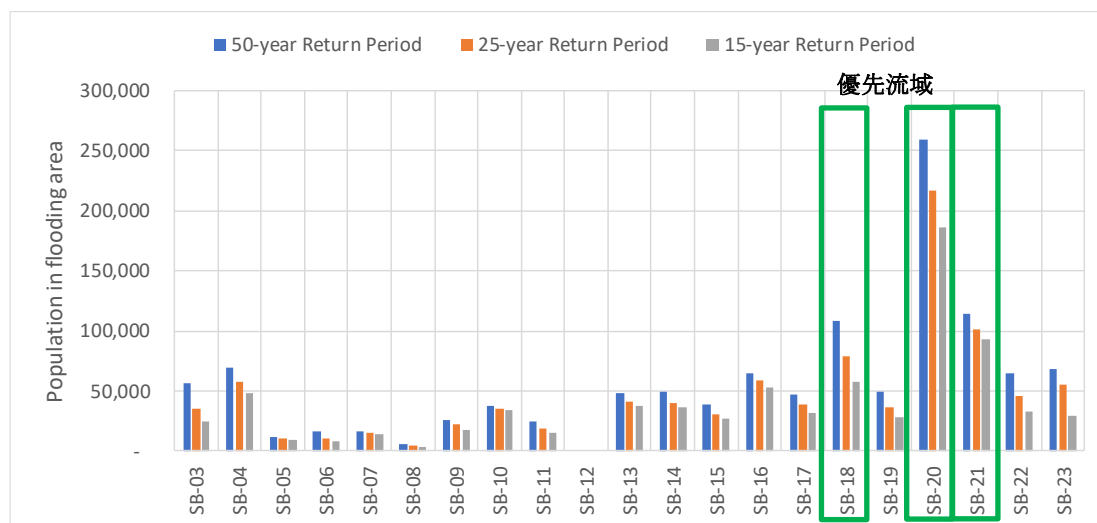


図 4.6.24 確率規模別の浸水被害人口

4.6.3 優先流域における洪水（外水）対策検討への提言

本調査のラグナ湖流域における洪水（外水）対策の検討のためには、ラグナ湖流域における水文データ（雨量、水位、流量）の観測地点数、観測頻度が十分でなく、河川測量データ（縦横断測量）等が行われていない状況にあった。本調査では、それらの詳細なデータが無い場合でも、概略の降雨データと地形データ（DEM）を入力データとして、河川流出から洪水氾濫までを一体的に解析する分布型流出氾濫解析モデルである RRI モデルを用いて、氾濫解析を実施するとともに、その結果を用いて概略的な洪水（外水）対策案の検討を行った。

今後、優先的に洪水（外水）対策が必要であると考えられる流域においては、河川縦横断測量を実施するとともに、河道諸元を適切に反映した水理解析モデルによる検証・評価によってより具体的な洪水対策の規模や範囲を検討する必要がある。

4.7 非構造物対策の現状の評価、検討及び提案

4.7.1 非構造物対策の現状

(1) ラグナ湖の湖管理の現状

ラグナ湖とラグナ湖流域の管理については、ラグナ湖開発庁（Laguna Lake Development Authority: LLDA）と州、市、町からなる地方自治体（Local Government Unit: LGU）が関係している。

LLDA は環境天然資源省（Department of Environment and Natural Resources: DENR）に属する機関である。LLDA はラグナ湖地域（Laguna de Bay Region）の人々にとってバランスの取れた社会経済の成長のため、ラグナ湖が有する資源を保全し開発することを目的として 1966 年の法律（Republic Act: RA No.4850）によって設立された機関である。その後、ラグナ湖沿岸を含むマニラ首都圏の急激な都市化の拡大、工業や灌漑による水利用の増加、パッシング川、市街地及び農地から汚濁水の流入による湖水質の悪化やマニラ首都圏と湖沿岸の洪水問題が顕在化したため、1975 年の大統領令（Presidential Decree: PD No.813）により LLDA の責任範囲が修正された。その後 1983 年の行政命令（Executive Order: EO No.927）によって、特に廃水管理を中心として LLDA の責任範囲がさらに修正された。

RA No.4850 及び PD No.813 において、ラグナ湖の年最高水位の平均値（El. 12.50m）より低い標高の範囲は公共用地と規定され、LLDA の管理責任範囲となっている。

LLDA はラグナ湖沿い及び流入河川の洪水対策については、護岸など限定的な対策しか行っていない。本格的な洪水対策については DPWH が責任機関となり、LLDA も協力する形で行うこととなる。現在の LLDA の責任範囲は以下のとおりである。

- ラグナ湖地域の社会経済、水文状況、水力発電ポテンシャル、景観、観光資源や自然資源に関する総合的調査と保全及び開発計画の策定
- ラグナ湖に関係する地方自治体、公社、民間セクターによる開発計画やプログラム（必要な場合は住民移転含む）への許認可

- 河川、洪水対策、下水、道路、港湾、灌漑、宅地開発等に係るインフラプロジェクトの計画、資金提供及び実施
- 必要な場合、湖内の一部のエリアでの土地造成の実施
- ラグナ湖の湖水の利用（舟運、養魚等）の許認可とモニタリング及び水利用料金の徴収
- 都市用水、農業用水、工業用水への地下水あるいは湖水からの水供給の開発
- 既存の政府機関（DENR）に協力してラグナ湖への下水、工業、農業からの廃水水質基準の設定と同機関に協力する形ないし独自に廃水水質基準の適用と違反する場合の罰金徴収
- ラグナ湖とラグナ湖流域の保全
- ラグナ湖の水質改善に関する調査と水質管理計画の策定

ラグナ湖の湖管理の問題点と課題：

LLDA の言う湖岸とは El. 12.50m 以下～年最低水位の平均値（El. 10.00m）の間の土地を指している。El. 12.50m より高い土地については地方自治体（Local Government Unit: LGU）の責任範囲である。よって、LLDA は本当の意味での湖岸（例えば El. 12.50m に波の遡上高プラスアルファの高さから湖底までの岸（Bank）全体の管理責任は有していない。El. 12.50m より高い標高については多くの LGU が管理している。しかし、湖岸沿いの建築を行えない管理ゾーン（Easement zone）は設定されておらず、Easement Zone を含む湖岸の土地の一貫した管理が行われていないことが問題である。そのため、現在は湖水位や波の影響を受ける土地にも多くの正規及び不正規家屋が存在する状況である。特にラグナ湖西側の湖岸では家屋の密集化が進んでいる。なお、El. 12.50m 以下の低平地にも正規及び不正規家屋が存在している場所もある。

参考として、1988 年のラグナ湖の洪水時（最高水位 El. 13.55m）には、ラグナ湖西側地域では湖沿いの道路の脇に家屋が存在していたが、道路より低い土地には家屋はほとんど存在していない状況であった。このため、当時の住民はラグナ湖の洪水で大きな被害を受けないようある程度高い標高の土地に居住していたと考えられる（本調査チームメンバーによる 1988 年のラグナ湖洪水時の現地調査経験に基づく情報）。

➤ 湖管理システムの構築と実施が課題。

本当の意味での湖岸より低い標高の土地と湖岸沿いの一定幅の管理ゾーン（Easement Zone）を含む湖管理（Lake Management）が行われていないことが、洪水の影響を受け易い低平地への居住を助長し、ラグナ湖の洪水問題を難しくしている根源的な問題の一つである。従って、本当の意味での湖管理システムの構築と実施が課題である。

(2) ラグナ湖沿岸低平地を含むラグナ湖流域の災害リスク削減管理システムの現状

フィリピンの災害リスク削減管理システム（Disaster Risk Reduction and Management System : DRRM System）は 2010 年に制定された法律（Republic Act: RA No. 10121）によって、政策や社会経済開発計画の策定プロセス、予算組み、政治において災害リスクの削減と気候

変動適用策を主流化する方針が打ち出された。これに従って、国、地方、州、市、町、コミュニティ（Barangay）の各レベルの災害リスク削減管理システムが強化されてきている。

また、RA No. 10121に基づき、各 LGU は年予算の内の 5% を DRRM に充てることが認められている。さらに 5% の内の 30% は緊急対応予算として確保し、残りの 70% を災害発生前の事前対策の整備として予防・軽減や準備に使用できる。この資金を用いて、事前対策として河川の拡幅、浚渫や護岸工事、雨量や水位計の設置、緊急対応用の車両、重機、ボートの購入、救援物資の整備等を行っている LGU はラグナ湖周りにも存在する。なお、上記の資金以外に資産税を資金源とするコミュニティ開発ファンドを用いて河川護岸等の工事を実施している自治体も存在する（例：モンテンルパ市）。

国レベルでは国軍（Department of National Defense: DND）の大臣が議長で各関係省庁大臣がメンバーとなった国家災害リスク削減管理委員会（National Disaster Risk Reduction and Management Council: NDRRMC）が設置されている。NDRRMC は災害リスク管理の全ての 4 分野（準備、緊急対応、復旧・復興、予防・軽減：Preparedness、Response、Rehabilitation & Recovery, Prevention & Mitigation）に関する政策策定、関係機関の調整と統合的対応、国家災害リスク削減管理フレームワーク（National Disaster Risk Reduction and Management Framework: DRRMF）の策定、国家早期警報緊急警戒システムの構築、国家の災害リスク管理資金の執行状況と実施についてのモニタリングを行う権限を有する。

NDRRMC と同様な委員会が地方（Region）、州（Province）、市（City）、町（Municipality）にも存在する。市民防衛局（Office of Civil Defense: OCD）は NDRRMC の事務局として DRRM プログラム実施の先導的な役割を果たし、国家災害リスク削減管理計画（DRRMP）の取りまとめ役となっている。OCD は本部の他に地方事務所（Regional Office）も有している。

Region IV-A の OCD によると、Reg. IV-A では DRRM の中で予防と緊急対応を中心とする LDRRMO スタッフの教育訓練を中心とした活動を行っている。さらに、Region IV-A 全体をカバーする警報警戒システムの構築に向けて LGU や関係機関が協議を開始したとのことである。各 LGU の DRRMP は作成されているか更新中であるが、JICA の災害リスク管理に関する技術協力プロジェクト（「フィリピン 災害リスク削減・管理能力向上 プロジェクト」）で策定された評価ガイドラインに従っているか否かについて各 DRRMP の評価作業を行っているとのことである。

ラグナ湖地域の災害リスク削減管理システムの問題点と課題：

- ▶ 予防・軽減を含む DRRM システムの実施が課題。

DRRM は災害リスク削減管理サイクル全体をカバーする。しかし、実際に OCD や DRRM システムで行っていることは災害準備と緊急対応中心である場合が多いのが実情である。今後は DRRMP に従って予防・軽減についても関係機関の調整と協力の下で構造物対策や非構造物対策を進めて行くような DRRM の実施が課題である。このことはラグナ湖地域でも同様である。

➤ 縦横の連携によるラグナ湖流域全体の一貫した DRRM の実施が課題。

ラグナ湖流域は行政地方としては首都圏（National Capital Region: NCR）と Region IV-A に属し、州としては主には Laguna 州と Rizal 州に跨がり、これらに市や町が多く存在する。また、LLDA、MMDA、DPWH、DENR などの機関も同地域に関係している。そのため、異なる LGU や関係機関がそれぞれの DRRM に関する計画や活動を行う傾向があり、縦横の調整と連携が問題である。ラグナ湖流域全体に対する DRRMP に基づき、関係機関や LGU の縦横の調整連携を取りながら一貫した DRRM を実施することが課題である。

(3) ラグナ湖岸地域の土地利用管理の現状

El. 12.50m より高いラグナ湖地域の土地利用管理は州、市、町からなる地方自治体政府（Local Government Unit: LGU）の責任範囲である。なお、El. 12.50m より低い土地に昔から居住しているケース、不法に居住しているケース、民間土地開発業者等による住宅開発地域が存在するケースなどが見られる。これらに対しては LLDA が管理責任を果たすべきであるが実際には LGU が管理を行っている。また、LGU の行政域内の農地についても少なくとも El. 12.50m より高い農地は LGU の責任範囲である。

住宅土地利用規制委員会（Housing and Land Use Regulatory Board: HLURB）のガイドラインに従って、各 LGU は各行政域内の包括的土地利用計画（Comprehensive Land Use Plan: CLUP）の策定と包括的開発計画（Comprehensive Development Plan: CDP）を策定しなければならない。さらに、気候変動と災害リスクの主流化を行い、気候変動適応策（Climate Change Adaptation: CCA）と災害リスク削減管理（Disaster Risk Reduction and Management: DRRM）に着目した CLUP の策定が求められている¹。各 LGU は CLUP に基づき土地ゾーニング令（Zoning Ordinance）を發布し、土地利用管理を実施することとなる。

本調査において湖岸の土地利用管理計画及び関連する住民移転の実施状況に関しては幾つかの LGU から情報収集を行った結果を表 4.7.1 に示す。同表には、これらの LGU が好ましいと考える湖岸の洪水防御方式についても記載した。聞き取りを行った LGU による土地利用管理関連活動及び考え方は概ね以下の通り。

- 聞き取りを行った幾つかの市は湖岸沿いの洪水リスクエリアに居住する住民を、市あるいは国家住宅機関（National Housing Authority: NHA）により整備された、できるだけ市内の移転地に移転しようとしている。また、現在は幾つかの市で不正規住民の移転を実施しているが、将来は低平地の土地を所有している正規住民も移転すべく、これらの住民の特定を行っている。
- 聞き取りを行った全ての市や町で湖岸の景観や自然環境を保全しながらエコツーリズムエリアとして湖岸を改善し整備したいと希望している。参考として図 4.7.1 にラグナ湖西側のサンペドロ（San Pedro）市と図 4.7.2 に西南側のカブヤオ（Cabuyao）市の湖岸の開発イメージ図を示す。
- 聞き取りを行った全ての市や町で漁民のラグナ湖での養魚を含む漁業活動を保全することを重視している。
- 聞き取りを行った幾つかの市で湖岸沿いの地域の交通渋滞を問題視している。

¹ HLURB; “CLUP Guidebook: Supplemental Guideline on Mainstreaming Climate Change and Disaster Risks in the Comprehensive Land Use Plan”, 2014

- 湖岸の洪水防御方式としては、湖岸堤ではなく湖岸の土地嵩上げが好ましいと考える市が大半である。土地嵩上げにより、湖岸のエコツーリズムエリアとしての改善・開発、湖岸住民が一時移転後に元のエリアに戻る可能性、漁民等の活動も継続できる可能性を考慮している。また、嵩上げた土地に道路の併設を希望している。さらに、湖岸の土地嵩上げには長い年月を要すると考えられるが、それでも区間ごとに少しずつ長い年月を掛けて土地嵩上げを国の事業として行ってもらいたいというのが LGU の希望である。
- ラグナ湖沿いの農村地域にある LGU（例：ピラ町）では、湖の洪水を人工的に防御するより、洪水を含む自然に適合した対策を望んでいる。例えば、湖の洪水により浸水被害を受ける住民が家畜とともに 4 か月から 6 か月避難できる広く少し高い避難場所と住民用の避難用建物の設置などを希望しており、湖岸堤は希望していないとのことである。

表 4.7.1 ラグナ湖岸における土地利用管理に関する自治体へのヒアリング結果

自治体	洪水問題	湖岸域の土地利用管理と湖岸域からの住民移転	湖岸域の改善と開発	自治体の意見で好ましいとされる湖岸への洪水対策
ラグナ州政府	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - El.12.50mより上に建築禁止のバッファゾーンを設定予定 - 州は市や町の住民移転を支援する 	<ul style="list-style-type: none"> - エコツーリズム開発 - 漁民による湖へのアクセスの保全 	湖岸沿いの土地嵩上げ（西～西南の湖岸）
モンテンルパ市（首都圏）	主にラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - El.12.50mより上に建築禁止のバッファゾーンを設定予定 - 家屋の一階の高さを湖岸沿いの既存道路より0.6m高くする規定を設ける予定 - 湖岸と河川沿いから10,527の不法住民家族をサンペドロ市とビニャン市への移転を実施 - 洪水リスク地域の家屋を特定 	<ul style="list-style-type: none"> - 湿地公園、エコツーリズム（道路含む）の開発 - 漁民による湖へのアクセスの保全 	湖岸沿いの土地嵩上げ
サンペドロ市（ラグナ州）	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - 湖岸沿いの建築制限 - 市内に移転地を確保中 - 湖岸からの不法住民家族の移転を今後実施予定 	<ul style="list-style-type: none"> - エコツーリズム開発 - 漁民による湖へのアクセスの保全 	湖岸沿いの土地嵩上げ
ビニャン市（ラグナ州）	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - 河川と湖岸沿いから7,000の不法住民家族を市内のNHA移転地に移転実施 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	湖岸沿いの土地嵩上げ
サンタローサ市（ラグナ州）	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - 主に河川に対する対策を実施、湖岸に対する対策は未だ実施していない 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	湖岸沿いの土地嵩上げ
カブヤオ市（ラグナ州）	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - 湖岸を建築禁止の保護地域とする予定 - 湖岸の低平地の土地を民間所有者からの購入を実施中 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	湖岸沿いの土地嵩上げ
カランバ市（ラグナ州）	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - 湖岸沿いの建築禁止制限を実施予定 - 市内への移転地の確保を実施中 - 河川と湖岸沿いから不法住民家族を市内の移転地に移転実施 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	洪水対策計画とその実施は中央政府に依存
ピラ町（ラグナ州）	ラグナ湖と河川	<ul style="list-style-type: none"> - 湖岸の土地利用管理は未だ実施していない 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	広くやや高い避難場所と避難用建物
リサール州政府	河川とラグナ湖	<ul style="list-style-type: none"> - バランガイ（コミュニティー）の職員は洪水リスクエリアの家族を特定 	<ul style="list-style-type: none"> - 同上 	既存の西マンガハン堤防を除き、湖岸沿いの土地の嵩上げ

注：土地嵩上げによる洪水対策は、ラグナ湖の景観を高め、漁民の湖へのアクセスを確保できる。湖岸の洪水リスクエリアの家族は、一時移転をし、その後土地嵩上げが完了した場所に戻り恒久的な移転住宅に居住可能である。嵩上げられた土地はエコツーリズムエリアとして開発可能である。



出典：サンペドロ市

図 4.7.1 ラグナ湖岸の改善・開発ビジョン（サンペドロ市）



出典：カブヤオ市

図 4.7.2 ラグナ湖岸の改善・開発イメージ（カブヤオ市）

ラグナ湖沿岸低平地の土地利用管理の問題点と課題：

- ラグナ湖岸の洪水リスク地域の住民の市内あるいは近接した土地への移転が課題。

ラグナ湖西側地域のように都市化による人口密集現象の進行によって、湖岸沿いの低平地に家屋が密に存在する状況となっており、このような土地利用の改善や洪水対策施設の整備がほとんど進んでいないことが問題である。2009年と2011年の洪水時にはこのような地域に4カ月にも及ぶ長期的な浸水被害が発生した。LGUはこれらの住民の中の不正規住民から徐々に市内等の洪水に対して安全な土地に移転を実施している。さらなる不正規住民の移転と、正規住民の移転についても今後実施して行くことが課題である。

- ▶ **ラグナ湖岸の景観、自然、漁業、湖岸の改善・開発に配慮した洪水対策が課題。**

ラグナ湖沿いの LGU は湖の景観、自然環境、漁民の湖での漁業活動の保全を重視し、これを生かす湖岸の改善とエコツーリズム開発を希望している。しかし、現実には、湖岸沿いの洪水浸水地域に多くの家屋が存在するなど理想と現実のギャップが極めて大きいことが問題である。湖岸の洪水対策計画の策定と実施においては、単に洪水から湖岸地域を守るのみならず、できるだけラグナ湖の景観、自然環境、漁業に配慮して将来の湖岸の改善と発展に寄与するような形で区間毎に段階的に洪水対策を行うような計画を策定することが必要であり、課題である。

(4) ラグナ湖地域の警報避難システムの現状

洪水警報警戒避難システム：

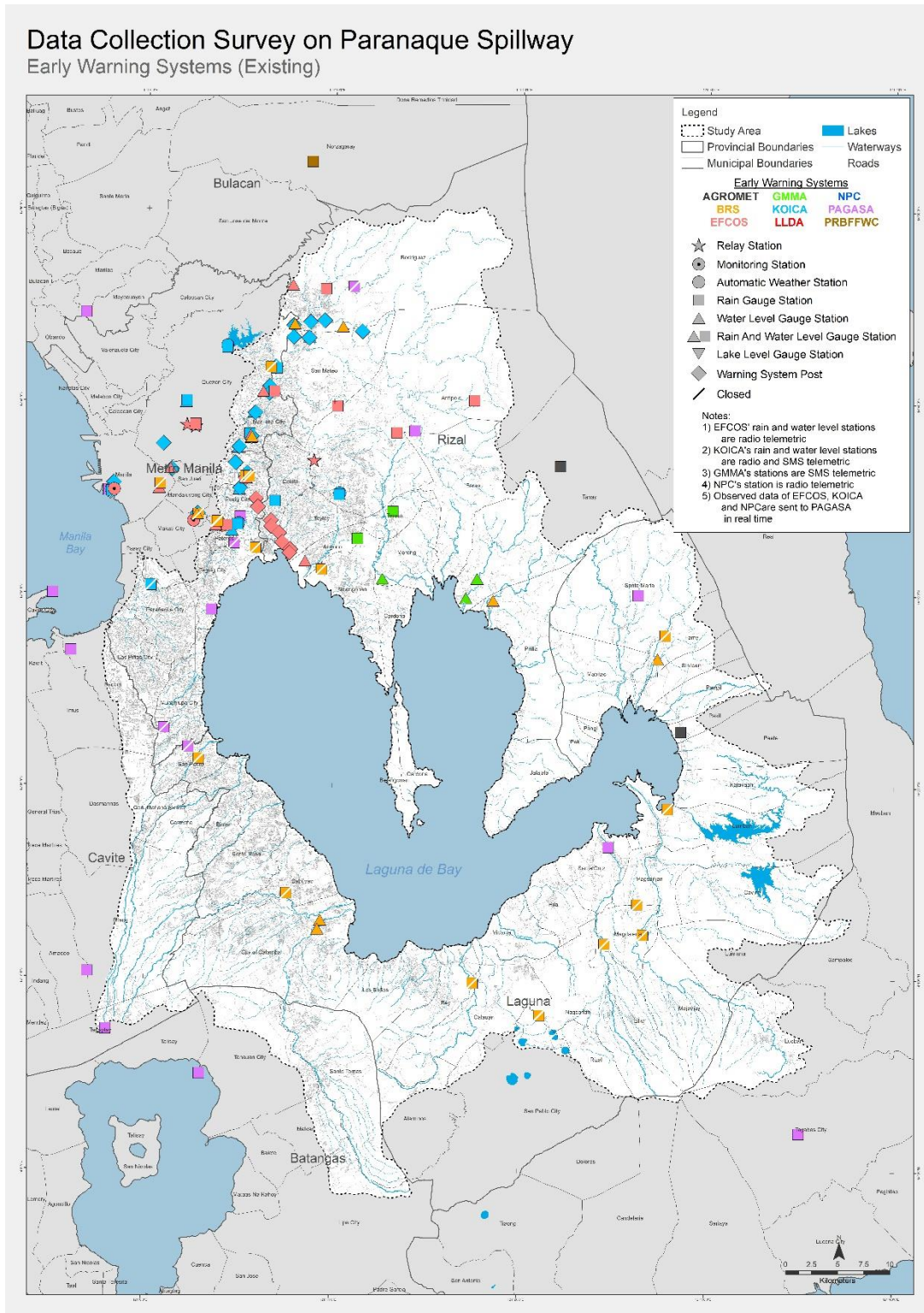
2009 年や 2012 年のラグナ湖の洪水氾濫時に、浸水リスクの高い住民に対して、LGU の災害リスク削減管理事務所（Local Disaster Risk Reduction and Management Office: LDRRMO）とバランガイ（コミュニティ）の災害リスク削減管理委員会（Barangay Disaster Risk Reduction and Management Committee: BDRRMC）より避難警報警戒情報が伝えられ、小学校、教会、市の建物等の避難所に水位が下がるまで約 4～6 カ月間避難した住民が多く存在した。このように、LGU 及びコミュニティレベルでの洪水警報警戒避難は実施されている状況である。

洪水予警報システム：

洪水予警報システムに関しては、パッシング・マリキナ川流域にはマンガハン放水路の運用と放水路沿いの住民に対して放水警報を行うためのマニラ首都圏開発庁（Metropolitan Manila Development Authority: MMDA）が管轄する効率的洪水調整運用システム（EFCOS）の無線によるテレメーター雨量計、河川沿いにテレメーター水位計（フロート式）及びラグナ湖北側に一カ所テレメーター水位計（フロート式）が 1993 年に設置されている。

これに加えて、韓国国際協力機構（Korea International Cooperation Agency: KOICA）が 2012 年に設置し現在は大気地球物理天文局（Philippines Atmospheric Geophysical and Astronomical Services Administration: PAGASA）が管理している無線及び SMS によるテレメーター雨量計とテレメーター水位計（水面の上からの超音波式）が存在する（図 4.7.3 参照）。

なお、EFCOS、KOICA 及び下記の GMMA_Ready Project の観測データは全て PAGASA に送信され、洪水予警報に活用されている。なお、PAGASA によると SMS による観測データの通信は、台風や豪雨時に電波が途切れることが多いため、PAGASA としては無線によるテレメーターデータに信頼を置いているとのことである。



出典：調査チーム作成（PAGASA、EFCOS、LLDA、BRS、NPCの情報に基づく）

図 4.7.3 ラグナ湖流域とパシグ・マリキナ川流域及び周辺地域における既存の洪水警報システムと水文観測システム

上記に加えて、PAGASA の予警報システムに接続しているものとして、ラグナ湖流域においては国連開発計画（United Nations Development Program: UNDP）とオーストラリア国際開発庁（AusAID）による Ready Project で設置された Tanay 川流域を含むラグナ湖の東北部の流

域を対象とした SMS によるテレメーター雨量計及び水位計が存在するのみであり、基本的に広域的な洪水予警報システムは存在していない。

自治体独自に有する水文観測施設：

ラグナ湖流域の多くの自治体は独自にマニュアル、自動あるいはテレメーター（SMS と推測）による雨量計、河川水位、ラグナ湖水位観測施設を設置し、警報警戒避難情報の住民への発信に活用している（図 4.7.4 参照）。しかし、未だこのような観測施設を有していない自治体も存在する。

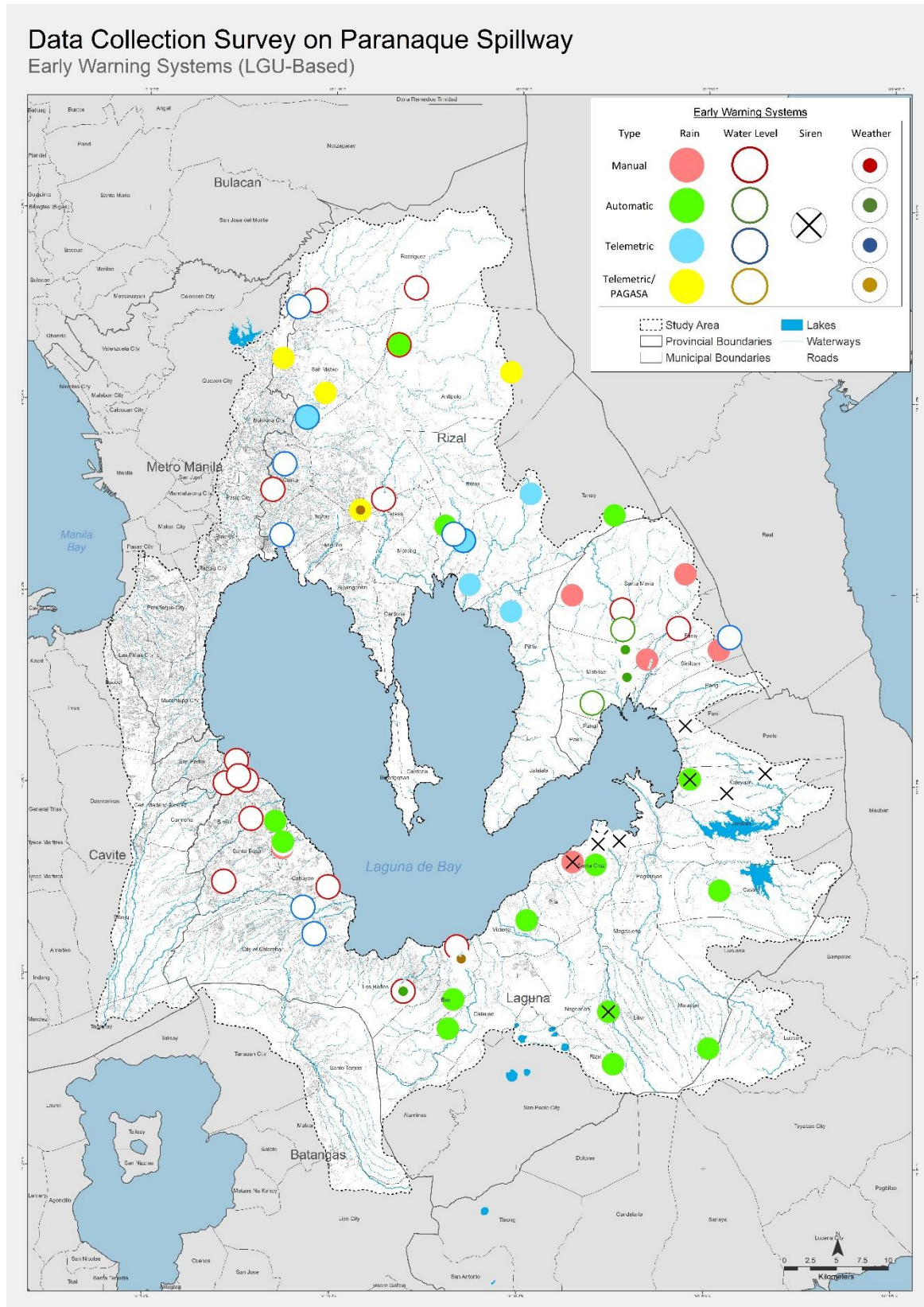
PAGASA のレーダー雨量計：

PAGASA は現在全国で 9 カ所の S-バンドレーダー（観測半径約 400km）と 4 カ所の C-バンドレーダー（観測半径約 120km）からなるレーダー雨量計システムを有している。それらの内、Tagaytay の C-バンドレーダーがラグナ湖流域に最も近い（図 4.7.5 参照）。さらに PAGASA は現在 3 基の移動式の X バンドレーダー（観測半径 50～80km）を自国資金で日本より購入して有しており、今後 6 カ所の固定式の X バンドレーダーを自国資金で購入し設置する予定である。しかし、ラグナ湖流域に関連する X バンドレーダーは今のところ予定していないとのことである。関連する X-バンドレーダーとしては国家電力公社（National Power Corporation: NPC）がアンガット川流域（Angat River Basin）に X-バンドレーダーを設置する予定とのことであるが、詳細は未だ明らかになっていない（PAGASA からの情報）。

ラグナ湖地域の予警報システムの課題：

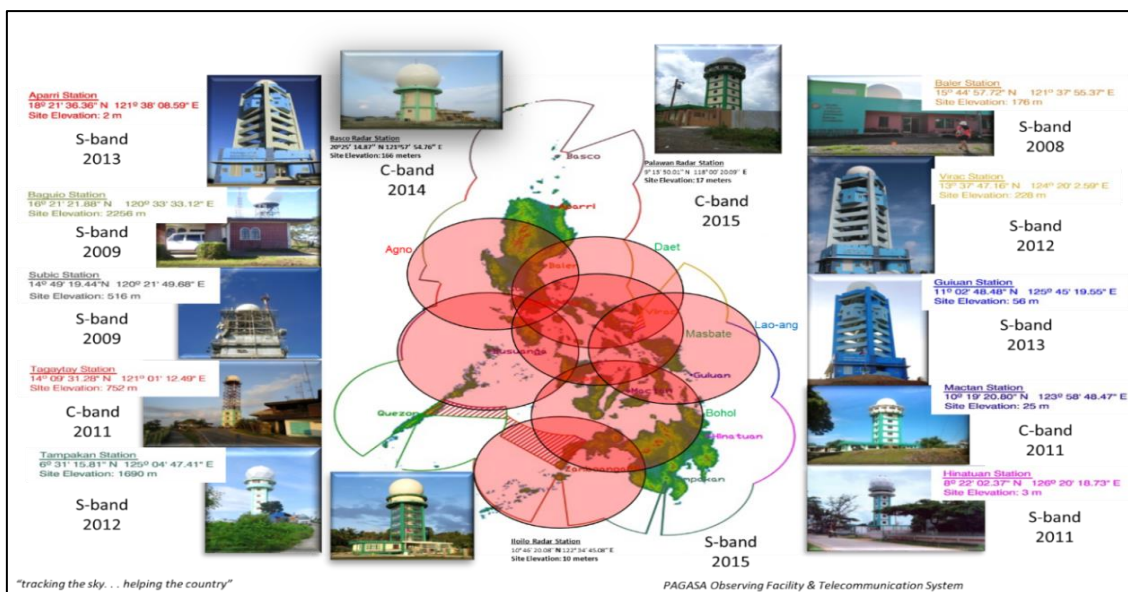
- ▶ ラグナ湖流域全体をカバーする予警報システム構築が課題。

ラグナ湖とラグナ湖流域全体をカバーする無線によるテレメーター雨量計と河川及び湖へテレメーター水位計の設置が課題である。さらに、流入河川でフラッシュフラッドが問題の河川流域に対しては X バンドのレーダー雨量計の設置が望ましいと考えられ、これらの導入が課題である。なお現在、KOICA がラグナ湖流域の X-バンドレーダー雨量計の設置を含むテレメーター雨量、水位観測施設の設置計画案を PAGASA に対して提案した。



出典：ラグナ州政府 DRRMP、リサル州政府 DRRMP

図 4.7.4 ラグナ湖流域に対する LGU による雨量、水位観測システムの整備状況



出典：PAGASA

図 4.7.5 PAGASA によるフィリピン全国に対する既存のレーダー雨量計

(5) ラグナ湖沿岸低平地を対象とする洪水ハザード・リスクマップの現状

環境天然資源省（Department of Environment and Natural Resources: DENR）に属する鉱山地質局（Mines and Geoscience Bureau: MGB）が洪水と土砂災害を一体化したハザードマップを全国で作成し、web-page に掲載している。MGB の洪水ハザードマップは現地確認と聞き込みに基づいており、概略的な洪水ハザードマップとなっている。なお、ハザードマップのベースとなっているデジタル標高モデル（Digital Elevation Model: DEM）は国家地理資源情報庁（National Mapping and Resources Information Authority: NAMRIA）による IFSAR（Interferometric synthetic aperture radar）を用いた 1/1 万程度の地形標高精度（±1m 程度）を有するものとなっている。図 4.7.6 に MGB によるラグナ湖地域の洪水ハザードマップを示す。

世銀による「Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas」調査が 2011 年～2012 年に行われ、ラグナ湖エリアを含むパシグ・マリキナ川とラグナ湖流域の洪水氾濫域についての洪水聞き込み調査と洪水氾濫シミュレーションが行われ洪水氾濫マップが作成された。さらに、世銀 MP 調査では浸水深さの違いによる人的被害を考慮し、同 MP の対象河川とラグナ湖における洪水による人的リスクマップを作成し、加えて浸水深による家屋資産の年被害率マップも作成している。世銀の人的被害リスクマップに基づくラグナ湖沿岸では浸水深さが 0.5～2.0m の中間リスクレベルのエリアが多い。しかしながら、これらの地域は 4 カ月にも及ぶ長期浸水が発生したエリアであり、その間住民は自宅の 2 階や避難所での生活をしなければならなかったことから、実際は中間リスクレベルより高いリスクに相当するリスクと考えられる。

さらに、AusAID による「Enhancing Risk Analysis Capacities for Flood, Tropical Cyclone Severe Wind and Earthquake for the Greater Metro Manila Area」プロジェクトによって、Lidar データが存在する範囲のパシグ・マリキナ川流域とラグナ湖西岸エリアについて洪水氾濫シミュレーションに基づく氾濫図を作成している。

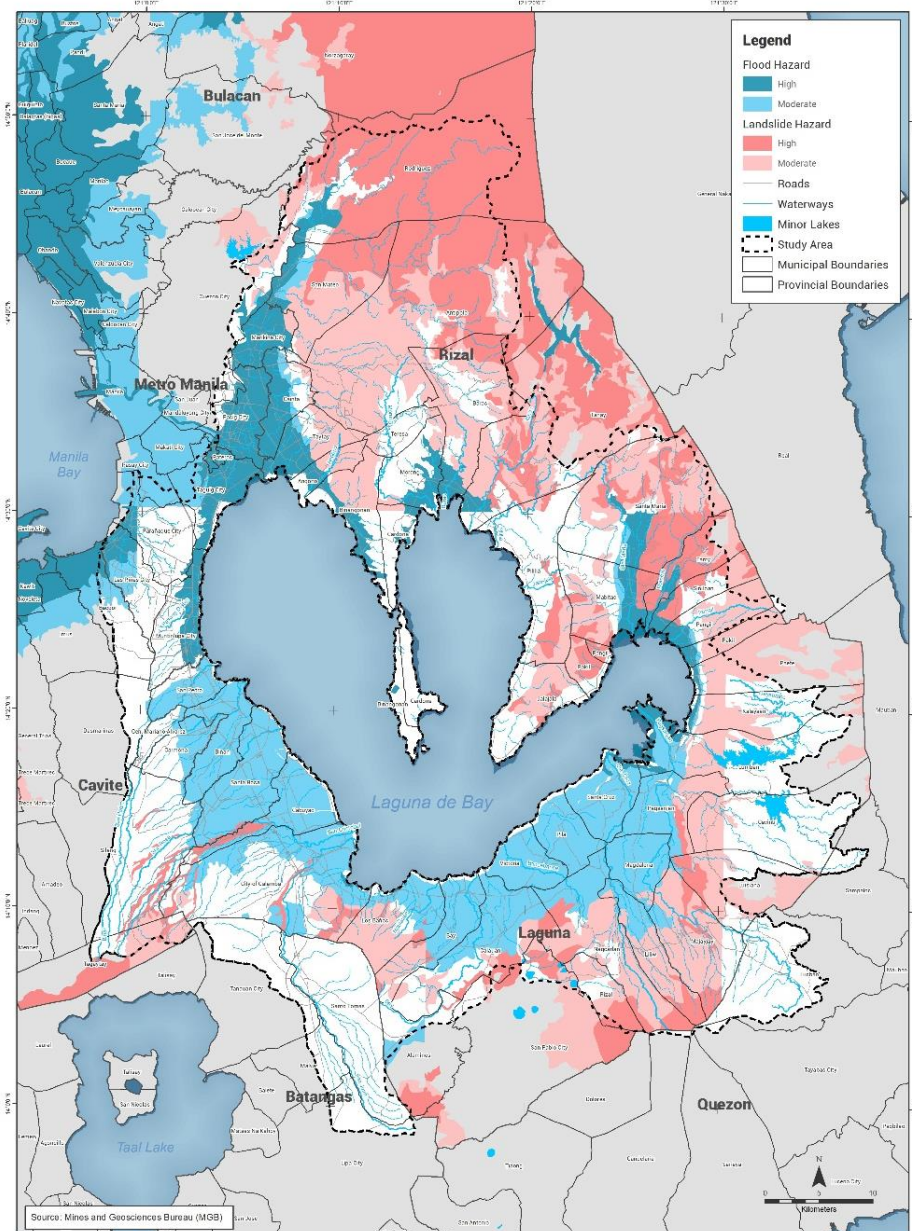
ラグナ湖沿岸低平地に対する洪水ハザードマップの課題：

- ▶ ハザードマップのベースである地形標高精度を向上することが課題。

ラグナ湖全体の洪水ハザードマップ・リスクマップの作成においてより標高精度の高い地形 DEM データに基づく作成が課題である。なお、ラグナ湖流域全体をカバーする NAMRIA の IFSAR データが存在するが、ラグナ湖岸沿いの低平地においては、わずかな標高差が氾濫エリアの差になるため、標高精度をさらに向上する必要がある。

Data Collection Survey on Parañaque Spillway

Flood and Landslide Hazard



出典：MGB

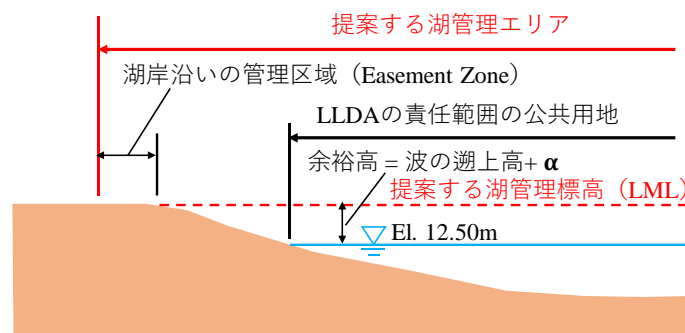
図 4.7.6 MGB によるラグナ湖地域の洪水ハザードマップ

4.7.2 非構造物対策の提案

(1) ラグナ湖の湖管理に関する提案

ラグナ湖の管理については 1966 年の RA No. 4850 に基づき年最高水位の平均値 El. 12.50m より低い水体 (Water Body) と土地 (湖底、湖岸) については LLDA の管轄範囲である。しかし、湖の管理としては 4.7.1 (1) で述べたように、本来は El. 12.50m に波の岸への遡上高に多少の余裕を加えた高さで湖岸の高さを設定し (湖管理標高: LML)、湖岸から都市域は 3m、農地は 20m の管理ゾーン (Easement Zone) を設け、Easement Zone から内側の湖のエリアを湖管理エリアとして管理すべきであると考えられる。なお、湖岸の管理ゾーンの考え方は水法 (Water Code: PD No. 1067) を参考とした。湖管理エリアの設定の考え方を図 4.7.7 に示す。湖管理エリア内には基本的に居住しない方針で管理を行う必要がある。

- 上記の考え方と方針を法制度化することを提案する。湖管理の責任機関は LLDA とし、LML の管理ゾーン内や LML より低い湖管理エリア内に既に多くの家屋が存在しているため、これらの家屋の移転対策等を含む土地利用管理に関しては、LLDA に LGU や関係機関が協力する形で実施して行くことが必要である。



注:

- 1) El. 12.50mは年最高湖水位の平均値 (RA No.4850およびPD No. 813に基づく)
- 2) 湖岸沿いの管理区域 (Easement zone): 都市部3 m、農地 20m (PD No. 1067: 水法に基づく)
- 3) 余裕高の例: 0.7m (西マンガハン堤防の余裕高1.20mの約半分)

図 4.7.7 ラグナ湖の湖管理エリアに関する提案イメージ

(2) ラグナ湖沿岸低平地を含むラグナ湖流域の災害リスク管理システムの改善提案

ラグナ湖を含むラグナ湖地域は NCR と Region IV-A の 2つの地方に属し、それらに多くの LGU が属している。さらに、LLDA、MMDA、DPWH、DENR、DA 等の多くの政府機関が関係している。ラグナ湖地域全体の DRRM を強化向上するためには、DRRM の 4つの分野に対する包括的な計画 (マスタープラン) を策定し、その計画に基づいてラグナ湖地域全体のバランスの取れた DRRM の実施を行う必要がある。特に予防・軽減分野 (Prevention & Mitigation)、準備 (Preparedness) の分野については、災害発生以前にできるだけ実施強化することが望ましい。

ラグナ湖地域のバランスの取れた DRRM の推進のために多くの LGU や関係機関間の横と縦の調整連携を行いながら DRRM を実施する必要がある。このため以下の 2点を提案する。

➤ **NDRRMCによるラグナ湖地域の DRRM 全体の調整連携とモニタリングに関する提案**

国家災害リスク削減管理委員会（NDRRMC）がラグナ湖地域に関係する政府機関や LGU の縦横の調整連携の中心的役割を持ち、関係機関や LGU が同じ目標を持って協力しラグナ湖地域全体の気候変動適応策（CCA）を含むバランスの取れた DRRM を実施する。さらに NDRRMC は DRRM の進捗状況のモニタリングを行い、問題がある場合は改善策に関する協議を行う。なお、同様の提案は 2012 年の世銀のマニラ首都圏周辺地域に対する洪水管理マスタープランでも提案されている。

➤ **ラグナ湖地域全体の DRRM マスタープランに基づく DRRM の実施に関する提案**

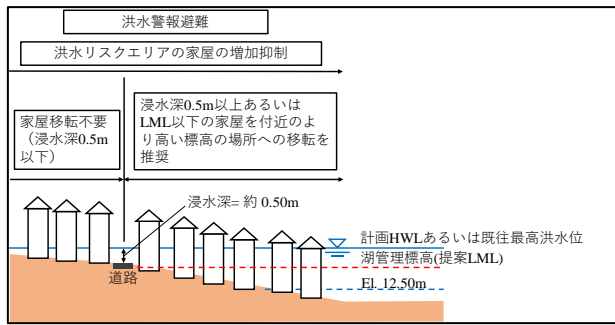
ラグナ湖地域全体のバランスの取れた DRRM の推進のための基礎となるラグナ湖地域全体に対する包括的 DRRM マスタープランを策定する。マスタープランでは特に DRRM に対する積極的（プロアクティブ）なアプローチとして災害発生前の事前対策を推進するための災害予防・軽減及び予警報警戒避難システムに焦点を当て、これらのラグナ湖地域全体に対する実施を推進する。なお、2012 年の世銀調査でラグナ湖流域に対する洪水管理マスタープランが策定されたが、本調査では予防・軽減に焦点を当て、マスタープランを策定することとなる。

(3) ラグナ湖沿岸低平地の土地利用管理を中心とする非構造物対策に関する提案

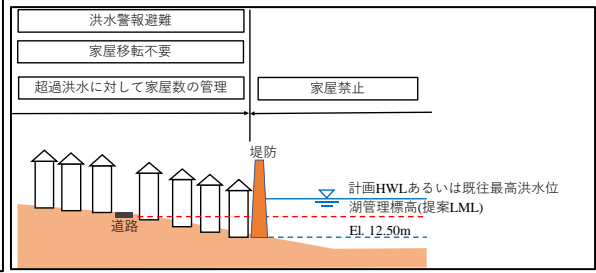
洪水リスクのあるラグナ湖岸の低平地に対して土地利用管理を中心とする予防・軽減対策と予警報避難を組み合わせた非構造物対策を提案する。提案に当たっては、湖岸の洪水対策施設として公共あるいは民間によって行われる可能性のある様々なケースを想定し、これらに対する非構造物対策のパターンを検討した（図 4.7.8 参照）。非構造物対策として以下のものを提案する。

表 4.7.2 ラグナ湖沿岸低平地の土地利用管理を中心とする非構造物対策に関する提案

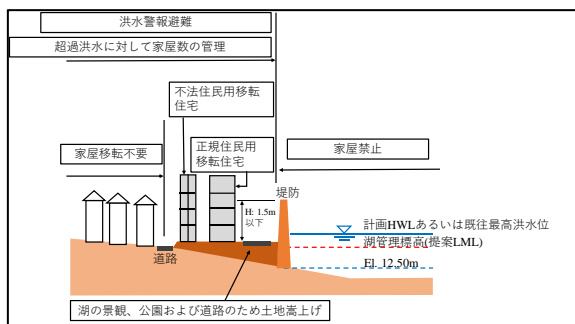
非構造物対策	内容
1. 洪水リスクエリアからの住民移転	ラグナ湖岸の湖管理標高（LML）より低い標高に居住する住民に対しては、近接した洪水リスクの少ない土地への移転を推奨する。
2. 洪水リスクエリアの家屋の増加抑制	湖岸に対する洪水対策施設が無い場合とある場合の両方について、洪水リスクのある低平地への家屋の密集化を防止するため、家屋の増加を抑制するよう家屋の分布状況のモニタリングに基づき、家屋の建築制限を行う。超過洪水に対する洪水リスクを考慮し、洪水対策施設がある場合にも家屋の建築制限を行う。
3. 洪水からの避難場所と避難所（シェルター）の設置	特に農村部で湖岸の広い低平地に位置する場所では、人と家畜が長期間洪水から避難するための洪水位より高い広い避難場所を設置することが望ましい。さらに、同避難場所には人が数か月間避難所として暮らすことができる建物（シェルター）を設置する。
4. 洪水予警報システムの構築	ラグナ湖流域において流入河川のフラッシュフラッドと湖の水位変化をモニタリングし洪水警報を発するための洪水予警報システムを構築する（4.7.2 (4) に記載）。



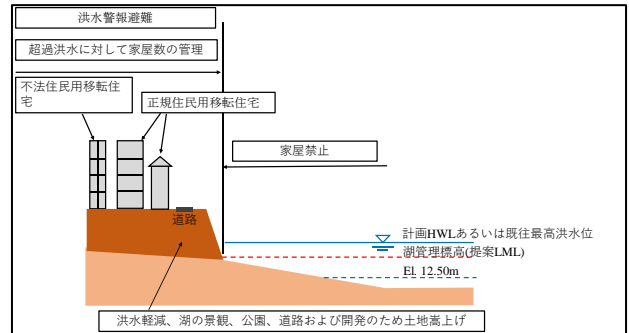
ケース 1 ラグナ湖西岸地域にて洪水対策施設が無い場合の非構造物対策の提案



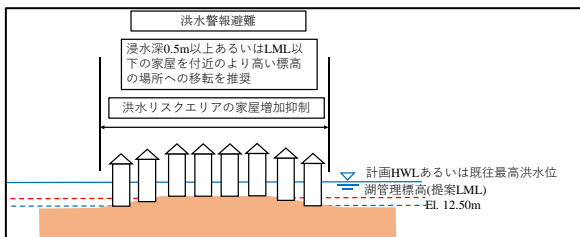
ケース 2 ラグナ湖西岸地域にて洪水対策用堤防がある場合の非構造物対策の提案



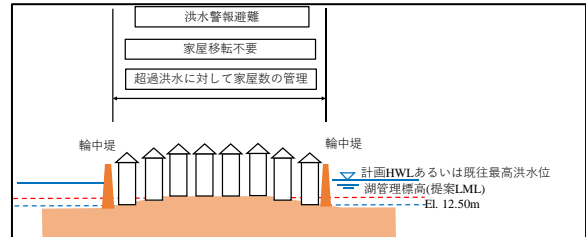
ケース 3 ラグナ湖西岸地域にて洪水対策の堤防と湖の景観のための土地の嵩上げがある場合の非構造物対策の提案



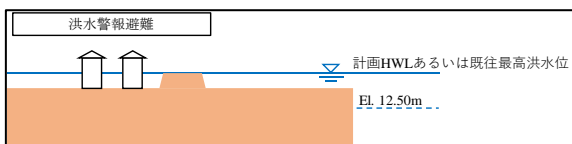
ケース 4 ラグナ湖西岸地域にて LML より土地嵩上げを行う場合の非構造物対策の提案



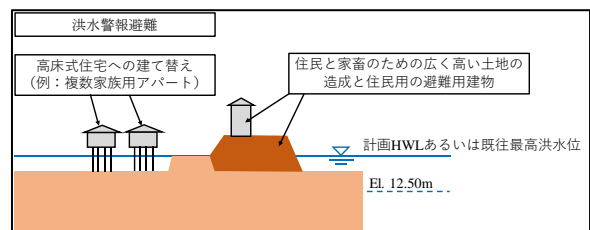
ケース 5 ラグナ湖岸の広い低平地にて洪水対策施設がない場合の非構造物対策の提案



ケース 6 ラグナ湖岸の広い低平地にて輪中堤がある場合の非構造物対策の提案



ケース 7 ラグナ湖岸の広い低平地で住宅密集度の低い地域での非構造物対策の提案



ケース 8 ラグナ湖岸の広い低平地で住宅密集度の低い地域で避難施設と高床式住宅からなる非構造物対策の提案

図 4.7.8 ラグナ湖岸の土地利用管理を中心とする非構造物対策の提案

(4) ラグナ湖岸を含むラグナ湖流域の洪水警報システムに関する提案

ラグナ湖流域全体をカバーする洪水警報システムとして以下を提案する（図 4.7.9 参照）。

➤ **ラグナ湖流域の予警報システムのための雨量・水位観測システムの強化**

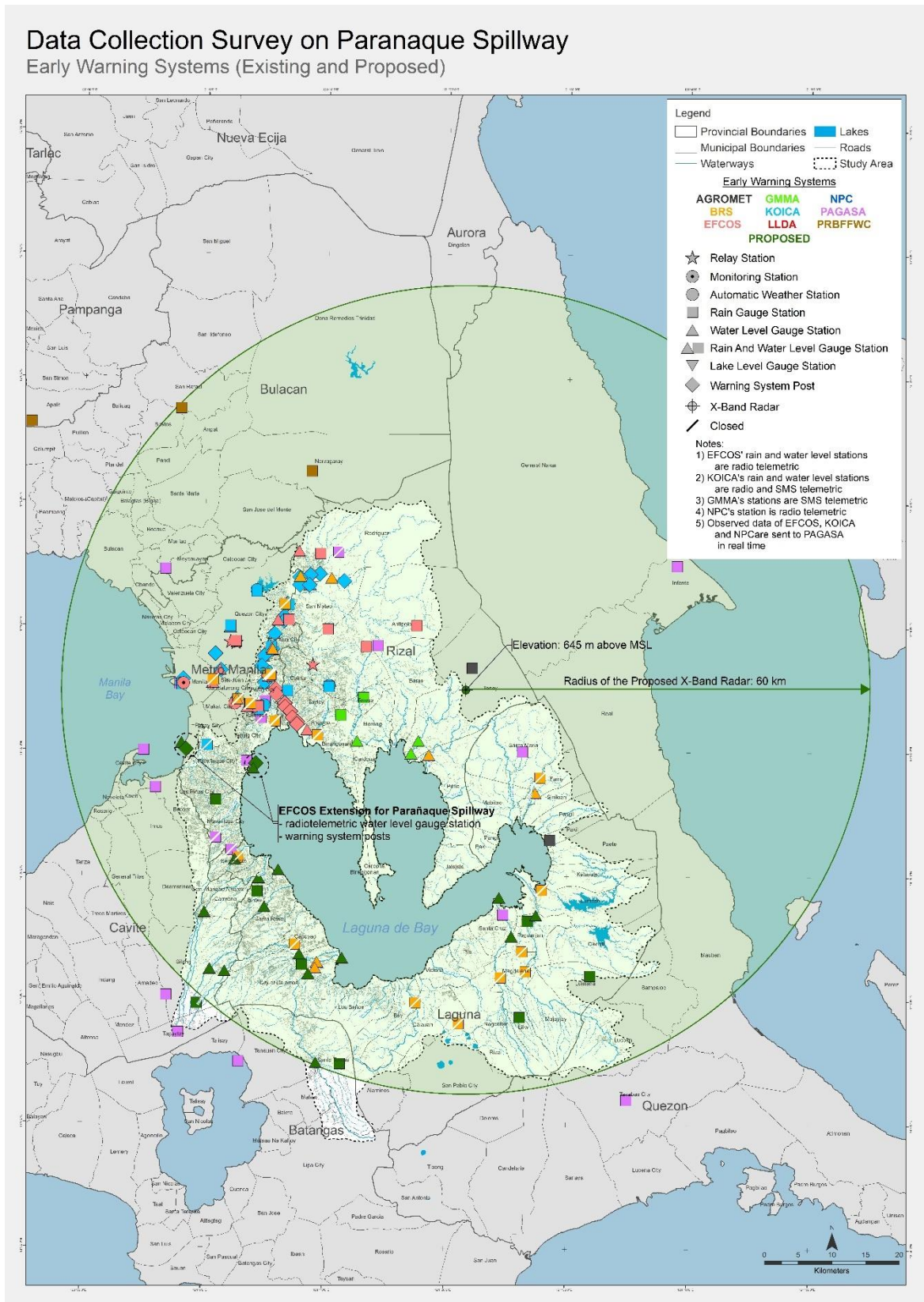
ラグナ湖流域全体をカバーする無線によるテレメーター雨量及びフロート式の水位観測システムをラグナ湖と流入河川流域に設置、合わせて、流入河川のフラッシュフラッドの予警報に資するための X バンドレーダー1 基の設置を提案する。これらのデータをリアルタイムに PAGASA へ送信し、PAGASA による洪水予警報に活用する。

➤ **ラグナ湖周辺の LGU の全てによる雨量・水位観測施設の設置と観測の実施**

ラグナ湖周辺の多くの LGU は既に独自に雨量及び水位観測をラグナ湖流入河川で行い、かつ湖の水位観測を行っている。観測データは住民への洪水警報警戒情報の伝達に活用している。このような雨量、水位観測をラグナ湖周辺の全ての LGU で行うことを提案する。これにより、ラグナ湖周辺の全ての LGU で警報避難がより強化される。

➤ **パラニャーケ放水路のための水位観測と住民への放流に関する警報の実施**

パラニャーケ放水路が建設される場合は、放水路施設は MMDA による運営維持を行うことになる予想する。同放水路によってラグナ湖からマニラ湾へ放水する場合、同放水路の周辺住民へ警報を発する必要がある。放水を的確に行うために同放水路の流入地点のラグナ湖と流出地点のマニラ湾に無線によるテレメーター水位計を一基ずつ設置することを提案する。さらに、放水について住民へ警報を発するため同放水路流入点と流出点付近にサイレンをそれぞれ一基ずつ設置することを提案する。



出典：調査チーム

図 4.7.9 ラグナ湖流域に対する予警報システム構築に関する提案

第5章 ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画

5.1 ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画の作成

5.1.1 一次案に基づいた組合せ案の作成

4.1.3で選定したフルメニュー、またフルメニューを期待する治水効果の大小、実現の可能性等から初期評価を行い、一次案の候補を選定した。その一次案候補に更に検討を加えた結果、治水効果、実現性が強いものとして以下の一次案が選定される。

表 5.1.1 洪水管理計画メニュー（一次案）

水位上昇抑制	浸水被害軽減	非構造物対策
✓ パラニャーケ放水路の建設	✓ 優先地域における湖岸堤システムの建設	✓ 湖岸マネジメント計画実施 ✓ ラグナ湖防災委員会設立 ✓ 土地利用規制 ✓ 警報システムの設立 ✓ 浸水想定区域図の作成

上記の一次案から、次のような構造部対策の単独案あるいは組合せ案を検討する。また、湖岸全沿岸の洪水対策を構造部対応で、実施することは事業期間、財政的に現実的でない。構造物対応が及ばない地域には非構造物対策である警報システムとの組合せを考える。

表 5.1.2 洪水管理計画メニューの組合せ案

組合せ	治水目的	構造物対策	非構造物対策
A	洪水被害 防御	✓ 優先地域における湖岸堤システムの建設	✓ 湖岸マネジメント計画実施 ✓ ラグナ湖防災委員会設立 ✓ 土地利用規制 ✓ 警報システム ✓ 浸水想定区域図
B	洪水被害 緩和	✓ パラニャーケ放水路の建設	同上
C	洪水被害 防御	✓ 優先地域における湖岸堤システムの建設 ✓ パラニャーケ放水路の建設	同上

- A案 : 100年確率の湖高水位による洪水被害防御を対策優先地区においては達成できる。残りの地域に対しては、警報システムによる対応とする。
- B案 : 100年確率の高水位による浸水被害を完全に遮断できないが、浸水深や湛水期間の低減・緩和が出来る。
- C案 : 100年確率の湖高水位による洪水被害防御を対策優先地区においては達成できる。残りの地域に対しては、警報システムによる対応とする。パラニャーケ放水路の組合せにより、放水路の水位低減効果を見込んで湖岸堤の計画高さを低くできる。また、洪水被害緩和をラグナ湖沿岸全域で期待できる。

5.1.2 構造物対策組合せ案の評価及び二次案の決定

4.1.2 で設定した評価軸を用い上記構造物対策の組合せ案を評価する。前節までの検討結果を踏まえ、評価結果を表 5.1.3 に示す。なお、主要流入河川改修については、本評価には含まない。

表 5.1.3 洪水管理計画構造物対策組合せ案の評価

No	評価軸	指標	A案	B案	C案
			優先地域における湖岸堤システム	パラニャーケ放水路の建設	優先地域における湖岸堤システム、パラニャーケ放水路の建設
	計画規模		100年確率	100年確率	100年確率
	計画最高湖水位		湖水位14.3m	湖水位14.0m (パラニャーケ放水路の水位低減効果)	湖水位14.0m (パラニャーケ放水路の水位低減効果)
	パラニャーケ放水路		-	ルートA、ルートDの2種、また、施工はShield工法、NATMの2種を考慮する。ここでは、最も安価な1)ルートA+NATM、最も高価な2)ルートD+Shield工法を検討する。	B案と同じ
1	災害リスクの軽減・管理	(1) 水位低下量	- 水位低下効果は無い	- 100年確率洪水最高水位14.3mを0.3m低下可能 - 50年, 30年, 20年, 10年, 5年, 2年確率洪水最高水位を0.1~0.3m低下可能 - 2009年洪水最高水位13.85mを0.55m低下可能 - 2012年洪水最高水位13.83mを0.3m低下可能	- B案と同じ
		(2) 浸水面積の減少度	- Phase 1 農地 50ha 宅地 520ha - Phase 2 農地 550ha 宅地 940ha - Phase 3 農地 2040ha 宅地 540ha - Total 農地 2640ha 宅地 2000ha	- 浸水を100%防御することは出来ないが、下記の面積の浸水被害を軽減することが可能 - Total 農地 5080ha 宅地 2640ha	- 放水路完成後、湖岸堤が完成するまでは放水路の便益 - 湖岸堤完成後は湖岸堤の便益+放水路の残りの浸水被害軽減便益
		(3) 想定被災人口の減少度	- Phase 1 : 145,000 人 - Phase 2 : 257,000 人 - Phase 3 : 91,000 人 - Total : 493,000 人	- 住民を100%防御することは出来ないが、下記の人口の浸水被害を軽減することが可能 - Total : 624,000 人	- 放水路完成後、湖岸堤が完成するまでは放水路 (B案) の便益 - 湖岸堤完成後は湖岸堤の便益+放水路の残りの浸水被害軽減便益
		(4) 浸水期間の減少度	- 湖岸堤完成後、対象地域の浸水はない	- 100年確率洪水時、12.5m以上の浸水期間を124日から79日に短縮可能 (64%) - 50年, 30年, 20年, 10年, 5年, 2年確率洪水時、12.5m以上の浸水期間を30%から60%に短縮可能 - 2009年洪水時、12.5m以上の浸水期間を110日から46日に短縮可能 (42%) - 2012年洪水時、12.5m以上の浸水期間を108日から63日に短縮可能 (60%)	- 放水路完成後、湖岸堤が完成するまでは放水路 (B案) の便益 - 湖岸堤完成後は湖岸堤の便益+放水路の浸水期間短縮便益
2	技術的難易性	(1) 設計の難易度	- 土盛りの堤防であり、設計上の難しさはない	- 地下50m以深の長大地下水路トンネルであり技術的難しさはあるが、日本には多くの知見、経験があり十分対応可能である	- A案、B案の記述と同じである
		(2) 事業実施までの手続きの難易度	- 湖岸に高さ3m弱の堤防を建設することにより、ラグナ湖のアクセスが制限されることとなり、漁業従事者、住民との交渉、合意形	- 深度50m以深に計画されており、家屋移転、住民合意等の社会的課題が少ない - 呑口、吐口施設設置につ	- 比較的事業実施までの手続きが容易な放水路を先行着手、完成させ、手続きに時間を要する湖岸堤を放水路に続いて着工、

No	評価軸	指標	A案	B案	C案
			優先地域における湖岸堤システム	パラニャーケ放水路の建設	優先地域における湖岸堤システム、パラニャーケ放水路の建設
			成に時間を要することが想定される - 土地収用、移転住民も発生 - 詳細は、「7. 自然環境への影響」、「8. 社会環境への影響」に記述	いての土地収用、住民移転、住民合意等が必要 - 詳細は、「7. 自然環境への影響」、「8. 社会環境への影響」に記述	完成させていくという工程が実務的である
		(3) 施工の難易度	- 土盛りの堤防であり、施工上の難しさはない - 現地では、盛土材が不足しており、大量の盛土材をどのように確保するかが課題	- 地下50m以深の長大地下水路トンネルであり技術的難しさはあるが、日本には多くの知見、経験があり十分対応可能である	- A案、B案の記述と同じである
		(4) 完成までの期間	- Phase 1：完成は2029年 - Phase 2：完成は2039年 - Phase 3：完成は2049年	- 放水路完成は2030年	- A案、B案の記述と同じである
		(5) 既設治水施設への影響	- 計画湖水位は14.3m、湖岸堤天端高は15.3m、一方、マンガハン放水路ラグナ湖側堤防天端は15.0mである - マンガハン放水路の堤防天端は30cm嵩上げする必要がある - 西マンガハン湖岸堤天端も15.0mであり30cm嵩上げする必要がある - ナビンダン水路の計画水位は13.8m、パラベットウォール天端標高は14.1mであり、パラベットウォールを0.5m嵩上げする必要がある	- 計画湖水位は14.0m、湖岸堤天端高は15.0mであり、ナビンダン水路を除く既設及び計画治水施設への影響はない - ナビンダン水路の計画水位は13.8m、パラベットウォール天端標高は14.1mであり、パラベットウォールを0.2m嵩上げする必要がある	- 計画湖水位は14.0m、湖岸堤天端高は15.0mであり、ナビンダン水路を除く既設及び計画治水施設への影響はない - ナビンダン水路の計画水位は13.8m、パラベットウォール天端標高は14.1mであり、パラベットウォールを0.2m嵩上げする必要がある
3	超過洪水、気候変動への対応	(1) 超過洪水に対する適応	- 超過洪水による湖水位上昇に対しては、湖岸堤余裕高での対応となる	- 放水路は超過洪水による湖水位上昇に対しても効果を持つ - 200年確率洪水最高水位14.7mを0.4m低下可能、また、12.5m以上の浸水期間を141日から93日に短縮可能(66%)	- 超過洪水による湖水位上昇に対しては、水位低下効果を持つ放水路と湖岸堤の余裕高により十分な対応が可能
		(2) 気候変動対策の拡張性	- 気候変動による降雨量増加、湖水位上昇に対しては、湖岸堤余裕高での対応となる	- 2035年までに気候変動により100年確率洪水最高水位14.3mは14.6mに上昇する予測である。この水位に対しても放水路は0.3m程度水位低下可能	- 気候変動による降雨量増加、湖水位上昇に対しては、水位低下効果を持つ放水路と湖岸堤の余裕高により十分な対応が可能
4	自然環境への影響	(1) 水質	- 湖岸堤建設による直接的なラグナ湖の水質悪化はない	- ラグナ湖の水質は排水先のマニラ湾よりも良好であり、放水路からの洪水流解放流による水質悪化はない	- A案、B案の記述と同じである
		(2) 湖沿岸の景観	- 湖岸に高さ3m弱の堤防を建設することにより、ラグナ湖のアクセスが制限されることとなり、湖沿岸の景観に影響を与える - 地域住民との合意形成が重要である	- 湖沿岸には放水路の呑口施設が建設されるのみであり湖沿岸の景観に大きな影響はない	- A案、B案の記述と同じである
5	社会環境への影響	(1) 住民移転数	- 湖岸堤は12.5mよりも低い地点に建設するが住民の移転が発生する - 湖岸堤建設による移転7,200人 - バック堤建設による移転4,400人	- 呑口、吐口施設設置についての住民移転が発生するが軽微なものと想定される	- A案、B案の記述と同じである

No	評価軸	指標	A案	B案	C案
			優先地域における湖岸堤システム	パラニャーク放水路の建設	優先地域における湖岸堤システム、パラニャーク放水路の建設
		(2) 土地収用面積	- 湖岸堤は12.5mよりも低い地点に建設するが土地補償費の支払等が発生する - 湖岸堤建設による収容 1,100 ha - バック堤建設による移転 120 ha	- 呑口、吐口施設設置についての土地収用が発生するが軽微なものと想定される	- A案、B案の記述と同じである
		(3) 工事の影響	- 大量の盛土材を湖岸に運ぶための道路状況が良好でなく、交通渋滞等の問題が懸念される	- トンネル掘削土の排出、土捨場の確保が重要である - 掘削土を利用して盛土材とする案がある	- A案、B案の記述と同じである
		(4) 施設運営上、地域への影響	- 湖岸に高さ3m弱の堤防を建設することにより、ラグナ湖のアクセスが制限されることとなり、漁業従事者、住民との交渉、合意形成が重要である。施設運営時に再度問題となる事が懸念される	- 放水路吐き口の河川に洪水が発生している場合は、放水路の運用を止めるなどの運用ルール作成が必要である - 吐き口の河川の改修が必須である	- A案、B案の記述と同じである
6	運営維持管理(O/M)の難易度(詳細は表 5.1.20 参照)	(1) O/Mの難易度、O/M費用の大小	- 堤防、排水機場等の一般的施設であり特に難しい部分は無い - O/M費用：PHP 285.8 mil.	- 地下50m以深の長大地下水路トンネルであり技術的難しさはあるが、日本には多くの知見、経験があり十分対応可能である - O/M費用：PHP 210.7 ~ 278.3 mil.	- A案、B案の記述と同じである - 湖岸堤O/M費用：PHP 265.4 mil. - 放水路O/M費用：PHP 210.7 ~ 278.3 mil. - 計：PHP 476.1 ~ 543.7 mil.
7	事業費の現実性(詳細は表 5.1.8 ~ 表 5.1.11 参照)	(1) 本体建設費	- 建設費：PHP 45.69 bln.	- 建設費：PHP 36.15 ~ 49.12 bln.	- 湖岸堤建設費：PHP 42.07 bln - 放水路建設費：PHP 36.15 ~ 49.12 bln. - 合計：PHP 78.22 ~ 91.19 bln.
		(2) 全体事業費	- 全体事業費：PHP 94.16 bln.	- 全体事業費：PHP 55.41 ~ 74.58 bln.	- 全体事業費：PHP 143.08 ~ 162.26 bln.
8	経済性	(1) 年平均被害軽減額	- Phase 1：PHP 1.48 bln. - Phase 2：PHP 1.80 bln. - Phase 3：PHP 1.07 bln. - Total：PHP 4.35 bln	- Total：PHP 3.23 bln.	- 放水路完成後、湖岸堤が完成するまでは放水路の便益 - 湖岸堤完成後は湖岸堤の便益+放水路の残りの年平均被害軽減額。
		(2) 治水以外の便益(道路)	年平均便益(道路) - Phase 1：PHP 0.30 bln. - Phase 2：PHP 0.58 bln. - Phase 3：PHP 0.27 bln. - Total：PHP 1.15 bln.	- 道路の便益は無い	- 湖岸堤完成後は湖岸堤の便益(A案)と同じ
		(3) 土地価格上昇	- 洪水被害の影響地区の50%が、工事終了後、5年間で1.5割上昇と想定	- 洪水被害の影響地区の50%が、工事終了後、10年間で1.5割上昇と想定	- 洪水被害の影響地区の50%が、両工事終了後、10年間で3割上昇と想定
		(4) EIRR評価	- 治水便益：13.5% - 治水+道路便益：15.9%	- 8.2% ~ 10.3%	- 8.8% ~ 10.7%
		(5) B/C	- 治水便益：1.36 - 治水+道路便益：1.65	- 0.78 ~ 1.04	- 0.86 ~ 1.08
		(6) NPV	- 治水便益：PHP 5.5 bln. - 治水+道路便益：PHP 9.8 bln.	- PHP -6.8 bln. ~ PHP 0.8 bln.	- PHP -6.2 bln. ~ PHP 2.8 bln.

出典：JICA調査チーム

注) 浸水面積、浸水人口、土地収用面積、移転住民等の数値はJICA調査チームによる概算値である

パラニャーケ放水路は、湖岸堤に比べると、ラグナ湖沿岸全域に均等に洪水被害軽減効果をもたらす。また、多くの住民移転、土地収用が必要で、漁業への影響も想定され、完成まで長期間（20年～30年）かかる湖岸堤システムに比べ、10年程度での完成が期待でき、早期に効果の発現が見込める。従って、短期段階としてパラニャーケ放水路建設を実施し、その放水路の水位低減効果を見込んだ湖岸堤を長期間かけて着実に実施していくことが洪水管理計画として適切と考えられる。

これらの評価結果より、『組合せ案 C：優先地域における湖岸堤システム建設、優先地域の主要流入河川及びパラニャーケ放水路の建設』を二次案、すなわち、『ラグナ湖総合洪水管理計画』の構造物対策とする。

5.1.3 優先プロジェクトの選定

(1) 構造物対策の優先プロジェクトの選定

構造物によるラグナ湖の総合洪水管理計画を先の 5.1.2 において作成した。これら構造物コンポーネントの内、「パラニャーケ放水路の建設」案を、以下の観点から、最優先プロジェクトとして選定する。

- ラグナ湖沿岸浸水域全域に対して、浸水深や湛水期間の低減・緩和が出来る。
- パラニャーケ放水路の完成は、ラグナ湖の浸水深の低減・洪水期間の緩和効果を早期（当初約10年以内）に期待できる。湖岸堤の建設よりは、全域に対する効果が早期に発揮される。
- 既存のマンガハン放水路を通したマリキナ川洪水の分流に対するラグナ湖全沿岸域への負の影響に対する早急な緩和策になる。
- パッシング・マリキナ川河川改修（フェーズIV）で計画しているマリキナ堰の実施に対するラグナ湖住民の社会的反響への対応となり、フェーズIV事業の推進につながる。
- ラグナ湖全域に対するDPWHの洪水対策に関しての行政責務を果たすことが可能である。

(2) 非構造物対策の優先プロジェクトの選定

非構造物の優先プロジェクトとしては、構造物の対策整備が初期段階であるなか、また、及ばない地域があるなか、人命を守ることを最優先とし、災害リスクの回避する対策を優先的に選定する。また、避難行動に直結するものとして、人々の災害リスクの認識を高めることも重要である。この観点から、ハザードマップの整備や水文観測機器の拡充を図る。

表 5.1.4 優先プロジェクトのコンポーネント（非構造物対策）

治水対策	災害リスク対応の分類	コンポーネント
非構造物	災害リスクの回避	水文観測の機器・体制の拡充
	災害リスクの理解	ハザードマップの作成・配布・キャンペーン

5.1.4 事業実施スケジュール

(1) 基本方針

本総合洪水管理計画は大規模であり事業実施の完了には長期間が想定される。事業の完了目標は事業開始の30年後とし、事業を10年（短期）、20年（中期）、30年（長期）の3段階実施を考える。

表 5.1.5 ラグナ湖総合洪水管理計画事業の実施工程案

No.	コンポーネント	事業実施期間30年		
		短期10年	中期10年	長期10年
I 構造物対策				
1)	パラニャーケ放水路建設、 ナピンダン水路パラペットウォールの嵩上げ	■		
2)	湖岸堤システム建設（優先地域）		■	■
II 非構造物対策				
1)	湖岸マネジメント計画実施	■	■	■
2)	ラグナ湖防災委員会設立・活動	■	■	■
3)	土地利用規制の実施	■	■	■
4)	警報システムの設立・運用	■	■	■
5)	浸水想定区域図の作成・広報活動	■	■	■

(2) 設定条件

以下に示す通り、2020年から2049年の30年間を短期、中期、長期に分けて段階的整備を想定する。

【準備】：2018年～2019年

- F/S（1.5年間）、F/S後半からICC申請を含む借款準備

【フェーズ1】：2020年1月～2029年12月

- STEP-D/D（パラニャーケ放水路）とコンサルタント調達を並行して進め、ICC取得後、交換公文（E/N）署名、借款契約（L/A）締結、2021年には業者調達を完了
- 詳細設計（D/D）：2025年1月～2026年12月（フェーズ2）
- 建設プロジェクト
 - a. パラニャーケ放水路（延長 ルートA：7.8km、ルートD：9.6km）
 - オプション1：ルートA シールド工法：2022年1月～2029年6月
 - オプション2：ルートA NATM：2022年1月～2031年3月
 - オプション3：ルートD シールド工法：2022年1月～2029年11月
 - オプション4：ルートD NATM：2022年1月～2031年12月
 - b. 湖岸堤システム（延長17.0km）（排水機場、橋梁、バック堤含む）

- c. 洪水予警報システム（EFCOS）拡張

【フェーズ2】：2030年1月～2039年12月

- 詳細設計（D/D）及び入札：2035年1月～2036年12月（フェーズ3）
- 建設プロジェクト

- d. 湖岸堤システム（延長 32.8km）（排水機場、橋梁、バック堤含む）

【フェーズ3】：2040年1月～2049年12月

- 建設プロジェクト

- e. 湖岸堤システム（延長 32.9km）（排水機場、橋梁、河川堤防含む）

(3) 事業実施スケジュール

上記条件により作成した事業実施スケジュールを図 5.1.1（ルート A）及び図 5.1.2（ルート D）に示す。なお、パラニャーケ放水路は上述の通り 4つのオプションが有るが、各ルート毎のスケジュールとする。

Construction Method for Paranaque Spillway	Works	Years Detailed Items	Short-Term Program for 1st Phase Projects												Mid-Term Program for 2nd Phase Projects												Long-Term Program for 3rd Phase Projects													
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049						
Construction Method for Paranaque Spillway	FS, E/N, L/A, Others	Plan Formulation and Fund Arrangement	Fund Arrangement												Fund Arrangement												Fund Arrangement													
			Detailed Design, Tender	Contract of Contractor	D/D, Tender												D/D, Tender												D/D, Tender											
					Construction Works												Construction Works												Construction Works											
Shield Tunneling Method	Short-Term Program for 1st Phase Projects	Paranaque Spillway(9.6km) (by Shield Tunnel Method)	Construction Works												Construction Works												Construction Works													
			Lakeshore Dike (17.02km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)	Expansion of EFCOS												Expansion of EFCOS												Expansion of EFCOS												
				Mid-Term Program for 2nd Phase Projects	Lakeshore Dike (32.83km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)	Lakeshore Dike (32.83km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)												Lakeshore Dike (32.83km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)												Lakeshore Dike (32.83km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)										
Long-Term Program for 3rd Phase Projects	Lakeshore Dike(32.90km)	Lakeshore Dike(32.90km)												Lakeshore Dike(32.90km)												Lakeshore Dike(32.90km)														
		NATM(New Austrian Tunneling Method)	FS, E/N, L/A, Others	Plan Formulation and Fund Arrangement	Fund Arrangement												Fund Arrangement												Fund Arrangement											
Detailed Design, Tender	Contract of Contractor				D/D, Tender												D/D, Tender												D/D, Tender											
					Construction Works												Construction Works												Construction Works											
NATM(New Austrian Tunneling Method)	Short-Term Program for 1st Phase Projects	Lakeshore Dike (17.02km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)	Construction Works												Construction Works												Construction Works													
			Mid-Term Program for 2nd Phase Projects	Lakeshore Dike (32.83km) (Embankment, Pumping Stations, Bridges)	Expansion of EFCOS												Expansion of EFCOS												Expansion of EFCOS											
					Long-Term Program for 3rd Phase Projects	Lakeshore Dike(32.90km)	Lakeshore Dike(32.90km)												Lakeshore Dike(32.90km)												Lakeshore Dike(32.90km)									

図 5.1.2 事業実施スケジュール（パラニャーケ放水路：ルート D）

5.1.5 概略事業費

(1) 概略事業費項目

事業費項目は以下の通りである。

- 本体事業費
- コンサルタント費
- 本体事業費、コンサルタント費に関する物価上昇
- 本体事業費、コンサルタント費、物価上昇に関する予備費

以下は融資非適格項目である。

- 用地買収、補償
- 事業実施者の一般管理費
- 税金

(2) 本体事業費算出方針

概略事業費算出の要となる本体事業費算出は以下の方針により、概算レベルで行う。

表 5.1.6 本体事業費積算方針

建設事業	積算方針
パラニャーケ放水路	フィリピンでは、本格的なトンネル工事の実績が無い。したがって、日本及び諸外国におけるトンネル工事の事例や日系ゼネコンや専門工事会社等からのヒアリングで得た情報を参考にしてフィリピンにおける工事を想定して積算する。
湖岸堤システム (排水機場、橋梁等含む)	「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」(入札年 2000 年)等の過去にフィリピンで行われた事業費を参考にしてベース値を設定し、積算基準月までの物価上昇率を加えて本体事業費を算出する。
洪水予警報システム (EFCOS) 拡張	PAGASA からのヒアリングで得た情報を参考にして当該工事を想定して積算する。

(3) 概略事業費算出条件

概略事業費算出は以下の条件で行う。

表 5.1.7 概略事業費算出条件

項目	条件	備考
積算基準年月	2017 年 9 月	
為替レート	1US\$=110.96JPY、1US\$=50.84PHP、 1PHP=2.183JPY	IMF 公表為替レート参照 (2017 年 7 月～9 月平均レ ートで算出)
コンサルタント費	本体事業費に対して 10%	

項目	条件	備考
物価上昇	本体事業費、コンサルタント費に関する物価上昇 FC 0.8 %、LC 1.8%	IMF 公表「世界経済見通し」データ参照
予備費	本体事業費、コンサルタント費、物価上昇の総額の 10%	
用地買収、補償	用地買収費及び建物補償費を積上げ計算。物価上昇 LC 1.8%及び予備費 10%を見込む。	
事業者の一般管理費	本体事業費、コンサルタント費、用地買収・補償費の総額の 2%	
付加価値税 (VAT)	12.0%	

(4) 概略事業費算出

上記に示す方針、条件により算出した概略事業費を表 5.1.8～表 5.1.11 に示す。なお、事業実施スケジュールの計画条件で述べた通り、パラニャーケ放水路は4つのオプションを想定するため、概略事業費算出のベースとなる本体事業費は下記の条件となる。

オプション 1： パラニャーケ放水路（ルート A シールド工法）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

オプション 2： パラニャーケ放水路（ルート A NATM）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

オプション 3： パラニャーケ放水路（ルート D シールド工法）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

オプション 4： パラニャーケ放水路（ルート D NATM）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

表 5.1.8 概略事業費(オプション 1)

Cost Item	Work Item	F/C (million PHP)	L/C (million PHP)	Total (million PHP)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート A、シールド工法)	13,000	32,876	45,876
	湖岸堤システム	8,415	33,658	42,073
	EFCOS 拡張	80	34	114
	計	21,494	66,568	88,063
コンサルタント費		4,403	4,403	8,806
物価上昇		2,829	8,903	11,732
予備費		2,394	18,054	20,449
用地買収、補償		0	8,786	8,786
事業者の一般管理費		0	2,757	2,757
付加価値税		0	16,540	16,540
合計 (million PHP)		31,121	126,012	157,133

表 5.1.9 概略事業費(オプション 2)

Cost Item	Work Item	F/C (million PHP)	L/C (million PHP)	Total (million PHP)
本体事業費	パラニャケ放水路 (ルート A、NATM)	9,460	26,688	36,148
	湖岸堤システム	8,415	33,658	42,073
	EFCOS 拡張	80	34	114
	計	17,955	60,380	78,335
コンサルタント費		3,917	3,917	7,833
物価上昇		2,413	8,198	10,611
予備費		2,257	17,687	19,944
用地買収、補償		0	8,786	8,786
事業者の一般管理費		0	2,510	2,510
付加価値税		0	15,061	15,061
合計 (million PHP)		26,541	116,541	143,082

表 5.1.10 概略事業費(オプション 3)

Cost Item	Work Item	F/C (million PHP)	L/C (million PHP)	Total (million PHP)
本体建設費	パラニャケ放水路 (ルート D、シールド工法)	13,889	35,233	49,121
	湖岸堤システム	8,415	33,658	42,073
	EFCOS 拡張	80	34	114
	計	22,383	68,925	91,308
コンサルタント費		4,565	4,565	9,131
物価上昇		2,942	9,198	12,140
予備費		2,470	18,493	20,964
用地買収、補償		0	8,786	8,786
事業者の一般管理費		0	2,847	2,847
付加価値税		0	17,080	17,080
合計 (million PHP)		32,360	129,895	162,255

表 5.1.11 概略事業費(オプション 4)

Cost Item	Work Item	F/C (million PHP)	L/C (million PHP)	Total (million PHP)
本体事業費	パラニャケ放水路 (ルート D、NATM)	10,499	27,153	37,653
	湖岸堤システム	8,415	33,658	42,073
	EFCOS 拡張	80	34	114
	計	18,994	60,846	79,840
コンサルタント費		3,992	3,992	7,984
物価上昇		2,536	8,290	10,826
予備費		2,374	18,062	20,435
用地買収、補償		0	8,786	8,786
事業者の一般管理費		0	2,557	2,557
付加価値税		0	15,345	15,345
合計 (million PHP)		27,895	117,878	145,773

(5) 支払いスケジュール

2020 年からの事業実施スケジュールに合わせて、費用の支払いスケジュールを設定する。
なお、事業実施スケジュールは前述の通り、4つのオプションを想定する。

表 5.1.12 支払いスケジュール(オプション1 本体事業費内訳)

Phase	Year	Paranaque Spillway(Route A Shield)			Lakeshore Diking Systems(Inclusive of Backwater Levees,Pumping)			Expansion of ECOS			Total		
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total
1	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	1,733	4,383	6,117	0	0	0	16	7	23	1,749	4,390	6,140
	2023	1,733	4,383	6,117	0	0	0	16	7	23	1,749	4,390	6,140
	2024	1,733	4,383	6,117	0	0	0	16	7	23	1,749	4,390	6,140
	2025	1,733	4,383	6,117	337	1,346	1,683	16	7	23	2,086	5,737	7,822
	2026	1,733	4,383	6,117	337	1,346	1,683	16	7	23	2,086	5,737	7,822
	2027	1,733	4,383	6,117	337	1,346	1,683	0	0	0	2,070	5,730	7,800
	2028	1,733	4,383	6,117	337	1,346	1,683	0	0	0	2,070	5,730	7,800
	2029	867	2,192	3,058	337	1,346	1,683	0	0	0	1,203	3,538	4,741
2	2030	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2031	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2032	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2033	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2034	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2035	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2036	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2037	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2038	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2039	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
3	2040	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2041	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2042	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2043	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2044	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2045	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2046	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2047	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2048	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2049	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
Total Cost		13,000	32,876	45,876	8,415	33,658	42,073	80	34	114	21,494	66,568	88,063

表 5.1.14 支払いスケジュール(オプション2 本体事業費内訳)

Phase	Year	Paranaque Spillway(Route A NATM)			Lakeshore Diking Systems(Inclusive of Backwater Levees,Pumping Stations,Bridges)			Expansion of EFOOS			Total		
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total
1	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	1,051	2,965	4,016	0	0	0	16	7	23	1,067	2,972	4,039
	2023	1,051	2,965	4,016	0	0	0	16	7	23	1,067	2,972	4,039
	2024	1,051	2,965	4,016	0	0	0	16	7	23	1,067	2,972	4,039
	2025	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	16	7	23	1,404	4,318	5,722
	2026	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	16	7	23	1,404	4,318	5,722
	2027	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	0	0	0	1,388	4,312	5,699
	2028	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	0	0	0	1,388	4,312	5,699
	2029	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	0	0	0	1,388	4,312	5,699
2	2030	1,051	2,965	4,016	337	1,346	1,683	0	0	0	1,388	4,312	5,699
	2031	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2032	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2033	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2034	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2035	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2036	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2037	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2038	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2039	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
3	2040	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2041	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2042	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2043	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2044	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2045	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2046	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2047	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2048	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2049	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
Total Cost		9,460	26,688	36,148	8,415	33,658	42,073	80	34	114	17,955	60,380	78,335

表 5.1.15 支払いスケジュール(オプション2)

Phase	Year	Construction Works		Engineering Services		Physical Contingency		Price Escalation		Land Acquisition		Administration Cost		VAT		Total			
		F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.		
1	2020	0	0	243	243	24	25	49	2	4	6	0	0	0	65	269	348	617	
	2021	0	0	243	243	25	25	50	4	9	13	0	639	639	0	142	272	1,082	1,353
	2022	1,067	2,972	165	165	330	331	457	30	172	202	0	616	616	0	677	1,388	5,047	6,435
	2023	1,067	2,972	165	165	330	337	464	40	232	272	0	616	616	0	687	1,399	5,123	6,523
	2024	1,067	2,972	165	165	330	343	471	50	293	343	0	616	616	0	696	1,410	5,201	6,611
	2025	1,404	4,318	243	243	486	508	680	81	515	596	0	0	0	898	1,900	6,632	8,532	
	2026	1,404	4,318	243	243	486	517	691	94	607	701	0	698	698	0	996	1,915	7,545	9,460
	2027	1,388	4,312	243	243	486	525	699	107	699	806	0	711	711	0	1,008	1,912	7,666	9,577
	2028	1,388	4,312	242	242	484	535	710	121	793	914	0	724	724	0	1,024	1,926	7,800	9,726
	2029	1,388	4,312	242	242	484	544	721	135	889	1,025	0	737	737	0	1,040	1,942	7,937	9,879
2030	1,388	4,312	242	242	484	554	732	149	987	1,137	0	0	0	966	1,957	7,223	9,180		
2031	337	1,346	1,683	78	78	156	176	222	42	340	382	0	0	293	502	2,283	2,784		
2032	337	1,346	1,683	78	78	156	180	226	45	372	417	0	0	298	506	2,323	2,829		
2033	337	1,346	1,683	78	78	156	183	229	49	404	453	0	0	303	510	2,364	2,874		
2034	337	1,346	1,683	78	78	156	186	233	53	437	490	0	0	307	514	2,406	2,920		
2035	337	1,346	1,683	78	78	156	189	237	56	470	527	0	0	312	518	2,449	2,966		
2036	337	1,346	1,683	78	78	156	193	240	60	505	565	0	0	317	522	2,492	3,012		
2037	337	1,346	1,683	78	78	156	196	244	64	539	603	0	0	322	526	2,535	3,057		
2038	337	1,346	1,683	78	78	156	200	248	68	575	642	0	0	327	530	2,578	3,102		
2039	337	1,346	1,683	78	78	156	203	252	72	611	682	0	0	332	535	2,621	3,147		
2040	337	1,346	1,683	78	78	156	207	256	75	647	723	0	0	338	539	2,664	3,192		
2041	337	1,346	1,683	78	78	156	211	260	79	685	764	0	0	344	543	2,707	3,237		
2042	337	1,346	1,683	78	78	156	215	264	83	723	806	0	0	349	548	2,752	3,282		
2043	337	1,346	1,683	78	78	156	219	269	87	761	849	0	0	355	552	2,797	3,327		
2044	337	1,346	1,683	78	78	156	222	273	91	800	892	0	0	360	556	2,842	3,372		
2045	337	1,346	1,683	78	78	156	226	277	95	841	936	0	0	366	561	2,887	3,417		
2046	337	1,346	1,683	78	78	156	231	282	99	881	981	0	0	372	565	2,932	3,462		
2047	337	1,346	1,683	78	78	156	235	287	104	923	1,026	0	0	378	570	2,977	3,507		
2048	337	1,346	1,683	78	78	156	239	291	108	965	1,073	0	0	384	574	3,022	3,552		
2049	337	1,346	1,683	78	78	156	243	296	112	1,008	1,120	0	0	391	579	3,067	3,597		
Total Cost		17,955	60,380	78,335	3,917	3,917	2,413	8,198	10,611	2,257	17,687	19,944	8,786	8,786	0	26,541	116,541	143,082	

表 5.1.16 支払いスケジュール(オプション3 本体事業費内訳)

Phase	Year	Paranaque Spillway (Routed Shield)			Lakeshore Diking Systems (Inclusive of Backwater Levees, Pumping Stations, Bridges)			Expansion of ECOS			Total		
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total
1	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	1,754	4,450	6,205	0	0	0	16	7	23	1,770	4,457	6,228
	2023	1,754	4,450	6,205	0	0	0	16	7	23	1,770	4,457	6,228
	2024	1,754	4,450	6,205	0	0	0	16	7	23	1,770	4,457	6,228
	2025	1,754	4,450	6,205	337	1,346	1,683	16	7	23	2,107	5,804	7,910
	2026	1,754	4,450	6,205	337	1,346	1,683	16	7	23	2,107	5,804	7,910
	2027	1,754	4,450	6,205	337	1,346	1,683	0	0	0	2,091	5,797	7,888
	2028	1,754	4,450	6,205	337	1,346	1,683	0	0	0	2,091	5,797	7,888
	2029	1,608	4,080	5,688	337	1,346	1,683	0	0	0	1,945	5,426	7,371
2	2030	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2031	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2032	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2033	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2034	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2035	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2036	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2037	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2038	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2039	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
3	2040	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2041	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2042	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2043	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2044	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2045	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2046	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2047	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2048	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2049	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
Total Cost		13,889	35,233	49,121	8,415	33,658	42,073	80	34	114	22,383	68,925	91,308

表 5.1.17 支払いスケジュール(オプション3)

Phase	Year	Construction Works		Engineering Services		Physical Contingency		Price Escalation		Land Acquisition		Administration Cost		VAT		Total	
		F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.
1	2020	0	0	324	324	33	33	3	6	0	0	0	14	0	87	360	464
	2021	0	0	324	648	33	34	5	12	0	639	0	27	0	164	362	1,200
	2022	1,770	4,457	246	493	207	496	49	259	307	0	616	0	167	0	1,002	2,272
	2023	1,770	4,457	246	493	208	505	65	348	413	0	616	0	169	0	1,016	2,290
	2024	1,770	4,457	246	493	210	514	82	439	521	0	616	0	172	0	1,030	2,308
2	2025	2,107	5,804	324	648	255	682	937	692	811	0	0	0	206	0	1,237	2,805
	2026	2,107	5,804	324	648	257	694	951	719	811	0	698	0	223	0	1,340	2,828
	2027	2,091	5,797	324	648	257	706	963	719	811	0	711	0	226	0	1,357	2,832
	2028	2,091	5,797	324	647	259	719	978	180	1,066	724	0	230	0	1,378	2,853	
	2029	1,945	5,426	324	647	246	687	933	188	1,123	1,311	0	220	0	1,320	2,702	
3	2030	337	1,346	78	156	45	173	219	38	309	347	0	48	0	288	498	2,243
	2031	337	1,346	78	156	46	176	222	42	340	382	0	49	0	293	502	2,283
	2032	337	1,346	78	156	46	180	226	45	372	417	0	50	0	298	506	2,323
	2033	337	1,346	78	156	46	183	229	49	404	453	0	51	0	303	510	2,364
	2034	337	1,346	78	156	47	186	233	53	437	490	0	51	0	307	514	2,406
Total Cost		22,383	68,925	91,308	4,565	2,942	9,198	12,140	2,470	18,493	20,964	0	2,847	0	17,080	32,360	129,895

表 5.1.18 支払いスケジュール(オプション4 本体事業費内訳)

Phase	Year	Paranaque Spillway(Routed NATM)			Lakeshore D King Systems (Inclusive of Backwater Levees, Pumping)			Expansion of EFCOS			Total		
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total
1	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	1,050	2,715	3,765	0	0	0	16	7	23	1,066	2,722	3,788
	2023	1,050	2,715	3,765	0	0	0	16	7	23	1,066	2,722	3,788
	2024	1,050	2,715	3,765	0	0	0	16	7	23	1,066	2,722	3,788
	2025	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	16	7	23	1,402	4,068	5,471
	2026	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	16	7	23	1,402	4,068	5,471
	2027	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	0	0	0	1,387	4,062	5,448
	2028	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	0	0	0	1,387	4,062	5,448
	2029	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	0	0	0	1,387	4,062	5,448
2	2030	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	0	0	0	1,387	4,062	5,448
	2031	1,050	2,715	3,765	337	1,346	1,683	0	0	0	1,387	4,062	5,448
	2032	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2033	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2034	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2035	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2036	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2037	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2038	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2039	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
3	2040	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2041	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2042	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2043	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2044	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2045	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2046	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2047	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2048	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
	2049	0	0	0	337	1,346	1,683	0	0	0	337	1,346	1,683
Total Cost		10,499	27,153	37,653	8,415	33,658	42,073	80	34	114	18,994	60,846	79,840

表 5.1.19 支払いスケジュール(オプション 4)

Phase	Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total			
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	
1	2020	0	0	0	236	236	471	24	24	48	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	63	63	261	337	598
	2021	0	0	0	236	236	471	24	24	48	4	9	12	0	639	639	23	23	0	140	140	263	1,071	1,334		
	2022	1,066	2,722	3,788	158	158	315	125	304	429	30	158	188	0	616	616	107	107	0	640	640	1,378	4,705	6,084		
	2023	1,066	2,722	3,788	158	158	315	126	309	436	40	213	253	0	616	616	108	108	0	649	649	1,389	4,775	6,165		
	2024	1,066	2,722	3,788	158	158	315	127	315	442	50	269	318	0	616	616	110	110	0	658	658	1,401	4,847	6,247		
2	2025	1,402	4,068	5,471	236	236	471	172	479	651	80	486	566	0	0	0	143	143	0	859	859	1,890	6,272	8,162		
	2026	1,402	4,068	5,471	236	236	471	173	488	661	94	572	666	0	698	698	159	159	0	956	956	1,905	7,178	9,083		
	2027	1,387	4,062	5,448	236	236	471	173	496	669	107	659	766	0	711	711	161	161	0	988	988	1,902	7,292	9,194		
	2028	1,387	4,062	5,448	235	235	470	174	504	679	121	748	869	0	724	724	164	164	0	983	983	1,916	7,419	9,335		
	2029	1,387	4,062	5,448	235	235	470	176	514	689	134	839	974	0	737	737	166	166	0	998	998	1,931	7,550	9,482		
3	2030	1,387	4,062	5,448	235	235	470	177	523	700	149	932	1,080	0	0	0	154	154	0	924	924	1,947	6,828	8,775		
	2031	1,387	4,062	5,448	235	235	470	178	532	711	163	1,026	1,188	0	0	0	156	156	0	938	938	1,962	6,949	8,911		
	2032	337	1,346	1,683	78	78	156	46	180	226	45	372	417	0	0	0	50	50	0	288	288	506	2,323	2,829		
	2033	337	1,346	1,683	78	78	156	46	183	229	49	404	453	0	0	0	50	50	0	303	303	510	2,364	2,874		
	2034	337	1,346	1,683	78	78	156	47	186	233	53	437	490	0	0	0	51	51	0	307	307	514	2,406	2,920		
Total Cost		18,994	60,946	79,840	3,992	3,992	7,984	2,536	8,290	10,826	2,374	18,062	20,435	0	8,786	8,786	0	2,557	2,557	0	15,345	15,345	27,895	117,878	145,773	

(6) 維持管理費

パラニャーケ放水路の維持管理費は、排水ポンプの運転費用(燃料代、人件費)、機器設備維持管理費用、(機器補修、更新費)として設備費の 1.0%、トンネル部の維持管理費用(点検、トンネル補修等)として、建設費の 0.5%を計上する。また、トンネル放水路の土砂撤去・清掃費用は日本の実績単価等を参照し計上する。

ラグナ湖岸の洪水対策の維持管理費についても同様に、排水機場の機械設備に対し設備費の 1.0%を、堤防等の土木施設に対し建設費の 0.5%を計上する。

表 5.1.20 ラグナ湖の総合洪水管理に関わる維持管理費用

費目	項目	金額 (PHP million)
パラニャーケ放水路の維持管理費	排水ポンプの運転費用、機器設備維持管理費用、トンネル部の維持管理費用	200.2～265.1
	トンネル放水路の土砂撤去・清掃費用	10.5～13.2
	合計	210.7～278.3
ラグナ湖岸堤システムの維持管理費	土木施設	155.3
	機械設備	110.2
	合計	265.4
EFCOS の拡張	機械設備	1.1

5.1.6 経済分析

(1) 前提条件

経済分析の前提条件は以下のとおりである。

- 評価期間：建設期間 + 50 年
- Standard Conversion Factor (SCF) : = 1/1.2 (Shadow Exchange Rate) : 0.833
- 非熟練工の Shadow Wage Rate(SWR) : 0.6
- EIRR 目標値 : 10%

(2) 定量化された経済費用と経済便益

経済分析で計上された経済費用と経済便益は以下のとおりである。

表 5.1.21 経済費用と経済便益

経済費用	経済便益
(1) 初期建設費	(1) 洪水被害の軽減 (家屋資産、事業所資産、 インフラ施設、農作物、営業停止)
(2) 維持管理費	
(3) 更新費	
	(2) 交通状況の改善
	(3) 土地価格の上昇

洪水被害の軽減便益の年平均便益は、各 2、3、5、10、20、30、50、100、200 年の確率年数における「洪水被害資産額・人的被害額」と、「発生確率」を乗じて算出した。

(3) 経済便益の算出方法概要

1) 洪水被害の軽減に関する便益

i) 家屋資産の被害額

「被災家屋数（被災人口÷1 家庭の平均人数）」x「家屋資産額」x「被害率」x 1.3（間接被害分）

表 5.1.22 家屋資産被害算出のための指標とデータ元

指標	出典
被災家屋数	GIS データとバランガイ毎の人口データ(PSA, 2015)より被災人口算出。1 家庭当りの平均人数より家屋数を計算。
家屋の資産額	Province 毎の資産額の平均値を利用。459,000 - 777,000 PHP/家屋。CPI 増加率より 2017 年価値に換算。 (Consumer Finance Survey, Bangko Sentral ng Pilipinas, 2014)
被害率	0.092 (0.15m-0.5m), 0.119 (0.5-1.0m), 0.266 (1.0m-2.0m), 0.58 (2.0-3.0m), 0.834 (>3.0m) (治水経済調査マニュアル、国土交通省、2005)

ii) 事業所資産の被害額

「分野別被災事業所数」x「事業所当り資産価値」x「被害率」x 1.3（間接被害分）

表 5.1.23 事業所資産被害算出のための指標とデータ元

指標	出典
分野別被災事業所数	GIS データと LGU 毎の産業別事業所数(Annual Survey of Philippine Business and Industry、PSA、2015)を元に算出。
事業所当り資産価値	フィリピンの産業別平均資産額、在庫額(Annual Survey of Philippine Business and Industry、PSA、2014)を利用。2017 年価格に変換。
被害率	0.092 (0.15m-0.5m), 0.119 (0.5-1.0m), 0.266 (1.0m-2.0m), 0.58 (2.0-3.0m), 0.834 (>3.0m) (治水経済調査マニュアル、国土交通省、2005)

iii) 農作物の被害額（米、とうもろこし、商品作物）

「被災農地面積」x「1ha 当りの農作物の経済価値」x「被害率」

表 5.1.24 農作物被害算出のための指標とデータ元

指標	出典
被災農地面積	GIS データより算出。種類ごとの作付面積は各 Province の種類別農地面積データ（PSA、2016）を利用。
1ha 当りの農作物の経済価値	米、とうもろこしは世界銀行の 2040 年の最新予想価格を利用し、フィリピンに輸入した場合の価値は 10.5PHP/kg（米）、9.3PHP/kg（とうもろこし）となった。商品作物は最新の Farmgate 価格の統計データを利用（PSA、2016）。結果的に、Province 毎の農地の経済価値は、PHP 2.59~5.29/m ² となった。
被害率	1.0

iv) 営業停止による経済的被害

以下の経済的被害を各確率年のケース毎に算出した。

「分野別被災企業数」 x 「減少した営業停止期間」 x 「1日の平均付加価値」

表 5.1.25 営業停止被害算出のための指標とデータ元

指標	出典
分野別被災事業所数	水位 12.5m、13.0m、13.5m、14.0m、14.5m で浸水する、各 LGU の産業別事業所数(Annual Survey of Philippine Business and Industry, NSO, 2015)を、GIS 分析により計算。
減少した営業停止期間	確率年のケース別に Laguna 湖の水位変動を予測し、水位 12.5m、13.0m、13.5m、14.0m、14.5m で被災する事業所の浸水期間（営業停止期間）を計算。これを、With、Without-Project で作成し、その差分を計算。
1日の平均付加価値	分野別に PHP 4,300 – 2001,000 /日・企業 PSA より入手した「2014 Annual Survey of Philippine Business and Industry」の数値を GDP 増加率で 2017 年価格に変換

2) 交通状況改善の便益

ラグナ湖周辺に建設される湖岸堤には、コミュニティ道路が併設される予定である（片側一車線、道路断面については図 4.5.5 参照）。この道路による交通状況の改善便益を、フィリピンの道路事業で用いられている VOC 法及び VOT 法に基づいて試算した。計算に必要なとなるユニット単価は、DPWH の計画部より入手した。

VOC 法（車両運転費用）

事業が実施された場合（With-Project）と実施されない場合（Without-Project）の運転費用を比較し、減少分を便益として計上した。

運転費用=「車両タイプ毎の運転費用 (PHP/km)」 x 「車両タイプ毎の合計運転距離 (km)」

表 5.1.26 VOC 法試算のための指標とデータ元

指標	出典
車両タイプ毎の運転費用	DPWH の算出した Unit cost of VOC (2017) を利用。一般車、ジブニー、バス、トラックに分類し、車両速度により PHP8.6~69.2/ km-vehicle で変動。
車両タイプ毎の合計運転距離	DPWH より入手したラグナ湖周辺の国道の交通量と比較し、1/4 の交通量があると想定

VOT 法（時間価値）

事業実施により、交通に費やされる時間が短縮される場合の経済価値を以下で計算した。

「短縮時間」 x 「時間当たりの経済価値」

表 5.1.27 VOT 法試算のための指標とデータ元

指標	出典
短縮時間	車種毎の交通量と速度予測、車両当りの平均乗客数から計算。
時間当たりの経済価値	1人当り GDP と年間労働時間（240日 x 8時間）より、時間当りの GDP 価値を計算し、その 1/2 を計上した。

3) 土地価格上昇の便益

洪水被害減少により、将来的に起る土地価格上昇を便益として計算した。

「土地価格が上昇する面積」 x 「現在の土地の市場価値」 x 「土地価格の上昇率」

表 5.1.28 土地価格上昇計算のための指標とデータ元

指標	出典
土地価格が上昇する面積	洪水被害の影響地区、不動産会社の意見を元に推計
土地の現在価値	市場価格として、固定資産税の計算に用いられる Zonal Value の 120%とした。 Laguna, Rizal and NCR の平均 Zonal Value は、各 PHP 1,514、1,223、25,740 /m ² (Bureau of Internal Revenue、2017)
土地価格の上昇率	不動産会社の意見、世界銀行の調査レポートを参考に、洪水被害の影響地区の 50%が建設終了後、湖岸堤の場合 5 年間で 1.5 割上昇、パラニャーケ放水路の場合、10 年間で 1.5 割上昇すると想定した。

(4) EIRR の算出

ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画について EIRR 等を算出する。

経済評価結果を表 5.1.29 に示す。

表 5.1.29 ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画の経済性評価

施設	経済的費用 (PHP million)	EIRR	B/C	NPV (PHP million)
ラグナ湖沿岸地域全域の総合洪水管理計画 (湖岸堤システム) + (パラニャーケ放水路) + (非構造物対策)	110,306～ 127,279	8.8%～ 10.7%	0.86～ 1.08	-6,232～2,820

5.2 事業実施/運営・持管理体制の提案

5.2.1 運営維持管理に関する法令

運営維持管理に関する主要な法令を以下に示す。

(1) 水法 (Water Code)

水に関する大統領令第 1067 号、別名、「フィリピン水法」が 1976 年 12 月 31 日に制定された。この法律は多様な水資源に関わる法令を制度化、統合化したもので、水資源の所有、割当、利用、除外、開発、保全、保護について規定している。水法に基づき「実施規則規制」が 1979 年に公布された。3 つの規則と 88 の条劫が設けられ、国家水資源局の行政機能や権利ならびに水法に関わる細則が定められている。

(2) 国家水管理法 (National Water Security Act)

現在も水法は効力があるが、「国家水管理法」(National Water Security Act)として法の改定と名称変更が提案されている。法案は、既存の実施規則規制を改定したもので、統合水資源管理や気候変動適応の原則の編入、水資源管理における流域管理の組織化、上下水管理者の規制に関する公共サービス法令の合編などの内容が規定または追記されている。

(3) DPWH 関連法令

公共事業の実施主体である DPWH の組織構成は、1987 年 1 月 30 の政令 No.124 で定められている。責任の所在や機関は、2003 年の省令 (EO) No.112, 127, 149 で規定されている。

(4) MMDA 関連法令

1994 年 7 月 24 日に発行された共和国法 (RA) No.9724 により、メトロマニラ公社 (MMA) からメトロマニラ開発公社 (MMDA) に組織が改変された。同法において、MMDA の組織、権利、機能、財政が規定されている。2002 年に署名された DPWH-MMDA 間の合意書を通じて、DPWH から MMDA にマニラ首都圏の洪水調整管理における全機能と全責任が移譲された。これには洪水調節管理に関わるあらゆる計画、事業、活動、要員、資金、設備、施設、記録、資産、瑕疵責任が含まれる。

(5) LLDA 関連法令

1966 年の共和国法 (RA) No.4850 により LLDA は准政府機関として設立され、同法で規則、機能、権限、財務が規定されている。1975 年の大統領令 813 と 1983 年の政令 927 により、その権限と機能が更に強化され、ラグナ湖流域の表流水の環境保護と管轄を含むようになった。1993 年の政令 149 以降、LLDA の所管官庁は DENR となっている。

また、1966 年の共和国法 4850 により、ラグナ湖の管理境界が述べられており、EL.12.50m より下の土地が公共用地であることが規定されている。

(6) LGUs 関連

地方自治法を定めた 1991 年の共和国法(RA)No.7160 により、中央政府から地方自治体への地方分権化、権益と責任の移転が実施された。

また、2010年の共和国法（RA）10121は、災害リスク軽減管理における組織設立と予算の法的枠組みを定めている。これにより、各州、市、町、バランガイへ地域災害リスク軽減管理事務所（LDRRMO）の設置を義務付けている。LDRRMOは、各地域で洪水リスク軽減管理事業の実施、開発における調整機関として活動を行っている。

5.2.2 運営維持管理体制（組織・制度・人材）

(1) 運営維持管理体制検討の基本方針

マニラ首都圏の大規模洪水対策プロジェクトに関しては、DPWHが計画、設計及び建設を担当し、完成後の洪水対策施設は、MMDAに移管され、MMDAが維持管理を行うのが原則である。本事業の対象地域は、MMDAが管轄するマニラ首都圏、管轄外のラグナ州及びリザール州に跨るため、通常であれば運営維持管理を分担することになるが、必ずしもそれが効果的とは言えない。また、提案の対策は大規模構造物であることから、DPWHを中心とした事業実施及び運営維持管理体制の構築を目指すのが妥当と考えられる。この方針に沿って、事業実施／運営維持管理体制を検討・提案する。

(2) 運営維持管理体制の現況

ラグナ湖全域の総合洪水管理に係る維持管理に着目して、事業実施/運営維持管理体制の現況を整理、分析する。

1) 関連組織

ラグナ湖全域の総合洪水管理に関連する組織は、事業実施機関、関連機関、自治体のカテゴリーに分類される。関連組織の区分と維持管理における役割を下表に示す。

表 5.2.1 ラグナ湖の総合洪水管理に関わる組織と役割

カテゴリー	関連主要省庁/関連機関		本事業に関わる役割
事業実施機関	公共事業道路省 (DPWH)	UPMO	大規模洪水管理施設の計画、設計、建設と維持管理
		RO/DEO	地域のインフラ事業の計画、設計、建設と維持管理
	マニラ首都圏開発庁 (MMDA)	FCSM	マニラ首都圏の排水路、排水機場の運営、維持管理
	ラグナ湖開発庁 (DENR-LLDA)		ラグナ湖流域内の環境管理、開発
関連機関 (計画、規制、承認省庁)	国家経済開発庁 (NEDA)		省庁横断組織である投資委員会（ICC）を設置し、事業の妥当性・有効性、国の開発計画との整合性等について審査を行う
	予算管理省 (DBM)		正統で、効率的、効果的な政府予算を管理し、DPWHや地方自治体へ予算を配分する。
	財務省 (DOF)		国の財務政策を決定する。 円借款の受け入れを決定する
関連機関 (非構造物対策)	内務自治省 (DILG)		住民への公共サービス提供を目的とし、平和と秩序の促進、公共の安全管理、自治体の能力向上を実施
	国防省 (DND)	OCD- NDRRMC/ DRRMCs	国家、地域レベルの災害リスク軽減管理評議会のとりまとめ、調整。災害対応・復旧のための枠組とツール開発。

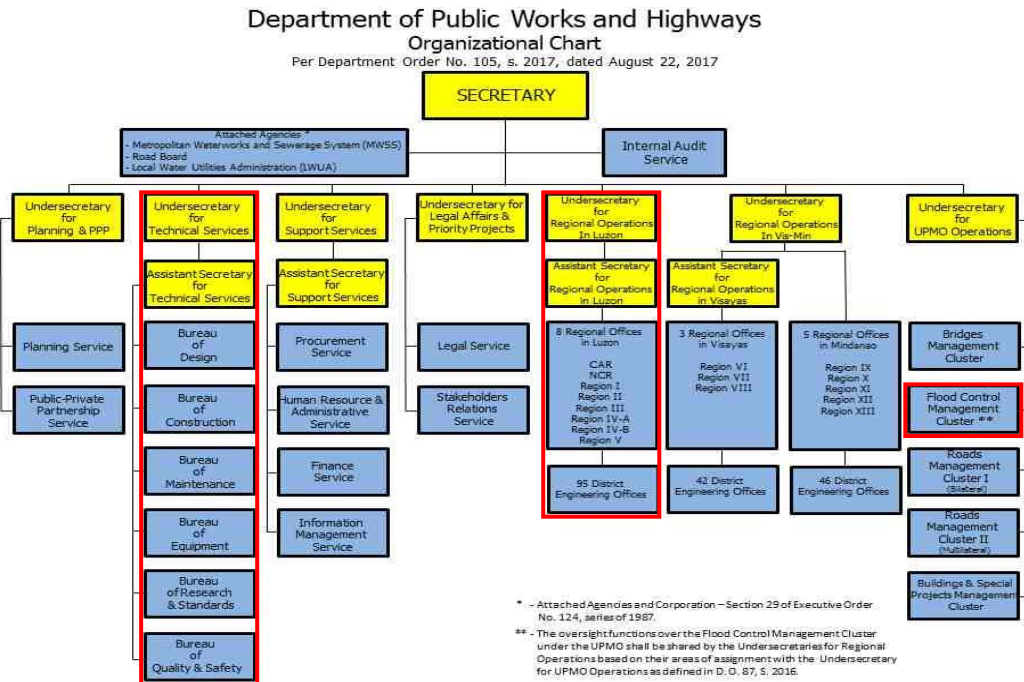
カテゴリー	関連主要省庁/関連機関		本事業に関わる役割
	科学技術省気象庁 (DOST-PAGASA)		水文気象観測、気象・洪水予警報の発出
関連機関 (環境、水利用 関連機関)	環境天然資源省 (DENR)	NWRB/RBCO	河川流域の環境と天然資源の保全と管理、流域管理の視点での水関連事業の調整
		NAMRIA	国家地形図、基準点管理
	農業省 (DA)	NIA	灌漑システムの開発、運営、維持管理
	上水関連	Maynilad Water Service Inc./, Manila Water Company	上下水道サービス (開発、運営、維持管理)
地方自治体	州政府 (Provincial)	5 州 マニラ首都圏、カビテ、ラグナ、リザール、バタンガス州	州空間計画(PDPFP)の作成、州災害リスク軽減管理事務所(PDRRMO)の運営
	市町(Municipality)	35 市町	総合土地利用計画(CLUP)と地域計画の作成 市町災害リスク軽減管理事務所 (C/MDRRMO)の運営、住民移転対応

出典：調査チーム

以下に事業実施機関と自治体の組織状況を概説する。

2) 公共事業道路省 (DPWH)

DPWHの本部組織は、現在省令 (DO) No.105, 2017により次頁の図 5.2.1 に示す部局構成となっている。事業の実施を横割りで区分し、本調査で提案するフルメニュー及び地下放水路は、DPWHの本部に所属する計画、設計、建設部局及び、関係地域の地域事務所 (National Capital Region 及び Region IV-A) が関連することになる。事業の実現には、DPWHの適切な能力強化が必要であり、各関連部局職員の関与が不可欠である。



出典: DPWH (DO105, 2017)

図 5.2.1 DPWHの主要組織構成

表 5.2.2 DPWH の要員構成 (June 30, 2017)

Office		Number of Main Staff	Average Age	Number of Job Order
Central Office	Department Proper	88	39	40
	Pooled Field Positions	378	56	0
	Services (9)	736	42	413
	Bureaus (6)	637	39	221
	UPMOs (5)	261	49	637
	Sub Total	2,100	45	1,311
Filed Office	NCR	843	45	3,440
	Region IV-A	1,194	40	2,131
	Other	13,535	-	33,855
	Sub Total	15,572	43	39,426
Total		17,672	43	40,737

出典: DPWH

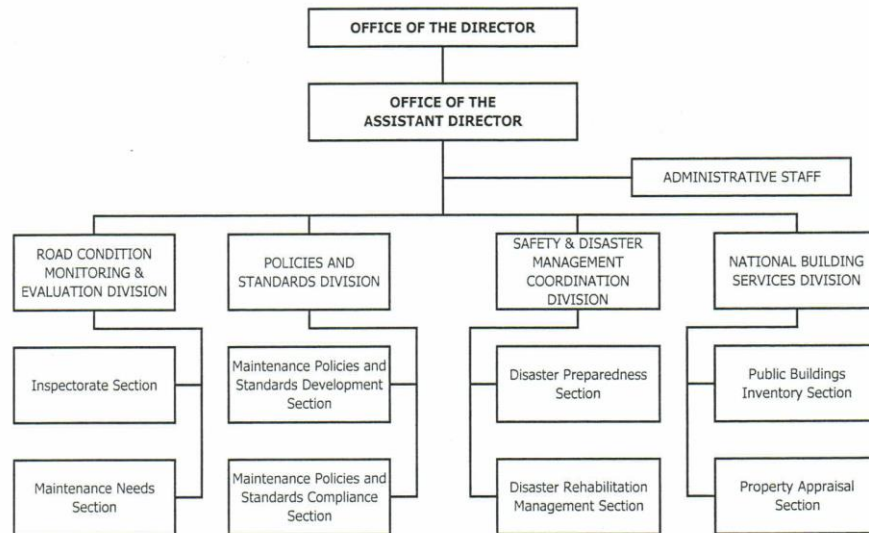
事業の運営維持管理において特に重要となる以下の DPWH 組織について、概説する。

UPMO

UPMO は多国間・2 国間国際援助により実施されるプロジェクトを管理し、洪水管理分野の FCMC を含む 6 つのクラスターから構成される。洪水管理運営クラスター (FCMC) は地域運営を担当する次官のオフィスに属し、2 国間、多国間による海外資金を活用した開発支援事業を担当している。現在、日本の資金援助で実施された洪水管理施設の維持管理は、UPMO が実施している。

Technical Services

Technical Services は、DPWH 内の設計、建設、維持管理、設備、研究・基準、品質・安全を横断的に管理し、6 つの局 (Bureau) で構成されている。洪水管理施設の運営維持に関しては、主に以下の 3 つの局 (Bureau) が関わる。設計局 (BOD) が設計、仕様設定、積算、入札・契約書の管理と評価を実施する。建設局 (BOC) は工事単価、事業費用と建設スケジュールをレビューする。維持管理局 (BOM) は、DPWH の維持管理における予算配分や要員を管理する。以下に BOM の組織図を示す。4 つの部署からなり、道路橋梁施設の監視・点検や、維持管理政策基準策定、災害準備・災害復旧、公共建築物の台帳や資産管理を実施している。



出典: DPWH-BOM

図 5.2.2 DPWH-BOM の主要組織構成

RO/DO

DWPH には 16 の地方事務所 (Regional Office: RO) と 180 の地域工事事務所 (District Engineering Office :DEO) がある。DPWH の地方事務所と DEO は、国内資金を活用した小規模な施設の建設と維持管理を目的とし、国内に広く配置されている。本事業の対象地区は、NCR 地方事務所と IV-A 地方事務所の管轄下となる。

3) MMDA

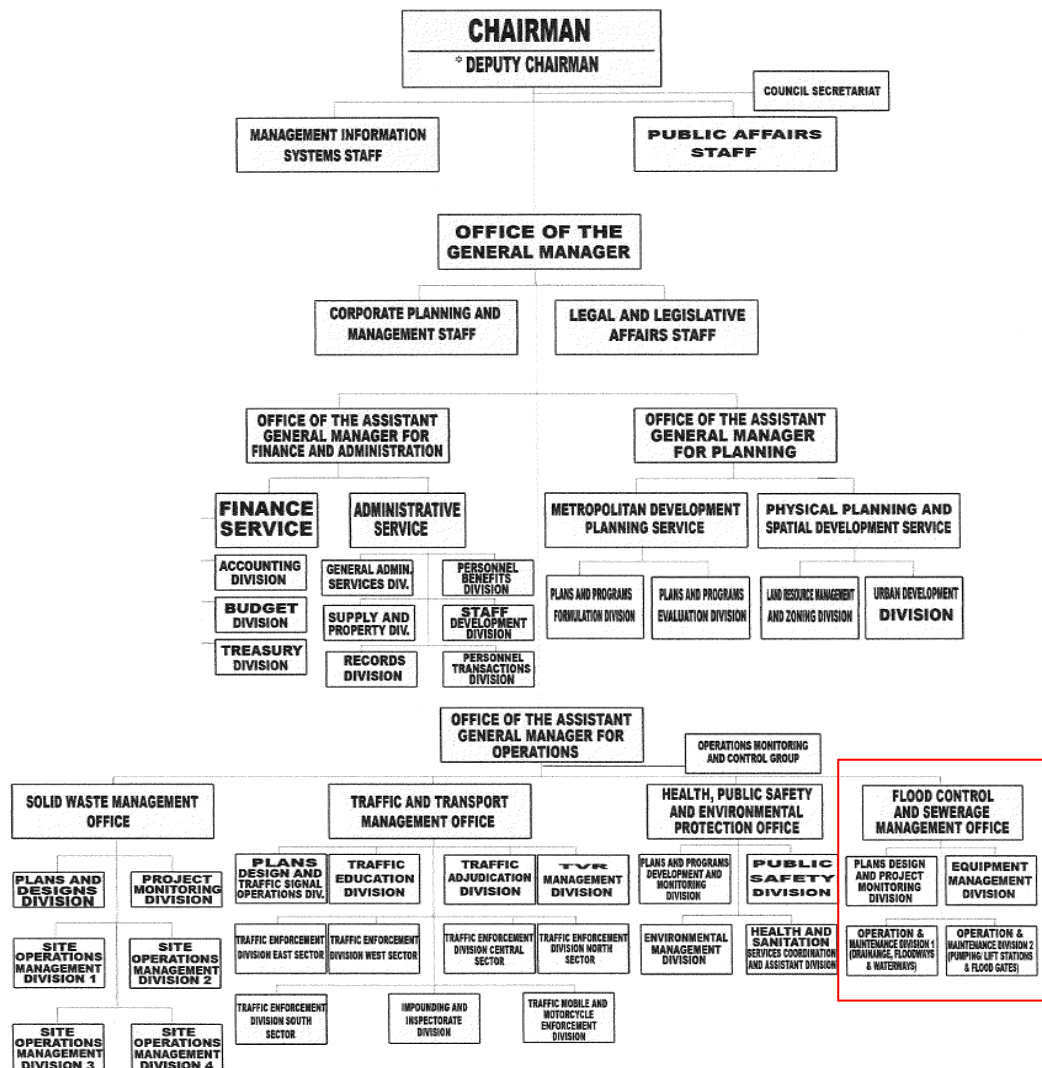
MMDA の組織図を以下に示す。MMDA は、メトロマニラ首都圏を跨るサービスを提供する上で、直接地域の問題に関わる地方自治体の自治能力を縮小することなく、規制や監督を実施する機関であり、計画、モニタリング、各種調整に関わる活動を行っている。MMDA のタスクを以下示す。

- (a) 開発計画の作成
- (b) 運輸交通管理
- (c) 廃棄物処理管理
- (d) 洪水調整・下水管理
- (e) 都市再生、ゾーニング、土地利用計画
- (f) 健康衛生、都市汚染対策
- (g) 公共安全

MMDA の運営委員機関で政策決定を行う組織として Metro Manila Council が設立されている。Council は、13 人の市長と 4 人の町長と投票権のない中央政府の関連省庁・機関 (DOTC, DPWH, DOT, DBM, HUDCC and PNP) の代表者で構成される。

前述のように 2002 年にトロマニラ首都圏の洪水対策施設とその施設管理が、DPWH から MMDA に移管されている。これらの施設管理を管轄する事務所が、洪水対策・下水管理事務所 (FCSMO) である。FCSMO は 4 つの部署に分かれ、洪水・下水管理部の 11 の事務所

が小川(エステロ)、排水路、合流槽を管理している。排水機場・ゲート部が 23 の排水機場と 17 のリリース排水機場ならびに洪水調節ゲートの運転、操作を行っている。



* Not Included in the NOSCA approved by DBM. Presidential creation pursuant to PD No. 1416 as amended by

PD No. 1772

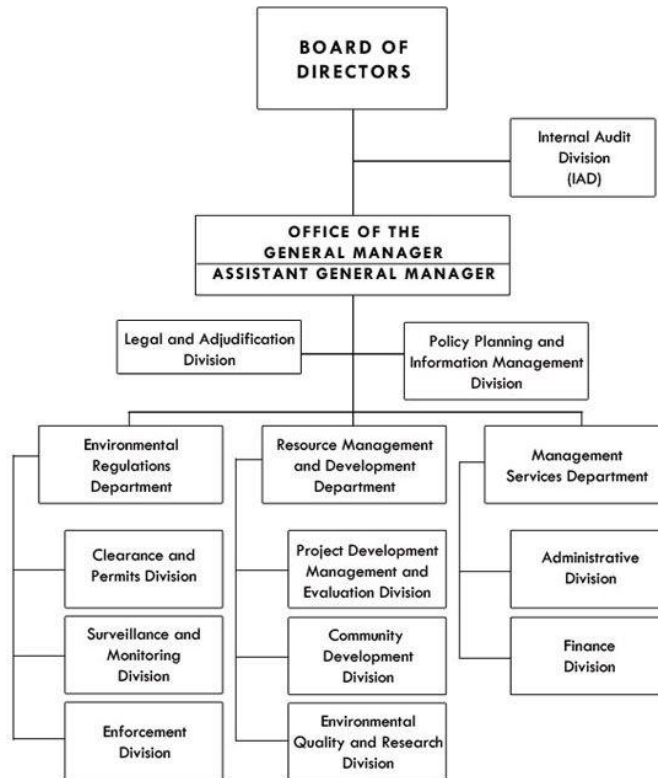
出典: MMDA

図 5.2.3 MMDA の組織構成

4) LLDA

LLDA は、前述のように 1966 年に設立され、1993 年以降 DENR に所属する機関である。LLDA の責務は、ラグナ湖と 21 の支川流域、その流域にある州、市町村において、国家、地域の社会経済の発展計画、政策に則って、地域の開発とバランスのとれた成長を促進、加速させることである。LLDA は、環境管理や人間生活、生態系の質の調整・保全、並びに生態系の破壊・環境悪化、汚染の抑制に対し、必要な注意と十分な投入を行いながらラグナ湖開発に取り組んでいる。

LLDA の組織図を以下に示す。2010 年以降の組織合理化計画に従って、Office of General Manager と、その管理下の 2 つの Divisions と 3 つの Departments、各 Department の管理下の 8 つの Division に分かれている。



出典: LLDA

図 5.2.4 LLDA の組織構成

5) LGUs

本事業対象地域には、5 つの州政府、35 の市町政府の自治体が存在する。州、市町政府の組織体制は、各自治体で違いはあるが、基本構成はほぼ画一のものとなっている。市政府の組織体制の事例として、マンテニルパ市の組織構成を下図に示す。

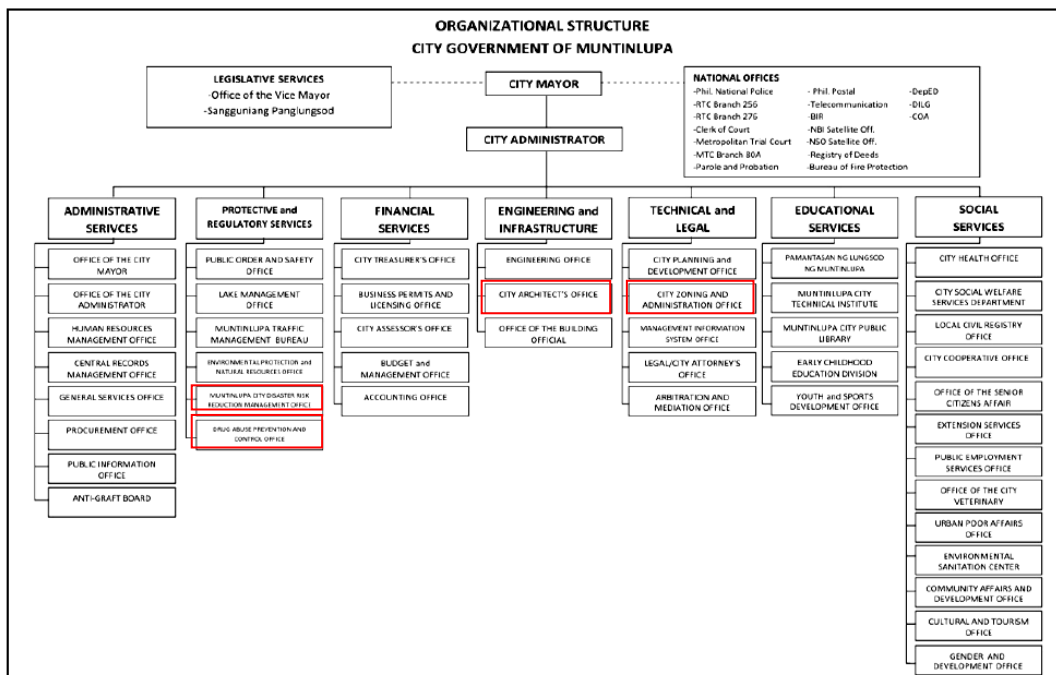


図 5.2.5 LGU の組織構成例 (Muntinlupa 市)

このうち、洪水管理事業に関わる LGUs 政府組織の主要部署は、計画開発事務所 (PDO: Planning and Development Office)、技術事務所 (EO: Engineering Office)、環境天然資源事務所 (ENRO: Environment and Natural Resources Office)、災害リスク低減管理事務所 (DRRMO: Disaster Risk Reduction Management Office) の 4 部署がある。また、ラグナ湖に接する自治体は Lake Management Office を有している。

計画開発事務所 (PDO) は、洪水管理事業を含む基本的な開発事業の予備調査の実施とモニタリング、評価を実施している。技術事務所 (EO) は、インフラ事業の設計、入札図書作成、建設の施工監理を実施している。環境天然資源事務所 (ENRO) は、洪水管理に関連する役割としては、(i) ゴミ処理管理計画作成と実施や実施支援、(iii) 管轄下の施設の維持管理、(iv) 河道、排水路の清掃・閉塞防止活動、(v) 違法施設撤去と不法占拠者の移転方法に関する情報発信、(vi) 河川のモニタリングと調査といった活動を遂行している。災害リスク軽減管理部 (DRRMD) は、関連する公的機関のガイドラインに沿って、州における災害リスク軽減と管理のための活動の計画と調整を行っている。

表 5.2.3 に、主要な州、市政府の上記 4 事務所の要員数を示す。建設工事、施設の維持管理を担当する各政府の工務事務所の要員は、150-380 名程度である。

表 5.2.3 LGU のスタッフ数

Name of Province	Name of LGUs	Total	PDO	EO	ENRO	DRRMO
NCR	City of Las Pinas				1,284	17
NCR	City of Muntinlupa	369	20	260	19	70
NCR	City of Pranaque					
Laguna	Provincial Gov.	279	24	159	19	77
Cavite	Provincial Gov.					
Quezon	Provincial Gov.	450	29	371	34	16
Rizal	Provincial Gov.	227	29	163	15	20

Note:
 PDO: Planning and Development Office
 EO: Engineering Office
 ENRO: Environment and Natural Resources Office
 DRRMO: Disaster Risk Reduction Management Office

5.2.3 財務状況

(1) DPWH

1) 全体予算

DPWH の 2014 年から 2018 年における投資費用の過去推移を図 5.2.6 に示す。近年、中央政府がインフラ建設に対する高い優先度を付けていることから、合計投資予算額は毎年右肩上がりに上昇している。2018 年の予算総額は 5,410 億ペソで、これは 2014 年予算の約 2.8 倍である。

(million PHP)

	2014	2015	2016	2017	2018*	Total	Share
1. National Road Network Service	94,286	129,765	170,446	218,581	229,181	842,259	49.0%
2. Flood Management Services	30,201	42,283	47,200	69,843	128,233	317,760	18.5%
3. Other Infrastructure	16,790	20,626	26,987	19,708	100,033	184,144	10.7%
4. Locally Funded Projects	24,518	50,079	63,638	61,642	65,832	265,709	15.5%
5-1. Foreign Assisted Projects - Highways	19,510	19,336	29,033	8,876	10,748	87,503	5.1%
5-2. Foreign Assisted Projects - Flood Control	3,619	3,611	5,236	2,227	7,439	22,132	1.3%
Total	188,924	265,700	342,540	380,877	541,466	1,719,507	100%
Total Budget for Flood Management ("2"+"5-2")	33,820	45,894	52,436	72,070	135,672	339,892	
Share of Flood Management Sector	17.9%	17.3%	15.3%	18.9%	25.1%	19.8%	

* Categorization of Budget Item was changed in the fiscal year 2018. Therefore the amount per sector shown above does not exactly match to the other fiscal years.

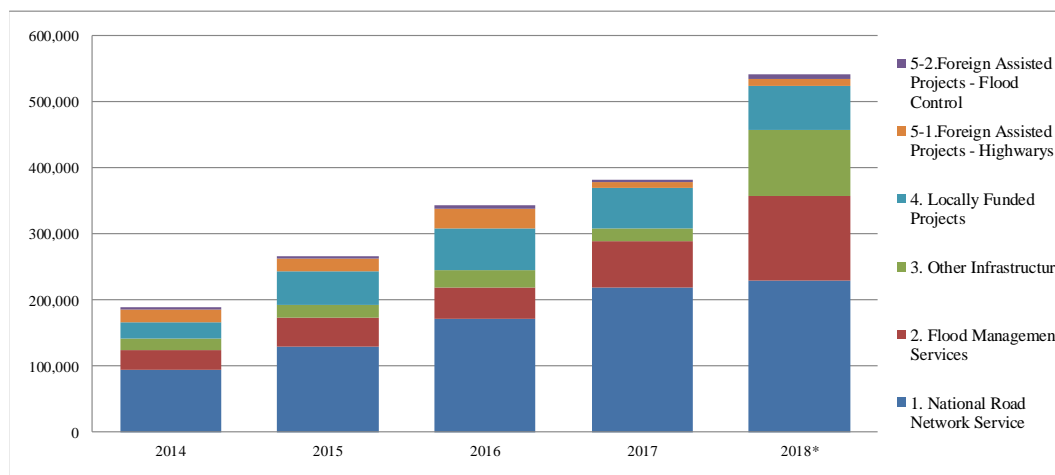


図 5.2.6 DPWH の年間予算 (2014-2018)

2) 洪水セクター予算

図 5.2.6 に示す通り、分野別の予算は道路関連、洪水関連に大きく 2 分され、全体の約 5 割を道路網建設が占め、洪水管理施設は約 2 割である。洪水関連の 2018 年予算は 1,350 億ペソで、予算総額に占める比率は毎年増加している。また、洪水管理分野の投資予算財源は、約 7% が海外援助機関からの資金で実施され、残りの 93% は国の独自財源により実施されている。

3) 維持管理予算

DPWH の維持管理予算は 2 種類ある。一つは、RO, DO が維持管理を実施するための常時予算から配分されるもの、もう一つは、計画局から配分される維持管理特別予算である。BOM からの提供データによると、RO, DO の維持管理のための常時予算は、2017 年の実績で全施設の維持管理に対し 127.0 億ペソであり、そのうち、18.5 億ペソが洪水関連施設の維持管理費に割り当てられている。

表 5.2.4 DPWH の年間維持管理予算

単位: 10億ペソ

カテゴリー	2012	2013	2014	2015	2016	2017
道路橋梁	4.000	4.000	6.580	6.700	8.500	10.000
洪水排水	1.509	1.734	1.500	1.400	1.650	1.850
その他	0.297	0.276	0.326	0.500	0.650	0.850
合計	5.806	6.010	8.406	8.600	10.800	12.700

一方、特別予算は、海外援助機関からの資金で実施された大規模洪水管理施設の維持管理に充てられる。下表に UPMO からの提供データにより、円借款で完成した 11 の洪水関連事業

の2012年から2017年の特別予算を示す。2017年は総額5.88億ペソであり、本案件に類似するカマナバ排水事業単独では年間2.0億ペソである。維持管理特別予算額は年々大幅に上昇し、2017年は2012年の約3.8倍の規模である。

パラニャケ放水路の維持管理費用は、巨額な予算が必要となることから、DPWHの現状の特別維持管理予算から割り当てられることが想定される。

表 5.2.5 借款事業で完成した洪水事業の維持管理特別予算

Project Name	Years						Total
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1 Lower Agusan Flood Control Structures	7,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	20,000,000.00	20,000,000.00	30,000,000.00	97,000,000.00
2 Agno River Flood Control Structures	16,000,000.00	32,000,000.00	32,000,000.00	32,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00	212,000,000.00
3 Laoag River Flood Control Structures	16,000,000.00	16,000,000.00	21,320,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00	203,320,000.00
4 Pampanga Delta Flood Control Structures.	23,000,000.00	23,000,000.00	23,000,000.00	23,000,000.00	23,000,000.00	23,000,000.00	138,000,000.00
5 Iloilo Flood Control Structures		10,000,000.00	50,000,000.00	45,000,000.00	50,000,000.00	100,000,000.00	255,000,000.00
6 KAMANAVA Flood Control Structures	40,000,000.00	40,000,000.00	70,000,000.00	100,000,000.00	70,000,000.00	200,000,000.00	520,000,000.00
7 East and West of Mangahan Flood Control Structures	35,000,000.00	35,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00	30,000,000.00	50,000,000.00	250,000,000.00
8 Flood Control and Sabo Engineering Center	17,480,000.00	17,480,000.00	19,000,000.00	30,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	93,960,000.00
9 Ormoc Flood Control Structures		10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	-	40,000,000.00
10 Pasig-Marikina River Channel (Phases I and II)				50,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00	150,000,000.00
11 Post Ondoy and Pepeng Short Term Infrastructure Project						30,000,000.00	30,000,000.00
TOTAL	154,480,000.00	193,480,000.00	285,320,000.00	410,000,000.00	358,000,000.00	588,000,000.00	1,989,280,000.00

出典: DPWH-UPMO

(2) MMDA

1) 洪水セクター予算

MMDA-FCSMOの2012年から2016年の年間予算実績を下表に示す。予算の規模は5億8千万-7億1千万ペソ/年であった。予算は、人件費、運営・維持管理費、プロジェクト費の3つの費目に大別され、その比率はおよそ25%-36%-39%である。年間運営・維持管理費は、備品代、燃料代、短期雇用費、修繕維持費が主な支出項目であり、2億1千万-2億5千万ペソ/年となっている。

表 5.2.6 MMDA-FCSMOの過去の予算実績(2012-2016)

Item	2012	2013	2014	2015	2016	Average
1. Salaries and Wages	152,886,108	156,400,089	155,692,695	170,013,024	167,345,364	160,467,456
2. Maintenance & Other Operating Expenses						
Supplies and Materials	92,615,285	85,713,308	74,390,799	51,939,682	55,491,491	72,030,113
Utility Expenses	27,504,323	29,726,387	36,058,592	41,030,882	60,899,859	39,044,009
Other Professional Services	19,070,637	63,335,991	48,601,530	48,395,971	56,393,129	47,159,451
General Services	17,414,880	17,534,160	18,719,008	18,846,240	17,806,600	18,064,178
Repairs and Maintenance						
- Infrastructure Assets	38,878,232	12,919,669	17,600,807	38,425,217	18,056,562	25,176,097
- Building & Other Structures	0	0	0	0	0	0
- Machinery and Equipment	11,562,585	20,192,522	20,694,986	15,917,021	18,594,142	17,392,251
- Transportation Equipment	1,254,388	3,039,449	6,310,554	6,624,885	9,731,687	5,392,193
Other Mode	3,956,670	2,371,353	6,055,910	21,703,579	11,844,733	9,186,449
Sub Total of 2.	212,257,000	234,832,839	228,432,188	242,883,477	248,818,203	233,444,741
3. Public Infrastructures (Dredging, Drainage Improvement, Riprapping, etc.)						
Total Project Costs	222,680,960	276,094,789	250,628,768	296,344,988	218,818,546	252,913,610
(The number of projects)	49	62	84	82	66	
Ground Total	587,824,068	667,327,717	634,753,651	709,241,490	634,982,113	646,825,808

Source: MMDA-FCSMO 提供資料

2) 排水機場の維持管理予算

MMDA の所有する排水機場・洪水ゲート・整備場 35 箇所の 2014-2017 年の年間予算実績 (2017 年は第 2 四半期までのもの) を下表に示す。なお、これらは、上記の MMDA-FCSMO 予算の運営・維持管理費に含まれている。

排水機場の年間の維持管理予算は、過去 4 年間で大きな増減はなく、1 億 - 1 億 2 千万ペソ/年である。燃料代、電気代、人件費が主な支出項目であり、全体に対する比率は 21%、26%、47% である。

表 5.2.7 MMDA 既存排水機場の過去の予算実績 (2014-2017)

Year	2014	2015	2016	2017.1-6	Average(2014-2016)	
Operating Hour (hour)	23,045	13,421	18,472	3,896	18,313	
Fuel Consumption (ltr)	928,105	537,055	435,968	69,621	633,709	
Cost (PHP)						
Fuel	39,878,540	18,956,680	13,691,488	2,218,341	24,175,569	21.9%
Electricity	15,595,996	25,006,306	45,954,338	17,061,832	28,852,213	26.2%
Water service	3,102,130	3,553,912	3,706,934	1,344,384	3,454,325	3.1%
Telephon	101,531	101,531	101,531	69,097	101,531	0.1%
Labor/Manpower	49,995,156	51,754,937	52,729,491	28,727,213	51,493,194	46.7%
Micellaneous	1,889,817	1,281,567	3,115,101	2,046,550	2,095,495	1.9%
Total	110,563,170	100,654,933	119,298,882	51,467,417	110,172,328	100.0%

Source: MMDA-FCSMO 提供資料

(3) 地方自治体

対象地域の地方政府の 2013 年から 2017 年の 5 年間の実際の収入と支出を表 5.2.8 に示す。地方自治体 (州、市) の大部分の収入は、人口と土地面積等の指標によって計算された中央政府からの補助金である内国歳入割当金 (IRA) によって賄われ、自治体によりばらつきはあるが、対象地域の平均で 63% である。残りの予算は独立した収入源から得ている。一方、支出の内訳は、州政府において、人件費が全体の 50% 強を占め、維持管理費・その他運営費が約 20-30% 程度である。過去 5 年間の収入、収支の推移を見ると、両者毎年増加しており、財政収支は、殆どの自治体でほぼ平衡あるいは収入が上回っており、財務状態は健全である。

なお、IRA 予算についてはその用途の一部が以下のように定められ、インフラ開発、災害リスク管理に使用されている。

- IRA の最低 20% を、分野を限らないインフラ開発事業に割り当てる。[DILG/DBM 連名の Memorandum Circular (MC) 2011-1]
- IRA の最低 5% を、地域災害リスク軽減管理ファンド (LDRRMF) に割り当てる。LDRRMF は自然由来または人的災害に対する対応・復旧のための緊急対応・スタンバイ資金とする。[DILG の 2010 年発行の Philippine Disaster Risk Reduction and Management Act]

自治体の財政規模では、予算額が限られており大規模な洪水対策の施設建設やその維持管理の全面的な実施は難しい。洪水管理に関わる予算は、小規模な洪水対策事業や関連資機材購入、施設・設備の清掃や維持管理等に充当されている。

5.2.4 事業実施/運営維持管理体制の提案

マニラ首都圏の大規模洪水対策プロジェクトに関しては、DPWH が計画、設計及び建設を担当し、完成後の洪水対策施設は、MMDA に移管され、MMDA が維持管理を行うのが原則である。

本事業の対象地域は、MMDA が管轄するマニラ首都圏、管轄外のラグナ州及びリザール州に跨るため、通常であれば運営維持管理を分担することになるが、必ずしもそれが効果的とは言えない。また、提案の対策は大規模構造物であることから、DPWH を中心とした事業実施及び運営維持管理体制の構築を目指すのが妥当と考えられる。

前述した組織、制度、財務、人材等の状況を踏まえ、今回のラグナ湖の総合洪水管理に関わる事業（パラニャーケ放水路、道路付湖岸堤、背水機場、バック堤建設等）について、考える事業実施/運営維持管理体制を下表に示す。

表 5.2.9 ラグナ湖の総合洪水管理に関わる事業実施/運営維持管理体制の提案

総合洪水管理対策	施設概要	事業実施機関	運営維持管理機関
放水路	地下トンネル放水路 延長約 7.8-9.8km、 排水ポンプ施設	DPWH-UPMO	・ DPWH-UPMO/MMDA
湖岸堤	天端標高 15.0m、 総延長約 83km	DPWH-UPMO	<ul style="list-style-type: none"> ・ MMDA-FCSMO (メトロマニラ地区内) ・ DPWH-RO/DEOs 又は所管の LGUs (その他の地区) ・ 湖岸の用地管理：LLDA/LGUs
排水機場	湖岸堤範囲の低地部分に 排水機場 28 か所	DPWH-UPMO	
河川改修	湖岸堤範囲の主要河川の バック堤	DPWH-UPMO	

放水路は地下トンネル式の大規模施設で、取水・放流時の高度な運転操作、トンネル内排水・土砂撤去に高額な維持管理費用が必要となることから、DPWH-UPMO の特別維持管理予算を充当し、前述したように、DPWH-MMDA が共同して維持管理を実施する体制構築が基本と考えられる。

一方、ラグナ湖岸に建設される湖岸堤、排水機場と湖岸堤周辺の主要河川の河川改修施設については、建設完了をもって管轄の DPWH-Regional Office NCR, IV-A とその所管下の DEOs あるいはメトロマニラ内であれば MMDA に移管され、維持管理が実施される。また、地方自治体は事業実施機関との合意書 (MOA) に基づき、これらの施設や河川の維持管理の分担が定められ、主に清掃やモニタリングに責任を持つ。これらの対策施設の一般的な維持管理費用、小規模な改修費用は DPWH-RO/DEO の維持管理予算と地方自治体の予算によりまかなわれる。改修費用がこれら機関の支出可能額を上回る場合、QRF、DPWH の年間予算、または NDRRMF の付与を申請し、対応することとなる。