

ミャンマー国
ミャンマー港湾公社

ミャンマー国
ヤンゴン港ティラワ地区
港湾拡張事業準備調査

ファイナルレポート 2

2014年6月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

一般財団法人 国際臨海開発研究センター
日本工営 株式会社

略 語

A	ADB	Asian Development Bank
	AFTA	ASEAN Free Trade Area
	AIS	Automatic Identification System
	APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation
	ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
	AWPM	
	AWPT	Asia World Port Terminal
B	BA	British Admiralty
	BOD	Biochemical Oxygen Demand
	BOT	Build Operate Transfer
	BS	British Standard
C	CBD	Central Business District
	CCTV	Closed Circuit Television
	CD	Chart Datum
	CDL	Chart Datum Level
	CFS	Container Freight Station
	CPI	Consumer Price Index
	CSI	Container Security Initiative
	CY	Container Yard
D	DA	Designated Authority
	DD	Detailed Design
	DDT	Dichloro-diphenyl-trichloroethane
	DFR	Draft Final Report
	DL	Datum Level
	DMA	Department of Marine Administration
	DMH	Department of Meteorology and Hydrology
	DO	Dissolved Oxygen
	DWT	Dead Weight Ton
E	EIA	Environmental Impact Assessment
	EIRR	Economic Internal Rate of Return
	ENC	Electronic Navigational Chart
	ETA	Estimated Time of Arrival
	ETD	Estimated Time of Departure
	EU	European Union
F	FC	Foreign Cost
	FCL	Full Container Load
	FDI	Foreign Direct Investment
	FIRR	Financial Internal Rate of Return
	FR	Final Report

	F/S	Feasibility Study
	FT	Freight Ton
	FZ	Free Zone
G	G8	Group of Eight
	GC	Gantry Crane
	GDP	Gross Domestic Product
	GIS	Geographic Information System
	GMS	Greater Mekong Subregional
	GRT	Gross Registered Tonnage
	GT	Gross Tonnage
	GTAP	Global Trade Analysis Project
H	HP	Horse Power
	HSHD	Department of Human Settlement and Housing Development, MOC
	HHWL	Highest High Water Level
	HWL	Hight Water Level
I	IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
	IAPH	International Association of Ports and Harbors
	ICR	Inception Report
	IMO	International Maritime Organization
	ISPS	International Ship and Port Facility Security Code
	ITR	Interim Report
	IWD	Inland Waterway Department
	IWT	Inland Water Transport
J	JETRO	Japan External Trade Organization
	JICA	Japan International Cooperation Agency
	JPY	Japanese Yen
L	LC	Local Cost
	LCL	Less than Container Load
	LED	Light Emitting Diode
	LOA	Length Overall
	LWL	Low Water Level
M	METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (Japan)
	M&E	Mechanical and Electrical
	MIPL	Myanmar Integrated Port Ltd.
	MIP	Myanmar Industrial Port
	MITT	Myanmar International Terminal Thilawa
	MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
	MNPED	Ministry of National Planning and Economic Development
	MOC	Ministry of Construction
	MOECF	Ministry of Environmental Conservation and Forestry

MOT	Ministry of Transport	
M/P	Master Plan	
MPA	Myanma Port Authority	
MSL	Mean Sea Level	
MWL	Mean Water Level	
N	NCEA	National Commission of Environmental Affairs
	NK	Nippon Koei Co., Ltd.
	NM	Nautical Mile
	NSDS	National Sustainable Development Strategy
O	OCDI	Overseas Coastal Area Development Institute of Japan
	ODA	Official Development Assistance
P	PAPRD	Project Appraisal and Progress Reporting
	PCB	Polychlorinated biphenyl
	PCCD	Pollution Control and Cleansing Department
	PFSA	Port Facility Security Assessment
	PFSP	Port Facilities Security Plan
	PFSO	Port Facility Security Officer
	PHAJ	The Ports and Harbors Association of Japan
	PHC	Prestressed High-strength Concrete
	PIANC	World Association for Waterborne Transport Infrastructure
	PVD	Prefabricated Vertical Drain
	PZ	Promotion Zone
R	RC	Reinforced Concrete
	ReCCAP	Regional Cooperation Agreement on Combating Piracy and Armed Robbery against Ships in Asia
	RSO	Recognized Security Organization
	RTG	Rubber Tired Gantry Crane
S	SAFE	Security and Facilitation in a Global Environment
	SEZ	Special Economic Zone
	SFA	State Fund Account
	SOLAS	Safety of Life at Sea
	SS	Suspended Solids
	STS	Ship-to-Shore
T	TBT	Tributyltin
	TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
	T-N	Total Nitrogen
	T-P	Total Phosphorus
	TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger

U	US	United States
	USA	United States of America
	USCG	United States Coast Guard
V	VAT	Value Added Tax
	VHF	Very High Frequency
	VTMS	Vessel Traffic Management System
	VTs	Vessel Traffic Service
W	WCO	World Customs Organization
Y	YCDC	Yangon City Development Committee

通貨為替

平成 25 年 11 月

	USA (US\$)	Japan (JPY)	Myanmar (Kyat)
US\$	1.00	100.00	970.00
JPY	0.01	1.00	9.7

目 次

1.	調査の概要	1
1.1.	調査の背景	1
1.2.	調査の目的	1
1.3.	調査団員および実施スケジュール	1
1.3.1.	調査団員	1
1.3.2.	実施スケジュール	2
2.	自然条件調査	4
2.1.	土質調査	4
2.1.1.	調査目的	4
2.1.2.	調査位置	4
2.1.3.	調査内容及び数量	6
2.1.4.	調査結果	6
3.	環境社会配慮	8
3.1.	環境社会調査	8
3.1.1.	底質調査	8
3.1.2.	漁業実態調査	11
3.1.3.	農地利用実態調査	17
3.2.	住民移転計画とその実行	17
3.2.1.	Phase I 地域における実施状況	17
3.2.2.	Plot3 における実施状況	17
3.3.	SEZ 地域における環境社会配慮	17
3.3.1.	現状	17
3.3.2.	ティラワ地区港との比較分析	17
3.4.	環境管理モニタリング計画	19
3.5.	HIV/AIDS 防止プログラム	19
3.5.1.	目的	19
3.5.2.	HIV/AIDS の現状と対策	19
3.5.3.	基本方針	22
3.5.4.	活動計画	23
4.	追加検討調査	31
4.1.	コンテナターミナルの計画・設計条件	31
4.1.1.	計画条件	31
4.1.2.	設計条件	32
4.2.	ターミナル計画	41
4.2.1.	ターミナルオペレーション	41

4.2.2.	基本施設の規模と配置.....	52
4.3.	ターミナル施設の設計.....	110
4.3.1.	港湾施設.....	110
4.3.2.	地盤改良.....	151
4.3.3.	舗装.....	211
4.3.4.	荷役機械.....	226
4.3.5.	建築物.....	231
4.3.6.	検査施設.....	274
4.3.7.	保安関連設備.....	275
4.3.8.	照明施設.....	280
4.3.9.	排水設計.....	284
4.4.	施工計画.....	294
4.4.1.	仮設工.....	294
4.4.2.	港湾土木施設.....	294
4.4.3.	荷役機械.....	301
4.4.4.	建築物および諸施設.....	302
4.4.5.	工事安全管理.....	306
4.5.	調達パッケージ.....	323
4.6.	事業費概要.....	325
4.6.1.	事業費概要.....	325
4.6.2.	土木積算.....	326
4.6.3.	建築物.....	331
4.6.4.	荷役機械.....	332
4.6.5.	総事業費.....	333
4.7.	事業効果評価.....	334
4.7.1.	経済分析.....	335
4.7.2.	財務分析.....	340

表目次

表 1.3-1	調査団員と担当業務.....	2
表 1.3-2	業務工程計画表.....	3
表 2.1-1	調査実施数量一覧表.....	6
表 3.1-1	調査位置、実施日及び水深.....	8
表 3.1-2	調査内容.....	10
表 3.1-3	底質及び土壌調査結果.....	10
表 3.1-4	底質及び土壌調査結果（粒度分布）.....	11
表 3.1-5	水質調査結果.....	11
表 3.1-6	調査期間中の潮位.....	12
表 3.1-7	漁業実態ヒアリング調査結果.....	14
表 3.1-8	漁業実態調査結果.....	15
表 3.3-1	住民移転問題に関するティラワ地区港と SEZ 地域との比較.....	18
表 3.5-1	チャウタン、タンリントウンシップの人口と保健医療施設数(2009 年).....	22
表 3.5-2	標準的なセッションの構成と内容（例）.....	24
表 3.5-3	HIV/AIDS 防止プログラムの活動モニタリング内容.....	28
表 3.5-4	サービスプロバイダーとして可能性のある NGO の例.....	29
表 3.5-5	事業地周辺でセックスワーカーを対象に HIV/AIDS 対策活動を行っている NGO.....	29
表 3.5-6	HIV/AIDS 防止プログラムの実施スケジュール.....	29
表 3.5-7	本 HIV/AIDS 防止プログラムの実施に係る費用の概算見積結果（2.5 年間）.....	30
表 4.1-1	風波波浪.....	33
表 4.1-2	設計土質定数.....	38
表 4.1-3	材料の単位体積重量.....	39
表 4.1-4	荷役機械および使用場所.....	39
表 4.2-1	計画品種構成.....	42
表 4.2-2	ティラワ地区港新ターミナル岸壁能力計算表.....	44
表 4.2-3	南北方向の施設配置(南から北へ).....	46
表 4.2-4	東西方向の施設配置(Plot25 の北端での寸法：西から東へ).....	46
表 4.2-5	税関貨物検査内容(カテゴリー)別の比率.....	49
表 4.2-6	計画品種構成.....	52
表 4.2-7	コンテナ平均在庫期間.....	53
表 4.2-8	コンテナヤード利用効率.....	53
表 4.2-9	コンテナヤード能力と所要ブロック数.....	54
表 4.2-10	実入コンテナ(Dry)所要ブロック数.....	54
表 4.2-11	空コンテナヤードの所要グラウンドスロット数.....	55

表 4.2-12	コンテナヤードの所要ブロック数所要グラウンドスロット数	56
表 4.2-13	空コンテナヤード能力	56
表 4.2-14	南北方向の施設配置(南から北へ)	57
表 4.2-15	ヤードブロック南側の RTG 移動レーン寸法内訳	57
表 4.2-16	ヤードブロック北側の RTG 移動レーン寸法内訳	59
表 4.2-17	東西方向の施設配置(Plot25 の北端での寸法：西から東へ)	60
表 4.2-18	ティラワ地区港ターミナルゲートでの年間取扱量	70
表 4.2-19	ティラワ地区港ターミナルゲート所要レーン数	71
表 4.2-20	ティラワ地区港ターミナルゲート計画レーン数と配置	72
表 4.2-21	品種構成 (Daily Container Flow)	82
表 4.2-22	検査カテゴリー別比率	82
表 4.2-23	X 線検査装置所要基数	83
表 4.2-24	所要開被検査施設容量	83
表 4.2-25	所要駐車場容量	84
表 4.2-26	管理棟の計画収容人数	89
表 4.2-27	管理棟の必要な部屋の機能と使用人数及び数量と面積	89
表 4.2-28	荷役機械の種類と整備場所及び予定検査回数	90
表 4.2-29	建築物一覧	91
表 4.2-30	各建物の給水量	93
表 4.2-31	計画給水量	94
表 4.2-32	水需要量一覧	95
表 4.2-33	各荷役器機の運転時概略平均燃料消費量	96
表 4.2-34	各荷役機器の概略週間燃料消費量	97
表 4.2-35	ヤンゴン川の潮位	104
表 4.2-36	排水断面の比較	105
表 4.2-37	造成地盤高の決定	106
表 4.2-38	汚水量	108
表 4.2-39	排水処理プラントの処理能力	108
表 4.2-40	排出基準	109
表 4.3-1	ターミナル施設設計施設	110
表 4.3-2	港湾施設設計施設	110
表 4.3-3	土質定数	113
表 4.3-4	輪荷重	114
表 4.3-5	ヤード内移動時輪荷重	115
表 4.3-6	作業時アウトリガー反力	116
表 4.3-7	構造様式比較表	120
表 4.3-8	入力荷重	124
表 4.3-9	計算ケースおよび荷重の組合せ	124
表 4.3-10	構造部材検討項目	125
表 4.3-11	土質定数	131

表 4.3-12	オールテレーンクレーン輪荷重.....	133
表 4.3-13	リーチスタッカの諸元.....	142
表 4.3-14	モバイルクレーン諸元.....	143
表 4.3-15	鋼材腐食率.....	143
表 4.3-16	護岸構造比較.....	145
表 4.3-17	安定計算算定結果.....	148
表 4.3-18	荷重条件.....	150
表 4.3-19	杭応力算定結果.....	151
表 4.3-20	設計潮位.....	151
表 4.3-21	設計潮位.....	152
表 4.3-22	設計基準及び設計条件の概要.....	155
表 4.3-23	設計土質定数.....	160
表 4.3-24	盛土材料の設計土質定数.....	162
表 4.3-25	地盤解析にて設定した各工種の工事期間.....	162
表 4.3-26	必要盛土高検討結果(非改良地盤).....	172
表 4.3-27	圧密沈下検討結果.....	175
表 4.3-28	安定検討結果.....	184
表 4.3-29	粘性土の強度増加後における非排水強度.....	187
表 4.3-30	PVD の打設数量.....	192
表 4.3-31	埋立土, サンドマット及び載荷盛土の数量.....	193
表 4.3-32	撤去土の数量.....	193
表 4.3-33	設置機器.....	202
表 4.3-34	設置機器.....	203
表 4.3-35	設置機器.....	204
表 4.3-36	安定管理手法.....	211
表 4.3-37	予測交通量.....	219
表 4.3-38	予測交通量.....	219
表 4.3-39	ICB 舗装のブロック厚.....	221
表 4.3-40	Target Values of TA and H.....	221
表 4.3-41	Target Values of TA and H.....	222
表 4.3-42	ICB 舗装のタイプ別舗装厚さ.....	223
表 4.3-43	コンクリート舗装のタイプ別厚さ.....	223
表 4.3-44	コンクリート舗装の路盤厚さ.....	224
表 4.3-45	コンクリート舗装の路盤厚さ.....	224
表 4.3-46	建築物一覧.....	232
表 4.3-47	管理棟諸室リスト.....	234
表 4.3-48	荷捌き倉庫 (CFS) 諸室リスト.....	236
表 4.3-49	エントランスゲート諸室リスト.....	237
表 4.3-50	エントランスゲート諸室リスト.....	238
表 4.3-51	機材修理場 (1) 諸室リスト.....	239

表 4.3-52	機材修理場 (2) 諸室リスト.....	239
表 4.3-53	コンテナ修理場諸室リスト.....	240
表 4.3-54	給油所諸室リスト.....	241
表 4.3-55	港湾作業員施設諸室一覧.....	242
表 4.3-56	守衛所諸室一覧.....	243
表 4.3-57	電力施設諸室リスト.....	244
表 4.3-58	給水施設諸室リスト.....	244
表 4.3-59	給水塔諸室一覧.....	245
表 4.3-60	ミャンマー国の地域ごとの推定人口の推移.....	246
表 4.3-61	最少積載分布荷重 (N/m ²)及び設備機器/運搬車両集中荷重.....	248
表 4.3-62	ボーリング孔 LBH-12.....	252
表 4.3-63	室内温度条件.....	255
表 4.3-64	換気回数と換気方法.....	255
表 4.3-65	各建物給水量.....	258
表 4.3-66	一般的に使用される消火器の種類.....	261
表 4.3-67	EF サブステーションの負荷容量.....	264
表 4.3-68	リーファーサブステーションの負荷容量.....	266
表 4.3-69	ジェティサブステーションの負荷容量.....	267
表 4.3-70	EF サブステーション発電機必要量.....	268
表 4.3-71	リーファーサブステーション発電機必要量.....	269
表 4.3-72	ジェティサブステーション発電機必要量.....	269
表 4.3-73	幹線ケーブルサイズ算定表.....	270
表 4.3-74	電線管サイズ算定表.....	270
表 4.3-75	許容電圧降下.....	271
表 4.3-76	幹線ケーブル許容値.....	271
表 4.3-77	進相コンデンサ算定結果.....	272
表 4.3-78	屋内照度算定.....	273
表 4.3-79	フェンスタイプ.....	275
表 4.3-80	スウィングゲートタイプ.....	275
表 4.3-81	基準照度.....	280
表 4.3-82	流達時間と降雨強度.....	284
表 4.3-83	A 流域の排水計算.....	289
表 4.3-84	A 流域の排水計算.....	290
表 4.3-85	C 流域の排水計算.....	291
表 4.3-86	D 流域の排水計算.....	292
表 4.3-87	E 流域の排水計算.....	293
表 4.3-88	F 流域の排水計算.....	293
表 4.3-89	メイン排水路の排水計算.....	294
表 4.4-1	主材料調達区分.....	295
表 4.4-2	建設機械船舶調達区分.....	295

表 4.4-3	海上工事数量.....	296
表 4.4-4	海上工事数量.....	296
表 4.4-5	主工種の月当たり計画出来高.....	301
表 4.4-6	工事工程表.....	305
表 4.4-7	発生頻度段階.....	307
表 4.4-8	リスク顕在化時に想定される被害の大きさ.....	307
表 4.4-9	各作業項目における注意すべき作業.....	308
表 4.4-10	各作業項目における主要な使用機械.....	309
表 4.4-11	安全リスク評価表.....	310
表 4.4-12	顕著な安全リスク一覧.....	313
表 4.4-13	顕著な安全リスクの分類.....	314
表 4.4-14	安全管理体制の構築によって行なわれる主な活動.....	315
表 4.4-15	重要設備.....	316
表 4.4-16	安全設備.....	317
表 4.5-1	主要スコープ (パッケージ 1).....	323
表 4.5-2	主要スコープ (パッケージ 2).....	325
表 4.6-1	主要材料単価.....	328
表 4.6-2	陸上作業員単価.....	330
表 4.6-3	陸上作業員単価.....	330
表 4.6-4	機械単価(一部).....	331
表 4.6-5	建築工種毎の直接工事費.....	332
表 4.6-6	荷役機械調達額.....	333
表 4.6-7	総事業費.....	334
表 4.7-1	「With」と「Without」ケースの推計貨物量.....	337
表 4.7-1	ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの EIRR (評価期間 30 年).....	339
表 4.7-1	ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクト全体の FIRR (評価期間 40 年).....	342
表 4.7-1	ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの FIRR (民間事業者).....	345

図目次

図 2.1-1	当初予定の地質調査位置図.....	4
図 2.1-2	岸壁周りの地質調査位置図.....	5
図 2.1-3	ヤードエリアの地質調査位置図.....	5
図 3.1-1	調査位置.....	9
図 3.1-2	モニタリング調査範囲及び漁村位置.....	12
図 3.1-3	Aouk Taw 地区及び Chaung Wa 地区の漁業実施エリア.....	13
図 3.1-4	調査範囲における主な漁船位置.....	15
図 3.5-1	「ミ」国における HIV 感染者数.....	20
図 3.5-2	HIV/AIDS の感染リスクと予防策に関する啓発用パンフレットの例.....	25
図 3.5-3	本 HIV/AIDS 防止プログラムの実施体制.....	27
図 4.1-1	地震震度マップ.....	34
図 4.1-2	土質調査位置図.....	35
図 4.1-3	土層縦断図 A-A (河川側～陸上側).....	36
図 4.1-4	土層縦断図 1-1 (河川側).....	36
図 4.1-5	土層縦断図 4-4 (陸上側).....	37
図 4.2-1	ティラワ地区港新ターミナル施設配置図(Phase 1).....	47
図 4.2-2	輸入コンテナフロー(Phase I).....	50
図 4.2-3	輸出コンテナフロー(Phase I).....	51
図 4.2-4	南側 RTG 移動レーンの配置.....	58
図 4.2-5	ヤードブロック北側 RTG 移動レーンの配置.....	59
図 4.2-6	RTG ヤードブロックの東西方向の配列.....	60
図 4.2-7	RTG 走行レーンの配置.....	61
図 4.2-8	空コンテナ蔵置ヤードグラウンドスロット配置.....	62
図 4.2-9	検討エリア区分図.....	63
図 4.2-10	地盤改良手順.....	64
図 4.2-11	地盤改良代表断面図.....	64
図 4.2-12	余改良を考慮した地盤改良範囲の概念.....	65
図 4.2-13	地盤改良範囲.....	65
図 4.2-14	コンテナターミナル、荷主及び ICD 間のコンテナフロー.....	69
図 4.2-15	ターミナル陸側動線.....	73
図 4.2-16	レーン配置図.....	73
図 4.2-17	輸出通関手続のフロー.....	76
図 4.2-18	輸入通関手続のフロー.....	77
図 4.2-19	輸出貨物の貨物検査手順.....	78
図 4.2-20	コンテナ貨物及びトラックの流れ (輸出).....	79

図 4.2-21	輸入貨物の貨物検査手順.....	80
図 4.2-22	コンテナ貨物及びトラックの流れ（輸入）	81
図 4.2-23	CFS 内の置き場レイアウト（陸側輸送車両：通常のトラック）	87
図 4.2-24	CFS 内の置き場レイアウト（陸側輸送車両：ウイング型トラック）	88
図 4.2-25	ティラワ地区線路位置図.....	92
図 4.2-26	保安機材配置計画（ケース 1）.....	101
図 4.2-27	保安機材配置計画（ケース 2）.....	102
図 4.2-28	排水整備計画.....	104
図 4.2-29	準幹線排水計画縦断.....	106
図 4.3-1	土質成層図（法線平行方向）	112
図 4.3-2	ガントリークレーン輪配置図.....	113
図 4.3-3	ガントリークレーン附属施設配置図.....	115
図 4.3-4	オールテレーンクレーン車輪配置図.....	116
図 4.3-5	作業時アウトリガー張出し図.....	116
図 4.3-6	トラック輪荷重および車輪配置図.....	117
図 4.3-7	トラクタ・トレーラー荷重.....	117
図 4.3-8	リーチスタッカー荷重.....	118
図 4.3-9	設計区間割図.....	121
図 4.3-10	骨組解析モデル断面図.....	122
図 4.3-11	構造解析モデル立体図.....	123
図 4.3-12	支持杭の諸元.....	125
図 4.3-13	レグおよびブレースの諸元.....	126
図 4.3-14	蛇籠構造図.....	127
図 4.3-15	栈橋平面図.....	128
図 4.3-16	栈橋標準断面図.....	129
図 4.3-17	連絡橋配置平面図.....	130
図 4.3-18	連絡橋（No.1）土層縦断図.....	131
図 4.3-19	連絡橋（No.2）土層縦断図.....	132
図 4.3-20	連絡橋（No.3）土層縦断図.....	132
図 4.3-21	オールテレーンクレーン車輪配置図.....	133
図 4.3-22	オールテレーンクレーン車輪配置図.....	134
図 4.3-23	トラクタ・トレーラー輪荷重および車輪配置図.....	134
図 4.3-24	リーチスタッカー荷重.....	135
図 4.3-25	連絡橋 No.1 構造図.....	136
図 4.3-26	連絡橋 No.2 構造図.....	137
図 4.3-27	連絡橋 No.3 構造図.....	138
図 4.3-28	土層パラメータ.....	140
図 4.3-29	トラックおよびトレーラ・トラック荷重.....	141
図 4.3-30	リーチスタッカー.....	142
図 4.3-31	モバイルクレーン.....	143

図 4.3-32	選定された護岸形式.....	146
図 4.3-33	安定計算用標準断面.....	147
図 4.3-34	円弧すべり検討結果.....	148
図 4.3-35	連結部代表断面.....	149
図 4.3-36	連結部 3D 計算モデル.....	150
図 4.3-37	地盤改良設計フロー.....	154
図 4.3-38	検討エリア区分.....	156
図 4.3-39	ボーリング調査位置.....	157
図 4.3-40	地層断面図 (A-A' and B-B' 断面).....	158
図 4.3-41	地層断面図 (C-C' and D-D' 断面).....	159
図 4.3-42	粘土層の湿潤密度 (γ_t)	161
図 4.3-43	粘土層の粘着力 (cu)	161
図 4.3-44	粘土層の $e \sim \log P$ 関係.....	161
図 4.3-45	C 粘土層の $C_v \sim \log P$ 関係.....	161
図 4.3-46	台形荷重による鉛直地中応力影響値.....	163
図 4.3-47	一次圧密概念図.....	164
図 4.3-48	圧密度 (U) ~ 時間係数 (Tv) の関係.....	165
図 4.3-49	必要盛土高算定図.....	166
図 4.3-50	すべりに対する安定計算法.....	167
図 4.3-51	圧密による強度増加を考慮したせん断強さ.....	168
図 4.3-52	バーチカルドレーンの配置と有効円.....	169
図 4.3-53	バーチカルドレーンによる圧密曲線.....	170
図 4.3-54	圧密沈下検討及び安定検討位置.....	171
図 4.3-55	地盤検討モデル.....	171
図 4.3-56	護岸部における地盤検討モデル.....	172
図 4.3-57	必要盛土高検討結果.....	173
図 4.3-58	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) 非改良地盤).....	173
図 4.3-59	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-3 (Area-1-2) 非改良地盤).....	174
図 4.3-60	圧密沈下検討結果 (建物エリア, C-2(Area-2) 非改良地盤).....	174
図 4.3-61	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) PVD d=1.1m : 一次圧密のみ).....	176
図 4.3-62	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-3(Area-1-2) PVD d=1.1m : 一次圧密のみ).....	176
図 4.3-63	圧密沈下検討結果 (建物エリア, C-2(Area-2) PVD d=1.1m : 一次圧密のみ).....	177
図 4.3-64	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮).....	177
図 4.3-65	圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-3(Area-1-2) PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮).....	178
図 4.3-66	圧密沈下検討結果 (建物エリア, C-2(Area-2) PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮).....	178
図 4.3-67	地盤改良概要とその区分.....	179
図 4.3-68	地中増加応力検討結果.....	180
図 4.3-69	圧密沈下検討結果 (護岸部, Point① PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮).....	180
図 4.3-70	圧密沈下検討結果 (護岸部, Point② PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮).....	181
図 4.3-71	圧密沈下検討結果 (護岸部, Point② 非改良地盤 : 二次圧密を考慮).....	181

図 4.3-72	地中増加応力検討結果.....	182
図 4.3-73	圧密沈下検討結果 (アクセス道路部, 非改良地盤 : 一次圧密のみ).....	183
図 4.3-74	安定検討結果 (S-1 : 施工時).....	184
図 4.3-75	安定検討結果 (S-1 : 完成時).....	185
図 4.3-76	安定検討結果 (S-2 : 施工時).....	185
図 4.3-77	安定検討結果 (S-2 : 完成時).....	186
図 4.3-78	安定検討結果 (S-3 : 施工時).....	186
図 4.3-79	安定検討結果 (S-1 : 施工時).....	188
図 4.3-80	安定検討結果 (S-3 : 施工時).....	188
図 4.3-81	地盤改良手順.....	189
図 4.3-82	地盤改良代表断面図.....	189
図 4.3-83	地盤改良平面図.....	191
図 4.3-84	地盤改良横断図 (A-A' section).....	191
図 4.3-85	地盤改良横断図 (B-B' section).....	192
図 4.3-86	ポンプ排水井及び排水溝の設置位置図.....	194
図 4.3-87	排水溝の断面図.....	194
図 4.3-88	ポンプ排水井概念図.....	195
図 4.3-89	載荷盛土撤去時における圧密沈下量 (Area-1-1 block).....	196
図 4.3-90	一般的なドレーン材からの水容量.....	196
図 4.3-91	仮排水路設置箇所.....	197
図 4.3-92	盛土法面保護の方法.....	197
図 4.3-93	護岸部における盛土法面保護概念図.....	198
図 4.3-94	一般部における盛土法面保護概念図.....	198
図 4.3-95	盛土の法面保護範囲.....	199
図 4.3-96	計測管理フロー.....	201
図 4.3-97	計測管理機器設置位置図.....	203
図 4.3-98	層別沈下計、間隙水圧計、水位計及び変位杭の詳細図.....	204
図 4.3-99	傾斜計及び沈下板の詳細図.....	205
図 4.3-100	沈下板の測定方法.....	205
図 4.3-101	傾斜計の測定方法.....	206
図 4.3-102	地下水位観測管の測定方法.....	207
図 4.3-103	変位杭の測定方法.....	207
図 4.3-104	浅岡法による $t_j - S(t_j)$ の関係.....	208
図 4.3-105	浅岡法による $S(t_j) - S(t_{j-1})$ の関係.....	208
図 4.3-106	圧密とせん断による地盤の変形挙動.....	209
図 4.3-107	松尾・川村法.....	210
図 4.3-108	富永・橋本法.....	210
図 4.3-109	富永・橋本法.....	211
図 4.3-110	インターロッキングコンクリートブロック舗装の舗装区分.....	212
図 4.3-111	コンクリート舗装の舗装区分.....	213

図 4.3-112	マカダム舗装の舗装区分	214
図 4.3-113	RTG レーン	215
図 4.3-114	コンテナスタッキングプレート	216
図 4.3-115	走行経路	218
図 4.3-116	ICB の舗装区分図	220
図 4.3-117	舗装計画高	225
図 4.3-118	フェンス・ゲート配置図	278
図 4.3-119	CCTV・放送設備配置図	279
図 4.3-120	照明施設配置図	282
図 4.3-121	照度分布図	283
図 4.3-122	排水ルート図	286
図 4.3-123	排水流域図	287
図 4.3-124	A 流域の排水流域	288
図 4.3-125	B 流域の排水流域	289
図 4.3-126	C 流域の排水流域	290
図 4.3-127	D 流域の排水流域	291
図 4.3-128	E 流域の排水流域	292
図 4.3-129	F 流域の排水流域	293
図 4.4-1	地盤改良施工順序	299
図 4.7-1	ティラワ地区港整備計画 概念図	335
図 4.7-1	ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携パターン (JV 方式案)	343

1. 調査の概要

ミャンマー国（以下「ミ」国）は、約 6,000 万人の人口を抱え、面積も約 68 万 km² と、ASEAN 諸国の中でも比較的大きな国でありながら、海外からの経済制裁等により経済発展が遅れてきた。同国は周辺諸国よりも廉価な労働力を有しており、また、地理的にも、インド、中国、ASEAN 諸国という大きな生産あるいは消費需要のある諸国に隣接するというすぐれた開発ポテンシャルを持っている。そのため、今般の経済制裁の緩和に伴い、一気に急速な経済成長に突入することが予想される。

また、2015 年には「ミ」国の総選挙が予定されており、さらなる民主化の進展が見込まれるほか、ASEAN 域内の関税が削減・撤廃される予定になっており、前述のように高い開発ポテンシャルを持つ「ミ」国には ASEAN 域内をはじめ海外からの投資の集中が見込まれ、その投資環境を整えるためにもインフラ整備が急がれるところである。

1.1. 調査の背景

今後の「ミ」国の経済発展を支えるための港湾としては、最大都市のヤンゴンを抱えるヤンゴン港ヤンゴン本港（以下、ヤンゴン本港）及びヤンゴン港ティラワ地区港（以下、ティラワ地区港）がある。両港は航路の水深の問題を抱えるものの、最大都市との近接性、背後の SEZ 開発等から、当面「ミ」国の急速な経済成長に伴う港湾取扱貨物量の急増に対応し、経済成長を支えるゲートウェイ港湾として機能することが期待されている。

1.2. 調査の目的

このような背景のもと、ヤンゴン港ティラワ地区港湾拡張事業（以下「本事業」という）は、「ミ」国の経済発展に寄与するため、ヤンゴン本港との役割分担を明確にしたうえで、背後の SEZ 及び「ミ」国全体の貨物需要を満たす港湾を拡張整備するものである。本追加検討調査においては、本事業のうち特に緊急性が特に高い事業を先行実施パッケージとして内容を取りまとめた「ティラワ地区港湾緊急整備計画」について、さらに詳細な技術的検討を行うことを目的としている。

1.3. 調査団員および実施スケジュール

1.3.1. 調査団員

団員の構成は表 1.3-1 の通り。

表 1.3-1 調査団員と担当業務

当初団員			追加団員		
氏名	担当業務	所属先			
柳生忠彦	総括/港湾政策	OCDI	石見 和久	副総括/航路計画	NK
佐々倉諭	環境条件調査 (自然環境)	OCDI	ラーズ	港湾施設設計 2	NK
相馬武征	環境条件調査 (社会経済環境)	OCDI	木村 健太郎	港湾土木設計 1	NK
山口和之	需要予測	OCDI	越智 信博	港湾土木設計 2	NK
平野邦臣	背後圏開発計画	NK	岡 崇	港湾土木設計 3	NK
鈴木健之	経済・財務分析	OCDI	安藤 智史	港湾土木設計 4	NK
岡田光彦	港湾管理運営制度 1 (PPP含む)	OCDI	鈴木 肇	舗装・排水	NK
安藤裕司	港湾施設設計	NK	清水 祐三	荷役機械設計	NK
加戸俊広	施工計画積算 (土木)	NK	ティ ハ	地盤改良	NK
古賀省二郎	施工計画積算 (機械)	NK	金山 秀明	建築計画	NK
田村 保	航路浚渫/河岸浸食・堆積	NK	牧野 里美	建築設計	NK
石見和久	航路計画	NK	米澤 正巳	施工計画/積算 (建築 1)	NK
榮 雄生	航行安全計画	NK	花田 健義	施工計画/積算 (建築 2)	NK
瀧野晴市	作業船計画 (浚渫船、タグボート等)	NK	林田 賢一	建築設備・給水	NK
赤崎敏也	自然条件調査 (地質調査)	NK	沖 平吉	電気	NK
木村健太郎	自然条件調査 (深浅測量等)	NK	柳原 克己	施工計画/積算 (土木 2)	NK
廣江俊之	港湾管理運営制度 2	OCDI	川井 哲夫	施工計画/積算 (土木 3)	NK
樋浦祥人	港湾計画 2	OCDI	加戸 俊広	PQ 入札書類準備	NK
白山直征	業務調整/港湾管理補助	OCDI	佐々倉諭	環境社会配慮	OCDI
館野美久	国際海運	OCDI	三島京子	HIV/AIDS対策	OCDI
			高宮 見一	自然条件調査 (追加調査)	NK
			大谷 寛	工事安全対策	NK
			古賀 省二郎	設計照査	NK
			白山直征	業務調整/管理運営補助	OCDI
			山口和之	港湾計画 3	OCDI
			一之瀬政男	管理運営	OCDI

出典：調査団作成

1.3.2. 実施スケジュール

実施スケジュールに関しては表 1.3-2 の通りで進めている。

表 1.3-2 業務工程計画表

No.	作業内容	2013年						2014年								
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月		
1	インセプション・レポート2の作成	■														
2.1	詳細地質調査		■	■	■	■	■	■								
2.2	沖合底質調査		■	■	■											
3.1	環境影響評価のフォロー		■	■	■	■	■	■								
3.2	住民移転計画のフォロー		■	■	■	■	■	■								
3.3	環境社会配慮助言委員会の指摘事項対応				■	■	■	■								
3.4	ティラワSEZの情報収集			■	■	■										
3.5	JICA環境社会配慮ガイドラインに則した対応支援				■	■	■	■	■							
3.6	対象世帯数の追加調査及び補償金額の妥当性に係る追加調査の支援				■	■	■	■	■							
4.1	計画条件、設計基準及び設計条件の確認	■														
4.2	ターミナルオペレーションの詳細検討	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
4.3	ターミナルの設計		■	■	■	■	■	■								
4.4	ユーティリティ施設の設計				■	■	■	■								
4.5	舗装・排水・フェンスの設計		■	■	■	■	■	■								
4.6	荷役機械の設計		■	■	■	■	■	■								
4.7	建屋の設計		■	■	■	■	■	■								
4.8	施工計画及び施工スケジュールの作成		■	■	■	■	■	■								
4.9	調達パッケージの検討	■	■	■	■	■	■	■								
4.10	事業費積算		■	■	■	■	■	■								
4.11	事業効果の検討								■	■						
4.12	工事の安全対策に係る検討と対策案の提案			■	■	■	■	■								
4.13	入札図書等(案)の作成	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
5	環境管理・モニタリング計画のレビュー及び追加修正								■	■						
6	HIV/AIDS 防止のためのプログラム作成		■	■												
7	ドラフト・ファイナル・レポート2の作成								■	■	■	■				
8	ファイナル・レポートの作成												■			
	報告書	▲	IC/R2				▲	PQ			▲	TD	▲	DF/R2	▲	F/R

出典：調査団作成

2. 自然条件調査

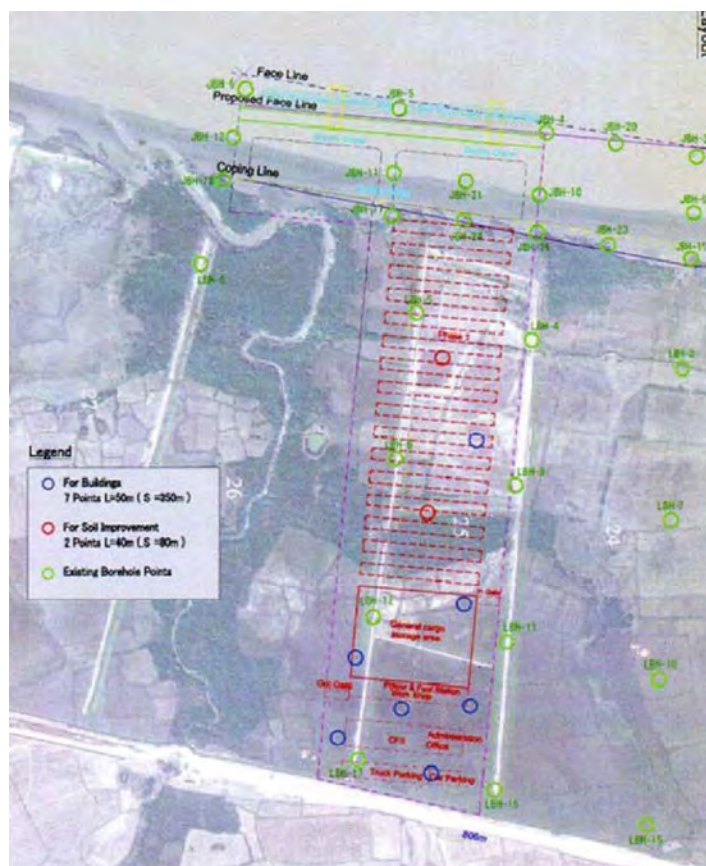
2.1. 土質調査

2.1.1. 調査目的

土質調査は、ティラワ地区港整備計画において対象となる港湾施設（岸壁、ヤード）の詳細検討に必要な基礎資料を得るために、現地再委託により実施するものである。しかし、本調査においては、現地立ち入りが作業程内において不可能となったために、土質調査を実施することができなかった。そこで、2012年度に行った土質調査結果を詳細に分析し、ターミナルの設計に資する当エリアの成層状況・地盤特性を設定した。以下、その要約を述べる。

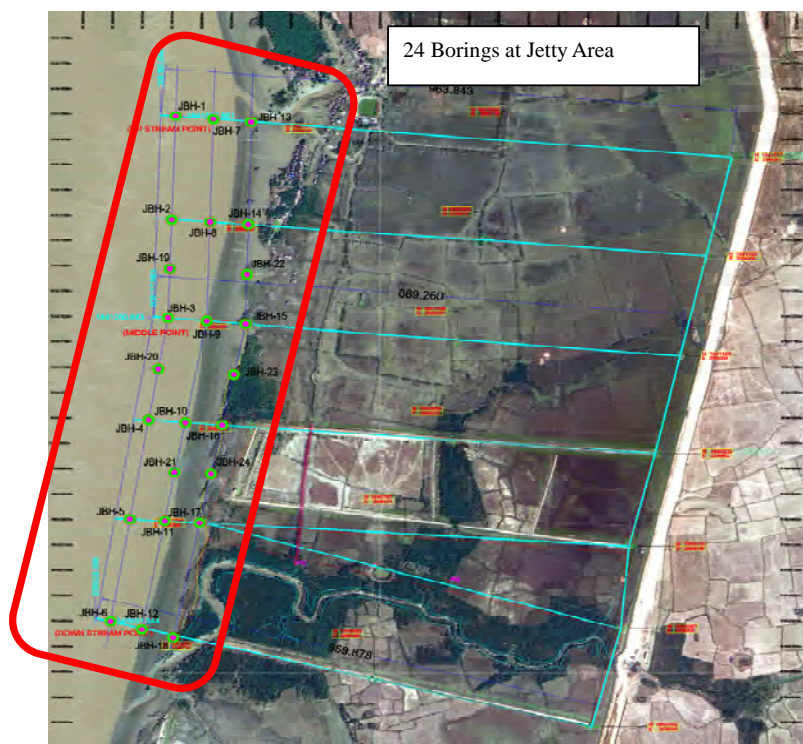
2.1.2. 調査位置

図 2.1-1 に、2012年度に行った土質調査に行った地点を緑丸で、2013年度実施の詳細な追加調査において当初実施を予定した調査位置を赤丸および青丸で示す。2012年度に行った土質調査位置として、岸壁エリアは図 2.1-2 に、ヤードエリアは図 2.1-3 に示す



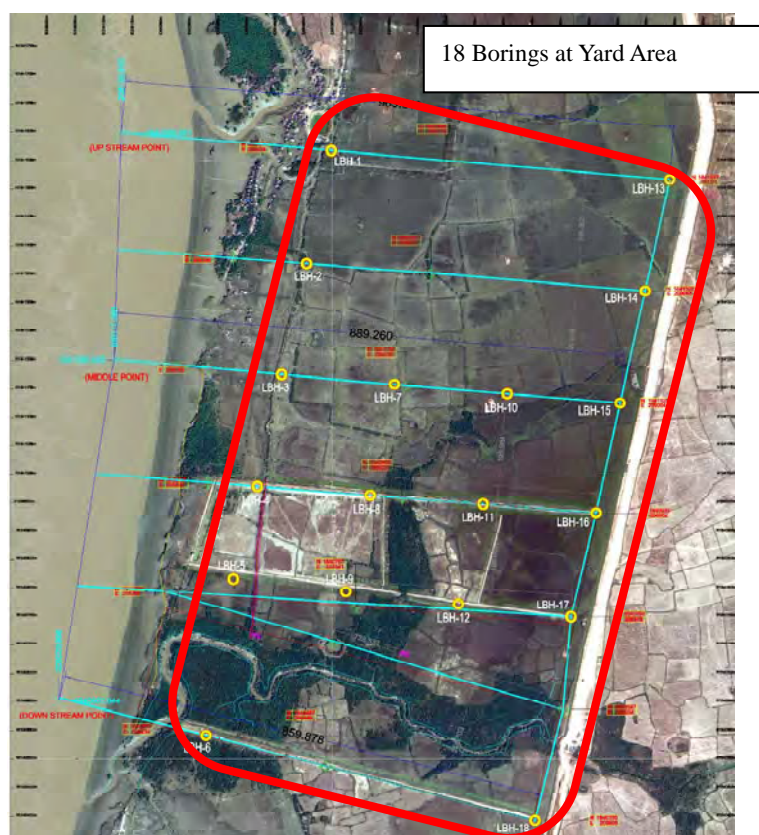
出典：調査団作成

図 2.1-1 当初予定の地質調査位置図



出典：調査団作成

図 2.1-2 岸壁周りの地質調査位置図



出典：調査団作成

図 2.1-3 ヤードエリアの地質調査位置図

2.1.3. 調査内容及び数量

当初実施予定の土質調査数量、既存調査の岸壁周辺エリア、ヤードエリアのそれぞれの調査実施数量表を、表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 調査実施数量一覧表

NO	DESCRIPTION	UNIT	Quantity			REMARKS	
			Initial Plan	Jetty Area	Yard Area		
A	Boring and field investigation					SEP (Self Elevated Platform) is used for offshore boring work	
1	Rig set up	Point	9	24	18		
2	Boring 0 to 10m	meter	90	240	180		
3	Boring 10 to 20 m	meter	90	240	180		
4	Boring 20 to 30m	meter	90	240	180		
5	Boring 30 to 40m	meter	-	-	-		If required
6	Boring 40 to 50m	meter	-	-	-		If required
7	Standard Penetration Testing	Nos.	243	648	486		
8	Undisturbed sample taking in soft soil	Nos.	27	72	54		
9	Water level measuring and sample taking	Nos.	9	-	18		
B	Laboratory Testing for Soil						
1	Natural Moisture Content	Nos.	54	144	108		
3	Specific Gravity	Nos.	54	144	108		
4	Plastic Limit	Nos.	54	144	108		
5	Liquid Limit	Nos.	54	144	108		
6	Seive analysis	Nos.	81	216	152		
7	Hydrometer	Nos.	54	144	108		
8	Unit weight	Nos.	27	72	54		
9	Unconfined compressive strength	Nos.	27	72	54		
10	One-dimensional consolidation	Nos.	27	36	54		
11	Direct shear test (UU)	Nos.	27	24	18		
12	Water quality analysis	sample	9	-	6		

出典：調査団作成

2.1.4. 調査結果

2013 年度の「詳細な追加調査」開始当初、図 2.1-1、表 2.1-1 に示すような調査位置、調査内容で土質調査を実施する予定であった。しかし、現地立ち入りの許可がカウンターパートの MPA から作業工期内に降りずに、本調査においては土質調査を実施することができなかった。現地立ち入りにおいては、MPA が地元住民との交渉を行ってきたが、交渉は難航し、2013 年

度の「詳細な追加調査」における土質調査は断念せざるを得なかった。

本編においては、2012 年度調査で実施した結果を基に、栈橋、岸壁、ヤード等それぞれの施設エリアにおける成層状況、土質特性について詳細に検討した結果を、各施設設計の章節に記す。

3. 環境社会配慮

3.1. 環境社会調査

3.1.1. 底質調査

(1) 調査目的

本工事における盛土材として、ティラワ沖及びヤンゴン川河口付近の浚渫土砂を活用することが検討されている。そのため、盛土材及び盛土予定地において重金属等による汚染状況を把握することを目的に底質及び土壌調査を実施した。また、浚渫予定地の濁り状況を把握するため、併せて水質調査を実施した。調査はローカルコンサルタントにより実施した。

(2) 調査位置及び実施日

調査位置は表 3.1-1、図 3.1-1 に示す通りであり、表 3.1-1 には調査実施日及び水深を合わせて示している。

表 3.1-1 調査位置、実施日及び水深

Sta.	Lat.	Long.	Date	Time	Depth
R1	16° 38' 28.75"N	96° 15' 12.44"E	9-7-2013	10:30	3.5m
R2	16° 37' 57.68"N	96° 15' 13.05"E	9-7-2013	11:10	2.8m
R3	16° 37' 34.06"N	96° 15' 7.28"E	9-7-2013	12:30	4.9m
R4	16° 26' 17.26"N	96° 20' 27.62"E	8-7-2013	10:15	1.7m
R5	16° 25' 46.98"N	96° 20' 42.65"E	8-7-2013	09:55	8.4m
R6	16° 24' 57.99"N	96° 20' 12.83"E	7-7-2013	09:45	6.2m
L1	16° 38' 8.29"N	96° 16' 5.95"E	12-7-2013	11:39	-
L2	16° 38' 2.56"N	96° 16' 4.98"E	12-7-2013	13:00	-
L3	16° 37' 56.95"N	96° 16' 3.98"E	11-7-2013	10:00	-
L4	16° 37' 47.31"N	96° 16' 2.09"E	12-7-2013	13:40	-

出典：調査団作成



出典：Google Earth、調査団

図 3.1-1 調査位置

(3) 調査内容

調査内容は表 3.1-2 に示す通りである。

表 3.1-2 調査内容

区分	項目	数量
底質及び土壌	粒度組成、比重、含水比、全有機炭素 (TOC)、ヒ素、カドミウム、クロム、銅、鉛、ニッケル、亜鉛、シアン	底質 6 地点 土壌 4 地点
水質	懸濁物質 (SS)、生物化学的酸素要求量 (BOD)	6 地点 x 2 層 (上層、下層)

出典：調査団作成

(4) 調査結果

1) 底質及び土壌

「ミ」国には土壌汚染に係る環境基準が設定されていないために、調査結果は日本の土壌汚染対策法及び農用地の土壌の汚染防止等に関する法律における含有量基準との比較を行った。結果は表 3.1-3 に示す通りである。また粒度分布の分析結果は表 3.1-4 に示した。

盛土用土砂として想定されている河川土砂及び埋立予定地において、日本の土壌汚染対策法及び農用地の土壌の汚染防止等に関する法律における含有量基準を超過するレベルの有害物質は確認されなかった。

表 3.1-3 底質及び土壌調査結果

項目	基準値 ¹⁾	基準値 ²⁾	事業予定地 (陸上)				ティラワ沖			ヤンゴン川河口			
			L1	L2	L3	L4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
比重	-	-	2.68	2.69	2.71	2.69	2.65	2.68	2.66	2.67	2.63	2.65	
含水率	%	-	32.74	38.69	26.46	28.1	27.57	30.68	29.99	30.71	33.27	34.74	
TOC	mg/g	-	7.23	8.11	6.84	8.25	1.18	0.78	0.39	0.39	1.19	0.79	
ヒ素	mg/kg	150	ND ⁴⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
カドミウム	mg/kg	150	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
クロム	mg/kg	250 ³⁾	-	98.7	80.6	105.3	107.3	83	36	38	70.5	75.3	80
銅	mg/kg	-	125	21.95	22.45	23.8	22.15	7.05	6.4	5.5	6.9	8.325	9.55
鉛	mg/kg	150	-	14.1	15.15	15.6	11.95	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ニッケル	mg/kg	-	-	61.4	69.85	65.35	74.50	38.9	37.55	20.3	35.15	36.55	43.85
亜鉛	mg/kg	-	-	94.95	90.00	97.5	88.05	52.3	32.25	34.35	29.85	47.63	44.25
シアン	mg/kg	50	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

- 1) 土壌汚染対策法
- 2) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律
- 3) 土壌汚染対策法では、六価クロムとして基準値が定められている
- 4) ND:不検出

出典：調査団作成

表 3.1-4 底質及び土壌調査結果（粒度分布）

区分 (%)	事業予定地（陸上）				ティラワ沖			ヤンゴン川河口		
	L1	L2	L3	L4	R1	R2	R3	R4	R5	R6
礫分	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
砂分	2	1	0	1	84	95	97	98	94	95
シルト分	49	46	63	51	16	4	2	2	6	5
粘土分	49	53	37	48						

出典：調査団作成

2) 水質

水質調査結果を表 3.1-5 に示す。BOD は表層で 32～92mg/L、底層は 35～88mg/L と高く、有機汚濁が進行していると考えられる。SS は表層で 328～888mg/L、底層で 442～986mg/L と高い値を示した。SS は表層よりも底層で高くなっており、速い流速による巻き上げによって濁りが生じていると考えられる。

表 3.1-5 水質調査結果

項目		層	ティラワ沖			ヤンゴン川河口		
			R1	R2	R3	R4	R5	R6
BOD	mg/L	表層	52	36	32	72	78	92
		底層	58	40	35	68	82	88
SS	mg/L	表層	480	328	380	514	640	888
		底層	610	460	442	568	882	986

出典：調査団作成

3.1.2. 漁業実態調査

(1) 調査目的

本事業における工事、供用が周辺漁業に及ぼす影響を把握するための基礎資料として、事業予定地周辺の漁業実態調査を行った。調査はローカルコンサルタントにより実施した。

(2) 調査内容

1) ヒアリング調査

事業予定地付近を中心としたヤンゴン川における一般的な漁業実態を把握することを目的に、漁業者及び商人へのヒアリングを行った。ヒアリングは 2013 年 9 月に Aouk Taw 地区及び Chaung Wa 地区の 20 名を対象に実施した。

2) モニタリング調査

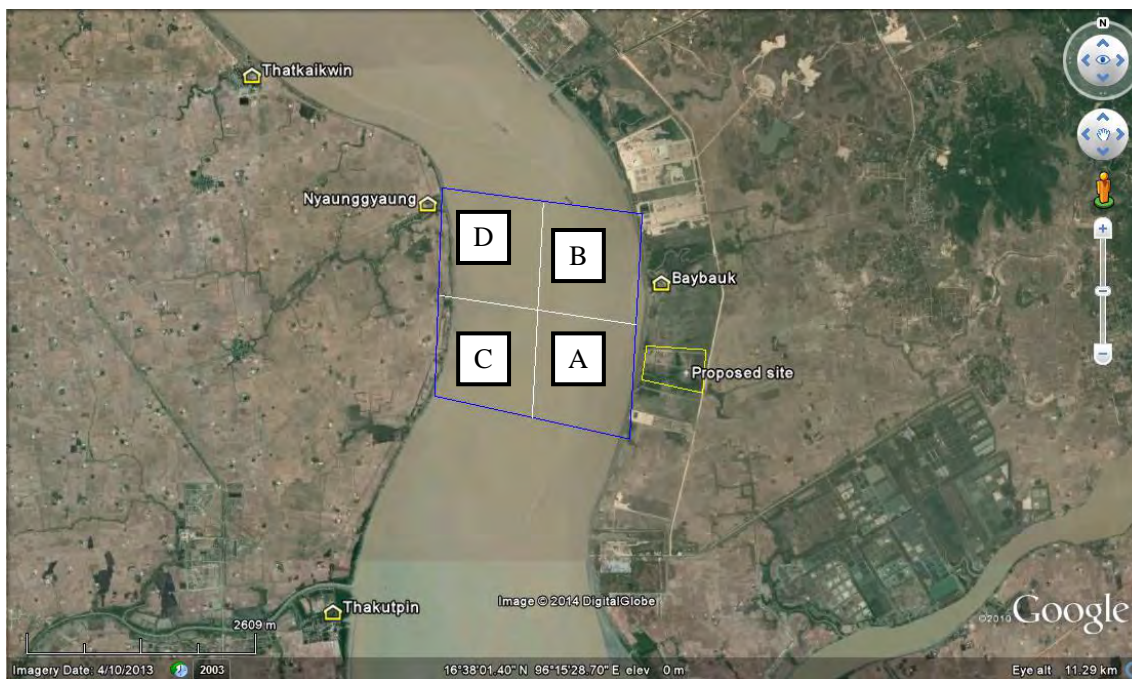
事業予定地付近の詳細な漁業実態を把握することを目的に、モニタリング調査を実施した。

モニタリング調査は大潮期、小潮期を含む 2013 年 12 月 21 日～2014 年 1 月 4 日の 15 日間にお
 たり、午前 6 時から午後 6 時の間に実施した。調査実施時の潮位を表 3.1-6 に示す。漁業実態
 は船上から目視で観察し、GPS、カメラにより記録を行った。集計は、調査範囲を A～D 区域
 に区分して行った（図 3.1-2）。また調査期間中、漁業者への漁村、漁法や漁獲魚種におけるイ
 ンフォーマルなヒアリングを行った。

表 3.1-6 調査期間中の潮位

No.	Date	Time	Height (m)	Time	Height (m)	Time	Height (m)	Time	Height (m)
1	21-12-2013	05:26	5.7	12:07	1.1	17:58	5.3	-	-
2	22-12-2013	00:17	1.7	06:00	5.5	12:40	1.4	18:34	5.2
3	23-12-2013	00:54	1.8	06:34	5.3	13:16	1.4	19:12	5.0
4	24-12-2013	01:34	2.0	07:13	5.0	13:55	1.7	19:58	4.9
5	25-12-2013	02:21	2.1	08:03	4.7	14:41	1.9	20:57	4.8
6	26-12-2013	03:18	2.3	09:12	4.5	15:36	2.1	22:08	4.8
7	27-12-2013	04:28	2.3	10:36	4.4	16:45	2.2	23:18	5.0
8	28-12-2013	05:50	2.2	11:51	4.5	18:04	2.1	-	-
9	29-12-2013	00:19	5.2	07:05	1.8	12:54	4.8	19:16	1.8
10	30-12-2013	01:14	5.6	08:05	1.3	13:38	5.1	20:16	1.5
11	31-12-2013	02:03	5.9	08:57	0.9	14:38	5.5	21:09	1.1
12	1-1-2014	02:50	6.2	09:44	0.4	15:25	5.8	21:58	0.8
13	2-1-2014	03:36	6.5	10:30	0.2	16:10	6.0	22:45	0.7
14	3-1-2014	04:21	6.5	11:14	0.1	16:55	6.1	23:30	0.6
15	4-1-2014	05:06	6.5	11:58	0.2	17:41	6.0	-	-

出典：調査団作成



出典：Google Earth、調査団作成

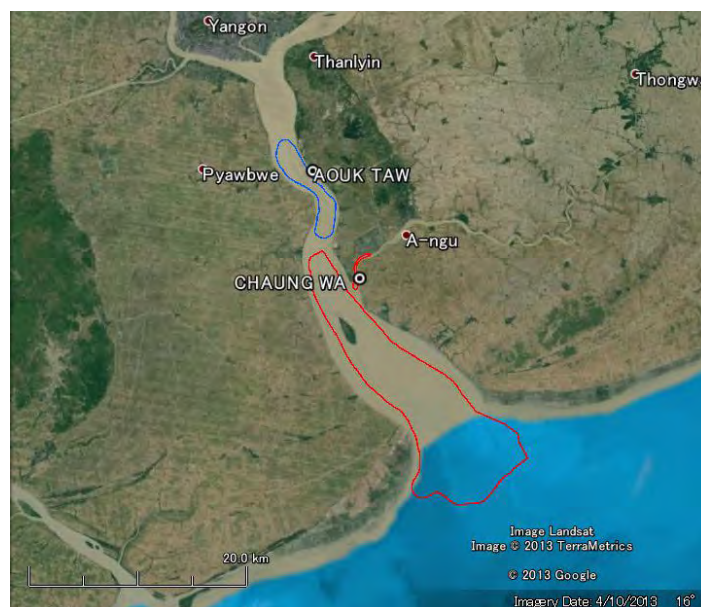
図 3.1-2 モニタリング調査範囲及び漁村位置

(3) 調査結果

1) ヒアリング調査

ヒアリング調査結果から得られた主な漁業実施エリアを図 3.1-3 に示し、漁獲量、魚種、魚価等を表 3.1-7 に示す。

主な漁法は船による刺し網であり、主な漁場は Aouk Taw 地区では Aouk Taw 地区を中心とした区域、Chaung Wa 地区では Hmaw Wunn Chaung クリークの河口部及びヤンゴン川の Chaung Wa 付近から Outer-Bar の付近である。漁獲量は雨季（6～10 月）から冬季（11～2 月）にかけて多く、1～15viss/日（2～23kg/日）程度であり、夏季（3～5 月）に少ない。主な魚種はヒルサ、ニベ、ナマズ類であり、魚価はそれぞれ 5,000～40,000 kyats/viss (3,000～26,000 kyats/kg)、2,000～25,000 kyats/viss (1,000～16,000 kyats/kg)、2,000～3,000 kyats/viss (1,000～2,000 kyats/kg) 程度である。（1 viss = 1.56 kg）



出典：Google Earth、調査団作成

図 3.1-3 Aouk Taw 地区及び Chaung Wa 地区の漁業実施エリア

表 3.1-7 漁業実態ヒアリング調査結果

No.	Place	Occupatin	Method	Catch/Day (Viss)			Major Fish Species			Price(kyat)	
				Summer	Rain	Winter	Summer	Rain	Winter	Species	Price/ viss
1	Aouk Taw	Seller, Farmer (17 Acre)	Gill net		1 to 2	10	No	Mango Fish, Soldier croaker	Mango Fish, Soldier croaker, Striped cat fish	Hilsa	8000
										Soldier croaker	6000
										Mango Fish	4500
										Striped cat fish	2500
2	Aouk Taw	Seller, Fisherman	Gill net	1	1 to 2	5	No	Striped cat fish	Commerson's anchovy, Mrigal Fish	Commerson's anchovy	3000
										Mrigal Fish	15000
										Striped cat fish	2000
3	Aouk Taw	Seller, Fisherman	Gill net	1	1 to 2	5 to 7	No	Striped cat fish	Hilsa	Striped cat fish	2000
										Hilsa	9000
4	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		1	8	No	Hilsa	Striped cat fish, Soldier croaker	Hilsa	10000
										Soldier croaker	4000
										Striped cat fish	2500
5	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		1	7	No	Soldier croaker	Hilsa	Hilsa	10000
										Soldier croaker	3500
6	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		5 to 10	10	No	Soldier croaker	Hilsa, Striped cat fish	Hilsa	30,000
										Soldier croaker	3000
										Striped cat fish	3500
7	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		5 to 10	7	No	Soldier croaker, Striped cat fish	Hilsa	Hilsa	10000
										Soldier croaker	2000
										Striped cat fish	3000
8	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		10	10	No	Hilsa	Striped cat fish, Soldier croaker	Hilsa	15000
										Soldier croaker	3000
										Striped cat fish	3000
9	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		15	10	No	Hilsa, Striped cat fish	Hilsa, Striped cat fish	Hilsa	30000
										Striped cat fish	3000
10	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		3	3	No	Hilsa, Striped cat fish	Hilsa, Striped cat fish	Hilsa	30000
										Striped cat fish	3000
11	Aouk Taw	Fisherman	Gill net		6	8		Striped cat fish	Striped cat fish	Striped cat fish	3000
12	Aouk Taw	Seller, Fisherman	Gill net		3	5	Various kind of fish	false trevally	false trevally and other small fishes	False Trevally	3000
13	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	2	10	5	Soldier croaker	Hilsa	Soldier Croaker	Hilsa	10000
										Soldier croaker	2000
14	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	2	8	7	Sea Cat Fish	Climbing Perch	Sea Cat Fish	Sea Cat Fish	15000
										Climbing Perch	9000
15	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	0.5	1	2	Soldier croaker	Hilsa	Soldier Croaker	Hilsa	5000
										Soldier croaker	2000
16	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	5	10	10	Climbing Perch	Sea Cat Fish	Sea Cat Fish	Sea Cat Fish	10000
										Climbing Perch	8000
17	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	2	5	5	Soldier croaker	Hilsa	Hilsa	Hilsa	10000
										Soldier croaker	5000
18	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	2	2	2	Soldier croaker	Hilsa	Hilsa	Hilsa	5000
										Soldier croaker	2000
19	Chaung Wa	Fisherman	Gill net	5	7	10	Soldier croaker	Striped cat fish	Hilsa	Hilsa	40000
										Striped cat fish	2500
										Soldier croaker	25000
20	Chaung Wa	Seller		(50)	(200)	(200)	Soldier croaker	Hilsa	Soldier Croaker	Hilsa	8000
				(Sell)						Soldier croaker	7000
										Mango Fish	5000
										Striped cat fish	2500

出典：調査団作成

2) モニタリング調査

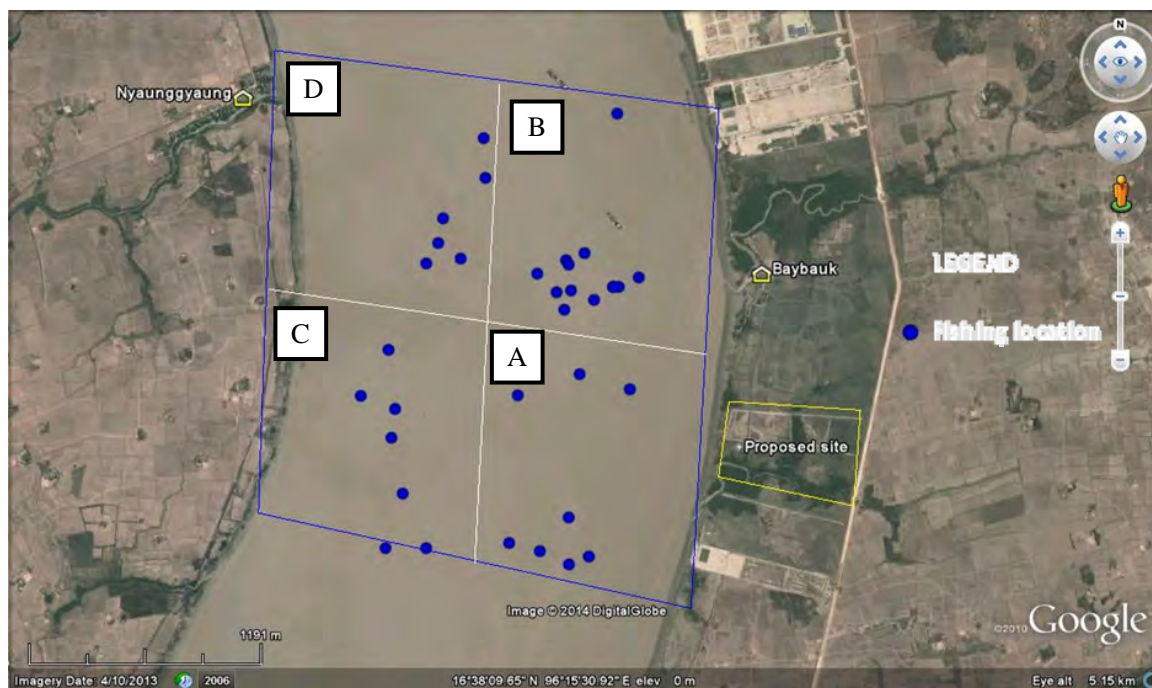
調査範囲において確認された主な漁船の位置を図 3.1-4 に示し、調査結果の詳細を表 3.1-8 に示す。

漁業は 1 日 2 回、満潮時から干潮時にかけて実施されている。主な漁法は刺し網であり、通常、大潮期には流し式、小潮期には固定式が用いられる。刺し網のサイズは長さ 50m、高さ 3m 程度であり、流し式は表層から中層、固定式は中層から底層にかけて設置される。漁獲される主な魚種はヒルサ、ニベ、ナマズ類である。

漁業は A,B,C,D 区域の全域で実施されており、1 日あたりの平均漁船数はそれぞれ 20、45、11、24 隻であった。漁業は事業予定地から 400m 以上離れた水域で行われており、事業予定地前面の河岸での漁業（地引網、定置網等）は確認されなかった。調査期間中には、Bay Pauk、

Nyaunggyaung、Thakutpin、Thatkaikwin の4つ集落からの漁業者が確認された（図 3.1-3）。

大型船は日常的に、設置された漁網上を航行している。



出典：Google Earth、調査団作成

図 3.1-4 調査範囲における主な漁船位置

表 3.1-8 漁業実態調査結果

No	Date	Time	Area	Method	Residence of fishermen	No. of boat
1	21-12-2013	7:00 - 8:00 AM	A	Floating Net	1, 3, 4	~20
2	21-12-2013	7:00 - 7:45 AM	B	Floating Net	1, 2, 3	~25
3	21-12-2013	7:00 - 7:45 AM	C	Floating Net	1, 3, 4	~10
4	21-12-2013	2:00 - 2:45 PM	A	Floating Net	1, 3, 4	~20
5	21-12-2013	2:00 - 2:45 PM	B	Floating Net	1, 2, 3	~20
6	21-12-2013	2:00 - 2:30 PM	C	Floating Net	1, 3, 4	~15
7	22-12-2013	8:00 - 9:15 AM	A	Floating Net	1, 3, 4	~15
8	22-12-2013	8:00 - 9:15 AM	B	Floating Net	1, 2, 3	~20
9	22-12-2013	8:00 - 9:00 AM	C	Floating Net	1, 3, 4	~15
10	22-12-2013	8:00 - 8:45 AM	D	Floating Net	1, 3	~25
11	22-12-2013	2:00 - 3:00 PM	A	Floating Net	1, 3, 4	~20
12	22-12-2013	2:00 - 3:00 PM	B	Floating Net	1, 2, 3	~30
13	22-12-2013	2:00 - 3:00 PM	C	Floating Net	1, 3, 4	~ 5
14	22-12-2013	2:00 - 2:45 PM	D	Floating Net	1, 3	~20
15	23-12-2013	8:30 - 9:30 AM	A	Fixed Net	1, 3	~10
16	23-12-2013	8:30 - 9:45 AM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~20
17	23-12-2013	3:00 - 3:45 PM	A	Fixed Net	1, 3	~15
18	23-12-2013	3:00 - 3:45 PM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~30
19	24-12-2013	9:00 - 9:30 AM	B	Fixed Net	1, 3	~25
20	24-12-2013	9:00 - 9:30 AM	C	Fixed Net	3, 4	~15

21	25-12-2013	10:00 - 10:45 AM	A	Fixed Net	1, 3	~20
22	25-12-2013	10:00 - 11:00 AM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~20
23	25-12-2013	10:00 - 11:00 AM	C	Fixed Net	2, 3, 4	~10
24	25-12-2013	1:30 - 2:15 PM	A	Fixed Net	1, 3	~25
25	25-12-2013	1:30 - 2:15 PM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~20
26	25-12-2013	1:30 - 2:15 PM	C	Fixed Net	2, 3, 4	~15
27	26-12-2013	2:00 - 2:30 AM	A	Fixed Net	1, 3	~20
28	26-12-2013	2:00 - 2:45 AM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~25
29	26-12-2013	10:00 - 10:45 AM	A	Fixed Net	1, 3	~15
30	26-12-2013	10:00 - 10:45 AM	B	Fixed Net	1, 2, 3	~30
31	27-12-2013	2:30 - 3:15 AM	A	Fixed Net	1, 3	~15
32	27-12-2013	2:30 - 3:15 AM	C	Fixed Net	3, 4	~15
33	27-12-2013	10:00 - 11:15 AM	A	Fixed Net	1, 3, 4	~20
34	27-12-2013	10:00 - 11:00 AM	C	Fixed Net	3, 4	~10
35	28-12-2013	3:00 - 3:45 AM	A	Fixed Net	1, 3	~20
36	28-12-2013	3:00 - 3:45 AM	C	Fixed Net	3, 4	~15
37	28-12-2013	11:00 - 12:00 AM	A	Fixed Net	1, 3, 4	~25
38	28-12-2013	11:00 - 11:45 AM	C	Fixed Net	3, 4	~10
39	29-12-2012	6:00 - 7:00 AM	B	Floating Net	1, 3	~30
40	29-12-2012	1:30 - 2:15 PM	B	Floating Net	1, 3	~35
41	30-12-2013	7:00 - 8:00 AM	B	Floating Net	1, 3	~30
42	30-12-2013	7:00 - 8:00 AM	D	Floating Net	1, 3	~30
43	30-12-2013	2:00 - 3:00 PM	B	Floating Net	1, 3	~30
44	30-12-2013	2:00 - 3:00 PM	D	Floating Net	1, 3	~30
45	31-12-2013	8:00 - 9:00 AM	B	Floating Net	1, 3	~35
46	31-12-2013	8:00 - 9:00 AM	D	Floating Net	1, 3	~35
47	31-12-2013	2:30 - 3:45 PM	B	Floating Net	1, 3	~30
48	31-12-2013	2:30 - 3:45 PM	D	Floating Net	1, 3	~30
49	1-1-2014	8:30 - 9:30 AM	B	Floating Net	1, 3	~30
50	1-1-2014	8:30 - 9:30 AM	D	Floating Net	1, 3	~35
51	1-1-2014	3:00 - 3:30 PM	B	Floating Net	1, 3	~35
52	1-1-2014	3:00 - 3:30 PM	D	Floating Net	1, 3	~30
53	2-1-2014	9:00 - 10:00 AM	B	Floating Net	1, 3	~30
54	2-1-2014	9:00 - 10:00 AM	D	Floating Net	1, 3	~35
55	2-1-2014	3:30 - 4:15 PM	B	Floating Net	1, 3	~35
56	2-1-2014	3:30 - 4:15 PM	D	Floating Net	1, 3	~30
57	3-1-2014	9:30 - 10:30 AM	B	Floating Net	1, 3	~30
58	3-1-2014	9:30 - 10:30 AM	D	Floating Net	1, 3	~35
59	3-1-2014	4:00 - 4:45 PM	B	Floating Net	1, 3	~25
60	3-1-2014	4:00 - 4:45 PM	D	Floating Net	1, 3	~20
61	4-1-2014	5:00 - 5:45 AM	A	Fixed Net	1, 4	~25
62	4-1-2014	5:00 - 5:45 AM	B	Fixed Net	1, 3	~20
63	4-1-2014	5:00 - 5:45 AM	C	Fixed Net	3, 4	~25
64	4-1-2014	1:30 - 2:15 PM	A	Fixed Net	1, 4	~15
65	4-1-2014	1:30 - 2:15 PM	B	Fixed Net	1, 3	~20
66	4-1-2014	1:30 - 2:15 PM	C	Fixed Net	3, 4	~25

1 - Baypauk; 2 - Thatkaikwin; 3 - Nyaunggyaung; 4 - Thakutpin

出典：調査団作成

3.1.3. 農地利用実態調査

Plot25～26における農地利用状況について、MPAは2013年10月に農民立会のもと、測量調査を実施した。測量結果は調査団からMPAに提供を依頼しているものの、農地補償における交渉中との理由により提供されていない(2014年1月現在)。なお、MPAからの情報によれば、Plot25～26では7名の農民が農地として利用しているとのことである。

3.2. 住民移転計画とその実行

3.2.1. Phase I 地域における実施状況

Phase I 地域においては、上述のとおり Plot25～26において7名の農民が農地としてプロジェクト用地を利用している。MPAは1996年に土地に関する補償を実施しているが、農民らは当時の補償の不十分さや生計回復を理由に、追加補償を要求している。MPAはこの要求に対して現在追加支援の内容を農民と交渉中である(2014年1月現在)。なお、住民移転に係る調査結果や支援内容案は別添の住民移転計画案に記載している。

3.2.2. Plot3 における実施状況

当該プロジェクト用地北側に位置する Plot3 (「ミ」国民間事業者の石油ターミナル開発予定地)も、当該プロジェクト用地と同様な歴史的背景を有するが、農民3名により利用されていた。MPAはこの農民3名に対して、農民との複数回の協議を実施後、農民の合意を得て2013年12月に110万 kyats/acre の金銭的支援を実施した。

3.3. SEZ 地域における環境社会配慮

3.3.1. 現状

ティラワ SEZ 予定地(約2400ha)のうち、早期開発区域である Class A 区域(約400ha)を対象に、居住者や用地利用者に対して補償や支援が実施された。

3.3.2. ティラワ地区港との比較分析

SEZ 地域における補償・支援内容と、ティラワ地区港における補償・支援内容(案)を以下に示す。

SEZ 地域では米作に対して年間収量に対する市場価格の6倍の金額が支給された。ティラワ地区港において Plot3 の農民に対して支払われた110万 kyats/acre が、本プロジェクトにおける被影響住民に対しても支払われると仮定すれば、その金額は年間生産額(17.4万 kyats/acre、詳細は別添 RAP 参照)の6.3年分に相当する。本プロジェクト用地においては、居住者および米作以外の農地利用者は存在せず、社会的弱者も存在しないことから、110万 kyats/acre 以上の支払いが行われれば、SEZ と同等な支援が行われるものと考えられる。

表 3.3-1 住民移転問題に関するティラワ地区港と SEZ 地域との比較

区分	ティラワ地区港	SEZ
事業者	MPA	Myanmar Japan Thilawa Development Ltd. (日本民間企業、ミ国政府・民間企業による合弁会社)
過去の経緯	ティラワ地区港開発を目的としてミャンマー政府は 1996 年に開発予定地の住民、農地利用者に対して移転先の提供や金銭的補償 (20,000kyats/acre) を実施済み。その後事業が実施されなかったため、一部の住民・農民は引き続き利用している。用地は 1997 及び 2000 年に MPA に移管された。	タンリンーチャウタン工業団地開発を目的としてミャンマー政府は 1997 年に開発予定地の住民、農地利用者に対して移転先の提供や金銭的補償 (作物あり : 20,000kyats/acre、作物なし : 10,000kyats/acre) を実施済み。その後事業が実施されなかったため、一部の住民・農民は引き続き利用している。用地は 1998-1999 年に DHSHD, MOC に移管され、2013 年 3 月に SEZ 管理委員会に移管されている。
被影響住民	居住者 : 無 農地利用者 : 7 名 (米作のみ)	居住者 : 65 世帯 農地利用者 : 16 世帯
支援内容	現金支給額 : 交渉中。RAP では年間収量の 3 年間分を提案している。(Plot3 では 1,100,000 kyats/acre) 生計回復支援 : 職業訓練、就業機会の斡旋等のプログラムを提供。 居住者および米作以外の農地利用者は存在しないため、家屋やその他家畜、農作物等に対する補償は実施しない。 また、社会的弱者も存在しない。	家屋 : 居住先を提供。 その他建設物 : 建物の面積や材料によって決定。 農耕器具 : 市場価格の金額を支給。 米 : 年間収量に対する市場価格の 6 倍の金額を支給。 野菜、立木 : 年間収量ないし本数に対して市場価格の 4 倍の金額を支給。 家畜 (牛/水牛) : 頭数に応じた金額を支給。 乳牛からの収入に対しては、年間収入の 3 倍の金額を支給。 不労期間補償 : 28,000 チャット/人 移転支援 : 引越し費用 (150,000 チャット/世帯)、通勤費 (72,000 チャット/人)、転校に係る支援 (30,000 チャット/人) 及び移転協力費 (100,000 チャット/世帯) 社会的弱者支援 (61 歳以上、貧困世帯、身障者) : 25,000 チャット/人 生計回復支援 : 職業訓練、就業機会の斡旋等のプログラムを提供。

出典 : 調査団作成

3.4. 環境管理モニタリング計画

詳細な設計結果に基づき、F/S 時点での環境影響評価を見直し、環境管理モニタリング計画（緩和策、モニタリングの実施）、を作成した。結果は DF/R1 に示した。

3.5. HIV/AIDS 防止プログラム

3.5.1. 目的

ティラワ地区港緊急整備事業の工事は、平均約 250 人の国内外の労働者を常時雇用し（ピーク時約 400-500 人）、約 2.5 年間継続する見込みである。これらの労働者の多くは、国内外の他の地域から移動してくる可能性が高い。移動してくる労働者は一般に一定期間自宅から離れ、不慣れな環境の中ですごすため、ハイリスクな性行為等に走る機会が増え、HIV/AIDS や他の性感染症（STI）の感染拡大要因になる可能性がある。

これをふまえ、本 HIV/AIDS 防止プログラムは、ティラワ地区港緊急整備事業の工事期間を対象とし、HIV/AIDS や他の STI 感染リスクや防止策に関する正しい知識の普及活動、自発的カウンセリング・検査を通じ、工事労働者と、セックスワーカー等の地元住民との間の感染リスクを低減することを目的として策定した。

3.5.2. HIV/AIDS の現状と対策

(1) 「ミ」国における感染状況

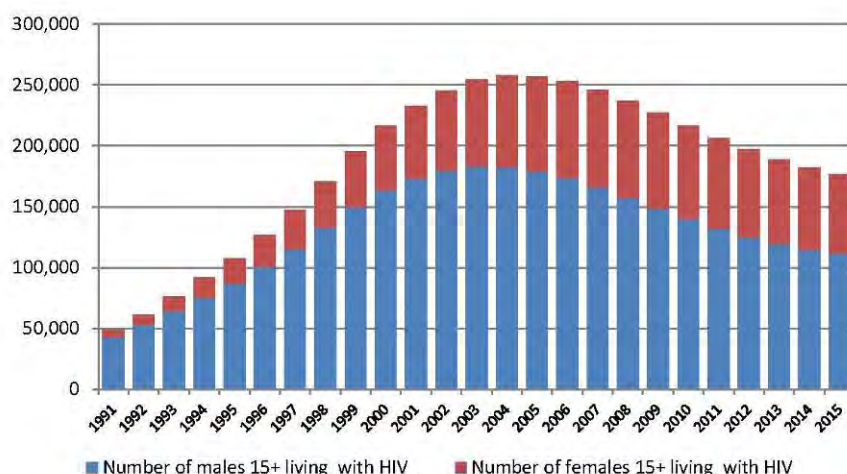
「ミ」国の HIV 感染者数は 1990 年代に急増したが、2004 年をピークに現在減少の方向にある（図 3.5-1）。しかし、2011 年時点での推計感染者数は約 216,000 人（うち 36%が女性）、同年の AIDS 関連の病気による死亡者数は 18,000 人、新規感染者数は 8,000 人であり¹、保健省の統計によれば、HIV は 2011 年の疾病別死亡者数の第 1 位となっている²。

国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))による Global AIDS Response Progress Report (2012)は、「ミ」国における HIV 感染の特徴を次のように述べている。

「ミ」国における HIV の蔓延は、セックスワーカーとその客の間、男性と性交渉をもつ男性間、及び、それらのセックスパートナーとの間のハイリスクな性交渉による感染に集中している。さらに、汚染された注射器を用いることによる薬物使用者間での感染も多く、これらの感染者からそのセックスパートナーへと感染が広がっている。推計によれば、成人（15 歳以上）の HIV 感染率は、2011 年時点で 0.53% である。感染リスクの高い人口層の感染率についてみると、2011 年のサーベイランスデータによれば、女性セックスワーカーの 9.6%、男性と性交渉をもつ男性の 7.8%、注射器による薬物使用者の 21.9%が HIV に感染している。

¹ Global AIDS Response Progress Report Myanmar, National AIDS Programme, 2012.

² Health in Myanmar 2013, Ministry of Health.



出典：HIV Estimates and Projections Myanmar 2010-2015, National AIDS Programme

図 3.5-1 「ミ」国における HIV 感染者数

(2) 国家 HIV/AIDS 戦略計画

上記の HIV/AIDS 蔓延状況に対応するため、保健省により国家 HIV/AIDS 戦略計画 (National Strategic Plan (NSP)) が策定されている。同計画は 2006～2010 年の第 1 期に引き続き、現在、2011～2015 年の第 2 期に入っている。第 2 期 NSP では、HIV 感染のハイリスクグループに対し最も必要性が高い取り組みとして、以下の 3 つの戦略的優先課題が掲げられている³。

- 戦略的優先課題 I: 安全な性行動と汚染されていない注射器の使用を通じた HIV 感染予防
- 戦略的優先課題 II: HIV 感染者に対する包括的なケアの継続
- 戦略的優先課題 III: HIV 感染者とその家族に対する HIV の影響緩和

本計画に最も関連する優先課題 I に関し、2012 年の NAP 進捗報告書によれば、2010 年には 4 千 2 百万個のコンドームが無料配布されている。2010 年に HIV 検査とその後のカウンセリングを受けた人数は 101,088 人、うち 22,655 人が感染リスクの高い人口層である。

(3) HIV/AIDS への取り組み体制

「ミ」国における HIV/AIDS への取り組みは、政府、国際／ローカル NGO、民間団体（クリニック等）により行われており、これらをコーディネートする役割を保健省の国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))が担っている。NAP は各地に医師、看護師、検査技師による AIDS/STD チームをもっており、下記 10 項目の活動を行っている⁴。ヤンゴン州には 11 の AIDS/STD チームがあり⁵、同チームによればうち 8 つはヤンゴン市内にある。

³ Myanmar National Strategic Plan on HIV and AIDS, 2011-2015.

⁴ 国家 AIDS 対策プログラム(NAP)へのインタビュー結果

⁵ National Strategic Plan for HIV/AIDS in Myanmar, National AIDS Programme, Progress Report, 2011.

- 1) アドボカシー（コミュニティリーダーへの説明等）
- 2) 教育・啓発の実施
- 3) HIV/STD の性感染対策（コンドーム配布、性感染症の早期治療）
- 4) 注射器による薬物使用を通じた HIV 感染対策
- 5) HIV の母子感染対策
- 6) 安全な血液の供給
- 7) 治療、支援の提供
- 8) セクター間の協調・協力の促進
- 9) 特別プログラム
- 10) 監督、監視、評価

このほか、HIV 対策の実践的な役割を担っているのが NGO である。NAP Progress Report(2011)によれば、「ミ」国全体で 27 の国際/ローカル NGO が HIV/AIDS 関連の活動を行っていると言われている。活動内容は NGO によって異なっており、教育や啓発を得意とするもの、検査や治療のみを行っているものなど、様々である。これら NGO の活動は、NAP によって監督、とりまとめられている。

(4) ティラワ地区周辺の現状

本事業対象地が位置するチャウタタウンシップと、その北側に位置し、ヤンゴン市との間のアクセスルートにあたるタンリントウンシップの人口、及び、保健医療施設数を表 3.5-1 に示す。

タンリンのタウンシップ病院は、ベッド数 150 とタウンシップ病院としては大きな規模である。HIV 対策については同病院がチャウタタウンシップもカバーしており、HIV の母子感染の検査、コンドームの配布（約 10,000 個/月）などを行っている⁶。また、2011 年 12 月からは抗ウイルス療法（Anti-Retroviral Therapy (ART)）のセクションが設けられ、これまでに 36 人（男性 18 人、女性 18 人）に無料で ART 治療を行っている。病院によれば、このほかに治療の必要な患者が 14 人登録されており、治療の機会を待っているとのことである。

タンリンには、国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))の AIDS/STD チームが置かれている。しかし 2013 年 7 月現在、医師が 1 名いるのみであり、その医師も辞意を表明しているなど、ほとんど機能していない。

上記の政府機関の活動のほか、ティラワ地区周辺では NGO が HIV 対策の活動を行っている。確認できている活動としては、フランスの NGO である Médecins du Monde (MDM) が、タン

⁶ タンリントウンシップ病院へのインタビュー結果

リン、チャウタンを含むヤンゴン市周辺において、女性セックスワーカー及び男性と性交渉をもつ男性を対象に、教育・啓発プログラムやコンドーム配布等の感染防止策と検査・治療を行っている。また、民間クリニックのなかにも、HIV 検査や ART 治療を行っているところがある。

HIV/AIDS 蔓延状況の地域別データはないため、ティラワ地区周辺の感染者数は明らかでないが、タンリントウンシップ病院によれば、全国的傾向と同様に、セックスワーカーによるハイリスクな性交渉は主要な感染源とみられている。

表 3.5-1 チャウタン、タンリントウンシップの人口と保健医療施設数(2009 年)

タウンシップ		チャウタン	タンリン
面積		844.30 km ²	378.40 km ²
人口	計	157,938	180,581
	性別比 (男/女 x 100)	97	95
	0-14 歳	41,681	52,928
	15-49 歳	87,163	95,256
保健医療施設数	タウンシップ病院	1 (25 ベッド)	1 (150 ベッド)
	ステーション病院	2	1
	地域保健センター	9	4
	サブセンター	36	17
	学校保健センター	-	1
	民間クリニック、産院	20	45

出典：Township Health Profile 2009, Ministry of Health

3.5.3. 基本方針

本 HIV/AIDS 防止プログラムは工事の契約の健康と安全に関する条項に含められ、施工業者の責任のもと、適切なサービスプロバイダーにより実施される。対策の計画及び実施に際する基本方針を以下に示す。

1) 国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))との連携

「ミ」国における各種の HIV 対策は、NAP によりコーディネートされている。本プログラム実施に際しても、NAP に対して必要な手続きと調整を行い、国の施策と連携する。

2) 地元セックスワーカーの教育・啓発への配慮

セックスワーカーは地元コミュニティにおける主要な感染拡大要因の一つとみられ、さらに、工事労働者との接触の可能性が高い。そこで、性行為のリスクや対策に関する教育・啓発活動は、工事労働者だけでなく、地元セックスワーカーにも配慮する。

3) 検査、診察、カウンセリングの実施と治療機関の紹介

感染リスクに対する意識を高めるとともに、万一感染した場合の拡大防止のため、工事労働

者を対象に、HIV の検査、診察、カウンセリング及び他の性感染症の診察の実施を本プログラムに含める。治療を要することが判明した場合には、適切な治療機関の紹介を確実に行う。検査においては労働者の自発性を尊重するとともに、差別や解雇の原因になることを避けるため、検査結果の守秘を徹底する。

4) 人的資源面、技術面におけるサービスプロバイダーの資格要件の確保

政府機関である国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))は、感染リスクの教育・啓発を含む予防対策を各地で実施する立場にあるが、人的資源面での制約が大きいため、本プログラムのサービスプロバイダーとしては適さない。これに対し、NGO は全般に豊富な人的資源を擁することから、サービスプロバイダーとしては NGO が適している。一方、NGO の場合は取り組み方が多様なため、とくに検査やカウンセリングにおいては国の基準を満たす技術水準の確保に留意する必要がある。HIV 検査技術については、保健省の国家保健研究所 (National Health Laboratory) が国家外部品質評価体制 (National External Quality Assessment (NEQAS)) をもっており、各検査機関の技術を定期的に確認、評価している。また、カウンセリングについても、保健省により研修やガイドラインの策定が行われている。NGO 選定にあたっては、これら政府が指定する技術レベルを満たすことを確認し、技術水準を確保する。

3.5.4. 活動計画

(1) HIV/AIDS 防止プログラムの活動項目

本 HIV/AIDS 防止プログラムは、JICA 円借款事業に係る標準入札書類の項目に準じ、下記の活動項目で構成する。実施期間は工事期間全体 (約 2.5 年) とする。

- 1) 性感染症、とくに HIV/AIDS の感染リスク、危険性と影響及び適切な予防策に関する情報・教育・コミュニケーション (Information, Education and Communication (IEC)) のキャンペーン (少なくとも 2 ヶ月に 1 回開催)

対象者：工事現場の全てのスタッフと労働者 (工事資材運搬のトラック運転手や運搬船乗組員を含む)、地元コミュニティ (セックスワーカー)

- 2) コンドームの無料配布

対象者：工事現場の全てのスタッフと労働者

- 3) 性感染症及び HIV/AIDS の自発的検査、診察、カウンセリングと治療機関の紹介

対象者：工事現場の全てのスタッフと労働者

(2) 活動の詳細

「ミ」国における HIV/AIDS 感染や対策の現状をふまえ、各項目の活動計画を以下のとおり提案する。なお、JICA 円借款事業に係る標準入札書類では、HIV/AIDS 防止プログラムは施工業者がサービスプロバイダーを通じて実施することとされている。本プログラムでも、以下の

活動は工事契約に含められ、施工業者の責任の下、施工業者が雇用する適切なサービスプロバイダーにより実施される。

1) IEC キャンペーン

IECは情報 (Information)、教育 (Education)、コミュニケーション (Communication) の略で、対象者やコミュニティが受け入れやすい適切な方法により、感染や予防に関する情報提供、教育、啓発を行うことを意味する。一般には、マスメディアによる広報、パンフレット等の印刷物配布、クイズやゲームを取り入れた啓発イベントなどの方法がとられる。本計画では工事労働者と地元コミュニティ (セックスワーカー) を対象に、以下の内容を提案する。

a) 工事労働者：工事現場のスタッフと労働者（工事資材運搬のトラック運転手や運搬船乗組員を含む）

工事労働者は施工業者の管理下におかれるため、対象者個人の特定や管理が可能であり、また、工事現場やその近傍に容易に集合させられる。そこで、対象者を定期的に集め、十分な知識と経験を持ったサービスプロバイダーをファシリテーターとして、HIV/AIDS や性感染症に関する2時間程度のセッションを開催する。セッションは、一方的な情報伝達とならないよう、20人以下の小グループに分けて開催し、参加者間の意見交換やディスカッションを主体とした構成とする。セッションの構成と内容の例を表 3.5-2 に示す。

工事労働者は工事の進捗に応じて入れ替わりが生じることから、セッションは2カ月に1回以上の頻度で定期的に行うこととし、全ての対象者が最低1回はセッションに参加できるよう、対象者名簿と参加実績を管理し、参加率等をサービスプロバイダーから施工業者に報告する。

また、啓発用のパンフレットを用意し、セッション開催時等の機会に工事労働者に配布する。パンフレットの例を図 3.5-2 に示す。

表 3.5-2 標準的なセッションの構成と内容 (例)

項目	概要
構成	<ul style="list-style-type: none"> - プログラムと参加者の紹介 (10分) - プレゼンテーション、意見交換、ディスカッション (60分) - 質疑 (20分) - ミニテスト (参加者の理解度確認) (10分) - まとめ (20分)
内容	<ul style="list-style-type: none"> - HIV/AIDS と性感染症の基本知識 (感染経路、症状、影響等) - HIV/AIDS と性感染症の予防法 (コンドーム使用のデモンストレーション等) - 感染の可能性がある場合の対処法 (検査、カウンセリング、治療) - 差別や偏見防止のメッセージ

出典：調査団作成



出典：保健省

図 3.5-2 HIV/AIDS の感染リスクと予防策に関する啓発用パンフレットの例

b) 地元コミュニティ（セックスワーカー）

セックスワーカーは地元コミュニティにおける主要な感染拡大要因であり、工事労働者との接触の可能性も高い。そこで、タンリン、チャウタンタウンシップのセックスワーカーについても、2ヶ月に1回以上の頻度で小グループセッションを開催する。

工事労働者の場合と異なり、セックスワーカーは法的に認められていないこともあって個人の特定が難しい。これについては既にタンリン、チャウタンでセックスワーカーを対象としたHIV 対策活動を行っている NGO と協力し、情報共有することが有効である。

さらに、対象者は管理されていないため、セッションへの参加の動機付けが難しい場合も想定される。この場合はピア・エデュケーターによるピア・エデュケーション（同じ立場の仲間による日常を通じた教育コミュニケーション）による啓発活動を検討することとし、地域のセックスワーカーの中からピア・エデュケーターとなる数名を選定して、エデュケータートレーニングの機会を2ヶ月に1回以上設ける。

セッションもしくはピア・エデュケータートレーニングの開催実績と参加者人数等は、サービスペロバイダーから施工業者に報告する。

2) コンドームの配布

ハイリスクな性行為による感染防止のため、工事労働者を対象にコンドームの無料配布を行う。方法は、上記 IEC セッション開催時に参加者に直接配布するほか、工事現場の事務所、ト

イレや労働者キャンプ等、労働者がアクセスしやすい場所に専用コーナーを設けて常備し、労働者がいつでも入手できるようにする。

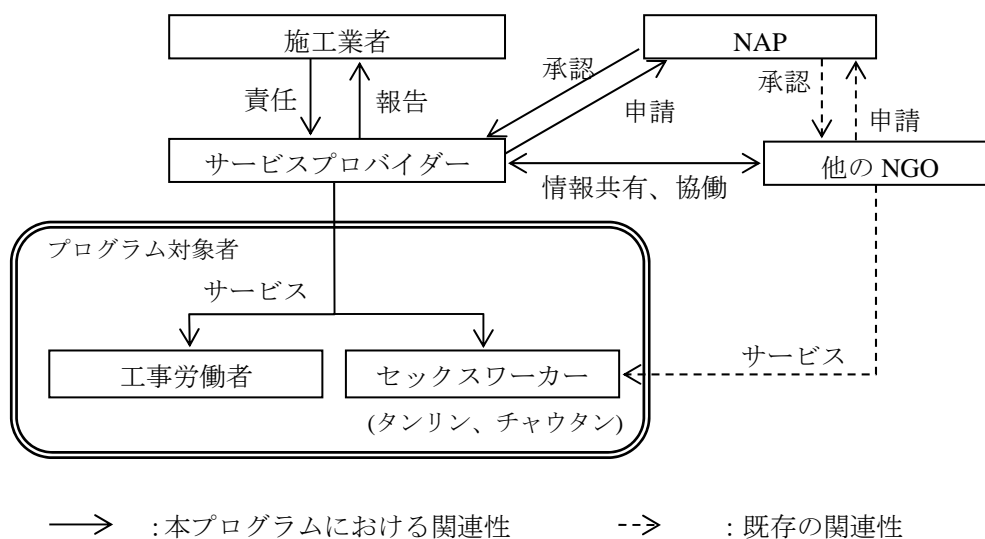
3) 検査、診察、カウンセリングと治療機関の紹介

工事労働者のうち希望者を対象に、HIV の検査、診察、カウンセリング及び他の性感染症の診察を行う。実施場所は、工事現場の医務室もしくは近隣の病院・クリニックとし、前者の場合は政府の研修を受けた医師やカウンセラーを工事現場に定期派遣し、希望者に対して検査用血液の採取、診察、カウンセリングを行う。また、近隣の病院・クリニックを実施場所とする場合は、サービスプロバイダーは実施場所までの移動手段に責任を持つ。いずれの場合も、検査、診察、カウンセリングの機会は2ヶ月に1回以上設けることとし、サービスプロバイダーは実施スケジュールを工事労働者に周知する。

検査や診察の結果、治療を要することが判明した場合には、医師、カウンセラーは適切な治療機関の紹介を確実に行う。差別や解雇の原因になることを避けるため、結果は本人のみに通知し、他の施工業者スタッフにも報告しない。

(3) 実施体制

本 HIV/AIDS 防止プログラムの実施体制を図 3.5-3 に示す。本プログラムは、施工業者の責任のもと、次項の資格要件を満たすサービスプロバイダー（NGO）により実施される。「ミ」国における HIV 対策は、国家 AIDS 対策プログラム(National AIDS Programme(NAP))によりコーディネートされるため、サービスプロバイダーは NAP に対し必要な申請を行い、承認を得る。また、特に地元コミュニティ（セックスワーカー）の情報収集にあたっては、対象地域で活動中の NGO との情報共有、協働が有効であることから、サービスプロバイダーはこれら NGO と積極的な調整を図る。



出典：調査団作成

図 3.5-3 本 HIV/AIDS 防止プログラムの実施体制

(4) モニタリング

HIV/AIDS 防止プログラムの活動状況を確認、評価するため、サービスプロバイダーは表 3.5-3 に示す活動記録を作成するとともに、達成目標に照らして活動の進捗・達成状況を評価し、月次報告書を作成して施工業者に報告する。

表 3.5-3 HIV/AIDS 防止プログラムの活動モニタリング内容

活動項目	活動記録	達成目標
(1) IEC キャンペーン	<ul style="list-style-type: none"> - セッション*開催日時、場所、参加者数 - 2ヶ月以上勤務する全工事労働者人数に対し、セッションに1回以上参加した者の割合 - パンフレット配布部数 - 参加者の理解度（セッション時の反応等） 	<ul style="list-style-type: none"> - 工事労働者及び地元セックスワーカーに対し、セッションが2ヶ月に1回以上開催されること。 - 2ヶ月以上勤務する全ての工事労働者が、期間中に最低1回はセッションに参加できること。 - 計画した部数（月平均200部程度を想定）のパンフレットを配布すること。
(2) コンドームの配布	<ul style="list-style-type: none"> - コンドームの配布数（当月、累積） - 配布場所、方法 	<ul style="list-style-type: none"> - 計画した個数（月平均1,000個程度を想定）のコンドームを配布すること。
(3) 検査、診察、カウンセリング	<ul style="list-style-type: none"> - 検査、診察、カウンセリング実施日、場所、受診者数 	<ul style="list-style-type: none"> - 検査、診察、カウンセリングの機会が2ヶ月に1回以上提供されること。

*：地元セックスワーカーに対してはセッションまたはピア・エデュケータートレーニングとする。

出典：調査団作成

(5) サービスプロバイダーの資格要件

本プログラムを実施するサービスプロバイダーの要件を以下に示す。

- 「ミ」国政府に公認された NGO であること
- 教育・啓発活動を含む HIV/AIDS 対策の実施実績があること
- 本プログラムに、「ミ」国保健省による HIV/AIDS のカウンセリング研修を受けた人材を参加させられること
- 本プログラムにおいて、「ミ」国保健省による国家外部品質評価体制（National External Quality Assessment Scheme (NEQAS)）で評価を受けた HIV 検査が可能なこと

参考として、2013年7月時点で調査団が確認した、サービスプロバイダーとしての可能性のある NGO を表 3.5-4 に示す。サービスプロバイダーの可能性とは別に、事業地周辺でセックスワーカーを対象に HIV/AIDS 対策活動を行っている NGO を表 3.5-5 に示す。協力関係を築き、地元コミュニティ（セックスワーカー）に関する必要な情報を共有することが有効である。

表 3.5-4 サービスプロバイダーとして可能性のある NGO の例

ローカル/インターナショナル	名称	連絡先
ローカル NGO	Myanmar Business Coalition on AIDS (MBCA)	No.55, Aung Min Gaung 1st street, Windermere, Kamayut T/S, Yangon Office: 01-501568
	Pyi Gyi Khin (PGK)	Room 305/403, Yankin Garden Residence, Si Pin Lan Thit 1st Street, Yankin T/S, Yangon Office: 01-400261 / 09-8551510
	Ratana Metta	No.406, Lower Pazundaung St, Yangon Office: 01- 73024794 / 201480
インターナショナル NGO	Premiere Urgence - Aide Medicale Internationale (PU-AMI)	No.73, Than Lwin Road, Kamayut T/S, Yangon Office: 01-525246 / 526487
	Population Services International (PSI)	No. 16, West Shwe Gone Dine 4th Street, Bahan T/S, Yangon Office: 01-375854-58

出典：調査団作成

表 3.5-5 事業地周辺でセックスワーカーを対象に HIV/AIDS 対策活動を行っている NGO

ローカル/インターナショナル	名称	連絡先
インターナショナル NGO	Médecins du Monde (MDM)	No.2, Aung Dhama Yeik Thar Street, Hlaing T/S, Yangon Office: 01-664352 / 660948

出典：調査団作成

(6) スケジュール

HIV/AIDS 防止プログラムの実施スケジュールを表 3.5-6 に示す。本 HIV/AIDS 防止プログラムは、工事期間全体を通じて継続的に実施する。工事期間は 2.5 年と見込まれるが、何等かの理由により現場の作業が延長される場合には、HIV/AIDS 防止プログラムの実施期間も延長する。

表 3.5-6 HIV/AIDS 防止プログラムの実施スケジュール

	年次 1												年次 2												年次 3						備考						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6							
工事	△工事開始																														工事終了△						
HIV対策の実施																																					
1) IECキャンペーン	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2カ月に1回以上			
2) コンドーム配布	■																														適宜						
3) 検査・診察・カウンセリング	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2カ月に1回以上			
HIV対策活動の報告	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	毎月			

出典：調査団作成

(7) 概算費用

本 HIV/AIDS 防止プログラムに係る費用を概算し、表 3.5-7 に示した。

表 3.5-7 本 HIV/AIDS 防止プログラムの実施に係る費用の概算見積結果 (2.5 年間)

項目	活動	仕様	単価 (USD)	数量	単位	金額 (USD)	計 (USD)	備考	
準備・調整	政府との調整を含む 準備作業	チームリーダー	1,000	2	人月	2,000	3,500		
		エキスパート	750	2	人月	1,500			
HIV対策 の実施	1) IECキャンペーン	セッション(工事労働者)	150	90	セッション	13,500	16,350	6セッション x 1回/2カ月	
		セッション(セックスワーカー)	150	15	セッション	2,250		1セッション x 1回/2カ月	
		パンフレット作成・配布	0.10	6,000	部	600		200部/月	
	2) コントーム配布	コントーム配布	コントーム	0.03	30,000	個	900	900	1,000/月
	3) 検査・診察・ カウンセリング	診察・カウンセリング	医師/カウンセラー	1,500	2.5	人月	3,750	3,975	5日/2カ月
		検査	血液分析	0.5	450	件	225		30件/2カ月
結果の整理、報告		エキスパート	750	3	人月	2,250	3,250	3日/月	
		アシスタント	500	2	人月	1,000		2日/月	
交通費		車両借り上げ	80	225	台日	18,000	18,000	15台日/2カ月	
諸経費			20%	-	-	-	9,195	9,195	
合計							55,170		

出典：調査団作成

4. 追加検討調査

4.1. コンテナターミナルの計画・設計条件

4.1.1. 計画条件

(1) 取扱コンテナ数

目標年次における計画コンテナ貨物取扱量は次のとおりである。

2016年 190,000 TEU/年

(2) 岸壁

岸壁の計画長、計画数量、計画接岸対象船舶は次のとおりである。

岸壁長 200m x 2 = 400m

バース数 2

対象船舶 DWT 20,000 DWT

船長 177m.

喫水 9m

1,000 TEU 積み

接岸方向 右舷着け

(3) コンテナヤード

コンテナヤードの計画貯蔵容量、計画荷役方式、ヤード内の車両走行方向は次のとおりである。

貯蔵容量 5,700 TEU

荷役方式 RTG 方式

車両の走行方向 東西方向通路 西向き走行

(4) バルクヤード

雑貨貨物やバルク貨物の取扱い作業用にバルクヤードを備える。

(5) 建築施設

ターミナルの計画建築施設は次のとおりである。

- ① 管理棟
- ② トラックゲート
- ③ コンテナフレイトステーション (CFS)
- ④ メンテナンスショップ
- ⑤ コンテナ洗浄
- ⑥ コンテナ修理棟
- ⑦ Marine Workers' Lounge
- ⑧ X-Ray 装置
- ⑨ 給水塔

4.1.2. 設計条件

土木施設と建築物の設計条件を示す。

(1) 設計条件 (土木)

1) 自然条件

a) 潮位

ティラワ地区の1年間(2009~2010年)の潮位観測記録を基に調和解析によって算出された潮位を設計潮位とする。

最高潮位	H.H.W.L	: D.L+7.10m
朔望平均満潮位	H.W.L	: D.L+6.24m
平均潮位	M.W.L	: D.L+3.28m
朔望平均干潮位	L.W.L	: D.L+0.33m
基準潮位	D.L	: D.L±0.00m

b) 風速

現地での風観測記録が無いので、ヤンゴンでの風観測記録より設計風速を決定する。

サイクロナルギス来襲時の風観測記録は以下のとおりである。

最大風速	: 59.2m/s
瞬間最大風速	: 72m/s

これより、設計最大風速を 60m/s、最大瞬間風速を 72m/s とする。

c) 潮流

潮流は、現地での観測記録が無いため、ヤンゴン港の設計流速を用いる。

流速 最大流速 : 6kt ≒ 3.1m/s
 流向 下流方向で河川中心方向

d) 波浪

計画地点は、川幅が広く風による風波が発生する。有効水吹距離と継続最大風速より、SMB法により風波を推算する。波浪推算での最大風速は 40m/s とし、波向きは風向とした。表 4.1-1 に風波推算結果を示す。

表 4.1-1 風波波浪

波向	有効水吹距離 (km)	波高 $H_{1/3}(m)$	周期 $T_{1/3}(sec)$
S	2.50	1.5	3.2
SW	3.33	1.7	3.5
W	2.87	1.6	3.4
NW	3.32	1.7	3.5

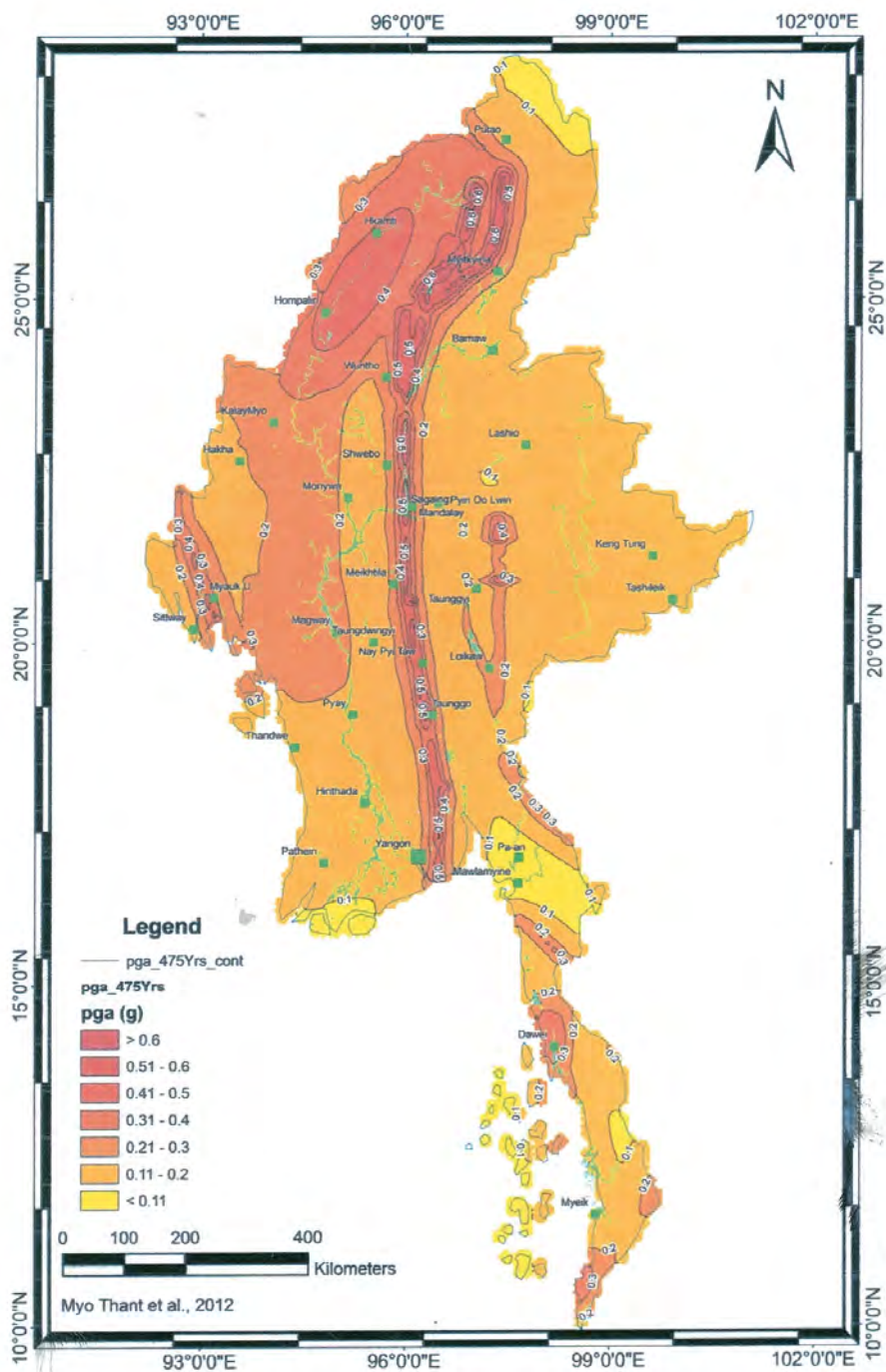
出典：調査団作成

2) 地震震度

ミャンマーの地震ゾーニングマップより、ティラワでの地震係数を算定する。

図 4.1-1 に地震震度ゾーニングマップを示す。

နောက်ဆက်တွဲ (စ)



Probabilistic Seismic Hazard Map of Myanmar for 10% probability of exceedance in 475 years (475 years recurrent interval), the seismic hazard is described in term of peak ground acceleration (PGA) in g (firm rock).

出典：Myanmar Geosciences Society

図 4.1-1 地震震度マップ

この地震ゾーニングマップによれば、ティラワ地区はエリア III に位置する。

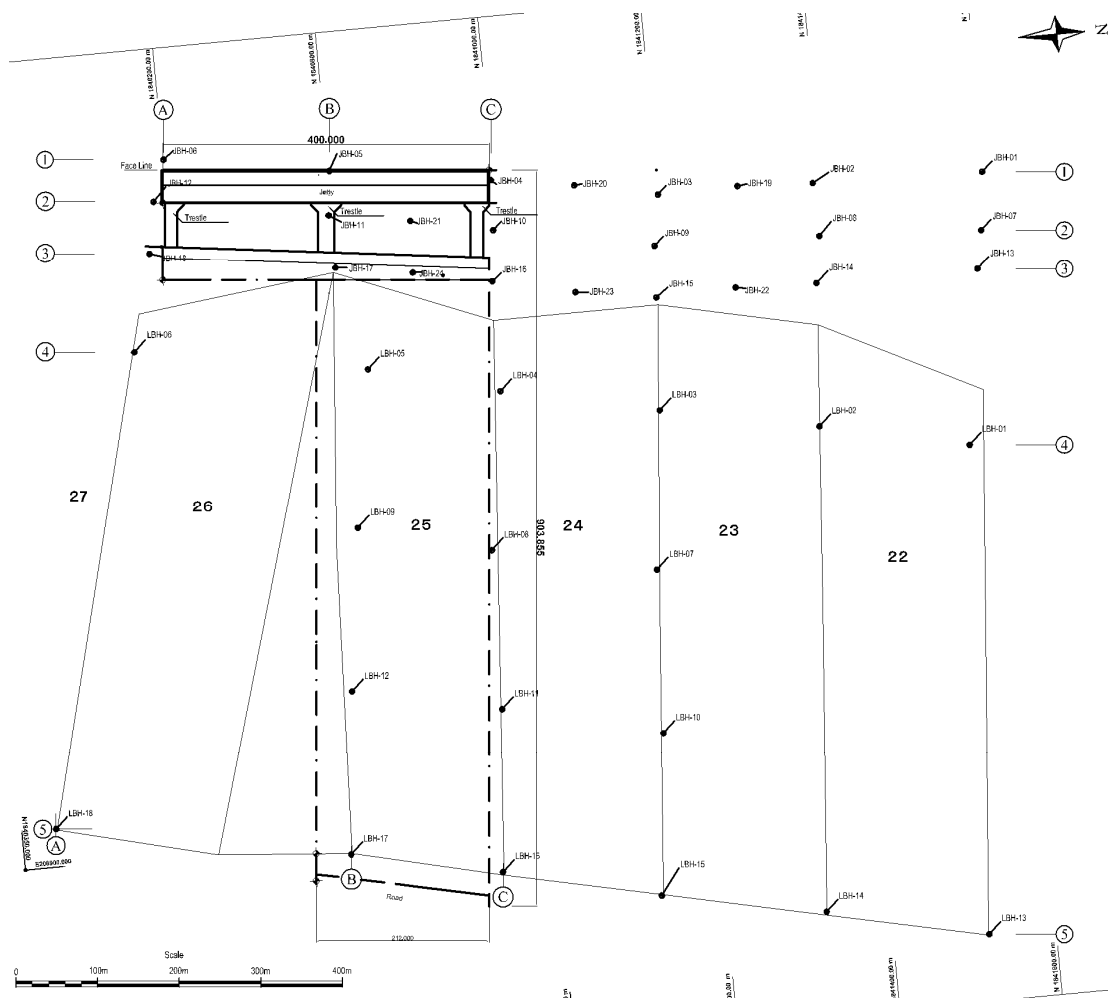
- 地震エリア：III
- 地域震度：0.20
- 重要度係数：1.25
- 地盤係数：1.2
- 構造物による低減係数：0.5

これらの係数より構造物に対する設計水平震度 (Kh) を算定すると、 $Kh=0.15$ となる。本設計では、鉛直震度は考慮しない。従って、 $Kv=0.0$ とする。

3) 土質条件

土質条件は、「REPORT ON SOIL INVESTIGATION FOR Part A DECEMBER 2012」の調査結果より設定した。

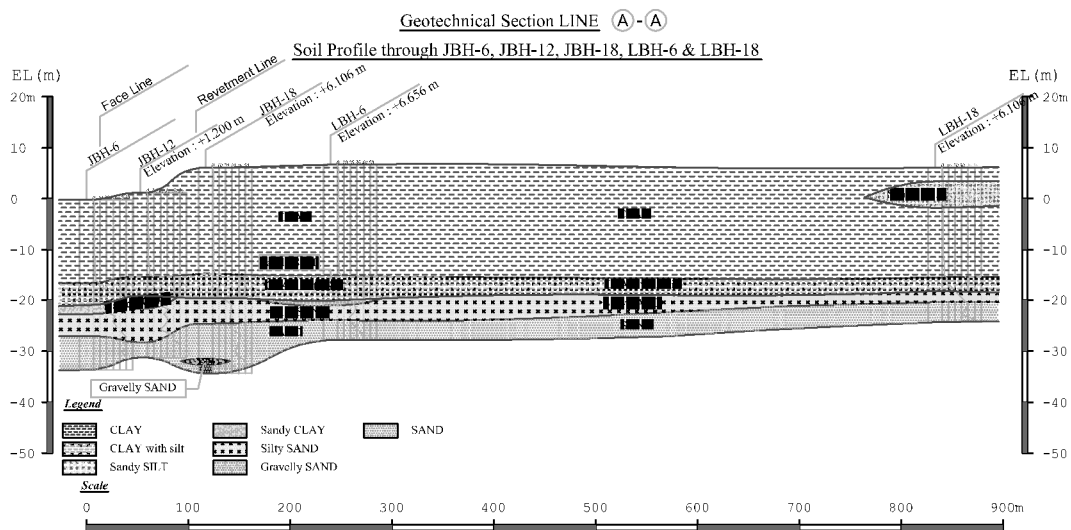
図 4.1-2 に土質調査位置図を示す。



出典：調査団作成

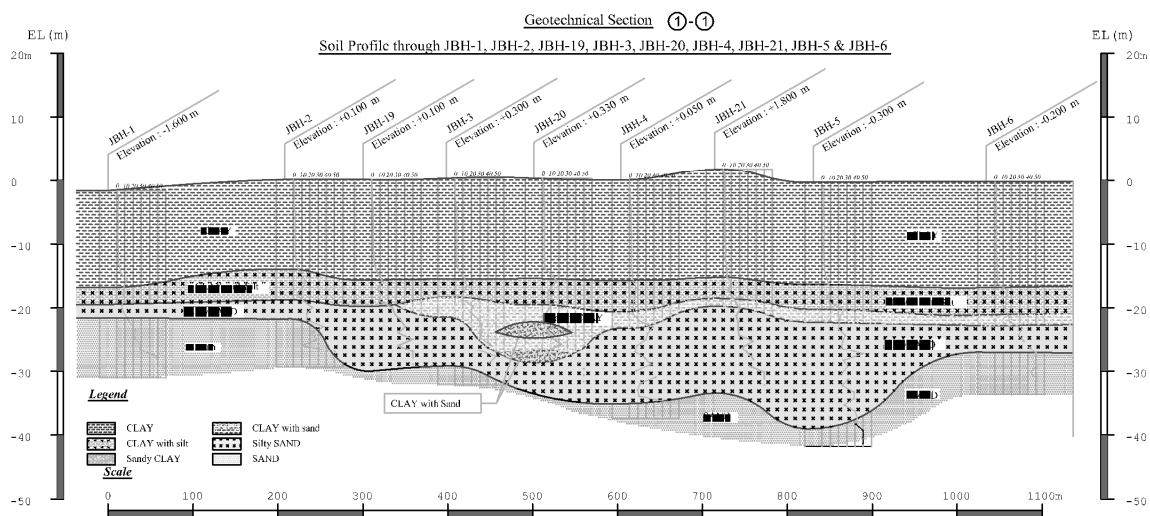
図 4.1-2 土質調査位置図

図 4.1-3~5 に、主な土層断面図を示す。



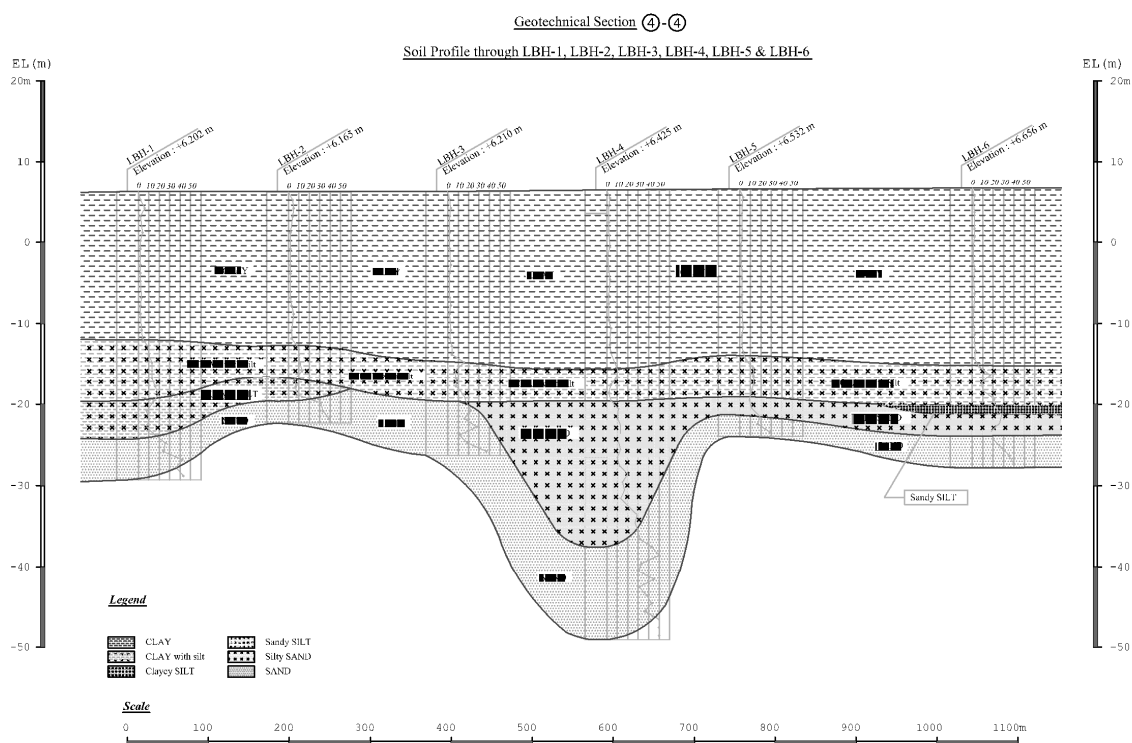
出典：調査団作成

図 4.1-3 土層縦断面図 A-A (河川側～陸上側)



出典：調査団作成

図 4.1-4 土層縦断面図 1-1 (河川側)



出典：調査団作成

図 4.1-5 土層縦断図 4-4 (陸上側)

土質調査結果を基にして河川側と陸上側に分けて土質定数を表4.1-2に示すとおり設定した。

河川側の土質定数は栈橋・連絡橋・護岸の設計に、陸上側の土質定数は地盤改良・陸上施設
の設計に使用した。

表 4.1-2 設計土質定数

河川側

No	土層名	標高 (m)	平均N値	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ(°)	単位体積重量		弾性係数 E (kN/m ²)
						γ(kN/m ³)	γ'(kN/m ³)	
1	CLAY	G.L -16.5	2	$C = -1.79 \cdot Z + 25.81$ (Z=0 at ±0.00)	-	17	7	1300
2	CLAY with silt	-16.5 -18.0	10	$C = -1.79 \cdot Z + 25.81$ (Z=0 at ±0.00)	-	19	9	6600
3	Silty CLAY	-18.0 -19.0	12	50	-	18	8	8000
4	Sandy SILT	-19.0 -19.5	25	50	-	18	8	16600
5	Sandy CLAY	-19.5 -20.0	16	50	-	19	9	10600
6	Sandy CLAY and CLAY with sand interbedded	-20.0 -22.0	17	50	-	19	9	11300
7	Silty SAND	-22.0 -39.0	30	-	32	19	10	21000
8	SAND	-39.0	40	-	34	20	10	28000

陸上側

No	土層名	標高 (m)	平均N値	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ(°)	単位体積重量		弾性係数 E (kN/m ²)
						γ(kN/m ³)	γ'(kN/m ³)	
1	CLAY	G.L -14.5	2	$C = -1.46 \cdot Z + 30.89$ (Z=0 at ±0.00)	-	17	7	1300
2	CLAY with silt	-14.5 -16.0	11	$C = -1.79 \cdot Z + 25.81$ (Z=0 at ±0.00)	-	19	9	7300
3	Sandy SILT	-16.0 -16.5	9	50	-	18	8	6000
4	Sandy CLAY	-16.5 -17.0	9	50	-	19	9	6000
5	Clayey SILT	-17.0 -17.5	10	50	-	18	8	6600
6	Silty CLAY	-17.5 -19.0	11	50	-	19	9	7300
7	Silty SAND	-19.0 -23.0	22	-	30	19	10	15400
8	SAND	-23.0	31	-	32	20	10	21700

出典：調査団作成

a) 荷重条件

i) 単位体積重量

各使用材料の単位体積重量を表 4.1-3 に示す。

表 4.1-3 材料の単位体積重量

材 料	単位体積重量 (kN/m ³)
鋼材	77.0
鉄筋コンクリート	24.0
無筋コンクリート	22.6
木材	7.8
アスファルトコンクリート	22.6
石材 (花こう岩)	26.0
石材 (砂岩)	25.0
砂、砂利および割ぐり石 (乾燥状態)	16.0
砂、砂利および割ぐり石 (湿潤状態)	18.0
砂、砂利および割ぐり石 (飽和状態)	20.0

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説

ii) 移動荷重

移動荷重として荷役機械の輪荷重を各使用場所に応じて考慮する。表 4.1-4 に荷役機械と荷重の使用箇所を示す。

詳細な輪荷重および車輪配置は各施設設計の項に示す。

表 4.1-4 荷役機械および使用場所

荷役機械	荷重の使用箇所
ガントリークレーン	栈橋
トラクタ・トレーラー	栈橋、連絡橋、コンテナヤード
リーチスタッカー	栈橋、連絡橋、コンテナヤード
RTG	コンテナヤード
フォークリフト	コンテナヤード
トラック	栈橋、連絡橋、コンテナヤード
オールテレレーンクレーン	栈橋、連絡橋

出典：調査団作成

b) 使用材料規格

使用材料の規格は、日本工業規格 (JIS) に準拠する。なお、ミャンマー国で入手可能な材料についてはミャンマー国の規格を使用する。

c) 設計基準

ミャンマー国で技術基準が整備されていない設計基準については、日本の設計基準に準拠して設計を行う。その他、BS、PIANC、EURO-CODE 等も必要に応じて参考とする。

下記に、主な使用基準および参考図書を示す。

- コンクリート標準示方書 土木学会 2008年3月
- 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会 2007年9月
- 海岸保全施設の技術上の基準・同解説 全国海岸協会 2004年6月
- 護岸の力学設計法 国土技術研究センター 2007年11月
- 道路構造令の解説と運用 日本道路協会 2004年2月
- 道路土工—軟弱地盤対策工指針 日本道路協会 2012年7月
- 道路橋示方書・同解説 日本道路協会 2012年3月
- 杭基礎設計便覧 日本道路協会 2007年1月
- 舗装設計便覧 日本道路協会 2006年2月

(2) 設計条件 (建築)

1) 設計基準・規格

建築設計に適用された基準・規格は以下のとおりである。

- Myanmar National Building Code 2012 (Draft) : MNBC 2012
- 建築基準法
- 日本工業規格 (JIS)

2) 設計のコンセプト

建築設計に関して以下のデザインコンセプトを考慮した。

a) シンプルな建築プラン

全ての建物はシンプルな機能性及び使い勝手を考慮して計画した。建物のプランは、必要な機能、利用従業員数、十分かつ適切なスペース等を反映して計画されている。建物プランについては設計図面を参照願います。

b) シンプルな建物形状

全ての建物はシンプルな形状をした近代的なデザインになっている。シンプルな建物平面から、建物の立面及び断面はシンプルな形状を表しており、建設及び維持管理に関して費用効率の良い建物となっている。

c) シンプルな構造設計

全ての建物はシンプルな構造となっている。多くの建物はスパンの大きな構造システムと大きな開口を必要とするため、大型フレームに適した鉄骨構造システムが採用されている。シンプルな建物形状から、強固で安全な構造設計がなされている。

d) 建設工期の短縮

5階建ての管理棟に関しては、工期短縮のため鉄筋コンクリート造に替えて鉄骨構造を採用した。建築物の建設工期は1年と数ヶ月に限られているため、短期間で完成するための建設工法を検討した結果、現場作業を減らしてプレファブ化された鉄骨構造とカーテンウォール外装工事を採用することにより建設工期の短縮を図ることとした。

e) メンテナンスフリー及び腐食防止

メンテナンスフリー及び塩害による腐食防止の観点から、金属部材の表面仕上げ材として耐候性に優れたフッ素樹脂塗料の採用を提案した。フッ素樹脂塗料は金属屋根材、金属壁材、外部に露出された鉄骨構造材等の表面塗装として提案した。建築物は海に近い位置に建設されるため塩害を受けやすく、長期間の使用に耐えるためには可能な限りメンテナンスフリーで腐食防止に優れた素材を使用することが推奨される。

f) 自然採光及び自然通風による省エネ

省エネのため、ほとんど全ての建物に対し、屋根面に設けたスカイライトからの自然採光と屋根頂部に設置した換気棟を利用した自然通風を提案した。管理棟に対しても、4階分の高さを持つ建物内部のアトリウム（中庭部）の天井屋根面に設置したスカイライトから自然採光を取り入れている。

4.2. ターミナル計画

4.2.1. ターミナルオペレーション

ティラワ地区港新コンテナターミナルの施設計画策定上必要なターミナルオペレーションの基本条件について以下に記述する。オペレーション上の基本条件としては、1)取扱貨物の規模と品種構成、2)本船の接岸方向、3)ターミナル荷役方式、4)ターミナル荷役能力(岸壁荷役能力、ヤード能力)、5)ターミナル施設の配置に関する基本計画、6)ターミナル内のマテリアルフローが挙げられる。

(1) 取扱貨物の規模と品種構成

①年間コンテナ取扱量：20万 TEU とする。

②品種構成及び品種別取扱量：

年間 20 万コンテナの取扱量を扱う時点、すなわち Phase I ターミナルがフル容量で稼働する時点においては、輸入実入りコンテナ 45%、輸出実入りコンテナ 45%、輸入空コンテナ 5%、輸出空コンテナ 5%の品種構成を前提とする。輸出コンテナの総量と輸入コンテナの総量は、それぞれ 50%でバランスするものとする。

現状のヤンゴン港での取扱コンテナの品種構成は、輸出については実入りコンテナ 35%、空コンテナ 15%であり、輸出入合わせて空コンテナの比率は 20%程度である。ヤンゴン港のコンテナ貨物流動は、輸入貨物量に対して輸出貨物量が少ない。

ティラワ地区港においては背後の SEZ からの輸出コンテナ貨物の取り扱いが中心に成ることが想定されるため、新ターミナルのヤード計画にあたっては、輸出コンテナ貨物量と輸入コンテナ貨物量がバランスするものと想定される。

ターミナル施設計画にあたっては、上記品種構成を本案として所要ヤード施設を計画し、参考として、現状の品種構成の場合への対応も検討する必要がある。品種別年間取扱量を表 4.2.1 に記載する。

表 4.2-1 計画品種構成

分類		計画品種構成		現状の品種構成	
		構成率(%)	取扱量(TEU/年)	構成率(%)	取扱量(TEU/年)
輸入	実入りコンテナ	45%	90,000	45%	90,000
	空コンテナ	5%	10,000	5%	10,000
輸出	実入りコンテナ	45%	90,000	35%	70,000
	空コンテナ	5%	10,000	15%	30,000
合計		100%	200,000	100%	200,000

出典：調査団作成

(2) 本船の接岸方向

本計画における本船接岸方向は入船右舷着棧を基本とする。

一般的に接岸方向は潮流によって異なる。現状のタグボートの能力では向潮の状況で着棧するのが最も安全な着棧方法であるとされている。大部分のコンテナ船は、喫水が深いため上げ潮のタイミングを捉えて入港して来る。この場合、潮流の変化を見た上で向潮のタイミングで着棧するか、上げ潮が続く場合は回頭して左舷着けするかしている。従って、河川側の事情からすると右舷、左舷両方の着棧が考えられる。

一方陸側の条件からは、ミャンマー国の車両通行規則は道路右側通行となっているため、主に車両が進入して来る方向がターミナルの北側からであることを考慮すると、陸側車両はターミナルゲートの右側からターミナルに進入し、反時計回りでターミナル内を通行しヤードまで到達し、ゲートの左側から退出するのが最も安全で効率的な（車両の交差が少ない）運行方法である。このことは海側荷役における車両は時計回りに通行することを意味する。

離着岸作業の安全性及び作業能率向上を目的として、ティラワ地区港拡張 Phase2 においてタグボートの増強を計画している状況から、将来離着岸作業における潮流の影響は緩和されると

考えられる。以上の状況に鑑み、本計画では陸側の条件及びそれに伴うターミナル内の車両運行の安全性を優先し、本船着棧方向は原則右舷着けとする。

なお、左舷付けされた本船の荷役は、岸壁とヤード間（護岸背後）に設置されたトレーラー通路を使用することにより、海側荷役用車両の回頭を容易に（Uターンすること無しに）行うことが可能である。

(3) ターミナル荷役方式

1) 岸壁荷役方式

岸壁荷役方式については、先に実施された基本計画(FS)段階で既に QGC 方式に決定されているため、本施設計画においてもその方式を踏襲する。ターミナル供用初期段階において、ティラワ地区 SEZ に向けた建設機材等で重量貨物の荷役を行う可能性があるため、200ton MHC (Mobile Harbor Crane) をオペレーターが導入することが想定される。これに対応するため、200ton MHC のオペレーションが可能な岸壁エプロンが計画されている。

2) ヤード荷役方式

ヤード荷役方式については、先に実施された基本計画(FS)段階で既に RTG 方式に決定されているため、本施設計画においてもその方式を踏襲する。ミャンマー国の輸出入貨物通関制度の影響によりターミナル敷地内に貨物検査スペースを確保する必要がある。このため、Phase I 段階においては、ヤード蔵置スペースが限られている。従って蔵置容量を確保するため、ヤード最大スタッキング高さは5段(1-over-5)を計画する必要がある(4.2.2 (1)「コンテナヤード」参照)。

また、本ターミナルは供用初期段階において(状況如何ではかなり長期間にわたって)コンテナ専用埠頭ではなく一般貨物(自動車、鋼材、建設資材、機械類等)も含めた多目的ターミナルとして運用される可能性が高い。従って RTG ヤードは、最終的には 20 万 TEU のコンテナを取扱う能力を持ちながらも、コンテナ貨物が少ない場合は一般貨物も取り扱えるよう柔軟な運用が可能な設計をする必要がある。このため、RTG ヤードの約半分のスペースは、コンテナ専用ではなく一般貨物、さらに必要に応じて空コンテナの蔵置できるような舗装構造にしている。

(4) ターミナル荷役能力

1) 岸壁荷役能力

Phase I 段階の岸壁荷役能力については、先に実施された基本計画(FS)段階で既に 2 バースの建設と QGC2 基が決定されていることから、所要貨物取扱量 20 万 TEU/年を取扱うためにネックになることは無いと考えられる。従って本項においては、岸壁荷役能力に影響する基本諸元を設定し、Phase I では岸壁能力がどの程度余裕があるのか、Phase II ではバース数の増強は計画されていないため、将来岸壁能力 (40 万 TEU) を確保するため Phase II 実現時までどの様

な課題を解決しておかなければならないかを明確にすることとする（表 4.2-2 参照）。

①荷役ロット：現状の1寄港当りのコンテナ取扱量は、年間30万TEUのコンテナを扱っているAWPTで1,200TEU程度であり、ティラワ地区港新ターミナルが将来20万TEUを扱った場合同程度の荷役ロットになるであろう。また、20ftと40ftコンテナの比率は2:1であり、TEUファクターに換算して1.33程度である。将来40ftコンテナの比率が増加した場合、TEUファクターは上がる可能性があるが、本計画では現状と同等とする。

②荷役能率等：Phase I計画ではQGCは2バースに対して2基設置、荷役能率は25Box/時間を想定している。民間オペレーターがターミナルの運営を行うことを前提にするならば、この能率値は達成できる可能性がある。また、ヤンゴン港(河川港)の特徴として、夜間のパイロットページは行われていない実態を踏まえ、荷役終了後寄港船の平均汐待時間は12時間程度と想定される。従って1寄港船当りの平均荷役時間は23時間、平均接岸時間は35時間程度であると想定される。その結果、バース時間あたりの荷役能率(Vessel Productivity)は25.7Box/Hour(Berth)程度であると想定される。

表 4.2-2 ティラワ地区港新ターミナル岸壁能力計算表

No.	能力諸元	記号	単位					
荷役ロット								
1.	Parcel Size	(a)	TEU/Call	1,200				
		(b)	Box/Call	900				
2.	TEU Factor	(c)		1.3333333				
クレーン基数、荷役時間、荷役能率								
3.	クレーン基数	(d)	基	2				
4.	荷役能率	(e)	Box/時間/基	25				
5.	クレーン利用効率	(f)		0.9				
6.	1日当たりのクレーンの稼働時間	(g)	時間/日	21				
7.	岸壁荷役時間率	(h)	(g)/24時間	0.875				
8.	1寄港あたりの荷役時間	(i)	時間/Call	22.9				
9.	平均潮待ち時間 (含荷役開始前後のアイドル時間)	(j)	時間/Call	12.0				
				34.9				
10.	1寄港あたりの接岸時間	(k)	時間/Call	34.9				
ターミナル稼働時間								
11.	ターミナル稼働日数	(l)	日/年	365				
12.	バース接岸率(BOR)	(m)	%	0.5	0.6	0.7	0.8	
13.	総バース時間(時間/年)	(n)=	(l)*(m)*24	4,380	5,256	6,132	7,008	
年間寄港船舶数								
14.	年間寄港船舶数(隻/年)	(o)=	(n)/(k)	126	151	176	201	
岸壁荷役能力								
15.	バース当たり荷役能力(TEU/年/Berth)	(p)=	(a)*(o)	150,787	180,944	211,102	241,259	

出典：調査団作成

③ターミナル稼働時間及び年間寄港船舶数：ターミナル稼働時間はBORに依存する。通常極端な岸壁待ち時間を避ける意味からコンテナターミナルのBORは60%に設定される。従って、年間の総バース時間は5,256時間程度と考えられ、結果として年間寄港船舶数は151隻程度である。

上記①から③迄の能率諸元を前提にすると、バースあたりの岸壁荷役能力は 18 万 TEU 程度であると想定される。ヤンゴン港においては QGC が設置されていないターミナルも多く、寄港コンテナ船舶の約 50%はシップギヤー装備の船舶である。従って、QGC 荷役の補完として QGC が設置されていない方のバースにおいて、シップギヤーによる荷役を行うことにより、2 万 TEU 程度のコンテナの荷役は十分可能であり、2 バース合計して年間 20 万 TEU 程度の取扱能力は確保されるものと考えられる。

然しながら、Phase II において QGC をさらに 2 基増設したとしても、1 バース当たり 18 万 TEU の能力では年間 40 万 TEU のコンテナを取扱うことは難しい。従って、将来 40 万 TEU の能力が必要になる時までに、40ft コンテナが増加していること、荷役ロットが増加していること等の外的な条件のみならず、夜間パイロットの実施による平均汐待ち時間の減少、バース運営の効率化による BOR の向上、QGC の 5 基体制 (2 バース) 等、港湾側も能力向上対策を実現して行く必要がある。

2) ヤード能力

所要年間取扱量 20 万 TEU に対応可能な能力を持つヤード施設設計のために必要なオペレーション関連事項については、次項 4.2.2. (1) 「コンテナヤード」において記載する。

(5) ターミナル施設の配置に関する基本計画

Phase I のコンテナヤード全体の施設配置計画図を図 4.2.1-1 に記載する。ティラワ地区港における Phase I ターミナルは、南北方向の幅 212m、東西方向の長さ 793m (Plot25 敷地北端辺) のほぼ長方形の敷地内に陸側施設が建設される。この敷地の西側 (河川側) に栈橋式岸壁及び連絡橋が張出し建設される。

1) 南北方向の配置

表 4.2-3 にコンテナヤードの南北方向の施設配置を記載する。敷地の南から Plot 25/26 間の境界エリア(5.0m)、4 車線の南側トレーラー通路(14.0m)、RTG の南側移動レーン(16.0m)、ヤード蔵置ブロック(142.5m)、RTG の北側移動レーン(14.5m)、3 車線の北側トレーラー通路(10.5m)、そしてプロット 24/25 間の境界エリア(9.5m)が配置される。

本計画においてはトレーラーの通路は 1 車線の幅員は 3.5m に統一されている。また、コンテナ蔵置ブロック(Dry Container)の寸法は、コンテナ長さ方向は 1TEU 当り 6.5m のピッチで、幅方向は 2.5m ピッチで計画している。本計画において各施設の所要寸法を割付けていった結果、コンテナ蔵置ブロックの長さは 22TEU になる。Plot24/25 間の境界エリアは、排水溝、配管スペース、電源ケーブルスペースを設計した結果 9.5m の幅が必要であるとの結論に至っている。ヤードブロックの南側及び北側の RTG 移動レーンの寸法決定等技術的根拠については、次項 4.2.2. (1) 「コンテナヤード」において詳述する。

表 4.2-3 南北方向の施設配置(南から北へ)

	施設名称	用途	施設寸法(m)	構成比
1	プロット25/26境界エリヤ	緑地帯	5.0	2%
2	プロット25南側通路	構内トレーラー通路(4車線x3.5m=14.0m)	14.0	7%
3	RTG移動レーン(南側)	RTG移動レーン、RTGとトレーラーの干渉防止スペース	16.0	8%
4	ヤードブロック	コンテナ蔵置エリヤ(22ブロックx6.5m-コンテナ間隔0.5m=142.5m)	142.5	67%
5	RTG移動レーン(北側)	RTG移動レーン、RTGとトレーラーの干渉スペース	14.5	7%
6	プロット25北側通路	構内トレーラー通路(3車線x3.5m=10.5m)	10.5	5%
7	プロット24/25境界エリヤ	排水溝、配管スペース、電源ケーブル敷設スペース	9.5	4%
	合計		212.0	100%

出典：調査団作成

2) 東西方向の配置

表 4.2-4 にコンテナヤードの東西方向の施設配置を記載する。敷地の西（河岸）から東（公共道路）に向かって栈橋型の岸壁及び連絡橋、コンテナヤード及び通路、税関検査関連ヤード、CFS、ゲート、管理棟、ユーティリティ関連施設、及び道路境界等の施設が配置される。

表 4.2-4 東西方向の施設配置(Plot25の北端での寸法：西から東へ)

	施設名称	用途	施設寸法(m)	構成比		
栈橋敷岸壁及び連絡橋部分						
1	岸壁エプロン	岸壁荷役	40.00	106.6	4%	12%
2	連絡橋(トレッセル)	岸壁とヤード管の連絡通路	66.57			
コンテナヤード、通路、護岸部分						
3	護岸/ヤード間の通路等	護岸/ヤード間の通路、特殊コンテナの蔵置	28.77	459.20	3%	51%
4	コンテナヤード	突入りコンテナ、Reeferコンテナの蔵置	272.00		30%	
5	メンテナンスエリヤ通路	車両の通路	4.50		1%	
6	荷役機器メンテナンスエリヤ	荷役機械・コンテナメンテナンス、重量貨物の保管	60.00		7%	
7	空コンテナヤード通路	コンテナ車両の通路、メンテナンス用荷役機械通路	8.00		1%	
8	空コンテナヤード	空コンテナヤード、第2ゲート	74.43		8%	
9	南北方向メイン通路(2)	コンテナ車両通路(3車線)	11.50		1%	
税関検査関連ヤード、通路						
10	税関ヤード	X線検査装置設置、税関検査用車両駐車スペース	96.50		111.50	
11	南北方向メイン通路(1)	コンテナ車両通路(4車線)	15.00	2%		
CFS、ゲート、管理棟及びユーティリティ施設						
12	CFS横のスペース	税関駐車場等	8.50	175.50	1%	20%
13	CFD及びメインゲート	CFD、メインゲート	104.00		12%	
14	CFS通路	CFSを使用する外部トラック進入通路	18.50		2%	
15	管理棟、冷却塔、給水、受電施設	冷却塔、給水、受電施設、管理棟	44.50		5%	
道路境界等						
16	道路境界その他	緑地、通路、その他	46.61	5%	5%	
	合計		899.38	100%		

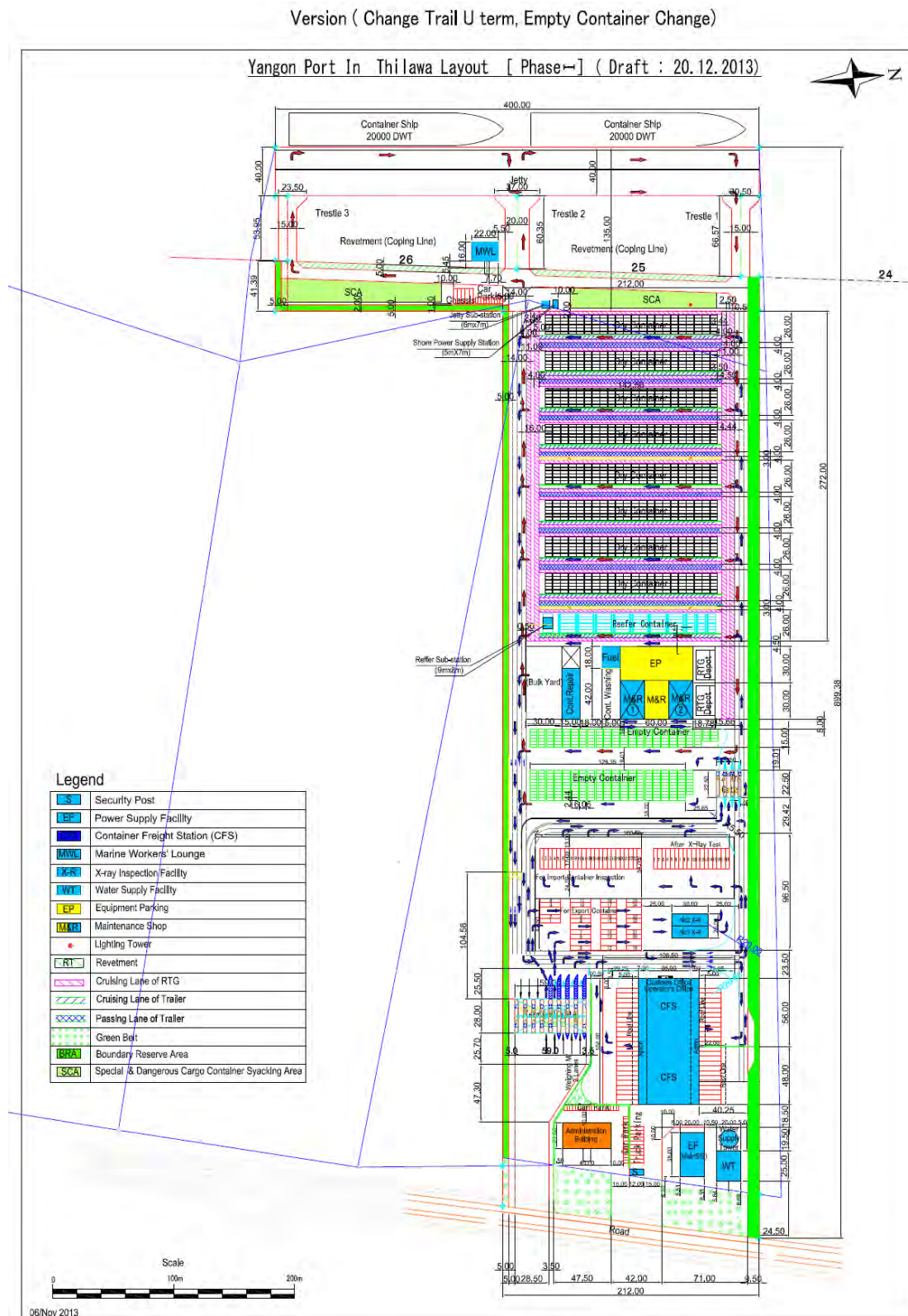
出典：調査団作成

ティラワ地区港ターミナルの東西方向の施設配置設定にあたって、オペレーションの条件から考慮すべき事項を以下に挙げる。

a) 河川護岸構造部とヤードとの距離と空き地の活用

Plot23～Plot26 にかけて岸壁長 800m をコンテナターミナルとして開発することがティラワ地区港における敷地の条件として規定されている。一方、港湾計画上岸壁法線は河岸に平行で

はなく、岸壁と河岸との距離は Plot23 側が最も小さく、南に行くほど大きくなっている。



出典：調査団作成

図 4.2-1 ティラワ地区港新ターミナル施設配置図(Phase 1)

この結果、Plot25 の最北端において約 28m、最南端部において約 41m の間隔がある。Phase I の配置計画では、この護岸構造部とヤード間の空き地部分を、トレーラー通路と DG コンテナ等特殊コンテナの蔵置用のスペースに活用する。特にこの通路については、左舷着け本船荷役時の海側荷役トレーラーの回頭用通路、及び Plot26 岸壁とヤード間のコンテナ輸送経路として活用されることが想定され、ターミナルオペレーション上重要な機能を担うことになる。

b) Reefer コンテナヤードと荷役機器メンテナンス棟の隣接

Reefer コンテナの計器管理及び給電機器の整備と荷役機器メンテナンスとはターミナル運営組織上同一の部門が担当することが想定される。このことから、両方の施設については近接した配置とすることで計画している。

c) 税関貨物検査施設のターミナル内での配置

ミャンマー国の通関制度の下では、輸出入貨物の通関手続のうち貨物検査はターミナルに配属された税関職員により行われ、X 線検査装置及び開被検査棟等の貨物検査に必要な施設がターミナルに配備される必要がある。貨物検査は、輸出貨物についてはゲート通過からヤードに搬入されるまでの間、輸入貨物についてはヤードから取出したのち搬出までの間に行われる。貨物検査に係る各施設の規模及び配置の技術的根拠については、次項 4.2.2. (5) 「X 線検査と税関関連施設」に詳述するが、税関貨物検査施設は、基本的にコンテナヤードとゲート施設の間に配置されることになる。

d) 第 2 ゲートの設置と SOLAS 条約に適合する保安区域

輸出入貨物の貨物検査がゲート(メインゲート)とヤードとの間で行われることになるため、メインゲートで通過トラックのドライバーに対するコンテナヤード行先指示、及び RTG に対する荷役作業指示を行うことによる効率的な(リアルタイムの)ターミナルオペレーションは期待できない。従って、検査終了後コンテナがヤードに搬入される時点でドライバーに対する作業指示を行うことが必要になる。この目的のために、ヤード搬入口荷役第 2 ゲートを設置することにする。

SOLAS 条約に対応するための保安区域としては第 2 ゲートを起点にして南北に延長するラインを境界ラインとする。

(6) ターミナル内のマテリアルフロー

コンテナターミナルは本来標準化された港湾荷役プロセスであり、ターミナル内の貨物フローは単純なものである。然しながら、ミャンマー国においては税関貨物検査が各ターミナルに配置されているという通関制度の事情により、ターミナル内部のコンテナ貨物の流れは、書類検査のみで輸出入検査が終了するもの(Green Category)から、X 線検査が必要なもの(Yellow Category)及び開被検査が必要なもの(Red Category)まで、税関検査の内容により複雑に分岐している。輸出入貨物のそれぞれについて、検査内容(カテゴリー)別の比率を表 4.2-5 に示している。

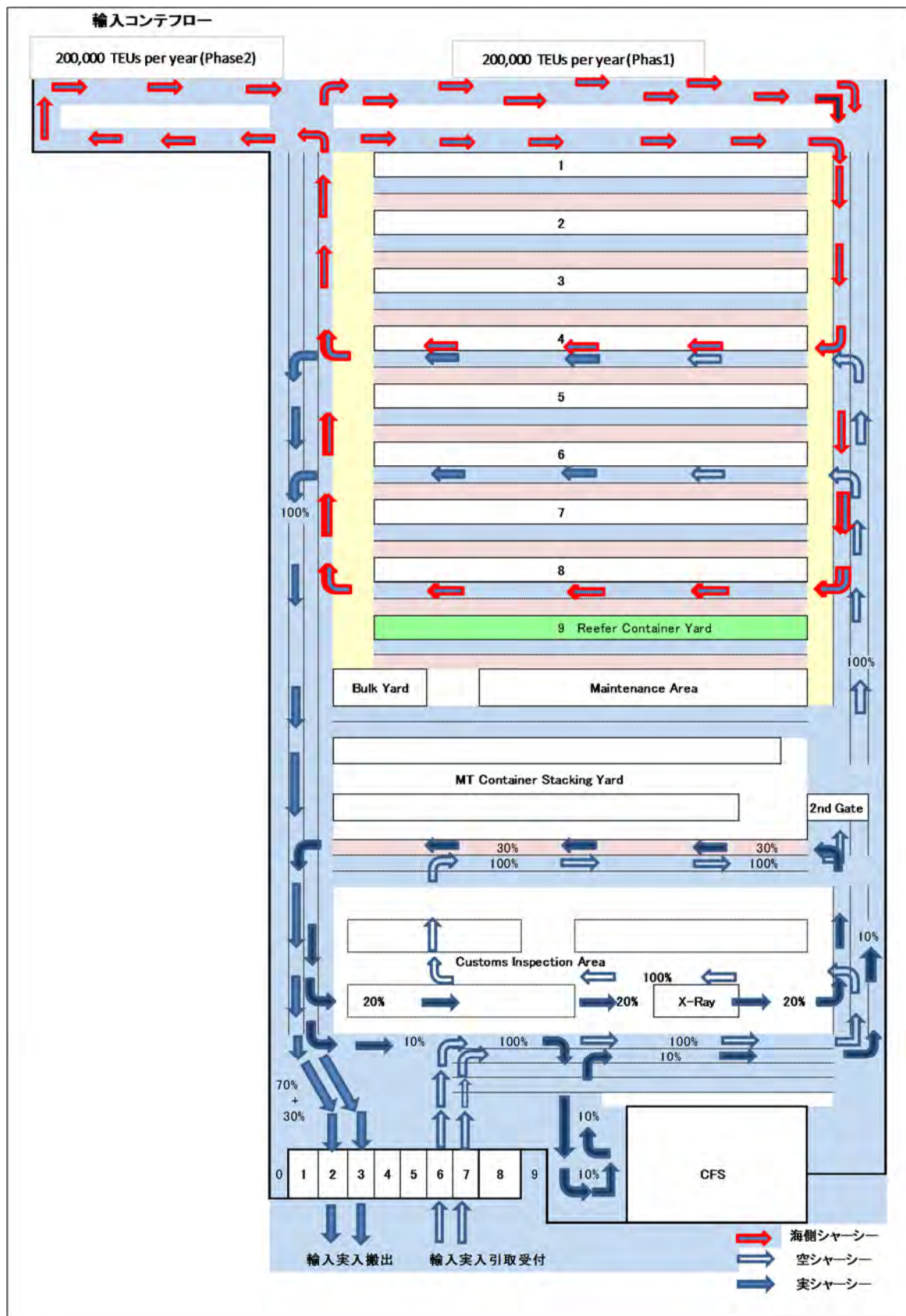
特に輸入コンテナ貨物について、現状は50%以上のコンテナに対して開被検査が行われているが、将来は10%の目標水準まで開被検査の比率を下げ、貨物検査を簡易化する試みが行われている。このような状況に鑑み、カテゴリー別の検査比率については簡素化されることを前提にターミナルの施設計画を計画している。

表 4.2-5 税関貨物検査内容(カテゴリー)別の比率

貨物検査カテゴリー	検査内容	輸入コンテナ	輸出コンテナ
(1) Green	書類審査により輸出入許可	70%	0%
(2) Yellow	書類審査後、X線検査を必要とする。	20%	90%
(3) Red	書類審査後、開被検査を必要とする。	10%	10%

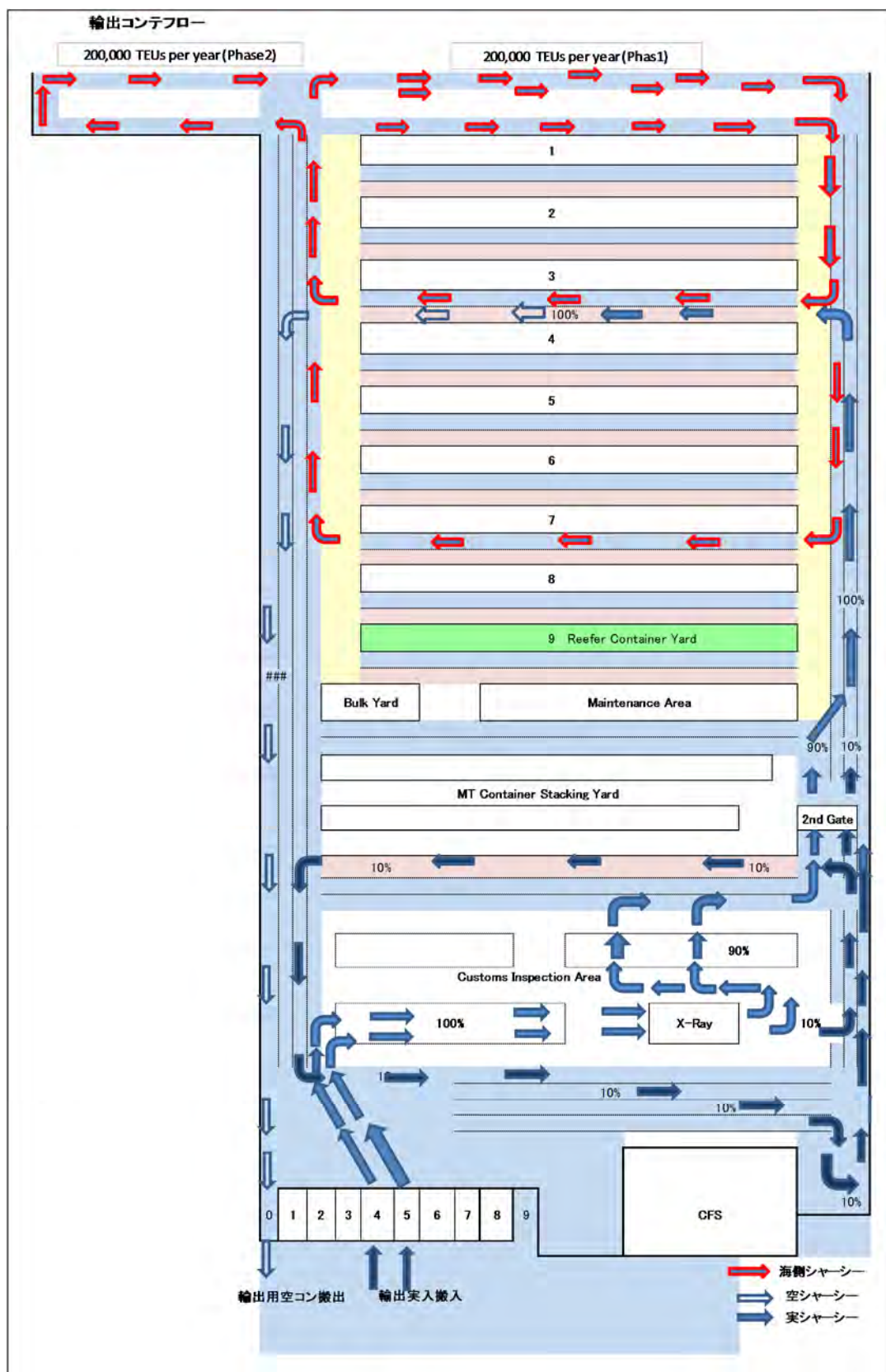
出典：調査団作成

上記検査比率に基づいたターミナル内のマテリアルフローについて図 4.2-2（輸入コンテナ）及び図 4.2-3（輸出コンテナ）に記載する。



出典：調査団作成

図 4.2-2 輸入コンテナフロー(Phase I)



出典：調査団作成

図 4.2-3 輸出コンテナフロー(Phase I)

4.2.2. 基本施設の規模と配置

(1) コンテナヤード

コンテナヤードの計画にあたって検討すべき主な事項は、どれだけの規模の蔵置ヤードを保有するか、すなわちヤード蔵置能力の検討と、その蔵置ヤードをターミナル内のどこにするか、即ち蔵置ヤードの配置の検討である。既に F/S の段階で主要ヤード荷役方式は RTG 方式に、また空コンテナヤードはリーチスタッカーで荷役することで計画されているので、本詳細設計の段階では荷役方式の選定（RTG 方式、STR 方式、Top Lifter 方式等）の検討は行わない。

1) ヤード蔵置能力

a) 計画前提

①年間コンテナ取扱量：20 万 TEU とする。

②品種構成及び品種別年間取扱量（4.2.1「ターミナルオペレーション」参照）：

年間 20 万コンテナの取扱量を扱う時点、すなわち Phase1 I ターミナルがフル容量で稼働する時点においては、輸入実入りコンテナ 45%、輸出実入りコンテナ 45%、輸入空コンテナ 5%、輸出空コンテナ 5%の品種構成を前提とする。輸出コンテナの総量と輸入コンテナの総量は、それぞれ 50%でバランスするものとする。現状のヤンゴン港での取扱コンテナの品種構成は、輸出については実入りコンテナ 35%、空コンテナ 15%であり、輸入貨物量に対して、輸出貨物量が少ない。これは、空コンテナの比率は現状では 20%程度であることを意味するが、今回のヤード計画検討にあたっては、上記品種構成を本案として所要ヤード施設を計画し、参考として、現状の品種構成の場合への対応も検討している(表 4.2-6 参照)。

表 4.2-6 計画品種構成

分類		計画品種構成		現状の品種構成	
		構成率(%)	取扱量(TEU/年)	構成率(%)	取扱量(TEU/年)
輸入	実入りコンテナ	45%	90,000	45%	90,000
	空コンテナ	5%	10,000	5%	10,000
輸出	実入りコンテナ	45%	90,000	35%	70,000
	空コンテナ	5%	10,000	15%	30,000
合計		100%	200,000	100%	200,000

出典：調査団作成

③コンテナ平均在庫期間：

輸出入コンテナとも実入りコンテナは 7 日間、空コンテナは 14 日間、リーファーコンテナは 4 日間で計画する。表 4.2-7 に記載しているように、現状のヤンゴン港においては平均在庫期間はさらに長い値を示しているが、実入コンテナについては国際的な標準値を採用する。また空コンテナについてはティラワ地区港における新ターミナルでは、工業団地若しくは消費地に近い位置に立地する ICD を活用することになる可能性が高く、港頭地区での空コンテナの蔵置は直接輸出入されるものを対象にすることが主流であると考えられることから、計画在庫期

間を 14 日と計画する。

表 4.2-7 コンテナ平均在庫期間

分類		平均在庫期間(日)	
		計画在庫期間	現状の在庫期間
輸入	実入りコンテナ	7	7~12
	空コンテナ	14	14~15
輸出	実入りコンテナ	7	7~10
	空コンテナ	14	14~15
リーファーコンテナ		4	4~7

出典：調査団作成

④ヤード利用効率：

実入りコンテナについては 65%とする（表 4.2-8 参照）。

空コンテナの場合、ロット管理になること、及び外部の ICD の利用が可能であることから、ピーク率を下げる事が可能であり、ヤード利用効率は改善される可能性が高いと考えられる。従って、空コンテナのヤード利用効率を 70%とする。

表 4.2-8 コンテナヤード利用効率

分類	スタッキング高さ	効率的なオペレーション上必要な利用効率			ピーク率 (d)	ヤード利用効率 (e) (%) (e)=(c)/(d)	計画ヤード利用効率 (%)
		空きスペース (a) (TEU/Bay)	蔵置容量 (b) (TEU/Bay)	利用率 (c) (%) (c)=((b)-(a))/(b)			
実入りコンテナ	1-over-5	4	30	87%	1.3	66.7%	65%
	1-over-4	3	24	88%	1.3	67.3%	
リーファーコンテナ	1-over-3	2	18	89%	1.3	68.4%	
空コンテナ	Five tiers						70%

出典：調査団作成

⑤ヤードブロックのサイズ：22 列×6 列×5 段(1-over-5)とする。

b) ヤード蔵置能力と所要蔵置容量

i) 実入コンテナのヤード能力と所要蔵置ブロック数

上記の計画前提のもとに 1 ブロック当たりのヤード能力は、輸入コンテナで 22,000～13,000TEU/年（平均在庫期間 7～12 日）、輸出コンテナで 22,000～16,000TEU/年（平均在庫期間 7～10 日）と想定される。平均在庫期間の計画値(7 日)を前提とした場合でも、180,000TEU/年の実入コンテナ取扱量を充足するためには、所要ブロック数は 9 ブロックとなる（表 4.2-9 参照）。然しながら、Reefer コンテナ専用ヤード 1 ブロックの能力(約 15,000TEU/年/ブロック)を考慮すると、実際に実入コンテナ(Dry)の所要ブロックはもう少し少なくなり、8 ブロック程度であると考えられる（表 4.2-10 参照）。但しこの場合、実入コンテナの平均在庫期間は国際標準並みの 7 日間で運営することが前提である。

表 4.2-9 コンテナヤード能力と所要ブロック数

コンテナの種類	輸入実入り コンテナ(Dry)	輸出実入り コンテナ(Dry)	Reefer コンテナ
品種構成内訳(%)	45%	45%	(外数)
取扱量前提(TEU/Year) (a)	90,000	90,000	(外数)
コンテナ在庫期間(日)	7 ~ 12	7 ~ 10	4 ~ 7
在庫回転率(回/年) (b)	52.14 ~ 30.42	52.14 ~ 36.50	91.25 ~ 52.14
Block当たりの蔵置能力			
Bay数 (TEU)	22	22	17
Block内列数(Raw)	6	6	6
Ground Slot数 (TEU)	132	132	102
最大スタッキング高さ (Tier)	5	5	3
Block当たりの蔵置能力 (TEU) (c)	660	660	306
ヤード利用率(%) (d)	65%	65%	65%
Block当たりのヤード能力(TEU/Year/Block) (e) (e) = (b) * (c) * (d)	22,000 ~ 13,000	22,000 ~ 16,000	18,000 ~ 10,000
所要ブロック数 (f)			
コンテナの種類別所要Block数 (f) = (a) / (e)	4.09 ~ 6.92	4.09 ~ 5.63	
所要Block数合計(計算値)	実入コンテナ: 8.18 ~ 12.55		Reeferコンテナ:
所要Block数合計(Round up値)	実入コンテナ: 9 ~ 13		1

出典：調査団作成

表 4.2-10 実入コンテナ(Dry)所要ブロック数

ターミナルコンテナ総取扱量(TEU)		200,000		
コンテナの種類		輸入実入り コンテナ(Dry)	輸出実入り コンテナ(Dry)	Reefer コンテナ
取扱量(TEU/Year)	実入コンテナ合計	180,000		
	Dry / Reefer内訳 (a)	165,000		15,000
コンテナ在庫期間(日)		7		4
在庫回転率(回/年) (b)		52.14		91.25
Block当たりの蔵置能力 (TEU) (c)		660		306
ヤード利用率(%) (d)		65%		65%
Block当たりのヤード能力(TEU/Year/Block) (e) (e) = (b) * (c) * (d)		22,000		18,000
所要ブロック数 (f)				
コンテナの所要Block数 (f) = (a) / (e)		実入コンテナ:	7.50	
所要Block数合計(Round up値)		実入コンテナ:	8	1

出典：調査団作成

ii) 空コンテナのヤード能力と所要蔵置グラウンドスロット数

空コンテナの計画取扱量 20,000TEU/年(総取扱量の 10%)を充足する空コンテナ蔵置ヤードは、上記の計画前提のもとに算出した場合、所要グラウンドスロット数としては 220TEU-GS 程度あれば十分である (表 4.2-11 参照)。

しかしながら、空コンテナ比率が高い値で推移した場合、所要グラウンドスロット数は増加する。例えば、空コンテナ比率が 15%(30,000TEU/年)の場合、329TEU-GS 必要になり、20%(40,000TEU/年)の場合 438TEU-GS のグラウンドスロットが必要になる (表 4.2.1-1-6 参照)。

但し、実入コンテナ比率と空コンテナ比率の合計は 100%であり、両者はトレードオフの関係にある。従って、空コンテナの比率が増加することは、実入コンテナの比率が減少することになり、両者の最大取扱量に対応したヤード能力を同時に配備する必要は無い。空コンテナヤードの所要グラウンドスロット数算定の目安として、実入コンテナ及び空コンテナのそれぞれの比率の変動に対応した、品種別取扱コンテナ量、所要ブロック数、所要グラウンドスロット数を表 4.2-12 に記載する。

表 4.2-11 空コンテナヤードの所要グラウンドスロット数

前提条件(空コンテナ)									
最大スタッキング高さ(Tier)	(a)	5							
ヤード利用率(%)	(b)	70%							
コンテナ在庫期間(日)	(c)	14							
在庫回転率(回/年) (d)=365/(c)	(d)	26.1							
所要取扱量									
ターミナルコンテナ取扱量(TEU/Year)	(e)	200,000							
空コンテナ比率(%)	(f)	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	22%
空コンテナ取扱量(TEU/Year) (g)=(e)*(f)	(g)	20,000	24,000	28,000	30,000	32,000	36,000	40,000	44,000
所要Ground Slot数(TEU) (h)=(g)/(d)/{(a)*(b)}	(h)	219	263	307	329	351	395	438	482

出典：調査団作成

この表からも分かるように、空コンテナの比率が 15%を超えると、すなわち実入コンテナの比率が 85%以下になると、実入コンテナの所要ブロック数はリファーコンテナヤード 1 ブロックと、Dry コンテナヤードの所要ブロック数は 7 ブロックで足りることになり、実入りコンテナヤード 1 ブロックを空コンテナの蔵置に流用することも可能になる。従って、空コンテナヤードの経済的な所要蔵置容量を空コンテナ比率 15%に対応し得るグラウンドスロット数、約 330TEU-GS と設定する。

表 4.2-12 コンテナヤードの所要ブロック数所要グラウンドスロット数

ターミナルコンテナ総取扱量(TEU/Year)		200,000							
品種別取扱量									
品種構成内訳(%)									
実入りコンテナ		90%	88%	86%	85%	84%	82%	80%	78%
空コンテナ		10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	22%
品種別取扱量(TEU/Year)									
実入りコンテナ合計		180,000	176,000	172,000	170,000	168,000	164,000	160,000	156,000
輸入/輸出実入りコンテナ (a1)		165,000	161,000	157,000	155,000	153,000	149,000	145,000	141,000
Reeferコンテナ		15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
空コンテナ合計 (a2)		20,000	24,000	28,000	30,000	32,000	36,000	40,000	44,000
実入りコンテナ(Dry)所要ブロック数									
コンテナ在庫期間(日)									
実入りコンテナ		7							
空コンテナ		14							
在庫回転率(回/年)									
実入りコンテナ (b)		52.1							
空コンテナ		26.1							
実入りコンテナ所要ブロック数									
輸出入コンテナのBlock当たりのヤード能力 (TEU/Year/Block) (e) = (b) * (c) * (d)									
輸出入コンテナBlock当たりの蔵置能力 (TEU) (c)		660							
ヤード利用率(%) (d)		65%							
Block当たりのヤード能力(TEU/Year/Block) (e)		22,369							
輸出入コンテナ所要ブロック数									
コンテナの所要Block数 (f) = (a) / (e)		7.38	7.20	7.02	6.93	6.84	6.66	6.48	6.30
所要Block数合計(Round up値)		8	8	8	7	7	7	7	7
Reeferコンテナの所要ブロック数		1	1	1	1	1	1	1	1
空コンテナ所要Ground Slot数									
前提条件									
最大スタッキング高さ(Tier) (g)		5							
ヤード利用率(%) (h)		70%							
コンテナ在庫期間(日) (i)		14							
在庫回転率(回/年) (j)=365/(i)		26.1							
所要Ground Slot数(TEU) (k)=(a2)/(j)/[(g)*(h)]		219	263	307	329	351	395	438	482

出典：調査団作成

なお、実入りコンテナ1ブロックを空コンテナに使用した場合のヤード能力を表 4.2-13 に記載する。この表からも分かるように、空コンテナの比率が 20%(現状程度)になった場合でも、実入りコンテナ及び空コンテナ合計としてのヤード能力は確保することが可能である。

表 4.2-13 空コンテナヤード能力

空コンテナ 取扱量	空コンテナ比率(現状比率)	20%		10%
	空コンテナ所要取扱量(TEU/Year)(a)	40,000		20,000
ヤード種別	RTGヤード	空コンテナヤード	空コンテナヤード	
Block数	1	1	1	
Ground Slot数(TEU)	132	330	330	
最大スタッキング高さ (Tier)	5	5	5	
コンテナ蔵置能力 (TEU) (c)	660	1,650	1,650	
ヤード利用率 (d)	70%	70%	70%	
コンテナ在庫期間(日)	14	14	14	
在庫回転率(回/年) (b)	26.07	26.07	26.07	
空コンテナの種別ヤード能力(TEU/Year/Block)	12,045	30,113	30,114	
空コンテナのヤード合計能力(TEU/Year/Block) (e)		42,158		
所要Block数合計(計算値) (h)= (a) / (e)		0.949	0.6642	
所要Block数合計(Round up値)		1	1	

出典：調査団作成

2) ヤードブロックの配置

ティラワ地区港における Phase I ターミナルは、南北方向の幅 212m、東西方向の長さ 793m (敷地北端辺) のほぼ長方形の敷地内にコンテナヤード等の陸側施設が建設される。この敷地 (Plot25) の西側 (河川側) に栈橋式岸壁及び連絡橋が張出し建設される。

a) 南北方向の配置

(4.2.1(5)「ターミナル施設の配置に関する基本計画」参照)

表 4.2-14 にコンテナヤードの南北方向の施設配置を記載する。敷地の南から Plot25/26 間の境界エリア(5.0m)、4車線の南側トレーラー通路(14.0m)、RTGの南側移動レーン(16.0m)、ヤード蔵置ブロック(142.5m)、RTGの北側移動レーン(14.5m)、3車線の北側トレーラー通路(10.5m)、そしてPlot24/25間の境界エリア(9.5m)が配置される。

表 4.2-14 南北方向の施設配置(南から北へ)

	施設名称	用途	施設寸法(m)	構成比
1	プロット25/26境界エリア	緑地帯	5.0	2%
2	プロット25南側通路	構内トレーラー通路(4車線×3.5m=14.0m)	14.0	7%
3	RTG移動レーン(南側)	RTG移動レーン、RTGとトレーラーの干渉防止スペース	16.0	8%
4	ヤードブロック	コンテナ蔵置エリア(22ブロック×6.5m-コンテナ間隔0.5m=142.5m)	142.5	67%
5	RTG移動レーン(北側)	RTG移動レーン、RTGとトレーラーの干渉スペース	14.5	7%
6	プロット25北側通路	構内トレーラー通路(3車線×3.5m=10.5m)	10.5	5%
7	プロット24/25境界エリア	排水溝、配管スペース、電源ケーブル敷設スペース	9.5	4%
	合計		212.0	100%

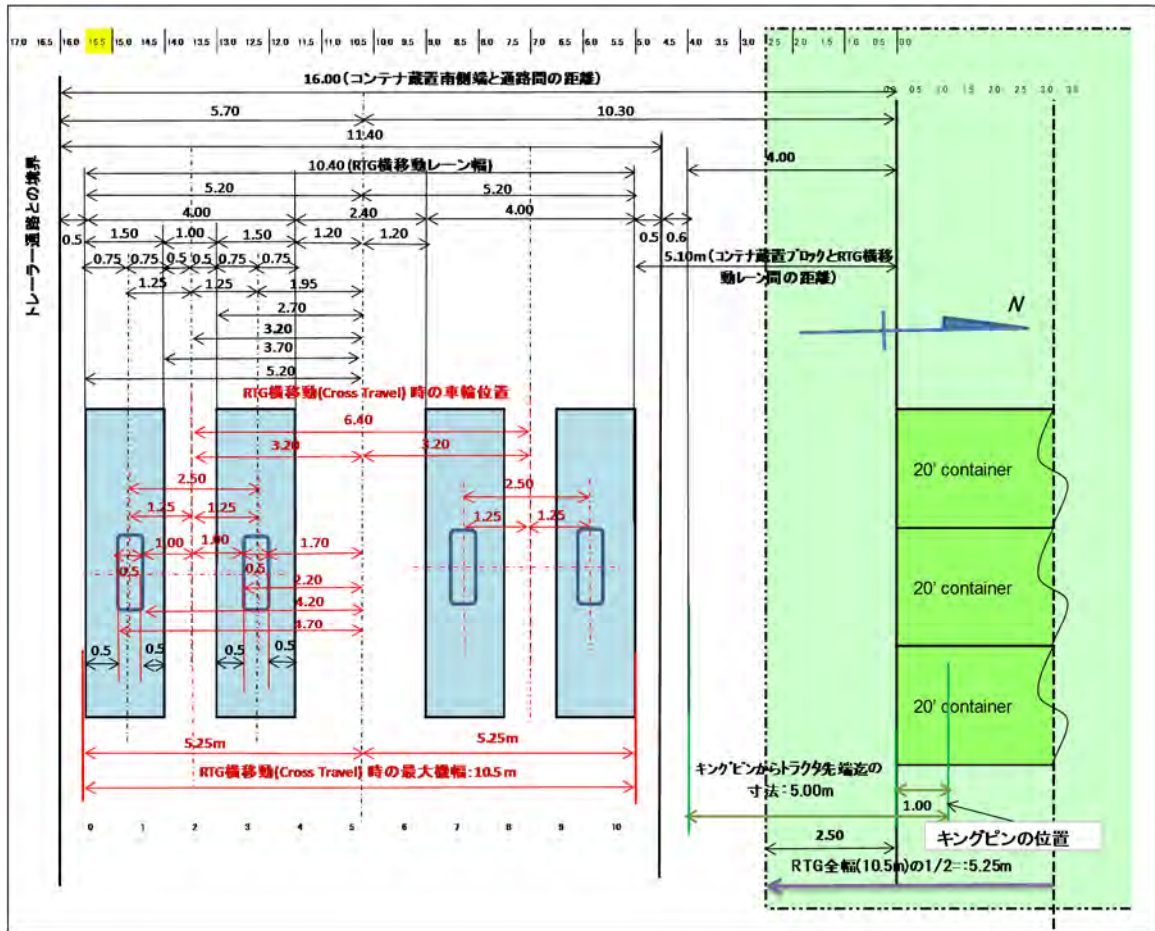
出典：調査団作成

本計画においてはトレーラーの通路は1車線の幅員は3.5mに統一されている。また、コンテナ蔵置ブロック(Dry Container)の寸法は、コンテナ長さ方向は1TEU当り6.5mのピッチで、幅方向は2.5mピッチで計画している。本計画において各施設の所要寸法を割付けていった結果、コンテナ蔵置ブロックの長さは22TEUになる。Plot24/25間の境界エリアは、排水溝、配管スペース、電源ケーブルスペースを設計した結果9.5mの幅が必要であるとの結論に至っている。ヤードブロックの南側及び北側のRTG移動レーンの寸法決定の根拠について、南側は表4.2-15及び図4.2-4に、また北側は表4.2-16及び図4.2-5に記載する。

表 4.2-15 ヤードブロック南側のRTG移動レーン寸法内訳

	寸法内訳	寸法(m)
1	RTG Cross Travel時の蛇行の安全代	0.5
2	RTGクロスレーン(床版)の外法	10.4
3	RTG Cross Travel時の蛇行の安全代	0.5
4	Cross Travel時のRTGとTruck Headとのクリアランス	0.6
5	蔵置コンテナ最南端からTruck Headがはみ出す部分	4.0
	合計	16.0

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 4.2-4 南側 RTG 移動レーンの配置

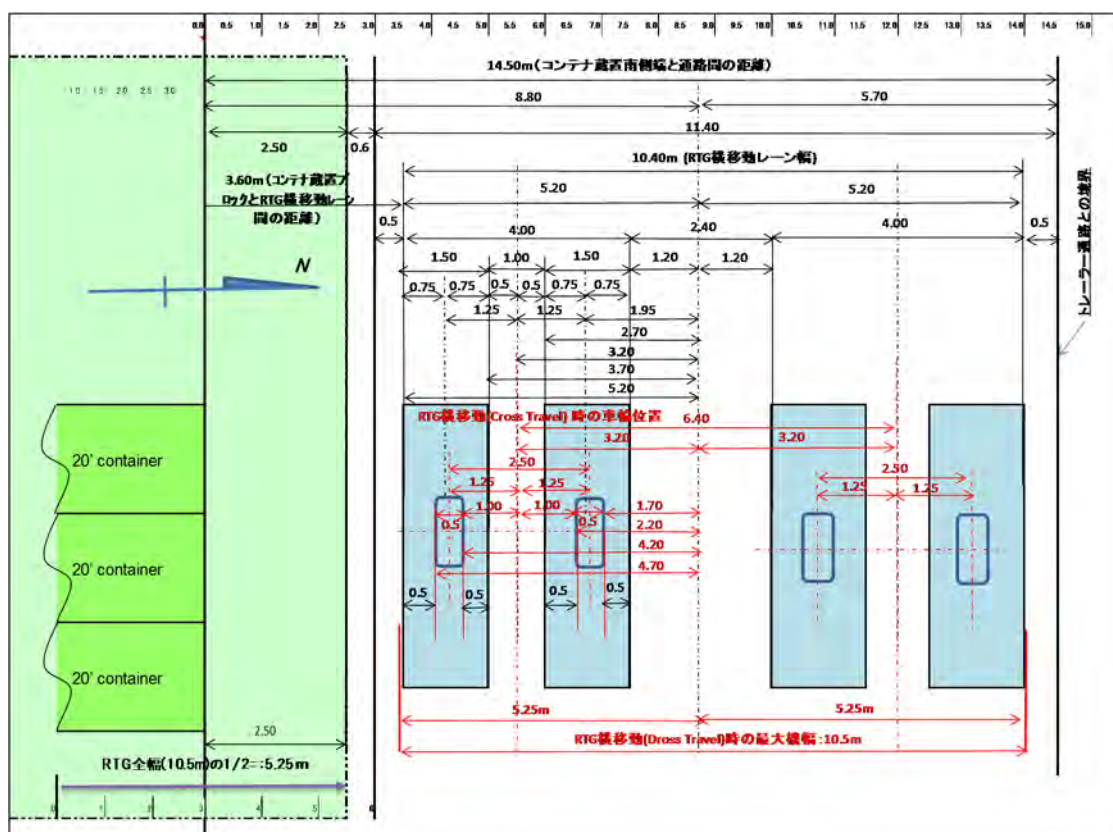
RTG の移動レーンの配置に関しては、One-over-five (8 輪) RTG の標準寸法 (ホイールベース 6.4m、移動時の車輪間距離 2.5m) を基準に計画している (図 4.2-4 及び図 4.2-5 参照)。移動時の RTG の蛇行は左右 0.5m を許容範囲としている。

ヤードブロックと RTG 移動レーンとの距離については、南側の移動レーンについては最南端蔵置コンテナの荷役中のトラクターヘッドが支配要因であり、北側の移動レーンについては最北端蔵置コンテナに対して荷役中の RTG の全幅 (10.5m) が支配要因である。トラクターヘッドの先端と蔵置コンテナ最南端との距離は 4.0m とし、移動時の RTG との間隙余裕は移動時の蛇行クリアランスも含めて 1.0m を確保する計画としている。また、最北端に蔵置している 20'コンテナを荷役している RTG の全幅の中心と当該コンテナの長さ方向の中心は一致するものとして、荷役作業中の RTG と移動中の RTG との間隙余裕は RTG の移動時の蛇行クリアランスも含めて 1.0m を確保する計画としている。

表 4.2-16 ヤードブロック北側の RTG 移動レーン寸法内訳

	寸法内訳	寸法(m)
1	RTG Cross Travel時の蛇行の安全代	0.5
2	RTGクロスレーン(床版)の外法	10.4
3	RTG Cross Travel時の蛇行の安全代	0.5
4	Cross Travel時のRTGと荷役中のRTGとのクリアランス	0.6
5	最北端の20'コンテナ荷役中のRTGがはみ出す部分	2.5
	合計	14.5

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 4.2-5 ヤードブロック北側 RTG 移動レーンの配置

b) 東西方向の配置

表 4.2-17 にコンテナヤードの東西方向の施設配置を記載する。敷地の西（河岸）から東（公共道路）に向かって栈橋型の岸壁及び連絡橋、コンテナヤード及び通路、税関検査関連ヤード、CFS、ゲート、管理棟、ユーティリティ関連施設、及び道路境界等の施設が配置される。

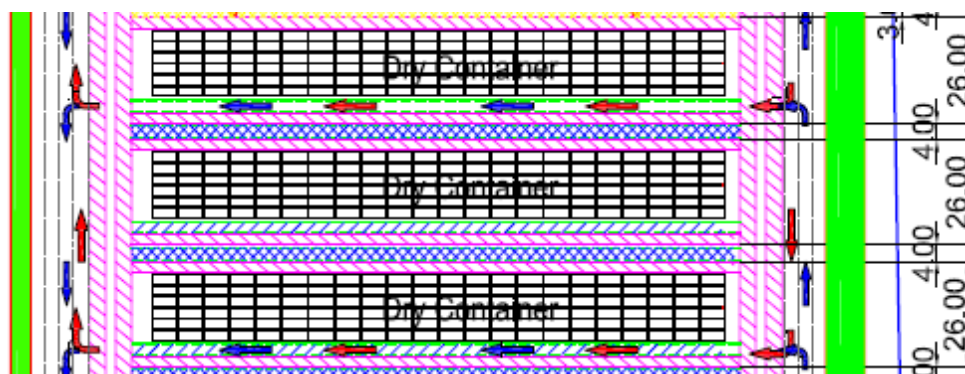
表 4.2-17 東西方向の施設配置(Plot25 の北端での寸法：西から東へ)

施設名称		用途	施設寸法(m)		構成比	
棧橋敷岸壁及び連絡橋部分						
1	岸壁エプロン	岸壁荷役	40.00	106.6	4%	12%
2	連絡橋(トレッセル)	岸壁とヤード管の連絡通路	66.57		7%	
コンテナヤード、通路、護岸部分						
3	護岸/ヤード間の通路等	護岸/ヤード間の通路、特殊コンテナの蔵置	28.77	459.20	3%	51%
4	コンテナヤード	実入りコンテナ、Reeferコンテナの蔵置	272.00		30%	
5	メンテナンスエリア通路	車両の通路	4.50		1%	
6	荷役機器メンテナンスエリア	荷役機械・コンテナメンテナンス、重量貨物の保管	60.00		7%	
7	空コンテナヤード通路	コンテナ車両の通路、メンテナンス用荷役機械通路	8.00		1%	
8	空コンテナヤード	空コンテナヤード、第2ゲート	74.43		8%	
9	南北方向メイン通路(2)	コンテナ車両通路(3車線)	11.50		1%	
税関検査関連ヤード、通路						
10	税関ヤード	X線検査装置設置、税関検査用車両駐車スペース	96.50	111.50	11%	12%
11	南北方向メイン通路(1)	コンテナ車両通路(4車線)	15.00		2%	
CFS、ゲート、管理棟及びユーティリティ施設						
12	CFS横のスペース	税関駐車場等	8.50	175.50	1%	20%
13	CFD及びメインゲート	CFD、メインゲート	104.00		12%	
14	CFS通路	CFSを使用する外部トラック進入通路	18.50		2%	
15	管理棟、冷却塔、給水、受電施設	冷却塔、給水、受電施設、管理棟	44.50		5%	
道路境界等						
16	道路境界その他	緑地、通路、その他	46.61		5%	5%
合計			899.38		100%	

出典：調査団作成

c) 実入りコンテナヤード(RTG ヤード)ブロックの配置

コンテナヤードブロックは、最大幅 26.0m の RTG 実入コンテナ 8 ブロックと Reefer コンテナ 1 ブロックの合計 9 ブロックで (234.0m)、それに 9 ブロックのブロック間に設置された幅 4.0m の通過レーン (4.0m x 8 列=32.0m)、更に照明塔及び供給電力用に 3.0m のユーティリティレーンが 2 レーン (6.0m)、東西方向合計 272m のスペースに、幅 26.0m の RTG のブロックと幅 4.0m の通過レーンをモジュールとして配列されている (図 4.2-6 参照)。

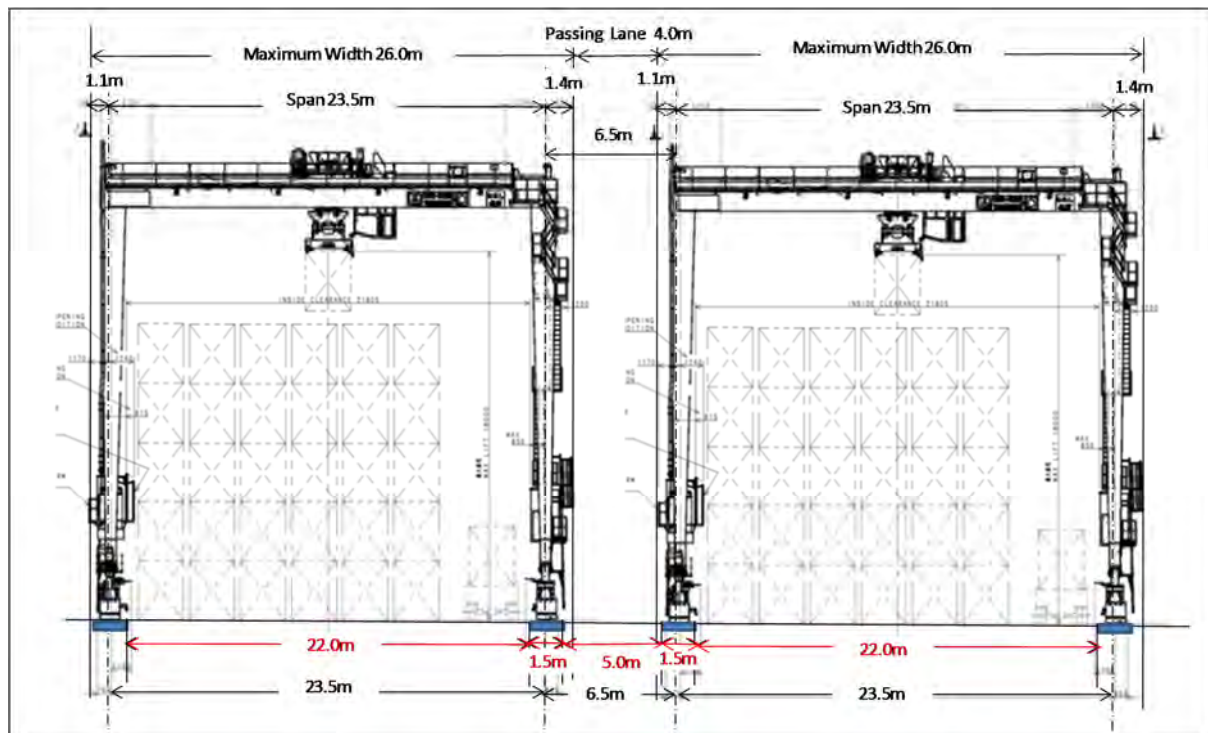


出典：調査団作成

図 4.2-6 RTG ヤードブロックの東西方向の配列

このモジュールと RTG 走行レーンとの位置関係について図 4.2-7 に記載する。RTG の標準スパン 23.5m、RTG タイヤ幅 0.5m、走行時の蛇行許容幅は左右 0.5m を前提とし、走行レーン幅

は 1.5m に計画する。



出典：調査団作成

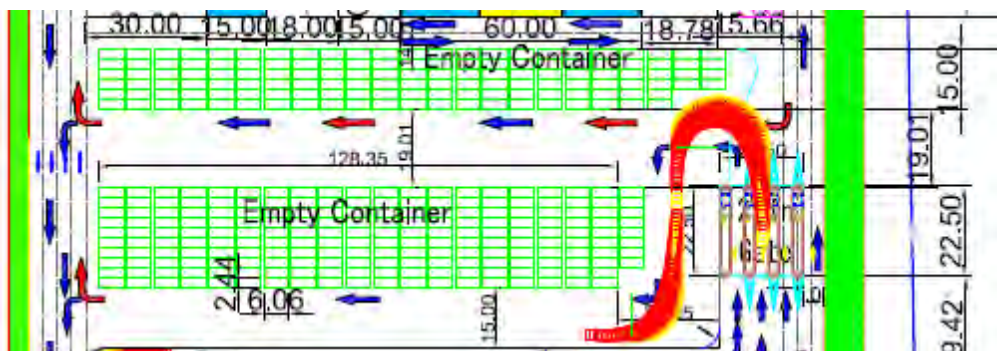
図 4.2-7 RTG 走行レーンの配置

d) 空コンテナ蔵置ヤードグランドスロット配置

空コンテナヤードの計画にあたって最も注意すべきは蔵置ヤードスペースの確保であり、本計画においては 330TEU-GS の所要蔵置容量を確保するように配置している（「1)b)ii)空コンテナのヤード能力と所要蔵置グランドスロット数」参照）。グランドスロットの配置計画については自由度があるため、実際の操業に段階でオペレーターが状況に応じて修正することが可能である。

空コンテナヤードに関して、置き場効率を最大にするよう計画すると、奥行を深く取るスロット配置になる。多くのコンテナターミナルにおいて、10 列～12 列の奥行で運用している空コンテナヤードも存在する。本計画においては、作業効率とのバランスを考慮し、間口を広く、奥行は最大 6 列で計画している。そのため、ヤード蔵置効率は若干低下している。

また、作業効率を確保するために必要なスペースとして、トラクタートレーラーの軌跡を考慮して、15m 以上の作業通路幅を確保している（理想的には 19m～20m の作業通路幅を確保することが望ましい）。図 4.2-8 に空コンテナ蔵置ヤードグランドスロット配置案を記載している。



出典：調査団作成

図 4.2-8 空コンテナ蔵置ヤードランドスロット配置

(2) 地盤改良

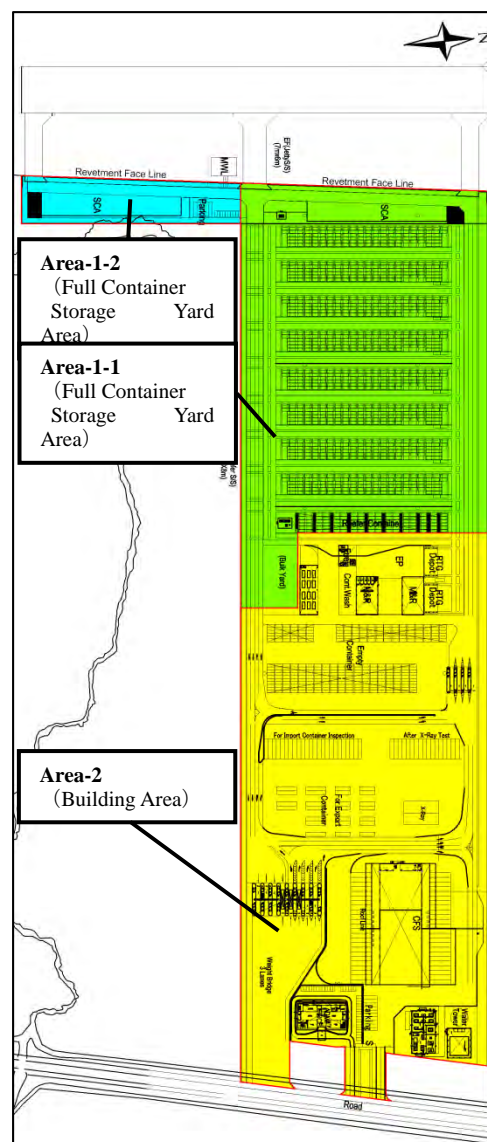
当地区では軟弱な粘土層が厚さ 22m 程度で堆積する。軟弱地盤上への盛土施工を行った場合、大きな沈下が長期にわたって発生することが懸念される。この問題に対し、基本設計では幾つかの地盤改良工法が比較検討され、施工性、経済性及び社会環境への影響の観点より、PVD 及び載荷盛土の併用工法が最適とされた。

したがって、当地区の地盤改良工法には、PVD 及び載荷盛土工法を採用する。

1) 検討エリア区分

当事業用地である Plot25 は、図 4.2-9 に示すように土地利用の観点から 3 つのエリアに区分される。地盤改良設計においても、エリアごとに設定された荷重条件に対して地盤解析を行うものとする。圧密沈下検討及び安定検討において、供用開始後における荷重を以下のように設定する。また、盛土施工中における荷重条件では、安定検討において施工機荷重を想定して 10kN/m^2 を設定する。

- Area-1-1：本エリアはコンテナを屋外に保管する範囲であり、コンテナ荷重として 50kN/m^2 （以下、Full Container Storage Yard Area）を設定する。
- Area-1-2：本エリアはコンテナを屋外に保管する範囲であり、コンテナ荷重として 50kN/m^2 （以下、Full Container Storage Yard Area）を設定する。
- Area-2：上記以外の建物エリア。杭基礎を除く建物荷重を想定し、 20kN/m^2 （以下、Building Area）を設定する。



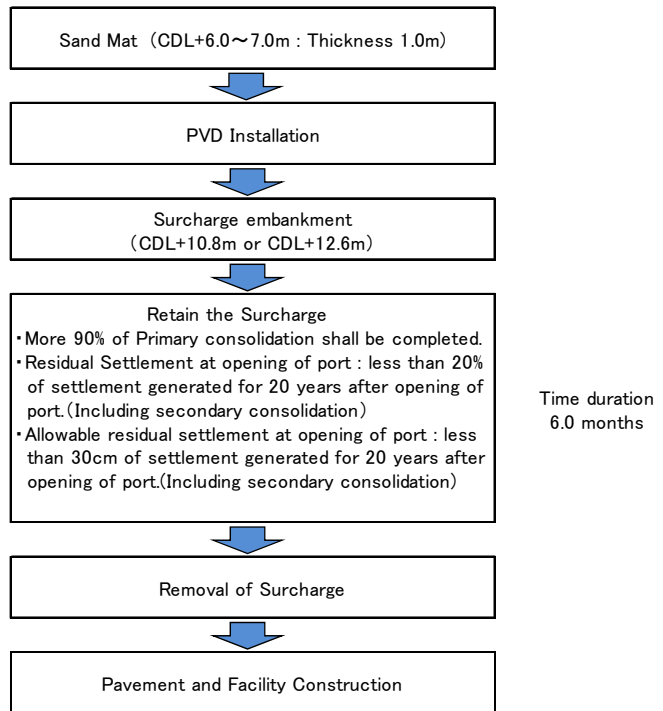
出典：調査団作成

図 4.2-9 検討エリア区分図

2) 地盤改良概要

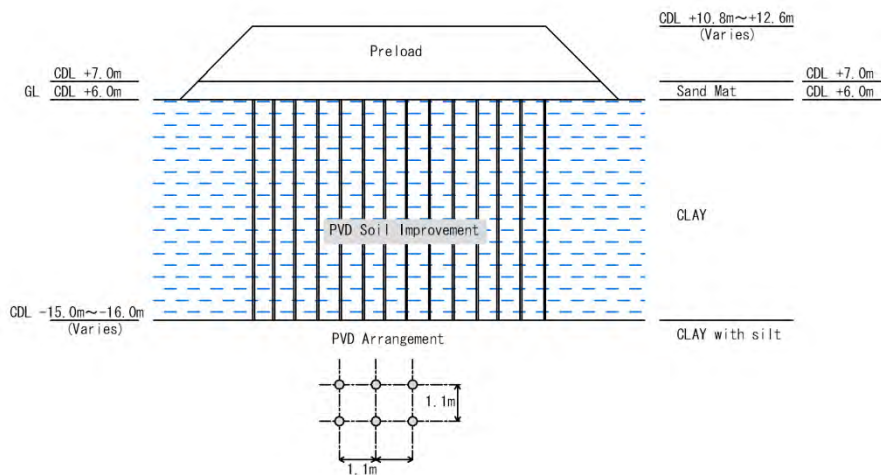
地盤改良は、原地盤（粘土層）の圧密促進を目的として行う。したがって、本工事の主たる内容は、CDL+6.0m までの埋立工事後に行われるサンドマット敷設、PVD 打設及び載荷盛土施工となる。地盤改良の手順及び代表断面は、図 4.2-10 及び図 4.2-11 に示すとおりとなる。PVD の施工は、 $1.1\text{m} \times 1.1\text{m}$ の正方形配置とし、サンドマット上（CDL+7.0m）より粘土層下端までの打設となる。PVD 打設後、CDL+10.8~12.6m までの載荷盛土を行い、最低 6 ヶ月の期間を圧密放置期間とする。圧密放置後、載荷盛土を路床高まで撤去するが、この撤去の判断は以下に示すことを確認して行う。

- 一次圧密で 90%以上の圧密度である。
- 供用開始後 20 年で残留沈下 20%以下 (2 次圧密を含む) である。
- 供用開始 20 年後の残留沈下量が 30cm 以下 (2 次圧密を含む) である。



出典： 調査団作成

図 4.2-10 地盤改良手順



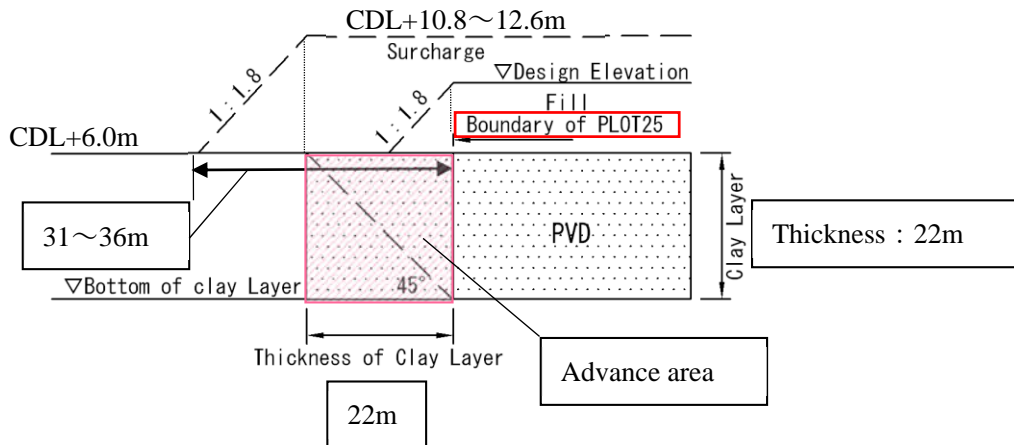
出典： 調査団作成

図 4.2-11 地盤改良代表断面図

3) 地盤改良範囲

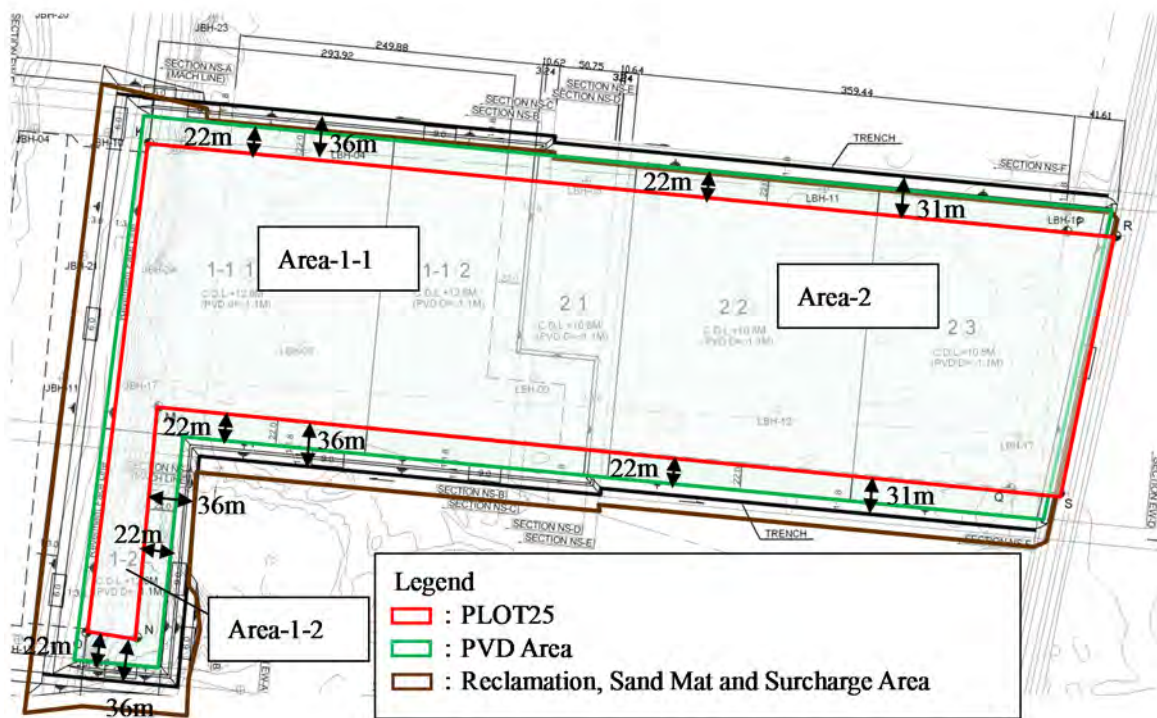
地盤改良範囲を示して図 4.2-13 に示す。Plot25 では、将来の事業拡張に伴う隣接地 (Plot24 及び Plot26) の盛土荷重によって地盤沈下が発生し、既設の舗装部で沈下やクラック等が発生することが懸念される。Plot25 に与える沈下の影響範囲は、図 4.2-13 に示すように当用地境界より 22m 程度 (粘土層: 対象地における地盤高 CDL+6.0m より、粘性土層の下端高 CDL-16m) であるものとする。この範囲内で将来の盛土施工が行われた場合に Plot25 の舗装部で沈下や

クラック等が発生するものと考えられる。このため、今回のプロジェクトにおいてこの範囲を事前に地盤改良（余改良）しておくものとする。



出典：調査団作成

図 4.2-12 余改良を考慮した地盤改良範囲の概念



出典：調査団作成

図 4.2-13 地盤改良範囲

(3) 荷役機械

1) ガントリークレーンの計画

コンテナターミナルにおいて、岸壁コンテナ用ガントリークレーン（以下、STS ガントリークレーン）は、コンテナの荷役を行う上で非常に効率的であり、世界中のコンテナターミナルに設置されている。ミャンマーにおいては 2013 年末現在、MITT に 2 基、MIP に 2 基、BAG に 1 基、Hteedan に 2 基の合計 7 基が導入されている。本港においても、Phase I で、最大 20,000DWT パナマックス型コンテナ船を対象に 200,000TEU/年の取扱量を行うためには、岸壁クレーンの導入が必要不可欠である。DF/R 1 に記載した通り、に対応した仕様が必要となる。

a) 巻き上げ及び横行速度の検討

Phase I のターミナルの容量 200,000TEU/年を達成するためには、20,000 DWT パナマックス型コンテナ船に対する理論荷役能力が 40Box/時以上の STS ガントリークレーンが 2 基設置される事が要求されている（THE PREPARATORY SURVEY FOR THE PROJECT DRAFT FINAL REPORT P370 2) a)参照）。

パナマックス船を対象に各種巻き上げ及び横行速度でサイクルタイム計算を実施し、下記の速度が理論荷役能力 40Box/時以上の条件を満たす事を確認した。従って、STS ガントリークレーンの巻き上げ及び横行速度は下記のを適応する。

巻上速度 ; 定格荷重吊時 60m / min

無荷重時 135m / min

横行速度 ; 180m / min

これら速度による平均理論サイクルタイムは

デッキ上平均サイクルタイム 79.0 秒 / サイクル

ホールド内平均サイクルタイム 89.4 秒 / サイクル

1 船平均サイクルタイム $(79.0 + 89.4) / 2 = 84.2$ 秒 / サイクル

1 船平均理論荷役能力 $3600 \text{ 秒/時} \div 84.2 \text{ 秒/個} = 42.8 \text{ 個/時} > 40.0 \text{ 個/時}$

尚走行及びブーム俯仰速度は一般的に採用されている以下の速度を適用する。

走行速度 ; 45m / min

ブーム起伏 ; 8min / サイクル

b) 免震構造

ミャンマーでは、日本に比べ地震の頻度は非常に低いが、スマトラ沖大地震を引き起こした

インド・オーストラリアプレートがミャンマーの西側に、またザガイン断層がミャンマーの中央部を縦断している。そのため、設計震度は日本同様に高く、地震被害対策が重要である。日本他では、免震技術が進み、巨大地震への対応が進んでいる。そこで、本案件においては、免震構造を持つ岸壁コンテナクレーンを導入することとする。

i) 免震構造の概要

免震装置は、想定外の大地震が発生した際に、クレーンの固有周期の長周期化による応答加速度の減少を計り、クレーンに作用する水平力の抑制と車輪の浮き上がり、つまりロッキング現象の防止の効果を作り出す装置である。免震装置はクレーンの重大な損傷の回避と岸壁構造物への作用力の低減に効果的に働き、ターミナル全体の耐震性の強化に役立つ。免震装置はクレーンの4コーナーの走行イコライザー装置とガントリー本体構造物下部との間に装備される。免震装置はその上部機構（ガントリーと結合）と下部機構（走行イコライザーと結合）で構成されお互いが摺動出来る構造となっている。通常は両者が機械的に強固に連結されているが、一旦設定(一般的には 200gal)以上の地震動が発生すると、両者間の機械的連結は自動的に解除され、クレーン本体は基礎と連動する走行ボギーの揺れと独立した長周期の振動に移行する。この機能によりクレーン本体の応答加速度は設定値以下に制限され、結果的にはクレーンより基礎に作用する水平力も減る。本プロジェクトでは、設計水平震度である 150 gal 以上の地震動が発生した場合に免震システムが作動することとする。

2) RTG の計画

ヤード荷役方式として、RTG+トラクターシャーシ方式、RMG (Rail Mounted Gantry) +トラクターシャーシ方式、リーチスタッカ+トラクターシャーシ方式、ストラドキャリア方式等があるが、日本およびアジアでは、RTG+トラクターシャーシ方式が最も一般的であり、ヤードを効率的に利用できる。ミャンマーでは、MITT および BAG で、RTG+トラクターシャーシ方式が利用されている。AWPT では、リーチスタッカ方式が採用されている。リーチスタッカ方式は、コンテナ取扱数が少ない時、およびヤードが狭い場合は、コストパフォーマンスが良いが、コンテナ取扱数の増加に伴い、効率性および安全性が著しく低下する。これら各方式を比較検討した結果、本案件では、RTG+トラクターシャーシ方式を採用することとした。

RTG は、一般的に、STS ガントリークレーン 1 基に対し、3 基が最も効率的と言われている。本案件においても、それを踏襲する。岸壁コンテナクレーン 2 基導入予定のため、RTG は 6 基、導入する。トラクター&シャーシは、オペレーションの仕方で台数が大きく異なるため、最小限の台数として STS ガントリークレーン 1 基に対し 3 台、つまり合計 6 台とした。

3) リーチスタッカの計画

リーチスタッカは、空コンヤードにおける空コン荷役、危険物取扱、CFS での簡易な荷役等に利用される。空コンヤードにおいて 2 台、その他で 1 台と仮定し、3 台とした。

4) フォークリフトの計画

フォークリフトは、CFS 中での利用を想定している。最低限の台数として2台を想定した。

5) モバイルクレーンの計画

コンテナ専用ターミナルとして計画しているが当面は、マルチターミナルとして雑貨重量物の取り扱いも想定しモバイルクレーンの配置も計画された。オペレータおよび対象貨物によって、モバイルクレーンの仕様は大きく異なるが、背後の SEZ で利用されるような重量物の荷役も出来るよう、岸壁等の施設は 200ton 型モバイルクレーンに対応できる設計とした。

(4) ゲート

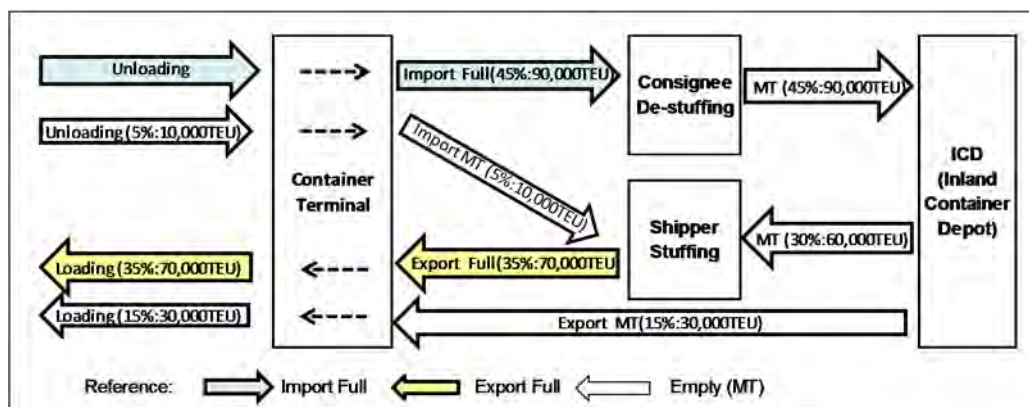
一般的にコンテナターミナルにおけるゲートの機能は、ターミナルに出入りするコンテナ貨物の確認と搬出入証明の発行、コンテナ引取り者の正当性の確認、車両及び運転手の正当性の確認、コンテナダメージの検査、進入車両に対する行き先(ヤードロケーション)等の作業指示である。ヤンゴン港の既存ターミナルにおいても、これらの基本機能は変わらないが、書類審査を含め税関貨物検査が全数ターミナル内部で行われていることにより、ターミナルに出入りするコンテナ貨物の確認及び搬出入証明の発行、コンテナ引取り者の正当性の確認、行き先指示等の作業指示機能に関してゲートでの負荷は軽減されている。

ゲートの所要施設規模は、ターミナルにおける計画コンテナ取扱量とターミナルの空コンテナ保管機能に大きく影響される。ティラワ地区港新ターミナルにおける計画コンテナ取扱量は 20 万 TEU (Phase I) とする。

新ターミナル (Phase I) の空コンテナ保管機能は、コンテナヤードに割ける敷地の制限があるため、輸出入空コンテナの一時的な保管機能に限定し、いわゆる ICD (Inland Container Depot) の機能は空コンテナ蔵置能力の制限内で許す範囲とし極力制限する。その理由は先ず第 1 に、ヤンゴン港における空コンテナの在庫期間は、2 ヶ月から 6 ヶ月と極めて長期間であり、この間用地に制限のある港頭地区のターミナルに空コンテナを保管すること、すなわちターミナルに ICD 機能を持たせることは、コスト負担が大きく非現実的である。第 2 に、ティラワ地区港にターミナルを計画する場合、ヤンゴン本港に比較して輸入貨物の消費地及び輸出貨物の工業団地から遠隔地であることから、ICD は消費地または工業団地に近く、バージによる空コンテナの運搬が容易な場所に立地することが有利である。

1) ゲートの処理能力と所要レーン数

以上述べたティラワ地区港新ターミナル (Phase I) の空コンテナ保管機能に基づくターミナル関連のコンテナのフローを図 4.2-14 に記載する。この図はヤンゴン港における現状の空コンテナ比率(輸入:5%、輸出:15%)を基礎に表示しているが、この値は将来ティラワ地区港においては輸出貨物が増加することにより輸出入貨物量がバランスし、空コンテナの輸出入量がバランスした場合でも同様なコンテナフローとなる。



出典：調査団作成

図 4.2-14 コンテナターミナル、荷主及びICD間のコンテナフロー

a) 計画前提 (表 4.2-19 参照)

- ① 年間コンテナ取扱量：20 万 TEU
- ② TEU ファクター：1.33
- ③ 年間ゲートオープン日数：287 日 (365 日-52 週 x1.5 日(日曜休日/土曜半日)=287 日)
- ④ ゲートオープン時間：12 時間
- ⑤ ピーク率：1.4
- ⑥ ゲート処理能率：15 台(Box)/時間
- ⑦ ゲート処理能力：180 台(Box)/日

b) 品種構成及び年間ゲート処理量

輸出入実入コンテナと輸出入空コンテナに関する計画品種構成 (将来想定の商品構成) 及び現状の構成に基づいて、年間 20 万 TEU のコンテナ取扱量及び前記空コンテナ保管機能を前提に、ティラワ地区港新ターミナルにおけるゲートでの年間取扱量 (コンテナ若しくはトレーラー扱い台数) を表 4.2-18 に記載する。この表からも判るように、ゲートでの年間取扱量はターミナルでの年間コンテナ取扱量の 1.5 倍になっている。

表 4.2-18 ティラワ地区港ターミナルゲートでの年間取扱量

		計画品種構成	現状品種構成
ターミナル年間コンテナ取扱能力 (TEU/年)		200,000	200,000
ターミナルコンテナ年間取扱個数 (Box/年)		150,000	150,000
品種構成	輸入実入コンテナ=	45%	45%
	輸入空コンテナ=	5%	5%
	輸出実入コンテナ=	45%	35%
	輸出空コンテナ=	5%	15%
ゲートでの年間取扱数(コンテナ)合計		225,000	225,000
輸入コンテナ	輸入コンテナ関連取扱個数	150,000	150,000
	輸入実入り搬出受付 (In)	67,500	67,500
	輸入実入り搬出 (Out)	67,500	67,500
	輸出貨物用空コンテナ搬出受付 (In)	7,500	7,500
	輸出貨物用空コンテナ搬出 (Out)	7,500	7,500
輸出コンテナ	輸出コンテナ関連取扱個数	75,000	75,000
	輸出実入り搬入 (In)	67,500	52,500
	空シャーシ退出 (-)	-	-
	船積み空コンテナ搬入 (In)	7,500	22,500
	空シャーシ退出 (-)	-	-

出典：調査団作成

c) 所要レーン数

ゲートでの所要取扱個数（コンテナ及びトラック）及びゲート処理能力に基づく所要レーン数は、A)輸入実入りコンテナに関しては、搬出受付用に2レーン、輸入コンテナ搬出用に2レーンの計4レーン、B)輸出実入りコンテナに関しては、輸出コンテナ搬入用に2レーン、C)空コンテナに関しては、搬出受付用に1レーン、空コンテナ搬出用に1レーン、輸出コンテナ搬入用に1レーンの計3レーン、以上合計すると9レーン必要となる（表4.2-19参照）。

言い換えると、インゲートで空シャーシ受付（輸入実入りコンテナ搬出受付（2レーン）及び空コンテナ搬出受付（1レーン））、輸出実入りコンテナ搬入（2レーン）、空コンテナ搬入（1レーン）等のために6レーンが必要となり、アウトゲートでは、輸入実入りコンテナの搬出（2レーン）及び空コンテナの搬出（1レーン）のために3レーン必要となる。従って、インアウト合計して9レーンが必要になる（表4.2-19参照）。

しかしながら、これらのレーンは共用することが可能なものもあり、効率的なレーン機能配置（役割分担）を検討することにより、圧縮することも可能である。これについては次節「2)ターミナルゲートの計画レーン数と配置」で述べる。

表 4.2-19 ティラワ地区港ターミナルゲート所要レーン数

		40' コンテナ比率現状				
		コンテナ比率A(現状)		コンテナ比率B(将来想定)		
前提条件	ターミナル年間コンテナ取扱能力 (TEU/年)	200,000		200,000		
	品種構成	輸入実入コンテナ=	45%		45%	
		輸入空コンテナ=	5%		5%	
		輸出実入コンテナ=	35%		45%	
		輸出空コンテナ=	15%		5%	
	TEU Factor	1.33		1.33		
	年間ゲートオープン日数 (日)*注1	287		287		
	1日のゲートオープン時間 (時間)	12		12		
	ゲート処理能率 (Transaction/Hr/Lane)	15		15		
	ゲート処理能力 (Transaction/Day/Lane)	180		180		
ゲート処理能力 (Transaction/Year/Lane)	51,660		51,660			
ピーク率(1日の最大取扱量/年間平均取扱量)	1.4		1.4			
ターミナルコンテナ年間取扱個数 (Box/年)		150,000		150,000		
ゲートでの年間取扱個数(輸出入別)		225,000		225,000		
輸入コンテナ	輸入コンテナ関連取扱個数	150,000		150,000		
	輸入実入り搬出受付 (In)	67,500		67,500		
	輸入実入り搬出 (Out)	67,500		67,500		
	輸出貨物用空コンテナ搬出受付 (In)	7,500		7,500		
	輸出貨物用空コンテナ搬出 (Out)	7,500		7,500		
	輸出コンテナ関連取扱個数	75,000		75,000		
輸出コンテナ	輸出実入り搬入 (In)	52,500		67,500		
	空シャーシ退出 (-)	-		-		
	船積み空コンテナ搬入 (In)	22,500		7,500		
	空シャーシ退出 (-)	-		-		
	空コンテナ搬入 (In)	-		-		
ゲートでの年間取扱個数(インアウトゲート別)		年間取扱個数	時間当たり取扱個数	年間取扱個数	時間当たり取扱個数	
インゲートでの取扱個数(合計)		150,000	61	150,000	61	
空シャーシ	輸入実入り搬出受付 (In)	67,500	27	67,500	27	
空シャーシ	輸出貨物用空コンテナ搬出受付 (In)	7,500	3	7,500	3	
実入コンテナ	輸出実入り搬入 (In)	52,500	21	67,500	27	
空コン	船積み空コンテナ搬入 (In)	22,500	9	7,500	3	
アウトゲートでの取扱個数(合計)		75,000	30	75,000	30	
実入コンテナ	輸入実入り搬出 (Out)	67,500	27	67,500	27	
空コン	輸出貨物用空コン搬出 (Out)	7,500	3	7,500	3	
インアウト合計取扱個数		225,000	91	225,000	91	
所要ゲート数 (コンテナ関連)		所要レーン数		所要レーン数		
		計算値	ラウンド値	計算値	ラウンド値	
インアウト合計		6.10	9	6.10	9	
インゲート(合計)		4.07	6	4.07	6	
空シャーシ	輸入実入り搬出受付 (In)	1.83	2	1.83	2	
空シャーシ	輸出貨物用空コンテナ搬出受付 (In)	0.20	1	0.20	1	
実入コンテナ	輸出実入り搬入 (In)	1.42	2	1.83	2	
空コン	船積み空コンテナ搬入 (In)	0.61	1	0.20	1	
アウトゲート(合計)		2.03	3	2.03	3	
実入コンテナ	輸入実入り搬出 (Out)	1.83	2	1.83	2	
空コン	輸出貨物用空コン搬出 (Out)	0.20	1	0.20	1	

注*1 年間稼働日数=365日-52週x1.5(土曜半日、日曜日)=287日

出典：調査団作成

2) ターミナルゲートの計画レーン数と配置

ターミナルゲートのレーン配置について考慮すべき条件は、第1にターミナル全体のレイアウトとトラックの動線であり、第2に各レーンに対する機能配置である。ティラワ地区港新ターミナルにおいてゲートから進入するトラックは原則反時計回りの動線を描いてヤードに到達する(図4.2-15及び図4.2-16参照)。この原則はPhase II 施設導入後も同様である。

従って、図4.2-16のレーン配置図に示される南側のNo1~No3レーンにアウトゲート機能が配置されるのが自然の流れである。「空シャーシの退出」については、ゲートとしての処理は

必要ないため No.1 ゲートの南側のバルク用のゲート（ゲート No.0）を通行するものとする。

インゲートに関しては、南側から第4～第5の2レーンに『輸出実入コンテナの搬入レーン』を配置し、さらに北側3レーン（No.6, No.7, No.8）を使用して、『空シャーシの受付（「輸入実入コンテナ搬出受付」及び「輸出貨物のバン詰め用の空コンテナのピックアップ受付」）』と『船積み用空コンテナの搬入』業務を処理する。この場合、『船積み用空コンテナの搬入』に関してはコンテナのダメージ検査を行うことになるので1レーンが使用される（No.8レーンが割り付けられる）、『空シャーシの受付』に関しては、「輸入実入コンテナ搬出受付」レーンと「船積み用空コンテナの搬出受付」レーンを共通にして運用することにより2レーンで運用するものとする。

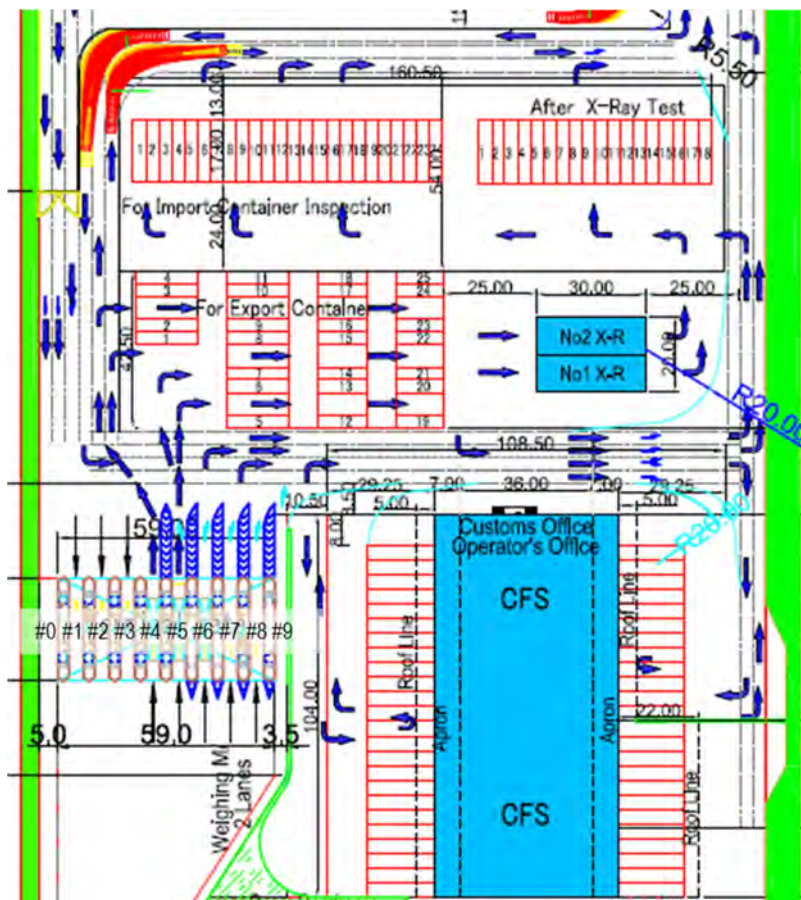
特に、「輸入実入コンテナ搬出受付」に関してはターミナル内で書類審査も含め税関による貨物検査が全輸入コンテナに対して実施されるので、引取り車両及び運転手の正当性、引取りコンテナの正当性の確認等のゲート業務は軽減される可能性があること、及び「船積み用空コンテナの搬出受付」に関してはヤード行き先指示等の機能を第2ゲートに移管することも可能であることを考慮する必要がある。なお、第2ゲートの必要性については次節において記載している（「(5)X線検査と税関関連施設」参照）。

表 4.2-20 ティラワ地区港ターミナルゲート計画レーン数と配置

計画ゲート数（コンテナ関連）	40' コンテナ比率現状			
	コンテナ比率A(現状)		コンテナ比率B(将来想定)	
	所要レーン数		所要レーン数	
	計算値	ラウンド値	計算値	ラウンド値
インアウト合計	6.10	8	6.10	8
インゲート(合計)	4.07	5	4.07	5
空シャーシ	1.83		1.83	
空シャーシ	0.20	2	0.20	2
実入コンテナ	1.42	2	1.83	2
空コン	0.61	1	0.20	1
アウトゲート(合計)	2.03	3	2.03	3
実入コンテナ	1.83	2	1.83	2
空コン	0.20	1	0.20	1
空シャーシ	-	-	-	-

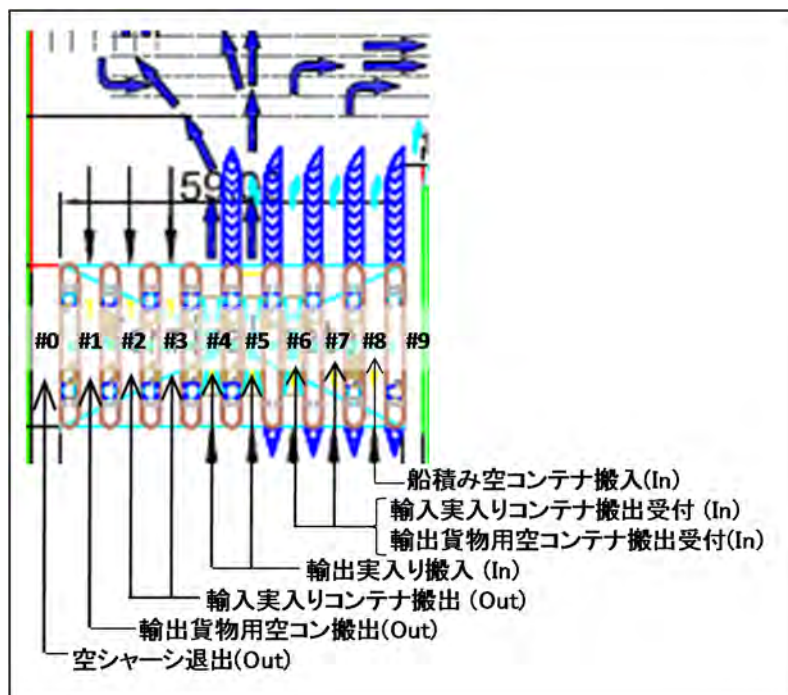
出典：調査団作成

以上述べた「ターミナルゲートの計画レーン数と配置」について表 4.2-16 にまとめるとともに、図 4.2-16 にその配置を図示している。なお、トラック秤量機は「輸出実入りコンテナ搬入」レーン（No.4.&5 ゲート）及び予備機として隣接する No.6 レーンに設置するものとする。



出典：調査団作成

図 4.2-15 ターミナル陸側動線



出典：調査団作成

図 4.2-16 レーン配置図

3) ゲートの位置

当初 F/S 段階においては、Phase I ターミナルのインゲートは Plot25 の北側に、アウトゲートは Plot25 の南側に分割されて計画 (A 案) されていた。その後、詳細な検討の段階でインゲートとアウトゲートが統合され、Plot25 の南側に設置する計画 (B 案) に変更されている。両者一長一短があり、どちらの方式で計画するかを決め手は無い。

強いて挙げるならば、統合ゲート (B 案) の方がゲート機能を集約している分だけインアウトの取扱量の変動に対して、ゲートの運用が柔軟になりゲートオペレーション要員の効率的な配置が期待出来る点がある。ただし、ゲートを集約するという事は、ターミナルの中での動線が長くなり、動線の交錯が発生する可能性が高くなる。特に、ティラワ地区港のプロット区画の地形によりその傾向は顕著になる。

また、Phase II 段階におけるゲートの配置を考慮した場合、分割ゲート (A 案) では、Plot25 の南側と北側の 2 箇所に加えて将来 Plot26 の南側にゲートを設置することになる可能性が高く、この場合ゲートの運用が複雑になる可能性がある。

以上のことから、ゲート運用の柔軟性及び Phase II 計画におけるゲート配置計画の容易性に配慮し、今回の Phase II の詳細な検討の段階では統合ゲート方式を採用している。結果として、ターミナル動線は長く複雑になるが、それはこのターミナルの性格として甘受し、レイアウト設計においては極力交差を少なくするよう配慮する必要がある。

4) ゲートの寸法

a) トラック通行レーンの幅

コンテナを搭載したトレーラーの幅は 2.5m~2.6m であり、ゲート通過時に左右 0.5m の余裕を見て 3.5m~3.6m のトレーラー通行レーンの幅が必要である。これ以外に、輸出実入コンテナの搬入レーンにおいてはトラック秤量機をゲートに設置することがあり、秤量機設置上の余裕を見て 4.0m 程度のレーン幅を設定しているターミナルもある。

今回の詳細な検討においてはメインゲートのトラック通行レーン幅として 4.0m を採用している。

b) アイランドの幅

ターミナルゲートを従来型の各レーンにゲートクレークを配置した「有人ゲート方式」にするのか、各レーンにはゲートクレークを配置せず集中ゲート管制室で遠隔操作を行う「遠隔操作ゲート方式」によってアイランドの幅は大きく異なる。

「有人ゲート方式」の場合、通常デスク 1 個分を収納する幅を持つブースの設置が必要であり、その中に配置されたゲートクレークがトラック及びコンテナ搬出入事務作業を行う。このためブース幅としては 1.5m~2.0m、アイランド幅としては 2.0m~2.5m 程度が必要とされる。日本の多くのターミナルではこの寸法でアイランド幅が設計されている。

「遠隔操作ゲート方式」の場合は、進入トレーラーの運転手がアイランド上に設置された端末を操作し、集中ゲート管制室のオペレーターが ITV、ページング、自動コンテナ番号認識装置等を使用してゲート処理事務作業を行う。このため、アイランドの幅は、端末装置設置に必要なスペースだけとなり、1.0m～1.5m 程度である。

今回の詳細な検討においては、途上国のターミナルであることを考慮し、従来型の「有人ゲート方式」を採用し、アイランド幅は余裕を見て 3.0m を採用している。

c) ゲートの寸法についての今後の見直し

前述の様にゲートの寸法については、「有人ゲート方式」を採用するか「遠隔操作ゲート方式」を採用するかによって大きく異なる。これらのゲート方式は、最終的にはオペレーターの経営方針によって決まる。特に、ティラワ地区港のターミナル建設用地の地形上の特徴として、プロットの南北方向の幅が極めて狭矮であり、これがターミナルのレイアウト設計上制約になっている。これらのことを勘案すると、ゲートの寸法については将来オペレーターが決定した段階で、ゲート運営方式を含めて再検討することが望ましい。

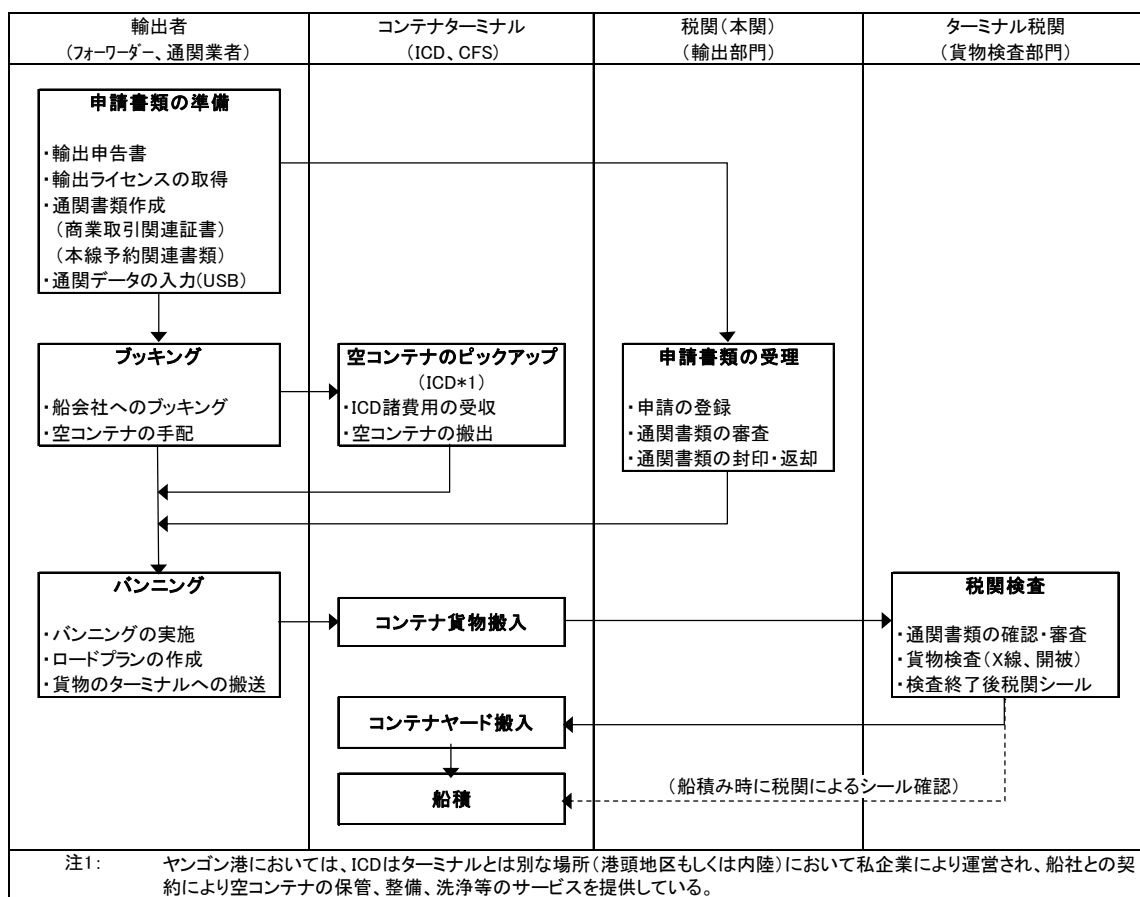
(5) X 線検査と税関関連施設

1) ミャンマー国のコンテナ貨物通関手続

ミャンマー国における輸出入貨物の通関は、自社通関ではなく通関業者を利用することが一般的である。2011 年から電子通関制度 (E-Trade) が導入されているが、現時点では通関業者とのシステム連携は図られておらず、第一段階として USB メモリースティックに輸出入申告データを保存して、これを税関に提出するという経過措置が取られている。2016 年供用開始を目指して、日本の援助により NACCS の試験的導入が推進されており、今後電子通関が導入されて行くことで円滑な通関手続が可能になるものと期待される。

a) 輸出通関手続

輸出管理品目でない限り、海上輸出貨物は通常 1～2 日で通関許可 (本関) となっている。制度上工場でのバンニングは可能であり、工業団地からの輸出貨物はこの形式を採用している。貨物が取り揃えられ、コンテナ番号が判明し次第申告は可能になる。現在、ミャンマー国において保税輸送は制度上可能であるが、手続きの煩雑さ及びコストアップの理由からほとんど実施されていない。従って、バンニングコンテナのシールは貨物の保護を目的としたプライベートシール (船社シール、フォーワーダーシール) であり、通関手続きとは無関係である。コンテナターミナルには CFS 倉庫が併設され税関が常駐している。輸出貨物はこの税関エリアに持ち込まれ貨物検査を受けなければならない (貨物検査手続については次項を参照)。貨物検査を通過した輸出コンテナは、税関によりシールされヤードに搬入される。税関シールはコンテナの船積み時に岸壁において税関職員によって確認される。輸出通関手続のフローを図 4.2-17 に記載する。



出典：調査団作成

図 4.2-17 輸出通関手続のフロー

b) 輸入通関手続

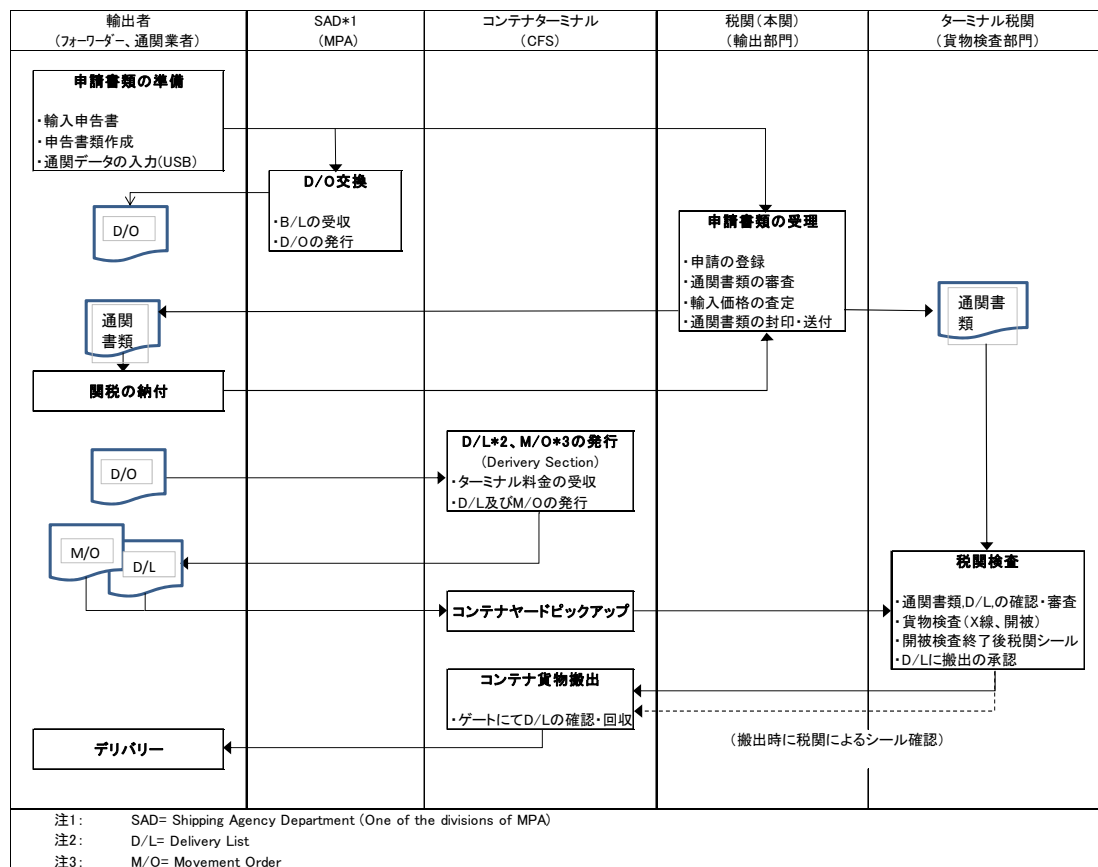
輸入管理品目でない限り、海上輸入貨物は通常 2～3 日以内には通関許可（本関）となっている。

輸入者は MPA(Myanmar Port Authority)の組織である SAD(Shipping Agency Department)に B/L を差し入れ、D/O(Delivery Order)との交換を行う。

輸入者は関税を納付し輸入許可を取得したのちターミナルにおいて輸入貨物を引き取る。この場合、先ずターミナル(CFS)の Delivery Section に赴き D/O を提出し所定のターミナル料金(Lift-on/Lift-off、Demurrage 等)を支払ったのち D/L(Delivery List: 税関貨物検査用の貨物明細) 及び M/O(Movement Order: ヤード管理者に対するコンテナピックアップ指示書)の交付を受ける。

輸入者は、ヤードにおいて自らが手配したトラックにコンテナを引取り、貨物検査のためターミナル内の税関エリアにコンテナを移送するとともに、ターミナル税関（CFS）で貨物検査を受ける。ターミナル税関は、再度輸入書類（輸入申告書、インボイス、パッキングリスト等）と D/L を確認して貨物検査を実施する（貨物検査手続きについては次項を参照）。ターミナル税関は、貨物検査終了後、開被監査を行った場合はコンテナに税関シールを行う。このシールはコンテナのゲート搬出時に税関によって確認される。

輸入者はD/L（承認済）をターミナルゲートに提出し貨物を搬出する。輸入通関手続のフローを図4.2-18に記載する。



出典：調査団作成

図 4.2-18 輸入通関手続のフロー

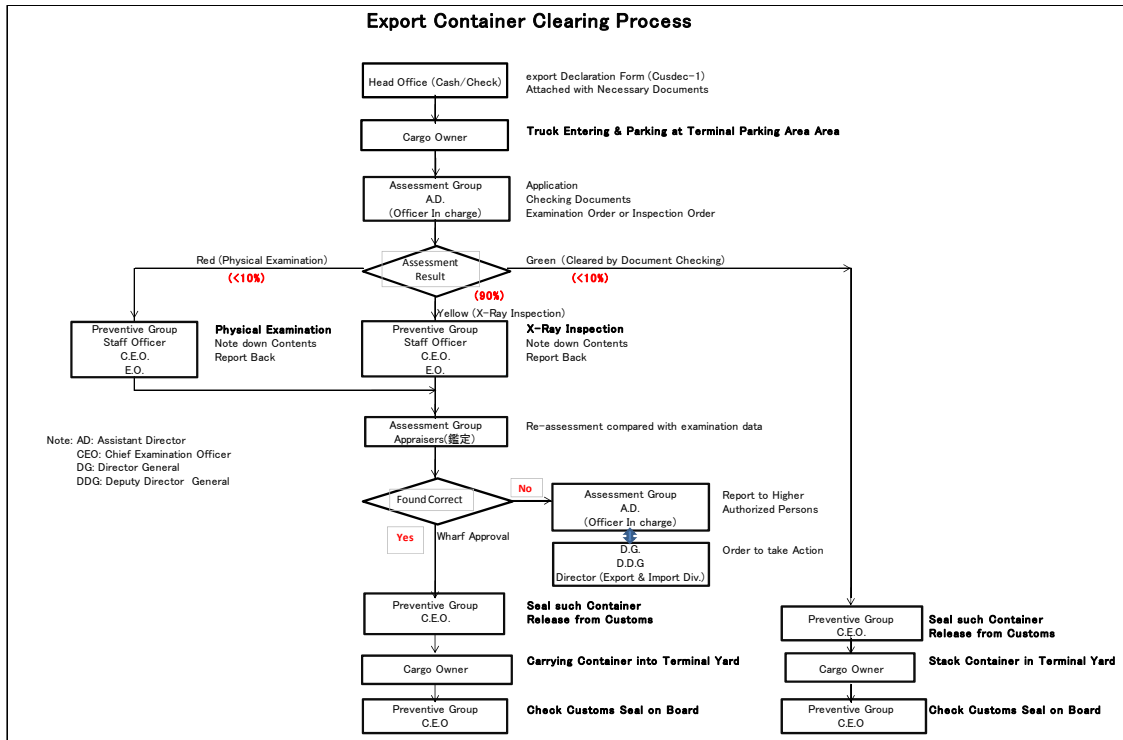
2) 港湾における貨物検査の業務手順

税関（本関）において申告され輸出入許可が下りた貨物は、輸出貨物においてはヤードに搬入する前に、また輸入貨物についてはターミナルゲートから搬出前に、ターミナル税関によって貨物検査を受け搬入、搬出許可を受けなければならない。

a) 輸出貨物の貨物検査

輸出者はターミナルの税関エリアに輸出貨物を搬入し、ターミナル税関事務所にて貨物検査の申請を行う。税関は申請書類を確認し貨物検査の判定を行う。判定は、書類検査のみで検査通過するもの（①Green Category）、X線検査を必要とするもの（②Yellow Category）、開被検査を必要とするもの（③Red Category）の3段階のどれかに判定され、それぞれ次のプロセスに進む。現在（2013年4月）①③は10%以下、②は90%程度の比率である。輸出貨物については、ほぼ全量X線検査を受けているというのが実情である。ミャンマー国税関としては、今後リスクマネージメントを強化し、①のカテゴリーを増加させて行きたいとの意向であるが、今後の動向を注視する必要がある。

貨物検査結果合格判定された輸出貨物（コンテナ）は、税関によってシールされヤード搬入される。輸出貨物の貨物検査手順について図 4.2-19 に、またこの検査手順に基づいたコンテナ貨物及びトラックの流れを図 4.2-20 に記載する。



出典：調査団作成

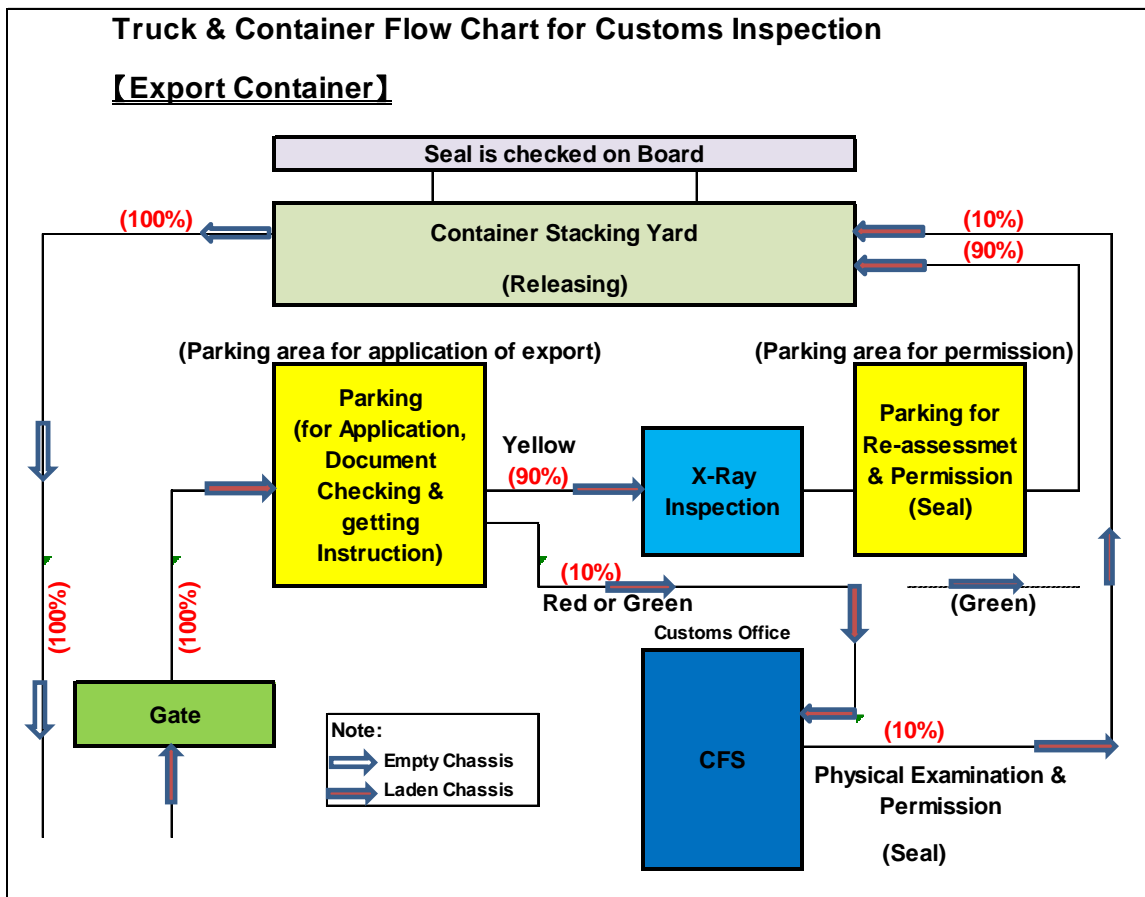
図 4.2-19 輸出貨物の貨物検査手順

ターミナル税関エリアに搬入された輸出コンテナ貨物は、一旦エリア内の輸出貨物用のトラック駐車場に駐車し、ここで輸出者による貨物検査の申請と税関により貨物検査指示を受ける（図 4.2-20 参照（Parking area for application of export））。実際の作業においては、輸出者は貨物検査申請とは別にターミナルの Delivery Section の窓口においてコンテナ受入に関する諸費用の支払いを行う。税関による貨物検査の指示が決定したのち、輸出者はそれに従ってコンテナ貨物を移動させる。①Green Category の場合は、コンテナは税関によってシールされ、直ちにヤードに搬入される。②Yellow Category の場合は、X 線検査装置に進み検査を受け、検査後一旦駐車して判定を待つ（図 4.2-20 参照（Parking area for permission））。判定結果、輸出許可が下りたコンテナ貨物は、ここで税関によりシールされヤードに搬入される。③Red Category の場合は、輸出者は CFS に設置された開被検査場にコンテナを移動させ検査を受ける。検査判定はここでなされ、輸出許可が下りたコンテナ貨物は税関によってシールされヤードに搬入される。

X 線検査による貨物検査時間はコンテナ 1 本当たり 5 分程度であり、開被検査による貨物検査時間は 1 時間程度である。しかしながら、開被検査の場合、トラックを開被検査場に到着してから 2~3 時間待つこともあり、貨物を取り出してから再度スタッフィングする時間も要することから、1 スロット当たりの検査回転率は 1 日 2 回転程度である。

駐車時間は、税関書類審査の所要時間、ターミナルへの諸費用支払時間、検査判定所要時間、混雑時の待ち時間等により大きく異なる。ヤンゴン本港における既存のターミナルにおいては、税関エリア内のトラフィック管理は殆どなされておらず、混沌としている。ティラワ地区港においては、今後 NACCS の導入とともに「税関エリア内のトラフィック管理」は必須であり、これらを実施することにより駐車時間は大幅に改善されるものと考えられる（4.2.2 (5) 3)「税関貨物検査関連領域の施設容量」参照）。

通常のコンテナターミナルにおいては、輸出コンテナ貨物搭載トレーラーに対して、ターミナルの入口に配備されたゲートを通る時にヤード内の行く先（蔵置位置）を指示することが可能である。ミャンマー国の通関制度（貨物検査手続き）を考慮すると、このゲートにおいて蔵置位置を指示することは、ターミナルの効率的な運用を大きく妨げる。従って、今回の施設計画においては、輸出コンテナに対する蔵置位置の指示及びそれに伴う RTG の作業指示を円滑に行うため、第2ゲートの設置が必要になるものと考えられる。



出典：調査団作成

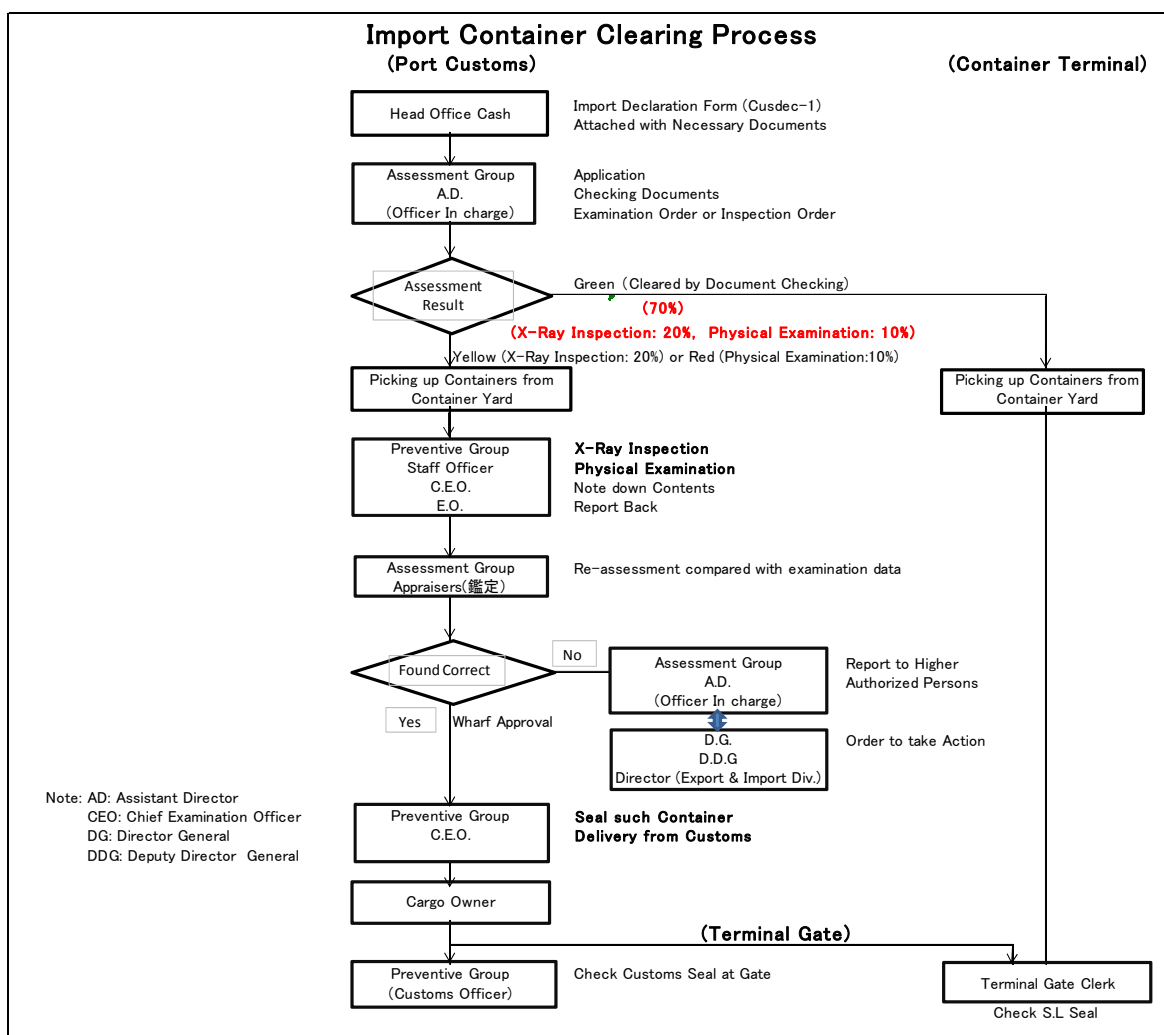
図 4.2-20 コンテナ貨物及びトラックの流れ（輸出）

b) 輸入貨物の貨物検査

輸入者はターミナルの税関事務所に赴き輸入貨物の引取申請を行う。税関は申請書類（本関から送付されて来た申請書類を含め）を確認し貨物検査の判定を行う。判定は、書類検査のみ

で検査通過するもの (①Green Category)、X線検査を必要とするもの (②Yellow Category)、開被検査を必要とするもの (③Red Category) の3段階のどれかに判定され、それぞれ次のプロセスに進む。現在 (2013年4月) ③が50%以上あるが、将来NACCS導入後を目指して、③を10%程度に抑える計画が進んでいる。本計画としては輸入コンテナの検査比率として①が約70%、②が約20%、③が10%程度の比率を想定する。

貨物検査結果合格判定された輸入貨物 (コンテナ) は、税関によってシールされ搬出される。税関シールはゲートからの搬出時に税関によって確認される。実際には、シールは開被検査されたコンテナに対してのみ行われ、ゲート搬出時に確認されているのが実情である。輸入貨物の貨物検査手順について図4.2.1-5-5に、またこの検査手順に基づいたコンテナ貨物及びトラックの流れを図4.2.1-5-6に記載する。



出典：調査団作成

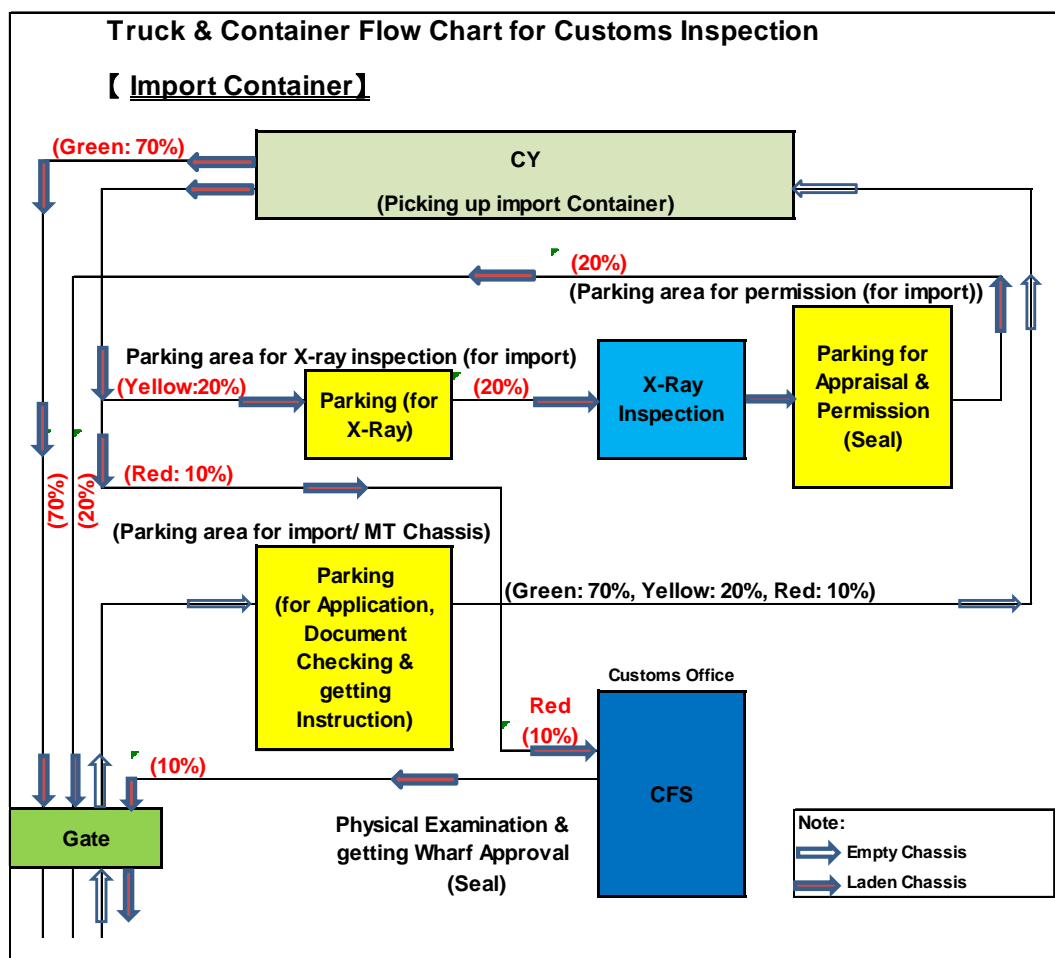
図 4.2-21 輸入貨物の貨物検査手順

輸入者は、輸入コンテナ貨物引取り用のトレーラーをターミナル税関エリア内に駐車するとともに、ここで貨物検査の申請と税関により貨物検査指示、もしくは書類審査のみで輸入許可 (Green Category) される場合は D/L に承認済サインを受ける (図 4.2-22 参照 (Parking area for

import/ MT Chassis))。

実際の作業においては、輸入者は貨物検査申請とは別にターミナルの **Delivery Section** の窓口においてコンテナ受取に関する諸費用の支払いを行う。税関による貨物検査の指示が決定したのち、輸入者は検査指示に従ってトラックを移動させる。①**Green Category** の場合は、輸入者はヤードからコンテナをピックアップし、ゲートにおいて **D/L (承認済)** を提示して搬出する。②**Yellow Category** の場合は、輸入者はヤードからコンテナをピックアップした後 **X 線検査装置** に進み検査を受け、検査後一旦駐車して判定を待つ(図 4.2-22 参照 (**Parking area for permission (for import)**))。判定結果、輸入許可が下りた場合輸入者は **D/L に承認済サイン** を受けるとともに、ゲートにおいて **D/L (承認済)** を提示して搬出する。③**Red Category** の場合は、輸入者はヤードからコンテナをピックアップした後 **CFS** に設置された開被検査場にコンテナを移動させ検査を受ける。検査判定はここでなされ、輸入許可が下りたコンテナ貨物は税関によってシールされる。シールはゲート搬出時に税関によって確認される。

X 線検査所要時間、開被検査所要時間及び 1 スロット当たりの検査回転率(開被検査時)については、輸出輸入共に同様である。駐車時間については、輸出輸入共に同様である。第 2 ゲートの設置の必要性については、輸出輸入共に同様である。



出典：調査団作成

図 4.2-22 コンテナ貨物及びトラックの流れ (輸入)

3) 税関貨物検査関連領域の施設容量

ミャンマー国における輸出入貨物の通関制度及び貨物検査手続に基づいて、ティラワ地区港のコンテナターミナルが円滑に運用されるために必要な通関関連施設とその容量を以下に記述する。

a) 施設計画の前提条件

- ①コンテナ貨物取扱量：200,000TEU/年(表 4.2-21 「品種構成(Daily Container Flow)」参照)
- ②税関検査日数：287 日/年（日曜日:休日、土曜日:半日検査）
- ③税関検査時間：通常日:7.5 時間/日（9:00-16:30）、ピーク時:10 時間/日（9:00-19:00）
- ④TEU Factor：1.33
- ⑤検査貨物集中ピーク率：1.3（最大検査日量/年間平均検査量(Box/日)）
- ⑥日間コンテナ取扱量：表 4.2.1-5-1(1.Daily Container Flow 参照)
 - 1) 輸入実入りコンテナ取扱量：235Box/日（ピーク時 306Box/日）
 - 2) 輸出実入りコンテナ取扱量：235Box/日（ピーク時 306Box/日）
- ⑦検査比率：表 4.2-22 「検査カテゴリー別比率」参照
 - 1) 輸入実入りコンテナ：Green:70%、Yellow（X線検査）:20%、Red（開被検査）:10%
 - 2) 輸出実入りコンテナ：Green: 0%、Yellow（X線検査）:90%、Red（開被検査）:10%

表 4.2-21 品種構成 (Daily Container Flow)

		Preconditions	TEU/Year	Box/Year	Box/Day (average)
1. Terminal Capacity			200,000	150,000	523
2. TEU Factor		1.33			
3. Customs Operation Day (Days/Year)	Full Time Bases	287			
4. Customs Operation Hour (Hours/Day) (9:00-16:30 (7.5Hour))	Monday-Friday	7.5			
	Saturday	Half of Mon-Fri			
5. Peak Ratio		1.3			
6. Proportion	Import Full	45%	90,000	67,500	235
	Import Empty	5%	10,000	7,500	26
	Export Full	45%	90,000	67,500	235
	Export Empty	5%	10,000	7,500	26
	Total	100%	200,000	150,000	523

出典：調査団作成

表 4.2-22 検査カテゴリー別比率

	Import Container	Export Container
(1) Green : Document Check	70%	0%
(2) Yellow : X-Ray Inspection	20%	90%
(3) Red : Physical Examination	10%	10%

出典：調査団作成

b) X線検査装置の必要基数：(表 4.2-23 「X線検査装置所要基数」参照)

- ①所要 X線検査コンテナ数：通常日:259Box/日（ピーク時 336Box/日）
- ②X線検査時間：7.5 時間/日（ピーク時:10 時間/日）
- ③X線検査能力（時間当たり）：12Box/時間
- ④X線検査能力（一日当たり）：90Box/日（ピーク時:120Box/日）
- ⑤所要検査装置基数：3 基

記検査装置数は 200,000TEU/年のフル能力 (Phase I) のコンテナ取扱量が実現された場合の所要量であり、実際には取扱量の増加状況を見ながら順次増強して行くものと考えられる。従って、レイアウト設計上は 3 基設置可能なスペースを確保する。

表 4.2-23 X 線検査装置所要基数

	Average Inspection Capacity		Inspection Capacity at peak	
	Import	Export	Import	Export
(1) Inspection Ratio	20%	90%	20%	90%
(2) Number of Containers (Average: Box/Day)	47	212	47	212
(3) Number of Inspection Container at peak	47	212	61	275
(4) Peak Ratio	1.0	1.0	1.3	1.3
(5) Total Number of Containers to be Inspected	259		336	
(6) Operation Hour (Hours/Day)	7.5		10.0	
(9:00-16:30) (at peak: 9:00-19:00)				
(7) Hourly Inspection Capacity (Boxes/Hour)	12		12	
(8) Daily Inspection Capacity (Boxes/Day)	90		120	
(9) Required Inspection Machines	2.9		2.8	

出典：調査団作成

c) 開被検査施設必要容量：(表 4.2-24 「所要開被検査施設容量」参照)

- ①所要開被検査コンテナ数：通常日:48Box/日 (ピーク時 61Box/日)
- ②開被検査時間：7.5 時間/日 (ピーク時:10 時間/日)
- ③開被検査時間：1 時間/Box/検査グループ
- ④開被検査能力(一日当たり)：7.5Box/日/検査グループ (ピーク時:10Box/日/検査グループ)
- ⑤所要検査グループ数：7グループ
- ⑥開被検査に係わるスロット専有時間：3~4 時間 (1日2サイクル/スロット)
- ⑦所要検査スロット：30 スロット (輸入コンテナ：15 スロット、輸出コンテナ：15 スロット)

上記検査装スロットは CFS のエプロン部分に設置され、必要に応じて検査貨物を CFS 内に保管する必要がある。

表 4.2-24 所要開被検査施設容量

	Inspection Capacity at peak	
	Import	Export
(1) Inspection Ratio	10%	10%
(2) Number of Containers (Average: Box/Day)	24	24
(3) Number of Inspection Container at peak	31	31
(4) Peak Ratio	1.3	1.3
(5) Total Number of Containers to be Inspected	61	
(6) Operation Hour (Hours/Day)	7.5	
(9:00-16:30) (at peak: 9:00-19:00)		
(7) Cycle Time of Berth (Hours/ Cycle)	3	
(8) Bay Utilization (Cycles /Day)	2	
(8) Required CFS Inspection Bays (Slots)	30.6	

出典：調査団作成

d) 貨物検査関連領域と待機用駐車容量

(表 4.2-25 (5.Required Truck Parking Capacity 参照))

「輸出入貨物の貨物検査手順 (図 4.2-19,図 4.2-21)」及び「コンテナ貨物及びトラックの流れ (図 4.2-20,図 4.2-22)」に記載するように、税関貨物検査エリアにおける検査待機用駐車場は、1)輸入コンテナ引取り用の空シャーシー待機用駐車場 (Parking area for import/ MT Chassis : 図 4.2-22 参照)、2)輸出コンテナの検査申請待機用駐車場 (Parking area for application of export : 図 4.2-20 参照)、3)輸出入コンテナの X 線検査後の検査結果待ち待機用駐車場 (Parking area for permission : 図 4.2-20 及び図 4.2-22 参照) の 3 駐車場に集約できる。2)については X 線検査前の輸入コンテナの待機用駐車場としても共用することが出来る。

駐車時間については、今後ティラワ地区港においては、NACCS の導入とともに、ターミナルの Delivery Section の業務も含めて、「税関エリア内のトラフィック管理方法」を改善することにより、1)及び2)については 1 台当たり平均駐車時間 30 分、3) については 1 台当たり平均駐車時間 20 分程度を実現することを前提として、貨物検査領域の駐車場施設の容量を計画している。各駐車場の所要容量について表 4.2-25 「所要駐車場容量」に記載する。

表 4.2-25 所要駐車場容量

	Import Container			Export Container	
	(for picking up containers)	(for X-ray)	(after X-Ray)	(for X-Ray)	(after X-Ray)
(1) Parking Truck Ratio	100%	20%	20%	100%	90%
(2) Traffic Volume (Boxes/Day)	235	47	47	235	212
(3) Traffic Volume at peak (Boxes/Day)	306	61	61	306	275
(4) Peak Ratio	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
(5) Operation Hour (Hours/Day)	8.0	7.5	7.5	8.0	7.5
(first arrival 8:30-final arrival16:30)					
(6) Average Parking Hour (Hours/Truck)	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4
(7) Rotation per day (1/Day)	16	15	18.75	16	18.75
(8) Required Parking Bays	19.1	4.1	3.3	19.1	14.7
(a) Empty Chassis for picking up Import Containers				19.1	
(b) Trucks with Export Containers for stacking and Import Containers for X-Ray				23.2	
(c) Trucks with Import & Export Containers after X-Ray				17.9	

出典：調査団作成

4) CFS の所要面積と平面計画

ヤンゴン港における既存のコンテナターミナルの CFS は、この国の通関制度の影響を大きく受けており、何れもターミナル税関の事務所と輸出入コンテナ貨物の開被検査機能が併存している。これらの CFS では、日本におけるオンドック CFS の主要機能である LCL コンテナのバンニング及びデバンニング機能は殆ど発揮されていない。LCL コンテナの比率は、潜在的には輸入実入コンテナの 5%程度であると言われているが、ヤンゴン港の主要ターミナルの AWPT (Asian World Port Terminal) では、CFS でデバンニングされている LCL 貨物は 1%程度である。残りは、ヤードで開梱したり、輸入貨物検査終了後そのまま封印して背後圏にある倉庫で小口貨物に分割されたりしているのが実態である。ヤンゴン港の主要ターミナルである MIPT (Myanmar Industrial Port Terminal) では、LCL 貨物のポテンシャル需要に着目し (現状は AWPT と同じ状況であるが)、LCL コンテナを対象とした大規模な CFS の建設を計画している。

このような状況を踏まえ、今回計画されるティラワ地区港の新コンテナターミナルでは、CFS

機能として、本来の貨物バンニング及びデバンニングに加えて、ターミナル税関の事務所と輸出入コンテナ貨物の開被検査機能の併設を計画する。以下にミャンマー国ティラワ地区港コンテナターミナルの CFS についての施設計画諸元を記載する。

a) 能力諸元

1. 対象貨物：輸入 LCL
2. 取扱貨物量：4,500TEU/年（5% of Import Laden Container）
3. 所要蔵置容量：86.5TEU（Dwelling Time: 7 日、倉庫稼働日数：365 日/年）
4. 取扱コンテナ数：（荷役日数：287 日、TEU 率：1.333、ピーク率：1.3）
 - （1）日平均：11.8Box/日（荷役時間 8 時間）
 - （2）ピーク時：15.3Box/日（荷役時間 12 時間）
 - （3）バン詰め、バン出し時間：2.0 時間/Box
 - （4）所要ギャング数：3 ギャング体制（バン出し）
（注：引取りトラックへの搭載作業も 3 ギャング体制とする）
 - （5）駐車ベイの回転数：4 回転/日（平均）～5 回転（ピーク時）
 - （6）所要ベイ数：実質 3～4Bay（余裕をもって 10Bay）
5. コンテナ内容積：26.4 m³（2.35m(W)x 5.90m(L)x 2.38m(H)x 80%）
6. パレットサイズ、
 - （1）EU VMF (2 Pallets/ Rack)
 - ① サイズ：1,200(W)x 1,000(D)x 1,200(H)= 1.44m³
 - ② Pallet/TEU：18.33
 - ③ 所要蔵置パレット：1,586 Pallets
 - ④ 所要 Ground Slot 数(4 段 x 2Pallet/モジュール)=198.25Gs
 - （2）ISO International Container Pallet (2 Pallets/ Rack)
 - ① サイズ：1,100(W)x 1,100(D)x 1,200(H)= 1.45m³
 - ② Pallet/TEU：18.2
 - ③ 所要蔵置パレット：1,574 Pallets
 - ④ 所要 Ground Slot 数(4 段 x 2Pallet/モジュール)=196.75Gs
 - （3）日本の倉庫標準パレット（1Pallet/Rack）
 - ① サイズ：1,500(W)x 1,200(D)x 1,200(H)= 2.16 m³
 - ② Pallet/TEU：12.2
 - ③ 所要蔵置パレット：1,056Pallets
 - ④ 所要 Ground Slot 数(4 段 x 1Pallet/モジュール)=264Gs
7. 所要 Ground Slot 数：
 - （1）EU タイプ 50%+日本の倉庫標準パレット 50%と想定する。
 - （2）所要 Ground Slot 数：232 Ground Slots (264x 0.5 +198.25 x 0.5= 231.125)
8. 標準ラックモジュール&ブロックサイズ：
 - （1）モジュールサイズ：間口 2.5m（センター間寸法）x 奥行 1.25m x 高さ 1.5m
 - （2）ブロックのモジュール数（間口 12 モジュール x 2 列=24 Ground Slots =96 モジュール）

(3) ブロック寸法：30m (L) x 2.5m (D) x 6m (H)

9. 所要ブロック数：9.66 ブロック (232/24=9.66)

(1) 従って 10 ブロックを設置する。

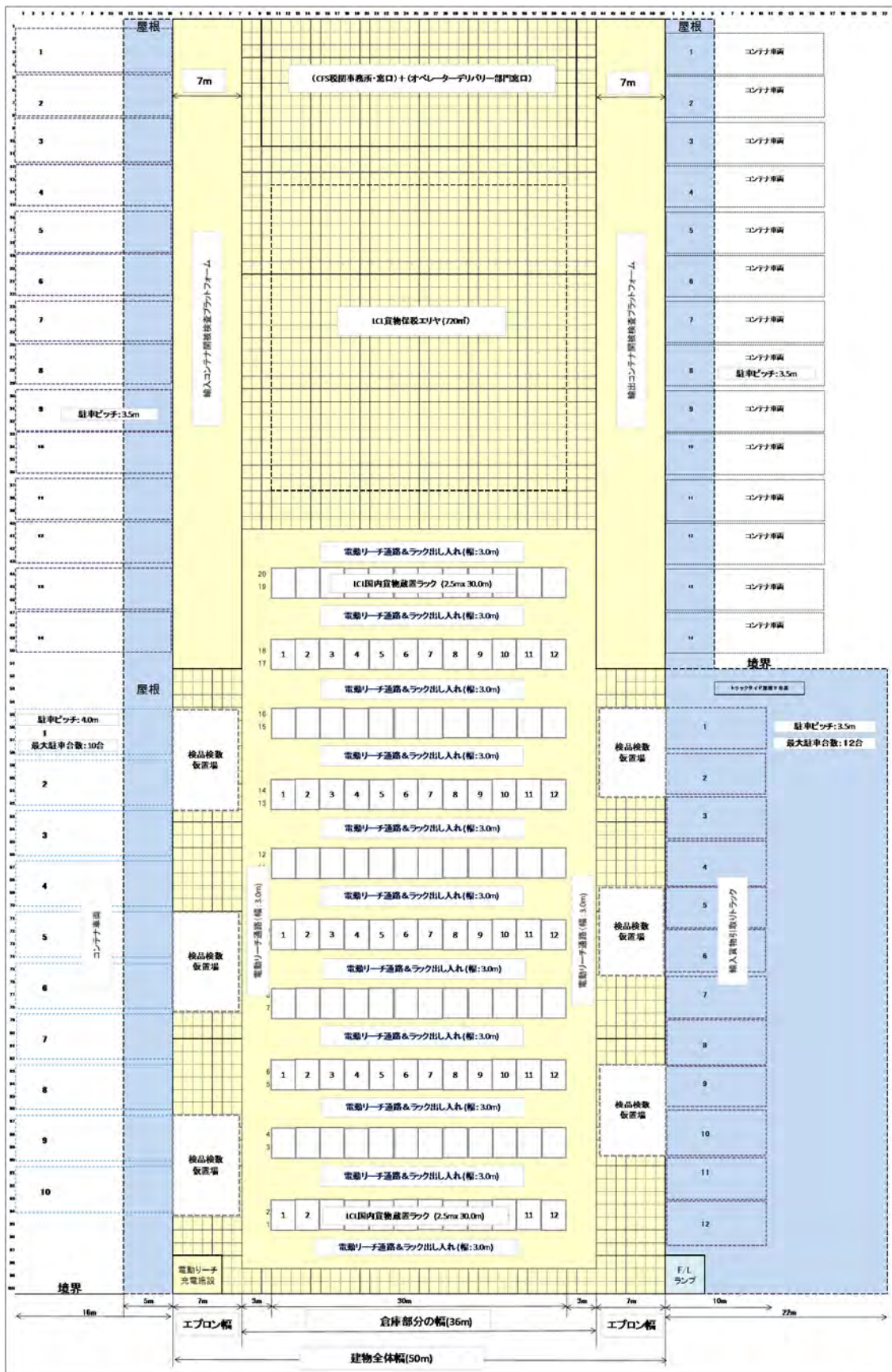
b) レイアウト

1. CFS 内レイアウトについては図 4.2-23 及び図 4.2-24 添付資料参照のこと

- (1) 輸入貨物引取トラックは、ミャンマーの状況を考慮すると通常トラックが主体。
- (2) ウイング型トラックの仕様も考えられるので両者のオペレーションが可能とする。
- (3) 輸入 LCL (小口貨物) が主体になることを考慮しスロープはつけない。従って、ウイング型トラックも CFS への段差を考慮して荷役を行う。
- (4) 検品・検数・荷揃え用のスペースとして CFS 建屋内にエプロン機能を持たせる。
エプロン幅 7.0m
- (5) CFS 内の運搬は電動リーチ (2.5Ton) を使用する。通路幅 3.0m。
- (6) CFS のエプロン部分と倉庫本体部分の境界について、税関検査プラットフォームと LCL 検品・検数・荷揃え用エプロン部分の幅を統一する。統一幅は後者 (LCL エプロン部分) に必要な幅が 7m は必要になることから、前者 (検査プラットフォーム) についても 7m の幅とする。但し、前者の幅は 5m もあれば十分なので、7m 幅とるとエプロン部分に幅 2m 無駄が出来手倉庫部分が狭くなるが、この点は我慢する。両者を、一直線の壁面で統一することを優先する。
- (7) 敷地の制約から、建物全体幅が 50m 以上は増やせない状況から、倉庫幅は 36m とする。エプロン部分と倉庫部分の境界は壁+シャッターで仕切ることになるが、作業性を考慮し、開口部 (シャッター部分) を極力広くとる。

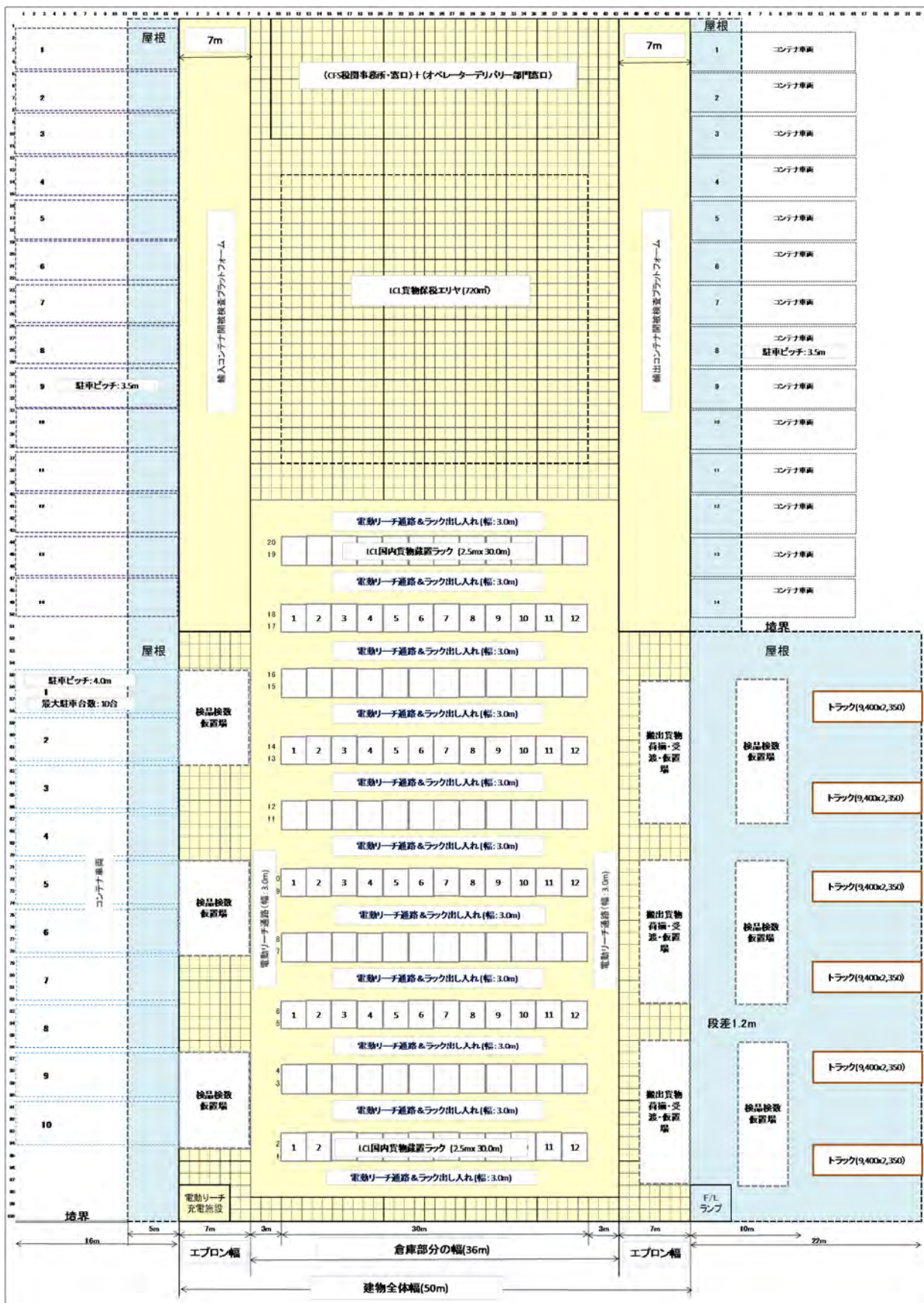
c) 建家設計上の留意事項

- (1) 軒先の屋根の必要高さ：地上 6m~6.5m 程度必要
- (2) 転回エリア：トレーラーの開被検査スロット接岸用に通路幅 10m を含め、CFS エプロン端から敷地境界まで最低 40m のスペースが必要。それ以外にトレーラー切替用のスペースは設計段階で考慮する必要がある。
- (3) 事務所の面積：税関事務所とは別にオペレータのデリバリー部門の事務所が必要。人数は今後 MPA に対して確認する必要があるが、常識的に 20 人程度。IT 化の採用度合いにもよる。現計画では建物は税関職員のみなので、この分も含めた設計が必要と思われる。
- (4) CFS 内の電動リーチの充電用施設：CFS 内に 2.5Ton 電動リーチ用充電用施設 (2 台分：5m x 3m 程度) 用のスペース及び電源引き込み配線を設置する必要がある。



出典：調査団作成

図 4.2-23 CFS 内の置き場レイアウト (陸側輸送車両：通常のトラック)



出典：調査団作成

図 4.2-24 CFS 内の置き場レイアウト (陸側輸送車両：ウイング型トラック)

(6) 管理棟

管理棟はターミナルの入口近くに配置する。管理棟の計画収容人数を表 4.2-26 に示す。

表 4.2-26 管理棟の計画収容人数

	人数	備考
事務職	38	
現業職	55	
船社/代理店	16	2名×8社
税関職員	30	
計	139	

出典：調査団作成

ターミナルの管理業務に必要な各部屋の機能（用途）とその使用人数、部屋の必要数量、概算面積を次の表 4.2-27 に示す。

表 4.2-27 管理棟の必要な部屋の機能と使用人数及び数量と面積

部屋の用途	使用人数	数量	面積 (m2)	計 (m2)
社長室&応接室	1	1	60	60
総務経理営業	10	3	30	90
コンピュータールーム	2	1	30	30
コントロールセンター&プランニング室	12	1	120	120
ドキュメントセンター（コンテナ貨物）	15	1	120	120
ドキュメントセンター（倉庫/Bulk/RORO）	8	1	120	120
現業事務所休憩所	55	1	180	180
外注作業事務所休憩所	36	1	120	120
大会議室	36	1	120	120
小会議室	10	2	30	60
税関事務所	30	1	300	300
船社代理店外注業者事務所	2	8	30	240
キャンティーン	96	1	200	200
シャワー室		1	30	30
合計（通路/共有部分を除く）				1,790

出典：調査団作成

(7) 整備棟

1) 荷役機械メンテナンスショップ

荷役機械のメンテナンス作業は、設置サイトとメンテナンスショップの2ヶ所で実施される。表 4.2-27 に荷役機械の種類、設置計画台数、検査場所、予定検査回数を示す。メンテナンスショップは屋根・壁を有し屋内作業を可能にする棟と屋根付きの棟の2棟を計画する。

作業を担当する職員、作業員は計12名である。

表 4.2-28 荷役機械の種類と整備場所及び予定検査回数

荷役機械		検査		
種類	台数	場所	頻度	
			/月	年次
Gantry Crane	2	サイト	1	1
Mobile Crane	1	サイト	1	1
Rubber Tire Gantry Crane	4	サイト	1	1
Reach Stucker	2	屋根下/屋内	1	1
Fork Lift	2	屋根下/屋内	1	1
Engine Fork Lift (12ton)	1	屋根下/屋内	1	1
Engine Fork Lift (4ton)	2	屋根下/屋内	1	1
CFS Battery Fork Lift (3ton)	6	屋根下/屋内	1	1
CFS Battery Reach (3ton)	6	屋根下/屋内	1	1
Tractor Head	12	屋根下/屋内	1	-
Container Chassis	18	屋根下/屋内	1	-

出典：調査団作成

2) コンテナ洗淨施設

コンテナボックスの洗淨を行う。20 フィートのコンテナボックスを平積みで、25 個同時に配置できる規模とする。コンテナの移動はフォークリフトにて行う。洗淨水タンクと洗淨水浄化装置を備える。

3) コンテナ修理施設

コンテナボックスの保守・整備を行う。20ft のコンテナボックスを平積みで、12 個同時に修理できる規模とする。コンテナの移動はフォークリフトにて行う。溶接、塗装作業は屋内作業となるので、屋根・壁が必要である。作業を担当する職員、作業員は計 10 名である。

(8) マリンラウンジ

マリンラウンジは岸壁近くに配置する。マリンラウンジに必要な機能は、常駐作業者の作業打合せ、更衣、休憩、食事、シャワー等である。収容人数は、常駐作業者が 51 名、船舶荷役を行う際の外部作業員（船員）が最大 60 名程度であるが、外部作業員はトイレや売店のみの使用とし、建物の内部施設は利用しないものとする。

(9) 建築物（全体まとめ）

ターミナルに計画されている建物は次の表のとおりである。

表 4.2-29 建築物一覧

No	建物	床面積 (m ²)	従業員数	階数	備考
1	管理棟	3,436	115 (139)	5	(*1)
2	荷捌き倉庫 (CFS)	6,606	60	1+M	
3	エントランスゲート	1,538.5	18 (2 交代)	1	
4	第 2 ゲート	476.5	4 (2 交代)	1	
5	機材修理場 (1)	720	16	1+M	
	機材修理場 (2)	576		1	
6	コンテナ修理場	630	10	1	
7	給油所	156.5	2	1	
8	作業員休憩所	450	35 (2 交代)	2	
9	守衛所	69	4 (2 交代)	2	
10	電力施設	720	-	1	
11	給水施設	500	-	1	
12	給水塔	20	-	-	
13	冷凍コンテナ用給電施設	-	-	-	機材
14	埠頭給電施設	-	-	-	機材
*	X 線検査施設		(10)		将来計画 (*2)
	合計	15,898.5	264 (349)	-	-

(注) M: 中 2 階,

(*1) : カッコ内数値は一部 2 交代の従業員数を含めた総従業員数を表す。

(*2) : カッコ内数値は将来予定従業員数を表す。

出典 : 調査団作成

(10) 給水設備

1) 水源

ティラワ地区にはバンブウェゴン貯水池、ザマニ貯水池、ティラワ貯水池という比較的大きな人造貯水池があり、それぞれ 1.89 万 m³、6.63 万 m³、1.34 万 m³ の貯水量を有している。こ

これらの水源は主に灌漑、工業、生活用水として利用されている。ティラワ貯水池には建設省及び工業省により運営されている給水処理プラントがあり、建設省により運営されている処理プラントは MITT、MIPA を含む 5 ヶ所の工場に供給している。しかしこの給水処理プラントは容量不足によりコンテナターミナルに給水することができない。この状況は MPA も認識しており、このプロジェクトに供給可能な水源を確保すべく現在建設省と協議をしている。



出典：調査団作成

図 4.2-25 ティラワ地区線路位置図

2) 給水施設の概要

公共水道管より分岐引き込まれた水は一旦受水槽に貯水され、その後建物等の生活用水及び船舶用水として使用される。建物用水は受水槽から揚水ポンプにて高架水槽に送水し高架水槽より重力式配管にて建物内各所各衛生器具、配膳室、厨房等に送水される。また船舶給水用として単独の給水管路を設ける。

3) 給水量

ターミナル施設に供給される給水量は次の 3 種に分類される。

- 建物用給水
- 船舶用給水
- コンテナ洗浄水

a) 建物給水

建物で消費される飲料及び雑用水は建物内の総作業員数で求められ、対象人員あたりの給水

量を 100L/日とした。Plot26 の将来用給水は将来発生する工事を少なくする為、また全体のプロジェクトコスト低減するため、Plot25 の給水量の 50%を本施設の給水施設計画に含めた。

表 4.2-30 各建物の給水量

建物名	作業人員			給水量(L/人・日)	消費量 (m ³ /日)
	作業員数	シフト数/ 夜勤数	計		
Administration Building	113	24 staff	137	100	13.7
Meal	113 meals		113	30	3.39
Container Freight Station	60	1 shift	60	100	6
Maintenance Shop	16	1 shift	16	100	1.6
Container Repair Shop	10	1 shift	8	100	1.0
Terminal Gate	12	2 shift	24	100	2.4
Second Gate	3	2 shift	6	100	0.6
Marine Worker Lounge	permanent	temporary	-	-	
	51	60	111	100	11.1
	51 meals x 2		102	30	3.06
Fuel Station	2	1 shift	2	100	0.2
Sub-Station	-	-	-	-	-
Water Pump House/Tank	-	-	-	-	-
X-ray Check Facility	10	1 shift	10	100	1.0
Security Post	4	2 shift	8	100	0.8
Subtotal					44.85
Future Water Demand (50% of the above)					23.0
Total					68

出典: 調査団作成

b) 船舶給水

船舶用給水量は港湾施設設計指針及びターミナルオペレータの勧めに基づき算定した。一般的に 20,000DWT クラス船舶で給水量は概略 200m³であり、400m 長のバースに最大 2 隻が同時に係留したもものとして船舶給水量を算定した。(200m³ x 2 隻=400m³/日)

船舶給水施設計画に当たり船舶給水量 200m³は 5 時間以内に給水完了するものとし、2 隻同

時給水は考慮しないものとして計画した。

c) コンテナ洗浄水

コンテナは高压洗浄装置により洗浄され平均 50 TEU/日、1 TEU あたり 60L の水を消費するものとして給水量を算定した。

$$50\text{TEU/日} \times 60\text{L/TEU} = 3000 \text{ L/日} = 3.0 \text{ m}^3/\text{日}$$

d) 給水量合計

上記より算定された給水量は以下の通りである。

表 4.2-31 計画給水量

建物給水	68 m ³ /日
船舶給水	400 m ³ /日
コンテナ洗浄水	3 m ³ /日
計	471 m ³ /日
計画給水量	480 m ³ /日

出典: 調査団作成

従ってコンテナターミナルの計画給水量は 480 m³/日とする。

4) 貯水槽

敷地の北東部に消火水槽兼用の貯水槽及び付属ポンプ室を設ける。合計貯水量は 1 日分の生活用水 480 m³ と消火用水 160 m³ の合計 640 m³ とする。貯水槽は槽内清掃や将来のメンテナンス時でも送水可能なように隔壁を設け 2 槽式とする。

消火水容量は現地で摘要されている消火基準により算定する。消火設備は屋外消火栓設備及び屋内消火栓より構成されており、消火活動に必要な消火水量は屋外消火栓 2 組と屋内消火栓が同時放水した時の合計量とする。但し屋外消火栓 1 組目の放水量は 38L/秒、2 組目は 19 L / 秒、屋内消火栓放水量を 2.27 L/秒として算定した。また放水時間は消火基準により 45 分間とする。

$$(38 \text{ L/秒} + 19 \text{ L/秒} + 2.27 \text{ L/秒}) \times 60 \text{ 秒} \times 45 \text{ 分} = 160,029 \text{ L} = 160\text{m}^3$$

5) 高架水槽

建物用生活給水及びコンテナ洗浄水は高架水槽を経由して重力式配管にて供給される。高架水槽は安全を考慮して 1 日給水量の概略 60% 即ち 40 m³ の容量を有することとする。高架水槽架台は最高所且つ最遠方の衛生器具に対し 0.7 気圧の水圧を確保する高さとする。

6) 給水ポンプ

2組の給水ポンプを設ける、1組は高架水槽の揚水用、もう1組は船舶給水用をポンプ室内に設ける。各組のポンプは主ポンプ1台及び予備ポンプ1台より構成される。高架水槽揚水用ポンプの水量は次表に示されているように瞬時最大給水量に基づき決定する。

表 4.2-32 水需要量一覧

建物名	水消費量 m ³ /日	稼働時間 hours	毎時平均給 水量 m ³ /h	時間最大給 水量 m ³ /h	瞬時給水量 m ³ /h
Administration Building	17.1	8	2.14	4.26	6.42
Container Freight Station	6.0	8	1.33	1.66	3.99
Maintenance Shop	1.6	8	0.2	0.4	0.6
Container Repair Shop	1.0	8	0.13	0.26	0.39
Terminal Gate	2.4	24	0.1	0.2	0.3
Second Gate	0.6	24	0.25	0.5	0.75
Marine Worker Lounge	14.16	24	0.59	1.18	1.77
Fuel Station	0.2	8	0.03	0.06	0.09
X-ray Check Facility	1.0	8	0.13	0.26	0.39
Security Post	0.4	24	0.02	0.04	0.06
Future Demand	23.0	24	0.96	1.92	2.88
Total (Rounded)	68.0		5.88	11.76	17.64
Water Supply Pump					300 l/min

出典：調査団作成

船舶給水ポンプは200 m³の水を5時間以内に供給できる能力を有し、かつ最遠方の船舶給水栓に対し水圧約2気圧を確保するものとする。給水量は200 m³/5hrs = 40 m³/h = 670 L/minとした。

7) 給水管路

給水管は建物用と船舶給水用の2系列敷設するものとする。建物用給水管は高架水槽より重力式にて建物内各所各衛生器具に送水され、給水管口径は瞬時最大給水量又は衛生器具単位方法により算定する、また管内流速は2.0 m/秒を超えないものとする。給水管は概略1.0mの深さに埋設するものとする。

船舶給水管は単独に敷設され、配管は水量40 m³/時を供給できる口径100mmとする。また口径65mmの船舶給水栓を4ヶ所、ジェッティーフロントに沿って配置する。

公共水道管からの分岐引き込みとして口径100mmの配管を敷設する、この配管口径は半日で貯水槽を満水できる口径である。

給水管材としてはダクタイルアイロン、亜鉛メッキ鋼管、HDPE 管、UPVC 管等が使用されているが、HDPE 管を信頼性、腐蝕性、施工性等を考慮して採用した。

(11) 給油設備

ターミナル内の荷役機械に軽油を供給するため、本ターミナルに給油設備がターミナル中央部に計画された。この給油設備のタンク容量算定にあたり、外部トラックへの軽油の供給は考慮していない。またガントリークレーンは電気駆動のため、軽油は消費しない。コンテナトラック・フォークリフト・タンクローリーは、この給油施設で給油されるが、RTG およびリーチスタッカは、タンクローリー等を介して給油される。

1) 運転時概略平均燃料消費量

ターミナル各荷役機械の運転時概略平均燃料消費量を以下の通り、まとめる。

表 4.2-33 各荷役器機の運転時概略平均燃料消費量

Type	Condition	Unit Rate	Little /nos.	Tank Capacity	Numbers
Rubber Tire Gantry Crane	For handling operation of 16 laden (14t) containers per a hour	9.0 L/Hr./nos.	900	5,400L	6
45t Reach Stacker	For handling operation of 30 empty containers per a hour Or For handling operation of 10 laden(14t) containers per a hour	6.0 L/Hr./ nos.	550	1,650L	3
3.5t Fork Lift	For normal continuous operation	3.5 L/Hr./ nos.	105		2
Trailer with Chassis	For 20 cycle per hour for loading to ship or unloading from ship operation.	4.5 L/Hr./ nos.	400		6
Mobile Crane			300		1

出典：調査団作成

2) 年間/週間コンテナ取扱量

ターミナル各器機の年間/週間コンテナ取扱量を、以下の通りと想定した。

Phase I のコンテナ年間取扱量は別章で記載の通り、200,000TEU/年となっている。

TEU/Box 比を 1.33 (20ft:40ft=2:1) とすると、年間取扱個数は $200,000 \div 1.333 = 150,000$ 個/年となる。

ここで、実入り空コン比を 0.85 : 0.15 とすると、実入りコンテナ数は、 $150,000 \times 0.85 = 127,500$ 個/年、空コンテナ数は、 $150,000 \times 0.15 = 22,500$ 個/年となる。

CFS 経由のコンテナ数は実入り輸入コンテナの 5%と仮定すると、CFS 経由実入りコンテナ数は、4,500TEU/年となる。

週間コンテナ取扱 Box 数は、 $150,000 \div 52 \text{ 週/年} = 2,885$ 個/週となり、そのうち、実入コンテナ数は、 $127,500 \div 52 \text{ 週/年} = 2,452$ 個/週、空コンテナ数は、 $22,500 \div 52 \text{ 週/年} = 433$ 個/週、CFS 経由実入りコンテナ数は、 $4,500 \text{ TEU/年} \div 52 \text{ 週/年} \div 1.333 = 65$ 個/週となる。

なお、52 週/年の稼働とした。

3) 概略週間燃料消費量

各荷役機器の概略週間燃料消費量を以下の通り算定した。

表 4.2-34 各荷役機器の概略週間燃料消費量

	Boxes /week	boxes /hr	For ship & gate	little/hr		Little /week	working hr/week
Rubber Tire Gantry Crane	2,452	16	2	9	=	2,759	51
Reach Stacker for Empty Container	400	30	2	6	=	160	13
Reach Stacker for cargo handling at CFS	65	10	2	6	=	78	7
Terminal Trailer/Chassis	2,885	20	2	4.5	=	1,297	48
	hr/day /nos.	nos.	days /week	little/hr			
Fork Lift	8	2	6	3.5	=	336	
200t Mobile Crane	assumed 20 % of above total					926	
TOTAL						5,557	
							= 7,939 Little/ 10days

出典：調査団作成

4) タンク容量

10 日に 1 回の給油と仮定すると、上記計算結果より、本ターミナルでは 7,939L の貯蔵が必

要となるためタンク容量は 8,000 L とした。将来、荷役機械を増強する場合は、タンクへの補給頻度を増やすことで対応する。給油施設はディスペンサー 2 基、4,000 L の燃料タンク 2 基とした。燃料タンクは、2 重の鋼溶接タンクとし、タンクからの漏油を防ぐものとする。

(12) 電気設備

1) 準拠規格

本設計は原則として JIS 規格に準拠する。

2) 環境条件

本設計は下記使用条件に適合する。

- 周囲温度: 45°C 以下
- 相対湿度: 90% 以下
- 標高: 50m 以下
- 塩害: 考慮しない

3) 電気方式

電気方式は下記のとおりとする。

- 受電: 33KV, 3 相 3 線, 50Hz
- 中間: 6.6KV, 3 相 3 線, 50Hz
- 低圧: 400/230V, 3 相 4 線, 50Hz
- 接地: 直接接地

4) 設計方針

本工事（含む建築電気）は現地条件下において最少のコストで、信頼性、耐久性、機能性を確保するため下記の点に配慮している。

a) 冗長化

2 系統受電、予備発電機、電池内臓 UPS を装備することにより、停電時における重要負荷の電源供給を維持する。

b) 信頼性

適切な保護装置と高仕様機材を用いることにより、事故や誤操作があっても運転の信頼性を

損なわない。

c) 耐久性

適切な保護装置と高仕様機材を用いることにより、使用寿命の全般に亘って性能を維持する。

d) コスト

機器材、施工法、設計仕様を含む高度なエンジニアリングにより、初期投資とランニングコストを最小限に抑える。

e) 省エネ

適切な制御方式と高効率省エネ機器の採用した支援装置を通じて電力消費を低減する。

f) 安全

適切なシステム構成と安全防護装置により、運転保守における死傷事故や装置損傷を防止する。

g) 保守

適切なシステム構成とスペースの確保により、電気設備の更新や補修が容易かつ経済的にできる。

(13) 照明設備と保安関連施設

DF/R 1、5.7. 港湾保安対策に示される基本方針に従い、ターミナルの保安を確保するため以下の保安関連設備を制限区域に設置する。

- フェンス・ゲート
- 照明灯
- CCTV カメラ
- 場内放送設備

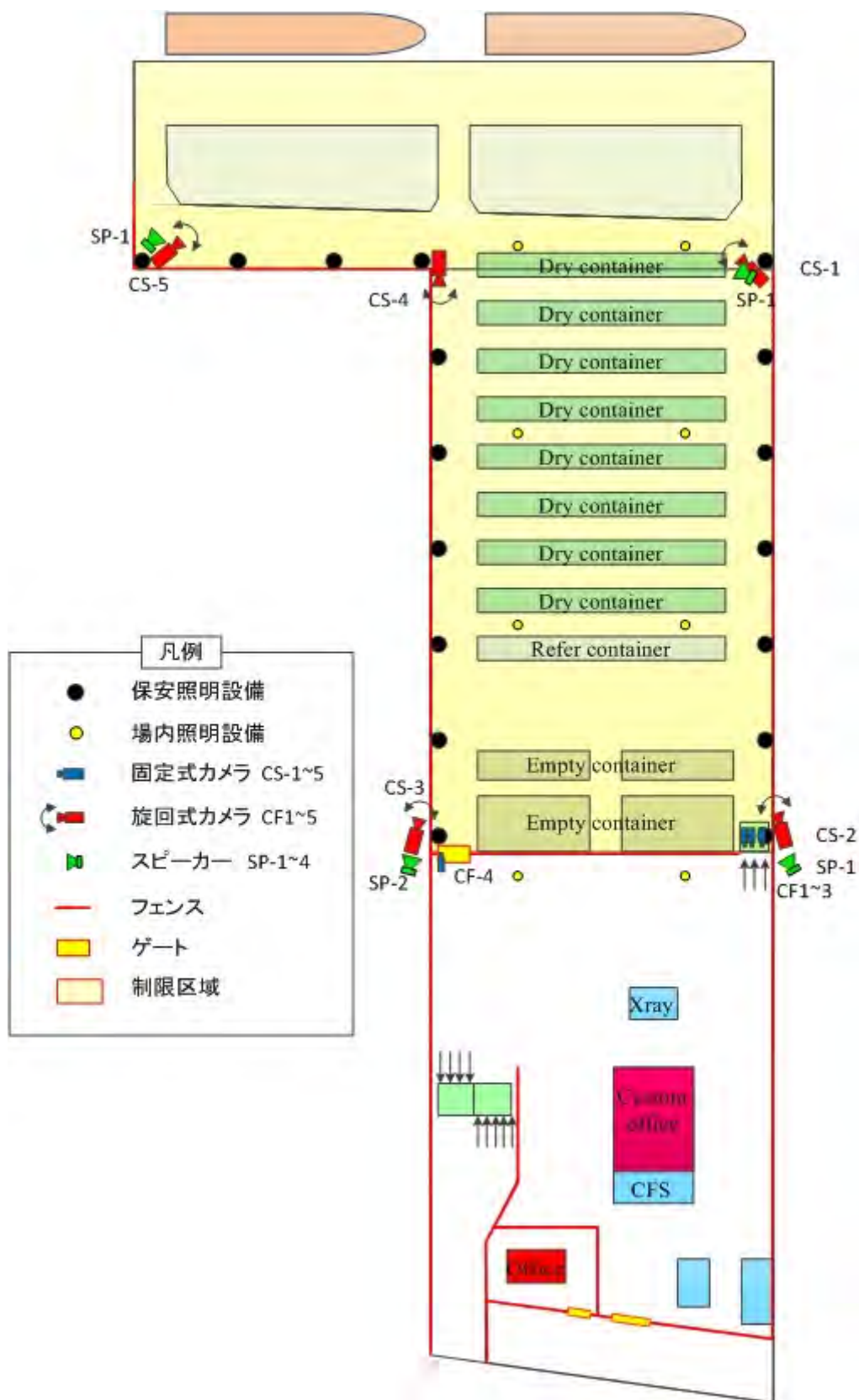
これらの設備の配置について以下のとおり検討を行った。

1) 全体配置計画

機材を配置するに当たっては、制限区域をどのように設定するかを定める必要がある。制限区域の設定にあたっては、本埠頭施設の利用状況や運用方法を考慮し、埠頭施設の効率的運用を阻害することなく、出入り管理、監視、貨物の管理等を適切に行うことができるように十分留意する必要がある。

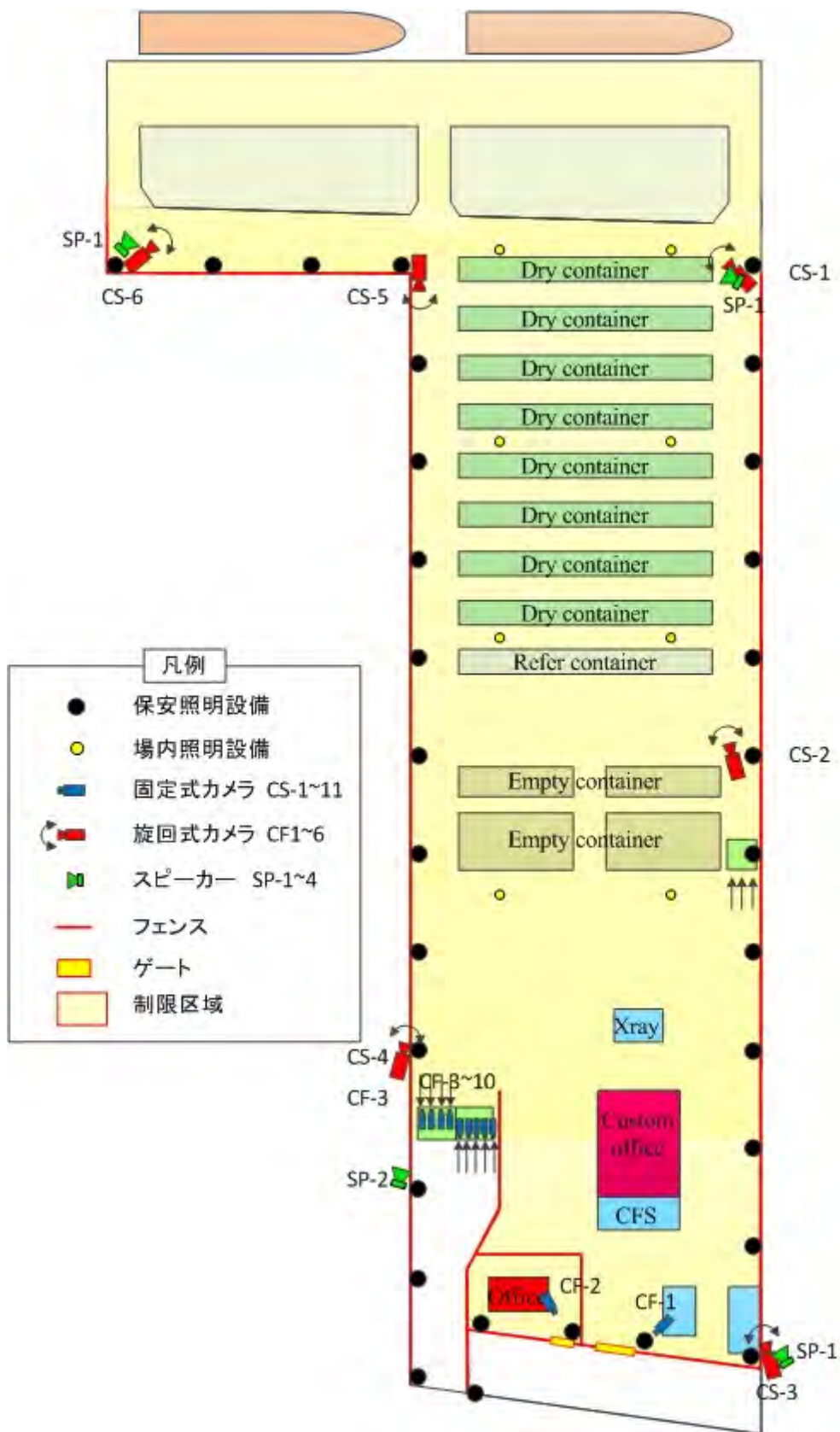
本埠頭においては、税関での開扉検査に多くの人立ち会えるため、検査場エリアを含めないで制限区域を設定する方法（以下ケース1とする）と、検査場エリアを含めコンテナゲートから先を制限区域にする方法（以下ケース2とする）とが考えられる。

それぞれの制限区域における保安機材の配置計画（案）を以下に示す。



出典：調査団作成

図 4.2-26 保安機材配置計画 (ケース 1)



出典：調査団作成

図 4.2-27 保安機材配置計画 (ケース 2)

ケース 1 の場合、制限区域が最小限となり非常にコンパクトである。ただし事務所内に設置する監視室は制限区域として出入りを管理する必要がある。また、将来的に開扉検査を他所で行い、ふ頭内では CFS の機能のみ残す場合には、コンテナゲートからの動線を考慮するとケース 2 の様な制限区域に移行した方が良い。ただしその場合は追加で保安設備を整える必要が出てくる。

一方ケース 2 の場合は、開扉検査に立ち会う人々にとっては手間になるが、ゲートの所で手続きを行ってビジターパスを入手後制限区域内に入り、開扉検査を行うようになる。

ケース 1 と 2 を比較した場合、ケース 1 の方が初期投資は少なく済むものの、上記で述べた様に将来的に利用方法が変更になった場合、保安照明やカメラの追加、放送設備の移設等の工事を実施する必要がある。ケース 2 はコンテナゲートから先を制限区域に設置する一般的な方法であり、制限区域内に立ち入る人をゲートで管理する事により保安が確保出来る。

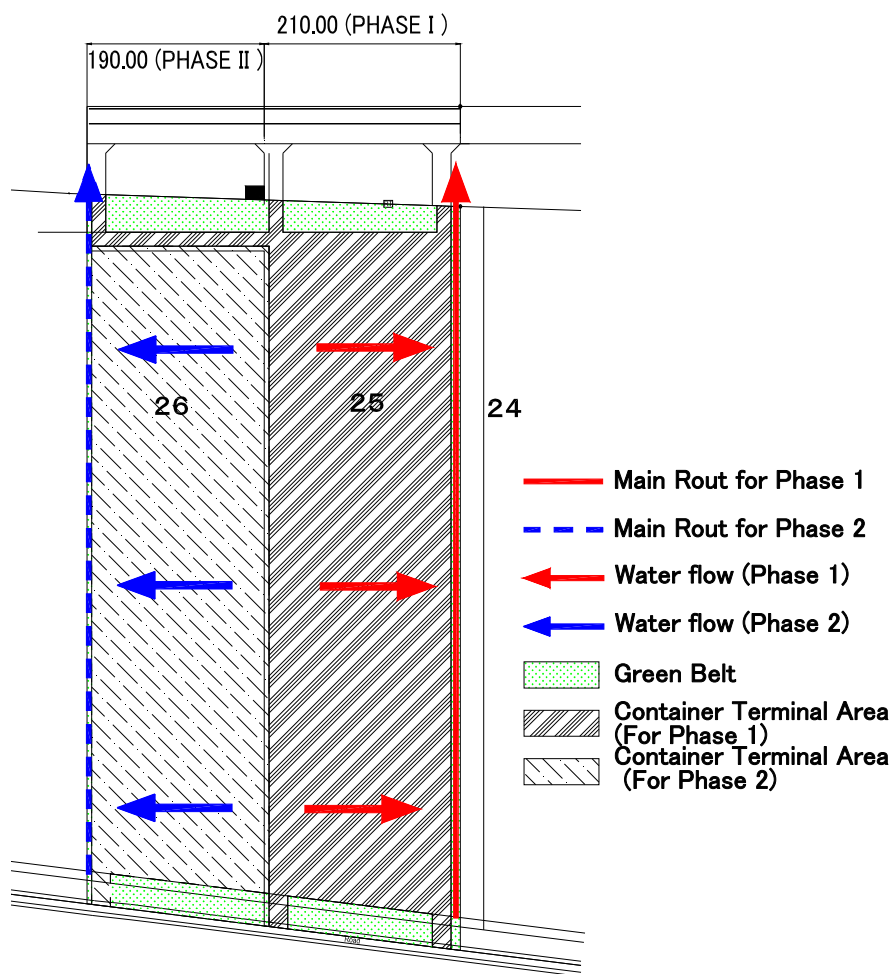
本プロジェクトにおいてはケース 1 を採用することとした。各保安設備の設計方針及び詳細な配置位置については 4.3.7 章「ターミナル施設の設計・保安関連設備」に取りまとめている。

(14) 雨水排水設備

1) 計画条件

a) 整備計画

計画されているコンテナターミナルは、Phase I と Phase II に段階的に整備されるため、排水ルートも同様にステージ毎に整備される。下図に排水整備計画図を示す。



出典：調査団作成

図 4.2-28 排水整備計画

b) 潮位

ヤンゴン川の潮位を下表に示す。

表 4.2-35 ヤンゴン川の潮位

項目	細目	
潮位	H.H.W.L	+7.10m
	H.W.L	+6.24m
	M.W.L	+3.28m
	L.W.L	+0.33m
	C.D.L	+0.00m

出典：JICA 調査「ヤンゴン港内陸水運施設改修調査」

c) 造成地盤高

造成地盤高は、F/S では、+7.5m としている。

2) 排水断面の比較

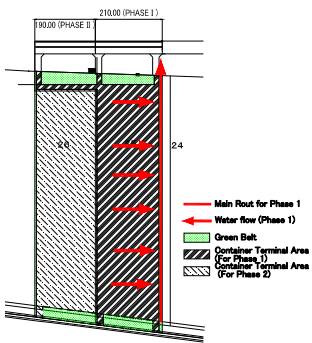
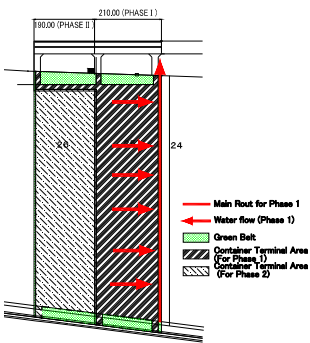
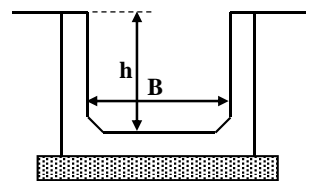
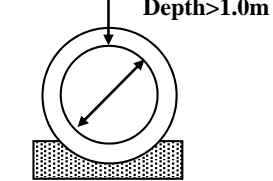
a) 排水断面の比較検討

幹線排水路の排水断面について、オープン排水と配水管の比較検討を行った。

排水断面の比較を下表に示す。

比較検討では、両断面とも計画高さがヤンゴン川の潮位の H.W.L=6.24m 以下となっており、望ましくない。そのため、次項で計画地盤高及び排水勾配の変更検討を行う。

表 4.2-36 排水断面の比較

	Open (Box) Culvert	Pipe Culvert
General Plan		
General Section		
Dimension of Culvert	B = 1.0 ~ 1.5m, h = 0.9m ~ 1.5m	$\phi = 1.0m \sim 1.8m$
Hydraulic Slope	0.20 %	0.20 %
Elevation of Culvert	Top : +7.50m Bottom : +6.60m ~ +5.48m	Top : +6.50m ~ +5.27m Bottom : +5.70m ~ +3.48m
Evaluation	Not recommendable due to relation between elevation of outlet and tidal level (storm water will not be drained in H.W.L.)	

出典：調査団作成

b) 排水計画での造成地盤高の決定

排水計画から望ましい造成計画高を決定した。排水断面の計画高さを H.W.L に近づける為、排水勾配を $i=0.15\%$ とし、のぞましい造成計画高の検討を行った。造成地盤高の決定を下表に示す。

オープン排水断面は、望ましい造成高さは+8.00m、排水管では、+9.50m となり、造成計画

高よりオープン排水を採用し、造成計画高を+7.5m→+8.0mに変更する。

表 4.2-37 造成地盤高の決定

	Open (Box) Culvert	Pipe Culvert
Dimension of Culvert	B = 1.0~1.5m, h = 0.9m ~ 2.0m	$\phi = 1.0m \sim 1.8m$
Hydraulic Slope	0.15 %	0.15 %
Elevation of Culvert	Bottom : +6.60m ~ +5.53m	Bottom : +5.70m ~ +3.83m
Elevation of Container Yard	+6.24+5.53 \div 0.50m +7.50+0.50= +8.00m	+6.24+3.83 \div 2.00m +7.50+2.00= +9.50m
Evaluation	recommendable	Not recommendable due to relation between elevation of outlet and tidal level (storm water will not be drained in H.W.L.)

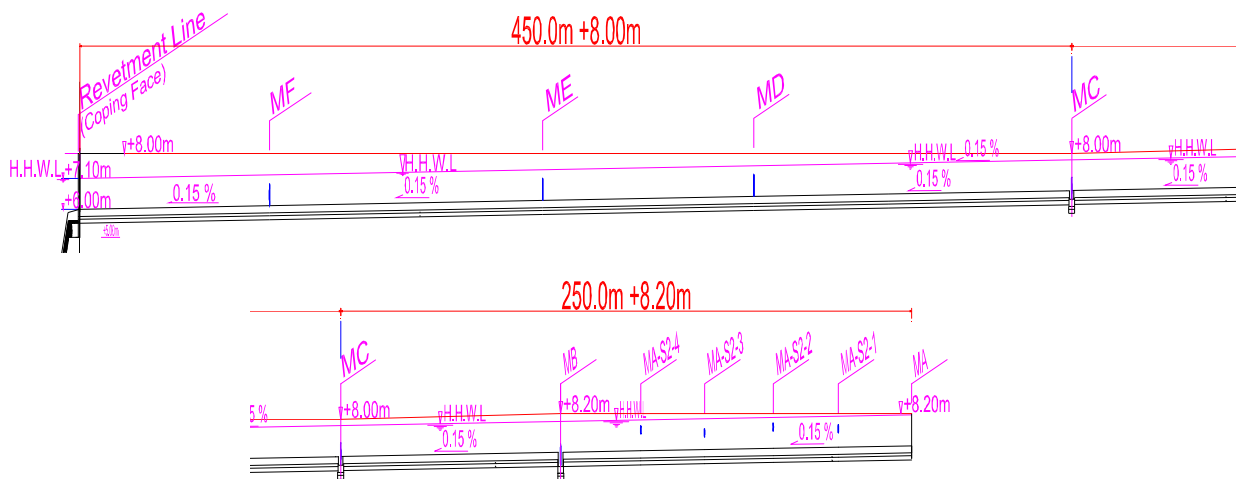
出典：調査団作成

c) 潮位からの造成地盤高の決定

ヤンゴン川では、H.H.W.L=7.10m、H.W.L=6.24m となっており、その変化は、約 1.0m である。そのため、満潮時（H.H.W.L 時）でもコンテナターミナルヤードが冠水しない造成地盤高を検討した。

下図の準幹線排水計画縦断に満潮時の導水勾配を示す。

下図では、冠水しない計画地盤他かは、ヤンゴン川から 450m の範囲を+8.00m、それ以降を+8.20m とすれば、満潮時でも冠水しないこととなった。



出典：調査団作成

図 4.2-29 準幹線排水計画縦断

3) 油水分離柵

油水分離柵は、以下の施設に配置する。

- コンテナ洗浄場
- コンテナ修理場
- 給油スタンド
- RTG 修理場
- メンテナンス区域

(15) 汚水雑排水設備

1) 排水設備の概要

建物内各所各衛生器具より排出される汚水・雑排水を重力式配管にて収集し、排水処理施設にて処理後雨水排水溝に放流する。

排水主管口径はピーク時流量を基に設計され、配管の自浄作用を維持するため最少流速 0.6 m/秒、最大流速を 2.5 m/秒として計画する。

マンホールを配管の曲り部、勾配変化部、配管合流部に維持・管理が容易なように設置する。マンホールの設置間隔は配管サイズにより変わるが原則として 60m を超えないように敷設する。

配管が水平距離・勾配の関係で深く埋設しなければならない場合はリフトステーションを設ける。

重力式配管には PVC、圧力配管には HDPE 管を使用する。また厨房やメンテショップからの排水には適正な位置にグリース阻集器を設置し排水本管や雨水側溝接続前に油分を除去する。各グリース阻集器は汚水最大流量に対し 30 分間分の貯留量を有するものとする。

2) 排水処理プラント

a) 排水処理プラントの配置

各建物より排出される汚水・雑排水は重力式配管にて収集される。しかし各施設は敷地全体に広がっているため、セントラル方式を採用すると水平配管が長くなり経済的でないため個別処理方式を提案する。

サイト全体配置計画より、処理プラントを 3ヶ所に分散して配置する案を提案する。対象とする施設及び各処理能力は以下の通り。

表 4.2-38 汚水量

排水処理プラント	対象施設	汚水量 m ³ /日	処理能力 (最少)
No.1	Administration Building	17.1	26.9 m ³ /day
	Container Freight Station	6.0	
	Terminal Gate*	2.4	
	X-ray Check Facility	1.0	
	Security Post	0.4	
No.2	Fuel Station	0.2	3.4 m ³ /day
	Maintenance Shop	1.6	
	Container Repair Shop	1.0	
	Second Gate*	0.6	
No.3	Marin Worker Lounge	14.16	14.2 m ³ /day

出典：調査団作成

注：*印の付いた建物にはトイレはないが付近のトイレを使用すると仮定して排水量に含めた。

排水処理プラントは最大排水量を基に計画し、各処理プラントの処理能力は以下とする。

表 4.2-39 排水処理プラントの処理能力

排水処理プラント No.	施設稼働時間	平均排水量 m ³ /時	最大排水量 m ³ /時	処理能力 m ³ /日
No.1	8	3.36	6.72	26.9
No.2	8	0.43	0.86	3.4
No.3	24	0.60	1.20	14.2

出典：調査団作成

b) 汚水・雑排水水質

排水処理プラントは「ミ」国の排出基準（以下の設計条件）を満たすように計画する。

表 4.2-40 排出基準

項目	流入水質 mg/liter	放流水質 mg/liter
pH	6 - 9	6 - 9
BOD	300	30
COD(Mn)	200	30
COD(Cr)	300	50
SS	300	30
Oil Content	5	5

“Water and Air Pollution Control Plan (Standing Order No.3)” by the government of the Union of Myanmar (MOI)

出典：調査団作成

c) 処理方式

活性汚泥法による処理方式を提案する、概略フローは以下の通り。

i) 流入スクリーン

流入汚水中の比較的大きな固形物を除去する。

ii) 流量調整槽

変動する汚水流入量及び流入水質を均一化する。

iii) 汚泥貯留槽

貯留槽は曝気式としスラッジ貯留槽は処理人数あたり 0.1 m³ とする。

iv) 担体流動曝気槽

曝気槽平均汚水量に対し最低 24 時間分の容量を有するか、又は槽容量に対し 0.15kgBOD/m³/日

v) 生物ろ過槽

ろ過槽は最低 4 時間分の槽容量、曝気槽と同じ設計フロー、かつショートサーキットがなく均一に攪拌する。

vi) 返送汚泥

エアリフト式返送汚泥装置を生物ろ過槽内に設置する。

vii) スカム返送方式

スカム除去及びスキミング装置を生物ろ過槽内に設置する。

viii) 滅菌槽

処理プラントから処理水を放流する前に消毒のために塩素滅菌槽を設ける。

ix) 曝気方式

最適な拡散及び混合のためノズル付散気管を槽長辺部に取り付ける。

4.3. ターミナル施設の設計

ターミナル施設の設計として表 4.3-1 に示す施設の設計を行う。

表 4.3-1 ターミナル施設設計施設

No.	設計施設
1	港湾施設
2	コンテナヤード
3	地盤改良
4	舗装
5	荷役機械
6	建築物
7	検査施設
8	照明施設
9	保安関連設備
10	排水施設

出典：調査団作成

4.3.1. 港湾施設

港湾施設の設計として表 4.3-2 に示す施設の設計を行う。

表 4.3-2 港湾施設設計施設

No.	設計施設
1	栈橋
2	連絡橋
3	護岸

出典：調査団作成

(1) 栈橋

1) 設計条件

a) 計画条件

計画水深	: D.L.-10.0m
設計水深	: D.L.-11.0m (余掘り 1.00m を考慮)
栈橋天端高	: D.L.+7.50m
エプロン幅	: 40m
岸壁延長	: 400m

b) 利用条件

i) 対象船舶

コンテナ船

20,000 DWT

船長 (Loa)	: 177m
垂線間距離 (Lpp)	: 165m
船幅 (B)	: 27.1m
型深	: 14.2m
満載吃水 (d)	: 9.0m
接岸速度 (V)	: 0.10m/s

バージ船

非自航船

船長 (L)	: 60m
船幅 (B)	: 14m
型深	: 2.43m~3.05m
満載吃水 (d)	: 1.50m~2.00m

押船

100 GT

船長 (L) : 30m

船幅 (B) : 7m

満載吃水 (d) : 3.5m

ii) 設計供用期間及び防食対策

設計供用期間 : 50年

塗覆装

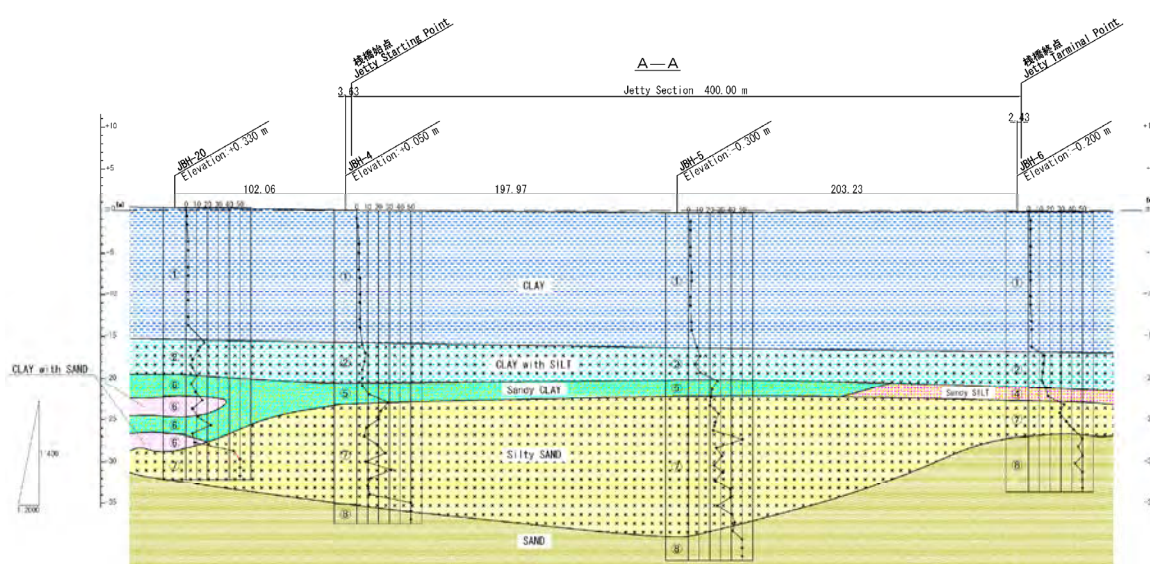
ジャケット鋼材部および鋼管杭の L.W.L.-1.0m 以上については重防食を施す。この場合の防食効率は 100%とする。

電気防食

鋼管杭の L.W.L.-1.0m 以深については電気防食を施す。電気防食は 50 年耐用とする。ただし、この場合の防食効率は 100%とする。

c) 土質条件

図 4.3-1 に土層成層図 (法線平行方向)、表 4.3-3 に土質定数を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-1 土質成層図 (法線平行方向)

表 4.3-3 土質定数

河川側

No	土層名	標高 (m)	平均N値	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ(°)	単位体積重量		弾性係数 E (kN/m ²)
						γ(KN/m ³)	γ'(kN/m ³)	
1	CLAY	G.L -16.5	2	C=1.79・Z+25.81 (Z=0 at ±0.00)	-	17	7	1300
2	CLAY with silt	-16.5 -18.0	10	C=1.79・Z+25.81 (Z=0 at ±0.00)	-	19	9	6600
3	Silty CLAY	-18.0 -19.0	12	50	-	18	8	8000
4	Sandy SILT	-19.0 -19.5	25	50	-	18	8	16600
5	Sandy CLAY	-19.5 -20.0	16	50	-	19	9	10600
6	Sandy CLAY and CLAY with sand interbedded	-20.0 -22.0	17	50	-	19	9	11300
7	Silty SAND	-22.0 -39.0	30	-	32	19	10	21000
8	SAND	-39.0	40	-	34	20	10	28000

出典：調査団作成

d) 上載荷重

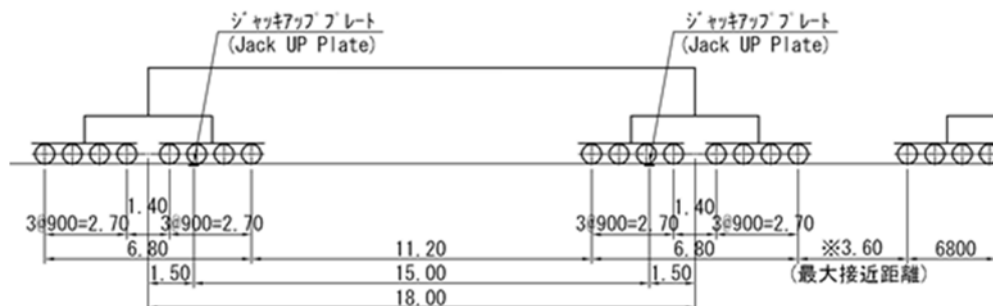
係留時（常時）： 20 kN/m²
 接岸時： 10 kN/m²
 作業時： 10 kN/m²
 地震時： 10 kN/m²

e) 荷役機械荷重

i) ガントリークレーン

輪荷重

ガントリークレーンの輪配置を図 4.3-2 に、輪荷重を表 4.3-4 に示す。



出典：クレーンメーカー

図 4.3-2 ガントリークレーン輪配置図

表 4.3-4 輪荷重

単位：kN/輪 (t/輪)

状態	方向	作用荷重方向		
		鉛直方向	水平方向	
			河→護岸	護岸→河
常時 (係留時)	河道側脚	154.8 (15.8)	-7.8 (-0.8)	7.8 (0.8)
	護岸側脚	330.3 (33.7)	-7.8 (-0.8)	7.8 (0.8)
作業時 (風速20m/s)	河道側脚	368.5 (37.6)	-25.5 (-2.6)	25.5 (2.6)
	護岸側脚	321.4 (32.8)	-22.5 (-2.3)	22.5 (2.3)
暴風時 (風速60m/s)	河道側脚	424.3 (43.3)	-73.5 (-7.5)	73.5 (7.5)
	護岸側脚	599.8 (61.2)	-73.5 (-7.5)	73.5 (7.5)
地震時 (水平震度kh=0.15)	河道側脚	467.5 (47.7)	-31.4 (-3.2)	31.4 (3.2)
	護岸側脚	457.7 (46.7)	-31.4 (-3.2)	31.4 (3.2)

注：1)上記の輪荷重はそれぞれの条件の下での最大値。

2)鉛直方向荷重は下向き荷重が正值、水平方向荷重は護岸→河方向の荷重が正值。

3)常時(係留時)はブームアップ状態で風速20m/sを考慮した場合の輪荷重を示す。

出典：クレーンメーカー

ガントリークレーン付属設備荷重

- ・ジャッキアップ反力

海側： 1,348.5 kN/コーナー 陸側： 2,224.6 kN/コーナー

係留装置作用力(注逸走防止・転倒防止兼用金物)

- ・逸走防止装置作用力

海側： 1,000.6 kN/レール 陸側： 1,258.3 kN/レール

- ・転倒防止装置作用力

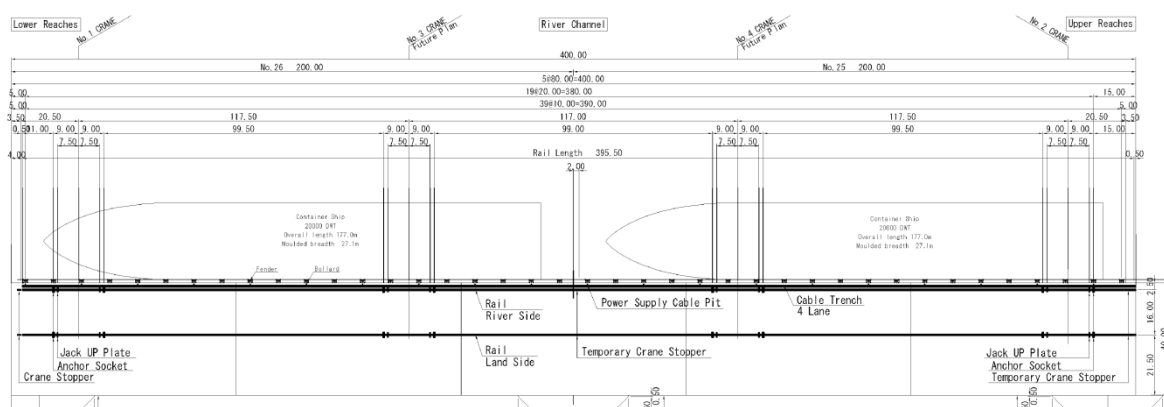
海側： 1,460.2 kN/コーナー 陸側： 51.0 kN/コーナー

上向き荷重(浮き上がり力)

- ・エンドストッパー衝突力

229.3 kN (23.4 t/バッファ)

図 4.3-3 にガントリークレーン付属設備配置図を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-3 ガントリークレーン附属施設配置図

ii) オールテレーンクレーン

栈橋上およびヤード内の一般貨物の荷役に使用する。

最大吊り上げ荷重 2,000kN

輪荷重

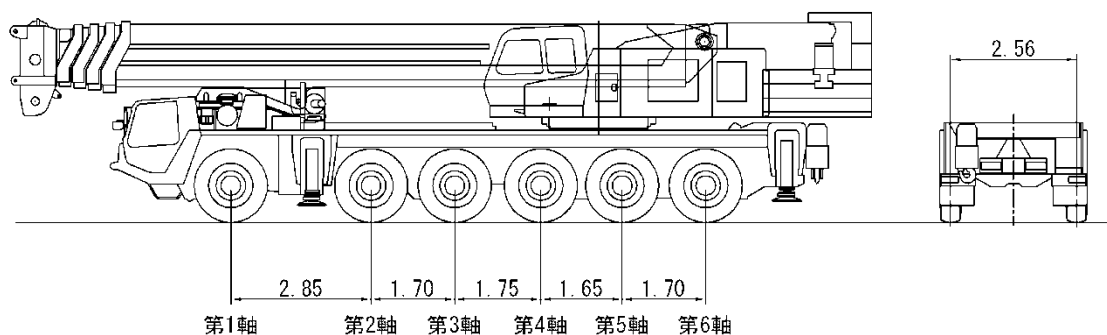
ヤード内移動時：車両総重量 979 kN（ブーム付き、カウンターウエイトなし）

表 4.3-5 に輪荷重、図 4.3-4 に車輪配置図を示す。

表 4.3-5 ヤード内移動時輪荷重

	第1軸	第2軸	第3軸	第4軸	第5軸	第6軸
輪荷重 (kN)	75.0	75.0	82.3	82.3	82.3	82.3
タイヤ接地幅 (m)	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355
タイヤ接地面積 (m ²)	0.13	0.13	0.137	0.137	0.137	0.137
タイヤ接地面圧 (kN/m ²)	576.9	576.9	600.7	600.7	600.7	600.7

出典：クレーンメーカー



出典：クレーンメーカー

図 4.3-4 オールテレーンクレーン車輪配置図

作業時アウトリガー反力

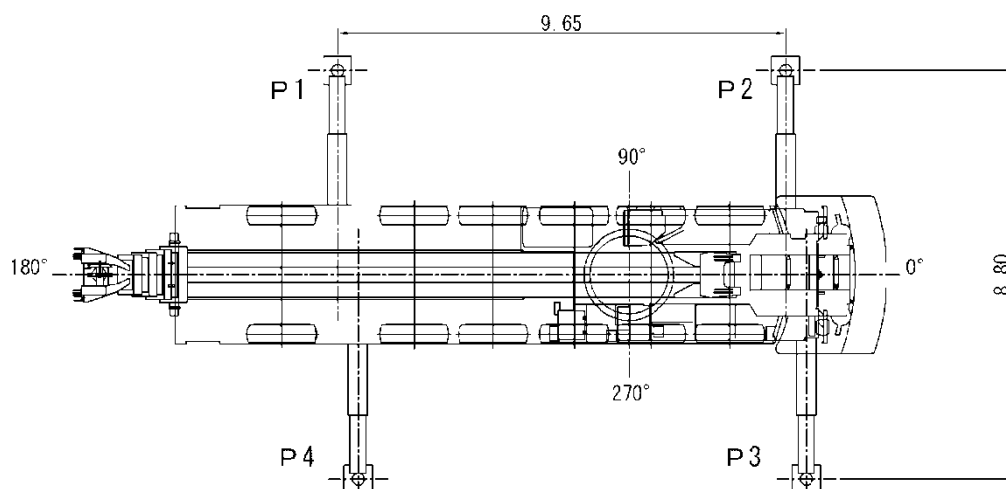
表 4.3-6 に作業時アウトリガー反力を示す。

表 4.3-6 作業時アウトリガー反力

旋回角度	アウトリガー反力 (kN)			
	P 1	P 2	P 3	P 4
137°	906.5	533.12	210.7	357.7
51°	352.8	1145.62	390.04	120.54
314°	130.34	416.5	1113.28	347.9
224°	366.52	198.94	507.64	934.92

出典：クレーンメーカー

図 4.3-5 にアウトリガー張出し図を示す。



出典：クレーンメーカー

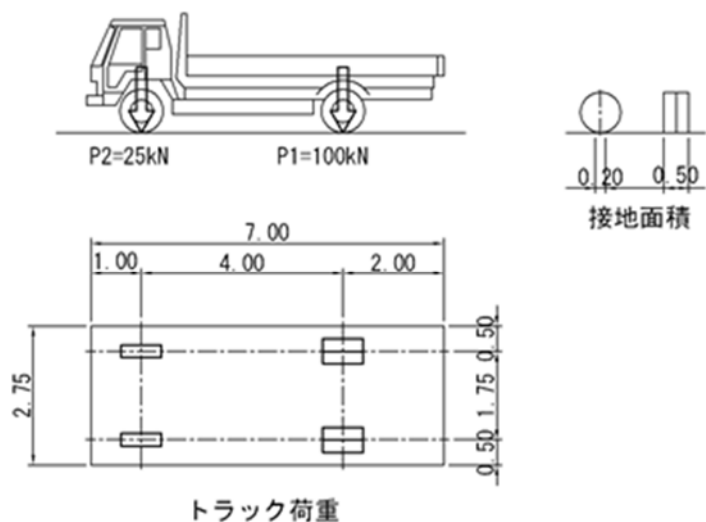
図 4.3-5 作業時アウトリガー張出し図

iii) トラック

移動荷重

トラック型式：T-250

図 4.3-6 にトラック輪荷重および車輪配置図を示す。

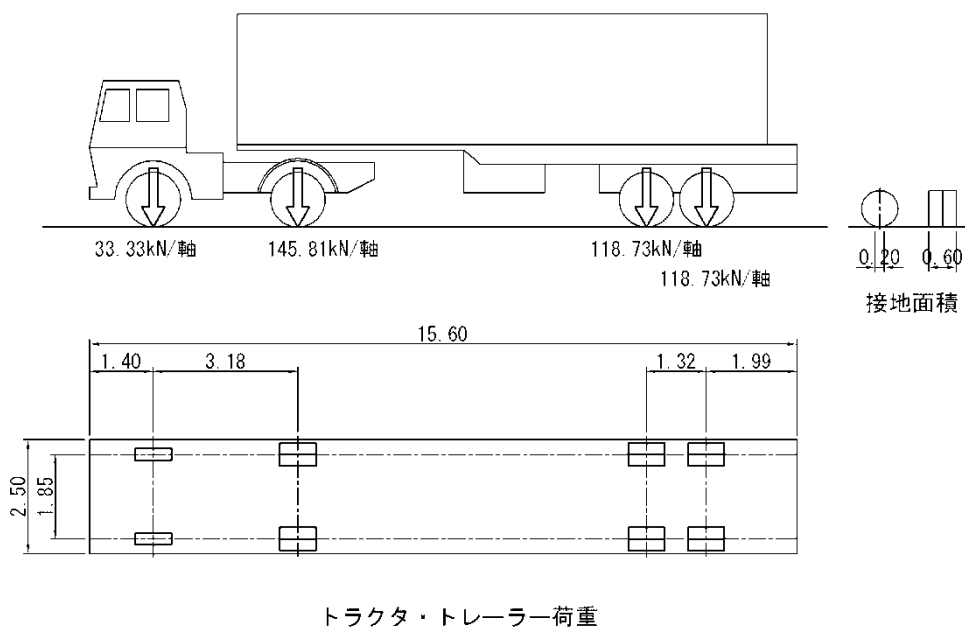


出典：調査団作成

図 4.3-6 トラック輪荷重および車輪配置図

iv) トラクタ・トレーラー

図 4.3-7 にトラックタ・トレーラーの輪荷重および車輪配置図を示す。

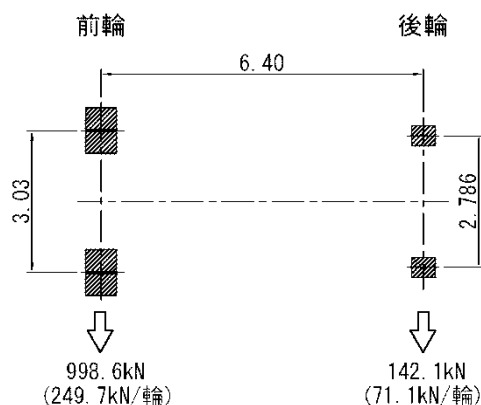


出典：荷役機械メーカー

図 4.3-7 トラクタ・トレーラー荷重

v) リーチスタッカー

図 4.3-8 にリーチスタッカー輪荷重および車輪配置図を示す。



出典：荷役機械メーカー

図 4.3-8 リーチスタッカー荷重

f) 船舶接岸力

船舶の接岸エネルギー $E_f=166.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$

使用防舷材 セル型 800H 2基 (1箇所当り)

防舷材反力 $R=800 \text{ kN}$

設置間隔 10 m

g) 船舶牽引力

船舶牽引力 $T=700 \text{ kN}$

設置間隔 20 m

h) 準拠基準

- 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会 平成 19 年
- 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会 平成 11 年
- 港湾構造物設計事例集 (平成 19 年 改訂版)
財団法人 沿岸技術研究センター 平成 19 年 3 月
- コンクリート標準示方書【設計編】 2007 年制定 土木学会
- 道路橋示方書・同解説 社団法人日本道路協会 平成 14 年,平成 24 年
- ジャケット工法技術マニュアル

財団法人 沿岸技術研究センター 平成 12 年 1 月

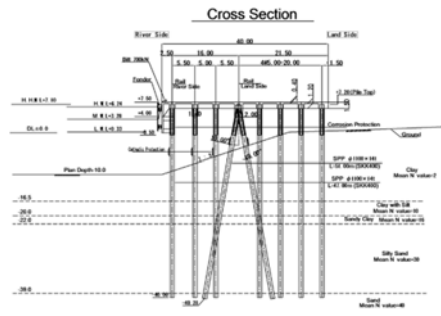
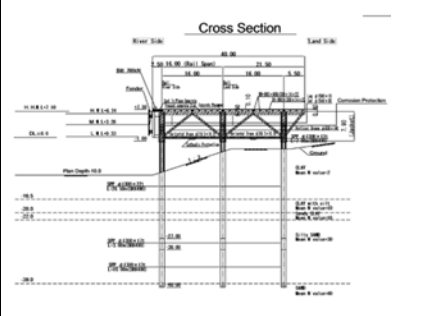
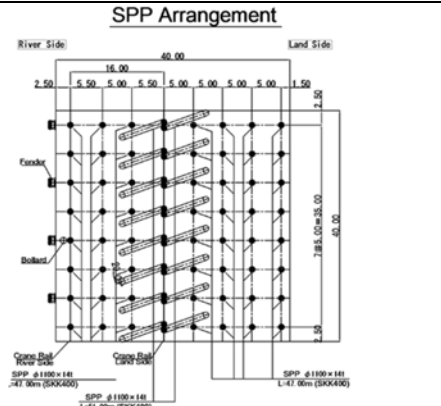
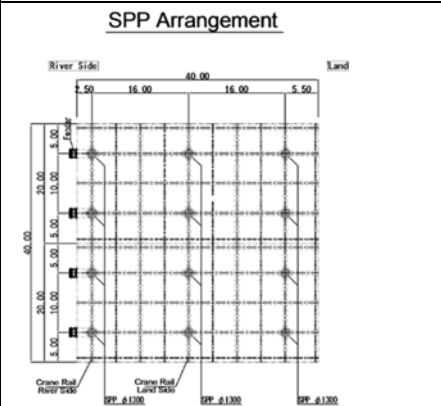
- 鋼構造架設設計施工指針 [2001 年版] 土木学会
- 道路橋用プレキャスト床版 設計・製造便覧 土木学会 平成 16 年 7 月

2) 構造様式の決定

組杭式栈橋とジャケット式栈橋について比較を行い最適構造様式を決定する。

表 4.3-7 に構造比較表を示す。

表 4.3-7 構造様式比較表

	組杭式栈橋	ジャケット式栈橋
断面図		
杭配置図		
構造の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・杭本数が、ジャケット式に比べて多い。 ・斜杭は、鋼管杭が多く用いられる。 ・組杭のため水平力に対する耐久力は大きい。 ・斜杭は、打設に特殊な施工機械が必要である。 ・全ての工種が現場施工のため工期は長い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・組杭式に比べて杭本数が少ない。 ・杭打設とジャケットの施工精度が必要。 ・上部構造が剛であるので水平力に強い。 ・ジャケット据付けのために大型クレーンが必要である。 ・ジャケットを陸上製作するため水上での施工期間が短い。
工 費	73.5 mi\$	73.7 mi\$
工 期	20 ヶ月	17 ヶ月
評 価	△	○

注：工費は400m当り。工期は、200m当り。

出典：調査団作成

施工性において、現地河川の下記のような特徴から、現地水上作業期間が短いことが構造選定において非常に重要と判断した。

- 流速が6ktと速く、潮位によって流向が反転する。
- 潮位差が約6m以上で非常に大きい。
- 河川水の透明度が非常に悪く、水中作業が困難である。

- 雨季は、これらの状況が特に悪化する。

ジャケット式栈橋の工費は組杭式栈橋に比べて若干高いが、工期は3か月短い。工期が短い
ため早く開港することができ、その収益差は、工費の差分の 0.2million US\$を上回ることを考
慮すると、費用対効果はジャケット式栈橋の方が大きい。

以上の事項を総合的に判断してジャケット式栈橋を採用構造様式とする。

3) 設計区間割

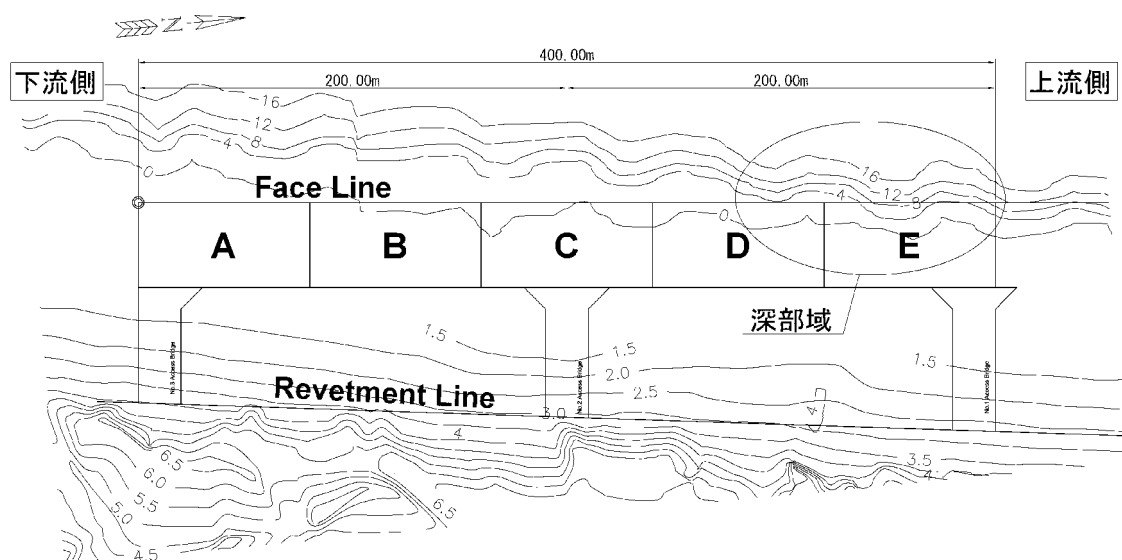
栈橋法線方向の地形は、ほぼ±0.0m の水深であるが上流側の端部では、-4m~-11m の水深と
なっている。

河川横断方向は、±0.0m から河川側に急激に深くなっている。特に上流側ではこの傾向が顕
著である。

地形の影響を考慮して2区間に分割して設計を行う。

- I 区間（浅部域：バース中央および下流側） — A B C D ブロック
- II 区間（深部域：上流側） — E ブロック

図 4.3-9 に設計区間割図を示す。



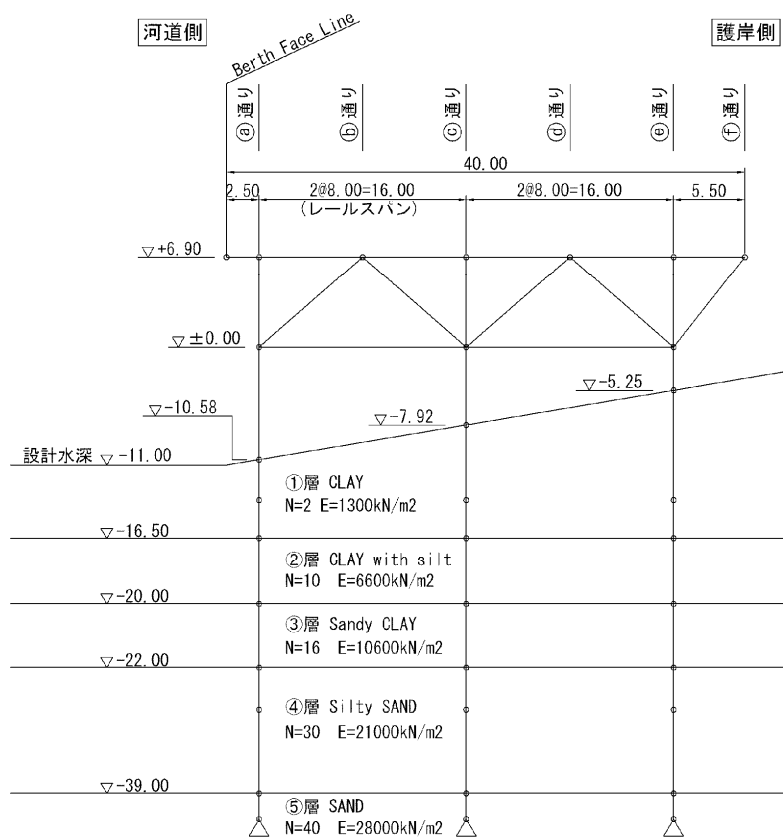
出典：調査団作成

図 4.3-9 設計区間割図

4) 構造解析

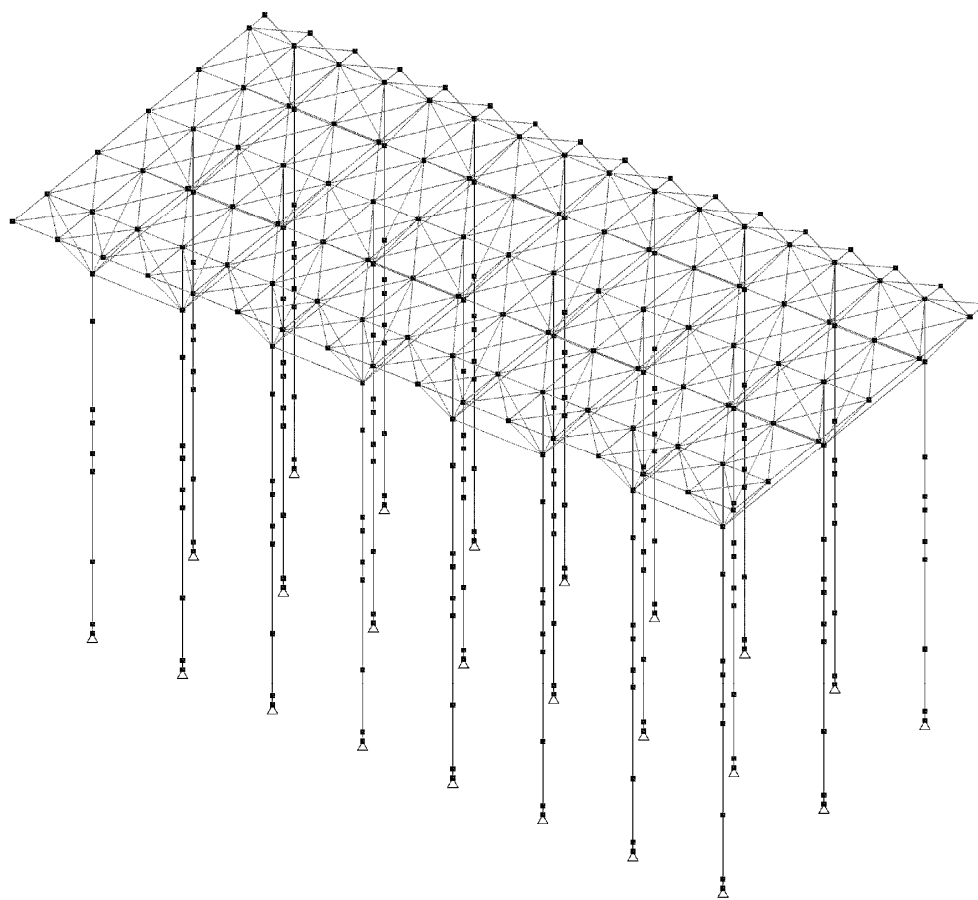
構造解析モデルは、ジャケット構造と杭を一体化した立体骨組モデルで解析する。解析
は、「STAN/3D」(株式会社 構造計画研究所) を使用して行う。

図 4.3-10 に骨組解析モデル断面図、図 4.3-11 に構造解析モデル立体図を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-10 骨組解析モデル断面図



出典：調査団作成

図 4.3-11 構造解析モデル立体図

表 4.3-8 に示す入力荷重を表 4.3-9 に示す計算ケースおよび荷重の組み合わせを行い構造計算を行った。

表 4.3-8 入力荷重

鉛直荷重	水平荷重
① 床板荷重	
② 鋼材自重 (H.W.L.時)	
③ 鋼材自重 (L.W.L.時)	
④ 上載荷重 (常時)	
⑤ 上載荷重 (異常時)	
⑥ クレーン輪荷重	⑥ クレーン輪荷重
	⑦ 接岸力
	⑧ 牽引力
⑨ 揚圧力	
	⑩ 波力
	⑪ 流速力
	⑫ 地震慣性力
	⑬ 上載荷重の地震慣性力

出典：調査団作成

表 4.3-9 計算ケースおよび荷重の組合せ

計算ケース	作用荷重		備 考
	鉛直荷重	水平荷重	
1.係留時	①②④⑥	⑥⑧⑩	
2.接岸時	①③⑤	⑦	
3.作業時	①③⑤⑥	⑥	
4.暴風時 (クレーン荷重無し)	①②⑨	⑩⑪	
5.暴風時 (クレーン荷重有り)	①②⑥⑨	⑥⑩⑪	クレーン荷重作用方向 陸側 → 河川側
6.暴風時 (クレーン荷重有り)	①②⑥⑨	⑥⑩⑪	クレーン荷重作用方向 河川側 → 陸側
7.地震時	①③⑤⑥	⑥⑫⑬	地震力作用方向 陸側 → 河川側
8.地震時	①③⑤⑥	⑥⑫⑬	地震力作用方向 河川側 → 陸側

注：作用荷重の番号は、表 4.3-8 の荷重番号

出典：調査団作成

5) 構造部材

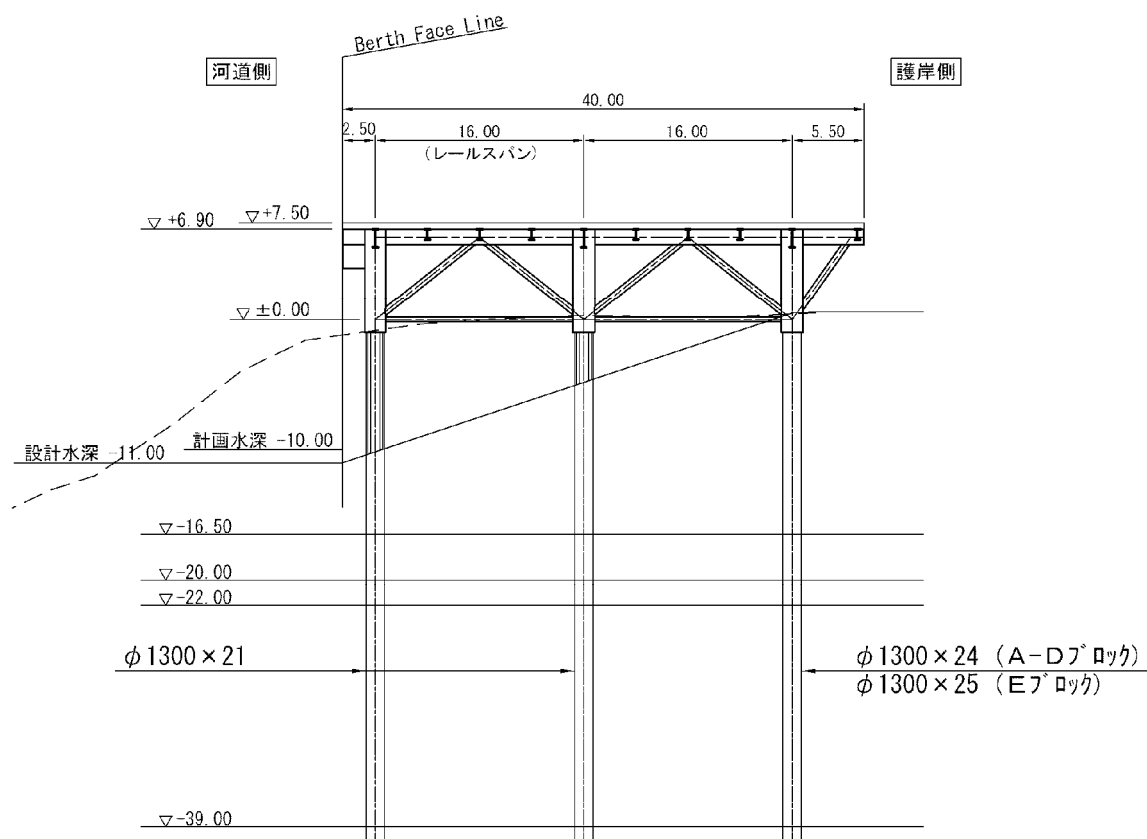
構造部材は、表 4.3-10 に示す検討を行い部材断面を決定した。

表 4.3-10 構造部材検討項目

構造部材	検討項目
支持杭断面	杭応力度
支持杭根入れ長	杭支持力
栈橋桁	桁応力度
鉛直ブレース	ブレース応力度
水平ブレース	ブレース応力度

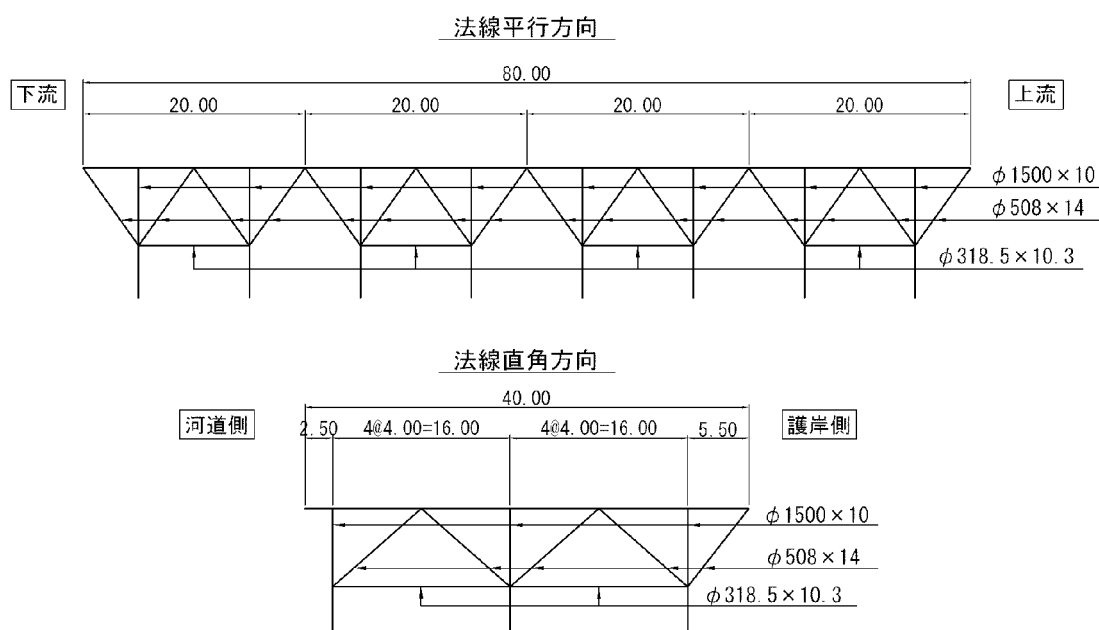
出典：調査団作成

図 4.3-12 に支持杭の諸元、図 4.3-13 にレグおよびブレースの諸元を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-12 支持杭の諸元



出典：調査団作成

図 4.3-13 レグおよびブレースの諸元

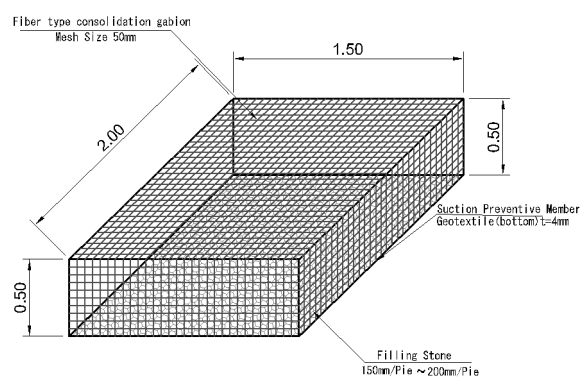
6) 洗掘防止工

栈橋設置箇所は、河川流により洗掘を受けている箇所であるので栈橋下浚渫面の保護のために洗掘防止工を設置する。

洗掘防止工は下記の理由により再生高強力ポリエステル繊維を心材とし、高密度ポリエチレンにて被覆した線材を用い、その中に詰石を充填した蛇籠を用いる。

- 河川水の透明度が悪く、被覆石工法は被覆石均しが困難である。蛇籠工法は均しを必要としない。
- 蛇籠は詰石を行っており空隙を有するため、魚類等の生物の生息場となり環境に良い。
- 蛇籠は屈曲性があり沈下に追従しやすい。
- コンクリート方塊は製作ヤードが必要であるが、蛇籠は採石場で詰石を行い台船で現地に運搬して、そのまま据付けが行える。
- コンクリート方塊はコンクリートの養生が必要であるが、蛇籠は養生が必要でないので工期の短縮になる。

図 4.3-14 に蛇籠構造図を示す。



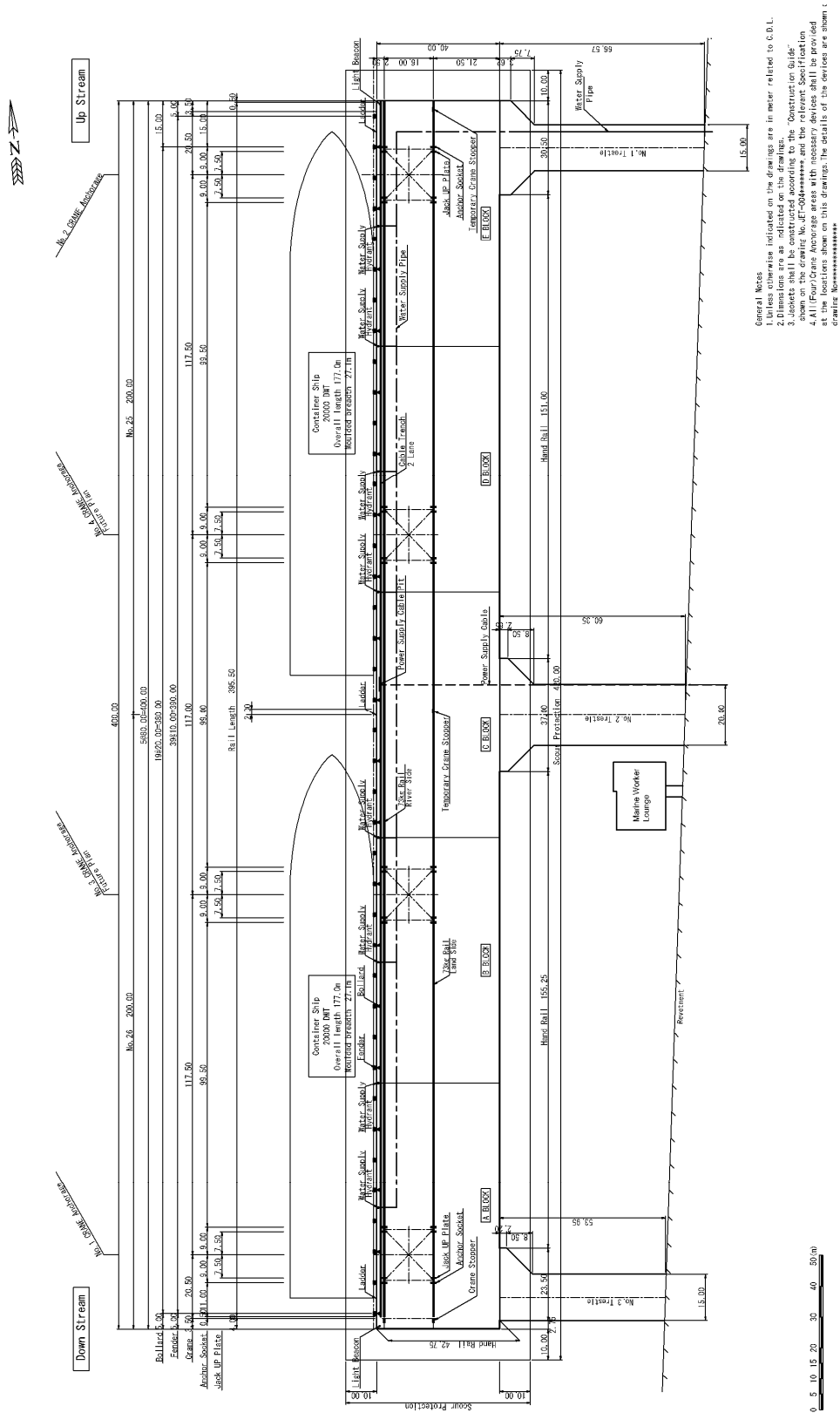
出典：調査団作成

図 4.3-14 蛇籠構造図

7) 栈橋図面

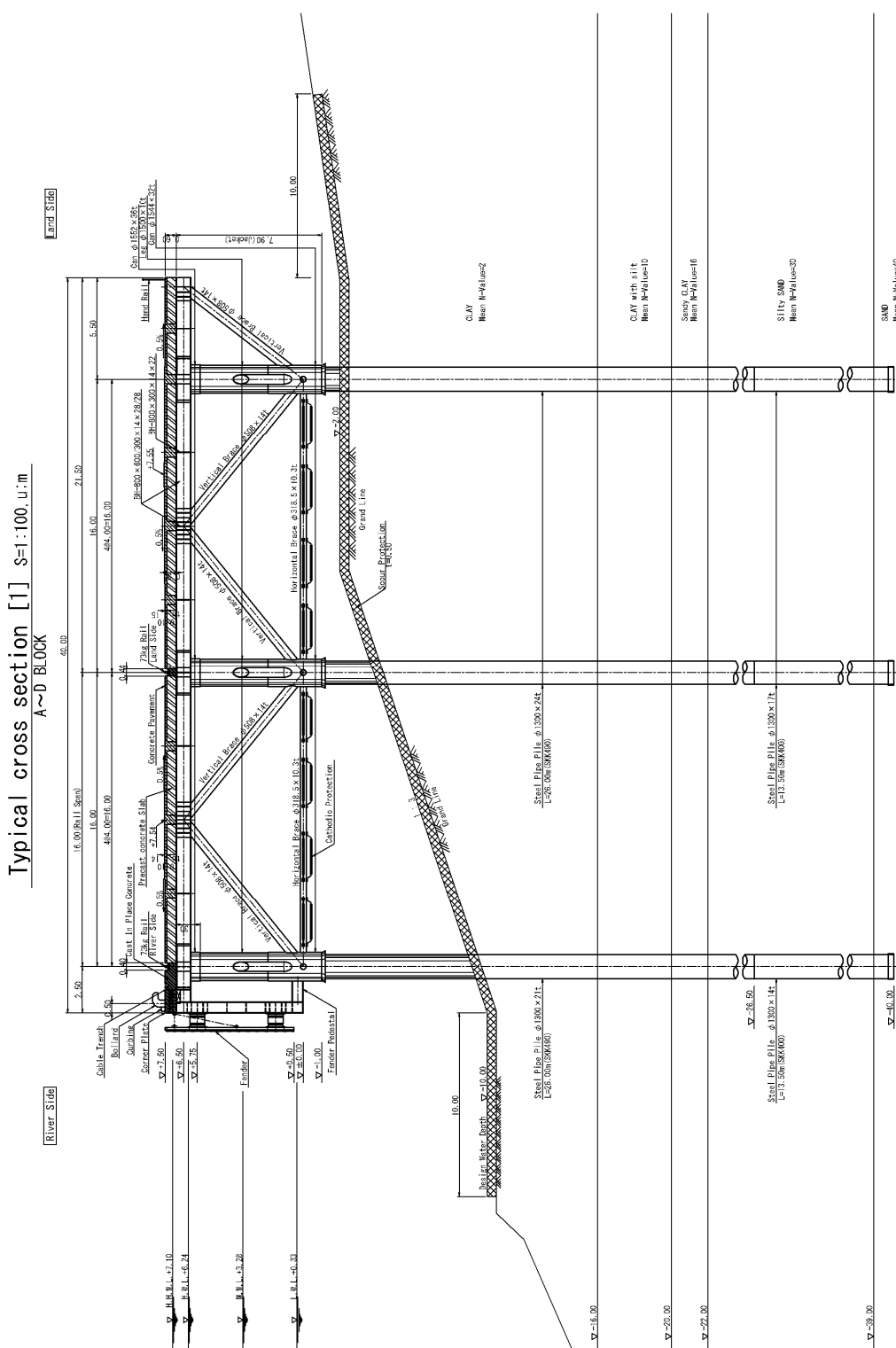
図 4.3-15 に栈橋平面図、図 4.3-16 に栈橋標準断面図を示す。

General Plan Scale: 1:1200, Unit: m



出典：調査団作成

図 4.3-15 棧橋平面図



出典：調査団作成

図 4.3-16 栈橋標準断面図

(2) 連絡橋

1) 設計条件

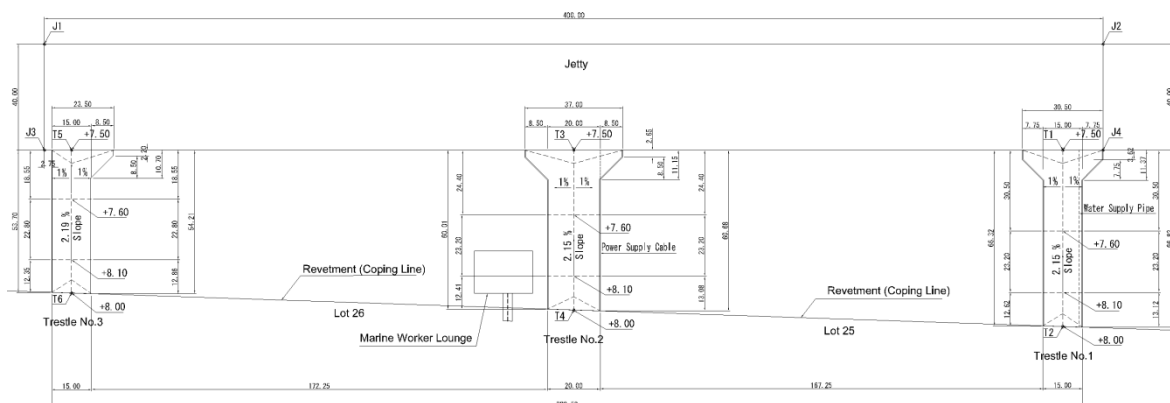
a) 計画条件

連絡橋はヤードと棧橋のアクセスのために3ヶ所設置する。

連絡橋の路面高さは、棧橋側+7.50m、ヤード側+8.00mとする。

連絡橋幅：15.0m、20m

図 4.3-17 に連絡橋配置平面図を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-17 連絡橋配置平面図

b) 利用条件

設計供用期間： 50年

防食対策

鋼管杭の L.W.L.-1.0m以上は、塗覆装による重防食を施す。

現地盤の高さが-2m～+3mで浅く、鋼管杭に電気防食陽極の取付けは出来ないので L.W.L.-1.0m 以深は腐食代によるものとする。

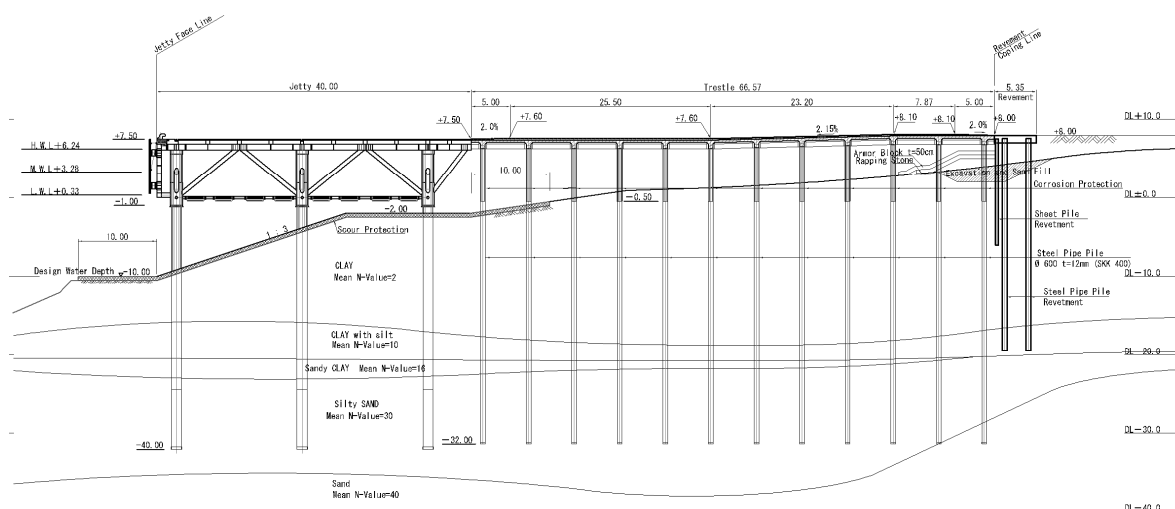
c) 土質条件

表 4.3-11 土質定数、図 4.3-18～20 に連絡橋 No.1～No.3 の土質縦断図を示す。

表 4.3-11 土質定数

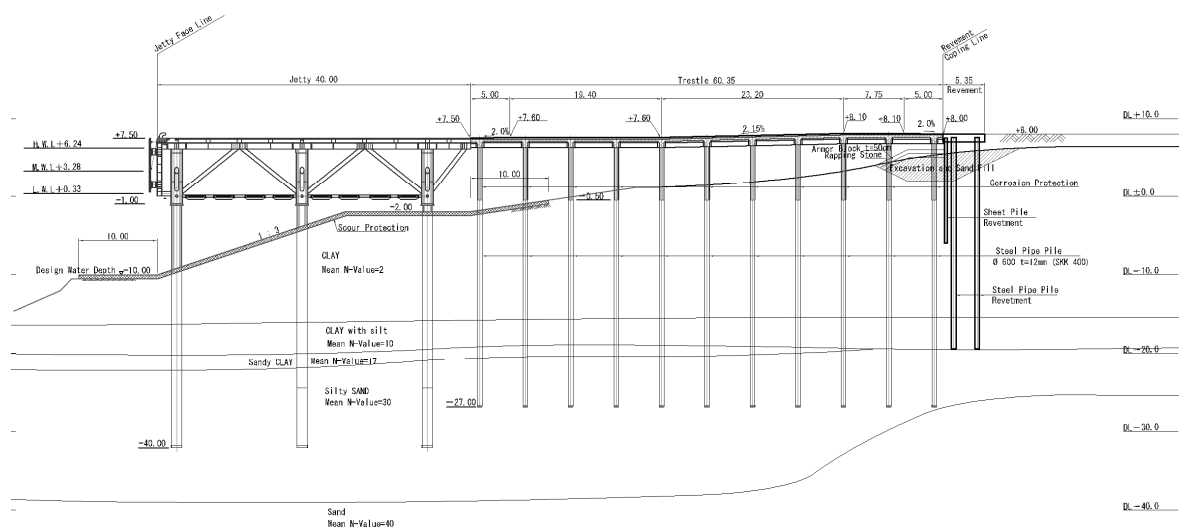
No	地質名	平均 N 値	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ (°)	単位体積重量		変形係数 E (kN/m ²)
					γ(kN/m ³)	γ'(kN/m ³)	
1	粘土	2	$C = -1.79 \cdot Z + 25.81$ (Z=0 at D.L±0.00)	—	17	7	1300
2	シルトを含む粘土	10	$C = -1.79 \cdot Z + 25.81$ (Z=0 at D.L±0.00)	—	19	9	6600
3	シルト質粘土	12	50	—	18	8	8000
4	シルト質粘土	25	50	—	18	8	16600
5	砂質粘土	16	50	—	19	9	10600
6	混合層	17	50	—	19	9	11300
7	シルト質砂	30	—	32	19	10	21000
8	砂	40	—	34	20	10	28000

出典：調査団作成



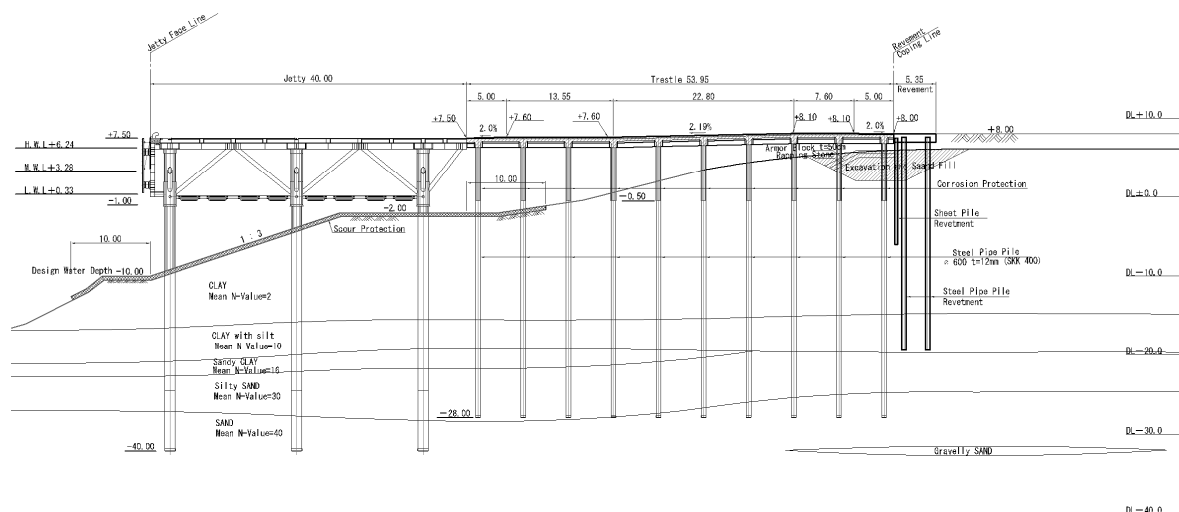
出典：調査団作成

図 4.3-18 連絡橋 (No.1) 土層縦断面図



出典：調査団作成

図 4.3-19 連絡橋 (No.2) 土層縦断面図



出典：調査団作成

図 4.3-20 連絡橋 (No.3) 土層縦断面図

d) 荷重条件

i) 上載荷重

常時 : 20 kN/m²

地震時 : 10 kN/m²

ii) 移動荷重

オールテレーンクレーン

クレーン移動時の輪荷重で設計する。

最大吊上げ荷重 2,000kN

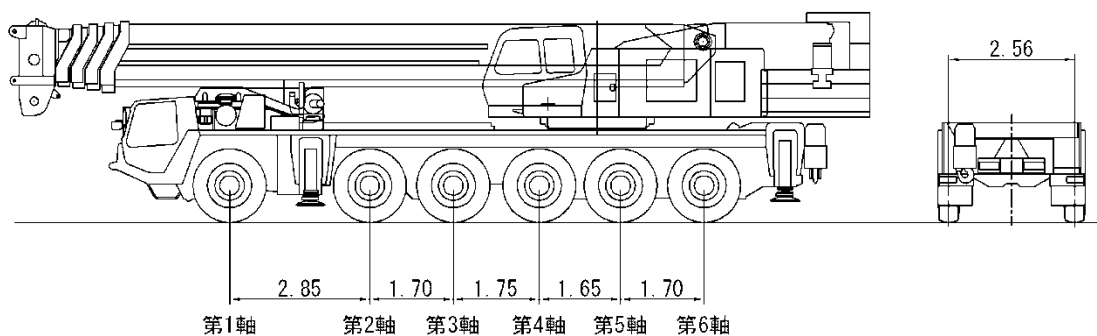
ヤード内移動時 ; 車両総重量 979kN (ブーム付き、カウンターウエイト無し)

表 4.3-12 に輪荷重、図 4.3-21 に車輪配置図を示す。

表 4.3-12 オールテレーンクレーン輪荷重

	第1軸	第2軸	第3軸	第4軸	第5軸	第6軸
輪荷重 (kN)	75.0	75.0	82.3	82.3	82.3	82.3
タイヤ接地幅 (m)	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355
タイヤ接地面積 (m ²)	0.13	0.13	0.137	0.137	0.137	0.137
タイヤ接地面圧 (kN/m ²)	576.9	576.9	600.7	600.7	600.7	600.7

出典：クレーンメーカー



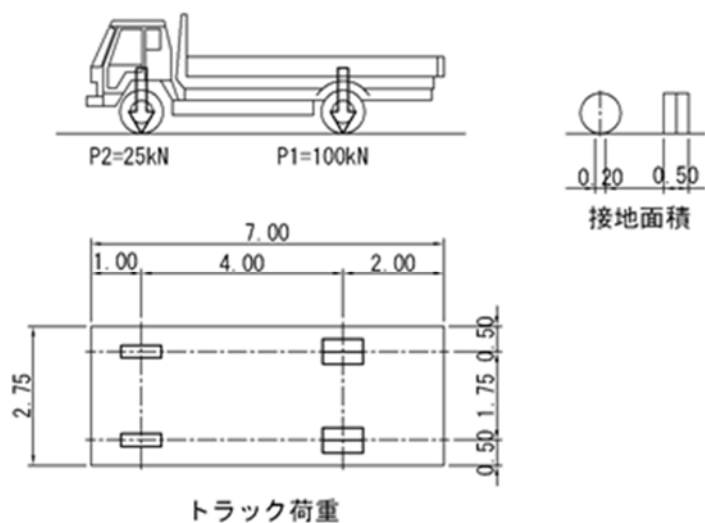
出典：クレーンメーカー

図 4.3-21 オールテレーンクレーン車輪配置図

トラック

トラック型式：T-250

図 4.3.22 にトラック輪荷重および車輪配置図を示す。

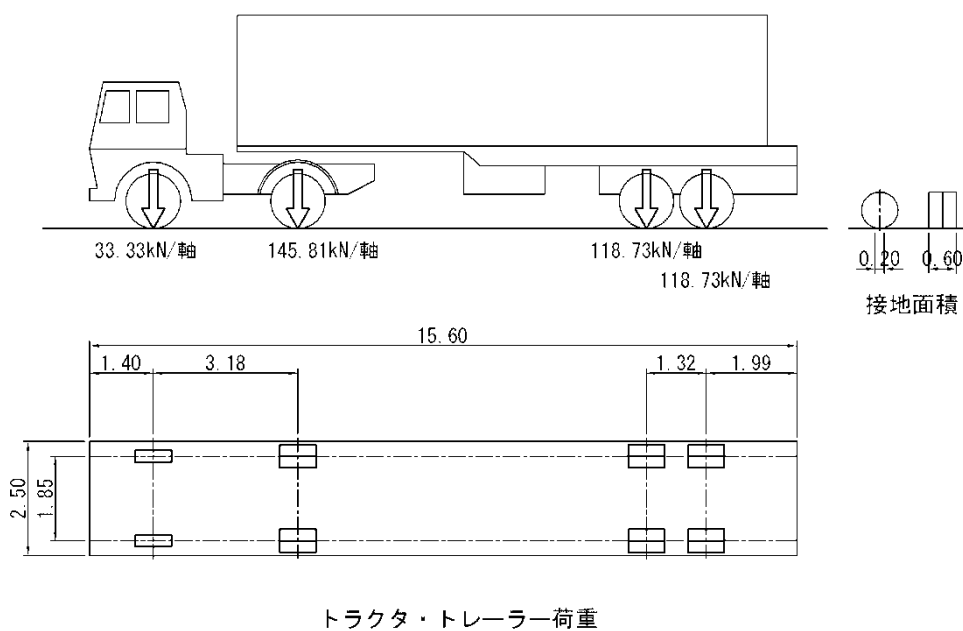


出典：調査団作成

図 4.3-22 オールテレーンクレーン車輪配置図

トラクタ・トレーラー

図 4.3-23 にトラクタ・トレーラーの輪荷重および車輪配置図を示す。



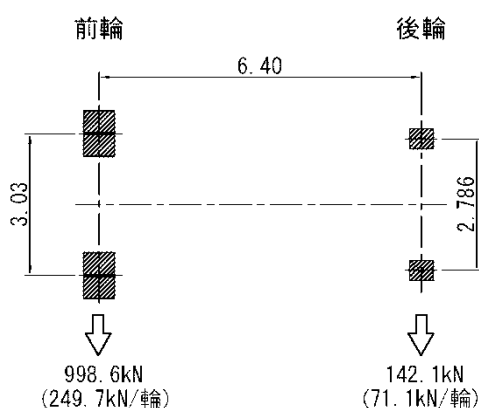
出典：荷役機械メーカー

図 4.3-23 トラクタ・トレーラー輪荷重および車輪配置図

リーチスタッカー

ヤード内移動時の輪荷重で設計する。

図 4.3-24 にリーチスタッカーの輪荷重および車輪配置図を示す。



出典：荷役機械メーカー

図 4.3-24 リーチスタッカー荷重

e) 準拠基準

- 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会 平成 19 年
- コンクリート標準示方書【設計編】 2007 年制定 土木学会
- 道路橋示方書・同解説 社団法人日本道路協会 平成 14 年,平成 24 年

2) 構造計算

連絡橋の構造は栈橋タイプ（鋼管杭）の構造である。

フレーム要素断面設計計算「SAP2000（Computers and Structures Inc）」で構造計算を行い支持杭（鋼管杭）断面および杭の根入れ長を決定した。

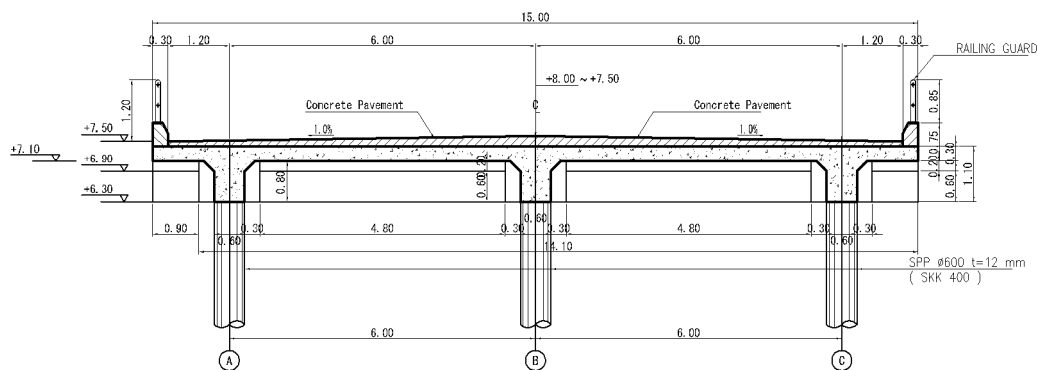
梁は、上載荷重と移動荷重を考慮し、杭を支点とした連続梁による断面力（曲げモーメント、せん断力）を算出して、許容応力を満足するように配筋計算を行った。

床板は、上載荷重と移動荷重を考慮し、梁を支持点とする固定版で断面力（曲げモーメント、せん断力）を算出して、許容応力を満足するように配筋計算を行った。

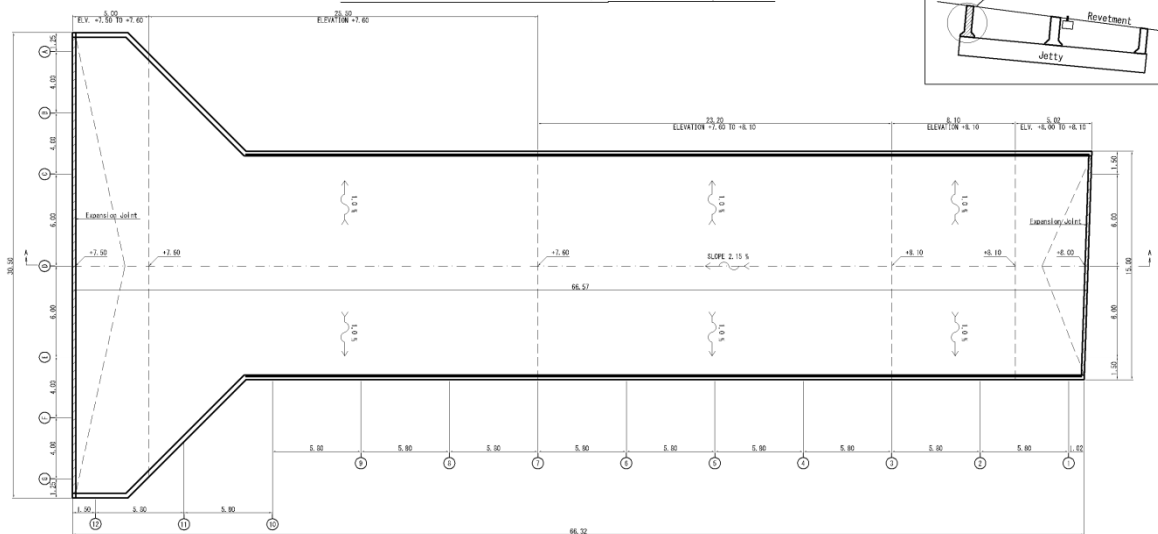
3) 構造図

図 4.3-25～27 に連絡橋 No.1～No.3 の構造図を示す。

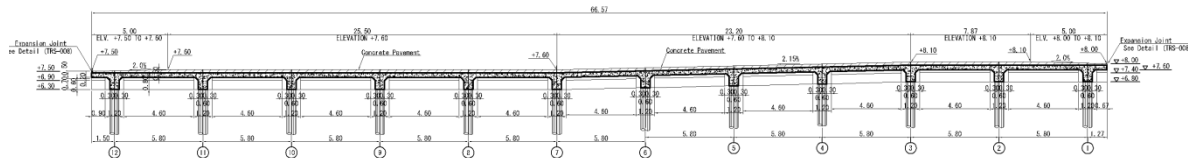
Typical Cross Section of Trestle No.1 & No.3 Scale: 1 : 100, Unit: m



Structure of Trestle No.1; Scale: 1 : 200, Unit: m



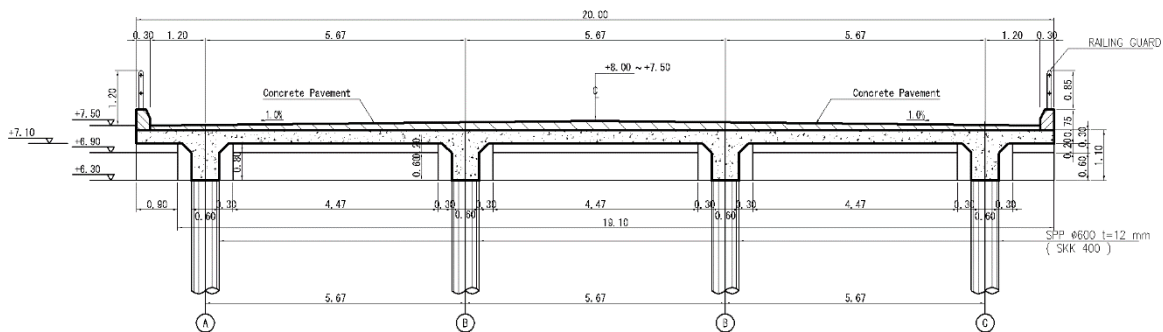
Section A-A; Scale: 1 : 200, Unit: m



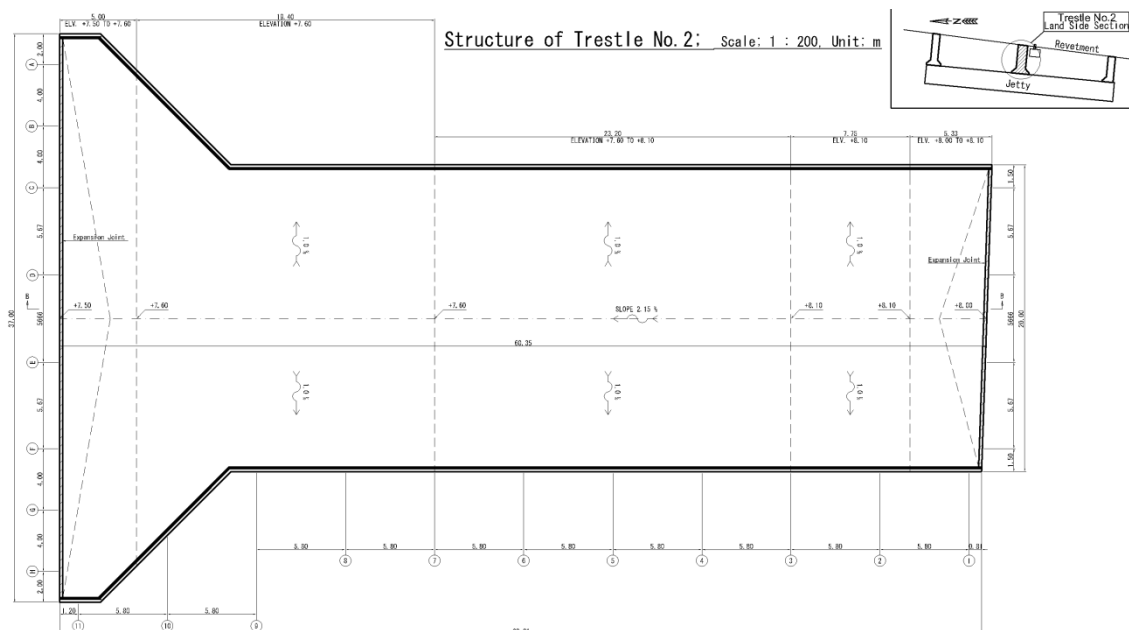
出典：調査団作成

図 4.3-25 連絡橋 No.1 構造図

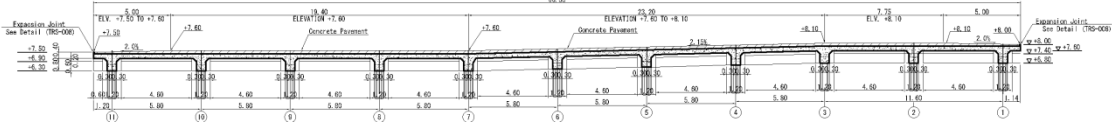
Typical Cross Section of Trestle No.2 Scale: 1 : 100, Unit: m



Structure of Trestle No.2: Scale: 1 : 200, Unit: m



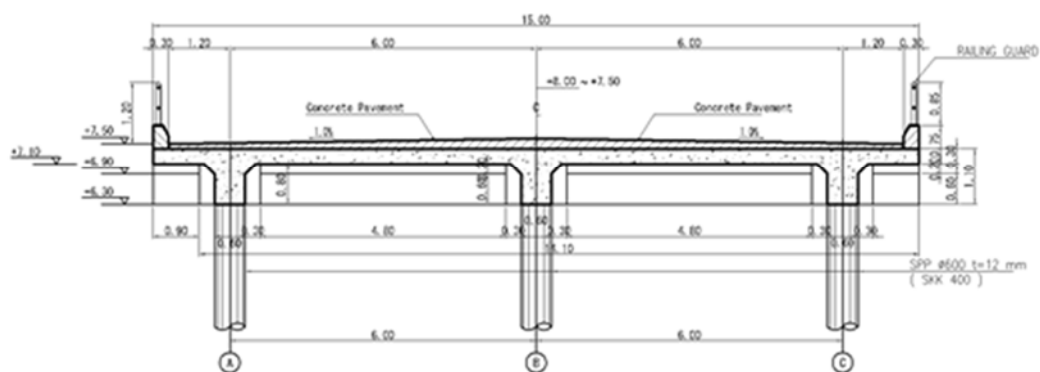
Section B-B: Scale: 1 : 200, Unit: m



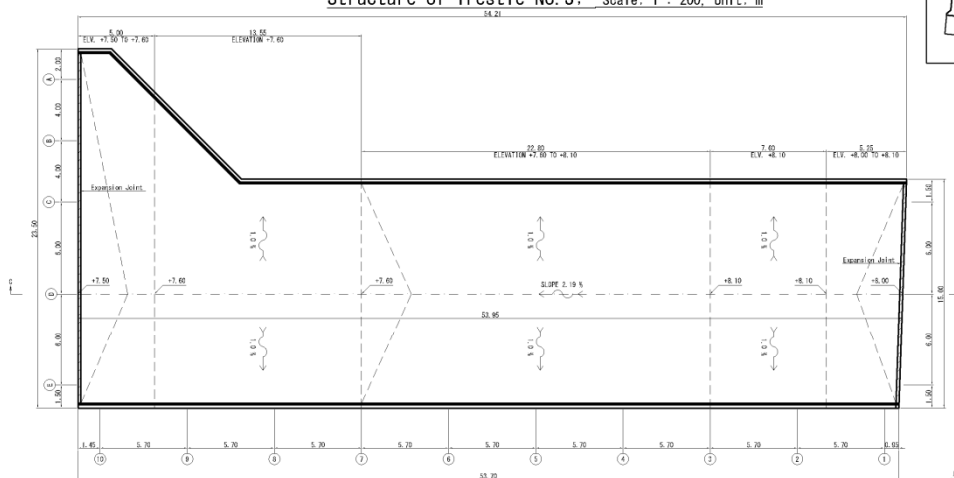
出典：調査団作成

図 4.3-26 連絡橋 No.2 構造図

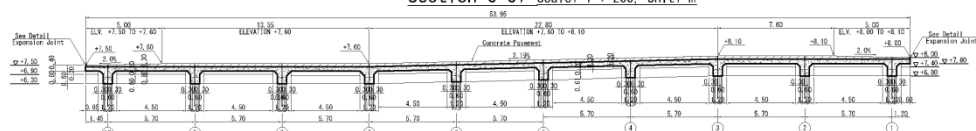
Typical Cross Section of Trestle No. 1 & No. 3 Scale: 1 : 100, Unit: m



Structure of Trestle No.3: Scale: 1 : 200, Unit: m



Section C-C: Scale: 1 : 200, Unit: m



出典：調査団作成

図 4.3-27 連絡橋 No.3 構造図

(3) 護岸

1) 設計条件

a) 設計基準

護岸は、日本の以下の基準に基づいて設計された。

- 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」 英語版 2009年発行 OCDI
- コンクリート標準示方書【設計編】 2007年制定 土木学会

- 道路橋示方書 同解説 社団法人日本道路協会 平成 14 年, 平成 24 年

b) 施設諸元

- 既存施設：自然河岸
- 岸壁天端高： +8.00m
- 計画年数：50 年

c) 自然条件

i) 潮位

H.H.W.L.	最高潮位	D.L.+7.10 m
H.W.L.	朔望平均高潮位	D.L.+6.24 m
M.W.L.	平均潮位	D.L.+3.28 m
L.W.L.	朔望平均低潮位	D.L.+0.33 m
D.L.	最低潮位	D.L.+0.00 m

ii) 流向・流速

MPA へのヒアリング結果から最大流速を以下のとおり設定した。また流向は、2012 年に行われた調査に基づいて確認された。

流速：6 knots = 3.1 m/s,

河川遡上時：南から北へ

河川流下時：北から南へ

iii) 波浪

DF/R 1 で示した通り、波向、有義波高・周期は、以下の通り決定した。

波向	H1/3(m)	T1/3(s)
南西, 北西	1.7	3.5
北西	1.7	3.5

iv) 地震係数

DF/R 1 の結果から、地震係数を以下の通り、決定した。

水平加速度: $k_h = 0.15$

垂直加速度: $k_v = 0.00$

v) 土質条件

各土層の土質パラメータを 2012 年に実施した現地調査報告書「Report on Soil Investigation for Part A」に基づいて、以下のように決定した。現地盤高は、北側と南側で約 1m の違いがある。平均値を取り、現地盤高を 3.3m と想定した。



出典：調査団作成

図 4.3-28 土層パラメータ

vi) 河岸侵食

DF/R 1 に記載の通り、本プロジェクトサイトでは上下流の流れが早いため、河岸侵食が年間約 1m 生じている。そのため、河岸侵食対策が必要である。

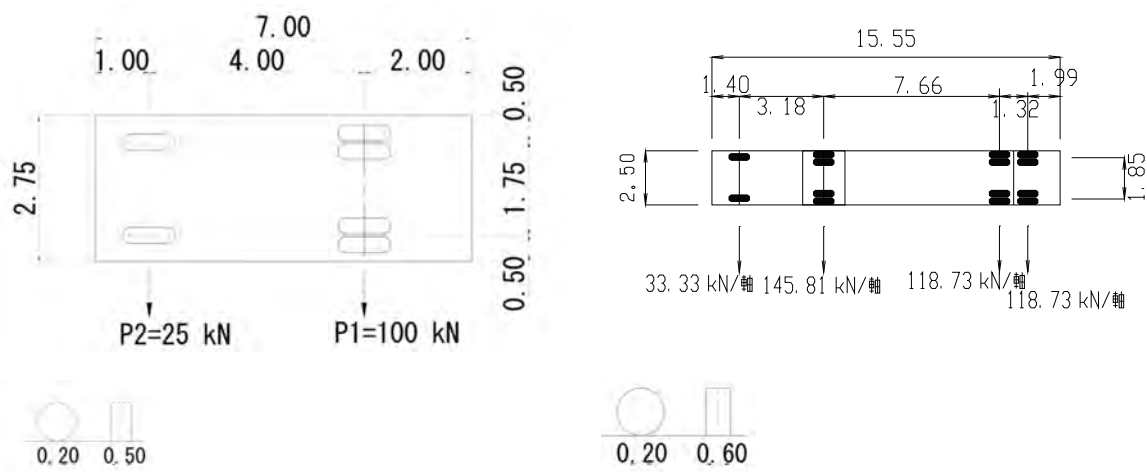
d) 上載荷重および活荷重

i) 上載荷重

常時 (q1): 20kN/m²

異常時 (q2): 10kN/m²

ii) トラック・トレーラ荷重



トラック荷重

トレーラ・トラック荷重

出典：調査団作成

図 4.3-29 トラックおよびトレーラ・トラック荷重

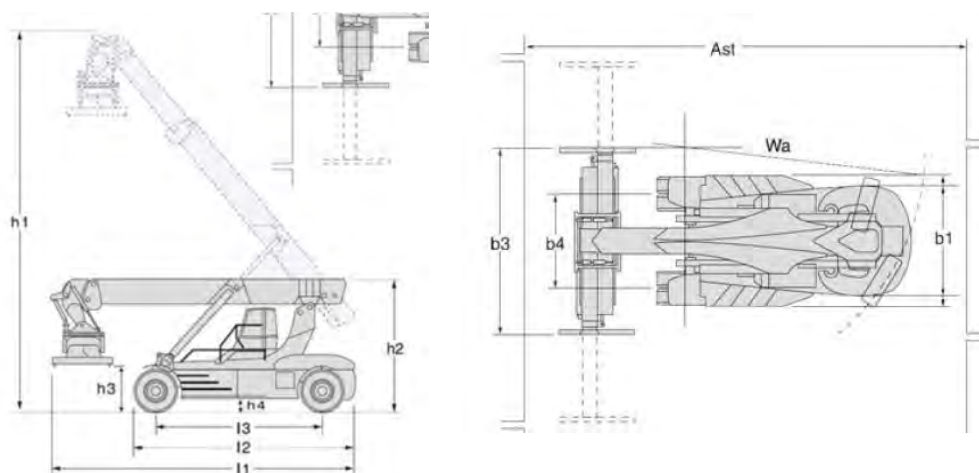
iii) リーチスタッカー

リーチスタッカーの諸元を以下に示す。

表 4.3-13 リーチスタッカの諸元

Number of the maximum container (9' 6") product upper sections		5 lows
Vehicle weight		689.92 kN
Axle load (on-load)	Front	998.62 kN
	Back	142.10 kN
Number of the tires	Front	4 nos.
	Back	2 nos.
Full length (In case of the boom storage) (I1)		11.618 m
Full length (boom / body to exclude) (I2)		8.41 m
Width (body) (b1)	Front	4.18 m
Full length (boom to exclude) (I2)	Back	3.40 m
Wheel base (I3)		6.40 m
Axis distance (b4)	Front	3.03 m
Wheel base (I3)	Back	2.786 m

出典：調査団作成



出典：クレーンメーカー

図 4.3-30 リーチスタッカー

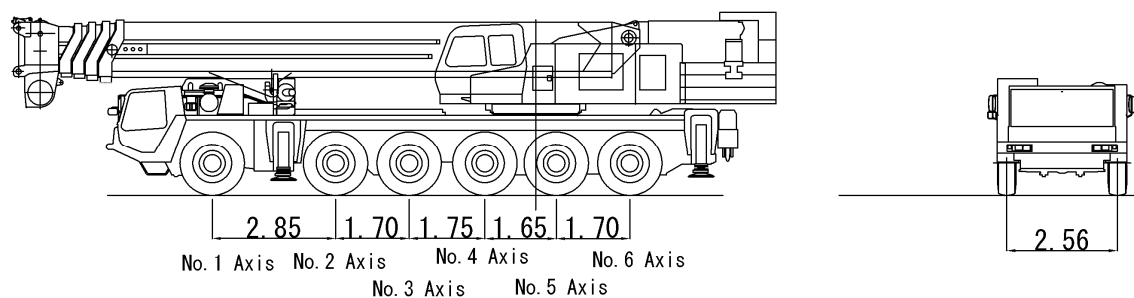
iv) モバイルクレーン

モバイルクレーンの吊上げ荷重を 200ton とした。車輪荷重を以下に示す。

表 4.3-14 モバイルクレーン諸元

Item	NO.1 Axis	No.2 Axis	No.3 Axis	No.4 Axis	No.5 Axis	No.6 Axis
Load on wheel (kN)	75.0	75.0	82.3	82.3	82.3	82.3
Tire grounding width (m)	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355
Tire bearing area (m ²)	0.13	0.13	0.137	0.137	0.137	0.137
Tire contact area pressure (kN/m ²)	576.9	576.9	600.7	600.7	600.7	600.7

出典：調査団作成



出典：クレーンメーカー

図 4.3-31 モバイルクレーン

e) 鋼材腐食率

日本の基準に従い、鋼材腐食率を以下の通り設定した。

表 4.3-15 鋼材腐食率

Corrosive environment		Corrosion Rate (mm/Year)
Sea side	Above H.W.L	0.30
	H.W.L~L.W.L-1.0m	0.20
	L.W.L-1.0m~the sea bottom	0.15
	Below the sea bottom	0.03
Land side	In marine atmosphere	0.10
	In soil (above the residual water level)	0.03
	In soil (below the residual water level)	0.02

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説

f) 地盤改良

プロジェクトサイトにおいて地盤改良が計画された。護岸施設は、地盤改良後に建設される計画となっている。

地盤改良の章に記載のあるとおり、地盤改良実施後の地盤沈下量は、15cm もしくは以下と

なり、護岸構造への影響は、無視出来る程度である。

2) 護岸構造形式の選定

a) 護岸構造案の比較

現地の設計条件に基づき、4案を比較検討した。各特徴を以下に示す。

i) 選定基準

本案件における構造形式の選定にあたっては、以下の3つのポイントが特に重要である。

- 河川流への影響が少ないこと。
- 建設期間が短いこと。
- 構造精度が高いこと。

ii) 矢板の材料

矢板は、鋼矢板とRC矢板の2つの材料に大別される。しかし、日本では、多くの港で鋼矢板が採用されている。腐食に対しては、防食技術により、あまり問題が生じていない。本案件でも検討の結果、鋼矢板がRC矢板よりも良いとなった。

表 4.3-16 護岸構造比較

<p style="text-align: center;">Cantilever Sheet Pile - TYPE</p>	<p>カンチレバー鋼矢板形式</p> <p>利点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 護岸構造による影響範囲が狭い - 早期建設可能 <p>欠点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - DL-2.0m まで浚渫埋戻しが必要
<p style="text-align: center;">Batter Pile Anchorage-TYPE</p>	<p>控え杭矢板形式</p> <p>利点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 護岸構造による影響範囲が狭い - 水平変位が小さい <p>欠点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 控え杭の延長が長い - 工費が高い
<p style="text-align: center;">Concrete Gravity - TYPE</p>	<p>コンクリート重力式</p> <p>利点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 護岸構造による影響範囲が狭い - 施工精度が高い <p>欠点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 必要土量が多い - 陸上側の影響範囲が大きい - 早期建設不可能
<p style="text-align: center;">Gentle Slope - TYPE</p>	<p>緩傾斜護岸形式</p> <p>利点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 工事費が安い <p>欠点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 護岸構造による影響範囲が非常に広い

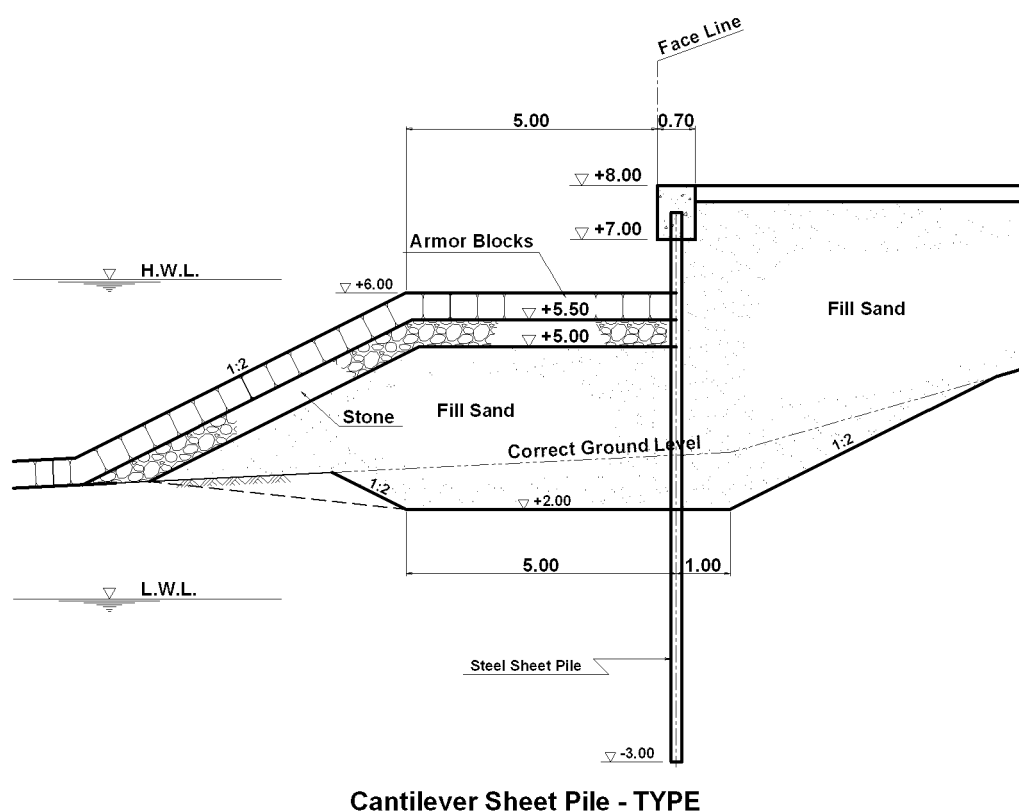
出典：調査団作成

b) 選定結果

比較検討結果、下図に示すとおり、カンチレバー矢板式が選ばれた。

c) 開港後の維持管理

カンチレバー矢板式は、矢板の前の石材・砂材の上に被覆コンクリートブロックが配置されている。河岸は浸食の生じやすい場所であるため、被覆ブロックの状況および矢板の傾斜について、モニタリングおよび維持管理が必要である。



出典：調査団作成

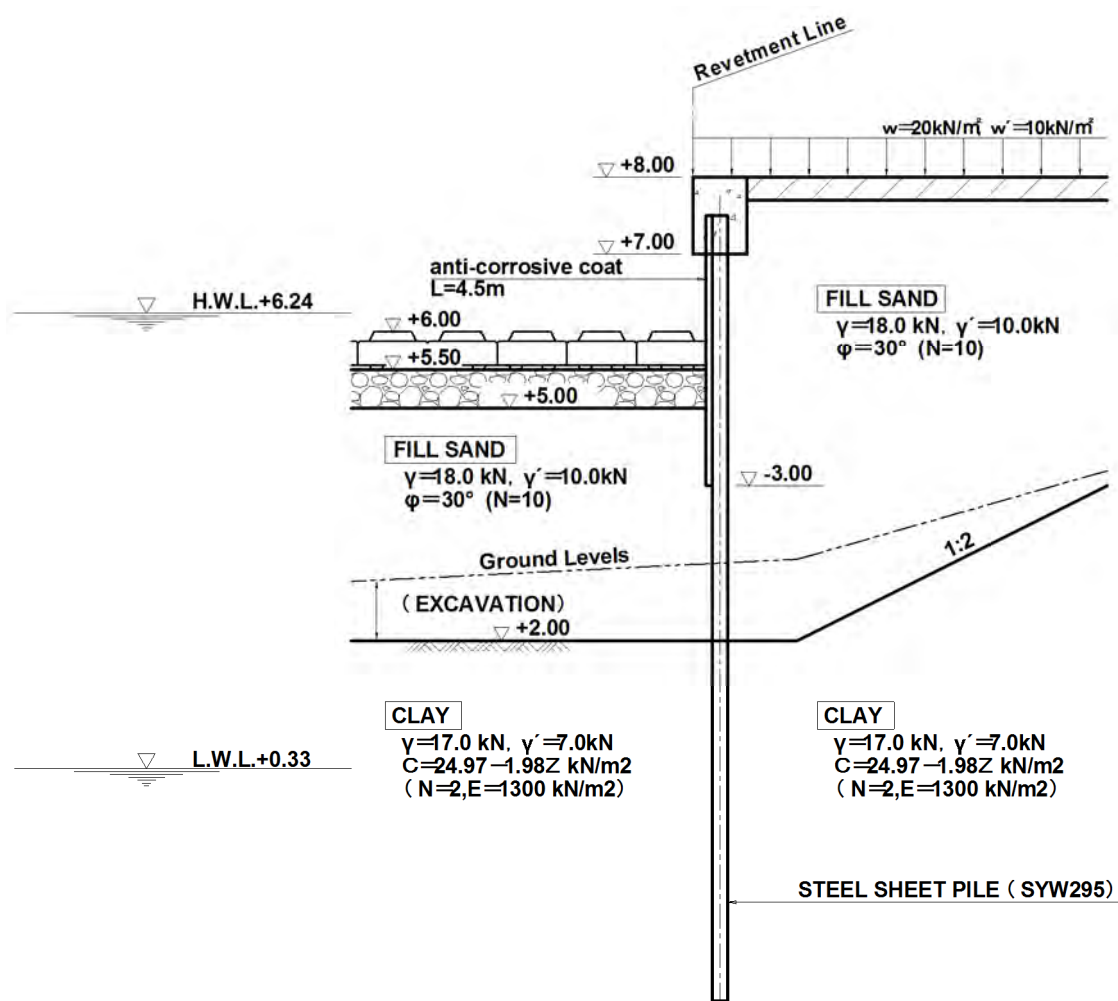
図 4.3-32 選定された護岸形式

3) 詳細検討

a) 一般部の検討

i) 構造計算モデル

安定計算に用いた詳細図を以下に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-33 安定計算用標準断面

ii) 荷重条件

この検討では、想定される2種類のケースで検討を行った。

CASE1	常時	常時
CASE2	地震時	レベル1振動

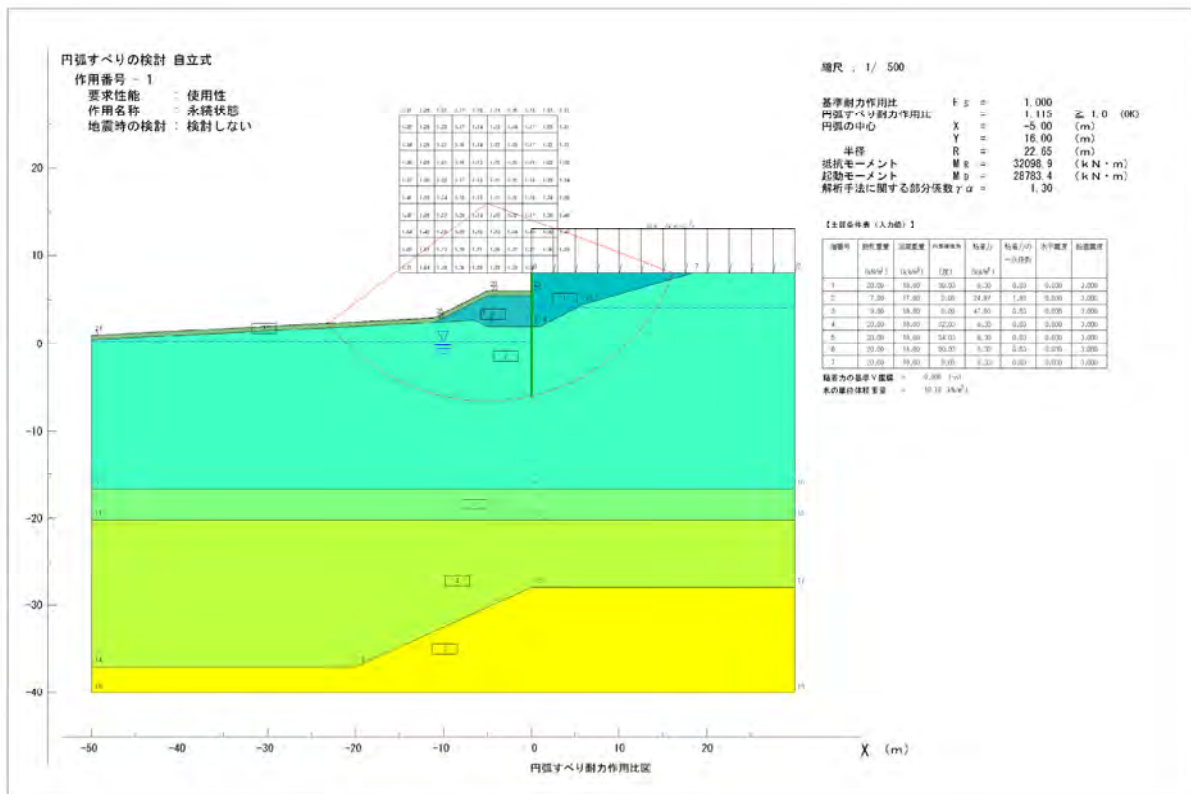
iii) 計算結果

計算結果を以下に示す。

表 4.3-17 安定計算算定結果

	Corrosion	Value			Evaluation
		Unit	Calculation	Limit	
Stress	Before	N/mm2	69.4	295	O.K.
	After	N/mm2	90.2	295	O.K.
Displacement	Before	cm	2.499	10	O.K.
	After	cm	2.598	10	O.K.
Circular Slip			1.115	1	O.K.
Penetration length	Before	m	5.924	11	O.K.
	After	m	5.843	11	O.K.

出典：調査団作成



出典：調査団作成

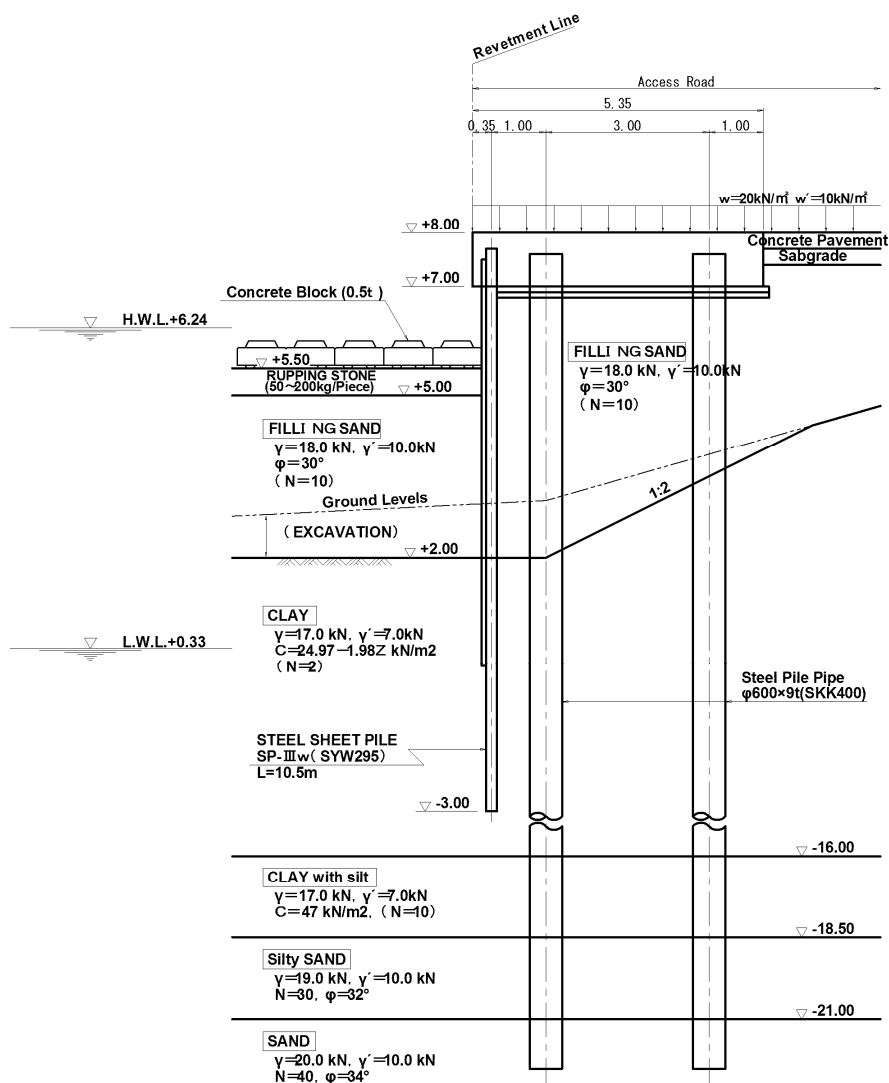
図 4.3-34 円弧すべり検討結果

b) 被覆ブロックの検討

矢板構造の前の砂材および石材が、浸食に対し安定するため、被覆が必要である。その被覆材として、コスト及び調達容易さを検討し、コンクリートブロックを選定した。ブロックの最小重量 (安定要求重量) は、1ton と算出された。

c) 連結部

渡橋とヤードを繋ぐ連結部の代表断面を以下に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-35 連結部代表断面

i) 荷重条件

この検討では、想定される2種類のケースで検討を行った。

表 4.3-18 荷重条件

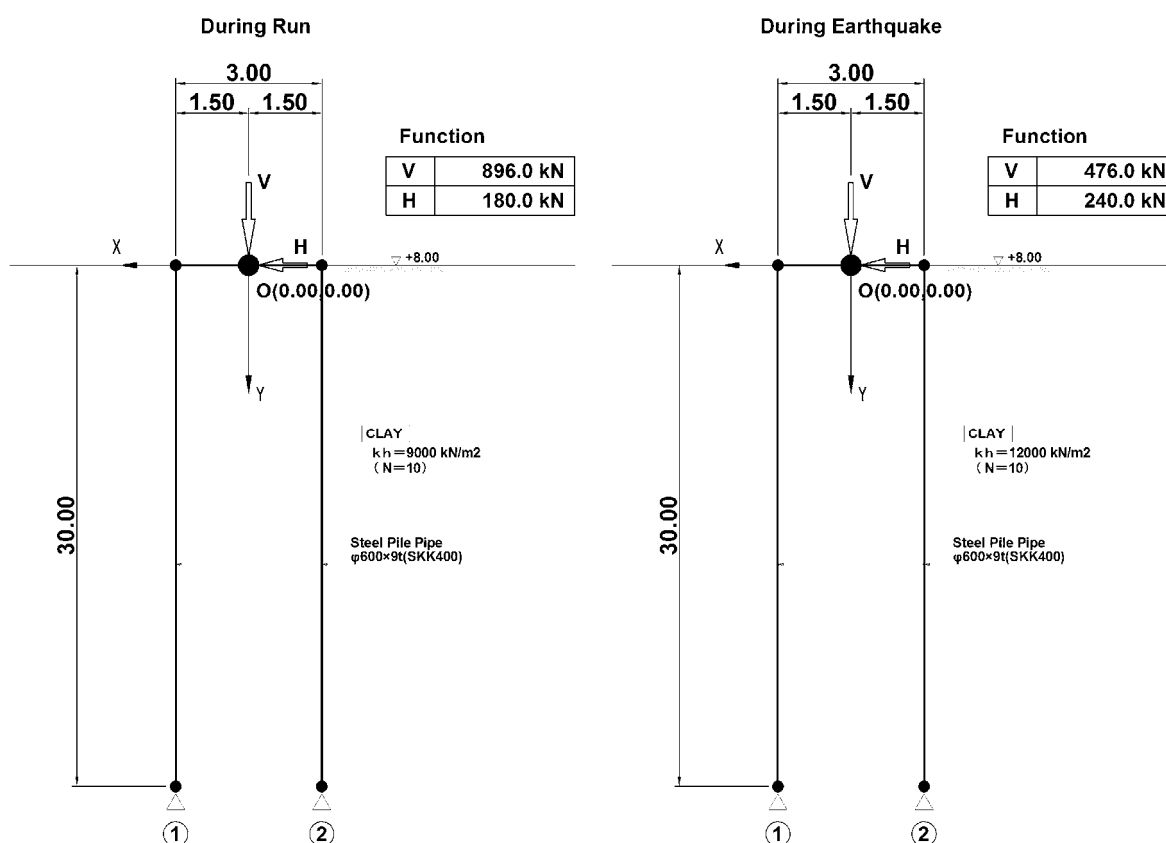
CASE1	車両通行時	本章(3) 1) d)節で示した車両の活荷重
CASE2	地震時	レベル 1 地震動

Conditions	Vertical Force			Horizontal Force	
	Dead Load	Surcharge	Live Load	Earth Pressure	Seismic Force
Vehicle load	○		○	○	
Seismic	○	○		○	○

出典：調査団作成

ii) 構造計算

3次元構造計算ソフト「RADO」を用いて、杭の応力を計算した。荷重作用条件および結果を下図に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-36 連結部 3D 計算モデル

表 4.3-19 杭応力算定結果

Condition	No.	Pd (kN)	Rtd (kN)	γ_a	Ratio	Judgment
Vehicle load condition	1	578.71	902.88	1.0	1.56	OK
	2	317.29	902.88	1.0	2.85	OK
Seismic Earthquake	1	399.48	1489.75	1.0	3.73	OK
	2	76.52	1489.75	1.0	19.47	OK

出典：調査団作成

4.3.2. 地盤改良

当地区では軟弱な粘土層が厚さ 22m 程度で堆積する。軟弱地盤上への盛土施工を行った場合、大きな沈下が長期にわたって発生することが懸念される。この問題に対し、基本設計では圧密促進工法である PVD 及び載荷盛土の併用工法が最適とされた。

したがって、本設計では最適工法とされた PVD 及び載荷盛土工法について詳細設計を行うものである。

(1) 設計条件

設計条件は基本設計を踏まえ、後述する条件にて設定した。

1) 使用条件

港湾施設としての設計耐用年数を 50 年と想定。

2) 自然条件

a) 潮位

基本設計時に設定された条件より、下表の潮位を設計潮位とした。

表 4.3-20 設計潮位

潮位	標高 CDL
HHWL	+7.10m
HWL	+6.24m
MWL	+3.28m
LWL	+0.33m
CDL	+0.00m

出典：JICA 調査「ヤンゴン港内陸水運施設改修調査」

b) 潮流

基本設計時に設定された条件より、下記の設計流速を採用した。

流速 最大流速：6kt=約 3.1m/s
 流向 最大流速時の流向は、下流向きである。

c) 波浪

基本設計時に設定された条件より、下表の設計波浪を採用した。

表 4.3-21 設計潮位

波高	H1/3=1.7m
周期	T1/3=3.5s
波向き	SW,NW

出典：調査団作成

d) 地震

基本設計時に設定された条件より、下記のように設定した。

設計水平震度：kh=0.15
 設計鉛直深度：kv=0.0

(2) 地盤改良設計

1) 概要

当地区では軟弱な粘土層が厚さ 22m 程度で堆積するため、軟弱地盤上への盛土施工に伴って発生する沈下が懸念された。地盤改良を行わない場合、盛土荷重に伴う沈下は長期にわたって発生するため、開港時において残留沈下量が多大となる。したがって、当地区では沈下対策を目的とした地盤改良を行う必要があるものと考えられた。このように軟弱地盤層の厚い場合における沈下対策工には一般的に次のような工法が示される。

- ・ 深層混合処理工法 (DMM)
- ・ サンドドレーン工法 (SD) + 載荷盛土工法
- ・ プレファブリケイティッドバーチカルドレーン (PVD) + 載荷盛土工法

これらの地盤改良工法は、盛土等の荷重によって発生する沈下を抑止または事前に圧密促進させることによって、供用時に発生する残留沈下を抑えるものである。

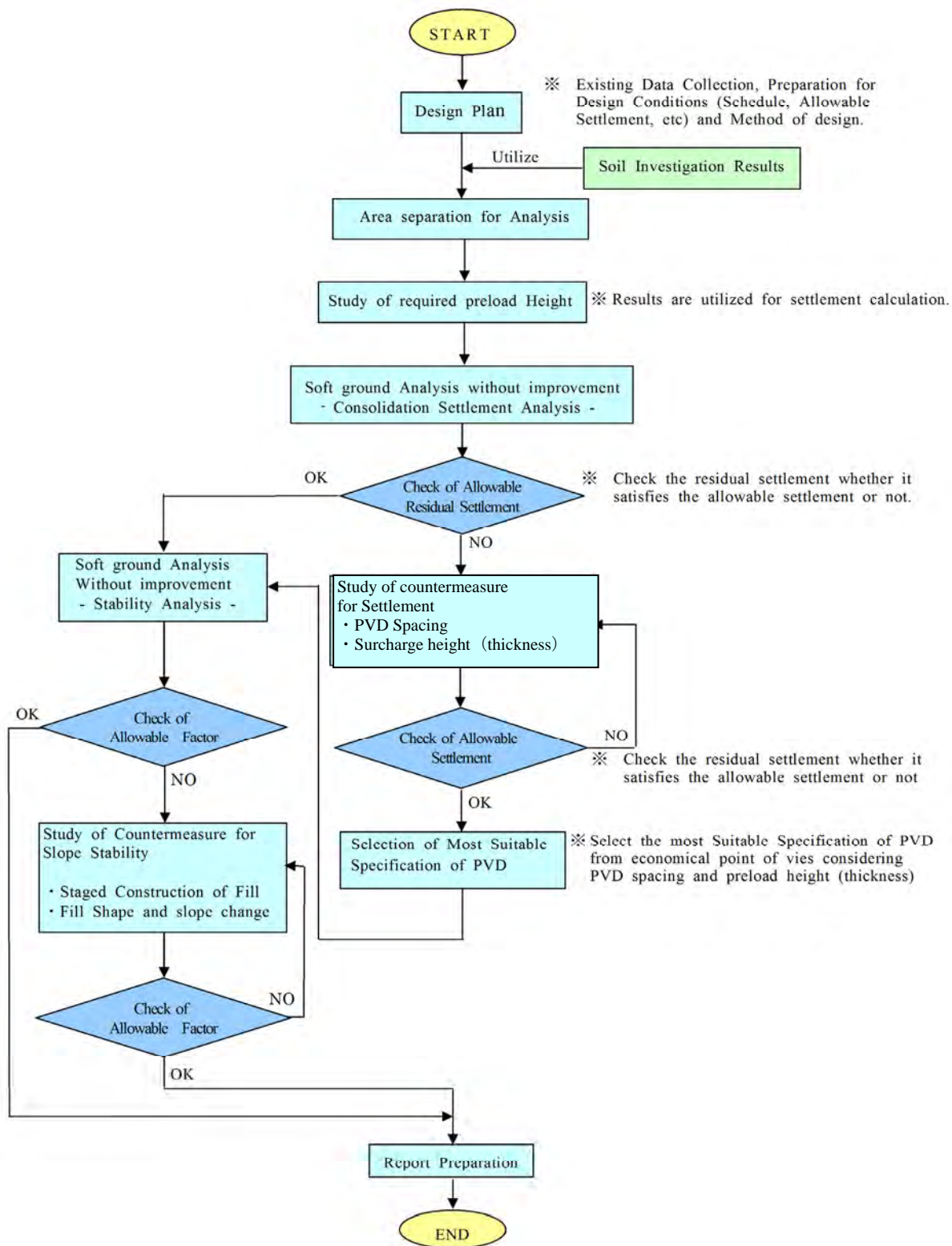
基本検討時においてこれらの工法が比較検討され、施工性、経済性及び社会環境への影響の観点より、PVD 及び載荷盛土工法の併用工法が最適工法として採用された。

PVD 及び載荷盛土工法は、圧密促進を目的とした工法として施工実績も多く最も一般的な工法である。

本地盤改良設計では、この PVD 及び載荷盛土工法の詳細設計を行う。

2) 設計手順

地盤改良設計手順を図 4.3-37 に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-37 地盤改良設計フロー

3) 設計基準及び条件

設計基準及び設計条件を表 4.3-22 に示す。

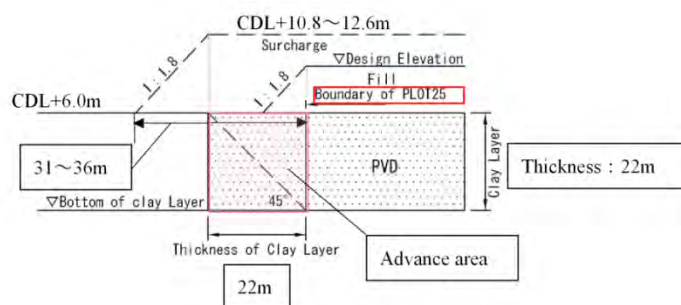
表 4.3-22 設計基準及び設計条件の概要

項目	設計基準及び設計条件
(a) 安定検討時における許容安全率	・ 短期安定: $Fsa \geq 1.10$ (施工時) ・ 長期安定: $Fsa \geq 1.30$ (完成時)
(b) 水平方向圧密係数の条件	・ 水平方向圧密係数 $Ch=1 \times Cv$ (Cv : 鉛直方向圧密係数)
(c) 許容残留沈下	・ 一次圧密で 90% 以上の圧密度とする ・ 供用開始後 20 年で残留沈下 20% 以下 (2 次圧密を含む) ・ 供用開始 20 年後の残留沈下量が 30cm 以下 (2 次圧密を含む)
(d) 設計荷重	盛土施工時・ $q=10\text{kN/m}^2$ (施工機荷重として) 供用開始後・ コンテナヤードエリア (パルクヤードを含む) : $q=50\text{kN/m}^2$ ・ 建物エリア: $q=20\text{kN/m}^2$
(e) 潮位条件	・ HWL (High Water Level) : $CDL+6.24\text{m}$ ・ MWL (Mean Water Level) : $CDL+3.28\text{m}$ (圧密沈下検討時にて設定) ・ LWL (Low Water Level) : $CDL+0.33\text{m}$ (安定検討時の川側での設定) ・ RWL (Residual Water Level) : $CDL+6.00\text{m}$ (安定検討時の陸側での設定) $CDL+2.30\text{m}$ (安定検討時の川側での設定)
(f) 計画高	・ 計画高: $CDL+9.00\text{m}$ (路床高 $CDL+8.50\text{m}$ 、舗装厚 50cm と設定)
(g) 施工能率	・ PVD の施工 : $35,000\text{m}^3/\text{日}$ (7 parties) → 58 日/施工エリア全体 ・ サンドマット施工: $3,000\text{m}^3/\text{日}$ → 高さ 0.1m/週/施工エリア全体 ・ 載荷盛土施工 : $5,000\text{m}^3/\text{日}$ → 高さ 0.2m/週/施工エリア全体 ・ 載荷盛土の撤去: $2,800\text{m}^3/\text{日}$ → 高さ 0.1m/週/施工エリア全体
(h) 工事期間	・ 地盤改良工事期間として 15.0 ヶ月
(i) 圧密放置期間	・ 6 ヶ月
(j) 載荷荷重による沈下の影響範囲*	・ 載荷荷重による沈下の影響範囲 : 粘土層厚と同等と想定 (45°)

*) 将来の事業拡張に伴う盛土載荷が Plot25 へ与える影響について

対象地である Plot25 では、将来の事業拡張に伴う隣接地の盛土荷重によって地盤沈下が発生し、既設の舗装部で沈下やクラック等が発生することが懸念される。Plot25 に与える沈下の影響範囲は、下図に示すように当用地境界より 22m 程度 (粘土層: 対象地における地盤高 $CDL+6.0\text{m}$ より、粘性土層の下端高 $CDL-16\text{m}$) であるものとする。この範囲内で将来の盛土施工が行われた場合に Plot25 の舗装部で沈下やクラック等が発生するものと考えられる。このため、今回のプロジェクトにおいてこの範囲を事前に地盤改良 (余改良) しておく必要がある。

出典 : 調査団作成



余改良を考慮した地盤改良範囲の概念

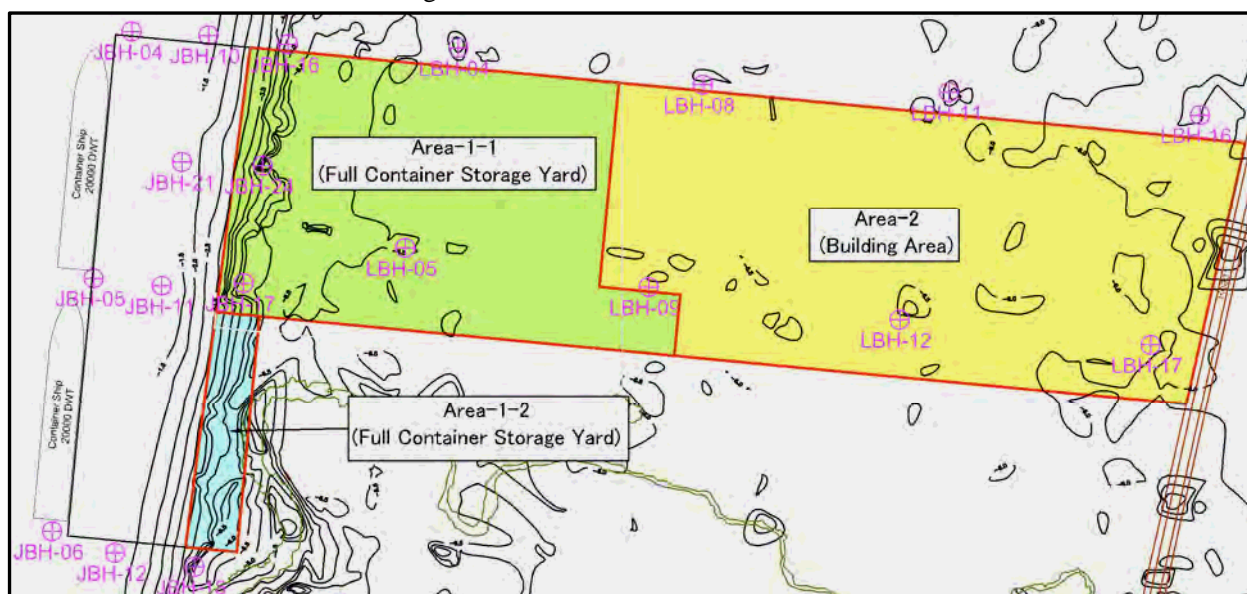
4) 設計条件の詳細

a) 荷重条件

当地区では、b)地盤条件で記述のように地表面より CDL-16m までは、非常に軟弱な粘土層が堆積する。この粘土層は最大 22m の層厚で堆積するが、事業用地範囲においてこの粘土層の分布に特に大きな差異は認められない。これより、当地区では土地利用の観点から荷重条件を考慮し、事業用地内を 3つのエリアに区分した。

これより、圧密沈下検討及び安定検討において、供用開始後における荷重を以下のように設定した。また、盛土施工中における荷重条件では、安定検討において施工機荷重を想定して 10kN/m² を設定した。

- Area-1-1 : 2015 年 11 月末に供用開始されるコンテナエリア (バルクヤードを含む)。本エリアはコンテナを屋外に保管する範囲であり、コンテナ荷重として 50kN/m² (以下、Full Container Storage Yard Area) を設定した。
- Area-1-2 : 2016 年 12 月末に供用開始されるコンテナエリア。本エリアはコンテナを屋外に保管する範囲であり、コンテナ荷重として 50kN/m² (以下、Full Container Storage Yard Area) を設定した。
- Area-2 : 上記以外の建物エリア。杭基礎を除く建物荷重を想定し、20kN/m² (以下、Building Area) を設定した。



出典：調査団作成

図 4.3-38 検討エリア区分

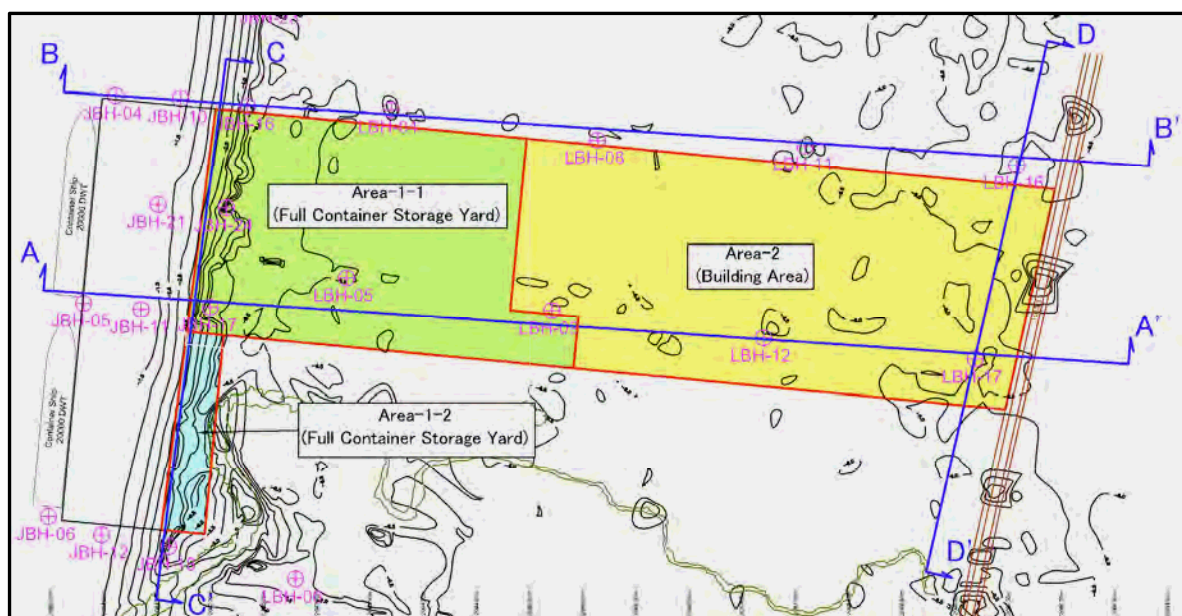
b) 地盤条件

当地区にて実施された既往のボーリング調査位置及び代表的な地層断面図を図 4.3-39～4.3-41 に示す。本報告の第 2 章にも記述のように、当地区では地表面から CDL-16m 程度までは、非常に軟弱な粘土が堆積する。その下位には CDL-23m 程度まで粘土混じりシルト層、

CDL-27m 程度までシルト混じりの砂が堆積する。さらにその下位には比較的締まった砂層が堆積し、CDL-35m 程度で N 値が 50 以上となる。

本設計にて対象とする沈下対象層は、軟弱な粘土層とする。当地区東の既設道路側より西の河川側への縦断方向にて粘土層が厚くなる傾向を示すが、大きな層厚の変化は認められない。地表面は概ね CDL+6m 程度であり、粘土層厚は最大で 22m (粘土層下端 CDL-16m 程度) である。

既往の土質試験結果をもとに、地盤検討に必要な土質定数を整理して表 4.3-23 及び図 4.3-42～4.3-45 に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-39 ボーリング調査位置

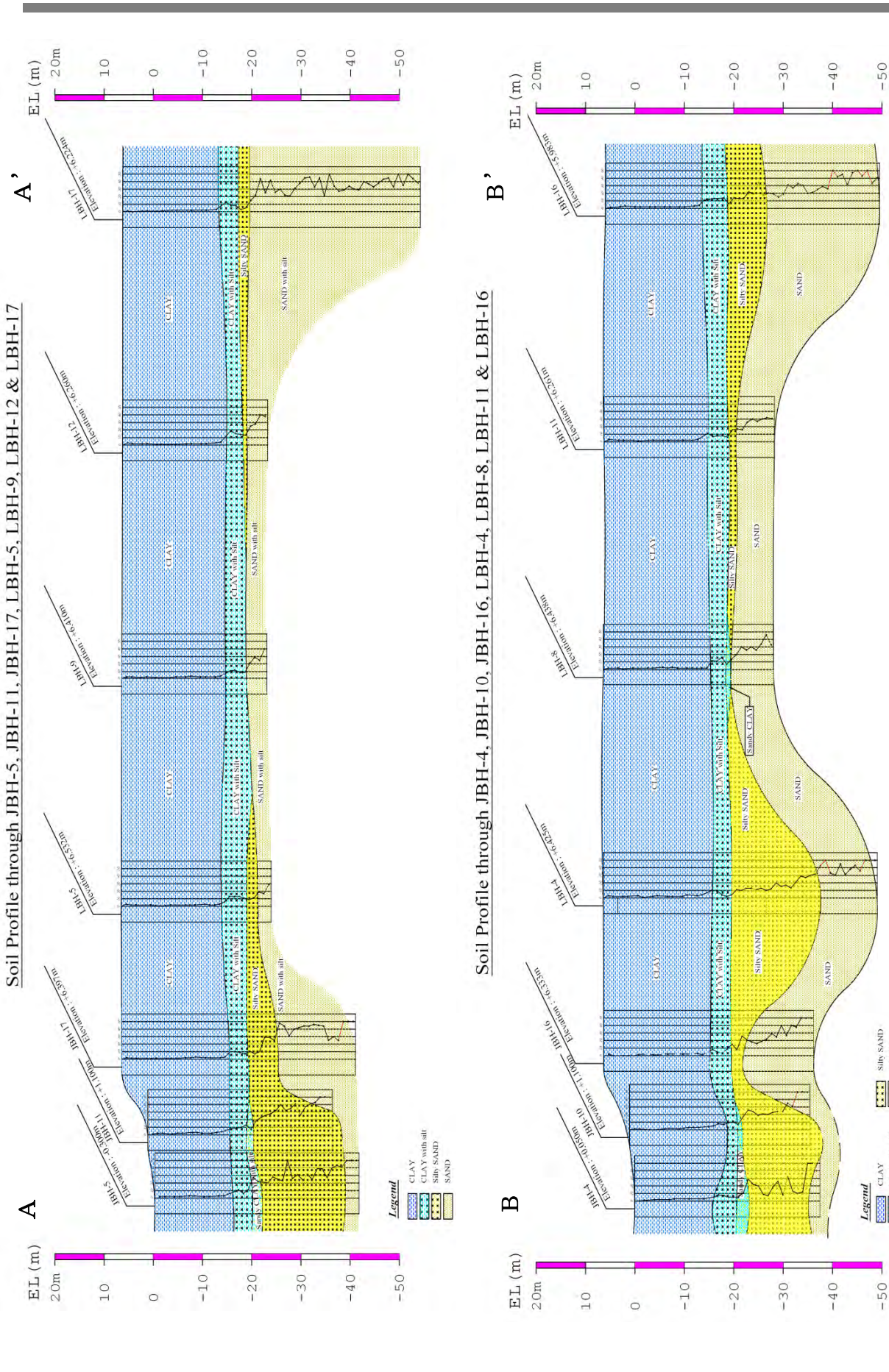
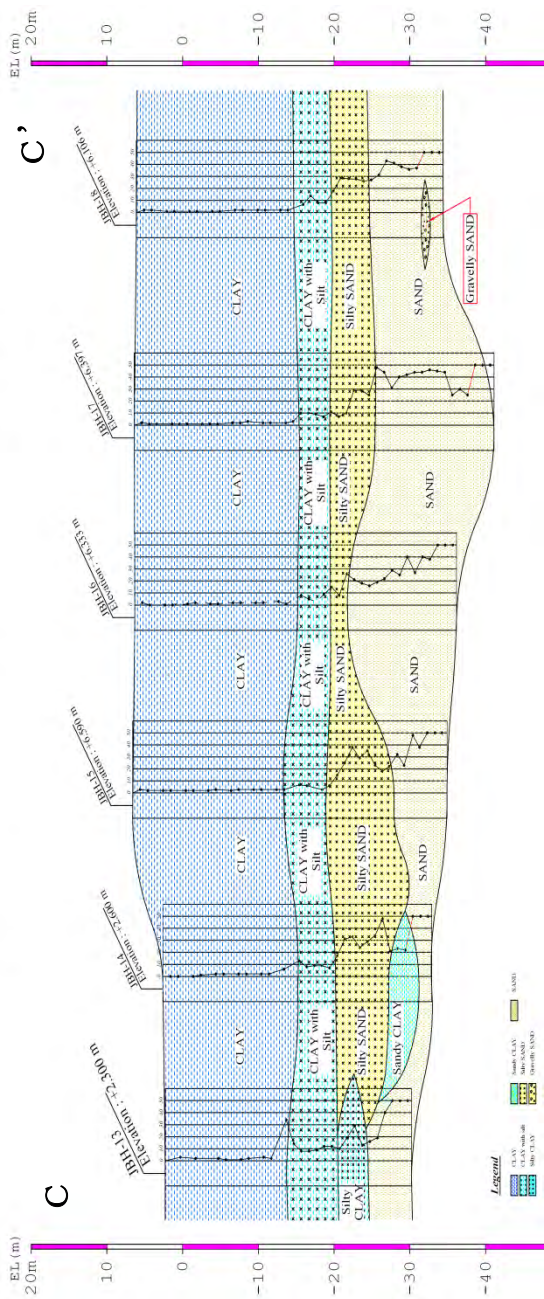
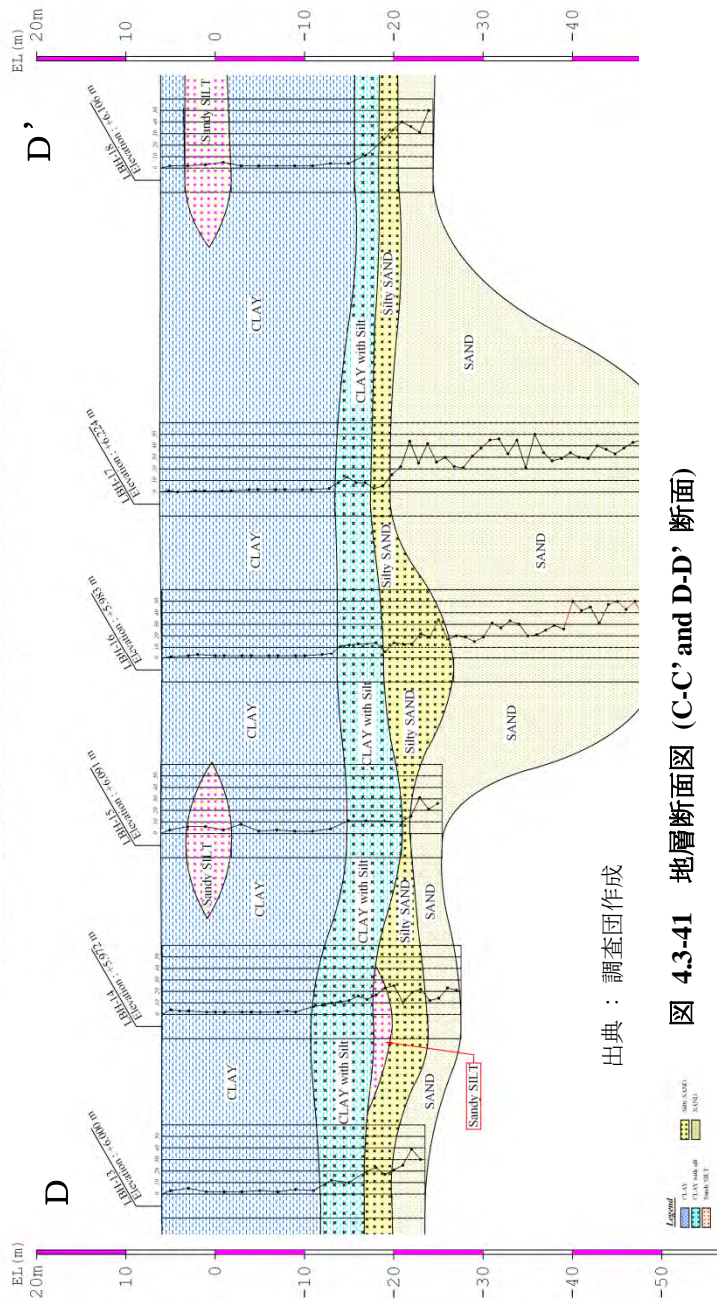


図 4.3-40 地層断面図 (A-A' and B-B' 断面)

Soil Profile through JBH-13, JBH-14, JBH-15, JBH-16, JBH-17 & JBH-18



Soil Profile through LBH-13, LBH-14, LBH-15, LBH-16, LBH-17 & LBH-18



出典：調査団作成

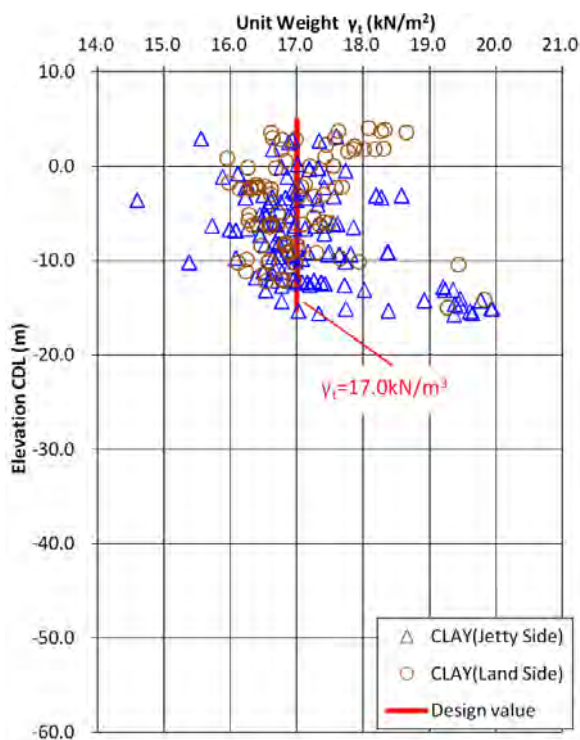
図 4.3-41 地層断面図 (C-C' and D-D' 断面)

表 4.3-23 設計土質定数

Typical Soil Type	SPT-N	γ_t (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	c_u (kN/m ²)	ϕ (°)	C_α (%)	P_c (kN/m ²)	$e \sim \log P$ curve	$C_v(OC)$ (cm ² /day)	$C_v(NC)$ (cm ² /day)	c_u/p for NC
CLAY (Jetty Side)	2	17.0	7.0	-1.98Z+24.97 (Z=0 at CDL±0.00)	0.0	0.59	124	see the Figure 4.3.3-8	500	50	0.2
CLAY (Land Side)	2	17.0	7.0	-1.46Z+30.89 (Z=0 at CDL±0.00)	0.0	0.59	124	see the Figure 4.3.3-8	500	50	0.2

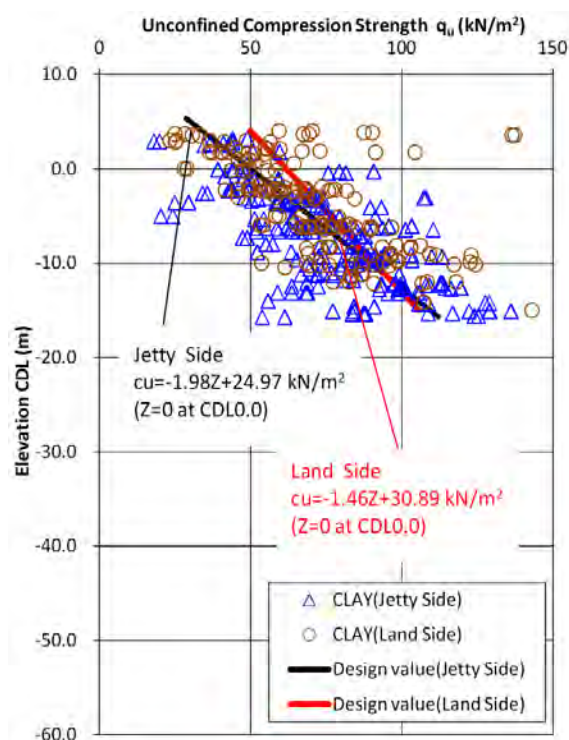
*NC: Normal consolidated State OC: Over consolidated State Z: Elevation

出典：調査団作成



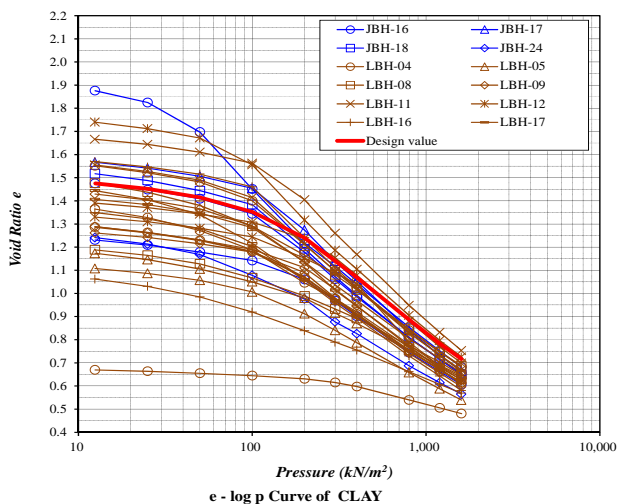
出典：調査団作成

図 4.3-42 粘土層の湿潤密度 (γ_t)



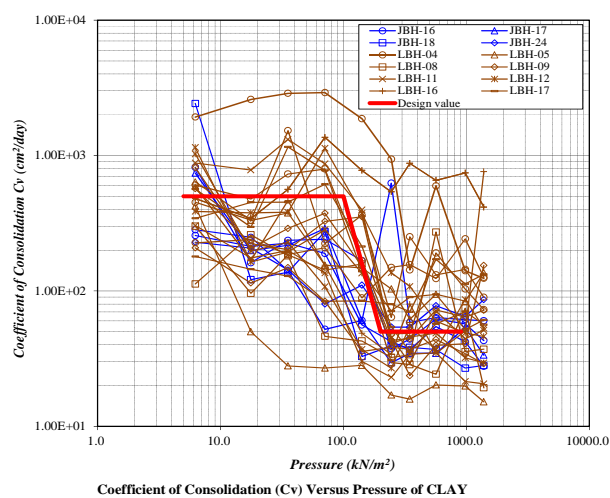
出典：調査団作成

図 4.3-43 粘土層の粘着力 (c_u)



出典：調査団作成

図 4.3-44 粘土層の $e \sim \log P$ 関係



出典：調査団作成

図 4.3-45 C 粘土層の $C_v \sim \log P$ 関係

c) 盛土条件

地盤検討に用いる最終の盛土高さは、計画高を CDL+9.0m とし、舗装厚 50cm 程度を想定した CDL+8.5m を最終盛土高さとする。本高さは路床表面の高さとなる。

盛土材料として陸上土砂を使用するには、土取り場が遠く、運搬コストが高い。したがって、当地区の盛土材料は、安価で運搬が容易な川砂の使用を想定する。

盛土材料の設計土質定数は川砂を想定し、表 4.3-24 に示すとおり設定した。

表 4.3-24 盛土材料の設計土質定数

Wet density γ_t (kN/m ³)	Saturated density γ_{sat} (kN/m ³)	Internal frictional angle ϕ (°)
18.0	20.0	30

出典：調査団作成

d) 工程条件

地盤改良は、工事開始後 17 ヶ月目(Phase I-1 完了時)に供用開始するエリアを優先して行うことを想定する。したがって、地盤検討に用いる工事期間は、全体の地盤改良数量に対して約半分の数量を先行して行うことを考え、表 4.3-25 の期間を考慮する。

表 4.3-25 地盤解析にて設定した各工種の工事期間

Item	Q'ty	Team Number	Productivity	Duration
Sand Mat	170,000m ³	1 ship	3,000m ³ /day	2.0 months
PVD Driving	2,000,000m	7 machines	5,000m/day/machine	2.0 months
Surcharge	550,000m ³	1 ship	5,000m ³ /day	4.0 months
Retain the Surcharge				6.0 months
Removal of Surcharge	350,000m ³	4 machines	700m ³ /day/month	5.0 months

出典：調査団作成

5) 検討手法

a) 圧密沈下検討方法

軟弱地盤上への盛土施工は、多大な沈下が発生する。このため、供用開始時において残留沈下は多大となり、港湾施設に影響を及ぼすことが懸念される。粘性土の圧密沈下量の算定は、「港湾の施設の基準・同解説；日本港湾協会 (2009 年 10 月)」に基づき行う。圧密沈下検討を行う上での条件及び許容値の設定は、表 4.3-22 に示したとおり。

一次圧密で 90%以上の圧密度とする

供用開始後 20 年で残留沈下 20%以下 (2 次圧密を含む)

供用開始 20 年後の残留沈下量が 30cm 以下(2 次圧密を含む)

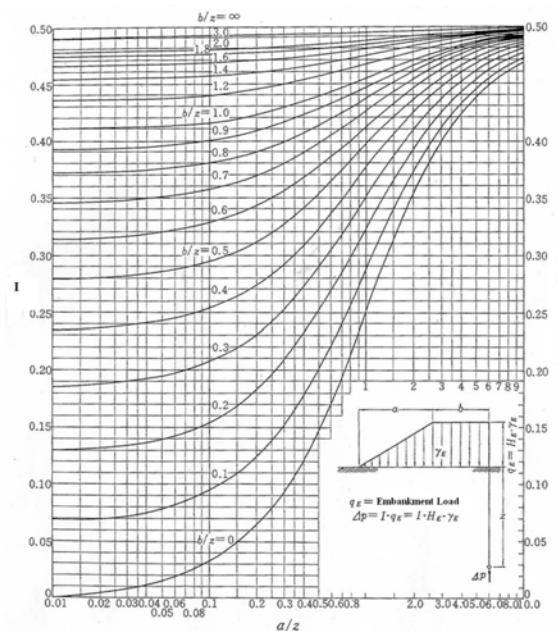
i) 一次圧密沈下量の算定

地中増加応力の算定方法

盛土载荷による地盤内応力増分 σ_z は、台形荷重として取り扱い図 4.3-46 に示すオスターバ

一グ法により影響値を求めて以下の式より増加応力を算出する。

$$\sigma_z = I \times q$$



出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 (社)日本道路協会

図 4.3-46 台形荷重による鉛直地中応力影響値

最終沈下量の算定方法

最終沈下量は一次圧密沈下量と二次圧密沈下量との合計によって求められ、以下に示す式によって算出される。このうち一次圧密沈下量は、二次圧密係数の項を除いて求められる沈下量である。

$$S_f = \frac{CrH}{e_0 + 1} \log\left(\frac{p_c}{p_0}\right) + \frac{CcH}{e_0 + 1} \log\left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_c}\right)$$

ここに、

- Sf: 最終沈下量 (m)
- Cc: 圧縮指数
- Cr: 二次圧密係数
- e₀: 初期間隙比
- p₀: 初期の鉛直有効応力(kN/m²)
- p_c: 先行圧密応力(kN/m²)
- Δp: 地中増加応力 (kN/m²)
- H: 沈下対象層厚 (m)

ii) 時間～沈下量関係の算定

時間と沈下量関係の算定は、以下のように算出される。

非改良地盤 ----- Terzaghi の理論式

単一層地盤の場合

非改良地盤における粘土層の圧密排水は、図 4.3-47 に示すように鉛直方向のみの排水となる。時間と沈下量の関係は、図 4.3-48 に示すように Terzaghi の一次圧密理論によって示され、以下の算定式により求められる。

$$St = U \cdot Sc$$

$$U = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[- \left(\frac{2n+1}{2} \cdot \pi \right)^2 \cdot T_v \right]$$

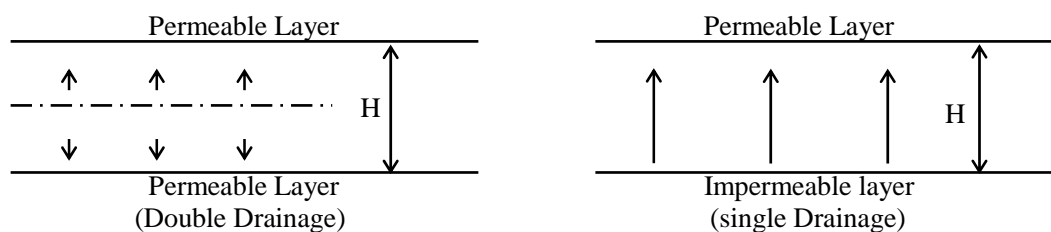
$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{D^2}$$

ここに、

- St : 沈下量 (m)
- Sc : 一次圧密による最終沈下量 (m)
- U : 圧密度 (%)
- Tv : 鉛直方向時間係数
- Cv : 鉛直方向圧密係数 (cm²/day)
- t : 任意時間 (days)
- D : 最大排水長 (cm)

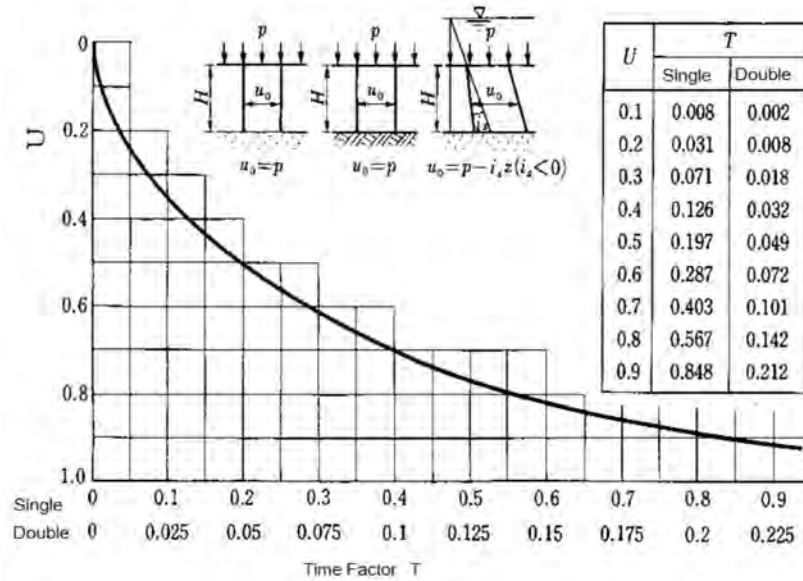
両面排水の場合 : D=H/2

片面排水の場合 : D=H



出典 : 調査団作成

図 4.3-47 一次圧密概念図



出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会

図 4.3-48 圧密度 (U) ～時間係数 (Tv) の関係

多層地盤の場合

非改良地盤における多層地盤の時間～沈下量関係を算定する方法として、換算層厚法を用いる。換算層厚法は、任意の Cv を基準として、各層の厚さを次式により換算し、単一層として計算する。

$$H_0 = \sqrt{\frac{C_{v0}}{C_{vi}}} \cdot H_i$$

ここに、

- H₀ : 換算した層厚 (m)
- H_i : 対象層の層厚 (m)
- C_{v0}: 基準とした Cv (cm²/day)
- C_{vi}: 対象層の Cv (cm²/day)

多層地盤における時間～沈下量の関係は、基準とした Cv₀ 及び換算した層厚の H₀ を用いて、単一層として算出する。

iii) 二次圧密沈下量の算定

二次圧密沈下量は、二次圧密係数を用いて以下に示す式によって算出される。

$$C\alpha\varepsilon = 0.0001 w_n$$

ここに、

- Cαε : 二次圧密係数
- w_n: 粘土層の自然含水比(%)

これまでの地盤調査結果より、粘土層における自然含水比は $w_n = 59\%$ 程度と考える。したがって、二次圧密係数は $C_{\alpha\varepsilon} = 0.0059$ (Assumed $w_n = 59\%$) と求まる。

二次圧密沈下量は、次式によって算出される。

$$S_s = C_{\alpha\varepsilon} H \log \left(\frac{t_f}{t_p} \right)$$

ここに、

S_s : 二次圧密沈下量 (m)

$C_{\alpha\varepsilon}$: 二次圧密係数

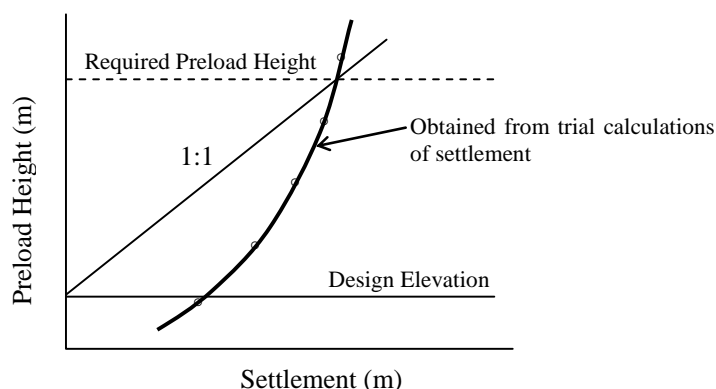
H : 沈下対象層厚 (m)

t_p : 一次圧密で 90% 以上となる時間

t_f : 二次圧密沈下量を考慮する期間 (供用開始より 20 年)

iv) 必要盛土厚の算定

軟弱地盤上への盛土载荷を行った場合、大きな沈下が発生する。必要盛土厚さの算出では、最終沈下量発生時に計画高さとするための余盛り厚さを求めるものである。必要盛土厚さは、図 4.3-49 に示す方法より算出する。



出典：調査団作成

図 4.3-49 必要盛土高算定図

b) 安定検討方法

i) 円弧すべりによる盛土の安全率の算定

盛土の安定性は、Fellenius 法による円弧すべりによって確認する。本手法は、「港湾の施設の基準・同解説；日本港湾協会（2009 年 10 月）」に示されたものであり、下式によって算定する。なお、盛土の安定性では表 4.3-22 に示したように許容安全率として次のような安全率が必要とされる。

短期（盛土施工中）の許容安全率として; $F_{sa} = 1.1$

長期（盛土完成時）の許容安全率として; $F_{sa} = 1.3$

$$F_s = \frac{\sum [c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi]}{\sum (W \cdot \sin \alpha)}$$

ここに、

Fs: 安全率

c: 土の粘着力 (kN/m²)

l: 分割片で切られたすべり面の長さ (m)

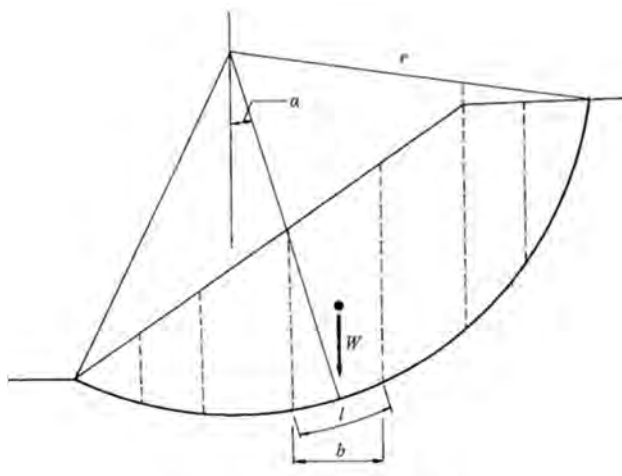
W: 分割片の全重量 (kN/m)

U: 間隙水圧 (kN/m²)

b: 分割片の幅 (m)

α : 分割片で切られたすべり面の中心とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度 (度)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (度)



出典：調査団作成

図 4.3-50 すべりに対する安定計算法

ii) 強度増加の算定

土は圧密されることによって密度を増し、その強度が増加する。盛土の安定検討では、盛土载荷に伴う強度増加を考慮する。強度増加後における粘性土地盤の非排水粘着力 (c_u) は、下式により算定する。

$$c_u = c_{u_0} + m \cdot (p_0 - p_c + \Delta p) \cdot U$$

$$p_0 + \Delta p \leq p_c \rightarrow c_u = c_{u_0}$$

$$p_0 + \Delta p > p_c \rightarrow c_u = c_{u_0} + m \cdot (p_0 - p_c + \Delta p) \cdot U$$

ここに、

c_u : 圧密度 U における非排水粘着力 (kN/m^2)

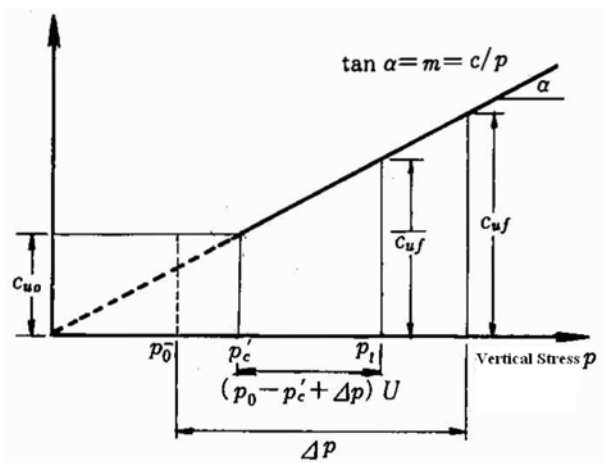
c_{u0} : 盛土前の原地盤における土の非排水粘着力 (kN/m^2)

m : 強度増加率(0.2)

p_0 : すべり面に関わる土層の盛土前の鉛直有効応力 (kN/m^2)

p_c : 先行圧密応力 (kN/m^2)

U : すべり面に関わる土層の圧密度 (%)



出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 (社)日本道路協会

図 4.3-51 圧密による強度増加を考慮したせん断強さ

c) 地盤改良の検討方法

i) PVD による地盤改良

PVD などのバーチカルドレーン工法は、軟弱な粘性土地盤中にドレーンを打設して圧密排水のための排水路を人工的に作り、圧密促進を図る工法である。

一次圧密沈下量の算定

バーチカルドレーン改良地盤の時間～沈下量関係は、Barron の近似解より、下記の算定式より求められる。

$$S_t = U \cdot S_c$$

$$U = 1 - \exp\left(\frac{-8T_h}{F(n)}\right)$$

$$T_h = \frac{C_h \cdot t}{d_e^2}$$

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot \log_e n - \frac{3n^2 - 1}{4n^2}$$

$$n = \frac{d_e}{d_w}$$

ここに、

St: 任意時間における沈下量 (m)

Sc: 一次圧密による最終沈下量 (m)

U: 圧密度 (%)

Th: 水平圧密の時間係数

Ch: 水平方向の圧密係数 (m²/day)

t: 任意時間 (days)

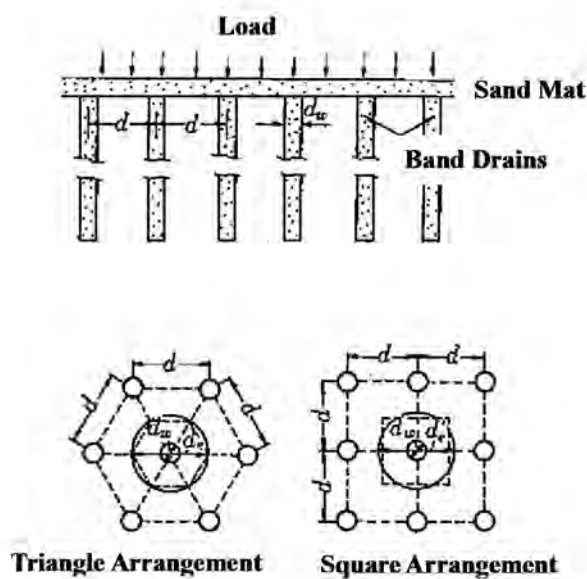
d_e: 有効径 (m)

d_e=1.05d (正三角形配置)

d_e=1.13d (正方形配置)

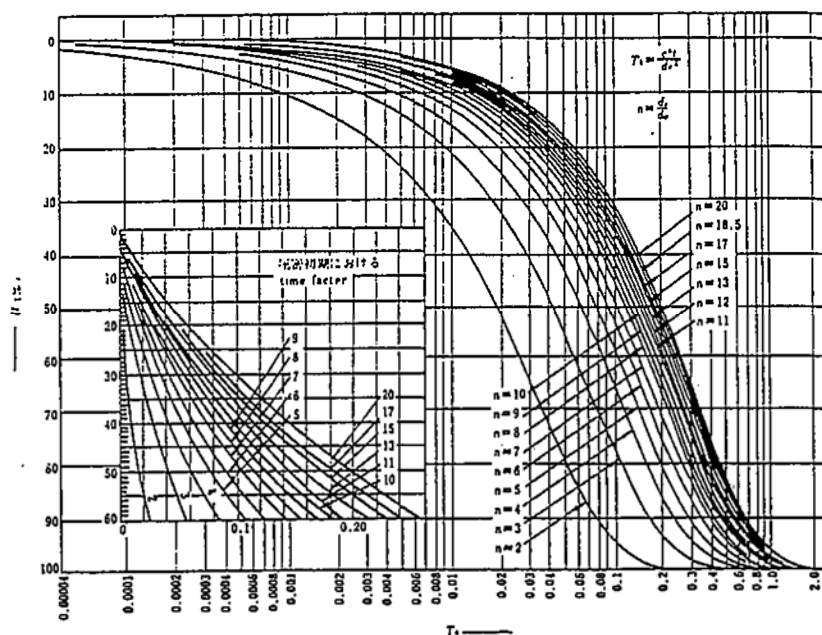
d: PVD の打設間隔(m)

d_w: PVD の直径 (m)



出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-52 バーチカルドレーンの配置と有効円



出典：港湾の施設の基準・同解説 日本港湾協会

図 4.3-53 バーチカルドレーンによる圧密曲線

バーチカルドレーンの詳細

ドレーンの詳細について下記の内容を設定し、ドレーンの打設間隔を沈下検討によるトライアル計算より決定する。

- ・ドレーン材料：プラスチックボードドレーン
- ・ドレーン直径： $d_w=0.05\text{m}$
- ・ドレーンの打設間隔： $d=1.0\text{m}-2.2\text{m}$ （正方形配置）
- ・ $Ch = Cv$ （ Ch ：水平方向圧密係数、 Cv ：鉛直方向圧密係数）

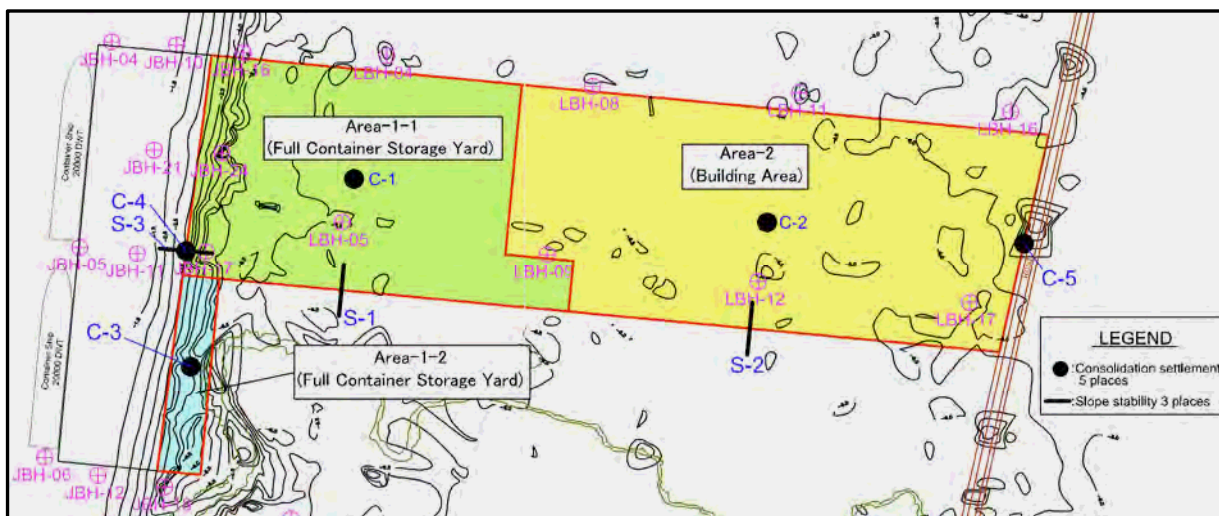
d) 改良地盤における安定検討方法

改良地盤における安定検討は、非改良地盤のケースと同様な方法にて行う。強度増加後における粘性土地盤の非排水粘着力 (c_u) は、地盤改良効果を踏まえて設定する。

(3) 地盤検討結果

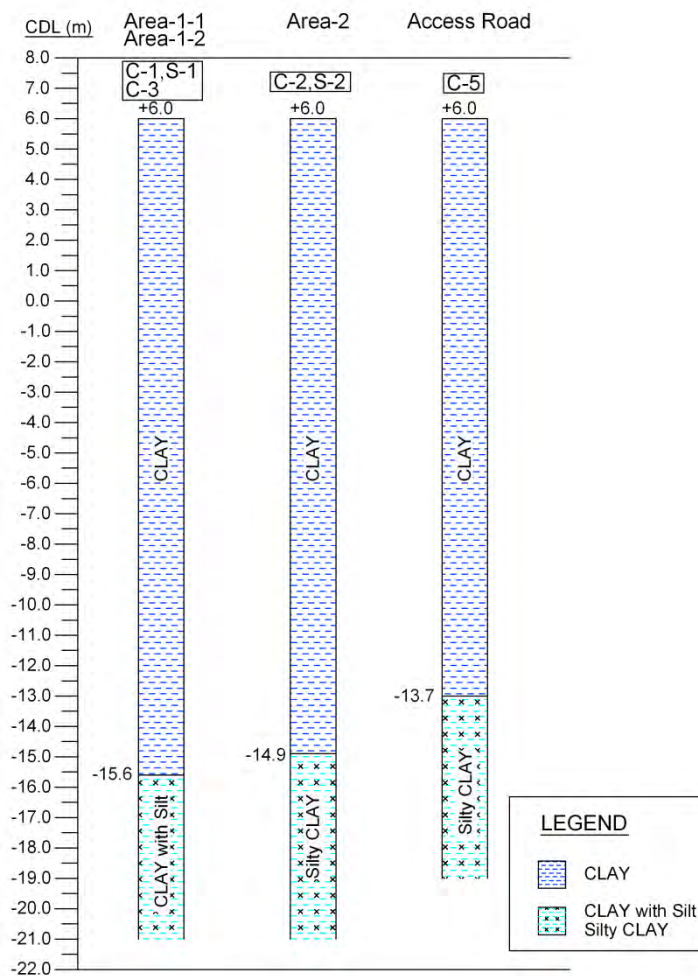
1) 検討エリア区分及び検討モデル

検討位置を図 4.3-54 に示し、検討モデルを図 4.3-55 に示す。当地区では圧密沈下検討を 5 箇所、安定検討を 3 ヶ所行った。なお、地盤検討に用いた土質定数は表 4.3-23 及び表 4.3-24 に示す値を用いた。



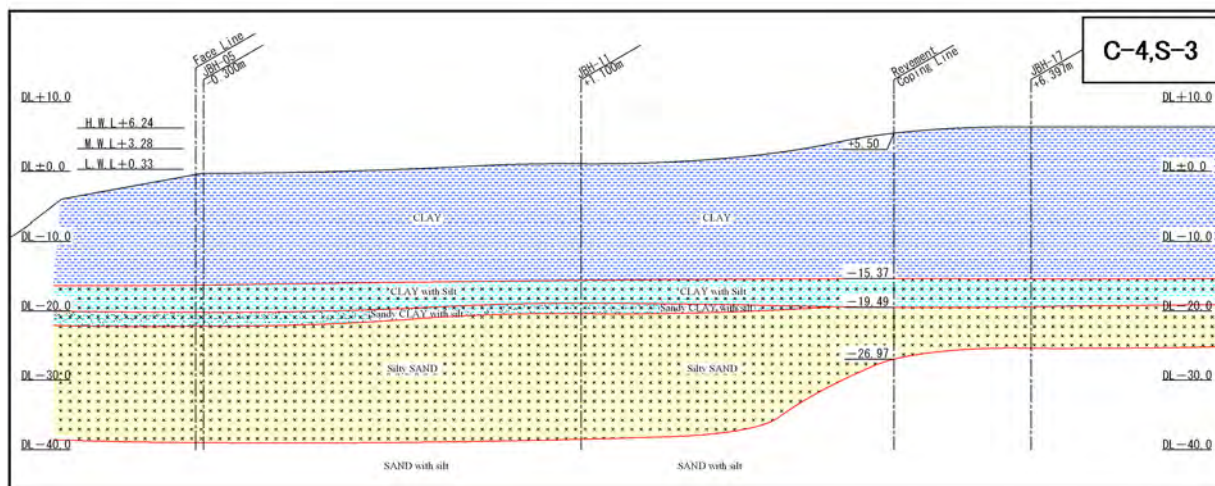
出典：調査団作成

図 4.3-54 圧密沈下検討及び安定検討位置



出典：調査団作成

図 4.3-55 地盤検討モデル



出典：調査団作成

図 4.3-56 護岸部における地盤検討モデル

2) 圧密沈下検討結果

a) 現況地盤検討結果

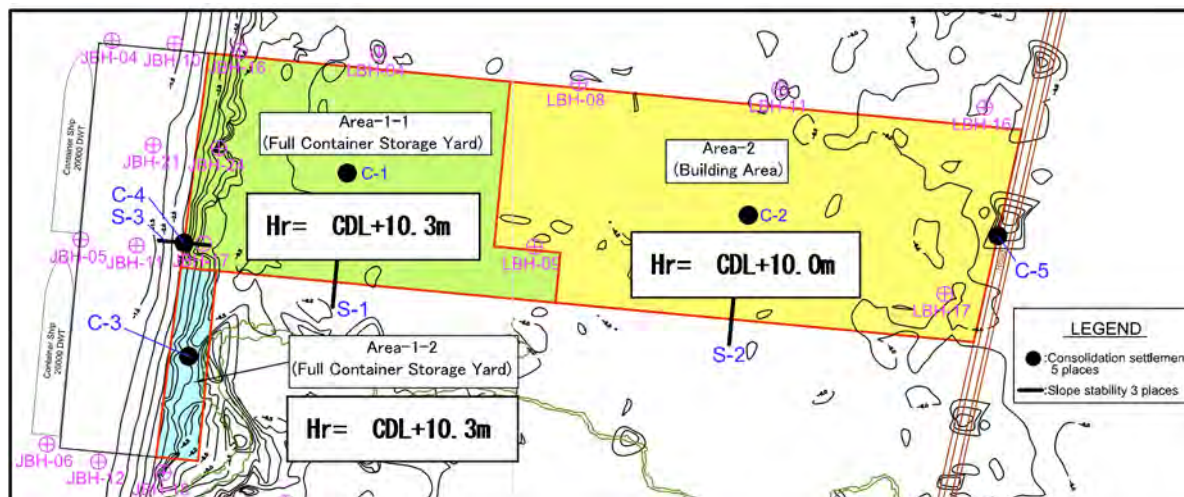
現況地盤における圧密沈下検討結果を図 4.3-58～図 4.3-60 に示す。本検討では、最終沈下量の発生時に計画地盤高（CDL+9.0m）とするために必要な盛土高を検討した。検討は土地利用の観点より3つのエリアに区分された Area-1-1、Area-1-2 及び Area-2 のそれぞれの代表地点である C-1～C-3 地点にて行った。なお、沈下量の算出は一次圧密によるものである。

検討の結果、表 4.3-26 及び図 4.3-57 に示すように必要盛土高は各エリアで CDL+10.0～+10.3m（盛土厚として 4.0～4.3m）となる。また、非改良地盤の場合、最終沈下量が発生するまでに長時間を要することが分かる。

表 4.3-26 必要盛土高検討結果(非改良地盤)

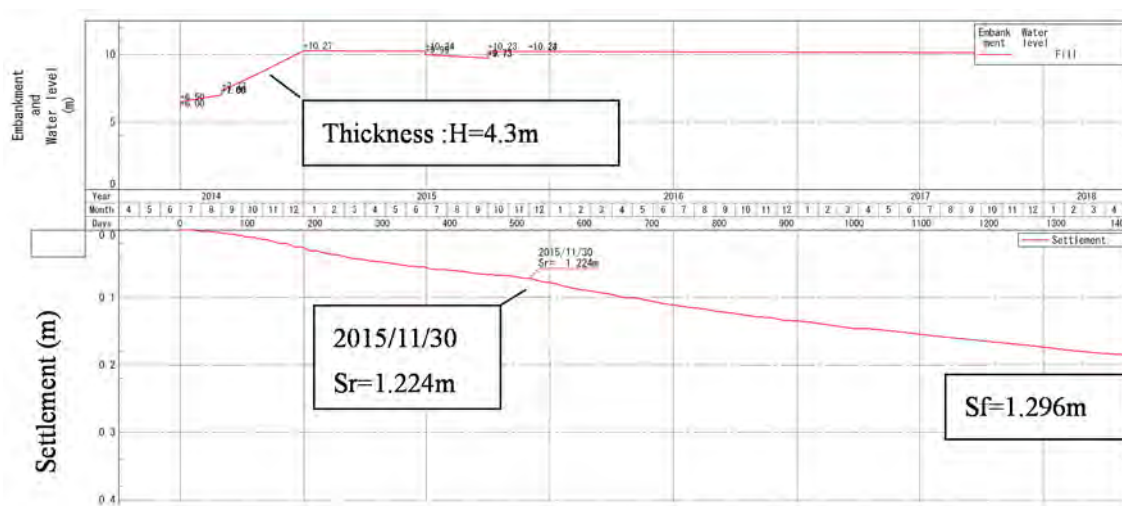
Area		Analysis point	Design Elevation	Required Filling Height (Thickness)
Full Container Storage Yard	Area-1-1	C-1	CDL+9.0m	CDL+10.3m(4.3m)
	Area-1-2	C-3	CDL+9.0m	CDL+10.3m(4.3m)
Building Area	Area-2	C-2	CDL+9.0m	CDL+10.0m(4.0m)

出典：調査団作成



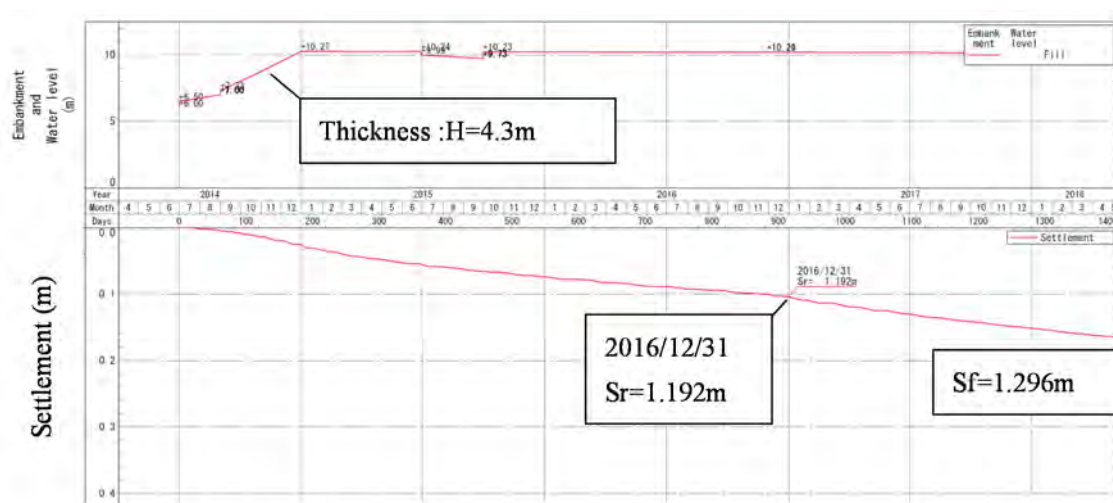
出典：調査団作成

図 4.3-57 必要盛土高検討結果



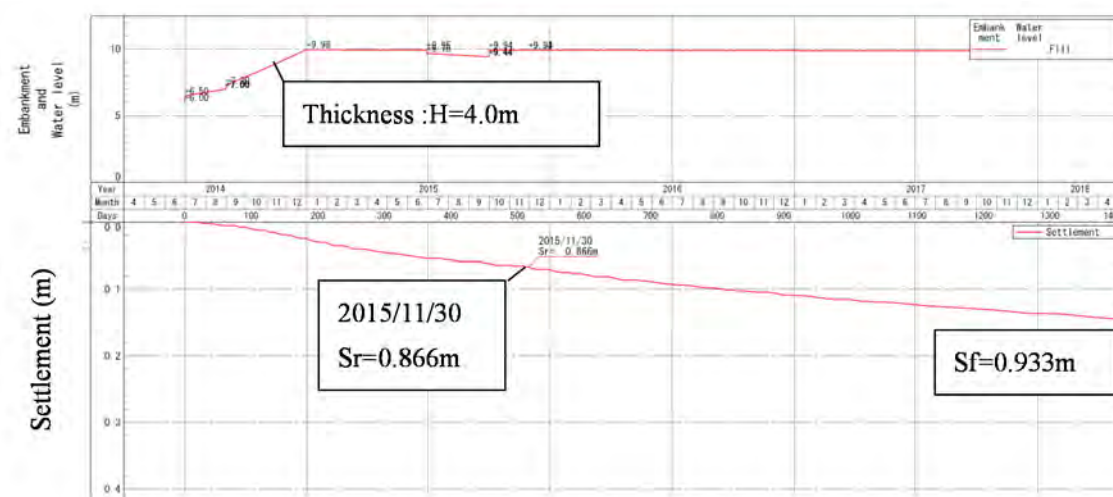
出典：調査団作成

図 4.3-58 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) 非改良地盤)



出典：調査団作成

図 4.3-59 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア,C-3 (Area-1-2) 非改良地盤)



出典：調査団作成

図 4.3-60 圧密沈下検討結果 (建物エリア, C-2(Area-2) 非改良地盤)

b) 対策後地盤検討結果

i) コンテナエリア及び建物エリア

非改良地盤の場合、粘土層が厚いため最終沈下量に達するまでに長時間を要する。このことは、供用開始時において残留沈下が多量となり、港湾施設に影響を与えることを意味する。本検討では、PVD+載荷盛土工法による対策を行った場合での圧密沈下検討を行った。

圧密沈下検討結果を図 4.3-61～図 4.3-69 に示し、結果をまとめて表 4.3-27 に示す。なお、図 4.3-61～図 4.3-63 は一次圧密による沈下計算結果であり、図 4.3-64～図 4.3-66 は二次圧密も考慮した沈下計算結果である。

これより、各エリアでは一次圧密による残留沈下量は1～12cmの範囲となる。また、供用開

始より 20 年後までの二次圧密を考慮した残留沈下量は、12～27cm の範囲となる。

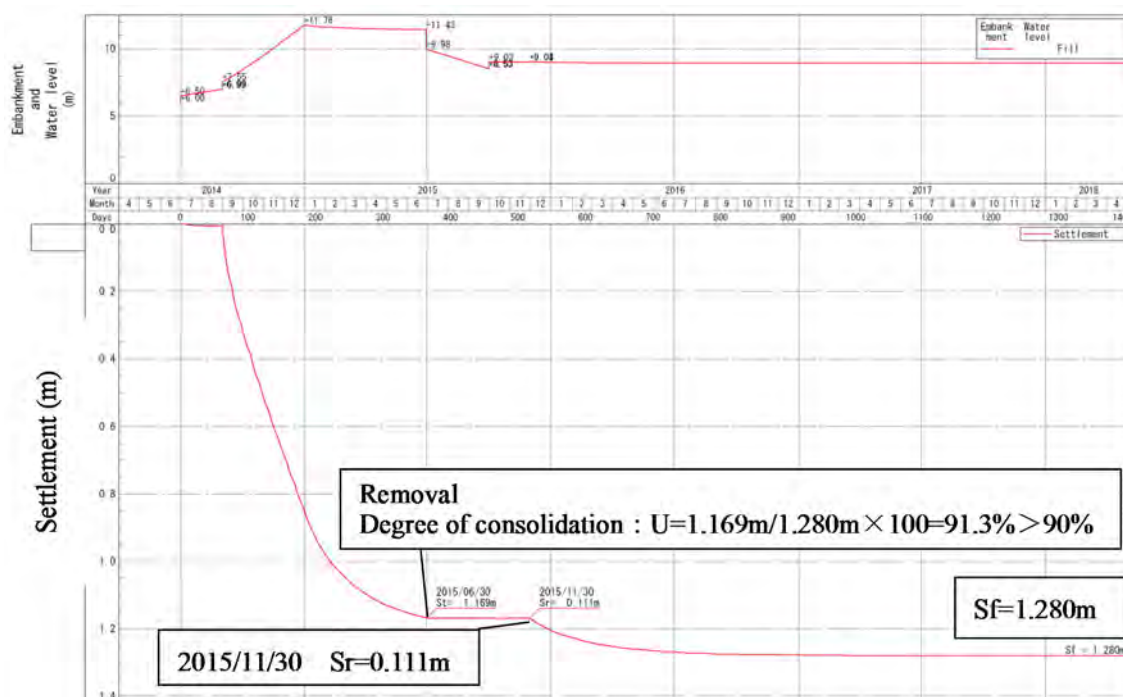
表 4.3-27 に示すような載荷盛土厚とすることで、各エリアにおける残留沈下量は許容値を満足する結果となる。

PVD 及び載荷盛土の施工範囲を示して図 4.3-67 に示す。

表 4.3-27 圧密沈下検討結果

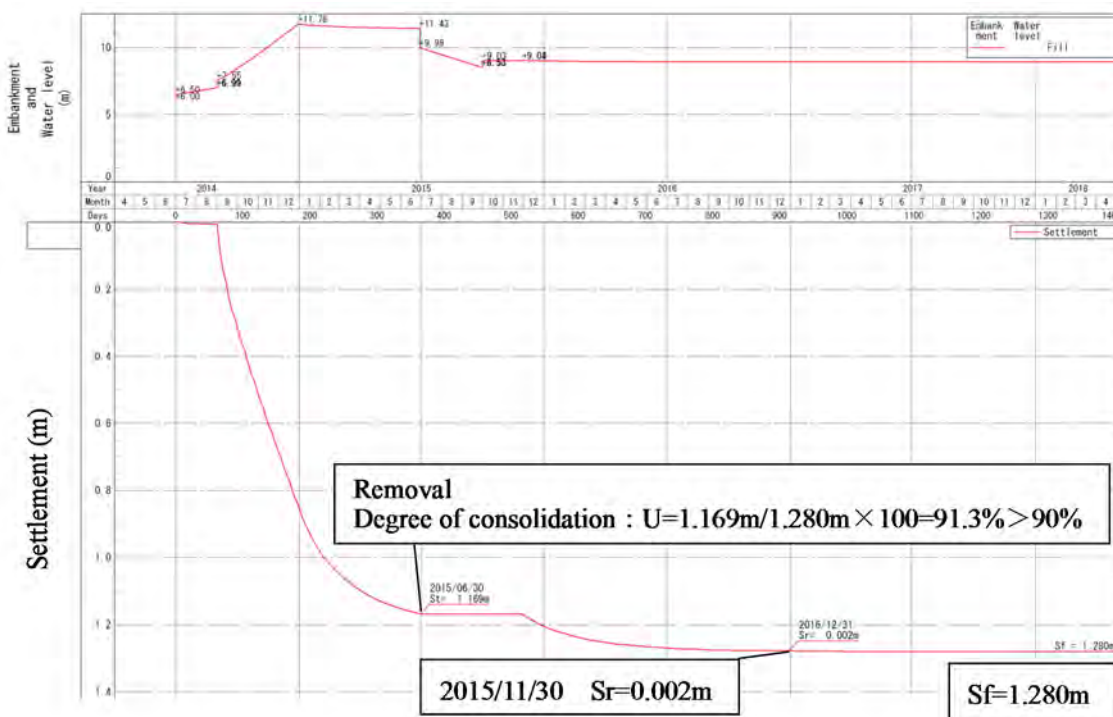
Area	Full Container Storage Yard				Building Area	
	Area-1-1		Area-1-2		Area-2	
Case	Primary Consolidation	Primary Consolidation + Secondary Consolidation	Primary Consolidation	Primary Consolidation + Secondary Consolidation	Primary Consolidation	Primary Consolidation + Secondary Consolidation
Final Settlement	1.280m	1.454m	1.280m	1.454m	0.916m	1.093m
Residual Settlement after Port Opening	0.111m	Residual Settlement $0.261m \leq 0.3m$ OK (After 20 years of the opening port)	0.002m	Residual Settlement $0.120m \leq 0.3m$ OK (After 20 years of the opening port)	0.059m	Residual Settlement $0.205m \leq 0.3m$ OK (After 20 years of the opening port)
	—	Residual Settlement degree $18.0\% \leq 20\%$ OK (After 20 years of the opening port)	—	Residual Settlement degree $8.3\% \leq 20\%$ OK (After 20 years of the opening port)	—	Residual Settlement degree $18.8\% \leq 20\%$ OK (After 20 years of the opening port)
PVD Spacing(Square) (m)	1.1		1.1		1.1	
Surcharge(Thickness) (m)	5.6		5.6		3.8	
Sand Mat (Thickness : m)	1.0		1.0		1.0	
Removal of Surcharge (Thickness : m)	2.9		2.9		1.4	

出典：調査団作成



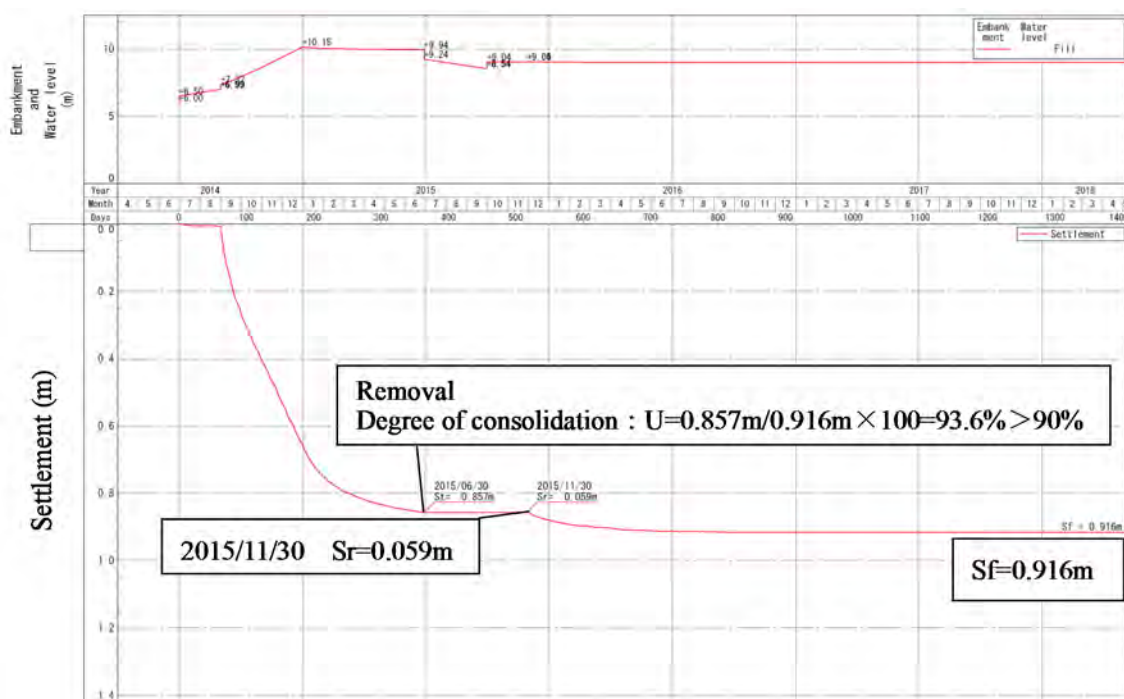
出典：調査団作成

図 4.3-61 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) PVD d=1.1m : 一次圧密のみ)



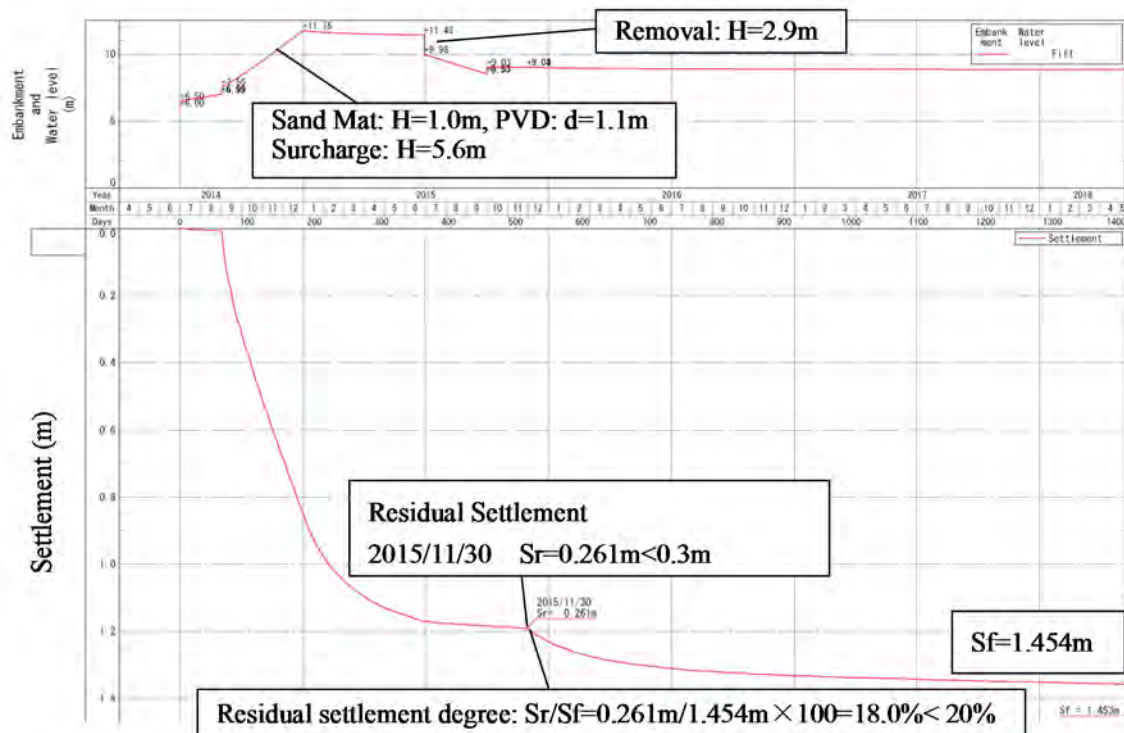
出典：調査団作成

図 4.3-62 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-3(Area-1-2) PVD d=1.1m : 一次圧密のみ)



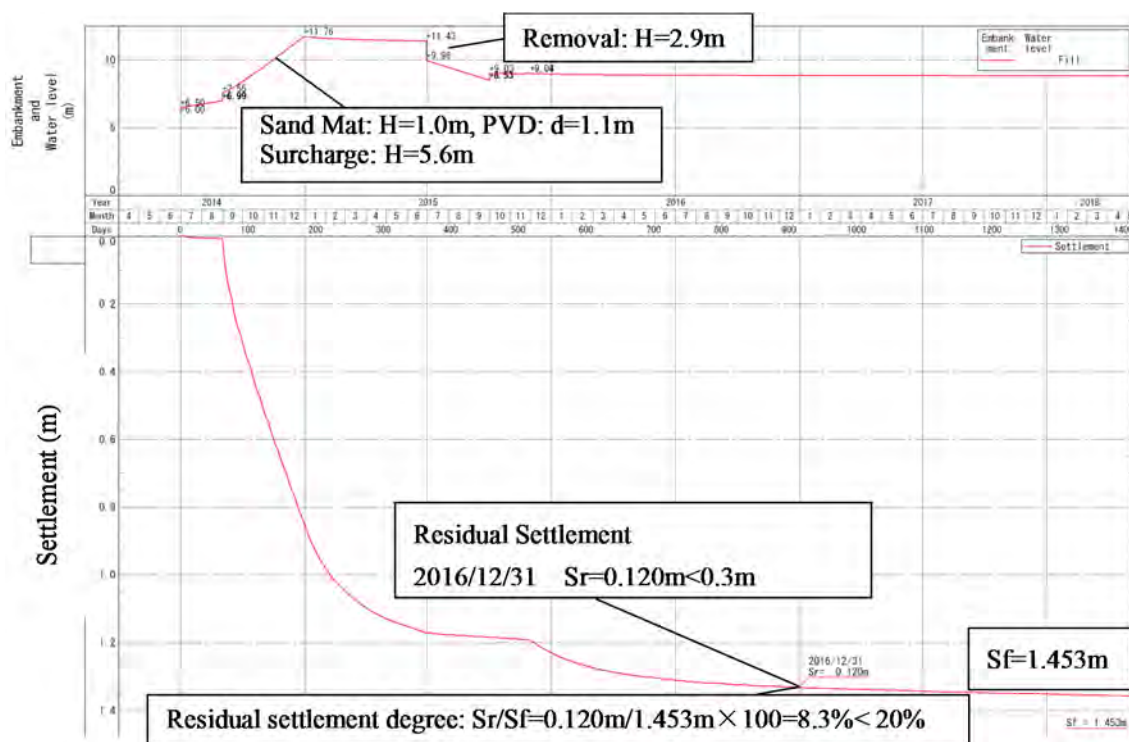
出典：調査団作成

図 4.3-63 圧密沈下検討結果 (建物エリア,C-2(Area-2) PVD d=1.1m：一次圧密のみ)



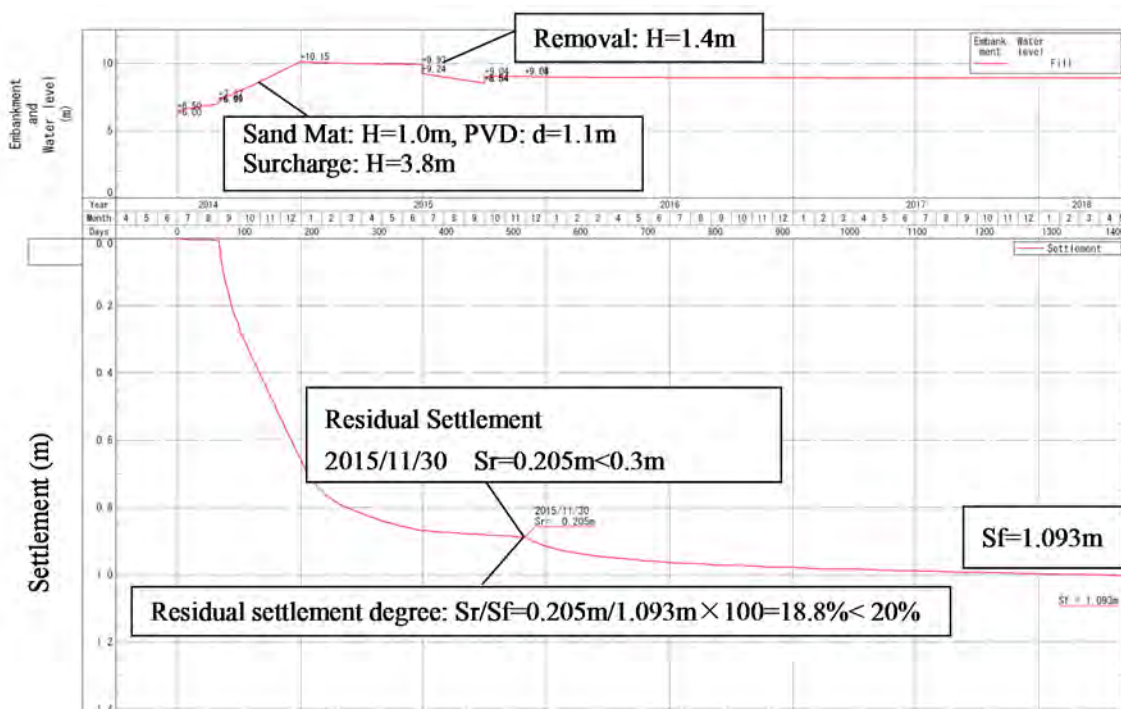
出典：調査団作成

図 4.3-64 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-1(Area-1-1) PVD d=1.1m：二次圧密を考慮)



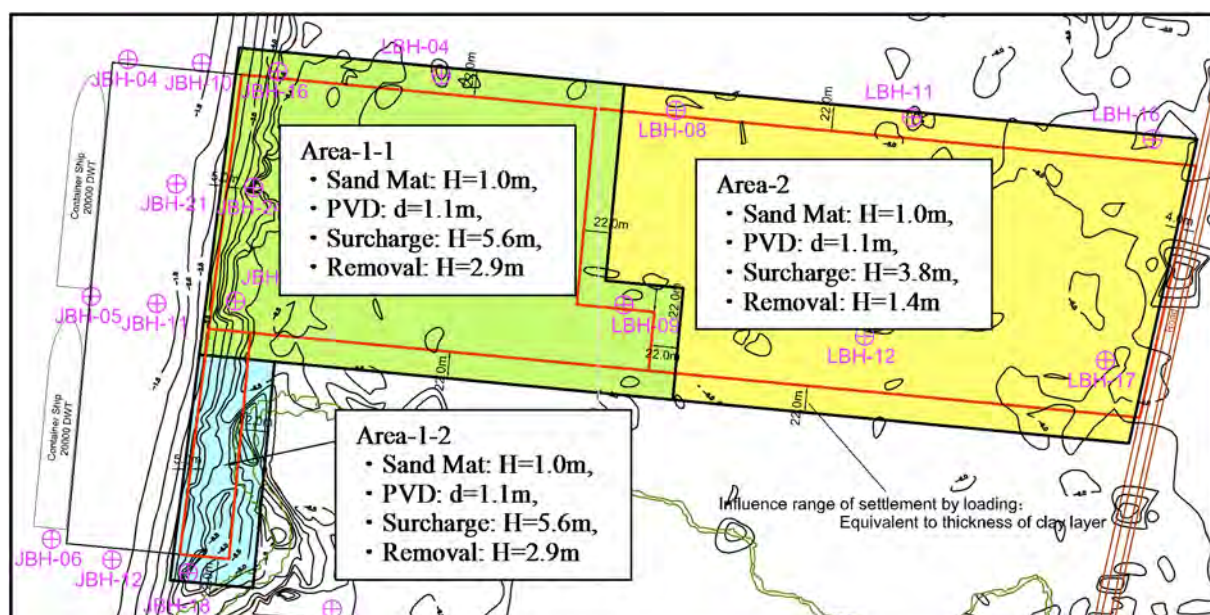
出典：調査団作成

図 4.3-65 圧密沈下検討結果 (コンテナエリア, C-3(Area-1-2) PVD d=1.1m：二次圧密を考慮)



出典：調査団作成

図 4.3-66 圧密沈下検討結果 (建物エリア, C-2(Area-2) PVD d=1.1m：二次圧密を考慮)



出典：調査団作成

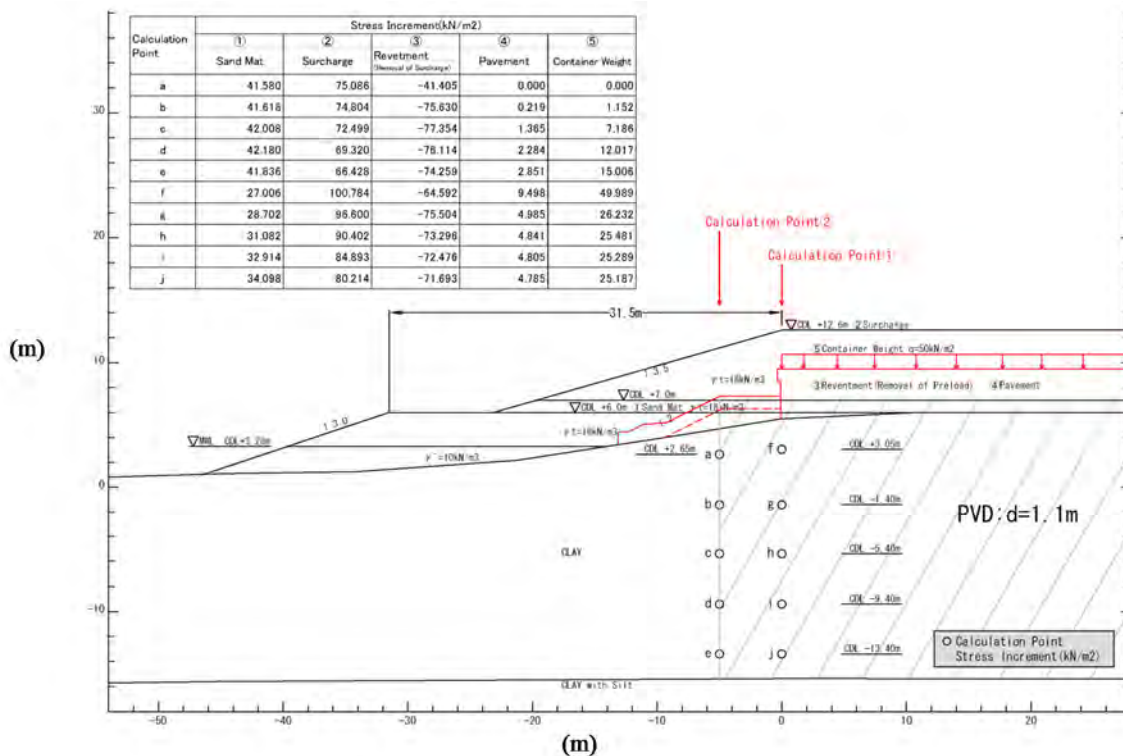
図 4.3-67 地盤改良概要とその区分

ii) 護岸部

コンテナエリアにて決定した PVD 間隔、載荷盛土の仕様をもとに護岸部 (C-4 地点) の残留沈下量を算出した。増加応力検討結果を図 4.3-68 に示し、沈下量の経時変化を図 4.3-69 に示す。この結果は、護岸法線付近の沈下であり、図 4.3-68 に示す計算地点①で計算したものである。また、検討に用いた載荷盛土の断面形状は、後述する安定検討結果で決定した断面である。

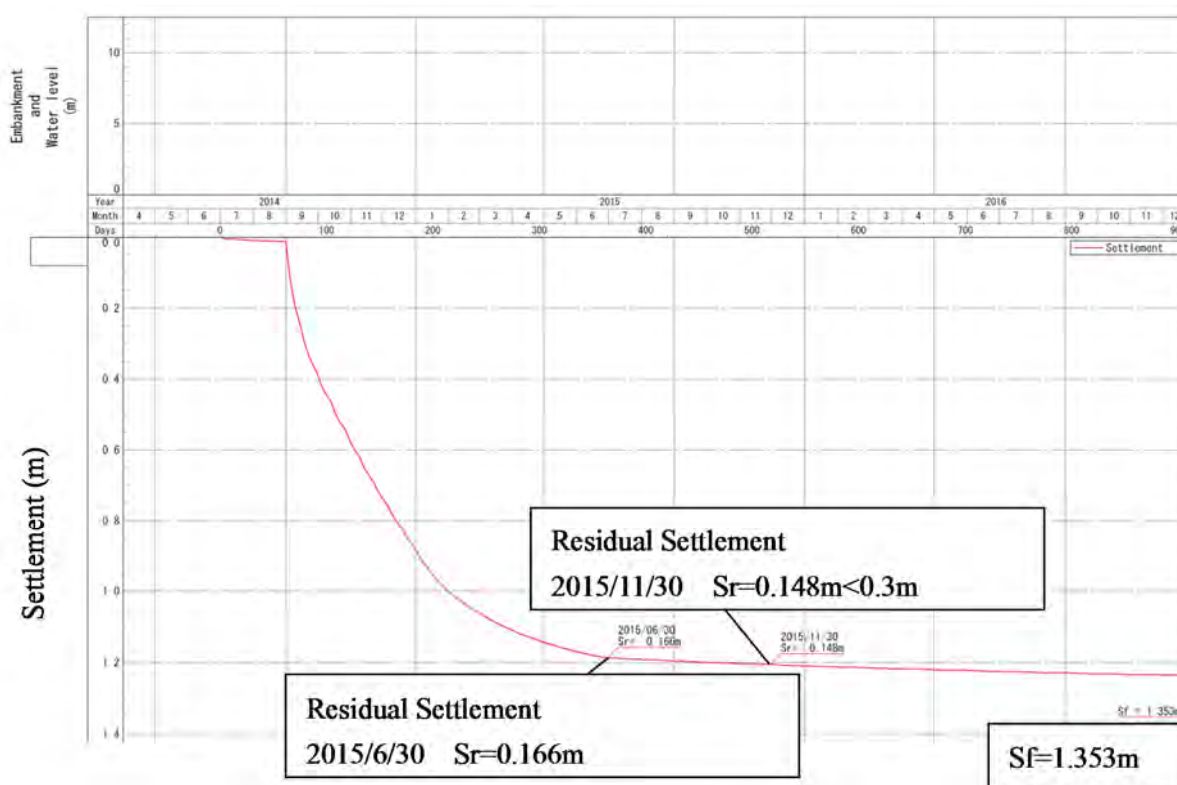
検討の結果、二次圧密を考慮した護岸部の残留沈下量は、載荷盛土撤去時 (2015/6/30) で 17cm 程度、供用開始時 (2015/11/30) で 15cm 程度となり、許容値 ($S_r \leq 30\text{cm}$) を満足する。

参考に護岸前面 5m 先 (計算地点②) で沈下検討を行った結果を図 4.3-70 及び図 4.3-71 に示す。計算地点②は地盤改良の境界部にあたる。このため、この地点で発生する沈下量は、PVD による地盤改良効果を見込んで計算した結果 (図 4.3-70) と地盤改良を行わない計算結果 (図 4.3-71) との間で沈下が発生するものと推定される。これより、地盤改良境界部では、最終沈下量として 34~125cm の沈下が発生し、残留沈下は、載荷盛土撤去時で 16cm 程度、供用開始時で 14cm 程度となるものとする。



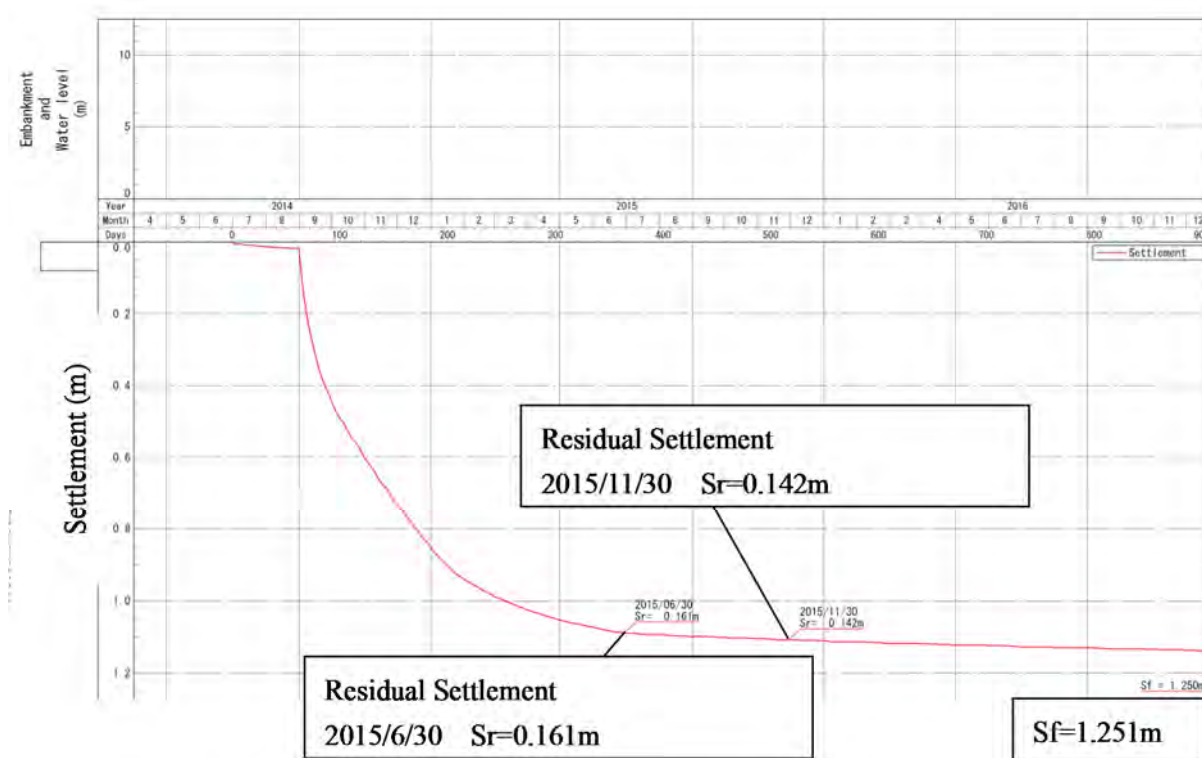
出典：調査団作成

図 4.3-68 地中増加応力検討結果



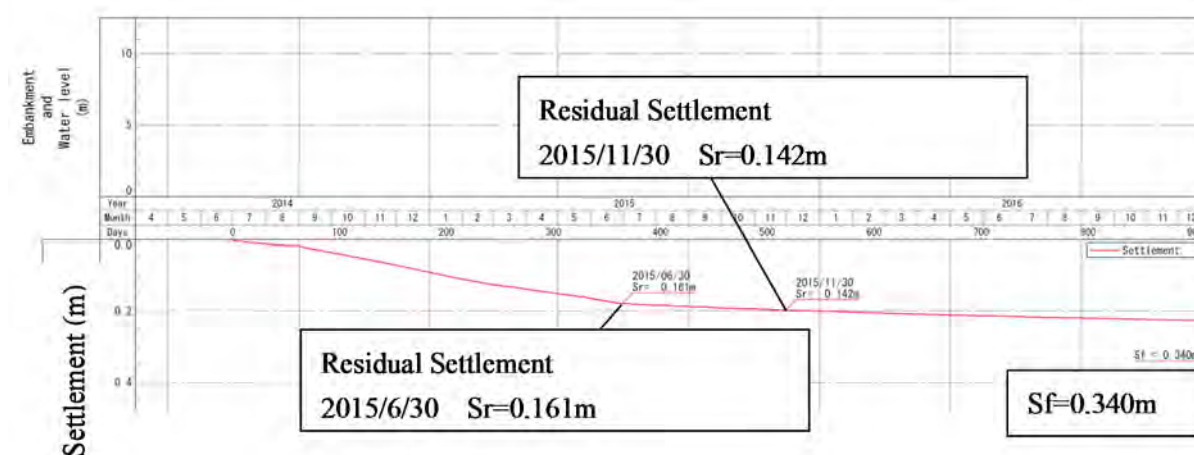
出典：調査団作成

図 4.3-69 圧密沈下検討結果 (護岸部, Point① PVD d=1.1m : 二次圧密を考慮)



出典：調査団作成

図 4.3-70 圧密沈下検討結果 (護岸部, Point② PVD d=1.1m：二次圧密を考慮)



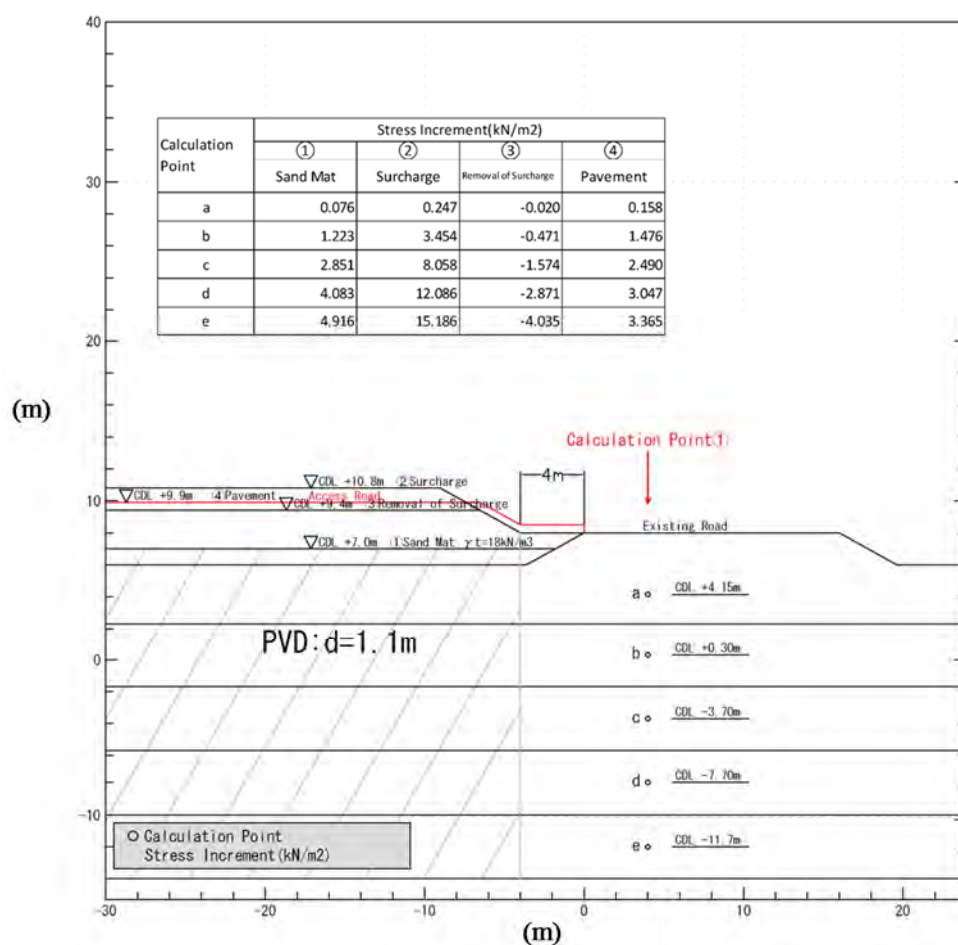
出典：調査団作成

図 4.3-71 圧密沈下検討結果 (護岸部, Point② 非改良地盤：二次圧密を考慮)

iii) アクセス道路部

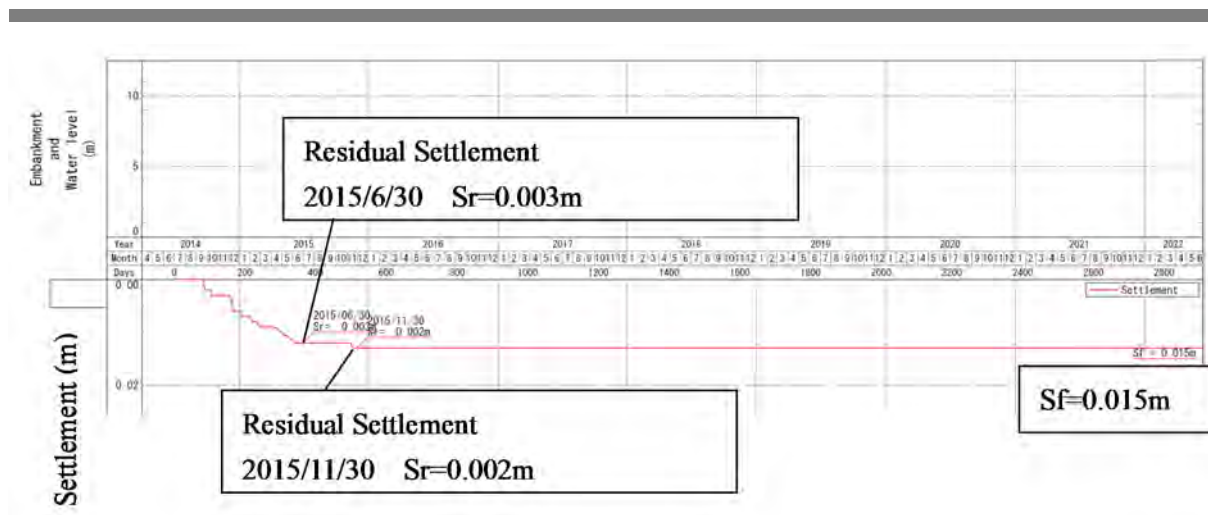
アクセス道路部では、載荷盛土施工に伴う沈下の影響が懸念された。このためアクセス道路 (C-5 地点) において圧密沈下検討を行い、既設道路への影響を確認した。載荷盛土高は、建物エリアで決定した CDL+10.8m である。検討地点は図 4.3-72 に示したように既設道路の舗装端部 (非改良地盤) である。増加応力検討結果を図 4.3-72 に示し、沈下量の経時変化を図 4.3-73 に示す。なお、図 4.3-73 に示す沈下量は一次圧密のみを考えて算出した結果である。

検討の結果、既設道路端部では盛土施工による影響で 1.5cm 程度の沈下が発生する。コンクリート舗装された路面の維持修繕の要否の判断は、道路の種類毎に行われる。「道路維持修繕要綱：日本道路協会」によると、交通量の多い一般道路では 1.5cm 程度の段差が修繕の目標値とされる。図 4.3-73 より、载荷盛土撤去後における沈下量は、1.2cm（残留沈下量 0.3cm）と修繕の目標値以下となる。しかしながら、既設道路の修繕の要否の判断は、実際の沈下の状況及び道路利用状況に応じて行うことが望ましいと考える。また、二次圧密の沈下を考慮した場合は、既設道路端部の沈下は 11cm 程度となる。载荷盛土撤去後 1.5cm の段差が生じる度に修繕することを考えた場合、10 年～30 年に 1 回程度の修繕を要するものと推定される。



出典：調査団作成

図 4.3-72 地中増加応力検討結果



出典：調査団作成

図 4.3-73 圧密沈下検討結果 (アクセス道路部, 非改良地盤：一次圧密のみ)

3) 安定検討結果

a) 現況地盤検討結果

安定検討は、盛土施工中及び盛土完成後における斜面の安定性について確認した。検討は図 4.3-54 に示した S-1～S-3 地点にて行った。S-1 地点は、Area-1-1 及び Area-1-2 を代表し、S-2 地点は Area2、S-3 地点は護岸部の斜面安定を代表する。

安定検討結果を図 4.3-74～図 4.3-78 に示し、結果をまとめて表 4.3-28 に示す。なお、護岸部である S-3 地点では将来的には護岸構造となるため、完成時における安定性の確認は、護岸検討の章にて確認する。したがって、本章での護岸部の検討は施工時のみ行った。また、完成時における地盤強度は、載荷盛土により生じる強度増加（圧密度 80%）を考慮し、表 4.3-29 に示す値を用いて検討した。

検討の結果、建物エリアである S-2 では施工時及び完成時ともに斜面の安定性に問題のないことが確認された。しかし、コンテナエリア（Area-1-1 及び Area-1-2）である S-1 及び護岸部の S-3 では施工時において許容安全率を満足しないため、安定対策が必要であると判断される。

表 4.3-28 安定検討結果

Area		Analysis point	Under Construction		Completion	
			Obtained Minimum Safety Factor	Required Safety Factor	Obtained Minimum Safety Factor	Required Safety Factor
			F _{smin}	F _{sa}	F _{smin}	F _{sa}
Full Container Storage Yard	Area-1-1	S-1	1.027	1.10	2.721	1.30
	Area-1-2					
Building Area	Area-2	S-2	1.262			
Revetment		S-3	0.869		—	

出典：調査団作成

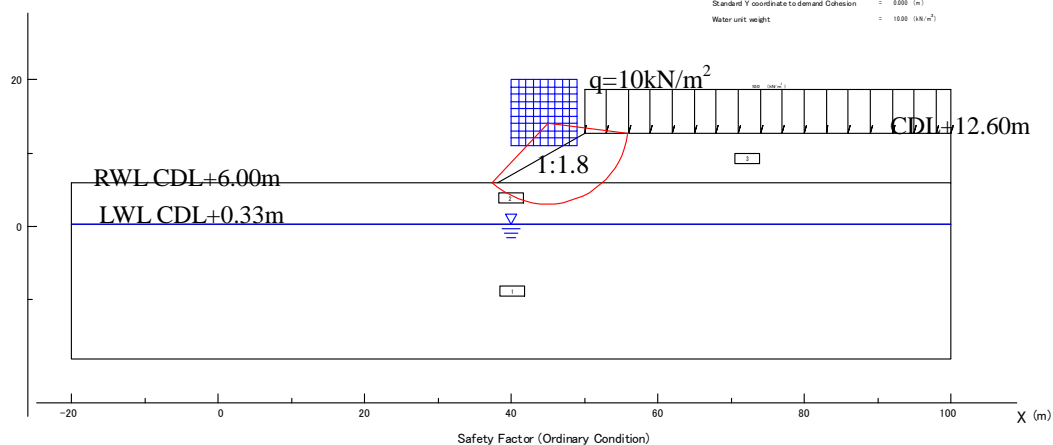
S-1(Area-1-1,Area-1-2)
Under Construction : F_{s min}=1.027<1.10

Scale : 1/ 600

Min. safety factor F S MIN = 1.027
Center of arc X = 45.00 (m)
Y = 14.00 (m)
Radius R = 11.00 (m)
Resisting moment M R = 5520.4 (kNm)
Sliding moment M D = 5377.3 (kNm)

Layer Number	Stratified Soil Weight (kN/m ³)	Wet Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.050	0.050
2	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.050	0.050
3	20.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.050	0.050

Standard Y coordinate to demand Cohesion = 0.000 (m)
Water unit weight = 10.00 (kN/m³)



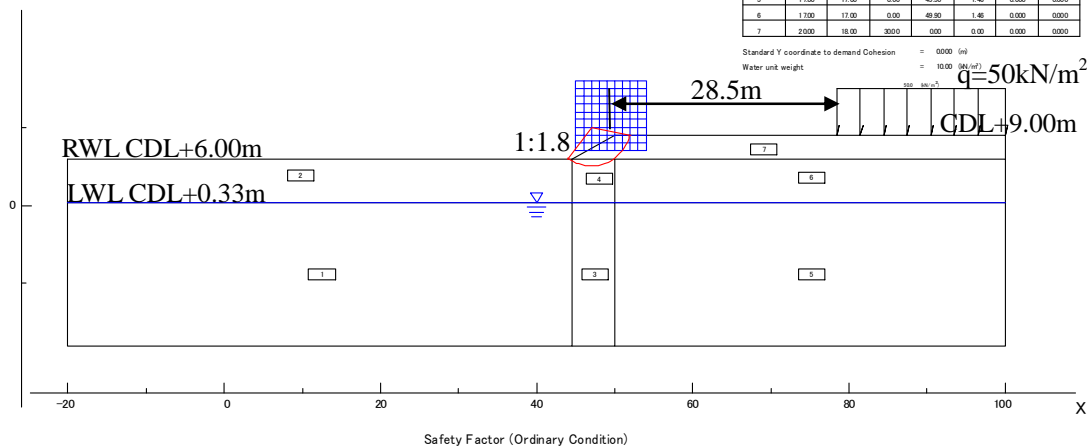
出典：調査団作成

図 4.3-74 安定検討結果 (S-1：施工時)

S-1(Area-1-1,Area-1-2)
Completion : $F_s \text{ min}=2.721 > 1.30$

Min. safety factor $F_s \text{ MIN} = 2.721$
Center of arc $X = 47.00$ (m)
 $Y = 10.00$ (m)
Radius $R = 5.00$ (m)
Resisting moment $M_R = 1136.3$ (kNm)
Sliding moment $M_D = 417.7$ (kNm)

Layer Number	Subsided Unit Weight (kN/m ³)	Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
2	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
3	17.00	17.00	0.00	40.39	1.46	0.000	0.000
4	17.00	17.00	0.00	40.39	1.46	0.000	0.000
5	17.00	17.00	0.00	49.90	1.46	0.000	0.000
6	17.00	17.00	0.00	49.90	1.46	0.000	0.000
7	2000	18.00	3000	0.00	0.00	0.000	0.000



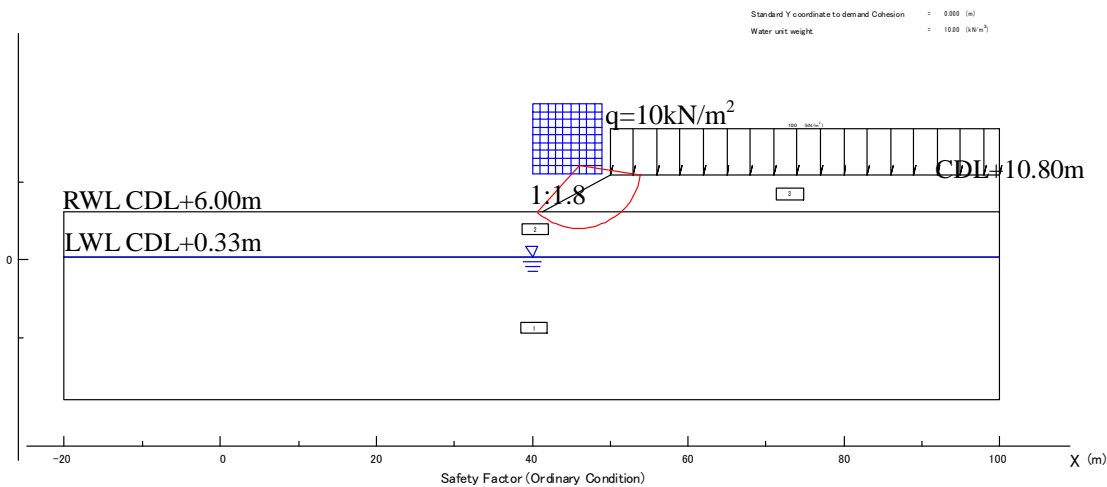
出典：調査団作成

図 4.3-75 安定検討結果 (S-1：完成時)

S-2(Area-2)
Under Construction : $F_s \text{ min}=1.262 > 1.10$

Scale : 1/ 600
Min. safety factor $F_s \text{ MIN} = 1.262$
Center of arc $X = 46.00$ (m)
 $Y = 12.00$ (m)
Radius $R = 8.00$ (m)
Resisting moment $M_R = 2625.6$ (kNm)
Sliding moment $M_D = 2080.9$ (kNm)

Layer Number	Subsided Unit Weight (kN/m ³)	Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
2	17.00	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
3	32.00	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000



出典：調査団作成

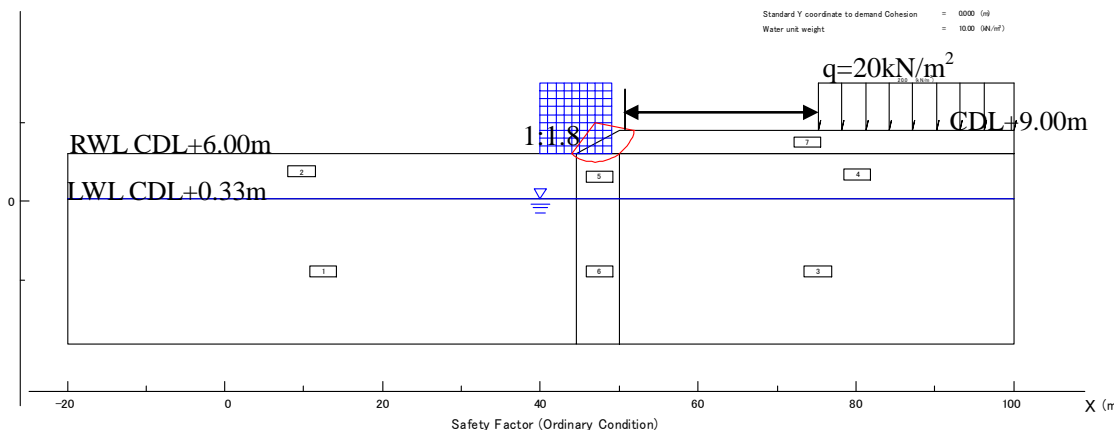
図 4.3-76 安定検討結果 (S-2：施工時)

S-2(Area-2)
Completion : $F_s \min = 2.543 > 1.30$

Min. safety factor $F_s \min = 2.543$
Center of arc $X = 47.00$ (m)
 $Y = 10.00$ (m)
Radius $R = 5.00$ (m)
Resisting moment $M_R = 1062.3$ (kNm)
Sliding moment $M_D = 417.7$ (kNm)

Layer Number	Standard Unit Weight (kN/m ³)	Wet Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	1700	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
2	1700	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
3	1700	17.00	0.00	44.71	1.46	0.000	0.000
4	1700	17.00	0.00	44.71	1.46	0.000	0.000
5	1700	17.00	0.00	37.80	1.46	0.000	0.000
6	1700	17.00	0.00	37.80	1.46	0.000	0.000
7	2000	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000

Standard Y coordinate to demand Cohesion = 0000 (m)
Water unit weight = 10.00 (kN/m³)



出典：調査団作成

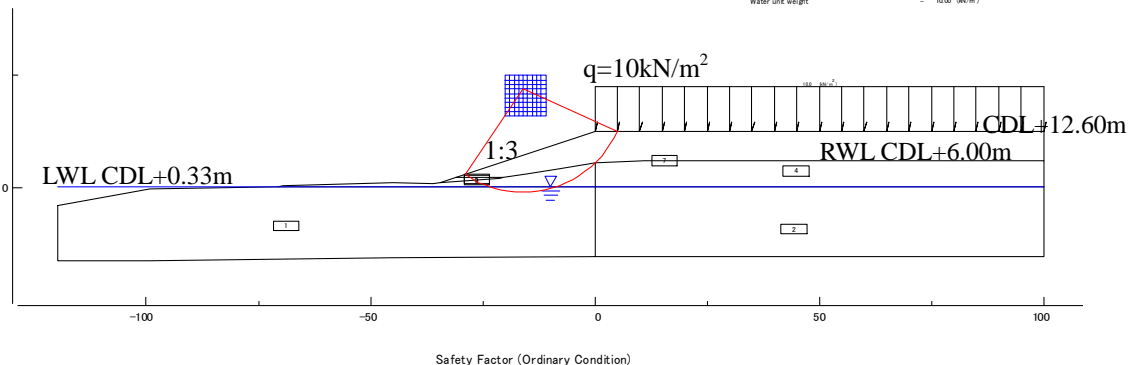
図 4.3-77 安定検討結果 (S-2：完成時)

S-3(Retevment)
Under Construction : $F_s \min = 0.869 < 1.10$

Min. safety factor $F_s \min = 0.869$
Center of arc $X = -16.00$ (m)
 $Y = 22.00$ (m)
Radius $R = 23.00$ (m)
Resisting moment $M_R = 19174.6$ (kNm)
Sliding moment $M_D = 22076.8$ (kNm)

Layer Number	Standard Unit Weight (kN/m ³)	Wet Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	1700	17.00	0.00	24.97	1.98	0.000	0.000
2	1700	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
3	1700	17.00	0.00	24.97	1.98	0.000	0.000
4	1700	17.00	0.00	30.89	1.46	0.000	0.000
5	2000	20.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
7	2000	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000

Standard Y coordinate to demand Cohesion = 0000 (m)
Water unit weight = 10.00 (kN/m³)



出典：調査団作成

図 4.3-78 安定検討結果 (S-3：施工時)

表 4.3-29 粘性土の強度増加後における非排水強度

Area	S-1 (Area-1-1, Area-1-2)		S-2 (Area-2)	
	Bottom of fill	Slope of fill	Bottom of fill	Bottom of fill
	C_{u0} (kN/m ²) Initial shear strength	-1.46Z+30.89 (Z=0 at CDL±0.00)		-1.46Z+30.89 (Z=0 at CDL±0.00)
ΔP (kN/m ²) Stress increment	Preload thickness : H=6.6m Wet density : $\gamma_t=18\text{kN/m}^3$ $\Delta P = \gamma_t \times H = 118.8\text{kN/m}^2$	Preload thickness : H=3.3m Wet density : $\gamma_t=18\text{kN/m}^3$ $\Delta P = \gamma_t \times H = 59.4\text{kN/m}^2$	Preload thickness : H=4.8m Wet density : $\gamma_t=18\text{kN/m}^3$ $\Delta P = \gamma_t \times H = 86.4\text{kN/m}^2$	Preload thickness : H=2.4m Wet density : $\gamma_t=18\text{kN/m}^3$ $\Delta P = \gamma_t \times H = 43.2\text{kN/m}^2$
c_u/p Increase ratio of shear strength	0.2		0.2	
U(%) Consolidation degree	80		80	
C_u (kN/m ²) Increased shear strength with consolidation progress	$C_u = C_{u0} + \Delta P \cdot c_u / p \cdot U$ =-1.46Z+49.90kN/m ²	$C_u = C_{u0} + \Delta P \cdot c_u / p \cdot U$ =-1.46Z+40.39kN/m ²	$C_u = C_{u0} + \Delta P \cdot c_u / p \cdot U$ =-1.46Z+44.71kN/m ²	$C_u = C_{u0} + \Delta P \cdot c_u / p \cdot U$ =-1.46Z+37.80kN/m ²

出典：調査団作成

b) 対策後地盤検討結果

現況地盤検討の結果、コンテナエリア (S-1) 及び護岸部 (S-3) では施工時において 盛土の安定性に問題があることが確認された。したがって、それぞれの断面では対策検討を行うものとし、盛土の安定性が確保できる盛土形状について検討した。

コンテナエリアにおける検討結果を図 4.3-79 に示し、護岸部における検討結果を図 4.3-80 に示す。これより、それぞれの断面では図中に示したようなカウンター盛土を設けることで、許容安全率 (Fsa=1.10) を満足することができる。

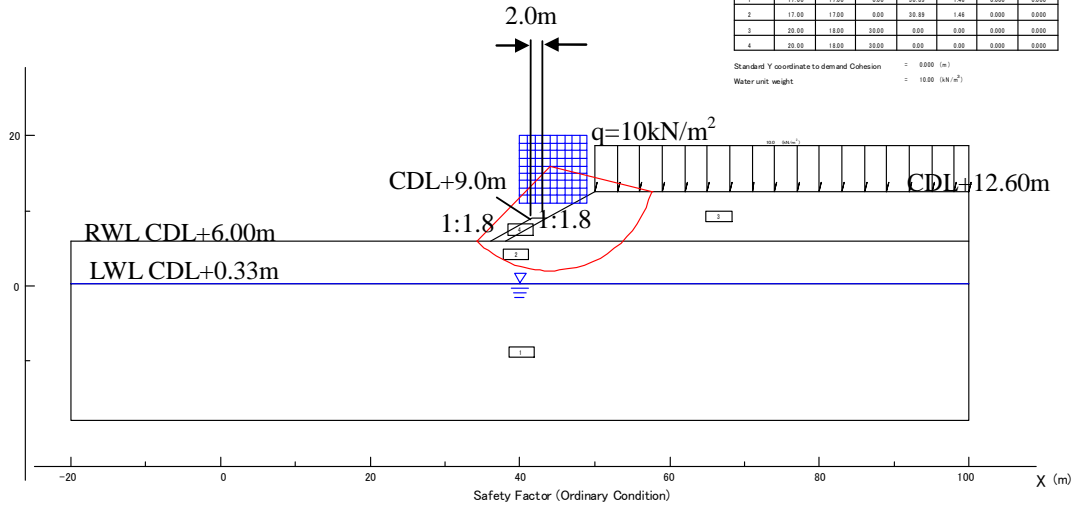
S-1(Area-1-1, Area-1-2)
Under Construction : $F_s \text{ min}=1.101 > 1.10$

Scale : 1/ 600

Min. safety factor $F_s \text{ MN} = 1.101$
Center of arc $X = 44.00 \text{ (m)}$
 $Y = 16.00 \text{ (m)}$
Radius $R = 14.00 \text{ (m)}$
Resisting moment $M_R = 9190.1 \text{ (kNm)}$
Sliding moment $M_D = 8350.4 \text{ (kNm)}$

Layer Number	Saturated Soil Weight (kN/m ³)	Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	17.00	17.00	0.00	32.93	1.48	0.000	0.000
2	17.00	17.00	0.00	32.93	1.48	0.000	0.000
3	20.00	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
4	20.00	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000

Standard Y coordinate to demand Cohesion = 0.000 (m)
Water unit weight = 10.00 (kN/m³)



出典：調査団作成

図 4.3-79 安定検討結果 (S-1：施工時)

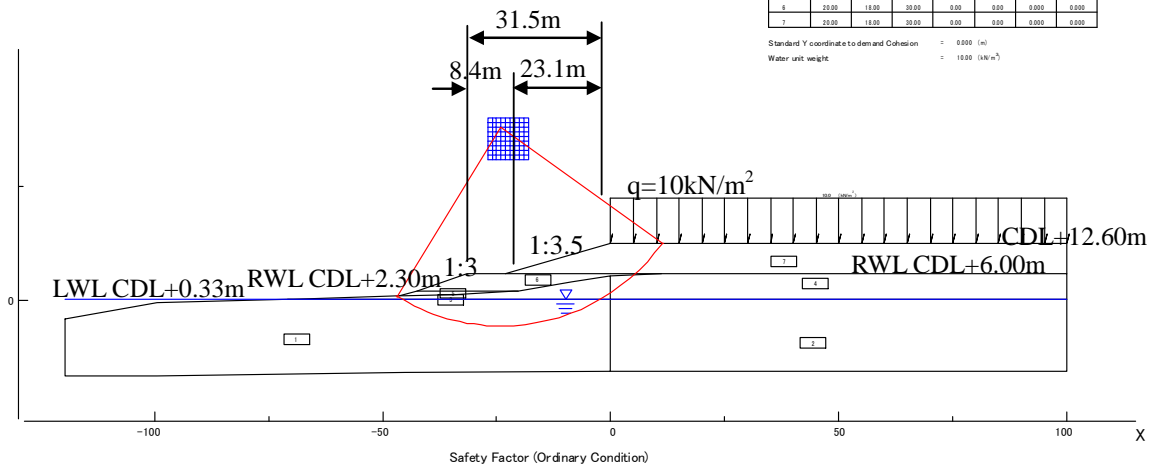
S-3(Revetment)
Under Construction : $F_s \text{ min}=1.110 > 1.10$

Scale : 1/ 1000

Min. safety factor $F_s \text{ MN} = 1.110$
Center of arc $X = -24.00 \text{ (m)}$
 $Y = 38.00 \text{ (m)}$
Radius $R = 43.50 \text{ (m)}$
Resisting moment $M_R = 81781.1 \text{ (kNm)}$
Sliding moment $M_D = 73705.9 \text{ (kNm)}$

Layer Number	Saturated Soil Weight (kN/m ³)	Unit Weight (kN/m ³)	Friction Angle (Degree)	Cohesion (kN/m ²)	Rate of Increase of Cohesion	Horizontal Seismic Coefficient	Vertical Seismic Coefficient
1	17.00	17.00	0.00	24.97	1.98	0.000	0.000
2	17.00	17.00	0.00	30.99	1.46	0.000	0.000
3	17.00	17.00	0.00	24.97	1.98	0.000	0.000
4	17.00	17.00	0.00	30.99	1.46	0.000	0.000
5	20.00	20.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
6	20.00	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
7	20.00	18.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000

Standard Y coordinate to demand Cohesion = 0.000 (m)
Water unit weight = 10.00 (kN/m³)

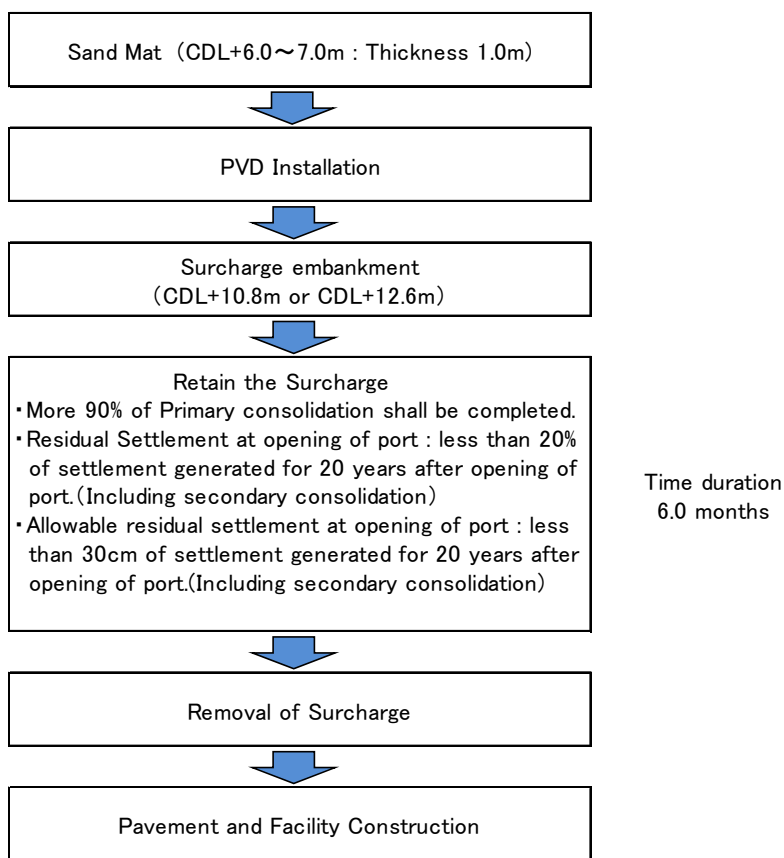


出典：調査団作成

図 4.3-80 安定検討結果 (S-3：施工時)

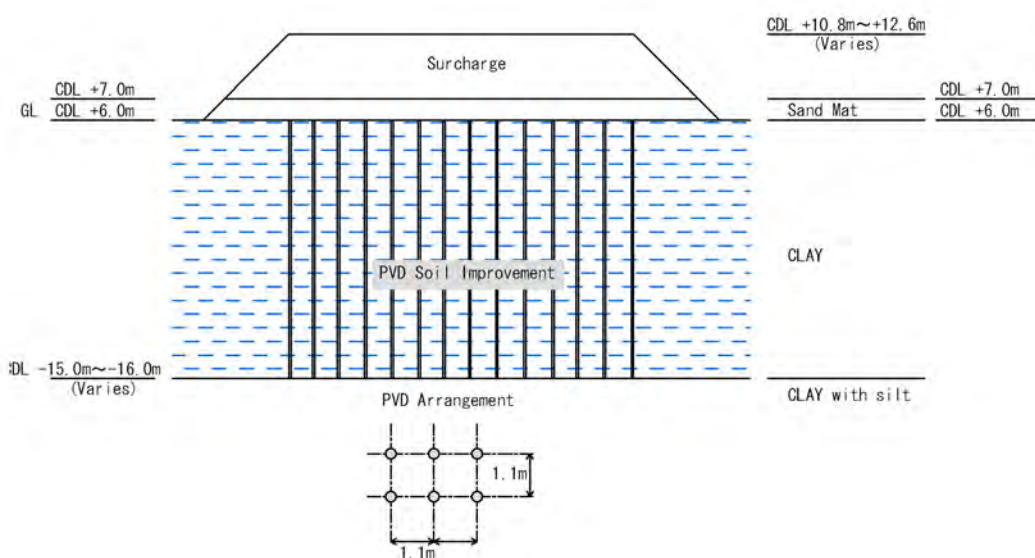
(4) PVD 及び載荷盛土による地盤改良手順

PVD 及び載荷盛土による地盤改良手順を図 4.3-81 に示し、代表断面を図 4.3-82 に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-81 地盤改良手順



出典：調査団作成

図 4.3-82 地盤改良代表断面図

(5) サンドマット、PVD 及び载荷盛土

1) サンドマット

全体の地盤改良平面を図 4.3-83 に示し、代表の横断図を図 4.3-84 及び図 4.3-85 に示す。サンドマットの施工は、CDL+6.0~+7.0m までの 1.0m 厚の施工となる。

サンドマット材料には透水性の良い粒度特性であることが要求され、以下の条件を満たす材料を使用するものとする。

- 有機物含有量 < 5%
- 粒径 0.25mm 以上 > 50%
- 粒径 0.08mm 以下 < 5%
- $D_{60} / D_{10} > 6$ か $1 < (D_{30})^2 / D_{10} \cdot D_{60} < 3$
- 透水係数 $> 1 \times 10^{-4}$ m/sec

2) PVD

PVD は、粘性土の圧密促進を確実なものとするため、透水性を確保した連続性のある材料とする必要がある。PVD 材料は、主に以下の条件を満たす材料を使用するものとする。また、PVD の施工は、1.1m x 1.1m の正方形配置とし、サンドマット上 (CDL+7.0m) より粘土層下端までの打設とする。粘土層下端は、概ね CDL-15.0~-16.0m と想定しているが、施工にあたっては粘土層下端までの打設とする。PVD の切断は、サンドマット上端面より 20cm 程度のゆとりを考慮して行う。

- フィルタ・ジャケットは不織ポリエステル・ファブリックであるか、それに類似しているもので、有効開孔径 (O_{95}) は $75\mu\text{m}$ 以下で、ジャケットの透過性は最低 1.0×10^{-4} m/sec を確保するものとする。
- 排水は、動水勾配 $I=1.0$ において、4 週間 350kN/m^2 で圧縮された状態で最低 60×10^{-6} $\text{m}^3/\text{秒}$ の排水能力 (q_w) を持ち、インストール時の抵抗にも耐えうる十分な伸張強度を持ったものとする。
- PVD の設置作業は、摩擦抵抗を避けるために 1kN/PVD 以下の強さでインストールし、10%未満の引っ張り強さを保つものとする。
- PVD の幅は、 $100\text{mm} \pm 0.05$ (5%) とする。

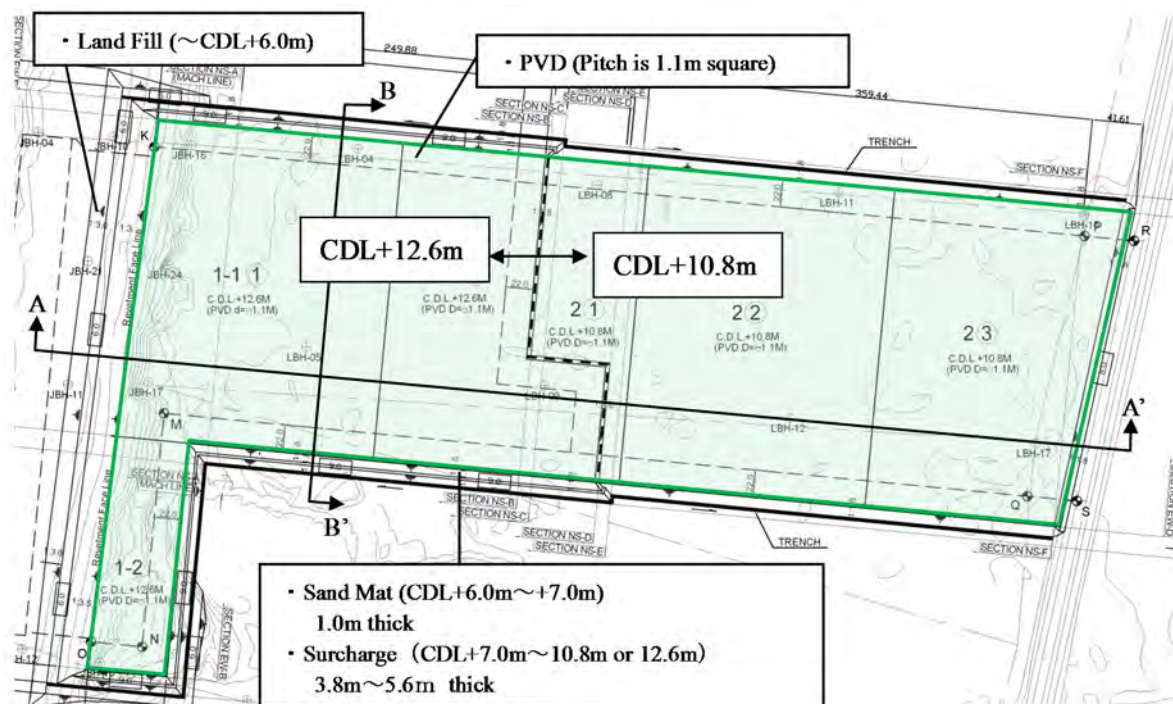
3) 埋立土及び载荷盛土

埋立土は、CDL+6.0m 以浅までの埋め立てのことであり、载荷盛土はサンドマット上端面 (CDL+7.0m) より上への盛土のことである。载荷盛土は、対象地の地盤が所定の圧密度を達成できるまでの期間载荷する一時的な盛土である。目標とする圧密度は一次圧密で 90%以上とし、設計上の圧密放置期間は最低 6 ヶ月を見込んでいる。圧密終了後は、計画されている路床

高までの盛土を撤去する。

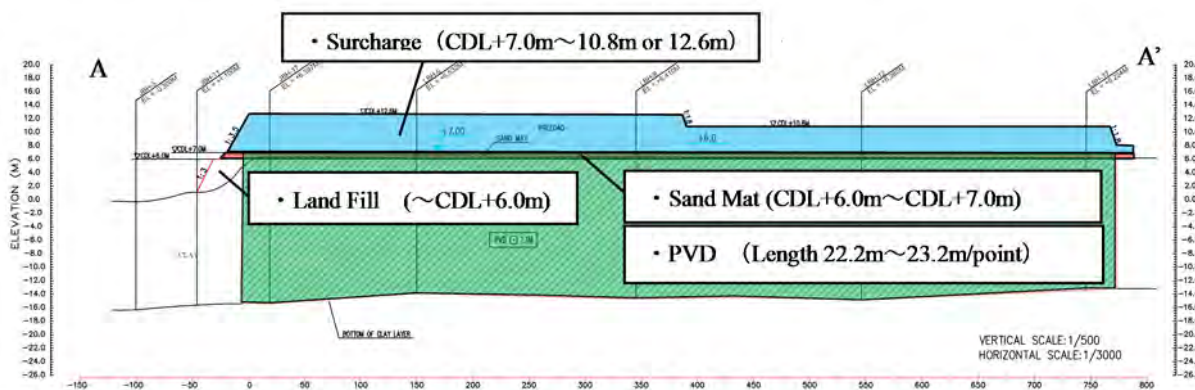
盛土材料には圧密の促進のため、原地盤に十分な荷重を伝える必要があり、以下のような材料を使用するものとする。埋立土についても載荷盛土と同材料を用いることを想定する。

- 有機物含有量 < 5%
- 炭酸カルシウム含有量 < 3%
- 細粒分含有量 (粒径 < 0.075 mm) < 15%
- 載荷盛土の密度 $\geq 18\text{kN/m}^3$ (盛土の安定性も考慮した密度とすること)



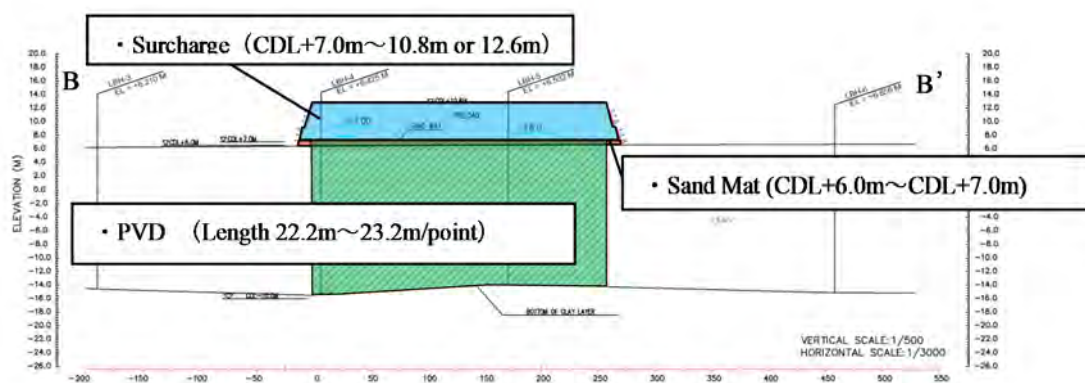
出典：調査団作成

図 4.3-83 地盤改良平面図



出典：調査団作成

図 4.3-84 地盤改良横断図 (A-A' section)



出典：調査団作成

図 4.3-85 地盤改良横断図 (B-B' section)

4) 施工数量

埋立土、サンドマット、PVD、载荷盛土及び撤去土量等の全体数量を下記に示す。

なお、撤去土量はPlot25敷地全体の平均路床高をCDL+8.0mと設定した時の撤去土量となる。

- 埋立土：103,368.5m³
- PVD：3,996,997.8m
- サンドマット：237,352.3m³
- 载荷盛土：1,042,845.5m³
- 撤去土量：675,156.0 m³

設計図面に基づく数量の詳細は、表 4.3-30 及び表 4.3-31 に示す。

表 4.3-30 PVD の打設数量

Area	Block	PVD spacing (m)	Amount (point)	PVD length (m)	Total length (m)
Area-1-1	1-1①	1.1	44,102	23.2	1,023,166.4
	1-1②	1.1	29,570	23.2	686,024.0
Area-1-2	1-2	1.1	10,265	23.2	238,148.0
Area-2	2①	1.1	12,836	22.2	284,959.2
	2②	1.1	42,406	22.2	941,413.2
	2③	1.1	37,085	22.2	823,287.0
TOTAL			176,264		3,996,997.8

出典：調査団作成

表 4.3-31 埋立土, サンドマット及び載荷盛土の数量

	DISTANCE	LAND FILL			SAND MAT			SURCHARGE		
		AREA (M2)	AVERAGE (M2)	VOLUME (M3)	AREA (M2)	AVERAGE (M2)	VOLUME (M3)	AREA (M2)	AVERAGE (M2)	VOLUME (M3)
	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—
	12.00	143.8	71.9	862.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EW-A	9.00	143.8	143.8	1,294.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EW-B	13.88	181.5	162.7	2,258.3	98.0	49.0	680.1	443.8	221.9	3,080.0
EW-C	171.91	195.9	188.7	32,439.4	92.6	95.3	16,383.0	413.4	428.6	73,680.6
EW-D	16.09	211.8	203.9	3,280.8	93.1	92.9	1,494.8	456.4	434.9	6,997.5
EW-E	256.00	226.8	219.3	56,140.8	84.4	88.8	22,732.8	408.0	432.2	110,643.2
EW-F	13.88	238.7	232.8	3,231.3	0.0	42.2	585.7	0.0	204.0	2,831.5
	9.00	238.7	238.7	2,148.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.94	0.0	119.4	1,664.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUBTOTAL		—	—	103,320.3	—	—	41,876.4	—	—	197,232.8
NS-A	—	0.0			282.0			1498.0		
	249.88	0.0	0.0	0.0	282.0	282.0	70,466.2	1498.0	1498.0	374,320.2
NS-B	3.24	0.7	0.4	1.3	278.7	280.4	908.5	1192.3	1345.2	4,358.4
NS-C	10.62	0.7	0.7	7.4	276.7	277.7	2,949.2	1188.3	1190.3	12,641.0
	50.75	0.7	0.7	35.5	276.7	276.7	14,042.5	1188.3	1188.3	60,306.2
NS-D	3.24	0.4	0.6	1.9	273.5	275.1	891.3	1002.8	1095.6	3,549.7
NS-E	10.64	0.0	0.2	2.1	271.5	272.5	2,899.4	998.8	1000.8	10,648.5
NS-F	359.44	0.0	0.0	0.0	271.9	271.7	97,659.8	998.8	998.8	359,008.7
	41.61	0.0	0.0	0.0	0.0	136.0	5,659.0	0.0	499.4	20,780.0
SUBTOTAL		—	—	48.2	—	—	195,475.9	—	—	845,612.7
TOTAL		—	—	103,368.5	—	—	237,352.3	—	—	1,042,845.5

出典：調査団作成

表 4.3-32 撤去土の数量

	DISTANCE	REMOVAL		
		AREA (M2)	AVERAGE (M2)	VOLUME (M3)
	—	0.0	—	—
	12.00	88.1	44.1	529.2
EW-A	9.00	88.1	88.1	792.9
	31.88	88.1	88.1	2,808.6
EW-B	4.00	406.6	247.4	989.6
EW-C	149.91	414.6	410.6	61,553.0
EW-D	16.09	446.3	430.5	6,926.7
	234.00	446.3	446.3	104,434.2
EW-E	22.00	460.8	453.6	9,979.2
EW-F	13.88	138.1	299.5	4,157.1
	9.00	138.1	138.1	1,242.9
	13.94	0.0	69.1	963.3
SUBTOTAL		—	—	194,376.7
NS-A	—	904.7		
	249.88	904.7	904.7	226,066.4
NS-B	64.55	653.1	778.9	50,278.0
NS-C	13.94	496.0	574.6	8,009.9
	327.50	496.0	496.0	162,440.0
NS-D	31.93	866.9	681.5	21,760.3
	28.20	0.0	433.5	12,224.7
SUBTOTAL		—	—	480,779.3
TOTAL		—	—	675,156.0

出典：調査団作成

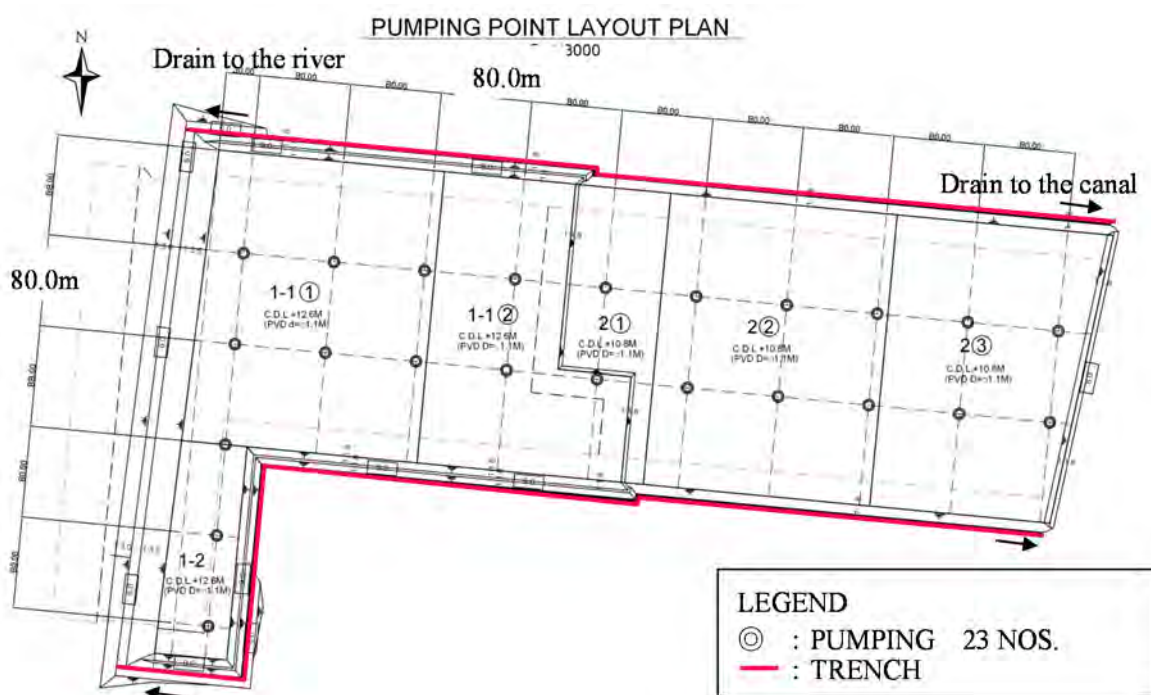
(6) ポンプ排水井及び排水溝

PVD 工法は排水距離を短くして圧密を促進する工法であるが、サンドマットの透水性が低いとマットレジスタンスにより圧密遅れが生じる可能性がある。このため、PVD 工法による地盤改良を効果的に進めるためには、圧密水を速やかに排出させることが重要となる。

埋立材には浚渫した川砂を用いる計画であるが、この埋立材の透水性によっては圧密遅れの可能性も考えられる。これより、ポンプ排水井を図 4.3-86 のように計画する。

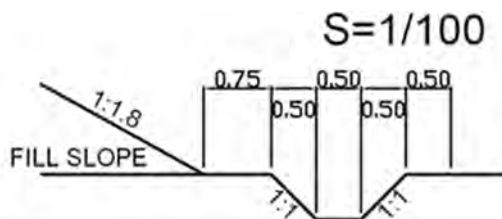
ポンプ排水井は、約 80m 間隔にて配置し、排水層となるサンドマットと連結するように設置する。図 4.3-88 にポンプ排水井の概念図を示す。同図に示したように水位以下に設置されたポンプにより、圧密水は集水された後、揚水されて場外へ排水される。

ポンプ排水により揚水された圧密水やサンドマットからの圧密水は、盛土法尻付近に設けた排水溝より川や用水路へ流すことを想定している。排水溝の設置位置を図 4.3-86 に示し、排水溝断面を図 4.3-87 に示す。



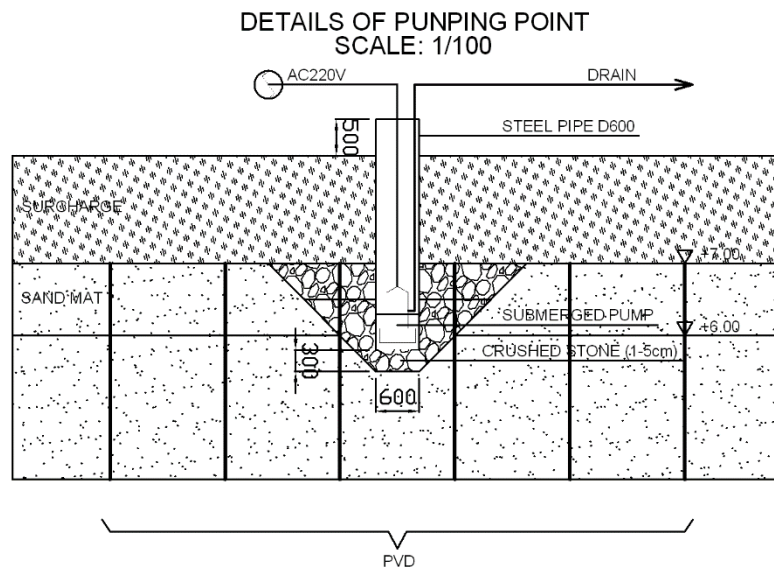
出典：調査団作成

図 4.3-86 ポンプ排水井及び排水溝の設置位置図



出典：調査団作成

図 4.3-87 排水溝の断面図



出典：調査団作成

図 4.3-88 ポンプ排水井概念図

< ポンプ排水井の設計 >

PVD から排出される圧密水量

図 4.3-89 に示すように載荷盛土撤去時における最大沈下量は、Area-1-1 のブロックで $S = 1.17 \text{ m}/300\text{days} = 0.0039\text{m/day}$ となる。

粘土層より排水される圧密水の体積は、粘土層における沈下量に等しいものと考えられる。したがって、1 本あたりの PVD から排出される圧密水量は、以下のように算出される。

PVD のドレーンピッチ 正方形配置 1.1m ピッチ

1 本あたりの PVD に流入する圧密水量 $= 0.0039\text{m/day} \times (1.1\text{m} \times 1.1\text{m}) = 0.0047\text{m}^3/\text{day}$

図 4.3-90 より、PVD の排水容量は、一般的に $1.2 \times 10^3\text{m}^3/\text{min} = 1.73\text{m}^3/\text{day}$ と考えられる。これより、PVD の排水容量は、算出された PVD 1 本あたりに流入する圧密水量より大きいことから、十分に排水可能と考える。

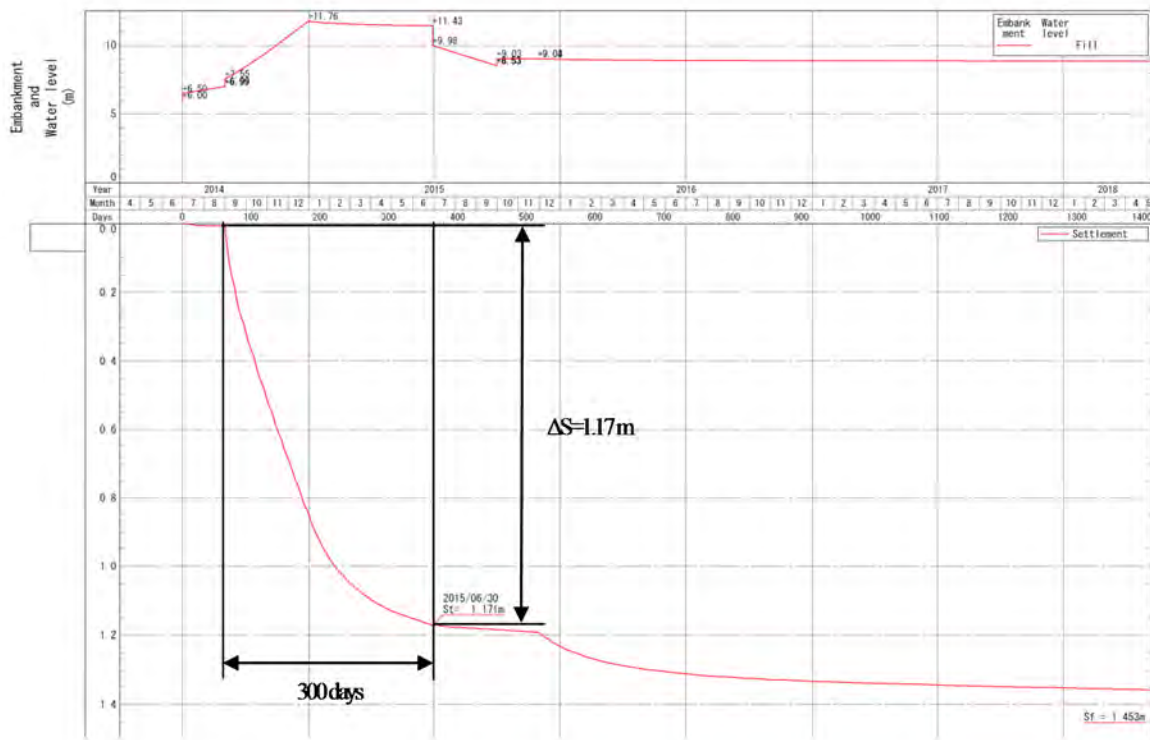
ポンプ排水井に必要な排水能力

ポンプ間の離隔は約 80m である。したがって、PVD からの圧密水がポンプ 1 台あたりに流入する量は、以下のように算出される。

80m x 80m のエリア内における PVD の本数 $: (80\text{m} \times 80\text{m}) / (1.1\text{m} \times 1.1\text{m}) = 5,290$ 箇所

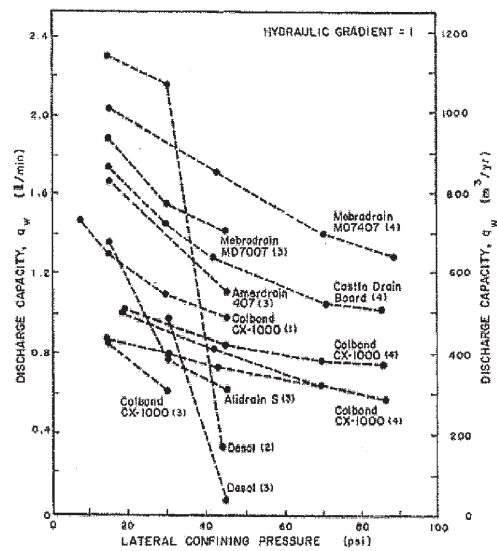
ポンプ 1 台あたりに集水される最大の圧密水量 $: 5,290$ 箇所 $\times 0.0047 \text{ m}^3/\text{day} = 24.9 \text{ m}^3/\text{day} = 1.1 \text{ m}^3/\text{hr}$

したがって、ポンプの排水能力は $2\text{m}^3/\text{hour} = 0.1\text{m}^3/\text{min}$ 以上必要と考える。



出典：調査団作成

図 4.3-89 载荷盛土撤去時における圧密沈下量 (Area-1-1 block)



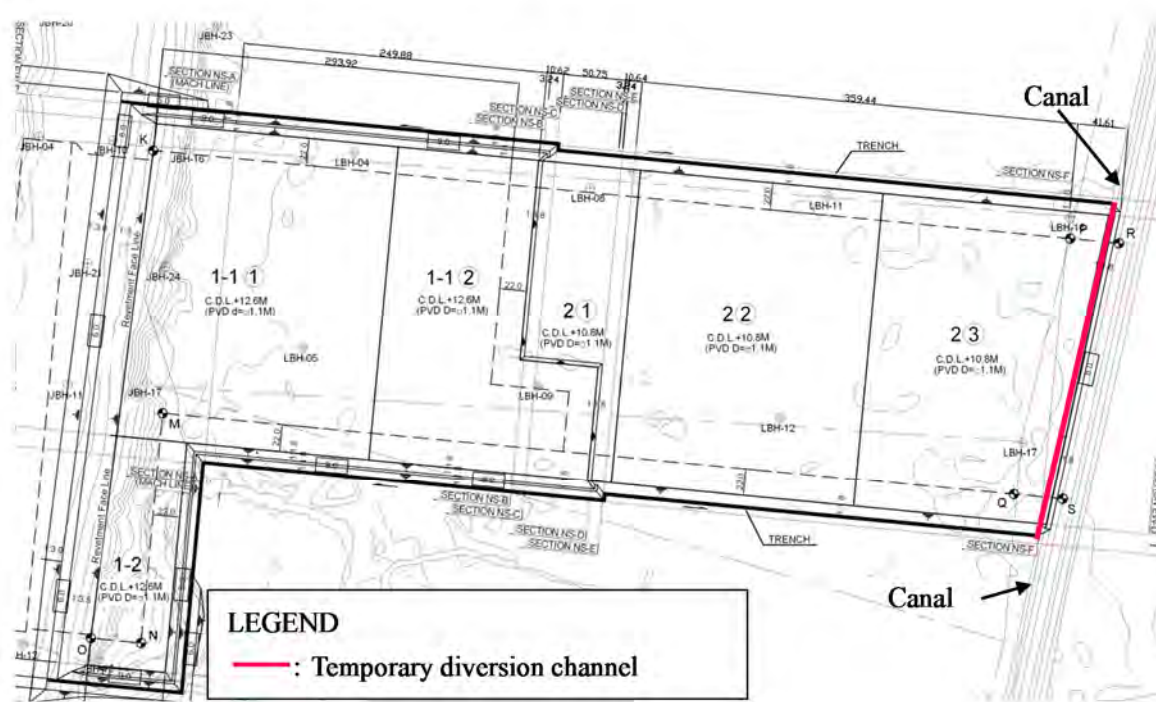
出典：Rixner et al. 1986

図 4.3-90 一般的なドレーン材からの水容量

(7) 仮設水路

既設道路側の用水路は、地盤改良による载荷盛土によって流れが遮断される。このため、載

荷盛土期間中、用水路では仮設の水路を設置する必要がある。仮設水路は、盛土期間中沈下するため、ある程度の沈下に追従するフレキシブルな材料を用いるものとする。



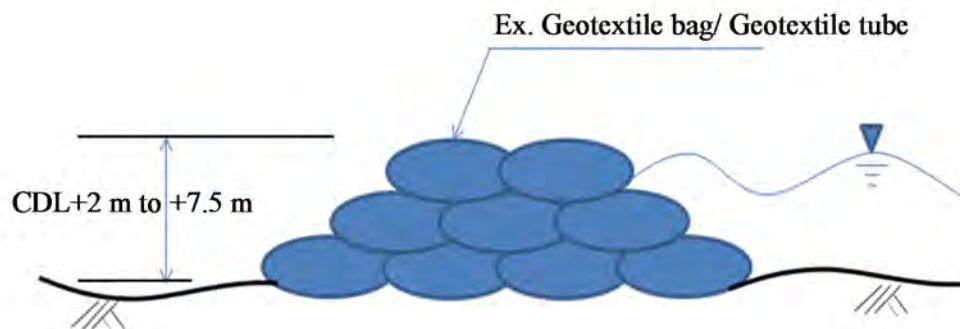
出典：調査団作成

図 4.3-91 仮排水路設置箇所

(8) 盛土法面保護

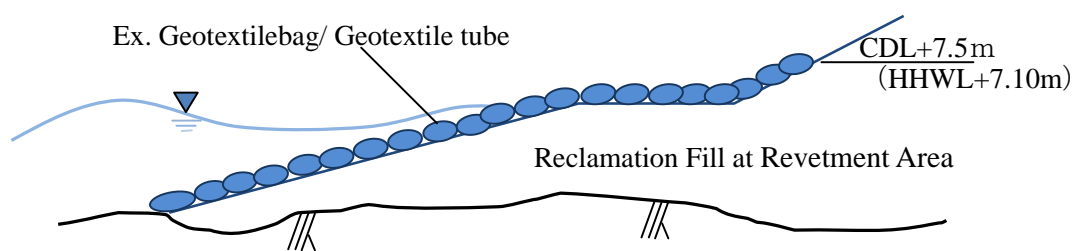
載荷盛土は、原地盤の圧密促進を目的とした一時的な盛土である。各盛土形状は、盛土の安定上必要な断面であるため、圧密放置期間中は浸食防止に備えた法面保護が必要と考える。特に雨期や波浪時における高水位を考慮した浸食対策を行う必要がある。法面の保護にはいくつかの方法があり、以下に示す方法もひとつの手段と考える。

- ① ジオテキスタイルバッグ (Geotextile bags)
- ② ジオチューブ (Geotube)



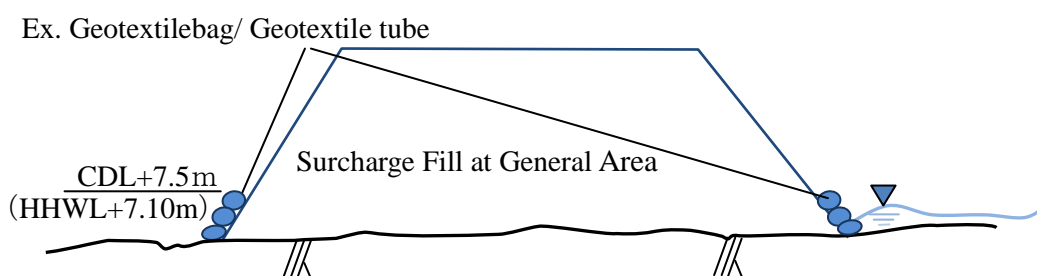
出典：調査団作成

図 4.3-92 盛土法面保護の方法



出典：調査団作成

図 4.3-93 護岸部における盛土法面保護概念図

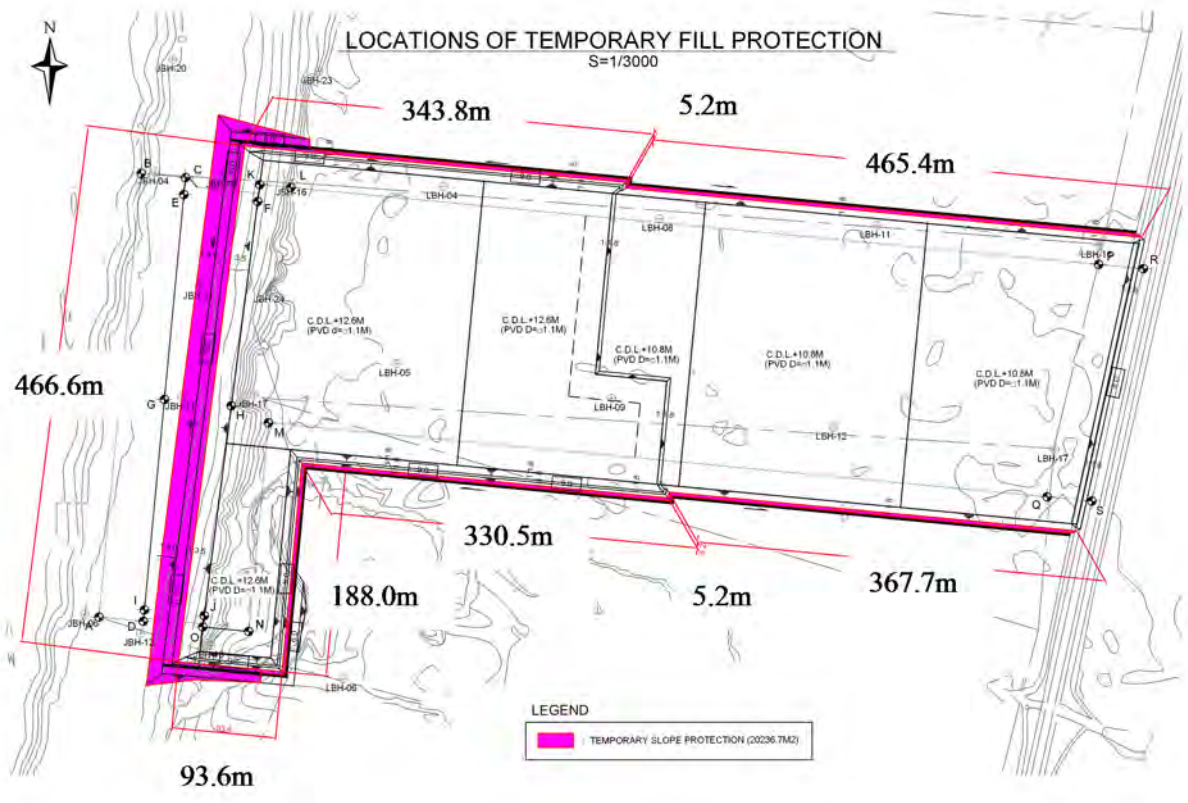


出典：調査団作成

図 4.3-94 一般部における盛土法面保護概念図

盛土の法面保護範囲を示して図 4.3-95 に示す。盛土の延長及び保護範囲の概略は下記のとおりと考える。

- 盛土法面保護延長：2,300 m
- 盛土法面保護範囲：20,300 m²



出典：調査団作成

図 4.3-95 盛土の法面保護範囲

(9) 計測管理

1) 概要

当地区では、軟弱な粘土層が 20m 以上の層厚で堆積する。したがって、有害な沈下をなくし、盛土の安定性が確保された堅固な地盤を得るためには、軟弱地盤の対策が重要となる。

軟弱地盤上への盛土造成には注意が必要である。仮に盛土施工が急速に行われた場合、すべり破壊が発生するが、一度すべりがはじまるとこれを是正するのは困難である。また、沈下観測では軟弱層の圧密状況を把握し、舗装の開始時期を決定するために必要である。

このようなことから、工事中におけるモニタリングの実施は重要である。一般的にモニタリングの計画の詳細は、追加のボーリング調査とともに慎重に計画される。モニタリング計画は、土質特性や載荷時の地盤挙動を理解した上で計画する。

2) 沈下管理及び安定管理の手順

当該地区における地盤改良工事の施工計画を踏まえた計測管理のフローを図 4.3.3-58 に示す。

盛土施工時は、地盤の水平・鉛直変位といった挙動を基にして安定管理を行う。ここで、地盤が不安定化し破壊に至る可能性があるとは判断された場合は、施工を中断・放置して安定化を図る。安定化すれば再度盛土施工を開始するが、安定化しない場合は対策（押え盛土工法等）を検討し施工する。このように地盤の挙動を確認し、安定性を判断しながら計画高までの盛土施工を進める。

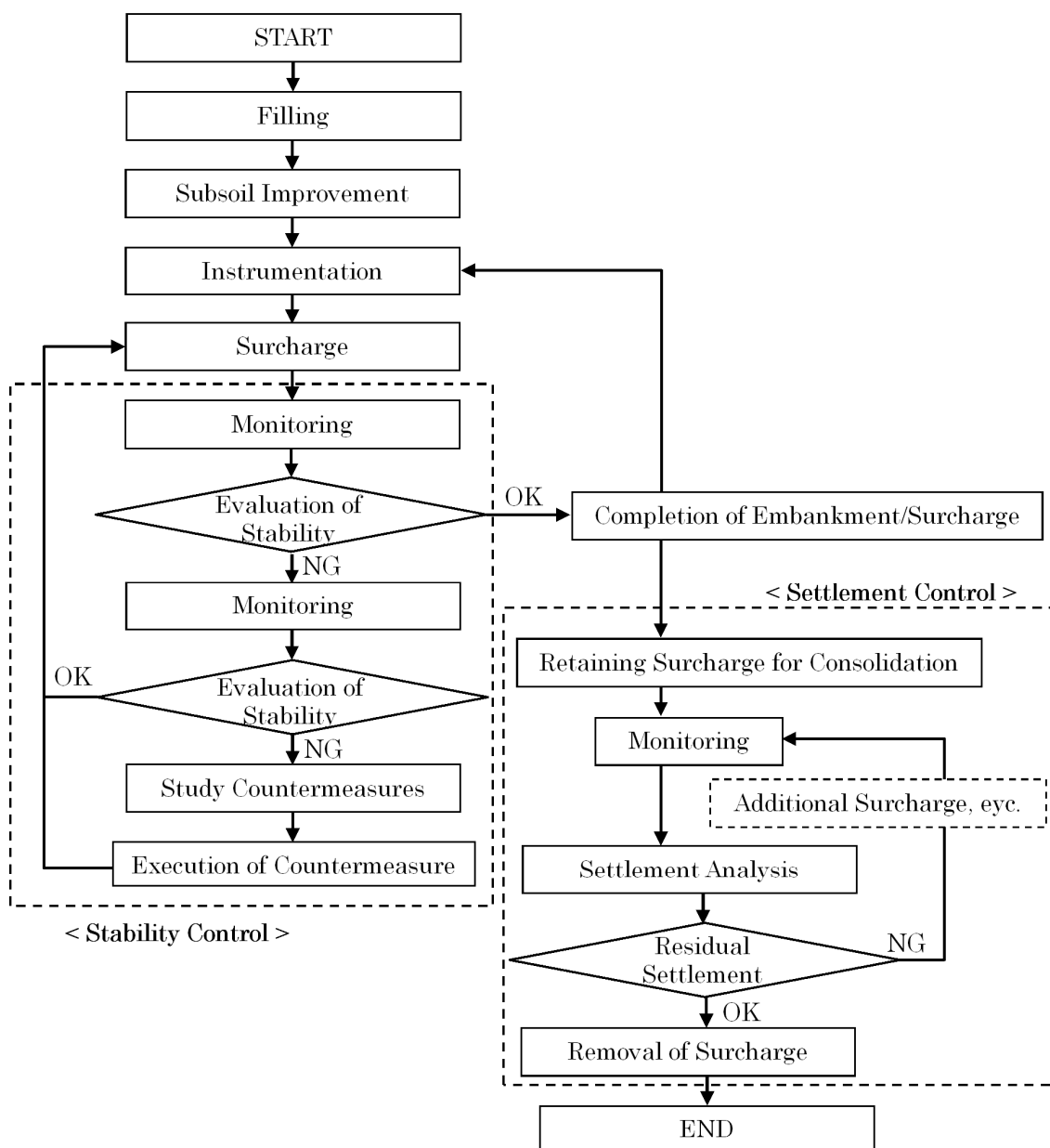
圧密放置期間中は地盤の沈下計測データを基にして、

- 理論沈下解析（設計値）と実測沈下の比較
- 実測沈下による将来沈下予測
- 残留沈下量の評価

等を行い、所定の放置期間終了時に残留沈下量が目標値に達するか否かの評価を行った上で、サーチャージ盛土の撤去の可否を判断する。ここで、実測沈下と理論沈下に差がある場合は適時理論計算を見直すとともに、実測沈下からの将来予測結果などとあわせて適切な評価を行うようにする。

沈下予測は中間段階でも実施することとし、圧密遅れなどにより計画通りサーチャージ盛土を撤去できない可能性があるとは判断した場合は、早めに対策（追加盛土等）を講じることとする。

なお、圧密による地盤強度増加を把握する必要がある場合は、適時チェックボーリングを実施することとする。



出典：調査団作成

図 4.3-96 計測管理フロー

3) 計測計画

a) 計測機器

前述のように、計画通りに地盤改良工事を進め工期内に所定の改良目標を達成するためには、実際の地盤の挙動を把握し、そのデータを的確に解析・評価してことが重要である。本工事で問題となるのは次のような項目である。

- 圧密沈下量と圧密時間
- 載荷盛土の安定性（地盤変形と粘土層の強度増加）

これらを管理・解析していくために必要な計測機器とその測定項目を表 4.3-33 に示す。

表 4.3-33 設置機器

Monitoring Instruments	Measurement Item
1) Settlement Plate	Settlement at the existing ground surface
2) Magnetic Extensometer	Settlement or heave at each layer
3) Electric Piezometer	Pore water pressure
4) Stand Pipe	Ground water level
5) Inclinator	Horizontal movement each ground depth
6) Alignment Stakes	Horizontal and vertical movement

出典：調査団作成

b) 計測機器配置計画案

場内および護岸部の計測器配置計画平面図(案)を図 4.3-97 に示す。

また、各計器の設置断面図を示したものが、図 4.3-98 及び図 4.3-99 である。

これらの計器配置は次のような考え方に基づいて計画した。

- 計測機器は日本や東南アジアでの地盤改良工事における実績などを参考に選定。
- 解析・評価における地盤条件を明確にするため、計測機器は極力既存土質調査地点付近に設置。
- 地表面沈下板を、概ね 80m 間隔で配置。
- 各層毎の沈下特性を把握するために、層別沈下計、間隙水圧計、水位計をセットにした詳細計測を各ブロックの中心線上に 80~160m ごと計 5ヶ所で行うものとする。ただし、実施に当たってはこの配置に拘ることなく、先行施工を行うブロックで詳細計測を行うこととする。
- 層別沈下計の素子は、設計沈下対象土層（粘土層厚 22~23m）の約 5~8m 毎 4 層程度の沈下量を把握できるような深度に設置することとする。
- 間水圧計も設計沈下対象土層（粘土層厚保 22~23m）の約 5~8m 毎の過剰間隙水圧の消散状況を把握するために、各層の中央部に設置することとする。
- 間隙水圧計は、正確な過剰間隙水圧を得るために、ボーリング 1 孔毎に 1 基設置するものとし、設置にあたってはボーリング孔底から 50cm 押し込むものとする。
- 傾斜計は、盛土の安定性が懸念される載荷盛土の法肩に配置し、計測するものとした。



出典：調査団作成

図 4.3-97 計測管理機器設置位置図

各計測器の数量は、表 4.3-34 に示すとおりである。

表 4.3-34 設置機器

Monitoring Instruments	Unit	Qty.	Remarks
1) Settlement Plate	Nos.	47	
2) Magnet Extensometer	Nos.	5	
3) Inclinator	Nos.	14	
4) Stand Pipe	Nos.	5	
5) Electric Piezometer	Nos.	20	5 locations x 4 layers

出典：調査団作成

c) 計測頻度

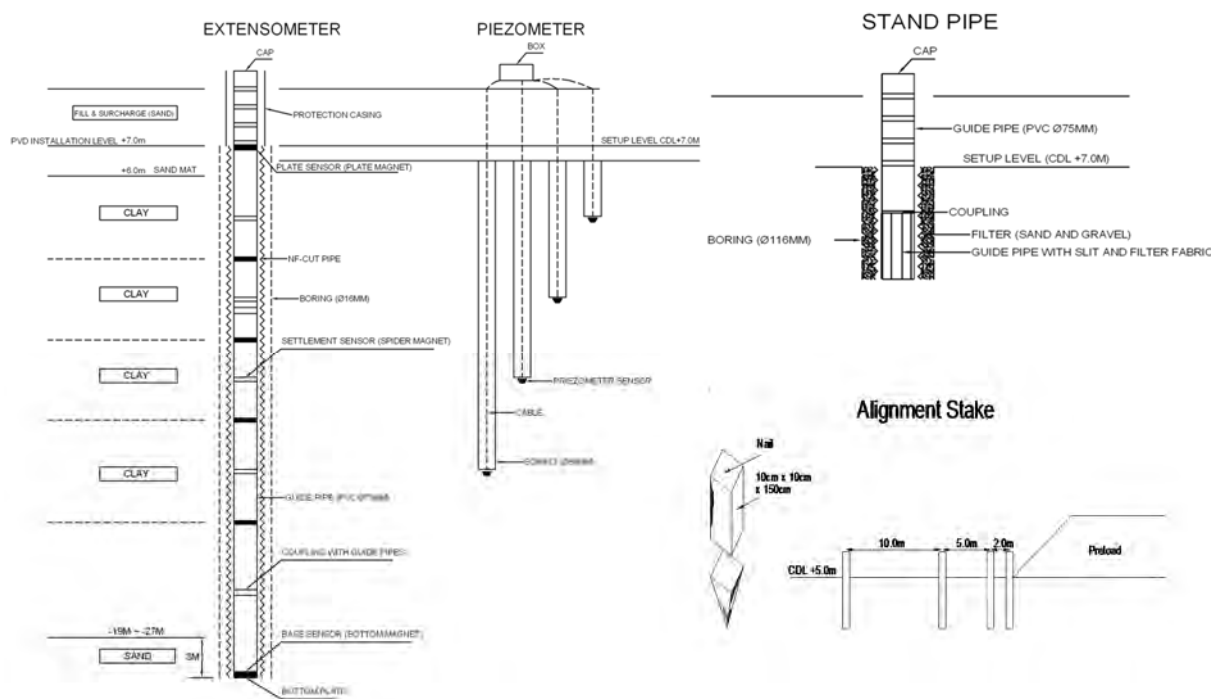
計測頻度は、盛土の速度、圧密期間、すべり安定度、盛土及び地中の変状の有無など多くの事項に配慮した上で、これらの状況に応じて決定しなければならない。

基本的な計測頻度は表 4.3-35 に示すとおりであるが、これらの頻度は現場の施工状況や地盤の変形状況に応じて修正し、変えなければならない。

表 4.3-35 設置機器

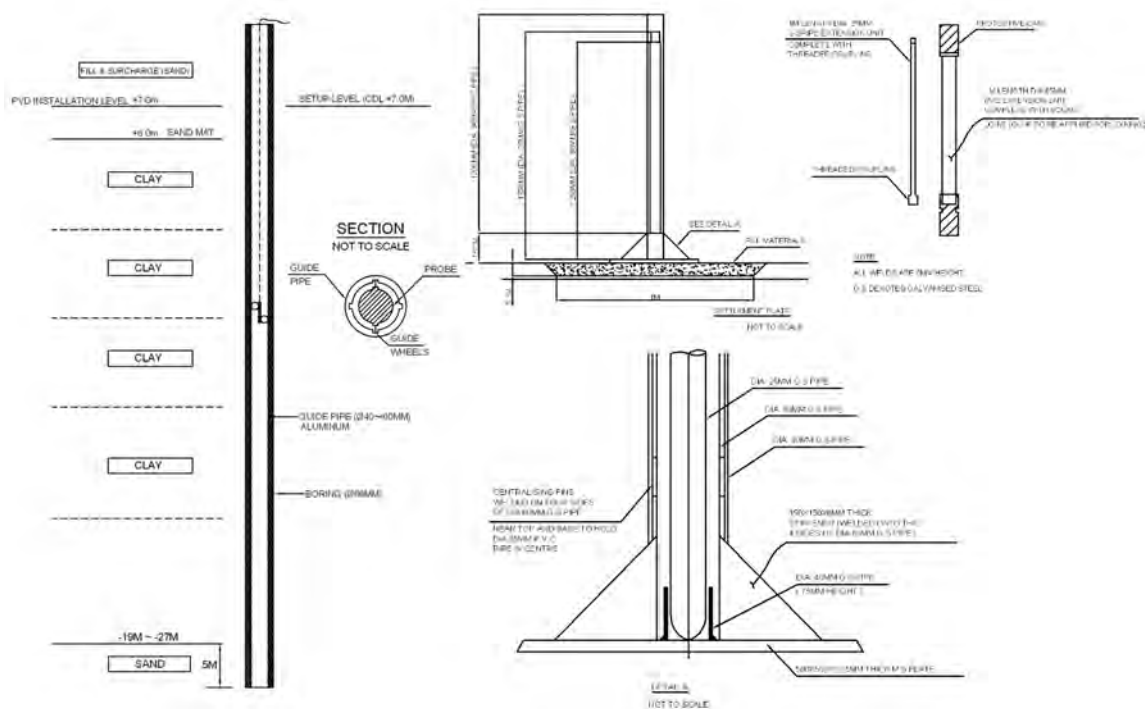
Instrument	During construction of Surcharge Fill	After Completion of Surcharge Fill			After Removed Surcharge Fill
		First 1 month	1 to 3 months	Over 3 months	
Settlement Plate	Once a day	Once/2days	Once/1week	Once/2week	Timely
Magnet Extensometers	Once a day	Once/2days	Once/1week	Once/2week	Timely
Inclinometers	Once a day	Once/2days </td <td>Once/1week</td> <td>Timely</td> <td>—</td>	Once/1week	Timely	—
Stand pipe	Once a day	Once/2days	Once/1week	Once/2week	Timely
Electric Piezometer	Once a day	Once/2days	Once/1week	Once/2week	Timely

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 4.3-98 層別沈下計、間隙水圧計、水位計及び変位杭の詳細図



出典：調査団作成

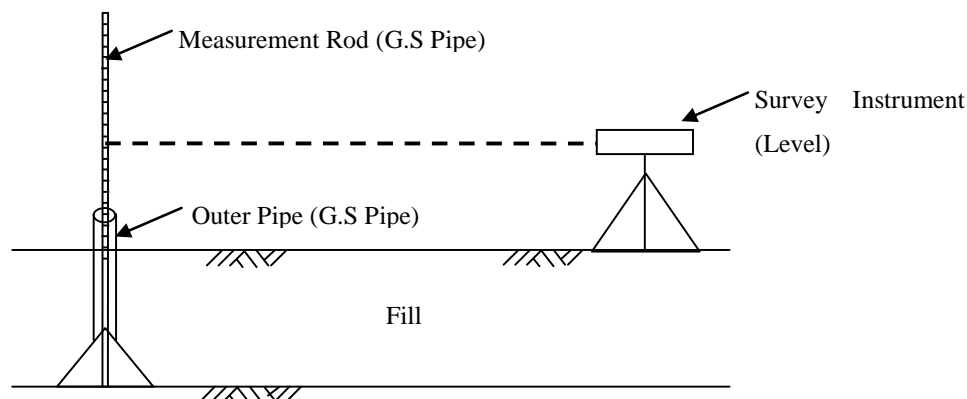
図 4.3-99 傾斜計及び沈下板の詳細図

d) 各計測機器の観測手順

現場の観測データを得るにはいくつかの計測方法があるが、ここでは最も一般的な計測方法について示す。

i) 沈下板

沈下板による沈下の観測は、通常、図 4.3-100 に示すように、レベル測量により行う。沈下量は初期の高さと測定時の高さの差で表される。盛土の側圧に伴う摩擦をきるために据えられた外管 (G.S Pipe) は、次の盛土の前に順次継ぎ足されていく。



出典：調査団作成

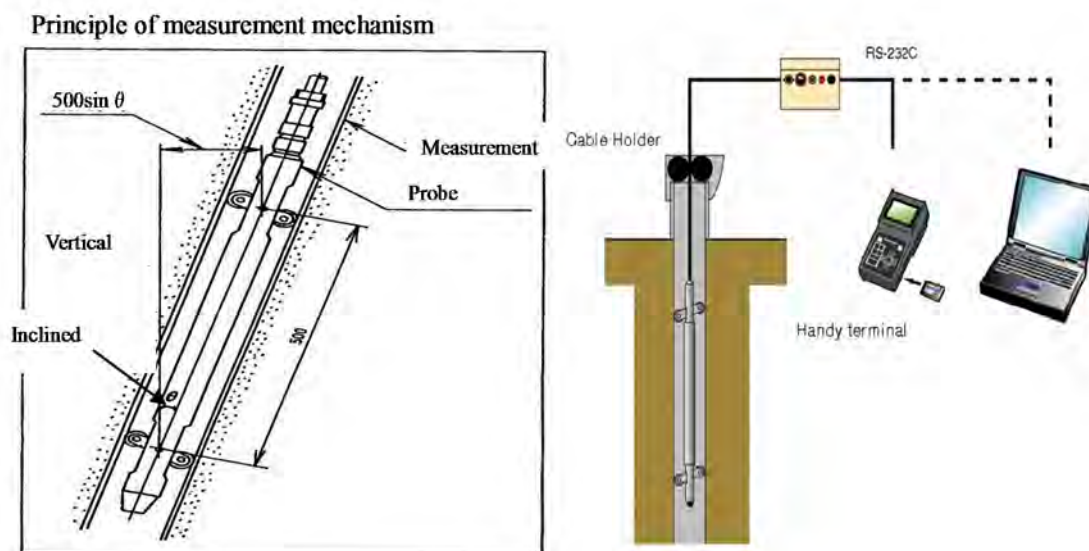
図 4.3-100 沈下板の測定方法

ii) 層別沈下計

地盤中に設置された円状の磁気を帯びた金属付近を測定器が上下に通過するとき磁気が発生する。この金属の位置は、上下する探知機の磁気の変化により知ることができる。沈下量は、初期と観測時との金属のある高さの差で知ることができる。最初に、探知機を測定間の底部まで下ろし、探知機が測定間の水温に馴染むまでしばらく放置する。その後、ゼロ点調整を行い、探知機を上下させながら徐々に引き上げながら計測する。測定間の天端の高さは毎回レベル測量をする必要がある。

iii) 傾斜計

傾斜計は、通常、各深度における測定管の傾斜を図ることにより地中の変位を測ることができる。計測原理は、下記の図に示すとおりである。観測された値は、現場ではデータ記録機に記録され、図 4.3-101 に示すように、事務所でコンピュータに転送され整理される。

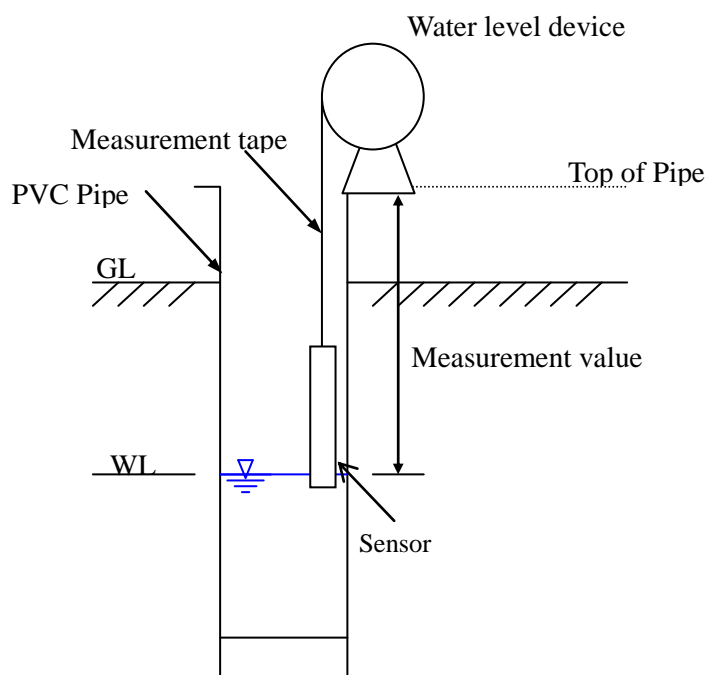


出典：製品カタログ

図 4.3-101 傾斜計の測定方法

iv) 水位計

地下水位の観測は、図 4.3-102 に示されるように、通常、水位計を用いて実施される。モニタリングは計測員が行ない、同時に観測管の天端をレベル測量する必要がある。



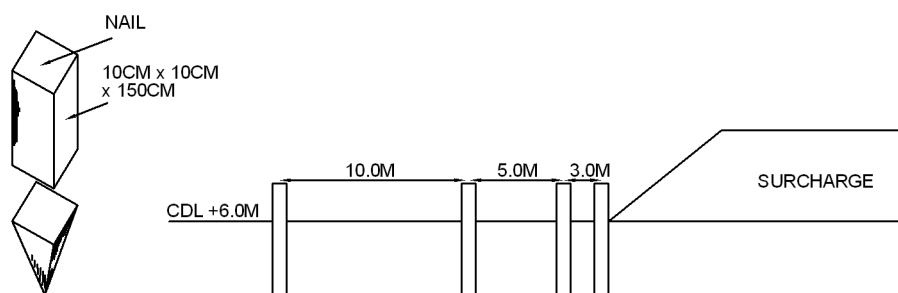
出典：調査団作成

図 4.3-102 地下水位観測管の測定方法

v) 変位杭

変位杭は、通常、サーチャージ盛土の法尻から、図 4.3-103 に示すように設置される。この変位杭の観測による地表面の水平変位は载荷盛土による地盤の安定を管理するために用いられる。変位の観測は傾斜計でも確認は出来るが、設置間隔が 160m と長距離となることから、これを補うため傾斜計と傾斜計の設置間で配置することを考える。実際の変位杭の設置は、盛土の安定管理を行う上で必要に応じて行うこととする。

ALIGNMENT STAKE



出典：調査団作成

図 4.3-103 変位杭の測定方法

(10) 将来沈下予測手法及び圧密進行の確認

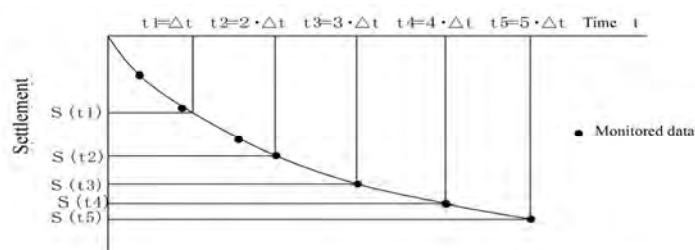
1) 将来沈下予測手法

いくつかの将来沈下予測手法が研究者らによって提案されているが、その中でも東南アジアエリアの多くのプロジェクトにおいて実績を有するのは浅岡法である。将来沈下予測は、以下の式を用いて行われる。

$$S_j = \beta_0 + \sum \beta_i \cdot S_{j-1} \quad : \quad (i=1 \text{ to } n)$$

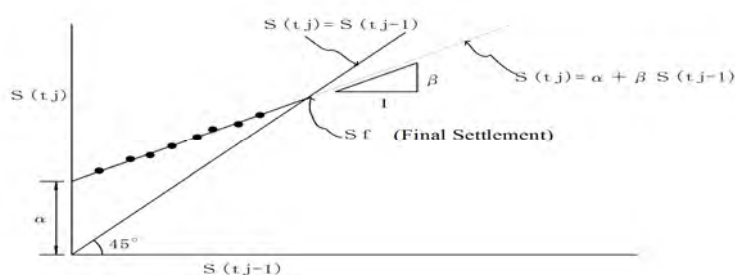
最終沈下量(S_f)は、図 4.3-104 および図 4.3-105 に示すように、実際の観測データを頭上にプロットすることで得ることができる。

$$S_f = \frac{\alpha}{1-\beta}$$



出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-104 浅岡法による $t_j - S(t_j)$ の関係



出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-105 浅岡法による $S(t_j) - S(t_{j-1})$ の関係

2) 圧密進行状況の確認

PVD 工法によるサーチャージ期間は、圧密度が 90%に達する期間で計画されており、それは 6 が月である。以下に圧密進行状況の確認の例を示す。

- ① 1回目: 浅岡法による沈下の将来予測をサーチャージ完了後 3 ヶ月経過した時点で行う。その結果、圧密度が 70%以上の場合には、圧密は予定通りに進んでいるもの

と判断できる。しかしながら、圧密度が 70%以下の場合には圧密が予定よりも遅れているという判断ができ、追加のサーチャージを載荷したり、サーチャージ期間を延長するなどの対策を講じる必要がある。

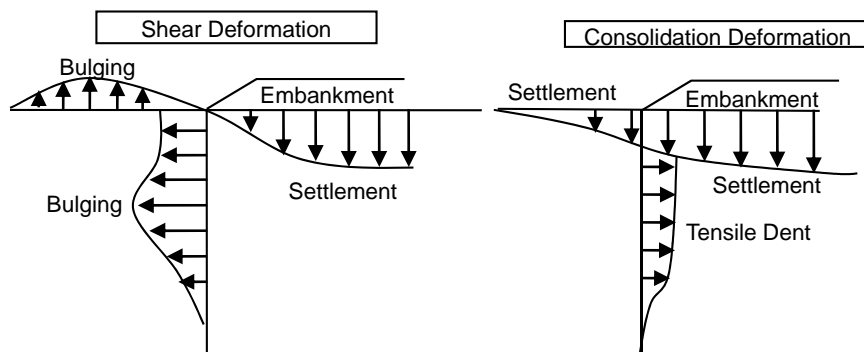
- ② 2回目：浅岡法による沈下の将来予測をサーチャージ完了後6ヶ月経過した時点で行う。その結果、サーチャージ撤去時の圧密度が 90%以上の場合で、残留沈下量が基準値以内に収まることを確認してサーチャージ放置期間を完了し、撤去が可能であると判断する。

圧密を促進させるための追加の対策の必要性の有無は、1回目の沈下解析時に判断され、2回目の沈下解析時には、圧密進行に関する最終評価を行うことになる。将来沈下予測は、沈下板が設置されている箇所で行うことになる。

計測データを基に圧密進行が確認でき後は、物性の変化から圧密度の進行を確認するために、チェックボーリングや、三成分コーン試験やベーンせん断試験などの原位置試験を実施することが望ましい。

(11) 盛土時の安定管理

この項では、観測結果に基づく安定管理手法について述べる。安定管理に必要となるデータは、盛土法尻部の側方変位と盛土天端の沈下量である。一般に、盛土荷重によって軟弱地盤中に生じる現象は、図 4.3-106 に示すようなせん断変形と圧密変形が複合して発生し、非常に複雑な挙動を示す。このとき、圧密が卓越していれば安定状態にあり、せん断変形が卓越していれば不安定状態になるといえる。



出典：調査団作成

図 4.3-106 圧密とせん断による地盤の変形挙動

そして、地盤が破壊あるいは不安定状態に至る時の定性的な傾向としては、

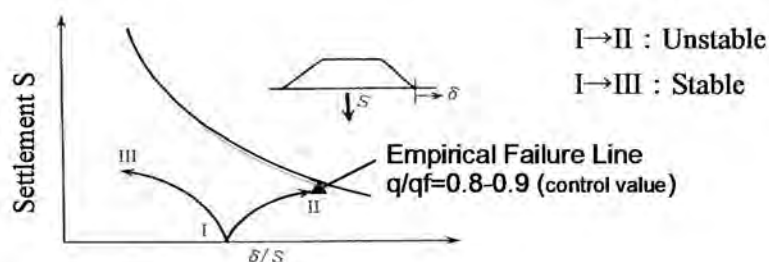
- 盛土天端面、法面にヘアークラックが発生する
- 盛土法尻付近の地盤の側方変位が盛土の外側に急増する
- 盛土法尻付近の地盤が急激に隆起する

などの現象が挙げられる。

これらの挙動を基にこれまでの施工実績から導き出された代表的な安定管理手法3手法を以下に示す。

① 松尾・川村法

盛土開始時から破壊まで $S \sim \delta/S$ の動きをプロットする。これがあらかじめ決められた破壊基準の曲線に近づく場合は危険と判断され、逆に遠ざかれば安定に向かっていると判断する。

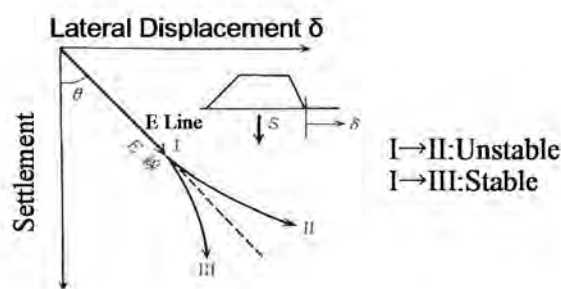


出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-107 松尾・川村法

② 富永・橋本法

盛土施工の進行に伴う S と δ の関係をプロットし、側方移動が卓越する場合は、せん断変形による不安定化の前兆と判断し、側方変位量が減少方向に推移する場合は圧密変形によるもので、盛土は安定に向かっていると判断する。

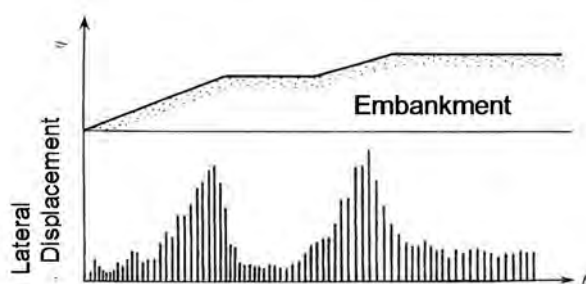


出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-108 富永・橋本法

③ 栗原・持永法

この方法は、安定管理を水平変位の速度 $(\Delta\delta/\Delta t)$ を観測することによって行うものである。水平変位の速度の管理値は盛土工事が始まる前に設定しなければならない。



出典：軟弱地盤対策工法 調査設計から施工まで (社)地盤工学会

図 4.3-109 富永・橋本法

盛土載荷中は、現場の計測結果に基づく安定管理が安全な施工のためには不可欠である。

上記の2手法の概要は要約して表 4.3-36 に示す。なお、以下の3手法による安定管理のほかに、現場における日常的な盛土や地盤の異常の有無のチェックを実施することが必要である。

表 4.3-36 安定管理手法

手法名	使用する 現場観測データ	管理手法	安定管理例
富永・橋本法 (S - δ) Method	S: 沈下量 δ: 側方変位量	観測データを(S - δ) 図 にプロットする (図 4.3-107 参照)	傾斜角 ($\theta = \delta/S$) のチェック I → II: 不安定 I → III: 安定 δ/S が初期のδ/S よりも大きいときは安定であると判断される。
松尾・川村法 Matsuo-Kawamura (S - δ/S) Method	S: 沈下量 δ: 側方変位量	観測データを(S - δ/S) 図にプロットする (図 4.3-108 参照)	プロット点の進む傾向の確認 I → II: 不安定 I → III: 安定 破壊線(q/qf) と現在位置との比較 プロット点 < (q/qf) = 0.8-0.9 (管理値) 経験的な破壊線 (q/qf = 1.0) にプロット点が近づくときは不安定であると判断される
栗原・持永法 (Δδ/Δt - t) Method	δ: 側方変位量	観測データを (Δδ/Δt - t) 図にプロットする (図 4.3-109 参照)	側方変位速度 Δδ/Δt < 1 to 2 cm/day (管理値) プロットデータが管理値に近づく傾向は、不安定であると判断される

* 管理基準値は最終的には計測値を元に、関係者が協議して決めなければならない。

出典：調査団作成

4.3.3. 舗装

(1) 舗装種別

コンテナターミナルでは、ICB 舗装とコンクリート舗装とする。

アスファルト舗装は、民間のアスファルトプラントがないため、メンテナンスが他の舗装構造に比べ、困難である。

(2) 舗装区分

1) インターロッキングコンクリートブロック舗装部

インターロッキングコンクリートブロック舗装（ICB）の範囲は、重車両（トレーラー等）が走行、及び歩道とした。

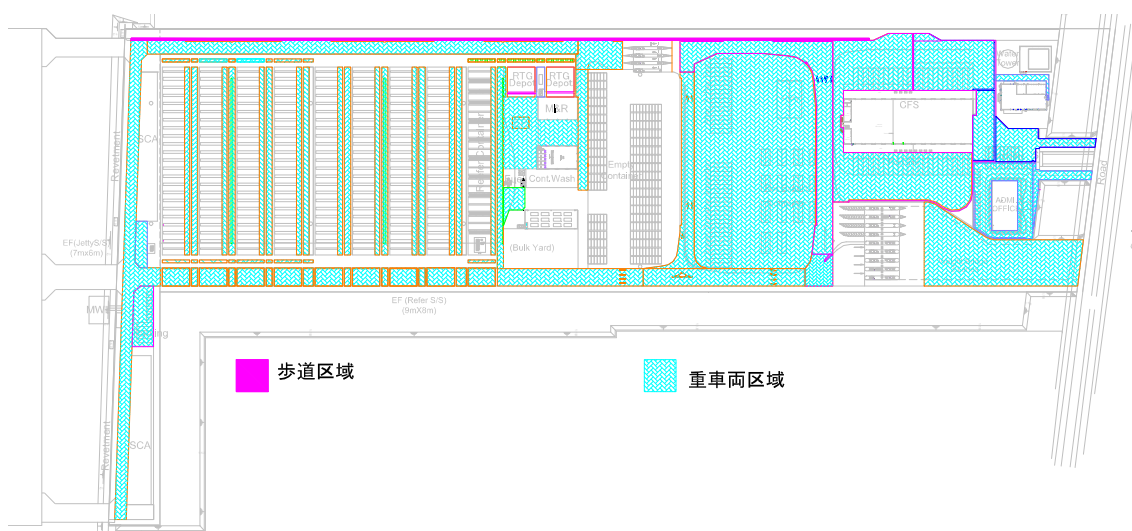
a) 重車両（トレーラー等）区域

トレーラーが走行、及び作業を行う区域を重車両区域と設定した。

b) 歩道区域

港湾作業員が施設を連絡する範囲を歩道区域と設定した。

下図にその範囲を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-110 インターロッキングコンクリートブロック舗装の舗装区分

2) コンクリート舗装部

コンクリート舗装の範囲は、重車両が走行する区域、及び作業する範囲とした。

a) 重交通区域Ⅰ（リーチスタッカー作業区域）

リーチスタッカーが作業を行う区域を重交通区域Ⅰと設定した。

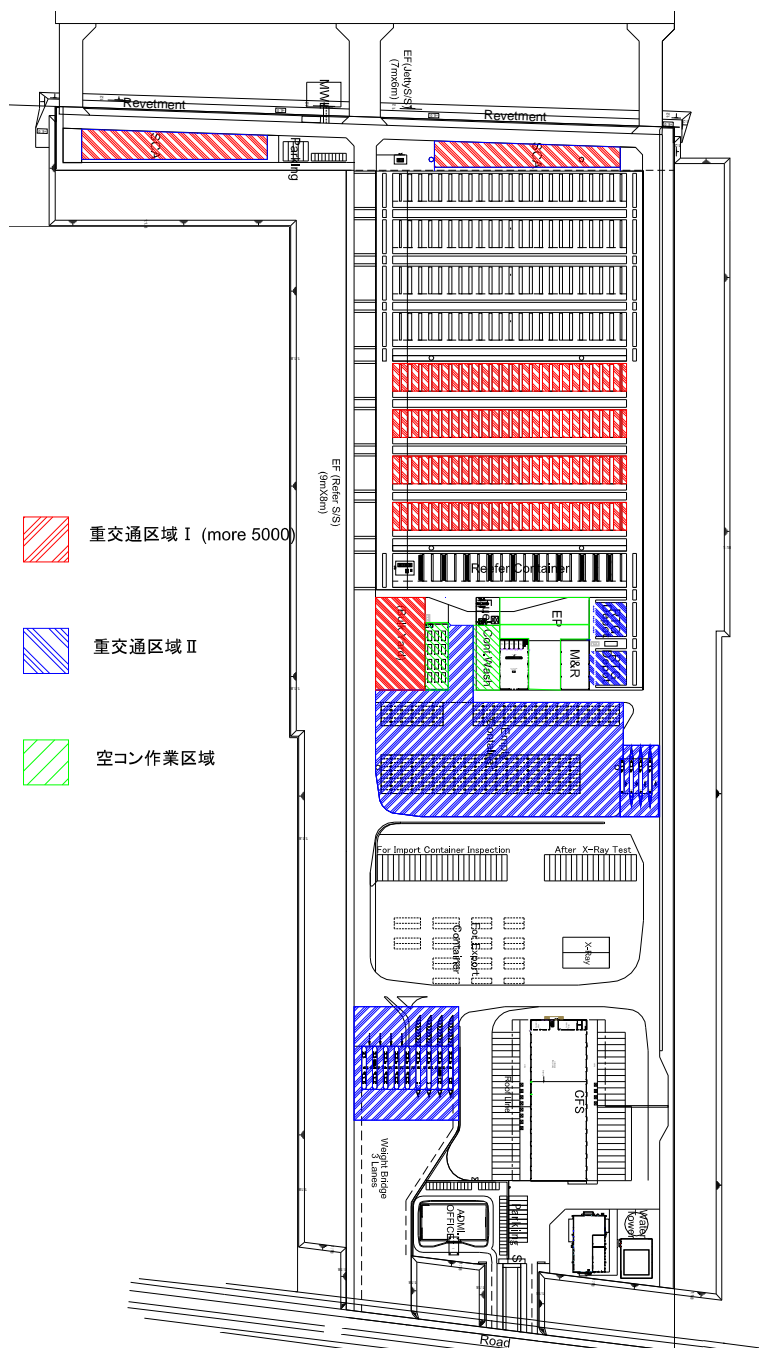
b) 重交通区域Ⅱ（トレーラー交通、及び時々リーチスタッカーの作業区域）

トレーラーが頻繁に通行する区域、及び時々リーチスタッカーが作業する区域と設定した。

c) 空コン作業区域 (空コンの作業区域)

空コンの洗浄区域、及びリペアー区域を空コン作業区域と設定した。

下図にその範囲を示す。



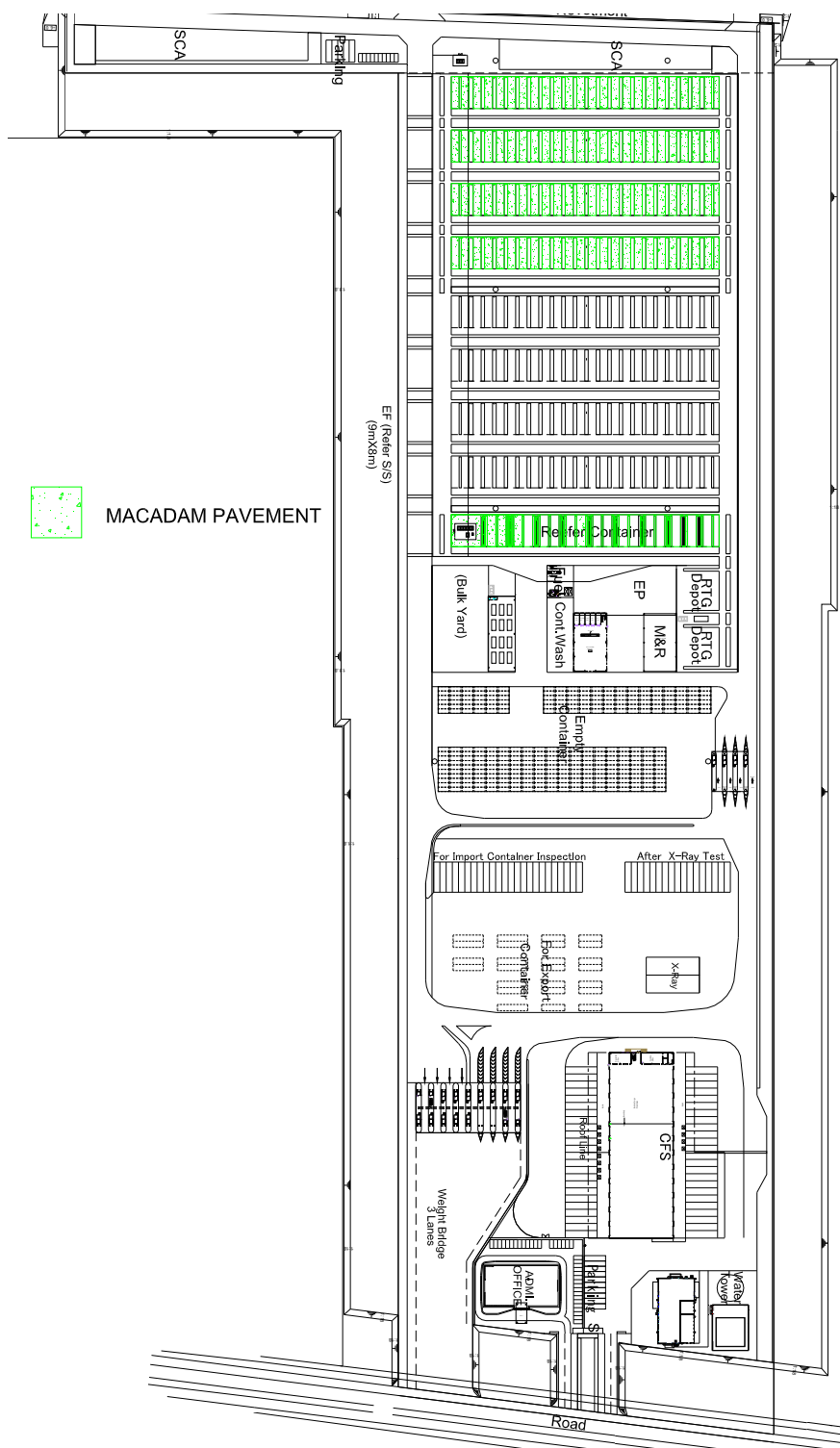
出典：調査団作成

図 4.3-111 コンクリート舗装の舗装区分

3) マカダム舗装部

マカダム舗装区域は、車両等の交通がない区域に舗装する。

区域を下図に示す。

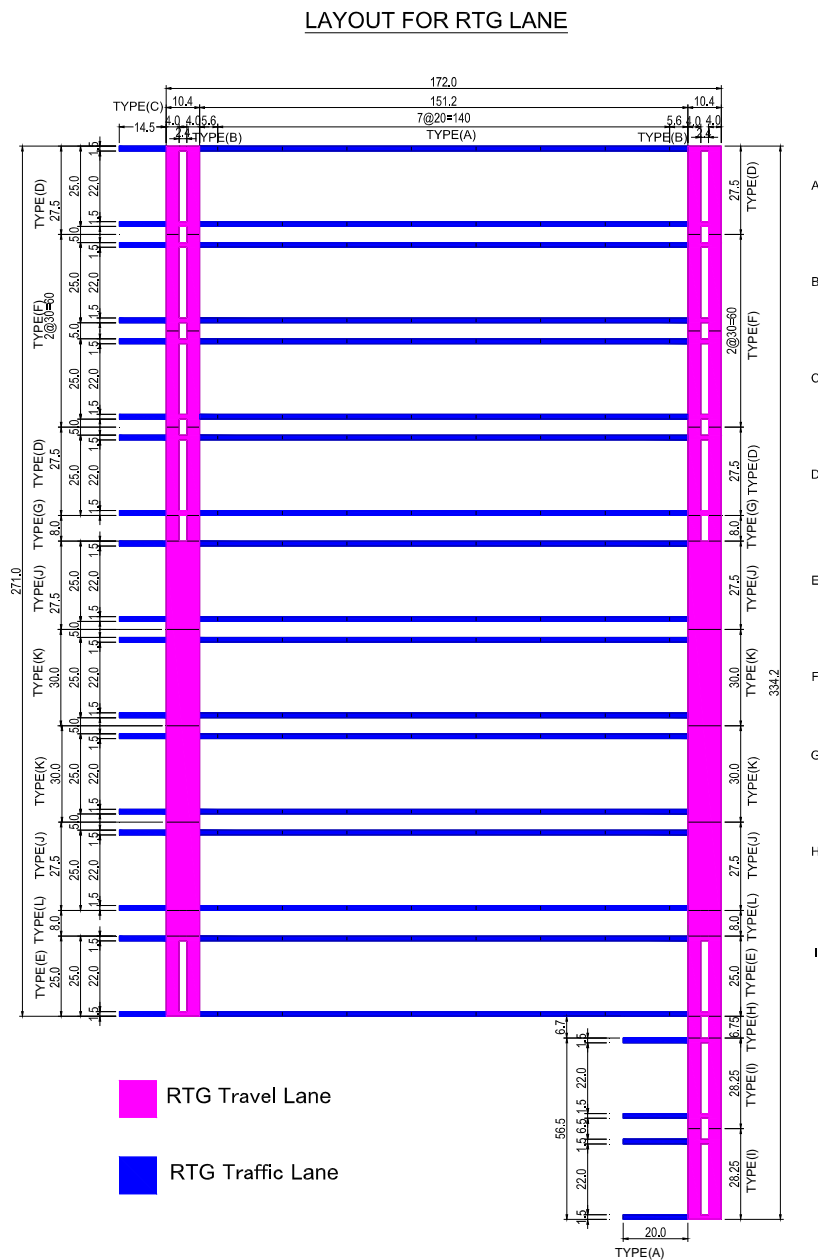


出典：調査団作成

図 4.3-112 マカダム舗装の舗装区分

4) RTG レーン

RTG レーンは、RTG が移動または、走行するレーンであり、コンクリート舗装とした。区域を下図に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-113 RTG レーン

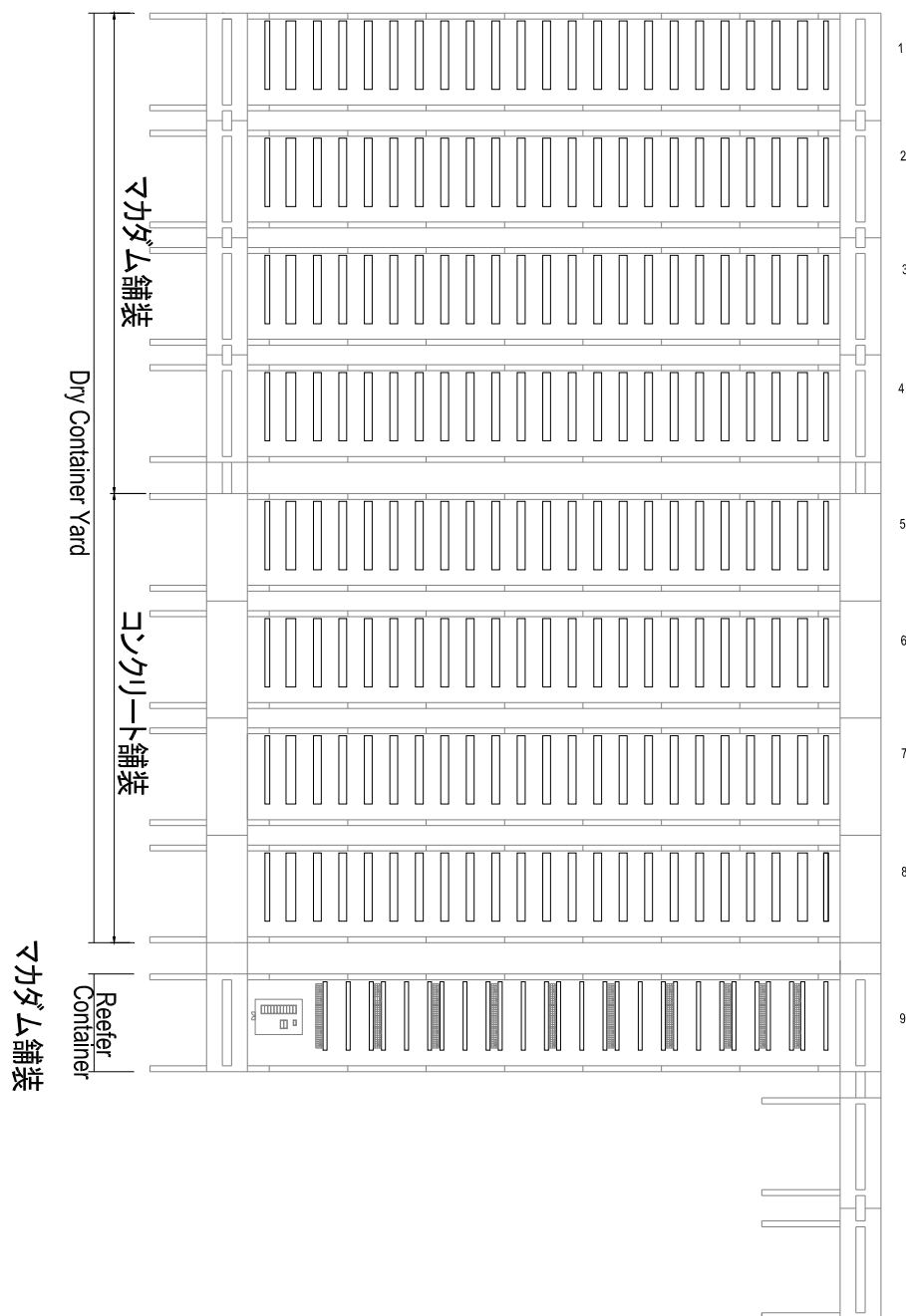
5) コンテナスタッキングプレート

RTG からコンテナヤード内にコンテナを置く位置には、スタッキングプレートを設置する。また、コンテナ置き場には、RTG のみ作業を行う区域とリーチスタッカーでの作業区域に別

れ、スタッキングプレート周辺の舗装をマカダム舗装とコンクリート舗装に分別する。

区域を下図に示す。

STACKING PLATE LAYOUT PLAN



出典：調査団作成

図 4.3-114 コンテナスタッキングプレート

(3) 舗装構造

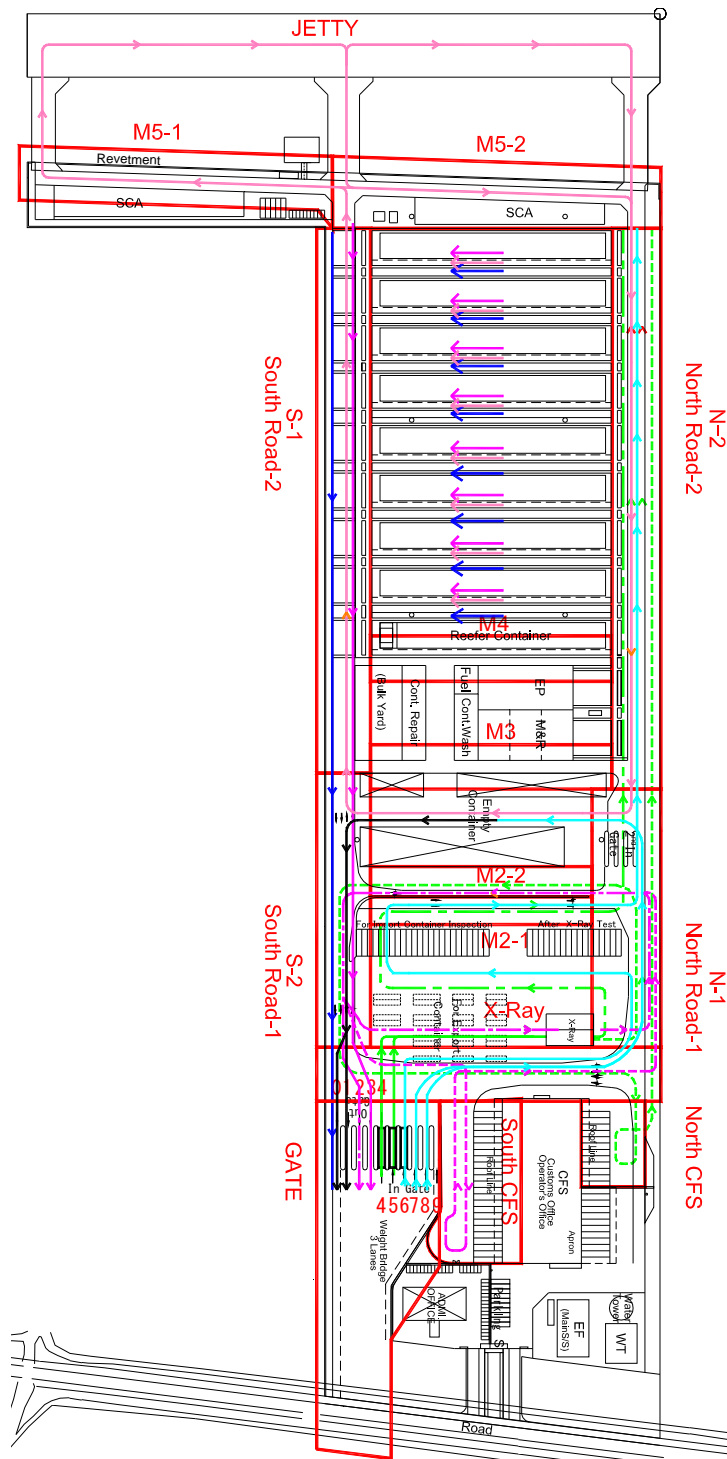
1) 設計条件

a) 設計 CBR

設計 CBR は、20%とする。

b) 設計交通量

設計交通量は、将来予測交通量に基づき設定した。



出典：調査団作成

図 4.3-115 走行経路

表 4.3-37 予測交通量

GATE No.	Traffic Volume (Annual)	GATE	North Road				South Road				M-1 No.1 GATE to North CFS	M2-1	M2-2	M-3	M-4	M5-1	M5-2	Empty Container	X-ray	North of CFS	South of CFS
			N-1 North CFS to M-3	N-2 M-3 to Container Yard	S-1 M3 to No1 Gate	S-2 Container Yard to M-3															
Exit-0	90,000	90,000	0	0	90,000	90,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Exit-0&1	126,000	126,000	0	0	126,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Exit-2&3	90,000	90,000	31,500	0	121,500	90,000	13,500	0	31,500	0	0	0	0	0	0	0	0	18,000	0	13,500	0
		100%	15%	20%	0%	100%	35%	100%	15%	0%	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	15%	0%
In - 4&5	90,000	90,000	18,000	90,000	9,000	0	0	81,000	9,000	0	0	0	0	0	0	0	0	90,000	9,000	0	0
		100%	10%	100%	90%	10%	0%	0%	0%	90%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	10%	0%	0%
In - 6	90,000	90,000	90,000	90,000	0	0	90,000	90,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90,000	0	0	0
		100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
In - 7&8	126,000	126,000	126,000	0	0	0	126,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126,000	0	0	0	0
		100%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Sub - Total		612,000	265,500	180,000	346,500	180,000	229,500	171,000	40,500	0	0	0	0	0	0	126,000	198,000	9,000	13,500	0	0
Peak ratio (Phase 1)	1.78	2,985	1,295	878	1,690	878	1,119	834	198	0	0	0	0	0	0	614	966	44	66	0	0
Phase 2	X 2	5,970	2,590	1,756	3,380	1,756	2,238	1,668	396	0	0	0	0	0	0	1,228	1,932	88	132	0	0
Jetty to Container Yard																					
		GATE	North Road-2		South Road-1		M-1 No.1 GATE to North CFS	M2-1	M2-2	M-3	M-4	M5-1	M5-2	Empty Container	X-ray	North of CFS	South of CFS				
			M5-2 to Container Yard		M5-2 to Container Yard																
Jetty to Container Yard	200,000	0	0	200,000	0	200,000	0	0	0	0	0	200,000	200,000	200,000	0	0	0	0	0	0	0
		0	100%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Peak day(Phase 1)	182.5	0	0	1,096	0	1,096	0	0	0	0	0	548	548	219	0	0	0	0	0	0	0
Phase 2	X 1.5	0	0	1,644	0	1,644	0	0	0	0	0	822	822	329	0	0	0	0	0	0	0
GATE No.	Traffic Volume (Annual)	GATE	North Road		South Road		M-1 No.1 GATE to North CFS	M2-1	M2-2	M-3	M-4	M5-1	M5-2	Empty Container	X-ray	North of CFS	South of CFS				
			N-1 North CFS to M-3	N-2 M-3 to Container Yard	S-2 M3 to No1 Gate	S-1 Container Yard to M-3															
Total		5,970	2,590	3,400	3,380	3,400	2,238	1,668	396	0	0	822	822	1,557	1,932	88	132				
Condition of Pavement Design		6,000	3,000	4,000		3,000		2,000		1,000			2,000		2,000						
Paving Type		Class E	Class C	Class D			Class C														

出典：調査団作成

2) ICB 舗装

a) 舗装の分類

舗装の分類は、走行する車両の一輪荷重と交通量により、下表に示すようにクラス L、A、B、C、D 及び E に分類される。

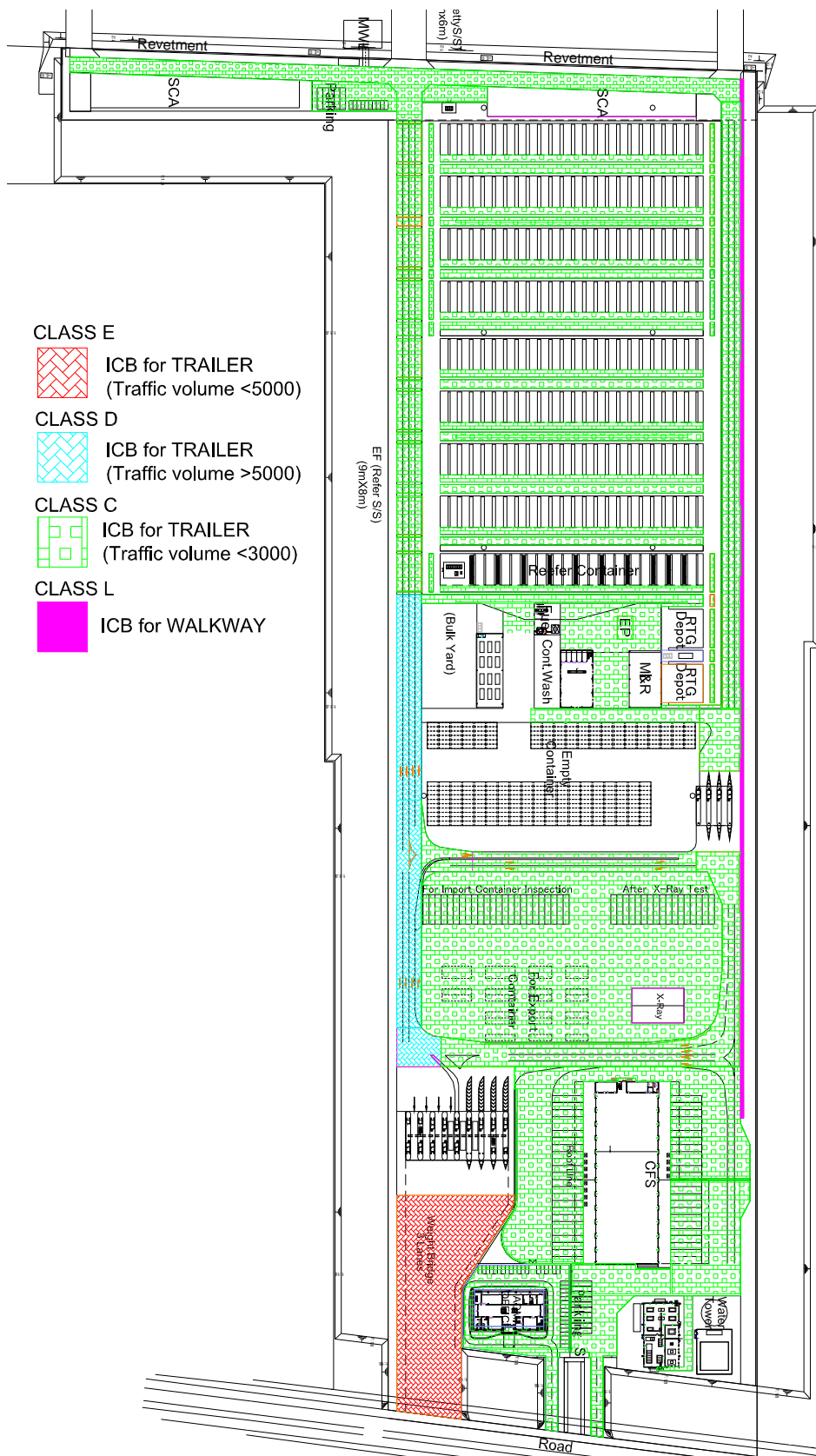
クラス L については、歩道部の舗装構造とする。

表 4.3-38 予測交通量

Design Wheel Load(kg/cm ²)	Traffic volume (No/day/lane)	Category of Equipment	Category of Traffic
Less than 3	Less than 100	Vehicle	L
3	100 to 250	Vehicle	A
5~8	250 to 1000	Vehicle	B
5~10	1000 to 3000	Trailer	C
10~15	3000 to 5000	Reach Stacker	D
More than 15	5000 or more	RTG	E

※) RTG (Rubber Tired Gantry Crane)

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 4.3-116 ICB の舗装区分図

b) ICB 舗装厚

i) ICB の表層

表 4.3-39 ICB 舗装のブロック厚

Class	Thickness of ICB
L, A	60 mm
B	100 mm
C	100 to 120 mm
D, E	120 to 150 mm

出典：調査団作成

ii) 目標とする Ta

設計 CBR に基づく、各クラスの目標とする Ta 及び H を下表に示す。

表 4.3-40 Target Values of TA and H

Design CBR	Target (cm)							
	Class A (L)		Class B		Class C		Class D (E)	
	TA	H	TA	H	TA	H	TA	H
2~3	21 (17)	61 (52)	29	74	39	90	51 (65)	105 (123)
3~4	19 (15)	48 (41)	26	58	35	70	45 (57)	83 (97)
4~6	18 (14)	41 (35)	24	49	32	59	41 (52)	70 (82)
6~8	16 (12)	32 (27)	21	38	28	47	37 (47)	55 (65)
8~12	14 (11)	27 (13)	19	32	26	39	34 (43)	46 (54)
12~20	13 (-)	21 (-)	17	26	23	31	30 (38)	36 (42)

() : Class L or Class E

出典：調査団作成

iii) TA の計算のための換算係数

使用する材料の換算係数を下表に示す。

表 4.3-41 Target Values of TA and H

Pavement Course	Method and Material of Construction	Conditions	Coefficient Surface
Surface & Binder course	Hot asphalt mix for Surface and binder course		1.00
Base	Butuminous Stabilization	Hot-mixed Stability more than 350kg	0.80
		Cold-mixed Stability more than 250kg	0.55
	Cement Stabilization	Unconfirmed compression (7days)=2.9MPa	0.65
		(7days)=0.98MPa	0.55
	Lime Stabilization	Unconfirmed compression (10days)=0.98MPa	0.45
	Crushed stone For mechanical Stabilization	Modified CBR value= more than 80	0.35
	Slag for Mechanical Stabilization	Modified CBR value= more than 80	0.55
	Hydraulic slag	Unconfirmed compression(14days)=1.2MPa	0.55
Macadam		0.35	
Sub-Base	Crushed-Run, Slag, Sand	Modified CBR value= more than 30	0.25
		Modified CBR value= 20 to 30	0.20
	Cement Stabilization	Unconfirmed compression (7days)=0.98MPa	0.25
	Lime Stabilization	Unconfirmed compression (10days)=0.70MPa	0.25

出典：調査団作成

iv) 舗装厚

下記に示す計算方法に従い、下表に ICB 舗装の舗装厚を計算した。

ICB の厚さ、TA'の値、累積厚さ、H は、以下の式を用いて計算することができる。

$$TA' = a_1 \times h_1 + a_2 \times h_2 + \dots + a_n \times h_n$$

ここで、

an : 下表に示す変換係数

hn : 各層の厚さ (cm)

計算された値は、次に、目標値と比較される。

下表の係数を用いて変換された TA は、目標値よりも大きくなければならない。また、蓄積された厚さ H は、目標値 20% より大きくなければならない。

TA 及び H の目標値を示す。

表 4.3-42 ICB 舗装のタイプ別舗装厚さ

		Class L	Class C	Class D	Class E
Traffic Volume(Nos/day/lane)			1000 to 3000	3000 to 5000	3000 to 5000
Category of Equipment		Walkway	Trailer	Trailer	Reach Stacker
Pavement Type		ICB	ICB	ICB	ICB
Target Values	TA		23	30	38
	H		31	36	42
minimum thickness of the H Hx(1-0.2)			25	29	38
Thickness	ICB	6	12	12	12
Base					
CementStabilization	0.75		15	20	25
Crushed stone	0.35	15		0	
Subbase					
Crushed Stone	0.25		15	20	30
	TA'		27 > 23	32 > 30	38.2 > 38
	H		42 > 25	52 > 29	67 > 38

出典：調査団作成

c) コンクリート舗装

i) コンクリート厚さ

コンクリートの厚さは、クラスごとに下表に示す。

表 4.3-43 コンクリート舗装のタイプ別厚さ

Class	Thickness of Concrete
L	150mm
A	200mm
B	200~250mm
C	250mm
D	250~300mm
E	300~350mm

出典：調査団作成

ii) コンクリートの路盤厚さ

コンクリートの路盤厚さを、下表に示す。マカダム舗装の厚さは、コンクリートの路盤厚と同様とする。

表 4.3-44 コンクリート舗装の路盤厚さ

Design CBR Sub-grade (%) or Sub-base	Class L,A	Class C,D,E
2	500mm	600mm
3	350mm	450mm
4	250mm	350mm
5	250mm	300mm
6	200mm	250mm
7	200mm	250mm
8	150mm	200mm
12 or more	150mm	150mm

出典：調査団作成

iii) コンクリートの厚さ

コンクリート舗装の厚さを、下表に示す。

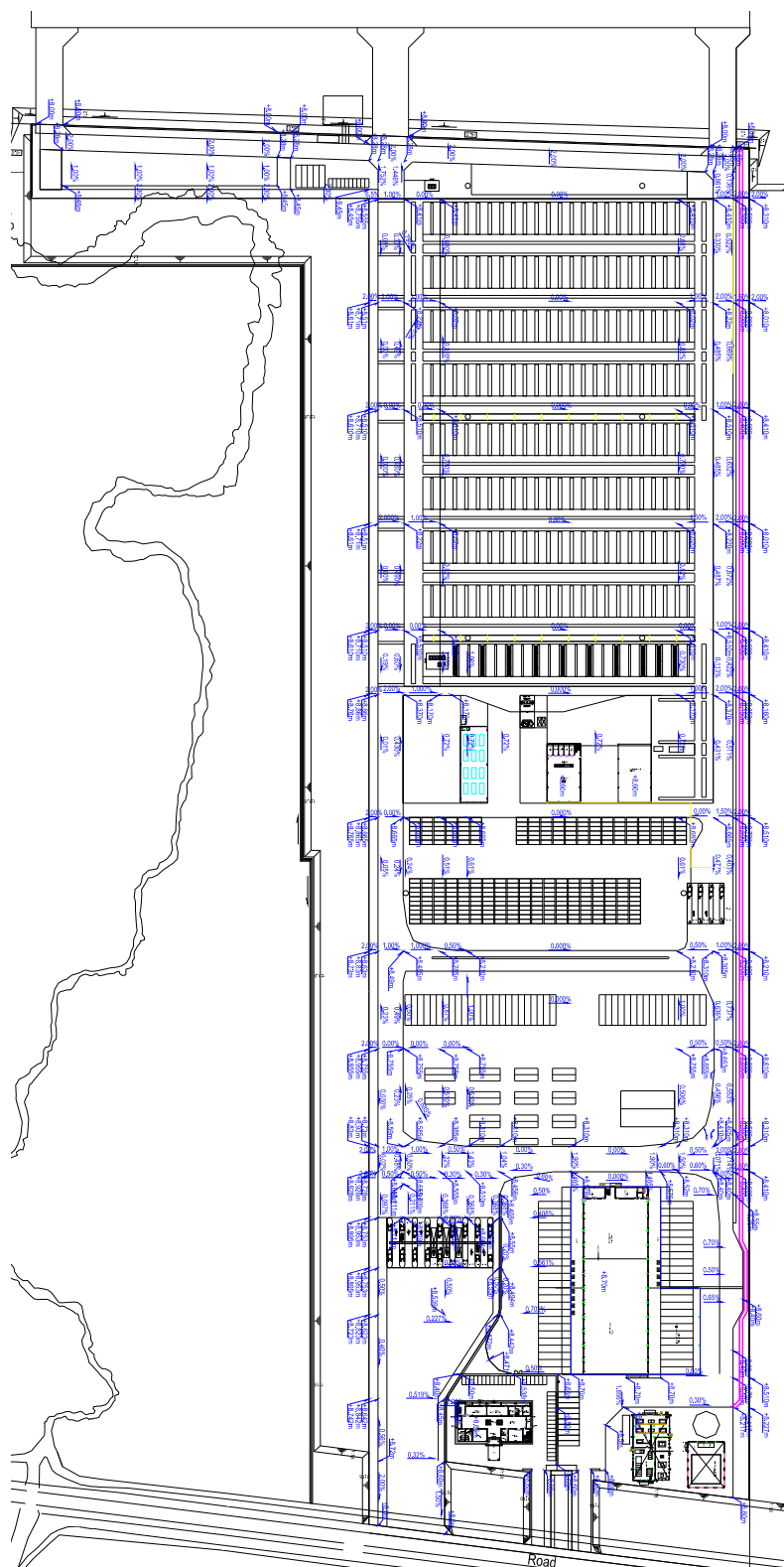
表 4.3-45 コンクリート舗装の路盤厚さ

	Class L	Class C	Class D	Class E
Traffic Volume(Nos/day/lane)		1000 to 3000	3000 to 5000	more 5000
Category of Equipment	Small Car	Trailer (Occational) Reach Stacker(Occational)	Trailer (Frequent) Reach Stacker(Occational)	Reach Stacker(Frequent) Trailer (more 5000)
Area	RTG of Stacking Area	Area of Containere washing, and Repair	No.2 Gate, Empty Container, Road of Washing and Repair	No.1 Gate, Bulk Yard, SCA, RTG of Stacking Area
Pavement Type	Macadam	Concrete	Concrete	Concrete
Thickness of Concrete	-	25	30	35
Base Course				
CementStabilization			15	15
Crushed stone	15	15		
Subbase Course				
Crushed Stone	-	-	15	15

出典：調査団作成

(4) 舗装計画高

舗装計画高さを下図に示す。



出典：調査団作成

図 4.3-117 舗装計画高

4.3.4. 荷役機械

(1) ガントリークレーンの設計

1) 概略技術仕様

本港の設計水深は-9mであるが、潮位差も大きく、多少の大型船への対応も考慮し、パナマックス型コンテナ船に対応した岸壁コンテナクレーンを2台導入する。

本案件で設定した技術仕様の概略を以下に示す。

a) 荷重

スプレダー下吊り上げ荷重	40.6t
吊りビーム下吊り上げ荷重	48.0t
ハッチカバー荷重	35.5t

b) 主要寸法

アウトリーチ	35.0 m	
バックリーチ	11.0 m	
スパン	16.0 m	
ポータルビーム下高さ	14.0 m 以上	
左右脚間間隔	16.8 m 以上	
巻き上げ揚程	海側レール上	30.0 m
	海側レール下	15.0 m
	合計揚程	45.0 m
クレーン全幅 (バッファ間)	27.0 m 以下	
走行車輪間隔	0.9 m 以上	
走行車輪数	8 輪/コーナー	
走行レール	JIS 73Kg/m レール	

c) 主要速度

主巻き上げ速度	荷重吊り	65.0 m /min
	空スプレッダー	130.0 m /min
横行速度		180.0 m /min
走行速度		45.0 m /min
ブーム俯仰		8.0min/サイクル

d) サブ機能

スプレッダー傾転角度	トリム	±5 度
	リスト	±5 度
	スキュー	±5 度

e) 授給電

横行給電方式	カーテンケーブル給電
走行給電方式	ケーブルリール給電
クレーン主電源	AC6.0KV, 50Hz, 3 相

2) 本機の特徴

- 本機はクレーン及び岸壁構造物の耐震性を強化するため免震装置を装備する。
- 本機は、煩瑣な横行駆動ロープ取り替え作業を回避出来るようにトロリー上に横行装置を備えたセミロープトロリー方式を採用している。
- 本機の運転は、ブーム俯仰操作を除き全て運転室から操作可能である。
- 本機は機械装置のメンテナンス作業の効率化と作業場へグリースの滴下の防止のため、減速機構は全て全閉油浴潤滑式とし、オープンギヤの使用は回避している。
- 本機は、習熟度不足のクレーン運転者でも効率的に荷役作業を遂行出来るように電気式吊り荷の振れ止装置を装備している。

(2) RTG の設計

1) 概略技術仕様

RTG は各コーナーに 2 個のゴムタイヤを備えたラバータイヤガントリークレーンである。

クレーンはシャシーレーン1レーンと9'6"コンテナ5段積6列を跨ぎ、9'6"のコンテナを懸垂したスプレッダーがこの5段6列のコンテナを山越え可能な寸法を持つ。RTGは機上ハイブリッド発電装置を備えこの電力によりクレーン全動作及び機能を作動させる。RTGは走行方向の90度切り替え機能を有し、ターミナル内のどの作業レーンにでも自由に移動できる。

本案件で設定した技術仕様の概略を以下に示す。

a) 荷重

スプレッダー吊り荷重 40.6t

b) 主要寸法

スパン 23.47 m
 トロリー横行範囲 19,1 m 以上
 揚程（走行路面上） 18,0 m 以上
 走行車輪間隔
 走行ホイールベース 6.4 m
 クレーン最大幅（バッファ間） 約 11.6 m
 車輪間隔 2.5 m

c) 主要速度

巻き上げ速度 40.6t 吊り時 23.0 m/min
 無負荷時 52.0 m/min
 横行速度 70,0 m/min
 走行速度 90/135 m/min

d) 補助機能

走行車輪旋回角度 ±90.0°
 スプレッダー旋回角度 ±5.0°
 トロリー給電方式 カーテンケーブル方式
 クレーン電源 ハイブリッド式ディーゼル発電装置

2) 本機の特徴

- 本機はハイブリッドディーゼル発電装置を電源とし、発電装置の小型化そして消費燃料の低減を実現する。その結果、有害排ガス及び二酸化炭素の排出量の低減、更に騒音の低減による環境改善に貢献する。
- 本装置は自動直進走行制御装置を装備し、クレーン直進走行操作による運転者の疲労低減に大いに役立つ。
- 本装置は、ベイ中心位置検出装置を備え、クレーン両脚を目標とするベイ中心へ正確に停止させることが可能である

(3) リーチスタッカの設計

1) 形式

機上ディーゼルエンジン駆動方式

2) 積み付け能力 (高さ)

	9' 6" ISO コンテナ	8' 6" ISO コンテナ
第 1 列	5 段積	5 段積
第 2 列	4 段積	5 段積
第 3 列	3 段積	4 段積

3) 積み付け能力 (荷重)

第 1 列	1 段から 4 段目まで	43t
	9' 6" 山の 5 段目	35t
	8' 6" 山の 5 段目	40t
第 2 列	1 段から 5 段目まで	26t
第 3 列	1 段から 3 段目まで	12t

4) 主要寸法

ロードセンター	第 1 列	約 2.2m
	第 2 列	約 3.85m
	第 3 列	約 6.3m
機体全長 (ブーム及びスプレッダー装備)		約 12.0m
車幅 (スプレッダー短縮)		約 6.2m

車高（ブーム水平）	約 5.0m
最大揚程	約 15.1m
スプレッダー旋回範囲	約-95° /+185°
スプレッダー水平移動範囲	約-800mm/+800mm
旋回半径	約 8.3m
通路幅	15.0m 以上

5) 諸速度

走行速度（無荷重）	前進	25 km/時 以上
	後進	25 km/時 以上
巻き上げ/巻き下げ速度		240 mm/秒 以上

（荷重を吊り、第1列目での平均速度）

(4) フォークリフトの設計

ディーゼル駆動、前輪駆動、後輪ステアリング方式。本機はCFSに於いて高さが8'6"以上の高さのコンテナのLCLロードの積み下ろしに対応できるように機体寸法を設計している。本案件で設定した技術仕様の概略を以下に示す。

1) 型式

機上ディーゼルエンジン駆動方式

2) 対応荷重

持ち上げ荷重	最大	3.5t
牽引力	最大	18.0 KN
登坂能力	負荷時	20.0° 以上
	無負荷時	17.0° 以上

3) 主要寸法

ロードセンター	約	0.5m
フォーク最大高さ		3.0m
機体最大高さ（パッキレスト先端）	約	4.25m

フォークフリーハイト	0.17m
マスト高さ（フォーク下端位置）	2.15m 以下
オーバーヘッドガード高さ	2.15m 以下
機体長さ	約 3.9m
機体幅	約 1.3m

4) 諸速度及び補助機能

上げ/下ろし速度	約 450mm/秒
前進/後進走行速度	約 19.0km/時
マスト傾転範囲	前方へ 最大 6.0°
	後方へ 最大 12.0°
フォークサイドシフト	±100.0mm
フォーク間隔調整範囲（外側）	300mm～1090mm

4.3.5. 建築物

(1) 建築

ターミナルに計画されている建物は以下のとおりである。

表 4.3-46 建築物一覧

No	建物	床面積 (m ²)	従業員数	階数	構造
1	管理棟	3,436	115 (139)	5	S
2	荷捌き倉庫 (CFS)	6,606	60	1+M	S
3	エントランスゲート	1,538.5	18 (2 交代)	1	RC + S
4	第 2 ゲート	476.5	4 (2 交代)	1	RC + S
5	機材修理場 (1)	720	16	1+M	S
	機材修理場 (2)	576		1	S
6	コンテナ修理場	630	10	1	S
7	給油所	156.5	2	1	上屋 : RC + S 事務所 : RC+煉瓦
8	作業員休憩所	450	35 (2 交代)	2	RC + S
9	守衛所	69	4 (2 交代)	2	RC + 煉瓦
10	電力施設	720	-	1	S
11	給水施設	500	-	1	S
12	給水塔	20	-	-	S
13	冷凍コンテナ用給電施設	-	-	-	(機材)
14	埠頭給電施設	-	-	-	(機材)
*	X 線検査施設		(10)		(将来計画)
	合計	15,898.5	264 (349)	-	-

(注) M: 中 2 階、RC: 鉄筋コンクリート造、S: 鉄骨造、RC+S: 鉄筋コンクリート柱+鉄骨屋根構造

出典 : 調査団作成

1) 管理棟

a) 機能及び特徴

管理棟はターミナルの事務及び運営上の中枢として機能し、そのために必要となる関連諸室を建物内に有する。建物は 5 階建てで延べ床面積約 3,400m²となっている。構造は鉄骨造とした。

建物の構造については、予定建設工期が1年と数ヶ月に限られているため、短期間で完成するための建設工法を検討した結果、現場作業を減らしてプレファブ化された鉄骨構造とカーテンウォール外装工事を採用することにより建設工期の短縮を図ることとした。

建物は中央にアトリウムを持つ中庭形式で構成されている。アトリウムは4層分の吹抜けとなっており、最高部の天井屋根に設置されたスカイライトを通して自然採光が取り入れられている。

アトリウムを囲うように各階の廊下が配置されており、各種事務室、会議室、打合せ室、トイレ等の諸室が各階の廊下に沿って設けられている。2基の展望用エレベーター（シースルーエレベーター）もアトリウムに面して設けられている。利用者はエレベーターの展望窓を通してアトリウムを俯瞰することができる。また、アトリウムの1階部分は従業員の飲食スペースとして使用することができる。厨房スペースも設けられているが、厨房設備及び機器については食堂の運営主体が確定した後に準備される必要がある。

宴会及び観覧用の大きなスペースを建物の最上階に設けた。この部屋からは、西側に位置する港湾ターミナルと東側のターミナル後背地に設けられる経済特区（SEZ）の両方を俯瞰することができる。ターミナルの運営管理部門の事務室は建物の4階に位置し、この部屋からターミナル全体を監視することができるように計画した。所長室及び秘書室、総務・経理・営業部門の事務室は3階に位置し、文書関連事務室及び船社・代理店・外注業者事務室は2階に設けた。1階の背面（ターミナル側）には、電気室、ゲートブース受付要員及びゲートチェッカー用事務室、厨房、トイレ、給湯室を外部廊下に沿って設けた。建物階段室からの非常用出口もこの場所に設けている。

管理棟は耐火建築物として設計されている。日本の建築基準法に基づいて、1階部分の柱・梁については2時間耐火、2階以上の柱・梁については1時間耐火が施されている。また、各階階段室、エレベーター、及びアトリウムに面する壁についても1時間耐火壁として設計されている。各階床は鉄筋コンクリートで作られており、十分な耐火性能を有している。

建物の正面玄関には大きな車寄せが設けられている。建物の両脇にはバルコニーを設け、空調用の室外機置場として利用するのみでなく、雨水排水用の配管も設置される。

建物外壁のガラスカーテンウォールは、窓部に使用される熱線反射ガラスと腰部に使用される白色合せガラスの組み合わせで構成される。窓部に使用される熱線反射ガラスは、室内への熱線の侵入を防ぎ、空調機器の熱負荷を低減するため、省エネルギー効果が期待できる。

b) 諸室リスト

管理棟を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。警備・監視員及びゲートブース受付要員・ゲートチェッカーは2交代制となっているが、表示されている従業員数は1シフトの人数を示す。

表 4.3-47 管理棟諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考	
1 階	事務室 (警備・監視員)	56	4	(2 交代制)	
	受付窓口	14	2		
	事務室 (受付)	14			
	入口ホール	88	-		
	診療室	56	2		
	トイレ (男/女)	56	-		
	アトリウム (中庭)	196	-	8 席 x 12 テーブル = 96 席	
	厨房	66	6		
	事務室 (ゲートブース要員・ゲートチェッカー)	66	20	12 ブース要員 + 8 チェッカー (2 交代制)	
	トイレ (厨房、ブース要員、チェッカー)	22	-		
	給湯室	22	-		
	電気室	22	2	電気工、配管工控室	
	階段	56	-		
	エレベーター	8	-	2 lifts	
	バルコニー	28	-		
	外部廊下	54	-		
	2 階	事務室 (文書関連)	196	31	コンテナ用:15 人 バラ荷用 :16 人
		事務室 (船社・代理店・外注業者)	196	16	2 人 x 8 社
		トイレ (男/女)	56	-	
給湯室		28	2		
倉庫		28	-		
階段		56	-		
エレベーター		8	-		
廊下		144	-		
バルコニー		28	-		
3 階		所長室	84	1	
	秘書室	28	1		
	会議室 1	84	-	(20 席)	
	事務室 (総務・経理・営業)	140	10		
	打合せ室 1	56	-	(12 席)	
	トイレ (男/女)	56	-		
	給湯室	28	2		
	倉庫	28	-		

	階段	56	-	
	エレベーター	8	-	
	廊下	144	-	
	バルコニー	28	-	
4階	事務室（運営管理）	196	12	
	IT室	56	2	
	会議室2	140	-	(40席)
	トイレ（男/女）	56	-	
	給湯室	28	2	
	倉庫	28	-	
	階段	56	-	
	エレベーター	8	-	
	廊下	144	-	
	バルコニー	28	-	
5階	宴会・観覧室	284	-	
	トイレ（男）	22		
	トイレ（女）	12		
	倉庫	10		
	エレベーター	8	-	
	階段	56	-	
	合計	3,436	115	1日延べ人数：139人

出典：調査団作成

2) 荷捌き倉庫（CFS）

a) 機能及び特徴

荷捌き倉庫（CFS）は2つのスペースから構成される。1つは税関が管轄する保税貨物倉庫で、もう1つはターミナル運営事業主が管轄する内国貨物倉庫で、これらは中間の仕切り壁で分割される。税関事務所及び事業主事務所は共に1階及び中2階に別々の事務所を有し、トラック運転手は書類手続きのため税関事務所及び（あるいは）事業主事務所を訪ねることになる。建物は延べ床面積約6,600m²を有し、貨物を保管するために大スパンのオープンスペースを必要とすることから鉄骨造で計画されている。

建物両側の長手方向に沿って7m幅の荷捌き用スペースが設けられ、税関によるコンテナ貨物の検査及び事業主による貨物の選別・荷捌きに使用される。荷捌き用スペースはコンテナトラックのアクセスを考慮して地盤面から1.5m上がった位置に設けているが、コンテナとのレベル調整用に数台のドックレベラーが設置されている。

荷捌き用スペースの外側には、作業スペースへの雨水の侵入を防ぐため端部から5m飛び出

した片持ち屋根が設けられている。また、輸入貨物受け取り用トラックスペースには、内国貨物用トラックの作業スペースを確保するために大きな上屋が設けられている。

屋根には室内作業スペースに自然採光を取り入れるためのスカイライトを設けるとともに、自然換気用の換気棟も屋根頂部に設けている。

b) 諸室リスト

荷捌き倉庫（CFS）を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-48 荷捌き倉庫（CFS）諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1 階	保税貨物倉庫	1,152	-	
	内国貨物倉庫	2,304	-	
	事業主事務所	72	15	
	税関事務所	72	15	
	給湯室	9	-	
	倉庫	9	-	
	トイレ	18	-	
	階段及び廊下	108	-	
	荷捌きスペース	1,470	-	
	輸入貨物受け取り用トラックスペース	1,056	-	屋根付き
	フォークリフト用車路	24	-	外部
	玄関ポーチ及び階段	24	-	外部
	中 2 階	事業主事務所	72	15
税関事務所		90	15	
給湯室		9	-	
倉庫		9	-	
トイレ		18	-	
階段及び廊下		90	-	
合計		6,606	60	

出典：調査団作成

3) エントランスゲート

a) 機能及び特徴

エントランスゲートは全てのコンテナ貨物のターミナルへの出入りを検査することを目的として、搬入用 5 レーン、搬出用 3 レーンの合計 8 レーンが設けられている。コンテナ貨物用の 8 レーンの他に、バラ荷用のトラックの通行のために 2 レーンがゲートの両端に追加されている。ゲートは上屋で覆われており、その下に書類検査用のブース、コンテナ検査のためのチェッカー用のブース、及び通過コンテナの屋根面の検査を行うための検査用通路（キャットウォーク）が設けられている。輸出コンテナ貨物用に 3 基の車重計（Weighbridge）が設けられている。

ゲートは鉄筋コンクリートの柱と鋼鉄製のパイプを組み合わせたスペースフレーム屋根で作られている。屋根面は約 1,300m²あり、書類検査用のブースが 12 個、チェッカー用のブースが 2 個、及びトラック用ブースが 2 個設けられている。12 個の書類検査用ブースのうち 4 個については、例えば搬入車両が 4 レーンを使用し、搬出車両が 4 レーンを使用することになった場合や、あるいはコンテナ車両がトラックレーンを使用することになった場合等不測の事態にも対応できるように計画されている。

自然採光のためのスカイライトを屋根面に設けている。検査用通路（キャットウォーク）の床レベルは地盤から 5m の高さに設けている。

b) 諸室リスト

エントランスゲートを構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-49 エントランスゲート諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1 階	屋根面	1,368.5	-	面積：59.5m x 23m
	書類検査用ブース	84	12	7m ² /個 x 12 個、 1 人/個（2 交代制）
	チェッカー用ブース	8	4	4m ² /個 x 2 個、 2 人/個
	トラックブース	8	2	4m ² /個 x 2 個、 1 人/個
	検査用通路及び階段	70	-	56m x 0.9m、10m ² x 2
	車両レーン	-	-	8 レーン（5 搬入/3 搬出）
	車重計	-	-	3 基
	合計	1,538.5	18	

出典：調査団作成

4) 第2ゲート

a) 機能及び特徴

第2ゲートはターミナルエリアに向かう全ての搬入用車両が適切な検査及び書類手続きを終えていることを確認するために設けられている。コンテナ貨物用に3レーン、バラ荷用にトラックレーンが1レーン設けられている。

第2ゲートはエントランスゲートとほぼ同様の構造となっているが、書類検査用ブースは4個である。このゲートには屋根面のスカイライト、コンテナ検査用通路、及び車重計は設けられていない。

b) 諸室リスト

第2ゲートを構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-50 エントランスゲート諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1階	屋根面	448.5	-	面積：19.5m x 23m
	書類検査用ブース	28	4	7m ² /個 x 12個、 1人/個（2交代制）
	車両レーン	-	-	3レーン+1トラックレーン
	合計	476.5	4	

出典：調査団作成

5) 機材修理場

a) 機能及び特徴

機材修理場は修理場（1）及び修理場（2）の2つの建物で構成される。これら2つの建物は中間に機材移動用のスペースを挟んで並立して設けられている。

修理場（1）は、機材の電気系統、トラクター、フォークリフト等小型機材の修理に使用される室内修理場となっている。建物は720m²の床面積を有し、作業スペースとして大スパンの開口部を必要とすることから鉄骨造で計画されている。

1階の作業スペースは約430m²の広さを持ち、10tの容量とフック寸法8mのオーバーヘッドクレーン及び1.5mの深さのフロアピットが機材修理用に設けられている。1階には作業スペース以外に、塗料倉庫、機械倉庫、コンプレッサー倉庫、道具庫、及びパーツ倉庫が設けられており、中2階には作業員休憩室、給湯室、倉庫、及びトイレが設けられている。屋根面には

自然採光用のスカイライト及び自然通風用の換気棟を設けた。

修理場（2）は、リーチスタッカー、空コンリフト、シャーシー等の大型機材の修理用に計画されている。この建物は修理場（1）とほぼ同様の構造形式となっているが、屋根のみが設けられており壁は設置されていない。この建物へのオーバーヘッドクレーンの設置は将来計画として今回工事には含まれていない。但し、将来の 10t 容量のオーバーヘッドクレーンの設置を考慮して構造設計は行われており、クレーンレールを支えるための持出し梁の設置は今回工事に含まれている。

b) 諸室リスト

機材修理場を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-51 機材修理場（1）諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1階	作業スペース（室内）	432	-	オーバーヘッドクレーン（10トン）、フロアピット
	塗料倉庫	18	-	
	機械倉庫	18	-	
	コンプレッサー倉庫	18	-	
	道具庫	18	-	
	パーツ倉庫	18	-	
	階段及び廊下	54	-	
中2階	事務室	54	16	作業員休憩室
	給湯室	9	-	
	倉庫	9	-	
	トイレ	18	-	
	階段及び廊下	54	-	
	合計	720	16	

出典：調査団作成

表 4.3-52 機材修理場（2）諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1階	作業スペース（屋根付き）	576	-	屋根のみ、壁なし
	合計	576	-	

出典：調査団作成

6) コンテナ修理場

a) 機能及び特徴

コンテナ修理場は 20ft コンテナ 12 台が同時に収容できるように計画されている。建物正面には 19 メートル幅の開口部が 2 スパン設けられており、20ft コンテナのみでなく 40ft コンテナの出し入れも可能となっている。建物はこのような大きな開口部を確保するため鉄骨造で作られている。建物両端部に機材置き場及び作業員用の小さなトイレを設けた。

作業スペースへの自然採光を確保するため、屋根面のスカイライトのみでなく後部壁面にも採光用の窓を設けている。作業スペースでの溶接作業により発生する煙を排気するため、屋根面の換気棟のみでなく後部壁面にも換気用ガラリを設けている。

b) 諸室リスト

コンテナ修理場を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-53 コンテナ修理場諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1 階	作業スペース	570	10	20'コンテナ 12 台分
	機材置き場	50	-	
	トイレ及び掃除具入れ	10	-	
	合計	630	10	

出典：調査団作成

7) 給油所

a) 機能及び特徴

給油所はターミナルエリアで作業する荷役機器及びトラックへの給油のために使用される。施設は屋根上屋、従業員事務室、地下埋設オイルタンク、給油機、油供給ポンプ等で構成される。(地下埋設オイルタンク、給油機、油供給ポンプ等は機械設備) 屋根上屋は 144m² の広さを持ち、鉄筋コンクリート造の柱と鉄骨造の屋根で作られている。従業員事務室は従業員休憩室とトイレで構成されており、建物の構造は鉄筋コンクリートと煉瓦壁で作られている。

b) 諸室リスト

給油所を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-54 給油所諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1階	屋根面	144	-	面積：8m x 18m
	休憩室	7.5	2	
	手洗い	2.5	-	
	トイレ	2.5	-	
	オイルタンク	-	-	(機械設備)
	給油機	-	-	(機械設備)
	合計	156.5	2	

出典：調査団作成

8) 作業員休憩所

a) 機能及び特徴

マリン・ワーカーズ・ラウンジは、港湾作業従事者の厚生施設兼管理施設としての機能を有し、港湾労働者の作業現場に近い河川の沿岸区域に棧橋と護岸に隣接して計画された。建物の立地がヤンゴン河の水面上であるため、建物構造は棧橋と同様に独立した鋼管杭の基礎の上に設けられており、護岸からはブリッジを渡りアクセスする。建物の1階床レベルは、波浪や高潮による影響を考慮して、最高潮位より 2.5m 高く設定した。また建物構造は塩害による腐食等に対する耐久性を考慮して鉄筋コンクリート造とした。

施設内容としては、1階には常駐作業者のための食堂と厨房ならびに本船荷役用の外部作業者のための売店及びトイレを設け、外部作業者のための施設は屋外のデッキから直接利用できるように計画した。2階には常駐作業者が、始業時と交替時等に打合せを行うミーティングルームと作業主任者の事務室、及び常駐作業者のためのトイレ、ロッカー室、及びシャワー室を設けた。また建物外周には1階2階共、避難とメンテナンスのためにバルコニーと屋外階段を設けた。

b) 諸室リスト

マリン・ワーカーズ・ラウンジを構成する諸室の名称と室面積、使用人数、及び注釈は下記の表の通りである。

表 4.3-55 港湾作業員施設諸室一覧

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
GF	Canteen	83.6	35	(50 席) (x 2 交替)
	Corridor	30.5	-	
	Kitchen	19.3	6	(x 3 交替)
	Kiosk	9.4	2	
	Locker Room (Female)	8.8	9	
	Toilet (Female)	11.0	9	
	Toilet (Male)	37.7	60	
	Storage	7.7	-	
	1F	Meeting Room	86.2	54
Corridor		23.3	-	
Office		19.7	3	
Toilet (Male)		29.5	35	
Locker Room (Male)		18.8	35	
Shower Room (Male)		18.8	35	
Staircase		27.7	-	
合計		432.0	-	(24 時間合計) : 131 人

出典：調査団作成

9) 守衛所

a) 機能及び特徴

セキュリティ・ポストは、管理棟エリアへの出入と CFS エリアへの出入を管理する施設として両出入口の間の敷地に計画され、2ヶ所の開閉式門と1棟の守衛所建物から構成される。守衛所建物は建物中央部のトイレやロッカー室などの共有部を挟んで、両側に各出入口を管理する2箇所の守衛事務室を持つ。

セキュリティ・ポストは、広大な平地の中で前面道路からバッファゾーンを隔てた敷地境界線上に位置し、本港湾敷地入口としての視認性とアイデンティティを与えるために、正面に大きな壁面とその両側に受付窓口のあるポルティコを設けた。建物正面の大きな壁面には港のサインを掲示して、夜間はその壁面全体をライトアップする。

建物構造は、セキュリティと小規模建築の効率的な構成を計るため、壁式鉄筋コンクリート構造を採用する。

b) 諸室リスト

セキュリティ・ポストを構成する諸室の名称と室面積、使用人数、及び注釈は下記の表の通りである。

表 4.3-56 守衛所諸室一覧

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
GF	Guard Office (1)	10.2	2	(x 2 交替)
	Vestibule (1)	7.8	-	
	Toilet	15.0		
	Guard Office (2)	10.2	2	(x 2 交替)
	Vestibule (2)	7.8		
1F	Locker Space	15.0	4	(x 2 交替)
	Stairs	2.4		
	合計	68.4	-	

出典：調査団作成

10) 電力施設

a) 機能及び特徴

電力施設はパネル室、発電機室、変圧器置場、燃料タンク置場から構成されている。変圧器置場及び燃料タンク置場は建物の外部に位置する。

パネル室及び発電機室の広さは近い将来に予定されているフェーズ2の需要を想定して決められており、パネル及び発電機の設置スペースは確保されている。パネル室の室内壁及び天井は断熱材で覆われており、熱による機器への悪影響を防ぐために空調設備が施されている。発電機室の床には蓋付きのケーブルトレンチが設けられるとともに、天井には発電機の維持管理用に2トン容量のホイストクレーンが3本設置される。発電機室の外壁は大容量の発電機が作動した場合の給排気用に大きなガラリが設けられている。

電力施設の建物は平屋建てで鉄骨造で作られており、発電機室の屋根には自然換気用の換気棟が設置されている。

b) 諸室リスト

電力施設を構成する諸室は以下のリストの通りである。リストには床面積、想定従業員数等を記載している。

表 4.3-57 電力施設諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1 階	パネル室	216	-	空調設備付き
	発電機室	312	-	ケーブルトレンチ、 2t ホイストクレーン x 3 本
	変圧器置場	128	-	(外部)
	燃料タンク置場	64	-	(外部)
	合計	720		

出典：調査団作成

11) 給水施設

a) 機能及び特徴

給水施設は室内に設置された受水槽置場及びポンプ置場で構成される。受水槽置場にはステンレスパネル製の 640m³ の水槽（長さ 16m、幅 16m、高さ 3m〈有効水位高 2.5m〉）が設置される。水槽の底部は床から 50cm 上がっており、また水槽の 4 周には水槽の検査、維持管理用の点検スペースを確保し、水槽の 6 面点検（4 周、頂部、底部）が可能となっている。ポンプ置場には消火用ポンプを含め各種の圧力ポンプが設置される。

給水施設の建物は平屋建てで鉄骨造で作られており、屋根には自然換気用の換気棟が設置されている。

b) 諸室リスト

表 4.3-58 給水施設諸室リスト

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
1 階	受水槽置場	400	-	640m ³ 水槽
	ポンプ置場	100	-	
	合計	500	-	

出典：調査団作成

12) 給水塔

a) 機能及び特徴

給水塔は、船舶給水を除きコンテナ洗浄機器を含む構内全ての施設建物へ、重力式供給方式

により上水を供給するために設けられる。高架水槽の容量は、水供給安全確保のため、船舶給水を除く港内施設の1日当たりの需要の約50%に相当する40m³とする。高架水槽の高さは、必用な圧力を確保するため水槽内最低水面高さを地上35mとする。高架水槽の構造は鋼板構造とし、シンプルでシンボリックな球形の外観を実現する。

b) 諸室リスト

給水塔を構成する諸室の名称と室面積、使用人数、及び注釈は下記の表の通りである。

表 4.3-59 給水塔諸室一覧

階	室名	床面積 (m ²)	従業員数	備考
GF	Shaft	19.6	-	φ 1,800 mm ~ φ 5,000 mm
1F	Tank	16.6	-	φ 4,600 mm
	合計	36.2	-	

出典：調査団作成

(2) 構造

1) 建築物の構造概要

本プロジェクトの建築物の構造種別・階数、構造形式、基礎形式は下表に示される。

表 4.3-60 ミャンマー国の地域ごとの推定人口の推移

No.	建物名称	構造種別 階数	構造形式	基礎形式
1	管理棟	鉄骨造、 5階	H形鋼大梁と角型鋼管 柱によるラーメン構 造、3x5スパン	PHCによる杭基礎
2	荷捌き倉庫(CFS)	鉄骨造、 1+中2階	H形鋼大梁と角型鋼管 柱によるラーメン構 造、片持ち庇付、 2x12スパン	PHCによる杭基礎
3	(エントランス)ゲー ト	鉄骨造一部 鉄筋コンク リート造、平 屋	RC柱で支持された円 筒形立体トラス構造、 1x8スパン	直接基礎、独立基礎
4	第2ゲート	鉄骨造一部 鉄筋コンク リート造、平 屋	RC柱で支持された円 筒形立体トラス構造、 1x4スパン	直接基礎、独立基礎
5	機材修理場 (1) 機材修理場 (2)	鉄骨造、 1+中2階	H形鋼大梁と角型鋼管 柱によるラーメン構 造、1x4スパン	PHCによる杭基礎
6	コンテナ修理場	鉄骨造、平屋	H形鋼大梁・柱による ラーメン構造、1x2ス パン	直接基礎、べた基礎
7	給油所	鉄骨造一部 鉄筋コンク リート造、平 屋	4本のRC柱で支持され た鉄骨造屋根、片持ち 庇付	直接基礎、布基礎
8	作業員休憩所	鉄筋コンク リート造一 部鉄骨造、2 階	RCラーメン構造、屋根 は鉄骨造寄棟、2x3ス パン	鋼管による杭基礎
9	守衛所	鉄筋コンク リート造、2 階	RC造ラーメン構造、壁 は煉瓦造	直接基礎、べた基礎
10	電力施設	鉄骨造、平屋	H形鋼柱・梁によるラ ーメン構造、 2x6スパン	PHCによる杭基礎
11	給水施設	鉄骨造、平屋	H形鋼柱・梁によるラ	PHCによる杭基礎

			一メン構造、 1x5 スパン	
12	給水塔	鉄骨造、搭屋	鋼管による片持ち	PHC による杭基礎
	冷蔵コンテナ用給電施設、埠頭給電施設、他	鉄筋コンクリート造基礎	-	直接基礎

注: 建物の最終基礎形式の詳細は建屋位置での追加地盤調査結果により決定する。

出典: 調査団作成

2) 構造設計基準

建築物構造は次の基準により設計・計算する。

- (日本) 建築基準法、上表の No.1 to5 &. 8 の建屋
- Uniform Building Law 1993 (UBC93)、上記以外の建屋

構造材料は次の基準を適用する。

- 日本工業規格 (JIS)

3) 設計荷重

a) 固定荷重

固定荷重は仕上げ及び構造材料の実際の荷重から計算する。

b) 積載荷重

積載荷重は部屋の用途・使い方により (日本) 建築基準法により決定する。設備機器/運搬車両荷重はその使用法により決定する。最少積載分布荷重は下表に示す。

表 4.3-61 最少積載分布荷重 (N/m²)及び設備機器/運搬車両集中荷重

建物名称 部屋名 (用途)	床構造 設計用	柱、大 梁、基礎 設計用	地震力 設計用	設備機器/運搬車両集中荷重				
管理棟 事務室、エントランス、廊下、集会 室、屋根 (歩行)、階段室	} 2,900 1,000 1,800 7,800	1,800 600 1,300 6,900	800 400 800 4,900	なし				
屋根 (非歩行)								
便所								
倉庫								
(エントランス) ゲート、第2ゲ ート 車両通行路、車両計	道路 600 1,800	0 1,300	0 600	トラック、車両計(支点反力: 25 ton x6)、道路仕様 - -				
屋根 (非歩行)								
検査官ブース、歩廊								
荷捌き倉庫 (CFS) 倉庫、保税倉庫置き場、各種積荷 置き場、エプロン	} 28,000 2,900 1,800	10,500 1,800	5,300 800	3.5 t フォークリフト または 2.5t 電動フォークリフト				
倉庫、事務室、会議室、パントリー 便所								
機材修理場 (1): 屋内型 作業場 各種倉庫 事務室、パントリー、倉庫 便所	5,400 7,800 2,900 1,800	3,900 6,900 1,800 1,300	2,000 4,900 800 600	修理機材(輪荷重: 5t) 天井クレーン 10t				
機材修理場 (2): 解放型 作業場					土間スラブ 5,400	3,900	2,000	リーチスタッカー(輪荷重: 35.9t)、天井クレーン 10t
作業員休憩所 食堂、厨房、バルコニー、食堂階 段室、食堂事務室 ロッカー・シャワー室、便所 事務室、倉庫、階段室 屋根(非歩行)								
給油所 車両通行路 その他地上スラブ 屋根(非歩行)					土間スラブ 5,400 600	3,900 0	2,000 0	トラック&トレーラー、道路仕 様 -
守衛所 受付、事務室、設備施設. 屋根(非歩行)	1,800 1,000	1,300 600	600 400	なし				
給水塔 歩廊・階段 (維持管理用)					1,800	1,300	600	給水タンク (40m ³)
給水施設								

受水槽架台、ポンプ基礎、等. 受水槽維持管理用スペース	基礎 4,900	2,400	1,300	設備重量及び動荷重(必要な場合) 受水槽(640m ³)/2.5 Hx16 mx16 m
電力施設 発電機基礎、等. 周辺メンテ用スペース	基礎 4,900	2,400	1,300	設備機器荷重及び動荷重 2 t 天井ホイスト
埠頭給電施設 船舶用給電施設 冷蔵コンテナ用給電施設 プラットフォーム	} 基礎 1,800	1,300	600	設備重量及び動荷重(必要な場合)
X 線検査施設 (後日決定)				

注 1) 設備機器荷重及び運搬車輪荷重は計画条件により設定する。

注 2) ゲート及び給与所の舗装は道路舗装と同様に設計する。

出典：調査団作成

c) 風荷重

ヤンゴン地区の基準風速はミャンマー基準により 120 mph (53.6m/sec, 3-秒ガスト速度) を採用する。建築に作用する風荷重は、UBC/IBC and ASME により計算する

基準風速は 3-秒ガスト速度で規定されているので、AISC/UBC の規定により日本建築基準法で規定されている最大風速に変換して用いる。変換値は下記の値となる。

V_{3s} of 120 mph= 53.6 m/sec 3 秒ガスト風速

V_{fm} of 104 mph= 46.4 m/sec 最大風速(10 分間風速)

基準風速は建築基準法の 46 m/秒 を採用する。地表面粗度区分、ガスト影響係数、高さ方向分布係数、等は (日本) 建築基準法により決定する。

基準風速 ; 46 m/sec

地表面粗度区分 ; II 高さ 13m 以上の建築物

 III 高さ 13m 以下の建築物

建築物に掛かる風圧力は次式により計算する。

$$W_p = C \times q_o \times A$$

Where

W_p: 風圧力 (N)

C: 風力係数

qo: 速度圧 (N/m²)

A: 受圧面積 (m²)

d) 地震荷重

ヤンゴン地域はミャンマー地震区域で ZONE-III：強震地域に指定されている。従ってベースシア係数は 0.20（建築基準法、1次設計）を採用する。他の係数は次の値を採用する。

- ベースシア係数 $C_0 = 0.20$ (1次設計)
- 地域係数 $Z = 1.00$
- 重要度係数(用途係数) $I = 1.00$
- 振動特性係数(地盤係数) $R_t = 1.00$

耐震設計は建築基準法の規定により行う。

給水塔は高さ 30m を超えるので振動特性を考慮し震度 0.50 にて耐震設計（1次設計）する。

4) 構造材料とその材料強度

全ての構造材料は JIS 規格に適合するものを用いる。

設計に用いる許容応力度は建築基準法の規定による。

a) 鉄筋コンクリート構造

普通コンクリート:設計基準強度(圧縮強度) $18 \text{ to } 30 \text{ N/mm}^2$

b) 鉄筋

鉄筋径 D16 以下: SD295A: 降伏応力度= 295 N/mm^2 , 引張強度= 440 N/mm^2

鉄筋径 D19 以上: SD345: 降伏応力度= 345 N/mm^2 , 引張強度= 490 N/mm^2

c) 鋼構造

柱 SN400, SN490, BCR295, BCP325, STKR400

大梁 SN400, SN490

小梁 SS400

もや、胴縁 SSC400

設計用基準強度： F 値

SN400, STK400, SS400, SC400; $F=235 \text{ N/mm}^2$

BCR295; $F=295 \text{ N/mm}^2$

SN490, BCP325; $F=325 \text{ N/mm}^2$

(注：F 値は最少降伏応力度を示す。)

引張強度

SN400, STK400, SS400, SC400, BCR295 ; $F_u=400 \text{ N/mm}^2$

SN490, BCP325 ; $F_u=490 \text{ N/mm}^2$

5) 上部構造の構造設計

主な建築物の上部構造は次の理由により鉄骨造として構造設計する。

- 敷地の地盤改良により建築物の建設期間は非常に短いと考えられる。
- 荷捌き倉庫 (CFS) でスパン 36m、ゲートでスパン 20m、機材修理場でスパン 18m、等ほとんどの建築物は大スパンであり、軒高も比較的大きい。
- 管理棟は 5 階建ての中高層ビルである。

作業員休憩所は鉄骨造屋根を除き鉄筋コンクリート造ラーメン構造で設計されている。河岸に建設されスパンも 6m と小さいからである。守衛所は小さな建築物なのでその上部構造も鉄筋コンクリート造柱・梁に煉瓦造壁で設計する。

6) 基礎構造の設計

地盤調査はプロジェクト準備調査「PREPARATORY SURVEY FOR THE PROJECT」で実施されている。ボーリング位置とその地盤概要は地盤調査報告書に記述されている。プロジェクトの建築物は主としてサイト NO.25 (ボーリング孔、LBH-4,-5,-8,-9,-11,-12,-16,-17 で囲まれる地域) の東側に計画されている、一方作業員休憩所はボーリング孔、LBH-5 の西側の河岸に、ボーリング孔、JBH-11 近くに計画されている。

下表に示されるように、建築物の地域にはボーリング孔頂部から底部に 4 つの異なった地層が見られる。第 3 層シルト質砂は敷地中央部では減少し作業員休憩所が計画される敷地西側では増加する。

表 4.3-62 ボーリング孔 LBH-12

標高	地質	層厚	N 値	相対密度
DL+6.26m DL-14.84m	粘土	21.10 m	1 to 4	非常に柔らかいから 柔らかい
DL-18.34	シルト質粘土	3.50 m	14 to 19	非常に硬いから硬い
DL-19.09	シルト質砂	0.75 m	13 to 25	中密度
(DL-23.24)	砂	≧4.15	28 to 40	中密度から高密度

注) 建築物計画地域の典型的地盤構成

注) このボーリング孔は深さ 29.50m で確認後留める。

出典：調査団作成

上部粘土層は PVD 工法プラスサーチャージ盛土工法にて圧密沈下が生じないように地盤改良するが、大スパン構造や多層ビルの建物荷重を支持するには十分でない。主要な建築物には杭基礎を適用するが、他の小さな建物、覆い（シェルター）、設備架台にはべた基礎/布基礎/独立基礎を採用する。

陸地側杭は直径 500mm、長さ 30m の PHC 杭（JIS 高強度プレストレストコンクリート杭）とし、作業員休憩所の杭は構脚橋と同様の直径 600mm、長さ 30m の鋼管とする。杭は地盤改良後に打設されるのでネガティブフリクション（負摩擦力）は無視する。

地盤支持力度はサーチャージ盛土砂の内部摩擦角 30 度で計算するが盛土荷重以下とする。建築物地域で 20kN/m²、コンテナヤードで 50kN/m²、を超えることは出来ない。

PHC 杭の種別は地震時横抵抗で決定する。

建築物地域の追加地盤調査は環境問題で行われていない。各建物の地盤条件は近傍の柱状図を参考に決定した。建物基礎は追加地盤調査で確認する必要がある。

小さな建物や軽量な建物は独立基礎またはべた基礎にて設計する。地盤改良された地盤は 1m の盛土分 20 kN/m² の支持力度の存在を考慮する。

7) 構造設計の方針

プロジェクトには上表にあるように約 12 の建物がある。各建物は前述の荷重条件を用い建物機能を考慮して設計する。主たる建物の構造設計方針は以下に記述する。

a) 管理棟

管理棟はアクセス道路側エントランス付近に位置する。道路側とコンテナヤードの両方向を良く見渡すことが出来るように計画されている。集積されるコンテナの高さは 8ft コンテナ 5 層で 12m、8.5ft コンテナで 11.6m である。管理計画室は 4 階（床レベル GL+ 12.85m）に、宴会室・展望室は 5 階（床レベル GL+ 16.8m）計画されている。

眺望の確保・建設期間を考慮して、角型鋼管の柱と H 形鋼の大梁による鉄骨造ラーメン構造を採用する。外壁はガラスカーテンウォールとする。床構造は鉛直荷重の支持と遮音性を考慮して H 形鋼小梁で支持された鉄筋コンクリート造スラブとする。建物は 5 階建てでサーチャージ盛土荷重、20 kN/m²を超えるので 500mm 径の PHC 杭で設計する。

b) 荷捌き倉庫(CFS)

保税倉庫置き場（Bonded Cargo Warehouse）・各種積荷置き場（Domestic Cargo Store）はコンテナトラックとエプロン間の荷捌きのため 1.5m 嵩上げされている。床スラブは PHC 杭で支持された基礎梁付鉄筋コンクリート造構造スラブとして設計する。

1 階倉庫の全床は荷重条件の厳しい各種積荷置き場として 4 層のパレットラックと 2.5t 電動フォークリフトを支持できるように設計する。

倉庫のスパン 64m の大空間のため圧延鋼の H 形鋼による柱・大梁によるラーメン構造とする。雨除けの 12m の片持ち庇がエプロン上部に設ける。庇を支持する片持ち梁は内スパンの大梁を連続して設け固定荷重によるたわみを防ぐためムクリを付与する。

c) エントランスゲート及び第 2 ゲート

建物は平屋で、20m スパンの円筒形立体トラス屋根を鉄筋コンクリート造柱で支持する。外壁はなく屋根は軽いので風圧力や地震力は小さい。屋根の構造部材は立体トラスで軽いので部材断面は小さくなる。建物重量は小さいので杭基礎でなく独立基礎による直接基礎を採用する。

d) 屋内型及び解放型機材修理場

中 2 階付の平屋なので角型鋼管柱と H 型鋼大梁によるラーメン構造とする。1 階は作業場、妻面にある中 2 階は管理事務室として使われる。重量運搬車は屋内型・解放型作業場修理されるので、経済性から 1 階床は鉄筋コンクリート造の厚い土間スラブとし直接地盤に荷重が伝わるように計画する。土間スラブ下位には建物外周以外に地中梁を設けなくて過度の輪荷重が地中梁に作用しないようにする。

これらの建物には 10 トンの天井クレーンが装備される。天井クレーンに害のあるわずかな不同沈下が生じないように PHC 杭による基礎を配置する。柱脚部の固定度を上げるため基礎梁の無い梁間方向には 2 本の PHC 杭を配置する。

e) 作業員休憩所

この建物は河岸に立つ2階建てである。川の湿度を考慮して1-2階は鉄筋コンクリート造ラーメン構造として設計する。屋根は建物荷重を減らすためまた比較的スパンが大きいので鉄骨造とする。基礎は施工性・維持管理を考え隣接構脚橋と同様の直径600mmの鋼管杭とする。

f) その他建物

守衛所は小さな建物であるので鉄筋コンクリート造の柱・梁と煉瓦造による壁の構造とする。基礎はべた基礎による直接基礎とする。

給油所は外壁がなく軽い屋根なのでエントランスゲート及び第2ゲートと同じ構造形式とする。屋根はH形鋼による勾配屋根とする。

給水施設、電力施設、コンテナ修理場は長スパン、軒高、勾配屋根、施工期間を考慮してH形鋼による鉄骨構造ラーメン構造とする。基礎は重量のある設備機械を考慮してPHCによる杭基礎とする。但し、コンテナ修理場は積載荷重が小さいのでべた基礎による直接基礎とする。

(3) 機械設備

1) 一般事項

この章は機械設備工事の工事範囲、設計条件及び設備概要について記述する。

2) 工事範囲

機械設備工事は以下の工事項目を含む。

- 換気・空調設備
- 衛生設備
- 消火設備
- 昇降機設備

3) 換気・空調設備

換気・空調設備は建物内作業員に対し快適な作業空間を維持するためターミナル施設内のさまざまな部屋に設備される。基本的に空調機はスプリット型又はVRVユニットを採用し、空調が必要なすべての部屋に設ける。機械換気設備は新鮮外気を供給するため、人体等からの熱、湿気、臭気等を除去するため設備される。換気・空調設備はASHRAEハンドブックや建築コードに従い計画する。

a) 設計条件

外気条件: 38°C(乾球温度), 28°C(湿球温度)

表 4.3-63 室内温度条件

建物名	室名	温度 °CDB	湿度 (%)
Administration Bldg.	Entrance, Lift Lobby, Offices, Reception, Security & Monitor, Clinic, Meeting Rooms, Conference Rooms, Secretary, Director's Office, IT Room, Banquet/Observation, Electric Room	24	55
CFS	Operator's Offices, Customs Offices	24	55
Maintenance Shop (1)	Office (mezzanine floor)	24	55
Fuel Station	Rest Room	24	55
Marine Worker Lounge	Canteen, Meeting Room, Office	24	55
Security Post	Guard Offices	24	55
Electrical Facility	Panel Room	30	55

注：相対湿度はコントロールしないが空調負荷計算のために記載した。

出典：調査団作成

b) 換気設計条件

表 4.3-64 換気回数と換気方法

建物名	室名	換気回数*	換気方法	機器
Administration Bldg.	Toilets	20	Exhaust	Axial
	Pantry	10	Exhaust	Axial
	Store	10	Exhaust	Axial
CFS	Domestic Cargo Store	NA	NA	Natural
	Bonded Cargo Warehouse	NA	NA	Natural
	Toilets	20	Exhaust	Axial
	Pantry	10	Exhaust	Axial
	Store	10	Exhaust	Propeller
Terminal Gate (1) (2)	Truck Booth, Clerk Booth	NA	NA	Natural
Maintenance Shop (1)	Working Area	NA	NA	Natural
	Paint Store, Mechanical Store, Comp. Store, Tool Store, Parts Store	10	Exhaust	Axial or Propeller
	Toilet (Mezzanine.)	20	Exhaust	Axial
	Pantry (Mezzanine.)	10	Exhaust	Axial
	Store (Mezzanine.)	10	Exhaust	Axial

建物名	室名	換気回数*	換気方法	機器
Container Repair Shop	Repair Shop	NA	NA	Natural
Fuel Station	Toilet	10	Exhaust	Propeller
Electrical Facility	Generator Room	45°C	NA	Natural
Water Supply Facility	Pump Room	NA	NA	Natural
Marine Worker Lounge	Toilets	20	Exhaust	Axial
	Shower Room	20	Exhaust	Axial
	Kitchen	**	Exhaust	Axial
Security Post	Toilet	20	Exhaust	Propeller

Note *: FAC stands for Fresh Air Change per Hour **: Face Air Velocity of Hood ≥ 0.3 m/s

出典：調査団作成

c) 空調設備の概要

主な建物の空調設備の概要を以下に記述する。

i) Administration Building

事務棟の各部屋はスプリット型空調機により調和される。スプリット型空調機は直膨式屋内ユニット、空冷式屋外ユニット、冷媒配管、温度制御装置、配線等から構成される。屋内ユニットは天井カセットタイプ及び天井隠ぺいタイプを採用する。天井隠ぺいタイプを採用した場合、調和された空気はダクト及び吹出口により各部屋に供給される。屋外ユニットは各階のバルコニーに設置し、室内ユニットと屋外ユニットは冷媒配管、電気配線及び制御線で相互に接続される。

新鮮外気は屋上に設置される2台の専用外気調和機により調和され、調和された空気は各部屋に設置された屋内ユニットに供給される。外気調和機は空冷ルーフトップ型とし圧縮機、送風機、冷媒配管、エアフィルター、ダンパー、安全装置、ケーシング等から構成されている。外気調和機は空気浄化、冷却、除湿の他に塵埃の侵入防止のため建物内を正圧（陽圧）に保つために設置する。外気は約18°Cまで冷却された後各室内に給気され、給気された外気は廊下を経由してトイレット排気ファンより屋外に排出される。この方式の採用により廊下及びトイレットの室温を下げると共に建物全体を正圧に保つ。

ii) Marine Worker Lounge

キャンティーン、会議室及び事務所にはそれぞれ空調機を設ける。機器は空冷スプリット式で室内ユニット、室外ユニット、冷媒配管等から構成される。室内機は天井カセット型又は壁掛け型とし、各室温はそれぞれ調整可能とする、また室外機は2階の外廊下に設置する。

iii) CFS and Maintenance Shop

全ての事務室には空調機を設置する。機器は空冷スプリット式で室内ユニット、室外ユニッ

ト、冷媒配管等から構成される。室内機は天井カセット型又は壁掛け型とし、各室温はそれぞれ調整可能とする。

d) 機械換気設備

機械換気設備は運転作業員に対し快適な作業空間を提供し、室内内部で発生する熱、湿気、臭気、化学剤ガス等を除去する。換気機器は軸流ファン、渦巻きファン、壁掛ファン、天井扇等より部屋の用途に合ったタイプを選定する。代表的な部屋の換気概要を以下に説明する。

i) 発電機室

換気量は発電装置の燃焼空気、ラジエーター冷却、発生熱の除去等を考慮して算定し、室内温度を 45℃以下となるように計画する。外気は外気ルーバーを通じ室内に供給されラジエーターファン及びブルーフモニターより屋外に排出される。

ii) トイレット

トイレは室内を負圧に保ち、臭気や湿気等の拡散を防止する。機械換気設備として小型軸流ファンを採用しダクトにて室外に排出する。特別小さなトイレは外壁に壁付ファンを設置する。

4) 衛生設備

以下の衛生設備を建物内に設備する。

- 給水設備
- 給湯設備
- 汚水、雑排水、通気設備
- 衛生器具及び付属品

a) 給水設備

敷地内給水主管より分岐した給水管を各建物内に引き込み、衛生器具、シャワー、パントリー、キッチン等に給水する。給水圧は最遠、最高所の器具で 0.7 気圧を確保する。機械設備工事は外部インフラ工事により設置される分岐バルブ接続を含めそれ以降の工事を含む。

i) 建物給水量

建物で消費される飲料及び雑用水は建物内の総作業員数で求め、対象人員あたりの給水量を 100L/日とした。Plot26 の将来用給水は将来工事を少なくする為、また全体投資コストを低減するため Plot25 の給水量の 50%として本施設の給水施設計画に含めた。

表 4.3-65 各建物給水量

建物名	作業員			給水量 (L/人/日)	水消費量 (m ³ /日)
	作業員/シフト	シフト数/ 夜間作業員	合計		
Administration Building	113	24 staff	137	100	13.7
Meal	113 meals		113	30	3.39
Container Freight Station	60	1 shift	60	100	6
Maintenance Shop	16	1 shift	16	100	1.6
Container Repair Shop	10	1 shift	10	100	1.0
Terminal Gate	12	2 shift	24	100	2.4
Second Gate	3	2 shift	6	100	0.6
Marine Worker Lounge	permanent	temporary	-	-	
	51	60	111	100	11.1
	51 meals x 2		102	30	3.06
Fuel Station	2	1 shift	2	100	0.2
Sub-Station	-	-	-	-	-
Water Pump House/Tank	-	-	-	-	-
X-ray Check Facility	10	1 shift	10	100	1.0
Security Post	4	2 shift	8	100	0.8
Subtotal					44.85
Future Water Demand (50% of the above)					23.0
Total					68

出典：調査団作成

b) 給湯設備

給湯設備はマリンラウンジのシャワーにのみ設備する。電気温水器を以下の点を考慮して設置する。

- 初期投資コストが安価
- 局所式のため全体故障がない
- 維持管理費が安価

c) 汚水、雑排水、通気設備

衛生器具、キッチン、厨房等より排出される汚水・雑排水を重力式配管にて収集し、屋外排水主管に接続する。機械設備は建物外にサービス桝を設置し、サービス桝及び屋外排水主管との接続は外部インフラ工事が施工する。

尚厨房排水は排水本管接続前に排水中の油分を除去するためグリース阻集器を設置する。

5) 消火設備

ターミナルヤード及び建物内に自火報及び消火設備を設ける。自火報及び消火設備は人命安全と財産保護ため、火災の早期発見、火災警報発報、消防署への通報、迅速な避難誘導及び消火活動等を目的として設置する。

a) 工事範囲

ターミナルヤード及び建物に以下の消火設備を設ける。

- 消火ポンプ及び消火配管
- 屋外消火栓
- ドライライザー及び屋内消火栓
- 消火器

b) 設計条件

消火設備は以下の消防基準に基づき計画する。

- Local Fire Service Department
- Code and Practice for Fire Extinguishing Installation and Equipment in Premises (BS5306-1:2006)
- Code and Practice for Selection and Installation of Portable Fire Extinguishers (BS5308-8:2000)
- Code of Practice for Fire Hydrant System and Hose Reels (CP29:1998)
- Code of Practice for Use and Maintenance of Portable Fire Extinguisher (CP55:1991)

c) 消火管と消火ポンプ

消防用水は飲料水と共に受水槽に貯水する。消火貯水量は屋外消火栓及び屋内消火栓の要求により、1組目の屋外消火栓に対し 38 L/秒、2組目の消火栓は 19 L/秒、屋内消火栓に対し 2.27 L/秒、噴霧時間 45 分間として求める。従って貯水量は (38 L/秒 + 19 L/秒 + 2.27 L/秒) x 60 秒 x

45 分 = 160,029L = 160 m³ となる。

消火ポンプは主ポンプ、予備ポンプ及びジョキープンプより構成され加圧水を屋外消火栓及び屋内消火栓に送水する。主ポンプ及び予備ポンプとも送水能力は 59.27 L/秒とする。

d) 屋外消火栓

屋外消火栓をミャンマー国内で適用されているシンガポール基準に従い構内外周道路部に概略 100m 間隔で設置する。各消火栓には口径 65mm の放水口が 2 組装備され消防隊員により使用される。消火栓には常時閉鎖ゲート弁を設置し必要により開放する。

e) ドライライザー

中層建物は適正な消火設備が設置されていないと火災時の避難活動が困難で、また非常に危険である。ドライライザーは高さ 10m を超える建物に要求され、アドミビルは高さ 20.85m であることからドライライザーを設備する。ドライライザーは通常水が満たされてなく、火災時に消防隊員により消防車を介し屋外消火栓と送水口を連結送水することにより供給する。

口径 65mm の放水口を避難階段の各階に設置する。送水口はライザーから 12m 以内に且つアクセスロードから 18m 以内に設置する。

ドライライザーシステムは放水口、ライザー主管、自動空気抜き弁、送水口等から構成される。

f) 屋内消火栓

屋内消火栓は建物内作業員による初期消火活動を目的として設備される。人命安全及び財産を保護するためにターミナル施設内で最大で最も高い建物であるアドミビルを対象として設計条件を定めた。

消火用水は専用の消火配管及び消火ポンプにより供給される。屋内消火栓はアドミビル、マリナラウンジ、メンテナンスショップ及び CFS に設備し、屋内消火栓は口径 25mm、長さ 30m のホースを装備する。

g) 消火器

すべての建物に原則として消火器を設置する。消火器は予想される火災の性格や建物構造を考慮して選定する。消火器は想定される火災の種類や消火効率により以下に分類する。

- クラス A: 木及び一般火災
- クラス B: 可燃性液体
- クラス C: 電気
- クラス D: 金属

表 4.3-66 一般的に使用される消火器の種類

名称	形式	容量	消火単位
粉末消火器	ABC	2.3 kg	2A/10BC
		4.5 kg	4A/60BC
		9.1 kg	20A/120BC
泡消火器 (AFFF)	AB	6 L	2A/10B
		9.5L	3A/20B
炭酸ガス消火器	BC	2.3 kg	5BC
		4.5 kg	10BC
不活性ガス消火器	BC	1.1 kg	2BC
		2.3 kg	5BC
		5.0 kg	10BC

出典：調査団作成

6) 昇降機

アドミビルに2基のエレベータを設置する。エレベータは牽引式無機械室型で建物のセンターコア部に設置する。定格速度 90 m/秒と容量 900 kg (定員 13 名)とし、キャビン後面は透明ガラス製で中庭や回廊部を見渡すことができる。

(4) 電気設備

1) 単線結線図

受変電設備の骨格は下記の点に配慮して添付「単線結線図」のとおり構成されている。

a) 2系統受電

冗長化を実現するため、それぞれに変圧器を備えた相互後備の2系統受電としている。

各系統は厳密に独立分離している。

b) 電源後備

ガントリクレーン、リーファコンテナ、港湾保安等の重要負荷については個別にディーゼル発電機を装備している。発電機の容量を最小限に抑えるためタイマーと電磁開閉器を用いた負荷低減方式を採用している。

c) 遮断機選定

遮断機は JIS 規格に基づき、公称電圧、負荷電流、短絡電量から次のように選定している。
33KV : VCB、6.6KV : VCB、LV : ACB、LV (主回路/分岐回路) MCCB

d) 保護継電器

受変電機器を保護する過電流、過不足電圧、地絡等の継電器は原則として遮断機内蔵又は多機能集合継電器とする。継電器間の保護協調にも配慮している。

e) 主変圧器容量

主変圧器は Phase I と Phase II の総負荷を負担できるものとする。Phase I 容量は個々の負荷を積上げ集計した後に負荷特性に応じた需要率乗じている。Phase II 容量は Phase I 容量を参考にしている。

f) 発電機容量

発電機容量は個々の負荷容量と運転方法を考慮して算定している。始動時のエンジン負担、電圧降下、負荷投入順等は考慮していない。

g) 力率改善

進相コンデンサにより 6.6KV 母線の力率を自動的に 0.95 に維持することにしてている。付属の直列リアクタは有害な高調波を抑えながらコンデンサの保護に資することを目的とする。

2) 短絡電流

a) 主変圧器上流事故点

本調査 DF/R1 「(2) 外部インフラ及びティラワ SEZ を巡る状況」の中に「タンリン S/S (230KV/33KV) から 100MVA の受電見込があるため」の記述に従い、主変圧器上流事故点の短絡電流は次のように計算する。

算式

$$z2=z1 \times p2 / p1 =10\% \times 10 \text{ MVA} / 100\text{MVA} = 1.0\%$$

$$Is2= 10 \text{ MVA} / \sqrt{3} / 33\text{KV} / z2 = 10\text{MVA} / \sqrt{3} / 33\text{KV} / 1.0\% = 17.5\text{KA}$$

ここで；

Tangling S/S 側

P1: 電源容量(MVA) = 100MVA,

Z1: インピーダンス(%) =10% (同容量配電用変圧器の通常インピーダンス)

Thilawa Site 側

P1: 負荷容量(MVA) = 10MVA (単線結線図参照)

Z2: インピーダンス(%) 架空線は安全率として無視する

V2: 配電電圧(V) = 33KV (単線結線図参照)

Is2: 短絡電流(KA)

この結果、33KV 系統の受電点の短絡電流は 17.5KA の直近上位 25KA となる。

b) 主変圧器下流事故点

主変圧器 2 台の内、機械式と電気式のインターロックによって 1 台のみが引込線に接続されることが許される。並列運転となることはない。

ここから、主変圧器下流事故点の短絡電流は次のように算定している。

算式

$$P1 = \sqrt{3} \times Is1 \times V1 = \sqrt{3} \times 17.5KA \times 33KV = 1000MVA$$

$$Z11 = Z1 \times P2 / P1 = 100\% \times 10MVA / 1000MVA = 1.0\%$$

$$Zc = Z11 + Zc = 7\% + 1.0\% = 8.0\%$$

$$Is2 = P2 / \sqrt{3} / V2 / Z11 = 10MVA / \sqrt{3} / 6.6KV / 8.0\% = 10.9KA$$

ここで；

主変圧器上流側:

P1: 短絡容量(MVA)

Z1: インピーダンス(%) = 100%

Is1: 短絡電流(KA)

V1: 系統電圧(KV) = 33KV

Z11: 容量変換後インピーダンス(%)

主変圧器下流側:

P2: 変圧器容量(MVA) = 10MVA(単線結線図参照)

Z2: インピーダンス(%) = 7%(単線結線図参照)

V2: 変圧器 2 次側電圧(KV) = 6.6KV

Is2: 短絡電流

Zc: 容量変換後インピーダンス(%)

この結果、主変圧器直下事故点の短絡電流は 10.9KA の直近上位 16KA となる。

3) 負荷計算

a) EF S/S

EF サブステーションの負荷は、以下の計算により、1,011KVA となる。

表 4.3-67 EF サブステーションの負荷容量

1. Administration Building		①	②	③	④=①x②x③
Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, small power, AC	2400	140	0.9	310
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	1100	30	0.8	30
Common	Elevator(15KVA)				15
IT	Equipment for IT				82
Port Security	LAN(5KVA), Tel(5KVA), F/A(5KVA),				55
	External LTG(30KVA), CCTV(5KVA)				
	P/A(5KVA)				
Sub-total					492

2. CFS		①	②	③	④=①x②x③
Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	540	140	0.9	70
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	4960	30	0.8	120
Building Facility	Shutter(0.5KVx24)				24
	Dock Leveler(1KVx12)				
Sub-total					214

3. Terminal Gate		①	②	③	④=①x②x③
Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Booth	LTG, Receptacle, small power	9	1200	1.0	11
Gate	LTG (High Bay)	9	1500	1.0	14
Sub-total					25

4. X-Ray		①	②	③	④=①x②x③
Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Machine	2 Nos. X-ray machine (Maker's information, 40KVA x 2 nos.)				80

Sub-total					80
-----------	--	--	--	--	----

5. Fuel Station

① ② ③ ④=①x②x③

Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	12.5	110	0.9	2
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	137	30	0.8	4
Auxiliary Facility					5
Sub-total					11

6. Water Facility

① ② ③ ④=①x②x③

Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	500	30	0.8	12
Machinery Power	Various Pumps				118
Sub-total					120

7. Electrical Facility

① ② ③ ④=①x②x③

Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	360	120	0.9	40
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	320	30	0.8	8
Auxiliary Facility					12
Sub-total					60

8. Security Post

Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	66	140	0.9	9
Sub-total					9

出典：調査団作成

b) Reefer S/S

リーファー サブステーションの負荷は、以下の計算により、1,755KVA となる。

表 4.3-68 リーファースubステーションの負荷容量

1. Reefer Container ① ② ③ ④ ⑤=①x②x③x④

Area	Load	Sets	A/set	V	$\sqrt{3}$	KVA
Reefer Container	Refrigerator	180	13	400	1.73	1619
	13A/20ft, 40ft, 230V					
Sub-total						1619

2. Maintenance Shop ① ② ③ ④=①x②x③

Area	m2	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	84	110	0.9	10
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	1260	30	0.8	30
Common	Air Compressor(3.7KWx4), Welding Machine(5.5KWx4) Handy Tool(10KVA)				50
Sub-total					90

3. 2nd Terminal Gate ① ② ③ ④=①x②x③

Area	Load	Lane.	VA/Lane	DF	KVA
Booth	LTG, Receptacle, small power	4	1200	1.0	5
Gate	LTG (High Bay)	4	1500	1.0	6
Sub-total					11

4. Port Security ① ② ③ ④=①x②x③

Area	Load	Nos.	VA/no	DF	KVA
Plotted area	External Lighting				30
Plotted area	CCTV				4
Sub-total					35

出典：調査団作成

c) Jetty S/S

ジェティ サブステーションの負荷は、以下の計算により、2,127KVA となる。

表 4.3-69 ジェティサブステーションの負荷容量

1. Gantry Crane

Load	Sets	Acceleration		Auxiliary		⑥=((②x③) +(④x⑤))x①
		KW	DF	KVA	DF	
Hoisting	2	917	0.75			137.5
Trolley Traversing	2	331	0.75			496.5
Auxiliary & Lighting	2			110	0.75	165
Sub-total						2037

2. Marine Worker's Lounge

Area	Load	m ²	VA/m ²	DF	KVA
Air Conditioning	LTG., Receptacle, IT, small power, AC	300	120	0.9	35
No, Air Conditioning	LTG, Receptacle, small Power	150	30	0.8	4
Auxiliary Facility	Kitchen Equipment and etc.				16
Sub-total					55

3. Port Security

Area	Load	Nos.	VA/no	DF	KVA
Plotted area	External Lighting				30
Plotted area	CCTV				5
Sub-total					35

出典：調査団作成

4) 主変圧器容量

前項に基づいて主変圧器は次の条件で設計している。

- 型式: 油入
- 冷却: 油入自冷式
- インピーダンス 7%

主変圧器容量を集計すると以下のとおり。

EF S/S	1,011KVA
Reefer S/S	1,755KVA
Jetty S/S	2,127KVA

合計 4,893KVA →改め 5,000KVA

5) 発電機容量

発電機は次の条件を前提に設計している。

- 起動: セルモーター自動起動
- 冷却: ラジエーター事故冷却
- 燃料: A 重油(貯蔵タンクから重力により直接供給)
- 常用予備切替: 切替スイッチ ATS
- 運転時間: 6 時間

a) EF Building

表 4.3-70 EF サブステーション発電機必要量

Generator Load	System	Capacity	Remarks
1) CCTV	3p4w 400-230V	5KVA	Port Security, via UPS(40KVA)
2) Public Address	3p4w 400-230V	3KVA	
3) Fire Detection and Alarm	3p4w 400-230V	1 KVA	with battery
4) LAN	3p4w 400-230V	5KVA	via UPS(40KVA)
5) Tel	3p4w 400-230V	2KVA	with battery
6) PC (LAN Outlet)	3p4w 400-230V	30KVA	via UPS(40KVA)
7) Emergency Lighting	3p4w 400-230V	20KVA	Inside building
8) External Lighting	3p4w 400-230V	20KVA	Port Security
9) Fire Pump	3p4w 400-230V	100KVA	
10) Others	3p4w 400-230V	64KVA	
Total		250KVA	

出典：調査団作成

b) Reefer S/S

表 4.3-71 リーファーサブステーション発電機必要量

Generator Load	System	Capacity	Remarks
1) Reefer Container	3p4w 400-230V	660KVA	1650 x 0.4
2) CCTV	3p4w 400-230V	5 KVA	Port Security
3) External Lighting	3p4w 400-230V	30KVA	Port Security
4) Emergency Lighting	3p4w 400-230V	15KVA	
Total		710KVA	

出典：調査団作成

c) Jetty S/S

表 4.3-72 ジェティサブステーション発電機必要量

Generator Load	System	Capacity	Remarks
1) Gantry Crane	3p3w 6,600V	1,082KVA	Hoisting & Trolley Traversing is not operated at same time
2) CCTV	3p4w 400-230V	5 KVA	Port Security
3) External Lighting	3p4w 400-230V	30KVA	Port Security
4) Emergency Lighting	3p4w 400-230V	15KVA	
Total		1,132KVA	

出典：調査団作成

6) 幹線ケーブル

幹線ケーブルと関連電線管のサイズは以下のとおり算定する。

a) 幹線ケーブルサイズ

幹線ケーブルは次の2タイプの過電流の両方に耐えられるサイズが必要である。

- 連続長時間過電流(過負荷).
- 瞬時短時間過電流(短絡・地絡).

上記条件を満たすケーブルサイズを下表のとおり計算して大きい方の値を採用する。

表 4.3-73 幹線ケーブルサイズ算定表

From	to	Load (KVA)	Voltage (V)	Current		Fault (sec)	XLPE/PVC Size (mm ²)	
				Load(AI)	Fault(Af)		Minimum	Allowable
33KV DS	33KV VCB	4,000	33,000	70.0	25,000	1	185	25
6.6KV VCB	Reefer S/S	700	6,600	61.3	16,000	1	120	25
6.6KV VCB	Jetty S/S	1,160	6,600	101.6	16,000	1	120	25

出典：調査団作成

ここで；

Load： 負荷(KVA)

Voltage： 使用電圧(V)

Load Current(AI)： 負荷電流(A)= (KVA) / $\sqrt{3}$ / (V)

Fault Current(Af)： 事故電流(A) < *.*.6 短絡電流の結果引用 >

Minimum Size： 最少ケーブルサイズ(mm²)=短絡電流(KA) x $\sqrt{\text{短絡時間(sec)}/134}$ (XLPE)

Allowable Size： 許容ケーブルサイズ(mm²)=カタログ値引用

b) 電線管サイズ

電線管サイズは挿入するケーブルサイズに応じて下表のとおり算定する。

表 4.3-74 電線管サイズ算定表

From	to	Cable Size	Overall Diameter (ID)	Conduit Size (OD)=(ID) x 1.5
33KV DS	33KV VCB	185mm ²	50mm	75mm -> 150mm
6.6KV VCB	Reefer S/S	120m ²	41mm	62mm -> 100mm
6.6KV VCB	Jetty S/S	120m ²	41mm	62mm -> 100mm

出典：調査団作成

算式

Conduit size \geq Cable size x 1.5

ここで；

Conduit Size： 電線管内径(mm)

Cable size： ケーブル外形(mm)

c) 電圧降下

内線規程 8001-2005 には「幹線の許容電圧降下は標準電圧の 3%以下」と規定がある。

幹線ケーブルは添付「幹線布設図」のとおり設計されている。

このケーブルが内線規程の許容電圧降下範囲内にあることを下表の計算により確認する。

表 4.3-75 許容電圧降下

From	to	Cable Size	Cable Length	Load Current	R & X (Ω/km)		Voltage Drop		check
					R	X	(eV)	%	
33KV DS	33KV VCB	185sq	50m	70.0A	0.11	0.11	1V	0 %	OK
6.6KV VCB	Reefer S/S	25sq	750m	61.3A	1.0	0.12	71.3V	1 %	OK
6.6KV VCB	Jetty S/S	25sq	900m	101.6A	1.0	0.12	133.4V	2 %	OK

出典：調査団作成

ここで；

Cable Length (m)： 幹線ケーブルの全互長

Voltage drop： 電圧降下 $e(V)=\sqrt{3} \times (A) \times (m) \times (R \cos \theta + X \sin \theta)$

表 4.3-76 幹線ケーブル許容値

① ② ③ ④=③/√(①/0.008/②)

From	to	Temperature Rise (°C)	Fault Time (sec)	Short Circuit Current (A)	Grounding Wire Size (mm2)
33KV DS	33KV VCB	120 (150-30)	0.05	25,000(25KA)	PVC 40mm2 -> 50mm2
6.6KV VCB	Reefer S/S	120 (150-30)	0.05	16,000(16KA)	PVC 26mm2 -> 35mm2
6.6KV VCB	Jetty S/S	120 (150-30)	0.05	16,000(16KA)	PVC 26mm2 -> 35mm2

出典：調査団作成

算式

$$\theta = 0.008 \times T \times (I/A)^2$$

$$A(\text{mm}^2) = \sqrt{(0.008 \times T(\text{sec})) \times I(\text{A})}$$

ここで；；

θ：許容温度上昇(°C)=150°C (PVC 被覆に損傷のない範囲)

T：地絡継続時間(sec)=0.5sec(VCB の地絡間動作時間)

A：接地線サイズ(mm2)

I：短絡電流(A)=25,000A(33KV 回路), 16,000A(6.6KV 回路)

< *.*.6 短絡電流を引

用>

7) 進相コンデンサ

EF 電気室に進相コンデンサ(直列リアクタ付)を設置して、力率を 0.8 から 0.95 に改善することにより、エネルギー損失の低減と主変圧器の実質容量の増加に寄与する。直列リアクタにより高調波を低減するとともにコンデンサ本体を保護する。

力率を 0.8 から 0.9 への改善するために必要なコンデンサの容量は以下のとおり算定する。

算式

$$\text{Cos } \theta 1=0.8, \quad \text{Sin } \theta 1=\sqrt{1-\text{Cos}^2 \theta 1}=0.6$$

$$\text{Cos } \theta 2=0.95, \quad \text{Sin } \theta 2=\sqrt{1-\text{Cos}^2 \theta 2}=0.31$$

$$Q = P(\text{Tan}\theta 1-\text{Tan}\theta 2)=4000\text{KVA} \times \text{Cos}\theta 1 \times (\text{Sin}\theta 2/\text{Cos}\theta 2-\text{Sin}\theta 1/\text{Cos}\theta 1)$$

$$= 4,000\text{KVA} \times 0.8 \times (0.31/0.95 - 0.6/0.8)=1500\text{KVAR}$$

ここで；

$\theta 1$: 改善前の力率(0.8)

$\theta 2$: 改善後の力率(0.95)

Q: 所要コンデンサ容量(KVA)

表 4.3-77 進相コンデンサ算定結果

Static Capacitor (SC)	1500KVAR
Serial Reactor	6%
APFC	(150KVAR x 10 Sets)

出典：調査団作成

8) 屋内照明

屋内照明は下表に基づいて設計している。

表 4.3-78 屋内照度算定

Area	Lighting Level (lux)	UGRL	Lighting Fixture (Basis)	
			Mounting	Type of fixture
Office	500	19.8	Recess	Louver
Executive Room	500	16.8	Recess	Cover
First Aid	500	19.9	Recess	Cover
Kitchen	500	22.8	Surface	V-Shape
Security Post	500	19.8	Recess	Louver
Monitoring Room	500	16.8	Recess	Louver
Conference Room	500	19.8	Recess	Louver
Reception Room	500	19.8	Recess	Open
Night Duty Room	300	19.8	Surface	V-Shape
Canteen	300		Pendant	Reflector
Lounge	200		Recess	Down Light
Library	200		Recess	Open
Warehouse	100		Pendant	Reflector
Locker Room	200		Surface	V-Shape
Rest Room	200		Surface	V-Shape+Mirror
Mechanical & Electrical Room	200		Pendant	reflector
Stairs	150		Surface	Reflector
Corridor	100		Surface	Reflector
Elevator Hole	300		Surface	V-Shape
Entrance Hole	500		High Bay	Reflector
Marquee	100		High Bay	Reflector
Emergency and Exit	2		Wall Mount	w/ Battery

(注)

- 1) 設計照度は JIS Z9110 (2010)を参照している。
- 2) 器具の取付方法は参考原則であって実際の絶対方針ではない。
- 3) 取付器具の 20%は非常照明として発電機から給電される。

出典：調査団作成

必要な器具台数は以下のように算定している。

算式

$$N = E \times A / F / U / M$$

ここで；

E：設計平均照度 (lux)

F：照明器具 1 台当たりの高速(Lumen)

N：所要照明器具台数(台)

A：床面積(m²)

U：照明率

M：保守率

4.3.6. 検査施設

ヤンゴン港で、コンテナを取扱っている港には、X線検査施設が導入されている。これらは、オペレータが導入し、税関が管理・運営を行っている。AWPTでは、Smith社製品が導入され、MIPでは、nucTECH社製品が導入されている。検査施設の是非については、税関が権限を持つため、税関へのヒアリングの結果、以下に示す機材相当を推薦された。ただし実際の導入に当たっては、導入時に、導入者が税関への正式申請を行う必要が有る。また、他の港の仕様に関しては、セキュリティの観点から公開していない。

(1) 概略技術仕様

X線検査装置はX線発生源としてX線管を用いる方式と粒子加速機を用いる方法とがある。性能面では後者が数段勝るが、装置の規模が非常に大きくなり一般のコンテナターミナルではその設置スペースを確保することは事実上不可能である。従って、通常はコンテナターミナル用としては、広い設置必要スペースを必要としないX線管方式の移動式または移設可能式のX線検査装置が利用される。ミャンマーの他のターミナルでも同様な装置が利用されている。本ターミナルのPhase Iの計画でも、この型式の性能版を採用する。コンテナX線検査装置はX線照射装置とX線感応装置の間を被検査物であるコンテナを通過させながら、その内容物を透過確認するものである。コンテナシャシーは通常通り運転者により運転され、トラクター運転室がX線検査帯を通過した時点からX線の照射が開始されるので、トラクターの運転者はX線を被曝することはない。又、X線検査装置の周囲の高線量領域にはX線遮蔽壁と侵入禁止柵が設置されており作業者の安全対策が施されている。検査員モニタリング室はX線源より離れた場所に設置され検査員の完全を保証している。

(2) 本機の特徴

- 40ft コンテナを1時間に200個連続検査できる検査処理能力の装置とする。
- 検査員の習熟度が高まれば1時間に30個、40個の検査は容易に実現できる。
- 最大300mmまでの鉄板の透過が可能な高エネルギーX線を採用する。
- IDE(Interlaced Dual Energy)の採用により、2つのエネルギー帯で検査するため、検出可能物の範囲を広げることが出来る。

4.3.7. 保安関連設備

(1) フェンス・ゲート

1) 設計方針

a) フェンス及びゲートの種類

設置目的に応じて以下に示されたタイプのフェンスを設置する。

表 4.3-79 フェンスタイプ

TYPEA	Net Fence (with barbed wire)
TYPEB	Net Fence
TYPEC	Concrete block wall (with barbed wire)

出典：調査団作成

TYPEA：不審者の侵入を防ぐために敷地境界に設置する。

TYPEB：管理棟エリア、CSF エリア、その他のエリアを仕切る目的のため場内に設置する。

TYPEC：外部からの視線を遮断するため既設道路側に設置する。

ターミナル内に設置されるゲートは、収納スペースが不要なスウィングゲートタイプとし、用途に応じて以下に示す異なった幅のゲートを設置する。

表 4.3-80 スウィングゲートタイプ

TYPE A	Swing Net Gate (1m)
TYPE B	Swing Net Gate (2m)
TYPE C	Swing Net Gate (5m)
TYPE D	Swing Net Gate (10m)
TYPE E	Swing Net Gate (11m) (with barbed wire)

出典：調査団作成

フェンス (TYPE A) 及びゲート (TYPE E) は SOLAS 条約、附属書の ISPS コードに準拠するため設置される。

b) フェンス・ゲートの配置

フェンス及びゲートの配置を図 4.3-118 に示す。

2) クリアゾーン

クリアゾーンはフェンス内外 3m を標準とし、フェンス外側の 3m 確保が難しい場合は 1.5m を最小幅としてクリアゾーンを確保する。

コンテナターミナルの Plot24 側境界においては、フェンスは、外側のクリアゾーン幅 1.5m を確保するために、敷地境界から 0.75m 離して設置する。

3) 仕様の説明

フェンス及びゲートの仕様は日本の仕様を参考として以下の通りした。

- フェンスの高さは 2,400mm、忍び返しの長さ 450mm とする。
- 忍び返し部分に有刺鉄線を 3 条設置する。
- フェンスの網目は容易に足をかけられないように 53mm 以下とする。
- 容易に切断できないように、フェンスの鉄線の径 3.2mm 以上（被覆の厚みを除く）とする。

(2) CCTV・放送設備

1) 設計方針

a) 監視方針

SOLAS 条約に準拠し、CCTV 及び PA システムを設置する。基本的な方針は以下のとおり。

- ヤード内はコンテナが積まれることによって多くの死角が出来るため全てを監視することが出来ず、制限区域の場周をフェンスに沿って CCTV で監視することによってフェンスからの侵入者や不審者を監視し、制限区域内の保安を確保することを監視方針とする。旋回型 CCTV をフェンスに沿って設置する。
- フェンスに沿って旋回型 CCTV を設置する。ゲートには固定式カメラを設置しターミナル内外への人の出入を監視、記録する。
- 制限区域内の人々及び停泊中の船舶に、音声によって一斉に緊急放送が出来るように設置する

b) CCTV 及び PA システム配置

CCTV 及び PA システムの設置位置を図 4.3-119 に示す

2) 仕様の説明

a) CCTV

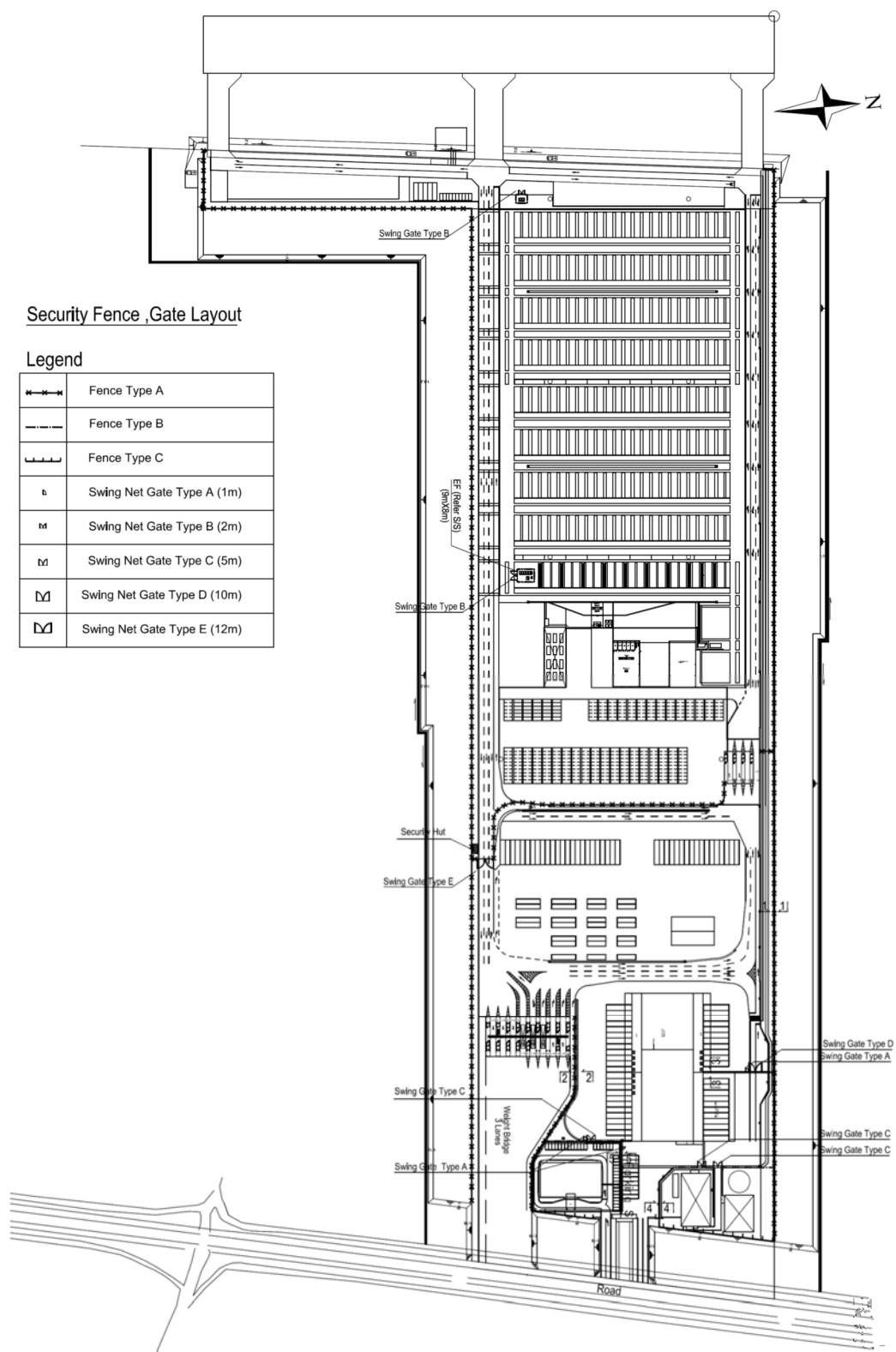
- 夜間の低照度下（3lx）での不審者の動作が確認可能なカメラの性能及び配置

とする

- 旋回式 CCTV はポールにて設置する。クリアゾーン確保のためポールはフェンスの内側 1.5 に設置する。固定式 CCTV はゲートの天井などに設置する。
- 設置高さは死界を最小限にするとともにメンテナンスを考慮して高さ 8m とする。

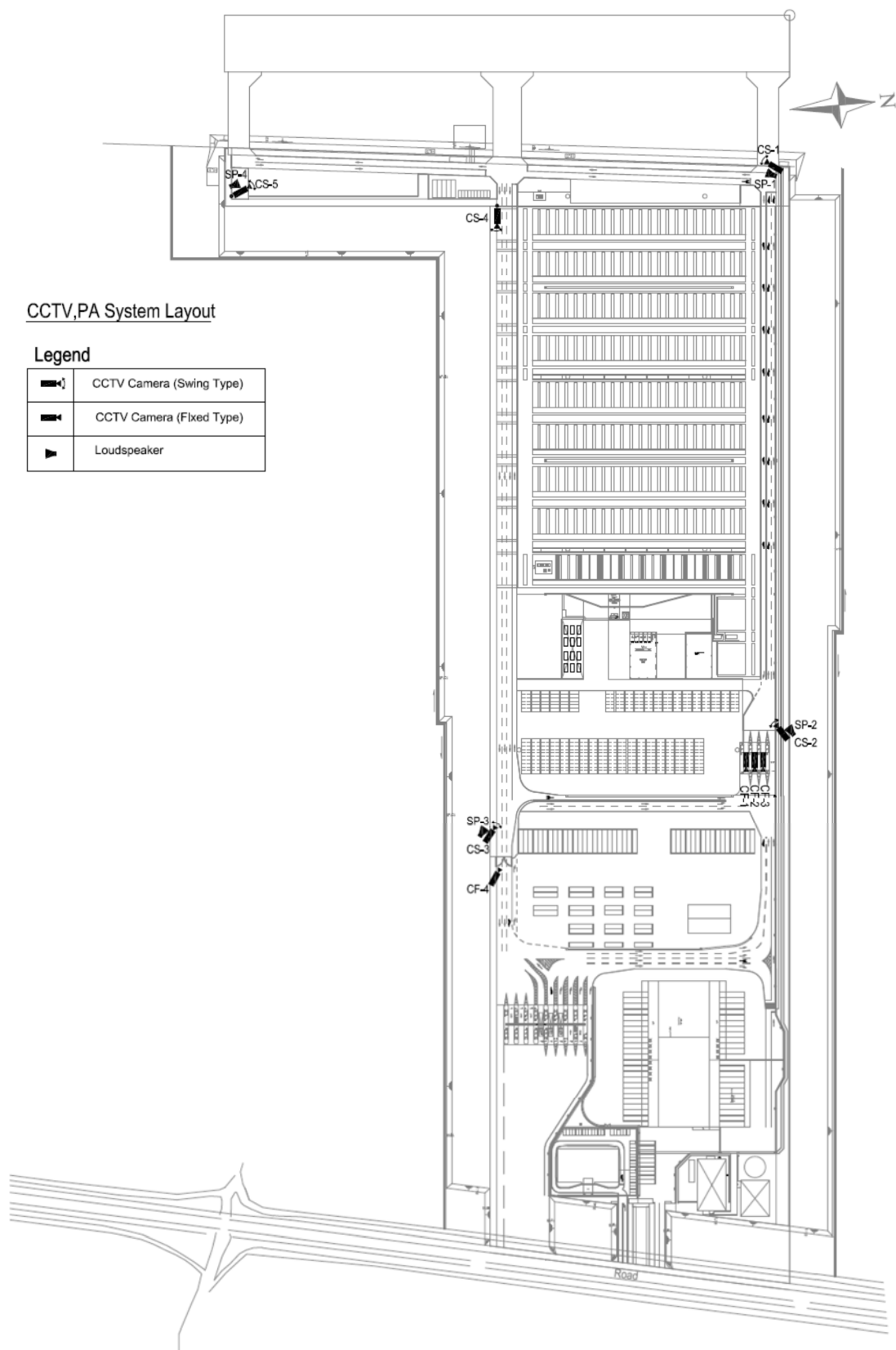
b) 放送設備

- スピーカーの音圧は場内を 75db 確保し、JETTY は 80db を確保できるよう配置する。
- 設置するポールの数を極力少なくするために、スピーカーは CCTV のポールに設置する



出典：調査団作成

図 4.3-118 フェンス・ゲート配置図



出典：調査団作成

図 4.3-119 CCTV・放送設備配置図

4.3.8. 照明施設

(1) 設計方針

1) 照度基準

エリアごとに適用される基準照度を満たすよう、配置、設置方法、光源について検討した。各エリアにおける基準照度は日本の基準を参考にし、以下のとおりとする。

表 4.3-81 基準照度

Container Yard	20lx
Internal Street	20lx
Around the security Fence	3lx

出典：

栈橋エリアにおいて、荷役に必要な照度はガントリークレーンに搭載された照明にて確保するものとする。

2) 照明施設配置

照明施設設置位置状況及び照度分布を図 4.3-120、4.3-121 に示す。

(2) 仕様の説明

各エリアにおける照明設置方針及び設置方法は次の通り

1) コンテナヤード

- 荷役作業の支障となることを避けるため、少ない基数で広範囲の照明を行えるハイマストポールにて照明する。
- ハイマストポールは RTG レーンの間に設定するため、高さは RTG よりも高い 30m とする。
- メンテナンスのため機械昇降式照明運搬機を設置する。
- 光源は高圧ナトリウムランプ（1000W x 6）とする。

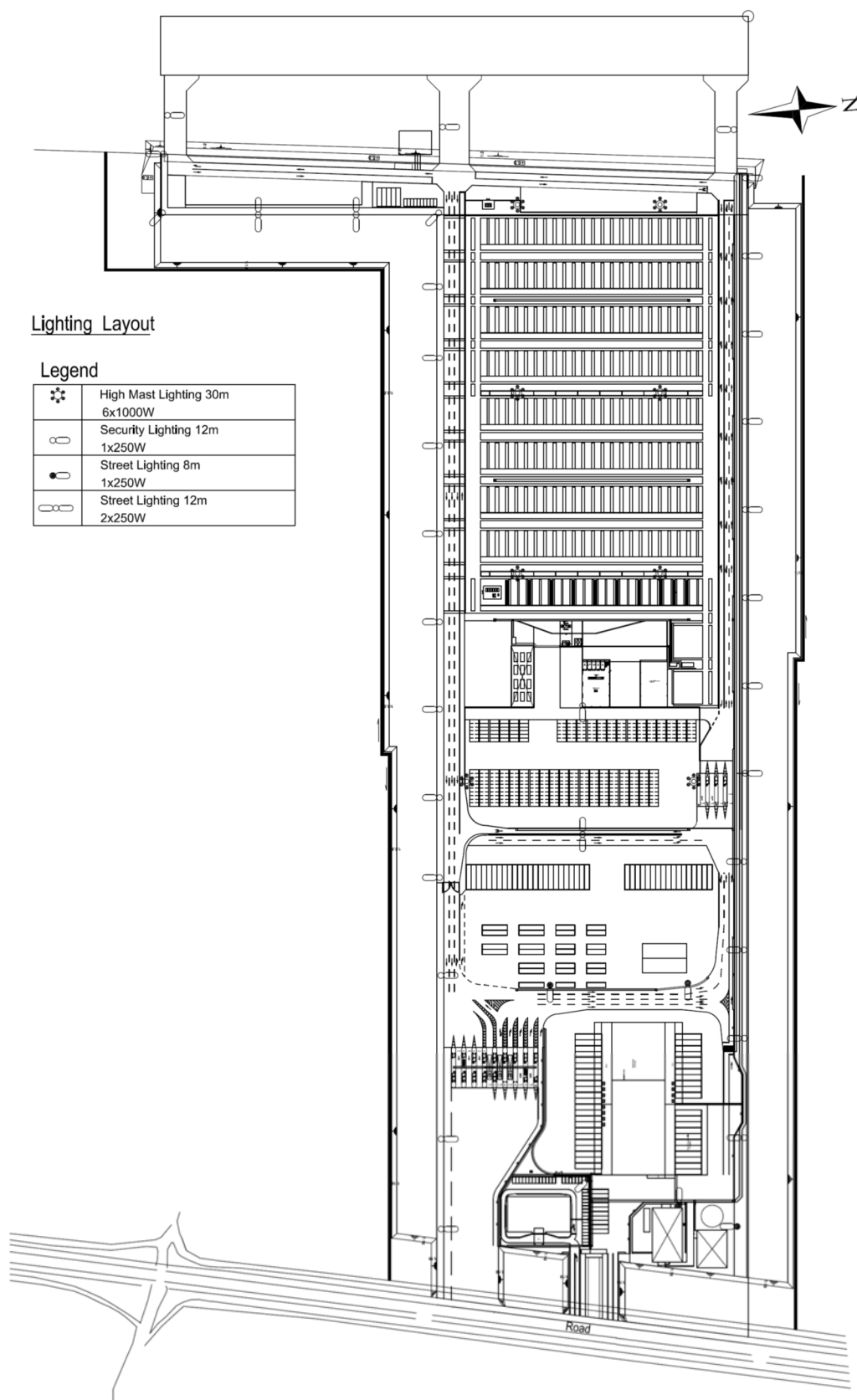
2) 道路

- 道路照明は 8m ポールに設置する。
- 光源は高圧ナトリウム（250W）とする。

3) セキュリティ照明

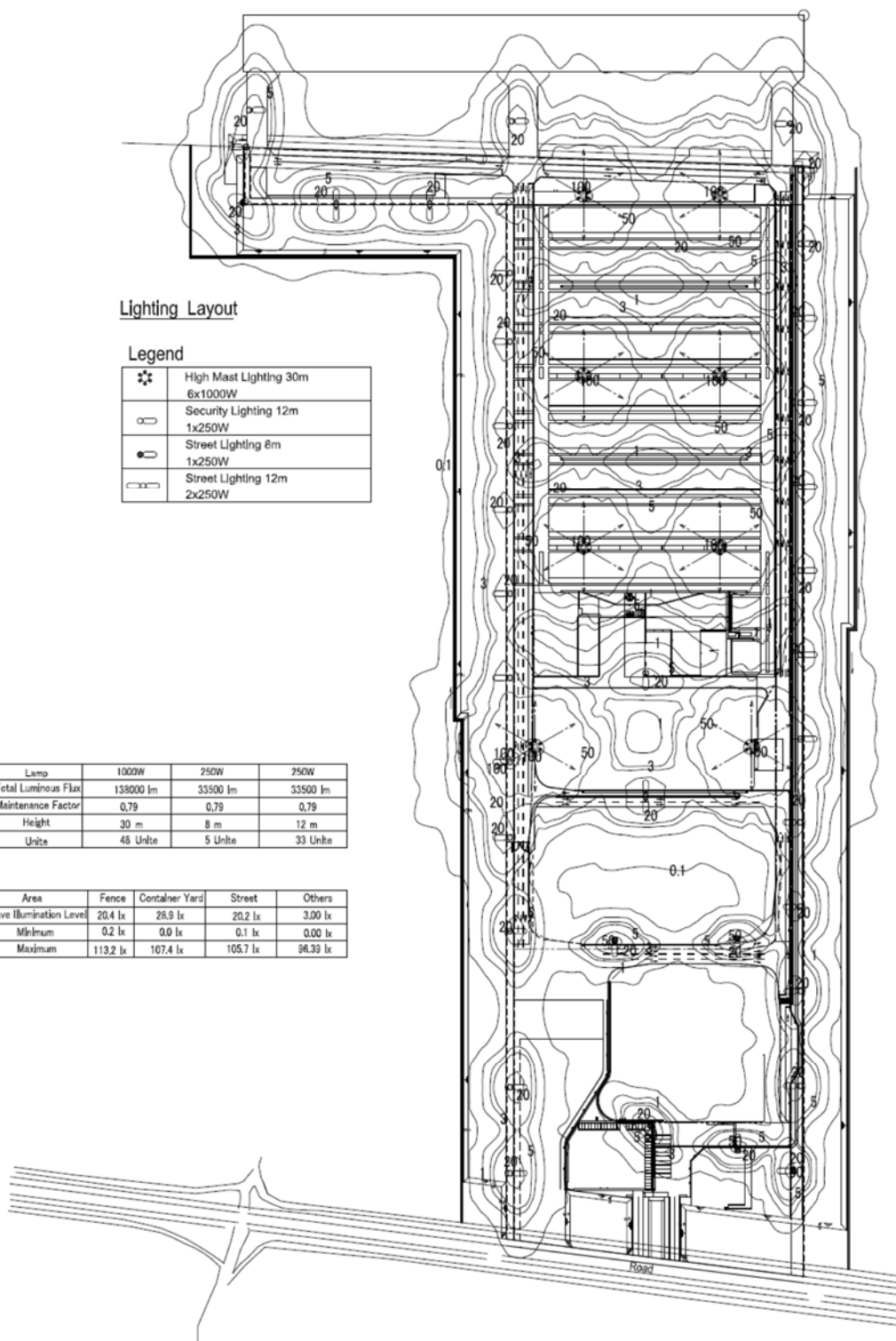
監視員の目視または監視装置などで不審者の行動を監視できる照度を確保するため設置する

- 保安用照明は 12m ポールに設置する。
- 境界部クリアゾーンのフェンス内外 3m 幅で基準照度を確保するよう配置した。
- 境界の内側からフェンスを照らすよう外向きに設置する。
- 光源は高圧ナトリウム (250W) とする。



出典：調査団作成

図 4.3-120 照明施設配置図



出典：調査団作成

図 4.3-121 照度分布図

4.3.9. 排水設計

(1) 設計条件

1) 確立降雨

確率降雨年は 10 年とする。港湾基準には明確な確率降雨年の規定は無いため、空港のような重要施設における確率降雨年に準拠した。空港基準における確率降雨年は、10 年である。

2) 降雨強度

排水計算では、到達時間（流入時間+流下時間）の算出を行い、その到達時間から降雨強度式にて降雨強度の算出を行う。

到達時間が短ければ、降雨強度は大きくなり、短ければそれは小さくなる。しかし、Myanmar では、雨量は日観測として測定されているが、時間測定（12 時間、1 時間、30 分、10 分）はない。そのため、降雨強度式が設定されていないことから、添付した表のように到達時間ごとの降雨強度を想定した。また、下表に示す時間は、到達時間をあらわしており、到達時間は、流入時間+流下時間の和である。

到達時間：地表面に降った雨がある地点から排水溝に到達する時間、

流下時間；排水溝からある排水溝までの時間である。

降雨強度は、下表に示す。

表 4.3-82 到達時間と降雨強度

min	Rainfall Intensity (mm/hr)	min	Rainfall Intensity (mm/hr)	min	Rainfall Intensity (mm/hr)
0~5	200	20~25	100	40~45	100
5~10	200	25~30	100	45~50	100
10~15	150	30~35	100	50~55	100
15~20	150	35~40	100	55~60	100

出典：調査団作成

3) 流入時間（ t_c ）

$$t_c = [(2/3) \times L \times (n/s)]^{0.467}$$

ここに；

n ; 平均流出係数（舗装区域 0.02、芝地 0.07）

s ; 流出勾配

4) 最大流出量

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

ここに；

Q ; 最大流出量 (m³/s)

C ; 流出係数 (舗装: 0.80, 建物: 0.7, 芝地: 0.30)

I ; 降雨強度 (mm/hr)

A ; 流出面積 (ha)

5) 平均流速 (m/s)

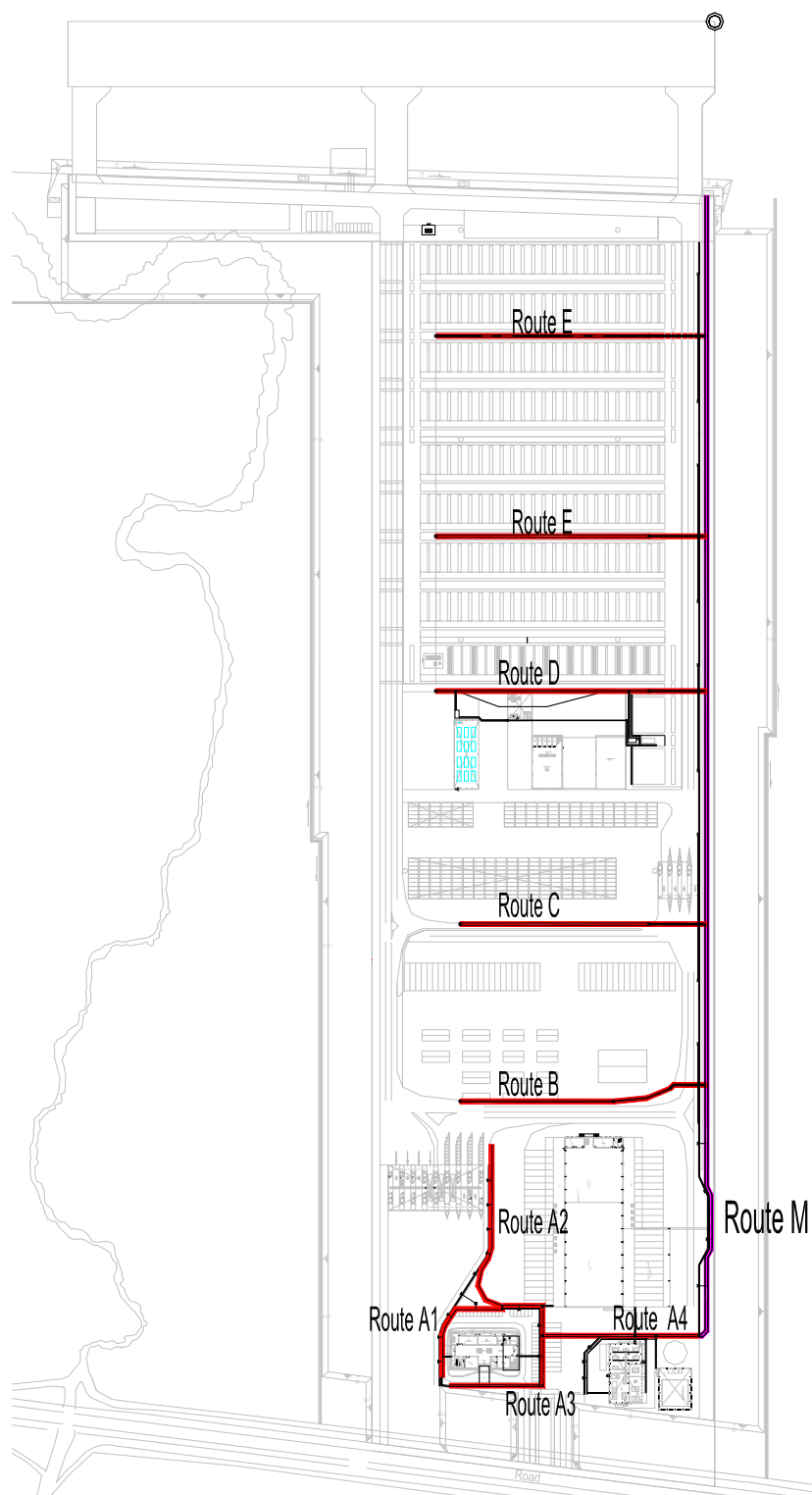
排水の最大流速及び最小流速は、それぞれ、3.0m/s 以上、0.6m/s 以下であってはならない。

6) 排水勾配

排水勾配は、 $i=0.15\%$ 以上とする。

(2) 排水ルート

排水ルートを下図に示す。

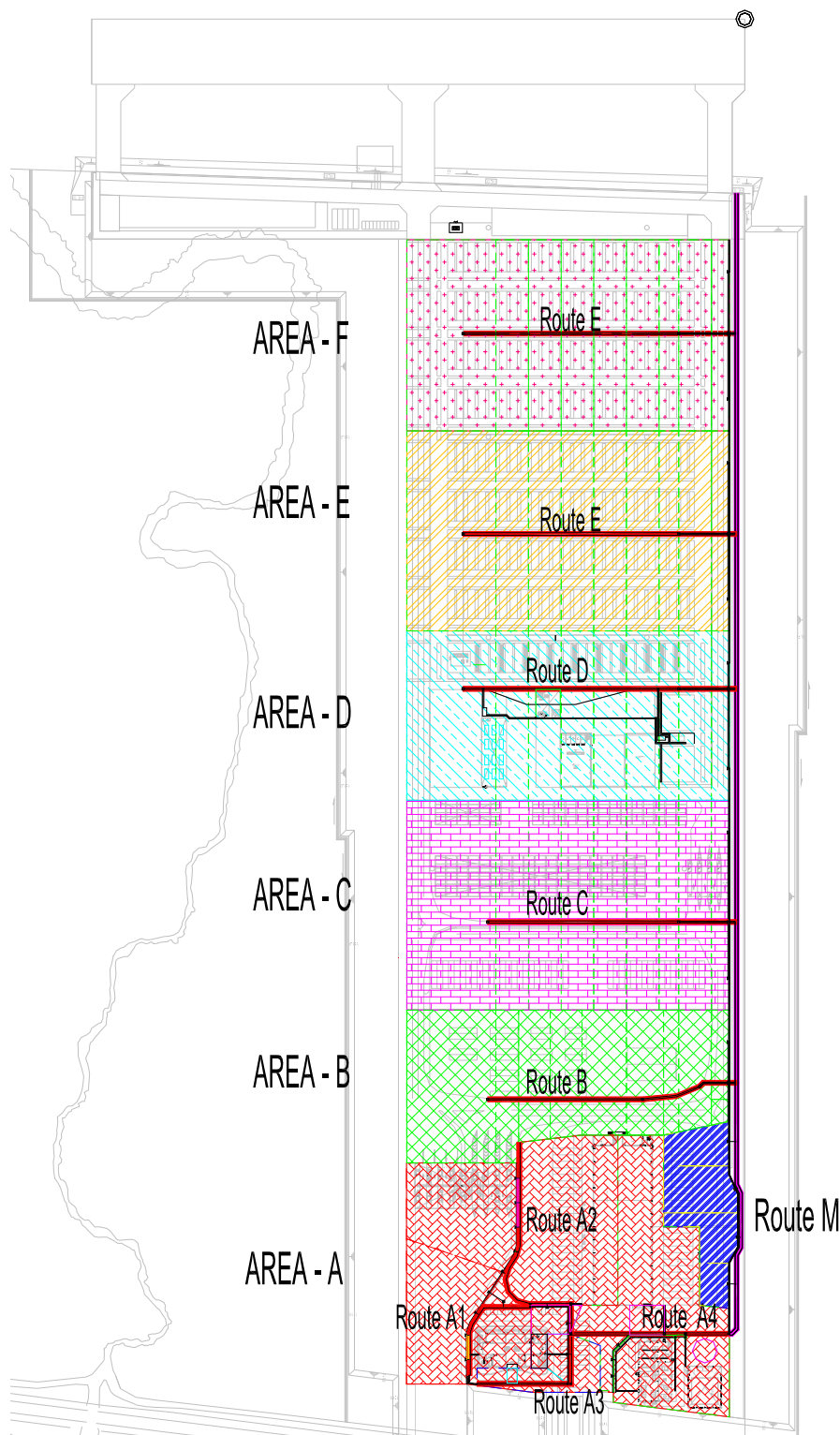


出典：調査団作成

図 4.3-122 排水ルート図

(3) 排水流域

コンテナターミナルの排水流域図を図 4.3-123 に示す。

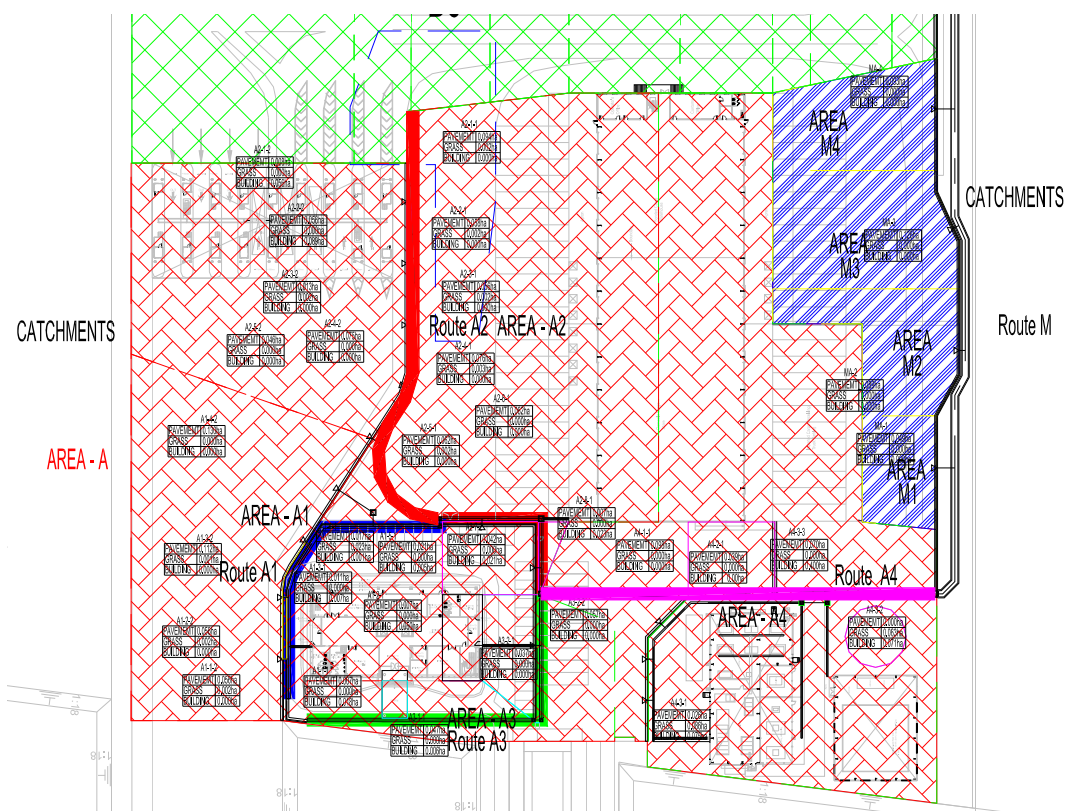


出典：調査団作成

図 4.3-123 排水流域図

1) A 流域

A 流域を図 4.3-124 に示す。表 4.3-83 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-124 A 流域の排水流域

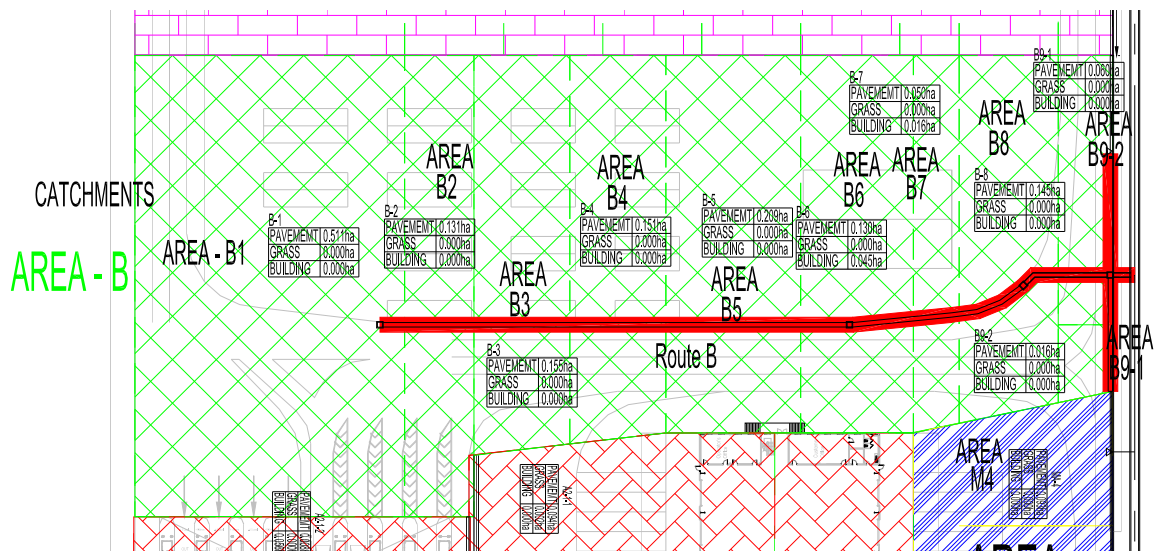
表 4.3-83 A 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			Σ C-A	Distance from furthest area to inlet (l)	coefficient of surface friction (n)	slope of drainage surface (s)	Distance from remotes points (l1)(min)	TIME			Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m ³ /a)	Discharge Volume					Velocity V (m/s)	Allowable Discharge Volume Q(m ³ /a)	Discharge Volume (m ³ /a)	
	Pavement (ha)	Grass (ha)	Building (ha)						Length (m)	Velocity (m/s)	Time of flow (t2)(min)			Time to reach (t1)(min)	Type of Drainage							
															Type	Width	Depth	Number of pipe				Pipe Diameter (cm)
A1-1-1	0.007	0.000	0.018	0.018	30.00	0.050	0.881%	9.114	15.00	0.978	0.256	9.970	200.0	0.010	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.010
A1-1-2	0.056	0.002	0.000	0.045					1.45	1.143	0.021	9.991	200.0	0.025	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.025
A1-2-1	0.007	0.000	0.050	0.041					15.00	0.978	0.256	9.647	200.0	0.058	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.058
A1-2-2	0.056	0.002	0.000	0.045					1.45	1.143	0.021	9.668	200.0	0.025	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.025
A1-3-1	0.011	0.000	0.007	0.014					15.00	0.978	0.256	9.924	200.0	0.091	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.091
A1-3-2	0.112	0.001	0.000	0.090					1.45	1.143	0.021	9.945	200.0	0.050	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.050
A1-4-1	0.017	0.023	0.001	0.021					15.00	0.978	0.256	10.201	150.0	0.114	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.114
A1-4-2	0.130	0.017	0.000	0.109					14.00	1.143	0.204	10.405	150.0	0.045	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.045
A1-5-1	0.021	0.000	0.005	0.020					16.00	0.978	0.273	10.678	150.0	0.168	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.168
A1-5-2	0.021	0.000	0.005	0.020					1.90	2.770	0.011	10.689	150.0	0.168	Pipe			1	40	2.770	0.349	0.168
A2-1-1	0.094	0.002	0.000	0.076	39.00	0.050	0.881%	10.302	21.91	0.978	0.273	10.675	150.0	0.032	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.032
A2-1-2	0.008	0.000	0.056	0.046					1.45	1.143	0.021	10.696	150.0	0.019	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.019
A2-2-1	0.058	0.002	0.000	0.047					15.00	0.978	0.256	10.931	150.0	0.070	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.070
A2-2-2	0.056	0.000	0.089	0.107					1.00	1.143	0.015	10.946	150.0	0.045	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.045
A2-3-1	0.056	0.002	0.000	0.045					15.00	0.978	0.256	11.187	150.0	0.134	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.134
A2-3-2	0.013	0.002	0.000	0.011					1.00	1.143	0.015	11.202	150.0	0.005	Pipe			1	30	1.143	0.081	0.005
A2-4-1	0.076	0.003	0.000	0.062					15.91	0.978	0.271	11.458	150.0	0.164	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.164
A2-4-2	0.750	0.000	0.000	0.600					1.00	1.607	0.010	10.312	150.0	0.250	Pipe			1	50	1.607	0.315	0.250
A2-5-1	0.062	0.002	0.000	0.050					15.91	1.135	0.234	11.692	150.0	0.435	U-Ditch	0.600	0.700	1	30	1.135	0.477	0.435
A2-5-2	0.046	0.000	0.000	0.037					1.00	0.723	0.023	10.325	150.0	0.015	Pipe			1	30	0.723	0.051	0.015
A2-6-1	0.062	0.002	0.000	0.050					28.27	1.135	0.415	10.740	150.0	0.471	U-Ditch	0.600	0.700	1	30	1.135	0.477	0.471
A2-7-1	0.000	0.000	0.000	0.000					24.91	1.279	0.325	11.065	150.0	0.639	U-Ditch	0.800	0.700	1	30	1.279	0.716	0.639
A2-7-2	0.042	0.000	0.021	0.048					1.45	0.723	0.033	10.335	150.0	0.020	Pipe			1	30	0.723	0.051	0.020
A2-8-1	0.007	0.000	0.023	0.022					15.50	1.279	0.241	11.306	150.0	0.669	U-Ditch	0.800	0.700	1	30	1.279	0.716	0.669
A2-8-2	0.000	0.000	0.023	0.016					6.10	1.089	0.093	0.093	200.0	0.009	U-Ditch	0.300	0.300	1	30	1.089	0.098	0.009
A3-1-1	0.047	0.000	0.006	0.042	15.00	0.050	0.300%	10.904	55.55	0.978	0.947	11.851	150.0	0.017	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.017
A3-2-1	0.037	0.000	0.000	0.030					1.45	0.723	0.033	11.339	150.0	0.012	Pipe			1	30	0.723	0.051	0.012
A3-2-2	0.062	0.002	0.000	0.050					30.50	0.978	0.520	11.859	150.0	0.051	U-Ditch	0.600	0.400	1	30	0.978	0.235	0.051
A4-1-1	0.098	0.000	0.000	0.078					36.05	1.324	0.454	12.313	150.0	0.752	U-Ditch	0.800	0.800	1	30	1.324	0.847	0.752
A4-2-1	0.039	0.000	0.000	0.031					21.25	1.324	0.267	12.580	150.0	0.765	U-Ditch	0.800	0.800	1	30	1.324	0.847	0.765
A4-3-1	0.026	0.086	0.075	0.099	30.00	0.050	0.300%	15.072	64.76	0.689	1.566	16.638	150.0	0.041	U-Ditch	0.300	0.300	1	30	0.689	0.062	0.041
A4-3-2	0.000	0.000	0.000	0.000					6.30	0.723	0.145	16.783	150.0	0.041	Pipe			1	30	0.723	0.051	0.041
A4-3-3	0.000	0.063	0.071	0.069	50.00	0.050	0.300%	19.133	18.01	0.689	0.436	19.569	150.0	0.029	U-Ditch	0.300	0.300	1	30	0.689	0.062	0.029
A4-3-4	0.000	0.000	0.000	0.000					2.00	0.876	0.038	19.607	150.0	0.070	Pipe			1	40	0.876	0.110	0.070
A4-3-5	0.070	0.000	0.400	0.336					39.30	1.363	0.481	20.088	150.0	0.975	U-Ditch	0.800	0.900	1	30	1.363	0.981	0.975
A4-3-6	0.000	0.000	0.400	0.280					17.69	1.377	0.214	10.000	150.0	0.117	U-Ditch	0.300	0.300	1	30	1.377	0.124	0.117

出典：調査団作成

2) B 流域

B 流域を図 4.3.125 に示す。表 4.3.84 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-125 B 流域の排水流域

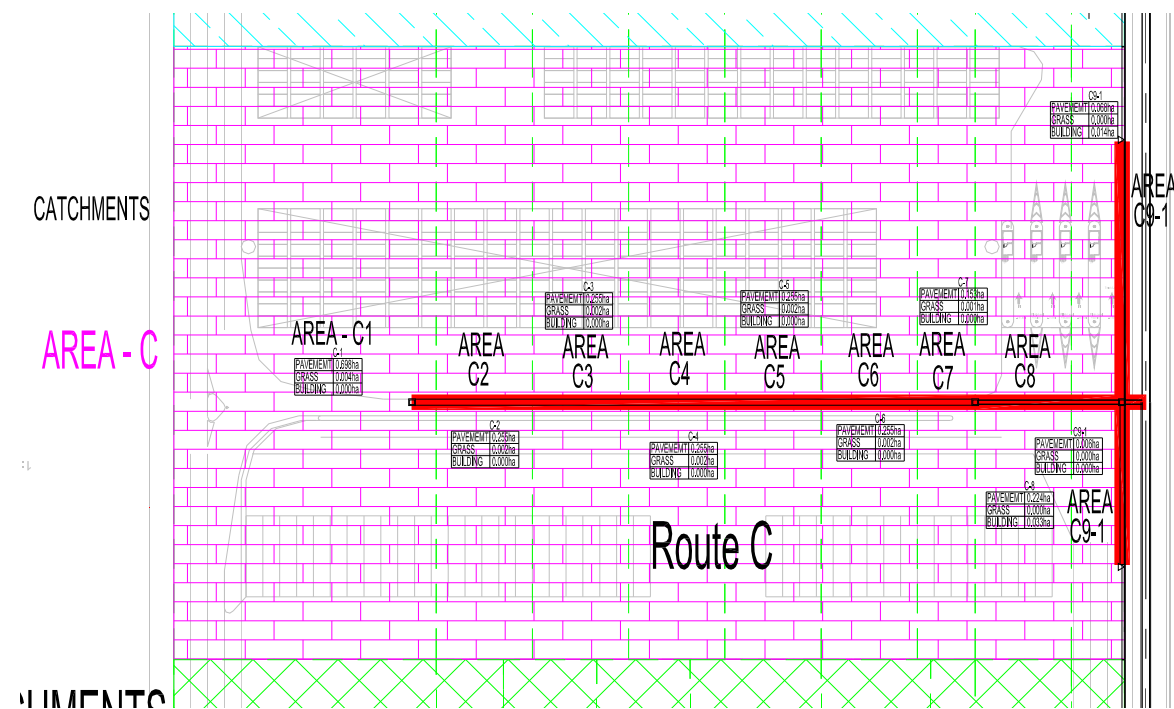
表 4.3-84 A 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			ΣC-A	Distance from farthest area to inlet	coefficient of surface friction	slope of drainage surface	Distance from remote points	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m ³ /s)	Discharge Volume								
	Pavement	Grass	Building						Type	Width	Depth				Number of pipe	Slope	Coefficient of roughness	Velocity	Allowable Discharge Volume				
	0.8 (ha)	0.3 (ha)	0.7 (ha)																	Pipe Diameter (cm)	i (%)	n	V (m/s)
B-1	0.511	0.000		0.409	65.00	0.050	0.655%	14.708	5.00	0.978	0.085	14.708	1500	0.170	U-Ditch	0.600	0.400	1	2.000	0.015	0.978	0.235	
B-2 (-B-3)	0.131	0.000		0.105					14.00	0.978	0.239	14.947	1500	0.214	U-Ditch	0.600	0.400	1	2.000	0.015	0.978	0.235	
B-3 (-B-4)	0.155	0.000		0.124					19.38	1.043	0.310	15.257	1500	0.266	U-Ditch	0.600	0.500	1	2.000	0.015	1.043	0.313	
B-4 (-B-5)	0.151	0.000		0.121					19.38	1.093	0.296	15.553	1500	0.316	U-Ditch	0.600	0.600	1	2.000	0.015	1.093	0.393	
B-5 (-B-6)	0.209	0.000		0.167					27.25	1.093	0.416	15.969	1500	0.386	U-Ditch	0.600	0.600	1	2.000	0.015	1.093	0.393	
B-6 (-B-7)	0.130	0.000	0.045	0.136					22.75	1.135	0.334	16.303	1500	0.442	U-Ditch	0.600	0.700	1	2.000	0.015	1.135	0.477	
B-7 (-B-8)	0.050	0.000	0.016	0.051					9.25	1.135	0.136	16.439	1500	0.463	U-Ditch	0.600	0.700	1	2.000	0.015	1.135	0.477	
B-8 (-B-9)	0.145	0.000		0.116					18.47	1.176	0.262	16.701	1500	0.512	Pipe			1	80	2.000	0.013	1.176	0.592
B9-2 (-B-9)	0.076	0.000		0.061	10.00	0.050	0.500%	7.108	23.66	0.978	0.403	7.511	2000	0.034	U-Ditch	0.600	0.400	1	2.000	0.015	0.978	0.235	
B9-1 (-B-9) (-M8)	0.145	0.000		0.116	10.00	0.050	0.500%	7.108	44.62	0.978	0.760	7.868	2000	0.064	U-Ditch	0.600	0.400	1	2.000	0.015	0.978	0.235	
				0.000	10.00	0.050	0.500%	7.108	4.90	1.176	0.069	16.770	1500	0.585	Pipe			1	80	2.000	0.013	1.176	0.592

出典：調査団作成

3) C 流域

C 流域を図 4.3-126 に示す。表 4.3-85 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-126 C 流域の排水流域

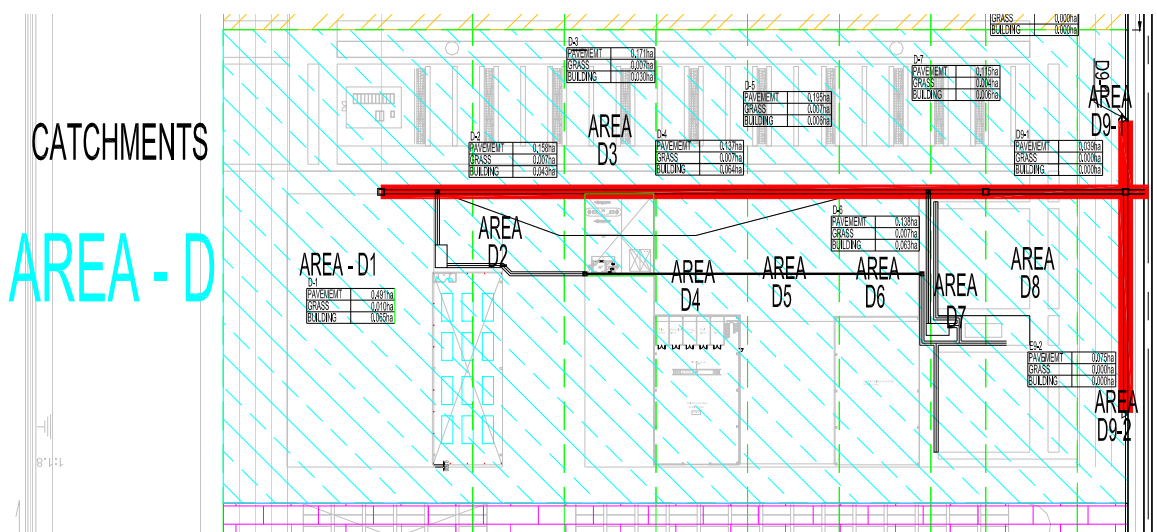
表 4.3-85 C 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			Σ C-A	Distance from farthest area to inlet (l)	coefficient of surface friction (n)	slope of drainage surface (s)	Distance from remote points (t1)(min)	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m3/s)	Discharge Volume					Velocity (m/s)	Allowable Discharge Volume (m3/s)	Discharge Volume (m3/s)
	Pavement (ha)	Grass (ha)	Building (ha)						Length (m)	Velocity (m/s)	Time of flow (t2)(min)				Type of Drainage							
															Type	Width	Depth	Number of pipe	Pipe Diameter (cm)			
C-1	0.698	0.004		0.560	82.48	0.050	0.685%	16.438	5.00	1.315	0.063	16.501	150.0	0.233	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421	0.233
C-2 (→C-3)	0.255	0.002		0.205					20.00	1.315	0.253	16.754	150.0	0.318	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421	0.318
C-3 (→C-4)	0.255	0.002		0.205					20.00	1.418	0.235	16.989	150.0	0.404	U-Ditch	0.800	0.500	1		1.418	0.567	0.404
C-4 (→C-5)	0.255	0.002		0.205					20.00	1.503	0.222	17.211	150.0	0.489	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721	0.489
C-5 (→C-6)	0.255	0.002		0.205					20.00	1.503	0.222	17.433	150.0	0.574	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721	0.574
C-6 (→C-7)	0.255	0.002		0.205					20.00	1.503	0.222	17.655	150.0	0.659	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721	0.659
C-7 (→C-8)	0.153	0.001		0.123					12.00	1.503	0.133	17.788	150.0	0.711	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721	0.711
C-8 (→C-9)	0.224	0.000	0.033	0.202					30.55	1.664	0.306	18.094	150.0	0.795	Pipe			1	80	1.664	0.837	0.795
C9-1 (→C-9)	0.068	0.000	0.014	0.064	10.00	0.050	0.500%	7.108	74.45	0.978	1.269	8.377	150.0	0.027	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235	0.027
C9-2 (→C-9)	0.006	0.000		0.005	10.00	0.050	0.500%	7.108	54.28	0.978	0.925	8.033	150.0	0.002	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235	0.002
(→M-C)				0.000					4.90	1.664	0.049	18.143	150.0	0.824	Pipe			1	80	1.664	0.837	0.824

出典：調査団作成

4) D 流域

D 流域を図 4.3-127 に示す。表 4.3-86 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-127 D 流域の排水流域

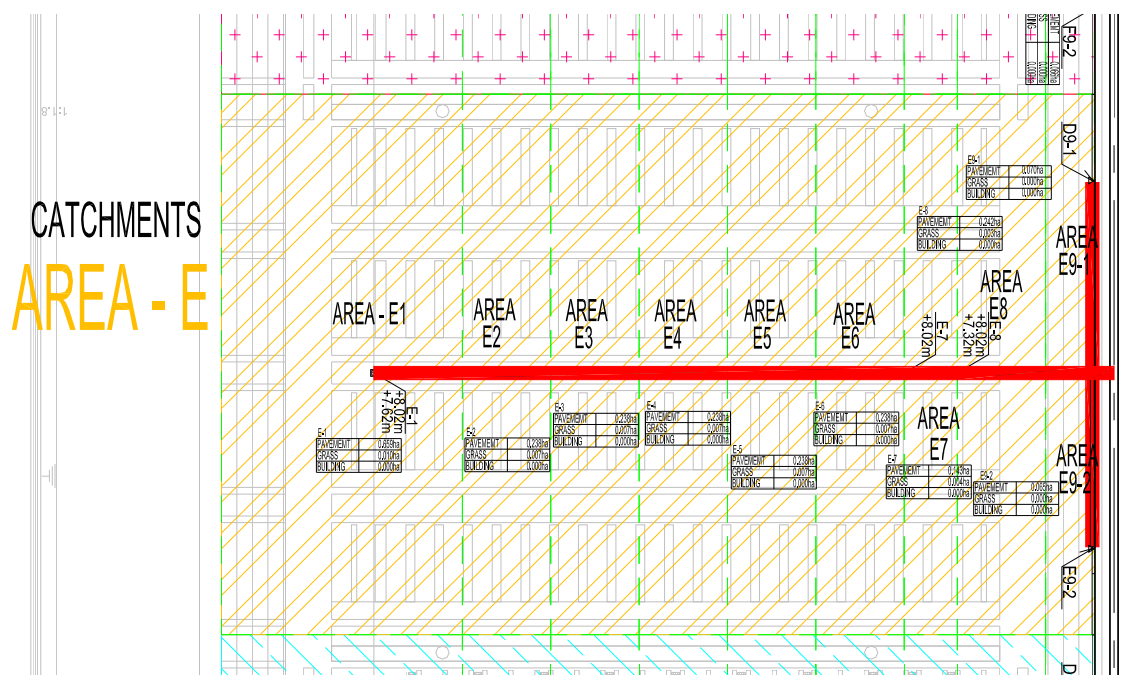
表 4.3-86 D 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			Σ C・A	Distance from farthest area to inlet	coefficient of surface friction	slope of drainage surface	Distance from remot points	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m3/s)	Discharge Volume					Allowable Discharge Volume Q(m3/s)	
	Pavment	Grass	Building						Type of Drainage						Velocity V (m/s)						
									Type	Width	Depth					Number of pipe	Pipe Diameter (cm)				
0.8 (ha)	0.3 (ha)	0.7 (ha)																			
D-1	0.491	0.010	0.065	0.441	76.65	0.050	0.646%	16.326	20.00	1.198	0.278	16.604	150.0	0.184	U-Ditch	0.600	0.400	1		1.198	0.288
D-2 (→D-3)	0.158	0.007	0.043	0.159					20.00	1.278	0.261	16.865	150.0	0.250	U-Ditch	0.600	0.500	1		1.278	0.383
D-3 (→D-4)	0.171	0.007	0.030	0.160					20.00	1.339	0.249	17.114	150.0	0.317	U-Ditch	0.600	0.600	1		1.339	0.482
D-4 (→D-5)	0.137	0.007	0.064	0.157					20.00	1.339	0.249	17.363	150.0	0.382	U-Ditch	0.600	0.600	1		1.339	0.482
D-5 (→D-6)	0.195	0.007	0.006	0.162					20.00	1.391	0.240	17.603	150.0	0.449	U-Ditch	0.600	0.700	1		1.391	0.584
D-6 (→D-7)	0.138	0.007	0.006	0.117					20.00	1.430	0.233	17.836	150.0	0.498	U-Ditch	0.600	0.800	1		1.430	0.686
D-7 (→D-8)	0.115	0.004	0.006	0.097					12.00	1.430	0.140	17.976	150.0	0.539	U-Ditch	0.600	0.800	1		1.430	0.686
D-8 (→D-9)	0.208	0.000	0.000	0.166					30.55	1.664	0.306	18.282	150.0	0.608	Pipe			1	80	1.664	0.837
D9-1 (→D-9)	0.039	0.000	0.014	0.041	10.00	0.050	0.500%	7.108	35.55	0.978	0.606	7.714	200.0	0.023	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
D9-2 (→D-9)	0.075	0.000		0.060	10.00	0.050	0.500%	7.108	68.45	0.978	1.166	8.274	200.0	0.033	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
M-D				0.000					4.90	1.664	0.049	18.331	150.0	0.650	Pipe			1	80	1.664	0.837

出典：調査団作成

5) E 流域

E 流域を図 4.3-128 に示す。表 4.3-87 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-128 E 流域の排水流域

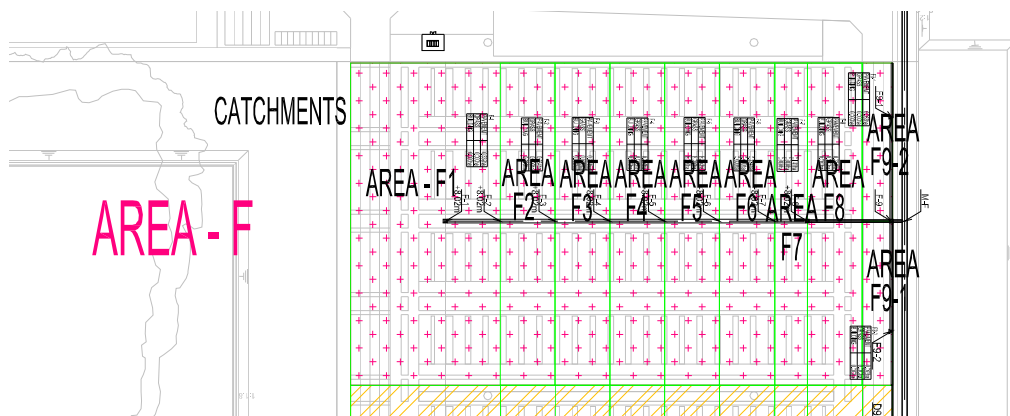
表 4.3-87 E 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			Σ C・A	Distance from farthest area to inlet	coefficient of surface friction	slope of drainage surface	Distance from remot points	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m3/s)	Discharge Volume				Velocity V (m/s)	Allowable Discharge Volume Q(m3/s)	
	Pavment	Grass	Building						Length	Velocity	Time of flow				Type of Drainage						
															Type	Width	Depth	Number of pipe			Pipe Diameter (cm)
E-1	0.666	0.003		0.534	72.05	0.050	0.680%	15.485	20.00	1.315	0.253	15.738	150.0	0.222	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421
E-2 (→E-3)	0.238	0.007		0.193					20.00	1.315	0.253	15.991	150.0	0.303	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421
E-3 (→E-4)	0.238	0.007		0.193					20.00	1.315	0.253	16.244	150.0	0.383	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421
E-4 (→E-5)	0.238	0.007		0.193					20.00	1.418	0.235	16.479	150.0	0.463	U-Ditch	0.800	0.500	1		1.418	0.567
E-5 (→E-6)	0.238	0.007		0.193					20.00	1.418	0.235	16.714	150.0	0.543	U-Ditch	0.800	0.500	1		1.418	0.567
E-6 (→E-7)	0.238	0.007		0.193					20.00	1.503	0.222	16.936	150.0	0.623	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721
E-7 (→E-8)	0.143	0.004		0.116					12.00	1.567	0.128	17.064	150.0	0.672	U-Ditch	0.800	0.700	1		1.567	0.878
E-9 (→E-10)	0.241	0.003		0.194					30.55	1.664	0.306	17.370	150.0	0.752	Pipe			1	80	1.664	0.837
E-1 (→D-9)	0.070	0.000	0.014	0.066	10.00	0.050	0.500%	7.108	30.55	0.978	0.521	7.629	200.0	0.037	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
E9-2 (→E-9)	0.065	0.000		0.052	10.00	0.050	0.500%	7.108	68.45	0.978	1.166	8.274	200.0	0.029	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
E-10 (→M-F)				0.000					4.90	1.664	0.049	17.419	150.0	0.801	Pipe			1	80	1.664	0.837

出典：調査団作成

6) F 流域

F 流域を図 4.3-129 に示す。表 4.3-88 に流量計算書を示す。



出典：調査団作成

図 4.3-129 F 流域の排水流域

表 4.3-88 F 流域の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			Σ C・A	Distance from farthest area to inlet	coefficient of surface friction	slope of drainage surface	Distance from remot points	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m3/s)	Discharge Volume				Velocity V (m/s)	Allowable Discharge Volume Q(m3/s)	
	Pavment	Grass	Building						Length	Velocity	Time of flow				Type of Drainage						
															Type	Width	Depth	Number of pipe			Pipe Diameter (cm)
F-1	0.639			0.511	69.00	0.050	0.710%	14.873	20.00	1.315	0.253	15.126	150.0	0.213	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421
F-2 (→F-3)	0.234			0.187					20.00	1.315	0.253	15.379	150.0	0.291	U-Ditch	0.800	0.400	1		1.315	0.421
F-3 (→F-4)	0.234			0.187					20.00	1.418	0.235	15.614	150.0	0.369	U-Ditch	0.800	0.500	1		1.418	0.567
F-4 (→F-5)	0.234			0.187					20.00	1.418	0.235	15.849	150.0	0.447	U-Ditch	0.800	0.500	1		1.418	0.567
F-5 (→F-6)	0.234			0.187					20.00	1.503	0.222	16.071	150.0	0.525	U-Ditch	0.800	0.600	1		1.503	0.721
F-6 (→F-7)	0.234			0.187					20.00	1.567	0.213	16.284	150.0	0.603	U-Ditch	0.800	0.700	1		1.567	0.878
F-7 (→F-8)	0.141			0.113					12.00	1.567	0.128	16.412	150.0	0.650	U-Ditch	0.800	0.700	1		1.567	0.878
F-9 (→E-10)	0.234			0.187					30.55	1.664	0.306	16.718	150.0	0.728	Pipe			1	80	1.664	0.837
E-1 (→D-9)	0.063	0.000		0.050	10.00	0.050	0.500%	7.108	35.55	0.978	0.606	7.714	200.0	0.028	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
E9-2 (→E-9)	0.066	0.000		0.053	10.00	0.050	0.500%	7.108	68.45	0.978	1.166	8.274	200.0	0.029	U-Ditch	0.600	0.400	1		0.978	0.235
→M-F				0.000					4.90	1.664	0.049	16.767	150.0	0.771	Pipe			1	80	1.664	0.837

出典：調査団作成

7) 幹線排水路

表 4.3-89 に幹線排水路の流量計算書を示す。

表 4.3-89 メイン排水路の排水計算

Catchment Area Number	Catchment Area			ΣC・A	Distance from farthest area to inlet l	coefficient of surface friction n	slope of drainage surface s	Distance from remot points t1(min)	TIME			Time to reach (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Discharge Volume (m ³ /s)	Discharge Volume					Allowable Discharge Volume Q(m ³ /s)	
	Pavment 0.8 (ha)	Grass 0.3 (ha)	Building 0.7 (ha)						Length (m)	Velocity (m/s)	Time of flow t2(min)				Type of Drainage						Velocity V (m/s)
															Type	Width	Depth	Number of pipe	Pipe Diameter (cm)		
M-A				0.000				163.00	1.352	2.009	22.097	100.0	0.701	U-Ditch	1.500	0.900	1		1.352	1.551	
M-B				0.000				124.00	1.352	1.529	23.626	100.0	1.092	U-Ditch	1.500	0.900	1		1.352	1.551	
M-C				0.000				125.75	1.397	1.500	25.126	100.0	1.641	U-Ditch	1.500	1.000	1		1.397	1.781	
M-D				0.000				114.00	1.476	1.287	26.413	100.0	2.074	U-Ditch	1.500	1.200	1		1.476	2.258	
M-E				0.000				85.75	1.565	0.913	27.326	100.0	2.608	U-Ditch	1.500	1.500	1		1.565	2.993	
M-F				0.000				26.00	1.614	0.268	27.594	100.0	3.122	U-Ditch	1.500	1.700	1		1.614	3.498	

出典：調査団作成

4.4. 施工計画

4.4.1. 仮設工

新港建設場所北側の Plot24 を仮設ヤードとして使用計画する。主な仮設施設は次の通りとする。

- 仮設現場事務所（業者、コンサル及び発注者用）、コンクリート用試験室
- 鉄筋保管及び加工ヤード、型枠製作ヤード、各材料保管及び倉庫
- プレキャストコンクリート製作ヤード（PC 桁、縁石、他）
- コンクリートプラント（業者が選択）
- 仮設栈橋（L=50m 以上）（鋼管杭積み込み、石材降ろし、他）
- 鋼管杭保管及び継ヤード

工事用一般電気及び水道を外部より引き込む予定だが、発電機と井戸を計画する。

4.4.2. 港湾土木施設

(1) 主材料調達区分

主材材料調達区分は次表の通り。

表 4.4-1 主材料調達区分

材 料 名	備 考	調 達 区 分
鋼材	鋼管杭、鋼矢板、ジャケット、鉄筋、H-鋼他	タイ、シンガポール、インドネシア
セメント	コンクリート用、建築用	タイ
コンクリート用細骨材	砂	ヤンゴン
コンクリート用粗骨材	砕石	モン州より海上運搬
法面防護用石材	じゃかご用捨石及び張石材	同上
地盤改良用ドレーン材	プラスチックドレーン	タイ
地盤改良用砂材	砂（地盤マット、載荷盛土）	ヤンゴン
残橋及び渡棧橋付属品	フェンダー、係船中、クレーンレール他	ヤンゴン、シンガポール、タイ
じゃかご		日本

出典：調査団作成

(2) 主工事用建設機械調達区分

主要工事用建設機械調達区分は次表の通り。

表 4.4-2 建設機械船舶調達区分

機 械・船 舶 名	備 考	調 達 区 分
陸上一般機械	ブルドーザ、バックホー、ダンプトラック 他	ヤンゴン
舗装用建設機械	グレーダー、転圧機械	ヤンゴン
杭打ち船 リーダー-60m	15ton クラス油圧ハンマー付	シンガポール
バイプロハンマー	80E クラス	シンガポール
地盤改良機械	PVD ドレーン工法	タイ、ベトナム
セップ式起重機船	1,000ton クラス	シンガポール
クレーン台船	クレーン 300ton クラス	シンガポール
グラブ浚渫船	10cum 以上	シンガポール
引き船、台船、通船	引き船 600PS 以上、台船 300~3,000ton	シンガポール
陸上三点式くい打ち機	D-ハンマー4ton	ヤンゴン
錨船	吊荷重 15ton クラス	シンガポール
バックホー台船	バックホー2cum クラス	シンガポール

出典：調査団作成

(3) 主工事数量一覧

表 4.4-3 海上工事数量

工 種	詳 細
棧橋本体 W=40m, L=400m	浚渫工：155,000m ³ ,法面防護じゃかご工：24,000m ² 鋼管杭 直径 1,300mm,L=46.5m :120 本.(3,729ton) ジャケット工鋼材:4,420ton (L20m x 20 スパン) プレキャストコンクリートスラブ 800 枚 (コンクリート 5,890m ³ 、鉄筋 1374ton) 現場打ちコンクリート 3,901m ³ 付属工：フェンダー 40 個、係船中 20 個、ビームコン 2 ヶ所 クレーンレール 791m 電気防食アルミ合金取付 1320 個 他
渡棧橋 3 ヶ所 L=60m	鋼管杭 直径 600mm:125 本 上部工コンクリート:2,400m ³ ,鉄筋 450ton 法面防護じゃかご工：5,003m ² 付属工: ハンドレール、縁石、コーナー防護 他

出典：調査団作成

表 4.4-4 海上工事数量

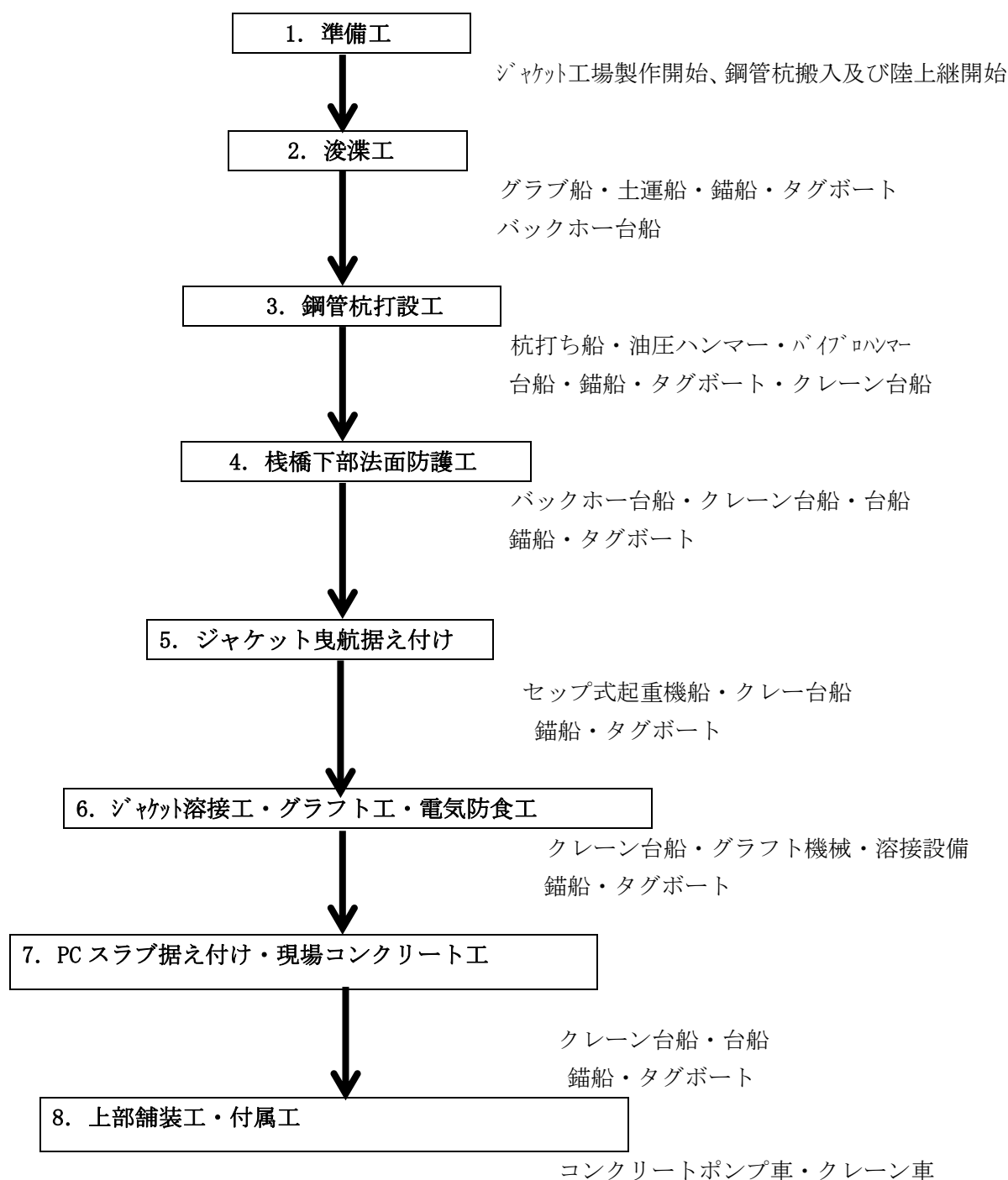
工 種	詳 細
整地盛土	340,000m ³
地盤改良 PVD 工法 213,000 m ²	Driving of PVC ドレーン打設: 3,990,000m 載荷用盛土: 1,040,000m ³ 盛土材撤去: 675,000m ³
護岸工 L=400m	シートパイル L=13.5m :697 枚,タイプ III(wide type) 鋼管杭 直径 600mm:44 本 上部コンクリート工: 545m ³ 法面防護じゃかご工：5,003m ²
舗装工	インターロッキングブロック工:72,952m ² コンクリート舗装工:33,000m ² RTG 用-コンクリート舗装:10,113m ² , 排水工:2,558m

出典：調査団作成

(4) 棧橋工事

杭打設前に浚渫工を行う。杭打設は全数海上より杭打船にて施工する。PC スラブは仮設ヤードにて製作し海上据え付けとする。ジャケット製作は別途岸壁がある制作工場にて製作し、現場まで台船にて曳航据え付けを行う。ジャケット工は 1 スパン 20m とし、20 スパンを計画する。

施工フローを次に示す。



鋼管杭は現場での継溶接を行わないで、現場搬入前に陸上にて継いでおく。

上部コンクリート工はコンクリートポンプ車にて陸上側より打設する。

法面防護じゃかご工は海上よりの施工となる。じゃかご用石材は海上搬入を計画する。

なお全施工は北側よりスパン毎に完成させていく。

(5) 渡棧橋工

鋼管杭打設は 50%を海上よりの杭打ち船にて、残り 50%を陸上よりの三点式杭打設機械にて計画する。

海上打設用杭は潮待ち工事となるので、事前に陸上にて継溶接を行い 1 本杭として打設計画する。

陸上打設は現場にて継溶接を行う。

渡棧橋 3 ヶ所のうち、北側の T-1 を 2015 年 11 月までに完成させる。

コンクリート打設は全て陸上側よりポンプ車にて打設する。

底型枠工はブラケット方式と下部現地盤よりの支保工方式の併用とする。

(6) 護岸工

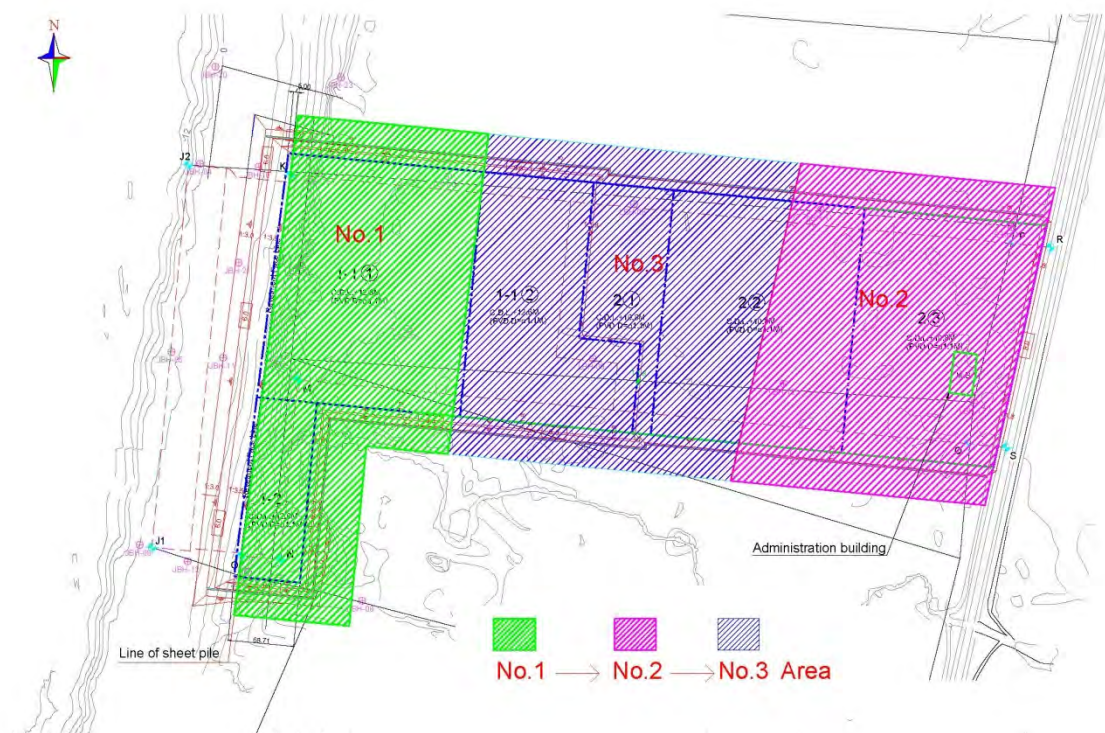
護岸工は隣接陸上地盤改良工完了後開始する。シートパイルは III 型ワイド仕様なので、日本よりの搬入を計画した。シートパイル打設後法面防護工を開始する。

全工種陸上施工と計画する。鋼管杭打設は 3 点式杭打設機械にて施工する。

施工は北側より実行していく。コンクリート打設はホッパー打設とする。

(7) 地盤改良工 (PVD ドレーン打設)

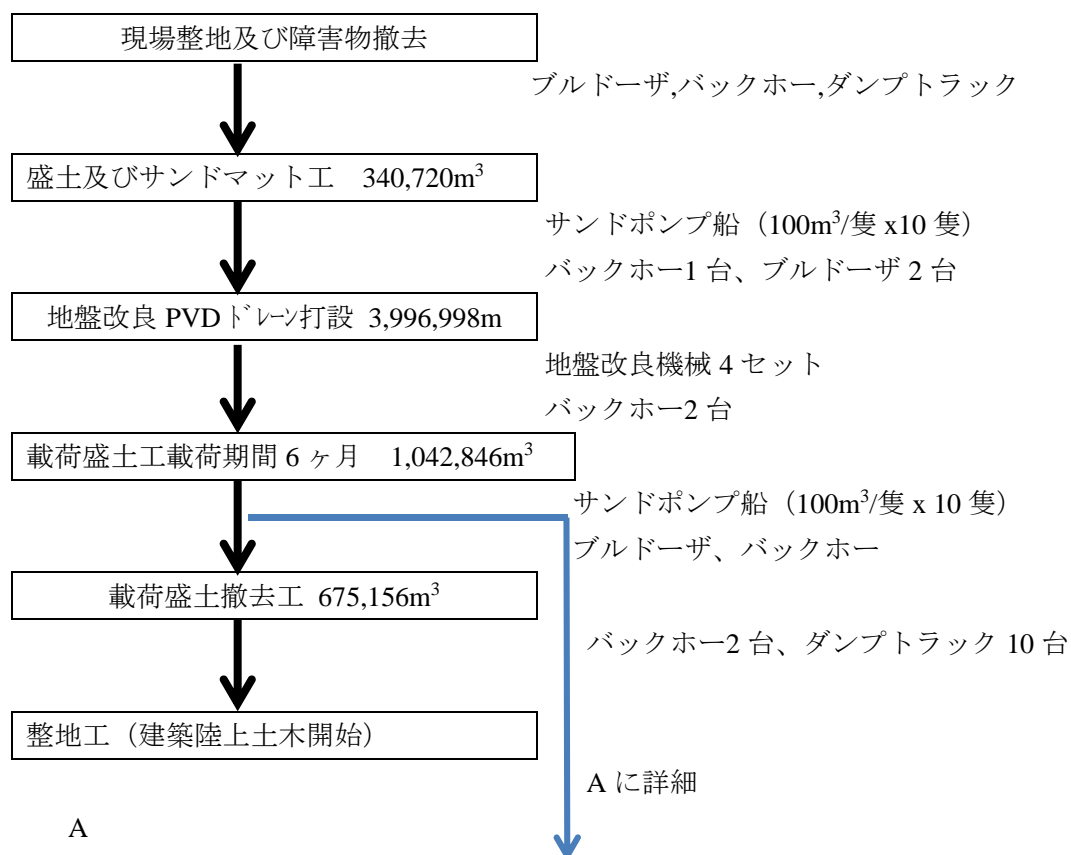
地盤改良機械は 4 セット以上用意する。最初にサンドマットを敷設するが砂材は河川より現地ポンプ方式にて実行する。護岸部背後 200m までの地点と、建築管理棟箇所を最初に完成させ、載荷盛土も順次施工していく。載荷盛土撤去はダンプトラックにて施工する。



出典：調査団作成

図 4.4-1 地盤改良施工順序

施工フローを次に示す。



A

載荷盛土期間に下記管理を行う

1. 沈下板設置
2. 層別沈下計
3. 傾斜計
4. 水位計測パイプ設置
5. 圧度計
6. 排水用井戸設置

(8) 舗装工事

舗装工はインターロッキングブロック工、コンクリート舗装、碎石転圧簡易舗装と、これに付帯する。

排水溝と縁石工を施工する。

舗装着工前に埋設物及び排水溝を完成させる。

- 上層路盤及び下層路盤材は、ミャンマーモン州より 3,000ton クラス台船にて直接現場に搬入する。
- インターロッキングブロック及び縁石は工場製作または現場製作とする。
- 排水柵、排水 U-字溝は現場打ちとする。

- 砕石を現場ストックし場内小運搬にて、施工していく。
- 使用機械は、ブルドーザ、グレーダー、マカダムローラー、タイヤローラー、ランマー、プレート、ダンプトラックとなる。
- コンクリート舗装はコンクリートスプレッダ及び目地用コンクリートカッターを使用する。

(9) 港湾土木施設施工計画

本案件は、Phase I-1 が棧橋北側 200m、渡棧橋 T-1 を完成させ、仮使用を開始することまでを含み、Phase I-2 がそれ以外の Phase I 全ての工事を含む。

着工から Phase I-1 の部分供用開始および Phase I-2 を含めた全ての工事完成まで、期間的余裕が小さく、追加詳細検討した結果、F/S で示した Phase I-1 が工事開始から 17 ヶ月後、Phase I-2 が 30 ヶ月後が、改めて最短であることが確認された。

主工種の月当たり計画出来高を次の通りと計画した。1 ヶ月当たり作業稼働日数は 25 日とする

表 4.4-5 主工種の月当たり計画出来高

工 種	1 ヶ月当たり出来高	工 種	1 ヶ月当たり出来高
浚渫工	75,000m ³	サトマツ盛土工	130,000m ³
鋼管杭打設 Ø1300	36 本	載荷盛土工 (砂)	150,000 m ³
ジャケット工場製作 L=20m	1.7 基	PVC ドレーン打設	700,000m
ジャケット据え付け	2 基	載荷盛土材撤去工	100,000 m ³
PC スラブ据え付け	55 枚	インターロッキング舗装工	10,000m ²
上部コンクリート工	500 m ³	コンクリート舗装工	6,000 m ²
鋼管杭打設 Ø600	40 本	排水ドレーン工	600m
渡棧橋コンクリート工	200 m ³	RTG 用コンクリート舗装	3,000 m ²

出典：調査団作成

4.4.3. 荷役機械

荷役機械の導入計画を、以下に示す。荷役機械（岸壁コンテナクレーン・RTG・リーチスタッカ・フォークリフト・トラック&シャーシ）は、1 つの調達パッケージとする。

PQ 期間：3 ヶ月

入札期間：5 ヶ月

建造期間（STS クレーン）：16 ヶ月（業者設計期間を含む）

建造期間（RTG）：13 ヶ月（業者設計期間を含む）

建造期間（リーチスタッカ）：13 ヶ月（業者設計期間を含む）

輸送期間：1.5 ヶ月（日本からの場合。生産国によって異なる）

据付・納入検査：1.5 ヶ月

そのため、PQ 開始から、稼働まで 27 ヶ月を要する。

4.4.4. 建築物および諸施設

(1) 直接仮設工事

直接仮設工事に使用する材料は足場材を除き、全て現地調達とする。足場材は近隣諸国からの調達とする。

(2) 杭工事

PHC 杭は近隣諸国からの調達とする。鋼管杭は日本から調達する。施工機械は現地調達とする。打設時は垂直を確認しながら進める。

(3) 土工事

施工機械は現地調達とする。根伐底のレベル確認と同時に、作業スペースの確保のために余堀りし、その法面は土質を考慮して斜面の角度を適切に計画する必要がある。埋め戻しは仕様書で認められる土・砂を使用し、決まった高さまで埋め戻しをした時点で転圧する作業を繰り返し、作業終了時に自然沈下が起きないように施工する。

(4) コンクリート工事

コンクリート・圧送ポンプ車は現地調達とする。コンクリート打設は圧送ポンプの利用時等で、パイプの先端が規定以上の高さになることを注意し、ジャンカ等が出来ないように作業する必要がある。また、壁などの狭い部所の打設にはバイブレーター等を使用してコンクリートが各部に回るよう十分に注意しなくてはならない。但し、バイブレターの過度に使用により、コンクリートが分離を起こすことにも配慮しなくてはならない。

(5) 型枠工事

材料は現地調達とする。型枠の設置に当たっては、セパレーターを適切に配置し、フォームタイを緊密に締め孕みが発生しない様注意が必要である。かぶり厚の確保に使用されるスペーサーにドーナツを使用する場合は設置位置・方向に充分注意し、コンクリートが適切に回るよう施工する。

(6) 鉄筋工事

材料は近隣諸国からの調達とする。材料の保管場所は湿気・汚れの付きにくい点を充分考慮して決定する。現場搬入時に其々のミルシートを確認する。施工に当たり、隣接する主筋の継手の位置を仕様書に規定する通りに配置する。主筋の間隔が狭い場合は段数を増やして対応し、コンクリートの粗骨材が通過できるよう配慮する。2 段以上の主筋の垂直方向の設置位置は下段の鉄筋が下がらない様充分注意する。

(7) 鉄骨工事

材料は近隣諸国からの調達とする。施工機械は現地調達とする。工場溶接の精度の確認として、超音波探傷試験を行う。超音波探傷試験の機器・技術者は近隣諸国からの調達とする。試験の施行割合は仕様書の規定に従う。取付ける柱のサイズが異なることにより、内ダイアフラムの施工がある場合は、必要に応じて外ダイアフラムの溶接前に内ダイアフラムの溶接精度の確認を行う。HTB の取付に当たっては借り締めの後、トルクレンチ等の機器を使用して増し締めを行い、適切なトルクを確認する。現場に於ける溶接は構造体に対しては一切認められないため、換気扇用ダクト等でスリーブが必要な場合は前もって工場で補強をして置く必要がある。

(8) 組積工事

材料は現地調達とする。1 日に施工可能な組積の高さは仕様書に規定の高さ以内とする。

(9) 防水工事

材料は近隣諸国からの調達とする。シート防水の施工に当たり、下地の乾燥を充分に確認し、膨れが出ないように配慮する。コーキングの施工直後、24 時間は埃・汚れが付着しないよう養生をする。

(10) タイル工事

材料は近隣諸国からの調達とする。

(11) 木工事

材料は現地調達とする。

(12) 鋼製屋根工事

鋼製屋根及び壁材は日本調達とする。運搬時の製品の損傷等が少なく済む様に、製品をロールで現場へ搬入し、成型機で成型した物を施工する。クレーンは、現地調達とする。製品の保管は湿度に充分注意し、錆などの腐食発生の恐れのないよう計画する。また、タイトフレームの歪みを起こさないよう、面戸等のアクセサリ類も破損の恐れのない保管方法を計画する。

(13) 金属工事

ステンレス・カーテンウォールを除いて現地調達とする。ステンレスは近隣諸国からの調達とする。カーテンウォールは日本調達とする。

(14) 左官工事

材料は現地調達とする。セメント・砂・水の調合割合の確認、下地の湿度調整が必要である。塗厚により工程は異なるが、1回の塗厚7mmを限度とし、クラックが入ったことを確認した後、次の工程に入る事が必要。

(15) 建具工事

電動シャッターは近隣諸国からの調達とする。それ以外の物は現地調達とする。全ての建具は施工図により、壁との取り合いの検討が必要。取付方法及び取付ける部材とのクリアランスの調整が必要となる。搬入時に扉本体・枠等に歪みがないことを確認。建具にガラスが取付けられて搬入されている場合はガラスの傷の確認が必要となる。

(16) ガラス工事

網入りガラス及びLow-Eガラスを除き、現地調達とする。網入りガラス及びLow-Eガラスは近隣諸国からの調達とする。

材料は現地調達とする。

(17) 塗装工事

材料は現地調達とする。

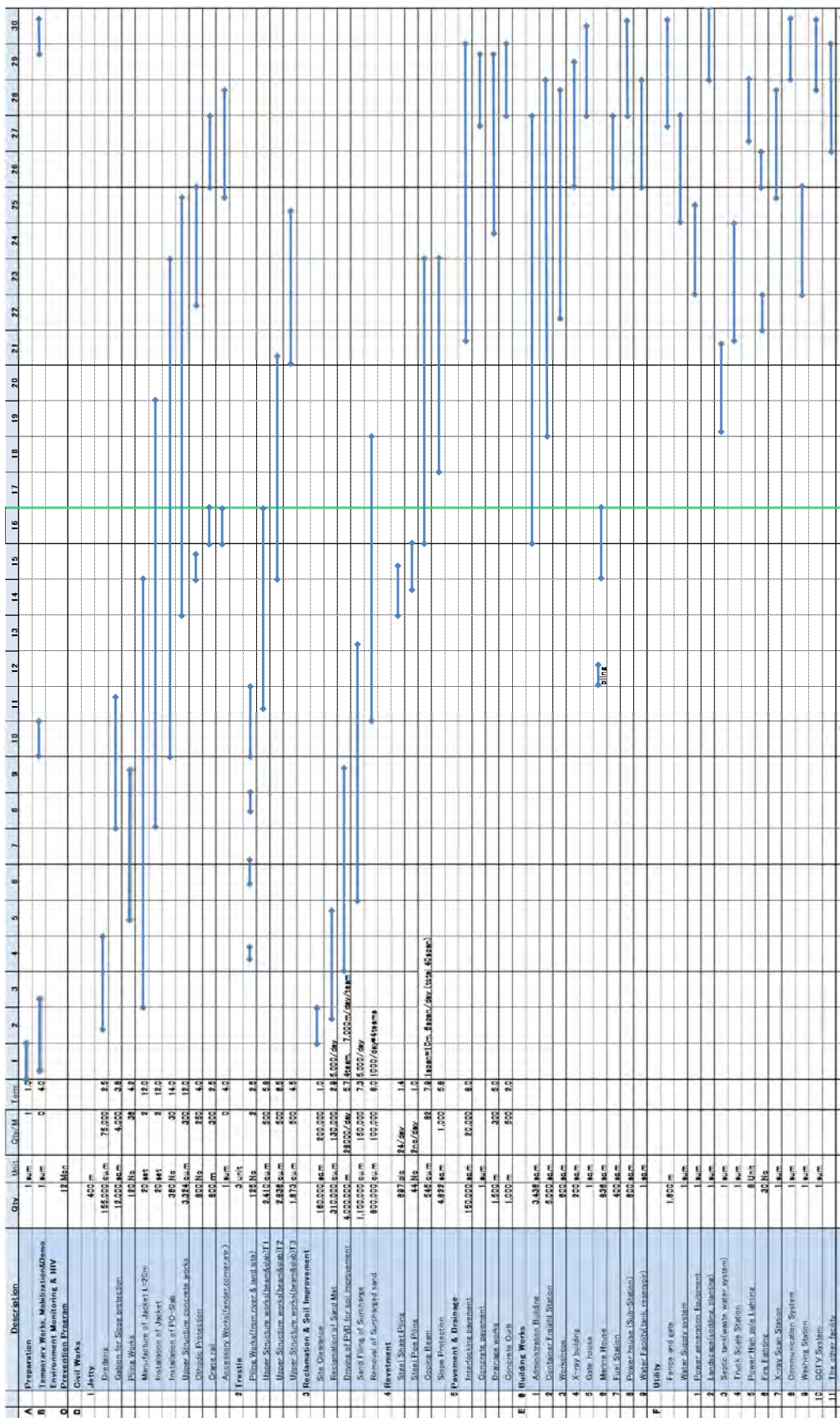
(18) 内装仕上げ工事

内装材は現地調達とする。

(19) 雑工事

材料は現地調達とする。

表 4.4-6 工事工程表



出典：調査団作成

4.4.5. 工事安全管理

(1) はじめに

1) 背景

全ての関係者と関係機関にとって、安全管理は最も重要で優先すべき事項である。この目的の為に「安全第一」という標語が殆どの事務所に掲げられ、全ての作業において安全が最優先だという事を再認識させている。

“無事故”で工事を完了するという目的にも関わらず、毎年国内では重大事故が報告され、この目的は未だ達成されていない。この事実は、建設工事から安全法規や安全基準を破ったり、無視したりする事を完全に排除する事が如何に難しいかを示している。また、工事をより経済的に早く完了させる事が安全に優先するという考えが完全になくなっていない事を示している。

2) 安全管理の目的

本章においては、無事故現場を達成する為に、“安全リスク評価”を使用し、プロジェクトの構成、作業計画、現場条件、安全関連法規制当を考慮して効果的な安全計画を検討・提案する。

(2) 安全リスク評価

1) 安全リスク評価の方法

リスク評価法は、建設工事における主要安全リスクを見つけ出す数学的手法の1つである。この方法を用いて主要安全リスクを抽出する事により、効果的な安全管理計画を立て、対策を講じる事が可能となる。

この手法の中で、安全リスクはその事象の「発生頻度」x「リスク顕在化時に想定される被害の大きさ」で表現できる。発生頻度と被害の大きさは、それぞれ5段階で表す事とし、各段階の基準は以下の表で示す。これらの事象や段階は、次章以下で示された具体的な作業条件によって決定される。

表 4.4-7 発生頻度段階

段階	発生事象
1	重大自然災害や外国との軍事衝突等非常に起こりにくいと考えられる事象
2	構造物の崩壊等起こりにくいと考えられる事象の内、ヒューマンエラーを除く事象
3	複数の特定条件が満たされた場合に容易に起こりうると考えられる事象
4	ある特定条件が満たされた場合に容易に起こりうると考えられる事象
5	ヒューマンエラーや必要条件が満たされた場合に容易に起こりうると考えられる事象

出典：調査団作成

表 4.4-8 リスク顕在化時に想定される被害の大きさ

段階	想定される被害の大きさ
1	1人が怪我をする
2	1人が重大な怪我をするまたは複数人が怪我をする
3	1人が死亡するまたは複数人が重大な怪我をする
4	複数人が死亡するまたは多数人が重大な怪我をする
5	多数人が死亡するまたは第3者が死亡するか重大な怪我をする

出典：調査団作成

2) 採用条件

a) 作業項目

本工事において、具体的に以下の作業項目が予定されている。

Work Item-01: 杭打設作業 (海上作業)

Work Item-02: ジャケット製作作業

Work Item-03: ジャケット設置作業 (海上作業)

Work Item-04: コンクリート上部工

Work Item-05: 浚渫及び土捨て作業

Work Item-06: 埋立作業

Work Item-07: 護岸工事 (鋼矢板及び石工)

Work Item-08: PVD 打設作業

Work Item-09: 土工事

Work Item-10: 排水工

Work Item-11: 舗装工事 (コンクリート及び ICB 舗装)

Work Item-12: 建築工事

Work Item-13: 電気工事及び設備工事

b) 作業方法

詳細施工方法は第4章参照。各作業項目における注意すべき作業は、以下の表に示す。

表 4.4-9 各作業項目における注意すべき作業

No.	作業項目	注意すべき作業
1	杭打ち作業	- 杭打ち船による SPP 吊上げ作業 - 杭打ち船による杭打設作業
2	ジャケット製作作業	- 鋼材の溶接作業 - クレーンによる鋼材吊上げ作業
3	ジャケット設置作業	- クレーン台船によるジャケット吊上げ作業 - クレーン台船によるジャケット設置作業
4	コンクリート上部工	- ジャケット上での型枠工事と鉄筋設置作業 - コンクリートポンプによるコンクリート打設作業
5	浚渫及び土捨て作業	- グラブ船による浚渫作業 - 土運船による浚渫土運搬
6	埋立作業	- 土運船による埋立砂運搬 - サンドポンプによる埋立作業
7	護岸工事	- バイプロハンマーによる SSP 打設 - バックホーによる石工
8	PVD 打設作業	- PVD マシンによる PVD 打設作業 - 作業員による PVD 切断
9	土工事	- ローラーによる締め固め作業 - ブルドーザーによる敷きならし作業
10	排水工	- バックホーによる掘削作業 - クレーンによる配管設置作業
11	舗装工事	- ローラーによる基礎砕石締め固め作業 - カッターによる ICB 切断作業
12	建築工事	- スラブコンクリート打設作業 - 仮設足場上でのブロック設置作業
13	電気工事及び設備工事	- トレンチ掘削作業 - 電線及び電気設備設置作業

出典：調査団作成

c) 使用機械

建設工事における殆どの安全リスクは使用機械と密接な関係にある。各作業項目における主

要な使用機械を下表に示す。

表 4.4-10 各作業項目における主要な使用機械

No.	作業項目	主要な使用機械
1	杭打ち作業	- 杭打ち船、材料台船
2	ジャケット製作作業	- クレーン、溶接機
3	ジャケット設置作業	- クレーン台船
4	コンクリート上部工	- コンクリートポンプ、クレーン台船
5	浚渫及び土捨て作業	- グラブ船、タグボート、土運船
6	埋立作業	- 土運船、サンドポンプ、ブルドーザー
7	護岸工事	- ローラー、クレーン
8	PVD 打設作業	- PVD マシン
9	土工事	- バックホー
10	排水工	- バックホー、クレーン
11	舗装工事	- ローラー、コンクリートカッター
12	建築工事	- クレーン
13	電気工事及び設備工事	- バックホー、クレーン

出典：調査団作成

d) 作業地域特性

安全リスクを評価するにあたっては、作業地域の特性を考慮する必要がある。本建設工事はミャンマーの河川において行なわれるが、主要な地域特性には以下のようなものがある。

- 雨期・乾期がある。
- 暑期の最高気温は 40 度近くになる。
- 最大潮位差は 6m 近くになる。
- 河川の最大流速は約 3.0m/s である。
- 第三者（現地住民）がアクセス容易な場所で作業を行なう。
- 現場前面の河川は、水上交通が頻繁に行なわれている。
- 現地作業員は安全教育を十分に受けていない。

3) 安全リスク評価表

上述したリスク要素、主要リスク及びそれらの段階を考慮して安全リスク評価表が作成される。

安全リスク評価表を下表に示す。この表中、“A”は「事象の発生頻度の段階」、「B」は「リスク顕在化時に想定される被害の大きさの段階」を示し、“C”は「A x B で表されるリスクの

総合評価」を示す。

表 4.4-11 安全リスク評価表

No.	安全リスク事象	A	B	C
1	杭打ち作業			
1-1	SPP 吊上げ時に SPP が作業員の上に落下する	4	4	16
1-2	台船移動時、ロープが切れて作業員に当たる	3	3	9
1-3	作業員が海に落下し、台船の間に挟まれる	3	3	9
1-4	リーダーに上った作業員が高所から転落する	3	3	9
1-5	漁船が杭打ち船に衝突する	2	2	4
2	ジャケット製作作業			
2-1	溶接作業時、作業員が感電する	4	4	16
2-2	吊り上げた鋼材が作業員の上に落下する	3	3	9
2-3	製作ヤードに侵入した子供がクレーンに轢かれる	2	5	10
2-4	製作ヤード出入り口でトラックが交通事故を起こす	3	2	6
3	ジャケット設置作業			
3-1	吊り上げたジャケットが作業員の上に落下する	2	5	10
3-2	作業員がジャケットと SPP の間に挟まれる	3	3	9
3-3	吊り上げたジャケットが動き、作業員が海に落下する	3	2	6
4	コンクリート上部工			
4-1	コンクリートポンプが破裂し、作業員にあたる	4	2	8
4-2	ポンプ車のアウトリガーが壊れ、ポンプ車が作業員の上に倒れる	2	3	6
4-3	作業ステージが壊れ、作業員が海に転落する	2	3	6
4-4	アジテータートラックが作業員を轢く	3	3	9
5	浚渫及び土捨て作業			
5-1	浚渫船と漁船が衝突する	2	3	6
5-2	タグボートと漁船が衝突する	3	4	12
5-3	作業員が海に転落する	4	2	8
5-4	舳いロープが切れ、作業員にあたる	4	2	8
5-5	グラブバケットが台船上の作業員にあたる	2	3	6
6	埋立作業			
6-1	ブルドーザーが作業員を轢く	3	3	9
6-2	砂の仮置き場が崩壊し、作業員が埋まる	3	3	9
6-3	砂の仮置き場が崩壊し、侵入してきた子供が埋まる	2	5	10
6-4	土運船が他船舶と衝突する	4	4	16
6-5	作業員が土運船から海に転落する	4	2	8
7	護岸工事			
7-1	円弧滑りが発生し、作業員が巻き込まれる	3	4	12
7-2	吊り上げた蛇籠が作業員の上に落下する	3	3	9

7-3	潜水士が溺れる	3	3	9
7-4	パイプロハンマーが作業員の上に落下する	3	3	9
7-5	吊り上げた SSP が作業員の上に落下する	3	4	12
8	PVD 打設作業			
8-1	PVD マシンが作業員の上に転倒する	3	4	12
8-2	PVD マシンが作業員を轢く	3	3	9
8-3	リーダーに上っていた作業員が高所から転落する	2	3	6
9	土工事			
9-1	バックホーが作業員を轢く	5	3	15
9-2	ダンプトラックが作業員を轢く	5	3	15
9-3	ダンプトラックが交通事故を起こす	4	3	12
10	排水工			
10-1	作業員が掘削溝で溺れる	5	2	10
10-2	ダンプトラックが掘削溝に転落し、作業員を巻き込む	3	4	12
10-3	侵入した子供が掘削溝で溺れる	2	5	10
10-4	吊り上げた排水管が作業員の上に落下する	3	3	9
10-5	掘削溝が崩壊し、作業員が埋まる	4	4	16
11	舗装工事			
11-1	ローラーが作業員を轢く	3	3	9
11-2	作業員がコンクリートカッターで手を切る	4	1	4
11-3	作業員が熱中症に罹る	5	1	5
11-4	作業員が落雷に遭う	2	3	6
12	建築工事			
12-1	作業員が高所から転落する	3	3	9
12-2	吊り上げた材料が作業員の上に落下する	3	4	12
12-3	電動工具を使用していた作業員が感電する	3	3	9
12-4	高所から落下した道具が作業員にあたる	4	3	12
12-5	ステージが壊れ、作業員が高所から転落する	3	5	15
12-6	積み上げた材料が作業員の上に落下する	4	2	8
13	電気工事及び設備工事			
13-1	変電設備で作業していた作業員が感電する	4	3	12
13-2	作業員がマンホールに転落する	4	2	8

実際の施工方法に準じ、施工業者によって更に詳細な安全リスクが検討される必要がある

出典：調査団作成

(3) 顕著な安全リスク

建設現場には、様々な安全リスクが存在する。それら全ての安全リスクに対し、個々の具体的対策を講じることは困難である。本調査では、安全リスク評価表より顕著な安全リスクを抽

出し、それら顕著な安全リスクに対する対策を提案する事とする。

顕著な安全リスクの選定方法を以下に示す。

1) 顕著な安全リスクの選定

本調査においては、リスクの総合評価ポイントが 12 ポイント以上の安全リスクを顕著な安全リスクと定め、同じく総合ポイントが 15 ポイント以上の安全リスクを特筆すべき顕著な安全リスクと定める。

2) 顕著な安全リスク一覧

リスクの総合評価ポイントが 12 ポイント以上の安全リスクを下表に示す。

表 4.4-12 顕著な安全リスク一覧

No.	安全リスク事象	A	B	C
1	杭打ち作業			
1-1	SPP 吊上げ時に SPP が作業員の上に落下する	4	4	16
2	ジャケット製作作業			
2-1	溶接作業時、作業員が感電する	4	4	16
5	浚渫及び土捨て作業			
5-2	タグボートと漁船が衝突する	3	4	12
6	埋立作業			
6-4	土運船が他船舶と衝突する	4	4	16
7	護岸工事			
7-1	円弧滑りが発生し、作業員が巻き込まれる	3	4	12
7-5	吊り上げた SSP が作業員の上に落下する	3	4	12
8	PVD 打設作業			
8-1	PVD マシンが作業員の上に転倒する	3	4	12
9	土工事			
9-1	バックホーが作業員を轢く	5	3	15
9-2	ダンプトラックが作業員を轢く	5	3	15
9-3	ダンプトラックが交通事故を起こす	4	3	12
10	排水工			
10-2	ダンプトラックが掘削溝に転落し、作業員を巻き込む	3	4	12
10-5	掘削溝が崩壊し、作業員が埋まる	4	4	16
12	建築工事			
12-2	吊り上げた材料が作業員の上に落下する	3	4	12
12-4	高所から落下した道具が作業員にあたる	4	3	12
12-5	ステージが壊れ、作業員が高所から転落する	3	5	15
13	電気工事及び設備工事			
13-1	変電設備で作業していた作業員が感電する	4	3	12

* 総合ポイントが太字の項目は特筆すべき顕著な安全リスクを示す

出典：調査団作成

3) 顕著な安全リスクの分類

顕著な安全リスクは、下表に示すように 8 種類に分類される。

表 4.4-13 顕著な安全リスクの分類

No.	リスクの種類	安全リスク事象 No.
1	吊り荷の落下	1-1 , 7-5, 12-2, 12-4
2	感電	2-1 , 13-1
3	第三者災害	5-2
4	地盤崩壊	7-1, 10-5
5	重機災害	8-1, 9-1
6	交通事故	9-2 , 9-3, 10-2
7	水上交通事故	6-4
8	仮設構造物崩壊	12-5

*総合ポイントが太字の項目は特筆すべき顕著な安全リスクを示す

出典：調査団作成

(4) 対策案の検討

安全リスクに対する対策案は、基本的には全ての安全リスクに対して効果のあるものに行ななければならない。それに加えて、表「顕著な安全リスクの分類」に示された顕著な安全リスクに対する対策は全てカバーされている必要がある。

本調査では、全ての安全リスクに対して効果のある対策を検討する。

安全リスクに対する対策は、大きく分けて以下の6項目に分類される。

- 安全管理体制
- 注意の必要な重要設備
- 必要な安全施設
- ヒューマンエラーの排除
- 安全リスクの保有
- 安全リスクの排除

1) 安全管理体制

安全リスクの顕在化を抑えるためには、安全管理体制を構築する事は非常に重要である。この組織は、全ての安全リスクに対して効果的に作用するため、構築する事を推奨する。安全管理体制の構築によって行なわれる主な活動を下表にまとめる。

表 4.4-14 安全管理体制の構築によって行なわれる主な活動

No.	主な活動	効果
1	安全責任者を決定する	全ての作業や活動を安全責任者がチェックする事になる。
2	安全管理組織を定める	安全担当者だけでなく、現場全体で安全活動を行なう事になる。
3	安全ルール・規則を定める	殆どのヒューマンエラーや施設の不備を防ぐ事が可能になる。
4	危険作業の手順をチェックする	作業手順の不備による事故を防ぐ事が可能になる。
5	仮設構造物の設計をチェックする	仮設構造物崩壊による重大事故を防ぐ事が可能になる。
6	安全大会・協議を開催する	全ての職員と作業員が安全に対する意識を持つ事が出来る。
7	緊急連絡網を定める	万一の事故の際に早急で効果的な行動をとる事が可能になる。
8	安全パトロールを実施する	設備の不備や作業手順の間違いを未然に発見できるようになる。
9	安全訓練・教育を実施する	全ての作業員が安全知識を身に付け、安全活動や効果的緊急時対応を行なえるようになる。

出典：調査団作成

2) 注意の必要な重要設備

「顕著な安全リスク一覧」から見えてくる事は、安全上特に注意の必要な設備がある事である。注意の必要な設備と事故を未然に防ぐために必要な行動を、下表 4.4-15 にまとめる。安全リスクが顕在化するのを防ぐため、これらの対策をとる事を推奨する。

表 4.4-15 重要設備

No.	Important Facilities	Necessary Actions
1	吊りワイヤー（玉掛けワイヤー）	日々のチェックをおこない、破損したものは交換する。破損したワイヤーのリサイクルは行なわない。シャックル等付属品のチェックも行う。
2	吊りフック	定期的チェックにより、ワイヤーの外れ止めが正常に作用する事を確認する。
3	船舶のアンカーとウインチ	定期的チェックをおこない、破損したものは交換する。ウインチワイヤーのチェックも行なう。表示灯をアンカーに装着する。
4	舳いロープ（ワイヤー）	日々のチェックをおこない、破損したものは交換する。舳いロープは使用期限前に交換する。
5	重機の作業地盤	重機の搬入前に、地盤が十分強固である事を確認する。
6	発電機と溶接機	感電事故を防ぐために、ヒューズとブレーカーのチェック・テストを定期的に行なう。
7	重機とトラックのブレーキ	定期的チェックをおこない、破損したものは交換する。ブレーキパッドは寿命前に必ず交換する。ウインチブレーキもチェックする。

出典：調査団作成

定期的チェックのチェックリストを作成し、その結果をチェックする事も重要である。定期的チェックをスムーズに行なう為、重要設備の安全責任者を任命する事を推奨する。

3) 必要な安全施設

安全リスク評価表と顕著な安全リスク一覧を見ると、重大事故を防ぐためには安全設備を準備する事が必要と解る。必要と思われる安全設備とその説明を下表にまとめる。銃ダウ事故を未然に防ぐため、これら安全設備を現場に設置する事を推奨する。

表 4.4-16 安全設備

No.	安全設備	説明
1	PPG (Personnel Protection Gear)	PPGは、身体を保護する目的で作業員が直接身に付ける着衣、安全靴、ヘルメット、防護メガネ、ライフジャケットや手袋等を意味する。作業を行なう時にこういった防護具を着用するとの規則を確立する事が重要である。
2	警戒船	水上交通事故の防止や、海上転落した人の救助を行なうにあたり、警戒船は非常に有効である。
3	安全フェンスとゲート	第3者の作業現場侵入を防ぐには、安全フェンスとゲートに設置が必要である。 安全フェンスは十分な高さや強さ、密度をもつ事で第3者の侵入を防止できる。 関係者以外の人物や車両が現場に侵入する事を防ぐため、ゲートにおいては厳格な管理を行なわなければならない。
4	安全バリケードと安全標識	安全バリケードと安全標識は、以下のような区域に設置する必要がある。 -重機作業エリア -開口部、斜面及び掘削エリア -吊り作業エリア（吊り荷の下） -危険材料保管エリア（ガスや燃料等） -高所作業エリア -電力管理エリア（変電設備や分電盤等） -他の危険エリアや制限エリア
5	手摺、安全帯及び安全ネット	作業場所が2.0m以上の高所の場合、転落事故を防止する為に手摺と安全ロープの付いた作業ステージが必要である。 安全ネットは、特に上下作業の可能性がある場合、材料や道具の落下による事故を防止する目的で設置が必要な場合もある。
6	作業員休憩所	作業員の熱射病帽子や落雷事故を防止する目的で、作業員休憩所が必要な場合がある。喫煙所は、火災事故防止の目的で作業エリア外に設ける事が必要である。
7	緊急時通路と安全通路	緊急時、救急車両や消防車両の通過を可能とする為の緊急時通路は現場内に設置する必要がある。 安全通路は、作業員の移動時等に危険が及ばないようにする為の通路であり、現場内各所に通じていなければならない。 緊急時通路や安全通路内に材料や機械を置いてはならない。

出典：調査団作成

4) ヒューマンエラーの排除

過去に発生した事故や災害事例によると、その殆どがヒューマンエラーによって引き起こさ

れている事が解る。この中には交通事故や誤った手順で行なわれた事による重機災害も含まれる。こういった事故は、一連の行動の中でヒューマンエラーが発生しなければ防げていたかもしれない。

ヒューマンエラーを防止する為に、以下のような対策が推奨される。

① 作業開始前のグループミーティング

作業開始前には作業グループでミーティングを行なう事を推奨する。作業手順、メンバーの体調確認及び安全指示等が、作業メンバーで共有される必要がある。

② ヒヤリハット経験の共有

殆どの事故は、ヒヤリハットの状態を通じて発生する。多くの職員や作業員は、こういったヒヤリハットの経験を持っている。同様なヒヤリハット状態からの事故を防止する為には、こういったヒヤリハット経験を共有する事が非常に重要である。

③ ケーススタディ教育

殆どの事故は、同じような原因が基で起こっている。実際の事故に関するケーススタディ教育を行なう事で、類似した事故を防止する効果がある。

このケーススタディ教育において、その防止対策も合わせて教育する事が重要である。各国政府や JICA が発行しているケーススタディ教育資料を用いる事も有効である。

④ 注意看板の設置

たとえ安全教育が行なわれ、ミーティングを行なったとしても、実際の作業現場では安全指示を忘れる場合も多い。その為、注意看板を現場内に設置する事を推奨する。注意看板は、職員や作業員に対し、改めて安全指示事項を認識させてくれる。

以下に、注意看板の例を示す。

- 吊り荷の下に入るな!
- 足元注意!
- 足場上を走るな!
- 作業開始前に重機周辺の確認!
- 玉掛けワイヤー確認!
- バックホーに近づくな!

5) 安全リスクの保有

ヒューマンエラーにより引き起こされる軽微な事故は、下に示すように多数ある。こういった事故を全て防ぐための対策を講じる事は非常に難しい。よって、こういった安全リスクは保

有し、リスクが顕在化した場合には早急かつ効果的な対策を講じる準備をする事が推奨される。

<ヒューマンエラーによって引き起こされる軽微な事故例>

- 作業員がうっかり階段から転落した
- 大工がハンマーで自分の手を強打した

6) 安全リスクの排除

想定外の自然災害や軍事衝突等の重大安全リスクに対する対策を考慮した場合、膨大なコストや時間が必要となり、プロジェクトの推進に影響を与える事になる。

こういった安全リスクは顕在化しにくいものであり、実際に顕在化した場合でも職員や作業員が防げるものではない。よって、こういったリスクは保険等でカバーし、現場による具体的対策は行なわない事を推奨する。

(5) 特筆すべき顕著な安全リスクへの対策

特筆すべき顕著な安全リスクに対しては、特別な対策が必要である。こういった特別な対策に関して、以下に検討を行なう。

1) “吊り荷の落下事故” リスクに対する特別対策

建設作業において、吊り作業は最も危険な作業の1つである。吊り作業における事故は、“吊り荷が落下する”と“落下した吊り荷の下に人がいる”という2つの要素が重なって発生する。

吊り荷が落下するには、“吊りワイヤーや吊り具が壊れる”や“ウインチブレーキが壊れる”、“吊り荷を束ねているロープがほどける”といった原因がある。

吊りワイヤーや吊り具が壊れる原因はこれら設備のチェック不足や許容値以上の荷重を吊り上げる事にあり、これらはヒューマンエラーに分類される。

ウインチブレーキの故障はチェック不足や機械的問題といった原因で発生し、こういった原因を事前に発見する事が困難な場合もある。事前に原因を把握し、修理する為には定期的なチェックと記録の保管が重要となる。

吊り作業における事故を未然に防ぐための対策は、大きく分けて“吊り荷が落下しない”事と“吊り荷の下に人が入らない”という2つを行なう必要がある。

上記より、以下のような対策が必要になる。

- 吊りワイヤーと吊り具を確実にチェックする。
- ウインチを確実にチェックする。
- 吊り荷の玉掛けは熟練作業員が行なう。

- ガイドロープを使用して吊り荷の安定を図る
- 作業員に対して吊り荷の下に入らないよう注意を行なう。
- 吊り荷の下にあたるエリアはバリケード等で進入制限し、合図者を任命して吊り作業の安全を図る。
- 全ての作業員に対し、ケーススタディを通じて吊り作業の安全教育を行なう。

2) “感電事故” リスクに対する特別対策

殆どの感電事故は漏電が原因である。漏電は、機械的問題や湿潤条件により引き起こされる。

感電事故を防止するには、以下の対策が必要である。

- 溶接機や発電機のブレーカーを点検する。
- 雨天時に溶接作業を行なわない。
- 濡れた地盤上に溶接機や発電機を設置しない。
- 溶接作業員は PPG を着用する。
- 変電設備や送電室は部外者立ち入り禁止にする。

上記対策に加え、溶接作業員を含む全ての作業員に対してケーススタディを通じた安全教育を行なう事が重要である。

3) “地盤崩壊” に対する特別対策

地盤崩壊による事故を防止する為に最も必要な事は、適切な作業手順を作成する事である。掘削エリアの斜面角度は時晩報隊と掘削深さに応じて設定されなければならない。また、重機が掘削区域に近づかないようにバリケード等で制限される必要もある。掘削エリア内で作業が行なわれる場合には、掘削斜面に異常が無いか日々（特に雨天時）チェックしなければならない。

4) “重機災害” に対する特別対策

重機災害の多くはヒューマンエラーが原因で起こっている。重機災害を防止するには合図者を任命し、作業エリア内の安全を監視する必要がある。合図者の責務としては以下のものがある。

- 重機背後に作業員が立ち入らないようにする。
- 重機作業エリア周囲にバリケードやロープを設置する。
- オペレーターが重機を離れる際には車輪止を設置したか確認する。

- 重機が開口部や斜面、人に接近した際にはオペレーターに警告する。
- 重機が毎日点検されているか確認する。
- オペレーターの技術や健康状態をチェックする。

上記に加え、ヒヤリハット集やケーススタディを通じてオペレーターを含めた全ての作業員に対する安全教育を行なう事が重要である。

5) “交通事故”に対する特別対策

材料の搬出入を含め、多くの車両が建設作業エリアに出入りする。作業エリア内で発生する殆どの交通事故はヒューマンエラーによって引き起こされており、これは一般道路における交通事故と同様である。しかし、建設現場において全ての運転手に対する安全運転教育を行なう事は困難である。よって、安全設備の充実と場内交通ルールの規定により交通事故を防止する事が重要となる。

安全設備の充実と場内交通ルールの規定には、以下のものがある。

- 道路コンディションを良好に保つ。
- 場内制限速度を規定する。
- 交通標識を設置する。
- 道路上に障害物となる材料や機械を放置しない。
- 作業員の為に安全通路を設置する。

6) “水上交通事故”に対する特別対策

本プロジェクトでは、埋立作業を行なう土運船等の作業船が数多く既設航路を横切る事が計画されている。これは、作業船と航行中の船舶が接近する機械がある事を示している。基本的には作業船は航行中の船舶を妨害してはならないため、警戒船を配置する必要がある。

警戒船の責務には以下のものがある。

- 作業船が不用意に既設航路へ進入する事を制限する。
- 漁船や他の船舶が作業区域に侵入する事を制限する。
- 危険な状況の発生が予想される場合には、船舶に対して注意や警告を与える。
- 作業員が海上に転落した場合等の救助活動を行なう。

7) “仮設構造物崩壊”に対する特別対策

仮設構造物が崩壊する原因には、間違った設計間違った作業手順がある。仮設構造物崩壊事

故を防止する為には、仮設構造物の設計や作業手順を本説構造物と同様にしっかりチェックする事が重要である。

特に、コンクリート打設時の仮設足場のような多くの作業員や機材がその上で作業を行なう場合には、作業開始前に足場の設計や作業手順を注意してチェックする必要がある。これに加え、許容値以上の荷重を載せる事も崩壊原因の1つである為、作業手順や作業条件を十分に考慮した上で仮設構造物の設計を行なう必要がある。

(6) 緊急時対策

万一事故が発生した場合には、人命を救助し2次災害を防止する為に早急かつ効率的な対応が必要である。作業開始前には、緊急時対策を確立する事が必要である。緊急時対策は以下の行動計画を含む。

- 応急処置
- 電力切断、バリケード設置、周辺作業の中断等、2次災害防止措置
- 安全責任者への連絡
- 救急隊、病院、警察等への連絡
- 発注者やコンサルタントへの連絡
- 関連機関、発注者やコンサルタントへの報告

緊急時対策確立の主たる目的は、人命救助と2次災害防止である事を理解し、形式にとらわれない実施可能な対策計画を策定する事が重要である。

(7) 現地安全法制度

ミャンマーには、具体的なマニュアルやガイドを伴った建設安全に関する法制度は存在しない。しかしながら、日本やベトナム等には、類似工事に適用可能な安全法制度やマニュアルがあり、これらを使用する事は可能である。

適用可能なマニュアルの例としては、以下のようなものがある。

- 日本国土交通省作成「建設工事安全マニュアル」
- JICA 及びベトナム運輸省作成「建設工事安全健康マニュアル」
- 日本国土交通省作成「建設機械安全マニュアル」

上述したマニュアルは、一般的な現場における一般的な作業に対して作成されたものであり、各建設プロジェクトはそれぞれの固有現場条件を考慮して安全マニュアルや安全管理計画を作成しなければならない。

建設業者は、実際の施工計画や使用機械を考慮に入れて工事安全計画を作成する必要がある。

(8) 結論

人命は、建設工事における他の全ての要素すなわちコストや工期、品質よりもはるかに重要なものである。加えて万一事故が発生した際には、全ての関係機関が経済面や社会的信用面での損失をうける。よって安全は、とりわけ注意を要する重要な管理項目である。

しかしながら、世界中の建設現場では、未だ重大事故を含む多くの事故が発生している。

関係する全ての人々が理解しなければならない事は、殆どの事故には明らかな原因があり、その原因に気付く機会が少なからずあったはずだという事である。重要な事は、その機会を生かし、適切な対策を講じることであり、どんな段階においても安全リスクに気付く機会に遭遇すれば勇気を持って対策を講じる行動をとる事である。その為には、全ての関係者が「安全」に興味を持ち、それが本当に大切だという気持ちを共有する事が重要である。

4.5. 調達パッケージ

追加検討調査では以下の2つのパッケージにて工事および機械を調達するが提案された。

- パッケージ 1: Civil Work and Buildings (土木と建築)
- パッケージ 2: Procurement of Cargo Handling Equipment (Design, Manufacture, Supply and Installation) (荷役機械の設計、製作、運搬、据え付け)

各パッケージの入札図書は JICA のガイドラインおよび標準入札書類に従い追加検討調査のなかで作成された。パッケージ 1 は Works (建設)、パッケージ 2 は Plant (機械)の標準入札書類に準拠して入札図書は作成された。各パッケージの主要スコープを以下にまとめる。

表 4.5-1 主要スコープ (パッケージ 1)

	Item	Q'ty	Specification
A. Civil work			
1	Soil Improvement PVD method	240,000 m	• L=30m
2	Ditto Filling sand for loading	730,000 cu.m	• H=6m
3	Jetty 40x400m	16,000 sq.m	• Steel pipe pile, Jacket type deck
4	Trestle w=20m and 15m, L= about 62m	3Nr	• Steel pipe pile, Concrete structure
5	Revetment	400 m	• Sheet Pile & PHC pile
6	Access Road	800 m	• Asphalt Pavement
7	Pavement for Container	150,000 sq.m	• Interlocking, Concrete pavement
8	Dredging works	15,500 cu.m	• In the vicinity of jetty
B. Building work			
1	Administration Building	3,436 sq.m	• 4 stories RC building, Curtain wall

			<ul style="list-style-type: none"> • PHC piles • 2 elevators
2	Container freight station/ Warehouse	5,000 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building • PHC piles
3	Maintenance Shop 1	720 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building • PHC piles • 15 t crane
4	Maintenance Shop 2	576 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building • PHC piles
5	Terminal Gate	5 for In 3 for Out	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building
6	Marine House	836 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 2 stories RC building • Steel Piles
7	Fuel Station	400 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure & roof
8	X-ray Building	200 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story
9	Sub-station A Main Sub-Station	600 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building • Generator
10	Sub-station B Sub-station for Jetty	35 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building
11	Sub-station C Sub-station for Refer	4 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building without exterior wall
12	Sub-station D Sub-station for Marine power	4 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building without exterior wall
13	Water Reservoir pump House	800 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story steel structure building • 2,000 cubic m tank
14	Elevated Water Tank	40 m height	<ul style="list-style-type: none"> • 200 cu.m tank
15	Guard House A	20 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story RC structure building
16	Guard House B	20 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • 1 story RC structure building
17	Wastewater Treatment Plant A	100 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • RC structure concealed underground
18	Wastewater Treatment Plant B	100 sq.m	<ul style="list-style-type: none"> • RC structure concealed underground
19	Outside Lighting A	8 poles	<ul style="list-style-type: none"> • 30 m height pole with 6 lighting fixture
20	Outside Lighting B	2 poles	<ul style="list-style-type: none"> • 12 m height pole with 2 lighting fixture
21	Outside Lighting C	41 poles	<ul style="list-style-type: none"> • 12 m height pole with 1 lighting fixture

出典：調査団作成

表 4.5-2 主要スコープ (パッケージ 2)

	Item	Q'ty	Specification
1	STS Gantry Crane	2 units	Hinged boom, rigid box portal construction with mono-box girder, rope trolley and self traveling gantry crane Cargo and load handled : ISO 20/40/45Ft Container Spreader 20/40Ft telescopic type Seismic isolation system
2	Rubber Tyre Gantry Crane	6 units	Crab trolley type, diesel-electric powered, self traveling rubber tyred gantry crane. Cargo handled: ISO 20/40/45Ft container Spreader 20/40Ft telescopic type
3	Reach stacker	3 units	Retractable and luffing boom type, diesel driven, self traveling rough terrain container handling and stacking vehicle.
4	3.5t Forklift	2 units	To be used for loading/retrieving LCL load to/from ISO container at CFS , and occasionally general cargo handling at indoor/ out-door. To be Diesel engine driven, counter balance type fork lift. Lifting capacity 3.5t
5	Terminal tractor	6 units	Diesel driven tractor head for towing container chassis with load up to 40.6t
6	Terminal chassis	6 units	The Terminal Chassis to be used for transporting a laden and empty container by towed by Terminal Tractor. The terminal chassis shall have space and load capacity to carry 1x20ft container (24 metric tons), or 2 x 20ft container (20 metric tons each), or 1 x 40/45Ft container.

出典：調査団作成

4.6. 事業費概要

4.6.1. 事業費概要

- 積算金額は実質工事単価に一般管理費を加えた金額で構成されている。

- 実質工事単価は労務費、材料費、機械船舶費より構成されている。
- 一般管理費は現場経費として 5%、施工会社本支店経費として 10%で、合計 15%を
実質工事単価に加算している。パッケージ 2 に関してはこの経費は加算してい
ない。

実質工事に含まれない、間接費、共通仮設費、機械船舶搬入搬出費、環境対策費、
現場事務所経費、安全対策費、HIV プログラム費等は、一般要求事項に計上した。

- 積算工種として、パッケージ 1 は一般要求事項、栈橋本体&渡栈橋、陸上盛土工&
地盤改良工、舗装工&排水溝、建築工、付帯設備工に分けた。
- 全体工期を 30 ヶ月として積算した。

(1) 単価調査時期及び単価決定

- 労務単価、材料単価、機械船舶単価は 2013 年 6 月から 11 月にかけて調査を行っ
た。
- 使用単価は 2013 年 11 月時点である。
- なお現地での労務・材料・機械単価は現地通貨 Kyats を US\$に換算し US\$で計上し
ている。
- 当積算に使用した換算値は次の通りである。
- US\$1=JPY100.00, US\$1=Kyats970.00

(2) 予備費

F/S に従い、物理的予備費として直接工事費の 6.0%、物価上昇予備費として、外貨は 2.1% /year、
内貨は 6.1% /year を計上した。

4.6.2. 土木積算

(1) 積算通貨

1) 現地通貨単価

下記単価を現地通貨で調査及び見積もりを入手し、US\$に換算して使用した。

- 労務費、軽油、ガソリン、生コンクリート、砕石、盛土用砂、鉄筋、材木、石材、
インターロッキングブロック、フェンス類、水道管
- 小鋼材（チャンネル、アングル類）、一般建設機械（ブル、バックホー、ダンプ 他）

2) 外貨通貨単価

下記単価を外貨通貨 US\$ で調査及び見積もりを入手し使用した。

日本よりの円単価は US\$ に換算し使用した。

- 鋼管杭、シートパイル、ジャケット鋼材、電気防食単価、杭打ち船等各作業船
- 地盤改良材及び機械、フェンダー、係船中、航路標識灯
- 作業船舶回航費、X 線設備

(2) 関税等

労務単価及び海外作業員単価は個人所得税が含まれている。

第三国よりの機械及び材料輸入時の関税は免除されるものとしている。

(3) 単価調査

- 現地労務単価は複数の地元コントラクターよりの聞き取り調査及び見積もりにより平均値を採用した現地調達一般建設機械は複数見積もりをとり決定した。
- 特殊建設用作業船舶（グラブ船、引き船、杭打ち船、セップ台船、タグボート）及び地盤改良機械はシンガポール、タイ、インドネシアより見積もりを入手した。
- ジャケット鋼材及び製作、鋼管杭、シートパイルは日系鉄鋼メーカーより見積もりを入手した。
- 地盤改良用プラスチックドレーン材はタイより見積もり入手した。
- パッケージ 2 の荷役機械は日系メーカーより見積もりを入手した。
- X線検査装置も日系メーカーより見積もりを入手した。

表 4.6-1 主要材料単価

No	Material	unit	rate kyats	Exchange to US\$
1	ready mix concrete 24N	m ³	90,000	92.80
2	ready mix concrete 30N	m ³	100,000	103.10
3	Portland cement	kg	90	0.10
4	Aggregate dia25mm for concrete	m ³	42,000	43.30
5	sand for concrete	m ³	25,000	25.80
6	Flesh water for concrete	ton	1,000	1.00
7	Deform bar 9 to 12mmDia	ton	540,000	556.70
8	Deform bar 12 to 19mmDia	ton	560,000	577.30
9	Deform bar 25 to 32mmDia	ton	580,000	597.90
10	Round bar dia 25mm<	ton	590,000	608.20
11	Connection wire for Re-bar	kg	3,800	3.90
12	H-beam 300x300	ton	750,000	773.20
13	H-beam 250x250	ton	680,000	701.00
14	Channel W=100mm	ton	780,000	804.10
15	Angle 100*100mm	ton	780,000	804.10
16	Plate t12mm	ton	690,000	711.30
17	Plate t25mm	ton	710,000	732.00
18	Bolt dia25mm	No	900	0.90
19	Steel pipe pile dia1100mm t22mm	ton		1,200
20	Steel pipe pile dia1100mm t17mm	ton		1,200
21	Steel pipe pile dia1100mm t13mm	ton		1,200
25	Steel sheet pile	ton		1,200
26	plywood t12mm for formwork	pc	9,500	9.80
27	plywood t25mm for formwork	pc	31,000	32.00
28	mound stone <200kg	m ³	21,000	21.60
29	Armor stone >500kg	m ³	22,000	22.70
30	Armor stone >1000kg	m ³	24,000	24.70
31	Armor stone >2000kg	m ³	25,000	25.80
32	Gasoline	L	900	0.90
33	Diesel	L	920	0.90
34	Oil	L	9,800	10.10
38	Welding rod	5kg	4,600	4.70
39	Interlocking block	no	600	0.60
40	Oxygen	bottle	90,000	92.80
41	Acetylene	bottle	45,000	46.40
42	PVC pipe dia100	m	800	0.80

43	PVC pipe dia200	m	1,200	1.20
44	Granite stone 150<225	m ³	21,000	21.60
45	Granite stone 50<100	m ³	23,000	23.70
46	Granite stone 25<50	m ³	25,000	25.80
47	chipping <10	m ³	28,000	28.90
50	Asphalt	ton		13,170
51	Prime coat asphalt	liter	750	0.80
52	Filter Cloth (sheet for Gabion)	sq.m		15
53	Gabion 1000x2000xt500mm	set		116
54	Blinding Concrete	m ³		70
55	Street light straight h=12m	No	903,000	930.90
56	Street light single arm h=8m	No	910,000	938.10
57	Street light double arm h=12m	No	1,010,000	1,041.20

出典：調査団作成

(4) 作業歩掛及び機械船舶運転単価

- 日本の国土交通省港湾局監修の〈港湾土木請負工事積算基準〉を主に基準とした。
- 一般作業員歩掛は日本人作業員基準なので、工種により 1.5~2 倍にした。
- 特殊作業員も一般作業員と同じ歩掛倍率とした。

表 4.6-2 陸上作業員単価

No	type of labor	unit	rate kyats	Exchange to US\$
1	unskilled worker	day	4,500	4.60
2	skilled worker	day	7,500	7.70
3	steel bender	day	6,500	6.70
4	carpenter	day	7,500	7.70
5	operator of land equipment A	day	24,000	24.70
6	operator of land equipment B	day	16,000	16.50
7	driver A	day	8,000	8.20
8	driver B	day	10,000	10.30
9	driver C	day	16,000	16.50
10	Foreman	day	30,000	30.90
11	foreman of concrete plant	day	12,000	12.40
12	welder	day	8,000	8.20
13	watchman	month	150,000	154.60
14	store keeper	month	200,000	206.20
15	Field engineer	month	400,000	412.40
16	chief surveyor	month	400,000	412.40
17	assistant of survey	month	300,000	309.30

出典：調査団作成

表 4.6-3 陸上作業員単価

No	type of labor	unit	rate kyats	Exchange to US\$
18	captain of dredger	day	55,000	56.70
19	captain of piling barge	day	55,000	56.70
20	captain of tug boat	day	100,000	103.10
21	captain of crane barge	day	60,000	61.90
22	captain of anchor boat	day	40,000	41.20
23	special crew for dredger & piling	day	30,000	30.90
24	crew of dredger	day	30,000	30.90
25	technical crew of piling barge	day	50,000	51.50
26	driver of transport boat	month	250,000	257.70
27	normal crew of marine equipment	day	20,000	20.60
28	chief diver	day	50,000	51.50
29	normal diver	day	30,000	30.90
30	foreman for armoring	day	45,000	46.40

出典：調査団作成

表 4.6-4 機械単価(一部)

No	type of equipment	unit	rate kyats	EXC. US\$
1	Back hoe 0.7 m ³	day	350,000	360.80
2	Bulldozer 15 ton class	day	350,000	360.80
3	Crawler crane 40ton type	day	700,000	721.60
4	Crawler crane 80ton type	day	1,500,000	1,546.40
5	Truck crane 25ton	day	320,000	329.90
6	Dump truck 10ton	day	170,000	175.30
7	Macadam roller 12ton	day	350,000	360.80
8	Motor grader 3m	day	380,000	391.80
9	Generator 200 KVA	day		120
10	Flat barge 400 ton	day	200,000	206.20
11	Tug boat 1200 or 1000HP	day	1,200,000	1,237.10
12	Crawler crane 300ton class	day		4,200
13	Crane barge with 200ton crane	day		4,800.00
14	Grab dredging barge 10 m ³	day		8,000

出典：調査団作成

4.6.3. 建築物

建築の積算概要を以下に示す。

- 本案件の財源は JICA 円借款による。
- 積算は、2007 年版 JICA ガイドラインに基づいて行われた。
- 現地通貨 kyats から US\$へ換算され、積算された。
- 直接工事費には、材料費・労務費・施工機械費を含む。
- 海外からの輸入の場合、等外国からの運搬費他、輸入に関するコストを材料コストに含めた。
- 労務費には社会保険当の費用を含む。
- ミャンマーにおいて入手が難しい施工機械に関しては、海外からの輸送費を見込んだ。
- 各建築工事の積算額を下表に示す。建築工事におけるコンティンジェンシーを含まない総直接工事費は、33.5 百万 US\$と算出された。

表 4.6-5 建築工種毎の直接工事費

Name of Work for Building	Construction Cost (US\$)
Temporary Works	66,931
Pile and Gravel Works	1,940,649
Earth Works	229,233
Concrete Works	1,101,437
Concrete Formworks	1,209,766
Steel Reinforcement Works	1,852,565
Structural Steel Works	5,035,179
Masonry Works	57,832
Waterproofing Works	21,838
Tile Works	67,196
Carpentry Works	4,460
Metal Roofing Works	2,138,067
Metal Works	5,100,511
Plastering Works	82,696
Doors and Windows	486,468
Glazing Works	627,115
Painting Works	244,255
Interior Finish Works	264,817
Miscellaneous Works	75,884
Electrical Works	3,737,058
Mechanical Works	3,607,919

出典：調査団作成

4.6.4. 荷役機械

- ミャンマーには、本案件で調達必要な荷役機械の工場が無いいため、日本のメーカーから見積りを取得した。
- 見積りおよび USD\$/JPY の換算レートは 2013 年をベースとする。
- 輸送費・輸入諸経費は、日本発を想定し、各荷役機械単価に含む。
- コンティンジェンシーを含まない荷役機械総額は、32.5 百万 USD\$と算出された。

表 4.6-6 荷役機械調達額

Equipment	Nos.	Amount
Gantry Crane	2	17,820,000
Rubber Tyre Gantry Crane	6	10,098,000
Reach Stacker	3	3,660,000
Forklift	2	90,000
Terminal Trailer	6	540,000
Terminal Chassis	6	270,000
TOTAL	25	32,478,000

出典：調査団作成

4.6.5. 総事業費

下表に積算総括表を示す。

- パッケージ 1 工事金額は US\$165,829,000（予備費含まず）
- パッケージ 2 工事金額は US\$32,478,000（予備費含まず）
- コンサルタント費用・事業管理費・TAX・金利は、F/S で算定した金額を踏襲する。
- 事業管理費および税金は、F/S を踏襲し、プロジェクト費用には含むが、JICA の円借款には含まないこととした。
- 予備費を含む総工事金額は US\$222 million、総事業費は US\$239 million となった。

表 4.6-7 総事業費

Item	Content		Total (1,000 US\$)
1	Construction and Procurement		222,325
	(1)	Civil and Building	165,829
	(1-1)	General Requirement	6,949
	(1-2)	Jetty (400m) & Trestle	72,308
	(1-3)	Land Fill & Soil Improvement	27,006
	(1-4)	Pavement & Drainage	11,695
	(1-5)	Buildings	33,542
	(1-6)	Utility	14,329
	(2)	Cargo Handling Equip.	32,478
	(3)	Inflation contingency	11,434
	(4)	Physical contingency	12,584
2	Consultant Cost		12,329
	(1)	Design	0
	(2)	Supervision	11,009
	(2)	Inflation contingency	733
	(3)	Physical contingency	587
3	Project Administration Cost		2,031
4	Preparation Cost		0
	(1)	Compensation	0
	(2)	EIA Cost	0
5	Tax		2,343
6	Interest		42
	(1)	Interest	42
	(2)	Commitment charge	0
7	Total	Project Cost	239,028
	Total	JICA Portion	234,654

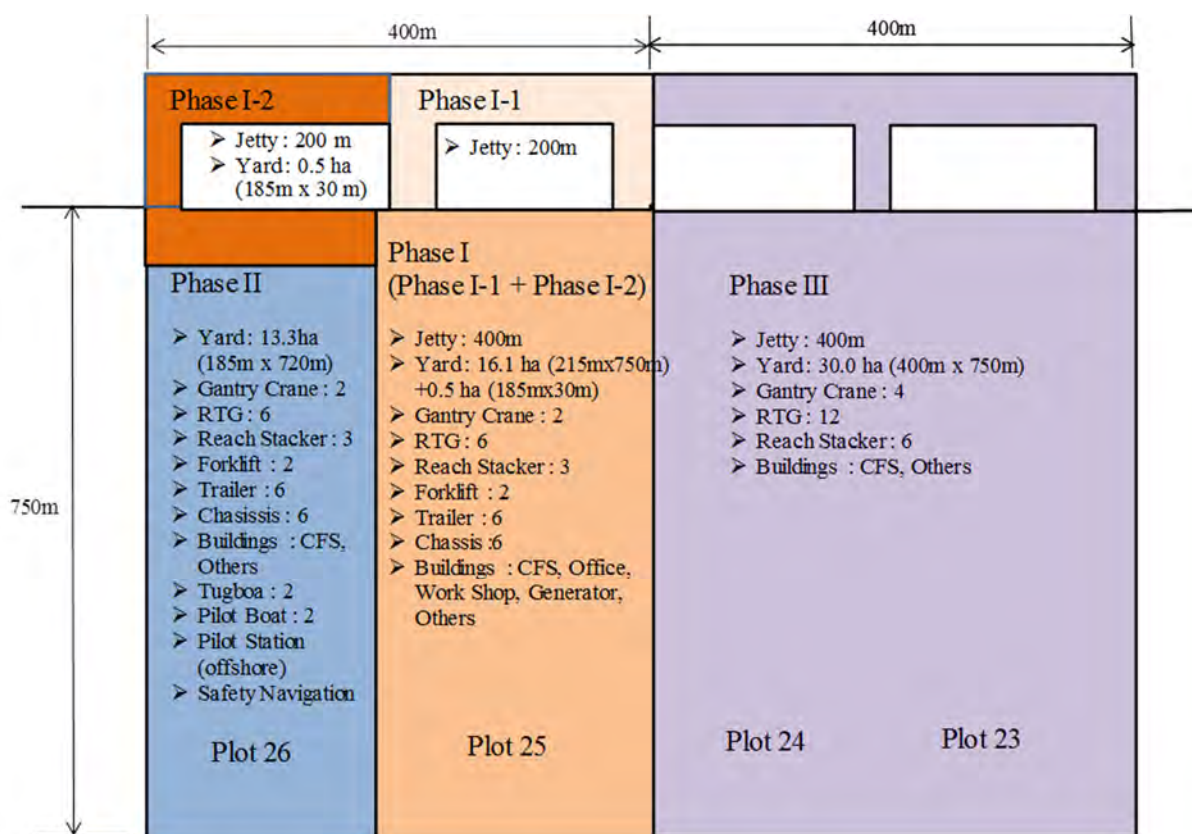
出典：調査団作成

4.7. 事業効果評価

本プロジェクトの事業効果については、当初調査において経済分析・財務分析を行い、一度評価を行っているが、前節の 4.6 にて提示された事業費、すなわち、詳細な検討に基づいて改めて積算された事業費を用いたうえで、その後のプロジェクトの進捗を反映して、再度分析を行い、改めて本プロジェクトの事業効果の評価した。

なお、改めて積算された事業費は、図 4.7-1 に示すティラワ地区港整備計画全体のうち、緊急整備計画（Phase I-1 および I-2）を対象としているため、本節で改めて評価する対象も緊急

整備計画の範囲を中心とするが、4.7.2(1)で詳細に説明するように、財務分析においては、プロジェクトの収益構造の関係上、このL字型の緊急整備計画の範囲でプロジェクトの採算性を評価することは、約2年しかない、コストと収益のバランスが取れていない状態なので、公平ではない。というのは、収益はヤードの広さ（Plotsの数）によって決まり、今回はPlot 25の1区画だが、コストは建設する岸壁の長さ（バース数）によって大きく影響され、今回はPlot 25と26の2バース分ある。そして、このバランスが取れていない状態はPhase II（Plot 26のヤード部分）が建設され開業するまで続くが、これは緊急整備計画の完成後約2年後と計画されているのである。したがって、財務分析の評価の範囲は、Phase I-2を除いた範囲や、Phase IIも含めた範囲でも検討を行う。



出典：調査団作成

図 4.7-1 ティラワ地区港整備計画 概念図

4.7.1. 経済分析

(1) 当初調査での経済分析手法と、今回の変更点

当初調査では、「輸出用コンテナがミャンマー国の経済にもたらす付加価値」をプロジェクトの便益とし、「港湾施設の建設・維持・補修費用、荷役機械、作業用車両、タグボートの購入・維持・補修・更新費用、およびターミナルの管理・運営費用」をプロジェクトの費用として、評価期間を30年として経済分析を行ったが、今回も同様とする。

(ただし、建設・購入の内容は当初調査から変更になっている。例えば、X線検査装置の購入、建築物の数量増加、建築物の仕様変更、タグボートの購入中止、など。)

当初調査からの変更点は以下のとおりである。

事業費：詳細な検討、および次項に述べる為替レートの変動の結果、経済分析の対象となる事業費は約 US\$191million から約 US\$224million に増加した。

為替レート：1US\$=83.64円=868チャットから、1US\$=100.00円=970チャットに変動した。

工事スケジュール：当初は 2013 年中に円借款による工事監督コンサルタント契約を行い、工事業者の入札を経て 2014 年 7 月に着工、2015 年 12 月に一部開業、2017 年 1 月に全面開業というスケジュールであったが、現時点（2014 年 3 月）でもコンサルタントとの契約時期について見通しが立っていない。よって、分析用として、スケジュールを 12 ヶ月後ろにずらして評価した。

開業初年度（一部開業時）のコンテナ取扱量：一部開業時には、岸壁が 1 バース利用できるが、ヤードの地盤改良が終わらないため、ヤードは利用できず、電気・水道、SOLAS 条約に対応したフェンスや、コンテナ貨物の X線検査装置も未整備・未設置なため、国際コンテナの取り扱い、通常のターミナルのようには出来ないと考えられる。したがって、一部開業期間中は、オペレーションの人員費は昼間だけ勘案するものの、コンテナの取扱量に基づく便益については、安全側に見て、全面開業まで 0 とした。

ターミナルの計画コンテナ取扱量（最大）：当初調査では、緊急整備計画の期間中は PhaseI の年間最大の計画コンテナ取扱量を 16 万 TEU としていたが、ヤードオペレーションの詳細な検討の結果、年間最大 20 万 TEU まで取り扱えることとなった。

ターミナル運営の人員費、光熱費、燃料代など：以前は周辺国（タイ・レムチャバン）でのターミナル運営での数字を参考に原単位を推定していたものを、今回はミャンマーでのヒアリングを通じて修正した。前回と比べて、原単位比較で約 4 倍増となった。

表 4.7-1 に、経済分析で用いる、事業を行った場合 (With ケース) と行わなかった場合 (Without ケース) の推計貨物量を示す。

表 4.7-1 「With」と「Without」ケースの推計貨物量

年	開業後年次	国際コンテナの取扱量 推計値		取扱量 合計 (With)	総需要
		既存ターミ ナル小計 (Without)	新ターミナ ル(ティラワ 地区)		
2012		509,000	-	509,000	509,000
2013		615,000	-	615,000	615,000
2014		727,000	-	727,000	727,000
2015		781,000	-	781,000	853,000
2016	1	898,000	-	898,000	990,000
2017	2	1,063,000	-	1,063,000	1,142,000
2018	3	1,277,000	33,000	1,310,000	1,310,000
2019	4	1,491,000	4,000	1,495,000	1,495,000
2020	5	1,540,000	160,000	1,700,000	1,700,000
2021	6	1,540,000	200,000	1,740,000	1,923,000
2022	7	1,540,000	200,000	1,740,000	2,170,000
2023	8	1,540,000	200,000	1,740,000	2,441,000
2024	9	1,540,000	200,000	1,740,000	2,738,000
2025	10	1,540,000	200,000	1,740,000	3,064,000
2026	11	1,540,000	200,000	1,740,000	
2027	12	1,540,000	200,000	1,740,000	
2028	13	1,540,000	200,000	1,740,000	
2029	14	1,540,000	200,000	1,740,000	
2030	15	1,540,000	200,000	1,740,000	
2031	16	1,540,000	200,000	1,740,000	
2032	17	1,540,000	200,000	1,740,000	
2033	18	1,540,000	200,000	1,740,000	
2034	19	1,540,000	200,000	1,740,000	
2035	20	1,540,000	200,000	1,740,000	
2036	21	1,540,000	200,000	1,740,000	
2037	22	1,540,000	200,000	1,740,000	
2038	23	1,540,000	200,000	1,740,000	
2039	24	1,540,000	200,000	1,740,000	
2040	25	1,540,000	200,000	1,740,000	
2041	26	1,540,000	200,000	1,740,000	
2042	27	1,540,000	200,000	1,740,000	
2043	28	1,540,000	200,000	1,740,000	
2044	29	1,540,000	200,000	1,740,000	
2045	30	1,540,000	200,000	1,740,000	

出典：調査団作成

(2) EIRR とプロジェクト評価

以上の変更をもとに、改めて表 4.7-2 に示すようにキャッシュフローを計算し、EIRR を算出したところ、本プロジェクトの新規コンテナターミナルの EIRR は 12.9% と推定された。

条件が変更した場合においてもプロジェクトを実施する経済的な妥当性を有するかどうか

を検証するために、感度分析を実施した。コストが10%増加し、かつ便益が10%減少する条件を設定しても、EIRRは10.5%と算定された。

プロジェクトのEIRRは当該国の資本の機会費用と比較され、前者が後者よりも高い値の場合には、経済的にフィージブルなプロジェクトと評価される。「ミ」国の資本の機会費用は発表されていないため、世界銀行のプロジェクト採択基準の12%を準用すると、ティラワ地区のコンテナターミナル開発プロジェクトのEIRRは、通常のシナリオにおいて、資本の機会費用よりも十分高く、感度分析のシナリオにおいても、ほぼ同等である。

従って、計画されているプロジェクトは経済的な実施妥当性を有する。

表 4.7-2 ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの EIRR (評価期間 30 年)

Unit: '000 USD/Yr

Year	Cost				Benefit		Total	Cost+10% Revenue-10% Total	
	Const- ruction	Mainte- nance	Terminal Operation	Tug	Container (TEU)	Value			
unit price			2325.773	0.001044		0.2625			
2014	1,618	0	0	0	0	0	-1,618	-1,779	
2015	78,893	101	0	0	0	0	-78,994	-86,893	
2016	97,130	329	0	0	0	0	-97,459	-107,205	
2017	1	61,387	554	1,163	0	0	-63,104	-69,414	
2018	2	0	813	2,326	34	33,000	8,663	5,489	
2019	3	0	668	2,326	4	4,000	1,050	-1,948	
2020	4	0	1,448	2,326	167	160,000	42,000	38,059	
2021	5	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2022	6	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2023	7	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2024	8	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2025	9	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2026	10	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2027	11	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2028	12	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2029	13	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2030	14	0	6,883	2,326	209	200,000	52,500	43,082	
2031	15	0	11,071	2,326	209	200,000	52,500	38,894	
2032	16	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2033	17	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2034	18	0	10,558	2,326	209	200,000	52,500	39,407	
2035	19	0	10,558	2,326	209	200,000	52,500	39,407	
2036	20	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2037	21	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2038	22	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2039	23	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2040	24	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2041	25	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2042	26	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2043	27	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2044	28	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2045	29	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
2046	30	0	1,648	2,326	209	200,000	52,500	48,317	
Total		239,028	77,591	66,285	5,428	5,197,000	1,364,213	1,024,198	806,597

EIRR	12.9%	10.5%
------	-------	-------

出典：調査団作成

4.7.2. 財務分析

(1) 財務分析の対象—物理的な範囲

ティラワ地区港湾拡張事業は、図 4.7-1 に示したように段階的に整備することとしている。

まず、Phase I が事業化され、2016 年に一部供用開始、2017 年中に全体供用開始することを予定している。概要としては、潮汐の影響と夜間航行禁止による、ヤンゴン港特有の潮待ちに対応するため、Plot 25、26 の岸壁 2 バース分と、Plot 25 のヤード 1 バース分が、「ティラワ地区港緊急整備計画」として先行整備される。そして、取り扱い貨物量の伸びに合わせて、Plot 26 の 2 バース目のヤードを整備することとしている。(Plot 23、24 の詳細な整備計画についてはまだ決まっていない。)そして、当初計画では、この 2 バース目のヤードの供用開始は、ヤンゴン港のコンテナ取扱量が急増することを反映して、緊急整備計画の全体供用開始から約 2 年後をめどとしている。

本プロジェクトへの民間事業者の参入を考える場合、緊急整備計画の範囲 (Phase I) が事業の参入範囲となるわけでは必ずしもない。というのは、Plot 26 の岸壁を運営する者と、その背後のヤードを運営する者が別、というのは考えにくいからである。また、当初の見込み通り貨物が伸びれば、約 2 年のタイムラグで Plot 26 のヤードも供用されることから、事業に参入する者としては、Plot 25、26 の全体、すなわち Phase I と II の両方を範囲として運営を検討するものと考えられる。

収益の構造としても、ヤードの広さによって、ターミナルの最大取扱容量、すなわち収入が決まることから、L 字型の緊急整備計画の範囲で財務分析をすると、容量一杯のオペレーションの場合でも 2 バース分の岸壁と 1 バース分のヤードの建設コストを 1 バース分 (岸壁とヤード) の収入でカバーすることになり、非常に困難な事業採算性の検討となる。

しかしながら、本調査で詳細な検討を行って事業費を算出した範囲は、緊急整備計画の範囲であり、それに含まれていない Plot 26 のヤード部分は、中を流れる小河川の移設が必要になるなど、Plot 25 のヤード部分の詳細な検討の結果を準用できないため、今回の詳細な検討の結果を用いて Plot 25、26 の全体を範囲とした事業採算性の検討が出来ない。替わって、緊急整備計画から Plot 26 の岸壁部分の建設コストを除いた、Plot 25 の 1 バース 1 ヤードの範囲で評価することが、現実的な検討ケースである。

(2) FIRR と財務的フェージビリティ

前節で述べたような理由から、現実的な検討ケースとして、緊急整備計画から Plot 26 の岸壁部分の建設コストを除いた、Plot 25 の 1 バース 1 ヤードの範囲で、財務的内部収益率(FIRR)を求めた。これは、事業採算性の検討をより現実的な状況で行えるようにという意味からなされたものである。具体的には、表 4.6-7 総事業費によると、2 バース分の栈橋と連絡橋の建設コストが 72,308 千米ドルであるから、この半額を建設コストから除いた。厳密には、建設コスト以外でも減少するものがあるだろうが、定量化が難しいことと、一方で理論的には 1 バースで計算上の入港隻数に対応することは可能ではあるが、現実には潮待ちと他ターミナルとの競争の

関係で岸壁が一つだと入港する隻数が減る可能性もあり、その相殺関係もあるので、今回の検討では考慮しなかった。

また、経済的内部収益率(EIRR)と同様、4.7.1(1)に示した当初調査からの変更を反映した。

分析は、当初調査と同様に、料金収入と建設・維持管理・運営コストをもとにプロジェクト全体の財務的な分析を行った。建設費については4.7.1(1)に示したように、詳細な検討の結果と為替レートの変動による見直しを行ったが、料金収入および運営コストについても、その後の現地調査のヒアリング結果をもとに単価を見直した。

財務的評価の期間については、当初調査では経済分析と同様30年としていたが、今回の検討では円借款の期間(10年据え置き30年償還)にあわせ、40年で行うこととした。これは、さらに詳細に官民別に分けて行う財務分析が、円借款の期間全体をカバーしたものでないと意味をなさないからである。

その結果、表4.7-3に示すように、プロジェクト全体のFIRRは5.4%となった。また、収入10%減、コスト10%増で感度分析を行った結果は3.5%となった。

表 4.7-3 ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクト全体の FIRR (評価期間 40 年)

Unit: '000 USD/Yr

Year	Cost			Revenue				Project Total	Cost+10% Revenue-10%
	Const- ruction	Main- tenance	Terminal Opera- tion	Container (TEU)	Container Handling	Port Entry charges	Revenue Total		
2014	1,622	0	0	0	0	0	0	-1,622	-1,784
2015	55,582	101	0	0	0	0	0	-55,683	-61,251
2016	84,119	282	0	0	0	0	0	-84,401	-92,841
2017	57,449	481	1,491	0	0	0	0	-59,421	-65,364
2018	0	730	2,981	33,000	3,168	320	3,488	-223	-943
2019	0	585	2,981	4,000	384	39	423	-3,143	-3,542
2020	0	1,365	2,981	160,000	15,360	1,553	16,913	12,567	10,441
2021	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2022	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2023	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2024	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2025	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2026	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2027	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2028	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2029	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2030	0	6,800	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	11,360	8,268
2031	0	10,988	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,172	3,661
2032	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2033	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2034	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2035	0	10,475	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,685	4,225
2036	0	10,475	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,685	4,225
2037	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2038	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2039	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2040	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2041	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2042	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2043	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2044	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2045	0	6,800	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	11,360	8,268
2046	0	10,988	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,172	3,661
2047	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2048	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2049	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2050	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2051	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2052	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2053	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2054	0	1,565	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	16,595	14,026
2055	0	10,475	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,685	4,225
2056	0	10,475	2,981	200,000	19,200	1,941	21,141	7,685	4,225
Total(40)	198,773	124,827	117,767	7,397,000	710,112	71,792	781,904	340,537	218,210

40years

FIRR	5.4%	3.5%
------	------	------

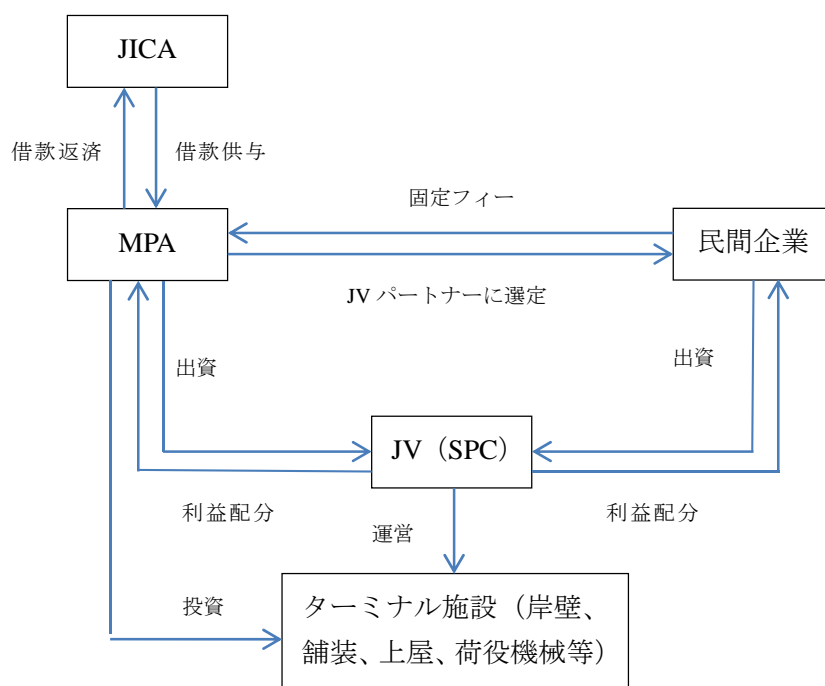
出典：調査団作成

(3) ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携パターン

本緊急整備計画の事業化にあたっての、事業スキームはまだ最終的に決定したわけではないが、あり得るスキームとしては、まず、上記の財務分析のケースに当てはまる、MPA が整備を行ったうえで直接運営も行う、いわゆる従来型の公設公営方式が一つ考えられる。

港湾の管理運営への民間の活用については、従来方式に比べて多くの利点を有しており、本事業についても、施設整備は円借款を利用しているため公設で決定であるが、運営は民間に委託する、公設民営方式がもう一つ考えられる。ヤンゴン港の他のターミナルも徐々に運営の民営化が進んでおり、今後、急速にインフラを整備しながら、効果的効率的に運営をしていくためにも、民間の資金とノウハウを活用できるスキームを選択することは理にかなっているものである。

当初調査の検討の結果、ティラワ地区で採用されるべきスキームは、次のものが提案されている。



出典：調査団作成

図 4.7-2 ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携パターン (JV 方式案)

提案されているスキームの概要としては、以下の2点がある。

- a) JV の契約期間は、円借款の償還年数（10年据え置き、30年償還）と合致するよう40年に設定する。
- b) コンセッションフィーを（固定フィー）+（変動フィー）により構成し、固定フィーは財務

計算から得られる円借款の元利支払いを賄える金額により設定して、オペレーター選定にあたっての与件とする。なお、建設期間中及び一般的に需要が少ない供用開始直後は低く抑える配慮が必要である。変動フィーは JV の経営努力にインセンティブを与えるため、出資割合に基づくプロフィットシェアとする。固定フィーの支払いは JV (SPC) が行うことも考えられるが、Sule Pagoda Terminal の事例同様 JV パートナーの民間企業からの支払いとした方が MPA にとってのリスクは少ない。

ここでは、上記提案をベースに、民間事業者は MPA と JV を組んで、40 年間、ターミナルの運営に当たるものとし、MPA に「固定フィー」と「変動フィー」からなるコンセッションフィーを毎年支払うものとした。コンセッションフィーの「固定フィー」は、円借款の総額（利子も含む）を 40 年間毎年一定額に均等割りしたものである。「変動フィー」は、毎年の利益を出資割合によって配分する、プロフィットシェアによるものである。出資割合については現段階では不明なので、この分析だけのための仮定として MPA の 51%、40%、20% の 3 ケースを考えた。また、利益を JV にリザーブすることなく、毎年全額を出資割合に基づいて配分することとした。

プロジェクト全体の財務分析時と同様、Plot 25 の 1 バース 1 ヤードを今回の分析の対象範囲とし、需要予測に基づき年間最大 20 万 TEU のコンテナを取り扱うものとした。事業者は、運営にかかる費用を負担するほか、施設のメンテナンス費用も支払うこととした。事業者は、その運営により、(現状のヒアリング結果を反映して) タリフから営業費用の 40% を割り引いたコンテナ取扱料金を収入として得、MPA には上述のコンセッションフィーを支払うこととした。

そのような条件下での財務分析の結果を次の表 4.7-4 に示す。MPA が過半数の出資をする 51% の場合、事業者の 40 年間の FIRR は 20.5%、事業者が 80% の出資をする場合では、FIRR は 26.7% となり、民間事業者が十分参加できる水準であり、このプロジェクトを PPP スキームで実施する妥当性はあると言える。

表 4.7-4 ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの FIRR (民間事業者)

Year	Cost		CF(Fix)	Revenue		Operator Profit	Operator Profit after tax	CF(Variable):MPA Share			Private Total		
	Main-tenance	Terminal Operation		Container (TEU)	Container Handling			51%	40%	20%	(49% Share)	(60% Share)	(80% Share)
2014	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	101	0		0	0	-101	-101	0	0	0	-101	-101	-101
2016	282	0		0	0	-282	-282	0	0	0	-282	-282	-282
2017	481	1,491	4,982	0	0	-6,954	-6,954	0	0	0	-6,954	-6,954	-6,954
2018	730	2,981	4,982	33,000	3,168	-5,525	-5,525	0	0	0	-5,525	-5,525	-5,525
2019	585	2,981	4,982	4,000	384	-8,164	-8,164	0	0	0	-8,164	-8,164	-8,164
2020	1,365	2,981	4,982	160,000	15,360	6,032	4,524	2,307	1,810	905	3,725	4,222	5,127
2021	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2022	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2023	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2024	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2025	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2026	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2027	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2028	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2029	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2030	6,800	2,981	4,982	200,000	19,200	4,437	3,328	1,697	1,331	666	2,740	3,106	3,771
2031	10,988	2,981	4,982	200,000	19,200	249	187	95	75	37	154	174	212
2032	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2033	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2034	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2035	10,475	2,981	4,982	200,000	19,200	762	571	291	229	114	470	533	648
2036	10,475	2,981	4,982	200,000	19,200	762	571	291	229	114	470	533	648
2037	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2038	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2039	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2040	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2041	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2042	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2043	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2044	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2045	6,800	2,981	4,982	200,000	19,200	4,437	3,328	1,697	1,331	666	2,740	3,106	3,771
2046	10,988	2,981	4,982	200,000	19,200	249	187	95	75	37	154	174	212
2047	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2048	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2049	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2050	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2051	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2052	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2053	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2054	1,565	2,981	4,982	200,000	19,200	9,672	7,254	3,699	2,902	1,451	5,972	6,770	8,221
2055	10,475	2,981	4,982	200,000	19,200	762	571	291	229	114	470	533	648
2056	10,475	2,981	4,982	200,000	19,200	762	571	291	229	114	470	533	648
Total(40)	124,827	117,767	199,280	7,397,000	710,112	268,238	195,922	110,643	86,779	43,390	157,594	181,459	224,848

FIRR 40years **20.5%** **22.8%** **26.7%**

出典：調査団作成

なお、この分析には、民間事業者による追加投資は含まれていない。

実際は、民間事業者は追加投資によって付加価値の高いサービスが提供し、それによって、さらに貨物が集まり、(インランド・コンテナ・デポ(ICD)などの活用により、20万 TEU 以上を扱うことも可能となる。)、さらに事業の採算性は良くなる可能性がある。

ただし、この分析は、Phase II (Plot26 のヤード部分整備) が予定通り完成・開業することを前提条件にしており、同条件を踏まえ、Plot26 の岸壁部分への投資を分析から除いている。従って、財務分析の観点からも、Phase II の予定通りの完成・開業は必要であると考えられる。