

## 第4章 ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）の再整理

ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）については、パラニャーケ調査 2018 において①水位上昇抑制（構造物対策）、②浸水被害軽減（構造物対策）、③非構造物対策の検討を行っている。本調査においてパラニャーケ調査 2018 で策定されたラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）を基本とし、選定されたパラニャーケ放水路、湖岸堤、排水機場等の最適な施設規模を再検討する。

### 4.1 2018年策定の「ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）」の概要

以降 4.1.1 から 4.1.4 にパラニャーケ調査 2018 報告書の抜粋を整理する。なお、パラニャーケ調査 2018 のラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）は気候変動を考慮していない。

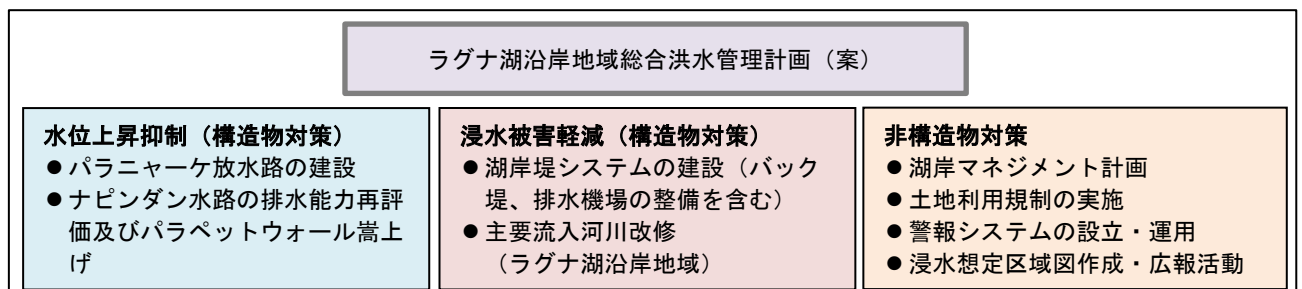
#### 4.1.1 ラグナ湖の洪水被害状況と総合洪水管理計画

ラグナ湖沿岸地域の洪水被害は、洪水の長期間に及ぶ高水に起因する。過去の高水被害状況より、下表に、洪水発生メカニズム・特性、洪水被害発生要因・状況等を整理する。

表 4.1.1 ラグナ湖の水利、洪水被害状況

項目	説明
湖水位上昇と下降の要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水位の急上昇は、台風・熱帯低気圧由来の湖面への降雨、マンガハン放水路を含めた多くの河川・排水路からの流入</li> <li>✓ 水位低下はナピンダン水路及びマンガハン放水路からの流出及び蒸発が要因</li> <li>✓ 制限された排水能力により高水位が長期間継続</li> <li>✓ ナピンダン水路及びマンガハン放水路からの流出能力が不足</li> </ul>
洪水被害の発生頻度	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 生活基盤に影響する EL12.0 m を 70 年間<sup>※</sup>で 55 回（1.5 年に一回発生）、L.12.5m 以上となるのは 26 回</li> <li>※1946 年～2019 年までの 74 年間のうち、4 年間欠測のため 70 年間</li> </ul>
洪水被害の地理的範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 山地部及び「メトロマニラ西マンガハン地区洪水防御事業」の 10km 区間を除き、ほぼラグナ湖岸全域で土地利用がなされ、被害地域はほぼ湖岸全域</li> </ul>
湛水深及び湛水継続日数	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 既往最高水位（約 EL 14 m）を基準にすると、EL 12.5 m では約 1.5m の湛水深</li> <li>✓ 水位変動形により異なるが、台風オンドイの洪水では水位 EL 12.5m 以上の継続は約 130 日、EL 13.0m 以上が約 60 日</li> </ul>

ラグナ湖の洪水は、湖岸低地域全域に及ぶため、ラグナ湖の洪水対策は沿岸地域全域の総合洪水管理計画として検討するべきである。パラニャーケ調査 2018 において、ラグナ湖の水位上昇に伴う洪水、内水氾濫、ラグナ湖流域の河川洪水を対象とし、図 4.1.1 に示す通りラグナ湖沿岸地域の総合洪水管理計画を立案した。



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.1 ラグナ湖沿岸地域の総合洪水対策の 3 本柱

## 4.1.2 計画規模及び対象水位波形

### (1) 計画規模

計画規模の設定においては、対象流域の重要度、既往洪水被害の実態、近傍の既存計画及びDPWH標準ガイドライン2015に指定された計画規模を総合的に考慮し検討した。

表 4.1.2 計画規模

区分	評価指標	計画規模	
ラグナ湖水位上昇に伴う洪水	水位	100年	
ラグナ湖沿岸地域(21流域)、ラスピニャス・パラニャーケ地区	雨量	【河川】(外水対策) A=40km <sup>2</sup> 以上 : 50年 A=40km <sup>2</sup> 未満 10km <sup>2</sup> 以上 : 25年 A=10km <sup>2</sup> 未満 : 15年	【排水路】(内水対策) 排水路 : 15年

ラグナ湖水位観測データ(1946年～2016年)よりラグナ湖の確率水位を算定した(表4.1.3)。ラグナ湖における100年確率水位は14.3mとなり、既往最大水位(14.03m、1972年)は50年相当の水位となる。また2009年台風オンドイ時最高水位13.85mは40年相当となる。

表 4.1.3 ラグナ湖水位確率

Return Period (year)	Water Level (m) <sup>※</sup>
2	12.3
5	12.9
10	13.2
30	13.7
50	14.0
100	14.3
200	14.7

※気候変動を考慮していない湖水位

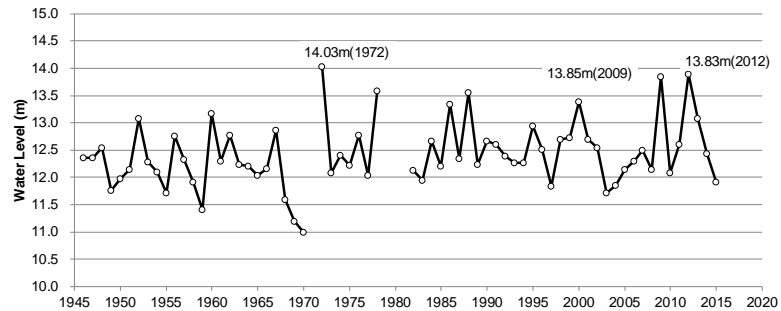
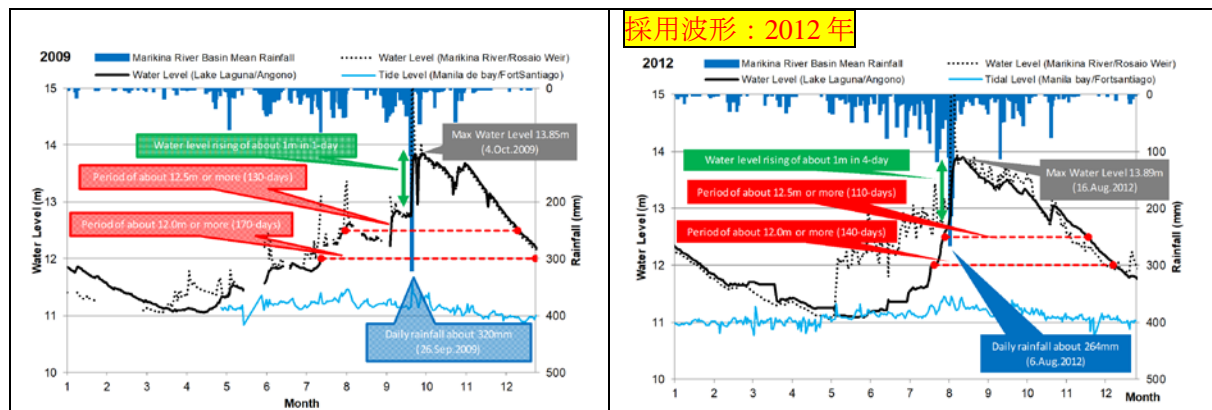


図 4.1.2 ラグナ湖の年最大実績水位

出典：パラニャーケ調査 2018

### (2) 計画対象水位波形

ラグナ湖水位上昇に伴う洪水については、計画規模の評価指標が『水位』となるため、計画水位波形を設定した。具体的には2009年と2012年の水位波形から計画対象水位波形を作成し、パラニャーケ放水路による湖水位の低減効果を評価し、被害が大きくなる2012年波形(パラニャーケ放水路による水位低減効果が少ない波形)を採用することで、安全側の評価を行った。

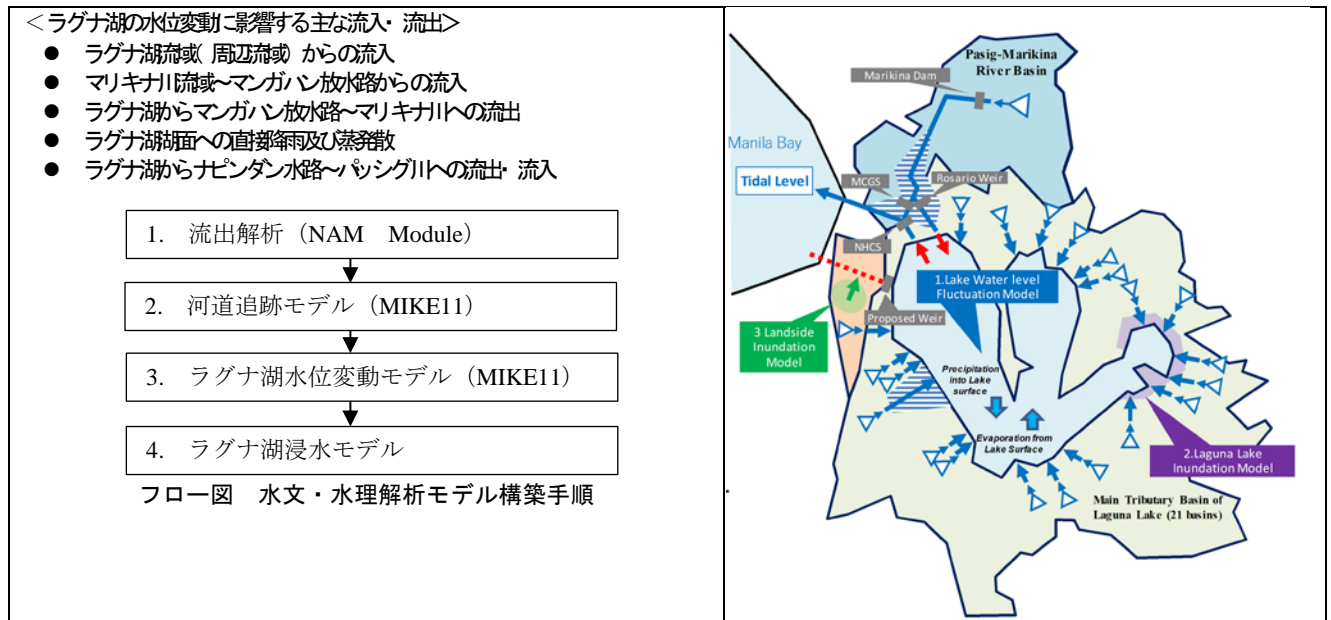


出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.3 ラグナ湖の洪水時水位変化(2009年及び2012年)

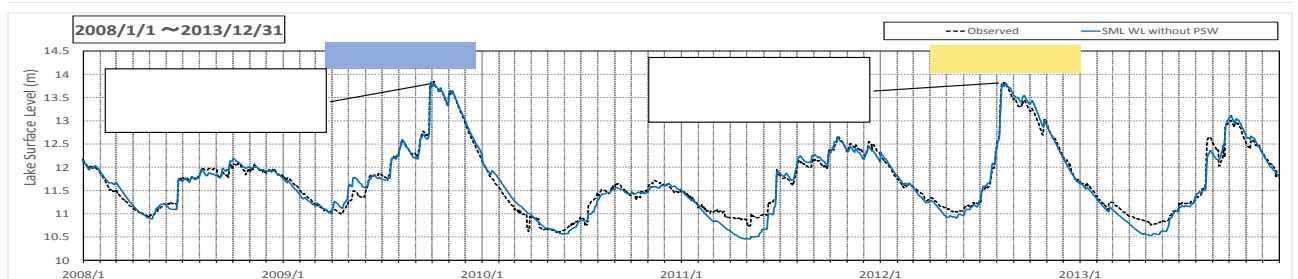
### (3) ラグナ湖水位変動解析（長期検討）

長期的なラグナ湖水位変動を表現するため、図 4.1.4 に示すラグナ湖水位変動解析モデルを構築した。水位変動解析モデルは、流出モデル、河道網モデル（洪水追跡モデル）、ラグナ湖浸水モデルの 3 つの水文・水理モデルから構成される。また、ラグナ湖水位変動解析（長期検討）の再現計算結果を図 4.1.5 に示す。



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.4 水文・水理解析モデルの概念図



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.5 ラグナ湖長期水位変動解析 現況再現計算結果（パラニャーケ放水路なし）

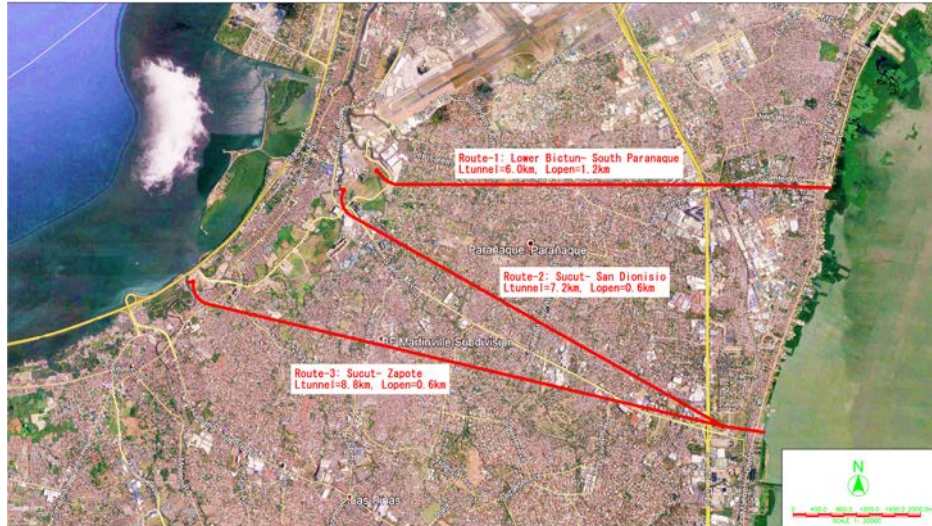
#### 4.1.3 ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）における構造物対策

ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）における構造物対策は、ラグナ湖沿岸地域における浸水被害の軽減とラグナ湖の水位上昇抑制を目的とし、パラニャーケ放水路の建設及び湖岸堤システム（排水機場、橋梁、河川堤防含む）を対象とした。

##### (1) パラニャーケ放水路

パラニャーケ放水路のルート上は商業施設や住宅が密集しており、開水路形式を採用した場合は多くの住民移転が発生するため事業化が困難である。そこで、放水路は圧力管方式とし、かつ立坑部分以外の用地買収が不要となる地下 50m 以深に建設するものとした。また、検討の結果、この圧力管方式は自然流下で対応可能と判断された。

放水路の設計流量は計画流量と同量の 200 m<sup>3</sup>/s とし、取水施設の位置には特に制限がなく、排水施設は「Las Piñas-Parañaque Critical Habitat and Ecotourism Area」(LPPCHEA) の存在を考慮してパラニャーケ水系またはザポテ川への現況河川接続方式とした。平面線形を図 4.1.6 に、各ルート of 諸元を表 4.1.4 に示す。



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.6 パラニャーケ放水路ルート案

表 4.1.4 パラニャーケ放水路の概略諸元

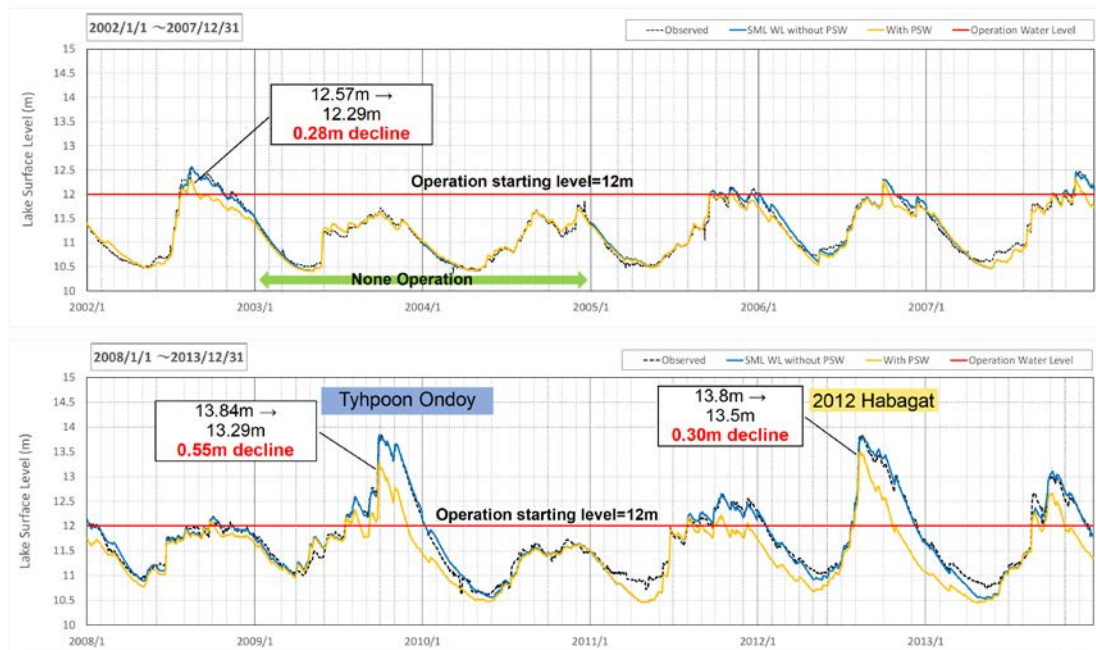
項目	ルート1	ルート2	ルート3
ルート	Lower Bictan - South Pranaque River	Sucat - San Dionisio River	Sucat - Zapote River
放水路方式	地下河川 圧力管方式 (逆サイホン型)		
設計流量 (最大放流量)	200 m <sup>3</sup> /s		
ラグナ湖設計高水位	14.0 m		
事前操作開始水位	12.0 m		
流入部の流量制限	流入ゲート制御方式		
断面割増	10 % 程度		
トンネル内管理用道路	5 m		
流入部開水路延長	1.2 km	0.6 km	0.6 km
放水路トンネル延長	6.0 km	7.2 km	8.8 km
放水路トンネル内径	12 m		
取水施設 (立坑) 直径	31.6 m		
排水施設 (立坑) 直径	31.6 m		

出典：パラニャーケ調査 2018

パラニャーケ放水路の設計流量を 200m<sup>3</sup>/s、放水路の操作開始水位を 12.0m とした場合のラグナ湖水位低減の効果の検討結果を以下に示す。

- ✓ ピーク水位は、2009年に最大で 0.55m の水位低下、12年間平均で 0.24m の水位低下効果がみられた。
- ✓ 湖水位 12.5m を超過する継続期間は、2009年は 110日 から 46日 へ、2012年は 108日 から 63日 へ、2013年は 62日 から 15日 へと減少がみられた。
- ✓ パラニャーケ放水路の運用頻度は、9回/12年である。





出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.7 ラグナ湖長期水位変動解析結果（パラニャーケ放水路あり、運転開始水位=12.0m）

また、確率規模別におけるパラニャーケ放水路によるラグナ湖水位低減効果について検討を行った。確率規模別におけるラグナ湖最高水位の概要を表 4.1.5 に、100 年確率（気候変動なし）の水位変動解析結果を図 4.1.8 に示す。

表 4.1.5 規模別におけるラグナ湖最高水位（気候変動なし）

確率規模	パラニャーケ放水路		水位低減(m)
	無し	有り*	
200	14.7	14.3	0.4
<b>100</b>	<b>14.3</b>	<b>14.0</b>	<b>0.3</b>
50	14.0	13.7	0.3
30	13.7	13.4	0.3
10	13.2	13.0	0.2
5	12.9	12.8	0.1
2	12.3	12.3	0.0

\*パラニャーケ放水路の運用開始水位が2.0m

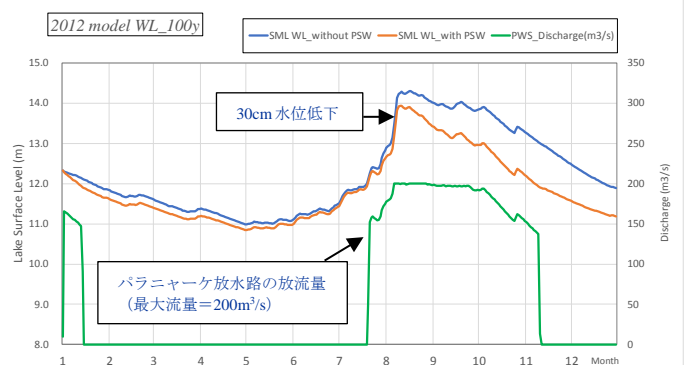


図 4.1.8 100 年確率 水位変動解析結果（パラニャーケ放水路あり、気候変動なし）

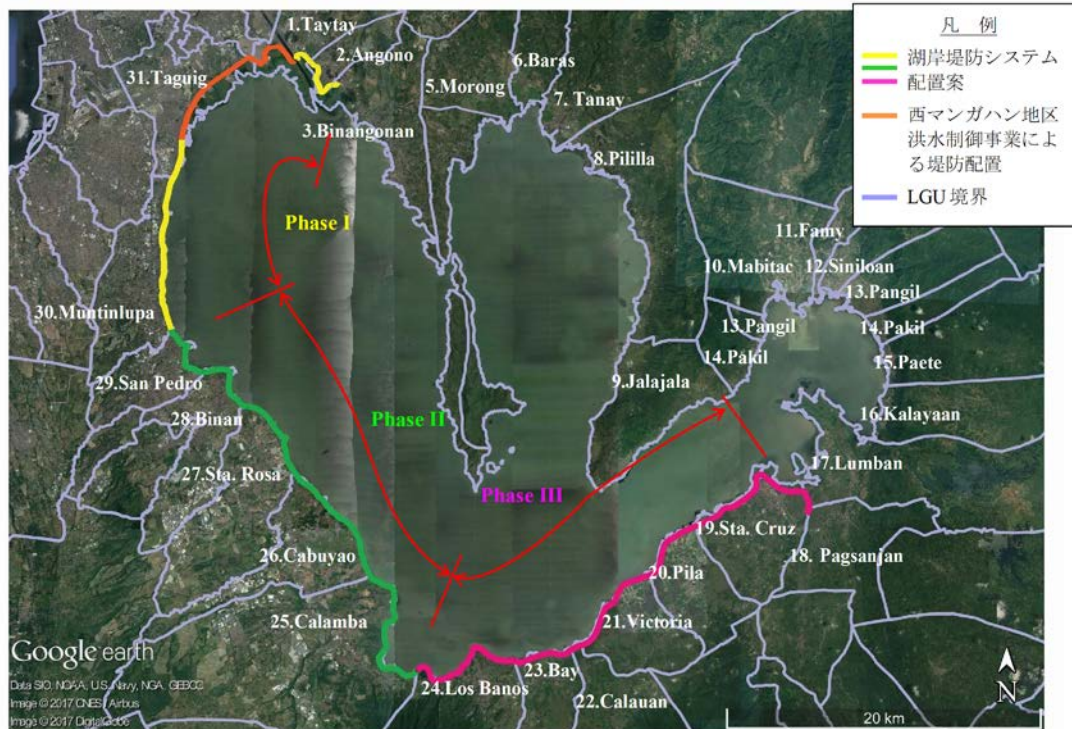
出典：パラニャーケ調査 2018

## (2) 湖岸堤システム

ラグナ湖沿岸の優先地域において、ラグナ湖からの浸水を防御する湖岸堤システムを建設する。湖岸堤システムは、湖岸堤、排水路、排水機場、コミュニティ道路、橋梁からなり、ラグナ湖の水位上昇に起因する洪水被害を解消する。湖岸堤は標高 12 m から 12.5m 付近のラグナ湖沿岸に建設する。ラグナ湖の 100 年確率水位（14.0m）を対象とし、土地利用、受益人口、受益面積等より湖岸堤システムの配置優先地域の順位付けを行い、優先度が高い地区から湖岸堤システムを配置する計画とした。湖岸堤の延長は約 83km となり、資産が少なく湖

岸堤システムを配置するには経済効果が薄い地域については、非構造物対策（警報システム等）での対応とした。

項目	Phase I（10年間）	Phase II（10年間）	Phase III（10年間）
地域	第1優先地域	第2優先地域、第3優先地域	第4優先地域、第5優先地域
湖岸堤延長	17km	33km	33km



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.1.9 湖岸堤システム配置案（優先地区）

### (3) ナピンダン水路のパラペットウォール嵩上げ

パラニャーケ調査 2018 においてラグナ湖の計画湖水位を 14.0 m と設定したが、ナピンダン水路の計画高水位は 13.8 m であり、パラペットウォールの天端標高は 14.1 m である。したがって、ラグナ湖の計画湖水位（14.0m）と余裕高（0.3m）を考慮し、ナピンダン水路のほぼ全延長（6.8 km）においてパラペットウォールを 0.2 m 嵩上げ（パラペット天端標高を 14.3m）するものとした。

## 4.1.4 ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）における非構造物対策計画

非構造物対策は、構造物対策に比べ少ない費用で洪水被害の軽減効果を早期に得ることができる。以下の対策を提案している。

### (1) 湖岸マネジメント計画実施

1996年の法律（Republic Act: RA No. 4850）では標高 12.5 m より低い水体と土地についてはラグナ湖であると定義しており、12.5m より低い土地は LLDA が管理している。パラニャーケ調査 2018 では、12.5 m に余裕高を加えた標高を湖岸高とすることを提案し、さらに湖岸か

ら都市域では3 m、農地は20 mの管理ゾーンを設け、管理ゾーンから内側の湖の範囲を湖管理エリアとし、法制度化すべきと提案した。

## (2) ラグナ湖災害リスク低減管理の改善

ラグナ湖沿岸地域の災害リスク低減管理（DRRM）の推進のため、多くの LGU や関係機関間の横と縦の調整連携を行いながら DRRM を実施する必要がある。

- フィリピン国家災害リスク削減管理委員会（NDRRMC）によるラグナ湖沿岸全地域の DRRM 調整連携とモニタリングの実施
- ラグナ湖沿岸地域全体の DRRM マスタープラン策定とその実施

## (3) 土地利用規制の実施

洪水リスクの高いラグナ湖沿岸の低平地において、洪水リスクを回避することを目的に、土地利用規制を提案した。

- ラグナ湖管理エリアからの住民移転
- ラグナ湖管理エリアの家屋の増加抑制
- 洪水リスクが高い低平地における避難場所と避難所（シェルター）の設置

## (4) 警報システムの設立・運用

ラグナ湖沿岸地域において、ラグナ湖への流入河川の水位上昇と湖の水位変化をモニタリングし洪水警報を発するため、洪水予警報システムの設立と運用を提案した。

- ラグナ湖沿岸地域の予警報システムのための雨量・水位観測システムの強化（無線によるテレメーター雨量、フロート式の水位観測システム及び X バンドレーダー1 基の設置）
- ラグナ湖周辺の LGU の全てによる雨量・水位観測施設の設置と観測の実施
- パラニャーケ放水路のための水位観測（ラグナ湖側、マニラ湾側）と住民への放流警報

## (5) 浸水想定区域図の作成・広報活動

浸水想定区域図は、住民が円滑かつ迅速に避難するために、浸水情報と避難に関する情報を提供するための図であり、これを作成・広報することにより、洪水リスクの回避を目指す。

## 4.2 パラニャーケ放水路の再整理

### 4.2.1 パラニャーケ放水路の運転開始水位の再検討

#### (1) 運転開始水位

パラニャーケ調査 2018 では、パラニャーケ放水路の運転開始水位を 12.0m（通年）とし、ラグナ湖の水位低減効果を検討した。なお、パラニャーケ放水路の運転開始水位の見直しによる、ラグナ湖水位への影響を把握するため、計算条件はパラニャーケ調査 2018 と同様に気候変動なし、トンネル内径 12m、最大放流量は 200m<sup>3</sup>/s とした。

本調査では、洪水期まえにラグナ湖の水位を低くし、洪水時の貯留能力を高くするため、パラニャーケ放水路の運転開始水位を以下の通り改訂した。なお、西マンガハン湖岸堤に設置してある 4 箇所既存排水機場の運転開始水位は 11.5m である。

＜パラニャーケ放水路の運転開始水位＞

- 1月～5月（非洪水期）：操作なし
- 6月～7月（水位上昇期）：11.5m
- 8月～12月（水位下降期）：12.0m

2019年3月マニラ首都圏で深刻な水不足が発生した。そのため、ラグナ湖を上水水源として活用する浄水場施設の乾期の取水への影響を避けるため、非洪水期（1月～5月）においてはパラニャーケ放水路は操作しない。

また、ラグナ湖を水源とし、Maynilad 社及び Manila Water 社の既存の浄水施設がある（2.2.2 利水事業を参照）。上水施設の取水に影響が生じるラグナ湖の水位について Maynilad 社及び Manila Water 社と協議した結果、これまでラグナ湖の水位が低いことで取水ができないという事象はなく、取水に影響するのはラグナ湖の水質（塩分濃度）であることを確認した。

#### (2) 運転開始水位変更によるラグナ湖水位への影響

- パラニャーケ調査 2018 では、パラニャーケ放水路の運転開始水位は EL.12.0m（通年）で検討した結果、100年確率の湖水位は 14.3m（気候変動なし）から 14.0m（0.3m）まで低下した。
- 一方、本調査では前述の通り、洪水期前に湖水位を下げることを目的とし、運転開始水位を 6月から7月では 11.5m、8月から12月までは 12.0m にすることで、100年確率の湖水位が 14.3m（気候変動なし）から 13.8m（0.5m）まで低下した。



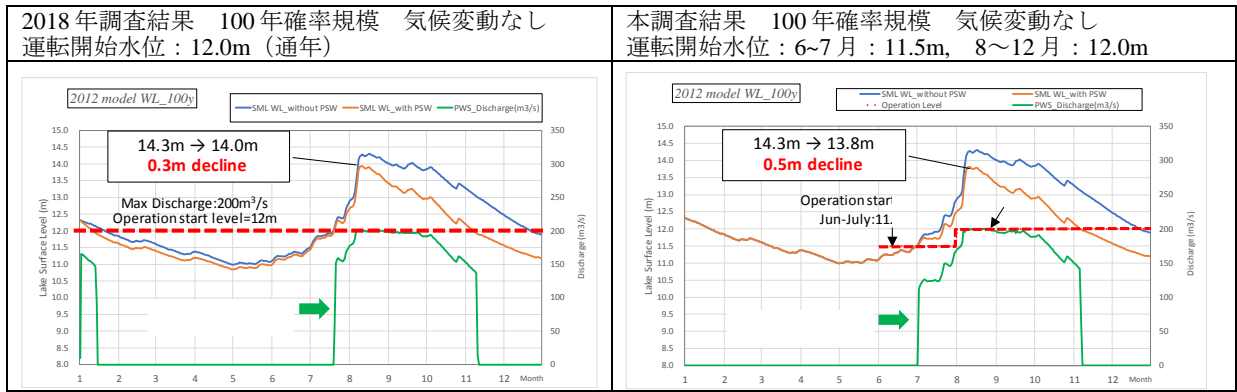


図 4.2.1 ラグナ湖水位変動解析結果 100年確率規模（2018年調査及び本調査2020）

運転開始水位の見直しにより、100年確率（気候変動なし）の湖水位が14.3mから13.8mまで低下することが確認できたため、前述の通り運転開始水位を水位上昇期（6月～7月）は11.5m、水位下降期（8月～12月）は12.0m、非洪水期（1月～5月）は操作なしと変更した。

ラグナ湖水位への長期的な影響を把握するため、2002年から2013年（12年間）においてパラニャーケ放水路の有無によるラグナ湖水位変化を図4.2.2及び表4.2.1に示す。

表 4.2.1 長期予測計算結果 運転開始水位 6月～7月：11.5m、8月～12月：12.0m  
トンネル内径 D=12m、気候変動なし

	Maximum Water level				days of more than 12.5m		
	Observed	SML		①-②	WL without PSW ③	With PSW ④	days ((③-④))
		WL without PSW ①	With PSW ②				
2002	12.55	12.57	12.29	0.28	8	0	8
2003	11.72	11.64	11.64	0.00	0	0	0
2004	11.85	11.69	11.69	0.00	0	0	0
2005	12.15	12.12	12.03	0.10	0	0	0
2006	12.30	12.30	12.27	0.03	0	0	0
2007	12.49	12.47	12.33	0.14	0	0	0
2008	12.14	12.19	12.10	0.10	0	0	0
2009	13.85	13.84	13.29	0.55	110	46	64
2010	12.12	12.12	11.64	0.48	0	0	0
2011	12.65	12.65	12.22	0.43	17	0	17
2012	13.83	13.80	13.50	0.30	108	63	45
2013	13.01	13.11	12.66	0.45	62	15	47
<b>Min</b>	<b>11.72</b>	<b>11.64</b>	<b>11.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Ave</b>	<b>12.56</b>	<b>12.54</b>	<b>12.31</b>	<b>0.24</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>Max</b>	<b>13.85</b>	<b>13.84</b>	<b>13.50</b>	<b>0.55</b>	<b>110</b>	<b>63</b>	<b>64</b>

- 台風オンドイ（2009年）では、湖水位は13.84m（計算水位：パラニャーケ放水路なし）であったが、パラニャーケ放水路が運用されると13.29m（0.55m低減）まで水位が低下する。また、12.5m以上の浸水日数が110日から46日（64日短縮）となり、約2ヶ月浸水日数が短縮される。
- 2012年のハバガットでは、湖水位13.80mがパラニャーケ放水路有りの場合13.50m（0.3m低減）まで水位が低下する。12.5m以上の浸水日数は108日から63日と45日間浸水日数が短縮される。
- 2013年では13.11mが12.66mに低減され、浸水日数も62日から15日間に短縮される。

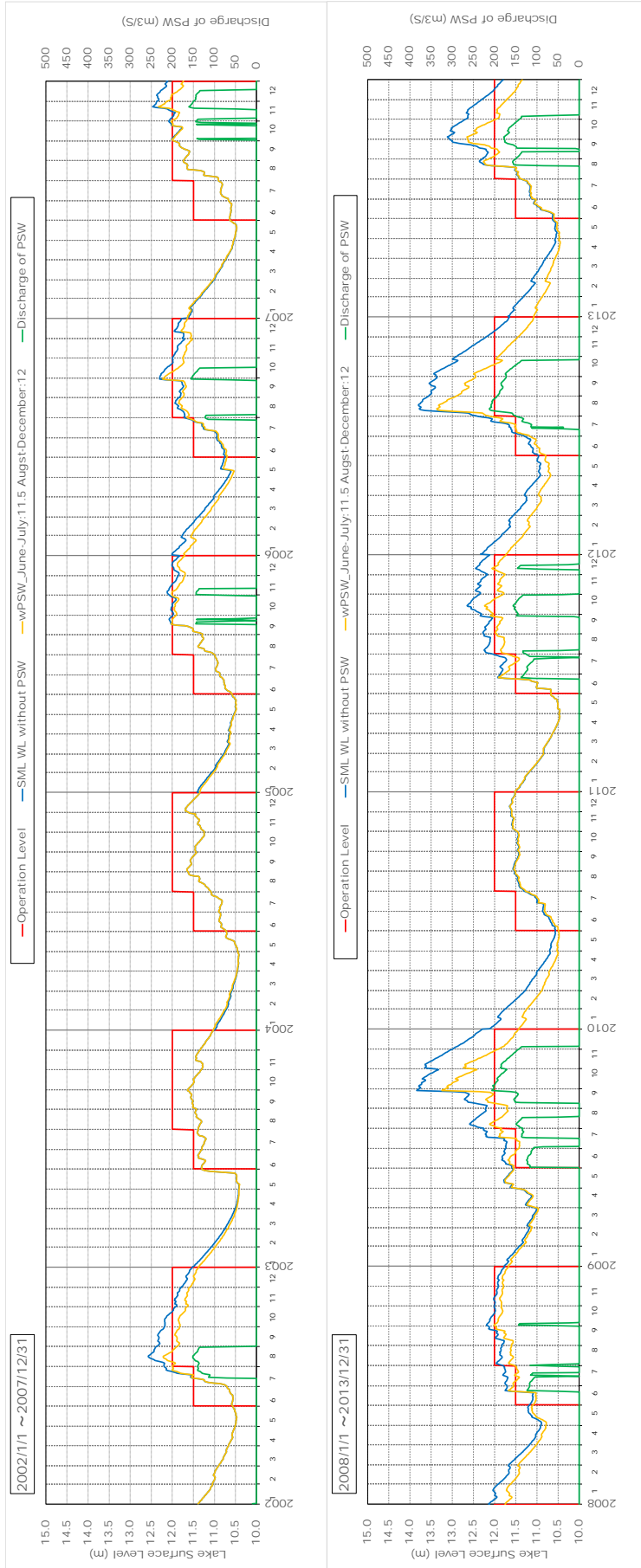


図 4.2.2 長期予測計算結果 (2002 年～2013 年)  
運転開始水位 6 月～7 月：11.5m、8 月～12 月：12.0m トンネル内径 D=12m 気候変動なし

## 4.2.2 パラニャーケ放水路ルート（案）の見直し

### (1) 検討方針

本調査においては、コスト削減を目指し、下記に示す方針に基づきパラニャーケ放水路のルート案を設定した。パラニャーケ放水路ルート（案）の見直しを図 4.2.3 に示す。なお、パラニャーケ調査 2018 ではトンネル部の施工方法として 2 種類のトンネル工法（①シールド工法、②NATM）において検討したが、本調査においては、軟弱地盤から硬質地盤まで湧水の有無に関わらず安全確実にトンネル部の施工が可能である「シールド工法」を基本として検討した。NATM については、今後の地質調査を踏まえ採用の可能性について検討を行う。

- ① 過去、パラニャーケ放水路は、幾度か検討されてきたが実現に至っていない。その大きな理由は、事業資金の大きさの他に、移転や用地取得等の社会的影響が非常に大きい事であった。
- ② パラニャーケ調査 2018 では、その社会的影響を最小化する観点から、最近制定された比国内法「地下 50m 以深には私有地権が発生しない」を適用した「地下水路案」で検討された。
- ③ 本調査では、事業費削減の観点からパラニャーケ調査 2018 のルート（案）をレビューし、事業コストや工期に占める割合が大きい放水路の入口・出口の立坑（シャフト）の建設を考慮し、立坑の長さを短く出来る放水路ルートを模索した。
- ④ その結果、パラニャーケ調査 2018 提案のルート 2 にほぼ平行に南側に位置する DPWH 管轄の国道（Dr. A. Santos Avenue）境界内に建設するルートを追加案とした。
- ⑤ このルート案は、放水路入り口の立坑建設を省略でき、コスト縮減及び工期縮減できること、トンネルのほとんどを国有地内に建設でき、同様に、社会的影響も少なくできる（出口側一部区間が私有地の地下を通過）。

表 4.2.2 パラニャーケ放水路ルート（案）見直し

ルート	取水位置	排水位置	放水路延長	開水路延長	放水路深度	備考
ルート 1	Lower Bicutan	South Paranaque	6.0km	1.2km	50m 以深	2018 年調査同様ルート
ルート 2-A	Sucacat	San Dionisio	7.2km	0.7km	15～30m 以深	本調査見直し
ルート 2-B	Sucacat	Zapote	8.7km	0.7km	15～30m 以深	本調査見直し
ルート 3	Sucacat	Zapote	8.8km	0.6km	50m 以深	2018 年調査同様ルート

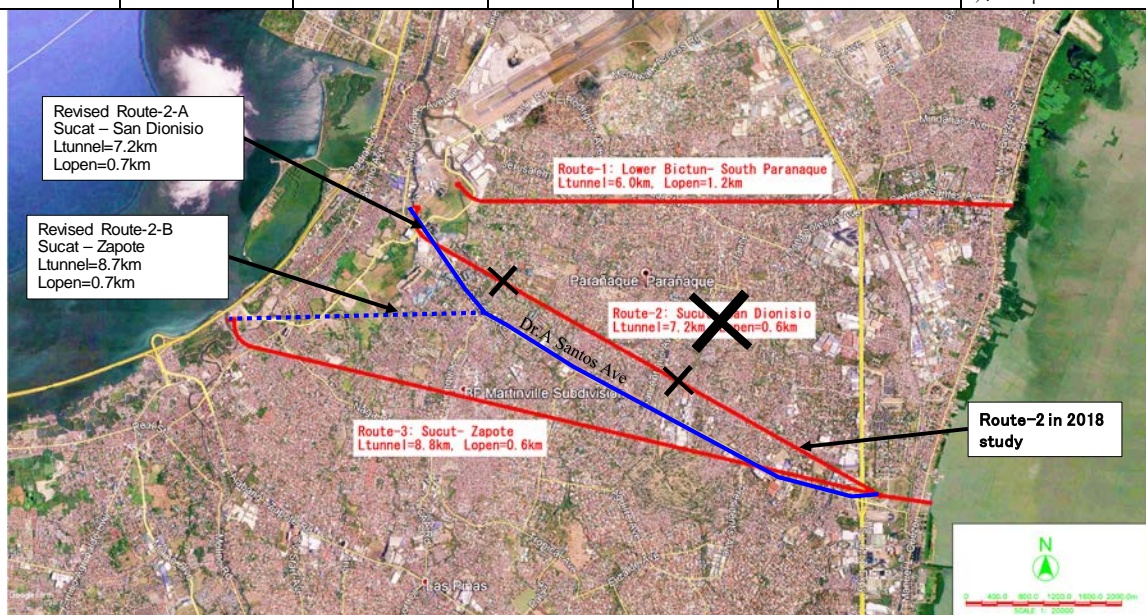


図 4.2.3 パラニャーケ放水路 ルート（案）見直し

## (2) パラニャーケ放水路ルート1、ルート3の再整理

パラニャーケ調査 2018 の検討結果を下記に整理する。

### 1) 平面計画

パラニャーケ放水路ルート1、ルート3の平面計画は図 4.2.3、表 4.2.3 に示す通りである

表 4.2.3 パラニャーケ放水路ルート1、3の線形概要

ルート名	ルート1： Lower Bicutan - 南パラニャーケ川	ルート3： Sucat- ザボテ川
放水路線形概要	損失水頭を抑えるため、Sucatの取水立坑と南パラニャーケ川の排水立坑を基本的に直線で結んだ線形である。(ただし、排水立坑への流入角度から線形を調整している。)	損失水頭を抑えるため、Sucatの取水立坑とザボテ川の排水立坑を基本的に直線で結んだ線形である。(ただし、排水立坑への流入角度から線形を調整している。)
放水路長 (Google Earth 測定)	Lower Bicutan - 南パラニャーケ川 放水路延長 Lp = 6.0 km 開水路延長 Lo = 1.2 km	Sucat- ザボテ川 放水路延長 Lp = 8.8 km 開水路延長 Lo = 0.6 km

出典：パラニャーケ調査 2018 を一部加筆修正

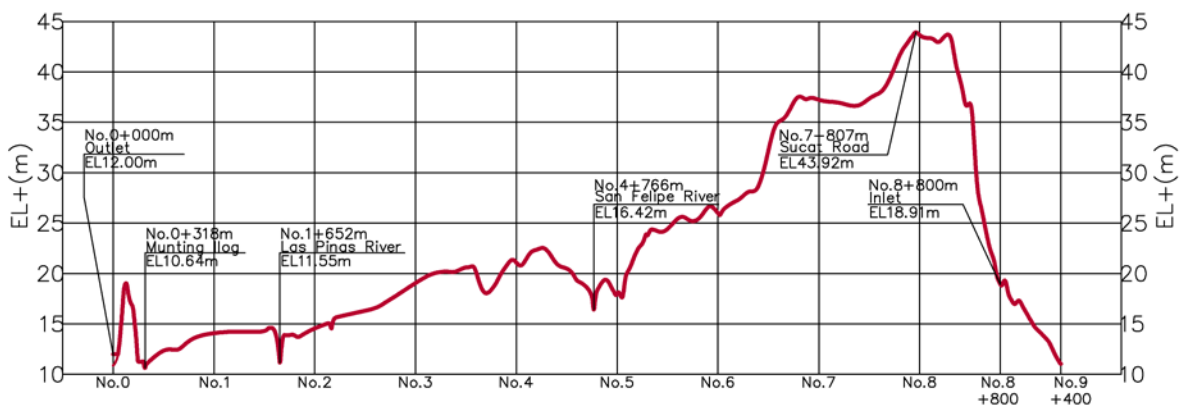
### 2) トンネルの横断（内空断面）計画

トンネルの横断（内空断面）計画をパラニャーケ調査 2018 より、円形断面の内空 12m に管理用道路 5m とする。

### 3) トンネルの縦断計画

縦断計画の基本方針は、パラニャーケ調査 2018 報告書の第 4.3 節のパラニャーケ放水路の検討より、基本勾配 1/1,500 の排水勾配を設定して、排水施設側に向かい順勾配とする。

「IRR of RA 10752, Section 11」の規定より、極力地上権設定を行わないため 50 m 以深とするとして、NAMRIA 入手した GIS データに基づきシールド工法における縦断計画を設定する。ここで、GIS データの現況地盤高図及び縦断計画におけるクリティカルポイントを図 4.2.4 に示す。



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.2.4 GIS データに基づく現況地盤高及びクリティカルポイント

図 4.2.4 より、それぞれのクリティカルポイントにおける地盤高とシールド工法の場合の縦断計画を表 4.2.4 に示す。



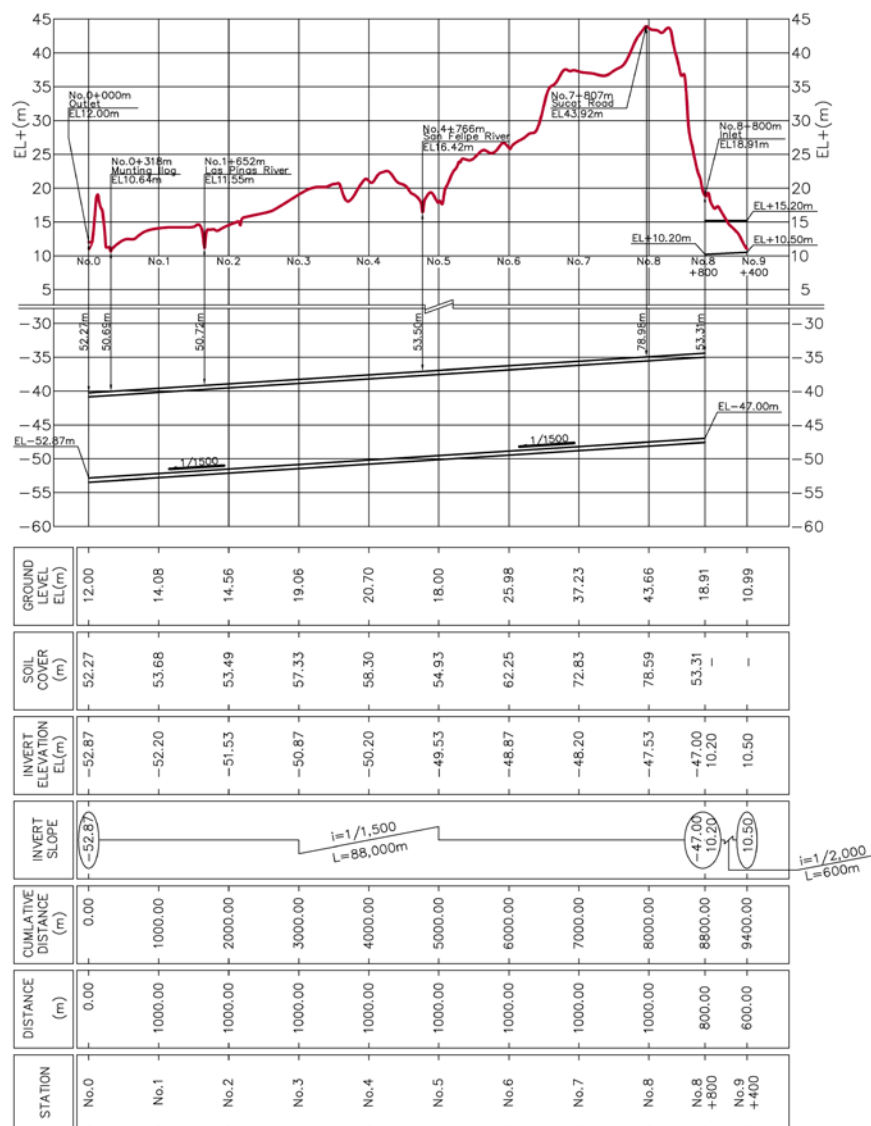
表 4.2.4 シールド工法の場合の縦断計画

測点	累加距離 (m)	区分	地盤高 (EL.m)	管底高 (EL.m)	勾配	土被り (m)	適用	
No.0+000	0	排水立坑	+12.00	-52.87	1/1,500	52.27	地盤補完	
No.0+318	318	Munting Ilog	+10.64	-52.65		50.69	クリティカル	
No.1+652	1,652	Las Piñas River	+11.55	-51.77		50.72		
No.4+766	4,766	San Felipe River	+16.42	-49.68		53.50		
No.7+807	7,807	最高地盤高地点	+43.92	-47.66		78.98		
No.8+800	8,800	流入立坑	+18.91	-47.00	1/2,000	53.31	・開水路区間	
		開水路下流端		+10.20		—		
No.9+400	9,400	開水路上流端	+10.99	+10.50		—		

出典：パラニャーク調査 2018

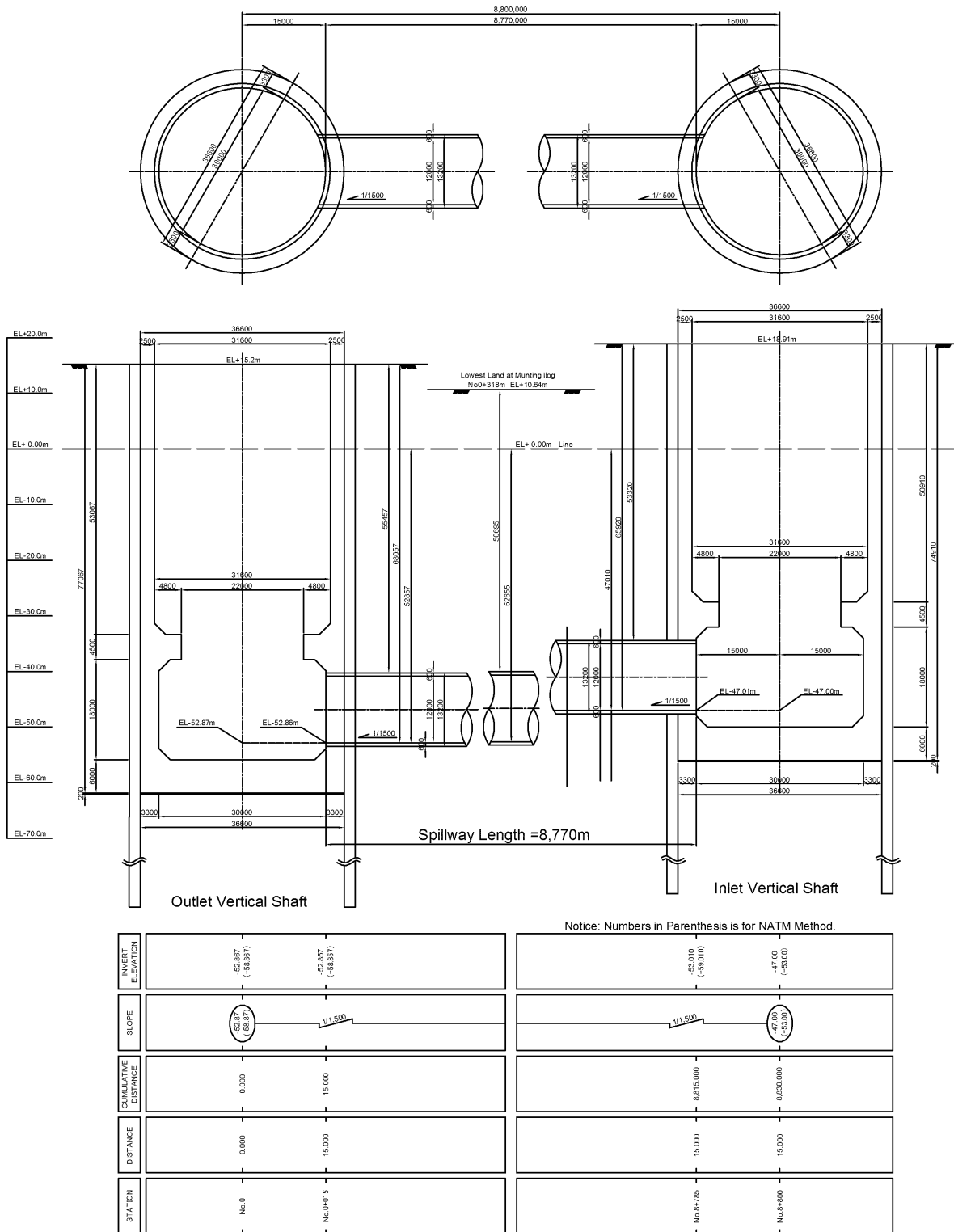
#### 4) 主要施設概要図

本業務の検討に用いたパラニャーク放水路の主要施設概要図を以下に整理する。



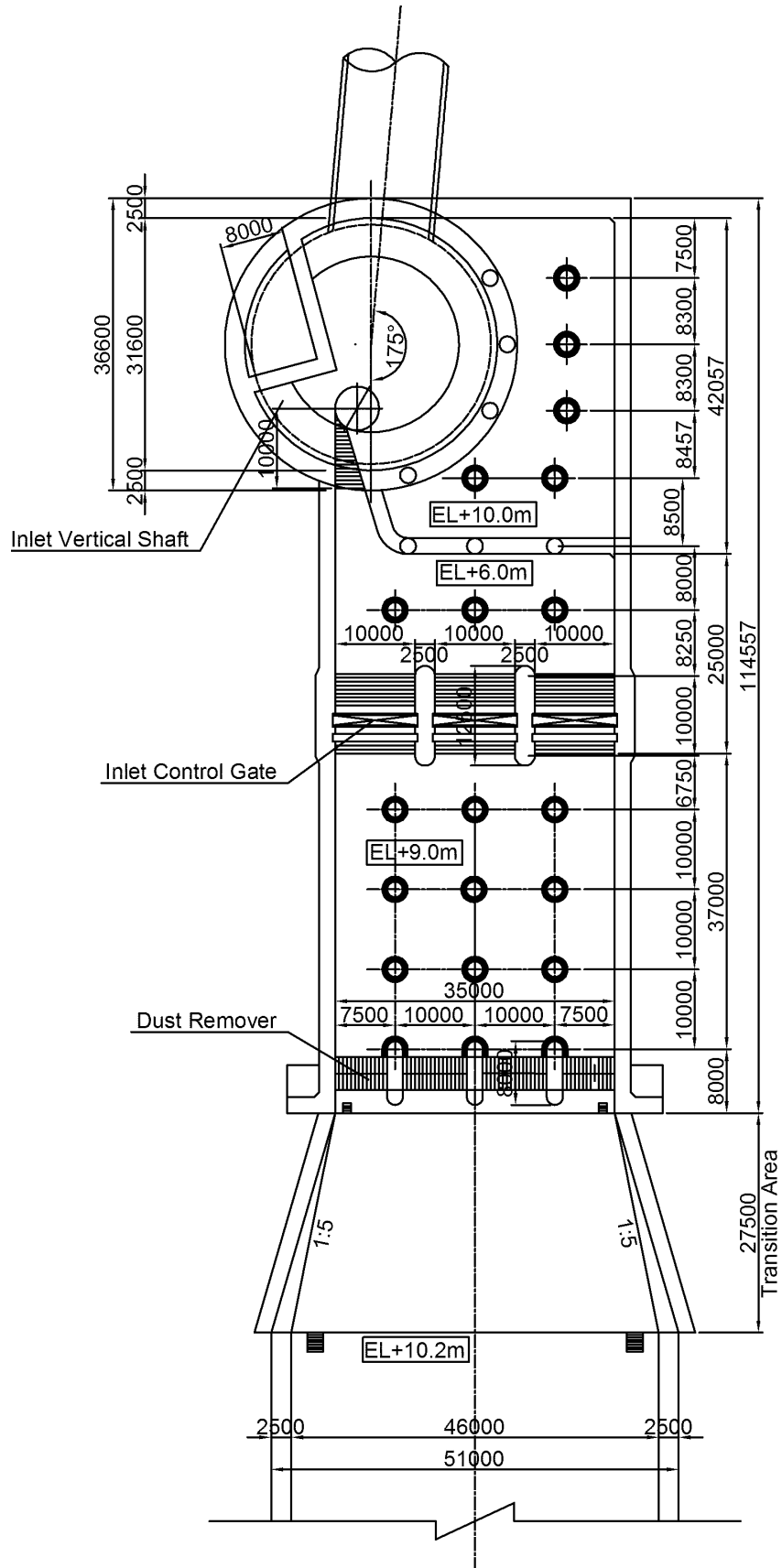
出典：パラニャーク調査 2018

図 4.2.5 放水路計画縦断図



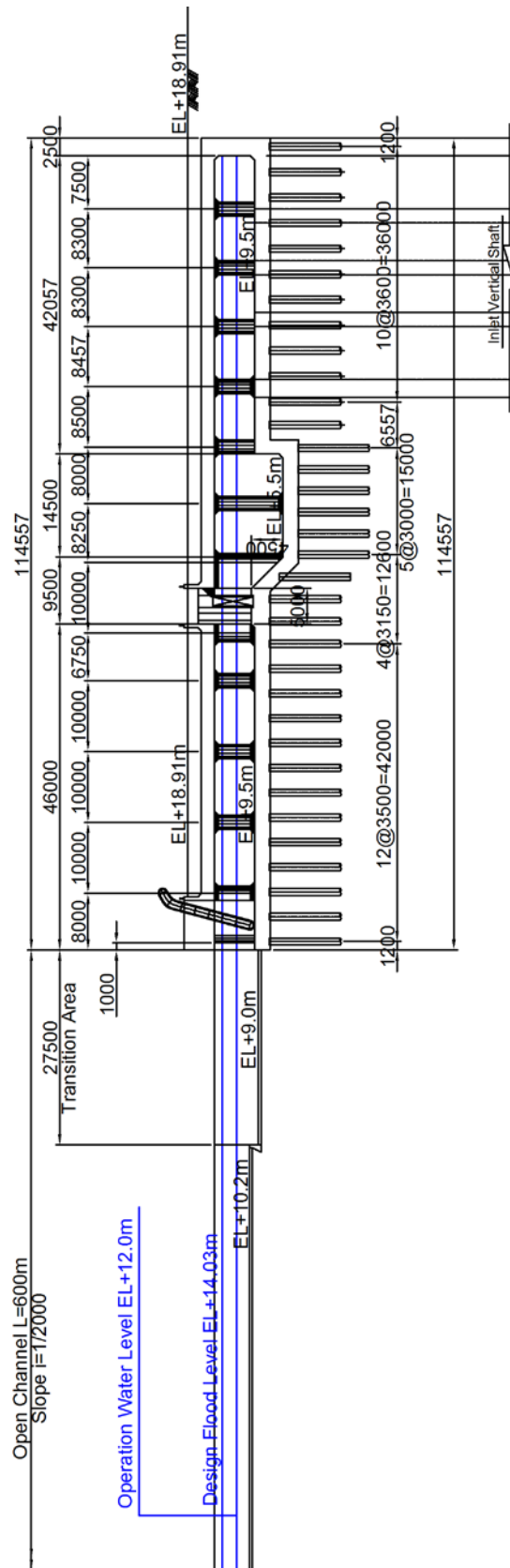
出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.2.6 取水・排水立坑計画図



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.2.7 取水施設計画平面図



出典：パラニャーケ調査 2018

図 4.2.8 取水施設設計断面図





パラニャーケ調査 2018 の検討ではトンネル延長を短くするために私有地の下をルートとして通過できるように地上権の及ばない土被り 50m 以深にトンネルを構築する計画としていたが、本調査では既存の道路下用地にトンネルを構築するルートにすることで土被りを縮小し、立坑の深度を浅くする方向でルート 2-A、2-B を提案した。

## 2) 平面計画

パラニャーケ放水路ルート 2-A、ルート 2-B の平面計画は図 4.2.3、表 4.2.5 に示す通りである。

表 4.2.5 パラニャーケ放水路ルート 2-A、ルート 2-B の線形概要

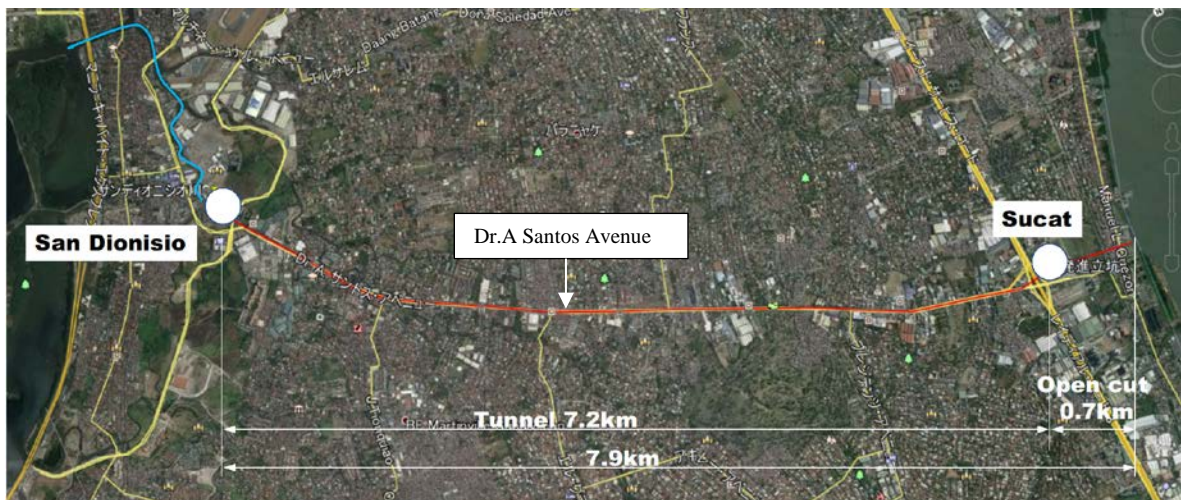
ルート名	ルート 2-A : Sucat - サンディオニシオ川	ルート 2-B : Sucat - ザボテ川
放水路線形概要	Sucate の取水立坑から効率よくラグナ湖とマニラ湾を結ぶ Dr.A.Santos Avenue の下にトンネルを計画し、サンディオニシオ川の排水立坑につなげる線形である。	Sucate の取水立坑から効率よくラグナ湖とマニラ湾を結ぶ Dr.A.Santos Avenue の下にトンネルを計画し、ザボテ川の排水立坑につなげる線形である。
放水路長 (Google Earth 測定)	Sucate - サンディオニシオ川 放水路延長 Lp = 7.2 km 開水路延長 Lo = 0.7 km	Sucate - ザボテ川 放水路延長 Lp = 8.7 km 開水路延長 Lo = 0.7 km

パラニャーケ放水路ルート 2-A、ルート 2-B について下記に整理する。

### ① ルート 2-A (Sucat-San Dionisio ルート)

既存の道路において効率よくラグナ湖とマニラ湾を結ぶる現況道路は Dr.A.Santos Avenue がパラニャーケ放水路ルートと道路幅員が最適であると判断し、この道路下にトンネルを配置する計画とした。

シールドの発進部は Sucate の現状空き地である用地を利用するものとし、ラグナ湖からトンネルまでは約 700m はパラニャーケ調査 2018 の計画通り開水路とする。到達部は最もトンネル延長が短くできる San Dionisio 川沿いの空き地とした。この結果シールドトンネル延長は約 7.2km となる。



出典：調査団

図 4.2.11 トンネル計画平面図 ルート 2-A (San Dionisio 到達ルート案)

## ② ルート 2-B (Sucat-Zapote ルート)

到達部を San Dionisio ではなく、Zapote とする。発進部から 5.4km までは同一ルートであるが、その後 Zapote 川に向け直線で民地下を通過する。尚、民地下は地上権に対する補償費を支払うことで土被り 50m 以浅のトンネル縦断とする。



出典：調査団

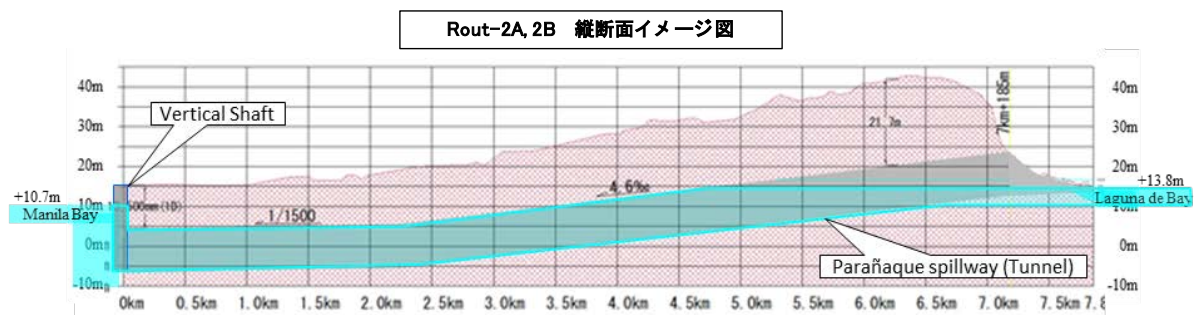
図 4.2.12 トンネル計画平面図 ルート 2-B (Zapote 到達ルート案)

## 3) 縦断計画

シールドの発進部と想定している Sucat の用地はラグナ湖から西側に向かって斜面状に現況地盤が急激に高くなっている。

発進部はこの斜面を利用し、立坑を設けずに地上発進とする計画とした。到達部は最低 1D (D はトンネル外径) の土被りを確保する縦断線形とするものとして立坑深度を 82m から 32m と大幅に掘削深さを縮小する計画とした。

以下にルート 2-A 及び 2-B のトンネル計画縦断イメージを示す。



出典：調査団

図 4.2.13 ルート 2-A、2-B トンネル計画縦断イメージ図

#### (4) 放水路ルート比較

パラニャーケ調査 2018 及び本調査において検討した放水路ルートの諸元について表 4.2.6 に整理する。工事工程については図 4.2.14～図 4.2.17 に示す。

表 4.2.6 で整理した通り、現時点でパラニャーケ放水路ルート 4 案の中で最も有力なのはルート 2-B である。

表 4.2.6 パラニャーケ放水路ルート 4 案の比較

ルート名	ルート 1 : Lower Bicutan - 南パラニャーケ川	ルート 2-A : Sucat - サンディオニシオ川	ルート 2-B : Sucat- ザポテ川	ルート 3 : Sucat- ザポテ川
放水路線形概要	損失水頭を抑えるため、Sucat の取水立坑と南パラニャーケ川の排水立坑を基本的に直線で結んだ線形である	Sucat の取水立坑から効率よくラグナ湖とマニラ湾を結ぶ Dr.A.Santos Avenue の下にトンネルを計画し、サンディオニシオ川の排水立坑につなげる線形である	Sucat の取水立坑から効率よくラグナ湖とマニラ湾を結ぶ Dr.A.Santos Avenue の下にトンネルを計画し、ザポテ川の排水立坑につなげる線形である	損失水頭を抑えるため、Sucat の取水立坑とザポテ川の排水立坑を基本的に直線で結んだ線形である
放水路長 (Google Earth 測定)	Lower Bicutan - 南パラニャーケ川 放水路延長 : 6.0 km 開水路延長 : 1.2 km	Sucat - サンディオニシオ川 放水路延長 : 7.2 km 開水路延長 : 0.7 km	Sucat- ザポテ川 放水路延長 : 8.7 km 開水路延長 : 0.7 km	Sucat - ザポテ川 放水路延長 : 8.8 km 開水路延長 : 0.6 km
立坑	取水立坑 : 高さ 75m 排水立坑 : 高さ 75m	取水立坑 : なし 排水立坑 : 高さ 32m	取水立坑 : なし 排水立坑 : 高さ 32m	取水立坑 : 高さ 75m 排水立坑 : 高さ 75m
放水路深度	50m 以深	15～30m 以深 Dr.A.Santos Avenue の下を主に利用	15～30m 以深 Dr.A.Santos Avenue の下を主に利用	50m 以深
取水施設用地	Polytechnic University of Philippines 等の大型施設の移転が必要となる △	教会には近接しているが、未利用地の空地部分が多い。 ○		
排水施設用地	上下流を Carlos P. Garcia Ave. Ext. に挟まれた部分のかなりの空地が存在する ◎	Parañaque Police Center と Premier Medical Center の間に空地が存在する ◎	LRT の高架線路部を避けても、河口部右岸側に民家の少ない空地が存在する ◎	
河川改修	現況河道が最も狭く、改修範囲が広いと考えられる。また、水系の他河川の改修も必要になる可能性がある △	排水施設上下区間の河川改修が必要。また、水系の他河川の改修も必要になる可能性がある △	ほぼ河口部であるので、案のなかでは最も現況河道は広く、河川改修の範囲は少なくよい ◎	
建設	問題なし ◎	病院に近接しているため、工事での振動騒音対策が重要 △	問題なし ◎	問題なし ◎
工事工期	98 か月 (図 4.2.14) ○	60 か月 (図 4.2.15) 取水 (発進) 立坑を無くし地上発進としたことで大幅に工期短縮 ◎	64 か月 (図 4.2.16) 取水 (発進) 立坑を無くし地上発進としたことで大幅に工期短縮 ◎	105 か月 (図 4.2.17) △
維持管理	問題なし			◎
社会環境	トンネル区間は大深度であり補償は必要ない。開水路区間が 1,200 m と長く用地買収範囲が	トンネル区間のほとんどは道路下であり補償は必要ない。開水路区間の用地買収案 1 よりも小さい	トンネル区間の 6 割は道路下であり補償は必要ない。残りの 4 割は民地下であり補償費用 (買収費の 3 割) が必	トンネル区間は大深度であり補償は必要ない。開水路区間の用地買収案 1 よりも小さい



ルート名	ルート1： Lower Bicutan - 南パラニャーケ川	ルート2-A： Sucat - サンディオニシオ川	ルート2-B： Sucat- ザボテ川	ルート3： Sucat- ザボテ川
	広い ○	○	要。 開水路区間の用地買収 案1よりも小さい ○	○
一般的な 自然環境	排水施設は現況緑地で あり、貴重種がいるか 確認が必要 ○	問題無し	◎	
LPPCHEA への影響	詳細は解析が必要であるが、ザボテ川に比べると、影響が大きいと思われる △		解析が必要であるが、パラニャーケ水系に比べると、影響が小さいと思われる ○	
鉄道・地 下鉄への 影響	開水路区間での鉄道へ の問題はない ◎	同様の開水路区間の問題及び排水施設工事が競合する可能性も残るため 協議が必要 ○		
経済性	トンネル区間が短くトンネル工事費は最も小さいが、取水・排水立坑のコストが高い。開水路区間における住民移転費用が高い ○	取水立坑をなくし、排水立坑を低くした計画であり経済性に優れた案である。 ◎	取水立坑をなくし、排水立坑を低くした計画であり経済性に優れた案である。 ◎	トンネル区間が長く、工事費が高く、また取水・排水立坑のコストが高いためもっとも経済性に劣る案である △
評価	工事費は4案中の中間である。パラニャーケ川水系の河川改修が可能で、かつLPPCHEAへの影響が少なければ採用の可能性はある ○	工事工程がもっとも短く工事費も安い案である。河川改修が可能で、かつLPPCHEAへの影響が少なければ採用の可能性はある ○	工事工程が短くもっとも工事費が安い案である。排水河川への影響、LPPCHEAへの影響も少なく最も有望な案である ◎	トンネル区間延長が長く経済性に劣るが、排水河川への影響、LPPCHEAへの影響が少なく採用の可能性はある ○

出典：パラニャーケ調査2018を加筆修正

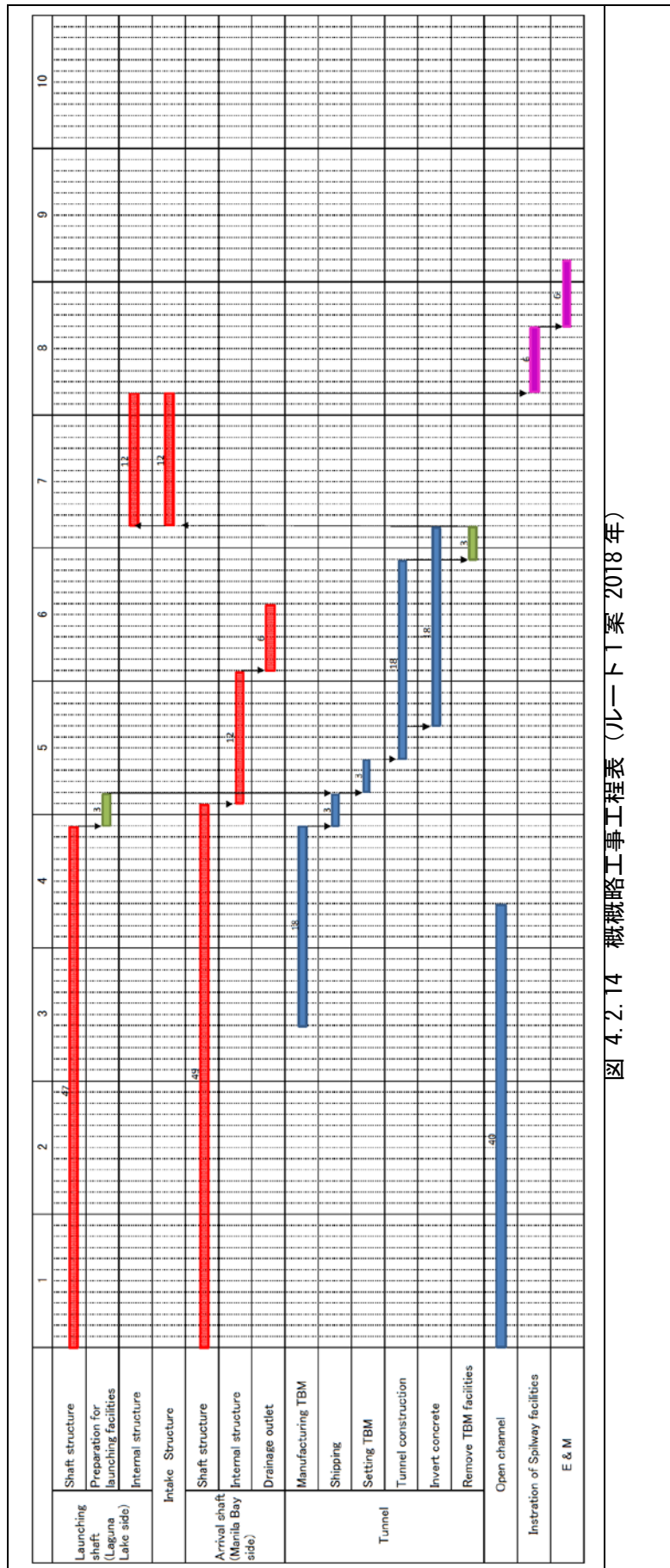


図 4.2.14 概観路工工程表 (ルート1案 2018年)

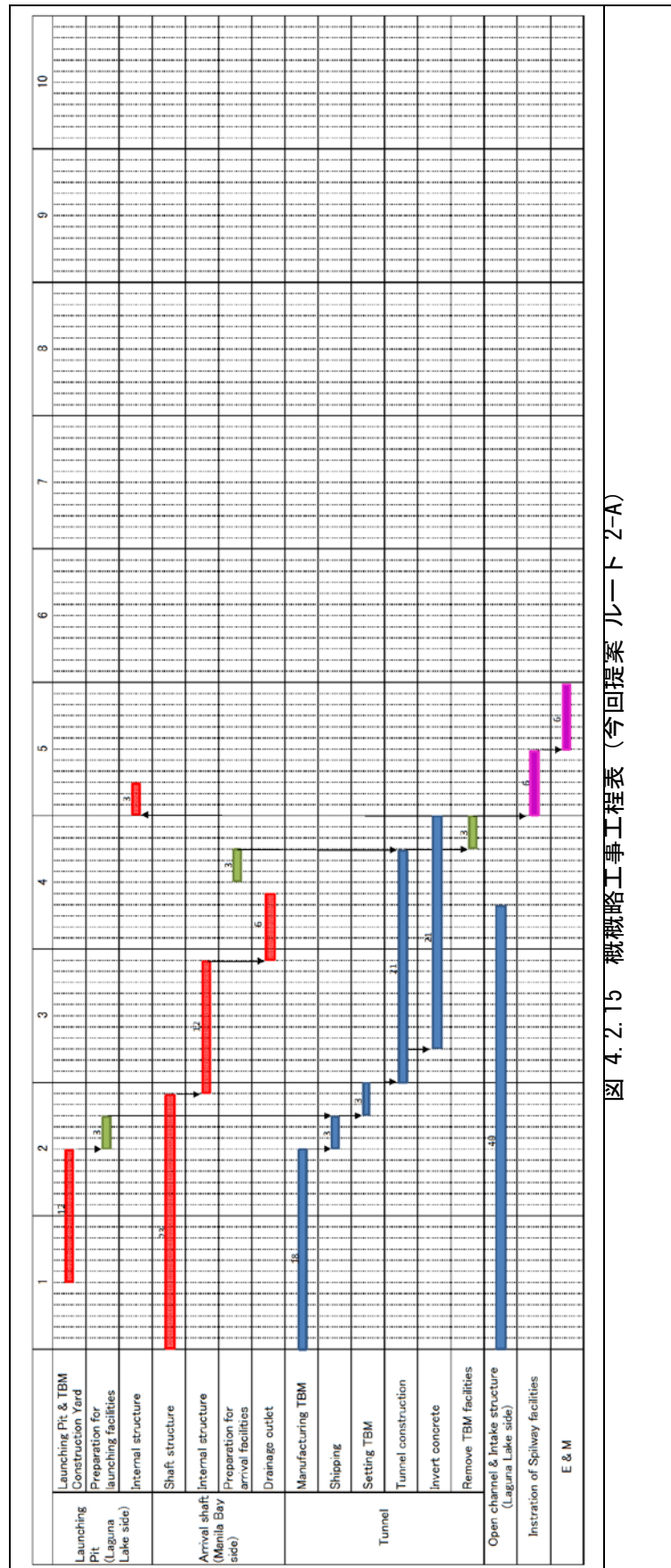


図 4.2.15 概略路工事工程表 (今回提案 ルート 2-A)

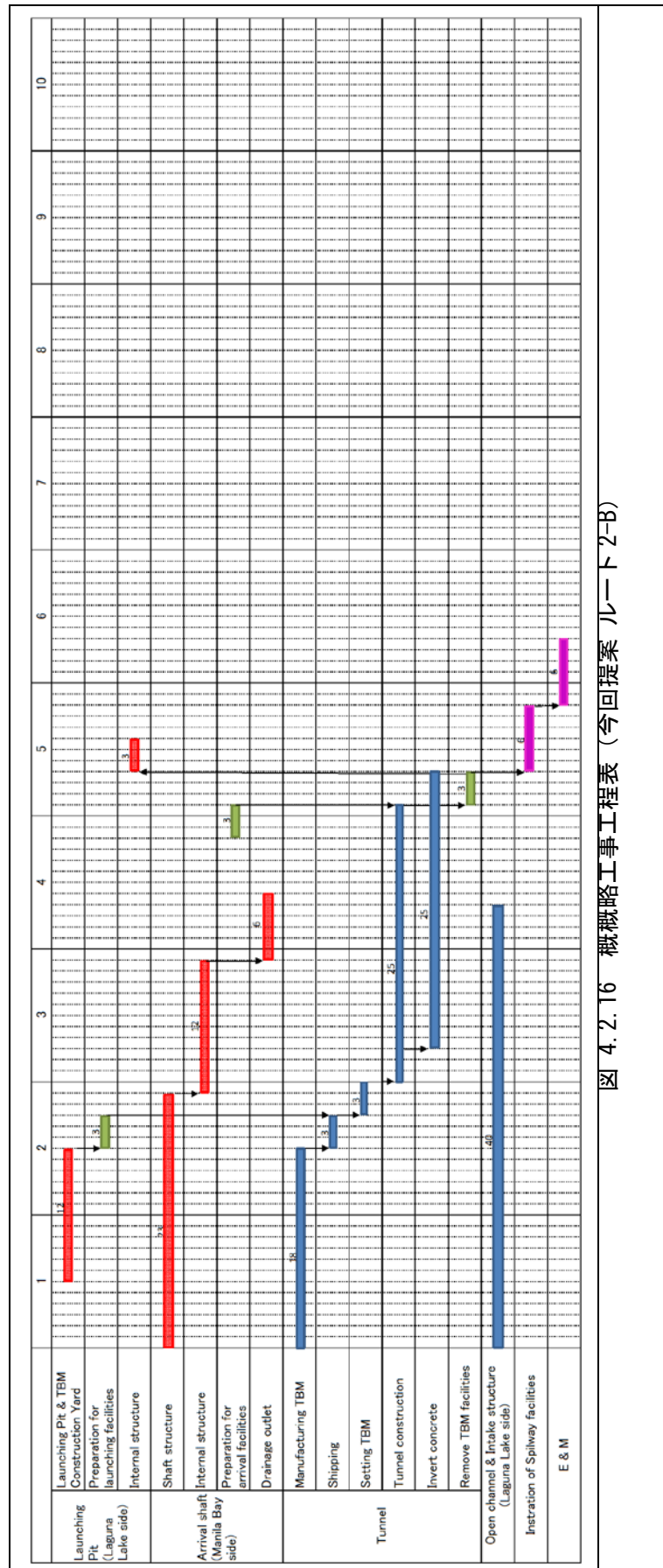


図 4.2.16 概略路工事工程表 (今回提案 ルート 2-B)

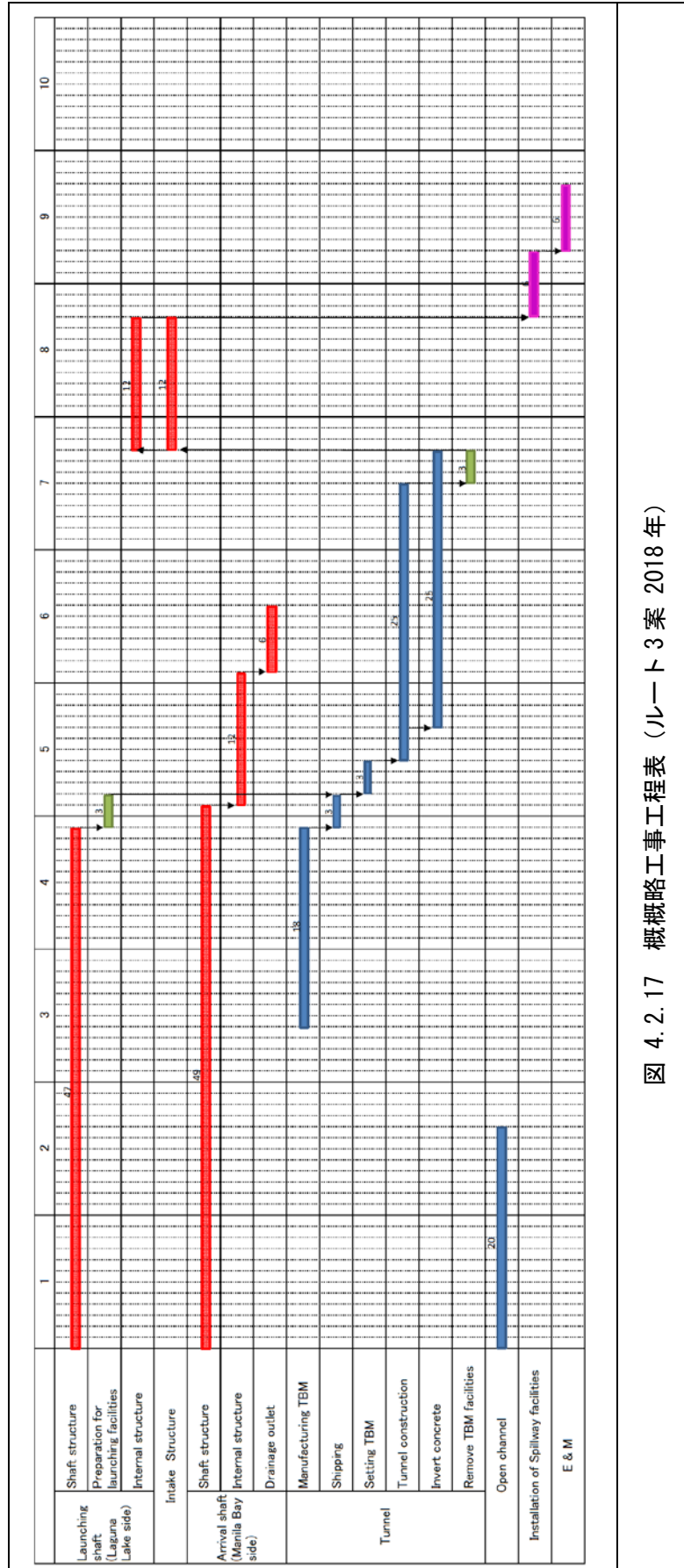


図 4.2.17 概略工事工程表 (ルート3案 2018年)



### 4.3 気候変動を考慮した治水計画の立案

本調査において、DPWHのガイドライン「Design Guidelines, Criteria & Standatds, 2015 DPWH」（以下、DGCS）のVolume3 Water Engineering Projectに基づき、気候変動を考慮した治水計画の立案を行った。

**Climate Change**  
Climate change should be considered as a part of the design and scoping for the project. This is outlined in Section 7.

出典：Design Guidelines, Criteria & Standatds, 2015 DPWH Volume3 Water Engineering Project

#### 4.3.1 気候変動予測（雨量）

本調査ではPAGASA及びDPWHと協議し、最新のPAGASA気候変動モデル（2018年版）を確認した。現在PAGASAではRCPシナリオ（Representative Concentration Pathways, IPCC第5次報告）を基に将来気象を予測している。

表 4.3.1 IPCC第5次評価 RCPシナリオ 赤枠はPAGASAで予測しているシナリオ

RCP:Representative Concentration Pathways (代表濃度経路シナリオ)	シナリオのタイプ
RCP2.6	低位安定化シナリオ 将来の気温上昇を2℃以下に抑えるという目標のもとに開発された排出量の最も低いシナリオ
RCP4.5*検討に用いたシナリオ	中位安定化シナリオ
RCP6.0	高位安定化シナリオ
RCP8.5	高位参照シナリオ 2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ

PAGASAでは、RCP4.5とRCP8.5の2つのシナリオに基づき将来気象を予測している。PAGASAから入手した報告書「Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines, 2018」に記載されているProvince毎の予測結果を用い、気候変動を考慮したラグナ湖水位への影響を検討した。なお、PAGASA及びDPWHと協議した結果、将来予測におけるシナリオはPAGASAにおいても基本シナリオとして使用しているRCP4.5将来の海面上昇は20cm上昇を採用した（PAGASA会議録：Appendix-XXX）。

RCP4.5シナリオに基づく将来予測雨量（表4.3.2）は、12月～2月で約48%増加、3月～5月で約23%増加するのに対し、雨季の6月～8月は2.1%増加、9月～11月は約8%増加と予測されている。RCP4.5シナリオに基づく3ヶ月雨量予測結果より、本業務対象エリア（ラグナ湖流域）の面積加重平均により算出した3ヶ月雨量の増減率を表4.3.3に示す。

本業務対象エリアの将来予測雨量は、12月～2月で約50%増加、3月～5月で約25%増加するのに対し、雨季の6月～8月は0.9%減少、9月～11月は約8%増加（表4.3.3）と予測される。

表 4.3.2 3ヶ月雨量の変動予測結果（2036年～2065年の将来予測：RCP4.5）

Month	Present Condition 1971-2000					Future 2036-2065 (RCP4.5)									
	Rainfall (mm)					Rate of Rainfall change (%)					Rainfall (mm)				
	Cavite	Laguna	Quezon	Rizal	NCR	Cavite	Laguna	Quezon	Rizal	NCR	Average	Cavite	Laguna	Quezon	Rizal
12~2	124.9	629.2	827.7	262.4	107.5	55.7 <sup>↑</sup>	43.9 <sup>↑</sup>	31.6 <sup>↑</sup>	51.5 <sup>↑</sup>	55.5 <sup>↑</sup>	47.64	194.5 <sup>↑</sup>	905.2 <sup>↑</sup>	397.4 <sup>↑</sup>	397.4
3~5	242.8	386.8	382.7	241.5	198.5	17.9 <sup>↑</sup>	24.8 <sup>↑</sup>	18.9 <sup>↑</sup>	25.6 <sup>↑</sup>	25.7 <sup>↑</sup>	22.58	286.2 <sup>↑</sup>	482.6 <sup>↑</sup>	303.4 <sup>↑</sup>	303.4
6~8	985.7	845	670	1001.3	1170.2	9.4 <sup>↑</sup>	-2.1 <sup>↓</sup>	5.3 <sup>↑</sup>	-1.7 <sup>↓</sup>	-0.4 <sup>↓</sup>	2.1	1,078.6 <sup>↑</sup>	827.3 <sup>↑</sup>	983.9 <sup>↑</sup>	983.9
9~11	579	1065.5	1229.3	821.8	758.7	6.7 <sup>↑</sup>	5.7 <sup>↑</sup>	7.6 <sup>↑</sup>	12.7 <sup>↑</sup>	7.7 <sup>↑</sup>	8.08	618.0 <sup>↑</sup>	1,127.0 <sup>↑</sup>	926.5 <sup>↑</sup>	926.5

表 4.3.3 州ごとの加重平均結果 (2036年～2065年の将来予測：RCP4.5)

Area (km <sup>2</sup> )	Cavite	Laguna	Quezon	Rizal	NCR
Province Area km <sup>2</sup> =	1,257.6	1,803.0	8,322.1	1,260.7	593.9
Target area inProvince km <sup>2</sup> =	192.8	1,416.2	73.5	949.5	232.6

Month	Future 2036-2065 (RCP4.5)					
	Rate of Rainfall change (%) Weighted average					
	Cavite	Laguna	Quezon	Rizal	NCR	Total
12~2	3.7 <sup>↓</sup>	21.7 <sup>↓</sup>	0.8 <sup>↓</sup>	17.1 <sup>↓</sup>	4.5 <sup>↓</sup>	47.8
3~5	1.2 <sup>↓</sup>	12.3 <sup>↓</sup>	0.5 <sup>↓</sup>	8.5 <sup>↓</sup>	2.1 <sup>↓</sup>	24.5
6~8	0.6 <sup>↓</sup>	-1.0 <sup>↓</sup>	0.1 <sup>↓</sup>	-0.6 <sup>↓</sup>	-0.0 <sup>↓</sup>	-0.9
9~11	0.5 <sup>↓</sup>	2.8 <sup>↓</sup>	0.2 <sup>↓</sup>	4.2 <sup>↓</sup>	0.6 <sup>↓</sup>	8.3
Average	1.5	8.9	0.4	7.3	1.8	19.9

←雨季

表 4.3.4 気候変動 (PAGASA, 2018) 予測結果

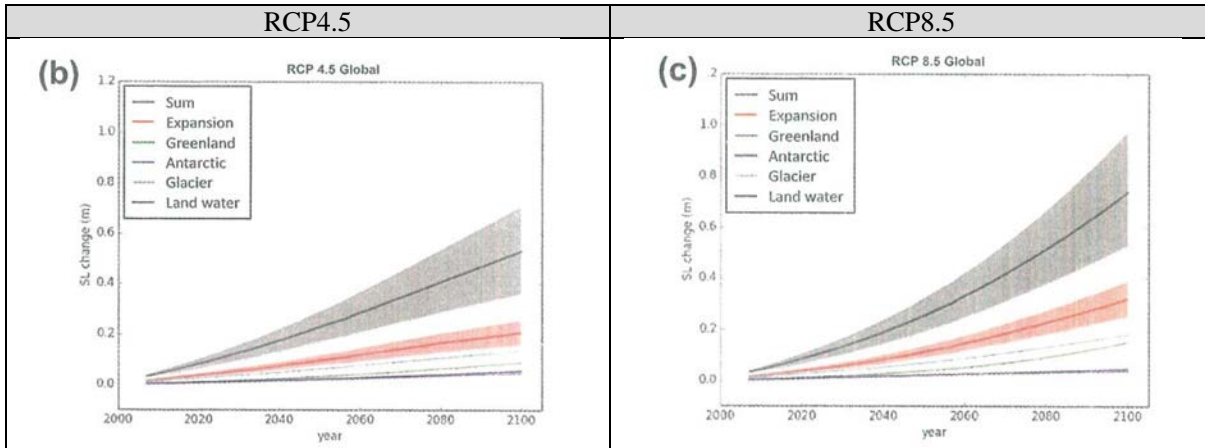
ラグナ湖流域に関する Province

Region	Province	Observed (1971-2000)				Scenario	Projected (2036-2065)											
		DJF	MAM	JJA	SON		DJF (Dec-Jan-Feb)			MAM (Mar-Apr-May)			JJA (Jun-Jul-Aug)			SON (Sep-Oct-Nov)		
						Range	Percent change	Projected value	Percent change	Projected value	Percent change	Projected value	Percent change	Projected value	Percent change	Projected value		
Region 4-A	Batangas	231.0	280.4	856.5	746.4	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	7.5	248.2	-0.1	280.1	-27.7	619.4	-11.4	661.6			
						Upper Bound	14.0	265.5	1.7	285.1	-15.2	736.1	-3.6	719.7				
						Median	56.1	360.7	15.8	324.8	1.0	865.1	8.2	807.2				
						High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	1.4	234.2	-11.4	248.3	-23.5	655.6	-9.7	673.7			
	Cavite	124.9	242.8	985.7	579.0	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	8.1	249.8	0.5	281.8	-8.9	779.9	0.4	749.5			
						Upper Bound	37.7	318.2	25.1	350.7	10.2	944.0	10.0	821.2				
						Median	8.6	135.6	0.6	244.3	-26.7	722.4	-7.7	534.3				
						High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	12.5	140.5	6.9	259.6	-18.0	808.1	-4.1	555.4			
	Laguna	629.2	386.8	845.0	1,066.5	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	55.7	194.5	17.9	286.2	9.4	1,078.6	6.7	618.0			
						Upper Bound	7.8	134.7	-11.0	216.1	-22.8	760.8	-4.3	553.9				
						Median	12.8	140.9	3.7	251.8	-10.4	883.2	0.9	584.2				
						High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	35.9	169.7	33.1	323.1	11.7	1,100.6	10.3	638.9			
Quezon	827.7	382.7	670.0	1,229.3	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	4.2	655.9	-2.1	378.5	-22.7	653.4	-9.0	970.3				
					Upper Bound	10.2	693.2	12.6	435.4	-14.3	724.0	-5.8	1,004.7					
					Median	43.9	905.2	24.8	482.6	-2.1	827.3	5.7	1,127.0					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	2.3	643.7	-14.4	331.0	-20.9	668.8	-10.8	951.0				
Rizal	262.4	241.5	1,001.3	821.8	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	13.8	716.3	-0.1	386.3	-11.0	752.0	1.4	1,081.1				
					Upper Bound	32.9	836.4	28.3	496.2	7.5	908.8	10.5	1,178.9					
					Median	4.7	866.2	6.2	406.4	-22.0	522.4	-9.3	1,115.0					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	8.4	897.2	9.3	418.4	-17.2	554.9	1.6	1,249.0				
Occidental Mindoro	159.5	265.9	1,091.2	762.6	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	31.6	1,089.2	18.9	455.1	5.3	705.8	7.6	1,322.5				
					Upper Bound	-0.8	820.8	-4.5	365.6	-16.9	557.0	-7.0	1,143.2					
					Median	13.9	942.6	7.3	410.6	-6.3	627.8	2.5	1,260.3					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	32.4	1,095.7	19.6	457.9	5.6	707.8	14.0	1,400.9				
Oriental Mindoro	260.3	269.3	894.3	791.2	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	0.0	262.4	-2.8	234.8	-27.3	728.0	-14.9	699.5				
					Upper Bound	7.8	282.8	12.9	272.7	-20.0	800.7	-9.5	743.7					
					Median	51.5	397.4	25.6	303.4	-1.7	983.9	12.7	926.5					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	3.6	271.8	-14.2	207.2	-25.4	747.4	-13.2	713.6				
Palawan	101.8	189.3	781.7	640.6	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	15.0	301.7	-1.1	238.8	-11.6	885.5	0.9	829.6				
					Upper Bound	52.2	399.4	17.1	282.7	11.7	1,118.9	19.6	983.1					
					Median	-1.7	156.8	-5.0	252.6	-25.1	817.5	-19.5	613.8					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	13.2	180.6	2.6	272.8	-20.6	866.8	-3.0	740.0				
Ramonon	357.0	224.0	653.0	778.0	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	52.3	242.9	12.7	299.6	3.6	1,130.2	4.2	794.3				
					Upper Bound	-1.4	157.3	-18.3	217.2	-28.1	784.2	-18.1	624.9					
					Median	9.5	174.6	-3.3	257.2	-13.0	949.8	-3.6	735.1					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	25.9	200.7	23.3	327.9	11.6	1,217.6	7.9	822.5				
Metro Manila	107.5	198.5	1,170.2	758.7	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	0.0	260.2	3.6	279.1	-24.9	671.2	-17.3	654.6				
					Upper Bound	10.8	288.5	5.6	284.3	-18.8	726.2	-7.7	729.9					
					Median	31.9	343.3	12.3	302.5	-0.4	890.8	5.2	832.3					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	-2.7	253.3	-9.5	243.7	-27.2	650.7	-13.9	681.2				
Iloilo	739.8	386.9	705.8	941.3	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	13.9	296.6	5.7	284.6	-12.9	778.9	-6.8	737.5				
					Upper Bound	27.9	332.8	9.2	294.1	9.5	979.6	4.9	829.8					
					Median	-9.9	91.8	-10.6	169.2	-25.7	581.1	-14.3	548.7					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	0.0	101.8	-7.4	175.3	-12.0	688.2	-8.1	588.9				
Luzon	101.8	189.3	781.7	640.6	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	26.8	129.1	10.3	208.9	1.0	789.3	10.2	705.7				
					Upper Bound	-17.8	83.6	-16.2	158.6	-25.0	586.2	-22.5	496.5					
					Median	4.3	106.2	-3.6	182.4	-5.6	737.8	-6.2	601.0					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	14.2	116.3	9.2	206.7	12.9	882.5	11.1	711.5				
Visayas	107.5	198.5	1,170.2	758.7	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	1.7	363.2	-5.2	212.3	-36.0	483.2	-13.3	674.8				
					Upper Bound	-18.6	305.8	-6.8	236.3	-31.6	616.8	-1.6	788.1					
					Median	37.1	489.6	31.7	295.0	4.3	681.2	13.6	883.6					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	-3.6	344.0	-15.8	188.5	-35.3	422.3	-25.6	578.5				
Mindanao	107.5	198.5	1,170.2	758.7	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	10.8	395.5	6.4	238.4	-6.6	609.6	-4.6	742.3				
					Upper Bound	26.0	449.7	23.7	277.1	15.1	751.5	20.5	937.4					
					Median	-0.1	107.3	0.7	199.8	-21.3	920.8	-10.8	676.4					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	17.7	126.5	6.9	212.2	-10.1	1,051.6	-6.0	713.5				
Miyazaki	107.5	198.5	1,170.2	758.7	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	55.5	167.1	25.7	246.9	-0.4	1,165.2	7.7	817.2				
					Upper Bound	2.7	110.4	-7.2	184.2	-17.0	970.9	-8.0	698.1					
					Median	27.8	137.4	4.8	208.1	-6.1	1,098.5	3.9	788.3					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	53.4	164.9	19.8	237.9	-7.7	1,260.5	19.9	909.4				
NCR	107.5	198.5	1,170.2	758.7	Moderate Emission (RCP4.5)	Lower Bound	-3.5	713.9	-2.4	377.6	-25.5	525.6	-12.1	827.2				
					Upper Bound	13.5	839.4	2.8	397.9	-12.8	615.7	-2.6	916.6					
					Median	38.7	1,026.3	20.1	464.6	-2.5	688.1	8.7	1,023.3					
					High Emission (RCP8.5)	Lower Bound	-4.8	704.6	-0.7	386.1	-24.3	627.9	-11.0	837.9				

出典：PAGASA (Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines, 2018)

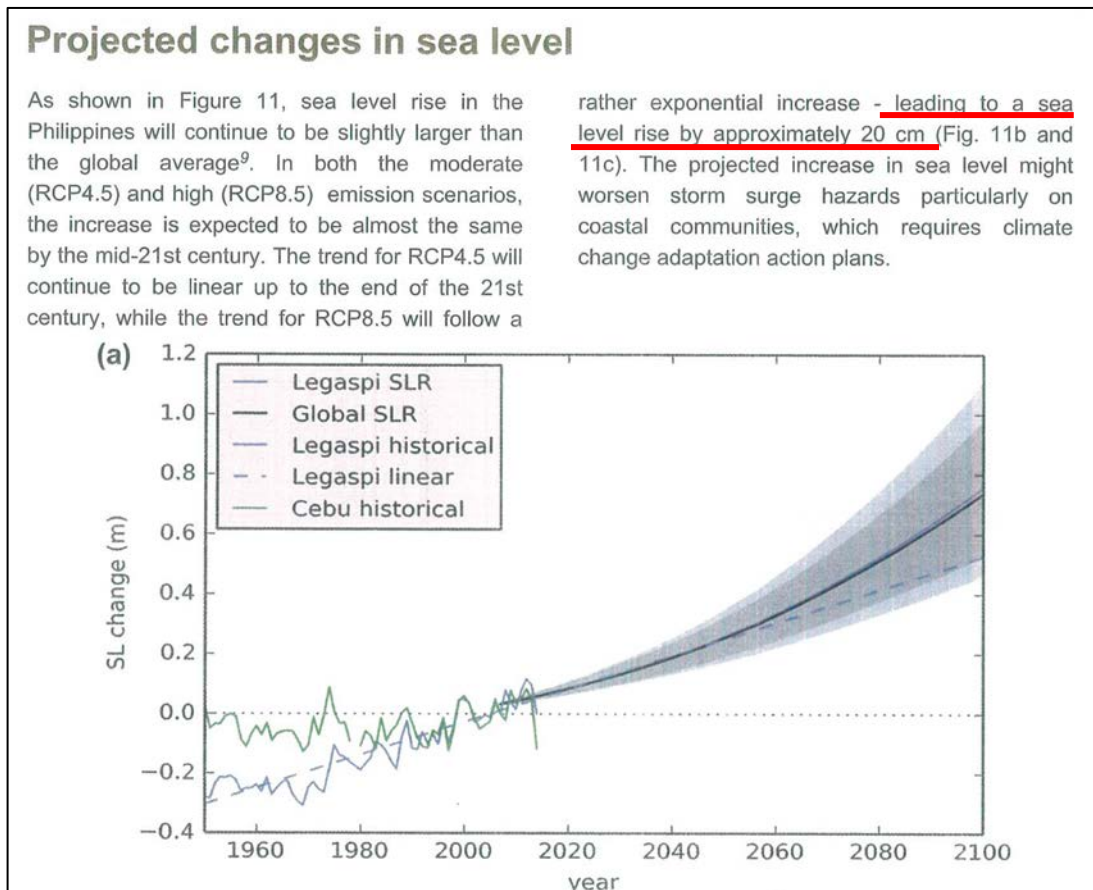
### 4.3.2 気候変動予測（海面上昇）

海面上昇については PAGASA の「Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018」に明記してある RCP4.5 シナリオに基づく海面上昇量（20cm 上昇）を用いた。



出典：：PAGASA (Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018)

図 4.3.1 RCPシナリオに基づく海面上昇



出典：：PAGASA (Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018)

図 4.3.2 PAGASAによる海面上昇予測



### 4.3.3 気候変動のラグナ湖水位への影響

前節 4.3.1 で算定した、本調査対象エリアにおける 3 ヶ月雨量増減率を用い、気候変動を考慮した将来のラグナ湖沿岸流域における流域平均雨量を用い、ラグナ湖水位への影響を検討した。100年確率規模の気候変動あり・なしのラグナ湖水位を図 4.3.3 に示す。

- 気候変動なしの 100 年確率の水位は 14.3m であるが、気候変動を考慮したラグナ湖水位は 100 年確率で 14.5m となり、20cm 水位が上昇する。
- 12 月～2 月までの将来予測雨量は約 50% 増加、3 月～5 月で約 25% 増加と予測されているため、非洪水期（1 月～5 月）におけるラグナ湖水位が高くなる。

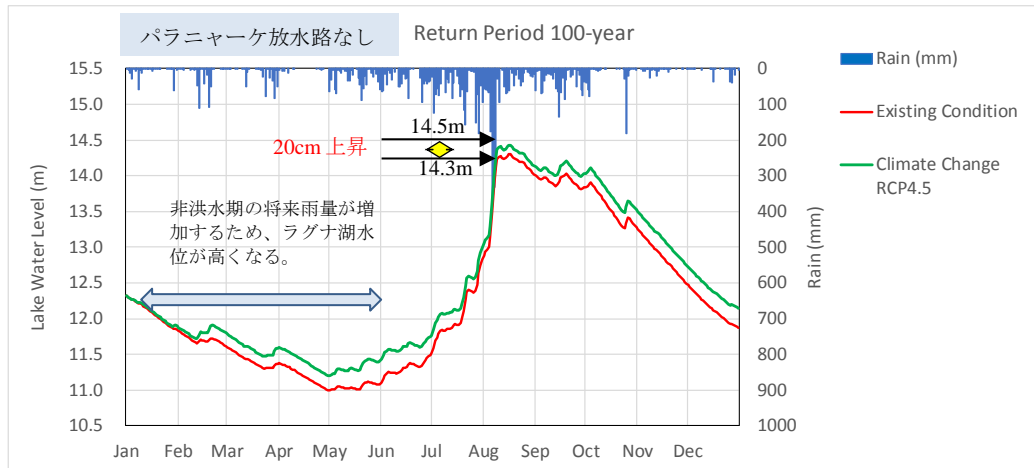
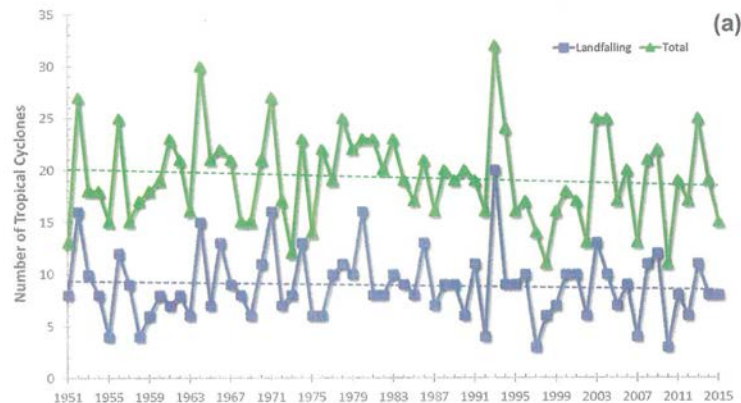


図 4.3.3 100 年確率規模 ラグナ湖水位（気候変動あり・なしの比較）

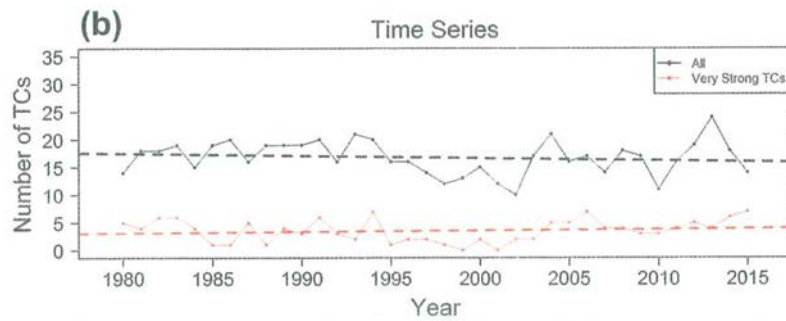
### 4.3.4 気候変動による影響分析

影響分析では、気候変動によるサイクロン・台風への影響を把握した。PAGASA の「Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018」で、1951 年から 2015 年における実際の台風・サイクロンの発生回数、上陸数を図 4.3.4 に、最大風速 170kph（kilometer per hour）を超える熱帯低気圧数を図 4.3.5 に示す。

- ✓ 台風・サイクロンの発生回数、上陸数ともに減少傾向にある。
- ✓ 最大風速 170kph を超える熱帯低気圧は 1980 年からの傾向より、若干ではあるが増加傾向となる。



出典：Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018  
図 4.3.4 熱帯低気圧の発生回数及び上陸数（1951 年～2015 年）



出典：Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018

図 4.3.5 最大風速 170kph を超える熱帯低気圧数

PAGASA では、将来における熱帯低気圧への影響について、イギリス気象庁 (UK Met Office) と協働し 5 つの Regional Climate Model Simulation を用い検討を行っている。その検討によると将来 (2036 年から 2065 年) における熱帯低気圧の発生頻度は、5 つのモデルのうち 3 つが現状よりも減少すると予測し、2 つのモデルは現状と同程度と予測している。

	Climate Model Simulations				
	1	2	3	4	5
Change in tropical cyclone frequency	↓	↓	—	—	↓
Change in tropical cyclone intensity	—	↑	↑	↑	↑

黒色の矢印は顕著な変化、灰色の矢印は軽微な変化、ダッシュは変化なしを示す。

出典：Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines,2018

図 4.3.6 将来における熱帯低気圧の発生頻度及び強度

PAGASA の検討結果より、熱帯低気圧の発生頻度は現状と同程度もしくは減少傾向にあると予測しているため、気候変動による熱帯低気圧の変化がラグナ湖湖水位に与える影響は少ないと考えられる。

#### 4.4 感度分析による施設規模の検討

ラグナ湖の DFL を変化させることにより湖岸堤防高さとパラニャーケ放水路の最適規模を検討した。

##### 4.4.1 ラグナ湖の Design Flood Level (DFL) の検討

ラグナ湖の治水安全度 100 年に対する Design Flood Level (DFL) については、①既存事業との整合性、②安全度 (浸水時のリスク) により、DFL の上限を設定し、次に、③事業費と合計 3 つの評価軸において検討した。

《ラグナ湖 DFL の設定における 3 つの評価軸》

評価軸	評価の視点	設定内容
評価軸①	既存事業との整合性	評価軸①と②により DFL の上限を設定
評価軸②	安全性 (浸水時のリスク)	
評価軸③	事業費	評価軸③により DFL を設定



### (1) ラグナ湖沿岸地域における既存事業（評価軸①）

西マンガハン地区において 1997 年～2007 年に「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業（円借款事業）」（以下、西マンガハン事業）が実施され、マンガハン放水路西側から Lower Bictan までの 10km において湖岸堤が建設された。

西マンガハン地区洪水制御事業の D/D において、1949 年～1989 年の実績水位より確率水位を算出している。この実績水位に基づく 40 年相当の水位は 14.0m であり、①パッシング川の浚渫、②ナピンダン水路の浚渫\*を実施すると 40 年相当の水位 14.0m が 13.8m に低下すると検討され、ラグナ湖 DFL を 13.8m と設定した。

※現時点で、Pasig 川の浚渫はベルギーの無償でベルギー業者に、PRRP (Pasig River Rehabilitation Project (DENR が主官庁)より一部区間のみ実施し、ナピンダン水路の浚渫は未実施となっている。



西マンガハン地区の湖岸堤は DFL=13.8m で設置済みであり、本調査においてラグナ湖 DFL を 13.8m 以上に設定した場合、西マンガハン湖岸堤は既存不適格・要改修区間となるため、社会的影響が大きい。

### (2) 既往浸水被害状況（評価軸②）

2009 年の台風オンドイ・ペペン、2012 年のハバガットで住民が経験した浸水最高水位は、それぞれ 13.85m、13.83m である。浸水被害のリスクがこれらの実績を超えないよう DFL を設定することが望ましい。パラニャーケ調査 2018 において 0.5m 標高毎の概ねの浸水面積、人口を算出している（表 2.1.2）結果を使用し、2009 年の台風オンドイ時の浸水被害人口及び浸水面積（図 4.4.3）によると、浸水人口は合計で約 54 万人、浸水面積は 69km<sup>2</sup>となる。

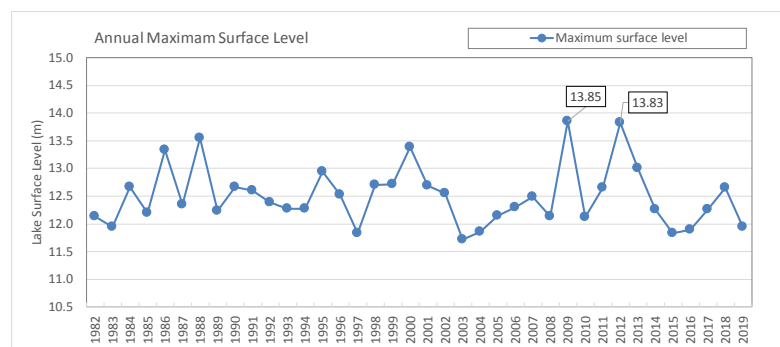
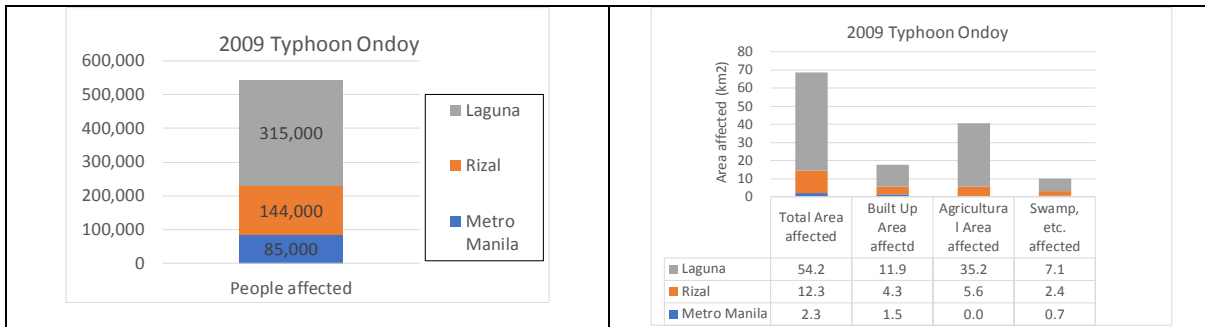


図 4.4.2 1982 年から 2019 年におけるラグナ湖の年最高水位



※パラニャーケ調査 2018 で算出した標高別の浸水面積及び浸水人口より、台風オンドイ時の最高水位 13.85m の浸水人口及び浸水面積を算出した。

図 4.4.3 2009 年台風オンドイ時における想定浸水人口及び浸水面積

### (3) ラグナ湖のDFLの上限設定と施設規模

DFL 設定の評価軸①既存事業との整合性及び既往浸水被害状況より評価指標②；安全度の観点よりラグナ湖の DFL の上限は 13.8m とする。

パラニャーケ放水路のトンネル内径を D=11.0m から D=15.0m まで 1m 間隔で変更した場合のラグナ湖水位変動感度分析を実施した。トンネル内径の違いによるラグナ湖水位への影響を表 4.4.1 に整理する。トンネル内径 D=11m、D=12m では 100 年確率規模の湖水位が DFL 上限の 13.8m 以上となるため、パラニャーケ放水路のトンネル内径は D=13m 以上が必要となる。

なお、日本国内における最大のシールド工事は東京外郭環状道路の都内区間本線トンネル工事であり、シールド機の外径 16.1m、内径 14.5m の泥土圧式シールド機である。そのため、本調査においては、トンネル内径の最大は 15m とした。

表 4.4.1 トンネル内径の違いによるラグナ湖水位

ケース	現況	PSW_D11	PSW_D12	PSW_D13	PSW_D14	PSW_D15
気候変動	✓	✓	✓	✓	✓	✓
パラニャーケ放水路	—	✓	✓	✓	✓	✓
トンネル内径	—	D=11m	D=12m	D=13m	D=14m	D=15m
100	14.5	14.0 (13.98)	13.9 (13.89)	13.8 (13.79)	13.8 (13.73)	13.8 (13.72)
50	14.2	13.8 (13.74)	13.7 (13.65)	13.6 (13.56)	13.6 (13.51)	13.5 (13.50)
30	13.9	13.5 (13.49)	13.4 (13.40)	13.4 (13.33)	13.3 (13.28)	13.3 (13.28)
20	13.8	13.4 (13.40)	13.4 (13.32)	13.3 (13.25)	13.2 (13.20)	13.2 (13.20)
10	13.4	13.1 (13.06)	13.0 (13.00)	13.0 (12.95)	13.0 (12.92)	13.0 (12.92)
5	13.1	13.0 (12.89)	12.9 (12.82)	12.8 (12.79)	12.8 (12.77)	12.8 (12.77)
3	12.8	12.6 (12.60)	12.6 (12.58)	12.6 (12.56)	12.6 (12.55)	12.5 (12.50)
2	12.5	12.4 (12.37)	12.4 (12.35)	12.4 (12.35)	12.4 (12.34)	12.4 (12.33)

※括弧内数値は計算値を示す。計画上設定する数値は安全側とし小数点第 2 位を切り上げ、少数点第一位までとする。

### (4) 事業費（評価軸③）

100 年確率規模の湖水位が 13.8m 以下となるパラニャーケ放水路トンネル内径 D13m から D15m について事業費の比較を行った。

なお、パラニャーケ調査 2018 ではトンネル部の施工方法として 2 種類のトンネル工法（①シールド工法、②NATM）において検討したが、本調査においては、軟弱地盤から硬質地盤まで湧水の有無に関わらず安全確実にトンネル部の施工が可能である「シールド工法」を基本として検

討した。なお、今後実施する地質調査結果を踏まえ、NATM工法採用の可否は引き続き検討を行う。

ラグナ湖沿岸地域総合洪水管理計画（案）における構造物対策は、①パラニャーケ放水路の建設、②湖岸堤システム（湖岸堤防、ポンプ場、橋梁から構成される）、非構造物対策は③EFCOS拡張となるため①～③の本体事業費を整理する。

- ✓ パラニャーケ放水路のトンネル内径による本体事業費はトンネル内径 13m で約 460 億ペソ（約 980 億円）、内径 14m で約 520 億ペソ（約 1,100 億円）、内径 15m で約 580 億ペソ（約 1,230 億円）となる。トンネル内径を 1m 拡張すると約 120 億円本体事業費が増えることになる。
- ✓ D13m、D14m、D15m における 100 年確率の湖水位は 13.8m であるため、トンネル内径によるパラニャーケ放水路の本体事業費のみ変動し、湖岸堤システムの事業費はトンネル内径によらず同額である。
- ✓ トンネル内径を 13m から 15m に拡張しても 100 年確率の湖水位は 13.8m と変化しない。湖水位がピークとなるのは 8 月であり、トンネル内径を拡張しても水位上昇期の湖水位は数センチ程度低下するだけである。そのため、約 1 週間でラグナ湖水位が 1m も急激に上昇するため、トンネル内径によるラグナ湖湖水位の低減効果は小さい。
- ✓ ラグナ湖水位が 1m 上昇する容量は 900MCM であり、ラニャーケ放水路 D:13m、最大放流量 240m<sup>3</sup>/s が 1 日稼働すると約 20MCM であるため、900MCM の容量を排水するには 45 日間かかることになる。

表 4.4.2 トンネル内径の違いによる本体事業費（ルート1、シールド工法）

トンネル内径	100年確率湖水位	本体事業費 (PHP 1,000,000)			
		パラニャーケ放水路	湖岸堤システム	EFCOS 拡張	計
13m	13.8m	46,203	44,822	123	91,149
14m	13.8m	51,798	44,822	123	96,743
15m	13.8m	57,859	44,822	123	102,804

### (5) 感度分析によるラグナ湖DFL下限値の検討

前述の通り、内径 13m のパラニャーケ放水路を 1 本設置することで、100 年確率の湖水位が 14.5m から 13.8m に低減する。DFL を 13.8m 以下にする場合は、トンネル本数を増設する必要がある。トンネル本数を増設した場合のラグナ湖水位変化及び経済評価について検討を行った。

表 4.4.3 DFL による経済評価の結果\_気候変動考慮  
(ルート1、トンネル内径=13m、シールド工法)

Case	DFL (計算値)	パラニャーケ放水路			湖岸堤防事業費 (PHP Billion)	全体事業費 (PHP Billion)	年平均被害軽減額 (PHP Billion)		B/C	EIRR
		放水路本数	内径 (m)	事業費 (PHP Billion)			ラグナ湖沿岸地域	バッシング・マリキナ川流域*1		
1	13.8 (1)	1	13	76.0	110.0	186.0	7.3	15.2	1.95	16.3%
2	13.3	2	13	152.0	94.2	246.2	7.5	15.2	1.65	15.1%
3	12.5	5*2	13	380.0	0.0	380.0	7.8	15.2	1.31	13.4%

\*1 複数のパラニャーケ放水路を検討する場合、バッシング・マリキナ川流域の浸水被害軽減便益は最初の 1 本にのみ計上する。

\*2 パラニャーケ放水路を5本設置するケース（ケース3）については、整備場所等の実現性の検討等はしていない。

- ✓ 内径13mを2本設置した場合、ラグナ湖のDFLは13.3m、B/Cは1.65、EIRRは15.1%と低い値となる。
- ✓ DFLを12.5mまで下げるためには、内径13mの放水路を5本設置する必要がある。これは、100年確率洪水において、7月末から8月にかけての13日間に1,720 MCMの洪水が流入することによる。運用開始水位11.5mに水位を維持し、湖の期間の水位上昇を1mに抑えるためには（最高水位12.5m）、流入量1,720 MCMの約半分を放水路から放流する必要があり、内径13mの放水路を5本設置となる。B/Cは1.31、EIRRは13.4%と低い値となる。

#### (6) ラグナ湖のDFLの設定

評価指標①：既存事業との整合性、評価指標②：安全性、評価指標③：事業費により総合的に評価しパラニャーケ放水路と湖岸堤システムを合わせた全体事業費が最小となり、EIRR及びB/Cが最大となるパラニャーケ放水路の内径13mとし、ラグナ湖におけるDFLを13.8mとした。

#### 4.4.2 ルートによる感度分析

パラニャーケ放水路ルート案に基づいた、費用対便益分析の結果を下表に示す。なお、各ルートにおける感度分析は最も経済評価が高くなるトンネル内径=13mとして検討を行った。

- 本調査で見直したルート2-B：Dr.A Santos Ave.の道路下を通り、Zapote川へ排水するルートはコスト削減効果が大きく、EIRRが最も高く（19.7%）なる。
- 2018年調査と同じルートであるルート1のEIRRは2018年調査では8.8%であったが、パラニャーケ放水路によるパッシング・マリキナ川流域の洪水被害軽減効果、パラニャーケ放水路の運転開始水位の低下による効果、ラグナ湖の洪水特性を考慮した便益項目の追加により16.3%となり、ルート3では10.7%から16.2%となった。

表 4.4.4 ルート案による経済評価の結果\_気候変動考慮  
(トンネル内径=13m、シールド工法)

ルート※1	事業費 (million PHP)	便益(現在価値) (million PHP)			費用 (現在価値) (million PHP)	EIRR	B/C
		パッシング・マリキナ川流域	ラグナ湖沿岸※2	合計			
ルート1	186,158	47,935	32,196	80,132	41,043	16.3%	1.95
ルート2-A	178,576	58,774	37,097	95,871	42,474	19.6%	2.26
ルート2-B	177,971	58,363	37,097	95,459	42,427	19.7%	2.25
ルート3	194,654	51,968	32,196	84,165	44,060	16.2%	1.91

※1：ルートの詳細はF/Sで検討が必要

※2：追加の便益項目（家計の営業停止波及の低減、浸水による漁業被害の低減）を含む。

#### 4.4.3 最適施設規模の選定

本調査においては DPWH の DGCS に基づき、気候変動を考慮した治水計画を検討することにより、パラニャーケ放水路のトンネル内径は 100 年確率規模の湖水位が DFL の 13.8m まで低減することが可能である D=13m とした。

また、パラニャーケ放水路のルート（全 4 ルート）においては、今後の F/S において実施が予定されている、地形・地質調査、地下埋設物調査等の結果を考慮し、最適なルートを選定することとする。

表 4.4.5 パラニャーケ放水路における最適施設規模

項目	設定値
ラグナ湖 DFL	13.8m
パラニャーケ放水路 トンネル内径	13.0m
パラニャーケ放水路 最大流量	240m <sup>3</sup> /s
パラニャーケ放水路ルート	今後 F/S において最適ルートを選定

#### 4.5 パラニャーケ放水路の効果

将来の RCP4.5 シナリオに基づく気候変動による雨量の増加及び海面上昇を考慮し、気候変動によるラグナ湖水位への影響及びパラニャーケ放水路の効果を検討した。100 年確率水位変動解析結果を表 4.5.1 及び図 4.5.1 に、規模別のラグナ湖水位を表 4.5.2 に示す。

- 気候変動なし、パラニャーケ放水路なしの場合（No.1）の 100 年確率規模の湖水位は 14.3m であるが、気候変動あり、パラニャーケ放水路なし（No.2）の湖水位は 14.5m と気候変動の影響によりラグナ湖の水位は 20cm 上昇する。
- 気候変動あり、パラニャーケ放水路あり（D=13m）の結果より（No.3）、非洪水期の降雨量増加に伴いラグナ湖水位が上昇し、水位上昇期である 6 月の水位が 11.5m 以上となり、6 月上旬からパラニャーケ放水路は運転が可能となる。
- 気候変動を考慮した場合、パラニャーケ放水路のトンネル内径 13m（No.3）では、100 年確率水位は 13.8m となり DFL の 13.8m まで水位の低減が可能となる。
- パラニャーケ放水路が無い場合の浸水日数（EL.12.5m 以上の日数）は 100 年確率で 142 日（約 5 ヶ月）であるが、パラニャーケ放水路有の場合（D=13.0m）、浸水日数 75 日（約 2.5 ヶ月）となり浸水期間が 2.5 ヶ月短縮される。

表 4.5.1 100 年確率水位変動解析結果

No.	気候変動		パラニャーケ放水路			100 年確率規模 ラグナ湖水位
	有	無	有	無	トンネル内径	
1		✓		✓	-	14.3 m
2	✓			✓	-	14.5 m
3	✓		✓		13.0 m	13.8 m



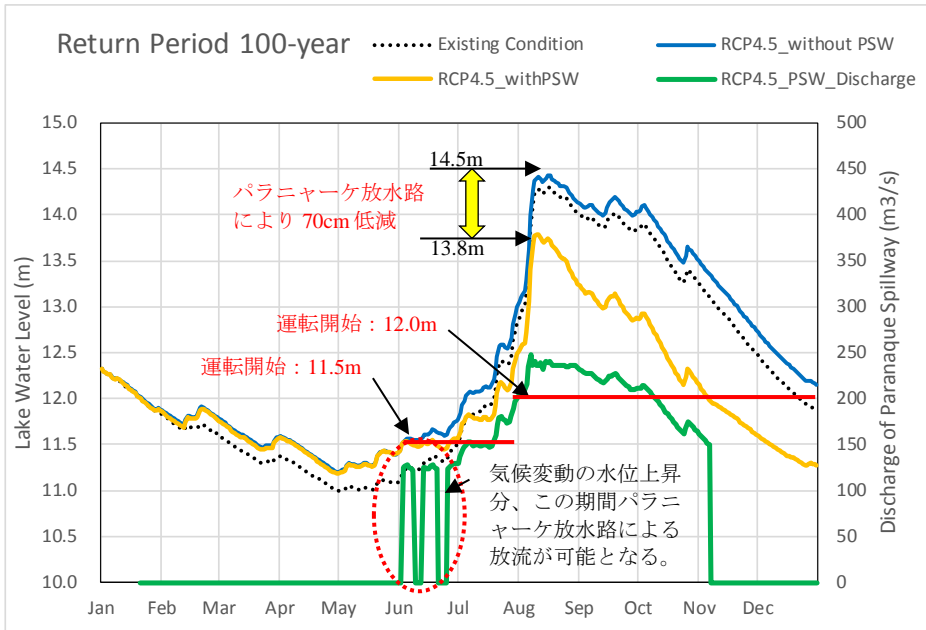


図 4.5.1 ラグナ湖水位変動解析結果 100年確率規模 (D=13m)

表 4.5.2 規模別のラグナ湖水位 (気候変動 RCP4.5 + 海面上昇) D=13m

Return period	Existing Condition	Without project Climate Change RCP4.5+Sea Level	With PSW Climate Change RCP4.5+Sea Level
200	14.7	14.9	14.1
<b>100</b>	<b>14.3</b>	<b>14.5</b>	<b>13.8</b>
50	14.0	14.2	13.6
30	13.7	13.9	13.3
20	13.6	13.8	13.2
10	13.2	13.4	12.9
5	12.9	13.1	12.8
3	12.6	12.8	12.6
2	12.3	12.5	12.3

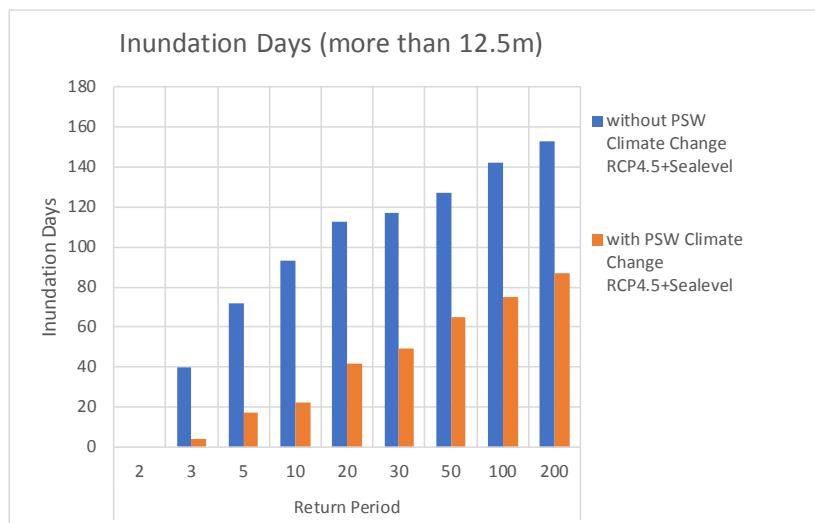


図 4.5.2 パラニャーケ放水路有無による浸水日数の変化

表 4.5.3 パラニャーケ放水路有無による浸水日数 (EL. 12.5m 以上は浸水とする)

○パラニャーケ放水路無し、気候変動あり  
without PSW Climate Change RCP4.5+Sealevel unit:days

WL	Return Period								
	2	3	5	10	20	30	50	100	200
>12.5	0	40	72	93	113	117	127	142	153
>13.0	0	0	5	61	83	89	99	112	123
>13.5	0	0	0	0	29	49	69	85	98
>14.0	0	0	0	0	0	0	17	58	71
>14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	31
>15.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Inundation days</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>72</b>	<b>93</b>	<b>113</b>	<b>117</b>	<b>127</b>	<b>142</b>	<b>153</b>

○パラニャーケ放水路有り (D=13m)、気候変動あり  
with PSW Climate Change RCP4.5+Sealevel unit:days

WL	Return Period								
	2	3	5	10	20	30	50	100	200
>12.5	0	4	17	22	42	49	65	75	87
>13.0	0	0	0	0	14	18	25	45	65
>13.5	0	0	0	0	0	0	4	17	27
>14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
>14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>15.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Inundation days</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>87</b>

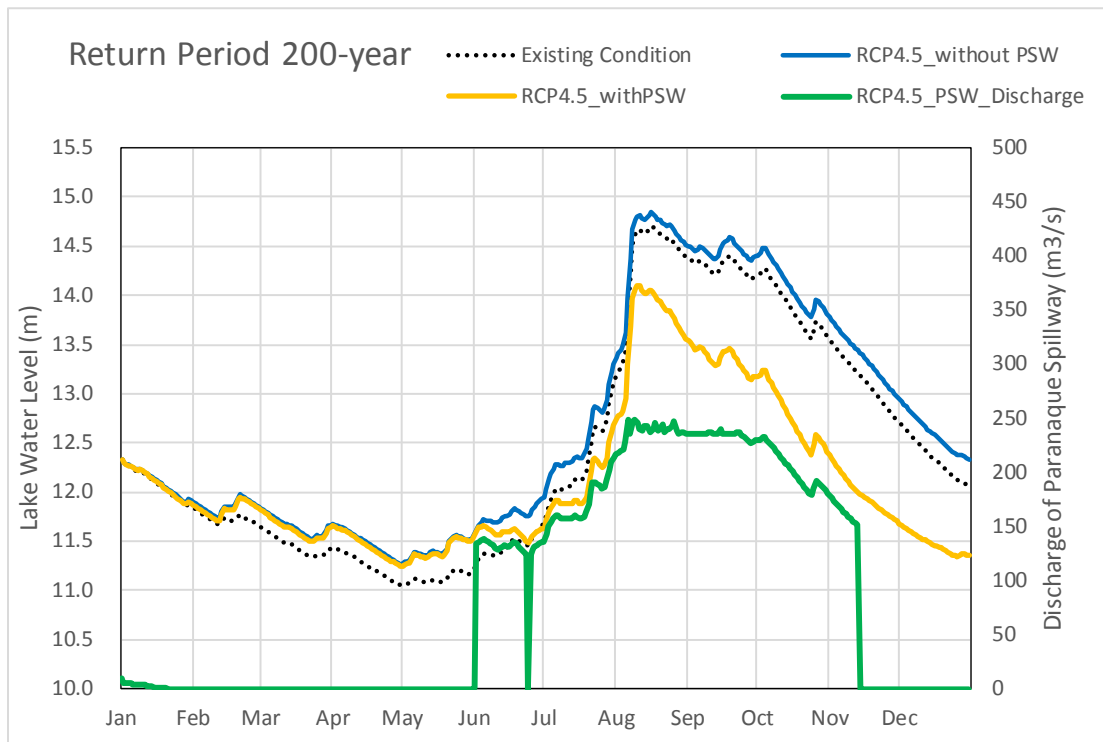


図 4.5.3(1) ラグナ湖水位変動解析結果 200年確率規模 (D=13m)

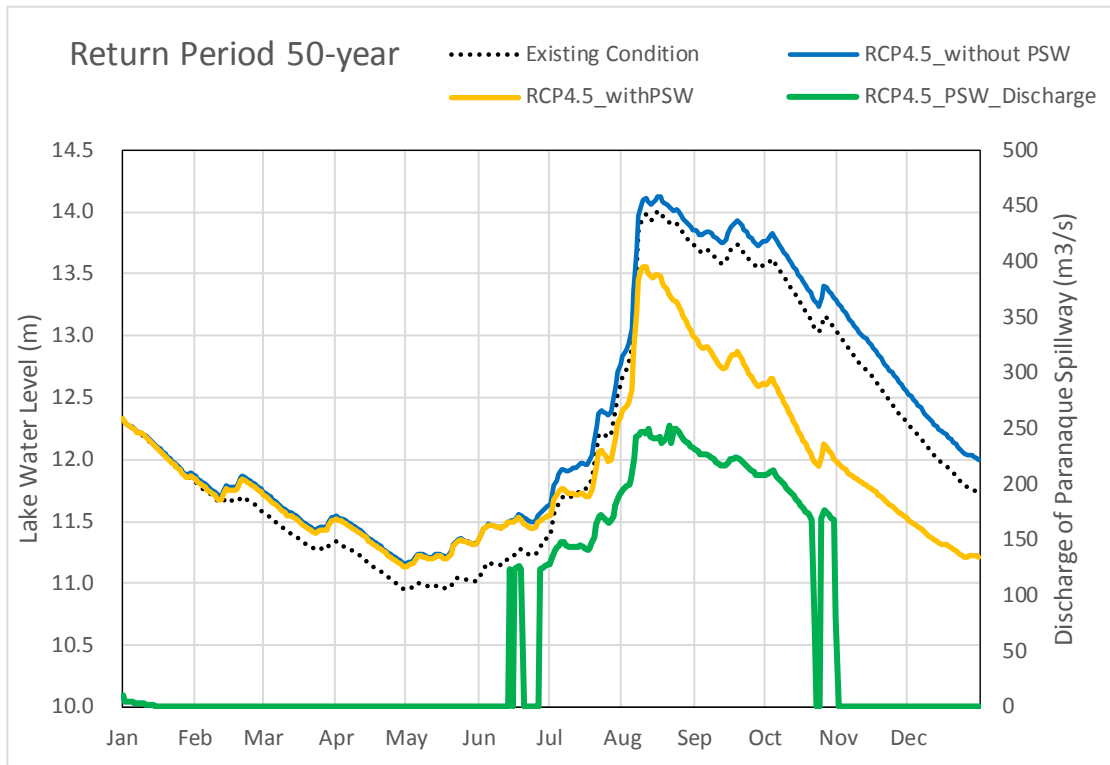


図 4.5.3(2) ラグナ湖水位変動解析結果 50年確率規模 (D=13m)

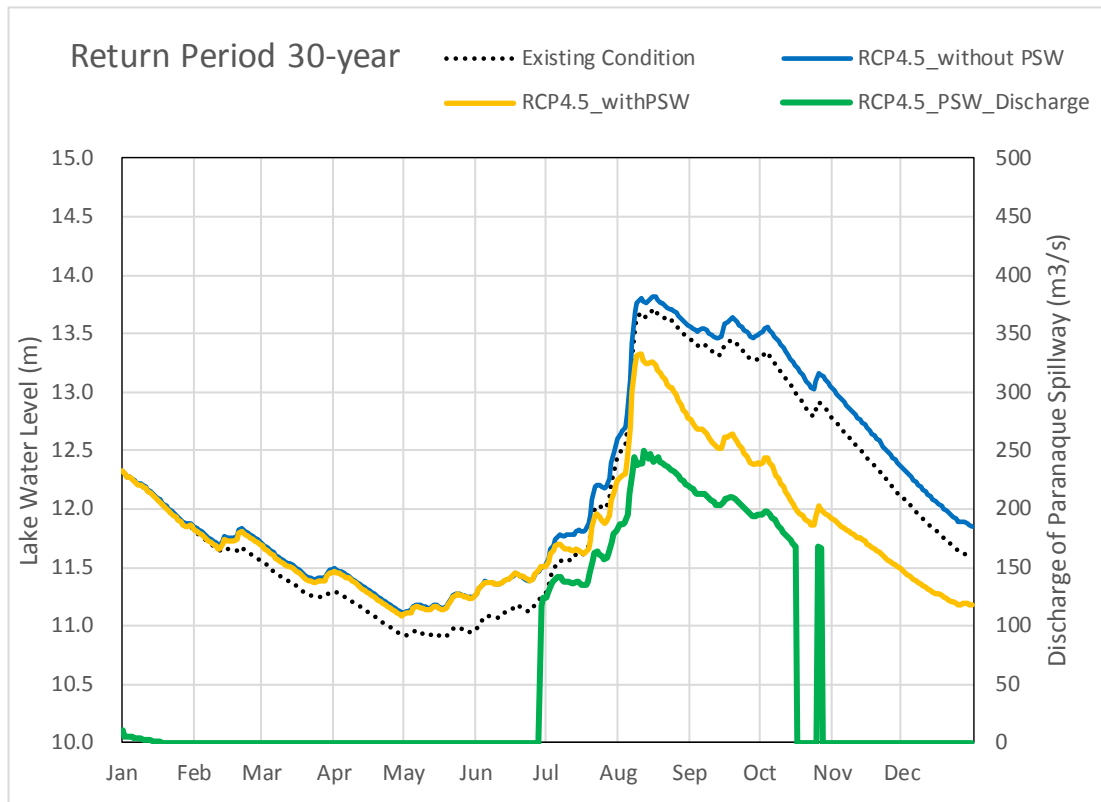


図 4.5.3(3) ラグナ湖水位変動解析結果 30年確率規模 (D=13m)

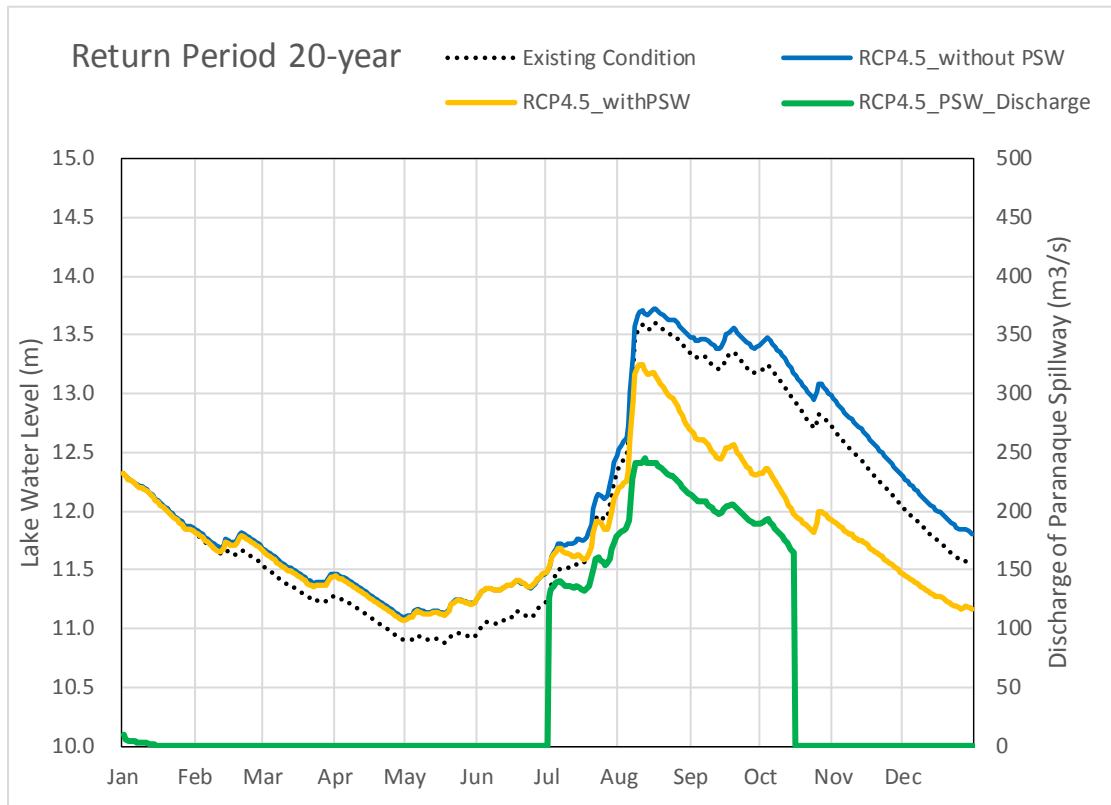


図 4.5.3(4) ラグナ湖水位変動解析結果 20年確率規模 (D=13m)

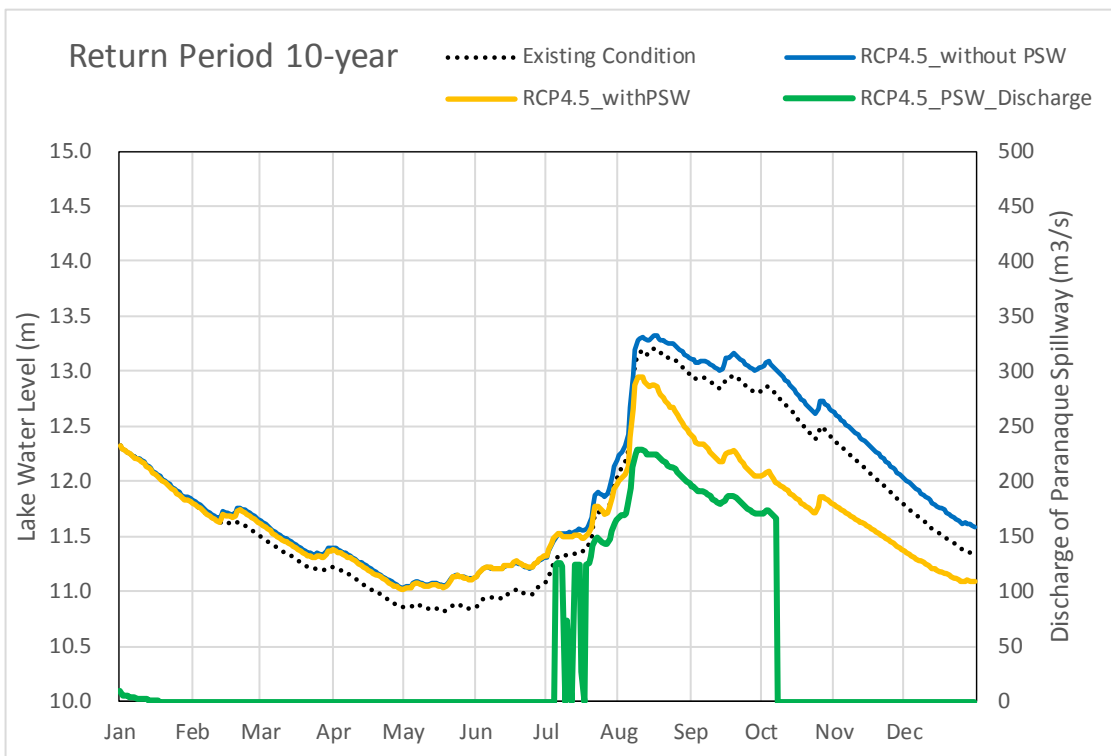


図 4.5.3(5) ラグナ湖水位変動解析結果 10年確率規模 (D=13m)

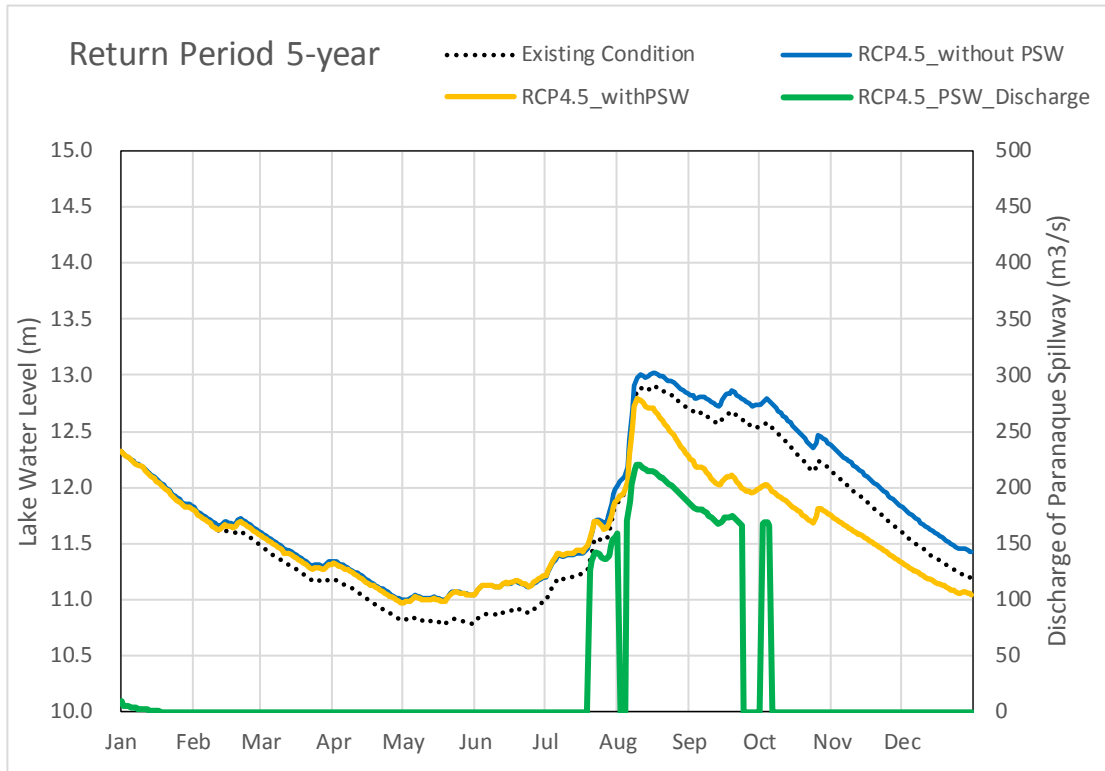


図 4.5.3(6) ラグナ湖水位変動解析結果 5年確率規模 (D=13m)

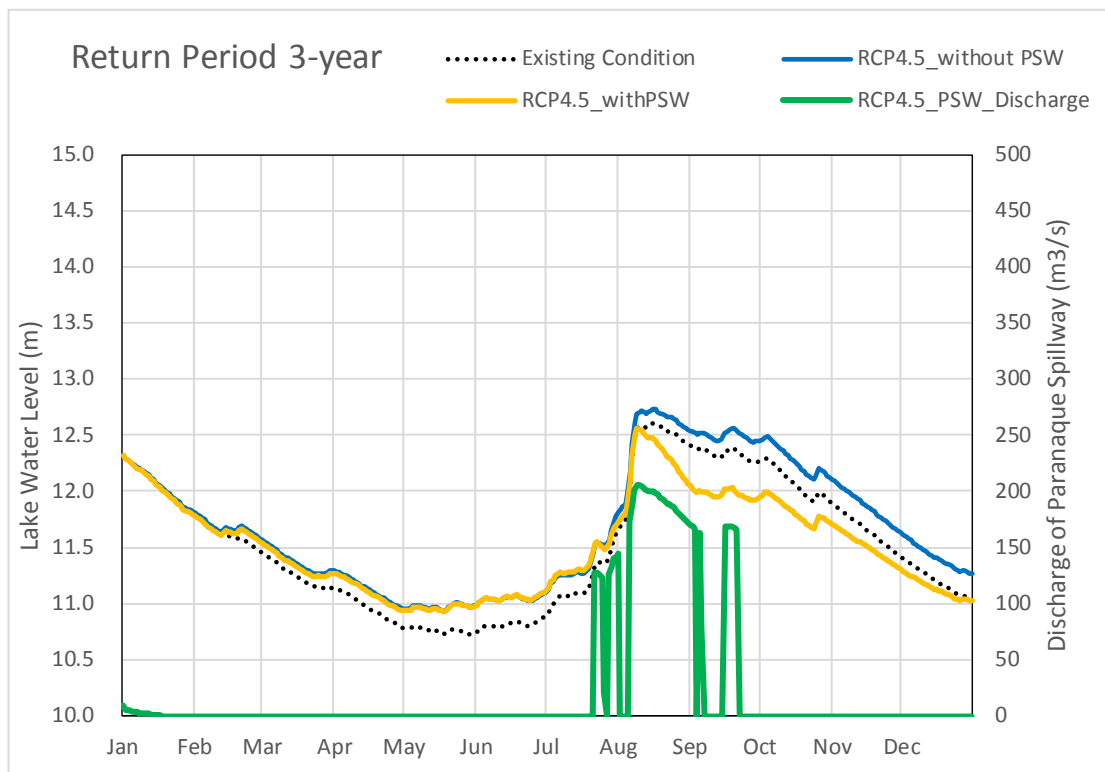


図 4.5.3(7) ラグナ湖水位変動解析結果 3年確率規模 (D=13m)



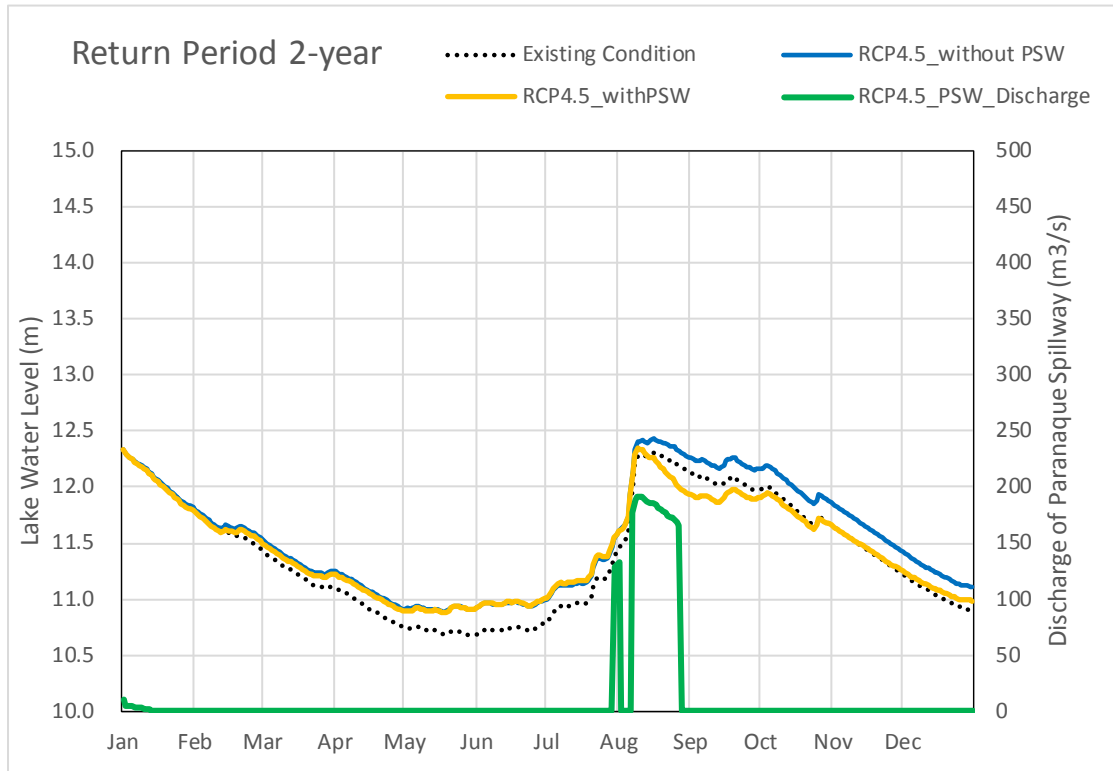


図 4.5.3(8) ラグナ湖水位変動解析結果 2年確率規模 (D=13m)

## 4.6 マニラ湾の潮位変動を考慮したパラニャーケ放水路放流量について

パラニャーケ放水路はラグナ湖とマニラ湾の水位差により放流を行う。解析ではマニラ湾の水位として MSL (Mean Sea Level) を用いているが、ここでは、実際の潮位変動 (時間データ) を考慮した場合の放水路放流量について確認を行う。

### 4.6.1 放流量算定式

マニラ湾の水位として MSL を用いた場合、放流量算定に用いる水位条件、設定条件は下記のとおりである。

- ラグナ湖水位 : 計画高水位 (DFL) EL+13.8m
- マニラ湾水位 : MSL+海面上昇 0.2m = EL+10.47m + 0.2m = EL+10.7m
- 放水路延長 : L=10km (ルートにより異なるが、ここでは最長を想定)

損失水頭については、流入施設の越流堰、除塵機 (スクリーン)、立坑流入、放水路の摩擦損失、線形の曲線損失、立坑流出及び放流渠の拡幅損失等があるが、ここでは主要な損失として、放水路の摩擦、流入と流出損失及び除塵機 (スクリーン) の損失を考えて算定している (F/S 時にはさらに詳細な検討が必要)。

なお、下記の「河川砂防技術基準同解説 計画編」(1997)を踏まえ、放水路断面は『断面割増 10%程度』を考慮している。

#### 1. 断面

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

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

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

出典：「河川砂防技術基準同解説 計画編」(1997)

ベルヌイの定理に基づいた放流量算定式及び損失算定式を下記に示す。

$$V = (2gH / (f_f(L/D) + f_e + f_o + f_s))^{0.5}$$

$$Q = V A$$

$$H = (f_f(L/D) + f_e + f_o + f_s) V^2 / 2g$$

- 管内流速 V : (m)
- 上下流水位差 H : 13.8m - 10.7m = 3.1m
- 放水路延長 L : 10,000m

放水路直径 D : 12.255m (構造設計上の D は 13.0m。ここでは 10% の断面割増を考慮)  
 放水路断面積 A :  $A = \pi D^2/4$  (m<sup>2</sup>)  
 摩擦損失  $f_f$  :  $f_f = 124.5 n^2 / D^{1/3}$  (摩擦損失水頭  $hf = f_f (L / D) V^2/2g$ )  
 流入損失  $f_e$  :  $f_e = 0.5$  (流入損失水頭  $he = f_e V^2/2g$ )  
 流出損失  $f_o$  :  $f_o = 1.0$  (流出損失水頭  $ho = f_o V^2/2g$ )  
 スクリーン損失  $f_s$  :  $f_s = 0.1 \times 2g/V^2$  (スクリーン損失水頭  $hs = 0.1$ )  
 トンネル粗度係数 : 0.015

ラグナ湖側水位 13.8m、マニラ湾水位 10.7m、放水路延長 10,000m、放水路直径 13.0m の場合のパラニャーケ放水路放流能力は下表の通り 268m<sup>3</sup>/s (流速 2.27m/s) と算定される (表 4.6.1 参照)。この放流量は前述の通り 10% の断面割増を行っていることから、実際の放流能力は約 307m<sup>3</sup>/s (2.34m/s) である (表 4.6.2 参照)。

表 4.6.1 パラニャーケ放水路の放流能力 (10%の断面割増部分の放流量は考慮しない)

Diameter (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m <sup>2</sup> )	10% Reduction Area (m <sup>2</sup> )	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m <sup>2</sup> )	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	117.947	12.255	117.947	0.015	0.50	1.00
Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Screen Loss hs (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m <sup>3</sup> /s)		
2.270	2.606	0.131	0.263	0.100	3.100	0.000	OK	267.8		

表 4.6.2 パラニャーケ放水路の放流能力 (10%の断面割増部分の放流量も考慮)

Diameter (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Invert (m)	Angle (Degree)	Invert Area (m <sup>2</sup> )	Reduction Area (m <sup>2</sup> )	Conversion Diameter (m)	Conversion Area (m <sup>2</sup> )	Roughness Coefficient	Inlet fe	Outlet fo
13.00	132.732	5.00	22.620	1.680	131.052	12.917	131.052	0.015	0.50	1.00
Velocity *1 v (m/s)	Friction Loss hf (m)	Entrance Loss he (m)	Outflow Loss ho (m)	Other Loss h' (m)	Total Loss ht (m)	Loss Difference dh (m)	Check <0.01	Calculated Discharge (m <sup>3</sup> /s)		
2.340	2.581	0.140	0.279	0.100	3.100	0.000	OK	306.7		

なお、計画としてパラニャーケ放水路の下流への最大放流量は 240m<sup>3</sup>/s としている。

#### 4.6.2 放流量に対する潮位の影響について

##### (1) マニラ湾水位変動による放流量の変化 (ラグナ湖水位 11.5m)

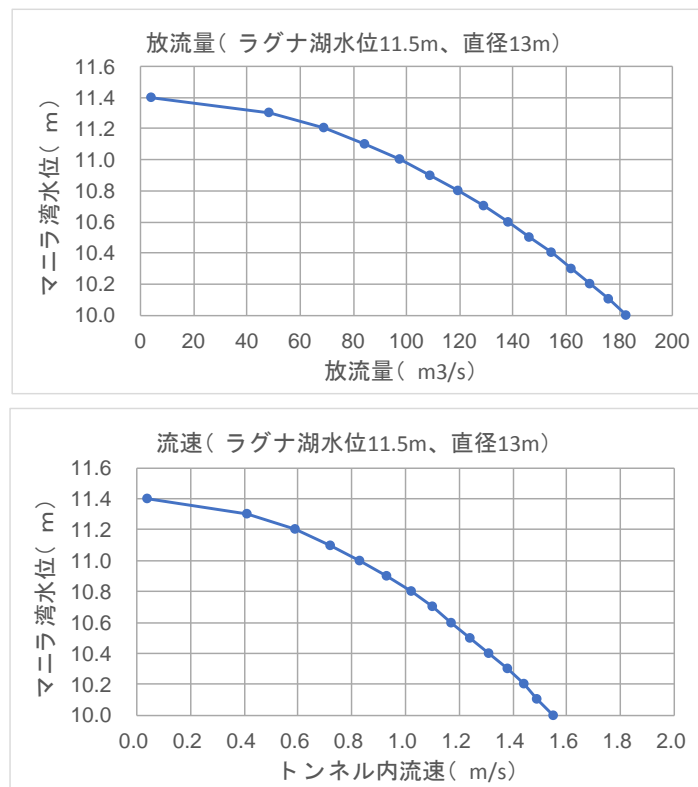
ラグナ湖水位が運転開始水位 11.5m の時にマニラ湾水位が変動した際のパラニャーケ放水路の放流量 (直径 13m) を表 4.6.3、図 4.6.1 に示す。

表 4.6.3 に示す通り、マニラ湾水位が MSL より 0.5m 上昇すると放流量は約 53% (69.1/129.3) となり、マニラ湾水位が MSL より 0.5m 低下すると放流量は約 131% (169.3/129.3) となる。

表 4.6.3 パラニャーケ放水路の流速と放流能力（ラグナ湖水位 11.5m、直径 13m）

マニラ湾水位 (m)	ラグナ湖水位 (m)	トンネル内流速 (m/s)	放流能力 (m <sup>3</sup> /s)
11.4	11.5	0.04	4.6
11.3		0.4	48.8
11.2		0.6	69.1
11.1		0.7	84.6
11.0		0.8	97.8
10.9		0.9	109.3
10.8		1.0	119.7
10.7		1.1	129.3
10.6		1.2	138.3
10.5		1.2	146.6
10.4		1.3	154.6
10.3		1.4	162.1
10.2		1.4	169.3
10.1		1.5	176.3
10.0		1.6	182.9

出典：調査団



出典：調査団

図 4.6.1 パラニャーケ放水路の流速と放流能力（ラグナ湖水位 11.5m、直径 13m）

(2) マニラ湾水位変動による放流量の変化（ラグナ湖水位 13.8m）

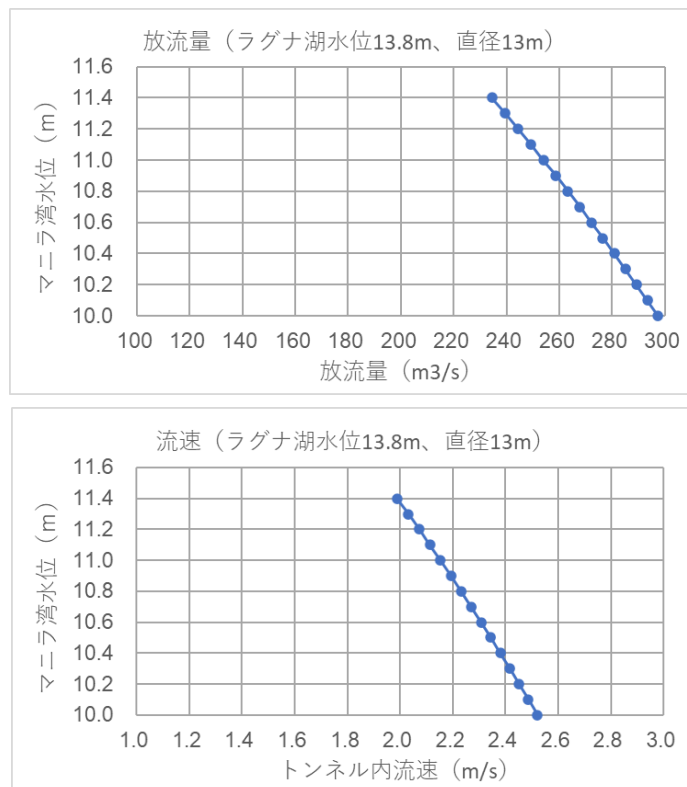
ラグナ湖水位が DFL 13.8m の時にマニラ湾水位が変動した際のパラニャーケ放水路の放流量（直径 13m）を表 4.6.4、図 4.6.2 に示す。

表 4.6.4 に示す通り、マニラ湾水位が MSL より 0.5m 上昇すると放流量は約 91% (244.4/267.8) となり、マニラ湾水位が MSL より 0.5m 低下すると放流量は約 108% (289.2/267.8) となる。いずれも設定した最大放流量 240m<sup>3</sup>/s 以上である。

表 4.6.4 パラニャーケ放水路の流速と放流能力（ラグナ湖水位 13.8m、直径 13m）

マニラ湾水位 (m)	ラグナ湖水位 (m)	トンネル内流速 (m/s)	放流能力 (m <sup>3</sup> /s)
11.4	13.8	2.0	234.5
11.3		2.0	239.5
11.2		2.1	244.4
11.1		2.1	249.3
11.0		2.2	254.0
10.9		2.2	258.7
10.8		2.2	263.3
10.7		2.3	267.8
10.6		2.3	272.2
10.5		2.3	276.5
10.4		2.4	280.8
10.3		2.4	285.1
10.2		2.5	289.2
10.1		2.5	293.3
10.0		2.5	297.3

出典：調査団



出典：調査団

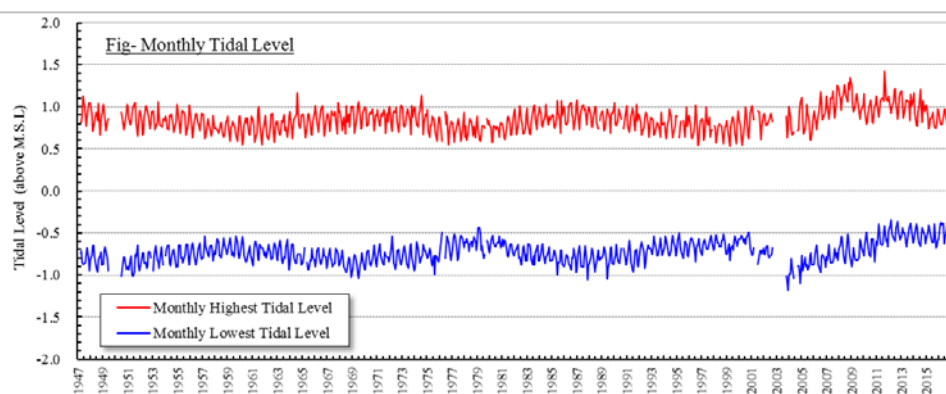
図 4.6.2 パラニャーケ放水路の流速と放流能力（ラグナ湖水位 13.8m、直径 13m）

### (3) 観測潮位を用いた放流量検討

国家地理資源情報庁（NAMRIA）より収集したマニラサウスハーバーにおける観測潮位（時間データ、1995年から2015年）を用いて潮位変動を考慮したパラニャーケ放水路の放流能力、特に運転開始水位 11.5m となる7月、8月について検討を行う。



収集した観測潮位データの月最高及び最低潮位を図 4.6.3 に示す。2003 年、2004 年はほぼ欠測となっており、観測再開の 2005 年以降はそれ以前に比べて、①全体的に潮位が上昇している、②月最高／最低潮位のバランスがおかしいなど、基準面となる平均潮位の設定を誤っている可能性がある。このことは、PAGASA の最新の気候変動モデル報告書（Observed Climate Trends and Projected Climate Change in the Philippines, 2018）においても、地盤沈下の影響ではないかと言及されている。しかしながら、それを明確に示す根拠が現時点ではないことから、ここでは収集したデータをそのまま使用する。



出典：パラニャーケ調査 2018

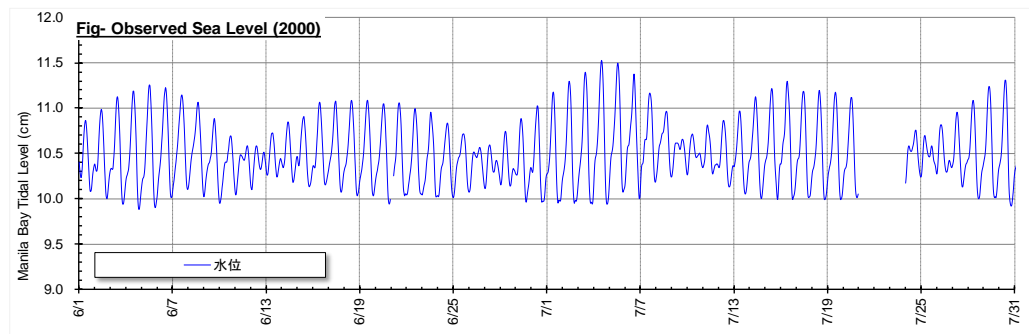
図 4.6.3 月最高／最低潮位（マニラサウスハーバー）

ラグナ湖水位を 11.5m とし、マニラ湾潮位を 6 月、7 月の観測潮位（時間データ）とした場合の、6 月、7 月の平均潮位及び平均放流量を表 4.6.5 に示す。図 4.6.4 は観測潮位時間データの例（2000 年 6 月、7 月）である。

表 4.6.5 6 月、7 月の平均潮位とパラニャーケ放水路平均放流量（ラグナ湖水位 11.5m）

年	気候変動（海面上昇なし）		気候変動（0.2m の海面上昇あり）	
	平均潮位 (m)	平均放流量 (m <sup>3</sup> /s)	平均潮位 (m)	平均放流量 (m <sup>3</sup> /s)
1995	10.272	162	10.472	146
1996	10.385	153	10.585	135
1997	10.333	158	10.533	141
1998	10.341	157	10.541	140
1999	10.473	146	10.673	127
2000	10.496	143	10.696	124
2001	10.524	141	10.724	122
2002	10.486	144	10.686	124
2003	欠測			
2004	欠測			
2005	10.462	146	10.662	127
2006	10.583	133	10.783	112
2007	10.464	144	10.664	124
2008	10.551	135	10.751	115
2009	10.713	121	10.913	99
2010	10.552	138	10.752	117
2011	10.558	137	10.758	115
2012	10.585	134	10.785	113
2013	10.572	137	10.772	116
2014	10.552	139	10.752	119
2015	10.582	135	10.782	113

出典：調査団



出典：調査団

図 4.6.4 観測潮位時間データの例（2000年6月、7月）

上表に示す通り、100年確率の水位変動の分析結果における6月、7月のパラニャケ放水路からの放流量約 $125\text{m}^3/\text{s}$ （0.2mの海面上昇ありとし、マニラ湾水位はMSL 10.7mで固定）について、潮位時間データを用いた放流量検討（0.2mの海面上昇あり）を実施した。結果として、欠測前の1995年から2002年において概ね放流量約 $125\text{m}^3/\text{s}$ を満たしている。欠測後の2005年から2015年においては、10%程度少ない放流量となっているが、これは前述の通り、全体的に潮位が上昇した観測値となっていることが影響したものである。

#### 4.7 放水路と排水先河川において必要となる対策の検討

本調査ではルート 1（South Paranaque 川へ排水）、ルート 2-B 及びルート 3（Zapote 川へ排水）について、パラニャーケ放水路の放流による下流河川への影響を検討した。パラニャーケ放水路の放流による下流河川への影響が一定程度あるため、F/S においてルートを絞り込んだ後に排水を一時的に止める運用ルール等の検討が必要である。



図 4.7.1 ラスピナス・パラニャーケ地区における河川ネットワーク

<放流による下流河川への影響を検討結果>

- ① ルート 1（South Paranaque 川へ排水）の場合の影響  
⇒2年確率降雨時にパラニャーケ放水路から排水した場合、河川水位が約 60cm 上昇する。  
⇒10年確率以上の降雨があった場合、河川水位が 13.8m 以上（ラグナ湖 DFL 以上）となるため、パラニャーケ放水路からの排水は一時的に困難となる。
- ② ルート 2-B、ルート 3（Zapote 川へ排水）の場合の影響  
⇒パラニャーケ放水路の排水により約 10cm 程度水位が上昇する。

表 4.7.1 South Paranaque 川の排水施設候補地点における水位変化 (ルート1)

SP.1+800

Return Period	<u>without</u> Paranaque Spillway		<u>with</u> Paranaque Spillway				Laguna Lake water level
	WL	River Q	WL	River Q	Outlet Q* Max	Outlet Q* Min	
	(m)	(m <sup>3</sup> /S)	(m)	(m <sup>3</sup> /S)	(m <sup>3</sup> /S)	(m <sup>3</sup> /S)	
100	15.0	364.8	-	-	-	-	13.8
50	14.7	315.3	-	-	-	-	13.8
25	14.3	268.5	-	排水困難	-	-	13.8
15	14.1	255.7	-	-	-	-	13.8
10	13.9	210.6	-	-	-	-	13.8
5	13.5	168.3	13.8	170.0	116.6	28.2	13.8
2	12.9	110.9	13.5	113.2	117.0	41.9	13.8

約 60cm 上昇

表 4.7.2 Zapote 川の排水施設候補地点における水位変化 (ルート2-B、ルート3)

ZA.0+100

Return Period	<u>without</u> Paranaque Spillway		<u>with</u> Paranaque Spillway				Laguna Lake water level
	WL	River Q	WL	River Q	Outlet Q* Max	Outlet Q* Min	
	(m)	(m <sup>3</sup> /S)	(m)	(m <sup>3</sup> /S)	(m <sup>3</sup> /S)	(m <sup>3</sup> /S)	
100	12.2	677.6	12.3	673.1	167.0	145.1	13.8
50	12.1	586.0	12.2	581.1	167.0	149.3	13.8
25	12.0	501.8	12.2	496.7	167.0	153.3	13.8
15	12.0	442.5	12.1	437.6	167.0	155.9	13.8
10	12.0	396.4	12.1	391.6	167.0	157.9	13.8
5	11.9	319.0	12.0	314.3	167.0	160.7	13.8
2	11.9	216.1	12.0	210.9	176.2	172.8	13.8

10cm 程度上昇

## 4.8 湖岸堤システムの再整理

### 4.8.1 基本方針

#### (1) 湖岸堤システムの構成

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

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

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

## (2) 対策優先地区の検討

延長約 200km のラグナ湖岸は全域に人が住み、資産がある。しかし、浸水被害を受ける可能性のある資産の多少は、地域によっては異なり、沿岸部は、住宅密集地域、農地が広がっている地域、また山地が迫っている地域と様々である。湖沿岸延長約 200km 全部に湖岸堤だけの建設を計画する時、限られた計画期間内に建設できる堤防は限られる。従って、堤防建設を優先する区間を選定する。

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

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

堤防を湖岸に配置した時、受益人口（標高別に 2 種）、受益面積を堤防延長 1km 単位で示した。各指標において採点し、3 つの指標の採点の合計点を算出した。各 LGU と湖岸堤の配置優先地域の評価を表 4.8.1 に示す。

表 4.8.1 湖岸堤システムの配置優先地域の評価

No.	自治体 (LGU)	堤防延長 (km)	湖沿岸地形	土地利用	受益人口 13.5m 以下 (人/km)	受益人口 14.3m 以下 (人/km)	受益面積 (km <sup>2</sup> /km)	合計点
<b>I. Rizal 州</b>								
1	Taytay 町	1.35	広い平坦地	市街地	18,909 (3)	37,634 (3)	1.62 (2)	8
2	Angono 町	3.31	広い平坦地		4,512 (3)	7,804 (2)	0.28 (1)	6
3	Binangonan 町	19.11	山地		952 (1)	1,949 (0)	0.08 (0)	1
4	Cardona 町	13.11	山地	農漁村	173 (0)	396 (0)	0.08 (0)	0
5	Morong 町	5.67	平坦地		639 (1)	1,372 (0)	0.42 (1)	2
6	Baras 町	3.29	平坦地		762 (1)	1,785 (0)	0.33 (1)	2
7	Tanay 町	4.53	平坦地		1,893 (2)	3,295 (1)	0.36 (1)	4
8	Pililla 町	17.32	平坦地、山地		142 (0)	450 (0)	0.12 (0)	0
9	Jalajala 町	23.31	山地		149 (0)	306 (0)	0.03 (0)	0
	小計	91.00			896 (1)	1,786 (0)	0.15 (0)	1
<b>II. Laguna 州</b>								
10	Mabitac 町	4.96	平坦地、山地	農漁村	354 (0)	523 (0)	1.01 (1)	1
11	Famy 町	0.60	平坦地		967 (1)	2,702 (1)	2.05 (2)	4
12	Siniloan 町	1.59	平坦地		2,031 (2)	7,562 (2)	2.35 (2)	6
13	Pangil 町	4.26	平坦地		531 (1)	1,602 (0)	0.45 (1)	2
14	Pakil 町	6.30	狭い平坦地		136 (0)	302 (0)	0.11 (0)	0
15	Paete 町	2.73	狭い平坦地		767 (1)	1,050 (0)	0.27 (1)	2
16	Kalayaan 町	3.84	狭い平坦地		30 (0)	235 (0)	0.19 (0)	0
17	Lumban 町	8.90	平坦地		552 (1)	1,630 (0)	0.58 (1)	2
18	Pagsanjan 町	1.16	平坦地	市街地 農漁村	593 (1)	1,505 (0)	0.91 (1)	2
19	Sta. Cruz 町	8.82	平坦地	市街地 州都	2,614 (3)	4,174 (2)	0.78 (1)	6
20	Pila 町	4.75	平坦地	市街地	1,190 (2)	3,143 (1)	1.24 (1)	4
21	Victoria 町	6.47	平坦地	農漁村	1,355 (2)	2,110 (1)	0.94 (1)	4



No.	自治体 (LGU)	堤防延長 (km)	湖沿岸地形	土地利用	受益人口 13.5m 以下 (人/km)	受益人口 14.3m 以下 (人/km)	受益面積 (km <sup>2</sup> /km)	合計点
22	Calauan 町	0.84	平坦地	市街地	102 (0)	583 (0)	2.80 (2)	2
23	Bay 町	3.78	平坦地		1,931 (2)	3,426 (1)	0.90 (1)	4
24	Los Banos 町	8.24	平坦地		858 (1)	1,468 (0)	0.13 (0)	1
25	Calamba 市	9.92	平坦地		1,513 (2)	4,276 (2)	0.49 (1)	5
26	Cabuyao 市	8.39	平坦地		3,477 (3)	5,871 (2)	0.51 (1)	6
27	Sta. Rosa 市	5.78	平坦地		2,570 (3)	7,692 (2)	0.35 (1)	6
28	Binan 市	4.66	平坦地		10,286 (3)	16,267 (3)	0.53 (1)	7
29	San Pedro 市	4.08	平坦地		4,960 (2)	10,984 (3)	0.33 (1)	7
	小計	100.07				1,955 (2)	3,924 (1)	0.61 (1)
<b>III. メトロマニラ</b>								
30	Muntinlupa 市	9.87	狭い平坦地	市街地	2,388 (2)	6,015 (2)	0.24 (1)	5
31	Taguig 市	2.49	狭い平坦地		2,013 (2)	3,586 (1)	0.12 (0)	3
	小計	12.36			2,312 (2)	5,526 (2)	0.21 (1)	5
<b>総計</b>		203.43			1,503 (2)	3,065 (1)	0.38 (1)	4

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

#### 【湖岸堤システムの配置における優先地域の設定方法】

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

### (3) 湖岸堤システム及び非構造物対策（警報システム）の組合せ案の検討

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

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

表 4.8.2 湖岸堤システムの実施計画

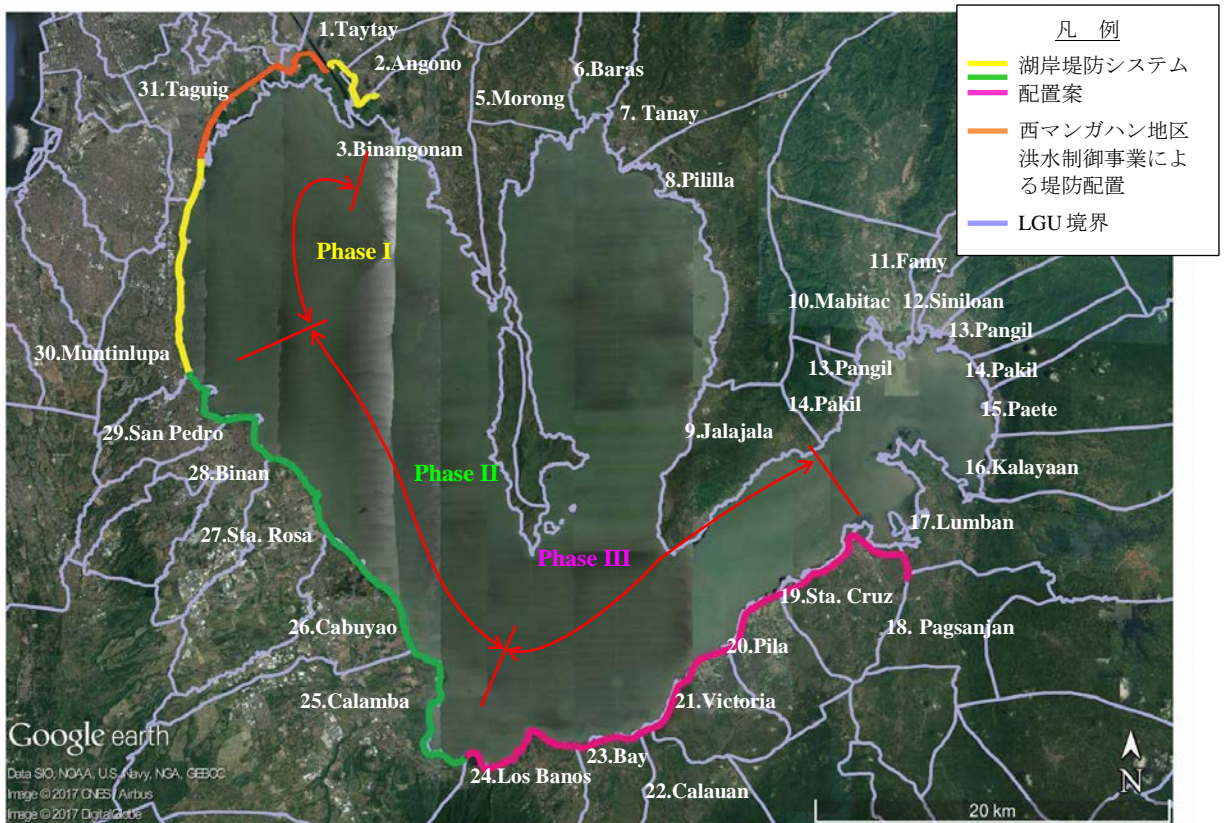
項目	I期（10年間）	II期（10年間）	III期（10年間）
対象地域	第1優先地域 Taytay, Angono, Taguig, Muntinlupa	第2優先地域 San Pedro, Binan, Santa Rosa 第3優先地域 Cabuyao, Calamba	第4優先地域 Sta. Cruz 第5優先地域 Pila, Victoria, Calauan, Bay, Los Banos
湖岸堤延長 (総延長83 km)	17 km	33 km	33 km

表 4.8.3 湖岸堤システムの優先順位

No.	自治体 (LGU)	堤防 延長 (km)	湖沿岸 地形	土地 利用	受益人口 13.5m以下 (人/km)	受益人口 14.3m以下 (人/km)	受益面積 (km <sup>2</sup> /km)	合計 点
<b>I. 第1優先地域</b>								
2	Angono 町	3.31	広い平坦地	市街地	4,512 (3)	7,804 (2)	0.28 (1)	6
1	Taytay 町	1.35	広い平坦地		18,909 (3)	37,634 (3)	1.62 (2)	8
31	Taguig 市	2.49	狭い平坦地		2,013 (2)	3,586 (1)	0.12 (0)	3
30	Muntinlupa 市	9.87	狭い平坦地		2,388 (2)	6,015 (2)	0.24 (1)	5
	小計	17.02			4,057 (3)	8,516 (2)	0.34 (1)	6
<b>II. 第2優先地域、第3優先地域</b>								
29	San Pedro 市	4.08	平坦地	市街地	4,960 (3)	10,984 (3)	0.33 (1)	7
28	Binan 市	4.66	平坦地		10,286 (3)	16,267 (3)	0.53 (1)	7
27	Sta. Rosa 市	5.78	平坦地		2,570 (3)	7,692 (2)	0.35 (1)	6
26	Cabuyao 市	8.39	平坦地		3,477 (3)	5,871 (2)	0.51 (1)	6
25	Calamba 市	9.82	平坦地		1,513 (2)	4,276 (2)	0.49 (1)	5
	小計	32.83			3,875 (3)	7,821 (2)	0.46 (1)	6
<b>III. 第4優先地域、第5優先地域</b>								
24	Los Banos 町	8.24	平坦地	市街地	858 (1)	1,468 (0)	0.13 (0)	1
23	Bay 町	3.78	平坦地		1,931 (2)	3,426 (1)	0.90 (1)	4
22	Calauan 町	0.84	平坦地	市街地 農漁村	102 (0)	583 (0)	2.80 (2)	2
21	Victoria 町	6.47	平坦地		1,355 (2)	2,110 (1)	0.94 (1)	4
20	Pila 町	4.75	平坦地		1,190 (2)	3,143 (1)	1.24 (1)	4
19	Sta. Cruz 町	8.82	平坦地	市街地 州都	2,614 (3)	4,174 (2)	0.78 (1)	6
	小計	32.90		1,578 (2)	2,764 (1)	0.78 (1)	4	
	<b>I. II. III 計</b>	82.75			2,999 (3)	5,953 (2)	0.56 (1)	6
<b>IV. 第6優先地域、第7優先地域</b>								
18	Pagsanjan 町	1.16	平坦地	市街地 農漁村	593 (1)	1,505 (0)	0.91 (1)	2
17	Lumban 町	8.90	平坦地	農漁村	552 (1)	1,630 (0)	0.58 (1)	2
16	Kalayaan 町	3.84	狭い平坦地		30 (0)	235 (0)	0.19 (0)	0
15	Paete 町	2.73	狭い平坦地		767 (1)	1,050 (0)	0.27 (1)	2

No.	自治体 (LGU)	堤防延長 (km)	湖沿岸地形	土地利用	受益人口 13.5m 以下 (人/km)	受益人口 14.3m 以下 (人/km)	受益面積 (km <sup>2</sup> /km)	合計点	
14	Pakil 町	6.30	狭い平坦地		136 (0)	302 (0)	0.11 (0)	0	
13	Pangil 町	4.26	平坦地		531 (1)	1,602 (0)	0.45 (1)	2	
12	Siniloan 町	1.59	平坦地		2,031 (2)	7,562 (2)	2.35 (2)	6	
11	Famy 町	0.60	平坦地		967 (1)	2,702 (1)	2.05 (2)	4	
10	Mabitaac 町	4.96	平坦地、山地		354 (0)	523 (0)	1.01 (1)	1	
9	Jalajala 町	23.31	山地		149 (0)	306 (0)	0.03 (0)	0	
8	Pililla 町	17.32	平坦地、山地		142 (0)	450 (0)	0.12 (0)	0	
7	Tanay 町	4.53	平坦地		1,893 (2)	3,295 (1)	0.36 (1)	4	
6	Baras 町	3.29	平坦地		762 (1)	1,785 (0)	0.33 (1)	2	
5	Morong 町	5.67	平坦地		639 (1)	1,372 (0)	0.42 (1)	2	
4	Cardona 町	13.11	山地		173 (0)	396 (0)	0.08 (0)	0	
3	Binangonan 町	19.11	山地		市街地	952 (1)	1,949 (0)	0.08 (0)	1
	小計	120.68				477 (0)	1,085 (0)	0.25 (1)	1
	総計	203.43			1,503 (2)	3,065 (1)	0.38 (1)	4	

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



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

図 4.8.1 湖岸堤システム配置案（優先地区）

#### (4) 設計条件

##### 1) 護岸高

護岸高は、日本の構造令及び DPWH 標準ガイドライン 2015 を採用し、「計画高水位＋余裕高」とする。ラグナ湖付近の水位と堤防高の関係を含め、湖岸堤高とバック堤高の設定をまとめたものは、図 4.8.2 の通りである。

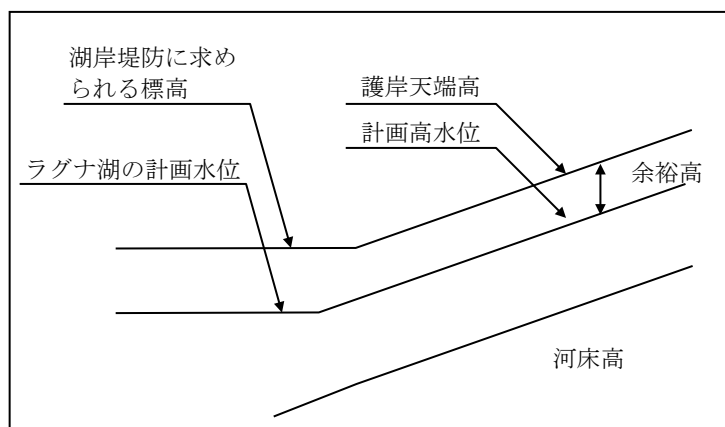


図 4.8.2 湖岸堤設計及び河川改修設計における水位と構造物標高の関係

## 2) 余裕高

湖岸堤の余裕高は、既に「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」において施工され、洪水対策施設として 10 年間の実績のあるラグナ湖湖岸堤を参考に 1.2m と設定する。

河川堤防、バック堤に必要な余裕高は、先に示した基準にならない、表 4.8.4 が示すとおり流量に応じた高さとする。ただし、図 4.8.2 に示したとおり、ラグナ湖の計画水位による背水影響区間においては湖岸堤の天端高にあわせた護岸天端高を必要とする。

表 4.8.4 堤防の計画高水流量と所要余裕高

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

出典: DPWH 標準ガイドライン 2015

## 3) 天端幅

湖岸堤の天端幅は、余裕高と同様に、「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」において施工されたラグナ湖湖岸堤を参考に、6.8mと設定する。河川洪水対策施設における天端幅は、日本の構造令及び DPWH 標準ガイドライン 2015 を採用し、表 4.8.5 に示す流量に応じた幅を参考に決定した。

表 4.8.5 堤防の天端幅

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

## 4) 法面勾配

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

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

## 4.8.2 平面、縦横断計画

### (1) 湖岸堤施設の配置検討

湖岸堤の配置を提案するにあたり、基本概念を整理する。

- LLDA 設立以前からの土地所有が認められている特殊な土地（プライアーランド）を除き、基本的に EL.12.5m 以下がラグナ湖の用地と考えられるため、EL.12.5m より低地に構造物を建設する場合、用地取得の面で問題が少なく補償費が安価であると考えられる。
- 家屋や商業地は 12.0m 付近から見受けられ、12.5m 付近から集中して確認できる。
- 将来的に、湖岸堤がラグナ湖の周囲全体で建設されるような事がある場合、堤防位置が湖側に寄るほどラグナ湖面積が減少することとなり、洪水時のラグナ湖水位の上昇が懸念される。また、低い標高地点での湖岸堤建設は、周辺の住民に対して宅地と湖の境界に対し誤解を与える可能性があるため、あまり望ましくない。
- したがって、基本的に 12.5m に湖岸堤システムの堤内地側境界を設け、その標高において住宅や商業地等の開発地が見られる場合は、EL.12.0m に湖岸堤システムの堤内地側境界を設ける事が最適であると考えられる。
- 「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」で建設された約 11km の湖岸堤の天端高は EL.15.0m である。この箇所において余裕高の範囲内に収まる嵩上げが必要な場合は、パラペットの設置にて対応する。

表 4.8.6 湖岸堤延長（ラグナ湖計画最高水位 13.8 m）

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

出典：調査団



## (2) 湖岸堤の横断面

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

### 1) コミュニティ道路のアスファルト舗装

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

### 2) 排水路盛土の省略

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

### 3) 植生ネット

近年 DPWH は芝張りの代わりに再生資材を用いた植生ネットを推奨している。この植生ネットは、DPWH の Standard Specifications for Highways Bridges and Airports, 2013 にも仕様が詳細に紹介されており、フィリピンでは一般的なものとなっている。したがって、今回は芝張り工の代わりに植生ネット工を提案する。

### 4) 標準断面

上記の更新点を踏まえた湖岸堤システムの湖岸堤、コミュニティ道路、及び排水路の標準断面を図 4.8.3 に示す。

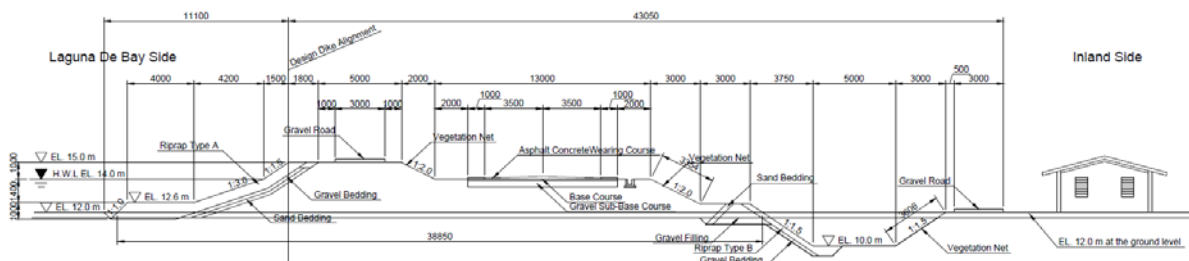


図 4.8.3 湖岸堤標準断面 (DFL 13.8m)

### (3) 排水機場及びゲート施設

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

本調査においては、当該詳細設計の内容を踏襲し、集水面積比を基に排水機場に求められる排水能力を算定した。排水機場及びゲートの規模を表4.8.7及び

表4.8.8に、排水機場配置案を図4.8.4に示す。

表 4.8.7 排水機場及びゲート施設規模 (1/2)

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

表 4.8.8 排水機場及びゲート施設規模 (2/2)

No	流域名		調整池			必要ポンプ能力 調整池有 (m <sup>3</sup> /s)	ゲート (W5m x H4m) (unit)	
			面積 (ha)	水深 (m)	調整量 (m <sup>3</sup> )			
1	SB-23	Muntinlupa	SB23-RB1	0.9	2.0	17,000	5.0	1
2			SB23-RB2	1.2	2.0	23,000	7.0	1
3			SB23-RB3	1.4	2.0	27,000	9.0	2
4			SB23-RB4	0.5	2.0	10,000	3.0	1
5			SB23-RB5	0.2	2.0	4,900	2.0	1

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

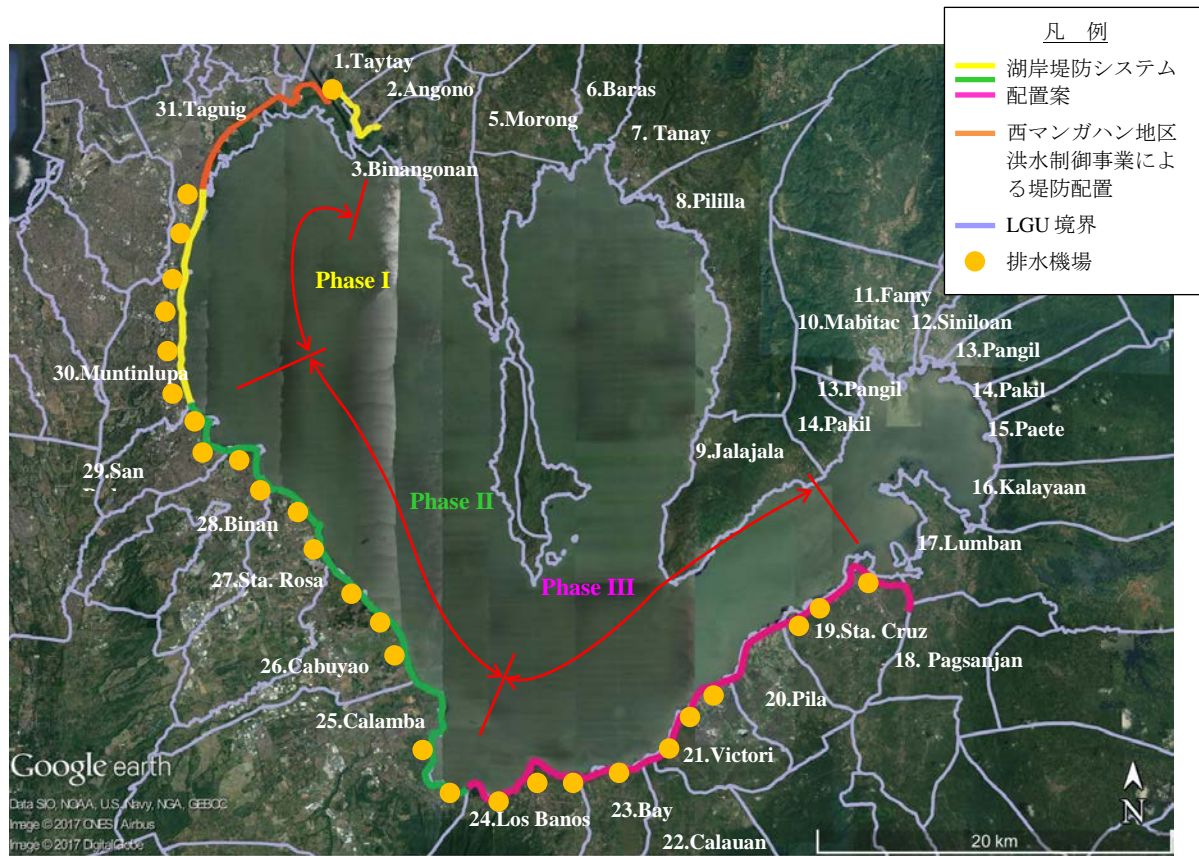


図 4.8.4 湖岸堤システムの排水機場配置案（優先地区）

## 4.9 維持管理

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

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

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

表 4.9.1 ラグナ湖の総合洪水管理に関わる事業実施/運営維持管理体制の提案

総合洪水管理対策	施設概要	事業実施機関	運営維持管理機関
放水路	地下トンネル放水路 延長約 7.8-9.8km、 排水ポンプ施設	DPWH-UPMO	・ DPWH-UPMO/MMDA
湖岸堤	天端標高 15.0m、 総延長約 83km	DPWH-UPMO	・ MMDA-FCSMO (メトロマニラ地区内) ・ DPWH-RO/DEOs 又は所管の LGUs (その他の地区) ・ 湖岸の用地管理：LLDA/LGUs
排水機場	湖岸堤範囲の低地部分に 排水機場 28 か所	DPWH-UPMO	
河川改修	湖岸堤範囲の主要河川の バック堤	DPWH-UPMO	

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

地下トンネル放水路の運営維持管理はフィリピンで初の試みとなる。提案の施設計画・設計に合わせて、放水路の運転開始・停止時のゲート操作、運用中の監視・記録、トンネル排水時のポンプ機器の運転操作は MMDA が、排水後のトンネル内の土砂撤去、清掃、点検などの詳細な方法・手順の設定、要員配置、実施、加えて大規模修繕は DPWH が担当するのが望ましい。また、地下トンネル放水路や地下貯留施設の運営維持管理に長年の経験を有する本邦の管理技術を移転していくことが望まれる。維持管理マニュアルの作成や本邦技術者による定期的な現地維持管理業務への支援を継続して実施していく必要がある。

一方、ラグナ湖岸に建設される湖岸堤、排水機場と湖岸堤周辺の主要河川の河川改修施設については、建設完了をもって管轄の DPWH-Regional Office NCR, IV-A とその所管下の DEOs あるいはメトロマニラ内であれば MMDA に移管され、維持管理が実施される。

また、地方自治体は事業実施機関との合意書（MOA）に基づき、これらの施設や河川の維持管理の分担が定められ、主に清掃やモニタリングに責任を持つ。これらの対策施設の一般的な維

持管理費用、小規模な改修費用は DPWH-RO/DEO の維持管理予算と地方自治体の予算によりまかなわれる。

改修費用がこれら機関の支出可能額を上回る場合、QRF、DPWH の年間予算、または NDRRMF の付与を申請し、対応することとなる。

## 4.10 実施手順と概略事業費算出

### 4.10.1 コンポーネント実施手順

#### (1) 基本方針

パラニャーケ放水路は、10 年程度での完成が期待でき、早期にラグナ湖沿岸全域に均等に洪水被害軽減効果を発現する。一方、湖岸堤システムは多くの住民移転、土地収用が必要であることに加え、歴史的に漁業への影響も想定され、完成までに長期間（20 年～30 年）かかる、従って、パラニャーケ放水路建設を優先事業として早期（10 年程度）に実施し、放水路の水位低減効果を見込んだ湖岸堤を長期間（30 年程度）かけて着実に実施していくことが総合洪水管理計画として適切である。なお、パラニャーケ放水路の工事期間はルートによって 5 年～8.8 年である。

事業完了目標は事業開始 30 年後とし、事業を 10 年（短期）、20 年（中期）、30 年（長期）の 3 段階に分けて実施する。

表 4.10.1 ラグナ湖総合洪水管理計画事業の実施工程案

No.	コンポーネント	事業実施期間30年（2021年–2050年）		
		短期10年 2021–2030	中期10年 2031–2040	長期10年 2041–2050
<b>I 構造物対策</b>				
1)	パラニャーケ放水路建設	■■■■■		
2)	湖岸堤システム建設（優先地域）			
	湖岸堤システム建設（Phase I, 17.02km）	■■■■■		
	湖岸堤システム建設（Phase II, 32.83km）		■■■■■	
	湖岸堤システム建設（Phase III, 32.90km）			■■■■■
<b>II 非構造物対策</b>				
1)	湖岸マネジメント計画実施	■■■■■		
2)	ラグナ湖防災委員会設立・活動	■■■■■		
3)	土地利用規制の実施	■■■■■	■■■■■	■■■■■
4)	警報システムの設立・運用	■■■■■	■■■■■	■■■■■

#### (2) 設定条件

2021 年から 2050 年の 30 年間を短期、中期、長期に分けて段階的整備を想定する。

**【準備】：2020 年 7 月～2021 年 4 月**

- F/S（10 ヶ月間）、F/S 後半から ICC 申請を含む借款準備



**【フェーズ1】：2021年5月～2030年12月**

- STEP-D/D（パラニャーケ放水路）とコンサルタント調達を並行して進め、ICC 取得後、2021年6月に交換公文（E/N）署名及び借款契約（L/A）締結
- 2021年7月にSTEP-D/D（パラニャーケ放水路）を開始
- 業者調達を並行して進め、2023年9月に業者選定完了、2023年10月にパラニャーケ放水路工事開始（最速の完成は2028年9月（ルート2-Bの場合））
- 2024年7月～2026年6月、フェーズ1湖岸堤システム詳細設計（D/D）、業者選定
- 2026年7月、フェーズ1湖岸堤システム（排水機場、橋梁、バック堤含む）工事開始
- 2029年1月～2030年12月、フェーズ2湖岸堤システム詳細設計（D/D）、業者選定

**【フェーズ2】：2031年1月～2040年12月**

- 2031年1月、フェーズ2湖岸堤システム（排水機場、橋梁、バック堤含む）工事開始
- 2039年1月～2040年12月、フェーズ3湖岸堤システム詳細設計（D/D）、業者選定

**【フェーズ3】：2041年1月～2050年12月**

- 2041年1月、フェーズ3湖岸堤システム（排水機場、橋梁、バック堤含む）工事開始

**(3) 事業実施スケジュール**

上記条件により作成した事業実施スケジュールを図4.10.1に示す。なお、パラニャーケ放水路については、4つのルートを想定する。



## 4.10.2 概略事業費

### (1) 概略事業費項目

事業費項目は以下の通りである。

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

以下は融資非適格項目である。

- 用地買収、補償
- 事業実施者の一般管理費
- 税金

### (2) 本体事業費算出方針

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

表 4.10.2 本体事業費積算方針

建設事業	積算方針
バラニャーク放水路	フィリピンでは、本格的なトンネル工事の実績が無い。したがって、「フィリピン国マニラ首都圏バラニャーク放水路に係る情報収集・確認調査, 2018年5月」、日本及び諸外国におけるトンネル工事の事例や日系ゼネコンや専門工事会社等からのヒアリングで得た情報を参考にしてフィリピンにおける工事を想定して積算する。
湖岸堤システム（排水機場、橋梁等含む）	「フィリピン国マニラ首都圏バラニャーク放水路に係る情報収集・確認調査, 2018年5月」、「メトロマニラ西マンガハン地区洪水制御事業」（入札年2000年）等の過去にフィリピンで行われた事業費を参考にしてベース値を設定し、積算基準月までの物価上昇率を加えて本体事業費を算出する。
洪水予警報システム（EFCOS）拡張	「フィリピン国マニラ首都圏バラニャーク放水路に係る情報収集・確認調査, 2018年5月」で、PAGASAからのヒアリングで得た情報を参考にして積算されているため、この工事費を基に積算基準月までの物価上昇率を加えて本体事業費を算出する。

出典： JICA 調査団

### (3) 概略事業費算出条件

概略事業費算出は以下の条件で行う。

表 4.10.3 概略事業費算出条件

項目	条件	備考
積算基準年月	2020年1月	
為替レート	1US\$=18.67JPY; 1US\$=51.03PHP 1PHP=2.130JPY	IMF公表為替レート参照 (2019年11月~2020年1月平均レートで算出)
コンサルタント費	本体事業費に対して10%	
物価上昇	本体事業費、コンサルタント費に関する物価上昇 FC 0.9%、LC 2.7%	IMF公表「世界経済見通し」データ参照
予備費	本体事業費、コンサルタント費、物価上昇の総額の10%	
用地買収、補償	用地買収費及び建物補償費を積上げ計算。物価上昇LC 2.7%及び予備費10%を見込む。	
事業者の一般管理費	本体事業費、コンサルタント費、用地買収・補償費の総額の2%	
付加価値税（VAT）	12.0%	

出典： JICA 調査団

#### (4) 概略事業費算出

##### 1) 概略事業費

上記に示す方針、条件により算出した概略事業費を表 4.10.4～表 4.10.7 に示す。なお、事業実施スケジュールの計画条件で述べた通り、本事業においてパラニャーケ放水路（内径 13 m）は4ルートと比較案を想定するため、概略事業費算出のベースとなる本体事業費は下記の条件となる。また、全ての比較案においてトンネル建設の工法はシールド工法を想定する。

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

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

オプション3： パラニャーケ放水路（ルート2B）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

オプション4： パラニャーケ放水路（ルート3）、湖岸堤システム、EFCOS 拡張

表 4.10.4 概略事業費(オプション1：ルート1、シールド)

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート1、シールド)	18,230	27,973	46,203
	湖岸堤システム*	8,964	35,858	44,822
	EFCOS 拡張	86	37	123
	計	27,281	63,868	91,149
コンサルタント費		4,557	4,557	9,115
物価上昇		3,391	30,895	34,286
予備費		3,523	9,932	13,455
用地買収、補償		0	15,293	15,293
事業者の一般管理費		0	3,266	3,266
付加価値税		0	19,596	19,596
合計(百万ペソ)		38,752	147,406	186,158

注釈：\* 湖岸堤システムは、湖岸堤防、ポンプ場、橋梁等から構成される

出典： JICA 調査団

表 4.10.5 概略事業費(オプション2：ルート2-A、シールド)

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート2A、シールド)	12,910	28,978	41,888
	湖岸堤システム*	8,964	35,858	44,822
	EFCOS 拡張	86	37	123
	計	21,960	64,873	86,833
コンサルタント費		4,342	4,342	8,683
物価上昇		2,760	29,559	32,318
予備費		2,906	9,877	12,783
用地買収、補償		0	16,028	16,028
事業者の一般管理費		0	3,133	3,133
付加価値税		0	18,797	18,797
合計(百万ペソ)		31,967	146,609	178,576

注釈：\* 湖岸堤システムは、湖岸堤防、ポンプ場、橋梁等から構成される

出典： JICA 調査団

表 4.10.6 概略事業費(オプション3：ルート2-B、シールド)

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート2B、シールド)	13,938	27,325	41,263
	湖岸堤システム*	8,964	35,858	44,822
	EFCOS 拡張	86	37	123
	計	22,988	63,219	86,208
コンサルタント費		4,301	4,301	8,621
物価上昇		2,828	29,331	32,159
予備費		3,013	9,686	12,699
用地買収、補償		0	16,428	16,428
事業者の一般管理費		0	3,122	3,122
付加価値税		0	18,734	18,734
合計(百万ペソ)		33,140	144,831	177,971

注釈：\*湖岸堤システムは、湖岸堤防、ポンプ場、橋梁等から構成される  
出典：JICA 調査団

表 4.10.7 概略事業費(オプション4：ルート3、シールド)

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート3、シールド)	20,125	30,611	50,736
	湖岸堤システム*	8,964	35,858	44,822
	EFCOS 拡張	86	37	123
	計	29,175	66,506	95,681
コンサルタント費		4,784	4,784	9,568
物価上昇		3,569	31,917	35,486
予備費		3,753	10,321	14,074
用地買収、補償		0	15,941	15,941
事業者の一般管理費		0	3,415	3,415
付加価値税		0	20,490	20,490
合計(百万ペソ)		41,281	153,373	194,654

注釈：\*湖岸堤システムは、湖岸堤防、ポンプ場、橋梁等から構成される  
出典：JICA 調査団

## 2) 支払いスケジュール

2021年からの事業実施スケジュールに合わせて、費用の支払いスケジュールを設定する。  
なお、事業実施スケジュールは前述の通り、4つのオプションを想定する。

表 4.10.8 本体事業費支払いスケジュール(オプション1)

Phase	Year	Paranaque Spillway (route 2A Shield)		Lakeshore Diking System (inclusive backwater levee, Pumping station, Bridge)		Expansion of EFCS		Total	
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.
1	2021	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	0	0	0	0	0	0	0	0
	2023	293	630	923	0	0	7	311	637
	2024	1,174	2,518	3,692	0	0	7	1,191	2,526
	2025	1,174	2,518	3,692	0	0	7	1,191	2,526
	2026	2,378	4,165	6,543	359	1,434	17	2,753	5,607
	2027	2,378	3,625	6,002	359	1,434	17	2,753	5,066
	2028	4,785	6,783	11,568	359	1,434	0	5,144	8,218
	2029	3,799	6,007	9,807	359	1,434	0	4,158	7,442
	2030	1,174	901	2,075	359	1,434	0	1,532	2,335
2	2031	1,076	826	1,902	359	1,434	0	1,435	2,260
	2032	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2033	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2034	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2035	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2036	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2037	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2038	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2039	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2040	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
3	2041	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2042	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2043	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2044	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2045	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2046	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2047	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2048	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2049	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2050	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
Total Cost		18,230	27,973	46,203	8,964	35,858	86	27,281	63,868
							37	123	91,149

出典: JICA 調査団



表 4.10.9 支払いスケジュール(オプション1)

Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total			
	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	
	2021	0	0	0	154	16	31	16	16	31	1	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41	171	222
2022	0	0	0	307	31	64	31	32	64	6	17	22	0	869	869	0	31	31	188	188	344	344	1,445	1,788	
2023	311	637	948	223	445	55	93	148	15	72	86	0	1,951	1,951	0	72	72	429	429	603	603	3,476	4,079		
2024	1,191	2,526	3,717	223	445	147	306	452	52	309	361	0	2,004	2,004	0	140	140	837	837	1,612	1,612	6,344	7,956		
2025	1,191	2,526	3,717	223	445	148	314	462	65	392	456	0	941	941	0	120	120	723	723	1,626	1,626	5,238	6,864		
2026	2,753	5,607	8,360	307	614	323	694	1,017	169	1,025	1,194	0	0	0	0	224	224	1,342	1,342	3,552	3,552	9,199	12,751		
2027	2,753	5,666	7,820	307	614	326	647	973	198	1,102	1,300	0	992	992	0	234	234	1,404	1,404	3,584	3,584	9,753	13,337		
2028	5,144	8,218	13,361	307	614	586	1,055	1,641	405	2,025	2,430	0	1,019	1,019	0	381	381	2,288	2,288	6,441	6,441	15,293	21,734		
2029	4,158	7,442	11,599	306	613	484	985	1,469	375	2,039	2,474	0	1,047	1,047	0	344	344	2,064	2,064	5,323	5,323	14,287	19,610		
2030	1,532	2,335	3,867	306	613	201	345	546	172	806	979	0	1,075	1,075	0	142	142	850	850	2,212	2,212	5,859	8,071		
2031	1,435	2,260	3,695	288	576	190	342	532	178	868	1,046	0	0	0	0	117	117	702	702	2,091	2,091	4,576	6,667		
2032	359	1,434	1,793	85	169	49	209	258	50	572	622	0	0	0	57	57	341	341	543	543	2,698	2,698	3,241		
2033	359	1,434	1,793	85	169	50	215	285	55	629	683	0	0	0	58	58	349	349	548	548	2,770	2,770	3,317		
2034	359	1,434	1,793	85	169	50	221	271	59	687	746	0	0	0	60	60	357	357	553	553	2,843	2,843	3,396		
2035	359	1,434	1,793	85	169	51	227	277	64	746	810	0	0	0	61	61	366	366	558	558	2,918	2,918	3,476		
2036	359	1,434	1,793	85	169	51	233	284	68	807	876	0	0	0	62	62	375	375	563	563	2,996	2,996	3,558		
2037	359	1,434	1,793	85	169	52	239	291	73	870	943	0	1,295	1,295	0	90	90	539	539	568	568	4,552	5,120		
2038	359	1,434	1,793	85	169	52	245	297	78	935	1,012	0	1,330	1,330	0	92	92	552	552	573	573	4,673	5,246		
2039	359	1,434	1,793	85	169	53	252	305	82	1,001	1,083	0	1,366	1,366	0	94	94	566	566	578	578	4,798	5,376		
2040	359	1,434	1,793	85	169	53	259	312	87	1,069	1,156	0	1,403	1,403	0	97	97	580	580	583	583	4,926	5,509		
2041	359	1,434	1,793	85	169	53	266	319	92	1,139	1,231	0	0	0	0	70	70	421	421	588	588	3,415	4,003		
2042	359	1,434	1,793	85	169	54	273	327	97	1,211	1,307	0	0	0	0	72	72	432	432	594	594	3,506	4,100		
2043	359	1,434	1,793	85	169	54	280	335	101	1,284	1,386	0	0	0	0	74	74	442	442	599	599	3,599	4,198		
2044	359	1,434	1,793	85	169	55	288	343	106	1,360	1,466	0	0	0	0	75	75	453	453	604	604	3,695	4,299		
2045	359	1,434	1,793	85	169	55	296	351	111	1,438	1,549	0	0	0	0	77	77	463	463	610	610	3,793	4,403		
2046	359	1,434	1,793	85	169	56	304	360	116	1,517	1,634	0	0	0	0	79	79	475	475	615	615	3,894	4,509		
2047	359	1,434	1,793	85	169	56	312	368	121	1,599	1,721	0	0	0	0	81	81	486	486	621	621	3,997	4,618		
2048	359	1,434	1,793	85	169	57	320	377	126	1,684	1,810	0	0	0	0	83	83	498	498	626	626	4,104	4,730		
2049	359	1,434	1,793	85	169	57	329	386	131	1,770	1,902	0	0	0	0	85	85	510	510	632	632	4,213	4,845		
2050	359	1,434	1,793	85	169	58	338	396	137	1,859	1,996	0	0	0	0	87	87	522	522	638	638	4,325	4,963		
	27,281	63,868	91,149	4,557	9,115	3,523	9,932	13,455	3,391	30,895	34,286	0	15,293	15,293	0	3,266	3,266	19,596	19,596	38,752	38,752	147,406	166,158		

出典: JICA 調査団

表 4.10.10 本体事業費支払いスケジュール(オプション2)

Phase	Year	Paranaque Spillway (route 2A Shield)		Lakeshore Diking System (inclusive backwater levee, Pumping station, Bridge)		Expansion of EFOS		Total				
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total		
1	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2023	447	1,081	1,537	0	0	7	464	1,098	1,562		
	2024	1,788	4,362	6,150	0	0	17	1,805	4,369	6,474		
	2025	1,788	6,252	8,040	0	0	17	1,805	6,260	8,065		
	2026	4,231	8,435	12,666	359	1,434	17	4,607	9,876	14,484		
	2027	4,231	8,290	12,521	359	1,434	17	4,607	9,731	14,339		
	2028	424	549	973	359	1,434	0	783	1,983	2,766		
	2029	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2030	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
2	2031	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2032	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2033	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2034	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2035	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2036	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2037	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2038	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2039	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2040	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
3	2041	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2042	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2043	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2044	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2045	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2046	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2047	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2048	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2049	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
	2050	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434	1,793		
Total Cost		12,910	28,978	41,888	8,964	35,858	86	37	123	21,960	64,873	86,833

出典: JICA 調査団

表 4.10.11 支払いスケジュール(オプション2)

Phase	Year	Construction Wrks		Engineering Services		Physical Contingency		Price Escalation		Land Acquisition		Administration Cost		VAT		Total	
		F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.
1	2021	0	0	187	187	19	19	2	5	7	0	0	0	0	0	208	271
	2022	0	0	374	374	38	38	7	20	27	0	869	869	0	207	419	1,544
	2023	464	1,098	290	579	77	150	228	21	115	136	0	2,314	0	578	852	4,642
	2024	1,805	4,369	290	579	217	518	735	76	524	600	0	2,376	0	1,256	2,388	9,543
	2025	1,805	6,260	290	579	219	748	967	96	933	1,029	0	941	0	1,390	2,410	10,793
	2026	4,607	9,876	374	748	526	1,203	1,728	275	1,777	2,062	0	0	0	380	5,782	15,892
	2027	4,607	9,731	374	748	530	1,218	1,748	322	2,072	2,394	0	404	0	2,427	5,834	17,218
	2028	783	1,983	302	604	117	283	369	81	543	624	0	108	0	649	1,282	4,888
	2029	359	1,434	85	169	48	193	241	37	412	449	0	74	0	444	528	3,688
	2030	359	1,434	85	169	48	198	247	42	464	505	0	76	0	455	533	3,786
2	2031	359	1,434	85	169	49	204	253	46	517	563	0	56	0	333	538	2,629
	2032	359	1,434	85	169	49	209	258	50	572	622	0	57	0	341	543	2,698
	2033	359	1,434	85	169	50	215	265	55	629	683	0	58	0	349	548	2,770
	2034	359	1,434	85	169	50	221	271	59	687	746	0	60	0	357	553	2,843
	2035	359	1,434	85	169	51	227	277	64	746	810	0	61	0	366	558	2,918
	2036	359	1,434	85	169	51	233	284	68	807	876	0	62	0	375	563	2,996
	2037	359	1,434	85	169	52	239	291	73	870	943	0	90	0	390	568	3,071
	2038	359	1,434	85	169	52	245	297	78	935	1,012	0	92	0	398	573	3,146
	2039	359	1,434	85	169	53	252	305	82	1,001	1,083	0	94	0	406	578	3,221
	2040	359	1,434	85	169	53	259	312	87	1,069	1,156	0	97	0	414	583	3,296
3	2041	359	1,434	85	169	53	266	319	92	1,139	1,231	0	70	0	421	588	3,371
	2042	359	1,434	85	169	54	273	327	97	1,211	1,307	0	72	0	432	594	3,446
	2043	359	1,434	85	169	54	280	335	101	1,284	1,386	0	74	0	442	599	3,521
	2044	359	1,434	85	169	55	288	343	106	1,360	1,466	0	75	0	453	604	3,596
	2045	359	1,434	85	169	55	296	351	111	1,438	1,549	0	77	0	463	610	3,671
	2046	359	1,434	85	169	56	304	360	116	1,517	1,634	0	79	0	475	615	3,746
	2047	359	1,434	85	169	56	312	368	121	1,599	1,721	0	81	0	486	621	3,821
	2048	359	1,434	85	169	57	320	377	126	1,684	1,810	0	83	0	498	626	3,896
	2049	359	1,434	85	169	57	329	386	131	1,770	1,902	0	85	0	510	632	3,971
	2050	359	1,434	85	169	58	338	396	137	1,859	1,996	0	87	0	522	638	4,046
Total Cost		21,960	64,873	86,833	4,342	8,683	2,906	9,877	12,783	2,760	29,559	32,318	0	16,028	16,028	31,967	146,609

出典： JICA 調査団

表 4.10.12 本体事業費支払いスケジュール(オプション3)

Phase	Year	Paranaque Spillway (route 2B Shield)		Lakeshore Drinking System inclusive backwater levee, Pumping station, Bridge)		Expansion of EFCOS		Total	
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.
1	2021	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022	0	0	0	0	0	0	0	0
	2023	459	1,168	1,627	0	0	7	476	1,176
	2024	1,837	4,673	6,510	0	0	7	1,854	4,680
	2025	1,837	4,831	6,667	0	0	7	1,854	4,838
	2026	4,453	7,681	12,134	359	1,434	1,793	4,829	9,123
	2027	4,453	7,536	11,989	359	1,434	1,793	4,829	8,978
	2028	855	1,373	2,229	359	1,434	1,793	1,214	2,808
	2029	44	62	106	359	1,434	1,793	403	1,497
	2030	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434
2	2031	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2032	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2033	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2034	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2035	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2036	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2037	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2038	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2039	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2040	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
3	2041	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2042	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2043	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2044	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2045	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2046	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2047	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2048	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2049	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
	2050	0	0	0	359	1,434	0	359	1,434
Total Cost		13,938	27,325	41,263	8,964	35,858	86	22,988	63,219
							37		123
									86,208

出典: JICA 調査団

表 4.10.13 支払いスケジュール(オプション3)

Phase	Year	Construction Works		Engineering Services		Physical Contingency		Price Escalation		Land Acquisition		Administration Cost		VAT		Total					
		F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.				
		Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot				
1	2021	0	0	179	179	18	18	36	2	5	6	0	0	0	0	48	48	199	258	457	
	2022	0	0	357	357	38	38	74	6	20	26	0	0	0	0	202	202	400	1,519	1,919	
	2023	476	1,176	273	546	77	157	234	20	121	141	0	0	0	610	610	847	4,949	5,796		
	2024	1,854	4,680	273	546	220	551	771	78	557	635	0	0	0	1,328	1,328	2,425	10,190	12,615		
	2025	1,854	4,838	273	546	222	584	806	97	728	826	0	0	0	1,177	1,177	2,446	8,737	11,184		
	2026	4,829	9,123	357	715	547	1,112	1,660	286	1,643	1,930	0	0	0	0	0	365	365	6,020	14,792	20,812
	2027	4,829	8,978	357	715	552	1,125	1,677	336	1,914	2,250	0	0	0	0	0	389	389	6,074	16,088	22,162
	2028	1,214	2,808	357	715	169	392	560	117	752	869	0	0	0	0	0	862	862	1,857	6,333	8,190
	2029	403	1,497	107	214	55	204	259	43	435	477	0	0	0	0	0	468	468	608	3,835	4,443
	2030	359	1,434	85	169	48	198	247	42	464	505	0	0	0	0	0	455	455	533	3,786	4,319
2	2031	359	1,434	85	169	49	204	253	46	517	563	0	0	0	0	333	333	538	2,629	3,167	
	2032	359	1,434	85	169	49	209	258	50	572	622	0	0	0	0	341	341	543	2,698	3,241	
	2033	359	1,434	85	169	50	215	265	55	629	683	0	0	0	0	349	349	548	2,770	3,317	
	2034	359	1,434	85	169	50	221	271	59	687	746	0	0	0	0	357	357	553	2,843	3,396	
	2035	359	1,434	85	169	51	227	277	64	746	810	0	0	0	0	366	366	558	2,918	3,476	
	2036	359	1,434	85	169	51	233	284	68	807	876	0	0	0	0	375	375	563	2,996	3,558	
	2037	359	1,434	85	169	52	239	291	73	870	943	0	0	0	0	384	384	568	3,073	3,641	
	2038	359	1,434	85	169	52	245	297	78	935	1,012	0	0	0	0	393	393	573	3,153	3,726	
	2039	359	1,434	85	169	53	252	305	82	1,001	1,083	0	0	0	0	402	402	578	3,233	3,811	
	2040	359	1,434	85	169	53	259	312	87	1,069	1,156	0	0	0	0	411	411	583	3,311	3,894	
3	2041	359	1,434	85	169	53	266	319	92	1,139	1,231	0	0	0	0	421	421	588	3,415	4,003	
	2042	359	1,434	85	169	54	273	327	97	1,211	1,307	0	0	0	0	432	432	594	3,506	4,100	
	2043	359	1,434	85	169	54	280	335	101	1,284	1,386	0	0	0	0	442	442	599	3,599	4,198	
	2044	359	1,434	85	169	55	288	343	106	1,360	1,466	0	0	0	0	453	453	604	3,695	4,299	
	2045	359	1,434	85	169	55	296	351	111	1,438	1,549	0	0	0	0	463	463	610	3,793	4,403	
	2046	359	1,434	85	169	56	304	360	116	1,517	1,634	0	0	0	0	475	475	615	3,894	4,509	
	2047	359	1,434	85	169	56	312	368	121	1,599	1,721	0	0	0	0	486	486	621	3,997	4,618	
	2048	359	1,434	85	169	57	320	377	126	1,684	1,810	0	0	0	0	498	498	626	4,104	4,730	
	2049	359	1,434	85	169	57	329	386	131	1,770	1,902	0	0	0	0	510	510	632	4,213	4,845	
	2050	359	1,434	85	169	58	338	396	137	1,859	1,996	0	0	0	0	522	522	638	4,325	4,963	
Total Cost		22,988	63,219	86,208	4,310	4,310	9,686	12,689	2,828	29,331	32,159	0	16,428	16,428	0	3,122	3,122	53,140	144,831	177,971	

出典： JICA 調査団

表 4.10.14 本体事業費支払いスケジュール(オプション4)

Phase	Year	Paranaque Spillway (route 3 Shield)		Lakeshore Diking System (inclusive backwater levee, Pumping station, Bridge)		Expansion of EFCS		Total					
		F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.	Sub-Total	F.C.	L.C.				
1	2021	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2022	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2023	338	264	601	0	17	25	355	274				
	2024	1,351	2,066	3,416	0	17	25	1,368	2,073				
	2025	1,351	3,481	4,832	0	17	25	1,368	3,489				
	2026	2,261	3,177	5,438	359	1,434	1,793	2,637	4,619				
	2027	2,565	3,076	5,641	359	1,434	1,793	2,941	4,517				
	2028	4,994	7,117	12,111	359	1,434	1,793	5,352	8,551				
	2029	4,094	6,991	11,085	359	1,434	1,793	4,452	8,426				
	2030	1,822	3,721	5,542	359	1,434	1,793	2,180	5,155				
2	2031	675	359	1,034	359	1,434	1,793	1,034	1,793				
	2032	675	359	1,034	359	1,434	1,793	1,034	1,793				
	2033	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2034	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2035	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2036	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2037	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2038	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2039	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2040	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
3	2041	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2042	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2043	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2044	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2045	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2046	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2047	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2048	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2049	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
	2050	0	0	0	359	1,434	1,793	359	1,434				
Total Cost		20,125	30,611	50,736	8,964	35,858	44,822	86	37	123	29,175	66,506	95,681

出典: JICA 調査団



表 4.10.15 支払いスケジュール(オプション4)

Phase	Year	Construction Wrks		Engineering Services		Physical Contingency		Price Escalation		Land Acquisition		Administration Cost		VAT		Total					
		F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.				
		Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot	Sub-Tot				
1	2021	0	0	158	158	16	16	32	1	4	6	0	0	0	0	43	43	176	229	404	
	2022	0	0	316	316	32	33	65	6	17	23	0	869	869	0	191	191	354	1,458	1,811	
	2023	355	271	231	463	60	54	115	16	42	58	0	2,271	2,271	0	424	424	662	3,364	4,027	
	2024	1,368	2,073	3,441	231	463	166	256	422	58	259	318	0	2,332	2,332	0	837	837	1,823	6,129	7,952
	2025	1,368	3,489	4,857	231	463	167	425	592	73	530	603	0	941	941	0	895	895	1,840	6,660	8,500
	2026	2,637	4,619	7,256	316	632	312	579	891	163	855	1,018	0	0	0	1,176	1,176	3,428	7,741	11,169	
	2027	2,941	4,517	7,458	316	632	347	582	929	211	991	1,202	0	992	992	0	1,346	1,346	3,814	8,969	12,783
	2028	5,352	8,551	13,904	316	632	609	1,097	1,706	421	2,106	2,528	0	1,019	1,019	0	2,375	2,375	6,699	15,861	22,560
	2029	4,452	8,426	12,878	315	630	517	1,111	1,628	400	2,368	2,769	0	1,047	1,047	0	2,274	2,274	5,684	15,920	21,604
	2030	2,180	5,155	7,335	315	630	273	714	987	234	1,670	1,904	0	1,075	1,075	0	1,432	1,432	3,002	10,599	13,602
2	2031	1,034	1,793	2,827	315	630	149	283	432	140	718	858	0	0	0	570	570	1,638	3,774	5,412	
	2032	1,034	1,793	2,827	200	400	137	274	412	140	751	891	0	0	0	544	544	1,511	3,653	5,164	
	2033	359	1,434	1,793	85	169	50	215	265	55	629	683	0	0	0	349	349	548	2,770	3,317	
	2034	359	1,434	1,793	85	169	50	221	271	59	687	746	0	0	0	357	357	553	2,843	3,396	
	2035	359	1,434	1,793	85	169	51	227	277	64	746	810	0	0	0	366	366	558	2,918	3,476	
	2036	359	1,434	1,793	85	169	51	233	284	68	807	876	0	0	0	375	375	563	2,996	3,558	
	2037	359	1,434	1,793	85	169	52	239	291	73	870	943	0	1,295	1,295	0	539	539	568	4,552	5,120
	2038	359	1,434	1,793	85	169	52	245	297	78	935	1,012	0	1,330	1,330	0	552	552	573	4,673	5,246
	2039	359	1,434	1,793	85	169	53	252	305	82	1,001	1,083	0	1,366	1,366	0	566	566	578	4,798	5,376
	2040	359	1,434	1,793	85	169	53	259	312	87	1,069	1,156	0	1,403	1,403	0	580	580	583	4,926	5,509
3	2041	359	1,434	1,793	85	169	53	266	319	92	1,139	1,231	0	0	0	421	421	588	3,415	4,003	
	2042	359	1,434	1,793	85	169	54	273	327	97	1,211	1,307	0	0	0	432	432	594	3,506	4,100	
	2043	359	1,434	1,793	85	169	54	280	335	101	1,284	1,386	0	0	0	442	442	599	3,599	4,198	
	2044	359	1,434	1,793	85	169	55	288	343	106	1,360	1,466	0	0	0	453	453	604	3,695	4,299	
	2045	359	1,434	1,793	85	169	55	296	351	111	1,438	1,549	0	0	0	463	463	610	3,793	4,403	
	2046	359	1,434	1,793	85	169	56	304	360	116	1,517	1,634	0	0	0	475	475	615	3,894	4,509	
	2047	359	1,434	1,793	85	169	56	312	368	121	1,599	1,721	0	0	0	486	486	621	3,997	4,618	
	2048	359	1,434	1,793	85	169	57	320	377	126	1,684	1,810	0	0	0	498	498	626	4,104	4,730	
	2049	359	1,434	1,793	85	169	57	329	386	131	1,770	1,902	0	0	0	510	510	632	4,213	4,845	
	2050	359	1,434	1,793	85	169	58	338	396	137	1,859	1,996	0	0	0	522	522	638	4,325	4,963	
Total Cost		29,175	66,506	95,681	4,784	9,568	3,753	10,321	14,074	3,569	31,917	35,486	0	15,941	15,941	0	20,490	20,490	41,281	163,373	194,654

出典： JICA 調査団

(5) パラニャーケ放水路（優先事業）単独による概略事業費算出

1) 概略事業費

パラニャーケ放水路（内径 13 m）を単独で実施した場合の概略事業費を以下に示す。

表 4.10.16 パラニャーケ放水路単独の概略事業費（オプション1：ルート1、シールド）

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート1、シールド)	18,230	27,973	46,203
コンサルタント費		2,310	2,310	4,620
物価上昇		1,419	6,379	7,797
予備費		2,196	3,666	5,862
用地買収、補償		0	2,147	2,147
事業者の一般管理費		0	1,333	1,333
付加価値税		0	7,996	7,996
合計(百万ペソ)		24,155	51,884	75,959

出典： JICA 調査団

表 4.10.17 パラニャーケ放水路単独の概略事業費（オプション2：ルート2-A、シールド）

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート2A、シールド)	12,910	28,978	41,888
コンサルタント費		2,094	2,094	4,189
物価上昇		787	5,042	5,830
予備費		1,579	3,612	5,191
用地買収、補償		0	2,882	2,882
事業者の一般管理費		0	1,200	1,200
付加価値税		0	7,197	7,197
合計(百万ペソ)		17,370	51,006	68,376

出典： JICA 調査団

表 4.10.18 パラニャーケ放水路単独の概略事業費（オプション3：ルート2-B、シールド）

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート2B、シールド)	13,938	27,325	41,263
コンサルタント費		2,063	2,063	4,126
物価上昇		856	4,815	5,671
予備費		1,686	3,420	5,106
用地買収、補償		0	3,283	3,283
事業者の一般管理費		0	1,189	1,189
付加価値税		0	7,134	7,134
合計(百万ペソ)		18,543	49,228	67,771

出典： JICA 調査団

表 4.10.19 パラニャーケ放水路単独の概略事業費(オプション4：ルート3、シールド)

費用項目	作業項目	円貨	現地貨	合計
		(百万ペソ)	(百万ペソ)	(百万ペソ)
本体事業費	パラニャーケ放水路 (ルート3、シールド)	20,125	30,611	50,736
コンサルタント費		2,537	2,537	5,074
物価上昇		1,597	7,401	8,997
予備費		2,426	4,055	6,481
用地買収、補償		0	2,795	2,795
事業者の一般管理費		0	1,482	1,482
付加価値税		0	8,890	8,890
合計(百万ペソ)		26,684	57,770	84,454

出典： JICA 調査団

## 2) 支払いスケジュール

全体事業と同様 2021 年からの事業実施スケジュールに合わせて、費用の支払いスケジュールを設定する。

表 4.10.20 パラニャーケ放水路本体事業費支払いスケジュール  
(オプション1：ルート1、シールド)

(Unit: Million of PHP)

Year	Tunnel (Route-1 Shield)			Vertical Shafts			Open Channel			River Improvement			Surplus Soil Disposal			Total			
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2023	0	0	0	293	156	450	0	404	404	0	0	0	0	0	69	69	293	630	923
2024	0	0	0	1,174	624	1,798	0	1,618	1,618	0	0	0	0	0	276	276	1,174	2,518	3,692
2025	0	0	0	1,174	624	1,798	0	1,618	1,618	0	0	0	0	0	276	276	1,174	2,518	3,692
2026	1,204	1,647	2,850	1,174	624	1,798	0	1,618	1,618	0	0	0	0	0	276	276	2,378	4,165	6,543
2027	1,204	1,647	2,850	1,174	624	1,798	0	135	135	0	942	942	0	0	276	276	2,378	3,625	6,002
2028	3,611	4,940	8,551	1,174	624	1,798	0	0	0	0	942	942	0	0	276	276	4,785	6,783	11,568
2029	3,310	4,529	7,839	489	260	749	0	0	0	0	942	942	0	0	276	276	3,799	6,007	9,807
2030	0	0	0	1,174	624	1,798	0	0	0	0	0	0	0	0	276	276	1,174	901	2,075
2031	0	0	0	1,076	572	1,648	0	0	0	0	0	0	0	0	253	253	1,076	826	1,902
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9,329	12,762	22,091	8,901	4,734	13,636	0	5,392	5,392	0	2,827	2,827	0	0	2,257	2,257	18,230	27,973	46,203

出典： JICA 調査団

表 4.10.21 パラニャーケ放水路支払いスケジュール  
(オプション1：ルート1、シールド)

(Unit: Million of PHP)

Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total		
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total
2021	0	0	0	111	111	222	11	11	23	1	3	4	0	0	0	0	5	5	0	30	30	123	160	283
2022	0	0	0	222	222	444	23	23	46	4	12	16	0	0	0	0	10	10	0	61	61	248	328	576
2023	293	630	923	222	222	444	53	92	145	14	71	85	0	1,059	1,059	0	53	53	0	319	319	582	2,446	3,028
2024	1,174	2,518	3,692	222	222	444	145	305	449	51	308	359	0	1,088	1,088	0	121	121	0	724	724	1,591	5,286	6,877
2025	1,174	2,518	3,692	222	222	444	146	313	459	64	390	454	0	0	0	0	101	101	0	606	606	1,605	4,151	5,756
2026	2,378	4,165	6,543	222	222	444	274	515	789	144	760	904	0	0	0	0	174	174	0	1,042	1,042	3,017	6,877	9,894
2027	2,378	3,625	6,002	222	222	444	277	463	740	168	789	957	0	0	0	0	163	163	0	977	977	3,044	6,238	9,283
2028	4,785	6,783	11,568	222	222	444	538	867	1,405	372	1,664	2,036	0	0	0	0	309	309	0	1,854	1,854	5,917	11,669	17,616
2029	3,799	6,007	9,807	222	222	444	436	792	1,228	338	1,688	2,026	0	0	0	0	270	270	0	1,620	1,620	4,795	10,599	15,394
2030	1,174	901	2,075	222	222	444	153	147	299	131	343	473	0	0	0	0	66	66	0	395	395	1,679	2,072	3,751
2031	1,076	826	1,902	203	203	407	141	138	279	133	350	483	0	0	0	0	61	61	0	368	368	1,553	1,947	3,500
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18,230	27,973	46,203	2,310	2,310	4,620	2,196	3,666	5,862	1,419	6,379	7,797	0	2,147	2,147	0	1,333	1,333	0	7,996	7,996	24,155	51,804	76,959

出典： JICA 調査団

表 4.10.22 パラニャーケ放水路本体事業費 支払いスケジュール  
(オプション2：ルート2-A、シールド)

(Unit: Million of PHP)

Year	Tunnel (Route-2A Shield)			Vertical Shafts			Open Channel			River Improvement			Surplus Soil Disposal			Total		
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	305	472	778	141	90	231	0	435	435	0	0	0	0	93	93	447	1,091	1,537
2024	1,222	1,889	3,111	566	360	926	0	1,741	1,741	0	0	0	0	372	372	1,788	4,362	6,150
2025	1,222	1,889	3,111	566	360	926	0	1,741	1,741	0	1,890	1,890	0	372	372	1,788	6,252	8,040
2026	3,666	5,667	9,333	566	360	926	0	145	145	0	1,890	1,890	0	372	372	4,231	8,435	12,666
2027	3,666	5,667	9,333	566	360	926	0	0	0	0	1,890	1,890	0	372	372	4,231	8,290	12,521
2028	0	0	0	424	270	694	0	0	0	0	0	0	0	279	279	424	549	973
2029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10,081	15,585	25,665	2,829	1,800	4,629	0	4,062	4,062	0	5,671	5,671	0	1,861	1,861	12,910	28,978	41,888

出典： JICA 調査団

表 4.10.23 パラニャーケ放水路支払いスケジュール  
(オプション2：ルート2-A、シールド)

(Unit: Million of PHP)

Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total		
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total
2021	0	0	0	144	144	289	15	15	29	1	4	5	0	0	0	0	6	6	0	39	39	160	208	268
2022	0	0	0	289	289	578	29	30	60	5	16	21	0	0	0	0	13	13	0	79	79	324	427	751
2023	447	1,091	1,537	289	289	578	76	149	225	20	115	135	0	1,422	1,422	0	78	78	0	468	468	831	3,611	4,442
2024	1,788	4,362	6,150	289	289	578	215	517	733	76	523	599	0	1,460	1,460	0	190	190	0	1,142	1,142	2,368	8,484	10,852
2025	1,788	6,252	8,040	289	289	578	217	747	964	95	932	1,027	0	0	0	0	212	212	0	1,273	1,273	2,389	9,706	12,095
2026	4,231	8,435	12,666	289	289	578	477	1,024	1,501	250	1,512	1,762	0	0	0	0	330	330	0	1,981	1,981	5,247	13,570	18,817
2027	4,231	8,290	12,521	289	289	578	481	1,034	1,515	293	1,759	2,051	0	0	0	0	333	333	0	2,000	2,000	5,294	13,704	18,998
2028	424	549	973	217	217	433	69	95	164	48	182	230	0	0	0	0	36	36	0	216	216	757	1,295	2,052
2029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12,910	28,978	41,888	2,094	2,094	4,189	1,579	3,612	5,191	787	5,042	5,830	0	2,882	2,882	0	1,200	1,200	0	7,197	7,197	17,370	51,006	68,376

出典： JICA 調査団

表 4.10.24 パラニャーケ放水路本体事業費支払いスケジュール  
(オプション3 ルート2-B、シールド)

(Unit: Million of PHP)

Year	Tunnel (Route-2B Shield)			Vertical Shafts			Open Channel			River Improvement			Surplus Soil Disposal			Total		
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	327	546	873	132	84	216	0	435	435	0	0	0	0	103	103	459	1,168	1,627
2024	1,308	2,184	3,492	528	337	866	0	1,741	1,741	0	0	0	0	411	411	1,837	4,673	6,510
2025	1,308	2,184	3,492	528	337	866	0	1,741	1,741	0	158	158	0	411	411	1,837	4,831	6,667
2026	3,925	6,551	10,476	528	337	866	0	145	145	0	236	236	0	411	411	4,453	7,681	12,134
2027	3,925	6,551	10,476	528	337	866	0	0	0	0	236	236	0	411	411	4,453	7,536	11,989
2028	327	546	873	528	337	866	0	0	0	0	79	79	0	411	411	855	1,373	2,229
2029	0	0	0	44	28	72	0	0	0	0	0	0	0	34	34	44	62	106
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11,120	18,562	29,682	2,818	1,800	4,618	0	4,062	4,062	0	709	709	0	2,192	2,192	13,938	27,325	41,263

出典： JICA 調査団

表 4.10.25 パラニャーケ放水路支払いスケジュール  
(オプション3 ルート2-B、シールド)

Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total			
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	
	2021	0	0	0	136	136	272	14	14	28	1	4	5	0	0	0	0	6	6	0	37	37	151	196	347
2022	0	0	0	272	272	544	28	29	56	5	15	20	0	0	0	0	12	12	0	74	74	305	402	707	
2023	459	1,168	1,627	272	272	544	75	156	231	20	120	140	0	1,620	1,620	0	83	83	0	499	499	826	3,918	4,745	
2024	1,837	4,673	6,510	272	272	544	219	550	769	77	556	633	0	1,663	1,663	0	202	202	0	1,214	1,214	2,404	9,131	11,535	
2025	1,837	4,831	6,667	272	272	544	221	563	803	97	727	824	0	0	0	0	177	177	0	1,061	1,061	2,426	7,650	10,076	
2026	4,453	7,681	12,134	272	272	544	499	933	1,432	261	1,379	1,640	0	0	0	0	315	315	0	1,890	1,890	5,485	12,470	17,955	
2027	4,453	7,536	11,989	272	272	544	503	941	1,444	306	1,601	1,907	0	0	0	0	318	318	0	1,906	1,906	5,534	12,574	18,108	
2028	855	1,373	2,229	272	272	544	121	204	325	84	391	475	0	0	0	0	71	71	0	429	429	1,332	2,740	4,072	
2029	44	62	106	23	23	45	7	11	18	6	23	29	0	0	0	0	4	4	0	24	24	80	147	226	
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13,938	27,325	41,263	2,063	2,063	4,126	1,686	3,420	5,106	856	4,815	5,671	0	3,283	3,283	0	1,189	1,189	0	7,134	7,134	18,543	49,228	67,771	

出典： JICA 調査団

表 4.10.26 パラニャーケ放水路本体事業費支払いスケジュール  
(オプション4 ルート3、シールド)

Year	Tunnel (Route-3 Shield)			Vertical Shafts			Open Channel			River Improvement			Surplus Soil Disposal			Total									
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total							
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	0	0	0	338	180	517	0	0	0	0	0	0	0	84	84	338	264	601							
2024	0	0	0	1,351	718	2,069	0	1,011	1,011	0	0	0	0	337	337	1,351	2,066	3,416							
2025	0	0	0	1,351	718	2,069	0	2,427	2,427	0	0	0	0	337	337	1,351	3,481	4,832							
2026	911	1,516	2,426	1,351	718	2,069	0	607	607	0	0	0	0	337	337	2,261	3,177	5,438							
2027	1,214	2,021	3,235	1,351	718	2,069	0	0	0	0	0	0	0	337	337	2,565	3,076	5,641							
2028	3,643	6,062	9,706	1,351	718	2,069	0	0	0	0	0	0	0	337	337	4,994	7,117	12,111							
2029	3,643	6,062	9,706	450	239	690	0	0	0	0	353	353	0	337	337	4,094	6,991	11,085							
2030	1,822	3,031	4,853	0	0	0	0	0	0	0	353	353	0	337	337	1,822	3,721	5,542							
2031	0	0	0	675	359	1,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	675	359	1,034							
2032	0	0	0	675	359	1,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	675	359	1,034							
	11,234	18,692	29,926	8,891	4,729	13,620	0	4,044	4,044	0	706	706	0	2,440	2,440	20,125	30,611	50,736							

出典： JICA 調査団

表 4.10.27 パラニャーケ放水路支払いスケジュール  
(オプション4 ルート3、シールド)

Year	Construction Works			Engineering Services			Physical Contingency			Price Escalation			Land Acquisition			Administration Cost			VAT			Total		
	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total	F.C	L.C	Sub-Total
	2021	0	0	0	115	115	231	12	12	23	1	3	4	0	0	0	0	5	5	0	31	31	128	166
2022	0	0	0	231	231	461	23	24	48	4	13	17	0	0	0	0	11	11	0	63	63	258	341	599
2023	338	264	601	231	231	461	58	54	112	15	41	57	0	1,379	1,379	0	52	52	0	313	313	642	2,333	2,976
2024	1,351	2,066	3,416	231	231	461	164	255	419	58	258	316	0	1,416	1,416	0	121	121	0	724	724	1,803	5,071	6,873
2025	1,351	3,481	4,832	231	231	461	165	424	589	72	529	601	0	0	0	0	130	130	0	778	778	1,819	5,573	7,392
2026	2,261	3,177	5,438	231	231	461	263	400	663	138	591	728	0	0	0	0	146	146	0	875	875	2,893	5,419	8,312
2027	2,565	3,076	5,641	231	231	461	298	398	696	181	678	859	0	0	0	0	153	153	0	919	919	3,274	5,454	8,729
2028	4,994	7,117	12,111	231	231	461	561	909	1,471	398	1,745	2,134	0	0	0	0	324	324	0	1,941	1,941	6,174	12,267	18,441
2029	4,094	6,991	11,085	231	231	461	469	918	1,387	363	1,957	2,320	0	0	0	0	305	305	0	1,830	1,830	5,156	12,232	17,388
2030	1,822	3,721	5,542	231	231	461	224	516	740	192	1,206	1,399	0	0	0	0	163	163	0	977	977	2,469	6,813	9,282
2031	675	359	1,034	231	231	461	100	79	179	94	201	295	0	0	0	0	39	39	0	236	236	1,100	1,145	2,245
2032	675	359	1,034	115	115	231	88	65	153	90	179	268	0	0	0	0	34	34	0	202	202	968	955	1,923
	20,125	30,611	50,736	2,537	2,537	5,074	2,426	4,055	6,481	1,597	7,401	8,997	0	2,795	2,795	0	1,482	1,482	0	8,890	8,890	26,884	57,770	84,454

出典： JICA 調査団

## (6) 年間維持管理費

パラニャーケ放水路の年間維持管理費は、パラニャーケ調査 2018 を参考に、排水ポンプの運転費用（燃料代、人件費）、機器設備維持管理費用、（機器補修、更新費）として設備費の 1.0%程度、トンネル部の維持管理費用（点検、トンネル補修等）として工事費の 0.5%程度、また、トンネル放水路の土砂撤去・清掃費用を考慮するものとし、トンネル工事費の 1.0%とする。

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

表 4.10.28 ラグナ湖の総合洪水管理に関わる年間維持管理費用

費 目	項 目	金額 (PHP million)
パラニャーケ放水路の 維持管理費 (排水ポンプの運転費用、機器設備維持管理費用、トンネル部の維持管理費用、トンネル放水路の土砂撤去・清掃費用)	Route 1	223
	Route 2-A	259
	Route 2-B	299
	Route 3	302
ラグナ湖岸堤システムの 維持管理費	土木施設	167
	機械設備	115
	合計	282
EFCOS の拡張	機械設備	1

出典： JICA 調査団