

インドネシア共和国
公共事業省水資源総局

インドネシア共和国
プルート排水機場緊急改修計画
準備調査報告書

平成 22 年 6 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

環境
CR(1)
10 - 073

インドネシア共和国
公共事業省水資源総局

インドネシア共和国
プルート排水機場緊急改修計画
準備調査報告書

平成 22 年 6 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、インドネシア共和国のプルイット排水機場緊急改修計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年10月21日から平成21年12月18日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団はインドネシア政府関係者と協議を行うとともに計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成22年5月25日から平成22年6月3日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 6 月

独立行政法人国際協力機構
部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、インドネシア共和国におけるプルイット排水機場緊急改修計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成21年10月より平成22年6月までの8ヵ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、インドネシア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成22年6月

八千代エンジニアリング株式会社
インドネシア共和国
プルイット排水機場緊急改修計画
協力準備調査団

業務主任 矢野 敏雄

要 約

要 約

1. 国の概要

インドネシア国（以下「イ」国と称す）は赤道を中心とした東西約 5,000km の範囲に、約 18,000 の島々が点在する国土面積が約 189 万 km²、総人口が約 2.28 億人（2008 年「イ」国政府推計）という、東南アジアにおいて最大規模の島嶼国家である。主要な島はジャワ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ、ニューギニアの 5 つである。民族は大多数がマレー系であり、言語はインドネシア語である。

「イ」国の経済について、2008 年の GDP は前年度比約 18% 増の US\$5,108 億、一人当たり GDP は US\$2,239、経済成長率は 6.1%、消費者物価上昇率は 11.06% である（2010 年独立行政法人日本貿易振興機構：JETRO）。2005 年の大規模な石油燃料価格の引き上げによるインフレと金利引き上げ等により、経済成長は減速したものの、段階的な政策金利の引き下げや好調な個人消費と輸出に支えられ、2006 年以降は 5% 後半から 6% 台の経済成長を達成している。また失業率については、2005 年の 11.2% を底に着実に改善されてきており、2008 年では 8.4% であった（2009 年アジア開発銀行：ADB）。

2. 無償資金協力要請の背景・経緯

「イ」国のジャカルタ特別州は、低平な扇状地に位置し、そこを南部山岳地帯に源を発する 10 本の河川が貫流するという地形的条件から、長年にわたり洪水被害が繰り返されてきた。また、近年ジャカルタ首都圏などでは、過度の人口集中と無秩序な住宅密集地の形成、地下水の過度の汲み上げによる地盤沈下などにより、特に都市内の洪水被害、洪水被害に対する脆弱性が增大している。さらに、地球温暖化の進展に伴い、年間降雨パターンが変化し、乾期における降雨量の低下と期間の長期化、雨期における降雨量の増加と期間の短期化等、気候変動に伴う洪水等の発生頻度が増加・深刻化している。こうした洪水災害は、インフラや家屋等の物的損失に留まらず、経済活動の停滞や貧困の増加等の経済的・社会的損失を伴うことから、同国の持続可能な開発のリスク要因の一つとなっている。こうした状況下で、1973 年には「イ」国政府により排水・洪水制御基本計画が策定され、主として排水事業の強化が実施されてきたものの、近年では、1976 年、1996 年、1998 年、2002 年、2007 年に大規模な洪水が発生していることに加え、毎年中小規模の洪水を受けている状況にある。特に 2002 年においては、ジャカルタ特別州の約 13% に相当する 87.1km² を冠水させ、死者 80 人を出し、直近では、2009 年 3 月に、ジャカルタ南西部の保全池のダムが崩壊して、99 名の死者および 1,000 棟近い家屋の倒壊を引き起こしているなど、近年の洪水被害による経済的損失は 10 兆ルピア（約 1,000 億円）にも達する莫大なものといわれている。

JICA は、1997 年にジャカルタ首都圏地域を対象にした開発調査「ジャボデタベック総合水管理計画調査」、2002 年には在外基礎調査「ジャボデタベック地域緊急洪水被害調査」を実施し、河川や洪水防御施設の改修、遊水地の整備などの構造物対策を提言し、また、技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト」を 2007 年 3 月に開始し、水害対策に関連する機関の河川構造物の維持管理、洪水警報、洪水氾濫区域図の設定、流域流出抑制等の非構造物対策による能力強化を行ってきた。しかしながら、ジャカルタの洪水は、既存の排水施設の老朽化、無秩序な宅地開発、人口増加、建物面積の増加、地盤沈下による雨水浸透区域の増加等に伴い、増加が大きく懸念される状況にあることに加えて、上記の状況により既存の排水マスタープランに沿った排水計画が十分に実施に移せていない状況にある。

ジャカルタの中心市街の排水区域約 42.1km²の雨水排水は、3 箇所に分散されて設置されている排水機場（プルイット、チデン、メラティ）によって実施されているが、今回対象となるプルイット排水機場は約 34.2km² の区域の排水を受け持つ最も重要な施設であるにもかかわらず、東、中央、西の 3 箇所の排水機場のうち、東排水機場は、建設から 45 年以上経過していることもあり、かなりの老朽化が進み、2008 年の雨期に入ってから、排水機場に隣接している排水路の側壁（防潮壁）が大規模なパイピング¹破壊により海水が排水機場の底を抜けて排水機場手前に設置された調節池（プルイット調整池）へ流入する事態となり、調節池が海水で満杯となることによる排水機場全体の機能停止が危惧された。パイピングは防潮堤の外側（海側）から発生したのではなく、排水機場排水路内の海水が排水路のコンクリート床板及び側壁のひび割れを通じて発生したものであることが判明したため、現在は、応急対策として、排水槽と海を遮断し、ポンプの緊急稼働による排水槽の水位を下げることにより、パイピングの進行を防いでいる状況である。

排水機場全体が機能不全に陥った場合は、対象地域の排水調整機能が止まることになるとともに、雨水および海水の流入による、大規模な浸水被害の発生が予想される。その場合の被害予想面積は、人口が極度に密集した北ジャカルタ周辺 10km² 以上にわたると考えられる。

プルイット排水機場の管理者であるジャカルタ特別州は、緊急復旧を行い、運転を再開することを目指していたが、緊急調査によると、排水機場建屋の下部や排水路の底部にパイピングホールが想定されること、防潮壁のひび割れが大きいこと、また、排水機場自体が耐用年数を上回っていることから全体の建替えが必要と判断された。しかし、排水機場の建設には多額の費用が必要となること、また建設場所が海に面した軟弱地盤地帯で、地盤沈下も激しいことから、技術的にも難しいものがあり、「イ」国は 2009 年 6 月に日本政府へ支援を要請した。

この要請を受け、JICA はジャカルタ中心市街の排水能力を確保するために、プルイット排水機場東排水機場の改修を無償資金協力として行う必要性や妥当性を検討し、適切な概略設計、事業計画を策定し、概算事業費の積算を行うことを目的とした本協力準備調査を実施することとなった。2009 年 10 月 21 日から 2009 年 12 月 18 日まで JICA は概略設計調査団を現地へ派遣し、調査団は現地で「イ」国政府関係者と要請内容の確認や現況調査を実施し、その後日本国内で解析作業を実施した。JICA は 2010 年 5 月 25 日から 2010 年 6 月 3 日まで概略設計概要説明調査団を現地へ派遣し、概略設計内容の説明・協議を実施した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

(1) 対象地域：ジャカルタ特別州北ジャカルタ地区プルイット排水機場

(2) 施設

- 1) 東排水機場建屋の建設（鉄筋コンクリート造（鋼管杭基礎）、3 階建、延床面積約 400m²）
- 2) 東排水機場の排水設備の設置（排水ポンプ設備 3 基（縦軸斜流形式 5.0m³/秒/基）、地上配管方式（口径 1500mm）、自家発電設備 1 式（1500kVA）、除塵機 3 台、水平ベルトコンベヤ 1 台）
- 3) 防潮堤の改修（堤防延長約 145m、自立式鋼管矢板式護岸）

¹ 浸透力によって土粒子が流失し、地盤内にパイプ状の水みちができる現象。一部でパイピングが発生すると、それに接する土中の動水勾配が増えて浸透力が増大し、さらにパイピングが進行する。埋立地あるいは掘削地盤の破壊の原因となる。

- (3) 相手国側負担事項
 - 1) 工事資機材搬入用道路の整備
 - 2) 既存施設撤去後の廃棄物の処分地の準備及び廃棄物の管理・処分
 - 3) 電力供給系統の付け替え
 - 4) 東排水機場改修工事期間中の代替排水設備の設置
 - 5) 非正規繫留船舶の移動
 - 6) 海上警察等の施設移動
 - 7) 環境管理計画及び環境モニタリング計画の作成、承認取得、及び実施
 - 8) その他無償資金協力に必要な一般的な相手国負担事項

(4) 想定受益者

- 1) 第一次直接受益者：プルート排水機場の排水区域内に居住する市民約 18 万人
- 2) 第二次直接受益者：ジャカルタ中心市街に居住する市民約 914 万人
- 3) 間接受益者：ジャカルタ首都圏地域に居住する住民約 2400 万人

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本事業を我が国の無償資金協力で実施する場合、概算事業費はおよそ 22.03 億円（わが国の負担：20.33 億円、「イ」国の負担：1.70 億円）と見積もられる。工期は、詳細設計、入札、建設、検査及び試運転を含めて約 34 ヶ月を想定している。

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの実施により、以下の効果が期待できる。

- (1) 直接効果
 - 1) 東排水機場の海水浸入防止機能及び内水排除機能が回復する。
 - 2) ジャカルタ中心市街の排水機能が復旧し、直接裨益人口約 18 万人の洪水被害が軽減される。また、同裨益住民の生活衛生環境が改善される。
 - 3) 地上配管方式の採用により将来の地盤沈下への対応及び破壊等のリスク回避が可能となる。
 - 4) 気候変動の影響による海面上昇及び広域地盤沈下による東排水機場の必要ポンプ揚程の不足を軽減できる。
 - 5) プルート排水機場の前の全面の防潮堤を改修することにより気候変動による海面上昇にも安定的に対応可能となる。
 - 6) 中央及び西排水機場の防潮堤を改修することにより、定期的に角落としを設置できるため、中央及び西排水機場の既存排水路の状態を検査することが可能となる。パイピング破壊の発生を予知しやすくなり、パイピング発生未然防止も可能となる。以って、中央及び西排水機場の排水機能喪失のリスクを軽減することができる。
 - 7) 万一、中央及び西排水機場でパイピング破壊が発生しても、直ちに角落としを設置することにより、パイピングによる海水流入を最小化できる。
 - 8) 将来、中央及び西排水機場を改修する際、防潮堤の止水性が高いため、工事が容易となり、建設費が縮減できる。

(2) 間接効果

- 1) 東排水機場の排水機能並びに東、中央及び西排水機場の海水止水機能が喪失することにより浸水するエリアにはジャカルタ漁港、工業地帯、ジャカルタ・コタ駅、火力発電所、高速道路インターチェンジなどの重要施設があり、これらに関連する経済活動等への被害が軽減される。
- 2) プルイット地域の洪水被害の軽減に伴い、ジャカルタ首都圏地域に居住する住民約 2400 万人の経済活動等への二次的被害が軽減される。

目 次

序文

伝達状

要約

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1
1-1-1 現状と課題.....	1
1-1-2 開発計画.....	3
1-1-3 社会経済状況.....	4
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	5
1-3 我が国の援助動向.....	6
1-4 他ドナーの援助動向.....	7
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	9
2-1 プロジェクトの実施体制.....	9
2-1-1 組織・人員.....	9
2-1-2 財政・予算.....	12
2-1-3 技術水準.....	15
2-1-4 既存の施設・機材.....	15
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	28
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	28
2-2-2 自然条件.....	30
2-2-3 環境社会配慮.....	32
第3章 プロジェクトの内容	35
3-1 プロジェクトの概要.....	35
3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標.....	35
3-1-2 プロジェクトの概要.....	35
3-2 協力対象事業の概略設計.....	36
3-2-1 設計方針.....	36
3-2-2 基本計画.....	39
3-2-3 概略設計図.....	101

3-2-4	施工計画.....	122
3-2-4-1	施工方針.....	122
3-2-4-2	施工上の留意事項.....	123
3-2-4-3	施工区分.....	124
3-2-4-4	施工監理計画.....	124
3-2-4-5	品質管理計画.....	129
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	133
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	134
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	134
3-2-4-9	実施工程.....	134
3-3	相手国側負担事項.....	135
3-3-1	特記事項.....	135
3-3-2	その他の必要事項.....	138
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	139
3-4-1	基本方針.....	139
3-4-2	定期点検項目及び対応.....	140
3-4-3	スペアパーツ購入計画.....	145
3-4-4	運営維持管理体制.....	145
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	145
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	145
3-5-2	運営・維持管理費.....	146
第4章	プロジェクトの妥当性の検証.....	149
4-1	プロジェクトの効果.....	149
4-2	課題・提言.....	150
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言.....	150
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	151
4-3	プロジェクトの妥当性.....	152
4-4	結論.....	153

添付資料

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表
6. 環境社会配慮関連資料
7. 想定被害額の概算結果
8. 地質調査結果
9. 測量結果
10. 参考資料／収集資料リスト



インドネシア国全体図



ジャカルタ首都圏



テリウン川低平地流域図と排水機場位置

インドネシア国全体図／サイト位置図



プルート東排水機場の完成予想図

写真 (1/5)

I. プリット排水機場



I ①. プリット排水機場の全景 (P-1)

左から西排水機場、中央排水機場、東排水機場



I ②. 本計画対象地（東排水機場）の全景 (P-2)

取水側（南側）から撮影



I ③. 東排水機場ポンプ室 (P-3)

既存のポンプ台数は4台。現在はパイピング現象により、ポンプは2台のみ緊急稼動中。また、床のタイルが破損している。



I ④. 電気盤 (P-4)

東排水機場2階に設置されている。

写真 (2/5)



I ⑤. 東排水機場 2 階のポンプ操作盤 (P-5)
東排水機場 2 階に設置されている。



I ⑥. 除塵機 (P-6)
鋼製設備全体に腐食が進んでいる

II. 防潮堤



II ①. 防潮堤 (P-7)
東排水機場前の防潮堤。



II ②. 船舶 (P-8)
プリーツ排水機場の防潮堤前に非正規に停泊している船舶。

III. パイピング状況



III ①. 東排水機場排水路の左側 (P-9)
排水路のコンクリート壁のひび割れから流出した海水がパイピングにより東排水機場建屋の底版下を抜けて調整池へ流入している。



III ②. 東排水機場建屋底部 (P-10)
排水機場建屋底部へのパイピングルート入り口。建屋底版の下がパイピングの結果空洞になっている。

写真 (3/5)



Ⅲ③. 東排水機場排水路1 (P-11)
排水路壁にひび割れが生じている。



Ⅲ④. 東排水機場排水路2 (P-12)
排水路壁は多くの箇所ではひび割れが生じている。

IV. 付帯施設



IV①. 排水機場倉庫・オペレーターハウス (P-13)
排水機場の倉庫(写真右)と、排水機場の運転・維持管理担当者数名の自宅(写真左)として使用されている。東排水機場排水路の横(東側)にある。



IV②. 排水機場守衛棟 (P-14)
排水機場の警備を担当している建屋。東排水機場取水路側の横(東側)にある。



IV③. 電気室(中央・東排水機場用) (P-15)
既存電気室の南東角基礎下は東排水機場のパイピングにより土砂流出を起こしている。



IV④. 電気室内部 (P-16)
変圧器3台と、電気パネル等から構成されている。内部に照明がないため、非常に暗い。また、設備の老朽化も進んでいる。

写真 (4/5)



IV⑤. 非常用発電機室 (P-17)

東・中央排水機場用の非常用発電機室。電気室の隣(北側)にある。



IV⑥. 非常用発電機室内部 (P-18)

出力 530kVA の発電機が 3 台設置されている。それぞれ老朽化が進んでいる



IV⑦. 受電盤室 (P-19)

インドネシア国営電力会社 PLN 管轄の受電盤室。東排水機場建屋の中にある。



IV⑧. 受電盤室内部 (P-20)

PLN 管轄の受電盤室内部の様子。ここから中央・東排水機場用の電気室にケーブルが繋がっている。老朽化が著しい。



IV⑨. 工事中のスクリーン (P-21)

ブルイット排水機場上流側の改修済みスクリーン。

V. 東排水機場仮復旧工事



V①. 東排水機場放流管 1 (P-22)
中央の 2 本分の仮設排水管が DKI により建設中。(防
潮堤側から撮影)



V②. 東排水機場放流管 2 (P-23)
東排水機場建屋側から撮影。



V③. 東排水機場放流管 3 (P-24)
仮復旧工事完成写真。

図表リスト

図 1-1	現況河川系統施設及びマスタープラン（1997 年）計画流量	3
図 2-1	公共事業省水資源総局の組織図	10
図 2-2	ジャカルタ特別州公共事業局の組織図	11
図 2-3	プルイット排水機場の運転維持管理体制（2009 年 11 月時点）	15
図 2-4	チリウン川低平地排水路系統図	16
図 2-5	プルイット排水機場排水系統	18
図 2-6	プルイットの旧地形と防潮堤形式	19
図 2-7	防潮堤形式	19
図 2-8	既設構造整理図（2009 年）	21
図 2-9	補修工事図面①（1991 年）	21
図 2-10	補修工事図面②（1991 年）	22
図 2-11	既設構造整理図	23
図 2-12	海面水位との連動範囲	24
図 2-13	西排水機場の構造資料	25
図 2-14	中央排水機場の構造資料	25
図 2-15	プルイット排水機場レイアウト（既設）	27
図 2-16	ケーブルルート図（既設）	28
図 2-17	プロジェクトサイト周辺の港湾と道路の位置図	29
図 2-18	ジャカルタ外環道路とタンジュンプリオク港アクセス道路の位置図 （2003 年）	30
図 2-19	ジャカルタの年間気温及び湿度（2007 年）	30
図 2-20	ジャカルタの年間降雨量及び変動（2000 年～2007 年）	31
図 3-1	防潮堤形状	45
図 3-2	防潮堤施工範囲	46
図 3-3	自立式護岸の構造モデル	47
図 3-4	地域別地震係数	49
図 3-5	角落としの設置	51
図 3-6	排水用鋼管の防護	53
図 3-7	吐出部の海底面防護	53
図 3-8	排水管の道路交差部	54
図 3-9	施設の現状及び新設排水機場構造形式の検討案	55
図 3-10	パイピング状況	56
図 3-11	Plan-1 現 東排水機場上流の場合に必要な土留め工範囲	57
図 3-12	共用電気室の位置	57

図 3-13	推定土層断面図（排水機場縦断方向）	58
図 3-14	機場配置 Plan 1 現 東排水機場上流	61
図 3-15	機場配置 Plan 2 現 東排水機場位置	62
図 3-16	機場配置 Plan 3 現 東排水機場下流	63
図 3-17	吸水槽寸法根拠図	64
図 3-18	設計手順	65
図 3-19	作用荷重模式図（吸水槽）	66
図 3-20	機場の推定土層断面図	68
図 3-21	機場の推定土層断面図	69
図 3-22	増設時の図面資料	70
図 3-23	新設杭の杭頭処理	71
図 3-24	新設杭の配置案	72
図 3-25	排水管路ピット縦断面図	74
図 3-26	排水管路ピット断面図	75
図 3-27	排水方式	76
図 3-28	ポンプ揚程	79
図 3-29	東排水機場改修計画平面図	81
図 3-30	ポンプへの電力供給システム	82
図 3-31	排水機場の施工フロー	84
図 3-32	防潮堤の施工フロー図	86
図 3-33	プルイット排水機場直近区間最小流下能力地点	87
図 3-34	貯水池水位容量曲線図	88
図 3-35	Jakarta OBS ハイエットグラフ	89
図 3-36	プルイット排水機場貯水池水位及び流入量	89
図 3-37	計算水位とポンプ吐出量	92
図 3-38	現行操作と東排水機場停止時の比較	93
図 3-39	計算水位とポンプ吐出量	94
図 3-40	現行操作規則と復旧後の操作規則の比較	96
図 3-41	計算水位【ドゥリポンプ完成後・仮設ポンプ無し】	98
図 3-42	インドネシアにおける洪水発生回数	98
図 3-43	ジャカルタにおける大規模洪水発生間隔	98
図 3-44	施設建設請負業者の実施体制	125
図 3-45	コンサルタントの施工／調達監理時の位置付け	127
図 3-46	鋼管矢板の構造と呼び名	131
図 3-47	アクセス道路	136
図 3-48	施設管理フロー図	139
図 3-49	防潮堤天端の嵩上げ	141

表 1-1	行政区域ごとの面積、人口及び人口密度（2007 年）	5
表 1-2	ジャカルタ首都圏における我が国の洪水関連技術協力	7
表 1-3	我が国の援助活動.....	7
表 1-4	他ドナーの援助活動.....	8
表 2-1	公共事業省の年間予算.....	13
表 2-2	公共事業省水資源総局の年間予算.....	13
表 2-3	ジャカルタ特別州公共事業局の年間予算.....	14
表 2-4	排水機場の排水区域.....	16
表 2-5	各排水機場の概要.....	17
表 2-6	プルイット排水機場ポンプ排水量.....	18
表 2-7	既設設備リスト.....	26
表 2-8	主な環境社会影響・回避緩和策.....	32
表 3-1	地質特性一覧表.....	39
表 3-2	概略設計に使用する標高（基準点 PL01）.....	41
表 3-3	矢板比較表.....	43
表 3-4	防潮堤構造形式比較表.....	44
表 3-5	重要度係数.....	50
表 3-6	構造形式別係数.....	50
表 3-7	機場配置比較表.....	59
表 3-8	基礎形式選定表.....	67
表 3-9	杭軸直角方向の設計資料.....	73
表 3-10	ポンプ台数比較表.....	78
表 3-11	既設の非常用発電設備の概要.....	83
表 3-12	貯水池水位容量.....	88
表 3-13	プルイット排水機場のポンプ能力.....	90
表 3-14	通常時のプルイット排水機場の現行運用規則.....	90
表 3-15	ジャカルタ降雨観測所の確率別 24 時間雨量と 2008 年 2 月洪水に 対する倍率	91
表 3-16	確率年毎のハイドログラフを用いた不定流計算結果.....	91
表 3-17	現行操作規則.....	94
表 3-18	暫定操作規則.....	95
表 3-19	現行操作規則.....	96
表 3-20	復旧後操作規則.....	97
表 3-21	プルイット近傍の雨量観測データ	99
表 3-22	施設建設に係る両国間負担分担.....	124

表 3-23	日本人施工管理体制.....	126
表 3-24	日本人施工／調達監理体制.....	129
表 3-25	材料に係る主要品質管理項目.....	130
表 3-26	工場検査.....	132
表 3-27	施設建設材料（主要資機材）の調達先.....	133
表 3-28	業務実施工程表.....	135
表 3-29	防潮堤の定期点検.....	140
表 3-30	土木施設の点検内容.....	142
表 3-31	本計画施設の運営・維持管理の主な項目.....	143
表 3-32	ポンプ設備の標準的な定期点検項目.....	144
表 3-33	受変電設備の標準的な定期点検項目.....	144
表 3-34	プルイット排水機場排水施設に必要な要員.....	145
表 3-35	本プロジェクト実施後の想定運営・維持管理費.....	147
表 4-1	プロジェクトの効果.....	149

略語集

BBWSCC	Ciliwung-Cisadane River Basin Development Agency (チリウン・チサダネ流域開発工事事務所 (公共事業省の地方機関))
BPLHD	Jakarta Environmental Management Agency (ジャカルタ市環境局)
DINAS PU DKI Jakarta	Public Works Department, City of Jakarta (ジャカルタ特別州公共事業局)
DGWR PU	Directorate General of Water Resources of Ministry of Public Works (公共事業省水資源総局)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
FL	Floor Level (床高)
GL	Ground level (地盤高)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GRDP	Gross Regional Domestic Product (国内地域総生産)
HHWL (S)	Highest High Water Level at the sea (既往最高海水位)
HWL (R)	High Water Level at the reservoir (最高貯水池水位)
HWL (S)	High Water Level at the sea (最高海水位)
ha	Hectare (ヘクタール)
hr	Hour (時間)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
L	Liter (リットル)
LWL (R)	Low Water Level at the reservoir (最低貯水池水位)
LWL (S)	Low Water Level at the sea (最低海水位)
M/D	Minutes of Discussion (協議議事録)
min	Minutes (分)
mm	Millimeter (ミリメートル)
MSL	Mean Sea water Level (平均海水位)
pH	Hydrogen ion exponent (水素イオン濃度の逆数の常用対数値)
PLN	Indonesia Electricity Corporation (国営電力会社)
PP	“Priok Peil” (1925年にタンジュンプリオク港に設置された最低海水位 (プリオクペイル))
PU	Ministry of Public Works (公共事業省)
RMU	Ring Main Unit (系統連携用開閉設備)
SDPU DKI Jakarta	Municipal Public Works of Water Resources of Public Works, City of Jakarta (ジャカルタ特別州公共事業局地方水資源局)
sec	Second (秒)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 位置及び地勢

インドネシア国（以下「イ」国と称す）のジャカルタ特別州はジャワ島北西部に位置し人口約914万人(2008年政府推計)の人口規模を持つ都市である。また、ジャカルタを中心に周辺都市を加えた首都圏ジャボデタベック地域全体では、約2,400万人(2008年政府推計)の人口を有し、世界有数の首都圏地域として成長している。

ジャカルタ特別州は、低平な扇状地に位置し、そこを南部山岳地帯に源を発する10本の河川が貫流するという地形的条件から、洪水に対して脆弱であり、長年にわたり洪水被害が繰り返されてきた。

(2) ジャカルタ首都圏の治水状況

ジャカルタ首都圏では、上述の地形的要因に加えて、過度の人口集中と無秩序な住宅密集地の形成、地下水の過度の汲み上げによる地盤沈下、並びに治水・排水対策の遅れから度々洪水被害を受けてきた。ジャカルタでは排水設備の不整備による内水による湛水が年数回発生し、家屋・資産の被害に加えて、交通機関の麻痺、経済活動の停止等多大の被害を与えている。こうした地域は氾濫常襲地域としてリストアップされており、ジャカルタ特別州公共事業局管内では78カ所、その他の地域でも氾濫常襲地域地図が作成されている。さらに、地球温暖化の進展に伴い、年間降雨パターンが変化し、乾期における降雨量の低下と期間の長期化、雨期における降雨量の増加と期間の短期化等、気候変動に伴う洪水等の発生頻度が増加・深刻化している。

一方、2002年1月から2月かけて発生したジャカルタ大浸水では、内水だけでなく外水氾濫によって甚大な被害が発生した。この浸水に対してはJICA在外基礎調査「ジャボデタベック地域洪水被害調査」（以下、「既往調査」と称す）が2002年に実施され、被害の実態と浸水原因の調査が行われている。この大浸水では、ジャカルタ特別州の約13%に相当する87.1km²が冠水し、死者80人を出し、38万人が避難生活を強いられる等、近年にない大災害が発生し、被害総額は7.3兆ルピアに達したとされる。直近では、2009年3月に、ジャカルタ南西部の保全池のダムが崩壊して、99名の死者および1,000棟近い家屋の倒壊を引き起こしているなど、近年の洪水被害による経済的損失は10兆ルピア（約1000億円）にも達する莫大なものといわれている。

このような深刻な洪水が発生した原因として以下が上げられている（既往調査による）。

<河川>

- 1) 西放水路の改修やチリウン放水路の建設など必要な工事が、住民の合意の形成や土地収用の遅れのため、実施されていない。
- 2) 河川管理は、中央政府と県（Province）の担当であるが、規則及びガイドラインには明確な規定が無く、これが河川巡視の欠如や堤防の破損等、維持管理上の問題を発生させている。
- 3) 河川へのゴミの不法投棄、不法居住者の家屋の存在等が河川の疎通能力を減少させている。不法居住者の問題は河川範囲（河川の定義）が不明確な事に原因がある。
- 4) 上流部における土砂浸食、崩壊・土石流によって生じた土砂流送とその堆積によって河床上昇

が生じ、疎通能力が減少した。

5) 住民側に治水や浸水に関する知識がなかった。

<排水施設>

地方分権化によって、排水施設は県または市に移管され、維持管理・操作される事になった。しかし、その経験・能力並びに予算が不十分なため、ゲートやポンプ操作が不適切となり、これが大浸水の大きな原因となった。

(3) ジャカルタ首都圏の排水施設の現状と課題

ジャカルタ首都圏の内、1997年の時点で都市排水施設が敷設されていたのは、ジャカルタ特別州、タンゲラン市及びプカシ市である。

1) ジャカルタ特別州の既存排水施設

1993年のジャカルタ治水・排水計画によって東放水路と西放水路の間に位置する地区の排水計画が策定された。この計画によって既存河川を排水幹線として25年洪水対応で改修すると共に、地区を6つの排水区分け、排水機場や排水路の整備を行うこととなった。排水計画の内、既存河川の整備や排水機場建設は実現した。

現在、ジャカルタ首都圏の雨水排水は、北のボゴール地域から流下して来るチリウン川等の河川を排水幹線として利用しつつ、これに2次・3次幹線等を接続する極めて複雑なネットワークを通じて行われている。これらの河川はジャワ湾の潮位の影響を受けるために、18箇所の排水機場や23箇所の洪水ゲートで排水が行われている。

2) 現在の状況における排水施設の課題

a) 広域地盤沈下の影響による排水区域の変更拡大

プルート排水機場に係る河川及びポンプ施設は、ジャカルタの中心市街の排水区域約42.1km²の内水排除を受け持ち、チリウン川、チデン川、ドゥリ川の3河川及びそれぞれの河口に設置されているマリーナゲート、パサーライカンゲート、ドゥリゲートで構成されている。1997年までは、これらの3防潮ゲートは機能していたが、その後の地盤沈下によりパサーライカンゲート、ドゥリゲートは、相対的に海水面が内水位より高くなったため、常時閉鎖の状態である。マリーナゲートは、かろうじて運用を行っているが、今年2月には、ゲート天端を越水する高潮が発生するなど、常時閉鎖は時間の問題と推測される。現在でも海水面が高いときは、閉鎖され洪水はプルート排水機場へ流下している。

その結果、本来、チリウン川、チデン川、ドゥリ川から直接海へ放流されていた洪水は、プルート調節池へ導水され、プルート排水機場により排水されることとなっている。

b) プルート排水機場の排水区域拡大による相対的治水能力の低減

都市排水マスタープランにおいては、降雨確率1/25で計画されていたが、「ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト」(以下、「ジャカルタ技プロ」と称す)の見直しによると、排水区域の拡大により現在では約1/3程度の能力に低下している。

c) プルート排水機場の東排水機場の老朽化

プルート排水機場は約34.2km²の区域の排水を受け持つ最も重要な施設であるにもかかわらず、東、中央、西の3箇所の排水機場のうち、東排水機場は、建設から45年以上経過していることもあり、かなりの老朽化が進んでいる。

マスタープランの基本的方針は以下のとおりである。

- 1) 計画目標年を 2025 年として、将来の土地利用状況が推定された。計画目標年では開発がジャカルタ首都圏の未開発域においても進行し、この結果、各地域の貯留・保水機能が失われ、流量は現在に比べて更に 50%増加するものとして計画流量を定めている。
- 2) 河川ぎりぎりまで立て込んだ家屋により拡幅が困難で、また海域との接続から河道の掘削・浚渫に限界があるため、河道の疎通能力の増加は、土地収用・移転家屋を最低限に抑えるために現行水路沿いに堤防を建設し、計画洪水位を上げる事によって対応する。この結果、計画堤防高が現地盤から 2~3 メートル高くなる河川区間も発生する。
- 3) 上記改修でも計画流量を流下させられない河川については、流量に余裕のある河川や直接ジャワ湾への新規放水路建設によって対応する。こうした河川は、チリウンー西放水路水系と東放水路水系であって、それぞれ、チリウン川からチサダネ川へ放水するチリウン放水路トカクン川等の中小 5 河川をジャワ湾に放水するための東放水路を建設する。

ジャカルタ特別州西部とチサダネ川下流部の洪水被害の甚大さを考慮して、1997 年に OECF(現 JBIC)によって、優先プロジェクトを先取り実施するものとするが、チサダネ川の改修が当面の 25 年確率対応であるため、これに合わせチリウン放水路は計画 600 m³/sec の内、暫定分派量を半分 の 300 m³/sec とする。

本事業は、1998 年に開始されたが、放水先であるチサダネ川周辺の住民の合意が得られなかったこと並びに土地収用の問題から 2005 年に中止が決定している。また、マスタープランで提案された東放水路も「イ」国政府予算(APBN)により 2003 年に開始されたが、土地収用の問題により進展は思わしくなかったが、2010 年にチピナン川からの流入地点より下流は完成にこぎつけた。

1-1-3 社会経済状況

(1) 「イ」国概況

「イ」国は赤道を中心とした東西約 5,000km の範囲に、約 18,000 の島々が点在する国土面積が約 189 万 km²、総人口が約 2.28 億人（2008 年「イ」国政府推計）という、東南アジアにおいて最大規模の島嶼国家である。主要な島はジャワ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ、ニューギニアの 5 つである。民族は大多数がマレー系であり、言語はインドネシア語である。

「イ」国の経済について、2008 年の GDP は前年度比約 18% 増の US\$5,108 億、一人当たり GDP は US\$2,239、経済成長率は 6.1%、消費者物価上昇率は 11.06% である（2010 年 JETRO）。1997 年のアジア通貨危機以降、「イ」国の経済は 1988 年を底に改善しつつあったが、2005 年の大規模な石油燃料価格の引き上げによるインフレと金利引き上げ等により、経済成長は減速した。しかしながら段階的な政策金利の引き下げや好調な個人消費と輸出に支えられ、2006 年以降は 5% 後半から 6% 台の経済成長を達成している。また失業率については、2008 年後半に経済危機があったものの、2005 年の 11.2% を底に着実に改善されてきており、2008 年では 8.4% であった（2009 年 ADB）。

内政状況としては、2009 年 7 月の大統領選挙において、スシロ・バンバン・ユドヨノ大統領が再選され、同年 10 月に 2 期目の就任を果たした。2 期目のユドヨノ政権は、政府の最優先課題として、競争力のある経済発展と天然資源の活用及び人的資源の向上を通じて国民福祉を向上させることを挙げている。

(2) プロジェクト対象地域の概況

プロジェクト対象地域は「イ」国の首都であるジャカルタであり、その面積及び人口のため「イ」国の他の州と同格の「ジャカルタ特別州」という形をとっている。2007年の知事制令 171 番 (Governor Decree in 2007, No. 171) によると、ジャカルタ特別州の面積は陸域で 662.33 km²、海域で 6,977.5 km²で、110 の諸島がある。そして、水資源及び漁業やその他の事業のために 27 箇所の河川・放水路・運河がある。

ジャカルタ特別州は、南ジャカルタ、東ジャカルタ、中央ジャカルタ、西ジャカルタ及び北ジャカルタの 5 つの行政区域と諸島地域に分かれており、それらの面積はそれぞれ 141.27 km²、188.03 km²、48.13 km²、129.54 km²、146.66 km²そして 8.70 km²である。

ジャカルタ特別州の人口は約 914 万人 (2008 年政府推計) であり、各地区の人口は表 1-1 に示すとおりである。2008 年の人口密度は一平方キロメートル当たり約 13.8 千人に到達し、「イ」国でもっとも密度の高い地域となっている。

表 1-1 行政区域ごとの面積、人口及び人口密度 (2007 年)

行政区域	面積 (km ²)	人口 (人)	人口密度 (人/km ²)
南ジャカルタ	141.27	2,100,930	14,872
東ジャカルタ	188.03	2,421,419	12,878
中央ジャカルタ	48.13	889,680	18,485
西ジャカルタ	129.54	2,172,878	16,774
北ジャカルタ	146.66	1,453,106	9,908
諸島地域	8.70	19,980	2,297
合計	662.33	9,057,993	13,676

出典：国家社会経済調査 (2007)

ジャカルタは「イ」国における経済、文化、政治の中心であり、ジャカルタ首都圏は今や世界で 2 番目に大きな地域である。ジャカルタ特別州の 2008 年の統計書によると、2007 年のジャカルタ特別州の経済成長率は 6.44% であり、国内地域総生産 (GRDP: Gross Regional Domestic Product) は 501.77 兆ルピアである。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 要請の背景・経緯

前述の通り、ジャカルタ特別州は、地形的条件及び自然条件に加えて、社会・経済的な条件により、特に都市内の洪水被害、洪水被害に対する脆弱性が增大している。こうした状況下で、1973 年には「イ」国政府により排水・洪水制御基本計画が策定され、主として排水事業の強化が実施されてきたものの、近年では、1976 年、1996 年、1998 年、2002 年、2007 年に大規模な洪水が発生していることに加え、毎年中小規模の洪水を受けている状況にある。

このような状況下、我が国は、JICA を通じ、1997 年にジャカルタ首都圏地域を対象にした開発調査「ジャボデタベック総合水管理計画調査」、2002 年には在外基礎調査「ジャボデタベック地域緊急洪水被害調査」を実施し、河川や洪水防御施設の改修、遊水地の整備などの構造物対策を提言し、また、ジャカルタ技プロを 2007 年 3 月に開始し、水害対策に関連する機関の河川構造物の維持管理、洪水警報、洪水氾濫区域図の設定、流域流出抑制等の非構造物対策による能力強化

を行ってきている。しかしながら、ジャカルタの洪水は、既存の排水施設の老朽化、無秩序な宅地開発、人口増加、建物面積の増加、地盤沈下による雨水浸透区域の減少等に伴い、増加が大きく懸念される状況にあることに加えて、上記の状況により既存の排水マスタープランに沿った排水計画が十分に実施に移せていない状況にある。

2008年の雨期に入ってから、プルート東排水機場の排水路の側壁（防潮壁）に大きな亀裂が発生し、排水路内の海水が排水路外に流出するに至り、これに伴って発生した大規模なパイピング破壊により海水が排水機場の底を抜けて排水機場上流に設置されたプルート調整池へ流入する事態となり、排水機場全体の機能喪失が危惧された。ジャカルタ特別州公共事業局は、応急対策として、排水路と海を遮断し、仮設ポンプにより排水路の水位を下げパイピングの進行を防いでいる状況である。

排水機場全体が機能不全に陥った場合は、対象地域の排水調整機能が止まることになるとともに、雨水および海水の流入による、大規模な浸水被害の発生が予想される。その場合の被害予想面積は、人口が極度に密集した北ジャカルタ周辺 10km²以上にわたると考えられる。

プルート排水機場の管理者であるジャカルタ特別州は、緊急復旧を行い運転再開を目指していたが、緊急調査によると、排水機場建屋の下部や排水路の底部にパイピングホールが想定されること、防潮壁のひび割れが大きいこと、また、排水機場自体が耐用年数を上回っていることから全体の建替えが必要と判断された。しかし、排水機場の建設には多額の費用が必要となること、また建設場所が海に面した軟弱地盤地帯で、地盤沈下も激しいことから、技術的にも難しいものがあり、日本政府へ支援を要請してきたものである。

(2) 要請の概要

(2009年6月の当初要請内容に基づく)

- 1) 対象地域：ジャカルタ特別州北ジャカルタ地区プルート排水機場
- 2) 施設
 - a) 東排水施設新規設置（現状設置基数：4基）
 - b) 東排水機場建屋再建設（現状規模：1階建て、約400m²）
 - c) 防潮堤の改修（東排水機場前：約40m）
- 3) 想定受益者
 - a) 第一次直接受益者：プルート排水機場の排水区域内に居住する市民約18万人
 - b) 第二次直接受益者：ジャカルタ中心市街に居住する市民約914万人
 - c) 間接受益者：ジャカルタ首都圏地域に居住する住民約2400万人

1-3 我が国の援助動向

(1) ジャカルタ首都圏における我が国の洪水関連技術協力

我が国は、表1-2に示す洪水関連技術協力を実施してきた。特に、2007年からは、ジャカルタ首都圏の洪水被害を軽減すべく、既に建設されている排水施設の最適運営や洪水予警報、ハザードマップ作成などの非構造物対策について、治水関連機関の職員を対象とした能力強化を目的としてジャカルタ技プロを実施した。

表 1-2 ジャカルタ首都圏における我が国の洪水関連技術協力

プロジェクト名	期間	内容
ジャボデタベック総合水管理計画調査	1997	JICA 案件で、ジャカルタ、ボゴール、タンゲラン、プカシ地域を対象にした水管理開発調査。
チリウン、チサダネ洪水防御プロジェクト	1998	JBIC 案件で、河川・洪水防御施設の改修や遊水池の整備等の構造物対策。
ジャボデタベック地域緊急洪水被害調査	2002	JICA 在外基礎調査案件で、今まで実施された洪水対策・予警戒等を再調査。
ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト	2007.3- 2010.3	JICA 案件で、洪水対策関連機関の職員に対して非構造物による治水対策の基礎技術を移転。

(2) その他の援助活動

我が国は、上記のジャカルタ首都圏における技術協力案件のほかに、表 1-3 のような援助活動を行っている。中でも有償資金協力の気候変動対策プログラム・ローン（2008 年第一期、2009 年第二期、2010 年第三期）は、我が国の「クールアース・パートナーシップ」に基づく支援であり、「イ」国のセクター毎の目標や行動計画を含んだ「気候変動国家行動計画（National Action Plan Addressing Climate Change）」を促進するものである。森林、エネルギー、運輸、農業など様々な分野を対象としており、水資源分野（河川管理）もその一つであり、予測される将来の気候変動と河川流量変動に対応した治水（洪水防御）、利水（農業用水・上工水・発電等）、保全（上流域保全・水質保全等）を含む包括的な施策検討に向けて、行動計画の策定や法制度整備などを図る。同プログラム・ローンの目標のうち、本プロジェクトに関連する水資源分野の主要な具体的成果としては、気候変動の影響に適応した最適な流域管理を実践するため、①統合水資源計画の策定、②利害関係者の調整及び施設建設計画策定の中核となる水協議会等の設立が挙げられている。

表 1-3 我が国の援助活動

援助機関	援助活動
有償資金協力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 災害復興・管理セクター・プログラムローン ・ チタルム川上流洪水防御事業 ・ メダン洪水防御事業 ・ 気象変動対策プログラムローン
技術協力プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 河川流域機関実践的水資源管理能力向上プロジェクト
開発調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然災害管理計画管理
専門家（個別）派遣	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水資源政策アドバイザー

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーは表 1-4 のような援助活動をしているが、本プロジェクトと直接競合するプロジェクトはない。

表 1-4 他ドナーの援助活動

援助機関	援助活動
世界銀行	<p>CPS : Country Partnership Strategy (2009～2012) において、公共機関に対する投資が開発成果発現に必要であり、その中でも「持続的な環境と災害被害の軽減」を5つの主要取組分野の一つに位置付けている。特に、災害分野に関しては、行動計画や災害保障の枠組策定において、国家開発企画庁（BAPPENAS）及び国家災害対策庁（BNPB）の能力強化が重要であるとしている。現在は、「水資源・灌漑セクター管理プログラム」（Water Resources Irrigation Sector Management Program）等を通じ、治水セクターの維持管理体制の改善（維持管理能力の水利組合への移管・強化）を支援している。プルート排水機場関連では、プルート調整池の浚渫を計画している。</p>
アジア開発銀行（ADB）	<p>Country Strategy and Program Update (2006～2009) において、近年の大規模な洪水被害に鑑み、統合的水資源管理体制の構築を支援していく方針を掲げている。これまで、水資源管理、災害管理機能強化のプロジェクト形成のため、「流域洪水対策事業」（Flood Management in Selected River Basin）や「統合的チタルム流域水資源管理事業」（Integrated Citarum Water Resources Management）といった技術協力を実施している。</p>

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクト全体の監督責任機関は、公共事業省水資源総局(Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works)である。本排水機場建設中の実施機関は、公共事業省水資源総局及びジャカルタ特別州公共事業局の両機関であり、建設後の維持管理責任機関はジャカルタ特別州公共事業局である。

2-1-1 組織・人員

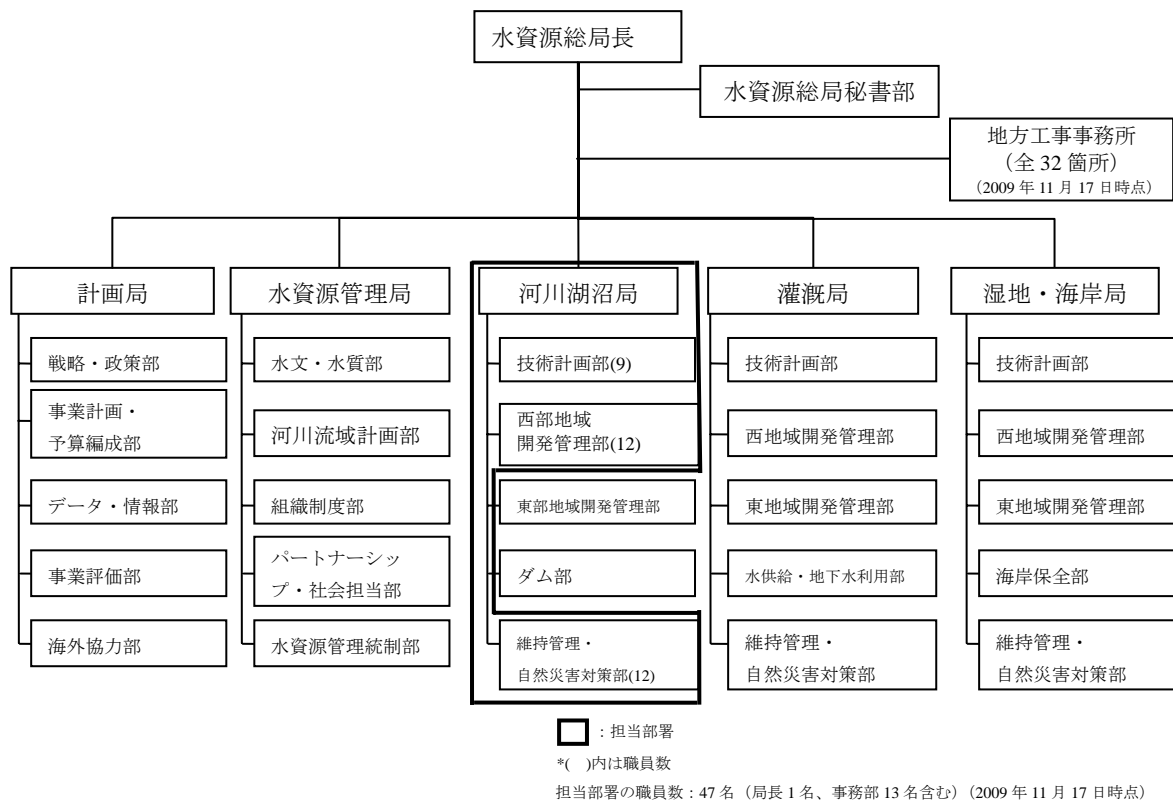
プロジェクトの実施体制として、監督責任機関である公共事業省水資源総局及び実施機関であるジャカルタ特別州公共事業局の組織・人員の状況を以下に示す。

(1) プロジェクト監督責任機関の組織・人員

「イ」国の治水行政は、公共事業省が監督官庁として、全国の水資源事業に関して主要施策を策定しており、水資源総局、道路総局、都市住宅総局、空間計画総局の4つの総局がある。公共事業省の総職員数は14,372人である。

公共事業省水資源総局は、本プロジェクトの監督責任機関であり、かつ、実施機関でもある。図2-1に示す組織図の通り、公共事業省水資源総局の本部は計画局、水資源管理局、河川湖沼局、灌漑局そして湿地海岸局の5つの局から構成されている。公共事業省水資源総局の総職員数は5,071人であり、図2-1の太枠で示した河川湖沼局の技術計画部、西部地域開発管理部、維持管理・自然防災対策部が本プロジェクトを担当する。担当職員数は47人である。

公共事業省水資源総局の組織を図2-1に示す。

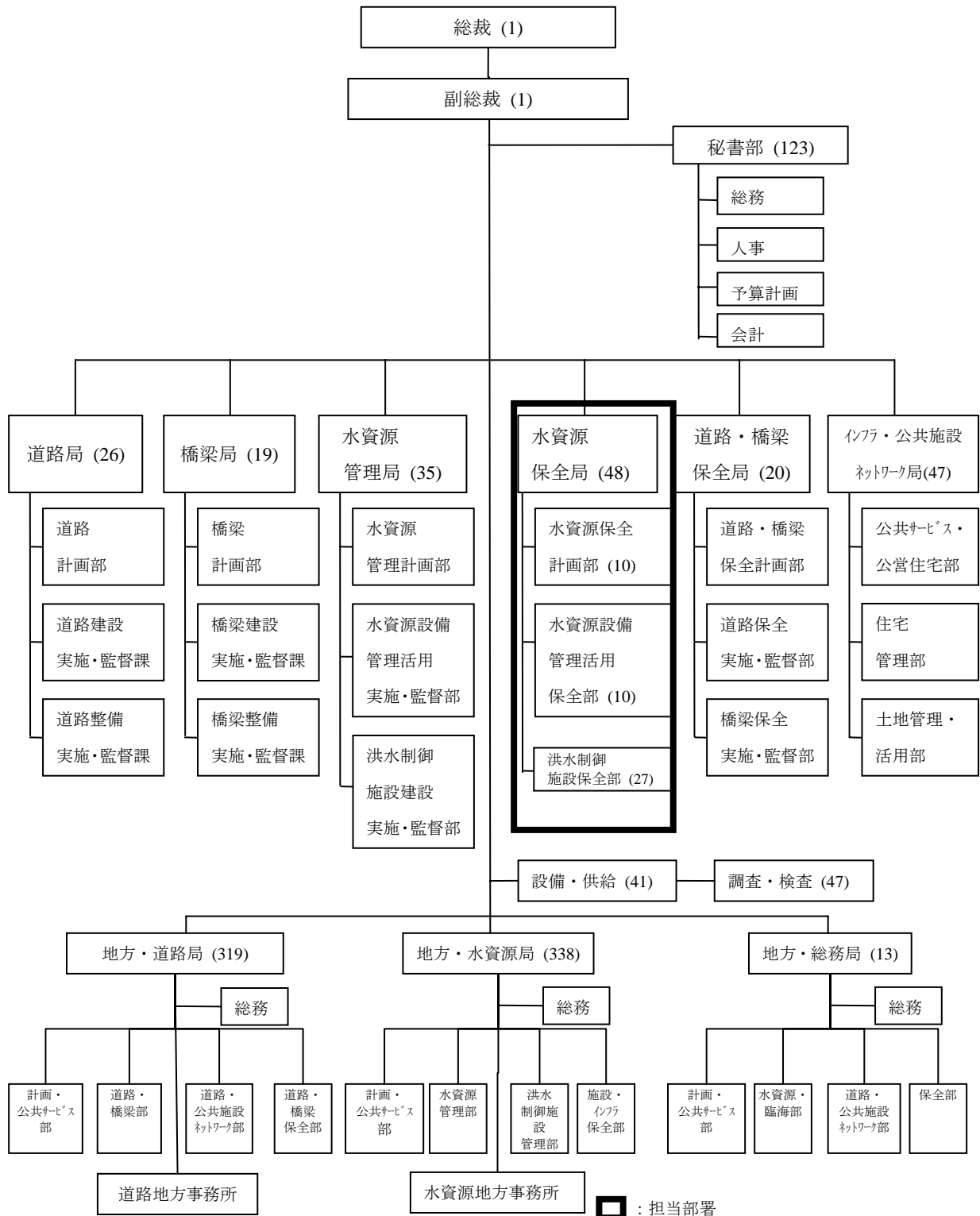


出典：公共事業省資料（2009 年 11 月受領）

図 2-1 公共事業省水資源総局の組織図

(2) プロジェクト実施機関の組織・人員

本プロジェクトの実施機関は、公共事業省水資源総局とジャカルタ特別州公共事業局である。ジャカルタ特別州公共事業局の組織は図 2-2 に示す通りであり、道路局、橋梁局、水資源管理局、水資源保全局、道路・橋梁保全局、インフラ・公共施設ネットワーク局の主に 6 つの局から構成されている。総職員数は 1,078 人である。排水機場を管理するのは、図 2-2 の太枠で示した水資源保全局であり、水資源保全計画部、水資源設備管理活用保全部、洪水制御施設保全部の 3 つの部から構成されている。水資源保全局によると、過去 5 年間で、職員数、担当業務、予算等に大きな変更はないとのことである。



出典：ジャカルタ特別州公共事業局（2009年11月受領）

図 2-2 ジャカルタ特別州公共事業局の組織図

2-1-2 財政・予算

プロジェクトの監督責任機関である公共事業省水資源総局及び実施機関であるジャカルタ特別州公共事業局の財政・予算の状況を以下に示す。

(1) プロジェクト監督責任機関の財政・予算

公共事業省の会計年度は1月から12月であり、2月頃に来年度予算作成作業に着手し、10月頃に来年度予算が決定される。年間予算について、2007年及び2008年の予算と実績、及び2009年の予算計画を表2-1に示す。公共事業省水資源総局については、4年間で全体予算の25%から32%程度の予算が確保されている。2007年及び2008年の実績から、予算のおよそ80%程度が消化されている。

公共事業省水資源総局の年間予算の詳細について、2007年から2009年までの実績と2010年の計画を表2-2に示す。公共事業省水資源総局全体では、4年間でほぼ横ばいの傾向にある。河川湖沼局の予算は全体予算の10%程度が確保されており、2008年から増加傾向にある。

(2) プロジェクト実施機関の財政・予算

ジャカルタ特別州公共事業局の会計年度は1月から12月であり、3月頃に来年度予算作成作業に着手し、12月頃に来年度予算が決定される。年間予算について、2007年と2008年の予算及び実績と2009年の計画を表2-3に示す。ただし2009年1月の組織改変により、2009年度から新しい編成になっている。水資源保全局（旧海岸・水資源局）の予算は全体予算の12%から24%程度が確保されている。2007年及び2008年の実績によると、2007年では約80%、2008年では約66%が消化されている。水資源保全局によると、スペアパーツ購入等の予算はこの予算に含まれているが、突発的な事故による故障等のための予算は別途確保されてあるとのことである。また過去5年間で大きな変化はないとのことであり、東排水機場復旧後も同程度の予算規模が確保される見込みである。

表 2-1 公共事業省の年間予算

No.	部局	2007年				2008年				2009年	
		(予算)		(実績)		(予算)		(実績)		(予算)	
		10億Rp.	%	10億Rp.	%	10億Rp.	%	10億Rp.	%	10億Rp.	%
1	事務総局	487	1.9%	296	1.2%	583	1.6%	400	1.1%	434	1.2%
2	監査総局	37	0.1%	28	0.1%	69	0.2%	48	0.1%	60	0.2%
3	空間計画総局	226	0.9%	210	0.8%	303	0.8%	278	0.8%	304	0.9%
4	道路総局	9,864	39.4%	9,277	37.0%	18,570	51.1%	15,730	43.3%	17,022	48.6%
5	都市住宅総局	5,861	23.4%	5,416	21.6%	6,547	18.0%	5,869	16.2%	7,774	22.2%
6	水資源総局	8,032	32.0%	7,117	28.4%	9,605	26.4%	7,872	21.7%	8,834	25.2%
7	開発調査局	312	1.2%	242	1.0%	364	1.0%	257	0.7%	315	0.9%
8	建設・都市住宅局	182	0.7%	147	0.6%	235	0.6%	170	0.5%	211	0.6%
9	道路管理局	37	0.1%	21	0.1%	30	0.1%	23	0.1%	48	0.1%
10	上水開発局	24	0.1%	21	0.1%	27	0.1%	23	0.1%	25	0.1%
	合計	25,062	100.0%	22,775	90.9%	36,333	100.0%	30,670	84.4%	35,027	100.0%

出所：公共事業省資料（2009年12月受領）（ただし調査団で単位を10億ルピア.に変換）

備考：表中%は当該年の予算合計に対する割合を示す。

表 2-2 公共事業省水資源総局の年間予算

単位：10億ルピア.

	2007年(実績)			2008年(実績)			2009年(実績)			2010年(予定)		
	内貨分	外貨分	計	内貨分	外貨分	計	内貨分	外貨分	計	内貨分	外貨分	計
総予算	5,577	1,825	7,402	6,662	2,640	9,302	6,460	2,362	8,823	6,583	2,338	8,921
本部	782	278	1,060	415	512	926	432	574	1,006	469	286	755
河川湖沼局	98	21	119	51	26	77	83	22	104	121	50	171
地方工事事務所	4,795	1,547	6,342	6,248	2,128	8,376	6,028	1,788	7,817	6,114	2,052	8,166

出所：公共事業省資料（2009年12月受領）（ただし調査団で単位を10億ルピア.に変換）

表 2-3 ジャカルタ特別州公共事業局の年間予算

種別	N o.	部局	2007 年				2008 年				N o.	部局	2009 年		
			(予算)		(実績)		(予算)		(実績)				(予算)		
			100 万 ルピア	%	100 万 ルピア	%	100 万 ルピア	%	100 万 ルピア	%			100 万 ルピア	%	
A		間接経費													
		小計 (A)	69,612	3.0%	47,017	2.0%	27,539	2.0%	25,954	1.9%	1	小計 (A)	29,730	1.3%	
B		直接経費													
	B1 人的・物的 経費	1	事務部	7,227	0.3%	6,477	0.3%	49,250	3.6%	26,553	1.9%	1	秘書部	82,611	3.5%
		2	会計部	6,985	0.3%	5,670	0.2%	7,293	0.5%	5,605	0.4%				
		3	事業局	19,397	0.8%	18,333	0.8%	9,425	0.7%	8,348	0.6%				
		4	道路局	337,435	14.7%	315,821	13.7%	118,900	8.6%	106,075	7.7%	2	道路局	61,725	2.6%
		5	橋梁局	398,303	17.3%	351,551	15.3%	116,250	8.4%	77,402	5.6%	3	橋梁局	122,800	5.2%
		6	水資源局	6,885	0.3%	6,427	0.3%	3,230	0.2%	3,050	0.2%	4	水資源管理局	131,643	5.6%
		7	海岸・水資源局	287,540	12.5%	236,253	10.3%	334,240	24.2%	219,573	15.9%	5	水資源保全局	323,057	13.6%
		8	道路計画局	5,174	0.2%	5,039	0.2%	2,950	0.2%	2,850	0.2%	6	道路・橋梁保全局	401,012	16.9%
		9	インフラ・公共施設局	17,635	0.8%	16,204	0.7%	46,287	3.4%	3,497	0.3%	7	インフラ・公共施設ネットワーク局	9,245	0.4%
		10	設備・供給局	1,617	0.1%	1,590	0.1%	2,550	0.2%	1,527	0.1%	8	設備・供給局	32,775	1.4%
		11	調査・検査局	6,260	0.3%	4,657	0.2%	2,150	0.2%	2,150	0.2%	9	調査・検査局	5,850	0.2%
		小計 (B1)	1,094,458	47.6%	968,022	42.1%	692,525	50.2%	456,630	33.1%		小計 (B1)	1,170,718	49.4%	
	B2 地代	1	海岸・水資源局	1,022,353	44.4%	948,059	41.2%	492,300	35.7%	324,244	23.5%	1	インフラ・公共施設ネットワーク局	1,169,567	49.3%
		2	インフラ・公共施設局	100	0.0%	0	0.0%	58,000	4.2%	41,408	3.0%				
3		道路局	61,570	2.7%	41,164	1.8%	98,250	7.1%	36,824	2.7%					
4		橋梁局	53,553	2.3%	5,656	0.2%	10,000	0.7%	0	0.0%					
		小計 (B2)	1,137,576	49.4%	994,879	43.2%	658,550	47.8%	402,476	29.2%		小計 (B2)	1,169,567	49.3%	
	計 (B1+B2)	2,232,034	97.0%	1,962,901	85.3%	1,351,075	98.0%	859,106	62.3%		計 (B1+B2)	2,340,285	98.7%		
	合計 (A+B)	2,301,646	100.0%	2,009,918	87.3%	1,378,614	100.0%	885,060	64.2%		合計 (A+B)	2,370,015	100.0%		

出所：ジャカルタ特別州公共事業局資料（2009年12月受領）（ただし調査団で単位を100万ルピアに変換）

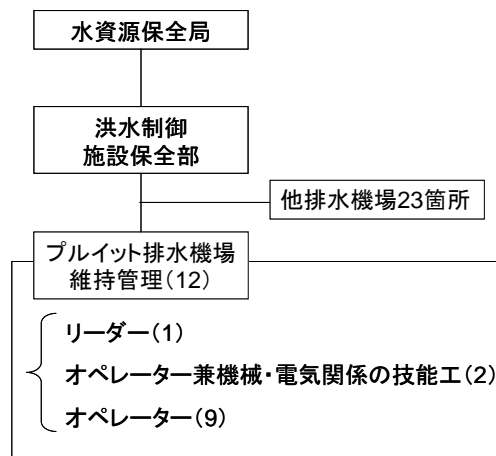
備考：表中%は当該年の予算合計に対する割合を示す。

2-1-3 技術水準

(1) 運営・維持管理体制

本プロジェクトで建設される施設は、ジャカルタ特別州公共事業局が運営・維持管理を行うこととなる。運転・維持管理体制は、オペレーター6人ずつの2チーム編成（計12人）となっており、24時間体制（7:00～7:00）をとっている。オペレーターは水資源保全局の職員である。チームのリーダーはオペレーター兼機械・電気関係の技能工である。1つのチームでプルート排水機場のすべての排水機場を管理している。ジャカルタ特別州公共事業局によると、過去5年間はこの運転維持管理体制を維持しており、排水機場の復旧後もこの体制を維持していくとのことである。

現在の排水機場の運転、維持管理体制は、図2-3の通りである。ジャカルタ特別州公共事業局によると、過去5年間はこの体制を維持しており、東排水機場の復旧後もこの体制を維持していくとのことである。



※図中かっこ内数字は職員数

図 2-3 プルート排水機場の運転維持管理体制（2009年11月時点）

(2) 維持管理方法、要員、技術レベル

現在の体制について、施設等の運転状況を見ると、経年劣化による機能低下は見受けられるものの最低限の補修・修理を行いつつ、施設機能を確保していることから、基本的な技術力は確保されていると判断される。そのため、本プロジェクトにおいて、最新のポンプ設備の運転維持管理に関する技術指導を行えば、供用開始後も十分に対応可能と判断される。

2-1-4 既存の施設・機材

(1) 排水区域

プルート排水機場は、他の2箇所の排水機場（チデン排水機場及びメラティ排水機場）とともに、ジャカルタ中心市街地の低平地部（面積42.1km²）の雨水及び下水排水を受け持つ主幹施設である。排水機場位置及び排水区域を巻頭サイト位置図に示す。また、平低地部の排水路系統図を図2-4に、排水区域の状況を表2-4に示す。

表 2-4 排水機場の排水区域

排水機場	排水区域 (km ²)	稼動条件	河川
プルート排水機場	34.2 km ²	平常時、洪水時	チデン、ドゥリ、チリウン
チデン排水機場	3.7 km ²	洪水時	チデン中流域
メラティ排水機場	4.2 km ²	洪水時	チデン上流域

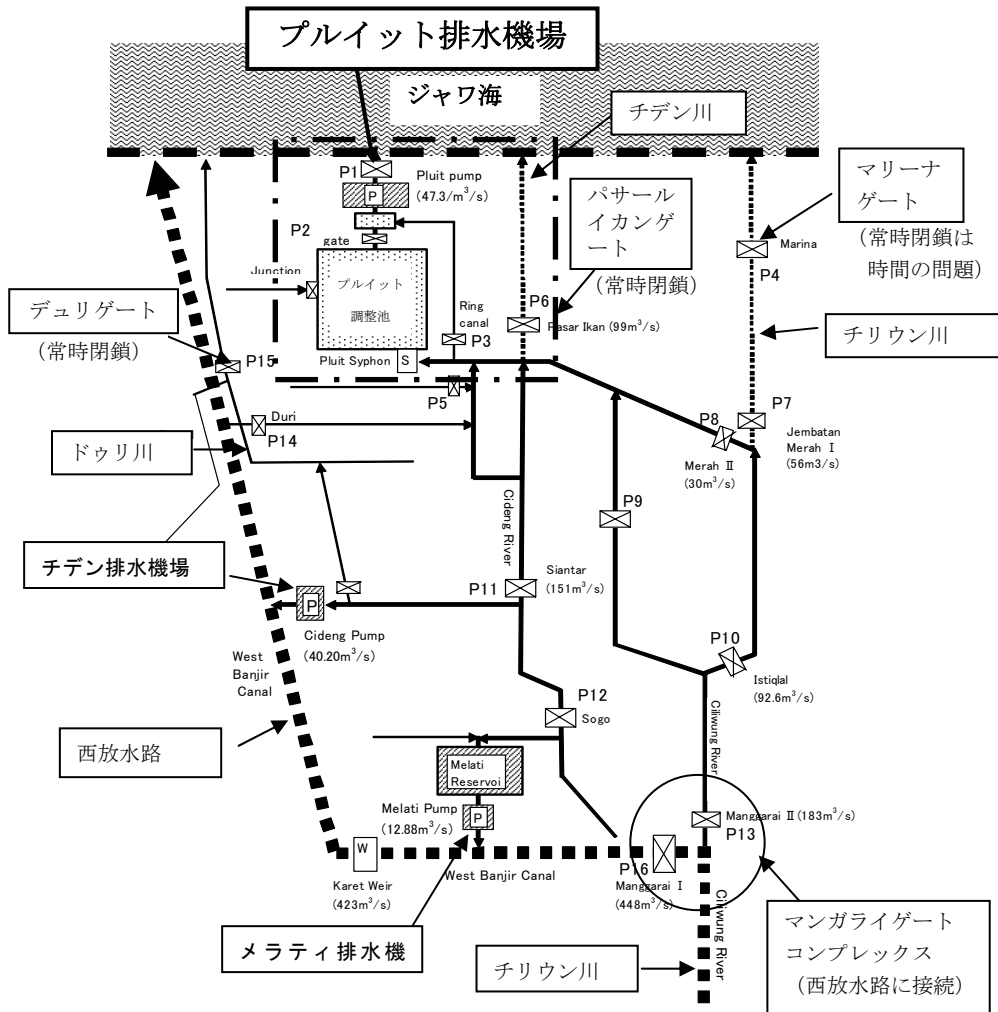


図 2-4 チリウン川低平地排水路系統図

プルート排水機場は、以下に述べるとおり、低平地部の地盤沈下とともに、その排水区域が大きく増加してきた。

- 1) 低平地部にはチリウン川、チデン川、ドゥリ川が流下しており、それぞれ河口部には防潮ゲートが設置されているが、そのうち、チデン及びドゥリ川の防潮ゲートは、地盤沈下のため海水面が堤内地盤高を上回ったため、常時閉鎖された状態にある。
- 2) チリウン川の防潮ゲートは、現在、海水面が低いときは開放しているが、沈下が進行しており、

近い将来、常時閉鎖となることが予想される。

3) プルイット排水機場は、本来はこれら3河川流域の排水を除く区域の排水を受け持っていたが、現在では、3つの河川流域もすべて、プルイット排水区域となっている。

4) 洪水時には、チデン排水機場及びメラティ排水機場が稼動する。しかし、チデン排水機場の能力を超える洪水が発生した場合、境界ゲートに併設された洪水吐きを越流し、プルイット排水機場へ流入する。平常時は、低平地部の排水は、全てプルイット排水機場で行っている。

(2) プルイット排水機場の概要

プルイット排水機場の洪水制御は、調節池（池面積約 85.0ha、調節池容量は約 1,665,000m³）の洪水調節と排水機設備による海への排水により実施されている。

プルイット排水機場の設備は、東、中央、西の3箇所の排水機場で構成されており、ポンプ数は総計 11 台で、総排水能力は約 47.3m³/sec である。運営・維持管理は、ジャカルタ特別州公共事業局が行っている。各排水機場の概要は、表 2-5 のとおりである。

表 2-5 各排水機場の概要

排水機場	施設概要
東排水機場	1963 年に初めて稼動しているが、その後 1987 年～1994 年に新たに排水能力 3.2m ³ /sec のポンプが 3 台、3.7 m ³ /sec のポンプが 1 台、合計 4 台のポンプが設置され、総排水能力 13.3 m ³ /sec である。
中央排水機場	1986 年に稼動し、比較的新しい施設であり、現時点では、外見上の問題は見当たらない。排水能力 4.0 m ³ /sec のポンプ 4 台が設置されており、総排水能力は 16.0 m ³ /sec である。
西排水機場	2002 年に稼動し、比較的新しい施設であり、現時点では、外見上の問題は見当たらない。排水能力 6.0 m ³ /sec のポンプ 3 台が設置されており、総排水能力は 18.0 m ³ /sec である。

プルイット排水機場の排水系統図は図 2-5 に示すとおりである。また、各ポンプ排水量を表 2-6 に示す。

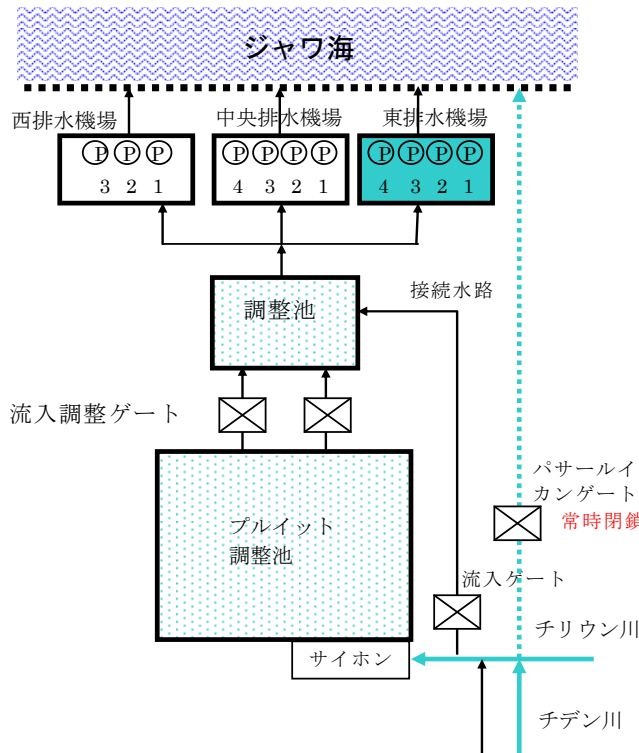


表 2-6 プルイット排水機場ポンプ排水量

排水機場	ポンプ号機	排水量 (m ³ /s)	更新時期 (西暦年)	最高ポンプ流入側水位 (mm PP)
東排水機場	No.1	3.2	1994	-1.9
	No.2	3.2	1994	-1.9
	No.3	3.2	1994	-1.9
	No.4	3.7	1987	-1.9
(小計)		13.3		
中央排水機場	No.1	4.0	2002	-1.9
	No.2	4.0	2002	-1.9
	No.3	4.0	2002	-1.9
	No.4	4.0	3002	-1.9
(小計)		16.0		
西排水機場	No.1	6.0	2002	-1.4
	No.2	6.0	2002	-1.4
	No.3	6.0	2002	-1.4
(小計)		18.0		
排水量合計		47.3		

図 2-5 プルイット排水機場排水系統

(3) プルイット排水機場の既存施設の状況

1) 防潮堤

プルイット排水機場の防潮堤の補強工事が 2008 年ジャカルタ特別州公共事業局によって施工された。補強工事は現況の防潮堤形式により、8 形式に分かれる。このうち、プルイット排水機場前面の防潮堤形式は、図 2-6 及び図 2-7 に示すとおり、TYPE-1, 2, 3 の 3 種類となっている。その概要を以下にまとめる。

Type-1 ; 排水路が現道と交差する部分の防潮堤構造である。形式的には壁高欄構造である。

Type-2 ; 東・中・西の排水路間の防潮堤構造である。形式的には自立式コンクリート矢板構造である。ただし、コンクリート矢板の寸法及び長さは不明である。

Type-3 ; 当該区間の標準的な構造形式である。形式的には重力式護岸構造であるが、過去の防潮堤補強の経緯から、当初は最も海側のじゃ籠式防潮堤のみであったものを背面のかごマットで補強し、その後にコンクリートによる重力式防潮堤が施工された。

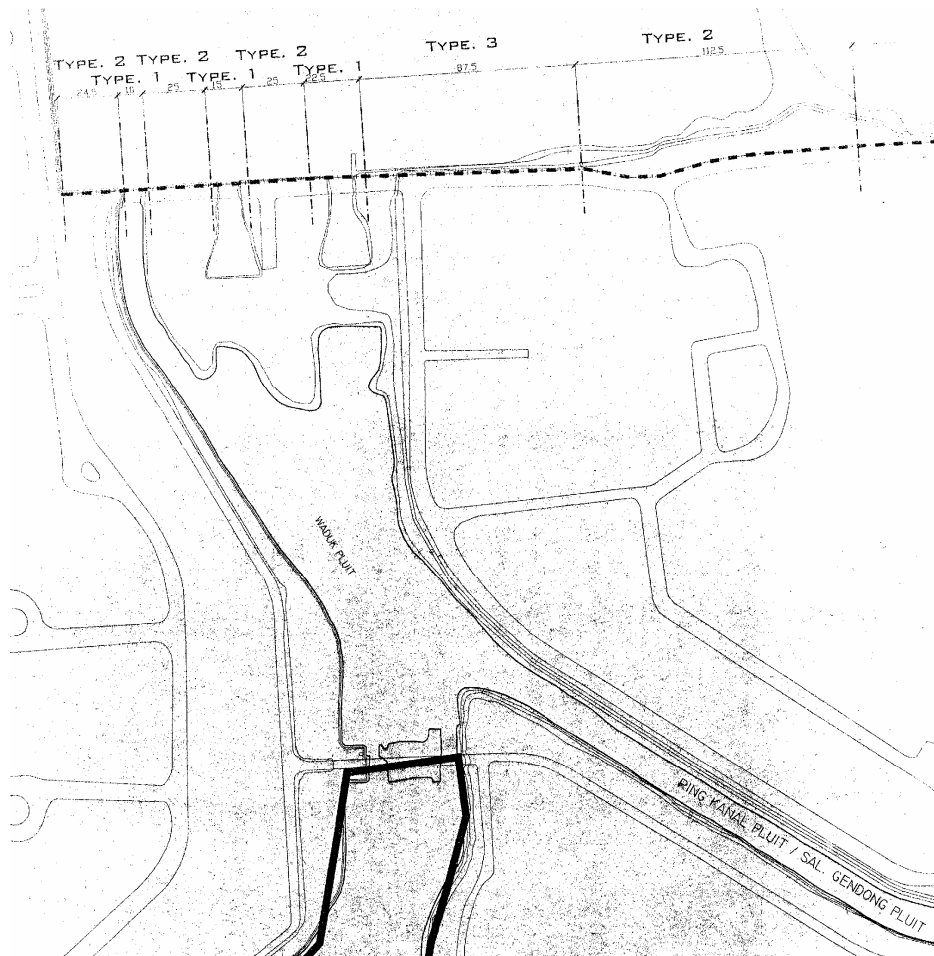
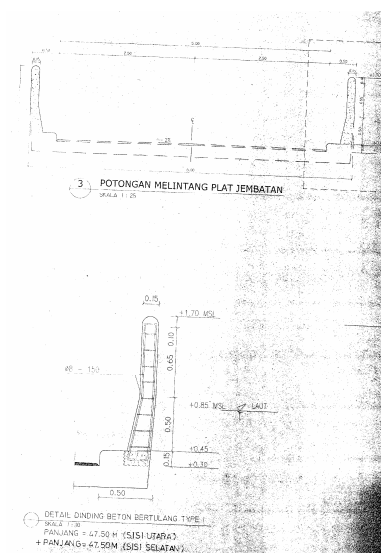
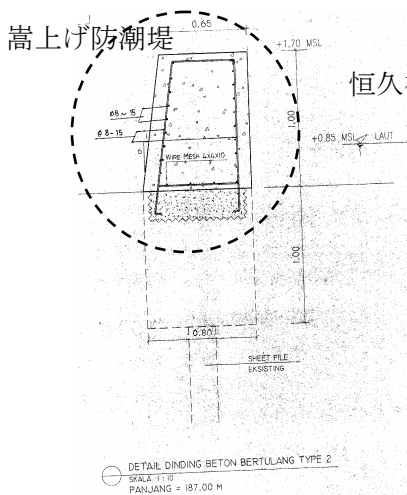


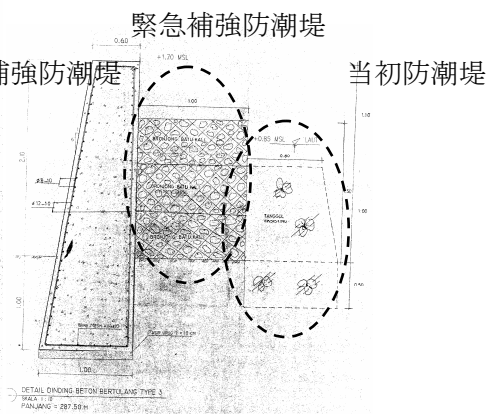
図 2-6 プルイットの旧地形と防潮堤形式



Type-1



Type-2



Type-3

図 2-7 防潮堤形式

Type-2の自立式防潮堤について、嵩上げ後の安全性の評価を行った結果、傘コンクリートの嵩上げにより防潮堤の自重が増して沈下を促進する可能性が高いことが分かった。現状は、矢板の周面摩擦により支持されている防潮堤が、自重の増加により先端支持力が不足して沈下が加速するものと考えられる。

2) 土木・建築施設

a) 東排水機場

1963年に建設され、建設後約45年が経過しており、土木・建築施設及び機械電気設備の補修等を重ねているが、近年、コンクリートの劣化が著しく、故障・修理も頻繁となっている。ほぼ耐用年数を経過している。

排水機場施設は、図2-8に示すとおり、杭基礎の本体部と直接基礎の排水路部から構成されており、両者の間に構造目地（沈下差を吸収する可動部）が設置されていない。このため、基礎形式の相違により地盤の相対沈下の差を吸収できないため、本体部と排水路部の接続部で特に大きな亀裂が発生している。

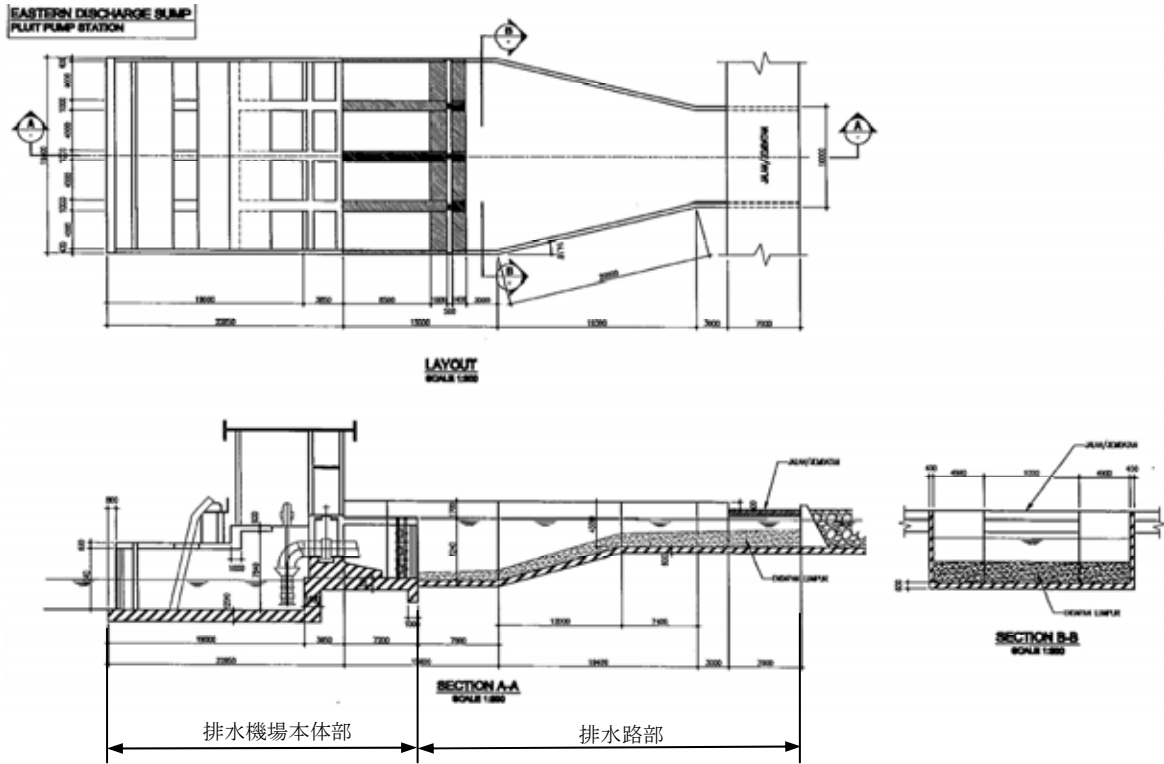
2009年2月にパイピングが発生したため、現在は機能停止となっているが、これは、設計当時の想定と異なり施設全体が沈下したことで排水路内の水位が海面に連動して上昇した結果、排水機場海側面に常に高い水圧が作用したこと、また、杭基礎と地盤との相対沈下量差により排水機場底版下に空洞が生じている可能性が高いことに起因していると考えられる。

基礎形式はGL-20m程度の砂層（層厚さ1m程度）を支持層とする杭基礎を採用しているものと推定される。これは、東排水機場本体の基礎杭に関する図面は見つからなかったが、図2-9～図2-11に示す91年の補修工事の設計図面から判断できる。なお、既設の基礎杭は400mmの正方形PC杭となっている。

当該地区が埋立地であることから周辺地盤の沈下は、施設の建設当初から現在までに約2m以上発生しているものと推定されるが、本排水機場の沈下量についても、杭基礎ではあるが、協力準備調査団が実施した測量結果等から建設後に約1.5mの沈下があったと推定される。

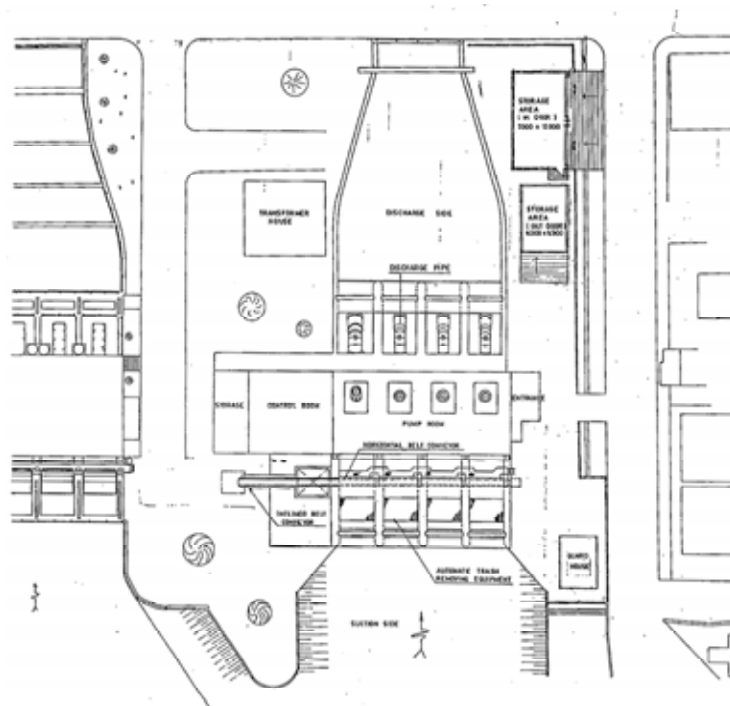
ポンプ室上屋及び操作室は、RC架構となっている。窓、ガラリ枠は木製となっており、外観上は特に不具合は見られなかった。内装は床タイルの破損が著しく、また、壁の塗装についてもいたるところで劣化が見られる。外部コンクリート躯体も経年劣化が激しく、亀甲状のひび割れが多数発生しており、中性化もかなり進んでいるものと推定される。なお、パイピング現象による建物への影響は特に見られない。

隣接する中央及び西排水機場については、稼動中であるが、ジャカルタ特別州公共事業局は、2009年12月に、施設の沈下による排水路内の水位上昇への対応として、水槽の壁の50cm嵩上げ工事を実施した。



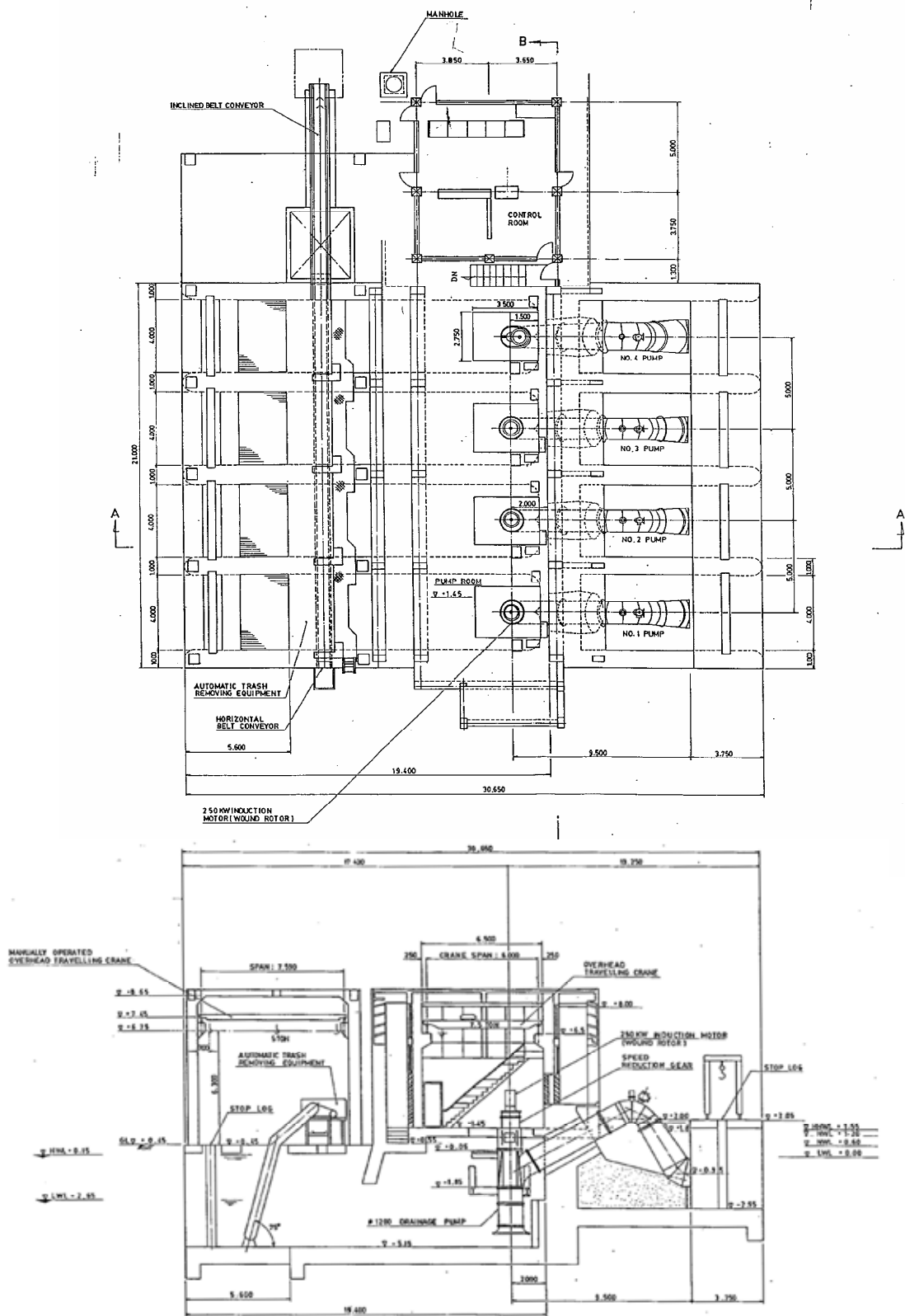
出所：ジャカルタ特別州公共事業局

図 2-8 既設構造整理図 (2009 年)



出典：ジャカルタ特別州公共事業局

図 2-9 補修工事図面① (1991 年)



出所：ジャカルタ特別州公共事業局

図 2-10 補修工事図面② (1991年)

西及び中央排水機場の基礎形式は、東排水機場と同様、吸水槽本体は中間砂層を支持層とする杭基礎（正方形 PC 杭）、排水路は直接基礎となっている。また、設計一般図等の資料を見る限り東排水機場と同じく本体と排水路との間に構造目地（可動部）は設置されていないため相対的沈下量の差分の吸収が出来ない構造と言える。西及び中央排水機場は、東排水機場と同様、施設自体が沈下しており、現在では、図 2-12 に示すとおり、排水路内の水位は海面水位と連動しているため、排水機場本体海側壁面には海面水位までの水圧が常に作用する状態となっている。これは、東排水機場のパイピングの原因と同じ状況であるため、同様の現象が西及び中央排水機場にも起こりうる懸念がある。

中央排水機場上屋は、形状的には、ほぼ東排水機場上屋と同様である。建設年度が比較的新しいものの、外観を見る限り東と同様に経年劣化が激しい建物である。西排水機場上屋は、屋根形状、平面計画も、東並びに中央排水機場とは異なった計画となっている。開口部も少なくポンプ室内は照明がないと昼間でも薄暗い。築後 10 年未満の建物にしては仕上げの状態がよくない。

東排水機場と同様、排水機場施設全体の沈下が現在も進行しているものと推察され、その対応として、中央排水機場と同様に、2009 年 12 月にジャカルタ特別州公共事業局による排水路壁の 50cm 嵩上工事が完工している。

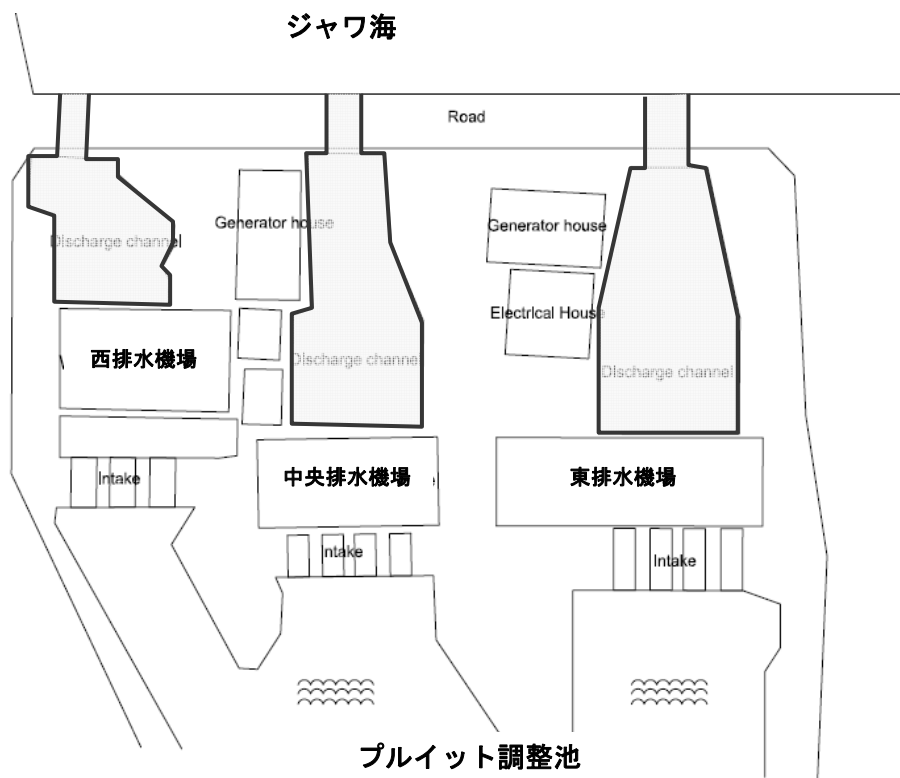


図 2-12 海面水位との連動範囲

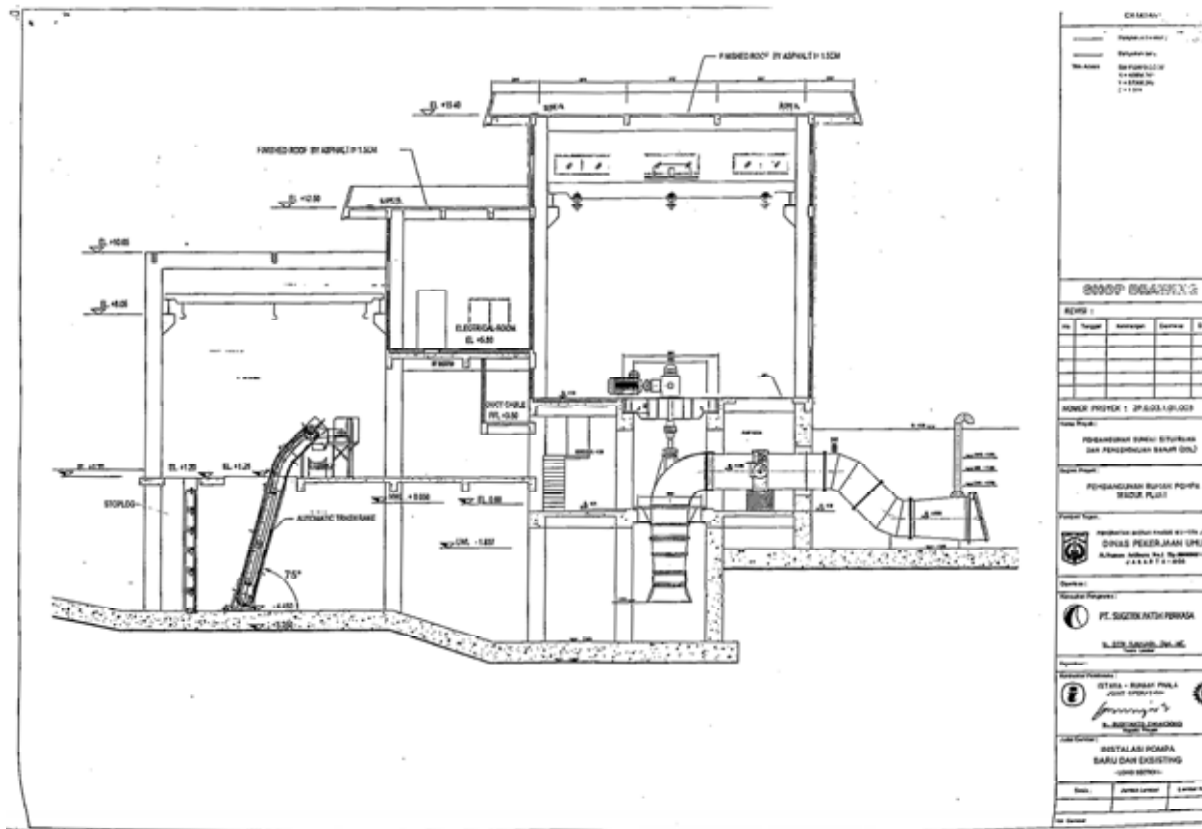


図 2-13 西排水機場の構造資料

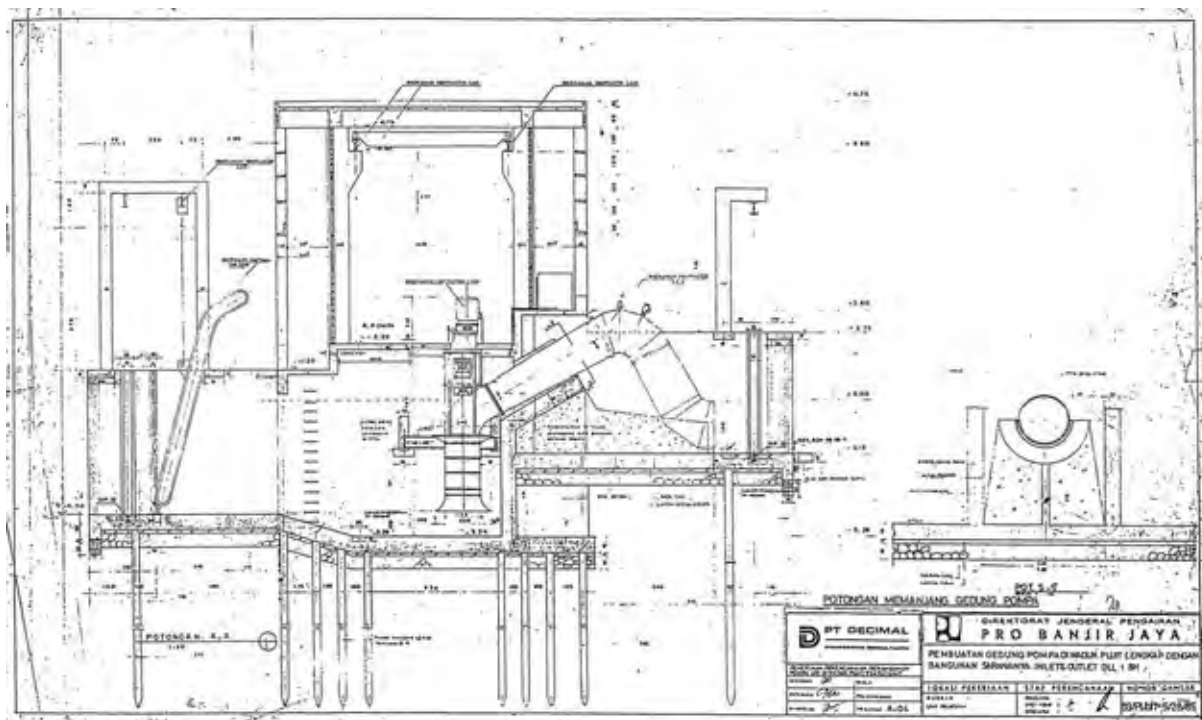


図 2-14 中央排水機場の構造資料

3) ポンプ設備と電気設備

a) 既設ポンプ設備の設備構成

プルート排水機場は、図 2-15 に示すとおり、東、中央、西の 3 排水機場で構成されており、ポンプ設備並びに電気設備は表 2-7 に示す通りである。

表 2-7 既設設備リスト

設備名		容量	原動機出力	最新の据付年次
東ポンプ	No.1	3.2 m ³ /sec	250 kW	1994
	No.2	3.2 m ³ /sec	250 kW	1994
	No.3	3.2 m ³ /sec	250 kW	1994
	No.4	3.7 m ³ /sec	250 kW	1987
	(total)	(13.3 m ³ /sec)		
中央ポンプ	No.1	4.0 m ³ /sec	315 kW	2002
	No.2	4.0 m ³ /sec	315 kW	2002
	No.3	4.0 m ³ /sec	315 kW	2002
	No.4	4.0 m ³ /sec	315 kW	2002
	(total)	(16.0 m ³ /sec)		
西ポンプ	No.1	6.0 m ³ /sec	400 kW	2002
	No.2	6.0 m ³ /sec	400 kW	2002
	No.3	6.0 m ³ /sec	400 kW	2002
	(total)	(18.0 m ³ /sec)		
変圧器 (東及び中央排水機場)	No.1	1250 KVA		1980
	No.2	1250 KVA		1980
	No.3	1250 KVA		1980
	(total)	(3,750 KVA)		
非常用発電機 (東及び中央排水機場)	No.1	530 KVA		1994
	No.2	530 KVA		1994
	No.3	530 KVA		1994
	(total)	(1,590 KVA)		
変圧器 (西排水機場)	No.1	2,000KVA		2002
非常用発電機 (西排水機場)	No.1	1,500 KVA		2002

ポンプの運用形態は、最大排水時でも、東、中央及び西排水機場のそれぞれのポンプ 1 台を必ず予備機として 8 時間の運転休止状態として運用している。

中央及び西排水機場のポンプは、それぞれ、2002 年に更新または新設しており、比較的新しいが、東排水機場のポンプは 1994 及び 1987 年に更新したものであり、老朽化が著しく、故障が頻発している状況である。

b) 電気設備

電気設備については、東及び中央排水機場ポンプに電力を供給する変圧器及び発電機、また、西排水機場ポンプに供給する変圧器及び発電機が独立で設置されている。変圧器の容量はポンプ全台の運転が可能な規模となっている。発電機については、西排水機場ポンプは、常用ポンプ 2 台運転分の容量があるが、東及び中央排水機場ポンプについては常用ポンプ 6 台中 3 台運転分の容量しかない。

また、東及び中央排水機場ポンプ用変圧器及び発電機も東排水機場ポンプと同様、老朽化が著しい。

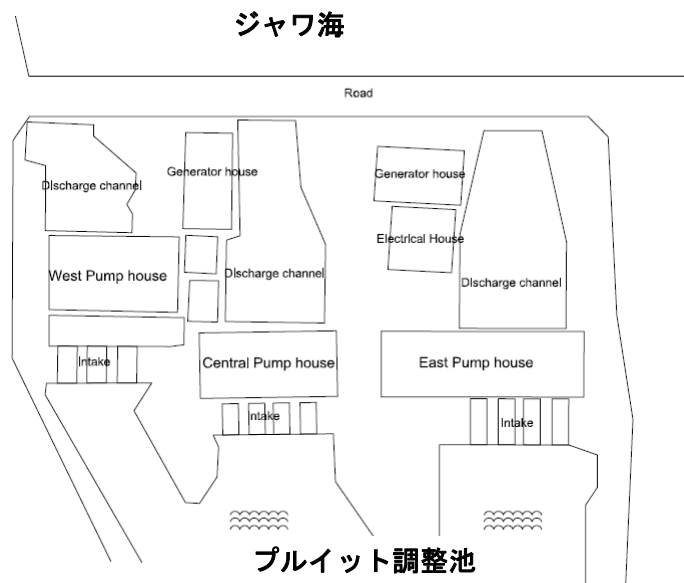


図 2-15 プルート排水機場レイアウト（既設）

c) 電力供給設備

プルート排水機場の電力系統は、3-2-3 項図面番号 20 の単線結線図に示す通りである。プルート排水機場は、ムアラ・カラン変電所から電力を受けている。ムアラ・カラン変電所からは 5 フィーダー（ソトン、クندان、タムブール、ブドゥ、チャカラン）に分岐しており、プルート排水機場の系統に来ているのはこのうちチャカランとブドゥの 2 系統である。

既設東及び中央は排水機場ポンプに電力を供給する PLN（国営電力会社）受電盤は東排水機場建屋内に設置されているので、東排水機場更新時に中央排水機場の電力供給に支障が生じることになり、本工事開始前までに盤を移設する必要がある。これらの工事は「イ」国側負担工事となる。

東排水機場の PLN 所管受電盤室内(B63N)に入っているケーブル 4 本の内容は下記の通りである。

- (1) 西排水機場の PLN 所管受電盤室からの受電ケーブル (MB57)←チャカラン
- (2) 上記受電ケーブルに対する送電ケーブル (MB7)←チャカラン
- (3) 東及び中央排水機場用の電気室への送電ケーブル
- (4) 他フィーダー(ブドゥ)の受電盤からの受電ケーブル（非常用）(B256)

上記 4 本のケーブルの切り替え工事に伴う費用が「イ」国側の負担となる。

また、東及び中央排水機場と西排水機場の 2 つの PLN 所管受電盤室は RMU(Ring Main Unit=系統連携用開閉設備)構造となっている。既設のケーブルルートは図 2-16 に示すとおりである。

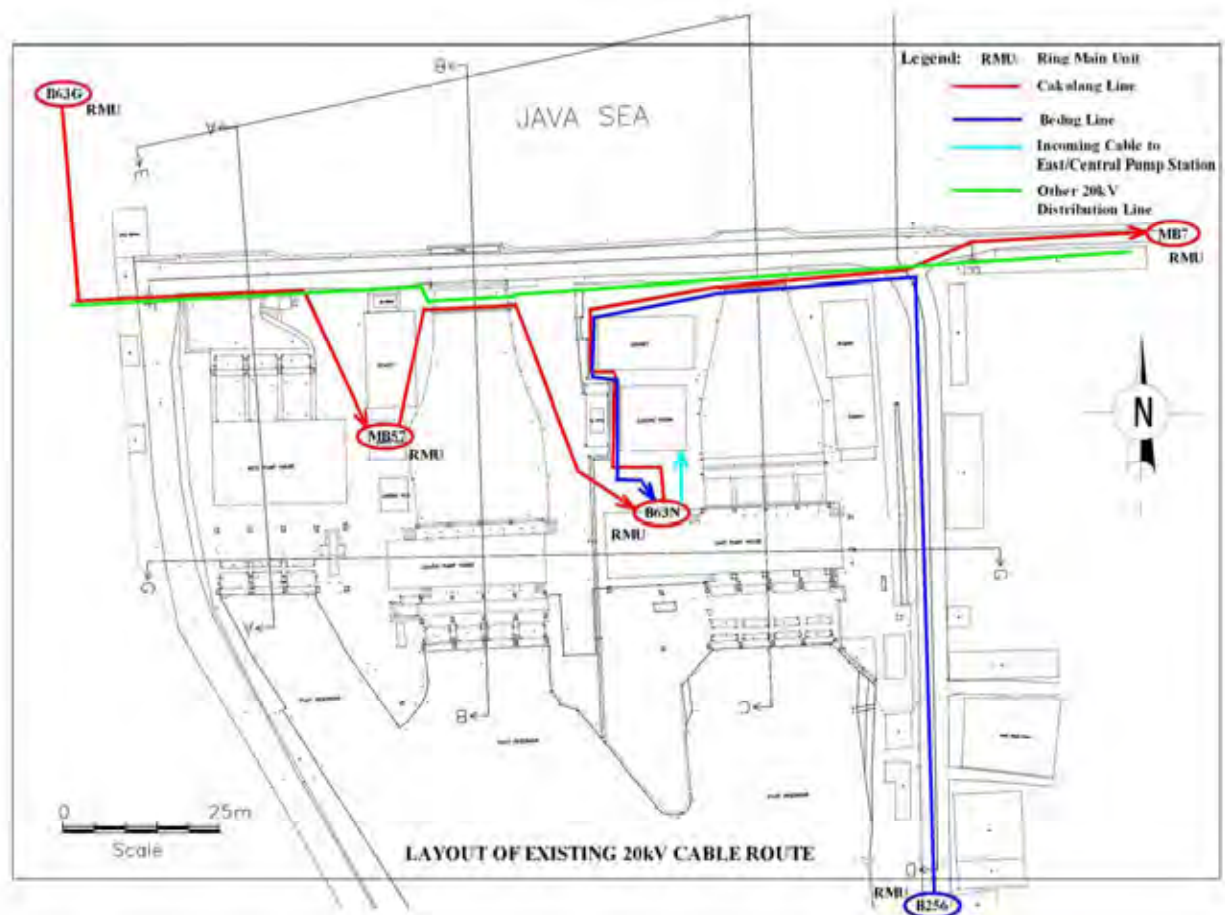


図 2-16 ケーブルルート図 (既設)

d) 運転維持管理体制

プリーツ排水機場の運転維持管理体制は、図 2-3 に示したとおり、オペレーター6人ずつの2チーム編成 (計 12 人)、24 時間体制 (7:00~7:00) をとり、ジャカルタ特別州公共事業局の水資源保全局の職員であるオペレーターにより管理されている。ただし、西、中央及び東ポンプ場のいずれの建物にも待機・休憩用のスペースがなく、十分な労働環境ではないといえる。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

本プロジェクトの関連インフラは港湾と道路である。港湾及び道路の状況を以下に述べる。図 2-17 にプロジェクトサイト周辺の港湾と道路の位置図を示す。



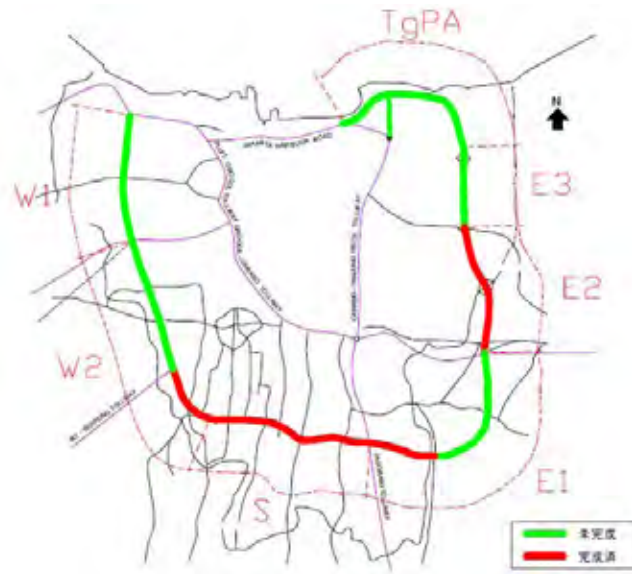
図 2-17 プロジェクトサイト周辺の港湾と道路の位置図

(1) 港湾

本プロジェクトサイト周辺には、プルート港、ペンジャリンガン港、アンチョール港、そしてタンジュンプリオク港がある。このタンジュンプリオク港は、数多くあるインドネシアのフルコンテナ施設（コンテナクレーン設備有り）を持つ港の中でも最大規模である。年間 2,100,000TEU（20 フィートコンテナ設備）の能力があり、物流の拠点となっている（2010 年日本アセアンセンター）。本プロジェクトで資機材を海上輸送する場合もこのタンジュンプリオク港を利用する。

(2) 道路

インドネシアの道路網は、国道、州道及び県道を含み、全体で約 36 万 km に及ぶ。ジャワ島、スマトラ島、スラウェシ島そしてバリ島のほとんどの都市は、高速道路や支線道路で結ばれている（2010 年日本アセアンセンター）。本プロジェクトサイトの周辺においては、図 2-18 に示すジャカルタ外環道路の W1 地区が 2010 年に開通し、W2 及び E1 の区間、そして外環道路の一部となるタンジュンプリオク港アクセス道路 TgPA が建設中である。本プロジェクトで資機材をタンジュンプリオク港から陸上輸送する場合は、ジャカルタ北西にあるスカルノハッタ国際空港と内環道路を結ぶジャカルタ湾岸道路（有料）及びそれに併走する一般道（マルタディナタ道路）を利用する。



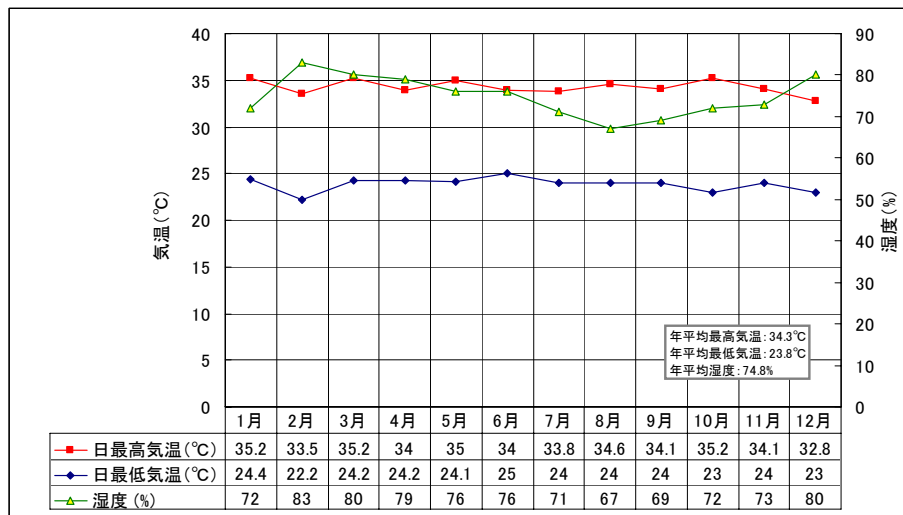
出典) 平成15年度 地球環境・プラント活性化事業等調査「インドネシア国 ジャカルタ外環道延伸及びタンジュンプリオク港アクセス道路計画に係る F/S 調査」

図 2-18 ジャカルタ外環道路とタンジュンプリオク港アクセス道路の位置図 (2003 年)

2-2-2 自然条件

(1) 気温及び降雨量

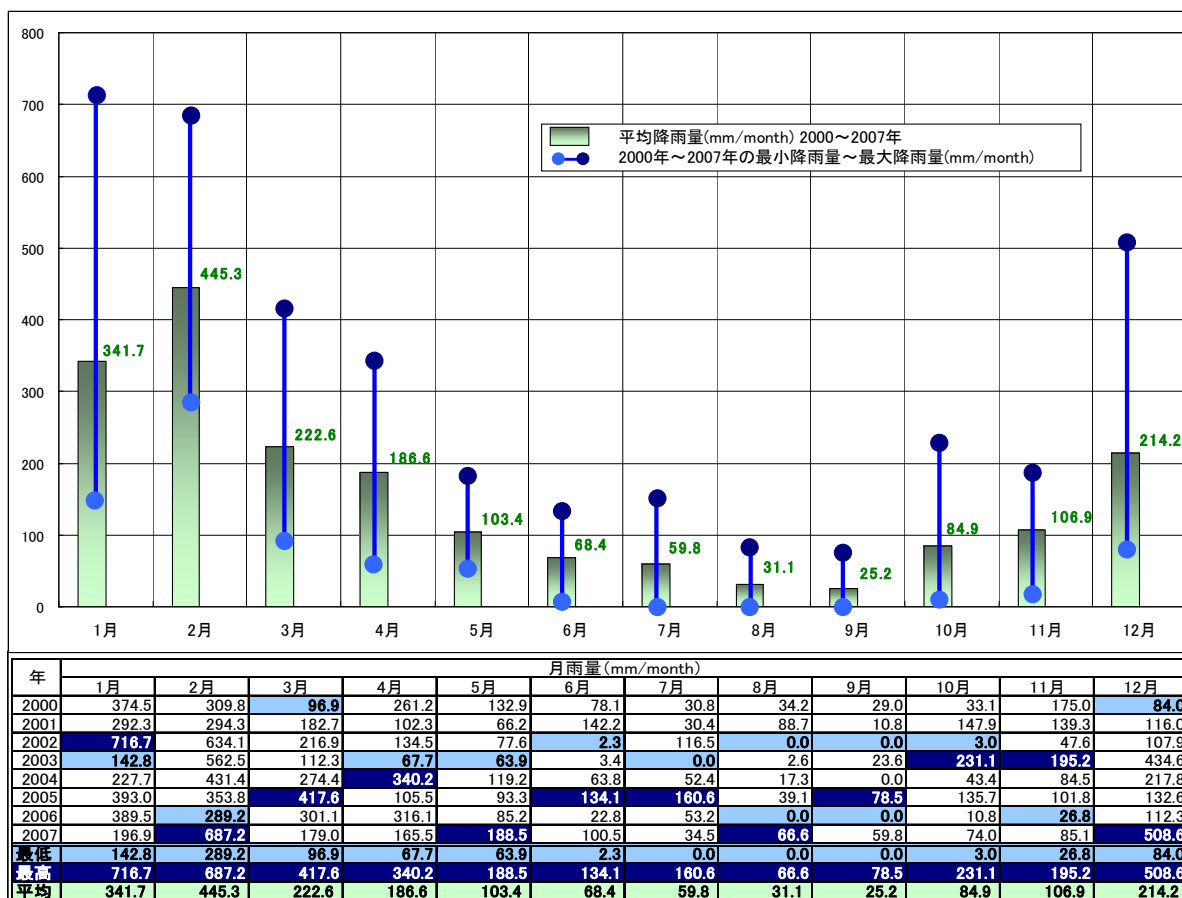
ジャカルタの気候は高温多湿の熱帯性気候であり、最高気温は毎月 30℃以上と 1 年を通して暑く、湿度も年中高く、特に 12 月から 3 月の雨期は湿度 80%を越える日も多く見られる。図 2-19 に年間の気温及び湿度を示す。また、ジャカルタの降雨量は、6 月から 9 月の乾期は比較的少なく、12 月から 3 月の雨期に集中している。



出典 : Jakarta in Figures 2008

図 2-19 ジャカルタの年間気温及び湿度 (2007 年)

図 2-20 に過去 8 年間の各月の降雨量の平均値及び変動を示す。この図からわかるとおり、ジャカルタの降雨量は、各月の年毎の変動が大きく、また、乾期であっても 200mm/月弱となっており、洪水防止の観点からは、排水機場は乾期とは言え適切な排水能力を有する必要があることがわかる。



出典：Jakarta in Figures 2008

図 2-20 ジャカルタの年間降雨量及び変動 (2000 年～2007 年)

(2) 気候変動の影響

ADB (2009)¹によれば、ジャカルタの 1 月（雨期）の平均気温は 1 世紀あたり約 1.04℃増加し、7 月（乾期）のそれは約 1.40℃増加している。イリアンジャヤのジャヤウィジャヤ山の冠雪の消失が地球温暖化が進んでいる確証と考えられる。さらに、気候変動に伴い、乾期における降雨量の低下と期間の長期化、雨期における降雨量の増加と期間の短期化等、年間降雨パターンが変化しており、雨期における洪水発生の頻度は増加傾向にある。

また、ジャカルタの平均海面は 1 年に 7mm 増加している。ADB (2009)

¹ ADB, April 2009. The Economics of Climate Change in Southeast Asia: A Regional Review.

2-2-3 環境社会配慮

(1) 概要

本プロジェクトは、既存の排水機場を撤去し、既存用地を利用して全面改修するものであり、新たな用地取得や取得に係る住民移転等の影響は無いが、排水機場の改修及び資機材搬入道路に関し、工事期間中の騒音、水質汚染など若干の負の環境影響が懸念される。工事期間中影響が予測される項目について、表 2-8 のような対策案を講じる。

表 2-8 主な環境社会影響・回避緩和策

項目	懸念されるマイナス面の影響	協力準備調査で想定した対応策	
		計画段階	施工中
大気汚染	施工中の工事車両稼動に伴う大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 工事用車両による排気ガス発生を低減させるため、適切な工事計画及び稼動計画を立案する 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 工事用車両を含む施工機材の整備・点検を定期的に行う ➤ 適切な施工法を施工業者に徹底させる
水質汚濁	防潮堤工事及び排水路の埋め戻し工事による濁水	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 濁水が流出しないよう、施工計画に適切な排水処理設備を含める 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 濁水が流出しないよう、適切な排水処理を施工業者に徹底させる
廃棄物	既存施設の撤去により発生する廃棄物		<ul style="list-style-type: none"> ➤ 撤去時に発生する廃棄物については、指定の場所に運搬・処分する ➤ 運搬中は周辺に飛散しないよう、施工業者に徹底させ、適切に運搬させる
騒音・振動	施工中の工事車両稼動に伴う騒音・振動の発生	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 非常用自家発電機は、防音型装置や振動緩和防振装置の設置等、騒音・振動緩和策を検討する ➤ ポンプに係る騒音・振動は、室内設置や堅牢な基礎への設置などによる騒音・振動緩和を検討する ➤ 施工に伴う騒音・振動について、騒音・振動緩和を考慮した適切な施工計画の立案を図る 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 周辺住民に対して工事計画を周知する ➤ 適切な工事スケジュールを組む ➤ 工事用車両を含む施工機材の整備・点検を定期的に行う ➤ 適切な施工法を施工業者に徹底する ➤ 適切な交通整理を行う
交通事故	施工中の工事車両稼動による交通事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 工事用車両の運行ルートについて、交通事故を最小化するような最適ルートを検討する ➤ 交通量の多い時間帯を考慮した工事スケジュールを検討する 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 適切な工事スケジュールを組む ➤ 工事用車両を含む施工機材の整備・点検を定期的に行う ➤ 適切な施工法を施工業者に徹底する ➤ 適切な交通整理を行う

(2) 非正規繫留船舶の移動

既存防潮堤前面は、船舶の停泊地として利用されているが、同停泊地はジャカルタ特別州公共事業局の敷地内であり、非正規の停泊地である。ジャカルタ特別州公共事業局は、自治会長らと協力して、2010年9月から近隣住民及び船舶所有者に工事の通知及び説明会を実施し、2011年1月より前に船舶を移動させる計画である。

(3) IEE 手続きの確認

「イ」国環境影響評価制度の現況としては AMDAL と呼ばれる EIA 制度がある。ジャカルタ市環境局 (BPLHD) との協議の結果、本プロジェクトには EIA は必要なく、EIA より簡易な環境管理計画 (UKL) と環境モニタリング計画 (UPL) の承認が必要であることが確認できた。管轄は BPLHD の北ジャカルタ事務所になる。この結果を受けて、ジャカルタ特別州公共事業局は、2010年1月から UKL 及び UPL の作成のためのコンサルタントの選定を開始し、同年2月に選定終了後、UKL 及び UPL の作成を開始した。2010年4月に UKL 及び UPL を BPLHD の北ジャカルタ事務所に提出し、2010年4月16日に UKL 及び UPL の承認のレターを同事務所から受領した。

また、影響が予測される項目の回避・緩和策及びモニタリング計画については、JICA 環境チェックリストに基づいた回避・緩和策及びモニタリング計画がジャカルタ特別州公共事業局から調査団に対して 2009年12月16日に提出された。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標

(1) 上位目標

1993年のジャカルタ排水・洪水制御基本計画によって東放水路と西放水路の間に位置する地区の排水計画が策定された。この計画によって既存河川を排水幹線として25年洪水対応で改修すると共に、地区を6つの排水区に分け、排水機場や排水路の整備を行うこととなった。排水計画の内、既存河川の整備や排水機場建設は実現した。

現在、ジャカルタ首都圏の雨水排水は、北のボゴール地域から流下して来るチリウン川等の河川を排水幹線として利用しつつ、これに2次・3次幹線等を接続する極めて複雑なネットワークを通じて行われている。これらの河川はジャワ湾の潮位の影響を受けるために、18箇所の排水機場や23箇所の洪水ゲートで排水が行われている。プルート排水機場は、このうちのジャカルタ中心市街地の排水機能を担う最重要排水施設である。

本プロジェクトは、この上位計画の方針に沿ったものである。このため、本プロジェクトの上位目標は、「ジャカルタ市街地の洪水による被害が軽減される」こととなる。

(2) プロジェクト目標

プルート排水機場に関係する河川及びポンプ施設は、チリウン川、チデン川、ドゥリ川の3河川及びそれぞれの河口に設置されているマリーナゲート、パサールイカンゲート、ドゥリゲートである。現在は、地盤沈下によりパサールイカンゲート、ドゥリゲートは常時閉鎖の状態であり、マリーナゲートもかろうじて稼動しているが、常時閉鎖は時間の問題と推測される。その結果、本来、チリウン川、チデン川、ドゥリ川から直接海へ放流されていた洪水は、全てプルート調節池へ導水され、プルート排水機場により排水されることとなっている。

本プロジェクトは、当該排水機場のうち東排水機場がパイピングにより排水機能を喪失したため、これを元どおりに改修し、かつ、既存中央及び西排水機場における将来のパイピング発生ならびに、将来の気候変動による海面上昇に対処するため、プルート排水機場前面全体の防潮堤を同時に改修するものである。

このため、プロジェクトの目標は、「プルート排水機場排水区域における雨水排水機能が回復されること」とした。

3-1-2 プロジェクトの概要

プロジェクトの概要は以下のとおりである。

(1) 対象地域

ジャカルタ特別州北ジャカルタ地区プルート排水機場

(2) 施設

- 1) 東排水機場建屋の建設（鉄筋コンクリート造（鋼管杭基礎）、3階建、延床面積約400m²）
- 2) 東排水機場の排水設備の設置（排水ポンプ設備3基（縦軸斜流形式5.0m³/秒/基）、地上配管方式（口径1500mm）、自家発電設備1式（1500kVA）、除塵機3台、水平ベルトコンベヤ1台）

3) 防潮堤の改修（堤防延長約 145m、自立式鋼管矢板式護岸）

(3) 相手国側負担事業

- 1) 工事資機材搬入用道路の整備
- 2) 既存施設撤去後の廃棄物の処分地の準備及び廃棄物の管理・処分
- 3) 電力供給系統の付け替え
- 4) 東排水機場改修工事期間中の代替排水設備の設置
- 5) 非正規繫留船舶の移動
- 6) 海上警察等の施設移動
- 7) 環境管理計画及び環境モニタリング計画の作成、承認取得、及び実施
- 8) その他無償資金協力に必要な一般的な相手国負担事項

(4) 想定受益者

- 1) 第一次直接受益者：プルート排水機場の排水区域内に居住する市民約 18 万人
- 2) 第二次直接受益者：ジャカルタ中心市街に居住する市民約 914 万人
- 3) 間接受益者：ジャカルタ首都圏地域に居住する住民約 2400 万人

(5) 関係官庁・機関

- 1) 監督責任機関：公共事業省水資源総局(Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works)
- 2) 実施機関：公共事業省水資源総局及びジャカルタ特別州公共事業局(Public Works Department, City of Jakarta)

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

ジャカルタ特別州のように年 10cm 程度の地盤沈下が進んでいる地域、とりわけ海に面する地域における洪水対策は、第一要件：防潮堤により内水区域を海水の浸入から守ること、第二要件：内水区域の排水を適切に担える排水施設を整備すること、第三要件：地盤沈下に適切に対処できる施設計画とすることを具備している必要がある。第一要件に関しては、気候変動の影響による海面上昇も考慮する必要がある。

本プロジェクトにおいても、現地調査において、第一要件については、プルート排水機場全面の防潮堤の安定性及び海水浸透に対する健全度の現況、第二要件については、プルート排水機場全体の必要排水量に対する排水能力に関する現況、さらに、第三要件については、その進行影響を及ぼす地下水汲み上げ状況及び地質学的見地からの現況を把握すべく現地調査を実施した。

現地調査の結果、東排水機場のパイピングは、杭で支持された東排水機建屋と直接基礎の排水路との間に、地盤沈下が原因で発生した不同沈下により、建屋と排水路の接続部近傍の排水路側壁にクラックが発生し、そこから大量の海水が排水路外に浸入したことが引き金となり、海側の高い浸透圧が直接東排水機建屋基礎部に働き、プルート調整池側との大きな水压差により発生したことが確認できた。これにより第一要件及び第二要件が同時に失われ、必要排水量の処理に加えて、海水の浸入の結果もたらされた内水の排除ができない状況、それに付随して発生する内

水区域の浸水の結果もたらされる想定被害規模も甚大であることが確認でき、上記要件を回復することの必要性、重要性、緊急性が確認された。想定被害額の概算結果を資料-7 に示す。本プロジェクトは、上述の第一要件、第二要件及び第三要件を満たすべく排水施設計画を進めることを基本方針とする。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

概略設計に係る自然条件に対する方針は、計画地点における自然条件上の特徴を考慮し以下のとおり策定する。

- (1) 計画地点はジャワ海に面しており海水の影響を受けるため、この影響を考慮して、防潮堤・施設設計を行う。さらに、気候変動の海水に与える影響についても配慮する。
- (2) 計画地点の気象条件である、高温、雨期等を考慮し、構造物・施設設計を行う。さらに、気候変動の降雨に与える影響についても配慮する。
- (3) 調査地域の地質は、完新世の沖積層と更新世の洪積層及び火山性堆積物より成っている。沖積層は軟弱粘性土であり、その厚さは 12～19m で、洪積層及び火山性堆積物は、その沖積層の下部に標高-50～-70m まで分布している。構造物・設備設計に当たっては、これらの地質条件の影響として、地盤沈下、地盤変形等を考慮する。
- (4) プルイット排水機場はチリウン川下流低平地部に位置するが、プルイット調整池へ接続する河川は流下能力が不足している断面があり、この影響を考慮するため、過去のプルイット排水機場の操作実績及び貯水池水位の観測結果に基づき排水設備を計画・設計する。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

プルイット排水機場は、ジャカルタ中心市街地を内水区域とし、この洪水排水および下水排水を担う基幹施設であり、直接的な裨益人口は約 18 万人に上る。また、東排水機場機能損失に伴い浸水する区域には、ジャカルタ・コタ駅、工業地帯、ジャカルタ漁港、火力発電所、大型商業施設などの重要施設があり、総資産・経済活動等への影響は甚大である。また、同排水機場周辺には、非正規船舶停泊地及び非正規居住者の集落があるため、排水施設計画・設計に当たっては、これらの社会経済条件に配慮する方針とする。

3-2-1-4 建設事情／調達事情・現地業者の活用に対する方針

「イ」国は、これまでに自助努力に加えて国際協力機関の支援を通じて、多くの排水機場を建設してきている。また、その他の一般建築物・公共インフラの建設工事も盛んであり、現地建設業者は、基本的な土木建築工事や機電機器据付工事の技術を有している。本計画施設では、一部に特殊な工法・高度な技術を要する工事が必要となるものの、日本国の技術者の指導下で現地業者・現地作業員を活用して工事を実施することが可能である。したがって、第三国の技術者・作業員を利用する必要はない。

資機材の面では、種類・生産量・品質において一部を除く主要土木建築資機材が現地調達可能である。したがって、これらの資機材については、現地調達を原則とする。

また、本プロジェクトで調達する機械・電気設備等は、ほとんどのものが「イ」国内で調達可能であるため、それらのスペアパーツについても「イ」国内で十分調達可能である。排水ポンプは、「イ」国内では現地会社 1 社のみが現地生産しているものの、製品の信頼性、納期、入札競

争性・透明性の確保の観点から、日本国製を調達する計画とするため、排水ポンプのスペアパーツは「イ」国内のこれら製造会社の代理店を通じて調達可能である。

3-2-1-5 運営・維持管理に対する方針

現在のプルート排水機場はジャカルタ特別州公共事業局が運営、維持管理を実施している。運転維持管理体制は、オペレーター6人ずつの2チーム編成（計12人）で、24時間体制（7:00～7:00）でプルート排水機場のすべての排水機場を管理している。基本的な排水機場の運転維持管理技術は保有しており、日常的な運転管理の実施が可能である。ジャカルタ特別州公共事業局によると、過去5年間はこの運転維持管理体制を維持しており、排水機場の復旧後もこの体制を維持していくとのことである。しかし、導入する設備・機材特有に必要な運転維持管理技術習得が必要なため、工事期間中に日本側技術者が、当該設備の運転・維持管理に関する初期運転指導を実施するとともに、必要な予備品、保守用工具及び運転・維持管理マニュアルを準備し、建設された設備がより効果的・効率的に運転できるように配慮する。

3-2-1-6 施設等のグレードの設定に係る方針

本計画で建設される排水施設の設計に当たっては、供用開始後にジャカルタ特別州公共事業局の運転維持管理が容易になるよう、既存施設／設備のグレードやジャカルタ特別州公共事業局の技術レベルに留意して設定する。特に、ジャカルタ技プロにて得られた知見を活用して、適正なグレードを設定する方針とする。

3-2-1-7 工法／調達方法、工期に係る方針

概略設計の際に留意が必要な事項・対処方針は以下のとおりである。

(1) 工法

本計画の施設建設は、軟弱地盤上での施工となり、一般の民間住宅や既存排水機場が隣接していることから、施設建設工事が近隣に悪影響を及ぼさないような配慮が必要である。

土工事に際しては、地下水位がGL-1.0m程度と浅い位置で出現しているため、鋼管矢板等で山留めを実施する。また、鋼管矢板打ち込みは、騒音・振動の少ない杭打機械を必要とする。

防潮堤建設は、既存排水機場(中央及び西)の稼動状況、既設防潮堤、近隣住民への影響を考慮した低振動、低騒音工法の採用、海上施工(資機材の搬入含む)、海上汚濁の防止、海上法規への準拠に留意する必要がある。

(2) 調達方法

本計画の施設は排水施設及び防潮堤であるため、一般の土木・建築工事以外に機械電気設備工事が必要である。機械電気設備工事はポンプ設備メーカー等の専門的な工事ノウハウが必要であり、総合建設会社とポンプ設備メーカー等がタイアップして施設建設を実施する必要がある。したがって、総合建設会社とポンプ設備メーカーによるコンソーシアム結成等を含む共同受注を考慮した調達計画を策定する。

(3) 工期

本計画の協力対象施設の建設工事は、約24ヶ月を要すると考えられる。建設する施設は排水施

設及び防潮堤であり、段階的に機能を発揮することはできない。したがって、期分け案件として協力計画を立案することは困難であり、国債事業制度の適用が必要である。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 設計条件

(1) 地質条件

調査団が現地再委託により実施した地質調査結果によれば、地質条件は以下のとおりである。

1) 地質概要

調査地域付近の地質は、完新世の沖積層と更新世の洪積層及び火山性堆積物より成っている。沖積層の厚さは 11.5～18.5 m である。洪積層及び火山性堆積物は、その沖積層の下部に標高-50～-70m まで分布している。地質断面図を図 3-13 に、また、地質特性一覧表を表 3-1 に示す。

表 3-1 地質特性一覧表

時代	地層	記号	土質名	層厚	N 値	圧縮指数	備考
現世	埋土	D	シルト質粘土、粘土質シルト	1-2	5-6	0.4	人工土層
沖積世	砂層	AS1	粘土質砂	-	0-1	-	軟弱層、レンズ状分布
	粘土層	AC1	シルト質粘土、粘土質シルト	13-15	0-1	1-1.5	軟弱層
		AC2	シルト質粘土	2-3.5	2-5	0.6-0.9	
洪積世	粘土層	DC1	シルト質粘土、粘土質シルト	1.5-5	8-15	0.4	
		DC2	シルト質粘土	7-12	12-22	0.4-0.5	
		DC3	シルト質粘土	3-7	15-25		
		DC4	シルト質粘土	>12	25-30		
	砂層	DSC1-3	シルト質砂	-	9-17	-	レンズ状分布
	火山性固結粘土層	VC1	固結粘土質シルト、砂混じり粘土質シルト	2-15	35->50	-	凝灰岩様上部支持層
		VC2	固結シルト質粘土	1-15	35->50	-	凝灰岩様下部支持層
		VC3	粘土質シルト	2-6	35->50	-	
	火山性固結砂層	VS1	砂・シルト質砂	1-8	35->50	-	上部支持層
		VS2	シルト質砂	8-13	>50	-	下部支持層
		VS3	砂	2-3	>50	-	火山砂様
	火山性粘土層	VC1-2a	シルト質粘土	-	25-30	-	レンズ状分布
	火山性砂層	VC1-3a	シルト質粘砂～砂	-	20-30	-	薄層

2) 期待される支持層

今回の調査結果から、更新世の二つの地層が支持層として期待される。一つの地層は標高-20.5～-22.0 m 付近に上面があり、一般に2～6mほどの層厚を示している。しかし、排水機場建物付近では標準貫入試験 50 以上の層厚が特に薄く、杭基礎等の安定支持層としてはあまり期待できない。もう一つの支持層は標高-38.0～-39.5 m 付近に上面があり、7～10mほどの層厚である。したがって、この地層は層厚も厚く N 値 50 以上を有する安定支持層として十分に期待できる。

(2) 気象条件

2-2-2 項に述べたとおり、ジャカルタの気候は高温多湿の熱帯性気候であり、気温は1年を通して30℃以上と暑く、湿度も年中高い。

ジャカルタの降雨量は、6月から9月の乾期は比較的少なく、12月から3月の雨期に集中している。ジャカルタの降雨量は、各月の年毎の変動が大きく、また、乾期であっても200mm/月弱となっており、かつ、気候変動に伴う年間降雨パターンの変化、特に、雨期における降雨量の増加と期間の短期化が進んでいるため、洪水防止の観点からは、排水機場は乾期・雨期共に適切な排水能力を有する必要がある。

ジャカルタの平均海水面は、気候変動により7mm/年増加している。

(3) 設計に適用する規範・基準

設計に当たり、「イ」国および日本における規範・基準を適用する。

(4) 概略設計に使用する標高

ア. 水準点

調査団が実施した地形測量では以下の水準点を参照した。

TTG-PDK Dayung : 標高 MSL+0.826m (2007年) で、「イ」国海軍管轄の Tanjung Pondok Dayung にある。

イ. 標高の補正

地形測量は、水準点 TTG-PDK Dayung を2007年と同じ標高+0.826 m として計測されたものである。この標高値は、この2年間に広域地盤沈下の影響を受け低下している恐れがあるが、その量は公表されていない。このため、本調査における MSL 基準の地形図は、別途調査対象地域の前面海域で現地再委託により実施した1ヶ月間の潮位観測結果から得られた標高を正として補正することとした。

なお、1ヶ月間の潮位観測結果はデータ量としては短いですが、地盤沈下の影響も反映されていることから、概略設計段階では精度的に支障はない。

調査対象地域内の基準点 PL01 における標高については、上述の測量精度を3種類の測量方法により検証し、その結果を表3-2に示す。概略設計に使用する調査対象地域の標高(基準点 PL01)は潮位観測の結果得られた MSL-1.314m とする。

表 3-2 概略設計に使用する標高（基準点 PL01）

	基準点	標高 (MSL)	標高差	備考
1	潮位観測結果	-1.314m	-26mm	観測期間 32 日間
2	TTG PDK Dayung	-1.288m	0mm	2007 年の標高
3	TTG177 (T13)	-1.311m	-23mm	2007 年の標高

前述のとおり、調査団が実施した地形測量は、表 3-2 の第 2 番目の標高に基づいて実施されたため、すべての測量図面及び設計図面における MSL 表示は、潮位観測結果に基づいて補正されるべき標高より、0.026m 低くなっている。概略設計における既存施設・地盤の標高は、この標高差を反映し修正した。

また、本検討におけるレベル表示は、MSL 表示を基本とするが、ポンプの運用における貯水池水位については、現在、ポンプの運用が、建設当初（地盤沈下前）の PP 基準により行っているため、貯水池水位のみは、建設当初の PP 表示を併記するものとする。従って、本検討における PP 表示は、建設当初から約 2m 地盤沈下しているため、本来の定義での PP 表示（PP±0.0=LWL (MSL-0.6m)）とは異なるものである。

主要な既設構造物のレベル及び貯水池水位を MSL で表示すると、下記のとおりとなる。

既設防潮堤高	:	MSL+1.45m
既設東ポンプ建屋床高	:	MSL-0.7m
貯水池 HWL	:	MSL-2.65m (PP-0.5m)
貯水池 LHL (ポンプ全台停止水位)	:	MSL-4.05m (PP-1.9m)

3-2-2-2 全体計画・排水施設計画

プルート排水機場前面の防潮堤の整備の方向性は、既存の防潮堤がパイピングを防ぐに足る止水性を有していないことから、工事期間中の止水機能の確保、ならびに、施設完成後の防潮堤の止水性及び安全性の確保を目的として、概略設計を進めることとする。さらに、防潮堤の強度並びに止水機能については、防潮堤の供用年数中の気候変動による海面上昇及び広域地盤沈下に耐えうるよう配慮する。

なお、防潮堤天端高における気候変動による海面上昇及び地盤沈下対応については、今後も継続的に進むことが想定される海面上昇及び広域地盤沈下により、防潮堤天端が下がり続けるため、当該排水機場前面のみならず、流域全体が面する海域の防潮堤全体で嵩上げなどの対応をすべき必要があることから、本プロジェクトの範囲を超えるため、公共事業省及びジャカルタ特別州公共事業局が別途適宜対応することとし、本設計においては、現況の防潮堤天端高を基準に検討を進めることとする。

プルート排水機場の排水能力の改修に関する方向性は、案件の緊急性に鑑み、現況の排水能力の回復を目的として概略設計を進めることとする。現況排水能力は、ジャカルタ技プロで得られた知見を有効に活用し、現状の流域内の河川の状況を勘案した流出解析、既存プルート中央及び西排水機場の排水設備の排水能力の評価、「イ」国側の自助努力による将来の関連排水施設開発計画を考慮して評価する方針とする。東排水機場の排水能力の気候変動による海面上昇及び地

盤沈下への対応において、ポンプの耐用年数期間中で対応できないところは、将来のポンプ交換時の排水能力アップで対応する方針とする。

プレイット東排水機場のポンプ形式及び基数については、必要排水量、中央及び西排水機場の運転との連携、運転維持管理の容易性、排水機用地の有効利用、排水機場建屋建設費にポンプ設備費を加えた総額による経済性などを総合的に勘案して検討する方針とする。

新規東排水機場からの排水放流設備は、既存構造物の適切な取り壊し、地盤沈下への対応、防潮堤部の止水性の確保などを考慮して検討する方針とする。

プレイット東排水機場の建屋建設位置及び構造形式については、既存構造物の取り壊し、周辺施設及び住宅地に対する影響の軽減、軟弱な基礎地盤条件への対応、広域地盤沈下への対応などを考慮して検討する方針とする。

なお、中央及び西排水機場については、既存建屋及びポンプ設備の健全性を調査した結果、建屋及びポンプ設備はまだ十分に活用できる状況であることが確認できたものの、将来のパイピングの発生を未然に防ぐため、海水が浸透しないよう止水性を確保する必要が認められた。このため、防潮堤は西及び中央排水機場の既存排水方式を生かしつつ、東排水機場の前面も含めた全域の止水性を確保するよう計画する方針とする。しかしながら、中央及び西排水機場のパイピング防止対策は、施設完成後、「イ」国側の自助努力で対応する方針とする。

3-2-2-3 排水計画

ジャカルタ中心市街には、3箇所排水機場が設置されており、排水区域や役割を分担して雨水排水を実施している。本プロジェクトの実施にあたっては、既往の雨水排水量をもとに以下の点に留意し適切な排水計画を立案し、事業規模を検討する。

- 1) 既往のポンプ操作実績の調査結果、2008年2月洪水に対して既往のポンプ操作とは異なる運用が行われ、最大40.4m³/sのポンプ稼働が確認された。
- 2) ジャカルタ特別州公共事業局が東排水機場の工事期間中の代替排水施設として2011年1月前までにドゥリゲート付近に水中ポンプ6m³/sの排水設備を設置する計画を進めている。
- 3) 排水規模は、2008年2月洪水に対する治水能力と同等の能力を確保する必要がある、プレイット東排水機場の建設前、建設中及び建設後のポンプ操作の最適化について検討する。検討ケースとしては、プレイット調整池の水位が既往最大PP-0.36mとなった2008年2月の洪水に対して、ポンプ操作実績と水位変動を調査し、その最大水位とほぼ同等となる必要ポンプ能力の算定および操作ルールを検討する。
- 4) 気候変動に伴う雨期における降雨量の増加と期間の短期化等に対する対応は、長期的な対応となり、本プロジェクトの目的を超えるため、プレイット排水機場及び上記2)のドゥリ排水機場の両方で対応する方針とする。

3-2-2-4 防潮堤計画

(1) 防潮堤形式の選定

ア) 要求性能

プレイット排水機場前面の防潮堤に求められる要求性能を以下に示す。

- 要求性能①：海水の浸入を防ぐ。
- 要求性能②：パイピング現象を防ぐために防潮堤の止水性を確保する。
- 要求性能③：気候変動に伴う海面上昇及び地盤沈下に対して対応可能な構造とする。

イ) 形式比較

形式比較は、地質調査、測量調査、現地踏査の結果得られた現地状況を踏まえて、要求性能を満足する構造形式として、『第一案：築堤＋止水矢板』及び『第二案：自立式鋼管矢板＋押え盛土』を比較案とした。その結果を表 3-4 防潮堤構造形式比較表に示す。

ウ) 最適案の選定

防潮堤に求められる要求性能の第一として、海水の浸入（越流、パイピング）防止があるが、現地条件を踏まえると、この点を構造的に確実に満足する形式は『第二案：鋼管矢板自立＋押え盛土』となる。また、この形式は継続する地盤沈下に対しても維持管理性が高いと考えられる。この案で鋼管矢板を選定した理由は以下の通りである。

護岸自立矢板の種類としては、鋼管矢板・鋼矢板・コンクリート矢板がある。止水性については矢板の継手構造から判断して、コンクリート矢板 → 鋼矢板 → 鋼管矢板の順に優れる。経済性については、矢板一枚当たりの幅から施工本数は、鋼矢板→コンクリート矢板→鋼管矢板の順で少なくなる。また、鋼矢板は「イ」国国内では生産されていないことから最も高価となる。施工性については、バイブロハンマーによる施工となることから、矢板一枚当たりの重量が最も重いコンクリート矢板は、バイブロ機種、クレーン能力が他の矢板と比べて大きくなることから、最も不利となる。これらを要約すると表 3-3 のとおりとなる。

以上の理由で、『鋼管矢板』が最適であると判断した。

表 3-3 矢板比較表

	鋼管矢板	鋼矢板	コンクリート矢板
止水性	◎	○	▲
経済性	○	▲	○
施工性	◎	◎	△
評価	◎	▲	▲

凡例) ◎：優 ○：良 △：可 ▲：問題あり

表 3-4 防潮堤構造形式比較表

		第一案 (築堤+止水矢板) 案	第二案 (自立式鋼管矢板+押え盛土) 案																																																																																																					
概要図	平面図																																																																																																							
	断面図																																																																																																							
比較案の概要		・既存の護岸前面に盛土（山砂）、捨石により築堤を行う。止水性を確保するためにコンクリート矢板を築堤内に設ける。この際に、矢板の耐力に見合う自立高さ（2m）を確保する。	・既存の護岸前面に鋼管矢板を打設し、その前面に押え盛土（捨石）を設けて鋼管変位を抑える構造である。																																																																																																					
評価	構造性	【沈下】コンクリート矢板は支持層まで到達していないため、堤防（盛土）の沈下とともに沈下する可能性がある。コンクリート矢板を支持層まで打設するためには、2.2m以上の長さが必要となる。現地の施工実績として施工は可能であるが打設精度が劣る。 【止水性】第二案と比べて止水性が劣る。施工精度が悪い場合には、止水性が確保されない恐れがある。	【沈下】鋼管矢板は支持層まで打設されることから、埋め戻し・押え盛土の沈下により共下がりすることは無い。従って、将来的に広域地盤沈下に対しても傘コンクリートの嵩上げで対応可能である。 【止水性】止水性には問題はない。	◎																																																																																																				
	施工性	・コンクリート矢板の打設以外は土工事となることか、工事の難易度は第二案とくらべて低い。 ・施工範囲が広く、海上での仮締め切り工事が必要となる。 ・第二案と比べて工種が多くなり、工程も長くなる。	・鋼管矢板の打設に関しては、打設精度が要求されることからレベルの高い施工技術が必要となる。 ・施工範囲が第一案と比べて、狭い範囲となる。 ・工事は単純であり、工期も第一案と比べて短い。	○																																																																																																				
	経済性	・第二案と比べて経済性に劣る。	・経済性に優れる。	○																																																																																																				
	維持管理	・圧密沈下、広域地盤沈下に追従するために、第二案と比べて堤体の嵩上げが必要である。	・傘コンクリートの嵩上げで将来的な沈下に対応できる。	◎																																																																																																				
概算工事費 (10m当たり)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>【工種】</th> <th>【数量】</th> <th>【単価】</th> <th>【工事費】</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①コンクリート矢板工</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>コンクリート矢板材料費</td> <td>150 m</td> <td>×</td> <td>21 千円 = 3,150</td> </tr> <tr> <td>同上 打設</td> <td>10 本</td> <td>×</td> <td>150 = 1,500</td> </tr> <tr> <td>②築堤工</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>背面埋戻し（捨石）</td> <td>240 m³</td> <td>×</td> <td>5 = 1,200</td> </tr> <tr> <td>築堤材料（捨石）</td> <td>910 m³</td> <td>×</td> <td>5 = 4,550</td> </tr> <tr> <td>同上（山砂）</td> <td>1680 m³</td> <td>×</td> <td>2.3 = 3,864</td> </tr> <tr> <td>浚渫（海上）</td> <td>1680 m³</td> <td>×</td> <td>2 = 3,360</td> </tr> <tr> <td>③仮締め切り工</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>鋼矢板（Ⅲ型、15m）</td> <td>22.5 ton</td> <td>×</td> <td>200 = 4,500</td> </tr> <tr> <td>同上 打ち抜き</td> <td>25 本</td> <td>×</td> <td>15 = 375</td> </tr> <tr> <td>合計＝</td> <td></td> <td></td> <td>22,499 10m当たり</td> </tr> <tr> <td>比率＝</td> <td></td> <td></td> <td>1.52</td> </tr> </tbody> </table>	【工種】	【数量】	【単価】	【工事費】	①コンクリート矢板工				コンクリート矢板材料費	150 m	×	21 千円 = 3,150	同上 打設	10 本	×	150 = 1,500	②築堤工				背面埋戻し（捨石）	240 m ³	×	5 = 1,200	築堤材料（捨石）	910 m ³	×	5 = 4,550	同上（山砂）	1680 m ³	×	2.3 = 3,864	浚渫（海上）	1680 m ³	×	2 = 3,360	③仮締め切り工				鋼矢板（Ⅲ型、15m）	22.5 ton	×	200 = 4,500	同上 打ち抜き	25 本	×	15 = 375	合計＝			22,499 10m当たり	比率＝			1.52	<table border="1"> <thead> <tr> <th>【工種】</th> <th>【数量】</th> <th>【単価】</th> <th>【工事費】</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①鋼管矢板工</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>鋼管矢板材料費</td> <td>77 ton</td> <td>×</td> <td>100 千円 = 7,700</td> </tr> <tr> <td>同上 打設</td> <td>7 本</td> <td>×</td> <td>200 = 1,400</td> </tr> <tr> <td>②押え盛土工</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>背面埋戻し（山砂）</td> <td>240 m³</td> <td>×</td> <td>2.3 = 552</td> </tr> <tr> <td>盛土材料（捨石）</td> <td>225 m³</td> <td>×</td> <td>5 = 1,125</td> </tr> <tr> <td>同上（山砂）</td> <td>310 m³</td> <td>×</td> <td>2.3 = 713</td> </tr> <tr> <td>浚渫（海上）</td> <td>1680 m³</td> <td>×</td> <td>2 = 3,360</td> </tr> <tr> <td>合計＝</td> <td></td> <td></td> <td>14,850 10m当たり</td> </tr> <tr> <td>比率＝</td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>	【工種】	【数量】	【単価】	【工事費】	①鋼管矢板工				鋼管矢板材料費	77 ton	×	100 千円 = 7,700	同上 打設	7 本	×	200 = 1,400	②押え盛土工				背面埋戻し（山砂）	240 m ³	×	2.3 = 552	盛土材料（捨石）	225 m ³	×	5 = 1,125	同上（山砂）	310 m ³	×	2.3 = 713	浚渫（海上）	1680 m ³	×	2 = 3,360	合計＝			14,850 10m当たり	比率＝			1.00	
	【工種】	【数量】	【単価】	【工事費】																																																																																																				
①コンクリート矢板工																																																																																																								
コンクリート矢板材料費	150 m	×	21 千円 = 3,150																																																																																																					
同上 打設	10 本	×	150 = 1,500																																																																																																					
②築堤工																																																																																																								
背面埋戻し（捨石）	240 m ³	×	5 = 1,200																																																																																																					
築堤材料（捨石）	910 m ³	×	5 = 4,550																																																																																																					
同上（山砂）	1680 m ³	×	2.3 = 3,864																																																																																																					
浚渫（海上）	1680 m ³	×	2 = 3,360																																																																																																					
③仮締め切り工																																																																																																								
鋼矢板（Ⅲ型、15m）	22.5 ton	×	200 = 4,500																																																																																																					
同上 打ち抜き	25 本	×	15 = 375																																																																																																					
合計＝			22,499 10m当たり																																																																																																					
比率＝			1.52																																																																																																					
【工種】	【数量】	【単価】	【工事費】																																																																																																					
①鋼管矢板工																																																																																																								
鋼管矢板材料費	77 ton	×	100 千円 = 7,700																																																																																																					
同上 打設	7 本	×	200 = 1,400																																																																																																					
②押え盛土工																																																																																																								
背面埋戻し（山砂）	240 m ³	×	2.3 = 552																																																																																																					
盛土材料（捨石）	225 m ³	×	5 = 1,125																																																																																																					
同上（山砂）	310 m ³	×	2.3 = 713																																																																																																					
浚渫（海上）	1680 m ³	×	2 = 3,360																																																																																																					
合計＝			14,850 10m当たり																																																																																																					
比率＝			1.00																																																																																																					
総合評価	すべての評価項目で第二案に劣る。但し、インドネシア国内での対応が可能である。	地盤沈下（圧密沈下、広域沈下）に対して最も有効な構造である。																																																																																																						
判定	△	◎																																																																																																						

(2) 基本形状の設定

ア) 形状設定条件

防潮堤形状は、以下の点に考慮して図 3-1 のとおり設定した。

① 防潮堤天端高：排水管配置計画及び波高に対する余裕を考慮して、MSL+1.90m とした。ジャカルタ特別州公共事業局資料より、既存護岸高さは、MSL+1.45m である。

- H.W.L (High Water Level) : MSL+0.550m
- L.W.L (Low Water Level) : MSL-0.6m

② 防潮堤法線：新設防潮堤施工中の既設防潮堤への影響回避、防潮堤背面の不透水層確保、現道嵩上げ高さをできる限り低くすることに配慮して、防潮堤法線を現況の法線から 12.5m 海側とした。

③ 設計海底面：深淺測量結果より現況の海底面は、MSL-2.60m とした。

④ 護床ブロック：防潮堤前面の洗掘防止、排水管基礎の防護を目的として捨石により防護を行う。この事により、防潮堤に作用する波力の低減も可能となる。

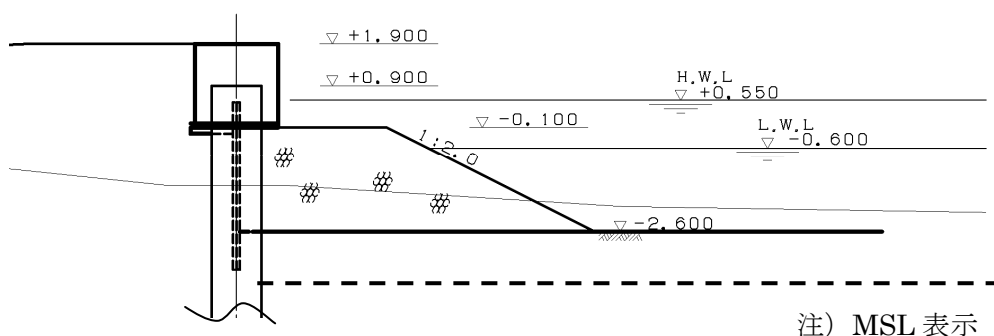


図 3-1 防潮堤形状

イ) 施工範囲

防潮堤の施工範囲は、完成時及び施工時の仮締め切りとして海水の浸入を防止できる範囲とし、完成後の排水機場へのパイピング現象を防止することを目的として東・中央・西排水機場の全面とする。ただし、中央・西排水機場の前面については『角落とし構造』を設けて、パイピング対応機能を確保する。図 3-2 に防潮堤施工範囲を示す。

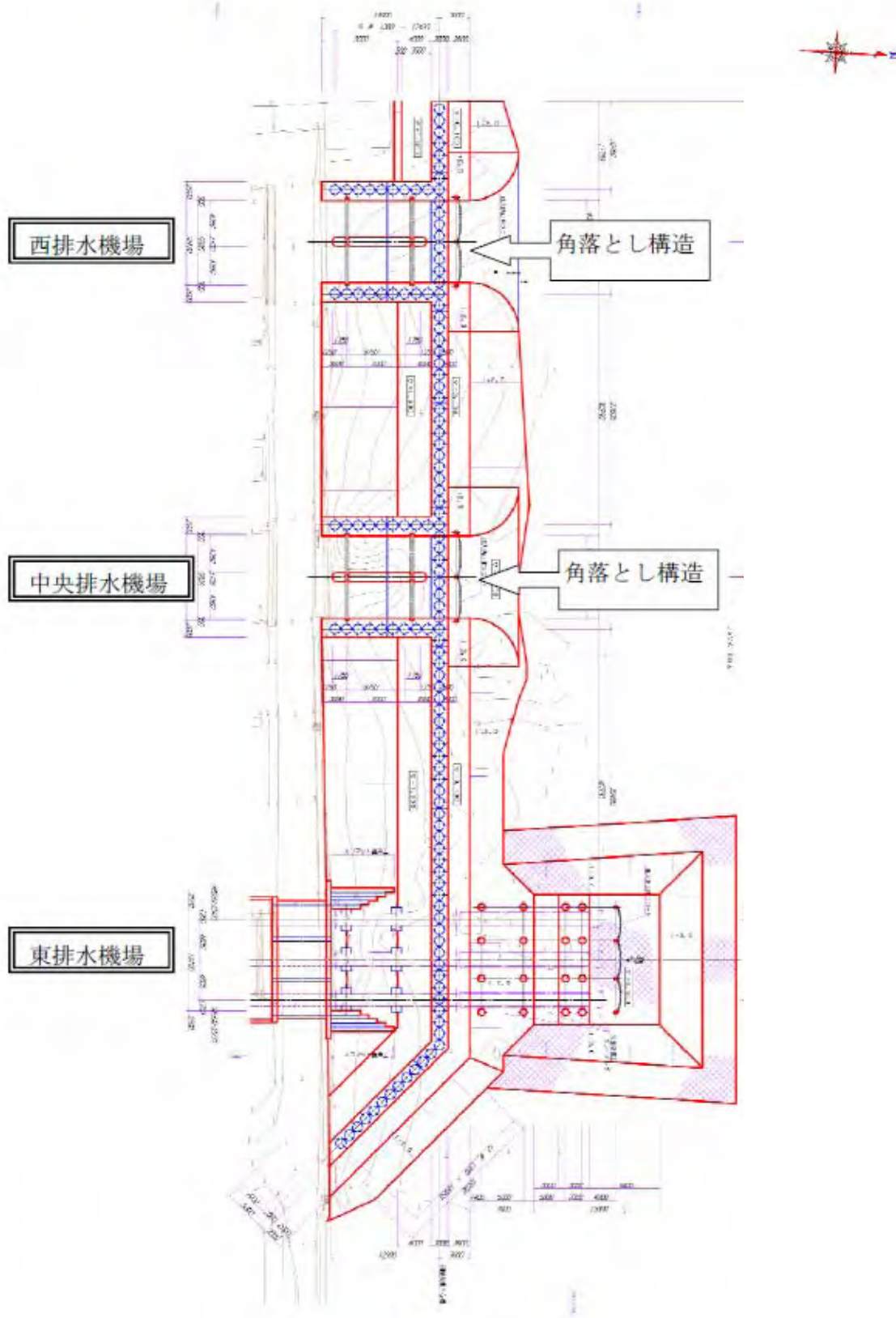


图 3-2 防潮堤施工範圍

(3) 自立式護岸の設計

ア) 構造モデル

基本条件の整理において決定した自立式鋼管矢板の諸元および地質条件から図 3-3 に示す構造モデルを設定した。主な構造諸元は以下のとおりである。

鋼 管：φ1,200mm t=14mm 長さ=22.5m

自立高さ：(1.90+3.90=5.80m) より 6.00m

設計水位： 内水位=GL -1.70m

外水位=GL -2.50m

地表面荷重：常 時 10 kN/m²

地震時 5 kN/m²

護岸前面載荷重

捨て石自重（浮力有り） 10 kN/m²

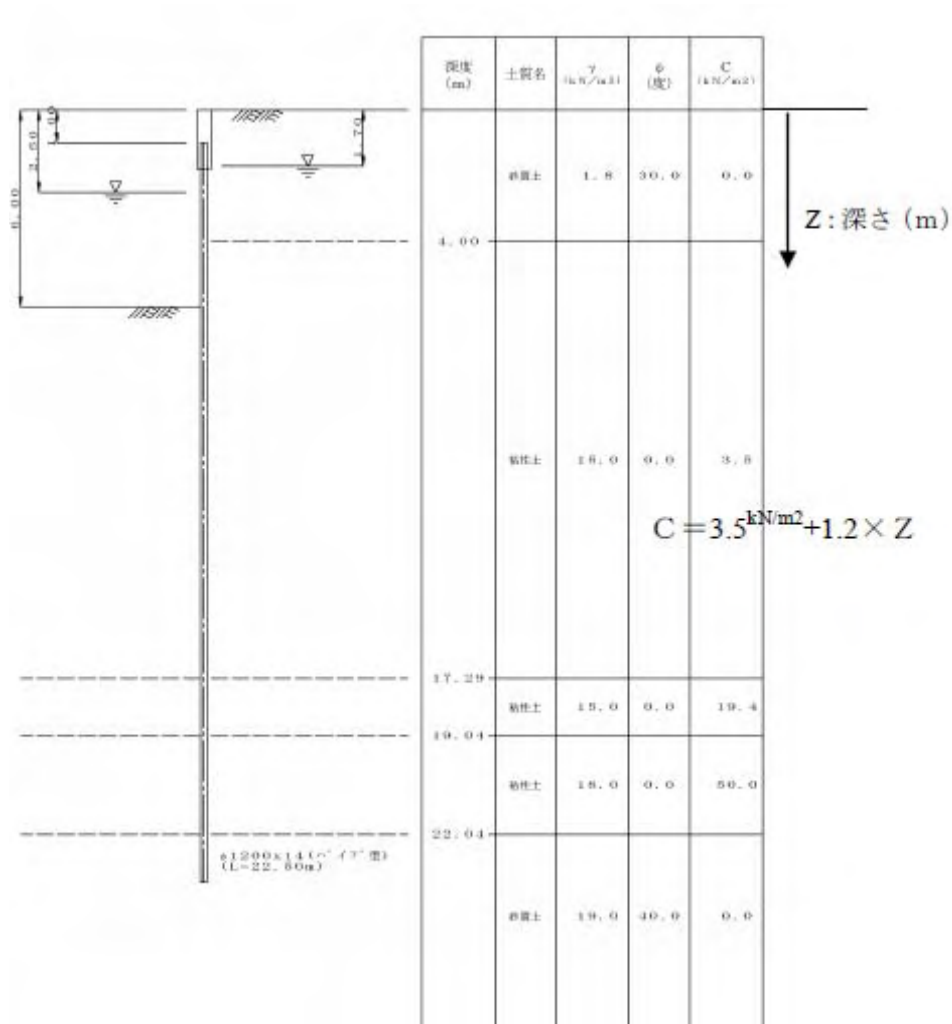


図 3-3 自立式護岸の構造モデル

イ) 計算方法

自立式矢板の計算は、Chang の式（多層地盤）を用いて行う。また、根入れ長さの計算は下式により算出される値を参考として、地盤条件を考慮して行う。

$$L_o = \frac{2.5}{\beta}$$

ウ) 設計定数および許容値

設計計算に用いる諸定数は以下の基準および地質調査結果をもとに算出した値を用いる。

- 側圧の算出 : クーロン式
- 設計震度 : $k=0.12$
水中は見かけの震度を用いる。
- 横方向地盤反力係数 : $K_h=0.691 \times N^{0.406}$ (福岡-宇都の式)
- 地盤定数 : 構造モデル参照
- 使用材料及び許容応力度
鋼管矢板 (S K Y 490)

$$\sigma_a = 185 \text{N/mm}^2 \rightarrow 180 \text{N/mm}^2 \text{ (常時)}$$

$$\sigma_{a_e} = 277 \text{N/mm}^2 \rightarrow 270 \text{N/mm}^2 \text{ (地震時)}$$

- 許容変位

$$\delta_a = 50 \text{mm} \text{ (常時)}$$

$$\delta_{a_e} = 75 \text{mm} \text{ (地震時)}$$

エ) 設計水平震度の算出

防潮堤の設計に用いる設計水平震度は、以下の手順に従って算出する。

手順-1) 図 3-4 に示した「イ」国全体を 6 分割 (Zone1~6) した地震マップから地域別地震係数 C を求める。

手順-2) 表 3-5 に示された設計対象構造物 (Buildings) の重要度に応じた重要度係数 I を求める。

手順-3) 表 3-6 に示された設計対象構造物の構造形式別係数 K を求める。

以上の手順により求めた係数を用いて、下式により設計水平震度を算出する。

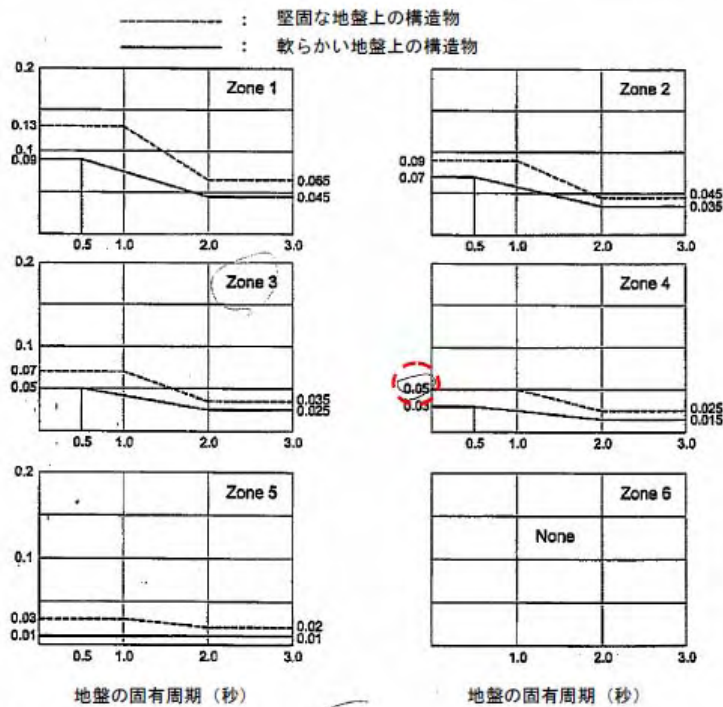
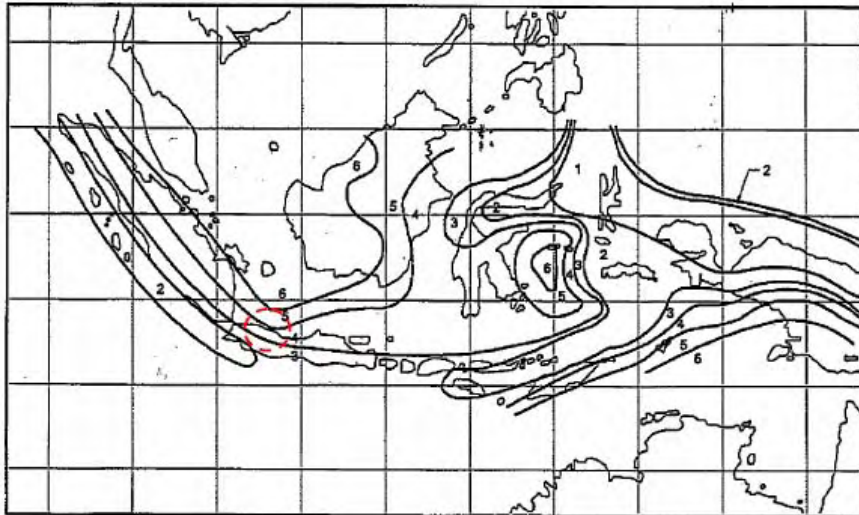
構造物の設計地震係数は以下の式で求められる。

$$K_h = C \times I \times K$$

- ここに、
- K_h : 設計地震係数
 - C : 地域別地震係数 (図 3-4 参照)
 - I : 重要度係数 (表 3-5 参照)
 - K : 構造形式別係数 (表 3-6 参照)

本設計で用いる係数は、以下の通りとする

$$\begin{aligned}
 C &: \text{Zone4 の最大値 } 0.05 \\
 I &: \text{(b) より } 1.5 \\
 K &: \text{耐震壁を有する片持ち構造 } 1.5 \\
 K_h &= 0.05 \times 1.5 \times 1.5 \\
 &= 0.113 \rightarrow 0.12
 \end{aligned}$$



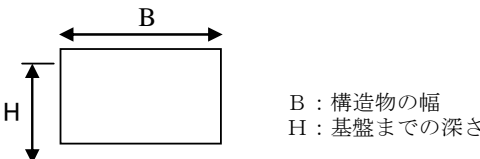
Source : Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, January, 1994

図 3-4 地域別地震係数

表 3-5 重要度係数

	建造物	重要度係数 (I)
(a)	歴史的建造物	1.5
(b)	地震後も機能の保持が求められる施設 <ul style="list-style-type: none"> ・ 病院 ・ 学校 ・ 食糧貯蔵庫 ・ 緊急医療センター ・ 発電所 ・ 貯水施設 ・ 放送施設 ・ 遊園地 	1.5
(c)	市中心部へのガス・石油輸送施設	2.0
(d)	危険物保存施設	2.0
(e)	その他の建造物	1.0

表 3-6 構造形式別係数

構造の種類	建造物の材料	構造形式係数 (K)
- 地震時に脆弱化する地盤上の建造物	- 鉄筋コンクリート	1.0
	- プレストレスコンクリート	1.4
	- スチール	1.0
	- 木材	1.7
- 同様に、耐震壁を有しない建造物	- 鉄筋コンクリート	1.0
- 耐震壁を有する片持ち構造 ($B/H > 2.0$ and $B_{min} > 1.5m$)	- 鉄筋コンクリート	1.2
	- 中空鉄筋コンクリート壁	2.5
	- 木材	2.0
		
	- 上記の制限を越えた耐震壁を有する片持ち構 またはその他の構造	- 鉄筋コンクリート
- 対傾構を有する構造	- 中空鉄筋コンクリート壁	3.0
	- 木材	2.5
	- 鉄筋コンクリート	2.5
- スチール	- スチール	2.5
	- 木材	3.0
	- 鉄筋コンクリート	2.5
- 平屋の片持ち構造	- スチール	2.5
	- 木材	3.0
	- 鉄筋コンクリート	2.5
- 平屋の片持ち構造	- スチール	2.5
	- 鉄筋コンクリート	3.0
- 煙突、小タンク	- スチール	3.0
	- 鉄筋コンクリート	3.0

オ) 計算結果

計算結果を以下に示す。

前面矢板 $\phi 1200 \times 14$ (ハ イ 7° 型)

			常時	地震時
断面二次モーメント	I (cm ⁴)	634000		
断面係数	Z (cm ³)	10600		
最大曲げモーメント	M _{max} (kN・m/m)		215.39	556.79
応力度	σ (N/mm ²)		24 (180)	62 (270)
水平変位	δ (mm)		19.24 (50.0)	68.70 (75.0)
根入れ長	D (m)		17.50	17.50
矢板全長	L (m)	22.50		

(4) 角落とし部の計画

ア) 吐口の水路部

西・中央排水機場の吐口部分の排水機能を確保するために、防潮堤の鋼管矢板式護岸に2箇所の開口部を設ける。この開口部は『角落とし構造』として、常時は排水機能を確保するため設置せず、緊急時には水路を遮蔽できる構造とする。この機能を担保することにより、将来的に西・中央排水機場の改修時に開口部が容易に閉塞でき、東排水機場と同様な地上配管方式の排水形式への移行が、開口部の仮締切工事等を行わないでも施工可能となる。なお、角落とし用の戸溝は図 3-5 に示すとおり、鋼管矢板護岸に近い海側と既設道路に近い陸側の2箇所に設置することとする。陸側は既存放水路の維持管理及び緊急時等の比較的使用頻度が高い場合に容易に角落としが設置できる位置に計画し、また、海側は将来の西・中央排水機場の改修時締切用に使用する計画とした。

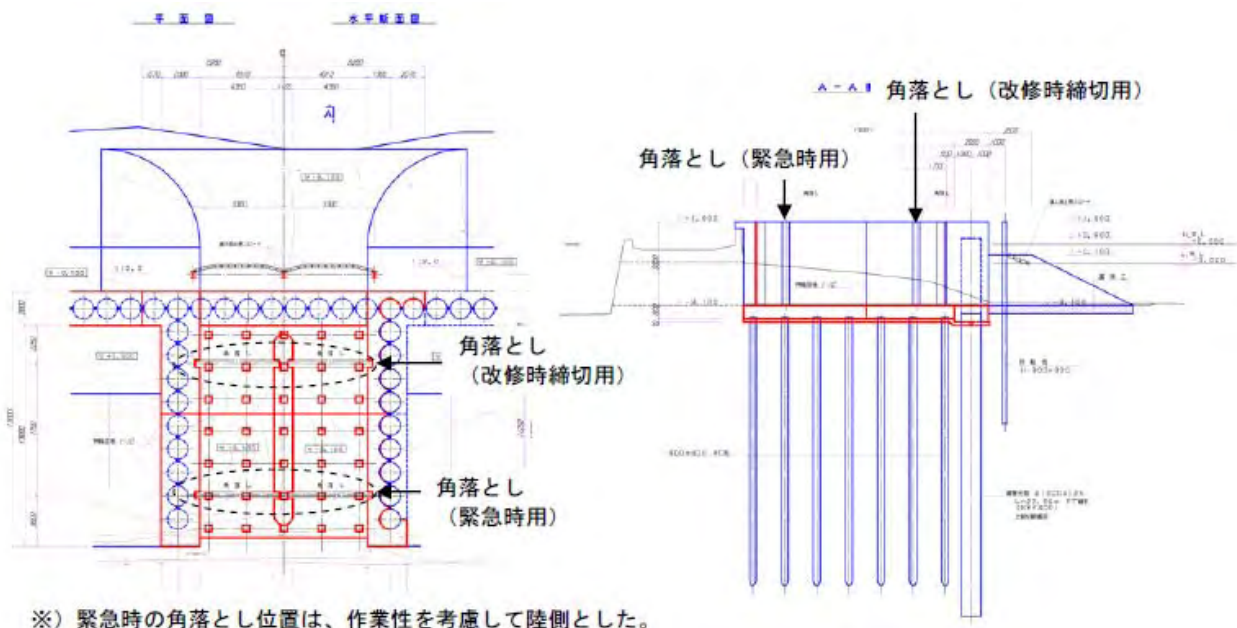


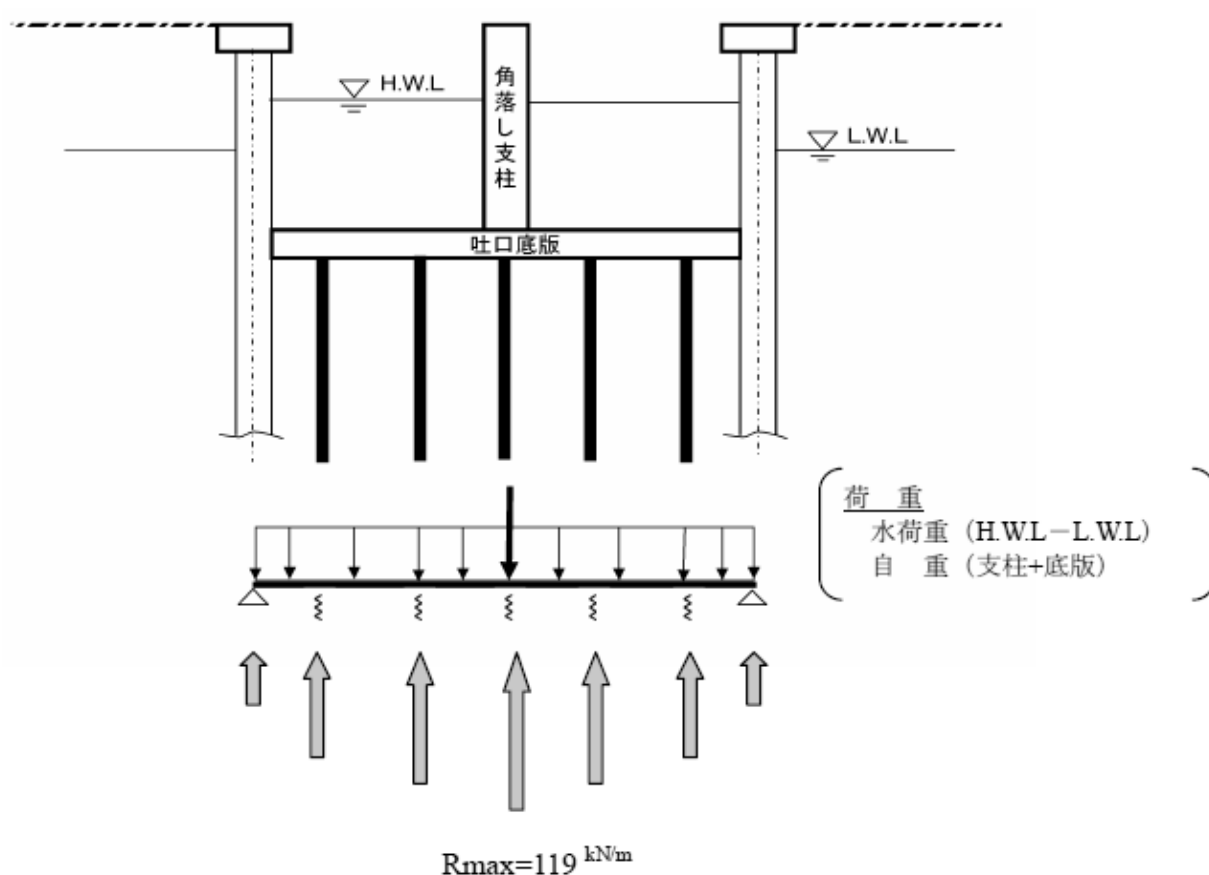
図 3-5 角落としの設置

また、開口部分の止水性を確実なものとするために、鋼管矢板と角落とし構造を一体化する。この構造は、鋼管矢板基礎の頂版と矢板の結合部と同様な構造とする。

イ) 吐口の基礎

吐口は、旧防潮堤と新設防潮堤との間を埋め戻した軟弱地盤上に設けられる。このため、地盤沈下により吐口および鋼管矢板に悪影響が生じる可能性が高い。したがって、吐口を杭で支持する。杭の支持層は既存排水機場建屋と同じ中間支持層（ V_{s1} ）とする。また、杭種・杭径についても同じとした。

杭反力は、吐口の幅員、角落とし中間支柱（自重大）、底版の固定条件を考慮して杭をバネ支点と考えた構造モデルにより求める。



奥行き方向の杭ピッチを 2.0m に 1 本とすると

$$R_0 = 119 \text{ kN/m} \times 2.0 \text{ m/本} = 238 \text{ (kN/本)} \leq R_a = 240 \text{ (kN/本)}$$

(5) 吐口部排水用鋼管の防護

ア) 排水用鋼管の防護

東排水機場の排水路鋼管の末端は海中となる。このため、塩害・波浪・船舶等の衝突による損傷対して鋼管をコンクリートで 360° 巻きして防護する。また、図 3-6 に示すとおり、360° 巻立てした鋼管の基礎は防衝杭を兼ねた鋼管杭で支持する。

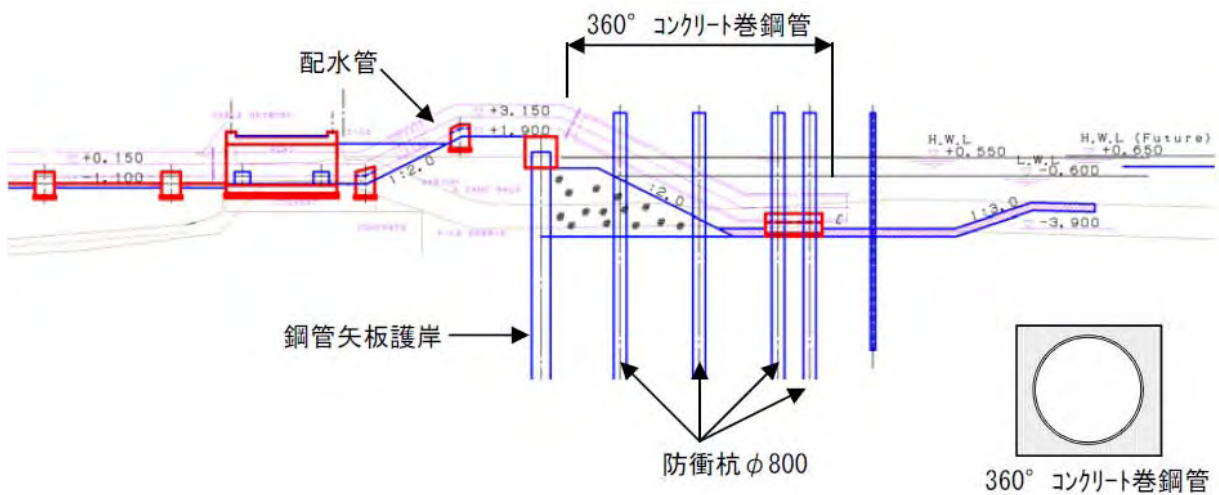


図 3-6 排水用鋼管の防護

イ) 排水吐出部海底面の護床

排水の吐出による海底面の洗掘を防ぐために、図 3-7 のとおり『かごマット』による護床工を施す。

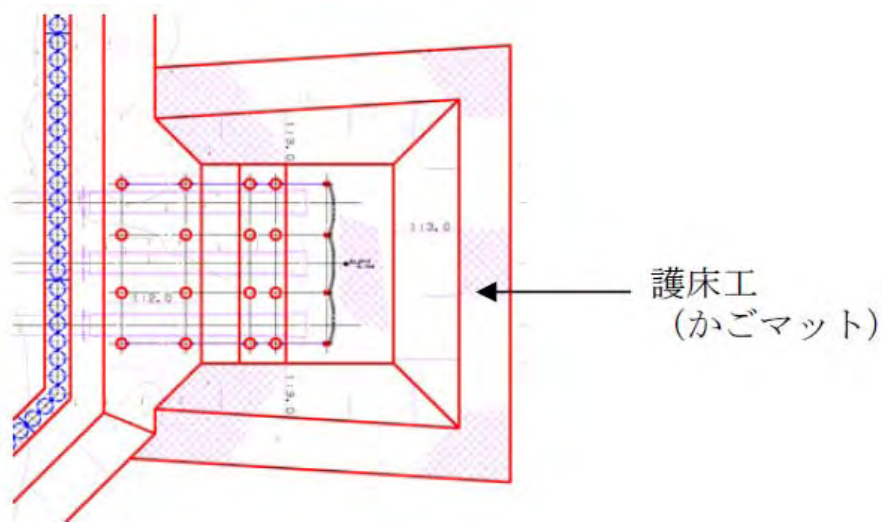


図 3-7 吐出部の海底面防護

(6) 排水管と既存道路の交差構造

排水管路が既存道路と交差する部分は、図 3-8 に示すとおり、ボックスカルバートとして現道の通行を確保する。カルバートの基礎は、機場内の管基礎との相対沈下差を少なくするために同様な直接基礎形式とする。地盤沈下による影響は、機場側と防潮堤側 2 箇所での伸縮可とう継手により吸収する。