

ミャンマー連邦共和国  
農業灌漑省

ミャンマー国  
エーヤーワディ・デルタ輪中堤復旧機材整備計画  
準備調査報告書

平成 24 年 8 月  
(2012 年)

独 立 行 政 法 人  
国 際 協 力 機 構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

農村
JR(先)
12-064

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ミャンマー連邦共和国のエーヤーワディ・デルタ輪中堤復旧機材整備計画にかかる準備調査を実施することを決定し、同調査を(株)三祐コンサルタンツに委託しました。

調査団は、平成 24 年 1 月から平成 24 年 7 月までミャンマーの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、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書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。

終わりに、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 24 年 8 月

独立行政法人国際協力機構  
農村開発部  
熊代 輝義

## 要 約

### 1. 国土・自然・社会経済状況

ミャンマー連邦共和国（以下「ミ」国）は、東南アジア大陸部西端に位置する共和国で、東はタイ、ラオス、北東は中国、西はインド、バングラデシュに囲まれる。国土面積は約 68 万平方キロメートル、人口 5,884 万人（2009 年、アジア開発銀行推定）で、7つの管区と 7つの州に分かれる。国土の東と西を南北に走る二つの山並みに挟まれた中央をエーヤーワディ川が北から南へ貫流し、流域に平野を形づくっている。エーヤーワディ川は全長 2,400 km、流域面積 41 万 km<sup>2</sup> に及ぶ大河で、下流の低湿地帯はエーヤーワディ・デルタと呼ばれ、その面積は 31,000 km<sup>2</sup> で、このデルタ地域は「ミ」国における最大の米の生産地になっている。

中部と南部が熱帯、北部は温帯に属し、全体としてみれば高温多湿である。南西および北西からの季節風の影響で一年が雨期と乾期に分かれ、雨期は 5 月から 10 月、乾期は 11 月から 4 月である。年降水量は、中部の乾燥地帯では 600～800 mm で、エーヤーワディ・デルタでは 2,500 mm に達する。乾期には北西季節風の関係で降水量が殆ど 0 となる。最大都市ヤンゴンの年平均最高気温は 33～40℃、年平均最低気温は 15～24℃である。

社会経済状況としては、1962 年以来ミャンマー政府が推進してきた社会主義政策の結果、非効率なマクロ経済構造が定着し、1987 年には国連から後開発途上国（LLDC）の認定を受けた。1988 年以降、政府は自由主義経済への移行を発表し、極めて限定的ながら経済自由化、規制緩和を推進した結果、1992 年以降は比較的良好な経済成長が見られたが、1997 年のアジア通貨危機の影響により経済成長が鈍化した。また、2003 年 5 月のスー・チー氏の拘束、2007 年 8 月の燃料価格の引き上げに端を発する大規模デモに対する当局の実力行使等に対する米・EU、豪州の経済・金融制裁措置の強化が行われた。

2008 年 5 月政府は民主化ロードマップに従い新憲法採択の国民投票を実施し、新憲法が採択され、2010 年 11 月には 20 年ぶりに総選挙が実施された。2011 年 3 月には民政移管が行われ、新政府が発足した。新政府は 2011 年 5 月に政治犯約 50 名を釈放、2012 年 1 月には 651 名に恩赦を与えると発表し順次釈放が始まった。また少数民族との和解への取り組みを精力的に進めている。

2009 年の名目 GDP は約 342 億 US\$（2009 年、IMF 推定）であり、1 人当たり GDP は 462 US\$（2008 年、IMF 推定）である。経済成長率、物価上昇率はともに 7.9%（2009 年、IMF 推定）となり、失業率は約 4.0%（2003 年度 ADB 資料）となっている。主要産業は農業であり、2009 年の輸出額は約 72 億ドル、輸入額は 40 億ドルで、輸出の主要貿易品目は、天然ガス、豆類、宝石類であり、輸入の主要貿易品目は原油、機械部品、パームオイル、織物である。

### 2. プロジェクトの背景・経緯・概要

2008 年 5 月に「ミ」国に上陸したサイクロン「ナルギス」は、13 万 8 千人を越える死亡・行方不明者を出し、また地域住民の生活・生産活動に甚大な被害を与えた。エーヤーワディ・デルタでは、従来より周囲を防潮堤で囲み海水の流入を防いだ輪中内で住民が生活し農業を営んできたが、ナルギスにより輪中堤防が破壊されると同時に合計 77 万 ha の水田が高潮の被害による塩水

侵入、冠水等の被害を受け、収穫量が著しく低下するとともに、農家は種子・家畜・農機具等の生産手段を失った。

同地域はサイクロンのみならず雨期における洪水や高潮にも脆弱な地域であり、住民生活及び農業生産の保護のためには、ナルギスによって被害を受けた輪中堤の復旧が緊急かつ重要な課題となっている。「ミ」国政府は既に一部の改修を始めているが、技術や資金不足により、質・量ともに十分な修復ができていない。このため、「ミ」国政府は日本国政府に対して、農業生産の回復と輪中堤修復による農地保全に関するマスタープラン策定のためのプロジェクト実施を要請した。

本要請に基づき「ミャンマー国サイクロンナルギス被災地域における農業生産及び農村緊急復興のための農地保全プロジェクト」（開発計画調査型技術協力）が2009年12月から2011年10月まで実施され、2016年までに被災した全34輪中を復旧するマスタープランを、我が国協力のもと策定するとともに、実証事業の実施を通じて事業実施機関である農業灌漑省（Ministry of Agriculture and Irrigation: 以下 MoAI）の灌漑局（Irrigation Department: 以下 ID）の計画策定・事業実施の能力を強化した。しかし、IDが現有する建設機材は殆どが耐用年数を大幅に過ぎた機材で老朽化が進み故障が頻発しており、今後、計画に従い着実に復旧工事を進めるため、建設機材の更新のニーズが確認されている。

また、実証事業においては、「ミ」国の施工技術に応じた安全性(品質)の高い設計・施工計画が策定されたが、これを担保するためには各種土質・材料試験機材等における試験・確認が必要不可欠である。「ミ」国における唯一の公的な試験機関である灌漑技術センター（Irrigation Technology Center: 以下 ITC）は1986年に我が国の無償資金協力事業により建設され、その後、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: 以下 JICA）による2回の技術協力事業によって技術移転が行われ、「ミ」国の灌漑農業技術開発における中心的役割を果たしている。しかしながら、同センターでは試験機材等が老朽化し更新が必要となっており、サイクロン被災地の復旧事業を実施するにあたって必要な土質・材料試験等の業務に支障をきたしている。

このような状況から、「ミ」国は日本政府にエーヤーワディ・デルタ輪中堤復旧工事の為の機材に係る無償資金協力を要請した。これを受けてJICAは準備調査を実施することを決定し、調査団を「ミ」国に派遣した。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクト内容

JICAは無償資金協力事業の妥当性を検討する準備調査の実施を決定し、第1次現地調査（2012年1月14日から2月3日）、第2次現地調査（2012年3月21日から4月10日）にて調査団を現地に派遣した。同調査団は「ミ」国側の実施機関であるIDと協議を行うとともに、エーヤーワディ・デルタ地域の現地調査を実施した。帰国後の国内作業の後、2012年7月8日から7月14日まで概略設計概要説明調査団を現地に派遣し、「ミ」国側関係者に対し概略設計内容の説明と協議を行って合意に達した。

#### (1) 概略設計における基本方針

本無償資金協力は、被災した輪中堤の復旧工事に資するための輪中堤復旧機材および灌漑技術センター試験機材を調達するものである。「ミ」国政府との協議結果を踏まえて以下の方針に基づ

き機材調達を計画した。

- ① エーヤーワディ・デルタ地域の復旧工事に関する責任区分を把握し、所管省、関係機関との役割分担を明確にし、今後の復旧工事及び維持管理について確認し計画に反映する。
- ② 被災した輪中堤の復旧工事の進捗と現状を現地調査にて情報収集し、今後の復旧工事量を再確認し、マスタープランに沿って5年間で復旧が可能な機材が整備できるよう必要な建設機材を検討する。
- ③ ITCの現有試験機材の状態と輪中堤の復旧工事に対する試験実施方法を現地調査にて情報収集し、必要な試験機材を検討する。
- ④ 復旧工事の実施機関であるID及びITCの組織、人員構成、予算状況、維持管理費等を考慮し調達機材の機種、仕様及び数量を検討する。
- ⑤ 「ミ」国政府との協議により、機材の内容・規模を概略決定し、その後行う現地踏査等の結果を踏まえ最終協力案を決定する。

## (2) プロジェクトの内容

第1次、第2次現地調査結果を踏まえ、「ミ」国と合意された機材の内容・規模を下表に示す。当初の要請と最終協力案との内容で特に異なる点は、当初要請のあったボアホール・ドリルを杭打機（バックホー装着式の油圧バイプロハンマー）へ変更したことである。当初はボアホール・ドリルにて削孔し現場打ちコンクリート杭を水門基礎工として施工するとのことであったが、デルタ地域の地質状況および施工方法を再度考慮した結果、杭打機がより妥当との判断によるものである。

要請内容と最終的に合意された協力案

機種	要請内容（第1次現地調査時確認）	最終協力案	変更理由
バックホー	28台	24台	第1次現地調査にてIDからの入手資料により作業量を再検討した。
ブルドーザー	14台	12台	同上
転圧ローラー	2台	2台	施工量及びIDとの協議にて2台とした。
移動式修理車輛	2台	2台	—
油圧バイプロハンマー	1台	1台	当初要請はボアホール・ドリルであったが、第2次現地調査でのデルタ地域の調査の際に、油圧バイプロハンマーへの変更要請があった。
土質試験機材	1式	1式	—
コンクリート材料試験機材	1式	1式	—
水質試験機材	1式	1式	—
スペアパーツ	1式	1式	—

#### 4. プロジェクトの工期および概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力事業として実施する場合、実施設計に4ヶ月、機材製作・輸送・運用指導に7ヶ月を要する。また、機材調達に係る概算事業費は、\*\*\*\*億円（日本側負担分）で、輪中堤復旧工事（5年間）に係る「ミ」国川負担分は重機の燃料費が主で6.4億円である。

#### 5. プロジェクトの評価

##### (1) 妥当性

本無償資金協力の実施による協力対象事業の実施は以下の点から妥当と判断する。

- ① 2008年5月に上陸したサイクロン「ナルギス」は、13万8千人を越える死亡・行方不明者を出し、また地域住民の生活・生産活動に甚大な被害を与えた。エーヤーワディ・デルタでは、周囲を防潮堤で囲み海水の流入を防いだ輪中内で住民が生活し農業を営んできたが、ナルギスにより輪中堤防が破壊されると同時に合計77万haの水田が高潮の被害による塩水浸入、冠水等の被害を受け、収穫量が著しく低下するとともに、農家は種子・家畜・農機具等の生産手段を失った。本事業の実施により輪中堤の復旧工事がなされることにより、今後の高潮やサイクロン等による被害を最小限にすることが可能と考えられる。
- ② IDが現有する建設機材は殆どが耐用年数を大幅に過ぎた機材で老朽化が進み故障が頻発しており、建設機材の更新のニーズが確認されている。本事業の目的である輪中堤復旧工事完了後においても供与機材は他の事業にも利用可能であり、今後の「ミ」国の基盤整備事業にも貢献できるものとする。
- ③ 輪中堤復旧工事の品質を担保するためには各種土質・材料試験機材等における試験・確認が必要不可欠である。「ミ」国における唯一の公的な試験機関であるITCの各種試験機材は1988年の試験センター完工以来20年以上経過し試験機材の老朽化や一部故障にも係らず更新がなされず、ITC職員自身が試験機材の保守点検および修理を行い、現在も多くの試験機材が使用されている。試験機材によっては試験結果の精度に問題があり得る。本事業の実施により復旧工事の品質が確保されるとともに、供与機材は他の事業にも利用可能であり、今後の「ミ」国の基盤整備事業にも貢献できるものとする。

## (2) 有効性

本無償資金協力の実施により、被災した輪中堤を復旧することにより以下の効果が期待される。

## (1) 定量的効果

指標名	基準値 (2012年)	目標値 (2017年) (輪中堤復旧工事完了時)
輪中堤の復旧延長 (全 34 輪中堤)	383.47 km (2011年12月31日時点： 15 輪中堤で復旧工事完了)	総延長 941.83 km (19 輪中堤分：477.11 km)
水田面積の保全	0.0 acres (0.0 ha)	145,053.6 acres (58,703.2 ha) (19 輪中堤)
年間試験回数 ・突き固め試験 ・現場密度試験 ・コンクリート圧縮試験	32 回／年 311 回／年 水門工事 1 回／1 ヶ所	160 回 (5 年間) 1,555 回 (5 年間) 32 回 (32 ヶ所：5 年間)

## (2) 定性的効果

- ・輪中堤の復旧工事において、調達された試験機材で試験を実施することにより、その品質を確保できる。
- ・被災輪中堤の復旧工事完了後、高潮／洪水の防止効果に対する住民意識が向上する。



# 目 次

序 文

要 約

目 次

位置図／写真

図表リスト／略語集

	頁
第1章 プロジェクトの背景・経緯 .....	1-1
1-1 農業セクターの現状と課題 .....	1-1
1-1-1 現状と課題 .....	1-1
1-1-2 開発計画 .....	1-1
1-1-3 社会経済状況 .....	1-2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要 .....	1-2
1-2-1 要請の背景・経緯 .....	1-2
1-2-2 要請内容・規模の概要 .....	1-3
1-3 我が国の援助動向 .....	1-4
1-4 他ドナーの援助動向 .....	1-5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況 .....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制 .....	2-1
2-1-1 組織・人員 .....	2-1
2-1-2 財政・予算 .....	2-2
2-1-3 技術水準 .....	2-3
2-1-4 既存施設・機材 .....	2-3
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況 .....	2-5
2-2-1 関連インフラの整備状況 .....	2-5
2-2-2 自然条件 .....	2-6
2-2-3 環境社会配慮 .....	2-8
2-3 その他(グローバルイシュー等) .....	2-9
第3章 プロジェクトの内容 .....	3-1
3-1 プロジェクトの概要 .....	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計 .....	3-3
3-2-1 設計方針 .....	3-3
3-2-1-1 基本方針 .....	3-3
3-2-1-2 自然環境条件に対する方針 .....	3-3

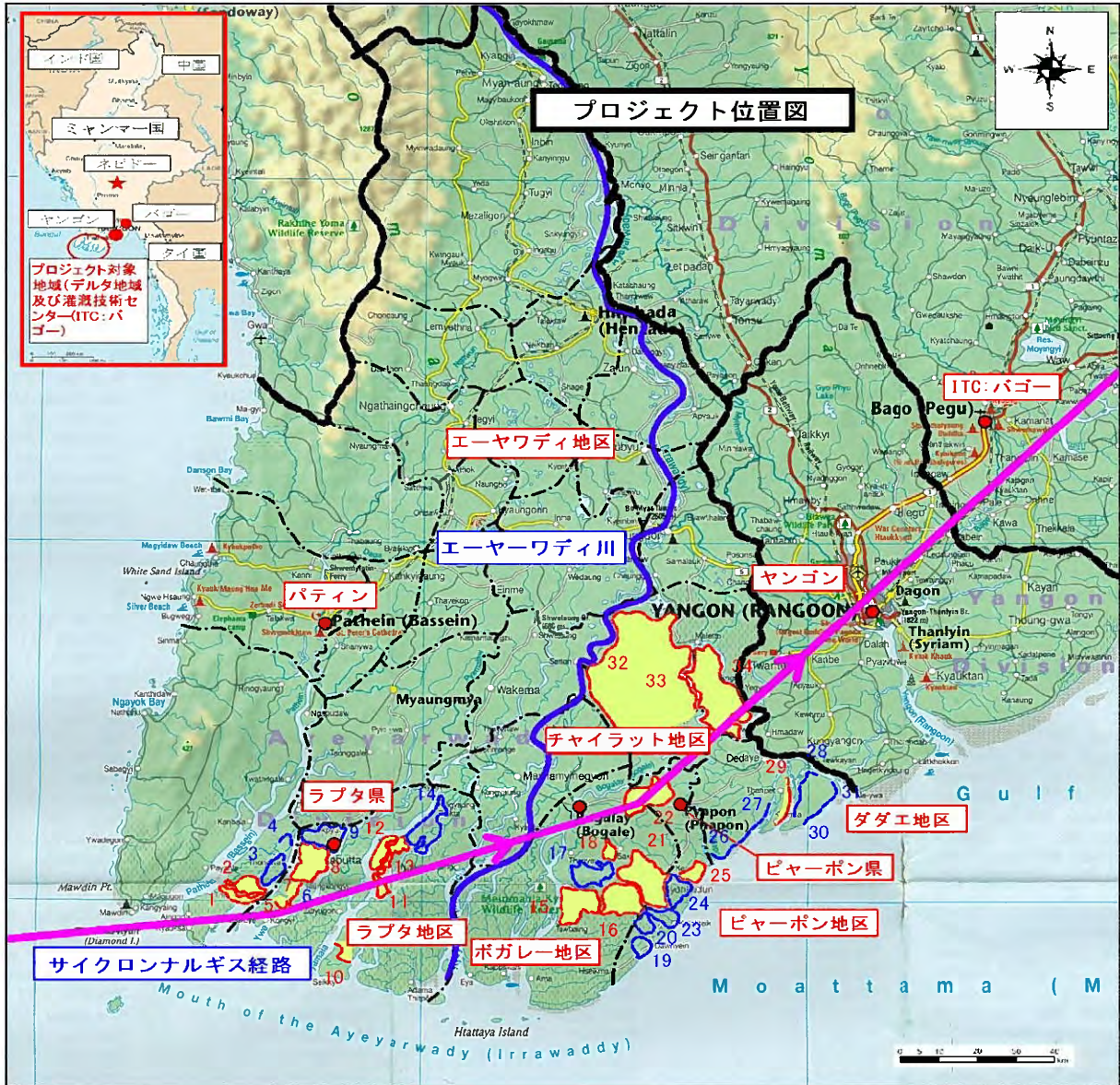


3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-5
3-2-1-4	建設事情／調達事情に対する方針	3-5
3-2-1-5	運営・維持管理に対する対応方針	3-6
3-2-1-6	水門の設置	3-8
3-2-2	基本計画(機材計画)	3-8
3-2-2-1	全体計画	3-8
3-2-2-2	建設機材	3-10
3-2-2-3	試験機材	3-13
3-2-3	概略設計図	3-17
3-2-4	施工計画／調達計画	3-17
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-17
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-17
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-18
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-18
3-2-4-5	品質管理計画	3-18
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-22
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-23
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-24
3-2-4-9	実施工程	3-24
3-3	相手国側分担事業の概要	3-24
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-25
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-25
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-25
3-5-1-1	積算条件	3-25
3-5-1-2	日本国負担経費及び「ミ」国負担経費	3-26
3-5-2	運営・維持管理費	3-27
3-5-2-1	建設機材の運営・維持管理費	3-27
3-5-2-2	試験機材の運営・維持管理	3-29
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入(負担)事項	4-1
4-3	外部条件	4-2
4-4	プロジェクトの評価	4-2
4-4-1	妥当性	4-2
4-4-2	有効性	4-3

## 資 料

資料-1. 調査団員・氏名 .....	A1-1
資料-2. 調査行程 .....	A2-1
資料-3. 関係者（面会者）リスト .....	A3-1
資料-4. 討議議事録（M/D） .....	A4-1
資料-4.1 2012年1月18日 第1回 討議議事録.....	A4-1
資料-4.2 2012年7月12日 第2回 討議議事録.....	A4-13
資料-5. 資料 .....	A5-1
資料-5.1 実証事業の工事实績一覧表 .....	A5-1
資料-5.2 ITC の試験実績.....	A5-2
資料-5.3 収集資料リスト .....	A5-3

# 位置図



<p>【ラプタ地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleyun(1)polder</li> <li>2. Aleyun(2)polder</li> <li>3. Aleyun(3)polder</li> <li>4. Magyibinmadedouan</li> </ol>	<p>【ラプタ地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Thunggyi</li> <li>6. Zimye</li> <li>7. Lerkaun</li> <li>8. Labunt(South)</li> <li>9. Labunt(North)</li> <li>10. Labunt</li> <li>11. Bitud Island(1)</li> <li>12. Bitud Island(2)</li> <li>13. Bitud Island(3)</li> <li>14. Bitud Island(4)</li> </ol>	<p>【ボガレー地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>15. Datngyil polder</li> <li>16. Datngyil(East)</li> <li>17. Datngyil (West)</li> <li>18. Datngyil(Upper)</li> </ol>	<p>【ピヤーボン地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>19. Dawneyin polder</li> <li>20. Myokone polder</li> <li>21. Kyephawwazaung</li> <li>22. Banbwezu</li> <li>23. Dnyadalu</li> <li>24. Lotpanbin</li> <li>25. Zimbaung</li> </ol>	<p>【ダダエ地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>26. Myaseinkan</li> <li>27. Thundi</li> <li>28. Suclubbatuma</li> <li>29. Hiesokchuunggyi</li> <li>30. Tunzatekaw</li> <li>31. Ky-onsoon</li> </ol>	<p>【チャイラット地区】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>32. N. Mambin Island(North)</li> <li>33. S. Mambin Island(South)</li> <li>34. Thehngwakyun</li> </ol>
---	--	---	---	---	--

凡例:

- : 地域 (Region) 境界
- : 地区 (Township) 境界
- : 対象地域
- : 対象堤防(19箇所)
- : 主要都市
- : 地区 (Township)



既存写真(1/4)



写真 1 : 第 9 建設部での全体会議 in Yangon  
(2012/01/16)



写真 2 : 第 1 機械部作業場 in Yangon  
(2012/01/16)



写真 3 : 第 1 機械部作業場 in Yangon  
(2012/01/16)



写真 4 : 第 1 機械部スペアパーツ倉庫  
in Yangon (2012/01/16)



写真 5 : 第 1 機械部スペアパーツ倉庫  
in Yangon (2012/01/16)



写真 6 : 第 1 機械部 Training Centre  
in Yangon (2012/01/16)



既存写真(2/4)



写真 7: ヤンゴン市内の建設機械メーカー代理店のスペアパーツ倉庫 (2012/01/25)



写真 8: ヤンゴン市内の建設機械メーカー代理店の点検・修理工場 (2012/01/25)



写真 9: 灌漑技術センター (ITC)全景 in Bago (2012/01/30)



写真 10: 大型三軸試験機:  $\phi 300$  mm  
1988 年に納品され、間隙水圧計に一部故障ヶ所がある。メーカーによる点検・調整はされていない。(2012/01/16)



写真 11: 圧密試験機: 6 連  
1988 年に納品され、丁寧に使われているが、計器の一部が故障している。メーカーによる点検・調整は為されていない。(2012/01/16)



写真 12: 鉄筋の曲げ、引張り試験機  
1988 年に納品され、油圧パイプに漏れがある。メーカーによる点検・調整は為されていない。(2012/01/16)



既存写真(3/4)



写真 13 : 灌漑技術センター (ITC) 全体会議  
in Bago (2012/01/16)



写真 14 : 農業灌漑省灌漑局全体会議  
in Ney Pyi Taw (2012/01/18)



写真 15 : 輪中堤全景 (Labutta South)  
(2012/03/27)



写真 16 : 輪中堤水門 (Labutta South)  
(2012/03/27)



写真 17 : 採石場  
(Labutta と Myaungmya の中間地点)  
(2012/03/28)



写真 18 : 採石場  
(Labutta と Myaungmya の中間地点)  
(2012/03/28)



既存写真(4/4)



写真 19：コーン貫入試験 (Phyapon Banbwezu)  
(2012/03/29)



写真 20：灌漑技術センター(ITC) での  
全体会議 in Bago (2012/04/3)



写真 21：第 9 建設部での全体会議 in Yangon  
(2012/04/6)



写真 22：第 1 機械部での全体会議 in Yangon  
(2012/04/6)



写真 23：農業灌漑省灌漑局 ミニッツ説明  
in Ney Pyi Taw (2012/07/10)



写真 24：農業灌漑省灌漑局 ミニッツ署名  
in Ney Pyi Taw (2012/07/11)



## 図表リスト

### 図リスト

図 2-1-1	ID の組織図	2-1
図 2-1-2	第 9 建設部の組織図	2-1
図 2-1-3	ITC の組織図	2-2
図 3-2-1	デルタ地域の平均年間降水量	3-4
図 3-2-2	現地コーン貫入試験結果	3-5
図 3-2-3	堤防復旧計画及び施工計画標準断面図	3-10
図 3-2-4	突き固め曲線図	3-19
図 3-2-5	旧河川や軟弱地盤上の輪中堤横断面図	3-20
図 3-2-6	ドレーンを施工しない輪中堤横断面図	3-20

### 表リスト

表 1-2-1	要請機材の内容・規模	1-3
表 1-2-2	機材の内容・規模	1-4
表 1-3-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（災害復興分野）	1-4
表 1-3-2	我が国の無償資金協力の実績（災害復興分野）	1-5
表 1-4-1	他ドナー国・国際機関の援助実績（災害復興分野）	1-5
表 2-1-1	灌漑局の年間予算	2-2
表 2-1-2	ID 機械部の修理費年間予算	2-2
表 2-1-3	ITC の年間予算	2-3
表 2-1-4	ID 保有の主要建設機材台数	2-4
表 2-1-5	ITC 保有の主要試験機材（土質試験）	2-4
表 2-1-6	ITC 保有の主要試験機材（コンクリート試験）	2-5
表 3-1-1	各輪中堤諸元一覧表	3-2
表 3-2-1	施工機械とコーン指数との関係	3-5
表 3-2-2	要請内容と最終的に合意された協力案	3-9
表 3-2-3	調達機材の仕様・規模	3-9
表 3-2-4	調達試験機材の仕様・内容	3-13
表 3-2-5	施工区分／調達区分	3-18
表 3-2-6	品質管理試験項目・頻度	3-21
表 3-2-7	機材調達先	3-22
表 3-2-8	事業実施工程表	3-24
表 3-5-1	概略事業費総括表	3-26
表 3-5-2	「ミ」国側負担事項及び経費	3-26
表 3-5-3	「ミ」国側負担の運営・維持管理費	3-27
表 3-5-4	建設機材の燃料及び油脂類の年間経費	3-27
表 3-5-5	建設機材の維持修理費	3-28

**略語・略記**

ACL	Authorized Crest Level (改修天端高)
ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ADPC	Asian Disaster Preparedness Centre (アジア災害防災センター)
A/P	Authorization to Pay (支払受権書)
B/A	Banking Arrangement (銀行取極め)
CDN	Consortium of Dutch NGO's (オランダ NGO 連合)
Con (9)	Construction Circle (9) (第 9 建設部)
DMH	Department of Meteorology and Hydrology (気象水文局)
DS	Dry season (乾期)
ECL	Existing crest level (現況堤頂高)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
HWL	High water level (高水位)
ID	Irrigation Department (灌漑局)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
ITC	Irrigation Technology Center (灌漑技術センター)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
LLDC	least less-developed country (後発開発途上国)
M/D	Minutes of Discussion (討議議事録)
Mech:Div (1)	Mechanical Division (1) (第 1 機械部)
MoAI	Ministry of Agriculture and Irrigation (農業灌漑省)
O&M	Operation and maintenance (運営維持管理)
pH	Potential of hydrogen (ペーハー)
WMO	World Meteorological Organization (世界気象機関)
Wopt	Optimum moisture content ratio (最適含水比)
WS	Wet season (雨期)
Z.A.V.C	Zero air void curve (ゼロ空気間隙曲線)

単位換算

1 basket (Paddy)	=	20.88 kg	=	46 pounds
1 basket (Groundnuts)	=	11.4 kg		
1 basket (Soybeans)	=	32.7 kg		
1 inch (in.)	=	2.54 cm	=	1/12 feet
1 foot (ft.)	=	30.48 cm	=	1/3 yard = 12 inches
1 yard (yd.)	=	0.9144 m	=	3 feet = 36 inches
1 meter (m)	=	3.28 feet	=	1.09 yard
1 mile	=	1.61 km		
1 kilometer (km)	=	0.62 miles		

1 square-foot (sq-f)	= 929 sq-cm	= 0.093 sq-m
1 acre (ac)	= 0.405 ha	= 4048 sq-m
1 hectare (ha)	= 2.47 acres	
1 acre-foot	= 1233.4 cum	
1 gallon (gal. UK)	= 8 pints	= 4.546 litter (UK)
1 sud	= 2.83 cum	= 100 cu-feet
1 mS/cm (milli-Siemens per centimeter)	= 1 dS/m (deci-Siemens per meter)	
	= 1000 $\mu$ S/cm (micro-Siemens per centimeter)	
	(e.g. EC = 0.1 – 0.3 mS/cm = 100 – 300 $\mu$ S/cm for normal tap water)	

#### 通貨換算率 (2011年3月時点、JICA 公式レート)

1 US\$	=	869.00 Myanmar Kyats
1 US\$	=	81.73 Japanese Yens
1 Kyat	=	0.094 yens

#### ミャンマー連邦財政年

4月1日～翌年3月31日

#### 注意事項

- 1) 連邦政府の省、地域の省の書き方  
特に明記しない場合や省名のみを出した場合は、連邦政府の省を示すものとする。
- 2) 行政区分の日本語訳  
Region : 地域  
District : 県  
Township : 地区  
Village Tract : 村落  
Village : 村

## 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 農業セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

2008年5月に「ミ」国に上陸したサイクロン「ナルギス」は、13万8千人を越える死亡・行方不明者を出し、また地域住民の生活・生産活動に甚大な被害を与えた。エーヤーワディ・デルタでは、従来より周囲を防潮堤で囲み海水の流入を防いだ輪中内で住民が生活し農業を営んできたが、ナルギスにより輪中堤防が破壊されると同時に合計77万haの水田が高潮の被害による塩水浸入、冠水等の被害を受け、収穫量が著しく低下するとともに、農家は種子・家畜・農機具等の生産手段を失った。

同地域はサイクロンのみならず雨期における洪水や高潮にも脆弱な地域であり、住民生活及び農業生産の保護のためには、ナルギスによって被害を受けた輪中堤の復旧が緊急かつ重要な課題となっている。「ミ」国政府は既に一部の改修を始めているが、技術や資金不足により、質・量ともに十分な修復ができていない。このため、「ミ」国政府は日本国政府に対して、農業生産の回復と輪中堤修復による農地保全に関するマスタープラン策定のためのプロジェクト実施を要請した。

本要請に基づき「ミャンマー国サイクロンナルギス被災地域における農業生産及び農村緊急復興のための農地保全プロジェクト」（開発計画調査型技術協力）が2009年12月から2011年10月まで実施され、2016年までに被災した全34輪中を復旧するマスタープランを、我が国協力のもと策定するとともに、実証事業の実施を通じて事業実施機関であるIDの計画策定・事業実施の能力を強化した。しかしながら、IDが現有する建設機材は殆どが耐用年数を大幅に過ぎた機材で老朽化が進み故障が頻発しており、今後、計画に従い着実に復旧工事を進めるため、建設機材の更新のニーズが確認されている。

また、実証事業においては、「ミ」国の施工技術に応じた安全性(品質)の高い設計・施工計画が策定されたが、これを担保するためには各種土質・材料試験機材等における試験・確認が必要不可欠である。「ミ」国における唯一の公的な試験機関であるITCは1986年に我が国の無償資金協力事業により建設され、その後、JICAによる2回の技術協力事業によって技術移転が行われ、「ミ」国の灌漑農業技術開発における中心的役割を果たしている。しかしながら、同センターでは試験機材等が老朽化し更新が必要となっており、サイクロン被災地の復旧事業を実施するにあたって必要な土質・材料試験等の業務に支障をきたしている。

#### 1-1-2 開発計画

「ミ」国は、サイクロン「ナルギス」被災地における農業生産の回復と被害を受けた輪中堤の復旧を優先度の高い緊急課題と位置づけた。我が国は前述の「開発計画調査型技術協力：2009年12月～2011年10月」によって、輪中堤の復旧による農地保全と農業生産・農村生活の回復を目的としたマスタープランの策定に協力した。復旧工事業主体であるIDは、今後復旧する輪中堤に関し、このマスタープランに準拠し復旧工事を進める計画である。

2011年12月31日時点における輪中堤の復旧工事業の進捗状況としては、全34輪中堤（総計941.83km）の内、15輪中堤（計383.47km）の復旧工事が完了し、19輪中堤で未復旧もしくは一

部区間のみ復旧している状態（各輪中の工事進捗は 0～52%）である。復旧した輪中堤の延長は、一部区間のみ復旧した輪中堤分も含めると 464.72km で、未復旧の延長は 477.11km である。

### 1-1-3 社会経済状況

「ミ」国は、東南アジア大陸部西端に位置する共和国で、東はタイ、ラオス、北東は中国、西はインド、バングラデシュに囲まれる。国土面積は約 68 万平方キロメートル、人口 5,884 万人（2009 年、アジア開発銀行推定）で、7 つの管区と 7 つの州に分かれる。11 世紀半ば頃に最初のビルマ族による統一王朝が成立し、その後タウングー王国、コンバウン王朝を経て、1886 年に英領インドに編入され、1948 年に独立した。

1962 年以来「ミ」国が推進してきた社会主義政策の結果、非効率なマクロ経済構造が定着し、1987 年には国連から後発開発途上国（LLDC）の認定を受けた。1988 年以降、政府は自由主義経済への移行を発表し、極めて限定的ながら経済自由化、規制緩和を推進した結果、1992 年以降は比較的良好な経済成長が見られたが、1997 年のアジア通貨危機の影響により経済成長が鈍化した。また、2003 年 5 月のスー・チー氏の拘束、2007 年 8 月の燃料価格の引き上げに端を発する大規模デモに対する当局の実力行使等に対する米・EU、豪州の経済・金融制裁措置の強化が行われた。

2008 年 5 月政府は民主化ロードマップに従い新憲法採択の国民投票を実施し、新憲法が採択され、2010 年 11 月には 20 年ぶりに総選挙が実施された。新政府は総選挙後にアウンサン・スー・チー氏の自宅軟禁を解除するとともに、2011 年 3 月には民政移管が行われ、新政府が発足した。新政府は 2011 年 5 月に政治犯約 50 名を釈放、2012 年 1 月には 651 名に恩赦を与えると発表し順次釈放が始まった。また、少数民族との和解への取り組みを精力的に進めている。なお、2012 年 4 月の連邦議会の補欠選挙でアウンサン・スー・チー氏が下院選挙区で当選し議員に就任した。

2009 年の名目 GDP は約 342 億 US\$（2009 年、IMF 推定）であり、1 人当たり GDP は 462 US\$（2008 年、IMF 推定）である。経済成長率、物価上昇率はともに 7.9%（2009 年、IMF 推定）となり、失業率は約 4.0%（2003 年度 ADB 資料）となっている。主要産業は農業であり、2009 年の輸出額は約 72 億ドル、輸入額は 40 億ドルで、輸出の主要貿易品目は、天然ガス、豆類、宝石類であり、輸入の主要貿易品目は原油、機械部品、パームオイル、織物である。

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

### 1-2-1 要請の背景・経緯

前述のサイクロン「ナルギス」は、地域住民の生活・生産活動に甚大な被害を与えた。また、エーヤーワディ・デルタ地域は、サイクロンのみならず雨期における洪水や高潮にも脆弱な地域であり、住民生活及び農業生産の保護のためには、ナルギスによって被害を受けた輪中堤の復旧が緊急かつ重要な課題となっている。

ID が現有する建設機材は殆どが耐用年数を大幅に過ぎた機材で老朽化が進み故障が頻発している。また、輪中堤の復旧工事の品質を担保するための ITC の各種土質・材料試験機材等も老朽化し更新が必要となっている。この様な状況から、「ミ」国は被災した輪中堤復旧にかかる機材整備のための無償資金協力を要請した。本事業の実施により、輪中堤の復旧工事の早期の整備及び工事の品質の確保が可能となる。

## 1-2-2 要請内容・規模の概要

第1次現地調査（2012年1月14日から2月3日）にて確認した各機材の要請内容・規模は表1-2-1のとおりである。

表 1-2-1 要請機材の内容・規模

機種	仕様	数量	目的
バックホー	エンジン出力 120kw (150HP)以上 バケット容量 1.0m <sup>3</sup> 以上	28台	輪中堤工事における掘削と盛土、法面仕上げ
ブルドーザー	エンジン出力 145kw (190HP)以上 20トン級	14台	輪中堤工事における剥土、敷均し、締め固め
転圧ローラー	エンジン出力 80kw (110HP)以上 バイブレーションローラ 12トン級	2台	輪中堤工事における仕上げ転圧
移動式修理車輛	エンジン出力 140kw (190HP)以上 4輪駆動、油圧クレーン 3トン吊り	2台	重機修理作業
ボアホール・ドリル	エンジン出力 50HP以上 油圧オーガー φ300mm×10m	1台	水門の基礎工事
土質試験機材	圧密試験機 φ60mm, 一面せん断試験機 φ60mm, 透水試験機 100mm, 三軸試験機 φ300mm, φ100mm, その他	1式	輪中堤における施工材料の管理・確認試験
コンクリート材料試験機材	圧縮・引張試験機、その他	1式	水門のコンクリート・鉄筋の強度確認試験
水質試験機材	水質試験機その他	1式	コンクリートに使用する水質確認その他
スペアパーツ		1式	機材の修理

第2次現地調査（2012年3月21日から4月10日）にてエーヤーワディ・デルタ地域の輪中堤の現地調査を踏まえ、当初要請のあったボアホール・ドリルの代替として杭打機（バックホー装着式の油圧バイブロハンマー）への変更要請があった。当初はボアホール・ドリルにて削孔し現場打ちコンクリート杭を施工するとのことであったが、デルタ地域は地下水位も高く、基礎地質がシルト、粘土を主としN値（標準貫入試験）5以下がほとんどであり、孔壁が崩壊し維持できないことが想定された。これより、杭打機を代替案として検討すること、また、水門工事では、杭の種類として、鋼矢板、丸杭、角杭等を用いることから、これらの杭が施工可能な機種を検討することとした。

各種試験機材についても、第2次現地調査においてITCでの調査の際に、平板載荷試験機（基盤強度把握）、ロスアンゼルス試験機（コンクリート骨材の磨減り品質判定）等の追加の要請があった。

以上、第1次、第2次現地調査を踏まえ、「ミ」国と合意された機材の内容・規模を表1-2-2に示す。



表 1-2-2 機材の内容・規模

機種	仕様	数量	目的
バックホー	エンジン出力 120kw (150HP)以上 バケット容量 1.0m <sup>3</sup> 以上	24 台	輪中堤工事における掘削 と盛土、法面仕上げ
ブルドーザー	エンジン出力 145kw (190HP)以上 20 トン級	12 台	輪中堤工事における剥土、 敷均し、締め固め
転圧ローラー	エンジン出力 80kw (110HP)以上 バイブレーションローラ 12 トン級	2 台	輪中堤工事における仕上 げ転圧
移動式修理車輛	エンジン出力 140kw (190HP)以上 4 輪駆動、油圧クレーン 3 トン吊り	2 台	重機修理作業
油圧バイプロハンマー	エンジン出力 100kw (140HP)以上 適応パイル、丸杭 (φ 300mm×7m)、 角杭 (300 mm×300 mm×7m)、鋼矢板	1 台	水門の基礎工事
土質試験機材	圧密試験機 φ 60mm, 一面せん断試験 機 φ 60mm, 透水試験機 100mm, 三軸 試験機 φ 300mm, φ 100mm, その他	1 式	輪中堤における施工材料 の管理・確認試験
コンクリート材料試験 機材	圧縮・引張試験機、その他	1 式	水門のコンクリート・鉄筋 の強度確認試験
水質試験機材	水質試験機その他	1 式	コンクリートに使用する 水質確認その他
スペアパーツ		1 式	機材の修理

### 1-3 我が国の援助動向

エーヤーワディ・デルタ地域の輪中堤に係る援助動向を表 1-3-1 にまとめる。なお、同分野での有償資金協力の実績はない。

表 1-3-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（災害復興分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力 プロジェクト	2007～ 2013 年度	エーヤーワディ・デルタ住 民参加型マングローブ総 合管理計画プロジェクト	エーヤーワディ・デルタ地域内のプロジェ クトが実施された地域において地域住民 とマングローブ林の持続的な共生。
開発計画調 査型技術協 力	2009～ 2011 年度	サイクロナルギス被災 地域における農業生産及 び農村緊急復興のための 農地保全プロジェクト	農業生産と農村生活を回復するため、防潮 堤の修復や水門の修復などの復興のため の方策とサイクロン災害からの地域復興 にかかる計画の策定とパイロットプロジ ェクトの実施。

また、エーヤーワディ・デルタ地域の関連案件として、以下の無償資金協力の実績がある。

表-1-3-2 我が国の無償資金協力の実績（災害復興分野）

実施年度	案件名	供与限度額	概 要
2009 年度	サイクロンナルギス被災地小学校兼サイクロンシェルター建設計画	5.81 億円	全 647 校の内 517 校が全壊、残り 130 校も大きな被害を受けたエーヤーワディ管区のラブタとボガレ地区で、災害時の避難機能を持つ小学校 20 校の建設を支援する計画。

#### 1-4 他ドナーの援助動向

輪中堤の復旧に係る他ドナーの援助実績を表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・国際機関の援助実績（災害復興分野）

実施年	機関名	案件名	金 額	形態	概 要
2010 年度	CDN	ナルギス被災輪中堤の復旧支援	76 千 US\$	—	Bittud Island(Labutta 郡)にてナルギスにより被災した輪中堤の復旧工事への資金援助

CDN：オランダの NGO（Consortium of Dutch NGO's：オランダ NGO 連合）

## 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

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) ID 及び第9建設部

輪中堤の復旧工事の担当部署であるIDの第9建設部は、総員478名の職員が在籍し、建設部所属の機械部門には機械技師26名、電気技師7名、重機運転手68名が在籍している。また、第9建設部の機械部門を後方で支援する第1機械部には機械技師156名、電気技師6名、重機運転手285名が在籍しており、また、維持管理を自前で行ってきた実績から判断すると、本無償資金協力の実施能力を有している。ID 及び第9建設部の組織図を図2-1-1 及び図2-1-2 に示す。

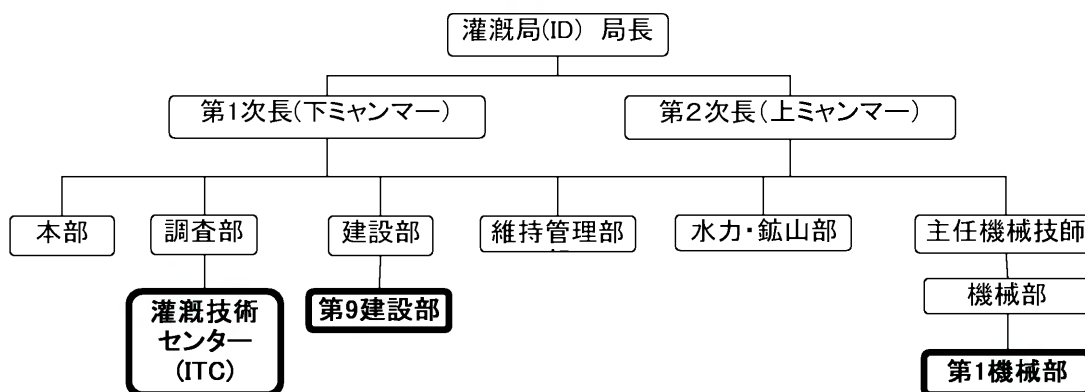


図 2-1-1 ID の組織図

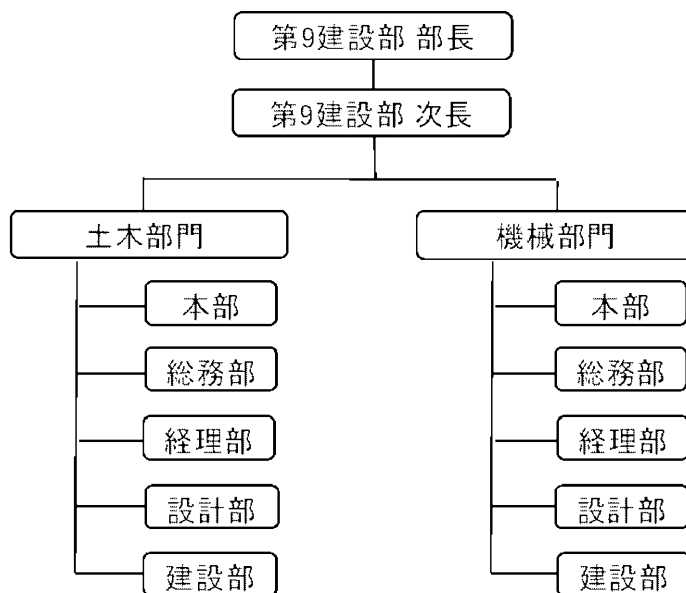


図 2-1-2 第9建設部の組織図

## (2) 灌漑技術センター (ITC)

ITC は土質試験・コンクリート試験等の材料試験の分野では「ミ」国最大規模の公的な試験機関であり、幹部職 23 名、職員 116 名、総数 139 名が在籍している。また、1988 年 ITC 完工以後、自前で試験、維持管理を行ってきた実績から判断すると、機材整備後の試験実施及び維持管理の能力を有している。ITC の組織図を図 2-1-3 に示す。

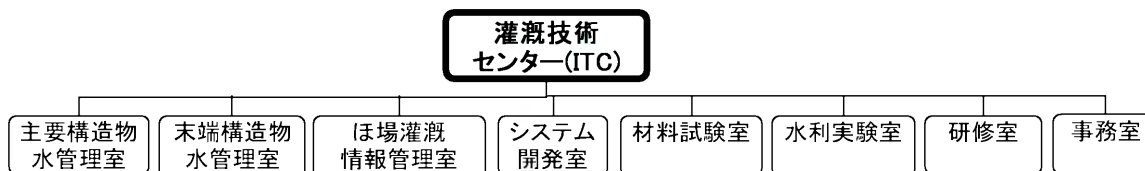


図 2-1-3 ITC の組織図

## 2-1-2 財政・予算

## (1) ID の予算

過去 3 年間の予算と歳出実績を表 2-1-1 に示す。予算は毎年増加傾向にあり、2010 年度は 160,000 百万 Kyat の予算であった。

表 2-1-1 灌漑局の年間予算 (内貨: 百万 Kyat、外貨: 百万 US\$)

年	予算		歳出実績		予算伸び率(2008 年基準)	
	内貨分	外貨分	内貨分	外貨分	内貨分	外貨分
2008-09	153,327	8.5	153,230	8.5	100%	100%
2009-10	120,973	32.8	120,950	33.0	79%	386%
2010-11	157,087	47.8	156,992	40.1	102%	562%

## (2) 第 1 機械部の修理費予算

ID には第 1～第 4 機械部があり、それらの過去 3 カ年の修理費予算を表 2-1-2 に示す。調達建設機材の工事現場での運用は第 9 建設部が担当するものの、機械に重度の故障が発生した場合は、第 1 機械部がその修理を担当する。2010 年度の第 1 機械部の修理費予算は 1,080 百万 Kyat であった。

表 2-1-2 ID 機械部の修理費年間予算

灌漑局機械部	所在地	修理費年間予算 (百万 Kyat)		
		2008-09	2009-2010	2010-11
第 1	ヤンゴン	466	486	1,080
第 2	タウンゲー	231	312	700
第 3	マガウェイ	495	426	807
第 4	マンダレイ	590	477	1,069
計		1,782	1,701	3,656

### (3) ITC の予算

過去3ヶ年の予算を表 2-1-3 に示す。2011 年度は 455 百万 Kyat であり、試験機材の維持管理費は約 1.5 百万 Kyat であった。

表 2-1-3 ITC の年間予算 (百万 Kyat)

	項 目	2009-10	2010-11	2011-12
1	予算	566.9	726.0	455.1
2	試験機材の維持管理費	1.064	4.877	1.507

### 2-1-3 技術水準

#### (1) 建設機材の整備水準

ID には各建設部に所属する機械部門があること、また、建設部と独立した機械部があり、機械技師、電気技師、重機運転手等多くの職員を抱えていること、また、民間ではメーカー代理店（日本メーカー4社）は設備の整った整備工場や豊富な交換部品の在庫を有していることから、建設機材の整備水準は高いレベルにある。

#### (2) 輪中堤復旧工事の施工技術水準

前述の「開発計画調査型技術協力：2009年12月～2011年10月」における実証事業にて被災した輪中堤の復旧工事（ラプタ北輪中 L=38.6km）が実施され、また施工技術及び品質管理についての技術指導・移転がなされた。この実証事業では施工及び品質管理は良好な結果が得られた。この結果から判断すると、事業実施機関である ID は施工技術や品質管理技術を十分有していると考えられる。よって、本無償資金協力にて調達される建設機材は有効に活用されると判断される。

#### (3) 土質、材料試験機材の整備水準

ITC の試験機材は 1988 年 ITC 完工以後 20 年以上経過しているが、「ミ」国では試験機材の販売、保守・点検をする民間会社がなく、保守・点検及び試験室内の整備を職員が行っている。予算・交換部品が少ない中、職員自身の修理・点検で現在まで試験機材を管理・運用しているのが現状である。このことから、ITC の職員は試験機材の維持管理の意識が高く技術的な能力も有している判断できる。

### 2-1-4 既存施設・機材

既存の各機材の現状は以下のとおりである。

#### (1) ID の保有建設機材の現状

ID は多数の建設機材を保有し、「ミ」国全土の建設工事に使用している。また、これまで多くの日本製の建設機械を調達しており、日本製に対する信頼度は極めて高い。ただし、ID の保有する建設機材は耐用年数を超過したものが多く、大事に修理しながら使用しているものの、1995 年以前の機械はほとんど修理不能な状態である。表 2-1-4 に ID 保有の主要建設機材台数を示す。

表 2-1-4 ID 保有の主要建設機材台数 (全国)

機械の状態	稼働中	修理待ち	修理不能	計
バックホー	316	72	101	489
ブルドーザー(Class II)	224	40	79	343
ローラー類	17	2	12	31
ダンプトラック	295	70	24	389

## (2) ITC の保有試験機材の現状

1988 年 ITC 完工以来、試験機材の老朽化や一部故障にも係らず更新がなされず、ITC 職員自身が試験機材の保守点検および修理を行い、現在も多くの試験機材が使用されている。20 年以上経過しているにもかかわらずメーカーによる試験機材の検定もなされていないのが現状である。多くの試験機材を自前で保守点検及び修理をしながら試験を行うことは試験機材によっては試験結果の精度に問題があり得る。表 2-1-5、表 2-1-6 に ITC 保有の主要試験機材を示す。

表 2-1-5 ITC 保有の主要試験機材 (土質試験)

Sr. No	試験機材	試験名	製作	数量
	<u>土の物理試験</u>			
1	ふるい 比重計、分散材	粒度試験 (a)ふるい試験 (b)比重計試験	MARUTO MARUTO	1 No 1 No
2	液性限界試験器	アッターベルグ試験	MARUTO	2 No
3	ピクノメーター	密度試験	MARUTO	3 No
4	乾燥器	含水位比試験	MARUTO	2 No
5	はかり	密度試験	MARUTO	1 No
6	締め固め試験機	突き固め試験	MARUTO	1 No
7	透水試験機	透水試験		6 No
8	圧密試験機	圧密試験	MARUTO	12 No
9	直接せん断試験機	直接せん断試験	MARUTO	1 No
10	三軸試験機 (Φ 100)	三軸試験	MARUTO	1 No
11	一軸圧縮試験機	一軸圧縮試験	MARUTO	1 No
12	CBR試験機	CBR試験	MARUTO	1 No
13	試験皿	エマーソン試験	MARUTO	5 No
14	ふるい	大型ふるい		1 No
15	大型突き固め試験機	大型突き固め試験	MARUTO	1 No
16	大型透水試験機	大型透水試験		1 No
17	大型三軸試験機	大型三軸試験	MARUTO	1 No
18	試験皿	試料調整	MARUTO	5 No
19	急速含水比試験器	急速岩水比試験	MARUTO	2 No



表 2-1-6 ITC 保有の主要試験機材（コンクリート試験）

Sr. No	試験機材	試験名	製作	数量
<b>I</b>	<b>セメントの物理試験</b>			
1	ルシヤデリエ比重ビン	比重試験	MARUTO	10 Nos
2	ブレイン空気透過装置	比表面積試験	MARUTO	2 Nos
3	ピカー針装置	凝結試験	MARUTO	1 No
4	沸騰器	安定性試験	MARUTO	2 Nos
5	BS モルタル振動器	セメントの強度試験	MARUTO	2 Nos
6	(7.07 x 7.07 x 7.07 cm) 方形モールド	セメントの強度試験	MARUTO	12 Nos
<b>II</b>	<b>細骨材試験</b>			
1	フラスコ	比重試験	MARUTO	2
2	乾燥器	吸水率	MARUTO	1
3	2リッター容器	単位重量試験	MARUTO	1
4	ふるい	ふるい試験	MARUTO	1 Set
5	ふるい振動器	ふるい試験	MARUTO	1 No
6	容器	5サイクル安定性試験	MARUTO	1 set
7	0.074 mm ふるい	0.074mmふるい試験	MARUTO	1 No
8	ふるい	粘度塊量試験	MARUTO	1 set
9	100 cc シリンダー	有機不純物試験		1 No
10	ビュレット	砂の塩分含有量試験	MARUTO	2 Nos
<b>III</b>	<b>粗骨材試験</b>			
1	ケージ、バケツ	比重試験	MARUTO	1 No
2	乾燥器	吸水率	MARUTO	1 No
3	10リッター容器	単位重量試験	MARUTO	1 No
4	ふるい	ふるい試験	MARUTO	1 Set
5	はかり		MARUTO	1 No
5	容器	5サイクル安定性試験	MARUTO	1 Set
6	0.074 mm ふるい	0.074mmふるい試験	MARUTO	1 No
7	ふるい	粘度塊量試験	MARUTO	1 Set
8	ロスアンジェルス試験機	すり減り試験	MARUTO	1 No
9	超音波試験機	動弾性係数	MARUTO	1 No
10	ひっかき器	軟岩試験	MARUTO	1 No
11	ひび割れ試験器	ひび割れ試験	MARUTO	2 No
12	長さ変化試験器	長さ変化試験	MARUTO	2 No
<b>IV</b>	<b>コンクリート試験、鋼材試験、岩石、供試体試験</b>			
1	圧縮(200ton)、引っ張り(50ton)試験器	圧縮、引っ張り試験	MARUTO	1 No
1.1	可搬式コンクリートミキサー		MARUTO	1 No
1.2	傾胴型ミキサー		MARUTO	1 No
1.3	シュミットハンマー		MARUTO	1 No

## 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

#### (1) 鉄道

本事業の対象地区であるエーヤーワディ・デルタには鉄道は存在しない。しかし、エーヤーワディ管区（Division）の地方政庁所在地であるパテイン（Pathein）まではヒンタタ（Hinthata）より鉄道が通じている。ヒンタタはエーヤーワディ川下流部デルタの分流が始まる扇の頂点に位置し、鉄道路線はエーヤーワディ川の最西端の分流であるバセイン（Bassein）川に沿って180km南下してパテインに達する。この鉄道はミャンマー最大都市ヤンゴンに直結していないが、ヒンタタでエーヤーワディ川をフェリーで対岸に渡河することにより、ピー（Pyay）とヤンゴンを結ぶ鉄道に乗り継ぐ事ができる。将来的にはデルタ地域全域の鉄道網の整備が望まれる。

## (2) 道路

ミャンマー最大都市であるヤンゴンと事業地区の管区の地方政庁所在地であるパテインを結ぶ幹線道路が地区の北部に沿って走っている。アスファルト舗装で雨期の通行も問題ない。事業地区にアクセスするにはこの道路を経由する。この道路から地区内の主要タウンシップ（郡）を結ぶ道路及びタウンシップ相互間を結ぶ道路の路面状況は非常に悪い。殆どの区間は碎石舗装であるが、転圧・整地が十分行われていない。一部区間は未舗装で道路の幅員も十分ではない。また、輪中堤も道路として利用されている区間もあるが路面状況は非常に悪い。輪中内の道路の状況も同様に、未舗装区間が殆どで凸凹が多くあり、道路の一部が崩壊し、4輪駆動の車輛でも通行できない区間がある。結果として、エーヤーワディ・デルタ地域の道路網の整備、特に路面舗装、排水施設の整備が望まれる。

## (3) 飲料水用ため池

殆どのタウンシップ（郡）市街地においては、地下水及びため池を水源として水道施設が設けられている。農村部の飲料水は雨水をため池に依存している。ため池の構造は半切り・半盛の土堰堤で周辺地盤面より1.5m(5.0ft)程度の掘り込みと1.5m(5.0ft)程度の盛土からなっている。盛土高がそれほど大きくないことから斜面の崩壊は無く、ナルギスの影響による塩水流入後は排水を行い、一度池を空にすることで、大部分のため池は現在使用可能な状態である。ただし、聞き取りではあるが、ため池を水源とする飲雑用水の水質は若干塩分も残り、必ずしも良好とは言えないとのことである。

## (4) 輪中堤防及び水門

雨期には、輪中内に降った雨水は堤防部に設置した水門から輪中外部に排水する必要がある。一方、乾期には、満潮時に河川水位が輪中内水路の水位よりも高くなるため、河川側から塩分を含んだ水が輪中内の水路に浸入しないような水門の構造が求められる。したがって、水門は輪中内部の降雨による余剰水を外部に排出し、且つ、輪中外部の河川水（塩水）を輪中内部に浸入させない構造をとることが必要である。このため、河川側（汽水側）には塩水流入防止のためのフラップゲートを、輪中側には輪中内淡水の流出を防止するためのスライドゲートを、排水樋管（コンクリート管）の両端に設置することで輪中内を流れる水路の水質と水量とを調節している。

年間降雨量（2,000～3,500 mm）の大部分は雨期に集中してことから、雨期の最盛期において排水網が十分でない地域は湛水に見舞われる。一方、低平地地区は排水路の勾配が十分取れないことに起因して湛水が起こる。自然排水のみによる対応が困難な地区がある。また、排水路は自然河川流路を最大限利用しており、必要に応じて人工的な排水路を設けている。排水路自体は一部に護岸浸食や堆砂が見られるもののナルギスによる大きな被災は受けていない。しかし、水門の損傷や老朽化により河川水（塩水）の漏水・浸入が避けられず、乾期の灌漑用水の供給源としての機能が十分に果たされていないのが現状である。

### 2-2-2 自然条件

#### (1) 気候及び気象

エーヤーワディ・デルタ地域の気候は熱帯性モンスーン気候である。12月から3月にかけては

清涼期であり降雨量はほとんどない。4月及び5月はプレ・モンスーン期と呼ばれ、年間で最も気温が高く月平均気温も30°Cを超える。時に大きな被害を及ぼすサイクロンが発生することがあり、デルタ地域に甚大な被害をもたらしたナルギスも5月に発生した。この期間の降雨量は年間降雨量の13%程度である。6月から9月にかけてはモンスーン期である。サイクロンの発生はないが、年間降雨量の77%がこの時期に集中する。月平均気温は27°C前後である。10月及び11月はポスト・モンスーン期と呼ばれ、比較的勢力は弱いもののインド洋からのサイクロンが数多く発生する。降雨量は年間値の約9%である。降雨量はデルタの北部では年間2,000~2,500mm、南部に行くにしたがって漸増し、デルタの南東部では3,500mmに達する。デルタの中心都市であるパテインでの平均年間降雨量は3,040mmである。

## (2) 水文

流域面積41万3千km<sup>2</sup>を誇るエーヤーワディ川はサイタ(Seiktha)の近くで3本に分流し、それより下流域が通常エーヤーワディ・デルタと称されている。この分流点より下流アンダマン海までの距離は290kmである。エーヤーワディ川の年間総流量は400億m<sup>3</sup>といわれている。モンスーン性気候のため、河川流量は年間を通じて激しく変動するが、平均値ではピークは8月の32,600 m<sup>3</sup>/sec、最低は2月の2,300 m<sup>3</sup>/secであり、年間13,000 m<sup>3</sup>/secである。過去最大としてはサイタ地点で1877年に63,900 m<sup>3</sup>/secが記録されている。河川はさらに下流で分流し、通常9-armedとされ、Bassein、Thetkethaung、Ywe、Pyamalaw、Irrawaddy、Bogale、Pyapon、China Bakir及びYangonの9河川に分かれるとされるが、現実にはPyinsalu、Thandi等を加えて、地区の最西端に位置するBassein川の河口からYangon川の河口までの250kmのデルタ海岸線上に12の河口が分布しているエーヤーワディ川は大量の土砂を搬送しており、デルタはアンダマン海に年間約50mの速度で張り出しつつあるとされている。デルタ海岸域の潮汐は半日性の周期であり、大潮の潮位差の最小はPyapon川河口地点での1.5m、最大はYangon川河口に位置するElephant Pointでの約5mである。潮汐の位相は最西端に位置するBassein川河口よりYangon川河口までに6時間の差がある。

## (3) 地形及び地勢

ミャンマーは大きく4つの地形分類に区分され、そのうちのCentral Belt域はさらにCentral Myanmar域とエーヤーワディ・デルタ域に分類される。エーヤーワディ・デルタ域は潮汐の影響が及ぶ限界であるMyanaung付近からアンダマン海までの約290kmの区域を指している。このエーヤーワディ川の堆積土砂が広がる区域の西側はアラカン山脈の南端に接し、東はBago山脈に接している。デルタの最上流域でエーヤーワディ川に連結しているBassein川とHlaing川は、雨期にはBassein川がイラワジ川の流量の12%を、Hlaing川が24%を分流しており、両河川に挟まるデルタ域の洪水氾濫の削減に寄与している。

点在する丘陵部などを除けば、エーヤーワディ・デルタ域の約31,000 km<sup>2</sup>は平均海面高15m以下であり、うち5,200 km<sup>2</sup>は大潮の満潮位以下の標高である。エーヤーワディ・デルタの上、中流域は稲作を中心として地域の大半が耕作に利用されている。以前は広大な湿地であったものが、19世紀の後半より大量の人間が流入し、輪中堤の建設や土地の干陸化が進展し、人口の増加に拍車をかけてきた。「ミ」国政府による輪中堤の建設は1861年より始まり、1880年から1920年にかけて多数の堤防が整備された。1909年には関連の法律も整備され、現在主要な堤防は1,300 kmに

達し、60万 ha の農地を洪水から防御している。ただし、これらの堤防は 20 年確率の洪水に対応しているのみとされる。

#### (4) 土壌及び水質

エーヤーワディ・デルタは全域がエーヤーワディ川によってもたらされた比較的新しい沖積土壌の厚い層によって形成されている。土壌は主として低地グライ土壌、湿地グライ土壌及び塩水性グライ土壌の 3 つのタイプに分類される。エーヤーワディ・デルタ全域にわたって土壌の一樣性が認められる。すなわち、特殊な例外を除いて、表層以外ではきめ細やかな粘土質かシルト質粘土であり、色調がやや淡くなることが多い。エーヤーワディ・デルタの水田土壌は耕作に極めて適した土壌である。

エーヤーワディ・デルタ地域の人々の生活用水は降雨水やため池等に依存しており、降雨水に依存している所では水を貯める容器の不足や長期間無降雨の時期にはもらい水をしなければならなくなる。ナルギスの直後には多くのため池に海からの塩水の浸入や洪水による死者や家畜の遺骸が流入し利用できなくなったが、次年度にはほぼ利用可能となった。しかし、河川では特に乾期の終わりには河口より 100km 上流まで塩水が遡上するため、飲料水としての利用に課題が残されている。

#### (5) デルタ地域におけるサイクロンの歴史

2008 年 5 月にエーヤーワディ・デルタを襲ったサイクロン「ナルギス」は甚大な被害をもたらした。近隣国を含む被害としては 1970 年にバングラデッシュに上陸したサイクロン「ボーラ (Bhola)」が過去最大の被害をもたらしたとされるが、「ナルギス」の被害もこれに順ずるものといえる。なお、ミャンマーでは 1979 年に潮位観測機器が破損して以来、潮位等の観測が継続されておらず、過去の記録を分析することが出来ない。気象水文局 (DMH : Department of Meteorology and Hydrology) は 2004 年のスマトラ大地震による津波の襲来を受けて潮位観測を再開することを決意し、2006 年にアジア災害防災センター (ADPC : Asian Disaster Preparedness Center) の支援により 2 基の潮位計を設置した。

### 2-2-3 環境社会配慮

本無償資金協力により整備された機材により輪中堤の復旧工事を実施する場合、輪中堤防の機能強化のために堤防高を嵩上げすることが必要であり、そのため堤防幅が拡大し、農地を公用地とするための取得が必要となる。エーヤーワディ・デルタでは、1981 年の輪中堤防建設時から地区職員や ID 職員の指示により、堤防端から 50 フィート以内は ID の管理下にあるとして耕作や居住が禁止されている。しかし、この 50 フィートとはその地域特性を考慮して決められた幅であり、輪中によって異なる可能性もあるため、復旧工事の実施に当たっては当該輪中において堤防尻からの耕作および居住利用禁止となっているエリアがどの程度なのかを確認し、合法・違法の境界線を明確にすることが必要である。それに基づき、地区役所職員は復旧輪中堤防の周辺に違法居住している家屋、農地の有無を調査する必要がある。

輪中堤防の復旧工事には環境への影響、特に周辺住民への影響を軽減するためには以下のような配慮が必要である。

- 1) 移転や土地取得に関する住民への連絡を密にするため、ID、地区役所などの複数の政府機関職員を含む委員会を設立し、この委員会が直接村落レベルで情報提供する。
- 2) 民家が堤防際に存在する場合には、人力施工を適用するなどにより移転を最小限に抑える。
- 3) 輪中堤防敷地の範囲を確認し、現地住民に周知徹底を図る。
- 4) 実証事業では住民からの要請に基づいて土取り場を村や学校用のため池に改修する工事が実施されている。このような住民への支援を引き続き実施する。

### 2-3 その他(グローバルイシュー等)

「ミ」国の最近の社会情勢として、2008年5月政府は民主化ロードマップに従い新憲法採択の国民投票を実施し、新憲法が採択され、2010年11月には20年ぶりに総選挙が実施された。新政府は総選挙後にアウンサン・スー・チー氏の自宅軟禁を解除するとともに、2011年3月には民政移管が行われ、新政府が発足した。新政府は2011年5月に政治犯約50名を釈放、2012年1月には651名に恩赦を与えると発表し順次釈放が始まった。また、少数民族との和解への取り組みを精力的に進めている。

2012年4月の連邦議会の補欠選挙でアウンサン・スー・チー氏が下院選挙区で当選したが、軍事政権が定めた憲法に反対する立場から、議員就任の際に求められる憲法遵守の宣誓を拒否することを理由に、4月23日の初登院に応じず宣誓内容の修正を求めた。その後方針転換し、5月2日に正式に議員に就任した。

以上、民主化に対する懸念が残されている現状において、欧米諸国は経済制裁の一部解除に留まっている。本案件（機材供与）による輪中堤復旧が、貧困地域であるデルタの復興（農業活動及び住民生活）に寄与し、底辺（住民レベル）からの民主化意識の向上や経済発展につながることで「ミ」国の更なる発展が期待される。

## 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

#### (1) 上位計画

「ミ」国政府は、2008年5月に上陸したサイクロン「ナルギス」被災地における農業生産の回復と被害を受けた輪中堤の復旧を優先度の高い緊急課題と位置づけ、我が国は開発計画調査型技術協力「サイクロンナルギス被災地域における農業生産及び農村緊急復興のための農地保全プロジェクト」（2009年12月～2011年10月）によって、輪中堤の復旧による農地保全と農業生産・農村生活の回復を目的としたマスタープラン策定に協力した。復旧工事の事業主体であるIDは、今後復旧する輪中堤に関し、このマスタープランに準拠し復旧工事を進める計画である。

エーヤーワディ・デルタ全域には34ヶ所の輪中堤があるが、IDのとの協議、また提示された資料によると、2011年12月31日時点における輪中堤の復旧工事の進捗状況としては、全34輪中堤（総計941.83km）の内、15輪中堤（計383.47km）の復旧工事が完了し、19輪中堤で未復旧もしくは一部区間のみ復旧している状態（各輪中の工事進捗は0～52%）である。復旧した輪中堤の延長は、一部区間のみ復旧した輪中堤分も含めると464.72kmで、未復旧の延長は477.11kmであり、今後復旧すべき輪中堤の盛土量は、7,755,000m<sup>3</sup>で、機材供与後の5年間で復旧するものとし、年間平均1,550,000m<sup>3</sup>を盛土することとなる。表3-1-1に各輪中の延長、盛土量等の諸元を示す。

#### (2) プロジェクトの目標および成果

本プロジェクトの目的は上記のマスタープランに基づき被災した輪中堤の復旧工事を推進するために必要な建設機材及びその品質を確保する為の試験機材を配備することである。

以下に、プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標及び成果を示す。

- ① 上位目標：対象地域に居住する農民の農業活動および生活が復興する。
- ② プロジェクト目標：被災した19輪中堤が修復され、農地が保全される。
- ③ 成果：対象地域において被災した19輪中堤の修復に必要な機材が配備される。

#### (3) プロジェクトの概要

上記マスタープランに準拠し輪中堤の復旧工事を完成させ、プロジェクトの目標を達成するために建設機材として、バックホー、ブルドーザー、転圧ローラー、移動式修理車両、油圧パイプロハンマーを、試験機材として各種土質試験機材（圧蜜試験機、一面せん断試験機、透水試験機、三軸試験機等）、コンクリート材料試験機材（圧縮・引張試験機、コンクリートミキサー（傾胴型ミキサー）、セメント試験機器等）および水質試験機材（水質分析機等）を投入する。また、これら機材の運転・運用指導を行うものである。



表 3-1-1 各輪中堤諸元一覽表

Township	No.	Name of Polder/Dike	Sluice (Nos.)	Sluice Gate (Nos.)	Sluice Gate (Used for Replace)	Estimated Paddy Area (Acre)	Completed Length by Contract (m)	Average Existing ICL (ft)	JICA Proposed ACL (ft)	IIP Design Volume (Std.)	Progress for IIP Design Volume (Std.)	Remained Volume for IIP Design (Std.)	JICA Design Volume (Std.)	Volume to be Implemented for JICA IIP Design (Std.)	Progress for JICA Design Volume (%)	Completion Rate (%)	Construction Schedule & Group (std)					Remained Polders (No.)	Volume Check (std)
																	1st year (No.5, No.6)	2nd year (No.1, No.4)	3rd year (No.3, No.10)	4th year (No.2, No.8)	5th year (No.7, 9)		
Ladaha	1	Aleayun (1)	3	11	4	1,253.2	13.40	0.00	11.8	13.5	75,218	0	75,218	75,218	0	0	0	1	75,218	75,218	1	75,218	
	2	Aleayun (2)	4	22	13	4,036.8	22.70	0.00	10.8	14.0	127,800	0	127,800	127,800	0	0	0	0	127,800	127,800	2	127,800	
	3	Aleayun (3)	4	18	9	5,196.0	17.65	17.65	14.0	14.0	94,040	97,280	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	4	Mhe-Thomachankam	non	non	non	337.9	3.40	3.40	3.6	11.5	16,973	16,973	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	2	44,641
	5	Thingayngyi	non	non	non	779.4	6.30	4.31	3.6	11.5	71,103	48,540	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	3	44,641
	6	Zinwaw	non	non	non	29.2	6.00	6.00	4.8	11.5	30,936	30,352	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	4	45,937
	7	Lodakayin	1	-	0	11.4	3.75	0.00	5.2	11.0	37,298	0	37,298	45,937	0	0	0	0	0	0	5	194,236	
	8	Ladaha (S)	3	17	0	2,453.2	20.20	0.00	5.2	11.0	260,930	0	260,930	194,236	0	0	0	0	0	0	6	107,572	
	9	Ladaha (N)	-	-	-	9,829.7	38.00	38.00	11.0	11.0	364,260	96,638	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	7	136,869
	10	U-Changru	non	non	non	106.6	5.20	0.00	1.8	12.0	62,055	0	62,055	107,572	0	0	0	0	0	0	8	172,473	
	11	Bital Island (1)	-	-	-	662.4	14.02	4.25	5.5	12.0	97,030	26,582	76,448	163,451	136,869	16.3%	0	0	0	0	9	224,618	
	12	Bital Island (2)	4	19	0	4,725.2	18.60	0.71	6.3	12.0	103,830	6,880	96,950	179,553	172,473	3.8%	0	0	0	0	10	177,052	
	13	Bital Island (3)	4	7	7	3,881.3	28.00	19.72	4.5	12.0	247,055	167,177	80,778	391,795	224,618	42.7%	0	0	0	0	11	326,214	
	14	Bital Island (4)	6	16	7	1,017.95	40.53	40.53	12.0	12.0	237,168	217,045	complete	0	0	0	0	0	0	0	12	107,073	
15	Zhangayngyi	6	44	14	12,997.7	37.00	4.81	8.0	12.0	58,651	9,687	48,964	186,739	177,052	5.2%	0	0	0	0	13	469,582		
16	Zhangayngyi (East)	3	25	25	18,809.7	33.00	0.00	9.77	12.5	124,936	45,078	79,858	371,292	326,214	12.1%	0	0	0	0	14	190,302		
17	Zhangayngyi (West)	4	20	0	15,145.4	31.60	31.60	6.5	12.0	96,110	96,693	complete	0	0	0	0	0	0	0	15	115,061		
18	Zhangayngyi (Upper)	1	5	0	2,859.2	10.50	0.00	0.5	12.0	41,556	0	41,556	107,073	107,073	0	0	0	0	16	21,262			
Phayun	19	Dawayun	1	8	4	990.2	14.00	14.00	12.5	12.5	32,600	32,596	complete	0	0	0	0	0	0	17	63,000		
	20	Mvokone	2	10	4	3,682.3	17.00	5.40	11.60	12.5	39,285	54,038	complete	0	0	0	0	0	0	18	8,525		
	21	Kyephayunweyuan	7	57	36	26,028.7	46.00	4.17	5.7	12.5	190,178	11,198	178,980	480,780	469,582	2.3%	0	0	0	19	132,189		
	22	Barawezu	7	26	26	9,898.5	26.00	0.00	7.8	12.0	45,114	0	45,114	190,302	190,302	0	0	0	0	20	540,339		
	23	Dyadithi	1	7	2	2,165.5	13.00	13.00	7.8	12.5	61,949	57,800	complete	0	0	0	0	0	0	0	21	62,372	
	24	Lapathun	4	22	5	6,671.3	20.00	20.00	6.5	12.5	70,208	70,158	complete	0	0	0	0	0	0	0	22	534,318	
	25	Zinwaw	4	17	3	5,437.7	15.00	2.76	7.8	12.5	22,806	4,172	18,634	119,233	115,061	3.5%	0	0	0	23	1,512,120		
Deyelwe	26	Mvawakam	non	non	non	9,532.1	13.50	6.92	6.58	13.0	134,274	96,825	complete	0	0	0	0	0	0	24	1,585,253		
	27	Thandi	non	non	non	2,617.1	4.25	4.25	13.0	16,933	17,812	complete	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1,608,606	
	28	Sochubolama	non	non	non	5,879.8	7.40	7.40	11.0	13.0	25,376	22,896	complete	0	0	0	0	0	0	0	26	7,754,551	
	29	Iliseichetungyvi	non	non	non	1,742.8	7.40	0.00	11.0	13.0	26,400	0	26,400	21,262	21,262	0	0	0	0	27	566,160		
	30	Tanpakaw	non	non	non	10,084.8	7.00	7.00	14.0	14.0	9,600	9,600	complete	0	0	0	0	0	0	0	28	1,321,890	
	31	Kvawacat	non	non	non	403.4	5.00	5.00	14.0	14.0	14,260	14,198	complete	0	0	0	0	0	0	0	29	566,160	
Kvinkhlat	32	Mutabin Island (N)	non	non	non	22,081.5	12.40	0.00	8.5	13.5	12,000	0	12,000	63,000	63,000	0	0	0	0	30	412,935		
	33	Mutabin Island (S)	non	non	non	10,575.9	4.40	0.00	9.3	12.0	659	0	659	8,525	8,525	0	0	0	0	31	1,585,253		
	34	Thingayngyuan	6	29	0	15,765.1	22.25	0.00	10.3	13.5	70,450	0	70,450	132,189	132,189	0	0	0	0	32	540,339		
	Total	(Average Height)	75	380	159	227,943.8	585.35	260.88	27.95	7.1	2,954,045	1,258,618	1,575,712	3,550,428	2,740,124	10.4%	0	0	0	33	1,550,910		
		(Average Length)			941.83	419.75	44.97			8,362,211	3,561,889	3,884,759	8,658,210	7,754,551	10.4%					34	1,550,910		
		Total Volume			2,740,124	std															35	1,550,910	
		(Evaporator, Inch Year Necessary numbers)			27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	36	1,550,910	
		Average			49.3%																	37	1,550,910

Note: 1. Progress is information by 12as of end of December 2011. (Data from IIP in Naypyithaw, 18.02.2012)  
 2. Estel - 2 Nos.  
 3. Volume may change according to check result of IIP survey team.

## 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

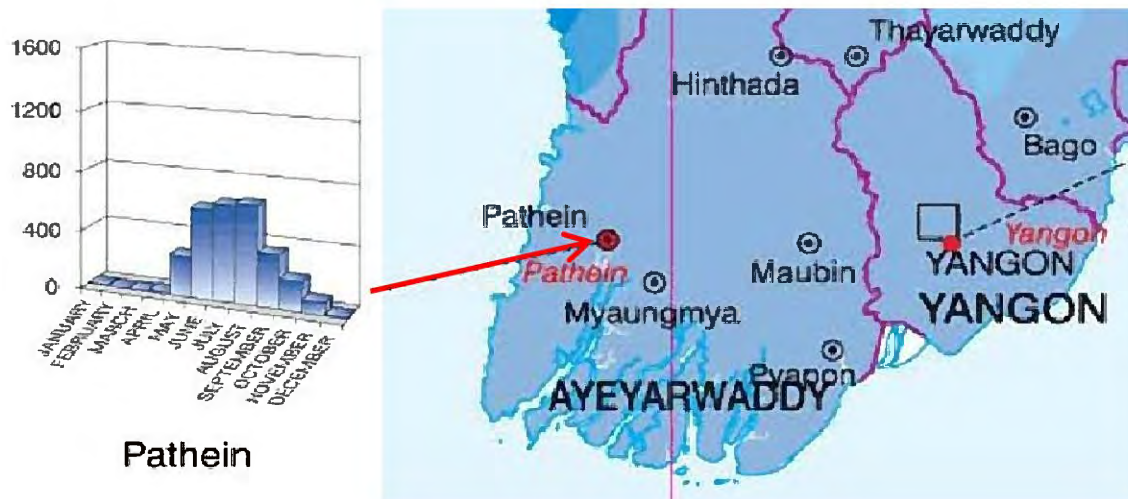
本事業は、被災した輪中堤の復旧工事に資するための建設機材および試験機材を調達するものである。ID との協議結果を踏まえて以下の方針に基づき検討を行った。

- ① エーヤーワディ・デルタ地域の復旧工事に関する責任区分、役割分担を把握し計画に反映する。
- ② 被災した輪中堤の復旧工事の進捗と現状を把握し、今後の復旧工事量を再確認し、マスタープランに沿って5年間で復旧工事が可能な建設機材を整備する。
- ③ ITC の現有試験機材の状態と輪中堤の復旧工事に対する試験実施方法を現地調査にて把握し、必要な試験機材を検討する。
- ④ 復旧工事の実施機関である ID 及び ITC の組織、人員構成、予算状況、維持管理費等を考慮し調達機材の機種、仕様及び数量を検討する。
- ⑤ 「ミ」国政府との協議により、機材の内容・規模を概略決定し、その後行う現地踏査等の結果を踏まえ詳細を決定する。
- ⑥ 建設機材の調達先は「ミ」国に代理店を構え、今後のスペアパーツ調達、重大な故障対応等に支障のないことを考慮する。
- ⑦ 試験機材の調達先は、現況機材が日本製であること、交換部品、消耗品等数量は、「ミ」国に試験機材の代理店が今現在ないことを考慮する。

#### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

##### (1) 気候及び気象条件

エーヤーワディ・デルタ地域の年間降雨量は 2,500～3,000 mm であり、その殆どは雨期（5 月～10 月）に集中している。デルタ地域（パテイン：Pathein）の平均年間降水量を図 3-2-1 に示す。なお、マスタープラン策定時の実証事業の復旧工事实績および ID との協議を基に、輪中堤復旧工事は乾期のみ行う計画とし、期間は稲刈が終了する 12 月から「ミ」国の会計年度末である雨期前の 3 月までの 4 ヶ月間を想定し、その期間の稼働日を 100 日間と設定する。マスタープラン策定時の実証事業における輪中堤復旧工事の作業実績を巻末の資料-5.1 に添付する。



												(mm)
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
5	2	3	14	278	613	654	670	364	204	86	10	2,903

図 3-2-1 デルタ地域 (Pathein) の平均年間降水量<sup>1</sup>

(2) 土質と締め固め機械

エーヤーワディ・デルタ全域はエーヤーワディ川によってもたらされた比較的新しい沖積土の厚い層によって形成されている。表層下にはきめ細やかな粘質土やシルト質粘土が分布している。マスタープラン時の実証事業での復旧工事の土質試験実績によれば、土取場の現場含水比は湿潤側 90%最適含水比とほぼ同等の 30%を示していることから、掘削土を堤防の盛土材料として使用する方針とする。締め固め機械の機種については、実証事業の 1 年前に実施した試験盛土工事の実績より、ブルドーザーが最もワーカビリティが良好で、締め固めた盛土の品質が確保されたことから、ブルドーザーを使用する方針とする。ブルドーザーによる締め固めは、運転重量が大きければ締め固め回数が少なくなる（効率性）。一方、堤防天端幅は狭いため（最小 3.6m）、大型のブルドーザーでは均一な締め固めが困難となる（施工性）。よって、ブルドーザーの規格は、効率性と施工性を考慮して 20 トン級とする。なお、第 2 次現地調査にてコーン貫入試験による地耐力の調査を行った。現地試験結果より、堤体天端、堤外・堤内の堤体法尻のコーン指数は  $qu=12 \text{ kg/cm}^2$  以上であり、バックホー、ブルドーザー及びダンプトラック等の走行は可能である。また、土取り場跡地及び田地の表層のコーン指数は  $qu=8 \text{ kg/cm}^2$  以上あり、バックホー、ブルドーザー等の走行は可能である。

<sup>1</sup> 出典：世界気象機関（WMO : World Meteorological Organization）



写真-3-2-1 コーン貫入試験状況

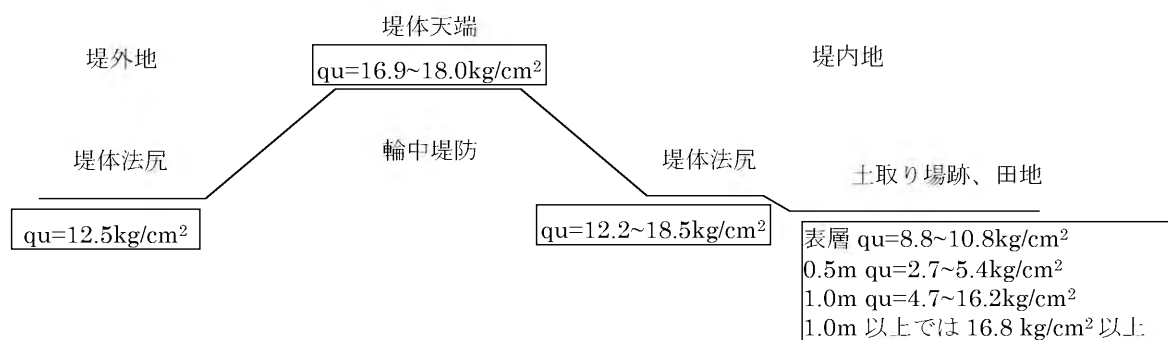


図 3-2-2 現地コーン貫入試験結果

コーン指数と施工機械の走向性との関係は表 3-2-1 のとおりである。

表 3-2-1 施工機械とコーン指数との関係

施工機械	コーン指数 (kg/cm <sup>2</sup> )
中型ブルドーザー (バックホー)	5.0~6.0 以上で運行可能
大型ブルドーザー	7.0~10.0 以上で運行可能
ダンプトラック	10.0 以上あれば運行可能。15.0 以上あれば一定速度を相当時間保つことができる。

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

民家に隣接する箇所の盛土工事は、重機の振動・騒音が家屋や住民に影響しないように人力盛土施工とする。なお、マスタープラン策定時の実証事業における復旧工事においても同様な対策がとられた。

### 3-2-1-4 建設事情／調達事情に対する方針

乾期の限られた期間中に輪中堤の早期復旧を目指すことから復旧工事は昼夜施工で計画し、実証事業での施工実績を考慮し、バックホーやブルドーザーは 12 時間稼働と設定する。輪中堤復旧工事は ID が直営で実施し、燃料の調達、運転手の手配を行うものである。なお、ID からの聞き取りによると、デルタ地域では雨期の建設作業は困難となることから、乾期に昼夜作業を行うのが実態とのことである。



### 3-2-1-5 運営・維持管理に対する対応方針

#### (1) 建設機材の維持管理体制

今回供与される建設機材とスペアパーツは、エーヤーワディ・デルタの輪中堤復旧工事のみ使用することとするが、輪中堤復旧工事完了後は、他の工事に使用することができる。輪中堤復旧工事は ID 第 9 建設部と維持管理部（エーヤーワディ地区）が担当し、本事業で調達された建設機材の運営・維持管理を担う。建設機材の大規模点検や重度の故障の場合、第 1 機械部の支援を受けることとなっている。なお、調達機材の運営・維持管理にかかる必要な人員と予算（燃料費・輸送費等）は ID が確保することとなっている。また、輪中堤復旧工事完了後の維持管理は、引き続き同様の体制（第 9 建設部）で行うこととする。



写真-3-2-2 第 1 機械部 機材置場（左）と作業場（右）



写真-3-2-3 第 1 機械部作業場（左）とスペアパーツ倉庫（右）



写真-3-2-4 第9建設部 作業場 兼 スペアパーツ倉庫

## (2) 試験機材の維持管理体制

今回供与される試験機材は、エーヤーワディ・デルタの輪中堤復旧に優先的に使用することとする。ITCの試験機材は1988年の供与から20年以上経過しているが、「ミ」国では試験機材の販売、保守・点検をする民間会社がなく、保守・点検及び試験室内の整備を職員が行っている。よって、試験機材整備後もITC予算の中で職員を主として維持管理を行うことが可能である。ITCでは職員が既存の試験機材を用いて、比較的簡易な試験（土質粒度試験、透水試験、比重試験等）から高度な技術を要する試験（大型三軸試験、小型三軸試験、圧密試験等）まで行っている。機材供与後も現地指導を行うことで、試験の実施体制を維持することが可能である。また、ITCの職員は試験機材の維持管理への意識が高く、20年以上維持してきた実績から判断すると維持管理能力を有している。よって、今回供与の機材についても十分な維持管理が期待できることから引き続き同様の体制で運用・維持管理を行うこととする。ITCの試験実績を巻末の資料-5-2に添付する。



写真-3-2-5 灌漑技術センター





【大型三軸試験機】



【圧密試験機】

写真-3-2-6 灌漑技術センター 試験機材現況

### 3-2-1-6 水門の設置

本事業は輪中堤復旧に必要な建設機材を中心に調達するものであり、水門は「ミ」国側の予算措置によって整備される。既存の水門構造物は基礎部の不同沈下によって堤防に構造的弱点部が生じている。よって、水門の基礎工事は不同沈下を防止するため基礎杭工法を用いることとし、本事業では基礎杭を打設するために油圧バイブロハンマーを調達する方針とする。



【サイクロン「ナルギス」による損傷状況】



【復旧工事後の状況（実証事業）】

写真-3-2-7 輪中堤水門

## 3-2-2 基本計画（機材計画）

### 3-2-2-1 全体計画

本事業は、被災した輪中堤の復旧工事に資するための建設機材および試験機材を調達するものである。「ミ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえ、調達機材は以下のように計画した。

#### (1) 要請内容と最終合意協力案

第1次、第2次現地調査結果を踏まえ、「ミ」国と合意された機材の内容・規模を表3-2-2に示す。当初の要請内容と最終合意協力案との内容で特に異なる点は、当初要請のあったボアホール・

ドリルを杭打機（バックホー装着式の油圧バイブロハンマー）へ変更したことである。当初はボアホール・ドリルにて削孔し現場打ちコンクリート杭を水門基礎工として施工するとのことであったが、デルタ地域の地質状況および施工方法を再度考慮した結果、杭打機がより妥当との判断によるものである。また、バックホーおよびブルドーザーの台数については、今後の復旧輪中堤の施工量の見直し、またマスタープラン策定時の実証事業における復旧工事の施工実績データの整理によるバックホーの作業能力の差異によるものである。

表 3-2-2 要請内容と最終的に合意された協力案

機種	要請内容（第1次 現地調査時確認）	最終協力案	変更理由
バックホー	28台	24台	第1次現地調査にてIDからの入手資料により作業量を再検討した。
ブルドーザー	14台	12台	同上
転圧ローラー	2台	2台	施工量及びIDとの協議にて2台とした。
移動式修理車輛	2台	2台	—
油圧バイブロハンマー	1台	1台	当初要請はボアホール・ドリルであったが、第2次現地調査の際に、油圧バイブロハンマーへの変更要請があった。
土質試験機材	1式	1式	—
コンクリート 材料試験機材	1式	1式	—
水質試験機材	1式	1式	—
スペアパーツ	1式	1式	—

## (2) 各機材の主な仕様、数量、使用目的

各機材の主な仕様、数量、使用目的は表 3-2-3 のとおりである。

表 3-2-3 調達機材の仕様・規模

機種	仕様	数量	目的
バックホー	エンジン出力 120kw (150HP)以上 バケット容量 1.0m <sup>3</sup> 以上	24台	輪中堤工事における掘削と盛土、法面仕上げ
ブルドーザー	エンジン出力 145kw (190HP)以上 20ト級	12台	輪中堤工事における剥土、敷均し、締め固め
転圧ローラー	エンジン出力 80kw (110HP)以上 バイブレーションローラ 12ト級	2台	輪中堤工事における天端部の仕上げ転圧
移動式修理車輛	エンジン出力 140kw (190HP)以上 4輪駆動、油圧クレーン 3トン吊り	2台	重機修理作業
油圧バイブロハンマー	エンジン出力 100kw (140HP)以上 適応パイル、丸杭(φ300mm×7m)、角杭(300mm×300mm×7m)、鋼矢板	1台	水門の基礎工事



土質試験機材	圧密試験機 φ 60mm, 一面せん断試験機 φ 60mm, 透水試験機 100mm, 三軸試験機 φ 300mm, φ 100mm, その他	1 式	輪中堤における施工材料の管理・確認試験
コンクリート材料試験機材	圧縮・引張試験機、その他	1 式	水門のコンクリート・鉄筋の強度確認試験
水質試験機材	水質試験機、その他	1 式	コンクリートに使用する水質確認その他
スペアパーツ		1 式	機材の修理

### 3-2-2-2 建設機材

#### (1) バックホー

マスタープラン策定時の実証事業にて被災した輪中堤の復旧工事（ラプタ北輪中 L=38.6km）が実施され、また施工技術及び品質管理についての技術指導・移転がなされた。この実証事業では施工及び品質管理は良好な結果が得られた。今後の復旧工事も同様な施工方法で行われる。この施工方法を図 3-2-3 に示す。堤内地側（水田）の堤防脇に土取場と仮置場を設け、土取場～仮置～本堤の掘削・仮置きをバックホーにて行い、本堤での敷均し、締め固めをブルドーザーにて行う。

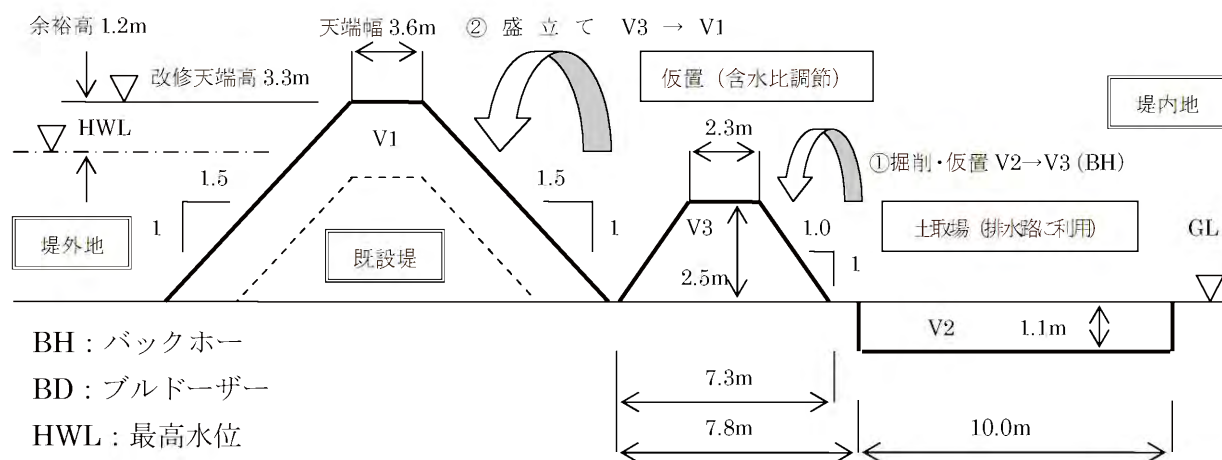


図 3-2-3 堤防復旧計画及び施工計画標準断面図

施工は土取場掘削・仮置き（上図①）を先行し、数日経過し含水比調整が完了した区間で仮置土の堤防への盛土、敷均し、締め固め、法面整形（上図②）を行う。前図①と②の作業は数百 m 離れた場所で同時に行うため、基本的な機材配置はブルドーザー1 台に対してバックホー2 台とする。

バックホーの必要台数の算定は、その作業能力から決定する。作業能力は実証事業での輪中堤復旧工事実績より以下の通りである。

- ・バックホーの年間土工量： 1,550,910 m<sup>3</sup>/year (5年計画の年平均)
- ・バックホーの作業能力： 54m<sup>3</sup>/hr (2010年度実証事業実績)  
(1時間当りの土工量)
- ・バックホー稼働時間： 12hr/day (2010年度実証事業実績)
- ・バックホー稼働日数： 100day/year (2010年度実証事業実績)

上記の作業実績よりバックホーの必要台数は以下の算式より 24 台とする。

∴ 必要台数 = 1,550,910 m<sup>3</sup>/year ÷ (54m<sup>3</sup>/hr × 12hr/day × 100day/year) = 23.93 ⇒ 24 台

実証事業における施工状況の写真を以下に示す。(⇒は施工手順)



土取場掘削 (掘削幅約 10m、掘削深約 1.2m) 完了後の状況



仮置き土 (バックホーの左側) を既設堤防上へ積卸している状況 (手前のテープは堤防の仕上り形状を示す)



バックホーによる盛土法面仕上げの状況 (堤防の天端からバケットをかき上げて整形を行っている)



ブルドーザーによる撤出し、転圧状況 (バックホーとブルドーザーのペアで作業している)

(2) ブルドーザー

ブルドーザーによる堤防の敷均し・締固め作業はバックホーによる堤防への盛土材巻き出し、法面整形作業と同時並行で行う。バックホーは 24 台配置するため、基本的な機材配置 (バックホー 2 台に対しブルドーザー 1 台) を考慮して、ブルドーザーは 12 台とする。