

## 3章 コンポーネントA：西放水路／ガラン川改修

## 3.1 自然条件

## 3.1.1 河道特性と河川構造物

## (1) 河道特性

ガラン川は、ウンガラン山を源流に持ち、南から北に向かって流れ、途中河口から約 12 km と 10 km 地点でクリピック川とクレオ川を合流しジャワ海に注ぐ（図 3.1 を参照）。ガラン川の流域面積は約 204 km<sup>2</sup>であり、その内クレオ川が 70 km<sup>2</sup>、クリピック川が 34 km<sup>2</sup>を占める。ガラン川、クレオ川およびクリピック川の河川延長は、それぞれ約 36 km、24 km、8 km である。

シモンガン堰は、図 3.2 に示すとおりガラン川の最下流端部（河口から約 5.3 km 上流）に位置し、この地点での上下流の河床標高には約 5 m の差がついている。この堰より下流を西放水路と呼びジャワ海に注ぐ。

クレオ川との合流点より下流のガラン川沿川地帯は人口が稠密であり、特に西放水路周辺部は、住宅、商業、工業等の建物が高密度に張り付いている。

## (2) 主要河川構造物

シモンガン堰は、19 世紀のオランダ統治時代に建設されたもので、ガラン川の最重要構造物として位置づけられている。堰直上流部に設けられた取水ゲートよりスマラン川や農業用水路への水の供給を行うと同時に、堰より 1.2 km 上流に設けられたスマラン市水道公社（PDAM）の取水施設を通して最大で毎秒 0.98 m<sup>3</sup>/s の上水をスマラン市に供給している。

ガラン川／西放水路には道路橋 5 橋及び鉄道橋 1 橋が架かっている。

## 3.1.2 河道の流下能力

## (1) 西放水路

- 河口から北環状道路橋までの区間の流下能力は 200 m<sup>3</sup>/s から 1,200 m<sup>3</sup>/s の範囲にある。
- 北環状道路から鉄道橋までの区間の流下能力は 800 m<sup>3</sup>/s にとどかない。

- 鉄道橋からシモンガン堰までの区間は国道橋周辺部を除いて  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  以上の流下能力が確保されている。

(2) ガラン川（シモンガン堰からクレオ川との合流点まで）

- いくつかの区間を除いて河道の流下能力は相対的に大きく  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  以上に達している。これは 1990 年の洪水以降に堤防が改修されたからである。
- 余裕高を 1.0 m とすれば、既存堤防の流下能力は  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  以下となる。
- 有料道路橋より上流側の河道の流下能力は  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  以下である。

### 3.1.3 洪水被害と河川改修

(1) 主要洪水と洪水被害

調査対象域に深刻な被害をもたらした最近の洪水は、1973、1990 及び 1993 年に発生している。上記 3 洪水による氾濫域と被害状況は、中部ジャワ州公共事業局とスマラン市によって調査されている。上記洪水の内、1990 年の洪水は最大規模の被害をもたらし、死者は 47 名、被害総額は 85 億ルピアに達した。

(2) これまでの河川改修事業

西放水路及びガラン川の河川改修事業（維持管理事業を含む）は、中部ジャワ州公共事業局水資源部によって実施されている。1994 年からこの事業は JRATUNSELUNA プロジェクト事務所に引き継がれている。主要な工事内容は、堤防と洪水護岸の建設、河床の浚渫、河道掘削、河岸保護工などが中心である。これらの工事の多くは、ガラン川本川を対象とし 1989 年から 1999 年にかけて実施された。支川や既設シモンガン堰の改修については未着工である。

## 3.2 基本計画

## 3.2.1 計画条件

## (1) 洪水防御計画

西放水路／ガラン川の洪水防御計画は次の2つのコンポーネントから構成されている。

- (a) 河口からクレオ川との合流点までの約 9.8 km の河川改修（シモンガン堰の改築を含む）、及び
- (b) ジャティバラン多目的ダム建設。

## (2) 計画規模

河川改修が単独で実施された場合は、西放水路／ガラン川河道は 25 年確率規模以下の洪水を安全に流せるようになる。さらに、ジャティバラン多目的ダムが完成すれば、この確率規模は 100 年に引き上げられる。

## (3) 設計洪水流量

西放水路／ガラン川の改修及びジャティバラン多目的ダム建設は、下記に示す計画洪水流量に基づいて実施される。

クレオ川との合流点から下流区間の基本高水流量である  $1,010 \text{ m}^3/\text{s}$  をジャティバラン多目的ダムの洪水調節により  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  まで低減するものとする。この  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  の流量は、ジャティバラン多目的ダムが建設されるまでは、25 年確率規模の流量に相当する。

確率年	シモンガン堰地点における基本高水流量	シモンガン堰地点における設計洪水流量 *1
100 年	$1,010 \text{ m}^3/\text{s}$	$790 \text{ m}^3/\text{s}$
50 年	$900 \text{ m}^3/\text{s}$	$700 \text{ m}^3/\text{s}$
25 年	$790 \text{ m}^3/\text{s}$	$620 \text{ m}^3/\text{s}$

\*1: ジャティバラン多目的ダムによる洪水調節を考慮した値である。

河口からクレオ川との合流点までの河川改修にあたっては計画洪水流量  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  が適用される。

## 3.2 基本計画

### 3.2.1 計画条件

#### (1) 洪水防御計画

西放水路／ガラン川の洪水防御計画は次の 2 つのコンポーネントから構成されている。

- (a) 河口からクレオ川との合流点までの約 9.8 km の河川改修（シモンガン堰の改築を含む）、及び
- (b) ジャティバラン多目的ダムの建設。

#### (2) 計画規模

河川改修が単独で実施された場合は、西放水路／ガラン川河道は 25 年確率規模以下の洪水を安全に流せるようになる。さらに、ジャティバラン多目的ダムが完成すれば、この確率規模は 100 年に引き上げられる。

#### (3) 設計洪水流量

西放水路／ガラン川の改修及びジャティバラン多目的ダム建設は、下記に示す計画洪水流量に基づいて実施される。

クレオ川との合流点から下流区間の基本高水流量である  $1,010 \text{ m}^3/\text{s}$  をジャティバラン多目的ダムの洪水調節により  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  まで低減するものとする。この  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  の流量は、ジャティバラン多目的ダムが建設されるまでは、25 年確率規模の流量に相当する。

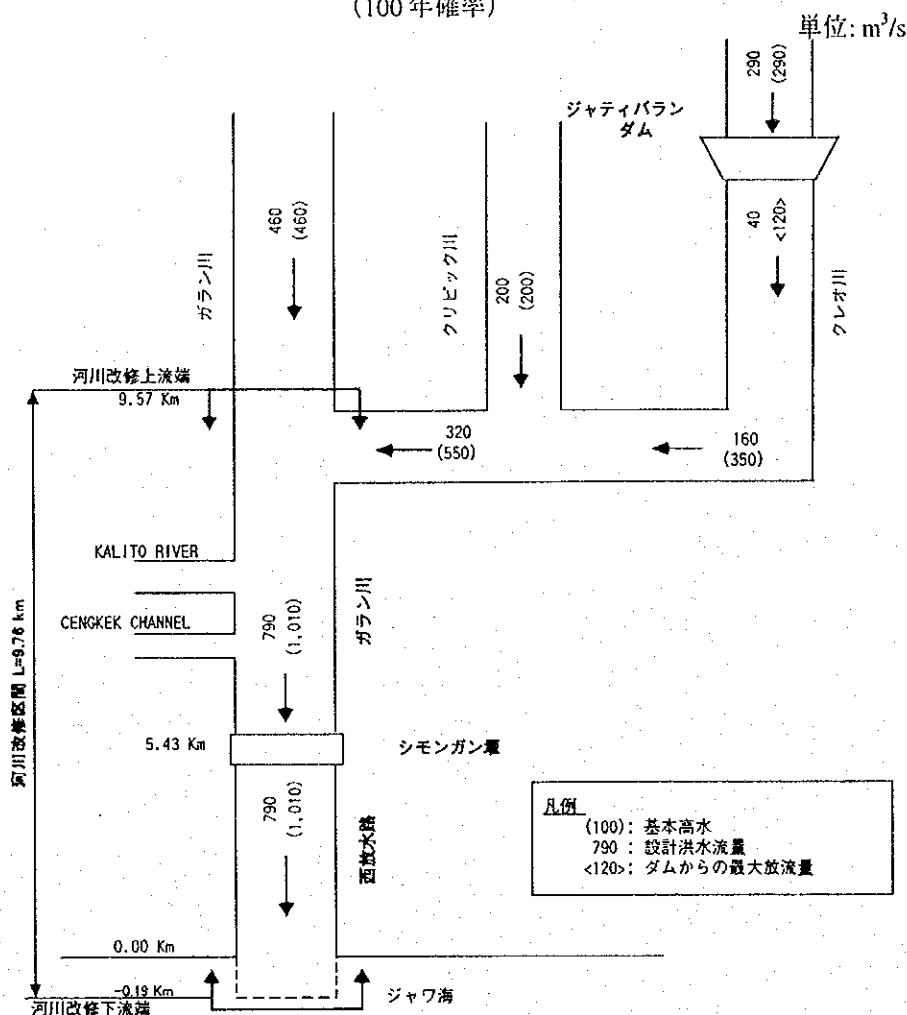
確率年	シモンガン堰地点における基本高水流量	シモンガン堰地点における設計洪水流量 *1
100 年	$1,010 \text{ m}^3/\text{s}$	$790 \text{ m}^3/\text{s}$
50 年	$900 \text{ m}^3/\text{s}$	$700 \text{ m}^3/\text{s}$
25 年	$790 \text{ m}^3/\text{s}$	$620 \text{ m}^3/\text{s}$

\*1: ジャティバラン多目的ダムによる洪水調節を考慮した値である。

河口からクレオ川との合流点までの河川改修にあたっては計画洪水流量  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  が適用される。

計画高水流量配分図

(100年確率)



(4) 計画高水位の設定

計画高水位は、洪水被害ポテンシャルを小さくするために、堤内地地盤高よりも低く設定する。ただし、河床勾配が極端に緩い最下流部付近は、潮位による背水の影響を受けるため、計画高水位は堤内地地盤高よりも高く設定せざるを得ない。

(5) 水資源開発計画

ジャティバラン多目的ダムの完成後は、10年確率規模の干ばつが発生したとしても、クレオ川との合流点から下流において最小限 2.69 m<sup>3</sup>/s の流量が確保される。この流量には将来のスマラン市への上水量 2.04 m<sup>3</sup>/s とスマラン川及び左岸側の灌漑用水路への維持用水量 0.65 m<sup>3</sup>/s が含まれる。

## 3.2.2 洪水防御工事

## (1) 洪水防御の基本構想

西放水路／ガラン川の改修計画にあたり次のような基本概念を適用する。

- 河道の流下能力を高め、堤防又は河岸からの洪水の越水を防止する（これは特に西放水路に適用する）。
- 洪水時の河川水位をできるだけ堤内地の地盤標高より低くなるようにする（これは主にガラン川に適用する）。
- 固定堰である既設シモンガン堰において、洪水の堰き上げを発生させないようにする。

## (2) 洪水防御の手法

上記の基本構想に基づいて西放水路／ガラン川の改修とシモンガン堰の改築を下記のとおり実施する。

工事内容	改修区間/場所
<b>1. 西放水路の改修</b>	L = 5,437 m
- 河口部の浚渫	L = 2,150 m
- 河川敷の掘削	L = 5,250 m
- 既設洪水防御壁の嵩上げ/補強	L = 2,510 m
- 河口部の築堤	L = 760 m
<b>2. ガラン川の改修</b>	L = 3,907 m
- 河床の掘下げ（掘削）	L = 3,780 m
- 河川敷の掘削	L = 3,780 m
<b>3. シモンガン堰の改築</b>	河口より 5.43 km
- 可動ゲート堰の建設	
- 取水施設の改築	

河口から 3.7 km 上流に位置する鉄道橋は設計洪水位に対する桁下のクリアランスが極めて小さいので、1.0 m のクリアランスを確保するよう上部工を 70 cm 嵩上げし、河道の掘削によって構造の安定性が低下することになる橋脚と橋台は新設するものとする。

改修後の河床の安定を維持し河岸の保護を図るため、床止め工や護岸及び水制工を河道の特性に考慮して適切に配置する。また、河川改修工事によって影響を受ける既設の排水樋管、取水施設及び橋梁は付帯工事として補強もしくは改築を行う。さらに、河道の維持管理や河川環境の保全等の観点から、維持管理施設や親水機能を持った施設を配置する。

(3) シモンガン堰の改築

固定堰である既設シモンガン堰は、上流区間の洪水氾濫の原因となっており、堰き上げ効果を取り除いて上流区間の洪水レベルを下げるのが河川改修の最も有効な方法である。一方、シモンガン堰はスマラン川や灌漑用水路へ河川維持用水を供給し、さらにスマラン市民へ上水を供給するという大きな役割を担っている。これら2つの機能を満足させるために既設のシモンガン堰を可動堰として改築する。

### 3.3 詳細設計

#### 3.3.1 河川改修

河川改修実施設計は、西放水路とガラン川の2つの区間に分けて実施する。

##### 西放水路の改修

西放水路の改修は、河道の流下能力を高めるため高水敷の掘削と既存洪水防御壁の嵩上げを主として行うものとし、過度の低水路河床掘り込みは行わない。

(1) 河道と堤防の法線（図 3.3 参照）

低水路河道の法線計画は、直線あるいは曲率の大きいカーブを用いて滑らかな線形となるよう行うものとし、高水敷の掘削は広い側を中心に行う。

北環状道路橋から河口までの区間の右岸側で開発中の埋め立て地を、洪水の影響から守るために堤防を建設する。堤防の法線は、低水路法線と平行になるよう計画し、堤体の安定を確保するために低水路から 10 m 離す。これによって洪水のながれをスムーズに海に導く。

(2) 縦断計画（図 3.4 参照）

##### 設計高水位

河口部の設計高水位の始点高は計画高潮位である EL. +0.450 m よりも若干高い EL. +0.500 m とする。北環状道路橋から鉄道橋に至る河道区間の設計高水位は、既設の洪水防御壁の天端高より低くなるように設定する。一方、鉄道橋からシモンガン堰にかけては河岸の天端高より 1.0 m 以上低くなるように設計高水位を設定する。

設計河床

設計河床の縦断計画は、現況の平均河床の縦断形状を参考にして決定するものとし、河床洗掘や土砂の堆積を避け、既設の河川構造物の移設や改築を出来るだけ避けるような設計とする。上記の設計方針にしたがって、まずWF30から下流河口までの区間は設計河床高をEL. -2.500に合わせかつフラットとし、WF30からシモンガン堰までは1/2,650の河床勾配を用いた縦断計画とした。

## (3) 河道横断形状 (図 3.5 参照)

河道断面形状は、狹窄河道区間を除いて2割の法面勾配を持つ複断面横断形状を基本とする。計画高水敷高は計画河床高より3.0から3.5m高い位置に設定し、高水敷が頻繁に冠水しないように計画する。

## (4) 橋梁と余裕高

設計高水位に対する桁下の余裕高は、既設6橋の内、鉄道橋が本河道計画において必要とする1.0mを大きく下回る0.34mであることが判明した。このため、治水上の安全性を確保するため、鉄道橋は嵩上げするものとする。

ガラン川の改修

ガラン川の改修は、堤内地の地盤高よりはるかに高く設定されている設計高水位を下げることを目的として行うもので、河床の掘削と固定堰である現シモンガン堰の可動堰化が主要な対策である。

## (1) 河道と堤防の法線 (図 3.6 参照)

低水路の掘削は、原則として現況の低水路法線に添って行うものとし、大きな法線の形状変更はしない。河道の湾曲部については湾曲の内側を主に掘削するものとし、線形は曲率の大きいカーブを用いる。

## (2) 縦断計画 (図 3.7 参照)

設計高水位

シモンガン堰からWF124にかけての区間において、河床を1.5m掘り下げることにより、設計高水位を河岸背面側の地盤標高より低い位置に設定する。WF124からWF184までの区間では、既設の堤防天端高から1.0m以上低い位



置に設計高水位を設定し、既設堤防を生かすものとする。

#### 設計河床

シモンガン堰地点の設計河床高は下流西放水路の河床より 2.684 m 高い EL. 1.500 m に設定した。シモンガン堰をはさんだ上下流の河床はトランジション区間として階段状に接続する。

#### (3) 河道横断（図 3.8 参照）

河道横断形状は、現況の横断形状を考慮し、一部の特殊区間を除いて法勾配が 2 割の複断面形状を採用した。シモンガン堰上流の狭帯河道区間においては、地形上の制約や用地取得の問題より河道の拡幅が困難なので、河床幅が 35 m、河岸の法勾配が 1:0.5 の断面を一部採用した。

### 3.3.2 シモンガン堰の改築

#### 堰の設計条件

#### (1) 必要条件

本堰は次のような水理条件を満足するよう設計する。

- (a) 790 m<sup>3</sup>/s の設計洪水流量を安全に流すことができる十分広い流下断面を有すること。
- (b) 水道公社の取水、スマラン川と農業用水路への分流（それぞれ 0.50 m<sup>3</sup>/s と 0.15 m<sup>3</sup>/s）のため、堰上流の水位を現況の EL. 5.200 m に保つこと。
- (c) 堰上流に堆積した土砂を定期的の下流へ排砂出来ること。

#### (2) 堰の位置

新たな可動堰の位置は、洪水防御効果、施工コスト、維持管理の容易性等を総合的に検討して、既存の固定堰と同じ位置とする。（図 3.3、3.6 参照）

#### (3) ゲートのタイプ

本可動堰は堰中間部に洪水吐ゲートを 3 門、左右岸に土砂吐ゲートを 1 門づつ持つものである。ゲートのタイプとしては、比較検討の結果から、洪水吐にはシェルタイプの鋼製ローラーゲートを、土砂吐にはガーダータイプの鋼製ローラーゲートを採用する。

## 構造概要

### (1) 堰のレイアウト

シモンガン堰を構成する主要な構造は、杭基礎を要した堰本体、洪水吐ゲート3門、土砂吐ゲート2門、左右岸の取水施設とゲート、河岸防護工、河床保護工、管理橋及び堰の操作・管理事務所等である。これらの施設全体の平面レイアウト及び一般構造を図3.9から3.11に示す。

### (2) 取水施設

堰本体の改築に合わせて取水施設の改築を行う。左右岸の取水施設は既設の取水施設と同じ位置に設ける。

### (3) 管理橋

本堰には管理橋と取付道路橋を設け左右岸の一般道路からのアクセスができるようにする。この管理橋は、堰の運用及び維持管理のために設けるもので、一般車輛の通行は禁止する。ゲート維持管理のため橋梁の幅員は7.0mとする。

## 既存シモンガン堰の部分保存計画

既設のシモンガン堰は1870年代に建設され、100年以上経った現在も取水堰としての機能を果たしており、スマラン市にとっては歴史、文化的施設である。しかしながら、既存の固定堰は治水面で大きな問題を抱えているため、これに代って可動堰が新たに建設されることになった。

堰の改築にあたり、州水資源局やスマラン市の関係者の間から歴史的施設の保存の観点から現固定堰を保存してほしいとの要請が出された。現地サイドと日本側との協議の結果、現固定堰の一部（左岸側の土砂吐部と取水施設）を別の場所に移築することが決定された。

移築に関する設計は、移築物を破壊しないよう特殊カッターで切り取り、これを運搬し、ゴアクレオ公園付近の州政府所有の土地に搬入し、最構築するものである。

### 3.3.3 河川構造物

河川改修工事に伴う新設構造物として、護岸、水制、河床保護工、床止め工、排水

樋管、維持管理施設が設計された。

### 3.3.4 鉄道橋の嵩上げ

西放水路を横断する既存の鉄道橋は、3スパンのトラス橋である。橋脚と橋台はオランダ統治下に作られた粗石コンクリート構造物である。本鉄道橋の運営維持は鉄道会社（PERUMKA）によって行われている。

上部トラス桁の設計高水位に対する余裕はわずか 0.34 m であり、河道計画で必要とする 1.0 m を満足していない。したがって本鉄道橋は河川改修計画の中で約 0.70 m 嵩上げするものとする。さらに、河道の掘削によって橋脚と橋台の安定性は影響を受けるので両方とも改築する。上部工の嵩上げ方法に関しては工事費の経済性と補償の困難性などを考慮して、現在の鉄道ルートの上で行うものとする。プロジェクトの中で実施する嵩上げに伴う工事内容を図 3.12 に示す。

## 3.4 施工計画

### 3.4.1 プロジェクトのパッケージ分け

効率的にプロジェクトを実施するため、全体工事内容を次のように3つのパッケージに分割する。（図 3.13 参照）

パッケージ 1：西放水路／ガラン川の改修

パッケージ 2：シモンガン堰の改築

パッケージ 3：鉄道橋の嵩上げ

### 3.4.2 西放水路/ガラン川改修（パッケージ 1）

主要な工種について施工方法を以下に紹介する。

#### (1) 準備工

本工事を開始する前に建設機械の搬入、電力の確保、建設資材置場の建設、仮設道路・橋梁の建設等の準備工事を実施する。

#### (2) 浚渫

低水路の浚渫は河口から約 1.9 km 上流地点までの区間において実施し、バケット容量が 1.0 m<sup>3</sup> のクラムシェルと 200 t 積みポンツーンを用いて行う。浚

渾土砂は、容量が100 m<sup>3</sup>の土運船と15 tタグボートを用い、海岸付近の土捨場まで運搬する。

(3) 河道掘削

低水路の掘削は、陸側からバケット容量が0.35 m<sup>3</sup>のバックホーにより行い、10 t積みトラックで土捨場まで運搬する。掘削土の一部は堤防盛土材料として用いる。

(4) 土捨場

現在、海岸の埋め立て計画が西放水路河口とスマラン川の河口に挟まれた区域において進行中である（図 3.14 参照）。この埋め立ては、スマラン市が計画し民間の土地開発業者が実施している。この埋め立て地は西放水路／ガラン川から比較的近距离にあり、埋立て土量も河道の掘削土砂量をはるかに上回る規模であるため、土捨場として最も適当な場所である。

### 3.4.3 シモンガン堰（パッケージ2）

(1) 段階施工

施工期間中の上流河道の水位を維持するために、施工は2段階に分けて行う。施工は、洪水の影響を避けるために4月から12月の乾期に実施するものとし、第1期は左岸側、2期は右岸側を施工する。

(2) 既設構造物の撤去と掘削

既存の固定堰はジャイアントブレイカーを用いて撤去し、その後バックホーによって掘削を行う。工事において発生する建設廃材と掘削土は海岸埋立地の土捨場へ運んで捨てる。

(3) 杭打ち

鋼矢板とPC矢板は振動杭打ち機を用い、PC杭はディーゼルハンマーを用いて打ち込む。

(4) コンクリートの打設

コンクリート工はスマラン市内で生産される生コンを用い、トラックミキサー車により現場へ搬入しポンプ車により打設する。

(5) ゲートと巻上機の設置

洪水吐ゲートと土砂吐ゲートは工場で製作し、分割して現場へ搬入する。分割したゲートは、現場にてクローラクレーンを用いて組み立て、所定の位置に据付ける。さらに、同じクレーンを用いてゲート巻き上げ機を操作台の上設置する。

3.4.4 鉄道橋の嵩上 (パッケージ3)

河口から 3.6 km 地点にある鉄道橋の余裕高は、現状で約 0.34 m と小さいことから、約 70 cm 分嵩上げし、計画高水位に対して 1.0 m の余裕高を確保する。嵩上げ工事は、現橋梁と同じ位置においてジャッキアップによって行う。工事は、上部工の嵩上げ、下部工の新設、橋梁への取付区間工事の3つに分けられる。

3.4.5 工程計画

西放水路/ガラン川の改修工事、シモンガン堰の改築工事、橋梁嵩上げ工事は、表 3.1 から 3.3 に示す工程計画に従って行うものとし、工事期間は 34 ヶ月である。

3.5 プロジェクトの運営・維持管理

3.5.1 運営計画

プロジェクトの運営・維持管理の目的は、下記のとおりである。

- 施設が設計基準どおりに運用されることを保証する。
- 施設の安全な運用を保証する。
- 施設のもつ耐用年数を保証する。
- プロジェクトによって完成した施設及び周辺環境を保護する。
- コストのかからない運営管理を維持する。
- 法的・社会的要請にこたえる。

(1) シモンガン堰

シモンガン堰ゲートは、常時において、上流河道の水位を維持するように操作される。洪水時においては、洪水を安全に下流河道に流下させるように操作される。また、ゲート上流河道に堆積した土砂を下流河道に排砂するため、土砂吐きゲートの操作も行われる。

## (2) 排水口・排水樋管

改修するフラップゲート付き排水口は、洪水時のゲート操作を必要としない構造とする。ガラン川に設置する排水樋管については、人力によるゲート操作を行うものとする。

## 3.5.2 維持管理計画

## (1) 河道、堤防及び河川構造物

改修した河道及び竣工後の河川構造物は、その機能維持を図るため、下記のような維持管理を実施する。

- (i) 定期的な河道の測量（主に縦断・横断測量）；
- (ii) 河道内に土砂が過度にたまった状態を確認した場合にはそれを浚渫または掘削する；
- (iii) 堤防、洪水防御壁、排水路及び河岸の点検；
- (iv) 護岸、水制、床止め工、排水樋管等の河川構造物の定期的点検、および問題個所の補修；
- (v) 河道、河川構造物の日々のパトロール及び緊急時のパトロール；
- (vi) 河道及び流入排水路の流下能力を維持するため、堆積したごみや土砂を除去し、河道内の洪水の疎通に障害となる草木を除草する。

上記の維持管理に加え、河道内での砂の採取を法的手段で取り締まることも河道や河川構造物の安定維持を図る上で重要である。

## (2) シモンガン堰

堰の円滑な運営・維持管理を図るために、次のような活動を行う必要がある。

- (i) ゲートや巻上げ機などの機械・電気設備及び土木施設（堰柱、床版、水叩き、護岸工、河床保護工、管理橋、ゲート操作台等）の定期点検；
- (ii) 左右岸にある取水施設の定期点検；
- (iii) 鋼製ゲートの塗装；及び
- (iv) ゲート及び巻上げ機部品の交換。



## 4章 コンポーネントB：ジャティバラン多目的ダム建設

### 4.1 調査地域の現況

#### 4.1.1 調査地域の特性

##### (1) クレオ川

ジャティバラン多目的ダムが計画されているクレオ川は、ガラン川の最大の左支川で、丘陵地帯では急峻な溪谷を形成している。上流からガラン川合流点までの地域は殆ど人家が無く、畑、水田、小規模な植林それに森林からなっている。

##### (2) ダム貯水池の特性

ダムサイト上流の貯水池となる地域は、広く広がった地形で、周囲は比較的高い丘陵に囲まれている（図 4.1 参照）。この地域は、主に水田や畑地として利用されているが、人家は全く無い。イスラム教の聖地であるゴアクレオ公園が、右岸から突き出ている丘陵にある。貯水池に水が溜められるとこの公園は貯水池の中に孤立するが、貯水面より高いので直接影響はない。ゴアクレオ公園に渡るための歩道橋が本プロジェクトで建設される。

15万Vの送電線が、貯水池を横断しており、4基の鉄塔が補償工事として移設される。電力公社（PLN）が移設工事を行なう事になっている。

##### (3) ダムサイトの地形

ダムサイト上流は、川幅の広い氾濫原であるが、ダム軸がある地点ではV字型の狭い溪谷となっている。ダム軸での川幅は、河床で約15mである。左岸は、河床から20mの高さまでは斜面勾配75°、右岸は、河床から40mの高さまでは60°の斜面勾配となっている。左右岸のそれより高い所では幾分緩く、それぞれ40°、30°の勾配となっている。

計画ダム天端高EL. 157mにおける溪谷幅は175mである。ダム軸左岸の尾根は、やせており川側に長く突き出ている。右岸側の尾根も川側に出ているが、左岸のそれより幅が厚い。



#### 4.1.2 過去の洪水被害と治水工事

過去の洪水被害と治水工事については、“3章 コンポーネント A：西放水路／ガラン川改修”に述べられている。

#### 4.1.3 水利用

##### (1) 現在の水源及び将来水需要

スマラン市の公共用水はスマラン市水道公社 (PDAM) により供給されているが、工業用水の大部分は工場が掘った深井戸が水源となっている。PDAMの現在の供給能力は、 $1.853 \text{ m}^3/\text{s}$  あり、その内、 $0.901 \text{ m}^3/\text{s}$  はガラン川から取水している。1995年におけるPDAMの供給比率は、スマラン市の人口の33.4%に過ぎず、一人当たり水消費量は170 l/日で1日当たり総供給量は $1.305 \text{ m}^3/\text{s}$  である。1996年に見積もられた2015年における将来水需要は $12.218 \text{ m}^3/\text{s}$  となっている。

##### (2) 水供給計画

クドゥンオンボダム下流のクランプ堰からの導水路 (導水能力  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) と、クドゥ浄水場 ( $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) は現在工事中であり、浄水場は将来  $2.25 \text{ m}^3/\text{s}$  に増設される予定である。

ドロックダムプロジェクトは、現在 F/S の見直し作業中である。また、トゥンタン・ジュラグントネルプロジェクトは実施設計が終了した段階である。これらのプロジェクトは、次の段階に進むために資金源を探している状態である。

## 4.2 基本計画

### 4.2.1 ジャティバラン多目的ダムの機能

ジャティバラン多目的ダムは、洪水調節、水資源開発、水力発電の3目的を有する多目的ダムである。目的毎の機能を下記に記述する。

#### (1) 洪水調節

西放水路／ガラン川の改修規模は、ダムの洪水調節機能と合わせ100年確率で計画されている。このことから、ジャティバラン多目的ダムには、ガラン

川とクレオ川との合流点で 100 年確率基本高水流量  $1,010 \text{ m}^3/\text{s}$  を  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  にカットする機能を持たせる。

ダム地点での 100 年確率基本高水流量  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  を、ダムにより  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  にカットすることによりガラン川とクレオ川合流点での 100 年確率計画高水流量は  $790 \text{ m}^3/\text{s}$  となる。この流量は、西放水路／ガラン川の 25 年確率流量に相当し、河川改修工事の設計流量となる。

## (2) 水資源開発

ジャティバラ多目的ダムにより開発される水量は  $2.69 \text{ m}^3/\text{s}$  である。その内訳は、都市用水として  $2.04 \text{ m}^3/\text{s}$  (PDAM が現在取水している  $0.58 \text{ m}^3/\text{s}$  を含む)、維持用水として  $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$  (スマラン川に  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、農業用水路に  $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) である。

将来のジャティバラ貯水池からの供給不足は、クレオ川上流に計画されているムンディンガンダム及び流域間導水施設で補われる予定である。これは、1992 年に JICA 調査団により策定されたマスタープランで提案されたもので、両施設完成後は、ジャティバラ多目的ダムの計画最大放流量は、 $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$  に増加する。

## (3) 水力発電

貯水池は発電用の容量は持たず、ダムからの利水放流を利用した従属発電として計画する。

### 4.2.2 ジャティバラ多目的ダムの設計

#### 基本条件

#### (1) 設計対象流量

ダム地点における各種の設計対象流量は下表の通りである。

対象施設	設計規模	設計対象流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
非常用洪水吐	可能最大洪水 (PMF)	1,600
常用洪水吐き	100年確率洪水	290
仮排水路トンネル	25年確率洪水	280

(2) 地震係数

設計地震係数は、公共事業省技術局により基準とされた方式により下表の通りに決定された。

地震係数	対象構造物
K=0.16	コンクリートダム 大規模コンクリート構造物
K=0.18	フィルタイプダム

ダムタイプの比較検討

(1) ダムタイプ比較案

ダムは、一般的に使用材料よりコンクリートダムとフィルダムの2種類に分けられる。2種類のタイプは、その構造より更に以下の表に示すように分類される。

ダムタイプ		条件の適合性	
		ダム高 (75 m 以上)	基礎岩盤 (軟岩)
コンクリートダム	重力式ダム	OK	OK or No
	アーチダム	OK	No
	中空重力式ダム	OK	No
	バットレスダム	No	No
フィルダム	ゾーン型ロックフィルダム	OK	OK
	表面遮水型ロックフィルダム	OK	OK
	均一型ダム	No	OK

OK：適用可 NO：適用不可 OK or NO：岩盤条件により適または不適

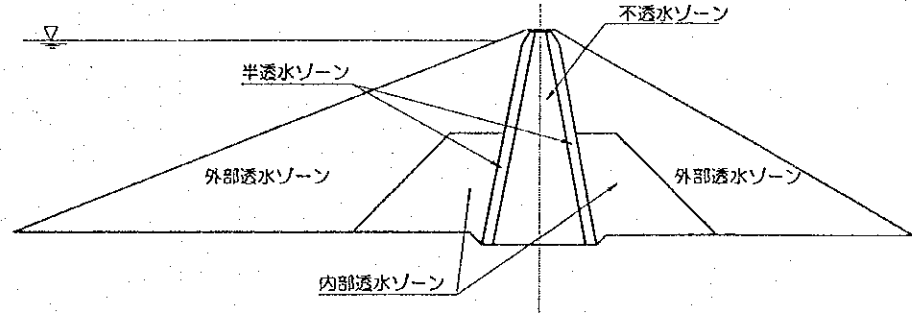
ジャティバラン多目的ダムは、以下の条件を持つ。

- ダム高が75m以上である。
- ダムの基礎岩盤は、第三紀から第四紀に属する軟岩で、せん断強度は  $50 \text{ tf/m}^2$  である。

これらの条件を考慮すると、重力式コンクリートダム及び均一型フィルタイプダムは、技術的、経済的に比較の対象となり得ない。従って、ゾーン型及び表面遮水型ロックフィルダムを詳細な比較対象として採用する。

(2) ゾーン型ロックフィルダム

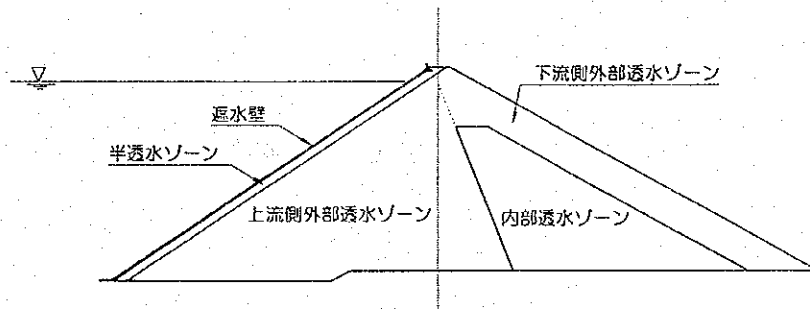
ゾーン型ロックフィルダムの内、一般的に用いられる中央コア型の標準断面及び予備設計結果を下記に示す。



天端高	EL. 157.0 m
基礎岩盤標高	EL. 80.0 m
ダム高	77.0 m
堤頂長	200.0 m
上流面勾配	1 : 2.6
下流面勾配	1 : 1.8
盛り立て土量	790,000 m <sup>3</sup>

(3) 表面遮水型ロックフィルダム

表面遮水型ロックフィルダムの標準断面及び予備設計結果を下記に示す。



天端高	EL. 156.5 m
基礎岩盤標高	EL. 80.0 m
パラベット天端高	EL. 157.5 m
ダム高	76.5 m
堤頂長	200.0 m
上流面勾配	1:1.5
下流面勾配	1:1.8
盛り立て土量	600,000 m <sup>3</sup>

(4) ダムタイプの選定

上述の予備設計結果に基づき、施工性、経済性、技術面、維持管理面から比較を行なった結果を下表に示す。

項目	中央コア型ロックフィルダム	表面遮水型ロックフィルダム
不透水ゾーン	◎ 比較的容易	△ 困難で高価
盛り立て工	△ 天候の影響を受けやすい。	◎ 天候に影響されない。
工事期間	○ 43ヶ月	○ 43ヶ月
ダム完成後の不透水ゾーン基礎の沈下	◎ ほほすべての沈下は、施工時に終了する。	△ コンクリート遮水壁にひび割れを生じさせるほどの沈下が予想される。
漏水に対する補修	○ 困難	○ 標高115.0m以下のコンクリート遮水壁の補修は困難。
工事費	◎ 357億ルピア	△ 363億ルピア
結論	◎ 最適案	△ 次善案

◎：優る、○：同、△：劣る

上表の検討結果より、中央コア型ロックフィルダムは、わずかの差であるが経済性に優れている事、基礎岩盤が軟岩で大きな沈下が予想されることから、表面遮水型ロックフィルダムは、表面遮水壁に亀裂が生じやすいなど技術的なデメリットを有している事などを考慮し、ジャティバラン多目的ダムのダムタイプとして、中央コア型ロックフィルダムを選定した。

付帯構造物の予備設計

(1) 付帯構造物の機能

主要付帯構造物として、洪水吐、利水放流施設、仮排水路トンネルがある。

洪水吐

洪水吐は、ダムサイトにおける100年確率洪水(290 m<sup>3</sup>/s)をシモンガン地点で790 m<sup>3</sup>/sに調節出来る構造である事、可能最大流量(1,600 m<sup>3</sup>/s)を安全にダム下流に放流出来る構造である事が要求される。

仮排水路トンネル

仮排水路トンネルは、工事期間中、河川水をダムサイトから転流し安全かつ経済的に下流へ流す構造であることが求められる。設計流量は25年確率の280 m<sup>3</sup>/sを採用する。

利水放流施設

ダムにより開発した水資源を、貯水池から取水し下流へ放流する事を目的に利水放流施設を設ける。将来はジャティバラン多目的ダムに加え、クレオ川上流にムンディングダム及び流域間導水施設が計画されており、両施設完成後は、ジャティバランダムサイトで最大 6.0 m<sup>3</sup>/s の取水が予定されている。従って、利水放流施設は、将来計画を考慮して 6.0 m<sup>3</sup>/s 取水／放流可能な構造とする。

## (2) 付帯構造物のレイアウト

付帯構造物は、狭い渓谷の限られたスペースに配置する事になるため、施設の最適な配置組み合わせを検討する必要がある。3つの配置計画案を比較した結果、各施設のレイアウトを下記の様に決定した。

洪水吐

常用、非常用洪水吐はダム左岸側の尾根に設置し、下流河道に滑らかに取り付く様にする。横越流型洪水吐を採用し、越流頂は側水路先端及び両側の三面に設け、先端部が常用、両側が非常用洪水吐となる。

100年確率以下の洪水を調節する常用洪水吐流入部として、幅 15.0 m の自由越流堰を設ける。越流頂標高は、常時満水位 EL. 148.9 m とする。また、100年確率以上の洪水を処理する非常用洪水吐流入部として、幅 30.0 m の自由越流堰を2門設ける。越流頂標高は、サーチャージ水位 EL. 151.8 m とする。

仮排水路トンネル

仮排水路トンネルは、左岸側屈曲部をショートカットする位置に設置する。延長 441.0 m、縦断勾配 1/30 で、トンネル内空断面は、標準馬蹄形 (2r = 5.6 m) を採用する。

利水放流施設

傾斜型取水施設をダム直上流右岸側尾根部に、直径 1.4 m の放流管を内蔵した延長 405 m、直径 2.4 m の取水トンネルを右岸尾根内部に設ける。また、バルブ操作室を、放流管末端の洪水吐減勢工右岸側平場に設ける。

### 4.2.3 水力発電

水力発電は、利水放流水を利用して従属的に発電し、発電のための貯水容量は持たない。利水放流設備はダム右岸側に設置されることから、発電所は利水放流管下流端の洪水吐減勢工右岸側平場に設置され、発電後の水は減勢工に放流される。

発電規模は、ジャティバランダム単独の場合、将来のムンディンガンダム及び流域間導水施設建設後の場合、あるいは発電機1台のケース、開発水量が増加した場合に2台に増設するケース等種々のケースを組み合わせ比較検討した結果、流量3.0 m<sup>3</sup>/sを将来も発電機1台で発電するケースが最も経済的である事が判明した。発電施設能力は1,560 kWとし、年間発電量は6,020 kWhと見積もられた。

## 4.3 詳細設計

### 4.3.1 概要

前述の通りダムタイプは、中央コア型ロックフィルダムが最適案として選定されている。選定されたダムタイプについて、静的解析により断面を決定し、その後、FEMによる動的解析により地震時の安全性を確認している。詳細設計により決定された構造諸元を以下に整理する。

### 4.3.2 ジャティバラン多目的ダム構造諸元

ダム平面図、ダム軸縦断面図、ダム標準断面図を、図4.2から4.4に示す。各施設の主要諸元は以下の通りである。

#### (1) ダム及び貯水池

##### 貯水池

流域面積	: 53.0 km <sup>2</sup>
貯水池面積	: 1.10 km <sup>2</sup>
設計洪水位	: EL. 155.300 m
サーチャージ水位	: EL. 151.800 m
常時満水位	: EL. 148.900 m
最低水位	: EL. 136.000 m
総貯水容量	: 20,400,000 m <sup>3</sup>
有効貯水容量	: 13,600,000 m <sup>3</sup>
治水容量	: 3,100,000 m <sup>3</sup>

利水容量	: 10,500,000 m <sup>3</sup>
堆砂容量	: 6,800,000 m <sup>3</sup>

ダム本体

ダム高	: 77.0 m
天端標高	: EL. 157.000 m
基礎岩盤標高	: EL. 80.000 m
堤頂長	: 200.0 m
堤頂幅	: 10.0 m
上流面勾配	: 1:2.6
下流面勾配	: 1:1.8

## (2) 洪水吐 (図 4.5 参照)

## 洪水吐設計対象流量

可能最大流量 (非常用) : 1,600 m<sup>3</sup>/s (貯水池流入量)

100年確率洪水 (常用) : 290 m<sup>3</sup>/s (貯水池流入量)

減勢工設計対象流量 : 340 m<sup>3</sup>/s (ダムサイト 100年確率)

## 自由越流頂 (常用洪水吐)

越流頂標高 : EL. 148.900 m

越流頂長 : 15.0 m

## 自由越流頂 (非常用洪水吐)

越流頂標高 : EL. 151.800 m

越流頂長 : 60.0 m

洪水吐全長 : 307 m

減勢工 : 幅 24.0 m x 長さ 60.0 m

洪水吐橋梁 (PC ガーダータイプ) : 幅 5.0 m x 長さ 23.94 m

## (3) 利水放流設備 (図 4.6 参照)

最大取水量 : 6.0 m<sup>3</sup>/s

最小取水量 : 0.26 m<sup>3</sup>/s

取水工タイプ : 傾斜型

取水工予備ゲート : 支間 2.0 m x 高さ 1.4 m

非常用ゲート : 支間 2.0 m x 高さ 1.4 m

鋼製利水放流管 : 長さ 393 m x 直径 1.4 m

流量調節ゲート : ジェットフローゲート、直径 650、250 mm

## (4) 仮排水施設 (図 4.7 参照)

設計対象流量 : 280 m<sup>3</sup>/s (25年確率流量)

仮排水路トンネル断面 : 標準馬蹄形、直径 5.6 m

仮排水路トンネル縦断勾配 : 1/30



- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| 仮排水路トンネル延長   | : 441 m         |
| 仮排水路トンネル呑口標高 | : EL. 98.500 m  |
| 上流仮締め切り天端標高  | : EL. 113.000 m |
- (5) 水力発電 (図 4.8 参照)
- |        |                         |
|--------|-------------------------|
| 最大使用水量 | : 3.0 m <sup>3</sup> /s |
| 総水頭    | : 65.5 m                |
| 施設容量   | : 1,560 kW              |
| 年間発電量  | : 6,020 MWh             |
- (6) 取付道路
- |         |                         |
|---------|-------------------------|
| 左岸取付道路  | : 延長 858.0 m、幅員 4.0 m   |
| 右岸取付道路  | : 延長 1,688.1 m、幅員 4.0 m |
| 発電所取付道路 | : 延長 656.5 m、幅員 4.0 m   |
| 取水工取付道路 | : 延長 207.1 m、幅員 4.0 m   |
| 貯水池管理道路 | : 延長 397.5 m、幅員 4.0 m   |
- (7) ダム管理施設
- |               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| ダム管理事務所 (1 棟) | : 594.010 m <sup>2</sup> 、3 階建て |
| ゲストハウス (1 棟)  | : 74.416 m <sup>2</sup> 、1 階建て  |
| スタッフ居住棟 (4 棟) | : 49.110 m <sup>2</sup> 、1 階建て  |
| 礼拝所 (1 棟)     | : 72.300 m <sup>2</sup> 、1 階建て  |
- (8) 発電所管理施設
- |                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| 発電所管理事務所 (発電所上部) | : 389.640 m <sup>2</sup> 、2 階建て |
| 車庫 (1 棟)         | : 183.600 m <sup>2</sup> 、1 階建て |
| 警備員詰め所 (1 棟)     | : 14.275 m <sup>2</sup> 、1 階建て  |
- (9) ゴアクレオ公園歩道橋
- |    |                              |
|----|------------------------------|
| 全長 | : 68.0 m = 支間 17.0 m x 4 スパン |
| 幅員 | : 2.0 m                      |

#### 4.4 施工計画

##### 4.4.1 プロジェクトのパッケージ分け

効率的にプロジェクトを実施するため、全体工事内容を次のように2つのパッケージに分割する。(図 4.9 参照)

パッケージ1：ダム本体及び付帯構造物の建設

パッケージ2：ダム管理事務所及びゴアクレオ歩道橋の建設

## 4.4.2 ダム本体及び付帯構造物の建設（パッケージ1）

## (1) 準備工

建設機械・資材・プラント類の搬入、電気施設・水道施設・通信施設・その他の仮設備の建設が本体工事に先だって実施される。骨材製造設備は、ダムサイトから約17km離れた原石山に設置される。

## (2) 仮排水路工事

本体工事に先だってクレオ川の仮排水路工事が実施される。仮排水路トンネル掘削から開始し、トンネル完成後、呑口工と上流仮締切り堤が施工される。工事着工後2年目の乾期に河川の転流が開始される。

## (3) ダム本体工事

ダム本体工事は、多くの工種から構成され各工種の工程は複雑に絡み合うが、基本的には下記の順序で行われる。

- (1) ダム基礎及び監査廊掘削 → (2) 監査廊コンクリート工 →  
 (3) グラウトによる基礎岩盤処理 → (4) ダム本体盛り立て

掘削工及び盛り立て工は、全体工程のクリティカルパスとなり、河川転流後開始される。

本体盛り立て工において、透水ゾーンを構成するロック材は指定された原石山から、また、半透水ゾーンの砂礫材は、原石山近くに設けた骨材製造設備からダム盛り立て場まで搬入される。不透水ゾーンの土質材は、掘削残土であるシルト／粘土と砂礫を混合する必要があるが、土捨て場の一部を材料混合ヤードとして利用する。各ゾーン盛り立て材は、ブルドーザーによって撒き出される。締め固めには一般に振動ローラーあるいはタンピングローラーが使用されるが、機種及び締め固め回数は、盛り立て試験を行って最終的に決定される。

## (4) 洪水吐

洪水吐の主要工種は、掘削及びコンクリート工である。サイトは重機施工を実施するのに十分な広さを持っており、掘削、積み込み作業は、ブルドーザー及びバックホーを用いて行う。コンクリート打設作業は、現場状況に応じ

てコンクリートポンプ、バケット、コンクリート運搬車からの直接打設等により行う。

洪水吐はダム本体に近接しているので、その施工に当っては、ダム本体の掘削・盛り立て・監査廊工事工程と密接な調整を取る必要がある。

(5) 利水放流施設

利水放流施設は、取水トンネル掘削、取水管設置、トンネル内コンクリート充填、傾斜型取水工施工の順序で実施される。

(6) 発電所

発電所基礎掘削は、洪水吐減勢工掘削と同時に、また、発電所本体の一部は洪水吐右岸側壁の一部ともなっていることから、発電所コンクリート打設は減勢工コンクリート打設と同時並行で実施される。タービン、ジェネレーター、変圧器などの重機械類は、利水放流管据え付け時に、各々の階に搬入され、発電所内の移動式クレーンで所定の位置に据え付けられる。

(7) 骨材及びコンクリート製造設備

骨材製造設備は原石山に設置する。また、コンクリート製造設備は、コンクリートの効率的な運搬を考慮し貯水池内右岸平場に設置する。各設備の所要能力を下記にまとめる。

設備	場所	所要能力	基数
骨材製造設備	原石山	950 m <sup>3</sup> /日 (180 t/hr)	1
コンクリート製造設備	ダムサイト	250 m <sup>3</sup> /日 (40 m <sup>3</sup> /hr)	1

4.4.3 ダム管理事務所及びゴアクレオ歩道橋の建設 (パッケージ2)

(1) ゴアクレオ歩道橋

歩道橋下部工である橋台、橋脚の掘削は、バックホーあるいは大型ブレーカーで行う。また、右岸側に配置したポンプ車により右岸側から順にコンクリート打設を行う。材料や型枠の移動用にトラッククレーンを用意する。

下部工終了後、支保工の設置及び上部工据え付けを右岸側より開始する。床版コンクリート等は、コンクリートポンプ車により打設する。コンクリート硬化後、支承を設置する。

## (2) ダム管理事務所

ダム管理事務所敷地の掘削工事は、パッケージ1に組み込まれており、パッケージ2では、各種建物の建築、電気設備、給水設備、外構工事が主要な工種となる。このことから、当工事は、パッケージ1による掘削工事が終了する本体着工後3年目に開始する。

## 4.4.4 工程計画

2つのパッケージ、すなわち、(1)ダム本体及び付帯構造物の建設、(2)ダム管理事務所及びゴアクレオ歩道橋の建設工事工程計画を、表4.1、4.2に示す。また、工程計画概要を下記に示す。

パッケージ	2001	2002	2003	2004
ダム本体及び付帯構造物の建設	■	■	■	■
ダム管理事務所及びゴアクレオ歩道橋の建設			■	■

■ : 乾期 (4月～11月)  
□ : 雨期 (12月～3月)

## 4.5 プロジェクトの運営・維持管理

## 4.5.1 貯水池運用の概要

利水補給のためのダム貯水池運用は、シモンガン堰における流出量によって決定される。ダムにより開発した水資源を有効活用するために、シモンガン堰地点における流量不足を補う為にのみ貯留水を放流する。シモンガン堰地点での計画確保流量は  $2.69 \text{ m}^3/\text{s}$  で、その内訳は、スマラン市水道公社 (PDAM) が現在ガラン川から取水している  $0.58 \text{ m}^3/\text{s}$ 、新規開発流量  $1.46 \text{ m}^3/\text{s}$ 、河川維持流量  $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$  である。ダム直下流の河川維持流量である  $0.26 \text{ m}^3/\text{s}$  は、貯水池からの最小放流量となる。貯水池からのこれらの放流は、最低水位 EL. 136.0 m から常時満水位 EL. 148.9 m の間の利水容量  $10,500,000 \text{ m}^3$  を用いて行われる。

100年確率洪水に対する洪水調節計画に従って設計された常用洪水吐越流部は、ゲート無しの自由越流で洪水のピーク流量をカットする。越流天端標高は、常時満水位 EL. 148.9 m に設定されており、サーチャージ水位 EL. 151.8 m との間の治水容量  $3,100,000 \text{ m}^3$  を用いて洪水調節を行う。



## 5章 コンポーネントC：スマラン市内排水施設改修

## 5.1 調査地域の現況

## 5.1.1 調査地域及び排水路の特性

## (1) 調査地域の特性

市内排水施設改修の詳細設計対象地域は、Kuala Mas Raya 通り Ronggowarsito 通りにはさまれたスマラン市の中央部、12.835 km<sup>2</sup>である。この対象地域は、6.220 km<sup>2</sup>の重力排水地域と 6.615 km<sup>2</sup>のポンプ排水地域に区分けできる(図 5.1 参照)。図 5.2 の調査対象地域の地形概要に示した通り、重力排水地域は、標高 1.0 m 以下の“低地”、ポンプ排水地域は、標高 1.0 m 以上の“高地”である。

主要排水路として、調査対象地域内にはスマラン川、アシン川、バル川がある。これら排水路の流域から、調査対象域は、スマラン川上流域、アシン川流域及び東バンダラハルジョ地域に分けて検討を進める。

## (2) スマラン川

流域面積 12.835 km<sup>2</sup>を持つスマラン川は、4.430 km<sup>2</sup>のアシン川流域を含み、東及び西放水路にはさまれたスマラン市中央部の主要な市内排水路である。スマラン川は、ガラン川のシモンガン堰上流右岸より分派し全長 8.25 km で河口に至っている。その流れは、スマラン市内を北東に流下し中国人街近くでシンパンリマ排水路を合流後、北西に流れを変え、全長 2.8 km のバル川を分派、河口から 1.0 km 地点でアシン川を合流している。

本調査での縦断測量調査結果から、全長 8.25 km のスマラン川は、緩勾配 (1/10,000) の下流域と比較的急勾配 (1/800) の上流域に分けることが出来る。この下流域と上流域の境界は、河口から 4 km 上流の Agus Salim 通りが川を横切る地点である。地形図によれば、重力排水とポンプ排水の境界と考えている標高 1.0 m の等高線は、この地点でスマラン川を横切っている。

重力排水地域を流れるスマラン川上流域は、十分な排水能力を持つが、スマラン川下流域の流下能力は、5年確率流量以下である。

(3) アシン排水区、アシン川

アシン川流域 4.430 km<sup>2</sup> をカバーするアシン排水区のほぼ 80% は、住宅地として都市化が進んでいる。スマラン川の左岸側及びアシン川の上流域は、乾期においても満潮時に被害を受けるような標高の低い平らな土地で、もっとも深刻な浸水被害地域である。アシン排水区は全域がポンプ排水区に属し、アシンポンプ場によりスマラン川に排水される。アシン川は延長約 1.2 km で河床勾配はほぼ平坦である。

(4) バンダルハルジョ西排水区

バル川流域に属しているバンダルハルジョ西排水区の流域面積は 0.580 km<sup>2</sup> である。約 65% を占める南側一帯（流域面積 0.38 km<sup>2</sup>）は、低所得者層の居住区 0.24 km<sup>2</sup>、Maranunta 倉庫区（0.09 km<sup>2</sup>）を含む都市化の進んだ地域である。残る 0.20 km<sup>2</sup> は未利用地である。浸水問題は非常に深刻化しており、標高の低い一部地域では、満潮時にスマラン川の背水によって常時 0.1 から 0.2 m の浸水被害を毎日の様に受けている。本排水区もポンプ排水区に属しバルポンプ場によりバル川下流へ排水される。

(5) バンダルハルジョ東排水区、バル川

バル川流域内にあり流域面積 1.605 km<sup>2</sup> を持つバンダルハルジョ東排水区は、Bangunharjo 通りと Merak 通りにより 1.0 km<sup>2</sup> の北部と 0.60 km<sup>2</sup> の南部に分けられる。この地域も急激な地盤沈下の影響を受けており、近年、Ronggowarsito 通り周辺では、乾期においても 0.2 から 0.3 m の浸水被害を常時受けている。本排水区もバルポンプ場によりバル川下流へ排水される。バル川は延長約 1.5 km であるが、改修区間は上流部の約 1.1 km である。改修区間の河床勾配はほぼ平坦である。

(6) 地盤沈下

上述の通り、深層地下水の過剰採取を主原因とする地盤沈下が対象地域で急速に進行している。このため調査対象地域内の排水路は将来さらに排水能力が低下すると予想される。

### 5.1.2 関連プロジェクト

#### (1) Semarang Surakarta Urban Development Project (SSUDP)

SSUDP は、世界銀行（IBRD 国際復興開発銀行）の融資で実施されているプロジェクトである。SSUDP で対象としているのは、主にスマラン市内の 2 次、3 次排水路であり、主排水路を対象としている JICA プロジェクトとは、明確に区別される。

現在、SSUDP により JICA 調査対象地域内である東バンドルハルジョ区域にポンプ排水施設が計画されている。この施設は仮設であり、JICA 調査団が設計したポンプ場が完成した後は撤去する事にインドネシア側は同意している。

#### (2) Sector Program Loan Projects by JRATUNSELUNA

1998 年に、JATUNSELUNA 事務所は日本政府の援助によるセクタープログラムローン（SPL）を開始した。これは、5 つの小規模なポンプ場、堤防嵩上げ及び浚渫から構成されるもので、JICA 調査対象地域内での計画であるが、上記同様、これらの施設は JICA 調査団が設計したポンプ場が完成した後は撤去される。

## 5.2 基本計画

### 5.2.1 計画条件

#### (1) 目標年

市内排水施設改修の目標年は、マスタープランの目標年と同じ 2015 年とする。

#### (2) 設計対象

設計対象は、既存主要排水路改修及び排水ポンプ場の新設である。主要排水路であるスマラン川、アシン川及びバル川が設計流量流下可能な様に改修される。また、2 つの排水ポンプ場がポンプ排水区域の内水を排水するために建設される。



(3) 計画規模

総合社会基盤整備プログラム（IUIDP）によれば、都市排水施設の計画規模のガイドラインは、下表の通りである。

流域面積 (km <sup>2</sup> )	計画規模 (年確率)
0.1 未満	1
0.1 - 1.0	2
1.0 - 5.0	5
5.0 以上	10

スマラン川の流域面積は 12.835 km<sup>2</sup> であり、上表によれば 10 年確率となるが、スマラン川改修規模はすでに世界銀行融資プロジェクト（Urban V）により過去に実施されていることを考慮し、5 年確率を計画規模とする。

(4) 設計降雨

排水施設改修計画

排水施設改修の水理設計にあたっては、流域面積により 2 年あるいは 5 年確率雨量強度を採用する。

ポンプ場設計

ポンプ場設計にあたっては、5 年確率の 12 時間雨量を採用する。

(5) 設計潮位

設計潮位を下表に示す。

水位	BPP M2 システム	TTG システム
最高満潮位 (HHWL)	+ 2.048	+ 0.45
平均満潮位 (MHWL)	+ 1.848	+ 0.25
平均海水面 (MSL)	+ 1.368	- 0.23
平均干潮位 (MLWL)	+ 0.898	- 0.70
最低干潮位 (LLWL)	+ 0.698	- 0.90

(6) 余裕高

排水路の必要余裕高を下表に示す。

排水路	余裕高 (m)
スマラン川	
- 河口から鉄道橋 (3.2 km)	0.60
- 鉄道橋から上流 (7.2 km)	0.40
バル川	0.60
アシン川	0.40
他の2次排水路	0.30

#### (7) ポンプ排水計画基準

ポンプ排水計画は下記の基準に基づいて実施する。

- ポンプ排水システムは、集中豪雨または長雨など降雨パターンを考慮しポンプ場と調整池を組み合わせた設計とする。
- 調整池として利用可能な場所が限られている事から、排水地域の一部（全対象地域の20%）は、水深20cmまでの短期の浸水を許容する。
- 単位流域面積当りのポンプ能力は、ポンプ能力とポンプ運転時間の関係を考慮して決定する。

#### 5.2.2 排水施設改修計画

現在、バル川はスマラン川の放水路となっている。しかしながら、スマラン港湾局、スマラン市役所の要求に基づきバル川は閉鎖する事とした。

港湾埋め立て計画によれば、海岸付近は沖に向かって約800mの埋め立てが予定されている。よって、埋め立ての影響を考え、スマラン川の水理計算にあたっては出発水位を平均満潮位に10cmを加えたものとする。（図5.3参照）

#### 5.2.3 ポンプ排水計画

ポンプ排水地域の雨水排水のために、アシン及びバルポンプ場を計画する。ポンプ場に設置するポンプタイプについては、4タイプを比較した結果、低コストで操作・維持管理の容易なスクリュタイプを選定した。

ポンプ能力は、可能な調整池容量を考慮し下記の通り決定した。

- アシンポンプ場 : 8.86 m<sup>3</sup>/s
- バルポンプ場 : 4.37 m<sup>3</sup>/s

## 5.2.4 基本計画

策定したスマラン市内排水施設改修の基本計画について下記に述べる。

### (1) スマラン川改修

排水路平面線形は、アシン川との合流点付近を除き現況通りとする。アシンポンプ場と調整池のスペースを確保するために、現況の排水路を1.7 km区間において右岸側に移設する。移設部分の排水路平面を図5.4に示す。

排水路幅を広げることは多数の家屋移転が生じ困難であるので、設計流量が流下可能な様に河床を掘削する横断計画とする。排水路標準断面は、現況を生かし、5.2に示した余裕高を確保する。周辺の土地補償が可能な場合は、幅員7.0 mの管理用道路を排水路兩岸に設ける。

スマラン川縦断計画図及び標準断面図を図5.5、5.6に示す。

### (2) アシン川改修

補償問題が生じないよう排水路幅員、平面線形は現況通りとして河床を掘削する。兩岸にある公共道路を管理用道路として使用する。

アシン川縦断計画図及び標準断面図を図5.7、5.8に示す。

### (3) バル川改修

スマラン川からの分流点においてバル川は永久に閉じられる事から、現況の排水路は調整池として使用する。バル川の最下流域は現況水路を埋め立て、バルポンプ場の敷地とする。

バル川縦断計画図及び標準断面図を図5.9、5.10に示す。

## 5.3 詳細設計

詳細設計結果について下記に述べる。

### 5.3.1 スマラン川排水施設改修（パッケージ1）

スマラン川排水施設改修の対象面積は、重力排水地域の6.220 km<sup>2</sup>である（図5.1参照）。設計流量が自然流下でジャワ海に排水されるようにスマラン川改修の設計を

行い、結果を下記に示す（図 5.11 参照）。

(a) スマラン川排水施設改修

スマラン川排水路延長 7,241 m の内、5,866 m が“パッケージ1”で施工される。残る 1,375 m は“パッケージ2”で施工される。

- 排水路の浚渫／掘削 : V = 59,000 m<sup>3</sup>
- 既設堤防の嵩上げ : L = 7,206 m
- 2次排水路吐き口の閉鎖 : 56ヶ所

(b) 管理用道路としての既設道路改修 : L = 11,737 m

### 5.3.2 アシン川排水施設改修（パッケージ2）

アシン川排水施設改修の対象面積はアシン川流域の 4.430 km<sup>2</sup> である（図 5.1 参照）。アシン川排水施設の詳細設計を行い、その結果を以下に示す（図 5.12 参照）。

(a) スマラン川排水施設改修（延長 L = 1,375 m）

排水路掘削	V=36,000 m <sup>3</sup>
護岸工	L=719 m
堤防嵩上げ	L=228 m
管理用道路改修	L=1,530 m

(b) アシン川排水施設改修（延長 L = 1,165 m）

排水路掘削	V=53,000 m <sup>3</sup>
護岸工	L=2,330 m（両岸）
スマラン川河道付替	L=408 m
橋梁	支間長 20 m、2 橋
ボックスカルバート	幅 3.5 m、高さ 2 m、長さ 194 m
その他工事	電線管等改築
管理用道路改修	L=2,330 m

(c) アシンポンプ場の建設

ポンプ場	鉄筋コンクリート造り、11.0 m x 35.0 m
ポンプ	D = 3.0 m x 3 台 (3 m <sup>3</sup> /s x 3 台)
ゲート	幅 4.00 m x 高さ 3.46 m x 2 門
ゲートピア、基礎	鉄筋コンクリート造り、11.6 m x 12.0 m
管理橋	支間長 20 m
アシン調整池	面積 1.6 ha、容量 24,000 m <sup>3</sup>
管理事務所等	4 棟

### 5.3.3 バンダルハルジョ排水施設改修（パッケージ3）

バンダルハルジョ排水施設改修計画の対象面積は、2.185 km<sup>2</sup>である。下記の施設の設計が行われた（図 5.13 参照）。

(a) バル川排水施設改修（延長 L = 1,071 m）

排水路掘削	V=25,000 m <sup>3</sup>
護岸工	L=1,806 m
既設放水路ゲートの閉塞	一式
管理用道路改修	L=1,640 m

(b) バルポンプ場の建設

ポンプ場	鉄筋コンクリート造り、11.0 m x 35.0 m
ポンプ	D = 2.6 m x 2 台 (2.3 m <sup>3</sup> /s x 2 台)
ゲート	幅 4.00 m x 高さ 3.25 m x 1 門
ゲートピア、基礎	鉄筋コンクリート造り、6.0 m x 12.0 m
バル調整池	面積 0.9 ha、容量 9,000 m <sup>3</sup>
バル導水路	ボックスカルバート、幅 2.0 m、高さ 2.0 m、長さ 692 m
管理事務所等	4 棟

(c) 管理用道路としての既設道路改修                   : L = 3,000 m

(d) その他構造物

2本の2次水路の新設を含む。境界に設ける追加堤防の設計は、このパッケージに含む。

### 5.3.4 掘削土の処理方法

スマラン川、アシン川、バル川の河床堆積物は、かなりの量のアルカリ水銀や他の重金属を含んでいる。このことから、河床の掘削土や浚渫土は土捨て場周辺の地下水汚染を防ぐために、土捨て前に必要な処理を施す必要がある。本調査では、より確実な処理方法を検討するために堆積物に含まれる重金属の浸出試験を実施した。

この浸出試験結果を踏まえ、下記のような処理方法を決定し、建設工事の特記仕様書にも明示した。

- 処理対象となるのは、スマラン川、アシン川、バル川から掘削あるいは浚渫された堆積土である。

- 掘削あるいは浚渫された堆積土は、処理のために指示された場所に仮置きされなければならない。
- 掘削あるいは浚渫された堆積土は、堆積土の乾燥重量に対して7%のセメントと混合、処理されなければならない。

堆積土の湿潤重量を  $1.5 \text{ t/m}^3$ 、含水比を70%とした場合、乾燥重量比で7%のセメントは、 $70 \text{ kg/m}^3$ となる。

## 5.4 施工計画

### 5.4.1 概要

#### (1) プロジェクトのパッケージ分け

効率的にプロジェクトを実施するため、全体工事内容を次のように3つのパッケージに分割する。(図 5.14 参照)

パッケージ1：スマラン川排水施設改修

パッケージ2：アシン川排水施設改修

パッケージ3：バンドルハルジョ排水施設改修

#### (2) 各パッケージの工事概要

各パッケージの工事概要を下表に示す。

工種	単位	パッケージ1	パッケージ2	パッケージ3	合計
排水路改修	km	5.9	2.3	1.1	9.3
掘削/浚渫	$\text{m}^3$	59,000	53,000	25,000	137,000
ポンプ場	ヶ所	0	1 Q=9.0 $\text{m}^3/\text{s}$	1 Q=4.6 $\text{m}^3/\text{s}$	2
ゲート	門	0	2 幅 4.00m 高さ 3.46m	1 幅 4.00m 高さ 3.25m	3
調整池	ヶ所	0	1 V=24,000 $\text{m}^3$	1 V=9,000 $\text{m}^3$	2
橋梁建設	橋	0	3 支間長 20.0m	0	3
管理事務所	式	0	1	1	2

#### (3) 土捨て場

排水施設改修による掘削/浚渫土量は合計約  $137,000 \text{ m}^3$ である。スマラン市

の海岸沿いにある民間デベロッパーによる埋立計画地を土捨て場の候補地として選定した。選定した土捨て場の位置を図 5.15 に示す。

#### 5.4.2 スマラン川排水施設改修（パッケージ1）

(1) 対象範囲

図 5.11 に示す通り、パッケージ1の工事対象はNo. 45 から No. 241+13 の 5.9 km である。

(2) 主要工事

パッケージ1の主要工事項目は、スマラン川の浚渫、既設堤防の嵩上げ、既設排水路吐き口の閉鎖、管理用道路の改修である。

(3) 浚渫工

浚渫は川幅によってロングアーム仕様のバックホウあるいは通常のバックホウにより行う。浚渫土砂はダンプトラックにより処理場まで運搬される。橋梁下部で作業空間の狭い所での浚渫は、小型バックホウ及び人力掘削と小型ダンプトラックの組合せを考える。

これらの浚渫土砂は、重金属汚染されていることから、土捨て場周辺の地下水汚染を防ぐためにセメントとの混合処理を行う必要がある。この時、処理場に運ばれた土砂は、混合前に太陽光線により十分乾燥させる必要がある。よって、浚渫作業は、4月から11月の乾期にのみ実施される。

#### 5.4.3 アシン川排水施設改修（パッケージ2）

(1) 対象範囲

図 5.12 に示す通り、パッケージ2の工事対象は、アシン川の No. 3 から No. 57 の 1.2 km、アシン川上流部の延長 194 m のボックスカルバート、スマラン下流域の河口（No. 0）から No. 45 の 850 m で、総計 2.24 km である。

(2) 主要工事

パッケージ2の主要工種は、アシン川及びスマラン川の改修、合計能力 9.0 m<sup>3</sup>/s のスクリーンプンプ 3 台を持つアシンポンプ場の建設、貯水容量 24,000 m<sup>3</sup> の調整池、ゲート、アシン川上流部の延長 194 m のボックスカルバート、

橋梁2橋の付け替え、アシン川兩岸の既設道路の改良、スマラン川兩岸の管理用道路の新設、管理事務所等である。

(3) 浚渫／掘削工

スマラン川河口 (No. 0) から No. 29 は、台船上のクラムシェルバケット、土運船、タグボートの組合せにより浚渫作業を行う。浚渫土砂は、土捨て場そばの処理場へ運ばれる。No. 29 から No. 45 のスマラン川の移動区間は、バックホーとダンプトラックの組み合わせにより掘削作業を行う。また、同様に、アシン川の掘削もバックホーとダンプトラックの組み合わせにより行う。

パッケージ1と同様に、浚渫土砂は重金属処理を行う必要があるため、処理場に運ばれた土砂は混合前に太陽光線により十分乾燥させる必要がある。よって、浚渫作業は、4月から11月の乾期にのみ実施される。

(4) アシンポンプ場とゲートの建設

アシンポンプ場とゲートの建設は下記に示す施工順序で実施する。

- (1) 掘削、パイル打ちこみ
- (2) コンクリート打設
- (3) ポンプ、ゲート、付属機器の据え付け
- (4) 管理事務所及びその他施設の建設
- (5) 試験運転

(5) アシン調整池の建設

アシン調整池の建設は土工と護岸工からなる。調整池は、現在のスマラン川の一部及びスマラン川右岸堤防付近を利用して建設される。スマラン川の埋め立て、堤防の掘削は、ブルドーザー、バックホー、ダンプトラックの組み合わせにより行われる。

(6) 既設橋梁の付け替え

アシン川に懸かる余裕高が不足する既設の2橋を撤去し、同位置に嵩上げした形で新設する。



#### 5.4.4 バンダルハルジョ排水施設改修（パッケージ3）

##### (1) 対象範囲

図 5.13 に示す通り、パッケージ3の工事対象は、バル川の No. 21 から No. 70+13 の 1.1 km 及びバル調整池である。

##### (2) 主要工事

パッケージ3の主要工種は、バル川の改修、合計能力 4.6 m<sup>3</sup>/s のスクリューポンプ 2 台を持つバルポンプ場の建設、貯水容量 9,000 m<sup>3</sup> の調整池、ゲート、放水路ゲート閉塞、管理事務所、バル調整池とバル川を結ぶボックスカルバート等である。

##### (3) 浚渫／掘削工

バル川下流の浚渫は、ロングアーム仕様のバックホウと両岸に配置したダンプトラックの組み合わせにより行う。一方、バル川上流の掘削は、川を仮締切で3分割し、締切内の水を排水した後、通常のバックホー及びダンプトラックの組み合わせにより行う。

パッケージ1と同様に、浚渫土砂は重金属処理を行う必要があるため、処理場に運ばれた土砂は混合前に太陽光線により十分乾燥させる必要がある。よって、浚渫作業は、4月から11月の乾期にのみ実施される。

##### (4) バルポンプ場とゲートの建設

バルポンプ場とゲートの建設は、アシンポンプ場とゲート建設と同様の方法で実施する。

##### (5) バル調整池の建設

バル調整池の掘削作業は、ブルドーザー、バックホー、ダンプトラックの組み合わせにより行う。池法面の護岸工は主に人力作業で実施する。

##### (6) バル導水路

バル調整池とバル川を結ぶバル導水路は、内空で幅 2.0 m、高さ 2.0 m、延長 692 m のボックスカルバートとして設計されている。施工スペースが限られている事から、その全長において仮設のシートパイルを使用して掘削を行う。掘削終了後、コンクリート打設、埋め戻し作業を行う。

5.4.5 工程計画

3つのパッケージ、すなわち、(1)スマラン川排水施設改修、(2)アシン川排水施設改修、(3)バンダルハルジョ排水施設改修を、表 5.1 から 5.3 に示す。また、工程計画概要を下記に示す。

パッケージ	2001	2002	2003	2004
スマラン川排水施設改修	■	■	■	■
アシン川排水施設改修	□	□	□	□
バンダルハルジョ排水施設改修	□	□	□	□

□ = 乾期 (4月～11月)  
 ■ = 雨期 (12月～3月)

5.5 プロジェクトの運営・維持管理

5.5.1 操作計画

排水ポンプシステムの操作について下記に述べる。

(1) 乾期の運転

- 1) 補助ポンプにより調整池の水位を計画最低水位に保つ事によって、排水地域の良好な状態を維持し家庭雑排水をすみやかに排水する。
- 2) ゲートは、高潮位から排水地域を守るため閉じておく。

(2) 雨期の運転

- 1) 補助ポンプと主ポンプを運転し、調整池の水位を計画最低水位に保ち降雨に備える。
- 2) 降雨時初期には、補助ポンプと主ポンプを運転し、調整池の水位を出来るだけ長く計画最低水位に保つ。
- 3) 降雨によって調整池への流入量がポンプ能力を超え水位が上昇した場合は、ポンプを最大能力で運転する。
- 4) 降雨が終了し、調整池の水位が最低水位に下がるまでポンプの運転を続ける。

- 5) 調整池の水位が外水位よりも高くなった場合には、ゲートを開放し重力排水させ、ポンプの稼働を停止する。

### 5.5.2 維持管理計画

本コンポーネントに関わる電気・機械設備で最も重要となるのはポンプ排水システムである。低地部では、排水をポンプに頼らざるを得ない事から、ポンプ排水システムの良好な維持は必要不可欠となる。

また、調整池、排水路、堤防、護岸等の土木構造物の維持管理は、本コンポーネント全体の機能を維持する上で、やはり必要不可欠となる。

維持管理は、巡視、検査、修理、記録の4作業に区分する事が出来る。これら維持管理作業の必要項目及び頻度を下表に整理する。

施設	巡視	検査	修理
土木構造物	月1回	年1回	必要時
主ポンプ	毎日 (雨期)	週1回 (雨期) 月1回 (乾期) 年1回 (メーカーによる)	年1回 塗装は5年に1回
補助ポンプ	毎日	週1回 年1回 (メーカーによる)	年1回
ゲート	月1回	年1回 年1回 (メーカーによる)	年1回 塗装は5年に1回
電気設備	毎日	月1回 年1回 (メーカーによる)	年1回

## 6章 事業費積算

## 6.1 事業費の構成

事業費は以下の項目で構成されている。

項目	内容
本工事費	直接及び間接工事費の合計
エンジニアリングサービス費	直接及び間接費用の合計
補償費	土地補償、家屋補償等
事務管理費	本工事費＋補償費の7%
工事予備費	本工事費＋エンジニアリングサービス費＋補償費の6%または10%
物価予備費	将来物価上昇のための予備
付加価値税	本工事費＋エンジニアリングサービス費＋本工事費とエンジニアリングサービス費に関わる工事予備費及び物価予備費の10%

## 6.2 事業費積算の条件

事業費積算は、1999年7月末現在の物価及び外貨交換レートを適用した。外貨交換レートは、インドネシア銀行が公式に発表した値で、US\$ 1.0 = Rp. 6,885、Yen 1.0 = Rp. 60.39である。

## 6.3 事業費

各コンポーネントの事業費は下記の通り積算された。

項目	単位	コンポーネント A 西放水路/ ガラン川改修	コンポーネント B ジャティバラ 多目的ダム建設	コンポーネント C スマラン市内 排水施設改修	合計
工事費	Rp.x10 <sup>6</sup>	208,995	332,533	150,531	692,059
エンジニアリングサービス費	Rp.x10 <sup>6</sup>	18,170	33,372	12,019	63,561
補償費	Rp.x10 <sup>6</sup>	710	13,500	4,793	19,003
事務管理費	Rp.x10 <sup>6</sup>	14,679	24,222	10,873	49,774
工事予備費	Rp.x10 <sup>6</sup>	13,673	37,940	10,041	61,654
物価予備費	Rp.x10 <sup>6</sup>	37,489	88,509	31,302	157,300
付加価値税	Rp.x10 <sup>6</sup>	27,554	48,218	20,083	95,855
合計	Rp.x10 <sup>6</sup>	321,270	578,294	239,642	1,139,206
	Yenx10 <sup>6</sup>	5,320	9,576	3,968	18,864
	US\$ x10 <sup>3</sup>	46,662	83,993	34,806	165,461



## 7章 プロジェクト評価

### 7.1 概要

経済分析は、プロジェクトの経済費用と便益を比較検討することにより、国際あるいは地域経済の点からプロジェクトの評価を行うものである。これは、プロジェクトが国際あるいは地域経済に与える効果を評価するものとも言える。

### 7.2 評価方法

今回実施するプロジェクト評価は、1993年にJICA調査団によって行われたフィージビリティスタディの評価の精査として位置付けられる。よって、評価方法はフィージビリティスタディで採用したのと同じ方法とする。

治水便益は、洪水氾濫解析結果に基づいてプロジェクトの有無による洪水被害軽減額として算定する。水資源開発の便益は、スマラン市水道公社取水口地点での原水単価に基づいて算定する。また、水力発電の便益は、同規模の代替火力発電所の建設費用と燃料費等に基づいて算定する。また、割引率は12%を適用する。これは1975年以降、インドネシア国における公共事業プロジェクトで用いられている値で、土木、電力等分野によって異なることはない。

### 7.3 経済評価

本プロジェクトの経済評価は経済的内部収益率（EIRR）、収益・コスト比（B/C）、純現在価値（NPV）の3項目について分野毎に実施した。評価対象分野は、治水、水資源開発、市内排水施設改修、水力発電の4コンポーネントである。また、治水、水資源開発、水力発電の3分野からダム部分を抽出し、ジャティバラ多目的ダムとしての評価も合わせて行っている。経済評価結果を下表に示す。

経済評価結果

分野	経済的内部収益率 EIRR (%)	収益・コスト比 B/C	純現在価値 NPV (Rp.x10 <sup>6</sup> )
治水	19.77	1.78	72,201
水資源開発	22.14	2.08	51,963
市内排水施設改修	15.13	1.29	15,317
水力発電	11.66	0.97	-339
プロジェクト全体	18.81	1.68	139,142
ジャティバラ多目的ダム	18.53	1.66	58,938

上表より、治水、水資源開発、市内排水施設改修、水力発電の4事業を合わせたプロジェクト全体の経済的内部収益率（EIRR）は、インドネシア国でプロジェクト評価の基準とされている EIRR 12 % を大きく上回っており、このプロジェクトは高い経済性を有しているといえる。

プロジェクトを構成する治水、水資源開発、市内排水施設改修の3事業の単独での経済的内部収益率は、評価基準の12%を大きく上回っており、単独事業でも高い経済性を有しているといえる。また、水力発電事業単独の経済的内部収益率は、他3事業に比べ若干低い値であるが、評価基準の12%とほぼ同等な値で、基本的人間生活の要件を満たすための国の政策として充分実施可能な事業であるといえる。

将来において実際の費用及び便益が見積り値から変動した場合の経済的内部収益率について、感度分析を実施し明らかにした。結果を下表に示す。

感度分析結果

分野	経済的内部収益率 EIRR (%)				
	費用	便益			
		Base	-10 %	-20 %	-30 %
治水	Base	19.77	18.12	16.40	14.62
	+10 %	18.27	16.72	15.12	13.45
	+20 %	16.98	15.52	14.01	12.44
	+30 %	15.86	14.48	13.05	11.57
水資源開発	Base	22.14	20.37	18.52	16.58
	+10 %	20.53	18.86	17.12	15.30
	+20 %	19.14	17.56	15.92	14.20
	+30 %	17.93	16.43	14.87	13.24
市内排水施設改修	Base	15.16	13.78	12.38	10.91
	+10 %	13.90	12.63	11.32	9.95
	+20 %	12.85	11.65	10.41	9.12
	+30 %	11.93	10.80	9.62	8.39
水力発電	Base	11.66	10.40	9.10	7.75
	+10 %	10.52	9.34	8.13	6.85
	+20 %	9.54	8.44	7.28	6.08
	+30 %	8.69	7.64	6.55	5.39
プロジェクト全体	Base	18.81	17.23	15.58	13.86
	+10 %	17.37	15.88	14.34	12.73
	+20 %	16.14	14.73	13.27	11.76
	+30 %	15.06	13.73	12.35	10.92
ジャティバラ 多目的ダム	Base	18.53	16.99	15.40	13.73
	+10 %	17.13	15.69	14.19	12.63
	+20 %	15.94	14.57	13.16	11.69
	+30 %	14.89	13.60	12.26	10.87

上表よれば、4事業を合わせたプロジェクト全体の経済的内部収益率（EIRR）は、30%費用増+20%便益減のケース及び10%費用増+30%便益減のケースでも評価基準の12%を上回っている。

上表より、治水、水資源開発、市内排水施設改修、水力発電の4事業を合わせたプロジェクト全体の経済的内部収益率（EIRR）は、インドネシア国でプロジェクト評価の基準とされている EIRR 12 % を大きく上回っており、このプロジェクトは高い経済性を有しているといえる。

プロジェクトを構成する治水、水資源開発、市内排水施設改修の3事業の単独での経済的内部収益率は、評価基準の 12 % を大きく上回っており、単独事業でも高い経済性を有しているといえる。また、水力発電事業単独の経済的内部収益率は、他3事業に比べ若干低い値であるが、評価基準の 12 % とほぼ同等な値で、基本的人間生活の要件を満たすための国の政策として充分実施可能な事業であるといえる。

将来において実際の費用及び便益が見積り値から変動した場合の経済的内部収益率について、感度分析を実施し明らかにした。結果を下表に示す。

分野	経済的内部収益率 EIRR (%)				
	費用	便益			
		Base	-10 %	-20 %	-30 %
治水	Base	19.77	18.12	16.40	14.62
	+10 %	18.27	16.72	15.12	13.45
	+20 %	16.98	15.52	14.01	12.44
	+30 %	15.86	14.48	13.05	11.57
水資源開発	Base	22.14	20.37	18.52	16.58
	+10 %	20.53	18.86	17.12	15.30
	+20 %	19.14	17.56	15.92	14.20
	+30 %	17.93	16.43	14.87	13.24
市内排水施設改修	Base	15.13	13.78	12.38	10.91
	+10 %	13.90	12.63	11.32	9.95
	+20 %	12.85	11.65	10.41	9.12
	+30 %	11.93	10.80	9.62	8.39
水力発電	Base	11.66	10.40	9.10	7.75
	+10 %	10.52	9.34	8.13	6.85
	+20 %	9.54	8.44	7.28	6.08
	+30 %	8.69	7.64	6.55	5.39
プロジェクト全体	Base	18.81	17.23	15.58	13.86
	+10 %	17.37	15.88	14.34	12.73
	+20 %	16.14	14.73	13.27	11.76
	+30 %	15.06	13.73	12.35	10.92
ジャティバラ 多目的ダム	Base	18.53	16.99	15.40	13.73
	+10 %	17.13	15.69	14.19	12.63
	+20 %	15.94	14.57	13.16	11.69
	+30 %	14.89	13.60	12.26	10.87

上表よれば、4事業を合わせたプロジェクト全体の経済的内部収益率（EIRR）は、30 % 費用増+20 % 便益減のケース及び 10 % 費用増+30 % 便益減のケースでも評価基準の 12 % を上回っている。



## 8章 環境影響評価

### 8.1 環境問題に対する許可申請

プロジェクトを実施する地域の自然及び社会環境を保護／保全する重要性に鑑み、公共事業省 (DPU) の下で環境影響評価を実施した。本詳細設計実施の期間中、インドネシア政府の法令である“PP No.51/1993”及び州の環境大臣からの通達である No. Kep. 39/MENKLH/8/1996 に基づいて以下の報告書を作成し、中央環境委員会 (KOMPUS) に提出した。

- (1) 環境影響調査に関する特記仕様書 (KA-ANDAL)
- (2) 環境影響評価 (ANDAL)
- (3) 環境管理計画 (RKL)
- (4) 環境モニタリング計画 (RPL)

プロジェクトの環境影響を評価するために、州及び中央政府内に組織された委員会 (KOMDA 及び KOMPUS) において上記報告書が議論された。いくつかの会議を通し、ANDAL、RKL 及び RPL の原案は委員会のコメントを基に修正され、最終案が 1999 年 8 月、KOMPUS によって承認された。

### 8.2 自然環境

ガラシ川流域 (204 km<sup>2</sup>) とスマラン市中心部からなる本プロジェクトの調査対象地域は、そのほとんどがスマラン市の行政区域に属する。市中心部はすでに社会基盤整備が進み、また、ガラシ川流域には鳥獣保護区は存在せず、伐採や焼畑により失われた森を回復するための植林地帯が見られる程度である。このような状況下、調査対象地域には絶滅危惧種や保護動植物はいない。

ジャティバラ多目的ダムにより貯水池となる区域内に“ゴアクレオ”と呼ばれる市民公園がある。市観光局の管轄である公園内には、イスラム教の聖地とされている洞窟があり、年間 34,000 人が訪れおよそ 14,000,000 Rp. の収益を挙げている。また、公園周辺には 200 頭ほどの野生のサルが住みついており、市観光局も認知している。ダム完成後、この公園の洞窟周辺は貯水池に浮かぶ“島”となってしまうため、貯水池右岸側から進入できる歩道橋を設計している。

市内排水路改修の対象排水路であるアシン川、スマラン川、バル川の河床堆積物に

は、クロム、水銀などの重金属が含まれていることが明らかとなった。これは、工場排水の垂れ流しによるものと考えられる。排水路改修工事時の浚渫／掘削土砂は、適切な処置を施した後、土捨て場に運搬される計画となっている。

### 8.3 社会環境

社会環境は、人間に関わる様々な要因を含んでいる。その中で、本プロジェクトに関わるもっとも重要な問題のひとつが用地買収、家屋移転補償である。3つのコンポーネントに分かれていることから、このプロジェクトで必要となる用地は分散しており、それぞれ異なる特徴を持っている。例えば、河川改修、排水施設改修では家屋補償を伴い、ダム建設の場合は農地、森林に影響を与える。

各コンポーネントで必要となる用地買収、家屋補償について下表にまとめる。

コンポーネント	用地買収	家屋移転補償
A: 西放水路／ガラン川改修	2.6 ha	2 軒
B: ジャティバラ多目的ダム建設	150.0 ha	-
C: スマラン市内排水施設改修	4.7 ha	3 軒
合計	157.3 ha	5 軒

各コンポーネント毎の詳細について以下に述べる。

#### 8.3.1 西放水路／ガラン川改修

西放水路/ガラン川の改修によって川添いの民地の買収と家屋の移転が一部必要になるため、その補償を行う必要がある。

用地買収は西放水路河口部右岸側において築堤とバイパス水路の建設のために必要となるもので、その面積は 26,000 m<sup>2</sup> である。この土地は民間デベロッパーが海岸部を埋め立てて造成しているもので、埋め立ては現在もなお進行中である。

この土地の買収については、1998年9月3日、州の水資源部、JRATUNSELUNA プロジェクト事務所、スマラン市、デベロッパー及び JICA 調査団の間で協議がもたれた。この中でデベロッパーは本河川改修事業に協力するとの意向を示しており、用地買収は本プロジェクトの詳細設計が終了した後にスムーズに進むものと考えられる。

家屋移転についてはガラン川上流部に位置する 2 軒の家が対象となっており、家のタイプは中クラスの民家である。本詳細設計終了後速やかに補償作業に入るよう州水資源部に要請した。

### 8.3.2 ジャティバラン多目的ダム

ジャティバラン多目的ダム建設工事に関わり 150 ha の用地買収が必要となる。これらの土地は現在、水田、畑地等の耕作に使用されている他は、雑木林地帯となっている。この地域に居住者はなく、家屋移転の必要は無い。このような対象地域の土地利用状況から、用地買収に際して問題となる可能性は小さく現金による補償が現実的である。

### 8.3.3 市内排水施設改修

アシン調整池、アシンポンプ場、バル調整池、バンダルハルジョ 2 次排水路、バル導水路の建設のために計 47,000 m<sup>2</sup>の土地買収が必要となる。スマラン港湾局の管轄であるこれらの土地は、現在、未利用地となっており、排水施設のために使用することに対してスマラン市長との間で合意がなされている。このことから、JICA 詳細設計終了後、土地買収は順調に進むものと考えられる。

アシン川排水施設改修において、3 軒の家屋移転が必要となる。この問題に関しては、本詳細設計終了後速やかに補償作業に入るよう要請した。

## 8.4 環境管理計画

本プロジェクトが環境へ与える悪影響を防止し緩和すると同時に好影響もある事を考慮し、影響環境影響調査を基に環境管理計画を策定した。ここでは広範囲の環境問題を議論し、それぞれの問題に対応した適切な対応策を打ち出している。表 8.1 に環境管理計画の概要を示した。

## 8.5 環境モニタリング計画

環境モニタリングは、それぞれの問題ごとに必要な時間をかけ、定期的実施しなければならない。環境に影響を与える要因はプロジェクトの各実施段階で異なっており、モニタリングの対象及び頻度は下表に示すようなものである。

段階	モニタリング項目	頻度
工事着手前	土地問題と社会不安	月1回あるいは問題発生時
	西放水路沿いの立木	週1回
工事中	騒音と大気汚染	月1回 (ダム) 週1回 (河川、市内排水)
	水質、土砂堆積、道路の被害、水生生物	月1回
	交通妨害、砂採取、浚渫土砂	週1回
	取水施設、鉄道橋、船の渡し・舟運	毎日
工事完成后	不法な土地利用	月2回 (完成后最低2年間)
	河川水質、魚取り、堆積土砂の処理場	毎月
	地すべり、ゴアクレオ公園	月2回 (完成后最低2年間)
	土地利用形態、地盤沈下、河道形状	半年に1回
	洪水被害の緩和	雨期毎
	取水施設	毎日
	ポンプの運転	月2回

## 9章 運営・維持管理のための組織体制

### 9.1 西放水路／ガラン川

改修した河道と河川構造物の維持管理は、中部ジャワ州水資源開発局のジュラグン・トゥンタン西部水資源管理ユニット（Jragung-Tuntang West Water Resources Management Unit）が管轄することになる。具体的にはこのユニットの中に西放水路／ガラン川下流維持管理事務所（West Floodway & Garang River Lower Reaches Operation & Maintenance Office）とシモンガン堰運営管理事務所（Simongan Weir Operation & Maintenance Management Office）が設立される予定になっており、これらの事務所が直接、運営・維持管理にあたる（図 9.1 参照）。

### 9.2 ジャティバラン多目的ダム

建設したジャティバラン多目的ダムの維持管理は、中部ジャワ州水資源開発局のジュラグン・トゥンタン西部水資源管理ユニット（Jragung-Tuntang West Water Resources Management Unit）が管轄することになる。具体的にはこのユニットの中にジャティバラン多目的ダム維持管理事務所（Jatibarang Multipurpose Dam Operation & Maintenance Office）が設立される予定になっており、これらの事務所が直接、運営・維持管理にあたる（図 9.1 参照）。

### 9.3 スマラン市内排水施設

本プロジェクトで建設される排水施設の維持・運営・管理はスマラン市役所の公共事業部排水衛生技術課で実施される予定である（図 9.2 参照）。なお、市役所の財政負担軽減のために、運営管理費用の一部を受益者である住民に直接負担させる仕組みを提案した。

