

図 7.22 送電線ルート図 (第1案)



図 7.23 送電線ルート図 (第 2 案)

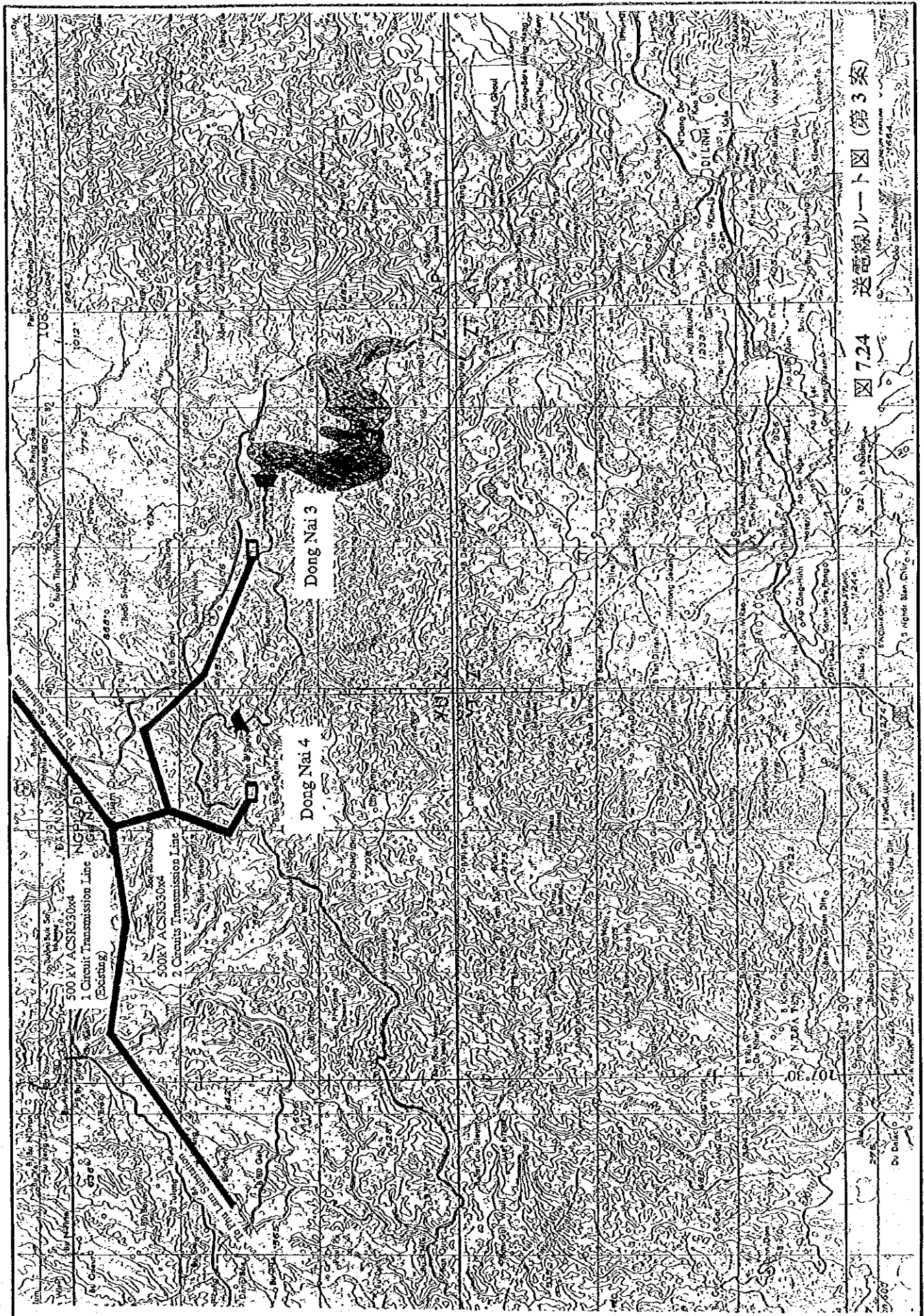


図 7.24 送電線ルート図 (第 3 案)

ALTERNATIVE 3-1

CONNECTING TO 500kV POWER SYSTEM
(DIRECT STEP UP TO 500kV)

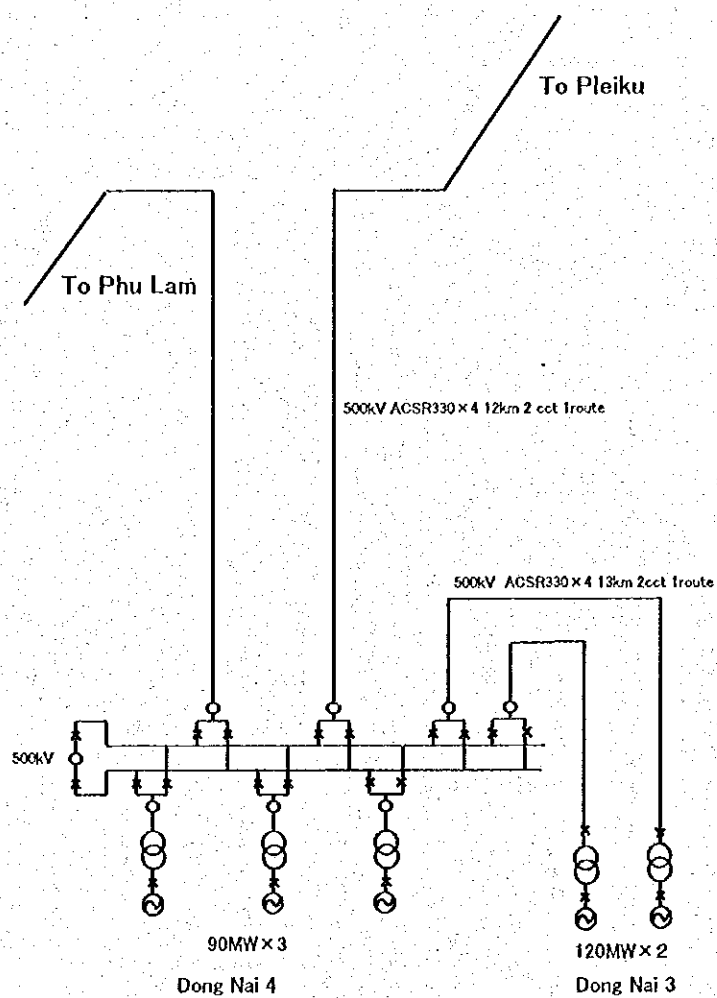


图 7.25 第 3-1 案 送电系统图

第8章 施工計画及び積算

8.1 施工計画及び工程

8.1.1 設定条件

(1) 現場への進入路

ドンナイ 3-4 水力発電プロジェクトはドンナイ川の中流域に位置し、ホーチミンから国道 14 号線と 28 号線を経て 260 km の距離にある。

道路	区間	距離	舗装
国道 14 号線	ホーチミン - ザンギア	220 km	アスファルト
国道 28 号線	ザンギア - 第三発電所	40 km	未舗装

工事中建設機械、発電機器及びメタルワーク用鋼材等の輸入建設資機材はホーチミンにて陸揚げされ、陸路にて現場まで問題なく輸送可能である。

現場へのアクセス道路として、国道 28 号線から分岐する下記の新設道路が建設される必要がある（図 8.1 にその路線図を示す）。

アクセス道路

プロジェクト	区間	距離
No.3 HPP	28 号線 - ダムサイト	5 km
	28 号線 - 発電所・サージタンク	5 km
No.4 HPP	28 号線 - ダムサイト	8 km
	28 号線 - 発電所	15 km
	発電所 - サージタンク	2 km

プロジェクトエリアの環境への悪影響を最小限に押さえるために、第 4 発電所へは発電所の近くに建設される約 70 m の橋を渡りアプローチされるものと計画した。

建設期間中の重車両の円滑な通行を確保するために、アクセス道路の建設と併行して、既存の国道 28 号線の拡幅ならびに改良工事が実施される必要がある。

(2) 気象条件

(a) 降雨データ

施工計画の立案にの基礎とする最も信頼できる降雨データは、現場から約 40 km 南に位置する Bao Loc 雨量観測所の記録である。1973 年から 1992 年までの月間平均雨量と降雨日数は下表に要約される。

Bao Loc 雨量観測所における月間雨量

(単位: 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	合計
49	51	105	196	239	332	338	489	381	229	152	65	2,696

Bao Loc 雨量観測所における月間降雨日数

範囲 (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	合計
0	26.4	23.3	22.9	16.6	12.3	7.4	6.9	5.1	5.5	8.7	18.4	25.1	178.8
0-5	2.4	2.3	4.1	5.6	7.9	7.5	8.8	7.2	7.9	9.6	5.1	3.0	71.7
5-10	0.6	0.7	1.1	1.9	3.1	3.9	5.2	4.1	4.4	3.8	1.6	1.1	31.4
10-20	0.9	0.8	0.9	2.4	3.6	5.3	4.1	5.2	4.8	3.7	2.2	0.8	34.7
20-40	0.4	0.6	1.2	2.2	2.7	3.6	4.7	5.4	5.1	3.4	1.8	0.7	32.0
40<	0.3	0.3	0.7	1.4	1.3	2.0	1.3	3.9	2.1	1.8	0.9	0.3	16.4

上記の表に示される通り、年間降雨量は約 2,700 mm であり、降雨は雨季の 5 月から 10 月に集中している。土工事（特に盛り立て工事）は雨季に降雨の影響を大きく受けることが予想される。特にコアとフィルターの盛り立ては 8 月と 9 月には実質的に中断を余儀なくされると見込まれる。

(b) 気温

平均気温は同じく Bao Loc 観測所における 1978 年から 1991 年までの記録によると、年間を通して殆ど変化しない。

Bao Loc における平均気温

(単位: °C)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
20.1	19.5	22.2	23.0	23.2	22.7	22.2	22.2	22.0	21.8	21.1	19.9

この間に観測された最高気温と最低気温はそれぞれ 33.8°C と 9.5°C であった。

(c) 水文条件

No.3 ダム予定地点の河川流量は、ドンナイ川下流の Ta Lai 流量観測所の水文データから以下のように推定される。

No.3 ダムサイトにおける予測流量

(単位: m³/sec)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
18.8	12.1	9.2	11.8	23.0	56.8	101.1	169.9	190.5	170.9	70.4	43.4	75.2

上表に示されるように、年間を通じた河川流量の変動は大きく、6月から10月にかけての期間を高水期と見なすことができる。上記のデータに基づき、最も適切な河川仮締切りの時期は非洪水期の始まる12月であると判断される。河川転流は、次の洪水期までに完成させる必要があるコフアーダムの盛立てに十分な時間を確保することができるように、非洪水期中の初期に実施する必要がある。

また、貯水池湛水は洪水期の豊富な河流を有効に利用すべく、洪水期に開始される必要がある。

各確率年に対応する確率洪水量は以下の通り算定される。

No.3 Dam Site 予定地点における確率洪水

確率年 (年)	流量 (m ³ /s)
2	1,238
5	1,813
10	2,208
20	2,585
30	2,801
100	3,717

仮排水トンネルならびに仮締切堤を含む河流処理施設は、設計洪水量20年確率洪水に対応するものとして計画し、これは30年確立洪水に対しても安全であることが確認された。

(3) 建設材料の採取地

(a) ロック材

3.4.1章および3.4.2章に記述されるとおり、地質調査においてプロジェクト地域内に2ヶ所の原石山が確認されている。ダム盛立て用ロック材はこれらの原石山からベンチカット工法により採取される。ロック材の所要量とダムサイトへの運搬距離は以下のとおり見積もられる。

ダム盛立て用ロック材

プロジェクト	盛立て数量	運搬距離
No.3	4,110,000 m ³	3 km
No.4	1,760,000 m ³	10 km
計	5,870,000 m ³	-

(b) コア材料 (No.4 プロジェクト)

ダム盛立て用コア材は、ダム予定地点の右岸のバサルトの台地より採集することができる。コア材の所要量とダムサイトへの運搬距離は以下のとおり見積もられる。

ダム盛立て用コア材

プロジェクト	盛立て数量	運搬距離
No.3	-	-
No.4	370,000 m ³	3 km
計	370,000 m ³	-

(c) コンクリート用骨材とフィルター材

コンクリート用骨材とダム盛立て用フィルター材の所要量は以下の通り見積もられる。

コンクリート用骨材とフィルター材

プロジェクト	材料	単位	数量
No.3	粗骨材	ton	570,000
	細骨材	ton	320,000
	フィルター材	m ³	3,000
No.4	粗骨材	ton	540,000
	細骨材	ton	320,000
	フィルター材	m ³	111,000

粗骨材は、原石山からのロック材より土木コントラクターが現場に設置する砕石プラントを用い生産する。

細骨材についても、原石山からのロック材より砕石プラントならびにロッドミル製砂設備を用い生産する計画とした。細骨材の生産費用は以下のとおりと見積もられる。

細骨材生産コスト

作業	見積りコスト (US\$/ton)
原石山掘削	1.5
プラントまでの運搬	1.4
砕石・製砂	7.8
計	10.7

3.4.3 節に記述されるとおり、現地調査期間中に Quang Phu, Srepok および Thong Nhat の 3ヶ所の川砂堆積地の調査が行われた。

川砂堆積地

場所	河川	運搬距離	サイト価格 (見積り)
Quang Phu	Krong Kuo	120 km	10.0 US\$/ton
Srepok	Srepok	170 km	11.2 US\$/ton
Thong Nhat	Dong Nai	150 km	10.7 US\$/ton

本計画では、コンクリート細骨材とフィルター材用の川砂の使用は以下の理由

により採用を見送った。(但し、実際の工事においては川砂の使用はコントラクターの自由裁量に委ねられることとなる。)

- 上表に示されるように製砂コストは川砂の見積りコストに対して競争力あるものとなっている。川砂の見積りコストには後述する道路の改良費用、維持修繕費用、粒度調整費用、ならびに環境対策費用は含まれていない。
- Quang Phu と国道 28 号線の間道路は未舗装でありダンプトラックの走行には適していない。川砂の輸送のために大規模な改良工事が必要である。
- Thong Nhat からの輸送路は 30 km の未舗装区間が含まれている。特に雨季において通行路の維持修繕作業が必要となる。
- Srepok および Quang Phu の川砂の粒度試験は 2.5 mm から 5 mm の含有量が概ね 5 % 以下と非常に小さい値を示している。また、粒度試験結果は同じ河床堆積地内であっても場所によりその粒度が大きく変化することを示している。スクリーニング又は砕砂との混合等による粒度調整が必要となる可能性がある。
- 現在、これらの河床堆積地では地元の業者により砂の採取が行われている。当プロジェクトの建設期間を通して、品質の良い砂が安定的に供給されるかどうかについては保証の限りではない。
- Thong Nhat は Cat Tien 自然保護区の中に位置しており、大規模な川砂の採掘は環境保護の面で望ましくない。

上記の状況を総合的に判断すると、現段階では砕砂の使用がより経済的であり現実性も高いと考えられる。

(d) 他の建設資材

セメント、鉄筋、火薬などの主要な建設資材は、ベトナムの製造業者や市場から調達が可能である。近年においてこれら建設資材の品不足は起こっておらず、将来においても安定した供給がなされるものと期待できる。

(4) 原石山の開発

前項で述べた通り、ダム堤体用ロック材とコンクリート骨材は両プロジェクト共に原石山より供給される。地質調査より明らかなように、原石山の硬質玄武岩層は約 25 m の表土に覆われており、原石山ベンチ発破に先立ち、ブルドーザあるいはバックホーにより表土を取り除くことが必要となる。原石山予定地の地形図ならびに断面図は図 8.2 と図 8.3 に示されるとおりであり、図上に明示された区域よりそれぞれ約 10 百万 m³ のロック材が採取可能である。

(5) 建設用電力

建設工事に必要となる電力のピーク需要は両プロジェクトとも各々約 3,000 kVA と見積もられる。

工事用電力は 2000 年に運用が予定される Dac Nong 変電所 (25 MVA) より給電される計画とする。プロジェクトサイトへは建設工事が開始する前に施設される 22 kV 送電線により配電され、コントラクターは自ら手当てする降圧変圧器を接続することにより工事用電力の利用が可能となる。

(6) 工事用給水

工事用の給水は、建設事務所・宿舎、骨材プラント、コンクリートプラント、ボーリング工ならびにコンクリート養生に必要となる。使用水はドンナイ川よりポンプにて給水される計画とする。

(7) 契約パッケージ

建設工事は工事内容に応じた複数の請負者より施工される。準備工事は、本工事に先立ち現地の請負者により施工されるものとする。本工事は、国際競争入札により選定された請負者により施工される。本検討において建設工事の契約パッケージは以下のように計画した。

(a) 国内入札契約パッケージ

- | | |
|---------------------|---|
| Lot L-1 Access road | : 国道 28 号線とダムサイト間の永久アクセス道路の建設。(No.3 プロジェクト : 10 km, No.4 プロジェクト : 25 km および 70 m の橋梁) |
| Lot L-2 ベースキャンプ | : EVN およびコンサルタントが使用する工事用事務所ならびに宿舎の建設 |
| Lot L-3 工事用配電線 | : 工事用 22 kV 配電線の建設 |

(b) 国際入札契約パッケージ

No.3 および No.4 プロジェクトにおいて同じ契約ロットに対し別々の契約がなされる計画とする。(ロット番号の末尾の数字はプロジェクト名を表わす。)

- | | |
|------------------------|--|
| Lot I-1-3/4 仮排水トンネル工 | : 仮排水トンネルの建設 |
| Lot I-2-3/4 土木工事 | : コンクリート表面遮水ロックフィルダム、洪水吐き、取水工、導水路トンネル、調圧水槽、ベンストック、発電所および屋外開閉所等を含む土木工事の建設 |
| Lot I-3-3/4 機械工事 | : 洪水吐きゲート、取水ゲート、ベンストック、及びドラフトチューブゲート等を含む機械設備の供給と据付 |
| Lot I-4A-3/4 水車 | : 水車、取水バルブ、天井クレーン等を含む機械設備の供給と据付 |
| Lot I-4B-3/4 発電機 | : 発電器、制御機器等を含む電気設備の供給と据付 |
| Lot I-4C-3/4 開閉機器 | : 220 kV 開閉機器及び変圧器等を含む電気設備の供給と据付 |
| Lot I-5-3/4 500 kV 送電線 | : 500 kV 送電線の供給と据付 |

ファースト・トラック手法により全体工程を出来るだけ短縮するために、仮排水ト

ンネル工 (Lot I-1-3/4) を本体土木工事から分離し、先行して契約・着工し、早期の河川仮転流を実現する計画とした。Lot I-1-3/4 の契約は Lot I-2-3/4 の土木工事契約より1年先行し、これは約1年間の全体工程の短縮をもたらす結果となった。

8.1.2 No. 3 プロジェクトの施工方法

No. 3 プロジェクトの主要構造物に対する施工方法は以下の通り計画した。

(1) 河川処理

建設工事中の河川仮転流工は仮排水トンネル方式にて実施される。2,800 m³/s の 30 年確率洪水に対応するために、以下の 2 本の仮排水トンネルをダムサイトの右岸に建設するものとする。

No.3 プロジェクト仮排水トンネル

内径	延長	呑口標高	断面形状
11.5 m	880 m	EL. 492	円形

これらの仮排水トンネルは 519 m の天端標高を持つ上流コファードムとの組み合わせにより、対象確率年洪水を安全に流下することができる。

掘削工法としては、上半先進一下半ベンチカット工法が適用される。3 ブーム油圧トンネルジャンボ、3 m³ サイドダンプローダー、20 ton アーティキュレート式ダンプトラックの使用により、60 m/月の進捗の達成が見込まれる。仮排水トンネルはクリティカルパス工事であるため、掘削は上下流側から同時に実施するものとする。これらの段取りにより、トンネルの貫通には 10 ヶ月の工期が要されるものと見積もられる。

仮排水トンネルの掘削に続き、コンクリート巻立て工が着手される。壁部及びクラウンのコンクリートは 9 m 長のトンネル移動型枠にて一体打設され、一部の期間は掘削・ライニング併進となる。コンクリート巻立ての進捗は 90 m/月 (9.0 m 長 x 10 サイクル/月)が予定される。インバート部のコンクリートは別途、後打ちとする計画とした。

仮排水トンネルの完成後、プライマリーコファードムを盛立て、河流をトンネルに導流する。転流は洪水期が終了した 2004 年 12 月に実施される計画とする。

プライマリーコファードムと本ダムの間に建設せれる上流側コファードムの堤体はロック材とし上流面を不透水材により遮水する構造とする。コファードムの諸元は以下の通りである。

コファードラム (No.3 プロジェクト)

堤高	27 m
堤体積	380,000 m ³
盛立て期間	5 ヶ月

(2) ダム工事

堤高 108.5 m、堤体積 4,720,000 m³ のコンクリート表面遮水ロックフィルダム(CFRD)の主要工事数量は以下の通りと見積もられた。

No.3 ロックフィルダムの工事数量

工種	数量
掘削、普通土・軟岩	631,000 m ³
掘削、硬岩	162,000 m ³
盛立て、ロック	4,105,000 m ³
盛立て、切込み砕石	171,000 m ³
盛立て、ロック小塊	285,000 m ³
盛立て、クレイ	39,000 m ³
コンクリート、プリンス	2,600 m ³
コンクリート、フェーススラブ	47,500 m ³
グラウト、ブランケット	17,700m
グラウト、カーテン	52,600 m

ダムの基礎掘削はコントラクターのモービライゼーション完了後、直ちに着手され、河床に向かい上部から切下がりの掘削となる。プリンス部のトレンチ掘削の後、平均高さ 0.7 m、幅 4.3 m のトゥースラブのコンクリート打設が実施される。基礎処理グラウト工はトゥースラブの天端より行われる。

ロック材料の約 90% (3,700,000 m³) は 8.1.1 (3) 章に示した原石山より供給される。残りの 10% (400,000 m³) はダム、洪水吐きならびに取水工の基礎掘削材より転用が可能と見込まれる。ロック材の盛立ては河床部のプリンスが完了する 2005 年 4 月に開始される計画とした。コアならびにフィルター層の盛立ては河床部のブランケット・カーテングラウト完了後の 2005 年 12 月に開始される。盛立て材料は重ダンプトラックにてダム堤体に運搬され、ブルドーザにより敷きならされ、以下の転圧機械により締め固める計画とする。

盛立て材料の転圧計画

ゾーン	転圧機械	層厚 (m)	転圧回数
上流側クレイ	タンピングローラー、15 トン	0.25 m	8
切込み砕石	振動ローラー、1 トン	0.4 m	6
ロック小塊	振動ローラー、1 トン	0.8 m	6
ロック	振動ローラー、15 トン	1.5 m	6

月間平均盛立て量を 250,000 m³と仮定し、ダム盛り立て工期は 18 ヶ月と計画した。

ダム盛立て工の完了後、ダム上流面にフェーススラブコンクリート工が開始される。コンクリートは 15 m 幅のスリップフォームを用い打設する。アジテータートラックによりダム天端に搬入された生コンクリートは、さらにコンクリートシュートで打設場所へ供給される。スリップフォームは 1.5 m/hr 程度のスピードでウインチにより上方に移動し、コンクリートは水平継目を作ることなく連続的に打設される。2 台のスリップフォームを用い、95,000 m² のフェーススラブコンクリートの打設工期は 12 ヶ月と見積もられた。

(3) 洪水吐き

洪水吐き工事の施工数量は以下の通り見積もられる。

洪水吐き施工数量 (No.3 プロジェクト)

工種	数量
掘削、普通土・軟岩	1,040,000 m ³
掘削、硬岩	260,000 m ³
コンクリート	134,500 m ³

掘削は頭首工部分より土工機械およびベンチカット工法により実施され、洪水吐きシュートに沿って下流方向に継続される。掘削された斜面はショットクリート、枠組工、植生工により適宜保護される。コンクリート工はコンクリートポンプ、トラック搭載式ベルトコンベヤー打設機、及びタワークレーンを含む数種類の打設機械により実施される。これらの機械は以下の作業条件に従って適宜選択する。

コンクリート打設機械の作業条件

機械	コンクリートポンプ車	コンクリートポンプ (定地式)	コンベヤーレーサー	タワークレーン
最大骨材寸法	40 mm	40 mm	80 mm	150 mm
スランプ	12 cm 以上	12 cm 以上	-	-
水平作業距離	20 m	300 m	30 m	75 m
垂直作業距離	30 m	100 m	15 m	100 m

コンクリート工事の施工期間は平均月間打設量 6,000 m³として約 2 年と見積もられる。

頭首工部分ではコンクリート工事の完了後、Lot 1-3-3 業者によりラジアルゲートの据え付けを開始する。

(4) 取水工

取水工工事の施工数量は以下の通り見積もられる。

取水工施工数量 (No.3 プロジェクト)

工種	数量
掘削、普通土・軟岩	402,000 m ³
掘削、硬岩	140,000 m ³
掘削、立坑	63 m
コンクリート	13,500 m ³

表土および軟岩を除去するための比較的大規模な掘削工が予定される。掘削は、一般的な土掘削工法および発破工法にて実施される。導水路トンネルの作業坑を入口付近に配置する計画としており、ゲートシャフトを含む取水工の工事は、トンネル工に影響を与えることなく独立して実施可能である。

ゲートシャフトは切り下がり工法にて施工され、ショットクリートとロックボルトにより仮支保を行う計画とする。実際の地質条件によっては、各切り下がり掘削の後にコンクリートの仮巻きを実施し、壁面の崩壊を防止する。ゲートシャフトならびに取水工構造物の施工は導水路トンネルの掘削工と併行して実施される。導水路トンネルからの掘削ズリはゲートシャフトの直下流に設けられる作業坑を経由し搬出される計画とする。コンクリート工はシャフトの貫通後、上方に向けスライディングフォームを用い実施する。

(5) 導水路トンネル

導水路は、延長 6,960 m、内径 8.4 m の円形断面のトンネルである。トンネル工事を容易ならしめるために、以下のとおり 3 本の作業坑を建設する計画とする。

No.3 導水路トンネルの作業坑

No.	位置	延長
1	取水工ゲート立坑の直下流	170 m
2	導水路トンネルの中間地点	540 m
3	調圧水槽の直上流	290 m
	計	1,000 m

導水路トンネルは、3 ブーム油圧トンネルジャンボ、3 m³ サイドダンプローダー、20 ton アーティキュレート式ダンプトラックを使用し、基本的に全断面掘削工法により掘削される計画とする。但し、地質状況が悪い区間では上半先進一下半ベンチカット工法が適用される。

平均掘進速度は 85 m/月が達成できるものと想定される。サイクルタイムの分析では、トンネル延長を地質状況に応じ 2 種類の区間 (A 区間：地質状況良好、B 区間：地質状況不良) に分類しサイクルタイムを算定した。

No.3 導水路トンネルの掘削進行算定

項目	単位	A区間	B区間
延長比率	%	70%	30%
一発破進行長	m	4.0	1.5
支保工		ショットクリート・ ロックボルト	H鋼支保
サイクルタイム			
削孔・発破	hr	7.0	4.7
ズリ処理	hr	4.7	2.2
支保工・計測	hr	4.0	5.5
サイクルタイム計	hr	15.7	12.4
作業時間(2方/日)	hr/day	18	18
作業日数	days/month	25	25
日当たり発破回数	nos.	1.14	1.44
日当たり進行	m/day	4.56	2.16
月当たり進行	m/month	114	54
平均月間進行	m/month	85	

トンネル掘削は上記の作業坑を利用し最大4切羽同時に実施される。

トンネル掘削工に続き、コンクリート巻立て工が着手される。壁部及びクラウンのコンクリートは12m長のトンネル移動型枠にて一体打設され、一部の期間は掘削・ライニング併進となる。コンクリート巻立ての進捗は120m/月(12.0m長x10サイクル/月)が想定される。コンクリートはトラックミキサー車により作業坑を經由し供給され、全体で4台の移動型枠が必要になると考えられる。インバート部コンクリートは別途、後打ちとする計画とした。

(6) 調圧水槽ならびにベンストック

調圧水槽ならびにベンストックは以下の形状を有する。

構造物	調圧水槽	ベンストック
内径	20.9 m	6.5 m
立坑	85 m	-
水平トンネル		
上部	-	71 m
下部	-	130 m
斜坑	-	135 m
全長	85 m	236 m

調圧水槽はパイロットホール+切下がり拡幅工法により掘削される。パイロットホールはレイズボーラー又はレイズクライマー(請負者の選択)により掘削される。掘削ズリは導水路トンネルの作業坑を通じ搬出される。

下部ベンストックトンネルは下流側から導水路トンネルで採用されるものと同様の工法により掘削される。トンネル掘削の完了後、ベンストック斜坑がパイロットホ

ール+切下がり拡幅工法により掘削される。ベンストック土木工事の完了後、I-3-3 業者により鉄管の据え付けが行われる。

(7) 発電所

発電所の建設は、ダム下流の右岸側斜面の掘削より着手される。掘削作業の完了後、タワークレーンならびにコンクリートポンプにより、地下部分構造物のコンクリート工事が実施される。水車ドラフトチューブはコンクリート工事に併行して Lot I-4A-3 業者により設置される計画とした。

発電所建屋に設置される天井走行クレーンの据付けは、発電プラントの据付け工程のマイルストーンイベントとなる。工程計画では発電プラントの据付けに 18 ヶ月の工期を見込む。

(8) 最終河川締切りと貯水池湛水

最終河川締切りは 2007 年 12 月に発電プラントの有水試験を実施するために 2007 年 10 月に実施する計画とした。貯水池の水位上昇を考慮すると、洪水吐きゲート据付、取水ゲート据付および導水路トンネル作業坑のプラグ工事は、遅くとも 2008 年 12 月までに完了する必要がある。

8.1.3 No.4 プロジェクトの施工方法

No.4 プロジェクトの主要構造物に対する施工方法は以下の通り計画した。

(1) 河川処理

建設工事中の河川処理工は No. 3 プロジェクトと同様の方式により実施される。ダムサイトの右岸に建設される 2 本の仮排水トンネルは、No. 3 に比べると内径、延長ともに若干小さく、次のとおり計画された。

No.4 プロジェクト仮排水トンネル

内径	延長	呑口標高	断面形状
10.9 m	760 m	EL. 353	円形

これらの仮排水トンネルは 395 m の天端標高を持つ上流コファードムとの組み合わせにより、対象確率年洪水を安全に流下することができる。

これらの仮排水トンネルは 395 m の天端標高を持つ上流コファードムとの組み合わせにより、30 年確率洪水である 2,800 m³/s を安全に流下することができる。トンネル工事は掘削・コンクリート工ともに 8.1.2 (I) 章に記述されたものと同様の工法で実施される。

本計画では経済性の観点よりインテグレートコファードム方式が採用された(図

7.12 参照)。この方式では、上流プライマリーコファードムがメインダム的一部分となるため、メインコファードムの建設が不要となる。インテグレートドコファードムの諸元は以下の通りである。

インテグレートドコファードム (No.4 プロジェクト)

堤高	42.5 m
堤体積	390,000 m ³
盛立て期間	5 ヶ月

転流は洪水期が終了した 2004 年 12 月に実施される計画とする。

(2) ダム工事

堤高 96 m、堤体積 2,250,000 m³ のロックフィルダムの主要工事数量は以下の通りと見積もられた。

No. 4 ロックフィルダムの工事数

Work	Quantity
掘削、普通土・軟岩	255,000 m ³
掘削、硬岩	36,000 m ³
盛立て、コア	370,000 m ³
盛立て、フィルター	111,000 m ³
盛立て、ロック	1,763,000 m ³
グラウト、ブランケット	7,800m
グラウト、カーテン	25,900 m

ダムの基礎掘削はコントラクターのモービライゼーション完了後、直ちに着手され、河床に向かい上部から切下がりの掘削となる。

盛立て材料は 8.1.1 (3)章に記述されたポーアエリアならびに原石山より供給される。ロック材については、その約 25% (440,000 m³)が、ダム、洪水吐きならびに取水工の基礎掘削材より転用が可能と見込まれる。ロック材の盛立ては河床部の掘削完了後の 2005 年 6 月に開始される。コアならびにフィルター層の盛立ては河床部のブランケット・カーテングラウトの完了後の 2005 年 12 月に開始される予定とした。ダム盛立て材料は以下の手順にて締め固める計画とする。

盛立て材料の転圧計画

ゾーン	転圧機械	層厚 (m)	転圧回数
コア	タンピングローラー、20 トン	0.2	8
フィルター	振動ローラー、8 トン	0.4	6
ロック	振動ローラー、15 トン	1.0	6

ダムの高さおよびその堤体積を考慮するとダムの盛立てには 3 回の乾季が必要であると判断される。コアの盛立てを予定する 2005 年 12 月から 2008 年 8 月の間の盛立

て施工可能日数は約470日と見積もられ、平均盛立てスピードは施工日当たり20cmと算定される。

(3) 洪水吐き

洪水吐き工事の施工数量は以下の通り見積もられる。

洪水吐き施工数量 (No.4 プロジェクト)

工種	数量
掘削、普通土・軟岩	1,268,000 m ³
掘削、硬岩	317,000 m ³
コンクリート	201,000 m ³

施工数量は No. 3 プロジェクトに比して掘削、コンクリート工とも大きいですが、これらの施工方法は、No. 3 プロジェクトに計画されたものと同じものが適用される。コンクリート工事の施工期間は平均月間打設量 7,500 m³ として約2年と見積もられる。

頭首工部分ではコンクリート工事の完了後、Lot 1-3-3 業者により 3 門のラジアルゲートの据え付けを開始する。

(4) 取水工

取水工工事の施工数量は以下の通り見積もられる。

取水工施工数量 (No.4 プロジェクト)

工種	数量
掘削、普通土・軟岩	148,000 m ³
掘削、硬岩	115,000 m ³
掘削、立坑	44.1 m
コンクリート	7,750 m ³

取水施設の形式は No. 3 プロジェクトと同一であり、8.2.3 (4)章に記述されたものと同様の施工方法が掘削工、縦坑、およびコンクリート工に適用される。

(5) 導水路トンネル

導水路は、延長 5,320 m、内径 8.6 m の円形断面のトンネルである。トンネル工事を容易ならしめるために、以下のとおり 2 本の作業坑を配置する計画とする。

No.4 導水路トンネルの作業坑

No.	位置	延長
1	取水工ゲート立坑の直下流	240 m
2	調圧水槽の直上流	360 m
	計	600 m

トンネルのルート沿いの地形の状況より、中間作業坑の建設は経費がかかり、また工期の面でも得策とはなり得ないため、作業坑の配置は上記の2本のみと計画した。

導水路トンネルは、3ブーム油圧トンネルジャンボ、3 m³ サイドダンプローダー、20 ton アーティキュレート式ダンプトラックを使用し、基本的に全断面掘削工法により掘削される計画とする。但し、地質状況が悪い区間では上半先進-下半ベンチカット工法が適用される。

平均掘進速度は90 m/月が達成できるものと想定される。サイクルタイムの分析では、トンネル延長を地質状況に応じ2種類の区間（A区間：地質状況良好、B区間：地質状況不良）に分類しサイクルタイムを算定した。

No.4 導水路トンネルの掘削進行算定

項目	単位	A区間	B区間
延長比率	%	80%	20%
一発破進行長	m	4.0	1.5
支保工		ショットクリート・ ロックボルト	H鋼支保
サイクルタイム			
削孔・発破	hr	7.2	4.8
ズリ処理	hr	4.8	2.3
支保工・計測	hr	4.2	5.7
サイクルタイム計	hr	16.2	12.8
作業時間(2方/日)	hr/day	18	18
作業日数	days/month	25	25
日当たり発破回数	nos.	1.1	1.4
日当たり進行	m/day	4.4	2.1
月当たり進行	m/month	110	52.5
平均月間進行	m/month	90	

トンネル掘削は上記の作業坑を利用し2切羽同時に実施される。

トンネル掘削工に続き、コンクリート巻立て工が着手される。壁部及びクラウンのコンクリートは12 m長のトンネル移動型枠にて一体打設され、一部の期間は掘削・ライニング併進となる。コンクリート巻立ての進捗は120 m/月(12.0 m長 x 10 サイクル/月)が想定される。コンクリートはトラックミキサー車により作業坑を経由し供給され、全体として2台の移動型枠が必要になると考えられる。インバート部は別途、後打ちとする計画とした。

(6) 調圧水槽ならびにベンストック

調圧水槽ならびにベンストックは以下の形状を有する。

構造物	調圧水槽	ベンストック
内径	17 m	6.7 m
立坑	69 m	-
水平トンネル		
上部	-	174 m
下部	-	215 m
斜坑	-	158 m
全長	69 m	547 m

調圧水槽ならびにベンストックの形式は No. 3 プロジェクトと同一であり、8.2.3 (6) 章に記述されたものと同様の施工方法が縦坑、斜坑およびコンクリート工に適用される。ベンストック土木工事の完了後、I-3.4 業者により鉄管の据え付けが行われる。

(7) 発電所

発電所の建設は、ダム下流の左岸側斜面の掘削より着手される。掘削作業の完了後、タワークレーンならびにコンクリートポンプにより、地下部分構造物のコンクリート工事が実施される。水車ドラフトチューブはコンクリート工事に併行して Lot I-4A.4 業者により設置される計画とした。

発電所建屋に設置される天井走行クレーンの据付けは、発電プラントの据付け工程のマイルストーンイベントとなる。工程計画では発電プラントの据付けに 18 ヶ月の工期を見込む。

(8) 最終河川締切りと貯水池湛水

最終河川締切りは 2008 年 12 月に発電プラントの有水試験を実施するために 2008 年 8 月中旬に実施する計画とした。湛水中の急速な水位上昇を回避するために、No.3 発電所からの放流は適宜管理されるものとする。貯水池の水位上昇を考慮すると、洪水吐きゲート据付、取水ゲート据付および導水路トンネル作業坑のプラグ工事は、遅くとも 2008 年 9 月までに完了する必要がある。

8.1.4 工程計画

2000 年 3 月に完了する本フェーズビリティースタディーの後の事業実施工程をバーチャートとして図 8.4 に示す。両プロジェクトの詳細設計を 2001 年 7 月に開始し、No. 3 プロジェクトについては 5 年の建設期間を経て 2007 年 12 月末に、No. 4 プロジェクトについては 6 年の建設期間を経て 2008 年 12 月末に発電を開始する計画とした。

No. 3 及び No. 4 のプロジェクトの詳細建設工程計画を図 8.5 ならびに図 8.6 に夫々示す。本工程は各作業の必要期間、作業の適切な順序、気象ならびに水文上の制約を考慮し計画された。

事業実施工程では、以下に示す作業がクリティカルパスを構成するものとみなされ

る。

No.3 プロジェクト工程のクリティカルパス

No.	アクティビティ/イベント	時期
1)	建設資金ローンの申請	2000年7月
2)	ローンアグリーメント	2001年3月
3)	コンサルタントの選定	2001年4月-6月
4)	詳細設計ならびに工事入札書の作成	2001年7月より
5)	施工業者の調達-準備工事	2002年1月より
6)	施工業者の調達-仮排水トンネル	2002年1月より
7)	施工業者の調達-土木工事	2002年10月より
8)	工事開始-準備工事	2002年7月より
9)	工事開始-仮排水トンネル	2003年1月より
10)	工事開始-土木工事	2004年1月より
11)	河川仮転流	2004年12月
12)	ダム建設(コフアーダム以降)	34ヶ月
13)	貯水池湛水	2007年10月中旬より
14)	発電プラントの有水試験	2007年12月
15)	発電プラントの運開	2007年12月末

No.4 プロジェクト工程のクリティカルパス

No.	アクティビティ/イベント	時期
1)	建設資金ローンの申請	2000年7月
2)	ローンアグリーメント	2001年3月
3)	コンサルタントの選定	2001年4月-6月
4)	詳細設計ならびに工事入札書の作成	2001年7月より
5)	施工業者の調達-準備工事	2002年1月より
6)	施工業者の調達-仮排水トンネル	2002年1月より
7)	施工業者の調達-土木工事	2002年10月より
8)	工事開始-準備工事	2002年7月より
9)	工事開始-仮排水トンネル	2003年1月より
10)	工事開始-土木工事	2004年1月より
11)	導水路トンネル建設	54ヶ月
12)	貯水池湛水	2008年8月中旬より
13)	発電プラントの有水試験	2008年12月
14)	発電プラントの運開	2008年12月末

8.2 積算

8.2.1 設定条件

基本設計に対する事業費は以下の設定条件ならびに仮定に基づき積算された。

- (1) 積算の通貨は内貨・外貨共に US ドル建てとする。
- (2) 内貨分はセメント、鉄筋、燃料ならびに火薬等を含む現地調達可能資材と現地労務者の賃金をカバーする。輸入される電機、機械類及び建設機械の償却費部分は外貨分に計上する。
- (3) 積算の価格水準は、現地調査が実施された 1999 年 3 月とする。換算レートは 1999 年 3 月 1 日の流通レートである US\$ 1.0 = VND 13,870 (=114 円)を用いる。
- (4) 建設工事は国際競争入札及び国内競争入札により選定された経験有る請負者により施工されるものとする。
- (5) 工事の施工単価は現地調査において確認された労務者賃金、建設材料、建設機械のコストを勘案し決定する。さらに、ベトナム及び他のアジア諸国における類似プロジェクトの入札データを反映する。積算に使用された労務賃金、建設材料、建設機械のコストを表 8.1、8.2 ならびに 8.3 に示す。

8.2.2 積算方法

各コスト要素に対する積算は以下の方法により実施した。

(1) 準備工事 (Lot L-1 から L-3)

アクセス道路の建設費は路線延長と単位路線長当たりの単価 (200 US\$/m) により積算した。EVN ベースキャンプの建設費は、パキスタンにおける他の類似プロジェクトの事例より算定した。

(2) 土木工事 (Lot I-1-3/4 と Lot I-2-3/4)

仮排水トンネル、本体土木工事ならびに灌漑施設の建設費は、原則的に単価積算方式を採用した。土木工事の仮設費用 (事務所、宿舎、工事用道路、給電・給水施設、通信設備等) については、直接工事費の 10%を別途計上した。この数値はハムトワ・ダミ水力の入札実績に基づくものである。工事数量及び積算単価を表 8.9、8.10、8.11 及び 8.12 に示す。

(3) 機械工事 (Lot I-3-3/4)

単価積算方式を採用した。鋼構造物の重量は、その寸法と設計水圧に基づき算定した。単価は最近の類似設備の国際入札データに基づき定めた。

(4) 電機工事(Lot I-4-3/4 と Lot I-5-3/4)

一括積算方式を採用した。価格は、設計水頭、流量、定格出力、寸法、台数、機器重量ならびに最近の類似設備の国際入札データ等を考慮し算定した。

(5) エンジニアリングサービス

詳細設計、調達作業、及び施工監督に関わるエンジニアリングサービスの費用は直接工事費の 7.5 % とした。

(6) 管理費用

プロジェクトの管理者である EVN の管理費用は、直接工事費の 0.7 % とした。

(7) 土地収用および補償費用

土地収用、補償ならびに環境対策費は直近の環境調査で得られたデータをもとに算定した。その内訳は環境調査報告書の図 D15 に記載のとおりである。

(8) 税金

建設契約ならびにエンジニアリングサービスに対して 5%の付加価値税 (VAT) を計上した。

(9) 予備費

事業費に含めるべき予備費は i) 将来の物価上昇に対する価格予備費、及び ii) 現時点では予見不可能な物理的予備費である。

価格予備費は US\$建ての内外貨双方に対して年率 1.0 % で算定した。このレートは過去 10 年間の日本における GDP デフレーター (年率 0.8%) を基に決定した。

また、物理的予備費の算定に際しては、各ベースコストに対する物理的予備費の割合を以下の通り設定した。

物理的予備費

ベースコストの項目	ベースコストに対する物理的予備費の割合
準備工事 (L-1 to L-3)	10 %
仮排水トンネル (I-1)	10 %
土木工事 (I-2)	10 %
機電工事 (I-3 to I-5)	5 %
エンジニアリングサービス	10 %
管理費	10 %
土地収用および補償費用	10 %

8.2.3 総事業費

総事業費は、外貨分 US\$ 423.4 x 10⁶、内貨分 US\$ 313.7 x 10⁶、総計 US\$ 737.1 x 10⁶ と見積もられた。その内訳は表 8.4, 8.5 及び 8.6. に示す通りであり、以下の通り要約される。

積算事業費 (1)

(単位：百万 US\$)

項目	外貨分	内貨分	計
I. ベースコスト	368.4	270.4	638.8
建設費	333.4	219.6	553.0
エンジニアリングサービス	31.1	10.4	41.5
管理費	0.0	3.9	3.9
土地収用および補償費	3.9	6.7	10.6
税金	0.0	29.8	29.8
II. 予備費	55.0	43.3	98.3
価格予備費	26.0	17.9	43.9
物理的予備費	29.0	25.4	54.4
総事業費	423.4	313.7	737.1

積算事業費 (2)

(単位：百万 US\$)

項目	プロジェクト		計
	No.3	No.4	
I. ベースコスト	343.9	294.9	638.8
建設費	293.4	259.6	553.0
エンジニアリングサービス	22.0	19.5	41.5
管理費	2.1	1.8	3.9
土地収用および補償費	10.6	0.0	10.6
税金	15.8	14.0	29.8
II. 予備費	52.6	45.7	98.3
価格予備費	22.6	21.3	43.9
物理的予備費	30.0	24.4	54.4
総事業費	396.5	340.6	737.1

積算の内訳書を下記の付表に示す。

- | | |
|----------------|------------------|
| 1) 準備工事 | : 表 8.7 及び 8.8 |
| 2) 仮排水トンネル | : 表 8.9 及び 8.10 |
| 3) 土木工事 | : 表 8.11 及び 8.12 |
| 4) ゲート及びベンストック | : 表 8.13 及び 8.14 |
| 5) 機電工事 | : 表 8.15 及び 8.16 |

8.2.4 年間支出計画

年間支出想定は積算事業費と事業工程より表 8.17, 8.18 及び 8.19 に示す通り算定された。以下にその要約を示す。

年間支出計画

(単位：百万 US\$)

年	外貨分	内貨分	計
2001	5.2	2.7	7.9
2002	6.6	11.8	18.4
2003	17.4	26.8	44.2
2004	40.1	42.4	82.5
2005	72.6	62.3	134.9
2006	127.1	76.3	203.4
2007	121.2	72.3	193.5
2008	29.6	18.3	47.9
2009	3.6	0.6	4.2

表 8.1 勞務費

Particular	Unit	LC (VND.)	FC (US\$)
Foreman, foreign	m.d.		200
Foreman	m.d.	150,000	
Equipment operator	m.d.	100,000	
Assistant operator	m.d.	50,000	
Driver	m.d.	100,000	
Rigger	m.d.	120,000	
Carpenter	m.d.	100,000	
Concrete worker	m.d.	75,000	
Driller	m.d.	80,000	
Rebar worker	m.d.	80,000	
Skilled labor	m.d.	120,000	
Common labor	m.d.	60,000	

表 8.2 主要資材單價

Material	Unit	LC (VND.)	FC (US\$)
Light oil	lit.	3,600	
Gasoline	lit.	4,500	
Electricity	kWh	970	
Portland cement	ton	1,100,000	
AE agent	kg	20,000	
Deformed bar	ton	5,000,000	
Dynamite, in open	kg	25,000	
Dynamite, in tunnel	kg	32,000	
ANFO	kg	10,000	
Electric detonator	no.	60,000	
Timber	cu.m	1,600,000	
Plywood	cu.m	1,600,000	
Metal form	m ²	500,000	
Cross bit, 65 mm	no.		260.0
Drilling rod, 38mm, L=3.0m	no.		360.0
Joint sleeve, 38 mm	no.		80.0
Shank rod, 38 mm	no.		230.0

表 8.3 建設機械の機械費用

Equipment	Unit	LC (VND)	FC (US\$)	Total (US\$ equiv.)
Bulldozer, 21 t	hr	429	36.9	45.5
Bulldozer, 32 t	hr	626	50.6	63.1
Bulldozer, 44 t	hr	823	66.5	82.9
Bulldozer, 66 t	hr	1,205	97.3	121.4
Bulldozer, w/ripper, 21 t	hr	486	40.3	50.0
Bulldozer, w/ripper, 32 t	hr	624	50.1	62.6
Bulldozer, w/ripper, 44 t	hr	856	68.8	86.0
Bulldozer, w/ripper, 66 t	hr	1,257	101.1	126.2
Wheel loader, 2.3 m ³	hr	252	21.4	26.4
Wheel loader, 2.9 m ³	hr	296	25.0	31.0
Wheel loader, 3.5 m ³	hr	384	32.6	40.3
Wheel loader, 4 m ³	hr	467	39.6	48.9
Wheel loader, 4.5 m ³	hr	559	47.4	58.5
Wheel loader, 5.4 m ³	hr	848	71.8	88.8
Wheel loader, 11 m ³	hr	1,647	139.6	172.5
Backhoe, 0.8 m ³	hr	224	21.6	26.1
Backhoe, 1 m ³	hr	277	26.7	32.2
Backhoe, 1.2 m ³	hr	327	31.6	38.1
Backhoe, 1.5 m ³	hr	388	37.5	45.2
Dump truck, 11 t	hr	129	9.7	12.2
Dump truck, 20 t	hr	282	22.7	28.3
Dump truck, 32 t	hr	386	30.3	38.1
Dump truck, 46 t	hr	512	40.2	50.5
Dump truck, 60 t	hr	666	52.3	65.6
Crawler drill, air, 180 kg	hr	197	18.6	22.5
Crawler drill, hyd., 150 kg	hr	676	63.8	77.3
Crawler drill, hyd., 180 kg	hr	751	70.9	85.9
Wheel jumbo, 2boom, 150 kg	hr	2,160	172.1	215.3
Wheel jumbo, 3boom, 150 kg	hr	3,078	245.3	306.9
Tamping roller, pull, 13.5-20.7t	hr	131	10.9	13.6
Vibrating roller, 3-5t	hr	131	11.2	13.8
Vibrating roller, 11-12t	hr	415	35.6	43.9
Vibrating roller, 15-18t	hr	586	50.2	61.9
Agitator truck, 3 m ³	hr	93	8.0	9.8
Agitator truck, 4.5 m ³	hr	135	11.6	14.3
Concrete pumpcar, 60 m ³ /hr, boom	hr	428	36.4	44.9
Concrete pumpcar, 100 m ³ /hr, boom	hr	635	54.0	66.7
Sprinkler truck, 10 kl	hr	135	11.4	14.1

表 8.4 総括事業費 (No. 3 + No. 4プロジェクト)

Description	F.C. (million US\$)	L.C. (million US\$)	Total (million US\$)
I. Base Cost			
(1) Preparatory Works (LCB)			
L-1 : Access road	0.0	9.4	9.4
L-2 : Base camp	0.0	4.0	4.0
L-3 : Power supply system	0.0	0.6	0.6
Sub-total (1)	0.0	14.0	14.0
(2) Main Construction Works (ICB)			
I-1-3/4 : Diversion Tunnel	22.0	20.2	42.2
I-2-3/4 : Main Civil Works	154.9	162.3	317.2
I-3-3/4 : Hydromechanical Works	35.9	6.4	42.3
I-4-3/4 : Hydroelectrical Works	114.7	12.8	127.5
I-5-3/4 : Transmission Line	5.9	3.9	9.8
Sub-total (2)	333.4	205.6	539.0
Sub-total (1)+(2)	333.4	219.6	553.0
(3) Engineering Service	31.1	10.4	41.5
(4) Administration	0.0	3.9	3.9
(5) Land Compensation and Resettlement	3.9	6.7	10.6
Sub-total (1) to (5)	368.4	240.6	609.0
(6) Tax	0.0	29.8	29.8
Sub-total I (Base cost)	368.4	270.4	638.8
II. Contingency			
Price Contingency	26.0	17.9	43.9
Physical Contingency	29.0	25.4	54.4
Sub-total II (Contingency)	55.0	43.3	98.3
Total Project Cost	423.4	313.7	737.1

表 8.5 総括事業費(No.3プロジェクト)

Description	F.C. (million US\$)	L.C. (million US\$)	Total (million US\$)
I. Base Cost			
(1) Preparatory Works (LCB)			
L-1 : Access road	0.00	4.00	4.00
L-2 : Base camp	0.00	2.00	2.00
L-3 : Power supply system	0.00	0.50	0.50
Sub-total (1)	0.00	6.50	6.50
(2) Main Construction Works (ICB)			
I-1-3 : Diversion Tunnel	13.00	11.70	24.70
I-2-3 : Main Civil Works	88.80	89.20	178.00
I-3-3 : Hydromechanical Works	18.00	3.20	21.20
I-4-3 : Hydroelectrical Works	52.10	5.80	57.90
I-5-3 : Transmission Line	3.10	2.00	5.10
Sub-total (2)	175.00	111.90	286.90
Sub-total (1)+(2)	175.00	118.40	293.40
(3) Engineering Service	16.50	5.50	22.00
(4) Administration	0.00	2.10	2.10
(5) Land Compensation and Resettlement	3.90	6.70	10.60
Sub-total (1) to (5)	195.40	132.70	328.10
(6) Tax	0.00	15.80	15.80
Sub-total I (Base cost)	195.40	148.50	343.90
II. Contingency			
Price Contingency	13.10	9.50	22.60
Physical Contingency	15.90	14.10	30.00
Sub-total II (Contingency)	29.00	23.60	52.60
Total Project Cost	224.40	172.10	396.50

表 8.6 総括事業費(No. 4プロジェクト)

Description	F.C. (million US\$)	L.C. (million US\$)	Total (million US\$)
I. Base Cost			
(1) Preparatory Works (LCB)			
L-1 : Access road and bridge	0.0	5.4	5.4
L-2 : Base camp	0.0	2.0	2.0
L-3 : Power supply system	0.0	0.1	0.1
Subtotal (1)	0.0	7.5	7.5
(2) Main Construction Works (ICB)			
I-1-4 : Diversion Tunnel	9.0	8.5	17.5
I-2-4 : Main Civil Works	66.1	73.1	139.2
I-3-4 : Hydromechanical Works	17.9	3.2	21.1
I-4-4 : Hydroelectrical Works	62.6	7.0	69.6
I-5-4 : Transmission Line	2.8	1.9	4.7
Subtotal (2)	158.4	93.7	252.1
Subtotal (1)+(2)	158.4	101.2	259.6
(3) Engineering Service	14.6	4.9	19.5
(4) Administration	0.0	1.8	1.8
(5) Land Compensation and Resettlement	0.0	0.0	0.0
Subtotal (1) to (5)	173.0	107.9	280.9
(6) Tax	0.0	14.0	14.0
Subtotal I (Base cost)	173.0	121.9	294.9
II. Contingency			
Price Contingency	12.9	8.4	21.3
Physical Contingency	13.1	11.3	24.4
Subtotal II (Contingency)	26.0	19.7	45.7
Total Project Cost	199.0	141.6	340.6

表 8.7 準備工事費内訳 (No.3プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		FC	Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC		FC	LC	
Lot L-1 Access Road						0	4,000	4,000
Access road	km	10	0.0	200,000		0	2,000	2,000
Improvement of Route-20	km	40	0.0	50,000		0	2,000	2,000
Lot L-2 Basecamp						0	2,000	2,000
Base camp	LS					0	2,000	2,000
Lot L-3 Power supply system						0	450	450
Construction power supply	km	30	0.0	15,000		0	450	450
Total							6,450	6,450

表 8.8 準備工事費内訳 (No.4プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		FC	Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC		FC	LC	
Lot L-1 Access Road						0	5,420	5,420
Access road	km	25	0.0	200,000		0	5,000	5,000
Bridge	m ²	420	0.0	1,000		0	420	420
Lot L-2 Basecamp						0	2,000	2,000
Base camp	LS					0	2,000	2,000
Lot L-3 Power supply system						0	120	120
Construction power supply	km	8		15,000		0	120	120
Total							7,540	7,540

表 8.9 仮排水トンネル工事費内訳 (No.3プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		FC	Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC		FC	LC	
1) Site installation		10%				1,185	1,065	2,250
2) River diversion work						11,851	10,648	22,499
Excavation, tunnel	m ³	227,096	26.0	16.0		5,905	3,634	9,538
Tunnel supporting work	LS	25%				1,476	908	2,385
Concrete, lining	m ³	44,287	52.0	73.0		2,303	3,233	5,536
Re-bar	t	1,771	10.0	755.0		18	1,337	1,355
U/S cofferdam, clay	m ³	58,000	2.6	1.7		151	99	249
U/S cofferdam, rock	m ³	322,000	3.8	2.3		1,224	741	1,964
Others (open works, etc.)		7%				775	697	1,472
Total						13,036	11,713	24,749

表 8.10 仮排水トンネル工事費内訳 (No.4プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		FC	Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC		FC	LC	
1) Site installation		10%				817	773	1,590
2) River diversion work						8,172	7,729	15,901
Excavation, tunnel	m ³	174,521	26.0	16.0		4,538	2,792	7,330
Tunnel supporting work	LS	25%				1,134	698	1,832
Concrete, lining	m ³	35,484	55.0	75.0		1,952	2,661	4,613
Re-bar	t	1,419	10.0	755.0		14	1,072	1,086
Others (open works, etc.)		7%				535	506	1,040
Total						8,990	8,502	17,491

表 8.11 土木工事費内訳 (No.3プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
1) Site installation		10.0%			8,076	8,105	16,181
2) Dam					28,556	22,302	50,858
Excavation, common	m ³	631,000	1.7	1.2	1,073	757	1,830
Excavation, rock	m ³	162,000	4.8	2.7	778	437	1,215
Embankment, clay	m ³	39,000	2.6	1.7	101	66	168
Embankment, filter	m ³	2,560	16.6	8.7	42	22	65
Embankment, rock	m ³	4,104,700	3.6	2.2	14,777	9,030	23,807
Embankment, crusher run	m ³	171,000	13.9	7.1	2,377	1,214	3,591
Embankment, selected rock	m ³	285,000	4.9	3.0	1,397	855	2,252
Embankment, random fill	m ³	110,000	1.9	1.1	209	121	330
Concrete, structure	m ³	2,600	30.0	63.0	78	164	242
Concrete, face slab	m ³	47,500	54.0	71.0	2,565	3,373	5,938
Re-bar	t	3,904	10.0	675.0	39	2,635	2,674
Grout work							
Blanket grout	m	7,700	33.0	22.0	254	169	424
Curtain grout	m	52,600	57.0	38.0	2,998	1,999	4,997
Others		7%			1,868	1,459	3,327
3) Spillway					7,532	13,686	21,219
Excavation, common	m ³	1,040,600	1.7	1.2	1,769	1,249	3,018
Excavation, rock	m ³	260,200	4.8	2.7	1,249	703	1,952
Concrete, structure	m ³	124,360	30.0	63.0	3,731	7,835	11,565
Concrete, replaced	m ³	10,140	25.0	48.0	254	487	740
Re-bar	t	3,731	10.0	675.0	37	2,518	2,556
Others		7%			493	895	1,388
4) Power intake					2,490	2,272	4,762
Excavation, common	m ³	402,500	1.7	1.2	684	483	1,167
Excavation, rock	m ³	140,600	4.8	2.7	675	380	1,055
Excavation, tunnel	m ³	4,550	26.0	16.0	118	73	191
Excavation, shaft	m ³	8,600	42.0	28.0	361	241	602
Concrete, structure	m ³	2,000	30.0	63.0	60	126	186
Concrete, tunnel	m ³	1,600	52.0	73.0	83	117	200
Concrete, shaft	m ³	5,510	62.0	79.0	342	435	777
Re-bar, open	t	80	10.0	675.0	1	54	55
Re-bar, tunnel	t	64	10.0	755.0	1	48	49
Re-bar, shaft	t	220	10.0	755.0	2	166	169
Others		7%			163	149	312
5) Headrace tunnel					32,185	31,579	63,764
Excavation, tunnel	m ³	547,044	26.0	16.0	14,223	8,753	22,976
Tunnel supporting work	LS	30%	0.0	0.0	4,267	2,626	6,893
Concrete, lining	m ³	152,470	52.0	73.0	7,928	11,130	19,059
Re-bar	t	6,099	10.0	755.0	61	4,605	4,666
Work adit	m	1,200	3,000.0	2,000.0	3,600	2,400	6,000
Others (portal work, grout work etc.)		7%			2,106	2,066	4,172
6) Surge tank					2,543	2,220	4,763
Excavation, common	m ³	84,200	1.7	1.2	143	101	244
Excavation, rock	m ³	6,200	4.8	2.7	30	17	47
Excavation, shaft	m ³	35,660	42.0	28.0	1,498	998	2,496
Tunnel supporting work	LS	20%	0.0	0.0	300	200	499
Concrete, lining	m ³	6,499	62.0	79.0	403	513	916
Re-bar	t	325	10.0	755.0	3	245	249
Others		7%			166	145	312
7) Penstock					1,243	1,102	2,345
Excavation, tunnel	m ³	14,436	26.0	16.0	375	231	606
Excavation, inclined shaft	m ³	6,519	60.0	40.0	391	261	652
Tunnel supporting work	LS	20%	0.0	0.0	153	98	252
Concrete, backfill	m ³	6,022	40.0	64.0	241	385	626
Re-bar	t	72	10.0	755.0	1	55	55
Others		7%			81	72	153
8) Powerhouse and switch yard					5,996	7,510	13,506
Excavation, common	m ³	98,000	1.7	1.2	167	118	284
Excavation, rock	m ³	350,000	4.8	2.7	1,680	945	2,625
Concrete, structure	m ³	35,000	38.0	72.0	1,330	2,520	3,850
Re-bar	t	2,720	10.0	675.0	27	1,836	1,863
Building and utility works	LS				2,400	1,600	4,000
Others		7%			392	491	884
9) Power outlet					215	383	597
Excavation, common	m ³	3,074	1.7	1.2	5	4	9
Excavation, rock	m ³	7,172	4.8	2.7	34	19	54
Concrete, structure	m ³	4,221	38.0	72.0	160	304	464
Re-bar	t	45	10.0	675.0	0	31	31
Others	LS	7%			14	25	39
Total					88,835	89,160	177,995

表 8.12 土木工事費内訳 (No. 4プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
1) Site installation		10%			6,012	6,648	12,660
2) Dam					13,810	8,246	22,055
Excavation, common	m ³	255,000	1.8	1.3	459	332	791
Excavation, rock	m ³	36,000	5.2	2.9	187	104	292
Embankment, core	m ³	370,000	2.6	1.7	962	629	1,591
Embankment, filter	m ³	111,000	18.0	9.8	1,998	1,088	3,086
Embankment, rock	m ³	1,763,000	4.3	2.5	7,581	4,408	11,988
Grout work							
Blanket grout	m	7,700	33.0	22.0	254	169	424
Curtain grout	m	25,700	57.0	38.0	1,465	977	2,442
Others		7%			903	539	1,443
3) Spillway					11,044	20,148	31,192
Excavation, common	m ³	1,268,000	1.8	1.3	2,282	1,648	3,931
Excavation, rock	m ³	317,000	5.2	2.9	1,648	919	2,568
Concrete, structure	m ³	181,240	32.0	64.0	5,800	11,599	17,399
Concrete, replaced	m ³	19,860	27.0	50.0	536	993	1,529
Re-bar	t	5,437	10.0	675.0	54	3,670	3,724
Others		7%			722	1,318	2,041
4) Power intake					1,716	1,661	3,378
Excavation, common	m ³	148,000	1.8	1.3	266	192	459
Excavation, rock	m ³	114,800	5.2	2.9	597	333	930
Excavation, tunnel	m ³	2,300	26.0	16.0	60	37	97
Excavation, shaft	m ³	6,540	42.0	28.0	275	183	458
Concrete, structure	m ³	1,780	32.0	64.0	57	114	171
Concrete, tunnel	m ³	1,610	47.0	75.0	76	121	196
Concrete, shaft	m ³	4,360	62.0	79.0	270	344	615
Re-bar, open	t	71	10.0	675.0	1	48	49
Re-bar, tunnel	t	64	10.0	755.0	1	49	49
Re-bar, shaft	t	174	10.0	755.0	2	132	133
Others		7%			112	109	221
5) Headrace tunnel					23,303	24,177	47,480
Excavation, tunnel	m ³	435,200	26.0	16.0	11,315	6,963	18,278
Tunnel supporting work	LS	20%			2,263	1,393	3,656
Concrete, lining	m ³	119,201	47.0	75.0	5,602	8,940	14,543
Re-bar	t	4,768	10.0	755.0	48	3,600	3,648
Work adit	m	850	3000.0	2000.0	2,550	1,700	4,250
Others (portal work, grout work etc.)		7%			1,524	1,582	3,106
6) Surge tank					1,523	1,358	2,882
Excavation, common	m ³	56,600	1.8	1.3	102	74	175
Excavation, rock	m ³	9,800	5.2	2.9	51	28	79
Excavation, shaft	m ³	19,927	42.0	28.0	837	558	1,395
Tunnel supporting work	LS	20%			167	112	279
Concrete, lining	m ³	4,266	62.0	79.0	264	337	601
Re-bar	t	213	10.0	755.0	2	161	163
Others		7%			100	89	189
7) Penstock					1,294	1,137	2,431
Excavation, tunnel	m ³	13,235	26.0	16.0	344	212	556
Excavation, inclined shaft	m ³	7,843	60.0	40.0	471	314	784
Tunnel supporting work	LS	20%			163	105	268
Concrete, backfill	m ³	5,917	39.0	64.0	231	379	609
Re-bar	t	71	10.0	755.0	1	54	54
Others		7%			85	74	159
8) Powerhouse and switch yard					7,193	9,342	16,535
Excavation, common	m ³	420,000	1.8	1.3	756	546	1,302
Excavation, rock	m ³	340,000	5.2	2.9	1,768	986	2,754
Concrete, structure	m ³	44,100	40.0	74.0	1,764	3,263	5,027
Re-bar	t	3,460	10.0	675.0	35	2,336	2,370
Building and utility works	LS				2400	1,600	4,000
Others		7%			471	611	1,082
9) Power outlet					238	412	650
Excavation, common	m ³	3,182	1.8	1.3	6	4	10
Excavation, rock	m ³	7,424	5.2	2.9	39	22	60
Concrete, structure	m ³	4,435	40.0	74.0	177	328	506
Re-bar	t	47	10.0	675.0	0	31	32
Others	LS	7%			16	27	43
Total					66,132	73,131	139,263

表 8.13 機械工事費内訳 (No. 3プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
1) Spillway gates	t	699	6,800.0	1,200.0	4,751	838	5,589
2) Intake gates	t	288	6,800.0	1,200.0	1,958	346	2,304
3) Intake trashrack	t	224	3,400.0	600.0	762	134	896
4) Steel penstock	t	2,580	2,975.0	525.0	7,676	1,355	9,031
5) Draft tube gates	t	288	6,800.0	1,200.0	1,958	346	2,304
6) Others		5%			855	151	1,006
Total					17,960	3,169	21,130

表 8.14 機械工事費内訳 (No. 4プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
1) Spillway gates	t	699	6800.0	1200.0	4,751	838	5,589
2) Intake gates	t	279	6800.0	1200.0	1,894	334	2,229
3) Intake trashrack	t	217	3400.0	600.0	737	130	867
4) Steel penstock	t	2,615	2975.0	525.0	7,779	1,373	9,152
5) Draft tube gates	t	279	6800.0	1200.0	1,894	334	2,229
6) Others		5%			853	150	1,003
Total					17,908	3,160	21,068

表 8.15 電機工事費内訳 (No. 3プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
Lot I-4 Hydroelectrical Works					52,100	5,800	57,900
1) Generating equipment	LS				37,700	4,200	41,900
2) Switchgear equipment	LS				14,400	1,600	16,000
Lot I-5 Transmission Line					3,073	2,049	5,122
1) 220 kV transmission line	km	13	236,400	157,600	3,073	2,049	5,122

表 8.16 電機工事費内訳 (No. 4プロジェクト)

Cost Items	Unit	Quantity	Unit price (US\$)		Amount (1000 US\$)		Total
			FC	LC	FC	LC	
Lot I-4 Hydroelectrical Works					62,600	7,000	69,600
1) Generating equipment	LS				44,600	5,000	49,600
2) Switchgear equipment	LS				18,000	2,000	20,000
Lot I-5 Transmission Line					2,837	1,891	4,728
1) 220 kV transmission line	km	12	236,400	157,600	2,837	1,891	4,728

表 8.17 年間支出計画(No.3 + No.4プロジェクト)

Description	F.C. (mio US\$)	L.C. (mio US\$)	Total (mio US\$)	Foreign Currency Portion (mio US\$)							Local Currency Portion (mio US\$)																	
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	
I. Base Cost																												
(1) Preparatory Works (LCB)		9.4	9.4																									9.4
L-1 : Access road		4.0	4.0																									4.0
L-2 : Base camp		0.6	0.6																									0.6
L-3 : Power supply system		14.0	14.0																									14.0
Sub-total (1)																												
(2) Main Construction Works (LCB)		20.2	42.2																									20.2
I-1-3/4 : Diversion Tunnel		154.9	317.2																									154.9
I-2-3/4 : Main Civil Works		35.9	42.3																									35.9
I-3-3/4 : Hydromechanical Works		114.7	127.5																									114.7
I-4-3/4 : Hydroelectrical Works		5.9	9.8																									5.9
I-5-3/4 : Transmission Line																												
Sub-total (2)		333.4	539.0																									333.4
Total (1)+(2)		333.4	539.0																									333.4
(3) Engineering Service		31.1	41.5																									31.1
(4) Administration		3.9	3.9																									3.9
(5) Land Compensation and resettlement		6.7	10.6																									6.7
Sub-total (1) to (5)		368.4	609.0																									368.4
(6) Tax		29.8	29.8																									29.8
Sub-total (base cost)		368.4	638.8																									638.8
II. Contingency																												
Price Contingency		26.0	43.8																									26.0
Physical Contingency		29.0	54.5																									29.0
Sub-total (contingency)		55.0	98.3																									55.0
Total project cost		423.4	737.1																									423.4

表 8.18 年間支出計画(No.3プロジェクト)

Description	F.C. (mio US\$)		L.C. (mio US\$)		Total (mio US\$)		Foreign Currency Portion (mio US\$)										Local Currency Portion (mio US\$)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total		
I. Base Cost																										
(1) Preparatory Works (LCB)																										
L-1 : Access road		4.0																							4.0	
L-2 : Base camp		2.0																							2.0	
L-3 : Power supply system		0.5																							0.5	
Subtotal (1)		6.5																							6.5	
(2) Main Construction Works (LCB)																										
I-1-3 : Diversion Tunnel		13.0		6.5																					13.0	
I-2-3 : Main Civil Works		88.8		13.3																					88.8	
I-3-3 : Hydromechanical Works		18.0		10.4																					18.0	
I-4-3 : Hydroelectrical Works		52.1		2.5																					52.1	
I-5-3 : Transmission Line		3.1		1.7																					3.1	
Subtotal (2)		175.0		6.5																					175.0	
Total (1)+(2)		175.0		6.5																					175.0	
(3) Engineering Service		16.5		2.5																					16.5	
(4) Administration		2.1		1.2																					2.1	
(5) Land Compensation and resettlement		3.9		1.2																					3.9	
Subtotal (1) to (5)		195.4		2.5																					195.4	
(7) Tax		15.8		3.6																					15.8	
Subtotal (base cost)		195.4		2.5																					195.4	
II. Contingency																										
Price Contingency		9.5		0.0																					9.5	
Physical Contingency		14.1		0.2																					14.1	
Subtotal (contingency)		23.6		0.3																					23.6	
Total project cost		224.4		2.8																					224.4	

表 8.19 年間支出計画(No.4プロジェクト)

Description	F.C. (mio US\$)	L.C. (mio US\$)	Total (mio US\$)	Foreign Currency Portion (mio US\$)										Local Currency Portion (mio US\$)											
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
I. Base Cost																									
(1) Preparatory Works (LCB)																									
L-1 : Access road		5.4	5.4																						
L-2 : Base camp		2.0	2.0																						
L-3 : Power supply system		0.1	0.1																						
Subtotal (1)		7.5	7.5																						
(2) Main Construction Works (TCB)																									
I-1.4 : Diversion Tunnel	9.0	8.5	17.5																						
I-2.4 : Main Civil Works	66.1	73.1	139.2																						
I-3.4 : Hydraulomechanical Works	17.9	3.2	21.1																						
I-4.4 : Hydroelectrical Works	62.6	7.0	69.6																						
I-5.4 : Transmission Line	2.8	1.9	4.7																						
Subtotal (2)	158.4	93.7	252.1																						
Total (1)+(2)	158.4	101.2	259.6																						
(3) Engineering Service	14.6	4.9	19.5																						
(4) Administration		1.8	1.8																						
(5) Land Compensation and resettlement																									
Subtotal (1) to (5)	173.0	107.9	280.9																						
(6) Tax		14.0	14.0																						
Subtotal (base cost)	173.0	121.9	294.9																						
II. Contingency																									
Price Contingency	12.9	8.4	21.3																						
Physical Contingency	13.1	11.3	24.5																						
Subtotal (contingency)	26.0	19.7	45.8																						
Total project cost	199.0	141.6	340.7	2.5	2.5	2.5	6.8	14.5	21.7	49.4	68.5	29.6	3.6												