第6章　環　境

(1)　フィジーにおける環境管理

1990年8月アジア開発銀行の技術協力により国家環境管理プロジェクト（NEMP：National Environmental Management Project）が開始され、1992年10月に終了した。NEMPの最も重要な成果はフィジー国家環境方針（NES：The National Environmental Strategy, Fiji; Walting D & Chapes. 1993）が設定されたことで、この中で持続可能な開発や環境法制、自然文化遺産の保護、土地利用等についてのアクションプランが提示されている。この提案に基づき1993年に環境局（DOE：Department of Environment）が設立された。環境法が1996年にフィジーの持続可能開発法案ドラフト（Fiji's Draft Sustainable Development Bill）の名のもとに起草されている。これは議会の承認後に持続的開発法（Sustainable Development Act）となる予定である。この中にEIA（Environmental Impact Assessment）の手続きが述べられており、主として次の手順がふくまれている。

1) EIAの必要性について関連する省、局、法により設立された機関がスクリーニングを行うこと
2) プロジェクトの内容の登録及び公衆に周知するために公表すること
3) 包括的EIAの実施
4) 環境問題調停の過程
5) EIAの見直しと承認及び調停報告書

(2)　本調査におけるEIAの方法

本調査におけるEIAはフィジー環境法に定められた方法に準じて、同時にJICAの環境ガイドライン（JICA 1992）を参考として行うものとする。

本調査における環境アセスメントは、マスタープランにおけるIEE（Initial Environmental Examination）と優先プロジェクトのフィージビリティ調査におけるEIAからなっている。IEE及びEIAで考慮される環境要素は表-6.1に示す通りである。

表-6.1　環境調査要素

(1) 社会環境	(2) 自然環境	(3) 公害
— 住民移転	— 地形・地質	— 大気汚染
— 経済活動	— 土壌浸食	— 水質汚濁
— 交通・公共施設	— 地下水	— 土壌汚染
— 地域分断	— 河川・湖沼	— 騒音・振動
— 考古学的・文化的遺産	— 海岸地域	— 地盤沈下
— 水利権／入会権	— 動植物	— 悪臭
— 公衆衛生	— 気象	— 有害物質*
— 廃棄物	— 景観	
— 被災		

出典　：JICA環境配慮ガイドライン（河川砂防編）
*　　：環境局により指定された項目

IEE ではマスタープランに含まれる各プロジェクトについて、起こり得る環境インパクトを環境マトリクスを用いてそれぞれの環境要素毎に明らかにする。 IEE の結果、有害なインパクトがあると判断された環境要素については選定された優先プロジェクトにおいて、EIA を実施する。定性的及び一部定量的な検討を行い、有害なインパクトを抹消したり、軽減するための対策及び環境保護やモニタリングの計画について提案する。

(3) IEE

マスタープランで提案されたプロジェクトについて施工時と完成後の環境に対する影響を評価した結果は表-6.2 に示す通りである。 5 つの環境要素について無視できないインパクトがあり、13 の環境要素についてはインパクトの生ずる可能性があると推定される。

無視できないインパクトのある環境要素は次の通りである。

1) 移転

放水路や堤防の建設には用地の取得が不可欠であり、この土地に居住する人々の家屋の移転も必要となる。

2) 交通及び生活施設

プロジェクトの建設中には大量の車輌が用いられ、一般の交通に支障を及ぼすほか、放水路や堤防が横断する道路等も橋梁の新設や、工事中の迂回路の設置等が必要となり、交通の障害となる可能性がある。

3) 土砂

放水路、堤防、浚渫等は大規模土工をともない、土砂の運搬や捨土のために土砂や粉塵による汚染が生じる可能性がある。

4) 海岸地域

放水路からの流水がマングローブ林へ流入することにより、土砂の堆積や海水の塩分濃度の低下が生じ、マングローブの育成に影響する可能性がある。 また放水路の運搬する土砂による海水の汚濁や汀線の変化等の可能性がある。

5) 水質汚濁

放水路プロジェクトにおいて、本川流量の減少に伴う本川の水質悪化、放水路の水の滞留、塩水の遡上等による水質汚濁の可能性がある。

表-6.2　　環境調査マトリックス

プロジェクト活動			社会環境									自然環境								公害						
プロジェクトの進捗段階	流域	プロジェクト項目	住民移転	経済活動	交通・公共施設	地域分断	考古学的・文化的遺産	水利権／入会権	公衆衛生	廃棄物	被災	地形・地質	土壌浸食	地下水	河川・湖沼	海岸地域	動植物	気象	景観	大気汚染	水質汚濁	土壌汚染	騒音・振動	地盤沈下	悪臭	有害物質
建設	レワ	放水路	×	△	×			△		×		△				×	△		△		△		△			
		築堤	×	△	△					△											△		△			
	シガトカ	浚渫					△			×											△		△			
	ナンディ	放水路	×	△	×			△		×		△				×			△		△		△			
		捷水路		△	△					△											△		△			
	バ	築堤	△	△	△					△											△		△			
稼動	レワ	放水路						△						△		△	△									
		築堤																								
	シガトカ	浚渫																								
	ナンディ	放水路						△						△		△					×					
		捷水路																								
	バ	築堤																								

×：無視できない影響　　△：影響の生ずる可能性あり　　網：影響なし

第7章　組織法制

(1)　問題点

本調査に係るフィジー国における組織・法制上の問題点として次の6項目があげられる。

1)　水文観測と解析

水文観測と解析は、通信・建設・エネルギー省の上・下水道局水文部が担当しているが、現在の水文観測と解析はデータ収集、蓄積及び解析の点で不十分である。 水文観測所の配置もレワ川流域に集中しており、他の流域では少ない。 連続した観測ができないためにしばしば欠測を生じており、その結果解析についても信頼できない。これらは主として高度の知識と技術を持ったスタッフと予算の不足のためと思われる。

2)　構造的対策による洪水制御

洪水制御対策は農林水産省の土地・水資源局が担当しているが、最近の主な活動は大河川の浚渫である。 本調査で提案された洪水制御のマスタープランは放水路の建設や、築堤のような今までとは異なるタイプのプロジェクトが含まれているので、これらの円滑な建設、運転、維持、管理のために組織・法制を整備する必要がある。 また現在の同局の流域管理及び洪水制御に関するデータ収集や解析、計画立案、プロジェクト評価の技術は限られており、これらを増強する必要がある。

3)　洪水氾濫原における土地利用規制

都市計画法により各流域において人が住む部屋の高さが2.5m（シガトカ）～7.6m（ナウソリ）と規定されているがその根拠は不明である。 この規定はそれぞれの町全体に適用されているが、洪水位は場所により異なるはずである。 適当な洪水被害図に基づく規定を1）に述べた水文部と協議の上定める必要がある。

4)　災害管理

国家災害管理計画は災害の防止、軽減、事前の準備、非常時の行動、救助、復旧、警報等について述べている。 同計画の中で事前準備と早期の警報を強調しているが、これらは発生後の救助より効果的かつ効率的である。 事前準備においては洪水災害地図や関連情報が必要となる。 また緊急の被害調査は救助活動のための基礎となるが、洪水後の被害調査は洪水制御計画の立案のベースになるものである。 前者については上記の管理計画の中で十分述べられているが、後者についてはほとんど述べられておらず、従来フィジーにおいて、この種のデータの蓄積がなされていないので是非実施する必要がある。

5)　土地保全

現在の土地保全活動は研究及びパイロット農場での試験の段階にある。 一方で、土壌浸食は進行している。 最も有効で効率の良い方法を見出して、法制を整備し、土地保全活動を普及する必要がある。

6) 森林及び林業管理

森林法及び農林水産省の森林局が、森林を管理する法律及び国家機関である。 生産に何ら寄与せず広い範囲にわたって森林が消失している。 森林局及び森林会社により植林が行われているが広い荒地が残っている。 徹底的な森林伐採が伐採地に植林することなしに行われており、森林消失の大きな割合を占めている。 また島の西側では広い範囲の森林が火事の拡大によって焼失している。 これらを防止するために、十分な植林、持続可能な森林伐採、野焼の習慣や不慮の火災の防止等が必要である。

(2) 組織法制の改善

上記(1)の問題点を解決するために次に述べる組織法制上の改善を提案する。

1) 流域管理機構及び管理機関の設定

i) 機能別組織の設定

— 審議機能 : 土地保全委員会が責任を持ち、流域管理委員会を新設する。
— 企画監督機能 : 再編成後の土地・水資源局、水文部、河川技術部、土地利用部
— 実施機能 : 大規模プロジェクトのために新設されたプロジェクト事務所、排水委員会の運営部門、土地水資源局の地方事務所

ii) 行政区分

一般行政区分の中央州と西部州と似た区分で、ビチレブ島の小流域も含めて、流域をグループ化した行政区分とする。

2) 水文部を移設し、その拡大された役割について組織を強化する。

— 上下水道局の水文部を土地水資源局に移設する。
— 水文観測所網の改善と管理及び新たに加わった流域管理及び洪水制御の役割を果たすために高度の教育訓練を実施する。
— 必要な財政措置（十分な予算配分）を行う。

3) 構造的対策による洪水制御

— 洪水制御構造的の設計、施工のために関連する省庁からなる特別委員会を設置する。
— 土地・水資源局の河川技術部の技術能力を技術協力、教育を通じて向上させる。
— 建設・運営コストを回収するシステムの検討
— 用地取得及び補償を容易にするためのシステム検討

4) 災害管理における事前準備の強化

— 災害後の系統的な被害評価の促進
— 他の省庁のための災害管理計画（Disaster Management Plan for Other Agencies）の作成促進

5) 土地保全の拡大強化

— 土地借用契約における条文に関する標準とガイドラインの作成及び正当な借地行為の促進

— 土地保全普及のための担当組織の強化

— 土地保全のための大規模な教育訓練の実施

— 土地保全のために奨励と罰則

6) 森林及び林業管理の強化

— 緊急地域の植林

— 森林伐採のより厳しい管理

— 野焼の規制

— 農村林の普及

第8章　流域管理と洪水制御のマスタープラン

8.1　マスタープランの概要

(1)　構造的対策

1)　レワ川

提案された洪水制御対策、放水路と左右岸の築堤の組合せは、経済評価の点で実現性が低いことがわかった。 この対策は 20 年確率洪水流量を対象にしたものであるが、代替案として段階施工を行うことが考えられる。 各種の代替案を比較した結果（5.6 参照）、左岸堤を先行して建設する案が経済的に有効であることがわかったので、マスタープランとしてこの案を採用する。 左岸堤の諸元及び経済効果は表-8.1 に示す通りである。

表-8.1　　レワ川左岸堤の概要

堤防諸元		
設計洪水流量	5,900	m^3/sec （11 年確率洪水流量）
現河道疏通能力	3,800	m^3/sec （ 7 年確率洪水流量）
堤防の長さ	4.5	km
堤防高	3	m
堤防体積	200,000	m^3
事業費	7,350,000	F$
経済評価		
便益	798,000	F$/年
コスト	6,039,000	F$
維持管理費	2,000	F$/年
経済的内部収益率（EIRR）	13.15	%
便益／費用比（B/C）	1.31	
純現在価値（NPV）	1,685,000	F$

割引率：10%

2)　シガトカ川

浚渫案も植林案も経済的な実現性は低い。 植林の経済効果は数字の上では浚渫案より低いが、マスタープランでは植林案を採用する。 経済評価において定量的には、洪水制御による効果のみが考慮されているが、植林の場合はその他に土壌浸食の防止、堆砂の軽減、水資源の保全、水質の保全、動植物や珊瑚礁の多様性の保全、観光への寄与等、計算できない便益があり、これらの便益を考慮すると植林は経済的な実現性をもつものと思われる。

3)　ナンディ川

放水路と捷水路の組合せは経済的に極めて高い実現性を有しているので、この案をマスタープランに採用する。

4)　バ川

左右岸の築堤が経済的に実現可能なので、この案をマスタープランに採用する。

(2) 非構造的対策

次のような対策をマスタープランに採用する。

1) 土地利用規制の改善
   - 洪水氾濫地域における居住地域の区分と制限
   - 農地、雑木林、森林、公園、湿地、池等の貯水または遊水に効果のある地域の保全
   - 土地の嵩上げや家屋構造の改良による耐水性の強化

2) 洪水予警報システムの確立

3) 土壌浸食防止
   - 森林、草地、農地における火災の防止
   - プチベル草の生垣植栽、等高線栽培、堆砂溝やピット等による商業耕作地の改善
   - 小規模農家の農村林整備
   - 河岸保護のための河川沿い森林帯の設置

4) 森林の保全及び植林
   - 既存及び新規指定の保護林の保全
   - 持続可能な林産物の維持
   - 非商業林、荒廃森林、草地や牧草地における植林

5) 組織法制の改善
   - 流域管理に関する機能分担を明確にし、土地保全委員会を機能させる。
   - 流域管理と洪水制御のために流域毎に管理委員会を設立する。
   - 水文観測と解析部門を再編成し、強化する。
   - 洪水制御対策の計画・建設・運営・維持のための新組織の設立。
   - 洪水被害調査を含む災害管理計画を策定する。
   - 土地保全施策普及に係る組織を強化する。
   - 森林及び林業に係る組織を強化する。

8.2 実施工程

マスタープランの実施工程は表-8.2 に示す通りである。構造的対策は、経済便益の高い順に建設する。洪水予警報については予算の集中を避けるため、構造的対策の実施が遅くなる地域を先行する。植林については、シガトカ川を優先して洪水制御に役立てる。それ以外の流域は予算の集中を避け、植林の全体数量と年間可能数量を考慮すると 2015 年以降とせざるを得ない。

表-8.2　マスタープランの実施スケジュール

マスタープランの内容	費用 (千 F$)	実施スケジュール ~2000	2001～2005	2006～2010	2011～2015
I.構造的対策					
(1) レワ川 築堤(延長 4.5km)、(ステップ 1)	7,350			■	
(2) ナンディ川 放水路(延長 3.0km)及び 捷水路(延長 0.25km)	50,950	■	■		
(3) バ川 築堤(延長 13km)	13,170				■
小　計	71,470				
II.非構造的対策					
(1) 土地利用規制の改善	N.A.	■	■	■	
– 居住地域の区分の制限					
– 貯水・遊水効果のある地域の保全					
– 耐水性の向上					
(2) 洪水予警報システムの確立					
– レワ川	1,800	■	■		
– シガトカ川	800		■	■	
– ナンディ川	300			■	■
– バ川	500			■	
小　計	3,400				
(3) 土壌侵食防止	N.A.	■	■	■	■
– 防火					
– 商業耕作地の改善					
– 小規模農家の農村林整備					
– 河川沿いの森林帯					
(4) 植林	21,900	■	■	■	■
– シガトカ川 (232km²)					
– ナンディ、バ、レワ川 (611km²)	–		(2015 年の後で実施される)		
(5) 制度改善	N.A.	■	■		
– 流域管理機構の明確化					
– 管理区の決定と流域管理委員会の設置					
– 水文部の再編・強化					
– 洪水制御対策企画・実施組織の強化					
– 災害管理強化 (事後被害額算定制度構築)					
– 土地保全施策普及に係る組織の強化					
– 森林・林業管理に関する組織・制度強化					
年平均費用 (千 F$)	**5,690**		**8,860**	**2,910**	**4,050**
全事業費 (千 F$)	**96,770**		**62,010 (64%)**	**14,530 (15%)**	**20,230 (21%)**

8.3 マスタープランの評価

(1) 経済評価と財務的考察

1) 投資の規模

公共事業に係る省庁の資本支出、海外無償援助、海外借款は表-8.3 に示す通りである。

表-8.3 年平均公共投資及び海外援助

単位：千フィジードル/年

	平均額 (1991-1995)
政府計	98,000
インフラストラクチャー	40,900
農林水産省	10,700
無償資金協力	5,900
有償資金協力	19,400

注: (1)上記は付加価値税を含まない
(2)インフラストラクチャー；公共事業省（海事局・道路局を含む)、民間航空局及び気象局
(3)農林水産省は林野局を含む

マスタープランの実施に必要な総事業費は F$97.3 百万と推定され、年平均支出額は F$5.7 百万であり、最大の年平均支出額は 2005 年までの F$8.9 百万である。 年平均支出額は政府投資支出の 6%、公共施設投資の 14%及び海外借款の 29%となっている。 最大年平均支出額はそれぞれ 9%、22%及び 46%となっている。 マスタープランの重要性と緊急的必要性を考慮すればマスタープランの実施のために、この程度の規模の予算配分を行うことは極めて妥当であり、かつ可能であると思われる。

2) 経済効果

マスタープランで提案した洪水制御のための構造的対策の経済効果は表-8.4 に示す通りである。

表-8.4 構造的対策の経済評価

流域		レワ	ナンディ	バ
プロジェクト		堤防 (4.5 km) (Step I)	放水路 (3.0 km)と捷水路 (0.25 km)	堤防 (13.0 km)
経済便益	(F$ 1,000/年)	884	8,278	1,446
事業費	(F$ 1,000)	6,005	43,794	11,358
維持費	(F$ 1,000/年)	2	31	8
経済的内部収益率 (EIRR)	(%)	12.2	15.1	10.7
便益／費用比 (B/C)		1.25	1.61	1.08
純現在価値 (NPV)	(F$ 1,000)	1,214	21,143	737

割引率：10%

EIRR の比較対象となるフィジーにおける投資の機会費用は 10%であり、提案した 3 つのプロジェクトは経済的に実施可能と思われる。ナンディ川の放水路と捷水路の組合せが最も経済効果が大きく、次いでレワ川の築堤及びバ川の築堤となっている。

(2) 自然・社会環境評価

マスタープランで提案した構造的対策及び非構造的対策は、環境に対して負の影響を与えるよりはるかに大きい環境改善効果があるものと確信する。マスタープラン調査の段階では、負の影響について詳細な検討は困難であるが、IEE を実施した結果、次のような問題点が生ずる可能性があり、これらについてはフィージビリティ調査において詳細に検討することとする。

1) 無視できない影響が考えられる項目
   - 土地取得、補償及び住民移転
   - 交通や生活施設に及ぼす影響
   - 土工事中の土砂汚染
   - 海岸地域の堆砂及び生態系
   - 水質汚濁

2) 影響があるかもしれない項目
   - 経済活動
   - 水利権及び入会権
   - 地形・地質
   - 地下水
   - 景観
   - 工事中の騒音と振動

8.4 提言

(1) マスタープランの実施

提案された流域管理及び洪水制御に関するマスタープランは、構造的対策であると非構造的対策であるとを問わず、フィジー国の経済発展のために極めて重要な計画であり、目標年の 2015 年までに提案されたスケジュールに従って着々と実施されるべきである。資金については外国からの借款を前提とすれば、またフィジー政府の歳出規模に照らしても、十分調達可能な範囲と思われるが、地域税のような受益者負担のシステムを導入するのも一案であろう。

(2) マスタープランの見直し

マスタープランは現在の社会・経済状態に基づいて策定されたものであり、今後のフィジー国の国策や地域発展に基づいて、5 年ごとに見直されるべきである。例えば、レワ川流域のナウソリ地区における放水路や堤防の建設は現時点では経済効果が小さいが、当該地域はスバ首都圏において重要な位置を占め、今後益々発展するものと思われ、また政策的にもそのように誘導すべきと思われる。5 年後或いは 10 年後には同様の構造的対策により十分な経済効果が得られる可能性がある。

(3) 水力発電の開発

現在ビチレブ島の発電量の 90%はモナサブダム発電所 1 ヶ所により供給されており、何らかの理由による故障のリスクは極めて高い。 目標年の 2015 年には電力需要は現在の 2 倍に達するものと思われ、この需要を満たし、かつリスクを分散するために包蔵水力の大きなレワ川流域上流、中流部の水力発電の開発に早急に着手すべきである。

(4) 河川水質の保全

現在ビチレブ島の 4 大河川の水質はバ川の中流部を除き概ね良好であるといえるが、観光産業を育成するためにも水質汚濁を防止し、改善するために、各水域において守るべき水質基準の設定、水質のモニタリング、工業排水、下水流入の規制、衛生教育の普及等の施策を早急に進めるべきである。

(5) 水文観測と解析の強化

流域管理及び洪水制御計画の基本となるデータは、降雨量や流量などの水文データであり、これらについての観測網整備、確実な観測の実施、データの管理・整備、さらにはこれらを用いた水文解析が可能となるように、十分な人員と予算を配分すべきである。

(6) 洪水被害データの蓄積

洪水制御対策の経済効果を判定するのに、実際に生じた洪水被害に関するデータ（洪水位の痕跡、人員、農作物、家屋、家財、商品、公共施設等の被害額)が不可欠である。 洪水後に系統的に調査し、整理するシステムを作るべきである。

(7) 流域管理のためのデータの蓄積

流域管理の計画に必要な土地利用、土壌浸食、土砂流出、森林保全、植林等に関するデータが少なく、満足のできる精度を持つ計画を立案することが非常に困難である。 これらのデータの収集はフィジーにおいてはまだ緒についたばかりと思われるが、今後これらデータの収集と整備に努力すべきである。

(8) 土地所有制度の見直し

フィジーには独特の土地所有制度がある。 フィジーの土地の 84%は土着フィジー人が所有しており、インド系フィジー人その他には所有権がなく、売買は法律で禁止されているのでリースによってのみ使用可能である。 この制度はいくつかの利点がある反面、公共事業のための土地取得の妨げとなる場合も多く、土地借用者の無関心による土地の荒廃を招く等欠点も多いので何らかの見直しが必要と思われる。

第9章　優先プロジェクトの選定

マスタープランで提案した様々なプロジェクトの中から、フィージビリティ調査の対象となる優先プロジェクトを選定する。マスタープランでは構造的対策と非構造的対策が提案されているが、優先プロジェクトは、洪水制御の効果が明確で著しい前者の中から選定するものとする。

優先プロジェクトの選定に当たって次の要素を比較の対象とした。

1) 現河道疏通能力
2) 受益地の人口
3) 事業費
4) 年平均被害軽減額
5) 経済効果
6) 用地収得及び補償
7) 自然・社会環境に及ぼす環境

各流域の洪水制御対策について上記の各要素を比較して、数値の基準を定めて A（優先度が高い）から D（優先度が殆ど無視し得る）まで 4 段階に分類した。その結果は表-9.1 に示す通りである。

各要素の重要度を総合勘案して最も A が多く、D が少ないナンディ川の放水路と捷水路の組合せをフィージビリティー調査の対象となる優先プロジェクトとした。

表-9.1　優先プロジェクトの選定

Watershed		レワ		シガトカ	ナンディ	バ
洪水対策		放水路・堤防	堤防 (ステップ 1)	浚渫	放水路と捷水路	堤防
現河道疏通能力	生起確率年 (年)	7	7	16	1	5
裨益人口	人　数	10,800	10,800	5,300	9,100	7,700
総事業費	F$ 1,000	153,800	7,770	12,340	50,950	13,170
年平均被害軽減額	F$ 1,000	1,966	884	381	8,278	1,446
経済効果	EIRR (%)	Negative	12.2	2.0	15.1	10.7
用地取得・補償	費　用 (F$ 1,000)	5,000	3,500	0	4,000	1,000
社会・自然環境への影響	重要な悪影響の項目数	5 (16)	1 (5)	1(3)	5 (14)	0 (6)
優先度					1	

* カッコ内の数字は IEE における悪影響の可能性のある項目数

第6章　優先プロジェクトの選定

評価	B	B	D	A	B
評価	A	A	D	B	C
評価	D	A	B	C	B
評価	C	D	D	A	C
評価	D	C	D	A	C
評価	D	C	A	C	A
評価	C	B	B	C	A

第２編　　ナンディ放水路のフィージビリティー調査

第10章　　現地調査

ナンディ川における洪水制御対策として放水路と捷水路が選定された。 本プロジェクトのフィージビリティー調査を実施するに当たって次の現地調査を実施した。

(1)　地形測量

放水路ならびに捷水路の計画地点において、水理諸元の検討、施設計画、ルート選定等の精度向上のため、表-10.1 に示す仕様で測量を実施した。

表-10.1　　地形測量の内容

1) 地形測量	放水路ルート	面積：2.7km²＝0.6km×4.5km 精度：1/2,500
	分流点	面積：0.47km²＝0.4km×1.0km 精度：1/500
	吐口（エコーサウンディング）	面積：1.0km²＝1.0km×1.0km 精度：1/2,500
	捷水路ルート	面積：0.5km²＝0.5km×1.0km 精度：1/2,500
2) 縦横断測量	縦断測量	放水路ルート：4.5km 捷水路ルート：1.0km
	横断測量	放水路ルート：100m 毎、46 断面 捷水路ルート：100m 毎、11 断面

(2)　地質・土質調査

優先プロジェクトの計画地点において、掘削土の処理、盛土材への適否、掘削面の保護等を検討するため、放水路計画ルート沿いの 12 ヶ所でボーリングを実施した。 サイトでの測定項目ならびに室内試験項目は表-10.2 の通りである。

表-10.2　　地質･土質調査の試験項目

試験場所	試験項目	サンプル数
サイト	標準貫入試験	112 回（深さ 1m 毎）
	地下水位、EC	12 回／ボーリング孔
室内	粉度分析	127（深さ 1m 毎）
	比重	127（深さ 1m 毎）
	含水比	129（深さ 1m 毎）
	液性塑性限界	100（深さ 1m 毎）
	圧密	18（深さ 3m と 6m）
	一軸圧縮試験	18（深さ 3m と 6m）

(3) 潮流調査

ナンディ湾に 4 ヶ所測定地点を設置し、流向ならびに流速を測定した。 測点はブイをアンカーにより係留し GPS により座標を求め、計測は大潮時に 25 時間にわたって 1 時間毎に実施した。 合計測定回数は 104 回（4 ヶ所×26 回）であった。

(4) 社会環境調査

優先プロジェクト対象地域における環境影響評価、社会経済分析、土地利用予測、用地買収費算定等の基礎資料とするために実施した。 調査は、地域住民へのアンケート・聞取り調査、交通量調査、地下水利用状況調査、土地利用調査から構成される。

1) 地域住民へのアンケート・聞取り調査

放水路計画地域（2.7km²）及び捷水路計画地域（0.5km²）において、地籍図との比較により家屋ならびに土地所有者を確認し、下記の項目を含むアンケート・聞取り調査を実施した。

調査項目：家族構成、人種･宗教、職歴、収入、家屋の状況、資産価値、農作物の種類等

2) 交通量調査

クイーンズ道路及びエナマヌ道路の 3 地点において、14 時間（6 時～20 時）にわたり車種ごとの交通量を測定した。

3) 地下水利用状況調査

放水路計画地点及びその近郊（6km²）において、既存井戸の確認を行いその座標を GPS により求め、確認された井戸に対し下記の項目の調査を実施した。

調査項目：構造、地下水の深さ、使用目的、使用量、温度ならびに EC

4) 土地利用調査

放水路計画地点及びその近郊（6km²）において、下記の土地利用区分を現地調査にて判別し、既存の地籍図に記入した。

土地利用区分：公共施設、宅地、商業地域、工業地域、飛行場、観光地域、公園、農地、マングローブ、河川、原住民村落

第11章　放水路規模の検討

(1)　設計洪水流量と放水路の規模

本調査における設計洪水流量は確率 20 年流量としているが、これに対処するための洪水制御対策の費用は、フィジー政府の財政負担能力に比べてかなり大きなものとなる可能性がある。 2015 年の目標年次までに確率 20 年流量を処理するためには対策の段階施工も考えられる。 ここでは洪水制御対策の対象流量を確率 20 年流量、15 年流量、10 年流量、5 年流量とした場合の構造物規模、事業費、経済効果について考察する。

各確率洪水流量を設計洪水流量とした場合の流量配分は図-11.1 に示す通りとなり、必要な放水路の断面形状は図-11.2 に示す通りとなる。

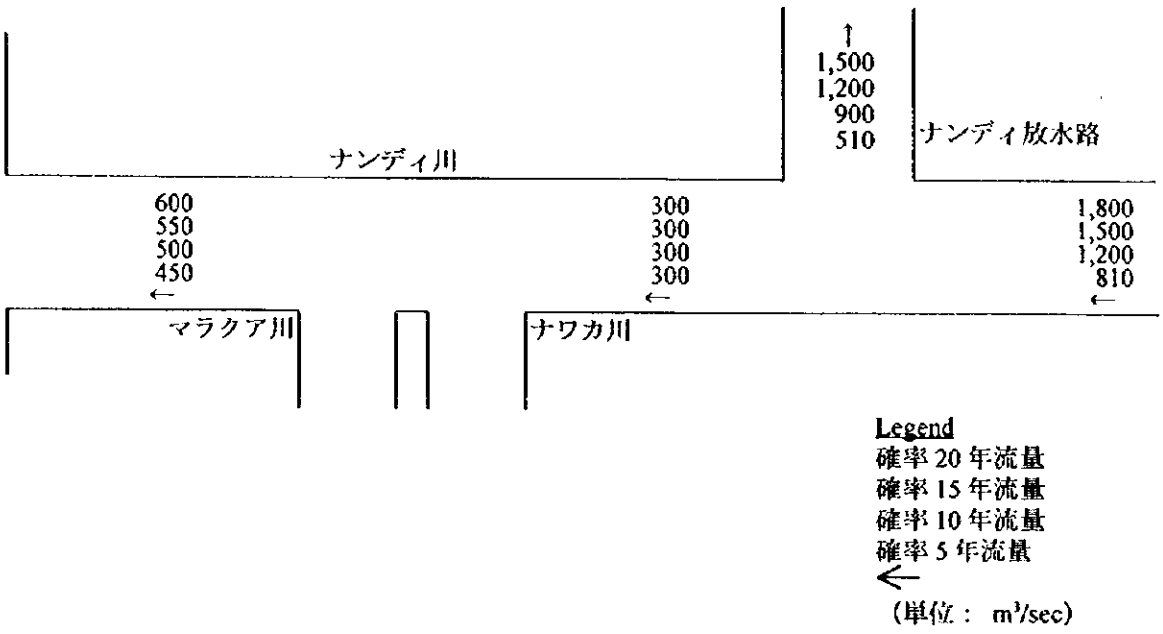


図-11.1　各確率洪水流量に対する流量配分（放水路建設実施後）

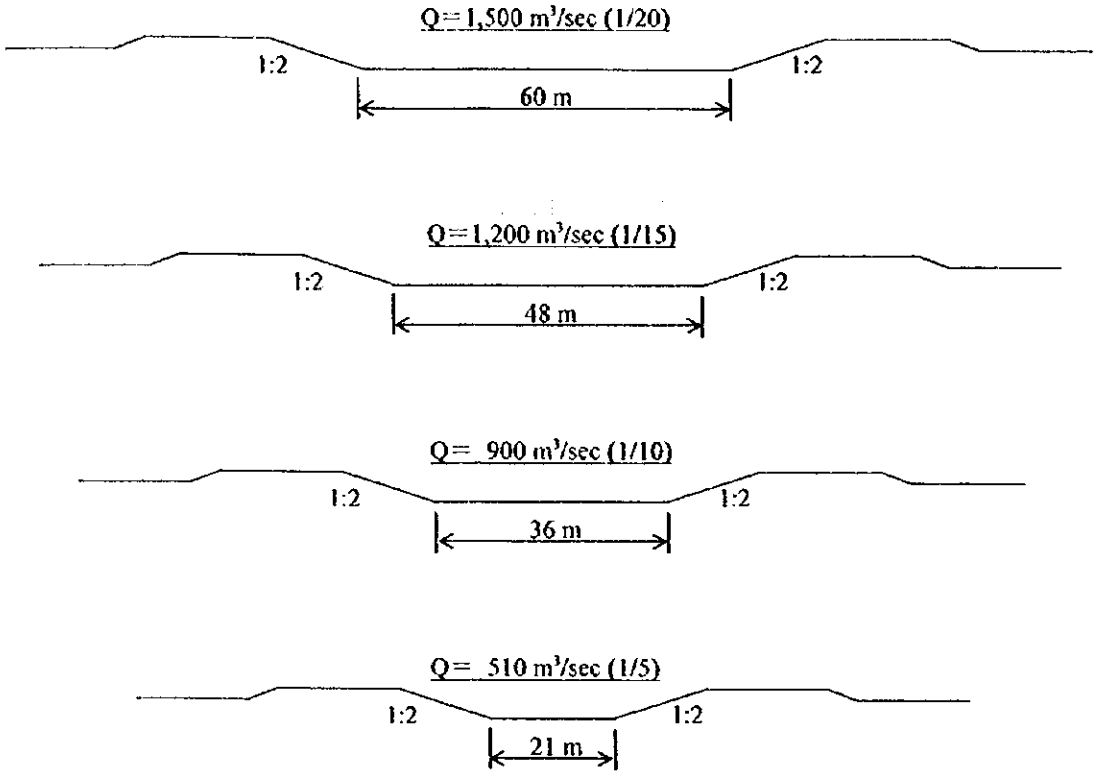


図-11.2　各確率洪水流量に対する放水路の標準断面

(2)　事業費及び経済効果

各確率洪水流量に対応する事業量及び経済効果は表-11.1 及び表-11.2 に示す通りである。表-11.2 により対象確率洪水が 20 年の場合が最も経済効果が高い。また対象確率洪水流量が 10 年未満では経済効果が小さくなるので、段階施工をする場合でも確率洪水流量で 10 年以上とすることが必要である。

表-11.1　財務並びに経済事業費

コスト			プロジェクト規模（洪水生起確率）			
			1/20	1/15	1/10	1/5
財務費用	事業費	(F$ 1,000)	62,940	56,210	50,030	42,420
	年間維持管理費	(F$ 1,000/年)	37	33	29	24
経済費用	事業費	(F$ 1,000)	53,139	47,449	42,203	35,724
	年間維持管理費	(F$ 1,000/年)	36	32	28	24

表-11.2　ナンディ放水路並びに捷水路の経済評価

プロジェクト規模（洪水生起確率）		1/20	1/15	1/10	1/5
年間経済便益	(F$ 1,000/年)	8,278	6,974	5,250	2,070
事業費（経済費用）	(F$ 1,000)	53,139	47,449	42,203	35,724
年間維持管理費（経済費用）	(F$ 1,000/年)	36	32	28	24
EIRR	(%)	14.45	13.67	11.65	5.13
B/C		1.46	1.38	1.17	0.54
NPV	(F$ 1,000)	21,423	15,708	6,167	-14,235

第12章　放水路の予備設計

12.1 水理設計

(1) 基本方針

水理設計の基本方針は次の通りである。

1) ナンディ川分流点における設計洪水流量（確率 20 年洪水量）1,800 m^3/sec の内 1,500 m^3/sec を放水路へ分流し、300m^3/sec を本川に流下させる。 また、本川と支川のナワカ川合流点付近の屈曲部をショートカットすることにより、ナンディ市街地付近の現在疏通能力 250m^3/sec を 300m^3/sec に増加させる。

2) 分水による本川流量の減少に起因する水質悪化を防ぎ、分水路への土砂流入を防いで、本川流下土砂を現状のレベルに保つために、分岐点における分水路の河床高を本川より 1.0m 高くし、分流開始流量を 15m^3/sec とする。年間の日流量の 75%は 15.0m^3/sec 未満であるので流水は年間の 75%は本川のみを流下する。 また本川河床が低いので土砂流出の大部分を占める掃流砂は本川のみを流下する。

3) 分流は自然分流方式とする。 そのためには、ナンディ川と放水路の不等流計算を行い、分流点において両者の水位とエネルギー水頭が一致するように、放水路の諸元を試算により定める。

4) 放水路の工事数量、工事量を少なくするために放水路幅はできるだけ小さくするとともに、海域での施工を容易にするために、放水路吐口敷高はできるだけ高くする。

5) 放水路の海への吐口部において流水が 5° の角度で拡散するものと仮定し、吐口から 1.5km の地点を計算始点とする。 また始点における出発計算水位はナンディ湾の朔望平均満潮位約 EL.0.6m に余裕を考慮して EL.1.0m とする。

6) 放水路は水理計算上は単断面水路とし、法勾配 1：2.0、粗度係数 0.03 とする。

(2) 水理設計の結果

水理設計の結果は各確率洪水流量について表-12.1 に示す通りとなる。 また、本川及び放水路の水位は図-12.1 及び図-12.2 に示す通りである。 ナンディ川本川の分岐地点では河幅を 10m と狭めているので、流速が早くなり水位は低下する。 しかし流れの状態は射流にはならないので、流況は安定している。 放水路は吐口から 2,500m 地点まで河床がレベルであるが、エネルギー勾配で水が流れるので小流量の場合でも流水の停滞は生じない。

表-12.1　放水路並びに捷水路の水理諸元

項目			洪水生起確率			
			1/20	1/15	1/10	1/5
流量	分流点より上流のﾅﾝﾃﾞｨ川		1,800 m³/sec	1,500 m³/sec	1,200 m³/sec	810 m³/sec
	分流点より下流のﾅﾝﾃﾞｨ川		300 m³/sec	300 m³/sec	300 m³/sec	300 m³/sec
	放水路		1,500 m³/sec	1,200 m³/sec	900 m³/sec	510 m³/sec
	分流開始流量		15 m³/sec	15 m³/sec	15 m³/sec	15 m³/sec
分流点	分流位置		ナンディ川河口より 14.6km 地点			
	河床勾配		1/5,000			
	河床高		EL. -1.00 m			
	ナンディ川河床幅		10.0 m	10.0 m	10.0 m	10.0 m
	呑口幅		60.0 m	48.0 m	36.0 m	21.0 m
	分流点での水位		EL. 5.145 m	EL. 5.019 m	EL. 4.899 m	EL. 4.787 m
	現況での分流点の水位		(EL. 13.041 m)	(EL. 11.971 m)	(EL. 10.799 m)	(EL. 10.313 m)
	全水頭		EL. 6.361 m	EL. 6.286 m	EL. 6.219 m	EL. 6.158 m
	流速		4.88 m/sec	4.98 m/sec	5.09 m/sec	5.18 m/sec
	フルード数		0.63	0.65	0.67	0.69
放水路	総延長		約 3,300 m			
	河床勾配		吐口より 2.5 km 地点：水平			
			呑口より 2.5 km 地点： 1/320			
	吐口での底高		EL. -2.500 m			
	呑口での底高		EL. 0.000 m			
	底幅		60.0 m	48.0 m	36.0 m	21.0 m
捷水路	位置		河口より 7.5km 地点と 9.0km 地点の間（延長：250m）			
	河床勾配		1/2,500			
	河床高	7.5 km	EL. -1.000 m			
		9.0 km	EL. -0.900 m			
	河床幅	7.5 km	40.0 m			
		捷水路	30.0 m			
	9.0km 地点での水位		EL. 4.810 m	EL. 4.607 m	EL. 4.395 m	EL. 4.174 m
	9.0km 地点での水位（放水路のみ）		(EL. 5.147 m)	(EL. 4.957 m)	(EL. 4.764 m)	(EL. 4.547 m)
	流速		1.27 m/sec	1.33 m/sec	1.40 m/sec	1.47 m/sec
	フルード数		0.19	0.20	0.22	0.23

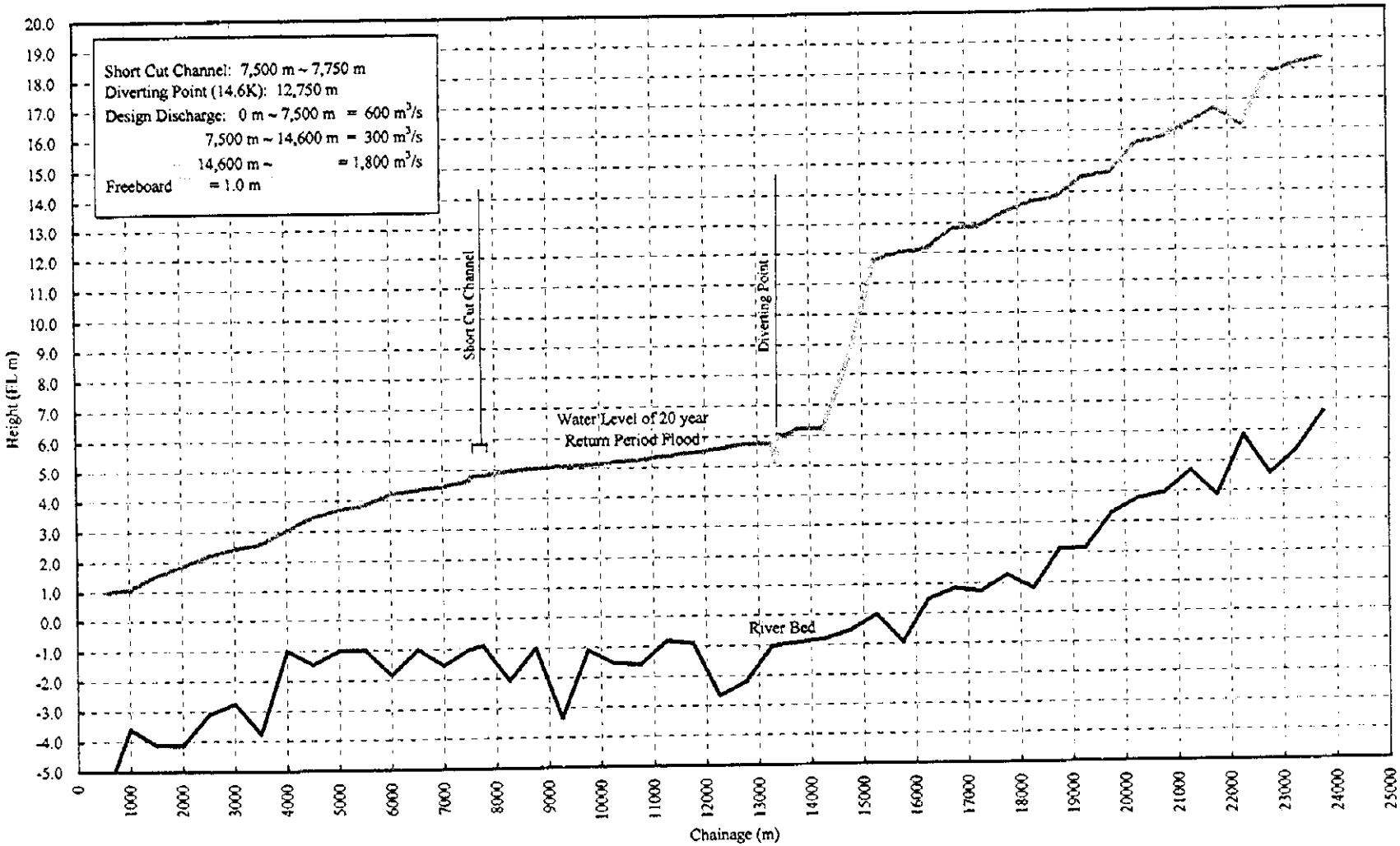


図-12.1　ナンディ川の縦断形状（プロジェクト実施後）

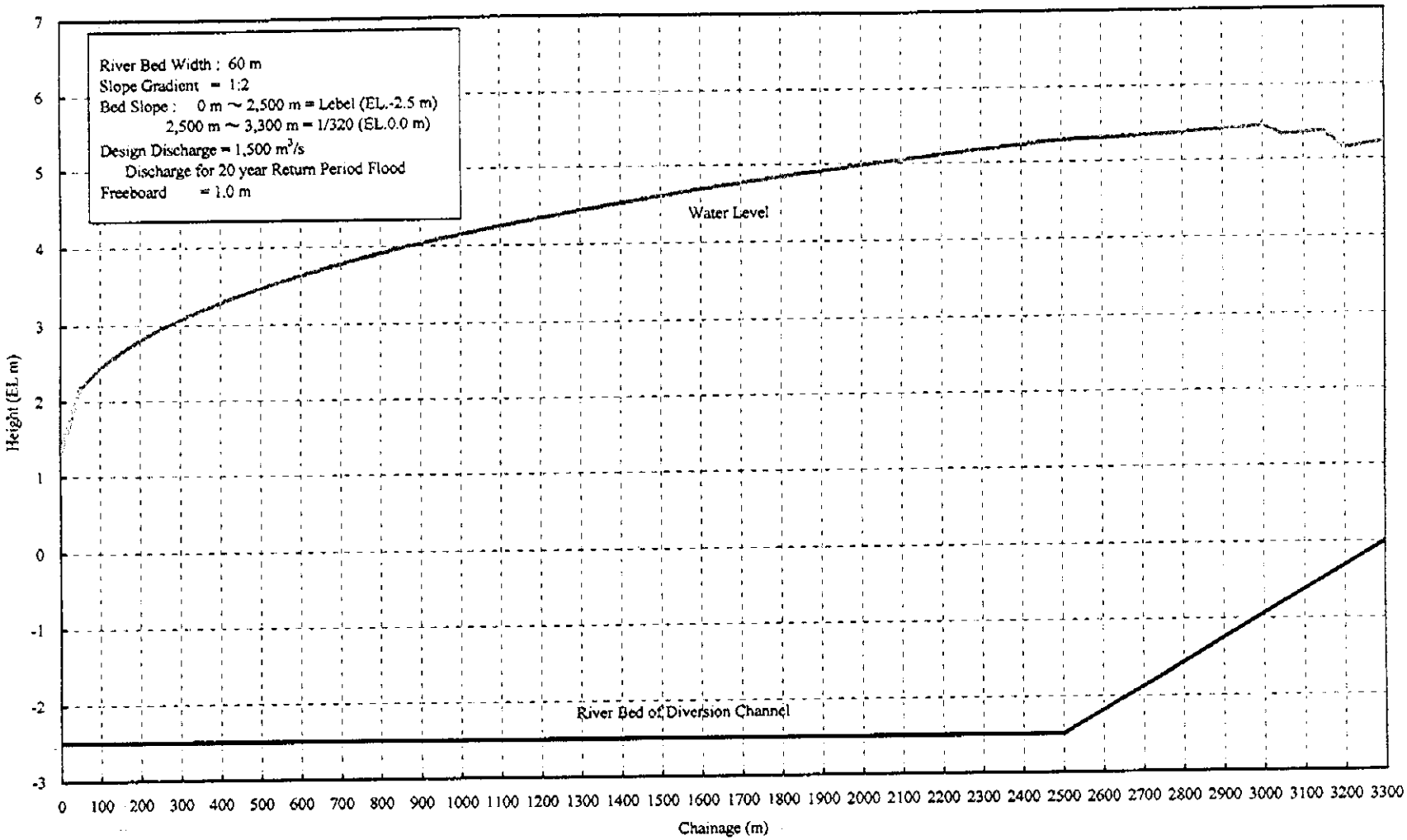


図-12.2　放水路の縦断形状

(3) 結果の考案

1) 本水理設計は一次元の水理解析により行ったものである。 分岐点や自然河川であるナンディ本川の流況を把握するためには今後水理模型実験により、分流量、流況、土砂移動状況等を明らかにする必要がある。

2) 今回の検討の結果によれば、大規模な護岸工や護床工は必要ないと思われるが、水理模型実験により確認する必要がある。

3) ナンディ湾の水位が高潮により EL.3.0 となった場合でも、放水路を設計洪水流量 1,500m³/sec が流下する場合の水位は堤防の余裕高の範囲におさまり堤防を超えることはない。

4) 塩水の遡上について概略検討すると、その範囲は吐口から約 2.0km～3.1km と推定される。 放水路の全長が約 3.3km あるので、塩水がナンディ本川に到達する可能性は殆どない。

5) 分岐点における河床高が本川より 1.0m 高いので掃流砂は大部分が本川を流下するものと思われ、放水路に流入する土砂は浮遊砂等の粒径の小さいものである。 これらは海域に放流されるが日常の潮流、波浪により拡散されるので、堆砂の問題は生じないと思われる。

12.2 構造物設計

(1) 設計対象構造物

本調査における設計対象構造物は次の通りとする。

— 放水路
— 捷水路
— 橋梁（クイーンズ道路、トロッコ橋、人道橋）
— その他補償構造物

(2) 放水路

平面線形はマスタープランで比較選定したルート 2 を基本に、次の場所を回避して放水路延長が最短となるように図-12.3 に示す通りとした。

— ナンディ空港の将来拡張計画があり、現滑走路から 300m の範囲
— エナマヌ道路西側の墓地及びナンディ空港の通信施設
— クイーンズ道路と放水路との交差点付近にある補償費の高いマクドナルド店
— クイーンズ道路の西側沿いの伝統秘跡、及び東側沿いの私設墓地
— エナマヌ道路の東側、ナンディ空港拡張予定地の北側にある将来都市計画指定地

縦断形状は水理検討の結果から、吐口より 2,500m をレベル、これより上流本川分岐点までの間の勾配を 1/320 とした。 放水路縦断図は図-12.4 に示す通りである。 放水路は現地形との関係で海側から 1,400m 区間の築堤区間と、それより上流の掘り込み区間に分けられる。

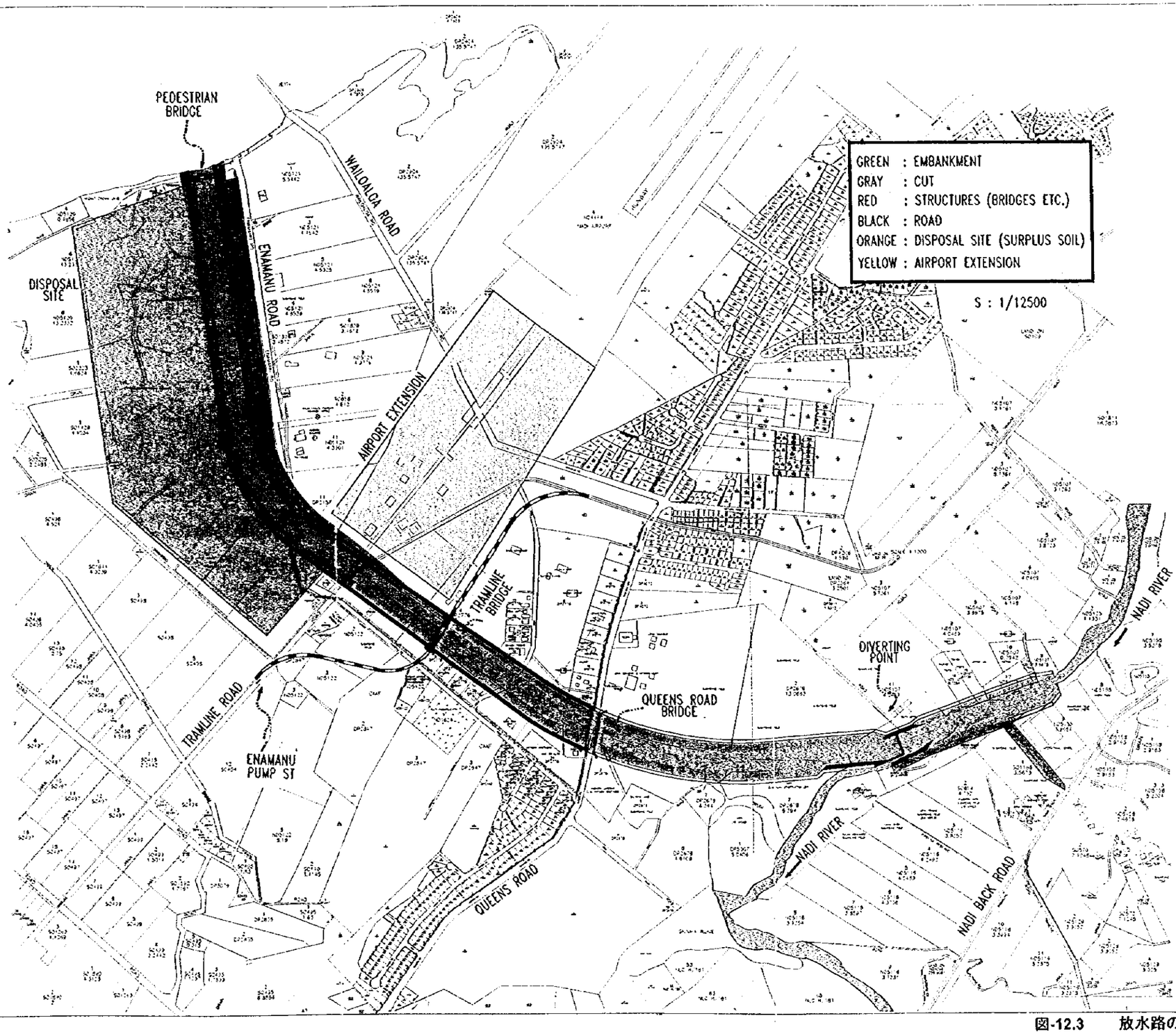
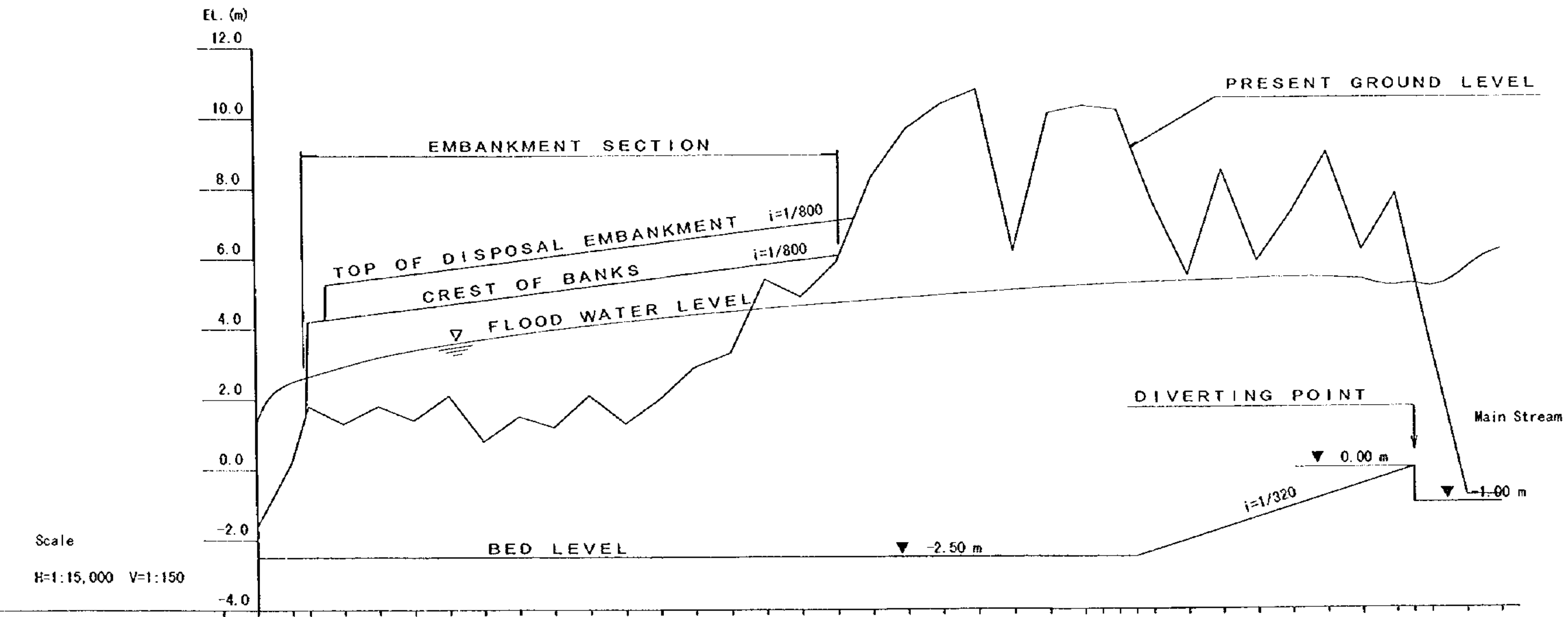


図-12.3　放水路の平面形状



STATION	DISTANCE (m)	PRESENT GROUND LEVEL (EL. m)	FLOOD LEVEL (EL. m)	BED LEVEL (EL. m)	CREST OF BANKS (EL. m)
No. 0 -150	0.00	-1.6	1.32	-2.50	0.00
		0.2			0.00
NO. 0	150	1.8	2.64		4.20
		1.3			
NO. 2	350	1.8	3.19		4.45
		1.4			
NO. 4	550	2.1	3.56		4.70
		0.8			
NO. 6	750	1.5	3.85		4.95
		1.2			
NO. 8	950	2.1	4.09		5.20
		1.3			
NO. 10	1150	2.0	4.30		5.45
		2.9			
NO. 12	1350	3.3	4.48		5.70
		5.4			
NO. 14	1550	4.9	4.65		5.95
		5.9			
NO. 16	1750	8.3	4.81		
		9.7			
NO. 18	1950	10.4	4.95		
		10.8			
NO. 20	2150	6.2	5.08		
		10.1			
NO. 22	2350	10.3	5.20		
	2400				
		10.2			
	2500			-2.50	
NO. 24	2550	7.6	5.30	-2.34	
	2650	5.5			
NO. 26	2750	8.5	5.36	-1.72	
		5.9			
NO. 28	2950	7.3	5.43	-1.09	
		9.0			
NO. 30	3150	6.2	5.37	-0.47	
		7.8			
	3300			0.00	
NO. 32	3350	3.4	5.163	-1.00	
		-0.8			
NO. 34	3550	-0.8	6.202	-1.00	

図-12.4　放水路の縦断形状

横断形状は、掘り込み区間については土質試験の結果や既往の実績に基づき法面勾配 1：2.0 とし、掘削深さが最大 13m に達するので水路底から 5.0m 毎の高さに幅 3.0m の小段を設けた。築堤部は基礎地盤の中に軟弱な砂質シルト層があるので、これをプレローディング工法により改良することとし、掘削勾配並びに築堤勾配とも 1：3.0 とした。 掘削により発生する土砂のうち砂礫層は透水性が高く、弱シルト層及び弱粘土層は強度が低いので、これらを除けば大部分が築堤材料に適しており量的には問題はない。横断形状の標準断面は図-12.5 に示す通りである。 これらの断面は水理設計で仮定した断面とは若干異なるが、面積はほぼ等しいがやや大きくなっており、計算結果に対する影響は現在の F/S レベルでは殆んど無視し得る。

掘削残土は放水路下流左岸側に捨土し、ここを利用して将来土地開発を行うこととする。捨土の盛土高は斜面の安定を考慮して 6.0m 以下とし、築堤部より 10m 以上距離をとることとする。 土捨場の面積は 49ha となる。

(3) 捷水路

捷水路はナンディ川本川の 7.5km から 9.0km の間をショートカットし、延長 250m の水路を開削する。 縦断勾配は 1/2,500 とし、河床高は現況河床高に等しく 7.5km 地点で EL-1.0、9.0km 地点で-0.9 とする。 河床幅を 30m とすると、水路幅は 60m となる。掘削及び築堤勾配は 1：2.0 とする。

(4) 橋梁

放水路の建設により放水路の両岸を連絡するために次の橋梁を設けることとする。

— クイーンズ道路橋　上流部を横断するクイーンズ道路用、2 車線車道と歩道、幅 10.9m×長さ 120m

— トロッコ橋　中流部における砂糖きび運搬のためのトロッコ橋、トロッコ軌道及び歩道、幅 4.5m×長さ 111m

— 人道橋　下流部における歩行者の通交確保のため幅 2.8m×長さ 93m

クイーンズ道路橋の概要は図-12.6 に示す通りである。

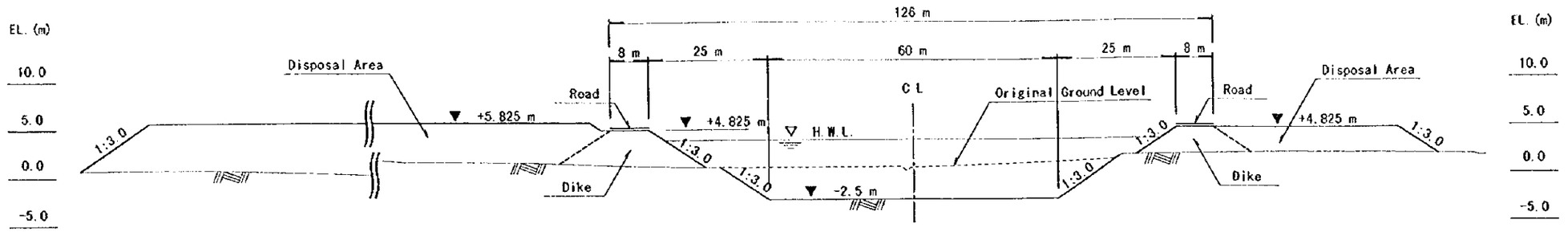
(5) 道路

現在、放水路ルートに並行してエナマヌ道路があり、この付替え道路としてクイーンズ道路交叉点下流に 2 車線、幅員 8.0m の道路を放水路の両岸に設置する。

(6) その他

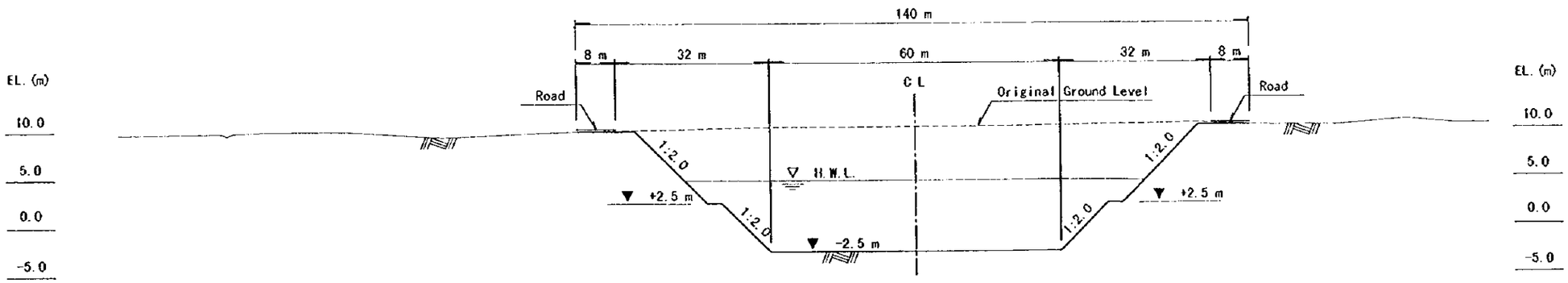
放水路ルートを横断する上水道及び下水道、電力及び電話ケーブル等があり、これらの補償工事が必要である。

Embankment Section



No. 5

Excavation Section



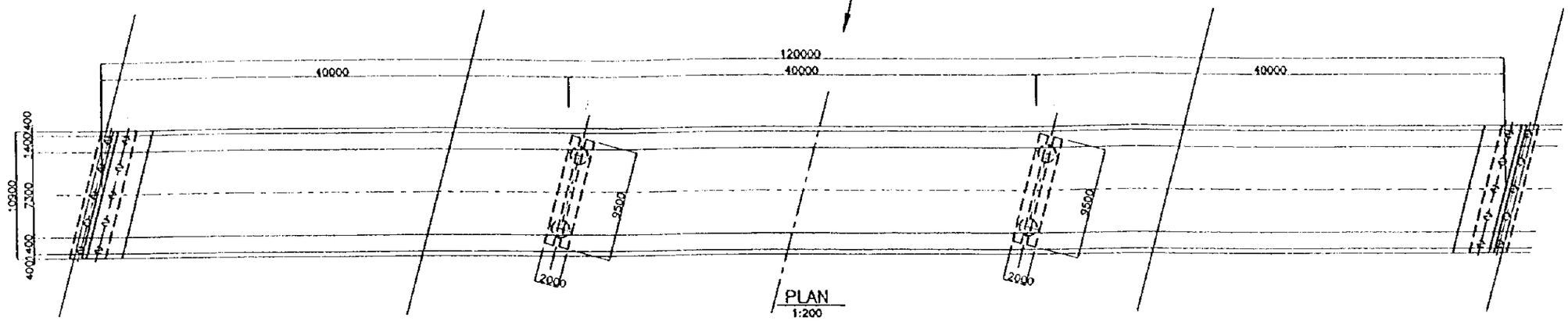
No. 19

SCALE

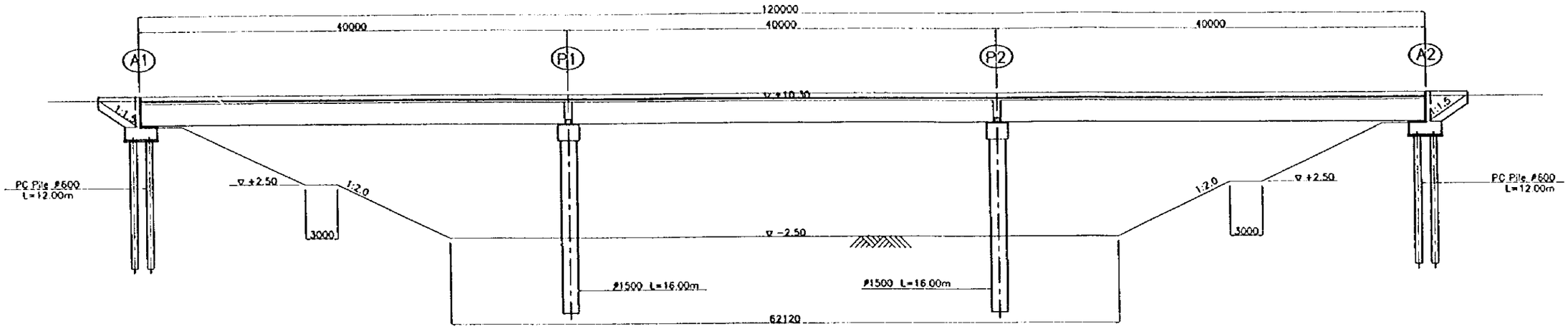
Hz scale 1:1000

Vt scale 1:500

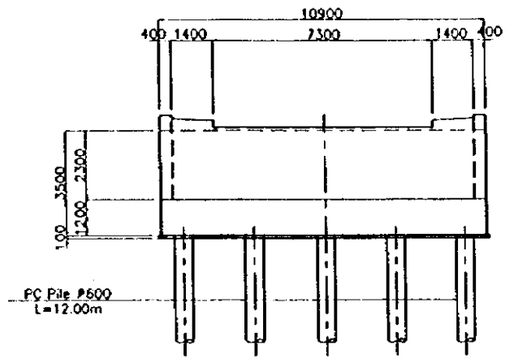
図-12.5　放水路の横断形状



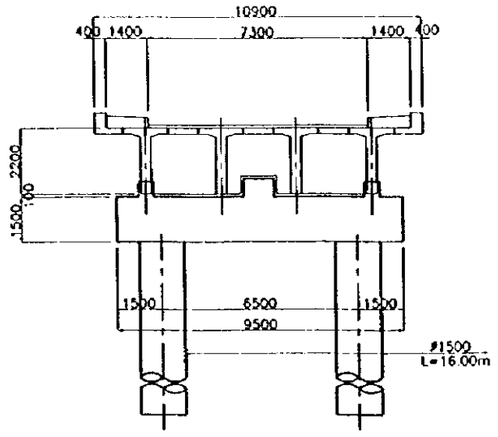
PLAN
1:200



ELEVATION LOOKING SOUTH



TYPICAL CROSS SECTION – ABAT 1 AND 2
1:100



TYPICAL CROSS SECTION – PIERS 1 AND 2
1:100

図-12.6　クイーンズ道路橋

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	MINISTRY OF AGRICULTURE , FISHERIES & FORESTS	THE STUDY ON WATERSHED MANAGEMENT AND FLOOD CONTROL FOR THE FOUR MAJOR VITI LEVU RIVERS IN THE REPUBLIC OF FIJI QUEENS ROAD BRIDGE	NADI DIVERSION	YACHIYO ENGINEERING TOKYO	SCALE 1:200 SHEET No 1 OF 3 SHEETS

12.3 工事数量及び施工計画

本プロジェクトの主要工種について工事数量を算出すると表-12.2に示す通りとなる。同表には設計対象洪水流量が確率15年、10年、5年の場合についても述べてある。

表-12.2　主要工種と工事数量

工種			単位	洪水生起確率年			
				1/20	1/15	1/10	1/5
本工事	掘削*1	土砂	m^3	2,290,000	2,030,000	1,780,000	1,470,000
	積込*1		m^3	2,290,000	2,030,000	1,780,000	1,470,000
	築堤	運搬(L=2,000 m)	m^3	130,000	130,000	130,000	130,000
		敷均	m^3	130,000	130,000	130,000	130,000
		締固め	m^3	130,000	130,000	130,000	130,000
	盛土（捨土）	運搬(L=200 m)	m^3	570,000	510,000	440,000	360,000
		運搬(L=2,000 m)	m^3	1,590,000	1,390,000	1,210,000	980,000
		敷均し、締固め	m^3	2,160,000	1,900,000	1,650,000	1,340,000
補償工事	クイーンズ道路橋		m	120	108	96	81
	砂糖きび鉄道橋		m	111	99	87	72
	歩道橋		m	93	81	69	54
	道路		m	4,000	4,000	4,000	4,000

*1：支川合流点、捷水路分50,000m^3及びプレローディング分120,000m^3を含む。

本工事の主要工種は土工であり、施工の基本的考え方は、標高が10m前後の放水路上流部（河口より1,600～3,300m）から掘削した土砂を、標高が2m以下の下流部に築堤するとともに、下流部左岸に捨土を行うものである。施工手順は準備工事終了後に土工事(掘削・盛土等)に着手するが、その際時間のかかる軟弱地盤改良のためプレローディングを先行して実施する。橋等の補償工事は土工事の合間に行う。工事に必要な期間は2年と推定される。工事の概略工程は表-12.3に示す通りである。

表-12.3　概略工事工程

工種	単位	数量	1年目												2年目											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(1) 準備																										
(2) 土工																										
- 掘削	m^3	2,290,000																								
- 築堤	m^3	130,000																								
- 盛土（捨土）	m^3	1,900,000																								
- プレローディング	m^3	260,000																								
(3) 橋																										
- クイーンズ道路橋	m	120																								
- 砂糖きび鉄道橋	m	111																								
- 歩道橋	m	93																								
(4) 付替工事																										
(5) 道路（幅 8.00 m）	m	4,000																								

第13章　用地取得及び補償

(1)　用地取得

放水路予定地の土地は、現在砂糖きび畑や一部住宅地として用いられているが、すべて国有地及び自由所有地である。国有地については土地購入の必要はないが、現在使用されていれば、これに対する補償が必要となる。自由所有地は土地測量局を通じて土地の所有者と交渉し、取得が可能である。捷水路予定地の土地は砂糖きび畑や荒地が大部分であるが、ここは原住民所有地でしかも原住民保留地である。原住民保留地は土着のフィジー人の生計のために保留されており、土地所有者のみが使用可能であり、リースも土着のフィジー人に対してのみ可能である。この土地の取得のためには国有地を代替地として交換する必要がある。土地測量局と原住民所有地信託委員会（NLTB）の担当者によれば、付近の農家にリースした国有地と交換にこの保留地を取得する可能性があるとのことである。

(2)　補償

補償対象物件としては、建物及び所有者・占有者による追加投資物件、農作物、及び道路、上下水道、電力、電話、トロッコ鉄道等があり、それぞれ代替設備の建設が必要となる。その他に影響は比較的少ないと思われるが、ナンディ湾の漁業権や工事中の迷惑行為、地下水の塩水化等に対する補償が考えられる。

(3)　数量及びコスト

本調査で実施した社会環境調査の結果判明した用地、補償物件等に基づいた用地及び補償数量と、土地・測量局や住宅局によって提示された単価によりコストを推定すると表-13.1 に示す通りとなる。

表-13.1　用地取得及び補償の数量とコスト

種　別	数　量	コ　ス　ト（FS1,000）
用地取得	108.8ha	5,557
建物他	6,300m^2	2,896
農作物	88.4ha	426
合　計		**8,879**

第14章　事業費

(1)　事業費の構成

事業費の構成は次の通りとする。

1)　工事費
2)　用地・補償費
3)　事務費　　：　1)の 5%
4)　技術費　　：　1)の 15%
5)　予備費　　：　1)～4)の合計の 5%
6)　物価上昇予備費　：　年物価上昇率は内貨は 5%、外貨は 3%
7)　税金　　：　1)～6) の合計の 10%

5)の予備費はマスタープランの事業費算定では 10%としたが、フィージビリティー調査において測量、土地調査、用地補償調査等が行われ、調査の精度があがったので 5%に設定した。

(2)　工事費

フィジーにおける既存工事の単価、市場や関係機関における単価の調査の結果から工事単価を推定し、主要工事数量から対象確率洪水量ごとに工事費を算出した。 20 年確率洪水流量の場合の工事費は表-14.1 に示す通りとなる。

表-14.1　　20 年確率洪水流量の場合の工事費

工種			単価	数量	金額 (F$)	備　考
本工事	掘削*1	土砂	2.7 F$/m³	2,290,000 m³	6,183,000	押土距離 60 m
	積込*1		2.1 F$/m³	2,290,000 m³	4,809,000	
	築堤	運搬	4.0 F$/m³	130,000 m³	520,000	距離：2,000 m
		敷均	1.6 F$/m³	130,000 m³	208,000	
		締固め	0.4 F$/m³	130,000 m³	52,000	
	盛土（捨土）	運搬	2.7 F$/m³	570,000 m³	1,539,000	距離：200 m
		運搬	4.0 F$/m³	1,590,000 m³	6,360,000	距離：2,000 m
		敷均し、締固め	2.1 F$/m³	2,160,000 m³	4,536,000	
	護床・護岸			Lump Sum	4,841,400	本工事費×20 %
	小　計				29,048,400	
補償工事	橋（車輌）		32,500.0 F$/m	120 m	3,900,000	
	橋（砂糖きび鉄道）		12,000.0 F$/m	111 m	1,332,000	
	橋（歩道）		6,500.0 F$/m	93 m	604,500	
	道路		350.0 F$/m	4,000 m	1,400,000	
	付替工事			Lump Sum	723,650	上記補償工事合計額×10%
	小　計				7,960,150	
工事費＝本工事＋補償工事					37,008,550	

*1:　支川合流点 捷水路分 50,000m³ 及びプレローディング 120,000m³ を含む。
付替工事　上下水道、通信施設、砂糖きび鉄道、電力等

(3) 事業費

(2)と第 13 章で求めた用地補償費より事業費を求めると、対象確率洪水流量ごとに表-14.2に示す通りとなる。事業費の算定にあたっては、国内調達可能な内貨分と外国から調達する外貨分に分類した。

表-14.2 確率洪水流量と事業費

洪水規模	項 目	事業費	内貨分	外貨分
1/20	1. 工事費	37,000	14,060	22,940
	1) 資機材費	25,900	5,180	20,720
	2) 労務費	11,100	8,880	2,220
	2. 用地買収・補償費	8,900	8,900	-
	3. 事務費	1,900	1,900	-
	4. 技術費	5,600	1,120	4,480
	5. 予備費	2,700	1,080	1,620
	小 計	56,100	27,060	29,040
	6. 物価上昇予備費	1,120	680	440
	7. 税金	5,720	5,720	0
	合 計	62,940	33,460	29,480
1/15	1. 工事費	33,000	12,540	20,460
	1) 資機材費	23,100	4,620	18,480
	2) 労務費	9,900	7,920	1,980
	2. 用地買収・補償費	8,000	8,000	-
	3. 事務費	1,700	1,700	-
	4. 技術費	5,000	1,000	4,000
	5. 予備費	2,400	960	1,440
	小 計	50,100	24,200	25,900
	6. 物価上昇予備費	1,000	610	390
	7. 税金	5,110	5,110	0
	合 計	56,210	29,920	26,290
1/10	1. 工事費	29,200	11,120	18,080
	1) 資機材費	20,400	4,080	16,320
	2) 労務費	8,800	7,040	1,760
	2. 用地買収・補償費	7,400	7,400	-
	3. 事務費	1,500	1,500	-
	4. 技術費	4,400	880	3,520
	5. 予備費	2,100	840	1,260
	小 計	44,600	21,740	22,860
	6. 物価上昇予備費	880	540	340
	7. 税金	4,550	4,550	0
	合 計	50,030	26,830	23,200
1/5	1. 工事費	24,400	9,260	15,140
	1) 資機材費	17,100	3,420	13,680
	2) 労務費	7,300	5,840	1,460
	2. 用地買収・補償費	6,700	6,700	-
	3. 事務費	1,200	1,200	-
	4. 技術費	3,700	740	2,960
	5. 予備費	1,800	720	1,080
	小 計	37,800	18,620	19,180
	6. 物価上昇予備費	760	470	290
	7. 税金	3,860	3,860	0
	合 計	42,420	22,950	19,470

注) 1) 税金：付加価値税、10%
2) 資機材費＝工事費×70％
3) 労務費＝工事費×30％

第15章　経済・財務分析

(1)　経済評価

確率 20 年洪水流量を設計洪水流量とするナンディ放水路及び捷水路プロジェクトについて経済評価を行うと、表-15.1 に示す通りとなる。 資本の機会費用である 10%と比較すると、EIRR は 14.5%となり、このプロジェクトは経済的に十分実現可能である。 また B/C 及び NPV もそれぞれ 1.46 及び F$21.4 百万となっており、十分経済効果がある。

表-15.1　プロジェクトの経済評価

項　目		計算結果	備　考
年平均便益	(被害軽減額)	8,278	
事業費	(F$1,000)	62,940	
経済費用	(F$1,000)	53,139	
年維持管理費	(F$1,000)	36	
EIRR	(%)	14.5	内部収益率
B/C		1.46	便益／費用比
NPV	(F$1,000)	21,423	現在価値

注　1)耐用年数；50 年　　2)建設工期；2 年　　3)割引率；10%

(2)　感度分析

便益が 5%及び 10%減少した場合、及び経済費用が 5%及び 10%増加した場合の EIRR を計算すると表-15.2 に示す通りとなる。 投資の機会費用を 10%とすると便益が 10%減少し、経済費用が 10%増加した場合でも経済的に実現可能である。

表-15.2　経済便益及び経済費用の感度分析

EIRR (%)

経済便益の減少 (%)	経済費用の増加 (%)		
	0	5	10
0	14.5	13.8	13.2
5	13.8	13.1	12.6
10	13.1	12.5	11.9

維持管理は建設費の 0.1%と仮定しているが、これを 1.5%まで増加させた場合の EIRR は 14.5%から 13.6%に低下するが、依然として経済的には十分実施可能である。

(3)　財務分析

本プロジェクトの建設には事業費として F$62.9 百万の資金が必要であり、この大部分が建設期間の 2 年間で支出される。 必要資金の 85%が借款により調達されるとして、借入条件を 2 ケース仮定して財務分析を行うと表-15.3 に示す通りとなる。 金利や据置き期間等の条件により、返済金の総額や年最大返済額に大きな差が生ずることがわかる。

表-15.3　借入条件と返済額

項　目		ケース 1	ケース 2
借入条件	借入金額（百万 F$）	53.5　(1.00)	53.5　(1.00)
	年利（%）	1.7	7.0
	返済期間（年）	25	17
	返済据置期間（年）	7	5
	総返済金額（百万 F$）	67.1　(1.25)	90.9　(1.70)
	年最大返済金額（百万 F$）	3.8	7.8
	年平均返済金額（百万 F$）	2.7	5.3

注）返済据置期間は返済期間に含まれ、利息のみを支払い、それ以降は元利金を支払う。

またケース 1 の場合の年最大返済金額及び年平均返済額は政府予算見直し中（1996～2000）の海外借款返済年平均額（F$32.8 百万）のそれぞれ 12%、8%にすぎない。 また、ケース 1 の場合の年平均返済額は、政府年間投資支出（1991～1995 年の平均）の 3%、政府の公共施設関連投資支出（1991～1995 年の平均）の 7%にすぎない（表-8.3 参照）。

事業費の 15%、F$9.4 百万は借款とは別に政府予算で手当されなければならないが、1 年当りの支出 F$4.7 百万は政府年間投資支出（1991～1995 年の平均）の 5%、政府の公共施設関連投資支出（1991～1995 年の平均）の 11%となり予算手当は可能と思われる。

第16章　プロジェクト実施の効果

16.1 氾濫区域における直接効果

プロジェクトの実施による経済的効果は第 15 章で記述した通りである。洪水の現象面即ち洪水氾濫時間、氾濫区域及び最高水位に着目して対策実施後の効果を検討する。 氾濫区域における地形データは今回の調査で実施した河川縦断測量を除くと 1/50,000 の地形図のみであるので詳細な検討は不可能なので、大胆な仮定に基づいて算定した。 検討の結果は表-16.1 に示す通りであり、洪水制御対策の効果は著しい。

表-16.1　プロジェクト実施の直接効果

	確率 20 年洪水		確率 50 年洪水	
	対策実施前	対策実施後	対策実施前	対策実施後
洪水流出量 (m^3/sec)	2,050	600	3,050	880
氾濫時間 (hrs)	44	0	62	10
最高水位 (EL. m)	11.4	5.1	14.1	6.3
氾濫区域 (全体) (km^2)	36.2	5.2	45.4	16.0
氾濫区域 (放水路下流)	31.0	0	39.0	9.6

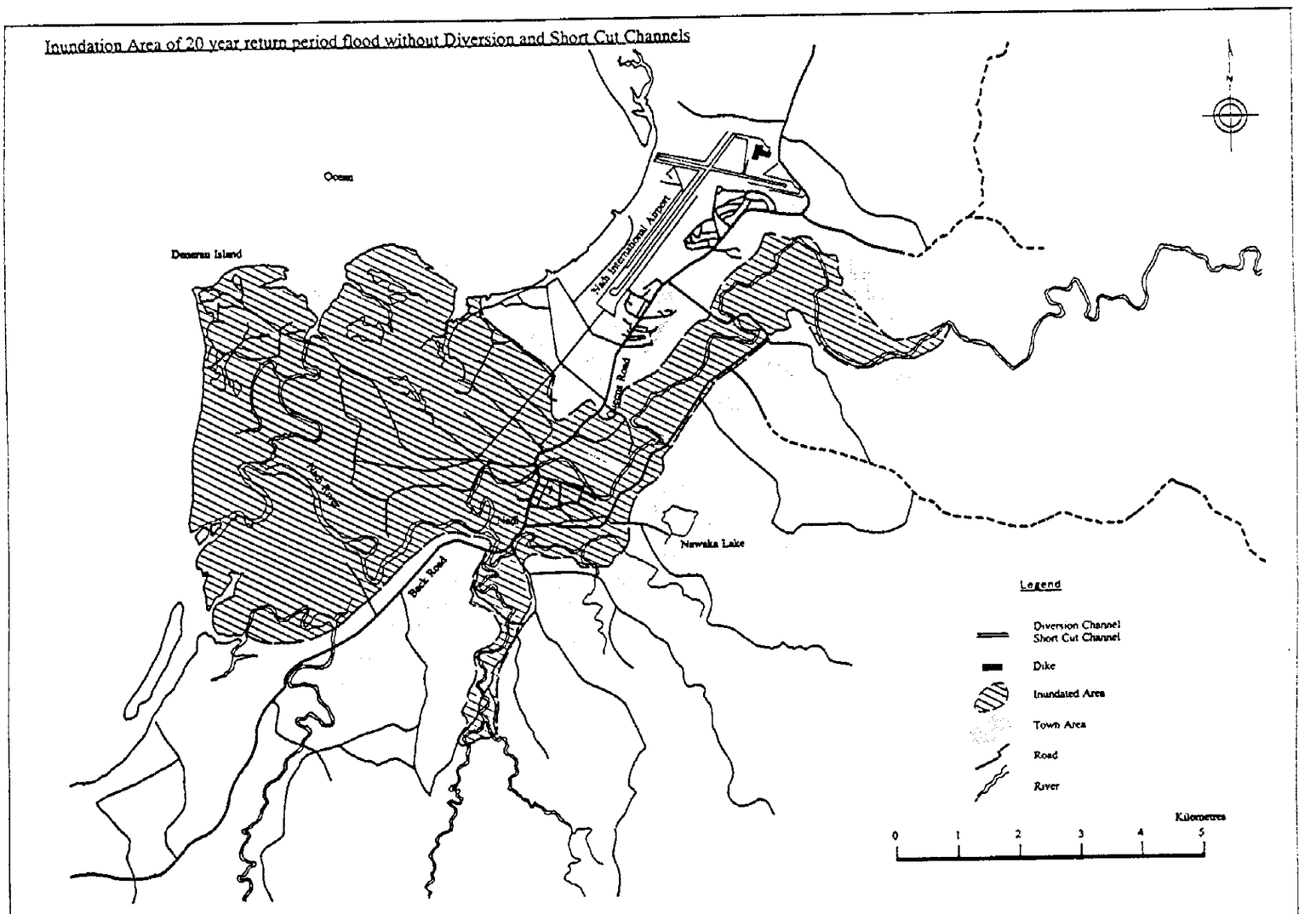
注)　1)洪水流出量は河口における値
　　2)氾濫時間は最小推定値
　　3)最高水位はナンディ橋地点

確率 20 年洪水流量及び 50 年洪水流量に対する対策前後の氾濫区域は大まかに図-16.1 及び図-16.2 に示すように推定される。

16.2 間接的効果

プロジェクト実施に伴って次のような間接効果がある。

- 事業費の投下による経済効果：プロジェクト地域及び周辺における消費や雇用の増加にともなう経済発展
- 技術移転：　プロジェクトの建設・維持管理を通じてフィジー側技術者への教育、訓練、知識・経験の伝達
- 土地開発：土捨場を利用したホテルや高級住宅地の開発による経済効果
- 放水路両岸の維持管理用道路の利用
- 観光産業の発展：洪水被害の軽減による観光地としてのイメージアップ
- 氾濫常習地域住民の精神的被害の軽減
- 流通・通信の機能の保持：周辺地域への経済的被害の軽減
- 公衆衛生の改善



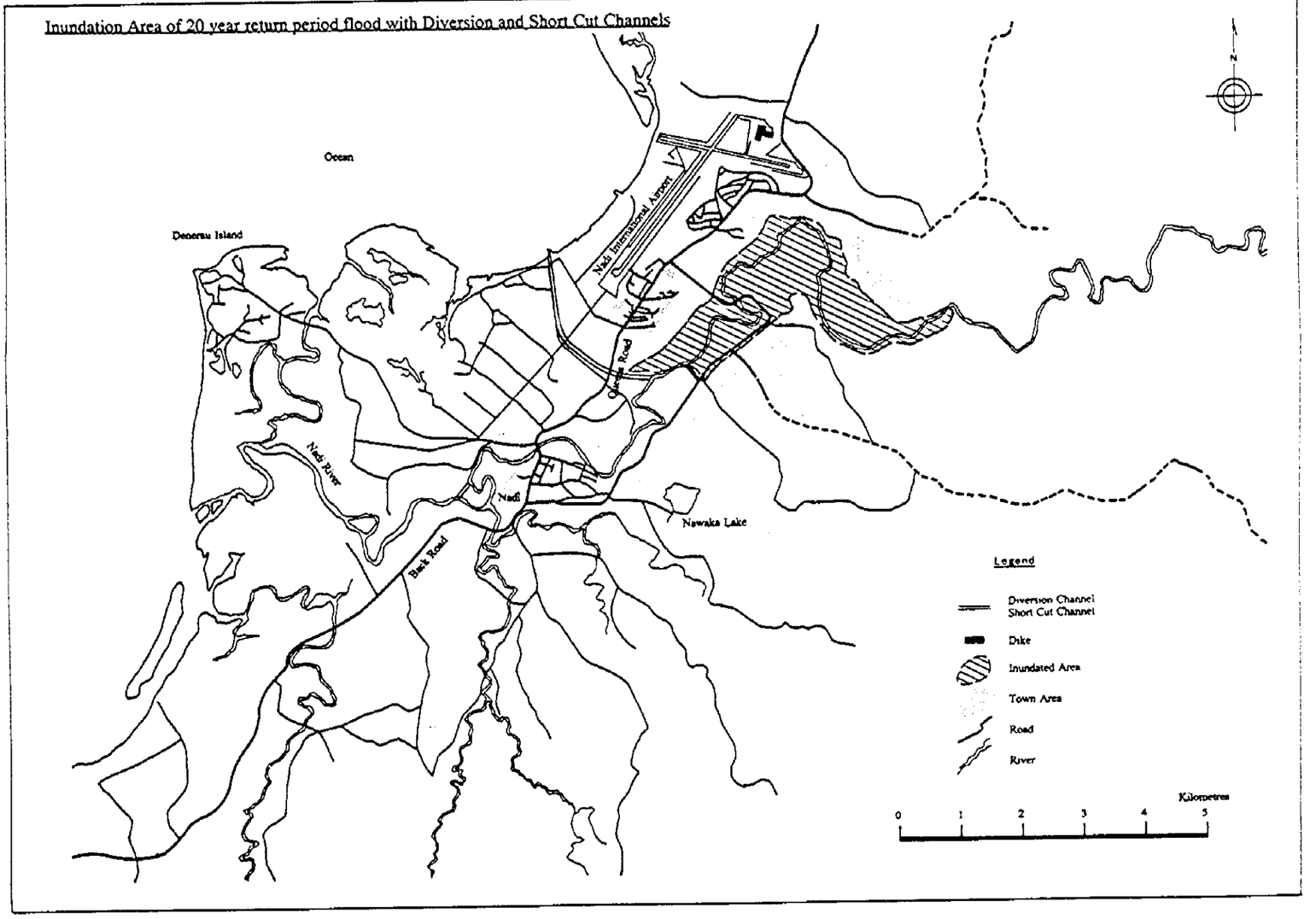
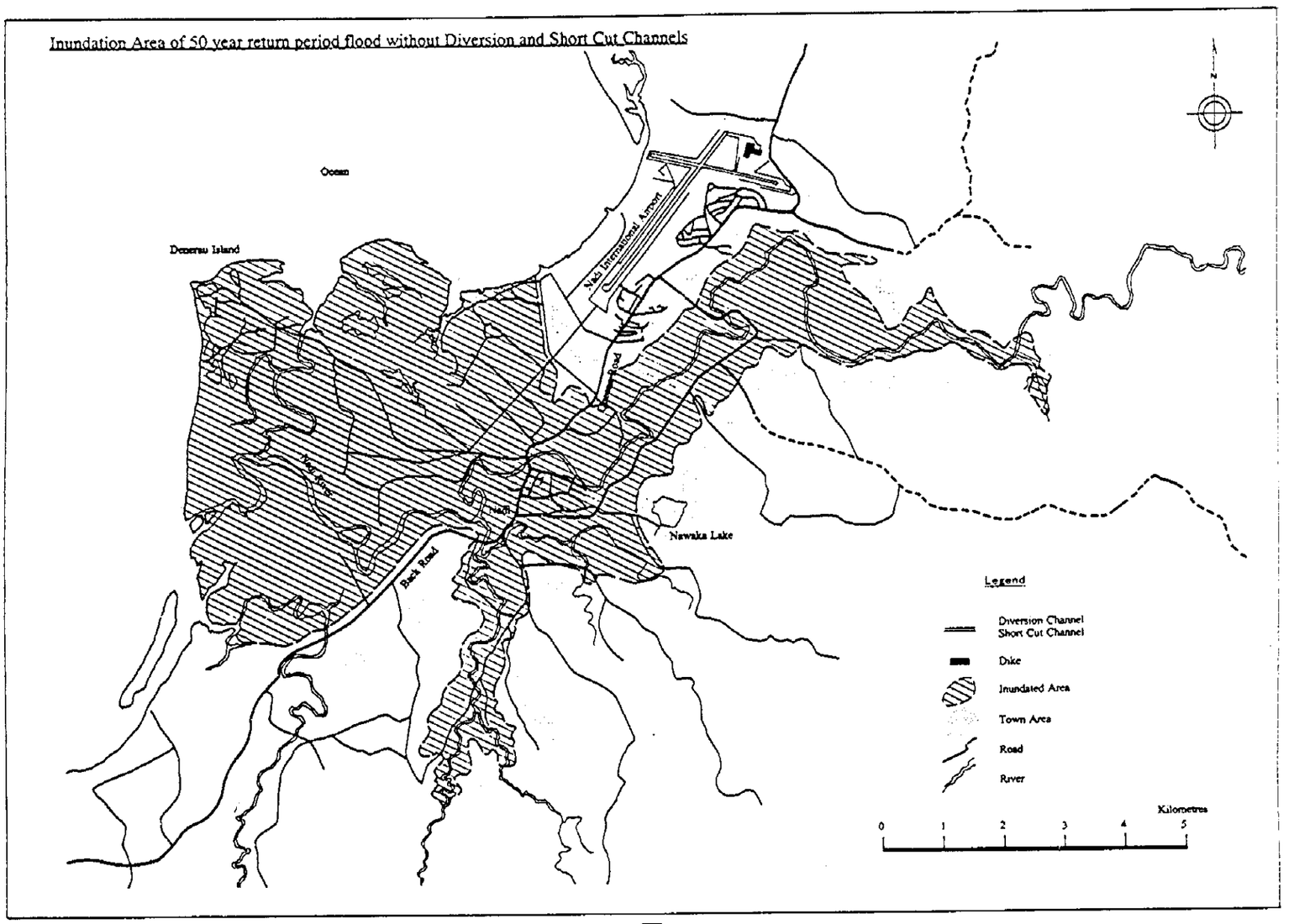


図-16.1　氾濫区域の比較（確率 20 年洪水流量）



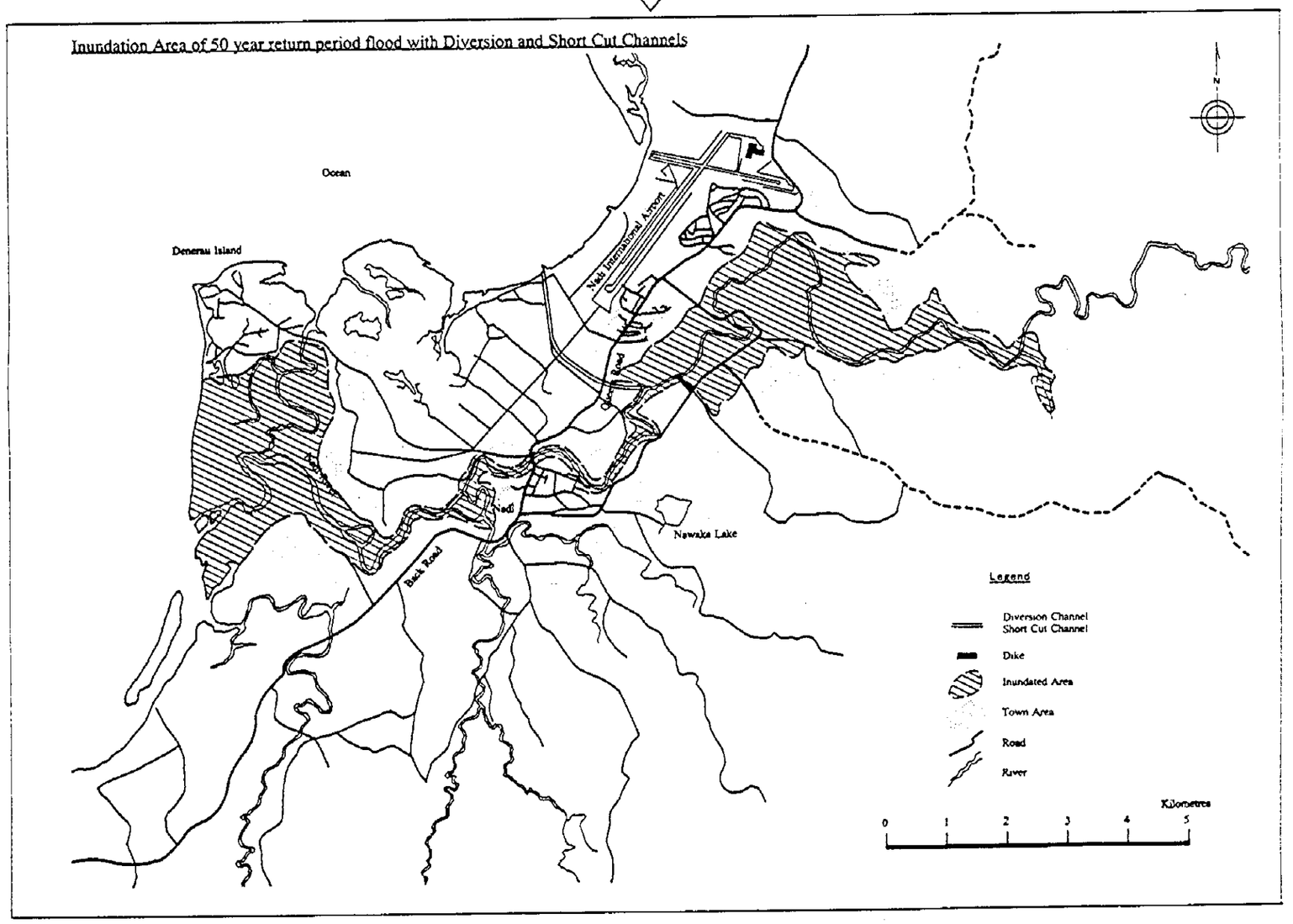


図-16.2　氾濫区域の比較（確率 50 年洪水流量）

16.3 海岸地域に及ぼす影響

(1) 海岸地域の現況

1) 風向・風速

ナンディ湾における風向は乾期の 5 月から 10 月までは、東、南東及び南の風が卓越し（約 50%）、11 月から 4 月のサイクローンが頻発する時期は乾期に卓越する風向が 26%に減少し、西及び北西の風が増加する（27%）。 風速は乾期では 21 ノット（10.8m/秒）を超えないがサイクローンシーズンにはしばしば 22 ノット（11.4m/sec）を超えている。

2) 潮位

ナンディ湾の潮位は付近のブンダポイントにおける潮位データによると、大潮平均満潮位 1.70m、小潮平均満潮位 1.50m、平均海面 0.97m、小潮平均干潮位 0.40m、大潮平均干潮位 0.20m となっており潮位の基準点（LAT）はほぼ平均海面より-0.97m である。

3) 波高

常時における波高については風速風向（風速 5.9m/sec、吹送距離 17km）より SMB 法を用いて推定すると約 40cm となる。 暴風時における波高はフィジー民間航空会社の推定では生起確率 2 年～20 年に対応して 2.7～7.1m と推定されている。 また高潮についても生起確率 2～20 年に対応して 0.9～3.0m と推定しているが、同じ生起確率の気圧と風速が同時に生ずると仮定しており推定がかなり過大となっている可能性がある。

4) 潮流

調査団がナンディ湾に 4 ヶ所の観測点を設け、25 時間にわたり潮流の方向と流速を測定した。 水深が 5m の 2 ヶ所における平均及び最大流速は 0.04～0.06m/sec 及び 0.15m/sec であったが、水深が 10m の 2 ヶ所におけるそれらは、0.11m/sec 及び 0.25m/sec であった。潮流の方向については不規則で一定の傾向はみられなかった。

ナンディ湾の南に位置するデナラウ島の西岸が侵食されているとの報告があったが、調査団の現地調査と 1967、1986 及び 1994 年におけるナンディ川河口の航空写真の比較によっても、ここ 30 年に殆ど形状の変化は生じていない。 またナンディ河口からの海岸沿いの流れによってデナラウ島の西岸の浜辺が形成されているという考えには同意できない。

(2) 海岸地域のおける放水路からの土砂流出の影響

1) 土砂流出解析

放水路の建設により洪水流出の大部分がナンディ湾に流入するのでこれに伴う土砂の流出の影響を検討する。 本川と放水路の分岐点において放水路側の河床敷高を本川より 1.0m 高く設定してあるので、土砂の相当部分を占める掃流砂は本川を流下すると思われるが、今回の検討においては安全側のためこの効果は無視する。

土砂流出解析の前提条件は次の通りとする。

— 計算範囲は分岐点から放水路吐口下流 2km までの海域とした。
— 吐口から海域へは流水が 5°の角度で拡散するとし、海底勾配は深浅測量結果より 1/500 とする。
— 供給される土砂の粒度は本調査で実施したナンディ川の河床材料調査の結果を用いた。
— 供給土砂の量は分岐点における流水による土砂流送可能量全量とした。
— 計算する洪水流量は確率 20 年流量から 1.1 年流量の 5 ケースとした。

2) 解析の結果

土砂流出解析の結果 1 年当りの放水路へ流入する土砂量は最大でも 6,300m³ と推定される。 また放水路内への堆積は殆どなく、海域への堆積は洪水規模ごとに表-16.2 に示す通りである。 20 年確率流量の場合で吐口より海側へ 1.2km の範囲（水深約 6.0m）に幅 270m、厚さ 0.4m で堆積する。 堆砂の粒径は 0.6～0.2mm で大部分が 0.2mm 以下と推定される。

表-16.2　洪水後の土砂堆積状況

堆砂場所	項　目	洪水規模				
		20 年確率	10 年確率	5 年確率	2 年確率	1.1 年確率
放水路内	堆砂位置	2.7～2.3km	2.7～2.3km	2.6～2.4km	2.6～2.5km	2.7～2.6km
	堆砂長	400m	400m	200m	100m	100m
	堆砂幅	60m	60m	60m	60m	60m
	最大堆砂厚	0.02m	0.02m	0.02m	0.02m	0.01m
	堆砂量	400m³	300m³	200m³	100m³	100m³
	粒径	0.06～0.67cm	0.06～0.24cm	0.03cm	0.03cm	0.02cm 未満
海域	堆砂位置	-0.1～-1.2km	-0.1～-0.9km	-0.1～-0.6km	-0.1～-0.4km	-0.1～-0.2km
	堆砂長	1,100m	800m	500m	300m	200m
	堆砂幅	270m	220m	150m	130m	100m
	最大堆砂厚	0.37m	0.30m	0.23m	0.12m	0.07m
	堆砂量	41,700m³	25,400m³	10,700m³	3,400m³	1,400m³
	粒径	0.02～0.06cm	0.02～0.0425cm	0.02cm 未満	0.02cm 未満	0.02cm 未満

3) 海域における堆積土砂の移動

放水路吐口の海域に堆積する土砂の粒径は 0.2mm 以下と推定されるが、本調査を実施した潮流調査の結果では水深 5.0m における平均流速は 200m/hr（5.6cm/sec）であり、この時堆積状態から浮遊状態になる土砂の粒径は 0.06mm 以下と推定されるので、この場合土砂移動は生じない。 しかし同じ潮流調査における最大流速は 540m/hr（15cm/sec）でこの時浮遊状態となって移動する土砂の粒径は 0.4mm 以下と推定される。 したがって洪水により堆積した土砂は浮遊して移動する。 水深が 4m 以下では砕波の影響で堆積土砂は攪拌され海底に拡散するものと思われる。 潮流が小さいことと潮流や波の方向が不規則なことを考慮すると放水路によるナンディ湾における堆砂や侵食の影響は殆どないものと思われる。

第17章　環境影響評価

17.1 プロジェクト地域の現況

ナンディ地区はフィジーへの入口として、また観光の拠点として外貨を稼ぎ、国家経済に大きく寄与している。プロジェクト予定地域は放水路がナマカ及びワイロアロア地区に、捷水路がナンディ市に属している。観光産業に加えて、小規模の製造業や砂糖きび栽培が主要な経済活動である。主要な公共施設としてはナンディ国際空港及びナンディ－ラウトカを結ぶクイーンズ道路及びクイーンズ道路から分岐して海岸に至るエナマヌ道路がある。

17.2 ＥＩＡ（Environmental Impact Assessment）

(1) EIA のための環境要素

マスタープランレベルで実施した IEE（Initial Environmental Examination）により何らかの影響が考えられる表-17.1 に示す環境要素について EIA を行う。

表-17.1　EIA のための環境要素

(1) 社会環境	(2) 自然環境	(3) 公害
― 住民移転	― 地形・地質	― 水質汚濁
― 地域分断	― 海岸地域	― 騒音・振動
― 経済活動	― 地下水	― 土壌汚染
― 関連する道路の交通	― 動・植物	
― 漁業権*	― 景観	
― 公衆衛生		
― 土砂		

出典　：　JICA 環境配慮ガイドライン（河川砂防編）
*　　：　水利権と入会権は１つの項目であげられており、漁業権は入会権の１つと考えている。放水路建設により水利権は問題とならないことから漁業権のみを考慮している。

(2) 社会環境への影響

1) 住民移転

用地取得の対象は農地及び居住地である。放水路では大部分が国有地及び自由所有地で取得は比較的容易である。捷水路では土地利用は農地と空地からなるがこれらはすべて原住民所有地の保留地であり、代替地による交換が必要である。家屋の移転は、放水路では 36 世帯が該当するが捷水路では人家はない。用地の取得や住民移転は、非常に微妙な問題であり、政府当局により、着工前に双方が満足するように解決されなければならない。

2) 地域分断

このプロジェクトによる地域社会の分離は起らないが、放水路により土地が分断されるので、従来に比べて通行に不便を感じると思われる。また移転した住民にとっては日常の農地への往復や通勤に支障が出ることが考えられる。これに対しては、

クイーンズ道路の橋、中流部のトロッコ橋、下流端に歩道橋を設けるほか、放水路の両岸に沿った道路を新設することにより大部分解決できるものと思われる。

3) 経済活動

移転する人々や既存のマクドナルド店にはマイナスがあるかも知れないが、建設工事による地域への経済効果、放水路と並行するホテルや高級住宅地の開発及び洪水被害が減少することによる地域経済の発展の効果の方がはるかに大きいと思われる。

4) 関連する道路の交通

クイーンズ道路やエナマヌ道路は工事中は迂回通交や工事車輌の通交などによる影響はあるが、完成後はクイーンズ道路には十分な容量を持つ橋梁が架設され、放水路左右岸沿いにも道路が新設されるので大きな影響はないものと思われる。

5) 漁業権

プロジェクト付近の本川、河口や海域には慣習的な漁業権が設定されており、4 つの地域に分割されている。 放水路の建設による漁業権の影響は、放水路からの放流頻度が小さいこと、大部分の土砂は現河川から流出することなどを考慮すると比較的小さいと思われるが、着工以前に関連する漁民と十分な協議を行い補償などについて同意を得る必要がある。

6) 公衆衛生

放水路の使用頻度が少ないので、もし放流口にフラッドゲートを設けて海水の出入を制限すると、放水路内に河川水が停滞し、水質の悪化、蚊の発生、悪臭、河道内の不要な植生発生の可能性があり、公衆衛生の点からも好ましくない。 フラッドゲートの設置は行わず、塩水の侵入問題は残るが潮汐による海水の出入によって水質を良好な状態に保つほうが良いと思われる。

7) 土砂

放水路の建設は大規模な土工による土砂移動を伴なうので、工事現場の中では土砂や塵埃による汚染の発生が懸念されるが、現場の外への影響は殆どないと思われる。

(3) 自然環境への影響

1) 地形・地質

放水路の上流部は掘削、下流部は築堤が行われ幅 100m の人工河川が出現するので地形や景観の変化は大きいが、放水路沿いに公園を設け、土捨場周辺にグリーンベルトを設け、また土捨場はホテル用地や高級住宅地として開発することにより変化の影響を軽減できるものと思われる。

2) 海岸地域

放水路の分岐点における河床標高を本川より 1.0m 高くしているので放水路へ流入する土砂の量は少なく、ナンディ湾の土砂堆積や侵食に大きな影響はないものと思われる。 放水路の吐口のあるワイロアロア海岸には珊瑚礁はなく、最も近くても約

3.5km 離れたマランケイにある。しかもマランケイの珊瑚礁は他の地点に比べて貧弱である。 また現在のナンディ川の疏通能力が非常に小さいので洪水のたびに氾濫し、洪水は現状でも大部分がナンディ湾に流れ込んでおり放水路建設の前後で土砂流入の状況に大差はないものと思われる。 プロジェクト予定地の南西にあるマングローブ林は放水路の影響は殆んど受けない。 それどころか今まで本川沿いの洪水の通り道となっていたマングローブ林は放水路の建設により洪水の影響は少なくなり、マングローブの保全に有利である。

3) 地下水

土質調査において 12 本のボーリングを行ったが、このうち海岸よりの 4 本は塩水の侵入を示しており、そのうちの 2 本の塩分は極めて高く付近の排水路からの海水の侵入を示している。 既存井戸についてもナンディ川右岸から海岸にかけて 4 本の井戸があるが 3 本はドライで残りの 1 本は使用されていない。したがって地下水の利用に及ぼす影響は殆どないと思われるが、今後水位や塩分濃度のモニタリングが必要である。

4) 動・植物

最も重要な植物はマングローブであるが放水路予定地には殆ど存在しない。 ココナツ林は広くはないが一部存在し、放水路建設により一部伐採されるので新しい植林が望ましい。 マングローブや潮間帯を餌場やねぐらとしている水鳥が主な動物であるが、放水路はこれらと関係のない洪水氾濫原を通過するので殆ど影響はないものと思われる。

5) 景観

放水路の完成後は“地形・地質”の項で述べたように景観はかなり変化する。 吐口付近はリゾート地域に属しているのでむき出しの放水路は観光客にとって良い印象は与えないと思われる。公園やホテルや高級住宅地を織り交ぜて良好な景観を得られるようにデザインを行うべきである。

(4) 危険関連項目

1) 水質汚濁

工事中の水質汚濁は建設機械や労働者の増加により、ナンディ川やナンディ湾に流入する汚染物質が増大し、進行する可能性があるので、設計や施工に十分留意してその影響を最小とする。 完成後の本川の水質は年間の 75%の流量が本川を流下するので、建設前と比べて大きな影響はない。 放水路の水質はフラッドゲートを設けずに潮汐による流水の出入により良好に保たれる。 塩水の侵入による地下水の汚染の可能性があるので、水路の設計・施工に留意するほか完成後の地下水の水位や塩分濃度のモニタリングを十分に行う必要がある。

2) 騒音と振動

工事中に建設機械や車輌による騒音や振動が発生する。 フィジーでは騒音の規制はないが日本の例では 85dB（デシベル）以上の騒音を伴う工事は夜間では禁止されて

いる。 放水路予定地付近は人家密集地帯はないので騒音や振動の影響は少ないと思われるが、工事は日中に限定すべきである。

3) 土壌汚染

地下水の項で述べたように塩水の侵入により土壌の塩分蓄積が生ずる可能性がある。対象地域の農業は大部分が砂糖きび栽培であり、土壌塩分の影響を受け易い作物ではないが、地下水の汚染防止と同様の対策が必要である。

17.3 環境管理

環境管理は工事の前後を通じて重要である。 これはプロジェクトに関連した問題だけでなくプロジェクト地域全体の環境改善に関連した問題を含んでいる。 環境管理について次に述べる提案をする。

(1) 環境管理組織

放水路建設のためのプロジェクトオフィスの組織の一員として環境管理要員をおき、環境に関する保護や改善を行う。

(2) 用地取得と住民移転管理

用地取得と住民移転は社会環境にとって非常に微妙な問題であり、十分管理されなければならない。 本プロジェクトには 36 世帯の住民移転が生ずるので、これらの用地、補償物件等の調査、住民の意見・希望の調査が必要である。

(3) 建設工事における環境問題の監視

建設工事は環境関連法規を遵守しなければならない。 このためには良い組織と工事中の監視が必要である。 地域住民との間に環境問題について争いが生じたり、不満が寄せられるかも知れない。 これらは環境関連法律に基づいて解決されなければならない。

(4) 放水路の安全管理

安全管理には放水路の構造的安全及び放水路を運営する人々、周辺の住民、放水路地域に出入する観光客の安全が含まれる。 政府は放水路の管理と使用に関して規則を策定すべきである。 放水路地域の勝手な植栽、下水の汚水の放流、塵芥やゴミの投棄等は禁止されなければならない。

(5) 河川や海岸の環境管理

非構造的体策の 1 つとして、マスタープランで提案された土壌浸食防止、植林等の流域管理がプロジェクト完成後に考慮されなければならない。 これらには工業排水の放流や家庭排水からの汚染物質の規制が含まれる。 またナンディ湾の環境は、現在のところ良好だが、より美しい景観を目指すべきである。

(6) 環境教育

環境管理を効果的に行うためには環境や衛生に関する教育が不可欠で、これにより環境保護の重要性に関して公衆の認識を高める必要がある。

17.4 環境モニタリング

環境モニタリングはプロジェクトの前、実施中、完成後における環境条件を把握するために重要であり、次の項目についてモニタリングを行う必要がある。

- 交通量 : クイーンズ道路、エナマヌ道路、その他
- 騒音及び振動 : プロジェクト地域及び周辺
- 地下水 : 水位及び塩分濃度
- 海岸環境 : 潮流、潮汐、海洋侵食、土砂流出
  (工事前におけるより詳細な調査を含む)
- 住民移転後調査 : 生活条件、問題点、希望

第18章　土地利用と土地開発

18.1 土地利用の現況

プロジェクトの対象地域は都市地域の中心部にあたり、国際空港とナンディ市の中間に位置している。ナンディ市周辺の土地利用を模式的に示すと図-18.1 に示す通りとなり、その特徴は次の通りである。

- 南にナンディ市があり、クイーンズ道路沿いに都市開発が進んでいる。
- 北に国際空港があり、フィジーへの入口となっている。
- 観光産業が発達し、ホテル、観光客向け商店、レストラン等が集中している。
- 歴史的背景をもちかつ依然として主要産業としての立場と景観を有する砂糖きび栽培
- 南及び北東への都市化の進展

またプロジェクト周辺地域の土地利用は図-18.2 に示す通りである。

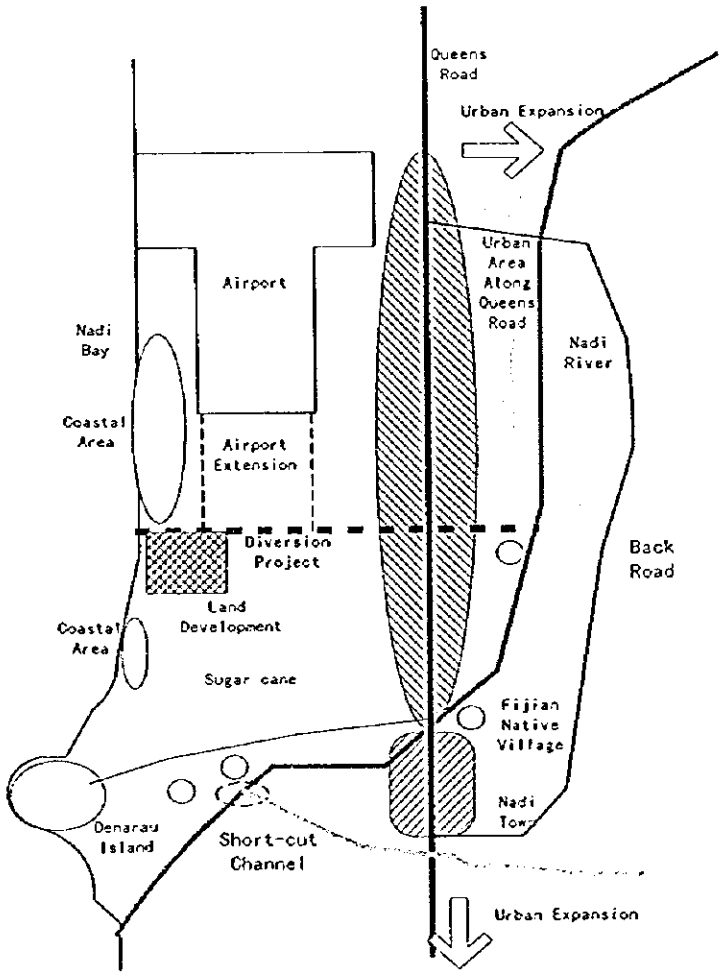


図-18.1　ナンディ市周辺土地利用模式図

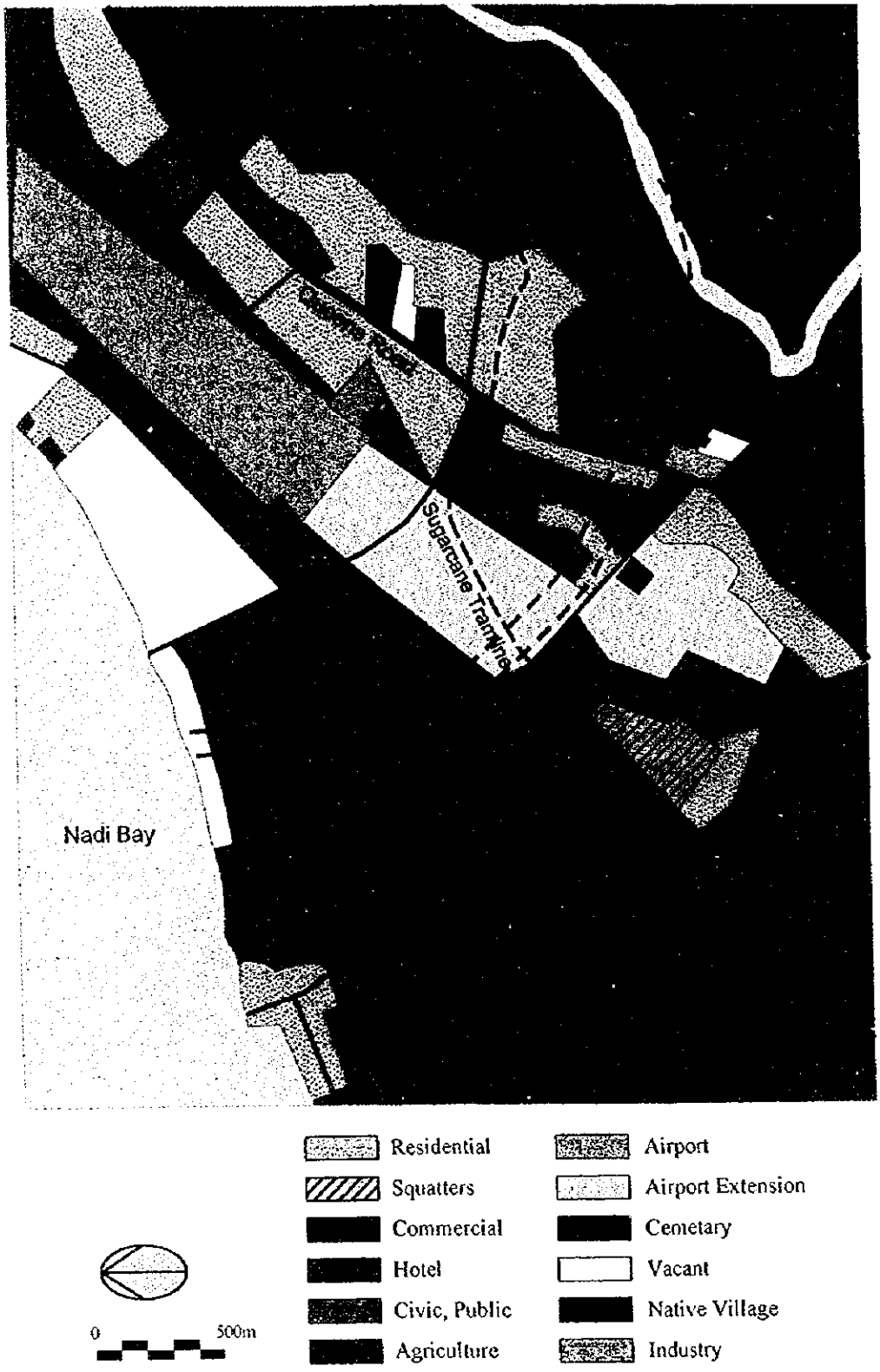


図-18.2　放水路周辺の現況土地利用

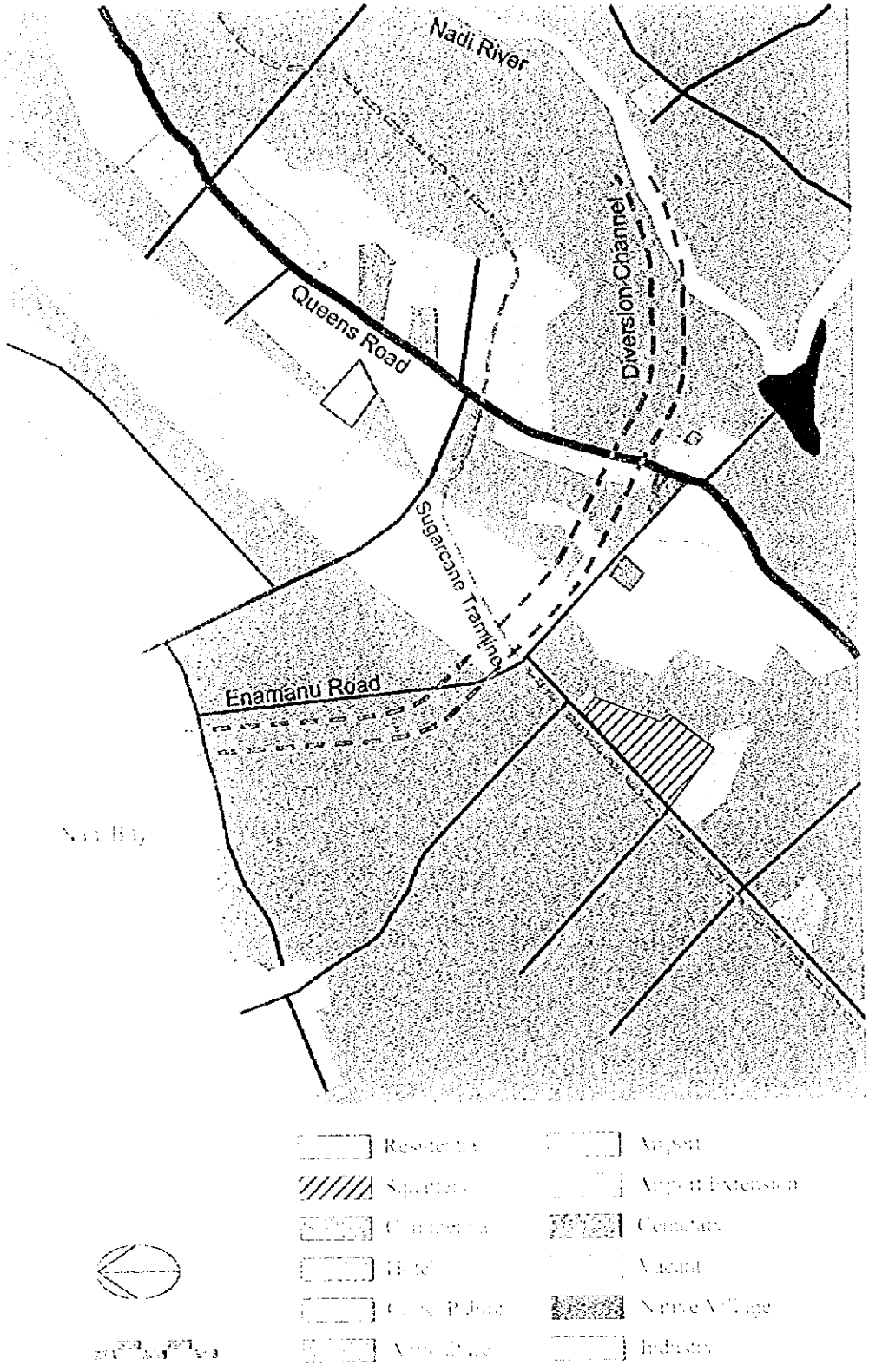


図-18.2　放水路周辺の現況土地利用

18.2 将来土地利用

ナンディ市及びその周辺の将来土地利用はナンディ都市計画として都市計画局によって図-18.3 に示すように定められている。 将来の変化としては飛行場及び通信施設のエナマヌ道路西側への拡張及びフィジー観光開発計画の中で海岸地域の観光開発が予定されているが、現在は西側地域は既存及び進行中の海岸地域の観光プロジェクトを除いて農村地域となっている。

プロジェクト対象地域周辺における土地利用計画は図-18.4 に示す通りであり、その主な特徴は次の通りである。

- 放水路予定地に隣接するナンディ川の両岸は農村または農業地域である。
- クイーンズ道路沿いは東側 20m まで、西側は空港拡張予定地付近までが住居区域である。
- 空港の滑走路はエナマヌ道路の西側まで拡張される。 したがってトロッコ鉄道は空港拡張予定地の外側に移設する。
- エナマヌ道路の西側はクイーンズ道路沿いを除いて農村地帯である。
- 空港拡張の北側でエナマヌ道路とワイロアロア道路の間は住居区域及びホテル区域である。
- 海岸はレクリエーションと海へのアプローチのための公共の場所である。
- ナンディ湾道路に沿った海岸地域は住居地域やホテル地域に指定されている。

18.3 放水路プロジェクトに伴う土地開発

(1) 土地開発の概要

放水路の建設に伴って、大量の捨て土が発生し、これを約 6m の高さに盛土すると約 49ha の土地が開発できる。 土地の用途として、ホテル、住居、ショッピングセンター、公園、国際会議場等が考えられるが、ナンディ周辺に適当な公園がないこと、今後ホテル用地や住宅用地の需要が増加すること等を考慮してこの土地の用途を表-18.1 に示す通りとする。

表-18.1　　土地開発計画

土 地 利 用	面　積 (ha)
公園	12
ホテル	20
住居	15
境界グリーンベルト	2
合 計	[illegible]

上記の利用計画に基づく土地開発の状況を一例として、図-18.5 に示す。

表-18.1

合　計	49

(2) 事業費及び経済効果

土地開発のために必要な工事費は道路建設、上水道、下水道、電力設備、電話設備、公園整備、住居地域の諸施設等を含めて F$6.0 百万と推定され、事業費ベースでは F$8.3 百万に達するものと思われるが、開発により生じた土地の売却収入が F$22.4 百万（F$70×320,000m²）期待される。

洪水制御プロジェクト（放水路及び捷水路）と土地開発プロジェクトを組合せた場合の経済評価は表-18.2 に示す通りとなり、洪水制御プロジェクト単独の場合に比べて EIRR が 14.5％から 17.2％に、B/C 1.46 から 1.58 と経済効果が増加している。事業費についても、総事業費 F$71.3 百万は土地売却益 F$22.4 百万が差し引かれるので実質的には F$48.9 百万となる。

表-18.2　洪水制御と土地開発を組合せた場合の経済評価

項　目		評　価
3 年目の経済便益	(F$1,000/年)	27,228
4 年目以降の経済便益	(F$1,000/年)	8,278
事業費	(F$1,000)	56,297
維持運営費（年額）	(F$1,000/年)	36
EIRR	(%)	17.24
便益／費用比		1.58
NPV	(F$1,000)	30,176

割引率：10％

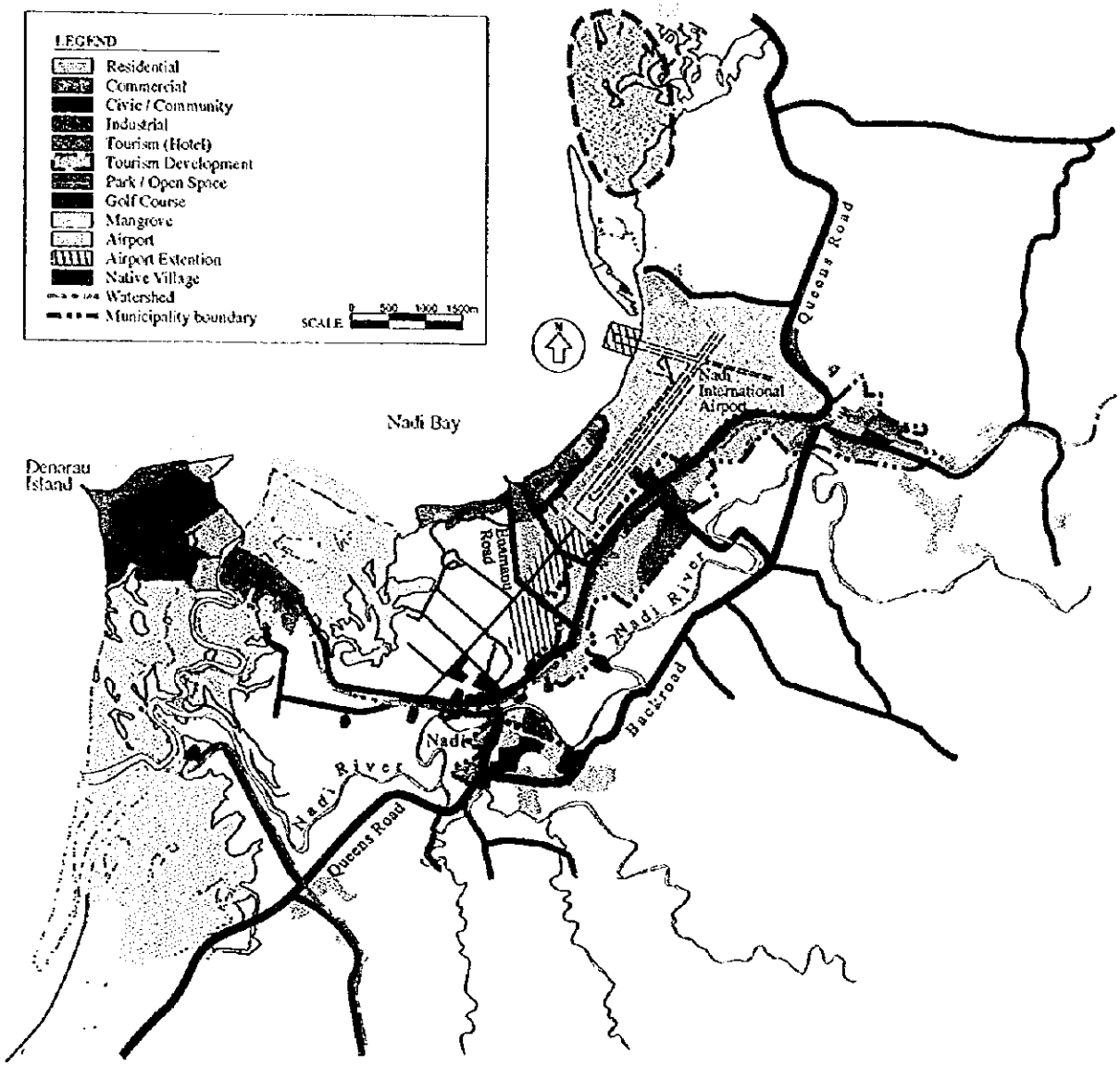


図-18.3　　プロジェクト周辺の土地利用計画

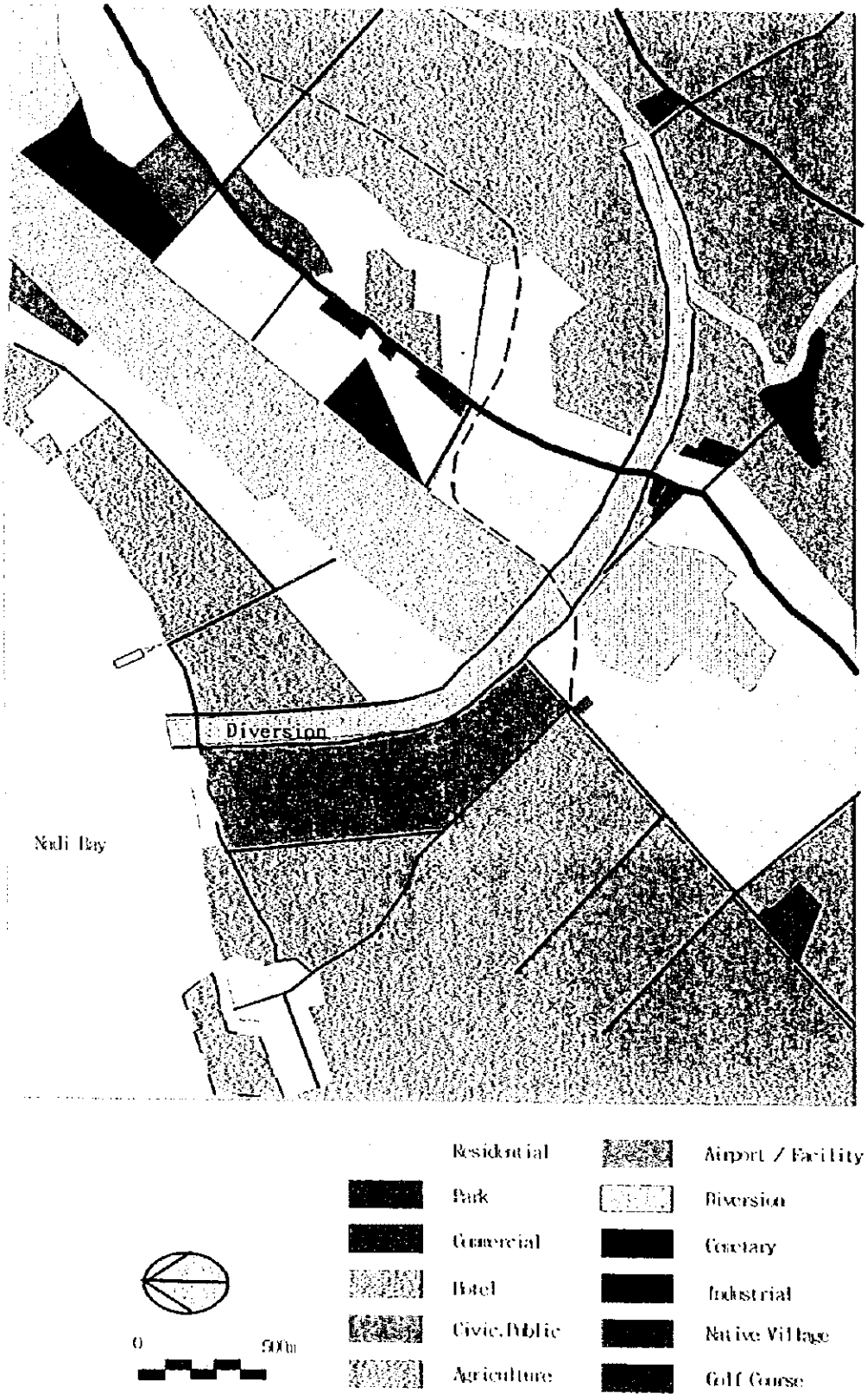


図-18.4　　プロジェクト周辺の土地利用

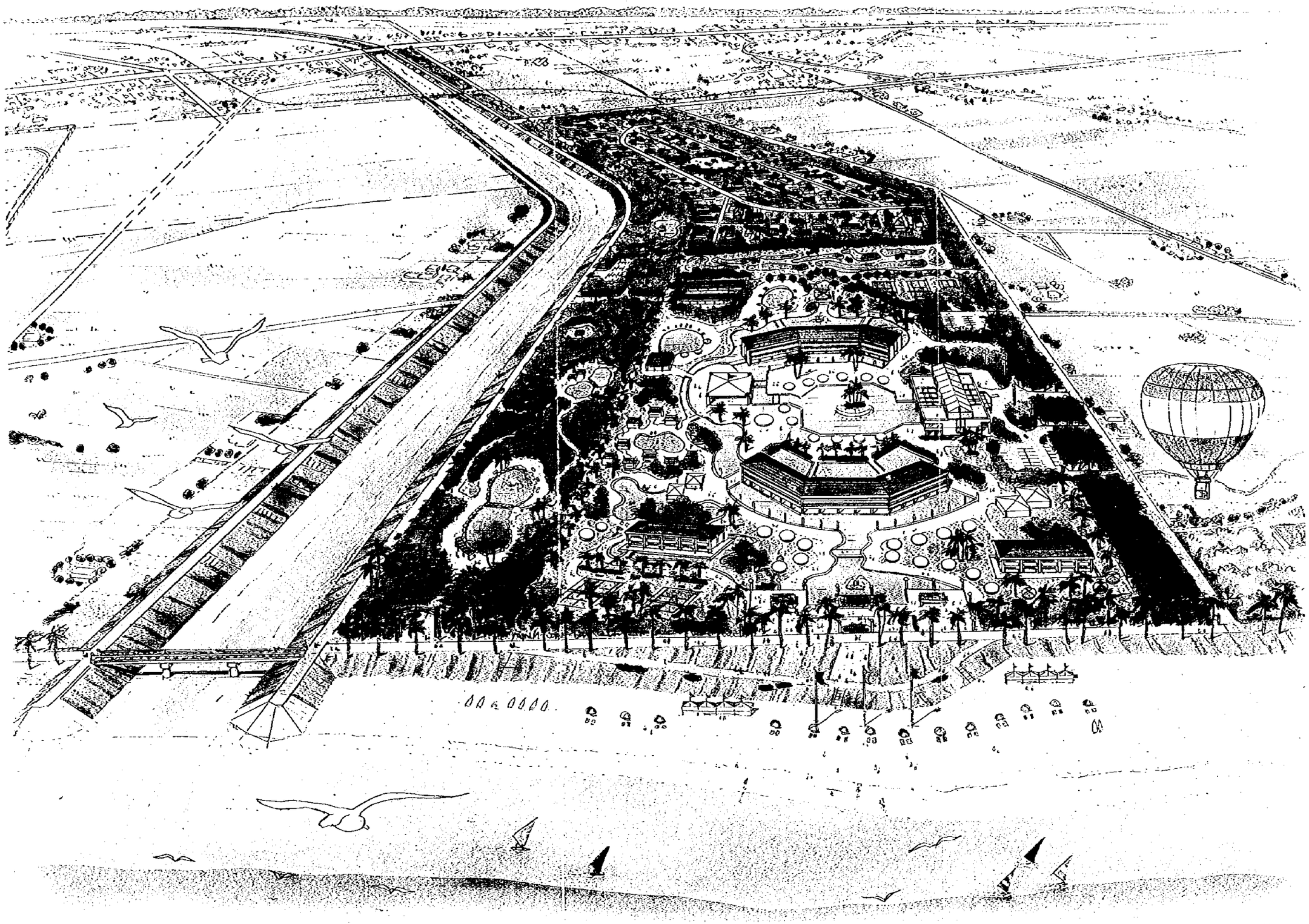


図-18.5　土地開発の状況

第19章　組織と訓練

(1)　プロジェクト実施組織

ナンディ放水路及び捷水路プロジェクトは農林水産省 土地水資源局によって実施されるが、このプロジェクトが政府の種々の省庁に関連するので各機関の代表者からなる諮問委員会を設置し、プロジェクトの実施について助言・協議を行うものとする。 また本プロジェクトの規模と重要性に鑑み、土地水資源局の既存の部門のほかにプロジェクト事務所を設けることとする。 既存組織と新設組織の関係は図-19.1 に示す通りとなる。

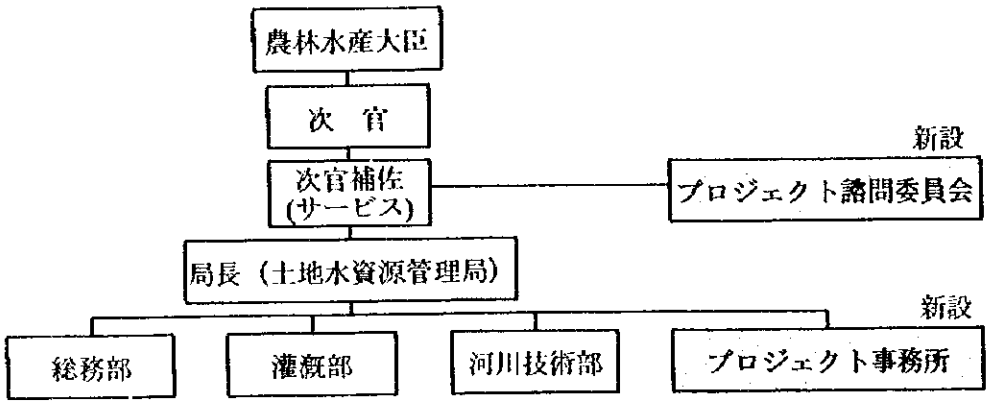


図-19.1　プロジェクト実施組織

(2)　プロジェクト事務所の組織

プロジェクト事務所の組織はプロジェクト実施のために総務課、経理課、用地課、測量課、設計課、工務課、工事課等が必要である。 詳細設計段階及び施工段階における組織はそれぞれ図-19.2 及び図-19.3 に示す通りとなる。

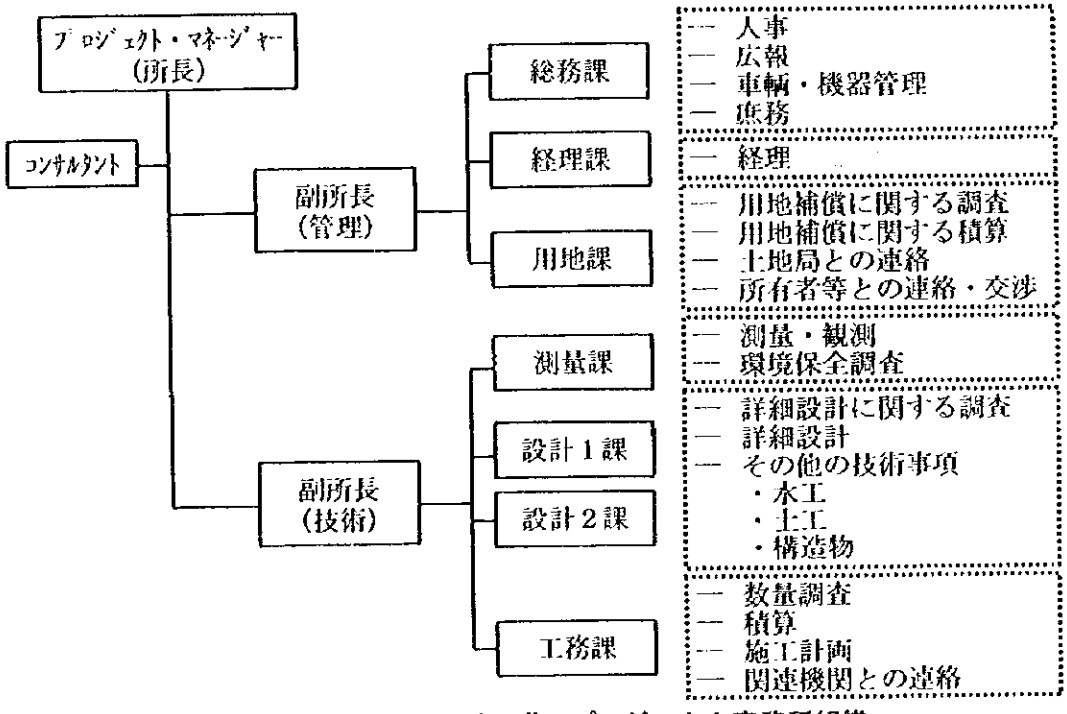


図-19.2　詳細設計段階のプロジェクト事務所組織

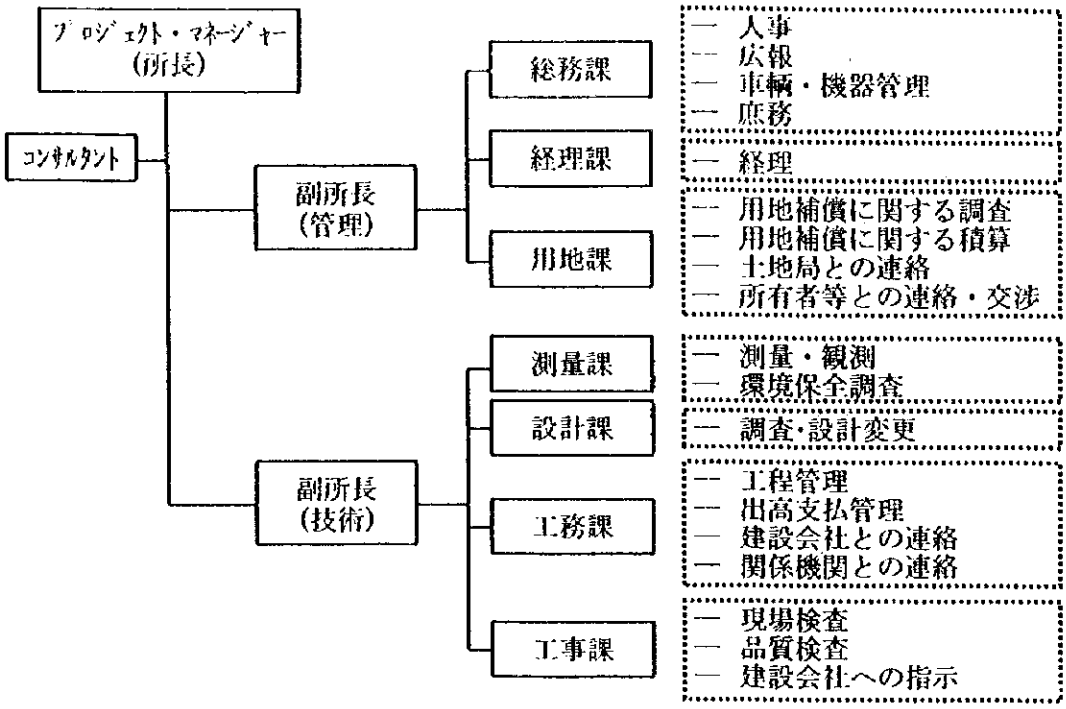


図-19.3　　建設段階のプロジェクト事務所組織

(3)　維持管理組織

放水路の完成後の維持管理は既存組織の排水委員会により行われるものとする。 この委員会は現在、延長 271km に及ぶ排水路の維持管理を行っているのでこの組織の一部に図-19.4 に示すようにナンディ放水路及び捷水路担当官を新設すれば、委員会の現在の技術・経験でプロジェクトの維持管理は可能と思われる。 維持管理の費用は、放水路の便益に伴う特別の料金徴収がない限り、政府の負担となる。

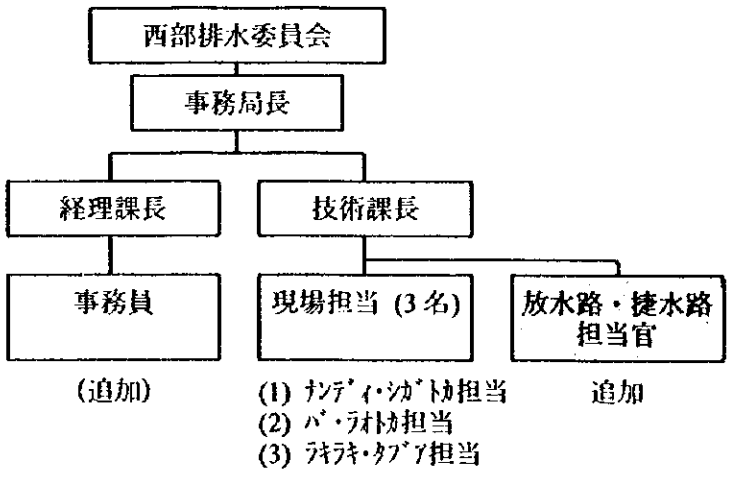


図-19.4　　西部排水委員会組織

(4) 教育・訓練

農林水産省・土地水資源局は本プロジェクトのような大規模放水路の建設の経験がないので、プロジェクト実施のためには担当者の教育・訓練が必要である。プロジェクト着手以前に、プロジェクト事務所のスタッフ候補者、土地・水資源局の河川技術部や灌漑排水部の技術者に対して教育・訓練が必要である。教育・訓練は類似プロジェクトに関する視察、講習、事例研究等が含まれる。同種プロジェクトの経験を持つ外国人専門家による指導も効果的である。

第20章　評価と提言

20.1 プロジェクトの評価

(1)　経済評価

優先プロジェクトに選定されたナンディ川放水路及び捷水路プロジェクトの総事業費は設計洪水流量を確率20年洪水量とした場合、F$62.9百万、年平均便益はF$8.3百万となり経済効果を示す指標EIRR（内部収益率）、B/C（便益／費用比）、NPV（現在価値）はそれぞれ14.5%、1.46、F$21.4百万となっている。フィジー国における投資の機会費用である10%と比較すると経済効果は十分に高い。また事業費が10%増加し、便益が10%減少した場合でもEIRRは11.9%で依然として、経済的に実現可能であることを示している。さらに放水路の掘削により生ずる残土を利用して49haの土地造成が可能であり、これをホテルや高級住宅地として開発する事業が考えられる。この事業と放水路及び捷水路事業と組合せると総事業費はF$71.3百万となるが、土地の売却益F$22.4百万を差し引くと実質的にはF$48.9百万となる。一方経済効果はEIRR17.2%、B/C 1.58、NPV F$30.2百万とさらに増加する。

(2)　財務評価

本プロジェクトの事業費の規模からみて資金の調達は大部分海外借款に頼らざるを得ない。事業費の85% F$53.5百万を借款により調達するとして、代表的な融資条件として次の2ケースを仮定する。

ケース1　　金利1.7%/年、返済期間25年（内据置期間7年）
ケース2　　金利7.0%/年、返済期間17年（内据置期間5年）

総返済金額、年最大返済金額及び年平均返済額はケース1の場合F$67.1百万、F$3.8百万、F$2.7百万となり、ケース2の場合F$90.9百万、F$7.8百万及びF$5.3百万となる。ケース1における年最大返済額及び年平均返済額は政府の中期海外借款返済見通しにおける年平均返済額（F$32.8百万）のそれぞれ12%、8%にすぎない。

事業費の15%、F$9.4百万は借款とは別に政府予算で手当されなければならないが、1年当り支出のF$4.7百万は政府年投資支出の5%、公共施設投資支出の12%となり予算手当は可能と思われる。また土地開発により得られる売却益F$22.4百万を考慮すると、土地開発に必要な事業費F$8.3百万を差し引いても、F$9.4百万が残り、政府予算手当の必要額F$9.4百万を十分賄うことができる。

(3)　環境影響評価

放水路及び捷水路の建設により、洪水による氾濫区域や時間が大幅に減少し、このために洪水による直接・間接の被害が著しく小さくなり、社会経済の発展や住民の福祉にとって多大な正の影響を及ぼす。社会・自然環境についての負の影響としてはその対策も含めて本文中に述べており十分対処可能と思われるが、比較的重要な影響を与える項目は次の通りである。

— 住民：
プロジェクト地域で移転の対象となるのは 36 世帯であり、今後用地取得や補償について十分な協議が必要である。

— 地形・景観の変化：
幅 100m の放水路が出現するので、地形・景観はかなり変化するが、土捨場を利用した土地開発を行い、放水路沿いに公園を作り、ホテルや高級住宅地を織り交ぜて良好な景観設計を行う。

— 海岸地域：
放水路による土砂流出の影響は土砂流出解析の結果殆どないことがわかった。 マングローブ林はこの地域にはなく、珊瑚礁も 3.5km 以上離れているので殆ど影響はないと思われる。

— 水質汚濁：
1 年のうち 75%の期間は流水は本川を流下するように計画したので本川水質の変化は殆どないと思われる。 放水路の水質は吐口にフラッドゲートを設けず、潮汐により水の停滞を防ぐこととする。 塩水の侵入は本川との分岐点まで到達することはないが、地下水や土壌の塩水化の可能性はあり、放水路の設計・施工に留意して影響を最小限とするほか今後地下水のモニタリングを継続する。

20.2 提言

(1) 優先プロジェクトの実施

提案されたナンディ川放水路及び捷水路プロジェクトは経済効果も大きく財務的にも十分実現可能と思われる。 このプロジェクトの実施により社会・経済の発展及び住民福祉に益するところすこぶる大であると思われるのでできるだけ早く実施に移すべきである。

(2) 政府内及び住民の合意形成

本プロジェクトの実施について本調査の結果を十分吟味してフィジー国政府内において実施に向けての合意形成を諮り、プロジェクト推進のための組織を確立する。 またこれに並行して地域住民及び国民の理解と合意を得ることが必要である。

(3) 資金の調達手続き開始

本プロジェクト実施に必要な事業費の大部分は海外からの借款により調達せざるを得ないと思われるが、これら調達にはかなりの期間を必要とするので、早い機会に手続きを開始する必要がある。 また必要な政府予算の手当を早めに開始する。

(4) 用地取得及び補償交渉の開始

用地取得・補償については一般に長時間を要するので、早めにプロジェクトについての住民説明及び交渉を開始し、十分な時間をかけて協議し、同意をとりつける必要がある。

(5) 水理模型実験及び環境モニタリング

プロジェクトの建設に先立って、本調査において実施した水理設計を確認するために放水路及び捷水路の水理模型実験を行う。 また塩水の侵入や、海岸地域への影響を評価するために、環境モニタリングを開始する。

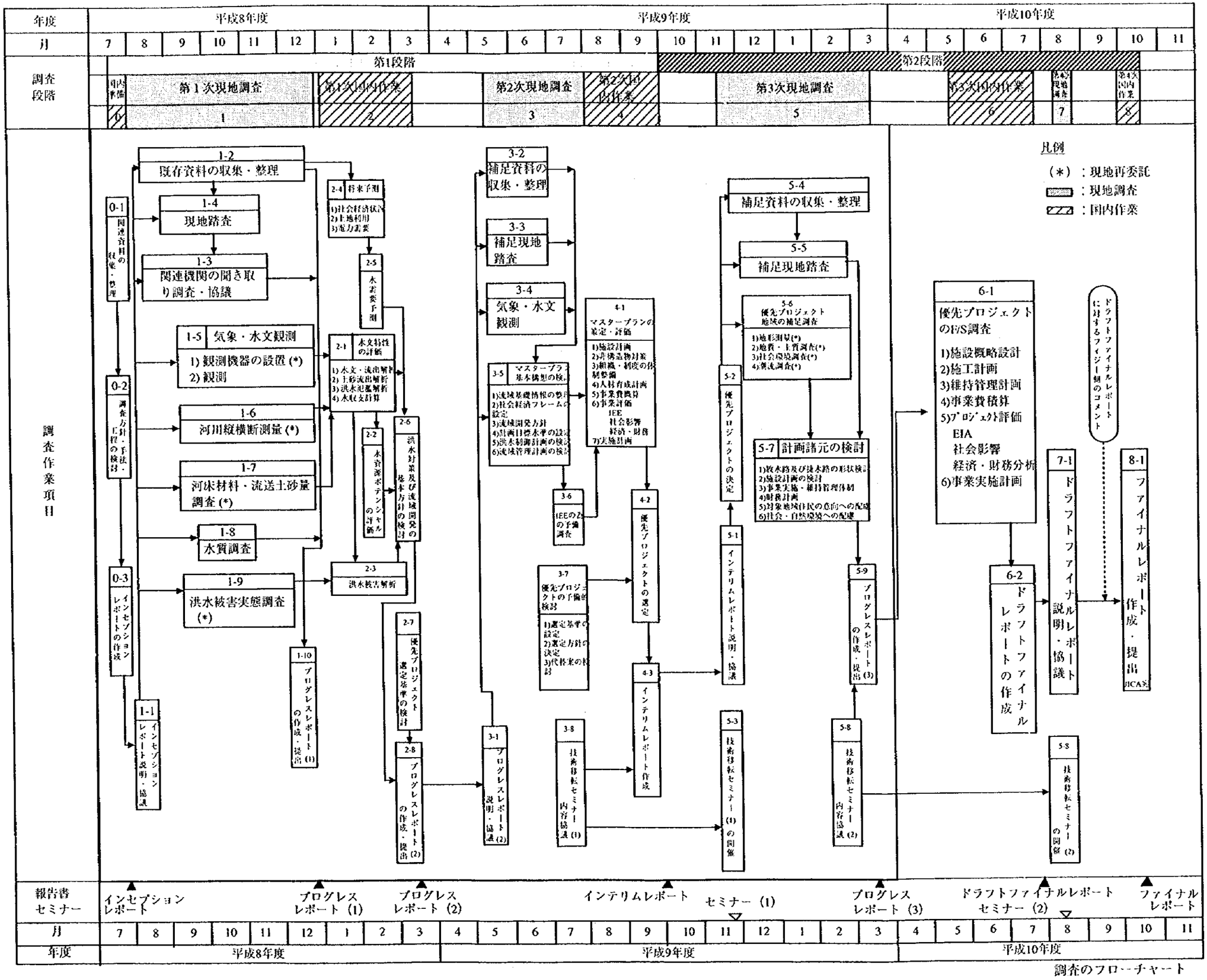
(6) 土地開発の促進

本プロジェクトに伴って実施される予定の土地開発は財務分析の上でその成否は重要な意味を持っているので、土地開発の実施方法（実施主体、組織、造成設計、市場調査、土地の販売方法）等について十分検討を行って決定し、事業を推進すべきである。

付　　録

付　録　　1

調査のフローチャート


年度
平成8年度
平成9年度
平成10年度
月
7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
調査段階
第1段階
第2段階
国内作業
第1次現地調査
第1次国内作業
第2次現地調査
第2次国内作業
第3次現地調査
第3次国内作業
第3次現地調査
第4次国内作業
0
1
2
3
4
5
6
7
8
調査作業項目
凡例
(*) ：現地再委託
：現地調査
：国内作業
0-1 関連資料の収集・整理
0-2 調査方針・手法・工程の検討
0-3 インセプションレポートの作成
1-1 インセプションレポート説明・協議
1-2 既存資料の収集・整理
1-3 関連機関の聞き取り調査・協議
1-4 現地踏査
1-5 気象・水文観測
1) 観測機器の設置 (*)
2) 観測
1-6 河川縦横断測量 (*)
1-7 河床材料・流送土砂量調査 (*)
1-8 水質調査
1-9 洪水被害実態調査 (*)
1-10 プログレスレポート(1)の作成・提出
2-1 水文特性の評価
1) 水文・流出解析
2) 土砂流出解析
3) 洪水氾濫解析
4) 水収支計算
2-2 水資源ポテンシャルの評価
2-3 洪水被害解析
2-4 将来予測
1)社会経済状況
2)土地利用
3)電力需要
2-5 水需要予測
2-6 洪水対策及び流域開発の基本方針の検討
2-7 優先プロジェクト選定基準の検討
2-8 プログレスレポート(2)の作成・提出
3-1 プログレスレポート(2)説明・協議
3-2 補足資料の収集・整理
3-3 補足現地踏査
3-4 気象・水文観測
3-5 マスタープラン基本構想の検討
1)流域基礎情報の整理
2)社会経済フレームの設定
3)流域開発方針
4)計画目標水準の設定
5)洪水制御計画の検討
6)流域管理計画の検討
3-6 IEEのための予備調査
3-7 優先プロジェクトの予備的検討
1)選定基準の設定
2)選定方針の決定
3)代替案の検討
3-8 技術移転セミナー内容協議(1)
4-1 マスタープランの策定・評価
1)施設計画
2)非構造物対策
3)組織・制度の強化整備
4)人材育成計画
5)事業費概算
6)事業評価
IEE
社会影響
経済・財務分析
7)実施計画
4-2 優先プロジェクトの選定
4-3 インテリムレポート作成
5-1 インテリムレポート説明・協議
5-2 優先プロジェクトの決定
5-3 技術移転セミナー(1)の開催
5-4 補足資料の収集・整理
5-5 補足現地踏査
5-6 優先プロジェクト地域の補足調査
1)地形測量(*)
2)地質・土質調査(*)
3)社会環境調査(*)
4)漁獲調査(*)
5-7 計画諸元の検討
1)放水路及び捷水路の形状検討
2)施設計画の検討
3)事業実施・維持管理体制
4)財務計画
5)対象地域住民の意向への配慮
6)社会・自然環境への配慮
5-8 技術移転セミナー内容協議(2)
5-9 プログレスレポート(3)の作成・提出
6-1 優先プロジェクトのF/S調査
1)施設概略設計
2)施工計画
3)維持管理計画
4)事業費積算
5)ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ評価
EIA
社会影響
経済・財務分析
6)事業実施計画
6-2 ドラフトファイナルレポートの作成
ドラフトファイナルレポートに対するフィジー側のコメント
7-1 ドラフトファイナルレポート説明・協議
8-1 ファイナルレポート作成・提出
5-8 技術移転セミナーの開催(2)
報告書セミナー
インセプションレポート
プログレスレポート(1)
プログレスレポート(2)
インテリムレポート
セミナー(1)
プログレスレポート(3)
ドラフトファイナルレポートセミナー(2)
ファイナルレポート

調査のフロ--チャート

付　録　　2

調査団員名並びに人／月

様式--6　要員計画

調　査　人　月　表

担当	氏名	所属	格付	人／月 第1年次 現地	第1年次 国内	第2年次(1) 現地	第2年次(1) 国内	第2年次(2) 現地	第2年次(2) 国内	第3年次 現地	第3年次 国内	合計 現地	合計 国内
総括／流域管理	中川　喜夫	YEC	1	1.20	0.80	0.70	1.00	0.80	0.00	0.40	1.30	3.10	3.10
治水計画	花岡　憲男	YEC	2	1.50	1.70	1.50	1.00	1.60	0.00	0.40	2.80	5.00	5.50
水資源開発	東島　隆三	YEC	2	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.00
気象・水文・洪水解析	大谷　和彦	YEC	3	3.50	2.20	2.00	1.30	2.60	0.00	0.40	2.80	8.50	6.30
地形・地質	佐々木洋介	YEC	2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00
森林・土壌	溝口　昌晴	YEC	5	1.50	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.00
測量	黒岩　稔紀	YEC（朝日航洋）	3	2.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00
施設計画／施工・積算	平野　和哉	YEC	4	1.00	0.00	1.00	1.00	1.50	0.00	0.00	2.00	3.50	3.00
土地利用／地域開発	南　直行	YEC	3	2.00	1.50	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	4.00	2.50
組織・制度	原　尚生	YEC	3	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	0.40	1.00	3.40	2.50
社会・経済	谷岡　潔	YEC（プロ経）	2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	3.00	3.00
環境配慮	王　暁昌	YEC	3	2.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.53	4.00	1.53
海岸	西野　悟	YEC	3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.47	1.00	1.47
業務調整	デヴィッド J.メレット	YEC	5	1.00)	0.00)	0.00)	0.00)	1.00)	0.00)	0.00)	0.00)	2.00)	0.00)
レポート													
合計				19.20	9.70	10.20	8.30	14.90	0.00	1.60	13.90	45.90	31.90
				28.90		18.50		14.90		15.50		77.80	

凡例　現地作業　　YEC：八千代エンジニヤリング（株）

国内作業

コンサルタント負担による業務調整団員の現地派遣期間

付　録　　3

委員会リスト

作業監理委員会名簿

氏　名	役　職	期　間
1. 坪香　伸	委員長	平成8年7月～平成9年5月
2. 青山　俊行	委員長	平成9年5月～平成10年10月
3. 廣木　謙三	委員	平成8年7月～平成10年10月

運営委員会名簿

1998年8月18日現在

役　職	部　門	氏　名
1. Deputy Permanent Secretary	MAFF	S. Ulitu
2. Permanent Secretary	Ministry of Planning	R. Yarrow
3. Deputy Permanent Secretary	Ministry of Regional Development and Multi-ethnic Affairs	P. Ravea
4. Director	Department of Energy	D. Kumaran
5. Director	Land and Water Resource Management Division, MAFFA	S. N. Swami
6. Acting Director	National Trust of Fiji	E. Erasito
7. Principal Town Planner	Department of Town and Country Planning	S. Dakaika
8. Principal Environment Officer	Department of Environment	M. Sovaki
9. Principal Engineer (RE)	Land and Water Resource Management Division, MAFF	K. Win
10. Disaster Co-ordinator	Department of Regional Development	A. Tuifagalele
11. Senior Hydrologist	PWD	R. Raj
12. Senior Economic Planning Officer	Ministry of Planning	C. Yuen
13. Disaster Mitigation Advisor	UNDHA	A. Kaloumaria
14. Engineer (Road Design)	PWD	A. Ketenilagi
15. Senior Agricultural Officer	MAFF	J. Feresi
16. Engineer (Admin.)	MAFF	A. Lal

技術委員会名簿

役　職	部　門	氏　名
1. Director (D&I)	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	Satya N. Swami
2. Director (Extension)	Extension Division MAFF & ALTA	Samisoni Ulitu
3. Director (W&S)	Water and Sewerage Section Public Works Department	Shandil
4. Director (NTF)	National Trust of Fiji	Birandra Singh
5. A/Principal Economic Planning Officer	Central Planning Office	Reena Ram
6. A/Principal Economic Planning Officer	Central Planning Office	Aisake Taito
7. Senior Research Officer	Land Use Section MAFF & ALTA	Inoke Ratukalou
8. Senior Hydrologist	Hydrology Section Public Works Department	Rishi Raj
9. A/Deputy Conservator of Forests	Department of Forestry MAFF & ALTA	Sairusi Bulai
10. Principal Scientific Officer (Applied Geology)	Mineral Resources Department	Prem Kumar
11. Principal Environmental Officer	Department of Environment	Sefanaia Nawadra
12. Disaster Coodinator	Ministry of Regional Development	S. Varea
13. A/Principal Engineer (RE) Administration	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	Anup Lal
14. A/Principal Engineer (RE) Technical	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	Khin Maung Cho
15. Senior Engineer (Design)	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	M. M. Myint
16. Senior Forestry Officer	Department of Forestry MAFF & ALTA	Etuate Basaga
17. Senior Town Planner	Department of Town and Country Planning	Maria Ubitau
18. Senior Technical Officer	Fiji Meteorological Service Suva Office	Marika Rokoduru
19. A/Senior Engineer (RE)	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	Shabnam Yee Yet
20. Dredge Superintendent	Drainage and Irrigation MAFF & ALTA	Colin Simmons