

5.6 施設の構造

5.6.1 短期計画（第二次）

① サンドポケット施設の補強

サンドポケット右岸の堤防(Panua River Dike)補強追加工事および右岸部連続堤の補強追加工事を実施する。また、一線横堤（高さ越流部1.5m、非越流部2.0m）の建設およびサンドポケット右岸の堤防(Panua River Dike)補強追加工事および右岸部連続堤の補強追加工事を実施する（図5.24および図5.25参照）。更に、一線横堤の建設後の土砂堆積状況に応じて二線・三線横堤を建設することにより、サンドポケット下流域（サバンバレン川）への土砂移動（細粒分）の防止効果が確実となる。しかしながら、二線・三線横堤はあくまでも上流からの大量の土砂流出が将来も減衰しないという仮定に基づいている。今後、一線横堤による土砂捕捉で十分であると判断される場合には、提案した蛇籠製の二線・三線横堤は、将来の土地利用から判断して障害物となるため簡便な構造物（例えば連続杭によるもの）に変更することが適切である。今後の土砂堆積状況を十分に監視する必要がある。

一方、サンドポケットより下流のサバンバレン川では引き続き河道改修・河道掘削が必要である（図5.26参照）。

② 国道329号線の嵩上げ

国道329号線については、洪水防衛を主目的とした構造物とし、嵩上げ高さは3m程度（5年確率洪水規模）、嵩上げ延長はサンドポケット下流端の1.6kmである（図5.27および図5.28参照）。また、国道329号線の嵩上げに伴い、サバンバレン橋の改築、ボックスカルバートの改築が必要となる。また、サンニコラスバラス(San Nicolas Balas)地区の閉鎖流域からの内水を放流するパイプカルバートを敷設する。

5.6.2 中期計画（第一次）

① マスカップ床固工

マスカップ（サコビア川峡部）床固工はマクタン～マスカップ間の紡錘形の谷出口の峡谷部に位置する。土砂堆積区域の二次侵食域(マクタン～マバラカット；土砂堆積量100万 m^3)に、河道の縦側侵食による土砂生産の抑制と上流からの流下土砂の調節を目的として配置する（図5.29参照）。この建設に伴い、サコビア川河道位置の固定が図られ、噴火前の主要道路であった国道3号線に沿って道路建設が可能となる。

ダム形式 : 鋼矢板によるダブルウォール式
ダム高さ : 12.7m（有効高さ3.7m、水通し部標高は現河床高と同様）
設計流量 : 710 m^3/s (1/100)

なお、ダム本体の基本設計にあたっては、工期短縮の面から鋼矢板によるダブルウォール型式を採用しているが、カットオフにのみ鋼矢板を採用し、本ダムおよび副ダムには比国の在来工法を最大限採用する案も考えられる（図5.30参照）。詳細設計時に工期・材料・維持監理の面から床固工構造の詳細比較検討が必要である。

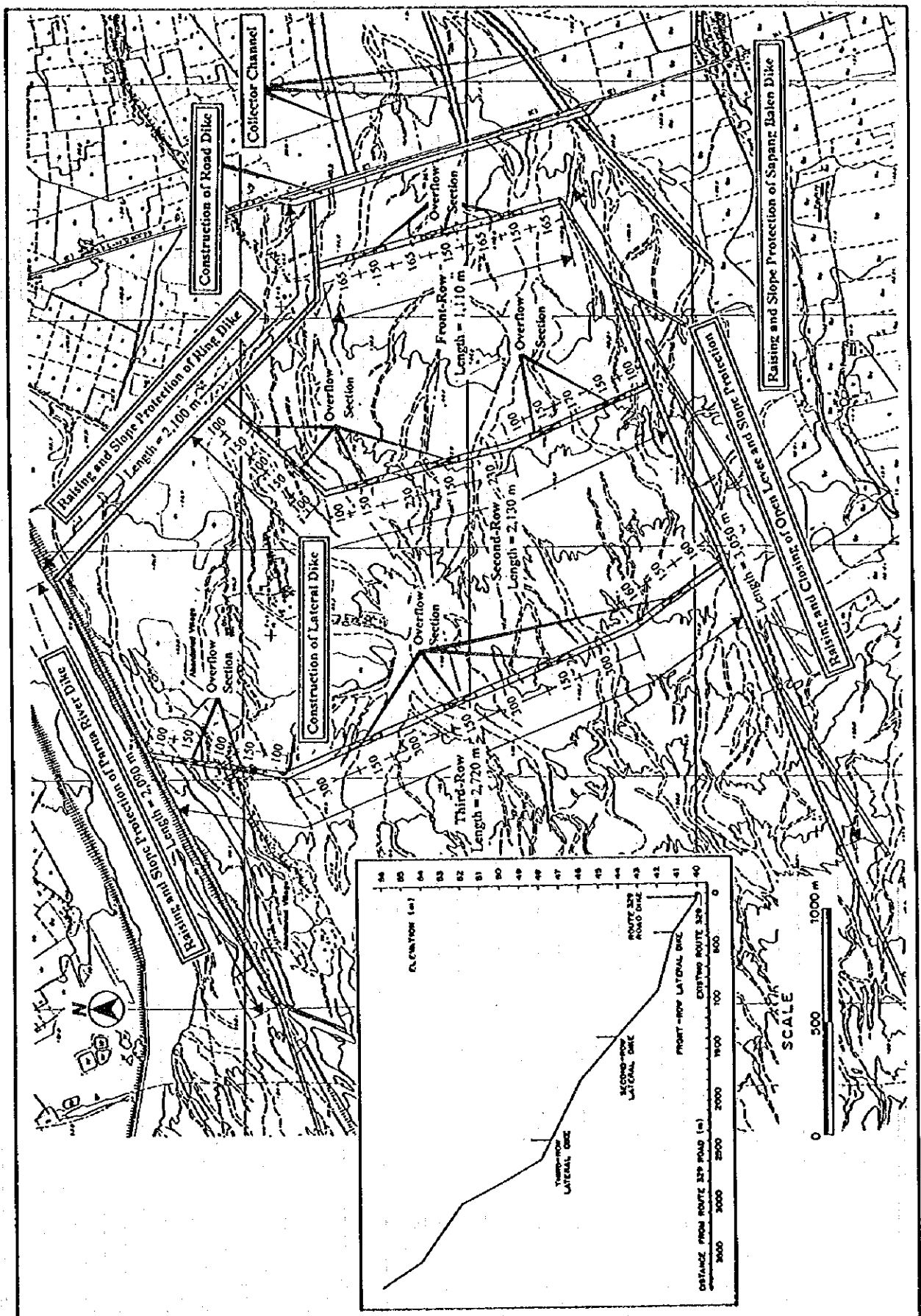


図 5.24 サンドポケット施設配置図
Sand Pocket Structures

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATURO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

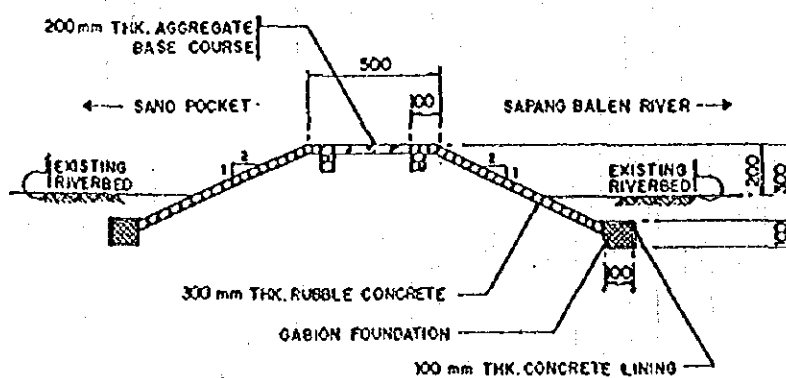
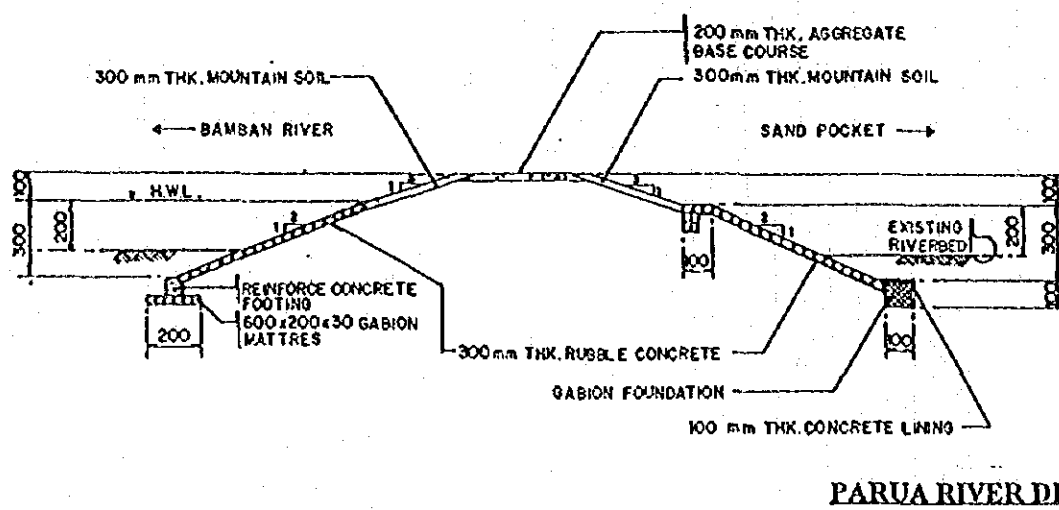
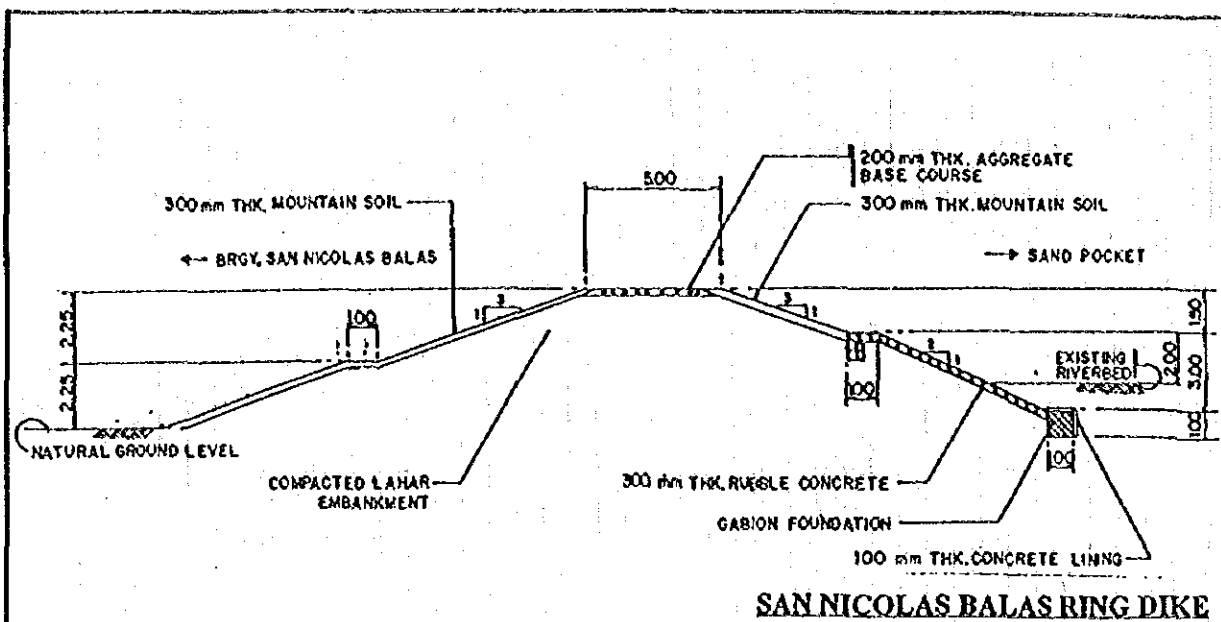


図 5.25 サンドポケット堤防補強図
Proposed Closing Dike

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-DAMBANA/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

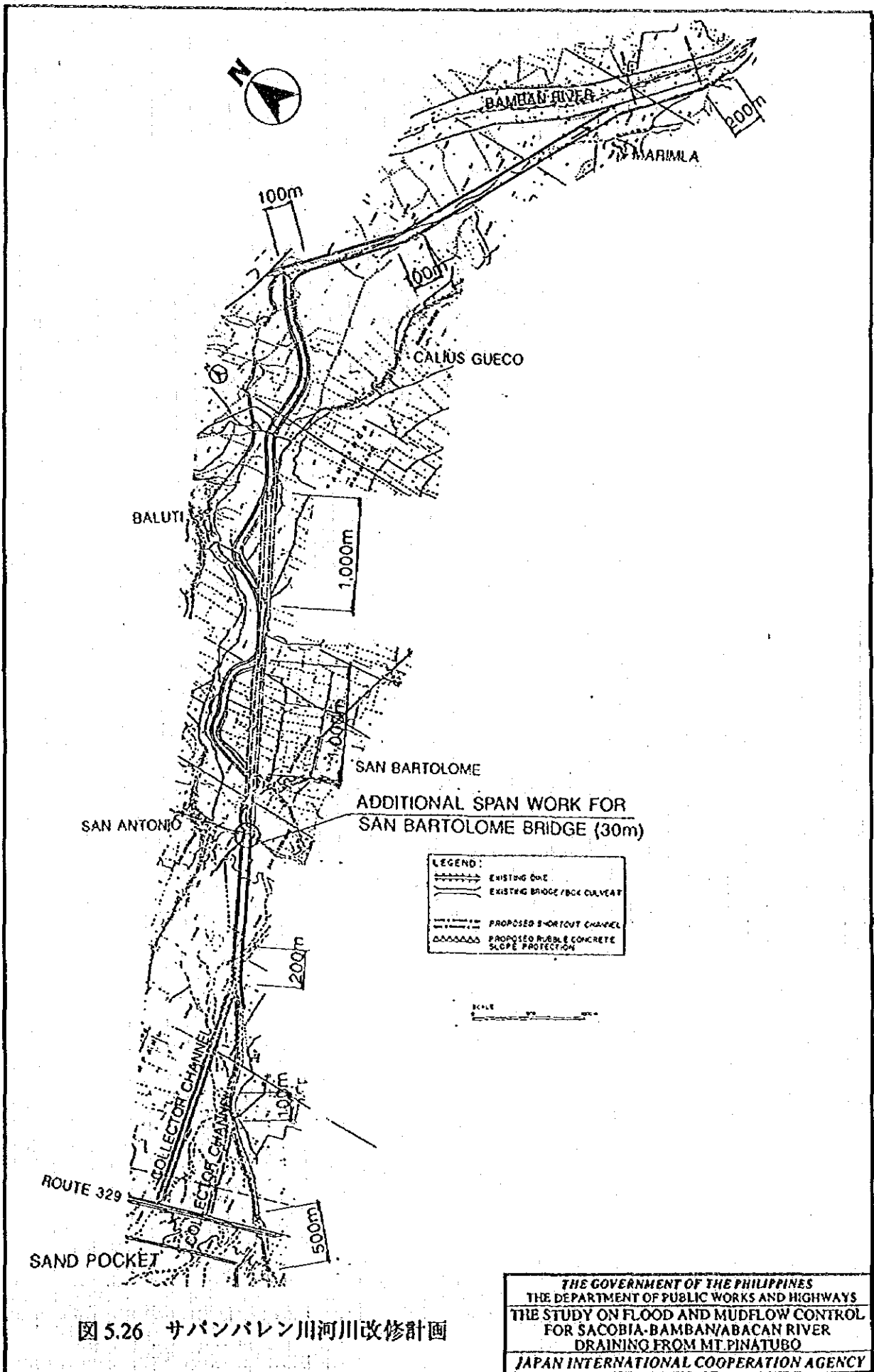


図 5.26 サバンバレン川河川改修計画

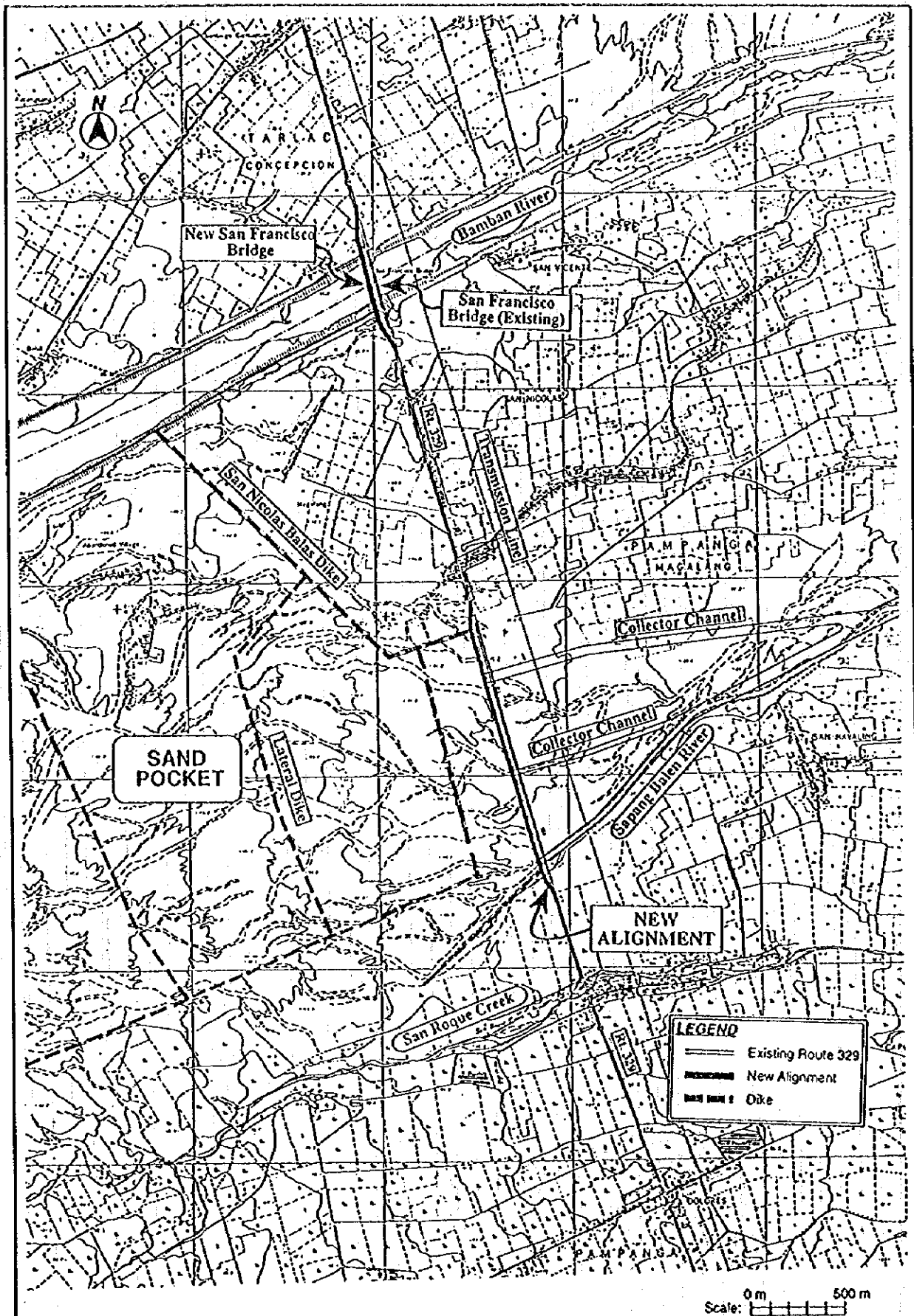


图 5.27 国道329号線嵩上げ計画位置図
Location Map of Route 329

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

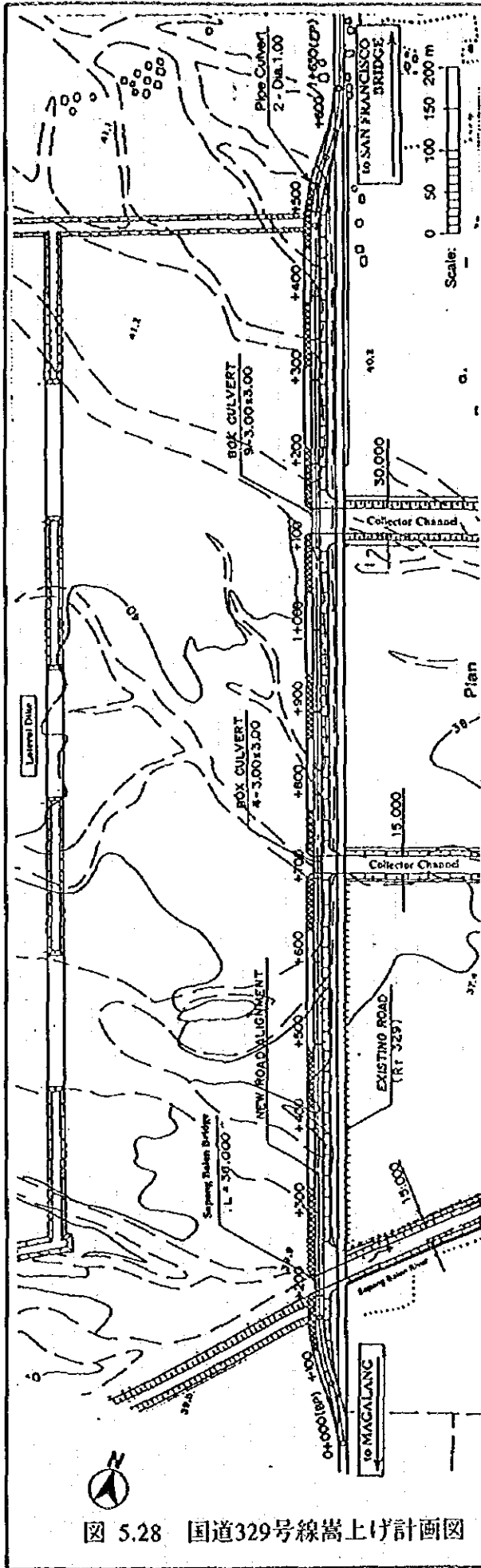
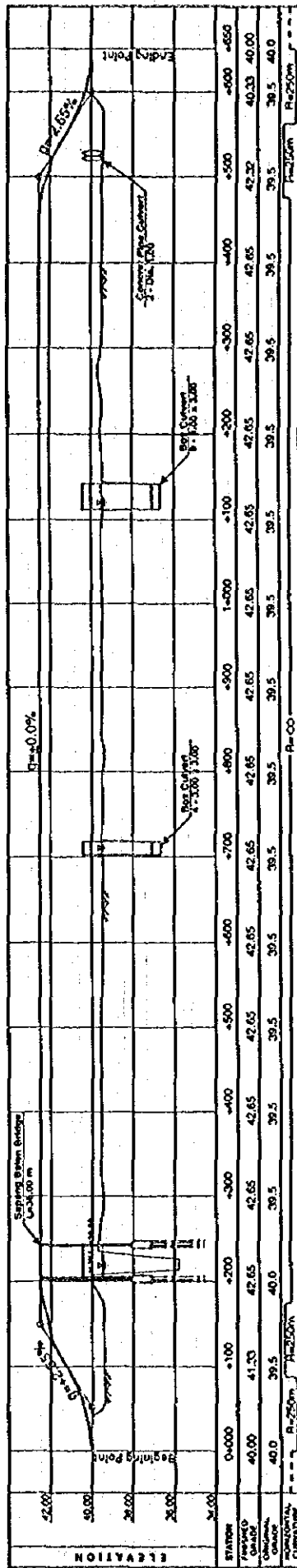
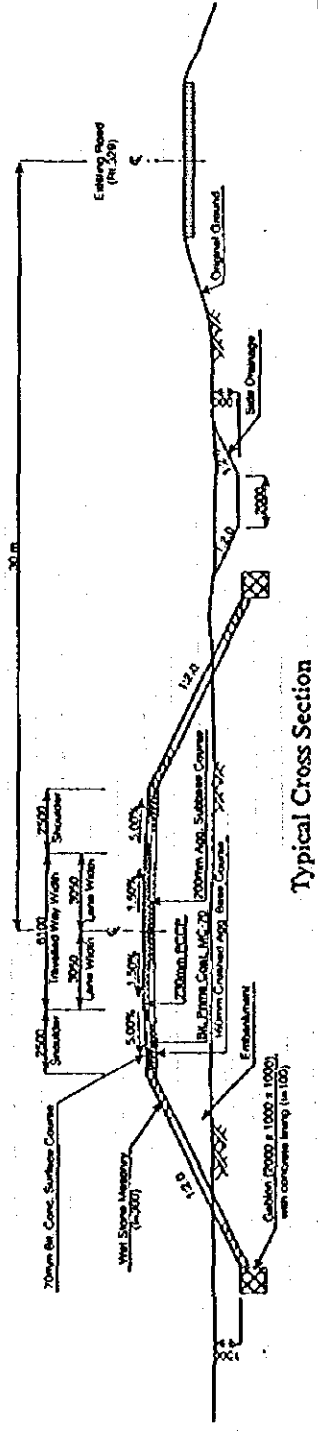


图 5.28 国道329号線嵩上げ計画図



Profile



Typical Cross Section

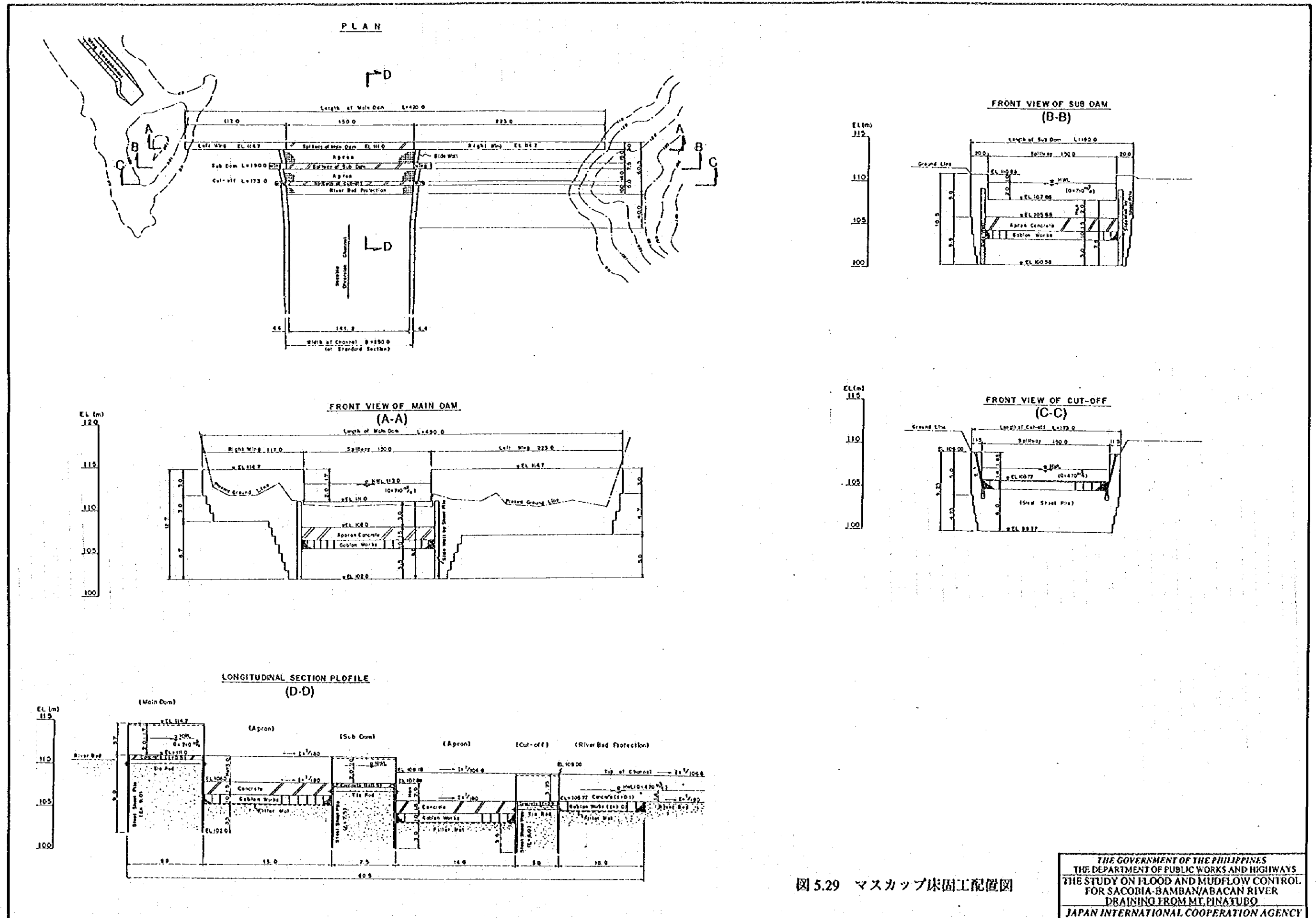


図 5.29 マスカップ床固工配置図

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

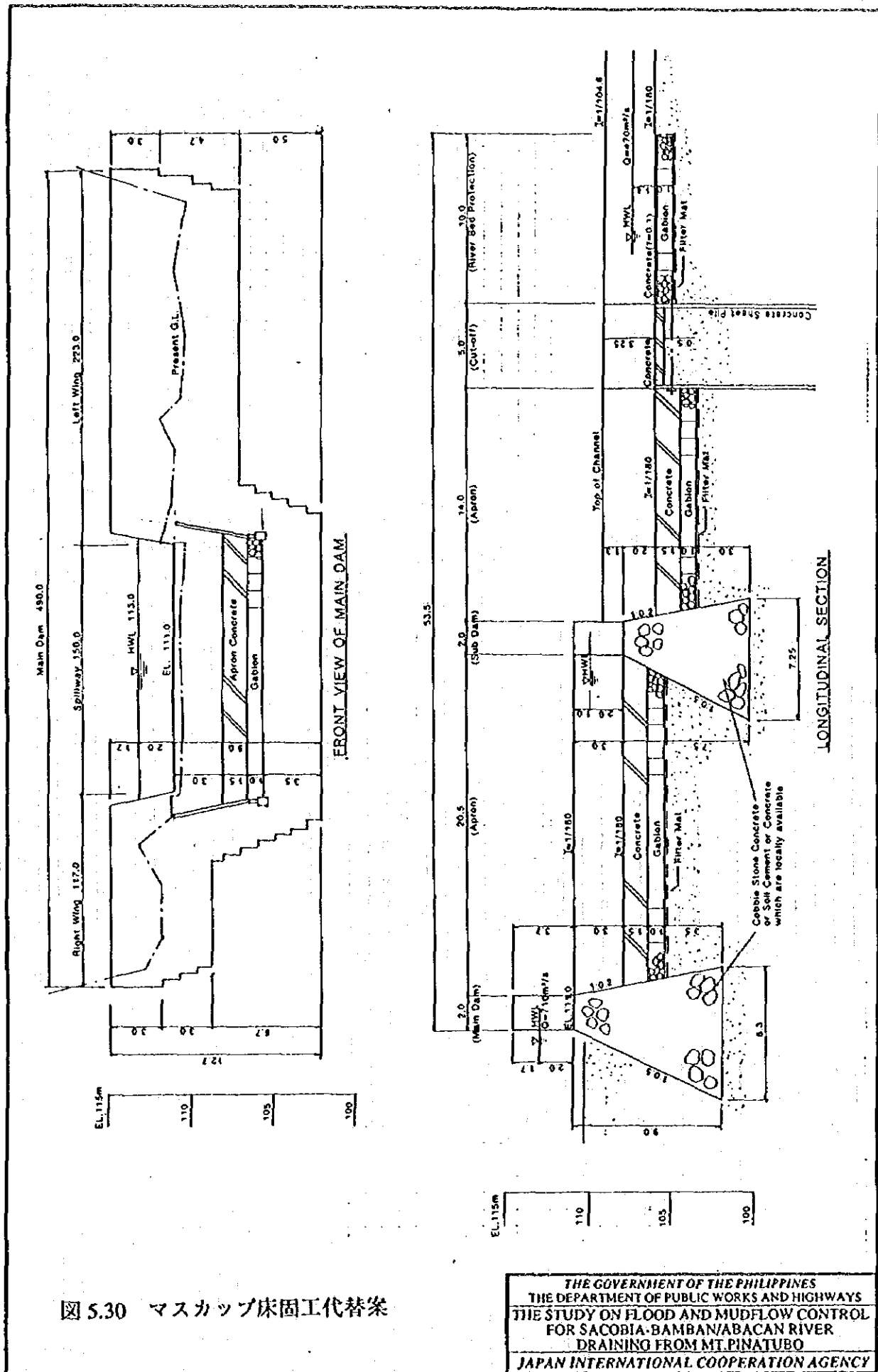


図 5.30 マスカップ床固工代替案

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

② バンバン川中下流域河川改修

1) 河道平面・縦断線形 : 河道法線は現況にならい、縦断線形は洪水通水能力の低下(1/20程度)している下流部区間について低水路を掘削する(1.5百万m³)。(図5.31および図5.32)。

2) 堤防補強 : 現在、すべての堤防は泥流堆積物を盛土して築堤されており、豪雨時に法面が侵食され無数のガリが発生している。このため、計画では堤防を山土で被覆する工法が採用されている。また、既存堤防に沿って掘込み河道が建設される場合には、練り石張工による護岸を配置する(図5.33参照)。

また、下流域(リオチコ川合流点より3kmの区間)において山土により堤体を被覆し、堤体の劣化を防ぐとともに堤防嵩上げを実施する。

3) 護岸 : 堤防の侵食が予想される箇所では練り石張工を配置する(図5.34参照)。

4) 水制工 : バンバン川下流の蛇行部にはR.C.Pileを組み合わせた水制工(2箇所:12基)の試験施工を提案している(図5.35参照)。ただし、既設堤防強度が低いため透過製水制工を採用した。この透過性水制工は流水の制御(蛇行部における流速の低下)を目的としている。

5) 下流域の浚渫 : バンバン川下流部では、洪水通水能力が1/20程度しかなく、今後の河床上昇により通水能力の低下を招くことになる。このため、下流域6km区間にて、河床高を維持するための浚渫作業が必要となってくる。この浚渫(年間150万m³)は今後9年間に亘って実施する必要がある。

6) 土捨場 : 浚渫土の土捨場をどこにするのが問題点となっている。本調査では環境調査の一環としてバンバン川下流域における住民公聴会を開催したが、この結果として、土捨場をサバンバレン川右岸部リオチコ川沿いに設置するのが最も農業生産性を劣化せず、周辺住民の反対も起こらないであろうことが判明している。

DPWHはすでに土捨場の建設に関し、その位置する行政区域であるマガラン郡およびバランガイキャプテンと協議を開始している。

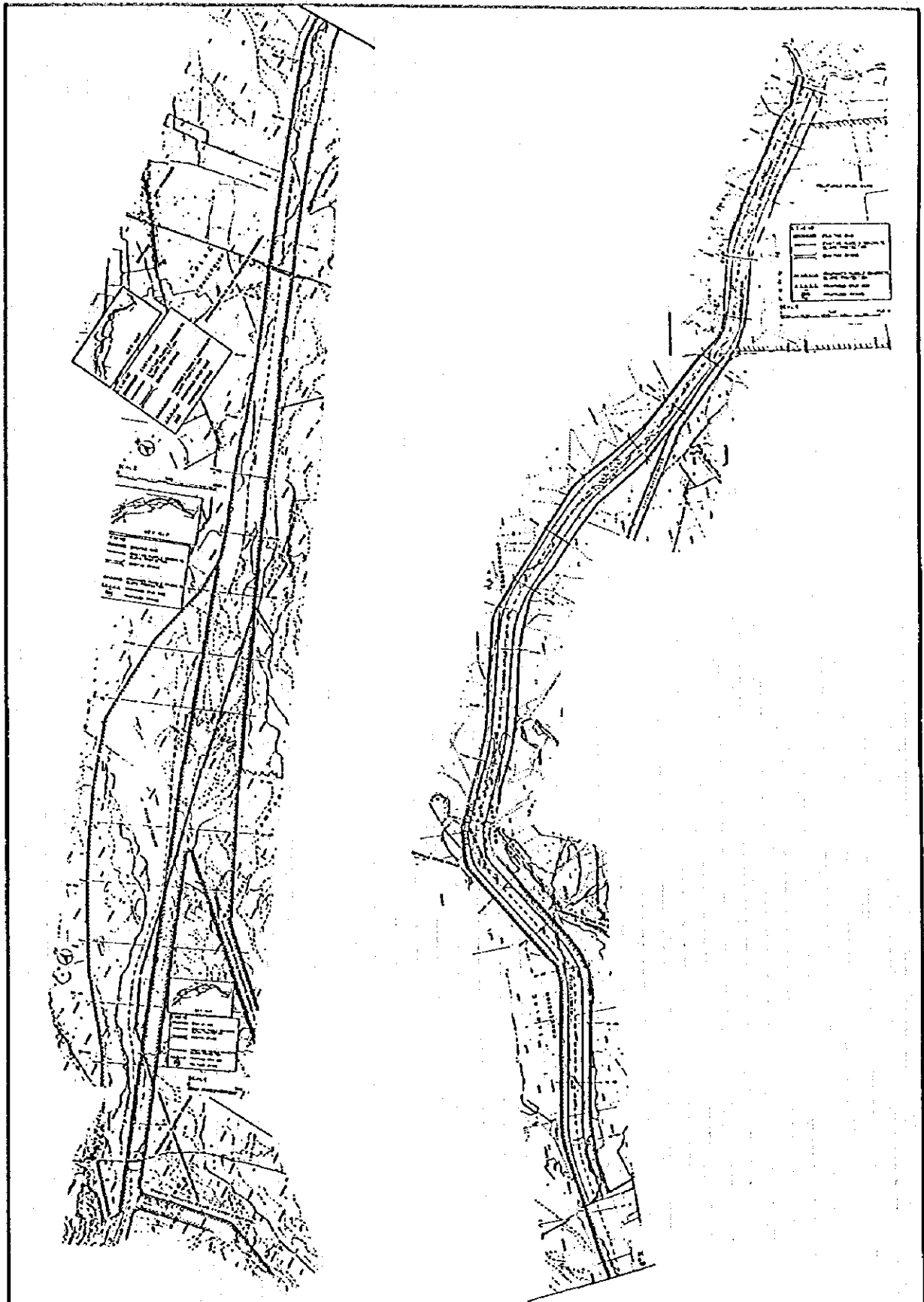
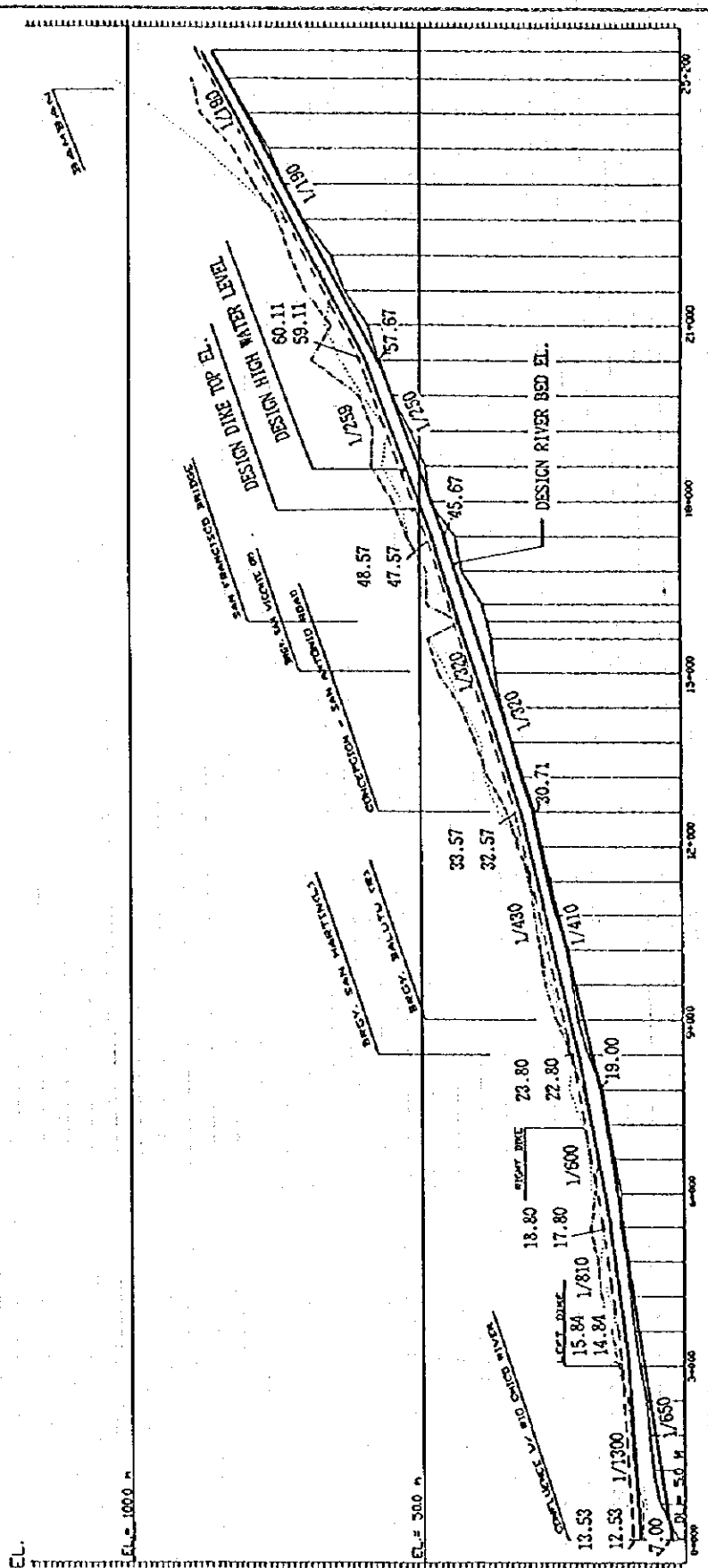


図 5.31 バンバン川河道平面図

General Plan of Bamban River Improvement

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

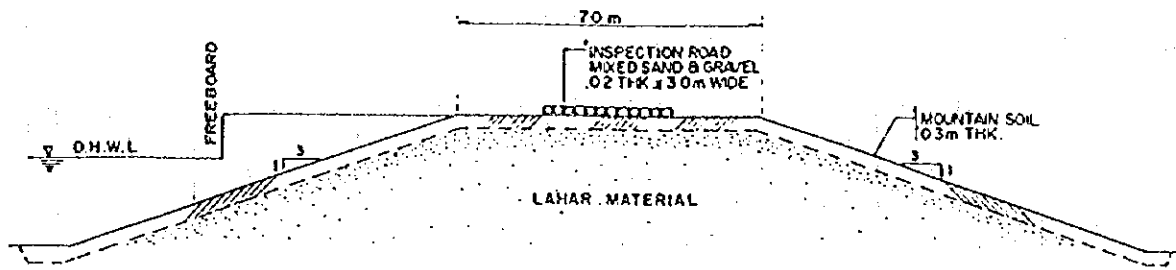


DISTANCE FROM MOUTH (KMD)

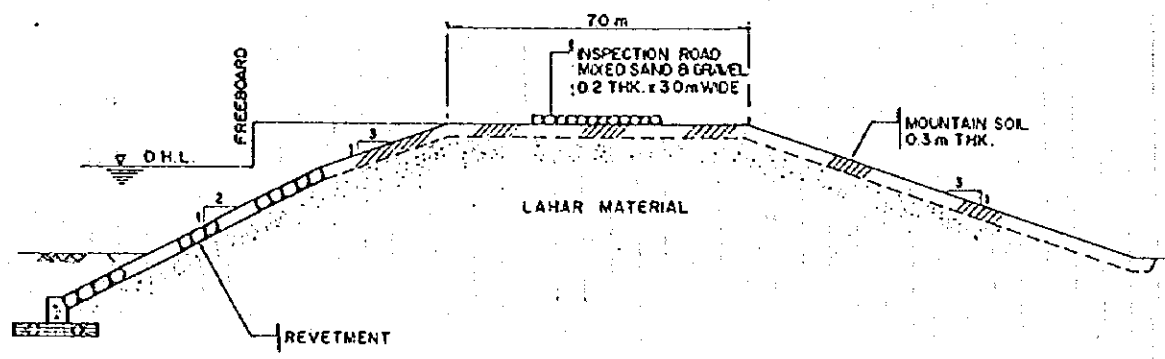
図 5.32 バンバン川河道縦断図

Design Longitudinal Profiles of Bamban River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



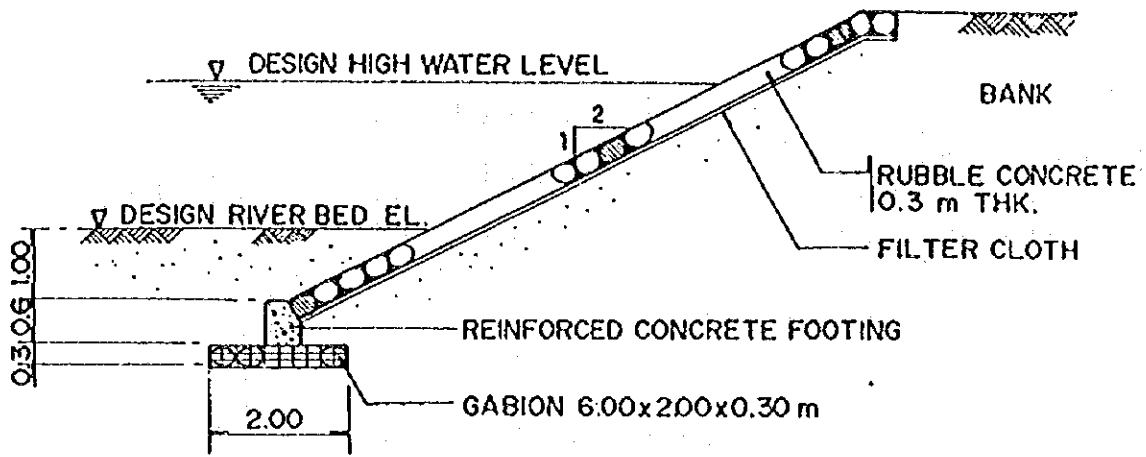
WITHOUT REVETMENT



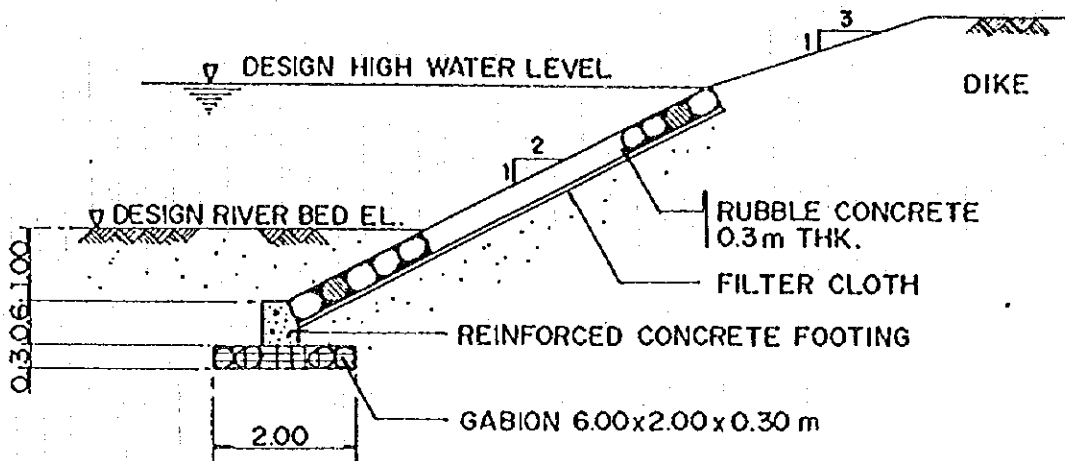
WITH REVETMENT

図 5.33 バンバン川堤防補強計画図
Standard Section of Dike

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



FOR BANK

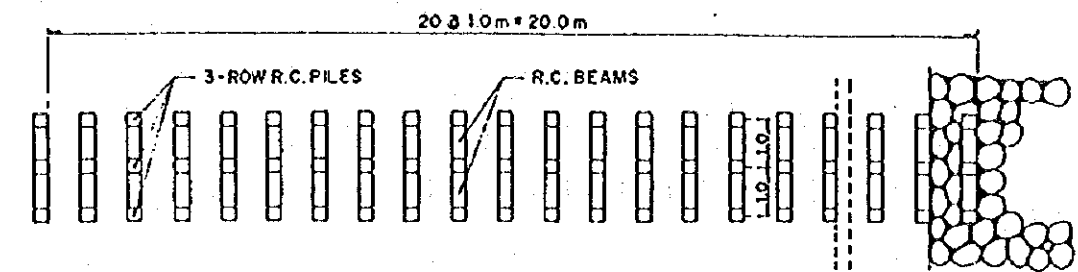


FOR DIKE

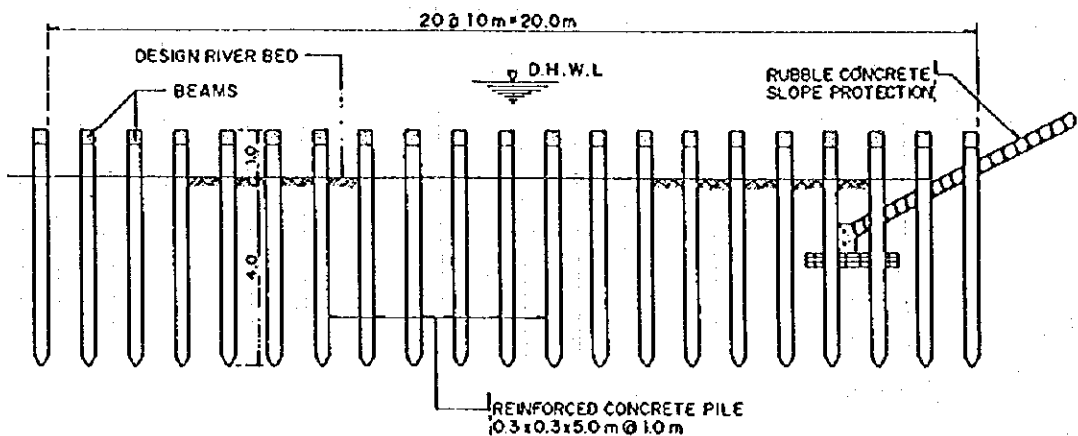
図 5.34 護岸工計画図

Proposed Rubble Concrete Slope Protection

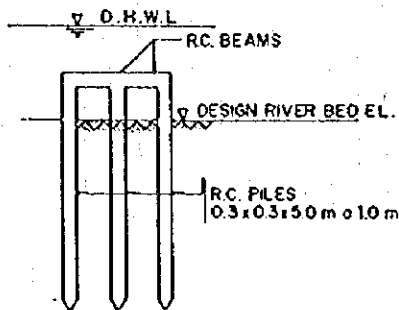
THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PLAN



ELEVATION



SECTION

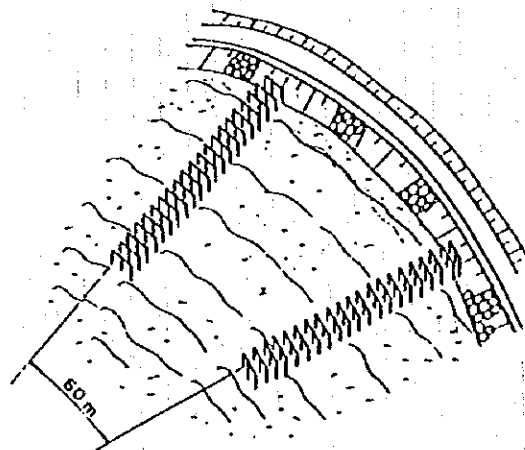


图 5.35 水制工計画图

Proposed Spur Dike

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

5.6.3 中期計画（第二次）：1998～2000年

① サコビア川の河道建設（1997/1998）

マスタープランではマスカップ（サコビア川峡谷部）床固工からバンバン川（マロンソ地点）にてバンバン川と合流する流路を建設する。図5.36参照

掘込み河道長	: 5.0 km
河道幅	: 150 m (設計水深1.4m、設計流量410m ³ /s(1/20))
河床勾配	: 1/180
落差工の数	: 7基 (500mおきに配置；図5.36参照)

この結果、土砂流出の直進性およびバンバン川合流点で10m程度の河床低下を考慮すれば、将来の河床低下が2m程度と予想されるマロンソ地点が合流には適切であろう。

② バンバン川上流域河川改修

(1) 計画対象区間

マリムラ川とサバンカウアヤン川の合流点からサンフランシスコ橋より上流3kmまでの6.5km区間を対象とする。計画対象区間では、将来の河床低下（ここ10年間で5～10mと予測）が見込まれている。左岸部の土地へ農民が早期に戻るためにも河道の固定が望まれる。

(2) 河道縦断線形

バンバン川上流域の河床縦断(1994年)をみると、サコビア川からの大量の土砂流入によりマリムラ川とサバンカウアヤン川の合流点からバンバン橋にかけて河床が上昇している。2支川（マリムラ、サバンカウアヤン）合流をバンバン川上流端と仮定しサコビア川合流点を下流に移した場合の将来予測によると、バンバン川上流部の河床は、年1.0mの割合で低下していき、約10年(10m)で安定河床となる。また、下流の浚渫により中流域の河床上昇を抑えることになる。

したがって、上記傾向を考慮した上でバンバン川河道計画、サコビア川合流、バンバン橋建設（国道3号線）を計画する必要がある。現在、縦断線形はほぼ現況河床高に沿って計画されているが、最終的な河床変動解析を急ぐとともに、詳細設計においては、解析結果に基づく施設計画の修正を実施する必要がある。

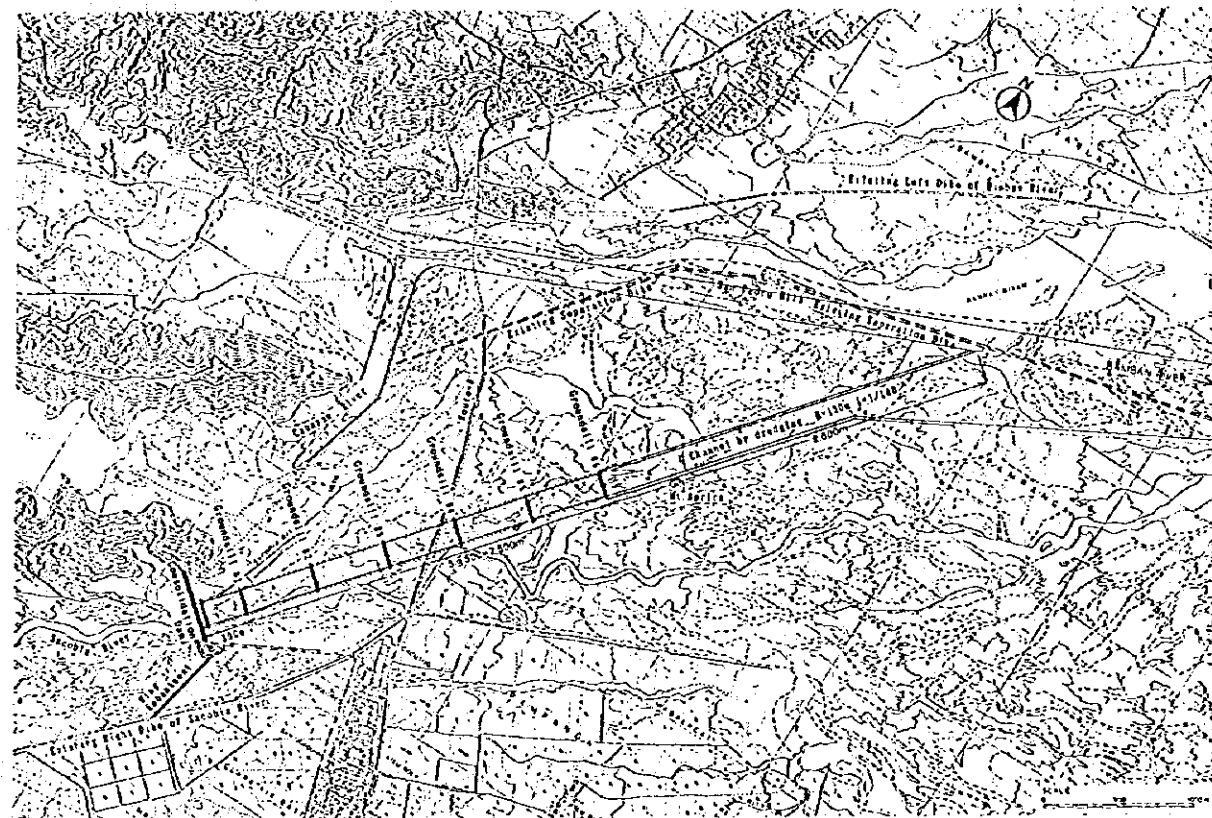
(3) 河道平面線形

一定幅固定河道建設案として土地の再利用時期を早めるため中期計画で、河道の一定幅固定化を図り、兩岸に護岸を建設する。この案（噴火前河道内に一定幅で固定した河道を中期計画で建設する案）の利点として以下の項目が挙げられる。

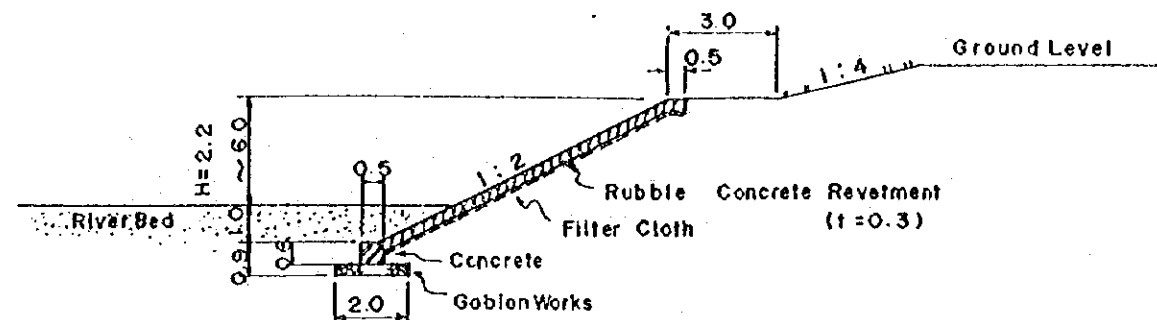
- 用地買収の必要がないこと。
- 左岸側の土地の再利用が早まる。

安全確保のためにも左岸堤から河道を離し、河床低下にあわせて左岸に護岸を施工する必

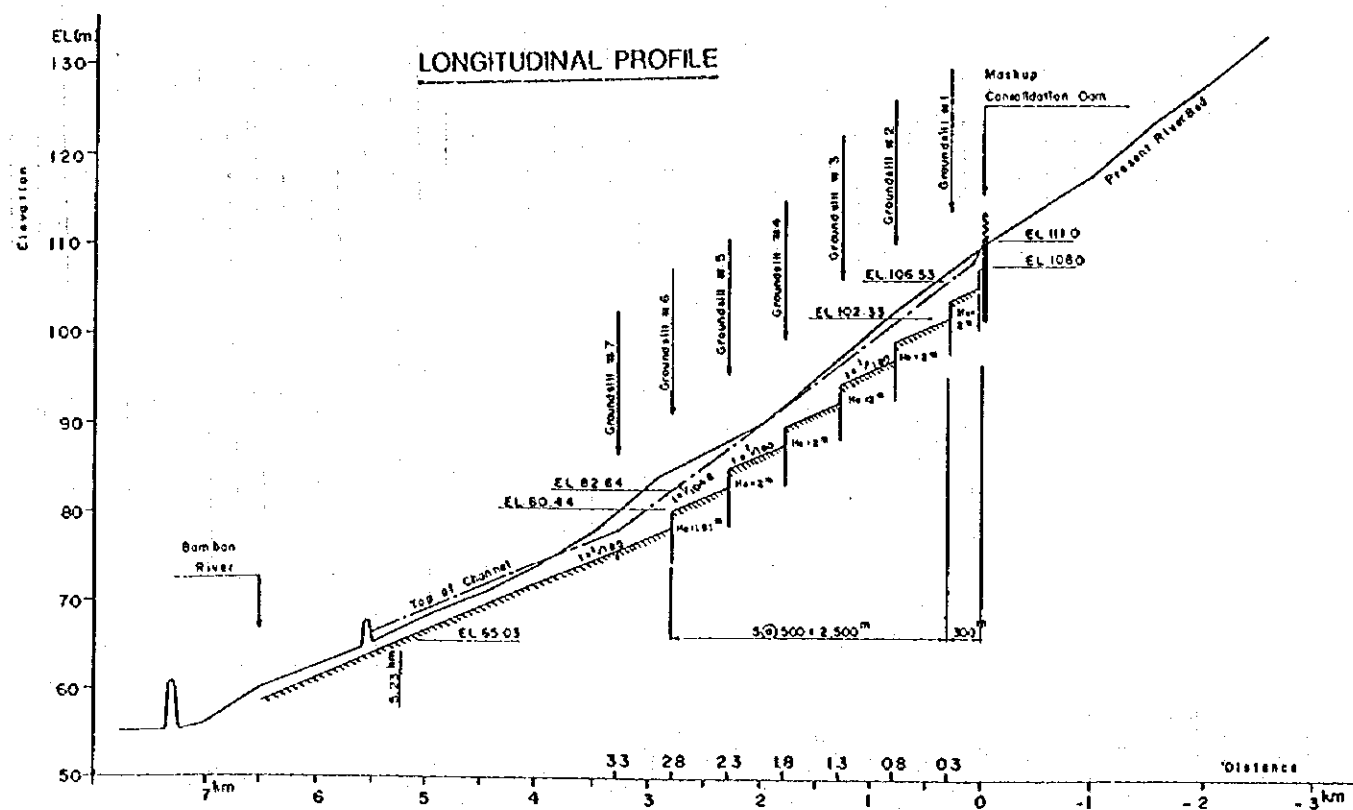
PLAN



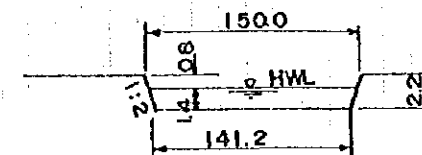
SLOPE PROTECTION



LONGITUDINAL PROFILE



CHANNEL SECTION



$I = 1/180$ $n = 0.035$
 $H = 1.4^m$ $A = 201.6^m$
 $R = 1.367^m$ $v = 2.623^m/s$
 $Q = 529^m^3/s > 470^m^3/s$
 $= 420/(1-0.1)$

図 5.36 サコピア川転流工計画図

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

要がある（左岸の堤内地は現在の河床面より1～3m低い）。

(4) 施設計画 : 堤防・河岸を練り石張工による護岸を実施する。

③ サバンカウアヤン川河川改修

バンバン川の河道縦断線形が決定した段階で、サバンカウアヤン川沿いに河道建設を予定している。基本的には、バンバン川河道施設を踏襲した掘込み河道（河道長2.0km）である。設計対象流量は $140\text{m}^3/\text{s}$ (1/20)である。護岸工を延長2.7 km（右岸部1.7 kmおよび左岸部1.0km）に配置する。また、マリムラ川との合流点はバンバン橋上流600mの地点である。

サバンカウアヤンのせきとめ湖は、せきとめ堆積高が25m、堆積土砂量は650万 m^3 であり、今後崩壊の危険性は少ないが、徐々に堆積土砂が浸食されていくと考えられる。

④ 国道3号線の復旧

③と同時期に国道3号線の建設（マバラカット、バンバンの橋梁含み）が開始される。ルートについては現在3案を選定し、最も用地買収の少ないルートが選定されている（図5.37および図5.38参照）。しかしながら、河道線形との整合性を考慮すると、用地買収は発生するものの最短距離案（代替案1）が洪水に対する橋梁の安全性の観点から最も適切である。詳細設計時に再検討を要する。

一方、バンバン川の中下流では河道の維持が図られている。特にバンバン川上流域の支川合流部には相当の土砂が堆積しており、解析結果によれば十数年後に河床が10m程度低下し安定河道となると推定される。現設計では、国道3号線におけるバンバン橋（マバラカット橋ともに）の設計は、新サンフランシスコ橋の設計を踏襲している（図5.39および図5.40）が、河床が10m以上低下する場合には代替案を計画すべきである（図5.41参照）。

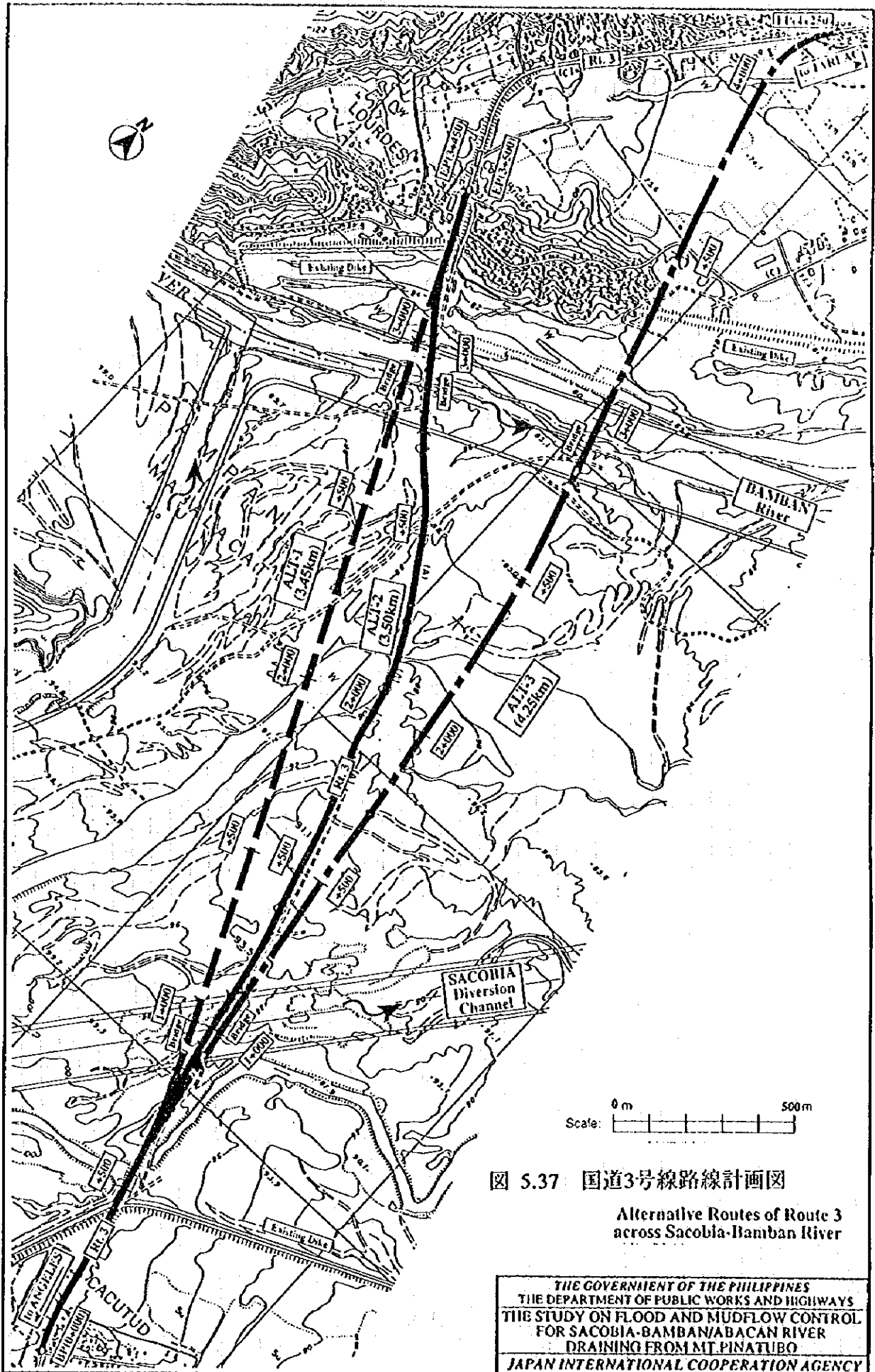


图 5.37 国道3号線路線計画図

Alternative Routes of Route 3
across Sacobia-Bamban River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

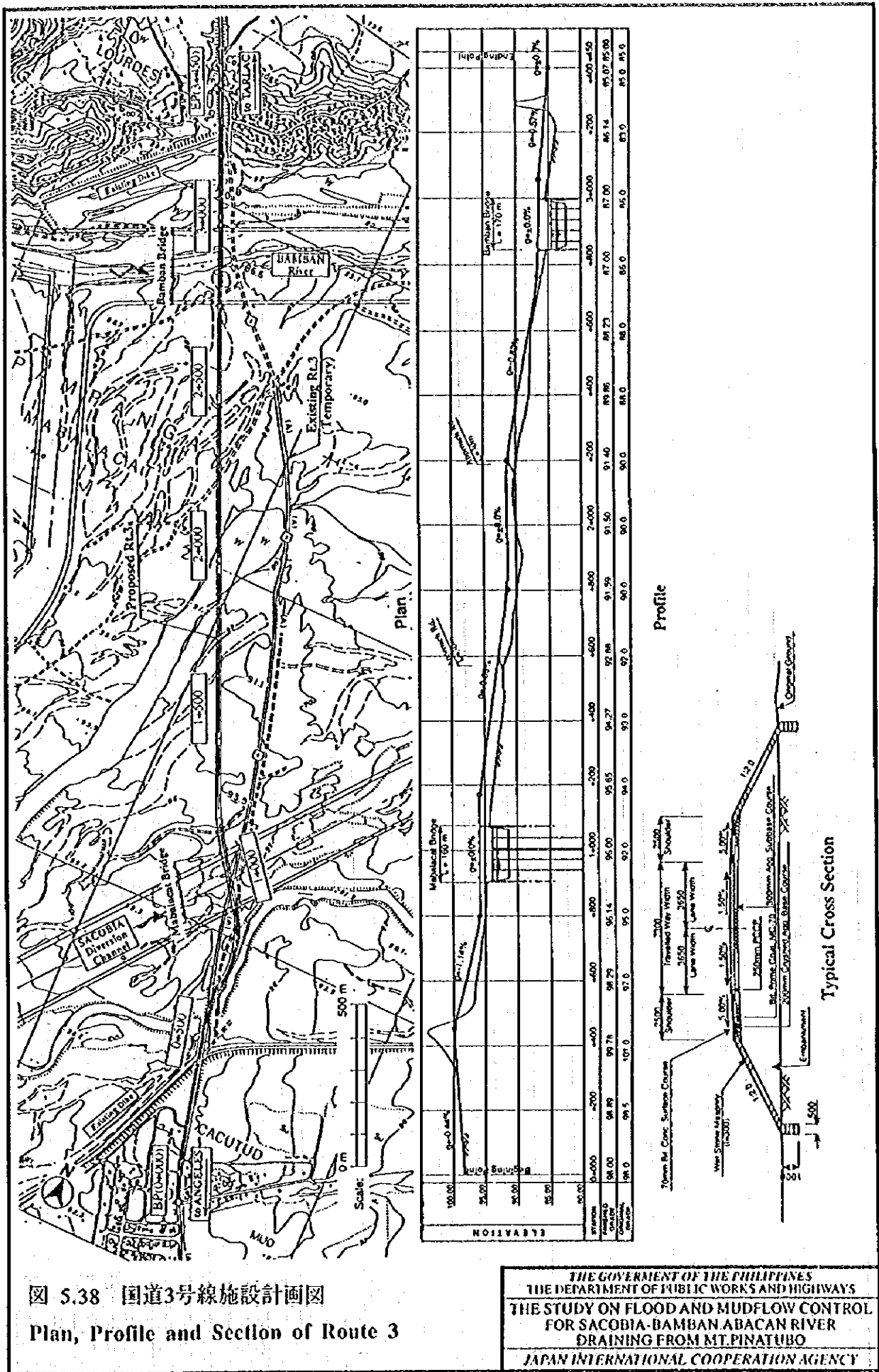
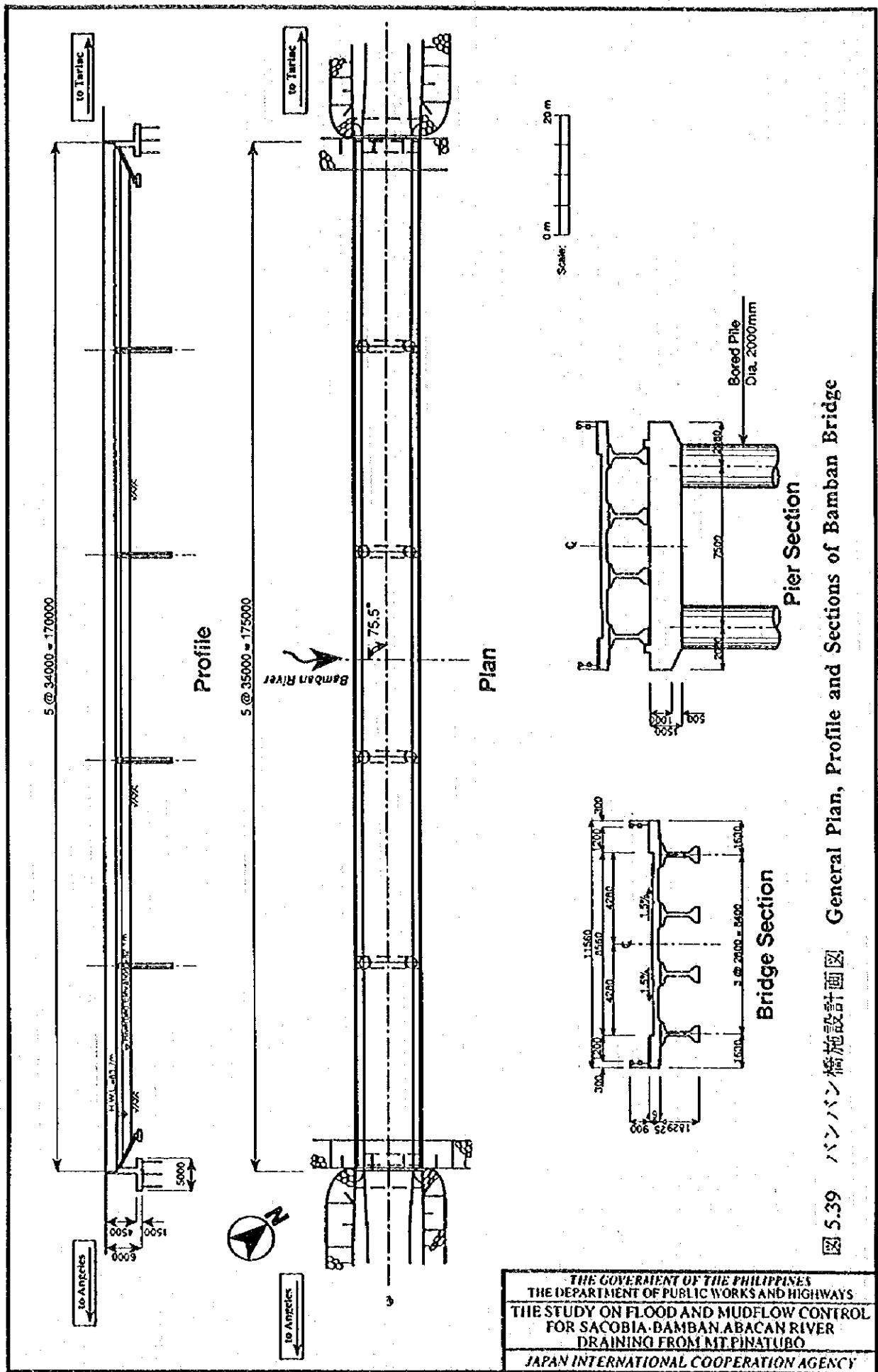


図 5.38 国道3号線施設計画図
Plan, Profile and Section of Route 3

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN-ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN-ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

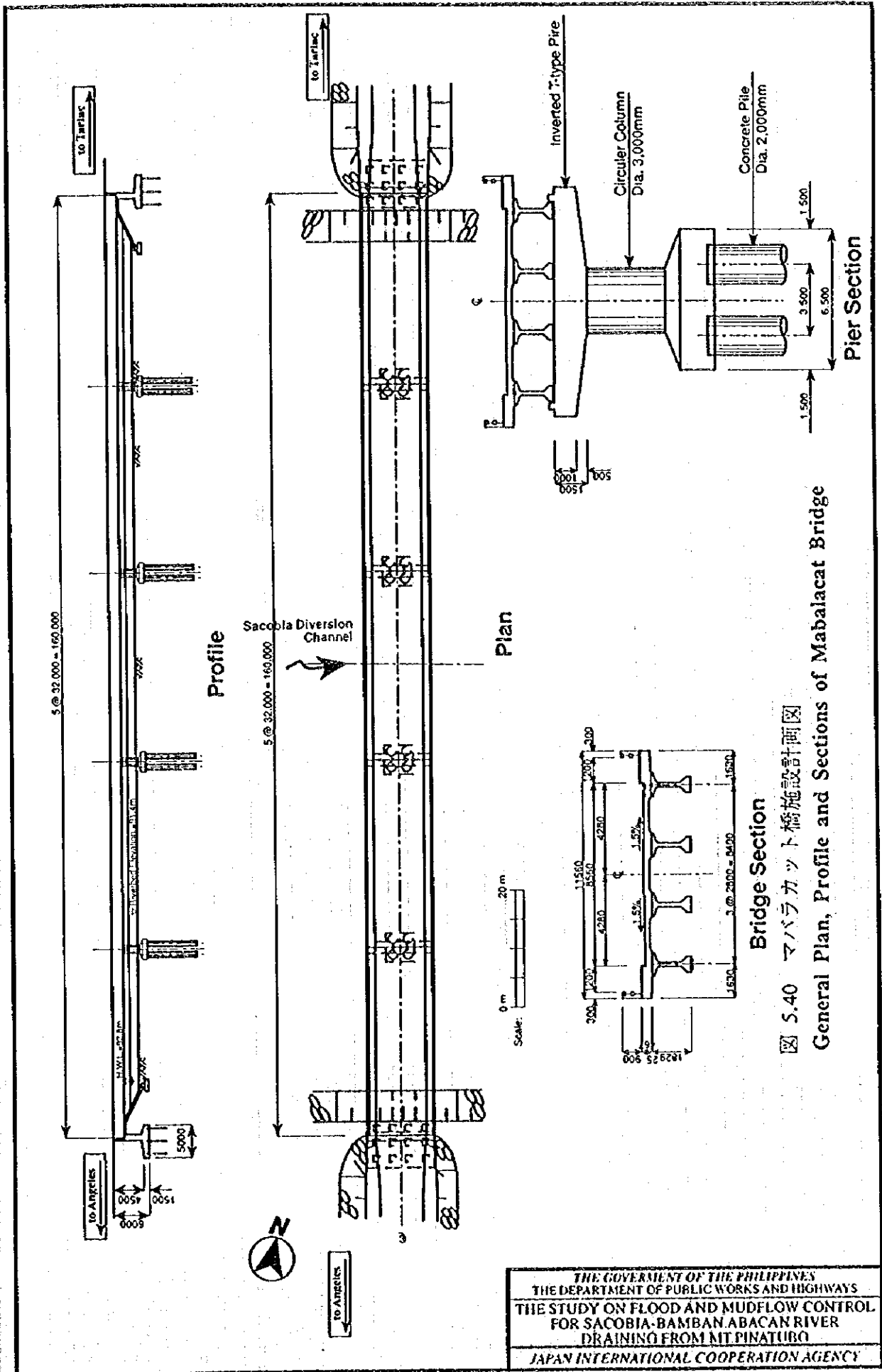


図 5.40 マババカット橋施設設計画図
General Plan, Profile and Sections of Mababacat Bridge

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN-ABACAN RIVER
DRAINING FROM MIT PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

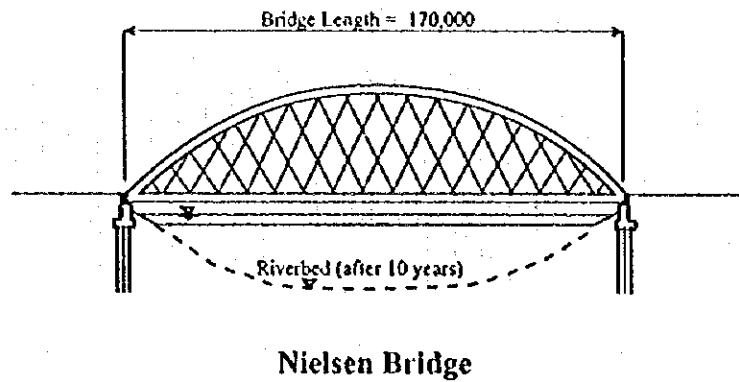
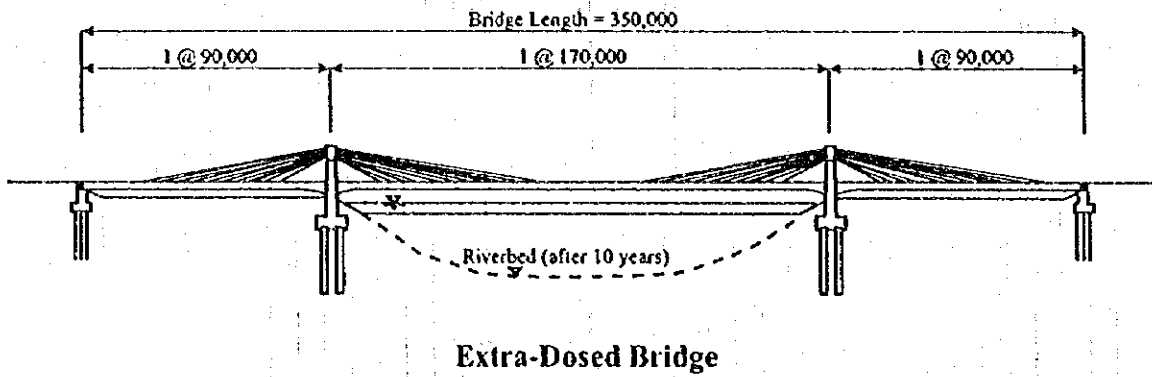
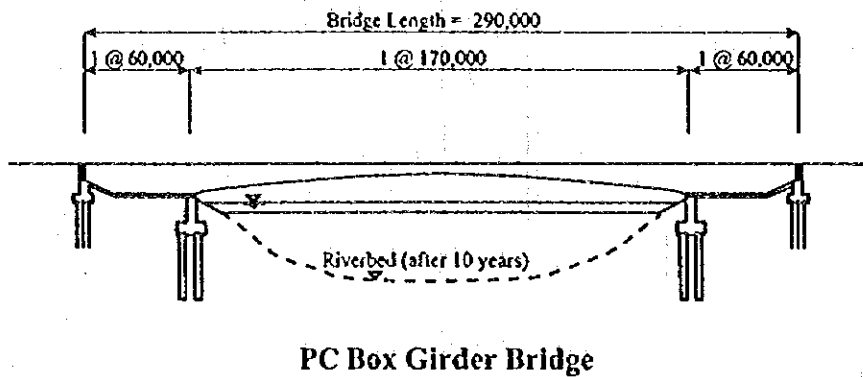
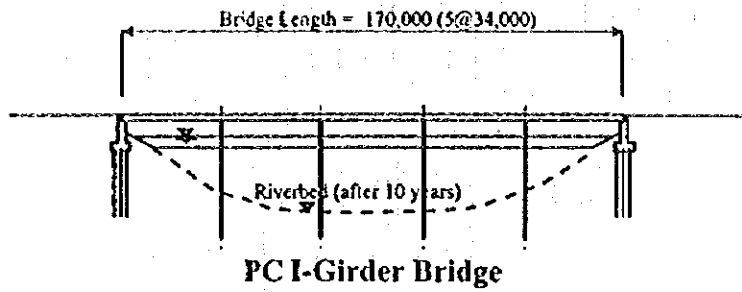


図 5.41 バンバン橋施設代替案

Alternative Bridge Types
of Bamnan Bridge

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

5.7 事業の実施計画

実施工程を図5.42に示す。実施計画は1995/1996年の乾季から中期施設計画完成までに必要な総ての施設計画を含んでいる。したがって、サンフランシスコ橋の建設など既にADB資金にて実施中の施設建設も含んでいる。

5.8 事業費の算定

5.8.1 積算基準

事業費積算は以下の条件で実施された。

- ① 現地貨換算率 : 4.0円=1.0ペソ
- ② 積算基準年 : 1995年11月
- ③ 物価上昇率 : 外貨 年率2.5%、内貨 年率8.7%
- ④ 予備費 : 直接工事費、コンサルタント費用、用地買収費の合計額の10%
- ⑤ Administration Cost : 直接工事費、コンサルタント費用、用地買収費の合計額の5%

5.8.2 工事費

直接工事費は2,834百万ペソ（113.5億円）である。内訳を表5.6に示す。また資金の年次計画を表5.7に示す。

Year	Work Item	Quantity	1995			1996			1997			1998			1999			
			S	O	N	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	
1.	JICA W/P & P/S																	
2.	Financial Arrangement																	
3.	Selection of Consultant																	
4.	Detailed Design																	
5.	Selection of Contractors																	
6.	Construction																	
1.	Mobilization & Preparatory	1.5																
II.	Sacobia River Sediment Control Works																	
II.1	Sand Pocket																	
(1)	Heightening/Closing & Slope Protection of Dikes	7,240 m																
a)	Kabalacat-Magalang-S/F Bridge Dike	5,050 m																
b)	San Nicolas Balas Dike	2,190 m																
c)	Parua River Dike	2,090 m																
(2)	Lateral Dikes	5,959 m																
a)	1st Row	1,110 m																
b)	2nd Row	2,130 m																
c)	3rd Row	2,720 m																
(3)	Road Dike	1,650 m																
a)	Sapang Balen Bridge	38 m																
b)	Baidbid Box Culvert	15 m																
c)	San Nicolas Balas Box Culvert	30 m																
d)	Portland Cement Concrete Pavement	1,567 m																
II.2	Sacobia River (Bakup Consolidation Bas and Training Work)																	
(1)	Driving Sheet Piles	192,140 m																
a)	Bakup Consolidation Bas	36,920 m																
b)	Groundsel No.1	10,870 m																
c)	Groundsel No.2	10,870 m																
d)	Groundsel No.3	10,870 m																
e)	Groundsel No.4	10,870 m																
f)	Groundsel No.5	10,870 m																
g)	Groundsel No.6	10,870 m																
(2)	Channel Excavation	2,800,000 m ³																
(3)	Slope Protection of Banks	10,380 m																
(4)	Cabion Work	25,950 m ³																
(5)	Concrete Work	26,500 m ³																
(6)	Ring Dike	542 m																
III.	Bazban River Improvement Works																	
(1)	Dike Reinforcement Work	12,500 m																
(2)	Channel Excavation (Upper Reach)	2,000,000 m ³																
(3)	Heightening of Dikes (Lower Reaches)	6,000 m																
(4)	Slope Protection of Dikes	29,150 m																
a)	Left Dike (Middle Reaches)	8,250 m																
b)	Left Dike (Upper Reaches)	6,650 m																
c)	Right Dike (Middle Reaches)	3,350 m																
d)	Right Dike (Upper Reaches)	10,700 m																
(5)	Spur Dikes	12 sets																
(6)	San Francisco Bridge	300 m																
IV.	Sapang Balen River Improvement	14,000 m																
(1)	Straightening	2,000 m																
(2)	Slope Protection	1,200 m																
(3)	Additional Span for San Antonio Br.	20 m																
V.	Sapang Cawayan River Training Works	2,650 m																
a)	Left Bank	950 m																
b)	Right Bank	1,700 m																
VI.	Restoration of Highway Route 3	3,409 m																
(1)	Bazban Bridge	200 m																
(2)	Kabalacat Bridge	240 m																
(3)	Portland Cement Concrete Pavement	2,969 m																
VII.	Maintenance Works (Desilting up to 2004)	13,500,000 m ³																

図 5.42 事業実施スケジュール

Project Implementation Schedule for
Sacobia-Bamban River Basin

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 5.7 事業費の年次計画

Annual Disbursement Schedule for Sacobia-Bamban River Basin

Unit: 1,000 Pesos

Work Items	Total			1986			1987			1988			1989		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
1. MAIN CONSTRUCTION COST	1,184,363	746,616	1,930,980	112,651	76,570	189,221	156,346	97,301	253,648	483,177	297,684	780,861	432,189	275,062	707,251
1.1 Preparatory Works	51,494	32,462	83,956	4,698	3,329	8,027	6,798	4,230	11,028	21,008	12,943	33,950	18,791	11,959	30,750
1.2 Main Works	1,132,869	714,154	1,847,023	107,953	73,241	181,194	149,548	93,071	242,620	462,169	284,741	746,911	413,398	263,103	676,501
1.2.1 Sand Pocket	157,720	96,756	254,476	37,638	21,803	59,441	59,556	37,451	97,007	60,525	37,652	97,977	0	0	0
1) Road Dike	37,414	30,932	68,346	0	0	0	18,707	15,466	34,173	18,707	15,466	34,173	0	0	0
2) Lateral Dike	72,616	36,130	108,746	13,071	6,503	19,574	26,142	13,007	39,149	33,403	16,620	50,023	0	0	0
3) Raising/Closing of Open Dikes	23,805	14,378	38,183	11,903	7,189	19,092	11,903	7,189	19,092	0	0	0	0	0	0
4) Raising of San Nicolas Dike	12,665	8,141	20,806	12,665	8,141	20,806	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5) Raising of Parua Dike	11,220	7,155	18,375	0	0	0	2,805	1,789	4,594	8,415	5,366	13,781	0	0	0
1.2.2 Makeup Consolidation Dam	86,199	39,055	125,254	0	0	0	8,619	3,906	12,525	43,095	19,528	62,623	34,476	15,622	50,098
1.2.3 Sacobia River Training Works	325,935	177,931	503,866	0	0	0	21,394	11,073	32,467	134,968	72,166	207,133	169,574	94,692	264,266
(1) Groundfills	157,125	70,600	227,725	0	0	0	15,713	7,060	22,773	78,503	33,300	113,803	62,850	28,240	91,090
(2) Channel Excavation	112,000	67,200	179,200	0	0	0	0	0	0	28,000	16,800	44,800	84,000	50,400	134,400
(3) Slope Protection	56,810	40,131	96,941	0	0	0	5,681	4,013	9,694	28,405	20,065	48,471	22,724	16,032	38,776
1.2.4 Bamban River Improvement Works	278,040	195,846	473,886	38,206	30,462	68,668	35,195	24,506	59,702	123,902	87,869	213,771	78,736	53,009	131,745
(1) Channel Excavation	80,000	48,000	128,000	0	0	0	8,000	4,800	12,800	40,000	24,000	64,000	32,000	19,200	51,200
(2) Raising Dikes	25,516	18,679	44,195	0	0	0	2,827	2,022	4,849	21,689	15,877	37,566	0	0	0
(3) Slope Protection	155,787	112,697	268,484	23,368	16,905	40,273	23,368	16,905	40,273	62,315	45,079	107,394	46,736	33,809	80,545
(4) Spur Dikes	1,899	2,915	4,814	0	0	0	1,899	2,915	4,814	0	0	0	0	0	0
(5) Dike Reinforcement Works	14,838	35,557	50,395	14,838	15,557	30,395	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2.5 S. Cawayan River Training Works	10,233	7,326	17,559	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,233	7,326	17,559
1.2.6 S. Balen River Improvement Works	29,016	18,933	47,949	22,113	14,288	36,401	6,903	4,646	11,549	0	0	0	0	0	0
(1) Straightening of Channel	11,100	6,780	17,940	11,100	6,780	17,940	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(2) Slope Protection	13,896	9,291	23,097	6,903	4,646	11,549	6,903	4,646	11,549	0	0	0	0	0	0
(3) Expansion of Bartolone Bridge	4,050	2,862	6,912	4,050	2,862	6,912	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2.7 Restoration of Highway Route 3	142,747	113,405	256,152	0	0	0	4,286	3,029	7,315	55,664	41,841	97,505	82,797	68,535	151,332
(1) Bamban Bridge	42,861	30,288	73,149	0	0	0	4,286	3,029	7,315	38,575	27,259	65,834	0	0	0
(2) Subalcat Bridge	37,771	40,825	78,596	0	0	0	0	0	0	8,665	0,124	14,789	49,105	34,701	83,807
(3) Embankment & Concrete Pavement	42,115	42,292	84,407	0	0	0	0	0	0	8,423	8,458	16,881	33,692	33,834	67,526
1.3 Miscellaneous Works	102,988	64,923	167,911	9,796	6,658	16,454	13,595	8,461	22,056	42,015	25,886	67,901	37,582	23,918	61,500
2. LAND ACQUISITION	0	34,200	34,200	0	17,100	17,100	0	17,100	17,100	0	0	0	0	0	0
3. ADMINISTRATION COST	0	98,259	98,259	0	10,316	10,316	0	13,537	13,537	0	39,043	39,043	0	35,363	35,363
4. ENGINEERING SERVICE COST	173,788	19,310	193,098	60,826	6,758	67,584	52,156	5,793	57,929	30,413	3,379	33,792	30,413	3,379	33,792
5. PHYSICAL CONTINGENCY	135,815	80,013	215,828	17,346	10,943	27,391	20,848	12,019	32,868	51,359	30,166	81,465	46,260	27,844	74,104
Total	1,493,965	978,397	2,472,362	190,825	120,787	311,612	229,331	145,751	375,082	564,949	370,212	935,161	508,862	341,648	850,510
6. PRICE CONTINGENCY	112,646	239,111	351,757	4,371	9,611	14,382	11,610	24,006	35,616	43,439	94,173	137,612	52,826	121,321	174,146
7. MAINTENANCE WORKS (Desilting Works) (Excluding price escalation)	1,606,613	1,227,508	2,834,121	195,595	130,398	325,993	240,941	159,757	410,698	608,388	451,395	1,072,773	561,698	472,959	1,074,658

note:
 (1) Preparatory Works
 (2) Miscellaneous Works
 (3) Administration Cost
 (4) Engineering Service Cost = 10% of 1.
 (5) Physical Contingency = 10% of 1., 2., and 4.
 (6) Price Contingency = 2.5% for P.C. and 8.7% for L.C. of sum from 1. to 5.
 (7) Exchange Rate : US\$ 1.00 = 100.0 Yen = 25.0 Pesos

5.9 事業効果

5.9.1 定量的効果

経済性の判定は施設無しの場合、施設実施によりどれほどの便益が上がるかで判定している。したがって、既往被害額(1991～1995年)は経済性の判定の際に想定被害額として計上されていない。直接被害額の算定では、最小行政区画であるバランガイ単位に確率規模別想定氾濫域における被害物件を抽出し、被害単価(表5.8)に被害率(図5.43)を乗じて被害額(表5.9および表5.10)を算定している。

- ① 直接被害額
 - 1) 家屋 戸数 x 単価 x 被害率
 - 2) その他建物 戸数 x 単価 x 被害率
 - 3) 農作物 被害面積(ha) x 被害率/ha x 被害率
 - 4) インフラ 道路・橋・灌漑施設の復旧費用

また、間接被害は幹線道路不通による迂回費用(表5.11および図5.44)、経済活動停止による影響(表5.12)および避難費用・移転費用について算定した(表5.13および表5.14)。

その結果、EIRRを算定し16.4%を得た(表5.152)。また、感度分析結果を表5.16に示す。一方、アバカン川の施設計画実施による受益者数および受益家屋数は以下の通り算定される。なお、括弧内に示した数字はサコピアーバンバン川流域全体に占める割合である。

① 洪水氾濫に対する受益者数	:	19,800人	(21%)
② 洪水氾濫に対する受益家屋数	:	3,900戸	(22%)
③ 洪水氾濫に対する受益面積	:	58.2 km ²	(22%)
④ 洪水氾濫に対する受益農地面積	:	2,800 ha	(31%)

5.9.2 定性的効果

① 交通網の安全確保による波及効果

本計画実施によりルソン島南北を結ぶ大動脈が復旧され、道路網は噴火以前の状態へ戻り、工業製品、農漁業生産物の物流が確保される。また、クラーク基地跡地を中心とした経済活動の発展とともに、パンバン川北方地域の工業団地化が加速される。一方、国道3号線に沿って、国家経済企画庁が計画している、北方マニラ高速道路拡張計画が実施可能となる。

② 農業開発の可能性

本計画実施に伴って土砂移動および洪水に対する安全度は飛躍的に増大する。この時点でパンバン川左岸部の農地回復、およびパイロットファーム事業を開始することにより、適切な作物を選定することができる。また、サンドポケット内での農地回復・灌漑事業が実施可能となる。

③ 観光開発の可能性

比国政府は、クラーク基地跡地を中心とした工業団地化とともに観光地化も図っており、すでにリゾートホテル、ゴルフ場などが完成し、経済活動の発展の礎となっている。また、ピナツボ周辺は自然景観も良好であるため観光開発が可能である。

表5.8 被害単価

項目	単価
I. 直接被害	
1. 家屋	
1) 住居	51,000 Pesos/building
2) 非住居	265,000 Pesos/building
3) 家屋内の財産	14,000 Pesos/building
4) 在庫品/機器	143,000 Pesos/building
2. 農作物	
1) 水田	10,650 Pesos/ha
2) 畑地	9,810 Pesos/ha
3) さとうきび	17,740 Pesos/ha
4) 果樹	20,930 Pesos/ha
5) 家畜	(農作物被害の7%と仮定)
3. インフラストラクチャー	
6) 道路	
国道	1,750 Pesos/m
その他の道路	1,400 Pesos/m
7) 橋梁	
国道	60,000 Pesos/m
その他	50,000 Pesos/m
8) かんがい施設	640 Pesos/m
II. 間接被害	
9) 道路迂回費用	(表5.9および表5.10参照)
10) 経済活動の停止	(表5.12参照)
11) 救助費用	216 Pesos/family/week
12) 家屋復旧費用	150 Pesos/day/building

参考資料

- JICA, "Study of Agno River Basin Flood Control", Dec. 1991
- USACE, "Mount Pinatubo Recovery Action Plan, Long Term Report", March 1994
- "Capital Outlays, Average Unit Cost" DPWH, December 1990
- Interview at the Site

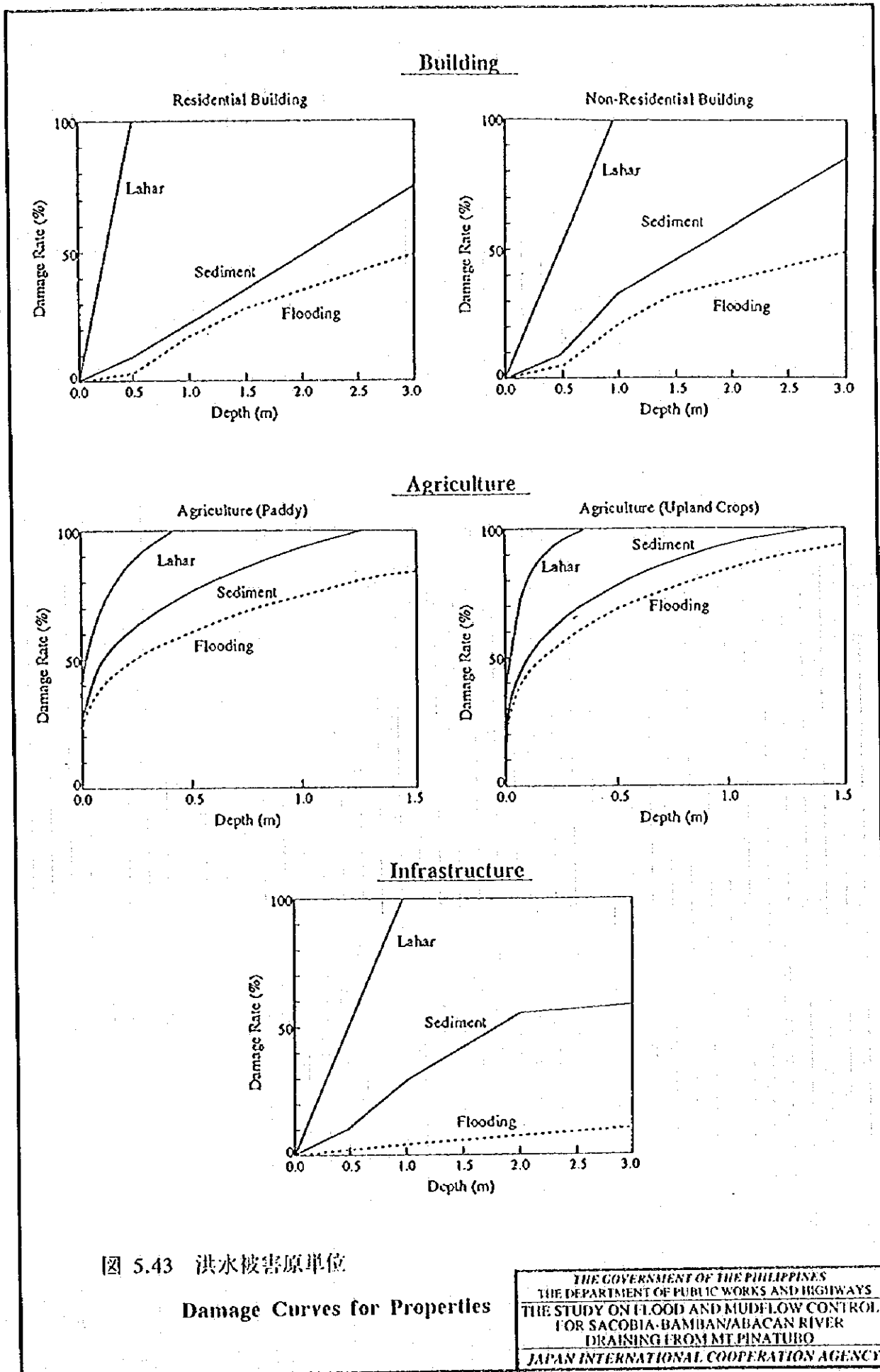


图 5.43 洪水被害原単位

Damage Curves for Properties

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBIAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 5.9 確率規模別洪水被害の算定 (施設無しの場合)

(単位:百万円)

再現期間 (年)	家屋	農作物/家畜	インフラ	合計
2 years	55,215	21,356	19,334	95,905
5	60,264	21,776	19,759	101,800
10	63,541	22,680	19,284	105,506
20	72,255	23,615	19,893	115,763
50	75,912	26,678	21,047	123,637
100	119,069	35,913	21,803	176,786

表 5.10 年平均被害額の算定 (施設無しの場合)

再現期間 (年)	年平均超過確率	年平均生起確率	想定被害額 (百万円)	平均想定被害額 (百万円)	年平均被害額 (百万円)	年平均被害額累計 (百万円)
2	0.5		95.91			0.00
		0.3		146.81	44.04	44.04
5	0.2		197.71			44.04
		0.1		250.46	25.05	69.09
10	0.1		303.21			69.09
		0.05		361.09	18.05	87.14
20	0.05		418.97			87.14
		0.03		480.79	14.42	101.57
50	0.02		542.61			101.57
		0.01		631.00	6.31	107.88
100	0.01		719.40			107.88

表5.11 迂回交通費用の算定

(1) 計算式

$$SCF = CFw/o - CFw$$

$$CF = TDC \cdot DF$$

$$TDC = \sum_{i=1}^4 (VOC_i \cdot ADT_i) \cdot DL$$

ここに、 SCF: 迂回交通便益
 CFw/o: 施設無しの場合の迂回交通費用
 CFw: 施設有りの場合の迂回交通費用
 TDC: 迂回交通費用の合計
 DF: 道路不通期間
 VOC_i: 車種別運転コスト (ペソ/車両・km)
 ADT_i: 車種別日平均交通量
 DL: 迂回距離(km)

(2) 車種別運転コスト (ペソ/車両・km)

	セダン	ジープニー	バス	トラック	合計
車両比率	0.469	0.235	0.156	0.141	1.000
運転コスト(ペソ/km)	2.290	1.610	3.650	4.930	
固定費(ペソ/min.)	0.123	0.593	0.835	0.937	
(ペソ/km)	0.185	0.890	1.253	1.406	
加重平均コスト	1.161	0.587	0.765	0.893	3.406

(3) 平均車両速度 : 40 km/hour

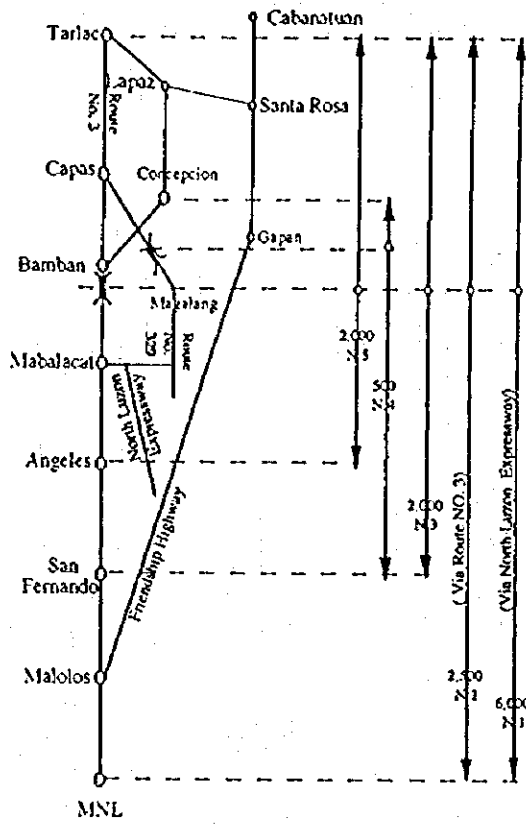
(4) 推定迂回路、迂回距離、迂回期間

時期	道路 コード	迂回距離(km)		経路 (橋/道路)	車両数	迂回路
		迂回距離	合計距離			
ピナツボ噴火前 (年間)	N.1:	-	87.6	B	6,000	MLL-N-B-TLC
	N.2:	-	86.5	B	2,500	MLL-B-TLC
	N.3:	-	57.5	B	2,000	S/F-B-TLC
	N.4:	-	44.3	S	500	S/F-S-CC
	N.5:	-	39.7	B	2,000	AGL-R-TLC
	Total					13,000
ピナツボ噴火後平常時 (11カ月)	D.1:	3.7	91.3	S	6,000	MLL-N-S-TLC
	D.2:	25.1	111.6	F	2,500	MLL-F-TLC
	D.3:	4.8	62.3	S	2,000	S/F-S-TLC
	D.4:	0	44.3	S	500	S/F-S-CC
	D.5.1:	4.8	44.5	S	1,500	AGL-S-TLC
	D.5.2:	27.4	39.0	S	500	AGL-S-CC-CPS-BB
Total					13,000	
台風災害時 (年間30日)	R.1:	24.4	112.0	F	6,000	MLL-F-TLC
	R.2:	25.1	111.6	F	2,500	MLL-F-TLC
	R.3.1:	79.1	136.6	F	1,500	S/F-F-TLC
	R.3.2:	90.3	147.8	F	500	S/F-F-LPZ-CC-CPS
	R.4:	104.7	149.0	F	500	S/F-F-CC
	R.5.1:	114.7	154.4	F	1,500	AGL-F-TLC
R.5.2:	114.1	153.8	F	500	AGL-F-LPZ-CC-BB	
Total					13,000	

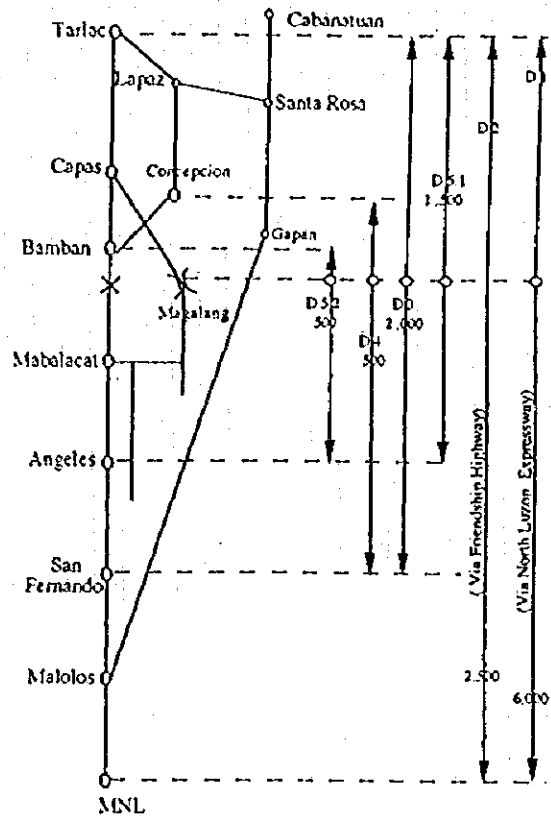
注: 1) 車両数はJICA調査団による交通量調査結果に基づく (August 1994)

2) 短縮記号: AGL: Angeles BB: Bamban CC: Concepcion MLL: Malolos
 S/F: San Fernando CPS: Capas LPZ: Lapaz TLC: Tarlac
 B: Bamban Bridge F: Friendship Highway S: San Francisco Bridge

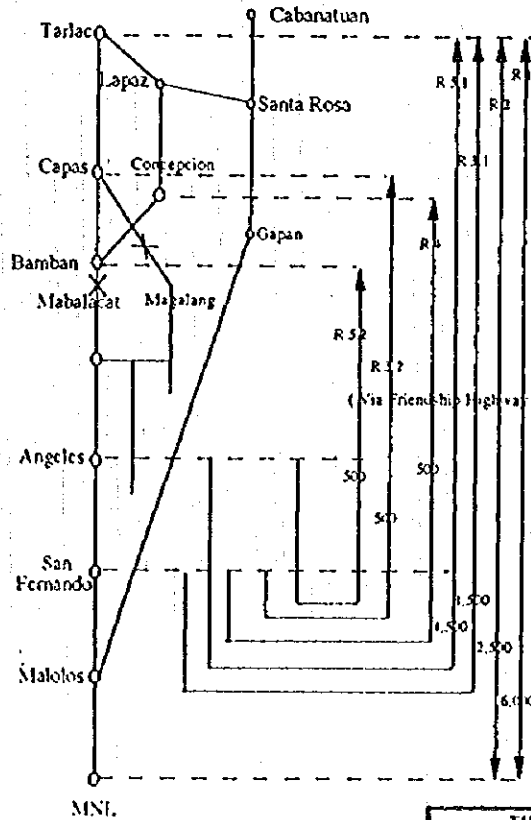
(1) "With Project" Conditions



(2) "Without Project" Conditions (11 months)



(3) "Without Project" Conditions (Flooding Period: 30 days)



Schematics of Detour Alternative Routes

图 5.44 洪水時迂回路線図

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 5.12 洪水による域内総生産(GRDP)の被害算定

(1) 域内総生産の実績値 (1990) および推定値 (2010)

セクター	(million Peso, at 1990 price)		
	1990	2010	年成長率(%)
農業	21,468	51,700	4.49
工業	36,910	214,300	9.19
サービス業	35,780	192,100	8.77
合計	94,158	458,100	8.23

(2) 一人あたり域内総生産 (ペソ)

	1990	2010	年成長率(%)	1994(推定値)
Population Region 3	6,199,016	10,501,000	2.67	6,888,061
Per capita GRDP(1990 price)	15,189	43,624	5.42	18,760
Per capita GRDP(1994 price)				26,710

(3) 非農業セクターにおける一人あたり域内総生産 (ペソ)

	(million Peso, at 1990 price)			
	1990	2010	年成長率(%)	1994
GRDP:				
Industry	36,910	214,300	9.19	
Services	35,780	192,100	8.77	
Total	72,690	406,400	8.99	
Urban Population in Region 3	3,733,797	8,034,000	3.91	
Per cap. GRDP of NAS(Peso1990 price)	19,468	50,585	4.89	
Ditto (Peso 1994 price)	27,719	72,023	4.89	33,551

(4) 調査対象地域の都市化率 (1994) : 54.80%

(5) 経済活動停止期間 10 日/年

(6) 経済活動停止による域内総生産の被害

$$= \text{人口} * \text{都市化率} * \text{非農業セクターの一人あたり域内総生産} * 10 \text{ 日}$$

(6) GDP Deflator (IFS data)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994(推定)
GDP(billion pesos)	925.40	1,073.10	1,244.40	1,351.60	1,466.30	
GDP 1990price	1,045.30	1,073.10	1,067.70	1,074.40	1,095.60	
GDP Deflator	88.53	100.00	116.55	125.80	133.84	142.38

表 5.13 確率規模別間接被害額の算定

(単位：百万ペソ)

再現期間 (年)	救助・復旧 コスト	経済活動 の停止	合計
2	9.70	8.18	17.88
5	9.89	8.30	18.19
10	10.16	8.53	18.69
20	10.89	9.14	20.03
50	12.29	10.31	22.60
100	19.59	16.45	36.04

表 5.14 年平均間接被害額の算定

再現 期間 (年)	年平均 超過確率	年平均 生起確率	想定被害額		平均想定 被害額 (百万ペソ)	年平均 被害額 (百万ペソ)	年平均被害額 累計 (百万ペソ)
			救助・復旧 (百万ペソ)	経済活動 (百万ペソ)			
2	0.5	0.3	9.70	8.18	26.98	8.09	0.00
5	0.2	0.1	19.59	16.48	45.42	4.54	8.09
10	0.1	0.05	29.75	25.01	64.78	3.24	12.63
20	0.05	0.03	40.64	34.15	86.09	2.58	15.87
50	0.02	0.01	52.93	44.46	115.41	1.15	18.46
100	0.01		72.52	60.91			19.61

表 5.15 費用便益分析

(単位：百万円)

年	経済費用			便益				B - C
	建設費	O&M	合計	洪水防御	迂回費用	間接被害	合計	
1996	266.41	71.98	338.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-338.39
1997	322.89	72.81	395.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-395.70
1998	832.48	73.94	906.42	0.00	82.77	0.00	82.77	-823.65
1999	755.71	77.40	833.11	0.00	84.34	0.00	84.34	-748.77
2000		80.53	80.53	140.06	231.22	18.59	389.87	309.34
2001		80.53	80.53	151.58	235.62	19.08	406.28	325.75
2002		80.53	80.53	164.06	240.09	19.59	423.75	343.22
2003		80.53	80.53	177.56	244.66	20.12	442.33	361.80
2004		80.53	80.53	192.17	249.30	20.65	462.13	381.60
2005		8.55	8.55	207.99	254.04	21.21	483.24	474.69
2006		8.55	8.55	225.11	258.87	21.77	505.75	497.20
2007		8.55	8.55	243.63	263.79	22.35	529.77	521.22
2008		8.55	8.55	263.68	268.80	22.95	555.43	546.88
2009		8.55	8.55	285.39	273.91	23.56	582.85	574.30
2010		8.55	8.55	308.87	279.11	24.19	612.17	603.62
2011		8.55	8.55	334.29	229.45	24.84	588.58	580.03
2012		8.55	8.55	361.81	233.81	25.50	621.12	612.57
2013		8.55	8.55	391.58	238.25	26.18	656.02	647.47
2014		8.55	8.55	423.81	242.78	26.88	693.47	684.92
2015		8.55	8.55	458.69	247.39	27.60	733.68	725.13
2016		8.55	8.55	496.44	252.09	28.34	776.87	768.32
2017		8.55	8.55	537.30	256.88	29.09	823.27	814.72
2018		8.55	8.55	581.52	261.76	29.87	873.15	864.60
2019		8.55	8.55	629.37	266.74	30.67	926.78	918.23
2020		8.55	8.55	681.17	271.81	31.49	984.46	975.91
2021		8.55	8.55	737.23	276.97	32.33	1046.53	1037.98
2022		8.55	8.55	797.91	282.23	33.19	1113.33	1104.78
2023		8.55	8.55	863.57	287.59	34.08	1185.24	1176.69
2024		8.55	8.55	934.65	293.06	34.99	1262.69	1254.14
2025		8.55	8.55	1011.57	298.63	35.92	1346.11	1337.56
	1568	432	2000	1392 (48.5%)	1367 (47.6%)	113 (3.9%)	2873 (100)	873

EIRR= 16.43%
NPV(12%)= 873

表 5.16 感度分析結果

(%)

経済費用 の変化	便益の変化				
	-20%	-10%	Normal	+10%	+20%
-20%	16.43	18.10	19.72	21.28	22.81
-10%	14.88	16.43	17.92	19.36	20.77
Normal	13.59	15.04	16.43	17.77	19.06
+10%	12.48	13.86	15.17	16.43	17.65
+20%	11.53	12.83	14.06	15.27	16.43

第6章 アバカン川流域施設計画

6.1 アバカン川の現状

6.1.1 上流部

アバカン川上流部では1992年4月以来サコビア川の河床低下が進行したため、上流支川サバンバト川の最上流端でアバカンギャップ（比高差40～50m）が形成されたため、1992年以来泥流は発生していない。上流部に残っている二次火砕流堆積物が今後の土砂生産源と考えられる。これまでは、既設砂防ダムの貯砂が有効に働き溪岸侵食も防止されているが、蛇籠製砂防ダムの材料劣化が激しく上流に貯砂した不安定土砂を今後も捕捉できるかが課題となっている。したがって、既設砂防ダムの補修・維持計画が中期計画の主な対策となる。また、支川合流点における砂防ダム(No.9)はフレンドシップ橋の橋脚安定のため極めて重要であり、毎年の修復作業が実施されているが材料の劣化が激しく中期的には再建設が必要である。

6.1.2 中流部

中流部で最も大きな問題となっているのはアバカン川の側岸侵食である。噴火前には幅50m程度で流下していたアバカン川が1993年6月の泥流流出後は200m程度（単断面）の川幅となった。洪水流は斜流で浅く流下するため、アンヘレス市の人口密集地域が広がる兩岸の河岸基部を侵食し、河岸崩壊の原因となっている。また、中流部では4橋梁が位置している。1991年の泥流流出時には北方ルソン高速道路のカバヤ橋を除いて崩落した。その後、アバカン橋は1992年に再建され、国道3号線の交通維持が図られた。また、パンダン橋についても再建が予定されている。いずれも主要幹線道路であるため橋梁付近には護岸工を配置し橋梁アバット部の洗掘を防止する必要がある。

6.1.3 下流部

下流部では泥流堆積物を盛土した堤防により幅150mの単断面河道が維持されており、乾季には河道内を網状流として流下している。しかし、堤防材料の劣化が激しくガリの発達により堤内地側の法面が崩壊している地点もある。今後、堤防の強化（特に蛇行部）が必要である。

地形変化の観点から判断すると、北方ルソン高速道路のカバヤ橋付近に土砂氾濫開始点（Intersection Point）が形成されている。今後、これより下流において、毎年の浚渫作業を実施しなければ河床は徐々に上昇し天井川となろう。これを防止するためには恒久構造物として上流において砂防ダムまた下流部では堤防の補強を図り、洪水の流下能力を維持する必要がある。

6.2 噴火後から調査開始までの砂洪水対策事業の概要

6.2.1 砂防ダム

噴火直後から1992年雨期前に、アバカン川の支川サバンバト川で6基、タウグ（サバンバヨ）川で3基、またサバンバト川とタウグ川の合流点に砂防ダムが建設された（図6.1）。

河川名	砂防ダム	材料	完成日	現況
支川：サバンバト川				
	No.1	サンドバッグ	1991年12月	一部崩壊
	No.2	サンドバッグ	1991年12月	一部崩壊
	No.3	サンドバッグ	1991年12月	埋没
	No.4	蛇籠	1992年4月	1993年修復/一部崩壊
	No.5	蛇籠	1993年6月	1993年修復/一部崩壊
	No.6	蛇籠	1992年4月	1993年修復/一部崩壊
支川：タウグ川（サバンバヨ川）				
	TR-1	蛇籠	1992年6月	1993年修復/一部崩壊
	TL-1	蛇籠	1992年8月	崩壊
	TM-1	蛇籠	1992年11月	1993年修復/一部崩壊
支川合流点：アバカン川				
	No.9	蛇籠	1992年5月	1993年修復/一部崩壊

図6.2にフレンドシップ橋より上流における河道幅、河床縦断面と砂防ダム位置を示す。上記砂防ダム完成直後の1992年4月4日に、アバカンギャップより約1km上流のサコピア川での大規模二次爆発を起因とした泥流が発生し、アバカン川へも大量の二次火砕流が流入したが、サバンバト川のNo.1～No.4砂防ダムにより下流への流出を制御したことは特筆に値する事項である。この二次火砕流により、サバンバト川のNo.1～No.4砂防ダムをほぼ完全に埋積された。

一方、火砕流堆積物の影響を受けなかったタウグ川でも大量の降下火山灰が流出したが、砂防ダムにより流出が制御された。また、支流合流点においてはフレンドシップ橋が位置しクラーク基地とアンヘレス市街地を結ぶ交通路となっていたが、No.9砂防ダムを建設したことにより河床の安定が図られ、1996年現在も崩壊を免れている。

6.2.2 堤防

アバカン川下流部の通水能力を確保するため1992年雨期前までにカバヤ橋より下流にて堤防が建設された。また、ニノイアキノ(Ninoy Aquino)橋地点から旧河道と平行して新しい放水路を開削し、サンフェルナンド川に合流させた。合流点はちょうどサンフェルナンド川からブンガンギント川が分派する箇所に当たりブンガンギント川を排水路として利用している。堤防は、両岸とも泥流堆積物を利用して築堤した。北方ルソン高速道路のカバヤ橋付近では侵食防止のため蛇籠の水制工を設置している。（図6.3）

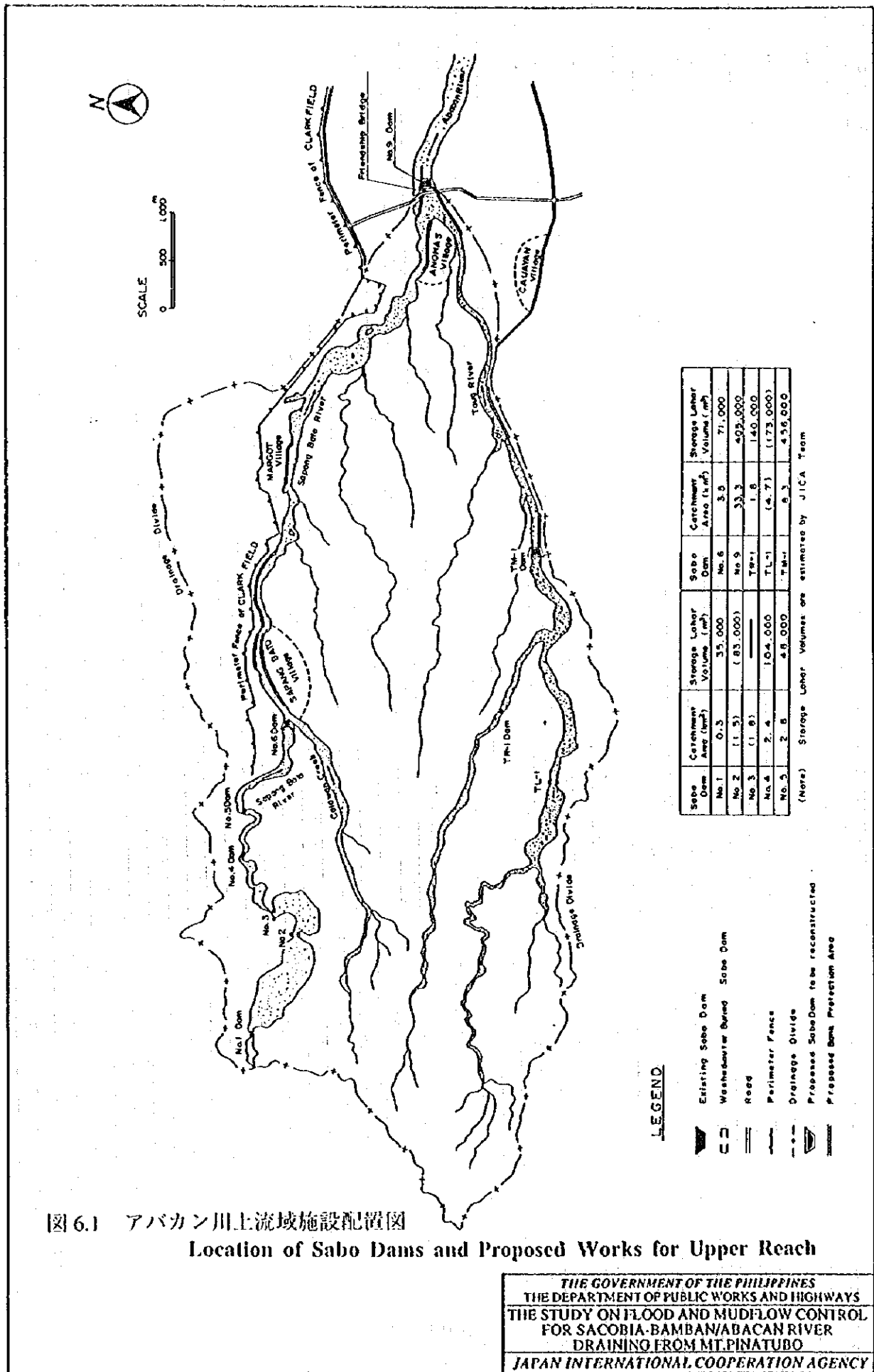


図 6.1 アバカン川上流域施設配置図

Location of Sabo Dams and Proposed Works for Upper Reach

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABAKAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

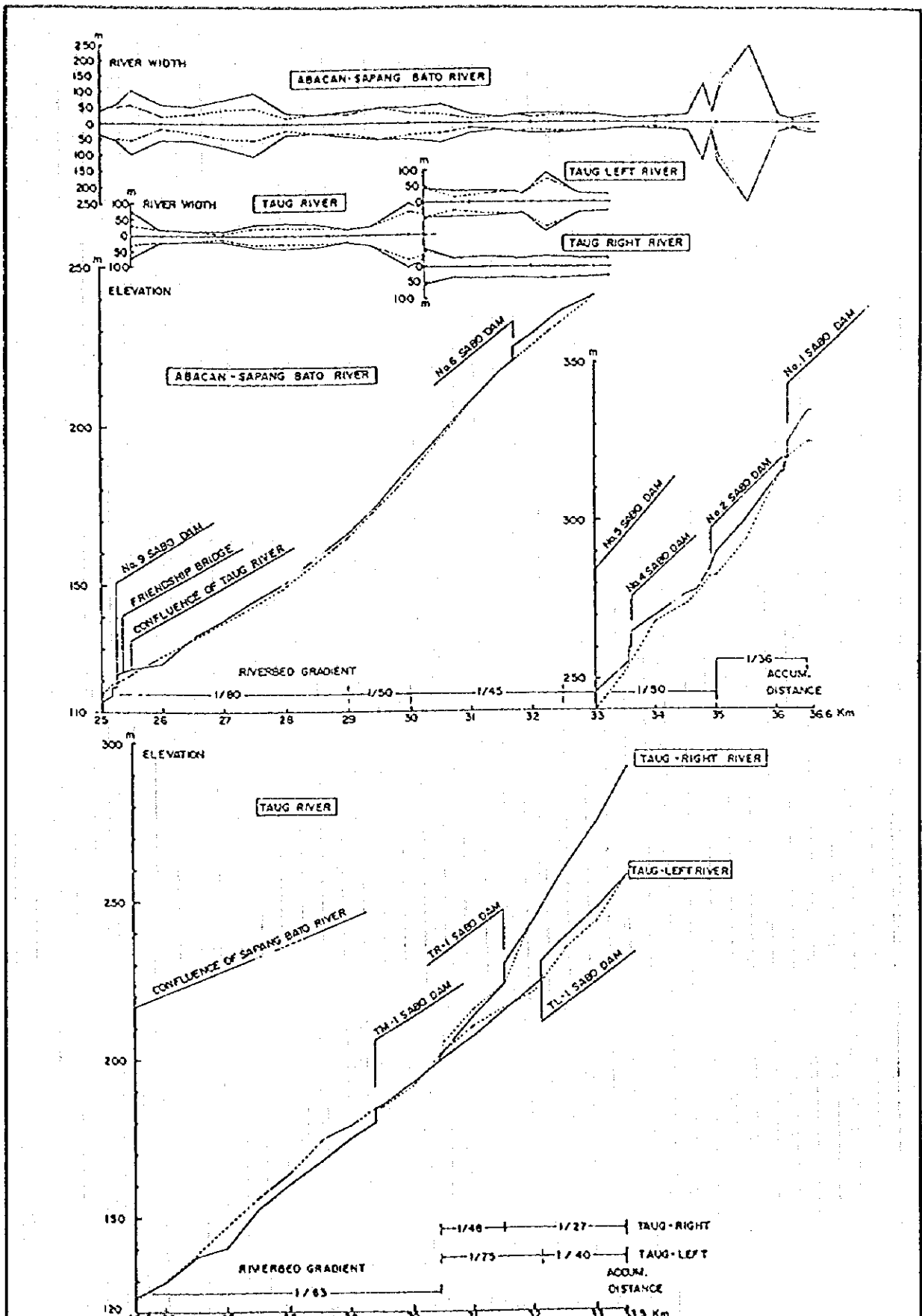


図 6.2
 アバカン川上流域河床縦断図および河道幅
 Longitudinal Profile and River Width
 in Upper-Abacan River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACODIA-DAMDAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

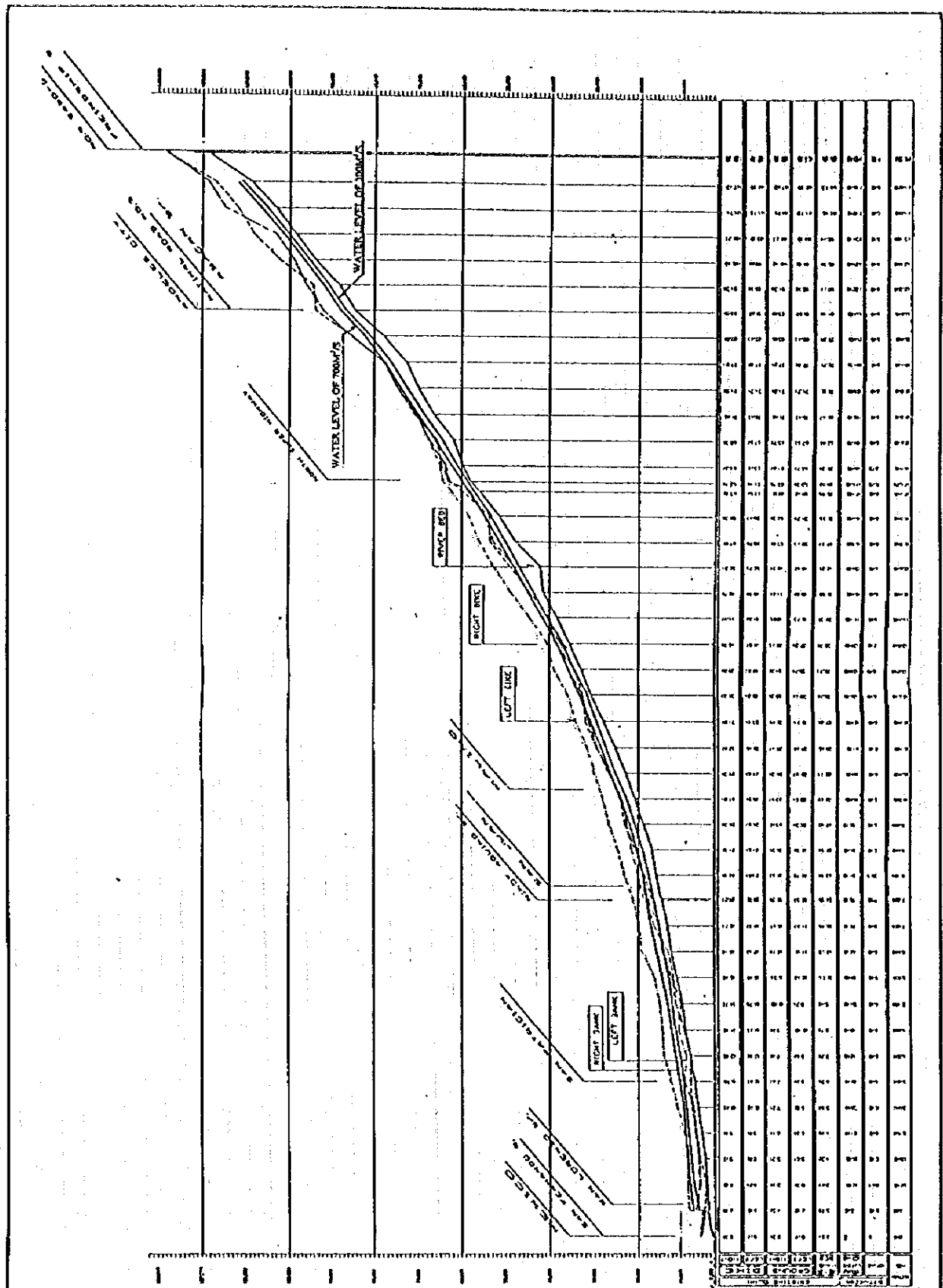


図 6.3 アバカン川河床縦断面図

Present Longitudinal Profile of Lower Abacan River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

6.3 土砂収支

6.3.1 概要

サバンバト川最上流点では、サコビア川河床低下により比高差40~50mのアバカンギャップが形成され、1992年4月4日にアバカンギャップより約1km上流のサコビア川での大規模二次爆発を起因とした泥流が発生して以来泥流の流下は観測されていない。しかし、上流域の不安定土砂は3.7百万m³（河道内堆積：2.2百万m³および砂防ダム貯留：1.5百万m³）と推定され、今後の土砂生産源と考えられる。

一方、下流域（ニノイアキノ橋より2 km上流からサンフェルナンド川との合流点までの 10 km区間）の河道内における土砂堆積量は3.5百万m³と推定され、今後土砂堆積が進行すると考えられる。

ここで、上流域における年間土壌侵食量を「砂防計画論（柿徳市著）」を参照して10mm（土壌侵食）および1mm（ガリ・リルによる侵食量）と仮定すれば、将来の支川からの土砂流出量は以下のように推定される。

- ① 不安定土砂量
 - 河道内堆積量 : 2.2百万m³
 - 砂防ダム貯砂量 : 1.5百万m³

- ② 生産土砂量
 - 泥流堆積物の表層侵食 : 4,000 m³/年 (10 mm/年 x 0.4 km²)
 - ガリ・リル侵食 : 33,000 m³/年 (1 mm/年 x 32.9 km²)

したがって、上流域において砂防ダムの維持管理が十分に実施された場合には、上流域の不安定土砂（3.7百万m³）は流出せず、今後は泥流堆積物の表層侵食による40,000m³が下流へ流出すると考えられる。

6.3.2 土砂輸送能力

アバカン川の代表地点においてブラウン(Brown)式を用いて土砂輸送能力を算定した。算定にあたっては10m³/s~1,000m³/sの流水を仮定し、土砂輸送量と土砂濃度をアバカン川のフレンドシップ橋地点で0.2~1.7%、マリノ地点で0.08~0.79%となった。結果を表6.1に示した。

6.3.3 年間土砂輸送量

調査対象地域では長期にわたる水文観測データはない。したがって、調査地域の北方100kmに位置し過去30年の雨量データが記録されている気象局（PAGASA）のダグバン観測所データおよびPHIVOLCSの観測による4年間のクラーク基地における降雨記録をもとに年間土砂輸送量を算定した。算定結果を表6.2に示す。年間土砂輸送量はフレンドシップ橋地点で60万m³、マリノ地点で90万m³となった。

表6.1 土砂流送能力

位置	流域面積 (km ²)	水面勾配	河道幅 (m)	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	土砂輸送量 (m ³ /s)	土砂濃度
(1) アバカン							
1) フレンドシップ橋	33	0.0067	200	10	0.08	0.02	0.20%
				50	0.21	0.19	0.38%
				100	0.32	0.53	0.53%
				500	0.85	5.94	1.19%
				1000	1.29	16.81	1.68%
2) マリノ	77	0.0040	150	10	0.11	0.01	0.10%
				50	0.30	0.09	0.18%
				100	0.45	0.25	0.25%
				500	1.18	2.81	0.56%
				1000	1.79	7.94	0.79%

表6.2 年間流送土砂量

位置	流域面積 (km ²)	水面勾配	雨量観測所	年間流出量 (百万 m ³)	年間流送能力 (百万 m ³)	土砂濃度	年間堆積量 (百万 m ³)
(1) アバカン							
1) フレンドシップ橋	33	0.0067	ダグバン	51.2	0.30	0.60%	0.60
			クラーク	48.0	0.30	0.60%	0.50
2) マリノ	77	0.0040	ダグバン	119.6	0.60	0.50%	0.90
			クラーク	112.2	0.50	0.50%	0.90

- * 水深 : マニング式による等流水深
- * 粗度係数 : n=0.025
- * 流砂量公式 : ブラウン式
- * 粒度 : d = 1.0 mm (比重2.60)
- * 雨量データ : 1989年

6.4 施設計画

アバカン川におけるマスタープランで示した施設計画は、主に既存施設の強化・修復である。洪水安全度(1/20)を満足し最も経済的な施設についてフィジビリティ調査を実施した。施設計画概要図を図6.4に示す。

6.4.1 上流域：土砂捕捉および河床固定

上流域には噴火後10基の砂防ダムが建設されたが、3基はすでに崩壊している。残っている7基は土砂捕捉機能を有している。今後、上流域における恒久構造物として土砂捕捉機能を維持していくためには7基の砂防ダムのうち、特に以下の3基の砂防ダムが重要と考えられる。

- 1) No.6砂防ダム サバンバト川
- 2) TM-1砂防ダム タウグ川
- 3) No.9砂防ダム アバカン川最上流端

DPWHは1995年に上記3基の砂防ダムおよびNO.4砂防ダムの補修を計画している。ただし、いずれもダム本体が劣化しており、1997～1998年には上記3基の砂防ダムの新規建設が必要である。ただし、既存の砂防ダムは蛇籠あるいはサンドバッグで構成されている。恒久構造物として維持するためにはダブルステールウォール型の砂防ダムが望ましい。上記3基の砂防ダムの位置図を(図6.1参照)に示す。

6.4.2 上流域：側岸侵食の防止

サバンバト川は流路幅50～200m幅で深さ5～10mを維持して流下している。兩岸はほぼ垂直崖となっており、側岸侵食防止工が必要である。特に、サバンバト、マロゴット、ノハス集落地点およびフレンドシップ橋左岸部で侵食防止工を建設する必要がある。総延長は3,400mである。(図6.4)

6.4.3 中下流域：河道の維持

フレンドシップ橋～カバヤ橋区間では、河道は200～300m幅、深さ5～10mを維持している。特に、家屋が密集している区間であり、低水路(幅100m、深さ2m、流速3.0m/s)の建設が必要である。低水路を固定することにより河岸の侵食を防止する(図6.6参照)。

6.4.4 下流域：堤防の補強

カバヤ橋から下流端までの蛇行部において堤防の補強が必要である。総延長は14kmである。

6.4.5 下流域：河道の浚深・橋梁の建設

上中流域からの土砂は下流端に徐々に堆積していく。河道の浚深(5年間で約2百万m³)が必要である。また、ベイリー橋により一次的に修復されている渡河地点(メキシコ)には橋梁の新設が必要である(図6.7参照)。

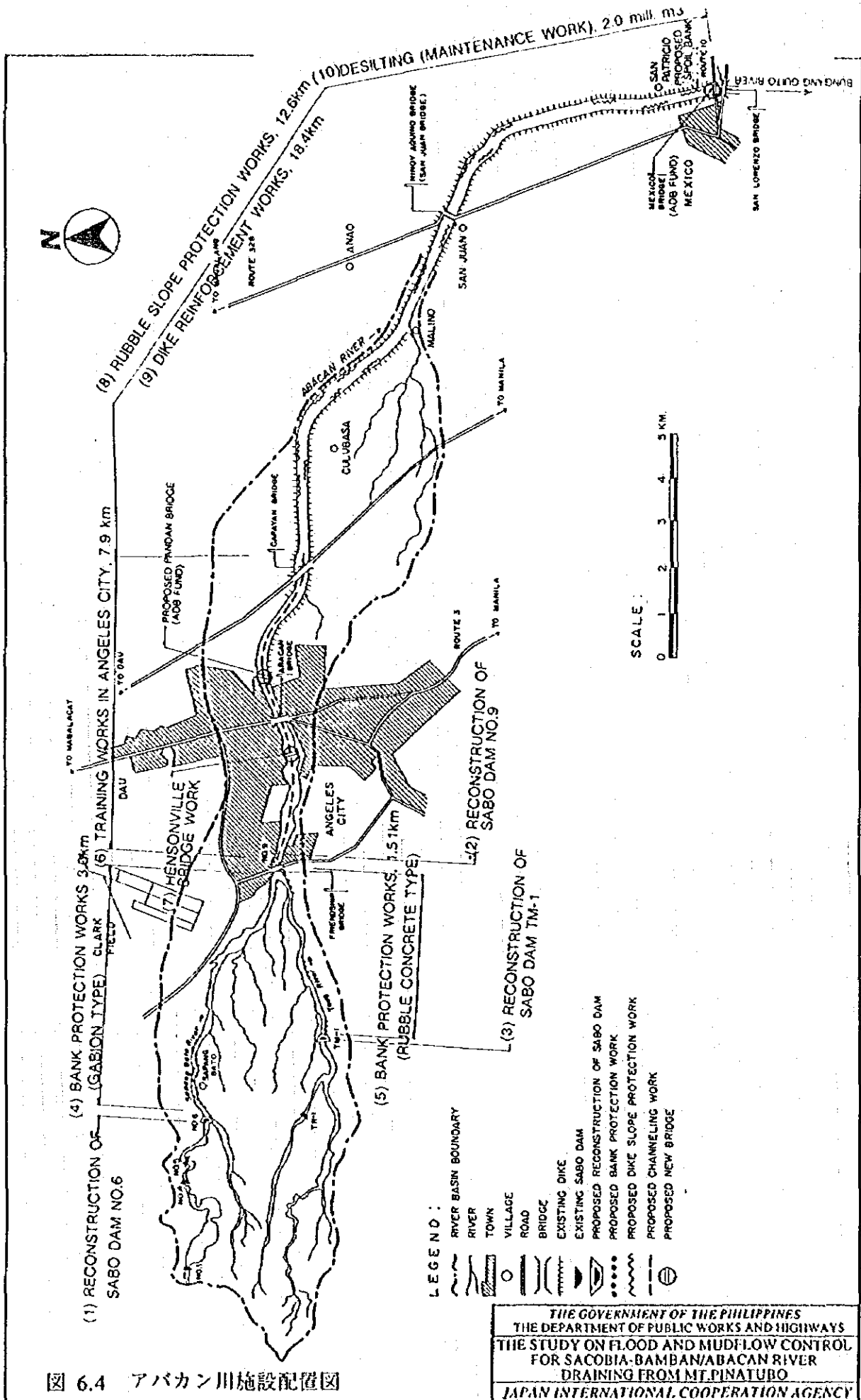
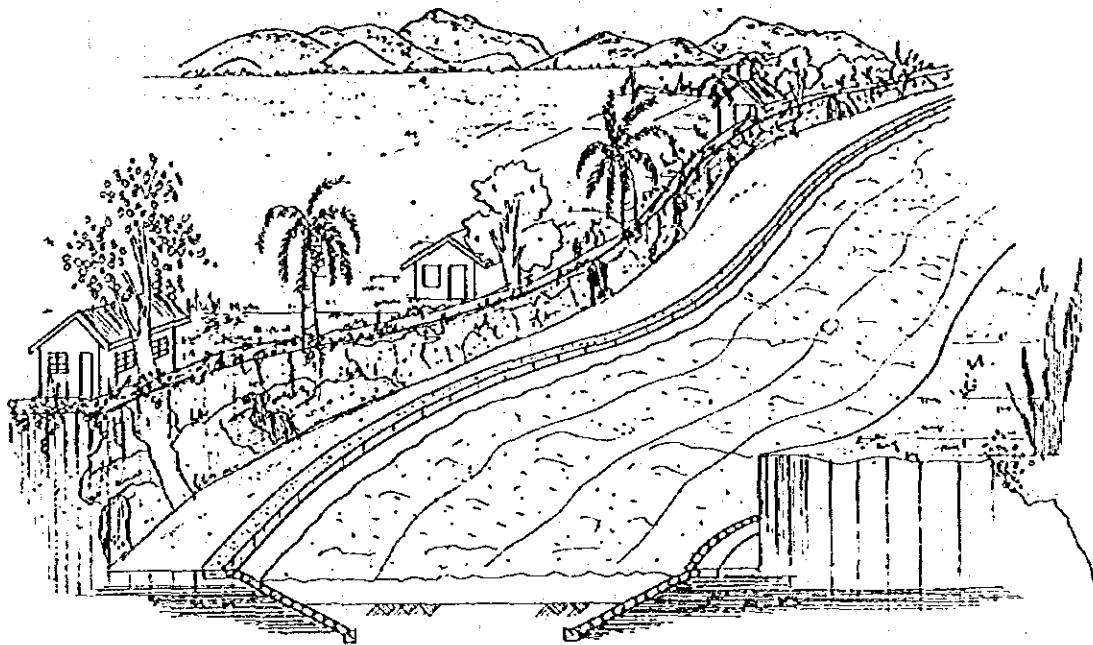
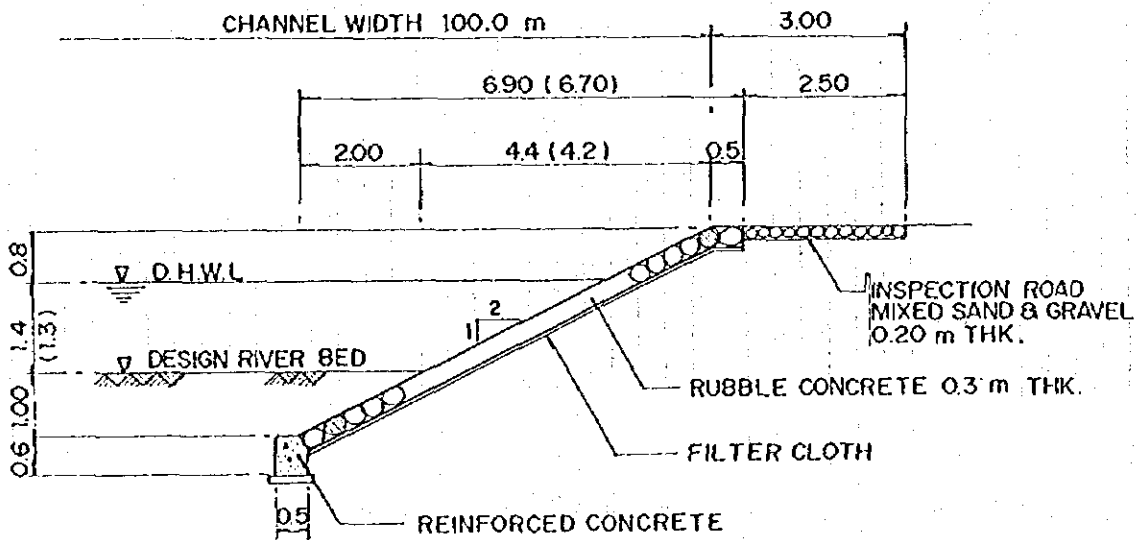


図 6.4 アバカン川施設配置図



AERIAL VIEW



DETAIL OF SLOPE PROTECTION

NOTE :

WITHOUT () CAPAYA BR. TO ABACAN BR.

WITH () ABACAN BR. TO NO.9 DAM

図 6.5 アバカン川中流域河道計画図

Standard Section of Proposed
Training Works along Angeles
City

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-DAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

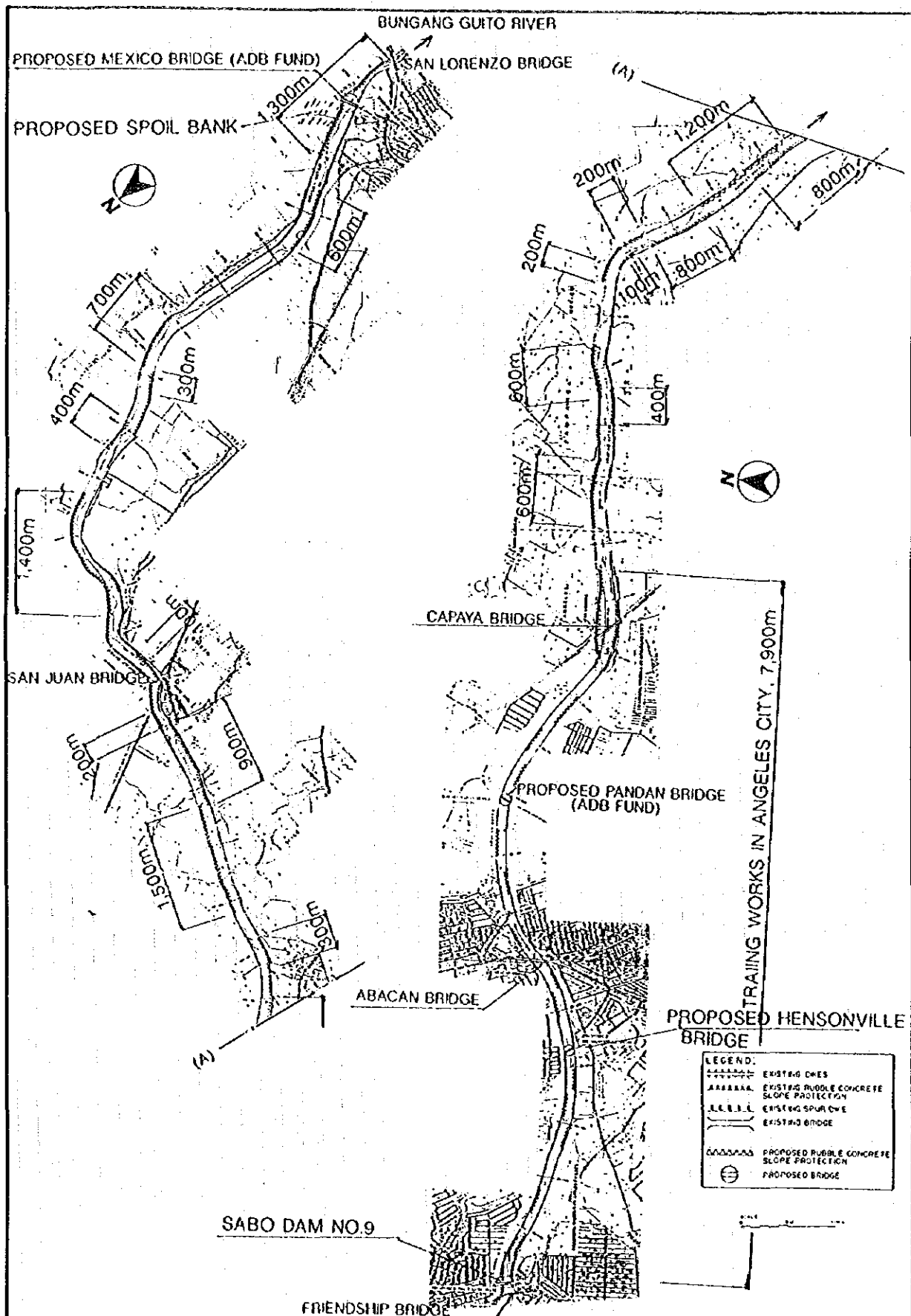


図 6.6 アバカン川河道施設計画図

General Plan of Lower/Middle
Abacan River Improvement

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-DAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

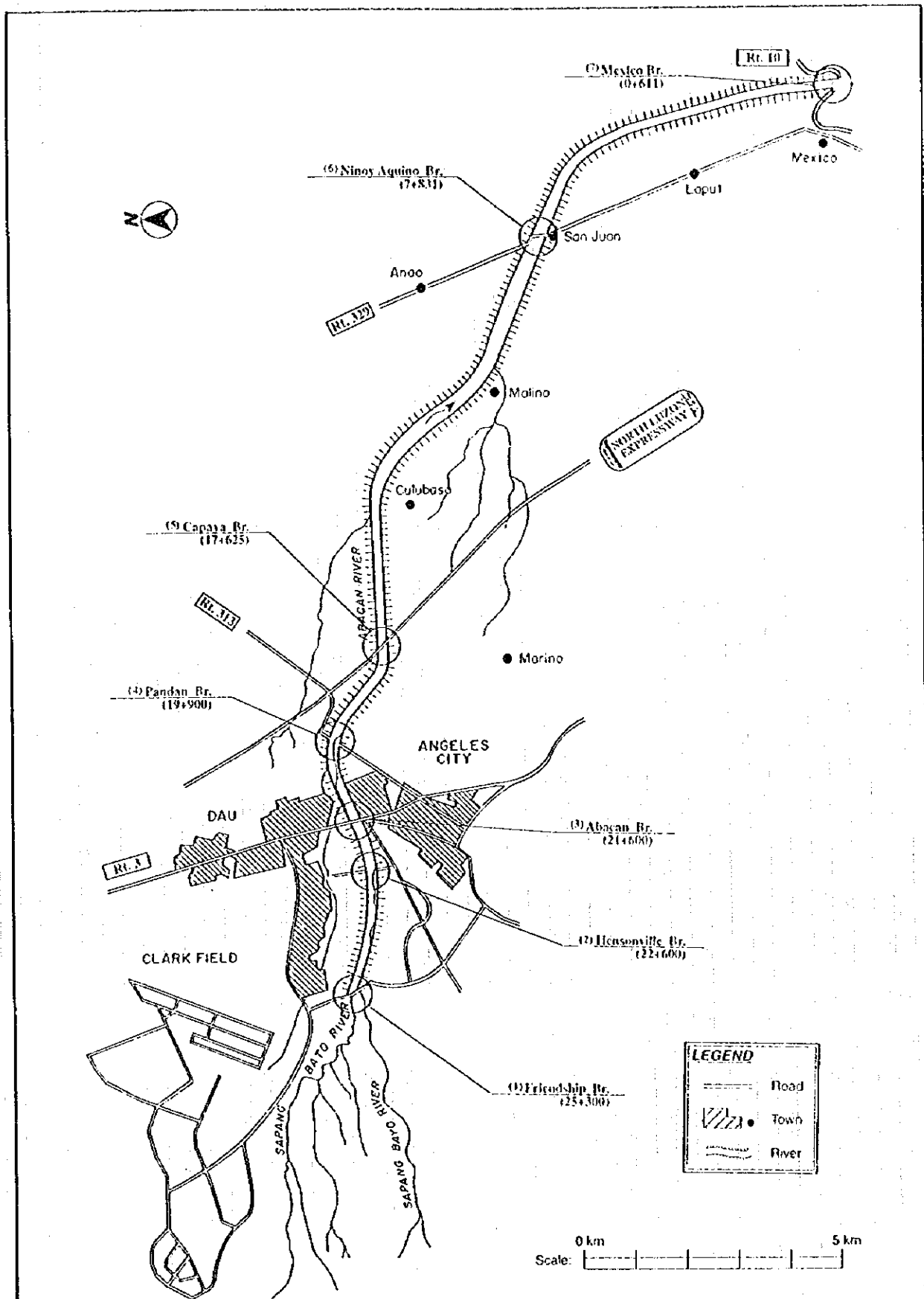


図 6.7 アバカン川橋梁位置図
 Figure Bridge Location across Abacan River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

6.5 事業の実施計画

6.5.1 実施工程

実施工程を図6.8に示す。実施計画は1995/1996年の乾季から中期施設計画完成までに必要な総ての施設計画を含んでいる。したがって、バンダン橋の建設など既にADB資金にて実施中の施設建設も含んでいる。

6.6 事業費の算定

6.6.1 積算基準

事業費積算は以下の条件で実施された。

- ① 現地貨換算率 : 4.0円=1.0ペソ
- ② 積算基準年 : 1995年11月
- ③ 物価上昇率 : 外貨 年率2.5%、内貨 年率8.7%
- ④ 予備費 : 直接工事費、コンサルタント費用、用地買収費の合計額の10%
- ⑤ Administration Cost : 直接工事費、コンサルタント費用、用地買収費の合計額の5%

6.6.2 工事費

直接工事費は1,005百万ペソ (40.2億円) である。内訳を表6.3に示す。また資金の年次計画を表6.4に示す。

Year	1995	1996	1997	1998	1999
Work Item	Quantity				
1. JICA W/P & F/S					
2. Financial Arrangement					
3. Selection of Consultant					
4. Detailed Design					
5. Selection of Contractors					
6. Construction					
I. Mobilization & Preparatory					
I. S.					
II. Upper Reaches Sediment Control Works					
III. Reconstruction of Sabo Dams					
(1) Sabo Dam No. 6					
a) Assembling of Steel Sheet Wall					
b) Excavation	7,630 m ³				
c) Gabion Work	440 m ³				
d) Concreting	1,570 m ³				
e) Boulder Filling	3,290 m ³				
(2) Sabo Dam No. 9					
a) Driving Sheet Piles	28,020 m				
b) Excavation	20,690 m ³				
c) Gabion Work	3,890 m ³				
d) Concreting	6,330 m ³				
e) Earth Filling	14,500 m ³				
(3) Sabo Dam TN-1					
a) Driving Sheet Piles	11,220 m				
b) Excavation	5,350 m ³				
c) Gabion Work	2,150 m ³				
d) Concreting	3,810 m ³				
e) Earth Filling	3,870 m ³				
f) Earth Filling	4,510 m				
II. 2 Bank Erosion Protection Works					
III. Lower/Middle Reaches Flood Control Works					
(1) Slope Protection of Dikes	12,600 m				
(2) Training Works in Angeles City	7,900 m				
(3) Dike Reinforcement Works	18,400 m				
IV. Bridge Works					
(1) Mexico Bridge					
(2) Hensonville Bridge					
(3) Pandan Bridge					
V. Maintenance Works (Desilting)	2 mill. m ³				

図 6.8 事業実施スケジュール

Project Implementation Schedule for
Abacan River Basin

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-DAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MUPINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 6.3 事業費の算定

Work Items	Unit	Quantity	F.C. Portion		L.C. Portion		Unit : Pesos	
			Total		Total		Total	
			Unit Cost	Amount	Unit Cost	Amount	Unit Cost	Amount
1. MAIN CONSTRUCTION COST			407,480,335		272,516,835		679,997,170	
1.1 Preparatory Works	l.s.		<u>17,716,536</u>		<u>11,848,558</u>		<u>29,565,094</u>	
1.2 Main Works			<u>354,330,726</u>		<u>236,971,161</u>		<u>591,301,687</u>	
1.2.1 Reconstruction of Sabo Dams			<u>96,738,420</u>		<u>47,048,016</u>		<u>143,786,436</u>	
(1) Sabo Dam No.6			<u>6,661,917</u>		<u>5,943,426</u>		<u>12,605,343</u>	
1) Steel Wall and Tie Roads	ton	61	31,000	1,831,000	6,040	368,440	37,040	2,259,440
2) Reinforced Concrete	m ³	805	2,735	2,201,675	2,969	2,390,045	5,704	4,591,720
3) Plain Concrete	m ³	756	1,620	1,224,720	2,482	1,876,392	4,102	3,101,112
4) Gabion Mattress	m ³	432	1,210	522,720	597	257,904	1,807	780,624
5) Others	l.s.			821,832		1,050,645		1,872,477
(2) Sabo Dam No.9	l.s.			<u>64,250,769</u>		<u>27,857,532</u>		<u>92,108,301</u>
1) Steel Sheet piling	m	28,020	1,260	35,305,200	144	4,034,880	1,404	39,340,080
2) Reinforced Concrete	m ³	4,426	2,735	12,105,110	2,969	13,140,794	5,704	25,245,904
3) Plain Concrete	m ³	1,900	1,620	3,078,000	2,482	4,715,800	4,102	7,793,800
4) Gabion Mattress	m ³	3,884	1,210	4,699,640	597	2,318,748	1,807	7,018,388
5) Rubble Concrete type Slope Protection	m ³	685	2,559	1,752,915	1,968	1,348,080	4,527	3,100,995
6) Others	l.s.			7,309,904		2,299,230		9,609,134
(3) Sabo Dam TM-1	l.s.			<u>25,825,704</u>		<u>13,247,058</u>		<u>39,072,762</u>
1) Steel Sheet piling	m	11,212	1,260	14,127,120	144	1,614,528	1,404	15,741,648
2) Reinforced Concrete	m ³	592	2,735	1,619,120	2,969	1,757,648	5,704	3,376,768
3) Plain Concrete	m ³	3,213	1,620	5,205,060	2,482	7,974,666	4,102	13,179,726
4) Gabion Mattress	m ³	2,150	432	928,800	597	1,283,550	1,807	2,212,350
5) Others	l.s.			3,945,604		616,666		4,562,270
1.2.2 Bank Erosion Protection Works in Upper Reaches			<u>48,746,553</u>		<u>30,254,827</u>		<u>79,001,380</u>	
(1) Gabion Type Slope Protection	m	3,000	13,429	40,285,500	8,062	24,186,600	21,491	64,472,100
(2) Rubble Concrete Type Slope Protection	m	1,510	5,603	8,461,053	4,019	6,068,227	9,622	14,529,280
1.2.3 Training Works in Angeles City	m	7,900	13,512	106,741,184	10,111	79,878,352	23,623	186,619,536
1.2.4 Slope Protection in Lower/Middle Reach	m	12,600	5,258	66,251,700	3,861	48,642,900	9,119	114,894,600
1.2.5 Dike Reinforcement Works	m	18,400	935	17,201,000	905	16,660,800	1,840	33,861,800
1.2.6 Bensonville Bridge Works	m ²	1,049	17,780	18,651,869	13,810	14,486,266	31,590	33,138,135
1.3 Miscellaneous Works	l.s.		<u>35,433,073</u>		<u>23,697,116</u>		<u>59,130,189</u>	
2. LAND ACQUISITION (Spoil Bank)	ha	100	0	0	75,000	7,500,000	75,000	7,500,000
3. ADMINISTRATION COST			<u>0</u>		<u>34,374,859</u>		<u>34,374,859</u>	
4. ENGINEERING SERVICE COST			<u>61,199,745</u>		<u>6,799,972</u>		<u>67,999,717</u>	
5. PHYSICAL CONTINGENCY			<u>46,868,008</u>		<u>28,681,681</u>		<u>75,549,689</u>	
Total			515,548,088		349,873,346		865,421,434	
6. PRICE CONTINGENCY			<u>39,138,000</u>		<u>100,495,000</u>		<u>139,633,000</u>	
Ground Total			554,686,088		450,368,346		1,005,054,434	
7. MAINTENANCE WORKS (Desilting Works from 1996 to 1999) (Excluding price escalation)	m ³	2,000,000			60,120,000,000		60,120,000,000	

Note:

- (1) Preparatory Works : 5% of Main Works
- (2) Miscellaneous Works : 10% of Main Works
- (3) Administration Cost : 5% of 1. and 2.
- (4) Engineering service Cost : 10% of 1.
- (5) Physical Contingency : 10% of 1., 2., and 4.
- (6) Price Contingency : 2.5% for Foreign Portion and 8.7% for Local Portion
- (7) Exchange Rate : US\$ 1.00 = 100 Yen = 25 Pesos

表 6.4 事業費の年次計画

Annual Disbursement Schedule for Abacan River Basin

Work Items	Total			1996			1997			1998			1999		
	F.C.	L.C.		F.C.	L.C.		F.C.	L.C.		F.C.	L.C.		F.C.	L.C.	
		Total	F.C.		L.C.	Total		F.C.	L.C.		Total	F.C.		L.C.	Total
1. MAIN CONSTRUCTION COST	407,481	272,516	679,996	23,990	18,775	42,768	59,954	39,932	99,886	188,879	119,975	308,854	134,655	93,834	228,488
1.1 Preparatory Works	17,717	11,849	29,565	1,043	816	1,359	2,607	1,736	4,343	8,212	5,216	13,428	5,855	4,080	9,934
1.2 Main Works	384,331	256,970	591,301	20,863	16,326	37,189	52,134	34,724	86,857	164,243	104,326	268,569	117,091	81,595	198,686
1.2.1 Reconstruction of Sabo Dams	86,729	47,047	143,786	0	0	0	16,063	6,964	23,027	56,310	25,690	82,001	24,366	14,393	38,739
(1) Sabo Dam No. 6	6,662	3,943	12,605	0	0	0	0	0	0	1,666	1,486	3,151	4,897	4,457	9,454
(2) Sabo Dam No. 9	84,251	27,857	92,108	0	0	0	16,063	6,964	23,027	48,188	20,893	69,081	0	0	0
(3) Sabo Dam TN-1	25,826	13,247	39,073	0	0	0	0	0	0	6,457	3,312	9,768	19,370	9,935	29,305
1.2.2 Bank Protection Works in Upper Reach	48,746	30,255	79,001	0	0	0	0	0	0	24,373	15,123	39,501	24,373	15,128	39,501
(1) Gabion type Slope Protection	40,285	24,187	64,472	0	0	0	0	0	0	20,143	12,094	32,236	20,143	12,094	32,236
(2) Rubble Conc. type Slope Prot.	8,461	6,068	14,529	0	0	0	0	0	0	4,231	3,029	7,265	4,231	3,034	7,265
1.2.3 Training Works in Angeles City	108,741	79,878	188,619	0	0	0	13,343	9,985	23,327	53,371	39,939	93,310	40,028	29,954	69,982
1.2.4 Slope Protection in Lower Reach	66,292	48,643	114,935	16,563	12,161	28,724	16,563	12,161	28,724	16,563	12,161	28,724	16,563	12,161	28,724
1.2.5 Dike Reinforcement Works	17,201	16,661	33,862	4,300	4,165	8,466	4,300	4,165	8,466	4,300	4,165	8,466	4,300	4,165	8,466
1.2.6 Bensonville Bridge Works	18,652	14,486	33,138	0	0	0	1,865	1,449	3,314	9,326	7,243	16,569	7,461	5,794	13,255
1.3 Miscellaneous Works	35,433	23,687	59,130	2,086	1,633	3,719	5,213	3,472	8,686	16,424	10,433	26,857	11,709	8,159	19,869
2. LAND ACQUISITION	0	7,500	7,500	0	7,500	7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. ADMINISTRATION COST	0	34,375	34,375	0	2,513	2,513	0	4,994	4,994	0	15,443	15,443	0	11,424	11,424
4. ENGINEERING SERVICE COST	61,200	6,800	68,000	24,480	2,720	27,200	12,240	1,360	13,600	12,240	1,360	13,600	12,240	1,360	13,600
5. PHYSICAL CONTINGENCY	46,868	28,682	75,550	4,847	2,899	7,747	7,219	4,129	11,349	20,112	12,133	32,245	14,689	9,519	24,209
Total	513,549	349,872	863,421	59,320	34,408	93,728	79,413	50,416	129,829	221,231	148,911	370,142	161,584	116,138	277,722
6. PRICE CONTINGENCY	39,138	100,495	139,634	1,333	2,993	4,326	4,020	9,154	13,174	17,011	42,345	59,356	16,775	49,003	62,777
Ground Total	554,687	450,368	1,005,055	64,653	37,401	98,054	83,434	59,570	143,003	238,242	191,256	429,498	178,359	165,140	340,499
7. MAINTENANCE WORKS (excluding Works)		120,000	120,000		30,000	30,000		30,000	30,000		30,000	30,000		30,000	30,000

Unit : 1,000 pesos

Note:
 = 5% of Main Works
 = 10% of Main Works
 = 5% of 1. and 2.
 = 10% of 1.

(1) Preparatory Works
 (2) Miscellaneous Works
 (3) Administration Cost
 (4) Engineering Service Cost

(5) Physical Contingency = 10% of 1., 2. and 4.
 (6) Price Contingency = 2.5% for Foreign Portion and 8.7% for Local Portion
 (7) Exchange Rate : US\$ 1.00 = 100 Yen = 25 Pesos

6.7 事業効果

サコピアーバンバン川の場合と同様に、経済性の判定は施設計画無し（1995年の現状のまま）に比べて、施設実施によりどれほどの便益が上がるかで判定している。したがって、既往被害額(1991～1995年)については経済性の判定の際に、被害額として計上されていない。

直接被害額については最小行政区画であるバランガイ単位にて被害項目別にを算定している。

- ① 直接被害額
 - 1) 家屋 戸数 x 単価 x 被害率
 - (表6.5、表6.6) 2) その他建物 戸数 x 単価 x 被害率
 - 3) 農作物 被害面積(ha) x Damageable Value/ha x 被害率
 - 4) インフラ 道路・橋・灌漑施設の復旧費用

- ② 間接被害
 - 1) 経済活動停止による影響
 - (表6.7、表6.8) 2) 避難費用・移転費用

その結果、EIRRを算定し24.05%を得ている（表6.9 および表6.10）。

一方、アバカン川の施設計画実施による受益者数および受益家屋数は以下の通り算定される。

① 洪水氾濫に対する受益者数	:	20,800人	(18%)
② 洪水氾濫に対する受益家屋数	:	4,100戸	(20%)
③ 洪水氾濫に対する受益面積	:	29.2 km ²	(23%)
④ 洪水氾濫に対する受益農地面積	:	1,500 ha	(15%)

なお、括弧内に示した数字はアバカン川流域全体に占める割合である。

表 6.5 確率規模別洪水被害の算定 (施設無しの場合)

(単位:百万円)

再現期間 (年)	家屋	農作物/家畜	インフラ	合計
流域内総資産	880,645	127,610	267,403	1,275,658
2	60,587	25,729	17,759	104,076
5	67,125	28,505	18,763	114,393
10	83,414	27,815	21,382	132,611
20	108,345	30,071	25,195	163,611
50	168,873	33,695	33,675	236,242
100	233,827	38,165	32,726	304,718

表 6.6 年平均被害額の算定 (施設無しの場合)

再現 期間 (年)	年平均 超過確率	年平均 生起確率	想定被害額 (百万円)	平均想定 被害額 (百万円)	年平均 被害額 (百万円)	年平均被害額 累計 (百万円)
2	0.5		104.08			0.00
		0.3		160.20	48.06	
5	0.2		216.33			48.06
		0.1		282.63	28.26	
10	0.1		348.94			76.32
		0.05		430.75	21.54	
20	0.05		512.55			97.86
		0.03		630.67	18.92	
50	0.02		748.79			116.78
		0.01		901.15	9.01	
100	0.01		1053.51			125.79

表 6.7 確率規模別の間接被害額

(単位：百万円)

再現期間 (年)	救助・復旧 コスト	経済活動 の停止	合計
2.00	10.30	8.64	18.94
5.00	10.52	8.83	19.35
10.00	10.72	9.03	19.75
20.00	12.45	10.45	22.90
50.00	14.99	12.58	27.57
100.00	23.22	19.49	42.71

表 6.8 年平均間接被害額の算定

再現 期間 (年)	年平均 超過確率	年平均 生起確率	想定被害額		平均想定 被害額 (百万円)	年平均 被害額 (百万円)	年平均被害額 累計 (百万円)
			救助・復旧 (百万円)	経済活動 (百万円)			
2	0.5		10.30	8.64	44.18	13.25	0.00
		0.3					
5	0.2		20.82	17.47	74.35	7.43	13.25
		0.1					
10	0.1		31.54	26.50	107.26	5.36	20.69
		0.05					
20	0.05		43.99	36.95	146.21	4.39	26.05
		0.03					
50	0.02		58.98	49.53	200.46	2.00	30.44
		0.01					
100	0.01		82.20	69.02			32.44

表 6.9 費用便益分析

(単位：百万円)

年	経済コスト			便益			B - C
	建設費	O & M	合計	直接被害	間接被害	合計	
1996	73.04	23.99	97.03	0.00	0.00	0.00	-97.03
1997	115.90	24.18	140.08	0.00	0.00	0.00	-140.08
1998	328.81	24.62	353.43	0.00	0.00	0.00	-353.43
1999	245.46	25.98	271.44	0.00	0.00	0.00	-271.44
2000		3.00	3.00	157.29	30.51	187.80	184.80
2001		3.00	3.00	170.23	32.00	202.23	199.23
2002		3.00	3.00	184.24	33.57	217.81	214.81
2003		3.00	3.00	199.40	35.21	234.61	231.61
2004		3.00	3.00	215.82	36.93	252.75	249.75
2005		3.00	3.00	233.58	38.74	272.31	269.31
2006		3.00	3.00	252.80	40.63	293.43	290.43
2007		3.00	3.00	273.61	42.62	316.22	313.22
2008		3.00	3.00	296.12	44.70	340.83	337.83
2009		3.00	3.00	320.49	46.89	367.38	364.38
2010		3.00	3.00	346.87	49.18	396.05	393.05
2011		3.00	3.00	375.42	51.59	427.01	424.01
2012		3.00	3.00	406.32	54.11	460.43	457.43
2013		3.00	3.00	439.75	56.76	496.51	493.51
2014		3.00	3.00	475.95	59.53	535.48	532.48
2015		3.00	3.00	515.12	62.44	577.56	574.56
2016		3.00	3.00	557.51	65.50	623.01	620.01
2017		3.00	3.00	603.39	68.70	672.09	669.09
2018		3.00	3.00	653.05	72.06	725.11	722.11
2019		3.00	3.00	706.80	75.58	782.38	779.38
2020		3.00	3.00	764.97	79.28	844.25	841.25
2021		3.00	3.00	827.93	83.15	911.08	908.08
2022		3.00	3.00	896.07	87.22	983.29	980.29
2023		3.00	3.00	969.81	91.49	1061.30	1058.30
2024		3.00	3.00	1049.63	95.96	1145.59	1142.59
2025		3.00	3.00	1136.01	100.65	1236.66	1233.66
	548	90	637	1563 (87.5%)	223 (12.5%)	1786 (100)	1149

EIRR= 24.05%

NPV(12%)= 1149

表6.10 感度分析結果

(%)

建設費 の変化	便益の変化				
	-20%	-10%	Normal	+10%	+20%
-20%	24.05	25.90	27.67	29.38	31.02
-10%	22.31	24.05	25.70	27.29	28.82
Normal	20.86	22.49	24.05	25.54	26.97
+10%	19.62	21.16	22.64	24.05	25.40
+20%	18.53	20.01	21.41	22.76	24.05

第7章 パシグ川流域の土砂移動モニタリング

7.1 噴火後の地形変化

7.1.1 噴火前

パシグ川は、最上流部はブクブク川と呼ばれ、右支川のヤンカ川と合流して、ババタク川と名称を替え、非常に深い峡谷部となって流下していた。そして、左支川のティンプ川と合流して、パシグ川と名称を替え、広大な扇状地(他の扇状地よりも勾配が少し急で、地形面は非常に新鮮)を形成しながら流下していた。

噴火前の地形図や航空写真によれば、ティンプ川との合流点から下流の区間は、扇状地の中央部を10~15m下刻しながら流下しており、アンヘレス~ポーラック道路のマンカティアン地点より下流では、河床が扇状地面と同じになり網状流となっていた。

なお、ティンプ川の最下流部の峡谷部に、JICA調査(小水系河川総合開発計画調査：パシグ・ボトレロ川洪水防砂防計画、1978)に基づいて、フィリピン政府が高さ15mの砂防ダムを1985年に建設している(図7.1)。

7.1.2 噴火直後

パシグ川流域でも、ヤンカ川とブクブク川との合流地点付近まで、厚い高温の火砕流堆積物で覆われたため、水系網が大きく変わった。パシグ川最上流部のブクブク川流域は、火砕流堆積物が最大220mも堆積したため、最大樹厚地点で何回も水蒸気爆発(二次爆発)を起こし、円形の爆裂火口が幾つも連なって凹地を形成した。火砕流堆積物総量は430百万m³と推定される。

7.1.3 1991年泥流災害

左支川のティンプ川は、サコピア川との流域界の尾根を越えて、サコピア川の流域を一部取り込み流下し、右支川のヤンカ川との合流地点付近で、ヤンカ川方向に火砕流が逆流して、ヤンカ川の河道を閉塞し、ヤンカ川の上流部には小規模な天然ダムが形成された。この天然ダムは、その後の9月豪雨時に決壊して、10百万m³の泥流が下流に流下した。この際、下流のパコロールでは1~3mの泥流堆積を記録している(図7.2)。

なお、ティンプ川の最下流部の峡谷部に1985年頃建設された砂防ダムにより、1991年の最初の頃の泥流は、この砂防ダムでは完全に抑止され、砂防ダムの背後に堆積した。しかし、1991年の10月頃には下流からの洗掘によって、砂防ダムの基礎が露出し始めていた。

7.1.4 1992泥流災害

パシグ川でも、1991年と同様泥流が多発し、アンヘレス~ポーラック道路のマンカティアン地点より下流で氾濫・堆積した。また、1992年7月13日にヤンカ川合流点より上流1kmの地点で大規模な二次爆発が発生し、二次火砕流と高温の泥流がババタク川を流下した。このため、ヤンカ川合流点付近で堰上げられヤンカ川に再び天然ダムが形成された。この天然ダムは8月29~30日の豪雨時に決壊してマンカティアン地点より下流に10百万m³の泥流が氾濫・堆積した。その後、パシグ川では、1992年における堤防の破損箇所を中心に補修工事が行くとともに、堤防内の泥流堆積物を浚渫して通水能力を高めた。

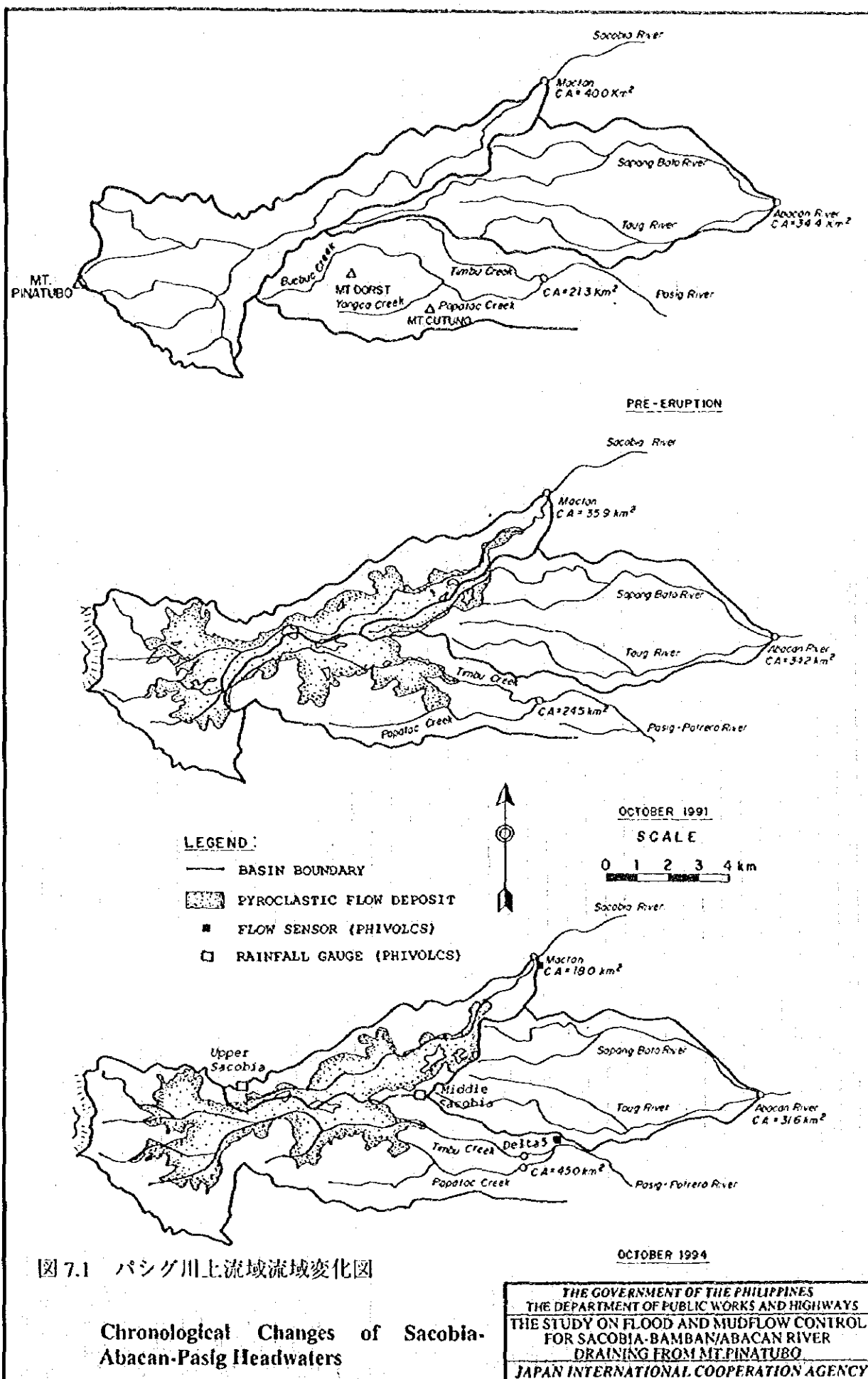







図 7.1 パシグ川上流域流域変化図

Chronological Changes of Sacobia-
Abacan-Pasig Headwaters

LEGEND:

-  AREA COVERED BY LAHAR DEPOSITS IN 1991
-  ADDITIONAL AREAS COVERED BY LAHAR DEPOSITS IN 1992
-  ADDITIONAL AREAS COVERED BY LAHAR DEPOSITS IN 1993
-  ADDITIONAL AREAS COVERED BY LAHAR DEPOSITS IN 1994
-  ADDITIONAL AREAS COVERED BY LAHAR DEPOSITS IN 1995

SCALE:
0 1 2 3 km

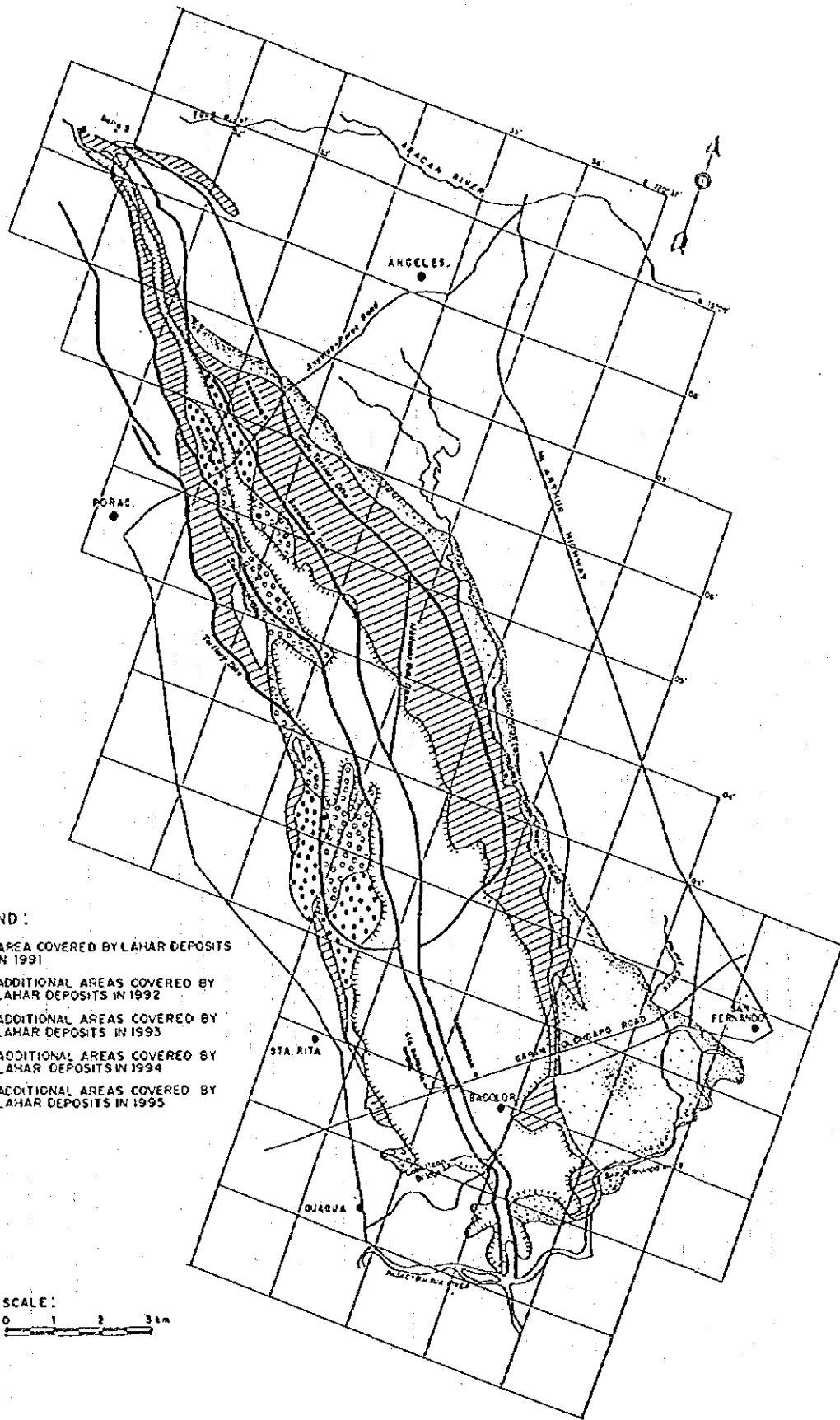


図 7.2 パシグ川泥流氾濫経年変化図

Lahar Deposits after 1991 Mt. Pinatubo Eruption

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

7.1.5 1993年泥流災害

3年目の雨期になると、火砕流堆積域での二次爆発が再び活発化し泥流が何回も発生した。流下してきた泥流堆積物は、乾期に浚渫、補修された堤防内に堆積して、河床は高くなり数箇所破堤した。そして、破堤地点より下流でかなり広範囲に氾濫・堆積した。

特に、1993年10月4～5日の台風カティアンの襲来によって上流部で大規模な二次爆発が何箇所も発生し、二次火砕流と高温の泥流が繰り返し発生した。中流のアンヘレス～ポーラック道路のマンカティアン付近では、多くの人家が5～10mの堆積物で埋積され、マンカティアン橋も流されてしまった。この直後、サコピア川の最上流部がバシグ川の方向に河川争奪された。この結果、バシグ川上流のババタク川は、流域面積が18.6km²から38.9km²に増加した。

7.1.6 1994年泥流災害

雨期が始まった1994年6月頃から、サコピア川との河川争奪地点付近で、大規模な二次爆発が何回も発生し、二次火砕流や高温の泥流がババタク川の河谷を流下し始めた。しかし、ヤンカ川との合流点よりも下流のババタク川の河谷は、非常に切り立った峡谷となっていたため、大部分の流出土砂はヤンカ川との合流点付近に堆積し、河床は次第に50～100mも上昇した。このため、ヤンカ川の流水は堰止められて、次第に大きな堰止め潮が形成されるようになった。

その後も豪雨の度ごとに二次爆発が繰り返され、大量の土砂がババタク川の河谷を埋積させ、ついにはババタク川の上流部が北側のティンプ川方向に流路を変更して流れるようになった。豪雨の度ごとに発生する二次爆発に伴う二次火砕流や高温の泥流の堆積物によって、ティンプ川の河床は40～50mも上昇し、見張り小屋（Watch Point No.5:Delta-5）観測点付近でもバシグ川で河床が上昇し始めた。そして、1994年8月6日の豪雨時にバシグ川の高温の泥流の一部がアンヘレス市方向に流出した。さらに大量の高温の泥流が流出すれば、クウグ川を通過してアバカン川を流下し、アンヘレス市を直撃する危険性が危惧された。

ヤンカ川との合流点付近のババタク川の河床は8月末には最も高くなり、ヤンカ川に形成された天然ダムは湖面標高が400mとなり、貯水容量が300万m³にも達した。このため、豪雨時に決壊することが心配された。しかしながら、この天然ダムは9月22日深夜の台風襲来による豪雨時に決壊してしまった。このため、バシグ川を非常に大規模な高温の泥流が流下し、多数の死者が出た。

7.2 1995年雨期前までの施設建設の概要

1995年雨期前までの施設建設の概要を図7.3に示す。

7.2.1 噴火前

噴火前のバシグ川には高さ4mの堤防が、右岸部にはアンヘレス～ポーラック道路の4 km上流からサンフェルナンド～オロンガボ道路の下流2 kmまで建設され、左岸部にはアンヘレス～ポーラック道路からサンフェルナンド～オロンガボ道路の下流2 kmまで建設されていた。

7.2.2 1991/1992/1993の堤防建設

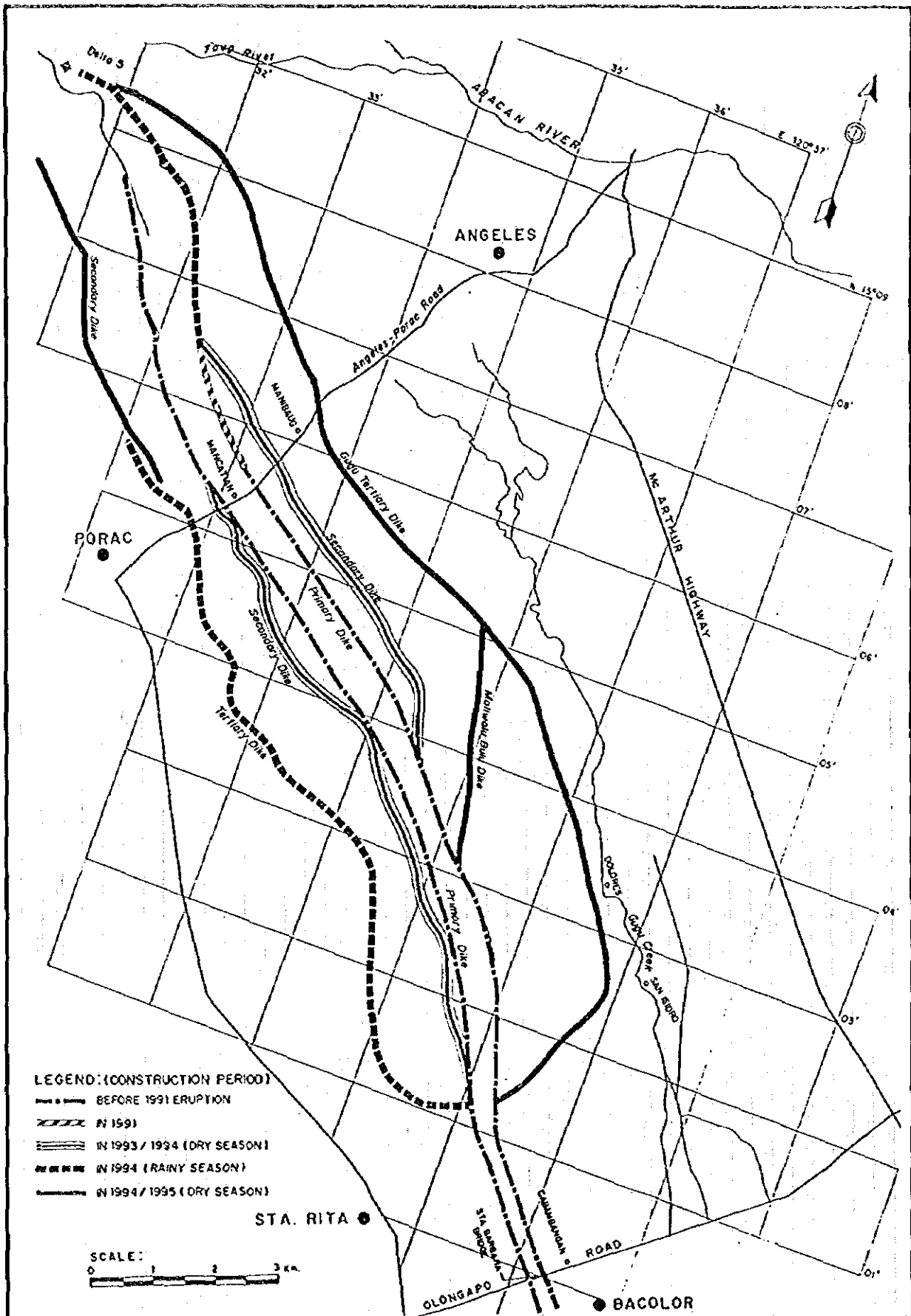
1991年の泥流堆積量はサコピアーバンバン川に比べ少なかったため、主に既存の堤防を延伸させることで対応できた。また、堤防の破損箇所の補修工事および河道の浚渫が実施された。

7.2.3 1993/1994の堤防建設

1993年の河川争奪後、泥流堆積量はそれまでの総量を大きく上回り、泥流氾濫地域が豪雨の度に拡大していった。DPWHでは上流部では、アンヘレス市への泥流氾濫を回避するため、Watch Point 5 (Delta-5) 付近の尾根部から下流の左岸側に高さ6mの二線堤(Secondary Dike)の建設を開始した。また、バシグ川の右岸側で氾濫した場合、バシグ川の扇状地よりかなり低いポーラック市も壊滅的な被害を受ける危険性が危惧された。このため、バシグ川の右岸側にも高さ6mの堤防を建設した。

7.2.4 1994/1995の堤防建設

1994年の泥流流出量と同様の流出が1995年にも予想されたため、DPWHは高さ7mの三線堤の建設を開始した。三線堤で囲まれた面積は約80km²であり、将来の泥流をこのサンドポケット内に堆積させ、バシグ本川は水抜きとして機能することが期待されていた。



LEGEND: (CONSTRUCTION PERIOD)
 - - - - - BEFORE 1991 ERUPTION
 // // // IN 1991
 = = = = = IN 1993 / 1994 (DRY SEASON)
 ■ ■ ■ ■ ■ IN 1994 (RAINY SEASON)
 — — — — — IN 1994 / 1995 (DRY SEASON)

SCALE: 0 1 2 3 km

図 7.3 パシグ川堤防建設実施図
 Pasig-Potrero River Dike System

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

7.3 1995年雨季における泥流流出の特徴

7.3.1 1994年雨期との比較

バシグ川における1995年10月末までの泥流流出状況を、1994年と比較しながら整理したものが次表である。同表から、今雨季のバシグ川の泥流流出の概括的な特長として、次のことがわかる。

- ・ 本年の雨量は、10月末現在、昨年を若干上回る程度で昨年同様の比較的小雨傾向の年といえる。
- ・ 二次爆発の頻度は極めて減少しており、これは二次爆発をおこしうる厚くかつ高温の火砕流堆積物の残存区域がほとんどなくなりつつあることを示している。
- ・ 同様に、泥流の流出状況も大きく地形を変えるほどの大規模なものが減少しており、かつ泥流の土砂濃度もかなり減少しつつあることが、現地で観測されている。

バシグ川における泥流等の発生状況 (1995年10月末現在)

月	1994年			1995年		
	雨量 (mm)	二次爆発 (回)	泥流発生 (日)	雨量 (mm)	二次爆発 (回)	泥流発生 (日)
1	21	1	1 (0)	0	0	0
2	59	4	2 (0)	0	0	0
3	29	3	2 (0)	19	0	1 (0)
4	2	3	1 (0)	0	0	0
5	28	5	0	258	1	2 (0)
6	120	4	2 (0)	211	0	4 (1)
7	1,086	14	8 (3)	508	5	9 (3)
8	434	27	2 (0)	501	5	5 (1)
9	289	13	7 (5)	484	4	3 (0)
10	188	12	1 (1)	374	7	1 (0)
11	0	0	0			
12	13	0	0			
合計	2,269	86	26 (10)	2,355	22	25 (5)

- 注： 1. 雨量は Upper-Sacobia 観測所 (PHIVOLCS) を採用
 2. 二次爆発の頻度は、サコビア火砕流堆積原全体を対象に高さ1kmを超える爆発を抽出
 3. 泥流発生については、中規模ないし大規模泥流が発生した日数を計上、()内は大規模泥流の発生日数

7.3.2 今雨季における泥流氾濫の特徴

今雨季当初は、昨年の雨季と同様に18km～22km付近の左右岸とりわけ左岸で越流・破堤し、堤内地ないし二・三線堤で囲まれた区域を流下するパターンをとっていた。7月28～30日の台風Katringによるラハールまで、この傾向は続いた。

これに前後して、主要幹線道路であるガバン～サンフェルナンド～オロンガポ(Gapan-San Fernando-Olongapo:GSO)道路の橋梁であるサンタバーバラ(Sta. Barbara)橋上流での破堤が発生した。

7月29日：橋上流50~60m地点（左岸）

8月17日：橋上流1500m地点（右岸）

この右岸の破堤は150mまで拡大し、下流グアグアまで土砂の堆積が広がっていった。これを補修している間に、その上流にあるググ三線堤(Gugu Tertiary Dike)の下流端より300m上流地点が8月21日に破堤した。それまでのラハールを貯留し堤内地との比高差を増していた三線堤(Tertiary Dike)のいわゆるサンドポケットは、それが一旦切れると堤内地との比高差4~5mの堆積土砂を一気に洗いだしバシグの左岸堤に沿った流路を流下した。

こうした状況は、破堤地点がわずかながら上流方向に移動したことを除いて、9月後半まで都築、この間土砂を高い濃度で含む洪水流が氾濫し、堆積した土砂によってバゴロールの市街地は埋まっていた。9月後半になるとアンヘレス~ポーラック道路より3.5km下流地点で河道を中央河道に戻すダイバージョン・ワークが成功し、流水は中央河道ないし三線堤右岸（サンタリタ側）へ流下した。

10月1日に来襲した台風マメンは、日雨量約250mmの豪雨をバシグ川上流域にもたらし、河道はダイバージョン地点の約5km下流地点で再び左岸寄りに振れ、ググ三線堤下流方向に新たな流路を形成した。ググ三線堤とアンヘレス~ポーラック道路に挟まれた区域の比高がそれまでの土砂堆積によって高くなっていたこともあり、泥流はググクリークを越えてサンフェルナンド方向へと流下した。泥流の襲来が10月1日未明であったため、避難できなかった住民も多く、死者は最終的に確認されておらず数百人程度といわれている。

サンプリングした泥流の濃度を図7.4に示すが、ここで採取された泥流のうち高濃度のものの粒度構成は、概ね次のようである。

見張り小屋(June 3) : 礫19%、砂69%、シルト12%

マンカティアン(August 25) : 礫14%、砂69%、シルト21%

サンタバーバラ橋(August 25) : 礫15%、砂69%、シルト34%

(ここで、礫：2-32mm、砂：0.062-2mm、シルト：0.062mm以下に分類)

7.3.3 1995年雨季後半の河道変化

雨季後半にバシグ川の河道で発生した事象を上流から順次総括すると次のようである。

- ア) Delta 5上流のティンブクリークでは、ヘリコプタからの観察及び現地調査によると、1994年雨季の前半に大量に流下し河谷を埋めた二次火砕流の堆積面を河道が著しく下刻しており(20~40m)、狭窄部では側壁の地山がかなり露出し始めている。
- イ) Delta 5においても、下刻および側方侵食が進行し、10月11日の調査によると、幅130m、深さ19mの流路が形成されている。
- ウ) 7月28~30日のラハールによる二線堤(Secondary Dike)の破堤地点(マンカティアン上流約3kmの左岸とでは、幅100m、深さ20mの河道が形成され、Delta 5からこの地点までバシグ川はSecondary Dikeの間を蛇行しながら流下しており、噴火前の扇面を下刻している場所も随所に見られる。

Sediment Concentration
by Volume (%)

Observed Sediment Concentration

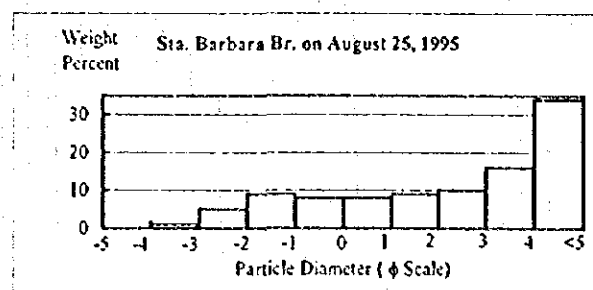
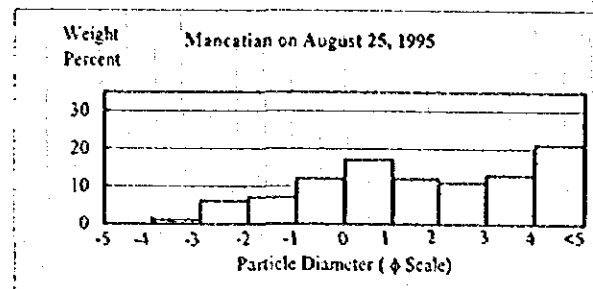
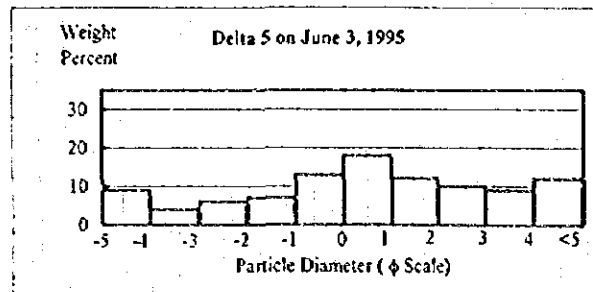
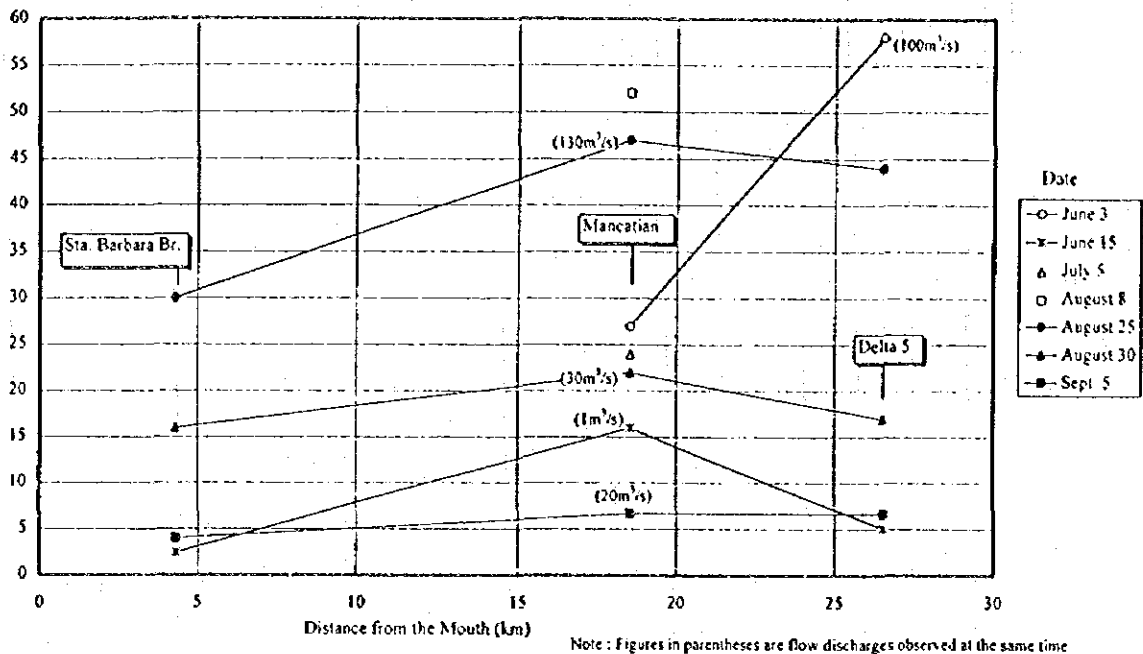


图 7.4 パシグ川土砂濃度観測図

Observed Sediment Concentration and
Transported Material in Pasig-Potrero River

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
DRAINING FROM MT. PINATUBO
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

- エ) これより下流の8月21日の破堤地点までの約14kmの区間では、左岸の二線堤と三線堤の間を河道が蛇行し、幅90~150m、深さ6~25mの流路は、全区間で噴火前の扇面を数m削り込んでいる。
- オ) アンヘレス~ポーラック 道路下流の河道の蛇行は、数箇所ですでに三線堤を削り落して堤内地にまで入り込んでおり、堤内地の比高が高いために、サンフェルナンド方面への氾濫を免れて、からくも河道内を洪水が流下している危険な状態にあった(ダイバージョン前)。
- カ) ググ三線堤最下流の破堤地点からの洪水流は、アンヘレス~ポーラック道路上流に土砂を堆積させ、さらに下流バコロールの中心街を壊滅させ、幹線道路であるは長期通行不能に陥った。
- キ) 7月28~30日のラハールの堆積で閉塞したググクリークは、その後掘削・排泥はしたもの、下流の未被災住民(Barangay Cabalanian)の反対のため、洪水を導き入れて流下させることができず、溢れるにまかせ、一方はバコロール方面へ、一方はバラワクリークに氾濫流下していた。
- ク) 10月1日の泥流は上記のググクリークを乗り越え、アンヘレス~ポーラック 道路を切断し、カバランチャン村を壊滅させ、下流の様相を一変させた。

図7.5にバシグ川の河道の現況と台風マメン前後の変化を模式的に示す。

7.3.4 河道の蛇行と下刻の要因に対する考察

1995年雨期中の河道変化を観測すると、上流からの土砂供給減による中下流域の河道の蛇行および河床低下が顕著であった。この要因として以下の事項が挙げられる。

(1) 河道蛇行の要因

第一の要因として挙げられるのは、固結した古い火砕流堆積物が蛇行を支配していると推定されることである。アンヘレス~ポーラック 道路付近より上流では、河床低下により古い火砕流堆積物が見られる。河道の蛇行地点を観察すると、しばしば十分に固結した古い火砕流堆積物が露出している。

第二の要因は間欠的な河岸崩壊である。上中流で見られる河岸段丘の形成が対岸側の間欠的な河岸崩壊に起因していることは洪水直後の観測結果から見ても明らかであるため、この間欠的な河岸崩壊により蛇行が発生している可能性は高い。

(2) 河床低下の要因

本調査では河床低下と河岸部の地下水位との関係は明確ではない。ただし、河床低下後の河岸部にはいくつもの水脈の流出穴が見受けられる。このことは河岸部の地下水位の低下に応じて、あるいは、地下水位の低下に応じて河床高が規定されているのではないかと推定される。

以上の推定は、いずれも現地観測により推定した結果であるため定量的な判断はできない。今後モニタリングの継続、観測機器の設置により蛇行幅、河床高が定量的に検討することが必要である。

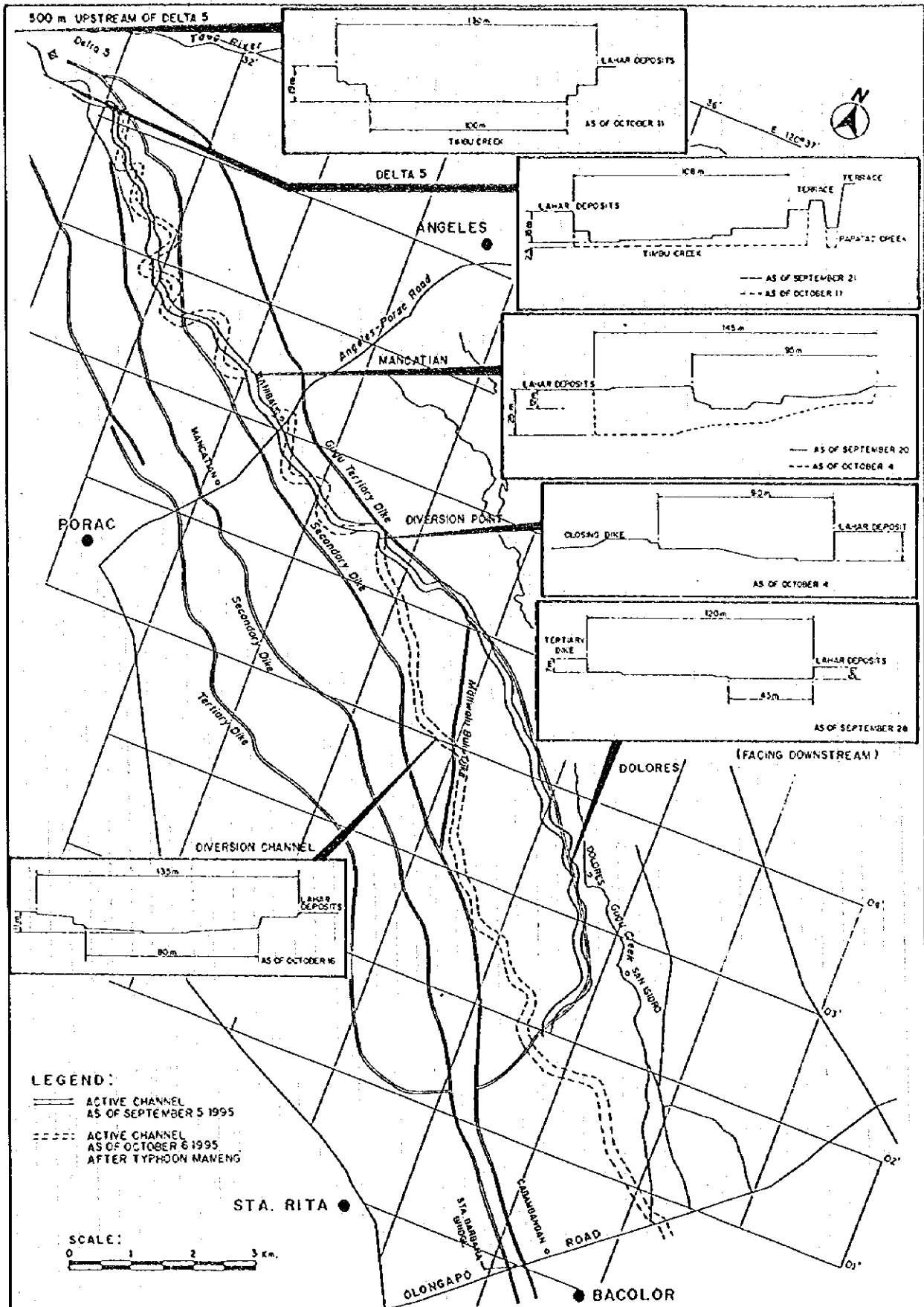


图 7.5 パシグ川河道変化図

River Course Meandering and Cross-Sectional Changes along Pasig-Potrero River in 1995

7.4 1996年雨季の見通し

7.4.1 1996年に予想される泥流流出量

1995年雨季における泥流観測結果を表7.1に示すが、総堆積量 8,600 万 m³のうち河道浸食によるものが約半分の 4,100 万 m³を占めている。これをもとに、回帰分析によりサコピア火砕流堆積原からの流出土砂量を予測したものが図7.6である。これより、来雨季におけるバシグ川の火砕流堆積物からの流出土砂は、3,400 万 m³と予想できる。

しかし、急速な河道の下刻現象に見られるような、今雨季後半の土砂流出の激減状況を勘案すると、こうした統計的手法による予測結果は若干過大に見積もられるきらいがある。そこで、次のような仮定のもとに別途予測を行った。

- ア) 火砕堆積原からの流出は、ティンブクリークからの二次火砕流堆積物の浸食と、それより上流の堆積物の浸食によるものとに区分される。
- イ) ティンブクリークでは、1994年雨季前半に約3,700 万 m³の二次火砕流の堆積があり、このうち約1,700 万 m³が1995年雨季に浸食されたことから、減衰率を46%と見積もることができ、これをもとに来雨季を予測すると900 万 m³の流出土砂が見込まれる。
- ウ) 上流域からは、今雨季約2,500 万 m³の土砂流出が害さんされたが、今雨季後半に見られた土砂運搬形態の変化 (Mudflow ~ Hyperconcentrated Flow) が来雨季には顕著になるとおもわれ、体積濃度の差異をもとに、今雨季の1/2の1,300 万 m³程度が上流域から流出すると予想できる。
- エ) 以上の兩者を合計すると、来雨季における火砕流堆積原からの流出土砂は、2,200 万 m³と予想できる。

以上、来雨季の火砕流堆積原からの流出土砂は、兩者の予測を組合わせて2,200~3,400 万 m³と予測できるが、これに下流河道の浸食土砂を加える必要がある。これには、次の2ケースを考える。まず、最大値として、新規に別ルートで河道が形成された場合、今雨季と同等の4,100 万 m³が下流へ供給されることとなる。

また最小値として、河道の蛇行が半波長進み、旧流路を半分程度埋め戻した場合、今雨季の1/2の土砂供給2,100 万 m³となる。この結果、合計4,300-7,500 万 m³の土砂が、1996年の雨季に、現在の三線堤の下流に流送されると予測した。

7.4.2 危険箇所の抽出と対応策の提案

10月1日の台風マメンによる被害も踏まえて、危険箇所を指摘し、その緊急性の有無と当面の対応策を提案した (図7.7)。

ア) タウグ川へのラハールの侵入

今雨季当初 Della 5付近の河床が上昇し、隣接する Taug 川 (Abacan川の右支川) へ、尾根を越えるか浸食して、流入する危険性が高まった。しかしその後の下刻の進行によって、当面それらの危険性は低下したが、今後ともモニタリングを継続する必要がある。

表7.1 バシグ川流域における泥流観測結果 (1995年)

泥流発生	日雨量 (mm)	堆積深 (m)		堆積量 (百万m ³)	備考
		堤外地	堤内地		
6月1~7日	40 (Jun.01) 13 (Jun.02) 62 (Jun.03) 17 (Jun.04) 20 (Jun.06) 16 (Jun.07)	1.0		1	台風オウリン
7月7~11日	61 (Jul.07) 24 (Jul.09) 27 (Jul.10) 7 (Jul.11)	0.5 - 3.0	0.8	5	
7月18日	65 (Jul.18)	0.2 - 1.0		2	
7月27~30日	6 (Jul.27) 68 (Jul.28) 36 (Jul.29) 109 (Jul.30)	0.6 - 2.6	0.2 - 3.0	15	台風カリン
8月15~19日	44 (Aug.15) 13 (Aug.17) 46 (Aug.18) 38 (Aug.19)	0.5 - 4.0	1.0 - 1.8	14	
8月28日~9月3日	25 (Aug.28) 80 (Aug.29) 49 (Aug.30) 12 (Sep.02) 69 (Sep.03)	0.2 - 4.0	1.0 - 2.8	27	台風ヘルミン 台風オウリン
9月30日~10月1日	32 (Sep.30) 251 (Oct.01)	1.4 - 4.2		22	台風マメン
合計				86	

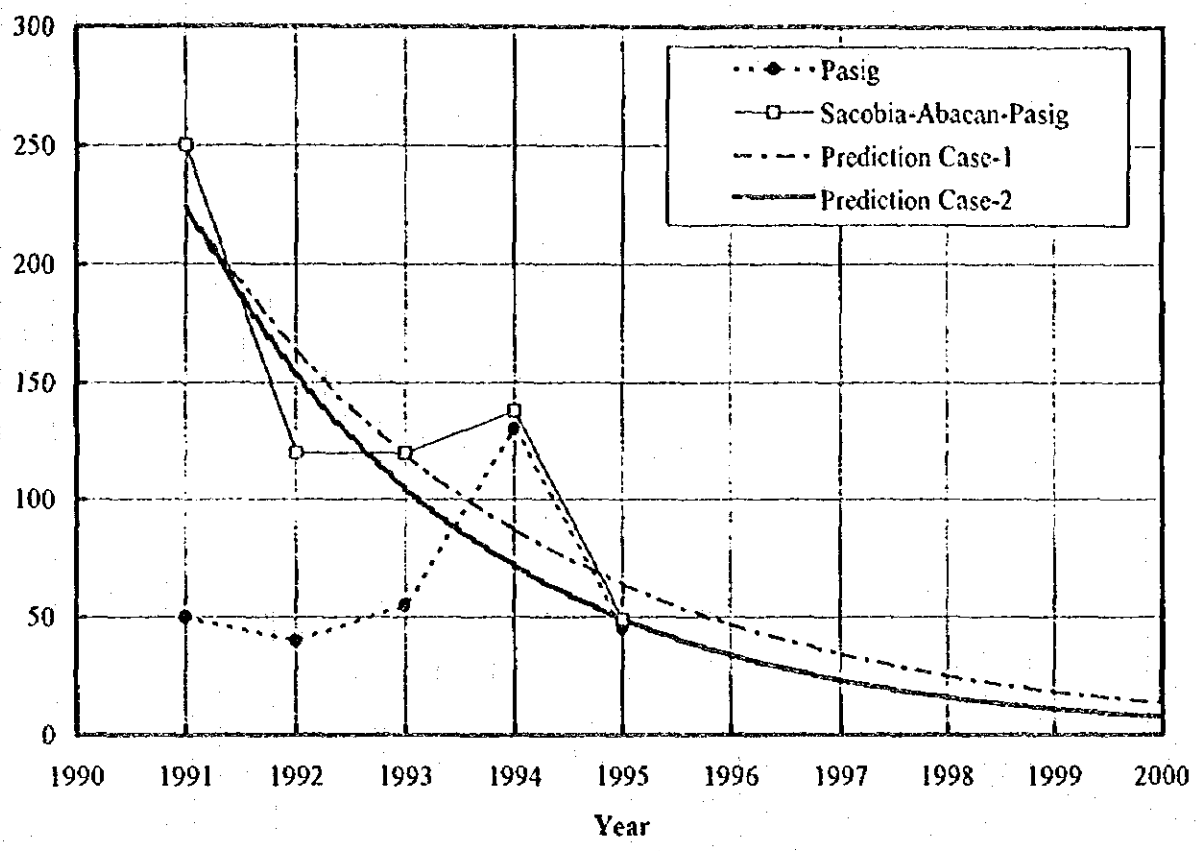
(注) : 1) 雨量はUpper-Sacobia観測所による。

表7.2 河道二次侵食量の推定(1995年)

河道	平均侵食域 (m ²)	河道長 (km)	二次侵食量 (百万m ³)
(1) ティンブクリーク下流端~見張り小屋	1,800	3.0	5.4
(2) (1)から堤防破堤地点まで	2,400	6.4	15.4
(3) (2)から河川導流対策実施地点まで	1,500	6.2	9.3
(4) (3)から堤防下流端まで	570	18.6	10.6
合計			40.7

Annual Sediment Delivery (million m³)

Sediment Delivery Prediction



Annual Sediment Delivery

Year	Actual		Prediction	
	Pasig	Sacobia-Abacan-Pasig	Case-1	Case-2
1991	50	250	223	223
1992	40	120	163	153
1993	55	120	119	105
1994	130	138	87	72
1995	45	49	64	49
1996			47	34
1997			34	23
1998			25	16
1999			18	11
2000			13	7

- Note: 1) Case-1 is predicted using all actual data of Sacobia-Abacan-Pasig from 1991 to 1995.
 2) Case-2 is predicted excluding the 1994 data as a extraordinary value.
 3) Regression lines are as follows;
 Case-1 : $Y=304.6\text{Exp}(-0.312T)$ Correlation Coefficient = 0.846
 Case-2 : $Y=325.1\text{Exp}(-0.377T)$ Correlation Coefficient = 0.966

図 7.6 パシグ川土砂流出実績・予想図

Sediment Delivery Prediction

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

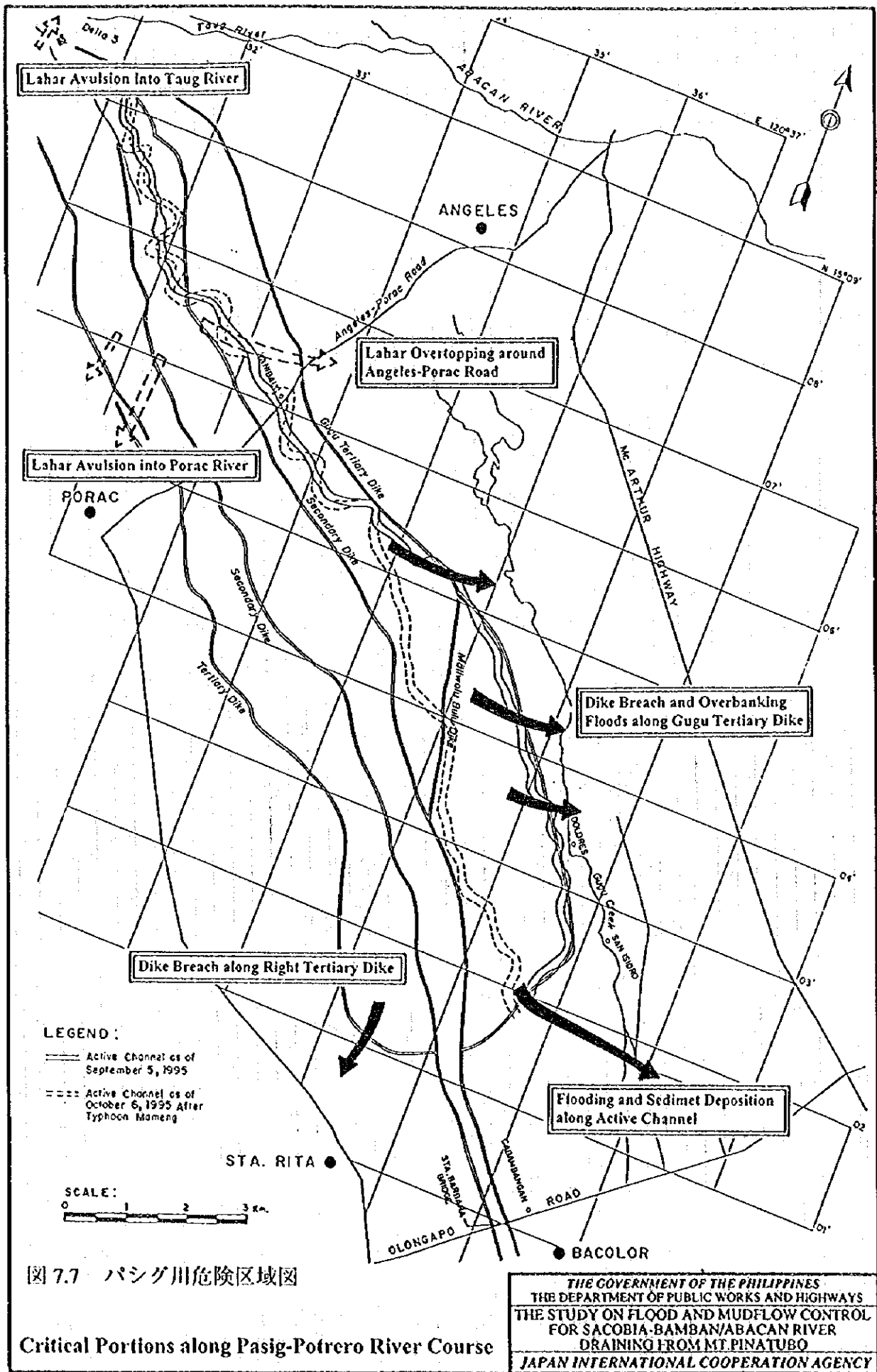


図 7.7 パシグ川危険区域図

Critical Portions along Pasig-Potrero River Course

イ) ポーラック川へのラハールの侵入

1991年の噴火以来、ポーラック川へバシグ川からラハールの侵入が機具された。現在、下刻した河道が形成されており、右岸の段丘を切ってポーラック川に侵入するのに、約2 km以上の幅があるため、緊急性はそれほど高いものではない。したがって、ア)と同様、モニタリングによって河道の蛇行の動きを継続的にチェックすべきである。

ウ) アンヘレス・ポーラック道路周辺でのラハールの侵入

今雨季前半まで、当地区が泥流の越流ないし破堤する危険性の最も高い箇所であった。しかし、当区域においても下刻河道の形成によって、破堤・越流の危険性は低下したが、堤内地方向への蛇行の進行によるラハールの侵入の危険性は依然として残されており、これに対するモニタリングが必要である。

エ) ググ三線堤の破堤・氾濫

9月半ばのダイバージョン以前には、アンヘレス～ポーラック道路下流のググ三線堤に沿って、河道が蛇行を繰り返し、数箇所では堤防を切断し河道が堤内地に入り込んでいる所も認められた。こうした蛇行が、谷地形等の比高の低い箇所に到達すると、一気に流路を変更し、氾濫区域を拡大する可能性がある。こうした危険を会費するためには、現在のダイバージョン地点を防護し、流向を制御するとともに、必要であれば、さらにダイバージョンを他の地点でも実施する必要がある。

オ) 右岸三線堤の破堤・氾濫

右岸サンタリタサイドの三線堤は、破堤の実績はないが劣化も著しい。さらに中央河道から右岸三線堤へ、流路は比較的容易に移動しており、もしこれに破堤が重なれば、今雨季にバコロールとサンフェルナンドで生じた被害が、同様にサンタリタとグアグア等で発生する可能性は極めて高い。対策工としては、新しくかつ強固な防御ラインを現在の三線堤の後方に建設するのが、最も有効である。

カ) 現在の河道沿いの氾濫・土砂堆積

現河道に沿った低平地、とくにアンヘレス～ポーラック道路の下流では、洪水のたびに氾濫・土砂堆積が生じており、氾濫堆積域の拡大とともにサンフェルナンド川等の排水不良を引き起こし、サンフェルナンド市街地等で湛水の長期化を招いている。抜本的な対策は、オ)と同様に新たな防御ラインの建設である。

7.5 DPWH による対策工の提案

DPWHが提案しているバシグ川の泥流対策工は、次のようである。(図7.8参照)

1995/1996年乾季

- ・横工 (Retention Dam) のNo. 1 の建設
- ・容量 1,500 - 2,000 万 m³ の沈砂工の掘削 (横工の上流)
- ・周囲堤 (Outer Dike) を下流端から横工 No. 2 の上流 1 km まで建設
- ・幅 300 m ・深さ 5 m の河道を、沈砂工から マリワル〜ブル堤防上流端まで掘削

1996/1997年乾季

- ・横工の No. 2 の建設
- ・容量 1,500 - 2,000 万 m³ の沈砂工の掘削
- ・周囲堤を下流端から横工 No. 3 の上流 1 km まで建設
- ・幅 300 m ・深さ 5 m の河道を、沈砂工から マリワル〜ブル堤防上流端まで掘削

1997/1998年乾季

- ・横工のNo. 3 の建設
- ・容量 1,500 - 2,000 万 m³ の沈砂工の掘削
- ・周囲堤を下流端から横工 No. 4 の上流 1 km まで建設
- ・幅 300 m ・深さ 5 m の河道を、沈砂工から河道がすり付くまで掘削

なお、沈砂工 (Sump or Retention Pond) は、もし十分な予算の確保ができなかった場合の、周囲堤建設を補完する意味合いをも持っている。また、図-47に示した横工の法線形等の詳細については、帰国時点で測量中であったため、それが終了後、再検討とのことであった。

こうした DPWH が提案した 堤防建設構想に対し、次のようなコメントを行なった。

ア) ググ・クリークの処理について

ググクリーク (GSO 地点で集水面積 50 km²) 河道の土砂堆積に起因する洪水の拡散が、サンフェルマンド付近の氾濫・洪水の一因となっている。ググクリークの処理として、1) 周囲堤の外側に河道を新設する、2) 周囲堤の中に取り込む、の2ケースが考えられる。放流施設と周囲堤で十分な土砂の捕捉ができることを前提とすれば、ググクリークの薄い土砂濃度の水量を取り込み、バシグ下流およびグアグア〜バサック川の掃流能力の増強に寄与させるのが最も簡易かつ問題のない解決法と考えられる。

イ) 放流施設について

もし、ググクリークを取り込むことになれば、それに見合う洪水流量を処理できる放流施設を計画する必要がある。また、バシグとググクリークのそれぞれに対して放流施設を計画しているが、両者の流路をサンド・ポケット内でコントロールすることは、事実上困難であり、バシグ本川の1箇所に統合することが適切である。さもないければ、同等の施設と河道をググクリーク側にも設けるべきである。さらに、サンド・ポケット内での長期湛水を防止するため、水抜き穴または排水施設の設置を提案した。

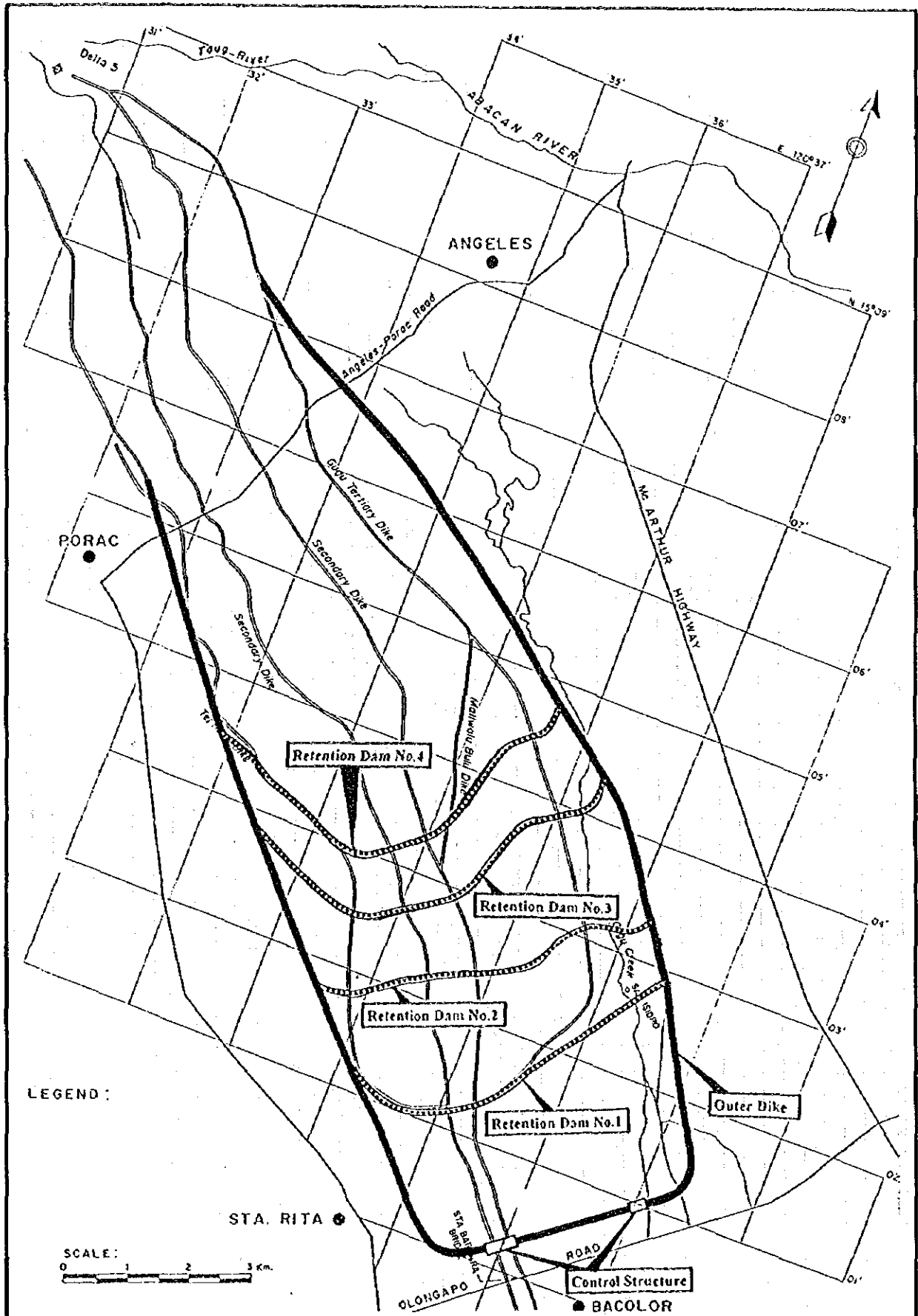


図 7.8 DPWH による泥流対策案

DPWH Outer Dike System

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES
 THE DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
 THE STUDY ON FLOOD AND MUDFLOW CONTROL
 FOR SACOBIA-BAMBAN/ABACAN RIVER
 DRAINING FROM MT. PINATUBO
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

ウ) 周囲堤の留意事項

周囲堤の構造については、少なくとも表法の護岸および基礎工、漏出水対策として堤防裏の排水工の設置が不可欠である。法線形については、最下流右岸（サンタリタ）の用地確保が問題となるかもしれないが、法線を被災地に沿った形状に変更しても、容量がわずかに減るだけで、大きな問題はないと考えられる。上流部、とくに左岸の法線がググクリークを横切る形状になっており、これについては再考を要するが、施工時期が1996/1997年乾季以降であることから、十分な現地調査を行い、ググクリークの現在の流路と地形を把握した後に決定すべきである。また、右岸のサバンマラガルクリークについても同様である。

エ) 土砂貯留に伴う河道変化への対応

放流施設地点でバシグ川の河床は、土砂の貯留により、現在よりも10数m上昇することとなる。こういった河床の人工的な上昇が、どの程度上流の下刻河道に影響を及ぼすか、十分なモニタリングが必要となる。危惧される問題としては、貯留域より上流の周囲堤より上流側で、左岸ないし右岸の堤内地に流路を移動させやすくなり、越流・氾濫の危険性が高まることである。いっぽう、横工の設置については、河床が上昇し平坦になる分、設置が容易になると思われる。

オ) 横工の留意点

横工計画地点は、現在の三線堤を横断する形で計画されており、すでにこの堤防の内外では、比高差が5m内外である。これを横断して構造物を設置し、さらに今以上に土砂を貯留し、堆積面を高めていくのが、適当かどうかの判断をまず下すことが重要である。沈砂工の掘削が可能であれば、まずすでに堆積した土砂の排除を行い、横工の設置を行うべきと考える。

カ) 掘削河道の留意点

掘削河道の目的は、現在進行している自由蛇行を極力規制して、下流の貯留域に導流すること、および河道の浸食量を極力減少させることにある。現在の蛇行振幅が約500~700mであることを考えると、300mの河道幅は、小さいといわざるとえないが、現実的には最大限の数字と判断できる。したがって、河道が、この人口流路の外側に蛇行していくことが十分想定でき、モニタリングと、場合によってはダイバジョン等の土工が必要となる。

第8章 防災体制の現状分析と課題

8.1 防災体制の現状

ピナツボ防災体制に関しては、国家災害調整委員会（National Disaster Coordinating Council：NDCC）を頂点に多くの関連機関が防災活動の中で複雑に交錯している。主な機関を列記してみると次の通りである。

(1) OCD（Office of Civil Defence：市民防衛局）

OCDは、NDCCの事務局として同国の防災活動の中核的な役割を担っている。国内の防災組織としては、中央のNDCCからバラングイ災害調整委員会（Barangay Disaster Coordinating Council：BDCC）まで行政的な階層が作られている。OCDは第三区災害調整委員会（Regional Disaster Coordinating Council in Region III：RDCC III）レベルまでは独自のスタッフを持っており、指揮系統ははっきりしている。災害発生時の中央災害対策本部はOCD内に設置され、情報の収集分析および救援活動等の指揮が行なわれる。組織的には、OCDは国防省に属し、本部はアギナルド基地内に設置されている。また、RDCC IIIはサンフェルナンドのオリバス基地内に設置されている。

(2) DSWD（Department of Social Welfare and Development：社会福祉開発省）

DSWDは、災害救援・復旧の分野で実績があり地方政府への権限委譲政策（Devolution）が行われる前までは、地方での災害救援・復旧、防災研修について大きな権限を有していた。その後、地方政府への権限の委譲問題が提起され、地方での災害復旧・防災研修についてはDILG（地方自治省）が所管することが決定された。その結果、DSWDは、地方に多くのスタッフを抱えていたが、ほとんどは地方政府所属の職員に移されてしまうことになった。現在DSWDは地方自治省（DILG）と連携を強めるよう積極的な呼掛けを行い、地方自治体職員向けの防災研修への協力支援を実施している。DSWDは地方レベルの研修に多くの実績を持つと共に、中央レベルの研修の実施にもイニシアチブを発揮するなど、主に研修分野での活躍が目覚ましい。

(3) DILG（地方自治省）

1993年10月から3年間の「地方自治体の総合能力向上プログラム」がスタートし、その一環として地方の自治体ベースの防災研修に本格的に取り組むこととなった。研修に当たっては、「地方自治体研修所」（Local Government Academy）が場所と組織を提供、技術的内容はDSWDが協力することとなっている。DSWDとの協力計画では、二つの州を対象に研修のパイロット・モジュールの開発を行う予定であり、あわせてLGAスタッフにも災害管理トレーニングの技術移転が行われることとなっている。防災体制の整備における地方自治体の重要な役割からすると、中長期的にはDILGの機能と能力を強化し、同国の防災の経験と知識を統合させていくことが期待されると言えよう。

(4) NEDA（国家経済開発庁）

フィリピンにおける開発計画の策定の中心機関である。プログラム実施についても大きな権限を有し、対外的な援助案件要請の窓口である。現行の6か年計画では災害の援助・救済活動から防災・災害管理に重点を移しつつあり、中央レベルの防災に対する行政組織の見直しにも積極的である。

8.2 ピナツボ火山災害に係る防災体制の現状分析

8.2.1 構造的改善：開発・計画段階における防災

(1) 災害危険地域の指定

PHIVOLCSによりHAZARD MAPが作成されている。過去の泥流氾濫実績図、泥流氾濫予想図および洪水氾濫予想図が示されている。ただし、災害記録、地形図等の基本データが不足している。

(2) 土地利用計画への配慮

DPWHはPHIVOLCSにより作成されたHAZARD MAPに基づいて、危険地区を3段階に分けて指定。ただし、この危険度分類は主にDPWHによる施設計画の優先順位策定および予算措置の資料として利用されているのみである。

8.2.2 防災意識啓蒙：防災教育および広報の推進

(1) 学校の防災教育

火山噴火・洪水などの自然災害に関する授業が小学校5～6年の理科の時間に年間数時間実施される。中学校以上は無い。

(2) 防災広報

一般に、中央で配付資料などを準備しても地方への伝達、被災地住民への浸透は極めて悪い。一因として、配付資料の作成は、外国の援助に依存しており英語で書かれていること。また、地形図を基に説明しても地元民が理解出来ないことである。

8.2.3 災害発生時の防災活動：防災組織体制の整備

(1) 防災組織の法制整備

OCDが中心となったNDCCの組織に対する基本的法的枠組みは整備されている。ただし、防災組織の中心機能をDSWDに持たせようとする動きもある。

(2) 防災の組織化

法制度上はOCDが組織の中心であるが、地方レベル（特に、バラングイレベル）ではあまり機能していなかった。ピナツボ災害後、ここ数年で急速に強化が図られている。

(3) 防災計画の策定

OCDが中心となったRDCC-IIIの防災組織では、ピナツボ災害前は実際の防災活動を想定した具体性に乏しかったが、ピナツボ災害の経験を通して徐々に見直されている。

(4) 防災担当者の教育訓練

国・地方レベルでセミナーが開催されているが、いずれも外国の援助に依存したセミナーである。防災の必要性、各国の防災体制などの知識は修得できるが、具体的な防災実施に向けた教育訓練は実施されていない。

(5) 自主防災体制の整備

NGOの活動は盛んである。ただし、救援活動に偏り災害予防活動は少ない。特に、貧困層において防災に配慮する意識が乏しい。

8.2.4 災害発生時の防災活動：通信体制の整備

(1) 政府機関通信網の整備

各政府機関はそれぞれの無線通信設備を持つが多くは老朽化しており、一般に予算不足でメンテナンスも万全ではない。また、全体を統合する体制作りが、RDCC-IIIを中心として徐々に整備されてきた。

(2) 地方自治体通信網の整備

電話の普及が遅れており、一部では職員専用の無線機を導入しているが予算の制約があり不十分である。特に、BDCCへの通信手段の整備が遅れている。

(3) 民間通信網等の活用

アマチュア無線グループの活動が非常に盛んである。災害発生時にはボランティアとして協力している。緊急警戒放送体制が検討されているが、予算の制約でなかなか実現しない。

8.2.5 災害発生時の防災活動：予警報および避難体制の整備

(1) 予警報の充実

PAGASAの台風情報は国民に広く知られているが、大局的な情報しか提供できないため、精度や発令頻度も不十分であり、地方の具体的な防災活動の判断にあまり役立っていない。また、PAGASAの台風情報は今後24時間以内に予想される風速に基づいた警戒情報であり、豪雨に関する予報が無い。

(2) 予警報の伝達改善

ラジオによる一般住民への情報伝達は非常に活発である。中央～RDCC-III間の情報伝達はかなり早い。防災関連政府機関や地方自治体への伝達に時間がかかる。

衛星写真による台風情報の伝達システムがなく、地方自治体は視覚的な台風情報を入手できない。

(3) 避難体制の整備

避難場所・移転先の指定はなされているが、必ずしも安全な場所でない。

(4) 救助・救援体制の整備

救援を担当するDSWDは地方にも多くの職員を擁し活動は活発であるとともに、NGOの活動も活発である。救援物資の受け入れや配付の窓口が一本化されておらず救助体制の調整が不十分である。

(5) 災害用備蓄

DSWD、赤十字等による食料、衣類等の備蓄が各地方で進められている。レトルトパックの即時非常食が開発され備蓄されている。

(6) 救援物資の配付

通信施設の不備により災害情報の収集が遅れる。輸送手段が不足し迅速な配付ができない。

8.2.6 復旧策：災害復旧体制の整備

(1) 被災者の復興支援体制

DSWDはFood for Work, コア・シェルター、緊急住宅援助等の各種支援事業を実施している。また、赤十字をはじめNGOによる支援が行なわれている。

金融措置、災害保険制度は無い。財源(Calamity Fund)が不足。

(2) 公共施設の復旧

財源(Calamity Fund)が不足。改良復旧が行なわれていない。

8.2.7 その他

(1) 防災法制度の整備

基本的な法的枠組みは整備されている。

(2) 防災関連予算

政府機関、地方自治体ともに予算の制約が大きい。特に災害予防予算が不足。救援・復旧の財源(Calamity Fund)が不足。

(3) 調査研究

PAGASAでは気象観測、予警報の研究を行なっているが、他には専門機関もなくほとんど行なわれていない。国際防災の十年(IDNDR)に応じて委員会が設置されたが実質的な活動を行なっていない。

8.3 ピナツボ防災体制整備の優先分野

8.3.1 概説

ピナツボ火山噴火災害に係る防災対策の実施主体には、中央政府、地方自治体、民間企業、NGO、住民等があるが、ここでは中央（政府）、地方自治体、住民／コミュニティーの3段階に大別して、各々の整備課題を考察した。また、中央／地方／住民の役割分担と有機的連携を考慮した上で、各レベルの防災整備課題を検討した。

表8.1に各レベルの防災施策整備の「優先課題」を示す。また、各レベル別の詳細な整備課題を表8.2に示す。表中には、中央／地方／住民レベルにおいて整備すべき防災施策を、「短・中期整備課題」、「長期整備課題」および「継続整備課題」に分類した。

8.3.2 短・中期整備課題

短・中期整備課題は、「緊急の改善が望まれるもの及び実施されれば短期的に効果がある施策」である。主に中央レベルで実施される支援施策（政策—法制度、調査・研究・開発、人材養成・教育訓練）は、フィリピン政府において最も必要性が高く認識されている分野であり、なおかつ、地方／住民レベルを支援することにより、今後の防災体制整備を大きく加速できる分野でもあることから、最も優先的に整備すべき課題と言える。

また、地方／住民レベルで実施される防災施策でここに分類されたものは、いずれも、必要性が極めて大きく、かつ即効性のある施策でありながら、これまで、ピナツボ被災地域で整備が遅れてきた施策である。

8.3.3 長期重点整備課題

長期重点整備課題は、「必要性が大きく、早期の改善が望まれるが、事業実施あるいは効果の発現に時間がかかる」課題である。中央レベルで実施する予警報・避難体制整備及び構造的対策は、いずれも整備に大きなコストがかかり、短期間では実施が困難であるが、その必要性は大きく、今後、継続的に整備を推進すべき施策である。

また、開発管理による防災は、低コストであること及び体質改善型施策であることから必要性は大きい。一般に開発管理のプロセスは時間がかかり、防災効果判定には困難な場合がある。これらの施策は、長期的課題とは言えその必要性は大きく、早急に推進すべき課題である。

8.3.4 継続整備課題

継続整備課題は、「必要性は中程度で、継続的な改善が望まれる施策」である。中央レベルによる防災意識啓蒙及び救助・救援は、地方／住民レベルの支援施策であるが、これらにおいては地方／住民レベルの活動が極めて重要である。また、救助・救援は対症療法的施策であり、長期的観点から見た比重は比較的小さいと考えられる。

表 8.1 ピナツボ防災体制整備における優先課題

防災施策	活動目的	中央政府機関	地方自治体	住民/コミュニティー
A. 政策・法制度整備	<ul style="list-style-type: none"> - 国家防災政策立案 - 関連法制度立案 - 自治体防災担当者育成 - 防災関連技術の開発 - 被害軽減手法の確立 - データベースの構築 	<ul style="list-style-type: none"> - NDCCの組織強化 - 防災専門家の育成 - 政府専機関との連携 - 研究機関の組織化と強化 - 大学での防災講座の開設 - 専門家の育成 - 政府諸機関との連携 - 研修組織の改善・強化 - 研修教材の改善・開発 - トレーナーの育成 	<ul style="list-style-type: none"> - 中央からの技術支援によるトレーナーの育成 - 地方の政治家・自治体幹部の教育 	
B. 調査研究開発	<ul style="list-style-type: none"> - 防災関連技術の開発 - 被害軽減手法の確立 - データベースの構築 	<ul style="list-style-type: none"> - 研究機関の組織化と強化 - 大学での防災講座の開設 - 専門家の育成 - 政府諸機関との連携 		
C. 人材育成・教育訓練	<ul style="list-style-type: none"> - 政府機関・自治体・NGOの防災担当者の育成 - BDCC/自主防災組織等の育成 - 防災学校教育の改善 - 防災広報活動の強化 - 教材の開発・普及 - BDCC、自主防災活動・防災ボランティア活動の推進 - 家庭防災の推進 	<ul style="list-style-type: none"> - 研修教材・ノウハウの開発、指導教官の育成 	<ul style="list-style-type: none"> - 地域特性に応じた教材開発 - 中央からの技術的支援による広報担当者の育成 - 地方の政治家・自治体幹部の教育 	<ul style="list-style-type: none"> - BDCC/自主防災組織への参加 - 政府/NGOによる研修・訓練への参加
D. 防災意識の啓蒙				
E. 救助・救援活動	<ul style="list-style-type: none"> - 救助・救援活動の質的改善と調整 - BDCC、自主防災組織、ボランティアと政府/NGOとの連携・協力 	<ul style="list-style-type: none"> - NDCC (OCD) の組織強化 	<ul style="list-style-type: none"> - DCCの強化(組織整備・防災計画策定) - 地域のリスク/資源分析 - 中央からの技術支援と防災専門家の育成 - 地方の政治家・自治体幹部の教育 - 通信・運輸施設の整備 	<ul style="list-style-type: none"> - BDCC/自主防災組織ボランティア活動への参加 - 政府/NGOの指導による防災計画の策定、研修・訓練への参加 - 緊急用品・食糧の在庫管理 - 政府/NGOによる研修・訓練への参加 - 通信手段の整備 - 避難場所・避難路の整備
F. 予警報・避難	<ul style="list-style-type: none"> - 予警報の発令・伝達 - 地方の予警報の発令 - 住民の避難 - 予警報の末端への伝達・避難の推進 	<ul style="list-style-type: none"> - 技術者の育成 - 設備の整備 - 通信設備の整備 	<ul style="list-style-type: none"> - DCCの強化(組織整備・防災計画策定・予警報伝達・避難体制整備) - 地方のリスク/資源の分析、地方予警報の開発 - 中央からの支援による専門家の育成 - 行政通信網・住民への通信手段の確立 	<ul style="list-style-type: none"> - 緊急用品・食糧の在庫管理 - 政府/NGOによる研修・訓練への参加 - 通信手段の整備 - 避難場所・避難路の整備
G. 構造的対策	<ul style="list-style-type: none"> - 治山・治水事業の実施 - 建築基準法の策定・指導 - 建築物の構造の改善 	<ul style="list-style-type: none"> - 大規模インフラ施設の整備 - 住宅建築等に関する適正技術の開発 - 技術者の育成 	<ul style="list-style-type: none"> - 地域のリスク分析 - 中央からの技術支援による技術者の育成 - 地方の政治家・自治体幹部の教育 	<ul style="list-style-type: none"> - 政府/NGOの指導による適正技術の取得
H. 開発管理による防災	<ul style="list-style-type: none"> - 土地利用・生産体系・地域開発等への防災配慮の推進 	<ul style="list-style-type: none"> - 技術開発及び指針の策定 - 全国リスクマップの作成 - 技術者・プランナーの育成 	<ul style="list-style-type: none"> - ゾーニングの設定 - 土地利用及び開発の管理・モニタリング体制の整備 - 防災に配慮した開発計画の策定 - 中央からの技術的支援による適正技術開発及びプランナーの育成 - 地方の政治家・自治体幹部の教育 	<ul style="list-style-type: none"> - 政府/NGOの指導による適正技術の習得

表 8.2 ヒナツボ災害に係る防災施策の課題

防災施策	活動内容・目的 (a: 中央, b: 地方自治体, c: 住民)		実施主体		主要課題 (a: 中央, b: 地方自治体, c: 住民/コミュニティー)		施設設備
	中央	地方	住民	組織整備	防災計画	人材育成	
A. 政策・法制度の整備	●			(a) NDCC (OCD) の組織強化		(a) 防災専門家 (プランナー) の養成	実施主体の関心 (a) 政府諸機関との協力体制
B. 調査・研究・開発	●			(a) 研修開発組織の強化新設 (a) 大学での防災講座の開設		(a) 専門家の養成	政府諸機関との協力とデータ/ノウハウの共有
C. 人材育成・教育訓練	●		●	(a) 研修教材・ノウハウの開発 強化新設		(a,b) 防災専門家 (トレーナー) の養成	政治家、行政の関心と協力
D. 防災意識啓蒙	○	●	●	(a) 研修教材の作成 (b) 地域に応じた研修教材の改善		(b) 広報担当者の養成 (c) 政府/NGOによる研修・訓練	政治家、行政の関心と協力 住民の積極的な関心と協力
E. 救助・救援	○	●	●	(a) NDCC (OCD) の組織強化 (b) RDCC III の強化 (c) 自主防災組織の結成		(b) 防災専門家の養成	(a,b) 通信・運輸・救助資機材の整備 (c) 緊急用品の準備
F. 予警報・避難	◎	●	●	(b) RDCC III の強化 (c) 予警報伝達・避難体制の整備		(a,b) 技術者の養成 (c) 政府/NGOによる研修・訓練	(a) 観測網・通信施設の整備 (b) 行政通信網の整備 (c) 通信手段・避難場所
G. 構造的対策	◎	●	●	(a) 住民建築に関する適正技術開発 (b) 地域のリスク分析		(a,b) 技術者の養成 (c) 政府/NGOによる適正技術の取得	政治家、行政の関心と協力 住民の積極的な関心と協力
H. 開発管理・行政指導	◎	◎	◎	(a) ゾーニングによる大規模開発管理 (b) ゾーニングの開発管理体制		(a,b) 技術者の養成 (c) 政府/NGOによる適正技術の取得	政治家、行政の関心と協力 住民の積極的な関心と協力

(注) ●: 短・中期整備課題 ○: 長期整備課題 ◎: 総括整備課題

8.4 今後の課題

中央レベルは地方や住民レベルを支援する役割が大きいため、防災支援施策分野の整備課題が中心となる。具体的には、地方及び住民レベルをターゲットとした以下の課題が考えられる。

(1) NDCCの強化による法制度・財源の整備

地方分権化にともなう防災組織体制の再編成により、国の役割は国家防災政策の立案、地方自治体への技術的支援・財政支援を中心にますます重要視されている。しかし、NDCCの事務局であるOCDは人材・予算共に極めて不十分なため政策立案能力が弱く、またNDCC自体も行政上の権限を持たないために調整能力を十分に発揮できない。政府による防災支援施策分野の中核としてNDCCの組織強化が必要である。

(2) 研究・開発及び人材育成機能の強化

フィリピンではピナツボ災害を経験し、防災の重要性、より根本的施策への転換の必要性が広く認識されるようになった。しかし、防災体制改善のための調査・研究・開発は関連機関やNGOで個別にすすめられているためにその進展は遅く、集積・普及も不十分である。国際機関や自国の経験を通じて情報・技術・ノウハウを蓄積し、広く政策に反映できる研究開発機能の強化が必要である。大学等との協力も必要である。普及に際しては教材作成、研修等を実施できる人材育成機能の大幅な強化により、地方自治体、企業等への教育訓練を推進することが必要である。

(3) 雨量観測網の一元管理

ピナツボ火山噴火災害の特徴は、噴火直後の火山灰災害を除くと主に集中豪雨に起因した泥流および洪水被害といったいわゆる二次災害が卓越している点である。現在、雨量観測網は気象局(PAGASA)およびOCDによる二元管理であり、それぞれの観測網がオーバーラップしていないためデータの集積および警報発令に際して十分な情報交換が行なわれていない。東部海上より襲来する台風情報あるいは西部海上からのモンスーンによる集中豪雨情報を一元管理すれば、二次災害の危険性をある程度避ける警報を発令することができる。

PAGASAは、1983年以来、日本政府の援助による洪水予警報システムを運用しており、ピナツボ周辺流域の雨量観測網をシステムに取り込み、雨量データを一元管理することが可能である。このシステムあるいは気象衛星データをRDCCHI(OCD)へ随時送付することにより警報発令に寄与すると考えられる。しかしながら、広域に配置された雨量観測所の設置は、いたずらにメンテナンス作業を増やすだけとなり、現在のフィリピン政府の予算措置・人員配置では維持管理上問題が多い。将来のシステム運用を考慮すると、出来るだけ集中メンテナンスが実施できることが条件となる。したがって、中西部ルソン島をカバーする雨量レーダの設置が雨量データの一元管理、集中したメンテナンスの点から効果的であろう。

(4) 国際機関との協力の推進

アジア地域には、現在バンコックのADPC(アジア防災センター)があり、地域の防災担当者の教育研修、災害の調査研究、災害データの収集およびデータベース化、そして地域間協力の促進を手掛けている。特に、防災研修には多くの経験と実績を有し、アジア地域の中核機関に位置付けられており、フィリピンでもOCD、DSWD、DILG等と密接な交流を持つと同時に、最近では民

間のNGOからの研修への参加もある。また、国連機関としては、マニラに事務局を持つDTCP（Development Training and Communication Planning）が活発な活動を展開しており、例えば1993年にはスービック基地においてフィリピンの防災関係者を集めて「フィリピン災害管理セミナー」（Philippine National Disaster Management Forum）を開催し、本格的な防災対策の検討を行った。地域防災計画作り、防災研修計画の作成・研修の企画等においてこれらの国際機関と共同して実施する可能性も検討する余地がある。

(5) NGOの連携の推進

ピナツボ災害復旧活動でNGOの活躍には目覚ましいものがある。最近では、ピナツボ被災地に限らず全国に向けてNGOの防災ネットワークが構築されようとしている。首都圏でのネットワークの交流は盛んであり、各NGOの本部を通じたピナツボ被災地への救援活動は、NGOのネットワーク作りをますます推進することになるとともに、政府のチャンネルとは別の今一つの防災組織体制が形成されつつある。また、いずれのNGOもこれまでの災害救済復旧一辺倒から災害準備活動へと重点を移し初めている。

第9章 環境調査

9.1 調査の手法

被災地域はサコピアーバンバン川、アバカン川流域でそれぞれ23,100ha、4,060haに及んでおり、多数の住民が避難生活を余儀なくされている。被災地域に居住していた住民(8,400名)の多くが農民であるため、彼らが避難地から復帰し農業活動を再開することが本調査の主要目的の一つであった。したがって、環境調査も住民公聴会により生の地域住民の声を聴取しながら農業復興による住民移転の方向性を主眼に進めるといった社会環境調査に重点を置いた。

平成7年度に実施した初期環境調査(Initial Environmental Examination: IEE)では、調査対象流域における噴火前後の環境変化を定性的に把握するとともに州レベルでの公聴会を2度開催し政府関係機関の担当者レベルでの意見を聴取した。また、平成8年度に実施した環境影響評価(Environmental Impact Assessment: EIA)では、マスタープランで示された施設計画に係るバランガイレベルでの住民公聴会を26回および州レベルでのセミナーを2回開催し、住民参加型のプロジェクト形成を目指した。

9.2 初期環境調査

噴火前後の環境変化については、噴火前は調査対象地域(特に山間部)に生息していた野生動物(ネズミ、は虫類、両生類、鳥類など)が、噴火後の調査では確認できないなど生物の生息状況に変化が生じている例が報告されていた。

しかし、噴火によって生じた最も大きな変化は、地形の変化とそれに起因する洪水災害の発生である。噴火とその後の火砕流、泥流堆積物によって流域面積や河道が急激に変化し、噴火前には起こりえなかった地点で洪水が発生するようになっている。

9.3 環境影響評価

9.3.1 地形変化の影響

(1) サコピアーバンバン川流域

本調査で提案された河道計画は噴火前の河道と異なるが、泥流の流れや噴火後の地形を考慮に入れたうえで地形学・河川工学的な見地から計画されており、自然環境、社会環境に与える悪影響はほとんど無いと予想される。本調査で提案された施設計画実施により河道を固定し、灌漑施設の再編成と河川改修により農地の安全が確保されることが必要である。

また、調査開始時点では、渡り鳥の飛来地として有名なカンダバ湿地帯に土砂が流入し湿地の土壌が悪化することが懸念されたが、本調査で提案した施設計画実施により土砂の流入を防ぐことができることになる。

(2) アバカン川流域

フレンドシップ橋～カバヤ橋間の河川改修、メキシコ橋までの下流部の浚渫等が計画されているが、当プロジェクトによる環境への悪影響はほとんど無いと予測される。