

フィリッピン共和国

# 小水系河川総合開発計画調査

(パシグ・ポトレロ川洪水防御砂防計画)

## 主報告書

1978年9月

国際協力事業団





フィリッピン共和国

# 小水系河川総合開発計画調査

(パシグ・ポトレロ川洪水防御砂防計画)

## 主報告書

JICA LIBRARY



1045821[4]

1978年 9月

国際協力事業団

開業
CR(5)
78-39-1

国際協力事業団

受入 月日 84. 4. 23	118
登録No. 03866	61.7
	SDS

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国の要請に基づき、同国バシグ・ポトレロ川洪水防御・砂防計画の調査・立案を行なうことを決定し、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は中村彗夫氏を団長とする各分野の専門家からなる調査団を編成し、現地調査並びに国内作業を一年にわたり実施した。

ここに提出する本報告書は、フィリピンにおける調査結果を基に現地政府との会議の結果を盛り込み作成したものである。

本報告書が当該計画の発展に寄与するならば幸甚である。

最後に当調査団にご援助とご協力を頂いたフィリピン政府関係各位に対し心からの感謝の意を表するものである。

1978年9月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作



## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

日本政府とフィリッピン政府の間に締結された協定に従い、バング・ポトレロ川洪水防御・砂防計画に関する調査計画報告書を提出致します。

仕様書に定めるところにもとづき、調査団は、作業監理委員会の助言のもとで、昭和52年8月から約1年間にわたり現地調査ならびに計画基本案策定作業を行ない、この成果にもとづき、昭和53年8月末日、報告書草案を事業団に提出しました。調査団は同年9月3日より同月9日の間、フィリッピン国を再訪し、タスク・フォース (Task Force for Flood Control and Related Activities) および関係省庁の関係者と会議をもった。この会議で提出された質疑事項等は全て本報告書に盛り込まれております。技術的ならびに経済的な検討の結果、本事業が技術的に妥当であり、かつ間接的および計量できない便益を考慮すれば、経済的にも十分妥当性を持つものであることを確認いたしました。したがって、私共調査団員は、本報告書で提案した実施計画にもとづいて、詳細設計と本事業の実施が一刻も早く着手されることを心から望むものであります。

本報告書を提出するにあたり、現地調査および国内作業の間、多大な援助と協力を供与された貴事業団ならびに作業監理委員会、外務省、建設省関係者各位、在フィリッピン日本大使館の方々およびフィリッピン政府関係者に対し、心から感謝の意を表するものであります。

昭和53年9月

フィリッピン国・小水系総合開発計画調査

(バング・ポトレロ川洪水防御・砂防計画調査)

団長 中 村 糸 夫





## 要 約

1. 中部ルソン西部に位置するカプシラン山脈のピナツボ山(標高約1,600m)に源を発し、東南に流下するバング・ポトレロ川は、流域面積125km<sup>2</sup>、全長35km、グアグア河に合流する河川であるが、軟弱な水源山地部のおびただしい崩壊土砂を洪水流と共に流送し、中流部に堆積扇状地を形成し、更にその流域は、洪水ごとに多大の被害を受けている。

2. 調査により、洪水時の氾濫、湛水、及び土砂の堆積による被害は、農業関係を主とし、家屋、道路、堤防、並びに関連インフラストラクチャーの被害、又これに起因する交通・通信の途絶等、有形、無形の広範囲にわたるものであり、計量出来る直接的被害のみで1972年の異状洪水時には合計215百万ペソに達するものと見積られた。

このような状況下で、流域住民は、古くから流砂問題の解決としかるべき河川改修を熱望して来た。

3. 事業計画の対象地区として隣接する、アバカン川とポーラック川を含める案も検討した結果、被害の分散防止と安定河川の現状維持の観点から、本計画ではバング・ポトレロ川を単独に取扱う事にした。

4. 砂防計画は、既往最大洪水流砂量処理すべき対象量とし、1972年をその対象洪水とした。1966年及び1976年撮影の航空写真の比較判読と現地調査の結果、1972年の異状洪水時には約2,622,000m<sup>3</sup>が生産されたと推定した。これに、河床堆積からの生産量約1,810,000m<sup>3</sup>を加えた合計約4,432,000m<sup>3</sup>を洪水時の計画生産土砂量とした。さらに、河道自体のもつ調節量約2,583,000m<sup>3</sup>を考慮し、補助基準点(チンプ・クリーク合流点)での流出土砂量を1,849,000m<sup>3</sup>と推定し、これを本砂防計画の対象流砂量とした。

1,849,000m<sup>3</sup>と推定し、これを本砂防計画の対象流砂量とした。

5. 流砂処理は極力山地部で抑制・調節すると云う砂防の基本的理念のもとに、先ず基本とすべき山腹荒廃防止の直接工法を検討したが、地形上、施工が困難で工費の割に効果の少ない点からこの案は却下した。そこで砂防ダムの土砂抑制、調節機能による土砂処理計画を樹てるにあたり、渓流部にも、地形地質により、ダム地点としての限度があり、計画流出土砂量を、総て処理し得ず、下流に流出する残余がある事を考慮し、下流部での貯留、抑止の可

能性を同時に調査、検討しつつ、ダム地点を検討した。この結果、ブクブク・クリークに6ヶ所、ハバタック・クリークに3ヶ所、チンプ・クリークに1ヶ所、計10ヶ所で流砂1014,000 m<sup>3</sup>を抑止調節し、ダム群で処理し得ない残余835,000 m<sup>3</sup>を下流に流し、下流域で抑止調節する計画を立案した。

6. 補助計画基準点下流扇頂部に河床の低下、乱流の防止並びに兩岸の侵蝕、崩落防止の為、床固め工、水制工を計画した。これらの砂防ダム並びに床固め工は総て、コンクリート構造物とし、砂防ダム群の内、チンプ・クリークの砂防ダムNo 5をその代表例として、詳細設計を行い設計図、その他関係書類を作成した。

7. 砂防ダム群で処理し得ず下流に流出する超過流出土砂量835,000 m<sup>3</sup>を抑止調節するため、マンカチアン橋上流扇状地内に貯砂池(計画貯砂量691,000 m<sup>3</sup>)を計画した。なお、河川改修工事完成後、全砂防工事終了迄の暫定期間は計画貯砂量691,000 m<sup>3</sup>を越える流出砂の可能性があり、これに対し貯砂池に約260,000 m<sup>3</sup>の余裕容量を持たせる事にした。(砂防ダム完成後の年平均流出土砂量は304,000 m<sup>3</sup>となる。)

8. 河川改修計画は現在一部施工中の公共事業局案を検討のうえ、マンカチアン橋地点で900 m<sup>3</sup>/sを計画洪水量として計画した。また流出土砂については常時貯砂池で掘さくすることにより下流河道部には出来だけ流さないこととするが平常時で年平均30,000 m<sup>3</sup>、最大洪水時に144,000 m<sup>3</sup>の土砂が河川水と共に流出するものとして計画した。

9. 河道計画としては、全河道が計画洪水量900 m<sup>3</sup>/sを流下し得る断面を持たせる事を主旨とし、既に完成された部分の平面計画については公共事業局案に極力添う様計画され、河道は低水路、高水敷を持つ複断面とした。

10. 堤防を全河道に計画し、一部は霞堤とし、堤防法面は空石張で、必要箇所は練石張り、石詰め蛇籠で保護される。

流心補正のため、各種水制工が計画され、低水路法面及び過去建設中被害を受けた堤防裏面には夫々、適当な保護工事を施し、下流部堤防には、3箇所、内水処理のため、排水施設を設ける。

11. 築堤及びその他の構造物の建設用材料としての河床材の土質試験を河道各地点からの採取資料につき行なった結果、材料の比重及び強度の点で築堤に際しては入念な盛土、転圧が計画された。

12. 事業の実施機構として、河川改修工事は従来通り、パンパンが洪水防御システムの管轄下とし、砂防工事に関しては、パンパンが洪水防御システムの統制下に現地に砂防建設事務所を設けタスクフォースが、詳細設計を担当し、且つパンパンが洪水防御システム及び、砂防建設事務所に技術的且つ運営上の援助を行うよう提案した。

13. 砂防並びに、河川改修工事に要する工期は、夫々12年及び5年と計画し、それ等の工事費は税込みでそれぞれ138百万ペソ及び98百万ペソ、合計236百万ペソと見積った。また、本事業の年間運営維持費は0.62百万ペソと見積った。

14. 本事業実施による年間直接的便益は、洪水被害の軽減による効果が4.6百万ペソ、農業増産効果が7.3百万ペソ、合計11.9百万ペソである。

15. 事業の直接的便益と工事費（経済的費用）より内部収益率を算定すると4.4%となる。

この内部収益率は決して高いものではないが、本事業の特殊性、即ち、直接的便益よりも、その波及効果が大きく洪水防止による地域経済の振興、事業実施による雇用機会の増大等の間接的便益、あるいは地域の社会安定、所得格差の是正等の計量出来ない便益の大きさを考慮すると本事業の実施は十分正当化され得るものと考ええる。

また技術的にも砂防と河川改修計画とは、本地域においては不離一体なものであり上流山地部の土砂の安定なくしては洪水及び土砂の被害をとめる事が難しいことから本事業を砂防事業と河川改修事業の一体事業として実施する必要性は高いと考える。

16. 工事实施に当っては長期的、且つ全体的計画の視野にたち事業の地区的条件を勘案した設計を以て実施する。また施工ずみの施設が及ぼす効果と影響をも観察、検討し、段階的に最も効果ある計画の実施を強く提案する。

## プロジェクトの概要

バシグ・ポトレロ川洪水防御、砂防計画は大別して、砂防施設と洪水防御施設の2グループの構造物群よりなり、その概要は下記の通りである。

### (1) 水文及び地質

河川の全長	35km
流域面積	125km <sup>2</sup>
年降雨量	2,000mm/year
計画洪水量	900m <sup>3</sup> /s
計画最大土砂生産量	5,941,000m <sup>3</sup>
砂防ダムによる計画調節土砂量	1,014,000m <sup>3</sup>
貯砂池による計画遊砂調節量	691,000m <sup>3</sup>

### (2) 砂防ダム

総ての砂防ダムの型式はコンクリート直線重力型ダムである。

ダム名	河川名	高さ (m)	天端長 (m)	天端 標高(m)	堆砂量 (1,000m <sup>3</sup> )	調節量 (1,000m <sup>3</sup> )	抑制量 (1,000m <sup>3</sup> )
No 2-A	ババタック	15	63	257	380	120	0
No 2-B	"	14	60	276	220	100	0
No 3	"	14	40	298	490	120	30
No 4-A	ブクブク	15	38	326	370	110	30
No 4-B	"	15	43	364	270	80	30
No 4-C	"	15	48	399	200	80	20
No 4-D	"	15	68	425	200	70	20
No 4-E	"	15	65	461	150	50	20
No 4-F	"	15	43	503	150	50	20
No 5	チンプ	15	31	276	900	267	0
合計					3,330	1,047	170

(3) 貯砂池

位置	マンカチアン上流堆積扇状地
面積	長さ、900m、最大巾650m 約560,000m <sup>2</sup>
容量	691,000m <sup>3</sup>
池底標高	EL. 127m~109m
掘削量	3,234,000m <sup>3</sup>

(4) 堤防(含霞堤)

延長 新堤	17,220m
暫定堤	2,530m
高さ	5 ~ 6m
天端巾	6 ~ 15m
法面勾配	表裏共 1:3
河道掘削量	973,000m <sup>3</sup>

(5) 床固工

床固名	構造	天端長さ(m)	高さ(m)	施工場所
No.1-A	コンクリート	194	7	STA.26+498
No.1-B	"	190	6	STA.27+000
No.1-C	"	176	6	STA.27+500
No.1-D	"	290	7	STA.28+000
	"	400	4.5	STA.19+550
	"	400	4.5	STA.20+850
	木杭練石張	180	2	STA.15+900
	"	180	2	STA.16+150
	"	180×2	2	STA.18+300
	"	180	2	STA.19+300
	"	180	2	STA.24+300
	"	180	2	STA.25+700
	"	180	2	STA.26+400

(6) 水 制 工

構 造	ヶ所数	長 さ	施 工 場 所
鉄線石詰蛇籠布団	18	河岸より通水部まで	扇 頂 部
杭打・鉄線石詰蛇籠押え	146	"	貯砂池・河道彎曲部
片枠・鉄線石詰蛇籠押え	185	"	扇 頂 部

(7) 排 水 樋 管

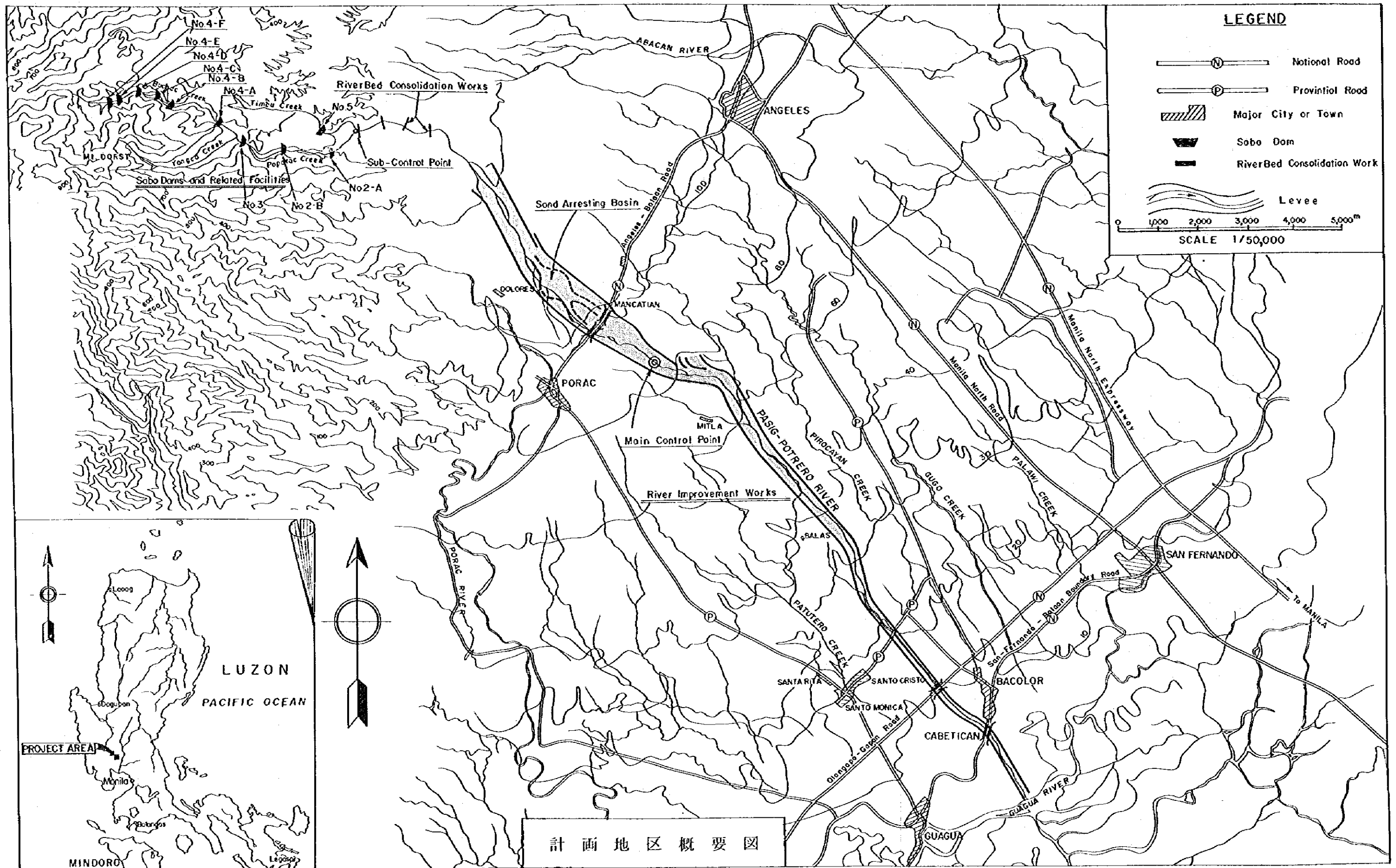
名 称	構 造	ゲート	長さ(m)	施 工 場 所	
No 1	ボックスカルバート	2m×2m×3門	有	32	STA. 0+900
No 2	ボックスカルバート	2m×2m×2門	有	32	STA. 0+856
No 3	ヒューム管	φ1.65m×1門	無	10	STA. 7+470

(8) 事 業 費

(千円)

	内 貨	外 貨	計
砂 防 施 設	107,381	30,400	137,781
河川改修工事	75,970	21,730	97,700
合 計	183,351	52,130	235,481









# 目 次

序 文	頁
伝 達 状	
要 約 .....	i
計画地区概要図 .....	vii
第 1 章 序 論 .....	1
1.1 歴 史 的 背 景 .....	1
1.2 目的及び作業範囲 .....	1
第 2 章 国家並びに地域の经济社会条件 .....	3
2.1 国家の経済的背景 .....	3
2.1.1 経済諸指標 .....	3
2.1.2 5ヶ年開発計画 .....	4
2.2 中部ルソン地域社会の经济社会的背景 .....	5
2.2.1 概 観 .....	5
2.2.2 地域総生産及び地域経済構造 .....	5
2.2.3 地域開発5ヶ年計画 .....	6
2.2.4 洪水状況及び防御対策 .....	6
第 3 章 事業計画地区の概況 .....	8
3.1 位置及び人口 .....	8
3.2 地形及び地質 .....	8
3.2.1 地形の概要 .....	8
3.2.2 地質の概要 .....	10
3.3 気象及び水文 .....	11
3.3.1 気 象 .....	11
3.3.2 水 文 .....	11
3.4 土砂の生産と堆積 .....	13
3.4.1 荒廃状況 .....	13
3.4.2 土砂流出機構 .....	16
3.4.3 扇状地の現況 .....	16

	頁
3.5 河川の現況 .....	17
3.5.1 河道及び堆砂 .....	17
3.5.2 河床材料 .....	18
3.5.3 河川及び河川水の利用 .....	19
3.5.4 既設の河川構造物 .....	19
3.6 農業の現況 .....	21
3.6.1 自然的背景 .....	21
3.6.2 社会経済的背景 .....	21
3.6.3 農業生産の概況 .....	23
3.6.4 農業生産額 .....	25
3.6.5 農家経済 .....	26
3.7 道路網及び橋梁 .....	26
3.7.1 道路網 .....	26
3.7.2 橋 梁 .....	27
3.8 洪水及び流砂堆積による被害 .....	27
3.8.1 概 論 .....	27
3.8.2 洪水被害地域 .....	28
3.8.3 農作物及び農業基盤施設の被害 .....	28
3.8.4 家屋、交通施設、河川構造物の被害 .....	30
3.8.5 被害総額 .....	31
第4章 事業計画 .....	32
4.1 事業の概念 .....	32
4.2 砂防並びに植栽計画 .....	33
4.2.1 概 論 .....	33
4.2.2 砂防計画土砂量の算定 .....	33
4.2.3 砂防計画 .....	34
4.2.4 砂防施設 .....	35
4.2.5 植栽計画 .....	36
4.3 河川改修計画及び貯砂池計画 .....	37
4.3.1 概 論 .....	37

	頁
4.3.2 現計画に対する評価 .....	38
4.3.3 河川改修計画 .....	39
4.3.4 貯砂池計画 .....	41
4.3.5 河道の安定検討 .....	43
4.3.6 施設計画 .....	44
4.3.7 維持管理 .....	46
4.4 農業開発の展望 .....	47
4.4.1 一般的概念 .....	47
4.4.2 土地利用 .....	47
4.4.3 栽培体系 .....	48
4.4.4 予測単位収量並びに生産量 .....	48
4.4.5 農業生産額 .....	48
4.4.6 農家経済 .....	49
4.5 ダム及び水力発電 .....	49
4.5.1 地形・地質情况及び洪水調節効果 .....	49
4.5.2 結論としての意見 .....	50
第5章 施工計画並びに施工工程 .....	51
5.1 概 論 .....	51
5.2 砂防施設 .....	51
5.3 河川改修工事及び貯砂池工事 .....	51
第6章 事業の機構 .....	53
6.1 現存機構 .....	53
6.2 事業実施組織 .....	53
6.2.1 タスク・フォース .....	53
6.2.2 砂防ダム施工事務所 .....	53
第7章 事業費の算定 .....	55
7.1 事業費 .....	55
7.2 維持管理費 .....	56
第8章 事業評価 .....	57
8.1 概 論 .....	57

	頁
8.2 便益計算 .....	57
8.2.1 直接的便益 .....	57
8.2.2 間接的便益及び計量出来ない便益 .....	58
8.3 評    価 .....	59
8.3.1 経済的費用 .....	59
8.3.2 事業評価 .....	59
第9章 結論及び勧告 .....	60
9.1 結    論 .....	60
9.2 勧    告 .....	61

付 表

	頁
表Ⅲ- 1 雨量確率 .....	64
表Ⅲ- 2 主要洪水時降雨量 .....	64
表Ⅲ- 3 1972年洪水時短時間降雨量 .....	65
表Ⅲ- 4 主要洪水確率 .....	65
表Ⅲ- 5 流出検討結果一覧 .....	66
表Ⅲ- 6 年平均生産土砂量 .....	67
表Ⅲ- 7 現況の土地利用 .....	68
表Ⅲ- 8 精米農家庭先渡し価格(ルソン中部) .....	69
表Ⅲ- 9 精米小売価格(パンパンガ州) .....	69
表Ⅲ- 10 原糖価格(フィリッピン国立銀行購入価格) .....	70
表Ⅲ- 11 主要作物生産量 .....	70
表Ⅲ- 12 計画地区の農業収益 .....	71
表Ⅲ- 13 農家経済 .....	71
表Ⅲ- 14 日平均交通量 .....	72
表Ⅲ- 15 主要州道上の橋梁 .....	72
表Ⅲ- 16 排水施設 .....	73
表Ⅲ- 17 氾濫及び堆積土砂による被害面積 .....	74
表Ⅲ- 18 地目別氾濫面積 .....	74
表Ⅲ- 19 作物の被害 .....	75
表Ⅲ- 20 農業構造物の被害 .....	75
表Ⅲ- 21 追加的営農経費 .....	76
表Ⅲ- 22 堆砂による被害 .....	76
表Ⅲ- 23 漁獲量及び養魚池の被害 .....	77
表Ⅲ- 24 1972年の家屋被害 .....	77
表Ⅲ- 25 道路及び橋梁の復旧費(1973~1975) .....	78
表Ⅲ- 26 被害総額 .....	78
表Ⅳ- 1 土砂流出一覧表 .....	79

	頁
表IV- 2 砂防施設一覧表 .....	80
表IV- 3 不等流計算 (1) .....	81
表IV- 4 不等流計算 (2) .....	82
表IV- 5 土地利用の現況と将来の比較 .....	83
表IV- 6 将来の作付体系 .....	84
表IV- 7 計画農業年間総生産量 .....	85
表IV- 8 農業生産額増加 .....	86
表IV- 9 農家経済 (増加便益) .....	87
表VI- 1 砂防ダム工事費 .....	88
表VI- 2 河川改修及び関連工事費 .....	88
表VI- 3 年次別工事費支出表 .....	89
表VII- 1 洪水被害額 (経済価値を基準とする) .....	90
表VII- 2 洪水被害軽減額の算定 .....	90
表VII- 3 農業増産による便益 .....	91
表VII- 4 洪水防御砂防事業による便益 .....	92
表VII- 5 砂防ダム工事費 (経済価値) .....	93
表VII- 6 河川改修及び関連工事費 (経済価値) .....	93
表VII- 7 年次別工事費支出表 (経済価値) .....	94

付 図

	頁
図Ⅲ- 1	パシグ川及び周辺一般地図 ..... 95
図Ⅲ- 2	パシグ川流域及び周辺地質図 ..... 96
図Ⅲ- 3	計画洪水量配分図 ..... 97
図Ⅲ- 4	山地部荒廃地及び扇状地洪水域区分図 ..... 98
図Ⅲ- 5	補助基準点に於ける平均流出土砂量の配分図 ..... 99
図Ⅲ- 6	1966～1976年間の河状の変遷 ..... 100
図Ⅲ- 7	既設並びに計画河川構造物 ..... 101
図Ⅲ- 8	現況の土地利用と作付体系 ..... 102
図Ⅲ- 9	洪水及び堆砂の被害地域(1966年5月中旬) ..... 103
図Ⅲ- 10	洪水及び堆砂の被害地域(1972年7～8月) ..... 104
図Ⅲ- 11	洪水及び堆砂の被害地域(1974年8月中旬) ..... 105
図Ⅲ- 12	洪水及び堆砂の被害地域(1976年5月中旬) ..... 106
図Ⅲ- 13	洪水及び堆砂の被害地域(1977年11月) ..... 107
図Ⅲ- 14	国道及び地方道の路線図と推定平均日交通量 ..... 108
図Ⅳ- 1	有施設及び無施設に於ける土砂及び洪水量の配分図 ..... 109
図Ⅳ- 2	砂防ダム及び関連施設の配置図 ..... 110
図Ⅳ- 3	最大洪水時の流出土砂量の配分図(無施設) ..... 111
図Ⅳ- 4	最大洪水時の流出土砂量の配分図(有施設) ..... 112
図Ⅳ- 5	砂防ダム完成による流砂量の変化(最大洪水時, 基準点) ..... 113
図Ⅳ- 6	公共事業局案及び計画案の比較図(2-1) ..... 114
図Ⅳ- 7	公共事業局案及び計画案の比較図(2-2) ..... 115
図Ⅳ- 8	計画縦断線形図(2-1) ..... 116
図Ⅳ- 9	計画縦断線形図(2-2) ..... 117
図Ⅳ- 10	パシグ・ポトレロ川の計画標準断面図 ..... 118
図Ⅳ- 11	貯砂池施設の平面図 ..... 119
図Ⅳ- 12	計画河川構造物 ..... 120
図Ⅳ- 13	エカフェ案のダム地点横断面図 ..... 122
図Ⅳ- 14	貯水容量曲線及びダム堤頂長さ曲線 ..... 123



	頁
図V- 1 施工工程表 .....	124
図VI- 1 公共事業通信運輸省の組織図 .....	125
図VI- 2 公共事業局の組織図 .....	126
図VI- 3 パンパンが洪水防御システムの組織図 .....	126
図VI- 4 洪水防御並びに関連事業のためのタスクフォースの組織図 .....	127
図VI- 5 パシグ・ポトレロ 砂防事業の組織案 .....	127
図VII- 1 洪水・被害額相関曲線 .....	128
図VII- 2 事業の内部収益率曲線 .....	129

# 第 1 章

## 序 論



## 第1章 序 論

### 1.1 歴史的背景

パシグ・ポトレロ川はカプシラン山脈のピナツボ山に源を発し、山地を流れ下ってグアグア河に合流する。パシグ・ポトレロ川は、流れ下る間にかなりの量の土砂を中流域へ流下し、下流域に、沖積扇状地を形成する。洪水防御、及び砂防施設が欠如しているために、流域は雨季になると洪水及び洪水により下流域へ押し流される土砂のために大きな被害を蒙る。特に、1966年、1972年、1974年及び1976年の洪水は流域に非常に大きな被害を与えた。

この背景に基づいて、河川のコントロールを検討するための最初の調査団が1964年にECAFE(現在のESCAP)により派遣された。調査は、予備段階のもので、詳細な調査は行なわれなかったが、流域の問題点を確認するとともに発電を伴った貯水ダム建設計画を作成した。しかし、詳細調査は以後行なわれず、河川改修計画は1974年まで作成されなかった。

1974年に到って、パシグ・ポトレロ川の河川改修工事が中部ルソン洪水防御事業を構成する3つの事業のひとつとして開始された。改修工事は現在進められており、堤防の一部は、既に完成している。

総合治水事業の実施を通して、フィリッピン政府は、洪水及び土砂による被害を防ぐためには、河川改修とともに、砂防ダムの建設が必要との見解を持つに到り、1976年に洪水防御・砂防ダム事業への技術協力を日本政府に依頼した。

この要請に基づき日本政府は、予備調査団をフィリッピン国へ派遣することを決定し、これを国際協力事業団に委託した。予備調査団は、1977年2月17日から同年3月8日まで現地踏査を行ない、この間、洪水防御及び砂防計画の必要性を確認すると共に本調査の為の作業範囲の検討を行なった。

### 1.2 目的および作業範囲

予備調査に引き続き、国際協力事業団は日本工営株式会社、株式会社建設技術研究所、財団法人砂防地すべり技術センターより構成する調査団を派遣し、詳細な現地調査を行なった。この調査は雨季調査及び乾季調査より成り雨季調査は1977年8月22日より、同年9月20日まで、乾季調査は1977年11月1日から、1978年3月31日にかけて行われた。

本調査の目的はパシグ・ポトレロ川の洪水防御ならびに砂防計画を作成し、あわせてその

実施計画作成と経済評価を行なうことにある。

調査隊の作業は、フィリッピン国における現地調査と国内作業より成る。雨季及び乾季に実施された現地調査は、次の作業項目により構成される。

- 1) 予備調査
- 2) 関連資料及び情報の収集
- 3) 地形及び地質調査
- 4) 気象及び水文調査
- 5) 河川調査
- 6) 土砂生産及び排出調査
- 7) 洪水被害調査
- 8) 農業及び経済、社会調査
- 9) 第5砂防ダムの詳細設計
- 10) 貯水ダム及び水力発電案の可能性の調査

国内作業は現地調査終了後、1978年4月から、同年7月末の約4ヶ月間にわたって行なわれた。本調査により、洪水防御と砂防の最適計画代替案を比較検討の上決定し、最適計画のための基本計画及び実施計画を作成した。これに従って建設費と便益を計算し、事業の実行妥当性を確認するために経済評価を行なった。

## 第 2 章

### 国家並びに地域の経済・社会条件



## 第2章 国家ならびに地域の経済・社会条件

### 2.1 国家の経済的背景

#### 2.1.1 経済諸指標

フィリピン共和国は、7,000の島で構成される島国で総面積は、298,000 ㎢、総人口は、1975年時点で約4,200万人、人口密度は一平方キロメートル当たり140人である。

年間人口増加率は、1960年から1970年の間は平均約3.1%、1970年から1975年の間は約2.7%であった。国民総生産は1977年には、約776億ペソ(約105億ドル)に達した。国民総生産の年成長率は1971年から1976年の間は、約6.6%、1976年から1977年にかけてのそれは、6.1%であった。1977年における一人当たり国民総生産は240米ドルであった。

国民総生産の内、農業セクターが1977年には、30.4%を占め、最大の比重を占めている。これについて鉱工業セクターが28.4%、商業セクターは41.2%を占めている。

雇用構造は農業セクターに片寄っており、全体の約54%が農業に従事している。ついで約31%の労働者がサービスセクターで、約15%が鉱工業セクターで雇用されている。失業率は4%から、5%と推定されるが、農業セクターにおける不完全雇用を考慮すれば、もっと高い数字となるであろう。

1976年における農業総生産額のうち米、とうもろこし類、ココナッツ、砂糖きび、バナナで約63%を占める。

米は最も重要な作物で過去10年間の生産量は、1972年から1973年にかけての期間を除いて、年平均増加率約2%で一定して増加してきており、1976年の精米生産は380万トンに達した。しかしながら、この一定した生産増加にもかかわらず、米の自給は、未だ達成されておらず、過去5年間では毎年6万トンから62万トンの米が輸入されている。

コブラの生産量は、国際価格の変動と自然条件により変動している。

1976年の生産量は270万トンであった。コブラはその大部分が輸出向けであり、1976年には全体の85%が輸出され残りの15%が国内消費向けであった。

砂糖きびは、コブラとともに重要な輸出用作物であり、1976年には290万トンが生産されているが、自然条件と国際市場価格の変動に影響されるため、生産量は毎年変動している。

輸出額は1972年から1976年にかけて平均年率23.5%で増加し、1976年には約25.7億ドルに達した。輸出品の第一位は農作物で、1976年には約15.3億ドルにのぼり、ついで工業製品、鉱業製品の順であり1976年の全輸出額に占める割合は、それぞれ60%、22.7%、17.6%



多であった。(農業輸出品の第一位はココナツで、ついで砂糖きび、及び砂糖製品、林業製品、果樹及び野菜の順で、1976年の全農業輸出額のそれぞれ35.4%、29.8%、20.2%、9.3%を占めた。)

1972年から1976年にかけて、輸入額は年率平均31%の割合で増加し、1976年には約363億ドルに達した。輸入品は、原材料、資機材、及び消費材で1976年には、それぞれ全輸入額の60%、30%、10%を占めた。

貿易収支は、1970年から1972年にかけては、ほぼ均衡し、1973年には黒字を記録したが1974年以来悪化して、1976年には、約10.5億ドルの赤字となった。総合収支も1970年から1974年までは、黒字であったが、1975年から赤字に転じ1975年には約5.2億ドルの赤字を記録した。

1965年から1977年にかけて卸売価格、小売価格、及び消費者価格の指標はすべて、石油ショックに起因した1971年から1974年の特別な時期を除いて、一定した上昇傾向を示している。

1974年から1977年にかけては、卸売価格は年率6.2%、小売価格は年率8.4%、消費者価格は年率7.4%でそれぞれ上昇している。

フィリッピン政府の収入は年率12.3%で増加し、1977年には217億ペソに達した。一方支出は、年率7.3%で増加し、1977年には174億ペソに達している。

収支はここ3年間、20億から30億ペソの黒字となっているが、これは大部分インフラ整備に使われ、フィリッピン国の経済基盤強化に使用されている。

## 2.1.2 5ヶ年開発計画

5ヶ年開発計画(1978~1982)は、フィリッピン経済のかかえる諸問題と課題を解決するために、先の4ヶ年計画に引き続き、1978年から始まる10ヶ年計画、及び2000年までの長期開発計画の枠組の中で策定された。

5ヶ年計画によれば、実質国民総生産は1979年、1980年はそれぞれ、年率7.7%、7.5%、1981年、1982年は年率8.0%で成長し、1982年における実質国民総生産は、約1,122億ペソに達する。

一人当たり国民総生産は、人口増加率を年率2.9%とすると、年率平均5.0%で増加し、1982年には2,157ペソ、1987年には1976年水準の約2倍の2,752ペソに達する。

国家経済の中心は、農業から製造業を中心とした工業に漸次移される。1978年及び1979年には、工業セクターにおける生産額は、農業セクターのそれに匹敵し、工業セクターは全

体としてフィリピン経済の中心的役割を担うことになる。一方、農業生産額の全生産額にしめる比重は、次第に減少し1987年には24.3%と1976年時点における30.9%から、大幅に減少する。運輸、通信を含めたサービス・セクターは1978年から1987年にかけて全生産額の39%~41%を生産することになる。

公共投資は工業化推進と農業の近代化を目的として経済インフラ強化を重点として行なわれ、同時に、経済成長を公平に配分するために、社会サービス向上にも大きな投資が行なわれる。(5ヶ年計画中の公共投資は年率2.2%前後の伸びを示し、計画最終年度には、国民総生産の約6.5%を占めることになる。)

この内、洪水防御、かんがい、都市用水、工業用水、あるいは水力発電等の水資源開発計画に対しては、224億ペソが投じられる

このうち12%に当たる26億ペソが洪水防御と排水計画に投資され、1987年までには、140万ヘクタールの地域と約570万人の住民が、この恩恵を受けることになるものと計画している。

## 2.2 中部ルソン地域社会の経済社会的背景

### 2.2.1 概 観

中部ルソン地域はルソン島の中央部に位置し、バタン州、ブルカン州、ヌエバ・エシジャ州、パンパンガ州、ターラク州及びザンバレス州の6州とアンヘレス市、カバナトアン市、オロンガポ市、パラヤン市とサン・ホセ市の5市で構成され、面積は18,300<sup>2</sup>km<sup>2</sup>で、フィリピン国全面積の6.1%を占める。

人口は440万で、フィリピン国第2の人口集中地域であり、フィリピンの総人口の約1/10を占めている。人口増加率は、年率3.1%で全国平均の2.7%よりも高く、また1<sup>2</sup>km<sup>2</sup>当たり240人の人口密度は全国平均の約2倍の高さである。中部ルソン地域は全人口の32%が都市に住む高度に都市化した地域である。

### 2.2.2 地域総生産及び地域経済構造

地域総生産は、過去5年間(1972年~1976年)平均年率5.4%で増加し、1976年は国民総生産の約9%に当たる62億2,200万ペソ(8億4,100万ドル)、1人当たり地域総生産は1976年には1,368ペソ(US\$185)に達した。しかしながら、1975年から1976年にかけての地域総生産の成長率5.0%は、国民総生産の同時期の成長率6.7%に較べて低く、また1人当たり地域総生産は全国平均に較べて低く、またその伸び率も2.0%と低率にとどまっている。

地域の最大のセクターは漁業、林業を含む農業セクターであり、次いで鉱工業セクター、商業サービス及び運輸・通信セクターの順で、1976年時点でそれぞれ地域総生産の37.2%、35.0%、3.5%を占めた。

雇用労働者数では農業セクター及びサービスセクターが全労働者のうちそれぞれ約42%、鉱工業セクターが12%を吸収しており、約4%が失業者とみなされる。

先に述べたように、漁業・林業を含めた農業は地域経済において最大の比重を占めている。国家総生産額に対する中部ルソン農業生産額の割合は、作物では14%、牧畜では10%、家禽では15%、漁業では9%、林業では1%に達する。単一の作物の生産高としては米が最大で国家総生産高の1/3に当たる100万トン(精米)が生産され、このため中部ルソンはフィリピンの穀倉と呼ばれている。

### 2.2.3 地域開発5ヶ年計画

地域経済のもつ問題点及び課題を解決するために、1978年から1982年の5ヶ年にわたる地域開発計画が策定された。

5ヶ年計画によれば、地域総生産は1978年に約78億5,000万ペソ、1982年には108億6,000万ペソに達する。5ヶ年計画の期間中、農業セクターの成長率は年率5.2%と鉱工業、サービスセクターよりも低く、地域総生産に占める割合も1978年の34.8%から1982年の30.8%に後退する。これに対して、製造業は1978年の29%から1982年には30.2%へと増加し、鉱工業全体では1982年には地域総生産の約40%を占め、農業に代って地域経済の中心となる。

### 2.2.4 洪水状況及び防御対策

先に述べたように、中部ルソン地域はフィリピン国における穀倉と呼ばれている。しかしながら、本地域は雨季には毎年パンパンガ河及びその支流河川の氾濫がもたらす洪水と土砂堆積により被害を蒙り、とくに低地部は大きな被害を受けている。これらの被害を軽減するために、公共事業局はパンパンガ河洪水防御システムを設立した。パシグ・ポトレロ川洪水防御・砂防計画は上記のパンパンガ河洪水防御システムの一計画である。中部ルソン平原の南西部を流れるパシグ・ポトレロ川は毎年氾濫し、ポーラック、サンタリタ・グアグア及びバコロールの4部に洪水及びこれに伴う土砂堆積による被害を与えている。特に土砂堆積による被害は甚大で、かんがい施設を損傷し、農業生産力を低下させるだけでなく、道路・橋梁等のインフラ施設や家屋にも大きな被害を与えている。

現在、洪水を防止するために、堤防、空石張、捨石工及び河床の浚渫が、水門の設置、護岸工、並びに橋の建設と並行して進められている。

パンパンガ洪水防御システム全体に対し総計約 1.61 億ペソが、1973 年から 1977 年にかけて支出され、さらに 1978 年から 1982 年にかけて約 1.48 億ペソが投資される予定である。パンダ・ポトレロ川の洪水防御に対しては、1973 年から 1977 年にかけて約 24 百万ペソが投資され、さらに約 24 百万ペソの投資が 1978 年から 1982 年にかけて計画されている。



## 第 3 章

### 事業計画地区の概況



### 第 3 章 事業計画地区の概況

#### 3.1 位置及び人口

事業計画地区はフィリピン共和国の首都マニラの地西方約 60 km、パンパンガ県のほぼ中央部に位置し、県都サン・フェルナンドの西方約 7 km を北西より南東に流下するバシグ・ポトレロ川（グアグア河の支流）に沿った中約 6 km、長さ約 35 km の流域で総面積は約 235 km<sup>2</sup> である。地区総面積の内約 11,950 ha（50.1%）は沖積・扇状地で古くから農耕地として開発されている。残り約 11,550 ha（49.9%）はバシグ・ポトレロ川の源流部でカブシラン山脈のピナツポ山（標高 1,600 m）の東南斜面に当たる。

行政区分からみた事業計画地区は、中部ルソン地域、パンパンガ県に位置し、4 郡で構成される 43 村を包含する。

パンパンガ県の人口統計によると 1978 年 2 月現在、山岳地を除き約 93,170 人で km<sup>2</sup> 当たり 704 人の人口密度である。総戸数は 15,290 戸、1 戸当たりの家族構成は平均約 6.1 人である。

#### 3.2 地形および地質

##### 3.2.1 地形の概要

グアグア河の右支川で、約 35 km の長さをもつバシグ・ポトレロ川は古い火山体であるピナツポ山の東山腹に源を発し、東一南東方向に流下してグアグアとバコロールの間でグアグア本流と合流する。

ピナツポ山は、第四紀の比較的古い時代の火山で、火山の形態的な特徴は、噴出物の堆積原面や調査地域西側のピナツポ山付近の円錐形をなした山腹などとして、残存している。

地形的にみて、事業計画地区はまず、

(1) 山岳地域と

(2) 新しい扇状地地域

とに分けられる。

山岳地域はバシグ・ポトレロ川を境に、南側と北側とでは著しく違った地形を示す。すなわち、バシグ・ポトレロ川・南側の山岳地域は、全体的に西高東低の標高をもち、古い火山山腹の一部であることを暗示しているが山腹は著しく侵食されて起伏量も大きく、火山性の堆積原面である平坦な面を、ほとんど残していない。しかもバシグ・ポトレロ川やポーラック川の上流端をなす山地は、各々北一南方向に連なる山系を形成し、ピナツポ山の山腹に、



ひとつの“ついで (Screen)”をたてたような地形を形成し、ピナツボ山の外輪山であることを暗示している。

ソコピア川は、その部分が切り開かれた峡谷部分を通して東流している。この峡谷部分が外輪山の一部が何らかの原因で破壊されてきたいわゆる“火口瀬”であることはまちがいない。

一方、バシグ・ポトレロ川北側の山腹は、多少の起伏はあるものの全体的に西高東低の堆積原面である平坦な面を多く残している。その堆積面の傾斜は、アバカン川の最上端である上述の“切開部”へと収れんする (図 III-1)。このことは、この平滑緩傾斜面が、上述の外輪山の一部の破壊に伴う土砂流出、もしくは、その“切開部”を通して火砕流が供給されたことを暗示している。さらにこの緩斜面を詳しくみると、最上流部付近をなす面と、下流部の面とは連続しない。これらの中間部にもかなり侵食のすすんだ平坦面が認められ、その地形を復元すると下流部の面に連続する。これらの事実から、この緩斜面部は大きくみて、2つの面からなることがわかる (図 III-2)。バシグ・ポトレロ川の中流左岸部には、これらよりもさらに一段低い古い面 (I) が認められるが、その分布は局所的である。

バシグ・ポトレロ川沿いの緩傾斜地 — アバカン川とポーラック川とに挟まれた部分 — は、バシグ・ポトレロ川による最も新しい扇状地のなす面である。

以上のような地形単元の分布から、事業計画地区における現地形面形成の歴史は、大きくみて次の3つの過程に分けることができる (図 III-2 に示す)。

- (1) ピナツボ山火山本体の形成 (= 主要火山活動)
- (2) 外輪山の山体破壊に伴う (あるいは山体破壊後の軽石流流出による) アバカン川沿いのいくつかの古い扇状地性地形面の形成
- (3) (1)、(2) によって形成された地形面の侵食とソコピア川とポーラック川に挟まれた最も新しい扇状地面の形成

以上のように、山地を構成する地形を、時間的概念 (地史) と、その各々の時に形成された地形面の空間的な拮がり (地形構成単元) との双方から考察し、マクロ的にみる砂防上の問題がどこにあるかを見当つけることは長期的な砂防計画をたてるうえで非常に重要なことである。

### 3.2.2 地質の概要

事業計画地区は、第四紀の火山であるピナツボ火山の東斜面に位置し、全域が火山噴出物よりなる。この地域の基盤は、ピナツボ火山の本体をなす集塊岩や集塊岩状の溶岩流であり、バシグ・ポトレロ川の南側に広く分布している。ポーラック川北側には、主に火砕流の堆積物の堆積原面である東に傾斜した緩斜面が残っており、アバカン川流域は全てこの中にある。このように流域を構成する岩石の性質の違いは、流域の特性に根元的に大きな差異を与えている。

事業計画地区の地史はほぼ次のように区分することができよう(図III-2)に示す。

- (1) ピナツボ火山本体の形成
- (2) カルデラの形成と中央火口丘(ピナツボ山)の形成\*
- (3) 破壊部を通しての火砕流の流出\*と、それに伴う旧扇状地地形の形成(=火山活動の終り)
- (5) 沖積扇状地の形成(火山体の侵食)

ピナツボ火山本体は、火山円礫岩、火山角礫岩、集塊岩(狭義)凝灰角礫岩、凝灰岩などからなり、かなり水の営力(恐らく火山性の泥流や土石流などによるものであろう)をうけて堆積した下部層と、ほとんど集塊岩質の溶岩や純粋な溶岩流、溶結凝灰岩などからなる、非常に堅硬な上部層に分けることができる。

バシグ・ポトレロ川北側の緩斜面はかつてのサコビア川上流付近の峡谷部を中心に流下して来た4種の火砕流堆積物からなる。その全てが上述の峡谷部を通じて流下したものか否かは明確ではない。しかし、少なくとも最も新しい火砕流堆積物のなす扇状地性の地形は、上述の峡谷に収れんし、同峡谷を通過して流下し堆積したことを示している。これらは新しいものほど明瞭な扇状地形をなし、堆積原面を残存させている。火砕流堆積物の流出後、古い扇状地が形成されているが、その分布はバルサビスを中心とした調査地北東部に限られる。

バシグ・ポトレロ川の下流は、沖積扇状地で(これを仮にバシグ沖積扇状地と呼ぶ)、バシグ・ポトレロ川によって供給された土砂が一時的に貯留される部分である。バシグ沖積扇状地の形成には、アバカン川も多少関与しているが、形成主体はあくまでもバシグ・ポトレロ川である。ことに扇状地を構成する物質は細粒のものが多く、この扇状地の形成が、主に火砕流堆積物類の侵食によって供給された土砂からなることを物語っている。

これらのうち、主要な土砂供給源である火砕流堆積物と、それらの堆積地であり、土砂供

\* 中央火口丘の形成と火砕流の流出との新旧関係は、本調査地域の調査のみからは判らない。

給地でもある沖積扇状地とが、砂防上最も大きな問題となる対象といえよう。

### 3.3 気象及び水文

#### 3.3.1 気 象

当事業地区の気候は、\* 第三の型に属し、雨季と乾季が比較的はっきりしており、年平均雨量約 2000 mm、月平均雨量は最も雨の多い7月、8月で400~500 mm/月、最も少ない1月で10~20 mm/月である。

年平均月気温は27℃で地域的な変化は殆んどない。年変化も乾季から雨季に入る5月頃が最も高く(28.3℃)、雨季の終わった12月が最も低い(25.9℃)が、その差は±3℃である。

相対湿度は年平均で73%とかなり高く、月変化も4月で62%、7月で81%と約20%の開きがある。日平均蒸発量及び年平均蒸発量は各々約35 mm/日、1,250 mm/年である。

風向については、乾季には東南方向の貿易風が卓越し、雨季には南西モンスーンが卓越する。風速は年平均が5.4ノット、月平均で4~8ノット又、日平均最大で22ノット、最小で1ノットである。

日照時間は雨季で日平均365分/日、乾季で458分/日、一方、曇りは日照時間とは逆に5~11月の雨季で日平均曇量7.7、12~4月の乾季で5.0である。

#### 3.3.2 水 文

本調査の対象とするバシグ・ポトレロ川流域は北緯15°00'N~15°08'N、東経120°25'E~120°38'Eに位置し、全流域125 km<sup>2</sup>(マンカチアン橋上流で44 km<sup>2</sup>)流路延長約35kmの小河川である。

水文観測網は流域が小さい割には比較的良く配備されており、付属報告書I、図・II-13に示す如く、降雨観測所22(うち自記雨量計7)水位観測所7(バシグ・ポトレロ川筋3、ポーラック川筋2、グアグア河筋2、何れも量水標)が存在する。

各観測所の月雨量分布は非常によく類似しておりマニラとはほぼ同様で、雨季と乾季の違いが明確に認められる。又、既往最大月雨量は1972年7月でポーラックに於いて2274.5 mm/月である。

主要7観測所(C. アパリット、S. アラヤット、バコロール、マサントール、S. ポーラ

\* フィリッピンは大きく四つの型に区分される。第三の型は雨季が5~11月、乾季が12~4月に分かれる。

ク、S. フェルナンド、クラークフィールド) に於ける主要洪水時の日雨量相関及び総雨量相関は非常によい。(日雨量相関係数  $r = 0.69 \sim 0.94$ 、総雨量相関係数  $r = 0.63 \sim 0.99$ ) 従って流域平均雨量はポーラック観測所で代表させても問題はない。

ポーラックの時間雨量記録より一雨降雨の継続時間を検討した結果、1972年7月洪水、1976年洪水を除き殆んどの洪水は3日(72 hr)以内で降り終わっている。

ポーラック川筋のデルカルメン、バルデス、パシグ・ポトレロ川筋のHDAドロレス、カベチカンパコロールの4観測所に於ける年間総流出量と年間総雨量の比( $\alpha$ )と各々、 $\alpha$ デルカルメン = 0.69、 $\alpha$ バルデス = 0.32、 $\alpha$ ドロレス = 0.34、 $\alpha$ c.パコロール = 0.10 と上流側の流出量が下流側の流出量より大きく特にパシグ・ポトレロ川筋の流出量が小さい。この事は平水時の大部分の流出量は地下に浸透しパシグ・ポトレロ川筋からポーラック川筋に流出している事を示している。

マニラ湾に於ける1950年から1975年の既往最大潮位は1972年7月の120フィートである。

流域のはほぼ中央に位置するポーラック及び最も降雨記録の存在期間の長いクラークフィールドの雨量記録より、日雨量、3日雨量確率を求めると表III-1の如くなる。又、1965年以降の主要洪水時のポーラック及びクラークフィールドの降雨量は表III-2の通りである。

未曾有の被害をもたらした1972年7月洪水は、6月から8月にかけて3個の台風が襲来し1ヶ月以上に及び降り降雨が続き、これがパシグ・ポトレロ下流低地帯に湛水したものである。水源からの洪水到達時間を4時間とすると、時間内雨量 = 31.0 mm、又、日雨量と時間雨量の関係(付属報告書I参照)より推定すると、日雨量 = 2694 mm/日として時間雨量 = 43 mm/時であり、平均的に時間雨量 = 40 mm/時とするとマンカチアン橋地点に於ける流出量は  $Q_P = \frac{1}{36} \times 0.75 \times 40 \times 44 = 366 \text{ m}^3/\text{s}$ 、山地部の降雨は平地部より大きい事を考慮すれば、 $Q_P \approx 400 \sim 500 \text{ m}^3/\text{s}$  程度と推定される。

ポーラック及びクラークフィールドに於ける主要洪水時の降雨記録を基に、日雨量、3日雨量及び連続雨量の超過確率により各洪水を位置づけると表III-4の通りである。

計画洪水流量については既に公共事業局に於いて  $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$  (於マンカチアン橋) が見積もられている。この  $900 \text{ m}^3/\text{s}$  の妥当性について、表III-5に示す6ケースの検討を行った。各地点に於ける流出量はケース・Cが短時間雨量の推定に適さない事、及びケース・Eが小流域に対し過大な値を与える事を除けば各ケース共ほぼ同様な値になっている。

計画洪水流量として、ポーラックの降雨記録に基づいて算定したケース・Dを採用する。マンカチアン地点に於ける流量 ( $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ ) は、ポーラックの日雨量確率で  $1/T = 1/$

80に相当し、比流量で $q = Q/A = 900/44 \approx 20 \text{ m}^3/\text{sec km}^2$ に相当する。ケース・E及びケース・Fが既往のピーク流量実測値の包絡線として求められた事を考えれば計画流量として遜色のない値であると判断される。

### 3.4 土砂の生産と堆積

#### 3.4.1 荒廃状況

##### (1) 概要

本調査地域の荒廃は地質に著しく支配されており、ほぼ(1)火砕流堆積物と、(2)扇状地堆積物の分布地域に限られる(図Ⅲ-4)。

火砕流堆積物は、主にバシグ・ポトレロ川より東側に分布しているため、山地の荒廃も同河川より東側すなわちブクブク・クリーク、パパタック・クリークなどの左岸や、チンブク・クリークなどの流域に限られる。荒廃のタイプをみると、

- 1) 河岸侵食に基く山腹の崩落
- 2) 崩壊斜面上での表面侵食
- 3) ガリ侵食
- 4) 地すべりあるいは地すべり性崩壊
- 5) 単発的に発生する小規模崩壊

などがあるが、山腹の荒廃という点では、1)、2)が最も大きな比重を占める。

##### (2) 支川の荒廃状況

###### (ブクブク・クリーク流域)

ブクブク・クリークは、バシグ・ポトレロ川の支川中最大の荒廃河川で、右岸側が安定しているのに対し、左岸側は著しく荒廃している。これは右岸側が主に集塊岩類(I)や集塊岩類(II)(図Ⅲ-4)など、堅硬な火山岩からなるのに対し、左側には、縦侵食に弱く崩れ易い火砕流堆積物(II-P, II-S)が厚く分布することによる。

ヤンカ・クリークとブクブク・クリークとの合流点付近の高さ約30mの平坦面は、扶さく部でダムアップされた旧河道堆積物のなす段丘面である。この部分は、1966年から1976年までの10年間に水平距離にして少なくとも40mは後退している。その土量は、ほぼ15万 $\text{m}^3$ にのぼり、現在の崩壊面積(垂直投影面積)あたりの年間平均侵食深に換算すると、約15mの深さとなる。現在、一時的に多少安定傾向にあるが、水衝部のため、増水時には侵食されやすい。

№4ダム予定地の左岸側では、ブクブク・クリークの左岸側の崩壊が著しく多い。これらの崩壊形式としては、

- 1) 河岸侵食に基づく山腹の崩落
- 2) 既崩壊斜面上での表面侵食

などが最も卓越し、生産土砂量も多い。そのほか№4ダム予定地上流600m左岸部に認められるように、地すべり性の崩壊によって河岸へ土砂を供給するタイプもある。

ブクブク・クリークの最上流部は2つの大きな支川に分かれている。左支川の最上流端付近の崩壊は非常に著しく、ブクブク・クリークよりも河床が著しく高いとなりのサコビア・クリークと結合せんばかりの状態になっている。

火砕流堆積物の一部は、右支川流域にも分布し、かなりの崩壊地がみとめられるが、左岸部ほど大規模なものではない。

河床は、雨季終了後には多少凹凸があるが、時間の経過に従って凹地への堆積がすすみ、漸次平坦化する。河床堆積物は、砂小礫(Pebble)などが主体をなし、巨礫は非常に少ない。

#### (ヤンカ・クリーク流域)

この流域の大部分は集塊岩類ⅠとⅡよりなり、下流部にわずかに火砕流堆積物が分布する。このため、火砕流堆積物中に少数の崩壊地が分布する以外ほとんど認められず、きわめて平穏な流域といえる。

河床堆積物として砂はほとんどなく、粗粒の礫および玉石(最大級は5m以上に達する)が多い。それらには現在コケが生えており、この数年間ほとんど移動してないことを示している。この河川の場合、下流部の河床堆積物に玉石が多いのも、小規模な土砂流出の防止に役立っている。

#### (パパタク・クリーク流域)

約3kmにわたるパパタク・クリークの区間は峡谷で土砂の生産はほとんどなく単なる土砂の流送区間と考えられる。わずかに、河岸の6、7個所に残存する旧河床堆積物(古い時代の河床堆積物で、現河床より約8mほど高い面をなしていたと考えられる)と、№3ダム予定地上流側と№2-Aダム予定地下流側との段丘堆積物の再侵食による土砂供給がある程度である。

№2-Aダム予定地点上流約700m左岸側と、№3ダム予定地点下流800m右岸側には、古い大規模の地すべり性崩壊地が認められるが、現在それからの土砂供給はほとんどない。

No 3 ダム予定地点上流左岸側に認められる長さ約 300m の V 字谷は、1966 年時点では、河川からわずか 60m 程度の浸入した小谷にすぎなかったが、この 10 年間に（主に 1972 年に）段丘面の侵食の進行によって、長さ 300m 余りの谷へと成長した。この侵食で生産された土砂量は、約 125000 m<sup>3</sup> に達し、侵食深に換算して、約 1.25m/yr となる。土砂生産は、現在なお活発に行なわれている。

#### （チンプ・クリーク流域）

チンプ・クリーク流域は、ブクブク・クリークに次ぐ荒廃河川である。その荒廃は明かに火砕流堆積物の分布に原因している。この流域では、最上流部に集塊岩類(I)が残丘状にわずかに残存する以外は、火砕流堆積物と溶結凝灰岩から成っている。このうち 60% を占める火砕流堆積物地域の、しかも河岸沿いに大規模崩壊が多発している。

パシグ・ポトレロ川本流との合流点付近のチンプ・クリーク右岸に分布する段丘堆積物の 1966～1976 年間の侵食量は約 20 万 m<sup>3</sup> に達し、侵食深は現在の崩壊面積あたりの侵食深に換算して、約 1.00m/yr となる。現在小康気味であるが、なお継続して崩れている。その対岸（チンプ・クリーク左岸）の崩壊は、初生の火砕流堆積物中に起きており、現在なお活発に続いている。

チンプ・クリークの下流部には、高さ約 8 m の滝（集塊岩(I)の中の火山円礫岩から成る）があり、その上流側は長さ約 1 km にわたり、幅 100m 前後の堆砂域となっている。

No 5 ダム予定地点付近は幅 20 m 前後の峡谷をなしているが、その上流側は最大幅 250m に及ぶ堆砂域を形成している。その中でも右岸寄りの部分は、現河床からの高さ 5 m 程度の段丘をなし、一部畑として利用されている。

上述の広い堆砂域より上流側では、チンプ・クリークの両岸に火砕流堆積物や段丘堆積物が分布し、チンプ・クリーク流域における最もひどい荒廃地域となっている。

チンプ・クリークも溶結凝灰岩の分布域では著しく流路が狭まる（± 5 m 程度）。

#### (3) 山地部での生産土砂量

空中写真判読および現地調査の結果を基礎として推定すると、事業計画地区の山岳部約 235 km の中で現在年平均約 328000 m<sup>3</sup> の土砂が生産されている。このうち約 80% にあたる 261,000 m<sup>3</sup>/yr がブクブク・クリーク流域で生産されている。チンプ・クリーク流域の生産土砂量は約 50,000 m<sup>3</sup>/yr で、これに次ぐ。ヤンカ・クリークおよびパタク・クリーク流域のそれは各々 10,000 m<sup>3</sup>/yr に満たない（表 III-6、図 III-5 参照）。

1972年災害は、この地域における最大規模の災害である。この時の生産土量に関する資料がないため、その時の降雨データなどにもとづき1966～1976年間の生産土砂量の80%が1972年の災害時に生産されたと仮定すると、その量は約2622000 m<sup>3</sup>となる(山腹生産土砂量)。

この他に洪水時の生産土砂量としては、河床自体から生産される可能性のある土砂量(河道不安定土砂量)が約1810000 m<sup>3</sup>ある。これらと河道不安定土砂量とを合わせると約4432000 m<sup>3</sup>となる。しかし、洪水時にこの量すべてが流出するわけではない。河道自体の調節量として、約2583000 m<sup>3</sup>が見込まれる。従って、実際に対象地域から流出する土砂量は、既往最大洪水時で約1849000 m<sup>3</sup>となる。

また、これ以外にバング扇状地の河道部では、1966～1976年の10年間で約1465000 m<sup>3</sup>(年平均約146500 m<sup>3</sup>)の土砂が生産されており、山岳部とならんで大きな土砂供給源となっている(図Ⅲ-6参照)。

### 3.4.2 土砂流出機構

前述のように、山地部の荒廃タイプとしては、5つのタイプがある。これら荒廃タイプごとの土砂流出機構は次のとおりである。

荒廃のタイプ	土砂流出の機構
(1) 河岸浸食にもとづく山腹の崩壊	崩落発生 → 崖錐形成 → 流水による流出
(2) 既存崩壊斜面上での表面浸食	崩壊発生 → 表面浸食 → 沢口への debris cone の形成 → 本川、支川への流入
(3) ガリ浸食	崩壊発生 → ガリ浸食 → 沢口への小規模な alluvial cone 形成 → 本川への流入
(4) 地すべりあるいは地すべり性崩壊	崩壊発生 (地すべり発生) → 崩壊土塊の側方浸食 → 本川への流入
(5) 単発的に発生する小規模崩壊	崩壊発生 → 溪床堆積物の形成 → 本川、支川への流入

### 3.4.3 扇状地の現況

バング扇状地の現在の形態を見ると

- (1) チンプ・クリープとパパタク・クリークとの合流点から STA.23 km 付近まで、現在河道がほぼ固定されている部分。
- (2) 一見、河道は固定されているように見えるが、これまでの経歴から見て、氾濫をくり



かえして、変化の大きい部分（現在の氾濫原）。

(3) 河道がほぼ固定され、扇状地上への大きな溢流が少ない部分。

に分けることができる。

パシグ扇状地は、その中の段丘地形の分布から見ると、fan 主体をなす堆積物 I の堆積後は、上流側からの土供給量よりも、下流への流出量の方が卓越し、河床は漸時下降気味である。この傾向は最近の河床変動にも表われている。（付属報告書 図 II - 6 参照）。このような中で、下流の洪水制御上最も問題となるのは、(2)の現在の氾濫原の部分である。現在の扇状地上での土砂や水の氾濫方向は、現在の氾濫原の頂上部（No 23 km 付近）より上流側の河道の蛇行状況に著しく支配されており（付属報告書 図 II - 8 参照）、その方向づけは、現在の氾濫原の扇状地部付近で行なわれる。

この部分で溢流した洪水はこれまで次のいずれかのコースをとる。

- (i) マニバグを通る流路沿いに流下するコース（左岸側へ溢流した場合）。
  - (ii) パシグ・ポトレロ川本流沿いに流下するコース。
  - (iii) マンカチアン橋南方 500m 付近を横断して流下するコース（右岸側へ溢流した場合）。
- 扇状地部での河道計画は、このような実状をふまえて行なわれるべきであろう。

### 3.5 河川の現況

#### 3.5.1 河道及び堆砂

パシグ・ポトレロ川は中部ルソン島のパンパンガ島の西部境界近くに位置しているカプシラン山脈の東斜面近くにその源を發し、山地部下流に扇状地を形成し、パンパンガ平野を流下し、グアグア河に合流する全長 35 km、流域面積 125km<sup>2</sup>の河川である。本川は上流の山地部では、ヤンカ・クリーク、ブクブク・クリーク及びチンブ・クリークの各支川を合流しつつ東流し、扇頂部で流路を東南に変え、マンカチアン、ミトラ、サンタバーバラ、パコロルを経てグアグア河まで流下する。

本川は、流出土砂量が多いのが特徴的な河川である。即ち、上流の山地部では崩壊土砂量が多く、また生産される土砂の粒径が比較的小さいため、流送土砂量が大きい。この為、本川では小洪水時でも土砂が流出する状況である。これらの土砂は山地出口に扇状地を形成して堆積している。

粗砂で構成される扇状地の堆積物は、透水性に富んでおり、扇頂部の河水は地下に伏流するため常時は殆んど流水が見られない。隣接するポーラックでは、パシグ・ポトレロ川からの伏流水が湧水している地点が数ヶ所見受けられる。

また、扇頂部では1972年の洪水時に約2mの洗掘があったといわれており、マンカチアン橋付近を中心に堆積し、この橋梁部での堆積は1.5mと推定される。

扇頂部の河床勾配は1/65~1/90である。

マンカチアン橋下流約2kmからバコロールまでの12km区間の河道は、河床巾300~200mで勾配は1/100~1/1000である。

この区間の河床は、扇状地より流下する土砂で構成されているが極端な堆積はみられない。なお、この区間では、1974年から、公共事業局により築堤工事が進められており、バコロールでは、橋梁が架設中である。

STA. 4\*より下流はパンパンガデルタ地帯に位置し、河床は、上中流で堆積しなかった微粒な土砂で構成されている。この区間は、河床勾配が1/1000~1/1500と緩く、また、潮位の影響を受けて、河水の流速が低下しており、前述の微粒土砂が堆積し易い状況にある。このため、この区間の下盤は軟弱地盤を形成している。

河口部のグアグア河との合流点付近には、養魚池が見受けられる。また、この付近には、河床部を掘削するために浚渫船が稼働中である。

### 3.5.2 河床材料

現河川沿いに、1km毎に横断測量を行ない、この測線上の高水敷及び低水敷の各1ヶ所、計2ヶ所において土質材料を採取し、粒度試験、比重試験、含水比試験及び見掛比重試験を行なった。

粒度については高水敷と低水敷で若干の差異が見られる。即ち、高水敷ではグアグア河との合流点より上流に向い、STA. 0~STA. 4間は粘土質シルト、STA. 5~STA. 18間は中粒砂、STA. 19~STA. 27は中~粗粒砂、STA. 28~STA. 32間は砂礫であるのに対し低水敷ではSTA. 0~STA. 4が粘土質シルト、STA. 5~STA. 13が中粒砂、STA. 14~STA. 26が中~粗粒砂、そしてSTA. 27~STA. 32が砂礫となっている。この結果より判断すると合流点からSTA. 5地点までで、流砂は殆んど沈澱しつくされ、それ以下は微粒のシルト質の沈澱物となっている。

比重は2.15~2.83で平均値は2.57である。値が一般的な砂と比してやや小さいのは多孔質の細礫を含むためである。

\* STA.: 本計画では、パンク・ポトレロ川とグアグア河との合流点を起点(STA. 0)として、上流に向い1km毎に距離標を設定した。

含水比は2~40.5%まで変化する。

見掛比重を礫についてみると、粒径が大きくなるにつれて小さくなる傾向がみられるが顕著ではない。最低値は1.46（粒径1cmの礫の場合）である。

### 3.5.3 河川及び河川水の利用

河川及び河川水の現在の利用状況は次の如きである。

- i) 現在建設中のものを含めバシグ・ポトレロ川にかかる橋は4橋しかない。この為、その他の地方道は雨季には川により分断されるが、乾季には河床を横断する事により対岸部落の交通が可能となる。又、下流の河口部では2~3tクラスの舟運もある。
- ii) 河床砂はマンカチアン橋を中心とした区間で相当量掘削されており、(1977年には約846,000 m<sup>3</sup>と推定)主として建設用資材、一部はガラス原料として利用されている。
- iii) 河川敷の利用は非常に限られており、ごく一部で水田耕作が行なわれているに過ぎない。
- iv) 現在、建設されている堤防は部分的に、河川砂運搬用のトラック道として利用されている。
- v) 河川水の利用はごく限られており、特に乾季にはその殆んどが伏流水となるため、用水としての供給はない。湧水のある所では、家畜の飲料水として使われている。
- vi) グアグア河合流付近のバシグ・ポトレロ川下流部では、漁業が行われている。

### 3.5.4 既設の河川構造物

#### (1) 堤防

1966年以前に、マンカチアン橋上流右岸の37kmの堤防がポーラック近くのバリオを護るために旧河道を横断して築堤されたが1966年5月の洪水により破堤し、周辺に被害が発生した。

バシグ・ポトレロ川の河川改修計画はECAFEの勧告を受け、公共事業局が1964年に策定したものがあり、1974年7~8月の未曾有の大洪水を契機に1974年からサンタバーバラ付近より上流の堤防工事に着手した。現在、バコロールからミトラまでの12km間が築堤済みで、なお5年後の1982年竣工を予定し計画が継続中である。工事は年間20~37kmの進捗で施工されており、築堤材料は近くの河床土砂を転用、盛立てられている。堤防高は平均3.5m、最高は6.0mに及ぶ。

しかし、これらの堤防も安全ではなく、1976、1977年には、流路が急変する彎曲部で

堤防が欠壊した。1977年10月内水処理の十分な施設がないために、裏法から洗掘され破提している。またこれらの堤防には降雨による浸食が所々発生しており、全般に築堤盛立の締固めが不十分である。

## (2) 護 岸

堤防の護岸はSTA.4のバイパス上流からミトラまでの既設堤で両岸に施工されており、計兩水位(H.W.L)以下の法面に、厚さ30cmの玉石を並べた構造となっている。この根固工は深さ1.0mで同一の材料によって空積み敷となっている。彎曲部のSTA.9左岸及びSTA.12右岸付近には高さ1m、長さ5mの水制工(groyne)が5~10m間隔に約150m区間にわたって施こされている。

またマンカチアン橋上流右岸の堤防も同様な護岸が施こされている。

## (3) 樋 管

既設堤のミトラからサンジュアンまでの7kmの区間には、左岸4ヶ所、右岸6ヶ所の排水管が布設されている。構造はヒューム管をコンクリートのカラーで接続したものである。内径は900mm~1200mm、排水能力は2~3 m<sup>3</sup>/s程度である。

バコロール付近の国道を横断して、内径300mm~600mmの排水管が14ヶ所伏設されている。また、ハイウェイバイパスを横切って、内径600mm~1,500mmの排水管が8ヶ所と、2m(高さ)×2m(巾)×2門のボックスカルバートが2ヶ所敷設されている。マンカチアン付近のポーラック~アンヘルス道には、道路を横断して、内径300mmのものが数ヶ所とNo.1マンカチアン橋の東側の沢水を導水するため、内径1,000mmの排水管が8本敷設されている。

これらの排水管は全般的に能力が不足しており、洪水時には道路上を水が流れる状態である。

## (4) 橋 梁

上流からマンカチアン2橋(No.1及びNo.2橋)カバンパンガン及びバコロールに各々架橋されている。このバコロールの橋梁は現在架橋中であり、これらの全てはコンクリート橋である。この橋梁部の河川横断は十分流積があり、計画洪水流量900 m<sup>3</sup>/sは十分流下しうる。

以上述べた既設構造物の設置状況は、図Ⅲ-7に示すとおりである。

### 3.6 農業の現況

#### 3.6.1 自然的背景

事業計画の農業地区は、標高数メートル～220メートルのバシグ沖積扇状地に展開している。地形は標高約100メートルのマンカチアン村以北で2%内外とやや勾配を認めるが、100メートル以下の低標高地は全般的にはほぼ平坦(0.07%内外)である。

土壌はバシグ・ポトレロ川の運堆積する新生沖積土である。本土壌は、其の分布する地形的位置、成帯的分化、理化学性等で(1)アンヘレス土壌統、(2)ラボズ土壌統及び(3)ハイドロソル系列に分類され、更に土性の相違によって7土壌型に区分されている。以上の土壌の内(1)及び(2)は計画地域に広く分布し、比較的安定した水稲又は砂糖きびが栽培されている。(3)の土壌は最南端部の低湿地に位置し、雨季毎に洪水の影響を受け、深く湛水し、したがって土地利用は養魚池及び小面積の水田に限られている。

すべての土壌は砂質土又は砂土で耕耘し易く、排水良好であるが、保水性、保肥性が劣る。特に低保水性は雨季に於ても、しばしば旱魃の被害を助長し、計画地区の低位生産の一因となっている。

近年、計画地区、特に低標高地に位置する水田約4,400haは頻繁に起るバシグ・ポトレロ川の氾濫に伴う流砂堆積の影響を受け約1,750haは耕作不能となり、他もかんがい施設の破壊、生産性の低下等甚大な損害を蒙っている。

#### 3.6.2 社会、経済的背景

##### (1) 土地利用

パンパンガ島の統計に依れば、計画地区総面積約23,540haの内、農耕地として利用されているのが11,950ha、山地が7,800ha、残りの3,790haが養魚地村落及び公共用地となっている。農耕地の内3,550haは水田、5,780haが畑、870haが果樹その他、そして1,750haが荒廃地及び休閑地となっている。この荒廃地及び休閑地は、バシグ・ポトレロ川に沿った地域で過去の洪水及び堆砂のため農地としての機能が著しく損われたものである。

(土地利用の詳細は表Ⅲ-7を参照)

##### (2) 土地所有及び農家規模

1963年に制定された農業構造改善に関する条令はその後大統領府の提言に基き、1972年及び1973年の2回に亘り改正され、今日、水田について農地改革並びに構造改善事業が推進されている。計画地区では1977年現在約1,500haの水田が小作農家約600戸に開放され

ている。残り 2,050ha の水田及び 5,710ha の全畑地については未だ事業計画中で、因襲的小作方式が継承されている。

地区内に見られる現行の小作方式は(1)現金払いによる借地耕作、(2)生産物の約 50%を支払う借地耕作、(3)予め定められた量の生産物を支払う契約耕作、(4)地主からの無料貸与による耕作がある。以上の方式の内(2)及び(3)の小作が過半を占める。地区内に於ける小作方式も含めた一戸当りの平均耕作面積は 1 ~ 3ha 前後である。

### (3) 関連農業諸制度

現在計画地区への農業振興対策は農事研究及び普及活動、農業経営資金の貸付、改良種子の普及等がありこれらは、マサガナ 99 計画推進と共に比較的活発に実施されている。農業協同組合は未だ組織化されたものはないが地方行政の一環として村落共同体が組織されている。本組織は選出された村長を中心に災害復旧、農事の共同作業又は相互補助等々活発である。

### (4) かんがいの施設

本事業計画地区のかんがい農業技術は稲作を中心に比較的古くから普及している。現在 10ヶ所に於いて地表水(小流水、湧水)を利用したかんがい施設が開発され、合計約 1,670ha の水田が受益している。施設は村落共同体で管理運営されている。但し、一般に水源が小さい為、雨季の補助かんがいが主で、乾季のかんがいは 370ha と極めて小面積である。又、近年の洪水、特に 1972 年洪水でこれら施設は相当な被害を受け実質のかんがいの機能は更に劣悪化している。

以上の状況下において近年豊富な地下水のかんがい利用が注目され、中央政府及び地方政府の援助融資の下で、村落共同体又は個々の農家により堀抜井戸が設置されつつある。1976 年現在のかんがい局調べによると合計 439 本の井戸が完成し約 1,149ha がかんがいをされている。

### (5) 流通及び価格

#### (米及び砂糖の流通機構)

米の流通路は三通りに分けられる。そのいずれの場合においても、消費者は政府より免許を受けた小売業者から米を購入することになる。

第一のケースでは、仲買業者又は精米所経営者が農民より初米を購入し、精米後これを卸売業者に売却する。卸売業者は精米を上記の小売業者に売却する。

第二のケースでは、国家穀類庁が農民より米を買い上げ、これを小売業者に売却する。

第三のケースでは、初米を農業協同組合が買上げ、次にこれを精米経営者と国家穀類庁に売却する。

流通米の約60%が第一の経路により、30%が第二の経路、10%が第三の経路により消費者の手に渡っている。

農民又は大農園により生産された砂糖きびは、イスコ (Integrated Sugar Company Incorporated) 及びパステコ (Pampanga Sugar Development Company Incorporated) により精製される。イスコは国家砂糖開発公社により所有される公社であり、自社の大農園及び農民から砂糖きびを集める。パステコは民間会社であり農民との契約にもとづいて砂糖精製所を運営している。

イスコ又はパステコで精製された砂糖は、フィリッピン国立銀行に売却され、ここから全砂糖管理機関であるフィリッピン砂糖局 (Philippine Sugar Commission) の手に渡り、ここから一部が輸出され、残りは政府より免許を受けた小売業者に売却され、消費者に届くことになる。

#### (食用作物価格)

米の価格は、過去5ヶ年の間にかなり大幅に上昇した。上質米の価格は1973年の631ペソ/トンから1977年には1,299ペソ/トンへ上昇し、年率約20%の伸びを示した。農家庭先渡し価格もまた上昇し、1976年には1971年時点の1.7倍にあたる1,116ペソ/トンに達した。農家庭先渡し価格と小売価格は表Ⅲ-8及び表Ⅲ-9に示す通りである。

砂糖のフィリッピン国立銀行買上げ価格も国際市場価格を反映して変動し、1977年度の価格は1974年度より約50%低い90ペソ/ピキュール(1923米ドル/トン)となっている。フィリッピン国立銀行買上げ価格は、表Ⅲ-10に示す通りである。

### 3.6.3 農業生産の概況

#### (1) 耕地及び土地分級

事業計画地区の耕地は過去の洪水、堆砂被害の度合により6分級に区分される。(分級地は以下便宜的に農業ブロックと呼称する。)

農業ブロック(1)は主に総農耕地の約50%を占める畑地である。標高10メートル以上の扇状地北半分に展開し、地形的に洪水から全く隔絶されている。本地区は主に砂糖きびの生産を中心に農業が営まれている。

農業ブロック(2)は(1)に隣接する930ha(約6%)でかんがい施設を具備した水田である。(1)同様比較的標高の高い位置に在って洪水の影響は全く無い。かかる恵まれた地形的条件及び農業基盤施設の下に水稲の二期作更に一部に於いては三期作の稲作も既に導入され営農体系は安定している。

農業ブロック(3)は扇状地の中、下流部に位置し、毎年洪水毎に冠水する水田地帯である。本地区に於いても、比較的古くから地表水利用のかんがい施設が発達し二期作水稲がかなり広く普及している。但し過去の洪水による被害特に1972年の洪水はこれら施設の半数以上を破壊し、かんがい機能を著しく低下せしめた。

農業ブロック(4)は計画地区最南端部の低湿地、約1,250ha(8%)で、毎年バシグ・ポトレロ川及びグアグア本流の洪水を直接的に受け、洪水期間中深く湛水する。土地利用は主として養魚池で水田は極く限られた小面積である。

農業ブロック(5)バシグ・ポトレロ川に沿った約1,570ha(10%)で毎年台風、集中豪雨時洪水の直撃を受け、多量の流砂が堆積される。古くから水田として開発され、又バシグ・ポトレロ川本流から取水するかんがい施設も備えられていたが、度重なる洪水及び流砂堆積のため現在全く破壊され、天水田となっている。1972年の洪水は本地区に50cm以上層厚の粗砂を水田にもちこみ、この為約1,300haは全く荒廃し放棄されている。他の水田に於いても著しい収量の減少を来たしている。

農業ブロック(6)はマンカチアン上流部の扇頂部に位置し、過去度重なる洪水により水溝侵蝕及び表土流失を甚だしく受け全く荒廃している。

## (2) 作付体系及び耕種概要

本事業計画地区の代表的作物は扇状地低地部の水稲及び高標高地の畑作地帯の砂糖きびである。近年、水田裏作として荳類、蔬菜類が導入されつつある。農業ブロック別の代表的な作物の作付体系と作期は図III-8に示す通りである。

水稲の作期は、かんがい施設の完備した農業ブロック(2)に於いて定着し、雨季、乾季の二期作又一部に於いては年三期作も実施されている。他ブロック(3)(4)及び(5)では天水田が多く、又一部にかんがい設備があっても雨季の洪水の頻度が高い為確定した体系がない。

本地域の水稲品種は米の増収キャンペーンであるマサガナ99計画により多収性品種(主にIR系統)が広く普及し、在来種は農業ブロック(4)に限られている。施肥は尿素および重過石でほぼ満足し得る量が投入されている。又、病虫害防除も共同作業により十分実施されている。農作業は耕起、耕耘、代かき等の重作業について水牛を使役し、田植、収穫、其の



他の管理作業は人力による集約的農法がとられている。

砂糖きびは10月～11月雨季空けを待って作付けられ10～12ヶ月後に収穫される。収穫後は直ちに中耕され、株出しによる継続栽培が1～2回行われている。

現在使用されている品種は、P.O.J 品種及びハワイー1933である。天水栽培をし、土壌は有機質に乏しい砂質土であるため早魃を受け易く、一般に収量は他所に比べ極めて低い。

### (3) 作物生産量

過去1971～1977年の農業統計によれば計画地区及び其の周辺の米、砂糖きびの収量は各年又は地域的に変動が大きく不安定である。これらは洪水被害、早魃被害によるものと推測される。かんがい水田及び天水田の平均収量は1977/'78年の実績で各々378トン/ha及び246トン/haである。砂糖きびの収量は約34トン/haである。

比較的多量の生産資材の投入及び集約的管理が行われているにもかかわらず、かんがい用水の不足から平均収量は概して低い。作物生産量の増加を阻害する要因としては、毎年起こる洪水及び洪水により搬入堆積する無機的粗粒砂が最大のものと考えられる。

以上の平均収量並びに前述作付面積から計画地区内の主要作物の年間総生産量を算定すると、水稲が20,060トン、砂糖きびが189,800トンである。(詳細は表Ⅲ-11に示す)

### (4) 養 魚

計画地区内の養魚は特に地区南端部のグアグア河沿いに発達した低湿地の土地利用の一環として栄え、現在第一次産業経済部門の中で農業に次ぐ位置を占める。

1976年の漁業局統計によると約1,190haの養魚池が開発され、年間約1,670トンの成魚が生産されている。ミルク・フィッシュが全生産の90%以上を占め他に沼エビ、鯉、草魚等がある。ミルク・フィッシュの年間総生産額は1977年現在の庭先渡し価格で約8,183,000ペソ、ha当りで6,870ペソである。

### 3.6.4 農業生産額

事業計画地区内の作物粗収益は1978年の庭先渡し価格で総額約74,870,000ペソ、生産経費差し引き額で44,810,000ペソである。各作物別収益は表Ⅲ-12の通りである。

総作物粗収益の内砂糖きびは大半の70%を占め、米はその生産基盤となる可耕地が計画地区の約半分を占有するにもかかわらず、洪水、流砂の被害が甚大で実質耕作面積が制約され29%に止まる現況である。

### 3.6.5 農家経済

個々の農家の推測営農収支は表Ⅲ-13の通りである。なお、農家収支の解析に当たり、本計画事業の性格を考慮し、又計画地区の農業の最大生産阻害要因となっている洪水及び流砂堆積の問題を浮彫する意味に於いて、農業ブロック(3)及び(5)からそれぞれ平均的農家を取り上げ考察を加える事とした。

農業ブロック(3)の平均的農家は、年間約17,240ペソの粗収益を得、この内約35~40%が生産経費、約25%内外が生活費、貸付金の金利、地代等が見込まれ、税引前所得は6,240ペソである。本所得はかなり高い水準に達しているかに見受けられるが、実質的に地租其他の税金が大半を占め、純益は殆んど無い状態である。

農業ブロック(5)の農家の場合は耕作面積、収量共に小さく税引き前所得が既に赤字である。本赤字又は生計費を含む他の経費に相当する所得は周辺地の砂糖きびのプランテーション、救済公共事業等々の雇用によって補われている現状である。

## 3.7 道路網及び橋梁

### 3.7.1 道路網

事業計画地域内は、5つの国道、即ち、マニラ北部道路、(サンフェルナンド-アンヘレス)、マニラ北部高速道路(サンフェルナンド-アンヘレス)、サンフェルナンド-バタン道路(サンフェルナンド-グアグア)、オロンガポ-ガパン道路(サンフェルナンド-グアグア、建設中)及びアンヘレス-バタン道路(アンヘレス-ポーラック)により連結されている。これらは事業計画地域内の主要道路ですべて舗装道路であり、良く保守されている。

事業計画地域内には、地方道路網がある。それ等の主なものは、グアグア-サンタリターポーラック道路、バコロール-ポーラック道路、バコロール-サンタリタ道路及びバコロール-アンヘレス道路である。町の内外に多くの短距離の地方道がある。これらの内約60%が舗装道路で他は砂利又は土の道路である。(詳細は付属報告書N参照)

これらの道路は地区的に保守されているが、雨季毎に被害を受けている。

概略 km 標の配置を含めた国道及び地方道の路線は図Ⅲ-14に示す通りである。

上記の他、パング・ポトレロ川にはミトラ-バラス、バラス-ポトレロ及びサンファン-サンタバーバラの渡河地点がある。各地点の現在の交通量では橋梁や連絡路を建設する必要はないであろうが、将来、堤防の盛立や水路の設計を十分考慮し、低水時交通可能な、冠水可能な道路と云った様なしかるべき施設を設ける必要がある。

1976年7月23日~24日、パンパンガ州庁によって実施された州全体にわたる路傍接見

による、発着調査から得られた事業計画地域内の道路交通量資料により、日平均交通量は、表Ⅲ-14に示す通りである。

マニラ北部道路(サンフェルナンドーアンヘレス)、サンフェルナンドーバタン道路(サンフェルナンドーグアグア)及びアンヘレスーポーラック道路の交通量は、かなり多いものと判断される。しかし、前者の2つの道路は、現在かかる重交通量に応じ得る十分な容量をもっており、マニラ北部高速道路やオロンガポーガバン道路が今後の交通量の増加を助けるであろうから、将来、重大な輸送問題を持つ様にはならないであろう。しかし一方、アンヘレスーポーラック道路は、将来の輸送量増に応ずる為、道路の拡巾が必要となろう。

これに反し、地方道の交通量は現在軽く、将来共多くの増加が予期されないので、道路の拡巾は必要であるまい。しかしながら、路面状態の改善は依然として必要である。

### 3.7.2 橋 梁

バシグ・ポトレロ川には、4つの橋がある。上流から、アンヘルスーポーラック道路に1968年建設されたマンカチアン橋No1(1570m×2+1870m×2)及びNo2(1870m×6)、オロンガポーガバン道路に完成し開通待ちのサンタバーバラ橋(1500m×10)及びサンフェルナンドーバタン道路に建設中のサンミゲル橋(1850m×6+1950m×2)である。

マンカチアン橋No2の桁下許容流量は、1978年2月の河床標高9414mであるのに対し、河床高9475mで設計洪水流量900m<sup>3</sup>/sと計算される。従って、洪水流に対し、1m50以上のゆとりを保つ為、橋下河床高を9475m以下である限り、洪水流下容量900m<sup>3</sup>/sではマンカチアン橋No2の再建の必要はない。サンタバーバラ橋は、1,160m<sup>3</sup>/s、サンミゲル橋は900m<sup>3</sup>/s以上の許容流量を持ち、下流増を含めての洪水流量に対し、将来何等問題はない。

事業計画地域内の主要州道上の橋梁を表Ⅲ-15、国道に設けられた排水施設を表Ⅲ-16に示す。

## 3.8 洪水及び堆砂による被害

### 3.8.1 概 論

洪水及び堆砂による被害は、直接的被害、間接的被害及び金銭に換算出来ない被害に分類する事が出来る。直接的被害とは、農産物に対する被害、家屋や道路・橋梁及び学校等の公共物に対する被害を云い、間接的被害とは、商工業・通信・交通・運輸の停止によるそれぞれの純生産物の減少あるいは、洪水予防及びその後の対策費用を含む。また、金銭に換算出来ない被害としては、人命の損失、公共衛生の劣化、あるいは、社会不安等があげられる。

本報告書では、主としてこの直接的被害のみを対象として被害額を算定することとし、農産物に対する被害、かんがい施設等の農業基盤施設に対する被害、及び家屋や交通施設に対する被害等を1978年価格で算定した。

算定にあたっては、過去の洪水被害統計が未整備であることから、現地での収集した資料に基づき、1966、1972、1974、1976、及び1977年の5つの洪水被害額を以下の要領で推定した。

### 3.8.2 洪水被害地域

各洪水年の湛水面積をみると、1966年には、5,090ha、1972年には5,500ha、1974年には4,490ha、1976年には3,020ha、そして1977年には3,080haとなっている。各洪水毎の湛水期間別面積、湛水深度別面積及び堆積土砂層別面積は表Ⅲ-17に示す如くである。又各湛水毎の土地利用区分では約70～80%の氾濫面積が水田となっている。この詳細は表Ⅲ-18に示す。(各洪水毎の氾濫図を図Ⅲ-9～13に示す。)

### 3.8.3 農産物及び農業基盤施設の被害

作物及び農業基盤施設の被害を、関係官庁の資料及び被害聞き取り調査に基づき、以下の項目について算定した。

- (1) 作物の直接被害
- (2) 農業基盤施設の被害
- (3) 洪水及び堆砂にともなう追加的経費
- (4) 生産性の低下及び耕地荒廃
- (5) 養魚池の被害

#### (1) 作物の直接被害

前項3.8.2で述べた如く、洪水及び堆砂による被害は主として低地水田に対してであり、砂糖きび及びその他の畑作物については、ほとんどない。水稻に対する被害の詳細は付属報告書に取りまとめている通りであるが、1966年、1972年、1974年、1976年及び1977年の被害額を推定すると次の如くなる。即ち1966年では、3,650,000ペソ、1972年には、8,680,000ペソ、1974年では3,590,000ペソ、1976年では2,780,000ペソそして1977年では2,460,000ペソである。(詳細は表Ⅲ-19に示す。)

## (2) 農業基盤施設の被害

農業普及所及び関係機関のデータによると、過去の洪水による農業基盤施設の被害は次のようなものがある。まず耕地畦畔の被害、かんがい施設の被害、農道の被害及びその他関連施設の被害である。これらに対する被害総額は1966年には460,000ペソ、1972年には、920,000ペソ、1974年には490,000ペソ、1976年には430,000ペソそして1977年には360,000ペソ推定される。(詳細は表Ⅲ-20に示す)

## (3) 洪水及び堆砂にともなう追加的経費

洪水による冠水あるいは土砂堆積の為、作物の植え直しまたは、埋没した作物の収穫物の調整(例えば土砂の洗浄等)など被害に起因する追加的経費を農業普及所の資料に基づき算定した。これによれば1966年には1,440,000ペソ、1976年には440,000ペソそして1977年には100,000ペソと推定される。(1972年、1974年においては稲の成長期が最高分けつ期及び幼穂形成期であって追加的作業経費は計上されていない。詳細は表Ⅲ-21に示す)

## (4) 生産性の低下及び耕地の荒廃

流出土砂の堆積による土地の生産性低下及び耕地の荒廃は単一に一時的な被害にとどまらず長期に渡り被害を与えるものであるがここでは一時的な被害を算定する。本調査期間に実施した被害実態調査並びに農業普及所から収集した資料に基づくと1966年には堆砂被害地が2,500haこの被害換算額は2,120,000ペソ、1972年には2,910ha、5,080,000ペソ、1974年には930ha、1,290,000ペソ、1976年には520ha、680,000ペソそして1977年には360ha、240,000ペソと推定される。(詳細は表Ⅲ-22に示す)

## (5) 養魚池の被害

計画地区の最南端部の低湿地はバシグ・ポトレロ川のみでなくグアグア河本流の洪水を恒常的に受けている。この地域に位置する養魚池はこの洪水あるいは流出土砂により相当な被害を受ける。被害の主たるものは養魚の流出、冷水流入によるプランクトンの死滅で生産量の減少並びに養魚池の堤の崩壊、土砂による埋没等である。パンパンガ県の漁業局事務所の資料によれば、1966年には7,900ペソ、1972年には991,000ペソ、1974年には67,000ペソ、1976年には80,000ペソそして1977年には、30,000ペソと推定される。(詳細は表Ⅲ-23に示す)

### 3.8.4 家屋、交通施設、河川構造物の被害

#### (1) 家屋への被害

家屋に対する洪水及び堆砂の被害としては、公共建物あるいは、工場、事業所等があるがここでは、対象を民家に対する被害のみとし、被害額を算定する。また、颱風等による雨や風の被害を除き、洪水のみによる被害を対象とした。被害額算定にあたっては、各洪水時の洪水被害民家数及び家屋の価値を推定し、その洪水深毎の被害率を基準に算定した。図Ⅲ-9～図Ⅲ-13に示す如く床上浸水が生じたのは1962年の洪水のみでその被害額は約3510000ペソと推定される。その他の洪水では殆んど無視できるものと推定した。(詳細は表Ⅲ-24に示す)

#### (2) 交通施設に対する被害

洪水及び堆砂による道路、並びに橋に対する直接被害の測定は十分組織的になれていないが、各洪水毎に相当の被害が出ているものと推定される。特にアンヘレスーポーラック間の道路及び橋、サンフェルナンドーグアグア間及びバコロールーポーラック間の道路は、しばしば洪水に見舞われている。

これらの被害の推定を概略、支出した復旧費を基礎として算定すると次の如くなる。即ち1966年には1200000ペソ、1972年には2300000ペソそして1974年には570000ペソである。(表Ⅲ-25参照、詳細は付属書Ⅳ)

これら道路及び橋に対する被害の他に、交通そのものに対する被害としては、洪水時の一回による費用増あるいは、交通ストップの結果、減少した各セクターの生産物ひいては、事業計画地区の総生産の減少等があげられるが、これらの量的推定は、本報告書では行なっていない。

#### (3) 河川構造物の被害

以上の如き、洪水、及び堆砂の被害を軽減する為に部分的にパシグ・ポトレロ川の築堤工事を中心とした洪水防御策が開始されてきた。しかしながら、これらが不十分な為、1966年、1972年及び1976年にはマンカチアン橋上流約37kmに渡る右岸堤防が破壊された。また、1976年にはマンカチアン橋No.2右手橋台につながる延長約300mの右岸下流堤防が完全に破壊され、更に、1977年マンカチアン橋No.2の約5.5km下流の右岸堤防を突破した洪水流が堤防の背後添いに約4.5km流下し、既存の右岸堤を背後からおそい破壊した。またこの時にはこの破損ヶ所から少し上流左岸堤防も部分的に被害を受けた。(河川構造物に対する

被害の詳細は付属書Ⅳ参照)

### 3.8.5 被害総額

事業計画地区の洪水及び堆砂による被害総額を1966年、1972年、1974年、1976年、及び1977年の主要洪水量毎に集計すると、それぞれ、8,950,000ペソ、21,480,000ペソ、6,010,000ペソ、4,410,000ペソ、及び3,190,000ペソとなる。これらは、計量化出来る直接被害のみであり、この他に前述の如き間接的被害や、計量化が難しいその他の被害がある。(主要洪水の被害総額の詳細は表Ⅲ-26に示す)

# 第 4 章

## 事業計画





## 第 4 章 事 業 計 画

### 4.1 事業の概念

本事業の目的は、事業計画地区の洪水及び堆砂による被害を最小限に食い止める最適案を策定することにある。前章でも、述べた如く、パシグ・ポトレロ川は上流域に大規模な土砂源をもち、毎年多量の土砂を流出する。(平常時、基準点で年平均  $475,000\text{m}^3$ 、既応最大洪水時で  $2,295,000\text{m}^3$ ) この流出土砂の処理を、その生産源の防止策と、山地部河道に於ける自然調節以外の何等かの調節、扞止処量なしに、河道(掘削計画)のみで行なう事は、理論的に可能であろうとも、常時莫大な量の浚渫が必要であり、破堤、溢水による計画地区内の被害及び河川構造物の破壊に対する危険が残り、根本的解決とはなり得ない。従って本事業計画は山地部での土砂生産と流出を抑制するための砂防計画とそれより下流部を洪水から防御するための河川改修計画の一体事業として計画を策定する必要がある。

まず砂防計画は、既応最大洪水流砂量を処理対象量とし、1972年洪水を計画基準年とした。計画に際しては、山地部で出来る限り多くの土砂を抑制調節することとし、その残部を下流部の貯砂池で処理することとした。これは下流平地部の開発ポテンシャルを出来るだけ大きくするという観点からも妥当であろう。この方針の下に山地部で合計 10 個の砂防ダムを計画し最大洪水時約  $1,014,000\text{m}^3$  の土砂を調節扞止し、残余  $835,000\text{m}^3$  を扇状地内に設けられる貯砂池と、下流河道で貯留調節する様計画した。またチンプ・クリークとの合流点から貯砂池までの間には床固工と水制工を配し河床の低下と乱流の防止及び兩岸の浸食と崩落を防ぐことにした。更に床固工区間の堤内高水敷に植栽工を計画した。

河川改修計画は、隣接するアバカン川及びポーラック川の状況を検討した結果、パシグ・ポトレロ川単独を対象とすることとした。本計画では上流における砂防計画を受けて、これ以降下流に対する、洪水防御並びに堆砂の浚渫対策を合わせ立案した。河道計画の基本となる計画洪水流量は、現在一部実施中の公共事業局案を検討の上マンカチアン橋で  $900\text{m}^3/\text{s}$  とし、この計画洪水流量を安全に流下させる河道並びに堤防その他の構造物を計画した。また流出土砂については、貯砂池でためたものを常時掘さくすることにより下流河道部には、年間平均  $30,000\text{m}^3$  流下させることにした。(砂防ダム及び河川改修工事が完成した段階での土砂及び水の配分を無施設時のそれと比較で、図 N-1 に示す。)

本章では以上の他、将来の農業生産の展望を試みると共に、ECAFE で提案された貯水用ダム、並びに水力発電計画について検討を行った。

## 4.2 砂防並びに植栽計画

### 4.2.1 概 論

砂防計画は生産土砂を抑制する直接工を基本にすべきであるが、当流域内の様な非常に粗鬆な崩壊地の直接工の施工は非常に困難であるので、本流域の砂防計画は最大洪水流砂量を砂防ダムの土砂調節機能により処理することとし、調節の基準とする既往最大洪水時を1972年の洪水とする。

砂防計画で取扱う土砂量を決定する為にチンプ・クリークとパパタク・クリークの合流点に補助基準点を定め、土砂生産地である山地部よりこの補助基準点までを砂防計画の対象区間とする。(詳細は図N-2に示す)

計画にあたっては、山地部で極力土砂を抑制、調節すると云う砂防の基本的理念に従った。しかしながら、山地渓流部にも、その地形、地質により自ずから限度がある事故、施設の効率と技術的可能性の許す範囲内に於いて、砂防ダム建設を検討し、抑制、調節し得ず下流に流出する残余については、下流部で貯留、抑止をするという可能性を検討しつつ、全体計画を立案し将来の直接工の足がかりとなる事を期した。

### 4.2.2 砂防計画土砂量の算定

砂防計画を樹てるに当って、土砂量を計画生産土砂量、計画流出土砂量、計画調節土砂量、計画超過流出土砂量に分け以下の検討を行った。(詳細は図N-3、4に示す)

#### (1) 計画生産土砂量

計画生産土砂量とは最大洪水時、山地崩壊による一次生産土砂量と河床に堆積している、不安定土砂量からの二次的生産量の合計である。最大洪水時の一次生産土砂量は第3章で述べた如く、 $2622000\text{m}^3$ で、これに河床に堆積している土砂量が二次侵食を受けて下流に流送される土砂量(二次生産土砂量)約 $1810000\text{m}^3$ を加えたものが、最大洪水時の計画生産土砂量で、これは $4432000\text{m}^3$ となる。

#### (2) 計画流出土砂量

計画流出土砂量は最大洪水時計画生産土砂量から、それらが補助基準点に到達する間に一時的に貯留堆積する河道調節量( $2580000\text{m}^3$ )を除いたもので、本砂防計画で対象とする計画流出土砂量は $1849000\text{m}^3$ となる。又、年平均流出土砂量は河道の調節量がないものとして、 $328000\text{m}^3$ と推定される。

### (3) 計画調節土砂量

計画調節土砂量は山地部に建設する砂防ダム工事により抑制、調節し得る土砂量で、後述する如く 10ヶ所の砂防ダムによる計画調節土砂量は 1,014,000 $\text{m}^3$ とする。

### (4) 計画超過流出土砂量

計画超過流出土砂量は砂防ダム群で抑制、調節し得ず下流に流出する土砂量で計画流出土砂量 (1,849,000 $\text{m}^3$ ) から計画調節土砂量 (1,014,000 $\text{m}^3$ ) を引いた 835,000 $\text{m}^3$ である。この計画超過流出量が下流域に於いて洪水時、抑止、調節の対象となる量である。

## 4.2.3 砂防計画

本計画に於ける基本方針は、4.2.1にも述べた如く山地部で出来るだけ土砂を抑制し、流出する残余については下流部で貯留并止することである。まず山地部では砂防ダムの建設により計画流出土砂量を生産土砂の抑制と流送土砂の調節により出来るだけ処理する。

生産土砂の抑制は砂防ダムの堆砂による山脚固定機能即ち山腹崩壊斜面の山脚部の生産土砂量抑制機能によるもので山地部の現況からこれが期待できるものはブクブク・クリークとヤンカ・クリークに限られる。流出土砂の調節は砂防ダムによる調節効果と河道自体の調節に分けて考えることが出来る。砂防ダムの調節効果は砂防ダムの平常時の計画堆砂勾配と異常洪水時の堆砂勾配による堆砂量の差である。(詳細は付属報告書Ⅱ.3.3に示す通りである。)

以上の如き基本方針の下にいくつかの代替案検討の結果、合計 10 個の砂防ダム建設の計画を樹てた。ダムの計画に当っては、ダム基礎に、砂礫層が深く、高ダムの建設が不可能な点を充分考慮して。(4.2.4参照)砂防ダムの配置については、生産土砂量の多いブクブク・クリーク流域に重点をおき 6つのダムを建設する様計画した。しかしながら、ブクブク・クリーク流域にダム適地が限られていることからその残量は下流のパパタック・クリークで処理することとし、この流域で 3個のダムを計画した。更に、チンプ・クリークに 1個のダムを建設することにより計画調節土砂量を 1,014,000 $\text{m}^3$ とし補助基準点において砂防ダム群で抑制、調節出来ず下流に流出する計画超過流出土砂量を 835,000 $\text{m}^3$ とした。砂防ダム建設後の流域別土砂の生産、流出量は砂防ダムによる調節量、抑制量並びに河道調節量と共に表 N-1に示す。

また、補助基準点下流 1.5 km間のバシグ・ポトレロ川に上流域砂防ダム群の安全性を確保するため、現河床の保持及び両岸侵食崩落防止のため、床固工 4基と水制工 9基を配置する。(詳細は図 N-5に示す)

#### 4.2.4 砂防施設

##### (1) ダム及び砂防施設の基礎地盤

砂防ダム及び床固工の内代表的箇所の基礎状態は次の通りであるが、実施設計に当りテストボーリングによる詳細調査が必要である。

##### (No 2 - A No 3 及び No 4 - A 砂防ダム地点)

各ダムサイトの左右岸は垂直又はそれに近い急傾斜で集塊岩(I)よりなる。その純剪断強度は約 40 ~ 50 トン/㎡ 透水係数は  $10^{-5}$  cm/s 程度と推定される。部分的に凝灰岩の存在が認められるが、ダム基盤として問題は無いと思われる。川巾は夫々 45m、20m、25m で河床堆積物は中～粗粒砂よりなり、その深さは何れも 10 ~ 20m と推定される。

##### (No 5 砂防ダム地点)

詳細設計の為、テストボーリングが正、副ダム軸に 5 本実施されている。左岸はほぼ垂直な崖をなし、右岸は主な山腹とそれから半島状に突き出た尾根とそれを侵食している小沢からなる。左岸全面及び右岸下部は集塊岩(I)よりなり、純剪断強度は約 60 t/㎡ と推定される。

右岸半島状の突出部の鞍部に堆積する約 5 m 厚の崖錐堆積は総て取除かねばならない。全般に砂防ダム基盤として問題は無いと思われる。川巾は約 22m 河床堆積物は他のダム地点と殆んど同じでその厚さは最深部で 34m である。

##### (No 1 - A 床固工地点)

左岸は熔結凝灰岩(I)で純剪断強度は 40 トン/㎡ 程度、右岸は扇状地堆積 (II-a) で中～粗粒と最大径 0.2 m 程度の礫よりなる。自重の小さな床固工の基盤として左岸は問題なく、右岸は何等かの取付部及び法面の保護工を必要としよう。河床堆積物は他のダム地点と同じでその厚さは最大 10m 以上あろう。

##### (2) 砂防施設

以上の基礎地盤の検討の結果各施設の基本的構造は次の通り計画した。

##### i) 砂防ダム

本ダム、副ダム、水叩の構成になるがダム地点によっては、根固工、擁壁等が必要である。高さは 150m 以下とし、長さは左右兩岸に充分に取付ける長さとする。

天端巾は 20m とし、下流法は 1 : 0.2、水叩厚は 20m とする。

## ii) 床 固 工

本床固、副床固、垂直壁、水叩の構成による、総高 6.0m～7.0m 有効高約 3.0m とする。長さは左右両岸に取付ける長さとし、下流法は 1:0.2 天端巾は 2.0m、水叩厚は 1.5m とする。

## iii) 水 制 工

鉄線布団籠による透過水制とし、高さは 2.4m、長さは両岸より通水部までとする。各施設構造物の断面はそれぞれの設計条件を満足する様に決定し詳細は、表 N-2 に示す。

## (3) 材 料

構築物構成材料は床固工砂防ダムについて総て、コンクリートで施工し、砂防ダムの水通し天端、厚さ 0.5m の部分は流下転石、砂礫による磨耗を防ぐため富配合コンクリートにより施工する。

水制工は高さ 0.6m の鉄線布団籠を積重ねる。

セメントはポルトランドセメントを使用しコンクリート骨材については、細骨材は各構造物附近から採取する。粗骨材は原則として原石山の材料を使用するのが望ましいが若し不可能又は、絶体量が不足の場合河床材を選別して使用する。布団籠用栗石は原則として原石山材を使用するが、床固工、水制工を施工する附近の河床から選別採取した材料も使用する。シートパイルは JIS 規格又は、同等以上の材質を有するものを使用する。水叩き及び側壁には約 20m 毎にジョイントを設け目地材を使用する。砂防ダムの伸縮継手の上流側に止水板を入れる。

水制工は、上流、下流床固工の完成した箇所で、所定の深さまで床拵えをして鉄線布団籠をならべ詰り用栗石は網目より大きなものを用いて、丁寧に詰込み空隙は栗石砂利等を填充する。

### 4.2.5 植 栽 計 画

植栽工は、崩壊地を早期に緑化する事によって土砂の崩落、侵食を防止して、生産土砂を抑制するためのもので調査の結果、植栽植種としては次のものが考えられる。

- (1) Kamachile (Camachile)
- (2) Kakawati Kakauti
- (3) Ipil - Ipil
- (4) Alibangbang

(5) Pine - tree

(6) Grama Grass

(7) Cogon Grass

上記の植種の植栽を実施するには、植栽箇所の安定がなければ成功しない。流域内における崩壊地は粗鬆な火砕流堆積物で、斜面は非常に崩れ易い性質をもっているため、土木工事により山腹斜面を安定させてから施行すべきである。此の点砂防ダム群の完成による山脚及び河道の安定化が将来の直接工実施の大きな足がかりとなる事が期待される。しかし、当流域内の様な広大な崩壊地で植栽工を可能にするための土木工事は非常に施工が困難であるので、さし当り植栽箇所の適地は下流床固工区間の堤内高水敷とする。植栽の時期はここに或る程度土砂が堆積し、又、兩岸崩壊斜面の崩落が落付いた時点である。

また、扇状地内の導流内地についても植栽を施しておく必要がある。

### 4.3 河川改修計画及び貯砂池計画

#### 4.3.1 概 論

本計画の立案に先立ち、パシグ・ポトレロ川の隣接して流れるアバカン川及びポーラック川の流域を含んだ広域的な洪水対策として、当初

(1) アバカン川の洪水の一部をアンヘルズ市上流地点からパシグ・ポトレロ川に導流する案

(2) パシグ・ポトレロ川の洪水の一部をポーラック川に導流する案

の2案が検討された。この結果(1)案はアバカン川下流域の被害が減る代わりに、パシグ・ポトレロ川下流の洪水負担が増加し被害の移転をするに過ぎない事、又アバカン川の洪水が現在アンヘルズ市に被害を与える可能性が少ない事、(2)案は現在安定しているポーラック町側の洪水危険度を高め、洪水被害のポテンシャルを大きくする事等の理由により、これら2案を棄却した。

本節に述べる河川改修計画及び貯砂池計画は、以上の様な経緯をふまえ、パシグ・ポトレロ川単独改修を基本方針とし、パシグ・ポトレロ川の扇頂部からグアグア河との合流部までの約27kmの区間についての洪水防御対策及び流出土砂対策を立案するものである。

河川改修計画は、パシグ・ポトレロ川下流部(河口部～STA. 15+950)を対象とし、計画洪水流量を安全に流下させ得る河道を計画する。

計画立案に当っては、現在一部施工中の公共事業局(BPW)策定の河川計画を検討した結果、計画洪水流量としては、現計画同様 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用した。

前述の如く、砂防計画は上流山地部に砂防ダム群を配置し、流出土砂の調節・貯止する事を基本方針としている。しかし、地形・地質等の条件から砂防ダムの建設可能地点、規模が制限され、流出する全土砂量を砂防ダム群で調節する事は不可能である。そこで、本節では砂防ダム計画を受けて上流山地から流出する土砂が河道部へ流入するのを防ぐため、STA.15+950～STA.27の区間を対象として貯砂池及び付属施設を計画する。貯砂池計画の基本となる土砂配分は前節の砂防計画における検討を受けて設定する。即ち、上流の砂防ダム群が完成した時点では、最大洪水時には、砂防ダムによる調節後の土砂835,000m<sup>3</sup>が扇状地に流出してのうち144,000m<sup>3</sup>が更に下流に流下する。一方、これに対応する年平均土砂量はそれぞれ304,000m<sup>3</sup>及び30,000m<sup>3</sup>となる。従って、貯砂池計画は扇状地への流出土砂量から、下流へ流出して行く土砂量の差、即ち洪水時で691,000m<sup>3</sup>、年平均では274,000m<sup>3</sup>を対象容量として立案する。

なお、本事業の施工計画では、河川改修及び貯砂池計画事業が完了した時点から、7年間は上流砂防ダム群が未完成である。従って、この7年間は砂防ダムの土砂調節能力が不足する。このため、不足する調節量の50%の余裕を貯砂池に付加し、この期間の容量を941,000m<sup>3</sup>とする暫定計画も考慮する。

#### 4.3.2 現計画に対する評価

前述のように(3.5.4)、パンダ・ポトレロ川の河川改修は、1964年に策定された公共事業局案に基づき、1974年以降工事が進められている。

同計画によれば流量の基準地点をマンカチアン橋(集水面積44km<sup>2</sup>)におき、計画流量900m<sup>3</sup>/sを対象として河道断面を決定している。この計画流量の妥当性を検討するため、現地の水文資料に基づき公共事業局が用いている公式、降雨資料を用いたラショナル式による検討その他全6ケースの流出検討を行なった。検討結果によれば、この流量は80年に1回程度発生する流量に相当しており、確率的に十分安全な計画値である。

公共事業局策定の河川改修計画案については、平面図、縦断面図、標準断面図があるのみで報告書等は紛失している為、詳細な検討はできないが、既存資料及び既設構造物の状況等から現計画を検討すれば以下のとおりである。

堤防の平面形状は河口部から、STA.23付近までの区間について立案されており、このうちバコロールからミトラまでの12kmの区間が既に築堤されている。この法線形状は現地形及び旧河道の流路等からみて、全体として妥当なものであるが部分的には①彎曲部の曲率半径が河道幅に比して小さく、(4倍以下のカーブがある)水理的に彎曲になっている事、また



彎曲部の拡幅がない事、②グアグア河との合流が直角に流入する形となっている事、③河道幅は下流7km区間は150m、それより上流では約300mとかなり広いため常時の流路が固定しにくく乱流し易い事等の問題点が指摘される。

なお、STA. 8 ~ STA. 7 付近の約500m区間で上流から下流に向って河道幅を300mから150mに漸縮させているが、これは下流で掃流力をつけ土砂を下流に流下せしめる効果が期待できる。

河床勾配は、下流から上流に向い緩から急に漸変しており比較的安定していると考えられる。

現況河道の横断形は単断面であり、堤内地と堤外地の地盤高が殆んど同じである。公共事業局案では河道中央部に河床幅30mの低水路を掘り込んだ複断面水路が計画されているが、これは常時の水路固定及び、計画水位の低下に有効である。低水路の掘込み深さはバイパス及びバコロールの橋梁地点で橋脚基礎の保護のため、現河床高から2m以下に規制されている。

既設堤防は、天端幅5~6m、法勾配3:1で小段はない。築堤材料には、河床の土砂が用いられており堤外法面には玉石による護岸が施こされている。完成堤は計画水位に対し、余裕のある高さを持っており計画流量に対して安全である。また、法面のすべりに対しても安定であるが、法表面に降雨によるガリー侵食が所々にみられる事から、全般に締固めが不足気味であると考えられる。

STA. 13 付近より上流の区間については扇頂部まで連続堤の計画があるが堤防の平面計画のみでその規模は明らかでない。

公共事業局案の概要を図N-6、図N-7に示す。なお、同図には比較の為今回計画の概要も示してある。

#### 4.3.3 河川改修計画

河川改修計画はSTA. 0 からSTA. 15+950までの区間(河道部)を対象とし、以下のよう  
に立案する。

##### (1) 平面形状

本河川改修計画における平面形状は基本的には現在一部施工中である公共事業局計画を踏  
しゅうする。即ち、下流STA. 2+350mからグアグア河との合流部までの無堤区間は、公共  
事業局による堤防線形に準拠して新堤を配置する。上流のミトラ(STA. 13+50)から河道

部最上流端 (STA. 15+950) までの無堤区間については、公共事業局案によれば、左右岸台地上の台地肩からやや堤内側に法線を計画しているが、流量の疎通能力上からは、堤防間隔をやゝせまくしても問題はないと考えられるので本計画では台地肩付近まで堤防間隔をせまめた法線形を計画する。またこの区間は、公共事業局案では、連続堤として計画しているが、本計画では河道に内水排除機能及び異常洪水に対する遊水機能を持たせるため、左右岸の小支川流入部には霞堤を設ける。

現況河道には低水路がなく、常時の流量は広い河床の中を不安定な流路をとって流れている。公共事業局案では、平常時の流路を固定するため河道中央に河床幅 30m の低水路が計画されている。本計画でもこの案と同様、河道中心線に沿って、低水路を設ける事とする。

低水路河床幅は、STA. 4+500 より上流では、公共事業局案と同様に 30m とする。しかし下流部では河床勾配が緩く流速が低下すると共に、バコロール橋の橋脚基礎の深さにより、河床の掘込み深さが制限され、十分な低水路断面が確保できないので低水路幅は 60m とする。

## (2) 縦断形状

低水路河床の縦断形状は、河道区間の流砂量が縦断的にバランスし、河床が安定する様に計画する。即ち、貯砂池部からの土砂をできるだけ河川内に堆砂させずに下流部まで運ぶよう配慮する。

このため、河床勾配は永年の間に形成された現況河床勾配を基本とし、上流から下流に向かって次第に緩勾配となり、かつ急激な勾配の変化がない様に計画した。公共事業局案の縦断形状もほぼ同様の主旨で立案されているとみられ、全体として無理のない形状となっている。ただし、後述する様に掘込み深さは低水路としてはやや深すぎる傾向がある。

本計画では、既設橋梁の橋脚基礎の根入れ等にも十分配慮したうえ縦断形を計画した。このようにして決定した河床勾配は河道部最上流で  $I = 1/100$ 、最下流で  $I = 1/1800$  である。なお、バコロール橋地点の掘込み制限標高と河口部の河床標高を結ぶ勾配は、上流区間より急勾配となる。この様な勾配の不自然な連続を避ける為バコロール橋下流に、高さ 70cm の落差工を 2 段設けた

堤防天端の縦断形は計画洪水位に余裕高 1.5m を加えた高さを結んだ線形とし、橋梁アバットへの接続等にも配慮した。

縦断計画の概要を図 N-8、図 N-9 に示す。

### (3) 横断形状

横断形状は、計画洪水流量 ( $Q=900 \text{ m}^3/\text{s}$ ) を安全に流下する断面積を持つ必要がある。このため築堤によりこれを確保する。一方、この様にして決定した断面に対し、平常の流量は、ごく少なく流路は安定しにくい。そこで、公共事業局案では、河道中央に低水路を設けた複断面の河道断面が計画されている。この低水路の計画掘込み深さは3~5mとなっている。今回の河川改修計画では現計画同様、低水路を掘り込んだ複断面の河道を計画する。この低水路断面は  $Q = 120 \text{ m}^3/\text{s}$  (再起確率1/1.1年) を流下し得る大きさとする。このような条件で断面の寸法を決定すると前述のように低水路幅を30m及び60mとした時水路の深さは20~25mとなる。この断面は、現計画よりかなり小さめであるが、低水路の対象流量は上記程度が妥当であり、流下能力は十分確保される。

堤防天端高は、計画洪水位に15mの余裕高を加えた高さとする。ただし、最下流部は本川グアグア河の堤防が未着手であるため、パンダ・ポトレロ川の堤防を早急に完全堤とする必要はない。そこで、右岸のSTA. 0+50~STA. 1+580の1530m区間及び左岸のSTA. 0+50~STA. 1+950の1900m区間については、余裕高なしの築堤とする。

標準横断形状を図N-10に示す。

#### 4.3.4 貯砂池計画

4.3.1で述べた様に、貯砂池は砂防ダム群による土砂調節量の不足分を補うため、次のような流出土砂量を対象として計画する。

貯砂池計画は、上記の計画流出土砂量を扇状地より河道部までの区間(STA. 27~STA. 15+950)で調節し、河道部に対する堆砂の被害をできるだけ少なくするよう計画する。

計 画 対 象 土 砂 量

	施設完成時	暫定期間
最大洪水時 ( $\text{m}^3$ )	631,000	941,000
年平均 ( $\text{m}^3/\text{年}$ )	274,000	0

このような方針のもとに貯砂池区間を機能別に次の4区間に区分し、それぞれの機能を考慮して計画を立案する。(詳細は図N-11に示す)

- ① 溪谷部
- ② 導流部
- ③ 貯砂池部
- ④ 分岐及び合流部

(1) 溪谷部 (STA. 27 ~ STA. 24 + 300)

No. 1. A 床固め付近から下流約 27km の区間で、バシグ・ポトレロ川の侵食作用により溪谷をなしている。侵食崖は脆弱な砂質層で、側方侵食も活発な区間である。

この区間は山地で生産された土砂を速やかに流下させると共に側方侵食を防止する様に計画する。

(2) 導流部 (STA. 24 + 300 ~ STA. 20 + 850)

溪谷部の下流約 3450m の区間である。STA. 23 + 400 付近には両岸に集塊岩が露頭した流路の彎曲部 (Sカーブ) があり、洪水時の首ふり現象の原因となっている。導流部ではこの彎曲部での首ふり現象を防止する事が最も重要となる。このため、この区間には、できるだけ直線に近い線形の掘込み河道を設け、流れを扇状地へと導く。掘込み河道の幅は STA. 23 + 400 付近の狭さく部でとり得る最大幅を目安とし 270m とし、掘込みの深さは 2.5 ~ 3m とする。

(3) 貯砂池部 (STA. 20 + 850 ~ STA. 19 + 550)

貯砂池部は、導流部の下流 1,300m の区間である。この区間には最大幅約 650m、最大深さ約 5m、面積約 560,000m<sup>2</sup> の掘込み貯砂池を設け、導流部から流入する土砂の堆積を促進し計画流出土砂量の調節を行なう。同時に土砂と水との分離を図る。

貯砂池の平面形は地形、地質及び上下流部との接続関係等を勘案してボトル型とする。

(4) 分岐及び合流部 (STA. 19 + 550 ~ STA. 15 + 950)

分岐及び合流部は、貯砂池部より下流の 3,600m の区間である。この区間にはマンカチアン橋梁地点があり、ここで流路は 2 つに分流し、更に下流で再び 1 本に合流している。そこで、この区間の流れを安定させるため、貯砂池下流から掘込み河道を設け、水理的にスムーズな線形で分岐、合流を行なわせる。

分流して流れる 2 つの流路を比較すると、ポーラック側を流れる西側の水路は東側の水路より洪水に対する安全性を高くする必要がある。また両者の断面を比較すると東側が主流となっている。これらの事から掘込み水路も東側の水路を主流とし、小洪水 (低水路対象流量) 程度は全量東側水路で流すよう計画する。

また、2 本の水路の間には中洲があり、集落が形成されているので、この集落を洪水から護るため輪中堤を設ける。

この区間の最下流部は、河道部との接続部で河道部最上流と同様、内水排除と遊水機能を

目的とした堰堤を設ける。

#### 4.3.5 河道の安定検討

本節に於いて、不等流計算と流砂計算により、計画河道の疎通能力及河床の安定性について検討する。

##### (1) 疎通能力の検討

疎通能力を検討するためマンカチアン橋で  $120\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $400\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $520\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $900\text{ m}^3/\text{s}$  及び  $1,100\text{ m}^3/\text{s}$  の5つのケースについて不等流計算を行った。結果は表N-3、表N-4に示す通りである。これによれば、計画天端高は計画流量 ( $900\text{ m}^3/\text{s}$ ) に対し、1.5m以上の余裕を有している。又、流量疎通上のネックとなる架橋地点の桁下の余裕も下記の如く充分確保されており計画河道の疎通能力については問題ないと考えられる。

STA.	橋 梁 名	余裕高
STA. 2+330	バコロール橋	2.3 m
STA. 4+200	高速道路橋	3.2 m
STA. 18+400	マンカチアン橋	1.9 m

##### (2) 河床の安定検討

計画河道の河床の安定性を流砂量の縦断方向の連続性の観点から検討した。

流砂は大別すれば、掃流砂、浮遊砂及Wash Loadに大別し検討する。

##### i) 河道部

河道部 ( $0^{\text{K}} \sim 16^{\text{K}}$ ) の掃流砂の計算結果を見ると流砂の縦断的变化はフルード数及流速の変化とはほぼ同様の傾向にある。区間毎には  $0^{\text{K}} \sim 5^{\text{K}}$  区間の下流 Back-Water の影響する区間、及び  $5 \sim 16^{\text{K}}$  区間に大別される。全川的にみると、 $5 \sim 16^{\text{K}}$  区間では流砂量はオーダー的に連続しており、 $9^{\text{K}}$ 、 $11^{\text{K}}$ 、 $16^{\text{K}}$  附近の局所変動 ( $9^{\text{K}}$ 、 $11^{\text{K}}$  附近で堆積傾向、 $15^{\text{K}}$  附近のヒューズ下流附近で低下傾向) を除けばほぼ安定している区間と考えられる。

$0^{\text{K}} \sim 5^{\text{K}}$  の下流背水区間は上流  $5^{\text{K}} \sim 16^{\text{K}}$  区間に比べ、流砂量は1オーダー低い値 ( $0^{\text{K}} \sim 5^{\text{K}}$  区間で  $Q_B = 10^{-2}$ 、 $5^{\text{K}} \sim 16^{\text{K}}$  区間で  $Q_B = 10^{-1}$ ) となっており、洪水時に上流から流送されて来た土砂は殆んどこの区間に堆積すると考えられる。

一方、浮遊砂の計算結果をみると、 $5^{\text{K}}$  附近より下流で極端に大きくなっているが、 $5^{\text{K}}$

附近より上流では掃流砂と同様の傾向となっている。この5<sup>K</sup>下流の浮遊砂の計算結果は事実に反しており(もし計算結果通りとするなら5<sup>K</sup>下流は極端な洗掘傾向となる。)この附近の採取砂は例えば2<sup>K</sup>附近で $d_{50} \doteq 0.008 \text{ mm}$ (10<sup>K</sup>附近では0.3 mm程度)と極端に小さく河床の変動と関係のない微細砂(Wash Load)と考えられる。又、河道部への洪水時及通常時の流入土砂量を16<sup>2K</sup>地点で算定すると、附属報告書に示す如く1972年洪水時で約 $144 \times 10^3 \text{ m}^3$ 、通常時(1年に1回程度の洪水を対象として)約 $30 \times 10^3 \text{ m}^3$ 程度となる。これが下流5<sup>K</sup>区間に低水路巾( $B_L$ )程度で堆積したとすると $B_L \doteq 50 \text{ m}$ として洪水時で $Z = 144 \times 10^3 / 50 \times 5000 \doteq 0.6 \text{ m}$ 、通常時で $Z = 30 \times 10^3 / 50 \times 5000 = 0.15 \text{ m}$ 、即ち洪水時に約60 cm程度、通常時で15 cm程度の堆積となる。従って河道の疎通能力を損なわない様計画河道の維持管理に充分配慮する必要がある。

## ii) 貯砂池部

この区間については不等流と流砂式による簡単な1次元取扱いに問題は残るが、計算結果は一応の傾向を示している。即ち、溪谷部及び導流部で流砂量大となり洗掘傾向、貯砂池部で流砂量小となり堆積傾向、分岐及び合流部では安定(若干の堆積傾向)となっており、設計の意図する機能を満たしている。溪谷部及び導入部の河床低下に対しては水制及床止め等で対処する。

又、貯砂池内の堆砂については扇状地附近の堆積の安定した所で $i = 1/60 \sim 1/100$ 程度の勾配となっている。いま $i = 1/80$ 程度と考えると堆砂量は $V = 725 \text{ 万 m}^3$ 程度となり貯砂能力は十分確保されている。貯砂池から河川部への分岐及び合流部については、掃流力 $\tau_0$ からみる限り安定であるが流砂幅及上流貯砂池部からの土砂の供給状況により、変動傾向が規定されるので(最も危険サイドで考えて貯砂池からの土砂の供給がない場合、洪水時で $Z = V/B \cdot d_x = 144,000 / 100 \times 3500 \doteq 0.4 \text{ m}$ 、通常時:1年に1回程度の洪水で $Z = 30,000 / 100 \times 3500 \doteq 0.1 \text{ m}$ となり各々40 cm及10 cm程度の河床低下となる。)貯砂池のみならず、分岐及び合流部についても維持管理に十分配慮する必要がある。

### 4.3.6 施設計画

前節で述べた河川改修計画及び貯砂池計画に基づき、次の様な施設計画を策定した。

#### (1) 堤防

築堤は、STA.0からSTA.23付近までを対象として、現況無堤部の新堤(霞堤を含む)築

造、河積不足部の腹付け及びマンカチアの輪中堤築造を行なう。堤防の断面形状はいつも現計画と同様、天端幅6m、法勾配3:1とする。新堤築造区間、腹付け区間及び輪中堤の延長はそれぞれ19,700m、14,300m及び1,270mであり、これらに要する盛土量は699,000 $\text{m}^3$ である。

築堤材料は原則として、河床掘削土砂を転用する事とする。河床材料の性状は上流では、細粒分を含まない砂(SW又はSP)に分類されるが、パンパンガ・デルタの軟弱地盤にあたる河口部からSTA.4付近までは、細粒のシルト質、粘土質(SM、CL、ML)に分類される。上流の粗粒砂は、そのまま盛土に用いた場合、堤防の遮水が不十分となるおそれがあるので、SW、SLを混合する事も考慮する必要がある。

## (2) 護 岸

### i) 堤防護岸

既設堤は、STA.4+200より上流の区間については全区間空石積護岸が施工されているので、そのまま利用する事とする。

新堤部は全区間にわたり計画水位以下に練石護岸を施工する。

堤防護岸の施工区間は左岸が9,000m、右岸が8,020mである。

### ii) 低水護岸

低水護岸は、河道固定の為に全低水路区間に設置することが望ましいが、本改修計画では、工費・河道内の砂採取の現状等を考慮して、バコロール橋及びハイウェイ橋の橋脚保護区間と落差工保護区間のみを対象として設置する。低水路護岸には蛇籠工を用いる。

水路の彎曲部等の水衝部には後述の水制を設置し、洗掘に対処する。

### iii) 裏護岸

過去の破堤実績では、内水の洗掘により堤防裏法尻が破壊した箇所が見られる。このような場所では、予め堤防裏法の脚部を保護する必要がある。また、河口部の余裕高のない堤防区間はグアグア河からの内水により裏法が洗われると共にバシグ・ポトレロ川からの越水の恐れがある。これらの区間を保護する為、前者については(左岸STA.7~STA.9+250、右岸STA.8~STA.9+280及びSTA.13+330~STA.14)蛇籠を、後者については(左岸STA.0+50~STA.1+600、右岸0+50~STA.1)練石護岸を設置する。

(3) 水 制

上流の溪谷部から扇状地にかけては流路の乱流をおさえると共に、河岸の崩壊を防ぐために、また下流河道部では水衝部保護のために水制を設置する。水制のタイプは、洗掘に対して安定性の大きい透過性の牛枠及び枠打ち水制を用いる。玉石の流下する可能性のある溪谷部には、頑丈な牛枠をまた、それより下流には、枠打水制を設置する。牛枠の設置区間延長は 18490m、杭打水制の設置区間延長は 14590 mである。

(4) 床 固 め

溪谷部から貯砂池部にかけては、要所に河床高を固定する為床固め工を設置する。床固め工は貯砂池の上下流端に各 1 基のコンクリート床固め及び溪谷部に 3 基、貯砂池下流に 1 基、No 1、No 2 マンカチアン橋下流に各 1 基、貯砂池部最下流端に 2 基の練石床固めの計 10 基を設ける。

(5) 擁 壁

No 1、No 2 マンカチアン橋直下流には水路狭さく部の崩壊防止の為、コンクリート擁壁を設置する。擁壁総延長は約 350m である。

(6) 暗 き ょ

内水排除のため次の 3ヶ所に暗きょを設ける。

No 1 (STA. 1+900、左岸) ボックス型

2m×2m×3 スパン

No 2 (STA. 1+856、右岸) ボックス型

2m×2m×2 スパン

No 3 (STA. 7+470、右岸) ヒュームパイプ

1.65m 内径

以上の施設の構造及び設置区間の概要は図 N-12 のとおりである。

4.3.7 維持・管理

河川改修計画における維持管理は次の各項の通りである。

- (1) 毎年、河床変動の状態を知るために 1km 毎の縦横断測量を行う。また、定時の水位観測を行ない、乾季には 1 回/週、雨季には 1 回/日、洪水時には 1 回/時の観測を行なう。
- (2) 貯砂池部は上流の全砂防ダム竣工時までの暫定期間は、砂防ダムで貯砂されるため土砂の流出はないが、それ以後は年平均流出土砂量 274,000m<sup>3</sup> を常時掘削搬出する。
- (3) 最下流のパコロールからグアグア河の合流点の 3 km 区間は、土砂堆積による河積の減少