

フィリピン共和国
アンブクラオダム修復計画
事前調査報告書

1986年9月

国際協力事業団

鉦計資
JR
86—137

フィリピン共和国
アンブクラオダム修復計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY

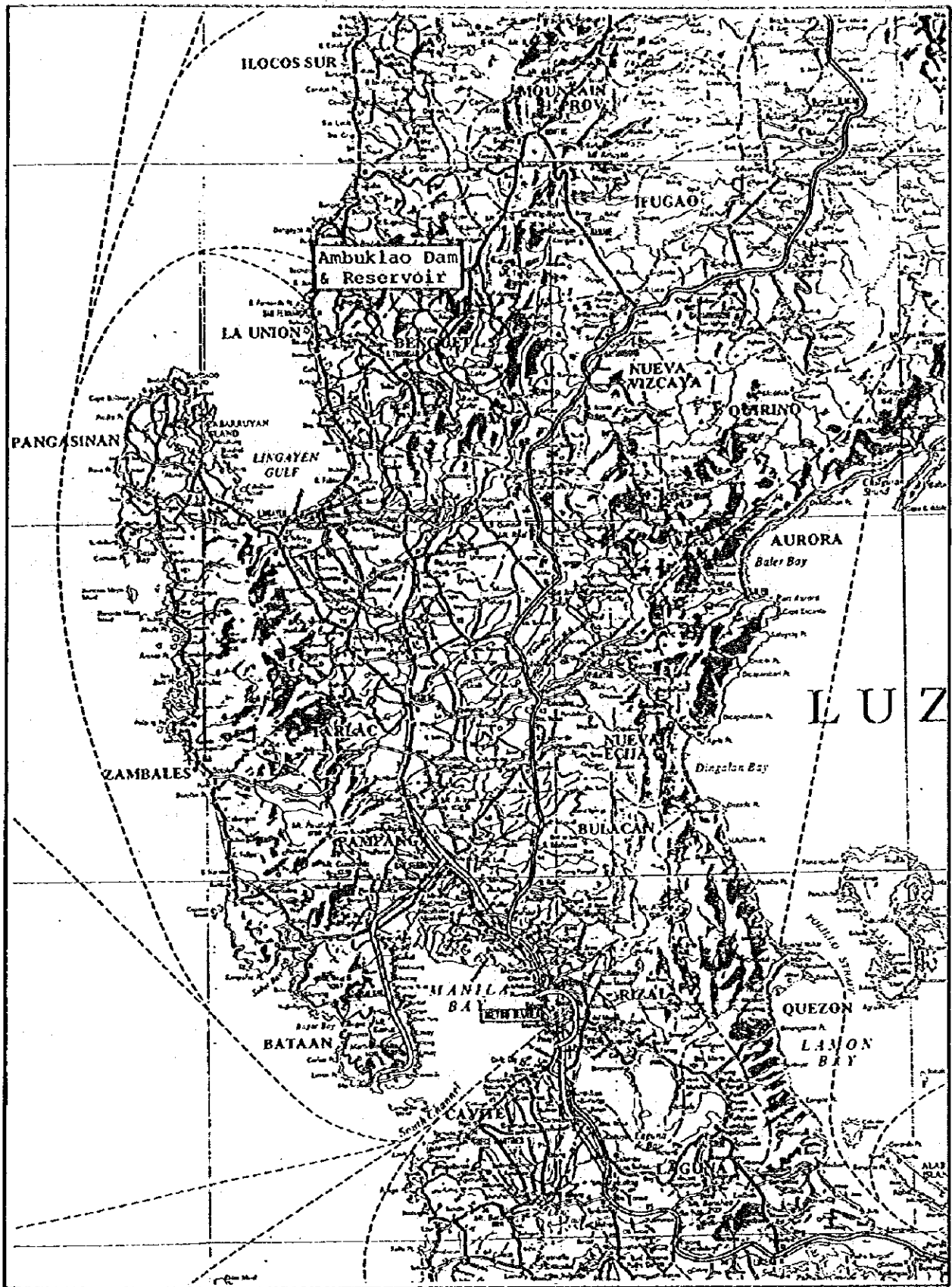


1045740E6J

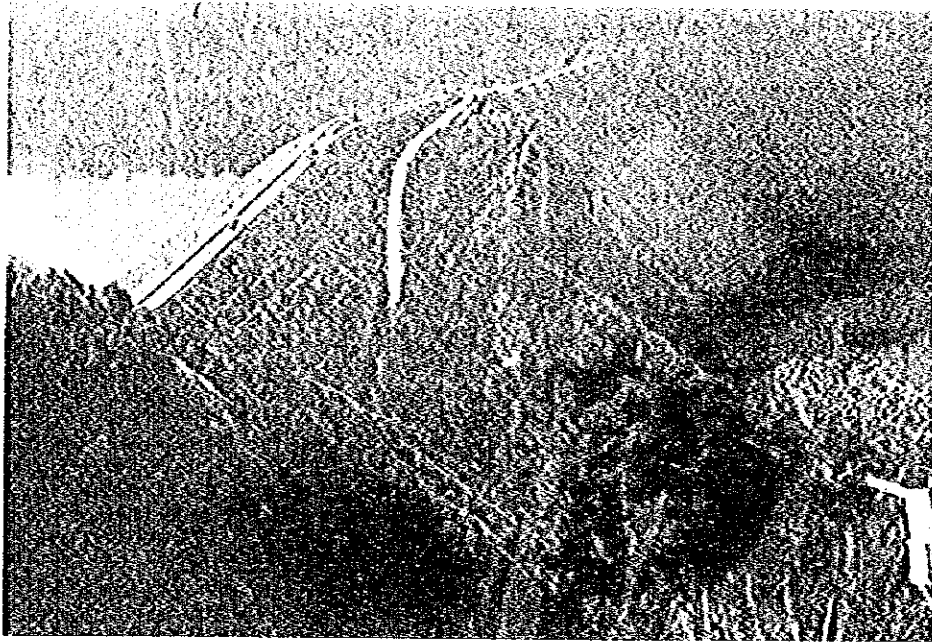
1986年9月

国際協力事業団

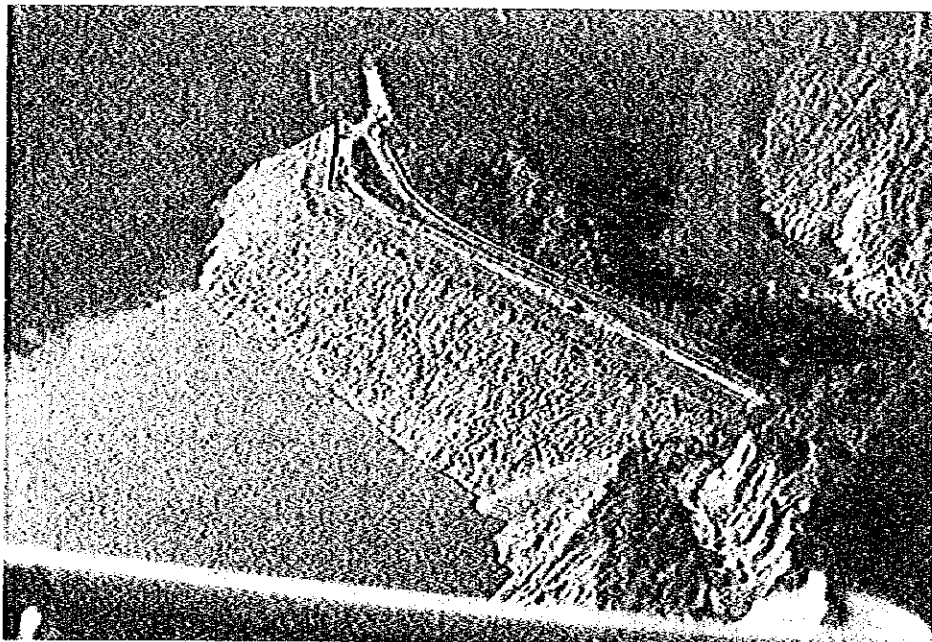
国際協力事業団		
受入 月日	'87.1.27	118
登録 No.	15886	61.7 MPN



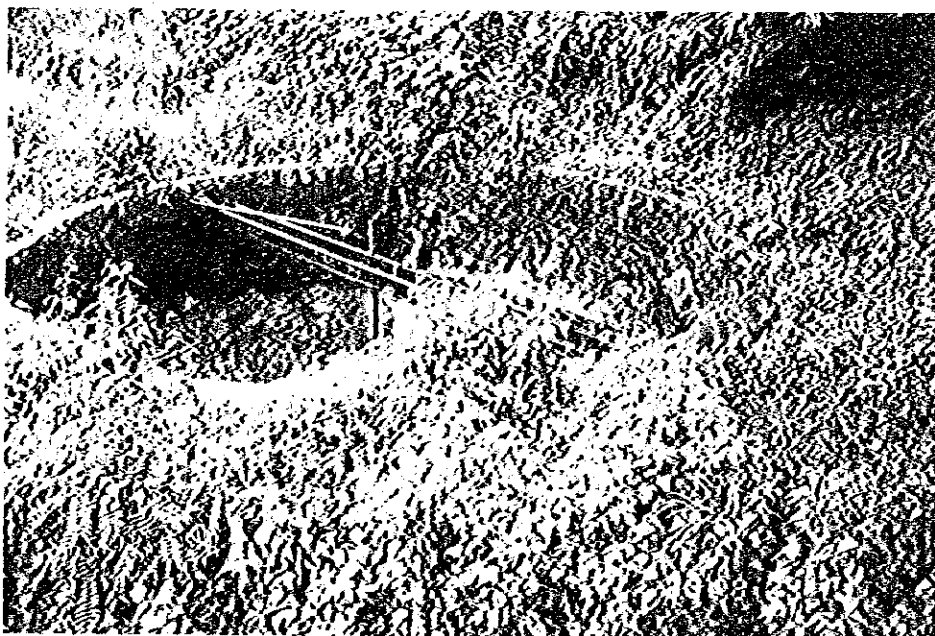
アンブクラオダム位置図



アンブクラオダム
全 景



ダム上流面

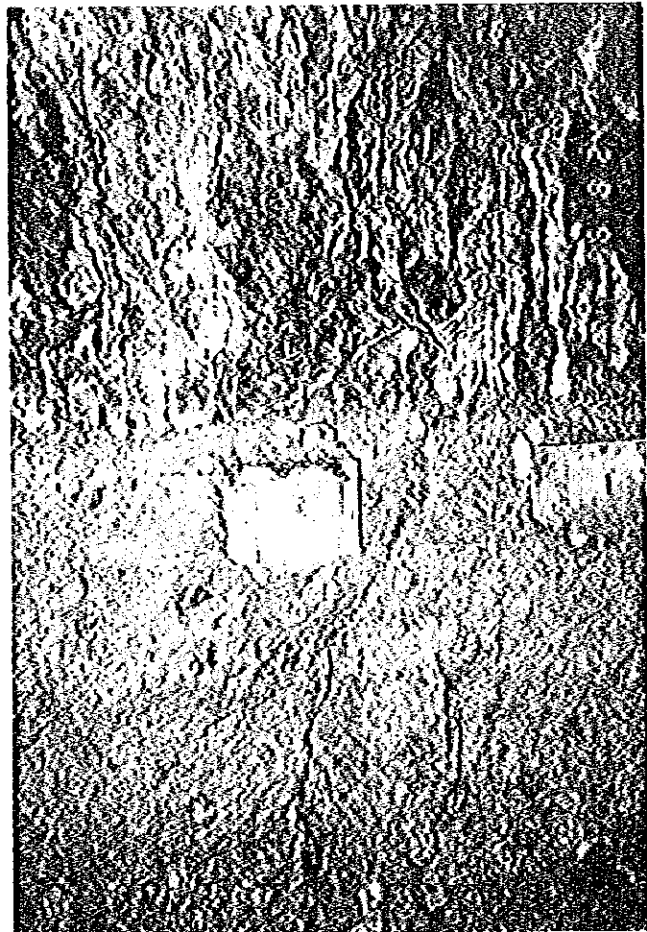


ダム下流端
観測井

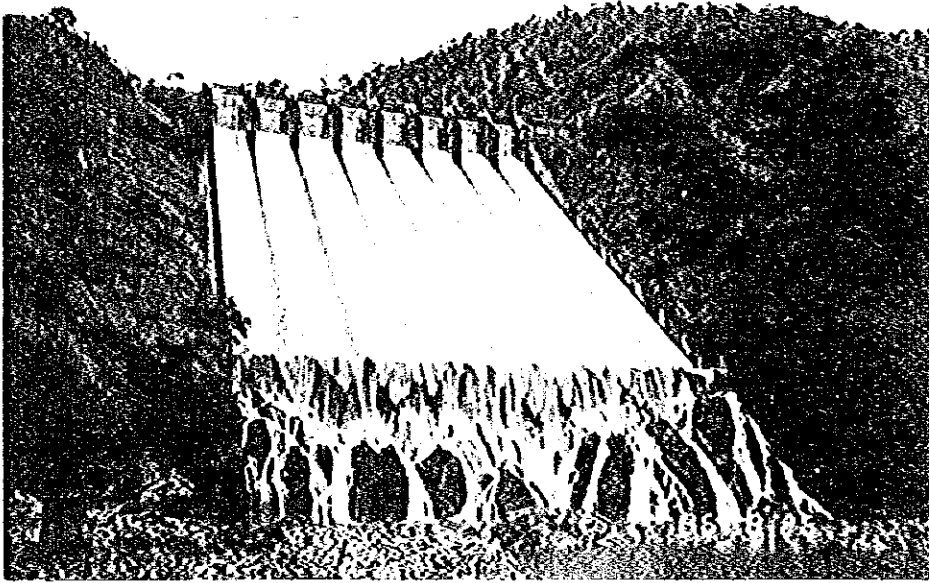


← 堤頂部クラック
(T P 5 付近)

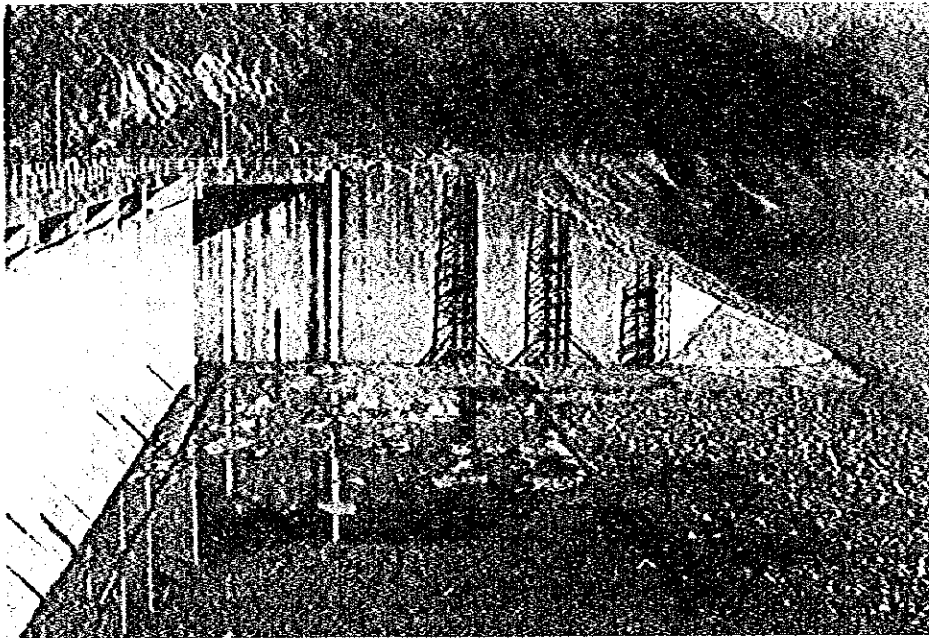
洪水吐左岸取付道路脇
クラック (鏡測立坑)



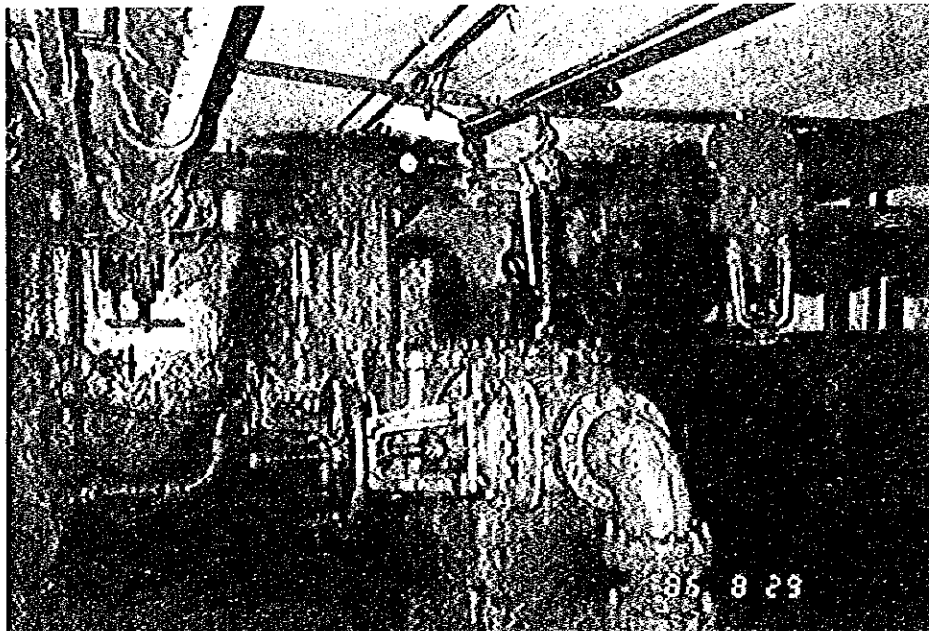
洪水吐シュート部
および左右岸取付部

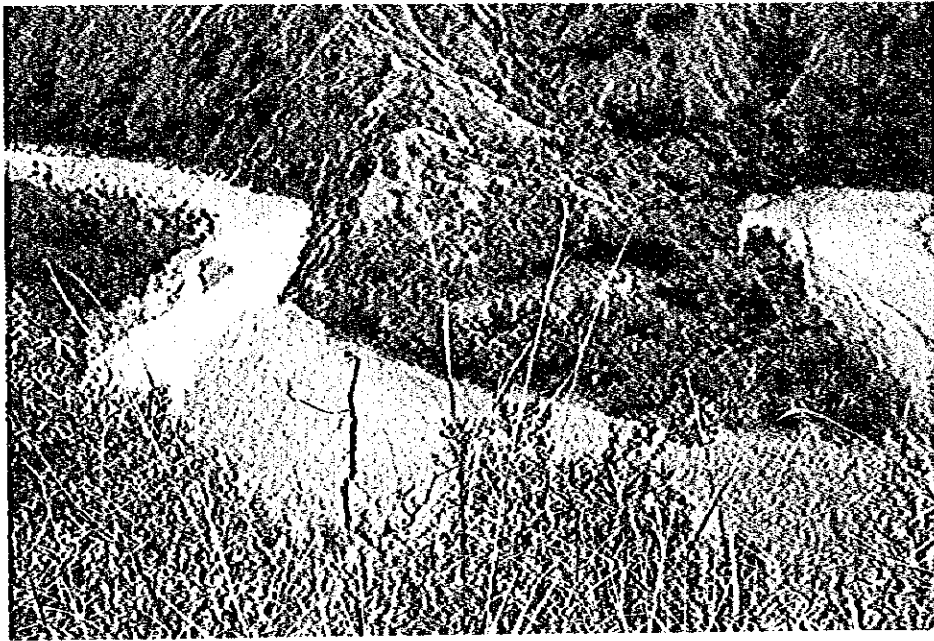


洪水吐右岸上流側
導流壁（施工継目の
補修状況）

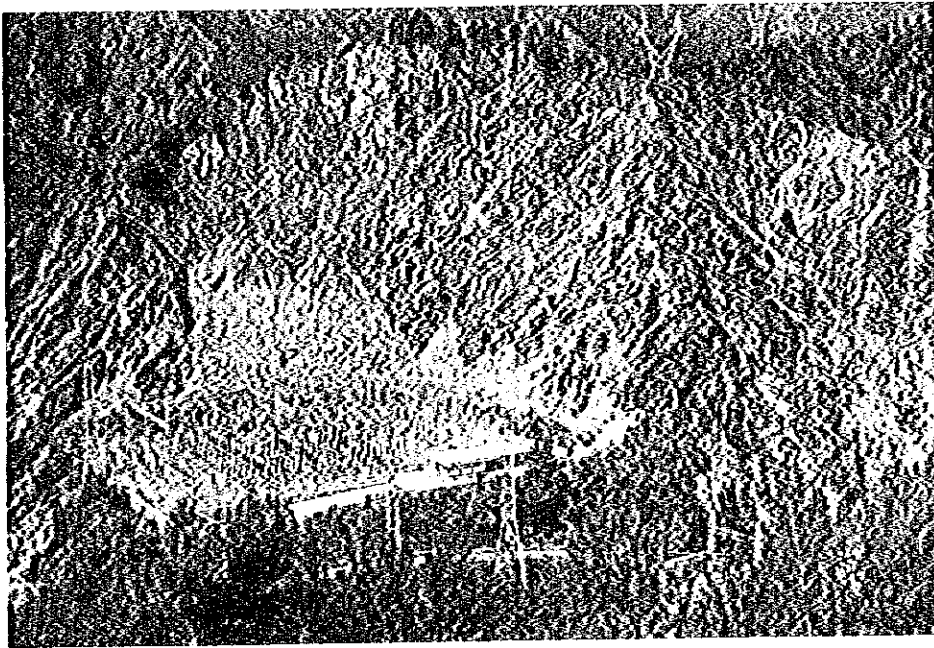


発電機室下部の
漏水状況

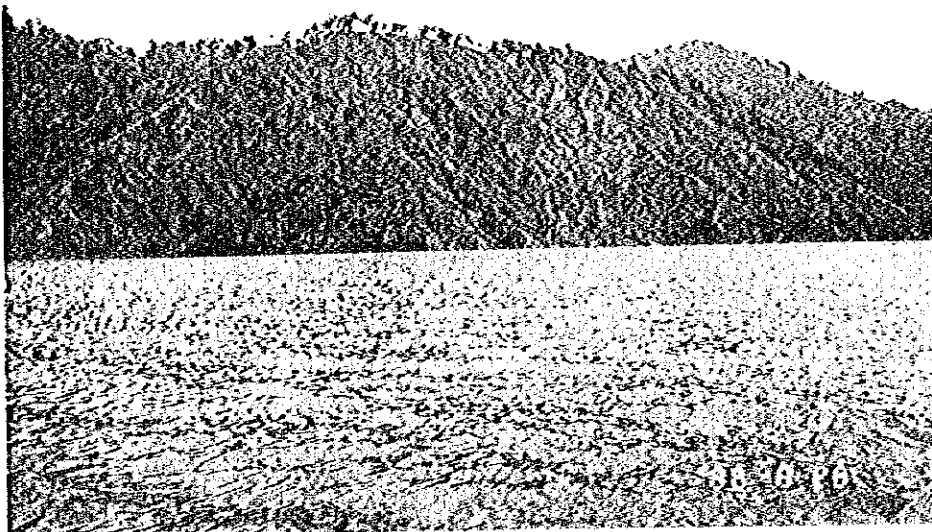




放水路トンネル吐口
(右上の部分)



開閉所全景



貯水池内地山の
地すべり

目 次

位 置 図	I
一 般 平 面 図	II
写 真	III
1. 総 論	1
(1) 調 査 の 目 的	1
(2) 経 緯	1
(3) 調 査 団 の 構 成 と 調 査 日 程	2
(4) 流 域 の 自 然 環 境	2
(5) 対 象 ダ ム の 概 要	4
(6) ア ン プ ク ラ オ 発 電 所 の 運 転 状 況	5
(7) 調 査 結 果 の 概 要	6
2. I/A協 議	9
(1) I/A協 議 の 内 容	9
(2) 合 意 さ れ た I/Aお よ び M/M	10
3. 調 査 結 果 の 各 論	11
(1) 既 往 調 査	11
(2) 地 震 被 害 調 査	14
(3) 補 修 工 事	19
(4) 現 場 視 察 後 の 所 見	20
(5) 追 加 調 査 工 事 そ の 他	26
4. F/S実 施 上 の 留 意 点	27
5. 本 格 調 査 参 考 事 項	29
(1) ル ソ ン グ リ ッ ド の 電 力 需 要	29
(2) ア ン プ ク ラ オ ダ ム の 安 全 管 理 に つ い て	31
(3) 入 手 資 料 リ ス ト	31
6. 質 問 書 と 回 答	39
7. そ の 他 参 考 資 料	47
(1) 現 地 へ の ア ク セ ス	47
(2) 宿 泊 施 設	47
(3) NAPOCOR組 織 図	47
(4) 面 接 者 リ ス ト	50
(5) 会 議 出 席 者 リ ス ト	51

1. 総 論

(1) 調査の目的

フィリピン政府より1985年4月19日公信602号でアンブクラオ、ビンガ、アンガットの3ダム(発電用)の修復計画についての調査要請があった。これらの案件は完成後19年~30年を経過したダムの地すべりなどの対策を含む通常の保守管理業務の整備、対策を主とした内容であった。

しかし、要請直後にルソン島に発生(1985年4月24日)した2回の地震により、アンブクラオダムが堤頂、洪水吐、発電施設その他の付帯施設にかなりの被害を受けたため、その対策としての修復計画が重要かつ緊急性を帯びてきたことから、取り上げるに至ったものである。

当事前調査は本年3月に実施される予定であったが、フィリピン側の政変により中止となり、8月に実施したものである。当調査の目的は業務範囲の策定、要請の背景確認、NAPOCOR^{*}による現地調査工事の範囲および項目等の確認、追加調査工事の必要性の検討、関係資料の収集、関係者との打合せ等であった。

* National Power Corporationの正式の略称

(2) 経 緯

- ① 1976年7月、集中豪雨による貯水位上昇により洪水吐より連続放流中、洪水吐の3つのゲートに異常振動が発生、洪水吐左岸取付部の道路脇にクラックが発生、また洪水吐監査廊の上下流面およびシュート部に不連続のクラックが発生した。この対策のためNAPOCORでは、当ダムを設計した米国のHarza社などに調査を依頼し、修復工事を実施するとともに間隙水圧計、傾斜計などの計器を洪水吐左右岸取付部の地山に設置し観測を続けていた。
- ② NAPOCORは1985年4月3日、在フィリピン日本大使館にアンブクラオ、ビンガ、アンガットの3ダムの安定解析と対策についての調査および保守・管理業務の整備、対策を要請した。
- ③ 1986年4月24日、午前零時15分と同9時7分の2回に渡り大規模な地震がルソン島に発生し、アンブクラオダムが大きな被害を受けた。
- ④ NAPOCORはその緊急性を考慮して独自に次のローカルコンサルタントに調査を依頼した。
Mr. R. R. Ravanzo (元NAPOCOR総裁, 現地調査)
Dr. S. F. Reyes (フィリピン大学教授, 現地調査, ダムの安定解析)
- ⑤ NAPOCORは地震直後より堤頂のクラック調査のためのテストピットの掘削、試料採取、トレンチ掘削、地すべり、崩壊、クラックなどの地質調査、堤体の変位を調べるための測量などを行うとともに応急対策工事を実施した。

⑥ JICA事前調査団は1986年8月23日から9月1日の間にアンブクラオダムの現地踏査を行った。I/AおよびM/Mについては9月2日～9月4日に協議し、ほぼ原案どおりで合意した。I/Aの署名については、新政権となってからNAPOCORの理事会(National Power Board)の承認をうけてからNAPOCORの担当副総裁が署名するよう方式が変わり、9月10日(木)に理事会が開かれることから、日本側でのみ署名を行いフィリピン側で署名が終り次第、日本に送付することとし、事前調査団は帰国した。その後JICAフィリピン事務所を通じ、署名済みのI/Aを入手した。

(I/AおよびM/Mを添付資料-Iに示す)。

(3) 調査団の構成と調査日程

i) 調査団の構成

調査団の構成は次のとおりである。

団長	佐藤 文三	国際協力事業団鉱工業計画調査部資源調査課	課長代理
業務調整	小澤 勝彦	同上	資源調査課
土木	海老原純二	㈱アイ・エヌ・エー新土木研究所海外事業部	理事
土木	山川 精一	同上	技師
地質	森谷 虎彦	同上	嘱託

ii) 調査日程

現地調査は1986年8月21日から9月6日まで17日間行われた。調査日程は表1-1に示すとおりである。

(4) 地域の自然環境

i) 地形

調査地域は北部ルソンの西海岸寄りに、ほぼ南北に延びる中央コルディオレラ山脈の南端近くに位置する。

比較的新しい地質時代に隆起した山地であるので谷は深く、山は急峻であり斜面崩壊を起し易い。

この山脈の最高峰ブログ山はアンブクラオダムのあるアグノ川の流域にあって、その標高は2,900mに達する。

アグノ川はコルディオレラ山脈の中央部ダタ山(2,310m)の南斜面に発し、断層谷に沿って南下して、アンブクラオ、ピンガ両ダム(湖)を経て、パンガツナン州でルソン平野に入り大きな扇状地を作って、リンガエンで同名の湾に流入する。

表1-1 調査日程表

日順	月日	曜日	行程	交通手段	宿泊地	調査内容
1	8/21	木	(ニンザル) 東京→マニラ	航空機	マニラ	移動, JICA事務所・大使館表敬および打合せ
2	22	金	マニラ→アンブクラオ		"	NAPOCOR表敬および資料収集
3	23	土		車	アンブクラオ	移動
4	24	日			"	現地踏査, 資料整理
5	25	月			"	"
6	26	火			"	"
7	27	水			"	"
8	28	木			"	" (直営)
9	29	金	(直営)	(直営)	"(直営)	" 移動
10	30	土	東京→マニラ→バギオ	航空機, 車	"	" 移動, 現地踏査
11	31	日	アンブクラオ→バギオ→アンブクラオ	車	バギオ	
12	9/1	月	バギオ→マニラ	"	マニラ	移動
13	2	火			"	NAPOCORにて資料収集
14	3	水			"	NAPOCORにてI/A協議, ミニッツ案作成
15	4	木			"	I/A, ミニッツ署名
16	5	金			"	資料収集, JICA事務所・大使館報告
17	6	土	マニラ→東京	航空機		移動

ii) 地 質

中央コルディレラ山脈は南北方向の軸を持った、主に第三紀層からなる摺曲山脈である。この軸に沿って断層群が南方太平洋岸ラモン湾からコルディレラ山脈を貫いて北のパプヤン湾まで続いている。

コルディレラ山脈の第三紀層は水成凝灰岩、頁岩、石灰岩、レキ岩を主とする堆積岩である。

山脈の中心部には白亜紀～古第三紀に水中に噴出堆積したと考えられるスピライト（玄武岩質または輝緑岩質火成岩）、玄武岩、安山岩起源の変成岩と新第三紀に貫入したと考えられている石英閃緑岩、花崗閃緑岩、閃緑岩、安山岩等が分布する。

(5) 対象ダムの概要

アンブクラオダムは、マニラの北北西約 170 km のリングエン湾に流入するアグノ川の上流域に 1950 年より着工され 1956 年に完成した発電を目的としたロックフィルダムで、建設当初はこの型式のダムでは世界最大の規模であった。

設計は米国の Harza 社が行い、土木工事は同じく米国の Atkinson 社が実施し、総工費は約 124 × 106 万ペソである。ダム、貯水池、発電所などの諸元は次のとおりである。

1. ダム		4. 取水塔	
ダム高	129m	絞構造(内径)	7m
堤頂数	452m	天端	EL 695.65m
堤敷数	444m	開口部	8ヶ所
堤高	EL 758m	寸法	2m × 8m
型式	中央遮水壁ロックフィル	5. 発電所	
堤体積	6 × 10 ⁶ m ³	型式	地下式
2. 貯水池		出力	75,000 KW (25,000 KW × 3台)
総貯水容量	327 × 10 ⁶ m ³	水車中心標高	EL 572.65m
有効貯水容量	258 × 10 ⁶ m ³	バルブ "	EL 608.10m
常時満水位	EL 752m	放水位	EL 571.64m
最低水位	EL 694m	6. 導水路トンネル	
余裕高	6m	内径	7.0m
流域面積	686 km ²	延長	558m
湛水池延長	1.1km	7. 放水路トンネル	
湛水池幅	1km	内径	5.2m
湛水面積(常時満水位時)	7.5 km ²	延長	2200m
3. 洪水吐			
ゲート門数	8門		
" 寸法	125m × 125m		
" 天端	EL 752m		
" 型式	テンターゲート		
洪水吐延長	127m		

(6) アンブクラオ発電所の運転状況

1985年におけるアンブクラオ発電所の発電運転稼働実績は表1-2に示すとおりであり、また、1957年から1985年までの稼働実績を表1-3に示す。

表1-2 各月の発生電力量(1985年)

月	発生電力量(KWH)	摘 要	
		消費水量(10 ⁶ m ³)	放水量(10 ⁶ m ³)
1	26,902	3.22	0
2	22,118	1.62	0
3	7,254	1.20	0
4	8,978	2.34	0
5	21,654	1.67	0
6	17,348	3.07	46.05
7	51,790	4.59	0
8	55,234	4.44	9.31
9	55,980	4.47	0
10	49,997	4.6	2.21
11	44,658	1.52	0
12	20,268	0.57	0
合計	382,181	33.31	57.57

出典：アンブクラオ発電所発電運転稼働日報

表1-3 年間発生電力量

単位：GWH

年	年間発生電力量	年	年間発生電力量	年	年間発生電力量
1957	251.1	1967	498.9	1977	226.6
58	336.7	68	334.1	78	354.6
59	260.9	69	380.4	79	314.1
1960	314.5	1970	392.4	80	349.3
61	349.4	71	444.4	81	406.6
62	324.8	72	454.0	82	310.7
63	403.8	73	108.0	83	196.8
64	399.7	74	426.8	84	323.3
65	401.1	75	384.6	85	382.2
66	425.6	76	416.2	86	—

またアンブクラオダムの経歴は次のとおりである。

1950年6年(昭和25年)	アンブクラオダム建設開始
1956年12年(昭和31年)	アンブクラオ発電所運転開始
1976年7年(昭和51年)	洪水吐より連続して放流中、ゲートに異常振動、洪水吐監査廊およびシュート部に不連続クラック、さらに左岸取付道路脇にクラック発生。当ダムを設計した米国Harza社などに調査依頼、コンサルタント委員会を設置。
1976年11月(昭和51年)	Harza社より洪水吐左岸アバット部の調査および修復工事のための観測器機械設置計画書提出。
1978年12月(昭和53年)	洪水吐左岸アバット部の調査および修復工事の最終報告書提出。
1985年4月(昭和60年)	正式要請文書受理(19日)
"	地震により被災(24日)
1986年8月(昭和61年)	JICA事前調査団現地調査

(7) 調査結果の概要

1985年4月24日に発生した地震の震源地は、第1回がアンブクラオの南南東126kmの地点で深度183km、マグニチュード6.3、第2回が東26kmの地点で深度33km、マグニチュード5.9となっており、第2回目の地震でダムが被害を受けたものと考えられる。

本調査結果の概要は次のとおりである。

① ダム

堤頂全長に渡り、約25ヶ所亀裂またはクラックが入り、ダム軸と平行したクラックは20～60mの長さであった。クラックの深さは堤頂中央部で8.5m、コアーに約5.2m入っていたが他の地点では若干コアーに貫入している程度である。

堤体の変形については、堤頂中央部付近で約40cmの沈下と約9cmの変位が報告されている。また、洪水吐右岸上流側導流壁脇の盛土上の階段が約20cm沈下していた。

ダムの上下流面ではロック材の転落があり、堤提のパラベット、リップラップおよび下流側石積(車止め)においてもクラックや部分的な崩壊が生じた。

② 洪水吐

1) 洪水吐右岸上流側導流面およびエプロン

導流壁の施工断目の開き、洪水吐側への変位などが発生した箇所の基礎は堤体の盛土材の上にあるため、大きな地震があれば再び影響を受けるであろう。また上流側エプロンの

スラブの約半分は導流壁と同様に盛土上に基礎を置いている。

II) 右岸下流壁導流壁脇の漏水

導流壁脇と取付部との間の多量の漏水の原因を確認する必要がある。

③ ダム、洪水吐取付部

I) ダムサイト右岸

岩質は安山岩を主とした変成岩で山腹斜面の風化崩壊は進んでいるが、深部にまでは及んでいない。当面安定した基盤と考えられる。

II) ダム堤体と余水吐中間の地山

堤頂に近い部分は変成岩、尾根末端部分は閃緑岩で、両岩は断層で接している。閃緑岩部分の風化はかなり進んでいる。両岩接触部に小断層群があり崩壊の恐れもある。精密地質調査の必要がある。

III) 洪水吐左岸

1965年4月の地震では直接の被害はなかったものの、岩質は閃緑岩と変成岩の接触部で風化はかなり深部にまで及んでいるので斜面の安定についての調査検討が必要。

④ 地下発電所周辺の地下水

発電機室、バルブ室外周に多量の地下水が集中しているが、この源泉が導水路の漏水なのかダムドレーンの水なのか不明である。経路の追跡と排水系の確立についての調査研究が必要である。

⑤ 観測井の位置

ダム堤体端末部に設けられたダムドレーン排水観測用井の位置が不適當である疑いがあるので、その調査と結果によっては移設についての考察が必要である。

⑥ 湛水域の地山崩壊

地山表面の斜面崩壊であって、大規模な地すべり発生の可能性は少ない。全地域にわたっての崩壊防止は事実上不可能に近い。

⑦ 諸施設周辺の山地崩壊

至る所に斜面崩壊が認められるが、何れも表面浅層の岩すべりであり大規模な地すべりで発展する可能性は少ないものと考えられる。

⑧ 計測頻度

竣工後30年を経過したダムにしては計測頻度が多すぎるものがあるため、適切な間隔にする必要がある。

2. I/A協議 (Implementing Arrangement)

(1) I/A協議の内容

NAPOCORが実施していた地震後の調査工事関係の資料、ダム関係設計施工図資料および1976年洪水吐左岸アバットの地すべり調査工事関係の資料などを収集検討の上、追加調査工事の内容を関係者と打合せた。さらに、前述の「1・(7)調査結果の概要」にもとづきI/A協議を行った。主要な項目は次のとおりである。

① SCOPE OF THE STUDY

I) 堆砂

貯水池の堆砂は今年度の測量によると約 $105 \times 10^6 m^3$ と非常に多いこと、取水塔周辺ではその敷高付近までシルトが堆積していることなどから、発電施設に影響を及ぼすことが考えられ、またNAPOCOR側の強い要望もあり、放水路トンネルおよびその吐口の堆砂も含めた堆砂の対策を業務範囲につけ加えるものとした。

II) 経済評価

当プロジェクトは地震によるダムの修復計画であることから、経済評価の必要性は高くないし、また非常にやりにくいため、当初は業務範囲から除いていた。しかし、NAPOCOR側ではどのようなプロジェクトでも何らかの経済評価は必要であり、是非やってもらいたいという要望があり、当項目も業務範囲に加えることとした。

② STUDY SCHEDULE

本格調査の工期が17ヶ月となっていて長いので短縮できないかという意見がNAPOCOR側よりあったが、調査団は提案の17ヶ月の工期は本格調査団立合いの上の追加調査工事およびそれに続く最低1年間のモニタリング期間を見込んだものであることを説明、合意した。

③ NATIONAL POWER CORPORATIONの略称

通常はNPCと略されているが、同様の略称を使用している機関があるため、正式の略称NAPOCORをI/Aに使用することとした。

④ M/M (Minutes of meeting)

I) 機材供与

追加調査工事およびモニタリングに必要な機材の供与がNAPOCORより要請された。これらの機材はダムの安全管理、観測体制の不備をより合理的に実施するため必要ではあるが、最終結論は日本に持ち帰るものとした。

NAPOCORでは、地震計、傾斜計のケーシングをさらに希望していたが、地震計は現時点ではダムの安定解析上、直接必要なものでなく、また傾斜計のケーシングはNAPOCOR側で準備することになり、計上しないことで合意した。

ii) 追加調査工事およびモニタリングの労務費

I/Aのフィリピン側の便宜供与の項目VI, 300に関し、NAPOCORではモニタリングに関する労務費を、JICAは追加調査工事に係る労務費を支弁することで合意した。

iii) カウンターパートの研修

NAPOCORはカウンターパートの日本での研修を強く要請していた。本年度のカウンターパート1名についてはJICAよりNAPOCORに既に招請状がきているので問題はないと考えられるが、来年度のカウンターパート2名についての結論は日本に持ち帰ることとした。

(2) 合意されたI/AおよびM/M

合意されたI/Aおよび同時に作成されたM/Mを添付資料-Iに示す。

3. 調査結果の各論

(1) 既往調査（洪水吐および左岸アバット部）

1976年5月から6月にかけて、ルソン島北部に来襲した2つの台風“Didang”と“Huaning”によってもたらされた集中豪雨により、貯水池水位が上昇し満水位を越えたため、洪水吐より連続して放流中であった。ところが同年7月1日の観察によると、放流中の3つのゲート（No. 4, 5, 8）より異常振動が発生し、これが洪水吐本体に伝達され、さらに洪水吐左岸側アバットの地すべり、取付道路脇の地表に2本のクラックが発見された。また洪水吐クレストの監査廊およびシュート部においても不連続のクラックが発生している。

これらの被害に対する調査のため、NAPOCORでは前述のように当ダムを設計した米国のHarza社技師、元NAPOCOR総裁Mr. R. R. Ravanza およびフィピン大学教授Dr. S. F. Reyesを中心としたコンサルタント委員会を組織した。

被災時の雨量、貯水池水位は次のとおりである。

① 集中豪雨の雨量

1976年5月および6月の各月における雨量

5月 787.4 mm

6月 979.2 mm

（但し、6月26日の日雨量は585.8 mmで1957年以来、最大の値である）

② 貯水池水位

集中豪雨による貯水池水位は次のとおりである。

5月24日 EL 711.10 m

28日 752.17 m

5月28日～7月1日 最小 751.37 m （6月25日）

最大 752.23 m （5月31日）

また、調査および観測施設の概要、応急対策工事は次のとおりである。

③ 洪水吐左岸取付部の地すべり（図3-1参照）

洪水吐左岸取付部の調査の概要は次のとおりである。

I) 試掘横坑 3本（何れも道路面より下段）

No. 1 EL 732 m L = 44.4 m

No. 2 EL 744 m L = 55.6 m

No. 3 EL 736 m L = 56.0 m

II) 傾斜計 3孔

DDH-A 108 m (上段)

DDH-B 66m (下段)

" -C 34m (下段)

(但し、右岸側にもう1孔DDH-Dが1978年7月に追加された)

III) 水抜きボーリング孔

洪水吐左岸アバット部の水抜きボーリング孔は取付道路より上段に6本、下段に18本設けた。各孔の長さは次のとおりである。

No.	孔長	No.	孔長 (m)
DDH1	25.0m	DDH13	60.0m
2	30.0"	14	60.0"
3	42.0"	15	60.0"
4	53.0"	16	60.0"
5	30.0"	17	50.0"
6	35.0"	18	128.0"
7	51.0"	19	116.6"
8	60.0"	20	123.0"
9	49.0"	21	100.0"
10	45.0"	22	90.0"
11	63.0"	23	100.0"
12	50.0"	24	120.0"

注) DDH13~17は上段、後に5孔追加された。

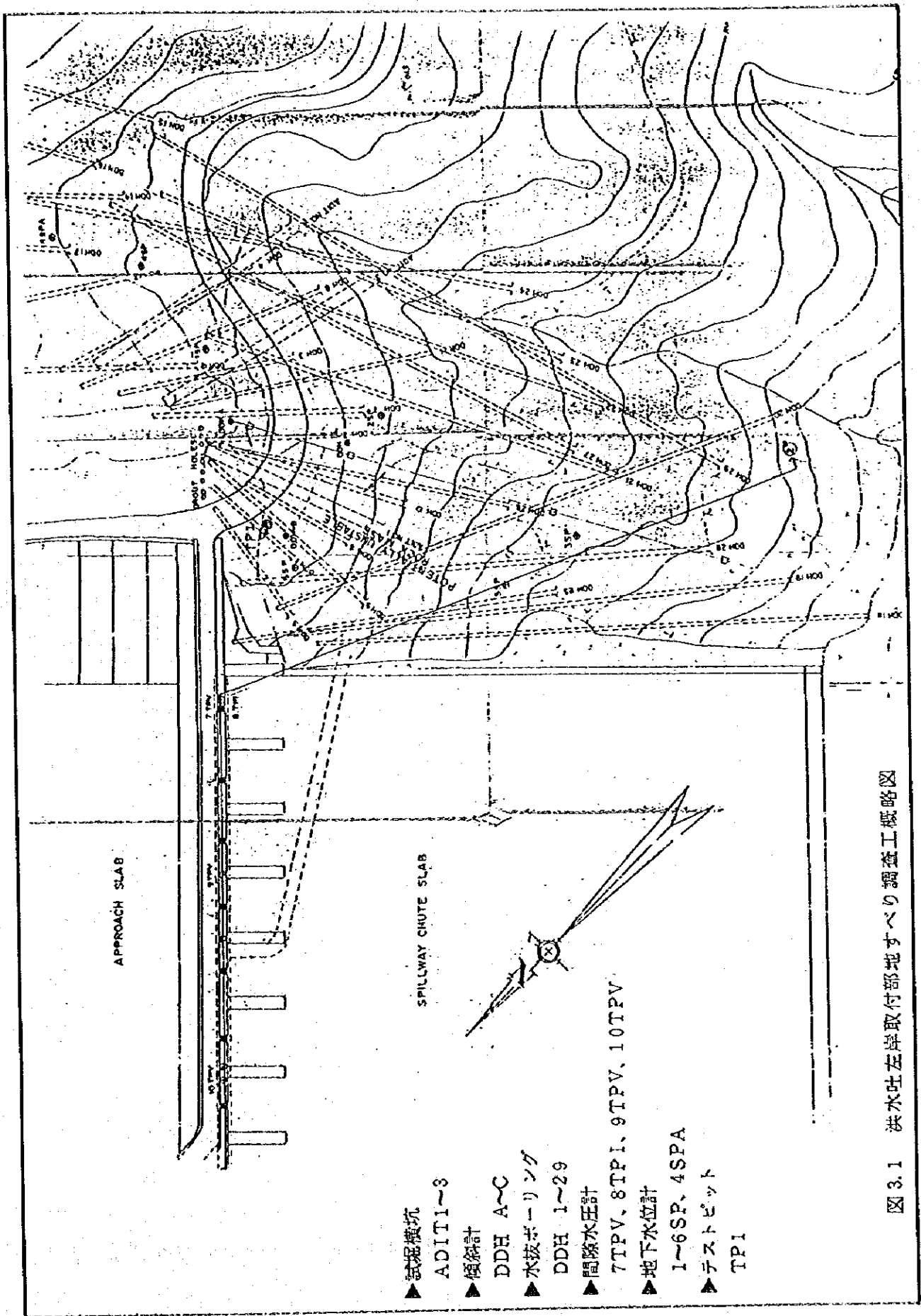
IV) 間隙水圧計

間隙水圧計は洪水吐のドレーントンネル(標高EL710m)内でボーリングを行い、垂直孔-3孔、水平孔-1孔、計4孔に設置した。また地山内部の地下水位を測定するため、7地点で垂直ボーリングを行った。

V) テストピット

取付道路脇のクラック発生箇所にテストピットを掘り、クラックの両脇でガラス板を固定し観測している。

応急対策工事としては、地すべり箇所における石積擁壁、法砕工、コンクリート吹付工が実施された。



- ▲ 試掘横坑
ADIT1~3
- ▲ 傾斜計
DDH A~C
- ▲ 水抜ボーリング
DDH 1~29
- ▲ 間隙水圧計
7TPV, 8TPI, 9TPV, 10TPV
- ▲ 地下水位計
1~6SP, 4SPA
- ▲ テストピット
TPI

図 3.1 洪水吐左岸取付部地すべり調査工概略図

④ 洪水吐におけるクラック、洗掘部

洪水吐は、上流側導流部エプロンのスラブ、監査廊、クレスト、シュート部にクラックが入ったが、アスファルト、エポキシ樹脂、Reaiweld 625などで補修を行った。また、シュート部の左岸側およびその側壁下部、リップバケット部の一部が洗掘されたが、コンクリートなどで修復された。

⑤ 洪水吐右岸上流側導流壁施工継目

流水により、継目の吸出し防止材が摩滅したため、新しい伸縮材にて補修された。

⑥ 洪水吐ゲート

異常振動については、テンターゲートのアーム部分にセンサーを取付け満水時に振動測定を実施した。また、No.8ゲートはシール材が変形していたため、新しいものと交換した。

(2) 地震被害調査

1986年4月24日、午前零時15分と同9時7分の2回に渡り大規模な地震がルソン島を揺がした。これらの地震はNAPOCORのLower Agno地震観測所およびPNPP(Philippines Nuclear Power Plant)微小地震観測網によって観測記録されている。これらの地震の震源地は、第1回がアンブクラオの南南東126kmの地点で深度183km、マグニチュード6.3、第2回が東26kmの地点で深度33km、マグニチュード5.9となっており、第2回目の地震でダムが被害を受けたものと考えられる。これらの震源地の位置を図3-2に示す。

NAPOCORは、その緊急性を考慮して独自にローカルコンソリダントに調査を依頼し、各種の調査工事、測量などを実施した。地震による被害状況は次のとおりである。

① ダム

i) 堤頂における亀裂またはクラック

堤頂全長に渡り約26ヶ所、亀裂またはクラック(幅15cm前後)が入り、ダム軸と平行したクラックの幾つかは20~60mの長さであった。また、ダム軸と直交するクラックは右岸側および左岸側のアバット部で発生した。テストピットによる調査では、クラックは殆ど垂直で一番深いものはコアーの中に約5.2m入っていた(TP-B)。

バラベット、リップラップおよび下流側石積(車止め)においてもクラックや部分的な崩壊が生じた。

ii) 上下流面

ダム上下流面ではロック材の転落が数ヶ所あった。

iii) 堤体の沈下、変位

堤頂の中央部付近が沈下した。また洪水吐右岸上流側導流壁と堤体の接合部には、堤体の沈下、落込みが明確に示されている。これは導流壁に隣接した堤体上流面上にあるコン

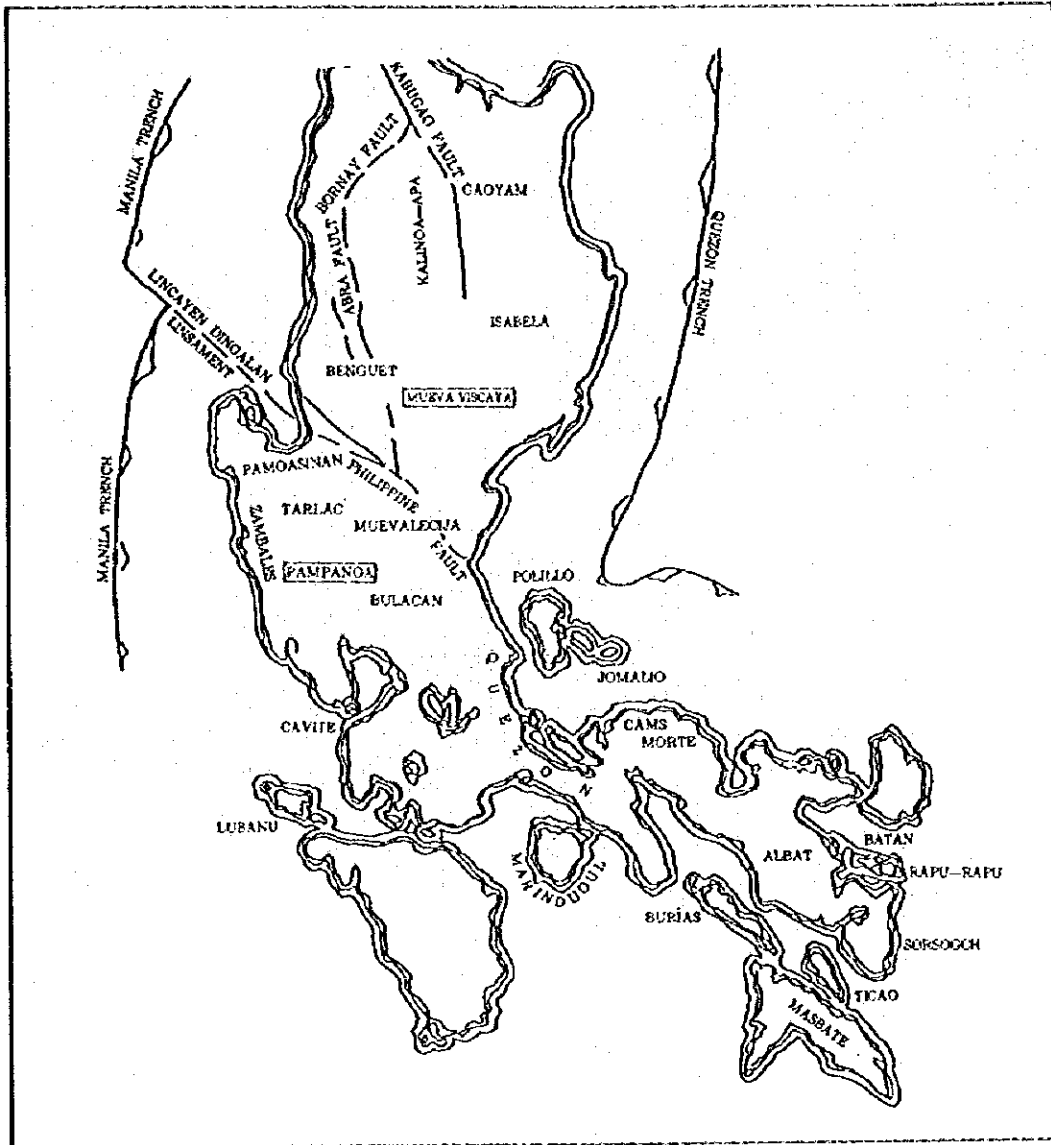


図 3-2 震源位置図

クリートの階段が20cm程度沈下していることから明らかである。

② 洪水吐右岸上流側導流壁

当導流壁は、堤体との接合部にあり盛土材の擁壁の役割も果たしている。被災状況は図 3-3 に示すとおりであるが、施工継目の開き、洪水吐側への変位などが主な被害である。

③ 洪水吐

洪水吐横断橋の施工継目が動いたため路面にクラックが入ったが構造的な被害ではない。また、監査廊およびシュート部においても精密検査を行ったがクラックは発見されなかった。

④ 発電所取付トンネル坑口

地震後、坑口付近において天端からの水滴が増加した。

⑤ 開閉所

開閉所と裏山（採石場跡）との間の落石防止壁（石積擁壁およびフェンス）を乗り越えて落石が開閉所に入り、ケーブルダクト、機器の一部に損傷を与えた。

⑥ 送電鉄塔

アンブクラオ～ビンガ線の第3鉄塔の脚柱のうち1本が落石により破断された。

⑦ ゲストハウス

ゲストハウスの石積擁壁の一部が崩壊した。

⑧ 気泡の発生

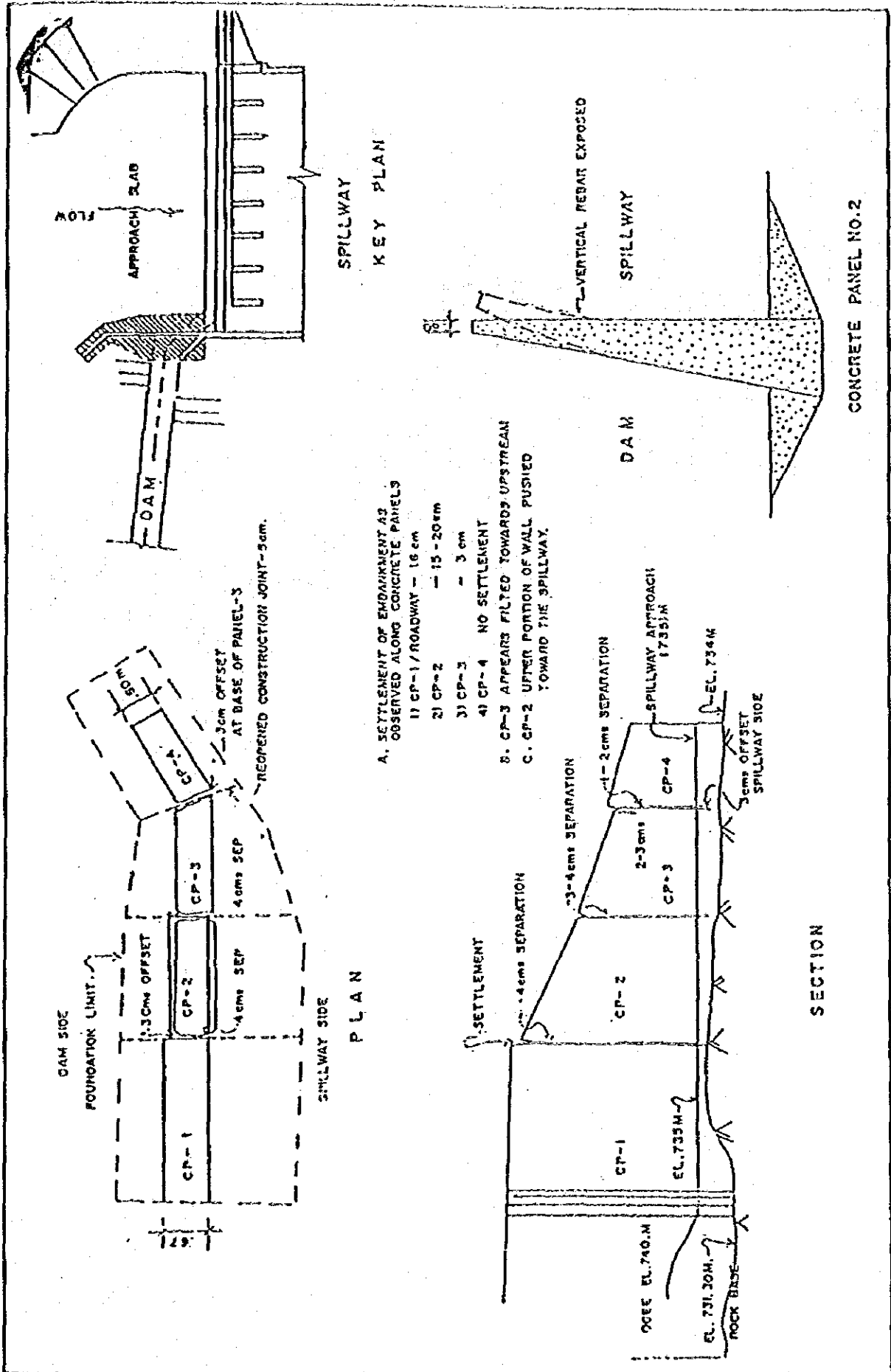
地震直後、貯水池の取水塔付近およびダム直上流より気泡が発生し、約1週間程度続いていたようである。

また、NAPOCORの実施した調査、測量は次のとおりである。

① テストピット

堤頂に入ったクラックがコアーにどのような影響を与えたかを調査するため、合計17のテストピットを掘削した。その概要をまとめると次のとおりである。

PitNo	深さ(m)	摘 要
TP-1	1.5	
1A	4.0	不攪乱試料採取
2	1.7	コアー内にクラックが若干貫入
3	4.0	
4	1.05	
4A	4.0	不攪乱試料採取
5	3.4	
6	3.05	
7	—	中止
8	8.5	コアー内にクラックが約5.2 m貫入
8A	4.6	TP-8 クラックの追跡のための追加調査、試料採取
8B	4.5	” ”
9	3.4	
9A	4.2	TP-8 クラックの追跡のための追加調査、試料採取
10	1.8	
11	1.8	
12	5.65	コアー内にクラックが若干貫入



PLAN-3

图 3.3 洪水吐右岸上流側導流壁被淤狀況

② 変形測量

地震による堤体の変形を調べるため、堤頂において測量を実施した。この結果は次のとおりである。

ⅰ) 沈下

測 点	沈下量	摘 要
BA-1	0.1 m	
BA-2	0.4 m	堤頂中央部付近

ⅱ) 変位

右 岸 側				左 岸 側	
測 点	変位 (mm)	測 点	変位 (mm)	測 点	変位 (mm)
M1A	7	M9A	70	M24A	9
2A	4	10A	77	25A	21
3A	17	11A	77	26A	30
4A	30	12A	73	27A	0
5A	35	13A	85	28A	0
6A	30	14A	90		
7A	29	19A	19		
8A	56	20A	15		

③ 地表踏査

ダム周辺の地すべり、崩壊、クラックなどの状況を調べるための地表踏査を実施し、これらの位置を示す図面を作成した。

④ 計測

事前調査団が現地調査時に収集した計測に関する情報は次のとおりである。

ⅰ) 漏水

洪水吐左岸取付部の地山の水抜きボーリング孔からの漏水を週3回測定。測定箇所はDDH4、7、8、10、18、19の6孔である。

ⅱ) 変形(参考資料2-22、2-23参照)

地震以降の変形測量は定期的には実施されていないため、ここでは参考までにその測定日を示すものとする。

・ 1985年4月30日	10月14日
5月15日	23日
19日	27日
6月27日	11月7日
7月1日	14日
月6日	21日
9月27日	27日

また、既往の測点は疑わしいとのことで1986年1月9日に新しい測点が堤頂に設置され、それ以降の計測は1回のみである。

iii) 間隙水圧およびコア内水位

洪水吐および左岸地山の間隙水圧は週3回測定。また、地震後、堤頂よりコア内に埋設した2地点の水位については週2回測定している(参考資料3-19参照)。

iv) 地震

洪水吐左岸取付部の地山にセンサーを埋設し、地震計(MEQ-800 Springmeter)により微小地震の観測を1985年5月より開始した。昨年の記録はEarthquake Bulletinにまとめられている。

但し、現在は地震計がこわれているため計測していない。

v) 堆砂(参考資料1-10~1-24、3-20参照)

堆砂の測定はダム竣工後、1967年、1980年、1986年の計3回実施されている。

(3) 補修工事

以上の調査に基づき、補修工事を実施した。その内容は次のとおりである。

① ダム

堤頂のクラックについては、クラックに沿いにトレンチをその影響範囲まで掘削し、コア材およびランダム材で埋戻した。コア材は一層10~15cmとし、人力により突固めたが、ランダム材については雨期に入る前に埋戻しを完了すべくグレーダーを使用した。テストピットの埋戻しについてもローカルコンサルタントの指示により類似の方法で実施した。

② 洪水吐右岸上流側導流壁

導流壁の施工継目、3箇所ゴム製の吸出し防止材を固定し、継目の開口部はアスファルトを注入してシールした。

③ その他

発電所取付トンネル坑口付近の天盤からの漏水集水装置の設置、開閉所裏の落石防止壁の改良、送電鉄塔脚柱の補修、ゲストハウス石積擁壁および洪水吐右岸ドレーントンネル天盤

崩落箇所の補修工事を実施した。

(5) 現場視察後の所見

NAPOCOR本社にて収集したアンブクラオダム関係の設計、施工関係図面と、現在までに実施したNAPOCORの現地調査工事およびモニタリングの資料、さらに事前調査団の現地調査により入手した諸資料を検討した結果は次のとおりである。

① ダム

i) 堤頂のクラック

地震後、実施したクラック調査はかなり詳細に行っており、テストピットの壁面展開図など資料としては十分であると考えられる（参考資料2-16～2-21参照）。

ii) 変形

堤体の沈下を測定するため、ダム上流面2測線、下流面3測線が計画されていたようであるが、実施したかどうか確認したが不明（参考資料2-3参照）。

iii) 間隙水圧

基礎岩盤およびコア内の間隙水圧を計測するための観測井が2箇所計画されていたが、実施されていない（参考資料2-9参照）。

② 洪水吐

i) 右岸上流側導流壁

施工経目が開いたり、導流壁が洪水吐側へ傾いた箇所は全てその基礎が堤体の盛土材の上につき、着岩していない。こゝは地形上、やむを得ずベタ基礎として荷重の分散をはかり、盛土材の上に載せたものと考えられるが、大きな地震があれば再度影響を受けることは明らかである（参考資料2-10参照）。

ii) 上流側エプロン

上流側エプロンのスラブの約半分は導流壁の一部と同様、盛土材の上に位置している（参考資料2-6および2-13参照）。地震による被害は報告されていないようであるが、原位置にあるかどうか測量をする必要がある。

iii) 左岸取付部（参考資料1-3～1-8参照）

1976年以来、左岸取付部においては漏水、クラック、地山の変位、間隙水圧などの計測を実施しているが、これらに対する解析については何も行なわれていない。このため本格調査時には総合的な見地から解析を行う必要がある。

③ 堆砂（参考資料1-10～1-24および3-20参照）

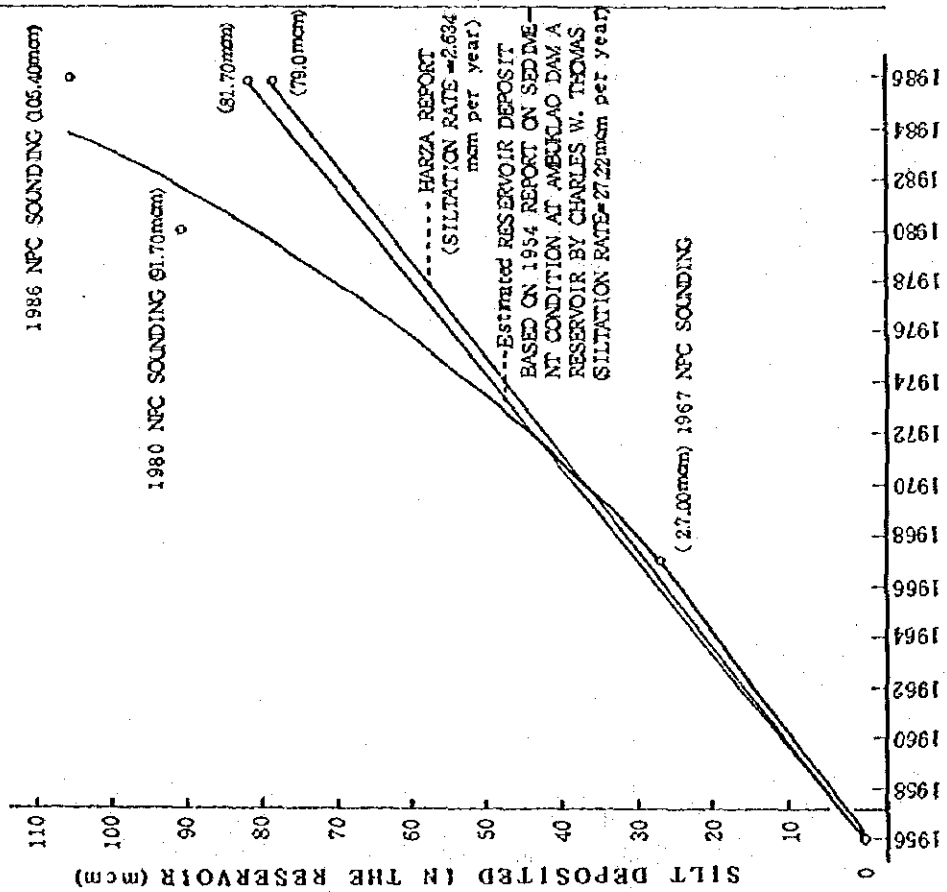
貯水池の堆砂は前にも述べたようにダム竣工以来、3回測定されており、各々の測定結果は表3-1および図3-4に示すようにまとめられている。

本年、実施した調査によると取水塔付近の堆砂が非常に多く、取水局の敷高付近（標高 686 m）までシルトが堆砂していることから、取水した水にシルトが混入することも十分考えられ、タービンその他水路系の摩耗の恐れがあるため、早急に対策を検討すべきである。

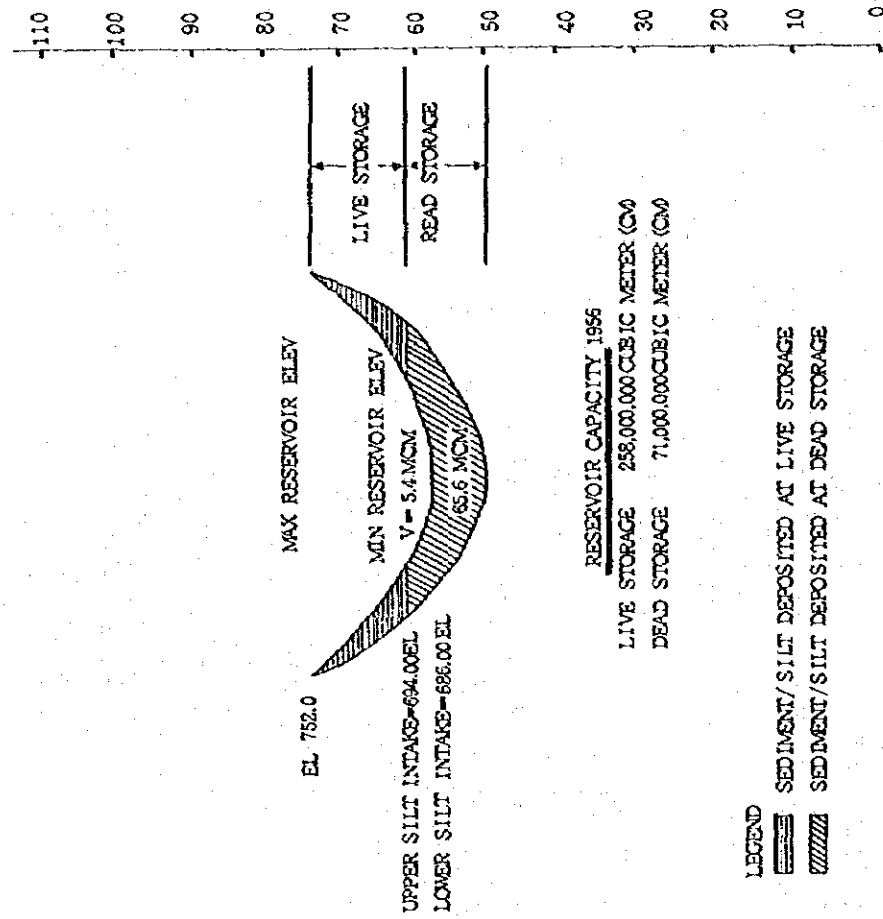
表 3 - 1 堆砂量測定結果

Total Volume	Storage Capacity (M ³)	Volume of Sediments (M ³)
1956 (Original) Survey	329,000,000 m ³	
1967 Survey	302,000,000 m ³	27,000,000 m ³
1980 Survey	237,300,000 m ³	65,700,000 m ³
1986 Survey	223,600,000 m ³	13,700,000 m ³
Total Volume of Silt	-----	105,400,000 m ³
Average Silt/Year	-----	3.513 HCM/year
1. Reservoir Capacity	-----	329,000,000 m ³
Live Storage	-----	258,000,000 m ³
Dead Storage	-----	71,000,000 m ³
2. Volume of Silt (1986 Survey)	-----	105,400,000 m ³
Volume of Silt at Live Storage	-----	39,800,000 m ³
Volume of Silt at Dead Storage	-----	65,600,000 m ³
3. Usable Live Storage (1986 Survey)	-----	218,200,000 m ³
4. Usable Dead Storage (1986 Survey)	-----	5,400,000 m ³

SEDIMENT DEPOSITED AT AMBUKLAO RESERVOIR



PERSPECTIVE OF AMBUKLAO RESERVOIR



YEAR

图 3.4 堆砂量测定结果

現地踏査の結果をまとめ次に示す。

① ダム

I) 堤頂のクラック

クラックについては既に補修済のためか全く痕跡は残っていなかった。但し、右岸上流側のリップラップ部に若干の段差があり、説明されて識別できる箇所があった。また、パレット、下流側の車止め石積の一部は崩壊したままであった。

II) 上下流面

上流面については、台風のため貯水池が満水状態であったので観察できなかったが、下流面は中央部付近がやや脹らんでいるようであった。

② 洪水吐

I) 右岸上流側導流壁

貯水池が満水状態であったため、施工継目の補修箇所は1箇所の上端のみが観察できたのみである。補修状況は良好といえる。また導流壁脇の堤体上に設けたコンクリートの階段の沈下についても確認できた。

II) 右岸下流側壁導流壁脇の漏水

右岸下流側導流壁と取付部との間に多量の漏水が認められた。これは洪水吐上流側エプロン、監査廊などからのドレーンによるものとも考えられるが、今後の調査で確認する必要がある。

III) 越流状況

テンターゲートが8門据付けられているが、満水位 752 m 以上となってもゲート上を自然越流させており、この状態が一定時間続くと警報を鳴らし中央部のゲートを上げて放流していた。

IV) ピアー

横断橋から観察した範囲ではピアーはゲート支承部付近におけるクラックもなく、良好な状態に保たれていた。

V) シュート部

シュート部はピアーの直下に一部分、車が生えていたのみで良好な状況であった。

VI) 監査部

洪水吐クレストにある監査廊は、地震によるクラックもなく漏水も僅かで、施工継目に若干遊離石炭がみられる程度で非常に良好な状態であった。

VII) ドレーントンネル

洪水吐基礎岩盤内の標高 710 m の位置に設けられたドレーントンネルでは坑口付近には漏水があったが、洪水吐直下部分は支保土およびモルタル吹付工が施されていて漏水もク

ラックも殆どなく良好な状態と判断された。

VIII 左岸取付部

左岸取付道路脇のテストピットで監視しているガラス板は、地震により何ら影響を受けなかったとのことである。

IX) その他

横断橋の下流側橋桁の伸縮継目のコンクリート表面が一部剥離し、鉄筋が露出していた。また、左岸側重力部の施工継目からは漏水の滲出が認められた。

③ ダム左岸ドレーントンネル(参考資料2-24参照)

ダムと洪水吐の間の地山にある標高645mのドレーントンネルは延長402mで洪水吐右岸まで続いているが、無捲きのため地震による天盤崩壊箇所が一部あり、この上部の地表面では陥没が生じていた。このため、木製支保工により補修はしているが、繰返し工法はとられておらず、このまま放置すると更に崩壊が進行するものと考えられ、何らかの対策が必要となろう。また、断層帯から多少の湧水があり、傾斜に沿って坑口に向っているが、途中の断層または節理から再び地山に浸透している。

④ ダム地域の地質

ダムサイトおよび湛水域は殆んど火成岩で構成されている。これらの火成岩は変成岩と閃緑岩に区分されている(NAPOCOR資料)。変成岩とされているものの中にはスピライト、玄武岩、安山岩その他の火成岩が含まれ、白亜紀～古第三紀に水中に噴出堆積したとされている(フィリピン地質図1:1,000,000、1962年)が現場観察で岩石種を同定する事は容易ではない。

地山露頭では極めて堅硬な黒色チ密質な安山岩様岩石、石英脈等が認められる。ダムサイトに分布する閃緑岩は一見花崗閃緑岩と見える岩石が大部分を占め、極めて硬い岩である。変成岩、閃緑岩共に可なり節理の発達した岩石であるが断層帯を除いて節理の間隙は密着している。

ダム右岸地山は変成岩で、表面は風化が進み到る所で山腹斜面崩壊を起している。しかしダムクレストより下流側の地山は黒色チ密な安山岩様硬岩であるが、山頂部分、尾根上では風化が進んでいる。

ダム(洪水吐を含めて)左岸は変成岩と閃緑岩が複雑に分布していて共に風化が深部にまでおよんでいる。洪水吐の基盤岩中に設けられた排水坑の掘削はほとんど火薬を使用せず、ピックにて施工された様であった。これは風化が進んで岩石が軟岩化した故であろう。節理は非常に多いが割目は密着しており、節理を通して漏水が特に多いとは認められない。

左岸地山の風化(粘土化)が深部にまで及んでいる事から地すべりに付いての考慮の必要性が認められる。

ダム右岸については岩の表層すべりが多発する可能性はあるが、それによってダムの安定が直ちの脅かされる事はないものと考えられる。

ダム本体と洪水吐との間には地山がある。これは左岸地山から続く小尾根の末端部分であって、ダム本体の左岸地山となっている。この小尾根の末端部分は花崗閃緑岩で、ダム堤頂に近い付近では変成岩が分布する。両岩は断層で接するものと考えられる。小尾根末端部分の閃緑岩の表面は風化が進んでいて、地すべり又は表層岩すべりの発生する可能性もある。この小尾根には排水坑が設けられている。閃 岩と変成岩との境界部分で可成り大規模な天盤崩落の跡が認められる。

⑤ 湛水域の地質

今回湛水域の地質についてはダムの堆砂との関連についてのみ述べる。

変成岩も閃緑岩も表面風化に付いては特に差異は認められない。コルディレラ山脈の隆起が新しい地質時代に起きた事はすでに述べた通りであるが、そのため山は峻険であり、谷は益々深い。山腹斜面の風化侵食作用は現在最盛期（地質学的尺度で）を迎えている。地すべりと異って、これらの側方侵食は斜面の風化が一定深度に達した時、その風化帯の自重と地山のセン断抵抗との関係から生ずる直線的岩すべりと考えられるので、これを湛水域全域について防止する事は不可能である。

現在のダム湖を周航して見ても、表層岩すべりは到る所で発生しており一度すべって地山が露出した所でも一定年月後に風化層厚がある値に達すると再び岩すべりが発生する。植生特に松の樹高から推定しても数十年単位で同一地点が表層すべりを繰り返しているのではないと考えられる。

⑥ 地下水

変成岩、閃緑岩共に節理は多いが密着している場合が多いので、地下水の通路となる事は少い。断層は主に南北方向即ちダム湖から下流側へと走り、破碎帯も多く認められるが、現時点ではこれらの断層を通して多量の水が湖から下流に流れているとは認められない。

ダム堤体下および余水吐下の地山に設けられた排水坑内の湧水も特に多いとは考えられない。

地下発電所への通路（コンクリート捲立トンネル）内には水抜孔を通して多量の水が流入している。これは地山の地下水ではなくダム堤体下部ドレーンの水が出ている疑いがあるので、ダムのドレーンの水の経路を追跡して正常な排水系を構築する必要があるのではないかと考えられる。

⑦ 岩石名の記載について

この報告でNAPOCORおよびフィリッピン地質図1：1000000。1962年の資料に従って変成岩とした岩石の中には各種の火成岩が含まれている。現場観察では必ずしも変成岩

とは認め難いような岩も含まれている。

(5) 追加調査工事その他

NAPOCORにて実施した調査工事に加え、ダム、洪水吐、左岸取付部の安定解析および漏水対策のための追加調査工事およびモニタリングは次の項目について合意された。

① 追加調査工事

i) 地形測量

- ・ダム、洪水吐、洪水吐左岸取付部における安定解析に必要な地形測量
- ・貯水池の堆砂土砂の土捨場に関連した測量

ii) 基準点、測点の設置

堤体および洪水吐の変形を測定するための基準点、測点の設置

iii) ボーリング、トレンチ、テストピット

既存資料が不十分な場合、ボーリング、トレンチ、テストピット、これらの材料の室内試験および現場透水試験の実施

iv) 漏水測定施設の設置

② モニタリング

i) 漏水および水質

ii) 変形

iii) ボーリング孔内水位

iv) 貯水池水位

v) 流入量および流出量

vi) 降雨量および気温

vii) 地震

4 F/S 実施上の留意点

- ① 事前調査の結果、現況では直ちにダム決壊などの危険防止の緊急対策の必要はないものと考えられる。ただし、貯水池堆砂に伴う取水塔付近の排砂対策、放水路トンネルおよびその吐口の堆砂対策、発電所内の漏水対策は早急に実施すべき時期にきている。
対策工の策定に当っては、発電停止の可否が問題となることもあるため、電力需給バランスの検討が必要となろう。
- ② ダムの安全管理のため、特に土木施設関係の維持、管理、保守体制を確立するとともに、貯水池の運用についても同様に制度化することが望ましい。
- ③ 追加調査工事およびモニタリングについては、調査およびデータの正確性を確保するため本格調査閉立会いで実施するものとする。
- ④ ダム、洪水吐、洪水吐左岸取付部の安定解析に当っては耐震上の検討も必要である。
- ⑤ ダムの設計図、竣工図の一部は確認されたが、竣工図についてはできるだけ収集して整理しておくことが望ましい。

5. 本格調査参考事項

(1) ルソングリッドの電力需要

補修工事を確実に実施するために、貯水池水位を低下させることが必要になる場、ルソン島北部の重要な電力供給源であるアンブクラオ発電所（出力7.5万KW）の発電ができなくなる可能性がある。従って、本格調査における補修工法および補修工事の実施時期の検討にあたっては、ルソングリッドの電力需給についての検討が必要となる。

このような観点から、事前調査の資料収集で得られたフィリピン全体および本補修計画と関係するルソングリッドの電力需給の現状および将来計画は次のとおりである。

① フィリピン全体の電源開発の考え方

フィリピンの主要グリッドの電力供給を行っているNAPOCORの1985年における電力量および設備出力は各々18,757GWh、5,550MWである。各グリッド別の内訳は次のとおりである。

グリッド	電力量 (GWh)	設備出力 (MW)
Luzon	14,449	4,101
Visayas	1,343	542
Mindanao	2,965	907

電源別の割合は、石油火力36%、水力29%、地熱26%、石炭火力9%となっており、1983年までは石油火力が約60%近くを占めていたことからみると脱石油政策が促進されていることが明らかである。

② ルソングリッドの電力需給

フィリピン全体の8割近くを占めるルソングリッドの電力需給計画は表5-1に示すとおりである。

これによるとルソングリッドの1986年の電力需要は、ピーク電力2,335MW、電力量は14,391GWhと見込まれているが、この値は過去最大の1983年の2,519MW、15,294GWhを6~7%下廻っており、近年におけるフィリピン経済の停滞を示している。

③ アンブクラオ発電所の送電系統

アンブクラオ発電所の送電系統は次のとおりである。

Ambuklao - Binga	230 KV
” - Baglo	69 KV
” - Cagayan Valley	230 KV

表 5・1 ルソン グリッド 電力 需給 計画

LUZPROG1

LUZON GRID
GENERATION EXPANSION PROGRAM
WITHOUT PNPP
MAY 1986

YEAR MO.	PLANT ADDITION	PLANT CAP		INSTALLED CAPACITY (MW)		DEP. PEAK CAP. DEMAND (MW)		LOLP O.S. DAYS/ YEAR		SYSTEM DISPATCH (GWH)			SYSTEM UNSERVED ENERGY (GWH)								
		HYDRO	GEO	NUC	OTHER	HYDRO	GEO	NUC	OTHER	COAL	OIL	NUC	OTHER	TOTAL	REQT.						
1985	-	Existing Hydro	1216	660	300	-	1925	4101	3105	2311	794	-	2869	4281	1471	-	5825	14449	-	-	
		Existing Gas	668																		
		Existing Oil	1925																		
		Existing Coal	388																		
1986	-	Rehab Mal 1-2	650				1925	4101	3105	2335	770	0.05	2559	4597	1678	-	5557	14391	14319	-	
1987	-	Existing Hydro	1216	660	300	-	1925	4101	3195	2382	813	0.04	2751	4223	1836	-	5836	14646	14605	0.1	
1988	-	Existing Gas	668																		
1989	-	Existing Oil	1925																		
1990	-	Existing Coal	388																		
1991	-	Rehab Sucat 1	150	8/1216	660	300	-	1925	4101	2985	2601	384	0.40	2751	4223	1836	-	7156	15966	15949	0.9
1992	-	Rehab Sucat 4	300																		
1993	-	Bacon Manito	110				1925	4211	3387	2923	464	0.76	2751	4974	1836	-	8386	17947	17921	2.0	
1994	-	Calaca II	300				1925	4511	3672	3098	574	0.66	2751	4974	3688	-	7827	19028	18996	1.8	
1995	-	Isabela 1-2	200				1925	4734	3882	3284	598	0.74	2905	4974	4880	-	7486	20165	20135	2.0	
		Pantay H.E	23																		
		Isabela 3	100				1925	4834	3977	3481	496	1.68	2905	4974	5500	-	8017	21396	21343	5.0	
		Casecnan	268				1925	5102	4164	3689	475	1.46	4284	4974	5500	-	7901	22659	22623	4.4	

1/ Refers to Outage, Space reserve for Scheduled Maintenance and Unscheduled Outages of Generating Units.
 2/ Based on water inflow values measured one standard deviation from the mean of a normally distributed inflow record. 1985 are actual figures. 1986 are budget figures. Figures for 1987 and beyond are results of computer simulation by SPD.
 3/ Excludes pumping requirement for Kalayaan 1 and 2.
 4/ Excludes generation of pumped storage stations. Figures for 1987 and beyond are based on the average inflow values of the last five years.
 5/ Energy difference between total dispatch and system requirement is chargeable against losses for operation of pumped storage facilities.
 6/ Includes Kalayaan 1 and 2 (2 x 150 MW).
 7/ Sucat 1 rehabilitation starts in July 1989; recommissioning in Jan. 1990.
 8/ Sucat 4 rehabilitation starts in Nov. 1989; recommissioning in July 1990.

(2) アンブクラオダムの安全管理について

ダムの安全を確保するためには、ダム構造物自体が安全であると共にダムの操作が適確に行われる必要がある。このためには一般的に次の条件が守られなければならない。

- ① ダム設置地点の地形、地質、地震、水象条件等の自然立地条件がダムの型式・規模等も含め適切なものであること。
- ② 自然立地条件、ダム材料等に対しダムの設計が適切であること。
- ③ ダムの設計通りに施工が入念に行われたものであること。
- ④ ダムの管理は、ダムの挙動を監視するに必要な漏水測定、ダム変位計、堤体内地下水位計など計測設備が整備され、適切な頻度で計測し、その結果を分析評価する管理体制ができていること。
- ⑤ ダムの操作は操作のために必要な貯水池水位計、流域面積が大きい場合には流域内雨量、河川水位等の観測設備が整備されていると共に、操作員はダムの操作に必要な知識及び技能を習得した熟練者によって行われること。

以上の観点からアンブクラオダムについて検討すると、①・②・③については Design Report（参考資料3-1：一部分のみコピー）、設計図および竣工図の一部が確認できたのみであった。また施工に関する資料は確認できなかった。

④については NAPOCOR 本社またはダムサイトにある詰所の Technical Services Dept. の各担当者が必要な時期に測定しているようであるが、担当者が変わるとそれまでの記録が無くなったり、堤体変位、堆砂は Survey Division が洪水吐およびその左岸取付部の各計器および漏水は Geology Division が観測しているため横の連絡がなかったり、系統的、効率的な測定が行われていない。また、フィルダムの安全管理に必要なダムの漏水が測定が全く行われていないことも管理そのものが理解されていないのではないかと考えられる。

⑤のダム操作、貯水池水位測定については発電所長、洪水吐脇の守衛が行っており、気象観測は Hydrological Division が担当している。

(3) 入手資料リスト

入手資料は3つのファイルにまとめるものとした。各々の資料のリストは次に示すとおりである。

アンブクラオダム修復計画事前調査

参考資料 ファイル No 1

目 次

DRAWING

<u>番号</u>	<u>資 料 名</u>	<u>作成年月日</u>
1 - 1	Geologic Map Scale 1 : 4000	
1 - 2	Geotechnical Map Scale 1 : 1000	June 1985
1 - 3	Geologic Map Showing Excavation of Trails DDH and Adits Scale 1/200 June 22, 1977	
1 - 4	Geotechnical instrumentation Plan & Section data plot on rainfall reservoir level, water discharges & piezometric head of group 1 Elev. 600 m to 660 m Sheet 1 of 5	
1 - 5	- do - Group 2 EL. 660 m to 680 m	Sheet 2 of 5
1 - 6	- do - Group 3 EL. 680 m to 700 m	Sheet 3 of 5
1 - 7	- do - Group 4 EL. 700 m to 720 m	Sheet 4 of 5
1 - 8	- do - Group 5 EL. 720 m to 780 m	Sheet 5 of 5
1 - 9	- do - Geotechnical Map June 1985 Scale 1/500 (JICAにて保管)	

貯水池関係図面

1 - 10	Longitudinal Profile of the Ambuklao Reservoir	
--------	--	--

1 - 11	Cross Section	Section	2 - 2'
1 - 12	- do -	"	3 - 3'
1 - 13	- do -	"	4 - 4'
1 - 14	- do -	"	5 - 5'
1 - 15	- do -	"	6 - 6'
1 - 16	- do -	"	7 - 7'
1 - 17	- do -	"	8 - 8'
1 - 18	- do -	"	9 - 9'
1 - 19	- do -	"	10 - 10'

注. Section 6 to 10 は JICA に資料保管

1 - 20	Bathymetric Map Ambuklao Reservoir Mar. 1986	Sheet 1 of 5
1 - 21	- do -	Sheet 2 of 5
1 - 22	- do -	Sheet 3 of 5
1 - 23	- do -	Sheet 4 of 5
1 - 24	- do -	Sheet 5 of 5

注. Sheet No 2 ~ 5 は JICA に資料保管

放水路出口図面

1 - 25	Layout of Ambuklao Tailrace Tunnel Exhibit A	
1 - 26	Topographic Map, Ambuklao Tailrace Outlet sediment Control project.	Aug. 1986
		Sheet 1 of 9
1 - 27	- do -	Sheet 2 of 9
1 - 28	- do -	Sheet 3 of 9
1 - 29	- do -	Sheet 4 of 9

アンブクラオダム修復計画事前調査

参考資料 ファイル No 2

目 次

DRAWING

<u>番号</u>	<u>資料名</u>	<u>作成年月日</u>
2 - 1	Projects Location Map	Mar. 22, 1956
2 - 2	Tunnels "A" "B" "C" Location Map	Aug. , 1959
2 - 3	Settlement Indicators at Dam Plans, Sections & Details	Mar 17, 1954
2 - 4	Rockfill Dam Part Plan Sections & Details (As actual built)	1955
2 - 5	Location of Foundation Explorations	May. , 1950
2 - 6	Plan and Profile of Grout Curtain along the Cut-off Wall of the Spillway (As actual done)	June 4, 1956
2 - 7	Plan and Profile of Grout Line for Exploratory Drift at Spillway (As actual done)	June 14, 1956
2 - 8	Spillway Right Abutment Wall 1. Detail of Temporary WS	June 28, 1955
2 - 9	Rockfill Dam Observation Wells	Feb. 19, 1955
2 - 10	Spillway Right Abutment Wall Plan & Elevation	May 5, 1954
2 - 11	Approach Slab, Slope Paving & Wrap Around Plans, Sections & Details (As actually built)	Feb. 23, 1956
2 - 12	Rockfill Dam Details	Aug. 12, 1954
2 - 13	Rockfill Dam Clay Core & Blanket-Sections STA. 4 + 930.00 to End	
2 - 14	Rockfill Dam Clay Core & Blanket-Section STA. 4 + 828.00 to STA. 4 + 930.00	
2 - 15	Tailrace Tunnel Profile, Sections & Outlet Portal Structure	Aug. 14, 1951

ダム クレストのクラックに沿った地質図

- | | | | |
|--------|--|--------------------|---------------|
| 2 - 16 | Geotechnical Plan of Dam Crest | | Aug. 1985 |
| | Showing : Test Pits, Trench, Cracks (old and new) | | |
| 2 - 17 | Plan & Sections of Test Pits along Fissures & Cracks | | Aug. 1985 |
| 2 - 18 | Geologic Log of Test Pits | 1, 1A, 2 & 3 | June 20, 1985 |
| 2 - 19 | - do - | 4, 4A, 5 & 6 | June 20, 1985 |
| 2 - 20 | - do - | 8, 8A & 8B | June 21, 1985 |
| 2 - 21 | - do - | 9, 9A, 10, 11, 12 | June 22, 1985 |
| 2 - 22 | Monitoring of Dam Axis Ambuklao H. E. Plant | | |
| | Observation Period | April to Oct, 1985 | |
| 2 - 23 | - do - | | |
| | Observation Period | Oct. to Nov. 1985 | |
| 2 - 24 | Rock Mass Rating Drain/Observation Adit | | |
| | (Spillway Right Abutment) | | |

注 16~24 は JICA に保管

アンブクラオダム修復計画事前調査

参考資料 ファイル No 3

目 次

DOCUMENTS

<u>番号</u>	<u>資料名</u>	<u>作成年月日</u>
3 - 1	Report on the Development of Power in the Agno River in Luzon, at the Ambuklao and Binga Sites	1949
3 - 2	Ambklao Rock-Fill Dam, Design and Construction by Harza Engineering Co., Ltd.	
3 - 3	Annex to Final Report AMBUKLAO Spillway Structure Volume VI	Dec. 1978

TABLE OF CONTENTS

1. Monthly Rainfall from 1957 - 1978, Summary
2. Monthly Total Rainfall Plot, Year 1972, 1974
1976, 1977 and 1978
3. Comparative Rainfall in Years 1972, 1974, 1976,
1977 and 1978
4. Daily Rainfall Plot, 1972
5. Daily Rainfall Plot, 1974
6. Daily Rainfall Plot, 1976
7. Daily Rainfall Plot, 1977
8. Daily Rainfall Plot, 1978
9. Comparative Statistical Data on Drain Holes:
1977 and 1978
10. Maximum and Minimum Temperature Measurements
recorded

- 3 - 4 Status of the Remedial Works and Instrumentation Data
Monitoring in Ambuklao Aug. 4, 1978
- 3 - 5 Instrumentation Data Monitoring in Ambuklao Aug. 4, 1978
- 3 - 6 Check Surveys and Establishment Reference Points and
Movements Aug. 5, 1978
- 3 - 7 Work Accomplishment Report for the Period 29 July to
August 1978 Aug. 5, 1978
- 3 - 8 1976年5月の台風によりダム左岸 abutment の地這りに対しNAPOCOR
が行った調査の経過報告書 Aug. 6, 1978
- 3 - 9 Status Report of the Remedial Treatment at the Ambuklao
Spillway Structure Aug. 7, 1978
- 3 - 10 Preliminary Study Report on Reservoir Dredging and
Utilization of Dredged Materials Aug. 1984
- 3 - 11 Effects/Damages Due to Earthquake on the Ambuklao HE Plant
Apr. 28, 1985
- 3 - 12 Progress Report No. 1 - Investigative and Remedial Works
May 7, 1985
- 3 - 13 Progress Report No. 2 - Investigative and Remedial Works
May 13, 1985
- 3 - 14 Progress Report No. 3 - Investigative and Remedial Works
June 1, 1985
- 3 - 15 Completion of the Soil Testing for the Ambuklao Dam Project
Aug. 27, 1985
- 3 - 16 Finite Element Studies of Ambuklao Dam Final Report
Sep. 24, 1985
- 3 - 17 Numerical Analysis by the Finite Element Method
- 3 - 18 Update on the Investigative and Remedial Works
Nov. 11, 1985

- 3 - 19 Installation of open standpipe piezometer at Ambuklao Dam
June 10, 1986
- 3 - 20 Ambuklao Reservoir Sedimentation Report July 30, 1986
- 3 - 21 Ocular Inspection Report Dam and Spillway Stability
Studies of Ambuklao H. E. Plant Aug. 13, 1986
- 3 - 22 Water Level Fluctuation between the Standpipe
and Reservoir From July 9 to Aug. 21, 1986
- 3 - 23 貯水池，取水塔付近の地質（Sediment）調査団
- 3 - 24 Ambuklao Dam貯水池水位表
自1970 至1985
- 3 - 25 現在Ambuklao Damで使用している Inclinator の Specifications

6. 質問書と解答

質問書および解答は次に示すとおりである。

QUESTIONNAIRE

ON

THE STUDY FOR AMBUKLAO DAM REHABILITATION PROJECT

AUGUST, 1986

PRELIMINARY SURVEY TEAM OF PROJECT

CONTENTS OF QUESTIONNAIRE

I. Investigation and monitoring works for the Ambuklao Dam Carried out by NAPOCOR 1

II. Data requests 3

I. Investigation and monitoring for the Ambuklao Dam carried out by NAPOCOR

Item	Description	Availability: Please attach document herewith unless enough space
1. Exploratory drilling	<ul style="list-style-type: none"> - Location - Specification (diameter, length, sampling etc.) - N-value - Ground water level 	Available at TSD/GGSD 洪水吐/左岸取付部参考資料 1 - 3 ~ 1 - 9 N値なし
2. Test pitting	<ul style="list-style-type: none"> - Location - Specification - Observation results for compaction - Collection of undisturbed sample 	Available at TSD/GGSD 参考資料 1 - 2, 2 - 16 ~ 2 - 21
3. Topographic survey and investigation	<ul style="list-style-type: none"> - Dam cross sections and shapes sliding etc. - Dam axis - Berm lines 	Available at TSD/ESID 参考資料 2 - 22, 2 - 23
4. Crack investigation	<ul style="list-style-type: none"> - Observation results - Location of crack - Photograph 	Available at TSD/GGSD 参考資料 1 - 2, 2 - 16 ~ 2 - 21
5. Soil laboratory test	<ul style="list-style-type: none"> - Mechanical analysis of soils - Permeability - Three axis test, etc. 	Available at TSD/MITD 参考資料 3 - 15
6. Monitoring (Consecutive date)	<ul style="list-style-type: none"> - Leakage - Springs - Cracks - Deformation - Reservoir water level - Inflow (Vicinity of the dam) - Sedimentation 	Available except Springs Leakage, Crack - TSD/GGSD Deformation Displacement Sedimentation - TSD/ESID Reservoir water level, Inflow - Ambuklao Power Plant

II. Date Requests

Item	Description	Availability: (Please attach document herewith unless enough space)
1. Design data & Construction record of the Dam	Design reports, Drawings. As built drawings. Record of tests for construction materials photographs during construction	Design reports & Drawings, As built: drawings are partially available
2. Earthquake records related to the Dam	Including April and August in 1985.	Available at NAPOCOR's Lower Agro Monitoring station
3. Geological drawings and reports of the Dam	Including photoes.	Available excluding photoes
4. Topographic & Geological map		縮尺 1/4,000, 1/1,000, 1/500, 1/200, 参考資料 1-1-1-9 参照 同上
5. Existing dam control system	<ul style="list-style-type: none"> - Leakage measurement facilities - Deformation measurement facilities - Pressure gauge in dam (Pore water pressure) - Drainage facilities - Relief well - Displacement measuring points on the dam - Settlement measuring facilities - Self water level recording facilities in the reservoirs - Sedimentation measurement - Flow gauging station - Measurement for rainfall and temperature 	<ul style="list-style-type: none"> Available (TSD/GGSD) -do- (TSD/ESID) -do- (TSD/GGSD) -do- (TSD/GGSD) Nil Available (TSD/ESID) -do- (TSD/ESID) Nil Available (TSD/ESID) -do- -do-
6. Operation records of Ambuklao Power Station		同上 洪水社左岸河川調整に取付けた堰水標により測定、参考資料 3-24 参考資料 1-10-1-29, 3-20 TSDのHydrological Divisionに有 同上
7. History of the Dam	Including maintenance records	Available アンブクラオ発電所 Plant Manager Nil

Item	Description	Availability; (Please attach document herewith unless enough space)
8. Detail information for the following phenomena of the Dam, spillway, intake tower power station, Tailrace switchyard and reservoir		
1) Cracks caused by earthquake	<ul style="list-style-type: none"> - Photograph - Location - Discovered date - Other condition 	<p>Available at TSD/GGSD</p> <p>参考資料 1-2, 2-16~2-21, 3-4~3-7, 3-11~3-16, 3-18</p>
2) Land slide or rupture	<ul style="list-style-type: none"> - Photograph - Location - Discovered date - Other condition 	<p>Available at TSD/GGSD</p> <p>参考資料 1-2</p>
3) Displacement	<ul style="list-style-type: none"> - Photograph - Location - Other condition 	<p>Available</p> <p>参考資料 2-22, 2-23</p>
4) Deformation	<ul style="list-style-type: none"> - Photograph - Location - Other condition 	<p>Available</p> <p>同上</p>
5) Abrasion	<ul style="list-style-type: none"> - Photograph - Location - Other condition 	<p>Nil</p>
6) Deterioration		<p>Nil</p>
7) Leakage		<p>Available at TSD/GGSD</p>
9. Administration of the Dam	<ul style="list-style-type: none"> - Organization Chart - Method of emergency communication 	<p>Nil</p> <p>Available / Plant Manager</p>

Item	Description	Availability; (Please attach document herewith unless enough space)
10. Observation records at the Dam site		Available
1) Natural and meteorological conditions	<ul style="list-style-type: none"> - weather - Temperature - Typhoon or monsoon 	TSD/ Hydrological Division
2) Hydrological data	<ul style="list-style-type: none"> - Rainfall (daily) - Rainfall (Auto--recording for heavy rain) - In flow (daily, reservoir) - Flood inflow - Water quality and it's temperature (reservoir, leakage, spring, rainfall, etc.) 	TSD/ Hydrological Division
11. Maintenance manual for dams and reservoirs, etc. by NAP-OCOR	<ul style="list-style-type: none"> - Manual of regular or emergency inspection for dams spillways, reservoirs, Power Stations, etc. - Manual of emergency countermeasures 	Nil
12. Generating cost of Ambuclao Power Station		0.3117 Peso /KWH (Only at the plant)
13. Records of annual power generation of Ambuklao Power Station		Available 本文参照
14. Budget of maintenance per year for civil structure in Ambuklao and NAPOCOR		Available
15. Latest Annual Report of NAPOCOR		Available

7. その他参考資料

(1) 現地へのアクセス

アンブクラオダムは、ベンケット州にあり、避暑地であるバギオ市から更に北東へ約36kmの地点にある。交通の便としては、マニラからバギオまでは車または航空機の二通りあるが、バギオの標高が1,500m近くあるため、航空機は雨期には欠航となることが多いので車が確実である。バギオまでは車で5～6時間、航空機は火、水、木曜日が1日1便、それ以外の日は2便あるが何れも午前中である。

バギオ市からアンブクラオダムまでは車で約1時間半の道程であるが、雨期には道路脇の法面に地すべりが発生することが多いので道路状況は良好とはいえない。また、バギオから一般の交通機関を利用する場合はバス、ミニバス、ジプニー（小型トラックを改良したミニバス）があり、1日3便程度である。

(2) 宿泊施設

ダムサイトには一般の宿泊施設はないが、NAPOCORのゲストハウスが利用できる。また、バギオには多くのホテルがあり、シーズンオフであれば予約無しで泊まれる。

(3) NAPOCOR組織図

NAPOCORでは、近年における建設工事の減少により、1985年9月組織の再編成を実施した。全体組織図およびエンジニアリング部門の組織図を各々図7-1、図7-2に示す。

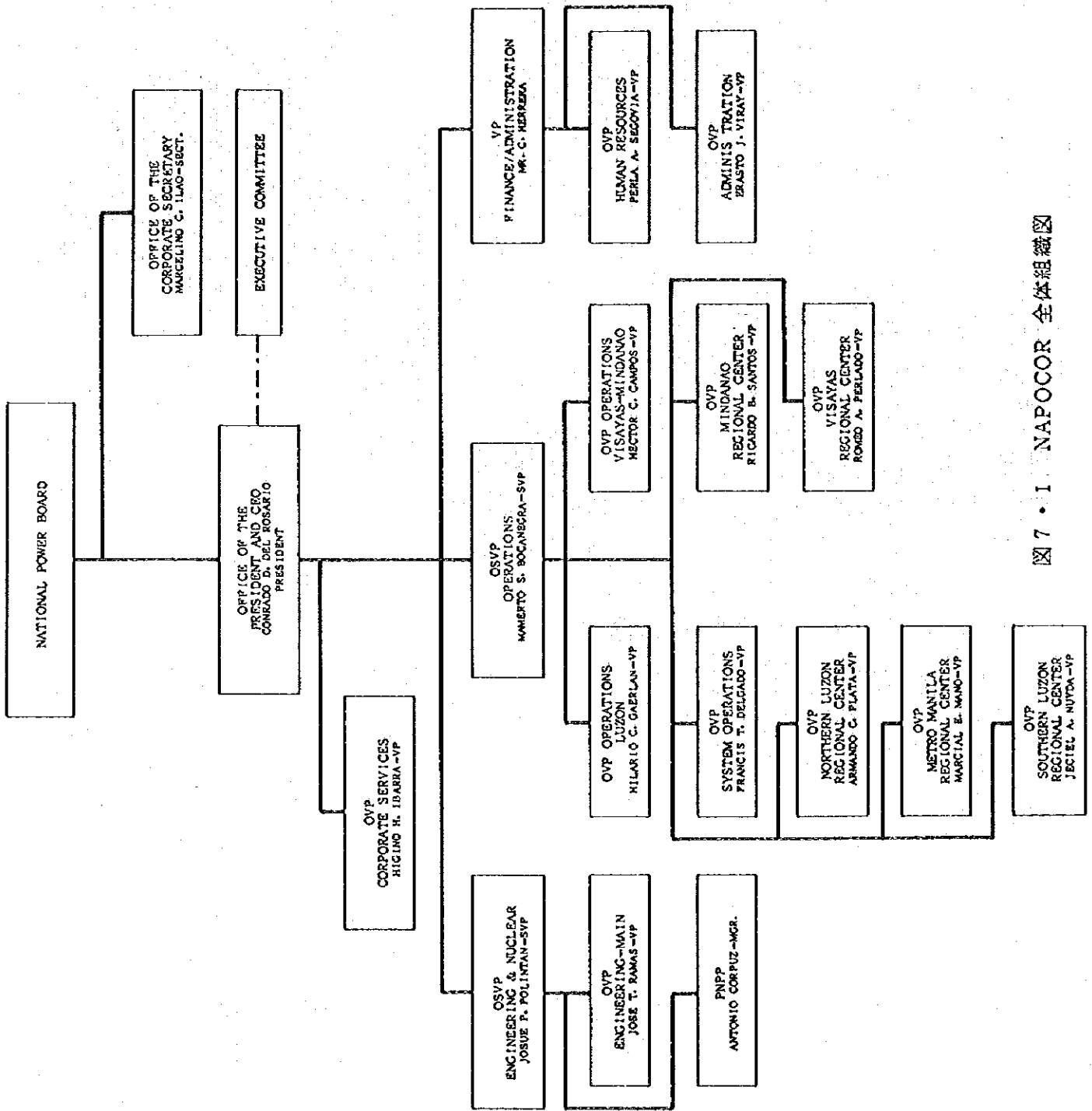


图 7 · 1 NAPOCOR 全体組織図

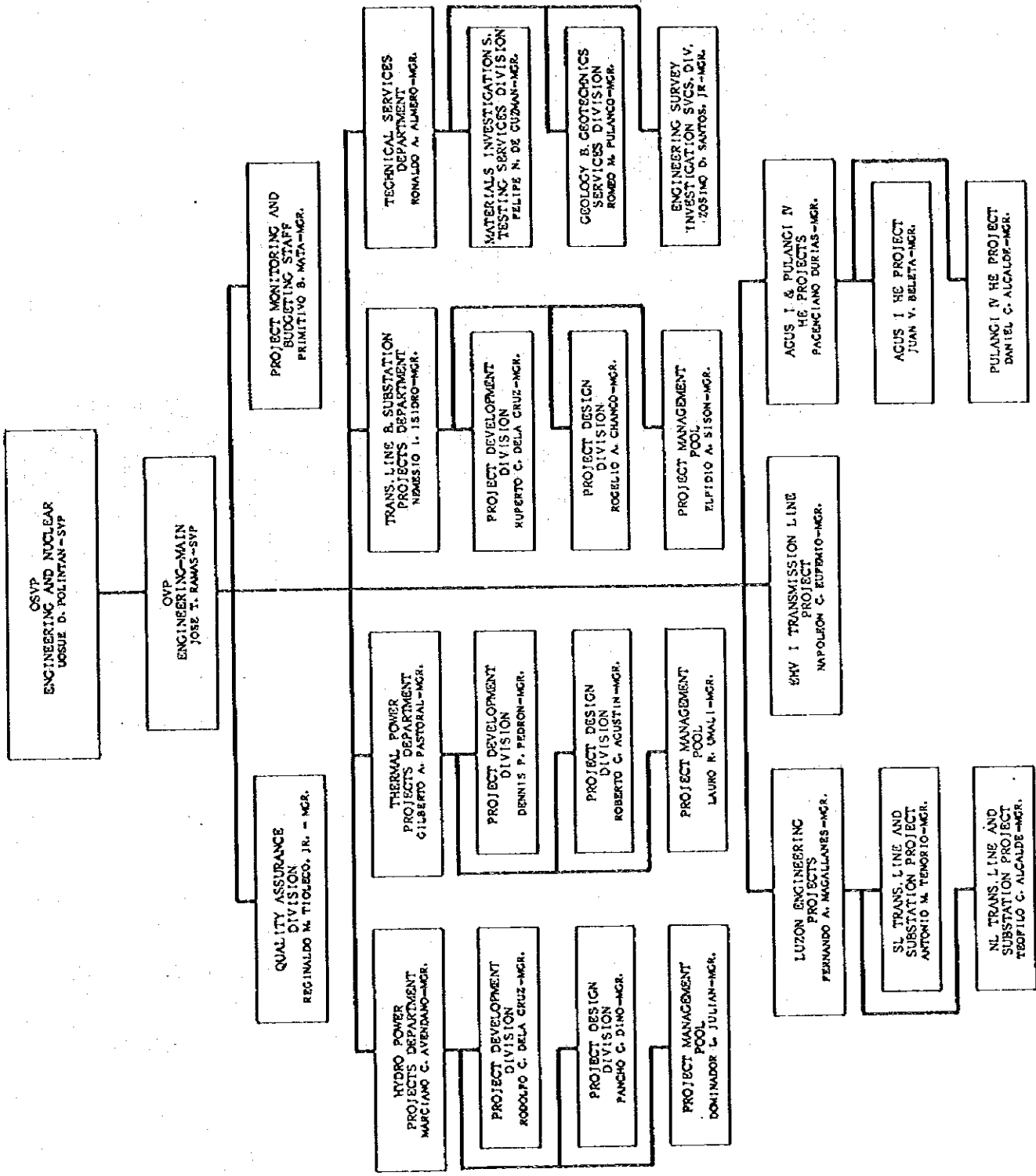


図 7・2 NAPOCOR エンジニアリング部門組織図

(4) 面接者リスト

在フィリピン日本大使館

寺 坂 信 昭

一等書記官

JICAフィリピン事務所

宮 本 守 也

所 長

岡 崎 宥 二

所 員

NAPOCOR

Engineering-Main

Mr. Jose T. Ramas

Vice President

- Hydro Power Projects Department -

Mr. Marciano C. Avendano

Manager

• Project Development Division

Mr. R. C. Dela Cruz

Manager

Mr. Jose V. Lahoz, JR

Principal Engineer II

Mr. Malanio V. Aquino

Principal Engineer I

- Technical Services Department (TSD) -

Mr. Romeo M. Pulanco

Acting Manager

• Geology & Geotechnics Services Division (GGSD)

Mr. Alfredo Q. Penarroyo

Acting Manager

Mr. Petronilo E. Pana

Principal Engineer II

Mr. Guillermo H. Larano

Principal Draftsman II

Mr. Jose Voltaire F. Manaois

Senior Engineer

Mr. Felipe M. Alera

Senior Draftsman II