

マダガスカル共和国

ナモロナ川 水力開発計画
調査報告書

昭和46年3月



海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1062950[9]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	409
登録No. 00463	64.3
	KE

は し が き

日本政府は、マダガスカル共和国政府の要請に基づき、同国南東部のマナカラ県内を東に流れインド洋に注ぐ、ナモロナ川上流の水力開発計画のフィージビリティ調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

海外技術協力事業団は、海外電力調査会 村山功氏を団長とする9人の専門家からなる調査団を編成し、1970年11月4日より12月14日（41日）まで現地に派遣した。

調査団は、前回（1965年）派遣された調査団の成果を考慮に入れ、ナモロナ川上流の水力開発計画地域、送電路線、電力需要地域及び資料収集に関連ある地域の現地調査作業を実施し、帰国後、国内設計作業を行ない、報告書としてとりまとめた。本報告書には、アンボデキンバ地点を優先的に開発し、その発生電力をフィアナランソア地域に送電することが勧告されている。

本報告書の提出にあたり、これがマダガスカル共和国政府の水力開発、ひいては国民経済の発展に寄与するとともに、同国とわが国の友好親善の推進に役立つことを切望する。

終りに本調査の任に当られた団員各位の労をねぎらうとともに、調査に協力されたマダガスカル共和国政府関係者並びに調査団派遣について御支援いただいた外務省、通産省、海外電力調査会に対して衷心より感謝の意を表するものである。

1971年3月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一 殿

ここに、マダガスカル共和国 Namorona 川水力開発計画のフィージビリティ調査に関する報告書を提出いたします。

この報告書は、日本政府の実施機関である海外技術協力事業団の委託を受けて、海外電力調査会が作成したものであります。

現地調査団は、海外電力調査会の村山功を団長とする9名により構成され、1970年11月4日より同年12月14日まで、マダガスカル国に派遣されました。

現地においては、関係機関の協力のもとに、計画地点ならびに関連地域の調査が実施されました。

調査団は帰国後、現地において収集した資料や、現地作業の結果に基づき、水文解析、電力需要想定、予備設計、工事費積算、経済評価、資金計画等の作業を実施し、本報告書を取纏めました。

開発地点として Ambodikimba 地点と、その上流の Andriamamovoka 地点が考えられますが、両地点を比較検討した結果、Ambodikimba を優先的に開発し、その発生電力を Fianarantsoa 地域に送電することが適当と信じます。

Ambodikimba 発電所の最終規模は、日調整の調整池を持つ最大出力 5,000 kW (使用水量 $8m^3/s$ 、有効落差 80 m、尖頭負荷継続時間 8 時間)であります。

しかし、需要の伸びを考慮した結果、段階開発が適当と考えられ、第1期工事(出力 2,500 kW、工事費 871×10^6 FMG)から着工することが有利であります。現在の需要想定によれば、1983年頃には上記最大出力 5,000 kW の完成が必要となると考えられ、これに要する所要資金は、合計約 $1,197 \times 10^6$ FMG となります。

Ambodikimba 計画の完成により、送電費用を加算しても需要端の平準発電原価は 3.6 FMG/kWh となり、その便益費用比(代替火力との比較)は 2.38 になります。

現有ディーゼル発電原価中の燃料費が 8.38 FMG/kWh と推算されておりますから、本計画は極めて経済的な計画であります。

開発を進めるためには、自助努力とこれを支える国際協力のもとに、長期低利の資金の調達を計り、第1期工事から着実に建設を進めることを提言いたします。

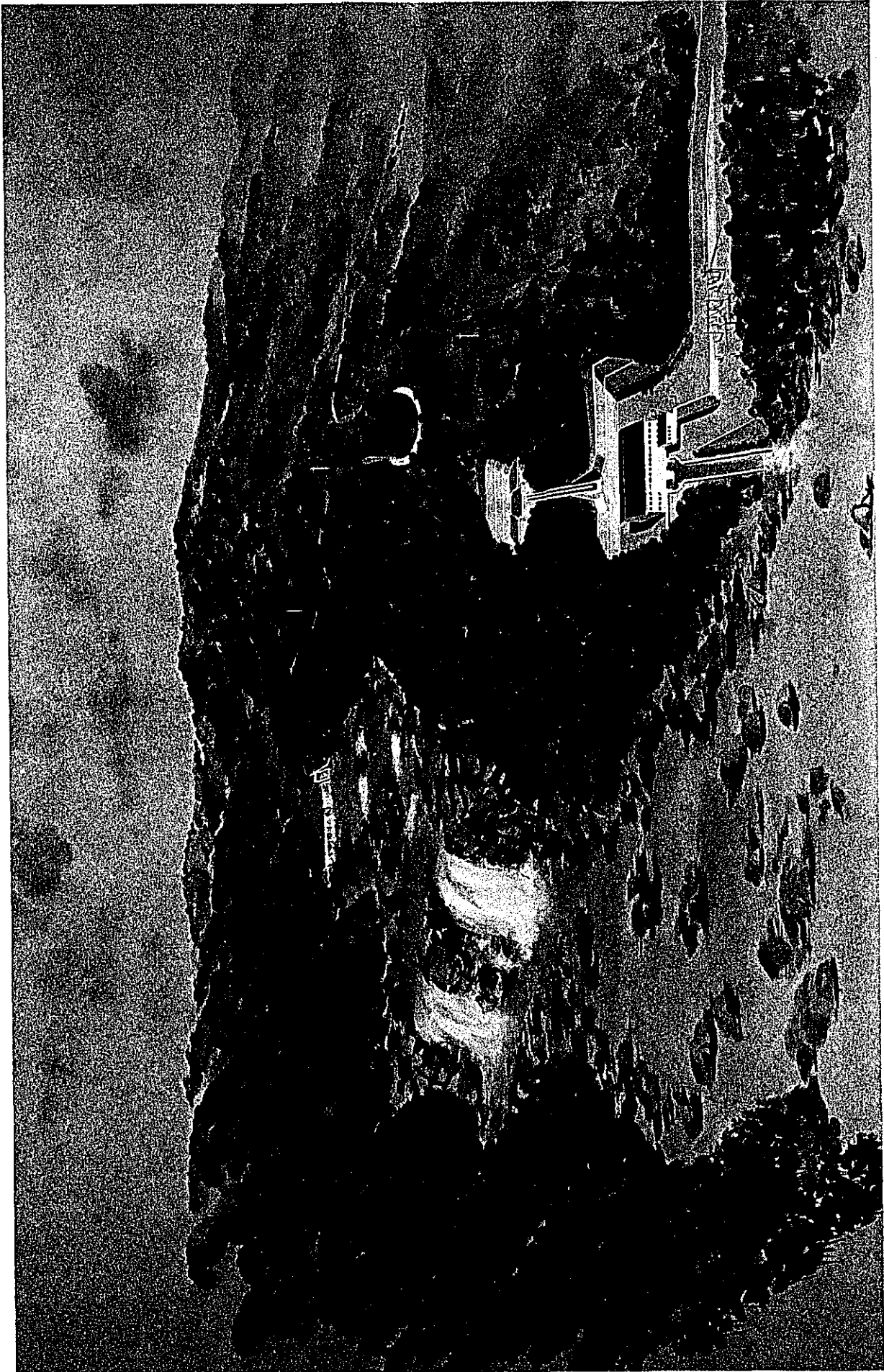
本報告書の提出にあたり、マダガスカル国政府 関係機関の各位が、調査団に与えられた多大の御協力に対し、衷心より感謝します。

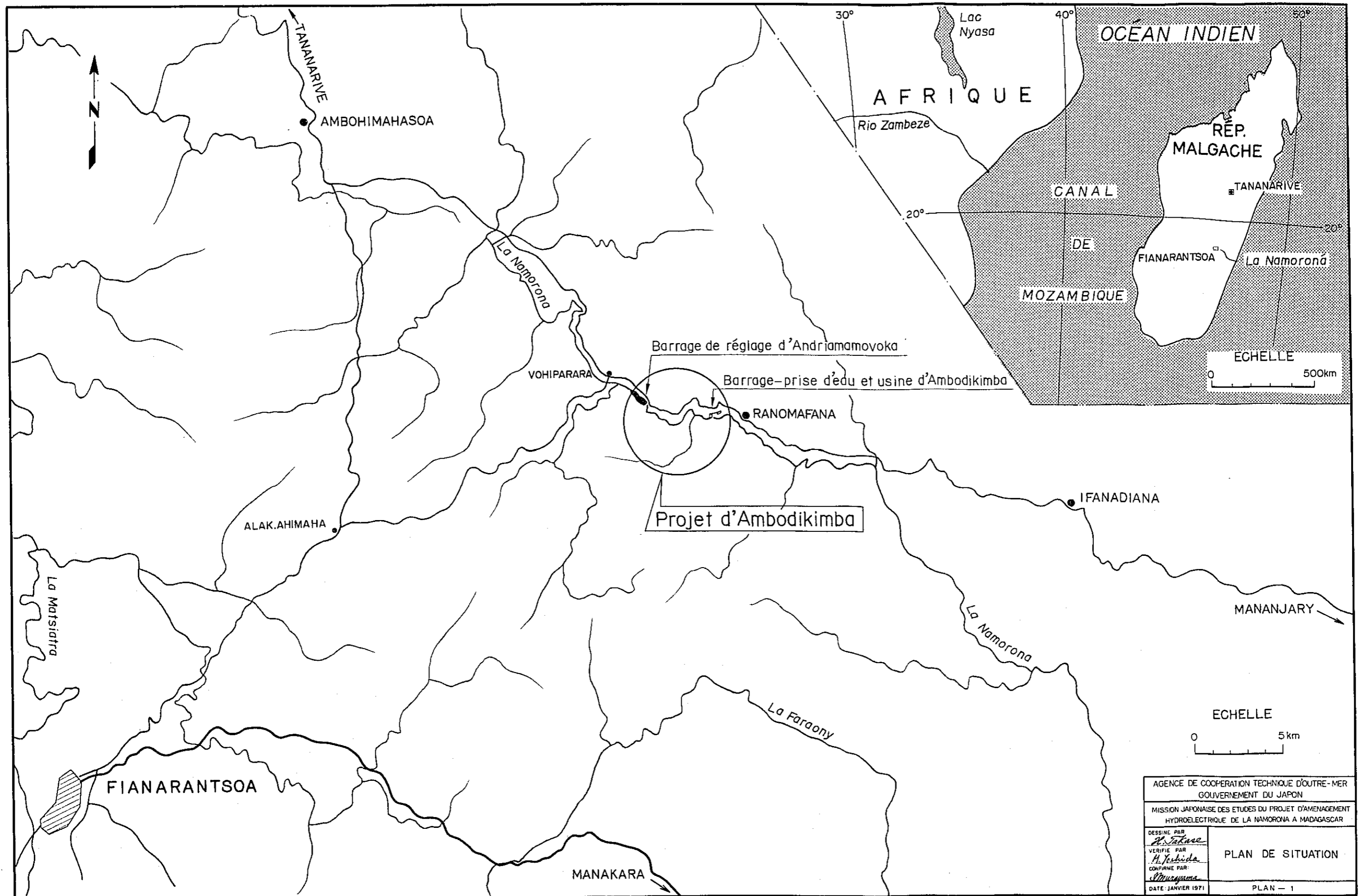
本計画の実現が Fianarantsoa 地域の工業化を促進し、ひいては、マダガスカル国の経済発展に貢献するものとなるよう、心から願うものであります。

1971年2月27日

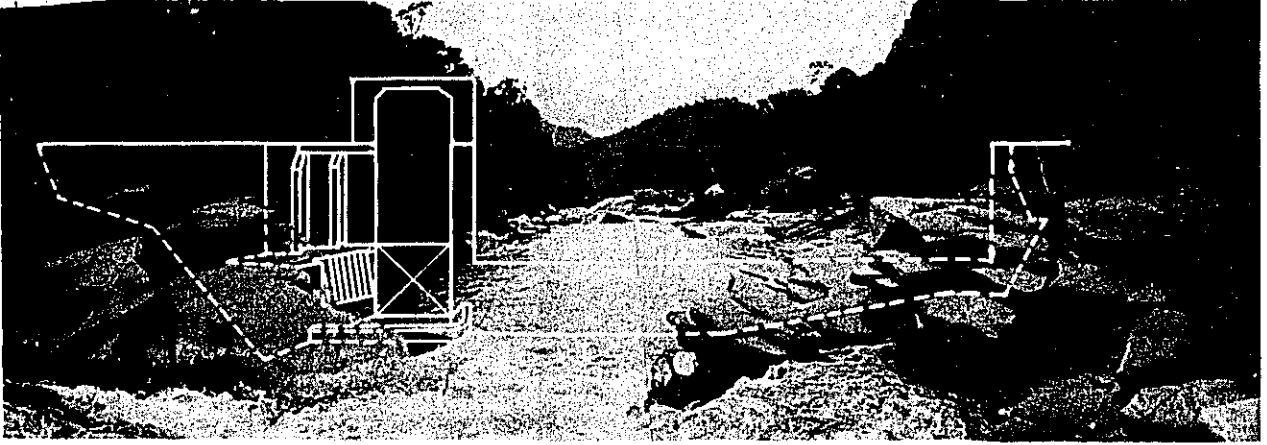
社団法人 海外電力調査会

会長 進 藤 武 左 門





AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESINE PAR <i>H. Takase</i>	PLAN DE SITUATION
VERIFIE PAR <i>H. Yoshida</i>	
CONFIRME PAR <i>Murayama</i>	
DATE: JANVIER 1971	PLAN - 1



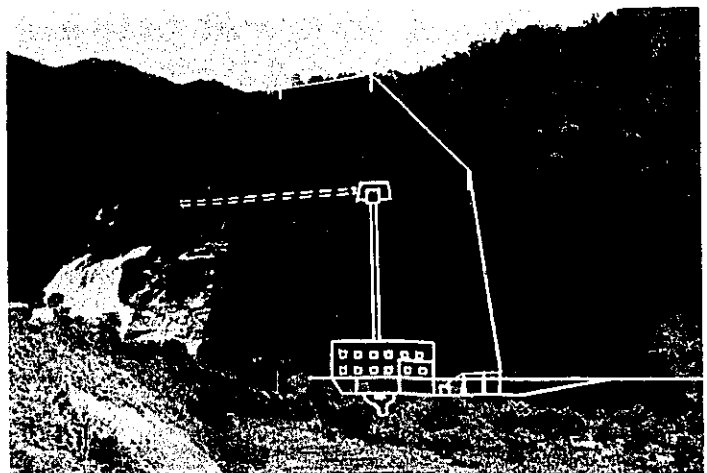
取水ダム地点を上流より眺む



取水ダム地点を下流より眺む

Ambodikimba 発電所計画地点

水槽、水圧管路、発電所地点を右岸より眺む

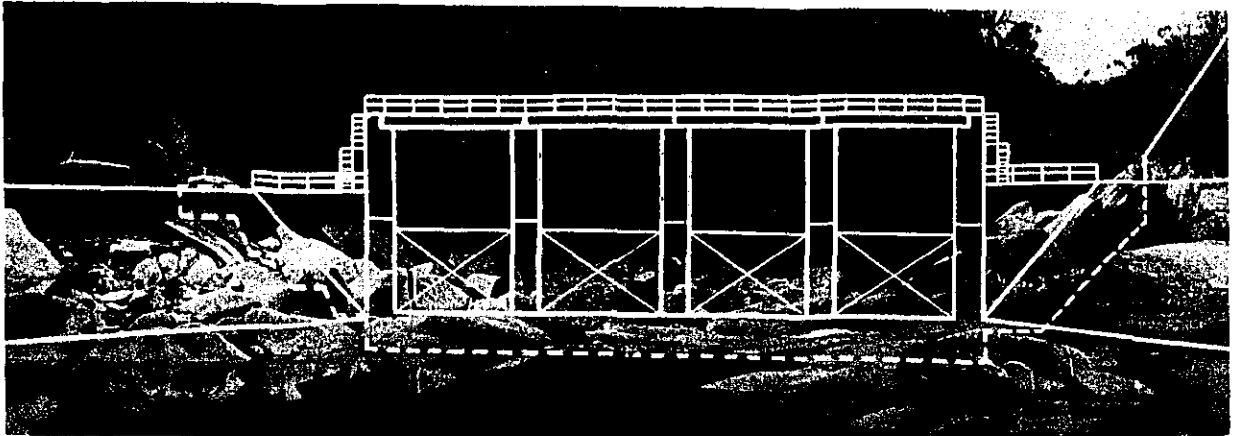




ダムサイトより調整池内を眺む

Andriamamovoka 調整池ダム計画地点

ダムサイトを上流より眺む



ダムサイトを下流より眺む



目 次

はしがき
伝 達 状

第1章	緒 論	1
1-1	経 緯	1
1-2	目 的	2
1-3	調 査	2
1-4	資 料	3
1-5	謝 辞	3
第2章	結論と勧告	4
2-1	結 論	4
2-2	勧 告	5
第3章	電力需要想定	6
3-1	マダガスカル国の電力事情一般	6
3-1-1	電気事業の形態	6
3-1-2	電気事業の監督規制	7
3-1-3	電力需給上の一般的特色	7
3-1-4	電力需給の現状	9
3-1-5	電気料金	11
3-2	関連地域における電力需要	13
3-2-1	Fianarantsoa 地域における電力需給の現状	13
3-2-2	Fianarantsoa 地域における工業の現状とその将来についての考察	16
3-2-3	Namorona川開発の必要性とその役割	20
3-3	電力需要想定	20
3-3-1	現在の電力供給態勢の下で予想される需要	21
3-3-2	Namorona川開発以後の需要	21
3-4	電力需給バランス	23
3-4-1	kWバランス	23
3-4-2	kWhバランス	24
第4章	開発計画	26
4-1	計画概要	26
4-1-1	計画地域の概要	26
4-1-2	計画の概要	26

4-2	水文および地質	28
4-2-1	代表年の決定	28
4-2-2	計画地点の流況	28
4-2-3	計画洪水量	30
4-2-4	地質	30
4-3	開発規模の決定	33
4-3-1	開発地点の選定	33
4-3-2	開発規模の決定	34
4-4	予備設計	36
4-4-1	土木構造物	36
4-4-2	水車および発電機	38
4-4-3	開閉所	38
4-4-4	送変電設備	38
4-4-5	通信設備	39
4-4-6	主要諸元	39
4-5	工程および施工方法	50
4-5-1	工程	50
4-5-2	施工方法	50
4-6	電力量	52
4-6-1	可能発生電力量	52
4-6-2	販売電力量	55
4-7	経済計算	56
4-8	建設についての助言	57
4-8-1	助言	57
4-8-2	特記事項	58
第5章	資金計画	61
5-1	所要資金	61
5-1-1	基本条件	61
5-1-2	所要資金	61
5-2	資金調達	65
5-3	資金返済能力	65

[付 録]

A - 1	気象・水文資料	69
A - 1 - 1	気象資料	69
A - 1 - 2	水文資料	69
A - 2	Andriamamovoka 調整池計画	86
A - 2 - 1	調整池の必要性	86
A - 2 - 2	Andriamamovoka 調整池	87
A - 3	Ambodikimba 発電所の経済計算	89
A - 3 - 1	販売電力および販売電力量	89
A - 3 - 2	年間経費と電力コスト	89
A - 3 - 3	代替案(ディーゼルプラント)との比較	90
A - 3 - 4	便益-費用比	92
A - 3 - 5	現行料金との比較	93
A - 4	工事費内訳	94
A - 4 - 1	土木工事費(第1期分)内訳	95
A - 4 - 2	土木工事費(第2期分)内訳	98
A - 4 - 3	土木工事費(第3期分)内訳	98
A - 4 - 4	ゲート, 水圧鉄管設備工事費内訳	99
A - 4 - 5	発電所機械設備工事費内訳	100
A - 4 - 6	送変電設備工事費内訳	101
A - 5	その他	102
A - 5 - 1	マダガスカル国産セメント試験表	102
A - 5 - 2	Namorona川水質試験表	102
A - 5 - 3	調査行程表	103

為替レート 1 US \$ = 277.71 FMG = 360円
(IMF)

付 表 一 覧 表

表 3 -	1	電気事業、自家発の発電設備容量	8
-	2	電気事業、自家発の発電電力量	8
-	3	電気事業、自家発の需要電力量	9
-	4	電気事業用発電設備	10
-	5	電気事業、自家発の発電および需要電力量	11
-	6	主要地域の電気料金（1969年）	12
-	7	Fianarantsoa 地域における発電状況	13
-	8	Fianarantsoa 地域における電力需要構成	14
-	9	Fianarantsoa 地域における電気料金（1969年）	14
- 1 0		Fianarantsoa 地域における発電設備容量、発電電力量	15
- 1 1		Fianarantsoa 地域における用途別需要電力量	15
- 1 2		Fianarantsoa 地域における損失率	16
- 1 3		現在の電力供給態勢の下での需要	21
- 1 4		Namorona川開発以後の需要	22
- 1 5		kWおよびkWhバランス	24
表 4 -	1	Ambodikimba 発電計画概要表	27
-	2	計画地点の流況表	28
-	3	Ambodikimba 地点の有利性	33
-	4	設備容量別建設単価	35
-	5	Ambodikimba 発電所諸元表	40
-	6	Andriamamovoka ダム諸元表	41
-	7	工事工程表	51
-	8	年間発生可能電力量計算表	53
-	9	販売電力量	55
- 1 0		調査工事、実施設計の概算費用	57
表 5 -	1	工種別単価	62
-	2	工事費総括表	63
-	3	費目別工事費総括表	64
-	4	収支計画	66
-	5	資金返済計画	66
-	6	Cash Flow	66
-	7	設備償却費、保守運転費、管理費	68

表A-1-1	Ifanadiana 降雨量記録	70
- 2	Ifanadiana およびFianarantsoa の気温記録	71
- 3	Fianarantsoa 湿度記録	71
- 4	Vohiparara 測水所流量表	72
- 5	代表年(10カ年間平均流況年)の決定	77
- 6	各年最大流量の順位表	84
表A-4-1	土木工事(第1期分)内訳書(その1~その3)	95
- 2	土木工事(第2期分)内訳書	98
- 3	土木工事(第3期分)内訳書	98
- 4	ゲート, 水圧鉄管設備工事内訳書	99
- 5	発電所機械設備工事内訳書	100
- 6	送変電設備工事内訳書	101
表A-5-1	マダガスカル国産セメント試験表	102
- 2	Namorona川水質試験表	102
- 3	調査工程表	103

付 図 一 覧 表

図	3 - 1	渴水期供給力	26
	- 2	豊水期供給力	25
図	4 - 1	代表年月平均流量	29
	- 2	設備容量 - 建設単価曲線	35
	- 3	系 統 図	48
	- 4	支持物装柱図	49
	- 5	月平均出力図	54
	- 6	月平均電力量図	54
図 A - 1	- 1	Vohiparara 測水所位置図	78
	- 2	10年間流況図	79
	- 3	代表年流況曲線図	80
	- 4	Vohiparara 測水所 (Andriamamovoka Dam Site) 代表年 (1962年) 流況図	81
	- 5	Ambodikimba Dam Site 代表年 (1962年) 流況図	82
図 A - 2	- 1	Ambodikimba 発電所の月平均発電対象流量	86
	- 2	Andriamamovoka 調整池貯水容量曲線図	88
	- 3	調整池の日調整流量	87

PLAN — 覽 表

Plan-1	Plan de situation	
2	Plan géologique du site d'Ambodikimba	31
3	Plan géologique du site d'Andriamamovoka	32
4	Plan général, profil de la canalisation d'eau du projet d'Ambodikimba	42
5	Barrage-prise d'eau, bassin de sédimentation du projet d'Ambodikimba	43
6	Chambre de mise en charge, consuite forcée et usine du projet d'Ambodikimba	44
7	Barrage de réglage d'Andriamamovoka	45
8	Réservoir de réglage d'Andriamamovoka	46
9	Route des lignes de transport	47

第 1 章 緒 論

第 1 章 緒 論

1-1 経 緯

(a) マダガスカル国の電源開発計画については、1964年12月8日付で、マダガスカル国の国連大使兼駐日大使から、外務大臣あてに調査団派遣要請が出されて正式交渉に入り、1965年9月海外技術協力事業団は、通商産業省の委託を受けて、7名からなる調査団を編成して派遣し、その結果『マダガスカル電力開発計画調査報告書-1966年3月』が提出された。

(b) 上記報告書の結論として、Namorona川について、つぎのことが報告されている。

Namorona川に、6カ地点の水力発電所の経済的開発が可能であることを確認し、Fianarantsoa 地域の工業化と電力需要の見通しをたてた。また、Fianarantsoa 地域の電気料金が比較的高く、このことが工場誘致の主な障害となっていることを認めた。したがってFianarantsoa 地域に低廉な電力を供給できること、また建設が容易であることを条件として比較検討し

- ① Namorona 川 Ambodikimba 第1期 2,400 kW
- ② Namorona 川 Andriamamovoka No.1 2,600 kW
- ③ Namorona 川 Ambodikimba 第2期 2,400 kW

の順位により開発すべきであるとの結論に達した。

(c) 以上が第1次調査団の派遣までの、大要の経緯と結論であるが、その後、

(1966年11月)

マダガスカル国外務省より在仏日本大使を通じ、第2次調査団派遣の要請があつた。

(1968年6月, 7月)

マダガスカル国に日本大使館が開設されたため、2回に亘り、マダガスカル外務省の口上書をもつて、在マダガスカル日本大使を通じ調査団派遣の要請があつた。

(1969年9月)

田中外務政務次官がマダガスカル国訪問のとき、Rasidy 鉱工業大臣より、Feasibility調査について日本調査団の派遣を懇請された。

(1969年12月)

マダガスカル国外務省より口上書をもつて、在マダガスカル日本大使を通じ、回を重ね調査団派遣の要請があつた。

(1970年1月)

在マダガスカル日本大使より、1970年開発調査団派遣希望プロジェクトとして、実施することについて要請があつた。

(1970年5月)

マダガスカル国外務省の口上書をもつて、在マダガスカル日本大使より、Fianarantsoa 地域の工業化については、電力供給の見透しが先決問題であるとの理由で、日本調査団の派遣について要請があつた。

また、マダガスカル国 Rasidy 鉱工業大臣が来日され、日本政府および海外電力調査会に対し、調査団派遣について懇請があつた。

(1970年7月)

在マダガスカル日本大使より Namorona 川電源開発計画は、マダガスカル国第2次5カ年計画の一環として、Fianarantsoa 地域の産業開発上、不可欠なプロジェクトであるとの理由で、調査団派遣の至急実施方について要請があつた。

以上4カ年に亘り数回の要請の経緯を経て、1970年11月、政府から海外技術協力事業団を通じて、海外電力調査会に要請があり、海外電力調査会は関西電力株式会社、株式会社新日本技術コンサルタントの協力を得て、今回の調査団を派遣することになった。

1-2 目 的

本調査団の目的は1965年に実施した、第1次調査団の結論をもとにして、マダガスカル国 Namorona 川上流部の Ambodikimba, Andriamamovoka 両地点の Feasibility 調査を実施し、両地点の水力発電計画についての、経済、技術および資金的可能性を明らかにしたものである。

1-3 調 査

(a) 調査概要

調査団は1970年11月11日から約30日間に亘つて、マダガスカル国に滞在し、マダガスカル国政府と調査および計画について、打合せを行つたのち、Namorona 川計画2カ地点の現地測量と調査を行い、また、Tananarive, Fianarantsoa において、同国の電力会社である、SEM (La Société d'Énergie de Madagascar) および EEM (La Société Electricité et Eaux de Madagascar) をはじめ、その他関係諸機関から、計画に必要な各種資料の収集を行つた。

現地調査終了後調査団は、同年12月から日本国において、電力需給計画と発電計画を行い、投資の可能性について検討し、その結果を Feasibility Report として作成した。

(b) 調査団の編成

調査団はつきに示す9名の団員で編成された。

	氏 名	担 当	所 属
団 長	村 山	功 (総 括)	海外電力調査会囑託 (㈱新日本技術コンサルタント東京支社長)
副団長	江 南	尚 一 (電力需給)	海外電力調査会, 調査統計部主任研究員
団 員	吉 田	稔 (水力計画)	海外電力調査会囑託 (㈱関西電力, 喜撰山水力発電所建設所, 土木課長)
◇	杉 本	修 (発送変電)	◇ (㈱関西電力, 建設部電気課副長)

団員	室谷 昭	(水力計画 測量)	海外電力調査会囑託(株)新日本技術コンサルタント東京支社、課長代理)
◇	高瀬 英夫	(水力計画 測量)	◇ (株)新日本技術コンサルタント東京支社)
◇	中津川 勝彌	(測 量)	◇ (株)関西電力、建設部土木課)
◇	仲津 忠良	(地 質)	◇ (株)新日本技術コンサルタント、ダム構造室)
◇	佐竹 勇	(測 量)	◇ (株)新日本技術コンサルタント、水理構造室)

(c) 調査期間

1970年11月4日より12月14日まで41日間。

(d) 調査行程

調査行程の詳細については、付録A-5-3に示すとおりである。

1-4 資 料

Namorona川上流の水力発電計画の検討立案にあたって使用した基礎資料は、調査団がマダガスカル国政府をはじめ、SEM、EEMの電力会社および関係諸機関と諸団体から提供を受けたものである。

1-5 謝 辞

本調査を実施するにあたり、終始支援と協力を与えられた、マダガスカル国政府関係機関、特に鉦山エネルギー局水エネルギー課および在日マダガスカル大使館を始め、関係諸団体に対し深く感謝の意を表わすものである。

第 2 章 結 論 と 勧 告

第 2 章 結 論 と 勧 告

2-1 結 論

本調査団は Namorona 川上流部の Ambodikimba, Andriamamovoka 両地点の開発について、Feasibility 調査を行い、以下に述べる結論を得た。

- (1) Ambodikimba, Andriamamovoka 両地点の地形、地質その他の特性を比較した結果、経済的見地から Ambodikimba 地点の優先的段階開発が妥当と考えられる。
- (2) Fianarantsoa 地域の電力需要想定については、一般需要と有望な諸工業計画に必要な電力を併せて検討した結果、1986 年末において発電端で 4,420 kW となる。この想定に基づいて Ambodikimba 地点の開発を、

1975 年末 第 1 期工事	2,500 kW	新設
1979 年末 第 2 期工事	2,500 kW	増設
1983 年末 第 3 期工事	Andriamamovoka ダム設置	

として段階的に行うことが最も経済的である。

- (3) Ambodikimba 地点について、開発規模の経済比較を行った結果、5,000 kW 程度が最も経済的である。したがって、Ambodikimba 発電所の出力をつぎのとおりとする。

使用水量	8 m ³ /s
有効落差	80 m
最大および常時尖頭出力	5,000 kW (2,500 kW × 2台)

- (4) Ambodikimba 発電所から Fianarantsoa に設けられる受電変電所までの送電線については、電圧は 66 kV とする。なお、既設の電力系統とは 22 kV 送電線により連系する。
- (5) Ambodikimba 発電所の工事費はつぎのとおり見積られる。

単位：10³ FMG

設 備 別	第 1 期 (2,500 kW)	第 2 期 (2,500 kW)	第 3 期 (ダ ム)	計
発 電 設 備	604,170	140,160	156,900	901,230
送 変 電 設 備	266,970	29,340	—	296,310
計	871,140	169,500	156,900	1,197,540

- (6) 本計画の受電変電所二次側での kWh 当りの原価は、3.6 FMG/kWh と算定される。これに対し、代替案として考えられるディーゼル発電所 (1,250 kW × 5 台) の単価は、9.0 FMG/kWh と算定され、便益-費用比も 2.39 で有利である。

(7) 資金計画については、総工事費 $1,197,540 \times 10^3$ FMG (内貨分 $376,480 \times 10^3$ FMG, 外貨分 $821,060 \times 10^3$ FMG) のすべてを借入金でまかなうものとする。借入金は第1, 2, 3期工事ごとにそれぞれ、

年利子率 7%
 据置期間 5年
 償還期間 据置5年を含め25年償還

で償還するものとする。

借入金の返済については、既存の電力会社に卸し売り可能な料金

8 FMG/kWh (1976年から1990年まで) 15年間
 5 FMG/kWh (1991年から1998年まで) 8年間
 2 FMG/kWh (1999年から2007年まで) 9年間
 2 FMG/kWh以下(上記以降)

で売電することにより返済可能である。

2-2 勧告

以上の結論にもとづき、つぎの勧告がなされる。

(1) Ambodikimba発電所は、最大出力5,000kWの規模とし、その開発はつぎの工程により行なう。

項目	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
資金手当		□					□				□		
実施測量調査工事		□ (送電線共)									□		
実施設計			□ (送電線共)				□						
仕様書作製 請負付託				□ (送電線共)			□						
建設工事				2,500kW (送電線共)					2,500kW				ダム
		(第1期工事)				(第2期工事)				(第3期工事)			

したがって、まず1975年末に第1期工事(出力2,500kW, 工事費 $871,140 \times 10^3$ FMG)を、完成するよう準備を進める。

(2) Ambodikimba発電所開発の第1期工事の準備を行なうについて、まず資金の調達を行ない、つぎに必要な実施測量、調査工事を含めた実施設計を、コンサルタントの援助のもとに行なう。この実施設計にもとづいて、工事および機器の発注を行ない着工する。

(3) Andriamamovoka地点の発電所建設については、Ambodikimba地点開発後、電力の需要がさらに増大した時点で、建設の可否を考慮することが妥当と考えられる。

第 3 章 電力需要想定

第 3 章 電力需要想定

この章では、まずマダガスカル国における電力事情一般について概観し、ついでこのプロジェクトの関連地域における電力需要ならび産業に関する特殊事情について考察し、最後に関連地域の電力需要想定を実施することとする。

3-1 マダガスカル国の電力事情一般

3-1-1 電気事業の形態

現在マダガスカル国には二つの電気事業がある。

(a) La Société Electricité et Eaux de Madagascar - EEM

設立：1928年

会社形態：フランス資本の私営会社である（本社バリー）

資本金：25,000,000 FF

設立の経緯：1898年頃からマダガスカルにおける電力と水の供給が計画され、1899年に当時のマダガスカル総督府長官との間の特許契約に調印した Société Civil d'Etude de Travaux et de Concesoion は、まず、首都 Tananarive の電化に着手することとなった。

調査研究に5年を費したが、この間このような供給を実施するために、Compagnie des Eaux et Electricité de Madagascar が設立され、1910年5月に Tananarive における供給を開始するにいたった。

その後、Tanana rive, Majunga, Antsirabé および Fianarantsoa における電力および水の供給の問題が調査されたが、この調査の結果は1928年に設立された現在の Société Electricité et Eaux de Madagascar - EEM により実施に移され、Tananarive における供給も同社が引継いだ。

このようにして、EEM は現在主要都市における電力と水の供給を実施するにいたっている。

なお、このEEMに対しては、後述するSEMの設立以後新たな水力電源の開発および配電地域に関する特許は与えられないことになっている。

(b) La Société d'Energie de Madagascar - SEM

設立：1953年

会社形態：公私混合管

資本金：25,000,000 FMG

資本構成：マダガスカル国政府	53.98%
経済協力中央金庫	32.184%
フランス電力公社 (EDF)	13.60%
その他	0.236%

設立の経緯：1946年4月30日付のフランスの法律により、マダガスカルにおける電源開発計画および電力設備計画の実施、発送配電および水の供給を目的として1953年に設立されたものである。

これは、とくにマダガスカルにおける発電設備および配電設備の建設促進に貢献せしめるために設立されたものである。

マダガスカルの独立以後は、フランスの法律により半官半民の会社となり、政府側にはフランスとマダガスカルの両国がはいる、形態はまったく一般の株式会社である。

供給地域：Tananarive(卸供給)、Moramanga、Anjiroその他のTananarive 周辺、Tuléar、Fort-Dauphin、Manakara、Ambatondrazaka、Ambatolampy等。

3-1-2 電気事業の監督規制

電気事業の運営に関し、電源の開発、送電線の建設および配電(電気料金を含む)についてはすべて、特許契約(Concession)に基づいて規制されており、その所管当局は工鉱業省(Ministere de l'Industrie et des Mines)、鉱山・エネルギー局(Direction des Mines et de l'Energie)の水・エネルギー課(Service de l'Eaux et de l'Energie)である。

なお、自家用発電設備については、当課は監督規制の権限はないが、報告書の提出を要求する権限をもっている。

3-1-3 電力需給上の一般的特色

この国の電気事業において、各供給地域(各都市)の電源が孤立しており、発電所間に連系送電線のないことは、電気事業の合理的な運営および電力需給上大きな制約となつている。各都市間の距離が長く、各発電所の出力は現在のところこれらを連系するには不十分である。

このような条件から、それぞれの地域の電源構成ならびに需要構造によつて、設備の利用率ならびに電気料金に大きな格差がみられる。

電気料金水準は一般に高く、火力(ディーゼル)発電のみに依存している地域はとくに高くなつている。電気料金水準が高いことは、需要の開拓、ひいては地域開発に対する支障となつているものと考えられる。

上述のような電気事業における諸般の事情から、自家用発電も相対的にはかなり発達している。

1959年以降1969年までの電気事業、自家用別および水・火力別の発電設備容量、発電電力量および需要電力量は、それぞれ表3-1、表3-2および表3-3のとおりであり、最近10年間に需要規模は2倍以上(年平均伸び率は、電気事業で8.6%、自家用で7.9%、全国計で8.4%)となつている。

表 3-1 電気事業, 自家発の発電設備容量

MVA (10³ kVA)

年	電 気 事 業			自 家 発			合 計		
	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計
1959	29.6	19.2	48.8	0.1	28.7	28.8	29.7	47.9	77.6
1960	30.5	21.4	51.9	0.1	30.6	30.7	30.6	52.0	82.6
1961	34.7	21.5	56.2	0.1	29.5	29.6	34.8	51.0	85.8
1962	34.5	21.8	56.3	0.1	30.8	30.9	34.6	52.6	87.2
1963	34.8	22.5	57.3	0.7	30.7	31.4	35.5	53.2	88.7
1964	34.6	23.6	58.2	1.0	32.9	33.3	35.6	55.9	91.5
1965	34.8	25.0	59.8	1.0	42.1	43.1	35.8	67.1	102.9
1966	42.9	24.3	67.2	0.6	16.6	17.2	43.5	40.9	84.4
1967	42.9	26.6	69.5	0.5	41.6	42.1	43.4	68.2	111.6
1968	43.0	29.2	72.2	0.6	39.7	40.3	43.6	68.9	112.5
1969	44.1	31.6	75.7	0.6	42.2	42.8	44.7	73.8	118.5

表 3-2 電気事業, 自家発の発電電力量

GWh (10⁶ kWh)

年	電 気 事 業			自 家 発			合 計		
	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計
1959	53.8	21.2	75.0	—	25.0	25.0	53.8	46.2	100.0
1960	61.1	15.9	77.0	—	30.3	30.3	61.1	46.2	107.3
1961	66.3	15.5	81.8	—	31.3	31.3	66.3	46.8	113.1
1962	70.6	16.2	86.8	—	32.8	32.8	70.6	49.0	119.6
1963	74.2	18.6	92.8	0.3	34.9	35.2	74.5	53.5	128.0
1964	80.7	21.3	102.0	0.7	36.6	37.3	81.4	57.9	139.3
1965	84.2	22.6	106.8	0.8	46.0	46.8	85.0	68.6	153.6
1966	86.4	28.1	114.5	0.5	17.2	17.7	86.9	45.3	132.2
1967	99.2	32.5	131.7	0.3	48.1	48.4	99.5	80.6	180.1
1968	104.0	40.7	144.7	0.5	47.1	47.6	104.5	87.8	192.3
1969	112.4	43.7	156.1	0.4	53.2	53.6	112.8	96.9	209.7

3x2
 207 487
 207 457
 207 402

表 3 - 3 電気事業、自家発の需要電力量

年	電気事業 (1)		自家発 (2)		合 計	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
1959	58.4	70	25.0	30	83.4	100
1960	62.2	67	30.3	33	92.5	100
1961	66.0	68	31.3	32	97.3	100
1962	71.7	69	32.8	31	104.5	100
1963	76.2	69	33.5	31	109.7	100
1964	85.2	70	37.2	30	122.4	100
1965	89.0	66	46.7	34	135.7	100
1966	96.0	84	17.7	16	113.7	100
1967	112.8	70	48.1	30	160.9	100
1968	123.9	72	47.5	28	171.4	100
1969	133.3	72	53.2	28	186.5	100

注：(1)EEMの自家消費分を含まず
 (2)自家発からの一般供給分を含む

3 - 1 - 4 電力需給の現状

EEMの1969年末の発電設備は、水力ではAntelomita I (5,950 kVA), Antelomita II (5,100 kVA), Volobé (5,700 kVA), Manandona (2,000 kVA), Manandray (652 kVA)等、合計21,557 kVAであり、また主要都市における火力(ディーゼル)発電所、合計27,470 kVAである。

SEMの1969年末の発電設備は、Mandraka水力発電所22,500 kVA(1970年に4号機7,500 kVAを増設)および主として南部海岸地域における火力(ディーゼル)発電所、合計4,187 kVAである。

Mandraka水力発電所の電力は、60 kV送電線によりTanariveへ送られ、Ambodivona変電所(15,000 kVA)を通じてEEMに卸供給されるとともに、Ambohimambonaのマダガスカル製紙工場へ供給され、また30 kV送電線によりAnjiro, Moramangarへ供給されている。

1969年末の電気事業用の主な発電所は表3-4のとおりである。

一方、電気事業の電力系統が発達していないので、自家用発電設備もかなりの規模に達しており、火力(ディーゼル)設備においては電気事業用を上回っている(表3-1参照)。

結局、1969年末の電気事業用、自家発と合わせた全国発電設備容量は118.5 MVA、そのうち75.7 MVA(64%)が電気事業用、42.8 MVA(36%)が自家用である。

1969年の電気事業の地域別および自家用の発電および需要状況は表3-5のとおりである。すなわち、1969年の全国発電電力量は209.7 GWh、うち、156.1 GWh(74%)が電気事業分、53.6 GWh(26%)が自家用分である。

表 3 - 4 電気事業用発電設備 (1969 年末現在)

	電気事業者名	発電所名	機数および容量 (kVA)	運開年	設備容量 (kVA)	供給地域
水	EEM	Antelomita I	3×1,700 1×850	1952/53 1918	5,950	Tananarive , Ivato-Ambohibao ,
	EEM	Antelomita II	2×1,700 1×1,700	1928 1951	5,100	Ambohidratrima , その他
	SEM	Mandraka	2×7,500 1×7,500 (1×7,500)	1958 1966 (1970)	22,500 (7,500)	Tananarive , Anjiro , Moramanga , その他
	EEM	Volobé	3×1,900	1931	5,700	Tamatave
	EEM	Manandona	2×600 1×800	1931 1960	2,000	Antsirabé
	EEM	Manandray	2×176 1×300	1932 1963	652	Fianarantsoa
	EEM	その他			2,155	
	計			44,057		
火 力 (デ イ ー ゼ ル)	EEM	Mandroseza	1×900 2×1,460 1×1,200	1949 1951 1954	5,020	Tananarive , Ivato-Antohibao , その他
	EEM	Tamatave	2×270 2×490 1×970	1930 1956 1958	2,490	Tamatave
	EEM	Majunga	2×700 1×220 1×715 1×1,100 1×1,350	1939 1931 1957 1960 1969	4,785	Majunga
	EEM	Antsirabé	2×720 1×1,400 1×1,400 1×2,250	1958/59 1964 1967 1968	6,490	Antsirabé
	EEM	Fianarantsoa	1×220 1×190 1×500 1×720	1932 1954 1956 1958	1,630	Fianarantsoa
	EEM	Diego-Suarez	1×190 2×650 1×640 1×650	1952 1955 1958 1959	2,780	Diego-Suarez
	SEM	Tuléar	2×275 2×475	1958 1958/60	1,500	Tuléar Miary
	EEM	その他			4,275	
	SEM	その他			2,687	
		計			31,657	
合 計				75,714		

電気事業の需要電力量の供給種別割合は、街路灯 4.9%，家庭用電灯 16.1%，特殊需要（電灯、動力併合需要）14.9%，低圧動力 10.1%，高圧 54.1%となっている。

また、電気事業の全需要電力量のうち、首都 Tananarive およびその周辺の需要は全体の約 50%を占めている。

表 3-5 電気事業、自家発の発電および需要電力量（1969年）

	発電電力量(GWh)			最大電 力 (MW)	年負 荷 率 (%)	需要電力量 (GWh) (1)					
	水 力	火 力	計			低 圧			高 圧	計	
						街路灯	家庭用 電 灯	特 殊 需 要			低 圧 動 力
Tananarive およびその周辺	88.8	0.1	88.9	16.59	61.3	3.5	13.3	10.6	8.7	31.4	67.5
Antsirabé	10.4	13.3	23.7	4.66	58.1	0.4	0.7	0.6	0.6	19.3	21.6
Tamatave	11.2	0.1	11.3	2.49	51.8	0.7	0.8	3.8	0.7	2.8	8.8
Majunga	—	10.2	10.2	3.18	36.6	0.4	0.6	2.8	0.6	4.3	8.7
Diego-Suarez	—	5.6	5.6	1.44	44.4	0.4	1.0	0.9	0.8	1.4	4.5
Tuléar	—	3.8	3.8	1.10	39.5	0.1	1.2	—	0.1	2.2	3.6
Fianarantsoa	1.6	1.9	3.5	0.96	41.3	0.2	0.8	0.2	0.5	1.0	2.7
そ の 他	0.4	8.7	9.1			0.8	3.0	0.9	1.5	9.7	15.9
電 気 事 業 計	112.4	43.7	156.1			6.5	21.4	19.8	13.5	72.1	133.3
自 家 用	0.4	53.2	53.6			53.1 (自家消費) 0.1 (一般供給)					53.2
合 計	112.8	96.9	209.7								186.5

注：(1)EEMの自家消費分を含まず。

3-1-5 電気料金

1969年の主要地域の電気料金は、表3-6に示すとおりである。

原則としてブロックてい減制であり、動力および高圧需要に対しては2部料金制である。

地域によって料金算定方式および料率表示方法が若干相違しているが、一般的に電力量料金については、負荷kWまたは契約kW当りの利用時間数（たとえば、電灯—60時間まで、それをこえる時間、動力、高圧需要—1,500時間まで、1,501時間～2,500時間、2,500時間をこえる、など）によってブロックを区切っている。

別計量による深夜料金制をとっている場合もある。

需要電力料金は、契約kW当りの月額または年額で単価を定めている。

表3-6 主要地域の電気料金(1969年)

地域別	会社別	ブロック別	官庁用	FMG/kWh			
				低 圧			高 圧
				電 灯	特 殊 ⁽¹⁾	動 力	
Tananarive	EEM	1	22,852	26.637	15.234	18.434	10,969
		2	-	30.469	9.750	-	-
		RF ⁽²⁾	-	-	-	1,363.69 ⁽³⁾	1,698.18 ⁽³⁾
Antsirabé	EEM	1	25,500	28.873	23.448	25.849	15,818
		2	34,881	34.881	17.732	-	-
		RF	-	-	11.782	972.02 ⁽³⁾	898.66 ⁽³⁾
Tamatave	EEM	1	25,710	28,280	30.880	19.910	8,000
		2	19,410	30.880	20.210	12.800	6,860
		3	-	-	13.320	-	5,570
		RF	9,244	-	104.060	60.280	2,081.31 ⁽³⁾
Majunga	EEM	1	24,180	30,220	30.220	19.640	13,970
		2	-	-	22.970	17.830	10,900
		3	-	-	15.710	-	-
		RF	-	-	161.980	47.440	1,676.00 ⁽⁴⁾
Diego-Suarez	EEM	1	28,222	35.278	28.222	28.222	15,553
		2	31,750	-	19.403	-	-
		RF	-	-	-	66.140	66.140
Tuléar	SEM	1	27,260	34.080	30.680	27.260	21,120
		2	-	27.260	27.260	23.860	14,300
		3	-	20.450	20.450	20.450	10,650
		RF	-	-	-	-	756.00 ⁽³⁾
Fianarantsoa	EEM	1	27,900	36.870	27.900	26.150	20,920
		2	29,900	-	20.920	18.130	14,640
		3	-	-	-	-	11,510
		RF	-	-	-	97.150	90.850

注:(1) 電灯, 動力併合需要

(2) RF: 需要電力料金(注記号のないものはkW当り月額)

(3) kW当り年額

(4) kVA当り年額

3-2 関連地域における電力需要

ここでは、関連地域（現在のEEM Fianarantsoa支店の供給地域およびその周辺をい、以下Fianarantsoa地域という）における電力需給の現状、工業の現状と将来性について考察し、Namorona川開発の必要性と役割について述べることにする。

3-2-1 Fianarantsoa 地域における電力需給の現状

Fianarantsoa 地域における1969年末の発電設備は、市内に火力（ディーゼル）発電所1,630kVA（1×220kVA, 1×190kVA, 1×500kVA, 1×720kVA）があるほか、小水力発電所652kVA（Manandray）があり（表3-4参照）、14kmの20kV送電線で上記火力発電所と連系している。

このように、一応水・火力発電所を併用しているが、他の主要都市、Tananarive, Antsirabé, Tamataveに比較して、その発電規模が小さく、とくに水力発電所の規模が小さい。

表3-7 Fianarantsoa 地域における発電状況

（1969年）

	水 力	火 力	計
発電設備容量 (kVA)	652	1,630	2,282
発電電力量 (MWh)	1,572	1,900	3,472
設備利用率 (%)	32.4	15.7	20.4
最大電力 (kW)			960
年負荷率 (%)			41.3

1969年の年間発電電力量は、水力発電が1,572MWh、火力発電が1,900MWhで、水・火力の比は45:55である。設備利用率が示しているように、水力発電をベースにしているが、渇水期には火力発電がベースとなり、日調整能力を有する水力発電がピーク供給力となっている。

供給余力についてみると、火力（ディーゼル）発電所の220kVA発電機は老朽設備でその信頼度は非常に低く、水力発電所も小出力でしかも渇水期における出力が大巾に低下するのであまり余力はない。

1969年における需要構成をみると、電灯と動力、その他との比が38:62で、工業が比較的発達しているTananarive(25:75)およびAntsirabé(10:90)に較べ、動力その他需要の占める割合が小さく、工業化が遅れていることを示している。

表 3-8 Fianarantsoa 地域における電力需要構成

(1969年)

	電 灯			動 力 そ の 他				計
	街路灯	家庭用	小 計	特殊需要	低圧動力	高圧需要	小 計	
需要電力量(MWh)	246	765	1,011	244	466	962	1,672	2,683
同上割合(%)			37.7				62.3	100
需要家数	1	1,990	1,991	213	241	16	470	2,461
1需要家当り 電力量(kWh)		384	508	1,146	1,934	60.125	3,557	1,090

注: EEMの自家消費分を含まず。

供給規模が小さく、とくに水力発電の出力が小さく、また燃料価格が割高なために、電気料金が他の主要都市に比較して相当高くなっている。

表 3-9 Fianarantsoa 地域における電気料金(1969年)

FMG/kWh

区 分	官 庁 用	電 灯	特殊需要	低圧動力	高圧需要
第1ブロック	27.90 ⁽¹⁾	36.87	27.90	26.15	20.92 ⁽³⁾
第2ブロック	29.90 ⁽²⁾	-	20.92 ⁽⁷⁾	18.13	14.64 ⁽⁴⁾
第3ブロック	-	-	-	-	11.51 ⁽⁵⁾
ダイヤモンド料金	-	-	-	-	90.85 ⁽⁶⁾

- 注: (1) 街路灯
 (2) 街路灯以外の公共用
 (3) 契約kW当りの利用時間1,500時間まで
 (4) " 1,501時間~2,500時間
 (5) " 2,500時間をこえる時間
 (6) kW当り月額ダイヤモンド料金
 (7) 時間帯契約の場合(深夜、別計量)

以下、過去における電力需給の推移についてみることにする。

発電設備容量、発電電力量の推移は表3-10のとおりである。

表3-10 Fianarantsoa地域における発電設備容量, 発電電力量

	発電設備容量 (kVA)			発電電力量 (MWh)			最大電力 (kW)	年負荷率 (%)
	水力	火力	計	水力	火力	計		
1959	352	1,630	1,982	1,346	1,351	2,697	795	38.7
1960	352	1,630	1,982	776	2,063	2,839	795	40.8
1961	352	1,630	1,982	1,294	1,634	2,928	795	42.0
1962	352	1,630	1,982	1,300	1,851	3,151	855	42.1
1963	652	1,630	2,282	1,586	1,545	3,131	705	50.6
1964	652	1,630	2,282	1,683	1,450	3,133	840	42.6
1965	652	1,630	2,282	1,941	856	2,797	750	42.5
1966	652	1,630	2,282	1,538	1,377	2,915	690	48.3
1967	652	1,630	2,282	1,811	1,384	3,195	760	48.0
1968	652	1,630	2,282	1,136	2,142	3,278	900	41.6
1969	652	1,630	2,282	1,572	1,900	3,472	960	41.3

用途別需要電力量の推移は表3-11のとおりである。

表3-11 Fianarantsoa地域における用途別需要電力量

	低 圧 需 要						高圧需要	合 計	年伸び率 (%)
	街路灯	家庭用	電灯小計	特殊需要	動力 ⁽¹⁾	計			
1959	176	1,010	1,186	307	395	1,888	294	2,182	-
1960	186	1,029	1,215	303	380	1,898	317	2,215	+ 1.5
1961	152	953	1,105	277	470	1,852	403	2,255	+ 1.8
1962	256	993	1,249	279	512	2,040	574	2,614	+15.9
1963	181	994	1,175	466	330	1,971	503	2,474	- 5.4
1964	253	768	1,021	239	531	1,791	712	2,503	+ 1.2
1965	174	704	878	222	505	1,605	495	2,100	-16.1
1966	192	713	905	198	519	1,622	658	2,280	+ 8.6
1967	176	763	939	171	509	1,619	892	2,511	+10.1
1968	200	795	995	209	525	1,729	927	2,656	+ 5.8
1969	246	765	1,011	244	486	1,741	962	2,703	+ 1.8

注:(1) EEM自家消費分の推定値を含む。

これによれば、毎年の伸び率が非常に不規則であり、安定した成長を示していない。とくに、1965年の需要低下が著しいが、これは主として1964年における仏軍の撤退によるものと考えられる。

損失率の推移は表3-12のとおりであり、需要密度が粗であるためか、損失率が非常に大きい。

表3-12 Fianarantsoa 地域における損失率

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
発電(MWh)	2,697	2,839	2,928	3,151	3,131	3,133	2,797	2,915	3,195	3,278	3,472
消費(MWh)	2,182	2,215	2,255	2,614	2,474	2,503	2,100	2,280	2,511	2,656	2,703
損失率(%)	19.1	22.0	23.0	17.0	21.0	20.1	24.9	21.8	21.4	19.0	22.1

3-2-2 Fianarantsoa 地域における工業の現状とその将来性についての考察

Fianarantsoa 市はFianarantsoa 州の首都であり、人口は約50,000でTananarive, Tamataveにつぐマダガスカル国第3の都市である。

Fianarantsoa 州の経済は農畜産業およびその加工業に支えられており、その経済における工業の地位は非常に低い。そして、これらの農畜産物の加工業は、東海岸地域におけるコーヒー豆の加工を除き、Fianarantsoa 地域に集中しているが、その規模もまた非常に小さい。

Fianarantsoa 地域の工業発展を阻害しているもつとも大きな要因は、この地域における水力電源が極小規模であり、電気料金が高く、供給余力がないことであると考えられる。

一方、この地域における工業立地の将来性については、つぎの諸点が考えられる。

すなわち、工業用水の取得にはそれほどの難はなく、燃料問題についても他の内陸地域と比較してとくに不利な条件にあるとは考えられない。たゞ、このような内陸地における工業廃水の処理についてはとくに慎重な配慮を必要とする。

Manakara港およびMananjary 港に近く、とくにManakara港との間には鉄道の連絡があり、東海岸地域との交通は比較的便利である。また、Antsirabé との間で鉄道建設計画が具体化すると、Tamataveから中部高原地帯の諸都市を經由してManakaraに至る鉄道連絡が完成し、現在若干不利な条件となつているaccessの問題は緩和されるであろう。

Fianarantsoa 州は人口のもつとも多い州(現在約181万)で、労働力取得上および国内向け各種工業の市場として大きな背後地をもっている。

このようなことから、道路、鉄道、港湾施設などの基礎施設が整備されることにより、工業立地上の将来性は有望であるものと考えられる。

(a) Fianarantsoa 地域における工業の現状

Fianarantsoa 地域の工業は、主として農畜産物の加工業、すなわち精米、食肉業、かん詰業、ブドー酒の製造および食用油の精製である。

精米 - Fianarantsoa 州の精米業はほとんど Fianarantsoa 地域に集中しており、Manakara, Mananjary, Farafangana 等の海岸地域には現在精米所がなく、耕作者自身で精米する場合が多い。

現在、Fianarantsoa 地域の精米場には、国営農場経営のもの 1、民営のもの 4 がある。1968 年および 1969 年の精米量はそれぞれ 25,923 トンおよび 24,127 トンである。食肉、かん詰業 - 現在、国営農場経営の牛肉、豚肉の処理、かん詰工場、民営の冷凍牛肉工場および日本とマダガスカル国政府との合弁による肉汁工場がある。

1968 年および 1969 年の操業状況は以下のとおりである。

国営農場：1968 年には牛 5,150 頭、豚 307 頭を処理（重量それぞれ 2,262 トンおよび 32 トン）し、45 トンを精肉として販売し、1,548,000 箇のかん詰を製造した。

1969 年には同じく牛 7,620 頭、豚 513 頭を処理（重量それぞれ 3,407 トンおよび 52 トン）して、48 トンを精肉として販売し、2,046,000 箇のかん詰を製造した。

その他、ジャム約 12 トン、輸出用胡椒 25,000 箱を生産した。

民営工場：1969 年に牛 5,000 頭を処理し、輸出向けの冷凍牛肉 500 トンを出荷した。

その出荷先は、ザンビア、モーリシャス、フランスおよびレユニオンなどである。

日本・マダガスカル合弁会社：1969 年 6 月、日本の企業（富士食品、帝人、川上貿易）

とマダガスカル政府との合弁（49：51）により肉汁工場（COVIM）が設立され、

1970 年 4 月に操業開始した。この工場は、当初かん詰会社 Rochefortaise の設備の一部を利用して操業開始したものであるが、設備の改善により 1971 年の生産目標を年 600 トンとしている。その生産物は肉汁の濃縮液であり、日本へ輸出されている。

ブドウ酒 - Fianarantsoa 市を含み、同県内には 200 ha のブドウ畑があつて、1969 年には 1,379 kℓ のブドウ酒を生産しており、マダガスカル国のほとんど全生産量を占めている。

食用油の精製 - ピーナッツを原料とする食用油の精製が小規模に行なわれており、その生産量は 1969 年に約 200 トンであつた。

その他 - 果物のかん詰工場、煉瓦工場などがある。

(b) Fianarantsoa 地域における工業化の可能性

Fianarantsoa 地域の工業化の機会、低廉な電力が豊富に利用可能となることによつて大きくなることが明らかであり、これによつて農畜産物を利用する工業が一層促進され、さらに、新たな資源を利用する工業も設立されるであろう。

今のところ地域間の連系送電線をもたないこの国においては、個々の地域における電力供給条件がそれらの地域における工業化に関して重大な影響をおよぼすことが明らかである。かつて電力事情がよくて工業が発達した地域も、電力需要の増大にともなうその後の供給力拡充の手段いかんによつては、その供給条件が悪化している地域もある。低廉な電力が豊富に供給できる地域に対する期待は急速に高まってくるであろう。

この国における工業化の促進を困難にしている諸条件は、基本的には資本と技術の不足であり、また制度上の後進性である。しかしながら、これらの条件は他の発展途上国と較べて大差はなく、むしろ天然資源の面ではかなり恵まれており、民族的意欲も充分であることは前途に希望を抱かせるものである。

要するに、国内における産業促進に関する組織と制度の整備および、先進工業国の資本、技術面での援助が Fianarantsoa 地域の電力供給条件を緩和し、この地域の工業発展のために効果を発揮するものとする。

Fianarantsoa 地域における工業化について考える場合、この国の現状から、まず、その周辺において既に明らかにされている天然資源を原材料として利用する考え方に立脚すべきことは当然である。

紙・パルプ工業— Fianarantsoa 市の近く、La Haute — Matsiatra に 1953 年から Pinus Patura (一種の松) および Eucalyptus (ユーカリ) の植林が実施されている (1970 年現在 22,333 ha) ことから、紙・パルプ工業は Fianarantsoa 地域におけるもつとも可能性の高い工業であると期待されている。

「工業開発促進局」(Bureau de developement et de Promotion Industries— B.D.P.I.) におけるこの紙・パルプ工業に関する最新の計画としては、おおよそつぎのような案とされている。

- 操業開始年：1976 年以降
- 3 ユニットの背圧タービン発電機を設置する (出力は未定)
- 生産計画 : クラフト・パルプ 150,000 トン/年
紙 20,000 トン/年

この紙・パルプ工業に関連した水力発電の開発については、既に La Grand Namorona (8,000 kW), La Fatita (24,000 kW) が検討されていたが、前者は出力が充分でなく、後者を利用する計画がなされていたが具体化しなかった。

この地域における現在の一般電力需要の規模の面から、比較的大規模となるこの紙・パルプ工業用の電力を電気事業からの受電に求めることが必ずしも得策でなく、また水力電源を一つの産業企業によつて単独に開発することが経済的に容易でないとすれば、最近における高圧ボイラーの発達にともない、自家発の背圧タービン発電機採用により電力と蒸気を同時に取得する案はエネルギー経済的に合理的であり、諸外国においても多々例がある方法である。

したがって、現在の諸情勢からすれば、Fianarantsoa 地域における紙・パルプ工業用の電力は、B.D.P.I. の最新案の線に沿つて具体化を進めるべきであるとする。

アルミナー東南部地域 Manantenina 鉱区に約 1 億トンのボーキサイトがあることが知られている。これについては、フランスの Pechiney 社が年間 4~5 百万トンを探掘する予定となっており、そのうち 3 百万トン/年はフランスへ輸出し、残り 1~2 百万トン/年はマダガスカル国内における処理に残されることになっている。

この1～2百万トンのボーキサイトをアルミナ化するために、マダガスカル国内において適当な水力発電所を建設して苛性ソーダを製造する案がある。

この案の具体化については、第3者のアルミニウム業者の参加が前提となる。

苛性ソーダについては、紙・パルプ工業に関してもその需要があるため、その生産工業の可能性は充分あるものと考えられる。しかしながら、今のところ燃料事情から電解法によらざるをえず、またその需要量からみてかなり大規模の水力発電所を必要とする。また、電解法による苛性ソーダを考える場合、原料塩、塩素製品の需要量など関連する種々の問題の検討が残されている。

金属ニッケル—Fianarantsoa 市北方約80kmのValozoroに金属ニッケルで70,000トン相当のニッケル鉱(品位3%)が賦存していることがわかっている。これは2,500トン/年の金属ニッケル精錬で約25年の寿命をもつものである。これについては、La Fatita(24,000kW)の開発による電力によつて精錬する案があつたが、今のところ進展していない。

綿紡織—Fianarantsoa 州の隣の州、Tole ar 州の北西部に約15,000トン/年の棉花が栽培されている。既存の繊維工場はAntsirabé およびMajunga にあり、いずれも拡張が予定されている。現在これら2都市の電力供給に余力がなく、またFianarantsoa 地域はこれら2都市よりも棉花の産地に近いので、その電力事情が好転すると、この地域に第3の繊維工場が立地される可能性が非常に高い。

セラミック—数年前米国の技術者がその可能性について調査し、有望であることが明らかにされている。その企業設立については自由の状態にあるが、今のところ設立申請者はない。食器類、ウォール・タイル等の製造が考えられ、電力事情の好転によつてその企業の具体化の可能性が高い。

乳製品—第1次5カ年計画においてFianarantsoa 地域に乳製品工業の設立がもくろまれたが、これは場所を変えてAntsirabé に設立されている。Fianarantsoa 県の牛の飼育頭数は1969年現在約80万頭におよんでいるが、まだ組織的な酪農になつておらず、今のところ牛乳の収集が充分ではない。今後、営農の組織、制度上の改善を施すことによつてこの地域にも乳製品工業の可能性がある。

植物油の精製、パーム椰子の利用—既にピーナッツを原料とする食用油の精製工場があり、また新たな精製工場が設立されようとして建物まで準備されたが、まだ操業開始されるにいたっていない。電力事情の好転によつて操業開始の可能性が高くなるであろう。また、この地域に精米工場が多いことから米糠油の精製も可能であり、さらに東海岸にパーム椰子が栽培されていることから、その工業的利用のための工場設立の可能性もある。

屠殺・冷凍—食肉業は前述のとおり古くから存在しており、この地域における数少ない輸出産業の一つとなつている。近隣諸国に対する冷凍食肉の輸出は、輸送上の問題が解決されるならば、拡張の可能性があるのである。

果物・ジュースのかん詰—種々の果物を産することから、果物およびジュースの保存加工業の可能性はある。果物のかん詰製造は既に小規模に行なわれているが、原料供給の制度上の改善を図ることによって新たな企業の可能性はある。

製材・家具—森林資源があることから、製材および家具製造業の可能性はある。また、家屋内装用の合板製造の可能性もあるであろう。

衣類の加工—Fianarantsoa 市にはかなり大きな生地市場があり、この国の衣生活様式からも既成服工場の設立が既に話題になっている。上記の綿紡織工場が誘致されるとその可能性はさらに高くなるであろう。

製かん—果物、ジュース、食肉、乳製品等の産出が多くなるにしたがい、かん詰用のかんの需要が増大し、製かん業の可能性が高くなるであろう。

3-2-3 Namorona川開発の必要性和その役割

経済開発の初期の段階にある地域においては、水力発電所の建設が経済開発の契機となり、またその先導的な役割を果たすことは、先進諸国の歴史に照らして明らかなことである。すなわち、水力発電所の建設によってその地域に低廉な電力を豊富にしかも有効に供給できる場合に、その地域における在来の電力需要は急速に伸び、また新たな電力需要が造成されて、その地域に大きな経済的利益をもたらすものである。

したがって、発展途上国におけるとくに孤立電源としての水力発電所の建設は、その物理的、経済的な特性のために、ある程度先行的に実施される例が多い。

現在のところFianarantsoa 地域には差迫って具体化されようとしている工業化計画の少ないのは主として電力事情によるものであり、この地域における工業化を促進するためには、まず電力供給条件を緩和する必要がある。

したがって、Namorona川の開発はFianarantsoa 地域開発に重要な役割を果たすものであり、その規模と特性から、電力需要の伸びに応じた段階的な開発に適したものである。

3-3 電力需要想定

Namorona川の開発による発生電力のマーケットとしては、主として、Fianarantsoa 地域を供給区域とする既存の電気事業 (EEM) への卸供給および開発地点に近い距離にある若干の町村 (Ranomafana, Ifanadiana 等) の新規供給を考えるものとする。

既に述べたようなFianarantsoa 地域に関する種々の考察からNamorona川の開発によつて比較的低廉な電力を豊富に供給できるものとすれば、在来の電灯、その他若干の工業用需要は増加し、また制度上の改善が行なわれるとともに、工業原材料についての調査も促進されて、これらを利用する新しい工業の設立も漸次行なわれるであろう。

このようなことから、Namorona川開発による発生電力のマーケットと考えられるFianarantsoa 地域および若干の他の町村において予想される電力需要の形態をつぎのように区分して考察することとする。

- 現在の電力供給態勢の下で予想される在来需要グループによる需要の増加
- Namorona川の開発による刺激の下における在来需要グループに期待される需要促進と新たに誘致される新規需要グループによる需要 (Namorona川開発以後の需要という)

3-3-1 現在の電力供給態勢の下で予想される需要

この種の需要想定は、もちろん新規供給力を必要とする時点を知るためにも必要である。

電力需要のこれまでの推移は表3-11に示すとおり、毎年の需要の伸びが非常に不規則である。これは1964年における仏軍の撤退による電力需要の激減、農産物加工業における原料、とくに米産の気候による不安定、市の財政事情による街路灯点灯時間の調整等によることが明らかである。

1970年に需要促進運動が行なわれ、この年に電灯その他の需要がかなり増加したようであるが、現在の供給態勢の下で近い将来このような状態に大きな変化を期待することは困難であり、新しい工業を想定することは容易ではない。

このような事情から、過去の実績を用いる時系列方式によつて将来の電力需要を想定することは適当でないと考える。したがつて、需要構成が比較的単純であるので、人口動向、需要家数の増加、一需要家当りの消費量等種々の条件を考慮して、各需要種別毎に各年の需要を想定し、これらを合計する方法を採用した。その想定値は表3-13に示すとおりである。

表3-13 現在の電力供給態勢の下での需要

	MWh								
	1969	1970~1975		1976	1977	1978	1979	1980~1985	
街 路 灯	246	280	350	370	385	400	420	430	500
家庭用電灯	765	950	1,050	1,130	1,165	1,200	1,240	1,270	1,600
電 灯 小 計	1,011	1,230	1,400	1,500	1,550	1,600	1,660	1,700	2,100
特 殊 需 要	244	260	355	360	400	420	490	500	590
動 力	486	500	530	540	550	610	650	660	950
低 圧 計	1,741	1,990	2,285	2,400	2,500	2,630	2,800	2,860	3,640
高 圧	962	970	1,115	1,150	1,200	1,220	1,310	1,400	1,860
需要電力量(需要端)合計	2,703	2,960	3,400	3,550	3,700	3,850	4,110	4,260	5,500
損 失 率 (%)	22.2	20	20	20	19	18	18	17	17
年 負 荷 率 (%)	41.3	40	41	41	41	41	41	41	42
需要電力量(発電端)	3,474	3,700	4,250	4,438	4,568	4,695	5,012	5,133	6,627
最大電力(発電端)(kW)	960	1,060	1,183	1,236	1,272	1,307	1,395	1,430	1,800

注：1969年の数字は実績。

3-3-2 Namorona川開発以後の需要

水力発電による比較的低廉な電力の供給力が増大すると、これまで全需要電力量の半ば、あるいはそれ以上をまかなつてきた割高なディーゼル発電は、当初は完全に水力発電に置換えることができ、燃料費の節約となる。

これによる在来需要グループにおよぼす影響としてつぎのようなことが考えられる。

- 需要家数の増加
- 一需要家当りの消費量の増加

供給力の増大にともない、配電網の拡張が行なわれ、電気料金の低下もあつて、需要家数は増加するであろう。また、新規工業の誘致設立により、労働者の必要からある程度の人口集中および付帯的な新規商業需要の発生による需要家の増加も考えられるであろう。

一方、供給力が充分でなく、電気料金が高かつたために抑制されていた需要が、供給条件の緩和によつて増加するであろう。また、若干の基礎施設による消費量も増加するであろう。

これらの影響について、その影響のみを明確に分離し、またそれによる需要増加を明確に見通すことは容易ではないが、Fianarantsoa 地域における条件、この国の他の地域の例などを考慮して需要促進率を推定することとした。また、新規供給町村における需要については、人口規模と予想される需要構成から類似の町村と比較して需要を想定した。

新規需要グループについての需要想定を実施するに当つては、3-2-2(b)において考察した可能性のある工業のうち、今後なお種々検討されるべき問題が残されている紙・パルプ工業、ボーキサイトおよび金属ニッケルを除き、現時点において具体化が比較的容易であると考えられる工業につき、他の発展途上国および日本における例から適当と思われる規模を想定し、これらが逐次操業開始するものと考えた。

このような考え方に基づいて実施したNamorona川開発以後の需要想定値は、表3-14に示すとおりである。

表3-14 Namorona川開発以後の需要

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
(1) 在来需要												
需要電力量(需要端)(MWh)	3,590	3,770	3,990	4,230	4,500	4,830	5,170	5,530	5,920	6,390	6,770	7,250
年負荷率(%)	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	43	44
最大需要電力(需要端)(kW)	1,000	1,050	1,110	1,180	1,250	1,345	1,440	1,540	1,650	1,760	1,790	1,880
(2) 新規需要												
セラミック(kW)	-	-	100	200	200	250	250	250	250	250	250	250
乳製品(kW)	-	-	-	-	100	180	200	200	200	200	200	200
絹紡織(kW)	-	-	-	-	-	500	800	1,000	1,000	1,300	1,500	2,000
他の諸工業(kW)	-	30	240	420	485	490	490	500	500	500	500	500
その他(kW)	-	125	300	300	300	300	320	330	380	460	420	420
計(kW)	-	155	640	920	1,185	1,720	2,060	2,280	2,330	2,650	2,870	3,370
需要電力量(需要端)(MWh)	-	520	2,090	3,010	4,060	5,910	7,210	7,970	8,320	9,460	10,250	12,050
年負荷率(%)	-	41	43	43	45	45	46	46	47	47	47	47
合成最大電力(需要端)(kW)	-	145	556	800	1,030	1,500	1,790	1,980	2,020	2,300	2,490	2,930
(3) 合計												
需要電力量(需要端)(MWh)	3,590	4,290	6,080	7,240	8,560	10,740	12,380	13,500	14,240	15,790	17,020	19,300
総合損失率(%)	20	20	15	15	15	14	14	14	14	14	14	14
需要電力量(発電端)(MWh)	4,480	5,360	7,150	8,520	10,070	12,490	14,390	15,700	16,580	18,350	19,800	22,450
年負荷率(%)	41	47	55	55	56	56	57	57	57	57	58	58
合成最大電力(発電端)(kW)	1,250	1,300	1,470	1,760	2,040	2,540	2,900	3,170	3,300	3,660	3,870	4,420

われわれの判断では、Namorona川の開発にともなうFianarantsoa 地域およびその近隣の電力需要は、その発生電力を比較的早期に充分消化できるペースで伸びてゆくものとする。

Ambodikimba 発電所の発生電力に対する需要の伸びは、もちろん公私による工業計画の実施如何に大きく影響されることは当然であるが、この国における全般的な工業化のスピード、他の地域における電力供給条件とその工業化の例などから充分納得性があるものとする。

3-4 電力需給バランス

3-2-3 に述べた Namorona川開発の必要性に基づき、経済的にもつとも有利な Ambodikimba 地点をできるだけ早期に開発すべきであるとする。

Ambodikimba 発電所の建設については、Namorona川の流況とこの地点の地形から最大出力 5,000 kW とするのが最適であるが、当初は年間を通じてほとんど常時出力となる 1号機 2,500 kW を運転開始し、需要の増大に応じて 2号機 2,500 kW を、さらには日調整のために上流 Andriamamovoka 地点における調整池の使用を開始するのが適当であるとする。

われわれの想定によると、これらの運転開始年は、それぞれ 1976年、1980年および 1984年である。

2号機運転開始後数年の間は渇水期において出力不足となるが、このことに関して既設ディーゼル発電機によるピーク負荷補給を考えた。

3-4-1 kW バランス

Fianarantsoa 地域における電力需要の季節的な変動としては、5月および6月に若干の増大がみられるが、それよりも渇水期における水力発電所の出力低下が大きいので、kW バランスをみる場合の供給力としては水力発電所の供給力が最低となる月の供給力をとることとした。

すなわち、Ambodikimba 発電所については、4-2-1 において述べる代表年である 1962年の最低5日平均流量(10月)における出力をもって供給力とした。上流 Andriamamovoka 地点に調整池を設けると、非尖頭時出力を最大出力の 35.8% (1,790 kW) として、尖頭時出力 8時間の日調整が可能となるので、調整後の尖頭時出力(5,000 kW)をもって供給力とした。

既設 Manandray 水力発電所についても日調整能力を考慮した最渇水月(10月)の尖頭時出力をもって供給力とした。

既設ディーゼル発電所については、Ambodikimba 発電所 1号機運転開始当初は予備設備とし、同 2号機運転開始後調整池が使用可能となるまで渇水期に供給力が不足するので、この間のピーク供給力として充当することとした。なお、220 kVA ディーゼル発電機は老朽設備で既に信頼度が非常に低いので、これを除外して考えた。

このようにしてえられた結果は、表 3-15、図 3-1 および図 3-2 に示すとおりである。

3-4-2 kWh バランス

供給地域における年間の kWh バランスを検討するに当っては、代表年の流況曲線による出力および発電電力量と毎年の最大需要電力および需要電力量を比較して実施したが、水力発電による供給力が不足する場合は、その不足供給力の大きさ、不足日数および日々の不足時間からディーゼル発電による補給量を算出した。

このようにしてえられた結果は表 3-15 に示すとおりである。

表 3-15 kW および kWh バランス (発電端)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
(1) 需 要												
需要電力量 (MWh)	4,480	5,360	7,150	8,520	10,700	12,490	14,390	15,700	16,580	18,350	19,800	22,450
年 負 荷 率 (%)	41	47	55	55	56	56	57	57	57	57	58	58
最大需要電力 (kW)	1,250	1,300	1,470	1,760	2,040	2,540	2,900	3,170	3,300	3,660	3,870	4,420
(2) 供 給 力												
(2.1) 可能供給力												
新規水力発電所 (kW)	-	1,100	1,270	1,560	1,840	2,240	2,240	2,240	2,240	3,460	3,670	4,220
既設水力発電所 (kW)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
既設ディーゼル発電所 (kW)	1,050	-	-	-	-	100	460	730	860	-	-	-
計 (kW)	1,250	1,300	1,470	1,760	2,040	2,540	2,900	3,170	3,300	3,660	3,870	4,420
(2.2) 可能供給電力量												
新規水力発電所 (MWh)	-	3,900	5,690	7,060	8,610	11,027	12,851	14,017	14,768	16,890	18,340	20,990
既設水力発電所 (MWh)	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460
既設ディーゼル発電所 (MWh)	3,020	-	-	-	-	3	79	223	352	-	-	-
計 (MWh)	4,480	5,360	7,150	8,520	10,070	12,490	14,390	15,700	16,580	18,350	19,800	22,450
(3) 設 備 出 力												
新規水力発電所 (kW)	-	2,500	2,500	2,500	2,500	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
既設水力発電所 (kW)	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
既設ディーゼル発電所 (kW)	1,200 [※]	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
計 (kW)	1,750	4,250	4,250	4,250	4,250	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750

注：※ 220kVA ディーゼル発電機は老朽設備であるので除外

図 3-1 渇水期供給力

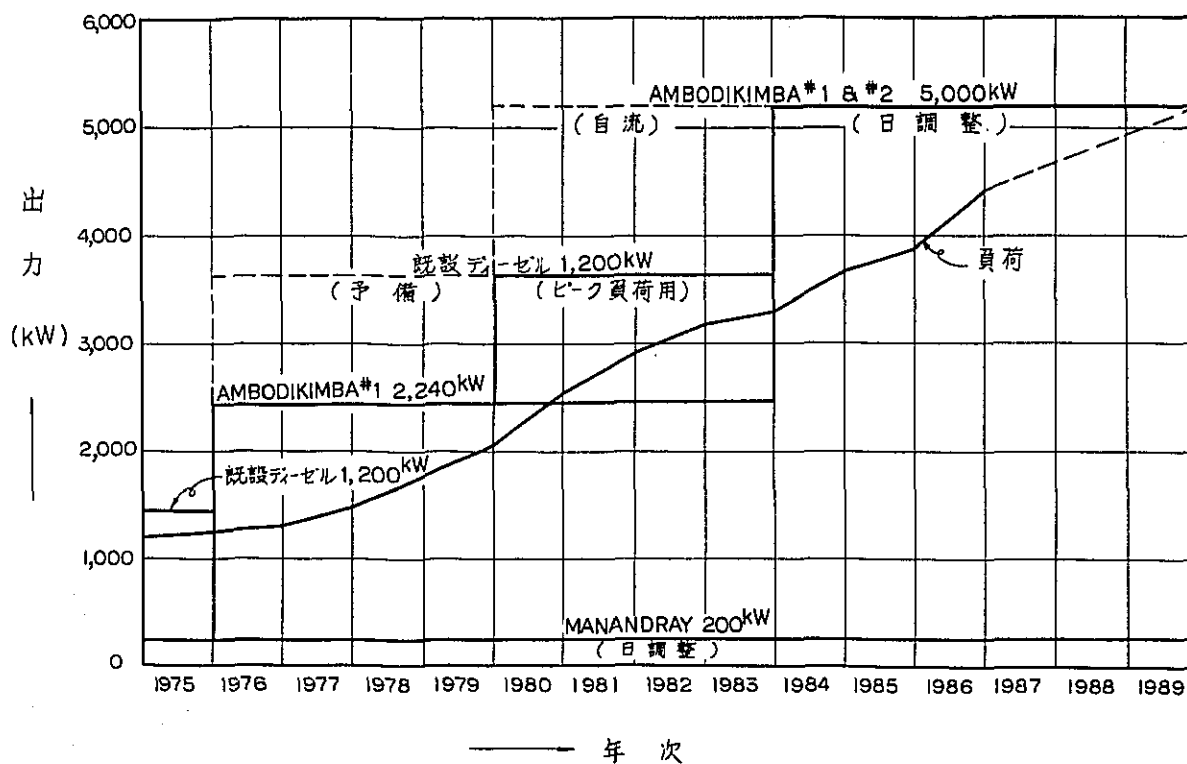
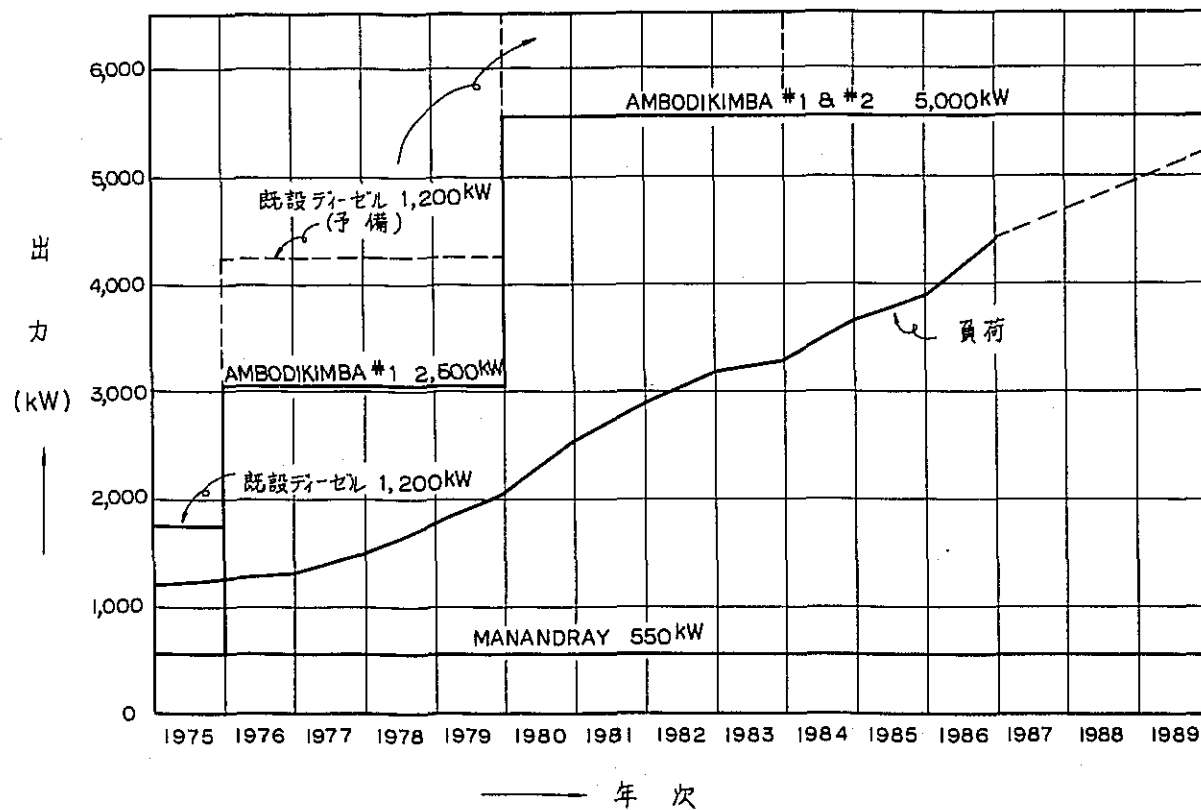


図 3-2 豊水期供給力



第 4 章 開 発 計 画

第 4 章 開 発 計 画

4-1 計画概要

4-1-1 計画地域の概要

Namorona川は標高1,200m~1,500mの中央高原山脈に源を発し、Vohiparara 台地より階段式の多くの滝を形成する急流河川となつて東流し、Mananjary と Manakara の中間に位置するNamoronaを通つてインド洋に注ぐ、延長約170km、流域面積約2,150km²の河川である。

このうち開発地域のNamorona川上流部は、標高約1,100mのVohiparara 台地の東側より約7km下流のRanomafanaまで、Chutes de Namorona の滝をはじめ、数多くの階段式滝を形成しており、この間の平均河川勾配は1/17 である。

流域内の降雨量は、この国で多雨地帯に属する年間約2,500mm程度であり、雨期は11月から翌年3月までである。

また、上流部は急峻な山岳地形をなしており、Vohiparara よりRanomafanaまでは、Namorona 川に沿つてFianarantsoa と Mananjary を結ぶ国道が開設されており、交通の便にも恵まれている。

なお、上流域は樹高15m程度の樹木に覆われた、この国では珍しい森林地帯を形成している。

以上からNamorona川上流部は、雨量、流量、落差に恵まれ、交通の面からも水力電源開発地域として優れている。

4-1-2 計画の概要

本計画は、Namorona川上流部Ambodikimba 地点に、滝による落差を利用した水力発電所を開発し、その電力を新たに建設する送電線(亘長46km)により、Fianarantsoa 地域に送電して既存の電力会社に卸し売りを行なうものである。

開発地点については、Ambodikimba , Andriamamovoka 両地点の比較を行なつた結果 Ambodikimba 地点が経済的に優位であるとの結論に達し、この地点を優先して開発することとした。

また、各種の経済的検討の結果、Ambodikimba 発電所は最終規模として、日調整用の調整池を有する、最大出力5,000kW(使用水量8m³/s , 落差80m, 尖頭負荷継続時間8時間)の能力を有するものとし、その開発は、需要想定に合わせて、段階的に行うこととした。すなわち、表4-1にあるとおり1977年末に第1期工事(出力2,500kW、流れ込み式)、1979年末に第2期工事(出力2,500kWを増設、流れ込み式)、1983年末に第3期工事(Andriamamovoka ダム設置)を夫々完成し、第3期工事完成とともに日調整能力を持つ調整池式水力発電所となるものである。

発電所~Fianarantsoa までの送電は、亘長46km、電圧66kV、1回線の新設送電線により送電し、同じく新設の受電変電所の2次側において、卸し売りすることとする。

また、既設送電線に連絡のため、受電変電所から亘長約5 km、電圧22 kV、1回線の連絡線新設を行なり。

この開発に要する工事資金は、総額 $1,197,540 \times 10^3$ FMGで、その内、外貨分は $821,060 \times 10^3$ FMGとなり、総額の約69%を占める。

発電所の年間可能発生電力量は、第2期工事完成以後38,890 MWhとなり、水の利用率は88.7%である。

また、販売電力量は、卸し売り地点において1976年の3,720 MWhから1995年には37,140 MWhに達する。

設備の耐用年限の全期間を通じての平準発電原価は、3.6 FMG/kWhで、代替ディーゼル発電案、現行料金のうちの燃料費と比較して割安である。

なお、本計画に使用した標高はMinistere des Travaux Publics Service Central Technique 作成のR.N. 25 Plan 1/500の図面からつぎのような仮BMを設けて測量を行なった。

Ambodikimba 地点 …………… 発電所上位付近を通る国道のIP.121とIP.122のほぼ中間付近の道路川側をEL 785.00 mとした。

Andriamamovoka 地点 …………… Chutes de Namorona上流約50 mのカーブIP.S-14付近の道路山側路肩をEL 1,120.44 mとした。

表4-1 Ambodikimba 発電計画概要表

項 目		第1期工事 完 成 時	第2期工事 完 成 時	第3期工事 完 成 時
河 川 名		Namorona 川		
流 域 面 積 km ²		475		
流況(平水-低水-最小) m ³ /s		9.12 - 6.51 - 2.74		
年 間 平 均 流 量 m ³ /s		12.63		
発 電 方 式		流れ込み式	流れ込み式	調整池式
調 整 池	調 水 位 m	-	-	1,116.5
	有 効 貯 水 量 10 ³ m ³	-	-	130
発 電	基 準 取 水 位 m	742.00	742.00	742.00
	基 準 放 水 位 m	659.00	659.00	659.00
	有 効 落 差 (最大時) m	80.00	80.00	80.00
	最 大 使 用 水 量 m ³ /s	4.00	8.00	8.00
	常 時 使 用 水 量 m ³ /s	3.77	3.77	3.77
	最 大 出 力 kW	2,500	5,000	5,000
	常 時 出 力 kW	2,360	2,360	2,360
	常 時 尖 頭 出 力 kW	-	-	5,000
年 間 発 生 電 力 量 MWh		21,810	38,890	38,890
送 電	亘 長 kW	46	46	46
	電 圧 kV	66	66	66
	回 線 数	1	1	1
変 電	容 量 kVA	3,100	3,100	3,100
	電 圧 kV	66/5	66/5	66/5
	台 数	1	2	2
総 工 事 費 10 ⁶ FMG		871.14	1,040.64	1,197.54
kW 当り 建設費 10 ⁶ FMG		348.5	208.1	239.5
kW 当り 建設費 FMG		39.9	26.8	30.8

4-2 水文および地質

4-2-1 代表年の決定

流量資料は *Annuaire Hydrologique de Madagascar* に記載されている、Namorona 川 Vohiparara 測水所 (流域面積 445 km^2) の最近10年間である、1956~1967年 (1959, 60年不備) の記録を採用した。

本測水所は Namorona 川の唯一の測水所であり、Andriamamovoka ダム地点の直上流に位置し、約 6 km 下流の Ambodikimba 取水ダム地点と合せ、好都合の位置にある。(付録図 A-1-1 参照)

発電計画の基本となる河川流量については、10年間の平均代表年を採用することにし、付録表 A-1-5 に記載の方法で、1962年を代表年とした。

4-2-2 計画地点の流況

(a) Andriamamovoka 調整池ダム地点

本地点は Vohiparara 測水所の下流約 200 m に位置しているため、測水所の記録をそのまま採用することにした。

代表年の流況は表 4-2 に、月平均流量は図 4-1 に示す。

(b) Ambodikimba 取水ダム地点

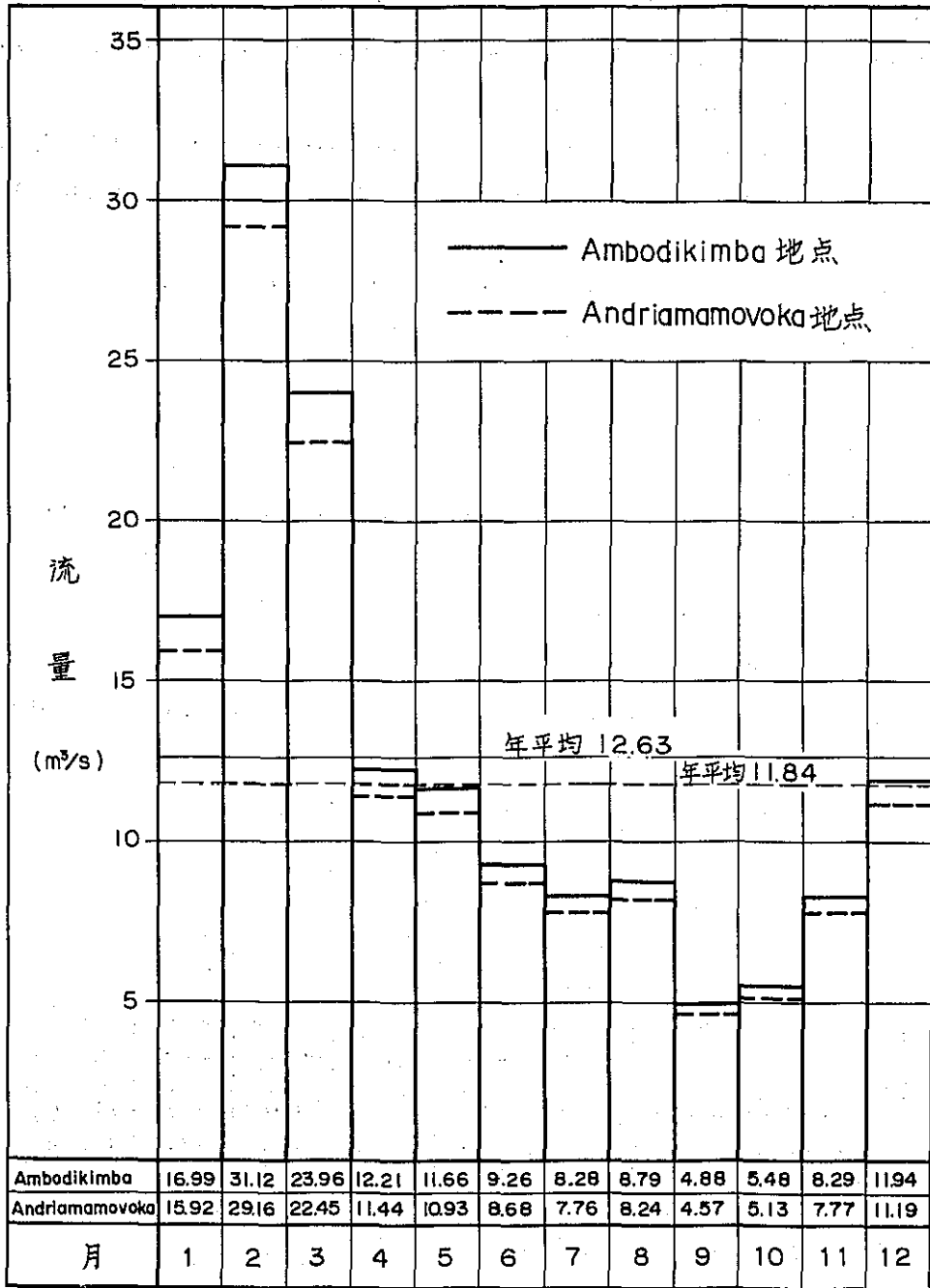
本地点は流域面積 475 km^2 であり、Vohiparara 測水所の記録を流域換算により算出した。

代表年の流況は表 4-2 に、月平均流量は図 4-1 に示す。

表 4-2 計画地点の流況表 (m^3/s)

地 点	流 量						
	平 均	95日	185日	275日	355日	最 大	最 小
Andriamamovoka	11.84	12.70	8.52	6.08	3.52	124.00	2.56
Ambodikimba	12.63	13.59	9.12	6.51	3.77	132.68	2.74

图 4-1 代表年月平均流量



4-2-3 計画洪水量

Namorona川には洪水観測記録がないため、Vohiparara 測水所の最近10年間の流量記録から、各年の最大流量と、それ以外に2度発生した $400\text{ m}^3/\text{s}$ を入れて、付録A-1-2-(d)の通り超過確率計算法(岩井の常数推定法)により計算する。

計画地点の設計洪水量は、サイクロン(台風)による異常洪水を考慮し、200年確率洪水量を計画洪水量として、Andriamanovoka調整池ダム地点で $1,100\text{ m}^3/\text{s}$ 、Ambodikimba取水ダム池点で、流域換算により $1,200\text{ m}^3/\text{s}$ とした。

4-2-4 地 質

Namorona川は標高 $1,250\sim 1,550\text{ m}$ の背梁山脈に源を発し、Vohiparara 台地より階段式の多くの滝を形成する急流河川となり、Ranomafanaを経て低地山岳地帯を東進し、インド洋に注ぐ。

Namorona川開発の計画地点付近は、Pre-Cambrian 界のMigmatic gneissで構成されている。

Ambodikimba 計画地点付近の地質は、片麻岩が主体で変輝緑岩が挟有されて基盤を形成している。

川の兩岸山腹の中腹以下に崖錐堆積物があり、山脚部以下には河岸段丘堆積物、現河床堆積物があつて、基盤を被っている。

基盤をなす片麻岩は、優白色で硬質であるが片理を有する。露頭の状態は良好である。

取水口付近は、ほとんど問題はないが、左岸の水路経過地の中間付近では風化が見られ、追加調査を行なうことが望ましい。

発電所付近は、河心に近いところで 10 m 程度の堆積物があるため、発電所は山脚部に寄せてその基礎を基盤に求めるべきである。

Andriamanovoka ダム計画地点では、右岸上部に花崗岩、左岸および右岸下部に片麻岩が見られ、河床部は堆積物により被覆されている。

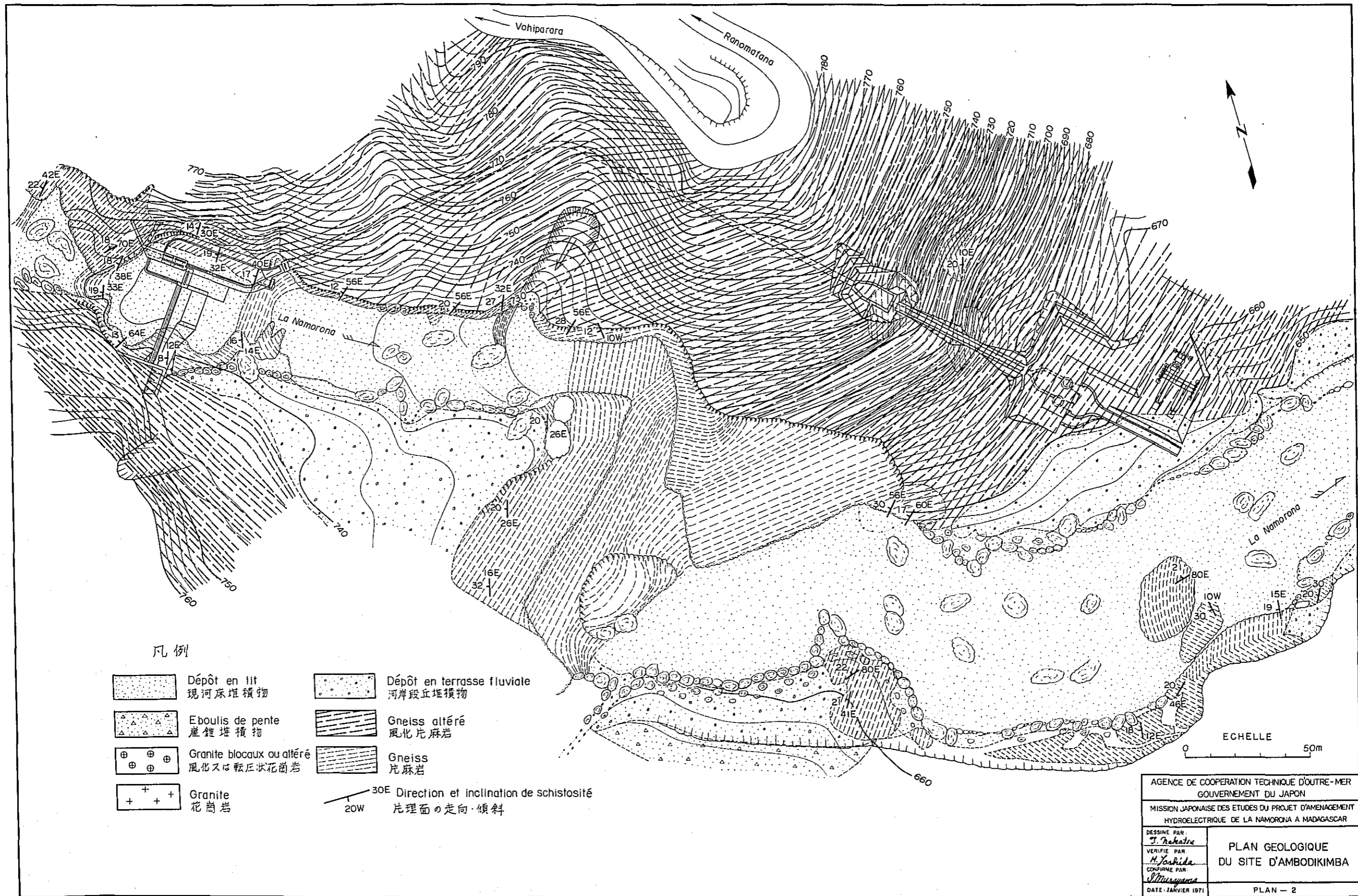
片麻岩は、ち密、硬質で片理が発達しているが、この片理面は密着しており、その方向はダム軸に平行している。

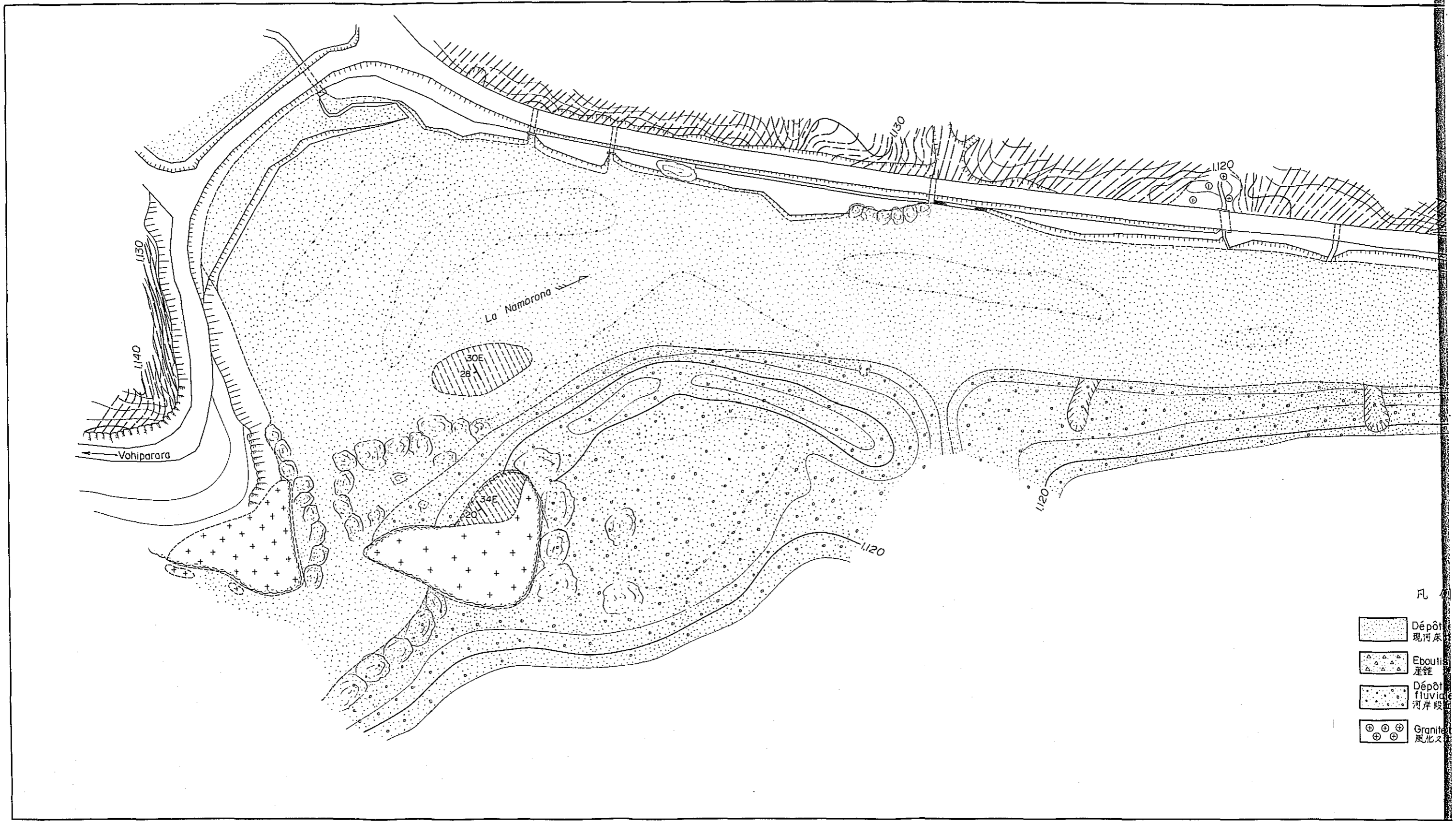
傾斜は上流側に $20^\circ\sim 30^\circ$ の角度をもち、ダム基盤として特に問題はない。

右岸上部に存在する花崗岩は、風化が著しく全面的に信頼できるほどではない。

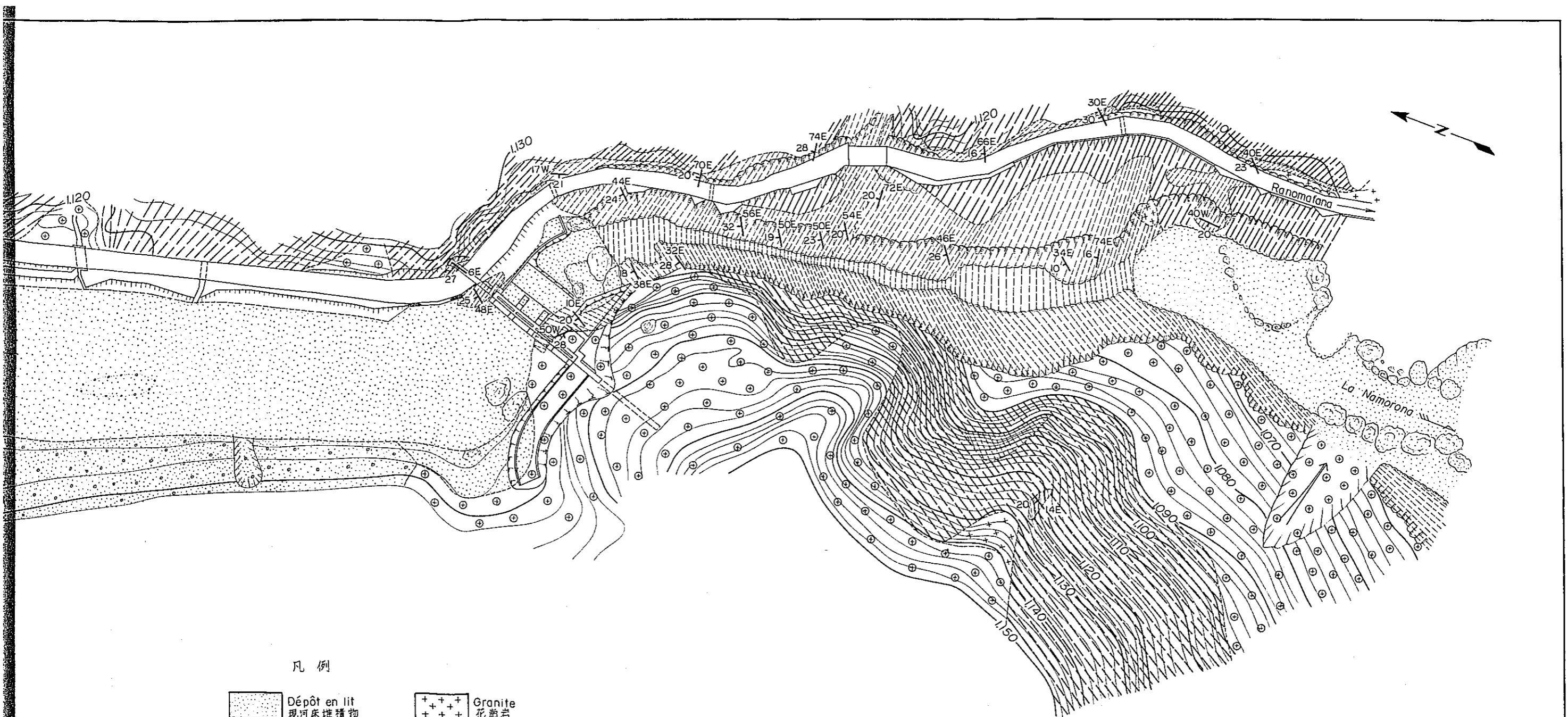
このため、右岸ダム取付部については片麻岩がダムクレストに到達する位置まで、基礎改良のグラウトを考慮すべきであり、このため追加地質調査を行なうべきである。

なお、地質踏査結果による地質図をPLAN-2, PLAN-3に示す。





- 凡例
- Dépôt
 現河床
 - Ebouli
 崖錐
 - Dépôt
 fluvial
 河岸段
 - Granite
 風化岩



凡例

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|
| | Dépôt en lit
現河床堆積物 | | Granite
花崗岩 |
| | Eboulis de pente
崖錐堆積物 | | Gneiss altéré
風化片麻岩 |
| | Dépôt en terrasse
河岸段丘堆積物 | | Gneiss
片麻岩 |
| | Granite blocs ou altéré
風化又は転石状花崗岩 | | Direction et inclination de schistosité
片理面の走向・傾斜 |

0 ECHELLE 50m

AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSINE PAR <i>J. Nakatsu</i>	PLAN GEOLOGIQUE DU SITE D'ANDRIAMAMOVOKA
VERIFIE PAR <i>M. Kobayashi</i>	
CONFIRME PAR <i>S. Murayama</i>	
DATE JANVIER 1971	
PLAN - 3	

4-3 開発規模の決定

4-3-1 開発地点の選定

Namorona川の開発地点は、Ambodikimba地点だけでなく、Andriamamovoka地点も併せ考えるべきで、1966年3月の報告書でも後者は有利な地点として、その開発順位を位置づけており、しかも今回の調査においてもこれを検討し開発計画を進めてきた。

しかし、表3-14に示された需要想定値から見ると、供給区域のFianarantsoa地域は、1986年に4,420kW(発電端)の供給源を必要とするもので、両地点で得られる落差と流量から判断すると、いずれか1カ地点の集中的開発でまかなえる需要である。また、つぎに述べるような種々の理由で、下流側のAmbodikimba地点の開発を優先した方が有利と判断されたので、この地点を優先的に開発することとし、規模の決定にあたっては、単独地点の経済的見地から落差と使用水量を決定した。

(a) Ambodikimba地点の有利性

表4-3 Ambodikimba地点の有利性

項 目	Ambodikimba	Andriamamovoka
流域面積 km ²	475	445
年平均流量 m ³ /s	1263	1184
濁水(355日)量 m ³ /s	377	352
落差 / 水路長	80 / 250 ≒ 1 / 3	58 / 410 ≒ 1 / 7
送電距離 km	46	40
発電所予定地 地 質	既設道路沿いにある ダム水路とも良好で問題はない	既設道路から川をへだてて造られる 水路経過地が悪い
計画洪水量 m ³ /s	1,200	1,100

Ambodikimba地点とAndriamamovoka地点を比較すると、表4-3に示すように、後者は流域面積で約7%少く、これに起因して年間総流量、平均流量ならびに濁水量も約7%少ない。このことは、たとえ同落差を得られたとしても、発電能力として重要な要素である常時出力が小さいことを示すもので、特に濁水期(9月~10月)の発電を考えると、明らかに下流側にあるAmbodikimba地点が有利である。

また、両地点はともに自然の滝を利用して、落差を有効に得ようとするものであるが、前者は250mの水路で80mの落差が得られるに対し、後者は410mで58mしか得られない。これは水力開発でもっとも重要な事項の一つで、地点特性からAmbodikimba地点が優先する理由である。

一方、建設工事の難易について考えると、Ambodikimba地点は、既設道路から容易に発電所予定地に機器や建設資材を搬入することができ、また水路経過地も問題がない。

これに対し、Andriamamovoka地点は、道路から川をへだてて発電所予定地があり、途中の水路経過地も地質工学上の弱点が多い。このことは、直接建設費用の増加を意味し、ひいて

は、発電原価に影響するので、後者はあまり良好な地点とはいえない。しかし、他方では、送電線のように需要地までの距離が短く、また、調整能力をもつ池が容易に築造できるという利点など、良い面もあるが総合判断すると、下流地点の Ambodikimba 地点の方が有利であり、このことは 1966 年 3 月の報告書でも、今回の調査でも合致した結論である。

4-3-2 開発規模の決定

Ambodikimba 地点を優先開発するものとし、その規模の算定は、つぎの諸条件にもとづき経済的判断から、適正なる最終規模を決定した。

(a) 電力の供給地とその需要度

Ambodikimba 発電所の電力供給区域は、主として Fianarantsoa 地域とし、この地域の需要を満足するようにする。すなわち、図 3-1 の需要想定から必要とされる電力は、1980 年で約 2,500 kW、1988 年で約 5,000 kW で、この需要に対処するものとする。

(b) 最終規模と開発の方法

供給区域の需要の伸びを想定すると、1988 年において約 5,000 kW を必要とする。したがって、開発方法は、初期の過大投資をさけ、需要の伸びにしたがつて、段階的な開発ができるように計画し、その最終規模はこの需要を目安とし、河川の有効利用上からも経済性のある規模とする。

(c) 渇水期の供給力

Namorona 川の河川流量は、1月～3月が豊水期で、9月～10月が渇水期である。

Ambodikimba 地点の月平均流量を見ると、1月～3月は年平均流量の $1.263 \text{ m}^3/\text{s}$ を上回り、一方 9月～10月はその半分にも満たない。

供給力として問題になるのは、この渇水期の内、特に、常時使用水量 (355 日流量) である $3.77 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の 10 日間である。

この計画では、供給地域の特殊性から判断して、この発電所の渇水期の供給能力は、日尖頭時間を 8 時間程度と想定し、また、非尖頭時間も需要の性質上、尖頭時の 35% 程度の供給力を維持できるようにした。

(d) 利用する落差

Ambodikimba 地点の開発は、滝の落差を有効に利用しようとするもので、その取水地点と放水地点の場所的検討は、現地での諸調査によつて最も優利な地点を選定した。その結果、取水水位は標高 742 m 、放水水位は標高 659 m で、その間の総落差 83 m を利用するものとした。

(e) 規模決定の手法 (使用水量の決定)

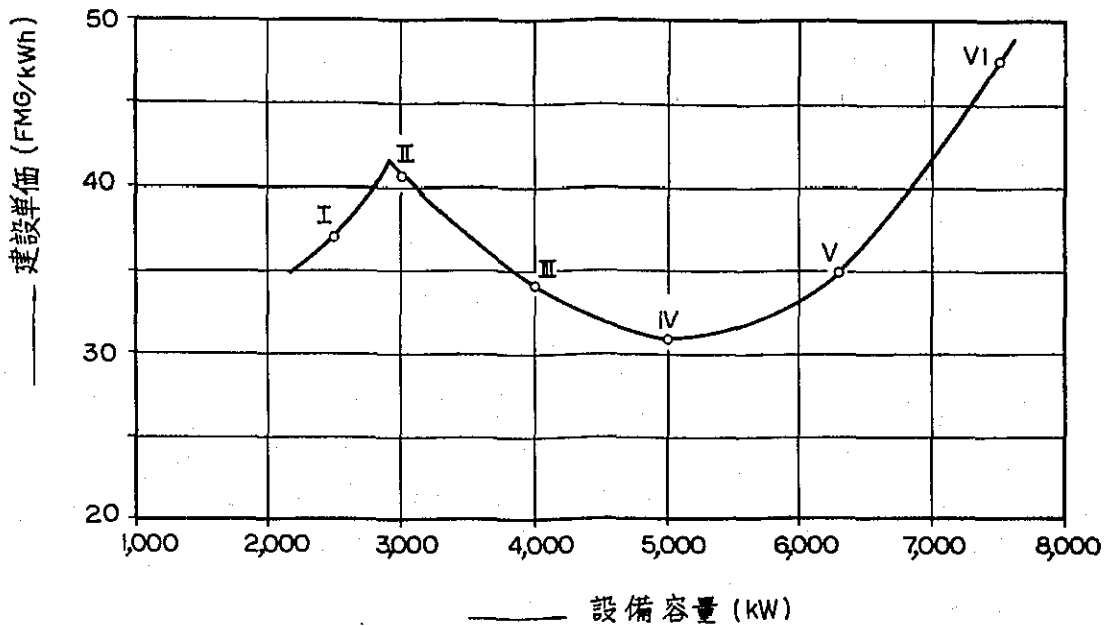
総落差 83 m の利用と、常時出力時の使用水量の渇水量 $3.77 \text{ m}^3/\text{s}$ が前提となつて、この発電所の規模すなわち、最大出力時の使用水量を決定する。この場合、需要面に合わせた段階的开发をコスト面から検討するため、つぎに示す 6 ケースの設備について、総工事費と発生可能電力量から建設単価を比較する手法を採用した。

その結果、ケースⅣの2,500 kW×2台案が、この河川の特長から最も有利で、しかも、需要の面にも適合した規模と判断され、最大使用水量を8 m³/s と決定した。

表 4-4 設備容量別建設単価

ケース	設備容量 (kW)	使用水量 (m ³ /s)	土木工事費 (10 ³ FMG)	発電機械費 (10 ³ FMG)	送電電費 (10 ³ FMG)	総工事費 (10 ³ FMG)	年間発生 可能電力量 (MWh)	建設単価 (FMG/kWh)
I	2,500(2,500×1台)	4.0	259,310	252,910	296,310	808,530	21,810	37.1
II	3,000(1,500×2台)	4.8	493,850	261,390	296,310	1,051,550	25,830	40.7
III	4,000(2,000×2台)	6.4	551,870	279,050	296,310	1,127,230	32,970	34.2
IV	5,000(2,500×2台)	8.0	604,480	296,750	296,310	1,197,540	38,890	30.8
V	6,300(3,150×2台)	10.0	958,720	323,110	296,310	1,578,140	45,090	35.0
VI	7,500(3,250×2台)	12.0	1,700,150	341,930	296,310	2,338,390	49,140	47.6

図 4-2 設備容量-建設単価曲線



このケース別の検討結果から見ると、発電所出力の大小にかかわらず、送変電建設費は変わらず、また、発電機械費も大差がない。大きく変動するものは、土木工事費である。

これは、使用水量が $4 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下では、年間を通じて全稼働の発電ができ、尖頭時のための調整池も不要で、効率のよい発電設備といえるが、小水量のため工事費は割高であることを示している。

また、 $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上では、渇水期の尖頭時のため調整池や貯水池を必要とし、この費用が土木工事費を変動させる理由である。

たとえば、 $8 \text{ m}^3/\text{s}$ では、調整池容量 $130 \times 10^3 \text{ m}^3$ を必要とし、使用水量を大きくするにしたがつて、その容量は逐次増大し、 $12 \text{ m}^3/\text{s}$ では、 $13,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ の池が必要となる。

これは、渇水期の河川流量が僅少であるため、規模の大小によって発電形式が、自流式から日調整池式へ、日調整池式から貯水池式へと移行することに起因しており、土木工事費の中に占めるダム工事費は、 $8 \text{ m}^3/\text{s}$ を限度として加速度的に増加する。

このように、河川特性と供給地域の将来の需要から、Ambodikimba 発電所の最終規模は、 $5,000 \text{ kW}$ の日調整式が最適といえる。

なお、この規模に対する調整池計画については、付録 A-2-2 のとおりである。

(f) 最大出力および常時出力

取水位	標高	742 m
放水位	標高	659 m
総落差		8.3 m
有効落差		8.0 m
最大使用水量		$8 \text{ m}^3/\text{s}$
常時使用水量		$3.77 \text{ m}^3/\text{s}$
最大出力		$5,000 \text{ kW}$ ($9.8 \times 8 \times 8.0 \times 0.8 = 5,000$)
常時出力		$2,360 \text{ kW}$ ($9.8 \times 3.77 \times 8.0 \times 0.8 = 2,360$)

4-4 予備設計

4-4-1 土木構造物

Ambodikimba 発電所の土木構造物は、取水ダム、取水口、沈砂池、導水路、水槽、水圧鉄管路、発電所および放水路からなる。

なお、Ambodikimba 発電所の常時尖頭出力 $5,000 \text{ kW}$ を確保するため、約 6 km 上流の Andriamamovoka 地点に日調整用のダムを設ける。

(a) 取水ダム

取水ダムは、Ambodikimba 地点にある高さ約 70 m の滝の上流 190 m の位置に設ける。同位置は、左右両岸とも露出した堅岩があり、ダム地点として好適の場所で、地形、地質の関

係から、ダム型式を溢流型重力式コンクリートダムとする。

(b) 取水口

取水口は、発電所を左岸下流に設置するため、取水ダムの左岸寄りに、ダムに直角に設け、前面にスクリーンと制水ゲートを設け、運転上便利なようにした。

(c) 沈砂池

取水口に接続する沈砂池は、ダム地点の左岸に、川に平行に設け、川側の側壁頂部を溢流堤とし、取水の定量確保を行なうこととした。

また、沈砂池末端に土砂吐門を備え、運転時沈砂池内の排砂作業を便利なようにした。

(d) 導水路

導水路は、延長250mで短く、経済性と保守上の点から、2台分通水可能な断面をもつトンネル(幌型)を1本とした。また、その中心線は、水路経過地の中間に沢があるため、地形、地質の点を考慮して選定した。

(e) 水槽

水槽は、トンネル末端部の地表に設け、トンネルが短いため、水槽からの余水吐を省略することとし、運転停止の場合、トンネル上流の沈砂池側壁のオーバーフローにより、使用水量を本川に流下させる計画とした。したがって、水槽側壁は上記条件の外、洪水時に万一沈砂池が冠水した場合を考慮して、安全な高さとした。

(f) 水圧鉄管路

水圧鉄管路は、地形に沿った地上式で、水圧鉄管は、水車2台分通水可能なもの1条とする。したがって、下部において分岐管によつて2条に分岐し、第1期発電の場合は、2期分の水圧鉄管末端部に盲蓋を施す計画とした。

(g) 発電所

発電所位置は、発電所、開閉所などの広さを考慮し、滝の下流左岸台地を選定した。発電所型式は、地上式屋内型とし、山裾を掘削して岩盤上に基礎を据付け、第1期工事において、基礎のみ第2期分もあわせて施工する。建屋は、鉄骨造りとし、第1期、第2期と分割施工する。

また、沿岸道路からの取付道路は、発電所下流から進入し、発電所組立室および開閉所敷地に連絡するようとした。

(h) 放水路

放水路は、水圧鉄管路の中心線の延長線上に設け、放水處に接続する開渠とした。

(i) Andriamanovoka ダム

ダム地点はChutes de Namoronaの上流約50mの位置で、岩盤露出し、川幅狭く、しかも、調整池となる上流は、川幅広く、開闢地となっているので、ダムサイトとして好適の場所である。

本ダム地点の計画洪水量は、付録A-1-2水文資料にあるとおり $1,100\text{ m}^3/\text{s}$ に達するため、重力式溢流型コンクリートダムの中央部にゲート4門を備え、計画洪水量を安全に流下

し得る構造とした。

また、ダム右岸については、下部に存在する片麻岩層まで、遮水の目的で非溢流部天端より延長30mのトンネルを掘削し、トンネル内より片麻岩層まで、グラウト工により地山内に遮水壁を構成し、ダムの安全を確保し、地山からの漏水を防止する計画とした。

なお、調整池左岸の既設国道に沿い護岸工事を施して、国道の安全を期する。

調整池は有効容量130,000m³で、渇水時、本ダムよりAmbodikimba発電所の使用水量が8m³/sとなるよう、約2時間の時差を見込み放流することにより、常時尖頭出力5,000kWを8時間継続することができる。

これら設計図を、PLAN-4,-5,-6,-7,-8に示す。

4-4-2 水車および発電機

Ambodikimba発電所は、Fianarantsoa地域の大部分の負荷を受け持つ重要な発電所となるので、機械設備は運転を考慮して極力簡素化した。

水車型式は、有効落差および使用水量からフランス水車が最適型式で、回転数は1,000rpmとする。

入口弁は、有効落差が小さいため省略し、ガイドベーンを自己閉鎖型とすることにより非常時に備える。

発電機は、容量小型のため開放型とした。

励磁装置は、運転保守上有利な半導体の静止型とする。非常電源については、送電線事故などによりAmbodikimba発電所を停止した場合、発電所自身で起動できるよう非常用エンジン発電機を設置した。

4-4-3 開閉所

発電所の川側に開閉所を設け、5kV/66kVの油入自冷式変圧器を設置し、66kVの引出設備は1回線とする。主変圧器の高圧側の遮断器は省略する。また、発電所下流にあるRanomafana, Ifanadianaに送電するため、5kV配電線引出設備1回線を設ける。

4-4-4 送変電設備

(a) 66kV送電線

本発電所とFianarantsoa間亘長46kmの送電計画については、Fianarantsoaで使用している22kV系の採用も一応考えられるが、電圧降下、電力損失が、それぞれ約19%、1.6%と極端に大きく、経済的でない。

33kV、66kVについても比較検討の結果、つぎの理由により、66kVが最適である。

- 1) 33kVは、66kVより一段上の太い電線を使用するため、支持物は強いものが必要で、建設費は有利とならない。
- 2) 損失率は、33kVの場合6.9%で、66kV系の2.6%に比較して大きい。

3) 既設22kVの一段上の電圧として、66kVが、現在マダガスカル国内で使用されている。

電線は、ACSR80mm²を使用し、系統は、直接々地系とする。雨季には雷が多発するので、架空地線を設け、発電所および変電所は、避雷器で保護する。

支持物は、木柱、コンクリート柱およびパンザマストについて検討したが、つぎの理由で、パンザマストを採用した。

1) Fianarantsoa 地域に対する1回線の送電線であるので、保修のための停止が少なく、半永久的なものである。

2) 山の中や、国道から離れた場所への支持物の運搬が容易である。

送電線のルートはPLAN-9のとおりで、ほぼ国道沿いであるが、Fianarantsoa 付近は平坦な草原であるので、直線ルートをとることができる。

(b) 22kV送電線

22kV送電線は、新設される66kV送電線の変電所から既設の22kV系統まで、亘長約5kmを新設して連系する。

電線は、ACSR32mm²を使用し、クレオソート注入の木柱を支持物とする。

(c) 変電所

新設する受電変電所は、将来、Fianarantsoa 地域の工業化、住宅化が進むと予想される市街地の東方とし、より短い配電線で、電力供給できるように考慮した。

第1期工事で設置する変圧器は、22kVの巻線を設けて、旧系統との連系に使用する。また、66kVの引出設備は、開閉所と同様、変圧器用66kV遮断器を省略した。5kV引出設備は、最終5回線とする。

系統は図4-3に、支持物装柱は図4-4に示すとおりである。

4-4-5 通信設備

Ambodikimba 発電所から受電変電所間の、運転保守上の連絡のための通信設備については、無線も考慮したが、中継基地の設置、電源設備の問題、雷による雑音等好ましくない点があり、電力線搬送電話を設備することとする。

4-4-6 主要諸元

Ambodikimba 発電所およびAndriamamovoka ダム計画の諸元は、表4-5、表4-6のとおりである。

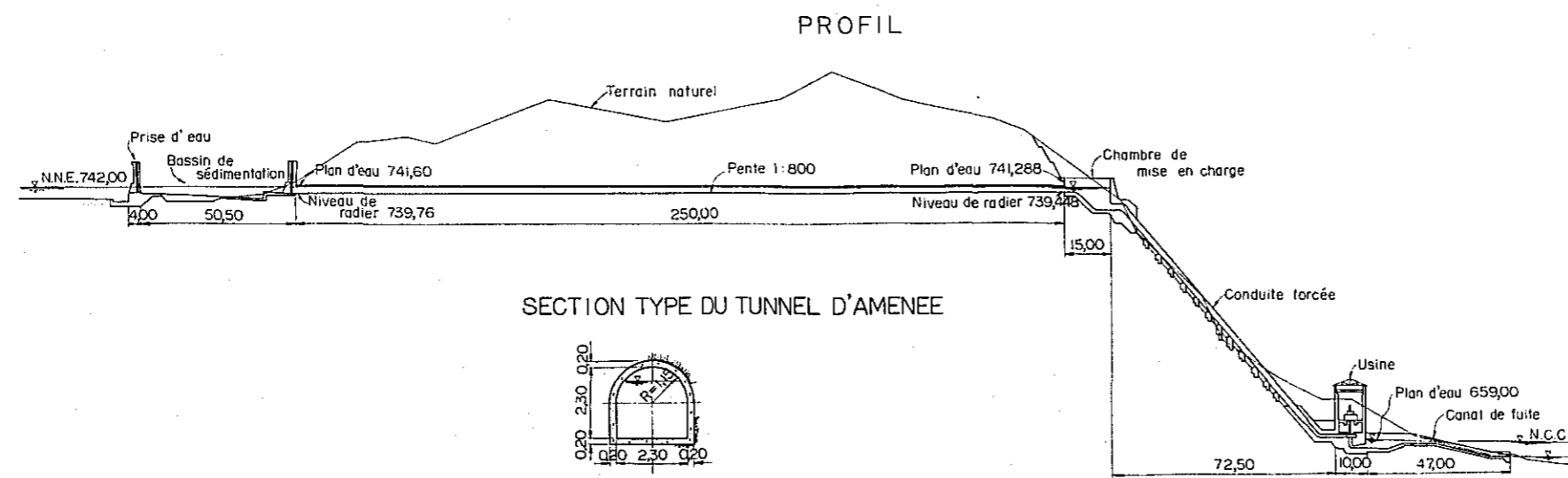
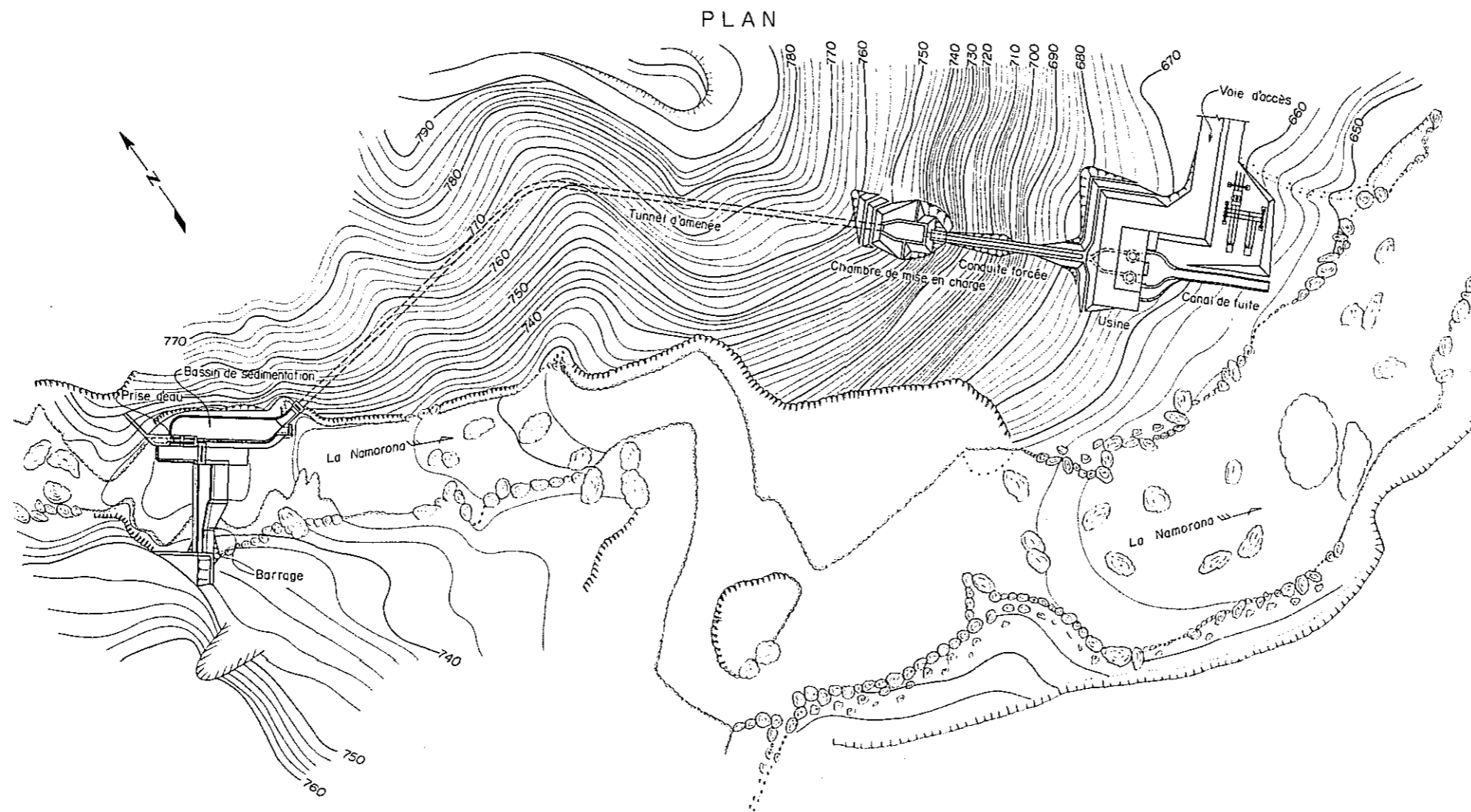
表 4 - 5 Ambod ikimba 発電所諸元表

名称	項目	諸元	期別
取水ダム	型式 天端標高 堤頂長さ 高さ 土砂吐門 体積 計面洪水量	溢流型重力式コンクリートダム 74.2 m 41 m (溢流部 33 m, 土砂吐部 8 m) 6.5 m 5 m × 5 m (鋼製スルースゲート 1 門) 1,610 m ³ 1,200 m ³ /s	第 1 期工事
取水口	幅, 長さ 設計水深 スクリーン 制水門	幅 4 m (2 門), 長さ 4 m 2 m 幅 5 m, 高さ 3 m (一連) 幅 4 m, 高さ 3 m (鋼製スルースゲート 2 門)	第 1 期工事
沈砂池	幅, 長さ 設計水深 溢流堤長さ 制水門 排砂門	幅 8 m ~ 2.3 m, 長さ 50.5 m 3.95 ~ 1.9 m 30 m 幅 2.3 m, 高さ 3 m (鋼製スルースゲート) トンネル入口 幅 2.0 m, 高さ 2 m ()	第 1 期工事 (第 2 期工事に おいては溢流堤 の嵩上げのみ)
トンネル	型式 寸法 巻厚 勾配 延長 最大通水量	幌型無圧トンネル 幅 2.3 m, 高さ 2.3 m 0.2 m (コンクリート巻立) 1 / 800 250 m 8 m ³ /s (水深 1.84 m)	第 1 期工事
水槽	幅, 長さ 水深	幅 2.3 m ~ 4.0 m, 長さ 15 m 1.84 m ~ 7.20 m	第 1 期工事
水圧鉄管路	種類 長さ 内径 条数	溶接鉄管 72.5 m (水平長) 勾配 50° 1.8 m ~ 1.5 m ~ 1.0 m 1 条 (下部において Y 字管で分岐)	第 1 期工事
放水路	型式 幅, 長さ	開渠 幅 1.2 m ~ 3 m, 長さ 47 m	第 1 期工事
発電所 建水車 発電機	型式 出力 最大有効落差 最大使用水量 回転数 台数 型式 出力 電圧 周波数 台数	地上式, 鉄骨造り フランス水車 (立軸) 2,700 kW 80 m 4 m ³ /s 1,000 rpm 2 台 3 相交流発電機 3,100 kVA 5 kV 50 % 2 台	第 1 期, 第 2 期と 分割施工 第 1 期工事 1 台 第 2 期工事 1 台
屋外開閉所 主変圧器 建物	型式 容量 電圧 台数 敷地面積	3 相油入自冷式 3,100 kVA 5 / 66 kV 2 台 875 m ²	第 1 期工事 1 台 第 2 期工事 1 台

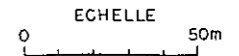
送電線	区 互 方 電 回 電 が 支	線 い 持	間 長 式 庄 数 線 し 物	Ambodikimba発電所~Fianarantsoa変電所間 46 km 3相方式 66 kV 1回線 80 mm ² 鋼心アルミより線 250 mm標準クレビス型がいし パンザマスト	第1期工事
22kV配電線	区 互 方 電 回 電 が 支	線 い 持	間 長 式 庄 数 線 し 物	Fianarantsoa変電所~既設22kV送電線 5 km 3相方式 22 kV 1回線 32 mm ² 鋼心アルミより線 中実ラインポストがいし 木柱	第1期工事
変電所 変圧器	敷 建 型 容 電 台	地 物 面 面	積 積 式 量 庄 数	1,575 m ² 112 m ² 3相油入自冷式 3,100 kVA (^{3,100} /1,000/3,100kVA) 66 / 5 kV (66 / 22 / 5 kV) 2台	第1期工事 1台 第2期工事 1台
通信設備	種 端	類 局		送電線搬送電話 発電所, 受電変電所	第1期工事

表4-6 Andriamamovoka ダム 諸元表

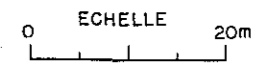
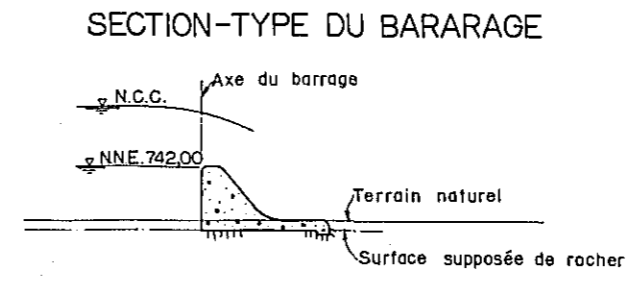
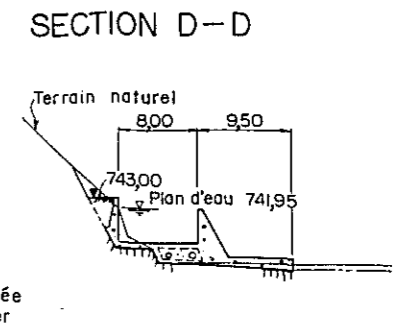
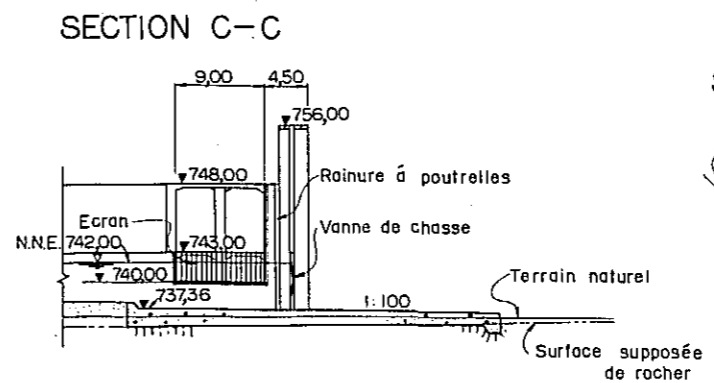
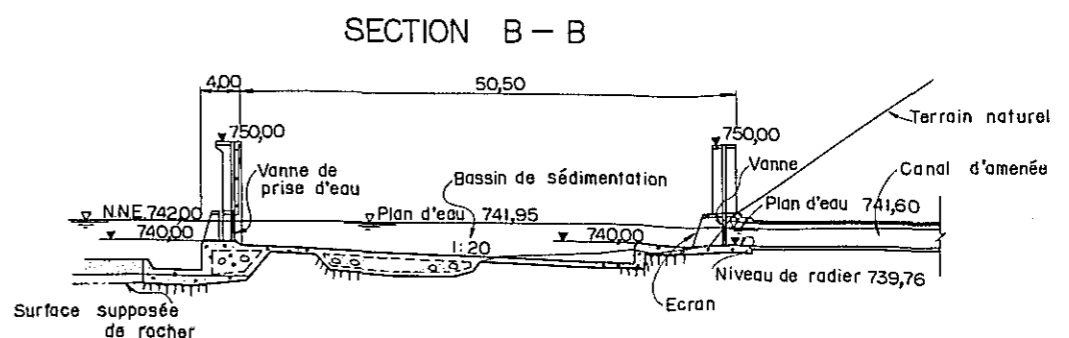
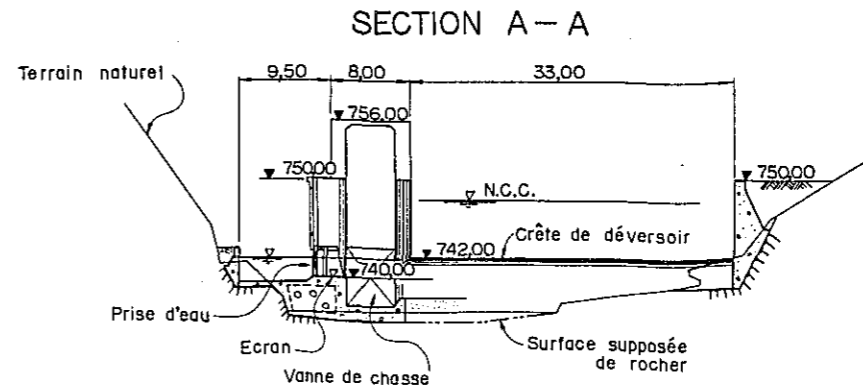
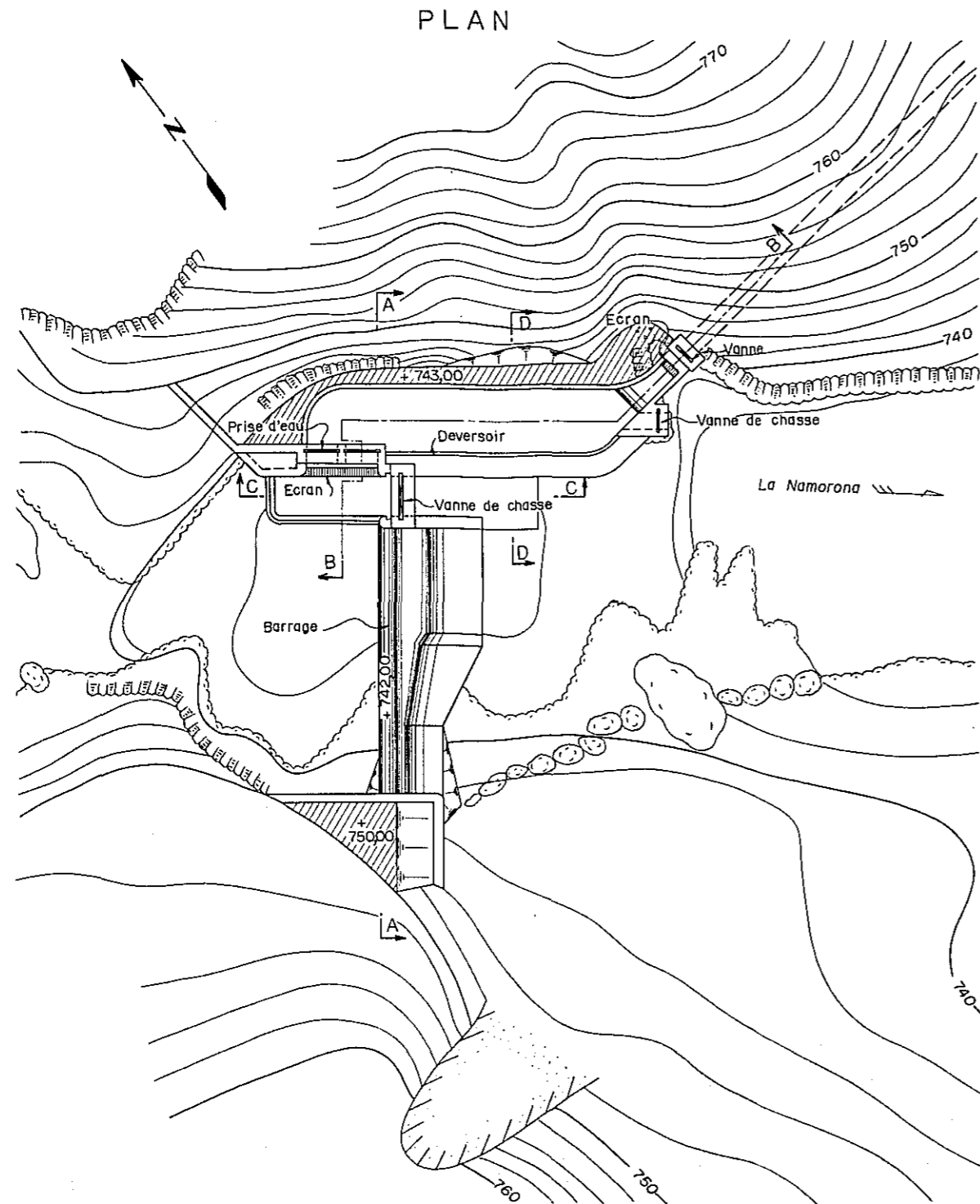
名称	項目	諸元	期別
ダム	型 堤 高 堤 門	式 長 さ 体 積 扉	第3期工事
		重力式溢流型(可動扉体)コンクリートダム 75 m (溢流部38 m, 非溢流部37 m) 溢流部7 m (固定部3.5 m, 可動部3.5 m) 非溢流部10.5 m 2,320 m ³ 幅8 m, 高さ3.8 m, 4門(ローラーゲート)	
調整池	満 全 有 利 滋 計	水 位 標 高 容 量 効 容 量 水 深 積 面 積 画 洪 水 量	第3期工事
		1,116.5 m 170,000 m ³ 130,000 m ³ 2.5 m 58,000 m ² 1,100 m ³ /s	



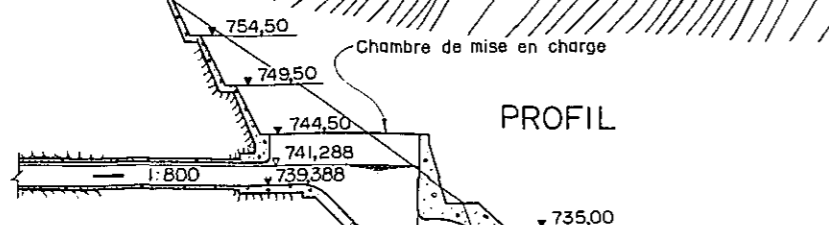
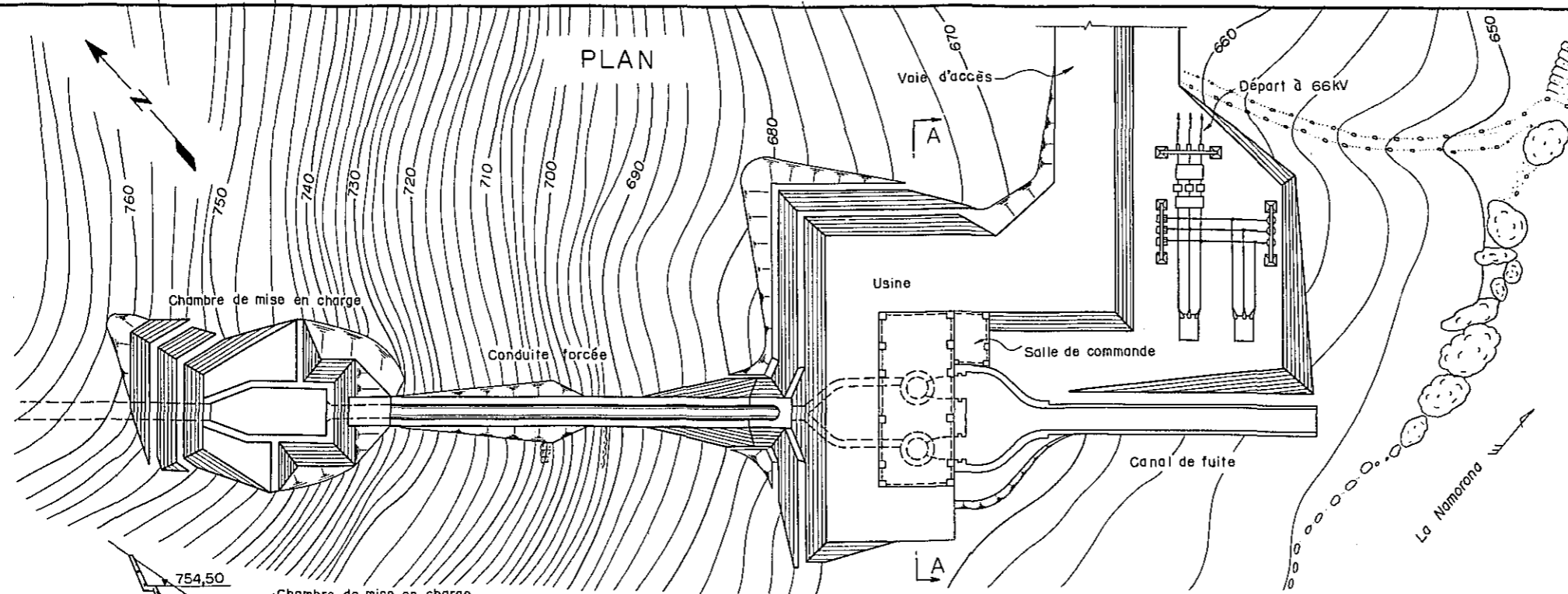
N.N.E. ; Niveau normal d'eau
 N.C.C. ; Niveau critique de crue



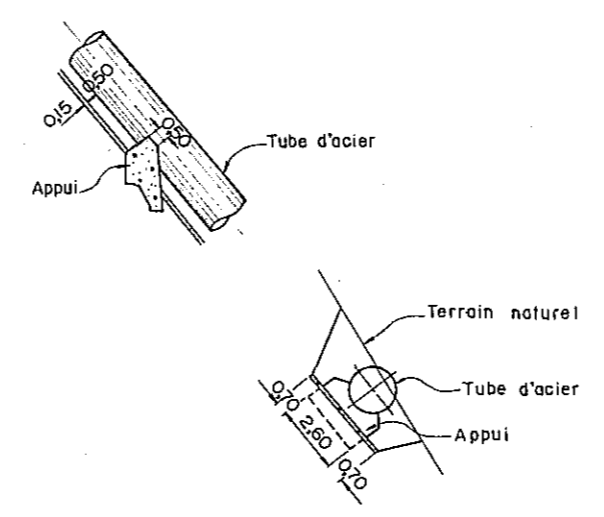
AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSINE PAR <i>A. Marotani</i> VERIFIE PAR <i>P. J. Schick</i> CONFIRME PAR <i>M. S. S. S.</i>	PLAN GENERAL, PROFIL DE LA CANALISATION D'EAU DU PROJET D'AMBODIKIMBA
DATE JANVIER 1971	PLAN - 4



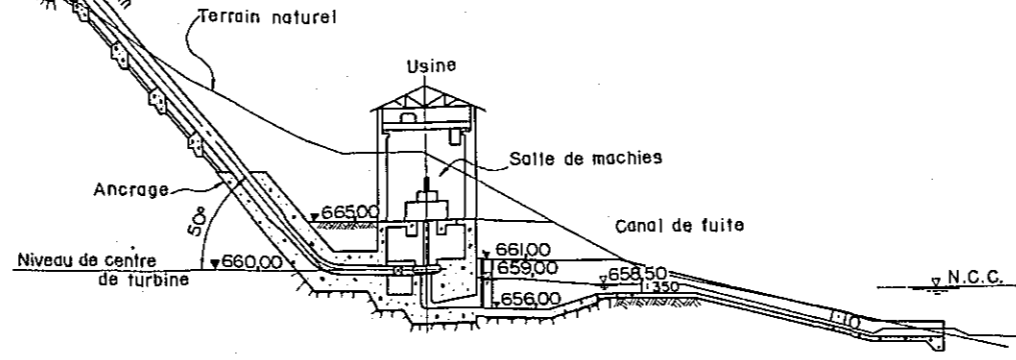
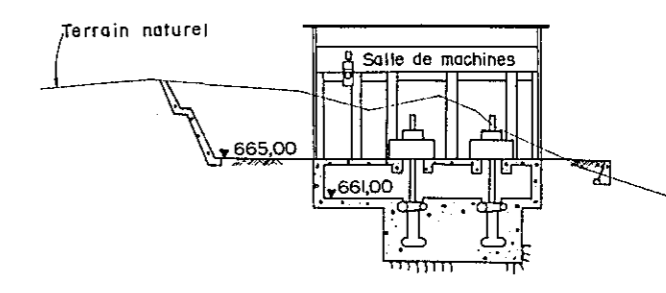
AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSINE PAR <i>A. Murakami</i> VERIFIE PAR <i>M. Yoshida</i> CONFIRME PAR <i>S. Murayama</i> DATE: JANVIER 1971	BARRAGE - PRISE D'EAU, BASSIN DE SEDIMENTATION DU PROJET D'AMBODIKIMBA
PLAN - 5	



SECTION TYPE DE CONDUITE FORCEE



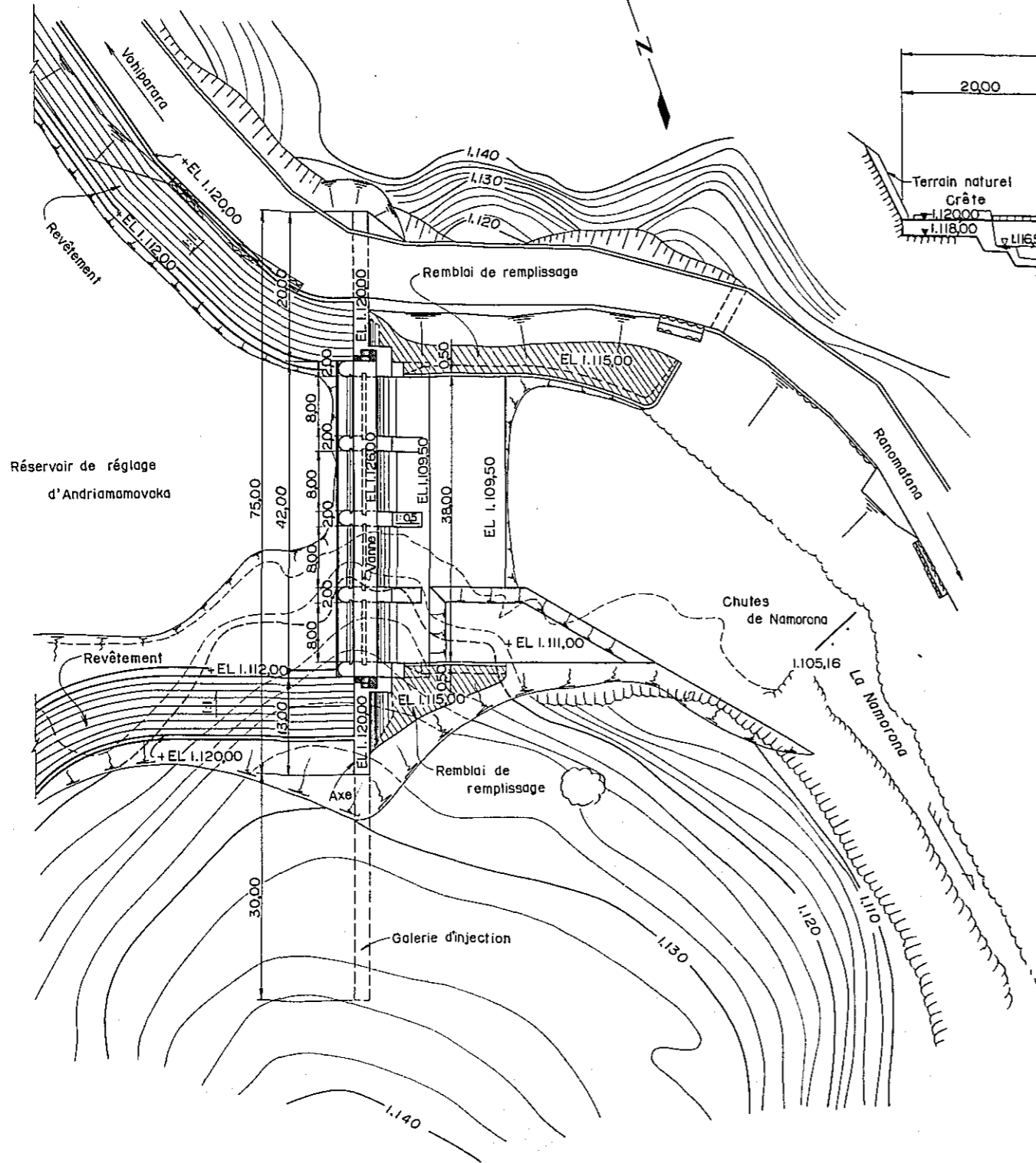
Usine SECTION A-A



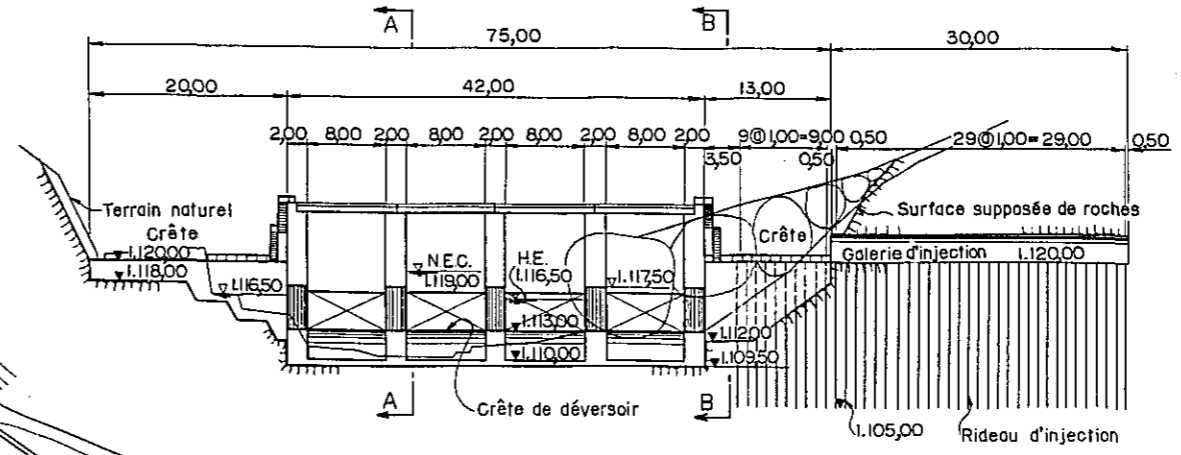
0 ECHELLE 20m

AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSINE PAR <i>A. Murzani</i>	CHAMBRE DE MISE EN CHARGE, CONDUITE FORCEE, ET USINE DU PROJET D'AMBODIKIMBA
VERIFIE PAR <i>H. Yoshida</i>	
CONFIRME PAR <i>M. Murayama</i>	
DATE: JANVIER 1971	
PLAN - 6	

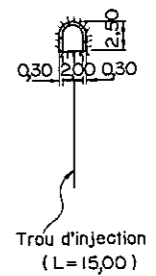
PLAN



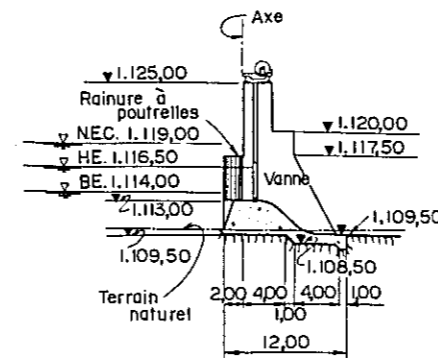
PAREMENT AMONT



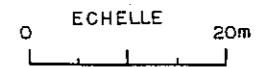
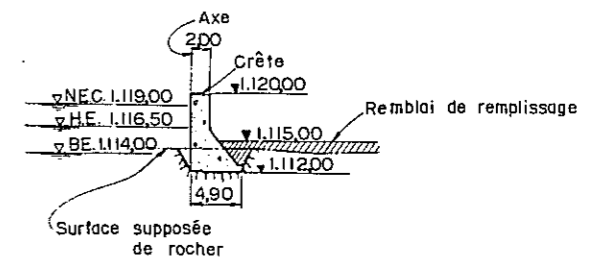
GALERIE D'INJECTION



SECTION A-A



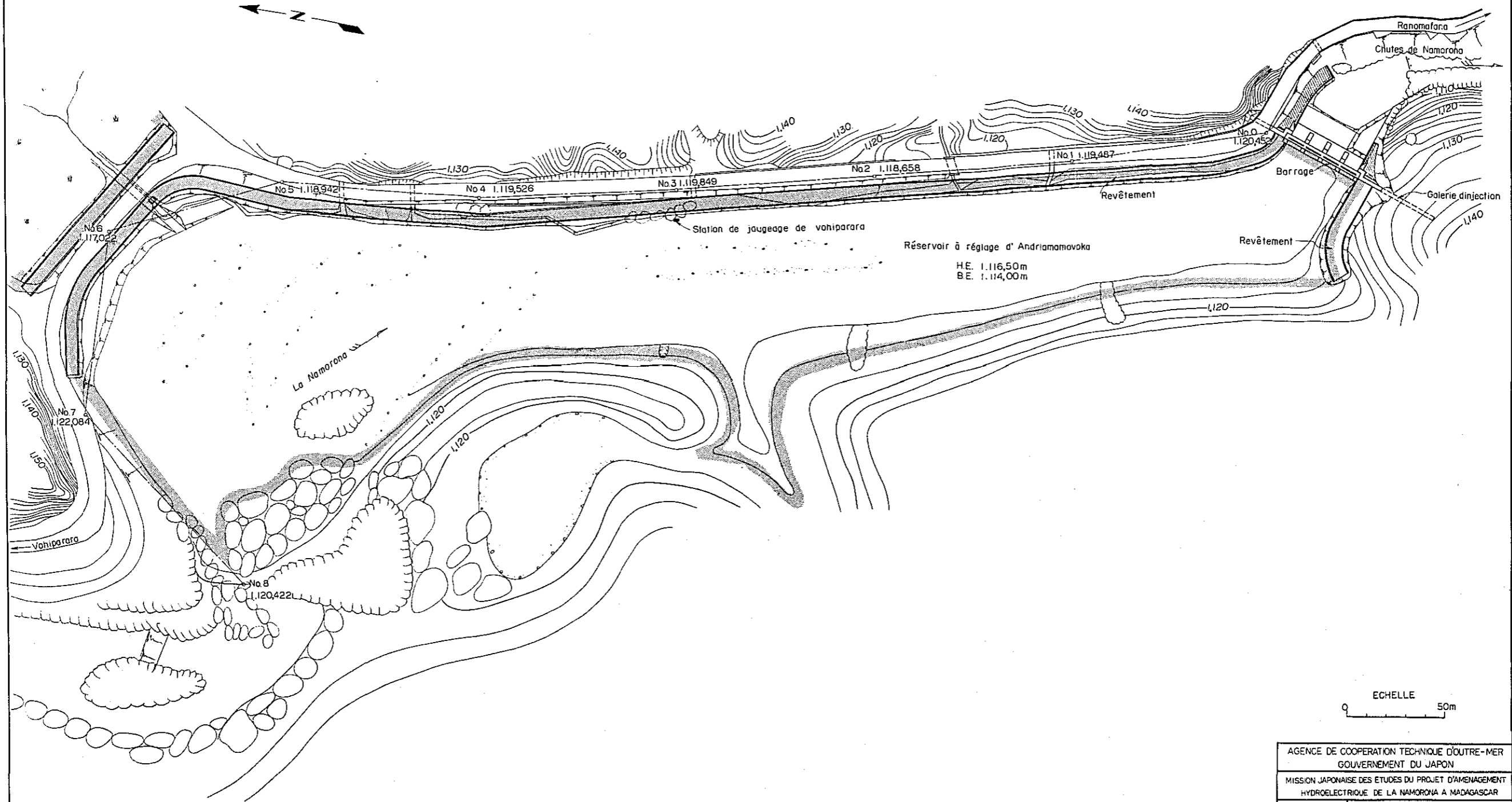
SECTION B-B



N.E.C. ; Niveau exceptionnel de crue
 H.E. ; Hautes eaux
 B.E. ; Basses eaux

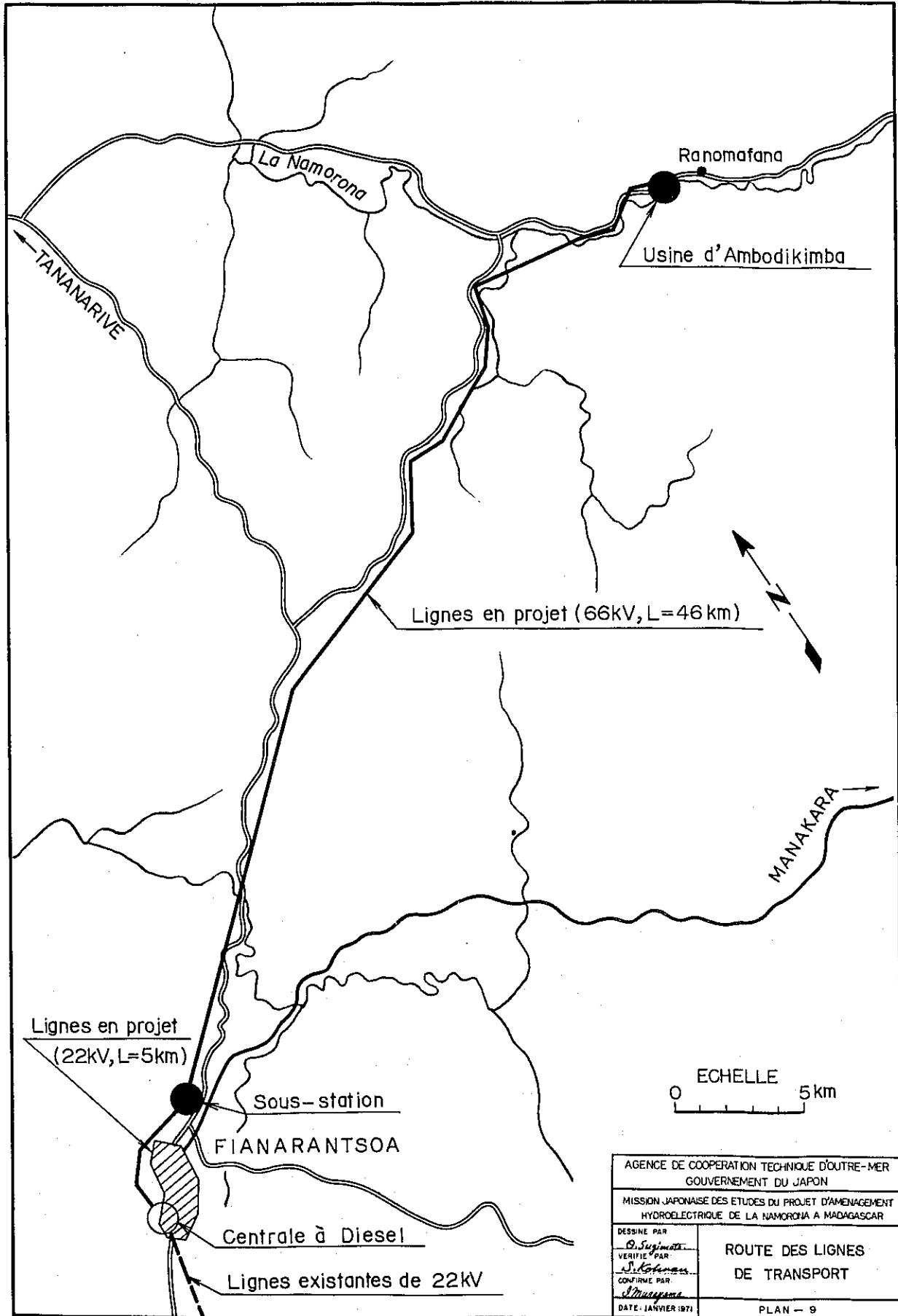
AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESINE PAR: <i>H. Takase</i>	BARRAGE DE REGLAGE D'ANDRIAMAMOVOKA
VERIFIE PAR: <i>H. Kobayashi</i>	
CONFIRME PAR: <i>M. Murayama</i>	
DATE: JANVIER 1971	PLAN - 7

PLAN GENERAL



ECHELLE
0 50m

AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSEINE PAR <i>N. Tasse</i>	RESERVOIR DE REGLAGE D'ANDRIAMAMOVOKA
VERIFIE PAR <i>H. Jochida</i>	
CONFIRME PAR <i>S. Masayama</i>	
DATE: JANVIER 1971	PLAN - 8



AGENCE DE COOPERATION TECHNIQUE D'OUTRE-MER GOUVERNEMENT DU JAPON	
MISSION JAPONAISE DES ETUDES DU PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA NAMORONA A MADAGASCAR	
DESSINE PAR <i>O. Sugimoto</i>	ROUTE DES LIGNES DE TRANSPORT
VERIFIE PAR <i>S. Kobayashi</i>	
CONFIRME PAR <i>S. Murayama</i>	
DATE: JANVIER 1971	
PLAN - 9	

圖 4-3 系統圖

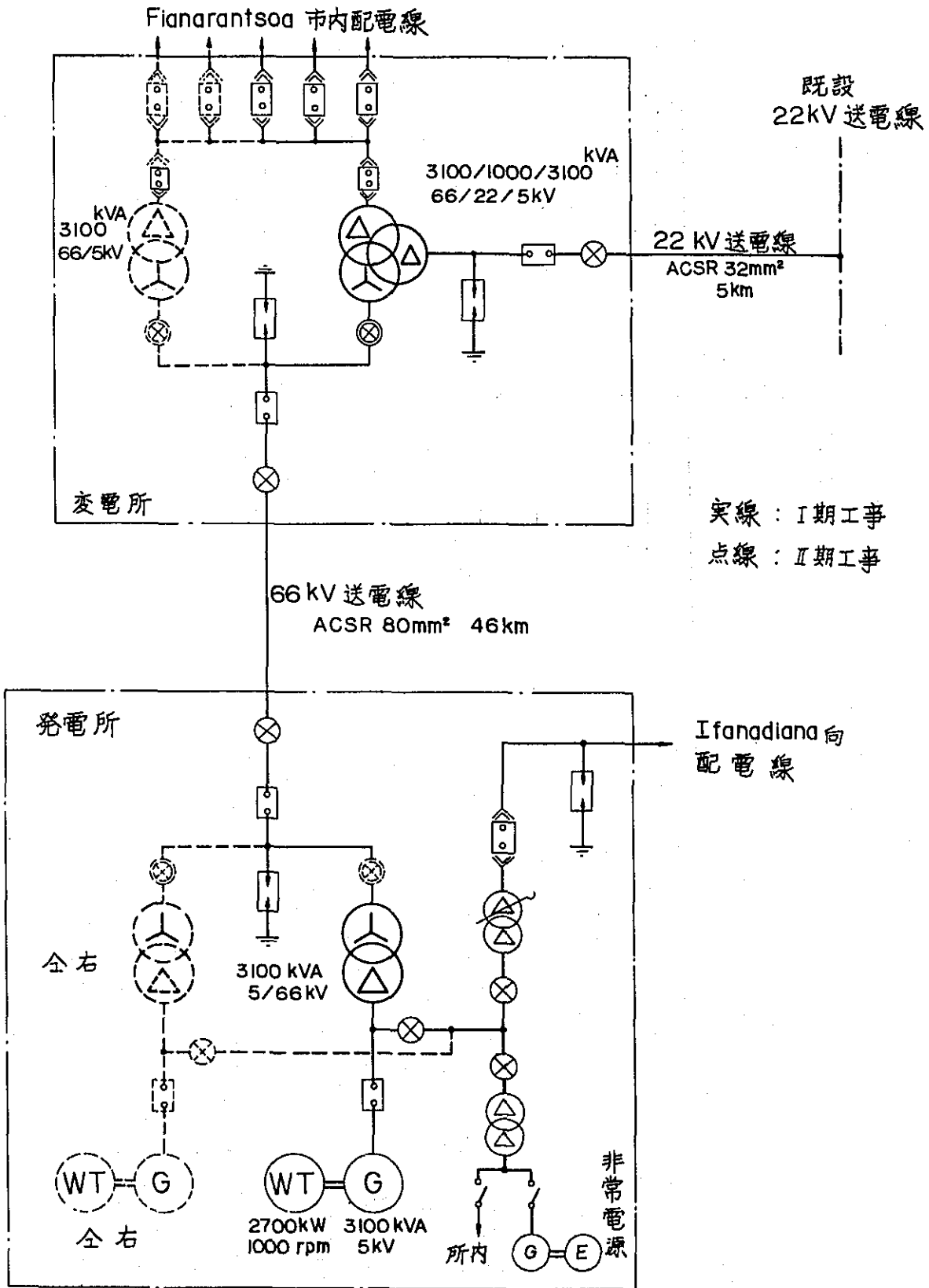
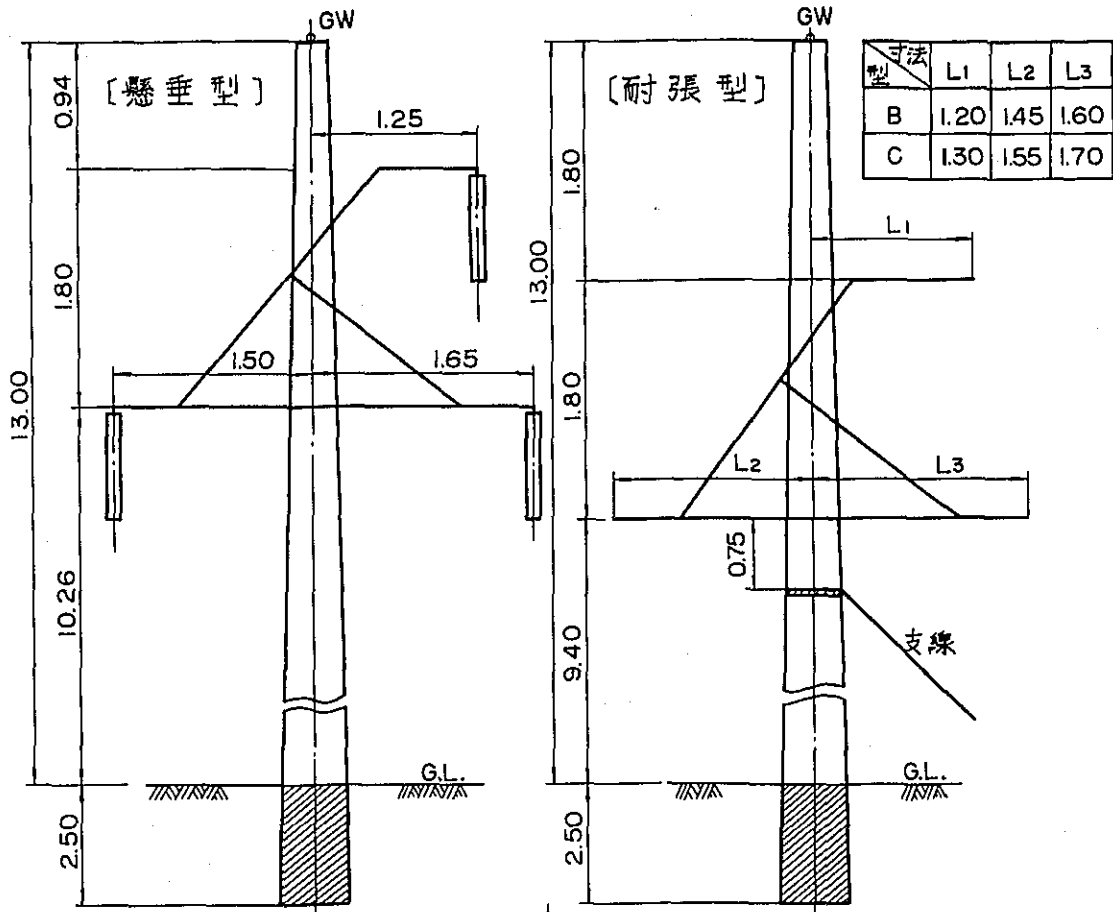
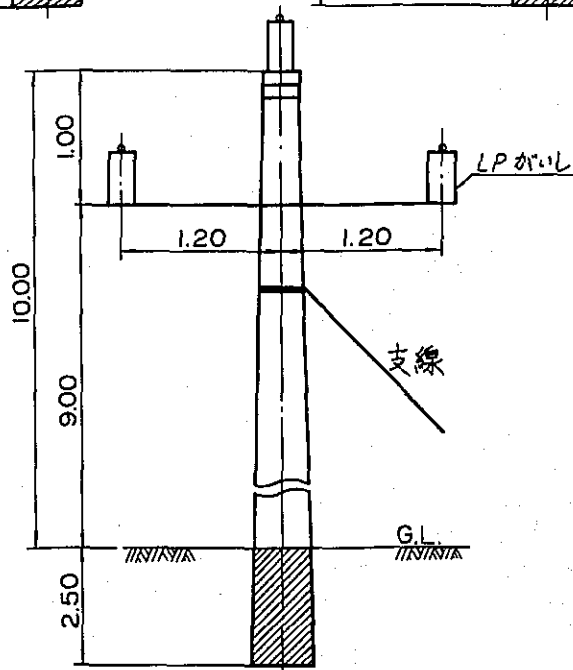


図4-4 支持物装柱図

66 kV (パンザーマスト)



22 kV (木柱)



4-5 工程および施工方法

4-5-1 工 程

本計画の建設工事は、調査工事および実施設計を含めて、1972年から1983年までの12年間に、第1期、第2期および第3期工事（ダム工事）と段階的に開発する。

第1期工事の1号機を1975年末に、2号機を1979年末に運転開始し、さらに、常時尖頭負荷に対応する調整池ダムを1983年末に完成するためには、表4-7に示すような工程表にしたがって行なう。

4-5-2 施工方法

(a) 第1期工事

1) 取水ダム

仮締切は、半川締切とし、ダム排砂門のある左岸側から施工する。

2) 取水口

取水ダムの左岸仮締切中に、施工する。

3) 沈砂池

取水ダムの左岸仮締切中に、基部と越流堤を施工する。

4) 導水路

導水路の全延長をトンネルとし、取水ダム左岸仮締切中に、施工する。

坑口は、河川の出水や土捨ての関係から、トンネル下流の水槽側片口とする。

5) 水 槽

水槽から鉄管路にかけて、地山が急傾斜であるため、掘削中の落石による事故が発生しやすいので、鉄管路および発電所の掘削に先行して、掘削を完了する。

また、トンネル施工中は坑口となるため、トンネル完成後に引続いて完成する。

6) 鉄管路

鉄管の据付けは、まず曲管を据付け、これをアンカーブロックに固定し、これより上方部に向って据付ける。

7) 発電所、放水路

水槽、鉄管路掘削終了後、発電所の基礎掘削を開始する。基礎掘削は、2号機分まで同時に行ない、基礎コンクリート工事、建屋工事は、1号機分に止める。

放水路工事は、発電所基礎掘削に引続き行ない、2号機分まで施工する。

8) 取付道路

発電所付近を通過している国道から発電所まで、約1/20の勾配で運搬道路を取付ける。

9) 水車・発電設備

水車・発電機の回転子、固定子および主変圧器等は、寸法、重量とも一体で輸送可能であり、したがって、据付工事の簡便と工期の短縮を計ることができる。

注：掘：掘削
 コ：コンクリート
 □：現場工事
 ○：工場製作

表 4-7 工事工程表

項目	数量	第 1 期 工 事					第 2 期 工 事					第 3 期 工 事								
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983							
調査工事																				
突施設計																				
取付道路																				
仮設																				
ダム	掘 7,510m ² 2,320																			
取水ダム	掘 570																			
取水口	掘 90																			
沈砂池	掘 440																			
水路	掘 1,140																			
水路	トンネル 250m																			
水櫃	掘 3,050m ² 1,000																			
鉄管路	掘 1,720																			
発電所	掘 980																			
放水路	掘 10,300																			
放水路	掘 2,340																			
ゲート及びびスタリオン	掘 600																			
水圧鉄管																				
水車，発電設備																				
送变电設備																				

10) 送変電設備

送電線路 51 km のうち、66 kV 送電線路 46 km については、パンザマストにより支持し、22 kV 送電線路 5 km については、木柱で支持する。

建設期間は、大幅に短縮できるが、工事中機械の損料が多くなり不経済となるので、発電所建設の工期に合わせて施工する。

なお、変電所の主要変圧器は、一体で輸送可能である。

(b) 第 2 期工事

土木工事は、沈砂池越流堤の嵩上げ、水車基礎コンクリートと建屋の拡張を行なう。

電気工事は、水車、発電機、主変圧器などで、1 期工事と同じである。

(c) 第 3 期工事

ダムサイトの河床整理を行ない、その後、仮締切を行なう。仮締切は、半川締切とし、左岸側より施工する。仮締切内で、基礎掘削、コンクリート打込、ゲート戸当りまで施工し、土木工事完了後、ゲート 4 門の据付けを行なう。

湛水池内の道路護岸工事は、ダム工事と並行して、基礎部は、部分的に締切り水替えを行なうて施工する。

4-6 電力量

4-6-1 可能発生電力量

可能発生電力量は、有効落差 ($H_e = 80.0 \text{ m}$)、水車・発電機総合効率 ($\eta_1 \eta_2 = 0.8$) を一定として、月平均使用水量を乗じて出力を計算し、それに月間の時間数を乗じて電力量を計算した。

この月平均使用水量は、Ambodikimba 取水ダム地点の代表年日流量から、つぎのルールにしたがって、月平均使用水量を求める。

日流量が、使用水量以上の日は：使用水量を、

使用水量以下の日は：その全量を

取水量とし、それらの月合計値から月平均値を求め、月平均使用水量とした。

すなわち、第 1 期分は、使用水量 $4.00 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲で求め、第 2 期分は、第 1 期分使用水量を先取りされた残量について、使用水量 $4.00 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲で求めることになり、表 4-8、図 4-5、図 4-6 に示す。

この結果、水の利用率^{*} (発電能率) は

第 1 期分	99.6%
第 2 期分	78.0%
第 1, 2 期合計	88.8%

となる。

※ 水の利用率とは、設備容量に相当する年間電力量と、年間可能発生電力量との比率をいう。

表4-8 年間發生可能電力量計算表

月	時間數 (Hr)	第 1 期 分		第 2 期 分		合 計		
		使用水量 (m ³ /s)	出力 (kW)	電力量 (MWh)	使用水量 (m ³ /s)	出力 (kW)	電力量 (MWh)	
1	7.44	4.00	2,500	1,860	3.69	2,310	1,720	
2	6.72	4.00	2,500	1,680	4.00	2,500	1,680	
3	7.44	4.00	2,500	1,860	4.00	2,500	1,860	
4	7.20	4.00	2,500	1,800	4.00	2,500	1,800	
5	7.44	4.00	2,500	1,860	4.00	2,500	1,860	
6	7.20	4.00	2,500	1,800	3.77	2,360	1,700	
7	7.44	4.00	2,500	1,860	3.21	2,010	1,500	
8	7.44	4.00	2,500	1,860	3.58	2,250	1,670	
9	7.20	4.00	2,500	1,800	0.88	550	400	
10	7.44	3.91	2,450	1,820	1.15	720	540	
11	7.20	3.88	2,430	1,750	2.15	1,350	970	
12	7.44	4.00	2,500	1,860	2.97	1,860	1,380	
計	8,760			21,810			17,080	
								38,890

図 4-5 月平均出力図

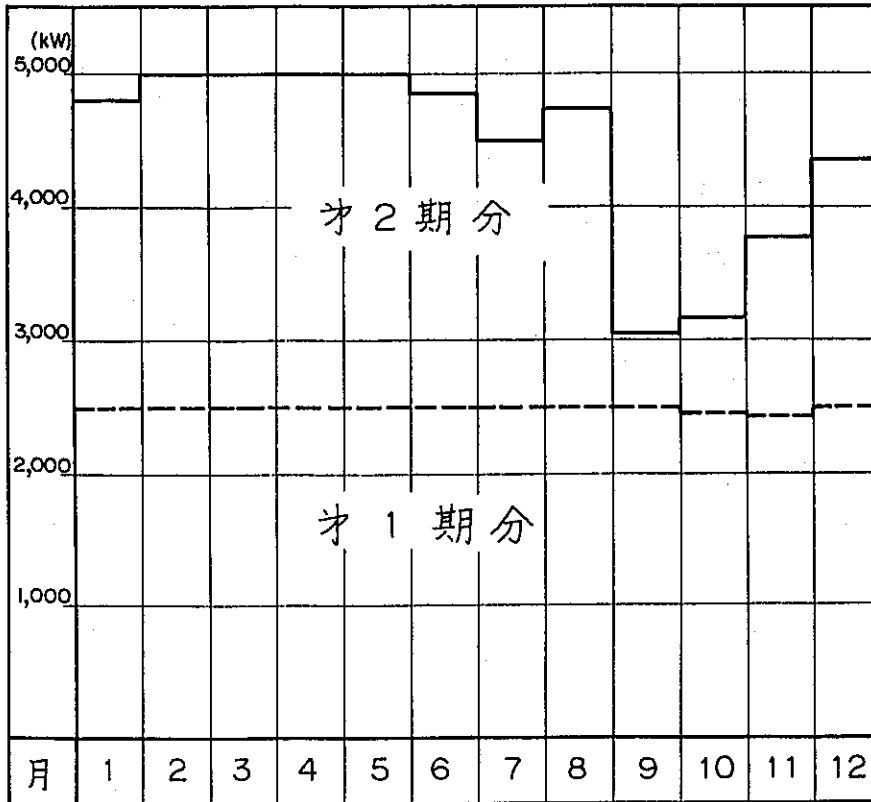
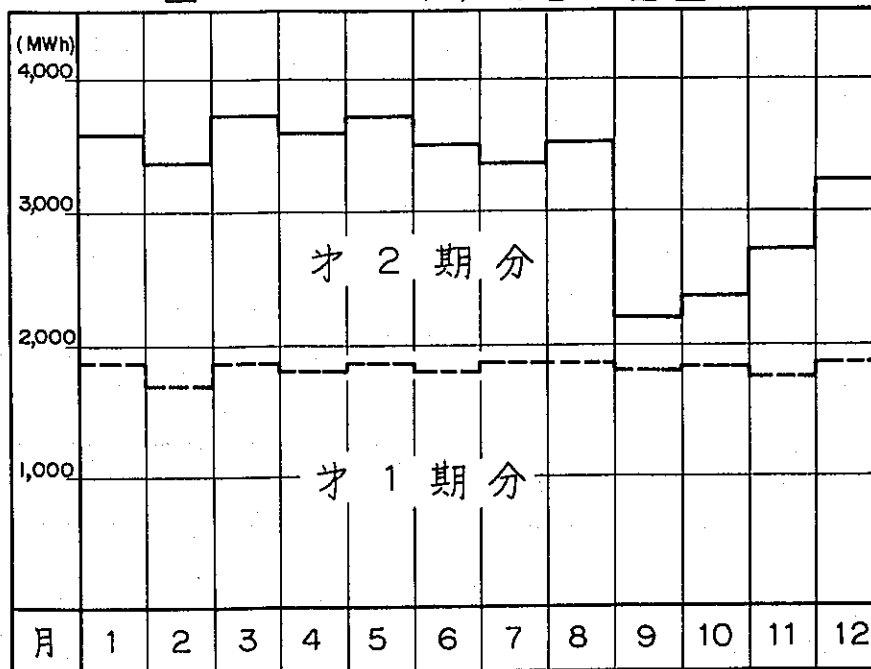


図 4-6 月平均電力量図



4-6-2 販売電力量

販売電力量を算出するに当つては、既設のManandray発電所を全面的に利用するものとして、(その発電々力量は過去10年間の平均値をとる)また、第3章で述べた需要想定によりAmbodi-kimba発電所、1号機および2号機の運転開始後、数年間に生ずる余剰電力は含まない。

このようにして、耐用年数50年間とした場合、販売電力量は表4-9に示すとおりである。

なお、この販売電力量は、送変電損失率を平均4.5%として、Fianarantsoa側受電変電所の配電線引出口の引渡し量である。

表4-9 販売電力量

年	所要発電電力 (kW)	所要発電端電力量 (MWh)	販売電力量 (MWh)
1976	1,100	3,900	3,720
1977	1,270	5,690	5,490
1978	1,560	7,060	6,740
1979	1,840	8,610	8,220
1980	2,340	11,027	10,540
1981	2,700	12,851	12,270
1982	2,970	14,071	13,380
1983	3,100	14,768	14,090
1984	3,460	16,890	16,120
1985	3,670	18,340	17,510
1986	4,220	20,990	20,040
1987	4,340	22,640	21,620
1988	4,640	26,140	24,950
1989	5,000	28,700	27,400
1990		31,600	30,180
1991		34,800	33,220
1992		35,710	34,100
1993		36,810	35,150
1994		37,410	35,730
1995		38,890	37,140
1996			
合計		1,671,323	1,596,030
平均	4,442	33,426	31,921

4-7 経済計算

Ambodikimba 発電所の建設は、第1期、第2期、第3期の3段階に分けられるが、需要の面からも、また、河川特性からも、最終規模の5,000kWが適当であると判断された。したがって、この発電所の経済性の評価も、最終規模における計算を行なうものとする。

その方法は、卸し売り地点の発電原価から評価する方法と、水力の価値を代替火力に換算して、便益-費用比から評価する方法の、二様式によつて行なうものとした。

まず、原価から評価する方法とは、この発電所の耐用年数間の均等年経費と、卸し売り端の販売電力量によつて原価を算出する方法で、5-1の建設費をもとにし、この発電所の耐用年数を50年(ただし、機械設備と送変電設備は35年)、年利子率7%、残存価値10%として減債基金法により、金利および償却費を算出し、さらに、運転年経費(人件費、修繕費、管理費)を $24,770 \times 10^3$ FMG/年として、この発電所の年間経費を計算すると、その値は、 $113,795 \times 10^3$ FMG/年となる。この値と、表4-9で述べた販売電力量から平準発電原価を求めると 3.6 FMG/kWhである。

EEMが、現在Fianarantsoaにおいて供給している4台のディーゼル発電機の燃料費だけで 8.38 FMG/kWhがかゝつており、これと比較して安い原価といえよう。

一方、Ambodikimba 発電所に代るべき発電設備として、 $1,250$ kW \times 5台のディーゼルプラントを設置するものと考え、このプラントの耐用年数15年、年利子率7%、残存価値10%として、金利および償却費を算出し、運転維持費 $29,800 \times 10^3$ FMG/年、燃料費 6.7 FMG/kWh(26.1 FMG/l)として、このディーゼルプラントの発電原価を見積ると、その値は、販売端で 9.0 FMG/kWhとなる。

したがって、Ambodikimba 発電所の原価は、代替ディーゼルプラントのそれに比較して割安である。また、この代替ディーゼルプラントのkW当りの固定費およびkWh当りの可変費を、Ambodikimba 発電所のkWおよびkWh便益単価として年間便益を算出すると、その値は、 $271,980 \times 10^3$ FMG/年となり、これを、年間経費 $113,795 \times 10^3$ FMG/年で除すと、同発電所の便益-費用比は 2.39 となる。すなわち、水力はディーゼルプラントと比較して約40%の投資で良いことを示すもので、いゝかえれば、ディーゼルプラントによる経費を、60%節約できることになる。

このように、卸し売り端の販売原価、および便益-費用比のいずれの指標からみても、Ambodikimba 発電所は、代替ディーゼルプラントよりも経済的である。

なお、経済計算の詳細は、付録A-3に示すとおりである。

4-8 建設についての助言

4-8-1 助言

(a) 工事着手までに行なう準備事項

着工までに行なう必要な準備事項は、つぎのとおりである。

1) 工事資金の手当

内貨の調達

外貨の借入れに関する手続きと、その確認

2) 追加調査工事，測量作業の実施

3) 実施設計

4) 建設業者選定，機材購入先選定の準備と発注

5) 着工

以上の準備事項のうち、1) はマダガスカル政府が準備を行ない、2) ~ 4) については、コンサルタントを選んで、調査計画，実施設計，建設業者とメーカー選定についての援助業務を行わしめることが好ましいと考えられる。

2), 3) に必要な資金，工事内容は表 4-10 のとおりである。

表 4-10 調査工事，実施設計の概算費用

(単位: 10³ FMG)

	第 1 期工事		第 2 期工事		第 3 期工事		合 計		備 考
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	
調査工事	3,400	4,200	-	-	2,000	2,200	5,400	6,400	※参照
実施設計	400	47,300	300	11,800	100	8,400	800	67,500	
小 計	3,800	51,500	300	11,800	2,100	10,600	6,200	73,900	
合 計	55,300		12,100		12,700		80,100		

※ 第 1 期工事の調査工事

発電所地域測量 (1/200); 60,000 m²

送電線ルート航空測量 ; 約 50 km

ボーリング (φ 66 mm) ; 140 m (トンネル, 発電所, 放水路地点等計 5カ所)

第 3 期工事の調査工事

ダムサイト測量 (1/200); 6,000 m²

ボーリング (φ 66 mm) ; 90 m (ダムサイト右岸コア一部 3カ所)

(b) 工事実施の方法

工事実施に当って、考慮すべき形態は、つぎのような方法が望ましい。

1) 土木建築工事

工事材料の輸入、工事用機械の持込みを含めて、水力発電工事に経験ある適格な建設会社に請負わせる。

2) 鉄鋼構造物、電気機械

国外メーカーに、据付けの指導を含めて供給させる。これに伴う現地労務は、建設業者側で提供する。

3) 送变电関係工事

機器、資材の供給は、据付指導を含めて国外メーカーに供給させる。据付、土木建築工事については、建設業者側で行なう。

4) 工事管理

必要な設計変更を含め、工事管理全般についてのコンサルタントの援助を受けること。

(c) 建設事務所の組織

施工主は、現地に建設事務所を設置して、建設工事の推進と、総轄管理を行なうものとする。建設事務所の機構については、建設所長以下、事務、電気、土木の3機構とし、人員については、工事の進捗状況により当然増減させるべきものであるが、下記に標準的人员を示す。

事務関係	庶務，経理，資材その他	5～6名
電気関係	発送变电（将来の保守運転を考慮して）	7～8名
土木関係	工務，設計，工事管理	7～8名
計		19～22名

なお、設計、施工管理のため、上記機構とは別に、コンサルタントとして3名程度（チーフ1名、電気1名、土木建築1名）を必要とし、施工主側と密接な連絡と指導により、工事を推進するものとする。

4-8-2 特記事項

(a) 建設業者の選定について

建設業者の選定に当っては、その工事経験、保有する工事機械数や、熟練した技術者、技能者の人員等について充分調査し、特に信用のある業者を、公正な入札方式によつて選び出さなければならない。

(b) 主要機器材料の購入について

輸入するゲート、水圧鉄管、発電所クレーン、電気機器、送变电設備等については、特に仕様を明確にし、製作中、受入時、試運転時の各段階における検査を、厳重に行なうことを提案する。

工事用諸材料についても、これに準じた試験を行なつて、品質を確認することが必要である。価格の決定は、公正な競争によつて決められなければならない。

(c) 資機材輸送ルートについて

資機材輸送ルートは、

第1ルート	Tamatave 港 - Antsirabé	国鉄 530 km
	Antsirabé 港 - Ranomafana	国道 230 km
第2ルート	Mananjary 港 - Ranomafana	国道 140 km
第3ルート	Manakara 港 - Iroandro - Ranomafana	国道 200 km
	または、	
	Manakara 港 - Fianarantsoa	国鉄 170 km
	Fianarantsoa - Ranomafana	国道 60 km

の3ルートが考えられる。

これら3ルートについて検討した結果、輸送距離、輸送の状況想定から、第2ルートが好ましいが、港湾設備が小さく、沖取り、ボート積替に不安があり、重要な機械重量物の陸揚げに困難が予想される。

第3ルートも、全く同様な問題がある。

したがって、現在、Fianarantsoa 地区向けに最も多く利用されている第1ルートを、輸入全機械の輸送ルートとして採用することが、輸送管理上最も適当と考える。

(d) セメントについて

現在、マダガスカル国全体のセメント需要は大きく伸張し、マダガスカルセメントは、年間生産能力70,000tに対して、年間20,000t~30,000tの不足を来しており、アフリカ大陸からの輸入によつて補っている。

本地点の建設に要するセメントは、月間最大900t程度必要と予想されるが、国策事業としてマダガスカルセメントの優先使用が考慮される見通しが強く、品質的には使用に耐えられるものと判定されるので、これを用いることとする。強度試験結果を、表A-4-7に示す。

(e) 水質について

Namorona川水質試験の結果は、表A-4-8のとおりで、PH=5.7の弱酸性を示すが、この程度では、コンクリートに使用する場合に特別な考慮は払わなくて良い。

水圧鉄管、ゲート等の鉄鋼構造物の塗料は、コールタールエポキシ系塗料が適当で、水に接する側は、3回塗り(厚0.6mm)とし、5年に1回の塗り直しが必要であることを考慮しなければならない。

また、水車は、耐酸性を考慮して、ステンレス鋼を使用すべきである。

(f) コンクリート用骨材について

砂利および砂は、Ambodikimba 地点下流のRanomafana 付近の河川より採取する。量は充分であるが、寸法、粒度の調整が必要である。

(g) 用地について

Ambodikimba ~ Vohiparara 工事区域は、全部国有地で特に問題はないが、Vohiparara ~ Fianarantsoa 間の、送電線ルート of 用地については、推定約 30% 区間は民有地であり、この用地買収については、事前に配慮することが必要である。

(h) 送変電関係

- 1) 送電線ルートおよび変電所位置は、工事の実施設計に先立つて、航空写真、ヘリコプターによる調査、都市計画などを考慮に入れて、決定する必要がある。
- 2) 送電線 (66 kV) に平行する裸電話線は、誘導障害を受けるので、送電ルートが決定してから、保護装置を取付ける必要がある。

第 5 章 資 金 計 画

第 5 章 資 金 計 画

5-1 所要資金

5-1-1 基本条件

本計画の工事費を積算するにあたり、つぎの事項を基本条件とする。

(a) 工事費の積算範囲は、Ambodikimba 発電所、Andriamamovoka ダム Ambodikimba 発電所～Fianarantsoa 間の送電線、受電変電所および同変電所から既設 22 kV 系統までの連絡線までとし、本工事に必要な調査工事、実施設計費を含むものとする。

なお、変電設備は、5 kV 引出設備までとし、配電線は、含まない。

(b) 工事費算定に用いる単価は、1970年のマダガスカル国内における工事単価をも参考とし、見積り単価を決定した。その単価は、表 5-1 に示すとおりである。

(c) 工事数量は、予備設計図によつて算出する。

(d) 工事費は、内貨分と外貨分に分ける。

内貨分は、国内労務者の賃金、セメントおよび木材など国内で調達し得る建設資材の費用と、国内輸送費などとし、これら以外は、外貨分とする。

(e) 工事は請負方式により行ない、また、設計および施工管理は、コンサルタントが行なうものとして見積る。

(f) ゲート、水圧鉄管、水車発電機、変圧器、電線およびがいしなどは運搬据付工事と、材料製作に要する費用とに分けて計上する。

(g) 工事遂行に必要な建物、備品、諸車、その他の諸経費は、監督および管理費に計上する。

(h) 予備費は、工事費に対して約 5% を見込む。

(i) 建設中利息は、内貨、外貨とも、年利子率 7% を見込む。

(j) 水車発電機などの輸入機器に対しては、輸入税が免除されるものとする。

5-1-2 所要資金

本計画の総工事費は、 $1,197,540 \times 10^3$ FMG で、工事費総括および費目別工事費は、表 5-2、表 5-3 に示すとおりである。

表5-1 工 種 別 単 価

工事種別または材料	単 位	単 価 (FMG)	備 考
コ ン ク リ ー ト	㎡	9,200	ダムコンクリート(三期工事)
"	"	9,800	取水ダム, 基礎等
"	"	10,400	取水口, 沈砂池等
"	"	14,500	トンネル
掘 削 (土)	"	700	
" (転石交り)	"	2,200	
" (岩)	"	2,600	
" (岩)	"	8,500	トンネル
ダ ー ト	t	470,000	} FOB価格
鉄 管	"	390,000	
ス ク リ ー ン	"	230,000	
セ メ ン ト	"	17,000	
鉄 筋	"	71,000	
パ ン ザ ー マ ス ト	基	47,000	} FOB価格
鋼 心 アルミ 燃 焼 80mm ²	km	76,000	
250mm 標準クレビス型がいし	個	700	

表5-2 工事費総括表

単位: 10³ FMG

項目	第1期工事						第2期工事						第3期工事						合計		
	1974		1975		計		1979		1983		計		1983		計		内貨	外貨	計		
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨				計	
土木工事及び機械修付																					
土木工事	4020	31,140	10,600	44,820	150,840	1,100,40	75,960	186,000	5,300	5,570	10,870	43,150	31,350	74,500	158,490	112,880	271,370				
ゲート水圧装置修付	-	-	3,580	4,430	8,010	3,580	4,430	8,010	-	-	-	20,20	2,180	4,200	5,600	6,610	12,210				
発電所機械設備修付	1,090	5,830	4,350	23,330	27,680	5,440	29,160	34,600	3,810	20,690	24,500	-	-	-	9,250	49,850	59,100				
送変電設備修付	17,500	15,240	3,2740	18,660	19,830	38,490	36,070	71,230	860	5,210	6,070	-	-	-	37,020	40,280	77,300				
小計	22,610	52,210	132,610	92,410	223,020	1,552,20	144,620	299,840	9,970	31,470	41,440	45,170	33,530	78,700	210,360	209,620	419,980				
機械材料費																					
ゲート水圧鉄管	-	6,850	-	31,480	31,480	-	38,330	38,330	-	-	-	-	31,660	31,660	-	69,990	69,990				
発電所機械設備	-	18,280	-	70,930	70,930	-	89,210	89,210	-	61,200	61,200	-	-	-	-	150,410	150,410				
送変電設備	-	50,010	780	69,760	70,540	780	119,770	120,550	-	14,150	14,150	-	-	-	780	133,920	134,700				
小計	-	75,140	780	172,170	172,950	780	247,310	248,090	-	75,350	75,350	-	31,660	31,660	780	354,320	355,100				
取付道筋、池	46,700	31,100	-	-	-	46,700	31,100	77,800	-	-	-	-	-	-	46,700	31,100	77,800				
監督および管理費	18,500	14,100	32,800	26,700	61,700	53,500	40,800	94,300	12,500	13,800	26,300	9,600	10,900	20,500	75,600	65,500	141,100				
調査および設計費	3,800	5,500	-	-	-	3,800	5,500	56,300	300	1,800	12,100	2,100	10,600	12,700	6,200	73,900	80,100				
予備費	4,600	11,200	15,800	8,400	23,000	130,00	25,800	38,600	1,100	6,600	7,700	2,800	4,300	7,100	16,900	36,700	53,600				
繰越中利息	10,650	29,460	40,110	61,900	16,900	16,840	40,170	57,010	850	5,760	6,610	2,250	3,990	6,240	19,940	48,920	69,860				
合計	106,860	264,710	182,980	316,590	499,570	289,840	581,300	871,140	24,720	144,780	169,500	61,920	94,980	156,900	376,480	821,060	1,197,540				

表 5-3 費用別工事費総括表

単位; 10³ FMG

項 目	土木工事および 据付工事	機械材料費	その他 (取付道路)	監督、管理費	調査および 設計費	予備費	建設中利息	合 計
第 1 期工事								
土木工事	194,010	38,330	77,800	46,770	27,410	19,230	28,250	431,800
発電所機械設備	34,600	89,210	-	18,670	10,940	7,670	11,280	172,370
送変電設備	71,230	120,550	-	28,860	16,950	11,900	17,480	266,970
小 計	299,840	248,090	77,800	94,300	55,300	38,800	57,010	871,140
第 2 期工事								
土木工事	10,870	-	-	2,450	1,130	720	610	15,780
発電所機械設備	24,500	61,200	-	19,300	8,880	5,650	4,850	124,380
送変電設備	6,070	14,150	-	4,550	2,090	1,330	1,150	29,340
小 計	41,440	75,350	-	26,300	12,100	7,700	6,610	169,500
第 3 期工事								
土木工事	78,700	31,660	-	20,500	12,700	7,100	6,240	156,900
小 計	78,700	31,660	-	20,500	12,700	7,100	6,240	156,900
合 計	419,980	355,100	77,800	141,100	80,100	53,600	69,860	1,197,540

5-2 資金調達

本計画の総工事費は、5-1に述べたとおり、建設中利息（年利率7%）を含めて、

第1期工事（2,500kW新設）	871,140×10 ³ FMG	（うち、外貨分581,300×10 ³ FMG）
第2期工事（2,500kW増設）	169,500×	（うち、外貨分144,780
第3期工事（ダム設置）	156,900×	（うち、外貨分94,980
計	1,197,540×	（うち、外貨分821,060

であり、この総所要資金を、全額借入れ金とする。

必要な資金の調達について、外貨分は、地域開発国際金融機関から借入れ、内貨分は、マダガスカル国通貨によつて、調達するものとする。

借入れ金の条件は、内外貨同じとして、最近の上記金融機関の貸出し実績を考慮して、

年 利 率 : 7%

償還方法 : 据置5年以後元利均等償還（1, 2, 3期工事ごとに）

償還期限 : 据置5年を含む25年償還（

とする。

5-3 資金返済能力

本計画では、水力発電所の償却期間（耐用年数）平均による、3.6 FMG/kWhの経費をベースとして、借入金を返済するにあたり、発電設備の初期的な潜在化の影響を考慮の上算定すると、卸し売り電力料金は、

当初より1990年までの15年間	: 8 FMG/kWh
1991年～1998年までの8年間	: 5 FMG/kWh
1999年～2007年までの9年間	: 2 FMG/kWh
2008年以降	: 2 FMG/kWh以下

となる。

5-2で述べた償還条件を含めて、収支計画、資金返済計画、Cash-Flowを算定したものを、表5-4、表5-5、表5-6にそれぞれ示す。

また、設備償却費、保守運転費、管理費の明細を表5-7に示す。

表5-5にある各年の返済額と、表5-6の返済源資との対比とにおいて、第1期工事の借入金の返済の初期に少量の資金の不足が見られるが、これは、一時的なもので、短期間の融通手段を講ずることにより1990年頃には充分解消することができる。

このようにして、本計画は資金計画面から見ても成立する。

表 5-4 収 支 計 画 - その 1 -

単位: 10³FMG

		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
収入 A	販売電力量 MWh	3,720	5,420	6,740	8,220	10,540	12,270	13,380	14,090	16,120	17,510	20,040	21,620	24,950	27,400	30,180	33,220	
	電気料金 FMG/kWh	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	
	電気料金収入	29,760	43,440	53,920	65,760	84,320	98,160	107,040	112,720	128,960	140,080	160,320	172,960	199,600	219,200	241,440	166,100	
費用 B	保守運転費	16,710	16,710	16,710	16,710	18,520	18,520	18,520	18,520	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970
	管理費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
	償却費	19,070	19,070	19,070	19,070	23,310	23,310	23,310	23,310	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130
B	小計	38,180	38,180	38,180	38,180	44,230	44,230	44,230	44,230	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	
C	Operating-Income (A-B)	△ 8,420	5,260	15,740	27,580	40,090	53,930	62,810	68,490	78,060	89,180	109,420	122,060	148,700	168,300	190,540	115,200	
D	支払利息				7,470	7,288	7,093	6,884	6,661	7,977	7,684	7,370	7,033	8,114	7,693	7,248	6,764	
E	Net - Income (C-D)	△ 8,420	5,260	15,740	△ 47,120	△ 32,790	△ 17,000	△ 6,030	1,880	△ 1,710	12,340	35,720	51,730	67,560	91,370	118,080	47,560	

表 5-5 資 金 返 済 計 画 - その 1 -

単位: 10³FMG

		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
第一期工事	借入金額	871,140																
	金 利		60,980	65,250	69,820	74,700	72,880	70,930	68,840	66,610	64,220	61,670	58,930	56,000	52,870	49,520	45,940	42,100
	元本返済					26,040	27,860	29,810	31,900	34,130	36,520	39,070	41,810	44,740	47,870	51,220	54,800	58,640
	元利合計					100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740
	残高	871,140	932,120	997,370	1,067,190	1,041,150	1,013,290	983,480	951,580	917,450	880,930	841,860	800,050	755,310	707,440	656,220	601,420	542,780
第二期工事	借入金額					169,500												
	金 利						11,870	12,700	13,580	14,540	15,550	15,170	14,770	14,330	13,870	13,370	12,840	12,270
	元本返済										5,420	5,800	6,200	6,640	7,100	7,600	8,130	
	元利合計										20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	
	残高					169,500	181,370	194,070	209,650	222,190	216,770	210,970	204,770	198,130	191,030	183,430	175,300	166,600
第三期工事	借入金額									156,900								
	金 利										10,980	11,750	12,570	13,450	14,400	14,040	13,670	
	元本返済														5,010	5,370	5,740	
	元利合計														19,410	19,410	19,410	
	残高									156,900	167,880	179,630	192,200	205,650	200,640	195,270	189,530	183,390
合計	支払利息					7,470	7,288	7,093	6,884	6,661	7,977	7,684	7,370	7,033	8,114	7,693	7,248	6,764
	債務償還					26,040	27,860	29,810	31,900	34,130	41,940	44,870	48,010	51,380	59,980	64,190	68,690	73,480

表 5-6 Cash Flow - その 1 -

単位: 10³FMG

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Cash from Income	10,650	24,330	34,810	△ 28,050	△ 9,480	6,310	17,280	25,190	24,420	38,470	61,850	77,860	93,690	117,500	144,220	73,690
Net Income	△ 8,420	5,260	15,740	△ 47,120	△ 32,790	△ 17,000	△ 6,030	1,880	△ 1,710	12,340	35,720	51,730	67,560	91,370	118,040	47,560
償却費	19,070	19,070	19,070	19,070	23,310	23,310	23,310	23,310	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130
債務償還				26,040	27,860	29,810	31,900	34,130	41,940	44,870	48,010	51,380	59,980	64,190	68,670	73,480
Net Cash Provided	10,650	24,330	34,810	△ 54,090	△ 37,340	△ 23,500	△ 14,620	△ 8,940	△ 17,520	△ 6,400	1,3840	26,480	33,710	53,310	75,550	210

表 5 - 4 収 支 計 画 - その 2 -

単位: 10³FMG

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
収入	販売電力量 MWh	34,100	35,150	35,740	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140	37,140
	電気料金 FMG/kWh	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	A 電気料金収入	170,500	175,750	178,650	185,700	185,700	185,700	185,700	74,280	74,280	74,280	74,280	74,280	74,280	74,280	74,280	74,280
費用	保守運転費	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970	21,970
	管理費	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
	B 償却費	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130
B	小計	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900	50,900
C	Operating-Income (A-B)	119,600	124,850	127,750	134,800	134,800	134,800	134,800	23,380	23,380	23,380	23,380	23,380	23,380	23,380	23,380	23,380
D	支払利息	62,500	56,990	51,090	44,800	34,560	30,590	22,860	14,870	13,090	11,180	9,140	6,950	4,600	3,570	2,460	1,270
E	Net - Income (C-D)	57,100	67,860	76,660	90,000	100,240	104,210	111,940	8,510	10,290	12,200	14,240	16,430	18,780	19,810	20,920	22,110

表 5 - 5 資 金 返 済 計 画 - その 2 -

単位: 10³FMG

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
第一期工事	借入金額																
	金利	38,000	33,600	28,900	23,870	15,000	12,490	6,320									
	元本返済	62,740	67,140	71,840	76,870	85,740	88,250	90,250									
	元利合計	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	100,740	96,570									
残高	480,040	412,900	341,060	214,190	178,450	90,250	0										
第二期工事	借入金額																
	金利	11,660	11,010	10,310	9,570	8,770	7,900	7,010	6,020	4,980	3,860	2,660	1,380				
	元本返済	9,310	9,960	10,660	11,400	12,200	13,060	13,970	14,950	15,990	17,110	18,310	19,680				
	元利合計	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	20,970	21,060				
残高	157,290	147,330	136,670	125,270	113,070	100,010	86,040	71,090	55,100	37,990	19,680	0					
第三期工事	借入金額																
	金利	12,840	12,380	11,880	11,360	10,790	10,190	9,540	8,850	8,110	7,320	6,480	5,570	4,600	3,570	2,460	1,270
	元本返済	6,570	7,030	7,530	8,050	8,620	9,220	9,870	10,560	11,300	12,090	12,930	13,840	14,810	15,840	16,950	18,150
	元利合計	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410
残高	176,820	169,740	162,260	154,180	145,560	136,340	126,470	115,910	104,610	92,520	79,590	65,750	50,940	35,100	18,150	0	
合計	支払利息	62,500	56,990	51,090	44,800	34,560	30,590	22,860	14,870	13,090	11,180	9,140	6,950	4,600	3,570	2,460	1,270
償務償還	78,620	84,130	90,030	96,320	106,560	110,530	114,090	125,510	27,290	29,200	31,240	33,520	35,200	38,100	41,950	46,950	

表 5 - 6 Cash Flow - その 2 -

単位: 10³FMG

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cash from Income	83,230	93,990	102,790	116,130	126,370	130,340	138,070	34,640	36,420	38,330	40,370	42,560	44,910	45,950	47,050	48,240
Net Income	57,100	67,860	76,660	90,000	100,240	104,210	111,940	8,510	10,290	12,200	14,240	16,430	18,780	19,810	20,920	22,110
償却費	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130	26,130
債務償還	78,620	84,130	90,030	96,320	106,560	110,530	114,090	25,510	27,290	29,200	31,240	33,520	35,200	38,100	41,950	46,950
Net Cash Provided	4,610	9,860	12,760	19,810	19,810	19,810	23,980	9,130	9,130	9,130	9,130	9,040	30,100	30,100	30,100	30,090

表 5-7 設備償却費，保守運轉費，管理費

單位：10³ FMG

項 目	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
設備金額											
土木工事	431,800	-	-	-	15,780	-	-	-	156,900	-	-
機械設備	172,370	-	-	-	124,380	-	-	-	-	-	-
送電設備	266,970	-	-	-	29,340	-	-	-	-	-	-
計	871,140	-	-	-	169,500	-	-	-	156,900	-	-
設備償却費											
土木工事	-	7,773	7,773	7,773	7,773	8,060	8,060	8,060	8,060	10,880	10,880
機械設備	-	4,432	4,432	4,432	4,432	7,630	7,630	7,630	7,630	7,630	7,630
送電設備	-	6,865	6,865	6,865	6,865	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620
計	-	19,070	19,070	19,070	19,070	23,310	23,310	23,310	23,310	26,130	26,130
保守運轉費											
人件費	-	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	7,500	7,600	9,400	9,400
修費	-	9,110	9,110	9,110	9,110	10,920	10,920	10,920	10,920	12,570	12,570
計	-	16,710	16,710	16,710	16,710	18,520	18,520	18,520	18,520	21,970	21,970
管理費	-	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,800	2,800

付 録

付 録

A-1 気象・水文資料

A-1-1 気象資料

(a) 降 雨 量

Namorona川流域は、降雨分布図から多雨量地帯に属し、年間降雨量は2,500mm程度である。雨期は11月から3月、乾期は4月から10月となっている。

Ambodikimba地点の下流約20kmの位置にあるIfanadiana観測所の降雨量記録を、表A-1-1に示す。

(b) 気 温

マダガスカル全島は熱帯、亜熱帯にあり、平均気温は高いが、中央高原地帯は1,200m以上の標高にあるため比較的涼しい。海岸地帯は平均気温24℃(最高35℃)、高原地帯は平均21℃(最高25℃)である。

本計画に関連したIfanadiana(標高約400m)とFianarantsoa(標高約1,200m)の両観測所の気温記録を表A-1-2に示す。

(c) 湿 度

Fianarantsoa観測所における湿度記録を表A-1-3に示す。

A-1-2 水文資料

Namorona川の唯一の測水所であるVohiparara測水所は、標高1,200~1,500mの中央高原に源を発した川が、Vohipararaの台地から階段式に急流となる境界直上流に位置している。本測水所と計画地点との関係位置を、図A-1-1に示す。

(a) 流量資料

Vohiparara測水所日流量記録は、1952年7月より1968年10月までを入手したが、途中欠測などの不備もあり、最近10年間の暦年で整備し使用するものとして、1956年~1969年(1959年、1960年不備)の10年間を流量資料とする。

これら日流量資料を、Tab. A-1-4に示す。

(b) 代表年の決定

最近10年間の流量資料から、各年の流況のうち、平水量、濁水量、年平均流量を重視して、10年間の平均的流量をもった年を、代表年とする。

以下、各年の流量計算により各日流量を求め、表A-1-5に集計し、1962年を代表年と決定した。これを図A-1-2に示す。

(c) 代表年の流況

Ambodikimba地点(流域面積475km²)の流量は、Vohiparara測水所(流域面積445km²)の流量を流域換算により求めた。

この両地点における流況曲線図と流況図を、図A-1-3、図A-1-4、図A-1-5に示す。

表A-1-1 Ifanadiana 降雨量記録

単位: mm

期別 年	雨			期			乾						期		合計
	1 1	1 2	1	2	3	小計	4	5	6	7	8	9	1 0	小計	
	1944-45	133	317	335	894	340	2,019	249	0	31	55	83	27	47	
1945-46	119	326	210	513	569	1,737	130	118	162	19	138	26	81	674	2,411
1946-47	(188)	(217)	(330)												
1947-48			508	441	284	1,233	230	218	78	208	76	124	173	1,107	2,340
1948-49	145	287	131	515	444	1,522	208	297	178	189	16	46	21	955	2,477
1949-50	123	326	623	393	244	1,709	131	35	47	164	98	75	46	596	2,305
1950-51	180	202	575	704	559	2,220	215	41	160	57	186	102	31	792	3,012
1951-52	254	251	618	387	630	2,140	177	228	151	50	108	63	41	818	2,958
1952-53	272	303	350	220	414	1,559	88	65	350	193	286	151	18	1,151	2,710
1953-54	177	335	625	344	503	1,984	111	75	106	45	62	29	40	468	2,452
1954-55	85	326	487	374	371	1,643	88	35	85	86	30	44	22	390	2,033
1955-56	114	267	773	587	256	1,997	90	55	47	48	15	89	0	344	2,341
計	1,602	2,940	5,235	5,372	4,614	19,763	1,717	1,167	1,395	114	1,098	776	520	7,787	27,550
平均	160	294	476	488	419	1,837	156	117	127	101	100	71	47	719	2,556

註: ()内の数値は合計に含まず。

表A-1-2 Ifanadiana および Fianarantsoa の気温記録

Ifanadiana		単位: °C												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
最大平均気温		29.3	29.1	28.1	27.3	25.1	23.8	22.6	23.4	24.7	27.4	28.9	29.7	26.6
最小	'	19.1	19.0	18.8	17.4	14.6	12.5	11.8	12.3	13.5	15.4	17.5	18.3	15.9
最大絶対気温		33.5	33.6	33.8	32.6	30.6	28.6	28.8	28.3	30.2	32.4	34.3	35.1	35.1
最小	'	15.8	14.5	14.8	11.3	4.5	2.9	6.0	6.2	8.6	8.5	12.8	14.5	2.9

Fianarantsoa		単位: °C												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
最大平均気温		26.1	25.6	25.3	24.3	21.8	20.3	18.8	20.7	22.4	25.5	27.0	26.5	23.7
最小	'	16.5	16.2	15.9	14.6	11.9	10.1	9.6	9.7	10.6	12.7	14.7	15.7	13.2
最大絶対気温		30.7	30.6	30.6	30.0	27.7	26.8	23.5	27.1	30.2	31.8	31.9	31.1	31.9
最小	'	11.5	11.8	11.8	10.2	3.8	2.2	4.8	4.5	5.0	6.0	10.8	11.4	2.2

表A-1-3 Fianarantsoa 湿度記録 (1951~1960年平均)

Fianarantsoa		単位: %												
時間	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
	7	91	92	95	95	96	96	97	95	93	88	87	89	93
	12	65	64	67	62	61	64	60	56	51	46	50	58	59
	17	77	75	79	75	75	76	73	69	66	62	67	75	72

Tab. A-1-4 Débits journaliers à la Station de jaugeage de Vohiparara

1956

(m³/S)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	12,9	38,0	20,9	15,3	10,8	9,9	7,91	7,68	5,00	5,45	3,60	9,27	
2	18,1	29,9	24,2	14,2	12,9	9,81	7,79	7,79	5,27	5,00	3,60	8,02	
3	22,4	22,4	19,4	13,8	12,3	9,68	8,02	7,91	5,36	4,70	3,55	7,68	
4	20,0	23,1	26,0	13,5	11,7	9,81	7,91	7,79	5,27	4,45	3,55	7,03	
5	20,9	24,2	42	13,3	11,4	10,7	7,79	7,68	5,18	4,40	3,50	6,40	
6	33,8	25,0	54	13,1	10,8	11,2	8,02	7,45	5,09	4,35	3,45	5,64	
7	38,0	40,2	33,8	12,9	10,5	12,0	8,37	7,03	4,91	4,25	4,10	5,00	
8	47	54,0	24,2	12,8	10,2	11,4	8,14	6,71	4,82	4,20	5,00	4,70	
9	73	49	20,9	12,6	10,0	10,8	7,91	6,40	4,75	4,15	4,65	4,50	
10	56	47	19,4	12,5	11,1	10,0	7,68	6,21	4,70	4,10	4,35	4,35	
11	47	47	18,9	12,3	10,8	9,68	7,56	6,11	4,65	4,05	4,10	4,25	
12	38,0	40,2	18,4	12,3	10,5	9,41	7,45	8,02	4,60	4,00	4,00	4,65	
13	29,9	51	18,1	12,2	10,4	9,00	7,24	5,92	4,50	3,97	3,97	8,87	
14	22,4	49	17,3	12,3	10,0	8,48	7,34	5,92	4,45	3,97	3,91	9,27	
15	19,4	39,8	16,6	12,9	9,9	8,60	7,56	5,83	4,45	3,97	4,00	6,61	
16	20,9	31,5	18,1	13,3	9,81	9,41	7,45	5,73	4,45	3,94	4,20	5,00	
17	28,0	29,9	19,4	14,3	9,81	9,68	7,34	5,64	4,45	3,94	4,30	10,2	
18	22,4	24,2	21,8	15,1	9,68	9,9	7,13	5,36	4,45	3,91	4,50	9,54	
19	18,9	22,4	20,9	16,0	9,41	9,81	7,03	5,27	4,45	3,91	6,71	11,9	
20	16,8	21,5	18,4	18,4	9,81	9,54	6,82	5,18	4,40	3,91	5,92	14,2	
21	15,0	20,6	17,3	20,0	9,9	9,27	6,71	5,09	4,40	3,91	5,27	12,8	
22	16,4	19,7	16,4	19,4	10,0	8,87	6,82	5,00	4,40	3,86	4,91	13,6	
23	19,1	18,1	15,1	16,8	11,2	8,60	6,92	5,00	4,35	3,86	4,70	18,7	
24	22,4	18,6	16,8	14,0	13,5	8,37	7,03	5,00	4,40	3,81	5,36	17,6	
25	27,6	17,8	18,1	12,9	12,8	8,25	6,92	5,00	4,50	3,81	7,45	18,6	
26	40,2	17,3	19,7	12,3	11,4	8,14	7,03	5,18	5,45	3,76	8,73	11,5	
27	110	40,2	21,8	12,0	10,8	8,60	7,34	5,09	7,68	3,71	20,9	8,87	
28	142	33,0	20,9	11,4	10,5	8,48	7,79	5,09	7,45	3,71	24,2	7,91	
29	87	29,1	18,9	11,1	10,4	8,37	7,91	5,00	6,92	3,66	15,7	8,60	
30	66		16,8	10,5	10,2	8,14	7,79	5,00	5,83	3,60	9,41	12,5	
31	52		16,4		10,0		7,79	4,91		3,60		12,9	
Moy	38,76	31,92	21,64	13,78	10,71	9,46	7,50	5,97	5,02	4,06	6,39	9,41	13,71

1957

(m³/S)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	11,5	14,2	9,14	35,5	12,6	8,87	8,8	5,8	5,5	3,3	2,8	8,2	
2	10,0	13,3	8,37	29,5	13,1	8,73	8,2	5,7	5,4	3,2	2,7	9,9	
3	17,1	15,7	12,8	22,4	13,8	8,60	7,6	5,6	5,2	3,2	2,6	19,8	
4	23,1	21,8	12,2	18,9	13,1	8,02	6,9	5,5	4,9	3,1	3,2	46	
5	15,3	46,0	10,5	17,3	12,5	8,87	6,8	5,4	5,6	3,1	4,6	34,0	
6	10,5	38,9	9,0	15,3	12,0	8,73	7,4	6,1	7,2	3,0	4,0	21,6	
7	11,1	28,3	12,0	15,7	11,7	8,60	7,2	9,3	12,7	3,0	3,7	20,1	
8	11,9	26,8	15,7	16,8	11,2	8,37	7,0	8,8	11,9	2,9	3,2	16,5	
9	14,0	21,8	15,5	17,6	10,9	8,48	6,9	8,0	10,3	2,9	2,7	11,0	
10	16,6	16,0	16,4	18,1	11,1	8,68	6,8	7,4	8,2	2,8	2,3	10,3	
11	24,6	13,8	17,1	16,6	11,4	10,4	6,8	6,2	7,2	2,7	2,4	8,1	
12	35,5	12,6	14,0	17,3	10,9	10,2	6,7	5,7	6,6	2,7	3,1	9,5	
13	26,0	11,9	16,0	19,1	10,7	10,0	6,6	5,5	5,9	2,7	7,0	8,0	
14	14,0	12,0	18,4	19,4	10,4	10,0	6,5	5,3	5,2	2,6	20,3	8,1	
15	15,1	13,3	23,1	18,9	10,2	9,9	6,4	5,2	4,9	2,7	32,1	8,9	
16	16,2	14,3	22,4	19,7	10,0	9,81	6,4	4,9	4,8	2,8	22,4	15,6	
17	16,0	12,3	15,7	21,2	9,54	9,68	6,4	4,9	4,7	5,2	11,5	17,1	
18	16,4	11,2	14,2	22,4	9,41	9,27	6,5	4,8	4,8	5,6	5,6	17,5	
19	17,3	10,2	15,3	19,7	9,27	8,73	6,5	4,7	4,4	6,6	4,9	14,4	
20	25,3	9,54	16,0	17,1	9,54	8,37	6,6	4,9	4,3	7,2	4,4	11,9	
21	32,2	10,8	18,6	15,7	9,27	8,02	6,9	5,2	4,2	6,9	4,0	9,3	
22	35,5	10,7	18,9	15,3	9,00	8,02	6,8	5,1	4,1	7,5	3,2	7,3	
23	45,5	10,5	18,6	14,5	9,00	7,68	6,7	4,9	4,0	7,4	2,6	5,7	
24	51	10,5	18,9	13,8	8,87	7,56	6,6	4,9	3,9	7,5	2,3	4,8	
25	33,4	10,2	17,3	12,9	9,00	7,79	6,5	4,8	3,9	8,3	2,2	8,5	
26	20,6	10,4	17,8	12,3	8,87	8,25	6,4	4,7	3,8	9,9	2,1	11,9	
27	14,7	9,81	22,8	12,8	8,48	9,27	6,3	4,6	3,7	5,8	2,9	17,3	
28	16,2	9,9	28,5	12,8	8,73	10,7	6,2	4,9	3,8	4,7	3,9	17,7	
29	15,7		49	11,9	9,14	9,9	6,1	5,2	3,5	4,2	5,6	18,5	
30	13,1		51	11,9	9,27	9,68	6,0	5,9	3,4	3,4	9,3	17,1	
31	12,5		40,2		9,00		5,9	5,7		2,9		18,0	
Moy	20,58	15,96	19,17	17,75	10,39	8,01	6,75	5,66	5,58	4,51	6,12	14,54	11,32

1958

(m³/S)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	14,4	21,4	31,2	14,6	8,1	8,9	11,0	7,6	6,8	7,2	9,3	2,7	
2	12,9	21,1	23,4	13,9	9,3	8,2	15,4	7,4	6,7	6,6	9,9	2,7	
3	11,0	24,4	24,4	13,6	10,4	8,3	18,5	7,2	6,5	6,0	12,0	2,6	
4	9,3	27,9	12,7	12,7	11,0	8,9	27,2	7,2	6,2	5,5	8,9	2,5	
5	7,3	22,4	99	12,9	10,4	10,3	22,4	7,0	6,1	5,6	6,7	2,4	
6	5,8	17,3	100	13,2	10,2	11,5	18,5	7,2	5,8	5,9	5,2	2,6	
7	4,9	15,2	83	14,1	9,6	12,7	16,5	6,9	5,7	5,8	5,4	2,9	
8	4,5	14,1	70	12,7	9,2	11,9	12,7	7,0	5,6	5,7	5,1	16,5	
9	4,3	14,1	51	12,4	8,9	10,4	11,9	7,6	5,4	5,6	4,5	22,7	
10	4,0	20,6	35,4	12,0	8,2	9,6	11,0	8,0	5,4	5,5	4,0	17,7	
11	3,8	19,8	26,5	11,9	8,0	9,6	9,9	8,9	8,2	5,2	4,2	12,2	
12	4,8	16,9	23,4	12,0	8,9	10,7	10,0	12,7	13,6	4,8	4,5	7,6	
13	9,9	14,4	22,4	12,5	10,4	10,3	11,0	18,5	15,4	4,8	4,8	13,2	
14	10,7	10,9	25,5	12,2	11,0	9,6	11,9	23,7	12,7	4,3	4,8	21,1	
15	10,7	9,2	22,9	11,9	10,3	8,9	12,7	31,6	10,3	4,6	6,0	44	
16	9,9	10,4	20,8	11,2	10,2	8,9	14,4	30,0	9,6	4,5	7,0	32,1	
17	11,3	12,2	25,1	10,9	9,6	8,6		29,0	9,9	4,4	6,5	27,9	
18	13,7	11,2	33,5	12,2	8,9	8,2	12,4	27,2	10,3	4,3	5,4	32,1	
19	10,4	10,3	29,0	12,4	8,3	8,0	10,3	23,7	10,2	4,6	4,2	34,4	
20	9,3	9,6	20,8	12,2	8,9	7,7	10,2	18,5	9,5	4,8	3,7	26,2	
21	14,3	12,4	17,9	11,7	9,5	7,6	9,9	17,5	8,9	4,9	4,0	26,1	
22	14,1	14,1	16,0	11,3	8,9	7,5	9,6	16,5	9,3	5,6	4,4	18,3	
23	13,2	12,7	14,6	11,2	8,2	7,7	9,3	15,2	9,6	5,9	3,9	16,9	
24	16,9	12,4	15,2	10,9	9,6	7,5	8,5	14,4	9,0	6,1	3,4	14,6	
25	18,3	12,5	15,2	10,3	11,0	7,3	8,2	13,6	8,8	6,2	3,2	17,3	
26	19,5	16,9	13,4	9,7	12,4	7,2	7,7	12,4	8,2	6,9	3,0	18,5	
27	22,7	34,9	13,7	9,3	11,3	7,2	7,4	11,0	7,8	7,4	2,9	20,6	
28	27,9	50	16,0	8,9	10,3	7,7	7,2	9,6	7,9	8,0	2,8	33,5	
29	37,7		14,3	8,5	9,6	8,8	6,9	8,9	8,2	8,2	2,7	36,3	
30	36,7		15,2	8,0	9,3	9,6	6,8	7,7	7,7	8,9	2,6	34,0	
31	27,6		15,0		9,2		7,0	7,2		9,9		38,5	
Moy	13,60	17,48	31,13	11,71	9,65	8,98	11,88	13,90	8,51	5,92	5,17	19,41	13,09

1961

(m³/S)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	16,5	8	4	7,64	5,2	3,84	6,80	11,60	6,80	7,52	2,72	4,64	
2	25	7,04	3,76	8	5,84	3,76	8,65	15,50	6,56	5,96	2,56	7,04	
3	34,4	5,84	3,84	10,8	5,6	3,6	8,00	12,50	6,20	5,36	3,04	7,28	
4	26,75	5,6	5,6	9,3	5,44	3,52	7,40	10,05	6,80	4,08	3,60	7,04	
5	19	5,6	8	9,04	4,88	3,44	5,60	8,00	8,26	4,00	3,36	6,92	
6	10,8	5,36	7,52	8,13	4,8	3,44	4,96	6,80	9,30	3,84	3,12	8,91	
7	16,5	5,12	7,76	7,76	4,48	3,36	4,40	5,84	13,50	3,68	3,04	14,70	
8	25,7	4,64	8,65	6,92	4,24	3,36	4,00	6,80	12,50	3,52	2,96	15,50	
9	34,4	5,2	7,76	6,2	4,16	3,28	3,84	10,05	12,80	3,36	2,96	12,08	
10	36	5,6	8,65	5,6	4,16	3,28	3,84	13,30	8,65	3,28	2,96	10,05	
11	25	5,28	9,3	8	4,08	3,2	3,76	12,50	7,04	3,92	2,96	8,65	
12	17,75	6,56	8	7,16	4,08	3,12	4,00	10,80	5,72	4,80	2,96	8,26	
13	10,5	5,44	5,84	9,9	3,92	3,36	4,40	8,65	5,36	4,56	3,12	11,28	
14	9,3	5,64	8	10,5	3,76	4	4,80	10,80	5,12	4,00	3,28	26,75	
15	8,26	4,16	13,5	8,65	3,52	6,8	4,40	13,50	5,72	3,84	3,52	28,90	
16	7,4	4,86	13,5	7,4	4	6,56	4,48	16,50	4,80	3,52	4,96	26,40	
17	6,32	9,3	11,6	11,6	4,16	6,44	4,80	15,50	4,64	3,12	7,76	24,40	
18	9,3	12,5	32	9,3	4,48	6,20	13,70	13,70	4,32	3,36	8,65	19,60	
19	12,9	15,5	73,8	7,28	5,84	5,52	6,80	11,60	4,16	4,24	12,29	15,10	
20	15,1	12,08	42,75	7,4	5,6	5,12	8,65	9,30	4,00	9,40	8,39	12,90	
21	16,5	9,3	22	10,8	5,44	4,4	9,30	7,28	3,84	13,70	5,04	10,10	
22	19	6,2	15,7	12,5	5,2	3,52	11,60	8,00	3,76	10,10	3,60	16,10	
23	21,7	4,8	22,6	10,8	4,8	3,84	12,50	10,05	3,60	7,76	3,12	16,10	
24	28,5	4,24	22	9,17	4,48	3,68	16,50	9,30	3,52	6,80	2,88	15,70	
25	36	4,8	14,5	8	4,32	3,6	15,50	9,04	3,44	5,60	2,64	18,25	
26	28,5	5,6	12,5	7,04	4,24	3,6	13,50	12,50	3,84	5,12	3,04	30,60	
27	25	5,36	9,3	6,2	4,16	3,84	12,50	13,70	6,80	4,32	3,76	41,40	
28	22	4,8	10,8	5,72	4	4,4	11,60	11,60	14,50	3,28	6,92	27,10	
29	18		11,6	5,28	3,84	5,28	9,30	10,05	12,08	3,04	5,28	22,00	
30	12,9		10,2	5,04	3,76	6,2	8,00	8,00	8,00	8,65	2,24	26,05	
31	9,6		8,52		3,84		7,16	7,40		2,80		26,05	
Moy	19,50	6,55	14,31	8,23	4,52	4,25	7,62	10,65	6,81	4,99	4,30	17,00	9,12

1 9 6 2

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	24,10	27,10	22,30	14,10	8,26	17,25	5,96	9,30	6,20	5,04	3,12	6,80	
2	20,20	25,00	23,20	13,70	8,13	15,30	5,84	11,60	5,84	4,40	2,56	7,28	
3	15,90	15,70	21,10	14,10	8,13	12,50	5,60	11,12	5,44	4,00	3,84	7,64	
4	14,10	13,50	19,00	13,70	8,26	11,60	5,84	10,80	5,20	4,00	4,48	6,20	
5	11,23	14,10	18,00	13,10	8,39	10,80	6,20	8,65	5,04	3,92	4,32	5,60	
6	9,90	13,30	16,10	13,30	8,65	10,20	7,40	7,64	4,88	3,68	3,60	7,76	
7	9,45	11,29	14,50	13,70	8,26	9,30	8,40	6,80	4,80	3,60	10,20	12,70	
8	8,65	10,35	13,90	13,30	8,00	8,65	8,26	7,40	4,72	3,44	19,30	10,65	
9	7,76	9,17	13,50	12,70	7,88	8,00	8,52	10,80	4,64	3,36	18,75	7,52	
10	7,04	15,70	13,30	11,92	8,65	8,00	9,30	12,50	4,72	3,36	17,50	4,32	
11	6,56	2,605	14,70	11,44	12,50	7,88	12,50	13,70	4,80	3,28	13,50	3,76	
12	6,32	2,290	19,00	11,28	16,50	8,00	14,50	10,80	4,48	3,28	10,05	5,28	
13	6,20	14,90	62,60	11,60	15,50	8,26	13,10	9,04	4,32	4,40	6,08	9,60	
14	6,08	12,50	88,60	11,44	11,60	8,26	11,92	7,40	4,24	8,00	5,36	18,25	
15	6,68	10,10	60,50	11,28	9,30	8,26	10,80	6,80	4,16	9,30	5,12	36,90	
16	7,04	12,08	36,00	11,28	9,04	8,00	8,26	6,68	4,08	7,76	4,64	38,25	
17	6,56	11,12	22,90	10,35	8,78	9,17	8,00	6,56	4,00	13,50	4,24	22,30	
18	6,20	11,76	18,00	10,05	9,17	7,64	7,64	6,80	3,92	11,12	3,84	12,70	
19	7,16	14,30	17,00	12,08	14,50	7,52	7,40	8,65	3,92	7,40	3,60	8,13	
20	21,40	23,80	16,50	11,76	20,80	7,52	7,04	8,00	3,84	5,60	3,36	7,16	
21	54,40	57,00	16,10	11,28	19,00	7,40	6,80	7,40	3,76	4,80	3,12	5,60	
22	41,85	124,00	16,50	10,80	12,90	7,28	6,56	6,80	3,84	3,84	3,52	5,36	
23	28,15	96,00	17,26	10,60	12,08	7,16	6,32	6,20	3,84	4,08	7,76	5,04	
24	38,70	84,60	18,00	10,05	11,12	7,16	6,20	5,96	4,00	5,04	12,08	4,64	
25	40,05	64,00	16,50	9,75	12,70	7,04	6,08	6,08	4,16	4,64	9,60	4,08	
26	24,40	29,55	15,30	9,45	11,92	6,80	5,96	6,56	4,24	4,40	9,60	3,68	
27	15,10	24,10	13,90	9,30	10,80	6,68	5,84	7,16	4,40	4,48	12,50	10,80	
28	12,08	22,60	12,90	9,04	9,30	6,56	5,72	7,28	4,96	4,24	11,60	15,50	
29	11,00		12,50	8,65	8,78	6,32	5,72	7,28	5,44	4,00	8,65	17,75	
30	8,39		12,70	8,26	9,17	5,96	6,20	7,04	5,20	3,68	7,28	18,50	
31	10,80		13,70		10,80		6,80	6,56		3,44		17,25	
Moy	15,92	29,16	22,45	11,44	10,93	8,68	7,76	8,24	4,57	5,13	7,77	11,19	11,84

1 9 6 3

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	16,30	17,25	28,15	15,10	14,50	18,5	9,30	8,65	8,52	5,20	8,65	5,84	
2	16,70	16,50	29,55	15,50	14,30	18,75	8,65	8,00	8,78	5,20	15,30	5,44	
3	14,70	19,90	29,90	15,70	14,10	17,75	9,30	8,39	8,91	5,12	16,50	7,64	
4	13,30	24,70	22,90	15,70	13,50	16,50	9,60	13,10	9,17	5,04	15,50	11,44	
5	12,70	29,90	20,20	14,70	12,50	14,90	9,45	22,60	8,78	4,95	16,75	12,29	
6	16,30	27,80	18,75	13,70	12,08	14,50	9,30	20,80	7,04	4,88	26,40	19,05	
7	32,40	25,35	17,75	13,30	11,76	13,90	9,04	15,10	6,44	4,64	22,30	7,76	
8	44,55	23,20	17,00	12,90	11,44	14,50	8,78	12,50	6,68	4,48	15,50	7,88	
9	38,25	21,70	16,30	11,92	11,76	15,70	8,78	10,20	6,08	4,32	11,44	9,60	
10	29,55	18,75	16,50	11,44	12,70	15,30	8,65	9,04	6,44	4,24	11,12	11,12	
11	16,75	17,0	17,75	10,8	12,9	14,3	8,78	8,39	6,32	4,16	12,90	8,91	
12	13,9	14,7	17,5	11,44	12,08	12,5	9,3	8,0	6,56	4,0	14,50	8,13	
13	11,44	12,7	18,25	13,7	11,6	11,6	10,05	7,76	6,68	4,16	12,70	9,90	
14	10,05	13,7	20,2	15,1	12,08	10,8	9,3	7,64	7,04	4,88	10,65	11,76	
15	9,45	15,9	19,3	17,25	13,6	9,9	8,78	7,28	6,92	5,52	7,64	13,30	
16	9,9	25,7	17,5	16,3	13,1	9,3	8,0	7,16	6,8	6,92	6,32	34,40	
17	11,28	100	16,3	15,5	12,08	10,8	7,16	7,16	6,8	6,68	5,52	23,80	
18	16,7	250	15,3	16,75	11,12	12,5	7,4	6,8	6,68	6,32	5,36	14,90	
19	17,25	200	16,5	18,0	10,8	15,5	7,88	6,8	6,56	5,44	4,88	11,12	
20	21,1	114,4	17,25	19,3	10,5	16,5	8,0	6,68	6,44	4,72	4,80	8,78	
21	19,9	72,0	17,25	19,9	10,05	15,9	8,13	6,8	6,44	4,24	5,20	7,76	
22	19,0	44,1	16,5	19,3	10,05	14,1	9,04	7,04	6,32	4,00	6,72	7,76	
23	18,75	28,45	16,5	18,5	9,75	12,5	8,91	6,92	6,2	3,76	6,80	9,17	
24	23,8	23,5	15,9	17,6	9,3	11,12	8,78	6,8	5,96	3,52	7,64	9,75	
25	33,6	20,8	15,5	16,3	8,78	10,35	9,3	6,8	5,84	3,44	8,13	10,65	
26	23,5	21,1	15,1	15,5	9,04	10,05	10,05	6,68	5,52	3,36	7,88	9,75	
27	18,0	22,6	14,9	14,9	9,3	9,9	11,6	6,32	5,36	3,6	7,28	8,26	
28	22,9	26,05	14,3	14,3	9,75	9,9	12,5	6,44	5,12	3,84	6,68	9,60	
29	30,6		14,3	14,7	10,5	9,75	11,6	6,58	5,04	4,08	6,08	10,05	
30	100		15,1	15,1	12,5	9,45	10,8	7,64	5,12	4,8	5,84	8,78	
31	35,6		15,5		19,0		10,05	8,91		5,96		7,16	
Moy	23,10	44,56	18,18	15,34	11,82	13,23	9,23	9,00	6,69	4,70	10,40	10,73	14,54

1964

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	5,36	12,08	13,10	9,04	6,80	6,80	4,00	14,50	5,44	5,36	15,1	4,16	
2	4,96	8,65	16,30	8,78	6,56	6,32	3,84	19,0	5,96	5,04	11,9	6,44	
3	4,48	7,04	14,50	8,62	6,44	5,60	3,76	28,6	6,80	4,72	9,45	14,7	
4	4,00	4,16	10,80	8,39	6,56	6,62	3,68	25,0	7,04	4,64	8,39	18,0	
5	3,84	4,40	8,39	7,88	6,80	5,36	3,60	16,5	6,60	4,96	8,13	14,7	
6	3,76	5,36	8,00	7,64	7,04	5,44	3,60	13,5	6,56	5,36	9,45	11,0	
7	3,68	9,60	7,64	7,40	6,92	5,52	3,52	11,12	6,44	6,32	9,75	8,65	
8	3,60	12,08	13,10	7,52	6,80	5,96	3,68	12,5	6,80	14,30	9,60	7,64	
9	3,52	21,40	43,65	7,76	6,80	5,84	4,16	16,1	9,30	18,25	7,88	10,3	
10	3,44	29,55	68,80	7,88	6,68	7,40	5,60	16,5	13,5	17,75	8,00	13,3	
11	4,08	38,26	49,40	8,65	6,32	7,76	8,00	15,5	11,6	13,90	7,88	11,9	
12	6,80	46,65	26,75	9,04	6,08	7,16	10,20	12,5	9,30	8,91	7,16	6,0	
13	12,90	31,30	18,25	8,91	5,84	7,16	17,75	10,5	15,5	9,04	7,40	6,32	
14	12,70	28,50	16,10	8,65	5,60	6,92	19,90	10,05	3,60	8,91	9,45	5,28	
15	10,05	27,45	14,50	8,26	5,44	6,56	17,75	9,30	31,65	8,78	7,64	7,28	
16	10,96	24,40	12,50	7,16	5,44	6,56	16,50	8,78	23,50	8,00	5,54	8,91	
17	9,75	20,80	12,08	6,80	5,36	7,04	14,50	6,13	19,0	6,44	4,24	13,5	
18	8,52	16,75	11,76	6,56	5,28	7,88	12,90	7,64	14,5	5,36	3,76	14,7	
19	7,04	14,50	11,12	6,32	5,28	8,91	10,80	7,52	9,3	5,04	3,60	16,3	
20	6,32	19,10	10,80	5,96	5,36	8,65	8,00	7,40	8,78	4,72	3,44	13,3	
21	5,60	11,76	9,90	6,20	5,44	7,88	7,40	7,16	7,40	4,56	3,44	9,75	
22	4,64	11,44	9,17	7,16	5,52	6,80	6,80	6,92	7,16	4,40	3,36	12,9	
23	4,72	10,50	8,78	8,26	5,52	5,72	7,04	6,80	6,92	4,16	3,20	15,1	
24	5,04	9,04	9,60	8,78	5,60	5,20	6,80	6,56	7,88	4,08	3,76	2,60	
25	4,48	8,52	11,28	8,39	5,96	5,04	6,80	5,96	7,40	4,00	4,48	4,45	
26	4,16	8,13	14,10	7,88	6,32	4,80	8,00	5,84	6,80	3,84	5,44	3,65	
27	3,76	7,52	17,75	7,52	6,44	4,72	12,50	5,64	6,44	3,68	5,84	2,44	
28	4,08	7,40	16,10	7,04	6,80	4,56	11,60	5,72	5,84	3,60	5,36	18,7	
29	8,65	8,39	13,50	6,44	7,64	4,32	11,12	5,60	5,60	3,68	4,88	13,7	
30	16,75	11,44	10,50	6,56	7,64	4,24	10,50	5,60	5,52	10,05	4,40	9,30	
31	14,50	10,50			7,40		13,10	5,52		14,30		7,88	
Moy	6,65	15,82	16,76	7,71	6,25	6,25	8,95	10,91	10,69	7,30	6,73	14,40	9,82

1965

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	8,26	30,6	29,2	22,3	12,7	9,75	8,65	19,0	9,3	7,76	4,48	7,88	
2	9,43	28,8	26,0	21,7	12,7	9,45	10,5	16,7	11,6	7,04	4,40	9,04	
3	13,1	29,9	20,2	20,2	12,6	9,30	11,4	14,9	12,5	6,68	4,32	11,4	
4	16,1	27,8	17,5	19,3	14,7	9,17	10,8	13,5	14,5	6,56	4,56	11,9	
5	18,7	22,9	16,1	25,3	15,1	9,04	10,3	12,7	13,9	6,20	6,08	11,8	
6	18,5	20,2	14,3	22,0	15,9	9,04	9,30	12,5	13,7	6,32	6,20	8,52	
7	19,3	17,5	13,3	19,0	15,9	8,91	8,65	12,3	11,8	8,13	5,96	13,5	
8	23,8	17,2	13,1	18,0	16,3	8,91	8,39	11,9	12,5	8,78	6,28	18,0	
9	5,00	20,2	14,1	17,5	16,1	9,04	8,13	11,6	12,3	9,30	5,20	25,7	
10	4,83	25,7	18,1	18,0	15,3	9,04	8,00	11,9	12,5	9,04	8,65	24,7	
11	6,64	21,7	16,3	17,7	14,5	9,30	7,52	13,7	13,5	7,04	9,60	26,4	
12	4,77	17,7	19,6	17,2	13,9	10,5	7,16	13,9	14,1	6,08	7,64	24,1	
13	2,20	15,5	31,0	15,9	12,9	12,9	6,80	14,3	12,5	5,72	5,12	21,4	
14	1,85	14,7	42,7	15,5	11,6	12,7	6,80	15,5	10,0	5,16	4,48	17,0	
15	2,71	13,3	50,5	15,1	11,3	12,1	8,00	15,7	8,0	6,20	4,16	13,3	
16	2,60	12,5	60,5	16,3	11,1	11,0	16,5	14,5	9,17	6,20	4,00	11,4	
17	2,32	11,0	68,8	19,0	11,0	9,90	26,75	14,1	8,65	7,76	4,00	10,8	
18	1,90	11,3	54,4	19,3	10,3	9,17	36,0	20,5	8,13	7,28	4,16	9,60	
19	1,65	11,4	29,5	17,7	10,8	9,04	30,6	22,0	7,76	6,80	4,24	13,1	
20	1,55	11,9	26,0	16,7	10,6	8,78	23,5	25,0	7,64	6,44	4,00	11,1	
21	1,41	11,9	35,2	15,9	11,1	8,78	19,0	22,0	7,52	14,9	3,84	13,7	
22	3,60	13,1	42,7	15,5	11,6	8,65	17,7	16,5	7,52	13,3	3,90	19,0	
23	12,9	26,0	53,3	14,7	11,3	8,65	12,9	14,7	8,78	8,52	4,08	19,0	
24	12,1	34,8	42,3	14,7	11,4	8,52	12,5	12,5	9,17	7,28	4,16	18,0	
25	6,8	29,5	38,0	14,3	(11,6)	8,26	11,6	12,3	7,88	7,16	16,3	18,5	
26	3,16	33,2	31,0	14,5	11,9	8,13	10,8	11,1	7,28	6,80	16,5	20,2	
27	2,47	40,9	26,7	14,3	11,3	8,00	9,3	10,5	7,76	6,08	13,5	19,0	
28	2,26	30,2	22,0	13,7	10,8	7,88	9,17	10,0	7,88	5,36	11,8	15,7	
29	2,67	21,7	13,7	10,6	7,88	7,88	23,8	9,6	8,26	5,12	9,17	17,3	
30	2,50	22,0	13,3	10,2	8,0	8,0	21,7	9,3	8,52	4,80	8,00	17,5	
31	2,71	21,7			9,9		21,7	9,17		4,56		19,0	
Moy	3,333	21,48	30,41	17,28	12,48	9,33	14,00	14,32	10,15	7,26	6,59	16,05	16,07

1956

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	20,8	6,68	9,30	13,6	9,75	5,96	9,30	5,96	5,96	4,16	2,72	2,40	
2	25,4	6,92	10,5	12,7	9,45	7,76	7,40	6,32	6,44	5,96	2,37	2,29	
3	22,0	6,44	11,0	11,3	9,45	7,76	6,20	5,12	6,08	4,32	2,40	2,18	
4	15,5	6,80	11,4	9,17	8,91	6,32	6,56	5,44	6,08	4,24	2,56	2,08	
5	13,1	8,65	10,4	8,91	11,3	6,44	5,98	4,72	5,96	3,52	2,53	2,08	
6	11,3	10,6	11,0	11,0	12,2	5,08	6,08	4,96	5,52	3,60	2,48	2,05	
7	10,1	9,90	11,3	12,5	18,5	5,84	6,08	5,36	6,56	3,68	2,40	2,05	
8	9,17	7,40	(11,1)	11,9	16,5	5,96	6,56	6,28	7,40	3,36	2,40	4,10	
9	11,6	6,20	(11,1)	11,3	11,1	5,20	6,58	5,36	6,78	3,44	2,32	8,02	
10	25,0	8,39	11,3	11,6	11,3	4,96	6,08	6,20	7,28	3,44	2,56	11,40	
11	28,5	11,4	13,1	15,1	11,1	5,20	6,44	5,28	7,16	3,52	3,17	7,32	
12	22,0	11,3	15,1	14,7	8,52	6,20	6,32	5,20	7,04	3,44	4,06	3,97	
13	17,0	10,7	17,0	9,90	8,91	6,20	6,56	5,44	7,28	3,60	6,61	3,09	
14	15,9	15,7	17,3	8,00	8,52	5,84	8,56	6,68	7,40	3,44	14,80	2,50	
15	14,1	19,6	17,0	8,65	8,65	6,32	7,64	6,68	5,04	3,36	9,11	2,34	
16	12,3	21,4	15,9	8,13	8,00	5,60	6,92	6,56	5,12	2,88	5,88	6,24	
17	10,1	21,7	15,1	7,16	7,40	9,75	6,08	5,04	4,56	2,64	3,73	7,52	
18	9,45	19,9	15,7	7,16	7,04	10,1	8,78	5,44	4,40	4,08	3,14	7,20	
19	9,75	16,5	17,8	7,28	6,80	8,00	11,1	4,72	4,24	3,52	3,22	5,70	
20	9,30	12,3	20,5	7,28	6,08	8,00	8,13	4,64	4,16	3,44	3,25	10,20	
21	8,65	15,5	17,0	7,32	6,20	7,40	7,28	4,56	4,64	3,68	3,28	40,50	
22	8,52	18,3	14,1	8,00	6,44	6,80	6,56	5,60	4,56	3,60	3,20	26,90	
23	8,52	14,3	16,8	10,6	7,88	6,20	6,44	5,36	4,56	4,00	3,20	17,30	
24	7,76	11,6	19,9	9,75	8,91	6,32	7,40	5,20	4,48	3,84	3,20	30,80	
25	7,16	11,0	17,6	8,39	9,04	19,0	6,32	17,8	4,48	3,60	3,36	34,80	
26	6,80	14,9	15,7	7,76	8,91	2,47	5,44	1,55	4,00	3,52	3,30	32,80	
27	6,56	13,5	11,8	7,52	6,80	21,7	5,36	12,9	4,40	3,36	3,12	34,20	
28	6,44	10,7	11,1	7,88	6,44	20,5	6,68	10,8	4,48	3,20	2,90	29,10	
29	5,96		11,0	10,7	6,20	15,3	5,72	8,13	3,44	2,96	2,61	30,10	
30	5,72		12,1	10,4	6,08	12,5	5,04	9,04	3,36	2,88	2,42	37,90	
31	6,20		12,9		6,08		5,12	7,88		2,80		30,70	
Moy	12,60	12,41	13,96	9,86	8,98	9,13	6,80	6,84	5,50	3,56	3,74	14,20	8,96

1967

(m³/s)

Jours	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. Ann.
1	23,2	9,31	17,8	18,7	13,7	8,39	8,26	8,91	20,8	7,44	11,2	8,26	
2	22,3	9,01	20,4	18,2	13,5	8,26	(7,88)	7,40	16,8	6,96	10,9	13,2	
3	31,3	8,56	26,9	21,6	12,5	8,26	7,52	6,80	13,1	6,76	12,8	13,8	
4	28,4	7,92	32,2	25,8	10,2	8,13	7,28	7,04	12,1	6,48	15,6	13,4	
5	23,1	7,12	33,4	24,1	9,90	8,00	7,16	7,52	11,9	6,24	13,2	14,2	
6	20,2	6,28	22,5	20,1	9,75	8,00	7,40	7,16	10,5	5,88	11,5	14,4	
7	16,0	5,80	17,7	19,6	11,0	7,88	7,28	7,16	9,04	5,68	10,2	17,8	
8	15,6	5,52	18,4	21,2	11,8	7,88	7,16	7,04	8,66	5,61	6,12	15,3	
9	14,3	5,52	26,3	19,0	11,8	7,64	7,04	7,16	11,1	7,48	5,49	15,6	
10	10,5	5,46	29,0	17,7	12,5	7,64	7,28	7,40	12,1	9,14	5,04	17,8	
11	8,69	5,28	25,2	20,9	11,3	7,52	7,88	7,62	12,9	10,2	4,77	21,9	
12	7,68	5,01	22,3	20,6	11,6	7,40	10,7	7,52	12,1	10,9	4,43	23,3	
13	7,24	6,28	15,7	18,5	13,3	7,40	17,0	7,76	11,1	12,1	4,10	21,4	
14	6,92	9,17	18,8	18,1	12,5	7,04	16,8	7,76	10,2	13,3	3,95	17,5	
15	9,74	9,17	20,9	19,8	11,1	7,16	11,6	7,88	9,30	14,1	5,05	15,1	
16	10,4	7,60	18,7	17,1	10,1	7,52	9,60	7,64	8,78	15,7	9,77	10,6	
17	12,2	6,81	16,2	15,4	9,75	8,39	8,39	7,52	8,52	16,1	10,6	7,64	
18	11,3	9,62	15,3	14,1	9,75	10,8	7,64	7,28	7,88	15,4	11,5	8,81	
19	11,1	21,2	14,1	13,7	9,90	14,7	7,40	7,04	7,64	13,9	13,7	16,8	
20	8,17	18,2	24,5	13,4	10,8	14,3	7,28	6,32	8,52	11,7	19,1	18,1	
21	12,5	34,1	32,0	13,2	11,3	11,8	7,40	6,44	9,04	9,52	17,9	14,9	
22	19,6	38,5	32,2	12,3	13,3	9,60	7,64	6,80	9,60	6,44	15,2	11,5	
23	15,5	20,4	29,8	11,6	12,7	8,65	7,76	14,5	10,8	6,16	19,0	8,87	
24	26,3	20,2	32,7	12,3	9,90	9,30	8,00	15,5	12,5	5,80	25,2	8,09	
25	35,5	16,9	34,9	14,7	9,75	12,5	7,52	17,5	20,5	5,57	(25,0)	11,3	
26	21,8	14,9	30,7	12,1	9,50	10,5	7,64	24,4	16,5	5,30	12,2	10,8	
27	15,1	9,50	32,1	11,4	9,90	10,8	8,00	41,4	11,8	4,66	8,82	8,17	
28	13,7	12,3	33,8	11,2	9,60	11,6	8,78	44,1	9,17	4,90	8,13	8,43	
29	13,7		29,7	12,6	8,91	10,2	8,91	43,2	9,04	5,41	7,92	9,66	
30	12,3		23,6	12,2	8,91	9,17	8,91	34,4	8,52	5,63	8,43	10,7	
31	10,7		19,3		8,65		9,04	27,1		7,65		14,8	
Moy	15,97	11,99	24,73	16,71	10,94	9,21	8,65	13,65	11,35	8,65	(11,20)	13,61	13,07

表 A-1-5 代表年（10カ年間平均流況年）の決定

年	平均流量		185日流量		275日流量		355日流量		最大流量		最小流量		順位計	順位
	流量	平均差	流量	平均差	流量	平均差	流量	平均差	流量	平均差	流量	平均差		
1956	13.71	1.56	9.27	0.00	5.27	-1.11	3.76	0.21	1420	39.7	3.45	0.48	25	4
1957	11.32	-0.83	9.00	-0.27	5.70	-0.68	2.70	-0.85	510	-51.3	2.20	-0.77	28	5
1958	13.09	0.94	9.90	0.63	7.40	1.02	2.90	-0.65	1000	-2.3	2.40	-0.57	24	3
1961	9.12	-3.03	6.80	-2.47	4.24	-2.14	3.84	0.29	738	-28.5	2.64	-0.33	36	6
1962	11.84	-0.31	8.52	-0.75	6.08	-0.30	3.52	-0.03	1240	21.7	2.56	-0.41	13	1
1963	14.54	2.39	11.12	1.85	7.64	1.26	4.16	0.61	2500	147.7	3.36	0.39	38	7
1964	9.82	-2.33	7.52	-1.75	5.60	-0.78	3.60	0.05	688	-33.5	3.20	0.23	23	2
1965	16.07	3.92	12.70	3.43	8.91	2.53	4.32	0.77	1290	26.7	3.84	0.87	48	9
1966	8.96	-3.19	7.04	-2.23	5.04	-1.34	2.40	-1.15	40.5	-61.8	2.05	-0.92	51	10
1967	13.07	0.92	10.80	1.53	7.88	1.50	5.30	1.75	441	-58.2	3.95	0.98	44	8
計	121.54		92.67		63.76		35.50		10232		29.65			
平均値	12.15		9.27		6.38		3.55		1023		2.97			

図 A-1-1 Vohiparara 測水所位置図

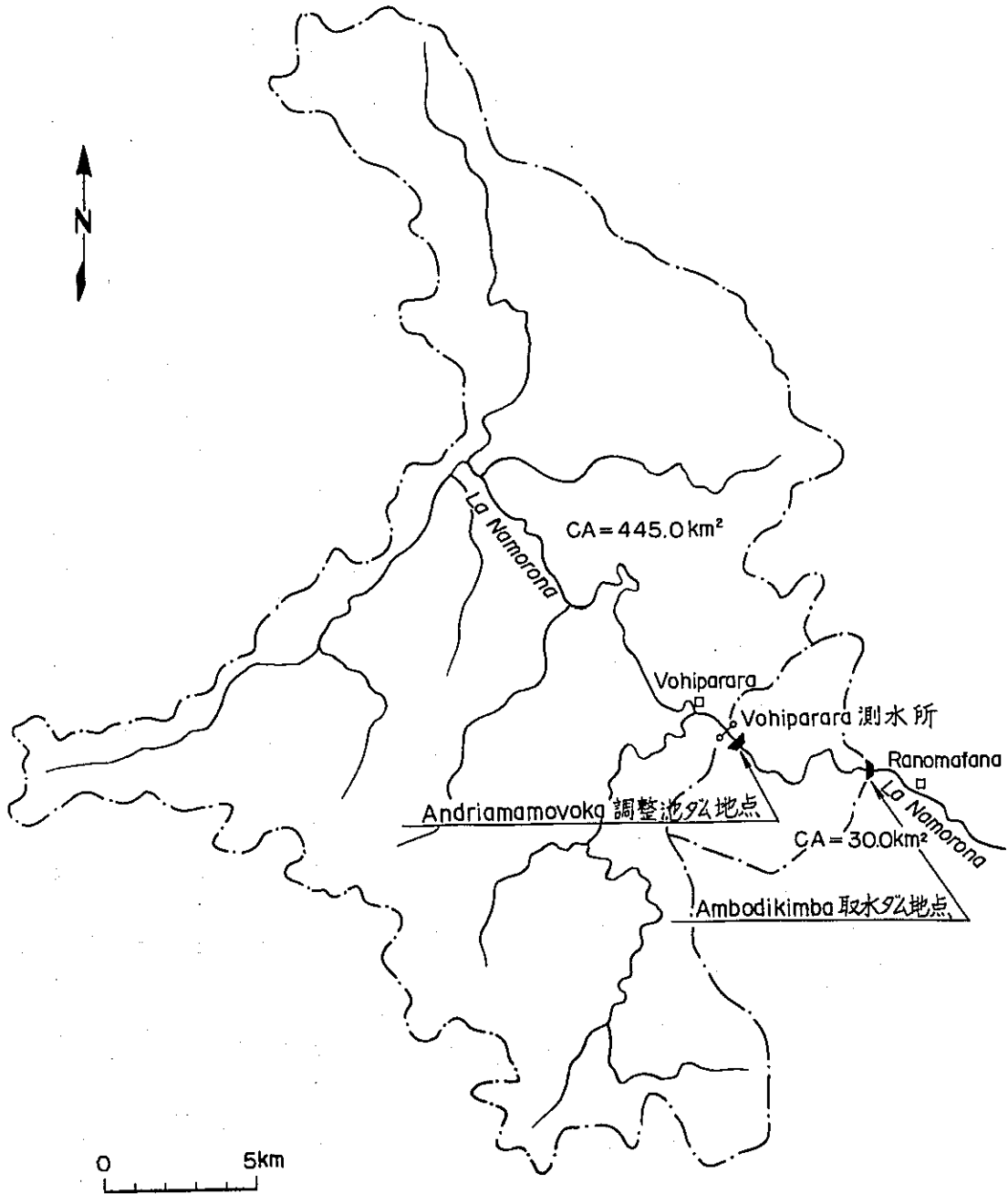


图 A-1-2 10 年固流况图

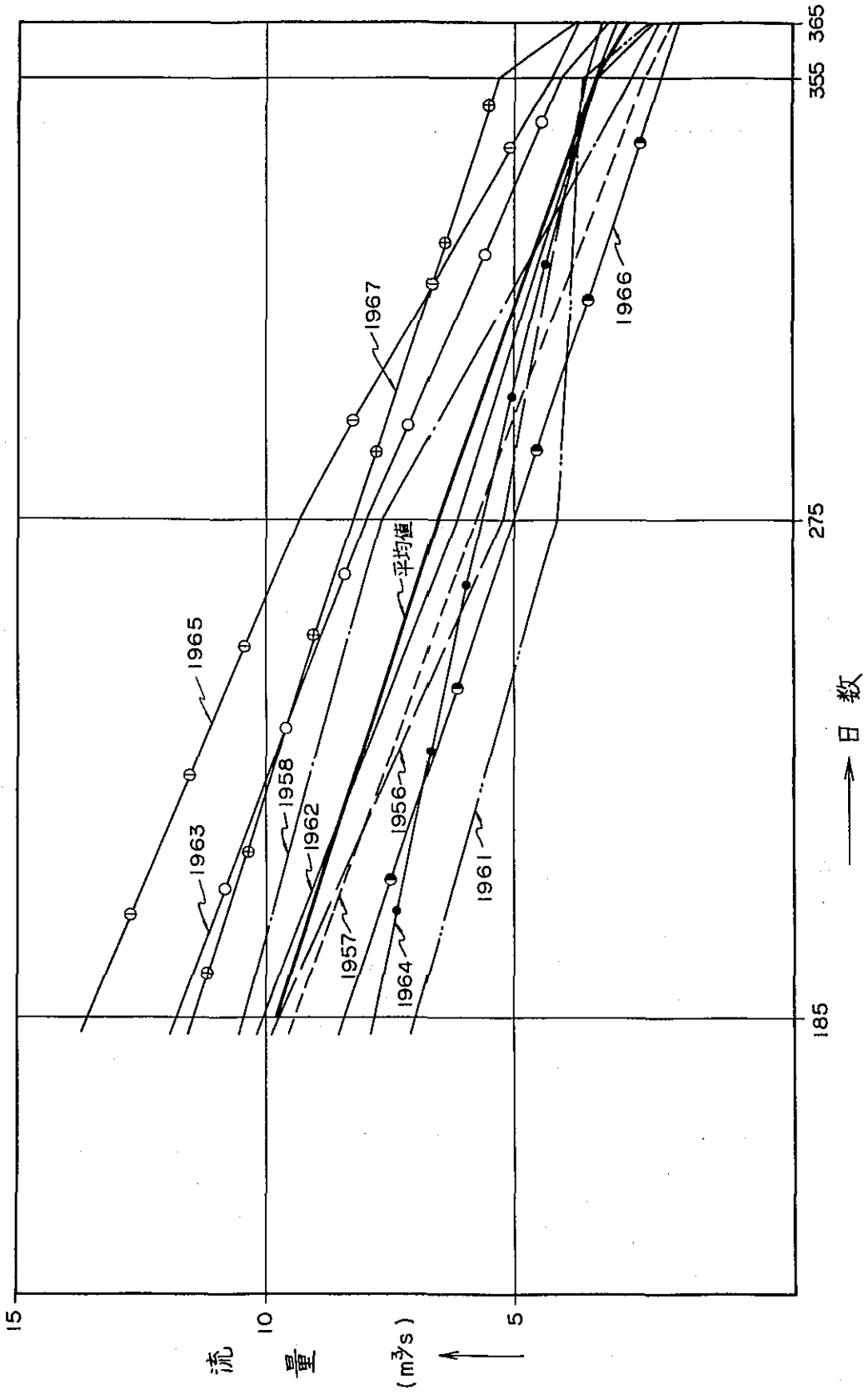


圖 A-1-3 代表年流況曲線圖

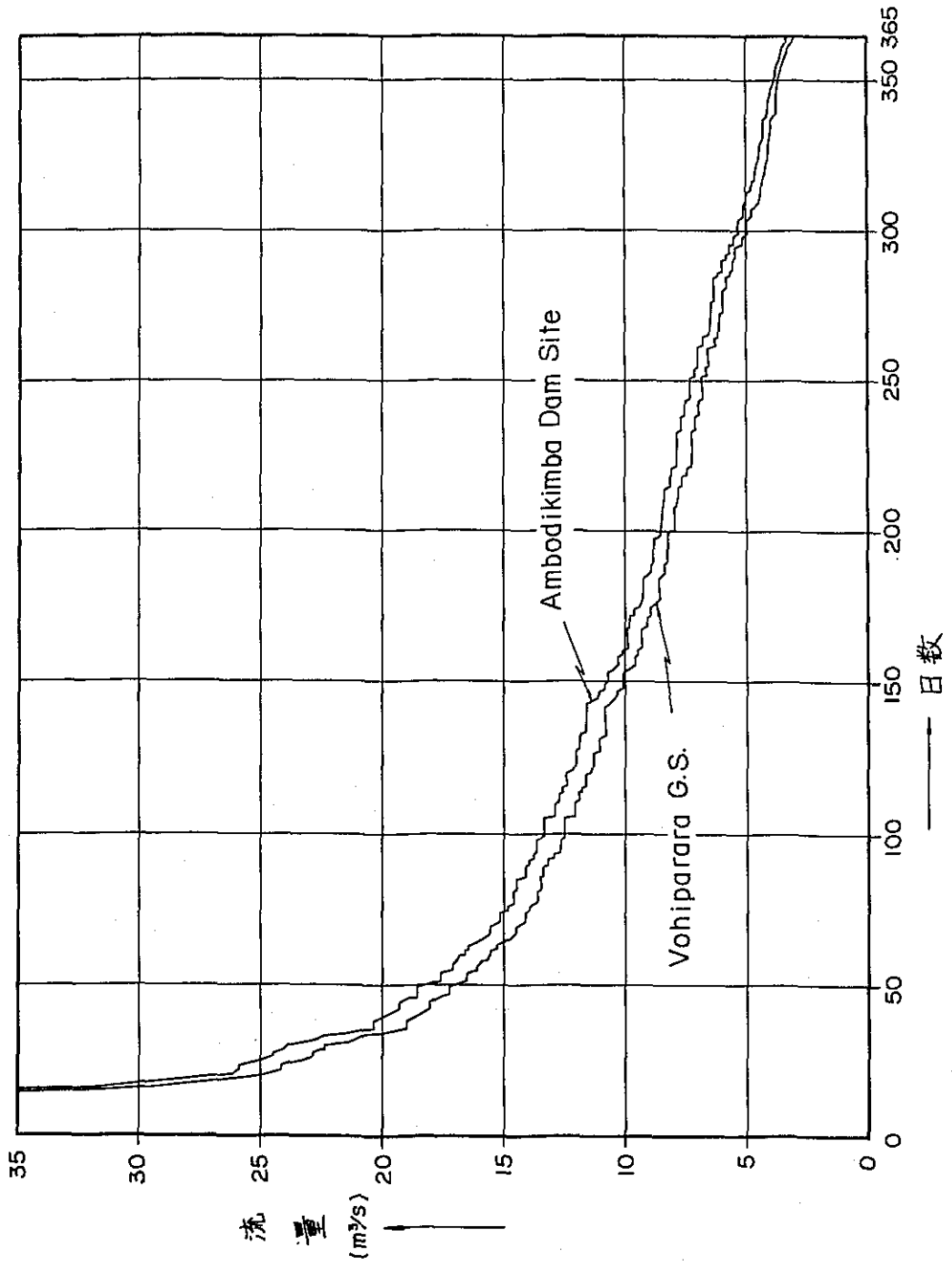
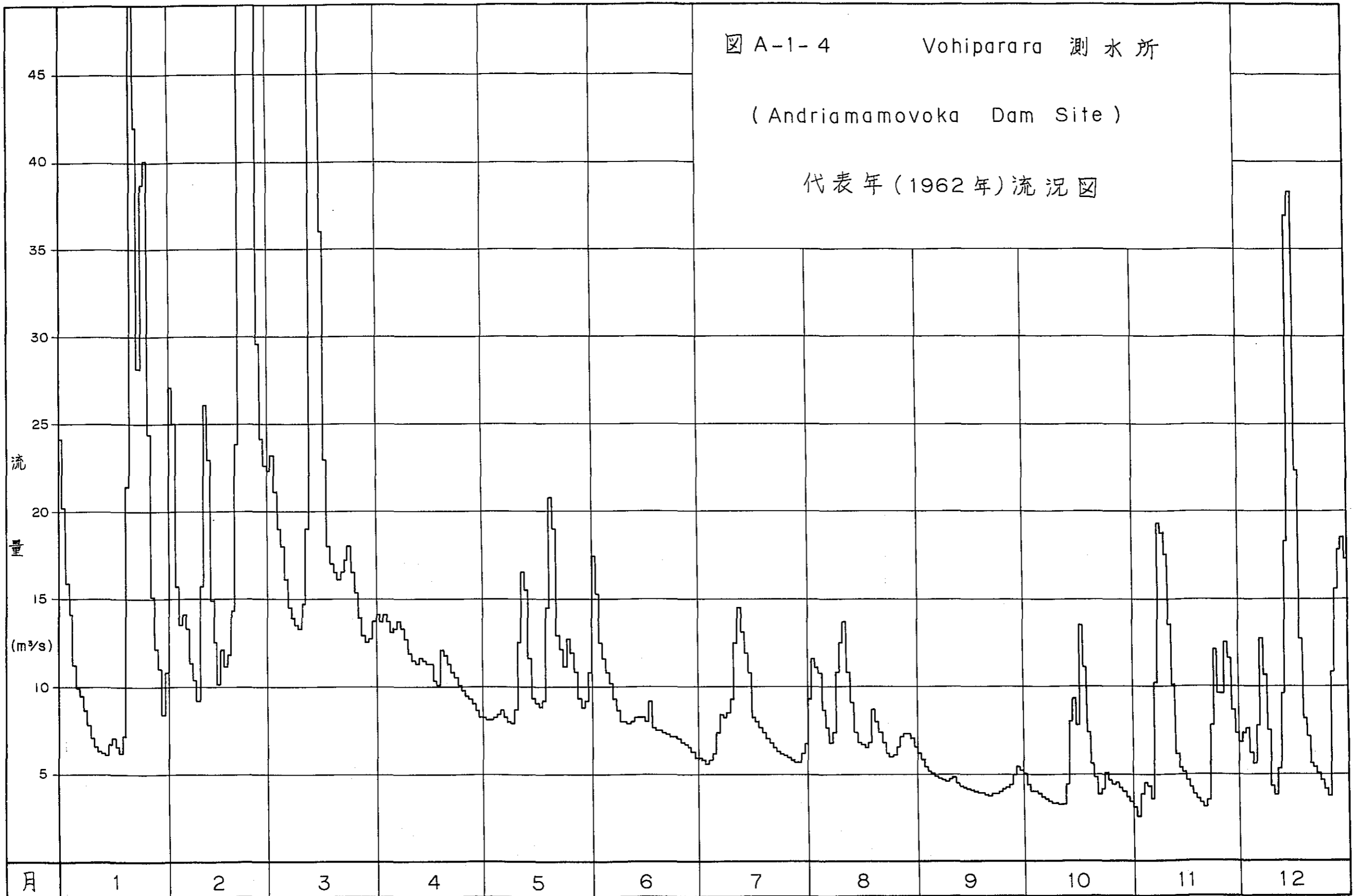
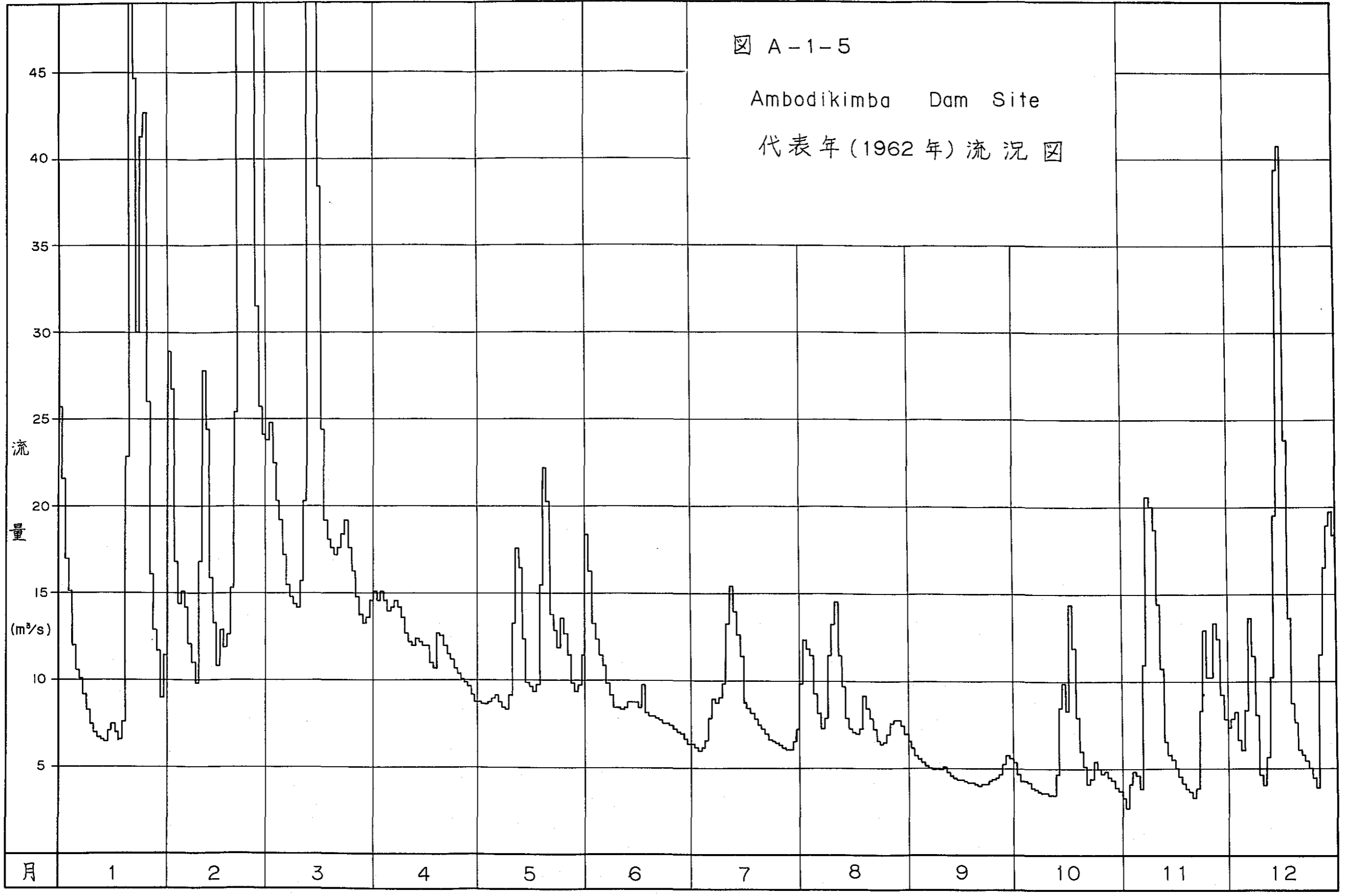


図 A-1-4 Vohiparara 測水所

(Andriamamovoka Dam Site)

代表年(1962年)流況図





(d) Vohiparara 測水所における確率洪水量

超過確率計算法 (岩井法)

各年の年最大流量を十分長い年数にわたって調べ、その度数曲線を描くとガウス (Gauss) の正規分布曲線ではなく非対称分布曲線が得られる。以下に述べる方法は、この分布曲線の確率変数 x (または x を含む一定の関数) の対数値が、ガウスの正規分布すなわち、対数正規型分布をするものとして、超過確率 $W(x)$ を求めるものである。その継続曲線はつぎの型で表わされる。

$$W(x) = \frac{1}{\sqrt{x}} \int_x^{\infty} e^{-\xi^2} d\xi$$

$$\xi = a \log \frac{x+b}{x_0+b}$$

ここに ξ : 正規変数
 x : 確率変数
 a, b, x_0 : 定数

この式に含まれる3定数の推定にはいろいろの方法が提案されているが、以下、岩井法を示すとつぎのようである。

x_0 の第1近似 $\log x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i$

b の推定

$$b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m b_{im} \approx \frac{n}{10}$$

$$b_i = \frac{x_i x_s - x_0^2}{2x_0 - (x_i + x_s)}$$

X_0 の推定

$$X_0 = \log(x_0 + b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(x_i + b)$$

a の推定

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\log \frac{x_i+b}{x_0+b} \right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \sqrt{\bar{X}^2 - X_0^2}$$

$$\bar{X}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \log(x_i+b) \right\}^2$$

ここに x_i : 観測値で大きい方から1番目の値
 x_s : 観測値で小さい方から1番目、大きい方からは $(n-s+1)$ 番目の値
 n : 資料数
 $m \approx \frac{n}{10}$: 整数 (四捨五入)

以上の定数の推定に際し、 b の値が非常に小さい場合は、 $b \neq 0$ とみなして以下の計算を進めてもよい。

以上によつて、各定数が推定された後、任意の超過確率に対する確率水文量を、次式によつて推定する。

$$\log(x + b) = \log(x_0 + b) + \left(\frac{1}{a}\right) \xi$$

1) 超過確率計算

調査団が入手した Vohiparara 測水所の流量記録を、各年1月より12月までの年間日平均流量を使用し、各年の最大流量を大きい順にならべれば、表A-1-6のとおりとなる。

表A-1-6 各年最大流量の順位表

順位	発生年	x_i	$\log x_i$	$x_i + b$	$\log(x_i + b)$	$\{\log(x_i + b)\}^2$
1	1954	400.0	2.6021	374.84	2.5738	6.6244
2	1959	400.0	2.6021	374.84	2.5738	6.6244
3	1963	250.0	2.3979	224.84	2.3519	5.5314
4	1956	142.0	2.1523	116.84	2.0676	4.2750
5	1965	129.0	2.1106	103.84	2.0164	4.0659
6	1962	124.0	2.0934	98.84	1.9949	3.9796
7	1958	100.0	2.0000	74.84	1.8741	3.5123
8	1961	73.8	1.8681	48.64	1.6870	2.8460
9	1964	68.8	1.8376	43.64	1.6399	2.6893
10	1957	51.0	1.7076	25.84	1.4123	1.9946
11	1955	47.0	1.6721	21.84	1.3393	1.7937
12	1953	46.4	1.6665	21.24	1.3272	1.7615
13	1967	44.1	1.6444	18.94	1.2774	1.6318
14	1966	40.5	1.6075	15.34	1.1858	1.4061
計			27.9622		25.3214	48.7360
$1/n$			1.9973		$X_0 = 1.8087$	$\bar{X} = 3.4811$

2) b の計算

No	x_i	x_s	$x_i \cdot x_s$	$x_i + x_s$	$x_i \cdot x_s - x_s^2$	$2x_s - (x_i + x_s)$	b_i
1	4 0 0.0	4 0.5	1 6, 2 0 0.0	4 4 0.5	6, 3 2 3.6	- 2 4 1.7	- 2 6.1 6
2	4 0 0.0	4 4.1	1 7, 6 4 0.0	4 4 4.1	7, 7 6 3.6	- 2 4 5.3	- 3 1.6 5
3	2 5 0.0	4 6.4	1 1, 6 0 0.0	2 9 6.4	1, 7 2 3.6	- 9 7.6	- 1 7.6 6
計							- 7 5.4 7

$$\therefore b = -25.16$$

$$\log x_0 = 1.9973$$

$$x_0 = 99.38 \quad \therefore x_0^2 = 9,876.4 \quad 2x_0 = 198.8$$

3) $1/a$ の推定

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} &= \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \cdot \sqrt{\bar{X}^2 - X_0^2} = \sqrt{\frac{2 \times 14}{14-1}} \cdot \sqrt{3.4811 - 1.8087^2} \\ &= \sqrt{2.1538} \cdot \sqrt{0.2097} = 1.4676 \times 0.4579 = 0.6720 \end{aligned}$$

4) 確率計算表

$1/T$	ξ ①	$\frac{1}{a} \cdot \xi$ ②	$(\frac{1}{a}) \cdot \xi + X_0$ ② + X_0	$x + b$ ③	x ③ - b
1/10	0.9062	0.6090	2.4177	261.6	287
1/50	1.4522	0.9759	2.7846	609.0	634
1/100	1.6450	1.1054	2.9141	820.5	846
1/200	1.8214	1.2240	3.0327	1,078.2	1,103
1/300	1.9227	1.2921	3.1008	1,261.3	1,286
1/500	2.0352	1.3677	3.1764	1,501.1	1,526

すなわち、100年確率洪水量は、約850 m³/s、200年確率洪水量は1,100 m³/s である。

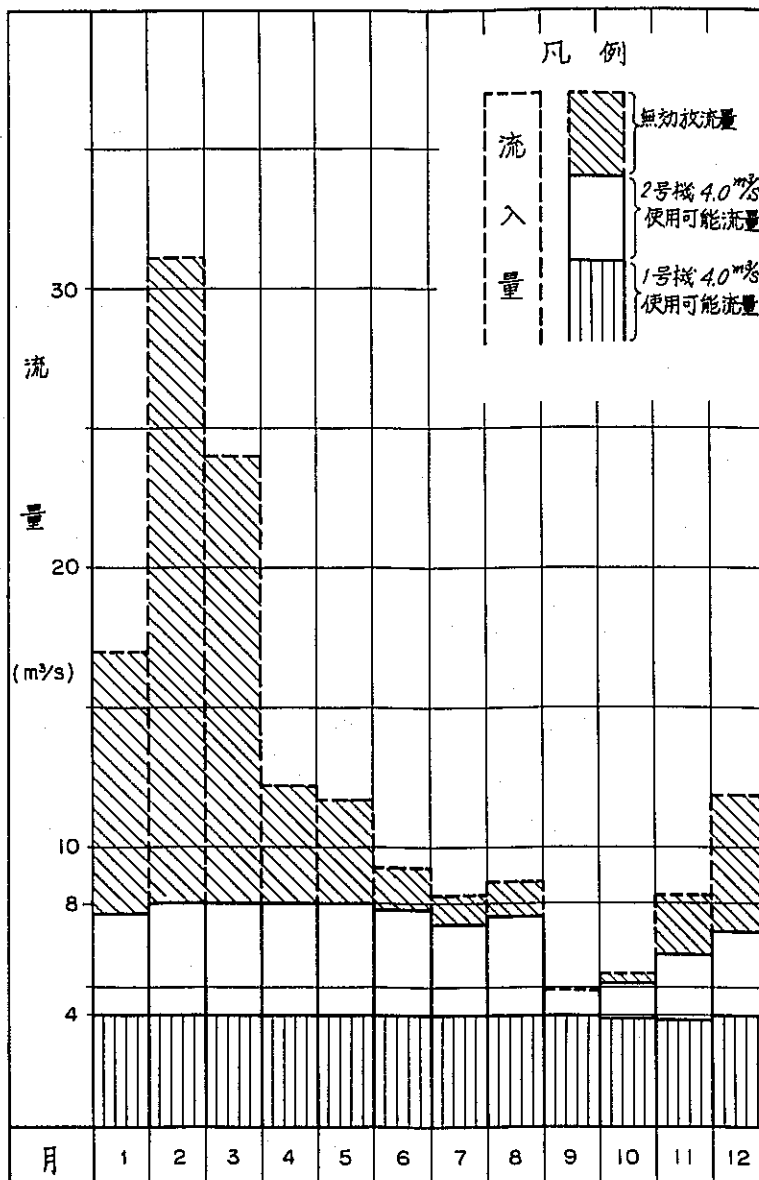
A-2 Andriamamovoka 調整池計画

A-2-1 調整池の必要性

Ambodikimba 発電所使用水量 $8.00 \text{ m}^3/\text{s}$ を下廻る月平均発電対象流量¹⁾ は、6月～1月の8カ月間に生じ、特に、渇水期の9月 $4.88 \text{ m}^3/\text{s}$ 、10月 $5.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 、11月 $6.03 \text{ m}^3/\text{s}$ で、この期間は8時間の尖頭負荷 $5,000 \text{ kW}$ を確保するために調整池が必要となる。(図A-2-1参照)。

その必要量は、最低月平均発電対象流量である9月の $4.88 \text{ m}^3/\text{s}$ を、非尖頭時の16時間に逐次貯溜し、尖頭時の8時間に使用水量 $8.00 \text{ m}^3/\text{s}$ にして使用するために必要な調整容量で、約 $90,000 \text{ m}^3$ である。

図A-2-1 Ambodikimba 発電所の月平均発電対象流量



注 1) ; 4-6-1に述べたルールによる値。

A-2-2 Andriamamovoka 調整池

必要貯水量 $90,000 \text{ m}^3$ を、最も経済的に確保するために、Chutes de Namorona 滝の上流 Andriamamovoka 地点を調整池として選定した。

このダムサイトは、滝の上流約 50 m の位置で、岩盤露出し、川幅狭く、また、調整池となる上流は、川幅広く、開闢地となつている好適場所である。

(a) Andriamamovoka 調整池の容量

Ambodikimba 取水ダム地点と、Andriamamovoka ダム地点との流域面積比は $475 : 445 = 1 : 0.94$ であるため、本地点に流域換算すれば、調整池容量は、 $90,000 \times 0.94 = 84,600 \text{ m}^3$ の容量でよい。しかし、両地点には流域面積差があるが、残流域からの流入量はないものと仮定し安全を見て、本調整池にて Ambodikimba 発電所使用水量を、流下可能な容量を確保することにした。

なお、ダムサイトは Vohiparara 測水所の下流約 200 m にあり、流域面積は、同一と考えられるため、測水所の記録をそのまま使用する。

(b) 調整池水位

調整池貯水容量曲線図 (図 A-2-2) から、満水位 $1,116.5 \text{ m}$ 、推定滞砂位 $1,114.0 \text{ m}$ とすれば、調整池容量は $130,000 \text{ m}^3$ と余裕のある容量が確保できる。

(c) 調整池の日調整流量

Andriamamovoka ダム地点の最低月平均発電対象流量は、9月の $4.57 \text{ m}^3/\text{s}$ であるから、発電所の使用水量 $8.00 \text{ m}^3/\text{s}$ を尖頭8時間放流可能なものに調整することにし、これを図 A-2-3 に示す。

この場合、非尖頭負荷時の放流量は $2.86 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、最大出力時の 35.8% の流量を確保することができ、濁水時の条件とした非尖頭時の出力も確保できる。

図A-2-3 調整池の日調整流量

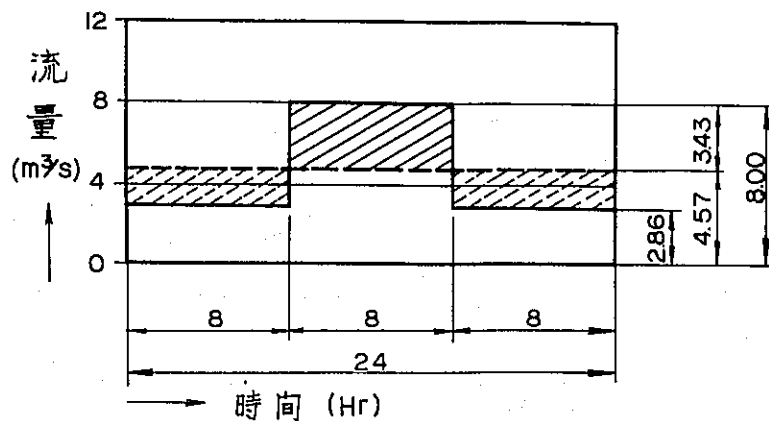
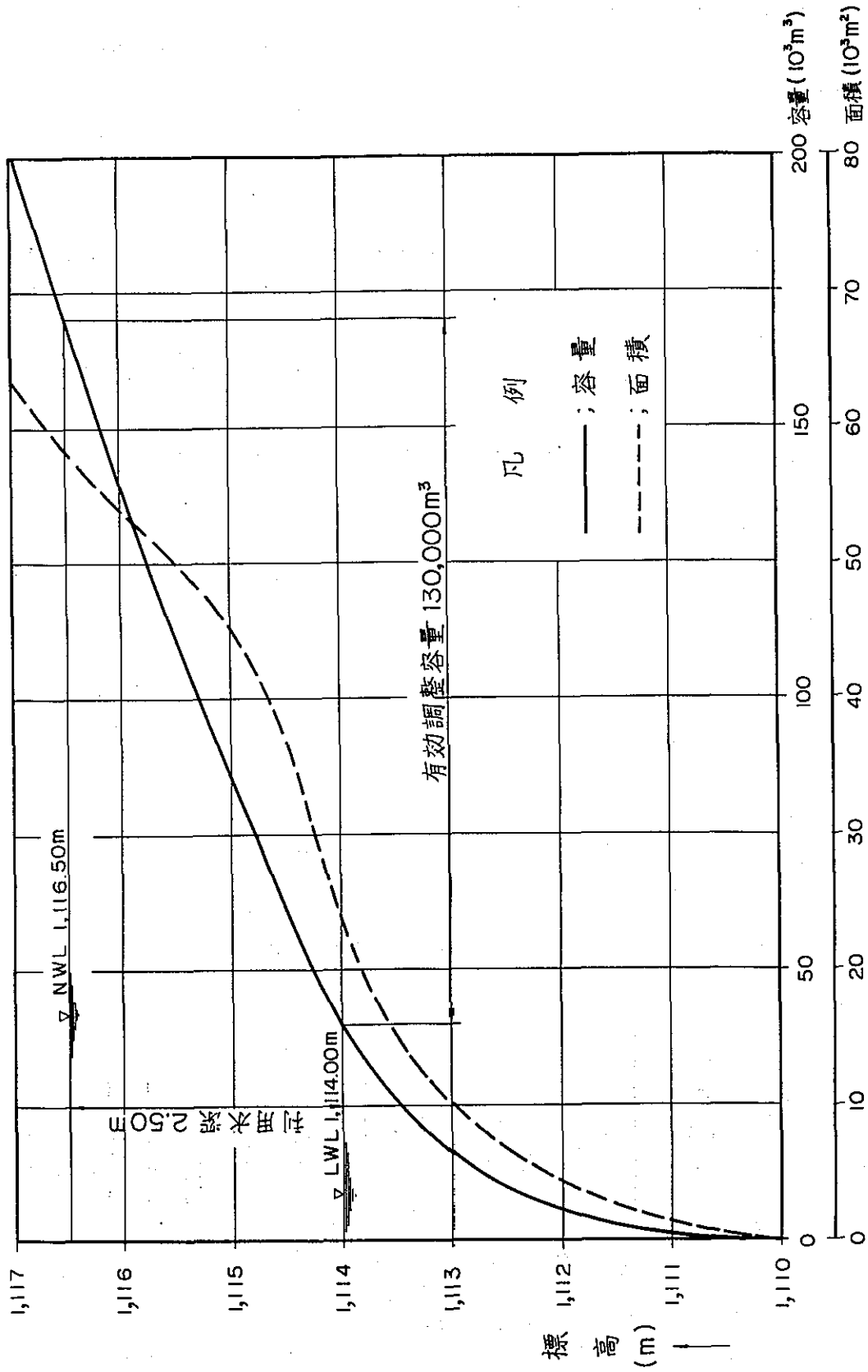


图 A-2-2 Andriamamovoka 調整池貯水容量曲線圖



A-3 Ambodikimba 発電所の経済計算

A-3-1 販売電力および販売電力量

Ambodikimba 発電所の経済計算に用いる電力および電力量は、表4-9の所要発電電力に損失を勘案したものを販売電力とし、販売電力量は表のとおりとする。

耐用年数間の平準販売電力 : 4,242 kW (4,442 × 95.5%)

耐用年数間の平準販売電力量 : 31,921 MWh

なお、上記の販売電力、販売電力量とは、変電所二次側の卸し地点の数価で、発電所からこの地点までの損失を見込んだもので、経済計算もこの地点を想定したものである。

A-3-2 年間経費と電力コスト (kWh当りの費用)

年間経費の算定は、つぎの条件によつて行なう。

(a) 利率

利率は、年7%とする。

(b) 耐用年数

Ambodikimba発電所の耐用年数は、50年とする。

ただし、水車および発電機を含む機械設備ならびに送変電設備は35年とする。

(c) 設備投下資金

設備投下資金は、下表のとおりである。

投 資 額

単位: 10³ FMG

名 称	一期工事	二期工事	三期工事	合 計
土木工事	431,800	15,780	156,900	604,480
機械設備	172,370	124,380	-	296,750
送変電設備	266,970	29,340	-	296,310
合 計	871,140	169,500	156,900	1,197,540

(d) 金利及び償却

金利と償却は、減債基金法により耐用年間の平準年費用を求める。この場合、残存価値は、投資額の10%とする。

金利と償却の計 = 投資額 × 率

率 = (1 - 0.1) × 資本回収係数 + (0.1 × 利率)

土木工事の金利と償却の計 = 604,480,000 × 0.072214 = 43,652,000

機械設備の ♪ = 296,750,000 × 0.076507 = 22,703,000

送変電設備の ♪ = 296,310,000 × 0.076507 = 22,670,000

合 計 = 89,025,000 FMG/年

(e) 人件費

9,400,000 FMG/年

(f) 修繕費

1,257,000 FMG/年

(g) 管理費

2,800,000 FMG/年

Ambodikimba 発電所年間経費(平準)

項目	経費 (10 ³ FMG)
金利及び償却	
土木構造物	4,365.2
機械設備	2,270.3
送変電設備	2,267.0
人件費	9,400
修繕費	1,257
管理費	2,800
合計	11,379.5

以上の年間経費と変電所二次側の卸し販売電力量 3,192.1 MWh で除せば、卸しの kWh 当りの平準原価 3.6 FMG/kWh が得られる。

$$\text{平準卸し販売原価} = \frac{11,379.5,000}{31,921,000} = 3.56 \approx 3.6 \text{ FMG/kWh}$$

なお、販売卸し単価は、事業報酬ならびに債務責任などを勘案して、8.0～5.0～2.0 FMG/kWh の三段階の料金とする。

A-3-3 代替案との比較

代替設備としては、Ambodikimba 発電所の最終規模(三期工事完成)と等しい 5,000 kW のピーク出力を供給できる発電所として、1,250 kW×5台(うち予備1台)のディーゼルプラントを想定した。

ディーゼルプラント諸元

設備出力	1,250 kW×5台 (予備1台を含む)
可能出力	5,000 kW
利用率	73.3% (予備を含む)
発生可能電力量	40,120,000 kWh
所内損失	3.1%
発生電力量(発電端)	38,890,000 kWh
(販売)	37,140,000 kWh

建設費	305,000,000 FMG
機器	264,500,000 FMG
建物	36,600,000 FMG
油槽その他	3,900,000 FMG
建設単価	48,800 FMG/kW

上記のようなディーゼルプラントの年間経費の算定は、つぎの条計にしたがって行なう。

- (a) 利子率 年7%
 (b) 耐用年数 15年
 (c) 金利および償却

減債基金法により耐用年数間の平準年費用を求めるものとし、残存価値は、投資額の10%とする。

32,300,000 FMG/年

- (d) 人件費

15,000,000 FMG/年

- (e) 修繕費

12,000,000 FMG/年 (2,400,000 FMG/年/台×5台)

- (f) 管理費

2,800,000 FMG/年

- (g) 燃料費

268,800,000 FMG/年

内訳

燃料消費量 0.25ℓ/kWh (225g/kWh, 比重0.9, 熱効率36%軽油)

燃料費 6.53 FMG/kWh (26.1 FMG/ℓ税引価格)

潤滑油費 0.17 FMG/kWh

燃料油脂費 6.70 FMG/kWh

年間燃料油脂費 268,800,000 FMG (40,120,000 FMG×6.7)

代替ディーゼルプラント年間経費(平準)

項目	経費 (FMG)
金利および償却	32,300,000
人件費	15,000,000
修繕費	12,000,000
管理費	2,800,000
小計(固定費)	62,100,000
燃料費(可変費)	268,800,000
合計	330,900,000

上記のように、代替ディーゼンプラントの年間経費は、330,900,000 FMGであり、販売卸しのkWh当りの平準原価は9.0 FMG/kWhである。

$$\frac{330,900,000}{37,140,000} = 8.909 \approx 9.0 \text{ FMG/kWh}$$

これは、水力 (Ambodikimba 発電所) の平準原価 3.6 FMG/kWh に比し、約 2.5 倍の割高なものである。

A-3-4 便益-費用比

前項で求めた代替ディーゼンプラントのkW当りの固定費と、kWh当りの可変費をAmbodikimba 発電所のkWおよびkWh便益単価とする。表4-9の販売電力量で示したkWおよびkWhの平均値に、この単価を乗じAmbodikimba 発電所の平準年間便益とする。その値は、271,980,000 FMGである。

$$\text{kW 便益単価} = \frac{62,100,000 \text{ FMG}}{6,250 \text{ kW}} = 9,936 \text{ FMG}$$

$$\text{kWh 便益単価} = \frac{268,800,000 \text{ FMG}}{37,140,000 \text{ kWh}} = 7.2 \text{ FMG}$$

$$\text{Ambodikimba 発電所平準便益} = (4,242 \times 9,936) + (31,921,000 \times 7.2) = 271,980,000 \text{ FMG}$$

註 { kW の平準値 ; 4,242 kW
kWh の平準値 ; 31,921,000 kWh }

上記平準年間便益と、A-3-2で示した平準年間経費113,795,000 FMGとの比を求めると、その値は2.39となりAmbodikimba 発電所は、代替ディーゼンプラントと比較してかなり有利な計画といえる。

$$\frac{\text{平準年間便益}}{\text{平準年間経費}} = \frac{271,980,000 \text{ FMG}}{113,795,000 \text{ FMG}} = 2.39$$

A-3-5 既設ディーゼル発電の燃料費 (EEM Fianarantsoa)

1) 発電状況 (1969年12月)

発電機名	運転時間	平均電力 (kW)	発電々力量 (kWh)	燃料使用量 (kg)	燃料消費率 (g/kWh)
Sulzer	107	84	9,010	2,772	308
Deutz	52	84	4,390	1,191	271
MAN	214	225	48,200	12,563	261
MGO	92	342	31,500	7,983	253
	465	200	93,100	24,509	263

注; Sulzer : 220 kVA

Deutz : 190 "

MAN : 500 "

MGO : 720 "

2) 燃料価格 (1970年10月6日現在、ディーゼル油使用)

Fianarantsoa における市場価格; 37.60 FMG/ℓ

EEM渡し価格 (税 11.50 FMG/ℓ 差引); 26.10 "

3) 燃料費

$26.10 \text{ FMG} \times 0.263 \text{ (kg)} / 0.82 \text{ (比重)} = 8.38 \text{ FMG/kWh}$

A-4 工事費内訳

- A-4-1 土木工事(第1期分) 内訳書(その1~その3)
- A-4-2 土木工事(第2期分) ♪
- A-4-3 土木工事(第3期分) ♪
- A-4-4 ゲート, 水圧鉄管設備工事内訳書
- A-4-5 発電所機械設備工事内訳書
- A-4-6 送変電設備工事内訳書

表A-4-1-1 土木工事（第1期分）内訳書 - その1

単位：10³ FMG

項目	単位	数量	単価	1974			1975			計					
				内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計			
取水ダム															
掘削（土）	m ³	130	700	2	16	18	63	10	73	65	26	91			
掘削（岩）	m ³	440	2,600	23	206	229	637	278	915	660	484	1,144			
コンクリート	m ³	1,610	9,800	316	2,840	3,156	9,344	3,278	12,622	9,660	6,118	15,778			
鉄筋	t	6	71,000	-	-	-	72	354	426	72	354	426			
その他の	式	1	-	69	628	697	2,004	760	2,764	2,073	1,388	3,461			
小計				410	3,690	4,100	12,120	4,680	16,800	12,530	8,370	20,900			
取水口															
掘削（岩）	m ³	90	2,600	5	42	47	130	57	187	135	99	234			
コンクリート	m ³	660	10,400	137	1,236	1,373	4,153	1,338	5,491	4,290	2,574	6,864			
鉄筋	t	12	71,000	-	-	-	144	708	852	144	708	852			
その他の	式	1	-	28	282	310	863	377	1,240	891	659	1,550			
小計				170	1,560	1,730	5,290	2,480	7,770	5,460	4,040	9,500			
沈砂池															
掘削（岩）	m ³	440	2,600	23	206	229	637	278	915	660	484	1,144			
コンクリート	m ³	1,140	10,400	237	2,134	2,371	7,173	2,312	9,485	7,410	4,446	11,856			
鉄筋	t	5	71,000	-	-	-	60	295	355	60	295	355			
その他の	式	1	-	50	480	530	1,560	555	2,115	1,610	1,035	2,645			
小計				310	2,820	3,130	9,430	3,440	12,870	9,740	6,260	16,000			

土木工事（第I期分）内訳書 - その2

単位：10³ FMG

項目	単位	数量	単価	1 9 7 4			1 9 7 5			計							
				内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計					
水																	
掘削(トンネル)	m ³	1,850	8,500	315	2,830	3,145	9,675	2,905	12,580	9,990	5,735	15,725					
コンクリート(ク)	m ³	670	14,500	194	1,749	1,943	6,439	1,333	7,772	6,633	3,082	9,715					
鉄筋	t	7	71,000	-	-	-	84	413	497	84	413	497					
その他	式	1	-	101	931	1,032	3,242	889	4,131	3,343	1,820	5,163					
小計				610	5,510	6,120	19,440	5,540	24,980	20,050	11,050	31,100					
水																	
掘削(土)	m ³	1,200	700	600	240	840	-	-	-	600	240	840					
(岩)	m ³	1,850	2,600	96	866	962	2,679	1,169	3,848	2,775	2,035	4,810					
コンクリート	m ³	1,000	9,800	196	1,764	1,960	5,804	2,036	7,840	6,000	3,800	9,800					
鉄筋	t	6	71,000	-	-	-	72	354	426	72	354	426					
その他	式	1	-	68	560	628	1,815	681	2,496	1,883	1,241	3,124					
小計				960	3,430	4,390	10,370	4,240	14,610	11,330	7,670	19,000					
水																	
圧管路																	
掘削(岩)	m ³	1,720	2,600	89	805	894	2,491	1,087	3,578	2,580	1,892	4,472					
コンクリート	m ³	980	10,400	204	1,834	2,038	6,166	1,988	8,154	6,370	3,822	10,192					
鉄筋	t	5	71,000	-	-	-	60	295	355	60	295	355					
その他	式	1	-	57	541	598	1,733	650	2,383	1,790	1,191	2,981					
小計				350	3,180	3,530	10,450	4,020	14,470	10,800	7,200	18,000					

土木工事(第1期分)内訳書 - その3

単位: 10³ FMG

項 目	単位	数 量	単 価	1 9 7 4			1 9 7 5			計				
				内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計		
													内 貨	外 貨
発 掘 所														
掘削(土)	㎡	5,900	700	83	743	826	2,867	437	3,304	2,950	1,180	4,130		
掘削(岩)	㎡	3,900	2,600	203	1,825	2,028	5,647	2,465	8,112	5,850	4,290	10,140		
コンクリート	㎡	2,500	9,800	490	4,410	4,900	14,510	5,090	19,600	15,000	9,500	24,500		
鉄筋	t	40	71,000	-	-	-	480	2,360	2,840	480	2,360	2,840		
建屋	式	1	-	-	-	-	1,620	3,780	5,400	1,620	3,780	5,400		
その他	㎡	1	-	184	1,692	1,876	4,996	2,518	7,514	5,180	4,210	9,390		
小 計				960	8,670	9,630	30,120	16,650	46,770	31,080	25,320	56,400		
放水路														
掘削(土)	㎡	940	700	13	119	132	457	69	526	470	188	658		
掘削(岩)	㎡	1,400	2,600	73	655	728	2,027	885	2,912	2,100	1,540	3,640		
コンクリート	㎡	600	10,400	125	1,123	1,248	3,775	1,217	4,992	3,900	2,340	6,240		
鉄筋	t	6	71,000	-	-	-	72	354	4,426	72	354	426		
その他	式	1	-	39	383	422	1,269	445	1,714	1,308	828	2,136		
小 計				250	2,280	2,530	7,600	2,970	10,570	7,850	5,250	13,100		
開閉所	式	1	-	-	-	-	1,200	800	2,000	1,200	800	2,000		
合 計				4,020	31,140	35,160	106,020	44,820	150,740	110,400	75,960	186,000		

表A-4-2 土木工事(第2期分)内訳書

単位: 10³ FMG

項目	目	単位	数量	単価	1979	
					内貨	外貨
発電所 掘削(土石) コンクリート 建屋 その他		㎡	500	700	250	100
		㎡	500	9800	3000	1900
		式	1	-	1170	2640
		㎡	1	-	880	930
計					5300	5570
						10870

表A-4-3 土木工事(第3期分)内訳書

単位: 10³ FMG

項目	目	単位	数量	単価	1983	
					内貨	外貨
調整池ダム 掘削(土石) コンクリート 鉄筋 グラウト 道路護岸 河道整理 その他		㎡	3750	2200	4875	3375
		㎡	3760	2600	5640	5641
		㎡	2320	9200	13224	8120
		t	28	71000	336	1652
		㎡	585	16000	5850	3510
		㎡	850	15500	7905	5270
		式	1	-	1400	933
		㎡	1	-	3920	2849
	計				43150	31350
						74500

表A-4-4 ゲート、水圧鉄管設備工事内訳書

単位; 10³ FMG

項 目	第 1 期 分						第 3 期 分						
	1 9 7 4		1 9 7 5		計		1 9 8 3		計		1 9 8 3		
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	
材 料 費													
ダム排砂ゲート	-	1,400	-	5,600	-	7,000	-	7,000	-	-	-	-	-
取水口ゲート	-	1,490	-	5,970	-	7,460	-	7,460	-	-	-	-	-
沈砂池ゲート	-	840	-	2,360	-	3,200	-	3,200	-	-	-	-	-
取水口スクリーン	-	230	-	930	-	1,160	-	1,160	-	-	-	-	-
沈砂池スクリーン	-	90	-	370	-	460	-	460	-	-	-	-	-
水圧鉄管	-	2,800	-	11,200	-	14,000	-	14,000	-	-	-	-	-
調整ダムゲート	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,000
小計(FOB)	-	6,850	-	26,430	-	33,280	-	33,280	-	-	-	-	28,000
Insurance	-	-	-	230	-	230	-	230	-	-	-	-	160
Freight	-	-	-	4,820	-	4,820	-	4,820	-	-	-	-	3,500
小計(CIF)	-	6,850	-	31,480	-	38,330	-	38,330	-	-	-	-	31,660
据 付 費													
輸 送 費	-	-	1,320	-	1,320	-	1,320	-	1,320	-	930	-	930
据 付 工 事 費	-	-	2,260	4,430	6,690	2,260	4,430	6,690	1,090	2,180	1,090	2,180	3,270
小 計	-	-	3,580	4,430	8,010	3,580	4,430	8,010	2,020	2,180	2,020	2,180	4,200
合 計	-	6,850	6,850	35,910	39,490	35,80	42,760	46,340	2,020	3,3840	2,020	3,3840	35,860

表A-4-5. 発電所機械設備工事内訳書

単位: 10³ FMG

項目	第 1 期 分										第 2 期 分		
	1 9 7 4		1 9 7 5		計		1 9 7 9		計		1 9 7 9		
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨			
材料費													
水車	-	4,740	4,740	-	18,900	18,900	-	23,640	23,640	-	23,330	23,330	
発電機	-	4,200	4,200	-	16,640	16,640	-	20,840	20,840	-	18,040	18,040	
主変圧器	-	780	780	-	3,270	3,270	-	4,050	4,050	-	3,890	3,890	
その他	-	6,920	6,920	-	27,610	27,610	-	34,530	34,530	-	11,510	11,510	
小計(FOB)	-	16,640	16,640	-	66,420	66,420	-	83,060	83,060	-	56,770	56,770	
Insurance	-	80	80	-	390	390	-	470	470	-	310	310	
Freight	-	1,560	1,560	-	4,120	4,120	-	5,680	5,680	-	4,120	4,120	
小計(CIF)	-	18,280	18,280	-	70,930	70,930	-	89,210	89,210	-	61,200	61,200	
据付費													
輸送費	160	-	160	540	540	540	700	-	700	470	-	470	
据付工事費	930	5,830	6,760	3,810	23,330	27,140	4,740	29,160	33,900	3,340	20,690	24,030	
小計	1,090	5,830	6,920	4,350	23,330	27,680	5,440	29,160	34,600	3,810	20,690	24,500	
合計	1,090	24,110	25,200	4,350	94,260	98,610	5,440	118,370	123,810	3,810	81,890	85,700	

表A-4-6 送变电設備工事内訳書

単位: 10³ FMG

項 目	第 1 期 分										第 2 期 分				
	1 9 7 4		1 9 7 5		1 9 7 6		1 9 7 7		1 9 7 8		1 9 7 9		1 9 7 9		
	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計
材 料 費															
電 柱	-	10,970	10,970	780	10890	11,670	780	21,860	22,640	-	-	-	-	-	-
電 線	-	5,520	5,520	-	5,440	5,440	-	10,960	10,960	-	-	-	-	-	-
主 変 圧 器	-	1,400	1,400	-	5,440	5,440	-	6,840	6,840	-	4,040	4,040	-	-	4,040
そ の 他	-	20,070	20,070	-	35,700	35,700	-	55,770	55,770	-	8,240	8,240	-	-	8,240
小 計(FOB)	-	37,960	37,960	780	57,470	58,250	780	95,430	96,210	-	12,280	12,280	-	-	12,280
Insurance	-	230	230	-	390	390	-	620	620	-	80	80	-	-	80
Freight	-	11,820	11,820	-	11,900	11,900	-	23,720	23,720	-	1,790	1,790	-	-	1,790
小 計(CIF)	-	50,010	50,010	780	69,760	70,540	780	119,770	120,550	-	14,150	14,150	-	-	14,150
据 付 費															
輸 送 費	3,340	-	3,340	3,420	-	3,420	6,760	-	6,760	160	-	160	-	-	160
据 付 工 事 費	14,160	15,240	29,400	15,240	19,830	35,070	29,400	35,070	64,470	700	5,210	5,910	-	-	5,910
小 計	17,500	15,240	32,740	18,660	19,830	38,490	36,160	35,070	71,230	860	5,210	6,070	-	-	6,070
合 計	17,500	65,250	82,750	19,440	89,590	109,030	36,940	154,840	191,780	860	19,360	20,220	-	-	20,220

A-5 その他

A-5-1 マダガスカル国産セメント試験表

商 品 名	マダガスカル、ポートルランドセメント		
生 産 地	Majunga 市		
工 場 名	Ciment d'Amboanio Co.		
年間生産能力	70,000 t		
強 度 規 格	$\sigma_7 = 210 \text{ bars}$		
(パンフレットより)	$\sigma_{28} = 325 \text{ } \phi$ (1 bars = 1.02 Kg/cm ²)		
強度試験実績	(1968年試験)		
(パンフレットより)	Tananarive	テスト	$\sigma_{77} = 338 \text{ bars}$ (61%増)
			$\sigma_{28} = 413 \text{ } \phi$ (27% ϕ)
	Paris	テスト	$\sigma_{77} = 322 \text{ } \phi$ (53% ϕ)
			$\sigma_{28} = 460 \text{ } \phi$ (42% ϕ)

A-5-2 Namorona 川水質試験表

P H	5.7		
電気伝導度	180	$44 \times 10^{-5} \Omega^{-1}/cm$	
溶解固形物	ppm	$= \mu \cdot \Omega/cm \times (0.5 \sim 0.9)$	
		$= 44 \times (0.5 \sim 0.9)$	
		$= 22 \sim 39.6$	

成 分	有機窒素
	NO ₂ (硝 石)
	NO ₃ (硝 酸)
	NH ₄ (アンモニア)

鉍 物			
Ca ⁺⁺	2.2 mg/l	Cl ⁻	7.3 mg/l
Mg ⁺⁺	0.3 ϕ	SO ₄	-
Na ⁺	8 ϕ	S ⁻⁻⁻	-
K ⁺	1 ϕ	CO ₃ ⁻⁻⁻	-
Fe ⁺⁺	-	HCO ₃ ⁻	18.3 mg/l
Mn ⁺⁺	-	CO ₂	-
SiO ₂	-		

(+ : 陽イオン, - : 陰イオン)

A-5-3 調査行程表

月 日	電 力 班	土 木 班	測 量 班
11月 4日(水)	全団員Tokyo発		
5日(木)	" Karachi 着		
6日(金)	" " 滞在		
7日(土)	" " "		
8日(日)	" " "		
9日(月)	" Nairobi 着		
10日(火)	" " 滞在		
11日(水)	(村山, 江南, 吉田, 室谷, 中津川)Tananarive 着		(杉本, 高瀬, 仲津, 佐竹) Nairobi滞在
12日(木)	(村山, 江南, 吉田)水エネルギー課長Randriamanivo氏と打合せ		"
13日(金)	(村山, 江南)鉱山エネルギー局長Zafimahova氏と打合せ		Tananarive着
14日(土)	(村山, 江南)鉱工業副大臣Alexandre氏と会見		" 滞在
15日(日)	(江南, 杉本)調査準備	(村山, 吉田, 室谷, 高瀬, 中津川, 仲津, 佐竹) Tanararive 発 Ranomafana 着	
16日(月)	(江南, 杉本)日本大使館と打合せ	Ambodikimba 地点踏査 Fianarantsoa 州知事Noel氏と会見	
17日(火)	(江南, 杉本)気象庁訪問	Andriamamovoka 地点踏査	
18日(水)	(江南, 杉本)水エネルギー課長Randriamanivo氏と打合せ	(村山, 吉田) Manakara 港施設調査	(室谷, 高瀬, 中津川, 仲津, 佐竹) Ambodikimba 地点 測量調査
19日(木)	(江南, 杉本) S.N.I(投資会社)総裁と打合せ 工業手工業局長と打合せ	(村山, 吉田) Fianarantsoa 富士食品 訪問 EEM ManandrayP/S調査	
20日(金)	(江南, 杉本) B.D.P.I(工業開発振興局) 訪問	(村山, 吉田) Mananjary 港施設調査	
21日(土)	(江南, 杉本) 日本大使館と打合せ	(村山, 吉田) Ranomafana 発 Tanararive 着	
22日(日)	(村山, 江南, 吉田, 杉本)土木電力班合同打合せ		
23日(月)	(江南, 杉本)水エネルギー課長Randriamanivo氏と打合せ	(村山, 吉田) 日本大使館と打合せ	
24日(火)	(江南, 杉本)水エネルギー課長Randriamanivo氏と打合せ	(村山, 吉田)農林省用地課 大蔵省関税課訪問	地形測量 地質調査
25日(水)	(江南, 杉本) Tanararive 発 Fianarantsoa 着	(村山, 吉田)住宅公団 (SEIM)総裁Jase氏と打合せ SGTE(土産業)訪問	

月 日	電 力 班	土 木 班	測 量 班
11月26日(木)	(江南, 杉本) Fianarantsoa 州 副知事 と会見	(村山, 吉田) Tananarive 発 (飛行機) Tamatave 着 Tamatave 港施設調査 Tananarive 帰着	
27日(金)	(江南, 杉本) EEM Fianarantsoa Ankidona 発電所調査	(村山, 吉田) 国有鉄道総裁補佐 Raymond 氏と打合せ	
28日(土)	(江南, 杉本) EEM Fianarantsoa 支店 支配人 Girardeou 氏と打 合せ	(村山, 吉田) SEM Mandraka P/S 調査	
29日(日)	(江南, 杉本) Fianarantsoa 地区 植林事業調査	(村山, 吉田) 資料整理	Andriamamovoka 地点、 測量調査
30日(月)	(江南, 杉本) Fianarantsoa 地区商工 会議所訪問	(村山, 吉田) SEM 総支配人 Ragafimbelo 氏と打合せ	
12月 1日(火)	(江南, 杉本) Fianarantsoa 発 Ranomafana 着	(村山, 吉田) Tananarive 発 Ranomafana 着	
2日(水)	(江南) Ranomafana 発 Fianarantsoa 着	(村山, 吉田, 杉本) Ambodikimba 地点調査	地形測量 地質調査
3日(木)	(江南) Fianarantsoa 発 Tananarive 着	(村山, 吉田, 杉本) Andriamamovoka 地点調査	
4日(金)	(江南) 水エネルギー課 SEM, EEM 質問書作成	(村山, 吉田, 杉本) 送電線ルート現地調査	
5日(土)	(江南) 水エネルギー課長 Randriamanivo 氏と打 合せ	(村山, 吉田, 杉本) Ranomafana 発 Antirabé 着	
6日(日)	(江南) (土木電力班合同打合せ)	(村山, 吉田, 杉本) Antirabé 発 Tananarive 着	
7日(月)	(村山, 江南, 吉田, 杉本) SEM 総支配人 Ragafimbelo 氏と打合せ		Tsiranana 大統領に謁見
8日(火)	(村山, 江南) 水エネルギー課長 Randriamanivo 氏と調査結果について 打合せ		Ranomafana 発 Tananarive 着
9日(水)	(村山, 江南) 鉱山エネルギー局長 Zafimahova 氏と調査 結果について打合せ		器材梱包発送
10日(木)	(村山, 江南) 日本大使館と調査結果について打合せ		SEM Mandraka P/S 調査

月 日	電 力 班	土 木 班	測 量 班
11日(金)	(村山, 江南) 敏工業大臣 Alfred 氏と会見		帰国準備
12日(土)	全団員 Tananarive 発	Nairobi 着	
13日(日)	" Nairobi 発	Bombay 着	
14日(月)	" Bombay 発	Tokyo 着	

