

ネパール王国

アルン 3 水力発電開発計画調査

最終報告書

要約版

昭和62年 6 月

国際協力事業団

鉅計資

J R

87 - 92

ネパール王国

アールン 3 水力発電開発計画調査

最終報告書

JICA LIBRARY



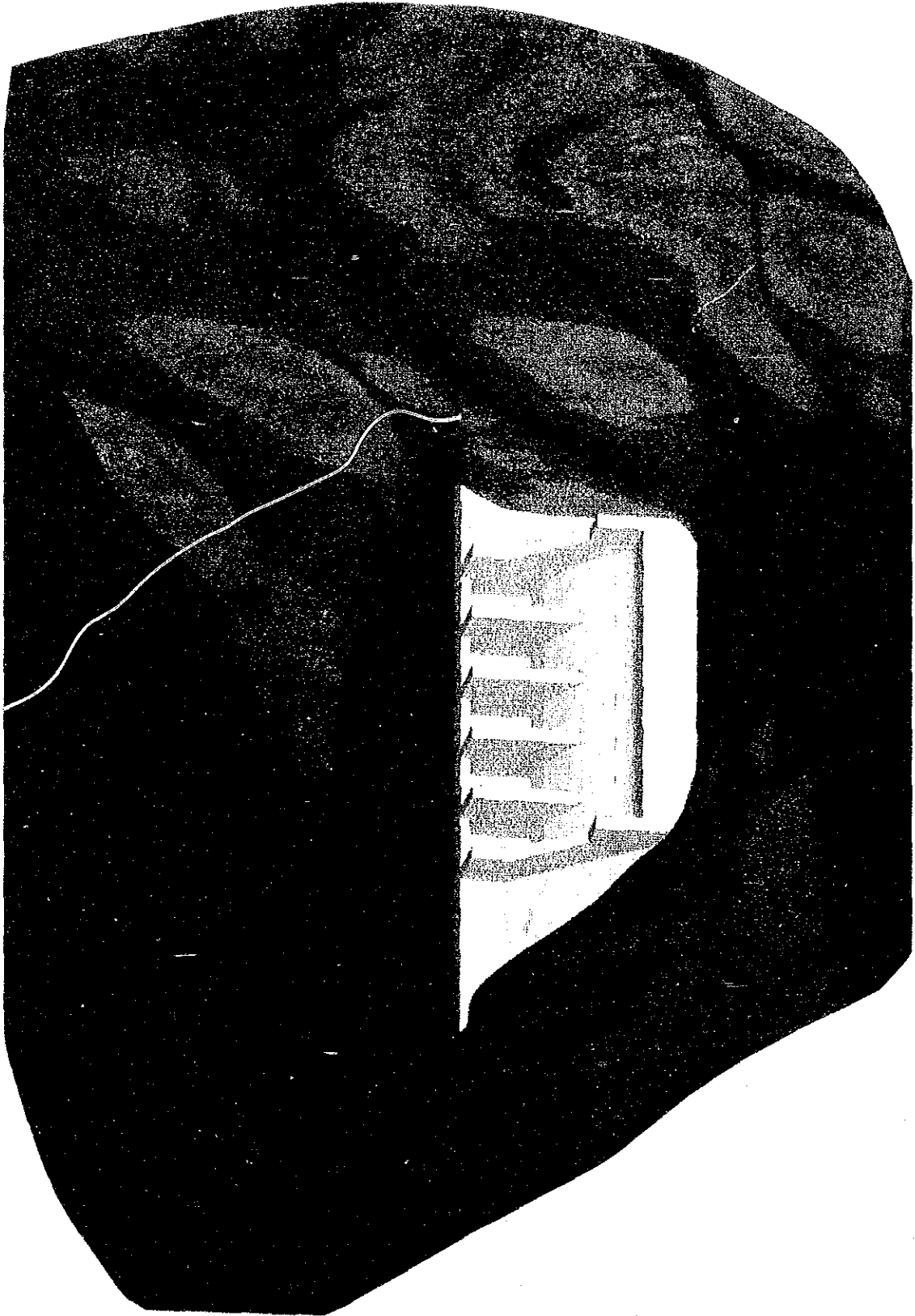
1006454E13

要 約 版

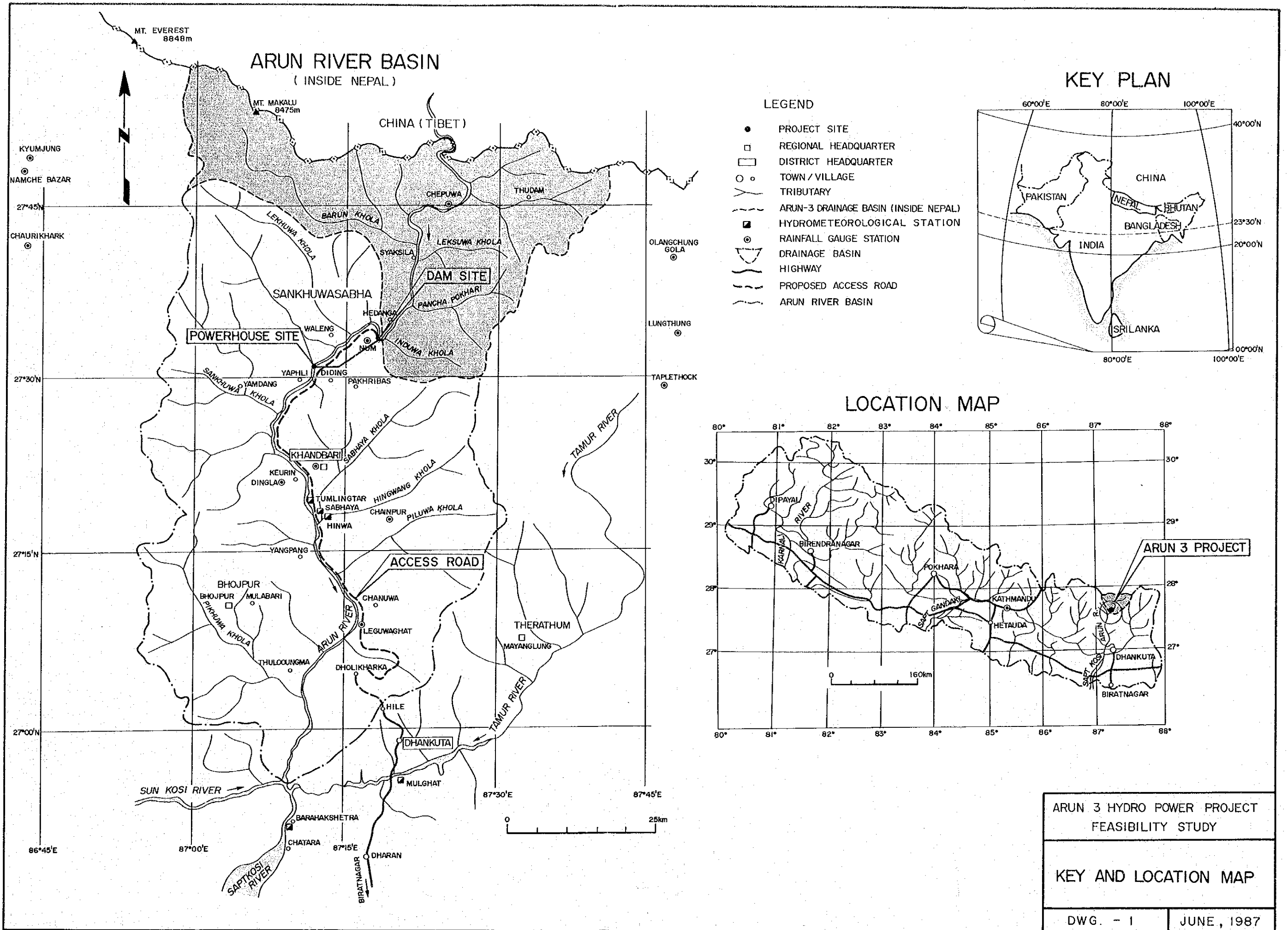
昭和62年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 9. 24	116
登録 No.	16676	64.3 MPN



Bird eye view of Arun 3 Dam
(Drawn by Computer Aided Design System)



**ARUN RIVER BASIN
(INSIDE NEPAL)**

KEY PLAN

LOCATION MAP

ARUN 3 HYDRO POWER PROJECT
FEASIBILITY STUDY

KEY AND LOCATION MAP

DWG. - 1 JUNE, 1987

目 次

	頁
1. 序 論	1
2. 調 査、 検 討 結 果	2
2.1 現地調査	2
2.2 地 質	2
2.3 水 文	3
2.4 需要想定	3
2.5 レイアウトの比較検討および最適計画	4
2.6 フェージビリティ設計	5
2.7 送変電設備	8
2.8 総工事費	9
2.9 工事工程	9
2.10 アクセス道路	11
2.11 環境問題調査	11
2.12 プロジェクト評価	12
3. 結 論	12
4. 勧 告	16

LIST OF FIGURES

- Fig. 1 Projection of Load Resources Balance (kW)
- Fig. 2 Projection of Load Resources Balance (kWh)
- Fig. 3 Transmission System of Arun 3 Project
- Fig. 4 Construction Schedule (1st & 2nd Stages)

LIST OF DRAWINGS

- DWG. 1 Waterway, General Plan and Profile
- DWG. 2 Dam, Plan
- DWG. 3 Powerhouse, General Plan
- DWG. 4 Access Road, General Plan

1. 序 論

本最終報告書は、日本国国際協力事業団(JICA)の技術協力の一環として、ネパール国におけるアルン3水力発電開発計画のフィージビリティ調査に関し、1986年2月より1987年4月に亘って現地および国内で実施された諸作業の結果をとりまとめたものである。

アルン3水力発電開発計画は、1983年から1985年にかけてJICAの技術援助により実施された、コシ川流域水資源開発マスタープラン調査において選定され、今後の継続調査に対して最優先順位を与えられた地点である。この地点の有望性を認めたネパール電力庁(NEA)は、直ちに同計画のプレ・フィージビリティ調査を実施し、1985年10月に報告書を取りまとめた。この調査の結果、同計画は技術的、経済的に見て有望であることが確認され、その結果ネパール政府は1985年5月日本政府に対して当地点のフィージビリティ調査にかかる技術援助を要請するに至った。

日本政府は技術援助供与について同意し、直ちに国際協力事業団(JICA)にその検討を命じ、これをうけてJICAはNEA側が既の実施した事前調査の状況およびNEAが作成したプレ・フィージビリティ調査報告書のドラフトなどについて十分な検討を行った上、1985年11月当時の鈴木治夫資源調査課長(JICA、鉱工業計画調査部)を団長とする5名の専門家で構成された事前調査団をネパール国へ派遣した。事前調査団はネパール入国後現地視察、資料収集等を行うと共に、ネパール側の担当機関であるネパール電力庁と協議をかさね、アルン3水力発電開発計画のフィージビリティ調査に係る協定書(S/W)および覚え書(M/M)を作成し、1985年12月12日その内容について最終合意に達した上で、調印した。ついでJICAは上記の協定書および覚え書に基づく調査業務を遂行するため、所定の書類審査業務を経て、電源開発株式会社と中央開発株式会社(同社はその後1987年1月27日を期して業務を株式会社中央開発インターナショナル(CKCI)へ移管した)により構成された共同企業体を選定し、業務実施契約を締結した。

上記契約に基づき組織された野尻慎一技師を団長とする調査団は、直ちに国内での予備調査を行った後、第一次現地調査団として、1986年2月23日より3月25日までの約1ヶ月間ネパール国へ派遣され、各分野の調査に必要な諸資料の収集、計画地点踏査とその結果に基づく地形地質調査計画の策定などを実施した。更に1986年5月4日より約3ヶ月間、第二次現地調査団が派遣され、前回に引続き諸資料の収集、先に策定された地形・地質調査の実施、発送変電設備の調査、ならびに本地点のアクセス道路と送電線ル

ートについてヘリコプターによる航空視察が実施された。

上記現地調査期間中に収集された諸資料や、現地調査工事によって得られた地形・地質に関するデータはすべて日本に持帰られ、以降の国内作業に使用されることとなった。調査団は帰国後、これら各資料の解析、検討とS/Wに示されている各作業を実施した。

2. 調査、検討結果

アルン3水力発電開発計画のフィージビリティ調査で実施した各分野での調査、検討の結果は以下に要約する通りである。

2.1 現地調査

計画区域における地質状況や、地形図を作成するために広範囲にわたる現地調査計画が立案された。現地調査には関連工作物の設置箇所で行われた総延長 558mの調査ボーリング、延長3.99kmにわたる弾性波探査および 593,000m²に及ぶ地上測量などが含まれており、ダム、発電所周辺での縮尺1/500の地形図作成が実施された。また導水路および調整池を含む本計画区域については縮尺1/5,000、および既設道路終点Hileと計画地点を結ぶアクセス道路については、縮尺1/10,000の地形図を既存の縮尺1/20,000の航空写真に基づいて作成した。岩石試験により基礎岩盤の特性を確認すると共に、ダム、発電所周辺および計画区域全体についての地質平面をそれぞれ1/500地形図および1/5,000地形図を利用して作成した。

2.2 地質

計画区域の地質構造は主として片麻岩 (gneiss)、雲母片岩 (mica schist) から成っており、片麻岩が大半を占めている。ダム予定地点の基盤は堅硬な眼球片麻岩 (augen gneiss) から成っており、ダム地点における河床堆積物の深さは、約13mであることが確認された。沈砂池の周辺岩盤も堅硬な眼球片麻岩から成っているが、その中程を横切って低速度帯がある。しかし、岩盤強度として問題のない地層である。導水路は、眼球片麻岩や雲母片岩などの変成岩を主体とし、一部に花崗岩 (granite) の貫入している基盤の中に設けられる。調圧水槽、水圧鉄管が設けられる区域としては、Pikhuwa 地点には眼球片麻岩が広く分布している。一方、Kaguwa地点の水槽付近では深部まで風化のおよんだ花崗岩の貫入が見られる。発電所周辺では、Pikhuwa、Kaguwa両地点ともに良質な眼球片麻岩が分布している。

2.3 水 文

ダム地点におけるアルン川の流域面積は29,310km²で、その90%以上がチベット地域である。その水源には数多くの氷河湖や雪に覆われた高山があって、年間を通じて、豊富な基底流量を供給している。洪水は通常6月末から9月末にかけてのモンスーンによる雨によって発生する。

基底流量が大きく、一方では流域面積に比して洪水量は比較的小さいということは、工作物の設計や、地点の経済性の向上に好条件となっている。長期観測資料によるダム地点の年平均流量は321m³/sと計算された。一方、仮排水路設計には、乾期中の洪水量の検討から490m³/sを採用することとした。流域面積の大部分を占めるチベット地域に関する信頼出来る水文資料が無く、また氷河湖決壊による洪水(GLOF)のような現象についても未知な点が多いなどの事情から、洪水吐設備の設計に通常用いられる確率洪水計算に代えて、可能最大洪水量(PMF)を使用するのが適当と思われた。この可能最大洪水量は7,700m³/sと計算された。この値を採用することにより上流区域に於ける不確定要素に十分に対応出来ると考えられる。

氷河湖決壊洪水(GLOF)については過去の事例、発生のメカニズム、アルン川流域内の分布等の検討を行い、アルン川流域で下流の工作物に対し最も影響が大きいと思われるBarun Kholaの氷河湖について仮想GLOFのシュミレーション解析を試みた結果、PMFを下回る事が確認された。

2.4 需要想定

アルン3計画を現在工事中のMarsyangdi計画に引き続いて開発されるものと想定する場合、その最適規模と最適開発方式は、1994年以降のネパール国内の電力需要の傾向に適合したものでなければならない。

今回の検討に際しては、NEAが1986年7月作成した最新の電力需要想定を基本条件として使用した。この電力需要想定は、今後20年の期間について、工業、農業、商業などの開発計画、送変電設備の拡充計画および至近年度における経済動向などを考慮し、当面の5年については積上げ方式により、それ以降の中長期についてはトレンド方式により作成したものである。この想定とは、別に人口一人当たりの国内総生産の伸び率、電力需要の伸び率、人口増加率などの予想に基づき、マクロ的検討を行ったが、基本的に妥当なものと考えられる。

2.5 レイアウトの比較検討および最適計画

本地点に関し、それぞれ内容を異にする代案について検討が行われた。特にアルン川がKhoktak Khola、Num Kholaと合流する地点の上下流に位置するダム地点上下流案、単複水路系（取水口、導水路、調圧水槽各1基の単水路系と各2基をもつ複水路系）、沈砂池型式（地下式、地上式）、Pikhuwa、Kaguwa両地点における発電所型式（地上式、地下式）などについて検討を行った。最終的に選択された計画は、地下式発電所で、各2基の取水口、地下式沈砂池、導水路、および調圧水槽、水圧管路、放水路を含む開発計画である。

当地点の最適計画は、現地調査で得られた地形・地質に関する情報を十分に取り入れた予備設計に基づく工事費の積算と、国内電力需要の変動に見合った開発計画を先ず作成し、最大使用水量、取水位（ダム高さに対応）、放水位（発電所位置に対応）をパラメーターとして検討を行った。その結果下記のように国内需要のみに対応する1期開発と、電力輸出を考慮する2段階開発の場合の2案が下記の様に得られた。

	1 期 開 発 (電力輸出なし)	1、2 期 開 発 (電力輸出あり)
取 水 位 (m)	840	840
最大使用水量 (m ³ /s)	80	160
最 大 出 力 (MW)	201	402

結局、当地点の開発計画は、(1)取水位EL 840m、最大使用水量 160m³/s、最大出力402MW の Pikhuwa発電所で(2)開発を2段階に行う方式が最適である。

両案による年間発生電力量は以下のとおりである。

開発方式	設備出力 (MW)	発生電力量 (GWh)		
		保証電力量	2次電力量	可能発生電力量
1期開発	201	1,721.6	0	1,721.6
1、2期開発	402	1,863.2	1,097.1	2,960.3

2段階開発における各号機の発電開始時期は以下のとおり設定した。

1期工事

1号機	1994年6月
2号機	1994年9月
3号機	1998年9月

2期工事

4号機	1998年12月
5号機	1999年3月
6号機	1999年6月

2.6 フィージビリティ設計

フィージビリティ設計は、現地調査において得られた地形・地質に関する資料および最新の技術水準に基づいて行った。設計上の基本条件は、取水位EL 840m、最大使用水量160m³/s、最大出力 402MWとし、導水路トンネル2条、機器台数6台として、2段階開発に適するものとした。発電所はPikhuwa、Kaguwa両地点の地上式地下式の両案について検討したが、経済的、技術的見地から現時点では、Pikhuwa 地下式を採用することとした。水車型式は発電所設計に大きく影響するので、フランス、ベルトン両案について経済比較を行った結果、フランス水車を採用した。プロジェクトの主要諸元は以下に示す通りである。

アルン3計画諸元

(1) 貯水池

流域面積	29,310km ²
年間流入量	10,123×10 ⁶ m ³
満水位	EL. 842.00

低水位	El. 838.00
洪水位	El. 844.00
利用水深	4.00m
有効貯水容量	$2.0 \times 10^6 \text{ m}^3$
堆砂容量	$4.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
(2) 仮排水路	
長さ	354.50m
直径	7.00m (馬蹄形)
条数	1
設計洪水量	$490 \text{ m}^3/\text{s}$
(3) ダム (1、2期工事)	
型式	コンクリート重力式
高さ	65m
体積	$160,700 \text{ m}^3$
(4) 洪水吐	
ゲート型式	ラジアルゲート
門数	5
寸法	幅12.0m×高14.5m
設計洪水量	$7,700 \text{ m}^3/\text{s}$
(5) 取水口 (1、2期工事)	
型式	鉛直型
基数	2
(6) 沈砂池 (1、2期工事)	
型式	地下式 (連続排砂方式)
基数	2
巾	20.00m
高さ	32.00m
長さ	110.00m

(7) 導水路トンネル

型 式	圧力トンネル
長 さ	11.354km
掘削直径	7.00m (円形、TBM 区間) 7.00m (馬蹄形、CBM 区間)
条 数	1 (1期工事) 1 (2期工事)

(8) 調圧水槽

型 式	制水口型
立坑直径	14.00m
高 さ	70.00m
基 数	1 (1期工事) 1 (2期工事)

(9) 水圧管路

型 式	鉄管埋設型
長 さ	376.74m
直 径	5.80m - 2.30m
条 数	1 (1期工事) 1 (2期工事)

(10) 発電所 (1、2期工事)

型 式	地下式
巾 (空洞寸法)	16.00m
長 さ (")	120.00m
高 さ (")	41.50m
機器台数	3 (1期工事) 3 (2期工事)
水 車	フランス (69MW)
発電機	立軸同期発電機 (79MVA)
主変圧器	屋内型送油水冷 (79MVA, 13.8/220KV)

(1) 放水路トンネル

型式	圧力トンネル
直径	3.50m (円形) - 5.80m (馬蹄形)
長さ	272.00m
条数	1 (1期工事) 1 (2期工事)

(2) 発生電力量

最大使用水量	80m ³ /s (1期工事)	
	160m ³ /s (1、2期工事)	
総落差	302.00m	
有効落差	288.00m	
最大出力	201 MW (1期工事)	
	402 MW (1、2期工事)	
年間発生電力量	保証電力量	二次電力量
1期工事	1,721.6GWh	0.0GWh
1、2期工事	1,863.2GWh	1,097.1GWh

(3) アクセス道路

延長	115 km
	{ Hile - Leguwa Ghat - Tumlingtar } { -P/H - D/S }

2.7 送変電設備

送変電設備の最適化計画はア룬3発電所の建設スケジュールに合致するよう段階開発するものとした。その設備概要を以下に示す。

送電電圧は 220kVに選定したが、3号機の運開する1998年9月以前は暫定的に 132 kV運用とする。

(1) 送電線

Arun 3 Switchyard - Dubi Substation	220 kV、2 cct、120 km
Dubi Substation - Dhalkebar Switchyard	220 kV、2 cct、146 km
Dhalkebar Switchyard - New Kathmandu Substation	220 kV、2 cct、120 km

(2) 変電所／開閉所

Dubi Substation (Expansion)	70 MVA × 3 (Transformer)
Dhalkebar Switchyard (Expansion)	25 MVA × 2 (Shunt Reactor)
New Kathmandu Substation (New Construction)	100 MVA × 3 (Transformer)

2.8 総工事費

アルン3地点の総工事費は次の通りである。各工事の単価は1986年6月時点で、積算した。

	外貨分 (US\$)	内貨分 (US\$)	合計 (US\$)
1期工事 (201MW)	328,561,000	55,830,000	384,391,000
1期および2期工事 (402MW)	445,872,000	72,607,000	518,479,000

2.9 工事工程

アルン3計画は1期工事と2期工事に分かれる2段階開発である。1期工事では国内電力需要を対象として出力201MWを開発、2期工事では電力輸出を考慮し引続き201MWを開発する。1期工事の工事工程は1994年6月に1号機の発電開始を目標として立案し、2期工事は1期工事の着手時点から約4年後に着手するものとして立案した。本計画のクリテカルパスはアクセス道路と導水路トンネル工事である。主要工事の完成予定は下記のとおりである。

(1) サポート設備

アクセス道路	1987年11月－1989年10月 (フェーズ1) 1989年11月－1991年10月 (フェーズ2)
準備工事	1989年11月－1990年10月

(2) 貯水設備

仮排水トンネル	1989年11月－1990年10月
ダムおよび洪水吐	1990年11月－1994年2月

(3) 水路

沈砂池	1991年1月－1994年5月
-----	-----------------

導水路トンネル 1989年11月 - 1994年5月 (1号)
1994年1月 - 1998年9月 (2号)

(4) 発電所

土木工事 1990年1月 - 1994年5月

電気機器

1期工事 1990年11月 - 1994年6月 (1号)

1991年2月 - 1994年9月 (2号)

1997年2月 - 1998年9月 (3号)

2期工事 1997年5月 - 1998年12月 (4号)

1997年8月 - 1999年3月 (5号)

1997年11月 - 1999年6月 (6号)

(5) 送電線

1期工事

スケジュール-1 (1994年6月) 132kV 運用

- ・ Arun 3 P/S - Dubi S/S (220 kV、120 km、
2 cct towers with 2 cct stringing)
- ・ Dubi S/S - Dhalkebar S/Y (220 kV、146 km、
2 cct towers with 1 cct stringing)
- ・ Dhalkebar S/Y - New Kathmandu S/S (220 kV、
120 km、2 cct towers with 1 cct stringing)

スケジュール-2 (1998年9月) 220 kVに昇圧運転

2期工事

スケジュール-3 (1998年12月) 220 kV 運用、電力輸出考慮

- ・ Dubi S/S - Dhalkebar S/Y (220 kV、146 km、
1 cct stringing)
- ・ Dhalkebar S/Y - New Kathmandu S/S (220 kV、
120 km、1 cct stringing)
- ・ Dubi S/S - Importing country
(220 kV、2 cct towers with 2 cct stringing)

(6) 変電所および開閉所

1 期工事

スケジュール-1 (1994年6月) 132kV 運用

- ・ Dubi S/S (expansion of 220 kV equipment)
- ・ Dhalkebar S/Y (expansion of 220 kV equipment)
- ・ New Kathmandu S/S (New installation of 132 kV、
220 kV equipment)

スケジュール-2 (1998年9月) 220 kV運用

- ・ Dubi S/S (expansion of 220 kV equipment)
- ・ New Kathmandu S/S (expansion of 220 kV equipment)

2 期工事

スケジュール-3 (1998年12月) 220 kV運用、電力輸出考慮

- ・ Dubi S/S (expansion of 220 kV equipment)
- ・ Dhalkebar S/Y (expansion of 220 kV equipment)
- ・ New Kathmandu S/S (expansion of 220 kV equipment)

2.1 0 アクセス道路

アクセス道路としては、工事専用道路として、直接ダム地点に至る最短距離を通る川側案（B案）と、将来の幹線道路の一部とし、地域内の人口の多い地点（Chainpur、Khandbari など）を通る山側案（A案）の2案を検討した。一般的に見て地質状況は川側案が良好であるが、河川横断箇所の橋梁スパンが長い欠点がある。しかしアクセス道路を緊急に完成するという見地から、延長が短くまた将来分岐線の建設により地域開発にも貢献出来るという面も併せ考えて、川側案を選定した。

2.1 1 環境問題調査

アルン3地点のような大規模な計画や、長大なアクセス道路の建設は、関連区域内の住民の健康および福祉に大きな影響を与えるのが普通である。然し、環境調査の結果からは、地域住民への限定された補償または住民の移動を除き、地域住民や生態系に対し、有害な影響はないと判断される。

2.1.2 プロジェクト評価

アルン3計画を2段階開発する場合のプロジェクト評価として発電コスト、EIRR、FIRRの検討を行った。以下にその要約を示す。

(1) 発電コスト

	受電端		発電端	
	1期 (201MW)	1、2期 (402MW)	1期 (201MW)	1、2期 (402MW)
建設費 (10 ⁵ US\$)	384.4	518.5	280.9	392.0
発生電力量 (GWh)	1635.5	2816.2	1721.6	2960.3
発電コスト (UScent/kWh)	3.1	2.4	2.1	1.7

(2) EIRRおよび B/C

	EIRR	B/C
1期工事 (201MW)	15.5%	1.5
1、2期工事 (402MW)	19.5%	2.1

(3) FIRR

	FIRR
1期工事 (201MW)	10.8%
1、2期工事 (402MW)	14.9%

3. 結論

(1) 1987年3月現在、ネパール国の保有する総発電設備は182MWである。1986年7月に発表された電力需要想定によれば、今後1993/1994年度までは平均伸び率11.4%、それ以降は2005/2006年度迄は6.3%と比較的低目に見積もられているが、1989年に投入予定のMarsyangdi発電所(69MW)など、現在施工中の発電設備約113MWの稼働を考慮に入れても、なお1993/1994年に至って明らかに電力不足に陥るものと予想される。経済的に開発可能な水力資源に恵まれたネパール国としては、早急に次期水力発電開発計画を決定し、建設に移行して、電力供給力の不足と言った事態を回避しなくてはならない。

(2) アルン3水力発電開発計画は、豊富な水量と大きな落差により、大容量かつ低廉な電力供給の可能な地点として、増大する国内電力需要に長期に亘って対応できるのみならず、大規模電力輸出が可能であり、国家経済的にも大きく貢献し得るものである。更に安定した電力供給による軽工業など諸産業の振興と、国内エネルギー源として木材の依存からの脱却など、同国の重要施策に対しても、大きな効果を有するものである。

またアルン3水力発電開発計画の遂行にあたっては、約115kmに及ぶアクセス道路の建設が前提となるが、この道路の開通は、周辺地域に対して、環境破壊することなく経済、民生などの面で計り知れない効用をもたらすと共に、アルン川上流域に連続して存在する将来の電源開発計画にも、好条件を提供することは明白である。

(3) ネパール国の電力需要予測から見て、次期設備の運転開始は、1994年6月とすべきである。また電力輸出を考慮して大規模開発を行うのが、当地点の保有する水力ポテンシャルを十分かつ低廉に活用する方法であるが、大規模電力輸出に関する諸条件が輸出、輸入双方の国において整備されていない現時点では、国内電力需要を対象とする1期工事(1st stage)と電力輸出を考慮して増設する2期工事(2nd stage)に分離した2段階開発(2 stage development scheme)が、最も現実的である。

アルン3計画は高さ65mのコンクリートダム、延長11.4km、2条の導水路トンネルの、地下式発電所、亘長386kmの送電線等から成り立つ。

本計画の開発規模は、1期工事として201MW(67MW×3unit)、2期工事として更に201MW(67MW×3unit)、合計出力402MWの設備を選定した。これにより、1期工事で1,721.6GWh、合計で2,960.3GWhの年間発生電力量を得ることができる。

(4) 本計画区域内の地質状況は良好でありダム、発電所周辺には、堅硬な片麻岩が広く分布している。本計画には地下式の沈砂池や発電所が含まれるが、これらの大規模な地下空洞の施工にも特別な問題はないと判断される。但し、導水路ルートの中核部には雲母片岩が分布しているため、今後の詳細設計や工事計画のためその性状を確認することが大切であろう。

(5) アルン3発電所の運転開始を1994年6月とする工事工程はかなりきびしいものであることを十分認識すべきである。特に上述のアクセス道路が1989年11月には1st phaseとして工事用資機材の搬入のための車両通行が可能となることがその前提条件となる。従って1987年の雨季明け、すなわち同年11月には、工事に着手することが出来るよう特別な考慮をすることが要求される。このアクセス道路の工事はパイロット道路の先進施工後、4区間分割施工法を採用することにより上記期間に完成することが可能と判断される。

(6) 工事工程としては、アクセス道路開通後、約4年半後の1994年6月に1期工事1号機の発電を開始する。安定した系統運用のために、2号機も引続いて運転開始するが、3号機は国内需要の増加に合わせて、1998年9月に運転開始を予定するものとする。一方、2期工事については、1989年末（1期工事の着手後）から電力輸入国との交渉を行うこととし、引続き資金手当などを含めて、4年後に工事に着手する計画とする。工事完了は1期工事を1998年9月、2期工事を1999年6月と予定する。

このような2段階開発に当たっては、2期開発計画のうち、一部の工作物を1期工事と同時に施工する事が必要である。すなわち、取水口、沈砂池、発電所（機器据付を除く）、放水口などは、一体の工作物として施工し、工事の安全と、分割施工した場合に生ずる工事費の増大をも避けることとする。

(7) 当計画の建設工事費は、1986年6月の単価水準で、次の通りである。

	外貨分 (US\$)	内貨分 (US\$)	合計 (US\$)
1期工事 (201MW)	328,561,000	55,830,000	384,391,000
1期および2期工事 (402MW)	445,872,000	72,607,000	518,479,000

(8) プロジェクト評価の結果、発電コスト、経済的内部収益率(EIRR)および財務的内部収益率(FIRR)は以下のとおりである。

① 発電コスト

	受電端		発電端	
	1期 (201MW)	1、2期 (402MW)	1期 (201MW)	1、2期 (402MW)
建設費 (10 ⁶ US\$)	384.4	518.5	280.9	392.0
発生電力量 (GWh)	1635.5	2816.2	1721.6	2960.3
発電コスト (UScent/kWh)	3.1	2.4	2.1	1.7

② EIRRおよび B/C

	EIRR	B/C
1期工事 (201MW)	15.5 %	1.5
1、2期工事 (402MW)	19.5 %	2.1

③ FIRR

	FIRR
1期工事 (201MW)	10.8 %
1、2期工事 (402MW)	14.9 %

(9) アルン3地点のような大規模な計画や、長大なアクセス道路の建設は、関連区域内の住民の健康および福祉に大きな影響を与えるのが普通である。然し、環境調査の結果からは、地域住民への限定された補償または住民の移動を除き、地域住民や生態系に対し、有害な影響はないと判断される。

(10) 本計画は1期開発計画(201MW)のみでも技術的、経済的にフィージブルである。

引き続き2期開発計画(合計402MW)を開発することにより、本計画の経済性は一層有利となる。

4. 勧告

- (1) アルン3計画は技術的および経済的に有利であることが認められるので、プロジェクトの実施手続を直ちに行うことを強く勧告する。
- (2) 本計画を1994年6月に1号機運転開始するためには、クリテカルパス上であるアクセス道路および導水路トンネルの工程確保が肝要であり、そのための準備と実施設計を強力に推進することが必要である。
- (3) 次の調査工事を早急を実施し、今後の詳細設計および工事実施のための資料を入手するべきである。
 - (a) 導水路トンネル作業坑に沿った調査坑の掘削
当区域には雲母片岩が分布していると判断されるので、トンネルルートにおける岩質の調査と、トンネルの詳細工事計画検討のための調査を行う。
 - (b) 調圧水槽周辺の追加ボーリング調査
調圧水槽周辺地質を更に詳細に把握し、水槽位置の確認と詳細設計の検討に資する。
 - (c) 発電所空洞に至る調査坑の掘削
発電機室および変圧器室周辺の岩盤の性状を調査し、空洞の設計資料とすると共に、工事施工方法の検討に資するものとする。
 - (d) その他調査工事
ダムサイト、沈砂池、導水路Suki Khola、放水口部における地質状態および地形を把握するためのボーリング調査および弾性波探査ならびに部分的な地上測量(1/500)を実施する必要がある。
- (4) 工事計画の資料とするため、ダム上流測水所の測水を早急に再開継続し、同時に浮遊砂の観測を行うこと。
また、今後の気象状況を把握するため、アルン川流域の既設気象観測所における観測を充実させると共にダムサイトより上流の流域内に新たな気象観測施設の設置が望まれる。

- (5) 氷河湖決壊洪水 (GLOF) の追加検討を行うため、Barun Khola の氷河湖の現地調査およびチベット内の氷河湖の分布と規模に関する資料収集を行うこと。
- (6) 当地点の建設工程からみて、送変電設備および通信設備の調査も併行して強力的に推進する必要がある。特に、以下の点について早急に調査検討する必要がある。
- (a) DhalkebarS/Y ~ New KathmanduS/S 間の送電線ルート調査
 - (b) New KathmanduS/S の設置場所および同変電所と既設発電所との連系、ならびにカトマンズ周辺の既設電力設備の補強計画
 - (c) 西部系統の 132kV送電線拡張計画
 - (d) アルン3発電所を含めた、NEA電力設備の遠隔監視システムの構築
 - (e) アルン3発電所からカトマンズ間の通信設備および通信ルートの確立
 - (f) アルン3発電所の開発を前提としたカトマンズ周辺および西部電力系統の送変電ならびに二次送電システムを含めた最適計画の構築、遠隔監視制御システムおよび通信網システム計画の構築。

Fig. 1 Projection of Load Resources Balance (kW)

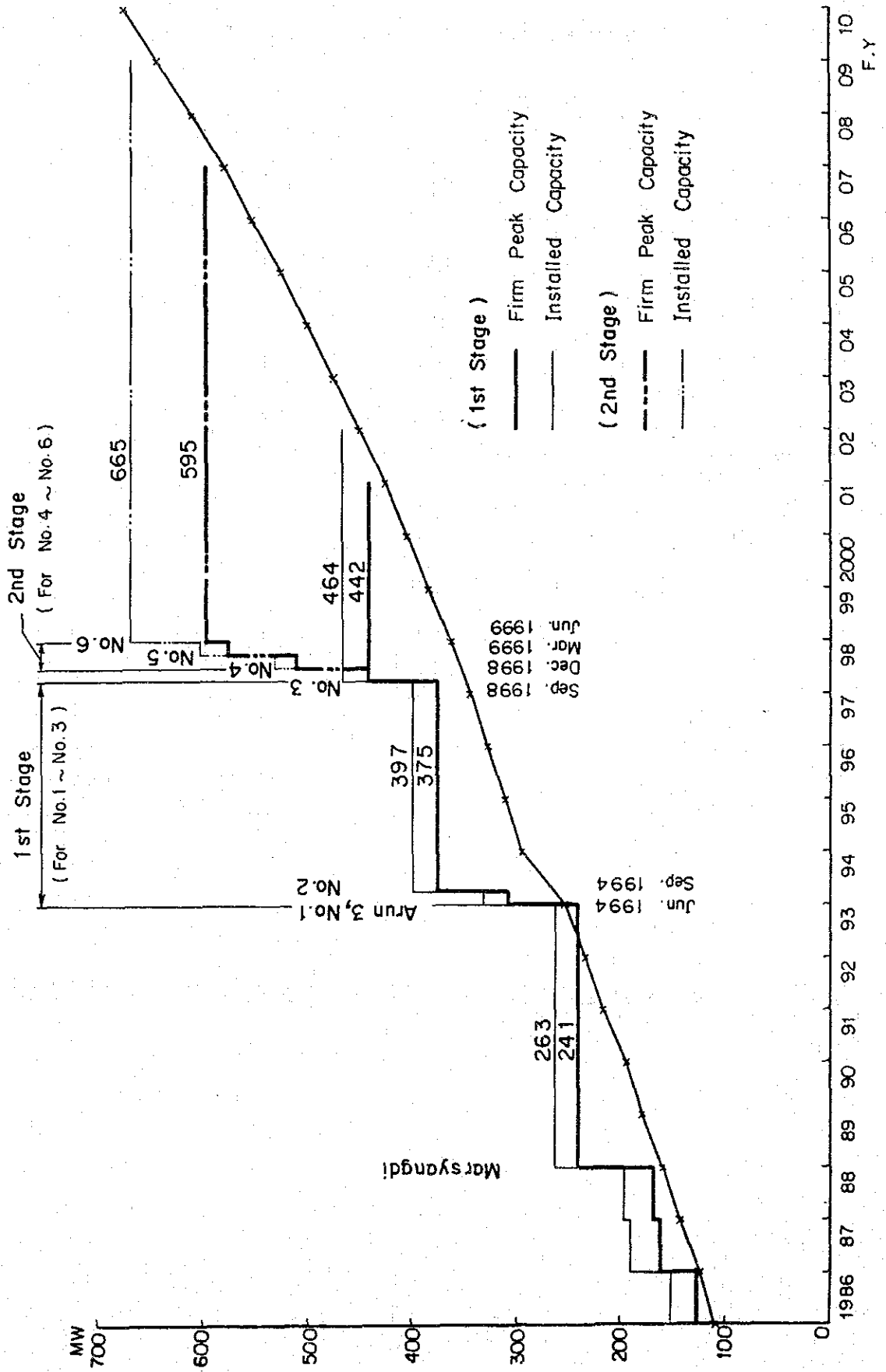
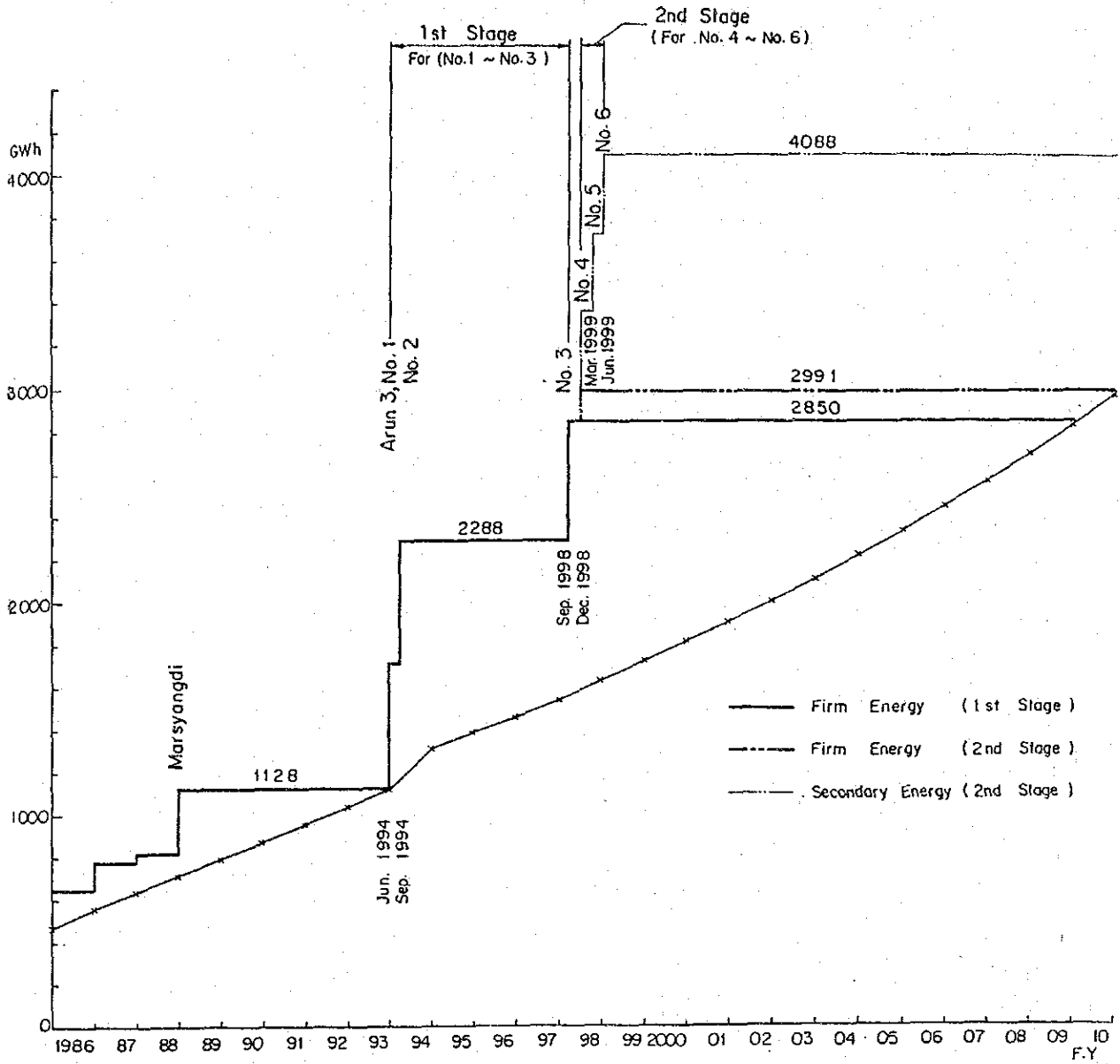
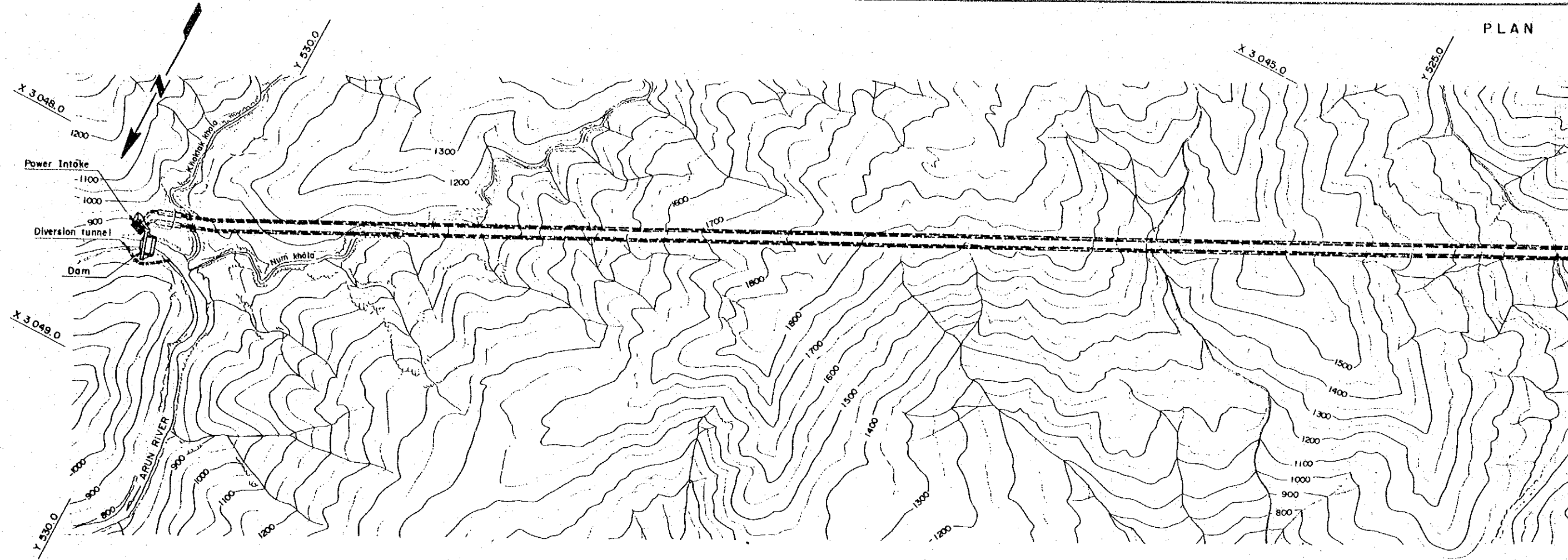


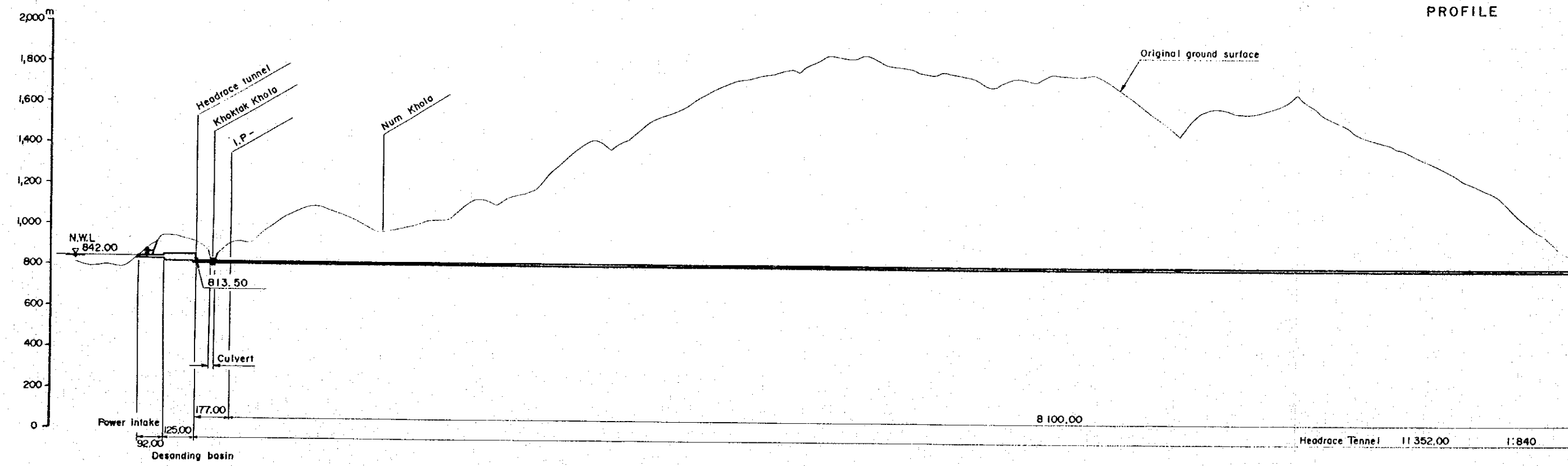
Fig. 2 Projection of Load Resources Balance (kWh)



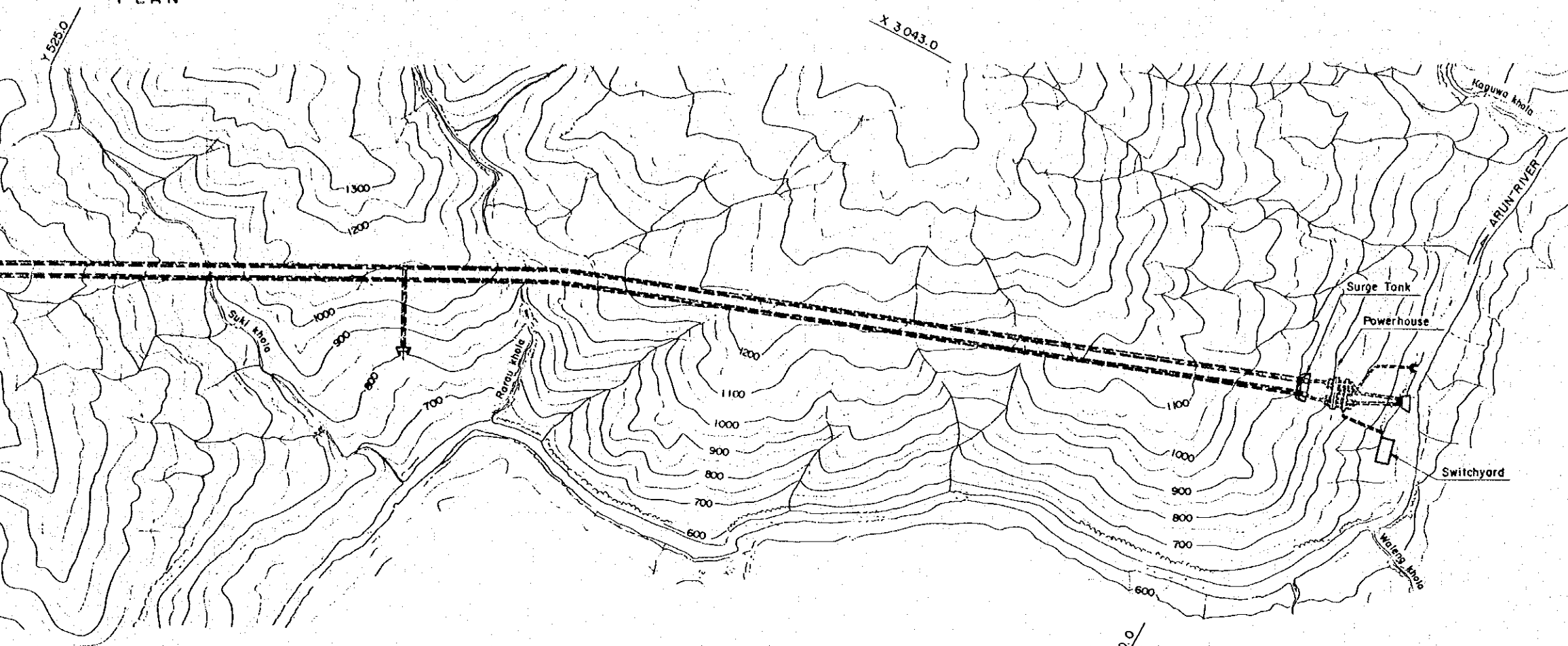
PLAN



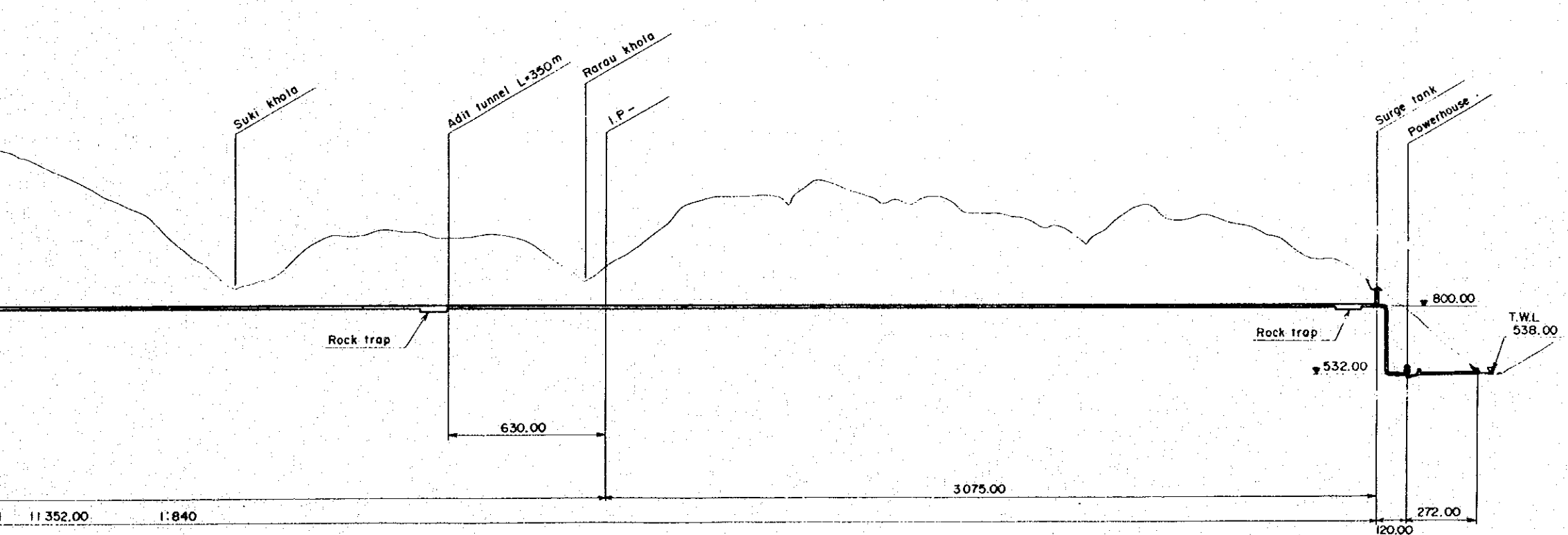
PROFILE



PLAN

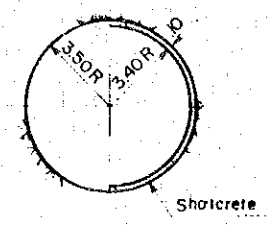


PROFILE

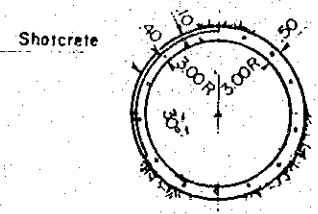


TYPICAL SECTIONS

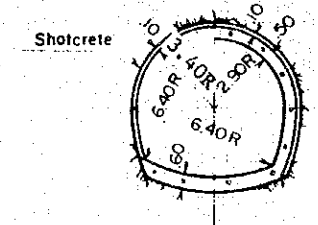
UNLINED (T.B.M) SHOTCRETE (T.B.M)



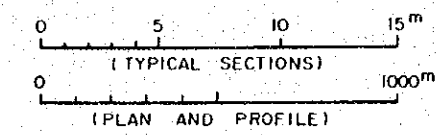
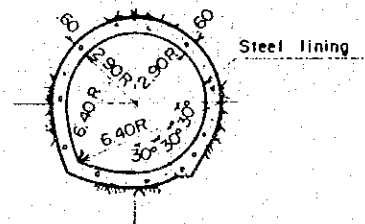
CONCRETE LINED (T.B.M)



SHOTCRETE CONCRETE

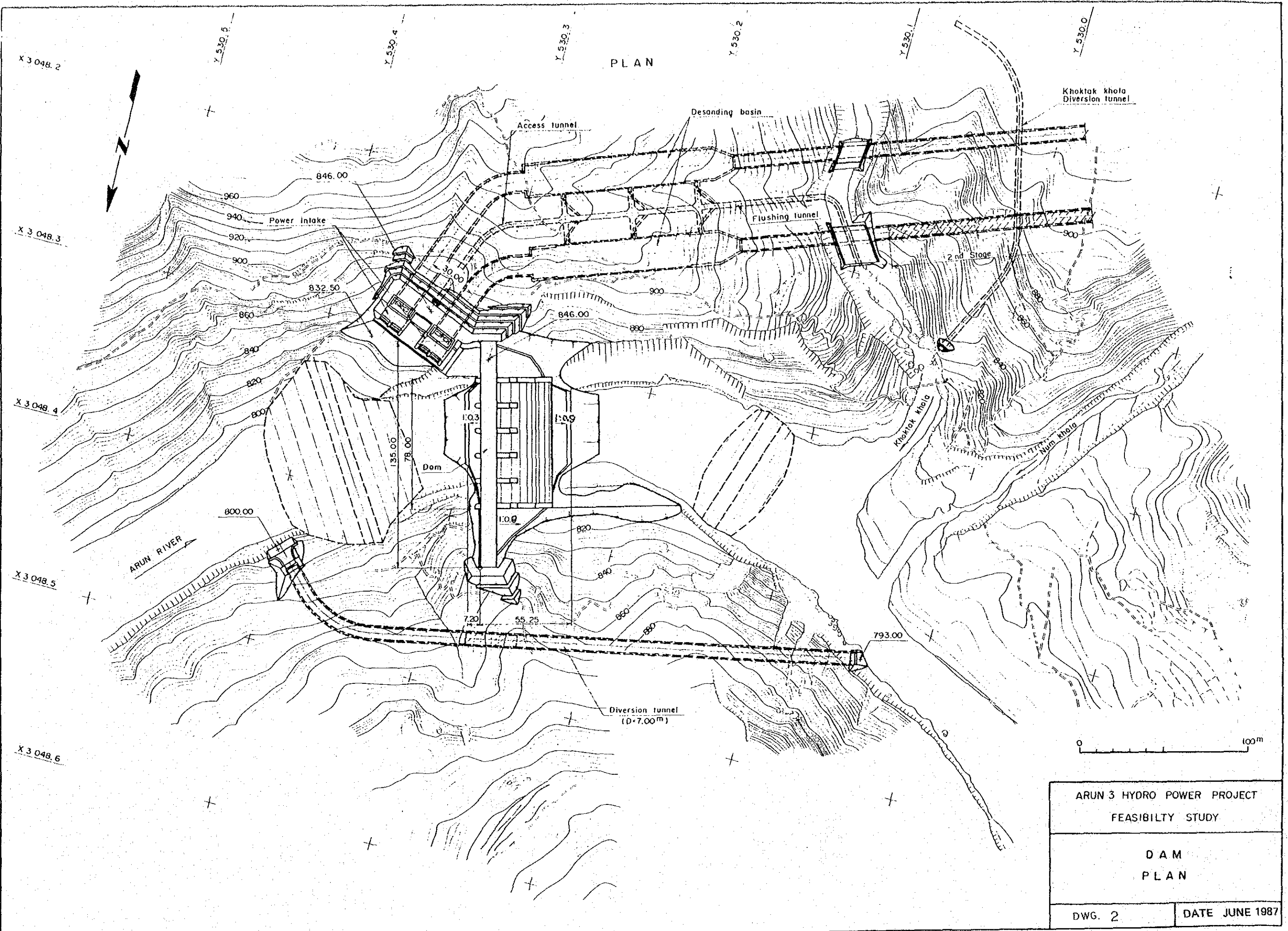


CONCRETE STEEL LINING

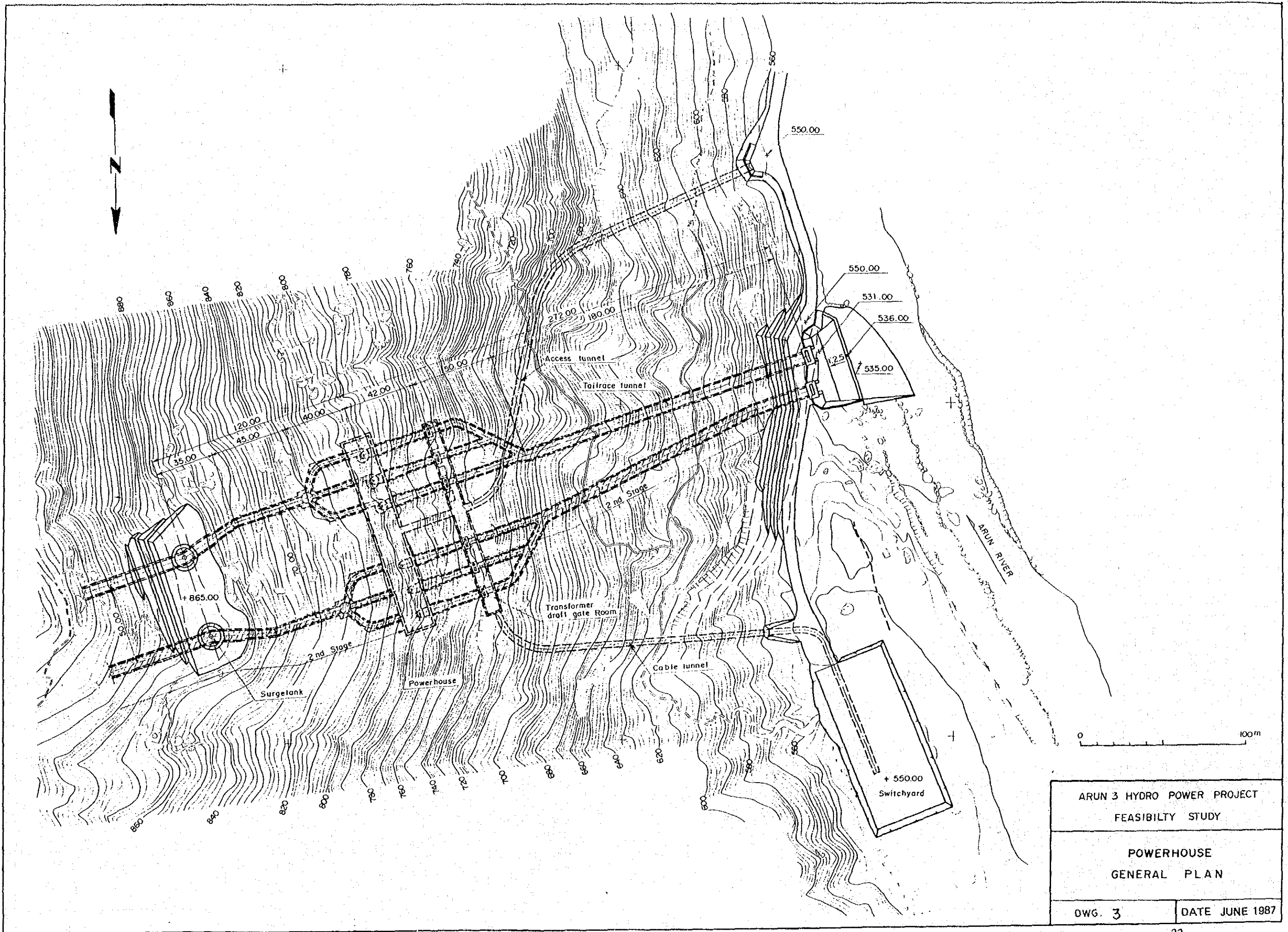


ARUN 3 HYDRO POWER PROJECT FEASIBILITY STUDY	
WATERWAY GENERAL PLAN AND PROFILE	
DWG. 1	DATE JUNE 1987

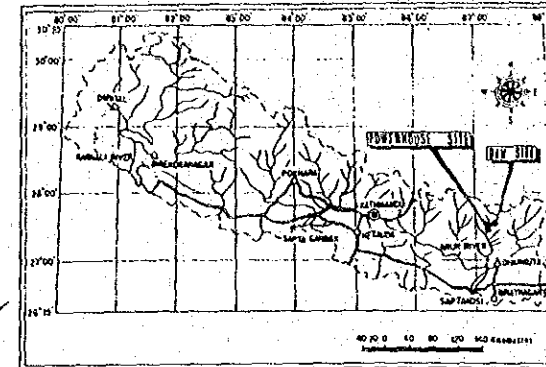
PLAN



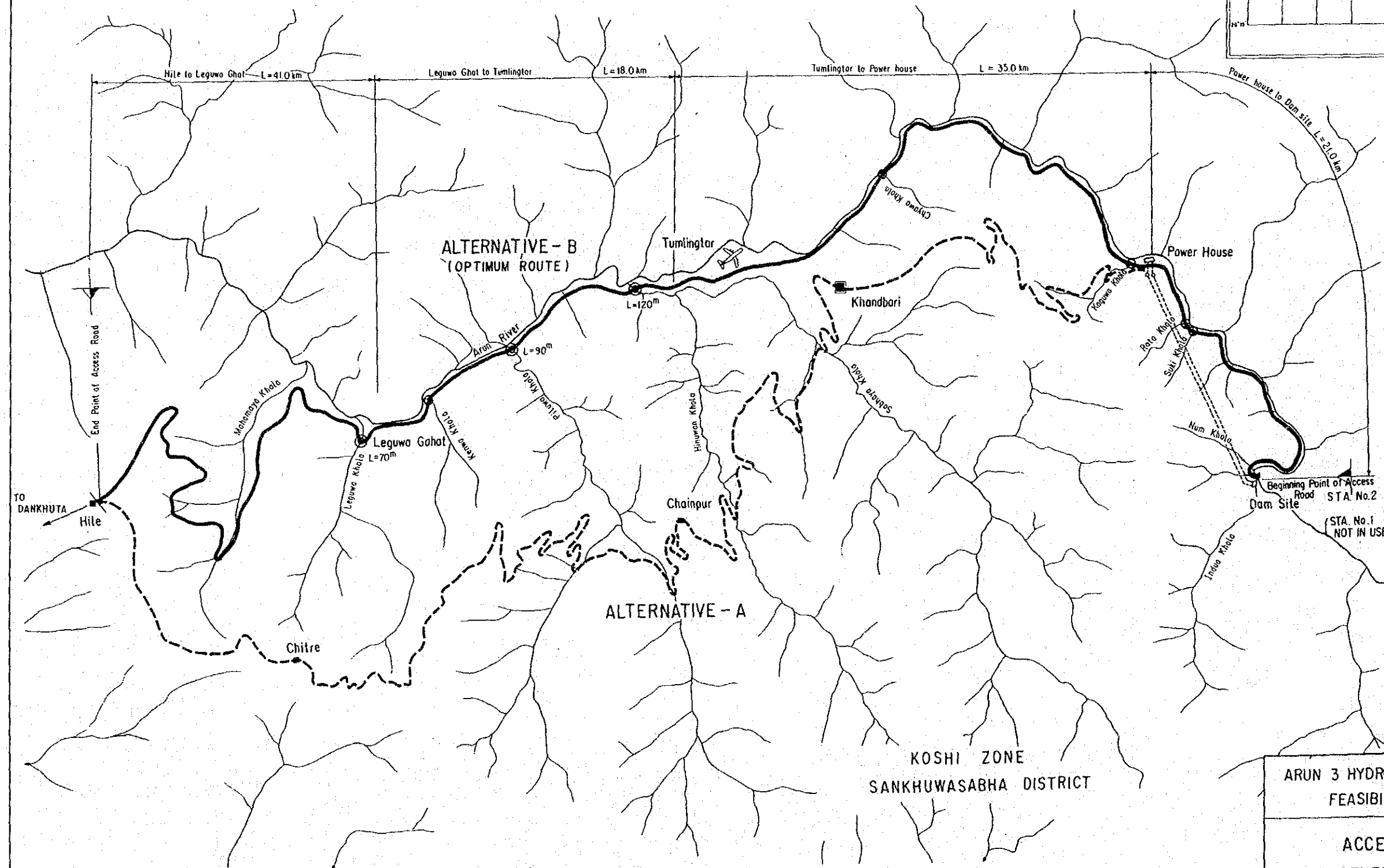
ARUN 3 HYDRO POWER PROJECT	
FEASIBILITY STUDY	
DAM	
PLAN	
DWG. 2	DATE JUNE 1987



KEY MAP



SCALE 1 : 100 000
0 1 2 3 4 5 km



LEGEND

- Major town
- District headquarter
- Optimum Route (ALT - B)
- - - Other Route (ALT - A)
- ⌒ Major Bridge
- L = Approximate Span Length (meter)
- ⌒ Short Span Bridge (Less than 60m)
- Y Tributary
- ✈ STOL Airfield

ARUN 3 HYDRO POWER PROJECT
FEASIBILITY STUDY

ACCESS ROAD
GENERAL PLAN

DWG. 4 DATE JUNE 1987

Fig. 3 Transmission System of Arun 3 Project

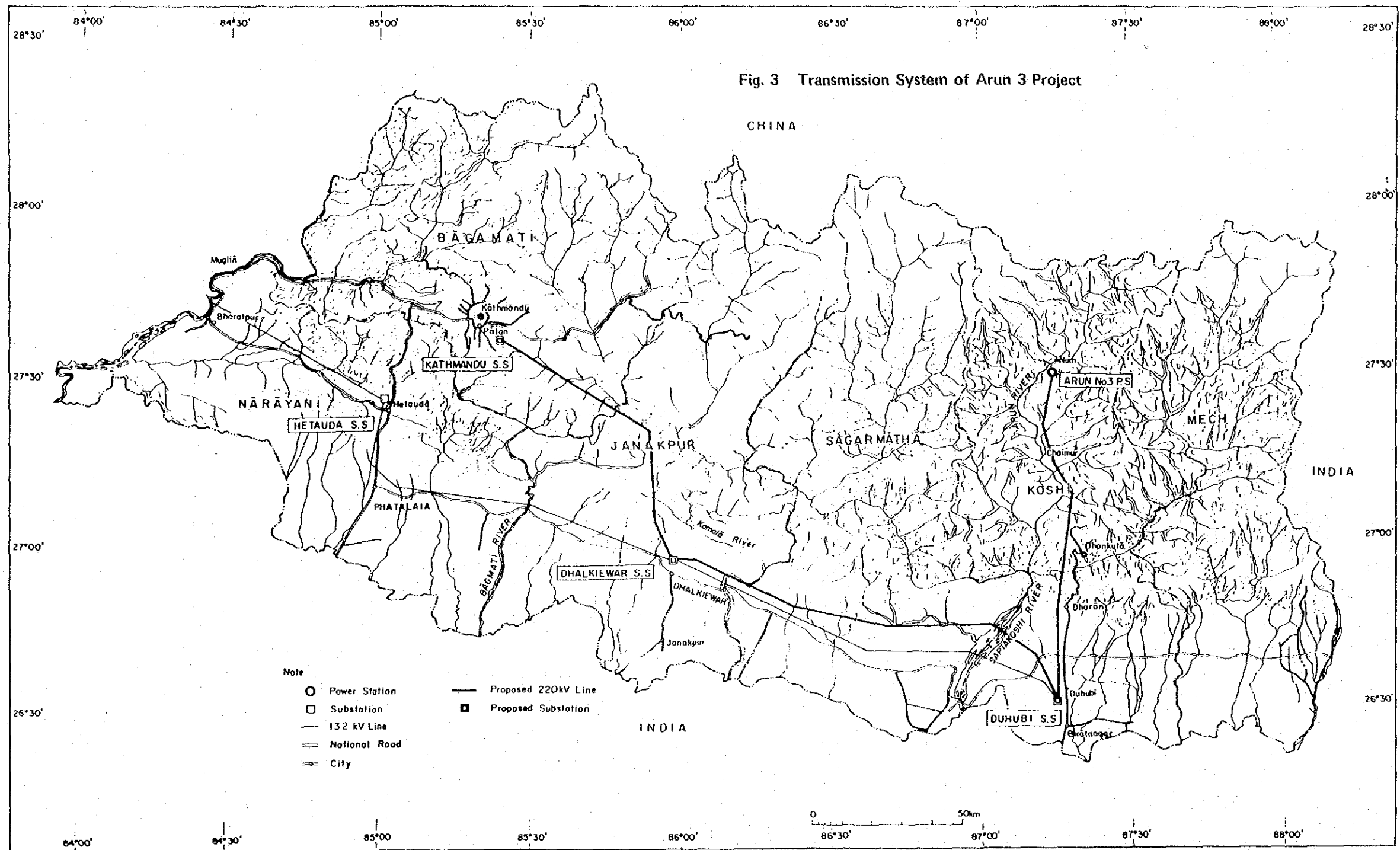


Fig. 4 Construction Schedule (1st & 2nd Stages)

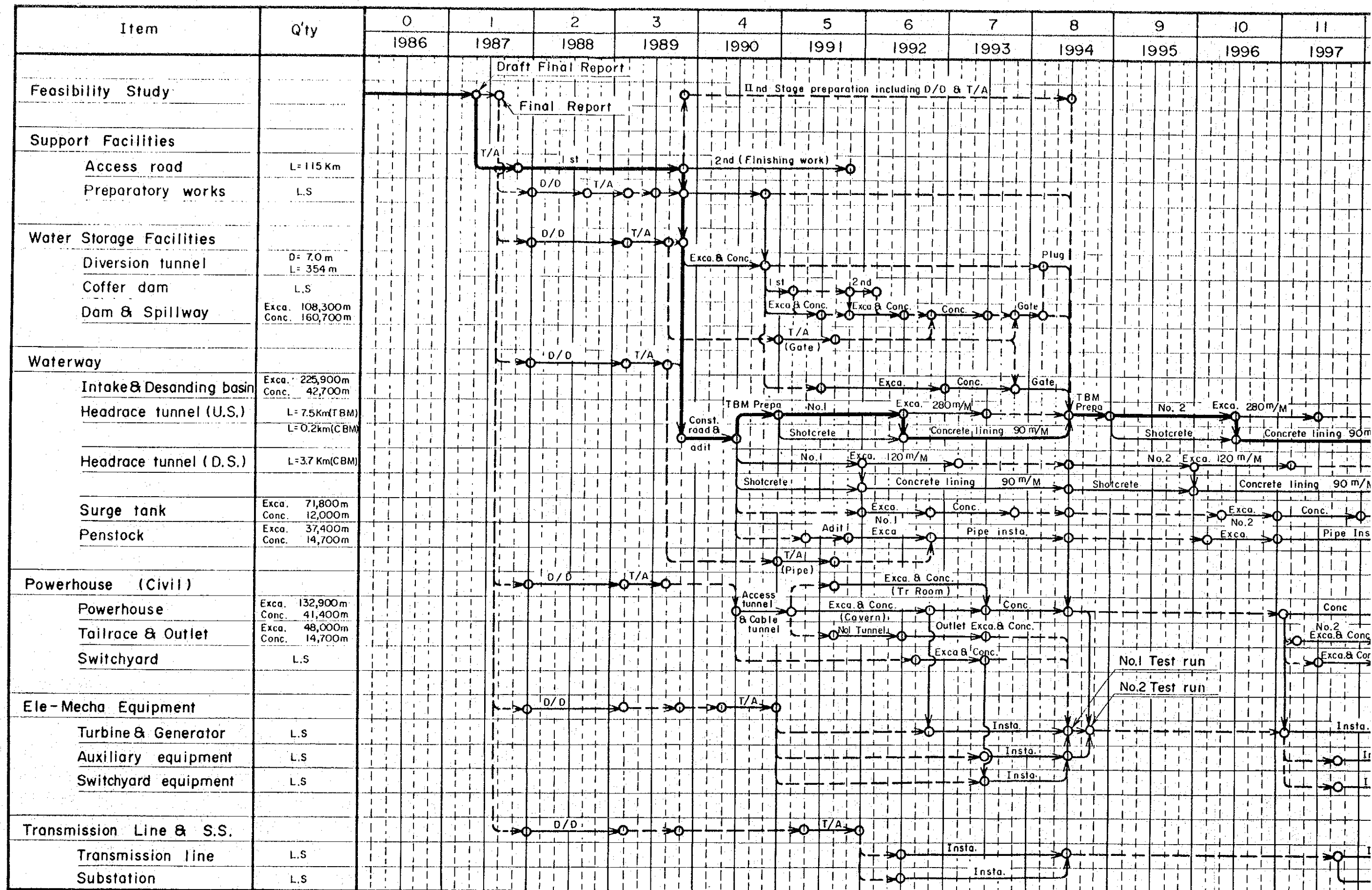
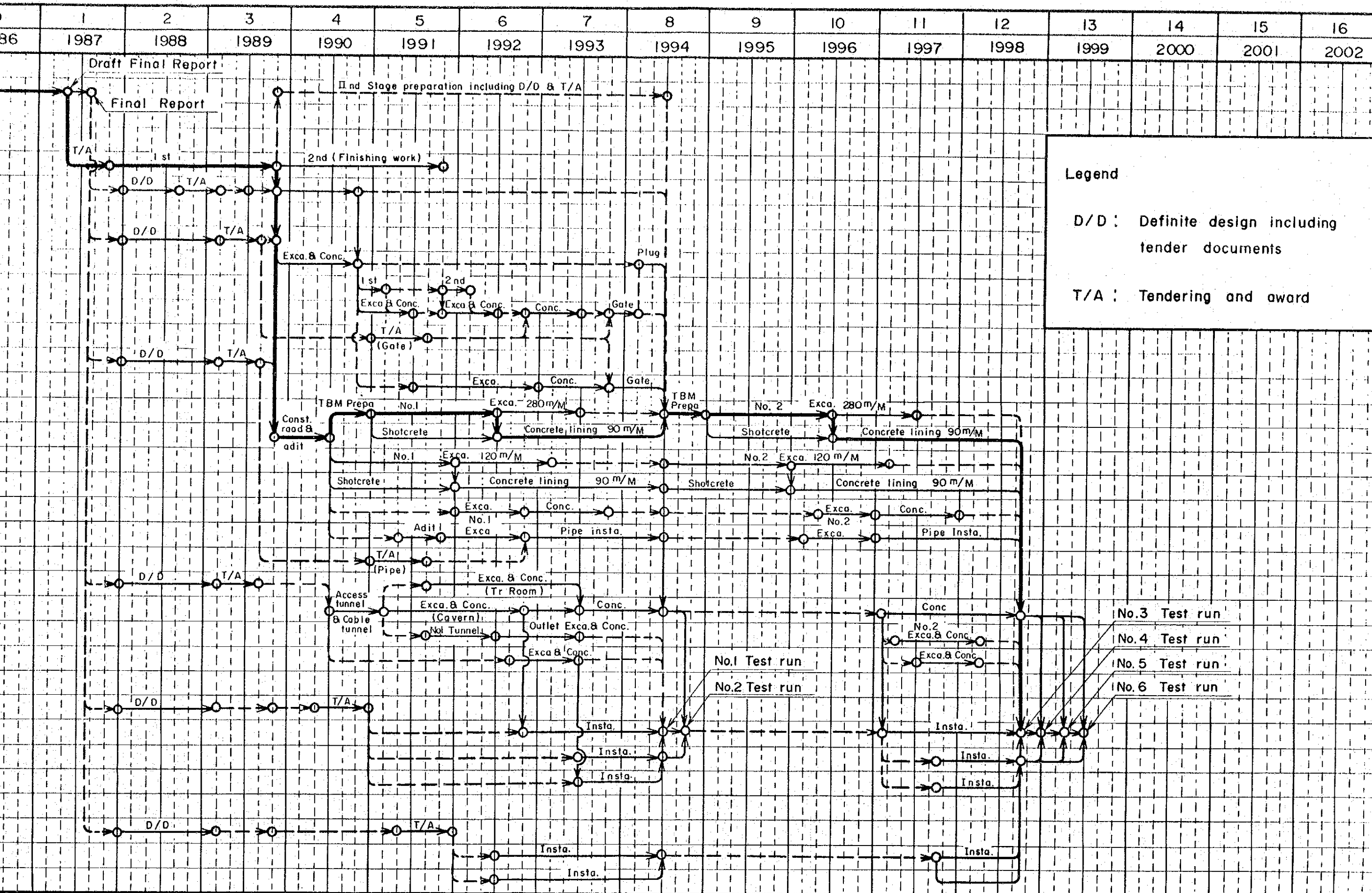


Fig. 4 Construction Schedule (1st & 2nd Stages)



JICA