

ネパール王国

クリカニ地点開発計画

予備設計報告書

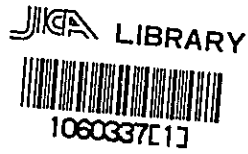
昭和38年 11月

海外技術協力事業団

ネパール王国

クリカニ地点開発計画

予備設計報告書



昭和 38 年 11 月

海外技術協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 21	116
登録No.	01070	64.3
		KE

## は し が き

日本政府はネパール王国政府の要請により、1968年度において、クリカニ地点開発計画現地調査並びに、予備設計を行う事とし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。事業団は本開発計画の同国における緊要性に鑑み、その効果的な実施を期して、関係の政府機関、団体並びに諸会社の協力の下に、調査団を編成派遣し、1968年2月より同年5月迄の約3ヶ月間現地調査を行った。この調査は現地における自然的・地理的悪条件にも拘らず、団長はじめ団員各位の非常な努力と、ネパール王国政府当局の緊密な協力とによって、円滑に実施され、多大の成果を挙げて全員無事帰国した。

現地調査に引続いて、国内において調査成果の整理検討並びに予備設計が行われた。これらの作業は日本工営株式会社へ委託して実施され、今ここに予備設計報告書として提出の運びとなった。

本報告書が、王国政府喫緊の要務である、首都カトマンズ並びに新興工業都市ヘタウラの電力需給の改善、産業の振興に役立ち、日・ネ両国の相互理解に寄与できればこれにまさる喜びはない。

終りに、困難な現地調査に当られた調査団長始め団員各位、並びに予備報告書作成に当られた関係者各位の御労苦に改めて感謝申し上げますと共に、調査団の派遣に御協力頂いた外務省、在外公館、国際建設技術協会、諸会社の方々に対し、この機会をかりて厚く御礼申し上げます次第である。

昭和38年11月

海外技術協力事業団

理事長 波 沢 信 一

## 序 文

1960年4月ネパール国王ご来朝の際、ネパール副首相より申入れた援助要請に対し、日本首相は技術援助をもって応える用意がある旨を明かにした。この技術協力は、多目的小水力開発の面で行うのが望ましいと結論されて、1960年と1962年の2回にわたり、技術調査団が派遣されて成果を挙げた。今回のクリカニ地点開発計画の調査は、これらに引続いて、実施されたものである。

本計画は、1956年にスイス調査団により踏査が行われ、以来中部ネパールにおける有力な開発地点として着目されていたものであるが、近年首府カトマンズ周辺および新興の工業地区へタウラの電力需要漸増の観点から、本計画の開発の必要性が痛感されるに至り、ネパール王国政府は、投資前基礎調査に対する技術協力をわが国に要請した。この要請に基づき、日本政府は海外技術協力事業団に必要な人員派遣を依頼し、事業団はクリカニ計画調査団を編成してネパールに派遣した。調査団は下記6名により編成された。

調査団長	一宮隆夫	日本工営株式会社
地質担当	境田正宣	日本工営株式会社
砂防担当	村野義郎	建設省土木研究所
送電線担当	岡田統夫	川崎重工業株式会社
測量担当	岩端和世	日本工営株式会社
試錐担当	小池一夫	河合ボーリング株式会社

この調査団による現地調査は1963年2月より5月にわたって行われ、ネパール王国政府厚生かんがい動力省電気局の緊密な協力の下に、ネパール滞在中に予備設計報告書作成に必要な現地調査すべてを完了した。予備設計報告書作成の作業は、日本工営株式会社に依頼され、同社社長久保田豊氏の指導と上記各団員協力のもとに行われ、1963年11月に完了した。

クリカニ計画は発電を主目的とする。本計画は中部ネパールにおける将来の電力需要増加に十分に応じうるものであり、なおかつ、その下流に開発可能な地点を有するものである。よって、本計画は早期開発に適するものとして、推奨に値するものである。

ネパールの山森は、概して甚だしく荒廃しているにもかかわらず、従来この方面の調査は全く行われていなかった。今回の調査団によるこの方面の調査と対策は、本報告書にあわせて所載されている。これはクリカニ川流域より演繹して本問題を論じたもので、ネパール国に提出される最初の砂防に関する論文である。

## 感 謝

日本調査団は、ネパール滞在中厚生かんがい動力省の電気局技師長ラム・ブラサド・ネパール氏、同局局員特に同局才三部技師ブルナ・ブラサド・アディカリ氏にお世話になつたのでここに感謝の意を表す。

また我々は湖水に関して、アメリカ合衆国ネパール援助団水文技師ダニエル・エミール・ハベルカ氏およびスイス国派遣技師国連側前カルナリ計画調査所長アルフ・デ・スピンドラ氏の助力を得、計画地域の地形図はスイス連邦技術研究所の手によるものを利用して頂いた。

## 文 献

1. A Water Resources Investigation program for Nepal Prepared by United States Geological Survey in Cooperation with The Government of Nepal and the United States Operations Mission to Nepal, April 1962.
2. Report to the Government of Nepal on Irrigation by Food and Agriculture Organization of the United Nations, S. Theuvenet, September 1958.
3. Report on Hydro-Electric Investigations by Preece, Cardeu & Rider, Consulting Engineers, R. G. Kilburne, Chief Engineer to Government to Nepal, May 1949.

# 目 次

ま と め.....	1
第 1 章 計画地域の現状.....	5
第 2 章 地質と水文.....	9
第 3 章 中部ネパールにおける将来の電力需要.....	17
第 4 章 発電計画.....	20
第 5 章 工期と工費.....	33
第 6 章 送電線と道路.....	37
第 7 章 砂 防.....	45

## ま と め

クリカニ計画地点は、ネパール王国の首府カトマンズの西南約 30 Kmの所にある。クリカニ川は、カトマンズ盆地を排水して南方のインド国境まで流下するバグマティ川の支流である。またクリカニ川の南約 5 Kmの所に、ガンダク川水系に属するラブティ川が流れている。クリカニ計画の主目的は、クリカニ川をトンネルでラブティ川に流域変更し、その間の落差を利用して発電を行うものである。

カトマンズ市を中心とするカトマンズ盆地は、ネパールで最も人口密度が高く、約 50 万人の人口を有するが、現在の推定電力需要量 6,000 kW に対し、既設の発電設備容量は 4,800 kW しかないので、発電所で電圧を落して調節している。このような現状であるから、電力需要者が多いにもかかわらず、新規加入は許されていない。

従つて、潜在需要も加えれば、現在の尖頭負荷は優に 10,000 kW を越すものと思われる。

カトマンズ盆地およびその周辺にはいくつか発電計画が立てられている。そのうち主なものは、建設中のトリスリ水力発電所 (18,000 kW) , およびバナウティ水力発電所 (2,400 kW) である。

カトマンズから南西に約 60 Km , インド国境に至る途中にヘタウラ地区がある。この地区は政府が工業地区に指定し、各種工場を予定しているが、その計画はほとんど完了し、建設工事も間もなく着工される予定である。しかし現在は電力源が皆無であり、出力 4,500 kW のディーゼル発電所が計画されている。

また、カトマンズからヘタウラ、さらにビルガンジ (インド国境) を結ぶ送電線が計画されており、これらの計画が順調に進めば、1965 年には、新・旧発電所合計出力 22,000 kW が一つの送電線にのることになる。

しかし、電力需要の増加を考えると新しい電力源が開発されるにつれて、一般需要・工業需要ともに急激に伸びることが予想されるから、この発電設備だけでは 1968 年には早くも不足を来すものと推定される。

従つて、クリカニ計画を設計するに当つては、その包蔵水力をできる限り完全に利用することが必要である。この趣旨から、以前考えられていたよりも計画が大きくなり、本流のみならず二つの隣接する支川も流域変更して利用することにした。以下は本発電計画の概要である。



(1) 水 源

流 域	流域面積 ( $\text{km}^2$ )	流 量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	
		年平均	最 小
クリカニ川	120	3.2	0.9
チャケル川	30	0.8	0.2
シム川	7	—	0.2
計	157		1.3

(2) 貯 水 池

常時満水位 : EL. 1,570 m  
低水位 : EL. 1,533 m  
有効水深 : 3.7 m  
貯水容量 : 総貯水容量 40,600,000  $\text{m}^3$   
無効貯水容量 8,500,000  $\text{m}^3$   
有効貯水容量 32,100,000  $\text{m}^3$   
調節後の常時使用水量 : 3.3  $\text{m}^3/\text{sec}$

(3) 本 ダ ム

型 式 : ロックフィル型  
堤頂標高 : EL. 1,573 m  
堤頂長 : 190 m  
堤頂巾 : 6 m  
堤 高 : 8.5 m  
堤 体 積 : 1,550,000  $\text{m}^3$   
余水吐型式 : 横越流余水吐  
余水吐容量 : 常時満水位において 1,200  $\text{m}^3/\text{sec}$

(4) 水 路

\*チャケル川溪流取入 : 長さ1.2km, 径2.5mのトンネルと取水設備  
本 取 水 路 : 長さ4.7km, 径2.5mのトンネル  
シム川溪流取入 : 取水設備と竪坑

サージタンク : 制水口付, 径 8 m  
水 圧 管 路 : 鉄管トンネル内に敷設, 1 案, 長さ 843 m

(5) 発 電 所

基 準 落 差 : 440 m  
最大使用水量 :  $7.6 \text{ m}^3/\text{sec}$   
水 車 型 式 : 垂直軸ペルトン型  
\* 設 備 容 量 : 26,000 kW (13,000 kW 2 台)  
常 時 出 力 : 11,000 kW  
可能発生電力量 : 116,100,000 kWh (発電所端)

(6) 送 電 線

延 長 : カトマンズまで 30 Km  
ヘタウラまで 22 Km  
変 電 所 : カトマンズ・ヘタウラ 各 1 カ所

工費はダムおよび発電所が 16,550,000 米ドル, 送電線と変電所が 1,650,000 米ドルと見積られるので, 送電線を含まない 1 kWh 当りの建設費は, 14.3 セントとなり, 金利を 5.5%, 減価消却費を 1.38% とし運転費を加えれば電力原価は 1 kWh 当り 1.09 セントとなる。現在カトマンズでは, 輸入燃料を用いているので, 1 kWh 当りの電力原価は 5 セントであるから, 上記電力原価は著しく低廉なものといえる。

将来の電力需要の増加に過不足なく応じ, また, 初期の投資額を減じるためには, 工事を二段階に分けて行うことが望ましい。第一期には水車・発電機をそれぞれ一基とし, チャケル川の取水口およびトンネル(\*印)を除くものとするれば第一期・第二期の建設費はそれぞれ 14,550,000 米ドル, および 2,000,000 米ドルとなる。

第一期分の工事は, 準備期間も含め 4 年を要するので, 1968 年に現われるであろう電力の不足に応じるためには, 第一期工事は 1964 年, 遅くとも 1965 年には着工し, 1 年を要する第二期工事は 1970 年に着工することが望ましい。

クリカニ発電所から下流ヘタウラに至る間でラブティ川は, 600 m 以上の落差を持つから, クリカニ川から流域変更した流量を併用すれば, 相当量の電源の開発が可能である。すなわち二つの発電所により, 総工費 19,000,000 米ドルで 44,000 kW の設備容量が新たに開発でき年間発生電力量 195,000,000 kWh が得られることになり, クリカニ計画を含めた平均の 1

kWh 当りの建設費は11.4 セントという安価なものになる。

はじめ、クリカニ川の堆砂は非常に多いものと思われていたが、調査の結果問題ないことが判り、従ってダム寿命も非常に長いものと推定される。

ラブティ流域はかなり荒廃しているから、しかるべき対策が望まれる。この報告書の才7章にはピンペティ近くのカニ川に関する砂防計画の設計例を載せてあり、一般的な対策については、これによつて演繹される。

送電線に関しては、建設費を最小にするためには、旧索道の路線を利用するのがよいが、この旧索道の旧構造物は利用しない方が安くあがる。(才6章参照)

また、本計画に付随して、カトマンズ・ヘタウラ間の交通事情を改善できる可能性が出てくる。ただし、これには、別に多額の建設費を必要とするから、この道路計画を本計画の付帯として実施することは困難であろうが、クリカニ計画の機械や設備はこの道路計画を実現化する一つの有力な要素となるであろう。(才6章参照)

このようにクリカニ計画は実現するに値する優れた計画であることを結言する。

## 才 1 章 計画地域の現状

1.1 ネパールはアジア大陸の内陸、インドと中共領チベットにはさまれ、長さおよそ 800Km 巾 180Km の北西から南東に延びる平行四辺形をなしている。

総面積は 140,700Km<sup>2</sup>あり東経 80°と 88°15' , 北緯 26°30' と 30°15' の間に位置し人口はおよそ 900万である。

1.2 ネパールは世界に名だたる山岳国であつて、長手方向には 3つの山脈が平行に走っている。すなわち南からツワリク山脈・マハバラト山脈・ヒマラヤ山脈と並び、これらの山脈のためにネパールは 4つの異つた地域に分たれている。

カトマンズ盆地はマハバラト山脈のすぐ北側、長手方向の東より約 1/3 の位置にある。このカトマンズ盆地は、分水嶺内の面積が約 600Km<sup>2</sup>あり、カトマンズ市・パタン市・パドガオン市を含み、人口約 50万といわれネパールの中心をなしている。

1.3 クリカニ計画地点はカトマンズの南西約 30Kmの所にある。クリカニ川は、カトマンズ盆地の水を集めて南下しインド国境を通り、ガンジス河に合流するバグマティ川の支流である。クリカニ川の流域面積はダム予定地点で約 120Km<sup>2</sup>あり、カトマンズ盆地の南西部に隣接している。ダム予定地からおよそ 6Kmの所に、ラブティ川沿いのピンベディ町がある。ラブティ川はガンダク河という別の水系に属する。このガンダク河もまたネパールの中央部の水を集めた後、ガンジス河に注ぐ。

クリカニ川のダム予定地点における河床とピンベディ町近くのラブティ川との間には約 350m の標高差がある。

1.4 ピンベディ町から約 30Kmの所に新興の地ヘタウラ市がある。ヘタウラ市はマハバラト山脈とツワリク山脈の間の盆地にある。この地区はネパールの工業地区に指定され、セメント、紙、せつけん、織物、製材等の種々の工場が計画されている。

この計画はほとんど決定し、建設工事も間もなく始められることになっている。

1.5 ネパールはそのほとんど全土が高い起伏の多い山に覆われているため、国内交通が極端に阻害されてきた。交通は一般に、人と荷運びの動物の通るだけの道に頼るしかない。しかし中部ネパールには二、三例外が見られる。すなわちカトマンズからバインセドバンま

での“トリブバン・ラジパット道路”と呼ぶ舗装道路，バインセドバン からピンベデイまでの道路，バインセドバンからビルガンジ（インド国境）までの道路があり，これらの道路は自動車通行が可能であり，またカトマンズに至る新旧二線の索道（旧索道はダルシン，新索道はヘタウラをそれぞれ起点とする。）があり，南部の平原には小規模の鉄道がある。このようにピンベデイ町にはカトマンズからもインド国境からも自動車で行くことができる。

- 1.6 ネパールは全体的に急峻な山地からなり，侵蝕が非常に盛んである。その上，クリカニ流域に限らずネパールの住民は，一般に森林に対する認識が不足し，当然森林として保存すべき地域で農業や畜産が営まれている。その結果
- 1) 河川の流況が悪くなり，発電水力・かんがいの開発にとって不利となる。
  - 2) しばしば，山くずれ，地すべり，あるいは山津波が発生して，大きな災害を起している。この例は最近，トリスリで見られた。
  - 3) 表面侵蝕・山くずれ・地入りなどから流出する土砂が多いので河床および流路が非常に不安定になっており，洪水による被害を激化している。この例はラプティ川のヘタウラ付近のアダマール部落付近で見られる。

以上のような悪情況はなお進行中であるが，何らの調査も対策も行われていない。

- 1.7 クリカニ計画は，最初にスイス・ネパール開発調査団（the Swiss-Nepal Forward Team）が1956年に踏査し，開発計画地域の縮尺1万分の1の地図を作製し，これに基づいて計画を立てたものである。これによれば，全落差を利用するのに二つの発電所を設けまた当時インドから自動車交通のできなかつたカトマンズまでの自動車道路を開設するために水路トンネルと道路トンネルを併用しようというものであった。これら2発電所の計画設備容量はそれぞれ2,900kW（上流発電所），6,600kW（下流発電所）合計9,500kWであった。この提案により本計画は中部ネパールにおける有力な計画として知られるようになった。

- 1.8 クリカニ計画の主目的は発電である。クリカニ計画が最初に提案されて以来，12年以上経た現在では電力の需要も大巾に伸びつつあるので，日本調査団は，包蔵水力を最大限に利用すべく少々逸つた観点から，この計画を取扱つた。

計画の概要は次の通りである。(図面No.1および2参照)

- (1) クリカニ川に高いダムを建設し、貯水池を造成する。この貯水池は年間を通じて、流量の調節が可能であり、二つの隣接支流の流量も取り入れる。
- (2) 調節した流量をラブティ川に流域変更して発電する。最初の発電所で約440mの落差が得られ、さらに下流2段階で約600mの落差が得られ、合計1,000m以上の落差が利用できる。
- (3) 発電した電力を計画地点から遠くないカトマンズ地区とヘタウラ地区に送電する。

1.9 「クリカニ計画日本調査団」による現地調査は、1963年2月始めから同年5月始めにかけて、ネパール王国政府電気局の緊密な援助の下に行われた。

調査団は、土木技師2名、砂防技師1名、機械技師1名、地質技師1名、ボーリング技師1名の計6名により構成された。調査団は予備設計報告書作成に必要なすべての現地調査を、ネパール滞在中に完了した。

調査団がネパールで行った作業の概要は次のようである。

1.10 地形測量：スイス・ネパール開発調査団(Swiss-Nepal Forward Team)によつて、1956年に作成された縮尺1万分の1の地形図を基にして測量が行われたが、この地図は非常に正確であることが、此の度の調査で判明した。調査団は必要な水準測量、構造物建設予定地点の地形測量およびクリカニ川・ラブティ川の必要部分の河川縦断測量を行った。主な結果は付録Iに収めてある。

1.11 地質調査：全計画地域にわたり、地質技師により踏査が行われた。ボーリング技師による試錐は5地点で行った。すなわち上流ダム地点で2カ所、下流ダム地点で2カ所、発電所地点で1カ所であり試錐の合計は41.4mである。

柱状図は付録Iに収めてある。

1.12 砂防調査：砂防技師により下記の如く広範囲の踏査が行われた。

- (1) ダム地点より上流 および下流、バグマティ川合流点までのクリカニ川全流域。
- (2) バインセドバンまでのラブティ川流域。

当初は、クリカニ川の堆砂は非常に多いと考えられていたが踏査の結果、上流地域の堆砂には問題ないことが判明した。そこでこの踏査の後、砂防工事の実例を示すためにチサ

パニガリ近くの大きな地回り地点の測量を行った。

踏査の結果は付録Ⅰに、また設計例を含む一般的な砂防計画については独立して才7章に収めた。砂防に関してネパールで取り扱われたものとしてはこの報告書が最初のものである。

1.13 送電線測量；調査団により、ヘタウラからカトマンズに至る送電線予定路線に沿って踏査と測量が行われた。このルートは、ほとんど旧索道沿いに選ばれ、新規に送電線を建設する場合と新索道完成後不用となる旧索道の施設を送電線に活用する場合とを比較検討した。後者については旧索道の既設構造物についてもこまかい検討を行った。本件は才6章に収めてある。

1.14 資料の収集；調査団は計画設計に必要な気象・水文資料、関係文献、既設の発電・かんがい施設・交通機関等必要資料を集めた。資料は概して、予期した通りには集まらなかった。これらの資料の中で直接設計に必要なものは付録Ⅱに収録してある。

1.15 報告書の作成；調査団による現地調査の完了後、報告書作成に必要なすべての作業は、主として東京のコンサルタント会社日本工営株式会社の手により、同社社長久保田豊氏の指導および調査団員の協力の下に、行われた。

1.16 加えて、クリカニ計画から間接的にはあるが、カトマンズからピンペデイまでの旧街道沿いに新しい自動車道路の建設が可能となる利点が出てくる。トリブバン・ラジパット道路はその機能が満足とは言えないので、この自動車道路はカトマンズに至る交通事情を著しく改善するであろう。この点については才6章で述べる。

## 才 2 章 地 質 と 水 文

2.1 クリカニ川の水源は、バグマティ川・トリスリ川・ラブティ川の流域と境を接するマハバラト山脈の山地に発する。したがって、クリカニ川は、ネパールにおける他の大きな水系が持つような、氷河水源は持っていない。故に流量は  $120\text{Km}^2$  の自己流域の降雨のみに影響される。

2.2 流域はマハバラト山脈の一部に属し、頁岩・粘板岩・砂岩・角岩・片岩および、砂岩と粘板岩の互層、それを貫く花崗岩からなる。薄床をなす粘板岩の中には、床面沿いに黄銅鉱の進入がしばしば見られ、流域内数ヶ所に銅鉱床を形成していて、これらの中には、かつて採鉱されたものもある。鉱床付近の部落には原始的な方法で精錬された跡がある。

将来、水力が開発されて、交通が改善された時に、これらの鉱床が有利に開発されるかも知れないという期待を以て、鉱床の一部を踏査した。しかしこれらの鉱床はいずれも低品位でかつ、埋蔵量も小さいので有利に開発することは不可能に近いであろう。

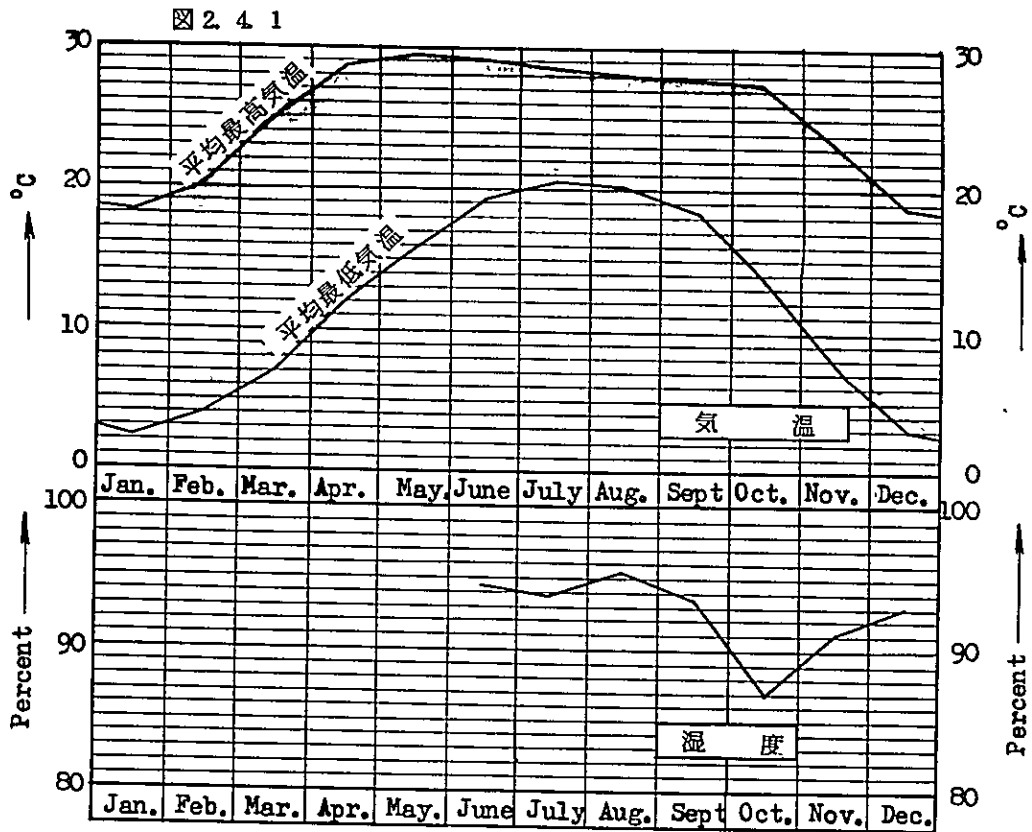
各構造物地点の地質上の詳細は夫々の関係項に挙げる。

2.3 流域内の植被は長期にわたって人為的に荒されて、一般に貧弱であるが、その割に山腹の崩壊は激しくない。旧街道がこの流域を横切っている。トリブバンラジパット道路が完成する十数年前まで、この街道はカトマンズからピンペディを通りインド国境を結ぶ重要な道路であった。この街道はダム地点、鉄管路、発電所など、本計画の構造物地点に沿って走っているが今日では、歩行者や荷運びの動物がわずかに通るだけである。

2.4 クリカニ流域の気象に関しては、過去に観測が行われたことがなく、全く判っていない。しかしクリカニ流域はカトマンズ盆地に接しており、緯度も標高もほとんど変わらないのでその気象はカトマンズ盆地のものと非常に似たものと思われる。

カトマンズではある程度の気象観測が行われている。図 2.4.1 は温度および湿度を示す。この地域の気候はモンスーンの影響を受け、大陸性亜熱帯気候に属するものと思われる。





2.5 カトマンズの雨量観測は、約 60 年間続けられている。詳細資料全部は入手できなかったが、降雨の傾向を知るために十分な資料を、収集することができた。これらの資料は、他の必要資料と共に、付録Ⅱに収めてある。平均月降雨量は下表の通りである。

表 2.5.1

(単位: mm)

月	29 年間 平均 雨量 (1940 年まで)	40 年間 平均 雨量 (1940 年まで)
1	25	27
2	22	6
3	28	33
4	49	49
5	102	105
6	234	226
7	379	352
8	372	373
9	187	152
10	58	51
11	4	4
12	8	4
合計	1,468	1,382

上表からわかるように、モンスーンは5月から9月までの5ヶ月間続きこの期間が雨季であとの7ヶ月間は乾季である。この雨季中に降る雨は年降雨量の85%以上に達する。

2.6 クリカニダム地点の測水は、自記水位計と流速計による定期的な流量測定によって、1962年12月から電気局の手により始められた。入手した資料は全面的に信頼できるものである。

さらに、カトマンズ盆地内周辺の流量資料を若干入手したが、これは1952年後半におけるチャパール、スンドリジャルなど9ヶ地点の記録である。

発電水力の計画を行うためには、長期間にわたる流量資料が必要なことはいうまでもない。しかしクリカニ流域の水文条件がカトマンズ盆地のそれと相似しているという仮定の下に、不十分ながら、これらの資料によりかなりの検討を行うことができる。

2.7 クリカニ川の年間流出は、その約80%が雨季5ヶ月間に集中し、乾季の流量は、単に流域の山地の地下水に依るものであり、山地の貯留しうる地下水量は一定のものであるから、乾季流量は徐々に減少しつつ、毎年一定値に近づくということは容易に考えられる。よって、乾季に実測されたクリカニ川の流量資料が、毎年の乾季流量を表わすと考える。最少乾季流量は $0.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度である。

従って、平水年の雨季の月平均流量を推定することが、根本問題となる。

2.8 下表は1952年後半のカトマンズ盆地内周辺の流量資料の集計であって、 $100 \text{ km}^2$ 当りの比流量に換算したものである。

観測地点は図2.8.1に示されている。

表 2 8 1

(単位：m<sup>3</sup>/sec/100km<sup>2</sup>)

観測地点	i *1	ii	iii	IV	V	Vi	VII *2	VIII	IX	
流域面積 (km <sup>2</sup> )	5970	499	162	214	207	130	337	414	246	
一九五二年の月平均流量	6月	161		292	(058)	248	335			
	7月	762		436	405	734	1415	476	622	
	8月	1119	(204)	1199	967	754	1738	2833	734	1496
	9月	941	1204	846	785	952	1669	2528	575	959
	10月	253	464	311	250	219	470	763	183	291
	11月	181	218	206	108	165	290	380	101	141
	12月	063	187	185	089	119	198	254	050	074
位置	← カトマンズ盆地南部 →				← カトマンズ盆地北部 →					

註：\*1 チヤパール， \*2 スンダリジャル

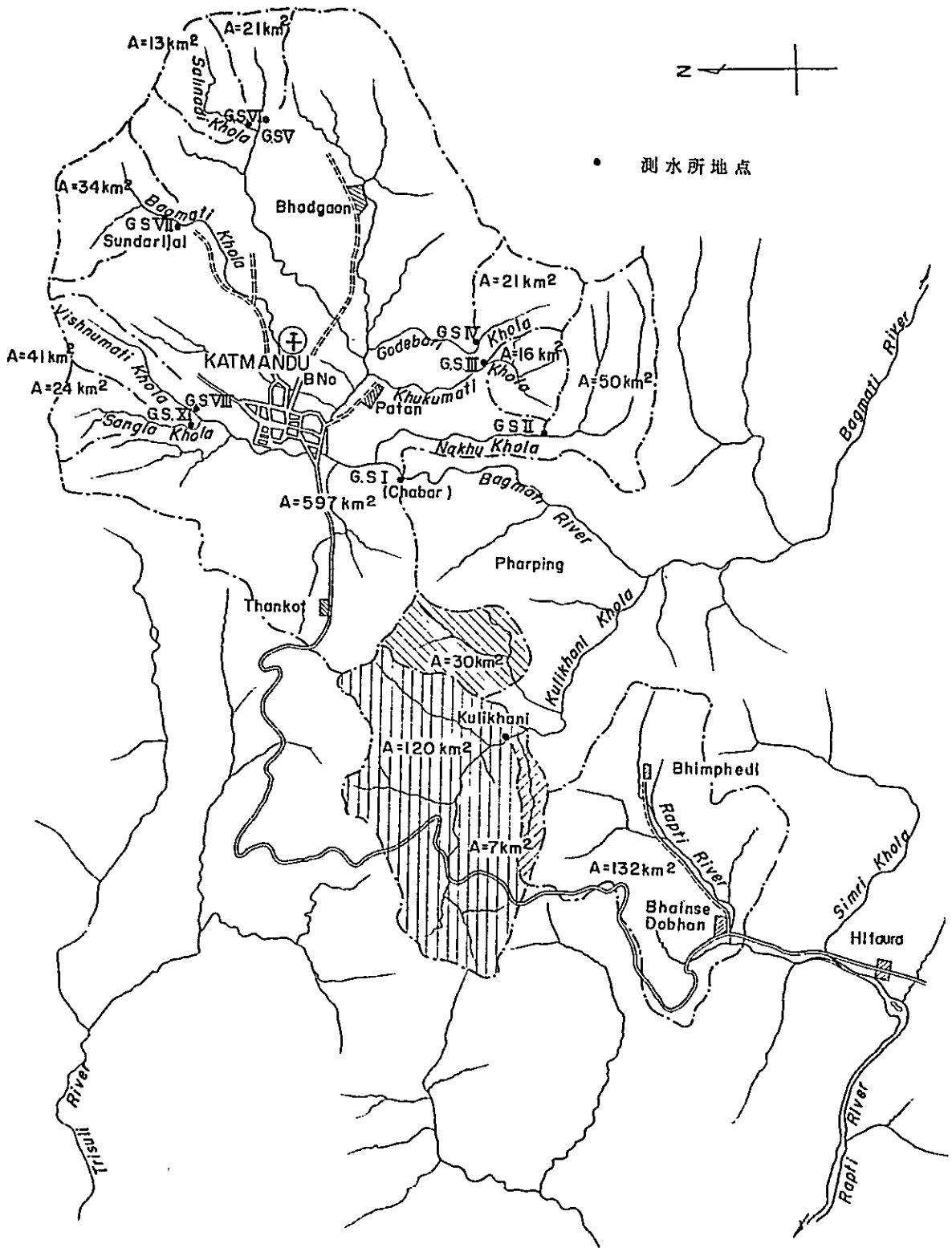
上に対応する 1952 年の月雨量は次の如くである。

表 2 8 2

(単位：mm)

年	月	月雨量	累加雨量
1952	1	4	4
	2	9	13
	3	56	69
	4	80	149
	5	116	265
	6	170	435
	7	287	722
	8	327	1,049
	9	220	1,269
	10	0	1,269
	11	7	1,276
	12	0	1,276

图 2 R 1



2.9 表 2.8.1 の 9 カ地点のうち、チャパール以外の潤水地点は流域面積が非常に小さいのでチャパールにおける $\lambda$ I 地点の比流量が、最もクリカニのそれに近いものと思われる。

また一方、表 2.8.1 よりカトマンズ盆地南部の流出量は、北部のものより大きいことがわかる。そして $\lambda$ I 地点の流出量は、その両者を含むものである。 $\lambda$ I 地点の流量をクリカニの流量により近いものとするために比例配分で補正を行い、かくして補正された $\lambda$ I 地点の流量を下表に示す。

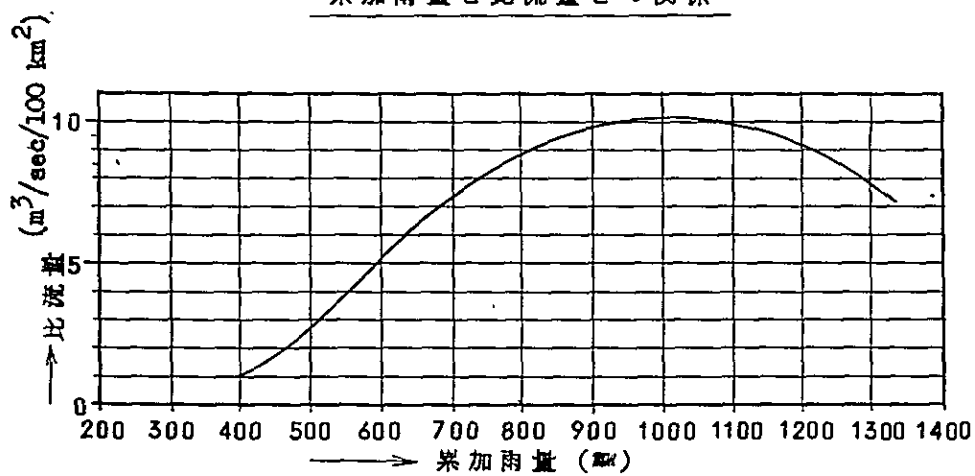
表 2.9.1 (単位:  $\text{m}^3/\text{sec}/100 \text{ km}^2$ )

年	月	補正後の月平均流量
1952	6	1.46
	7	7.70
	8	10.06
	9	8.27
	10	2.16
	11	1.71
	12	0.80

上の値がクリカニの月平均流量を表わすものと考えたとき、この値と累加雨量の関係は下のグラフで表わされる。

図. 2.9.1

累加雨量と比流量との関係



2.10 次に平水年の降雨量想定が必要となる。我々の場合、流量の資料は雨量の資料に比べて非常に少ない。そこで実在の平水年を採るかわりに、各月の最頻雨量（50%の頻度をもつもの）を求め、これを各月雨量とする平水年を想定した。想定平水年の月雨量を次表に示す。

表 2.10.1 (単位: mm)

月	月雨量	累加
1	9	9
2	12	21
3	25	46
4	25	71
5	94	165
6	173	338
7	325	663
8	302	965
9	127	1,092
10	19	1,111
11	0	1,111
12	0	1,111

2.11 想定平水年における、クリカニ地点でのクリカニ川（流域面積 120Km<sup>2</sup>）および支流チャケル・コーラ（流域面積 30Km<sup>2</sup>）の月平均流量を求めると次表に示すとおりである。

表 2.11.1 (単位: m<sup>3</sup>/sec)

月	月平均流量	
	クリカニ川	チャケル・コーラ*
1	1.1	0.4
2	1.0	0.3
3	1.0	0.3
4	0.9	0.2
5	1.3	0.3
6	1.5	0.4
7	5.6	1.4
8	13.0	3.2
9	6.4	1.6
10	3.2	0.8
11	1.8	0.5
12	1.4	0.4
年平均	3.2	0.8

\* コーラはネパール語で川の意

乾季の流量は実測資料を用い、雨季に関しては表 2.10.1 の累加雨量に対する図 2.9.1 のグラフの読みを用い、これらの中間の月に関してはさらに補正した値を用いた。

この値は後の設計に用いてあるが、これは長年にわたって観測した後の結果とは若干の相違を生ずるかも知れないが、これは現段階での資料の不足に帰さねばならないであろう。

2.12 ダム余水吐の設計に必要な確率洪水量については、測水資料が不十分であることと、日雨量の資料が全くないため、その値を直接推定することは不可能である。しかし次にあげる理由から、間接的にその値を  $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$  と推定した。

- (1) クリカニ川の過去の洪水跡をクリカニ部落で老人数人から聴取し同時にその地点の河川横断および河床勾配を測定した。これらの資料に基き既往最大洪水量が算出できるが、その値は粗度係数に大きく左右される。推定値は最大  $1,000 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。
- (2) 上記の値は部落の老人の記憶にある過去五、六十年間で最大の洪水であるはずである。したがって上記推定値に余裕を加えた値  $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$  は上記期間の数倍の期間内で最大のものであると考えられる。
- (3) 又、流域  $120 \text{ Km}^2$  からの流出量が  $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$  であるから、その比流量は  $10 \text{ m}^3/\text{sec} / \text{Km}^2$  となる。これは流域面積の大きさ、流域内の地貌、流域内の山の形状などからみて適切な値と思われる。

### 才3章 中部ネパールにおける将来の電力需要

3.1 発電水力開発計画は最初、スイス・ネパール開発調査団 (Swiss-Nepal Forward Team) により1956年提案された。この原案では全水頭を利用するのに二つの発電所を設けることになっており、これは包蔵水力を十分に利用できる規模のものではなかった。

しかしながら、最近のネパールの社会情勢の向上と、これによる電力需要の急速な伸びを考えれば、包蔵水力を完全に利用できるよう、前述のようにやゝ違う観点からこの計画に対処すべきである。

3.2 人口約50万のカトマンズ盆地には、いくつかの小規模な発電所があり、設備容量の合計は下表のとおり約4,800kWである。

表3.2.1

種 別	発 電 所 名	設 備 容 量 (kW)
水 力	スンドリジャル	900
"	パールビン	500
ディーゼル	カトマンズ	1,688
"	テ ク ー	500
"	ラインチヨール	500
"	ナクソール	500
"	バクタプール	250
計		4,838

工業地区予定地のヘタウラには現在電力源がない。インドとの国境にあるビルガンジには50kWのディーゼル発電所が一つあるだけである。

3.3 他方、中部ネパールにはいくつかの発電計画があり、その中には工事進行中のものもある。その集計は次のとおりである。



表 3 3 1

位 置	発 電 所 名	区 分	設 備 容 量 (kW)	備 考
カトマンズ盆地及びその周辺	トリスリ	水 力	9,000 (3×3,000)	建 設 中
	バナウテイ	"	2,400 (雨季) 1,600 (乾季)	"
	パ タ ン	ディーゼル	1,470	予 定
	タロー・コーラ	水 力	500	計 画 の み
ヘタウラ	ヘ タ ウ ラ	ディーゼル	4,410 (3×1,470)	予 定
ビルガンジ	ビルガンジ	"	500	"

カトマンズから約 50 Km のトリスリ発電計画はインドの援助により工事中である。バナウテイ計画の建設工事も最近着手された。順調に進めば両計画は 1965 年から運転開始されるということである。

又一方、ヘタウラ・カトマンズ間を結ぶ送電線計画も予定されすでに一部現地調査も終わっており、一部は間もなく着工されることになっている。

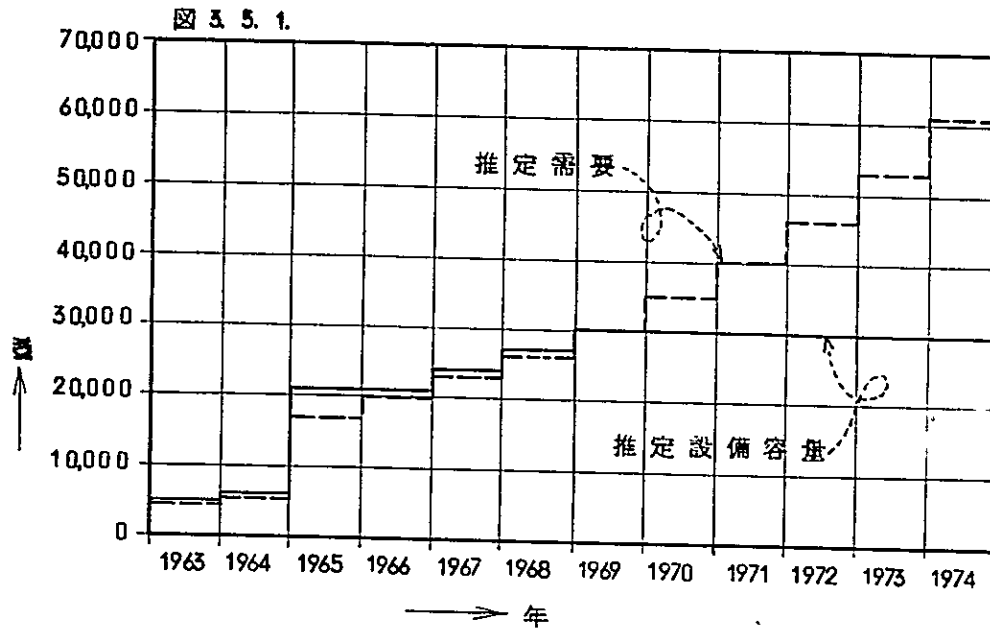
3 4 現在カトマンズ地域の発電施設設備容量は、前述のように約 4,800 kW である。これに対して尖頭負荷は公式発表では 3,200 kW とされているが、実際は 6,000 kW と推定され、従って、発電設備が不足するため、ピーク時には発電所で電圧を下げて調節している現状である。その結果、電力需要者が多いのにもかかわらず、新規加入は認められていない。そこでこれらの潜在需要も含めれば、現在の需要は、カトマンズ地域だけでも優に 10,000 kW を越すであろう。

ヘタウラ工業地区では、各種工場の計画が完了し建設工事は間もなく着工される予定であるが、これら工場が完成した場合の電力需要は下表の如く推定される。

表 3 4 1

種 類	需要電力 (kW)
セメント工場	6,000
製紙工場	1,000
せつけん工場	100
製材工場	500
織物工場	1,000
計	8,600

3.5 前述のように中部ネパールにおける電力需給の関係は、未だ体系化されていないのが現状であるから、将来の尖頭負荷と供給力の関係を、正しく想定することは難しい。しかし、もし現在の発電計画および工場建設が計画どおり実現するとすれば、需給の関係は、多少の違いはあっても、下図の如く延びるであろう。



1965年にはトリスリ、バナウティ・およびヘタウラの三発電所が完成し、中部ネパールの二大消費地を結ぶ送電線工事も完成するであろうから合計22,000 kWが一つの送電線にのることになる。

これと同時にヘタウラ地区の各種工場が同年に一部操業を開始するであろうから一般需要も合すればその電力需要は著しく増大するであろう。

1967年、1968年、1969年にはトリスリ発電所の設備容量は3,000 kWずつ増加されるであろう。

3.6 既設設備の一部、特に古い火力発電設備は、予備設備に廻さなければならないであろうから、早くも1966年には発電設備の不足の傾向が現われ1969年には不足が顕著になるであろう。

ゆえに、クリカニ計画は遅くとも1969年には完成する必要がある。

現在、ほとんど資料がないので、将来の電力消費量の需要と供給を正しく想定することは難しい。しかしながら、前述の尖頭負荷の需給の大勢と大差はないものと見てもよいであろう。

## 才4章 発 電 計 画

4.1 前述のような状況であるから、包蔵水力をなるべく完全に利用するという方針でクリカニ計画を設計することが必要であり、又クリカニ計画を含めた全発電力が需要に追い越される時に備えて、さらに発電開発計画を準備しておく必要がある。後者についてはクリカニ川からの分水量にラブティ川自体の流量を加えて、ラブティ川の下流部地形を利用すれば、かなり大きな電力を得ることができる。

4.2 当初は流域面積  $120\text{Km}^2$  の本流だけを水源の対象と考えていた。しかし、隣接していて容易に集水しうる二つの支流を利用すれば、この計画はより有利なものになる事が判明した。二つの支流とは流域面積がそれぞれ  $7\text{Km}^2$ 、 $30\text{Km}^2$  のシム・コーラとチャケル・コーラであり、どちらもダム予定地点より下流でクリカニ川に合流する。したがって計画は以前考えられていたものより数段大きなものになった。

4.3 すでに2.11の項で述べたように、想定平水年におけるクリカニ川およびチャケル川の年平均流量はそれぞれ  $3.2\text{m}^3/\text{sec}$  および  $0.8\text{m}^3/\text{sec}$ 、合計  $4.0\text{m}^3/\text{sec}$  である。年間を通じて、この平均流量を完全に利用することが理想的であるが、平水年より流量の少ない年が50%の頻度で現われることも考慮しなければならない。従って平水年の年間流出量の90%程度を利用するのが合理的である。

自然流量を調節し、平水年で年流量の90%を利用するために必要な貯水池の有効容量は約  $32,000,000\text{m}^3$  と計算される。

4.4 貯水池容量曲線(図4.4.1参照)から、常時満水位、低水位をそれぞれ標高  $1,570\text{m}$ 、 $1,533\text{m}$ (有効水深  $37\text{m}$ ) と決めれば前述の有効貯水容量が求められる。総貯水容量および無効貯水容量はそれぞれ  $40.6 \times 10^6\text{m}^3$ 、 $8.5 \times 10^6\text{m}^3$  であり、有効貯水容量は  $32.1 \times 10^6\text{m}^3$  となり、これを月平均流量に換算すれば  $12.4\text{m}^3/\text{sec}$  に相当する。

そこで発電用の使用水量は表4.4.1に示されるように計算される。チャケル・コーラの流量を貯水池に取り入れない場合の使用水量は表4.4.2に示される如く計算される。

图 4.4.1

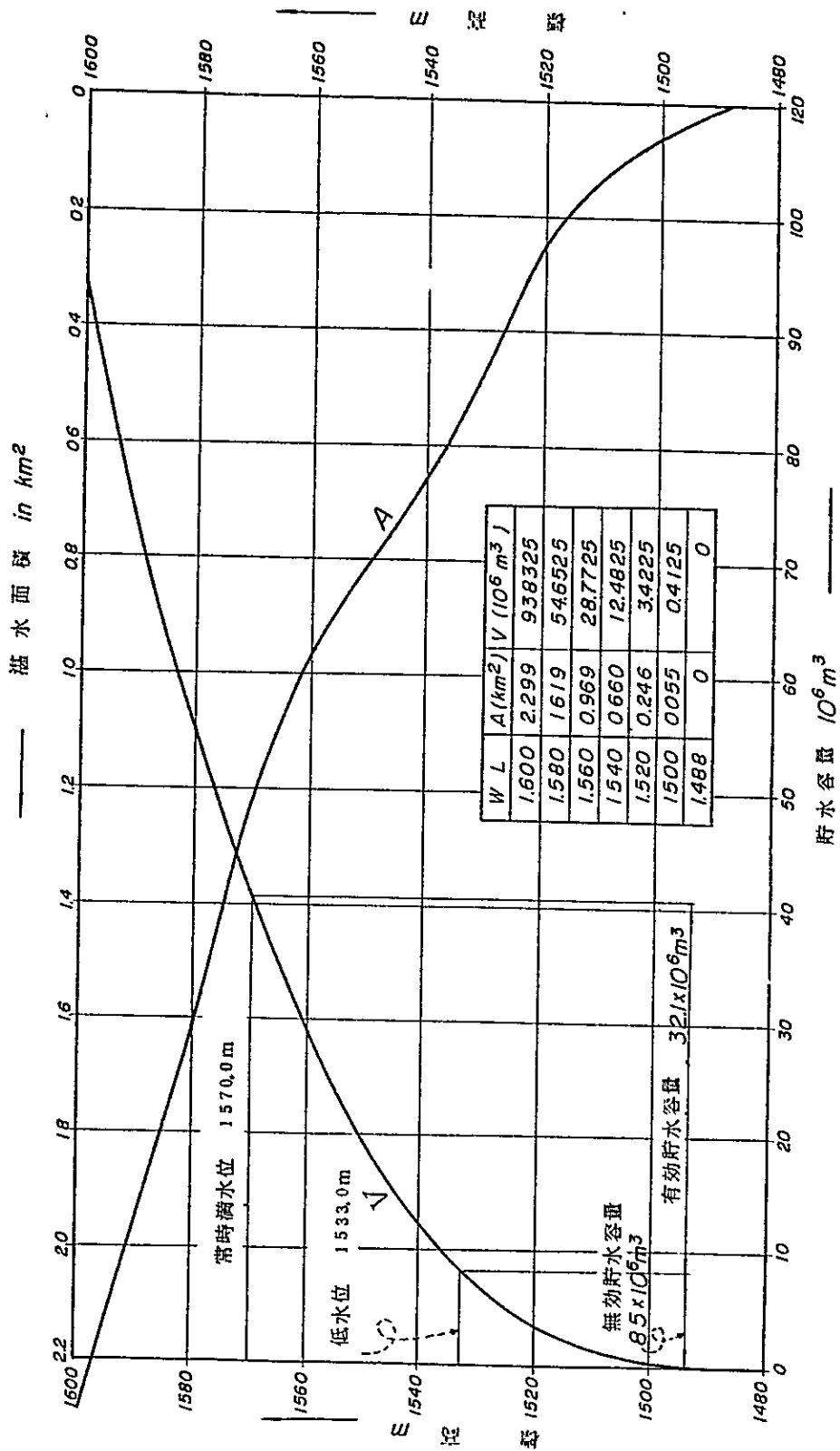


表 4. 4. 1

(単位:  $m^3/sec$ )

月	貯水池流入量			貯水池調節					使用水量		総使用水量
	*1 クリカニ 川より	*1 チャケル 川より	計	有効 貯水量	補給	貯水	貯水池 水位	同	貯水池 より	シム川 より	
10				124			満水位	1570.0		△	
11	1.8	0.5	2.3	11.6	0.8	0		1568.2	3.1	0.2	3.3
12	1.4	0.4	1.8	10.3	1.3	"		1565.4	"	"	"
1	1.1	"	1.5	8.7	1.6	"	下	1561.9	"	"	"
2	1.0	0.3	1.3	6.9	1.8	"	降	1557.6	"	"	"
3	1.0	"	"	5.0	1.9	"		1551.5	3.2	"	3.4
4	0.9	0.2	1.1	2.9	2.1	"		1545.4	"	"	"
5	1.3	0.3	1.6	1.3	1.6	"	↓	1538.8	"	"	"
6	1.5	0.4	1.9	0	1.3	"	低水位	1533.0	"	"	"
7	5.6	1.4	7.0	2.3	0	2.3	↑	1543.0	4.7	0	4.7
8	13.0	3.2	16.2	12.4	"	10.1	満水位	1570.0	"	"	"
9	6.4	1.6	8.0	"	"	0	"	"	"	"	"
10	3.2	0.8	4.0	"	"	"	"	"	4.0	0.2	4.2

註; \*1 2.11 項の推定値

表 4. 4. 2

(単位:  $m^3/sec$ )

月	*1 クリカニ 川より貯 水池へ の流入	貯水池調節					使用水量		総使用水量
		有効 貯水量	補給	貯水	貯水池 水位	同	貯水池 より	シム川 より	
10		124			満水位	1570.0			
11	1.8	11.4	1.0	0		1567.8	2.8	0.2	3.0
12	1.4	10.0	1.4	"		1564.8	"	"	"
1	1.1	8.3	1.7	"	下	1561.0	"	"	"
2	1.0	6.5	1.8	"		1556.6	"	"	"
3	1.0	4.7	1.8	"	降	1551.5	"	"	"
4	0.9	2.8	1.9	"		1545.0	"	"	"
5	1.3	1.3	1.5	"	↓	1538.9	"	"	"
6	1.5	0	1.3	"	低水位	1533.0	"	"	"
7	5.6	2.8	0	2.8	↑	1545.0	"	"	"
8	13.0	12.4	"	9.6	満水位	1570.0	"	"	"
9	6.4	"	"	0	"	"	"	"	"
10	3.2	"	"	"	"	"	"	"	"

註; \*1 2.11 項の推定値

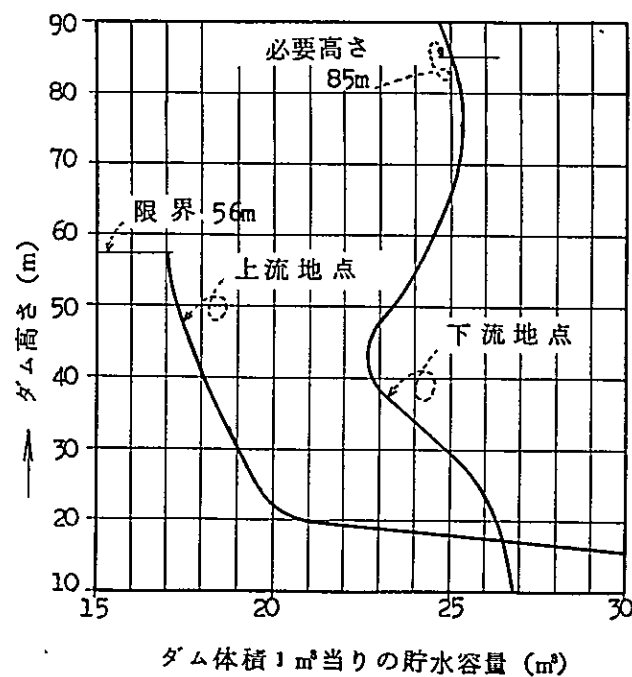
4.5 ダム予定中心線はネパール政府のレストハウスとクリカニ部落の間にある。付近で豊富に入手できる材料を利用し、資材の輸入および輸送を最少限にとどめるために、ダムはロック・フィル型式とする。

余裕高は常時満水位から3 mとり、堤頂は標高1,573 m とする。河床の標高は1,488 mであるから堤高は85 mとなり、背水はダムより約7 km及ぶことになる。

4.6 ネパール滞在中、調査団は二つのダム地点の測量を行い、下流地点の方を選定した。理由は次のとおりである。

- (1) 上流ダム地点では地形の関係上、高さ56 m以上のダムを建設することは非常に困難であるから、必要な容量を貯水できるダムを建設することは不可能である。
- (2) ちなみに、堤体積1 m<sup>3</sup>当りの貯水容量については、図4.6.1に示される通りである。明らかに下流ダム地点の方が優れている。

図4.6.1



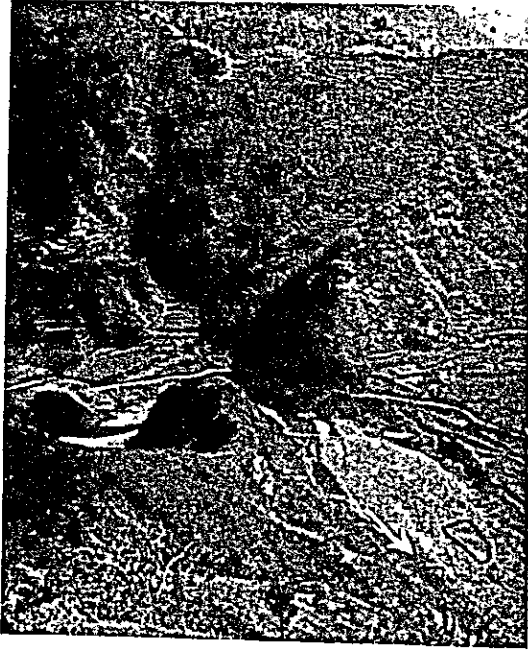


Photo 4.6.1  
上流ダム地点

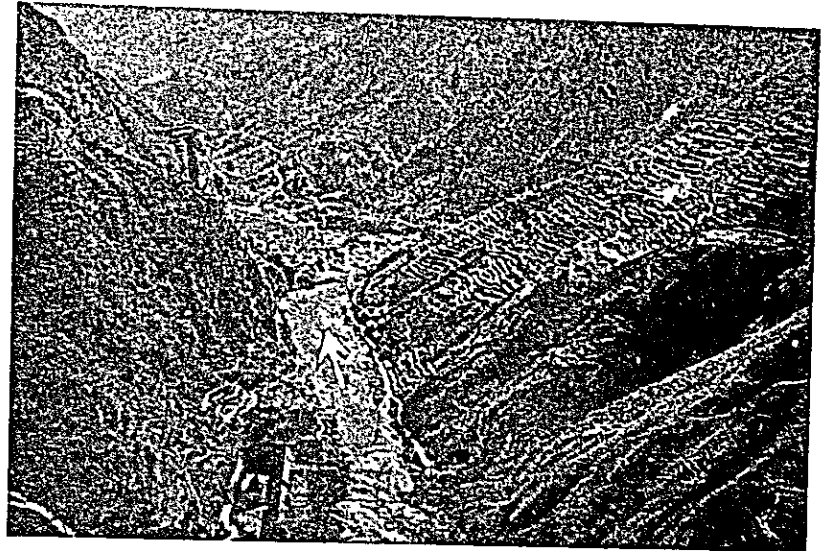


Photo 4.6.2 下流ダム地点  
下流を望む。



Photo 4.6.3  
下流ダム地点  
上流を望む。

4.7 ダム予定地点（下流ダム地点）の地質は黒雲母片岩、粘板岩、砂岩より成り、 $N 20^{\circ}-30^{\circ}W$ 、 $30^{\circ}-80^{\circ}NE$ の単斜構造をなしている。この走行はダム軸に対し約 $45^{\circ}$ の角度で斜交し、左岸上流側に傾斜する。左岸側は黒雲母片岩から成り、右岸側は頁岩性粘板岩を主とし、砂岩をはさむ。前者は後者に比べ、風化に対しより強いので、斜面の形もその特性を反映して左岸側は急で右岸側は緩かであり、従って左岸斜面は表土がほとんどないが、右岸斜面はやゝ厚く被われている（厚さ数 $m$ ）。河床の砂利の堆積は比較的薄く、ボーリングの結果は $4\sim 5m$ を示している。

4.8 ダム軸より約 $50m$ 下流の左岸側には $N 50^{\circ}E$ 、 $80^{\circ}NE$ の断層があり、幅 $3m$ 位の破碎帯を伴っている。この断層は河床を斜に横切り右岸に続いているものと推定されるが、前述のように右岸斜面は厚い表土に被われているので確認できない。しかしこの断層は、基礎掘削の際に処理すれば、ほとんど心配はないものと思われる。

この基礎岩盤は、提案された高さの、コンクリート重力ダムに対しても、ロックフィルダムに対しても十分耐え得るものである。築堤に先立つて、右岸側の表土は数メートル取り除く必要がある。

4.9 ロックフィルダムの上・下流面の平均勾配はそれぞれ $1:2.5$ 、 $1:1.5$ であり、高さは $85m$ 、堤頂長 $190m$ 、堤頂巾 $6m$ である。（図面 $64$ 参照）ダム横断面は傾斜心壁をもちロックフィル材は外側から内側に向って粗より細にする。

ダム上・下流面ののり先には、本ダム建設に先立ち、仮締切堤を作り、河水を締切る。総盛り立て量は $1,550,000m^3$ である。

ダム地点への通行のためには、オカルガオンからクリカニまでの約 $13.5km$ の旧街道を改修して自動車通行可能とするのがよい。

4.10 堤体材料の採石場としては、ダム地点より下流 $300m$ ないし $500m$ の左岸斜面に露頭する黒雲母片岩、ないし硬い砂質粘板岩の累層を利用することができる。しかし片岩及び粘板岩は採石する際、板状に割れる傾向がある。

もしこの石材が不適當であれば、ダム地点の下流 $500m$ ないし $1,000m$ の右岸に露頭する花崗岩を利用することもできる。ダムの心壁部に用いられる不透水材としては、ダム地点下流右岸斜面にある頁岩の風化土が利用できる。



4.11 ダムにはその左岸側に越流水深 6 m (常時満水面) で  $1,200\text{m}^3/\text{sec}$  を流下しうる横越流余水吐を設ける。(図面 165 参照)

建設期間中の排水のために左岸側に仮排水トンネルを造る。この仮排水トンネルは長さ 505 m, 内径 6 m で  $650\text{m}^3/\text{sec}$  の流量を流下しうる。前記の横越流余水吐は仮排水路の後半を利用すべく, この仮排水トンネルに斜坑で結ばれる。

この仮排水トンネルはおそらく黒雲母片岩の中を通ることになると思われる。この岩は少し硬いが極めて安定した掘削が期待され, かつ高い水圧に対しても十分安全である。

4.12 チャケル・コーラの流量は長さ 1.2Km のトンネルで貯水池に取り入れる。この取水トンネルはダム上流約 1 Km の所に開口する。このトンネルの敷は出口で標高 1,570 m で常時満水位に等しい。

調節された流量は取水トンネルを通じて発電所に導かれる。取水トンネルは途中, 小支流 シム・コーラの下を横切る。シム・コーラは  $7\text{km}^2$  の流域面積を持つにすぎないが, 海拔 2,800 m のダマン峠近くに水源を持つため乾季の流量は非常に豊富である。最渇水の 4 月にクリカニ川の流量が  $1\text{m}^3/\text{sec}$  程度になった時でもシム・コーラはなお約  $0.2\text{m}^3/\text{sec}$  の流量をもつ。したがって乾季の使用水量を増加するため, この流量  $0.2\text{m}^3/\text{sec}$  も溪流取水設備と豎坑により本トンネルに取り入れる。

4.13 取水トンネルはダム右岸に設置される取水口から始まる。取水口の後は, 豎坑式取水塔を設ける。(図面 163 および 6 参照)。

トンネルは内径 2.5 m の円形断面をもつ。最大使用水量が小さいので断面はトンネルの最小断面とする。

取水トンネルがシム・コーラの下を通る点で, シム・コーラの溪流取入に結ばれた豎坑が接合する。取水トンネルの終点で内径 8 m の制水口付サージタンクが設置される。この点から鉄管路が始まり, 鉄管路トンネル内を下って発電所手前で球分岐により二条に分岐する。

4.14 取水トンネルの最初の 450 m は粘板岩質頁岩あるいは砂質粘板岩の累層をやゝ斜に進みチブラ・コーラに達する。これを境としてトンネルは花崗岩地帯に入り, その後はクリカニ流域とラプティ流域の分水界であるシサガリ峠付近まで, この花崗岩地帯の中を進む筈である。

山地は、シサガリ峠から前第三紀の硅質粘板岩、石英岩および砂岩から成るが、一般にこの地域の硅質岩は龜裂がよく発達し、風化が激しく、河谷への堆積物の供給が極めて旺盛である。そのためビンベディ町付近では河床は厚い砂利層に埋められている。その結果河水の大部分は伏流し雨季にはこれらの堆積物の転送が旺盛のようである。

4.15 発電所は次の理由から地下式とする。(図面 4.7 参照)

- (1) 使用水量に対してダム工事費が高いので、できるだけ大きな落差を得るのが得策である。
- (2) ラブテイ川の勾配が非常に急なので予定された放水路の出口での河床は旧街道の通っている尾根の下(約 1.2km 上流)より 40 m も低い。これは総落差の約 10% にあたる。
- (3) 発電所と鉄管路の配置にはこの付近の山地の地形上、普通の地上式より地下式の方が有利で安い。
- (4) 下流地域の開発(4.19 項およびそれ以降参照のこと)を考えると、標高と距離の点からみて、次段発電所への導水路の配置上地下式が有利である。
- (5) 付近の山地は才 7 章に述べるように不安定なものであるから、地下式とすれば地表の侵蝕と無関係となつて安全である。

4.16 放流水は長さ 450 m の放水路トンネルを通じてビンベディ町の下流側町はずれでブラテイ川右岸に放流する。(図面 4.7 参照)

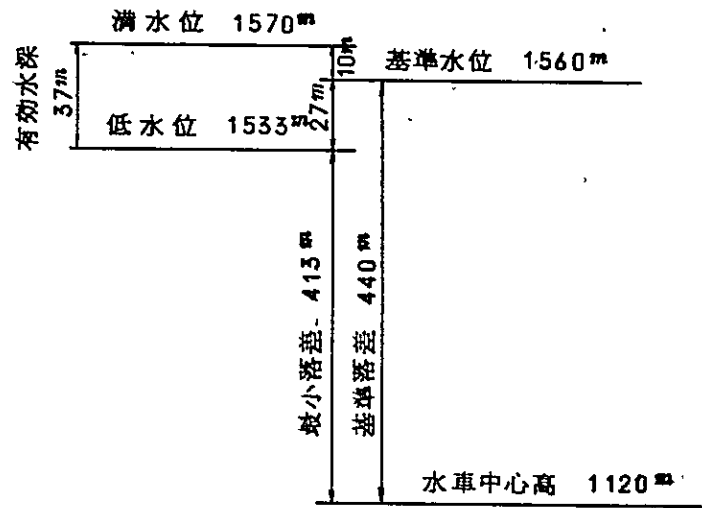
地下発電所は水車室・発電機室などより成るが、事務室および屋外変電所は搬入路トンネルの入口付近に設ける。

搬入路トンネルは長さが 340 m あり、通行、換気、引出線その他のケーブル、工事中の掘さく土砂の運搬などのために設けられる。水車中心高は標高 1,120 m とする。

発電所付近は既述のように自動車で行けるが、他の構造物地点には行けない。したがって、鉄管路およびトンネルの建設用として、サージタンク地点までの索道が一条必要である。

4.17 総落差は図 4.17.1 に図示されるとおりである。高落差であるから、本発電所の水車は垂直軸ペルトン型とする。

図. 4.17.1



常時出力は次の如く計算される。

$$\begin{aligned}
 P_f &= g(h-h_l)Q \cdot \eta_{TxG} \\
 &= 9.8 \times (413 - 3.5) \times 3.3 \times 0.84 \\
 &= 11,000 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

ただし,  $g$  : 重力の加速度 ( $m/sec^2$ ),  $h$  : 落差 ( $m$ )

$h_l$  : 損失水頭 ( $m$ ),  $Q$  : 使用水量 ( $m^3/sec$ )

$\eta_{TxG}$  : 水車と発電機の合成効率

設備容量としては, 尖頭出力を供給できる火力発電所が別にあるから, 高い設備利用率を採用するのがよい。よって設備利用率は 50% を採用し, 設備容量は 26,000 kW とする。この出力に対する最大使用水量は  $7.6 m^3/sec$ , また常時尖頭出力は 24,000 kW となることは表. 4.17.1 に示すとおりである。

表 4.17.1

$$P_p = 9.8 \times (440 - 238) \times 7.6 \times 0.84 \approx 26,000 \text{ kW}$$

$$P_{fp} = 9.8 \times (413 - 238) \times 7.6 \times 0.84 \approx 24,000 \text{ kW}$$

$$P_f = 9.8 \times (413 - 3.5) \times 3.3 \times 0.84 \approx 11,000 \text{ kW}$$

上記, 設備容量に対し, 容量 13,000 kW の水車と発電機をそれぞれ 2 基設備する。

4.18 発電所端での年間発生電力量は表 4.18.1 の如く計算される。

表 4.18.1

月	貯水池水位 (標高 m)	総落差 (m)	有効落差 (m)	使用水量 ( $m^3/sec$ ) * 1	出力 (kW)	発生電力量 ( $10^3 kWh$ )
11	15682	4482	4404	33	11,900	8600
12	15654	4454	4376	"	11,900	8900
1	15619	4419	4341	"	11,800	8800
2	15576	4376	4298	"	11,700	7900
3	15545	4345	4265	34	11,900	8900
4	15454	4254	4174	"	11,700	8400
5	15388	4188	4108	"	11,500	8600
6	15330	4130	4050	"	11,300	8100
7	15430	4230	4114	47	15,900	11,800
8	15700	4500	4384	"	17,000	12,600
9	"	"	"	"	"	12,200
10	"	"	4400	4.2	15,200	11,300
計						116,100

註； \*1 使用水量および貯水池水位については表 4.4.1 参照

チャケル・コーラの流量をクリカニ貯水池に取り入れない場合の年間発生電力量は同様にして表 4.18.2 の如く計算される。

表 4.18.2

月	貯水池水位 (標高 m)	総落差 (m)	有効落差 (m)	使用水量 ( $m^3/sec$ ) * 1	出力 (kW)	発生電力量 ( $10^3 kWh$ )
11	15678	4478	4406	30	10,900	7800
12	15648	4448	4376	"	10,800	8000
1	15610	4410	4338	"	10,700	8000
2	15566	4366	4294	"	10,600	7100
3	15515	4315	4243	"	10,500	7800
4	15450	4250	4178	"	10,300	7400
5	15389	4189	4117	"	10,200	7600
6	15330	4130	4058	"	10,100	7200
7	15450	4250	4178	"	10,300	7700
8	15700	4500	4428	"	10,900	8100
9	"	"	"	"	"	7800
10	"	"	"	"	"	8100
計						92,600

註； \*1 使用水量および貯水池水位については表 4.4.2 参照

4.19 ビンベデイからヘタウラに至るまでのラブティ川の河川縦断勾配は非常に急で約  $\frac{1}{30}$  である。すなわちビンベデイから下流にシムリ・コーラの合流点までの 19.3Km の間でラブティ川は実に 636m も下り、地形も電力の開発に好適である。この河床勾配を利用すれば二つの発電所が開発可能である。仮にこの報告書ではこれらを“ラブティ川発電計画オ2およびオ3”と呼び、したがってクリカニ計画をオ1と呼ぶことにする。(図 4.19.1 および図面 Ⅱ1, Ⅱ2 参照)

4.20 オ2発電所計画は流れ込み式とする。開水路とトンネルで、オ1発電所放水路からバインセドバンまで約 7.5Km 導くことにより約 440m の落差が得られる。水路の途中にあるマンズ・コーラとラニ・コーラの乾季流量を取り入れてオ1発電所からの流量に加える。発電所は地下式とし、バインセドバン町近くに置き、設備容量は 32,000 kW とする。可能年間発生電力量は 130,000,000 kWh と計算される。建設費は概算して約 10,000,000 米ドルとなる。

4.21 オ3発電所計画はダム水路式とする。バインセドバンからおよそ 1Km 下流、バヤルバウス村の近くに峡谷があり、この峡谷はダム地点として好適である。高さ 60m、体積約 1,000,000<sup>m</sup> のロッフィルダムを作れば総貯水容量的 14,000,000<sup>m</sup>、有効貯水量約 10,000,000<sup>m</sup> の貯水池が得られる。オ2発電所からの流量と残流域 130 Km<sup>2</sup> からの流量がこの貯水池に入る。

約 4.1Km の水路を作れば 145m の落差が得られる。発電所はシムリ・コーラの合流点近くに設置し、設備容量は約 12,000 kW とする。年間発生電力量は約 65,000,000 kWh 建設費は約 9,000,000 米ドルとなろう。

4.22 以上を集計すると次のようになる。

表 4.22.1

計 画 名	設備容量 (kW)	年間発生電力量 (10 <sup>6</sup> kWh)	建設費 (10 <sup>6</sup> 米ドル)
クリカニ(オ1)	26,000	116	1655 *1
オ2	32,000	130	1000
オ3	12,000	65	900
計	70,000	311	3555

註：\*1 送電線の建設費は除く

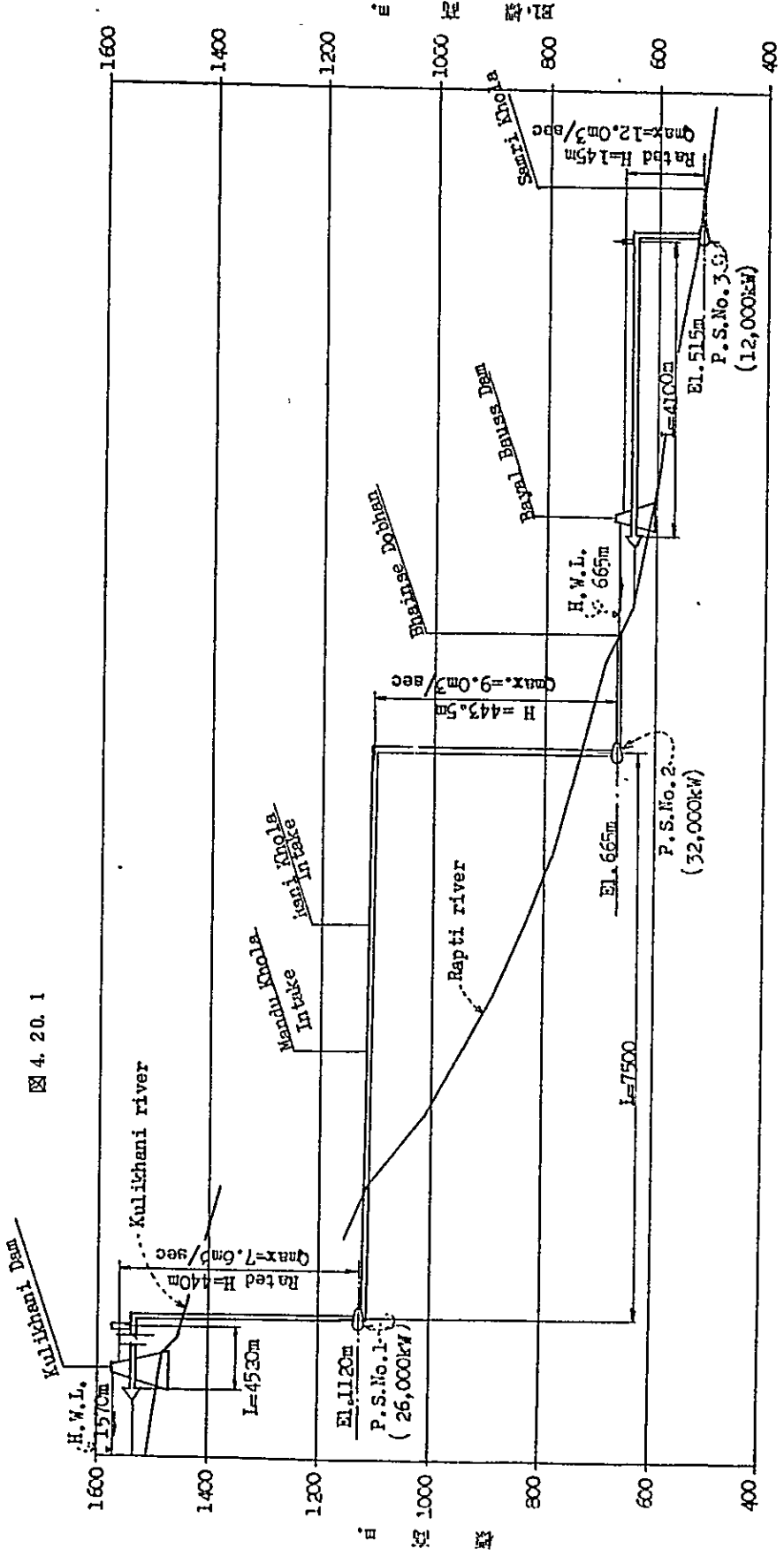


图 4. 20. 1

よって 1 kWh 当りの建設費は

$$35.55/311 = 11.4 \text{ セント/kWh となる。}$$

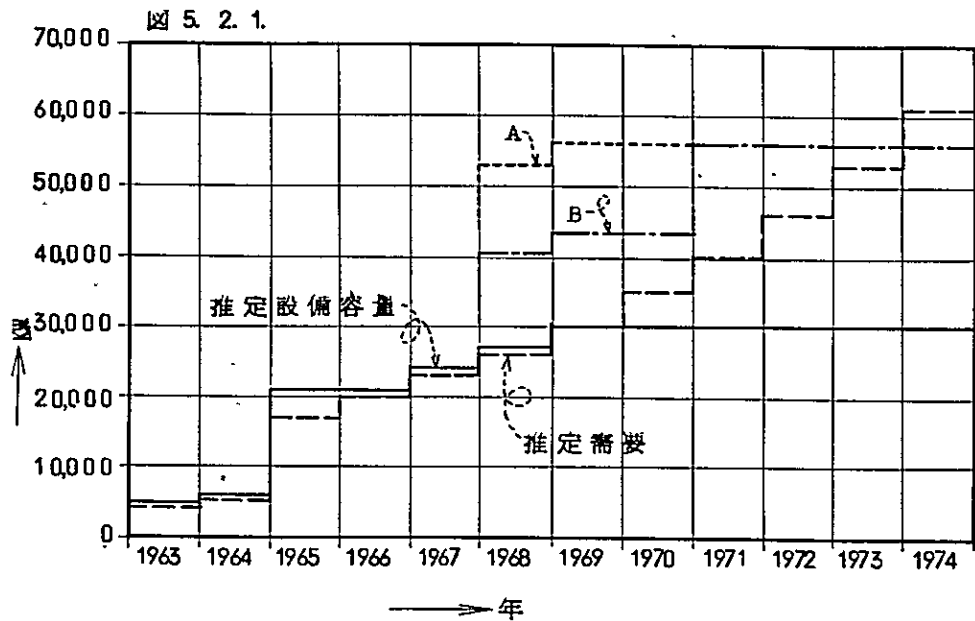
5 4 項の方法と同様にして発電原価を計算すると 1 kWh 当り 1 セント以下の安いものになる。

4.23 これら下流地域の発電計画はその流量の半分以上をクリカニ計画の流量に負っているの  
で、クリカニ計画が完成した後開発すべきものである。これにより中部ネパールの電力需  
要は相当長期間にわたって満たされるであろう。

今回のこれらの下流発電計画は、踏査の結果に基づいて立てられたものであるから、さら  
に現地調査を行う必要があり、より正確な計画を立てるために、重要地点の水位および流  
量の継続的な観測を早急に開始することが切に望まれる。

## 才5章 工期と工費

- 5.1 本建設工事に入る前に、1乾季程度の準備工事が必要であり、本工事は3乾季を含む3年の工期が必要である。又本工事に先立ち工事に必要な詳細設計のための詳細調査が必要である。この詳細調査も1乾季が必要となるがこれは準備工事と並行して行うことができる。詳細設計および仕様書のための内業は半年程度が必要であるから、本工事が始まる1年前の乾季から詳細調査および準備工事を始めることができる。
- 5.2 3.5項において図示した如く、1968年あるいは1969年には、電力の需要が供給を上廻ることになり、又準備工事を含めて建設工事は4年を必要とする。ゆえに市場に電力の不足を来たさないためには遅くとも1969年にクリカニ計画が完成されねばならず、それには1965年に建設を、又、1964年あるいは遅くとも1965年には詳細調査を開始する必要がある。



クリカニ計画が1968年に完成した場合、設備容量は図. 5.2.1のA線のように示される。したがって同年に全発電施設を完成する必要はなく容量の半分を完成すればよい。

この意味で総工事を二段階に分けて行うのがよい。すなわち

- (1) 才1期工事：水車および発電機は1基とし、発電機1基に対してはクリカニ川の流量だけで十分なので、チャケル川取水口設備およびトンネルは才2期にまわす。
- (2) 才2期工事：才1期工事で残った全工事を行う。才1期工事は1968年あるいは69



年に完成し、才2期工事は1971年に完成するものとする、設備容量は図. 5.2.1のB線のように示される。

1974年には再度電力不足になろうが、この時は才2発電所計画が考えられる。

5.3 総工費は表5.3.1に示される如く見積られる。

表 5.3.1		工 費
I. ダムおよび発電所		
項	目	金 額 (1,000米ドル)
1.	ダ ム	<u>5,000</u>
	(1) 仮 設 備	950
	(2) 建設機械および補修部品	1,500
	(3) ダム盛立	1,800
	(4) 余水吐	300
	(5) 仮排水路	450
2.	発 電 所	<u>7,050</u>
	(1) 仮 設 備	200
	(2) チャケル川取水設備および取水トンネル	350
	(3) 取水口, 取水トンネル, シム川取水設備 およびサージタンク	1,400
	(4) 鉄管路および鉄管路トンネル	1,100
	(5) 発電所構造物, 放水路トンネル	1,650
	(6) 水車・発電機	2,100
	(7) 搬入路トンネル	250
3.	総経費および技術経費	<u>1,500</u>
4.	予備費および金利	<u>3,000</u>
	計	<u><u>16,550</u></u>

## II. 送 電 線

項 目	金 額 (1,000米ドル)
1. 送 電 線	640
2. カトマンズおよびヘタウラ変電所	760
3. 総経費および技術経費	130
4. 予備費および金利	120
計	<u>1,650</u>

ダムおよび発電所の工事費は2段階に分けられる。

すなわち、

表 5.3.2

(単位：1,000米ドル)

才 1 期 工 事	14,550
才 2 期 工 事	2,000
計	<u>16,550</u>

送電線は近く単独に建設されることになっているから、その工費については資金導入の必要はないであろう。

5.4 4.18 項でも述べたとおり、年間発生電力量は発電所端で 116,100,000 kWh であるから、送電線および変電所を除いて考えれば 1 kWh 当りの建設費は

$$16,550,000 \text{ 米ドル} / 116,100,000 \text{ kWh} = \underline{14.3 \text{ セント} / \text{kWh}}$$

となる。

これに才二世銀なみの金利 5.5% および 30 年償却とした時の償却率 1.38% を見込むと

$$14.3 \text{ セント} / \text{kWh} \times (0.055 + 0.0138) = \underline{0.98 \text{ セント} / \text{kWh}}$$

となる。

一方運転費は次のように見積られる。

表 5.4.1

---

給与, 賃金, 維持費および	
修繕費 (年間)	130,000 米ドル
よつて	
<hr/>	
$130,000 \text{ 米ドル} / 116,100,000 \text{ kWh} \approx 0.11 \text{ セント/kWh}$	
<hr/>	
これを合計すると発電原価は	
$0.98 + 0.11 = \underline{1.09 \text{ セント/kWh}}$	

となる。

- 5.5 現在カトマンズ地域の電力原価は 1 kWh 当り平均約 5 セントであるからクリカニ計画の 1.09 セント/kWh は  $\frac{1}{4}$  以下で非常に低廉である。金利のもつと低い資金が調達できれば発電原価がより低廉になることは言うまでもない。

## 才6章 送電線と道路

### 送電線

- 6.1 現在ネパールには配電線ともいふべき索道用のものを除けば送電線がない。ネパール政府は現在進行中のカトマンズ盆地の発電工事とヘタウラの工場を結ぶためにカトマンズからヘタウラさらにビルガンジまで結ぶ送電線の建設計画を持っている。(3.2項および3.3参照)この計画では、南部の平地部分を才1期、北部山地部分を才2期と分けている。
- 6.2 ヘタウラ経由でジムラからバインセドバンに結ぶ才1期工事は本来の目的に加えて新索道動力用とクリカニ計画の建設用に供する目的も持っている。この部分の路線の測量は電気局の手によつて完了している。
- バインセドバンからカトマンズに至る才2期部分は全路線のうち悪条件が集中している部分である。調査団はクリカニ計画の送電線の路線としてこのヘタウラからカトマンズに至る地域の調査を行った。
- 6.3 予定送電路線はヘタウラ・バインセドバン間は現在の自動車道路に沿つてラブティ川左岸を走りバインセドバンから旧索道終点ダルシンまでは同じく自動車道路に沿つてラブティ川右岸を走り、ダルシンで旧索道路線とつながり、旧索道現終点ケセブリ・ジーラ付近より北東に進みカトマンズ北部のバラジュニに至るものである。この路線はヘタウラよりピンベデイまで22km、ピンベデイからバラジュニまで30km、合計52kmである。
- 6.4 本送電線は電力輸送計画、地形、気象条件などを考慮すれば、次の一般仕様で建設することが望ましい。
- 1) 定格電圧 : 60kV (最高電圧69kV)
  - 2) 回線数 : 1
  - 3) 周波数 : 50サイクル
  - 4) 送電線 : 160mm<sup>2</sup> ACSR
  - 5) 架空地線 : 55mm<sup>2</sup> 亜鉛鍍鋼線
  - 6) 支持物 : 四角柱型鉄塔
  - 7) 標準径間 : 270m

8) 地上高 : 市街部 8 m, 一般 6 m, 山地部 5 m

9) 最悪条件 : 気温  $-5^{\circ}$  ~  $+18^{\circ}$  C, 風速 20 ~ 26 m/sec

本仕様によりヘタウラ・カトマンズ間の送電線路を計画すれば, 所要鉄塔数約 230, 地形上 500 m ないし 600 m にわたる長径間約 10 カ所, 最大水平角約  $60^{\circ}$  となつて, 約半数が耐張型となる。

6.5 本送電線路の半分以上を占める旧索道ルートについて考えてみると, 本索道はその大部分が 1925 年に完成し, 38 年間運転を続けている。区間は, ダルシンよりカトマンズに至る約 30 Km で 9 つの中間ステーションを持ち, 種々の形式・高さ・間隔をもつ 152 基の鉄塔により支持された複線循環式であり, 毎時 8 トンの輸送能力を持ち, 現在なお稼働中である。

ヘタウラよりカトマンズに至る新索道は毎時 25 トンの輸送能力をもつのでこれが稼働すれば旧索道は廃止の運命にある。したがつて, 本送電線路にこれら鉄塔が利用できれば甚だ得策であるから, 調査団はこの目的で旧索道鉄塔の調査を行つた。その結果は表 6.5.1 のとおりである。

6.6 旧索道の総延長を径間距離によつて分けると次のようになる。

1) 径間距離 200 m 以下 : 鉄塔数 110 基, 延長 約 10 Km

2) 径間距離 200 m 以上 : 鉄塔数 40 基, 延長 約 20 Km

さらに既設鉄塔のうち高さ 10 m 以下の低い塔が約半数を占めることから, 旧索道について次のようなことが言える。

1) 約 10 Km の区間に総数の約三分の二が集中し, しかもこれらは割合に勾配がゆるやかで人家のある地域にある。

2) 山間部では塔間隔が長く, そのまゝの間隔では送電線用として使用できない。

3) 旧鉄塔の高さがまちまちで, 送電線用として活用できないものが多々ある。

6.7 もし既設鉄塔がそのまゝの位置で送電線用として利用できるとすれば, それが一番得策であるが, 前述のような理由で元の位置でそのまゝ利用できるものは総数 152 基のうち 30 基にも充たない。

さらに既設塔を撤去し, 既設の基礎のみを利用することを考えた場合, これらの基礎は

表 6. 5. 1 旧 崇 道 鉄 塔 の 分 類

区 別	ステーション 第1,第2間	ステーション 第2,第3間	ステーション 第3,第4間	ステーション 第4,第5間	ステーション 第5,第6間	ステーション 第6,第7間	ステーション 第7,第8間	ステーション 第8,第9間	ステーション 第9,第10間	ステーション 第10終点間	合 計
鉄 塔 数	10	6	10	7	20	3	23	6	19	48	152
0 - 50m	5	2	1	4	7	1	9	1	3	10	43
50 - 100	1		3		4		4	2	5	11	30
100 - 150	1		2	1			4	1	7	17	33
150 - 200		1	2		2		2		2	5	14
200 - 250	1	2	2			1	1	1		4	12
250 - 300	1	1		1			1		1	2	7
300 - 350					1				1		2
350 - 400	1		1		2		1	2		1	8
400 - 450	1				2	1			1		5
450 - 500						1	1				2
550 - 600				1			1				2
700 - 750					1						1
950 - 1000		1									1
1150 - 1200				1	2						3
0 - 5m	2		3	2	5	1	3	1	3		20
5 - 10	5	5	5	3	3	1	8	2	5	14	51
10 - 15	2	1	1	2	7	1	11	2	10	24	61
15 - 20	1		1		3			1		6	12
20 /					2		1		1	4	8
鉄塔の型式											
A 型										44	44
B "	7	6	9	3	13	2	22	5	17	1	85
C "	3		1		7		1	1	2		15
D "				4		1				3	8

△ 終点構造物は含まない。

図 6. 8. 1 参照, D型; 特殊形状

△

△

違った目的と塔の高さのために建設されたものであるから脚柱間隔、基礎容量などが不十分で、これらを利用することは非常に困難である。又図面がないため、これら基礎の地中にかくれた部分の形が判らない。

6.8 したがって、旧索道の利用という問題に関しては、一部はそのまま利用できるとしても大局的には既設塔を分解・再加工・組立てを必要とする部材としての利用に限定される。

送電線用塔と既設鉄塔とを比較してみると図6.8.1のとおりである。

したがって旧索道鉄塔は他地域に移設して運搬施設として活用するか、または他の構造物製作に用い、既設基礎はできる限り分解して新設基礎骨材として利用する方が得策であり有意義であろう。

6.9 現地南部地域の森林では沙羅双樹が多く、通信線柱に利用されている。調査団はこの木材の試料を日本に持ち帰り試験を行ったところ、付録Ⅰに見られる如く堅材として十分な強度を持つことを確認した。しかしインドの試験結果によれば、この材料は化学処理をほとんどさない場合、その耐用年数は15年にすぎず、また、次のような理由から鋼材の方がよい。すなわち木柱使用の場合必要となる支索は、保守状況から見て危険性があり、特に本送電線は耐張型支柱を多く必要とするので、支索による架線の断線が考えられる。

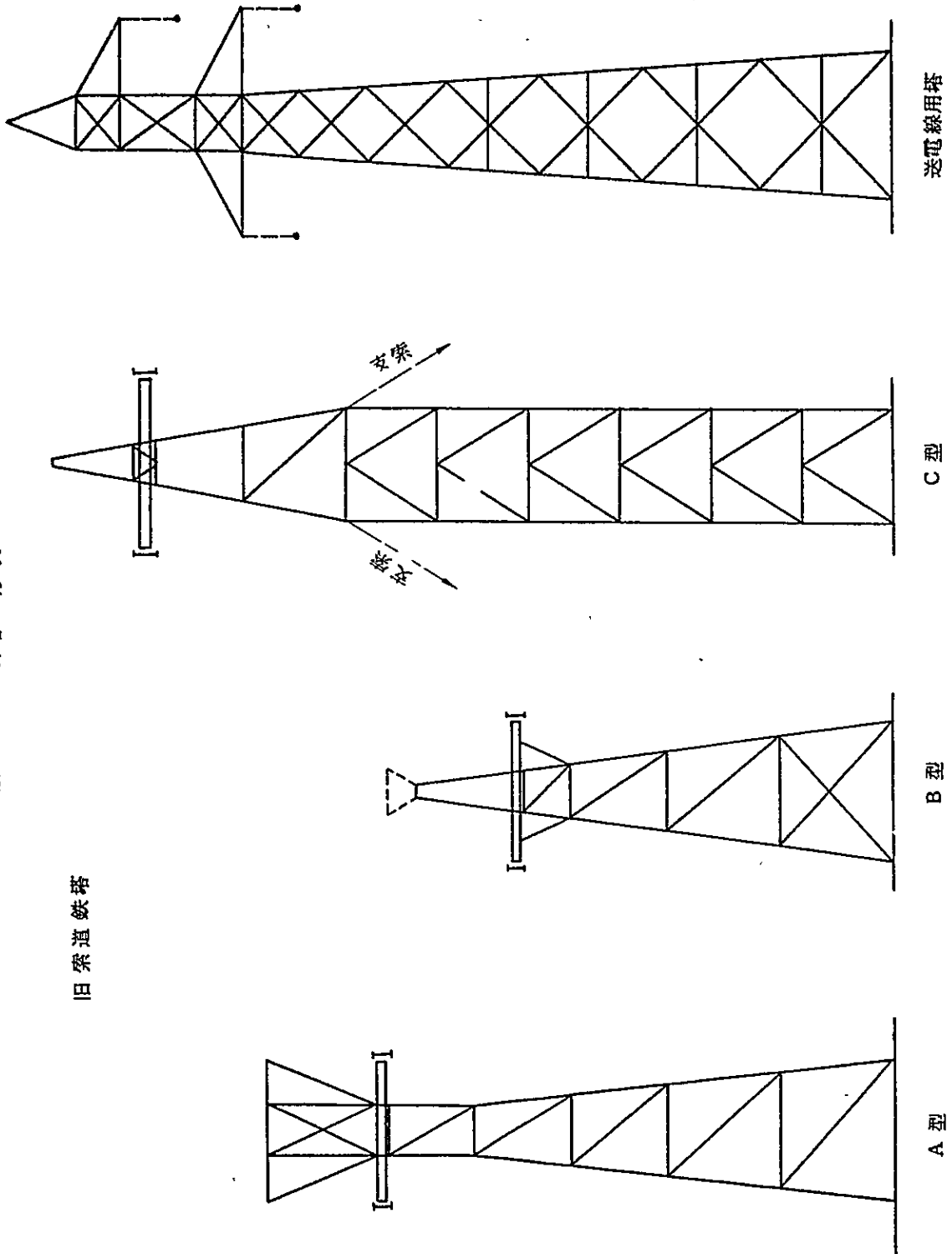
6.10 以上のような検討の結果、6.4項に示す一般仕様に基き、図面6.8のように旧索道のルートに沿って新しい鉄塔を建設するのが望ましい。送電線ルートの両端の変電所はヘタウラとカトマンズの北側郊外バラジユに設けるのがよい。

## 道 路

6.11 1.5項で述べたように、カトマンズからインド国境に通じる唯一の道路がある。カトマンズからパインセドバンまでの舗装道路は“トリブバン・ラジバット”道路と呼ばれ山間部を走る。しかしトリブバン・ラジバット道路は次のような欠陥を持つ。

- (1) 路線選定が悪いため、急勾配と小半径の曲線が連続して組合わされている。すなわち、燃料消費、車のいたみ、所要時間、運転疲労が多い。
- (2) のり面の処理が悪く少々の雨にもすぐ崩壊し、毎年雨期には2週間位交通が途絶する。すなわち信頼性、安全性が低く補修費用が大きい。

図 6. 8. 1 鉄塔の形状



旧索道鉄塔



(3) この道路はいくつかの高い峠を越えており、その中でも最も高いものはダマン峠で海拔 2,800 m もある。このような峠は空気が稀薄であるため、通行するトラックは満載時の 70% 程度しか積載できない。すなわち輸送容量が小さい。

6.12 以上のような欠陥を解決するため、この道路以外のより良い道路の建設が望まれる。ヘタウラにおける工場が操業するようになればこの問題は現在にも増して望まれるようになる。

クリカニ計画はこの道路開発の可能性につながる。すなわち旧街道を自動車道路に改修することである。これに関してはスイス・ネパール開発調査団による原計画にも指摘されているが我々の案は少し異なる。

6.13 クリカニ計画では建設用自動車道路をオカルガオンからクリカニまで新設し、本工事の開始と共にクリカニまで自動車で通行できるようにする。(図 6.13.1 Part A 参照)。

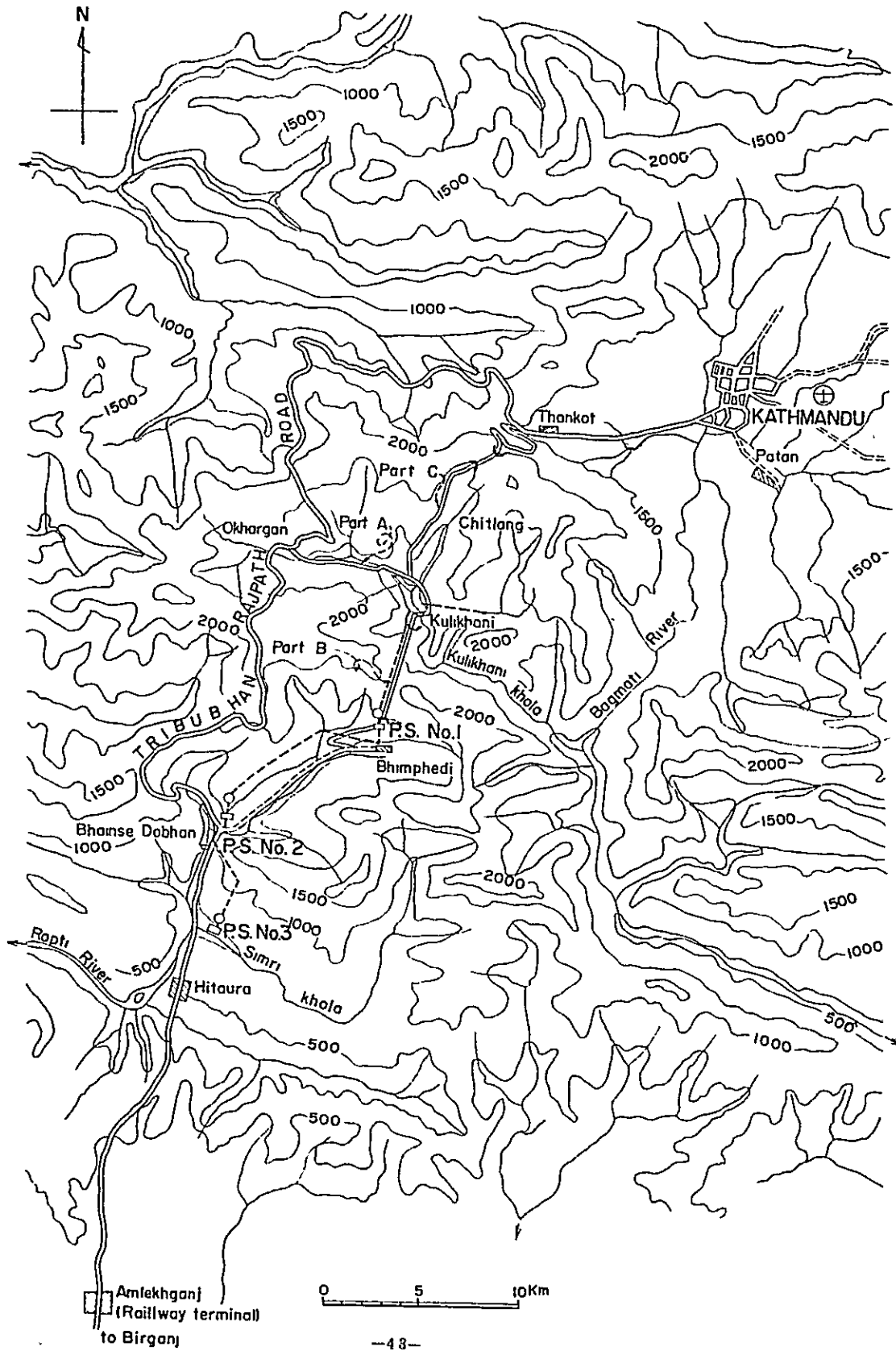
ゆえに、チサパニ・ガリとツサガリのある峠の下を通る道路トンネルを作り、両端をそれぞれピンベディとクリカニ(同図 Part B)に結べば次のようなコースでカトマンズまで自動車で行けるようになる。

ヘタウラ ——— バインセ・ドバン ——— ピンベディ ———  
クリカニ ——— オカルガオン ——— トリフバンラジパット  
道 路 ——— タンコット ——— カトマンズ

このコースはダマン峠は通らないから、現在のコースより条件が良い。

6.14 この道路トンネルの建設には二つの場合が考えられる。一つはクリカニ計画の水路トンネルの断面を拡大する場合であり、もう一つは新たに交通専用のトンネルを開削する場合である。しかし水路は圧力水路であるし、流量も以前考えられていたよりも大きなものとなっており、従って共用トンネルとした場合水路の占める部分はかなり大きく、建設費も増大することになるので後者の方を推せんしたい。

图6.13.1 道路计划图



6.15 以上の道路が開通した後、さらにルートを改善することが可能である。すなわち、チャンドラギリ峠をぬけるトンネルを作り、その両端をそれぞれクリカニおよびタンコットに結べば次のようなコースでカトマンズまで自動車で行けるようになる。(図6.13.1 Part C 参照)

ヘタウラ ——— バインセドバン ——— ビンベデイ ——— クリカニ  
——— チトラン ——— タンコット ——— カトマンズ

このコースで行けば、ヘタウラ・カトマンズ間の自動車走行所要時間も3時間以内に短縮できるであろう。

6.16 BおよびCの部分の道路建設費は合計約10,000,000米ドルを必要とするであろうから、クリカニ計画に付帯して資金を調達するのは難しいであろう。しかしネパールにとってこの自動車道路計画はクリカニ計画と同じ程度に重要なものと考えられる。

クリカニ計画は、この道路計画に直接貢献するものではないが、間接的にはクリカニ計画完成後、その機械を道路計画に転用することができ、またその頃には工事に自信を持った経験豊かな多くの技師・技工が生れているであろう。

## 第7章 砂 防

### 山地の荒廃

7.1 調査団は、現在の山地の荒廃状況を明らかにし、土砂流出の状況を定性的に判断することを目的として、主に、土砂流出の源となる崩壊地の状況と、本計画の流域内にある河川および溪流の荒廃状況の調査を行った。

成果は付録Iの表および図に示すが、これらは崩壊地の分布状況を示している。調査コースの選定に注意し、また地元民から広い地域にわたって崩壊地の有無を聞いたので、主要な崩壊はほとんど全部取められている。

### クリカニ流域

7.2 クリカニ流域の侵蝕は中・下流部で行われており、クリカニ川ではオカルガオンより上流に、またテイストン川・ピシンケル川・チトラン川などの主な支流では中・下流部にまだ平坦地が多く残されており、この表面を流れる谷は浅く、全体として盆地状の地形を呈している。これに対して、平坦地の下端では、本川・支川共に河床勾配が著しく急で、深い谷を作り、あるいは懸谷となっている。

しかしチャケール川・ラカス川・コクテ川などの下流部の支川では盆地状の平坦地はほとんど存在せず、あつても解析されて深い谷になっている。上記のような地形の特徴は付図の河床縦断面図に示されている。

7.3 要するに、クリカニ川流域の地形は、まだ若い段階にあるので、流量の多い下流部の河床低下が著しい。特にクリカニ川下流部およびその本流バグマテイ川はマハバラト山脈を横断する横谷部に入るので、非常に深い谷を作っている。

また一方上流部ではまだ侵蝕が進んでいないので、盆地状の平坦地が残されている。侵蝕の頭部はオツカルガオンに達し、徐々にその上流部の平坦地を侵蝕している。同様に各支川では、クリカニ川との合流点付近の河床が低下中である。

7.4 クリカニ川上流部には1つの例外を除けば、ほとんど崩壊地はない。1つの例外とは、すなわち、ドワウガラ川にある崩壊地 Col1-2 で、これは1954年の洪水の際に発生した地入り性の崩壊で、面積が約58,000m<sup>2</sup>にのぼる大規模なもので、その流出土砂は下流部の平坦地に広く堆積している。崩壊の深さは20m以上と推定され流出した土砂は全崩

壊土砂量の約 10%で、残りの土砂はまだ不安定な形で山腹斜面に残っている。

- 75 クリカニ川の小さな支流のナウカンナ川には小規模な崩壊地が多数発生しているが、それは、流域の平均勾配が非常に急であり、また全流域が伐開されて牧草地になっているためであろう。

テイストン川・ピシンケル川・チトラン川、あるいはナリバン川などの上流部は良好な森林に覆われており、崩壊地は極めて少ない。

チトラン川の合流点より下流側では、クリカニ川右岸側に Coll. 27, 31, 34 などの崩壊地がある。Coll. 27 は面積が 60,000 $m^2$  におよぶ大規模なものであるが、これは古い崩壊で現在はほとんど自然復旧しており、今後の土砂生産量は僅少であろう。

Coll. 31 は貯水池中に水没する崩壊地であるが、現在、土砂生産量はかなり多いものと思われる。

- 76 チャケル川合流点付近のクリカニ川の両岸には、多くの崩壊地が集中している。この付近は、クリカニ川が著しく、蛇行しており、湾曲部の外側はすべて崩壊地を作っている。蛇行の原因は恐らく断層であろう。この付近の地質は主に粘板岩で非常に破砕されている。

チャケル川合流点より下流の流域は崩壊地が少い。ただラカス川の Coll. 72 および 73 は今後拡大する恐れがあるから注意しなければならない。コクテ川下流部には面積 80,000 $m^2$  の崩壊地 Coll. 84 がある。これは 1954 年の洪水の際、懸谷の下部が急激に侵蝕されたため、それによって河床が低下し、ついには両岸が崩壊したものと推定される。この崩壊地から流出した花崗石の巨礫はコクテ川の河床を厚く埋めつくしている。

#### ラブティ流域

- 77 ラブティ川流域はクリカニ川流域より侵蝕が進んでいるがこれはラブティ川の方がテライあるいはピトリマデスに近いためであろう。クリカニ川流域に比べると、崩壊地の数も河床堆積砂礫量も著しく多く、河床堆積砂礫を上流に追求して行くと必ずその上流端に砂礫の供給源である崩壊地が存在する。

- 78 ラブティ川上流部の両岸には河岸段丘が発達しているが特に、その左岸側には非常に長く続く砂礫段丘がある。すなわち、左支川カリ川の水源に近いピラウネガリに始まり、カ

リ川とラモ川に、はさまれたビンベディの平坦地に連続しダルシンまで下りている。段丘面の高さはピラウネガリで河床面から約 30 m、ビンベディ付近では約 40 m であつて段丘崖はカリ川やラブティ川の縦横侵蝕によつてところどころが崩壊している。

79 カリ川とラモ川との合流点から下流のラブティ川の河幅は著しく広く、部分的には 200 m 以上の所もある。そして兩岸の小支川の合流点付近には砂礫円錐あるいは扇状地を作っているものが多い。しかしバンドラン川合流点より下流、ヘタウラまでの間はラブティ川がマハバラト山脈の支脈を横断しているため兩岸谷壁は急斜しており、特にバインセ川合流点の上・下流部の河幅は著しく狭くなっている。

710 ラモ川流域では右支川カニ川の Coll. 13 とシスニー川の Coll. 15 とが規模の大きな崩壊地であつて東西両側から分水界上にあるチサバニガリ町を攻撃している。また Coll. 1, 2, 17, 18, 19 など多くの崩壊地はすべて自動車道路の建設工事に起因するものである。

711 カリ川には、Coll. 25, 35 をはじめとして両側山腹に多数の崩壊地が発生しているがこれらは放置すればますます拡大する恐れがあり、大量の河道堆積砂礫の生産および段丘崖の欠壊と相まって流域の荒廃を促進するであろう。

スピ川や中流部に平坦地と深い谷のある独特の流域を持っているが崩壊地はない。また、マンズ川とラニ川の流域は良好な森林で覆われているため崩壊地が非常に少ない。

712 カルシン川およびバンドラン川の下流部には若干の崩壊が発生しているが、これら 2 川の下流部には特に河床堆積砂礫が多くバンドラン川には 200 m にもおよぶ大堆積地がある。

バインセ川流域内では右支川オケ川に Coll. 87, 88, 91 などの比較的大規模でかつ今後も拡大する見込みの多い崩壊地があり、これからの流出土砂がオケ川下流部河床に堆積している。さらにバインセ川にはトリブバン・ラジパット道路の工事に際して掘削土砂を投棄している所がいくつかあり、これが出水の際に流出して河状を悪化させている。

#### 流出土砂量

713 流出土砂量は流域の各種条件によつて著しく相異なるものであるから、現在のところはつきりした推定方法は見出されていない。

しかし、クリカニ川およびラブティ川流域の調査結果から、ダム地点上流の山地は比較的安定しているのであまり大きな堆砂量を見込む必要がないことが明らかになった。

714 有利な点はクリカニ川の上流部および主な支川の中流部には盆地状の平坦地が存在するのでたとえ、これより上流部に大きな崩壊が発生しても、流出土砂の大部分はこの平坦地に堆積してしきうため、クリカニ貯水池となる下流部における流出土砂量は僅少となる点である。

715 インドの測定したスナカンビ川のサブトコンにおける年間流出土砂量の資料によれば年間土砂流出量は次のようである。

表 8 15 1 (単位： $m^3/km^2/年$ )

年	年間流出土砂量
1948	1,700
1949	2,600
1950	1,600

サブトコンとクリカニ川では流域の諸条件が著しく異なるからこれを基準にすることはできないが、大局的にはクリカニ川の流出土砂量はダムサイトで、上記の数字の $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$ 程度と考えられる。

註：\*1 Annual Sediment Data for Sapt Kosi at Sunakambi, by Central Water and Power Commission, Government of India.

716 本報告書にある如く、クリカニ川をラブティ川に流域変更した場合、増加した流量によりラブティ川の河床堆積土砂が移動し、河床状態が変わる恐れがある。しかしピンベティ付近で巾が200m以上もあるラブティ川は堆積土砂の厚さが10m以上あり、最大でも $7.6m^3/sec$ の流量はすべて伏流するであろうから、河床状態の変化という現象が起きることはないと思われる。

## 砂 防

717 砂防工事は多額の費用を必要とするが、発電・かんがい・道路のようにその投資効果を明

確に把握することが困難な場合が多い。

土地利用が高度に進み、そこに投資された資本蓄積が多くなるにつれて、土砂の流出・堆積による被害も増加するようになり、はじめて砂防工事の必要性が称えられるようになるのが普通である。しかし一たん荒廃した山地をもとの平穏な姿にもどすには多大の費用と長期間を要するものであるから、事態がそこまで進まないうちに予防手段を講じておくべきである。ネパールのように、すでに山地が荒廃している上に、さらに今後開発計画を推進してゆこうとする国では特にこの点に留意する必要がある。

#### 山地の管理

718 山地の荒廃は自然的な原因によって起る場合が多いが、また人間が山地で行う諸作業によって山地が荒廃し、あるいは促進される場合が少くないから、山地の管理を厳重に行わなければならない。

土地の利用に当っては、その土地の特性に応じ、最も適当な方法を選ぶのが得策であることはいうまでもない。何らの予防措置も講ぜずに、土地の特性に適合しない土地利用をすれば、必ず思わぬ災害を招来するものである。

719 この点に関してはネパール政府も十分注意を払っており、国土の保全のために種々の厳重な規制を設けている。しかし現実には、住民の認識不足や農業経営の必要に迫られて、当然森林として利用すべき土地が農業や畜産に利用されている。

クリカニ川やラブティ川の流域でも、山地の管理は不十分で、不必要に森林を破壊して山地の荒廃を招いている例がしばしば見られる。したがって以下述べるような点に注意する必要がある。

720 畜産はネパールでは非常に重要な産業であつて、家畜の数が著しく多い。このため住民は、急峻な山腹斜面までも牧草地に利用しているので、表面侵蝕によって流出する土砂量は多量にのぼるものと思われ、また山くずれの発生を容易にしている。

また、森林内に放牧している場合が多く、このために若い森林はすべて破壊されている。さらにネパールでは次の雨季における牧草の生育を良くするために、3月、4月頃になると部落周辺の下木や草を焼き払う習慣があるので、樹木の生育は阻害され、若木や下木はすべて枯死し、山地の荒廃が促進されている。



721 砂防上、このような畜産による森林の破壊は早急に防止する必要がある。しかしこれはネパール全人口の90%以上を占める農民の生活に重大な影響を与えるものであるから、十分な調査、研究の上、総合的な対策を講じなければならない。

722 マハバラト山脈は比較的若いので、分水界付近には、平坦地が多く残されている。人口増加の結果、この平坦地上に最近開墾された耕作地が多く見られる。

極端なのは、海拔2,100m以上の分水界上で、原生林を焼き払い開墾している場合もあった。このような高地では収穫量も少く、単に山地の荒廃を惹起するに過ぎないから、この種の開墾は極力禁止し、その代りに単位面積当りの収穫量を向上させるように努力すべきである。

723 現在、ネパール国内の木材需要はあまり大きくなく、又運搬道路も整備されていないので、大部分の森林は原生林の形で保存されている。しかし今後は開発の進展に伴って木材需要が増大し、森林の伐採は活潑になるであろう。

当分の間は、伐採跡地を天然下種や萌芽で更新することもできようが、今後なるべく早期に原始的な林業経営を改め、人工造林による積極的な森林の造成を計ることが大切である。また急斜面の牧草地も人工的に造林を計らねばならない。

さらに河岸や、洪水の際に土砂の流入によって災害を受けるような地帯には、周囲に相当の厚さの森林を造成するのがよい。これによって安価に水害や土砂害を相当減じることができる。

724 勿論、森林は土砂の生産や流出を阻止するのに万能ではないから、荒廃山地や急激な土砂流出の恐れがある山地に対しては積極的に砂防工事を施工する必要がある。

#### 砂防計画

725 砂防工事は二種に分類される。1つは、現在土砂を生産している地域、あるいは生産する恐れのある地域に対して施工する直接工事であり、他の1つは直接工事の施工が困難であるか、あるいは非常に長期間を要する場合に、急激な土砂の流出を阻止、あるいは調節するために施工する間接工事である。山地の荒廃状況や土砂害の実態に応じてこの二種類の工事を適宜組合せて砂防計画が作成されるのである。

726 添付図面 169 はクリカニ川およびラブテイ川上流部の流域に対する砂防計画の大要を示したもので、その考えは次のとおりである。

クリカニ計画の貯水池の堆砂量は僅少であるから、上流山地は現状のまゝに置いておいても支障はないが、さらにダムの寿命を延長し、採算性を高めるためには、クリカニ川本流およびその支川下流部に“直接工事”を施工するのがよい。

ダム地点下流部に対しては、クリカニ計画に直接影響を与えないにしても現存する崩壊地に“直接工事”を施工して、バグマテイ川への土砂流送を減少させる。

727 ラブテイ川上流部に対してはビンベディおよびバインセドバンに起る恐れのある土砂害を予防し、かつラブテイ川下流部やヘタウラ付近への流出土砂を調節することが必要である。このために荒廃の著しいラモ川、カリ川およびバインセ川に対して崩壊地からの土砂流出と河床堆積砂礫の移動とを防止する直接工事を施工する。また豪雨の際における急激な土砂の流出を防止し、あるいは調節するために本川の適当個所と、支川の下流部に間接工事を施工する。

728 カニ川には、チサバニガリ町付近から発生した大規模な崩壊地 (Coll. 13) があり、大量の土砂をラブテイ川に供給し、発電所地点の保護に支障をきたす恐れがあるので、このまゝ放置しておくわけには行かない。調査団は上記の理由でこれを砂防計画としてとりあげ、その設計例も掲載した。添付図面 1610, 11 を参照されたい。

729 Coll. 13 の斜面方位は  $S 30^{\circ} E$  で、上部はおゝむね  $S 35^{\circ}$  下部は  $S 28^{\circ}$  に傾斜する。水平面積  $45,000 m^2$  の大崩壊である。地層の傾斜は斜面の傾斜とほぼ一致し、岩石は風化した珪質ホルンフェリスで、片理面の剝離性が著しい。崩壊の頭部には  $4 m$  以上の厚さに風化土層がのっているが、これに 4 本の雨裂が延びており、丁度掌をひろげた形をしている。

730 この崩壊からの流出土砂はカニ川の下流部に厚く堆積しているので、これの移動を防止するために 3 基の砂防ダムを施工する。162, 163 ダムは共に基礎を基岩に着けることができないので副ダムが必要である。将来これら副ダムの下流側が洗掘された場合には、その下流の適当な地点に新しいダムを設け、その堆砂面で洗掘を防止する。

731 崩壊地脚部にNo.3ダムを設け、崩壊地内の各水流に山腹水路工を施工する。水路工は高度差15mごとに床固工で補強する。

崩壊面はまず法切工を施工する。すなわち崩壊面の凹凸を取り除き30°～45°の一定の勾配に仕上げる。山腹工の工法は多種多様であるが、ネパール人は石積工法に馴れているし、またColl.13には石礫が大量に存在するので、これを用いて高度差15mごとに高さ1mの山腹石積工を設け、その中間はおおむね高度差2mごとに高さ0.5mの空積の石筋工で表面を保護する。

732 山腹石積工と石筋工の背面は土砂で埋めて苗木を植栽する。この地方の荒廃地に適する植物は今後の研究によって選定しなければならないが、一般に言われているように豆科植物とマノの混植が適当であろう。この二種類の苗木を0.6～0.7mの間隔で交互に植栽し肥料として土砂の中に糞束を埋め、あるいは化学肥料を施す。

733 以上述べた構造物をまとめると下表の通りであり、一時的な対策のために建設費も記載したが、これは直接工費分のみを示すものである。

表 7331

溪 流 工 事

項 目	高さ (m)	長さ (m)	天端巾	法 面 勾 配		体 積 ( $m^3$ )	令 費 (米ドル)
				下 流 側	上 流 側		
No.1 ダム	120	660	25	1 : 0.2	1 : 0.3	3,059	67,300
No.2 ダム	160	590	25	1 : 0.2	1 : 0.4	3,812	83,800
" 副ダム	90	490	25	1 : 0.2	1 : 0.1	1,406	39,400
No.3 ダム	120	670	30	1 : 0.2	1 : 0.2	2,716	67,900
" 副ダム	70	590	30	1 : 0.2	1 : 0.0	1,107	31,000
護 岸	5.6-7.0	94.0	—	1 : 0.3	—	587	18,200
合 計						12,687	307,600

表 7 3 3 2

## 山 腹 水 路 工

項 目	水 路 長 (m)						床固工数		合計金額 (米ドル)
	a	b	c	d	e	計	A	B	
才 1 支 派	105	251	36	0	0	392	3	9	13987
才 2 "	80	275	108	0	0	463	2	11	16295
才 3 "	64	264	106	161	384	979	11	17	36149
才 4 "	35	251	33	0	0	319	1	8	11032
才 5 "	0	96	0	0	0	96	1	3	4432
才 6 "	0	142	0	0	0	142	1	4	5814
そ の 他	0	253	0	0	0	253	3	6	10901
総 延 長	284	1532	283	161	384	2644	22	58	
金額(米ドル)	1,136	26044	7075	5635	1920	41,810	2,000	34,800	98610

表 7 3 3 3

## 山腹石積工および石筋工

項 目	数 量	金額(米ドル)
法 切 工	44,490m <sup>2</sup>	4,449
山 腹 石 積 工	2,400m	9,600
山 腹 石 筋 工	14,500m	7,250
合 計		21,299

上記三表の合計は 427509 米ドルとなる。

クリカニ川流域

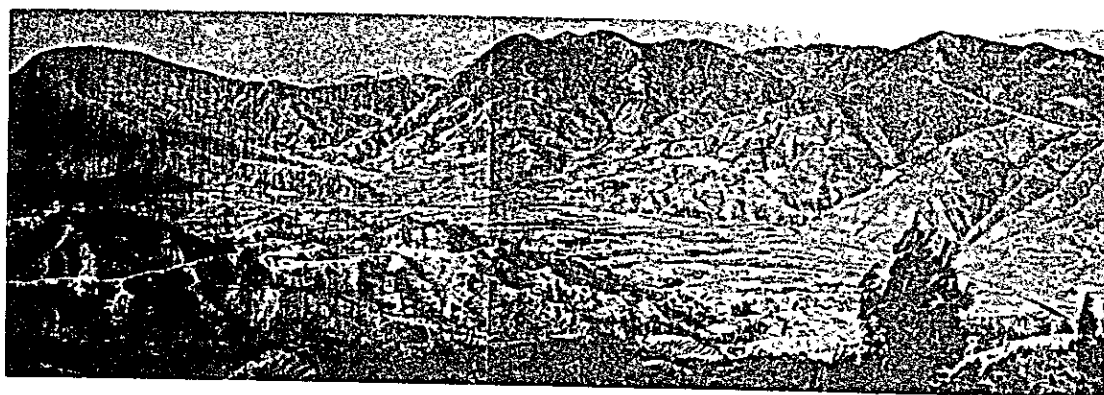


Photo 7.1 クリカニ・コーラ 水源山地および盆地状平坦地

Photo 7.2

ドワウガラ・コーラの  
coll.2 今後ますます拡  
大する恐れがある。



Photo 7.3

ドワウガラ・コーラの  
下流部 coll.2 からの流  
出土砂の堆積



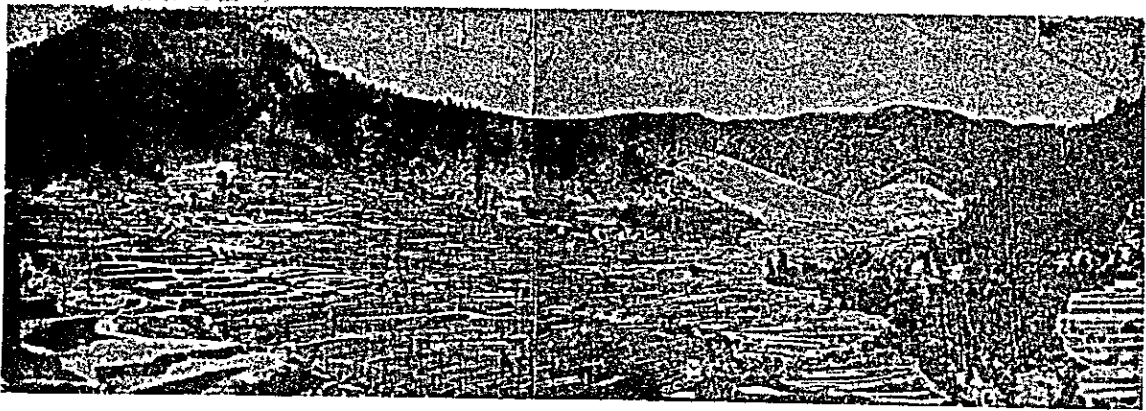


Photo 7.4 チトラン・コーラ中流部の盆地状平坦地および水源山地

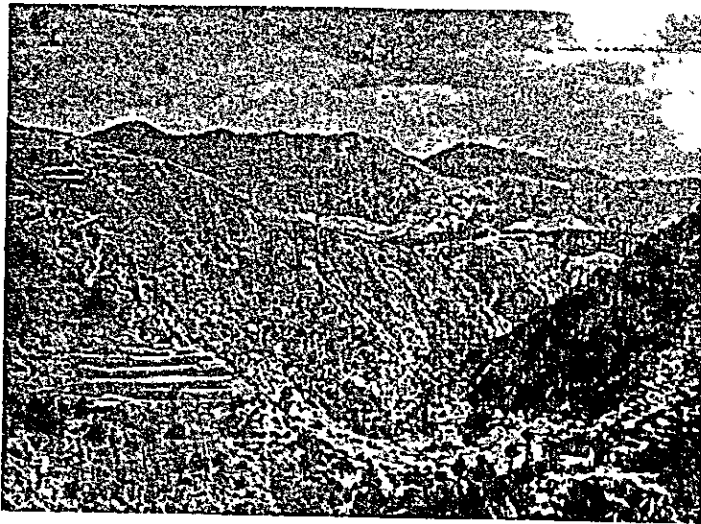


Photo 7.5 クリカニ・コーラ, ハザントガオン  
付近から下流を望む。盆地状平坦地の下流  
は谷が深く, 両岸谷壁は急斜している。



Photo 7.6  
チトラン・コーラ下流部の滝

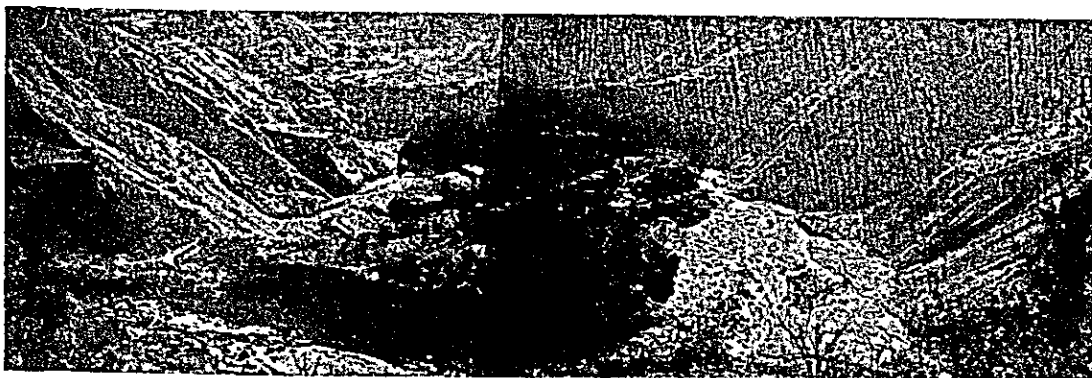


Photo 7.7 チャケル・コーラ合流点上流のクリカニ・コーラの蛇行  
彎曲部の外側はすべて崩壊している (下流を望む)

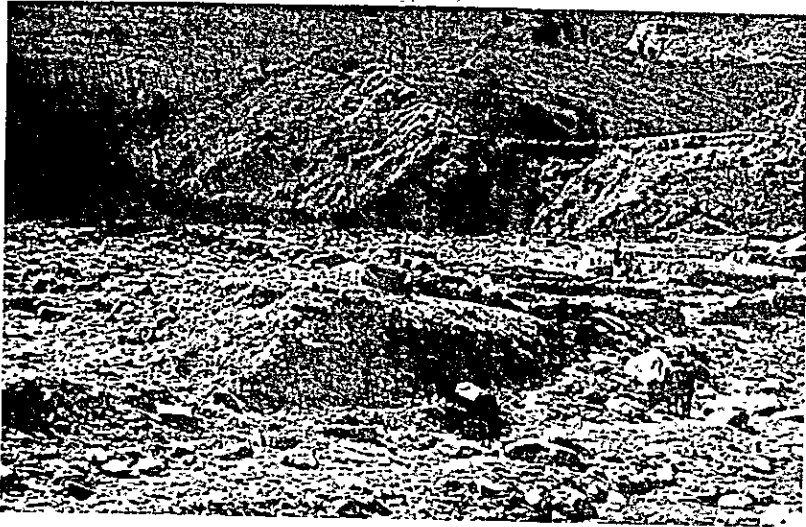


Photo 7. 8

チャケル・コーラ合流点  
付近のクリカニ・コーラ  
河床堆積砂礫が著しく  
多い。

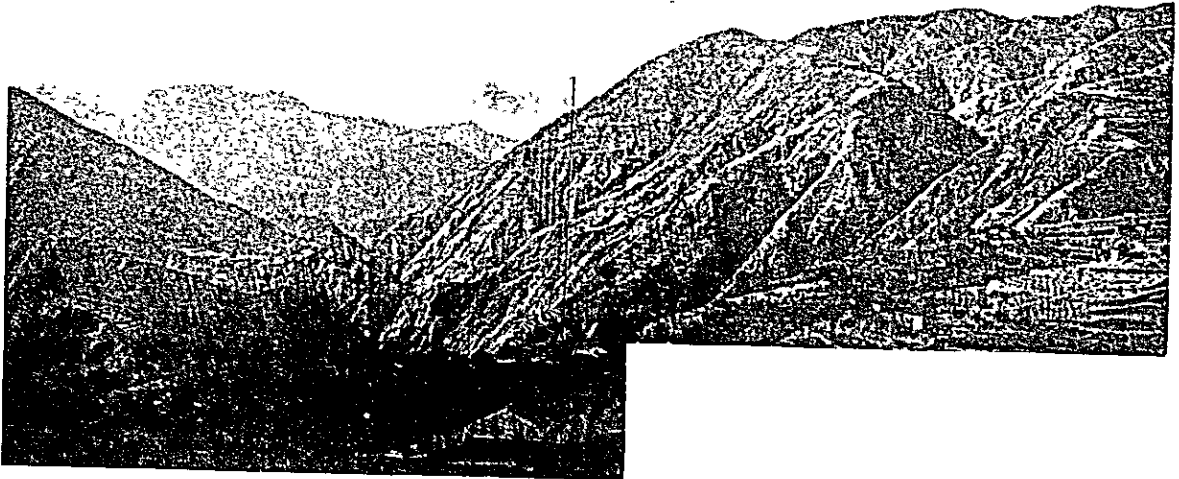
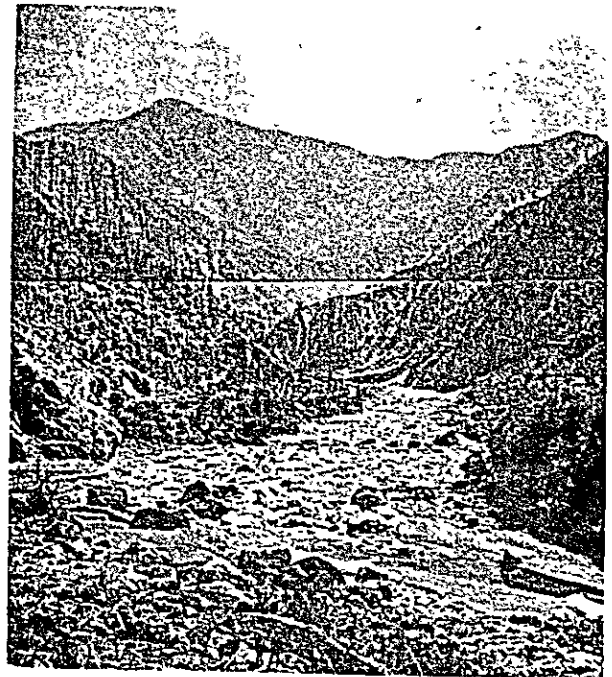


Photo 7. 9

ラカス・コーラ合流点より上流の  
クリカニ・コーラ両岸山復  
(上流を望む)

Photo 7. 10

クリカニ・コーラ合流点  
下流のバグマティ川



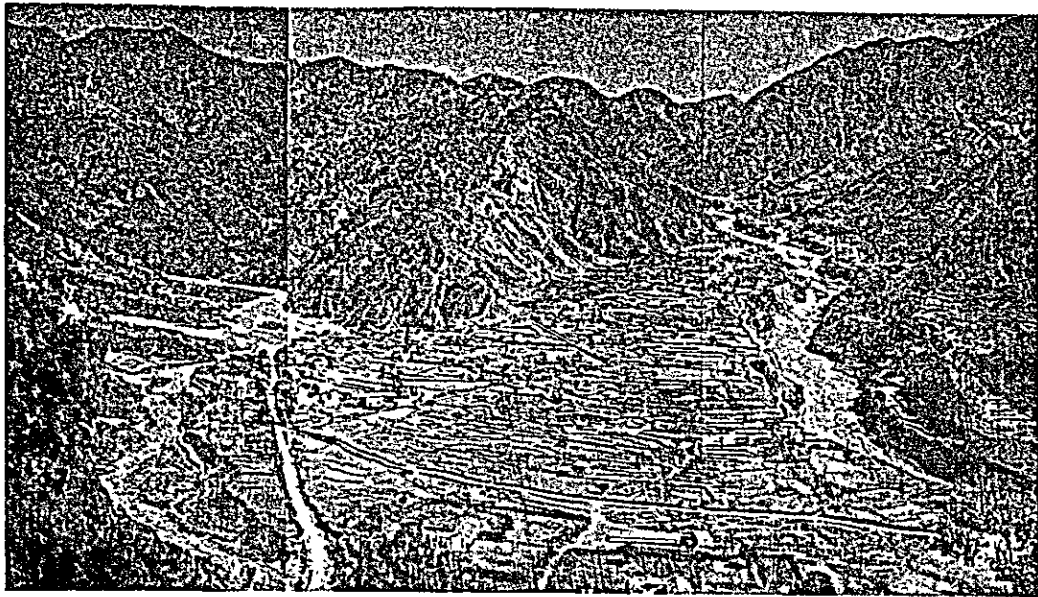


Photo 7.11 ビンペディの平坦地  
右側はカリ・コーラで砂礫段丘がよく発達している。  
左側はラモ・コーラで河床堆積砂礫量が多い。

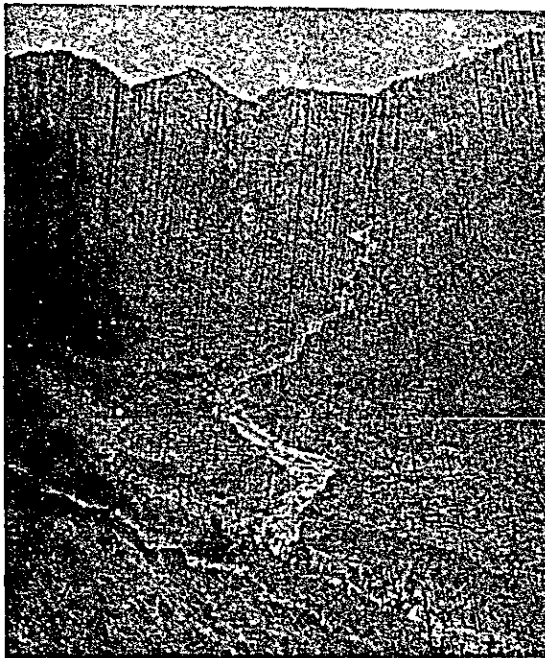
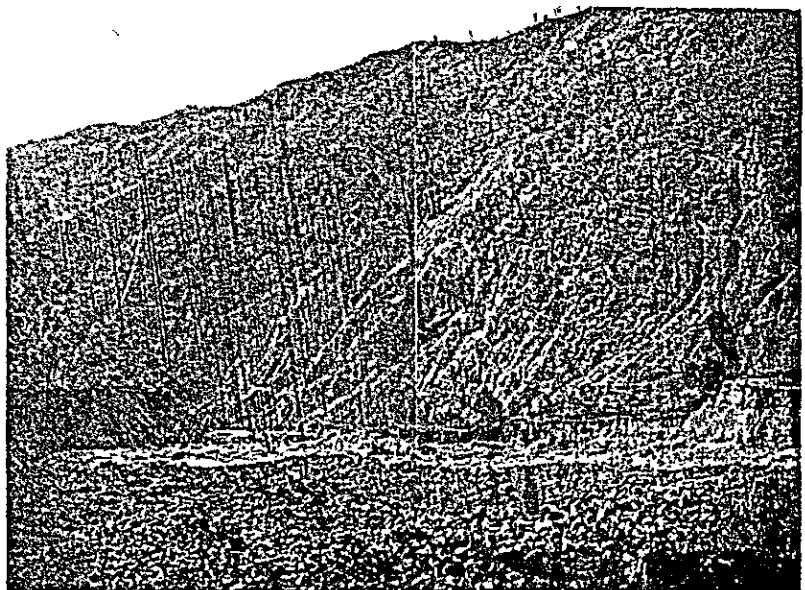


Photo 7.12 カリ・コーラの水源部  
砂礫段丘が水源部まで続いている。

Photo 7.13  
カリ・コーラの  
coll. 32, 33  
(下流を望む)





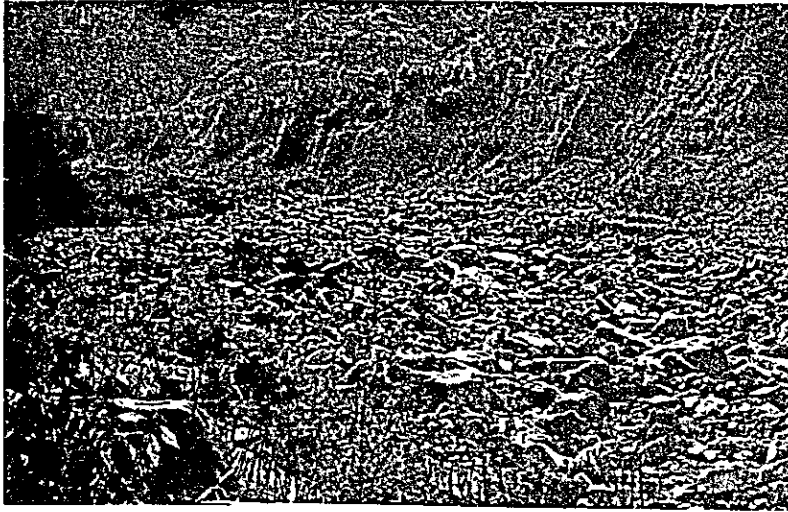


Photo 7. 14  
カリ・コーラ下流部の  
段丘崖の欠壊

Photo 7. 15  
カニ・コーラ coll.13 全景



Photo 7. 16 coll.13 の一部



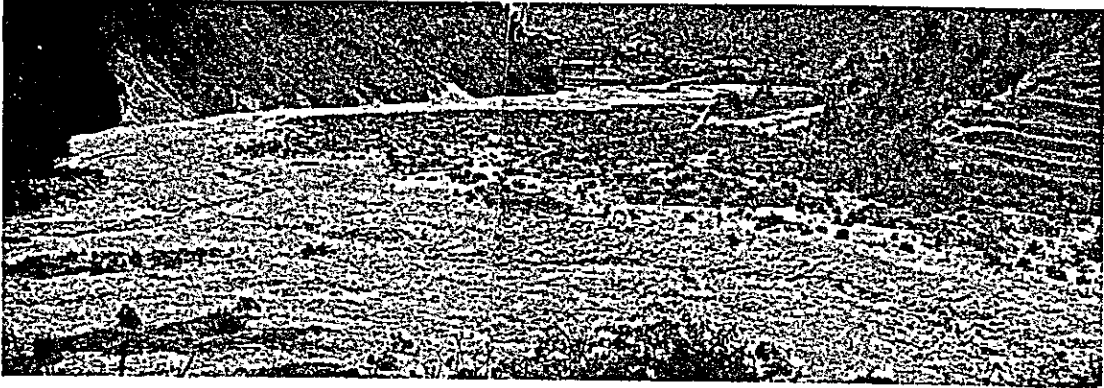


Photo 7. 17 ラモ・コーラとカニ・コーラの合流点，河床堆積砂礫量が著しく多く，河幅は 300 m 以上ある。上部右寄りにはビンペディの人家

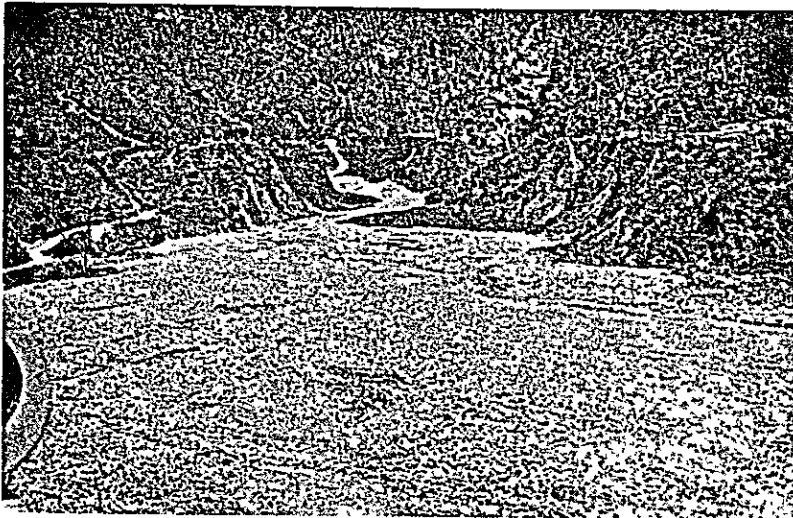
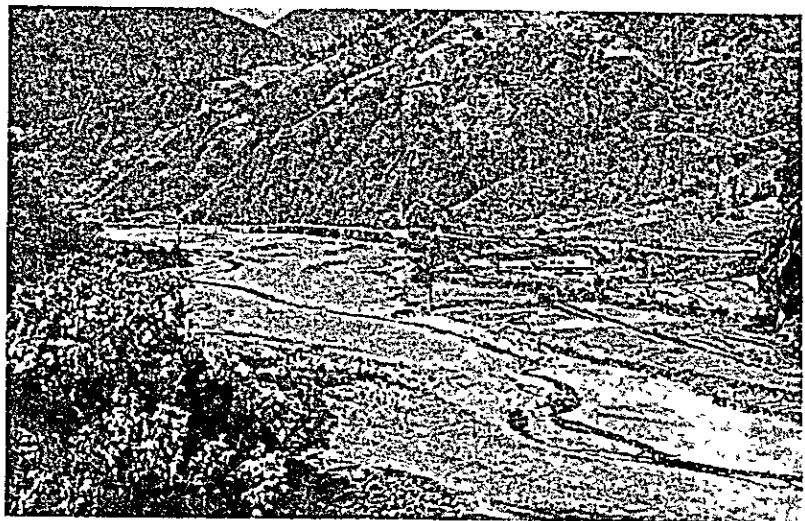


Photo 7. 18  
ダルシン付近のラプティ川，河床堆積砂礫量が多く，流水は全部伏流している。

Photo 7. 19  
ニブワタル付近  
のラプティ川  
(下流を望む)



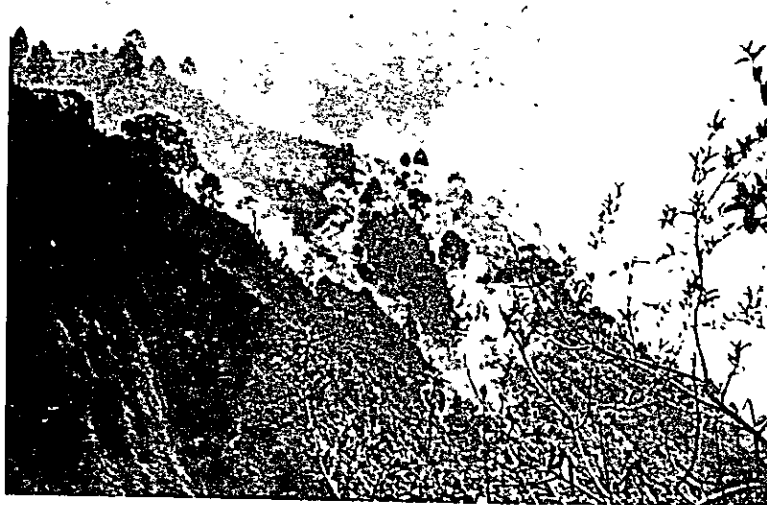


Photo 7. 20 ラモ・コーラ左岸山復  
3月, 4月頃になると, 牧草の生育を良くするために  
住民は山復に火をつける。



Photo 7. 21 シム・コーラ中流部の分水界  
カスロ林(標高7,100フィート)を焼いて開墾している。



Photo 7. 22 急斜面の畑や牧草地がhead erosionで崩壊している。(マチンドラガオン付近)



Photo 7. 23  
テイストンデオラリ付近  
トリバンラジパットの掘さく  
土砂を谷に捨てている。

## 付 録 I

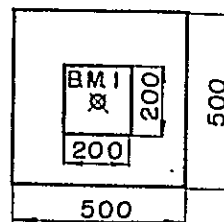
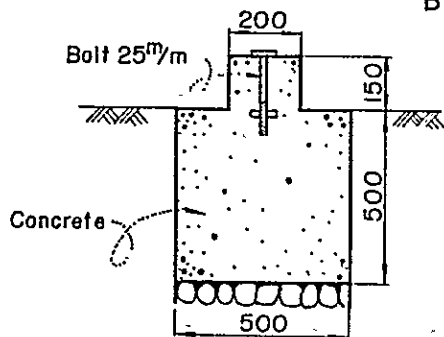
### 調 査 成 果

- 1 水準測量路線と平面測量の実施範囲図
- 2 水準点成果表
- 3 クリカニ川縦断面図
- 4 ラプティ川縦断面図
- 5 試錐孔位置図
- 6 地質柱状図
- 7 クリカニ川およびラプティ川の水系図と断面図
- 8 クリカニ川およびラプティ川流域内崩壊分布図
- 9 クリカニ川流域内崩壊地一覧表
- 10 ラプティ川流域内崩壊地一覧表
- 11 沙羅双樹材材料試験結果

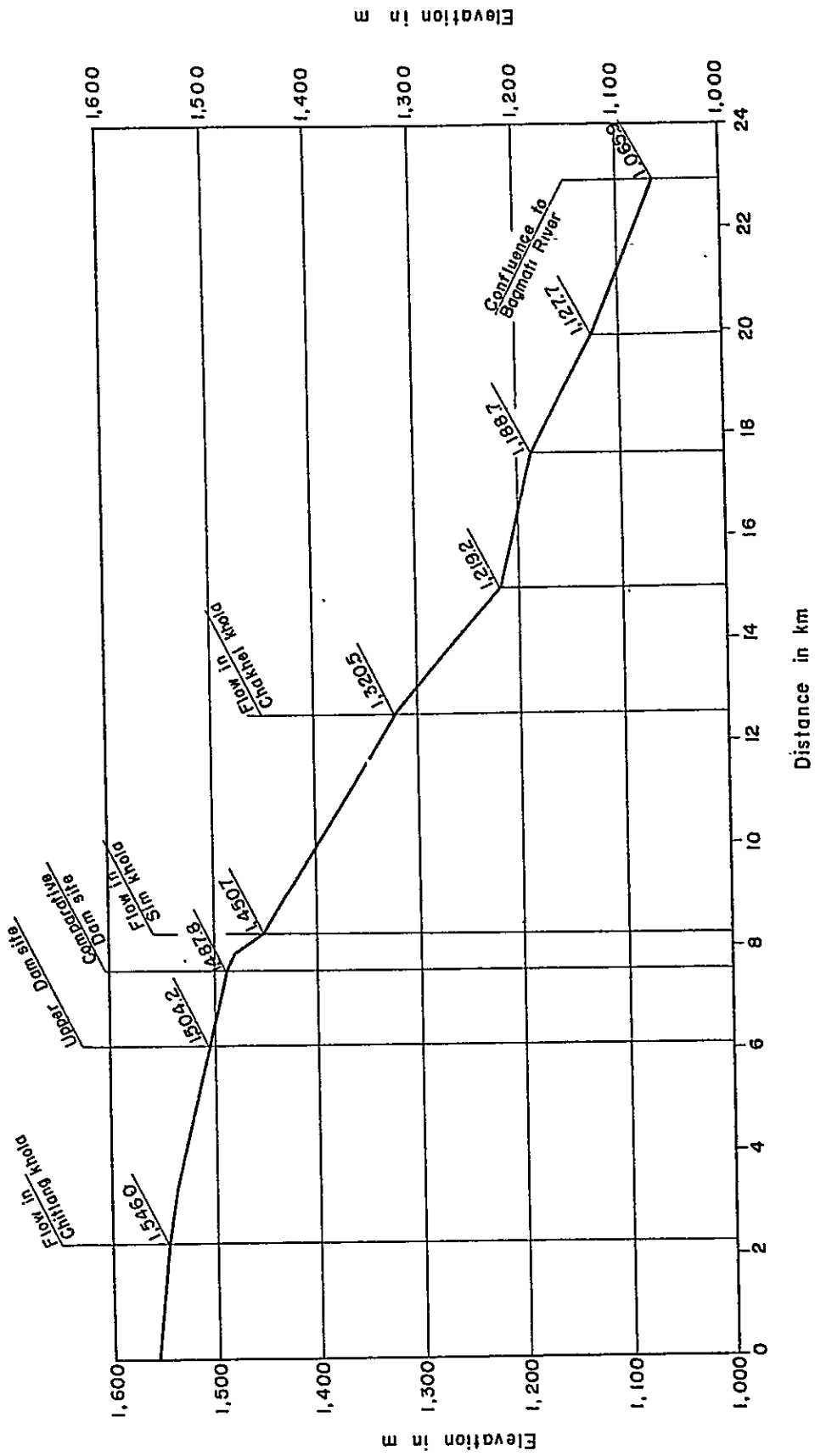


No.	B.M. 1	
Elevation	1 500.412	
Installed on	21. Mar. 1963	
Location	Kulikhani	
Note ; In front of kulikhani rest house		
No.	B.M. 2	
Elevation	1 555.039	
Installed on	31. Mar. 1963	
Location	Chisapani Garhi	
Note ; On the ropeway anchor block		
No.	B.M. 3	
Elevation	1 158.389	
Installed on	18. Apr. 1963	
Location	Bhimphedi	
Note ; By the house commonly called "Elephant house"		

**BENCH MARK**

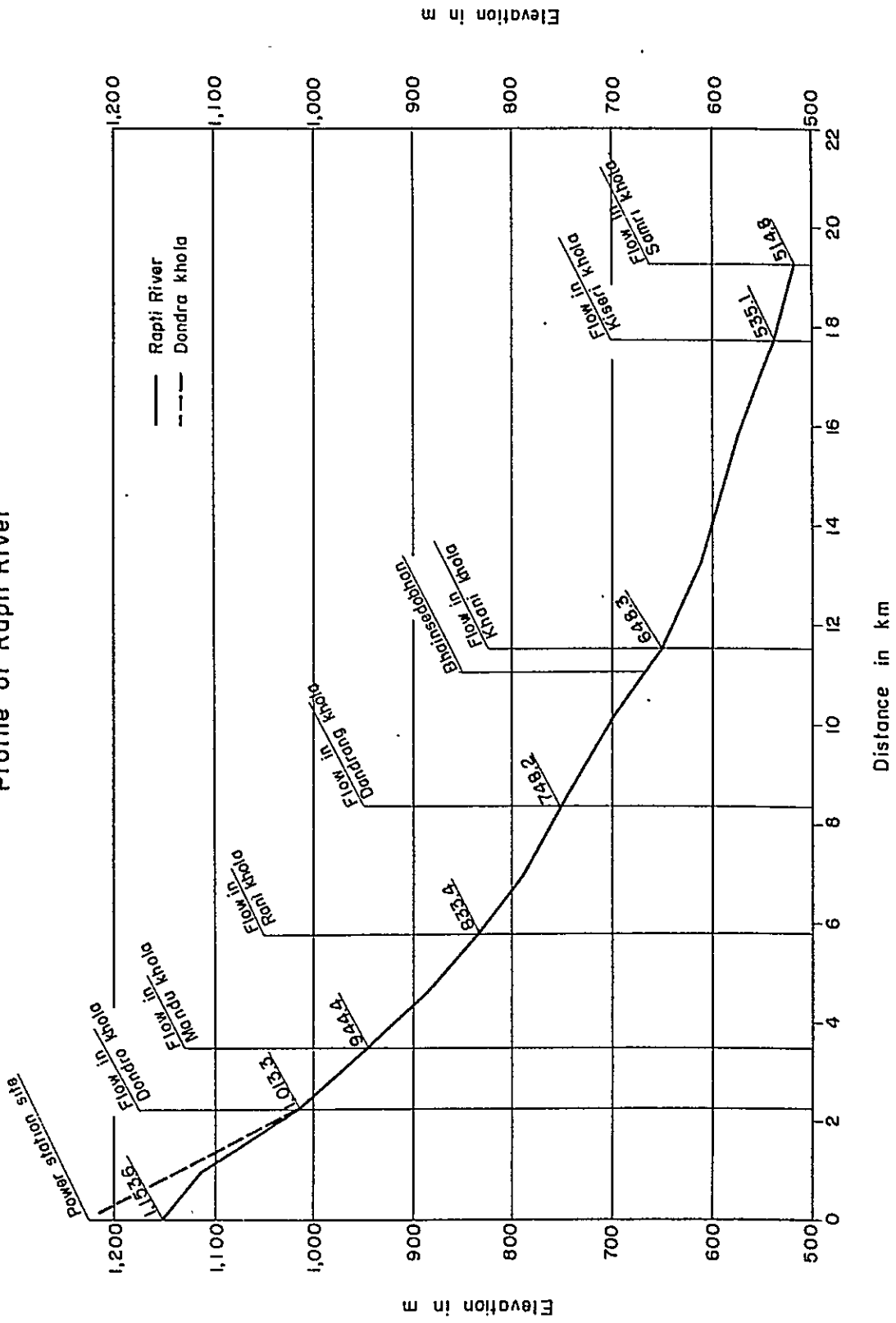


# Profile of Kulikhani River



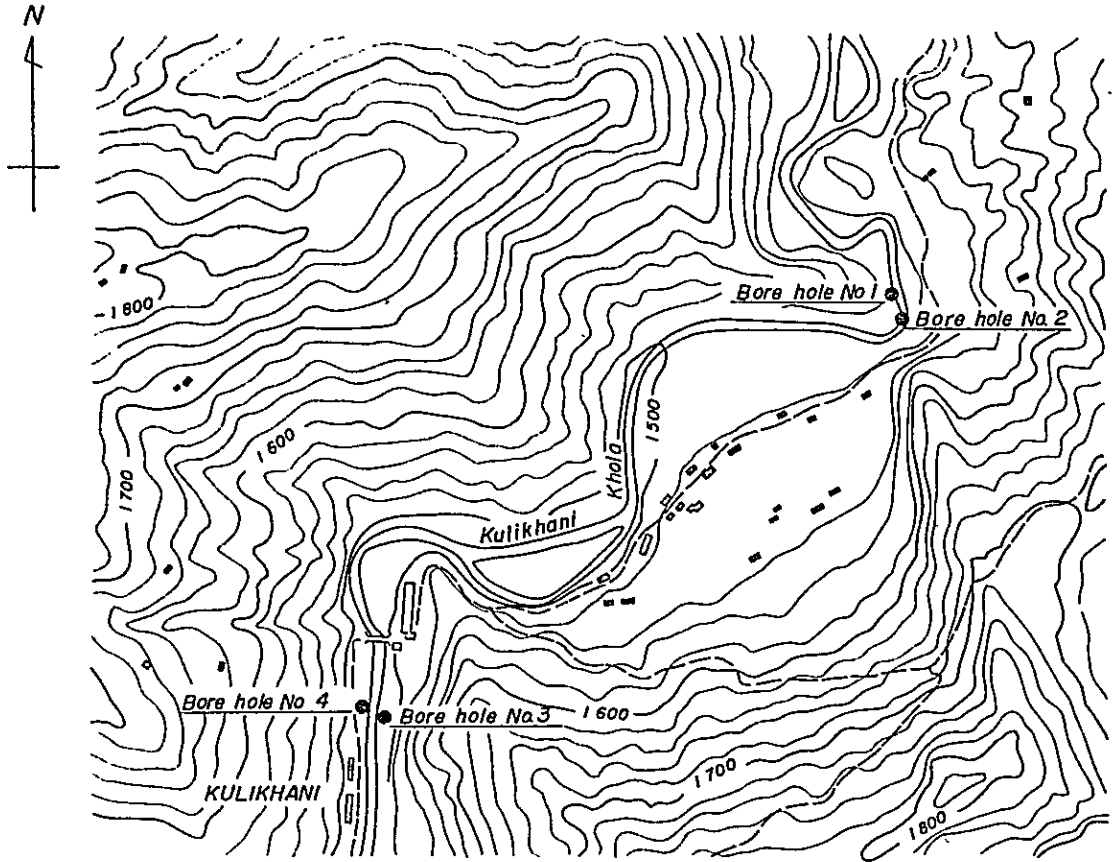


# Profile of Rapti River

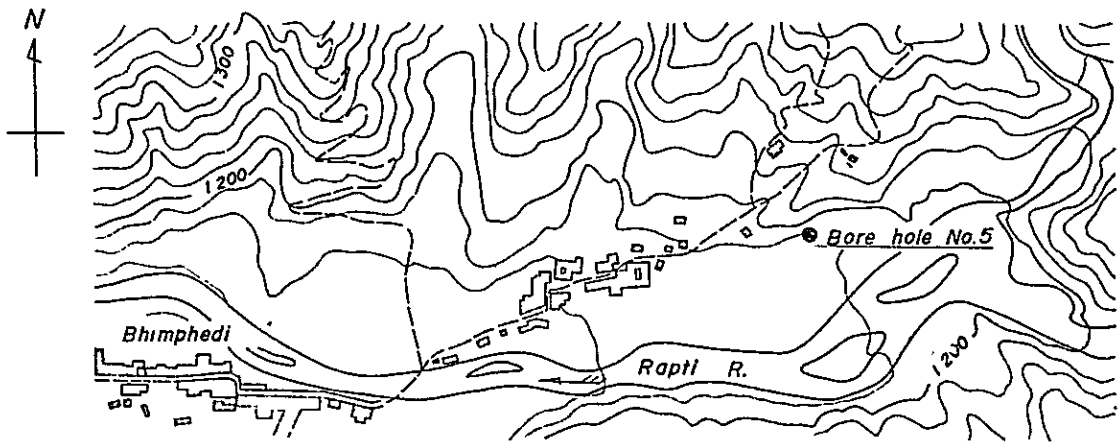


# LOCATION OF BORE HOLE

(Scale 1: 10,000)



DAM SITES






POWER STATION SITE

## GEOLOGICAL RECORD OF BORE HOLE

HOLE NO. 1





PROJECT : Kullkhani	ELEVATION OF SURFACE, 1504.2 <sup>M</sup>
LOCATION : Upper site	ELEV. BOTTOM OF HOLE, 1498.2 <sup>M</sup>
DATE STARTED : Feb 26 '63	INCLINATION OF HOLE, vert.
DATE COMPLETED : Mar 12 '63	DRILLED BY K. Koike
DIAMETER OF HOLE: 85 <sup>MM</sup> 46	GEOLOG. LY LOGGED BY K. Koike
MACHINE : UD-5	

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION
3/7	1	1504.2	Boulder				50%	Driving pipe sunk down to 1.0m
3/7	2		Gravel and Sand					Casing pipe sunk down to 2.5m
3/8	3							Boulder is of granite and sandstone max. φ 15 ~ 20cm
3/10	4				3.90	3.90		
3/11	5		Crystalline Limestone				25%	Very cracky, especially at 5.2m
3/12	6				2.10	6.00		
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

## GEOLOGICAL RECORD OF BORE HOLE

HOLE NO. 2

PROJECT : Kulikhani	ELEVATION OF SURFACE, 1504.0 <sup>M</sup>
LOCATION : Upper site	ELEV. BOTTOM OF HOLE, 1496 <sup>M</sup> 9
DATE STARTED : Mar. 13, 1963	INCLINATION OF HOLE, vert
DATE COMPLETED : Mar 18 '63	DRILLED BY K. Koike
DIAMETER OF HOLE: 85 MM 46	GEOLOG. LY LOGGED BY K. Koike
MACHINE : UD-5	

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION
	1		Boulder				0%	Driving pipe set down to 1.0m.
	2		Gravel and Sand				40%	Casing pipe set down to 2.5m Boulder is of Granite
	3		Sandstone and Limestone		4.10	4.10	60%	
	4		Crystalline Limestone				60%	Very cracky
	5				3.00	7.10		
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

## GEOLOGICAL RECORD OF BORE HOLE

HOLE NO. 3

PROJECT : Kullkhani	ELEVATION OF SURFACE, 1488 M <sup>2</sup>
LOCATION : Lower sile	ELEV. BOTTOM OF HOLE, 1481 M <sup>2</sup>
DATE STARTED : Mar 21 '63	INCLINATION OF HOLE, vert.
DATE COMPLETED : Mar 26 '63	DRILLED BY K. Koike
DIAMETER OF HOLE: 85 MM <sup>46</sup>	GEOLOGICALLY LOGGED BY K. Koike
MACHINE : UD - 5	

DATE	DEPTH m	ELEV. TOP OF STRATUM m	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM m	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA m	CORE RECOVERY %	DESCRIPTION
3/26	1	1487	Boulder gravel and Sand		3.65	3.65	0%	Driving pipe set down to 1.0 m
3/26	2	1486	Biotite Schist		3.35	7.00	50%	with some cracks
3/26	3	1485						
3/26	4	1484						
3/26	5	1483						
3/26	6	1482						
3/26	7	1481						
3/26	8							
3/26	9							
3/26	10							
3/26	11							
3/26	12							
3/26	13							
3/26	14							
3/26	15							
3/26	16							
3/26	17							
3/26	18							
3/26	19							
3/26	20							

## GEOLOGICAL RECORD OF BORE HOLE

HOLE NO. 4

PROJECT : Kulikhani

ELEVATION OF SURFACE, 1427.1<sup>M</sup>

LOCATION : Lower site

ELEV. BOTTOM OF HOLE, 1415<sup>M</sup>

DATE STARTED : Mar. 27 '63

INCLINATION OF HOLE, vert.

DATE COMPLETED : Apr. 4 '63

DRILLED BY K. Koike

DIAMETER OF HOLE: 85<sup>MM</sup> 46

GEOLOG. LY. LOGGED BY K. Koike

MACHINE : UD-5

DATE	DEPTH m	ELEV. TOP OF STRATUM m	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION
	1		Boulder in Soil	X			0 %	
3/30	2		Gravel and Sand	○ ○ ○ ○ ○			60 %	Max. diam. of gravel being 7~8cm
	3							
	4							
3/31	5							
4/1	6		Biotite	///			15 %	Very cracky
	7		Schist	///				
4/2	8			///				
	9			///				
4/3	10			///				
4/4	11			///				
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

## GEOLOGICAL RECORD OF BORE HOLE

HOLE NO. 5

PROJECT : Kulkhani	ELEVATION OF SURFACE 1177 M <sup>6</sup>
LOCATION : Bhlmpedi P.S site	ELEV. BOTTOM OF HOLE 1167 M <sup>6</sup>
DATE STARTED : Apr. 4 '63	INCLINATION OF HOLE, vert.
DATE COMPLETED : Apr. 17 '63	DRLLED BY K. Kolke
DIAMETER OF HOLE : 85 MM <sup>46</sup>	GEOL. LY LOGGED BY K. Kolke
MACHINE : UD - 5	




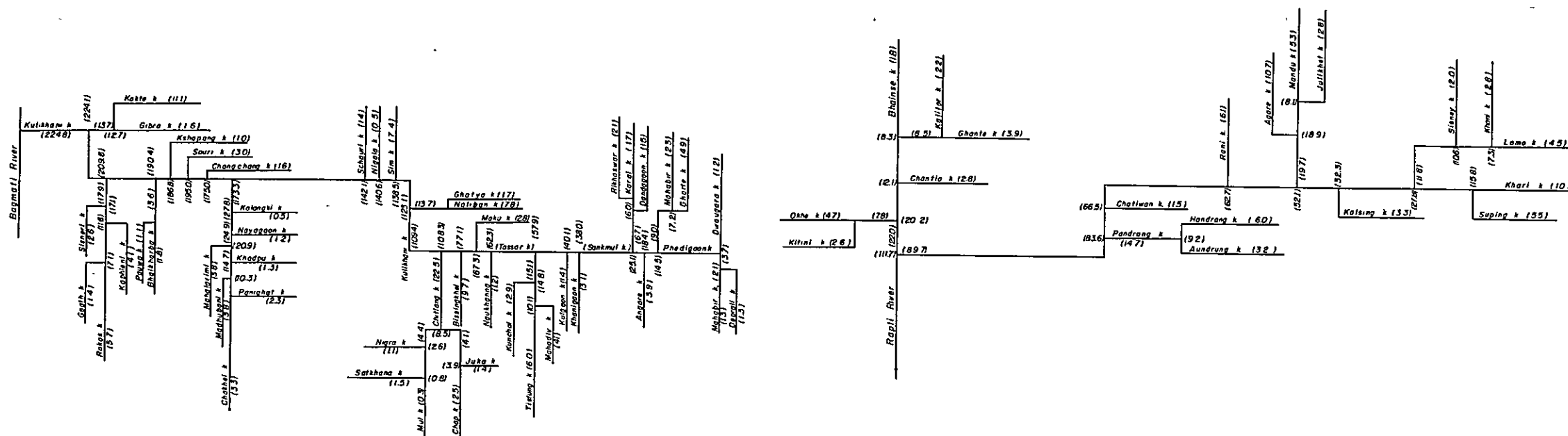
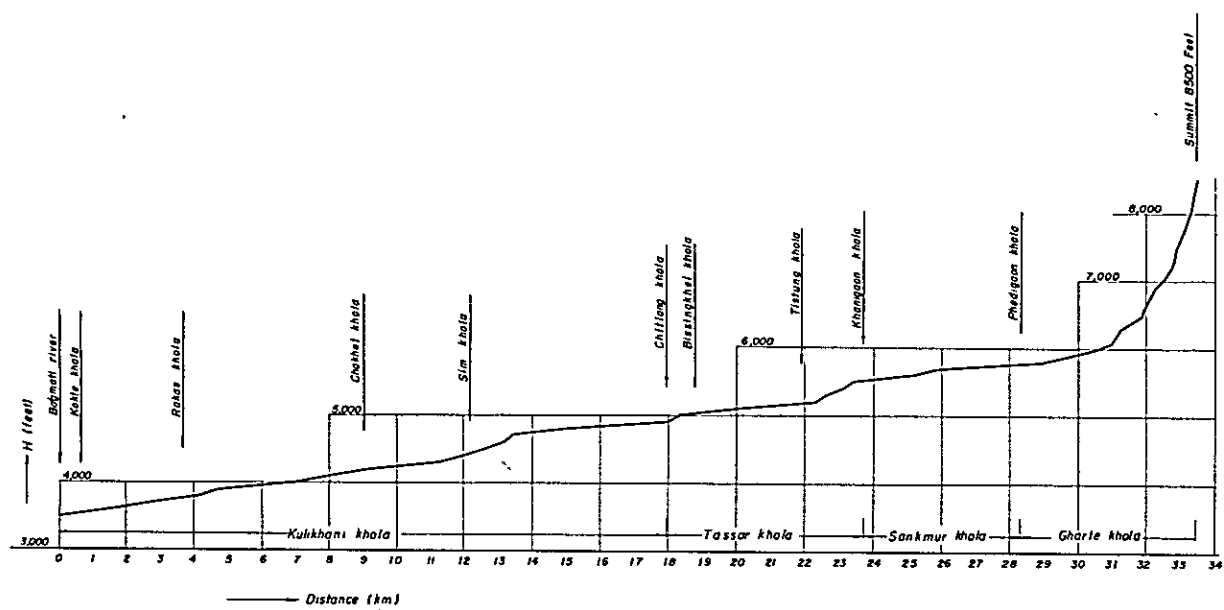
DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION
4/10	0							Driving pipe set down to 0.75m
4/11	1		Boulder and Gravel					
4/12	2		Sand					
4/13	3							Boulder and gravel are of Sandstone,
4/14	4							Quartzite, and Limestone
4/15	5		Boulder and Gravel					
4/16	6							Boulder and gravel are of Quartzite only.
4/17	7							
4/18	8							
4/19	9							
4/20	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

DIAGRAM OF RIVER SYSTEM AND PROFILE OF RIVER

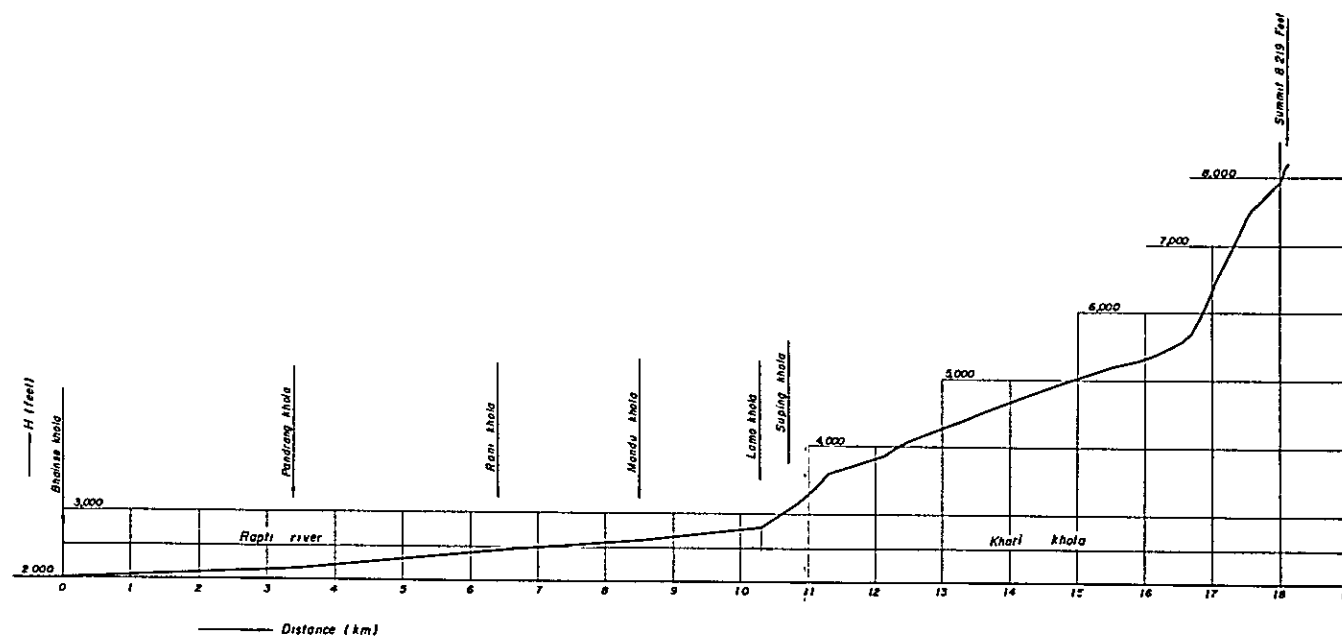


DRAINAGE SYSTEM OF KULIKHANI RIVER BASIN

DRAINAGE SYSTEM OF RAPTI RIVER BASIN



PROFILE

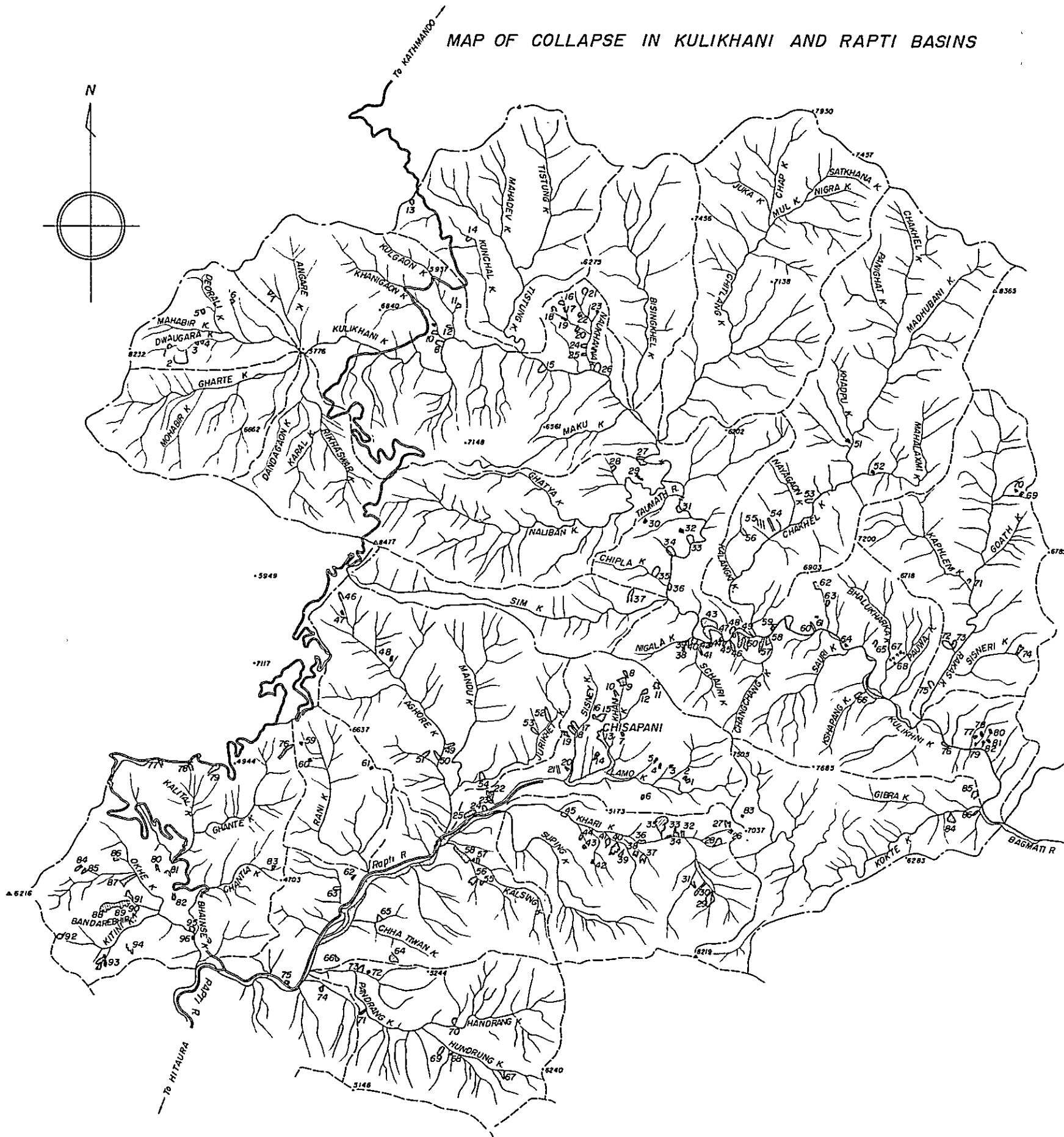


PROFILE

( ) shows drainage area (km<sup>2</sup>)



MAP OF COLLAPSE IN KULIKHANI AND RAPTI BASINS



Collapse on Kulikhani river basin

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
1	Kulikhani	Dwangara	Bank	S 30° E	3,200 <sup>m<sup>2</sup></sup>	Earth fall	Vertical erosion
2	"	"	Bank Concave part of mountain side	N 24° W	58,000	Earth fall Land creep	Ground water
3	"	"	Bank	N 15° W	300	Earth and rock fall	Lateral erosion
4	"	"	"	N 15° E	250	"	"
5	"	Deorali	Spur	N 35° E	4,600	Rock fall	Vertical erosion
6	"	"	Mountain side	S 5° W	400	Soil exfoliation	Heavy rain
7	"	Angare	Bank	N 20° E	1,600	Land creep	Vertical erosion
<b>Total</b>					<b>68,350</b>		
8	Kulikhani	-	Bank	S 55° E	2,000	Rock fall	Vertical erosion
9	"	Khanigaon	"	N 70° E	100	Earth fall	Lateral erosion
10	"	"	Concave part of mountain side Bank	N 45° E	900	"	"
<b>Total</b>					<b>3,000</b>		
11	Kulikhani	Kulgaon	Bank	N 35° E	250	Earth fall	Lateral erosion
12	"	"	"	N 80° E	1,500	Earth and rock fall	Vertical erosion
<b>Total</b>					<b>1,750</b>		
13	Tistung	Kunchal	Ridge Concave part of mountain side	S 40° E	1,600	Earth and rock fall	Head erosion
14	"	"	Bank	N 25° E	500	Earth fall	Lateral erosion
<b>Total</b>					<b>2,100</b>		
15	Kulikhani	-	Bank	N 15° E	14,400	Rock fall	Lateral erosion
16	"	Naukhanna	"	N 70° E	4,000	Earth fall	"
17	"	"	"	N 45° E	1,300	"	"
18	"	"	Valley head	S 45° E	4,000	"	Head erosion

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
19	Kulikhani	Naukhanna	Bank	N 45° E	400	Earth fall	Lateral erosion
20	"	"	"	N 10° E	2,000	Rock fall	"
21	"	"	Ridge, mountain side, Concave part of mountain side	S 5° W	3,700	"	Head erosion
22	"	"	Bank	N 60° E	1,300	Soil exfoliation	Vertical erosion
23	"	"	Concave part of mountain side ridge	S 50° E	250	Earth fall	Head erosion
24	"	"	Concave part of mountain side valley head	N 85° E	5,000	"	Lateral erosion
25	"	"	Bank	N 70° E	3,000	"	"
Total					39,350		
26	Kulikahani	-	Concave part of mountain side	S 50° W	5,000	Earth fall	Head erosion
Total					5,000		
27	Kulikhani	-	Ridge Bank	S 55° E	60,000	Earth and rock fall	Lateral erosion
28	Naliban	-	Bank	S 50° W	600	Earth fall	Lateral erosion
29	"	-	Mountain side	S 40° E	1,000	Soil exfoliation	Heavy rain
Total					61,600		
30	Kulikahani	Taumath	Valley head	N 10° E	1,000	Earth fall	Head erosion
31	"	-	Concave part of mountain side	N 55° E	40,000	Rock fall	Lateral erosion
32	"	-	"	N 25° W	300	Soil exfoliation	Head erosion
33	"	-	Bank	S 25° E	330	Earth fall	Lateral erosion
34	"	-	"	S 85° E	8,000	Rock fall	Vertical erosion
35	"	Chipla	"	S 15° W	4,000	Earth fall	Lateral erosion
36	"	-	"	S 40° W	500	"	"

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse m <sup>2</sup>	Classification	Cause
37	Sim	Chipla	Bank	S 30° W	1,200	Rock fall	Vertical erosion Head erosion
Total					55,330		
38	Kulikhani	Nigala	Bank	N 20° E	7,500	Rock fall	Head erosion
39	"	"	"	N 30° W	1,000	"	Vertical erosion
40	"	-	"	N 40° E	14,000	"	Lateral erosion
41	"	Schauri	"	N 75° W	400	"	"
42	"	-	"	N 15° E	2,000	Earth fall	"
43	"	-	Concave part of mountain side Bank	S 15° E	38,000	Rock fall	Vertical erosion Lateral erosion
44	"	-	Bank	N 75° E	600	Soil exfoliation	Lateral erosion
45	"	-	"	N 25° E	1,000	Rock fall	"
46	"	-	Mountain side Concave part of mountain side	N 15° W	4,000	"	Head erosion
47	"	-	Spur	N 5° W	200	Soil exfoliation	Head rain
48	"	-	Bank	S 50° E	4,000	Rock fall	Lateral erosion
49	"	-	Concave part of mountain side	N 25° E	26,300	"	Head erosion
50	"	-	"	N 35° E	15,000	"	"
Total					114,000		
51	Chakhel	Khadpu	Mountain side Convex part of mountain side	N 50° E	150	Earth fall	Head erosion
52	"	Mehalarimi	Bank	S 25° W	300	Earth and rock fall	Lateral erosion
53	"	-	Concave part of mountain side	N 60° E	2,000	Rock fall	Head erosion
54	"	-	"	S 35° E	750	Gully	Vertical erosion
55	"	-	"	S 25° E	2,700	"	"
56	"	Kalangki	"	N 60° W	2,500	Earth fall	Head erosion
57	Kulikhani	-	"	N 5° E	900	Rock fall	"
58	"	Chang Chang	Concave part of mountain side	N 35° E	6,500	Rock fall	Vertical erosion

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
59	Kulikhani	Chang Chang	Bank	S 55° E	500 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	Earth and rock fall	Lateral erosion
60	"	-	Concave part of mountain side	S 50° E	700	Gully	Vertical erosion Head erosion
61	"	-	"	S 80° E	400	Soil exfoliation	Heavy rain
62	"	-	"	N 70° E	8,000	Rock fall	Vertical erosion
63	"	-	Bank	S 25° W	500	"	"
64	"	-	"	S 40° E	1,200	Earth and rock fall	Head erosion
65	"	-	Concave part of mountain side	S 60° W	4,000	Earth fall	Heavy rain
66	"	Kshapang	Bank	S 60° E	10,000	Earth and rock fall	Lateral erosion
67	"	Bhalukharka	Mountain side	S 55° W	200	Soil exfoliation	Heavy rain
68	"	"	"	S 15° E	400	"	"
Total					41,700		
69	Rakas	-	Mountain side	S 25° W	130	Soil exfoliation	Heavy rain
70	"	-	"	S 20° E	150	"	"
71	"	Kaphleni	Concave part of mountain side	S 40° W	600	Rock fall	Lateral erosion
72	"	-	Bank Concave part of mountain side	N 60° E	31,000	"	Vertical erosion Head erosion
73	"	-	Bank	S 70° W	1,200	"	Vertical erosion
74	"	Sisneri	Concave part of mountain side	S 20° W	4,700	Earth fall	Vertical erosion Head erosion
75	"	-	"	S 40° E	700	"	Head erosion
Total					38,480		
76	Kulikhani	-	Bank	N 40° E	2,500	Earth fall	Lateral erosion
77	"	-	Concave part of mountain side	S 25° W	1,100	Rock fall	Vertical erosion
78	"	-	Concave part of mountain side Bank	S 20° W	1,400	Earth and rock fall	Vertical erosion Head erosion

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
79	Kulikhani	-	Bank	S 45° E	800 <sup>m<sup>2</sup></sup>	Earth fall	Head erosion
80	"	-	Concave part of mountain side	S 70° W	400	Rock fall	"
81	"	-	Bank	N 70° W	1,000	Earth fall	Lateral erosion
82	"	-	"	S 0°	1,000	Gully	Vertical erosion
Total					8,200		
83	Kokte	-	Spur	N 10° E	100	Soil exfoliation	Heavy rain
84	"	-	Concave part of mountain side	N 10° W	80,000	Rock fall	Vertical erosion
85	"	-	"	S 25° W	200	"	"
86	Kulikhani	-	Spur	N 75° E	500	Earth and rock fall	Head erosion
Total					80,800		

Grand total

519,660

Collapse on Rapti river basin

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of Collapse	Classification	Cause
1	Lamo	-	Concave part of mountain side	S 70° W	800 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	Earth fall	Head erosion
2	"	-	"	S 40° W	200	"	"
3	"	-	"	S 25° E	300	Soil exfoliation,	"
4	"	-	"	S 75° W	100	"	"
5	"	-	"	S 50° W	500	Earth and rock fall	"
6	"	-	"	N 5° E	100	Earth fall	"
<b>Total</b>					<b>2,000</b>		
7	Lamo	Khani	Concave part of mountain side	S 20° E	1,200	Earth and rock fall	Head erosion
8	"	"	"	S 40° E	3,800	"	"
9	"	"	"	N 80° E	4,000	"	"
10	"	"	"	S 25° W	300	"	"
11	"	"	"	S 35° W	7,000	Rock fall	"
12	"	"	Spur	S 80° W	3,500	"	Vertical erosion
13	"	"	Concave part of mountain side	S 30° E	58,500	"	Head erosion
<b>Total</b>					<b>78,300</b>		
14	Lamo	-	Concave part of mountain side	S 55° W	2,400	Rock fall	Head erosion
<b>Total</b>					<b>2,400</b>		
15	Lamo	Sisney	Concave part of mountain side	S 55° W	21,600	Rock fall	Head erosion
16	"	"	Bank	S 20° W	1,500	"	Vertical erosion
17	"	"	Concave part of mountain side	S 45° E	3,000	"	Head erosion
18	"	"	"	S 30° E	4,300	"	"
19	"	"	"	S 55° E	700	"	"
20	"	"	"	S 65° E	500	Earth and rock fall	"
<b>Total</b>					<b>31,600</b>		

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
21	Lamo	-	Concave part of mountain side	S 15° E	1,500 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	Gully	Vertical erosion
22	"	-	"	S 30° E	3,700	Rock fall	Head erosion
23	"	-	"	S 40° E	1,400	Earth fall	"
24	"	-	Bank	S 45° E	3,000	Earth and rock fall	Lateral erosion
25	"	-	"	S 40° E	8,000	Earth fall	"
Total					17,600		
26	Khari	-	Concave part of mountain side	N 85° W	1,400	Rock fall	Head erosion
27	"	-	"	S 45° W	400	Soil exfoliation	"
28	"	-	Concave part of mountain side	S 65° W	1,000	Rock fall	"
29	"	-	"	N 30° E	38,400	Rock fall	Head erosion
30	"	-	"	N 35° E	1,800	"	Vertical erosion
31	"	-	"	N 20° W	1,500	"	Head erosion
32	"	-	Bank	S 15° W	3,800	"	Lateral erosion
33	"	-	"	S 15° W	4,900	"	"
34	"	-	"	S 5° E	700	Earth and rock fall	"
35	"	-	Concave part of mountain side	S 10° W	12,000	Rock fall	Head erosion
36	"	-	Bank	S 5° E	500	"	Lateral erosion
37	"	-	Concave part of mountain side	N 65° E	3,200	"	"
38	"	-	"	N 45° E	2,400	"	"
39	"	-	"	N 30° E	400	"	Head erosion
40	"	-	"	N 20° E	8,000	"	Vertical erosion
41	"	-	Bank	N 10° E	3,200	"	Head erosion
42	"	-	Concave part of mountain side	N 40° E	2,400	"	"
43	"	-	Bank	N 70° E	300	Earth and rock fall	Vertical erosion
44	"	-	Spur	N 5° E	2,400	"	"
45	"	-	Bank	N 65° E	4,000	Earth fall	Lateral erosion
Total					92,700		



Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
46	Manau	Aghore	Concave part of mountain side	S 25° E	450	Earth fall	Head erosion
47	"	"	"	S 15° W	400	"	"
48	"	"	Bank	S 30° W	200	Earth and rock fall	Vertical erosion
49	"	"	Concave part of mountain side	S 65° W	1,500	Rock fall	Head erosion
50	"	"	"	S 70° E	800	Earth fall	"
51	"	"	"	N 25° W	500	Earth and rock fall	"
52	"	Jurikhet	"	S 30° E	2,500	Rock fall	"
53	"	"	Spur	S 50° E	300	Earth fall	"
54	"	"	Concave part of mountain side	S 15° E	500	"	Vertical erosion Head erosion
Total					7,150		
55	Kalsing	-	Bank	N 5° E	1,800	Rock fall	Lateral erosion
56	"	-	Concave part of mountain side	N 65° E	5,600	"	Vertical erosion
57	"	-	Bank	S 45° W	1,400	"	"
58	"	-	Concave part of mountain side Bank	N 60° E	17,600	"	Lateral erosion
Total					26,400		
59	Rani	-	Mountain side	S 70° E	300	Rock fall	Head erosion
60	"	-	Concave part of mountain side	S 80° E	200	Earth fall	"
61	"	-		N 70° W	400	Soil exfoliation	Vertical erosion Head erosion
Total					900		
62	Rapti	-	Mountain side	S 30° W	500	Rock fall	Head erosion
63	"	-	Bank	S 80° E	100	Soil exfoliation	Vertical erosion
Total					600		
64	Chhatiwan	-	Concave part of mountain side	N 60° W	3,500	Rock fall	Head erosion
65	"	-	Bank	S 10° E	600	"	Lateral erosion
Total					4,100		

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slope	Area of collapse	Classification	Cause
66	Rapti	-	Concave part of mountain side	S 60° W	200 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	Earth fall	Head erosion
Total					200		
67	Pendrang	Hundrung	Concave part of mountain side	N 35° W	4,000	Rock fall	Lateral erosion
68	"	"	"	N 80° E	500	"	Vertical erosion
69	"	"	"	N 5° E	5,000	"	Head erosion
70	"	Handrang	Bank	S 30° W	700	Earth fall	Vertical erosion
71	"	-	Concave part of mountain side	N 50° E	500	"	"
72	"	-	Bank	S 40° W	1,000	Rock fall	"
73	"	-	Concave part of mountain side	S 60° W	4,000	"	"
Total					15,700		
74	Rapti	-	Concave part of mountain side	N 65° E	2,000	Rock fall	Vertical erosion
75	"	-	"	S 45° W	1,000	Earth and rock fall	"
Total					3,000		
76	Bhainse	Ghante	Concave part of mountain side	S 60° W	2,500	Gully	Vertical erosion
77	"	Kalital	"	S 60° E	800	Rock fall	Head erosion
78	"	"	"	S 75° E	2,300	"	"
79	"	"	"	S 70° W	4,500	"	"
80	"	"	"	S 10° E	4,500	Earth and rock fall	"
81	"	"	"	S 5° W	10,000	Rock fall	Vertical erosion
82	"	"	Bank	N 5° W	1,000	Earth fall	Lateral erosion
83	"	Chantia	"	S 20° W	2,200	Rock fall	Head erosion
Total					27,800		
84	Bhainse	Okhe	Concave part of mountain side	N 80° E	800	Earth and rock fall	Head erosion
85	"	"	"	N 60° E	800	Earth fall	"
86	"	"	Bank	N 15° E	1,600	Soil exfoliation	Lateral erosion
87	"	"	Concave part of mountain side	N 80° E	6,600	Rock fall	Head erosion

Coll. No.	River	Valley	Position	Direction of mountain slop	Area of collapse	Classifi- cation	Cause
88	Bhainse	Bandarebbhin	Concave part of mountain side	N 80° E	13,200 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	Rock fall	Head erosion
89	"	"		N 15° E	2,700	"	"
90	"	"	Concave part of mountain side Bank	N 25° E	1,000	"	Lateral erosion
91	"	"	Bank	N 20° E	6,800	"	Vertical erosion
92	"	Kitini	Concave part of mountain side	S 80° E	2,400	"	Head erosion
93	"	"		N 25° E	3,200	"	"
94	"	"	Concave part of mountain side	N 20° W	400	"	"
95	"	Okhe	Bank	S 20° W	4,000	"	Lateral erosion
Total					43,500		
96	Bhainse	<del>Okhe</del>	Bank	N 80° E	3,200	Earth and rock fall	Lateral erosion
Total					3,200		

Grand total

357,150

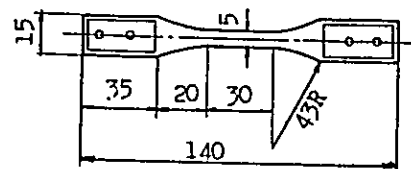
Mechanical Properties of Sal tree

No. of Test Piece	Tension			Bending (Span 100 mm)		
	Test Piece $B^m/m \times T^m/m$	Tensile strength Kg	Breaking stress Kg/cm <sup>2</sup>	Test Piece $B^m/m \times T^m/m$	Breaking load Kg	Breaking stress Kg/cm <sup>2</sup>
1	5.0 x 20.0	816	816	20.0 x 20.0	538	1008.7
2	"	1360	1360	"	526	986.2
3	"	1060	1060	20.1 x 19.8	552	1050.7
4	"	1010	1010	20.1 x 20.1	536	990.1
5	"	1126	1126	20.0 x 20.3	522	945.6
mean			1070			996

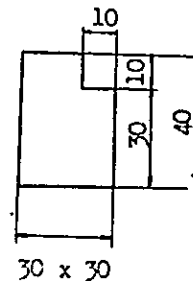
No. of Test Piece	Compression		
	Test Piece $B^m/m \times T^m/m$	Breaking load kg	Breaking stress kg/cm <sup>2</sup>
1	20.1 x 20.1	1950	482.6
2	20.4 x 20.1	2000	487.7
3	20.0 x 20.2	1750	433.1
4	20.0 x 20.1	1870	465.2
5	20.0 x 20.1	2100	522.3
mean			480

Remarks

1. Specific gravity is 0.89 - 0.93 (mean 0.90)
2. Water content is 15.1 - 16.2 % (mean 15.6)
3. Shape of tension test piece is as follows.



4. Shape of shearing test piece is as follows.



No. of Test Piece	Shear	
	Breaking stress kg/cm <sup>2</sup>	
	Straight grain	Cross grain
1	157.6	136.2
2	174.4	141.9
3	189.3	163.4
4	156.8	149.1
5	197.4	155.5
6	160.1	141.3
mean	172.6	147.9

付 録 Ⅱ  
気 象 水 文 資 料

<u>種 類</u>	<u>観 測 地 点</u>	<u>ページ</u>
日平均水位流量記録	クリカニ	1
"	第1測水地点(チヤバール)	2
"	第2測水地点	5
"	第3測水地点	6
"	第4測水地点	7
"	第5測水地点	9
"	第6測水地点	11
"	第7測水地点(スندگانリジャール)	13
"	第8測水地点	15
"	第9測水地点	17
日雨量記録	カトマンズ	19
月雨量記録	カトマンズ	21
測水記録	クリカニ川関係	22
"	ラブティ川関係	23

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION Kulikhani Year 1962

River system: Bagmati

Name of stream: Kulikhani

Drainage area (km<sup>2</sup>): 120.0

	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)				
1	0.98	1.15	0.98	1.15	1.00	1.25	0.93	0.90				
2	0.98	1.15	0.98	1.15	1.01	1.30	0.93	0.90				
3	0.97	1.10	0.98	1.15	1.00	1.25	0.93	0.90				
4	0.96	1.05	0.98	1.15	1.00	1.25	0.92	0.85				
5	0.95	1.00	0.98	1.15	1.00	1.25	0.93	0.90				
6	0.99	1.20	0.97	1.10	1.04	1.50	0.92	0.85				
7	0.98	1.15	0.98	1.15	1.05	1.55	0.92	0.85				
8	0.98	1.15	0.98	1.15	1.02	1.35	0.92	0.85				
9	0.99	1.20	0.97	1.10	1.03	1.40	0.92	0.85				
10	0.99	1.20	0.98	1.15	1.09	1.80	0.92	0.85				
11	0.98	1.15	0.98	1.15	1.05	1.55	0.93	0.90				
12	0.98	1.15	0.98	1.15	1.01	1.30	0.93	0.90				
13	0.98	1.15	0.98	1.15	1.00	1.25	0.93	0.90				
14	0.99	1.20	0.98	1.15	1.00	1.25	1.10	1.90				
15	1.01	1.30	0.99	1.20	0.98	1.15	1.09	1.80				
16	1.03	1.40	1.00	1.25	0.98	1.15	1.04	1.50				
17	1.02	1.35			0.98	1.15	1.02	1.35				
18	1.00	1.25			0.97	1.10	1.01	1.30				
19	1.00	1.25			0.97	1.10	1.00	1.25				
20	0.99	1.20	N.R.	N.R.	0.97	1.10	0.98	1.15				
21	0.99	1.20			0.97	1.10						
22	0.99	1.20			0.98	1.15						
23	0.99	1.20			0.98	1.15						
24	0.99	1.20	0.98	1.15	0.97	1.10						
25	0.99	1.20	0.98	1.15	0.99	1.20						
26	0.98	1.15	0.99	1.20	1.01	1.30						
27	0.98	1.15	0.99	1.20	0.97	1.10						
28	0.98	1.15	1.00	1.25	0.95	1.00						
29	0.98	1.15			0.95	1.00						
30	0.97	1.10			0.94	0.95						
31	0.97	1.10			0.94	0.95						
TOTAL		26.55		24.40		38.00		21.65				
DAYS		31		21		31		20				
MEAN		1.18		1.16		1.23		(1.08)				
MAX.	1.03	1.40	1.00	1.25	1.09	1.80	1.10	1.90				
MIN.	0.95	1.00	0.97	1.10	0.94	0.95	0.92	0.85				

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.S.I (Chabar) Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Bagmati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 597.0

	W.L.		DIS.		W.L.		DIS.		W.L.		DIS.		June	
	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)	(M)	(M <sup>3</sup> /S)
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														0.819
20														2.52
21														2.01
22														0.736
23														1.08
24														0.396
25														14.8
26														32.0
27														40.0
28														8.29
29														4.16
30														7.85
31														10.2
TOTAL														
DAYS														124.891
MEAN														1.3
MAX.														(9.59)
MIN.														40.0
														0.396

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M.S.L.

## WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.S.I. (Chabar) Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Bagmati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 597.0

	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1		152.0		28.5		48.2		17.4				
2		65.8		58.7		45.6		16.8				
3		63.4		72.2		80.6		11.7				
4		38.4		45.5		139.0						
5		199		43.4		71.9		15.0				
6		11.9		50.7				16.2				
7		140		100.0		32.6		16.8				
8		23.0		65.8		34.9		16.9				
9		16.1		70.7		29.6		17.7				
10		15.4				30.9		18.3		12.1		
11		8.60		48.1		81.8				10.8		4.87
12		83.2		63.8		50.1		15.5		9.54		5.13
13		26.9		56.9				15.5		11.4		
14		12.1		52.7		54.2		16.5		11.0		5.01
15		12.7		66.2		58.0		15.6		10.5		4.67
16		24.9				87.7		15.7				4.70
17		28.8		67.6		52.4		14.4		11.0		3.85
18		29.2		79.0		33.7				10.2		4.33
19		126.0		50.1		91.7				10.1		3.68
20		80.6		46.9						11.1		
21		105.0		62.1		48.3		14.9		10.8		3.43
22		39.4		115.0		43.6		15.3				3.28
23		63.8				79.1		14.1				3.28
24		75.0		59.6		64.3						3.17
25		116.0		157.0		81.6						3.51
26		39.8		67.0		30.6		13.2				3.06
27		39.6		124.0				13.1				
28		23.3		47.7				12.2				2.91
29		58.4		57.1				12.6				2.80
30		43.7						13.8				2.83
31		39.8		46.5				12.4				2.91
TOTAL		1421.82		1802.8		1290.4		362.6		118.54		67.42
DAYS		31		27		25		24		11		18
MEAN		45.5		(66.8)		(56.2)		(15.1)		(10.8)		(3.74)
MAX:		152.0		157.0		139.0		18.3		12.1		5.13
MIN.		8.32		28.5		29.6		11.7		9.54		2.80

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.



# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.S.I. (Chabar) Year 1953

River system: Bagmati

Name of stream: Bagmati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 597.0

	<u>Jan.</u>		W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)										
1		3.22										
2		3.71										
3												
4		3.03										
5		3.43										
6		3.00										
7		3.22										
8		2.89										
9		2.66										
10												
11												
12												
13		3.09										
14		3.40										
15		3.34										
16		4.67										
17												
18		4.84										
19		3.76										
20		3.43										
21		3.43										
22		3.14										
23		3.94										
24												
25		3.57										
26		3.66										
27		3.46										
28		2.91										
29												
30												
31												
TOTAL		75.80										
DAYS		22										
MEAN		(3.44)										
MAX.		4.84										
MIN.		2.66										

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M.S.L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. II Year 1952-1953

River system: Bagmati

Name of stream: Nakhu

Drainage area (km<sup>2</sup>): 49.9

	Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1				5.16		4.04				1.34		0.398
2				4.19		3.82				1.05		0.425
3				4.19		3.54				1.30		
4				11.1		3.03				1.09		0.340
5				5.58		3.00				1.16		0.340
6						3.00						0.374
7						3.06						0.283
8				3.74		2.61						0.346
9				3.79		2.52				1.03		0.354
10				4.28		2.09				1.08		
11				6.37				1.39		0.694		
12				4.59		2.24		1.20		0.765		0.325
13						2.18		1.10		0.710		
14				3.91		2.12		1.06		0.709		
15				4.28		1.98				0.708		
16				4.25		1.98		1.25		0.652		
17				4.33		2.01		1.01		0.652		
18				3.79				1.10		0.766		
19				7.31				0.963				
20								1.26				
21				7.03		1.84		1.02				
22				7.03		1.81						
23				8.60		1.64						
24				13.0				0.948				
25		10.2		8.38				1.03				
26		9.09		7.22		1.84		1.08				
27		9.97				1.73		1.02				
28		9.06				1.36		1.06				
29		8.19				1.39						
30						1.53		0.906				
31		14.8				1.39						
TOTAL		61.31		132.12		58.15		17.397		14.066		3.185
DAYS		6		22		25		16		15		9
MEAN		(10.2)		(6.02)		(2.32)		(1.09)		(0.937)		(0.354)
MAX.		14.8		13.0		4.04		1.39		1.44		0.425
MIN.		8.19		3.74		1.36		0.906		0.652		0.283

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. III Year 1952

River system: Bagmati Name of stream: Khukumati Drainage area (km<sup>2</sup>): 16.2

			Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1						1.67		0.719				0.303
2						1.30		0.730				0.303
3				0.892		1.16		0.691				0.291
4				0.788		2.61						0.303
5				0.750		1.39		0.646				0.303
6				0.753				0.595				
7				0.549		0.715		0.555				
8				0.527		0.906		0.558				
9						0.816		0.552				
10				0.974		1.15		0.538				
11				1.05		1.24				0.291		
12				2.13		0.918		0.521		0.291		
13				1.22				0.524		0.291		
14				1.17		1.23				0.303		
15				0.912		1.18		0.470				
16						1.14		0.476		0.346		
17				2.06		0.753		0.470		0.334		
18				1.54		0.659		0.481		0.379		
19				2.70		2.63				0.337		
20				1.58						0.331		
21				1.08		1.45				0.382		
22				0.986		1.01		0.467				
23						2.29		0.402		0.382		
24				1.01		2.53		0.396		0.303		
25				5.58		1.40				0.309		
26				1.70		1.23		0.391		0.303		
27				4.73				0.391		0.379		
28				5.72				0.388				
29				3.22				0.388				
30								0.382		0.379		
31				4.87				0.354				
TOTAL				48.491		31.417		12.085		33.40		1.503
DAYS				25		23		24		16		5
MEAN				(1.94)		(1.37)		(0.503)		(0.534)		(0.300)
MAX.				5.72		2.61		0.730		0.382		0.303
MIN.				0.527		0.659		0.354		0.291		0.291

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. IV Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Gode bari

Drainage area (km<sup>2</sup>): 21.4

											<i>June</i>	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												0.142
23												0.218
24												0.255
25												0.580
26												0.651
27												0.821
28												0.665
29												
30												
31												1.65
TOTAL												4982
DAYS												8
MEAN												10.624
MAX.												1.65
MIN.												0.142

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. IV Year 1952

River system: Bāgmāti

Name of stream: Gede bāri

Drainage area (km<sup>2</sup>): 21.4

	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1		2.24				2.15		0.899				0.190
2		2.04				1.87		0.892				0.190
3		1.76		1.04		1.56		0.849				0.190
4		1.81		0.935		2.69						0.176
5				2.12		1.76		0.779				
6		0.394		0.934				0.747				
7		0.436		0.793		1.32		0.674				
8		0.929		0.688		1.09		0.601				
9		0.549				1.10		0.623				
10		0.680		1.12		1.04		0.651				
11		0.577		1.30		1.17				0.284		
12				1.53		1.02		0.615		0.284		
13		0.501		1.37				0.615		0.284		
14		0.481		1.25		1.82				0.284		
15		0.275		0.986		1.61		0.533				
16		0.363				1.34		0.507		0.252		
17		0.374		1.58		1.27		0.487		0.241		
18		0.348		1.65		1.04				0.235		
19				1.10		2.43				0.227		
20		0.368		1.15						0.224		
21		0.819		4.07		1.69		0.368		0.195		
22		0.595		1.48		1.45		0.363				
23		2.46				2.45		0.366		0.184		
24		1.85		1.45		3.12		0.341		0.258		
25		1.21		4.53		1.98				0.187		
26				2.93		1.75		0.340		0.193		
27				3.88				0.319		0.187		
28				4.79				0.280				
29				5.95				0.272				
30								0.277				
31				2.91						0.190		
TOTAL		21.059		51.536		38.72		12.861		3.709		0.762
DAYS		22		25		23		24		16		4
MEAN		(0.934)		(2.07)		(1.68)		(0.536)		(0.232)		(0.191)
MAX.		2.46		5.95		3.12		0.999		0.284		0.198
MIN.		0.275		0.688		1.02		0.272		0.184		0.176

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.S. V Year 1952

River system: Bagmati Name of stream: Narayan Khola Drainage area (km<sup>2</sup>): 20.7

	June		July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1				1.53				0.969		0.631		
2				0.178				0.989		0.572		
3				0.142		0.456		4.69		0.536		
4				0.246		0.385		3.10		0.476		
5				0.0963		0.425		1.21		0.510		
6				0.0595		0.431				0.479		
7				0.0566		1.87		3.38		0.484		
8				0.0651		1.61		5.26		0.433		
9				0.0395		0.994		1.81		0.467		
10				0.0425		0.932		0.963		0.464		
11				0.108		0.954		0.799		0.476		
12				0.481		0.768		2.39		0.461		0.374
13				0.331		0.881		4.37		0.453		0.334
14				0.133		1.08		1.62		0.450		0.357
15				4.77		2.30		2.37		0.439		0.348
16								1.82		0.419		0.363
17				0.232		1.40		1.47		0.391		0.368
18						0.969		1.08				0.368
19				0.212		0.940		1.29				0.346
20				0.425		3.34		1.18				0.340
21				1.04		1.99		1.44		0.419		0.337
22		0.0195		0.677		1.03		1.36		0.450		
23		0.00566		1.68				1.41		0.407		0.354
24		0.0510		0.999		4.41		1.23				0.311
25		0.352		0.966		3.40		1.05				0.324
26		0.165		6.70		1.17				0.410		0.351
27		0.0431		1.14		1.91				0.379		0.311
28		0.0889		0.402		1.84				0.354		0.317
29		0.0495		0.697		2.25				0.388		0.311
30		0.314		0.436		3.28				0.396		0.325
31				0.544		1.11				0.433		
TOTAL		1.08866		24.3485		42.125		47.26		11.777		6.139
DAYS		9		29		27		24		26		18
MEAN		(0.121)		(0.839)		(1.56)		(1.97)		(0.453)		(0.341)
MAX.		0.352		6.70		4.41		5.26		0.631		0.374
MIN.		0.00566		0.0425		0.385		0.799		0.354		0.311

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION *G.S. V*

Year, *1952-1953*

River system: *Bagmati*

Name of stream: *Narayan Khola*

Drainage area (km<sup>2</sup>): *20.7*

	<i>Dec.</i>		<i>Jan.</i>									
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1		<i>0.300</i>		<i>0.204</i>								
2		<i>0.287</i>		<i>0.221</i>								
3		<i>0.306</i>		<i>0.210</i>								
4		<i>0.290</i>		<i>0.198</i>								
5		<i>0.293</i>		<i>0.190</i>								
6		<i>0.283</i>		<i>0.210</i>								
7		<i>0.263</i>		<i>0.207</i>								
8		<i>0.259</i>		<i>0.189</i>								
9		<i>0.263</i>		<i>0.193</i>								
10		<i>0.256</i>										
11		<i>0.249</i>										
12		<i>0.244</i>										
13												
14												
15												
16		<i>0.244</i>										
17		<i>0.246</i>										
18		<i>0.246</i>										
19		<i>0.238</i>										
20		<i>0.221</i>										
21		<i>0.218</i>										
22		<i>0.272</i>										
23		<i>0.210</i>										
24		<i>0.215</i>										
25		<i>0.221</i>										
26		<i>0.229</i>										
27		<i>0.198</i>										
28		<i>0.221</i>										
29		<i>0.210</i>										
30		<i>0.187</i>										
31		<i>0.210</i>										
TOTAL		<i>6899</i>		<i>1820</i>								
DAYS		<i>28</i>		<i>9</i>								
MEAN		<i>(0.246)</i>		<i>(0.202)</i>								
MAX.		<i>0.306</i>		<i>0.221</i>								
MIN.		<i>0.187</i>		<i>0.187</i>								

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION: *G.S. VI* Year 1952

River system: *Bagmati*

Name of stream: *Sali Nadi*

Drainage area (km<sup>2</sup>): *130*

	June		July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.	
	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1				1.54				1.91		0.759		
2				0.425				2.22		0.759		
3				0.346			0.983	3.33		0.813		
4				0.337			0.785	3.08		0.711		
5				0.294			1.04	2.13		0.580		
6				0.174			1.14			0.728		
7				0.583			2.19	2.00		0.744		
8				1.45			1.77	1.77		0.657		
9				0.317			1.85	3.29		0.634		
10				0.181			1.62	2.69		0.932		
11				0.184			1.46	2.22		0.589		
12				0.567			1.52	2.81		0.623		0.388
13				0.736			1.46	1.53		0.555		0.410
14				0.425			2.58	1.84		0.577		0.422
15				0.552			2.56	2.49		0.549		0.419
16								2.35		0.543		0.394
17				0.258			1.02	1.51		0.388		0.360
18							1.66	1.57				0.374
19				0.442			1.63	2.08				0.407
20				0.439			1.50	1.92				0.410
21				0.756			1.39	2.18		0.530		0.459
22		0.116		1.90			1.34	1.99		0.574		
23		0.0113		2.27				1.57		0.533		0.354
24		0.374		1.28			10.6	1.82				0.382
25		0.849		3.43			4.36	1.83				0.340
26		0.518		3.88			2.50			0.431		0.360
27		0.161		0.886			3.24			0.524		0.328
28		0.0991		0.719			2.91			0.569		0.325
29		0.144		1.34			3.19			0.513		0.331
30		0.615		0.878			3.19			0.558		0.319
31				0.954			1.74			0.510		
TOTAL		28874		27645			61028	52.13		15883		6782
DAYS		9		29			27	24		26		18
MEAN		(0.322)		(0.954)			(2.26)	(2.17)		(0.611)		(0.377)
MAX.		0.849		3.88			10.6	3.33		0.932		0.459
MIN.		0.0113		0.176			0.785	1.51		0.388		0.319

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M.S.L.



# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. VI Year 1952-1953

River system: Bagmati

Name of stream: Sali Nadi

Drainage area (km<sup>2</sup>): 130

	Dec.		Jan.									
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1		0.334		0.198								
2		0.337		0.190								
3		0.311		0.176								
4		0.322		0.164								
5		0.314		0.161								
6		0.294		0.161								
7		0.303		0.147								
8		0.314		0.147								
9		0.311		0.147								
10		0.311										
11		0.252										
12		0.258										
13												
14												
15												
16		0.238										
17		0.235										
18		0.232										
19		0.238										
20		0.224										
21		0.227										
22		0.227										
23		0.232										
24		0.204										
25		0.246										
26		0.243										
27		0.227										
28		0.201										
29		0.170										
30		0.193										
31		0.204										
TOTAL		7.202		1.491								
DAYS		28		9								
MEAN		(0.258)		(0.166)								
MAX.		0.337		0.198								
MIN.		0.170		0.147								

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.M. (Sunderjal) Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Bagmati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 33.7

	June		July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.	
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1						6.43		9.29		4.02		
2				2.24		8.16		10.6		3.74		
3								10.6				
4				2.01		6.43		12.3				
5								8.29		3.25		
6						7.08				3.31		
7				0.340		8.72				2.91		
8				0.368		10.3		5.95		3.43		
9				2.77				6.49		3.99		
10				2.07		11.3		5.55		2.83		
11				2.10		7.96		8.32				
12						8.66		7.59		2.66		0.991
13				0.71		8.89				2.49		1.76
14				2.44		8.04		7.08		2.75		1.02
15				1.81		9.63		7.03		2.49		2.01
16				1.76				1.37		2.61		1.08
17				2.72				7.79		2.72		1.08
18				2.41		8.84		6.86				1.10
19						8.13						0.934
20				2.69		7.59						1.81
21				2.94		11.2				1.81		1.10
22		0.311		3.82		10.1				1.97		
23		0.311		6.34						3.17		1.25
24		1.33		9.74		9.51				1.78		1.27
25		1.84		10.3		15.5						
26		1.36				10.8				1.93		1.33
27		0.849				14.4				1.53		1.36
28				10.1		10.4				1.53		1.19
29		1.30		8.69		11.1				1.53		
30		1.78		13.1						1.67		
31				9.40		10.2				1.73		
TOTAL		9.081		109.868		229.37		127.44		61.85		19.285
DAYS		0		23		24		15		24		15
MEAN		(1.113)		(4.77)		(9.55)		(8.52)		(2.57)		(1.28)
MAX.		1.84		13.1		15.5		13.7		4.02		1.36
MIN.		0.311		0.340		6.43		1.37		1.53		0.934

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION *G. VII (Sunderjal)* Year *1952-1953*

River system: *Bagmati*

Name of stream: *Bagmati*

Drainage area (km<sup>2</sup>): *33.7*

	<i>Dec.</i>		<i>Jan.</i>									
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1		<i>1.25</i>		<i>0.793</i>								
2		<i>0.736</i>		<i>0.708</i>								
3		<i>1.30</i>		<i>0.595</i>								
4		<i>0.991</i>		<i>0.595</i>								
5		<i>0.934</i>		<i>0.566</i>								
6				<i>0.680</i>								
7		<i>0.963</i>		<i>0.595</i>								
8		<i>0.849</i>		<i>0.595</i>								
9		<i>1.16</i>		<i>0.680</i>								
10		<i>0.963</i>										
11		<i>0.963</i>		<i>0.595</i>								
12		<i>0.963</i>		<i>0.595</i>								
13				<i>0.651</i>								
14		<i>0.849</i>										
15		<i>0.934</i>		<i>0.595</i>								
16		<i>0.765</i>		<i>0.538</i>								
17		<i>0.906</i>										
18		<i>0.765</i>		<i>0.623</i>								
19		<i>0.708</i>		<i>0.538</i>								
20												
21				<i>0.566</i>								
22		<i>0.708</i>		<i>0.510</i>								
23		<i>0.680</i>		<i>0.538</i>								
24		<i>0.849</i>										
25		<i>0.623</i>		<i>0.538</i>								
26		<i>0.793</i>		<i>0.538</i>								
27				<i>0.425</i>								
28		<i>0.595</i>		<i>0.481</i>								
29		<i>0.708</i>										
30		<i>0.680</i>										
31		<i>0.623</i>										
TOTAL		<i>22.258</i>		<i>13.538</i>								
DAYS		<i>26</i>		<i>23</i>								
MEAN		<i>(0.856)</i>		<i>(0.588)</i>								
MAX.		<i>1.30</i>		<i>0.793</i>								
MIN.		<i>0.595</i>		<i>0.425</i>								

NB Water level in meters arbitrary zero;  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

## WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. 5 VIII Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Vishnumati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 41.4

	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1				1.23		1.57		0.999				0.330
2						1.29		0.974				0.312
3				3.05		5.10		0.857				0.277
4				1.95		3.14						0.280
5				2.58		1.74		0.771				0.289
6				2.02				0.788				
7				3.49				0.765				
8				3.73		0.991		0.875				0.207
9						1.15		0.788				0.207
10				3.54		1.15		0.827				0.261
11				6.79		6.31				0.649		0.291
12				4.16		1.97		0.838		0.476		0.289
13				3.25				1.01		0.334		
14				2.18		2.17		0.932		0.397		0.297
15				3.13		2.30		0.810				0.201
16						1.76		0.700		0.431		0.221
17				2.58		1.82		0.779				0.210
18				3.17		1.21						0.116
19				2.22		6.54						0.156
20		3.92		2.35								
21				2.18		1.93						0.159
22		0.793		3.45		1.96		0.637				0.170
23		1.83				2.76		0.601				0.142
24		1.55		2.77		2.25		0.612				0.130
25		2.63		3.64		1.74						0.161
26		1.47		2.21		1.32		0.657				0.110
27				4.80				0.651				
28		1.03		3.17				0.601				0.156
29		1.76		3.64				0.572				0.150
30		2.42						0.516		0.230		0.0821
31		2.30		1.83				0.549				0.122
TOTAL		19.703		79.11		52.391		18.209		2.517		5.3301
DAYS		10		26		22		24		6		26
MEAN		(1.97)		(3.04)		(2.38)		(0.759)		(0.418)		(0.205)
MAX.		3.92		6.79		6.54		1.01		0.649		0.330
MIN.		0.793		1.23		0.515		0.516		0.230		0.0821

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S VIII Year 1953

River system: Bagmati

Name of stream: Vishnumati

Drainage area (km<sup>2</sup>): 41.4

	<u>Jan.</u>		W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)										
1												
2		0.102										
3		0.0765										
4												
5		0.0793										
6		0.0651										
7		0.0906										
8		0.0930										
9		0.108										
10												
11												
12												
13		0.0632										
14		0.0566										
15		0.0821										
16		0.161										
17												
18		0.0991										
19		0.0736										
20		0.0793										
21		0.130										
22		0.0963										
23		0.0991										
24												
25		0.122										
26		0.110										
27		0.136										
28		0.108										
29												
30												
31												
TOTAL		2.1732										
DAYS		22										
MEAN		(0.0986)										
MAX.		0.161										
MIN.		0.0566										

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

## WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G.S. IX Year 1952

River system: Bagmati

Name of stream: Sangla Khola

Drainage area (km<sup>2</sup>): 24.6

	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W.L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
1				1.24		1.43		1.27				0.224
2						1.48		1.19				0.246
3				4.20		2.06		1.14				0.261
4				1.73		2.23						0.221
5				1.16		1.52		0.912				0.207
6				2.17				0.904				
7				5.18				0.771				
8				5.96		0.906		0.706				0.178
9						2.39		0.753				0.173
10				2.24		1.19		0.898				0.235
11				7.18		2.46				0.407		0.212
12				6.51		2.16		0.759		0.422		0.232
13				3.60				0.609		0.391		
14				1.76		5.46		0.857		0.288		0.215
15				4.10		2.38		0.788				0.167
16						1.88		0.640		0.346		0.156
17				3.67		2.24		0.665				0.173
18				3.78		1.27						0.178
19				2.64		5.37						0.195
20				2.25								
21				3.42		2.25						0.161
22		0.847		7.44		2.83		0.459				0.147
23		0.986				3.03		0.515				0.150
24		1.49		3.13		3.25		0.476				0.170
25		2.74		5.76		1.96						0.198
26		1.31		2.11		1.77		0.436				0.156
27				5.22				0.521				
28		0.697		3.38				0.518				0.0934
29		1.62		3.98				0.555				0.116
30		1.99						0.489		0.235		0.136
31		2.04		2.05				0.394				0.144
TOTAL		13.72		95.86		51.816		17.226		2.089		4.7444
DAYS		9		26		22		24		6		26
MEAN		(1.53)		(3.68)		(2.36)		(0.717)		(0.348)		(0.183)
MAX.		2.74		7.44		5.46		1.27		0.422		0.261
MIN.		0.697		1.24		0.906		0.394		0.235		0.0934

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M.S.L.

# WATER LEVEL AND DISCHARGE

STATION G. S. IX Year 1953

River system: Bagmati

Name of stream: Sangla Khola

Drainage area (km<sup>2</sup>): 24.6

	<u>Jan.</u>		W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)
	W. L. (M)	DIS. (M <sup>3</sup> /S)										
1		0.167										
2		0.127										
3												
4												
5		0.159										
6		0.122										
7		0.108										
8		0.122										
9		0.125										
10												
11												
12												
13		0.0963										
14		0.0963										
15		0.0870										
16		0.254										
17												
18		0.136										
19		0.102										
20		0.113										
21		0.110										
22		0.110										
23		0.193										
24												
25		0.147										
26		0.110										
27		0.0934										
28		0.110										
29												
30												
31												
TOTAL		2.6788										
DAYS		21										
MEAN		(0.127)										
MAX.		0.193										
MIN.		0.0870										

NB Water level in meters arbitrary zero.  
Arbitrary zero is \_\_\_\_\_ meters above M. S. L.

# DAILY RAINFALL RECORD

STATION: *Kathmandu* Year *1952*

Annual total (mm): \_\_\_\_\_

D \ M	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1							20.2	0.5	0.3			
2						0.8	0.3	4.3				
3						6.4	2.8	26.9	51.3		6.6	
4							17.8		20.1			
5						0.5	1.5	10.9	0.3			
6							1.8					
7							1.3	9.4	1.0			
8							11.4	4.8	4.0			
9							0.5	20.5				
10							4.3	15.0		15.5		
11							4.6	1.8	26.9			
12							0.2	4.3	0.3			
13						2.5	6.6	5.8	1.1			
14						20.1		2.3	9.6			
15							17.0	13.2	1.8			
16							8.6	13.2	8.6			
17							0.1	2.5	8.1			
18						15.8	11.9	5.8	11.9			
19						0.3	3.1	2.8	3.1			
20						2.3	27.5		16.3			
21						0.8	11.7	1.0	0.8			
22						2.8	5.6	8.6	7.4			
23							15.7	18.5				
24						15.8	11.9	25.7				
25						38.9	15.5	37.1				
26						17.5	12.4	12.1				
27						1.8	8.1	51.6				
28							0.8	0.5				
29						20.1	30.5	5.3				
30						24.1	7.8					
31							9.6					
TOTAL						170.2	315.5	305.0	168.6	15.5	6.6	



# DAILY RAINFALL RECORD

STATION: *Kathmandu* Year *1953*

Annual  
total (mm): \_\_\_\_\_

D \ M	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	1.8											
2	2.5											
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16	10.2											
17	3.1											
18												
19												
20												
21												
22												
23	4.3											
24	0.8											
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAL</b>	<b>22.6</b>											

## Monthly Rainfall Record

Station; Kathmandu

Project; Kulikhani      Year; 1942-1961

Year Month	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	Year Month
Jan.		17	26	143	0	0	0	1	21	15	Jan.
Feb.		40	27	10	60	0	13	38	18	21	Feb.
Mar.		29	68	14	11	35	0	8	48	27	Mar.
Apr.		116	30	114	171	29	89	121	23	20	Apr.
May		23	40	65	88	65	209	148	120	67	May
June	154	148	134	180	215	191	179	173	380	251	June
July	218	200	489	338	381	567	322	281	506	331	July
Aug.	290	321	179	556	221	210	232	448	434	418	Aug.
Sept.	91	78	130	112	182	189	0	146	48	92	Sept.
Oct	6	15	63	53	57	0	0	98	8	20	Oct
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	Nov.
Dec.	0	0	0	0	0	0	64	6	7	0	Dec.
Total	759	995	1286	1585	1386	1286	1108	1468	1610	1267	Total

Year Month	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	Year Month
Jan.	4			12	29	71	16	36	0	10	Jan.
Feb.	9			5	21	0	0	2	9	75	Feb.
Mar.	56		2	26	63	34	20	24	45	24	Mar.
Apr.	80		11	43	23	14	27	31	17	21	Apr.
May	116		192	42	225	24	93	141	117	34	May
June	170		317	98	436	156	143	238	195	293	June
July	287		603	385	305	345	268	228	321	350	July
Aug.	327		812	318	311	329	322	290	237	502	Aug.
Sept.	220		248	165	138	82	157	163	152		Sept.
Oct.	16		14	33	107	13	66	92	31		Oct.
Nov.	7		0	0	26	0	0	0	0		Nov.
Dec.	0		3	1	10	12	0	0	0		Dec.
Total	1275		2004	1128	1724	1042	1112	1245	1124	1309	Total

## DISCHARGE MEASUREMENT

Drainage Area

120 km<sup>2</sup>

River System

Bagmati

 Station ; Kulikhani

 River ; Kulikhani

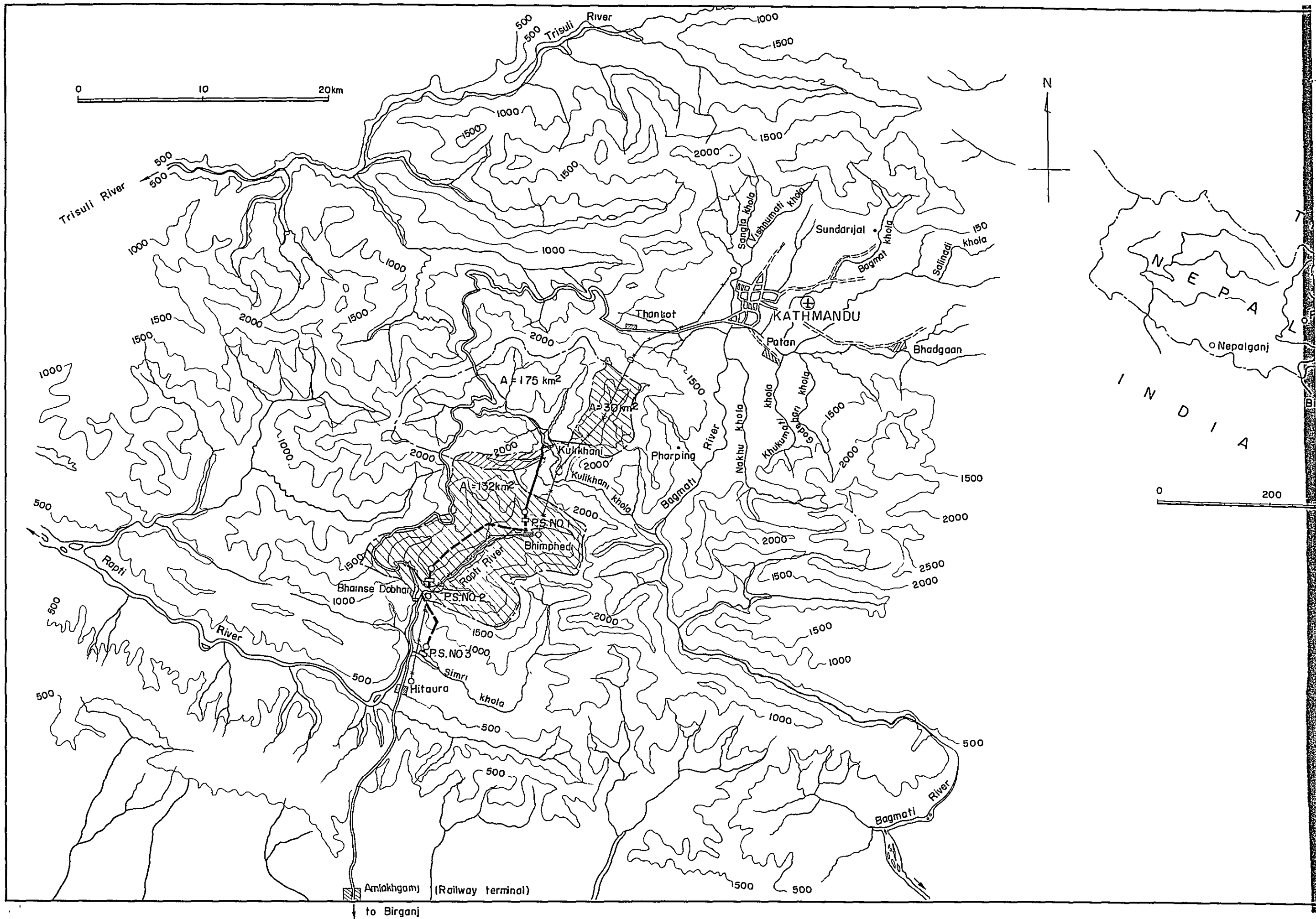
No.	Date			Water Level m.		Width m.	Flow Area m <sup>2</sup>	Mean Velocity m/sec	Discharge m <sup>3</sup> /sec	Temp. °C		Remarks
	Year	Month	Day	Reading	Change					Water	Air	
1	1962	Nov	28			10.00	5145	0.232	1.382		11.7	Used wading Rod
2	"	Dec	1			7.50	3042	0.617	1.879		12.8	"
3	"	"	2			10.00	4913	0.307	1.446		11.7	"
4	1963	Feb	26	0.96		9.50	4103	0.253	1.111		8.9	"
5	"	Mar	4	0.97		10.00	4590	0.242	1.111		15.0	"
6	"	"	7	1.01		10.50	5055	0.244	1.231		13.3	"
7	"	"	10	1.22		12.50	7536	0.414	3.114		13.3	"
8	"	"	11	1.04		10.00	5110	0.260	1.329		14.4	"
9	"	"	13	0.99		10.00	5027	0.233	1.159			"
10	"	"	15	0.98		10.50	5088	0.220	1.158		17.8	"
11	"	"	17	0.97		10.50	5050	0.202	1.108		15.6	"
12	"	"	19	0.96		10.50	5035	0.211	1.066		15.6	"
13	"	"	24	0.96		10.50	4970	0.209	1.032		15.6	"
14	"	"	26	0.90		10.50	5175	0.230	1.196		16.1	"
15	"	"	29	0.95		10.50	4678	0.206	0.958		17.8	"
16	"	"	31	0.96		10.50	4998	0.198	0.971		15.0	"
17	"	Apr	3	0.94		10.50	4732	0.180	0.850		15.0	"
18	"	"	6	0.92		10.50	4289	0.191	0.818		22.2	"
19	"	"	8	0.92		10.50	4490	0.185	0.834		18.9	"
20	"	"	10	0.92		10.50	4548	0.186	0.845		15.6	"
21	"	"	28	0.97		9.50	4438	0.263	1.167		15.6	"
22	"	May	3	0.96		10.00	4598	0.213	0.976		13.3	"

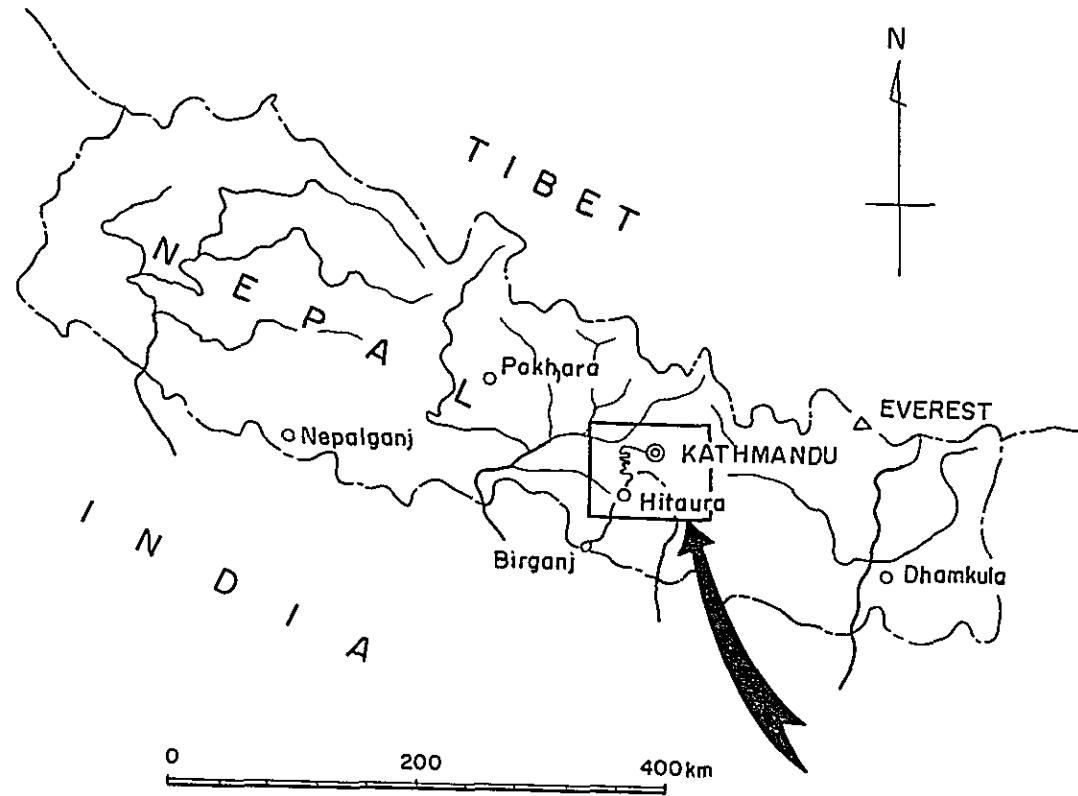
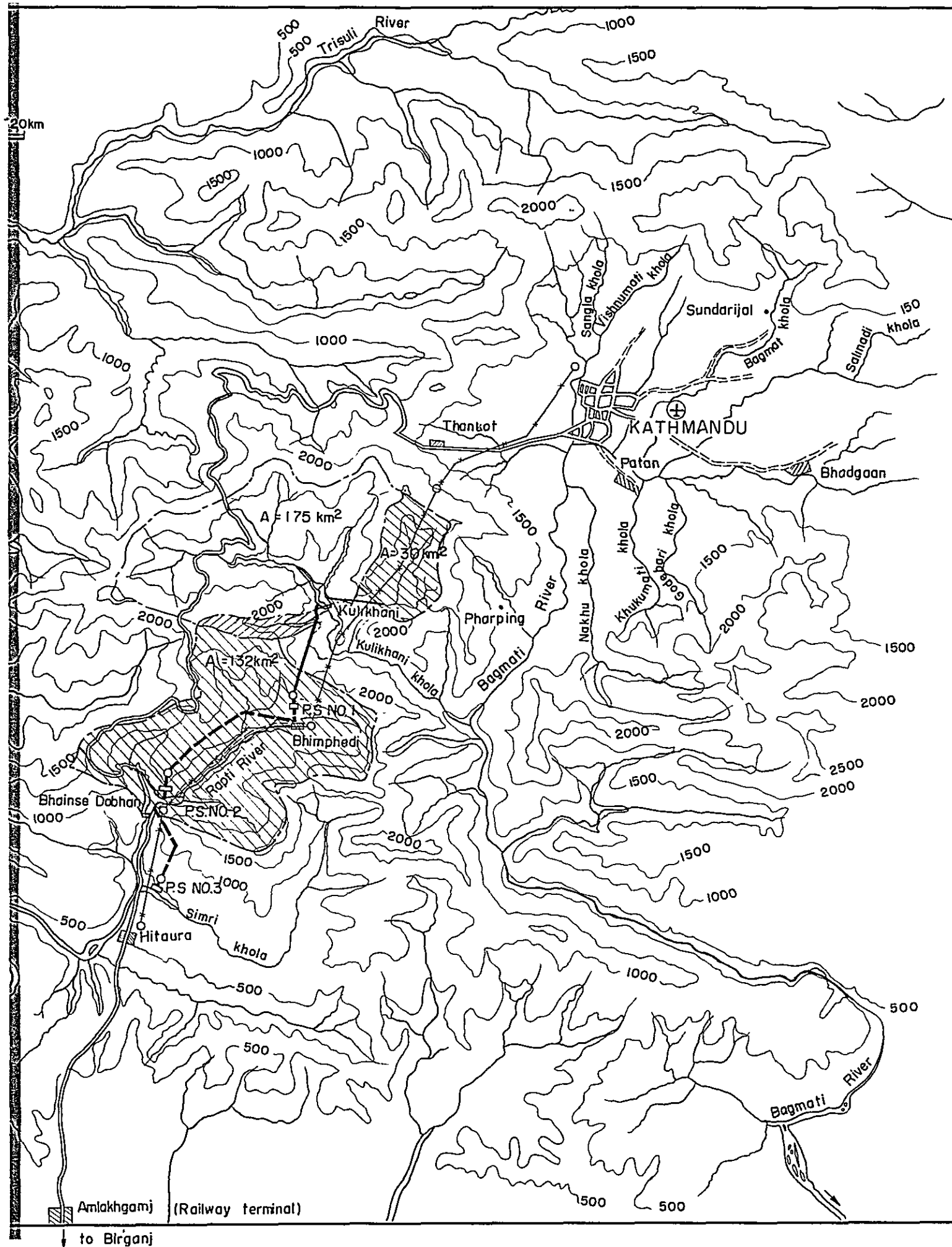
Elevation of zero point of water gauge ; \_\_\_\_\_ m. \_\_\_\_\_




## 図 面

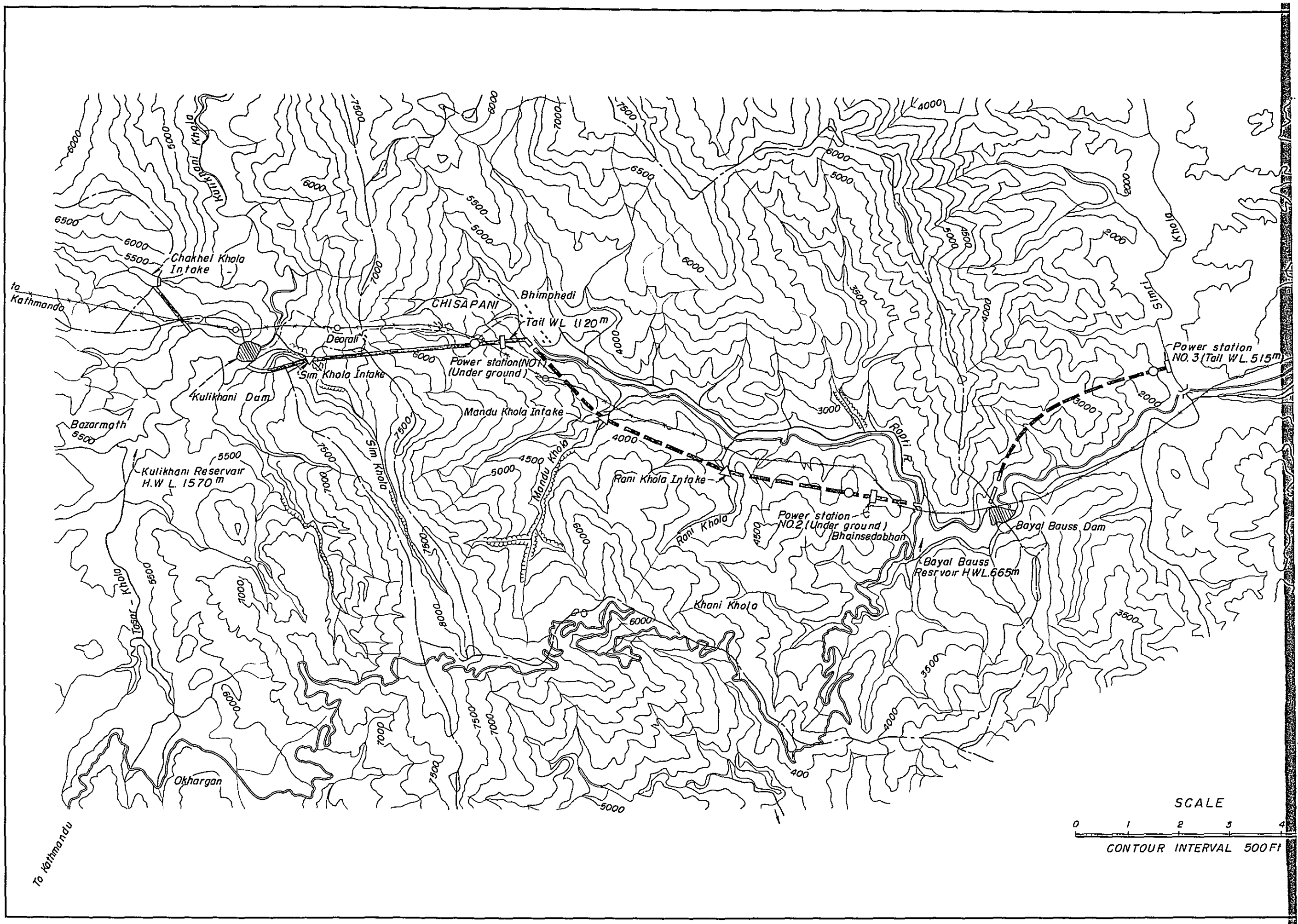
<u>番 号</u>	<u>図 面 名 称</u>
1	計 画 位 置 図
2	全 体 計 画 平 面 図
3	ク リ カ ニ 計 画 一 般 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
4	ロ ッ ク ヒ ル ダ ム 平 面 図 お よ び 標 準 断 面 図
5	余 水 吐 お よ び 仮 排 水 路 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
6	取 水 口 お よ び け い 流 取 水 設 備 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
7	サ ー ジ タ ン ク お よ び 地 下 式 発 電 所 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
8	送 電 線 路 線 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
9	ク リ カ ニ 川 お よ び ラ プ テ イ 川 砂 防 計 画 図
10	カ ニ 川 砂 防 計 画 平 面 図 お よ び 縦 断 面 図
11	カ ニ 川 砂 防 計 画 構 造 一 般 図



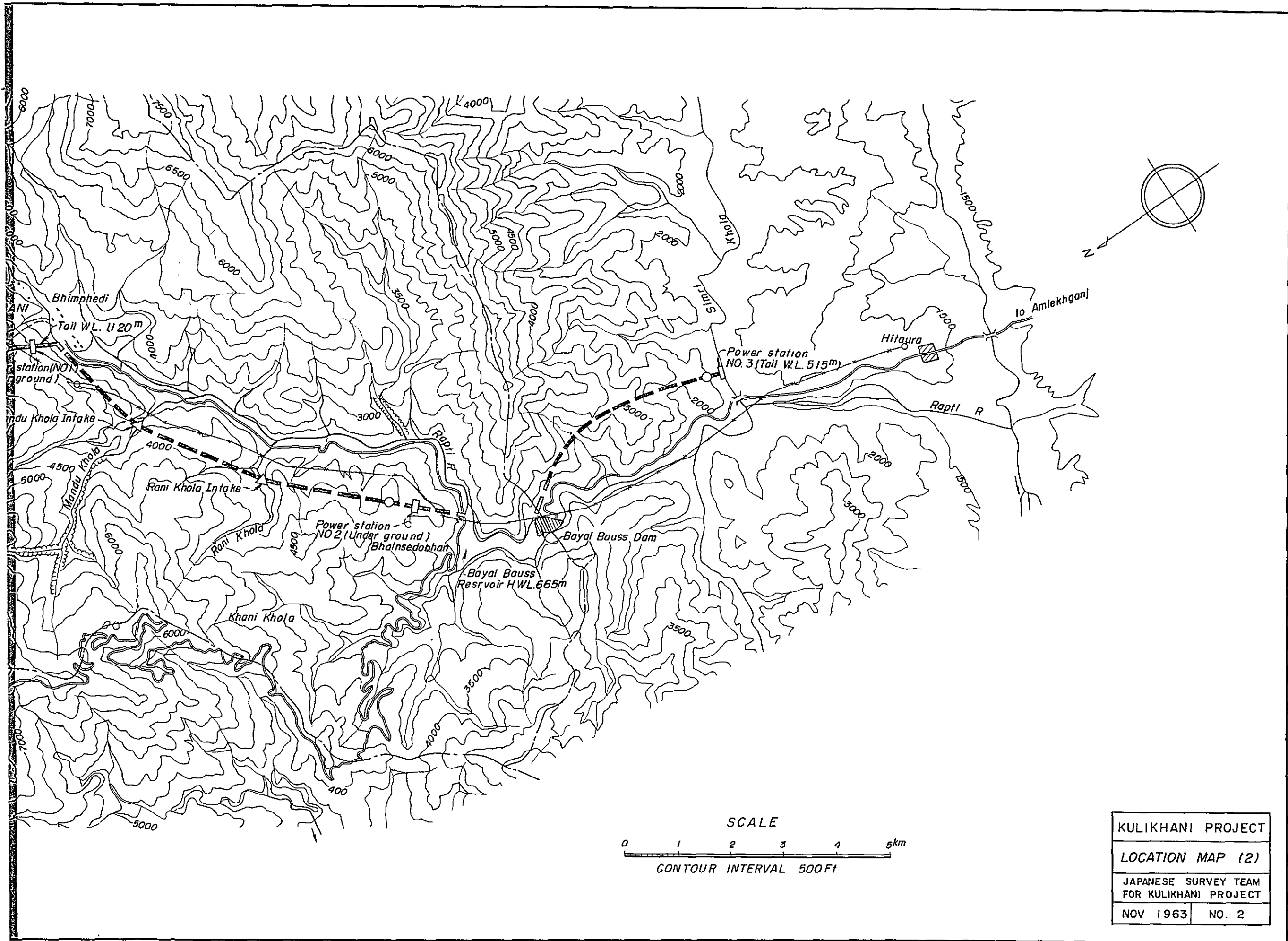


 Amlakgamj (Railway terminal)  
 ↓ to Birganj

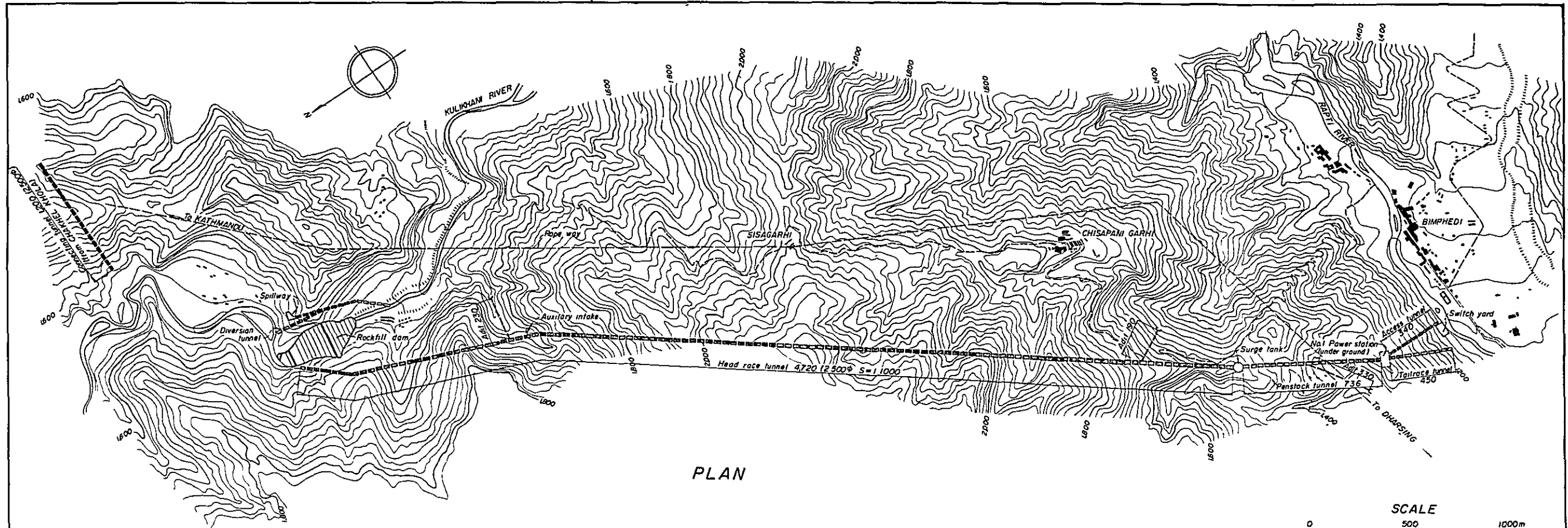
KULIKHANI PROJECT	
LOCATION MAP (1)	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV. 1963	NO 1



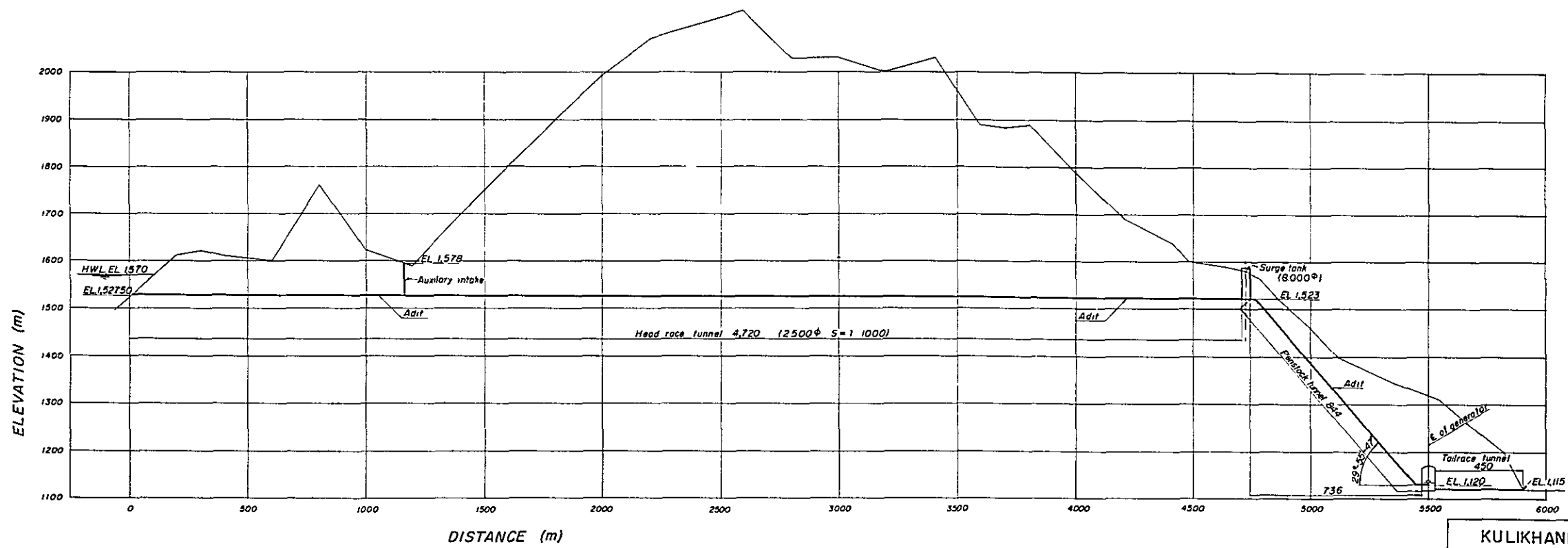




KULIKHANI PROJECT	
LOCATION MAP (2)	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO. 2

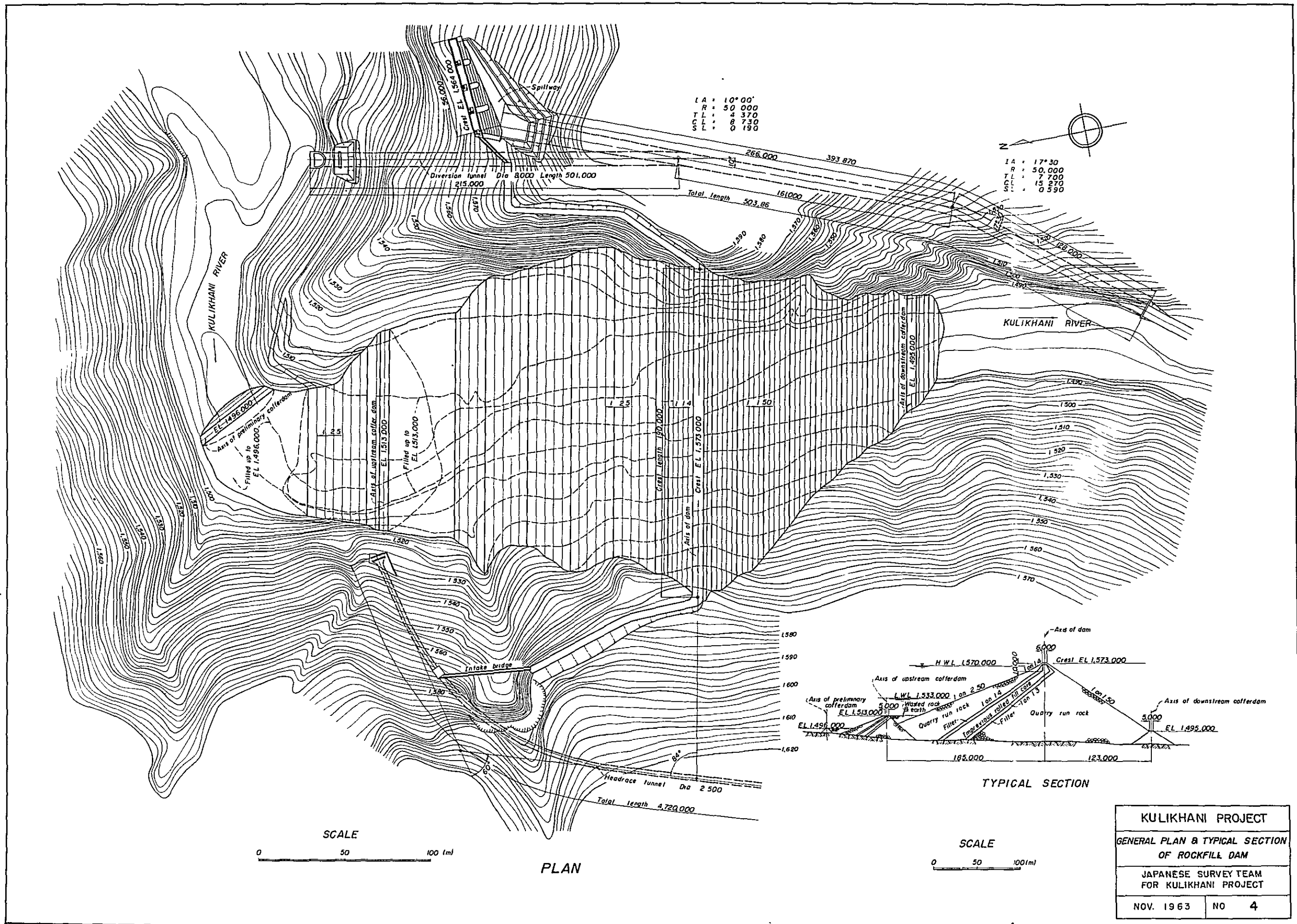


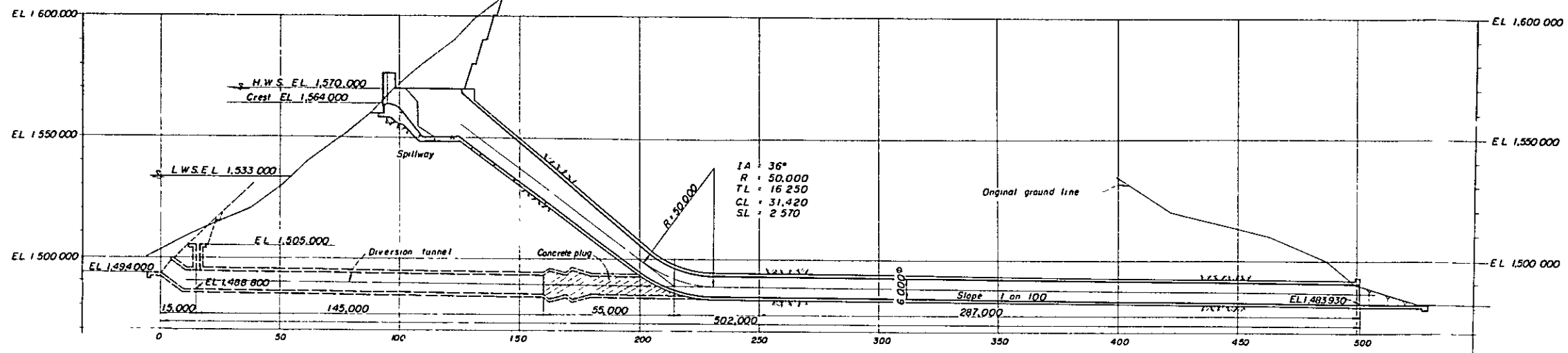
PLAN



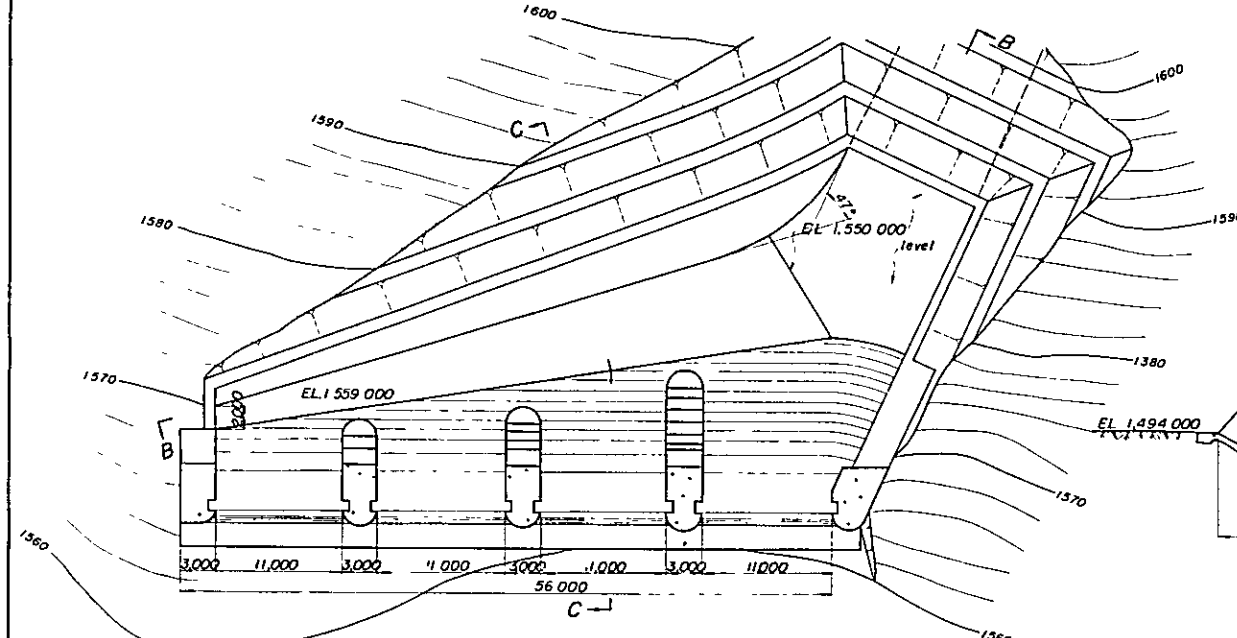
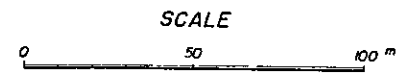
PROFILE

KULIKHANI PROJECT	
GENERAL LAYOUT	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO 3

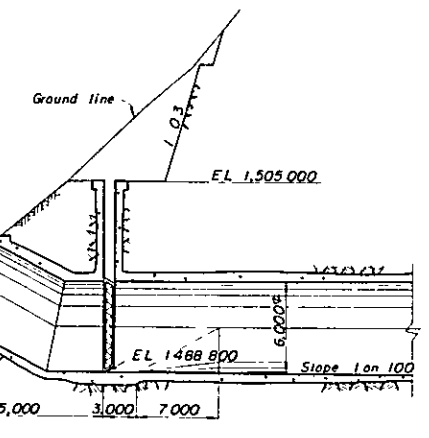




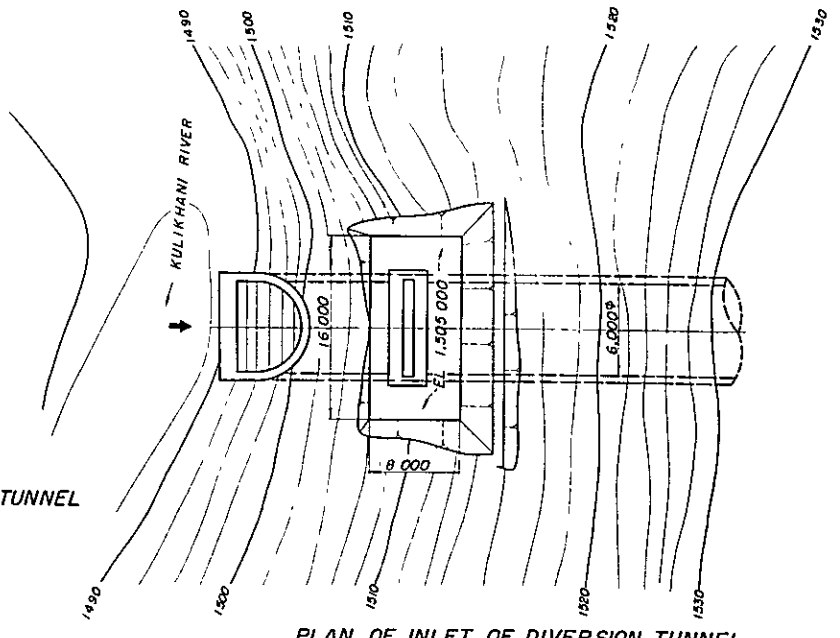
PROFILE ALONG C OF SPILLWAY



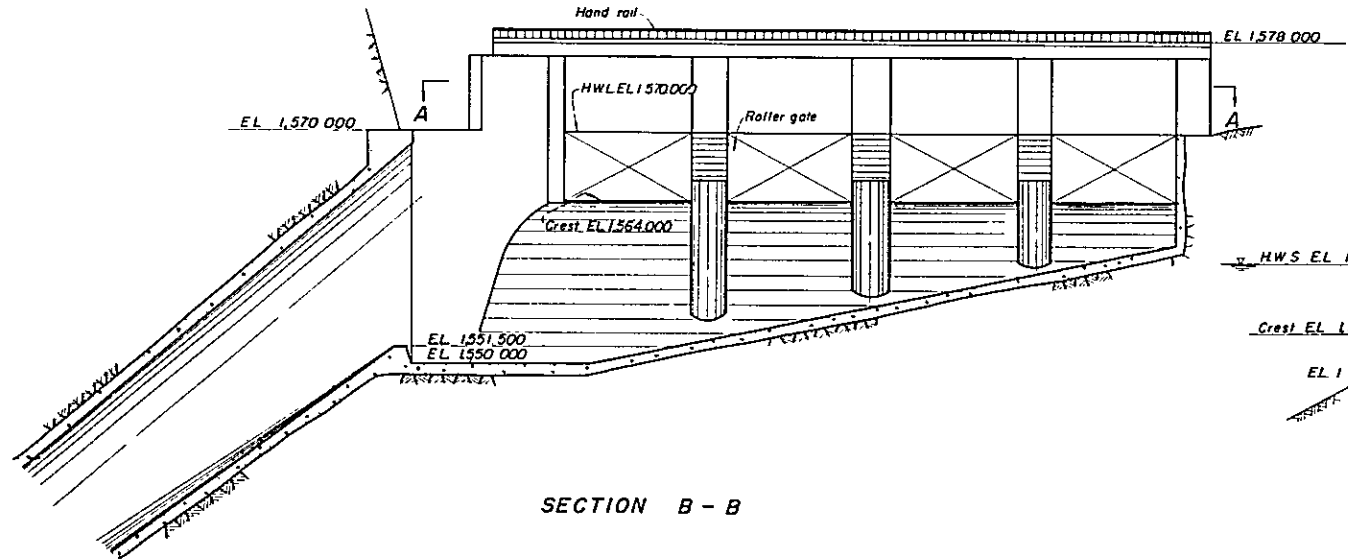
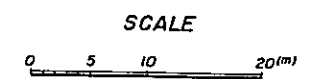
SECTION A - A



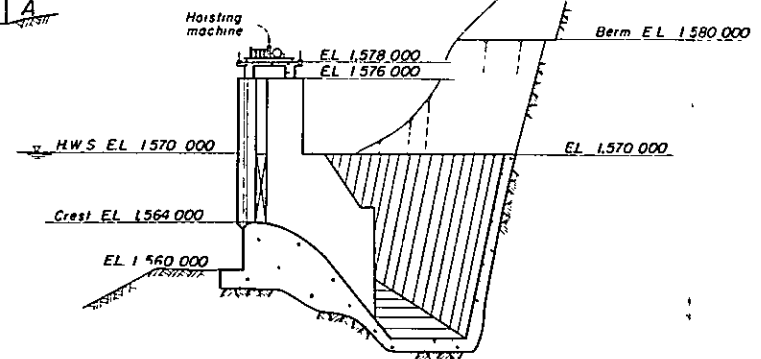
PROFILE OF INLET OF DIVERSION TUNNEL



PLAN OF INLET OF DIVERSION TUNNEL

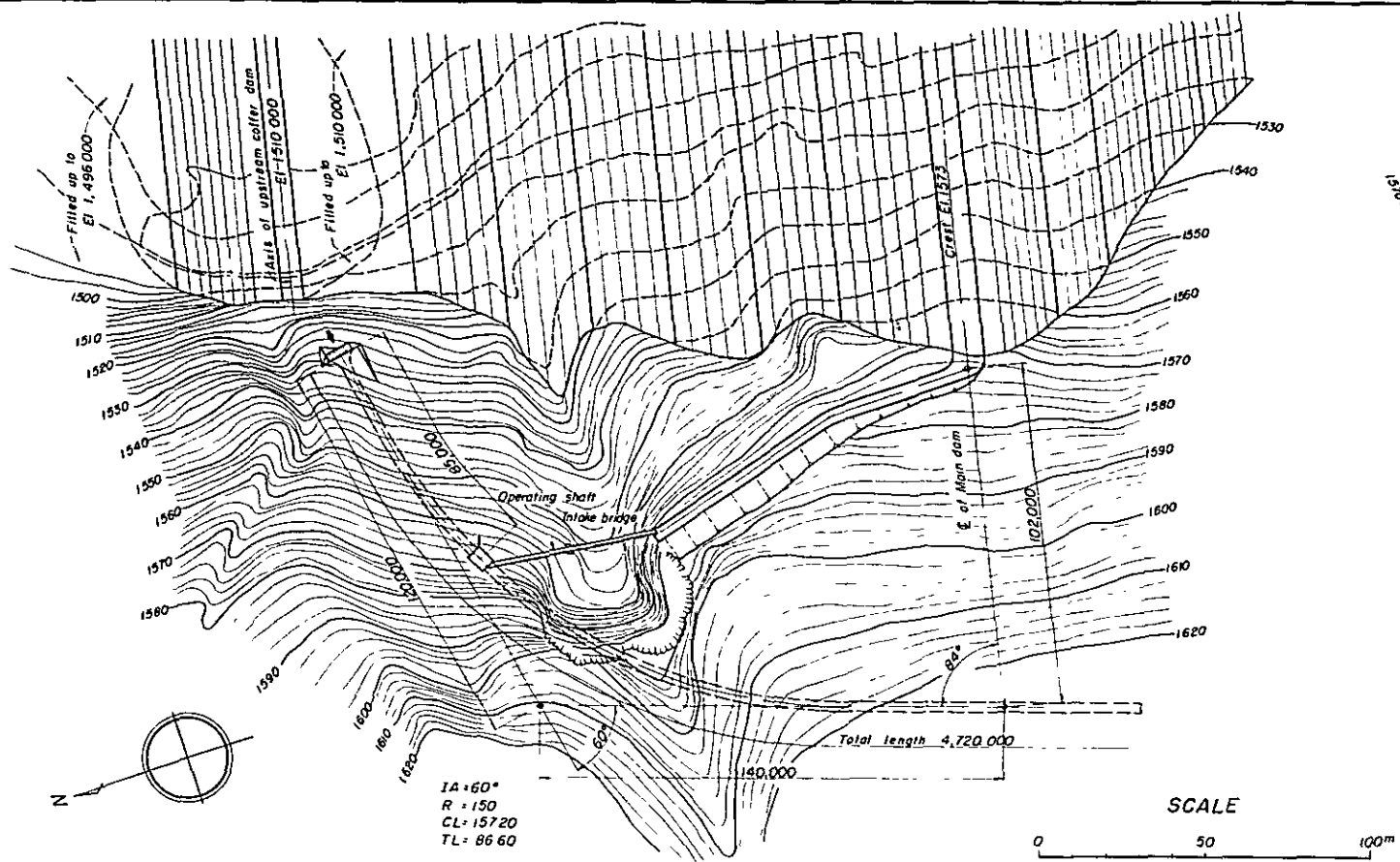


SECTION B - B

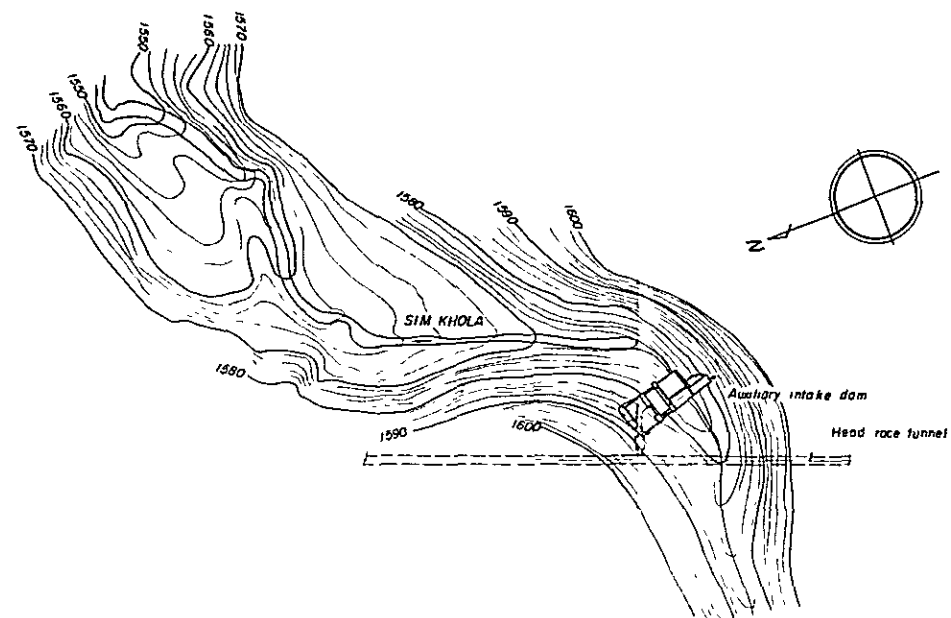


SECTION C - C

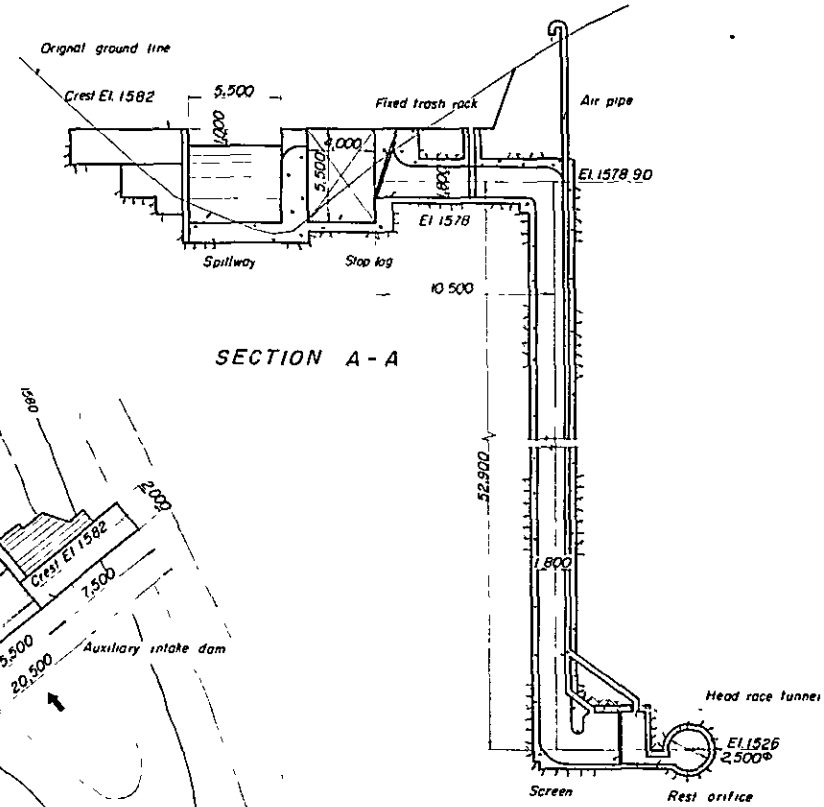
KULIKHANI PROJECT	
PROFILE OF DIVERSION TUNNEL AND SPILLWAY	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO. 5



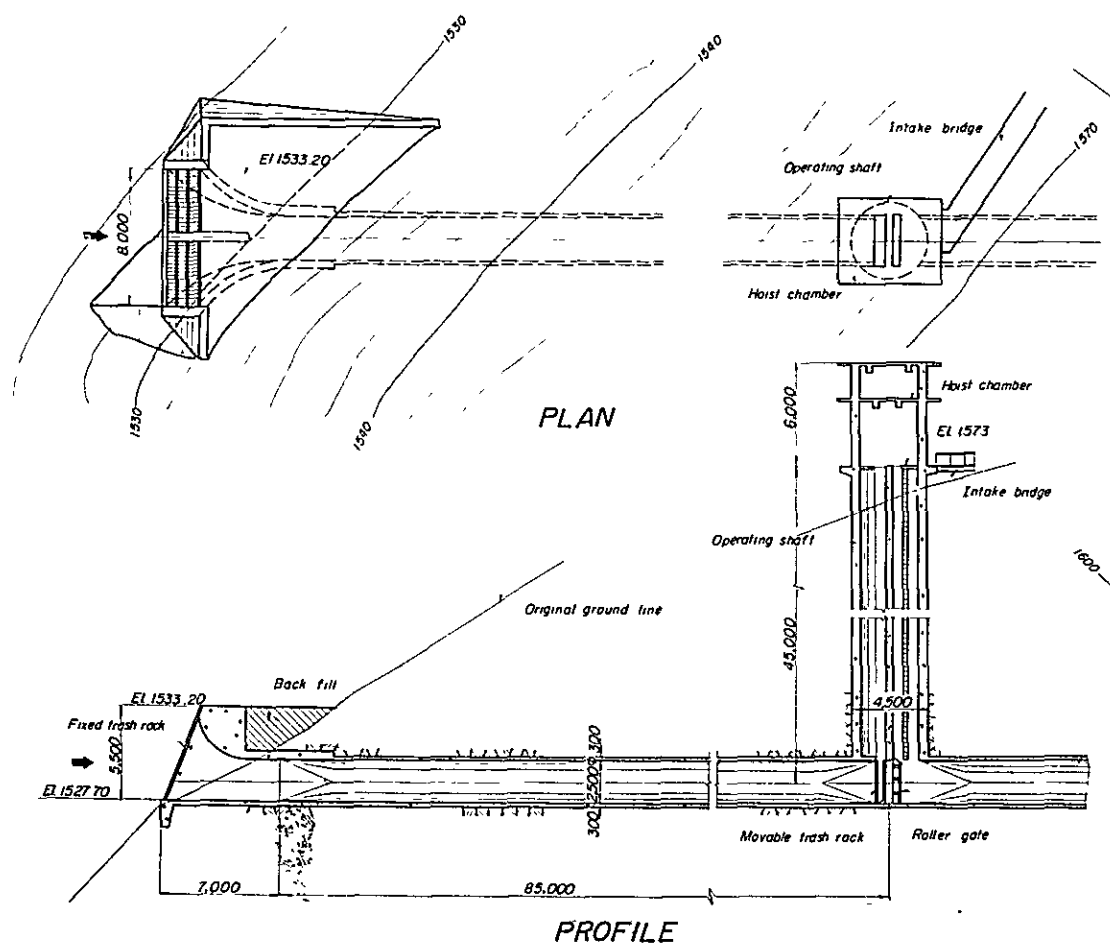
GENERAL PLAN OF INTAKE



GENERAL PLAN OF AUXILIARY INTAKE

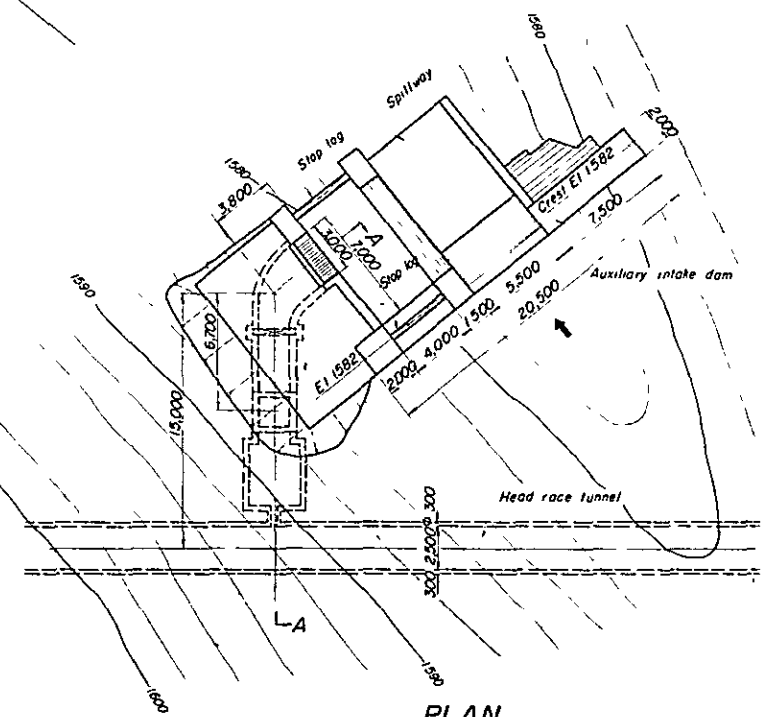


SECTION A - A

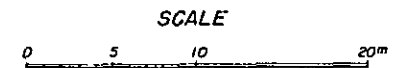


PLAN

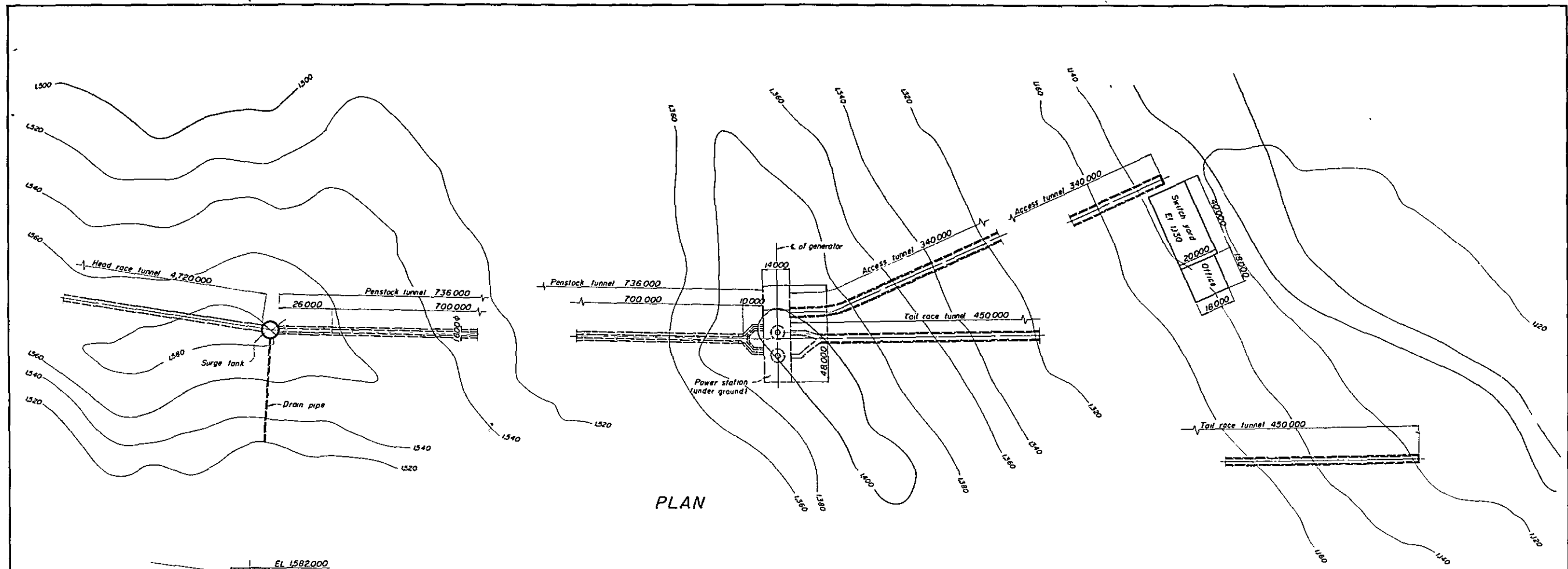
PROFILE



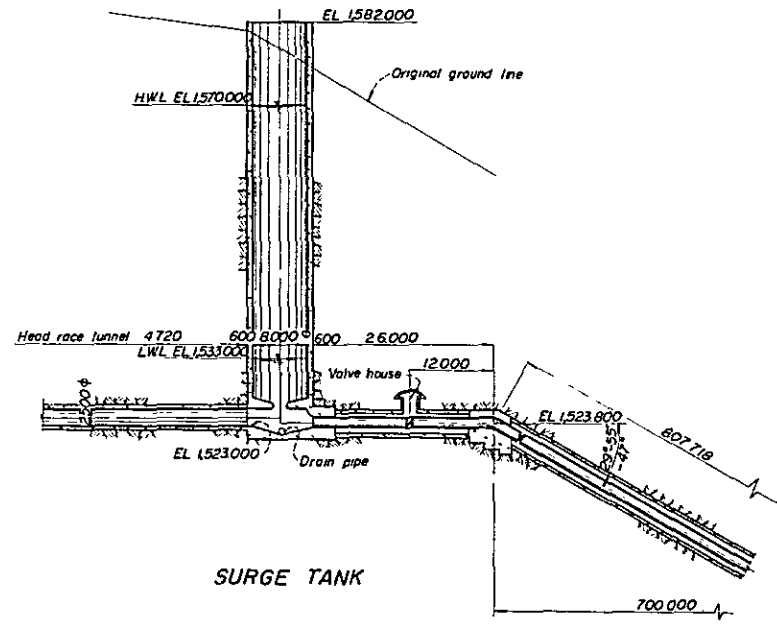
PLAN



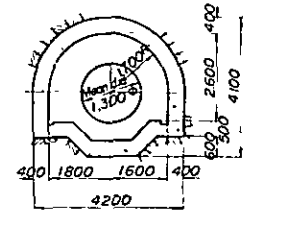
KULIKHANI PROJECT	
GENERAL PLAN AND PROFILE OF INTAKE & AUXILIARY INTAKE	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO. 6



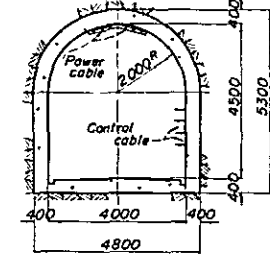
PLAN



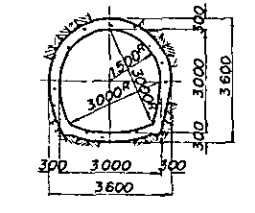
SURGE TANK



TYPICAL SECTION OF PENSTOCK TUNNEL



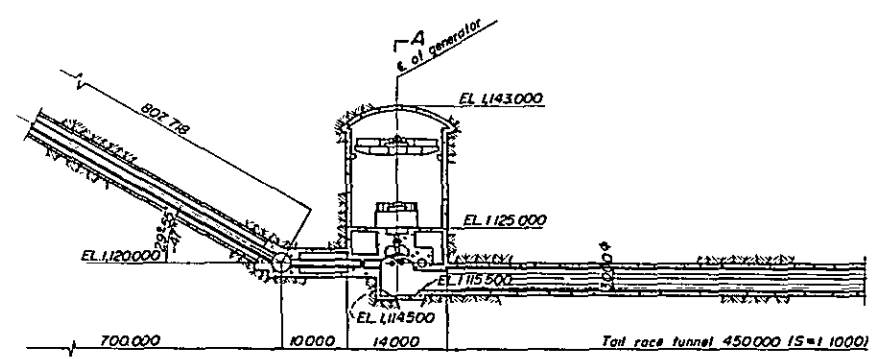
TYPICAL SECTION OF ACCESS TUNNEL



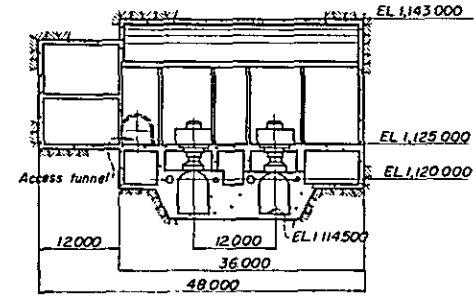
TYPICAL SECTION OF TAIL RACE TUNNEL



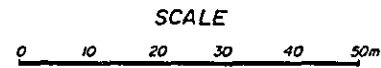
TYPICAL SECTION OF HEADRACE TUNNEL



POWER STATION

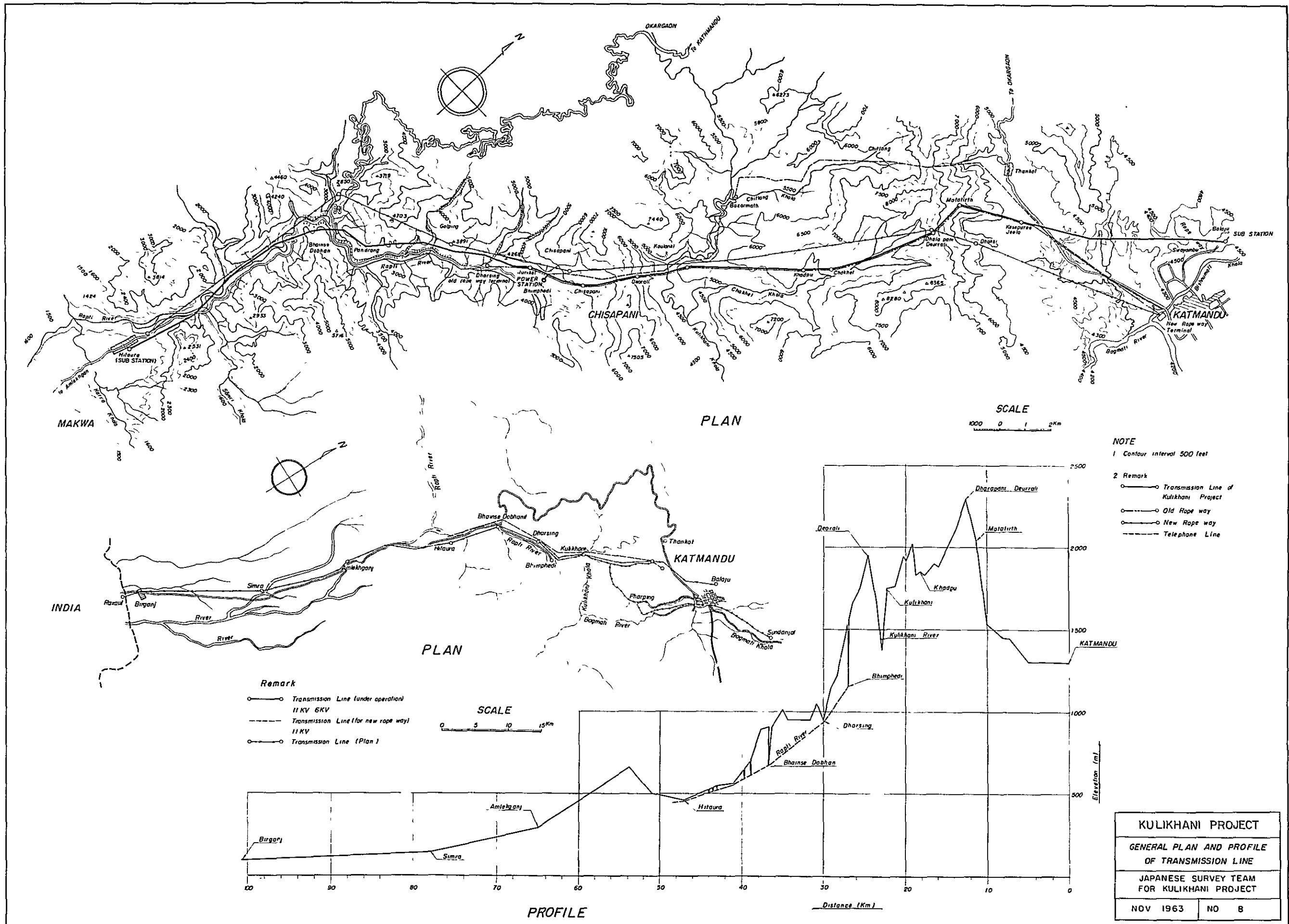


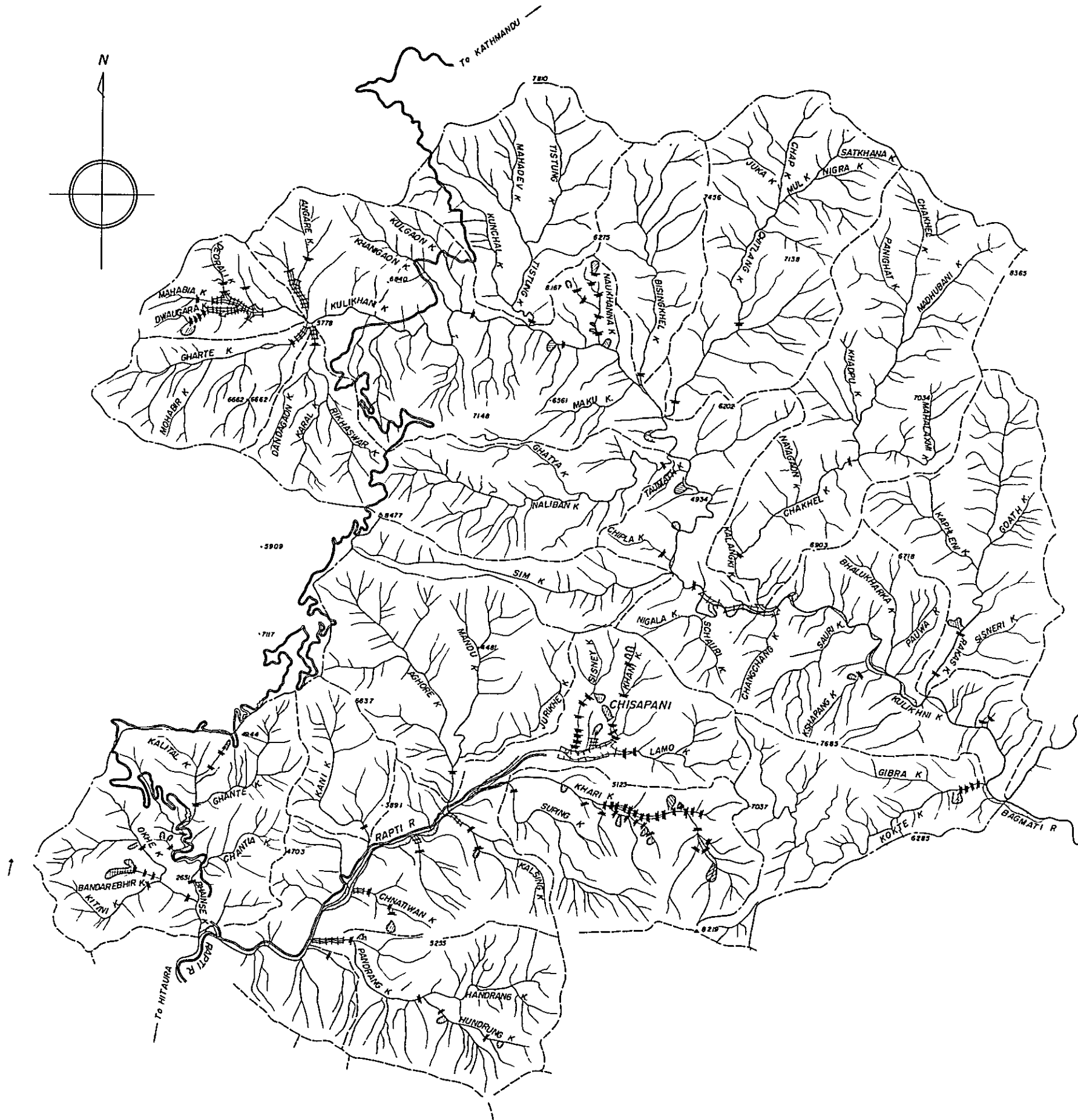
SECTION A-A



KULIKHANI PROJECT	
PLAN AND PROFILE OF SURGE TANK & POWER STATION	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO 7





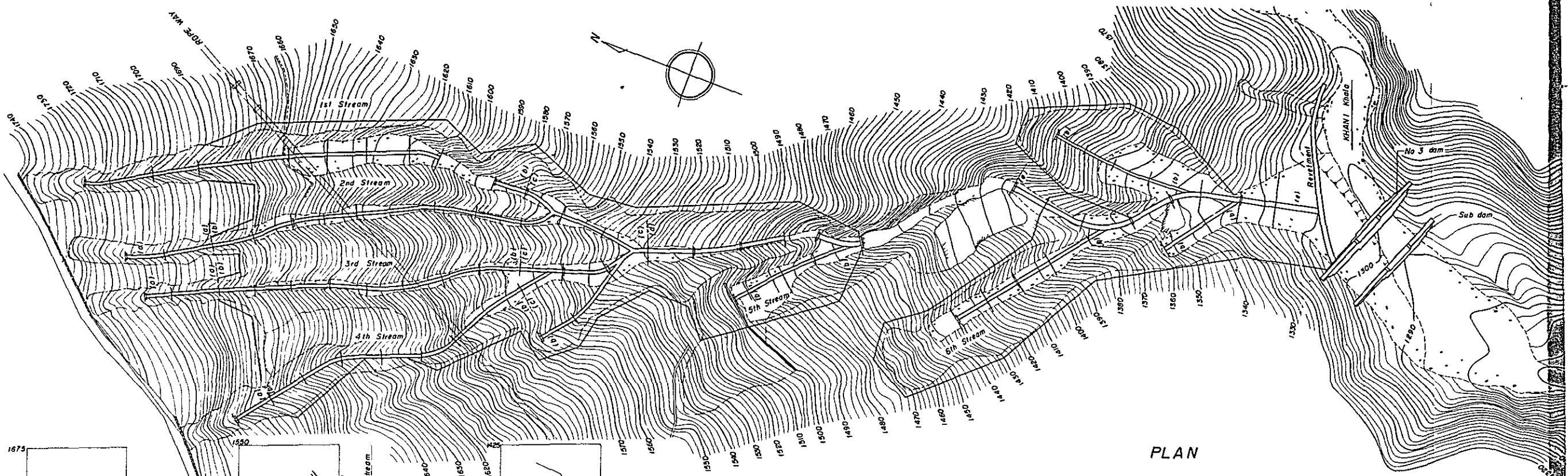


**LEGEND**

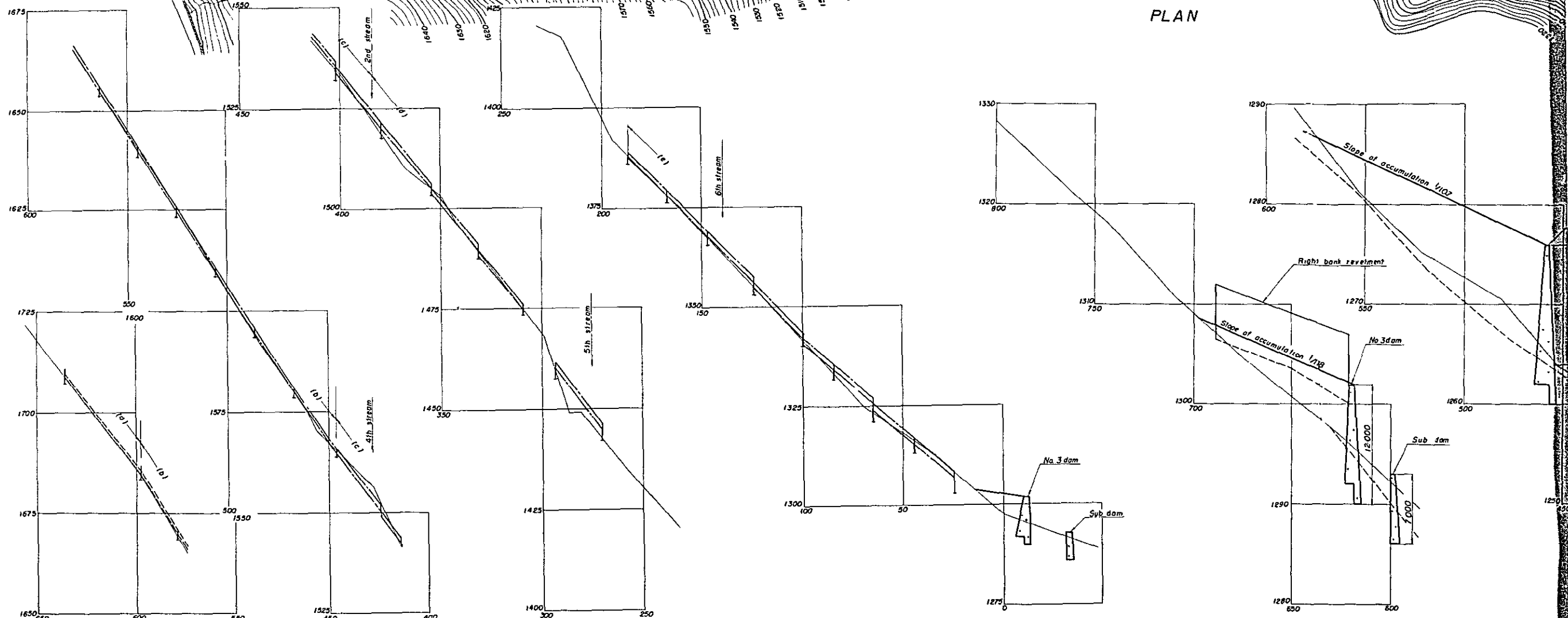
- Hillside works
- Sabo dam
- Ground sill
- Revetment
- Channel works
- Groin

KULIKHANI PROJECT	
SABO SCHEME ON KULIKHANI AND RAPTI RIVER BASIN	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO 9

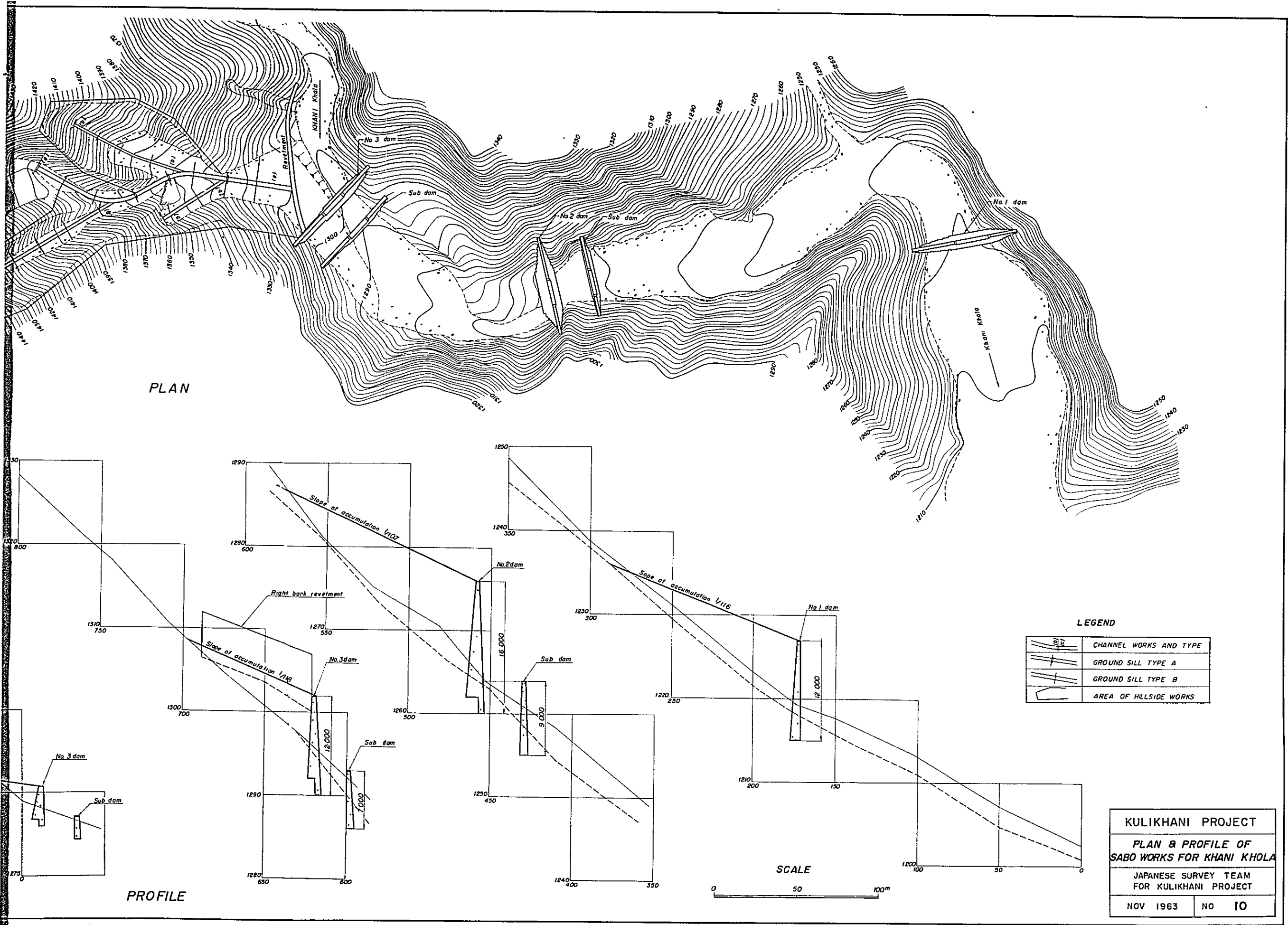


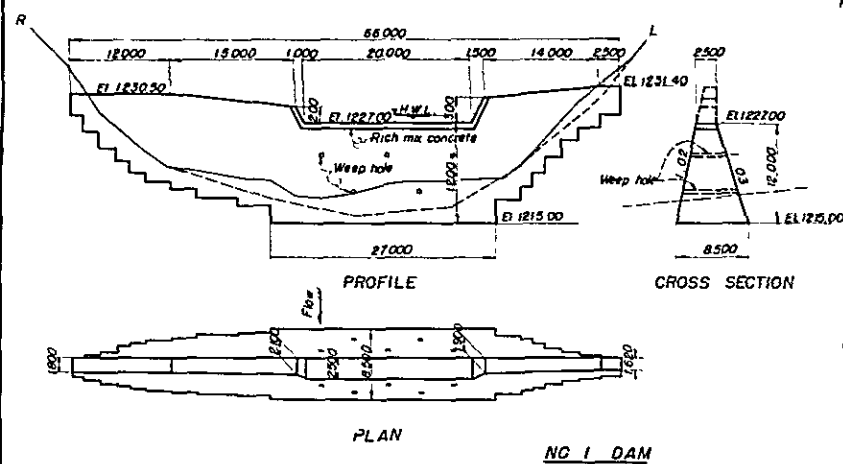


PLAN

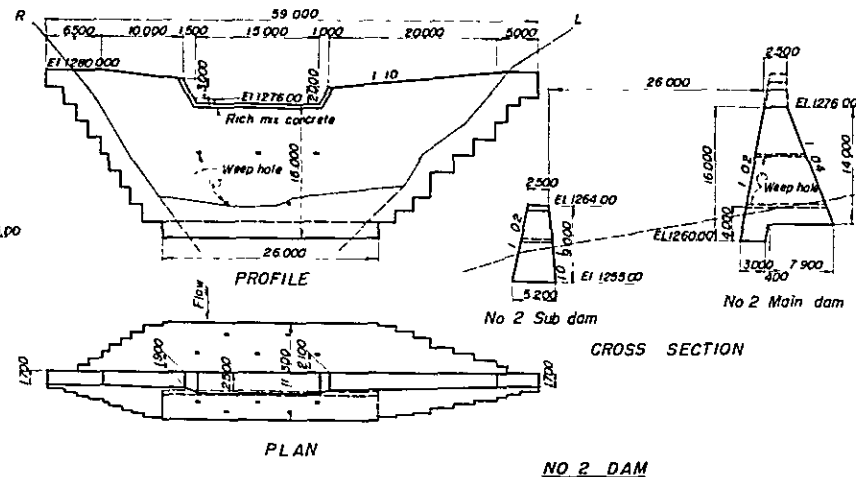


PROFILE

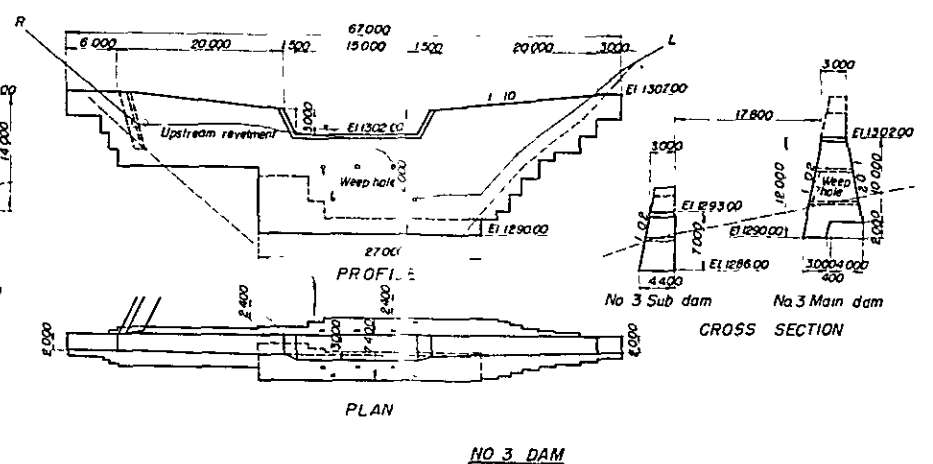




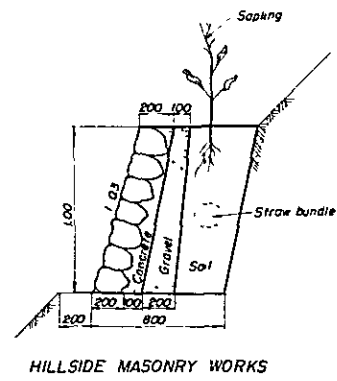
**NO 1 DAM**



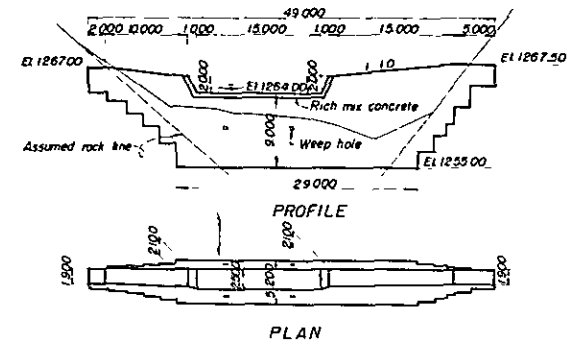
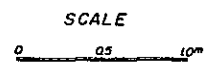
**NO 2 DAM**



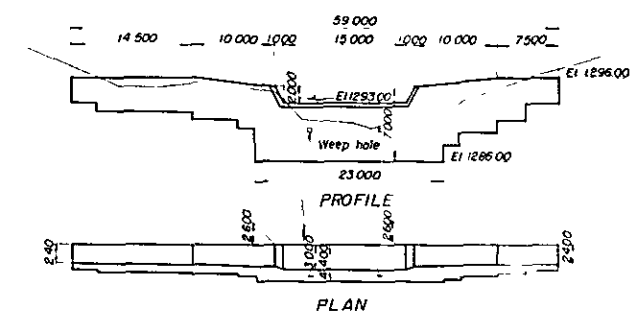
**NO 3 DAM**



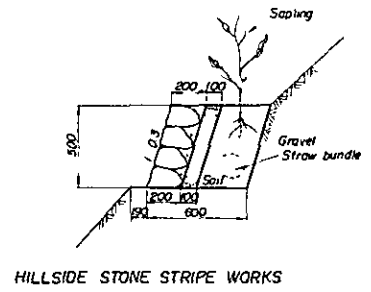
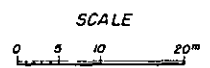
**HILLSIDE MASONRY WORKS**



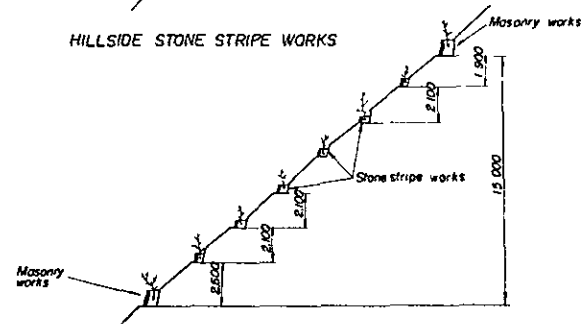
**NO 2 SUB DAM**



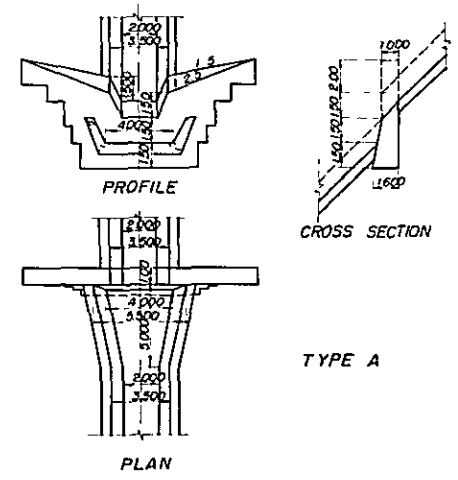
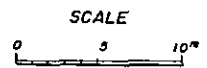
**NO 3 SUB DAM**



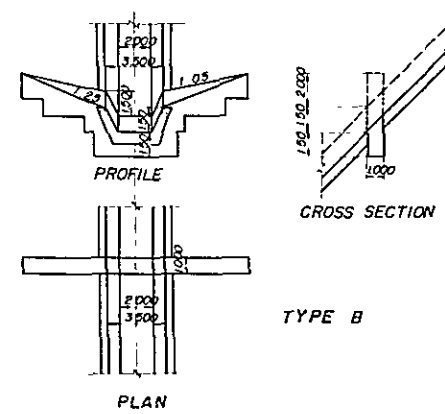
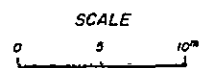
**HILLSIDE STONE STRIPE WORKS**



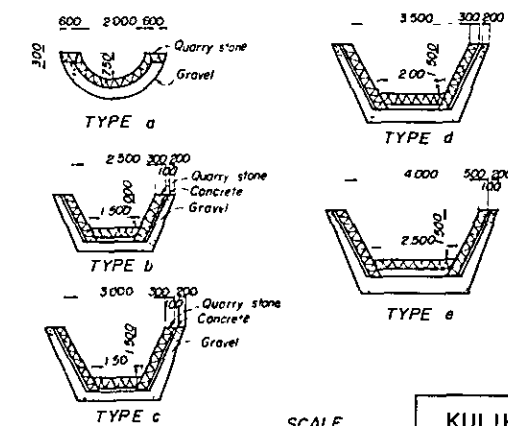
**HILLSIDE WORKS**



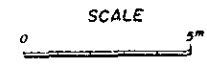
**STANDARD SECTION OF GROUND SILL**



**TYPE B**



**STANDARD SECTION OF CHANNEL WORKS**



<b>KULIKHANI PROJECT</b>	
<b>STRUCTURAL DETAILS OF SABO WORKS FOR KHANI KHOLA</b>	
JAPANESE SURVEY TEAM FOR KULIKHANI PROJECT	
NOV 1963	NO. 11

