

ネパール王国  
河川護岸計画  
事前調査報告書

昭和63年1月

国際協力事業団

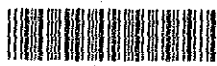
無計一

CR(3)

88-6



JICA LIBRARY



1041942[2]



ネパール王国  
河川護岸計画  
事前調査報告書

昭和63年1月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '88. 4. 4	116
登録No. 17377	61.7
	GRF

## 序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国の河川護岸計画にかかる事前調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和62年11月24日より12月18日まで、建設省河川局治水課課長補佐立石芳信氏を団長とする事前調査団を現地に派遣した。

調査団は、ネパール国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

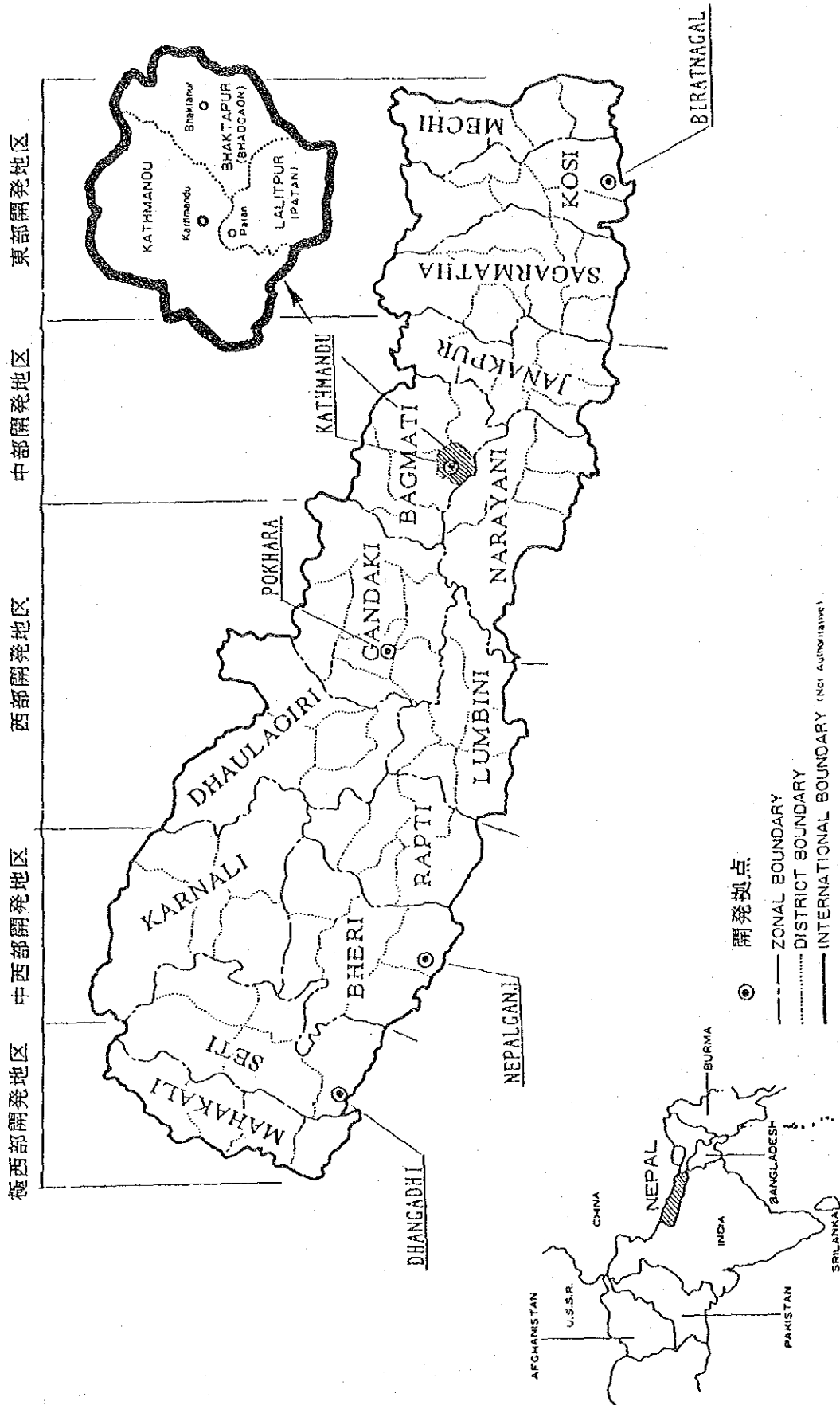
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ネパール王国の河川護岸計画の進展に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和63年1月

国際協力事業団  
理事 中曾根 悟 郎

プロジェクト位置図







流失寸前の農家（東部地区、テンラ川）

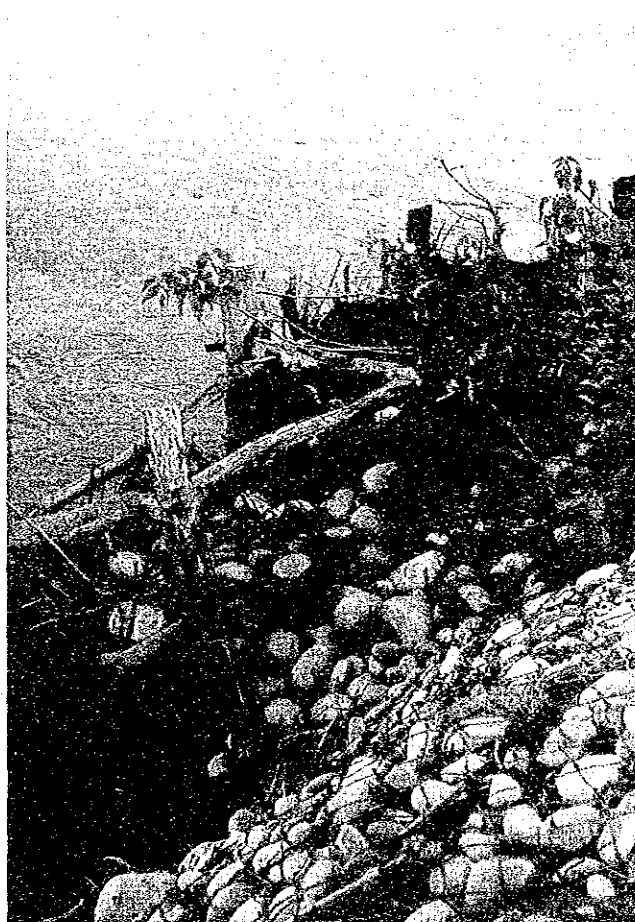


えぐられる川岸（中西部地区、ラブティ川）



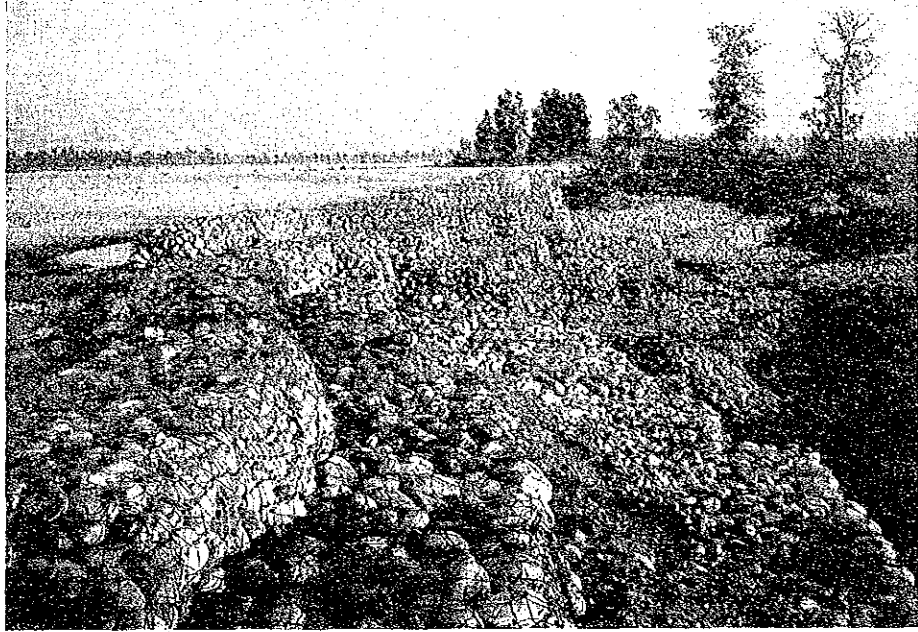


流亡した橋（西部地区、ヤムディ川）



農民自身による護岸工事の跡（極西部地区、マハカリ川）





石詰作業は全て村民の協力により行われた（極西部地区、マハカリ川）



かんがい局の全力を注いで行った護岸工事の成功例（中部地区、ロタル川）





人力によるフトン籠ネットの作成（1.5㎡当り1ルビー/約6円）



鉄線保管用倉庫の例





## 要 約

ネパールは、インド亜大陸とチベット高原を隔てて聳える大ヒマラヤ山脈を背にして、その南側に位置する人口約1,600万人、面積約14万Km<sup>2</sup>の王国である。国土面積の80%はヒマラヤとそれに続く山岳丘陵地で占められており、わずかな平地はインドとの国境沿いに東西にのびるタライ地方に集中している。主な産業は農業で国内生産の50%以上、就業人口の約90%を占めている。河川は山と溪谷の国であれば当然のこと、複雑に組み入っており、大小合わせて6,000以上の河川の総延長は45,000Kmを越えるとされている。これら河川の流量はその80~85%が夏のモンスーン期に集中しているため、毎年洪水を引き起こしている。約2万ヘクタールの優良農地が毎年洪水により失われており、被害額は約12億ルピー（約78億円）にのぼっている。このほか、全国的な統計がないため詳細は明らかでないが、人命、家屋の流失等の被害も毎年多数発生している状況である。しかも近年、森林の乱伐が進み、河川の氾濫域が農地として開発されるなどにより、洪水被害が毎年大きくなる傾向にあり、早急な対応が迫られている。

ネパール国政府は、水資源省灌漑局管轄のもと、これまで長年にわたってフトン籠敷設による河川護岸工事を実施している。同工事は外国の援助に頼らず、厳しい財政状況下にある政府予算により推進されてきたが、同工事に割り当てられる予算は年平均2千万ルピー（約1億3千万円）と限られた額となっており、毎年決定的な不足となっている。そのため、護岸工事の施工場所は全国に広がっているものの、洪水の危険性が特に高い河川の工事を優先的に実施したり、フトン籠を掛けない石積みのみによる施工法を行ったり、計画の進展が大幅に遅れている現状にある。

かかる現状を打破し、人命、家屋、農地を洪水の被害から守るため、ネパール国政府は、外国の無償援助を前提とした、全土にわたる河川を対象とする「河川護岸4ヶ年計画」を立案し、同計画にかかる資機材の供与につき、日本国政府の無償資金協力を要請した。本件要請に応じ、日本国政府は本計画にかかる事前調査を行うことを決定し、国際協力事業団は事前調査団を昭和62年11月24日より12月28日までの25日間、現地に派遣した。

事前調査団は5カ所の地方建設局を訪問し、類似河川工事の実態、河川護岸工事予定地区を視察するとともに、ネパールおよび日本大使館関係者、日本人派遣専門家から、計画の背景・内容、実施体制、技術レベル等について聴取し、要請内容につき詳細な協議を行う一方、必要な情報・資料の収集を実施した。帰国後、本調査団は現地調査結果並びに収集資料を解析し、本計画の妥当性、効果について検討した。その結果、本計画による護岸工事は、その効果が非常に大きく、ネパール国における国土保全の見地、および農地開発による経済効果の発揮のために必要不可欠で、その妥当性は明確であり、ネパール側要請内容も護岸工事に必要な資機材の無償供与のみであることから、今回の調査内容にて基本設計を実施することが十分に可能であると判断した。そ

のため、本事前調査報告書は、計画内容の策定、適切な供与資機材選定のための基本設計、概算事業費、事業実施工程、事業評価等を含む形でとりまとめられた。

現地調査結果を要約すると以下の通りである。

- ① ネパールには38以上の主要河川があり、その延長も数十キロメートルから数百キロメートルと様々である。日本のような河川管理は行われておらず、河川の管理は農地保全の観点から、水資源省灌漑局が管轄しており、全土を5つの地方建設局で分担している。
- ② 過去5年間(1980/81~1984/85)の洪水被害は平均して、年間消失農地面積2万ヘクタール、被害額約12億ルピー(約78億円)にのぼっている。調査団が視察した箇所は限られたところであったが、農地の消失は多大なものであった。
- ③ 河川護岸の工法としては、鉄線を人力で編み、その中に石を詰めるフトン籠を川岸に積み重ねる方法を採用している。石詰は、地域住民の労働力の提供により実施されている。
- ④ 過去5年間の河川護岸の予算は年平均約2千万ルピー(約1.3億円)で、灌漑局全体の予算の約2.5%を占めている。さらに予算の内訳をみると、フトン籠製作用の鉄線購入の占める割合が極めて高く、全体の約69%を占めている。また、現在のところ、フトン籠製作は人力により行われており、その人件費が15%を占めており、結局フトン籠の製作に予算の約84%を費やしている。
- ⑤ フトン籠による護岸工事については15年の経験を有しており、技術的には問題がない。現在護岸工事の隘路となっているのは財政的な問題である。

本計画に関するネパール側からの要請内容は当初、フトン籠による護岸工事に必要な、

- ①フトン籠製作用の鉄線(総延長254kmにわたるフトン籠施工分)
- ②フトン籠製作機(5台)及び必要なスペアパーツ

を中心としながら、

- ③護岸工事用車輛

ブルドーザー(10台)、ローダー(20台)、ダンプトラック(40台)、  
ローラー(10台)、トラック(10台)、タンクローリー(5台)

- ④技術協力

も含めた内容となっていた。

しかしながら、ネパール国政府関係者との協議及び実際の現地踏査の結果、現在ネパールにとって早急に必要なのはフトン籠による護岸工事を実施することであり、本格的な築堤工事は次の段階であると判断した。そのため、③の車輛については、フトン籠及び玉石の運搬経費の軽減を図り、洪水期の対応が可能とするための最小限の車輛とすることとし、当方の示した新しい計画案の内容で合意し、協議議事録において確認された。今回とりまとめられた計画内容は次の通りである。

1. 計画の目的：ネパール国を流れる河川のうちタライ平野の38河川と山岳地帯にある河川について、洪水の被害が大きいと予想される254 Kmの区間にフトン籠敷設による河川護岸工事を実施し、農地、家屋、人命等を洪水の被害から守るのが本計画の目的である。
2. 実施機関：本計画の実施機関はネパール王国水資源省灌漑局である。
3. 供与資機材内容：

項 目	数 量	備 考
1. フトン籠製作用亜鉛メッキ鉄線	2万トン	年5千トン4年間
内訳 # 8(4.0 mm)	6千トン	年1千トン
# 10(3.2 mm)	1万4千トン	年4千トン
2. フトン籠編み機	5台	各建設局1台
スペア・パーツ	4年分	
3. 車 輜		
3. a フトン籠運搬用普通トラック	5台	各建設局1台
3. b 玉石運搬用ダンプトラック	5台	同 上
3. c 調査・工事監督用車輜	5台	同 上

河川護岸用予算の84%は亜鉛メッキ鉄線の購入およびフトン籠の製作に使われており、護岸工事の隘路となっているのは財政的な問題である。したがって、鉄線およびフトン籠編み機を我が国が無償供与することにより、護岸工事は大きな進展をみる事が期待できる。編み機の設置、鉄線保管のための場所は既存施設を利用できることから、新たに保管用の施設を建設する必要がなく、ネパール側の供与資機材の受け入れ態勢は整っていると判断できる。また、運搬用車輜については、必要最小限の台数を要請しており、工事の進展に欠かせない数量である。したがってネパール国側要請内容は極めて妥当であると考えられる。

本計画の総事業費(4年分)は約48.5億円となり、日本側負担分は72%にあたる約35億円が見込まれ、ネパール側は約13.5億円、総事業費の28%の負担となる。ネパール側はフトン籠の製作・運搬費及び、玉石運搬費、フトン籠敷設費の一部等、護岸工事実施にかかわる供与資機材以外の総ての費用を負担する。ネパール側単年度予算は約3.4億円となり、これは現在河川護岸工事に割り当てられている予算の2倍強である。

資機材調達は、入札によって選定された日本の業者が行い、契約の期間内に調達を完了し、事業主体である水資源省灌漑局に引き渡しを行う。このための工期は交換公文締結後、入札、資機材調達、据え付け引き渡し完了まで約1年を要する。

本計画は、洪水による災害から人命、財産を守ると同時に、ネパール国の農業開発の増進に大きく貢献することが期待され、本計画に対し、日本政府による無償資金協力が行われ、さらにネパール政府による自助努力及びネパールの地域住民参加により、本計画が円滑に実施されることが望まれる。したがって、本計画は次の3要素が三位一体となって実施される予定である。

- a. 日本政府の無償資金協力による資機材供与（援助）
- b. ネパール政府の実施に要する予算の確保（自助努力）
- c. 地域住民の労働力の提供（住民参加）

本事業の実施は我が国の無償資金協力による資機材供与をうけて、水資源省灌漑局が事業主体となって行う。本事業実施のために設立されている河川治水事務所（River Control Project Office）が河川護岸予算の管理、事業の総括をし、工事は五つの地方建設局が実施する。灌漑局は地域住民の河川護岸工事に対する要望をより汲みあげ易くするために、また住民の工事への参加をさらに促すために、郡ごとに工事事務所を設立し、5地方建設局の組織を強化する計画である。また先に述べた通り、編み機の設置場所、鉄線の保管場所は既存施設が利用できる所以問題はない。したがって、維持管理が必要となるのはフトン籠編み機及び車両である。編み機については、構造が簡単で故障が少ないため特別の技術、熟練を要しなくても維持管理が可能であると考えられる。我が国では、編み機の運転、消耗品の交換等はパートタイムによる主婦が行っていることから、編み機の据え付け時に十分な運転指導を行うことにより対処できると思われる。しかしながら、消耗品、スペアパーツについては十分な量を機材計画の中で確保するものとする。また、トラック等車両の維持管理については、既存灌漑計画の中で日常業務としてなされている。今回供与予定の車両はいずれも通常の機種であるので、その維持管理は灌漑局所有の設備、スタッフを使用して十分行うことができると思われる。

本計画は、前述の通り、頻発する洪水により毎年貴重な生命、財産、農地が失われ大きな問題となっていることから、早急な対応が追られているもので、緊急かつ優先的に実施に移すことが必要である。また、ネパール国政府の予算の確保及び地域住民の労働力提供も期待でき、特に支障なく実施できるものと思われる。しかしながら、本計画はネパール国にとって過去の施工実績の約7倍にのぼること、及び4年間にわたることから、その実施状況を確認する必要がある。また技術的にはネパール国はフトン籠敷設による護岸工事について過去15年間の経験があり、実際の施工現場を見ても概ね良好であった。しかしフトン籠工法は経験によるところが大きいのでネパール政府は経験豊かな専門家のアドバイスを期待しており、この点については今後の検討が必要である。

# ネパール王国河川護岸計画事前調査

## 目 次

序 文  
位置図  
写 真  
要 約  
目 次

第1章 緒 論 .....	1
第2章 計画の背景 .....	3
2.1 計画地の概況 .....	3
(1) 計画対象地域 .....	3
(2) 社会経済状況 .....	3
(3) 自然条件 .....	4
2.2 河川の一般状況 .....	4
2.3 洪水による被害 .....	6
2.4 河川護岸行政の現状及び実施体制 .....	6
(1) 河川護岸行政組織と事業内容 .....	6
(2) 河川護岸のための予算 .....	9
(3) 地方建設局の現状 .....	11
2.5 河川護岸の現状 .....	11
(1) 治水のための戦略 .....	11
(2) 河川護岸の方法 .....	12
(3) 河川護岸工事の実績と問題点 .....	13
2.6 要請の経緯と内容 .....	14
(1) 要請の経緯 .....	14
(2) 要請の内容 .....	14
第3章 計画の内容 .....	15
3.1 計画の目的 .....	15
3.2 計画の概要 .....	15
(1) 実施機関 .....	15

(2) 事業計画の概要	15
(3) 計画予定地	15
(4) 計画の妥当性	15
3.3 要請内容の検討及び供与資機材リスト	16
3.4 基本設計	17
(1) 資機材の選定及び選定理由	17
(2) 必要な施設・資機材の数量	19
第4章 事業実施計画	25
4.1 事業実施体制	25
4.2 工事負担区分	25
(1) 日本側負担区分	25
(2) ネパール側負担区分	25
4.3 実施計画	26
4.4 資機材調達計画	26
4.5 概算事業費	27
4.6 維持管理計画	30
第5章 事業評価	31
5.1 効果	31
5.2 妥当性	31
第6章 結論と提言	33
6.1 結論	33
6.2 提言	33
付表	35
付図	41
付属資料	
付-1 団員構成	51
付-2 現地調査日程	52
付-3 面会者リスト	53
付-4 協議議事録	54
付-5 収集資料リスト	59
付-6 河川護岸(フトン籠工法)に関する技術ノート	61

## 第1章 緒 論

ネパール国政府は、これまで長年にわたってフトン籠敷設による河川護岸工事を実施している。同工事は外国の援助に頼らず、厳しい財政状況下にある政府予算により推進されてきたが、同工事に割り当てられる予算は年平均2千万ルピー（約1億3千万円）と限られた額になっている。一方、同工事はネパール国全域を対象としているため、政府予算は毎年決定的な不足となっている。そのため護岸工事は被害の特に大きい河川について、部分的に実施するに止どまっており、洪水による被害は毎年大きく、十分な成果を挙げていない現状である。

かかる現状を打破し、人命、家屋、農地を洪水の被害から守るために、ネパール国政府は全土にわたる河川を対象とする「河川護岸4カ年計画」を立案し、同計画の実施促進をはかるため、護岸工事用資機材等の供与につき、我が国の無償資金協力を要請越した。日本国政府はかかる要請を受け、本計画に関する事前調査の実施を決定した。これを受けて国際協力事業団は、建設省河川局治水課課長補佐立石芳信氏を団長とする本計画事前調査団を、昭和62年11月24日より12月18日までの25日間、ネパール国に派遣し、調査を実施した。事前調査の目的は、本計画の背景・内容の確認、計画の効果並びに妥当性を調査し、我が国の協力の可否及び範囲等について検討し、検討結果をとりまとめた事前調査報告書を作成することである。そのため、調査団は5カ所の地方建設局を訪問し、類似河川工事の実態、河川護岸工事予定地区を視察するとともにネパール及び日本大使館関係者、日本人派遣専門家から計画の背景・内容、実施体制、技術レベル等について聴取し、要請内容につき詳細な協議を行う一方、必要な情報、資料の収集を実施した。ネパール国政府関係者との協議の結果、本計画の目的、活動内容、サイト、実施機関、先方要請内容、先方負担措置等を内容とする基本的合意事項について、協議議事録（付属資料付-4）がとりまとめられ、12月15日、調査団長立石芳信氏と水資源省灌漑局局长M.D.Karki氏との間で確認署名された。

調査団の構成、現地調査の日程、接触機関及び面会者、協議議事録及び収集資料リストは巻末付属資料・付-1、付-2、付-3、付-4及び付-5にそれぞれ示す通りである。現地調査の結果、現況の河川護岸工法は技術的に種々改善すべき点があることが明らかとなった。今後の河川工事の改善に資するため、調査団はこれら改善点をとりまとめた「河川護岸（フトン籠工法）に関する技術ノート」を作成、関係者に配布、説明した。同技術ノートは付-6に示す通りである。

帰国後、本調査団は現地調査結果並びに収集資料を解析し、本計画の妥当性、効果について検討した。その結果、本計画を実施することにより、毎年洪水により失われている2万ヘクタールにのぼる優良農地が保護され、毎年12億ルピー（約78億円）の利益が享受できること、さらに

交通網・森林・町・村等が流失の危機から免れると同時に、人命の安全が確保でき、計り知れない国家の利益となる等、その効果が非常に大きいことが明らかとなった。

本計画による護岸工事は、ネパール国における国土保全の見地、および農地開発による経済効果の発揮のために必要不可欠で、その妥当性は明確であり、ネパール側要請内容も護岸工事に必要な資機材の無償供与のみであることから、今回の調査内容にて基本設計を実施することが十分に可能であると判断される。したがって、本事前調査報告書は、計画内容の策定、適切な供与資機材選定のための基本設計、概算事業費、事業実施工程、事業評価等を含む形でとりまとめられた。



## 第2章 計画の背景

### 2.1 計画地の概況

#### (1) 計画対象地域

ネパールはインド亜大陸とチベット高原を隔てて聳える大ヒマラヤ山脈を背にして、その南側に位置する人口約1,600万人の王国で、東西約800Km、南北約180Kmと東西に細長い国である。国土の面積は日本の1/3強で、その80%はヒマラヤとそれに続く山岳丘陵地で占められている。南辺のインドに接する地方はタライ平野と呼ばれ、幅20~30キロメートルに亘って、ネパールの東から西まで広大な平地となっており、ネパールの穀倉地帯を形成している。タライ平野の標高は約200メートルと低く、インド平原がそのままネパール領土になっている。

タライ平野の北側はシワリク山脈と呼ばれる標高600メートルほどの礫層でできた丘陵地帯になる。これから更に北にかけて、サブヒマラヤ山岳地帯となる。そこは標高3,000メートル前後の頂を持つ山々が見渡す限り怒濤のように続き、それがやがて北辺のヒマラヤ山岳地帯へと高度をあげていく。

河川は山と溪谷の国であれば当然のこと、複雑に組み入っている。ネパールには大小合わせて6,000以上の河川があり、総延長は45,000Kmを越えるとされている。本計画はこれら河川のうち、特に洪水の被害が大きい箇所にはトンネルによる護岸工事を実施して、洪水による被害を最小限に食い止めようとするものである。従って、本計画の対象となる地域はネパール全土におよんでいる。

#### (2) 社会経済状況

ネパールの経済構造を産業別、職業別、雇用形態別の経済活動人口でみると表1の通りである。ネパールは基本的には農業国であり、1981年センサスの結果によれば、総人口の90%以上が農林業に就業している。農林業以外では、サービス業4.6%、工業その他1.8%、商業1.6%という順序になっており、製造業は1%以下である。

職業別構成でも、農林漁業従事者の比率は91%を越えており、この点からも、ネパール国の経済は農業で構成されていると言える。そのため、自営業者の割合が高くなっており、経済活動人口の約86%が自営業者である。

表2は、ネパールの国内総生産状況を産業別にみたものである。農業の国内総生産に占める割合は1975/76年の66.1%から、1980/81年には56.3%、1981/82年56.1%、1982/83年52.8%と次第に減少してきているが、農業の占める比率は依然として圧倒的に高い。1982/83年の国内総生産の構成は、農業に次いで公務8.2%、金融・不動産業7.9%、輸送・通信・倉庫業7.2%、建設業6.7%、製造業は4.1%にすぎない。またレス

トラン・ホテル業は名目国内総生産の3.6%を占めるに止どまっている。

### (3) 自然条件

低標高のタライ地域を除いた山岳丘陵地帯は、地形および標高が錯綜している関係で、気温分布は千差万別である。標高が高くなるにつれて気温は当然低下するが、表3に示されるように、一般に1月が最低で、3月から急激に上昇して5月～6月に最高になり、10月から急低下する。地域別にみれば、タライは亜熱帯、丘陵地帯は亜熱帯から温帯、山岳地帯は温帯から寒帯～氷雪帯に大別される。

タライおよび丘陵地帯では、東部から西部に向かって気温は高くなる。中部丘陵地帯の代表的なカトマンズ盆地は標高1,300 mであるが、この盆地における平均最高気温は夏季には29℃に達し、冬季でも19℃である。また最低気温の平均はそれぞれ19℃、2℃である。

ネパールは典型的なアジアモンスーン地帯に属し、雨期と乾期に大別される。雨期は6月～10月で年間降雨量の約90%がこの期間に集中し、11月～5月の間は乾期となる。複雑な地形と標高が降雨量の地域変動に及ぼす影響は大きく、地域内にはかなり大きな差がみられる。

表4は全国の代表地点における月別の降雨量を、図1は年間降雨量の分布を示すものであるが、タライ地域の年間降雨量は2,000～2,500 mmで、東部から西部へ、北部から南部へと漸減し、1,500 mm以下の地域もある。丘陵地帯では500 mmから4,500 mmと地域による変化が大きいが、モンスーンの関係で一般的に山脈の南面が多く北面は少ない。山岳地帯における降雨量の地域変化は極めて大きく、ネパール中部、アンナプルナ山脈の南斜面の年間降雨量は6,000 mmに達するが、チベット高原に近接するインナーヒマラヤのムスタング(Mustang)地域の年間降雨量は僅かに250 mmに過ぎない。これはヒマラヤ山脈が南西のモンスーンを遮断することによるものである。ちなみに我が国の年平均降雨量は1,800 mmである。

## 2.2 河川の一般状況

ネパールの河川は基本的に次の3大水系を形成している。

- ① サプタ・コシ水系(ネパール東部)
- ② サプタ・ガンダキ水系(ネパール中央部)
- ③ カルナリ水系(ネパール西部)

以上の大水系の支流の中で、マハカリ、ウエストラプテイ、バグマテイ、カンカイが中規模水系として位置付けられる。

次にこれら河川の水源に着目すると、次の3つに分類することができる。まず第一に、ヒマラヤ山脈およびチベット高原に源を持つもので、これらの河川は乾期であっても雪解け水によって、流量が豊富な大河川である。サプタ・コシ川、サプタ・ガンダキ川、カルナリ川がこれ

に該当する。

第二は、タライ平原の北側を東西方向に伸びるマハプハラト山系に源を発する中河川である。これら河川は、雨期には暴れ川のごとく激しい流況を示すが、乾期には一転して流量が低下してしまふという特性を持っている。乾期の水源は雪解け水でなく、地下水が主である。ラブテイ川、バグマテイ川、カマラ川、メチ川、カンカイ川、ババイ川等がこのタイプの河川に該当する。

第三は、前述のマハプハラト山系の南側に源を持つ小河川である。これら河川も雨期には下流域でしばしば洪水による災害を引き起こす。一方、乾期には流量が激減し、さらには完全に干上がってしまい、伏流水のみになってしまうこともある。このタイプに該当する河川としては、ティラウェ川、シルシア川、マヌスマラ川、マナハリ川、バンガンガ川等が挙げられる。

次にこれら河川の流量に着目すると、表5に示されるように、ネパール国内の流量は国土面積に比較して非常に大きいという特徴を持っている。集中面積は199,000 Km<sup>2</sup>の広さを持ち、年間2,000億m<sup>3</sup>(6,400 m<sup>3</sup>/秒)の流量と推定されている。この流量の内、約1,500億m<sup>3</sup>はネパール国内に水源を持つものである。また、インド、バングラデシュを流れるガンジス川水系の流量の45%はネパール国内に源を発しており、特に乾期にはその比率は70%を越える。これら河川流量の80~85%は夏のモンスーン期に集中し、毎年洪水を引き起こしている。

現地調査では約20に上る河川を踏査したが、ネパールの河川の一般的特徴を列記すると以下の通りである。

- ① ほとんど手をつけていない全くの自然河川である。
- ② タライ平野への流出口より上流部は土砂流出量がすさまじい。河川につながる溪流は玉砂利で一杯である。これは造山活動のスピードが早く、山自体が非常に若いためと思われる。さらに山腹には雑木が若干成育している程度で、ほとんど見るべき樹木がない。崖錐は一見薄いように見受けられるが、山が非常にシャープなため、斜面崩壊及び小さな崩落はいたるところで見受けられる。
- ③ 流域面積に比較して流路が非常に広い。降雨のパターンは季節による偏りが激しく、雨期に集中するため、乾期にみると大河川以外はほとんど涸れている。一般に玉石がごろごろしており、流れは伏流水になっている。これは土砂供給量が膨大なことによるものと思われる。
- ④ 流路は洪水のたびに大きく変化していることがうかがえる。
- ⑤ 洪水時のビデオ映像をみると、氾濫流が一面に広がり、河道がどこにあるのか分からない状況であるので、雨期の大洪水に対しては流下能力はかなり小さいと推定される。
- ⑥ 河床は非常に浅く、低水路が形成されておらず、単断面である。
- ⑦ 人手が加えられていないのでほとんど掘り込み河道となっている。

- ⑧ 自然堤防はほとんど形成されていない。
- ⑨ 下流部では河川が大きくなり、自然に大きな蛇行となっている。
- ⑩ 下流部では川床が細粒のシルトで構成されており、容易に侵食を受けるため、築堤土として不適である。

## 2.3 洪水による被害

次表は過去5カ年の洪水による農地消失面積をとりまとめたものである。毎年約2万ヘクタールの農地（全農地面積の約0.6%）が洪水により失われており、被害額は約12億ルピー（約78億円）にのぼっている。このほか、全国的な統計がないために詳細は明らかでないが、現地調査の結果からも、人命、家屋の流失等の被害が毎年多数発生している。

洪水による農地消失面積（千ヘクタール）

年 度	東部地区	中部地区	西部地区	中西部地区	極西部地区	合 計
1980/81	4	6	2	7	2	22
1981/82	5	6	4	7	3	25
1982/83	4	5	3	6	2	20
1983/84	3	4	3	5	3	18
1984/85	3	2	2	3	2	12
合 計	19	23	15	28	12	97
平 均	3.8	4.6	3.0	5.6	2.4	19.4

さらに近年、森林の乱伐が進み、河川の氾濫域が農地として開発されるなどにより、洪水被害は毎年大きくなる傾向にあり、早急な対応が迫られている。

## 2.4 河川護岸行政の現状及び実施体制

### (1) 河川護岸行政組織と事業内容

ネパール政府中央行政組織の概要は図2に示す通り、国王、総理大臣のもと、20省が設けられており、河川管理、護岸工事は水資源省の管轄となっている。護岸工事は比較的新しく約15年にすぎない。当初は森林・土壌保全省が、その後パンチャヤット地域開発省が管轄していたが、両省とも全国的な組織を持っていないため、護岸工事は必要性が全土に及ぶようになった1980年頃水資源省に移管され、現在に至っている。

水資源省の組織は図3に示す通り、電気局、灌漑局、地下水開発局及び上下水道局の4局より構成されている。洪水の被害から守るべき資産は主として農地であることから、灌漑局が河川護岸工事を管轄している。灌漑局の組織の概要は図4に示す通り、中央プロジェクトとして河川治水事務所 (River Control Project) が設置されており、全国の河川護岸事業を統括、管理している。工事の実施はネパール全土を5つの開発地域に分割し、各地区に設置されている地方建設局 (Regional Directorate) が行っている。

ネパールは行政的には14の県 (Zone) と75の郡 (District) に分けられる。1981年までは、この14県75郡は4つの開発地域 (Development Regions) 即ち、東部、中部、西部、極西部に分けられていたが、1981年に極西部がさらに中西部と極西部の二つに区分され、現在では5つの開発地域に区分されている。各開発地域の位置は図5に示す通りであり、それぞれの開発拠点 (Development Centre) は以下の通りである。

地方建設局	開発拠点
東部地区建設局	BIRATNAGAR
中部地区建設局	KATHMANDU
西部地区建設局	POKHARA
中西部地区建設局	NEPALGUNJ
極西部地区建設局	DHANGADHI

東部開発地域には Mechi、Koshi、Sagarmatha の3つの県が含まれ、全体で16の郡 (テライ地区に5郡、丘陵地区に8郡、山岳地区に3郡) から成っている。中部開発地域には Bagmati、Narayani、Janakpur の3つの県全体で19の郡 (テライ地区7郡、丘陵地区9郡、山岳地区3郡) が含まれる。西部開発地域には Gandaki、Dhawalagiri、Lumbini の3つの県、全体で17の郡 (テライ地区3郡、丘陵地区11郡、山岳地区3郡) が含まれている。中西部開発地域は Karnali、Rapti、Bheri の3つの県が含まれ全体で14の郡 (テライ地区3郡、丘陵地区7郡、山岳地区4郡) から形成されている。極西部開発地域は Seti、Mahakali の2つの県を含み、全体で9つの郡 (テライ地区2郡、丘陵地区4郡、山岳地区3郡) から形成されている。

ネパールの立法、行政制度の根幹となっているのは独特のパンチャヤット制 (Panchayat System) である。これは1962年の新憲法により定められたもので、政党を否定した上での「住民参加の政治」をねらったものであると言われている。パンチャヤット制は下位の村/町パンチャヤット (Village/Town Panchayat) から郡パンチャヤット (District Panchayat) を経て、最上位の全国パンチャヤット (Rashtriya Panchayat)

に至るまで、全体として段階的に構成されている制度である。

村パンチャヤットは地区によっても異なるが、1,000～2,000人の人口で構成される村を単位としてできている。県は4～8の郡から構成されており、郡はいくつかの村および町からできている。現在、村パンチャヤットの数は4,023、町パンチャヤットは29あり、開発地域別の分布状況は下記の通りである。

開発地域名	県	郡	村	町
東 部	3	16	907	8
中 部	3	19	1,242	10
西 部	3	16	896	5
中西部	2	15	581	3
極西部	2	9	397	3
計	14	75	4,023	29

ネパールの各村は村議会と村パンチャヤットを持っており、村議会は各村の住民により選ばれた議員で構成されている。村議会は村の仕事进行分析評価し、村の予算収支や翌年の事業計画を検討する。村パンチャヤットはこの村議会の執行機関であり、村議会の議員の中から各村を代表する議員で構成されている。これは最末端の政治の単位であり、国の行政の重要な場となっている。地域内の橋や道路の建設・維持といった開発活動の実施という重要な行事を行っており、河川護岸工事もこの範疇に入る。

パンチャヤット制度の目的は権力の地方分権化にある。特に近年ネパールでは開発行政の地方分権化が強力に推進されており、各郡が一つの開発計画を策定し、それを基礎に中央政府が支援予算を流す形態を強めている。すなわち、末端の村パンチャヤットからの積み上げで郡パンチャヤットが計画を策定し郡議会に図り、承認された開発計画に対して中央政府が予算を流していく仕組みを一層強化しようとしている。これにより、各郡の均衡発展と開発競争の助長をねらっており、各種の行政機関の出先も75の郡単位に配置を再編しようとしている。これは道路、橋、水路、学校、保健所、水道等の建設や河川護岸工事を地域住民の参加とその主導で行い、地域住民に役立ち意味のあるものにしようとするねらいを持っている。

近年は洪水による被害が益々大きくなっており、河川護岸工事の要望が強く、地域住民は村パンチャヤットを基本として積極的に護岸工事に参加している。即ち、河川護岸工事の事業内容は、水資源省灌漑局が地方建設局を通じてフトン籠を村パンチャヤットに供給し、地

域住民は石詰め等、労力を提供することにより、フトン籠を川岸に設置し、洪水の被害から自らの資産・財産を守るものである。

(2) 河川護岸のための予算

ネパールの予算年度は7月に始まり6月に終わる。過去5カ年(1980/81~1984/85)の河川護岸のための歳出金額を地区別に一覧表にすると、次表に示す通りとなる。

過去5カ年の河川改修のための歳出金額(百万ルピー)

年 度	東部地区	中部地区	西部地区	中西部地区	極西部地区	合 計
1980/81	7.0	4.0	0.1	-	1.9	13.0
1981/82	10.0	5.0	4.0	-	1.0	20.0
1982/83	7.0	6.6	6.0	2.0	4.0	25.6
1983/84	4.0	4.0	4.0	2.2	6.0	20.2
1984/85	4.5	3.4	4.5	3.0	4.0	19.4
合 計	32.5	23.0	18.6	7.2	16.9	98.2
平 均	6.5	4.6	3.7	1.4	3.4	19.6

河川護岸予算は年平均1千9百60万ルピー(約1億3千万円)となっている。これは1985/86、1986/87年においても、それぞれ2千5百万、2千2百万ルピーとなっていることから、2千万ルピーは河川護岸用のための予算として毎年確保されるものと判断できる。地区別の予算実績をみると、東部地区がやや多く、中西部、極西部地区がやや少なくなっている。これは、中西部、極西部地区がそれまで1開発地区であったのが分割され、2開発地区となったことに起因しており、河川護岸予算は各開発地区に概ね均等に分割されていると言ってよい。次に、河川

次に、河川護岸予算を灌漑局全体の予算と対比すると下表に示す通りとなる。灌漑局予算は年平均650百万ルピー(約42億円)となっており、河川護岸のための予算は同予算の2~3%、平均2.5%となっている。

過去5カ年の水資源省灌漑局、河川護岸計画予算（百万ルピー）

年 度	(A)水資源省	(B)灌漑局	(C)河川護岸	B/A (%)	C/B (%)
1980/81	1,619	659	13.0	41	2.0
1981/82	1,659	699	20.0	42	2.9
1982/83	1,774	812	25.6	46	3.1
1983/84	1,816	856	20.2	47	2.4
1984/85	1,828	868	19.4	47	2.2
合 計	8,696	3,894	98.2	45	2.5
平 均	1,739	779	19.6		

次に、河川護岸予算の使用内訳をみると、次表の通り鉄線の購入に要する金額が極めて高く全体の69%を占めている。またフトン籠の製作は半熟練工（Semi-skilled labour）を使用し、人力でなされていることから、フトン籠製作に要する人件費も全予算の15%を占めている。結局フトン籠の製作に全予算の84%を費やしており、フトン籠の据え付けや、玉石の運搬にかかる費用は住民の協力を得られることから、極めて少なく、全予算の9%を占めるに過ぎない。

河川改修計画歳出金額とその使用内訳（百万ルピー）

年 度	総予算	線 材		籠据付費	石運搬費	一般管理費	雑 費
		材料費	加工費				
1980/81	13.0	9.50	1.68	0.37	0.55	0.60	0.30
1981/82	20.0	14.23	2.77	0.60	0.90	1.00	0.50
1982/83	25.6	17.98	3.70	0.80	1.20	1.28	0.64
1983/84	20.2	13.82	3.17	0.68	1.02	1.01	0.50
1984/85	19.4	13.20	3.10	0.66	0.99	0.97	0.48
1985/86	25.05	16.85	4.07	1.07	1.37	1.20	0.49
1986/87	22.00	14.76	3.60	1.01	1.22	1.00	0.41
合 計	145.25	100.34	22.09	5.19	7.25	7.06	3.32
平 均	20.75	14.33	3.16	0.74	1.04	1.01	0.47
	(100%)	(69%)	(15%)	(4%)	(5%)	(5%)	(2%)



### (3) 地方建設局の現状

地方建設局の主な業務内容は小規模灌漑施設の建設と既存灌漑施設の維持・管理業務である。各地方建設局のスタッフ数は下表に示す通りで、相当数のスタッフが各地方建設局に配置されている。河川護岸工事には、これらのスタッフの中から必要に応じて数名が専任となっており、工事計画の作成、調査・設計、施工管理業務に従事している。これらスタッフはフトン籠敷設による河川護岸工事の経験を十分に有しているため、技術的な問題は少ないと思われる。しかしながら、護岸工事に割り当てられる予算が限られているため、工事の実施は洪水の危険性の特に高い河川に限って行ったり、フトン籠を用いずに石積みだけで行ったりなど、十分とは言えない現状である。

地方建設局のスタッフ数

位 置	東部地区 BIRATNAGAR	中部地区 KATHMANDU	西部地区 POKHARA	中西部地区 NEPALGUNJ	極西部地区 DHANQADHI	合 計
Engineer	6	14	13	15	17	65
Overseer	20	26	30	22	41	139
そ の 他	29	40	357	43	96	565
合 計	55	80	400	80	154	769

## 2.5 河川護岸の現状

### (1) 治水のための戦略

先に述べた通り、ネパールの河川は自然河川の様相を呈しており、雨期には洪水が頻発し、毎年多くの農地が失われている。平地面積が限られているネパールでは、農地開発が河川の氾濫域にまで及んでいるため、洪水被害は毎年大きくなっていく傾向にある。これら洪水被害の最終的な解決には、植林等による土壌侵食の防止事業、砂防ダム・洪水調節ダムの建設、本格的な河川改修工事など多方面にわたる対策が必要となる。しかしながら、その実施には巨額の資金を要するため、ネパール政府はフトン籠敷設による河川護岸計画を実施している。同計画は現地で得られる材料を使って実施できるため、経済的であると同時に、これまでの施工実績から、農地、家屋等を洪水による流失被害から守るために非常に有効な手段である。同計画は厳しい財政状況下にある政府予算を割り当てて実施されているが、予算不足のため十分な成果をあげていない現状である。そのため、当面ネパール政府は外国の無償援助を前提とするフトン籠敷設による河川護岸工事を全国的な規模で進める意向である。

## (2) 護岸工事の方法

フトン籠敷設による護岸事業がネパール政府により初めて実施されたのは、洪水による被害が顕著となってきた約15年前である。それまでは住民は協力して自らの農地、家屋等を守るため、木の樫を組んで、その中に玉石を入れる等、現地で容易に利用できる材料を使って護岸工事を実施していた。それでも洪水による被害は年々増え続け、護岸工事に対する要求が高まってきたため、政府は河川護岸用の予算を計上し、フトン籠を住民に無料で与えるとともに、その敷設について技術的な援助を行うようになった。したがって、ネパールの河川護岸事業は住民主導の事業と言え、労力の提供等、住民の協力が得易い事業であると言える。

現在行っている護岸工事の方法を順を追って述べると以下の通りとなる。

### ① 河川護岸計画の策定

住民は2、4項で述べたパンチャヤット制度を通じて、水資源省灌漑局管轄の地方建設事務所に河川の護岸工事を要請する。地方建設事務所では、技師等が現地を視察して、住民から事情聴取を行い、護岸計画を策定するとともに、管轄内の護岸工事について、その優先順位を付ける。

### ② 設計

フトン籠による護岸工事の設計はインドの設計基準等を参考に、各地方建設事務所の技師が担当する。フトン籠の敷設は経験に負うところが多く、過去15年の経験を有していることから、フトン籠による護岸工事技術は一応確立されているものと判断できる。

### ③ フトン籠の製作・運搬

フトン籠の製作はすべて人力により行われている。ある程度の技術と経験を必要とするため、主にインドの労働者を雇い、施工現場近くで製作される場合が多い。運搬が必要な場合はトラックを用いており、運搬業者がこれを請け負っている。フトン籠の製作・運搬に要する費用は政府の予算から支出されている。

### ④ 玉石の運搬

護岸工事に使用する玉石の絶対量は十分であると言える。しかしながら、玉石は山裾から5 Km程度のところに集中しているため、平野部の護岸工事は多くの場合、玉石を運搬する必要がある。これまで石の運搬はそれほど大掛かりなものでなかったが、護岸工事の広がりとともに、今後大きな問題となると推定される。玉石は運搬距離が小さい場合、住民の労力提供により実施できるが、大きくなり住民の労力だけでは不可能となると、灌漑局が運搬業者に請け負わせて実施している。

### ⑤ 石詰

石詰作業は一般にフトン籠敷設を要請した住民が積極的に行っている。洪水の危険が大

きい地区ほど住民の協力が得易く、かなり大規模な工事も住民の労力提供だけで行われている場合が多い。

(3) 河川護岸工事の実績と問題点

過去5カ年の護岸工事の実績(施工延長)を地区別にまとめると、次表に示す通りとなる。最大施工実績は1983/84年度の14.3 Km、最小施工実績は1980/81年度の5.3 Kmであり、5カ年に合計39.4 Kmの護岸工事を実施しており、年平均施工実績は7.8 Kmとなっている。

過去5カ年の護岸工事の実績(m)

年 度	東 部 地 区	中 部 地 区	西 部 地 区	中 西 部 地 区	極 西 部 地 区	合 計
1980/81	3,200	1,700	100	-	300	5,300
1981/82	2,400	960	2,600	-	150	6,110
1982/83	1,875	2,005	2,227	600	1,200	7,907
1983/84	3,312	2,775	1,532	1,950	4,700	14,269
1984/85	1,630	1,182	460	1,495	1,000	5,767
合 計	12,417	8,622	6,919	4,045	7,350	39,353
平 均	2,483	1,724	1,384	809	1,470	7,870

以上の通り、ネパール政府は第6次5カ年計画(1980~85)以来、毎年13~25百万ルピー(約9,000~16,000万円)の予算を本計画の実施に充てているが、予算不足のため十分な成果を挙げているとは言い難く、毎年大きな洪水被害を蒙っている。現地調査の結果、護岸工事の施工場所は全国に広がっているものの、洪水の危険性が特に高い河川の工事を優先的に実施したり、フトン籠を掛けない石積みのみによる施工法を行ったり、計画の進展が大幅に遅れている現状にある。

## 2.6 要請の経緯と内容

### (1) 要請の経緯

ネパール国においては、農業部門はGDPの約50%を占める基幹産業であり、人口の90%が農業生産活動に従事している。同国は1980年以前は食糧の自給を達成していたものの、その後の人口増加により、現在では自給が困難な状況となっている。このためネパール政府は、現行の第7次5カ年計画（1985～90）における達成目標の一つとして、農業生産拡大の加速化を掲げ、農業部門の開発を最優先課題と位置付け、灌漑・排水事業、地下水開発事業等、農業生産性の向上を目的とした種々の事業を実施している。しかしながら、森林の乱伐等が森林の保水能力を低下させ、毎年多くの農地が洪水の被害にあっており、ネパール政府はその対策に苦慮している現状である。現在同政府が実施しているフトン籠敷設による河川護岸計画は洪水被害を軽減するのに非常に有効な手段であるが、予算の大部分は材料費およびフトン籠製作費に費やされているため、同計画を全国的な規模で推進するには、フトン籠製作にかかわる資機材の無償供与が不可欠となっている。

### (2) 要請の内容

我が国の無償援助に対するネパール政府の要請内容は以下の通りである。

- a. フトン籠製作用の鉄線（総延長254 Kmにわたるフトン籠施工分）
- b. フトン籠編み機（5台）及び4年分のスペアパーツ
- c. フトン籠、玉石運搬用車両等の機材

## 第3章 計画の内容

### 3.1 計画の目的

ネパール国を流れる河川のうちタライ平野の38河川と山岳地帯にある河川について、洪水の被害が大きいと予想される区間254 Kmにフトン籠敷設による河川護岸工事を実施し、農地、家屋、人命等を洪水の被害から守るのが本計画の目的である。

### 3.2 計画の概要

#### (1) 実施機関

本計画の実施機関はネパール王国水資源省灌漑局 (Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology, DIHM) である。

#### (2) 事業計画の概要

本計画は頻発する洪水により、毎年、貴重な生命、財産、農地が失われ大きな問題となっていることから、早急な対応が追られているもので、先にあげた問題区間254 Kmについて、集中的に4年間でフトン籠を敷設し、洪水による被害を最小限に食い止めようとするものである。事業の実施にあたっては、日本政府による無償資金協力による資機材の援助を得、ネパール政府が供与資機材以外のすべての費用を負担し、住民の協力を得て遂行する計画である。

#### (3) 計画予定地

本計画はネパール国内の主要38河川及び山間部の小河川を対象としており、護岸工事予定地は表6および図6に示す通りである。開発地区ごとの護岸工事延長は以下の通りであり、何計254 Kmである。

東 部 地 区	87 Km
中 部 地 区	64
西 部 地 区	29
中 西 部 地 区	36
極 西 部 地 区	38
合 計	254 Km

#### (4) 計画の妥当性

ネパール政府は毎年1億3千万円程度の予算を投入しフトン籠による護岸工事を実施しているが、予算不足のため、依然として毎年のように大災害を繰り返しており、優良農地が消失し、貴重な生命、財産が失われている現状である。山岳地が国土の大部分を占めるネパー

ルでは、河川沿いの優良農地が失われることは非常に深刻な問題であり、今回の「河川護岸4カ年計画」は正に適宜を得たものと言える。しかしながら、同計画では施工量が過去の施工実績の約7倍にのぼることから、ネパール側の施工能力について、十分検討を加えておく必要がある。

河川護岸工事は2.5項で述べた通り、灌漑局が住民の陳情に基づいて、計画の策定にあたり、フトン籠を製作し、それを住民に与えることにより、住民は敷設のための労力を提供するという方法でなされている。したがって、灌漑局スタッフの能力と住民の工事への参加の程度が本計画の実施にかかわってくると言える。河川工事は5つの地方建設局により実施されているが、各地方建設局には住民からの護岸工事に対する陳情が山のように積まれている。各建設局とも4カ年の施工計画をすでに立案しており、工事用図面も作成している。また技術スタッフも必要に応じ十分に配置できる態勢にあり、十分な経験を有していることから、護岸工事の計画の策定、設計については問題ないと思われる。また現地住民も、フトン籠さえあれば、中に入れる玉石の採取、詰め込み作業等の労働は自らの努力で実施するので、何とかフトン籠を早急に与えて欲しいという切実な訴えを地方建設局の技師及び本事前調査団にも行っており、今回の「河川護岸4カ年計画」はすぐに遂行可能な状態にあると言える。しかしながら、施工量が飛躍的に増加することにより、玉石の運搬、石詰め作業をすべて住民の労力提供に頼るのは困難になると思われるので、これら作業に必要な労力の1/4は灌漑局の予算を使って実施する計画である。そのため、4.5項で述べる通り、工事を実施するためのネパール側年予算は約5.5千万ルピー(約3.3億円)となり、現況の約2倍の予算が必要となる。したがって、本計画は次の3要素が三位一体となって実施されなければならない。

- ①日本政府による無償資金協力による資機材供与(援助)
- ②ネパール政府による実施に要する予算の確保(自助努力)
- ③地域住民の労働力の提供(住民参加)

上記②については、予算確保に最善の努力をすること、また③については、一層の地域住民の参加が推進されるよう、組織の強化を図ることが議事録において確認された。したがって、本計画は日本政府の機材供与による援助により同工事は大きな進展をみると期待できる。

### 3.3 要請内容の検討及び供与資機材リスト

河川護岸用予算の84%は亜鉛メッキ鉄線の購入およびフトン籠の製作に使われており、護岸工事の隘路となっているのは財政的な問題である。したがって、鉄線およびフトン籠編み機を我が国が無償供与することにより、護岸工事は大きな進展をみると期待できる。編み機の設置、鉄線保管のための場所は既存施設を利用できることから、新たに保管用の施設を建設する

必要がなく、ネパール側の供与資機材の受け入れ態勢は整っていると判断できる。また、運搬用車両については必要最小限の台数を要請しており、工事の進展に欠かせない数量である。したがって、ネパール側要請内容はきわめて妥当であり、我が国が供与すべき資機材は以下に示す通りとなる。

#### 供与資機材リスト

項 目	数 量	備 考
1.フトン籠製作用亜鉛メッキ鉄線	2万トン	年5千トン4年間
内訳 # 8 (4.0 mm)	6千トン	年1千5百トン
# 10 (3.2 mm)	1万4千トン	年3千5百トン
2.フトン籠編み機	5台	各建設局1台
スペアパーツ	4年分	
3.車 両		
3. a フトン籠運搬用普通トラック	5台	各建設局1台
3. b 玉石運搬用ダンプトラック	5台	同 上
3. c 調査・工事監督用車両	5台	同 上

### 3.4 基本設計

#### (1) 資機材の選定及び選定理由

##### a. 亜鉛メッキ鉄線

亜鉛メッキ鉄線は普通鉄線またはなまし鉄線に均一な亜鉛メッキを施したものである。亜鉛メッキ鉄線についてはJIS G 3532に規定されており、亜鉛付着量により1種から4種(SWM-G1～SWM-G4)に分類されている。普通使用される鉄線は1種及び3種で、亜鉛付着量は#10でそれぞれ $30g/m^2$ 、 $135g/m^2$ 以上と規定されている。現在ネパールでは、なまし鉄線を購入し、それに亜鉛メッキを施して使用しているため、この規定にはあてはまらないが、1種に近いと推定される。一方、我が国の亜鉛メッキ鉄線製ジャかごに関する規格(JIS A 5513)では、ジャかごに用いる材料はJIS G 3532に規定する3種(SWM-G3)に適合するものとしている。我が国ではジャかごは災害復旧工事や仮設工事に使用される例が多い。しかしネパール国では半永久的な護岸工事に使用されており、十分な耐久性のある鉄線を使用することが望ましい。今回のフトン籠に用いる鉄線は、砂礫による衝撃や摩耗の激しい所で使用されるので、耐久性が高い材料を採用す

ることとし、SWM-G3に適合する材料を使用することとする。  
標準線径、許容差、亜鉛付着量はそれぞれ次の通りとする。

	# 8	# 10
標準線径	4.00 mm	3.2 mm
許容差	±0.08 mm	±0.08 mm
亜鉛付着量	155 g/m <sup>2</sup> 以上	135 g/m <sup>2</sup> 以上

#### b. フトン籠編み機

フトン籠用金網をその形により分類すると次の3種類となる。

- ① 正方形
- ② 亀甲形
- ③ 菱形

ネパールでは現在金網はすべて手編みで製作されているが、その形は正方形および亀甲形である。また、我が国では菱形が採用されている場合が多い。これら金網の形について機械編みの観点からそれぞれの特徴を比較すると以下の通りである。

- ① 正方形金網は機械で製作することが困難である。
- ② 亀甲形金網は機械製作が可能で、フトン籠製作のための折り曲げ作業も比較的容易である。また、結線のよりの多いため構造的に丈夫である。我が国では亀甲形の場合、細い線材を使用することが多く、線径が4.0 mmの実績はほとんどない。
- ③ 菱形金網も機械製作が可能である。我が国で製作しているじゃかご用金網はほとんどがこの形である。フトン籠製作のために、角に太めの鉄線を入れて、金網を箱型に折り曲げる必要がある。このタイプでは金網にこしがないため、フトン籠の組み立てが難しく、指導にかなりの日数を必要とする。また、一本一本の鉄線が独立しているため、切れによる破損が出やすい欠点があり、急流河川のような砂礫による衝撃や摩耗の激しい所での使用は望ましくない。

機械編みを採用した場合、金網の形は亀甲形か菱形になるが、フトン籠の耐久性、組み立て技術等を考慮して、亀甲形が最適であると判断される。したがって、金網の形は亀甲形を採用することとし、更に次の条件を考慮して編み機を選定することとする。

- 1) 亀甲形金網を編めること。
- 2) 線径4.0 mmの線材が適用可能なこと。
- 3) 未熟者でも容易に操作ができること。
- 4) 耐久性のある機械であること。



我が国では編み機を製作している会社は少なく、1社のみである。また金網の形は菱形のものが多く、かつ細い線材に対応する機種が多いため、本計画に適する編み機は少ない。その中で、上記条件をすべて満たしているのはフトン籠編み用に特別に開発された1種のみである。したがって、これを本計画に採用することとし、その主な仕様は次の通りである。

編み機の主な仕様：

使用する鉄線の範囲	最大 4.0 mm
金網の幅	最大 3 m
結線のより数	2
時間当たり能力	600 m <sup>2</sup> /時間

### c. 車 両

ネパール国は地理的に山岳地帯が多く、しかも道路事情が悪いことを考慮すると大型車両は適当でない。運搬用車両は現在ネパールで広く使われている車種から選ぶこととし、それぞれ以下の通りとする。

フトン籠運搬用普通トラック	積載容量 8 トン
玉石運搬用ダンプトラック	積載容量 8 トン
4 輪駆動車	9 人乗り

## (2) 必要な施設・資機材の数量

フトン籠敷設による河川護岸工事に必要な資材はフトン籠用の亜鉛メッキ鉄線と玉石である。ネパールでは玉石の量はいずれの河川でも豊富であるので、量的な問題はない。しかしながら、玉石のある場所は山裾の 5 Km 程度の範囲に限られているため、運搬が必要で、そのため車両が必要になってくる。また、フトン籠はこれまで人力により編まれてきたが、河川護岸 4 カ年計画では工事量がこれまでの実績の 7 倍以上が見込まれるため、総てを人力で編むのは困難となり、機械力の導入が必要になってくる。さらに必要な施設としては、鉄線の保管用倉庫とフトン籠編み機設置のための施設である。これら護岸工事に必要な施設と資機材の数量は以下の通りである。

### a. 亜鉛メッキ鉄線

河川護岸工は現場の状況、すなわち、河川流量、河床勾配、河床・河岸の状況、蛇行の程度、縦横断形状、土砂流出量、背後地の状況等、河川特性に応じてフトン籠の構造が異なってくるが、ネパール政府はフトン籠敷設の標準断面として図 7 に示すタイプ A、タイプ B の 2 タイプを設定している。タイプ A は主としてネパール河川の中上流部に、タイプ

Bは主として最下流部の緩流部に適用することとし、敷設割合は前者を90%、後者を10%としている。ネパールの河川は一般的に、①河床勾配が急であり、②流出土砂量が多く、③下流平野部の土質はシルト質で粒子が細かく、築堤材として期待できない等の特徴がある。これらの特徴と現地調査結果から総合的に勘案し、ネパール政府が設定している標準断面、および敷設割合は妥当であると判断できる。したがって、両タイプの敷設延長は次の通りとなる。

タイプA	229 Km ( 90% )
タイプB	25 Km ( 10% )
合計	254 Km ( 100% )

#### 1) タイプA

##### ① 根固工

タイプAの根固工は図7に示す構造とする。根固部は洗掘を受けやすくしかも護岸工の安定上から最も重要な部分であるので大きな石を用いる。従ってフトン籠のメッシュは150 mm×150 mmとし、鉄線は#8(4.0 mm)を用いる。フトン籠1個の大きさは長さ3.0 m×幅1.5 m×高さ1.0 mとする。根固め用フトン籠1個作製するのに要する鉄線の量は36 Kgであるので、河川延長1 m当たりの必要量は次式のとおり24 Kgとなる。

$$36 \text{ Kg} / 1.5 \text{ m} = 24 \text{ Kg} / \text{m} = 24 \text{ トン} / \text{Km}$$

##### ② 法覆工

法覆工は図7に示す通り、フトン籠の大きさを長さ1.5 m×幅3.0 m×高さ0.75 mとし、5段積みとする。鉄線は#10(3.2 mm)を使用することとし、メッシュの間隔は100 mm×100 mmとする。法覆用のフトン籠を1個製作するのに要する鉄線の量は33.3 Kgであるので、河川延長1 m当たりの鉄線の必要量は次式の通り55.5 Kgとなる。

$$33.3 \text{ Kg} / \text{段} \times 5 \text{ 段} \div 3 \text{ m} = 55.5 \text{ Kg} / \text{m} = 55.5 \text{ トン} / \text{Km}$$

#### ii) タイプB

##### ① 根固工

タイプBは緩流部のしかも掘込部に施工するため、根固部洗掘の恐れはタイプAに比較して少ない。したがって、若干小さいフトン籠を根固用に採用することとし、図6に示す通りフトン籠1個の大きさは長さ3.0 m×幅1.5 m×高さ0.75 mとする。フトン籠のメッシュは150 mm×150 mmとし、鉄線は#8(4.0 mm)を用いる。根固め用フトン籠1個作製するのに要する鉄線の量は31.8 Kgであるので、河川延長1 m当

りの必要量は次式のとおり 21.2 Kg となる。

$$31.8 \text{ Kg} / 1.5 \text{ m} = 21.2 \text{ Kg} / \text{m} = 21.2 \text{ トン} / \text{Km}$$

## ② 法覆工

タイプ B は洪水時の流速が比較的遅い場所に敷設されるため、法覆工は図 6 に示す通り、フトン籠を法面に沿って敷設する工法とする。フトン籠の大きさは長さ 3.0 m × 幅 1.0 m × 高さ 0.3 m とする。鉄線は #10 (3.2 mm) を使用し、メッシュ間隔は 100 mm × 100 mm とする。法高さを 3.0 m、法勾配を 1 : 2 とすると法長は 6.7 m となる。法覆工用のフトン籠を 1 個製作するのに要する鉄線の量は 22.5 Kg であるので、河川延長 1 m 当たりの鉄線の必要量は次式の通り 50.3 Kg となる。

$$6.7 \text{ m} / \text{m} \div 3 \text{ m} / \text{個} \times 22.5 \text{ Kg} / \text{個} = 50.3 \text{ Kg} / \text{m} = 50.3 \text{ トン} / \text{Km}$$

## Ⅲ) 鉄線数量の集計

本計画に必要なフトン籠用鉄線の数量は下表に示す通り合計 2 万トンである。これを 4 年間で均等に使用する計画であるので、その内訳は次の通りとなる。

# 8 (4.0 mm)	6,000 トン	1,500 トン/年
# 10 (3.2 mm)	14,000 トン	3,500 トン/年
合計	20,000 トン	5,000 トン/年

### フトン籠用鉄線の数量

鉄線の種類	# 8 (4.0 mm)		# 10 (3.2 mm)	
	護岸タイプ	延長	根固工	法覆工
タイプ A	229 Km			
Km 当たり必要量		24 トン/Km		55.5 トン/Km
鉄線必要量 (トン)		5,496		12,710
1 個当重量 (Kg)		36		33.3
フトン籠個数 (個)		152,700		381,700
タイプ B	25 Km			
Km 当たり必要量		21.2 トン/Km		50.3 トン/Km
鉄線必要量 (トン)		530		1,258
1 個当重量 (Kg)		31.8		22.5
フトン籠個数 (個)		16,700		55,900
鉄線必要量の合計 (トン)		6,026 (6,000)		13,968 (14,000)

## b、フトン籠編み機

フトン籠編み機は各地方建設局に1台ずつ、合計5台配置する計画である。本計画に必要なフトン籠の数量と編み機の能力を検討すると以下の通りとなる。

### ①フトン籠1個当たり表面積

#### タイプA

$$\text{根固工 (3.0 m} \times \text{1.5 m} \times \text{1.0 m)} \quad (3.0 \times 1.5 + 3.0 \times 1.0 + 1.5 \times 1.0) \times 2 = 18.0 \text{ m}^2$$

$$\text{法覆工 (3.0 m} \times \text{1.5 m} \times \text{0.75 m)} \quad (3.0 \times 1.5 + 3.0 \times 0.75 + 1.5 \times 0.75) \times 2 = 15.75 \text{ m}^2$$

#### タイプB

$$\text{根固工 (3.0 m} \times \text{1.5 m} \times \text{0.75 m)} \quad (3.0 \times 1.5 + 3.0 \times 0.75 + 1.5 \times 0.75) \times 2 = 15.75 \text{ m}^2$$

$$\text{法覆工 (3.0 m} \times \text{1.0 m} \times \text{0.3 m)} \quad (3.0 \times 1.0 + 3.0 \times 0.3 + 1.0 \times 0.3) \times 2 = 8.4 \text{ m}^2$$

### ②総表面積

#### タイプA

$$\text{根固工 } 18.0 \text{ m}^2/\text{個} \times 152,700 \text{ 個} = 2,748,600 \text{ m}^2$$

$$\text{法覆工 } 15.75 \text{ m}^2/\text{個} \times 381,700 \text{ 個} = 6,011,775 \text{ m}^2$$

#### タイプB

$$\text{根固工 } 15.75 \text{ m}^2/\text{個} \times 16,700 \text{ 個} = 263,025 \text{ m}^2$$

$$\text{法覆工 } 8.4 \text{ m}^2/\text{個} \times 55,900 \text{ 個} = 469,560 \text{ m}^2$$

$$\text{合 計} \quad 9,492,960 \text{ m}^2$$

$$\text{年当たり製作面積} \quad 2,373,240 \text{ m}^2/\text{年}$$

### ③編み機能力

先に述べた通り、編み機はSG-3型を採用することとし、その能力は600m<sup>2</sup>/hである。今、1日の編み機稼働時間を8時間、月25日稼働として、月当たりの編み機の能力を算定すると、以下の通り、5台で約2百万m<sup>2</sup>となる。ただし、鉄線の取り替え等のため機械稼働率は50%とする。

$$1 \text{ 台当たり月間製作可能量 } 600 \text{ m}^2/\text{h} \times 8 \text{ h}/\text{日} \times 25 \text{ 日}/\text{月} \times 50\% = 60,000 \text{ m}^2/\text{月}$$

$$5 \text{ 台当たり製作可能量 } 60,000 \text{ m}^2/\text{月}/\text{台} \times 5 \text{ 台} = 300,000 \text{ m}^2/\text{月}$$

一方、フトン籠の必要量は年間2,373,240m<sup>2</sup>であるので、編み機を稼働させる月数は以下の通り約8カ月である。

$$2,373,240 \text{ m}^2 / 300,000 \text{ m}^2 = 7.9 \text{ 月}$$

以上により、編み機の能力は十分であることから、原則として金網はすべて機械編みによることとする。

### c. 運搬用車両

各地方建設局には運搬用の車両はない。フトン籠、玉石の運搬はこれまで必要に応じて運搬業者に依頼してきた。今後この方針を踏襲する計画であるが、フトン籠、玉石とも運搬量が大幅に増えるので、運搬に要する費用をできるだけ軽減するために、3.3項に示す通り、最小限必要な車両として、フトン籠運搬用の普通トラック、玉石運搬用のダンプトラック、及び調査・工事監督用の4輪駆動車を各地方建設局に1台ずつ配置する計画とする。

### d. フトン籠編み機の設置と鉄線の保管場所

ネパール国は東西に約800 Kmと長く、編み機を1カ所に集中して設置した場合、機械の維持・補修には便利となるが、フトン籠の輸送に莫大な費用がかかることになり、経済的でない。したがって、ネパール政府は5開発地区にそれぞれ1台編み機を設置する計画である。編み機の配置は地区毎に次の条件を考慮し、設置場所を決定することとした。

- 安定的な電力の供給が得られる場所
- 各開発地区のほぼ中央にあり、フトン籠の運搬距離が短くなる場所
- 設置場所から河川護岸工事現場までの道路が整備されていること。
- 編み機の設置、針金の保管のための十分なスペースがあること、できれば既設の倉庫が利用できること。

以上の条件をもとにネパール側関係者と協議の上、編み機の設置、鉄線保管の候補地として下記の通り決定した。

東部地区      Sunsari Morang Irrigation Project Complex, BIRATNAGAR

中部地区      DIHM Divisional Office, PARWANIPUR

西部地区      DIHM Divisional Office, Pardi POKHARA

中西部地区    Sikta Irrigation Project Complex, NEPALGUNJ

極西部地区    Khutiya Irrigation Project Complex, DHANGADHI

本調査団はこれらの候補地すべてについて現地調査を行った。候補地は中部、西部地区を除いて、総て灌漑開発事務所の構内にあり、既存倉庫が利用でき、上記各条件を満たしていると判断される。中部、西部地区についても、灌漑局地方事務所は十分な敷地面積を有しており、既存倉庫も備わっていることから、編み機の設置、鉄線の保管場所として十分な条件を備えていると言える。



## 第4章 事業実施計画

### 4.1 事業実施体制

前述のごとく、本事業は次の3要素が三位一体となって実施される必要がある。

- a. 日本政府の無償資金協力による資機材供与（援助）
- b. ネパール政府の実施に要する予算の確保（自助努力）
- c. 地域住民の労働力の提供（住民参加）

本事業の実施は我が国の無償資金協力による資機材供与をうけて、水資源省灌漑局が事業実施主体となって行う。本事業実施のための組織図は図8に示す通りであり、本事業実施のために設立されている河川治水事務所（River Control Project Office）が河川護岸予算の管理、事業の統括をし、工事は五つの地方建設局が実施する。灌漑局は地域住民の河川護岸工事に対する要望をより汲みあげ易くするために、また住民の工事への参加をさらに促すために郡ごとに工事事務所を設立し、5地方建設局の組織を強化する計画である。

資機材調達は入札によって選定された日本の業者が行い、契約の期間内に調達を完了し、事業在体である水資源省灌漑局に引き渡しを行う。

### 4.2 工事負担区分

#### (1) 日本側負担区分

本計画への無償資金協力による日本国側の分担範囲は、河川護岸4カ年計画にかかわる資機材の供与、据え付けであり、以下の内容を含む。

- ① 3.2項のリストに示す資機材の供与
- ② 資機材の海上・陸上輸送、および5カ所の資材保管場所への搬入
- ③ フトン籠編み機の据え付け、試運転および操作、点検、維持管理の指導約2カ月

#### (2) ネパール側負担区分

- ① 供与される資機材の据え付け、保管に必要な施設及びスペースの提供
- ② 護岸工事への参加を促すための地域住民の召集
- ③ 銀行取決め（B/A）及び支払受権書（A/P）手続きのために必要となる経費の負担
- ④ 本計画実施のために輸入される資機材の各種税金の免除、及び通関の円滑な実施
- ⑤ 無償資金協力実施のために認証された契約に基づく資機材供与、及び役務の提供を行う  
日本国民に対するネパール国内での関税、各種税金の免除
- ⑥ 無償資金協力による資機材の正しく効果的な維持管理とその運用
- ⑦ 護岸工事実施にかかわる供与資機材以外の総ての費用

#### 4.3 実施計画

本計画は日本国政府の無償資金協力の方式に沿って実施される。したがって、両国政府間で交換公文（E/N）締結後、ネパール政府は日本政府の補佐の下、入札による請負業者の選定を行う。請負業者は選定後、速やかにネパール水資源省と請負契約を結び、資機材の調達をする。資機材は5カ所の資材保管場所に納入する。また、請負業者はそれぞれの保管場所において、フトン籠編み機の据え付け、試運転および操作、点検、維持管理の指導を合計約2カ月の予定で行う。

護岸工事は、洪水による被害が甚大であるため、速やかに、かつ集中的に実施されなければならない。そのため、問題区間254 Kmの護岸工事を4カ年で完了する予定である。フトン籠の製作は供与が予定されている編み機を使って行い、編み機的能力より単年度施工分を約8カ月で完了する予定である。フトン籠の敷設は洪水の危険のある雨季4カ月間は避け、10月から翌年5月の8カ月に集中して行う必要がある。本計画の実施計画は図9に示す通りである。

#### 4.4 資機材調達計画

本計画で供与される資機材の調達は、日本政府による無償資金協力の原則と、ネパール国における市場の現況から判断して、総ての資機材は日本からの調達となる。資機材は保管場所ごとに、船便にて最寄りの港（カルカッタ）に向け積み出される。資機材調達のための手順を列記すると次の通りとなる。

- a. 政府予算内示・成立（供与額・計画概要決定）
- b. 大蔵省との実行協議、関係各省連絡
- c. 交換公文（E/N）案相手国へ提示・交渉
- d. 閣議決定
- e. E/N署名
- f. 銀行取決め
- g. 入札図書の作成
- h. 相手国政府による承認
- i. 入札準備
- j. 入札及び評価
- k. 資機材購入契約の締結
- l. 日本政府による購入契約の認証
- m. 支払い受権書の発給
- n. 支払い受権書に基づく支払い
- o. 機材の製作、資材の輸出準備



p. 資機材の輸送（海上、陸上）

q. 機材据え付け、運転指導

r. 河川護岸工事開始

できるだけ速やかに資機材を供与できるよう、各手順に要する時間を最小限に止どめることとして、図 10 に示す供与資機材調達計画を設定することとする。

#### 4.5 概算事業費

##### (1) 日本国政府分担事業費

日本側負担分は積算概要検討書に示す通り、全体事業費の 72%にあたる約 34 億 9 千万円である。

##### (2) ネパール国政府分担概算事業費

###### ① 積算の条件

本河川護岸事業は住民の要請が基となっている。住民は自らの生命、土地、財産を守るために、パンチャヤット制度を通じて護岸工事を灌漑局に要請する。対象となる住民は非常に協力的であり、これまで石詰め等に要する労力を提供してきた。そのため、これまでの護岸工事は安価な費用でそれなりの実績をあげてきている。本河川護岸 4 カ年計画も、以上を踏まえ、できる限り住民の協力を得て実施することとし、以下の条件で事業費を見積もることとする。

###### (a) フトン籠の製作

護岸工事のサイトが遠隔地である場合など、一部手編みによるフトン籠の製作の方が経済的に有利な場合も考えられるが、編み機の能力は十分要求量を満たすので、フトン籠はすべて供与される編み機を使用して、機械編みにより製作することとする。

###### (b) フトン籠の運搬

フトン籠の運搬は供与されたトラックを利用して、すべて灌漑局が行う。

###### (c) 玉石の運搬

玉石の運搬は原則として地域住民の協力を得て行いが、運搬距離が長くなり住民の労力だけでは不可能となる場合は、灌漑局が運搬業者に依頼して行うこととする。灌漑局が運搬する玉石の量は護岸工事のサイト、玉石の賦存場所、過去の実績等を考慮して、必要量の 1/4 とする。

###### (d) フトン籠の敷設、石詰め作業

フトン籠を現地に敷設するには、フトン籠の設置・連結のために熟練工が必要となってくる。熟練工雇用のための費用は灌漑局が負担することとする。また石詰め作業は原則として地域住民の労力提供により行いが、サイトの条件によってはすべてを行うこと

は無理である。したがって、20%の石詰作業は灌漑局の負担により行うこととする。

② フトン籠製作費（編み機運転費）

(a) 電気代

800 KWH/月/台

$800 \text{ KWH/月/台} \times 5 \text{ 台} \times \text{Rs } 1.10/\text{KWH} \times 8 \text{ カ月} = \text{Rs } 35,200$

(b) 人件費

オペレータ                      Rs 9.0/hr

助 手                              Rs 3.0/hr

1日当たり稼働時間              8 hr/日

月当たり稼働日数                25日/月

年間稼働日数                    25日/月  $\times$  8カ月 = 200日

$(\text{Rs } 9.0 + \text{Rs } 3.0 \times 2)/\text{hr/台} \times 5 \text{ 台} \times 8 \text{ hr/日} \times 200 \text{ 日} = \text{Rs } 120,000$

(c) オイル代等

潤滑油            160リットル/月

機械油            15リットル/月

計                175リットル/月

$175 \text{ リットル/月} \times 10 \text{ 月} \times \text{Rs } 7.5/\text{リットル} = \text{Rs } 13,125$

(d) 年間製作費の合計

電気代            Rs 35,200

人件費            Rs 120,000

オイル代            Rs 13,125

合 計            Rs 168,325

(Rs 168,000)

③ フトン籠運搬費

(a) 軽油等

軽油単価            Rs 7.5/リットル

消費量              0.25リットル/Km

運行距離            80 Km/日・台

年間稼働日数        200日

$\text{Rs } 7.5/\text{リットル} \times 0.25 \text{ リットル/Km} \times 80 \text{ Km/日} \cdot \text{台} \times 200 \text{ 日} \times 5 \text{ 台} = \text{Rs } 150,000$

(b) 人件費

オペレータ    1人/台    Rs 100/日

助 手            1人/台    Rs 35/日

年間稼働日数 200日

$$(Rs\ 100 + Rs\ 35) / \text{日} / \text{台} \times 5 \text{台} \times 200 \text{日} = Rs\ 135,000$$

(c) 積み込み、積み降ろし

労務者歩掛り 6人/日・台

労務者単価 Rs 30/人

年間稼働日数 200日

$$Rs\ 30 / \text{人} \times 6 \text{人} / \text{日} \cdot \text{台} \times 5 \text{台} \times 200 \text{日} = Rs\ 180,000$$

(d) 年間運搬費の合計

軽油等 Rs 150,000

人件費 Rs 135,000

積み込み、積み降ろし Rs 180,000

合計 Rs 465,000

④ 玉石運搬費

平均運搬距離 8 Km

フトン籠1個あたり容量  $3.0\text{m} \times 1.5\text{m} \times 0.75\text{m} = 3.375\text{m}^3$  約  $3\text{m}^3$

鉄線トンあたりフトン籠数  $1,000\text{Kg} / 33.3\text{Kg} / \text{個} = 30$  個

玉石年間総量  $3\text{m}^3 / \text{個} \times 30 \text{個} / \text{トン} \times 5,000 \text{トン} = 450,000\text{m}^3$

トラック運搬量  $45,000\text{m}^3 / 4 = 112,500\text{m}^3$

運搬費  $Rs\ 400 / \text{m}^3 \times 112,500\text{m}^3 = Rs\ 45,000,000$

⑤ フトン籠敷設費

(a) 石詰め労務費

フトン籠1個あたり歩掛り 2人/個

労務者単価 Rs 30/人

フトン籠個数(全工事量の1/4)  $150,000 \text{個} / 4 = 37,500$  個

$Rs\ 30 / \text{人} \times 2 \text{人} / \text{個} \times 37,500 \text{個} = Rs\ 2,250,000$

(b) 鉄線結び

フトン籠1個あたり熟練工歩掛り 0.3人/個

熟練工単価 Rs 60/人

年間フトン籠敷設個数  $5,000 \text{トン} / 33.3 \text{Kg} / \text{個} = 150,000$  個

$Rs\ 60 / \text{人} \times 0.3 \text{人} / \text{個} \times 150,000 \text{個} = Rs\ 2,700,000$

(c) 年間敷設費の合計

石詰め労務費 Rs 2,250,000

鉄線結び Rs 2,700,000

合計 Rs 4,950,000

⑥ ネパール政府負担概算事業費の合計

	年当たり	4年分
フトン籠製作費	Rs 168,000	Rs 672,000
フトン籠運搬費	Rs 465,000	Rs 1,860,000
玉石運搬費	Rs 45,000,000	Rs 180,000,000
フトン籠敷設費	Rs 4,950,000	Rs 19,800,000
合 計	Rs 50,583,000	Rs 202,332,000

(3) 全体概算事業費

本計画の全体概算事業費（4年分）は48億6千万円となり、日本側負担分は全体事業費の72%にあたる34億9千万円、ネパール側は13億6千万円、同28%を負担する。ネパール側負担分はフトン籠の製作・運搬費及び、玉石運搬費、フトン籠敷設費の一部に充てられ、単年度予算は約3億円となり、これは現在河川護岸工事に割り当てられている予算の2倍強となる。

4.6 維持管理計画

先に述べた通り、編み機の設置場所、鉄線の保管場所は既存施設が利用できるもので問題はない。したがって、維持管理が必要となるのはフトン籠編み機及び車両である。編み機については、構造が簡単で故障が少ないため、特別な技術、熟練を要しなくても維持管理が可能であると考えられる。我が国では、編み機の運転、消耗品の交換等はパートタイムによる主婦が行っていることから、編み機の据え付け時に十分な運転指導を行うことにより対処できると思われる。しかしながら、消耗品、スペアパーツについては十分な量を機材計画の中で確保するものとする。また、トラック等車両の維持管理については、既存灌漑計画の中で日常業務としてなされている。今回供与予定の車両はいずれも通常の機種であるので、その維持管理は灌漑局所有の設備、スタッフを使用して十分行いことができると思われる。

## 第5章 事業評価

### 5.1 効果

本計画を実施することによる直接の利益は、もし計画通りに実施されるならば、毎年洪水により失われている2万ヘクタールにのぼる優良農地が保護されることである。このことにより、毎年12億ルピー（約78億円）の損失をまぬがれることができる。更に、交通網・森林・村・町が流失の危機から逃れられると同時に、人命の安全が確保でき、計り知れない国家の利益となる。また、間接的には、護岸工事により河道が安定することにより、平地部の開墾が可能になる等の利益がある。以上の通り、本計画は投資額（年平均約12億円）に比較して、その効果が非常に大きいと言える。

### 5.2 妥当性

ネパールは農業の国内総生産に占める割合が50%以上と高く、人口の90%が農林業に従事している農業国でありながら、治水のための方策がほとんど講じられていないため、毎年のように洪水による大被害が発生しており、優良農地が消失し、貴重な生命、財産が失われている現状にある。特にネパール国においては山岳が国土の大部分を占め、まとまった農地が少なく山腹まで耕地として利用しているほどであるから、河川沿いの優良農地が失われることは非常に深刻な問題であり、早急な対策の実施を迫られている。

ネパール政府は毎年1億3千万円程度の予算を投入してフトン籠による護岸工事を実施しているが、予算不足のため依然として毎年のように大災害を繰り返している。ネパールでは治水及び河川管理は灌漑局の管轄で、5つの地方建設局が河川工事を実施している。各地方建設局には地域住民からの護岸工事に対する陳情が山のように積まれており、早急に実施する必要がある。しかしながら、

①予算不足からフトン籠製作用の鉄線が購入できない

②現状ではフトン籠製作は手織みであるので大量に製作できない

等の理由により、その進捗は遅々としたものである。

現地調査では5つの地方建設局すべてを訪れ、建設局長、技師等と協議した。各建設局とも4カ年の施工計画をすでに立案しており、工事用図面も作成している。また現地住民も、フトン籠さえあれば中に入れる玉石の採取、詰め込み作業等の労働は自らの努力で実施するので、なんとかフトン籠を早急に作って欲しいという切実な訴えを地方建設局の技師及び我々調査団に行った。したがって、今回の河川護岸4カ年計画はすぐに遂行可能な状態にあると言え、日本政府の無償援助による鉄線とフトン籠織み機等の資機材供与は非常に有効であると判断される。

今回調査の結果、ネパール国における洪水被害の状況、治水事業の実施体制、施工実績、技術力、水理・水文学的な条件等から判断して、河川護岸4カ年計画による護岸工事は、ネパール国における国土保全の見地、農地の開発による経済効果の発揮のために必要不可欠であることが確認された。フトン籠による河川護岸工事の設計、施工についてはこれまで15年の経験を有しており問題はないと思われる。現在河川護岸工事の隘路となっているのは財政的な問題であり、日本政府の機材供与による援助により同工事は大きな進展をみると期待できる。

## 第6章 結論と提言

### 6.1 結論

本計画はネパール側当初要請案では、フトン籠による護岸工事に必要な、

①フトン籠製作用の鉄線（総延長 254 Kmにわたるフトン籠施工分）

②フトン籠編み機（5台）及び必要なスペアパーツの無償協力

を中心としながらも、

③護岸工事用車輛

ブルドーザー（10台）、ローダー（20台）、ダンプトラック（40台）、

ローラー（10台）、トラック（10台）、タンクローリー（5台）

④技術協力

も含めた内容となっていた。

しかしながら、ネパール政府関係者との協議及び実際の現場踏査の結果、現在ネパールにとって早急に必要なのはフトン籠による護岸工事を実施することであり、本格的な築堤工事は次の段階であると判断した。そのため、③の車輛については、フトン籠及び玉石の運搬経費の軽減を図り、洪水期の対応を可能とするための最小限の車輛つまり各地方建設局ごとにフトン籠運搬用普通トラック1台、玉石運搬用ダンプトラック1台、現場調査、監督用の4輪駆動車1台が本プロジェクト遂行上必要であると判断し、当方の示した新しい計画案の内容で合意し、協議議事録において確認された。

また、本計画は水資源省灌漑局が計画実施の責任機関となり進められていくことが確認された。

本プロジェクトを進めるにあたっては、

①日本政府による無償資金協力による資機材供与（援助）

②ネパール政府による実施に要する予算の確保（自助努力）

③地域住民の労働力の提供（住民参加）

の3要素が不可欠であり、いずれが欠けても十分な効果を発揮しない。したがって、上記3要素は本計画遂行上、三位一体となって進められていかななくてはならない。調査団は、本計画の必要性および緊急度、計画の内容、ネパール側の実施体制等を今回の調査で確認したが、さらに上記3要素のうち②については、予算確保に最善の努力をすること、③については一層の地域住民の労働力の提供が増進されるよう組織強化を図ることが議事録において確認された。

### 6.2 提言

本計画は、洪水による災害から人命、財産を守ると同時に、ネパール国の農業開発の増進に

大きく貢献することが期待される。本計画に対し、日本政府による無償資金協力が行われ、さらにネパール政府による自助努力及びネパールの地域住民参加により、本計画が円滑に実施されることが望まれる。

本計画の必要性、緊急性は前述のとおり非常に高い。またネパール政府は本計画の重要性に鑑み、予算及び組織の両面からの対応を約束した。したしなから、本計画はネパール国にとって過去の施工実績の約7倍にのぼること、及び4年間にわたることから、その実施状況を確認する必要がある。また、技術的にはネパール国はフトン籠敷設による護岸工事について過去15年間の経験があり、実際の施工現場を見ても、概ね良好であった。しかし、フトン籠工法は経験によるところが大きいため、ネパール政府は経験豊かな専門家のアドバイスを期待しており、この点については今後の検討が必要である。



表 1 産業・職業・雇用形態別経済活動人口の状況

経済活動区分		1971		1981	
		就業人口(千人)	構成比(%)	就業人口(千人)	構成比(%)
産業別	農 林 漁 業	4,579	94.35	6,244	91.15
	製 造 業	52	1.07	34	0.50
	電気・ガス・水道業	2	0.04	3	0.04
	建 設 業	5	0.10	2	0.03
	商 業	64	1.32	109	1.59
	運 輸 ・ 通 信 業	10	0.21	7	0.10
	金融業・サービス業	3	0.06	10	0.15
	そ の 他 サービス業	138	2.84	314	4.58
職業別	そ の 他	-	-	127	1.85
	専 門 技 術 職	25	0.52	64	0.93
	行 政	1	0.02	6	0.09
	事 務 職	47	0.97	49	0.72
	販 売 職	60	1.24	85	1.24
	サ ー ビ ス 職	34	0.70	16	0.23
	農 林 漁 業 従 事 者	4,579	94.37	6,260	91.39
雇用形態別	生産工程・労務作業者	106	2.18	214	3.12
	そ の 他	-	-	156	2.28
	自 営 業 者	4,170	85.93	5,860	85.55
雇用形態別	被 雇 用 者	453	9.33	621	9.07
	家 族 労 働	208	4.29	173	2.53
	雇 用 者	22	0.45	47	0.69
	不 明	-	-	149	2.18

注 1 10歳以上の人口 注 2 製造業は鉱業、採石業を含む

出所：Central Bureau of Statistics, HMG

資料：“Nepal Prospects for Economic Adjustment and Growth”, World Bank, 1985

表 2 ネパールの国内総生産 (GDP)

(単位 : 百万ルピー)

産 業	1975 / 76		1980 / 81		1981 / 82		1982 / 83	
	GDP	構成比 (%)	GDP	構成比 (%)	GDP	構成比 (%)	GDP	構成比 (%)
機 業	11,495	66.1	15,520	56.3	16,992	56.1	17,741	52.8
鉱業・採石業	23	0.1	58	0.2	68	0.2	68	0.2
製 造 業	690	4.0	1,049	3.9	1,189	3.9	1,368	4.1
電気・ガス・水道業	38	0.2	67	0.2	90	0.3	133	0.4
建 設 業	718	4.1	1,974	7.2	2,537	8.4	2,247	6.7
公益・レストラン・ホテル業	603	3.5	953	3.5	1,070	3.5	1,202	3.6
輸送・通信・倉庫業	805	4.6	1,889	6.9	1,992	6.6	2,414	7.2
金融・不動産業	1,171	6.7	2,077	7.6	2,351	7.8	2,645	7.9
公 務	1,046	6.0	1,889	6.9	2,174	7.2	2,749	8.2
要素費用表示国内総生産	16,589	95.4	25,466	93.3	28,263	93.4	31,569	93.9
直 接 税	805	4.6	1,841	6.7	2,002	6.6	2,052	6.1
名目国内総生産	17,394	100.0	27,309	100.0	30,265	100.0	33,621	100.0

出所 : Central Bureau of Statistics

資料 : Agricultural Statistics of Nepal, HMG, 1985

表 3 代表地点における月別気温 (°C)

測定地	区分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	最高(低)値
Biratnagar (タライ)	Max	23.3	25.8	31.4	33.8	32.9	32.4	31.6	31.9	31.0	31.1	28.6	24.9	41.3
	Min	9.6	10.2	14.9	20.5	22.6	24.9	24.0	24.0	23.0	20.1	12.7	7.7	0.0
	Mean	16.5	18.0	23.2	27.2	27.8	28.7	27.8	28.0	27.0	25.6	20.7	16.3	
Ilam (タライ)	Max	16.2	18.0	23.0	24.7	24.5	24.8	25.1	26.0	25.1	24.6	21.2	17.6	-
	Min	8.5	10.4	14.2	16.0	16.5	17.6	18.1	18.5	17.2	15.9	11.6	8.3	0.5
	Mean	12.4	14.2	18.6	20.4	20.5	21.2	21.6	22.3	21.2	20.3	16.4	13.0	
Kathmandu (丘陵地域)	Max	18.6	20.8	24.8	28.2	29.5	28.9	27.7	27.7	27.4	26.6	23.1	20.0	36.6
	Min	1.5	3.1	6.6	10.4	14.1	17.8	18.8	18.6	17.1	12.4	6.5	2.2	-3.3
	Mean	10.1	12.0	15.7	19.3	21.8	23.4	23.3	23.2	22.3	19.5	14.8	11.1	
Pokhara (丘陵地域)	Max	18.7	21.1	26.3	29.8	29.6	29.6	29.1	29.0	27.8	25.6	22.9	19.5	37.4
	Min	6.4	8.0	12.0	15.3	17.9	19.9	20.9	21.0	20.2	16.7	10.8	7.1	1.8
	Mean	12.6	14.6	19.2	22.6	23.8	24.8	25.0	25.0	24.0	21.2	16.9	13.3	
Jiri (山岳地域)	Max	13.4	15.2	19.0	21.8	22.4	22.8	22.6	22.7	21.9	20.0	16.6	14.3	28.5
	Min	-0.4	0.8	4.3	8.4	12.1	16.1	16.9	16.6	15.0	10.0	4.1	0.5	-7.0
	Mean	6.5	8.0	11.7	15.1	17.3	19.5	19.8	19.7	18.5	15.0	10.4	7.4	

出所 : Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (1961~1975)

表 4 代表地点における月別降雨量 (mm)

測定地	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計	6~10月計	6~9月%
Biratnagar	14	10	14	60	115	434	500	336	293	107	6	0	1889	1670	88.4
Ilam	10	8	18	62	139	321	463	280	215	81	8	2	1607	1499	93.3
Kathmandu	18	21	33	54	83	270	383	338	160	62	7	2	1431	1213	84.8
Pokhara	26	25	50	87	292	569	809	705	581	224	19	1	3388	2888	85.2
Jiri	18	20	47	71	139	381	599	605	337	93	15	3	2328	2015	86.6
Jomson	20	18	23	15	11	17	41	54	35	37	2	2	275	184	66.9
Lumle	28	45	52	104	318	902	1522	1339	932	294	23	2	5561	4989	89.7
Janakpur	9	11	19	34	36	286	328	236	177	56	2	0	1194	1083	90.7

出所 : Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (1961~1975)

表 5 主要河川流量

河川名	水源地	流域面積		流量			推定年間平均流量		
		合計 (km <sup>2</sup> )	ネパール国内 (km <sup>2</sup> )	計測地点	流域面積 (km <sup>2</sup> )	年間平均 (m <sup>3</sup> /sec)	比流量 (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	全流域 (m <sup>3</sup> /s)	ネパール国内 (m <sup>3</sup> /s)
MAHAKALI	H	15,260	5,410	Surnagad	188	6.9	0.0365	557	197
KARNALI	H	44,000	41,550	Chisapani	42,890	1,333.9	0.0311	1,368	1,291
BABAI	M	3,270	3,270	Bagadaha	3,000	66.1	0.0220	72	72
WEST RAPTI	M	6,500	6,500	Jalkundi	5,150	99.7	0.0193	126	126
NARAYANI	H	34,960	30,090	Narayangarh	31,100	1,572.0	0.0505	1,767	1,521
BAGMATI	M	3,610	3,610	Karnmaiya	2,720	161.6	0.0594	214	214
KANALA	M	2,160	2,160	Chisapani	1,530	53.8	0.0347	75	75
SAPTA KOSHI	H	60,400	28,140	Barah-Kshetra	59,400	1,540.5	0.0259	1,566	730
KANKAI	H	1,575	1,575	Chepti	1,150	53.3	0.0463	73	73
その他の河川	S	19,272	19,272				0.03	578	578
合計		199,007	141,577					6,396	4,877

(2,000億m<sup>3</sup>/年)(1,500億m<sup>3</sup>/年)

注 1 H=ヒマラヤ山系、M=マハブハラト山系、S=ストワリク山系

注 2 推計値

表 6 事業対象河川

(A) Eastern Region		(C) Western Region	
Name of River	Total Work (km)	Name of River	Total Work (km)
1. Mechi River	10	1. Tanao River	5
2. Bering River	5	2. Banganga River	4
3. Kankai River	8	3. Jharahi River	4
4. Ratuwa River	8	4. Baulah River	4
5. Nawa River	5	5. Diffrent Rivers of Mountain Region	12
6. Bakara River	7	Total	29
7. Lohendra River	8		
8. Buri River	5		
9. Sunsari River	4		
10. Khadam River	5		
11. Trijuga River	5		
12. Baulah River	3		
13. Khando River	4		
14. Diffrent Rivers of Mountain Region	10		
Total	87		
(B) Central Region		(D) Mid Western Region	
Name of River	Total Work (km)	Name of River	Total Work (km)
1. Kamala River	6	1. West Rapti River	8
2. Kharag River	3	2. Babai River	10
3. Charnath River	3	3. Karnali River	8
4. Rato River	3	4. Diffrent Rivers of Mountain Region	10
5. Lakhandehi River	4	Total	36
6. Bagmati River	12		
7. Narayani River	5		
8. Lothar River	3		
9. Manohari River	2		
10. Karra Khola	2		
11. East Rapti River	6		
12. Lal Bakaiya River	3		
13. Balganga River	2		
14. Diffrent Rivers of Mountain Region	10		
Total	64		
		(E) Far Western Region	
		Name of River	Total Work (km)
		1. Mahakali River	6
		2. Karnali River	10
		3. Kandra River	6
		4. Mohana River	4
		5. Khutiya River	4
		6. Diffrent Rivers of Mountain Region	8
		Total	38
		Amount	254

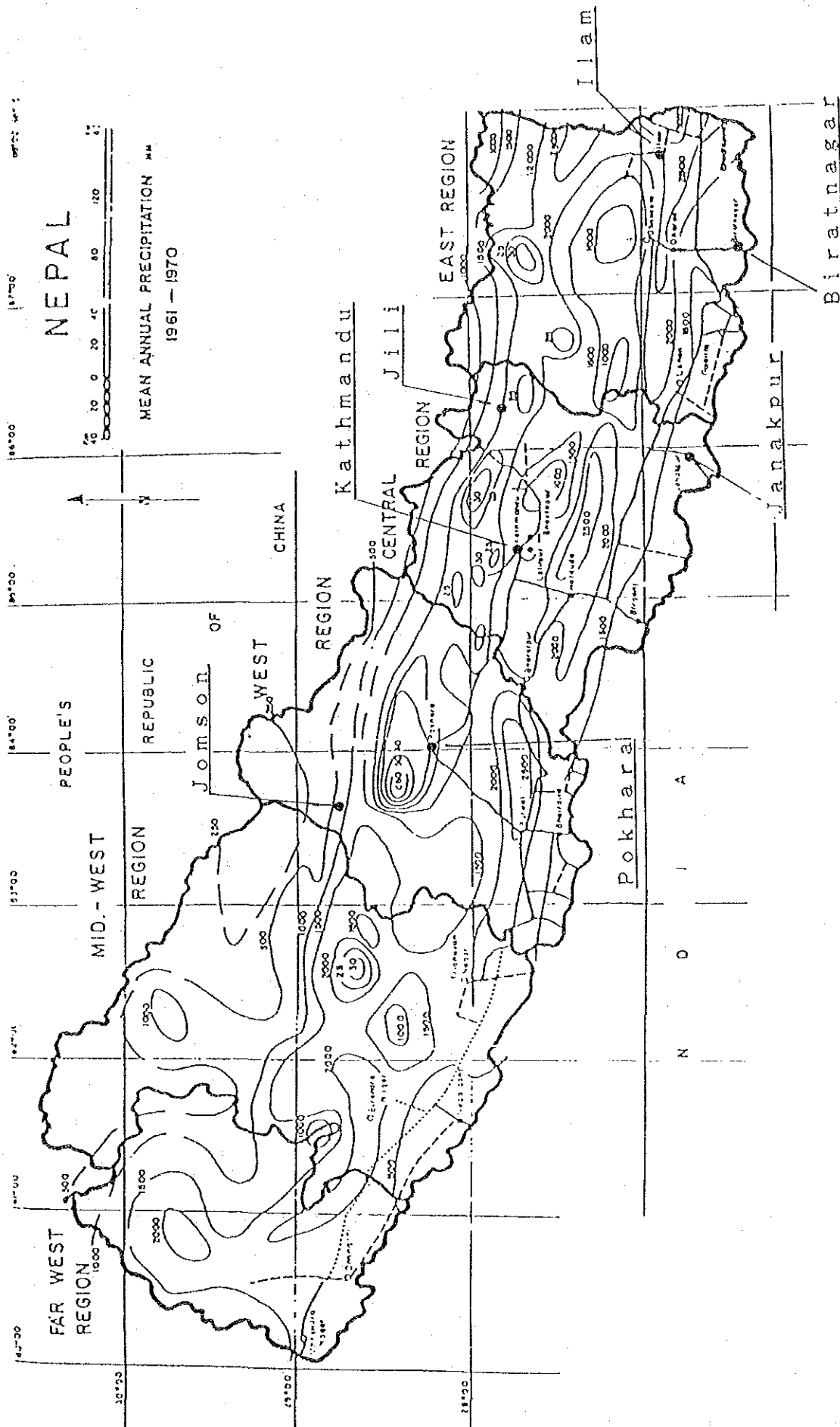


图 1 年降雨量分布图 (mm)

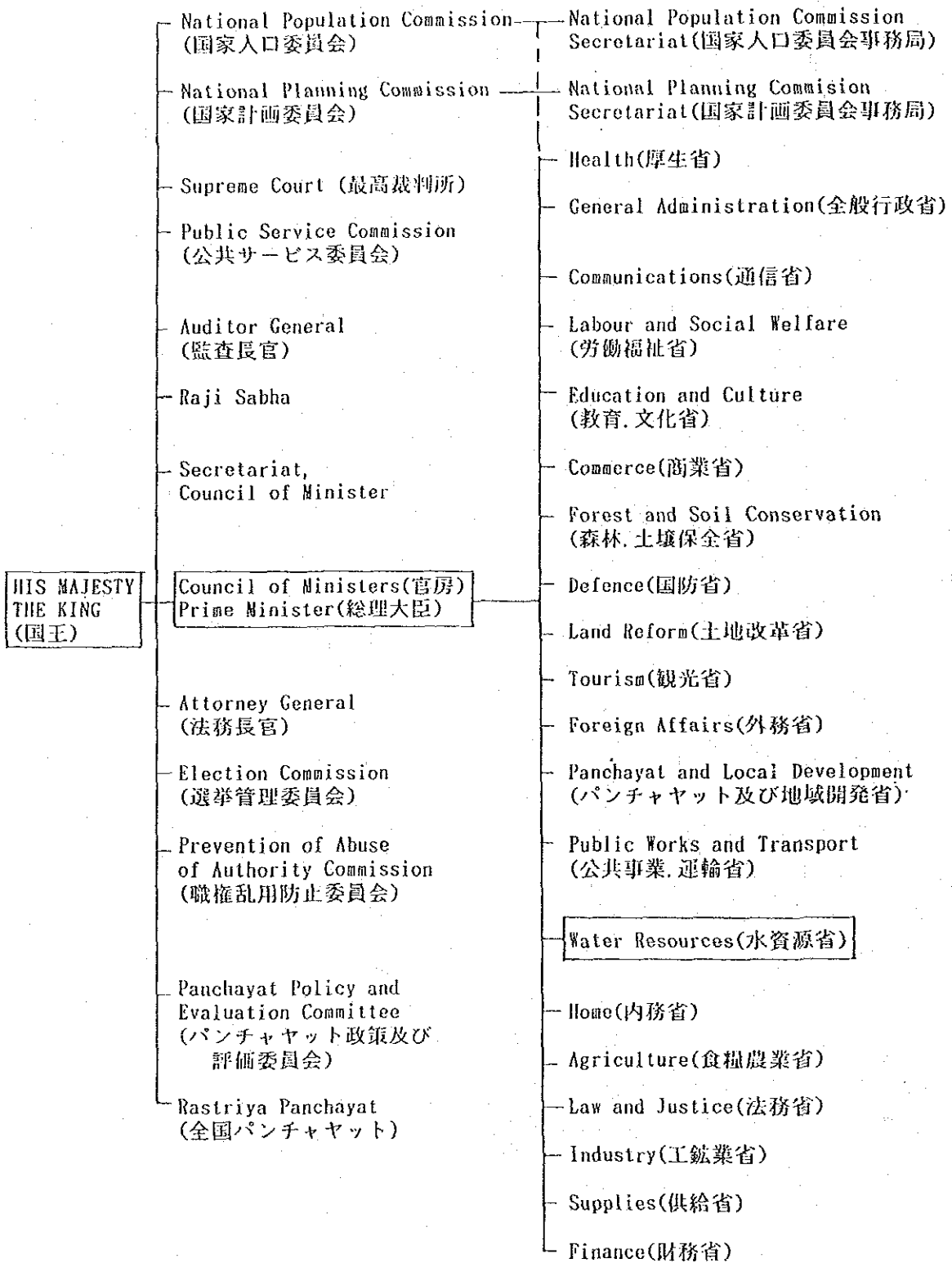


図 2 ネパール政府中央行政組織図



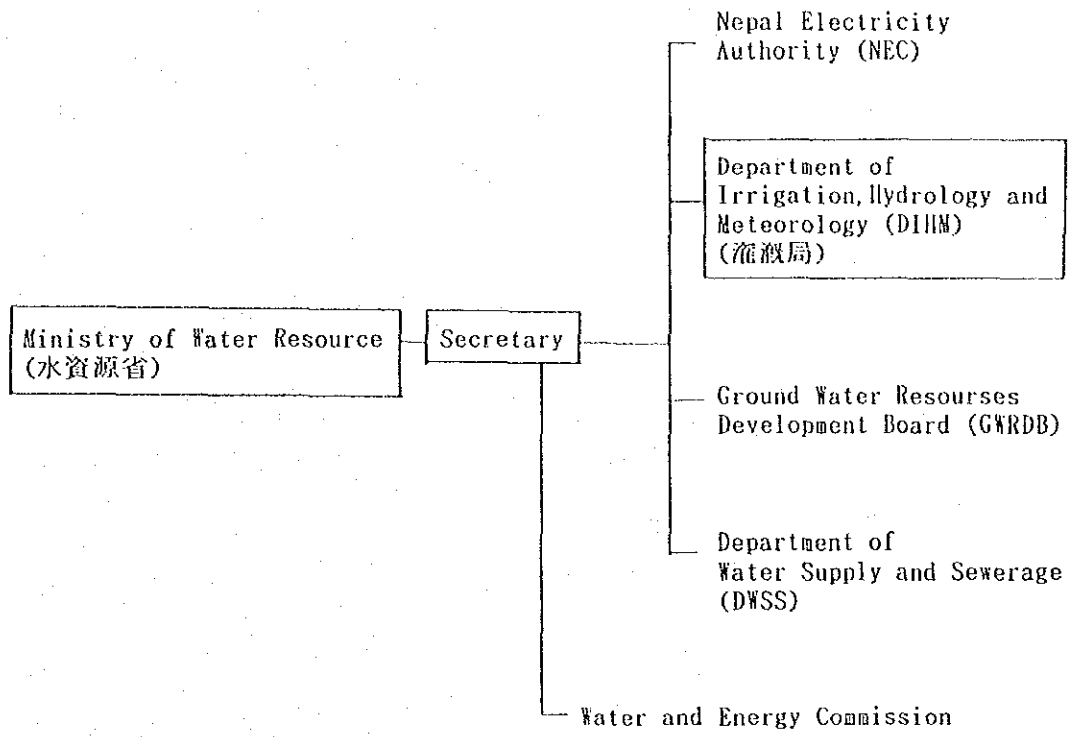


圖 3 水資源省組織圖

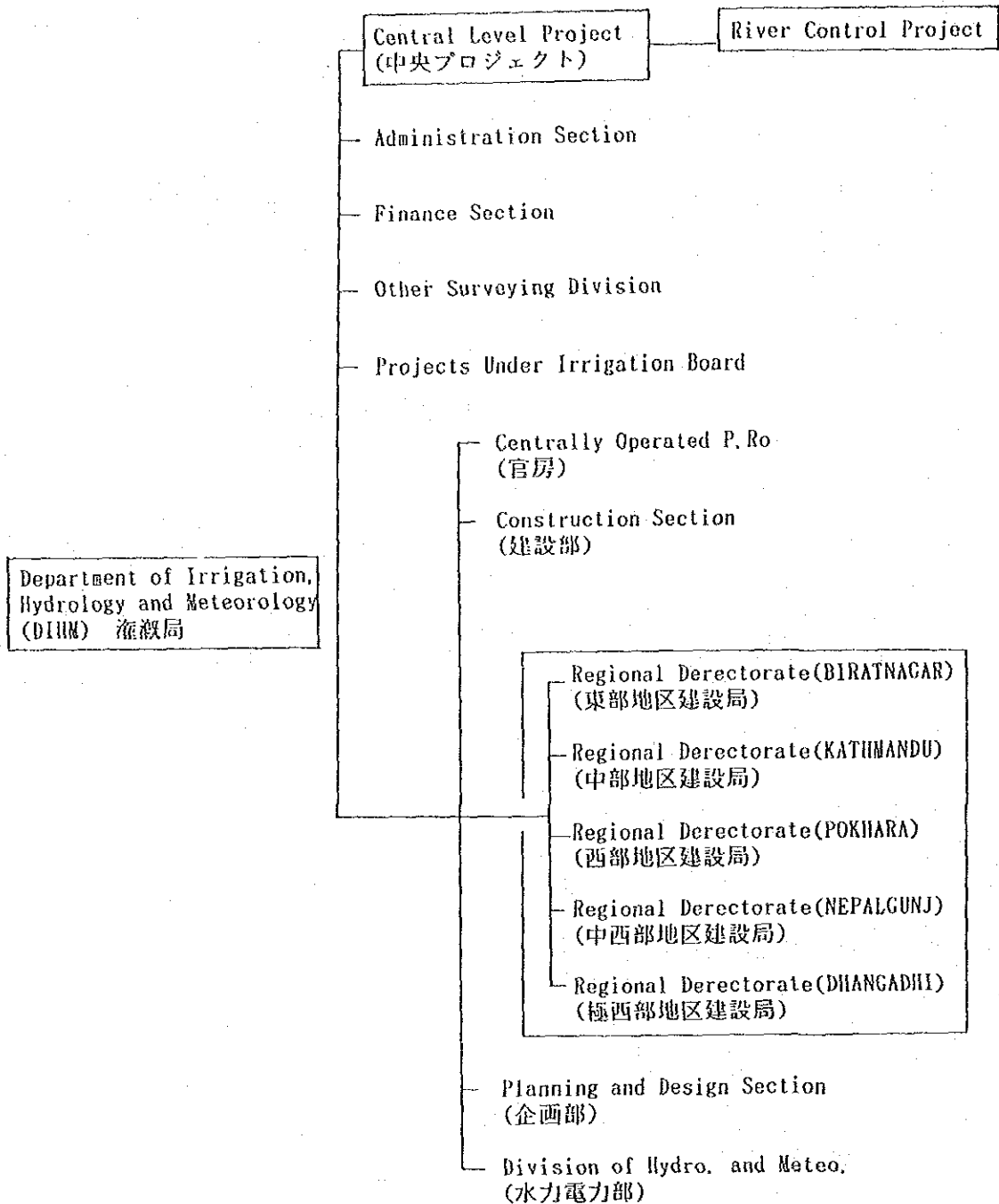


図 4 灌漑局組織図

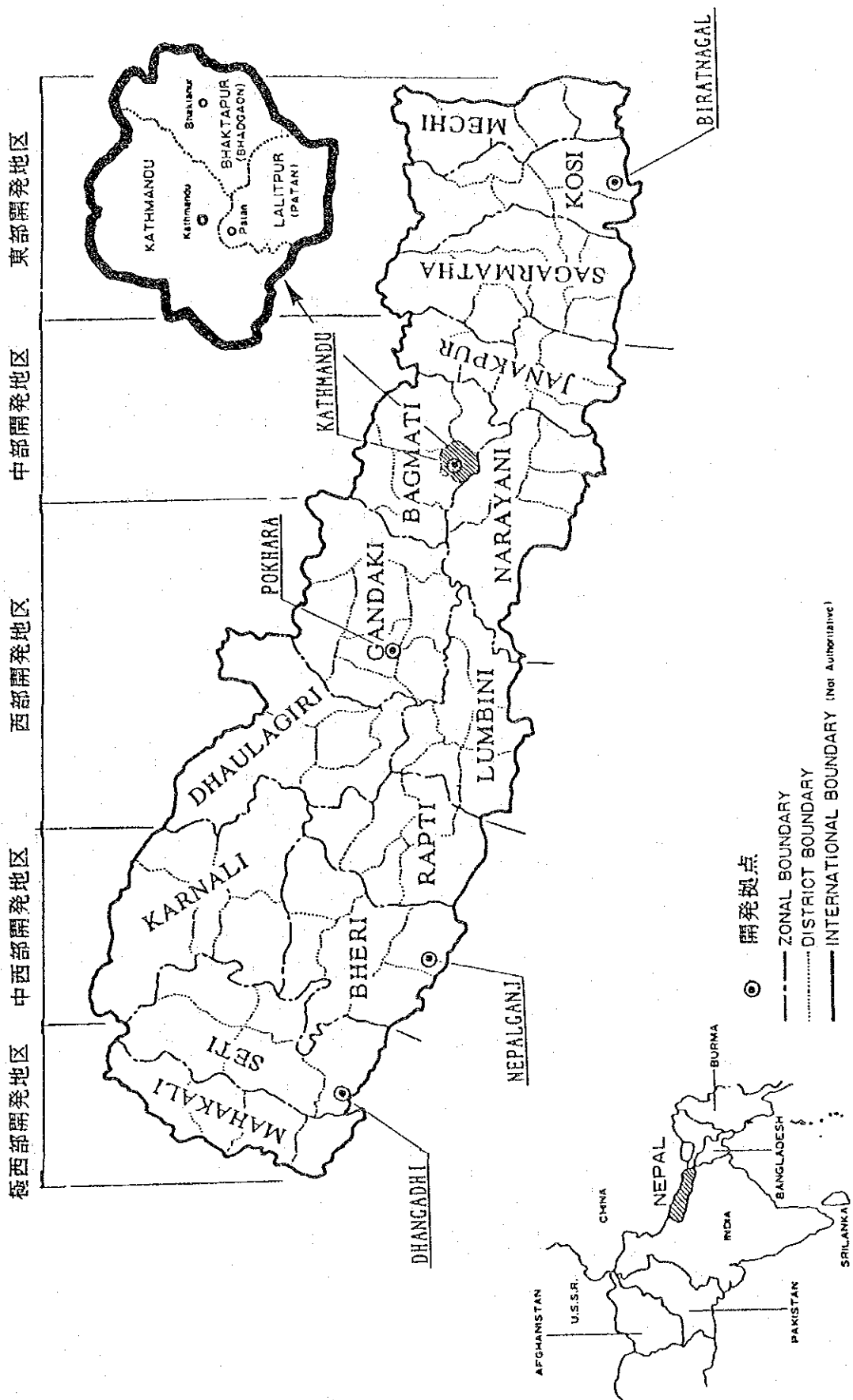


图 5 行政区画图

FIG. MAIN RIVER SYSTEMS IN NEPAL

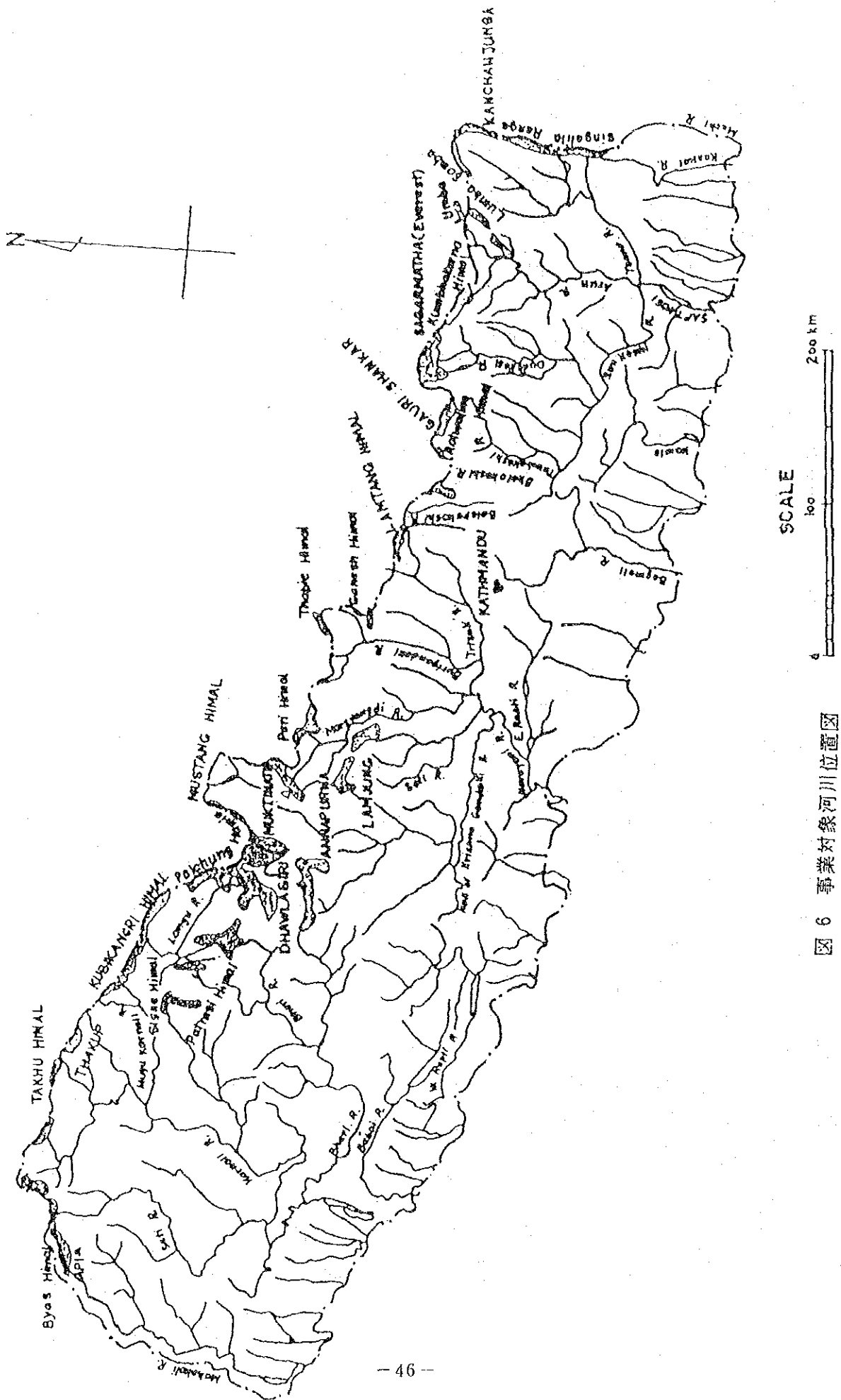


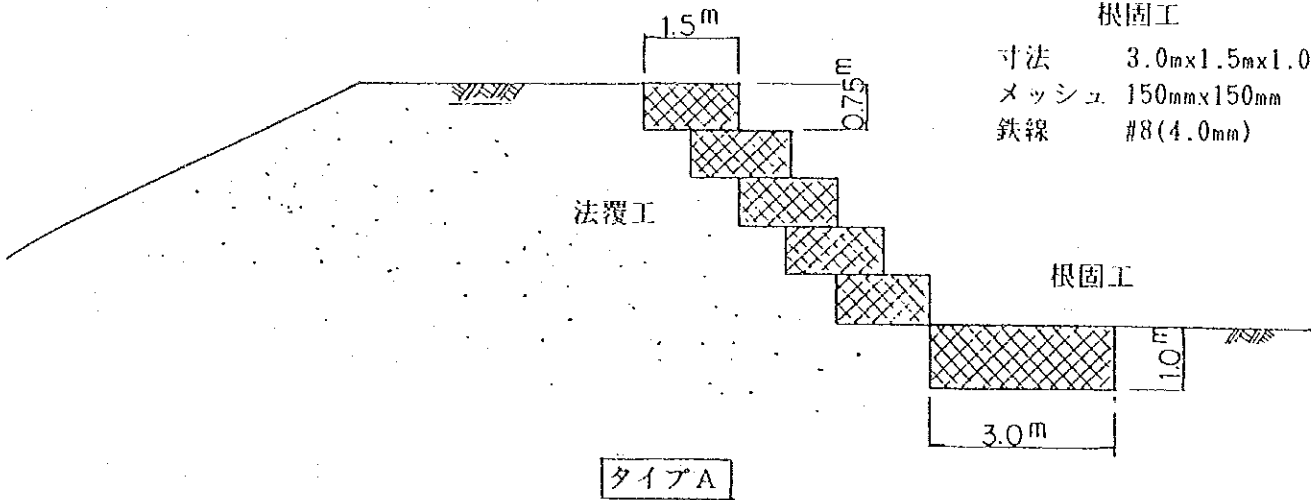
図 6 事業対象河川位置図

法覆工

寸法 3.0m×1.5m×0.75m  
 メッシュ 100mm×100mm  
 鉄線 #10(3.2mm)

根固工

寸法 3.0m×1.5m×1.0m  
 メッシュ 150mm×150mm  
 鉄線 #8(4.0mm)



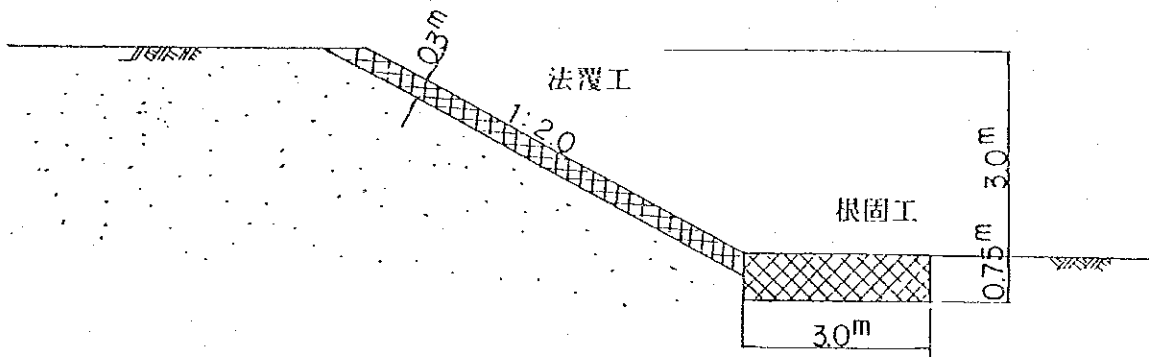
タイプA

法覆工

寸法 3.0m×1.0m×0.3m  
 メッシュ 100mm×100mm  
 鉄線 #10(3.2mm)

根固工

寸法 3.0m×1.5m×0.75m  
 メッシュ 150mm×150mm  
 鉄線 #8(4.0mm)



タイプB

図 7 フトン竈敷設標準断面図

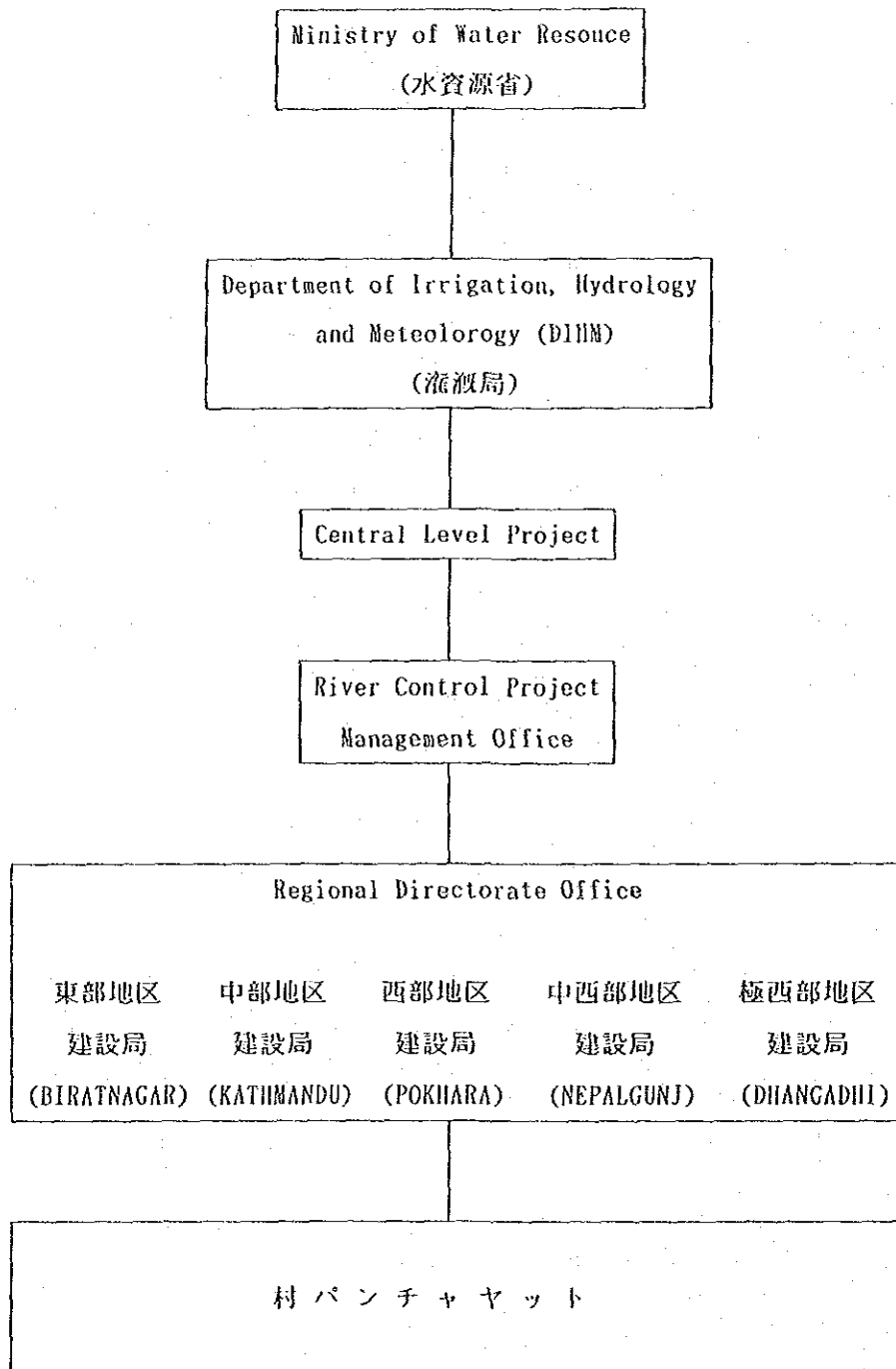


図 8 事業実施組織図

月	数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
入札図書作成		—																					
入札準備		—																					
入札及び評価					—																		
資機材購入契約					—																		
資機材製作及び輸出準備												—											
資機材の海上輸送													—										
資機材の内陸輸送														—									
据付及び運転指導																							
備考		△ E/N署名 △ 工事着工																					

図 9 供与資機材調達計画図





付-1 団員構成

調査団は以下の4名で構成された。

団 長(総 括)	立 石 芳 信	建設省河川局治水課課長補佐
団 員(河川護岸)	西 畑 雅 司	建設省関東地方建設局河川計画課建設専門官
団 員(計画管理)	中 村 欣 功	国際協力事業団無償資金協力計画調査部基本 設計調査第一課
団 員(機材計画)	富 山 弘 信	㈱協和コンサルタンツ・コンサルタント事業 二部長

各調査団員の現地調査日程は次の通りであった。

	日本出発日	現地到着日	現地出発日	日本到着日
立 石 芳 信	12月 6日	12月 7日	12月17日	12月18日
西 畑 雅 司	12月 6日	12月 7日	12月17日	12月18日
中 村 欣 功	12月 9日	12月10日	12月17日	12月18日
富 山 弘 信	11月24日	11月25日	12月17日	12月18日

付-2 現地調査日程

日順	月日	曜	調査内容
1	11/24	火	調査団1名(富山)出発
2	25	水	在ネパール日本大使館、JICA事務所表敬・打合わせ
3	26	木	水資源省、灌漑局、UNDP事務所表敬・打合わせ
4	27	金	室本書記官、森田専門家、護岸計画P/Mと打合わせ
5	28	土	カトマンズ/ピラトナガール
6	29	日	東部建設局表敬、SARDU川、TENGRA川踏査
7	30	月	BIRING川、NUNSARI川、MAWA川、SUNSARI川踏査 ピラトナガール/カトマンズ
8	12/1	火	カトマンズ/プトワル
9	2	水	プトワル/ネパールガンジ、BUDHI川、RAPATI川踏査、 中西部建設局表敬
10	3	木	ネパールガンジ/チサパニ、KARNALI川踏査
11	4	金	チサパニ/ダンガジ、MOHANA川、KHUTTIYA川、MAHAKALI川踏査 極西部建設局表敬
12	5	土	極西部建設局長と打合わせ、ダンガジ/カトマンズ
13	6	日	資料収集、調査団2名(立石、西畑)出発
14	7	月	在ネパール日本大使館、JICA事務所表敬・打合わせ
15	8	火	水資源省、灌漑局、大蔵省表敬・打合わせ
16	9	水	カトマンズ/ポカラ、西部建設局表敬、YAMOT川、MAYANDI川踏査
17	10	木	ポカラ/バイラワ、TINAU川、DANAV川踏査
18	11	金	バイラワ/ビルガンジ、YAMDI川、ANDHI川、LOTHAR川、SIRCIYA 川踏査
19	12	土	DADHURA川、BAKIYA川踏査、ビルガンジ/カトマンズ
20	13	日	協議議事録(案)、技術資料作成、中部建設局表敬
21	14	月	灌漑局にて会議、日本大使館と打合わせ
22	15	火	協議議事録調印、ネパール側主催夕食会
23	16	水	資料整理
24	17	木	JICA事務所に調査結果報告、カトマンズ発
25	18	金	成田着

付-3 面会者リスト

大蔵省：

Mr. P.P.Dahal 次官補

水資源省：

Mr. M.S.Dhakal 次官

灌漑局：

Mr. M.D.Karki 局長

Mr. A.Anasari 次長

Mr. G.R.Joshi 河川改修プロジェクト所長

地方建設局：

Mr. Choudhary Arun 東部建設局局長

Mr. P.Lal Kaystha 中部建設局局長

Mr. C.P.Rauniyar 西部建設局局長

Mr. K.B.Shrestha 中西部建設局局長

Mr. M.N.Jha 極西部建設局局長

UNDP 事務所：

丹羽敏之 UNDP ネパール王国常駐代表

在ネパール国日本大使館：

西名孝雄 一等書記官

室本隆司 二等書記官

JICA ネパール事務所：

小野英男 所長

杉本充邦 副参事

常葉勝 所員

JICA コロンボプラン専門家：

森田稔

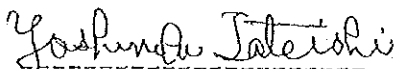
MINUTES OF DISCUSSION  
ON  
THE PRELIMINARY STUDY  
OF  
THE RIVER TRAINING PROJECT  
IN  
THE KINGDOM OF NEPAL

In response to the request of His Majesty's Government of Nepal, the Government of Japan decided to conduct a preliminary study of the River Training Project (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). JICA sent the study team headed by Yoshinobu TATEISHI, Deputy Director of River Control Division, River Bureau, Ministry of Construction to the Kingdom of Nepal, from 24th November to 18th December, 1987.

The team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of His Majesty's Government of Nepal and conducted field surveys in five regional areas.

As a result of study, both parties agreed to recommend their respective Government that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

15th December 1987



Yoshinobu TATEISHI  
Leader  
Preliminary Study Team  
Japan International  
Cooperation Agency



M.D. KARKI  
Director General  
Department of Irrigation  
Hydrology and Meteorology  
HMG/N

ATTACHMENT

1. The objective of the Project is to protect the agricultural land, rural and urban infrastructure, and human and animal life from recurrent floods in the Project sites.

2. The Project sites encompass 254 km of problem reaches along 38 Terai rivers and a small number of streams in the mountain regions as specified in Annex I.

3. The Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (DIHM) of His Majesty's Government of Nepal (HMG/N) is responsible for the execution of the Project.

4. The request of HMG/N made on the Project for Japanese grant aid is as follows:

- (1) Five units of gabion making machine
- (2) 20,000 M/T of galvanized iron wire (5,000 M/T annually in four years)

5. HMG/N requested, adding to the request listed in the item 4 above, a minimum number of vehicles consisting of one dump truck for the transportation of boulders, one ordinary truck for the transportation of gabions and one 4 wheel-driven vehicle for the use for site inspection in each Regional Directorate, in order to reduce local portion of transportation costs and to cope with urgent requirement of trucks during the rainy season.

6. The team understood, through discussions with officials concerned of HMG/N and field surveys, that the Project should be implemented urgently because floods caused vast damages.

7. The team also understood that galvanized iron wire and

JS

DM

gabion making machines would be indispensable for effective and efficient implementation of the Project.

8. The team, Joint Secretary of Ministry of Finance and Director General of DIHM confirmed that three components, namely, Japanese grant aid, allocation of local budget by HMG/N and the participation of local people, would be essential for successful implementation of the Project.

9. DIHM confirmed to make best efforts to secure the local budget for the implementation of the Project.

10. DIHM also confirmed to consolidate its organization of five Regional Directorates to secure more participation of local people in the Project sites.

11. HMG/N understood Japanese Grant Aid System explained by the team.

12. HMG/N will take necessary measures listed in Annex II on condition that the Grant Aid would be extended to the Project.

*aid*

(A) EASTERN REGION

Name of River	Total Work in km
1. Mechi River	10 Km
2. Bering River	5
3. Kankai River	8
4. Ratuwa River	8
5. Hawa River	5
6. Bakara River	7
7. Lohendra River	8
8. Buri River	5
9. Sunsari River	4
10. Khadam River	5
11. Trijuga River	5
12. Baulah River	3
13. Khando River	4
14. Different Rivers of Mountain Region	10

(B) CENTRAL REGION

1. Kamala River	6
2. Kharag River	3
3. Charnath River	3
4. Rato River	3
5. Lakhandehi River	4
6. Dagmati River	12
7. Narayani River	5
8. Lothar River	3
9. Manohari River	2
10. Karra Khola	2
11. East Rapti River	6
12. Lal Bakaiya River	3
13. Balganga River	2
14. Different Rivers of Mountain Region	10

(C) WESTERN REGION


Name of River	Total Work in km
1. Tanao River	5
2. Banganga River	4
3. Jharahi River	4
4. Baulah River	4
5. Different Rivers of Mountain Region	12

(D) MID WESTERN REGION

1. West Rapti River	8
2. Babai River	10
3. Karnali River	8
4. Different Rivers of Mountain Region	10

(E) FAR WESTERN REGION

1. Mahakali River	6
2. Karnali River	10
3. Kandra River	6
4. Mohana River	4
5. Khutiya River	4
6. Different Rivers of Mountain Region	8
TOTAL:	254 Km

Measures to be taken by BMG/N

1. To secure the sites for installation of gabion making machine and storage of G.I.wire.
2. To summon the participation of local people in installing boulders in gabion.
3. To bear commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the Banking Arrangement.
4. To exempt taxes and to take necessary measures for customs clearance of the materials and equipment brought for the Project at the port of disembarkation.
5. To accord Japanese Nationals whose services may be required in connection with the supply of products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into Nepal and stay therein for the performance of their work.
6. To maintain and use properly and effectively the machinery and materials provided under the Grant.
7. To bear all the expenses other than those to be borne by the Grant, necessary for implementation of the Project.

*Handwritten signature*

*YJ*



付-5. 収集資料リスト

1. Basic Principles of The Seventh Plan 1985-1990  
HMG/N, National Planning Commission, Kathmandu, March 1984
2. The Seventh Plan 1985-1990  
HMG/N, National Planning Commission, Kathmandu, June 1985
3. The Seventh Plan 1985-1990 ( A Summary ) Part-I  
HMG/N, National Planning Commission, Kathmandu, June 1985
4. Budget Speech of The Fiscal Year 1987-88  
HMG/N, Ministry of State for Finance and Industry, July 1987
5. Budget of The Fiscal Year 1987-1988 In Department of Irrigation  
Hydrology and Meteorology
6. Statistical Year Book of Nepal 1987  
HMG/N, National Planning Commission Secretariat,  
Central Bureau of Statistics, Ramshah Path, Thapathali,  
Kathmandu
7. Climatological Records of Nepal 1971-1975 Volume I  
Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology Ministry of Food,  
Agriculture and Irrigation, Kathmandu, Ashad 2034, June 1977
8. Climatological Records of Nepal 1921-1975 Special Supplement  
Kathmandu Valley, Volume II  
Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology Ministry of Food,  
Agriculture and Irrigation, Kathmandu, Ashad 2034, June 1977

9. Climatological Records of Nepal 1976-1980 Volume I  
Ministry of Water Resources, Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology, Kathmandu, Poush 2039, Dec. 1982
10. Climatological Records of Nepal 1981-1982 Volume I  
Ministry of Water Resources, Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology, Kathmandu, Ashad 2041, July 1984
11. Climatological Records of Nepal 1983-1984 Volume I  
Ministry of Water Resources, Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology, Kathmandu, Aswin 2043, Sept. 1986
12. Climatological Records of Nepal 1976-1984 Supplemental Data Volume II  
Ministry of Water Resources, Department of Irrigation,  
Hydrology and Meteorology, Meteorological Section  
Kathmandu, Mangsir 2043, Nov. 1986
13. Surface Water Records of Nepal Supplement No. 11 1976  
HMG/N, Ministry of Water Resources,  
Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology,  
Kathmandu, Nepal 22 Kartik, 2041, 7 Nov. 1984
14. News Items on Flood Damage in 1987
15. Report on River Training Project  
HMG/N, Ministry of Water Resources  
Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology 1987-88

## Technical Note on Gabion Works

### 1. Planning and Implementation

#### 1.1 Installation of Spurs

It will be economically impracticable to protect all the slopes of river banks by gabion. It is recommended to use spurs effectively. Spurs are installed to concentrate river flow in the centre of the river. The direction of the spur should be facing to the downstream reach.

#### 1.2 Installation of Spurs

In spur work, it is essential to install the spur so as that no space will be made between the spur and embankment. If some space remains, water will flow in the space and it will result in scouring of the embankment.

#### 1.3 Installation of Spurs in Small Streams

Installation of spurs will generate various effects on the river flow. Generally it decreases the flow area of river and make the water level increase. Water velocity will be increased at the downstream site of spurs, resulting in scouring of river bed as well as river banks. Accordingly, the installation of spurs should not be planned in small streams. In such rivers, it will be suitable to use gabions for protecting river banks.

#### 1.4 Setting Gabions

Gabions should be placed alternately as shown in Fig.1, so that joints of gabions are not vertically straight. Gabions should be connected each other by G.I.wire.

#### 1.5 Filling Boulders

It is inevitable that the size of boulders is required to be bigger than the size of mesh of gabion. It is recommended

that the bigger size of boulder should be placed surface of gabion and the smaller size inside.

#### 1.6 Protection of slope by gabions

If gabions are applied for protection of river banks, both the top of embankment and the river bed should be protected from scouring as shown in Fig.2a. Gabions placed on the embankment and river bed should have enough length. Space between the original ground and the gabion should be filled with soil or rocks so that no water can run. If the gabions are installed higher than the original embankment, backfill works will be necessary as shown in Fig.2b. In this case, it is recommended to plant weeds or low trees with much roots on the filled portion.

#### 1.7 Interval of spurs

If spurs are installed closely, it would be uneconomical and if the interval of spurs is too wide, the effect of spurs will become small and scoring may occur in the the embankment between the spurs. The interval should be determined taking into account the characteristics of river such as velocity of flood flow, width of river and bed slope, during both the normal and flood time. It is generally recommended that the interval should be about two to three times the length of spur.

#### 1.8 Excavation of river bed

If a river is very small, it is recommendable to dig a ditch of about 2 m wide in the low bed of the river in order to guide the river flow in a suitable part of the river.

#### 1.9 River training near villages and houses

If villages and/or houses are near to river embankment, it will be insufficient to protect the bank only by installation of spurs. The slope of the embankment should be

protected by gabions as well. Required number of spurs will differ from the prevailing river conditions. It is emphasized that the installation of spurs should be started from the upstream site of the damaged embankment.

#### 1.10 Installation of gauge for measuring water level on the pier of bridge

It is recommended to install the gauge on a pier of bridge in order to know the flood water level. Information of the flood water level could be easily obtained from the inhabitants and the flood discharge would be estimated.

## 2. River Training Works to be done in future

### 2.1 Bed Protection Works

Flow in all the rivers in Nepal is rapid. River bed in flood time considerably differ from that in normal time. It is deeply scored and the collapse of embankment may take place. In order to avoid such collapse, two methods will be considered. One is to place gabions deep enough in river bed, and the other is to make the bed slope gentle by means of executing bed protection work. If the bed protection work is carried out, attention should be paid to the following points.

- (1) Bed protection work should be firmly attached to both river banks.
- (2) Aprons should be placed both in upstream and downstream reach of the bed protection works. The length of downstream apron should be about three to four times longer than that of upstream one.
- (3) The height of drop by single bed protection work should not exceed 60 cm. If the work

exceed 60 cm, the work should be divided into two.

- (4) The required top width of bed protection work differs from river conditions. However, the minimum width should be 2 meters.
- (5) Slopes of riverbanks should be protected by gabions at least about 10 m at the bed protection work.

## 2.2 Foundations of Spur and Slope Protection Works

Most of the damages and collapse of spurs and slope protection works are due to unsuitable construction of foundation works. Spur as well as slope protection works should not be put on the original ground, but they should be placed after excavating the ground one to two meters deep. After placing gabions, backfilling work should be made upto the original ground surface.

## 2.3 Direction of Spurs

All the river reaches in Nepal cannot be protected by spurs or slope protection works. Because such works are costly and time consuming. Once the river can be controlled by means of the above measures, it is recommended that the direction of spur should be changed gradually to upstream direction. It is expected that sands will be piled in front of spur by changing the angle of its installation.

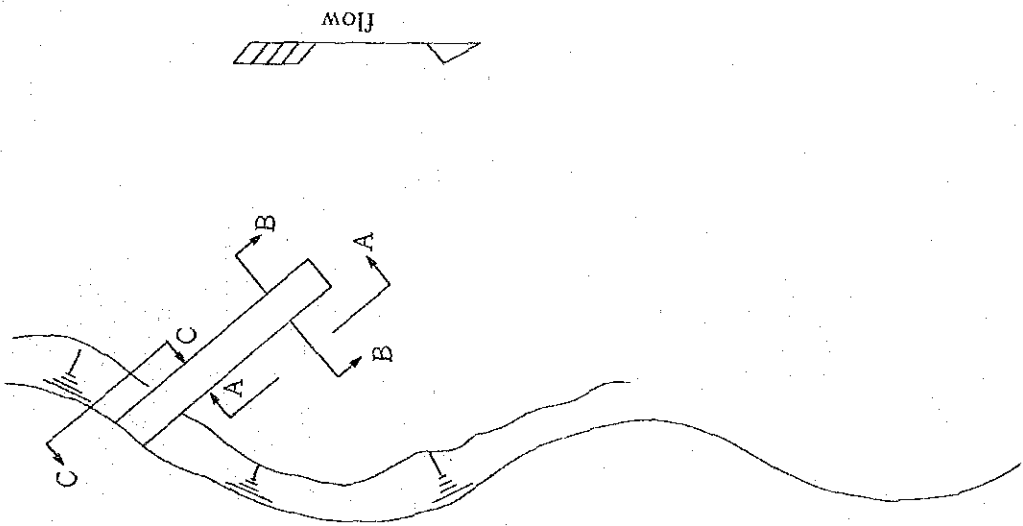
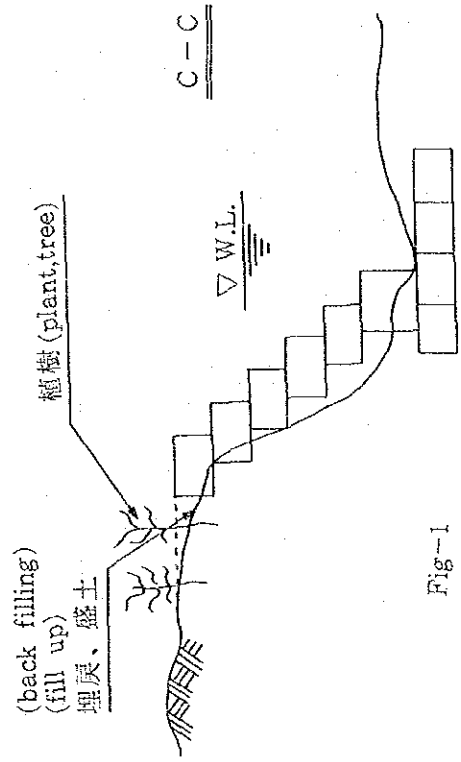
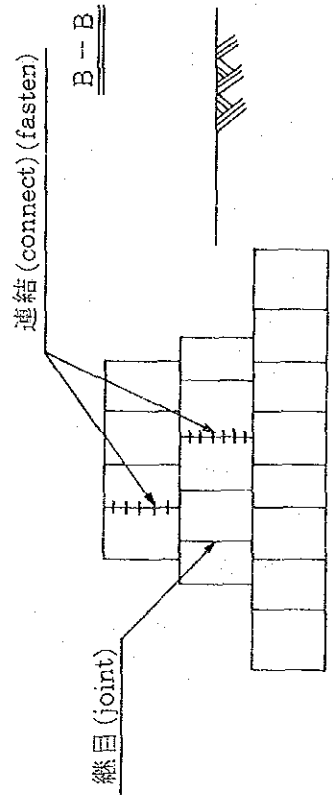
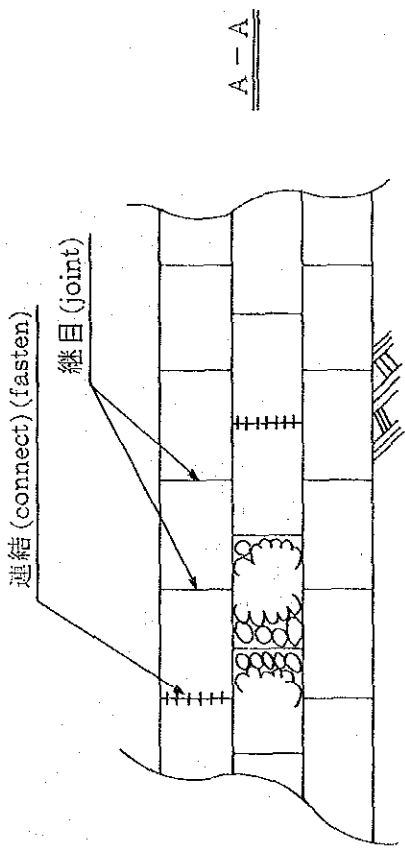


Fig-1

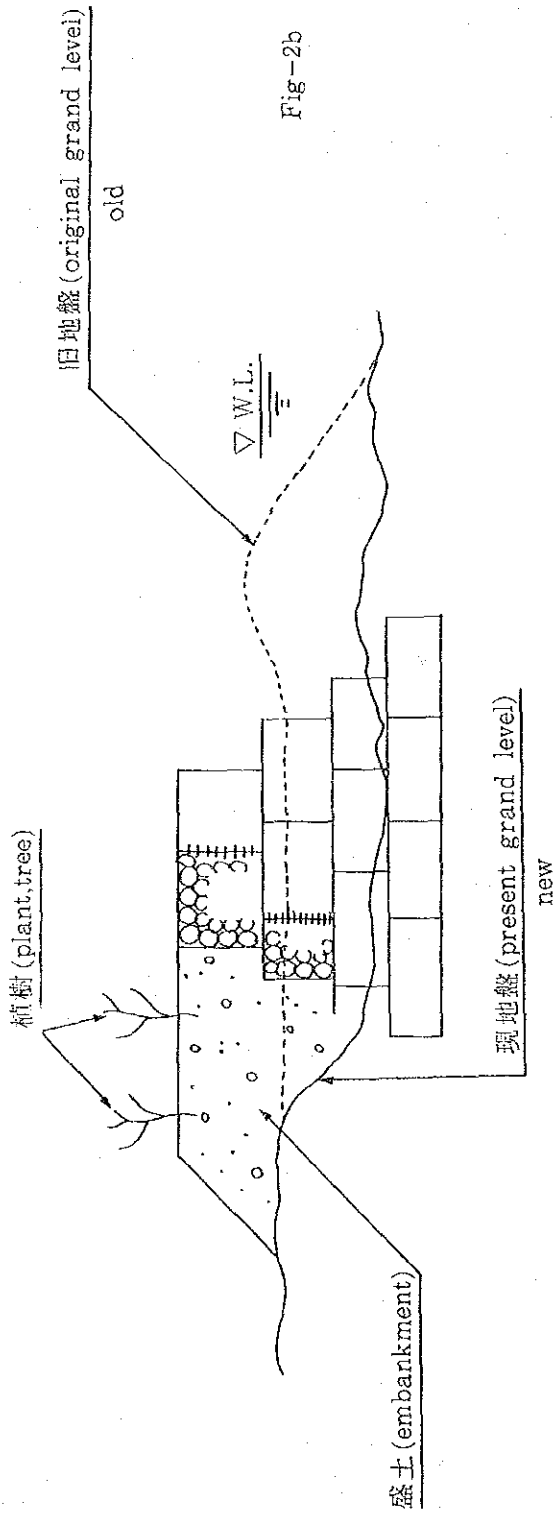


Fig-2b

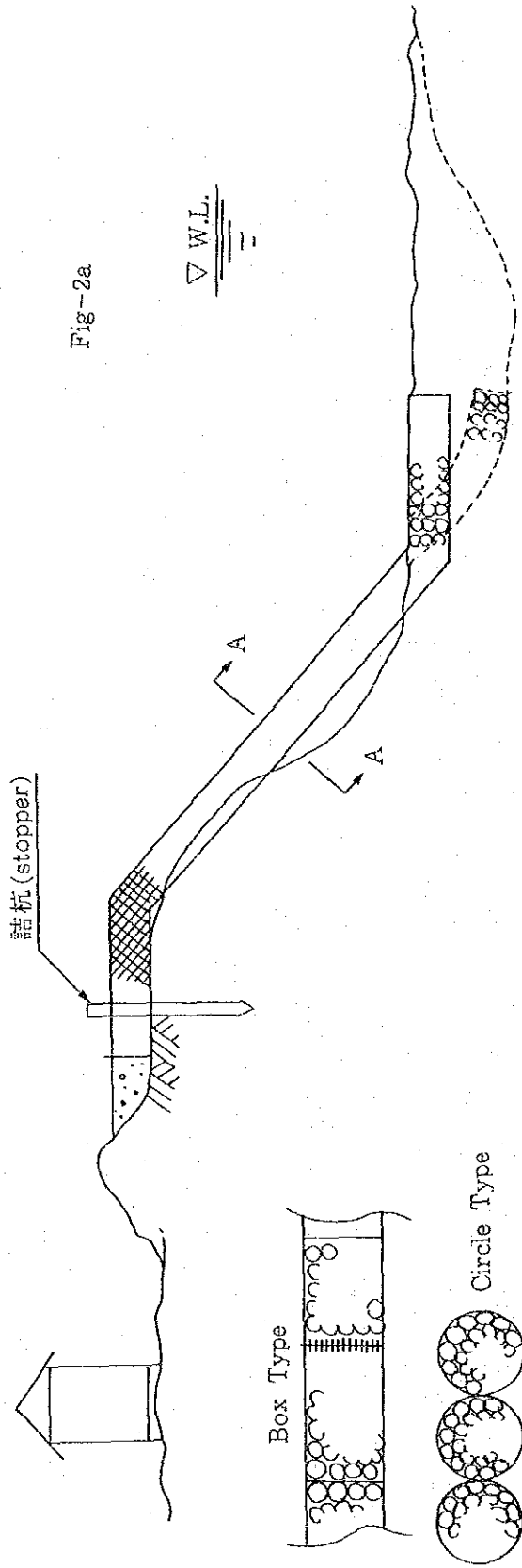


Fig-2a

Fig-2



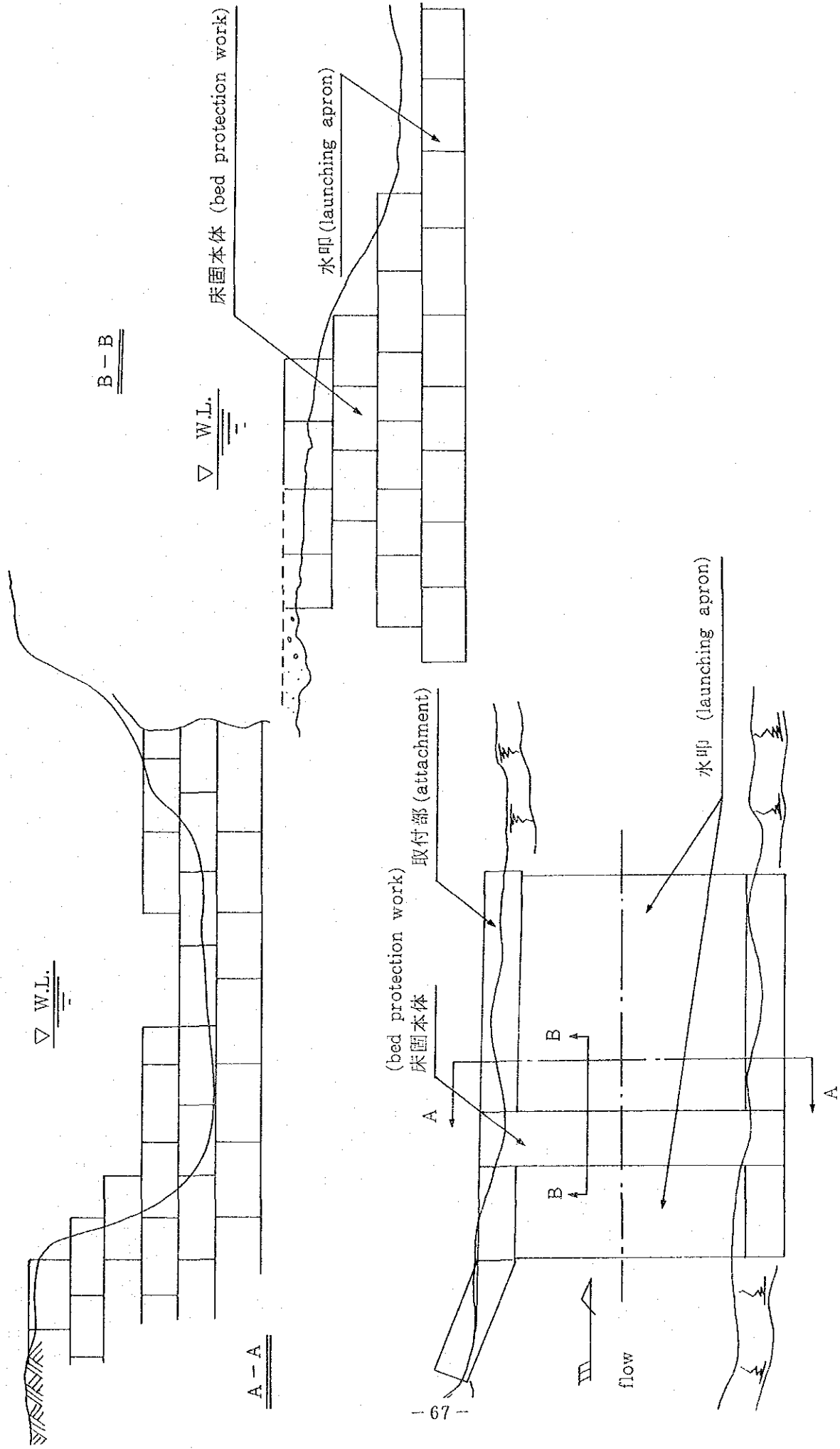
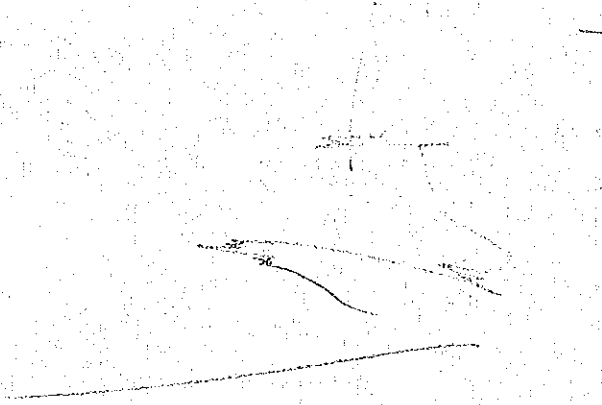


Fig-3



JICA

