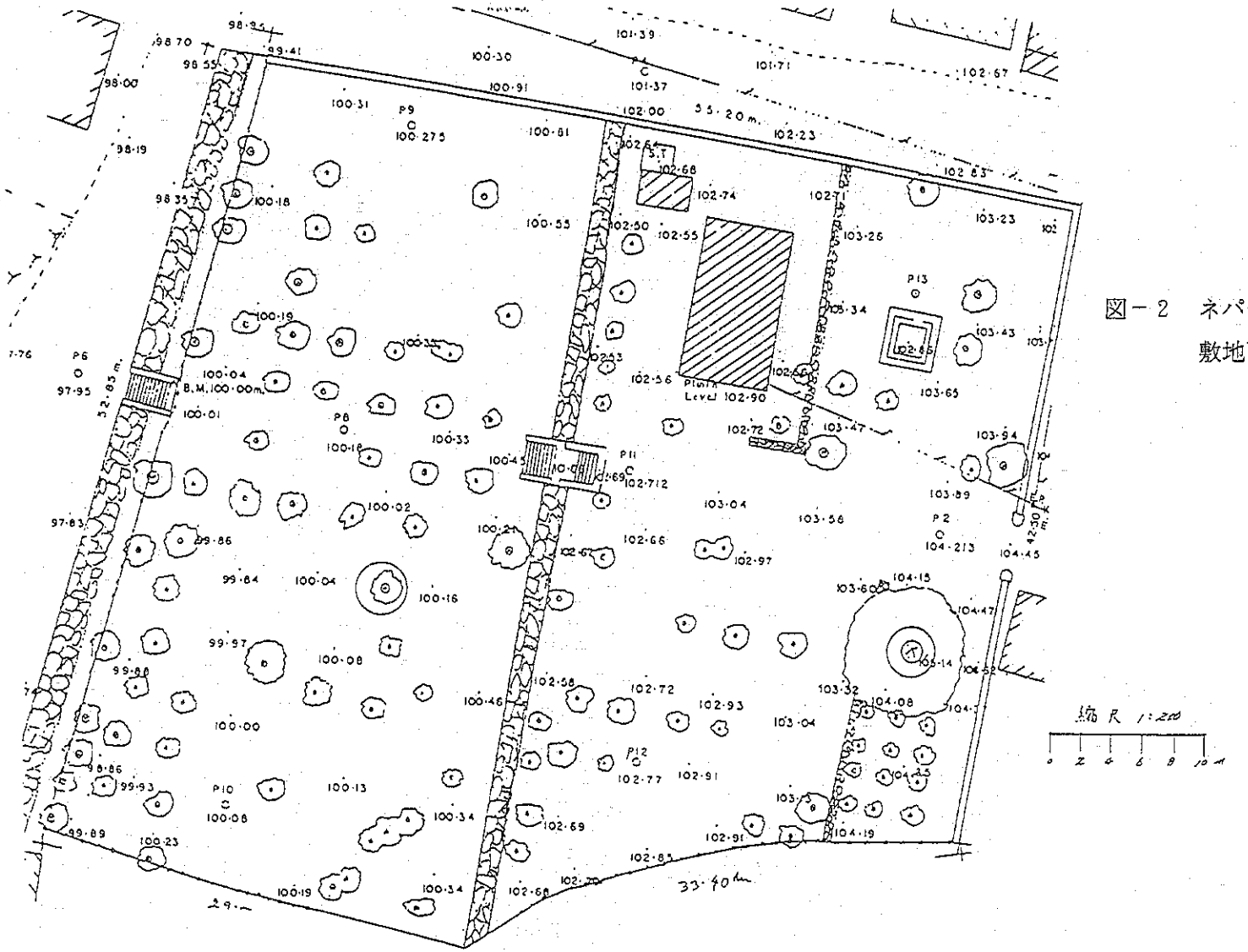
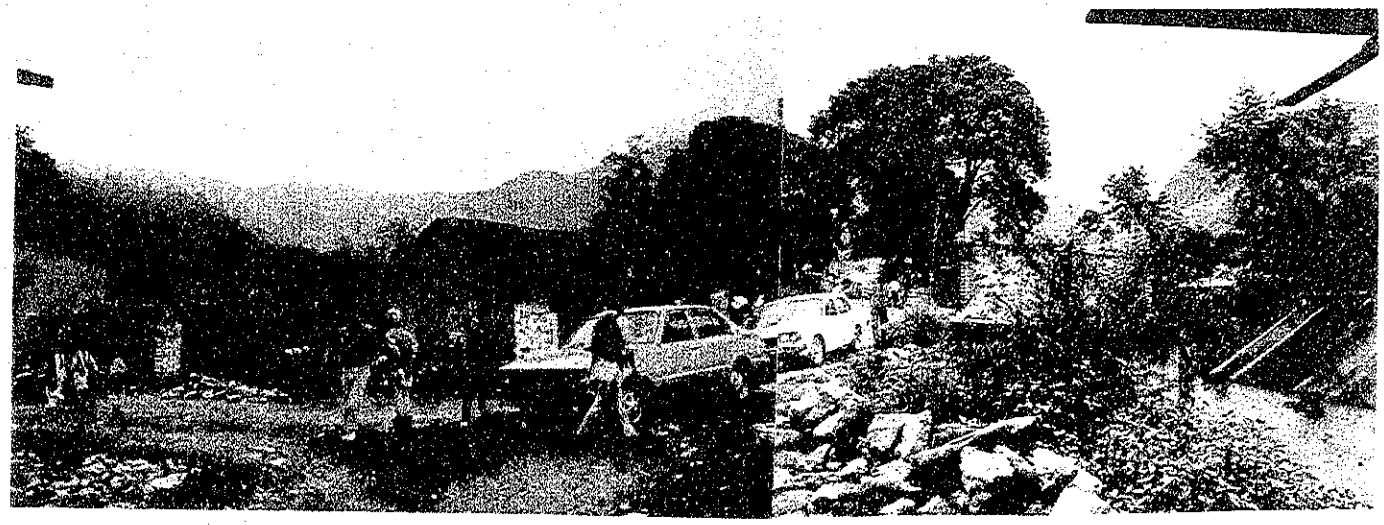
表－１－２　治水砂防技術センター建設候補地の概要

（私有地）

位　置	土　地　条　件										備　考
	面積（㎡）	河川の有無	水質の状況	アクセス状況	公共交通機関	電気	電話	上水道	環境	地価 Rs/500㎡	
（コテソール）リングロードのマナハラ橋地点	6,000	近くに有り	可	リングロードから50m。アクセス道路が必要。	昼間、コテソール交差点まで交通量は非常に多い。同交差点から徒歩10分。	リングロードの傍を電柱が通っている。	リングロード沿いに電話線有り。	水道管の利用可能。	非常に良	250,000	あらゆる点で適している。
カランキスタン・バランブ間のバルクコーラ	15,000	近くに有り	可	メタルロードから敷地までの間に、カルバートが必要。	カランキスタンまで交通量は多い。カランキスタンから徒歩10分。	メタルロードのすぐ傍を電柱が通っている。	メタルロードのすぐ傍を電話線が通っている。	最も便利。	交通騒音有り。	150,000	河川研修は、コーラ沿いで行わなければならない。
クンラタルのコドュコーラ	5,500	近くに有り	不良	ゴダワリに通ずるメタルロードに接続。	ゴダワリに通ずるゴランケルから交通量は多い。	メタルロードの傍を電柱が通っている。	今は、UHF電話が必要。通常電話は、3～4ケ月以内に設置予定。	利用可能であるが、水道管が少し離れている。	非常に良	250,000	適している
ドビコーラのハディガオン	不明	近くに有り	良	車両通行可能な砂利道がある。	バシャルナガールの西で三輪車の利用可能。カバヒルの東でバスの利用可能。	敷地で利用可能。	敷地で利用可能。	敷地で利用可能。	可	―	



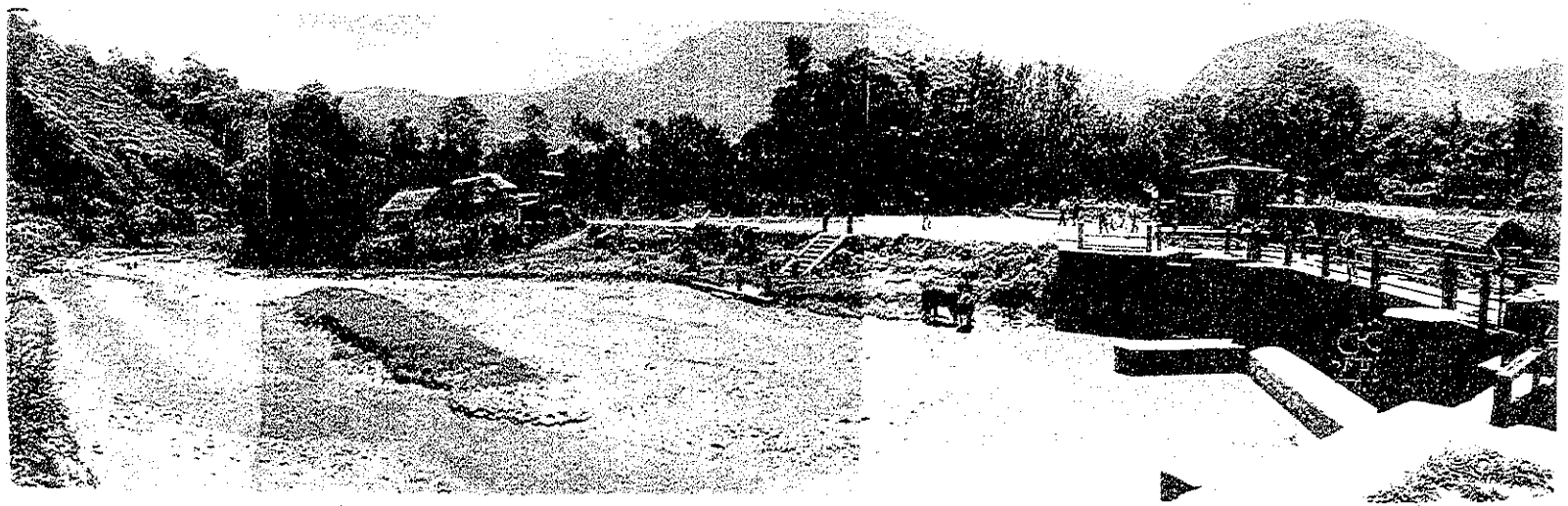
図－2　ネパール治水砂防技術センター敷地
敷地面積　3,053㎡



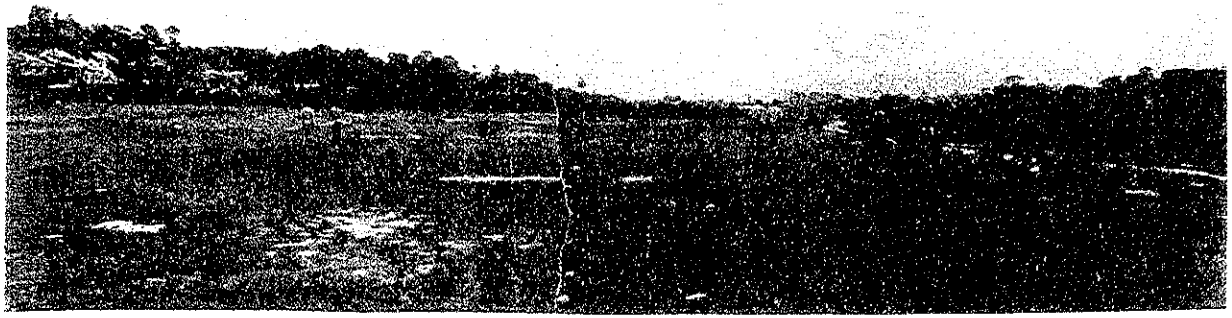
写真－１　ゴダワリ治水砂防技術センター　建設予定地正門前を望む。

写真－２　共通棟建設予定地
（現在、かんがい局で蛇籠組立に使用中である）

写真－３　実験棟建設予定地
（現在、モモやウメ等の果実が植えられている）

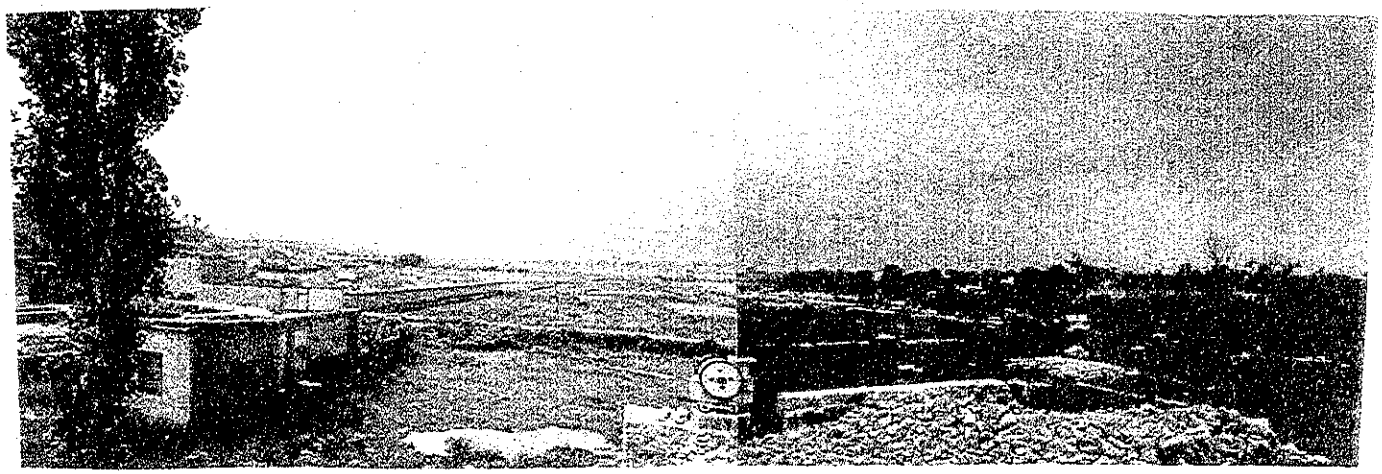


写真－４　給水施設を設定計画している取水堰とセンター建設予定地全景



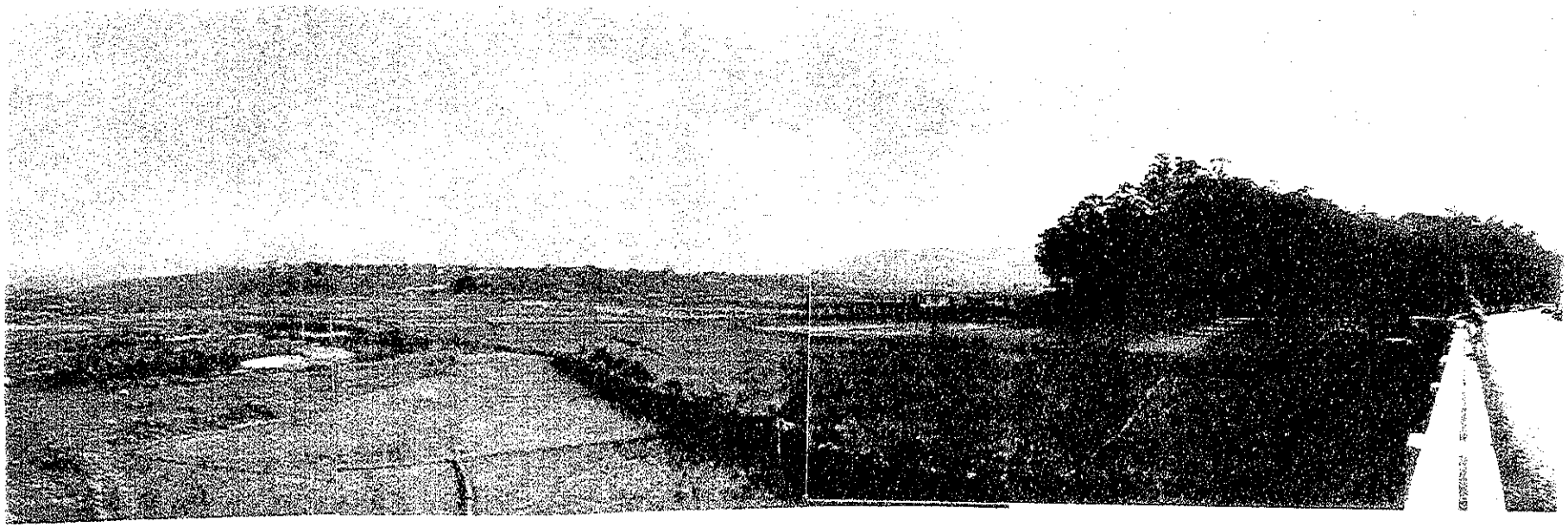
写真－5　Hadigaon
ドビ川に面した都市計画事務所の管理する土地であるということであったが、後の調査で民地であることがわかった。
（川は汚染され、治水安全度も低い）

写真－6　水文気象局の土地ではあるが川が遠く、井戸を掘った場合200～300m掘らないと安定した水量が確保できないとのこと。また空港に近く騒音の問題もある。



写真－7　マナハナ橋：カトマンズ環状道路から50m入ったバイマテ川に面した休耕地で、この土地を利用する場合、取り付け道路の敷地も購入する必要が生じる。

写真－8　土地は1,500㎡とBalkhu川に沿った広い土地ではあるが、進入路及び橋の工事が必要となる。



写真－9　Khoda川：ゴダワリに行く途中のKhoda川から100mほど離れたところの水田で道路から５ｍほど下がっており、水田でかつ川との比高もないことから造成が必要である。

2－1－2　水理実験施設

(1)　目的

当該プロジェクトの目的である技術開発及び研修の実施において、有効な成果をあげるために、水理模型実験施設・地すべり模型実験施設等の実験施設を建設する。

(2)　水理実験設備等の配置

水理実験棟の構造は、図－3のとおりである。

(3)　主要な水理実験施設

主要な水理実験施設として、水理模型実験施設及び地すべり模型実験施設を設置する。

実験施設の配置は、図－4のとおりである。

(ア)　水理模型実験施設

水理模型実験施設としては、急勾配可変水路及び箱型水路を設置する。

○　急勾配可変水路

急勾配可変水路は、土石流に関する流動形態、土石流の分散・堆積状況、対策工等に関する基礎的研究及び実験を行うための設備である。

設備は、土石を発生・流下させる可変水路（長さ8.0m、幅0.5m）と、土石流を分散・堆積させる扇状地部（長さ5.0m、幅3.0m）から成る（図－5参照）。

○　箱型水路

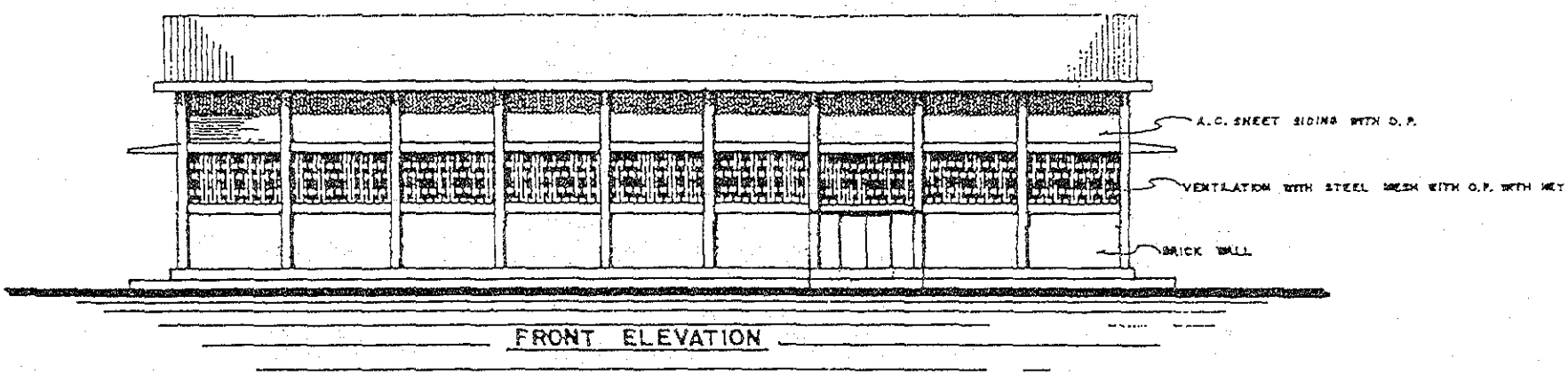
箱型水路は、流水の蛇行による河床形態（砂礫堆形成）の変化、流路の変遷、河床変動、水位及び流速、粗度係数の変化等、河川における水理諸元の基礎的研究及び対策工の検討を行うための設備である。

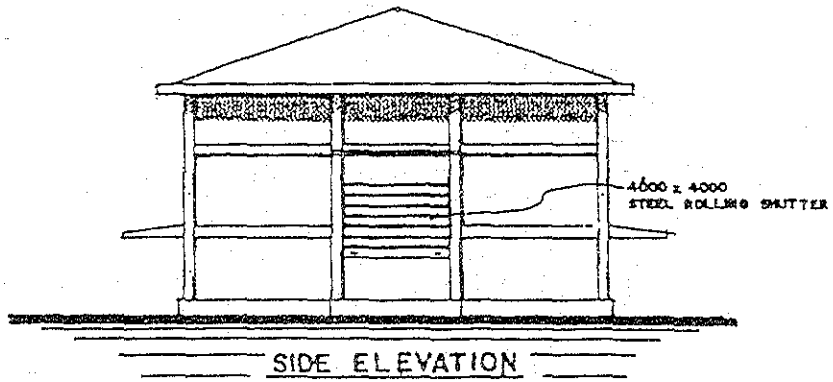
設備は、流頭部（量水槽、整流池設備）、実験水路部（長さ20m、幅3.0m）、流末部（沈砂池、排水路）等から成る(図－6参照)。

(イ)　地すべり模型実験施設

地すべり模型実験施設は、地すべり移動現象及び対策工等に関する基礎的研究及び実験等を行うための設備である。

設備は、箱型地すべり崩壊実験装置（図－7参照）及び地すべり発生装置（図－8参照）から成る。

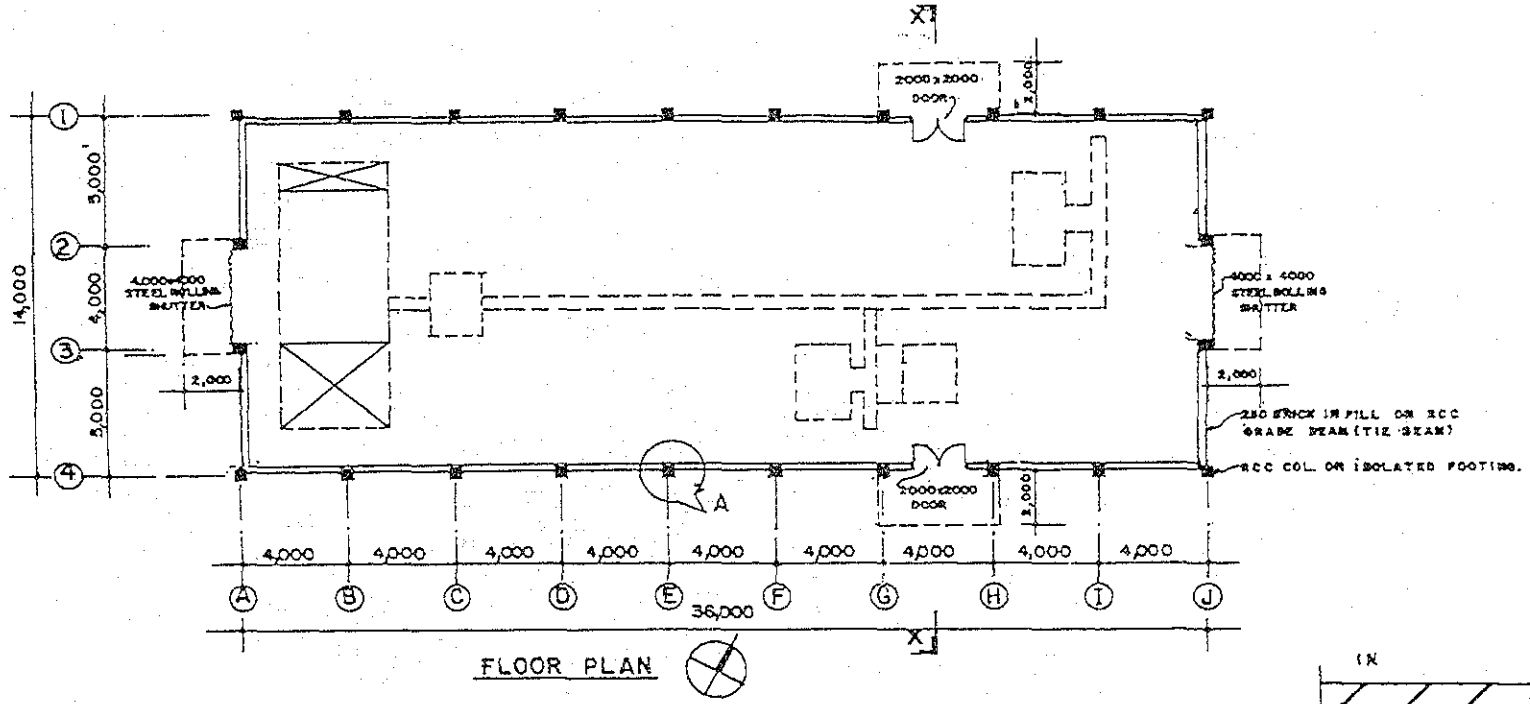




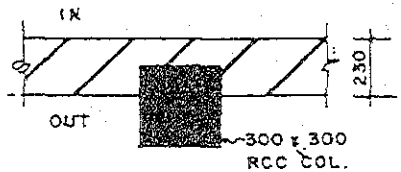
図－3－1

HYDRAULIC LAB

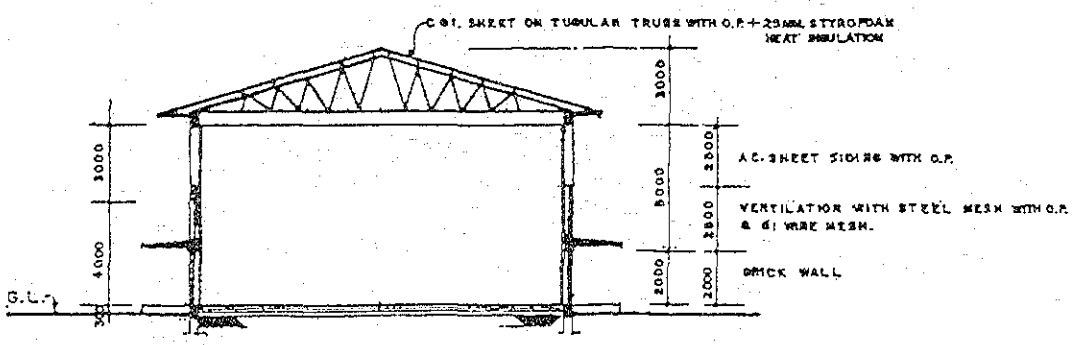
SCALE : 1:200



FLOOR PLAN



DETAIL AT 'A'

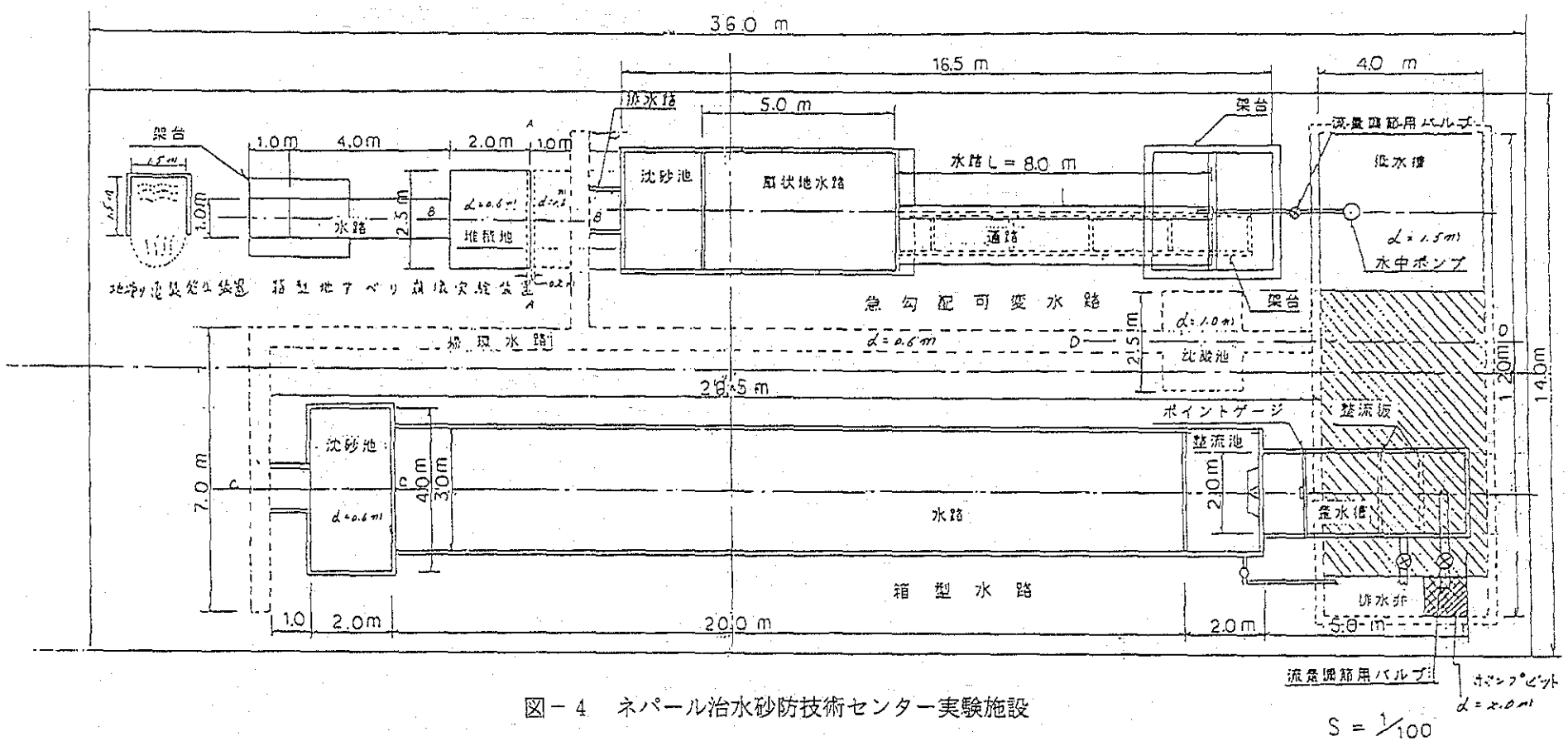


SECTION-XX

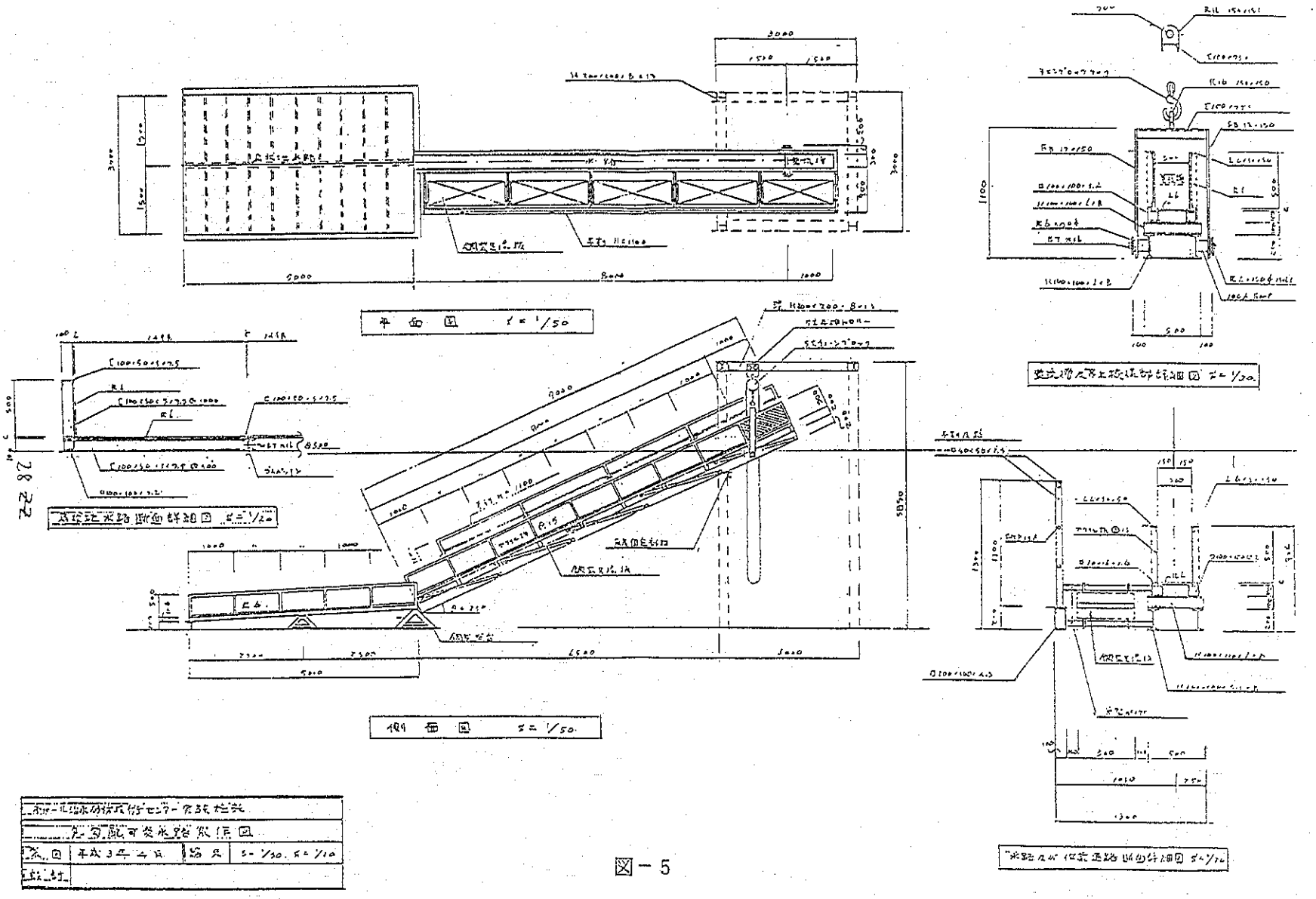
図－3－2

HYDRAULIC LAB

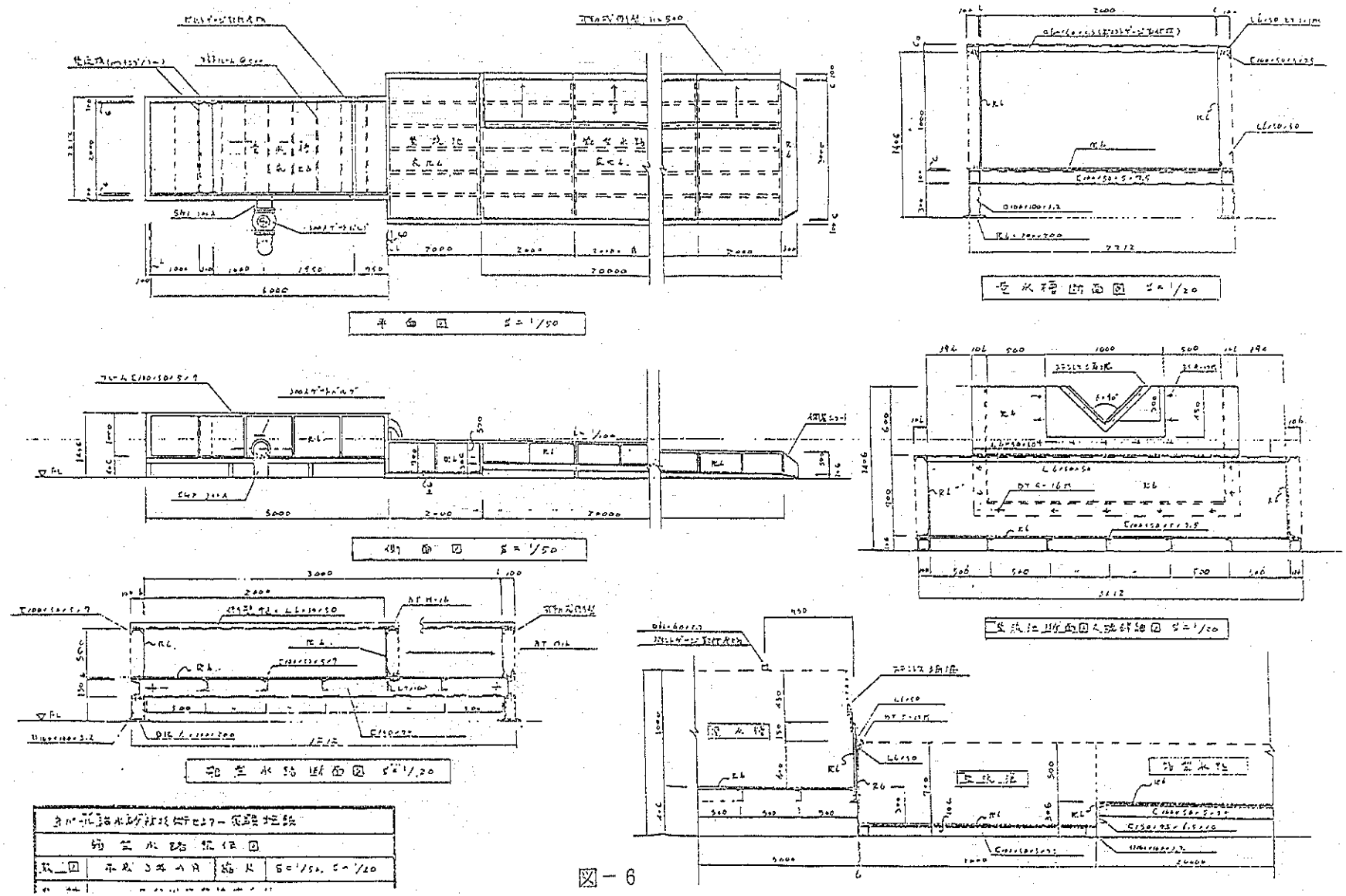
SCALE : 1:200



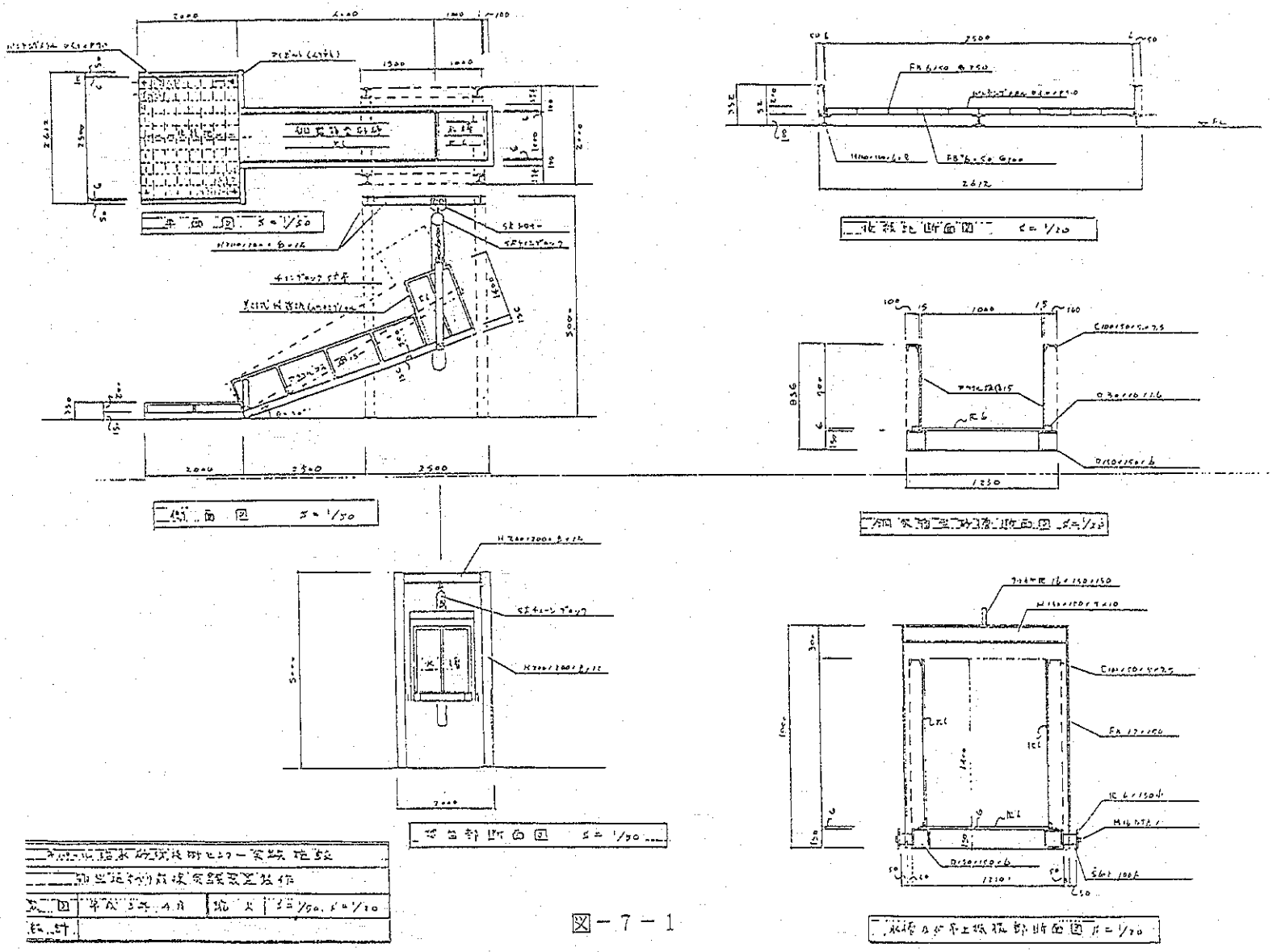
図－4　ネパール治水砂防技術センター実験施設



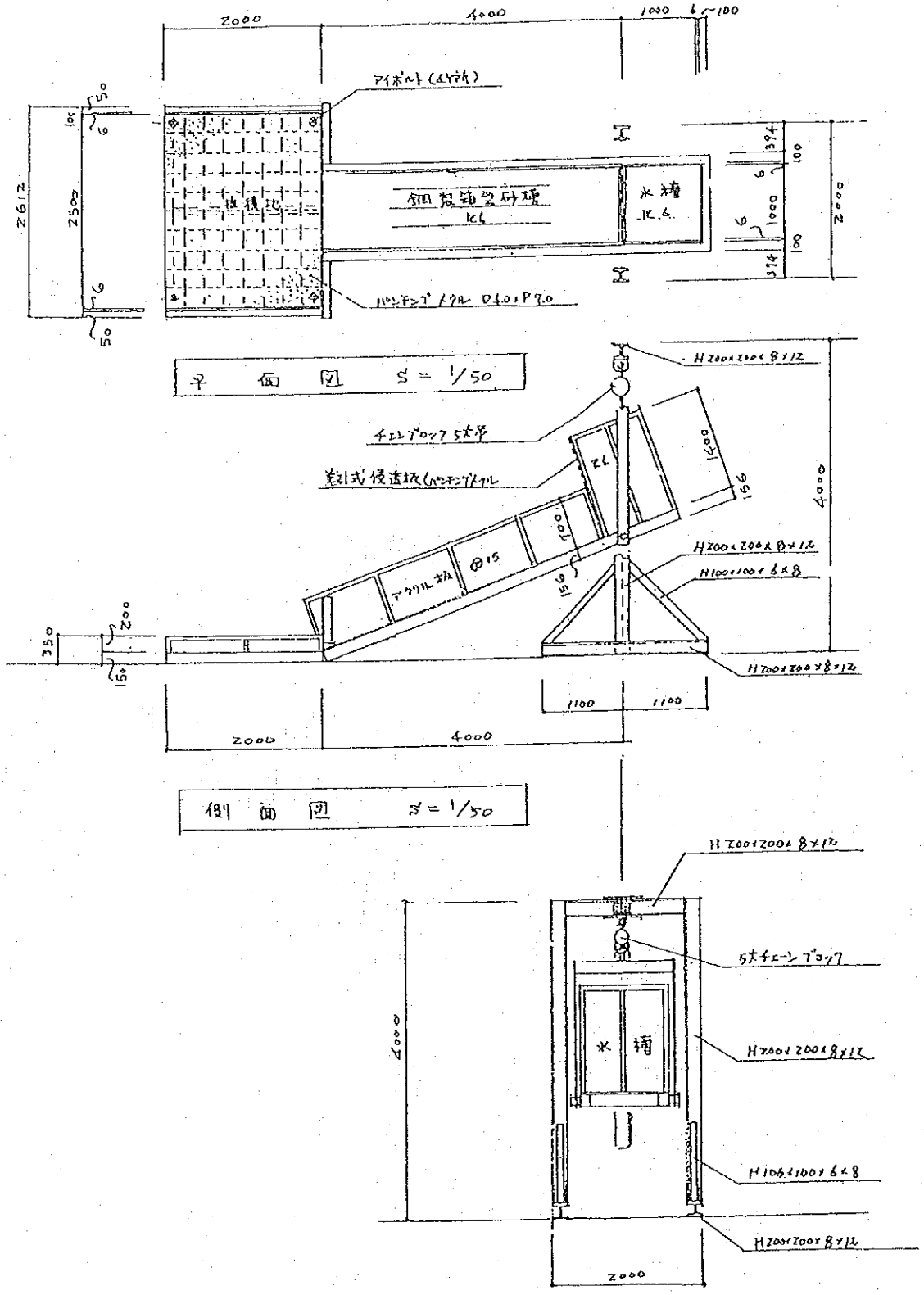
図－5



図－6



図－7－1



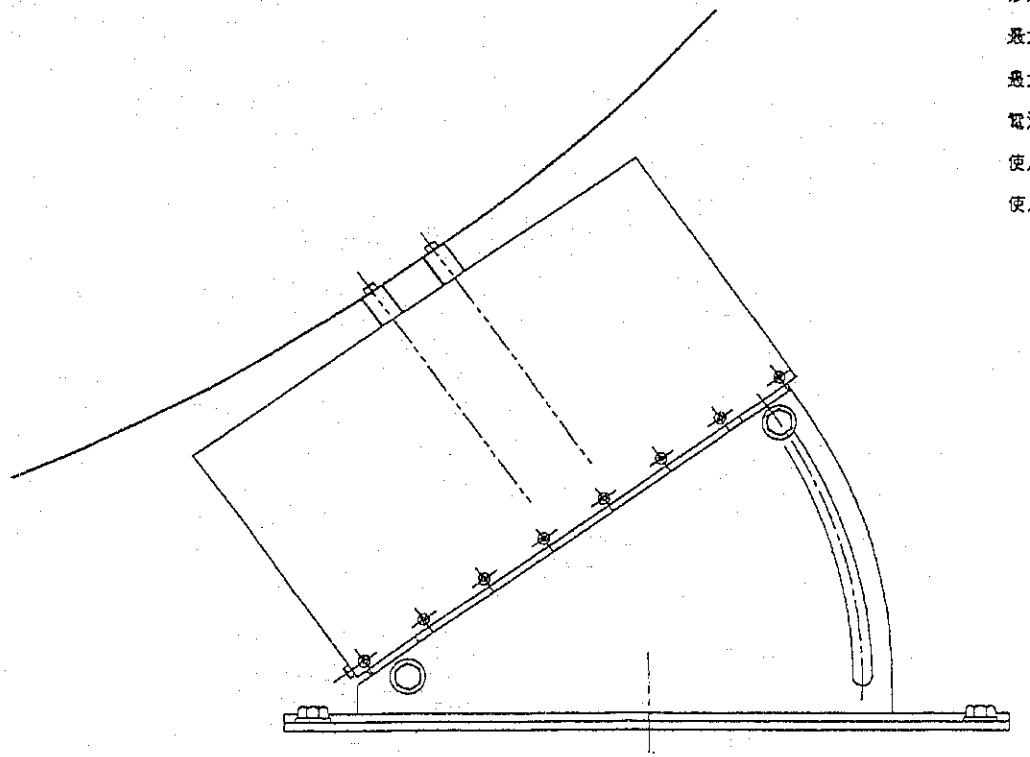
ネパール治水砂防技術センター実験施設			
箱型地すべり崩壊実験装置製作			
製図	平成3年4月	縮尺	S=1/50 S'=1/20
設計			

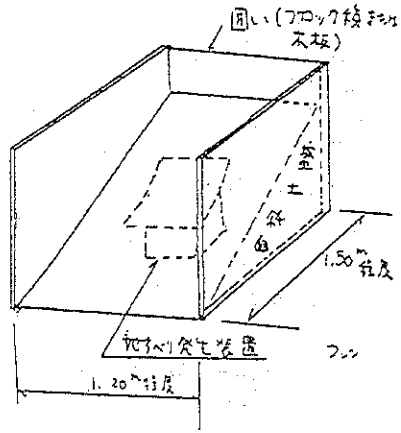
図－7－2

D プレート（長400×幅400㎜ 厚度）を強制的に移動させ
その上に盛土した斜面にキレツを発生させる。移動量と
ともにすべり発生の関係、すべり面と斜面形状によるキレツの
発生しかたの違いを理解する。

図－8　地すべり発生装置概略図

移動速度	毎分1．5mmから150mm
移動距離	最大200mm
最大傾斜角	35度
最大回転角度	35度
電源	単相100V（90Vから110V）
使用周囲温度	0°Cから+40°C
使用周囲温度	85パーセント以下





2－1－3　既存施設の改築

当該プロジェクトを円滑に実施するためには、水理実験棟だけでは不十分なので、事務室、研修のための講義室等に利用するために、既存の施設を改築する必要があろう。

2－1－4　トリブバン大学工学部・水理実験施設の利用について

(1)　トリブバン大学工学部・水理実験施設の概要

当大学の水理実験施設は、NEA（ネパール電力庁）によるネパール中西部のジムラク川の水力発電プロジェクトのために、ノルウェーのトロンデン大学のサポートによって建設されたものであり、流れ込み式水力発電所の取水堰の３次元モデルとその抽出模型から成っているが、ジムラク川の水理実験後はほとんど未利用の状態である。

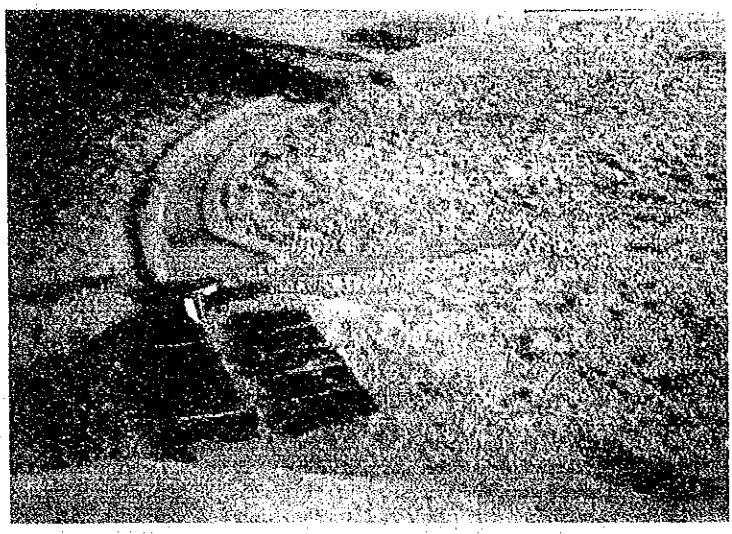
実験設備としては、３台のポンプと量水槽、低水槽、資料整理室等が設けられているが、本格的に使用するためには水路系統などの検討が必要な状況となっている。

当実験場の運営に関しては、ネパール水資源省の次官が委員長を務める委員会組織がある（写真－10～14参照）。

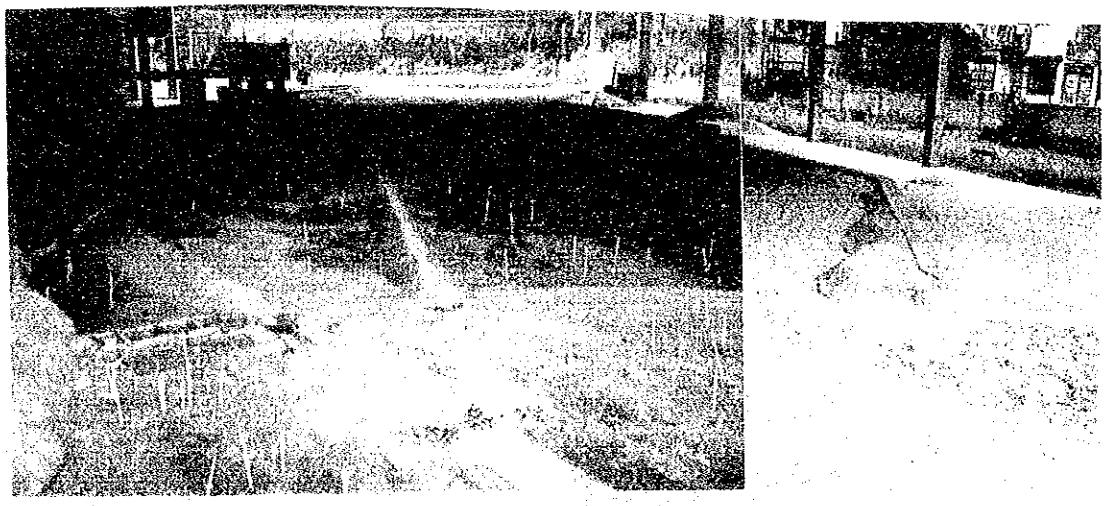
(2)　水理実験場の利用について

当水理実験場は、広大な敷地を有しているが、予算上の制約等から現在ほとんど利用されていない状況にあるため、トリブバン大学の協力のもとに治水・砂防センターが将来当実験場を利用することは大変有効であると考えられる。

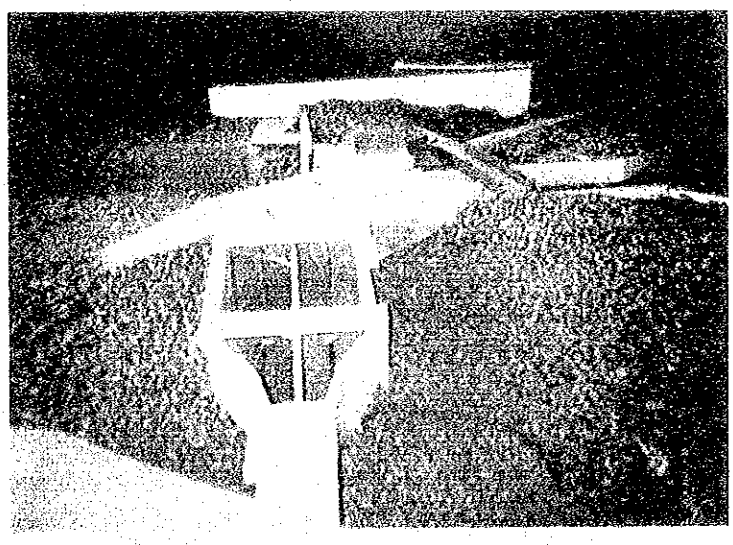
また、当工学部長も、当実験場を利用した治水・砂防センターとの共同実験を強く希望している。



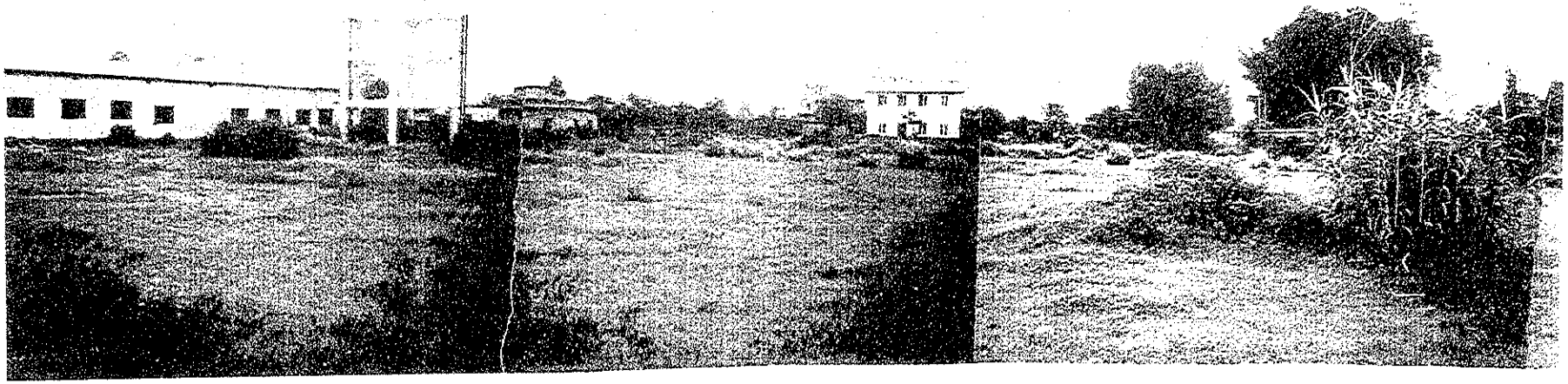
写真－10　発電用取水堰付近の模型形状



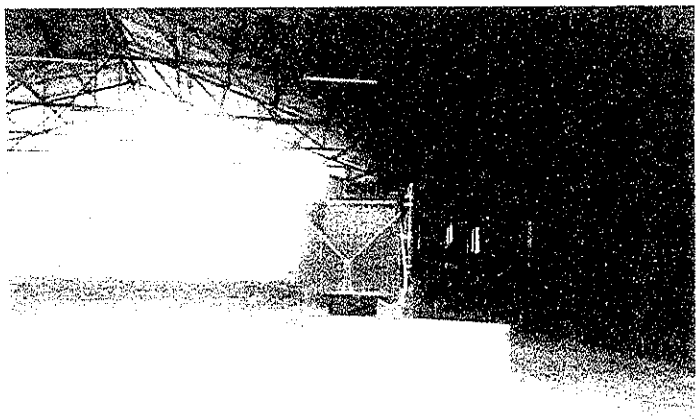
写真－11　発電用取水堰より上流模型全景（3次元モデル）



写真－12　発電用取水堰付近の抽出モデル



写真－13　未利用地となっている実験場内の敷地（直線距離で100m程度の模型は製作できる）



写真－14　3台のポンプがあり、450ℓ/Sの容量を持つ。

2－2　関係機関の概要等

2－2－1　政府機関

(1)　ネパール政府の関係部局

治水砂防センターに関係するネパール政府の関係部局は、次のとおりである。

◎　カウンターパート省庁

○　WEC（水資源委員会）　――― WECS（水資源委員会事務局）

○　MOWR（水資源省）　―┬― DOI（かんがい局）
　　├― DHM（水文気象局）
　　└― NEA（ネパール電力庁）

○　MOFE（森林環境省）　――― DSCWM（土壌保全流域管理局）

○　MOPW（公共事業運輸省）――― DOR（道路局）

◎　その他、治水・砂防関連の行政を行っている省庁

○　MOLR（土地改革省）　――― DOS（測量局）

○　MOH（内務省）

(2)　各部局の概要

◎　WEC（水資源委員会）及びWECS（水資源委員会事務局）

i）WEC（Water & Energy Commission：水資源委員会）

（組織）

WECは、ネパールの水資源とエネルギー政策の検討・提案を行う機関で、1976年に設立された。委員長は水資源大臣が務め、委員として水資源大臣秘書官、国家計画委員会副委員長、法務省・外務省・工業省・商業省・農業省・大蔵省・森林省及び水資源省の各次官がなっている。

（活動内容）

①　総合的な水資源とエネルギー政策について検討し、ネパール政府に提言する。

②　現在及び将来の水資源及びエネルギーの需要予測

③　水資源及びエネルギーの保全・開発及び有効利用についての検討

④　水資源及びエネルギーに関する長・短期計画とプロジェクトの準備・調整

⑤　水資源及びエネルギーに関する法制度の検討

⑥　水資源及びエネルギーに関する調査研究についての検討

ii）WECS（Water & Energy Commission Secretariat：水資源委員会事務局）

（組織）

WECをサポートするための実施組織で、1981年に設立された。42人のパーマネントスタッフがおり、CIDA（カナダ国際開発局）よりカナダ人のアドバイザーがいる。

以下の６つのDivisionから成る。

① 気候及び人材開発部（総務及び人事）

② エネルギー計画

③ 法律及び国際調査

④ 水資源計画

⑤ 基礎データ収集及び解析

⑥ 経済政策及び計画の分析

（活動内容）

○ 水資源部門

① 水資源開発プロジクントの机上調査からランク付け調査までを行う

② 37郡におけるかんがい施設の目録作成

③ 14のかんがいプロジェクトの緊急評価

④ 流域の水資源ポテンシャル評価の研究

⑤ かんがい及び河川護岸プロジェクトの設計、モニタリング及び評価に関するガイドラインの作成

⑥ 地域水文学の研究

⑦ GOLF（氷河湖決壊の洪水）の研究

⑧ 流域の水利用評価モデルの開発

⑨ 水資源開発短期・長期計画の検討

⑩ フォード財団の資金協力と、国際かんがい管理協会(IIMI)の参加による農民管理かんがいシステム(FMIS)についての調査の実施

○ エネルギー部門

① エネルギー概要報告書の発行（年次リポート）

② ミニ水力発電、バイオガス、改良ストーブと薪及び家畜の飼料に関するワークショップの開催と報告書の作成

③ 地方及び都市部、商業、工業、運輸及び農業部門でのエネルギー需要の調査

④ 木炭、バイオガス、ミニ水力発電、改良ストーブ等による代替エネルギーの応用研究についての技術的・経済的評価

⑤ 遠隔地の電化に関する調査研究

⑥ その他

○ その他

① 国際的なエネルギー輸出入に関する検討（インドへの売電）

◎ 水資源省(MINISTRY OF WATER RESOUCES)

水資源省は、主にかんがい・水力発電などの水資源開発に係わる政策を立案し、実行する官庁である。当省の予算は、1990／1991年に約24億54百万ルピー（うち開発予算は約24億45百万ルピー）であり、1990年における水資源省全体（地方機関も含む）の職員数は、13,690人（うち技術系8,029人、WECS、DHM及びNEAを含む）で、このうち水資源本省の職員が153人（うち技術系76人）となっている。

当省は、「水路・電気及び水資源開発法（1967年)」を所掌しており、当法律は水資源（河川・渓流・湖沼・滝・地下水等）の開発及び電気エネルギー（水力・石炭・ディーゼル）の開発及びかんがい開発等について規定している。

主な事業概要は、以下のとおりである。

・水資源の開発、コントロール及び利用に関する政策立案
・水資源に関する調査研究及びフィージビリティスタディ
・水資源に関する多目的計画やプロジェクトの推進、工事の実施及び維持管理
・水資源に関する人材の開発
・飲料水、下水道及び固形廃棄物の管理（現在は住宅都市計画省の所掌）
・治水（洪水防御）
・電力供給
・水路の開発
・かんがいのための水資源計画の調査研究及び実施
・気象観測と予報
・かんがいプロジェクト及びかんがいの施設のメンテナンス、コントロール及び適性利用
・電気、機械、気象、水力発電、及び水文の職種に関する人事管理

i) DOI（かんがい局）

かんがい局の予算は、1990/1991年に約11億16百万ルピー（うち開発予算は約11億11百万ルピー）であり、水資源省全体の約45％を占めている。職員数も3,829人（うち技術系237人、1990年）であり、水資源省全体の約28％を占める大きな組織である。

当局は、「水路・電気及び水資源開発法（1967年)」に基づいて、かんがい事業の実施・水利権等について定めた「かんがい規則（1989年)」を設けている。

当局は、小規模かんがい及び水利用部、中規模及び大規模かんがい部、地下水利用部、計画・設計及び調査部、河川護岸部の5つの部から成る。また、当局の地方組織として、全国の5つの開発地域（東部、中央部、西部、中西部、極西部）にそれぞれ地方かんがい局があり、さらに、全国の75の都市に郡かんがい事務所がある。

国際機関等による協力として、当局に関係する主なものは以下のとおりである。

・「かんがい部門支援プロジェクト(ISSP)」

当プロジェクトは、1989年から3カ年のプログラムとして、世銀、ADBのローン（計53百万ドル）により実施されており、UNDPの技術指導の下に、ネパールの東部、中央部、西部地域における農民かんがい管理システム(FMIS)の強化・向上を図るための調査、計画、工事、農民教育（かんがい施設の運営管理）等を行うものである。

・「計画及び設計強化プロジェクト(PDSP)」

当プロジェクトは、世銀・UNDPにより1988年から2年間行われ、かんがい開発マスタープラン（計4巻）及びかんがいプロジェクトの設計マニュアル（計21巻）を作成した。設計マニュアルは、「頭首工、河川護岸及び堆砂」の巻を含んでいる。

・「第2次丘陵地かんがいプロジェクト」

当プロジェクトは、農民参加による丘陵地におけるかんがいプロジェクトで、ADBのローン及びILOの技術協力により1983年から1988年に20百万ドルをもって行われたものである（事業完成は1992年)。当事業は、河川の浸食等による田畑の流出防止を主目的とする河川護岸工事が含まれている。

・「ナラヤニ県かんがい開発プロジェクト及びマヌスマラかんがいサブプロジェクト」

バグマティ川（東西ハイウェーからインド国境まで約55km）のテライ平原において、世銀のローンにより、かんがい開発プロジェクトの一環として河川護岸工事（護岸工、水制工等）が行われている。

・「アメリカの援助によるかんがい管理プロジェクト」

計画・設計及び調査部にはアメリカの援助によるかんがい管理プロジェクト（1988～93年）として、「Research Training Branch」と「System Management Unit」の組織がある。

RTBでは、農民かんがい管理システム(FMIS)の支援のため、地方かんがい局や郡かんがい事務所の技術者(Non-Gaz.Level)や農民などのトレーニ

ングを各地方で行っており（現地実習が主体）、また、中央官庁の技術者(Professional Level)に対しては、NASC(Nepal Administrative Staff Colledge：公務員のための研修所で、技術的研修より行政的研修が主体)において、かんがい事業の計画・管理・農民の指導方法等を内容とする研修プログラムを1990／1991年度から開始した（20日程度を年3回)。

・「日本による河川護岸計画プロジェクト」

日本は、1987年から4年間で計27億5千万円、15千トンのフトン籠用鉄線及びフトン籠編み機の無償供与を行った。これらは現在、各地方かんがい事務所によって護岸工、水制工等に利用されている。ちなみに、1989／1990年及び1990／1991年の鉄線の消費実績（かんがい局調査）によると、全体の約60％がテライ地方で消費されている。

ii）DHM（水文気象局）

水文気象局は、1987年にかんがい水文気象局から分離・独立した組織であり、職員数は396人（うち技術系237人、1990年）で、1990／1991年予算は約12百万ルピーである。水文部、気象部、天気予報部の3部と事務経理課及び技術サービス課より成り、全国の5つの開発地域に地方事務所がある。

当局の所管する水位観測所は約340であり、そのうち現在稼働しているものは135である。また、現在稼働している約250の雨量観測所のうち、自記雨量計が設置されているのは15の観測所のみである。

国際機関等による協力として、当局に関係する主なものは以下のとおりである。

・「UNDP/WMOの協力」

1982～1987年にかけて、水文資料整理のためのパソコン供与が行われた。

・「GVS（ドイツボランティアサービス)」

4名の技術者を4つの地方事務所に配し、水文観測の指導、コンピュータによるデータ処理の教育、水位計の設置、スペアパーツの製造等を行っている。既に5年が経過し、今後5年の継続予定である。

iii）NEA（ネパール電力庁）

NEAは、1985年に水資源省電力局とネパール電気公社が統合して発足した現業官庁で、職員数9,270人（うち技術系5,355人、1990年）を擁し、水資源省の中で最大の組織である。

NEAは、ネパールの電力システムについて、発電から配電にいたるすべての施設の計画、工事、操作、管理に責任を負っている。組織は、長官(Managing Director)の下に5つの部（計画部、総務部、操作管理部、配電及び消費者サービ

ス部、技術及び工事部）がある。

日本の協力として、クリカニ発電所建設（第1及び第2、1975～1986年）、及び防災工事に際してのOECFによる円借款がある。

◎ DSCWM（森林環境省、土壌保全・流域管理局）

当局は、1967年からFAOによる技術指導を受けている。これまでにFAOにより行われたプロジェクトは、以下のとおりである。

・1967～1970年：トリスリ川流域プロジェクト(Torrent Controlは、1973年まで継続）

・1975年　　：技術支援プロジェクト及び大規模プロジェクト

・1976～1980年：総合流域管理、Torrent Control及び土地利用プロジェクト

・1981～1985年：流域管理及び保全教育プロジェクト
（山岳地域の保護と復旧のための技術の開発及び普及）

・1986～1991年：流域管理プロジェクト
（国家レベルの流域開発、計画、拡張、教育、住民参加、技術開発及びデモンストレーションの実施）

当プロジェクトには、FAOから220万ドル、ネパール政府から900万ドルの投資がなされた。当局は、1987年に当プロジェクトにおいて長期計画を策定し、この中で中央レベルのリサーチ・デモンストレーションセンター(Central Watershed Research and Demonstration Centre)の設置を勧告している。また、各流域の状態（文献、空中写真、衛生写真、現地調査により植生被服率、ガリ侵食、地すべり、河岸侵食などの因子により点数を与える）から、全国の75郡の領域状態のランク付けを行っている。1987／1988年から15年間に、流域管理事業として全国で1億9百万ドルが必要であるとしている。

◎ DOR（公共事業運輸省、道路局）

当局の治水・砂防分野（道路法面対策が主体）における、国際機関による協力として主なものは、以下のとおりである。

・「道路洪水復旧プロジェクト」

当プロジェクトは、1987年の洪水による復旧事業として、世銀のローン、UNDPの技術協力により1988～1991年に行われている（1993年まで延長を希望中)。活動内容は、次のとおりである。

・アルニコハイウェー（コダリハイウェー）の復旧

・カトマンズ盆地内の橋梁架け変え：4カ所

・カトマンズ～ノウビセ間の復旧

・東西ハイウェーの復旧

・技術者養成のためのワークショップ開催（河川護岸工事について）

・「スイス及びイギリスの協力」

スイス及びイギリスの協力により、当局に「Maintenance & Rehabilitation Coordination Unit」が設置され、主要道路のネットワークの管理と復旧について施策が立案される。当プロジェクトの期間は5年間（1991～1995年）で、5つの開発地域のうち東部、西部をイギリス、中央部をスイスがそれぞれ担当する予定である（中西部及び極西部は未定）。

◎ DOS（Department of Survey：土地改革省、測量局、総合測量課）

当部局が実施している主要なプロジェクトの概要を以下に示す。

・ジクコーラ川の研究（1988～1991年）

ジクコーラ川は、スンコシ川の右支川インドラワティ川の右支川で、流域面積141㎢の典型的なネパールの丘陵地（テラス状台地）である。この流域は、1977～1978年にJICA専門家として森林省へ派遣された橋本明氏が調査を行ったフィールドでもある。

（研究協力機関）　カナダ国際開発研究センター(IDRC)

（資金援助機関）　開発援助プログラム(DAP)

（調査内容）　①侵食・堆積・土壌肥沃度の変化のプロセスをモデル化する。これらのプロセスと土地利用及び他の流域の経済成長との関連について、調査を行う。

②上記内容について調査するため、7カ所の液体比重観測所と流砂量サンプラーを設置する（その他、雨量計、水位計等の設置、観測を行った）。

③調査成果の一部として、空中写真（1972年と1990年）と、現地調査から土地利用図、活動的な侵食プロセス図、地形図（それぞれ2万分の1）を作成した。

・リクコーラ川の研究（1991～1993年）

トリスリ川左支川のリクコーラ川において、新規プロジェクトとして、イギリスの水文研究所の協力により、ジクコーラ川と同様の調査が行われる。

これは、リクコーラ川の支川6渓流の流域について、土地利用形態と侵食、地すべり等の関連を調査し、適性な土地利用政策に役立てようというものである。

◎ MOH（MINISTRY OF HOME：内務省、特別災害課）

1983年に制定された自然災害法のもとに、内務大臣を委員長とする中央災害救済委員会が設置され、Disaster Rescue（救助）、Relief（救済）、Rehabilitation（復旧）、Preparedness（準備）、Prevention（防止）、Mitigation（緩和）について施策決定を行っている。

委員は、大蔵・供給・公共事業運輸・通信・外務・厚生・住宅都市計画・水資源省の各次官並びに軍隊、警察及びNGO（赤十字、スカウト等）の代表者がなっている。

75の各郡には、郡災害救済委員会があり、災害後の早急な救助、救済にあたることをその責務としている。当委員会の委員は、郡レベルの厚生、病院、上水道、供給、警察、軍隊及びNGO等の代表者がなっている。

自然災害をうけて、内務省内にSDU(Special Disaster Unit：特別災害課）が設置された。

中央及び郡災害救済委員会とSDUの役割は、以下のとおりである。

①政策の決定と実行

②救助・救済及び復旧のガイドラインの準備

③救助・救済及び復旧のための予算の確保

④救助・救済及び復旧の実施のための施策の実施

⑤被災家族の収入を上げるための施策の実施

⑥郡災害救済委員会への食糧・医薬品・衣料品等の必需品の供給

⑦国家・地域・郡レベルでの災害に関する啓蒙活動

⑧NGOを含むボランティアへのトレーニングの実施

⑨国家及び郡における食糧・医薬品・衣料品等の備蓄

⑩その他 …… 中央と郡を結ぶ通信網（FAX、電話、無線）の整備
各郡の病院へ救急病棟の設置、救助犬の訓練等

またSUDでは、郡災害救済委員会から報告された災害記録をコンピュータにデータベース化しており、毎年の災害要因別（地震、洪水、地すべり、火事、病気、雪崩、雷等）の死者、家屋被害数、土地消失、家畜被害等を記録している。

2－2－2 国際機関

(1) 関係国際機関

治水砂防センターに関係する国際機関は、次のとおりである。

・ICIMOD（国際山岳総合開発センター）

・FAO

・世界銀行

・ADB

・UNDP

・ILO

(2) 各機関の概要

◎ ICIMOD（国際山岳総合開発センター）

(International Centre for Integrated Mountain Development)

（対象国）

ネパール、インド、中国、パキスタン、ブータン、バングラディシュ、アフガニスタン、ミャンマーの8カ国

：ヒンズークシヒマラヤ地域（東西3,500kmにまたがる。）

（活動の主目的）

生態系・環境に配慮した山岳地域の総合開発について調査研究する国際機関であり、以下の活動を柱としている。

① 各国の山岳地域の総合開発に関しての政策・計画及びプロジェクトについて、知識をお互いに交換する。

② 実戦的なトレーニングやセミナーの開催を行う。

③ 山岳地域の開発や生態系に関する特定の問題について、応用的な研究を行い、互いに協力する。

④ 山岳地域の開発と環境保全についてのコンサルティング・サービスを行う。

（予算）

1990年の総支出は、約130万ドル。

（沿革）

1983年12月にカトマンズにおいて、ネパール首相をはじめユネスコ、ドイツ、スイス、対象国の代表等を集めて設立された。

実際の活動は、1984年9月から行われている。

資金供与国は、対象国（ミャンマー、アフガニスタンを除く）の他、ドイツ、スイスそしてユネスコ等である。また、プロジェクトごとに、国際機関、他国より資金援助を得ている。

（組織）

32人の事務職員を含む正社員（プロフェッショナル）がおり、さらに各プロジェクトごとに短期の研究員を雇用している。

（活動状況）

以下の８つのプログラム(Division)を現在行っている。

① 山岳農業システム

② 人口及び雇用問題

③ インフラストラクチャー及びテクノロジー

④ 環境管理計画

⑤ 文書及び情報交換

⑥ 天然資源の評価及びモニタリング

⑦ 地方開発計画及び実施

⑧ 研修プログラム

上記の８つのプログラムの中で、治水砂防センターに関連する部分を詳述すると以下のとおりである。

ｉ）インフラストラクチャー及びテクノロジー

当プログラムは、交通、通信、エネルギー、下水、かんがい、機械等について取り扱っている。

1990年の活動内容は、Mountain Risk Engineerig Programme（山岳道路防災技術プログラム）の実施、ミニ水力発電所に関するレポートの作成及びネパール農業開発銀行、水資源委員会事務局及びICIMODの合同で1991年に開催予定の「遠隔地域のエネルギーとその関連技術」に関するワークショップの準備であった。

MREプログラムでは、ネパールの山岳道路建設の経験に基づき、これまで土木地質学的な解析や地すべり、斜面崩壊・土石流等の危険性を考慮することなく、路線設計を行ってきた道路建設を、経済性と環境保全に配慮したものに改善するため、各国の道路行政担当者、大学、コンサルタント、地質学者を集めて、国際会議(1990年２月)を行ったり、担当技術者の研修（1991年６月３日～７月26日)、マニュアルの作成等を行っている。研修マニュアルは、危険地域のアセスメント、斜面の安定解析、バイオ技術による斜面の安定化及び交通経済学について書かれている（1991年７月に発行予定)。

ミニ水力発電については，イギリスのIntermediate Technology Development Groupによって行われた。ネパールにおけるミニ水力発電の問題、選択、制限についての最新技術を取りまとめている。

「遠隔地域のエネルギーとその関連技術」では、ネパールにおける小水力発電の問題と展望やバイオガスエネルギーの評価、改良ストーブによる省エ

ネルギー（薪消費量の低減）、太陽及び風エネルギーなどについて討議を行うワークショップを開催する予定である。参加者は、政策担当者、研究者、実施担当者等である。

ii）環境管理計画

当プログラムでは、環境影響評価、天然資源の安定的活用、総合的な流域管理、植生の多様性の保全等について取り扱っている。

1990年の活動内容は、「山岳地域の水文」についてのワークショップの開催と傾斜地農業技術による荒廃した山岳地域の生態系の復活についてのシンポジウム（1989年）とその研究、そして地すべり危険箇所の一覧表と位置図作成であった。

「山岳地域の水文」では、水文気象局（ネパール政府）の協力を得て、ワークショップを開催（1990年10月、カトマンズ）し、各国の水文観測の問題点について認識しあい、ヒンズークシヒマラヤ地域の水文観測ネットワークの確立とその拡大を目指すことを提言した。

また、中期的なプログラムの中で山岳流域の水文を総合的に研究するために、過去の水文データを収集し、人間活動の影響、土地利用の変化、森林消失及び復元による影響を調べ、また、高山における空気と水の質（酸性雨を含む）を観測し、マスムーブメント、浸食、堆積など掃流砂の観測を行い、雪や氷河の観測を行い、洪水予測と融雪について解析を行うことを予定している。

傾斜地農業技術は、フィリピンにおいて環境を保全しながら農業の生産性を上げている事例を研究し、ヒンズークシヒマラヤ地域の荒廃した山地の傾斜地利用システム（テラス状耕地の改善を含む）を確立させることを目指している。

地すべり危険箇所の一覧表と位置図の作成（コンピュータによるデータベースや担当者のトレーニング等を含む）を、国際防災の10年の一環としてブータン、中国、インド、ネパール、そしてパキスタンを対象に行い、２年間の調査期間で72万５千ドルを費やす予定である。

現在、プロポーザルを作成して、資金協力国・機関を募集しているところである。

iii）天然資源の評価とモニタリング

当プログラムでは、天然資源のデータベースとマッピング、ハザードマップの作成、プロジェクトの影響評価、リモートセンシング、GIS（地形情報

システム)、GISを用いたトレーニングの実施及び天然資源のデータ管理の交換等を行っている。

1990年の活動内容は、MENRIS (Mountain Environment & Natural Resources Information System)の確立であり、これはコンピュータ・グラフィックスを用いて地形、土地利用、天然資源の賦存状況など（衛星写真、空中写真、地上調査のデータを収集する）をデータベース化するもので、将来は、このシステムを参加国間でネットワーク化しようとするものである。

◎ FAO

(Regional Watershed Programme, Support to Watershed Management in Asia)

アジアにおける流域管理をサポートするための地域流域プログラム

（対象国）

アフガニスタン、バングラディシュ、ブータン、中国、インド、ミャンマー、ネパール、パキスタン、スリランカ及びタイ（事務所はネパール）

（資金供与国）

UNDP及びオランダ

（実施期間）

1989～1992年

（目的）

長期目的：国の流域管理プログラムの計画・実施・評価能力を高め、流域の荒廃問題を認識し、対処する能力を高めることにより、森林、土壌、水資源の安定的利用を計る。洪水、かんばつ、堆砂、河道の不安定を緩和することにより、高地の住民の基本的生活を向上させ、下流域の集落やインフラストラクチャーを保護する。

短期目的：①流域管理事業に従事する人材を開発する。

②対象国内の流域管理事業の技術・情報を互いに交換し、協力する。

③実際に行われているプロジェクトの計画、実施、モニタリングの能力を高めて、流域管理事業を推進させる。

④流域管理における環境・経済・社会の安定的な発展を保障するために、地域住民の参加を促す。

（実施内容）

①流域管理事業に従事する人材の開発を行うために、トレーニング・セミナーの開催や、マニュアルの作成を行う。

②流域管理における技術と情報を互いに交換するため、プロジェクトの評価とモニタリングのためのガイドラインの作成、ニュースレターの発行等を行う。

③流域管理事業を推進するための資金供与国・機関との調整を行う。

④住民参加の流域管理事業を行うため、本・カタログ・ガイドライン等の発行・配布や、NGOの活動事例の紹介、NGOに対するセミナーの開催等を行う。

ガイドラインの作成、ニュースレターの発行等を行う。

2－2－3　二国間援助

(1)　ネパールに対する援助国

ネパールに対して援助を行っている主な国は、以下のとおりである。

スイス、イギリス、フィンランド、デンマーク、ノルウェー、オランダ、オーストラリア、アメリカ

(2)　各国の援助の概要

i）スイス

・ラモサング～ジリ道路の建設及び道路法面保護工事の実施

・ジリにおける農村総合開発事業（高卒程度の土木技術者及び農業技術者の訓練のためのテクニカルスクールの設置・運営を含む）。

ii）イギリス

ダラン～ダンクタ道路の建設（1978～1982年）及び道路法面保護工事の実施（植生工による法面保護工について書かれたVegetation Structures for Stabilising Highway Slopesの発行）。

iii）フィンランド

クリカニ貯水池及びフューワタル（湖）の流域管理プロジェクトに対する資金援助をFAOから1987年に引き継いだ。フェーズは、1991年に終了の予定で、計98百万ルピーを投資する（土壌保全流域管理局）。Forest Survey & Statiscs Divisionにおいて、衛星写真及び空中写真を用いた森林状態図を作成するためのプロジェクトを開始した(1990～1993年)。

iv）デンマーク

Water Management Project（コンピュータを用いた洪水解析：かんがい局予定）

v）ノルウェー

シバプリ流域管理プロジェクトの実施（土壌保全流域管理局)。当プロジェクトは当初、ネパール政府独自で行われていた（1975年～）が、1985年からノルウェーの資金協力が開始された。フェーズ1が1990年に終了し、現在フェーズ2（1991年～）が行われている。

vi）オランダ

River Bank Protection & Irrigation Rehabilitation Projectを、ILOの技術協力をもとに実施する予定（かんがい局）である。

vii）オーストラリア

1962年から植林プロジェクト（森林省、森林局）を手がけており、適性樹種等についてのノウハウを有している。1983年には、ネパールの主な樹種についてまとめた図鑑(Plant Propagation for Reforestation in Nepal)を発行した。

viii）アメリカ

ダウラギリ・ミャグディ・ムスタン郡の流域管理プロジェクト（資金保全利用プロジェクト）の実施（1980年から1985年に実施。現在は、土壌保全局によって引き継がれている)。

2－3　現地調査概要

2－3－1　カトマンズ～モナリ～ヘタウダ～ビルガンジ～アムレクガニバケコーラ川～アムレクガニ～ヘタウダ～ナラヤンガート～ムグリン～カトマンズ（トリブバンハイウェイ沿線の河川状況）

○　調査員　：大井、阿部、岡本

○　日　時　：1991年7月2日（14時間）

○　現地状況：（写真－15～29）

トリブバンハイウェイはインドの資金供与によって施工された道路で、カトマンズからダマン峠（約2,600m）を越え、ヘタウダ、ビルガンジを通り、インドを結ぶ道路（ネパール～インドを結ぶ3大道路）である。

この沿線は、ネパールとしては比較的森林破壊が少ないことから、クリカニダム下流流域及びKarra khola等、水のきれいな河川が多い。

しかしながら、ヘタウダを通りシワリク山脈に差しかかると、急激に土砂が多くなり、かつ粒径が小さくなる。これは、シワリク山脈一帯が第4紀の未固結な砂礫層からなり、いたる所でガリ侵食路を形成して土砂を流出増加させ、河床は上昇し、シワリク一帯の道路と河床がほとんど比高がなく、洪水の度に道路への氾濫が免れない状況となっている。

（写真－15～17）

ラプティ川（ヘタウダの北側）の1984年、1986年の洪水による左岸側の側方侵食により、トリブバンハイウェイが決壊したものを粗石積コンクリート擁壁によって復旧しているところ(道路局の施工)。

（写真－18～21）

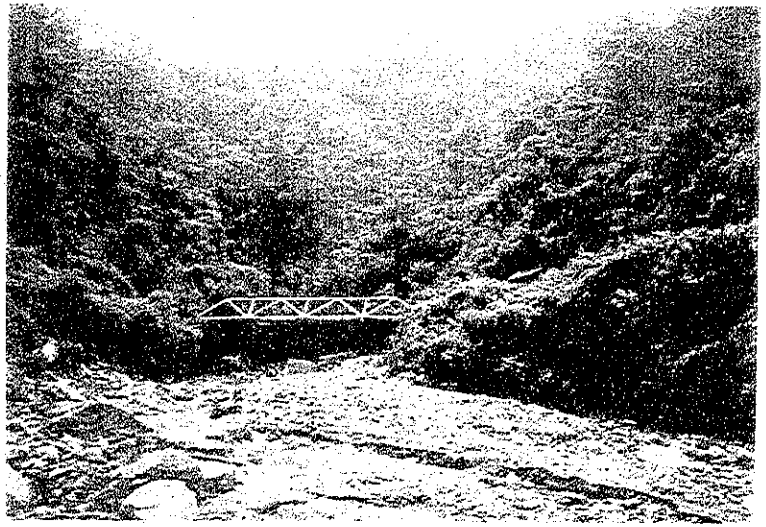
アムレクガニ～ヘタウダ間のシワリク丘陵内の河川の状況。シワリク丘陵は、新第3紀～第4紀の半固結性の頁岩、砂岩、れき岩等により構成されており、極めて脆弱で土砂の生産・流出が著しい。表流水はなく砂礫の河川である。写真－19は、橋脚の洗掘を防止するため下流側にフトン籠、粗石コンクリートによる帯工が施工されている様子（道路局によるものと思われる)。写真－21は、アムレクガニ～ヘタウダ間の道路法面でシワリク層が露頭している。

（写真－22～23）

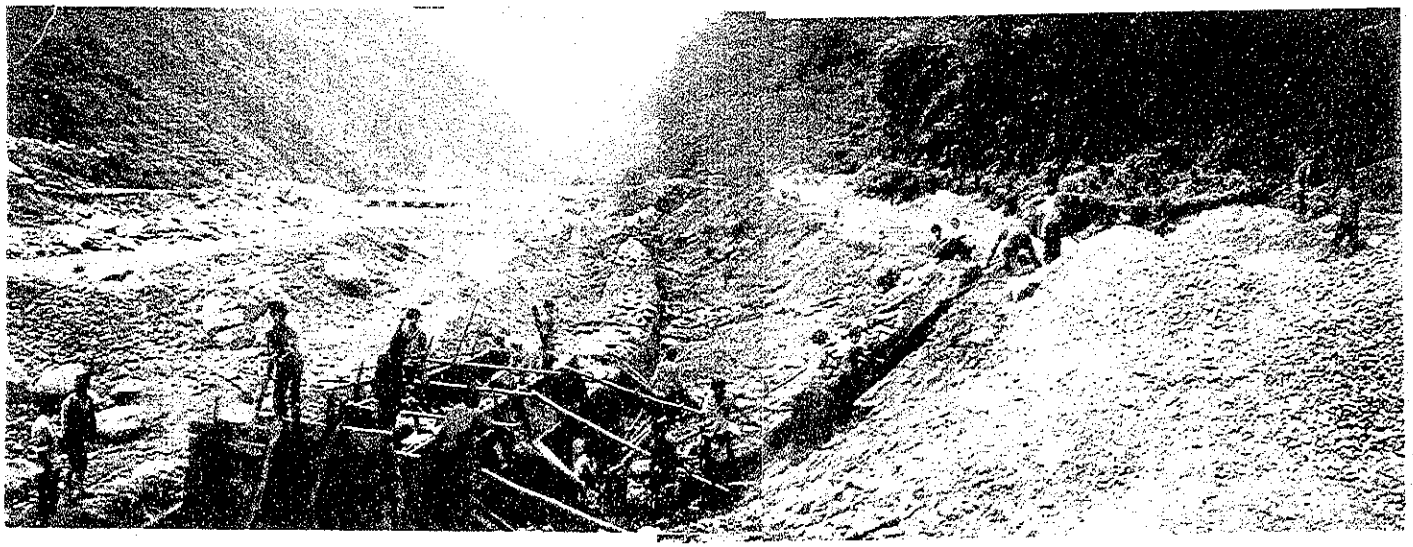
アムレクガニ～バケコーラ川間の東西ハイウェイからのテライ平原の河川状況。モンスーン中であるが、雨量が少ないため水量は少ない。河床材料は、シルト、砂が大半を占める。対策工事は、全く行われていない（橋脚の根固めのみ)。

（写真－24）

ムグリン～カトマンズ間のプリスビハイウェイはイギリス及び中国の援助により道路拡幅及び法面崩壊の復旧等が行われている。道路下は、トリスリ川が流れ、横侵食による道路の崩落は後を絶たない。

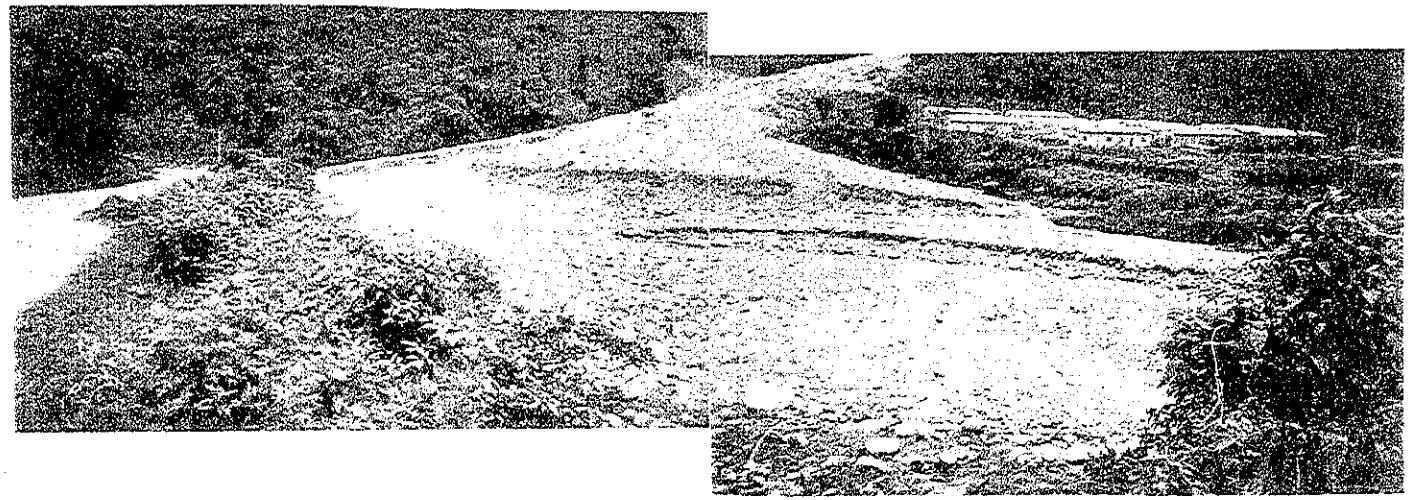


写真－15
土石流によって流出した
トリブバンハイウェーの橋梁
（クリカニダム下流流域）



写真－16
クリカニダム下流流域は流出土砂が多く、かつ流水は乱流偏流して河岸の侵食が激しく、道路が寸断されている。工事を行っているが、道路局の道路の災害復旧工事として行われている。
（トリブバンハイウェークリカニダム下流流域のヘタウダ付近の道路復旧工事）

写真－17
山の中腹にセメント工場があり、この工場で砕石を使用するために山が切り開かれたと言うことであるが、残土は無尽蔵に捨てられ随所の谷が崩落し始め、下流への流出土砂を多くしている。（ヘタウダ付近）



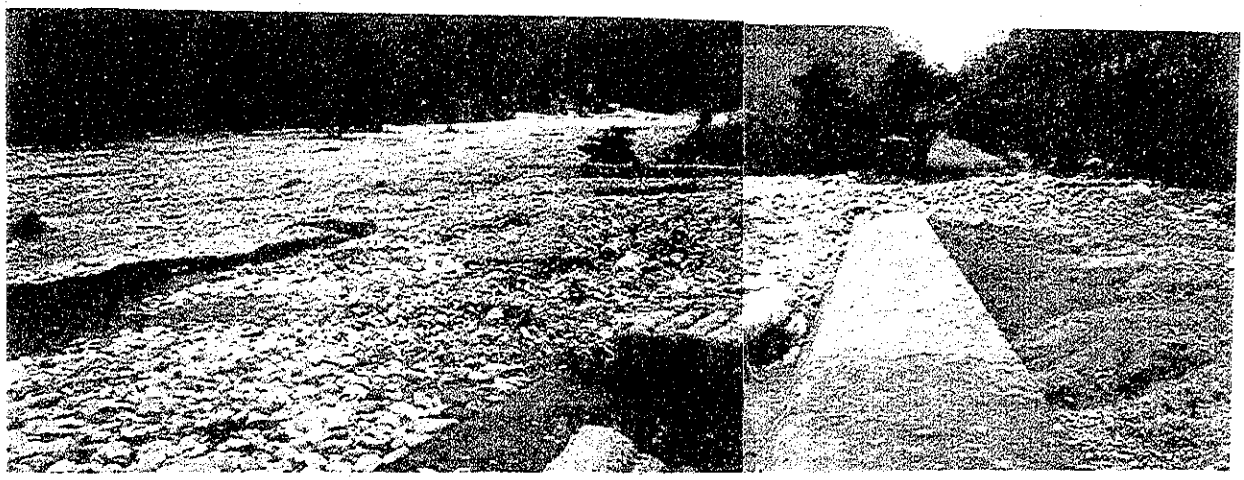
写真－18　同上　上流より土石流となって流下した土砂は、本川合流点付近に堆積し、本川を埋め尽くす勢いであり、堆積面が道路より高い部分もあり、洪水があった場合、道路災害が懸念される。

写真－19
トリブバンハイウェー沿線のシワリク山脈一帯は第4紀層の未固結の砂礫層に被られ、流水により侵食を受けやすく、随所でガリ侵食路を形成して河床を上昇させている。

写真－20　同上

写真－21　同上

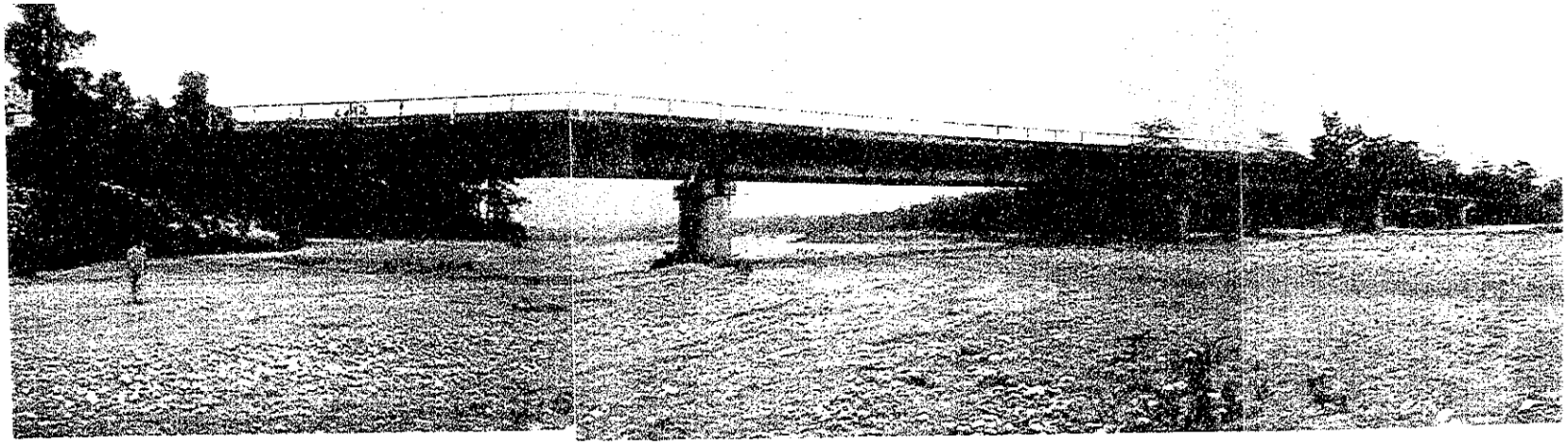
写真－22　シワリク山脈一帯で生産された土砂は、上流域にも拘らず、そのほとんどがｄ＝10cm以下の粒径で、河床の変動も大きく、橋の上流部ではほぼ道路面まで上昇しているが、下流では帯工を設けその前庭部蛇籠で保護している。



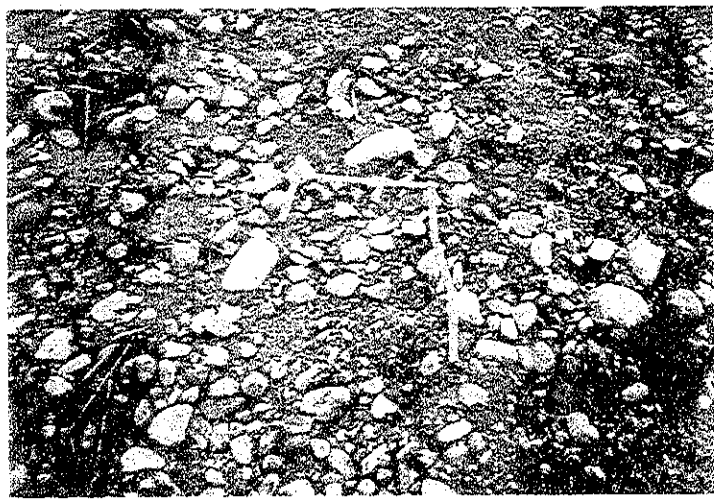
写真－23　同上　　橋下流部（合流点部）状況

写真－24　トリブバンハイウェーに沿って流下する河川は自然河川のままで、シワリク山脈で生産された土砂により年々河床が上昇し、橋や田畑の流出の原因ともなっている。写真に見られるように、土砂の一部が水田に氾濫しており、洪水があれば完全に冠水する状態となっている。

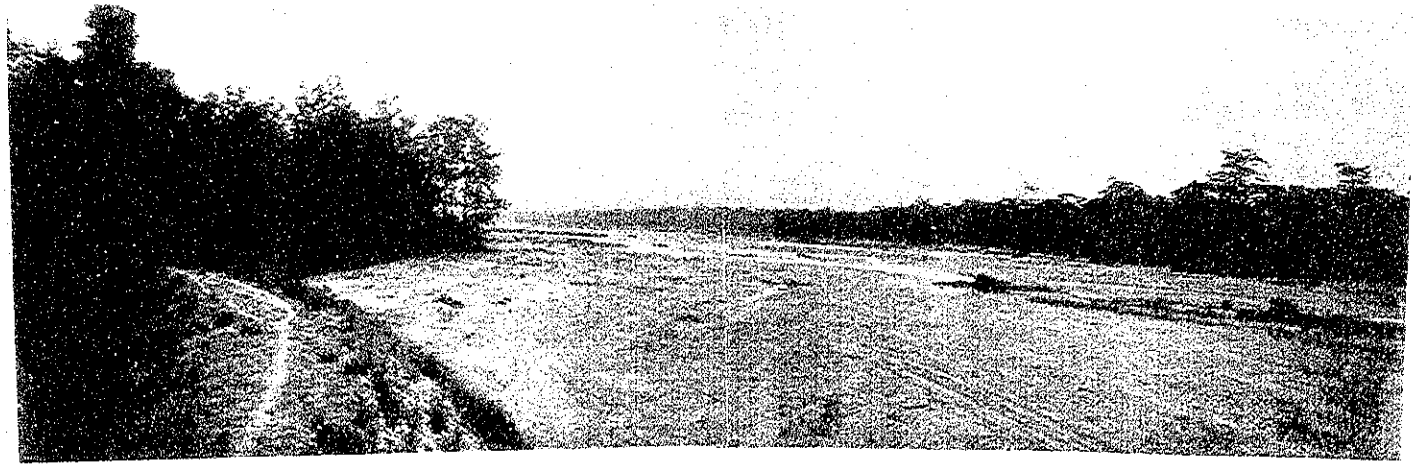
写真－25　同上　　橋上流部の河道状況（河床粒径は10cm以下のものが目立ち、平均粒径は10cm以下と見られる）



写真－26　Baka kholaに架かる橋はソビエトの資金供与によって1970年に架けられたもので、長さが185mある。
橋脚の痕跡や段立の状況及び植生の状態から判断すると、水深が２m程度の出水はあるものと考えられる。



写真－27　同上
河道内の粒径を見ると、比較的大きい粒径部分でも５～20cmで、平均粒径では１cm以下ではないかと考えられる。



写真－28　PASAHA橋より上流部を望む(Baka khola)。
河道は自然河道のままで、河床上昇による河岸の侵食も見受けられる。

写真－29　同上　下流部を望む。

2－3－2　カトマンズ～カカニ～トリスリ

○　調査員　：大井、阿部、岡本　：カカニまでは渡部、江崎

○　日　時　：1991年6月29日、8月20日

（カカニまで約1時間、トリスリまでさらに3時間）

○　現地状況：（写真－30～65）

カカニは、東はエヴェレストから西はアンナプルナまで見渡せる所として、観光客も多く、従って交通量も多い主要幹線道路である。

この沿道に面した場所は、地質的に脆いため随所で地すべり崩壊が発生し、交通の妨げになっている。しかしながら、地すべりを防止するための対策は全く取られておらず、崩れ落ちた土砂は谷に押し出す形で捨てられているのが現状である。

このため、谷筋での不安定土砂を増すだけでなく、森林破壊につながるとともに土石流災害の危険性もあり、道路防災上も地すべり対策工を施すことが肝要であると考えられる。

しかし、現状においては、災害発生源の対策には手がつかず、道路部分の災害については、道路局が中心となって、フトン籠、練石積等の工法によって一部の復旧が行われている程度である。

（写真－30～33）

カトマンズ～カカニ間の道路は法面崩壊（地すべりタイプ及び表層崩壊タイプ）が無数にあるが、対策工は全く行われておらず、崩れてきた土砂を谷間に投棄するのみである。

（写真－42～45）

同上（2年前より崩壊が上部へと拡大し、畑を消失した他、高圧線の鉄塔及び谷側の道路が危機に瀕している）。

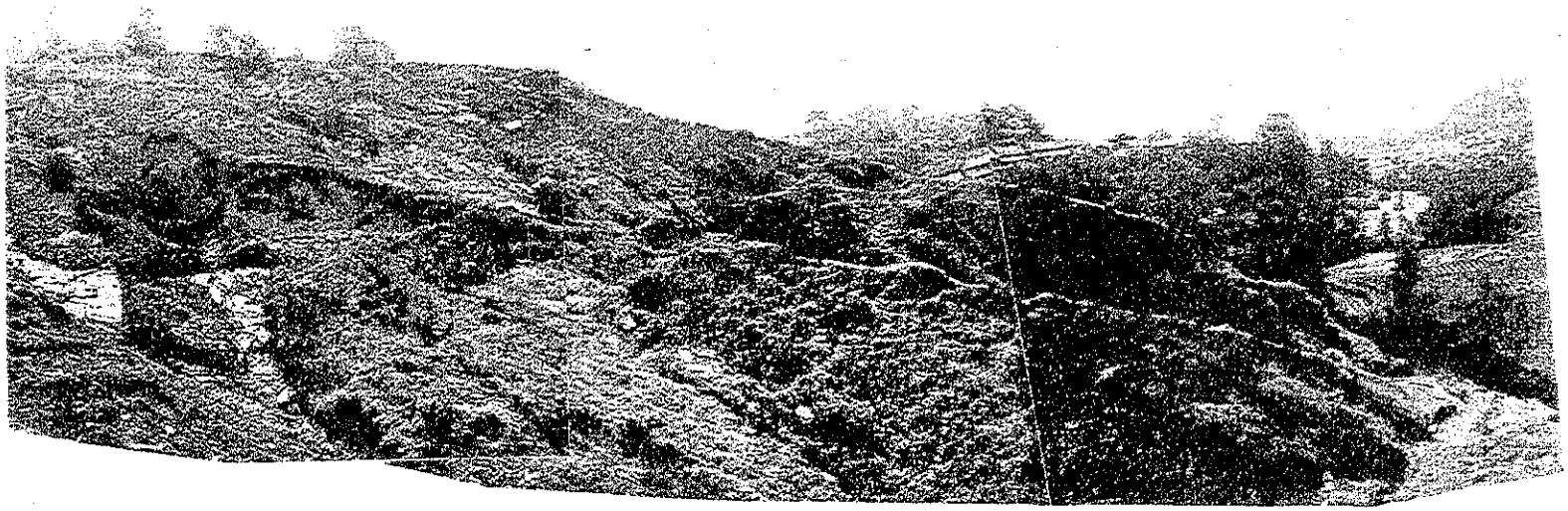
（写真－59）

カカニ～トリスリ間のアモレコーラ川とタディコーラ川の状況。

（写真－61～65）

トリスリ川とトリスリ発電所（河川護岸工事）の状況。

写真－30
カトマンズより20分ほどの
Gold Hunga付近の地すべり状況
カトマンズ～カカニを結ぶハイウェーより望む。



写真－31　地すべり規模は、高さ約100m、幅数100mに及ぶ大規模な地すべりである。