

No. 1

国際協力事業団
インド国
陸上交通省

インド国
ニザムディン橋建設計画

基本設計調査報告書

平成7年1月

JICA LIBRARY



日本工営株式会社

株式会社片平エンジニアリング・インターナショナル

無調

95-011

国際協力事業団
インド国
ニザムディン橋建設計画
基本設計調査報告書
平成7年1月

日本工営株式会社

7
15
8
RARY

国際協力事業団

インド国

陸上交通省

インド国

ニザムディン橋建設計画

基本設計調査報告書

平成7年1月

日本工営株式会社

株式会社片平エンジニアリングインターナショナル



1128179 [7]

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、同国のニザムディン橋建設計画にかかる基本設計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いたしました。

当事業団は、平成6年7月19日から9月1日まで国際協力事業団無償資金協力調査部調査審査課課長代理の岡本茂を団長とし、日本工営株式会社と片平エンジニアリング・インターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インド政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成6年11月9日から11月19日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年1月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公 郎 殿

今般、インド国におけるニザムディン橋建設計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、日本工営株式会社と株式会社片平エンジニアリング・インターナショナルが、平成6年7月13日より平成7年2月14日までの7.0ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、インドの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜わり、御礼を申し上げます。また、インドにおける現地調査期間中は、陸上交通省、JICA インド事務所、在インド日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜わったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

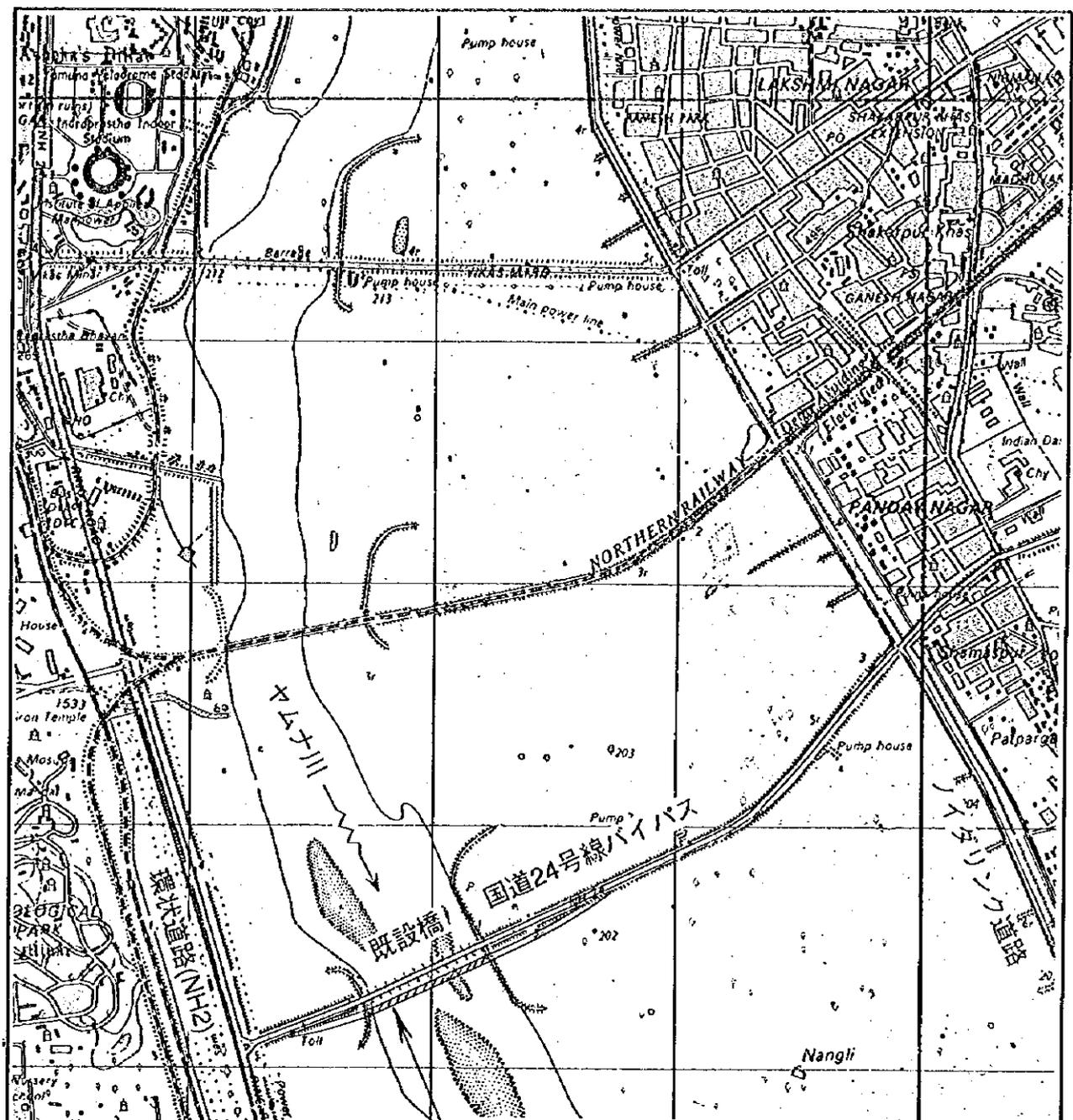
平成7年1月

日本工営株式会社

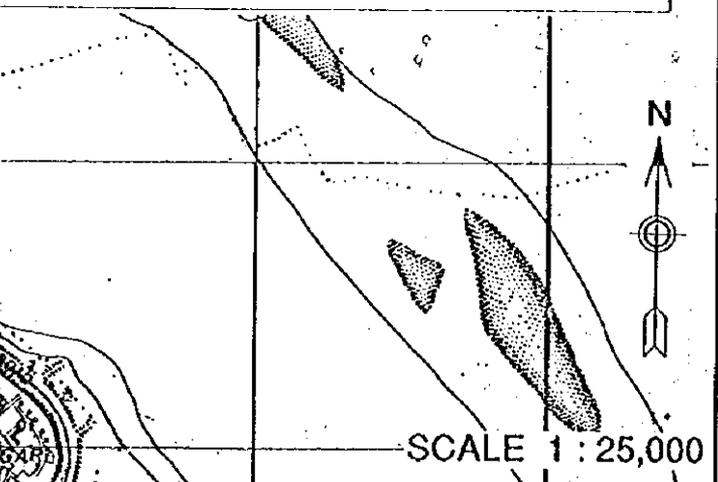
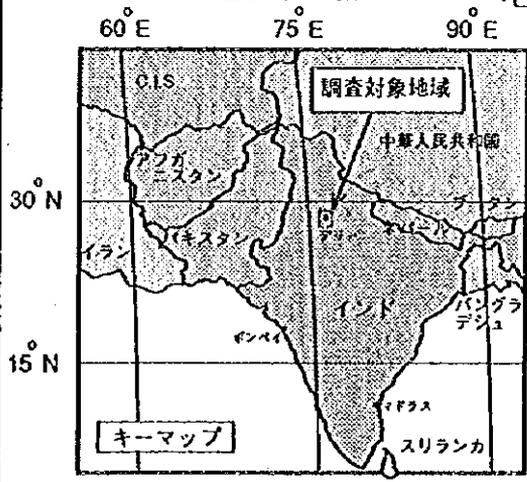
インド国

ニザムディン橋建設計画基本設計調査団

業務主任 榎 本 功 治

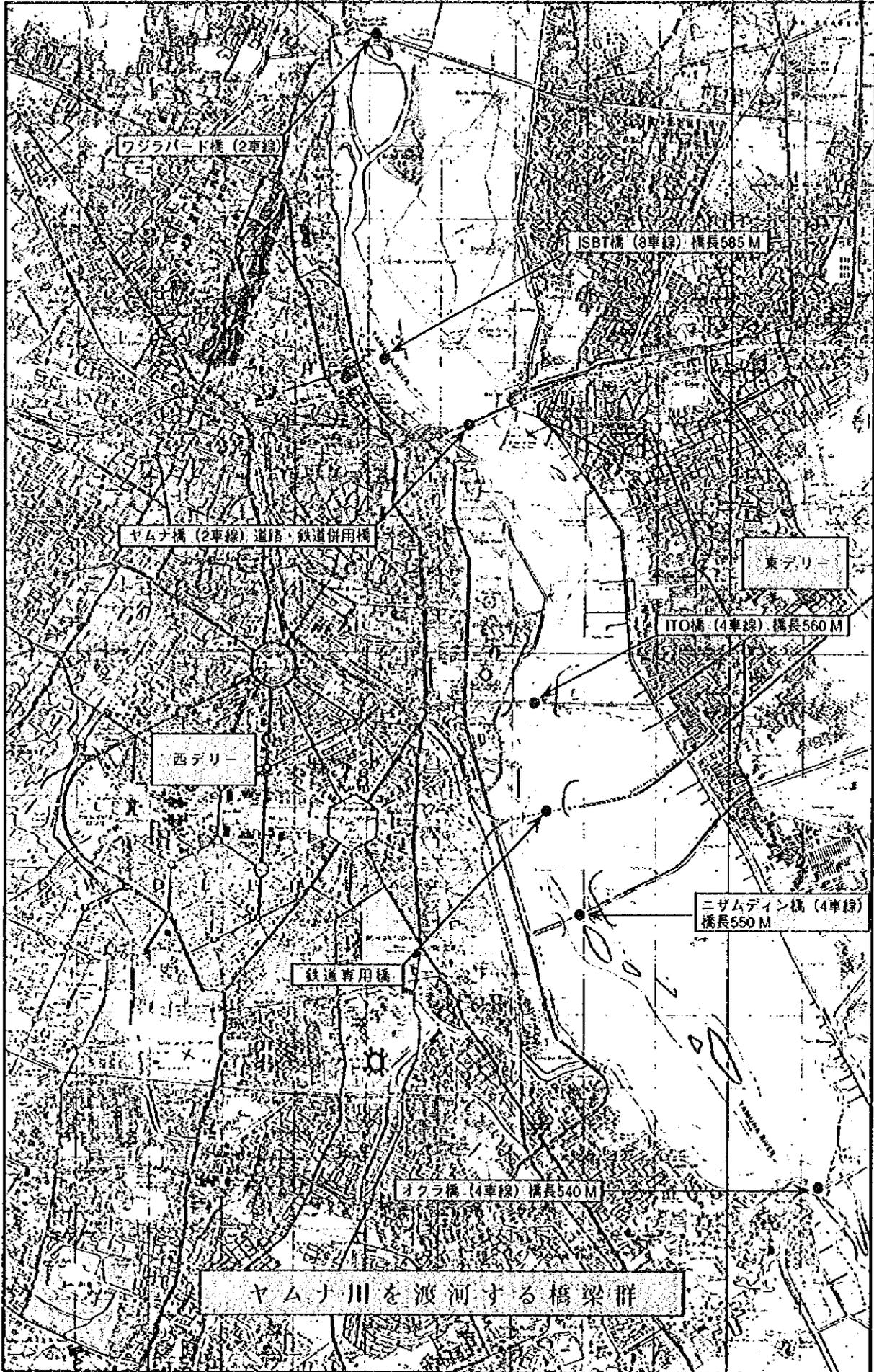


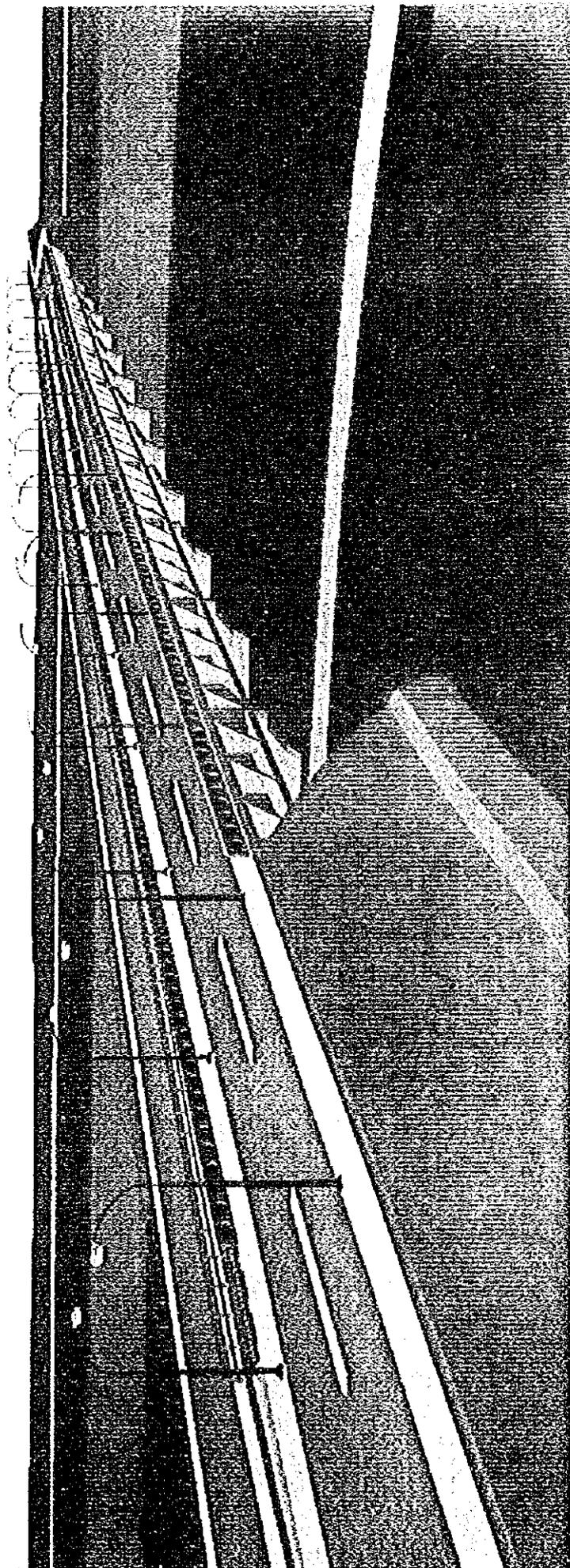
新ニザムディン橋と取付道路



プロジェクト位置図

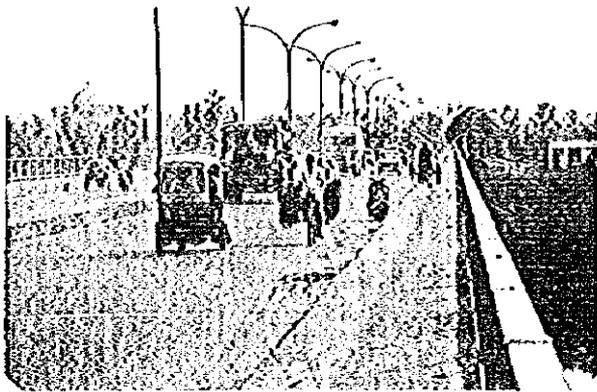
インド国ニザムディン橋建設計画基本設計調査



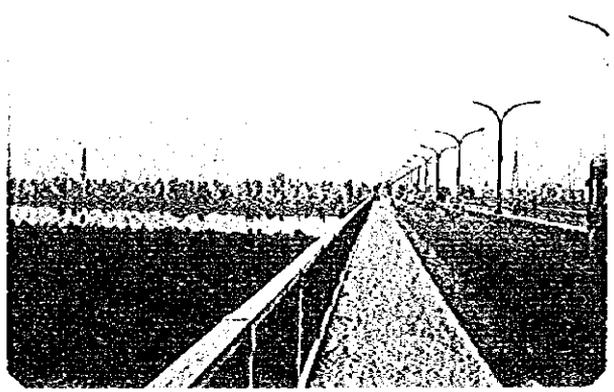


三ザムデザイン橋完成予想図

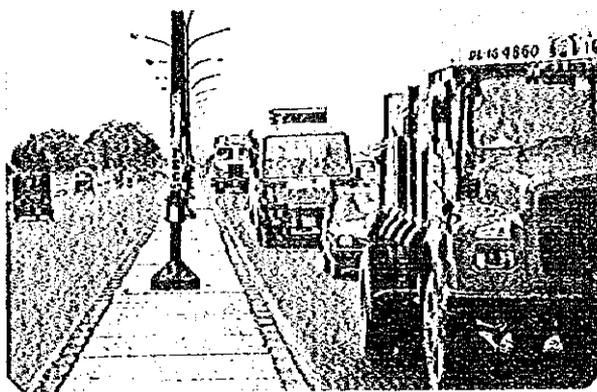
写真集



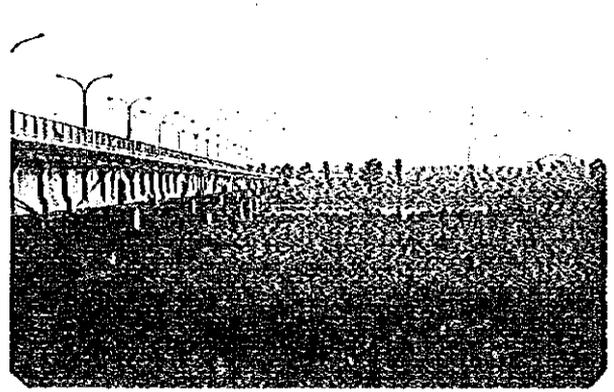
既設橋梁上の交通



既設橋梁の橋面と歩道



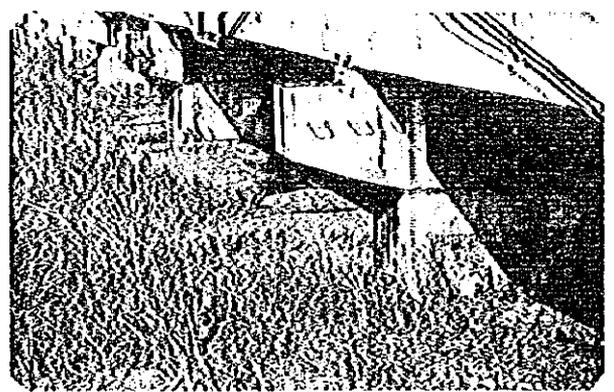
既設橋梁上を走行中のトラック



既設橋梁の側面（下流側から）

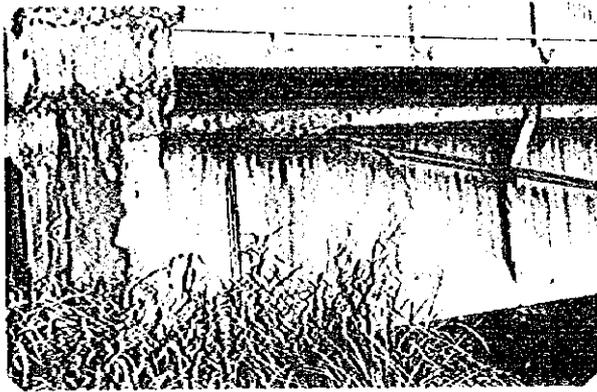


既設交差点付近の自転車混合の交通状況

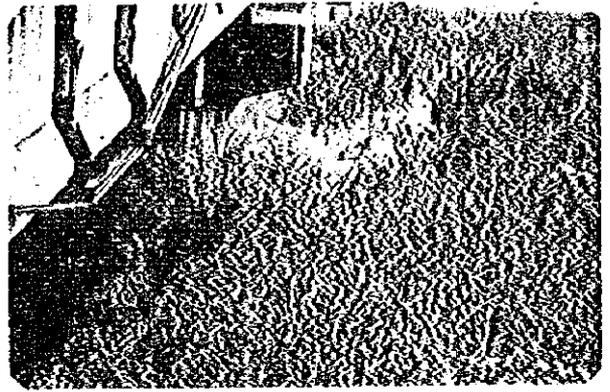


既設橋梁の橋脚

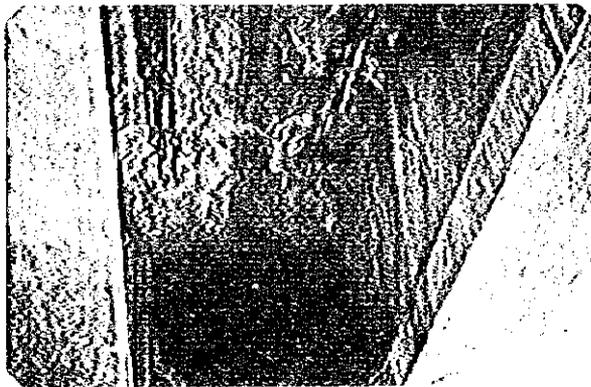
BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF THE NIZAMUDDIN BRIDGE



既設主桁補強のアウト・ケーブルの碇着部



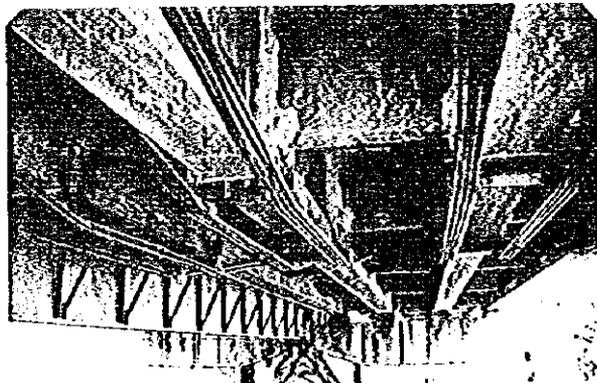
プレストレス力伝達装置



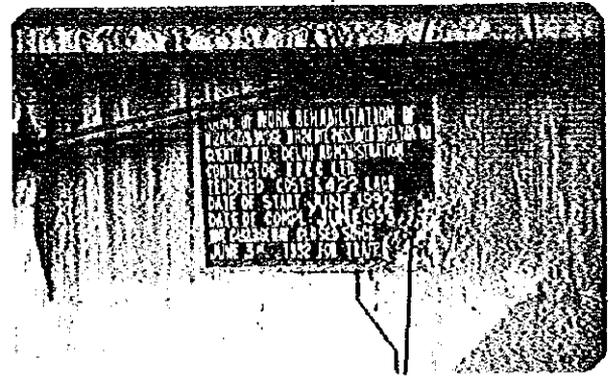
アウト・ケーブルの床版への碇着



アウト・ケーブルの床版への碇着

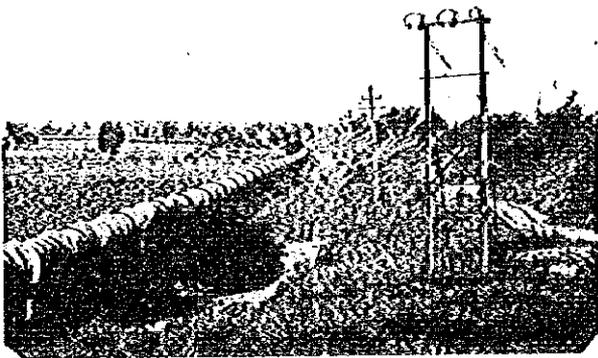


主桁下部におけるアウト・ケーブルの配置状況

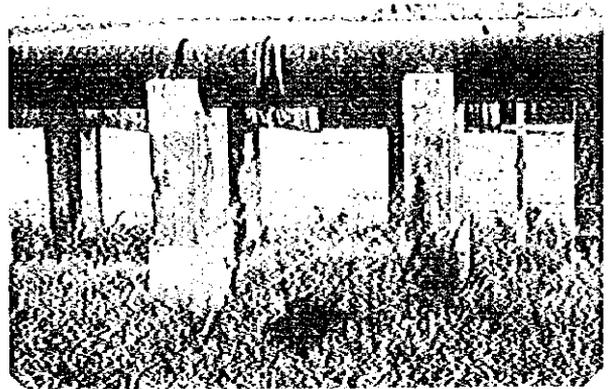


補修工事の工事プレート

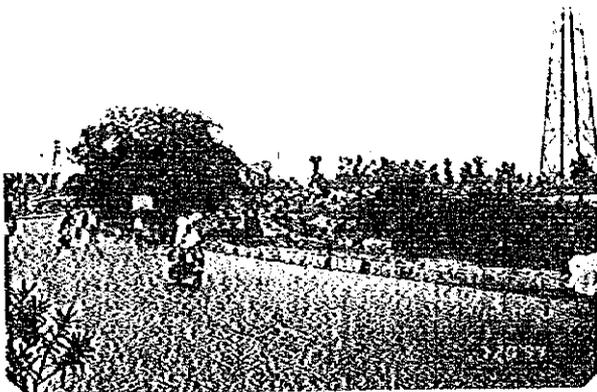
BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF THE NIZAMUDDIN BRIDGE



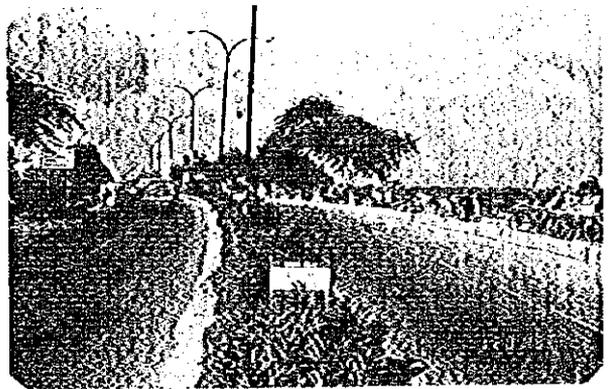
既設取付道路沿いの水道管（上流側）



振動に弱い水道管の継手



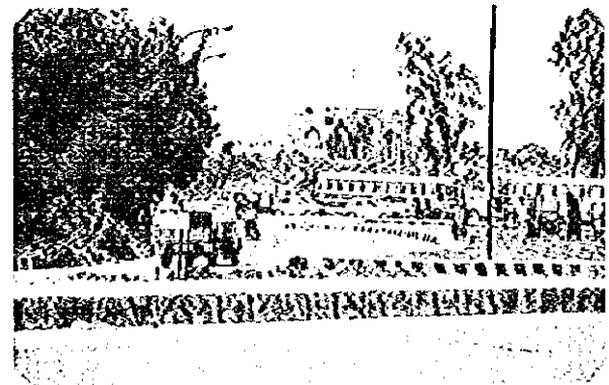
国道2号線側の交差点付近の耕作農民の住居（上流側）



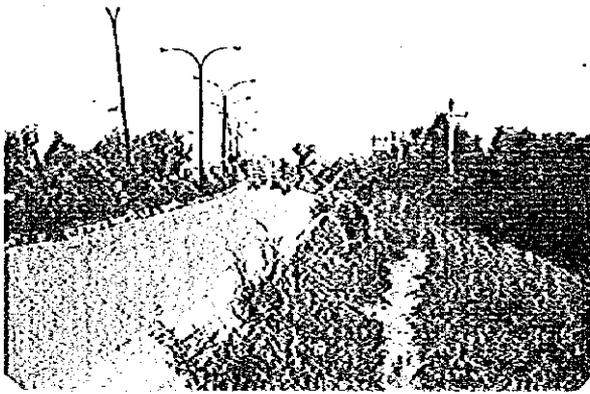
国道2号線側の交差点付近の不法占拠住居（下流側）



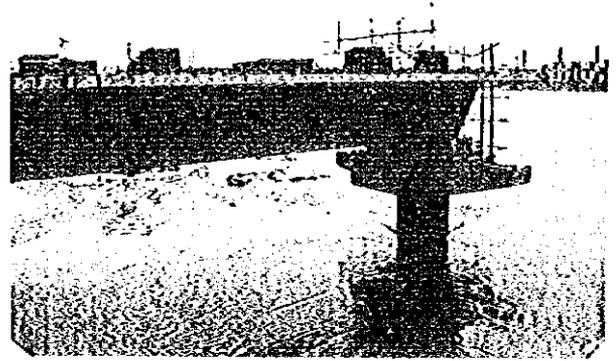
国道2号線沿いの高圧送電線



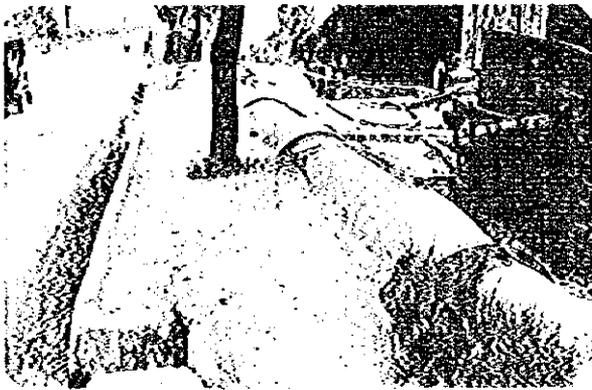
ニザムディン地区の墓地



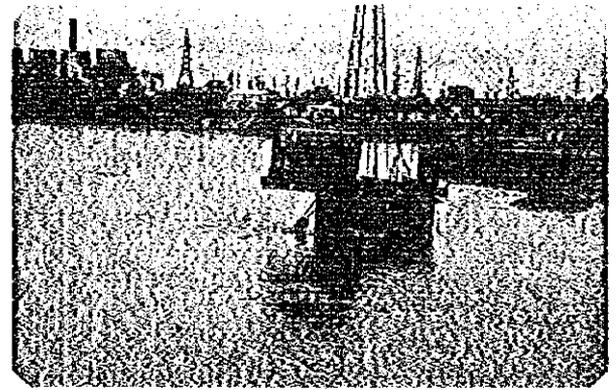
新設取付道路のために移設が必要な電線と電柱



新 ITO 橋の PC・箱桁



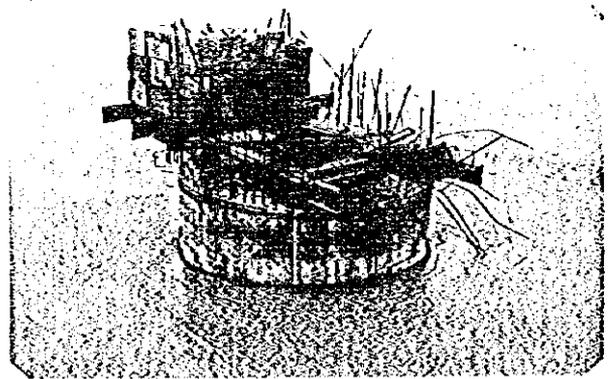
新設取付道路によって移設が必要となった水道管



コンクリート・ブロックによる傾斜修正中
の新 ITO 橋のオープン・ケーソン基礎



交通量調査中のスタッフ



他の一個所の新 ITO 橋の傾斜
修正中のオープン・ケーソン基礎

BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF THE NIZAMUDDIN BRIDGE

要 約

インド国は1951年からの経済開発5ヶ年計画を実施し着実に発展している。1992年から1997年の第8次5ヶ年計画の優先目標として持続的経済成長を支えるインフラストラクチャーの強化を掲げており、交通セクターはその重要な柱として位置付けされている。また、交通における技術革新、エネルギー、環境との関係が重視されている。第8次5ヶ年計画における道路サブセクターは、貨物輸送の主要な媒体である国道のほとんどが2車線であり、現状の交通量に十分対応できない状況であるため、道路網の拡張、改良による自動車走行費用の節約と、大型車の車体サイズの見直しなどによる、道路の維持管理費の削減を目標としている。

1947年の独立後1992年3月まで、インド国政府によって4,624 kmの道路建設、19,889 kmの道路改良、24,161 kmの拡幅（1車線から2車線）、10,542 kmの道路補修そして3,195ヶ所の橋梁建設（主要橋梁：494橋、中小橋梁2,701橋）が達成された。しかし、依然として道路セクターにおいては舗装構造、交通容量の不足という道路整備水準の低さによる交通渋滞、環境悪化が生じている。また、河川に架かる橋梁の老朽化が著しく、落橋の危険性が高まっている。

デリー首都圏はヤムナ川によって東デリーと西デリーに分けられる。この2つの地域の相互交通は特にこの20年間に著しく増加している。1994年8月2日の交通量調査では、ヤムナ川を渡河する1日当りの総交通量は6橋合計で42万台（PCU換算）である。ヤムナ川を渡河する現ニザムディン橋は市中心部のニザムディン地区と新興産業都市でかつ住宅地である対岸のノイダ地区を結ぶ幹線道路国道24号線バイパス上の4車線の橋梁である。近年のノイダ地区の居住地としての発展に伴い、ヤムナ川を渡河する交通量は著しく増加し、ヤムナ川を渡る6つの橋梁の交通量は設計交通量である2万台/時を大幅に上回る2万7千台/ピーク時1時間となっており、限界にきている。また、ニザムディン橋を渡河する交通量も増加している。しかもデリー市の人口は1991年の9.3百万人から2001年には12.0百万人になると想定されており、ヤムナ川を渡る交通量は今後とも増加すると考えられる。

1968年に建設された既設ニザムディン橋は、橋梁の上部構造に支えられていた水道管が交通量および荷重の増加による振動によって著しく損傷しかつ、歩道部の一部が崩壊したので、インド政府は1992年に修

復工事を実施した。修復後供用はされているものの、既設橋は既に構造的に修復不可能な状態にあり増加する交通量に対して崩壊の危険にさらされており、緊急の架け替えが必要不可欠のものとなっている。

このような状況を改善するために、1994年2月にインド国政府はニザムディン橋の架替えを計画し、我が国に同計画に対する無償資金協力を要請した。要請内容は、既設ニザムディン橋に並列してヤムナ川を渡る橋長550mの4車線橋梁の建設および前後約1kmの取付道路建設である。

1994年2月のインド国政府によるニザムディン橋建設の要請を受けて、日本国政府はこの要請が無償資金協力の対象として妥当であるとみなし、国際協力事業団（JICA）に対して調査の実施を指示した。国際協力事業団（JICA）は、基本設計調査団を平成6年7月19日から平成6年9月1日まで現地に派遣し、調査を実施した。調査団は、インド国政府と本計画に係わる要請内容に関する協議を行うとともに、要請の背景を確認し、橋梁建設の必要性、社会経済開発に及ぼす効果、無償資金協力案件としての妥当性等を検討した。さらに、基本設計に必要な資料収集及び、地形測量、地質調査を内容とするプロジェクト・サイト調査を実施した。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、架け替え計画の妥当性を検証すると共に、橋梁の形式、規模などについて更に検討を加え、橋梁の構造設計、概略工事数量の算出、施工計画および概算事業費の算定を内容とする基本設計および事業評価を実施し、これらの内容を取りまとめた基本設計調査報告書案を作成した。国際協力事業団は、平成6年11月9日から11月19日まで、ドラフト報告書説明調査団をインドに派遣し、同報告書案の基本的内容についてインド国政府の同意を得た。

本計画対象橋梁の概要は以下のようになる。

| | | | | |
|------|---|-------------------------------------|-----|--------------------|
| 橋名 | ニザムディン(Nizamuddin)橋： ニューデリー市、国道24号線バイパス上 | | | |
| 主橋梁 | 橋梁延長 | 550m | 幅員 | 総幅員22.5m 有効幅員21.9m |
| | 上部工 | PC連結I桁（4径間連結1連+3径間連結3連） | | |
| | 下部工 | 橋台2基：ラーメン式（共にRC構造） 橋脚2基：壁式（RC構造） | | |
| | 基礎工 | 現場打ちRC杭（橋台）およびオープンケーソン基礎（橋脚） | | |
| 取付道路 | 左岸側 | 400m | 右岸側 | 350m |

PC：プレストレスト・コンクリート

RC：鉄筋コンクリート

本計画の橋梁型式はプレストレスト・コンクリート連結I桁型式である。この型式はポストテンション方式によって制作された単純プレストレスト・コンクリート桁を最初に架設し、その後にコンクリート床版を連結して打設する工法で、床版が連結されるため伸縮ジョイントの数を少なくすることができる。この工法はまだインドで実施されていないので技術移転となる。そして、通常が多径間の単純桁形式よりも自動車での乗り心地が良く、伸縮継手の維持補修コストを低減することができる。

本計画の実施に必要な事業費は、総額29.16億円、そのうち日本側負担額28.31億円、インド側負担額0.85億円と見込まれる。

当プロジェクトの実施による現ニザムディン橋への架け替えは、以下のような効果が期待できる。

- － 橋梁崩壊による国道24号線バイパスの交通遮断という危険が回避され幹線道路としての機能を維持することができ、ヤナム川を渡河する交通の安全性が確保される。
- － ニザムディン橋はデリー市の中心部に位置することから、ヤナム川の東側居住者の首都圏への通勤(約3万人)、ヤムナ川西側居住者のノイダ工業団地やガジアバード方面への移動(約2万人)に直接貢献する。また、本プロジェクトによる裨益人口は約100万人と想定される。また、ニザムディン橋の下流側のオクラ橋の近くの新設橋梁計画は技術的および予算的な問題から中止されていることから、ヤムナ川を渡る交通流の確保という点からもニザムディン橋の架け替えは十分に意義のあるものとなる。
- － 架け替えによりニザムディン橋が完成すると、車道と歩道を完全に分離することにより住民が安全に通行でき、車両も橋梁通過時における安全かつ自由で円滑な交通が期待できる。その結果、現在の交通渋滞を解消することが可能となる。これにより、1台当たり2分短縮されると想定され、所要時間短縮効果として約33万Rs./日と、燃料低減効果が約6万Rs./日と試算できる。
- － インド国は高い失業率を抱えており、労働者に十分な雇用機会を与えることが課題となっている。本計画は人力で施工する部分が多いコンクリート構造で計画されており、建設業者、作業員等で1800人・月の労働力が必要となる。本プロジェクトの実施はこのような雇用機会の増大に貢献できる。

- 本計画を我が国の施工技術をもって実施することにより技術移転がなされ、今後の同国の橋梁建設技術の向上に資する。

今回のニザムディン橋の建設は、緊急に修復の必要なニザムディン橋を架け替えることにより、プロジェクトの意義として次のような妥当性が検証できる。a) 幹線道路としての機能を維持することができ、ヤマナ川対岸相互の交通の安全性が確保できること、b) 新しい横断面構成による車両(トラック等の重車両および乗用車)と軽車両(オートリキシャ、自動車、リアカー等)の分離により交通の安全性が確保できること、c) 建設後の維持修繕費用が低減されること、により無償資金協力案件として要請された本計画の内容は妥当であると判断される。

本計画は前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が広くアデー市および周辺住民のBHN (Basic Human Needs)の向上に寄与するものであることから、本計画が無償資金協力で実施することの妥当性が確認された。さらに、本計画完了後の橋梁維持管理・運営についても陸上交通省およびアデー市政府公共事業局の体制は人員、資金ともに十分であり問題ないと考えられる。しかし、以下の点について改善・整備されれば、本計画は円滑かつ効果的に実施しうるであろう。

- a) 不法占拠者立ち退きに対する適切な配慮
- b) 関係諸機関相互の連携体制の整備(水門制御、交通制御等)
- c) 取付道路建設時の車両および歩行者の安全な通行の確保
- d) 新設橋完成後の既設橋の閉鎖
- e) プロジェクト完成後の取付道路取付部における円滑な交通制御
- f) 無償資金協力システムに沿った各手続きの円滑な遂行

目 次

| | | |
|-----------|--------------------------|----|
| 序文 | | |
| 伝達状 | | |
| プロジェクト位置図 | | |
| 完成予想図 | | |
| 写真集 | | |
| 要約 | | |
| 第1章 | 要請の背景 | 1 |
| 1.1 | 要請の経緯 | 1 |
| 1.2 | 要請の概要・主要コンポーネント | 1 |
| 第2章 | 調査の概要 | 2 |
| 第3章 | プロジェクトの周辺状況 | 4 |
| 3.1 | インド国の国土と社会・経済事情 | 4 |
| 3.2 | 道路セクターの概要と開発計画 | 4 |
| 3.2.1 | 道路セクターの現況および問題 | 4 |
| 3.2.2 | 上位計画 | 6 |
| 3.2.3 | 財政事情 | 7 |
| 3.3 | 他の援助国、国際機関等の計画 | 7 |
| 3.4 | 我が国の援助実施状況 | 8 |
| 3.5 | プロジェクト・サイトの状況 | 8 |
| 3.5.1 | 自然条件 | 8 |
| 3.5.2 | 交通状況 | 11 |
| 3.5.3 | 周辺の既設橋梁群 | 13 |
| 3.5.4 | 既設ニザムデイン橋 | 14 |
| 3.5.5 | 周辺の公共施設等 | 17 |
| 3.5.6 | 関連橋梁プロジェクト | 19 |
| 3.6 | 環境問題 | 19 |
| 第4章 | プロジェクトの内容 | 20 |
| 4.1 | プロジェクトの基本構想 | 20 |
| 4.2 | プロジェクトの目的 | 20 |
| 4.3 | プロジェクトの実施体制 | 20 |
| 4.3.1 | 組織と要員 | 20 |
| 4.3.2 | 陸上交通省 (MOST) の予算 | 21 |
| 4.3.3 | プロジェクトの予算手続き等 | 22 |
| 4.3.4 | 維持・管理計画 | 23 |
| (1) | 新設橋の維持・管理 | 23 |
| (2) | 点検と維持・管理の方法 | 23 |
| 4.4 | プロジェクトの最適案に係わる基本設計 | 24 |
| 4.4.1 | 基本設計方針 | 24 |
| 4.4.2 | 設計条件の検討 | 25 |
| (1) | 橋梁設計荷重 | 25 |

| | | | |
|-------|-----|----------------|----|
| | (2) | 材料仕様 | 27 |
| | (3) | 橋梁および取付道路の線形基準 | 28 |
| 4.4.3 | | 基本計画 | 28 |
| | (1) | 橋梁位置 | 28 |
| | (2) | 取付道路 | 30 |
| | (3) | 計画橋梁規模 | 31 |
| | (4) | 橋梁形式の選定 | 34 |
| | (5) | 基本設計 | 35 |
| | (6) | 基本設計図 | 40 |
| | (7) | 概略設計数量 | 40 |
| 4.5 | | 施工計画 | 44 |
| 4.5.1 | | 施工方針 | 44 |
| 4.5.2 | | 建設事性および施工上の留意点 | 44 |
| 4.5.3 | | 実施設計・施工監理計画 | 45 |
| 4.5.4 | | 資機材の調達計画 | 46 |
| 4.5.5 | | 実施工程 | 49 |
| 4.5.6 | | 被援助国による必要な措置 | 50 |
| 4.6 | | 概算事業費 | 50 |

| | | | |
|-----|--|-----------------|----|
| 第5章 | | プロジェクトの評価と提言 | 52 |
| 5.1 | | プロジェクト実施による裨益効果 | 52 |
| 5.2 | | 妥当性にかかる実証・検証 | 53 |
| 5.3 | | 提言 | 53 |

資料編

| | | |
|---------|--------------------|------|
| 添付資料-1 | 基本設計調査団員リスト | A-1 |
| 添付資料-2 | 調査日程 | A-2 |
| 添付資料-3 | 面会者リスト | A-6 |
| 添付資料-4 | 実施機関の構成 | A-8 |
| 添付資料-5 | 関係機関リスト | A-11 |
| 添付資料-6 | 協議議事録(1994年8月24日) | A-12 |
| 添付資料-7 | 協議議事録(1994年11月17日) | A-21 |
| 添付資料-8 | 基本設計条件 | A-25 |
| 添付資料-9 | インド国の社会・経済事情 | A-30 |
| 添付資料-10 | 交通量調査結果 | A-32 |
| 添付資料-11 | インドの道路延長(その1) | A-34 |
| 添付資料-12 | インドの道路延長(その2) | A-35 |
| 添付資料-13 | 降雨とモンスーン | A-36 |
| 添付資料-14 | 平均月降雨量 | A-37 |
| 添付資料-15 | 震央分布図 | A-38 |
| 添付資料-16 | 主要都市の水平地震係数 | A-39 |
| 添付資料-17 | 地質構造図 | A-40 |
| 添付資料-18 | ボーリング柱状図 | A-41 |
| 添付資料-19 | 収集資料 | A-56 |

第1章 要請の背景

1.1 要請の経緯

デリー首都圏は自然分割の役割をしているヤムナ川と共に発展してきている。ヤムナ川は北から南へ流れており、デリー首都圏を東デリーと西デリーとに分けている。この2つの地域の相互交通は特にこの20年間に著しく増加している。1994年8月2日の交通量調査では、ヤムナ川を渡河する1日当りの総交通量は、6橋合計で42万台(PCU換算)である。ヤムナ川を渡河する現ニザムディン橋は、市中心部のニザムディン地区と新興産業都市でかつ住宅地である対岸のノイダ地区を結ぶ幹線道路国道24号線バイパス上の4車線の橋梁である。近年のノイダ地区の居住地としての発展に伴い、ヤムナ川を渡河する交通量は著しく増加し、ヤムナ川を渡る6つの橋梁の交通量は設計交通量である2万台/時を大幅に上回る2万7千台/ピーク時1時間となっており、限界にきている。また、ニザムディン橋を渡河する交通量も増加している。

1968年に建設された既設ニザムディン橋は、橋梁の上部構造に支えられていた水道管が交通量および荷重の増加による振動によって著しく損傷しかつ、歩道部の一部が崩壊したので、インド国政府は1992年に修復工事を実施した。修復後供用はされているものの、既設橋は既に構造的に修復不可能な状態にあり増加する交通量に対して崩壊の危険にさらされており、緊急の架け替えが必要不可欠のものとなっている。

このような状況を改善するために、1994年2月にインド国政府はニザムディン橋の架け替えを計画し、我が国に同計画に対する無償援助協力を要請した。

1.2 要請の概要・主要コンポーネント

要請内容は、既設ニザムディン橋に並列してヤムナ川を渡る橋長550mの4車線橋梁の建設およびその前後約1kmの取付道路建設である。

第2章 調査の概要

1994年2月、インド国政府は日本政府にニザムディン橋の建設を要請してきた。日本国政府はこの要請が無償資金協力の対象として妥当であるとみなし、国際協力事業団(JICA)に対して調査の実施を指示した。国際協力事業団(JICA)は、当事業団の無償資金協力調査部調査審査課課長代理の岡本茂を総括とする基本設計調査団を平成6年7月19日から平成6年9月1日まで現地に派遣し、調査を実施した。調査団はインド国政府と要請内容について協議するとともに、以下のような調査を行った。

- 1) 要請内容・背景の確認
- 2) 無償資金協力案件としての妥当性の検証
- 3) 上位計画における本計画の位置づけ、必要性、優先度の確認
- 4) 道路セクターの現状および同セクターへの外国援助機関の動向の確認
- 5) 本計画のインド国実施機関の確認
- 6) 現地踏査

主にデリーにおいてヤムナ川を渡る橋梁とそのサイトの踏査

- 7) 既設ニザムディン橋の現況調査

1968年に建設された既設ニザムディン橋は、1989年2月に一部の歩道が崩壊し、1992年にこの歩道と床版の補強とコンクリート主桁の補強を行っている。橋梁構造とその損傷および老朽化について現況調査を実施した。

- 8) 架橋位置における地形・地質状況、河川状況等の自然条件調査

地質調査は新設橋の計画位置において5ヶ所のボーリング調査を行い、標準貫入試験(N値)および物理試験(比重、含水比、アッターベルグ限界、粒度分析等)を実施した。地質柱状図を資料編に添付する。測量調査の内容は、計画橋梁と取付道路の中心線測量、縦・横断測量、河川の縦・横断測量および平板測量を行った。

- 9) 建設技術、建設資材等の建設関連調査

インド国およびデリー市周辺における主に橋梁建設に関係のある建設業者とコンサルタントの企業規模と実績についての調査と、生コン、アスファルト・コンクリート、鉄筋、鋼材および一般建設資材等の製造、製作、加工業者についても品質、価格、生産量や輸入量等の調査を行った。

10) 交通量調査

既設ニザムディン橋に係る既存交通データがないため、既設ニザムディン橋を含めたアリー地域のヤムナ川を渡る6橋において24時間の交通量の調査を実施し、計画橋梁規模等を検討する基礎データとした。

11) 積算資料、関連資料等の収集

本調査団は、帰国後上記現地調査の結果を踏まえ、本計画の妥当性・必要性を検証するとともに、橋梁規模・形式・施工方法等のいくつかの代替案を比較検討した上で、本計画案を策定し、基本設計調査報告書案を作成した。

国際協力事業団は、ドラフト報告書説明調査団を平成6年11月9日から同年11月19日まで現地に派遣し、同報告書案の基本的内容についてインド政府と合意した。

なお、調査団の構成、調査日程、相手国関係者リストおよび協議議事録については、資料編を参照されたい。

第3章 プロジェクトの周辺状況

3.1 インド国の国土と社会・経済事情

インド国における社会・経済指標を資料編に示す。

3.2 道路セクターの概況と開発計画

3.2.1 道路セクターの現況および問題

インド全体の道路総延長は、1991年の暫定値で約204万kmとなっている。道路は、その骨格をなす主要幹線と、それ以外の道路に分かれる。主要幹線は国道、州道、主要地方道からなり、道路全体の3割以上を占めている。また幹線道路における舗装率も高い値を示している。図-3.2.1に国道の路線網図を示す。道路延長の推移と登録車両台数を表-3.2.1と表-3.2.2に示す。バス、トラックの登録車両台数は1971年にそれぞれ94万台、34.3万台であったが、1991年には35.2万台、147.9万台と急激に増加している。

表-3.2.1 道路延長の推移

単位(10,000km)

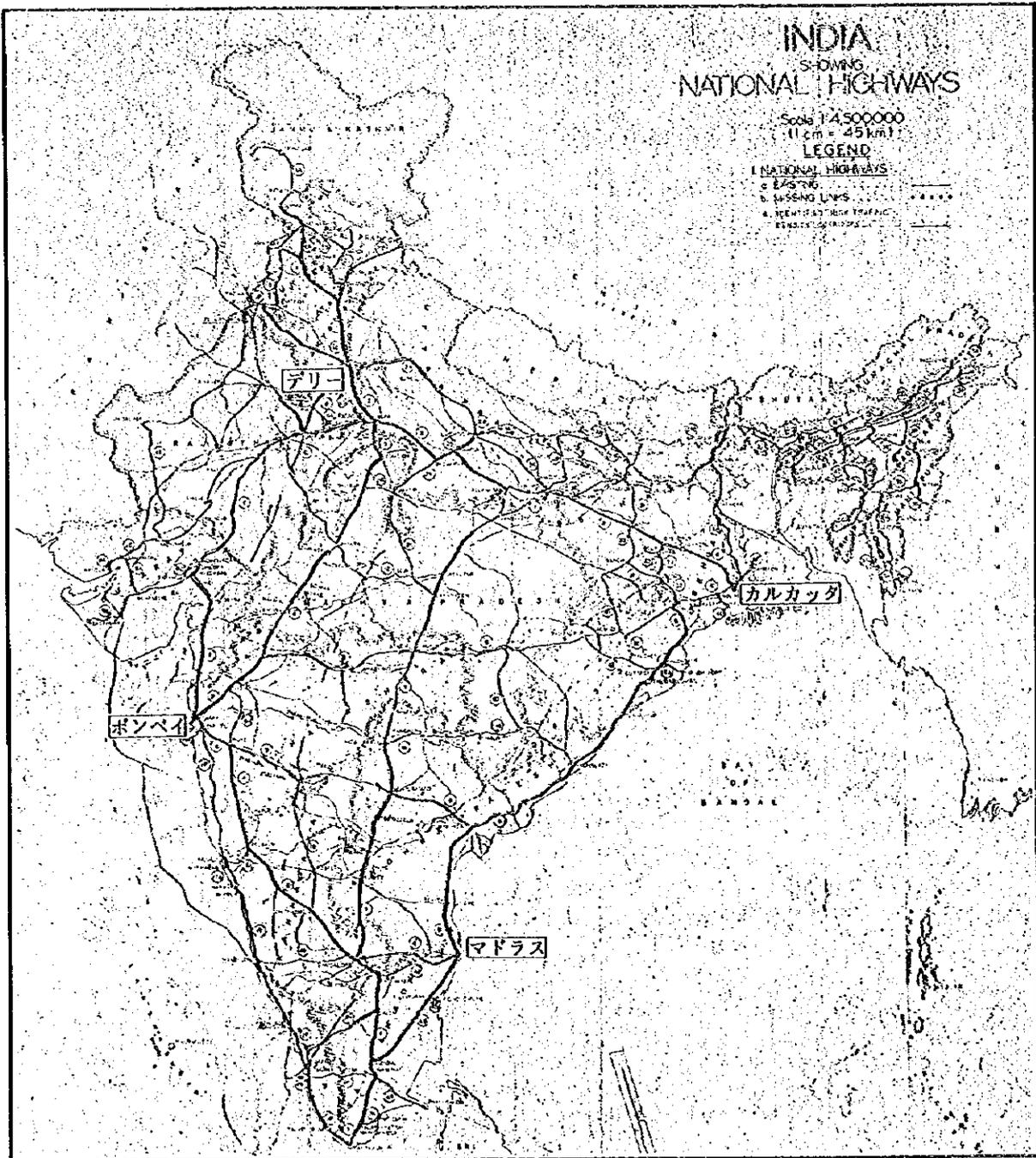
| 舗装種 | 1970~71 | 1980~81 | 1989~90 | 1990~91 |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 舗装道路 | 39.8 | 68.4 | 96.0 | 100.1 |
| 未舗装 | 52.0 | 80.7 | 101.0 | 103.6 |
| 合計 | 91.8 | 149.1 | 197.0 | 203.7 |
| (うち国道) | (2.4) | (3.2) | (3.4) | (3.4) |

表-3.2.2 登録車両台数

単位(10,000台)

| 項目/年 | 1971 | 1981 | 1985 | 1990 | 1991 |
|----------------|------|-------|-------|------------------|-------|
| バス | 9.4 | 15.4 | 21.1 | 31.3 | 35.2 |
| トラック | 34.3 | 52.8 | 78.2 | 132.0 | 147.9 |
| 車、ジープ、 タクシー | 68.2 | 111.7 | 154.6 | (89年) 248.1 | - |
| 2輪車 | 57.6 | 252.8 | 512.1 | (89年) 1,061.7 | - |
| その他 | 17.0 | 84.7 | 134.6 | (89年) 210.4 | - |

図-3.2.1 インドの国道の路線網



舗装道路は道路総延長の中で約100万km（1991年現在）とその約半分を占めるが、その舗装構造は英国植民地時代の浸透式マカダム舗装が多く、近代的なアスファルト・コンクリートあるいはセメント・コンクリートによる完全舗装の道路は少ない。全貨物輸送の約40%を担う3.4万kmの国道についても、1車線区間が5千km以上あるうえ、他の区間もほとんどが2車線区間であり交通容量が不足している。

道路セクターの問題として、上記のように舗装構造、交通容量（幅員など）の不足といった道路整備水準の問題がある一方、河川に架かる橋梁の老朽化が著しく、落橋の危険性が高まっている点が挙げられる。

3.2.2 上位計画

(1) 第8次5ヶ年計画の優先目標

第8次5ヶ年計画（1992-97）では、優先目標の一つとして持続的経済成長を支えるインフラストラクチャーの強化が掲げられており、交通セクターは、その重要な柱としての位置づけがなされている。また交通における技術革新、エネルギー、環境との関係が重視されている。第8次5ヶ年計画における交通セクター開発戦略として掲げられているものは、(a) 新技術の導入、機械化、近代化、人的能力開発による生産性の向上、(b) 自動三輪車、ミニバスなどの交通機関の活用による地域交通の向上、(c) 陸・海・空の関連交通機関を合わせた一貫輸送システム（インターモーダル）な観点からの投資パターンの見直しと、長期限界費用に基づく料金体系の見直し、(d) 空港タクシー、有料道路の建設・運営、港湾船舶活動などへの民間投資の導入、(e) インターモーダルな観点からの交通手段の合理的使用の5点である。

(2) 道路サブセクターの目標

インドの道路は行政上、国道、州道、主要地方道、村道と5つに分けられている。そのうち道路交通のほとんどが集中している国道と州道は道路総延長の8%を占めている。国道は第1級道路として貨物輸送の40%近くを担い、道路交通の中心となっているものの、1車線区間が5千km以上あるうえ、他の区間もほとんどが2車線区間であり、現状の交通量に十分対応できるだけの容量がない。このため第8次5ヶ年計画における道路サブセクターでは道路網の拡張・改良により自動車走行費用の節約を図る一方、バスおよびトラックの車体サイズの見直しにより道路維持管理費の削減化を図ることを目標としている。交通量に関しては第8次5ヶ年計画の5年間

でバスは年間8%、トラックは年間7%の平均伸び率が見込まれており、これに対応し、特に国道の整備が重視されている。具体的には、日平均交通量15千台/日以上の間では4車線道路を建設、また、特に交通量が多い路線については、民間活力(BOT: Building, Operation and Transfer)の導入による有料高速道路の建設も検討されている。

3.2.3 財政事情

第8次5ヶ年計画(1992年4月~1997年3月)における交通セクターへの公共投資予定額は、559,260百万ルピーであり、全投資予定額4,341,000百万ルピーの12.9%を占めている。交通セクターのサブセクター別投資計画の変遷は表-3.2.3のようになる。

表-3.2.3 交通セクター公共投資計画の変遷

(単位: 千万ルピー)

| 5ヶ年 計画 | 鉄道 | 道路 | 道路 交通 | 港湾 | 海運 | 内陸 水運 | 国内 航空 | その他 | 計 |
|------------|--------|--------|----------|-------|-------|----------|----------|-----|--------|
| 1次 1951-56 | 217 | 135 | 12 | 28 | 19 | - | 23 | - | 434 |
| 2次 1956-61 | 723 | 224 | 18 | 33 | 53 | - | 19 | - | 1,100 |
| 3次 1961-66 | 1,326 | 440 | 27 | 97 | 40 | 4 | 49 | - | 1,983 |
| 年次 1966-69 | 589 | 309 | 55 | 55 | 32 | 6 | 66 | - | 1,112 |
| 4次 1969-74 | 934 | 862 | 128 | 255 | 155 | 11 | 177 | - | 2,522 |
| 5次 1974-78 | 2,063 | 1,701 | 503 | 497 | 469 | 16 | 204 | - | 5,543 |
| 6次 1980-85 | 6,587 | 3,807 | 1,276 | 725 | 468 | 63 | 957 | - | 13,882 |
| 7次 1985-90 | 16,549 | 6,335 | 2,151 | 1,521 | 719 | 188 | 1,948 | 47 | 29,457 |
| 年次 1990-92 | 10,217 | 3,779 | 1,164 | 879 | 1,007 | 104 | 765 | 120 | 18,033 |
| 8次 1992-97 | 27,202 | 12,833 | 4,119 | 3,614 | 3,669 | 331 | 4,083 | 75 | 55,926 |

第8次5ヶ年計画上の道路サブセクターへの公共投資予定額は128,330百万ルピーであるが、そのうち102,330百万ルピー(79.7%)が州道開発のため、州および直轄地に直接交付されている。しかしながら、一方、州政府が独自の計画に基づき道路整備を行うためには、中央政府への予算積立義務が必要であり、このような制度面での制約が州道整備の遅れをもたらす一つの原因になっている。

3.3 他の援助国、国際機関等の計画

世銀は133百万ドルをグジャラト、ハリヤナ、パンジャブ、タミル・ナドと西ベンガル等の5州の国道改良のために資金として融資している。アジア開発銀行は、アンドラ・プラディッシュ、

ハリヤナ、ウツタル・プラディッシュの3州の国道開発とその他の4州に198百万ドルの資金を融資している。さらに25百万ドルを国道と州道の改良資金として融資している。世銀による36百万ドルの国道開発もパッケージIIとして署名されている。

高速道路については、アジア開発銀行(Asian Development Bank : ADB)の協力の下に、「高速道路長期開発計画」(Development of Long Term Plan for Expressway : DLTP)が策定されており、長期計画として、2000年までに表-3.3.1の7路線1,350km、2015年までに10,020kmの高速道路建設が計画されている。

表-3.3.1 2000年までの高速道路建設計画

| | | |
|---|--------------------|-----------|
| 1 | Ahmedabad-Vadodara | (120 kms) |
| 2 | Karnal-Ambala | (80 kms) |
| 3 | Kanpur-Varanasi | (313 kms) |
| 4 | Delhi-Karnal | (119 kms) |
| 5 | Ghazibad-Kanpur | (414 kms) |
| 6 | Thane-Nasik | (145 kms) |
| 7 | Badodara-Surat | (159 kms) |
| 計 | | 1,350 kms |

3.4 我が国の援助実施状況

国道2号線のマトラ～アグラ間の51.33kmの4車線拡幅事業に対し4,855百万円の円借款が1992年1月10日に決定されている。このプロジェクトは、対向2車線の現国道を分離帯を有する対向4車線の国道に改良して、アグラ市のタージマハール等に向かう観光目的の交通の増大に対するサービスの向上をはかることを目的としている。

3.5 プロジェクト・サイトの状況

3.5.1 自然条件

(1) 地質

地質区分による地域は3つに分けられる。ヒマラヤ山地、インド・ガンガ平原、そして半島部である。北方へのヒマラヤ山地と東のナガ・ルシャ山地は造山地帯である。

インド・ガンガ平原は半島部を南にヒマラヤを北に分けている大沖積地である。プロジェクトの地域は地質的に粘土、ローム、砂質系の沖積土であり、ヤムナ川に近い所では砂となっている。橋梁サイトのボーリング結果によれば、ヤムナ川の河川敷部の表層10数メートルの深さの範囲は砂となっている。このことは河床の浅い部分では細かい土粒子は堆積しないで流されていることが分かる。さらにその下層は粘性土と砂質土の互層となっている。その状況を添付資料に示す。

(2) 気 象

インドの気候は概ね熱帯モンスーン型といえる。4つのシーズンからなっている。冬期（1～2月）、夏期（3月～5月）、雨期（6月～9月）、後モンスーン（10月～12月）である。インドの気候は北東モンスーンと南西モンスーンによって影響される。北東モンスーンは冬モンスーン風として、南西モンスーンは、インド洋、アラビア海、ベンガル湾からの夏モンスーンとして知られている。南西モンスーンはインドの降雨のほとんどをもたらす。従って、工事の実施工程特に基礎工事の実施時期についてはこの洪水期を避けるような計画が必要である。

表-3.5.1 デリーの温度と降雨

| 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 21.4 | 23.7 | 29.4 | 35.9 | 40.4 | 39.1 | 35.2 | 33.9 | 34.2 | 33.6 | 28.4 | 23.2 |
| 6.3 | 9.6 | 13.9 | 19.8 | 26.0 | 28.1 | 26.7 | 25.8 | 24.2 | 17.9 | 11.0 | 7.2 |
| 25.1 | 21.1 | 12.9 | 8.4 | 13.2 | 77.0 | 178.6 | 183.6 | 122.9 | 10.2 | 2.5 | 10.9 |

上段：平均最高温度 (°C)

中段：平均最低温度 (°C)

下段：降 雨 (m/m)

(3) 河 川

インドにおける河川は次のように、ヒマラヤ河川、半島河川、海岸河川そして内陸河川に分類される。ヒマラヤ河川はその雪融け水により年間を通じて継続的に流れを保持しておりモンスーン期にはヒマラヤ斜面の大きな降雨により、しばしば洪水の原因となる流量を流出する。半島河川は雨水によって増減する。多くの河川は年間を通じての連続的な流れではない。特に、西海岸では長さが短く流水域も小さいので断続的な流れとなる。西ラジャスタンの内陸の流水はほとんどない。そしてその流水の特性は短期間の流下となる。

(4) 洪水

洪水期には、デリー市から約300km上流にあるラジェワラ・ダムのがートが開けられると、それに従ってデリー政府の洪水コントロール事務所によってワジラバード橋とITO橋のがートも開けられる。ニザムディン橋サイトにおいて、1994年7月22日に洪水位は203.5mまで上昇した。過去において洪水位は、年に2～3回204.00mに達している。一方ニザムディン橋サイトにおける過去最高位は1988年の205.68mで流速は5.2m/sec.で流量は14,860cu・m/sec.であった。したがって橋脚周辺の局所洗掘は大きな問題となる。仮に、新設の橋脚が既設橋脚に隣接した上流側に建設されるとすると既設橋脚（根入れ深さ30m）にはより複雑な水理的問題を生ずる。

表-3.5.2 ニザムディン橋における洪水位

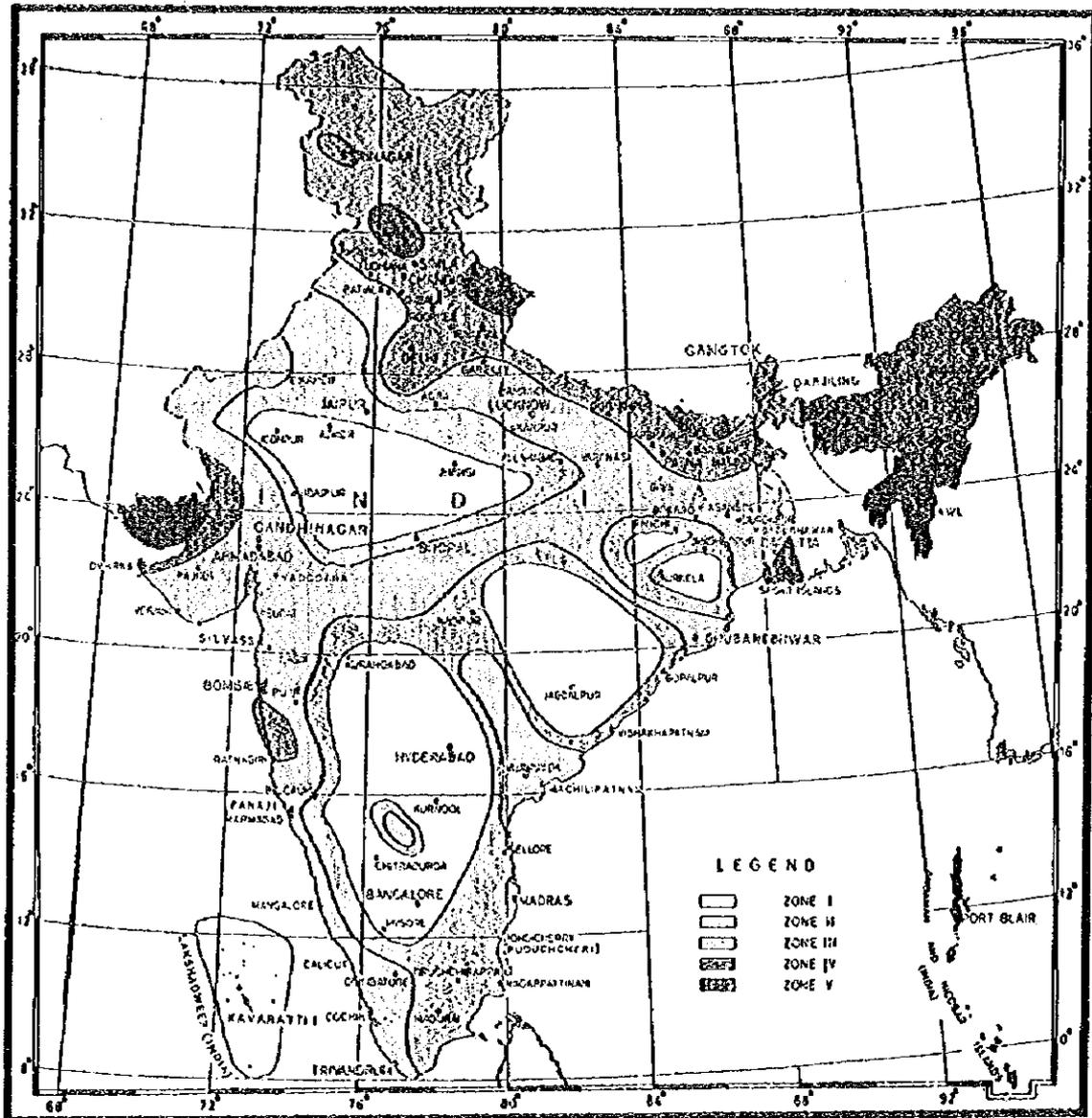
| 年 | 最高水位 (m) | 低水期の水位 (m) | 最高と最低水位の差 (m) |
|------|----------|------------|---------------|
| 1988 | 205.68 | 202.4 | 3.28 |
| 1989 | 204.37 | 202.4 | 1.97 |
| 1990 | 203.72 | 202.4 | 1.32 |
| 1991 | 204.10 | 202.4 | 1.70 |
| 1992 | 204.10 | 202.4 | 1.70 |
| 1993 | 204.18 | 202.4 | 1.78 |

(出典：インド農業・洪水局)

(5) 地震

ヒマラヤ・ナガルシャイ地域、インド・ガンガ平原、西インド、クッチそしてカチアワル地域は地質的に不安定で、しばしば破壊的地震が起きている。歴史的には、1897年のマグニチュード8.7のメガラヤ/アッサム、1905年のマグニチュード8.6のカングラ、1934年のマグニチュード8.7のビハールと同じ地域のマグニチュード8.4そして1950年のマグニチュード8.7のアルナチャル/アッサム地震があった。1993年10月7日には過去58年間にインド亜大陸に起きた最悪の被害をもたらしたマグニチュード6.4の地震がアカン高原のラトール、キラリ、ウマガそしてハイアラバードを襲い30,000人の犠牲者を出している。今回の現地調査期間中、比較的小規模の地震が新聞報道された。7月28日のデリーの南西20kmのものと8月9日の北東部のものであった。Indian Standard (IS:1893-1984)によれば、5段階に分類された構造物の耐震設計に関わる地震係数のゾーン区分による分布ではデリー地域は上位から2番目の強度の係数 (ZONB IV) となる。耐震設計に必要な地震データを図-3.5.1と添付資料に示す。

図-3.5.1 地震強度係数分布図

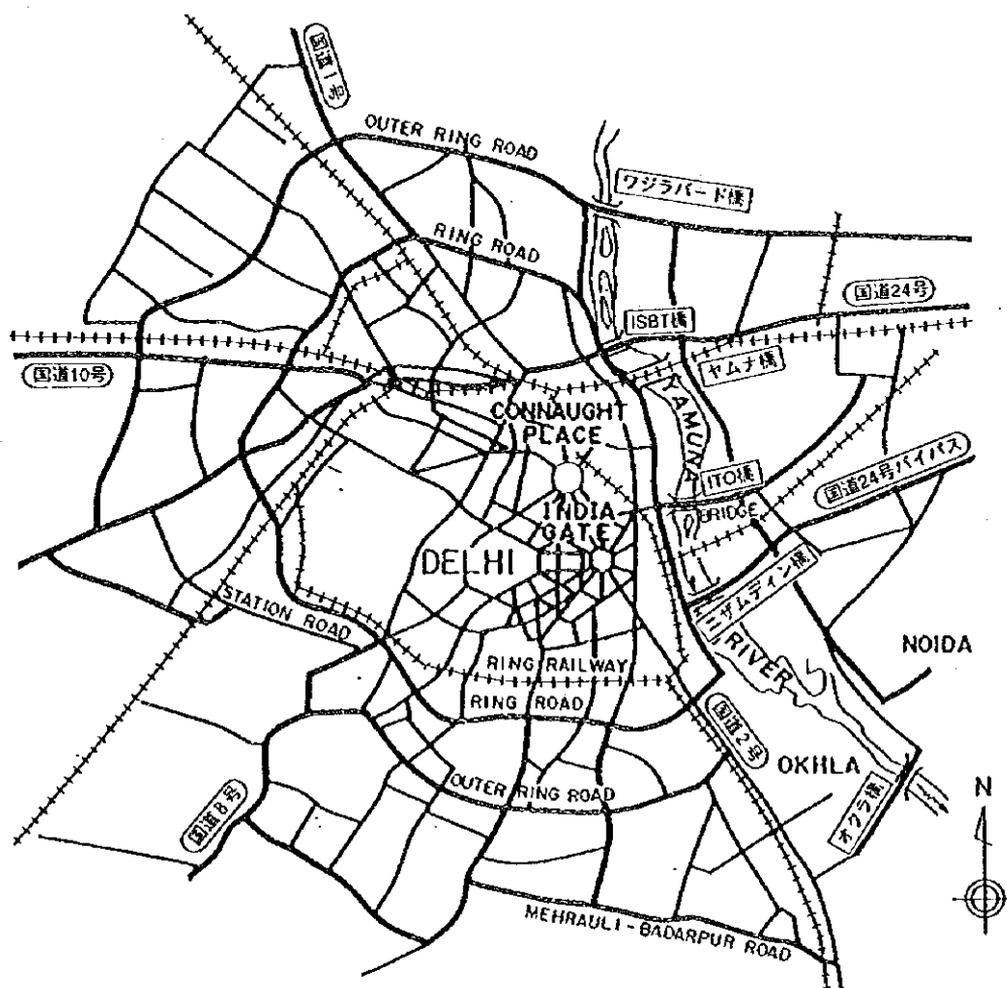


3.5.2 交通状況

既設交通ネット・ワーク（図-3.5.2参照）はデリーに起点のある国道1号、2号、8号、10号そして24号を通じデリーに集中している。環状道路、外環状道路そしてメヘラウリ～バダルブル道路はデリーの西部地域の南にある。国道2号線（環状道路）は、デリーと人口の多いデリー東部地域を結ぶ既設ニザムディン橋のある国道24号線と結ばれている。

ニザムディン橋の交通量の現状とヤムナ川渡河交通量の特徴を把握するため、基本設計調査では、ヤムナ川に架かる6橋（表-3.5.3参照）において車種別、両方向別、時間帯別の24時間交通量観測を行った。調査日時は1994年8月2日（火曜日）午前7:00から翌3日（水曜日）の午前7:00までである。添付資料-10に調査結果をのせた。

図-3.5.2 デリー周辺の交通ネット・ワーク



(1) 交通量

ヤムナ川を渡河する1日当り(調査日)の総交通量は6橋合計で46万台であった。I.T.O橋の交通量が最も多く、13.1万台、次いでOld Yamuna橋10.1万台、I.S.B.T橋8.1万台、ニザムディン橋7.1万台、ワジラバード橋4.7万台、オクラ橋2.9万台である。PCU(乗用車換算)に換算すると、I.T.O橋の交通量が最も多く11.7万台、次いでI.S.B.T橋8.3万台ニザムディン橋7.4万台、Old Yamuna橋6.7万台、ワジラバード橋5.3万台、オクラ橋3.1万台である。

交通量調査結果より、I.T.O橋は実交通量、PCU換算交通量と共に最も交通量が多いことがわかる。これは、1) I.T.O橋は4車線であるものの右岸側の環状道路とは立体交差になっているので交通混雑が比較的少ないこと、2) デリー市の中心部に直接アクセスする重要な位置にあるつという理由からと考えられる。また、総交通量第2位のOld Yamuna橋は二輪車の割合が他の橋梁と比較して多い(占有率70%)ので、PCU換算順位は第4位となっている。

(2) 車種構成

渡河交通全体の車種構成は、スクーター、オートバイ、オートリキシャ、自転車などの軽車両が70%と渡河交通の大部分を占め、混合交通となっており、通勤や通学にこれらの軽車両を用いる人が多いことがわかる。各橋梁毎の車種別構成の特徴として、トラックはワジラバード橋とオクラ橋が、乗用車はニザムディン橋が、自転車はOld Yamuna橋が相対的に他の車種より高くなっていることが挙げられる。

(3) 時間別方向別交通量(PCU換算)

時間別交通量は、朝・夕の通勤時間帯にそのピークがみられる。デリー市郊外から市内への通勤・通学車が交通量に占める割合が高いことがわかる。調査結果では、デリー市内へ流入する交通のピークは午前8時から9時に、デリー市郊外へ流出する交通のピークは午前6時から8時であった。6つの橋梁のピーク時1時間当りの交通量は2万7千台であり、設計交通量である2万台を大幅に上回っていることがわかり、交通容量は限界に来ていると判断できる。

また、現在のデリーの人口は1991年の国勢調査によれば9.3百万人以上で、2001年には12百万人以上に増加するとされている。そしてこの人口の40%はヤムナ川の東側に住んでいると推定されている。このため、自動車保有率の増加とあわせ今後ともヤムナ川を渡る交通量は増加するものと考えられる。

3.5.3 周辺の既設橋梁群

現在、ヤムナ川を渡河する道路橋梁は表-3.5.3に示す6橋と乾期にだけ使用可能な2ヶ所の浮橋(ポンツーン橋)がある。6橋のうちヤムナ橋はダブルデッキの道路(下側)と鉄道(上側)併用の鋼製トラス橋でその建設は古く英国の植民地時代のものである。下側の道路橋は低速車輛(オートリキシャ)との混合交通となっていて、交通混雑が激しい。既設ニザムディン橋の

上流側に位置するITO橋も老朽化が激しく、その交通量の増加により落橋の危険性が生じた(1990年)ため、また増加する交通量に対処するため現在その下流側に4車線の新設橋を建設中である。また、これらの橋梁群の中でも上流側となるワジラバード橋は市中心と対岸の発展地区を結ぶ路線としてはヤムナ川を挟んで最長距離となる。したがって、1968年に建設された既設ニザムディン橋は、デリーの中心街と東側の発展を続ける工業地域を結んでいて、デリー市を中心とする経済発展と交通混雑の解消には重要な位置づけとなっているが構造的な老朽化が著しい。1993年には交通制限(往復2レーンの限定使用、重車両交通の禁止または遮断)をしてコンクリート床版の補強とPC鋼線を使用したアウトケーブル方式による主桁構造の補強を行った。これにより現在は全面的に交通開放されている。

表-3.5.3 ヤムナ川を渡河する橋梁群(首都デリー付近)

| 番号 | 橋梁 | 支間/橋長 | 橋梁型式 | 車線数 | 日交通量 (万台) | 適用 |
|------|---------|-------------|----------|-----|--------------|----------|
| 1. | ワジラバード | — | — | 2 | 4.7 | 水門付道路橋 |
| 2. | ISBT | 13@45=585m | PC箱桁 | 8 | 8.1 | 道路橋 |
| 3. | ヤムナ | — | ダブブリット鋼桁 | 4 | 10.1 | 道路・鉄道併用橋 |
| 4. | ITO | 560m | PC桁 | 4 | 13.1 | 水門付道路橋 |
| 5. | (鉄道専用橋) | — | — | — | — | — |
| * 6. | ニザムディン | 13@423=550m | PC桁 | 4 | 7.1 | 水道管付道路橋 |
| 7. | オクラ | 27@20=540m | PC桁 | 4 | 2.9 | 水門付道路橋 |

記 : 番号はヤムナ川に沿って上流から下流への順番

PC : プレストレスト・コンクリート

* : 今回建設計画の対象橋梁

3.5.4 既設ニザムディン橋

デリーの環状道路とヤムナ川の東部地区を結ぶ国道24号線バイパスにある橋長550m 4車線のニザムディン橋は1968年に建設された。2本の水道管が上・下流の橋梁の間で橋梁上部工に支えられており、また3m幅の歩道は橋梁の両サイドで片持ブラケットで支えられていた。しかし、交通量の増加、特に重車両の増加による振動等の影響で、1989年2月9日に12mにわたり歩道が崩壊したことを契機に同橋の構造診断をした結果、床版の補強とアウト・ケーブル方式による主桁の補強を含む修復工事が必要となった。現状において、既設ニザムディン橋は過去の修復経歴と外観調査結果を条件として、インドの橋梁の許容荷重評価ガイドライン(インド道路協会特別出版-37、デリー1991年)による既設橋梁構造の評価方法に準拠すると次のように評価ができる。

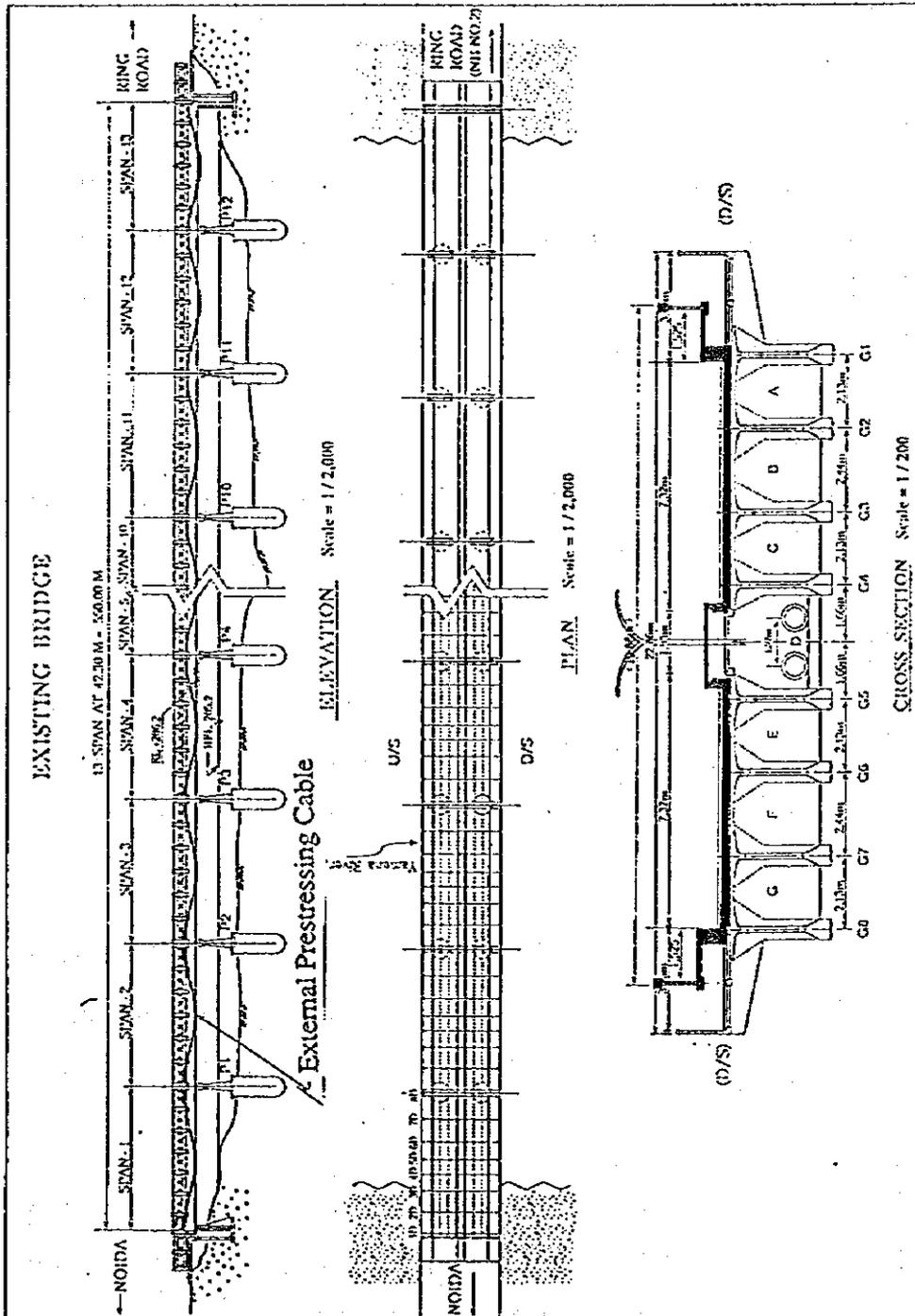
表-3.5.4 既設橋梁構造の評価

| 構造 | 評価前構造配分点 | 評価係数 | 評価点 |
|--------------|----------|------|-----|
| (1) 橋面舗装 | 5 | 0.8 | 4 |
| (2) コンクリート床版 | 25 | 0.6 | 15 |
| (3) 主桁 | 50 | 0.6 | 30 |
| (4) 横桁 | 15 | 0.6 | 9 |
| (5) 伸縮継手 | 5 | 0.6 | 4 |
| 合計 | 100 | 0.8 | 62 |

(インド道路協会特別出版-37、デリー1991による)

評価前構造配分点は上部構造全体を100とした場合の点数である。評価点の合計が50以下となる場合には橋梁上の交通遮断が必要と考えられる。

図-3.5.3 既設ニザムディン橋



3.5.5 周辺の公共施設等

(1) 高圧送電線

ヤマナ川の右岸側の環状道路の国道2号線沿いに高圧送電線がある。既設取付道路はこの送電線の下を道路面からクリアランスが十分にとれる所を通っている。

(2) 水道管

環状道路側では、既設取付道路の両側に水道管が敷設されており、これらは環状道路に達してから北方向と南方向に環状道路に沿って曲がっている。既設橋ではφ900mmの2本の水道管が鋼製のトレススル架台に支えられている。ノイダ側では水道管は既設取付道路沿いにコンクリートの架台に支えられて2本に分れている。

(3) 電線と電柱

ノイダ側の取付道路の下流側に通常の電力線とそれを支える電柱が既設取付道路の法面に沿ってある。

(4) 不法占拠者

既設取付道路の環状道路との交差点近くの両側に不法占拠者等の簡易住居が立ち並んでいる。上流側のもは耕作民の住居である。下流側のもは道路敷地の盛土法面上の不法占拠者のものである。ノイダ側の上流にも耕作農民のもと思われる簡易住居がある。

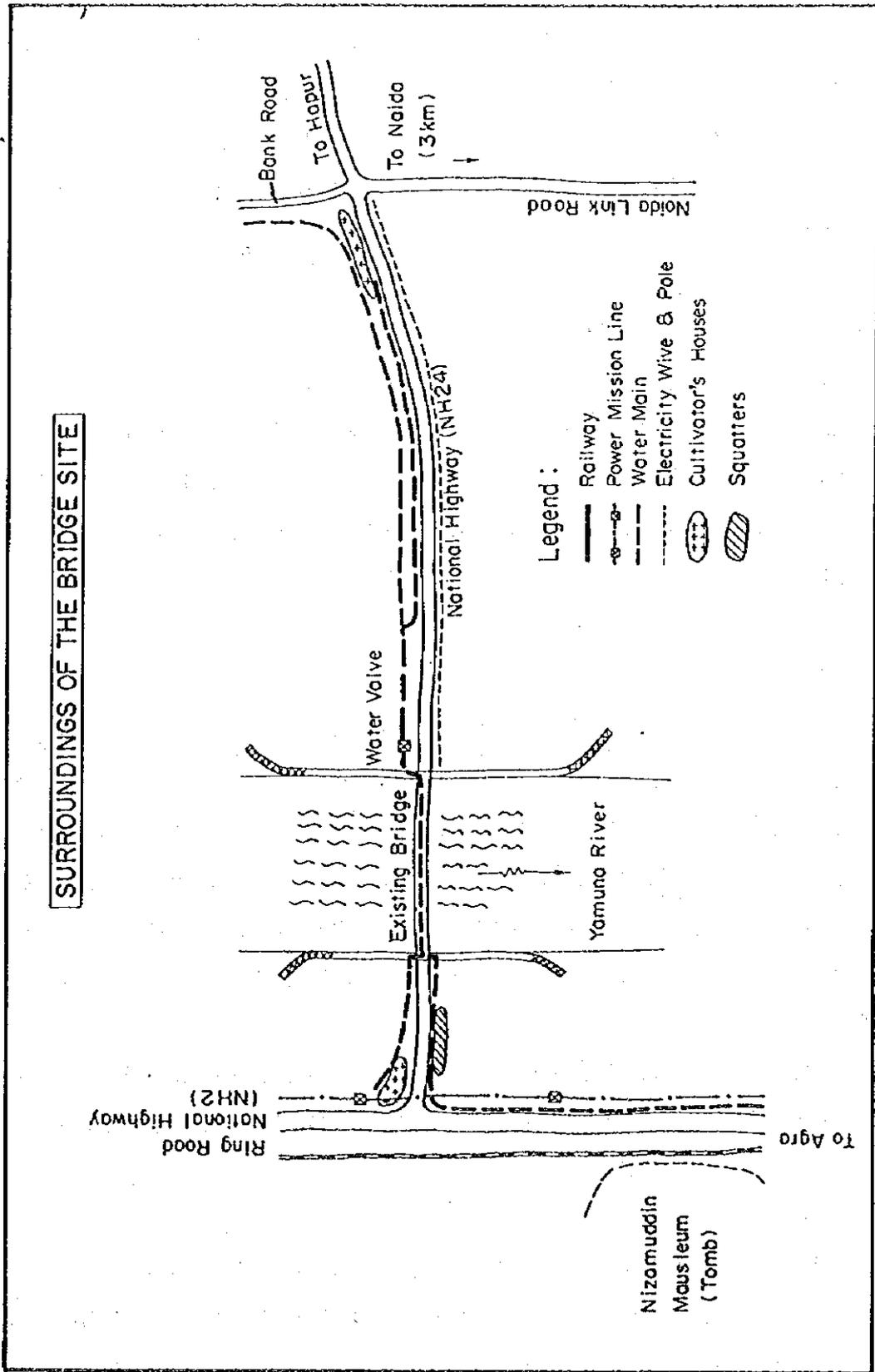
(5) 他の施設等

新設橋梁の工事による影響を受けるおそれがある他の施設としては、環状道路に並行している鉄道とその鉄道脇にあるニザムディン廟がある。しかし、新設の取付道路は、既設の交差点に達する手前で取付道路に接続させているため、新しい橋の建設による障害は生じない。

(6) 用地

陸上交通省 (MOST) の基準によれば、既設道路施設の用地幅は90mである。新設橋梁または取付道路の建設による追加用地が必要な場合には、新設橋梁および取付道路ともインド政府所有地の河川敷地内にあるため政府関連事務所間の内部手続をすることで用地の取得ができる。

図-3.5.4 周辺の公共施設等



3.5.6 関連橋梁プロジェクト

(1) 新I. T. O.橋プロジェクト

既設ニザムディン橋の上流に位置するI. T. O.橋は、近年の著しい交通量の増加に伴い既設橋の下流側に並列して2車線の新設橋の追加が必要となった。新設橋の計画交通量は30,000台/日で設計され現在工事中である。プレストレスト・コンクリート箱桁形式の新設橋はその両側にφ1,500mmの水道管を各々1本載せるように設計されている。橋長550mの新設橋は1995年12月まで供用される予定である。

(2) 国道2号線の立体交差計画

デリーの交通事情を改善するため、ヤムナ川を渡ってデリー側の国道2号線（環状道路）との交差は全て立体交差で計画するように要求されている。ニザムディン橋の取付道路と国道2号線の交差部においても将来立体交差方式とすることが、インド国により1993年3月に実施されたフィージビリティ・スタディに計画されている。当プロジェクトの新設ニザムディン橋はこの将来計画においても取り合いの整合ができる条件で計画する。

3.6 環境問題

国道2号線（環状道路）側の既設取付道路の盛土の法面上または法尻付近に不法占拠者の簡易住居がある。また、反対側（ノイダ側）の取付道路とノイダ・リンク道路の交差点付近に耕作農民のものと思われる簡易住居がある。これらのうち移転対象となるものは国道2号線側の取付道路法面上にある不法占拠者の簡易住居だけである。インド側の当道路を管轄しているデリー政府は法面上の簡易住居は道路用地内に不法に作られているのでその移転に関してはほとんど問題がないとしているが、新設橋の取付け計画においてはその影響が最小限となるように計画する。

植物に関しては既設取付道路の盛土の路肩付近に多少の雑木があるが新規計画による影響はほとんどない。また、動物の生息に関しても既設道路とはほぼ同じ位置に新設取付道路が計画されるので植物と同様に問題がない。

橋梁サイトは住宅地から遠く離れていて、またその周辺は開放的な空間となっているので、工事中の振動・騒音、車両の走行または稼働そして供用時の通過交通による大気汚染等の環境問題への影響はほとんどない。

第4章 プロジェクトの内容

4.1 プロジェクトの基本構想

既設のニザムディン橋は、1989年2月に歩道の一部が崩壊、1992年に主桁の補強を含めた修復工事を実施しているが、その後の交通量の増加に伴い構造的に安全性が十分に確保できない状態にある。また、その位置がデリーの東西を結ぶ交通の要所にあることからその架け替えは極めて緊急性の高いものである。本プロジェクトでは、新設橋の本体の長さと同規模のものとし既設橋の機能を復歸することを目的とする。即ち、新設橋の完成後は既設橋の交通はすべて既設橋の下流側に計画された新設橋にシフトさせ、既設橋は使用しない方針とする。また取付道路を必要最小限度の範囲とし建設コストを低くするものとする。

4.2 プロジェクトの目的

既存ニザムディン橋は、デリーの中心地域と東側の工業および住宅地域を結ぶ交通の要所となっている幹線国道にあるが、交通量の増加、構造不備、老朽化により緊急に架け替えが必要であるため、本計画で架け替えることによって、1) 幹線道路としての機能の維持、2) 円滑な物流および人の流れを確保することを目的とする。

4.3 プロジェクトの実施体制

4.3.1 組織と要員

(1) 主官庁

実施担当機関は陸上交通省(Ministry of Surface Transport)である。本プロジェクトが我が国の無償資金協力にて実施された場合、陸上交通省はコンサルタントおよび建設業者の契約相手となる。さらに、プロジェクト実施に際する関係官庁として、大蔵省(Ministry of Finance)、デリー市政府(Delhi Government)が挙げられる。大蔵省は予算措置および関税クリアランスなどの諸税措置を担当する。デリー市政府は次に述べるように本計画の運営および監督を行う。

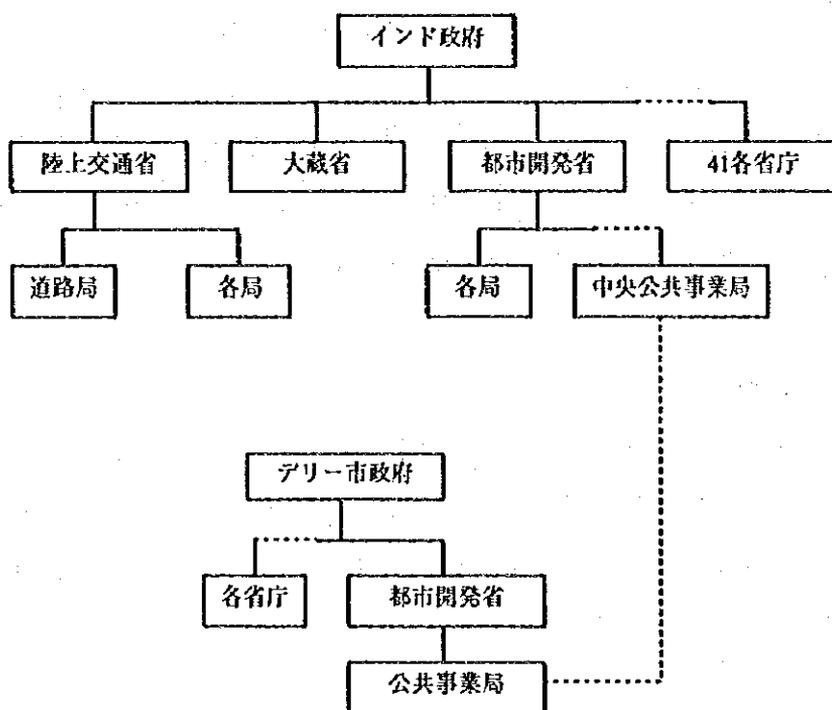
(2) 運営・監督機関

プロジェクト対象橋梁がデリー市内に位置することにより、運営・監督機関は、デリー市政府

遣されている。

デリー市政府公共事業局は、デリー市内における道路・橋梁建設にかかわる企画、計画、設計、建設、維持管理業務を所管している。現在、現ニザムディン橋の補修・維持管理は同局が直接担当しており、その維持管理の実施能力は高いと考えられる。

図-4.3.1 実施機関組織図



なお、実施機関を含む関係機関の詳細は組織と要員は添付資料-4の実施機関の構成のようになる。

4.3.2 陸上交通省(MOST)の予算

(1) 予算

陸上交通省(MOST)はインドの国道の建設と維持管理を管轄する。いくつかの州にまたがる幹線道路が国道として扱われる。デリー首都圏周辺の各州の国道に関する予算は表-4.3.1のようになる。デリーでは建設と維持管理を合わせると1992/3年実績で5,573万ルピー、1993/4年予算で7,332万ルピーとなっている。

表-4.3.1 デリー首都圏周辺の各州の国道予算

(単位：10万ルピー)

| No. | 州名 | 1992 - 1993 実績 | | 1993 - 1994 予算 | |
|-----|------------|----------------|----------|----------------|----------|
| | | 建設 | 維持管理 | 建設 | 維持管理 |
| 1 | デリー | 385.50 | 171.80 | 550.00 | 183.21 |
| 2 | ハリヤナ | 2080.49 | 380.83 | 3630.00 | 425.07 |
| 3 | ラジャスタン | 3152.64 | 1141.02 | 3920.00 | 1464.39 |
| 4 | ウッタルプラデッシュ | 5117.72 | 1394.96 | 4950.00 | 1464.39 |
| | その他の州計 | 35037.93 | 13798.39 | 32737.00 | 14328.53 |
| | 合計 | 45774.28 | 16887.00 | 45787.00 | 17374.97 |

出典：MOST Annual Report 1993 - 1994

(2) 橋梁の有料化

1992年の通行規則(National Highway Rules : Fees for Use of Permanent Bridges, 1992)では維持管理費を賄うため新設橋梁の有料化についての細則が規定されている。しかし、1978年の陸上交通省の通達(Ministry's letter No. PL-23(1)/77, dated 18th Dec, 1978.)によれば、「デリー、ボンベイ、カルカッタ、マドラスの大都市内に位置する橋梁は有料化の対象外とする」と明記されており、当プロジェクトの橋梁はデリー市内に位置することにより有料化されることはない。

4.3.3 プロジェクトの予算手続き等

インド国におけるプロジェクトの予算手続きで当プロジェクトに関係するものはEFC (Expenditure Finance Committee)とC.C.E.A (Cabinet Committee on Economic Affairs)の2つのクリアランスである。プロジェクト・コストの大きさに応じて、プロジェクトが5千万ルピー以上の事業についてはEFC (大蔵省主催)、そして5億ルピーを越えるプロジェクトはCCCA (閣議承認)が必要となる。また、別途プロジェクト・コストを年度別に内貨予算計上(実施機関からのプロポーザル)するカウンターパート・ファンド制度がある。インド国における予算年度は4月から始まるため、それ以前にプロジェクト・コスト相当分の予算計上が必要である。

4.3.4 維持・管理計画

(1) 新設橋の維持・管理

新設橋の完成後既設橋を利用していた交通は新設橋に全てシフトされるので、新設橋完成後の既設橋はその基礎に支えられた水道管（2本×1,000mm）の管理用橋梁となる。新設橋で注意すべき維持・管理上の点は次のようになる。

- a) 自動車防護柵などの橋梁施設の車の衝突による損傷。
- b) 温度変化または地震力による桁下の桁座の端部のかけ落ち。
- c) 洪水による橋脚、橋台周辺の局所洗掘。
- d) 交通増加による取付道路の舗装の損傷。
- e) コンクリートのクラック
- f) 伸縮装置の変状
- g) 舗装面のヒビワレ、流動化
- h) 鉄筋の錆

(2) 点検と維持・管理の方法

橋梁の維持・点検は橋に関する知識を有する点検者による通常点検、橋梁点検について訓練を受けたスタッフによる定期点検そして地震後または洪水後の異常荷重が作用した後の臨時点検に大別される。この臨時点検は地震または洪水後に義務的に実施すべきである。点検項目は維持・管理に必要な事項を含んだチェック・リストに基づいたものである。点検データは分析され異常な結果は詳細な点検をするように指摘する。そして維持・管理計画はこのような分析結果に基づいて策定される。

a) 維持管理の組織

維持管理組織として、陸上交通省（MOST）は維持管理計画を実施して行く組織の主体である。そしてデリー政府は直接的な維持管理を行う。したがって、実施スタッフはこの2つの既存の組織の中から選ぶことができる。

b) 予算

橋の維持・管理の予算は陸上交通省（MOST）の補助のもとにデリー政府の予算措置による。

4.4 プロジェクトの最適案に係わる基本設計

4.4.1 基本設計方針

新設橋梁および取付け道路の基本設計を行なう上での基本方針は、次のとおりである。

- a) 規模の設定にあたっては、緊急に架替えの必要な既設橋の機能復帰を目的とする。そのため、橋長、幅員、高さは同規模とし、新設橋完成後は既設橋を使用しないことを前提として設計を行う。
- b) 新設の取付け道路は、建設コストを低くまた建設工期を短くするため最小限の長さで既設取付け道路に摺付ける。
- c) 取付け道路の基本設計に際しては、将来インド政府が行なう予定となっている交差点の改良に配慮し、取付け道路の範囲を計画橋梁近傍に限ることで将来の改良工事に支障が生じない様にする。
- d) 新設橋建設は水流の影響を考慮し、既設橋の下流側に計画する。
- e) インドでは各種の材料調達が可能である。そのため、橋梁の各構造要素の基本設計に際しては、現地材料をできるだけ使用することとする。
- f) 設計手法は、日本の設計要領（道路橋示方書）を基本として設計を行い、日本にない規定やインドの規定値についてはインドの設計要領に従って照査する。
- g) インド政府はヤムナ川の河川工学に係わる設計上の必要条件について十分整理し、また把握しているので、この部分に係わる設計条件は同国の基準、規格、ガイドラインに基づくこととする。
- h) 既設橋は上流側に位置し流水に影響を及ぼしているため、計画橋梁の基本設計では橋脚と基礎工の寸法のうち流向に対する抵抗面積を既存橋のものと同等かもしくは小さくする。

4.4.2 設計条件の検討

(1) 橋梁設計荷重

a) 死荷重

日本の基準（日本道路協会編の標準示方書）に基づき次に示す単位体積重量を死荷重の算出に用いる。

表-4.4.1 材料の単位体積重量

(単位：kg/m³)

| 材料名 | 単位体積重量 | 材料名 | 単位体積重量 |
|---------------|--------|--------------|--------|
| 鋼、铸鋼、鍛鋼等 | 7,850 | 無筋コンクリート | 2,350 |
| 铸铁 | 7,250 | セメントモルタル | 2,150 |
| アルミニウム | 2,800 | アスファルトコンクリート | 2,300 |
| 鉄筋コンクリート | 2,500 | 瀝青材料 | 1,100 |
| プレストレストコンクリート | 2,500 | | |

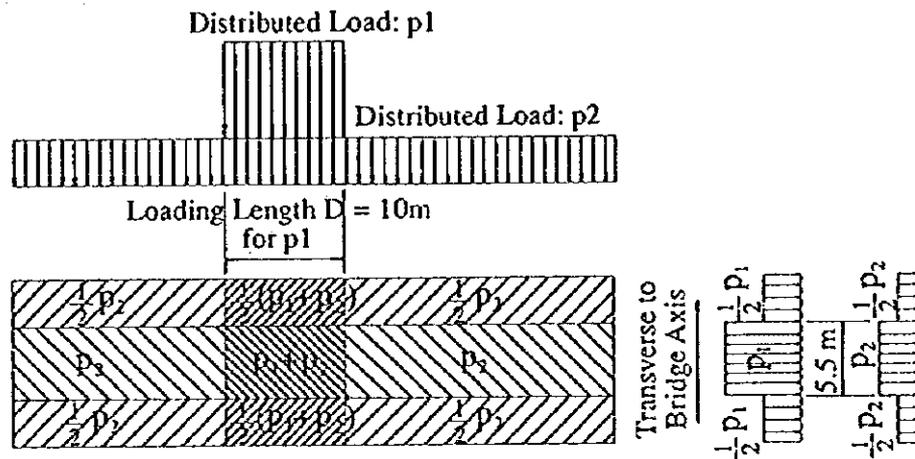
b) 活荷重

インド道路会議の示方書の設計荷重のclass-A/70R track/wheeled vehiclesと日本道路協会のB荷重の比較検討後大きい方で設計する。

表-4.4.2 活荷重

(荷重の単位：kg/m²)

| 主載荷荷重 (幅5.5m) | | | | | |
|---------------|--------------------|-----------------|----------|---------------|----------|
| 等分布荷重 p1 | | | 等分布荷重 p2 | | |
| 載荷長 D (m) | 曲げモーメント を算出する場合 | せん断力を算 出する場合 | L ≤ 80m | 80 < L ≤ 130m | L > 130m |
| 10 | 1,000 | 1,200 | 350 | 430 - L | 300 |



c) 衝撃

衝撃力の影響は次の衝撃係数を用いる。

プレストレストコンクリートに対して： $i = 10 / (25 + L)$ 、ここに $L =$ 支間長 (m)

d) 風荷重

インド道路会議の道路橋示方書の第2編の荷重・応力の第212節の基準による。すなわち、橋梁構造物に作用する水平力として構造物の鉛直投影面積に第212.3節で求められる風圧 P (kgf/m^2) を乗じた荷重とする。この水平荷重に加えて、さらに移動する活荷重に対しては橋梁面より1.5 mの高さに作用する 300kgf/m の水平荷重を考慮する。

e) 流水力

過去に記録されたヤムナ川の最高流速は、 5.2 m/s である。流水力の強さは、インド道路会議の道路橋示方書の第2編荷重・応力の第213.2節の次式により算出する。

$$P = 52 KV^2$$

$P =$ 流水圧 (kgf/m^2)

$K =$ 橋脚の形状による抗力係数

$V =$ 流速 (m/sec.)

f) 橋軸方向荷重

インド道路会議の道路橋示方書の第2編の荷重・応力の第214節に従って軸方向荷重を算出する。すなわち、自動車の加速による牽引力、停止の場合の制動力、そして可動支承における温度変化による摩擦力等の軸方向荷重を考慮する。

g) 浮力

下部工と基礎工の設計には、浮力を考慮する。

h) 土圧

クーロンの土圧式に基づくものとする。

i) 地震力

インド道路会議の道路橋示方書の第2編の荷重・応力の第222節に従い、水平震度法によって算出する。計算は次に示す等価水平力を用いる震度法である。

$$F_{eq} = \alpha\beta\lambda G$$

ここに、 F_{eq} ：地震時水平力

α ：水平震度係数 = 0.05 (ゾーン IV)

β ：支持地盤に影響される係数 = 1.2 (N値が10～30の中程度の地盤)

λ ：構造物の重要度によって決定される係数 = 1.5 (重要構造物)

G ：死荷重 (tf)

j) 温度変化

インド道路会議の道路橋示方書の第2編の荷重・応力の第218節に従い、コンクリート構造物に対する温度変化を $\pm 25^{\circ}\text{C}$ とする。

(2) 材料仕様

基本設計では、次の様な材料を対象に考えることとする。

a) 円筒供試体のコンクリート28日強度

| | | | |
|---|----------|---|-------------------------|
| - | PC主桁 | : | 350 kgf/cm ² |
| - | 横桁 | : | 300 kgf/cm ² |
| - | 床版 | : | 300 kgf/cm ² |
| - | 橋脚と橋台 | : | 240 kgf/cm ² |
| - | オープンケーソン | : | 240 kgf/cm ² |
| - | 場所打ち杭 | : | 300 kgf/cm ² |

b) 鋼材の強度

| | | | |
|---|-----------|---|-----------------------------|
| - | 鉄筋 | : | 49 - 63 kgf/mm ² |
| - | PC鋼材 (縦締) | : | 195.6 tf (12T12.4) |
| - | PC鋼材 (横締) | : | 58.4 tf (1T21.8) |
| - | PC鋼材 (連結) | : | 76.2 tf (12Φ7) |

(3) 橋梁および取付け道路の線形基準

全ての線形基準は、インド道路会議の平野部における都市道路の線形基準 (86-1983) に従うものとする。

4.4.3 基本計画

(1) 橋梁位置

新設の橋梁とその取付け道路を建設するのに適した場所を決定するために、プロジェクト地域周辺の現状を確認し、新設橋の選定に関係する条件を比較検討する。表-4.4.3に比較検討結果をのせた。この結果、新設橋梁の位置は次のような理由から既設橋梁の下流側に決定した。

- a) 最短区間で現道に取付けることができる。
- b) 不法占拠住居への影響が最小限。
- c) 既設水道管への振動影響が最小限 (ノイダ側)。
- d) 現状道路側における将来の交差点計画に整合がとれる。
- e) 既設橋梁の橋脚への局所洗堀等の水理的問題が回避できる。

表-4.4.3 架橋位置選定条件の比較検討

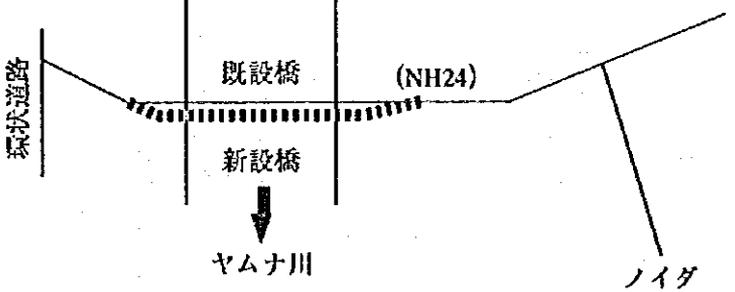
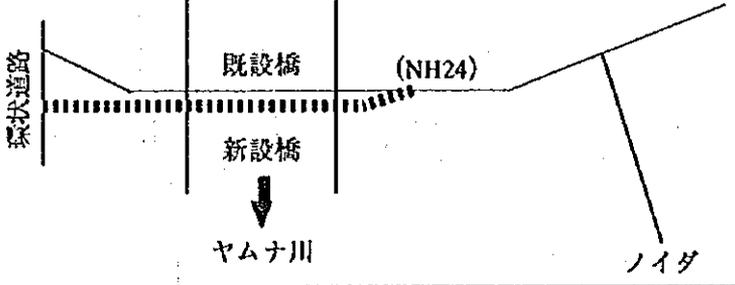
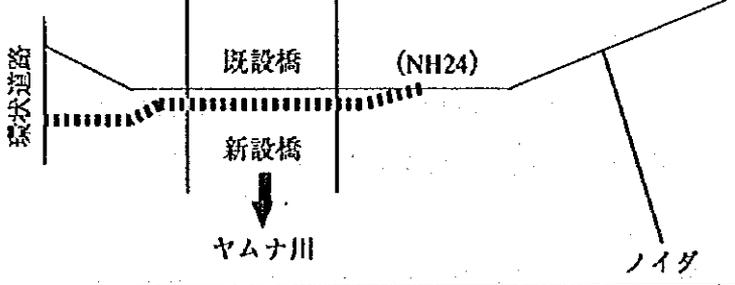
| 条 件 | 代替案(A), 上流案 | 代替案(B), 下流案 | 代替案(C), 既設案 |
|------------------|---|--|---|
| 橋梁サイトの 居住家屋 | - 耕作農民の居住地に 影響 (国道2号線側) | - 不法占拠住民に少し 影響 (国道2号線側) | 既設橋と同じ位置と 同じ線形になるが、 次のような観点から 対象外とする。 - 現在既設橋を通過す る交通量が多いこと から交通遮断をして 既設橋の架替えはで きない。 - また、架替工事中既 設橋の迂迴として仮 設橋を建設すること は550mという長さ と洪水期にも安定し ている構造が必要と なり非常に不経済と なる。 |
| | × | △ | |
| 高圧送電線 | - 高圧送電線の塔の近 くの場合クリアラン スがとれる | - 既設取付道路近く に並行すればクリ アランスが十分に とれる | |
| | ○ | ○ | |
| 水道管施設 | - 左岸側で新設取付道 路と交差する - 水道管に振動被害の おそれあり | - 右岸側で水道管を横 切る - 左岸側は水道施設が なく問題ない | |
| | × | ○ | |
| 用地取得 | - 左岸側は水道管があ るため広い用地が新 たに必要 | - 既存の用地の外側に 拡幅される部分だけ 必要 | |
| | △ | ○ | |
| 洪水に対する配慮 | - 既設橋脚への局所洗 堀のおそれがある | - 既設橋脚への局所洗 堀のおそれはほとん どない | |
| | △ | ○ | |
| 将来計画の交差点 | - 将来計画の立体交差 と既設取付道路を挟 んで反対側となる | - 将来計画の立体交差 と同じ側となりまた 高さ的にも問題ない | |
| | △ | ○ | |
| 橋梁サイト周辺の 建造物等 | - 特に問題ない | - 特に問題ない | |
| | ○ | ○ | |

○：問題ない △：多少問題があるが
解決できる ×：問題が複雑かまた
は大きい

(2) 取付道路

新設取付道路の線形と既設道路への接続点は、新設橋が下流側に位置するという条件のもとで次のように3つの代替案が考えられる。

表-4.4.4 取付道路の線形と接続点

| 代 替 案 | 接 続 点 |
|---|---|
| <p>代替案(A)</p>  | <p>(環状道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 既設取付道路の中間点 <p>(ノイダ道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 既設橋梁に近い既設取付道路との交点 |
| <p>代替案(B)</p>  | <p>(環状道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 既設交差点に近い環状道路との点 <p>(ノイダ道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 代替案(A)と同じ |
| <p>代替案(C)</p>  | <p>(環状道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 環状道路との交点で、既設交差点より300m以上下流側の点 <p>(ノイダ道路側)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 代替案(A)と同じ |

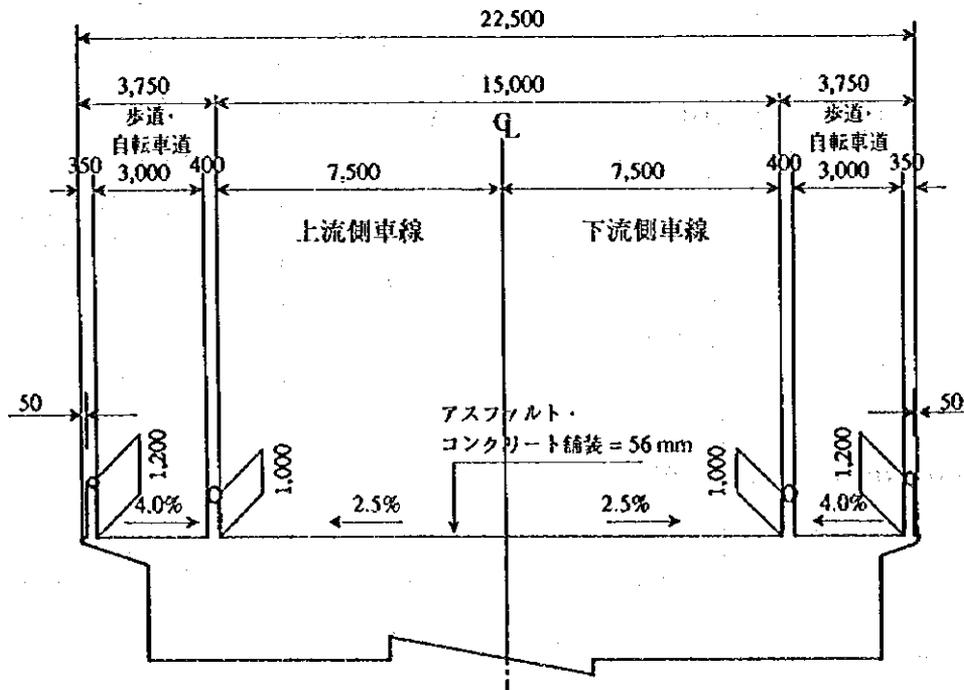
これらを検討すると交通の流れへの悪影響がほとんどなく、より大きな曲率半径の線形が確保できることそして既設道路になめらかに摺り付けることができ、取付道路長が短くなることから代替案(A)を採用する。

(3) 計画橋梁規模

a) 橋梁幅員

新設橋の総幅員は、機能保持の見地から既設橋の総幅員である22.3mを確保することを前提条件とし、インドの幾何構造基準に照らしながらインド側と協議の結果、下図の幅員構成とした。この結果、既設橋と同等の交通容量の確保が可能となる。

図-4.4.1 計画橋梁幅員



b) 橋長

一般に、橋長を決定する要素としては、既設橋の橋長、河川幅、洪水流出量、洪水による災害、河道変動等である。新ニザムディン橋の橋長は、次のような特性から決定される。

- 既設ニザムディン橋の長さは550mで、その橋台は河川堤防の法面で保護されている。また、今までに既設の河川堤防が洪水によって壊れたことはない。
- 既設ニザムディン橋の上・下流にあるヤムナ川を渡る既設橋梁の橋長は500mから600mである。

- 沖積地河川の水路幅はレイシイの公式によれば、洪水流量14,860 cu.m/secの場合に必要な水路幅は500mとなる。
- さらに、既存の地図等の資料によれば橋梁サイトにおける河道変動等の河相は過去数十年変化していない。

以上のような橋梁サイトの特性に基づいてインド側と協議の結果、新設橋梁の橋長は既設ニザムディン橋と同じ550mとした。

c) 支間長

一般に、支間長を決める主な要素は漂流物の大きさと洪水流量である。しかし、ニザムディン橋はヤムナ川を渡る橋梁群の中間にあるので、新設橋の支間長はこれらの橋梁群の支間長と等しいかまたはそれより長くすべきであるが、経済性を考慮して新設橋の支間長は既設ニザムディン橋と同じ42.3mとする。

d) 計画橋面高

新設橋の橋面高さを決める主な要素は、設計洪水位、過去の洪水記録、洪水災害、そして漂流物の大きさ等である。基本設計調査チームによって行われた聞き取り調査とアリーの洪水調節事務所の記録によれば、ニザムディン橋における過去の最高水位は1988年の205.68mであったが、その堤防破壊等の事故はなかった。したがって、この最高水位に基づいて、水面上1.5mのクリアランスと上部構造の桁高を考慮して決定する。新設橋の主桁高は既設橋よりも高くなること、および、設計洪水位が高くなっていることから新設橋の橋面高は既設橋のものより高くなるが、縦断線形の計画において橋の両側の新設取付道路の高さを既設のものに揃り付くようにする。また、縦断線形は排水機能を考慮して、橋の中央から国道2号線側とノイダ側に向かって0.5%の下り勾配とする。

e) 新設橋と既設橋の離れ

既設橋に隣接して建設される新設橋の基礎工は、その掘削による影響によって既設橋基礎工の周辺の土をゆるめることがある。したがって、新しい基礎工は次ページの図-4.4.2に示されるように設計と施工のそれぞれの段階において特別の注意をしなければならない領域の外側とする。この結果、新設橋と既設橋の離れは橋梁の中心間の距離で30mとする。

図-4.4.2 既設橋と新設橋の離れ

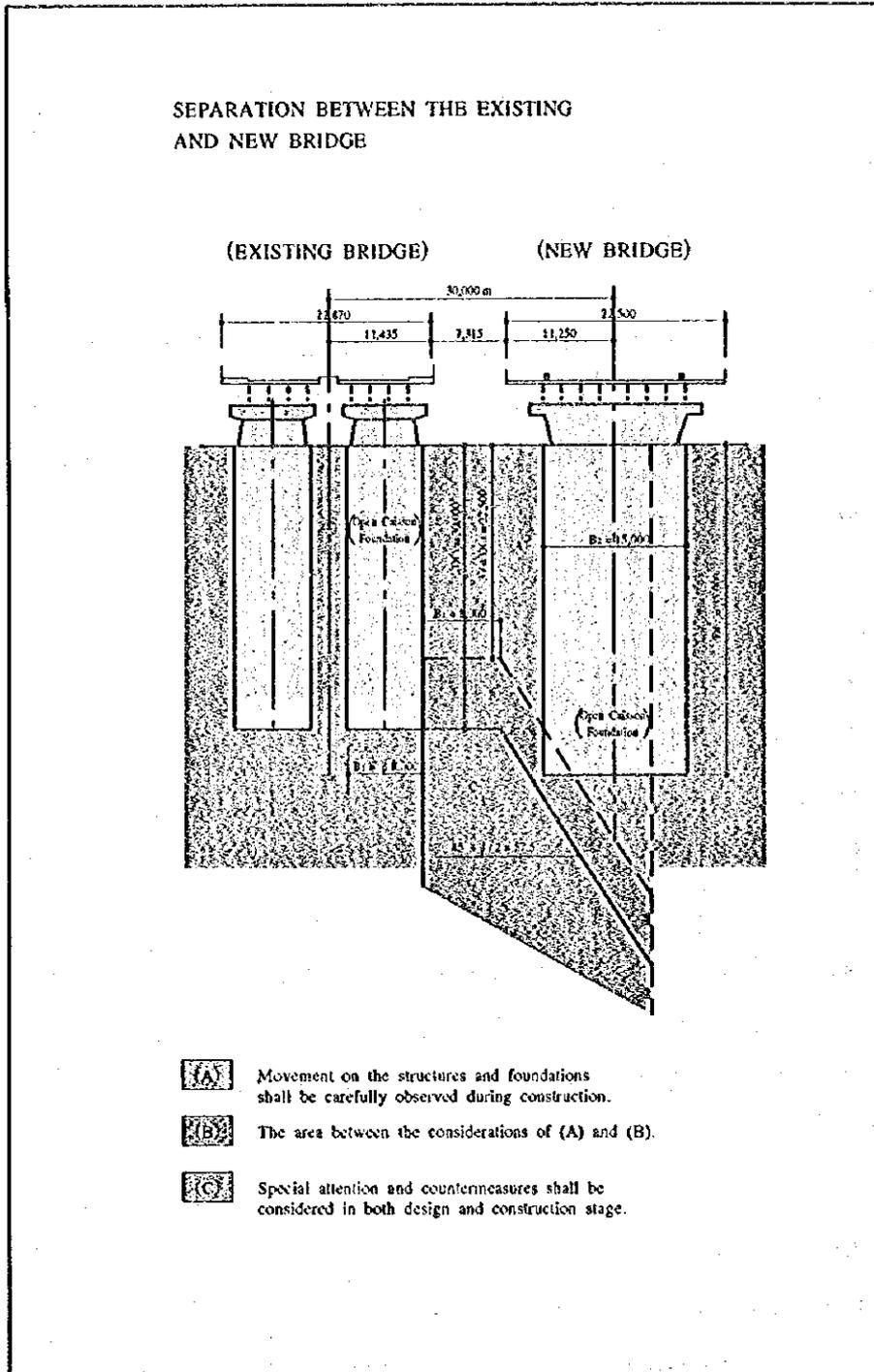
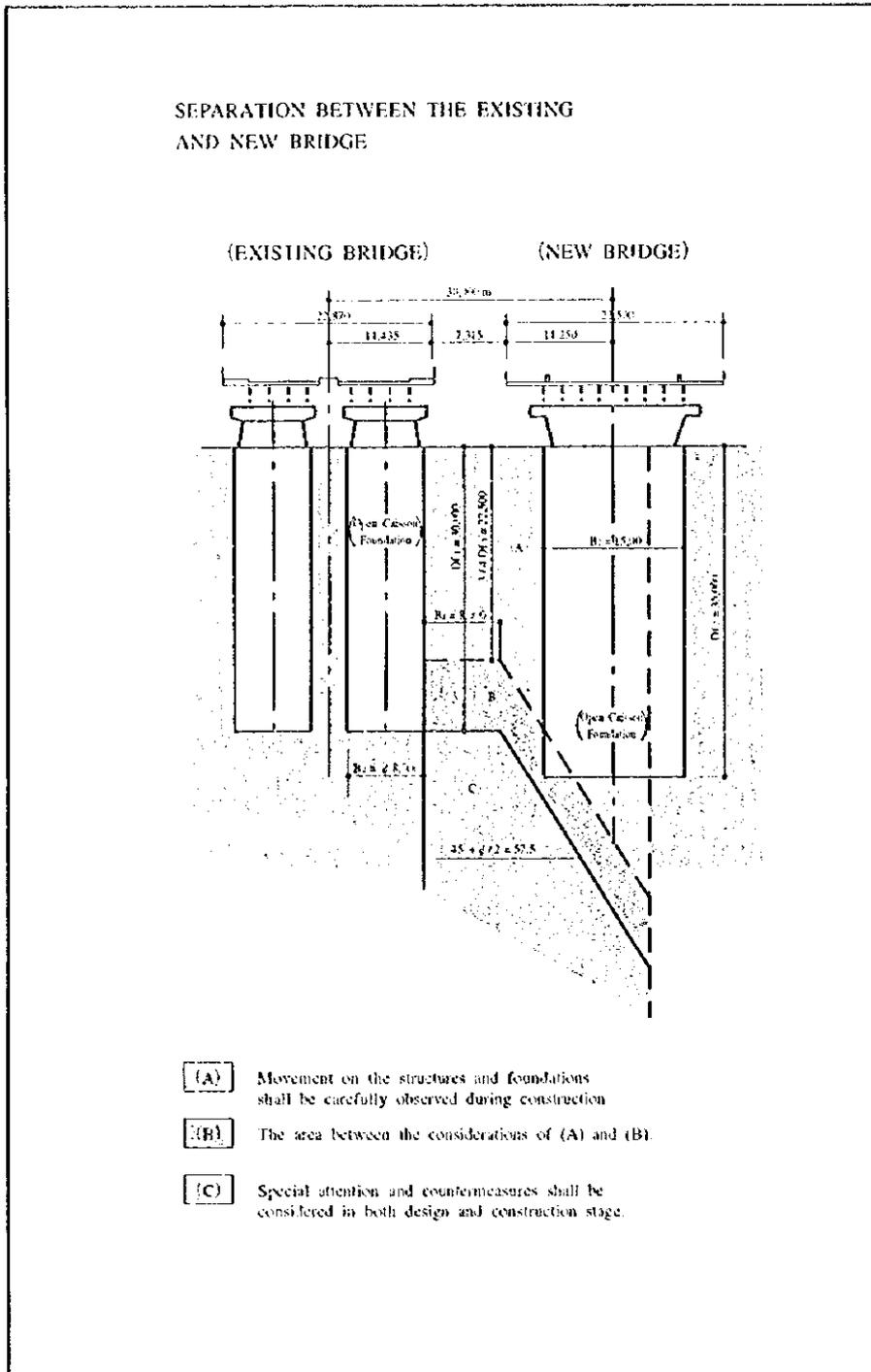


図-4.4.2 既設橋と新設橋の離れ



(4) 橋梁形式の選定

以下の様な特性と現状等を考慮して対象橋梁の構造形式を選定した。

- a) 計画橋梁の架橋地点は、既存橋に近接しているため（中心間距離30m）、水理学的を悪影響を極力避けることとする。
- b) インド政府は、ヤムナ川の河川データとヤムナ川を渡河する橋梁建設の経験として十分なものを有している。このため、橋梁の桁下余裕をはじめとした標準的な設計条件が、既に用意されている。
- c) インド道路会議1989年編の"Guidelines on Supplemental Measures for Design, Detailing and Durability of Important Bridge Structures"の第4. 1節に従い、河川内の基礎形式としてはオープンケーソンを採用する。
- d) 上記のc)と同様に、同節は出来るかぎり橋脚の数を減ずることを規定している。そのため、支間長は既存橋のものと同じかそれ以上とする。
- e) 水道管が計画橋梁のすぐ近くに存在しているので、将来水道管の移設が容易に出来る様に配慮する。
- f) インドで生産されている建設資機材を極力多用できるものとする。
- g) 日本の技術をインドへの移転できることを考慮する。

上記の事項と施工の信頼性と経済性等の観点から、次の様に形式が決定した。

a) 上部工

ポストテンション方式で単純桁のプレキャスト桁を連結したPC連結合成I桁型式とする。このPC連結合成I桁の施工は、未だインドで実績がなく、本計画の実施により技術移転の効果も期待できる。更に、この形式は単純桁を多径間にする場合に比べ格段に伸縮継手の数を少なくするので車両の走行性が良くなる。

b) 橋台

ボックスカルバートの様な形状を有するラーメン橋台（箱式橋台）または逆-T橋台は背面の大きな土圧に抵抗できる。良質の裏込め土を使用すると逆-T形式が経済的に有利である。本計画では、国道2号線側の橋台部分で既設水道管を横断させることとするため、鉄筋

コンクリートラーメン橋台とする。

c) 橋脚

流水抵抗が小さく水理的に有利な鉄筋コンクリート壁式橋脚とする

d) 基礎工

橋台：鉄筋コンクリート場所打ち杭とする。

橋脚：鉄筋コンクリートオープンケーソンとする。

インド道路会議1989年編の"Guidelines on Supplemental Measures for Design, Detailing and Durability of Important Bridge Structures"の第4. 1節に従い、橋脚に対しては小判形のオープンケーソンとする。一方、低水路から離れていて河川幅の外側にある橋台に対しては鉄筋コンクリート場所打ち杭とする。なお、杭径はインドの保有する掘削機を使用するものとしφ1000mmとする。

(5) 基本設計

a) 基本計画

本事業の施設の概要は、次のように決定された。

- 1) デリー側の取付け道路は、STA No.1 + 80m (交差点の端部をSTA No.0とした) を始点とし、A1橋台のSTA No.5 + 48m を終点とする延長 368 m である。
- 2) 新設橋梁は、A1橋台のSTA No.5 + 48m ~ A2橋台のSTA No.10 + 98m の延長 550m の橋である。この橋梁は、3径間と4径間のPC連結で、下部工は鉄筋コンクリート充実断面を有する壁式橋脚でその基礎工はオープンケーソンとする。
- 3) NOIDA側の取付け道路は、A2橋台のSTA No.10 + 98m から始まって、STA No.15 + 10m を終点とする延長 412 m である。
- 4) 橋台と取付け道路の接点には、踏掛板を設ける。踏掛板は、幅 15 m (車道幅) で長さを 8 m とする。

b) 縦断設計

計画橋梁は非常に交通量の多い所にあり、比較的緩やかな勾配が望まれるので、橋梁中央から縦断勾配としてデリー側とNOIDA側の双方に0.5%の下り勾配を設けるものとする。

c) 横断面の設計

第4.4節で既に扱った通り、次の様な横断面に決定された。

幅員としては1車線当たり3.50mを4車線とし横断勾配2.5%をつける。車線の両外側に3.00mの自転車・歩行車道を設け4.0%の横断勾配を付ける。総幅員として橋梁部で22.60m、取付道路部で22.90mとする。

d) 上部工の設計

概略設計検討の結果、上部工の構造要素は次の様に決定された。

1) 上部工の形式

PC連結1桁（いわゆる連結桁）が提案された。桁は単純桁として製作・架設された後、主桁とコンクリート床版を連結するものである。計画橋梁は4径間連結1連、3径間連結3連からなる。

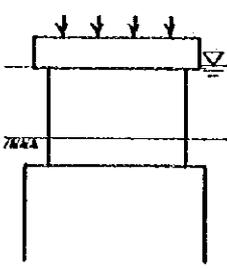
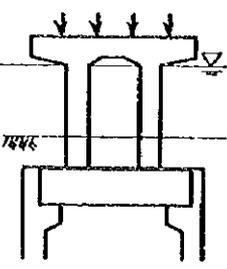
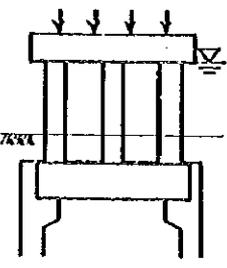
2) 桁高

桁高 = 2.5 m (支間/桁高の比 = 16.8)

e) 下部工の設計

一般に下部工の形式は上部工反力の大きさと方向、河川の状況、耐震性等から決められる。これらの比較検討の要素は、構造特性、施工性、河川の流れに対する阻害、そして経済性である。次の表のように下部工の形式としては壁式、2柱式そして多柱式が比較の対象となる。

表-4.4.5 下部工型式の比較

| 型式 | スケッチ | 構造性 | 施工性 | 河川阻害 | 経済性 (建設コスト) |
|-----|---|-------------|---------------|-------------|----------------|
| 壁式 |  | 水平力に対して安定 | 簡単な支保工 | 問題が少ない | 1.00 |
| 2柱式 |  | やや複雑な構造 | やや複雑な型枠・鉄筋の組立 | 流れに対して阻害がある | 1.00 |
| 多柱式 |  | 温度変化の影響を受ける | 支保工等施工が複雑 | 流れに対して阻害がある | 1.20 |

○ : 優れている △ : 普通 × : 悪い

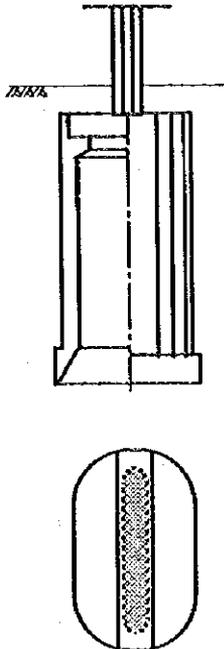
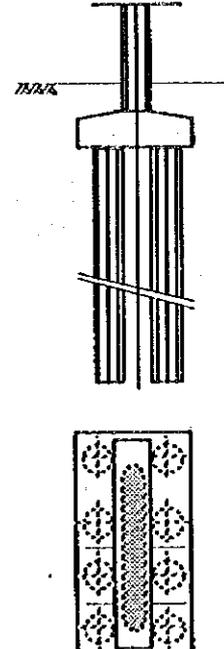
上記の表における比較検討の結果、経済的にも技術的にも優れている壁式を下部工の型式とする。環状道路側とノイダ側の両橋台は背面土圧に抵抗力の大きいラーメン型式とする。

1) 基礎工の設計

基礎工形式は、主に土質条件、土の支持力そして土質定数等によって決定される。そして施工性、材料の調達、基礎の根入れ深さ、経済性（建設コスト）はさらに慎重に検討しなければならない。このような観点から当プロジェクトに適当な型式は場所打ち杭とオープン・ケーソン基礎となる。場所打ち杭の特徴は、各々の杭の剛性はケーソンのような剛体基礎に比べ低いが各々の杭の間隔を大きくすることによって剛性を高めることができる。載荷試験によって支持力の確認ができる。一方オープン・ケーソンはその寸法が大きいことから大きな支持力が期待できる。特に、地震力や流水圧等の水平力に対する抵抗は大きい。場所打ち杭の場合、スタンド・パイプの使用で水上施工が可能であり、掘削機械を使用するので工程を安定させることができる。一方、オープン・ケーソン基礎の場合は、傾斜やズレによって、一般に沈下作業工程は不安定である。したがって、フリクション・カットやケーソン躯体をジャッキを使用して圧入する設備等が必要となる。なお、この圧入工法は隣接する既設構造物に悪影響を与えることが少なく、また施工時における傾斜等に対して各油圧ジャッキでコントロールし修正が容易となり工程を安定させることができる。

当プロジェクトにおいては、洪水による大きな局所洗堀に体する安定性とそれぞれの建設コストに大差がないことから、オープン・ケーソン基礎工を採用する。しかし、両岸における2つの橋台は、その基礎工の位置が河川の洪水域の外側に位置すること、その建設時期が洪水期になることから、工期の安定性のある場所打ち杭基礎とする。

表-4.4.6 基礎工の比較

| 基礎工形式 | (A) オープン・ケーソン | (B) 場所打ち杭 |
|----------------|--|---|
| 基礎工の概念図 |  |  |
| 構造特性 | 大きな支持力 | 大きな杭間隔によって安定性を確保できる |
| 施工性 | 沈下補助設備が必要 | 杭の孔底のスライム処理に注意 |
| 施工期間 | 傾斜等により不安定。但し、圧入工法等によって安定 | 機械掘削のため安定 |
| 経済性 (建設コスト) | ほぼ(B)と同じ | ほぼ(A)と同じ |

(6) 基本設計図

インド側との協議の結果に基づいた基本設計図は次のようになる。

図-4.4.3 標準横断図

図-4.4.4 縦断図、計画平面図

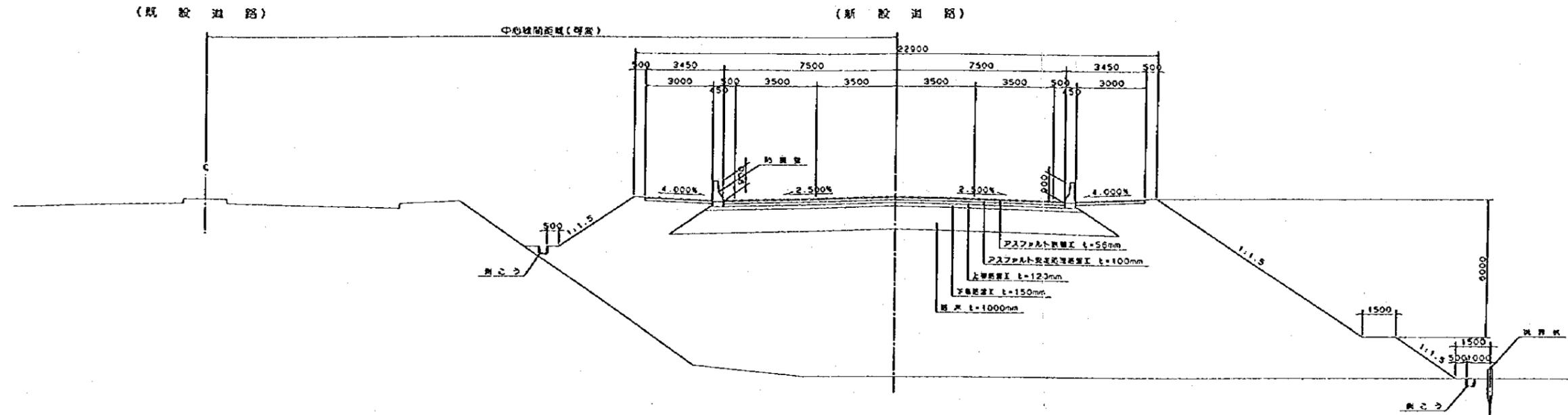
図-4.4.5 橋梁一般図

(7) 概略設計数量

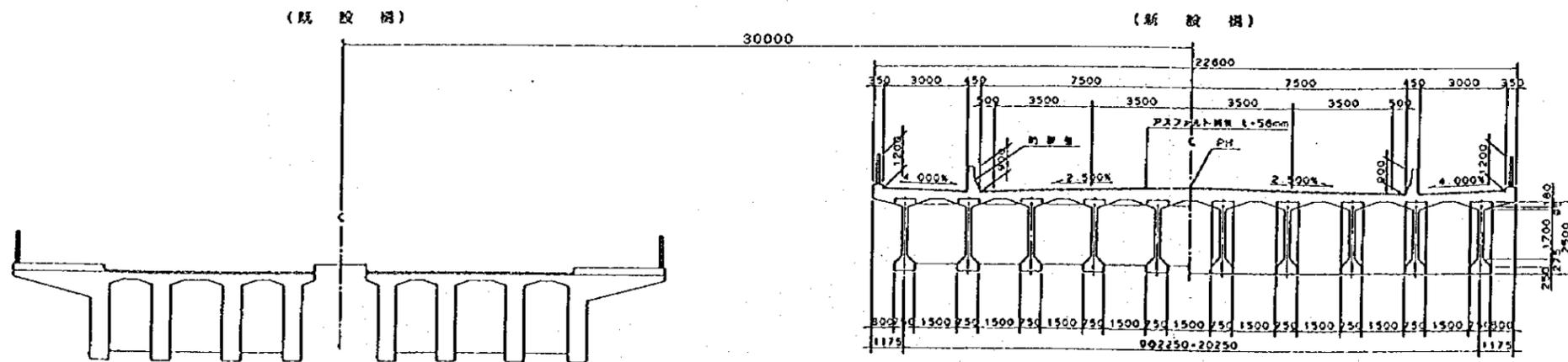
| | | |
|------------------|--------|------|
| 一橋梁面積 | 12,430 | sq・m |
| 一主桁本数 | 130 | 本 |
| 一橋台数 | 2 | 基 |
| 一橋脚数 | 12 | 基 |
| 一取付道路長 | 780 | m |
| 一アスファルト・コンクリート舗装 | | |
| 橋梁 | 11,466 | sq・m |
| 取付道路 | 16,170 | sq・m |
| 一盛土法面 | 8,613 | sq・m |
| 一護岸工 | 110 | m |
| 一コンクリート | 39,981 | cu・m |
| 一鉄筋 | 5,400 | ton |
| 一プレストレスシグケーブル | 347 | ton |

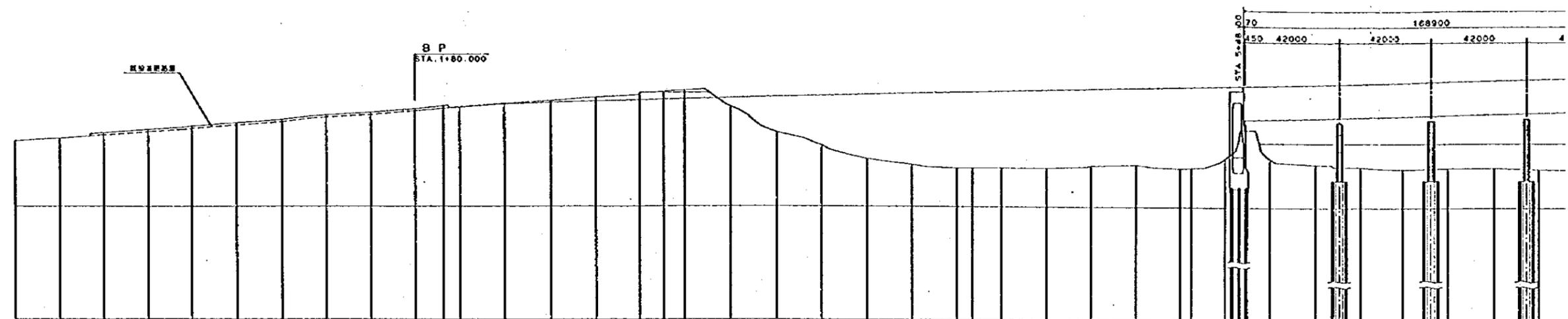
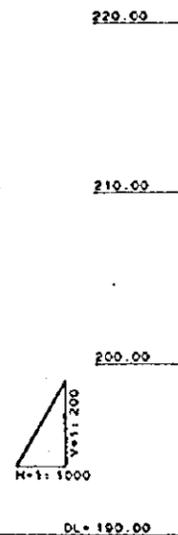
標準横断面図 s=1:100

取付道路部

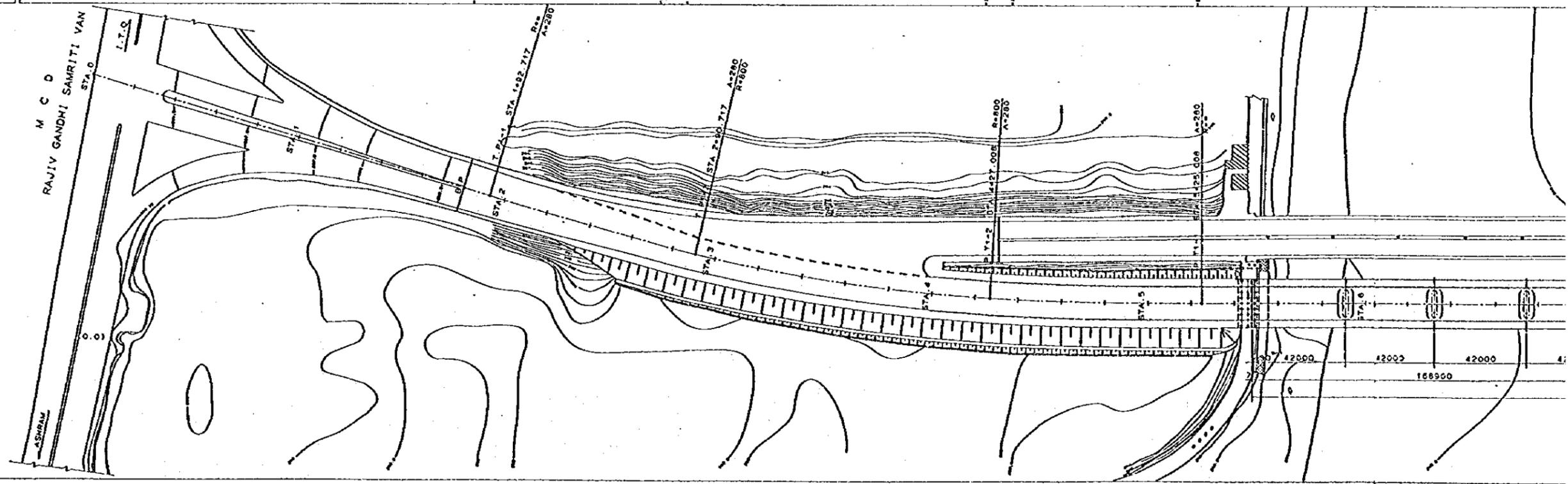


橋梁部





| 勾配 | 計 画 高 | 地 盤 高 | 累 加 距 離 | 単 距 離 | 測 点 | 曲 線 | 片 勾 配 せ り 付 け 図 |
|----|-------|---------|---------|--------|--------|-----|-----------------|
| | | 209.78 | 0.000 | 6.000 | STA. 0 | | |
| | | 209.00 | 20.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 208.50 | 40.000 | 20.000 | +40 | | |
| | | 208.80 | 60.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 207.10 | 80.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 207.40 | 100.000 | 20.000 | STA. 1 | | |
| | | 207.70 | 120.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 208.10 | 140.000 | 20.000 | +40 | | |
| | | 208.30 | 160.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 208.60 | 180.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 208.920 | 192.717 | 12.717 | P.TI-1 | | |
| | | 209.732 | 200.000 | 7.283 | STA. 2 | | |
| | | 209.083 | 220.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 209.147 | 240.000 | 20.000 | +40 | | |
| | | 209.250 | 260.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 209.390 | 280.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 209.404 | 300.717 | 10.717 | P.TI-2 | | |
| | | 209.450 | 300.000 | 9.283 | STA. 3 | | |
| | | 209.350 | 320.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 209.650 | 340.000 | 20.000 | +40 | | |
| | | 209.750 | 360.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 209.850 | 380.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 209.880 | 400.000 | 20.000 | STA. 4 | | |
| | | 210.050 | 420.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 210.085 | 427.008 | 7.008 | P.TI-3 | | |
| | | 210.150 | 440.000 | 12.992 | +40 | | |
| | | 210.200 | 460.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 210.300 | 480.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 210.450 | 500.000 | 20.000 | STA. 5 | | |
| | | 210.950 | 520.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 210.875 | 525.008 | 5.008 | P.TI-4 | | |
| | | 210.890 | 540.000 | 14.992 | +40 | | |
| | | 210.750 | 560.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 210.850 | 580.000 | 20.000 | +80 | | |
| | | 210.920 | 600.000 | 20.000 | STA. 6 | | |
| | | 211.000 | 620.000 | 20.000 | +20 | | |
| | | 211.150 | 640.000 | 20.000 | +40 | | |
| | | 211.250 | 660.000 | 20.000 | +60 | | |
| | | 203.40 | 680.000 | 20.000 | +80 | | |



ニザムティン橋 縦断計略図 縦断計略図 縦断計略図
 L=550.00m 縦断計略図 縦断計略図 縦断計略図
 V=1:200 H=1:1000

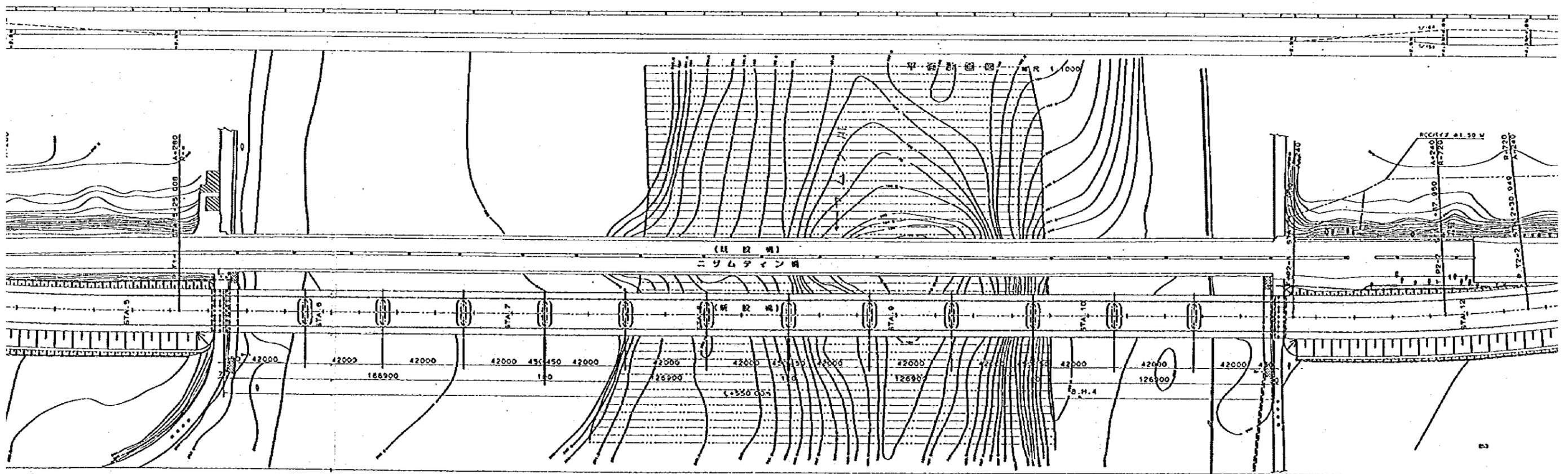
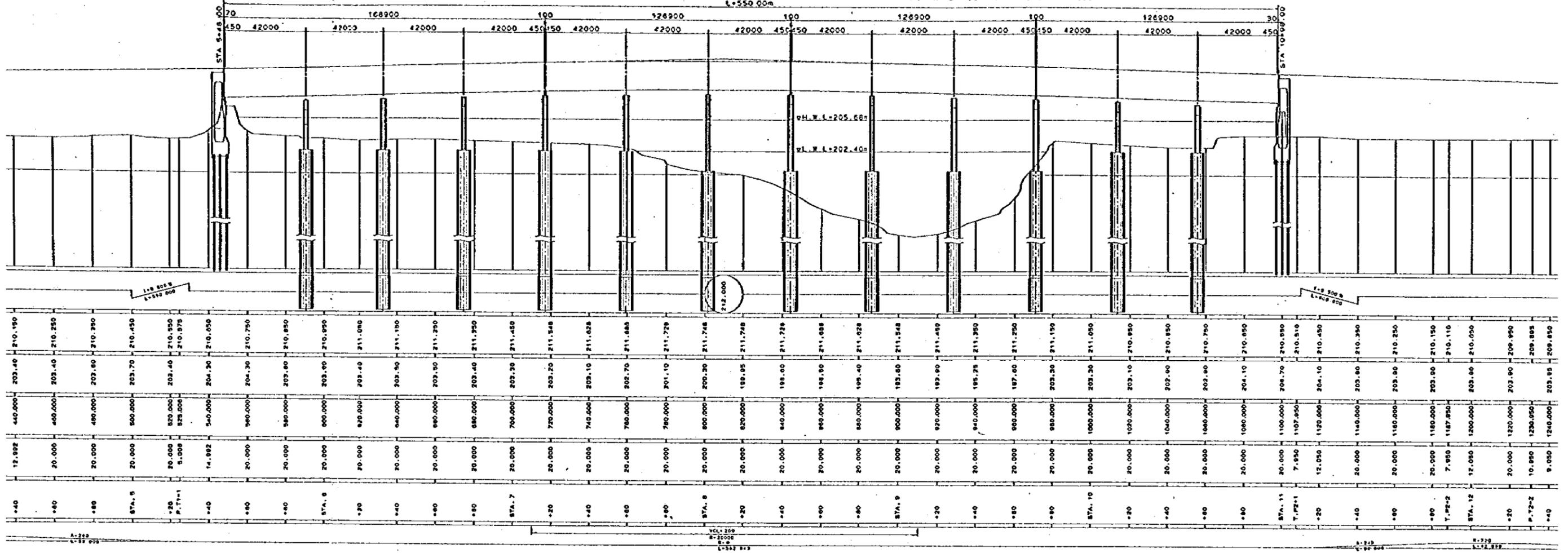
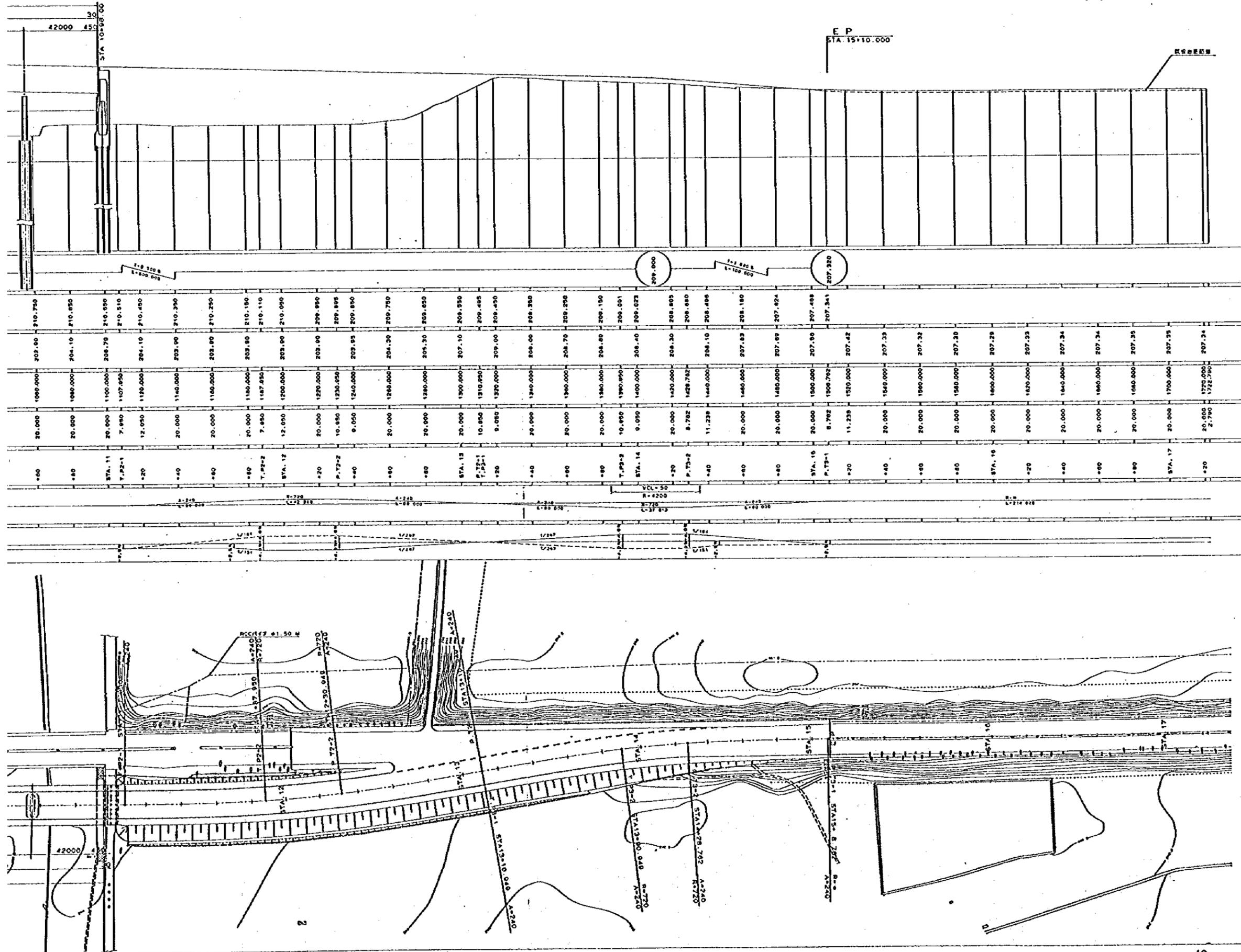
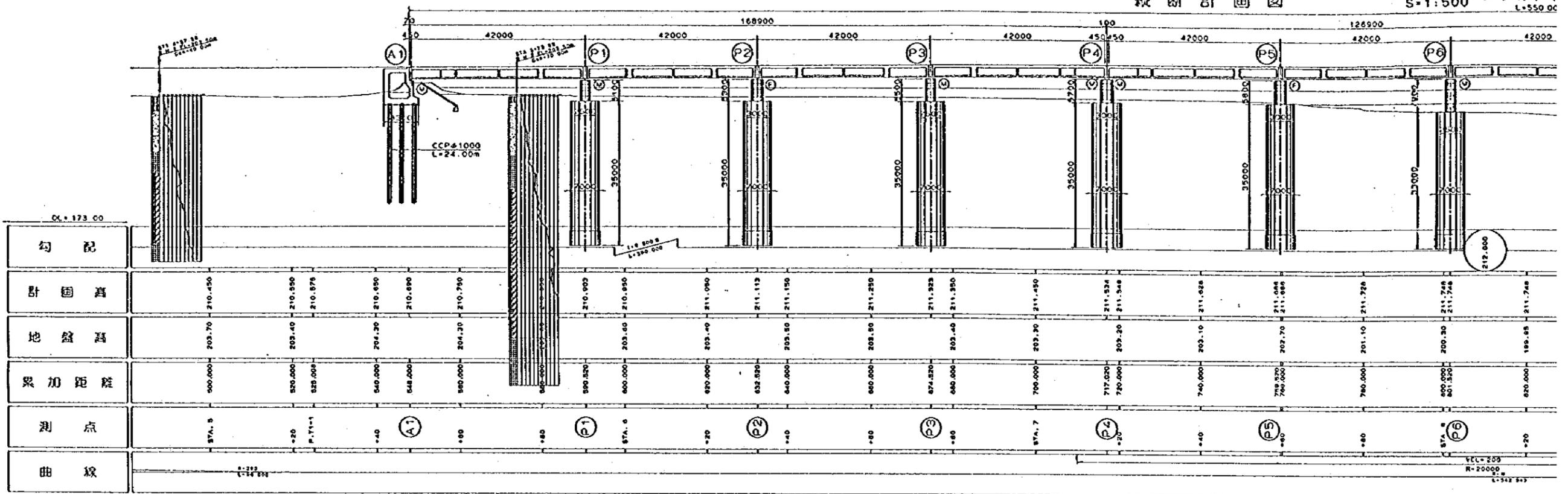


图-4.4.4 縦断面图、計西平面图



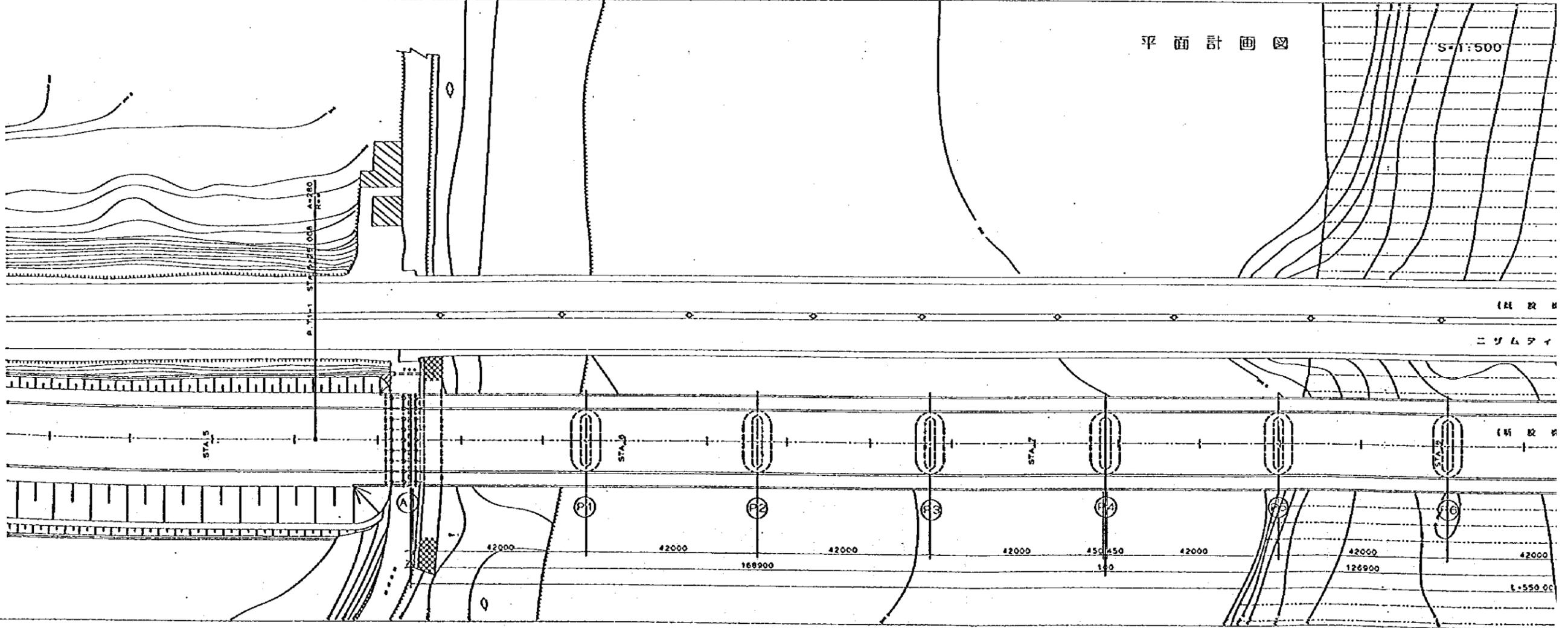
縦断計画図

S:1:500 ニゾムタイ L:550.00



平面計画図

S:1:500



(社) 設 研

ニゾムタイ

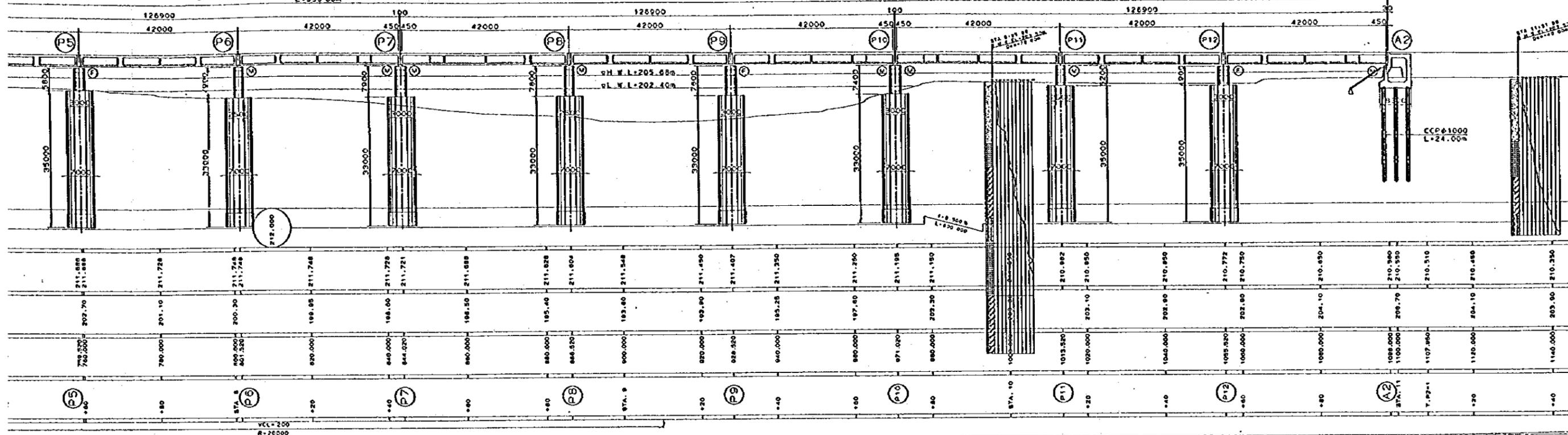
(社) 設 研

L:550.00

ト 図 図

S=1:500 ニサムティン橋

L=559.00m



計 図 図

S=1:500

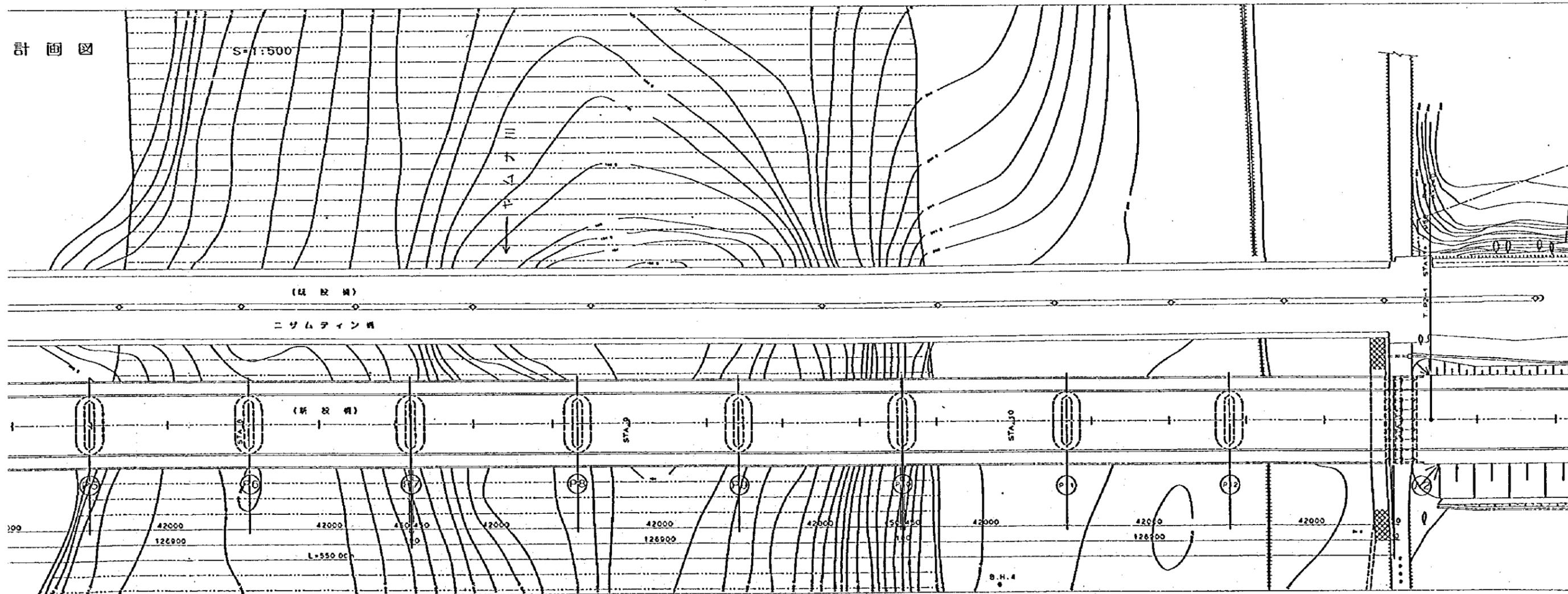
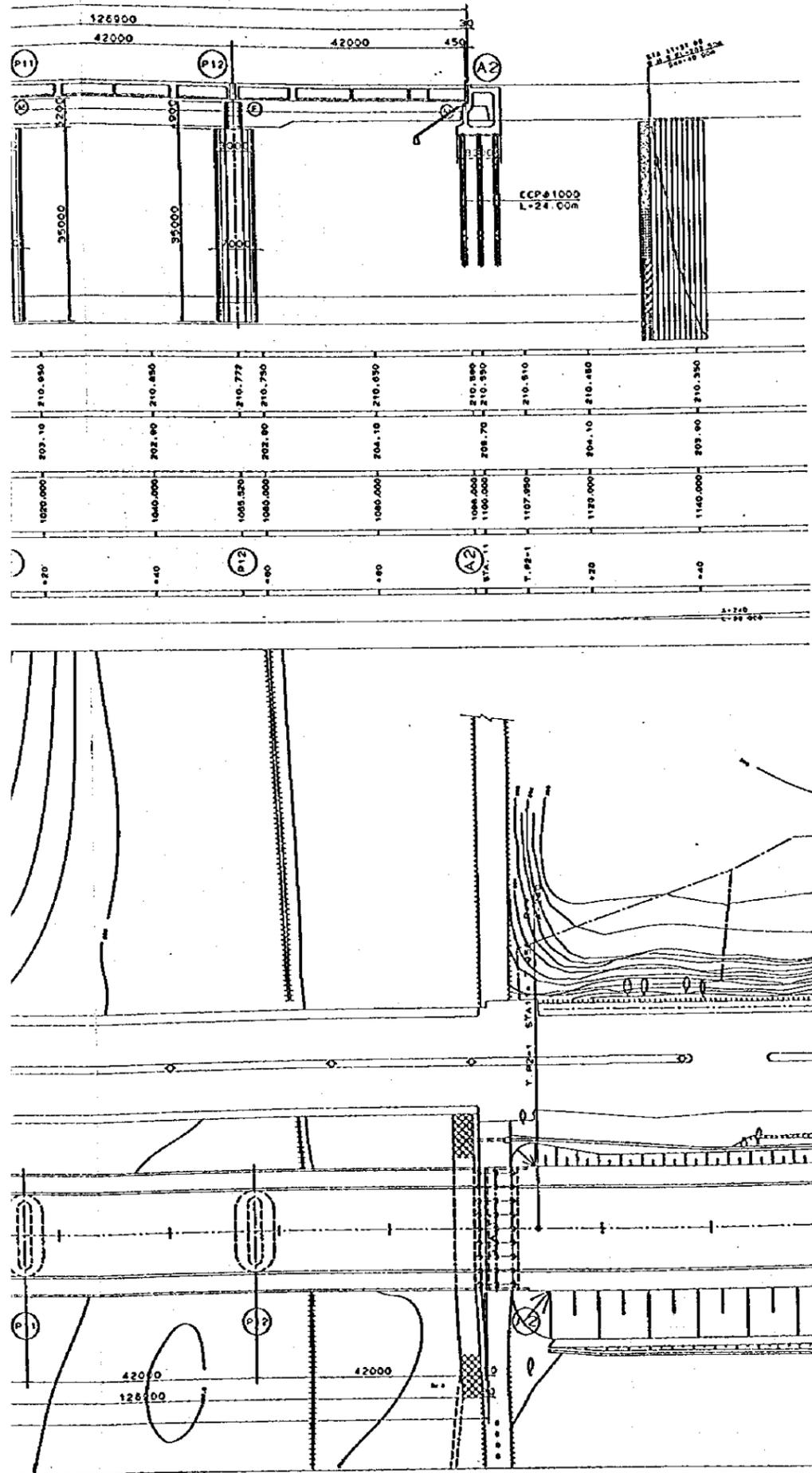
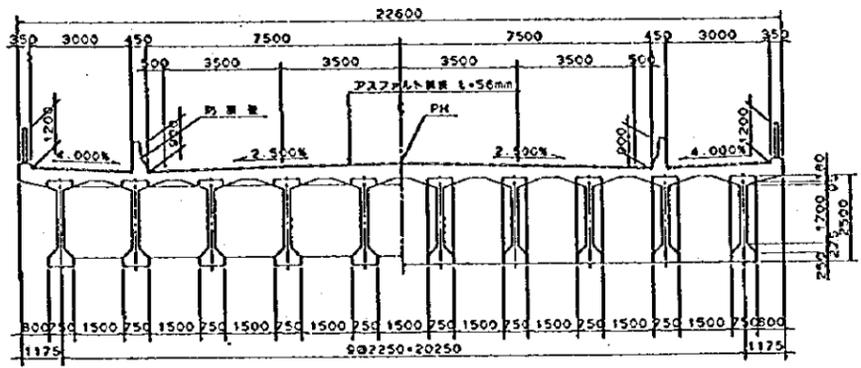


図-4.4.5 橋梁一般図

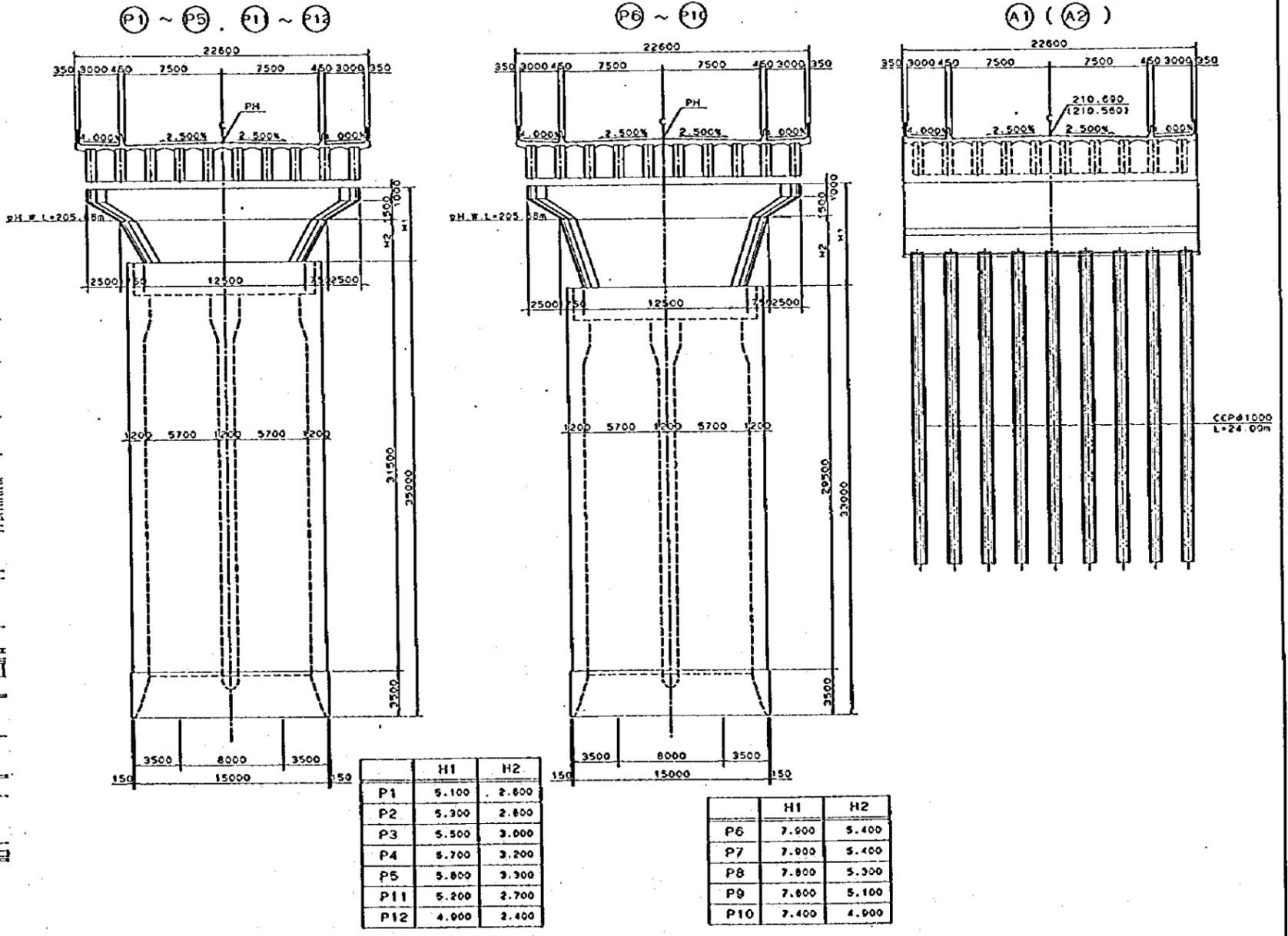


標準断面図 S=1:100



設計条件

| | |
|------|-----------------|
| 全長 | L=550.00m |
| 橋幅員 | S=42.00m |
| 橋脚間隔 | H=27.50m-15.00m |
| 橋脚基礎 | φ基礎 (FL-25) |
| 橋脚基礎 | i=10/125+L |
| 橋脚基礎 | κ=0.20 |
| 橋脚基礎 | θ=0° 00' 00" |
| 橋脚基礎 | R=∞ |
| 橋脚基礎 | i=0.500%-0.500% |



4.5 施工計画

4.5.1 施工方針

(1) 工期の設定

本計画のニザムディン橋は、デリーの中心部に位置しヤムナ川を渡っている。日本から調達予定の特殊資機材はボンベイ港で荷揚げされ、途中アーメダバード、ジャイプールを経由してデリーまで輸送される。取付道路の盛土材はプロジェクト・サイトから約20km、またコンクリート用骨材は約100kmの地点からの搬入となる。橋梁上部工のプレストレスト・コンクリート(PC)桁は河川堤防内の敷地に仮に設けられたヤードで製作し、大型特殊架設機械（エレクション・ガーダー）を使用し架設する。基礎工のオープン・ケーソンの施工は洪水期（6月～10月）を避けて河川敷内に建設するが、このタイミングと限られた工期の関係から、圧入工法を併用し、その作業は3作業班とする。

工事内容を大きく区分すると工程順に準備工、架設ヤード建設、新設橋建設、取付道路工、雑工、跡片付けとなり、本計画の工事期間は30ヶ月と見積られる。

(2) 施工方法

既設橋下流側の左岸堤防内のヤード予定地の敷地の確保と整地をする。その後敷地盛土、桁製作ヤードを準備し、PC桁製作を始める。オープン・ケーソン基礎工は河川の中心部から両河岸に向かって施工する。左岸側の基礎工と下部工が完了したら右岸側の基礎工と下部工を施工する。上部工の架設は、左岸側のヤードから片押しでエレクション・ガーダーによって施工する。桁架設後高欄、舗装等の橋面工を施工し、取付道路を建設する。

4.5.2 建設事性および施工上の留意点

プロジェクトを実施するにあたって、次のような河川洪水、建設敷地そして材料調達に関する条件に留意すべきである。

- 洪水調節事務所の洪水記録によれば、洪水期は6月から10月である。洪水期における建設期間と工法の関係はプロジェクトの実施工程を左右する。
- 洪水期間の作業は河川の水面上でできる作業に限られる。

- ー 洪水期間でも工事が進められるように特殊な桁架設機材が必要となる。
- ー プロジェクト着工前に、水道管、電線と電柱等の公共施設が移設される必要がある。また、新しく必要な土地を調達する。
- ー 建設機械および材料は特殊工法によるものを除いて概ねインドで調達可能なものとする。
- ー 基礎工を工期以内に確実に完成させるために必要な日本の特殊機械と特殊工は派遣するものとする。

4.5.3 実施設計・施工監理計画

コンサルタント契約後の実施設計、入札図書作成、入札までは日本人スタッフで構成される業務主任、上部工担当、下部工担当、施工計画・積算担当、入札・契約担当が作業に当たる。建設工事期間中にはコンサルタントから日本人の常駐監理技師と主要工事の監督、指導のための要員を現地に派遣する。主要なスタッフの役割分担は、次のようになる。

a) 業務主任

実施計画、入札、建設工事全体に係わる業務を総括的に担当する。

b) 上部工担当

実施設計の期間には、上部工の設計を担当。建設工事期間には現場での上部工の桁製作および桁架設の立会、検査を行う。

c) 下部工担当

実施設計の期間には基礎工、下部工、護床工などの構造物の設計を担当する。建設工事期間には土質条件の確認、基礎工、下部工などの施工監理を担当する。

d) 施工計画・積算担当

実施設計時に、詳細な施工計画を検討するとともに、基本設計時に行った工事費積算に基づいて工事費、事業費の見直しと詳細な積算を行う。

e) 入札・契約担当

実施設計時に、入札図書の作成、また契約書作成に係わる分野を担当する。

f) 常駐監理技師

建設設計時に、入札図書の作成、また契約書作成に係わる分野を担当する。

g) 材料担当

建設工事期間においてコンクリート等材料の品質、強度に関する監理・指導に当たる。

h) 道路担当

取付道路の構築、舗装などにおける施工監理を担当する。

4.5.4 資機材の調達計画

(1) 労務状況

一般に作業員と職工はインドで雇用できる。特に基礎工のオープン・ケーソンの沈設作業は新ITO橋等での経験を有する作業員の調達が可能である。桁架設工のような特殊作業をオペレーションする職工および監督員は日本から派遣する。賃金の支払は1936年の政府の賃金通達の支払条項による。この通達は必要に応じ修正されインド全土を対象としている。普通労働者の最低賃金は昼間8時間勤務でRs. 60.0、残業1時間当たりRs. 20、夜間8時間勤務でRs. 150.0と定められている。また、個人給与にかかる所得税率（月あたり）は下記のように定められている。

a) Rp. 30,000未満・・・無税

b) Rp. 30,000以上、Rp. 50,000未満・・・Rp. 30,000を越えた額に対して20%

c) Rp. 50,000以上、Rp. 100,000未満・・・Rp. 4,000 + Rp. 50,000を越えた額に対して30%

d) Rp. 100,000以上・・・Rp. 19,000 + Rp. 100,000を越えた額に対して40%

(2) 建設材料

建設材料は一般にプロジェクト・サイト近くで調達できる。コンクリートとアスファルトコンクリート用の粗骨材と砂はデリーから南約100kmにある採石所から得ることができる。新設取付道路の盛土材はプロジェクト・サイトから約20kmの範囲内の土取場から得ることができる。しかしながら、プレストレス用の鋼材と碇着アンカーは、その品質が良質であるという確実さの必要性から日本から調達するが、鉄筋はインド国内で調達する。（表-4.5.1）

表-4.5.1 主要建設材料の調達

| 資 材 名 | インド | 日本 | 第3国 | 理 由 |
|-----------------|-----|----|-----|------------|
| セメント | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 鉄筋 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 砕石・砂 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| アスファルト・アスファルト乳剤 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 鋼材 (型钢、鋼矢板) | ○ | | | 国産品入手可能 |
| PC鋼材 | | ○ | | 品質及び供給の安定性 |
| PC関連資材 (シース等) | | ○ | | 品質及び供給の安定性 |
| PCアンカー | | ○ | | 品質及び供給の安定性 |
| アスファルト合材 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| コンクリート混和材 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 伸縮継手 (ゴム製) | | ○ | | 品質及び供給の安定性 |
| 支承 (ゴム製) | | ○ | | 品質及び供給の安定性 |
| 型枠(Steel) | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 木材 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 枠組み支保工・足場材 | ○ | | | 国産品入手可能 |
| 燃料 | ○ | | | 国産品入手可能 |

(3) プラント施設・建設機械

デリー市内にはアスファルト混合プラントが十数ヶ所存在する。これらのプラントは、現在デリー市およびその周辺の道路舗装工事のためにフル稼働となっている。しかしながら、デリー市政府を通じてニザムディン橋の舗装工事に使用できるため、本計画ではデリー市内のアスファルト混合プラントよりアスファルト混合材を購入する。コンクリート混合プラントはデリー市およびその周辺には存在しない。したがって、可搬式のコンクリートバッチャプラントを日本より調達する。工事用主要機械は現地調達を原則とする。特殊機械などは日本から持ち込むこととする。主な機械の調達は次のようになる。(表-4.5.2)

表-4.5.2 主要建設機械の調達

| | 仕 様 | インド | 日 本 |
|----------------|-----------------|-----|-----|
| ダンプトラック | 11 ton | ○ | |
| ブルドーザ | 15 ton, 21ton | ○ | |
| バックホウ | 0.6 m3 | ○ | |
| 振動ローラ | 0.8-1.1ton | ○ | |
| トラッククレーン | 20-22, 15-16ton | ○ | |
| クローラクレーン | 40 ton | ○ | |
| パイプロハンマ | 40 kw | ○ | |
| パイプロ用ウォータージェット | 150kg/cm2 | | ○ |
| タンバ | 60 kg-100kg | ○ | |
| アスファルトフィニッシャ | 2.4-5.0m | ○ | |
| コンクリートポンプ | 60m3/h | ○ | |
| 溶接機 | 250 A | ○ | |
| センターホールジャッキ | 50ton, 200ton | | ○ |
| 飲水車 | 5.5-6.5kl | ○ | |
| トラクターショベル | 14 m3 | ○ | |
| ロータリー式ボーリングマシン | 55kW | ○ | |
| タイヤローラ | 8 ~ 20 ton | ○ | |
| タンバ | 60 kg. | ○ | |
| コンクリートバケット | 0.6 m3 | ○ | |
| 大型ブレーカ | 600-800 kg | ○ | |
| ロードローラ | 10-12t | ○ | |
| 発電発動機 | 125 KVA | ○ | |
| 発電発動機 | 50 KVA | ○ | |
| 水中ポンプ | 50*20 mm | ○ | |
| コンクリートパイプレータ | | ○ | |
| グラウトポンプ | 200 lit. | ○ | |
| グラウトミキサー | 2.2 KW | ○ | |
| クラムシエル | 0.8 m3 | ○ | |
| 油圧ポンプ | 1.5kW | | ○ |
| バースト-キル-ショット | 60-100kg | ○ | |
| コンクリートバッチャプラント | 45 m3/h | | ○ |
| アジテータカー | 3.0 m3 | | ○ |

4.5.5 実施工程

プロジェクトの交換公文 (E/N) から完成まで実施工程はコンサルタント契約、詳細設計、入札、工事契約そして工事とに分けられる。本計画の実施工程を表-4.5.1と表-4.5.2に示す。詳細設計は4ヶ月、入札と契約3ヶ月、工事期間は30ヶ月を想定している。

表-4.5.1 実施工程 (D/D、入札と契約)

| 内容 | | 月 | | | | | | | | | |
|-------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| D/D | 閣議決定 | ▽ | | | | | | | | | |
| | 交換公文(E/N), D/D | | ▽ | | | | | | | | |
| | コンサルタント契約(D/D) | | | □ | | | | | | | |
| | 詳細設計 | | | | | | | | | | |
| 入札と契約 | 交換公文(E/N), S/V | | | | | | | | ▽ | | |
| | 事前審査 | | | | | | | | | | |
| | 入札 | | | | | | | | | | |
| | 工事契約 | | | | | | | | | | ▽ |

表-4.5.2 実施工程 (工事)

| 内容 | | 月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 工 事 | 準備工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 現地搬入 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 基礎工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 下部工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 上部工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床組工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 橋面工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 取付道路 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 舗装付け | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.5.6 被援助国による必要な措置

被援助国のインド政府による必要な措置は、用地取得、仮施設と仮設工事のため用地の借地、プロジェクト・サイトの伐開除根、不法占拠住居の移転、そして水道管、電線および電柱の移転等である。両国政府間の交換公文（E/N）後、新設橋建設の入札手続きおよび工期は限定されているのでこれらの必要な措置の開始はできるだけ早くすべきである。環状道路側の既設の取付道路の盛土面にある不法占拠住居の移転は注意して実施すべきである。既設取付道路の下流側にある水道管はその地域における仮設敷地または取付道路等の予定された作業が開始される前に移転される必要がある。

4.6 概算事業費

当プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費は、日本とインド国の負担区分に基づいてそれぞれ次のようになる。

(1) 日本側負担分

(単位：百万円)

| 年 度 (期) | 合 計 |
|------------|---------|
| 1) 建設費 | 2,627 |
| a) 直接工事費 | (2,100) |
| b) 現場経費 | (174) |
| c) 共通仮設費等 | (353) |
| 2) 設計・監理費 | 204 |
| 合 計 | 2,831 |

(2) インド国側負担分

| 費 目 | 現地貨 (百万Rs) | 円換算 (百万円) |
|-------------------|------------|-----------|
| a) 建設用地買収費 | 7.3 | 23.4 |
| b) 作業ヤード用地リース料 | 6.5 | 20.8 |
| c) 水道管移設費 | 6.0 | 19.2 |
| d) 不法占拠者移設費 | 0.6 | 1.9 |
| e) 電線・電柱仮移設、復旧費 | 3.2 | 10.2 |
| f) 作業ヤード・取付道路部整地費 | 0.4 | 1.3 |
| g) 陸上交通省管理費 | 2.6 | 8.3 |
| 合 計 | 26.6 | 85.1 |

3) 積算条件

- a) 積算時点 平成6年11月
- b) 為替交換レート 1US\$=100,000円、1US\$=31.22Rs, 1Rs=3.20円
- c) 施工期間 詳細設計4ヶ月、契約と入札3ヶ月、工事期間30ヶ月と見積られる。
- d) その他 当プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

第5章 プロジェクトの評価と提言

5.1 プロジェクト実施による裨益効果

本計画による、現ニザムディン橋の新ニザムディン橋への架け替えは、以下のような効果が期待できる。

- a) 橋梁崩壊による国道24号線バイパスの交通遮断という危険から回避され幹線道路としての機能を維持することができ、ヤムナ川の渡河交通の安全性が確保される。
- b) ニザムディン橋はデリー市の中心部に位置することから、ヤムナ川の東側居住者の首都圏への通勤（約3万人）、ヤムナ川の西側居住者のノイダ工業団地やガジアバード方面への移動（約2万人）に直接貢献するが、本プロジェクトによる裨益人口は約100万人と想定される。また、ニザムディン橋の下流側のオクラ橋の近くの新設橋梁計画は技術的・予算的な問題から中止されていることから、ヤムナ川を渡る交通流の確保という点からも新ニザムディン橋の建設は十分に意義のあるものとなる。
- c) 架け替えによりニザムディン橋が完成すると、車道と歩道を完全に分離することにより住民が安全に通行でき、車両も橋梁通過時における安全かつ自由に円滑な交通が期待できる。その結果、現在の交通渋滞を解消することが可能となる。これにより、1台当たり2分短縮されると想定され、所用時間短縮効果として約33万Rs/日、燃料消費低減効果として約6万Rs/日と試算できる。
- d) インド国は高い失業率を抱えているため、労働者に十分な雇用機会を与えることが課題となっている。本計画は人力で施工する部分が多いコンクリート構造で計画されており、建設業者、作業員等で1800人月の労働力が必要となる。本プロジェクトの実施はこのような雇用機会の増大に貢献する。
- e) 本計画を我が国の施工技術をもって実施することにより技術移転がなされ、今後の同国の橋梁建設技術の向上に資する。

5.2 妥当性にかかる実証・検証

今回のニザムディン橋の建設は、緊急に修復の必要なニザムディン橋を架け替えることにより、a)幹線道路としての機能を維持することができ、ヤムナ川対岸相互の交通の安全性が確保できること、b)新しい横断面構成による車両（トラック等の重車両および乗用車）と軽車両（オートリキシャ、自動車、リアカー等）の分離により交通の安全性が確保できること、c)建設後の維持修繕費用が低減されること、により本計画の内容は無償資金協力案件として妥当であると判断される。

5.3 提言

本計画は前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が広くデリー市および周辺住民のBHN(Basic Human Needs)の向上に寄与するものであることから、本計画が無償資金協力で実施することの妥当性が確認された。さらに、本計画完了後の橋梁維持管理・運営についても陸上交通省およびデリー市政府公共事業局の体制は人員、資金ともに十分であり問題ないと考えられる。しかし、以下の点について改善・整備されれば、本計画は円滑かつ効果的に実施しうるであろう。

- a) 不法占拠者立ち退きに対する適切な配慮
- b) 関係諸機関相互の連携体制の整備（水門制御、交通制御等）
- c) 取付道路建設時の車両および歩行者の安全な通行の確保
- d) 新設橋完成後の既設橋の閉鎖
- e) プロジェクト完成後の取付道路取付部における円滑な交通制御
- f) 無償資金協力システムに沿った各手続きの円滑な遂行