

3-2 自然条件

3-2-1 気象

(1) 降雨量

ビボソ地域の気候は、雨期と乾期に分けられる。雨期は3月中旬から10月下旬まで続くが、ピークが2回あり、5月～6月の大雨期と9月～10月の小雨期に分けられる。この間の7月～8月は相対的に乾期となり雨量も減少する。年間の平均降雨量は約1,300mmである。11月から2月はこの地方でハルマターンと呼ばれる北東の季節風の影響を受けて乾燥する。年間の月平均降雨量は以下の通りである。

表3-13 月平均降雨量(30年平均)

(単位: mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨量	38.1	50.8	114.3	127.0	228.6	274.3	101.6	50.8	76.2	165.1	119.4	38.1

出典: Mean Monthly And Annual Rainfall Maps, Ghana Meteorological Service Dept.

(2) 気温・湿度

ビボソ地域は湿潤亜落葉樹林帯に属し、年間平均気温は30℃である。年間の最高気温は通常雨期の直前に記録され、一方最低気温は7月～8月に記録されている。この地域はまた高い湿度帯にある。厚い植性が雨期における日中の高気温と相まって高い湿度を保持し、日中の相対湿度は80%以上となる。反面、乾期には70%台前半におち時々70%以下となることがある。

3-2-2 水文

(1) 河川の概況

ブラ川は流域面積、約22,700平方km、流路延長約340kmのガーナの大河川の一つである。北から南へ流下しビボソの南約10kmにあるシャマで海に流れ出る。主な支流にビリム、オフィンおよびアヌム川がある(図3-5参照)。

ビボソでの水位は季節によって変動し、最大流量は雨期のピーク時に、また最低流量は乾期の末期(雨期の直前)に起きる。低水位の期間においては、海の潮位変動の影響を受け1.4m程度の水位の上下が見られる。

今回の調査においてビボソ地点での水文観測データがないため現ビボソ橋の上流約 4.5km にある水位観測所ダボアシ(Daboasi)における水位と高水位のデータを収集し検討・解析した。

(2) 既往最高水位

1) 聞き込み調査

現地でのインタビューでは、現橋の取付道路部分 ($H = \text{MSL} + 5.2 \sim 5.5\text{m}$) においてしばしば冠水しており、既往最高水位は、左岸部料金徴収所附近において膝まで冠水したということである。すなわち料金徴収所附近は前後の道路面 ($\text{MSL} + 5.2\text{m}$) より約20cmほど低いのでこの場合の洪水位は ($\text{MSL} + 5.2\text{m} - 0.2\text{m} + 0.5\text{m} = \text{MSL} + 5.5\text{m}$) 程度と推定される。

2) 洪水記録

ベボソから約 4.5 km 上流のダボアシにある水位観測所の「年最大高水量と水位」の過去33年間の記録表(付属資料 3.4 (1)参照)から、同地点での既往最高水位は $\text{MSL} + 7.2\text{m}$ である。一方 4.5 km 下流の架橋予定地点の水位は図 3-6 から、 $\text{MSL} + 5.5\text{m}$ となり上記の聞き込み調査結果とほぼ一致する。

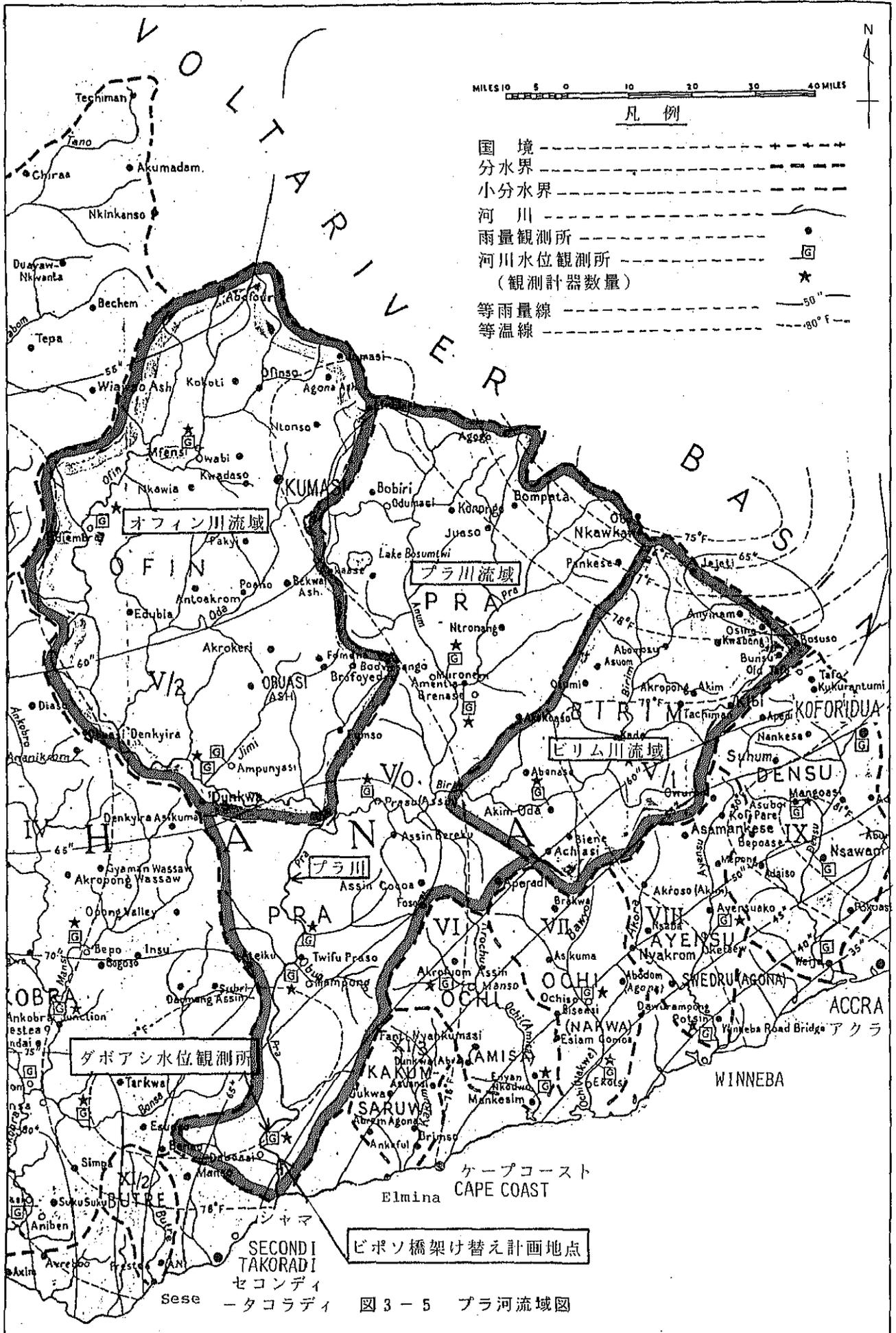
(3) 確率高水量と計画高水位

上記付属資料 3.4 (1)の記録からガンベルの確率分布によってダボアシにおける50年確率高水量と50年確率高水位を求め、これらからビボソ架橋予定地点の50年確率高水量と水位を次のように決定した(付属資料 3.4 参照)。

$$Q = 1,560 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$H = \text{M. S. L} + 5.5\text{m}$$

とした。



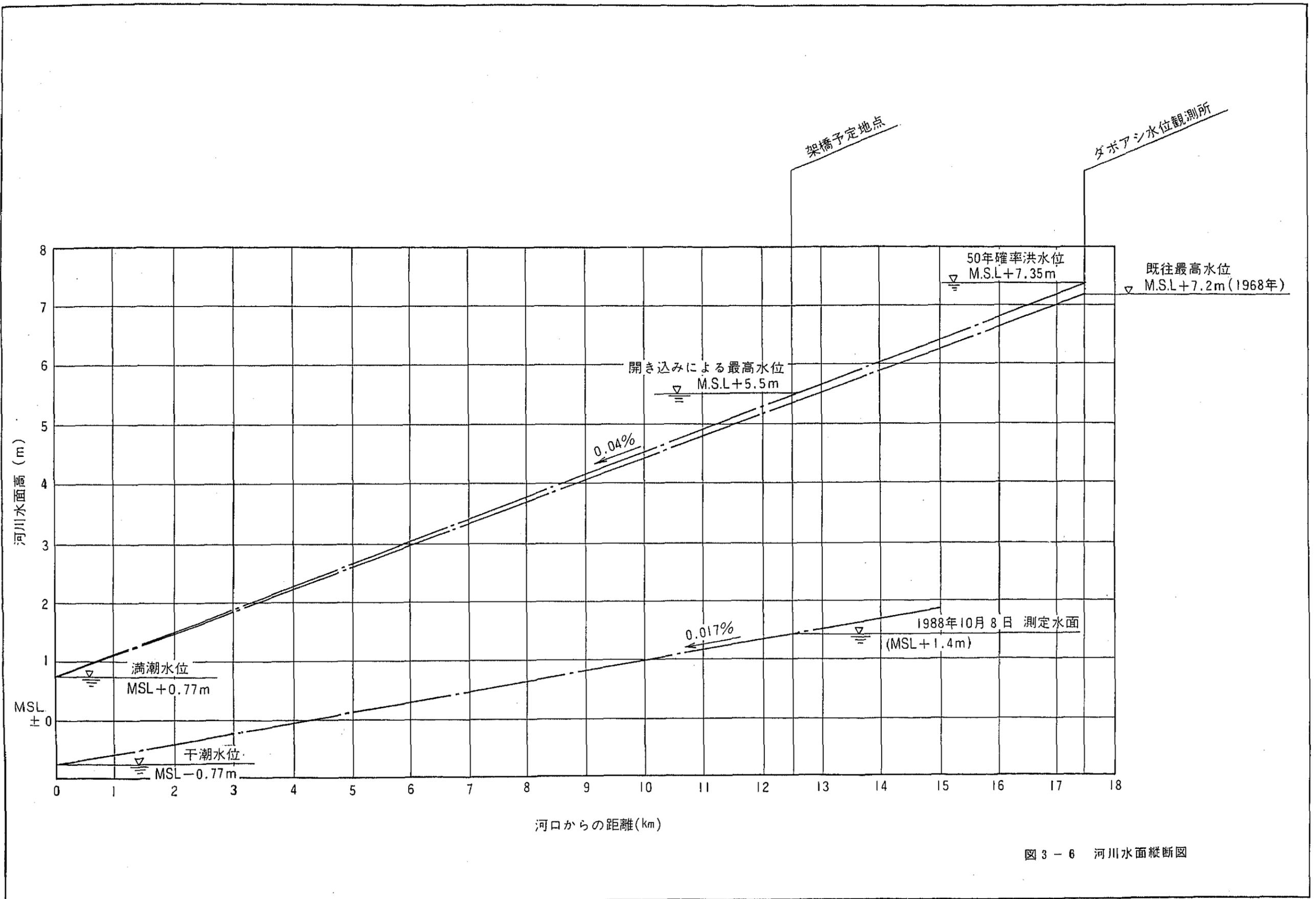


図 3 - 6 河川水面縦断図

3-2-3 土質調査

(1) 現場調査

土質調査は1988年10月7日から10月30日にかけて4ヶ所のボーリングを実施した（左岸橋台位置1ヶ所、右岸端台位置2ヶ所、河川中央部1ヶ所）。

ボーリング孔を利用し標準貫入試験を行うとともに、不攪乱および攪乱試料を採取して土質試験を行った。基岩については55mmのコアを採取した。ボーリング柱状図を付属資料3.3に示す。

(2) 土質試験

貫入試験から得た資料でアッターベルグ限界、自然含水量、粒度分布試験を行い、不攪乱試料を用いて非排水による三軸圧縮試験と一軸圧縮試験を行った。その他湿潤密度、比重試験を行った。地下水および河川水を現場調査中に採取し普通ポルトランドセメントに有害とされている塩分の存在を試験した。これらの試験結果をまとめて付属資料3.2に示す。

(3) 地盤条件

1984年3月にセメンテーション・インターナショナル社は現橋端から下流側8mのところに架け替え橋の中心がくる地点で広い範囲にわたって土質調査を行った。この調査結果を付属資料2.1(2)に示す。これは今回の土質調査結果を補足するために使用する。今回の調査と上記調査結果から東岸は基盤である花崗岩質片麻岩の上にその風化物が残っている土層となっている。一方、西岸は沖積堆積物とその下に砂や砂利のような河川堆積物があり、基盤である花崗岩質片麻岩の上に堆積している。

河の中は岩が露出もしくは薄い砂、砂利でおおわれている。ボーリング柱状図そして貫入試験結果を付属資料3.3に示す。

東岸の橋台建設予定地点でのボーリングで約1.2mの厚さの固い砂質粘土があることがわかった。このうち地表面の部分0.4mは有機物を含んでいた。深さ0.6mの箇所で行った標準貫入試験値は28であった。この砂質粘土は下にある基盤岩が風化したものである。

砂質粘土の下には厚さ1.8mの完全に風化した岩があり次に1.4mのかなり風化した片麻岩がある。このかなり風化した片麻岩の下には標高1.64mすなわち地表面から6mのところに新鮮な花崗岩質片麻岩の分類に入るわずか風化した片麻岩がある。

現地調査と土質試験から西岸は表層が厚さ0.5mないし0.6mの有機質シルトとなっている。この下には2～3mの軟弱なものから硬い範囲の沖積堆積物である砂質シルトと砂質粘土がある。この層での4ヶ所の標準貫入試験値は5～7で平均6であった。この沖積シルトと粘土の代表的な粒度分布曲線を3.2(1)に示す。

この沖積シルトそして粘土の下には1～3mの砂利を含んだゆるい中位の砂がある。砂利は丸みを帯びていて河川によって運ばれてきたことを示している。この層で行った4ヶ所の標準貫入試験値は5、6、7そして31であった。貫入値31は試験が正しく行われなかったようである。代表的な粒度分布を付属資料3.2(4)に示す。このゆるい砂層の下には約1mの中程度ないしはわずか風化した片麻岩があつて新鮮ないしはわずか風化した基盤岩に分類される。計画橋梁中心に沿つた地質縦断図を付属資料2.1(3)に示す。

3-2-4 地形測量

陸上部の地形測量は現橋左岸側端部からアクラ側に約500mの区間、及び右岸側端部からタコラディ側に約600mの区間を現道に沿つて行った。測量巾は現道の南側約50m巾であつた。これら結果は1/500の地形図としてまとめた(付属資料2.1(4)参照)。

3-2-5 深淺測量

河床の地形測量は、現橋から上・下流それぞれ150mにわたつて行った。その結果は、陸上測量の地形図にまとめた(付属資料2.1(4)参照)。架設予定地点の詳細平面図と河川断面図はそれぞれ1/200の縮尺でまとめた。(付属資料2.1(6)参照)水準測量に使用した基準点は、プラ河左岸のポリス・ステーション敷地内にあるガーナ国水準点(No. GCS/1502標高M. S. L. +6.361)を使用した。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の目的

本計画の目的は落橋の危険が存する現ビボソ橋を架け替え国道1号線の物流と人員の輸送を円滑化し、ひいてはガーナ国の安定した経済発展に寄与することにある。

現橋の問題点は次の通りである。

- (1) 橋梁舗装面に亀裂が発生して陥没の危険があり橋が通行不能になる恐れがある。
- (2) 主要構造部材にさび、所定位置からのずれなどが見られ抜本的な補修が必要である。
- (3) 一車線のため補修が極めて困難である。
- (4) 現橋附近に代替橋（迂回路）がない。
- (5) 重量制限、交互一方通行のため輸送効率が落ちている。
- (6) 現橋の交通容量は現在交通量に対しほぼ限界に達し将来の交通量の増加に対して不足している。

4-2 要請内容の検討

本計画の要請内容は先に2-3「要請の経緯と内容」に述べた通りであるが現地調査の結果を踏まえ、GHAと協議し合意した要請内容は次の通りである。

- (1) 橋長約142m、純径間長100mの2車線のコンクリート橋を現橋に近接して建設する。
- (2) 左岸部約260m、右岸部約360mの取付道路を建設する。

4-3 現ビボソ橋の概況

4-3-1 現橋の状況

現ビボソ橋は1934年に建設された1スパンの鋼ワーレン・トラス補剛吊橋で、橋長は塔頂間隔で99.25m、橋台前面間隔96.35mである。車道巾は5.5mで、両側に1.25mの歩道を有している。現在、アクラ側橋端部でGHA職員によって管理され、交互一方通行で運用されている。これまで橋梁部分の維持管理はほとんど行われていない。

現橋梁は建設以来すでに54年を経過している。また国内幹線道路、及び西アフリカ横断道路の一部である国道1号線上に位置するため、交通量と車輛重量が近年増加してきており、ハン

ガーやトラスの主要部材に重大な疲労が生じていると考えられる。設計図書等が失われているため、現地調査によって現橋の一般図を作成した。以下に現ビボソ橋の構造概要を示す（付属資料 2.1 (1) 参照）。

(1) 塔柱 (Tower)

塔柱は 2 本の合成 I 型断面をタイプレートでつなぎ 530mm × 600mm の断面としたもので、頂上に高さ 125cm のハウ・トラスを横梁とし、中間部には橋門構として高さ 300cm (端部) ~ 135 cm (中央) のプラット・トラスが設置されている。塔柱支持形式はロッカー形式である。

(2) 主索 (Main Cable)

直径 55mm の鋼索 7 本を重ねたものを片側 2 本ずつ配置しており、アンカーブロック取付位置では扇形に拡げて定着している。定着はソケット合金を使用し、ソケットの一部がアンカーブロックの外に見えている。鋼棒、定着フレームなどは観察出来ない。鋼索には麻布を巻きつけてコールタールが塗布されている。

(3) ハンガー (Hanger)

ハンガーは直径 85mm の鋼棒が使用されており、主索にサドル (クランプ) で取付けられている。

(4) 主トラス (Main Truss)

主トラスは支間 98.05m の垂直材付きワーレン・ポニー形式のトラスである。弦材の主要部材は 2 個背中合わせの溝型鋼で、これを 150mm 間隔で組合わせてタイプレートで組み立てている。弦材巾は 350mm で、高さはそれぞれ上弦材は 310mm、下弦材は 300mm である。また上弦材は高さ 200mm の組合せ鋼材で補強されている。斜材は 150mm × 90mm × 9 mm の溝形鋼を用いているが同じく 80mm × 80mm × 10mm の山形鋼で補強されている。

(5) 床組

横桁は主トラスの格点毎に設置しており 200mm × 600mm × 20mm の I 型鋼でその両端部にハンガーが取付けられており、主トラスは格点で横桁の上に載荷されている。

(6) 床版等

床版は鉄筋コンクリート床版 (厚さ 230mm) である。地覆の巾と高さはそれぞれ 100mm と 150 mm である。歩道部では地覆がなく 60mm × 60mm × 9 mm の山形鋼に支えられた高欄が直接床版にとりつけられている。車道部パイプ高欄は直接主トラスの斜材と垂直材に上下で計 2 本とりつけられている。

4-3-2 現橋の問題点

現在のビボソ橋は橋齢54年を経て、構造的に全般に老朽化している。現橋の供用年限を伸ばすためには広範囲かつ抜本的な補強・修理等が必要なことは明らかである。しかしながらその様な補強修理をどの様なレベルで実施すれば、現橋がどの程度引続き使用できるか等の判定のための具体的データを得るためには、橋台基礎の調査、部材の実際応力の測定、部材の疲労度チェックのための資料採取と試験等の詳細な検査を含む膨大なエネルギーを必要とする。本基本設計調査においては、目視によって状況を検討し以下の判断をするに至った。

(1) 交通量および車両重量の増加

建設当時に比べて交通量は数10倍に増加し、かつ大型トラック等の重量と荷物重量が大巾に大きくなってきている。特に、日当り交通量が200～300台に達する木材搬出用の25～30トントラックの重量が問題となろう。現橋を供用しつづけるには主索、ハンガー、主トラス等の主構造及び床組横桁・縦桁・床版等の“HA”および“HB”自動車荷重(B.S 規準)による構造上の安全性のチェックが早急に必要である。

(2) 現橋の交通容量

現ビボソ橋は一車線であるため、また老朽化しているため交互一方通行規制及び重量制限(25トン)を行っている。

このためこの橋を通過する車両の速度は平均20km程度に抑えられ必然的に橋梁上の交通容量は時間当り、

$$N = \frac{1,000V}{S} = \frac{1,000 \times 20}{200} = 100 \text{台/hr}$$

程度に低下している。

ここに、Sは橋長(100m)と待避距離(100m)の和である。

従って、昼間12時間当り100台/hr×12時間=1,200台/日程度が現橋の交通容量の限界である。

現橋の12時間当り利用車数は交通量観測から約1,200台のため、将来の交通量の増加に備えて2車線への拡大が必要である。

(3) 部材の損傷箇所

- 1) 歩道部の縦桁(溝形鋼)の腐食が甚だしい。
- 2) 車道舗装面で2ヶ所、6m×6mの規模でひびわれが多発しており、車道面が陥没するおそれがある。
- 3) 伸縮継手が2ヶ所とも損傷しており車両通過時に衝撃音を発している。

(4) ハンガー・クランプ金物のスリップ

設計荷重を超える過負荷のため主索の傾斜の大きい部分では主索の径が小さくなりハンガー・クランプがスリップし不均衡な応力分布になっていると考えられる。

(5) 補修塗装

耐用年限を大きくするために構造的補修と部材塗装が必要である。見える限りにおいて、主索の索線の切断は認められなかったが、一部にケーブルラッピングがはがれてケーブルがむき出しになっているところがあり、主索全体のチェックの上、必要部分の補修と保護が必要である。

(6) 現橋への給水管の添架

現ビボソ橋から約5km上流のダボアシ(Daboasi)においてタコラデイ、ケープコースト地域に生活及び工業用水を供給するための、堰堤の建設計画がある。この堰堤が完成するとケープコースト方面への送水管(直径60cm)を現ビボソ橋に添架して設置する必要がある。しかしながら現ビボソ橋は、老朽化しているため現橋を使うのははなはだ危険である。

4-4 計画の概要

(1) 実施機関

ビボソ橋架け替え計画の実施機関はGHAである。GHAは道路省(Ministry of Road and Highways:MRH)の監督下にある独立した政府機関である。MRH及びGHAの組織図を第二章の図2-4、図2-5にそれぞれ示す。

(2) 基本計画

本計画の基本計画は以下の通りである。

- ① 現橋の中心から下流側へ約23mの地点に現橋に平行した新橋を建設する。
- ② 水深が大きく、かつ河床に硬岩が露頭しているため、矢板等による水替え工が困難である。したがって新橋は橋脚を設けない構造とする。
- ③ 新橋は2車線と両サイドにそれぞれ歩道を設ける構造とする。
- ④ 将来直径600mmの水道管の添架を可能とする構造とする。
- ⑤ 将来維持管理の費用が最小となる橋種を採用する。

第 5 章 基 本 設 計

第5章 基本設計

5-1 基本設計方針

ビボソ橋架け替え計画の基本設計を実施するにあたっては、第3章で述べた計画地域の概況及び第4章の計画の内容を踏まえ、次の基本方針のもとに行う。

5-1-1 一般の方針

橋梁形式の選定にあたって留意すべき一般的条件は次のとおりである。

(1) 対外開発援助プロジェクトとしての要件

本橋は、経済基盤の整備及び関連技術の移転を目的とした対外開発援助プロジェクトの一環として建設されるものである。この目的から橋種・施工法の選定を行うにあたり、次のような点を勘案する。

- 1) 現地の施工特性
- 2) 現地資機材の調達の可能性
- 3) 現地雇用機会の創出の可能性
- 4) 建設を通じた技術の移転の可能性

(2) 周辺の地理的条件

架橋地点の水深が大きく、また河床には硬岩の露頭が確認され河流中に構造物を建設することは矢板等による仮締切、水替え工等の仮設工の観点から非常に難しい。従って河中構造物の建設を可能な限り少なくする。

施工に必要な作業ヤードは現橋、及び周囲の構造物によって制約を受けるため可能な限り仮設ヤード面積の小さい工法の採用が望ましい。

また、下部工については、架橋地点の河巾が上流側及び下流側に比して相当狭窄しているので河の流れを妨害しない形式が望ましい。

(3) 工費と工期

工費は、実際の施工から供用開始後の維持・管理に至るプロジェクト全体での低減を図る必要があり、この目的に適った橋種及び施工法の選定が求められる。また、要求される工期を満たし、かつ気象条件等の影響を受けにくい施工法の採用が望ましい。

(4) 維持管理

発展途上国において、鋼橋の塗装費用など維持管理にかかる費用は無視できないものであり、本橋の長期にわたる有効な利用を考えて基本的に維持管理費が少ない構造とすることが望ましい。

(5) 外 観

本橋の架橋地点は、ガーナ国の輸入港でかつ工業地帯の中核都市となっているテーマと、輸出港であるタコラディを結ぶガーナの重要路線である国道1号線上にあるため日本の無償資金協力で建設することを前提とした場合、日本・ガーナ友好の記念碑的な意味合いが強い。このため橋種の選定、断面形状の検討にあたっては、周辺景観との調和性を考慮し、今後の橋梁工事に対するモデルプロジェクトとしての位置付けを考慮する。

5-1-2 設計上留意事項

設計上の留意条件は下記の通りである。

(1) 現取付道路の有効利用

橋台の施工上可能なかぎり、新橋は現橋に接近して架橋し、現道との付替延長を極力短くするものとする。また橋台基礎掘削時の現橋台、アンカーブロック等へ影響を与えぬ様充分留意する。

架橋位置は一般的には直下流にした方が、現橋台（橋脚）が防護工の役割を果たすので有利である。その他、下記の現地の状況を考慮しつつ諸案の比較検討を行うものとする。

- ① 下流右岸の基礎岩盤が現橋附近の基盤よりずっと低い位置にある。
- ② 下流右岸には湿地帯が見られる。
- ③ 下流では河中が拡がっている。

(2) スパン割

現橋は、吊橋で1スパンで渡っているが、これは英国植民地時代（1934年）に完成した橋としては異例のタイプに属する。アフリカにおける他の例を見ても、河川中に橋脚が施工出来る場合3～4径間程度の組立てトラス橋が一般的である。架橋予定地点の水深が大きいこと（12m）、流速が大きいこと（毎秒約1m）、そして河床が岩盤で河中の仮設工が難しいといった施工条件を考えると、当時河中に橋脚を施工することは非常に困難もしくは不可能であったと推察され結局吊橋が選定されたものと判断される。

これらの現橋状況は現在においても同様に河川中の深い橋脚の施工を困難にするものであって、工事、工費の観点から1スパンで渡る計画を念頭におくものとする。

(3) 橋 種

維持管理費の少ない構造を優先する場合、コンクリート橋が有利である。鋼橋とした場合は最低限、耐候性鋼板の使用が必要となる。しかし、架設地点が海に近い場合仮に耐候性鋼板を使用するとした場合実際の耐久性を十分に検討する必要がある。

5 - 2 基本設計条件の検討

5 - 2 - 1 基礎条件としての検討

(1) 橋梁基礎としての検討

架橋地点における基岩である花崗岩は風化部を除けば橋梁基礎として十分な支持力を有する。前述した地質構造からみて直接基礎、杭基礎、いずれの場合もこの基岩で支持される。

基岩上に堆積している右岸の沖積層は軟弱層であり鉛直、水平力共に支持力を期待できない。同様に河川敷内の河床堆積砂礫層もルースであり、支持力が期待できない。

左岸風化土砂層は橋台基礎としては軟弱であり、新鮮な基岩部が支持層となる。このような地質構成の地点では、基岩までの深度が浅いため、橋梁基礎として鉛直力および水平力を確保するためには、新鮮な基岩中に根入れされた直接基礎が適切である。

(2) 盛土基礎としての検討

橋梁に接続するアプローチ道路は盛土で計画されているが、盛土の基礎は右岸と左岸でその地質が大きく異なる（付属資料2.1.3参照）。ボーリングおよび貫入試験の結果からみると、右岸では沖積層の軟弱層が約4～6mの厚さまで基岩上に堆積している。また、地表面には地表水が存在している。このため盛土基礎としての対策工が必要であり、次の三テーマについて検討を行った。

① 工事中機械に対する走行性の確保

この問題については、次項②の安定化、沈下促進対策工も兼ねて敷砂が一般的なので、これを使用する。

敷砂を施工する場合の軟弱層上の施工機械の走行性を確保するために、敷砂の下にテンション材を敷設し同時に盛土の安定化対策の一助とする。

テンション材については一般にプラスチックネット、土木シート、金網、木材、竹材等が使用されているが、現場で入手出来る竹材の有効利用が考えられる。

② 軟弱層上の盛土に対する沈下促進および、スベリに対する安定化の対策

右岸の盛土高は2.0m～8.0mに達するので硬砂の施工により軟弱層の圧密促進を計り、軟弱層の強度増加を期待する。したがって、急速盛土は避け、盛土による圧密促進を計るべく緩速盛土施工とする。我が国のこのような地盤における盛土速度は0.3m/週である

ので、今回の盛土工程計画の参考とする。

なお、テンション材の設置は盛土のスベリ対策に寄与するほど本格的な位置付けではなく、①の走行性確保が主目的である。

③ 軟弱層による右岸橋台に対する流動圧及び踏掛部段差対策

流動圧にたいしては緩速盛土による圧密促進の結果として得られる地盤の強度増加を考慮の上橋台の安定化構造によって対処する。

沈下による段差対策としては、盛土上の余盛りによって残留沈下を小さくする工法の採用が妥当であり、この対策工は②の沈下促進対策としても有効である。また、段差路面の補修をなくすために踏掛板を採用する。

左岸については左岸ボーリング柱状図（付属資料2.1(3)）で明らかなように、基礎地質は基岩の風化層であり、盛土の基礎として問題はない。

5-2-2 盛土基礎の検討

(1) 舗装工種に関連する盛土基礎の検討

取付道路の舗装工種としてコンクリート舗装を採用する場合は特に右岸軟弱地盤について、路面の残留沈下が再舗装等の補修を要しない値以下とする必要がある。

本テーマについては橋台取付部の段差を少なくすることであるため、対策としては余盛り工の採用が妥当である。

(2) 盛土部横断構造物に関連する検討

右岸盛土部には洪水時路面を冠水した水を排水する為にコルゲート・パイプもしくはボックスカルバートが必要となるが、構造物施工後の沈下量が横断構造物の許容沈下量以下となるようにするため、プレロード工法の採用が必要である。許容沈下量はコルゲートパイプの場合50cm以下、ボックスカルバート、コンクリートパイプの場合30cmが我が国の値である。

(3) 軟弱層に関する施工管理

盛土の沈下管理（残留沈下）が重要であり、プレロード工、余盛り工の取除き時期の現地での決定に欠かすことができない。

又、この沈下データは盛土量検討検測にも不可欠であり、適切な間隔（縦、横断位置）での計測が必要である。

5-2-3 幾何構造基準

本プロジェクトは国道1号線上の橋梁であるためガーナにおける道路区分は1級国道(Primary Road)に該当する。適用地形は丘陵地であり、設計速度は80km/hrとする。主な基準値は次のとおりである。

道路区分	幹線道路
設計速度	80km/hr
最急縦断勾配	4%
最小平面曲線半径	420m(絶対値230)
橋梁区間の縦断曲線半径	5,000m

5-3 基本設計

5-3-1 架橋位置の選定

(1) 架橋計画地点の概要

現在のビボソ橋は北から南へプラ河の河口より上流12.5kmの地点で国道一号が同河川を横過する箇所に架設されている。プラ河は図5-1に示すように、当該地点より下流側では河巾が徐々に広がっており、上流側では急激に広がりながら西方に曲がっていて、当該地点が最狭部となっている。

左岸部では岩盤の露頭が見られるが、右岸部は全般に軟弱な河川堆積物で覆われている。

(2) 架橋地点の概略選定

架橋地点としては図5-1に示すように①直上流案、②直下流案、③下流100m案の3案が考えられる。下記の3点を考慮して比較すると下記の表5-1のようになり、現橋の直下案が最も良案である。

- ① 左右岸の基礎条件
- ② 河川の中、屈曲などの程度
- ③ アプローチ道路の延長と平面線形の良否

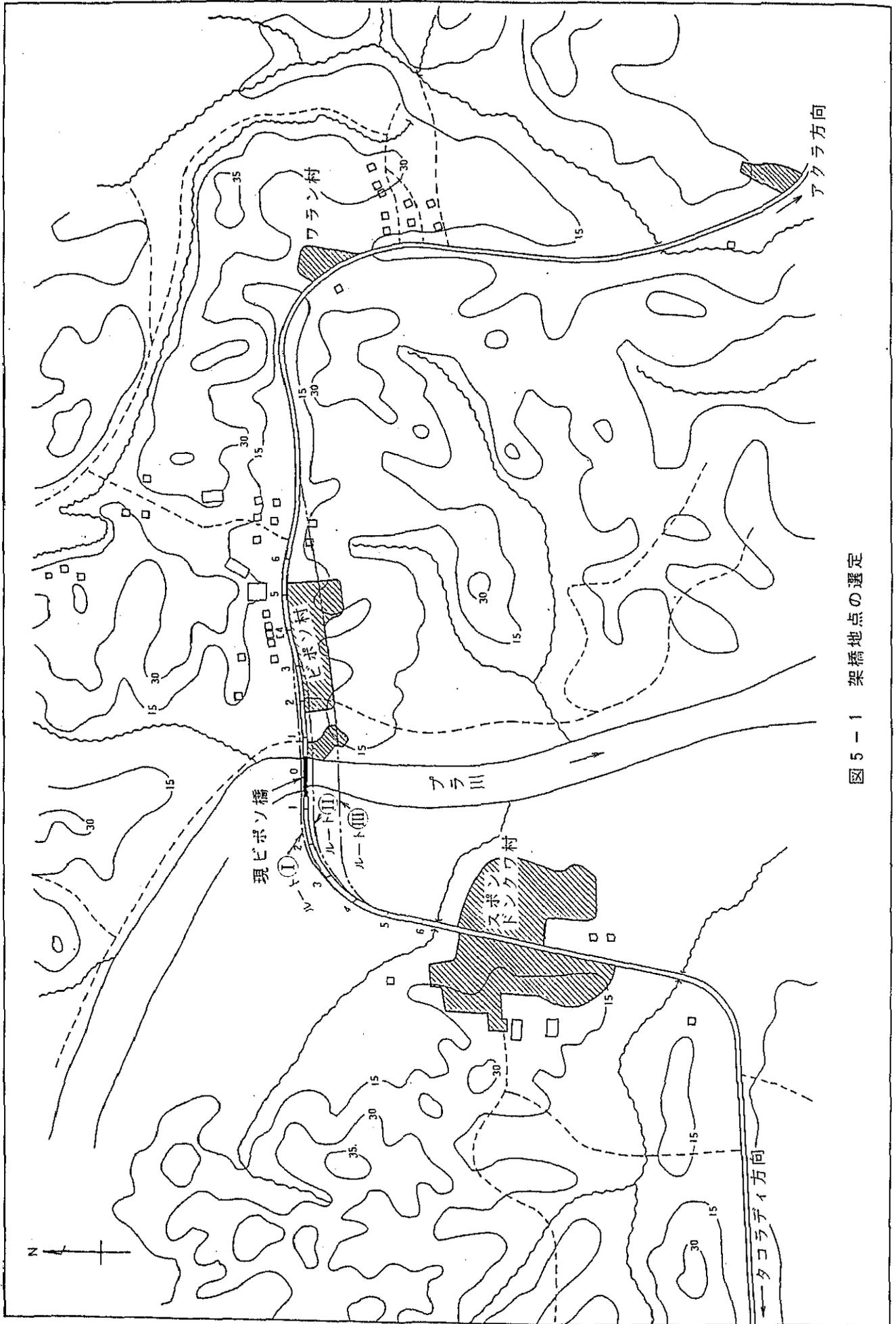


図 5 - 1 架橋地点の選定

表 5 - 1 架橋位置比較一覧表

	直上流案	直下流案	下流100m案
橋梁延長	115 m	100 m	110 m
取付道路延長	920 m	620 m	1,600 m
平面線形	△	○	◎
工費	△	◎	△
工期	△	◎	△
順位	2	1	3
摘要	<ul style="list-style-type: none"> ・右岸の基礎岩盤が現橋付近の基礎よりもずっと低い位置にあり、左岸では湿地帯が見られ基盤が低くなっている ・河巾は急激に拡がり、西側に曲がっているため橋長が長くなっている。 ・アプローチ道路の変更延長が長くなり平面線形も悪い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・左岸では岩盤の露頭が見られる。右岸の地質状況は直上流案と大差ない。 ・河巾は一番狭い地点である。 ・アプローチ道路の延長も長くなり平面線形の良否は3案の間である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・左岸とも河川体積物が厚い層をなしていると思われる。 ・アプローチ道路の平面線形が一番良いが延長が一番長くなる。

(3) 現橋との間隔の決定

現橋の中心線と新橋の中心線は、取付道路の延長を短くするためには、できるだけ現橋に接近させた方が良いが、一方施工上からはある程度の間隔を必要とする。特に現橋が吊橋であるため、橋台、アンカーブロックに影響を与えるような施工は絶対に避けなければならない。従って最も危険側と思われる右岸部取付道路の下流側法尻に（現橋橋台側面から11mの

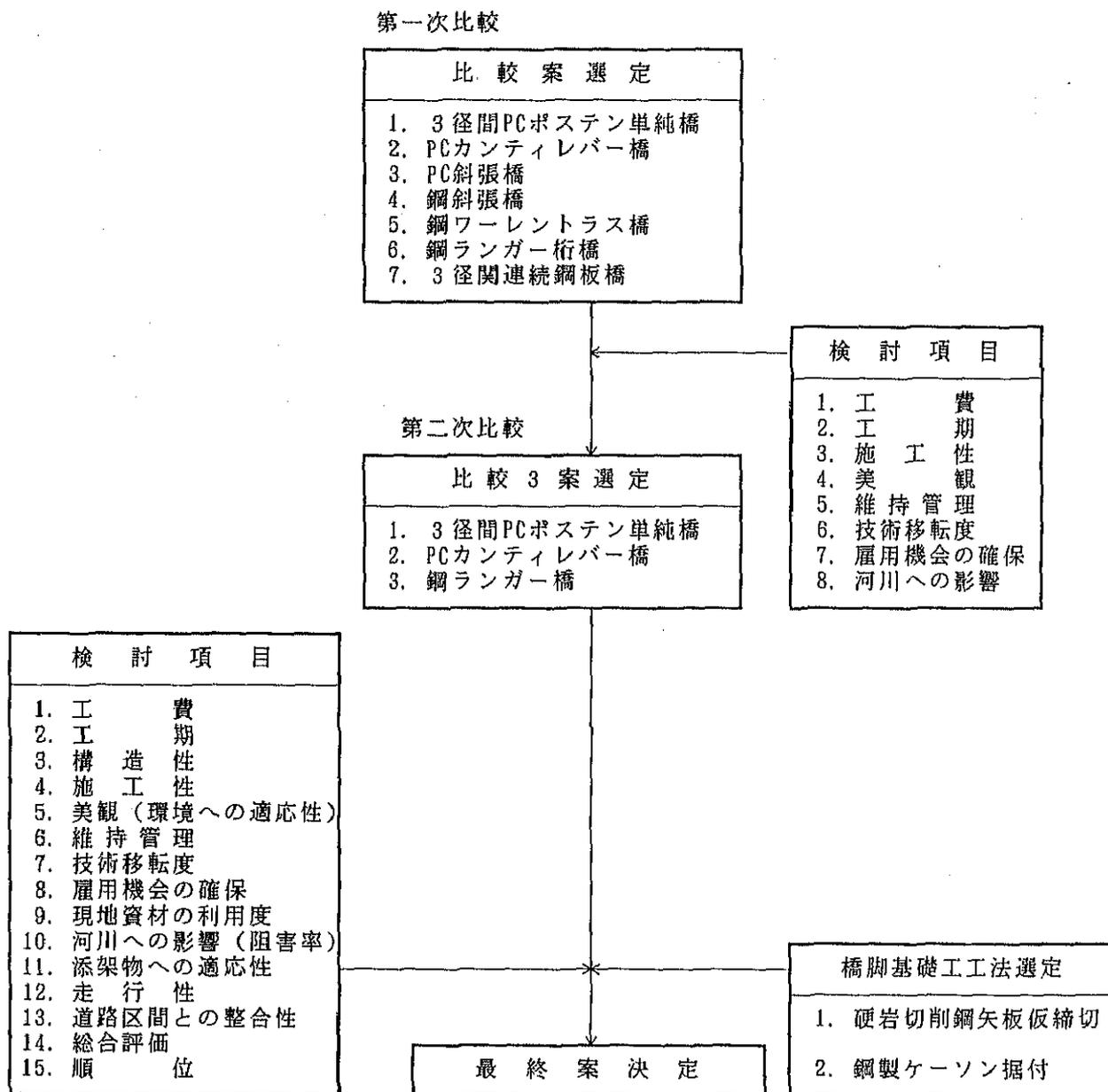
位置)に鋼矢板を打込み架け替え橋の下部工等の施工をするものとする。これらから架け替え橋の中心線は現橋の中心線から23mの地点とした。

5-3-2 橋梁形式の選定

(1) 選定手順

橋梁形式選定の一般的手順は下図に示すとおりである。

図5-2 橋種選定のフローチャート



(2) 一次比較

橋梁形式を考える場合、①径間数、②鋼橋かコンクリートかの組み合わせによって複数の比較案が浮上してくる。本プロジェクトの場合1径間で渡る形式は優先的に検討対象とすべきであろう。また橋脚基礎工の難しさと洪水時の河流の阻害を考えると4径間の橋梁は除外される。2径間の橋梁は、上部工では1径間のメリット、下部工では3径間案のデメリットを共に受けることになり、比較案として検討する価値が小さい。従って、ここでは検討対象を1径間と3径間に限定する。スパン割りと、鋼橋あるいはコンクリート橋の組み合わせを考慮した場合、3径間では3径間PCポステン単純橋と3径間連続鋼板橋を比較案としてとり上げた。1径間の場合は、スパン長が100m程度となるので、橋梁形式はある程度限定され、コンクリート橋では現場打ちPCカンティレバー橋とPC斜張橋が、鋼橋では鋼斜張橋、鋼ワーレントラス橋、鋼ランガー橋等を比較のために選定した。プレキャストブロック工（PCカンティレバー橋）は大規模な架設設備を必要とするので除外した。以上の7案を表5-2のようにまとめ一次比較の対象とした。

これらの比較案について図5-2の諸項目について評価し3案にしばり込み第二次比較を行った。

表 5-2 橋梁形式比較一覽表

概要図		経済性	施工性	工期	美観	維持管理	技術移転	雇用機会	河川への影響	特徴・評価
1	<p>3 径間PCボスチン単純橋 100,800 33,600 +8,840 1.5% HWL=5,500</p>	△	△	△ (22ヶ月)	◎	◎	△	◎	△	<ul style="list-style-type: none"> ・構造的に単調である。 ・橋脚施工に複雑ないしFC船が必要となり、地質、水深等の条件から工費、工期ともにかさむ。 ・施工中・完成後共河川の流れを浸す。 ・桁架設にFC船、エレクションガンダ等の設備が必要となる。 ・メンテナンスフリーであり、技術移転・雇用機会確保の面で優れる。
2	<p>1 径間PCカンチレバー橋 100,000 22,000 +10,538 HWL=5,500</p>	◎	◎	◎ (18ヶ月)	◎	◎	◎	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・隣接する吊橋と景観がマッチする。 ・両岸からカンチレバー架設するため、施工上の問題、河川への影響がない。 ・工期面でも十分可能である。 ・コストで最も優れている。 ・メンテナンスフリーであり、技術移転・雇用機会確保の面で優れる。 ・桁下クリアラランス・箱桁断面等、洪水時に有利な構造である。
3	<p>PC斜張橋 100,800 +8,840 HWL=5,500</p>	△	△	△ (23ヶ月)	◎	◎	◎	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・単独では景観は優れているが、吊橋とのバランスが悪い。 ・片岸からカンチレバー架設するため、施工上の問題、河川への影響がない。 ・工費、工期面で劣る。 ・メンテナンスは比較的優れている。 ・技術移転、雇用機会確保の面で比較的優れている。
4	<p>鋼斜張橋 100,800 +8,740 HWL=5,500</p>	△	△	△ (21ヶ月)	◎	◎	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> ・単独では景観は優れているが、吊橋とのバランスが悪い。 ・片岸からカンチレバー架設するため施工上の問題、河川への影響がない。 ・コストは最も劣る。 ・製作・架設に工期を要する。 ・定期メンテナンスが必要であり、技術移転・雇用機会確保の面で劣る。
5	<p>鋼ワーレントラス橋 100,800 11@9,164=100,800 +8,460 HWL=5,500</p>	◎	△	△ (21ヶ月)	△	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> ・吊橋との景観的バランス悪い。 ・桁の架設はケーブルエレクションとなるため、大型仮設備が必要で工期もかかる。 ・河川への影響はない。 ・工費、工期とも7案中中間に位置する。 ・定期的メンテナンスが必要であり、技術移転・雇用機会確保の面で劣る。
6	<p>鋼ランガー橋 100,800 +9,243 HWL=5,500</p>	◎	△	△ (21ヶ月)	◎	◎	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> ・吊橋との景観的バランスが悪い。 ・桁の架設はケーブルエレクションとなるため、大型仮設備が必要で工期もかかる。 ・河川への影響はない。 ・工費、工期とも7案中中間に位置する。 ・定期的メンテナンスが必要であり、技術移転・雇用機会確保の面で劣る。
7	<p>3 径間連続鋼板橋 100,800 33,600 +8,690 HWL=5,500</p>	△	△	△ (22ヶ月)	◎	◎	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> ・構造的に単調である。 ・橋脚施工に複雑ないしFC船が必要となり、地質、水深等の条件から工費、工期ともにかさむ。 ・施工中・完成後共河川の流れを浸す。 ・桁架設にFC船ないし、大型の仮設備が必要である。 ・定期的メンテナンスを要し、技術移転・雇用機会確保の面で劣る。

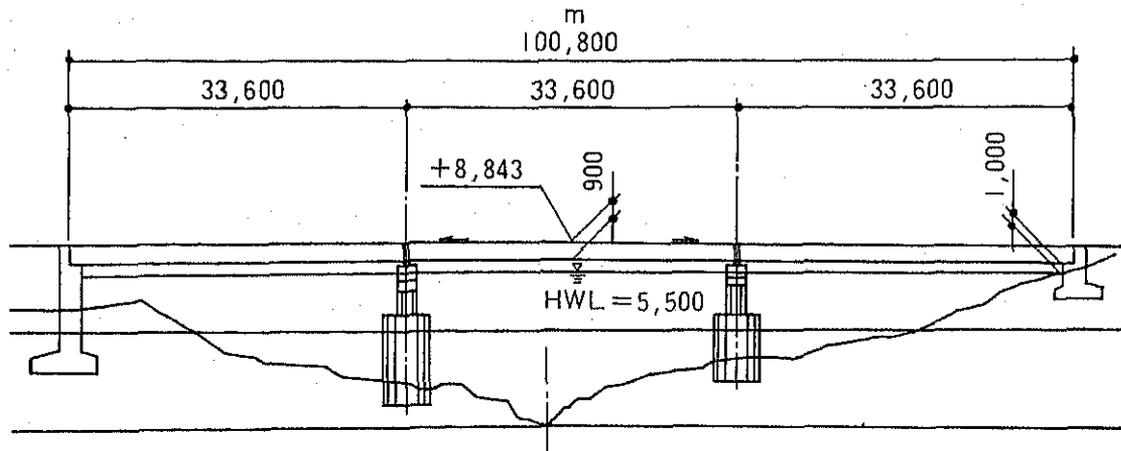
(3) 二次比較

比較3案は、図5-3の3径間ポステン桁橋、PCカンティレバー橋、鋼ランガー桁橋であるが、橋脚基礎の施工に問題があるので、まずこの施工法について2案の比較を行ない、下表5-3のように鋼製ケーソン据付工法を策定した。次いで図5-2のフローチャートの15項目について比較(表5-4参照)、最終的にPCカンティレバー橋を本プロジェクトの最終案に選定した。PCカンティレバー橋には、プレストレスを加えるために用いる材料の種類(鋼線かケーブルか鋼棒か)、連結方法、ジャッキングの方法、架設材料等によっていくつかの工法に分かれるが、工費、工期の点からはほとんど変わらないので、日本国内で一番実績の多いディビダーク工法を採用する。

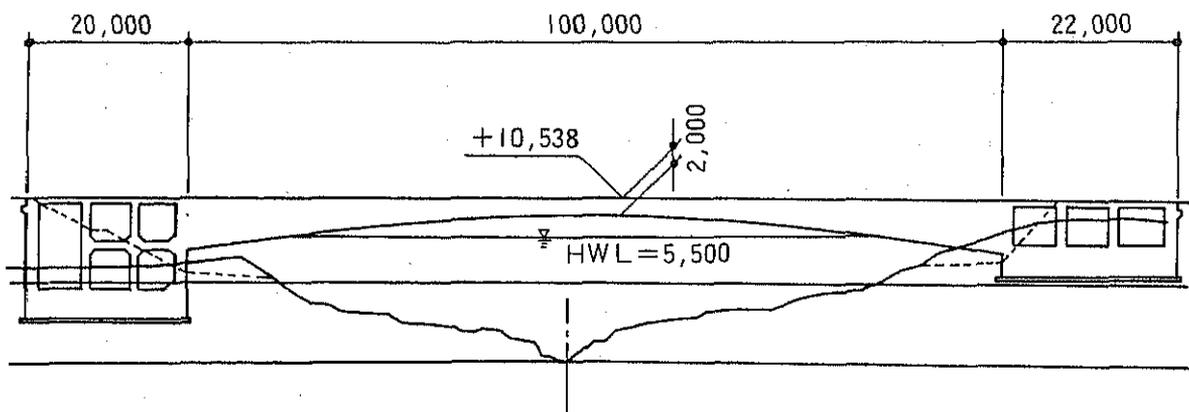
表5-3 橋脚基礎工比較表

検討項目	硬岩切削仮締切法	鋼製ケーソン据付工法
1. 経済性	△	○
2. 工期	△	○
3. 施工性	△	○
4. 美観	○	○
5. 維持管理	○	○
6. 技術移転度	○	△
7. 雇用機会の確保	○	△
8. 河川への影響	△	○
9. 総合評価	工費、経済性ともに・ りまた深い水深の所で硬 岩を切削して仮締切を築 造するのが困難である。	水中発破による硬岩切 削が必要であるが仮締切 工法に比較して工費、工 期とも少なく、施工中河 川からうける影響が少な い。

3径間PCポステン単純橋



PCカンティレバー橋(ディヴィダーク)



鋼ランガー橋

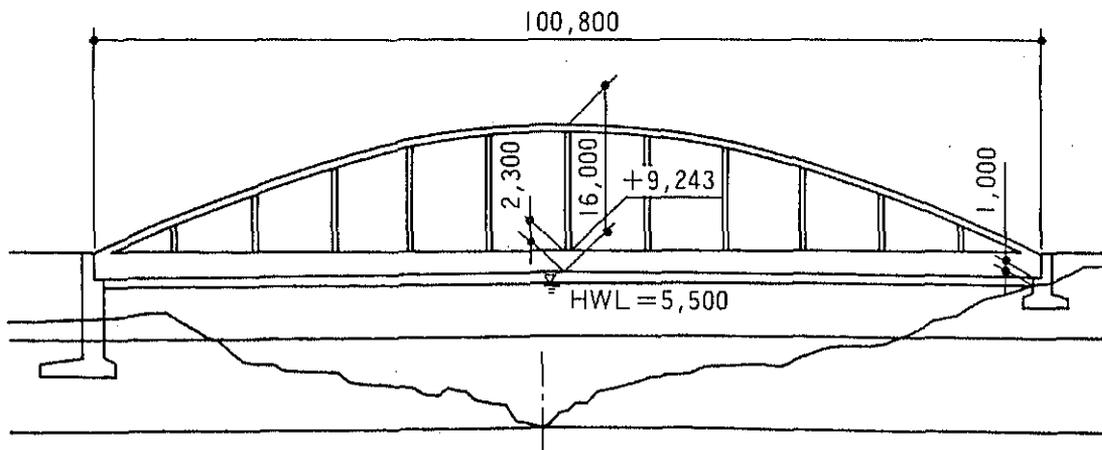


図 5 - 3 橋梁二次比較案

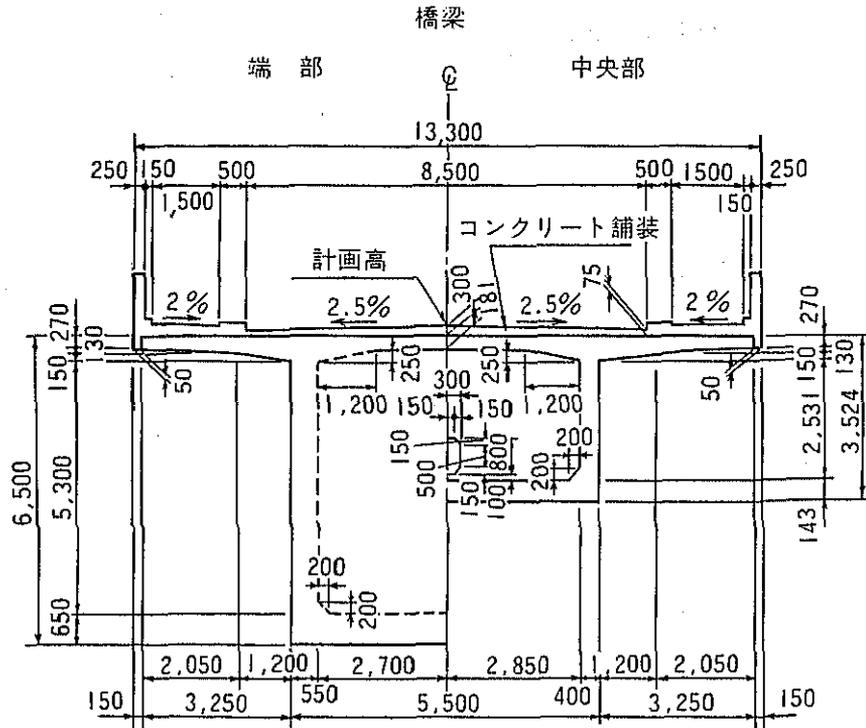
表5-4 比較3案評価表

	3. 区間ボテン単純桁橋	PCカンティレバー桁橋	鋼ランガー桁橋
1. 工 費	△	◎	○
2. 工 期	△	◎	○
3. 構 造 性	◎	◎	○
4. 施 工 性	△	○	○
5. 美 観	△	◎	○
6. 維持管理	◎	◎	△
7. 技術移転度	◎	○	△
8. 雇用機会の確保	◎	◎	△
9. 現地資材の利用度	◎	◎	△
10. 河川への影響	△	◎	◎
11. 添加物への適応性	○	◎	○
12. 走 行 性	○	◎	◎
13. 道路区間との適合性	◎	○	◎
14. 総合評価	工費、工期とも3案中もっともかかり、施工性も、地質、水深等の条件から橋脚の難工事が予想される。	工費、工期とも3案中もっとも少なく、施工性その他の項目も全般的に良い評価が下せる。	工費、工期とも3案中の中間に位置するが維持管理、技術移転度など4項目で評価がおちる。工費、工期のウェイトが大きいので順位としては2番目となる。
15. 順 位	3	1	2

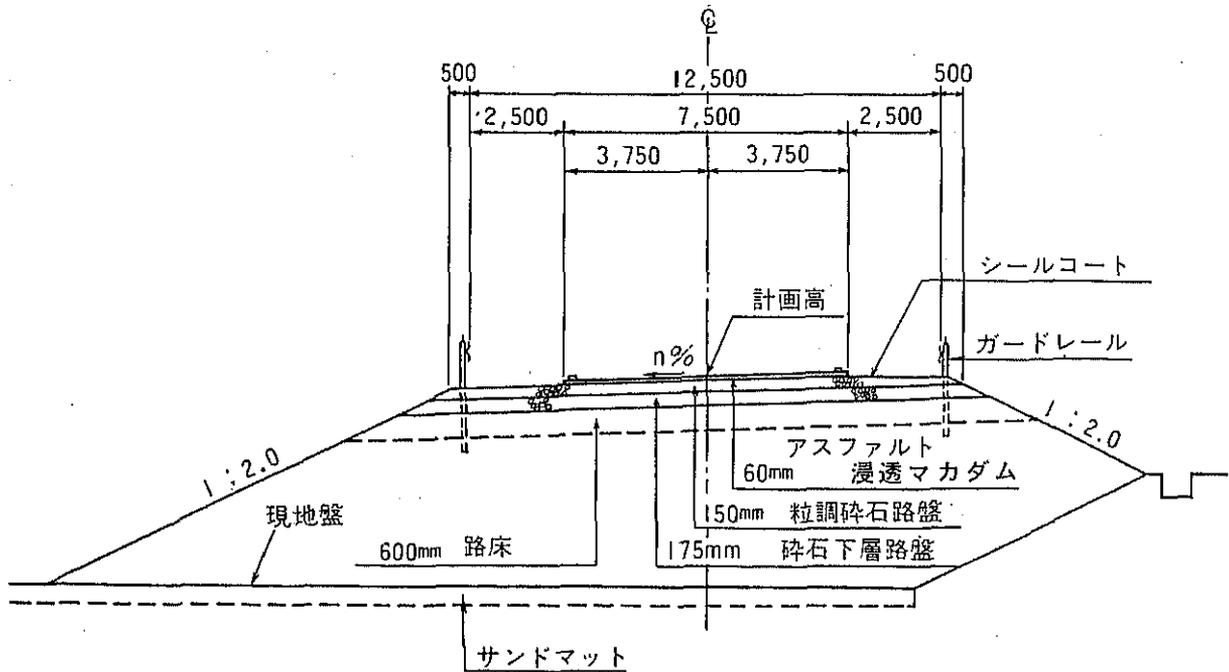
5-3-3 標準横断面の決定

橋梁およびアプローチ道路の巾員構成は下図のとおりとする。

標準断面図



取付道路



5-3-4 設計条件の設定

架け替え橋の基本設計条件を次のように設定する。

- (1) 橋 種 プレストレストコンクリート橋
- (2) 構造形式 中央ヒンジ付1径間箱桁
- (3) 施工方法 片持架設工法（ディビダーク工法）
- (4) 橋 長 142.0m
- (5) 支 間 長 100.0m
- (6) 幅 員 全 幅 13.300m
 車道部 7.500m（2×3.750m）
 歩道部 3.000m（2×1.500m）
- (7) 活 荷 重 TL-20
 群集荷重 主桁の設計 350kg/m²
 床版の設計 500kg/m²
 高欄推力 6.5 t
- (8) 水 位 最高水位 MSL + 5.500m（50年確率洪水）
- (9) 地震震度 水平震度 KH = 0.1
- (10) 使用材料及び許容応力度

① コンクリート

	橋台・地覆コンクリート	主桁コンクリート
設計基準強度 (kg/cm ²)	$\sigma_{ck} = 240$	$\sigma_{ck} = 350$
弾性係数 (kg/cm ²)	2.7×10^5	3.25×10^5
単位体積重量 (t/m ³)	2.5	2.5
許容曲げ圧縮応力度 (kg/cm ²)	80	125
軸圧縮応力度 (kg/cm ²)	65	85
せん断応力度 (kg/cm ²)	3.9	5.0

② PC鋼線

主鋼棒、せん断鋼棒、横締鋼棒

SBPR 95/120、 $\phi 32$

③ 鉄筋 SD35

許容引張り応力度

(kg/cm²)

一般部材	1,800
床版	1,400
水中あるいは地下水位に設ける部材	1,600

降伏点強度

$\sigma_{sy} = 3,500 \text{ kg/cm}^2$

(1) 裏込土

単位体積重量 $\gamma = 2.0 \text{ T/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$

粘着力 $C = 0 \text{ t/m}^2$

土圧係数

主働土圧 (土とコンクリート)

常時 $K_{ah} = 0.304$ $K_{av} = 0.054$

地震時 $K_{ah} = 0.374$ $K_{av} = 0.0$

(2) 安定基準

転倒に対する安定

常時 $e < B/6$

地震時 $e < B/3$

滑動に対する安定

常時 $F < 1.5$

地震時 $F < 1.2$

支持力に対する安定

常時 $q_a = 100 \text{ t/m}^2$

地震時 $q_a = 150 \text{ t/m}^2$

コンクリートと基礎岩盤との摩擦係数 $\mu = 0.6$

(13) ロックアンカー

アンカーの引抜き抵抗に対する安全率 $F = 3.0$

アンカーと地盤の摩擦抵抗 $\tau = 120 \text{ t / m}^2$

(ロックアンカーは橋台が転倒するのを防ぐために橋台を基礎地盤にPC鋼棒でつないで一体化するものである。)

(14) 適用基準

道路橋示方書 I 共通編 (日本道路協会)

道路橋示方書 III・コンクリート橋編 (")

道路橋示方書 IV・下部構造編 (")

塩害対策指針(案)・同解説 (")

橋梁設計指針 (Guide for Bridge Design) (GHANA HIGHWAY AUTHORITY)

5-3-5 主要工事数量

架け替え橋の概算主要工事数量は下記の通りである。

(1) 基礎工数量

種 別	仕 様	単 位	数 量	備 考
掘 削 土 砂 岩 合 計		m ³	3,610	
		m ³	3,610	
		"	2,880	
		"	6,490	
埋 戻 し 支 保 工 足 場 工		"	3,270	
		空 m ²	894	
		"	2,790	
ロックアンカー P C 鋼材引張 緊張側定着具	SBEF F200 SEEF F200用	kg	14,700	
		ヶ	76	
グ ラ ウ ト 岩 盤 中 軀 体 中 削 一 孔 シ - ス	φ 115	m	760	
		m	760	
		"	920	
		"	760	
		"	920	

(2) 下部工数量

種 別	仕 様	単 位	数 量	備 考
コ ン ク リ ー ト 軀 体 フ ー チ ン グ 中 埋 コ ン ク リ ー ト 均 し コ ン ク リ ー ト 合 計	σ ck=350kg/ cm ² σ ck=240kg/ cm ² " σ ck=180kg/ cm ² " "	m ³	1,270	上 部 下 部
		"	320	
		"	2,356	
		"	877	
		"	123	
		"	4,946	
型 枠 内 枠 外 枠 合 計		m ²	1,146	
		"	1,670	
		"	2,816	
P C 鋼 材 P C 鋼材引張 固定側定着具 継 手 工 シー・ス・グラウト長	SBPR95/120 φ 32 SBPR95/120 φ 32用 " "	kg	34,850	
		ヶ	392	
		"	528	
		m	5,520	
鉄 筋 D 1 3 D 1 6 ~ D 2 5 D 3 2 合 計	SD35 " " "	kg	5,800	圧接120ヶ所
		"	304,300	
		"	12,400	
		"	322,500	

(3) 上部工数量

種 別	仕 様	単 位	数 量	備 考
コ ン ク リ ー ト		m ³	1,031.7	早 強 早 通 普 通
本 体	$\sigma_{ck}=350\text{kg/cm}^2$	m ³	1,031.7	
地 覆・高 欄	$\sigma_{ck}=350\text{kg/cm}^2$	"	112.9	
舗 装 本 体		m ²	3,160.7	
型 枠		"	371.4	
本 体 棲 枠		"	741.1	
地 覆 高 欄 合 計		"	4,248.8	
P C 鋼 材		kg	68,186	
縦 方 向	SBPR95/120 ϕ 32	kg	68,186	
横 方 向	"	"	15,242	
鉛 直 方 向	"	"	7,151	
合 計	"	"	90,579	
緊 張 測 定 着 具	SBPR95/120 ϕ 32用	ヶ	392	
縦 方 向	SBPR95/120 ϕ 32用	ヶ	392	
横 方 向	"	"	190	
鉛 直 方 向 合 計	"	"	267 849	
固 定 測 定 着 具	SBPR95/120 ϕ 32用			
縦 方 向	"	"		
横 方 向	"	"	190	
鉛 直 方 向 合 計	"	"	267 457	
グ ラ ウ ト		kg	1,302	縦 方 向 1120 横 方 向 182
継 手 工		m	10,806	
縦 方 向		"	2,416	
横 方 向 鉛 直 方 向 合 計		" " "	1,133 14,355	
鉄 筋		kg	46,590	うち 本 体 30.7 うち 本 体 82.6 うち 本 体 113,460
D 13	SD35	kg	46,590	
D 16 ~ D 22 合 計	" "	" "	83,805 130,395	
橋 梁 付 属 物		ヶ	1	20m ピ ッ チ
中 央 ヒ ン ジ 杵		m	13.3	
伸 縮 装 置		ヶ	10	
排 水 装 置		"	1	
橋 名 板		"	1	
橋 歴 板		式	1	
親 柱		ヶ 式	2	
マンホール蓋 照 明 装 置		式	1	
梁 設	ワーゲンによる張出し架設	"	1	ワーゲン 2 基

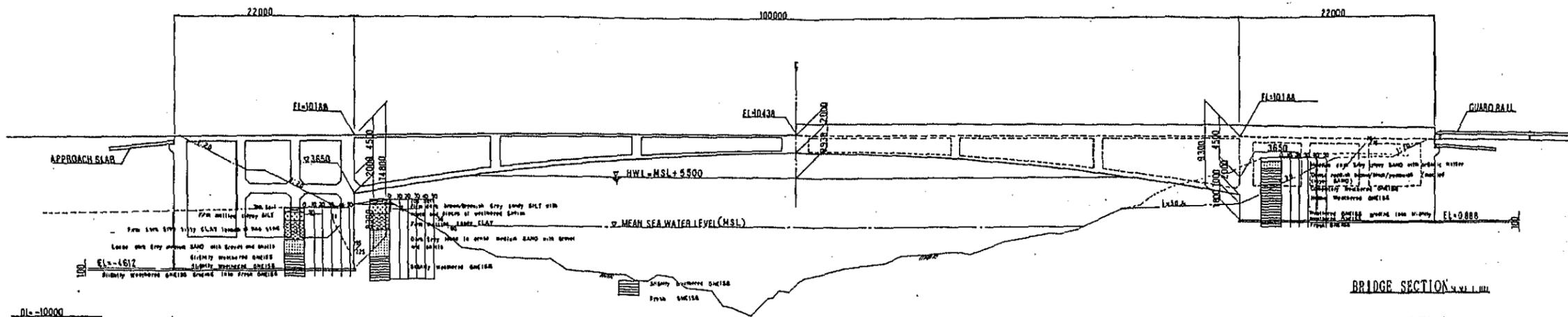
(4) 取付道路

種 別	仕 様	単 位	数 量	備 考
道 路	代開除根 路 体	m ²	9,800	
		m ³	30,900	
排 水 工	パイプカルバート	m	22	φ1.5 1.5×1.5
	ボックスカルバート	"	30	
	U - 0.5×0.5	"	290	
	U - 1.0×1.0	"	285	
護 岸 工 軟 弱 地 盤 処 理 安 全 施 設	張 石	m ²	1,000	t=0.7m
	サンドマット	m ²	5,000	
	ガードレール	m	420	
舗 装 工	下層路盤	m ²	8,700	t=175
	上層路盤	"	5,000	t=150
	浸透式マカダム	"	4,770	t=60

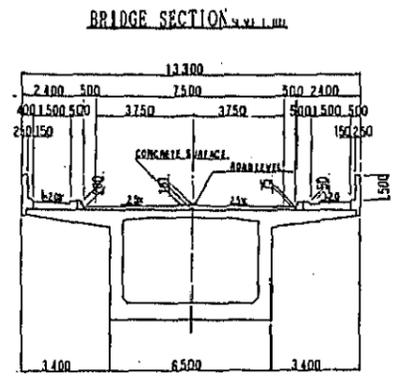
5 - 3 - 6 基本設計図

架け替え橋の基本設計各図を次頁に示す。

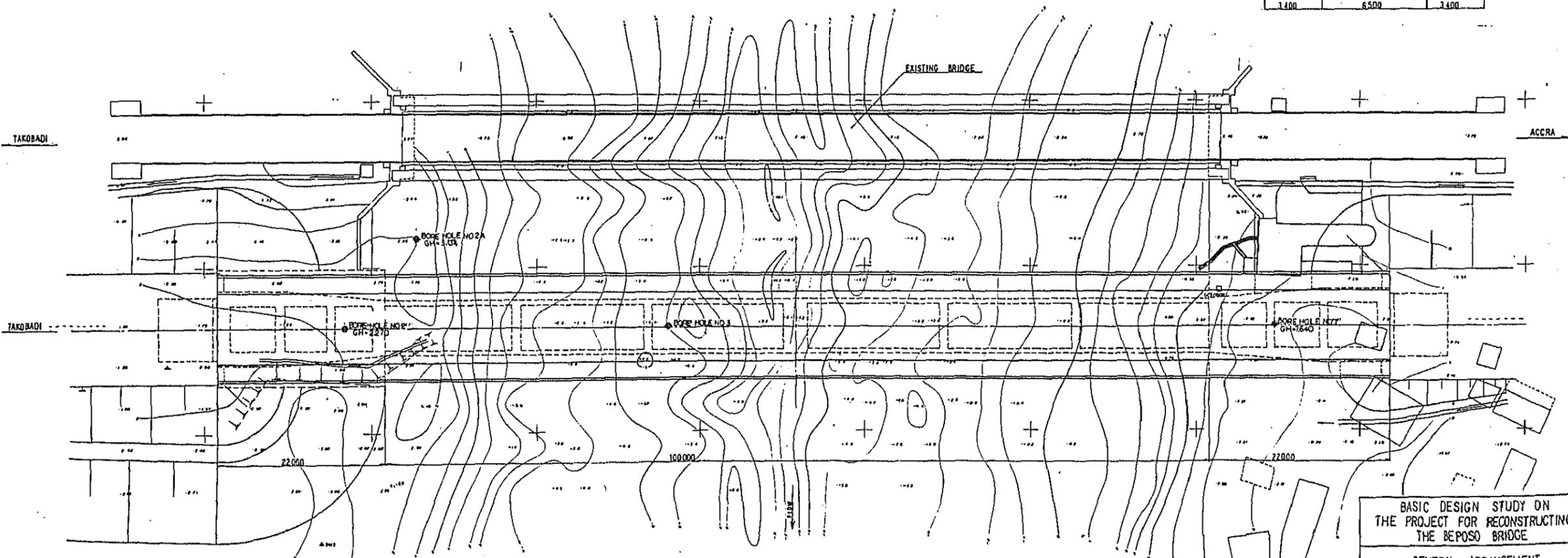
計画架け替え橋一般図



PROFILE
SCALE 1:200

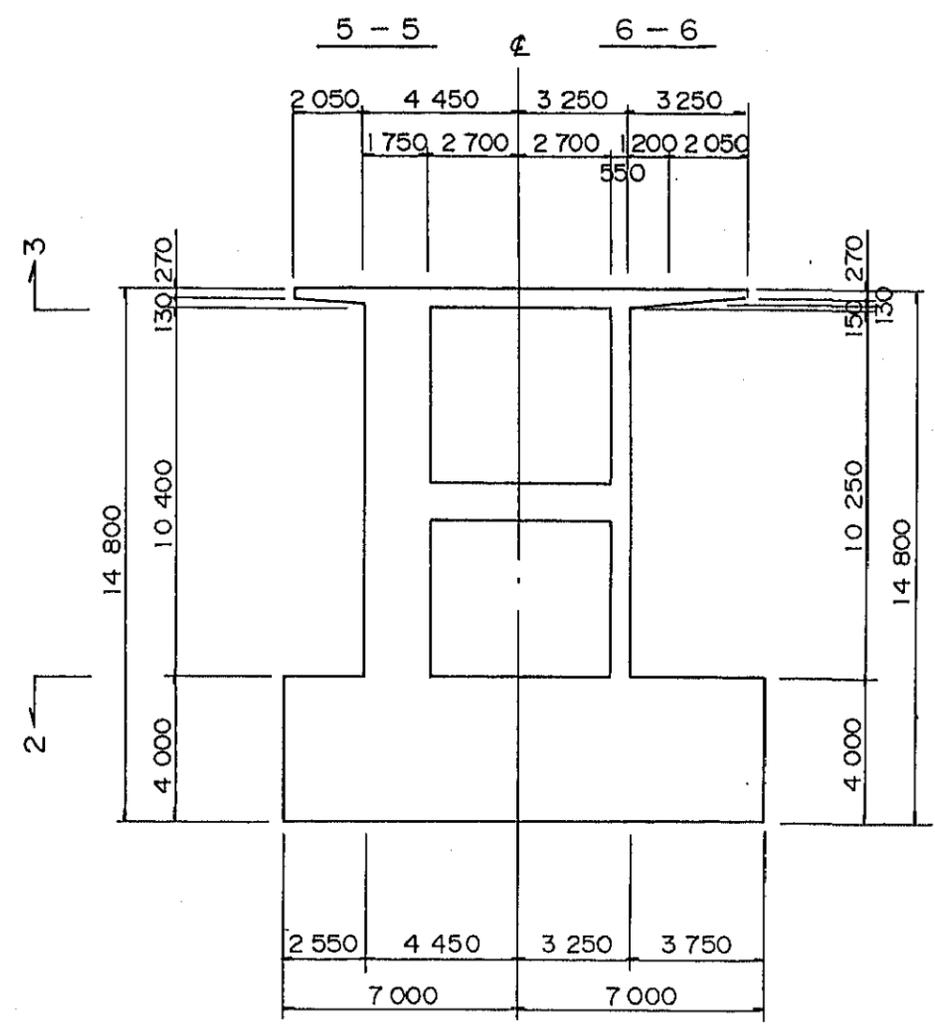
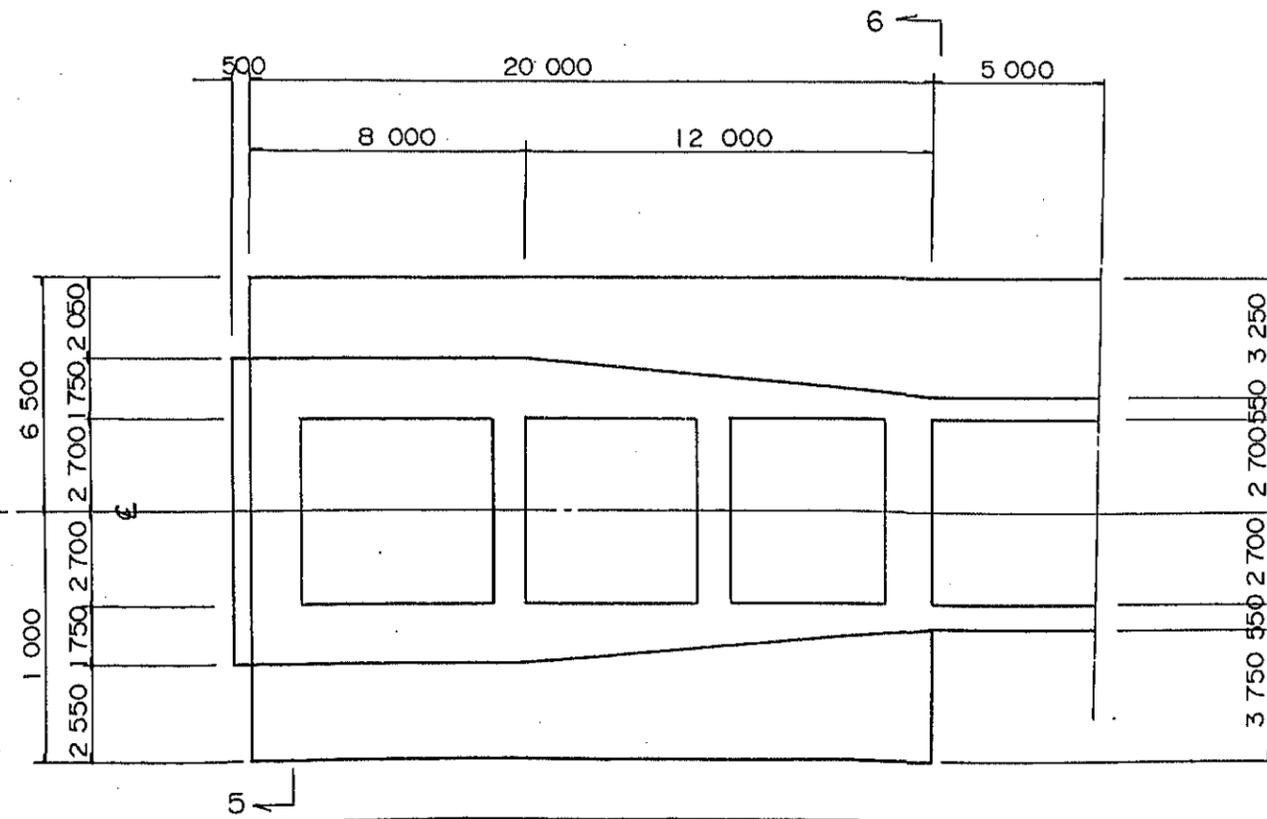
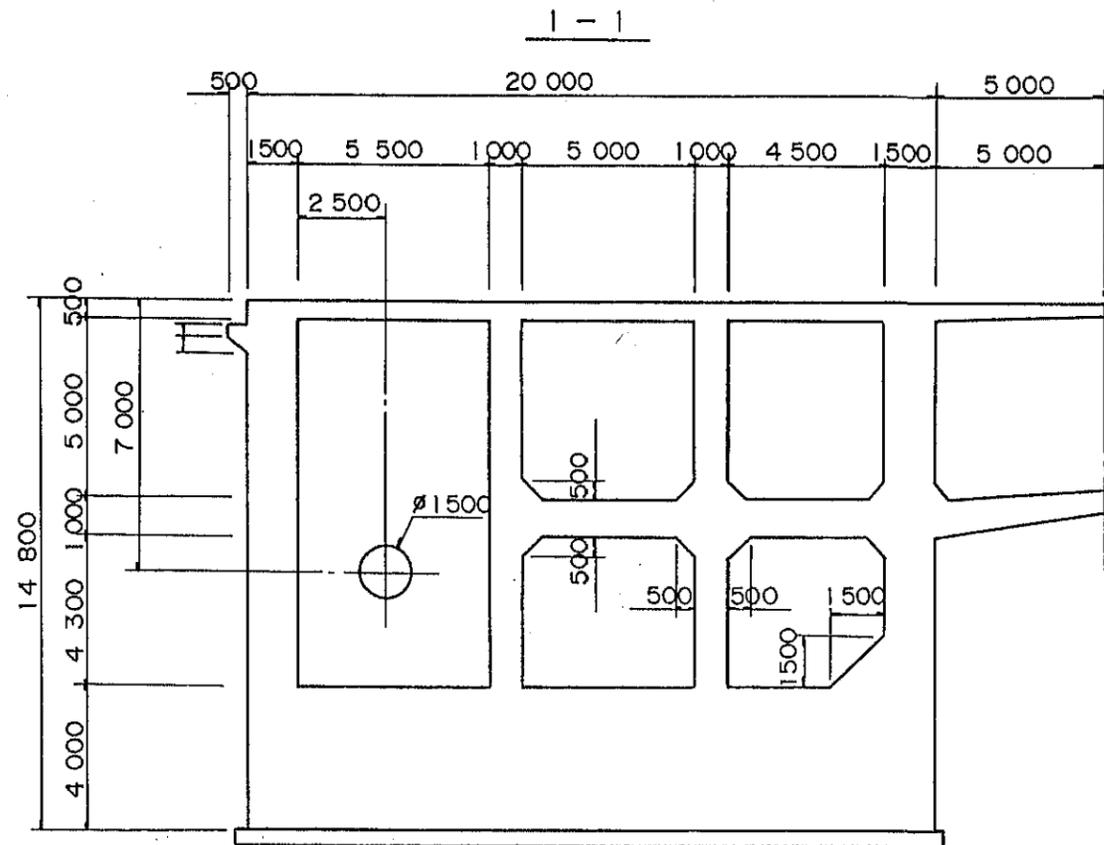


BRIDGE SECTION

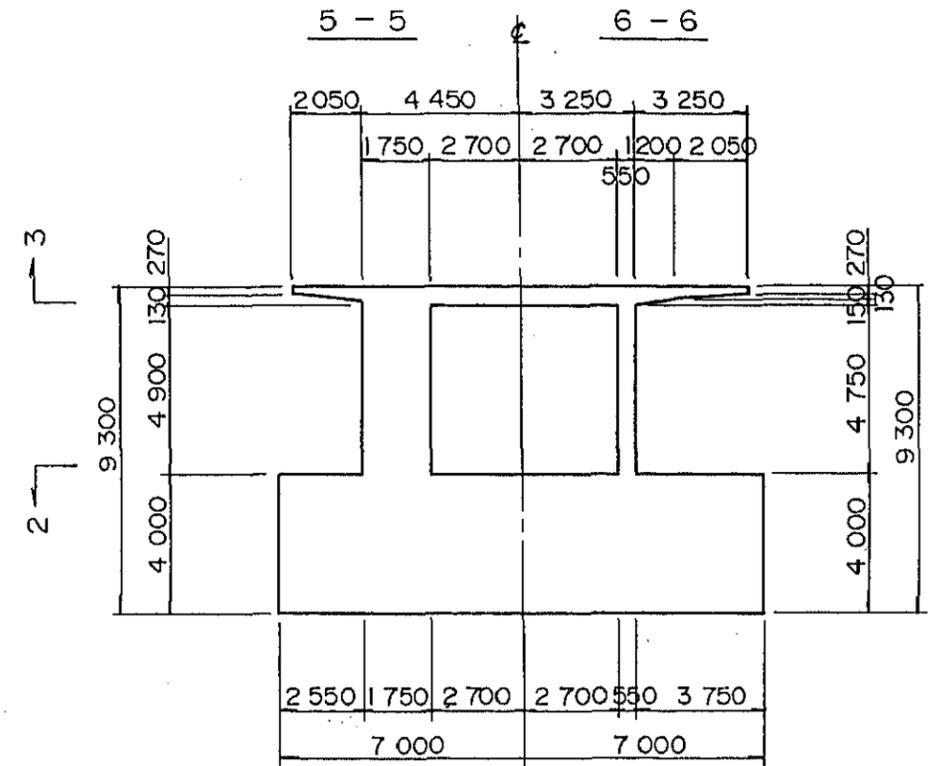
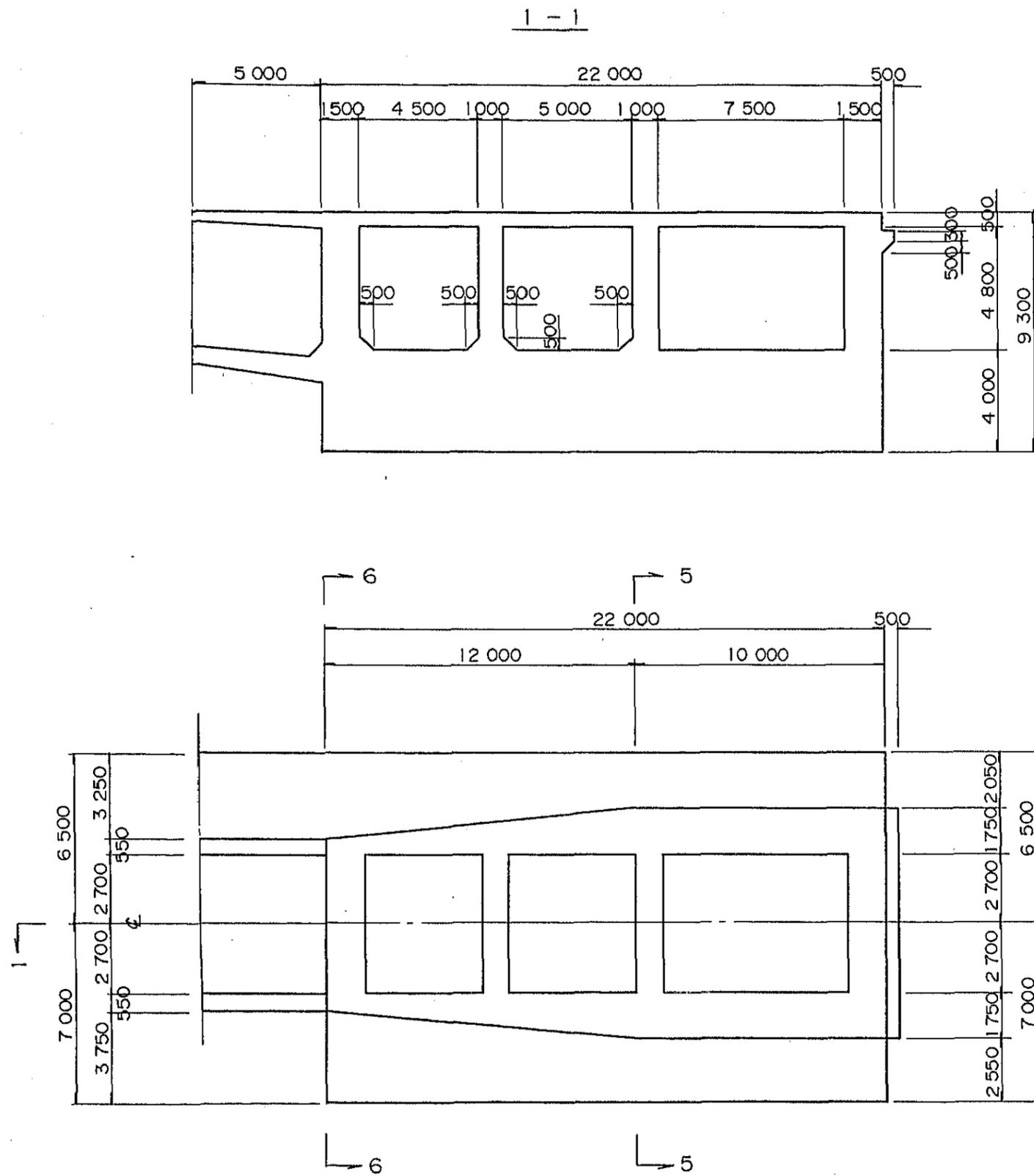


PLAN
SCALE 1:200

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTING THE BEPOSO BRIDGE		
GENERAL ARRANGEMENT OF THE BRIDGE		
DRAWN	CHECKED	APPROVED
SCALE	DRAWING NO.	
AS SHOWN	DATE	1 DEC 1988

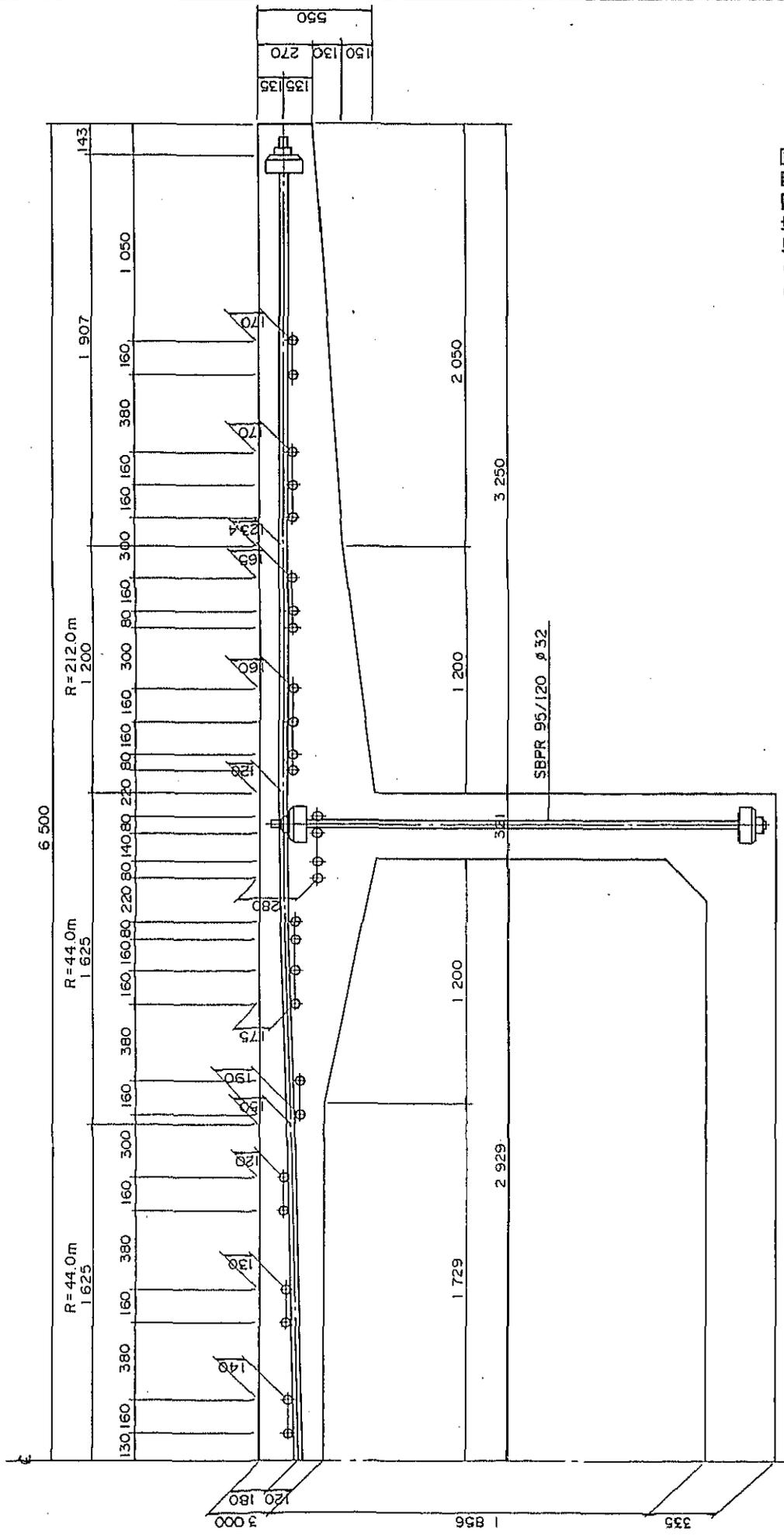


下部工構造図 (A, 橋台)
S = 1/200



下部工構造図 (A, 橋台)
S = 1/200

中間部



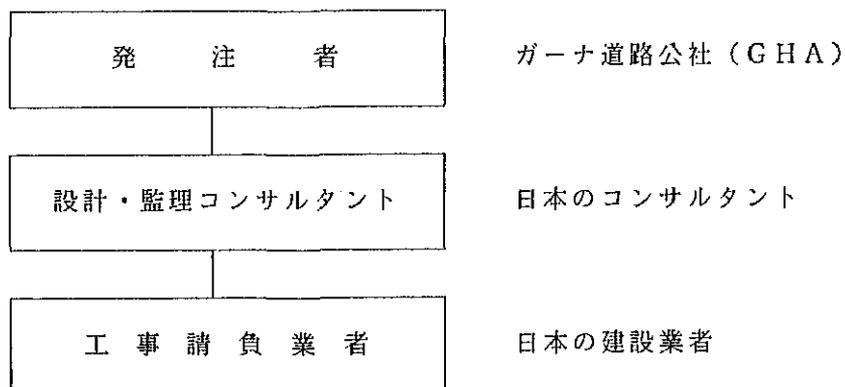
PC 鋼棒配置図

第 6 章 事業実施計画

第6章 事業実施計画

6-1 事業実施体制

事業実施体制は下図の通りである。



6-2 工事負担区分

本計画実施における両国負担工事区分は次の通りである。

(1) 日本側負担工事

- ① 橋長142mの橋梁建設工事
- ② 橋台周辺の護岸工事
- ③ 延長620mの取付道路工事
- ④ 取付道路横断排水カルバート工事（2ヶ所）
- ⑤ 工事実施に必要なコンサルタント業務

(2) ガーナ側負担工事

- ① 工事作業ヤードの提供
- ② 橋梁及び取付道路を建設するために必要な用地の提供とその用地内にある家屋等の撤去と整地
- ③ 日本から持込まれる資機材の通関手続きに関する便宜供与及び通関等資機材搬入に関わるすべての免税措置
- ④ 建設資機材のうち現地購入材にかかるガーナ国の付加価値税の免除

- ⑤ 認証された契約及び契約に係る業務を遂行するためにガーナ国に入国するコンサルタント、コントラクター等の人員に対して同国入国及び滞在に必要な事務手続きに関する便宜供与。
- ⑥ 認証された契約に係る業務を遂行するためにガーナ国に入国する日本人に対するガーナ国で課せられる一切の税金、その他の財政課徴金の免税。
- ⑦ 工事用水取得に係る必要な手続きに関する便宜供与。
- ⑧ タコラディ及びアクラ市内の日本人宿舎、連絡事務所用の電話回線の確保のための便宜供与。
- ⑨ 砕石場及び土取場の提供。
- ⑩ プロジェクト・サイト附近においてガーナ政府が現在実施中もしくは実施予定の建設工事のための骨材、アスファストプラント等の生産品の購入に係る便宜供与。
- ⑪ 本計画に必要な許可・認可等の取得及びこれに必要な申請・届出の業務と費用の負担、銀行取極め及び支払い授権に係る手数料負担

6-3 施工計画

6-3-1 施工方針

本橋梁建設工事は、日本政府による無償資金協力によるものである。このため施工上の基本方針を次のように設定した。

- (1) ガーナ国の社会経済事情を勘案して、品質管理、工程管理、安全管理等に万全の施工体制をとり円滑な工事の進捗をはかる。
- (2) ガーナ国経済への波及効果を高め、雇用機会を増大し、技術移転を図るために、建設資材、機械、および労務者は可能な限り現地で調達する。
- (3) ガーナ国当局、コンサルタント、および施工業者相互の意志の疎通をはかり工事の円滑な進捗をはかる。

6-3-2 施工上の留意点

施工上の留意事項は以下の通りである。

(1) 関係法規

ガーナ国では、労働法によって労働者の権利が保証されている。本工事施工にあたっては、これを遵守して労務管理をおこない、労働者との紛争を防止するとともに労働者の安全衛生

を確保する対策を講じておかなければならない。

(2) 建設業者の現状

ガーナ国の建設業者は、未だ技術水準が低く技術者、機械等所有の状況が貧弱でありこの工事の施工を全面的に委せることができない。また労務提供のみをおこなう弱小の建設業者が多数あり、外国建設業者は、これらの業者を通じて労務者を雇用している。直接雇用したばあい、労働紛争に巻き込まれるのを避けるためとみられる。

(3) 資材の調達

現地調達できる資材は、砂利、砂、砕石、歴青材、木材、波トタン板、普通ポルトランドセメント等である。

鉄筋、鋼製仮資材、電線、鋼管、鋳物製品など大多数の建設資材を共産圏などから輸入しているが、数量、品質ともに貧弱であてにならない。このことから、主要建設資材を日本で調達することになる。なお早強セメントと異形鉄筋についてはガーナ国産がないため日本もしくは第3国からの調達の可能性を検討したところ輸送費を加味した価格では英国産が最も安価であるのでこれらは英国から調達することとした。

(4) 建設機械の調達

ガーナの建設業者が保有している建設機械は、一般に台数も少なく維持管理状態も悪い。道路、土工用機械については、一部アクラの建設会社等から調達できるがその他のものについては、日本から調達する。

(5) 建設コストの動向

ガーナ国では、インフレ傾向が強く、労務賃金、セメント、木材等の価格が上昇している。一般に建設資材に年率20～30%程度、また労務賃金については、15～20%程度上昇しているので注意する必要がある。

(6) 工期

年二回（5～6月、10～11月）の雨季がありこの期間は稼働率がいちぢるしく低下する。この雨季には、しばしば大雨による洪水が発生するので、河中での工事にはこれに対する対策を考慮する必要がある。

(7) 輸送通関事情

日本から調達する機械、資材については、梱包、輸送、通関、現場到着に最低4ヶ月を要する。荷上げ港はテマ港であるが円滑な荷役、通関については、特にガーナ当局の協力が不

可欠である。

(8) 治安事情

ガーナ国の治安は比較的良好であるが、工事現場が僻地であるため、日本から持ち込まれる機械資材の盗難防止、工事関係者の安全確保のために、ガーナ警察当局の保護が不可欠である。

6-3-3 施工監理計画

(1) 仮設計画

1) 作業ヤード

架橋現場からタコラディ寄り約1kmの国道沿いに、約18,000㎡の仮設作業ヤードを確保し、現場事務所、生コンクリートプラント・砂水洗装置、倉庫、車両修理場、資機材置場等を設け工事の基地とする。作業ヤードは碎石舗装をし周辺を有刺鉄線フェンスで囲み盗難防止をはかる。

2) 日本人宿舎、労務者宿舎

日本人技術者の宿舎兼連絡事務所、家族宿舎等はタコラディ市内の民家に賃借する（現場との距離約34km）。また、アクラにも、テマ港での資機材の通関、労務者、現地資材の調達のために民家を賃借して連絡事務所を開設する。現地人労務者の宿舎は、仮設ヤード付近に木造トタンぶきの建物を建設してこれにあてる。

3) 工事用電力

工事用電力に可搬式及び定置式発電機を使用する。作業ヤードのコンクリートプラント、トロンメル（回転フルイ）運転等に200KVA用1台、現場のバイプロハンマー運転に300KVA用1台を使用する。

4) 工事用水

コンクリートの練り混ぜ、洗砂作業に使用する工事用水はプラ河の河川水を使用する計画であるが、水質試験の結果塩化物の含有量（NaCl）が1,000ppmから2,000ppmある。このため、この水で練り混ぜたPC用コンクリートは1㎡当り200～400gの塩化物を含むことになる。鉄筋コンクリート構造物では塩化物の混入は鉄筋の腐食の原因となり橋梁の劣化を早める。このためプレストレストコンクリートの場合、日本の技術基準では塩化物の許容量は1㎡当り300g以下と定められている。

計画地点は潮汐の影響で海水が逆流する現象があり取水時期と時間、そして取水深度によって海水の濃度が異なる。このためコンクリートの製造には架橋現場から約10km上流のダボアシにあるガーナ上下水道公社（Ghana Water & Sewage Corporation）の浄水場の水を給水車で運搬し、使用する。

現地調査における水質試験結果を付属資料 3. 2 (3) に示す。

5) 連絡設備

現場とアクラ市内の連絡事務所、及びタコラディ市内の連絡事務所相互の連絡には無線電話を使用する。

(2) 下部工工事

1) 左岸橋台の掘削

左岸橋台は、片麻岩が露頭している地盤中で施工するので、山留め工はおこなわない。掘削には、ダイナマイトを使用する。発破は0.75mを1ステップとして施工する。掘削ズリは、バックホーで集土しクラムセルバケットでダンプカーに積み込んで捨て土する。所定の深さまで掘削したら浮き石を取り除き支持地盤を確認する。

2) 右岸橋台鋼矢板仮締切り・薬液注入・掘削工

右岸橋台は軟弱な堆積層に施工するので鋼矢板仮締切りを行う。鋼矢板（FSP IV型）、L = 11mを50トンクローラクレーン、90kwバイプロハンマー、300kva発電機によって打設する。軟弱層の掘削はクラムセルによる。支持地盤となる片麻岩の掘削は右岸と同じである。

掘削に伴って切り梁、腹起こしを設置する。切り梁、腹起こしは、H形鋼(300×300×10/15)を使用する。

この橋台の地盤は、硬い片麻岩上に、軟弱な礫まじり中砂が堆積している。このため、鋼矢板を片麻岩に打ち込むことができない上に、礫まじり中砂の透水係数が高く、鋼矢板下端からの漏水が激しいものと予測される。この対策として、鋼矢板下端に薬液注入を行って止水する。

ガーナでは薬液注入工事経験者は皆無なので、日本人技能工を派遣し、現地労務者を指導させてこれを行う。

3) フーチングおよび躯体構築工事

型枠、鉄筋、コンクリート工事は現地労務者で行うが、大工、鉄筋工の指導のため熟練作業員を日本から派遣する。

型枠は木製とし、木材は現地調達とする。鉄筋は日本製SD35もしくはこれと同等のものを使用する。

コンクリートは仮設ヤード内に設置したコンクリートプラントで生コンクリートを製造する。コンクリート骨材のうち、良質の砂が得られないので、トロンメル（回転フルイ）により水洗分級して使用する。

4) ロックアンカー工事

橋台躯体構築が完了した後、この橋台上からロックアンカーを施工する。躯体部分には所定の位置に予めφ 140mmの鋼管を配置しておき、この穴を使って削孔する。

緊張力導入後はケーブル全長をグラウトにより防護する。

ガーナではアンカー工事経験者は皆無なので、日本人技能工を派遣し、現地労務者を指導させる。

(3) 上部工工事

1) 工 法

上部工工事は、フォルパウワーゲン（移動型枠）による片持ち張り出し工法により施工する。プレストレスを導入する工法としては、ディビダーク式PC鋼棒φ32を採用する。

ブロック割りは長さ2.5m-4.0mが15ブロック×2と、1.5mが2ブロック（頭柱部）及び1.5mの2ブロック（吊り支保部）からなる。

張り出しサイクルは早強セメントを使用し雨季の影響もいれて8日とする。頭柱部は、ブラケット支保工により施工する。本橋の構造ではPC鋼棒が橋台に定着されるので、下部工の上部分6.5mは頭柱部と同時施工となる。

2) 型枠工事

外型枠は鋼製のものを使用し、底板はジャッキで上げ下げできる構造とする。外枠はホイストにより側方に開閉できるようにする。外枠は15回転用とする。

内型枠は木製として支保工とともに堅固に組み立て5回転用とする。小口型枠は木製バラ板とし1回の使い捨てとなる。小口型枠はPCケーブルのスペーサーとなるので原寸を書いて加工する。大工の指導にあたる熟練者を日本から派遣し現地労務者を教育しながら工事をすすめる。

3) 鉄筋工事

鉄筋は、作業ヤードで加工したものをクレーンで吊り込み組み立てる。鉄筋工事の指導にあたる熟練作業員を日本から派遣して、現地労務者を教育しながら工事にあたる。

4) PCケーブル配置

PC鋼棒は予め工作したものをクレーンで吊り込み配置する。PCケーブル施工配置、緊張力導入、ワーゲン（移動型枠）移動、グラウト等の指導のためにPC技能工を派遣し教育しつつ工事を進める。

5) コンクリート

コンクリートは作業ヤードで練り混ぜた生コンクリートを使用する。初期強度の向上のための高性能減水剤を使用しW/Cを50%近く下げ、流動化剤を使って作業性を向上する。

コンクリートは散水養生を丁寧におこなって、温度応力によるひび割れの発生を防止する。

6) 緊張力導入

コンクリートの強度が $260\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上に達したことを確認したら、緊張力を導入する。緊張力の導入には必ず日本人技術者が緊張管理にあたる。

7) グラウト作業

緊張が完了し、ある程度数量がまとまった段階でグラウトを行う。

8) 橋面工事

桁架設完了後、地覆、高欄工事を地覆用移動型枠を使用して行う。

橋面はコンクリート舗装とし人力で施工する。

(4) 取付道路工事

右岸取付道路の路体盛土に先立ち、軟弱地盤対策と工事車両の走行を確保するため約70cmの敷砂を施工する。

敷砂を施工した後、約2.5mの高さまで盛土を行い、適当期間放置して、圧密を促し、基礎地盤の強化を待つ。その後1週間に0.3mの割合で盛土を行う。

左岸取付道路の盛土は通常の盛土では問題はない。

路体盛土材料は現場の2km圏から客土する。路盤用碎石は現場近くの碎石プラントから購入する。浸透式マカダムは人力施工とする。道路工事に使用する機械は原則として現地で調達する。

6-4 資機材調達計画

この工事に使用する主要資機材、機械は次の通りである。

(1) ガーナ国内で調達する資機材

1) 資 材

普通ポルトランドセメント、木材、砂利、砂、碎石、燃料、酸素ガス、アセチレンガス、瀝青材料。

上記のうち砂利、砂、碎石は架橋予定附近の碎石場、土取場から入手できる。これらの碎石場は下記のとおりである。

- ① Construction Pioneer 碎石場(CPQ)
- ② Cape Coast 碎石場(CCQ)
- ③ General Development Corporation 碎石場(GDCQ)
- ④ State Construction Corporation 碎石場(SCCQ)

架橋予定地点からこれらの碎石場までの距離はそれぞれ次のとおりとする。

C P Q	;	29km
C C Q	;	49km
G D C Q	;	23km
S C C Q	;	25km

各碎石場の位置を図6-1に示す。各碎石場からの試料について下記の試験を行った。

- ① ロスアンゼルスすりへり試験
- ② 実績率
- ③ 粒度分布
- ④ 偏平度
- ⑤ 細長比

試験結果を付属試料3.2(6)に示す。

碎石の使用にあたっては品質管理を厳重に行い絶えず碎石生産業者を指導、監督し、良質の製品の生産するようにしなければならない。特に橋梁上部工のコンクリートは高強度の品質を必要とするので特に注意しなければならない。

砂については、架橋予定地点から6.5kmのアセマサ(Asemasa)から採取することができる。しかし泥、貝ガラ、草木の混入などの処理について十分注意する必要がある。また粒度改良をするために砕砂の使用を考慮すべきである。

下部路床材料については架橋予定地点から16kmのカフォディジイ(Kafodzidzi)に隣混り土砂がある。この試験結果を付属試料3.2(7)に示す。

2) 機 械

現地で調達できる建設機械は次のとおりである。

マカダムローラー、タイヤローラー、ブルドーザー（20トン）、モーターグレーダー、ショベルローダー（2 m³）、トラクター ショベル（1.5 m³）、ダンプトラック（8-12トン）、トラック及びトレーラトラック

(2) 日本から調達する資機材

1) 資 材

PC鋼材及び付属品、鋼製型枠及び付属品、型枠用木材、鋼製支保工及び足場材、電気溶接棒、コンクリート混和剤、H型鋼、L型鋼、I型鋼、鋼矢板、中央ヒンジ沓、伸縮継手、照明器具、地盤改良薬液剤、橋名板、橋曆板、排水金物、鋼板等

2) 機 械

クローラクレーン（50ton）、パイプロハンマー（90kw）、ディーゼル発電機（300kva）、マグネットドリル、半自動電気溶接機、手動電気溶接機、水中ポンプ、コンクリートバケット（1 m³）、鉄筋加工機、鉄筋切断機、鉄筋フープベンダー、PC鋼材ベンダー、PC高速カッター、ディビダークジャッキ、ディビダークポンプ、VSL ジャッキ、VSL ポンプ、フォルパワーゲン、地覆ワーゲン、ハイドロリッククレーン（30ton）、ハイドロリックショベル（0.7ton）、クラムセル バケット（0.8 m³）、発電機（200kva）、発電機（100kva）、ボーリングマシン、薬液注入ポンプ、薬液ミキサー、グラウトポンプ、グラウトミキサー、コンプレッサー（75kw）、コンクリートパイプレーター、コンクリートブレイカー、ピックハンマー、ユニック車、乗用車、ミニバス等

日本から持ち込む主要機械の経費は損料勘定をしているため工事終了後持ち帰ることを原則とする。

(3) 第3国から調達する資機材

早強セメント （英国）

異形鉄筋 （英国）

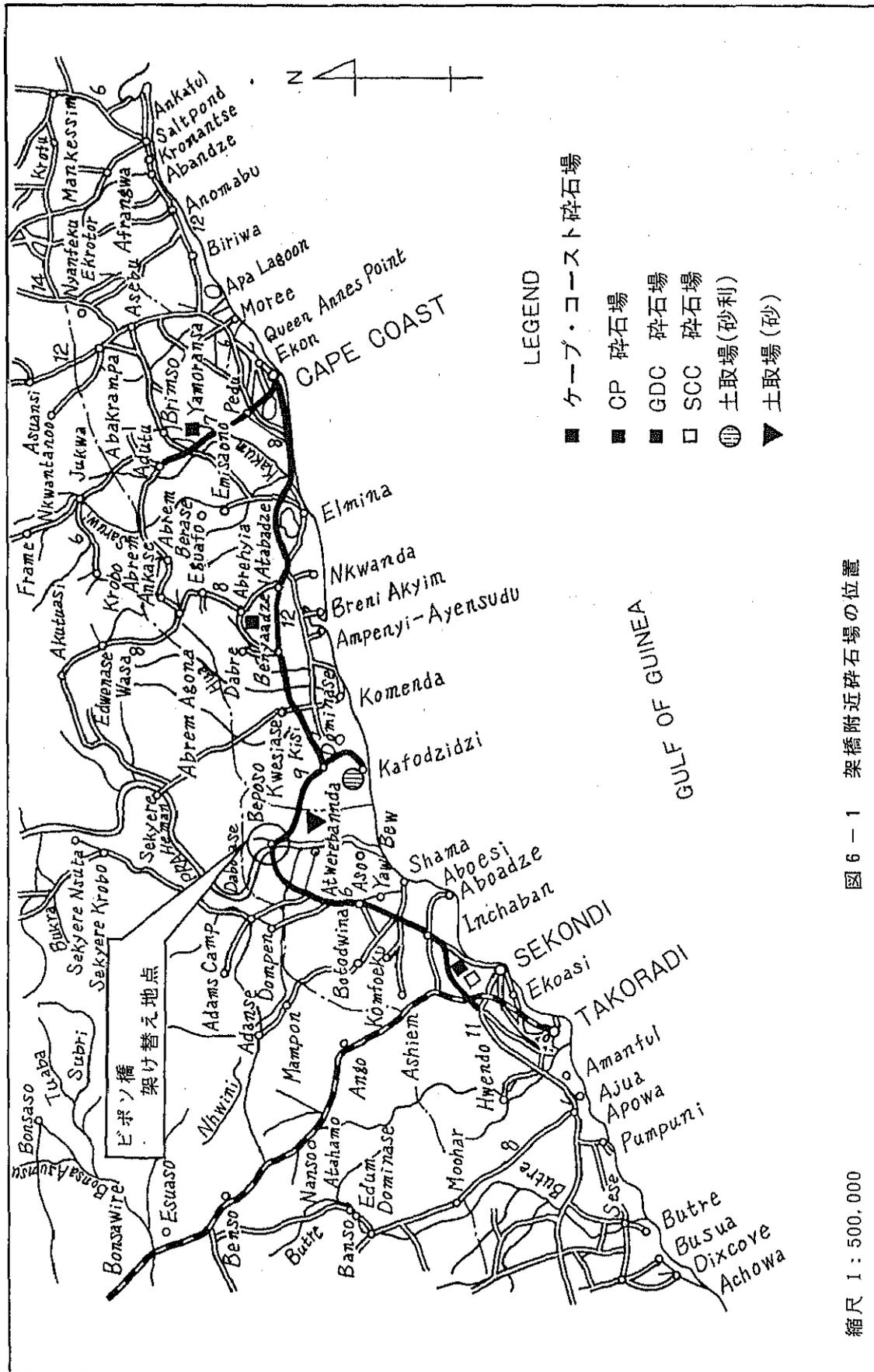


図 6-1 架橋附近碎石場の位置

6-5 実施スケジュール

本計画は、表6-1に示すように無償資金協力に関する交換公文が、日本及びガーナ両国政府間で締結された後、実施段階に移行する。交換公文締結後、日本国の無償資金協力の実施手順に順に従い、ガーナ政府の本計画の実施機関であるガーナ道路局（GHA）は、計画主体として計画実施に関わるコンサルタント業務契約を日本のコンサルタントと結ぶ必要がある。

コンサルタント契約締結後は、次のような段階を経て、無償資金協力が実施される。以下に各段階ごとの主な業務内容を記す。

(1) 詳細設計段階

コンサルタントは、基本設計調査報告書に基づいて、橋梁上部工・橋梁下部工・取付道路などの詳細設計を実施し、設計図・仕様所及び入札に必要な図書一式を作成し、GHAの承認を得る。

(2) 入札段階

GHAは、工事のための入札を実施する。入札は、日本法人を対象に行なわれ、コンサルタントは次の事項に関しGHAを補佐する。

- 1) 入札公示
- 2) 入札参加資格審査
- 3) 入札用書類の入札参加者への説明、質疑応答
- 4) 入札
- 5) 入札評価

(3) 建設段階

GHAは落札者と直ちに契約を締結する。工事契約署名後、日本国政府の認証を経て工事着工を行なう。

6-6 概算事業費

本計画の実施に要する概算事業費は下記の通りと見込まれる。

(1) 日本側負担工事費

日本側負担の事業費総額は約12.15億円と見積られる。

(2) ガーナ側負担工事費

取付道路内の用地費、物件補償費、仮設ヤードの準備などが見込まれ、ガーナ国側負担工事は約5百万セディ（邦貨260万円）と見積られる。

6-7 維持管理計画

本橋は、工事完成後の維持管理を最小限にとどめるべく、プレストレスコンクリート橋を採用している。架橋位置が海に近いことを勘案して、コンクリートの被りも塩害に耐えるように設計する。また、沓や伸縮継手に対しても詳細設計段階で錆の発生に対処するための配慮をする必要がある。中央ヒンジは特に亜鉛メッキ製造とする。従って、鋼橋のような防錆のための塗装を主とした維持管理費は不用である。従って橋梁部分の維持管理の必要な点をあえて述べれば以下のとおりである。それにかかる費用は通常の舗装道路の維持管理程度の軽微なものである。完成後はGHAの橋梁部のコントロール下で橋梁維持管理プログラム(Bridge Maintenance Programme)に従って維持・管理がなされる。

- (1) 排水桁の清掃
- (2) 路面の清掃とマーキングの手直し
- (3) 照明設備の維持点検
- (4) 伸縮継手の清掃と点検
- (5) 取り付け道路法面の草刈り

取付道路部分の維持管理については、国道1号線の道路部分の修復等通常の維持作業(Routine Maintenance)とオーバーレイ等定期的維持作業(Periodical Maintenance)のプログラムに含まれGHAの維持管理局の監督を受ける。

表 6-1 工 程 表

月	0	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
交換公文	▼																									
コンサルタント契約	■																									
詳細設計及入札書類の作成	■																									
入札書の評価				■																						
工事契約				▼																						
搬入・準備工事					■						工事開始															
下部工事									▼	■																
上部工事											■															
附帯工事																					■					
取付道路																					■					
仕上げ工・撤去																					■					
供 用																						▲				

第7章 事業評価

第7章 事業評価

7-1 本計画の効果

現ビボソ橋は国道1号線がブラ河を渡河する地点にあって橋長約100mの吊橋である。国道1号線はガーナの南側海岸に沿って東側より、トーゴ国境、アクラ/テマの工業地帯、及び輸入港であるテマ港、ケープコースト、セコンディ/タコラディの工業地帯、そして輸出港であるタコラディ港等を経て西側、象牙海岸の国境に至る幹線道路であってクマシ〜アクラ/テマ間を結ぶ国道4号線と共にガーナにおけるもっとも重要な路線である。

現ビボソ橋はこの国道1号線がブラ河を渡河する橋梁であるが、1車線であるため、現時点において両側の2車線道路からの自動車交通の文字通り隘路となっており、交互一方交通によって交通規制が行われている。また現ビボソ橋は建設後すでに54年を経過し、全般的に老朽化しており、最近の車輛重量の増大と通過交通の増大傾向を考慮すれば“いつ落橋してもおかしくない”状況にあり、上述の交互一方交通規制とあわせて車輛荷物の重量規制が実施されている。

ガーナ政府はこの様な限界的な状況を背景として、①現ビボソ橋（1車線）の大規模かつ抜本的補強・補修をする、②現ビボソ橋の補強・補修（1車線）と1車線の新橋の建設、③現橋の直上流、直下流及び2.4km下流のいずれかに2車線の新橋を建設する案を技術的と経済的の両面からあわせ検討した。その結果、上述の様に現ビボソ橋の物理的耐用寿命が限界に達している現実を重視し、新規に2車線の橋梁を現ビボソ橋の直下流に架け替える案を最終的に決定、我が国に対して無償資金協力を要請してきたものである。

従って以上の事業要請の経緯と現地調査結果等を勘案すれば“本ビボソ橋架け替え計画”を実施することによって以下に列挙する様な直接効果及び間接効果が期待される。

7-1-1 直接効果

(1) 自動車走行費用の節約

ガーナ政府は、1983年以来経済再建計画（Economic Recovery Programme）の策定以来、世界銀行等の支援をうけて、「Road Rehabilitation and Maintenance Programme」（第4次ハイウェイ・プロジェクト）、「Transport Rehabilitation Project」等の一連の道路開発整備計画を実施してきたが、そのフレーム・ワークの中で、1983年以降「Ghana Bridge Development Programme, Feasibility Study」（ガーナ橋梁開発計画実行可能性調査）を実施し、全国橋梁施設の見直しをすると共に、それらに開発・整備の優先順位を付け、

徐々に実施段階に移している。

本計画対象であるビボソ橋は、1986年度に実施された第2次 F/Sの対象橋梁、44橋の中に含まれ、報告書には同年を基礎年次とする経済効果諸指数を以下の様にまとめている。

即ち、純現在価値／投資費用(B/C)は94、純現在価値(割引便益の合計)は4億3,400万US\$(優先順位は44橋中5位)、経済的内部収益率(IERR)は1,800%と驚異的な数値を出している。

算定便益の主たるものは以下の方法論に拠って設定している。すなわち当該橋梁の改良を行わない場合には、将来交通は迂回路(Detour)上を遠廻りする必要があり、(Without Project)その迂回のための追加的自動車走行費用(Vehicle Operating Cost:VOC)を、当該橋梁の改良を行った場合には節約できるから(With Project)、その節約額を投資「費用」に対する「便益」としている。

世界銀行は、最新の「Transport Rehabilitation Project」の事業評価書(1987年11月)の中において上述の「ガーナ橋梁開発計画 F/S」の内容を容認しているが、以上の様にIERRが100%を越えるものについては、一律にIERR=70%として、高い優先順位を与えている。

今回の基本設定調査においては、橋梁上の通過交通調査を実施し、上述の過大な評価に加えて、下記の様に自動車走行費用の節約効果を算定した。すなわち車種別、走行条件別の自動車走行費の算定は、付属資料3.5“自動車走行経費の計算”にもとづき行った。車種構成は今回の交通調査による。

迂回経路をビボソの東側手前ケープコースト(Cape Coast)からツイフォ・プラソ(Twifo Praso)に北上迂回し、現在の鉄道橋を経由して、再び南下して現ビボソの西側ダボアシ分岐点(Daboasi Junction)に至るルートを設定すれば、迂回距離はDD=150kmとなり、表7-1(交通量の伸び年率2%と設定)の様に、経済的内部収益率はIERR=189%と算定される。また割引率を10%として、純現在価値及び対費用便益比率を計算すると、それぞれNPV=414億セディ、及びB/C=22となり先述の世界銀行等が試算している現ビボソ橋の改良計画による非常に高い経済効果を十分に裏付けるものとなる。

表 7 - 1 交通量予測及び経済的内部収益率 (EIRR) の算定

CASE I : DETOUR DISTANCE 150 KM
 TRAFFIC INCREASE 2 %/ANN.
 SAVINGS OF VOC 51.09 C/KM.VEHICLE

PROJECT LIFE	YEAR	TRAFFIC FORECAST	CONSTRUCTION COST (MILL C)	MAINTENANCE COST (MILL C)	TOTAL (MILL C)	BENEFIT SAVINGS ON VOC (MILL C)	RESULTS OF ECONOMIC ANALYSIS	
a)	1987	1,741					EIRR =	188.53 %
1	1990	1,848	1,759.36		1,759.36	b)		
2	1991	1,885	439.84		439.84	2,638.34	NPV AT DISCOUNTED RATE OF	5 % 66,334.75 MILL C
3	1992	1,922		5.00	5.00	5,376.18	10 % 41,448.21 MILL C	
4	1993	1,961		5.00	5.00	5,485.27	15 % 27,765.61 MILL C	
5	1994	2,000		5.00	5.00	5,594.36		
6	1995	2,040		15.00	15.00	5,706.24		
7	1996	2,081		5.00	5.00	5,820.93	B/C AT DISCOUNTED RATE OF	5 % 31.92
8	1997	2,122		5.00	5.00	5,935.61	10 % 21.64	
9	1998	2,165		5.00	5.00	6,055.89	15 % 15.67	
10	1999	2,208		5.00	5.00	6,176.17		
11	2000	2,252		15.00	15.00	6,299.24		
12	2001	2,297		5.00	5.00	6,425.12		
13	2002	2,343		5.00	5.00	6,553.79		
14	2003	2,390		5.00	5.00	6,685.25		
15	2004	2,438		5.00	5.00	6,819.52		
16	2005	2,487		15.00	15.00	6,956.58		
17	2006	2,536		5.00	5.00	7,093.64		
18	2007	2,587		5.00	5.00	7,236.30		
19	2008	2,639		5.00	5.00	7,381.75		
20	2009	2,692		5.00	5.00	7,530.00		

NOTES : a) Base Year for Traffic Forecast (1987)

表 7 - 2 交通量予測及び経済的内部収益率 (EIRR) の算定

CASE I : DETOUR DISTANCE 150 KM
 TRAFFIC INCREASE 4 %/ANN.
 SAVINGS OF VOC 51.09 C/KM.VEHICLE

PROJECT LIFE	YEAR	TRAFFIC FORECAST	CONSTRUCTION COST (MILL C)	MAINTENANCE COST (MILL C)	TOTAL (MILL C)	BENEFIT SAVINGS ON VOC (MILL C)	RESULTS OF ECONOMIC ANALYSIS	
a)	1987	1,741					EIRR =	204.63 %
1	1990	1,956	1,759.36		1,759.36	b)		
2	1991	2,000	439.84		439.84	2,944.69	NPV AT DISCOUNTED RATE OF	5 % 85,472.59 MILL C
3	1992	2,118		5.00	5.00	5,924.43	10 % 52,220.70 MILL C	
4	1993	2,203		5.00	5.00	6,162.11	15 % 34,321.82 MILL C	
5	1994	2,291		5.00	5.00	6,408.33		
6	1995	2,383		15.00	15.00	6,665.67		
7	1996	2,478		5.00	5.00	6,931.41	B/C AT DISCOUNTED RATE OF	5 % 40.84
8	1997	2,577		5.00	5.00	7,208.33	10 % 27.00	
9	1998	2,680		5.00	5.00	7,496.44	15 % 19.13	
10	1999	2,787		5.00	5.00	7,795.73		
11	2000	2,899		15.00	15.00	8,109.02		
12	2001	3,015		5.00	5.00	8,433.49		
13	2002	3,135		5.00	5.00	8,769.15		
14	2003	3,261		5.00	5.00	9,121.60		
15	2004	3,391		5.00	5.00	9,485.22		
16	2005	3,527		15.00	15.00	9,865.65		
17	2006	3,668		5.00	5.00	10,260.05		
18	2007	3,815		5.00	5.00	10,671.23		
19	2008	3,967		5.00	5.00	11,096.40		
20	2009	4,126		5.00	5.00	11,541.15		

NOTES : a) Base Year for Traffic Forecast (1987)

表 7 - 3 自動車走行経済的費用の算定(1988)

(単位：セディ/km)

Items	CAR	LCV	BUS	MGV	HGV
燃料費	7.02	8.36	11.32	12.61	23.22
タイヤ費用	0.34	0.79	1.22	3.00	9.09
潤滑油費用	0.30	0.30	0.99	1.07	1.68
維持修理費	13.85	21.57	17.73	55.90	93.42
事故保険費	1.08	1.68	1.79	5.64	9.43
運転者費用	0.88	1.39	1.78	4.10	3.80
一般管理費	-	-	1.42	3.28	10.45
合計	23.47	34.09	36.25	85.49	151.09
車種構成	27 %	42 %	12 %	4 %	15 %
km当りVOC比率(車種別)	6.34	14.32	4.35	3.42	22.66
km当り自動車走行経済的費用	51.09(セディ/km)				

注) : Car = Passenger Car, LCV = Light Commercial Vehicle
 MGV = Medium Good Vehicle, HGV = Heavy Good Vehicle

出典 : Draft F/S Report on Reconstruction of Route No. 8

(2) 輸送時間の短縮

上述の様にプロジェクトを実施した(With Project)場合の直接効果を、実施しなかった(Without Project)場合と比較する場合、上述の“150kmの迂回”を解消できるならば、事業実施後11年目の2000年においては、約 164万台・時間(2,252台×365日×2hr/台)の輸送時間の短縮が期待できる。

その他現ビボソ橋の架け替え計画を実施することによる直接効果のうち大きなものは以下の通りである。

- (5) 荷傷みの減少と梱包費の節約
- (6) 交通事故の減少
- (7) 現ビボソ橋上の重量制限の解消による輸送量、輸送効率の増大
- (8) 交互一方交通規制の解消により待ち時間がなくなる
- (9) 現ビボソ橋の維持・修理費の解消

その他の直接効果としては、

- (Ⅱ) 走行距離が短縮されることによる運転手の疲労度の軽減
 - (Ⅲ) 交通快適度の増大
- 等が挙げられる。

7-1-2 間接効果

(1) 生産輸送計画の合理化及び安定化効果

「ビボソ橋架け替え計画」を実施することによって、国道1号線がブラ河を渡河する手段が半永久的に確保されることになる。国道1号線の西側にはガーナの主輸出港であるタコラディ港が存在し木材、ココア、マンガン、ボーキサイト等輸出品のほとんどを取扱っている。木材、ココア等は国道1号線の北部、クマシ附近に集荷され、国道4号線によってアクラに至り、アクラからは国道1号線によってタコラディに輸送され、ガーナの全産出量のうち大半がこの国道1号線上のビボソ橋を通過している。マンガン、ボーキサイト等の主輸送手段は鉄道ではあるが、全体の10%は国道1号線による道路輸送によってビボソ橋を経てタコラディに輸送されている。

逆にアクラ/テマ、クマシと共にガーナの黄金の三角形の頂点の一つであるセコンディ/タコラディ工業圏からの産品と、黄金の三角形内部の農、鉱物産品の一部はビボソ橋を経て、アクラ/テマ工業圏に移送される。

この様に当ビボソ橋架け替え計画は、ガーナの基幹的輸出入回廊である国道1号線及び黄金の三角形内部から南下して国道1号線に至る多くの地方道路等の道路網全体の輸送効率を向上させかつ安定するものである。

その他当該計画の実施によって以下の間接効果が期待できる。

(2) 資源開発効果

例えば将来ビボソ北部のツイフォ・ブラソ(Twifo Praso) 周辺で産出される鉱産品は相当の数量がダボアシ・ジャンクション、(Daboasi Junction)並びに国道1号線のビボソを経てアクラ/テマに輸送されるが、その輸送手段を当計画は保障するものである。

(3) 流通経済の合理化と市場圏の拡大効果

セコンディ/タコラディとアクラ/テマはともにガーナにおいて主たる工業地帯であると同時にまた巨大な流通市場でもある。国道1号線上のビボソ橋はこの2大生産・消費圏相互の物流に安定した保障を与える。

7-2 維持・管理面からの評価

本計画の実施にあたって、橋梁本体は半永久的に維持管理が不用な形式・構造を採用するものとする。橋梁の附帯的構造物、取付道路等に関しては近年、GHA の関連部局の監督下で活動を開始している維持管理班により、マニュアル化された維持管理手法が適用されることになろう。さらに本計画実施に伴ないそれら現行の組織・要員・予算等に対して必要な補強が行われ、効果的維持・管理が可能となるため、特に問題とするところはないと判断される。

7-3 全体評価

ビボソ橋架け替え計画の実施によって、ガーナ国のもっとも重要な輸送幹線である国道1号線は、ブラ河を渡河する手段を半永久的に確保することになり、上述の如く直接・間接の事業実施効果は極めて大きなものである。この事業が間接的に効果を及ぼす圏域はガーナ10州の内、実に6州に及び、受益する人口は約620万人である。日常的に直接の影響を受ける地域を橋梁近傍20km程度と区切った場合でもその受益人口は約23万人に達する。

この様に本計画の無償資金協力案件としての適合性は極めて高く、早期に実施することが妥当であると判断される。

第 8 章 結 論 と 提 言

第 8 章 結論と提言

8-1 結 論

本計画はクマシ等を中心とする内陸部からのココア、木材、鉱物資源等を積出す輸出港であると同時にセコンディと共にガーナの主要工業圏の一つを形成しているタコラディと、ケープコースト、首都アクラ、そして主たる輸入港を有する工業都市テマ等が連なっているギニア湾岸ベルト地帯を東西に縦貫する国道1号線がプラ河を渡河する橋梁の架け替えである。

現橋は建設以来54年を有し、老朽化が激しくかつ適切な維持管理が行われていないため“いつ落橋してもおかしくない”危険な状態にある。ビボソ近傍で利用できる代替橋がなくかつ一車線のため、補修作業が実質的に不可能である。このため、この橋が使用できなくなった場合国道1号線上の物流は完全に止まり、ガーナ経済に大きな障害を与えることが指摘される。

本計画を実施することは、現橋の交互一方通行、重量制限等の交通規制を解消するとともに、将来にわたって半永久的に幹線道路の機能を維持することになるため、極めて重要なプロジェクトである。従って日本政府の無償資金協力として早期に実施することは妥当であると判断される。

8-2 提 言

この架け替え橋の実施効果を十分に発揮させるためには次の提言を行いたい。

- (1) 現ビボソは極めて危険な状態にあるので、新規に架け替えが終了するまで、現在おこなわれている交通規制、重量制限等を徹底して実施する必要がある。その為に、GHA は現橋の管理体制をチェックし、必要ならば万全の体制を早急に確立すべきである。
- (2) 架け替え橋が完成した後、GHA はパイロットプロジェクトとして現在推進中の「橋梁維持管理体制プログラム」をすみやかに確立し、取付道路部分を含む維持・管理を確実に実施すべきである。

付 属 資 料

付 属 資 料 1

1. 1 調査団の構成

昭和63年9月24日より同年10月23日までの30日間と昭和63年12月3日より同年12月23日までの21日間の2回にわけて、JICAは現地に次のメンバーから構成された基本設計調査団を派遣した。

担 当	氏 名	所 属
団 長	村 里 正 彦	日本道路公団 名古屋建設局 構造技術課課長
橋梁建設計画	黒 沢 和 男	建設省 関東地方建設局 企画部 事業調整官
計画管理	瀬 戸 茂 之	国際協力事業団 無償資金協力計画調査部 基本設計調査 第二課
橋梁計画	千 葉 喜 味 夫	(株)建設企画コンサルタント
施工計画・積算	桧 垣 陽 一	同 上
橋梁設計	鈴 木 宣 行	同 上
地質調査	西中村 和 則	同 上
測 量	北 村 雄 一	同 上

1. 2 現地調査日程

第 1 回 現 地 調 査

9月24日(土) 東京/アムステルダム	Geological surveyor と Land surveyor KL868便(21:30)にて成田を出発
9月26日(日) アムステルダム/アクラ	KL585便(12:30)にてアクラに向かう、19:30 アクラ着
9月27日(火) アクラ	大使表敬、ガーナ道路局表敬(午前) ガーナ道路局と地質調査、地形測量について打合せ(午後)
9月28日(水) アクラ	地質/地形測量の準備作業
9月29日(木) アクラ	同上
9月30日(金) アクラ/ビボソ	地形測量開始 Geological surveyor 現地調査
10月1日(土) 東京/アムステルダム ビボソ	団長他3名、KL868便(21:30)にて成田よりアムステルダムへ出発 2日 6:05 アムステルダム着 地形測量、ボーリング調査(機械搬入)
10月3日(月) アムステルダム/アクラ ビボソ	KL585便(12:00)にてアクラに向かう 19:30 アクラ着 地形測量、ボーリング調査(機械搬入)
10月4日(火) アクラ ビボソ	調査団内打合せ 大使表敬、大蔵経済企画省、ガーナ道路局表敬(午前) ガーナ道路局と第1回協議(インセプション・レポートの提出、グラントシステムの説明等(午後)) 地形測量
10月5日(水) アクラ/ビボソ	調査団ガーナ道路局関係者と現場視察 ボーリング調査(機械設置)、地形測量
10月6日(木) タコラディ/アクラ ビボソ	タコラディにてガーナ道路局と第2回協議(架け替え橋の位置の選定、サイトの条件等)(午前) ボーリング調査開始(Borehole 1)、地形測量
10月7日(金) アクラ/ビボソ	調査団内打合せ、ガーナ道路省表敬(午前) ガーナ道路局と第3回協議(工事実施に伴う問題点、資料収集の協力等) ボーリング調査(Borehole 1)、地形測量
10月8日(土) アクラ/ビボソ	調査団内打合せ(これまでの調査結果の分析) 大使館主催晩餐会 ボーリング調査(Borehole 1)、地形測量

10月9日(日) アクラ	国道1号線の現場視察(午前) 調査団内打合せ(Minutesの内容確認)(午後) 測量データ整理
10月10日(月) アクラ/ビポソ	ガーナ道路局と第4回協議(Minutesの内容の最終確認) 調査団主催晩餐会 ボーリング調査(Borehole 1)、地形測量
10月11日(火) アクラ/ビポソ	大蔵・経済企画省にてMinutesの調印(午前) 大使へMinutes及び調査概要の報告 ボーリング調査(Borehole 1, 2A)、地形測量
10月12日(水) アクラ/ビポソ	ボーリング調査(Borehole 1, 2)、地形測量 団長他3名KL588便(21:25)にてアクラより東京へ向かう。
10月13日(木) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 1, 2)、地形測量
10月14日(金) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 1, 2)、地形測量
10月15日(土) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 1, 2)、地形測量
10月16日(日) アクラ	データ整理
10月17日(月) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 2)、地形測量 交通量調査
10月18日(火) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 3の準備)、地形測量完了 交通量調査
10月19日(水) ビポソ	ボーリング調査(Borehole 3の準備) 交通量調査
10月20日(木) アクラ/ビポソ	測量データ及び収集資料の整理 ボーリング調査(Borehole 3の準備)
10月21日(金) ロンドン	Geological surveyorとLand surveyor, BA7368便(8:15) にてアクラを出発 17:45 ロンドン着
10月22日(土)	BA007便(15:30)にて成田に向け出発
10月23日(日)	11:15 成田着

第 2 回 現 地 調 査

12月3日(土) 東京/ロンドン	団長他3名、BA006便(21:30)にて成田を出発 4日 5:15 ロンドン着
12月5日(月) ロンドン/アクラ	BA079便(11:00)にてアクラに向かう 19:15 アクラ着
12月6日(火) アクラ	大使表敬、ガーナ道路局表敬(午前) 大使館主催昼食会 ガーナ道路局と予備会議(自然条件調査の報告と橋梁形式 の選定等)
12月7日(水) アクラ	ガーナ道路局と協議(橋梁形式、設計条件、ガーナ側工事 負担分の確認、Minutesの内容確認)、ガーナ道路省表敬
12月8日(木) アクラ	大蔵・経済企画省にてMinutesの調印(午前) 調査団主催昼食会 大使へMinutes及び調査概要の報告
12月9日(金) アクラ	調査団内打合せと資料収集(ガーナ道路局) 団長SR265便(21:30)にてアクラより東京へ向かう。
12月10日(土) アクラ/タコラディ	現場調査(砕石場及、Borrow Pitの調査、給水工場の調査)
12月11日(日) タコラディ/アクラ	現場調査(架設予定地点及び資材置場の調査)
12月12日(月) アクラ	資料収集(ガーナ港湾局)
12月13日(火) アクラ	建設資機材の調査(業者からのヒアリング) 資料収集(ガーナ測量部、ガーナ道路局)
12月14日(水) アクラ	建設資機材の調査(業者からのヒアリング) 資料収集(気象庁、AESC)
12月15日(木) アクラ/タコラディ	砕石の価格調査(現者からのヒアリング) 資料収集(統計局、港湾局)
12月16日(金) タコラディ/アクラ	現橋の構造寸法の測量
12月17日(土) アクラ	収集資料の整理・分析
12月18日(日) アクラ	収集資料の整理
12月19日(月) アクラ	大使へ調査概要の報告
12月20日(火) アクラ/アムステルダム	KL586便(21:20)にてアクラを出発 21日 7:00 アムステルダム着
12月22日(木)	KL863便(13:10)にて成田に向け出発
12月23日(金)	11:20 成田着

1. 3 面会者リスト

日本側面会者

職 位

ガーナ日本国大使館

安藤茂実特命全権大使

黒澤 茂参事官

有賀照房参事官

富樫治幸二等書記官

国際協力事業団

長倉 孝ガーナ事務所長

ガーナ側面会者

道路省 (MRH)

Lt. Col. M. K. Gbedemah

His Excellency, PNDC Secretary
for Roads and Highways

Mr. S. K. Nunoo

Chief Technical Director

道路省・道路局 (GHA)

Mr. H. A. O. Quaynor

Chief Executive

Mr. H. D. Pappoe

Deputy Chief Executive (Administration)

Mr. K. Abbey Sam

Deputy Chief Executive (Maintenance)

Mr. J. V. August

Deputy Chief Executive (Development)

Dr. K. A. Addai

Chief Engineer (Bridges)

Mr. M. G. Anafi

Chief Engineer (Planning)

Mr. A. K. Hammond

Chief Engineer (Contract)

Dr. F. A. Abedi

Chief Engineer (Material)

Mr. Kofi Yeboah

Principal Engineer (Bridges)

Mr. K. Ansah-Otoo

Material Engineer

Mr. Atta Afran

Principal Valuer

大蔵経済企画省 (MFE P)

Miss Eleanor Quist

Acting Chief Director
International Economic Relations Division

Mr. S. K. Kabo

Senior Economic Planning Officer

Mr. E. C. Totimeh

Senior Economic Planning Officer

Mr. Badoor

Senior Economic Planning Officer

Mr. E. O. Prempeh

Asst. International Economic Relations Officer

Mr. K. Opoke

Asst. Economic Planning Officer

1. 4 協議議事録

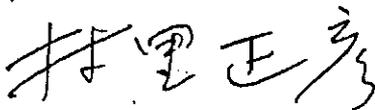
THE MINUTES OF DISCUSSIONS ON
THE BASIC DESIGN STUDY ON
THE PROJECT FOR RECONSTRUCTING
THE BEPOSO BRIDGE IN
THE REPUBLIC OF
GHANA

In response to the request of the Government of the Republic of Ghana, the Government of Japan decided to conduct a basic design study on the Project for reconstructing the Beposo Bridge (hereinafter referred to as "The Project"), and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). JICA sent the Basic Design Study Team headed by Mr. Masahiko MURASATO, Head of Structural Engineering Section, Nagoya Construction Bureau of Japan Highway Public Corporation, to carry out the study from September 24 to October 23, 1988.

The Japanese Team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of Ghana, and conducted the field survey at the Project site.

Both parties agreed to recommend to their respective Government authorities that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

October 11, 1988.

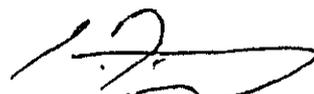


Masahiko MURASATO
Leader
Basic Design Study Team
JICA



Eleanor Quist
Acting Chief Director
International Economic Relations
Division
Ministry of Finance and Economic
Planning

Witness:



H.O.A. Quaynor
Chief Executive
Ghana Highway Authority
Ministry of Roads and Highways

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to reconstruct the Beposo Bridge close to the existing old bridge in order to smoothen and improve the safety of the traffic flow on the Route 1 which is a part of the Trans West African Highway.

2. Implementing Body

Ghana Highway Authority of the Ministry of Roads and highways is responsible for the implementation of the Project.

3. Construction Site of the Project

The construction site of the Project is downstream side of the existing bridge located at Beposo over the Pra River, on the Route 1 as shown in ANNEX I.

4. Outline of the Project

(1) New Beposo Bridge:

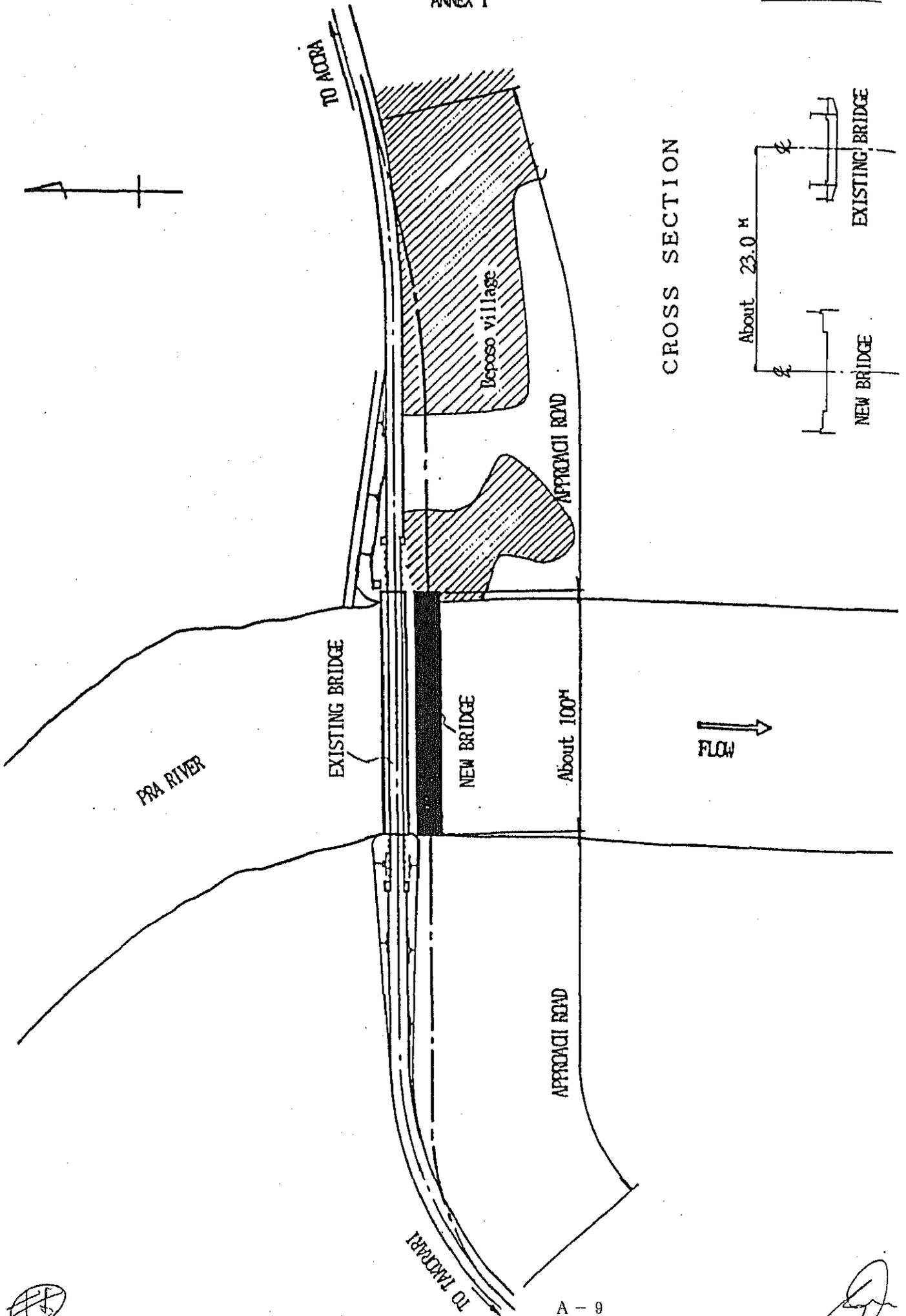
Length : about 100m
 Width of carriage way : 2 x 3.75m
 Effective width of pedestrian way : 2 x 1.5m

(2) Approach Road: tentatively about 1200m (total length of both sides including some improvement work of existing roads), which will be finalized after the completion of basic design.

5. The Government of the Republic of Ghana will take the necessary measures listed in ANNEX II on condition that the Grant Aid by the Government of Japan is extended to the Project.
6. Both sides confirmed that the Japanese Study Team explained the Japanese Grant Aid Programme and the Ghana side understood it.
7. JICA will conduct phase II study in order to proceed with the bridge design after analysing the data obtained in this study.



ANNEX I



ANNEX II

Necessary measures to be taken by the Government of the Republic of Ghana.

1. To secure land necessary for the execution of the Project and provide enough space for such construction as temporary offices, working area, stockyard and other utilities prior to the commencement of construction.
2. To demolish all existing buildings inside the Project site and clear the site prior to the commencement of construction.
3. To ensure that the river area necessary for construction of the facilities be freely accessible.
4. To provide information about necessary facilities for the construction such as electricity, water supply, telephone and other incidental facilities up to the project site.
5. To ensure prompt unloading, customs clearance at ports of disembarkation and, duties, taxes and levies exemption in Ghana of the goods purchased under the Grant Aid.
6. To ensure free internal movement of the goods imported under the Grant Aid handled by the contractor.
7. To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Ghana with respect to the supply of the products and services under the verified contracts.
8. To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into Ghana and stay herein for the performance of their works.
9. To maintain properly and effectively the bridge and approach roads constructed under the Grant Aid.



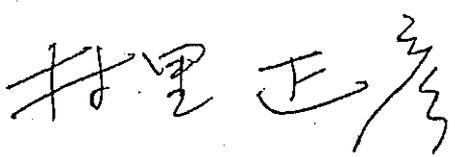
THE MINUTES OF DISCUSSIONS ON
THE BASIC DESIGN STUDY ON
THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION
THE BEPOSO BRIDGE IN
THE REPUBLIC OF
GHANA

In response to the request of the Government of the Republic of Ghana, the Government of Japan decided to conduct a basic design study on the Project for reconstructing the Beposo Bridge (hereinafter referred to as "The Project"), and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). JICA sent the First and the Second Basic Design Study Teams headed by Mr. Masahiko MURASATO, Head of Structural Engineering Section, Nagoya Construction Bureau of Japan Highway Public Corporation, to carry out the study. The Second Basic Design Study during the period from December 3 to 23, 1988.

The Japanese team had a series of discussions on the Project with the Officials of Ghana concerned, and conducted the field survey at the Project Site.

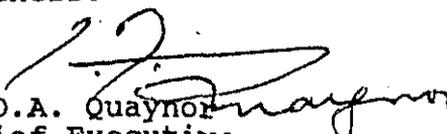
Both parties agreed to recommend to their respective Government authorities that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

December 9, 1988.


Masahiko MURASATO
Leader
Basic Design Study Team
JICA


Eleanor Quist
Acting Chief Director
International Economic Relations
Division
Ministry of Finance and Economic
Planning

Witness:


H.O.A. Quaynor
Chief Executive
Ghana Highway Authority
Ministry of Roads and Highways

ATTACHMENT 1

1. Type of Bridge

The bridge proposed to be reconstructed will be of a single span prestressed concrete box girder with an opening width of about 100m between abutment faces. (See Figure 1).

2. Bridge Section.

The bridge will have a two lane carriageway of 8.5m wide (curb to curb), 1.5m wide pedestrians walkways, 0.25m wide reinforced concrete wall parapets on both sides, giving an overall bridge width of 13.3m. (See Figure 1).

3. Approach Roads

Approach roads of about 600m long in total will be constructed. (See Figure 2).

4. Design Standard

The design standard to be applied to the bridge, road, and their ancillary structures will be, in principle, "Specifications for Highway bridges", "A policy on Geometric Design of highway" and their relevant design standards issued by the Japan Road Association, and "Design Guide for Bridges" issued by GHA.

5. Hydraulic Design Standard

The following design flood frequency and maximum flood level will be applied to the bridge design:-

Design flood Frequency	1:50 years
Maximum Flood Level	MSL + 5.5m

6. The necessary measures to be taken by the Government of the Republic of Ghana in addition to those agreed in the 1st Basic Design Study are as follows:-

- (a) The Government of Ghana shall provide an area about 20,000m² of flat ground within about two kilometres of either side of the construction site for the Contractor's office, stockyard, plantyard and other temporary facilities.
- (b) The Government of Ghana shall demolish and clear all existing buildings inside the right of way of the proposed approach road and bridge before the start of construction.



- (c) As far as possible, the Government of Ghana shall provide two international telephone lines (one for telephone and the other for telex) each to the Contractor's and Consultant's liaison offices in Accra City respectively and one telephone line each to the Contractor's and Consultant's staff houses in Takoradi respectively.
7. The Government of Ghana shall exempt the Consultant's and Contractor's personnel from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Ghana with respect to the supply of goods and services under the verified contract.
8. The cost of electricity supply, water supply and internal telephone lines required at the construction site will be covered within the Grant Aid Programme.

掛置



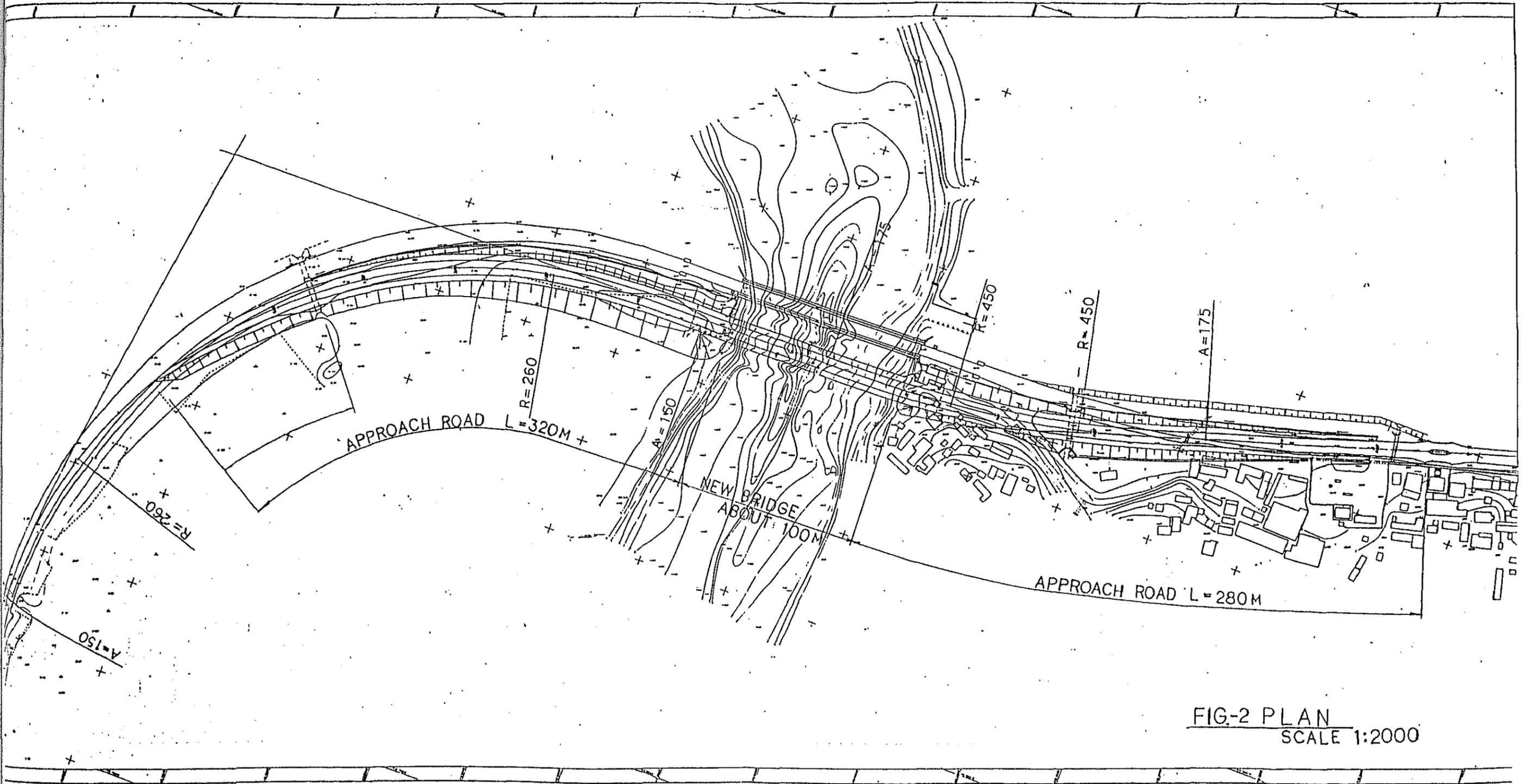
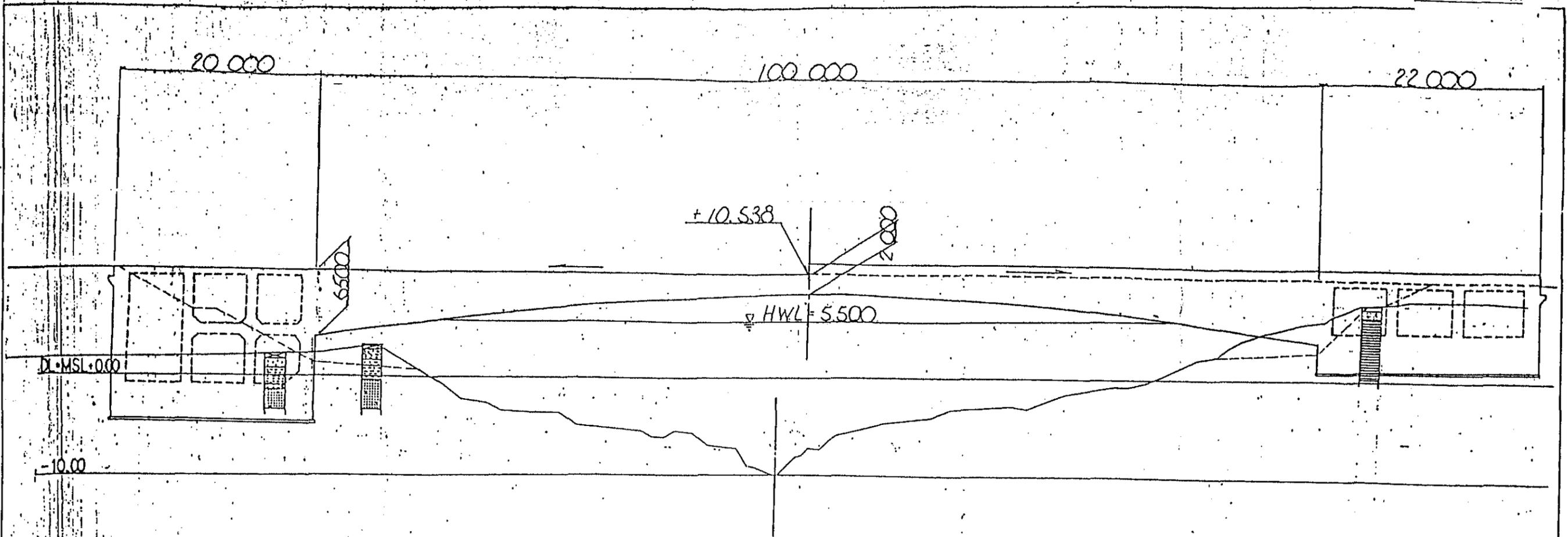
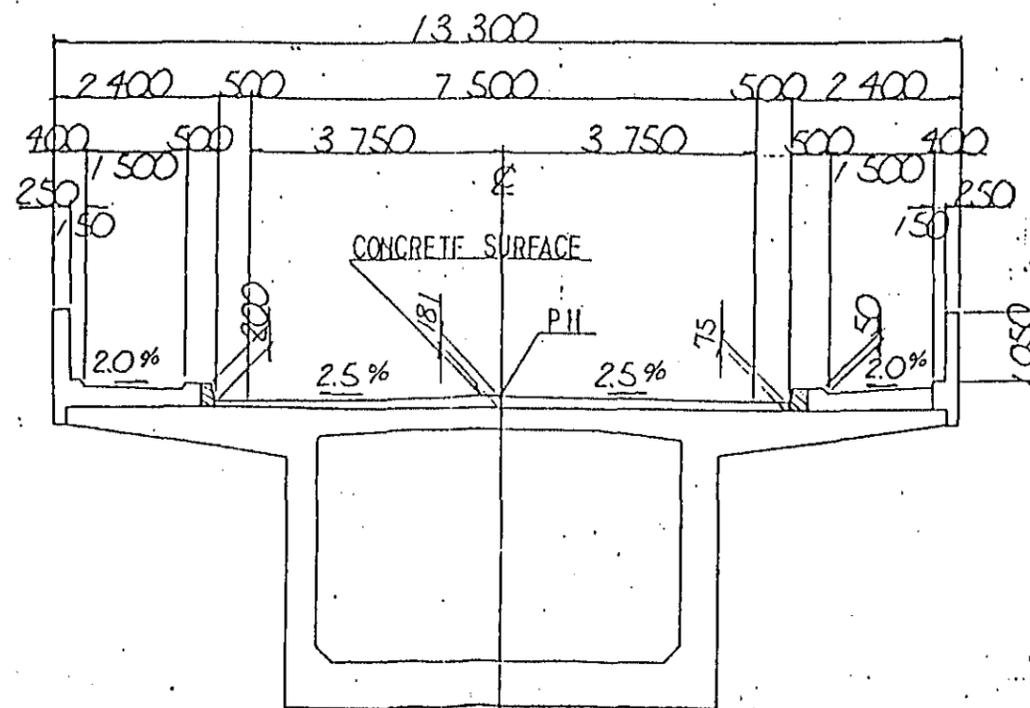


FIG-2 PLAN
SCALE 1:2000

井田



ELEVATION ON BRIDGE SCALE 1:400



BRIDGE SECTION SCALE 1:100

FIG-1 SINGLE-SPAN PRESTRESSED CONCRETE GIRDER BRIDGE

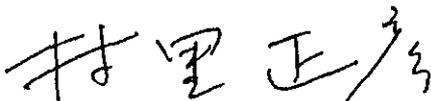
THE MINUTES OF DISCUSSION ON
THE BASIC DESIGN STUDY ON
THE PROJECT FOR RECONSTRUCTING
THE BEPOSO BRIDGE IN
GHANA

In response to the request of the Government of the Republic of Ghana, the Government of Japan decided to conduct a basic design study of the Project for reconstructing the Beposo Bridge (hereinafter referred to as 'the Project'), and entrusted the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as 'JICA'). JICA sent the Basic Design Study Team headed by Mr. Masahiko MURASATO, head of Structural Engineering Section, Nagoya Construction Bureau of Japan Highway Public Corporation, two times in the period from September 24 to December 23, 1988.

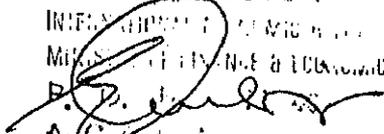
As a result of the Study, JICA prepared a draft report and despatched a team headed by Mr. Masahiko MURASATO to explain and discuss it from February 10 to 24, 1989.

Both parties had a series of discussions on the report and agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understanding reached between them on February 17, 1989, attached herewith should be examined towards the realization of the Project.

February 17, 1989

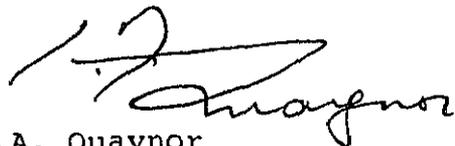


Masahiko MURASATO
Leader
Basic Design Study Team
JICA

CHIEF DIRECTOR
INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS DIVISION
MINISTRY OF FINANCE & ECONOMIC PLANNING


Eleanor Quist
Acting Chief Director
International Economic
Relations Division
Ministry of Finance and
Economic Planning

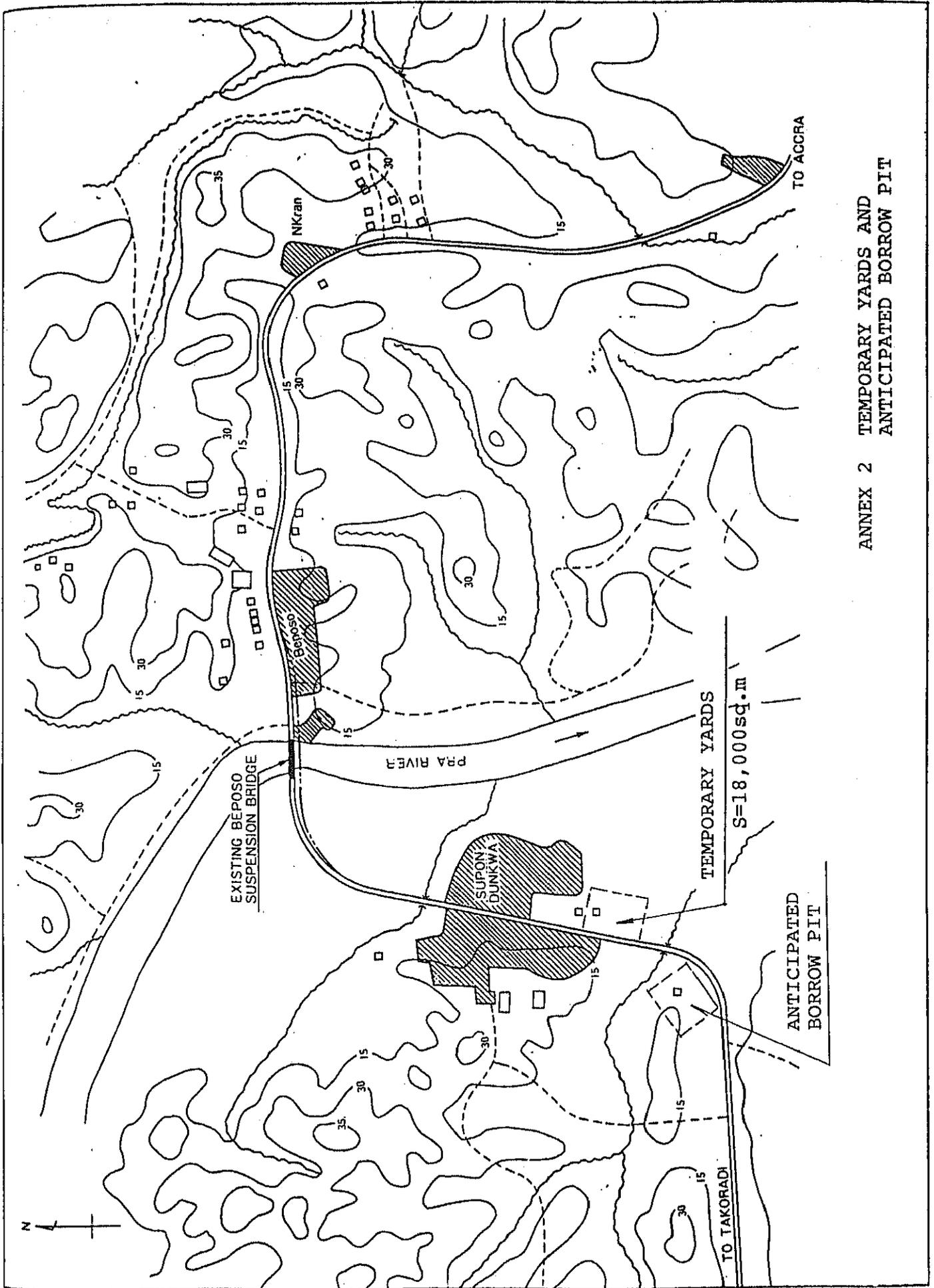
Witness:



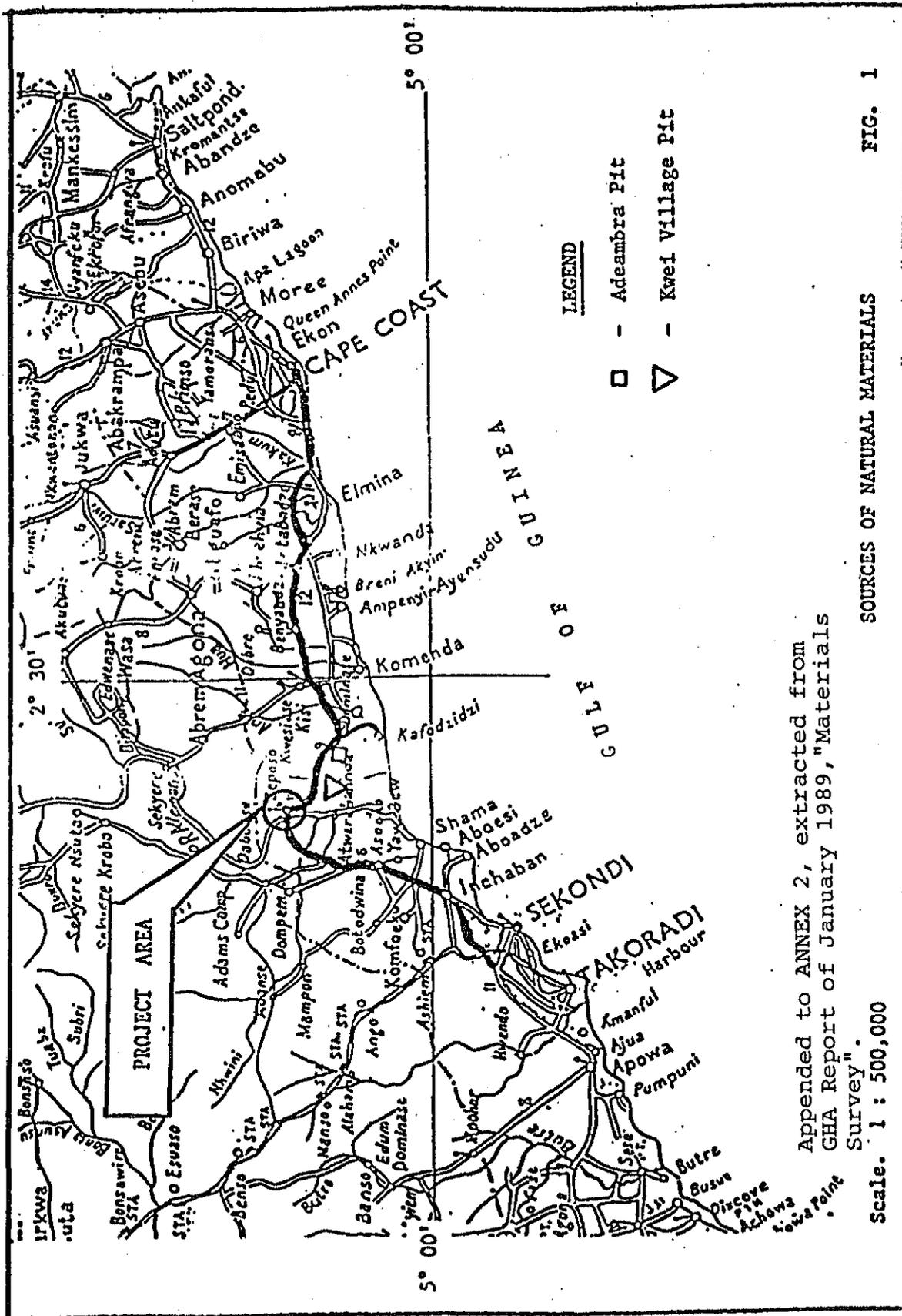
H.O.A. Quaynor
Chief Executive
Ghana Highway Authority
Ministry of Roads and Highways

ATTACHMENT

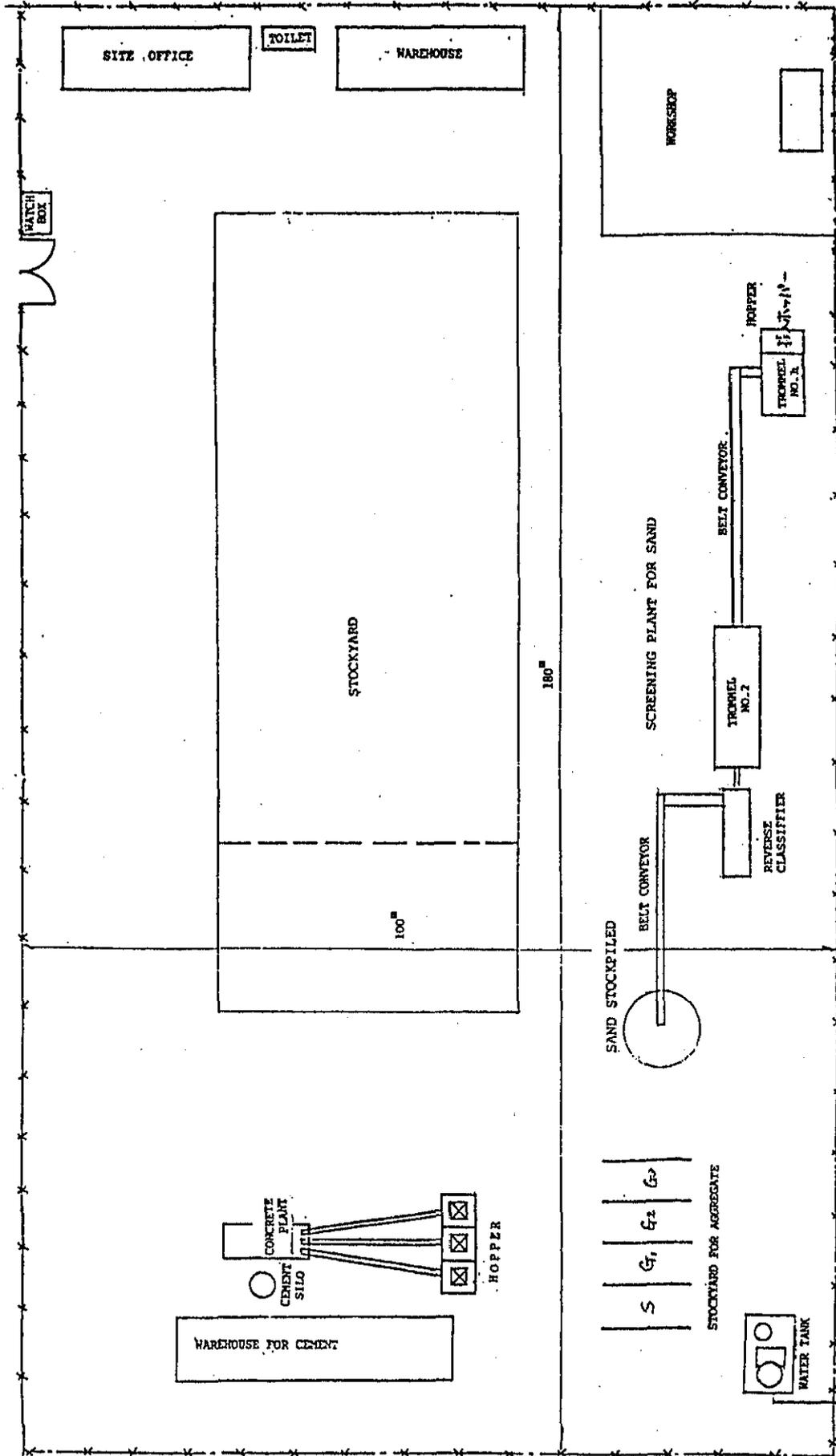
1. The Government of Ghana agreed in principle to the basic design proposed in the Draft Final Report.
2. The Government of Ghana has reconfirmed the Minutes of Discussion signed on October 11 and December 9, 1988.
3. The Government of Ghana assured the provision of the right-of-way and site clearance thereof necessary for the execution of the project as shown in Annex 1.
4. The Government of Ghana has agreed to be responsible for the provision of site for temporary yards already levelled and borrow pits as contained in GHA report of January 1989 necessary for the execution of the project as shown in Annex 2 and 3.
5. The Government of Ghana has agreed to report on the situation of the preparations as mentioned in the article 3 and 4 above, particularly on land acquisition, to the Japanese side by the end of May, 1989.
6. The JICA team agreed to the provision of ducts for Electricity, Water and Telephone in addition to ducts for lighting the bridge in the detailed design.
7. The Final Report (10 copies in English) will be submitted to the Government of Ghana in March, 1989.



ANNEX 2 TEMPORARY YARDS AND ANTICIPATED BORROW PIT



ANNEX 3 ARRANGEMENT OF TEMPORARY WORKS
IN ANTICIPATED TEMPORARY YARDS



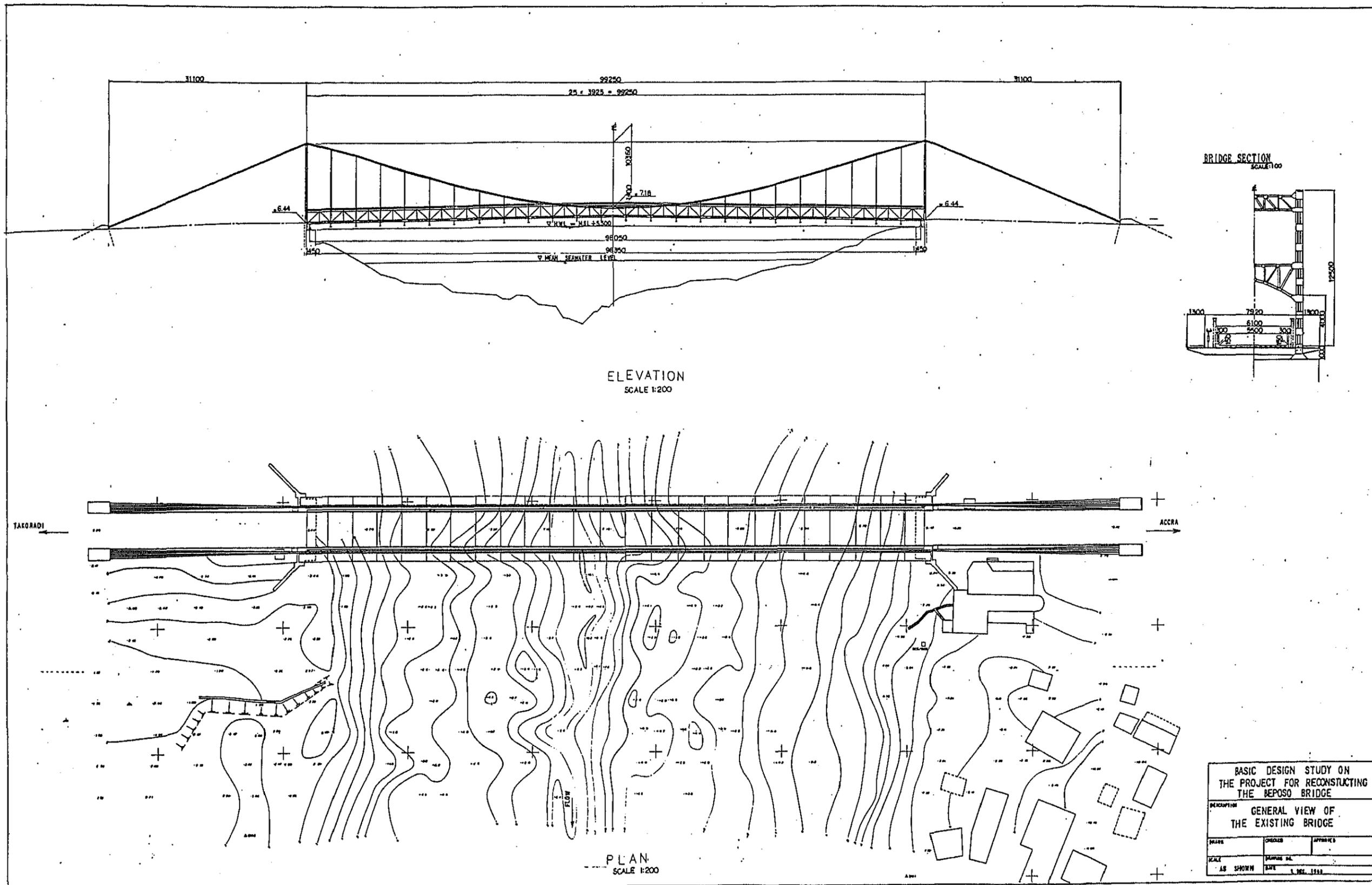
AREA 100m x 180m = 18,000 m²

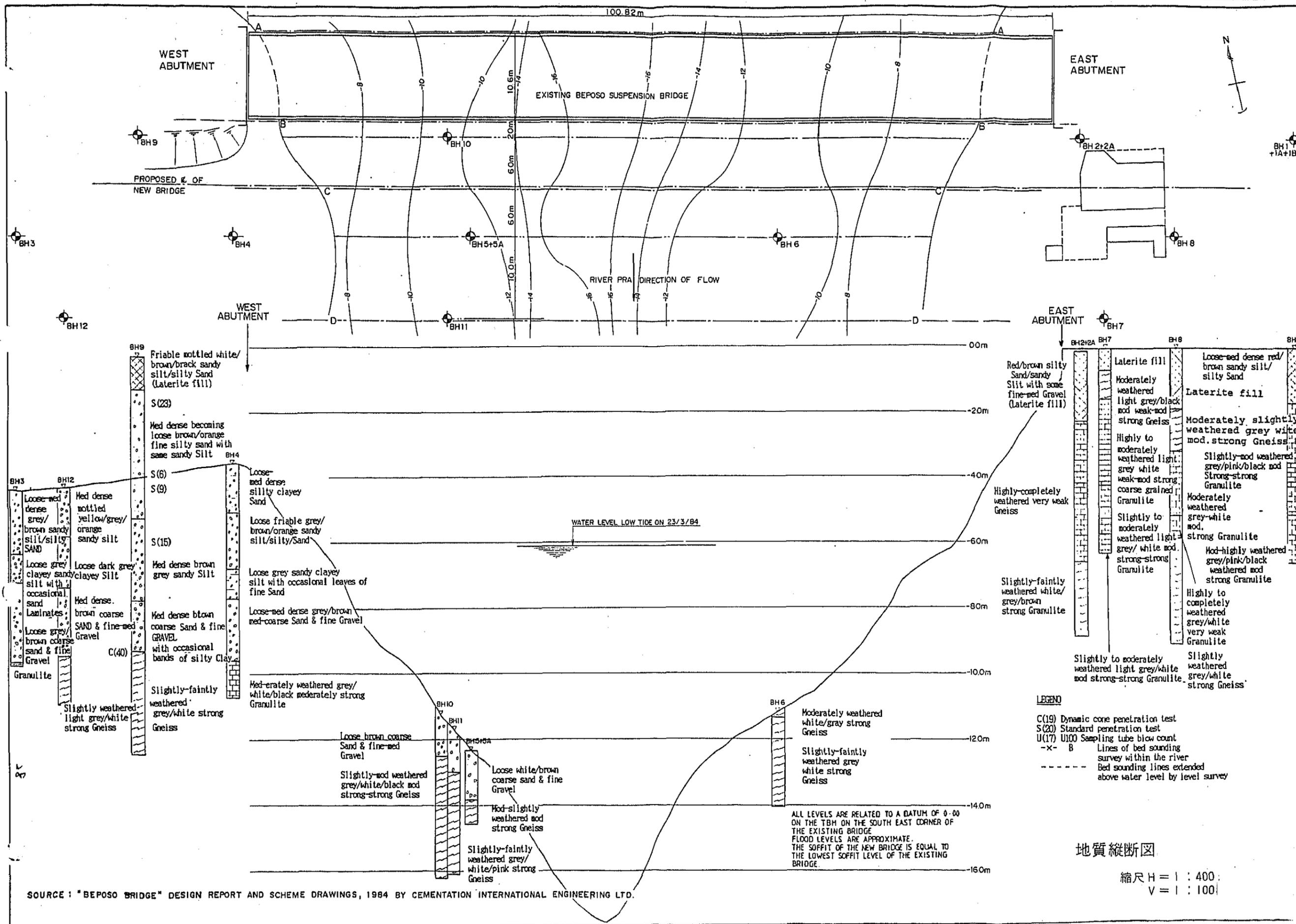
1.5 収集資料リスト

1. Progress of The Economic Recovery Programme 1984-86 and Policy Framework
1986-88
The Government of Ghana
2. Transport Rehabilitation Project October 29 1987
Document of The World Bank
3. Public Investment Programme 1988-90
Volume 2.2 Project Profiles and Summary Tables
Ministry of Finance and Economic Planning
4. Ghana Bridge Development Programme
Feasibility Study of First Priority Bridges
Tahal Consulting Engineers Ltd.
5. Ghana Bridge Development Programme
Feasibility Study-Second Stage
Tahal Consulting Engineers Ltd.
6. Hydrological Data Book Water Year Book
Ministry of Works and Housing Public Works Department
7. Traffic Report (1983-1987)
Ghana Highway Authority
8. Beposo Bridge Design Report and Scheme Drawings
Cementation International Engineering Ltd.
9. Guide for Bridge Design Volume 1 Design Guide
Tahal Consulting Engineers Ltd.
10. Ghana Building Code
Building and Road Research Institute
11. Maximum Rainfall Intensity-Duration Frequencies in Ghana
Ghana Meteorological Services Department
12. Mean Monthly and Annual Rainfall Maps
Ghana Meteorological Services Department
13. River Basins of Ghana, Water Year Book
Ministry of Work and Housing, Public Works Department
14. Water Year Report for 1971-1972
AESC Hydrology Division

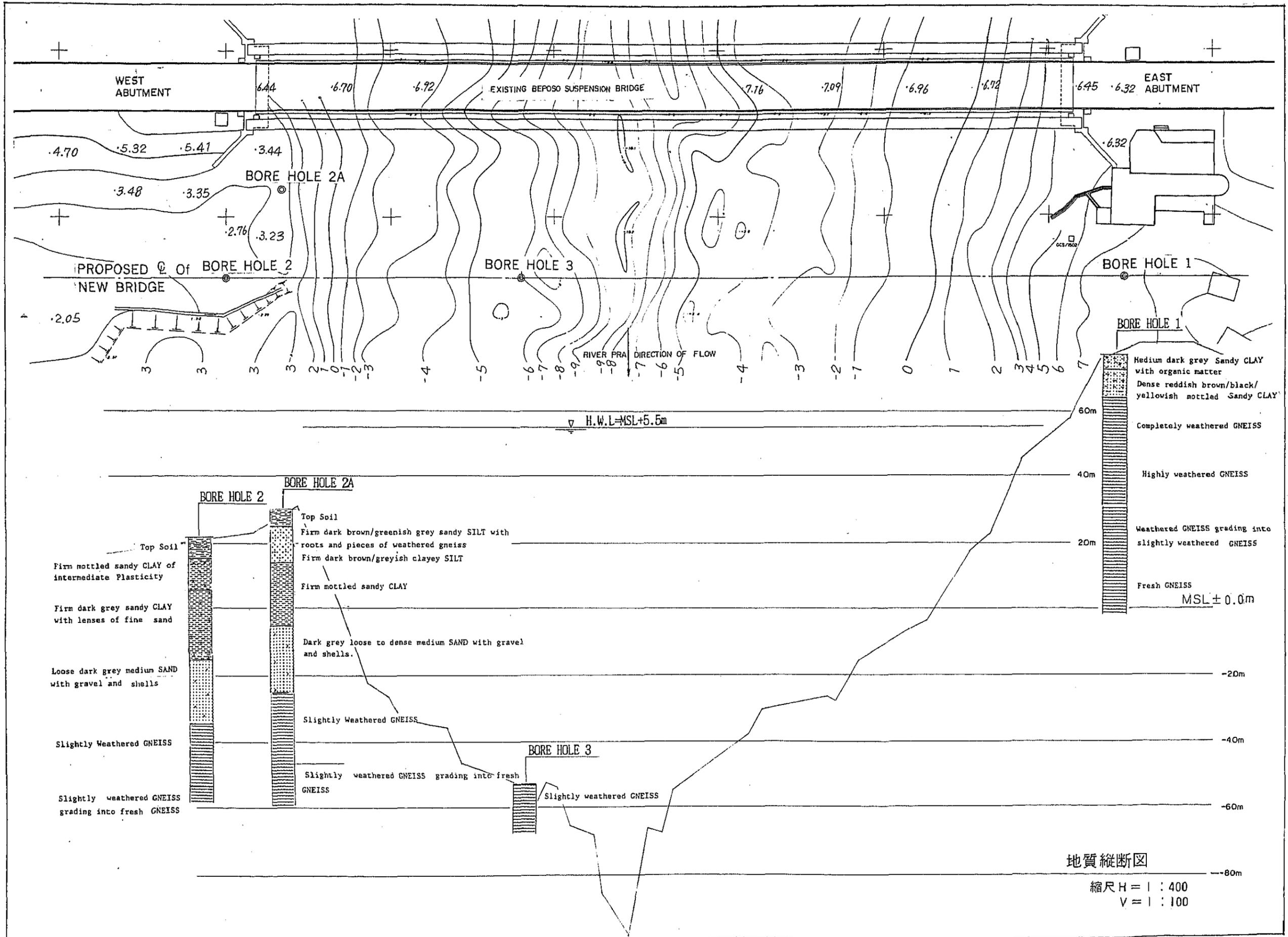
15. Organizational Manual
Ministry of Roads and Highways
16. Quarterly Digest of Statistics, June 1988
Ghana Statistics Service Corporation
17. Ghana in Figures
Ghana Statistical Service Corporation
18. 1:50,000 Map
Ghana Survey Department
19. Ghana Quarry Industry
Lavalin International in association with Saged Engineering Consultants
20. Tide Table
Ghana Ports and Harbours Authority
21. Bridge Maintenance Management Manual
Ghana Highway Authority
22. Economic Recovery Programme 1984-86
Government of Ghana, Accra November 1984
23. Ghana Fourth Highway Project
Preinvestments Study for Kumasi-Tamale-Bolgatanga-Paga Road
Ghana Highway Authority
24. Road Rehabilitation Programme
4th Highway Programme
Ghana Highway Authority
25. Quarterly Progress Report
Ghana Highway Authority
26. Road Rehabilitation and Maintenance Programme March 29, 1985
Document of The World Bank
27. A New Geography of Ghana
Logman

付 属 資 料 2





SOURCE : "BEPOSO BRIDGE" DESIGN REPORT AND SCHEME DRAWINGS, 1984 BY CEMENTATION INTERNATIONAL ENGINEERING LTD.



地質縦断面図

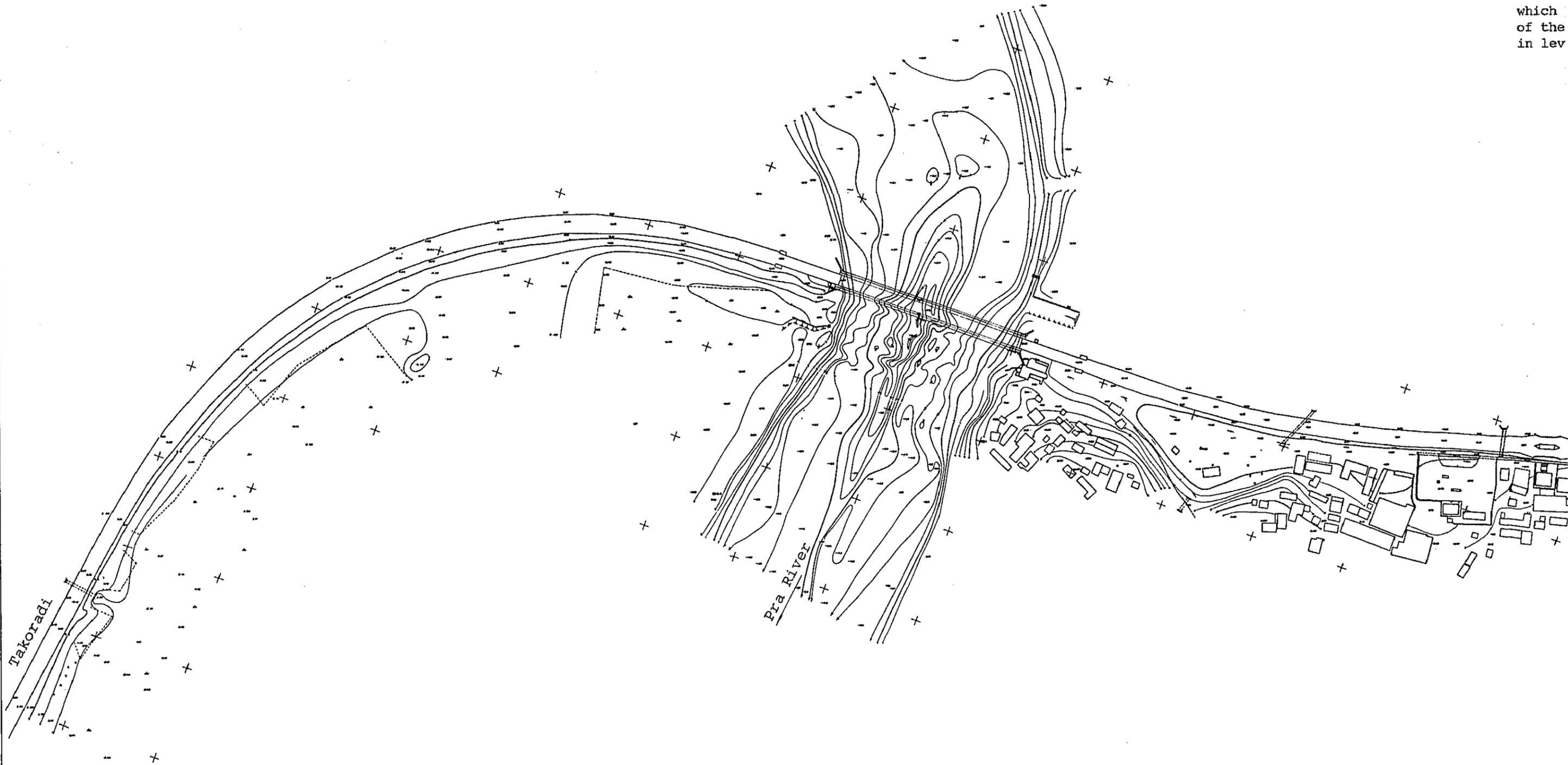
縮尺 H = 1 : 400
V = 1 : 100

地形図

NOTES

1. Levels
water

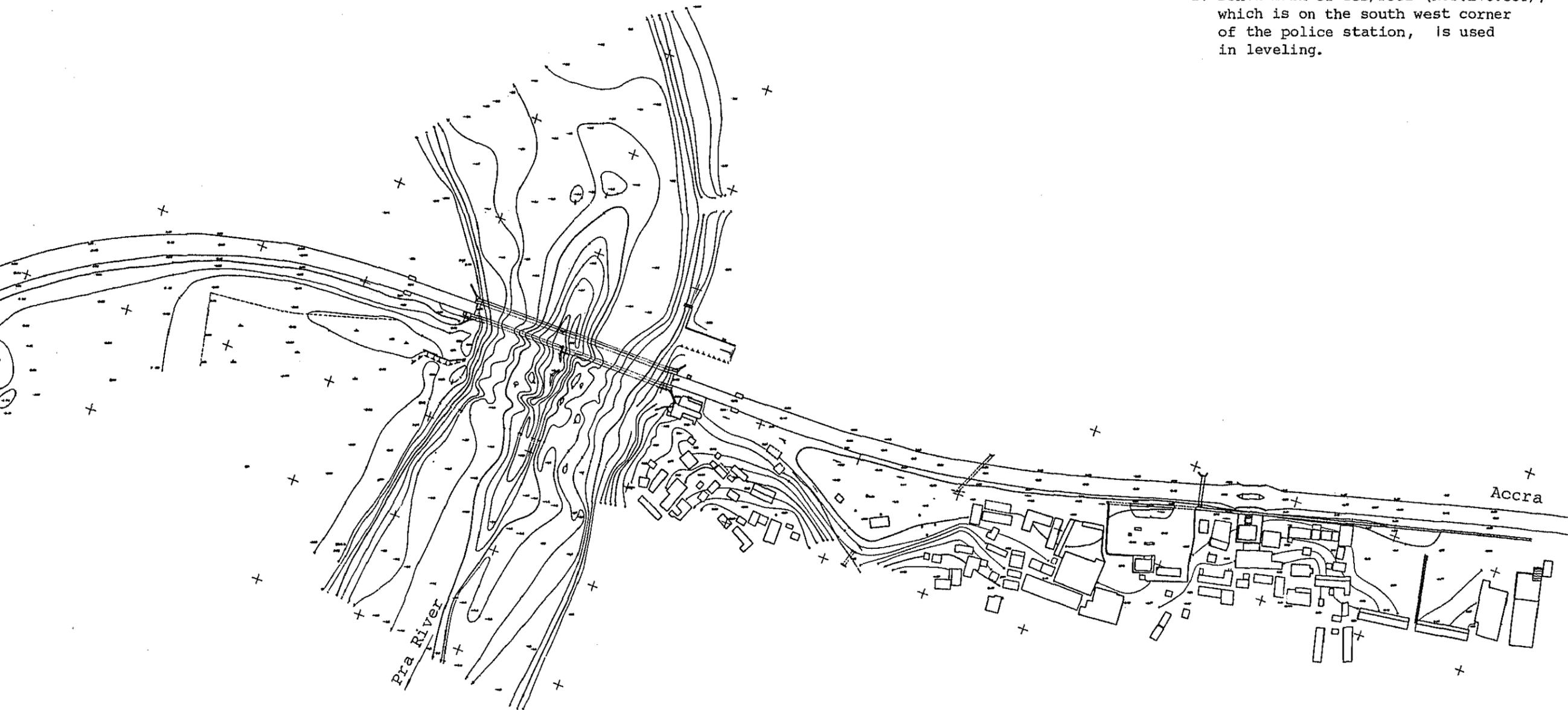
2. Bench
which
of the
in lev



地形図

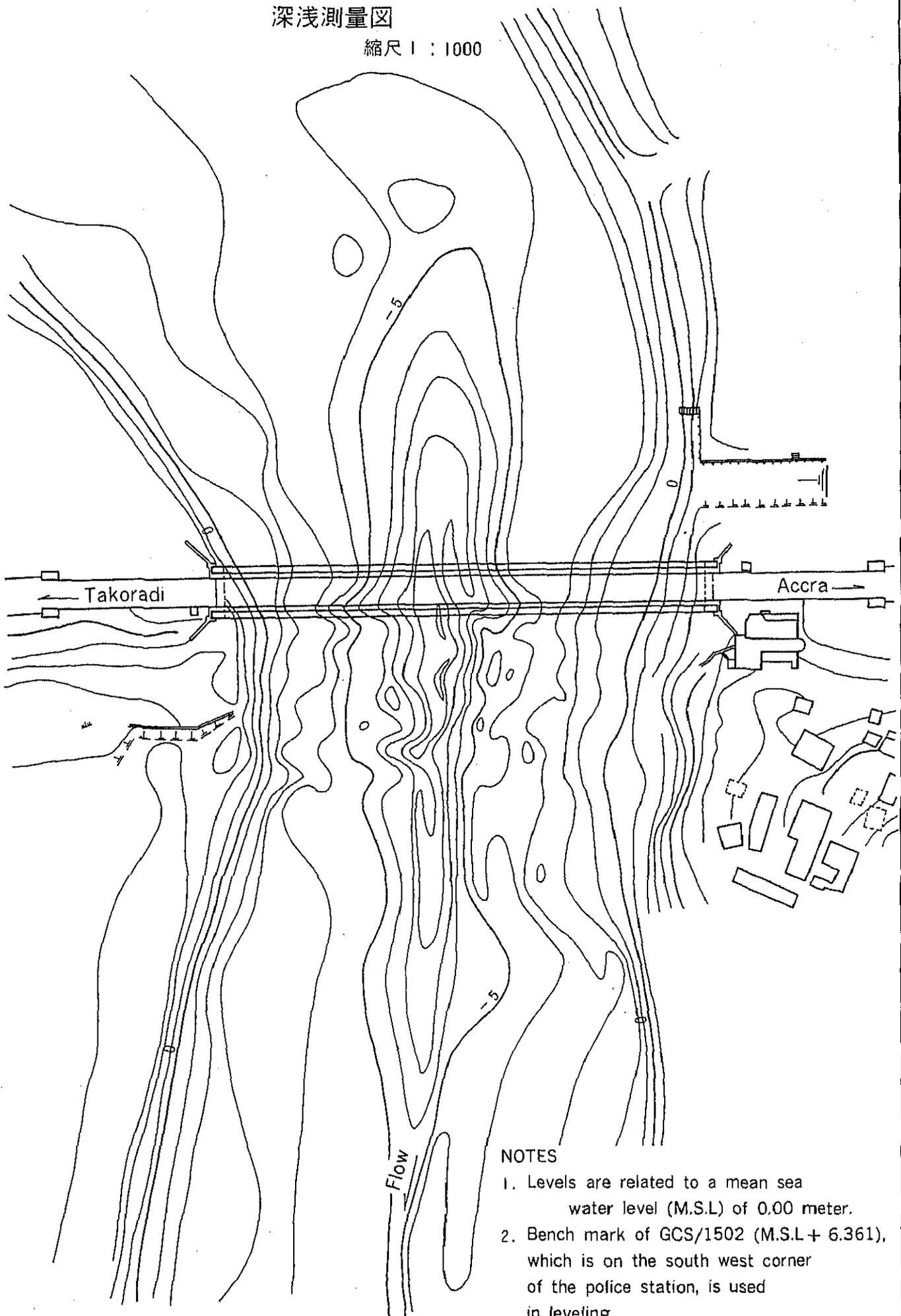
NOTES

1. Levels are related to a mean sea water level (M.S.L) of 0.00 meter.
2. Bench mark of GCS/1502 (M.S.L+6.361), which is on the south west corner of the police station, is used in leveling.



深淺測量図

縮尺 1 : 1000



NOTES

1. Levels are related to a mean sea water level (M.S.L) of 0.00 meter.
2. Bench mark of GCS/1502 (M.S.L + 6.361), which is on the south west corner of the police station, is used in leveling.

河川断面図

縮尺 1 : 400

