

No. 1

マラウイ国

マンゴチ橋架替計画

事業化調査報告書

JICA LIBRARY



J 1147517 (5)

平成10年12月

国際協力事業団
日本工営株式会社
株式会社 長大

蔵 無 三

C R (3)

98-196

マラウイ国

マンゴチ橋架替計画

事業化調査報告書

平成10年12月

518
515
98T

LIBRARY

518

マラウイ国
マンゴチ橋架替計画
事業化調査報告書

平成10年12月

国際協力事業団
日本工営株式会社
株式会社 長大



1147517 (5)

序 文

日本国政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、同国のマンガチ橋架替計画にかかる事業化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 10 年 9 月 23 日から 10 月 17 日まで事業化調査団を現地に派遣いたしました。

調査団はマラウイ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し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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。

終わりに、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 10 年 12 月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎

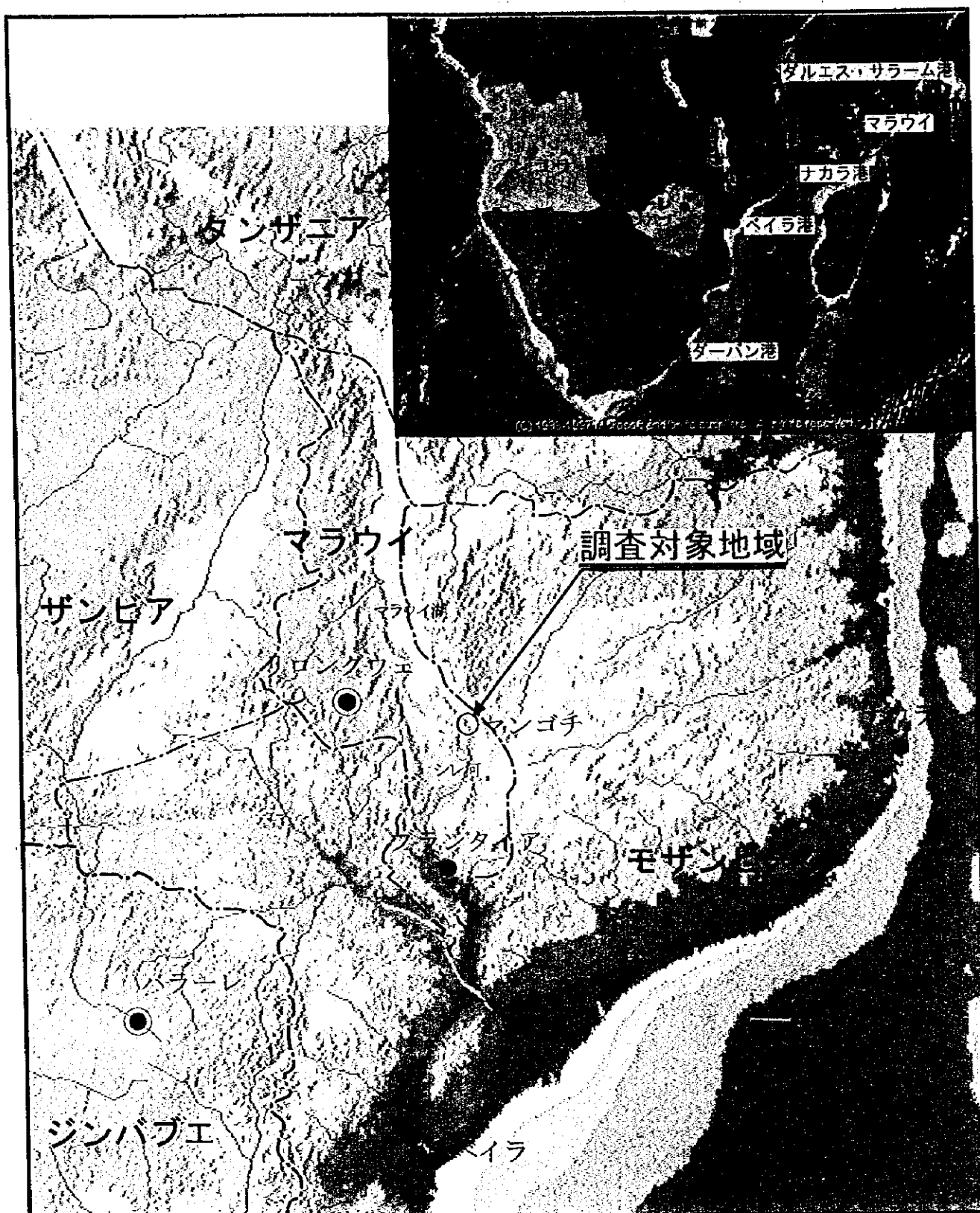
伝 達 状

今般、マラウイ共和国におけるマンガチ橋架替計画事業化調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき日本工営株式会社、株式会社長大との共同企業体が平成 10 年 9 月 1 日より平成 10 年 12 月 21 日までの約 3.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、マラウイ国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みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

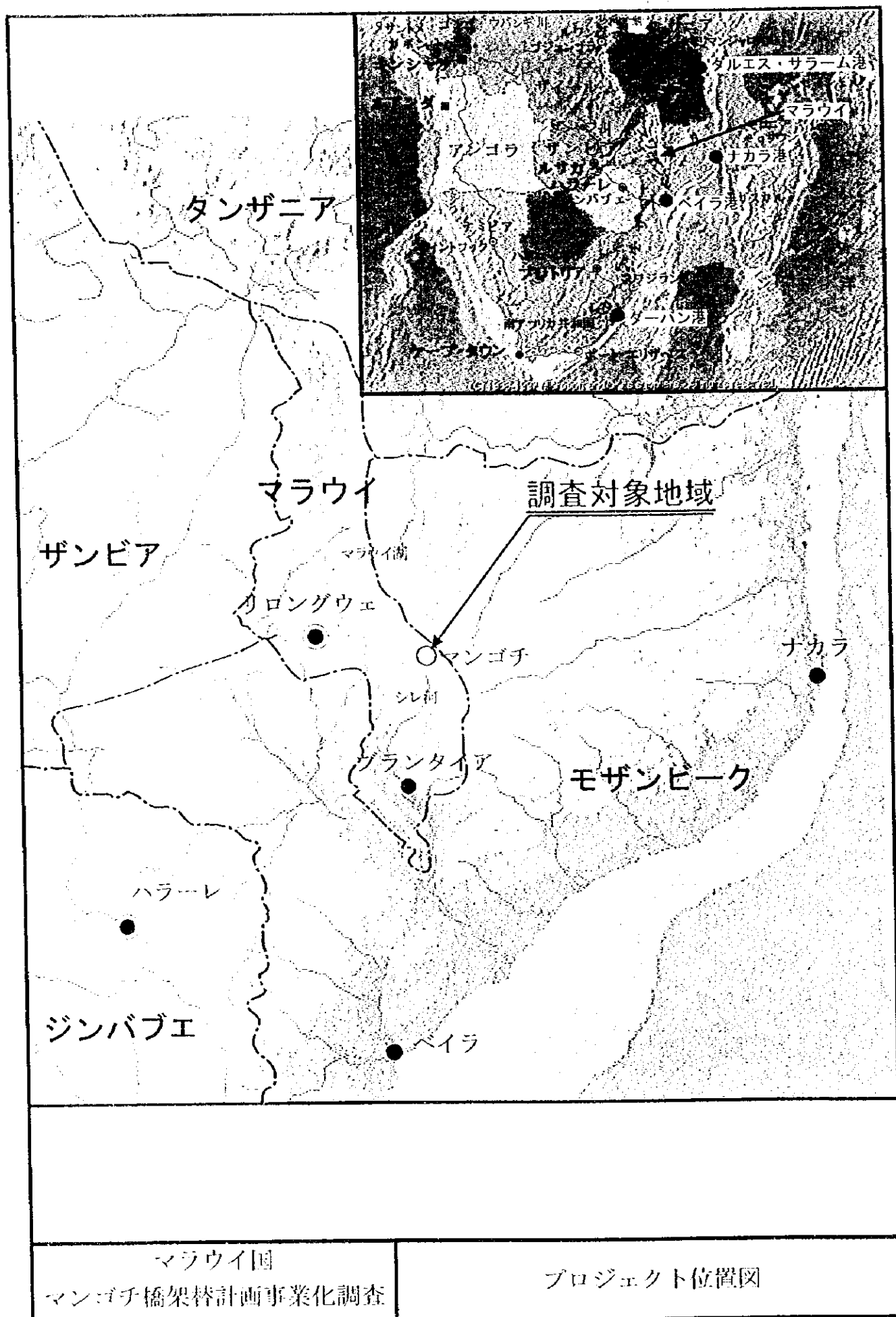
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

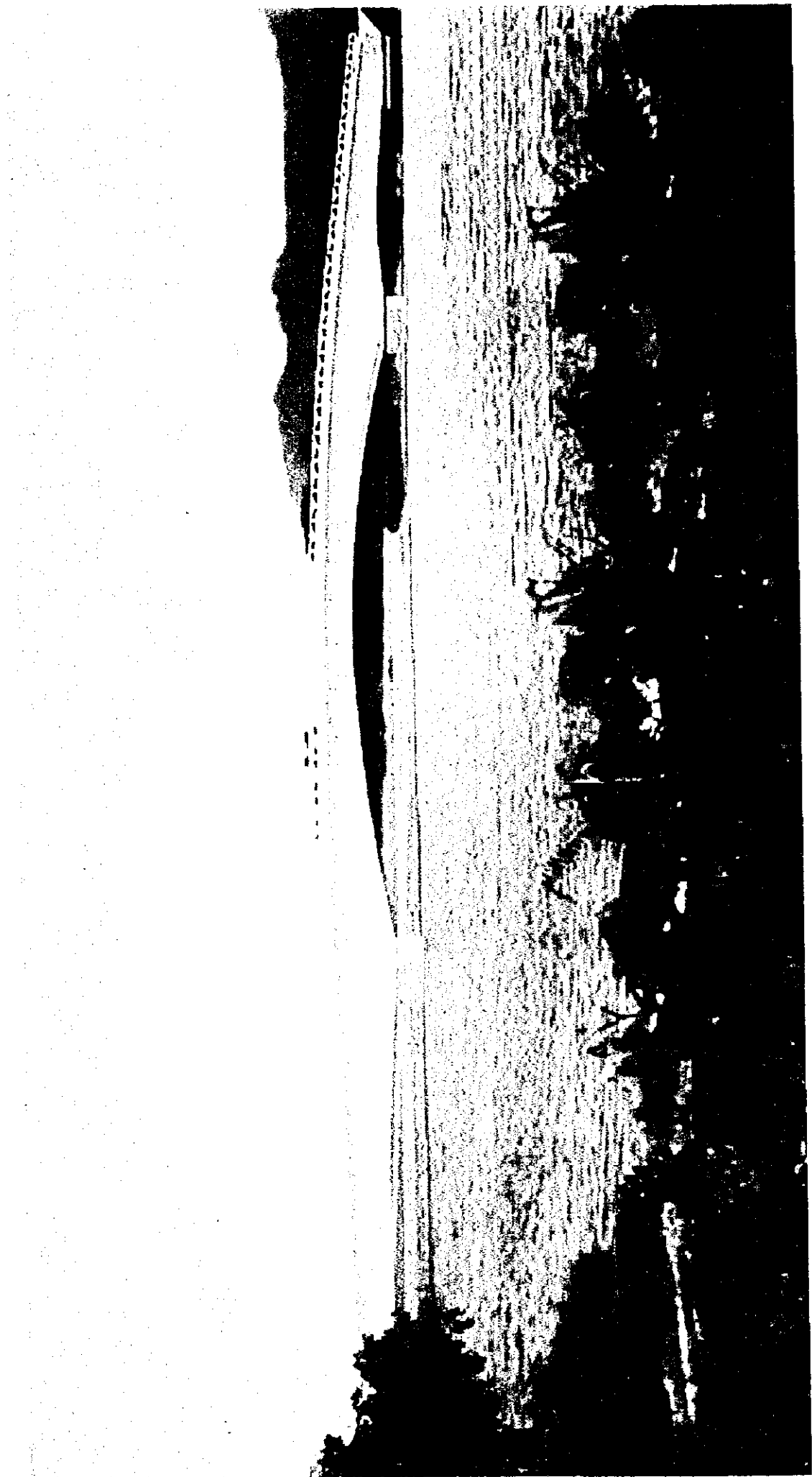
平成 10 年 12 月
日 本 工 営 株 式 会 社
株 式 会 社 長 大
共 同 企 業 体
マ ラ ウ イ 国
マ ン ゴ チ 橋 架 替 計 画
事 業 化 調 査 団
業 務 主 任 多 田 一 正



マラウイ国
マンゴチ橋架替計画事業化調査

プロジェクト位置図

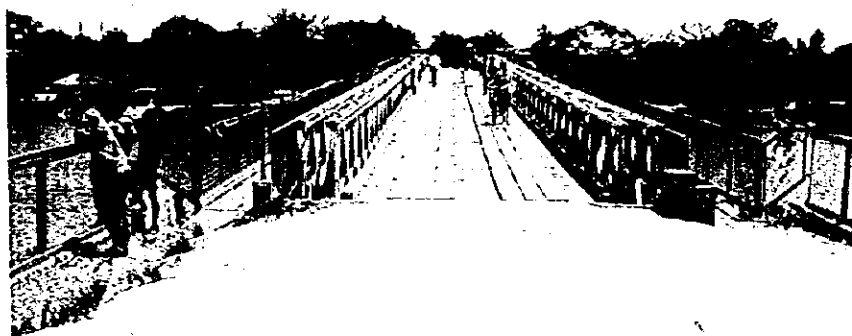






既存橋 全体写真（下流右岸より）

6 径間ベイリー橋
橋長：162.1m



既存橋の幅員構成

幅員：車道部 3.8m
歩道部 1.0m（両側）



平日昼間の様子。
歩行者・自転車の通行が大変多い。

歩道部の木床版の破損により、車道部に歩行者・自転車と自動車が混在しており大変危険である。



マンゴチ側橋梁入口の様子。
橋梁は一車線片側通行のため、信号により通行を規制している。

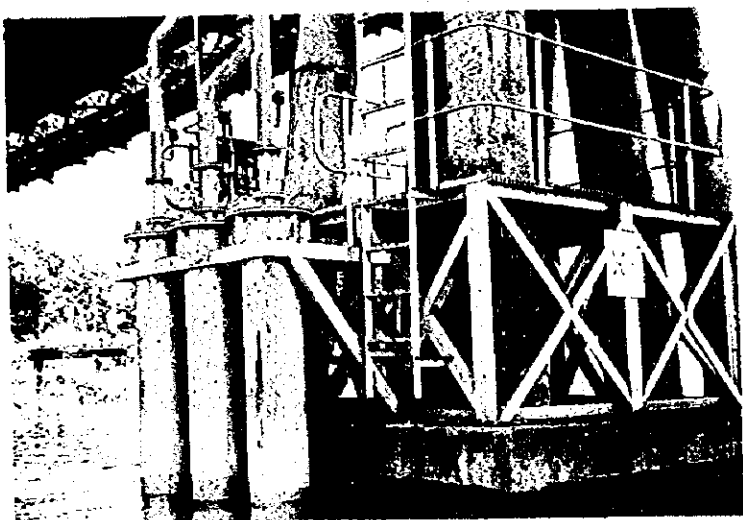


マンゴチ市側からマンゴチ橋
に続く道路。
2車線道路がマンゴチ橋まで
続いている。

タガルカ村のマーケットから
マンゴチ橋を望む。
クウェート基金により道路改
修が行われる。



マンゴチ橋下流左岸の様子。
新橋建設のため、電柱と電線
の移設が必要である。



第1橋脚（マンガチ市側）に
取水施設が添加されている。

マンガチ橋下流右岸の様子。
新橋建設のため、小屋の移設
が必要である。



右岸にある記念碑、砲台、キ
オスクの様子。
記念碑は、ラウドアウの採用
により移設の必要はないが、
砲台・キオスクは移設が必要
である。

略語集

ADB	: Africa Development Bank	アフリカ開発銀行
ADF	: Africa Development Fund	アフリカ開発基金
AP	: Authorization to Pay	銀行取り極め
BOD	: Biological Oxygen Demand	生物的酸素要求量
COD	: Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
E/N	: Exchange of Notes	交換公文
EIA	: Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU	: Europe Union	ヨーロッパ連合
GDP	: Gross Domestic Product	国内総生産
KF	: Kuwait Fund	クウェート基金
MOWS	: Ministry of Works and Supplies	公共事業供給省
MTEF	: Medium-Term Expenditure Framework	中期支出計画
NRA	: National Road Authority	道路管理公団
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries	石油輸出国連合
PAP	: National Poverty Alleviation Programme	貧困撲滅計画
PC	: Prestressed Concrete	プレストレス コンクリート
PFP	: Policy Framework Paper	政策概要書
PSIP	: Public sector Investment Programme	公共セクター投資計画
RMI	: Road Maintenance Initiative	道路維持促進
RTRN	: Regional Trunk Road Network	地域幹線道路網
SADC	: Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SATCC	: Southern African Transport and Communications Commission	南アフリカ地域運輸通信委員会
SS	: Suspended Solid	不溶性物質
TDS	: Total Dissolved Solids	全溶解性物質
UNDP	: United Nations Development Programme	国連開発計画

要約

マラウイ国はタンザニア国、モザンビーク国及びザンビア国に囲まれた内陸国であり、その国土面積は 118,484km² である。この国土の約 1/6 はマラウイ湖及びマロンベ湖が占めている。同国の最大の産業は農業であり、国内総生産の 30% 以上、就業人口の 85% を占めている。現在のマラウイ経済の問題点を要約すれば次のようになる。

- 内陸国であるため輸送コストが高いこと。特にモザンビーク国の内戦の間、外港からの最短ルートであるモザンビーク国のナカラ港からマラウイ国への輸送が停止したため、南アフリカのダーバン港等の遠隔地からの輸送に依存せざるを得なくなり輸送コストの高騰化に拍車をかけた。
- マラウイ国の主要産業である農業において、小規模農家が多く生産性の向上が難しく、自然災害への抵抗力が弱いこと。
- 為替の急速な自由化と 93～94 年の政治改革時における大量の通貨発行により、急速なインフレが生じていること。
- 政治・経済の不振により、国民間で所得格差が拡大していること。

以上に示した経済的問題によって生じている財政への圧迫を軽減する措置として、マラウイ国政府は財政の支出制限と歳入の強化政策を実施している。この政策は「中期支出方針」(Medium-Term Expenditure Framework) であり、主要省庁における重要なセクターに対してのみ優先的に予算の付与を行っている。又、政府支出額が当初予算に比して過剰となるのを回避するために、政府が所有する資金に見合った支出のみが実施されるものである。これらの政府方針によって、公共投資としての道路整備関係の支出が大幅に制限を受けている。このように、道路橋梁の改築および道路維持管理への予算配分が極めて不十分であるため、道路状況は近年一層悪化している。

内陸国であるマラウイ国は、距離的に最も短く、輸送コストが最小となる隣国モザンビーク国のナカラ港及びベイラ港を主要な外港としていた。しかし、1970 年後半から、約 15 年間続いたモザンビーク国の内乱によって、これらの港湾施設、マラウイ国に通じる道路・橋梁が損傷すると共に、マラウイ国に至る輸送路の治安の悪化により、他の輸送経路(例えば、タンザニア国のダルエス・サラーム港経由の北回廊或いは南アフリカのダーバン港経由南回廊)に依存せざるを得ない状況が長期間続いた。

しかしながら、1992 年のモザンビーク国平和協定成立以降、モザンビーク国内の治安の回復に伴い、再びモザンビーク国のナカラ港及びベイラ港からのマラウイ国への貨物輸送量が増大している。このような近年の状況を背景として、マラウイ国はナカラ回廊の必要性を高く認識している。具体的には、マラウイ国関連のナカラ回廊(マラウイ国道 3 号線)の改修計画を重要な道路改修計画とし、クウェート基金等によって工事を近く実施する段階に至っている。更に、南部アフリカ開発共同体

(SADC)においても、この回廊(道路及び鉄道)の輸送能力の強化が期待されており、モザンビーク国側の国道8号線の道路修復計画は世銀の資金援助によって実施されている。又、日本政府はこの国道8号線上の3橋梁の再建に対する無償資金協力を幹線道路橋梁再建計画(平成8年～10年度)の一部として実施中である。

既設マンガチ橋はこのナカラ回廊のマラウイ国道3号線上に位置している。既設マンガチ橋は木床版の往復1車線を有するのみであり、加えて、その耐荷力は低く、このため通過車両の重量を7t以下と制限している。このように既設マンガチ橋は、マラウイ国の主要国際幹線のみならず同国の東部地方経済を支える重要な国内幹線となるものと期待されるにも係わらず、将来の交通需要及び、重量交通に対応できる状況ではない。

更に、近く実施予定のクウェート基金等による国道3号線の道路改修計画では、既設マンガチ橋の改修計画は対象に入っていない。又、この隣接道路改修計画は2車線道路で改修されることを考慮すれば、国道3号線の道路計画の整合性を図る観点からも、既設マンガチ橋の改修の必要性が認められる。

このような状況を背景にして、マラウイ国政府はマンガチ橋の架替計画を運輸交通部門の最優先案件と捉え、1995年2月に我が国に無償資金協力を要請してきたものである。この要請の背景としては、マラウイ国は近年の緊縮財政のため、公共事業部門への支出を制限せざるを得ない状況がある。このため、道路及び橋梁工事等のインフラ整備に対しては各国及び各種の援助機関への要請を行っており、本計画の実施を特に強く期待している。

マラウイ政府の要請を受けて、国際協力事業団は1997年11月に開発調査のための事前調査団を派遣し、更に1998年2月よりフィージビリティ調査(F/S)を実施し、同年8月に調査を終了した。この開発調査では基本設計レベルの調査を実施した。

本事業化調査は、前述の開発調査の結果を受けて無償資金協力案件としての事業化調査を行なう目的で実施された。1998年9月23日から同年10月17日の25日間、調査団が現地に派遣され、計画地の踏査、マラウイ政府との協議、必要資料の収集及び在ザンビア日本大使館(マラウイ共和国の管轄を兼ねる)への報告を行なった。

本調査では以下の調査の作業を行った。

一 国内事前準備

インセプションレポート作成・基本設計概要書作成

一 現地調査

SATCC(南部アフリカ地域運輸通信委員会)との協議・マラウイ政府協議・関連道路計画進捗調査・無償資金協力の技術的経済的調査・マラウイ国側負担事項の確認・プロジェクト直接及び間接効果調査・調査事情調査・施工計画調査・環境影響評価に関する相手政府

の実施体制確認

一 国内作業

現地調査結果概要書作成・国内解析・概算事業費算定・事業化調査報告書要約作成・事業化調査報告書作成

これらの調査の結果、開発調査で策定された計画内容に変更は生じなかった。

基本設計内容を含む計画の概要は以下のとおりである。

橋梁

位置	:	既存橋の 30m 下流
橋梁幅員	:	9.7m 車道幅 7.3m(往復 2 車線)、歩道幅 1.2m(両側設置)
橋長	:	220m
スパン構成	:	主径間 100m、側径間 60m
橋梁形式	:	3 径間連続PC箱桁
基礎形式	:	オープンケーソン基礎(橋脚)、場所打ち杭基礎(橋台)

取付道路

道路幅員	:	10.5m
車道幅員	:	7.3m (往復 2 車線)
歩道幅員	:	1.6m (両側設置)
路肩幅員	:	1.5m
総延長	:	325m(マンゴチ市側 125m、タガルカ村側 200m)
舗装形式	:	2 層式瀝青処理

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、6ヶ月の実施設計期間及び26ヶ月の施工期間を要する。

また、必要となる事業費は日本国側 13.98 億円、マラウイ国側 14 百万円と見積もられた。なお、相手国側が負担すべき維持管理費は 0.8 百万円/年であり、先方予算の中で十分措置できる範囲にある。

1998 年 3 月に本計画の開発調査で測定した交通量調査の結果では、交通量は 398 台/日となっている。現在の交通量は決して多いとはいえないが、これはマンゴチ橋を含む交通網が整備されていないためである。歩行者(4,362 人/日)、自転車(2,154 台/日)に関しては非常に多く、マンゴチ橋が周辺地域居住者にとっては生活に重要な橋となっている。

交通需要予測によると、交通量は 2017 年までに 2,000 台/日に達するものと予測される。このた

め新橋の架替がない場合は、交通渋滞の発生が著しくなる。2,500 台/日の交通量に達した時、既設マンゴチ橋の交通容量ではもはや需要交通量を吸収することは不可能である。加えて、既設マンゴチ橋自体の老朽化のため、今後 10 年間存続させることは困難と考えられる。

1 日当たりの交通量予測(マンゴチ橋上)

年	架替なし				架替あり			
	2002	2005	2012	2022	2002	2005	2012	2022
予測交通量(台/日)	765	931	1,485	2,500	845	1,026	1,646	3,060

注:開発交通量及び誘発交通量を含む。

出典:マラウイ国マンゴチ道路橋架替計画調査団(開発調査)

本計画の妥当性検証を、開発調査に従って直接経済効果と間接経済効果に分けて検討すると次のとおりである。

1) 直接経済効果

直接経済効果は本計画が実施された場合の走行車両が得る走行便益である。この走行便益として評価される項目は次の内容である。

評価される車両走行便益

時間関連節約 : 乗客節約時間・乗務員節約時間・貨物節約時間による代替生産
距離関連節約 : 車両、燃料、油脂及び維持費の節約

これらの便益と事業費から内部収益率を算出した。本計画の開発調査の結果では 7.0%と算定された。また、便益は 2002 年で 135,385US\$, 2005 年で 174,231US\$, 2022 年に 1,450,375US\$となった。

2) 間接経済効果

一義的に数量化できないが、本計画を遂行することによって発生する便益を間接経済効果として位置づけた。間接経済効果として期待できる効果は次のとおりである。

- ーマラウイ国際道路網の強化
- ーマラウイ国の地域振興への寄与
- ー観光開発の促進
- ーモザンビークの国際及び国内経済活動への刺激

裨益効果と裨益人口

マラウイ国の人口は 1997 年で約 10.5 百万人と推定される。このうちマラウイの最大経済都市ブランタイアを含む南部州は、マンゴチ郡を含む 10 郡から構成される。本計画の実施によ

り、南部州のマンガチ郡とマチンガ郡の人口 1.3 百万人に裨益を与えるものと考えられる。

本計画の実施によって前述のように多大の効果が期待される。モザンビークのナカラ港に連結するナカラ回廊への道路輸送路の一部であるマラウイ国道 3 号線の交通要衝施設であるマンガチ橋の架替により、マラウイ国から最短の外港への国際道路の構築に資するものである。これにより、内陸国マラウイの宿命となっている高い輸送コストの低減が期待され、国際貿易の活性化を促し、外国援助に依存しない自立的な経済活動への誘因となるものと判断される。

加えて、地域経済振興が期待されるため、地域住民の BHN(Basic Human Needs)の向上に寄与することは確実である。しかしながら、国家予算の極端な逼迫により、マラウイ国が独自の予算によって、当計画を実施することは極めて困難であると判断される。一方、隣接する国道 3 号線の整備事業はクウェート基金等の協力によって確実に実行される状況であり、マラウイ国内のナカラ回廊の整備が線的に実行される環境が整っている状況を勘案すると、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認できるものと考えられる。

ナカラ港につながるナカラ回廊のモザンビーク側の同国 8 号線は日本国の経済援助によって橋梁の改修が行われ、かつ世銀の援助によって道路の修復も行われている。しかしながら、このモザンビーク国道 8 号線はかなりの区間が未舗装であり、雨季の車両走行が容易ではない状況である。このため、ナカラ回廊のモザンビーク側未整備道路区間の改良が望まれる。

目次

序文
伝達状
位置図
透視図
写真
略語集
要約

	Page
第1章 要請の背景	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況	2-1
2.1 当該セクターの開発計画	2-1
2.1.1 上位計画	2-1
2.1.2 財政事情	2-2
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	2-6
2.2.1 他の援助国、国際機関等の計画	2-6
2.2.2 ナカラ鉄道(ナカラ〜プランタイア間 803km)の状況	2-6
2.3 我が国の援助実施状況	2-7
2.4 プロジェクトサイトの状況	2-8
2.4.1 自然条件	2-8
2.4.2 社会基盤整備状況	2-9
2.4.3 既存施設の状況	2-9
2.5 環境への影響	2-10
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3.1 プロジェクトの目的	3-1
3.2 プロジェクトの基本構想	3-2
3.2.1 要請内容に対する検討の概要	3-2
3.2.2 最適案	3-7
3.3 基本設計	3-8
3.3.1 設計方針	3-8
3.3.2 基本計画	3-9
3.4 プロジェクトの実施体制	3-21
3.4.1 組織	3-21
3.4.2 予算	3-21
3.4.3 要員・技術レベル	3-22

第4章	事業計画.....	4-1
4.1	施工計画.....	4-1
4.1.1	施工方針.....	4-1
4.1.2	施工上の留意事項.....	4-1
4.1.3	施工区分.....	4-2
4.1.4	施工監理計画.....	4-3
4.1.5	資機材調達計画.....	4-4
4.1.6	実施工程.....	4-6
4.1.7	相手国側負担事項.....	4-8
4.2	概算事業費.....	4-8
4.2.1	概算事業費.....	4-8
4.2.2	維持管理計画.....	4-9
第5章	プロジェクトの評価と提言.....	5-1
5.1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果.....	5-1
5.2	技術協力・他ドナーとの連携.....	5-2
5.3	課題.....	5-3

[資料]

1. 調査団員氏名・所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 相手国の社会・経済事情
5. 参考資料リスト

第1章 要請の背景

内陸国であるマラウイ国は、距離的に最も短く、輸送コストが有利である隣国モザンビーク国のナカラ港及びベイラ港を主要な外港としていた。しかし、1970年後半から、約15年間続いたモザンビーク国内乱によって、これらの港湾施設、マラウイ国に通じる道路・橋梁が損傷すると共に、マラウイ国に至る輸送路の治安の悪化により、他の輸送経路（例えば、タンザニア国のダルエス・サラーム港経由の北回廊或いは南アフリカのダーバン港経由南回廊）に依存せざるを得ない状況が長期間続いた。

1992年のモザンビーク和平協定成立以降、モザンビーク国内の治安の回復に伴い、再びモザンビーク国のナカラ港及びベイラ港からのマラウイ国への貨物輸送量が増大している。このような近年の状況を背景として、マラウイ国はナカラ回廊の必要性を高く認識している。具体的には、マラウイ国関連のナカラ回廊（マラウイ国道3号線）の改修計画を重要な道路改修計画とし、クウェート基金等によって工事を近く実施する段階に至っている。更に、南部アフリカ開発共同体(SADC)においても、この回廊（道路及び鉄道）の輸送能力の強化が期待されており、モザンビーク国側の国道8号線の道路改修計画は世銀の資金援助によって実施されている。又、日本政府はこの国道8号線上の3橋梁の再建を経済協力によって実施中である。

既設マンゴチ橋はこのナカラ回廊のマラウイ国道3号線上に位置している。既設マンゴチ橋は木床版の往復1車線を有するのみであり、加えて、その耐荷力は低く、このため通過車両の重量を7t以下と制限している。このように既設マンゴチ橋は、マラウイ国の主要国際幹線のみならず同国の東部地方経済を支える重要な国内幹線となるものと期待されるにも係わらず、将来の交通需要及び、重量交通に対応できる状況ではない。

加えて、近く実施予定のクウェート基金等による国道3号線の道路改修計画では、既設マンゴチ橋の改修計画は対象に入っていない。この隣接道路改修計画は2車線道路で改修される予定であり、このことから国道3号線の道路計画の整合性を図るため、既設マンゴチ橋の改修の必要性が認められる。

このような状況を背景にして、マラウイ国政府（公共事業供給省、以下公共事業省）はマンゴチ橋の架替計画を運輸交通部門の最優先案件と捉え、1995年に我が国に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請を受けて1998年2月より開発調査(F/S)を実施し、同年8月に調査を終了した。同調査は基本設計レベルの精度をもって実施されたものであるが、マンゴチ道路橋の架替は技術的にも経済的にもフィージブルであると結論されている。

本調査においては開発調査の結果を受けて無償資金協力案件としての事業化調査を行なう。

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

マラウイ国の開発計画は「開発方針」(DEVPOL: Development Policies)に示されているが、この目標期間は1987年から1996年である。このDEVPOLは詳細な経済計画を示すものではなく、開発の方向付け或いは開発方針を示すものであり、現在では同国の開発方針は「ヴィジョン2020」でDEVPOLの考え方が踏襲されている。DEVPOLでは、自立的経済の確立、収入の平等化、基本的食物の安定的供給、安定的経済の実現等が標榜されている。従って、開発に対しての詳細かつ量的な分析を行っていないDEVELOPをそれぞれのセクターあるいは他の国家政策委員会が示す開発計画で補完しているのが実状である。これら他の開発計画のなかで、重要なインパクトを有しているのが以下に述べる「政策概要書」(PFP: Policy Framework Paper)と公共セクター投資計画(PSIP: Public Sector Investment Programme)である。

PFPはマラウイ政府と世銀およびIMF間で合意に達したものであり、1996/97～1998/1999予算年度間の各セクター(農業セクター、工業セクター及びインフラ等)の具体的な達成目標を示すものである。このうちインフラに関しては、マラウイ政府は交通輸送の効率化を図り現状の高い輸送コストを低下させようと意図している。このためには、モザンビークのベイラからの道路輸送を促進させることであり、タンザニアのダルエス・サラームと連結する北回廊の利用を活性化させると共に、モザンビークのナカラへの道路と鉄道輸送の改善を図り、国際輸送のコスト低減を期すことの必要性をこのPFPで示している。

一方、PSIPは経済計画開発省が5ヶ年計画を提示するものであり、毎年その内容を修正しながら中期計画としての5ヶ年計画を指向しているものである。輸送部門におけるPSIPの主要目標は、経済発展に要請されるインフラネットワークの効率的な利用を確立する事と標榜し、いくつかの具体的な実行されるべきプロジェクトの中に国道3号線のマンゴチ～チボンデの道路改修が提示されている。

以上述べた国家計画の他に、「貧困撲滅計画」(PAP: National Poverty Alleviation Programme)を1994年に策定している。同計画で輸送部門に関して次のように記述している。即ち、道路網を整備して物品の流通を促進し、社会経済活動を高めることにより生産意欲を向上させることが可能となり地方部の貧困を是正しようとするものである。本計画を実施しようとしているマンゴチ地方は潜在的に農業生産が高いものの、貧弱な道路インフラのため所得水準が低い地区となっている。本計画の実施はPAPが目指す目的とも合致しているものと考えられる。

2.1.2 財政事情

(1) 財政事情

国家予算の歳出と歳入の不均衡を是正するために、マラウイ政府は歳出を制限し歳入を増加させる措置を講じている。具体的には、「中期支出方針」(MTEF: Medium-Term Expenditure Framework)によって、1996/1997 予算年度からは有力なセクターに予算を傾斜配分している。更に、1995/1996 予算年度からは、過剰な支出を防止するために現金予算法を採用している。この方法では、当該予算に対応した金額が市中銀行に確保されている場合のみ、案件への支出がなされるもので手形等の支払が禁止される方式である。この支払い方式が着実な成果をあげていることは、年度末での各省庁の支出額が当初の予算時の支出予定にほぼ一致してきている事で証明されている。

一方、この緊縮財政方針によって、道路整備及び道路維持管理予算が大幅に削減されたため、道路状況は極めて深刻なものとなっているのも事実である。また、新設道路橋梁への予算逼迫が生じているため、これらの計画に対しては、援助国或いは援助機関に期待せざるを得ない状況を呈している。

以下にマラウイ政府予算と公共事業省の予算を表 2.1 示す。

表 2.1 マラウイ政府と公共事業省の予算

単位:千マラウイクワチャ

項目	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99
1 マラウイ政府予算	3,895,230	5,446,000	7,543,000	8,453,000	9,452,000
2 公共事業省 の予算					
1 道路建設費	31,342	39,760	87,390	84,791	6,411
(内 維持管理費)	24,614	31,225	68,631	65,591	3,539
2 業務費	11,880	16,258	25,664	39,872	38,781
3 その他	12,440	15,726	24,360	34,994	980
合計	55,624	71,745	137,415	125,476	46,173

1 マラウイクワチャ = 4.24 円 (1998.11)

(2) マラウイ国及び南部アフリカ諸国の道路維持管理の問題

南部アフリカ諸国は南部アフリカ開発共同体(SADC: Southern African Development Community)を組織し、その下部機構として運輸通信部門の調査計画を実施している機関が南部アフリカ運輸通信委員会(SATCC: Southern African Transport and Communications Commission)である。この SATCC はモザンビークのマプトに本部を置き、SADC 加盟諸国全体に係わる運輸セクターの開発計画を策定している。

1) 道路部門の開発計画とその問題点

a) 交通システムのありかた

組織化された交通システムを構築し、機能化した運営がなされるためには次の 2 条件が前提となる。

- 適切な公共政策の方針が提示されること。この方針によって、各交通モード間の運営が効率的になされるように税金と補助金が公正に使用されること。
- おおのこの交通プロジェクトが全体の交通システムへ与える影響を正しく把握し、各交通システムが適切な均衡を保つように、交通インフラへの投資が図られること。

b) 道路維持管理の状況と問題点

i) 道路維持管理の現状

南部アフリカ地域の主要道路システムの距離は約 500,000 km であるが、このうち 47,583 km が地域幹線道路網(RTRN: Regional Trunk Road Network)として位置づけられている。この RTRN は主要港湾と首都を連結する道路である。いくつかの区間は道路改修が必要ではあるが、アンゴラとモザンビークを除いては、これらの RTRN は概ね良好若しくは普通な状態である。しかし、問題となるのは、道路維持への資金が一般的に不十分であることである。この主要道路が健全な状態である区間は、援助機関が多くの南部アフリカ諸国へ資金援助している結果であって、自国資金による道路維持が行われる状況に至っていないのが実状である。

南アフリカ諸国の道路維持管理費の充足率を表 2.2 に示す。

表 2.2 南アフリカ諸国道路維持管理費充足率

単位:百万 US\$

国名	1. 必要道路 費用	2. 道路利用 者負担額	3. 年	4. 実際の道路 作業支出額	5. 年	6. 道路費用充 足率(2/1) %
ボツアナ	39.92	6.83	95/96	99.62	95/96	17
レソト	17.48	2.01	1995	22.40	95/96	11
マラウイ	33.57	1.70	94/95	28.05	96/97	5
モザンビーク	50.00	21.20	1995	161.0	1996	42
ナンビア	78.23	71.64	1993	76.90	1993	92
南アフリカ	1,490.68	2,350.00		724.91	95/96	158
スワジランド	11.49	2.29	1995	23.70	1995	20
タンザニア	72.94	57.80	95/96	86.30	95/96	79
ザンビア	80.43	15.59	1995	43.10	1995	19
ジンバブエ	173.56	10.56	95/96	35.96	95/96	6

出典:年次報告 1997-1998 SATCC

1US\$ = ¥136.0 (1998.11)

上記に示したように、道路維持資金を外国援助に依存しない状況へ改善する事が、道路開発計画の主要な眼目となることは明白な事実と判断される。

ii) 道路維持管理問題の解決への模索

以上の状況を背景として、世銀が提唱する「道路維持促進」(RMI: Road Maintenance Initiatives)の原則を、多くの南部アフリカ諸国は採用しはじめている。この RMI を採用することにより、南部アフリカ諸国の多くの国家は税金を道路基金へ全面的に投じて、政治的な干渉から離れてこの道路基金を運用しようと指向している。或いは政治的問題からより強力に独立するために、政府から自立した道路管理委員会が運営する「道路管理公団」を組織して道路網の運営と維持管理を執行しようとしている。道路基金の財源は、車両燃料への課税或いは車両登録税等から構成されるものであり、受益者負担の原則が適用される。

道路維持管理作業の多くは、私的セクターが実施することになるため、新たな組織構成を目指して、従来から維持作業を実施していた公的セクターの従業員と新たな私的セクター従業員間での新規の技術移転がなされる必要が今後発生する。

1998 年 4 月時点での道路維持管理組織変更の状況を表 2.3 に示す。

表 2.3 道路維持管理組織

国名	道路資金・自立的道路管理委員会・道路管理 公団の存在	左記基金及び組織の設立計画
アンゴラ	なし	なし
ボツアナ	なし	検討中
レソト	道路基金・道路管理委員会が全面的運営	
マラウイ	設立について議会の承認中(98年7月には 設立。98/99年度より運営開始)	
モザンビーク	定期的道路管理は100%基金・委員会で運営 20~50%の改修を実施中	
ナミビア	なし	法制化進展
南アフリカ	道路基金・道路委員会・道路管理公団の 運営開始	
スワジランド	なし	道路セクター構造改善着手
タンザニア	道路基金設立 但し、未機能	道路管理委員会・道路管理公団 の設立を内閣承認
ザンビア	道路基金・道路管理委員会設立 但し、道路基金が不十分	
ジンバブエ	なし	道路セクター改善委員会が道路 政策を検討中 道路基金設立・ 道路法改善実施中

出典:年次報告 1997 - 1998 SATCC

c) その他の問題点

a)に示した様に道路維持管理費を外国援助に依存しないで自国で供給する仕組みを確立し、その運営が機能的かつ効率的になされることが、現在南アフリカ諸国に問われている最大の道路セクターの問題であると言っても過言ではない。この他の問題を列挙すれば次のようになる。

- 国境施設での通関手続きに多大の時間を要すること
- 過積載車両の取り締まり
- 車両基準の統一化
- 道路交通法の統一化
- 橋梁設計基準の統一

以上に示した様に、南部アフリカ諸国は道路の新規計画あるいは既設道路の改修を行なうための財源の確保が困難であることは勿論のこと、既存道路の維持管理費を如何に調達するかにも多大の努力を払っている。これらの南部アフリカ諸国のなかで、マラウイは道路維持管理費を受益者負担とするべく、燃料への課税を財源とする組織を比較的早期に着手し、且つ実行に移している国家である。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

2.2.1 他の援助国、国際機関等の計画

1998/1999 年の公共投資計画に基づく公共事業省関連の外国援助の内容は表 2.4 のとおりである。

表 2.4 外国の援助の内容

種別	案件名	援助機関	金額 (千マラウイクワチ)
有償	農村部近接道路改修工事	UNDP	15,608
	ムチジーカスングームスリラ道路改修工事	ADB	130,024
	チカワワーバングラ 道路改修工事	ADB	42,097
	ムソケラーリフバ 道路改修工事	ADB	15,488
	国道橋梁改修計画	ADF	10,880
	オーバーレイ工事	GTZ/KfW	11,600
	ムスリラーホタコタ道路改修工事	ADB	357,000
	カロンガーチビタープウルグ道路工事	ADB	5,535
	バングラーサンジェーマルカ道路工事	ADB	325,000
	地方道路改修工事	KfW	156,750
	ナミンガーサレマーチボンデーマンゴチ道路改修	KF/BADEA/OPEC	246,816
無償	リンベソヨロームランジェ道路改修工事	EU	338,000
	チウェターカロンガ道路改修工事	EU	20,000
	道路管理公団資金援助	EU	150,000

凡例: UNDP-国連開発計画 ADB-アフリカ開発銀行 ADF- アフリカ開発基金
 GTZ- ドイツ技術協力庁 KfW-ドイツ経済協力庁 EU- ヨーロッパ連合
 KF- クウェイト基金 BADEA- アラブ開発銀行 OPEC- 石油輸出国連合

1 マラウイクワチ = 4.24 円 (1998.11)

上記の援助計画のうち、ナミンガーサレマーチボンデーマンゴチ道路改修が本計画に隣接する国道 3 号線の改修計画である。

2.2.2 ナカラ鉄道 (ナカラ〜ブランタイア間 803km) の状況

マラウイ国へ外港から直接鉄道輸送が可能な鉄道路線がナカラ〜ブランタイアを連絡しているナカラ鉄道である。このナカラ鉄道(モザンビーク北鉄道 CFM (N))の最近3ヶ年の輸送量推移をモザンビークの他の2 外港であるベイラー港を起点とする鉄道(モザンビーク中央鉄道 CFM (C))及びマプト港を起点とする鉄道(モザンビーク南鉄道 CFM(S))の輸送量と比較すると表 2.5 のようになる。

表 2.5 鉄道の輸送量の推移

単位:千トン

鉄道路線	1995 年	1996 年	1997 年
ナカラ鉄道(モザンビーク北鉄道)	215	237	245
モザンビーク中央鉄道	1,061	1,174	971
モザンビーク南鉄道	1,826	2,666	2,607

出典:SATCC 年次報告(1997 - 1998)

ナカラ鉄道の年間輸送量は他のモザンビークの外港を起点とする鉄道の輸送量に比較すると、極めて低いことが理解できる。この理由としてナカラ鉄道への維持管理が不足している点が挙げられる。特にモザンビークとマラウイの国境区間77kmの状況が悪く、モザンビーク政府はEU等に援助を要請している状況である。

2.2.3 本計画に関連する道路計画

本計画に関連して以下の2つの道路プロジェクトがある。下記 1)は本計画に隣接する道路計画であり、クウェート基金等によって実施されているものである。2)はマラウイ国から最も近い外港であるナカラ港に通じるナカラ回廊のモザンビーク国内の道路整備計画である。

- 1) リウオンデ〜ナシンガ〜ナサナマ〜チボンデ〜マンゴチのマラウイ国道路整備計画
- 2) ナンプラ〜マンディンバ間のモザンビーク国道 8 号線整備計画(本計画のうち、3橋梁の架替を日本国の無償資金協力で実施中であり、この他、世界銀行の資金によって道路改良が行われている。)

2.3 我が国の援助実施状況

公共事業省に関連する援助は表 2.6 の通りである。

表 2.6 日本国による援助実施状況

年度	案件名	金額(百万円)	概要
1979	チババ地区水道計画	200.0	配水管等資材・車両供与
1982	道路網整備計画	400.0	道路整備機材供与
1984	道路網整備計画	500.0	道路整備機材供与
1987	地下水開発計画(I)	677.0	地下水探査・配水工事
1988	地下水開発計画(II)	161.0	地下水探査・配水工事
1989	地下水開発計画(III)	151.0	地下水探査・配水工事
	道路整備資材供与計画	574.0	道路整備機材供与
1992	ムチンジ地下水開発計画	646.0	井戸掘削・資材供与
1993	ムチンジ地下水開発計画	237.0	井戸掘削・資材供与
1994	ムチンジ地下水開発計画	271.0	井戸掘削・資材供与

2.4 プロジェクトサイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 気温条件

マラウイの南部に位置するマンガチは高温多湿である。平均最高気温は 29.9℃、平均湿度は 66%となっている。

(℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高気温	30.0	29.8	30.0	29.6	28.2	26.5	26.3	28.3	31.7	33.8	33.6	31.2
平均最低気温	21.3	21.2	20.7	19.3	16.3	14.1	14.0	14.9	17.5	20.5	21.8	21.6

(2) 降雨条件

雨季は 11 月～4 月、乾季は 5 月～10 月であり、年間雨量は約 1,000mm 程度である。12 月～3 月は月間 150mm 以上の降水量がある。30mm 以上/日は年間数日である。

過去 30 年間の平均月間降水量は以下のとおりである。

(mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月間降水量	194.2	200.8	144.1	36.6	5.7	4.4	3.9	1.5	4.1	15.3	63.0	173.2

計画地マンガチは広大なマラウイ湖の下流に存在し、このマラウイ湖が遊水池効果を持つため、雨季の降水により洪水等の河川氾濫は発生していない。また、年間の水位変動は 1m 程度である。

(3) 地震

マンガチから最も近いゾンバで記録されたデータによると、マラウイ中部には M3 程度の地震が発生する。

(4) 地質条件

想定ルートサイトは、第 4 紀の沖積層にあり、主に密度の高い砂質土及び砂質粘性土で成り立っている。北東盛土付近は湿地であり、南西盛土付近は緩い傾斜の砂浜になっている。

(5) 水文、水理条件

シレ川、マラウイ湖の水位は本計画地の下流に設置されているリウオンデ堰によって大きく影響されている。堰完成後約 23 年間ほとんど下流に水を流さず貯水した結果、現在マラウイ湖の水位は 1979 年に EL477.30m の最高水位を記録し、以後 EL476m 前後の水位を記録している。リウオンデ堰の最高水位は EL475.74m である。

シレ川のマンゴチ観測所によると 1980 年に最高水位 EL476.74m、最大流量 1,050m³/sec を記録している。河川勾配は 1/33,000 である。

現地で実施した水深測量の結果、既存橋脚付近の局部洗掘は見られず、洗掘防止対策工が施されている。しかし既存橋付近の河床は、既存橋上流、下流と比較して 2m～4m の顕著な河床低下が見られた。これは既存橋および河川内に張り出した盛土のため河積断面が急減したことにより橋梁地点で水流が速くなり、洗掘が発生したものと考えられる。

通常時の流速は橋梁の上下流で 0.2m/sec、橋脚間で 0.6m/sec である。水深は 6m～10m である。

以上の調査よりシレ川の河川データは表 3.5 のとおりとなる。

表 3.5 河川データ

項目	
高水位	EL476.8m
最大流量	1,100m ³ /sec
河川勾配	1/33,000

2.4.2 社会基盤整備状況

既設マンゴチ橋は、国道 3 号線に位置している。このマンゴチ橋の西側はマンゴチ市の中心部につながり、マンゴチ市役所・警察・病院等の公共施設物および商店・住宅がかなりの密度で存在している。一方、マンゴチ橋の東側(タガルカ村)近傍は常設市場が開かれている。このため、既設マンゴチ橋を通過して西側マンゴチ市中心部と東側の市場を利用する歩行者と自転車の数は極めて多い。(1998 年 3 月に本計画の開発調査時に実施した交通量調査では、歩行者は 4,363 人/日、自転車は 2,154 台/日であった。一方、4 輪車は 398 台/日であった。)このように既設マンゴチ橋は国道 3 号線として、マンゴチ市とモザンビーク国境側の村落を連結する交通の要衝である他に、マンゴチ市民とタガルカ村住民にとっての重要な生活道路の一部としての機能を果たしている。

既設マンゴチ橋には、電話線とマンゴチ市の浄水施設に送水される取水施設及び水位観測設備が取り付けられている。また、既設橋の下流側約 20m には、橋梁にほぼ平行して電力線がシレ川を横断している。

2.4.3 既存施設の状況

既設マンゴチ橋は 1974 年に建設されたものであり上部工は仮設形式簡易トラスであるベイリー橋であり、下部工は橋台、橋脚ともパイルベント形式である。上部工の簡易トラスの部材はピン結合であり、車両通過時はたわみが大きい。各径間は 1 個所でピン結合されている。

(1) 上部工

1) 桁

目視調査によると、マンガチ市側橋梁入り口の部材に衝突の痕跡がある以外、桁部材に顕著な損傷は認められない。また部材の錆による断面欠損は少ない。

連結ピンの状況は外見からは大きな損傷は見られないが、シレ川左岸側の下流側の連結ピンがぬけかかっている。本橋の構造は連結ピンがはずれると構造本体への影響が発生するので至急修理の必要がある。このことより、構造特性を理解した点検作業がおこなわれていないと考えられる。

2) 床版

歩道部分の木製床板は部分的に欠落しており、その機能を果たしていない。車道部分の木製床板も維持管理が不十分であり、至急取り替える必要があるものと考えられる。

3) 支査

ローラー支査は若干の錆の発生が認められるが、大きな損傷は認められない。支査の変位、移動は発生していない。

上部工全体の耐荷性能は極めて低いものと判断される。公共事業省は通過車両の重量制限を7tにしているものの、橋梁入口で重量チェックを実施していないのが現状である。

(2) 下部工

音響測深器によって橋脚および橋台近傍の洗掘調査をおこなったが、下部工近くに顕著な洗掘は認められなかった。これは以前に公共事業省が捨石による局所洗掘防止工を施しており、その効果のためと考えられる。しかし、実際に局所洗掘がどの程度発生していたかは定かではない。

2.5 環境への影響

環境への影響を目的として下記に示す調査を本開発調査で実施した。

マラウイ国における公共事業に伴う環境影響評価手続きは大きく分けて2段階あり、最初に事業概要並びに関連環境対策・調査等をまとめたプロジェクト・ブリーフの作成があり、それらの評価にもとづいて環境影響評価(EIA)作成の有無が検討される。当該事業に対しては EIA 作成が必要と判断され、公共事業省、環境省、水資源開発省等の関連機関とヒアリングを行いながら作成された。

マンガチー帯を含むシレ川上流域では、シクリッド(Cichlid)の一種であるチャンボ魚の重要な漁場であるが、近年、乱獲による水産量激減に伴い、同地区内を産卵・回遊するシクリッドの保護の

目的で、11月から3月の5ヶ月の間、禁漁期間が設定されている。なお1996年に行われた野外調査報告によれば同流域内において44種が確認されている。

既設マンゴチ橋の橋長は約160mで、東岸から出た突堤からのアクセスが長い。これによりシレ川東岸部突堤付近においては一部、流れがよどみやすくなり、ラグーンなどの湿地帯の存在が認められる。また既設橋付近においては、突堤による河積縮小に伴い流況阻害が誘発しやすく、橋脚部付近における一部河床洗掘を引き起こすことが現地測量結果より報告されている。

既設橋橋脚には市内水道施設の取水口が設置されており、ここから市内3ヶ所(西岸2ヶ所、東岸1ヶ所)にある浄水施設まで送水されている。既設橋両端部付近には洗濯場・水浴び場があり、市民により頻繁に利用されている。シレ川東岸突堤部には検問所があり、既設橋を通過する地域交通の簡単なチェックを行っている。また西岸のたもとには、クイーンビクトリア記念碑、砲台(ホッチキス・ガン)が設置されており、地域内のランド・マーク的存在として親しまれている。

既設マンゴチ橋付近6地点において水質検査を実施した。検査項目はpH、伝導度、TDS、溶存酸素、COD、BOD、リン、窒素、濁度、マンガン、SS、大腸菌群数の12項目である。同検査結果より、現況におけるシレ川の水質は良好と判断された。

既設マンゴチ橋利用者150名を対象に住民意識調査を行った。これより既設橋に対し、車両制限により大型トラックは通過不可能であるため地区内外物流に関しかなりの支障を感じるとの意見が大半を占めた。また歩道帯も既設橋両端に設置されているが、一方は閉鎖されており(調査時点)、また供用されている歩道帯も幅員が狭く、且つ損傷が激しいため、車道を通行している人が多く(車両通過時に車道両端または歩道帯に避難)、歩行者・自転車などに対する保護が不十分で非常に危険であると言える。また橋全体の構造からみても疲労・痛みが著しく、車両通過時に異常な振動を感じる等、現橋に対し、多くの不満を有することが判明した。

また、基本的に既設マンゴチ橋架替工事には賛成で、架替により地域内に誘発される効果(経済・産業活動の活発化、雇用促進等)を期待し、全般的に好意的な態度を示していることがわかった。

結論として、マンゴチ橋架替計画によって、環境に与える影響は少ないと本調査団は判断した。さらに、本基本設計調査団とマラウイ側のステアリングコミッティーの会議において、環境省の担当者より、本事業の実施は環境問題が発生することはないものと考えているとの発言を得ている。本調査団はこの会議の席上で、本事業の実施が決定した場合は、遅滞なく工事着手前に環境影響評価を完了するように申し入れし、マラウイ政府は当調査団の申し入れを了解した。又、マラウイ政府による工事期間中の環境モニタリングをマラウイ政府が実施するように勧告し、同政府が実施することを確認している。

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

マラウイ共和国の開発計画は「開発方針」(DEVPOL: Development Policies)に示され、この目標期間は1987年から1996年である。DEVPOLでは、自立的経済の確立、収入の平等化、基本的食物の安定的供給および安定的経済の実現等が標榜されている。この他に開発計画の目標を示すものとして、「政策概要書」(PFP: Policy Framework Paper)と公共セクター投資計画(PSIP: Public Sector Investment Programme)がある。

政策概要書(PFP)はマラウイ政府と世銀およびIMF間で合意に達したものであり、1996/1997～1998/1999 予算年度間の各セクター(農業セクター、工業セクター及びインフラ等)の具体的な達成目標を示している。このうちインフラに関しては、マラウイ政府は交通輸送の効率化を図り輸送コストが高い現状を低下させようと意図している。このためには、モザンビークのベイラからの道路輸送を促進させることを目的としており、タンザニアのダルエス・サラームと連結する北回廊の利用を活発化させると共に、モザンビークのナカラへの道路と鉄道輸送の改善を図り、国際輸送のコスト低減を期すことの必要性を強調している。

一方、公共セクター投資計画(PSIP)は経済計画開発省が5ヶ年計画を提示しており、輸送部門におけるPSIPの主要目標は、経済発展に要請されるインフラネットワークの効率的な利用を確立する事と標榜し、いくつかの具体的な実行されるべきプロジェクトの中に国道3号線のマンガチ〜チボンデの道路改修が提示されている。

このようにマラウイ国はナカラ回廊の必要性を高く認識している。具体的には、マラウイ国関連のナカラ回廊(マラウイ国道3号線)の改修計画を重要な道路改修計画とし、クウェート基金等によって工事を近く実施する段階に至っている。更に、南部アフリカ開発共同体(SADC)においても、この回廊(道路及び鉄道)の輸送能力の強化が期待されており、モザンビーク国側の国道8号線の道路改修計画は世銀の資金援助によって実施されている。又、日本政府はこの国道8号線上の3橋梁の再建を経済協力によって実施中である。

上記のクウェート基金等による国道3号線の道路改修計画では、既設マンガチ橋の架替計画は対象に入っていない。又、この隣接道路改修計画は2車線道路で改修されることを考慮すれば、国道3号線の道路計画の整合性を図る観点からも、既設マンガチ橋の架替の必要性が認められる。

このように、内陸国マラウイの宿命となっている輸送コストの低減を目標として、マラウイ国に最も距離的に近いモザンビークのナカラ港に連結する国道3号線の交通の重要点であるマンガチ橋を永久橋として、将来の交通需要に見合う2車線化を図り、同国の健全かつ自立的経済活動を促進させるものである。

このような状況を背景にして、マラウイ国政府はマンガチ橋の架替計画を運輸交通部門の最優

先案件と捉え、1995年に我が国に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請を受けて1998年2月より開発調査(F/S)を実施し、同年8月に調査を終了した。

3.2 プロジェクトの基本構想

3.2.1 要請内容に対する検討の概要

(I) 路線選定

以下に示す既存橋の近傍・上下流の3路線を設定し検討を行った。

路線A: 既存橋梁下流約30mに、ほぼ既存橋に平行に計画

路線B: 路線Aの上流約250mに計画

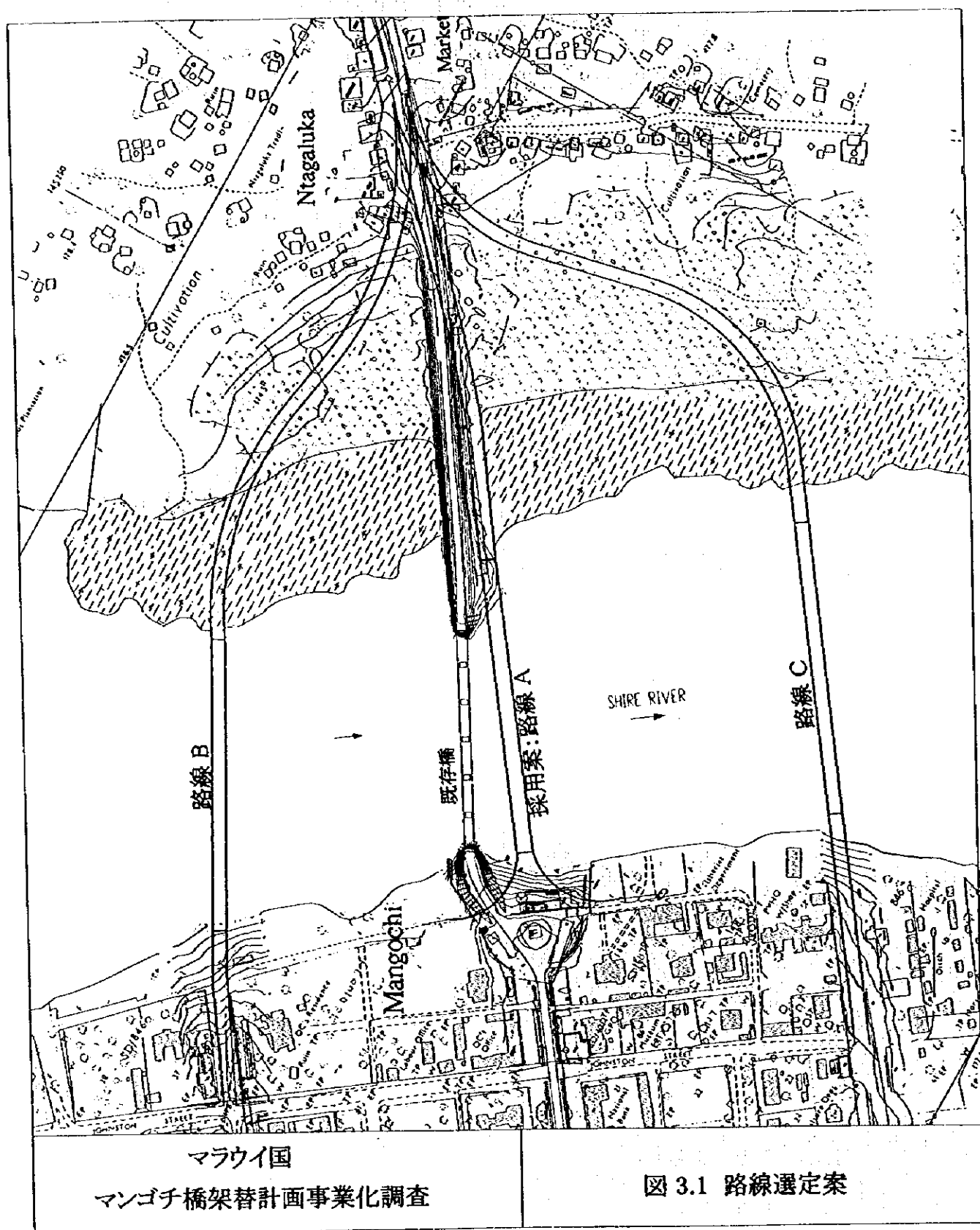
路線C: 路線Aの下流約250mに計画

比較3路線を図3.1に示す。

比較3路線に対し、評価項目として建設費・路線線形・住民移転の規模・環境及び便益による比較の結果、路線Aが最も有利という結果になった。そこで、同ルートを採用した。その比較の結果を表3.1に示す。

表 3.1 路線選定一覧

	路線A	路線B	路線C
建設費	既存の取付道路、既存橋を工事用棧橋の一部として利用でき、工事費用は最も安い	タガルカ村側取付道路、延長(約350m)の建設が必要。マンゴチ市側道路整備費用が必要。	路線Bとはほぼ同じ条件であるがタガルカ村側取付道路延長は路線Bより若干長い。
	○	△	△
路線線形	既存道路は路線Aに架橋することを想定していたため道路線形はほぼ直線である。	国道3号から一端市街地道路を通って迂回し再び国道3号に戻るコースを取るため4ヶ所の直角交差点が増える。	路線Bと同じ。
	○	×	×
住民移転	住民移転の必要なし。	マンゴチ側約3軒、タガルカ村側約5軒程度の移転の必要がある。	路線Bより住宅が密集しており移転件数は3案中最も多くなると思われる。
	○	△	×
環境	建設予定路線の約10m上流にマンゴチ市水道の取水口があるため工事中の濁水に注意する必要がある。	マンゴチ市水道の取水口の上流250mで工事を行うため常に濁水が取水に影響する。	マンゴチ市水道の取水口の下流250mで工事を行うため取水には影響がない。
	△	×	○
便益	直線であり迂回はない。	路線Aに比べて約500mの迂回が発生する。	路線Bと同じ。
	○	×	×
総合判定	1位	3位	2位



(2) 橋長

橋長の決定については、以下に示す条件を考慮して決定した。

1) 河川現況

シレ川は河川改修を行っていない原始河川であるため、河川幅を厳密に限定することは難しい。河川を高水時の水際線と規定すると既存橋はマンゴチ市側で約 10m、東側で約 200m 河川内に入る取り付け道路を建設している。本来河川管理の立場からは、この河川内に構造物を計画することは望ましくない。

2) 洗掘現象

既存橋の下流では上下流の河床に較べて 2m～3mの河床低下を起こしている。特にシレ川東側の突出部分と第 5 橋脚の下流での河床低下が著しい。このため、洗掘現象の発生を考慮して、構造物の安全を確保するように橋長を決定する必要がある。現在の洗掘状況を勘案すれば、全体橋長は最低 200m確保する必要がある。

3) 日本の河川構造令

永久橋の計画に対しては河川構造令によれば少なくとも橋台は計画高水位の水際線迄下げるのが原則である。しかし、本河川は原始河川であり計画高水位の水際線が明確ではない。そこで、橋台の前面を乾期の水際線(河床高 473.0m)まで出すこととした。その時、橋長は約 220m 必要となる。

4) 計画高水流量

計画地の下流に存在するリウオンデ堰の最大流量(1100m³/sec)、架橋付近の水深(平均 9m)、高水位時の平均流速(約 0.6m/sec)より必要河道幅は約 210m となる。橋脚による河積阻害を考慮すると橋長は 220m が必要となる。

以上の検討の結果、橋長は 220mとして計画した。

(3) 橋梁形式の検討

1) スパン構成と上部工形式

橋長 220mとして考えられるスパン構成と、そのスパン構成で想定される上部工形式は表 3.2 に示すとおりである。このうち第一案(220m、1径間案)はこの架橋地点では過去のデータより工費が大幅に大きくなることが明らかであるので検討より除外した。

表 3.2 スパン構成と上部工形式

スパン構成 (橋長 220m)			上部工形式
(1)	1 径間案	220m 中間橋脚無し	斜張橋、吊り橋、アーチ橋
(2)	3 径間案	60m + 100m + 60m	3 径間連続変断面 PC 箱桁橋 3 径間連続変断面鋼箱桁橋
(3)	4 径間案	50m + 60m + 60m + 50m	4 径間連続等断面 PC 箱桁橋 4 径間連続等断面鋼箱桁橋
(4)	5 径間案	40m + 45m + 50m + 45m + 40m	5 径間連続 PC I 桁橋 5 径間連続鋼 I 桁橋
(5)	6 径間案	36m + 37m + 37m + 37m + 37m + 36m	6 径間連続 PC I 桁橋 6 径間連続 PC 中空床版橋 6 径間連続鋼 I 桁橋
(6)	7 径間案	30m + 32m + 32m + 32m + 32m + 32m + 30m	7 径間連続 PC I 桁橋 7 径間連続 PC 中空床版橋 7 径間連続鋼 I 桁橋

2) 下部工形式

橋梁建設予定地の水深は雨期、乾期を問わず常に 6m～8m の水深があり、また基礎の支持地盤層が比較的浅いところにあるため、これらを考慮して下部工及び基礎工の形式を決定した。またアフリカ内陸部における施工であり仮設に使用する機材は運搬に費用を要する点は避けられない。

a) 下部工形式決定のための基本条件

下部工形式検討のためにはマラウイ国の基準、日本の基準、水深、地質条件、上部工形式、施工性等を考慮した。

特にマラウイ国の下部工基準の適用については相手政府より強く要望があった。その概要は以下のとおりである。

1988 年マラウイ国では橋梁設計基準を策定しており、これによると、河床洗掘を考慮して基礎の根入れを 2m 確保するよう規定されている。また、パイルベント方式の橋脚は禁止されている。

b) 想定される下部工形式

上記条件より下部工形式は、杭基礎、ケーソン基礎が考えられる。橋脚設置位置は乾期でも水深が 8m と深いため施工性を考えると築島によるオープンケーソンが適していると考えられる。橋台に関しては経済性・施工性より場所打ち杭基礎が考えられる。

3) 橋梁形式の検討

第 1 次選定として工費による評価を行い、以下の 4 案を選定した。

- 7 径間連結 PCI 桁橋
- 7 径間連続 PC 中空床版橋
- 7 径間連続鋼板桁橋
- 3 径間連続箱桁橋

7 径間案は本体工事費が最も経済的であり、3 径間案は本体工事は 7 径間案に比べ高価であるが仮設栈橋および仮締切を大幅に減らせるため仮設費が最も安価である。

これらの 4 案に対して、以下の評価項目に従い、最終選定を行った。

- 建設費・維持管理費（ライフコスト）
- 建設工期
- 施工性
- 社会・環境影響

以上の結果を表 3.3 に示す。

表 3.3 橋梁形式総合評価

	3 径間連続 PC 箱桁橋	7 径間連続 PC 中空床版橋	7 径間連結 PCI 桁橋	7 径間連続鋼板桁橋
建設・維持 管理費	本体工事費は 4 案中最も高いが、仮設工事費を含めた橋梁本体工事費では最も安い。	4 案中工事費は僅差であるが最も高い。	4 案中本体工事費は最も安い仮設工事費を含めると 3 径間連続桁案より高くなる。	塗装等(10 年毎)維持管理費を含めたライフサイクルコストは最も高い。
	○	▲	○	△
建設工期	下部工 6 ヶ月、上部工 18 ヶ月 合計 24 ヶ月、工期は最も長い	下部工 8 ヶ月上部工 12 ヶ月 合計 20 ヶ月	下部工 8 ヶ月上部工 14 ヶ月 合計 22 ヶ月	下部工 8 ヶ月上部工 8 ヶ月 合計 16 ヶ月、工期は最も短い。
	▲	△	△	○
施工性	現場打ち橋梁であるため縦断曲線に沿った橋梁路面形状とする事が出来る。	左に同じ	プレキャスト桁のため桁は曲線に合わせて製作できないため橋脚位置で折れ線となり、舗装での調整が必要。	路面縦断に合わせて桁を製作する事は可能。コンクリート橋に較べてたわみが大きい。
	○	○	△	△
社会・環境 影響	河川中の橋脚の数が限られているため濁水管理がやりやすい。河積阻害は最も少ない。橋梁区間だけの橋脚による河積阻害率は約 3%。	河川を全面的に閉鎖するような形で仮設構造を作るため施工中、河川流下物のコントロールが難しい。将来はていあおい等の浮き草が大繁殖した場合橋脚部分にたまる恐れがある。河積阻害率 5.5%。	左に同じ	左に同じ
	○	△	△	△
総合判定	1位	2位	3位	4位

3 径間連続 PC 箱桁案が、仮設栈橋を大幅に削減できるため仮設費の削減が可能となり全体工費でも有利である。また、3 径間であるため、橋脚数が少ないため河積阻害が最も少ない。さらにセンタースパン 100m を張出で施工するため施工中の航路の確保が可能となる。

3.2.2 最適案

表 3-2 に示した選定の結果、次の形式が最も適切であるとの結論に達した。

総合的に最も有利と判断される橋梁形式は、上部工形式には 3 径間連続 PC 箱桁橋(橋長 220m, スパン構成 60m+100m+60m)である。下部工形式には小判型(橋脚)、逆 T 式(橋台)である。基礎形式にはオープンケーソン(橋脚)、場所打ち杭(橋台)である。

本プロジェクトの基本構想は、内陸国マラウイにとって外港に最も近いモザンビークのナカラ港に連絡する国道 3 号線上の交通ボトルネックを解消するものであり、このためには、既設マンガチ橋の架け替えを行い、経済的かつ環境面への支障が最も生じない 3 径間連続 PC 箱桁橋を提供しようとするものである。

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

(1) 自然条件

1) 降雨条件

降雨データより11月～4月を雨季として施工計画を考える。雨期でも30mm以上/日は数日しかなく、施工計画への影響は少ないと考える。

2) 地震

マラウイ南部の都市ゾンバで得られた145個の地震記録を基に、100年確率の地震加速度を算定した。その結果、最大加速度は100年確率で20gal程度という結果となった。

(2) 社会条件

設計方針に特に影響を及ぼす事項はない。

(3) 建設事情

道路・橋梁工事は1996/97までは主として公共事業供給省の道路局が直営で維持管理作業も含めて実施していた。政府予算の逼迫のため合理化により人員が削減され、民間業者に委託されるようになった。この合理化政策に伴い、道路局の職員の多くは民間企業に転出している。マラウイ人経営の建設会社は極めて小規模の土木工事しか行う能力がなく、外国援助による大型土木工事の多くは、南アフリカ或いはヨーロッパ系の企業が実施しているのが現状である。コンサルタントについても状況は同じである。

建設資材はマラウイで調達可能なものは、骨材・木材のみであり、その他の資材は外国からの輸入に依存している。

(4) 現地業者・現地資機材の活用方針

現地業者の施工能力には限界があるものの、取付道路の施工等については、現地業者をサブコントラクターとすることも考慮する。資機材については、極力現地資機材を活用する方針である。

(5) 実施機関の維持管理能力に対する対処方針

国道の維持管理は公共事業省道路局の管轄であるが、予算の絶対的不足と技術者の不足に起因して十分な成果を挙げていないのが実状である。

本プロジェクトの実施を通じて、道路局職員のプロジェクト参加を要請し、工事経験を得ることでより施設の内容を理解せしめる。また必要最低限の維持管理作業は実行するように指導する。特

に、橋梁の点検作業とその記録化が重要となることを指導する。

(6) 工期に対する方針

工期算定に対しては、下記の事項を十分に配慮する。

- * 降雨パターン
- * 資機材調達に要する期間
- * 隣接道路計画との工程調整
- * 下部工施工の難易度考慮
- * 安全対策
- * 既設橋の供用

3.3.2 基本計画

(1) 基本設計の概要

基本設計の概要を以下に示す。

《橋梁》	位置	:	既存橋の 30m 下流
	橋梁幅員	:	9.7m 車道幅 7.3m(往復 2 車線)、歩道幅 1.2m(両側設置)
	橋長	:	220m
	スパン構成	:	主径間 100m、側径間 60m
	橋梁形式	:	3 径間連続 PC 箱桁
	基礎形式	:	オープンケーソン基礎(橋脚)、場所打ち杭基礎(橋台)
《取付道路》	道路幅員	:	10.5m
	車道幅員	:	7.3m(往復 2 車線)
	歩道幅員	:	1.6m(両側設置)
	路肩幅員	:	1.5m
	総延長	:	325m(マンゴチ市側 125m、タガルカ村側 200m)
	舗装形式	:	2 層式瀝青処理

(2) 設計基準・条件

1) 道路幅員

マラウイ国の国道は 1 級国道(Class-I)と 2 級国道(Class-II)に分類されており、公共事業省が発行している道路設計マニュアルでは国道の幅員を以下のように規定している。本橋梁が建設を計画されている国道 3 号線(M-3)は 1 級国道に分類されている。

1 級国道	車道 6.7m、路肩 1.5m、総幅員 9.7m
2 級国道	車道 5.5m、路肩 2.1m、総幅員 9.7m

現在クウェート資金等の援助により実施されている道路整備計画では、本計画の前後につながる道路幅員をマラウイ国の1級国道の基準で設計している。

2) 橋梁幅員

公共事業省が1988年発行した橋梁設計マニュアルでは1級国道にかかる橋長15m以上の橋梁の幅員を以下のように規定している。

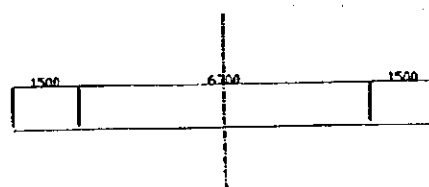
車道 7.3m、歩道(両側)1.2m、総幅員 9.7m

マラウイ政府と協議の結果、同国の基準を順守し、橋梁幅員は1級国道にかかる橋梁(15m以上)の幅員を採用する。

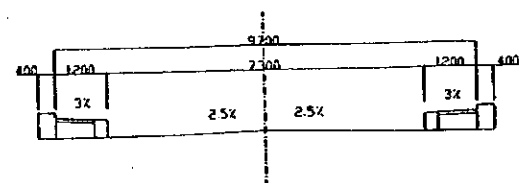
3) 取付道路幅員

左岸側では取付道路が河川内に突き出す盛土構造となり、橋梁幅員と道路幅員を直接結ぶことは歩行者・自転車の通行に支障を来すことになる。そこに歩行者・自転車が6,000人/日通行するには危険である。そこで河川内に設置される道路部分には取付道路幅員を採用する。

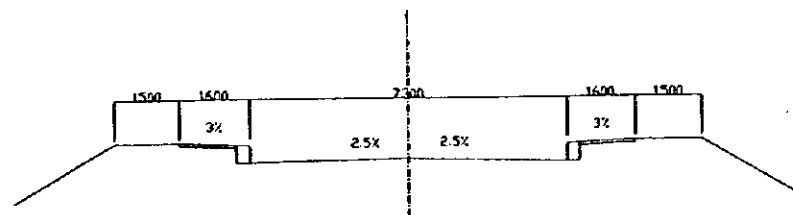
採用された幅員は、下記のとおりである。



道路幅員



橋梁幅員



取付道路幅員

3) 橋梁桁下空間

マラウイ政府とは橋梁の桁下高は既存橋と同等の高さを確保することが同国との協議で決定され、議事録で確認されている。この結果、桁下高は既存橋と同じ(20ft.)とした。

4) 最小径間長

最小径間長に関しては日本の河川基準等および既存橋の最小径間長を考慮して 28m とした。

5) 活荷重

マラウイ国の基準に従い、1級国道に適用する BS5400 の HB 荷重 36 ユニートを採用する。

6) 設計水平震度

設計水平震度は道路橋示方書で規定されている下限値である 0.1 とする。

(3) 基本設計の内容

1) 橋梁

a) 橋長・支間・幅員構成

橋梁建設地の自然条件等から橋長 220m とし、工費、材料入手、維持管理の容易さ等から PC 構造とした。橋梁の構造的なバランスを考慮して 3 径間連続橋とし、その支間構成は中央支間 100m、側径間 60m とした。又、幅員構成はマラウイ国の橋梁の標準幅員である 9.7m (車道幅 7.3m、両側歩道各 1.2m) を採用。

b) 上部工

中央支間 100m、橋梁幅員 9.7m を考慮して PC 構造で最も一般的な変断面箱桁橋を採用する。主桁は橋脚より両側にバランスを取りながら架設する片持ち張り出し工法を採用する。これによって、工事中の仮設栈橋の建設を最小に押さえることとした。

c) 下部工

橋脚は流水の影響を最小にするため小判形式とした。橋台には最も一般的な逆 T 式橋台を採用した。

d) 基礎工

現地の自然条件を考慮すると基礎構造としては種々の構造が考えられるが、マラウイ国の基準に従うこと、現在までに施工実績が多い事を考慮して、橋脚にはオープンケーソン工法、橋台には場所打ち杭工法を採用した。オープンケーソン工法は、河川内に築島を構築し、その上でコンクリート製のケーソンを製作する。そして、このケーソンの内部の土砂を機械で排除してケーソンを支持地盤上まで沈める工法である。現地の地盤は明確な支持層のない硬く締まった砂質土層が続く地層である。技術的には洗掘現象が発

生しにくい形状とし、かつ経済性を図るために築島の大きさを最小とする。この結果、直径 10m、深さ 12m のケーソンとする。

2) 取付道路

a) マンゴチ市側

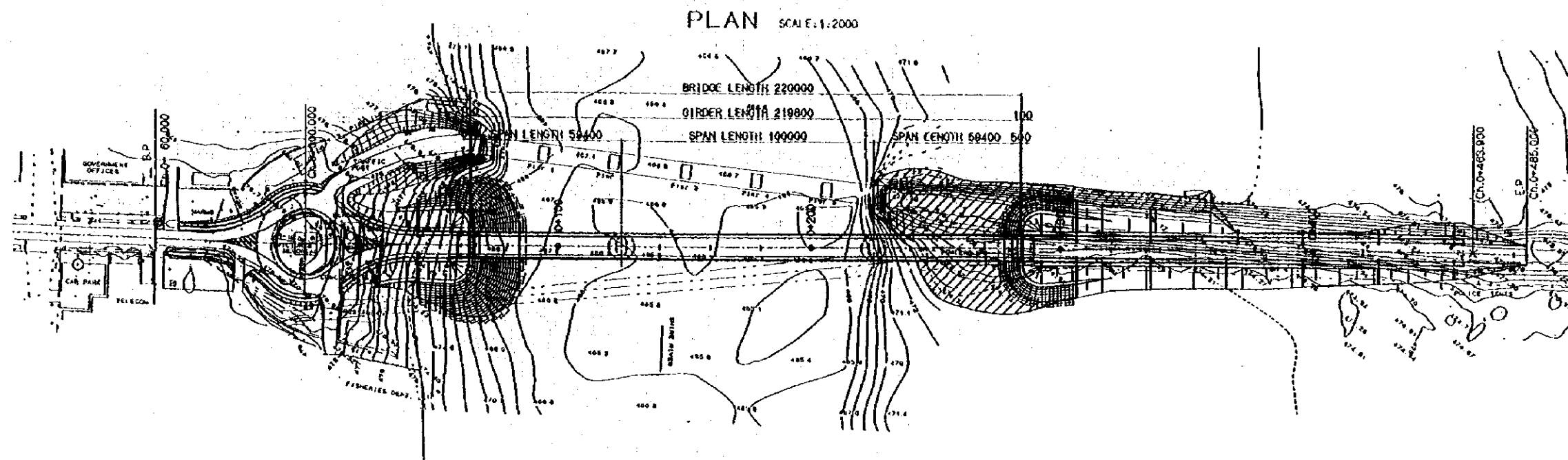
マンゴチ側取付道路上にはビクトリア女王記念碑があり、この撤去移設は行わないことを原則とした。マラウイ国では交差点をラウンドアバウト形式とすることが一般的であり、この記念碑をラウンドアバウトの中心とすることで記念碑の移動・撤去を避けることとした。また、本計画の道路基準点をこの記念碑の中心とし、これより 60m マンゴチ市街に入った所で現道に摺り付けることとした。

b) タガルカ村側

タガルカ村側の既存道路は河川内に大きく入っているが、新橋の取付道路はこの道路に出来る限り短い取付道路で摺り付けることとし、平面的にまた縦断的に摺り付く地点として基準点より 485m の地点で現道に摺り付けた。

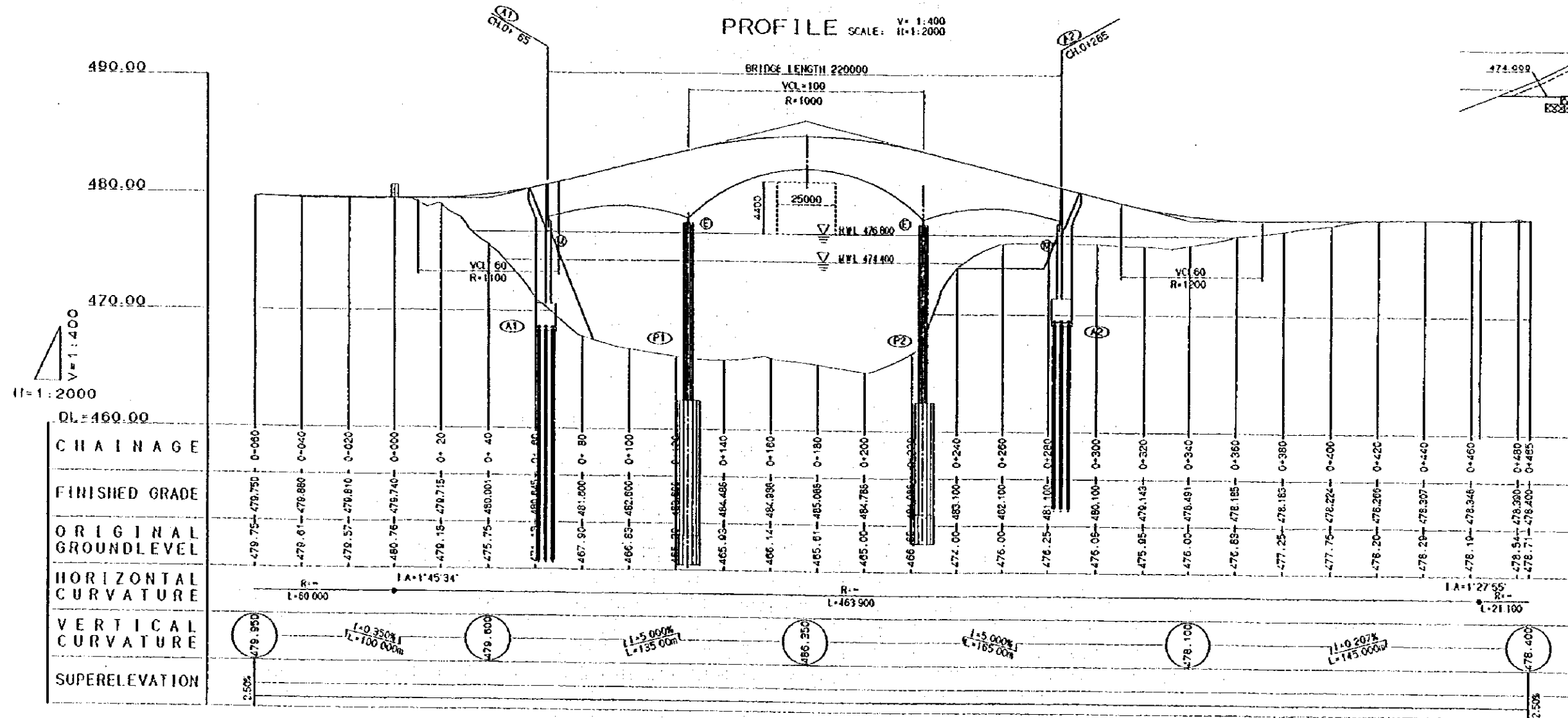
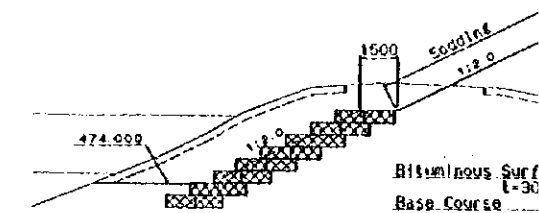
c) 舗装

マラウイ国の道路構造基準に従い、表層 (Surface Course) 50mm、基層 (Base Course) 150mm、補助基層 (Sub Base Course) 100mm とした。



TYPIC

Bituminous Surf
L=300
Base Course



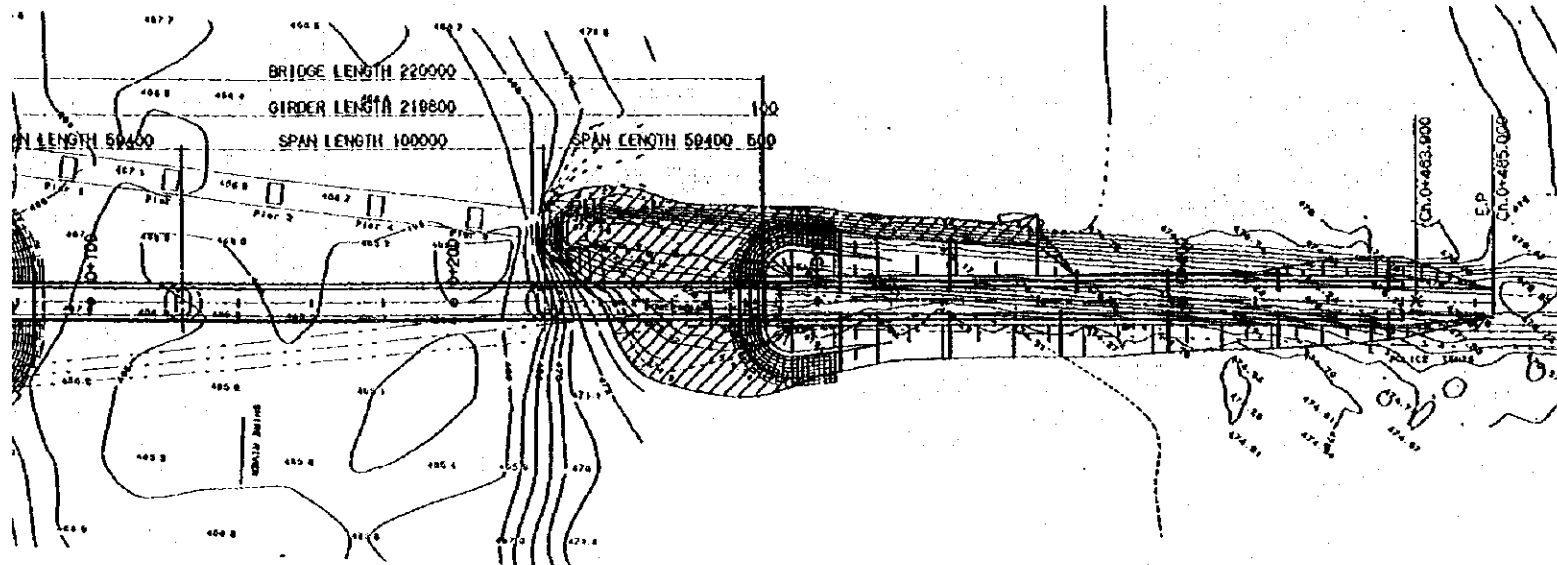
マラウイ国
マンゴチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO., LTD.
CHODAI CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

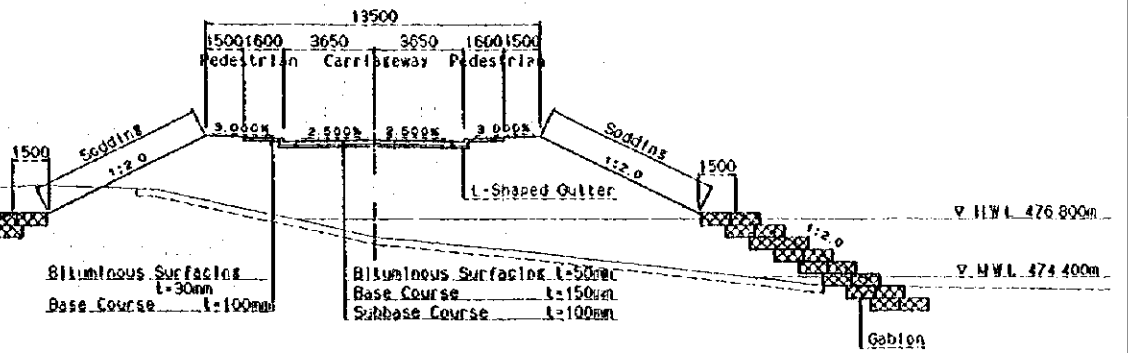
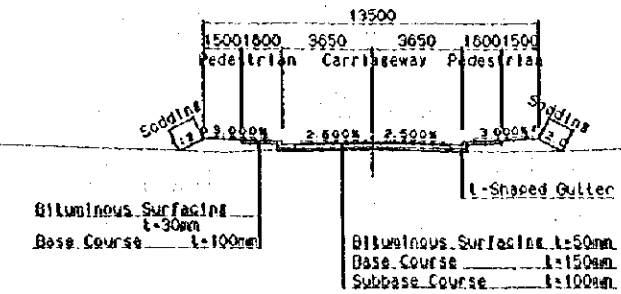
図 3.2 全体一般図

PLAN SCALE: 1:2000

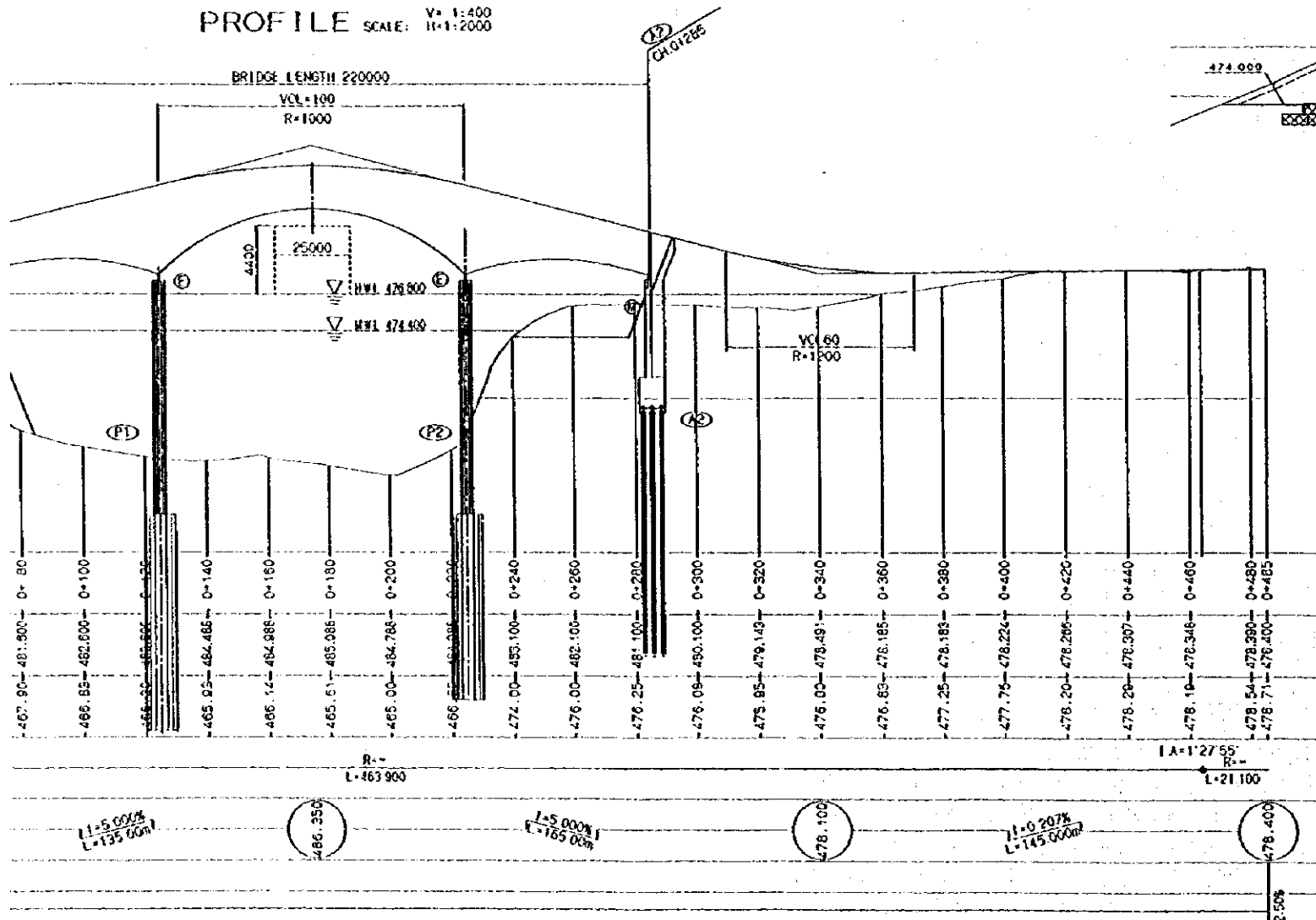


TYPICAL CROSS SECTIONS

SCALE: 1:300



PROFILE SCALE: 1:400



マラウイ国
マンゴチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO., LTD.
CHODAI CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図 3.2 全体一般図

SCALE

AS SHOWN

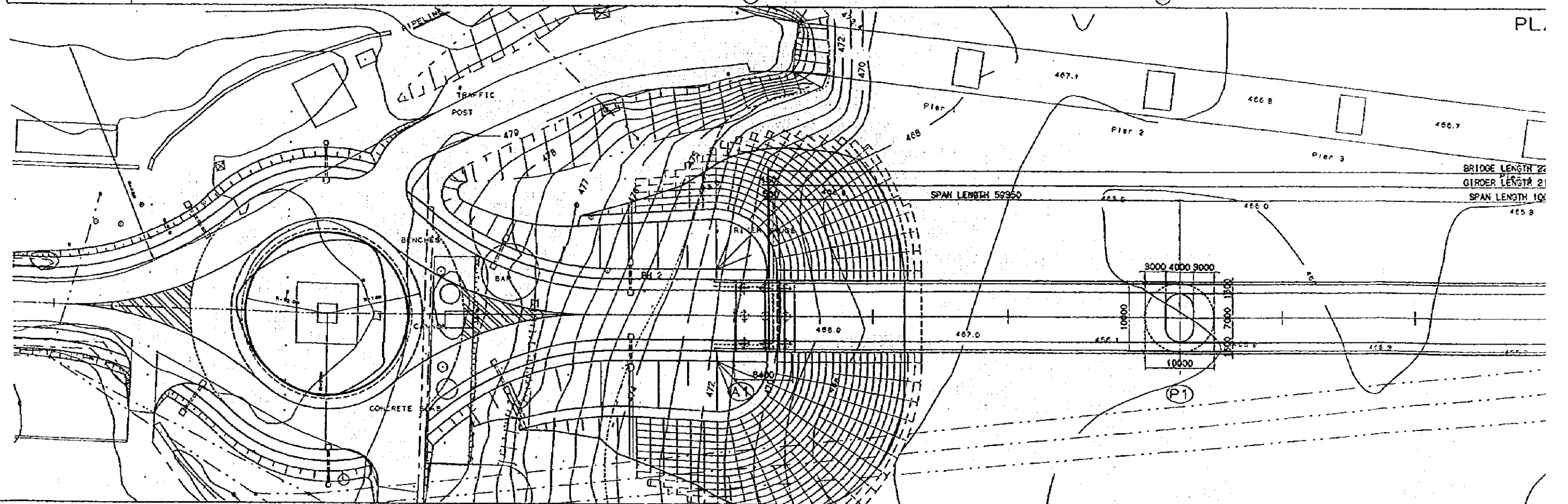
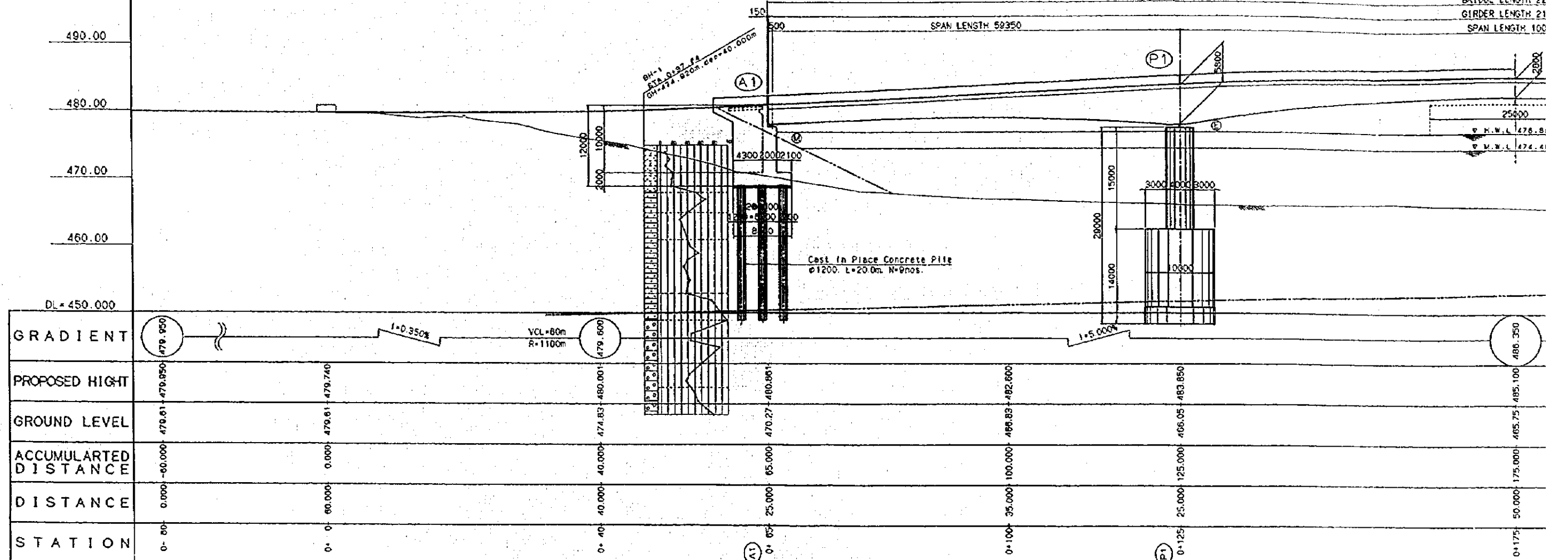
RPREPARED BY

APROVED BY

DWG.No.

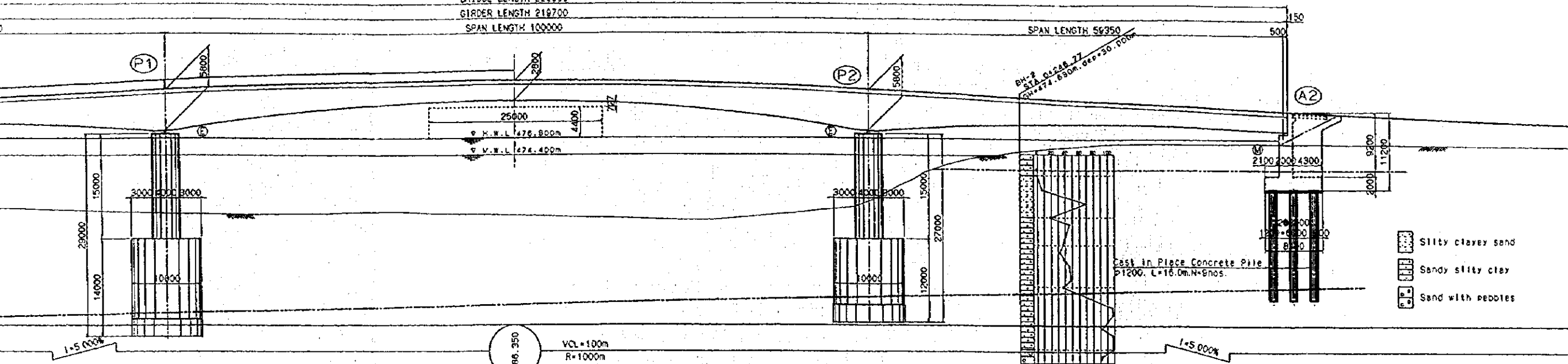
GENERAL VIEW OF MANGOCHI E SIDE ELEVATION

SCALE
BRIDGE LENGTH 22
GIRDER LENGTH 21
SPAN LENGTH 100



GENERAL VIEW OF MANGOCHI BRIDGE SIDE ELEVATION

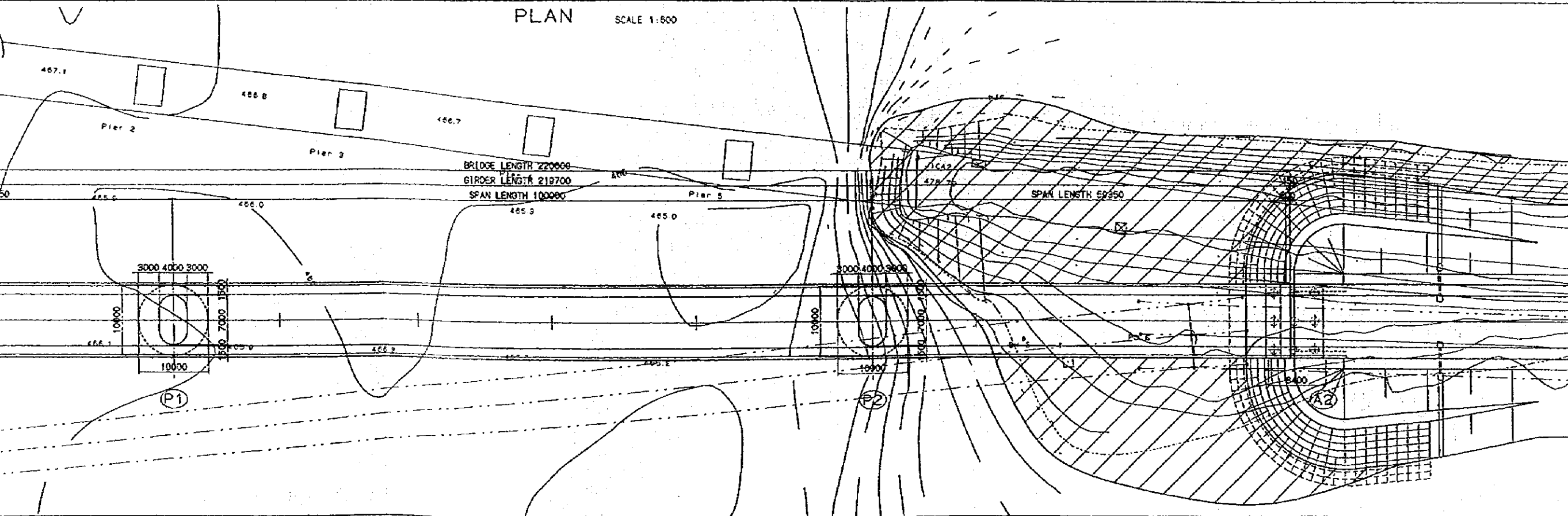
SCALE 1:600
BRIDGE LENGTH 220000
GIRDER LENGTH 219700
SPAN LENGTH 100000



- Silty clayey sand
- Sandy silty clay
- Sand with pebbles

0+125	0+175	0+200	0+225	0+285	0+300
0-125	0-175	0-200	0-225	0-285	0-300
25.000	50.000	25.000	25.000	80.000	15.000
125.000	175.000	200.000	225.000	285.000	300.000
483.850	485.100	484.780	483.850	476.13	480.100
480.05	485.75	485.00	467.76	476.13	476.09
400.05	405.75	405.00	405.00	405.00	405.00

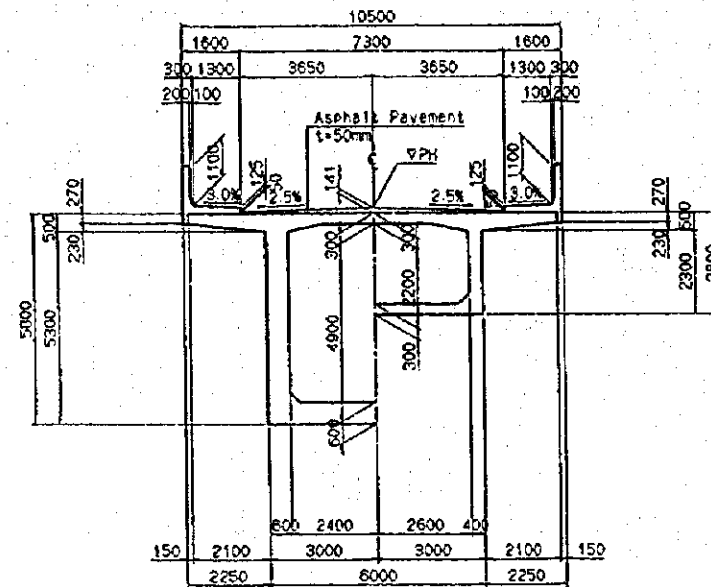
PLAN SCALE 1:800



H.W.L.
M.W.L.

Cast in Place Co
φ1200, L=20.0m, N

SECTION SCALE 1:200



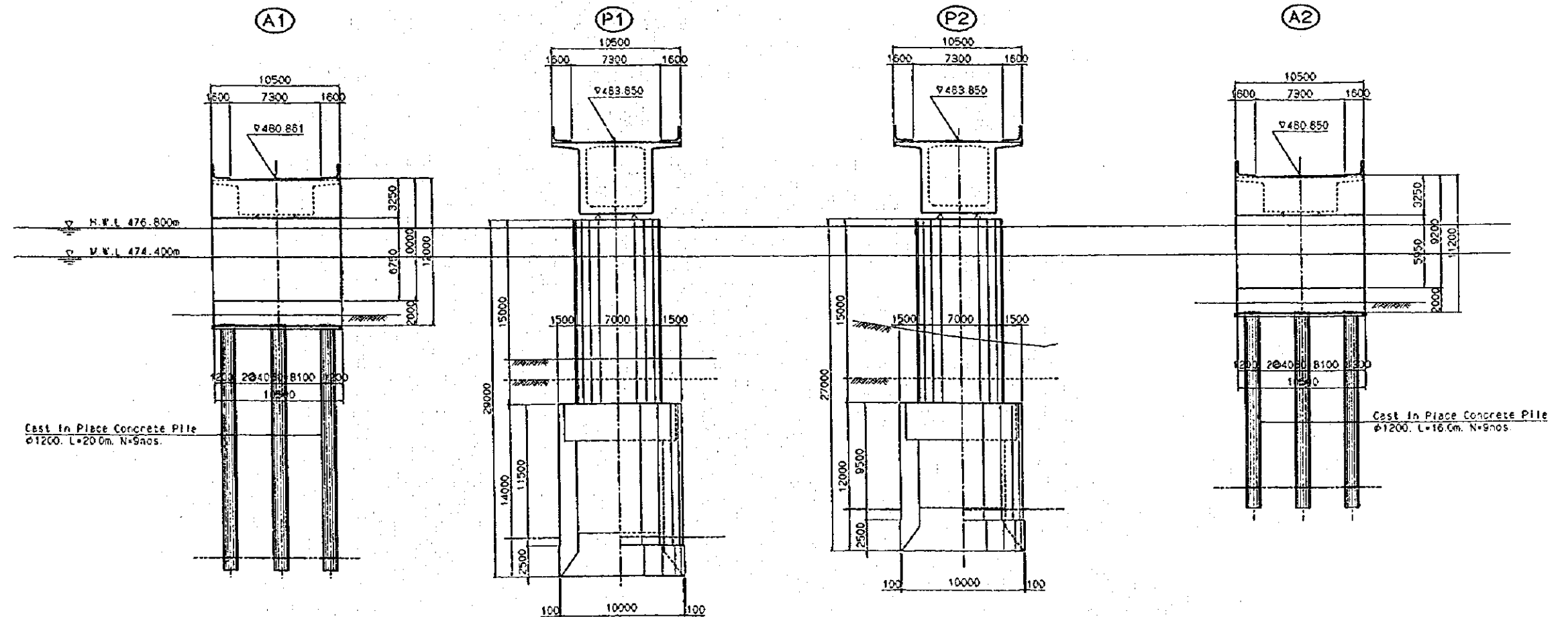
DESIGN CRITERIA

TYPE	PRESTRESSED CONCRETE BOX GIRDER
TOTAL BRIDGE LENGTH	L=220.000m
GIRDER LENGTH	L=219.700m
SPAN	59.350 + 100.000 + 59.350
WIDTH	CARRIAGE WAY WIDTH=7.30m SIDEWALK WIDTH=1.20+1.20+2.40m
LIVE LOAD	BS5400
IMPACT COEFFICIENT	$I = 10 / (25 + L)$
SEISMIC COEFFICIENT	$K_h = 0.10$
ANGLE OF SKEW	90° 00' 00"
RADIUS OF CURVATURE	$R = \infty$
LONGITUDINAL SLOPE	1:5.000% 1:5.000%

MATERIALS

GIRDER DIAPHRAGM	$\sigma_{ck} = 36N/mm^2$
CURB HANDRAIL	$\sigma_{ck} = 24N/mm^2$
CONCRETE SUBSTRUCTURE	$\sigma_{ck} = 24N/mm^2$
PILE	$\sigma_{ck} = 24N/mm^2$ ($\sigma_{28} = 31N/mm^2$)
BOTTOM SLAB	$\sigma_{ck} = 18N/mm^2$ ($\sigma_{28} = 23N/mm^2$)
PC STEEL GIRDER	12S12.78 (SWP78)
SLAB DIAPHRAGM	1521.8 (SWP18)
REINFORCEMENT BAR	S0345 (YIELD STRENGTH 345~440N/mm ²)

CROSS SECTION SCALE 1:400



マラウイ国
マンゴチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO., LTD.
CHODAI CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.3 橋梁一般図

SCALE

AS SHOWN

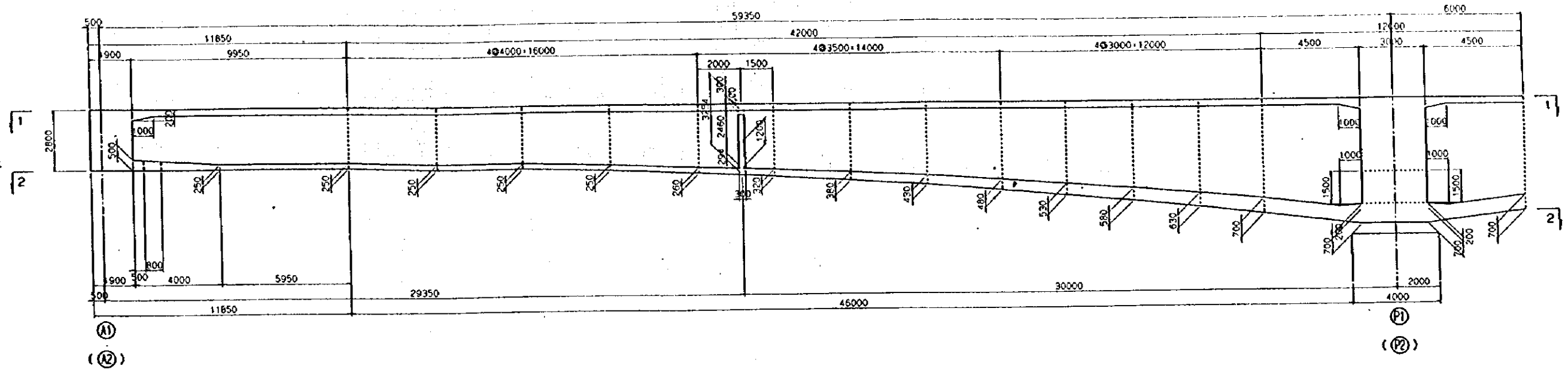
RPREPARED BY

APROVED BY

DWG.No.

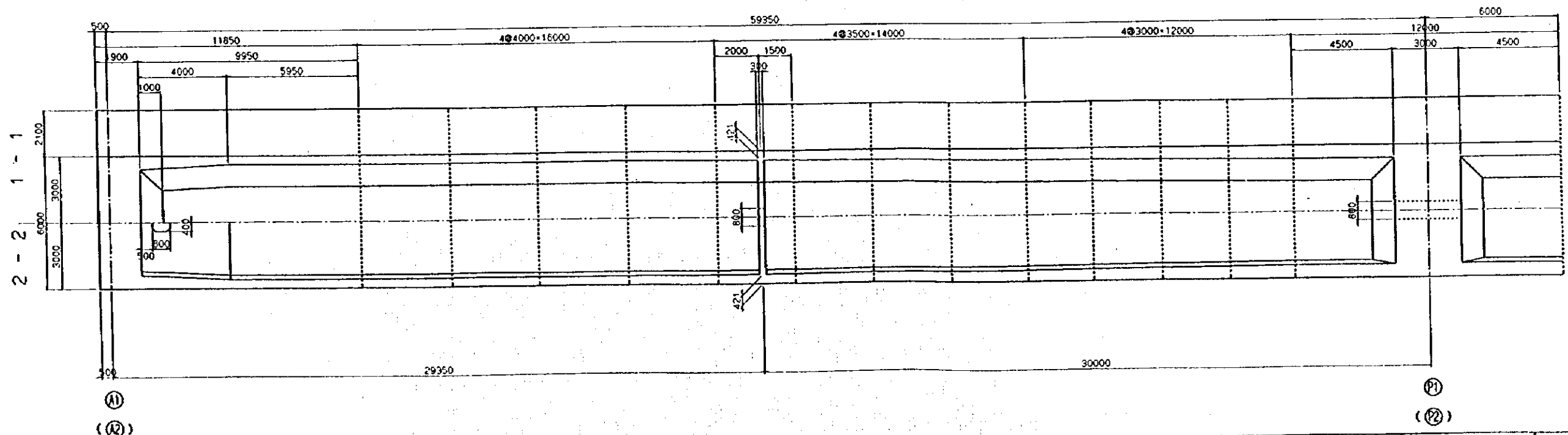
SUPERSTRUCTURE (1)

SIDE VIEW



GIRDER HEIGHT	0.500 + 0.600 + 2.800	0.500 + 0.600 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.822	0.250 + 0.400 + 2.889	0.250 + 0.400 + 3.000	0.250 + 0.410 + 3.155	0.320 + 0.430 + 3.328	0.380 + 0.460 + 3.534	0.430 + 0.480 + 3.774	0.480 + 0.500 + 4.049	0.530 + 0.520 + 4.311	0.580 + 0.550 + 4.598	0.630 + 0.570 + 4.910	0.700 + 0.600 + 5.247	0.700 + 0.600 + 5.800	0.900 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800
WEB	0.500 + 0.600 + 2.800	0.500 + 0.600 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.822	0.250 + 0.400 + 2.889	0.250 + 0.400 + 3.000	0.250 + 0.410 + 3.155	0.320 + 0.430 + 3.328	0.380 + 0.460 + 3.534	0.430 + 0.480 + 3.774	0.480 + 0.500 + 4.049	0.530 + 0.520 + 4.311	0.580 + 0.550 + 4.598	0.630 + 0.570 + 4.910	0.700 + 0.600 + 5.247	0.700 + 0.600 + 5.800	0.900 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800
LOWER SLAB	0.500 + 0.600 + 2.800	0.500 + 0.600 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.800	0.250 + 0.400 + 2.822	0.250 + 0.400 + 2.889	0.250 + 0.400 + 3.000	0.250 + 0.410 + 3.155	0.320 + 0.430 + 3.328	0.380 + 0.460 + 3.534	0.430 + 0.480 + 3.774	0.480 + 0.500 + 4.049	0.530 + 0.520 + 4.311	0.580 + 0.550 + 4.598	0.630 + 0.570 + 4.910	0.700 + 0.600 + 5.247	0.700 + 0.600 + 5.800	0.900 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800	0.700 + 0.600 + 5.800

PLAN



マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO. LTD.
CHODAI CO. LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.4 上部工(1)

SCALE

1:200

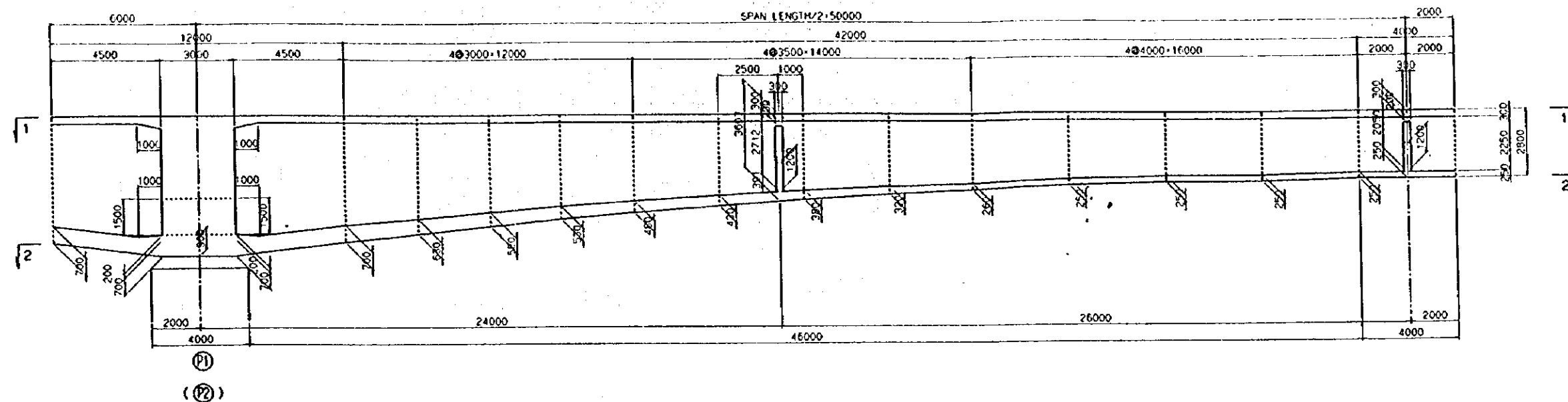
PREPARED BY

APPROVED BY

DWG.No.

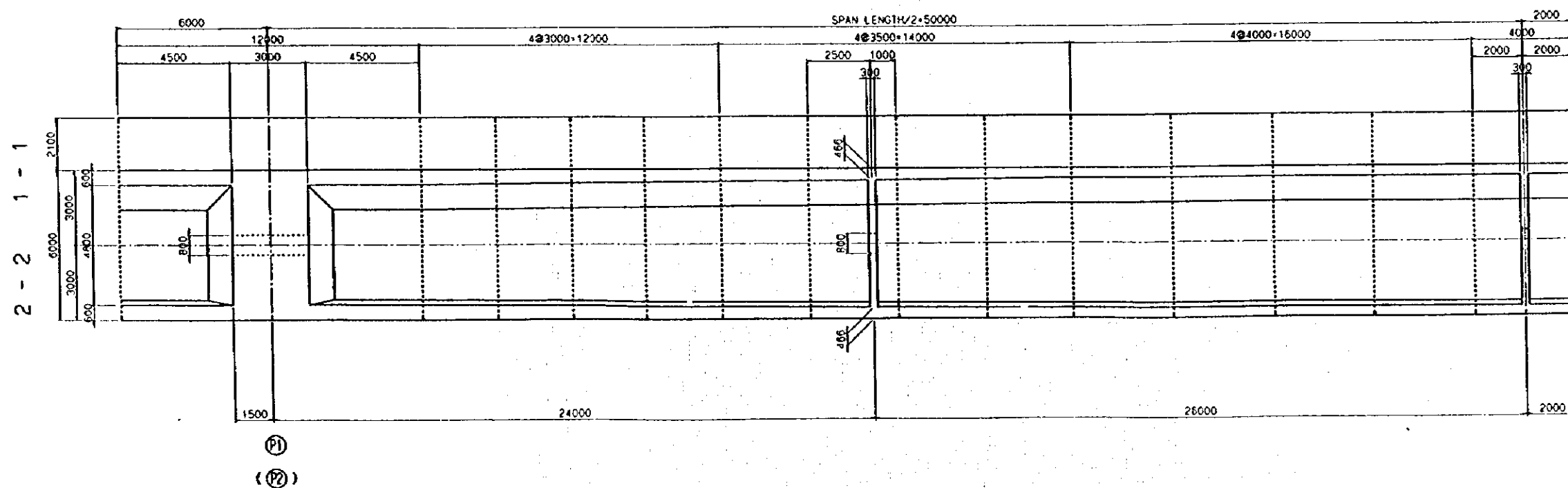
SUPERSTRUCTURE (2)

SIDE VIEW



GIRDER HEIGHT	0.700 + 0.5.800	0.700 + 0.5.800	0.900 + 0.5.800	0.700 + 0.5.800	0.700 + 0.5.247	0.630 + 0.4.910	0.580 + 0.4.598	0.530 + 0.4.311	0.480 + 0.4.049	0.430 + 0.3.774	0.380 + 0.3.534	0.320 + 0.3.328	0.260 + 0.3.155	0.250 + 0.3.000	0.250 + 0.2.889	0.250 + 0.2.822	0.250 + 0.2.800	0.250 + 0.2.800
WEB	0.600 + 0.5.800	0.600 + 0.5.800	0.600 + 0.5.800	0.600 + 0.5.800	0.600 + 0.5.247	0.570 + 0.4.910	0.550 + 0.4.598	0.520 + 0.4.311	0.500 + 0.4.049	0.480 + 0.3.774	0.460 + 0.3.534	0.430 + 0.3.328	0.410 + 0.3.155	0.400 + 0.3.000	0.400 + 0.2.889	0.400 + 0.2.822	0.400 + 0.2.800	0.400 + 0.2.800
LOWER SLAB	0.700 + 0.5.800	0.700 + 0.5.800	0.900 + 0.5.800	0.700 + 0.5.800	0.700 + 0.5.247	0.630 + 0.4.910	0.580 + 0.4.598	0.530 + 0.4.311	0.480 + 0.4.049	0.430 + 0.3.774	0.380 + 0.3.534	0.320 + 0.3.328	0.260 + 0.3.155	0.250 + 0.3.000	0.250 + 0.2.889	0.250 + 0.2.822	0.250 + 0.2.800	0.250 + 0.2.800

PLAN



マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO. LTD.
CHODAI CO. LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.5 上部工(2)

SCALE

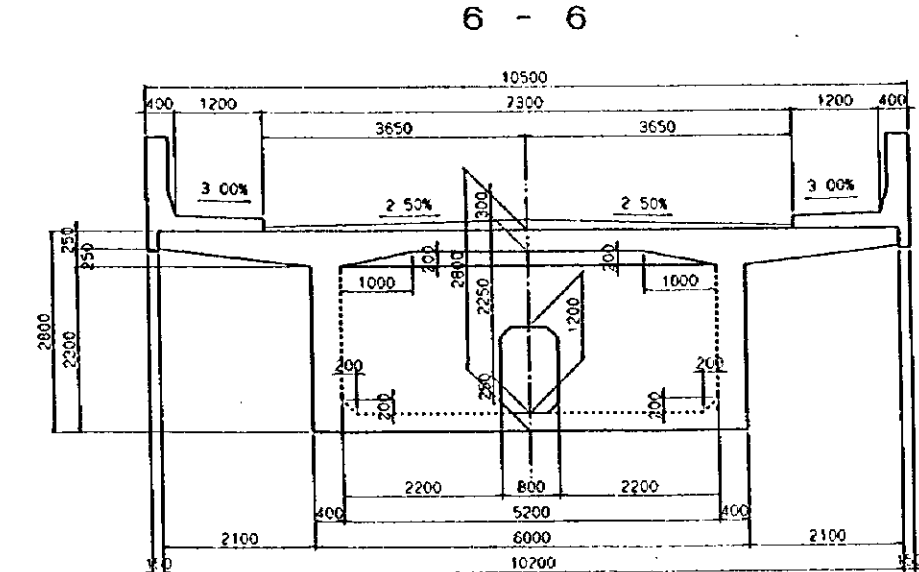
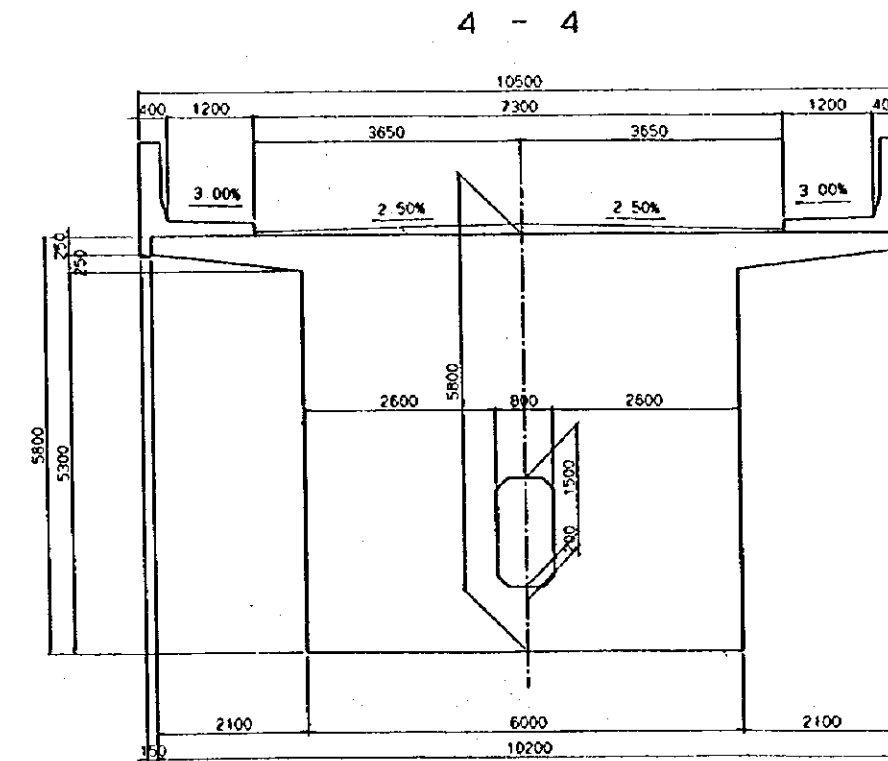
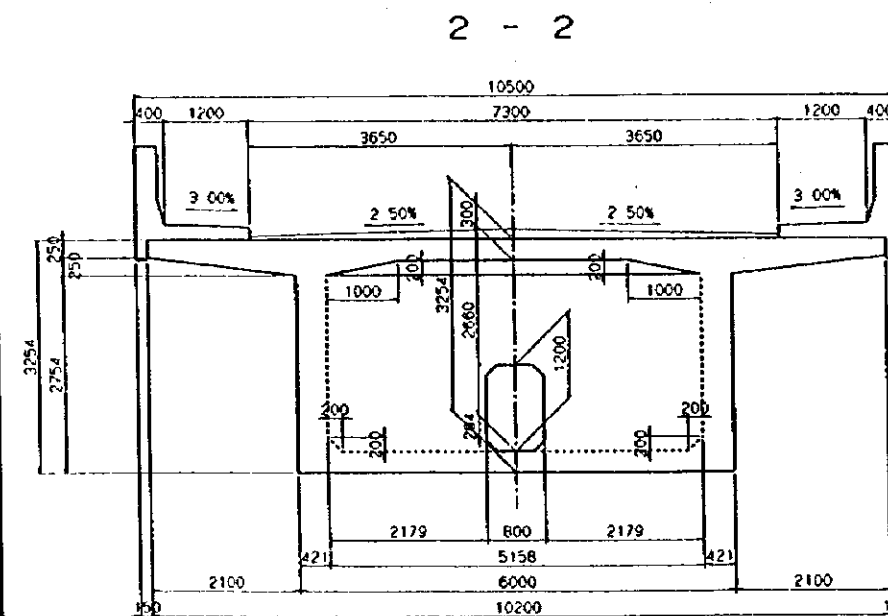
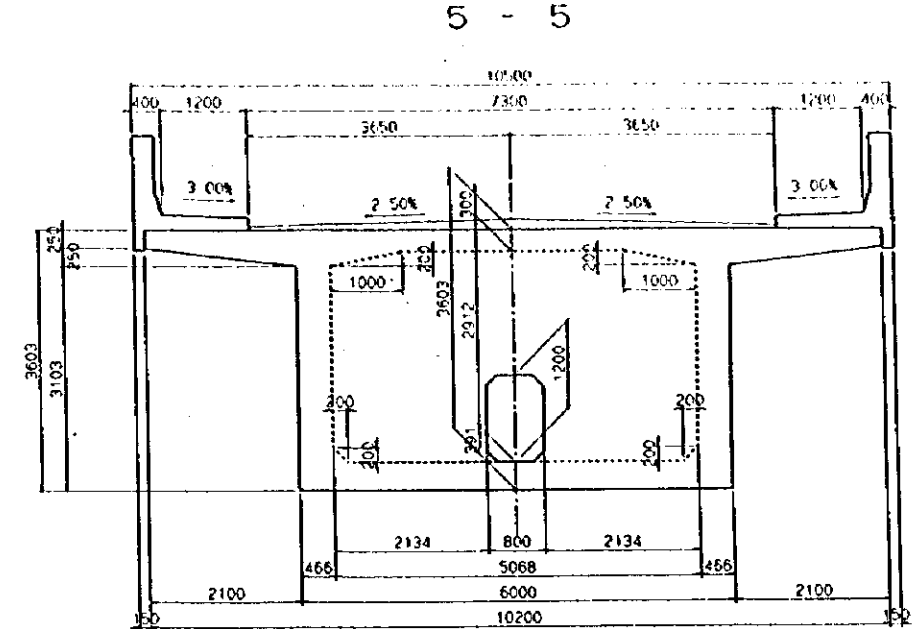
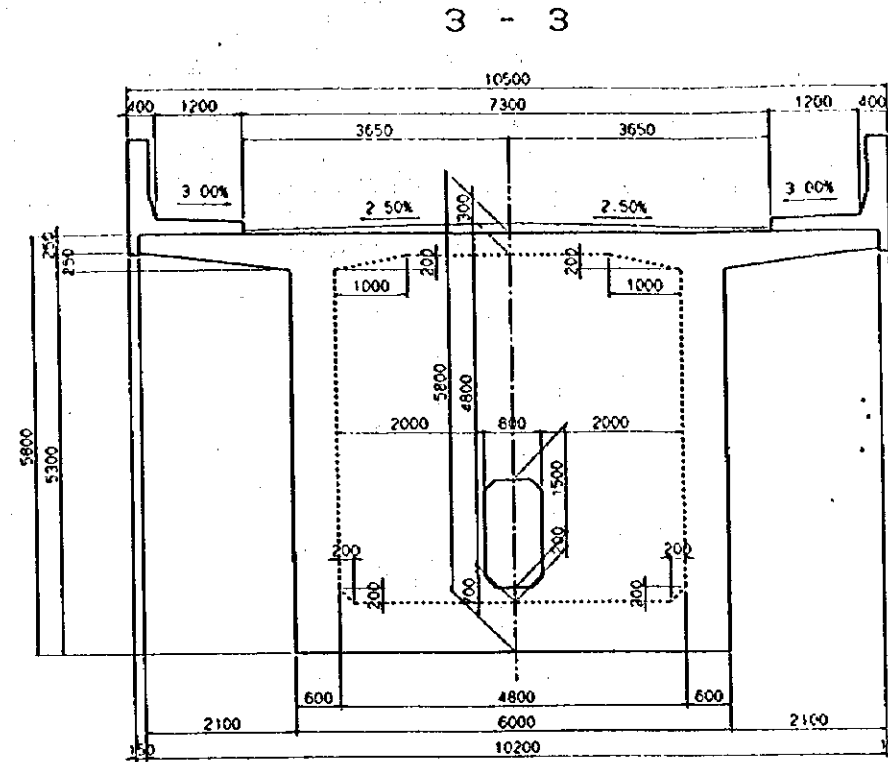
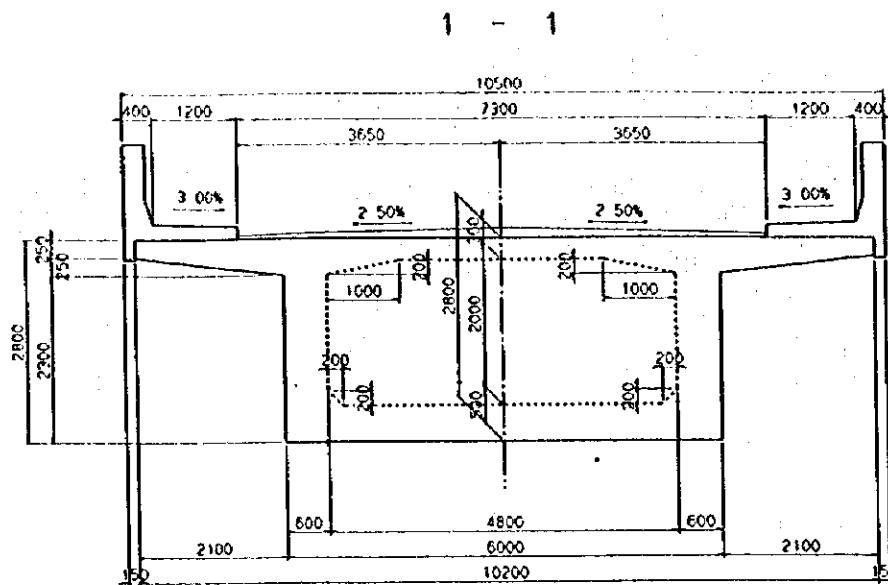
1:200

RPREPARED BY

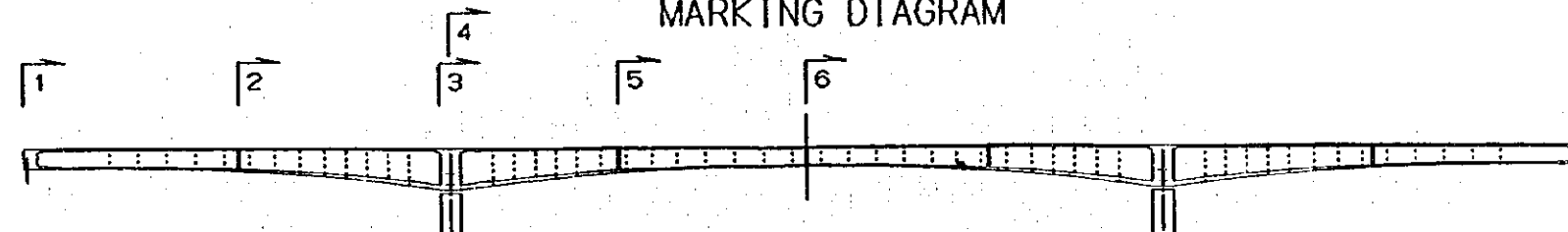
APROVED BY

DWG.No.

SUPERSTRUCTURE (3)



MARKING DIAGRAM



マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO. LTD.
CHODAI CO. LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.6 上部工(3)

SCALE

1:100

PREPARED BY

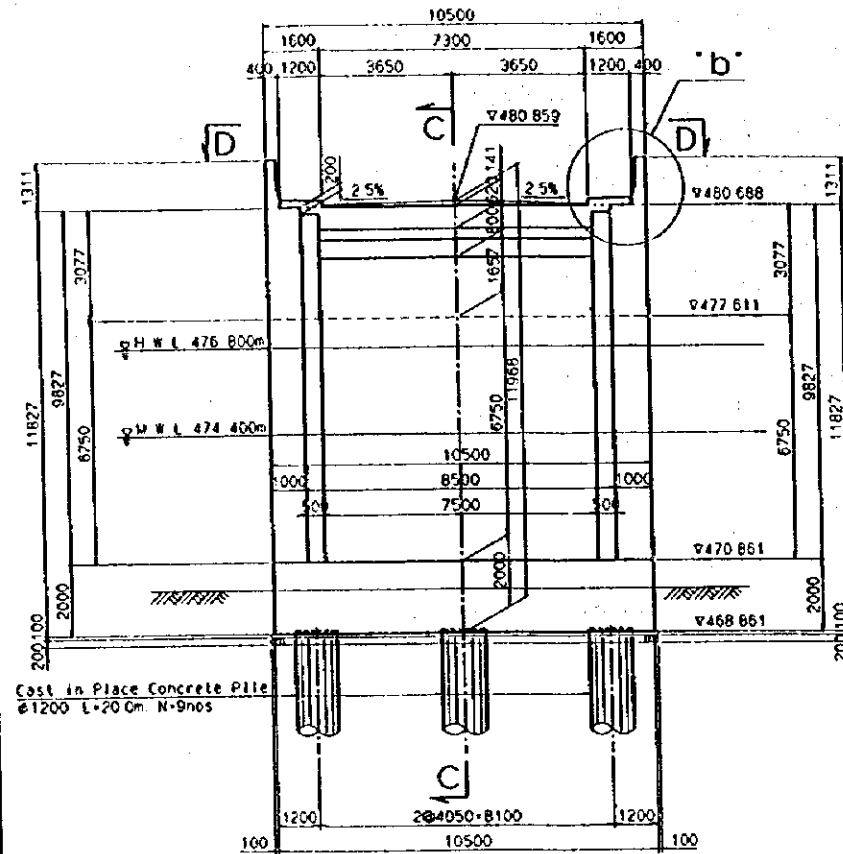
APPROVED BY

DWG.No.

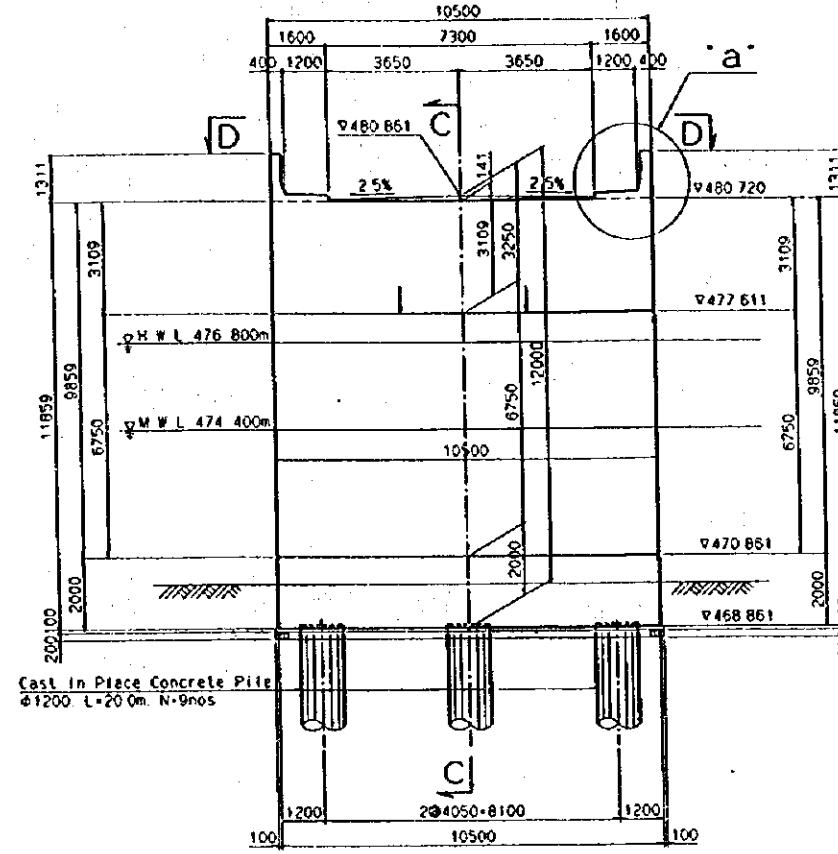
SUBSTRUCTURE (1) SCALE 1/200

(A) ABUTMENT

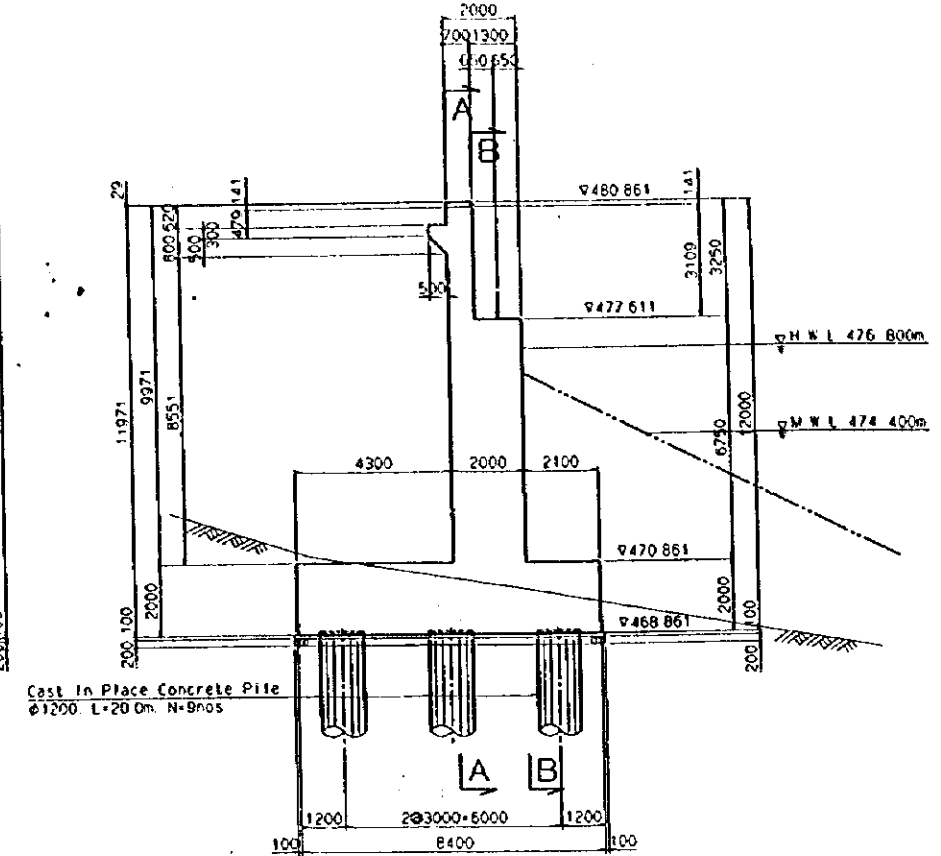
FRONT ELEVATION
A-A



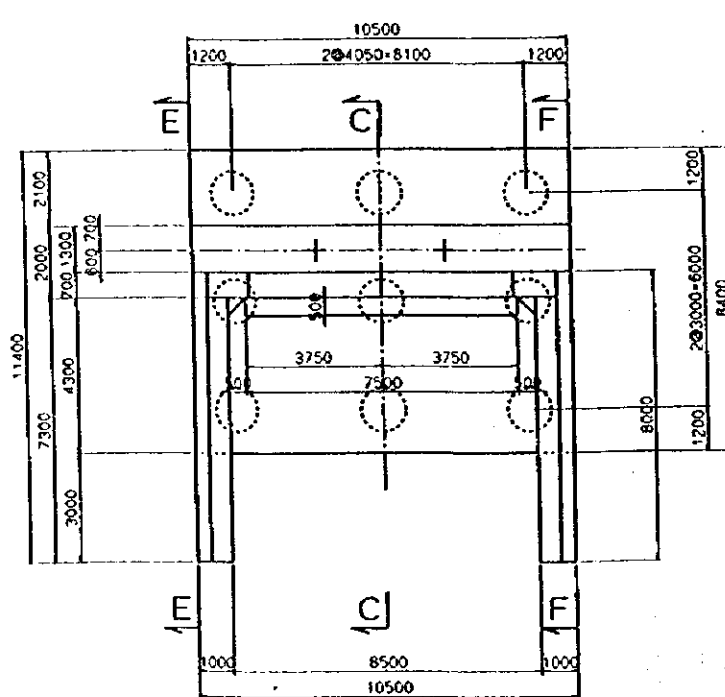
FRONT ELEVATION
B-B



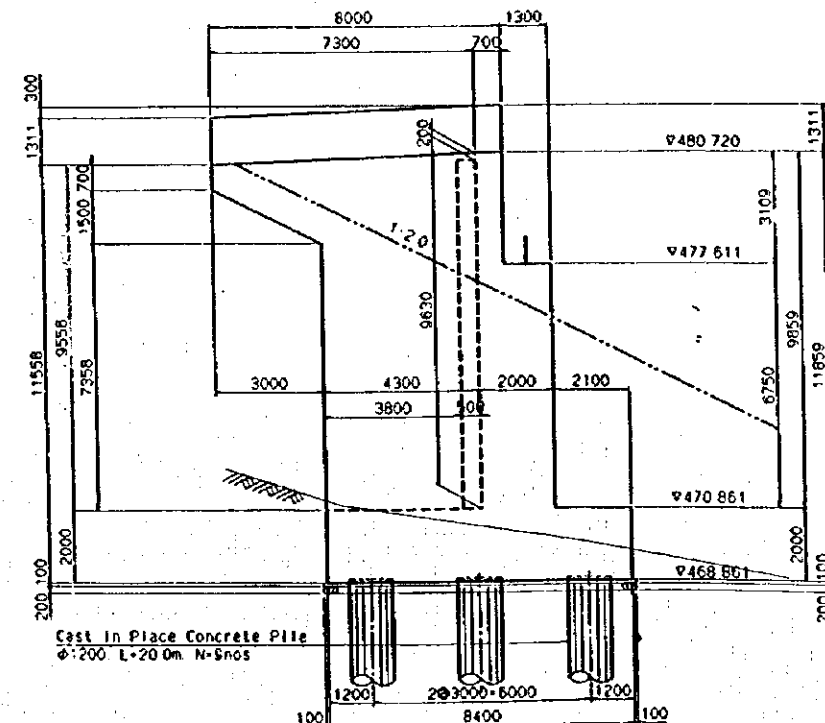
SIDE ELEVATION
C-C



PLAN
D-D

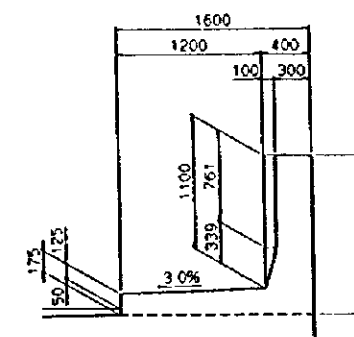


SIDE ELEVATION
E-E



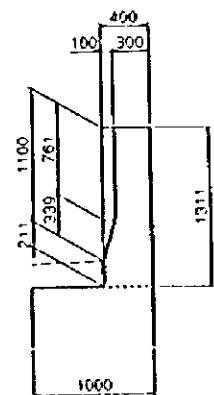
DETAIL OF 'a'

SCALE 1/60



DETAIL OF 'b'

SCALE 1/60



マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO. LTD.
CHODAI CO. LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.7 下部工(1)

SCALE

AS SHOWN

PREPARED BY

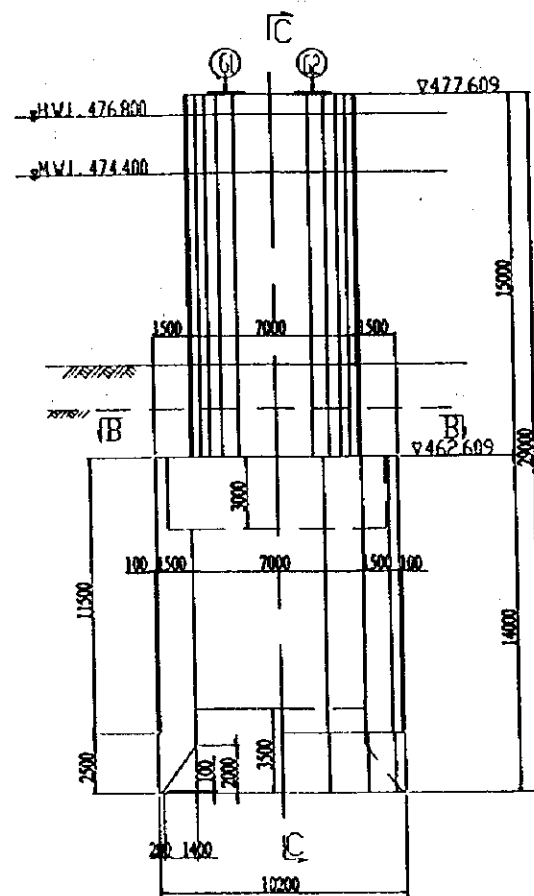
APPROVED BY

DWG. No.

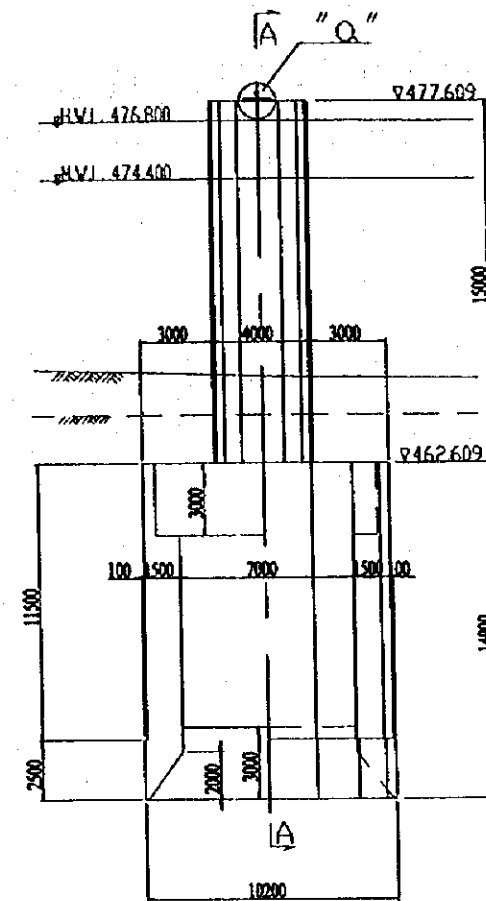
SUBSTRUCTURE (2)

① PIER SCALE: 1/300

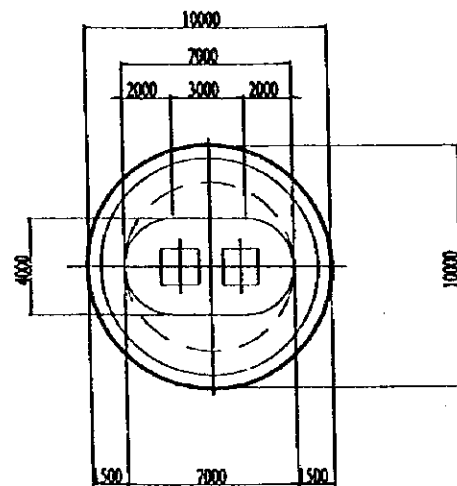
FRONT ELEVATION
A-A



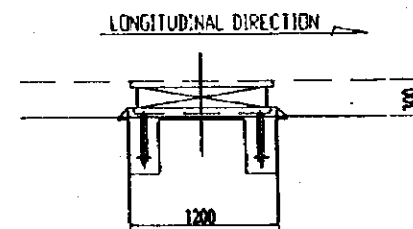
SIDE ELEVATION
C-C



PLAN
B-B

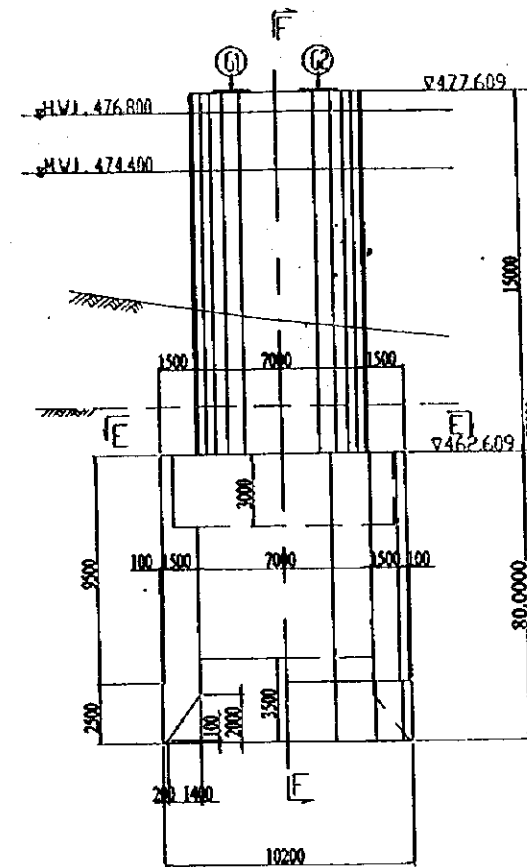


DETAIL OF "a" SCALE: 1/60

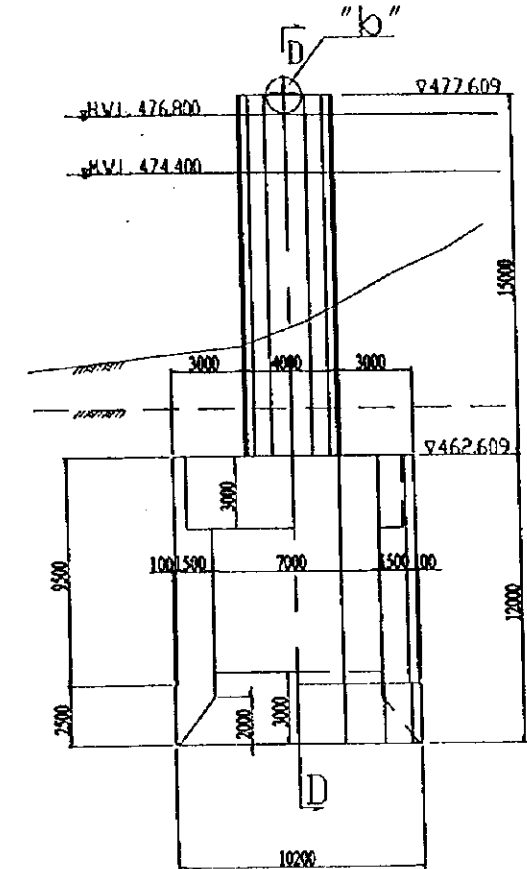


② PIER SCALE: 1/300

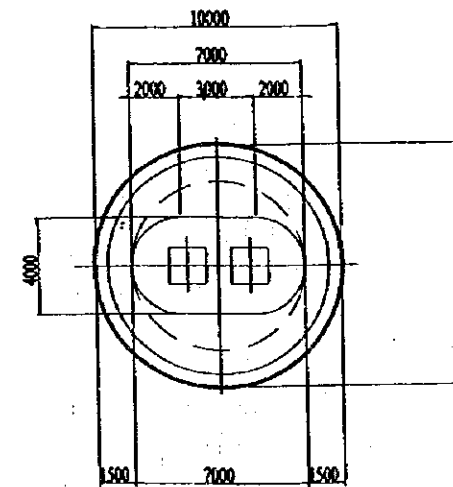
FRONT ELEVATION
D-D



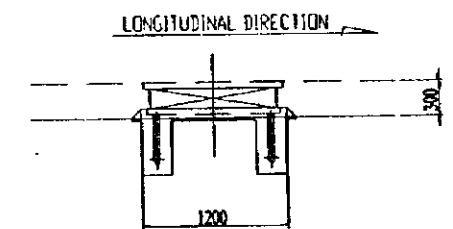
SIDE ELEVATION
F-F



PLAN
E-E



DETAIL OF "a" SCALE: 1/60



LIST OF CONCRETE STRENGTH

COMPONENT	STRENGTH (N/mm ²)
COLUMN	24
TOP SLAB	24
CAISSON SIDE WALL	24
BOTTOM SLAB	22.5

マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO., LTD.
CHODAI CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.8 下部工(2)

SCALE

AS SHOWN

PREPARED BY

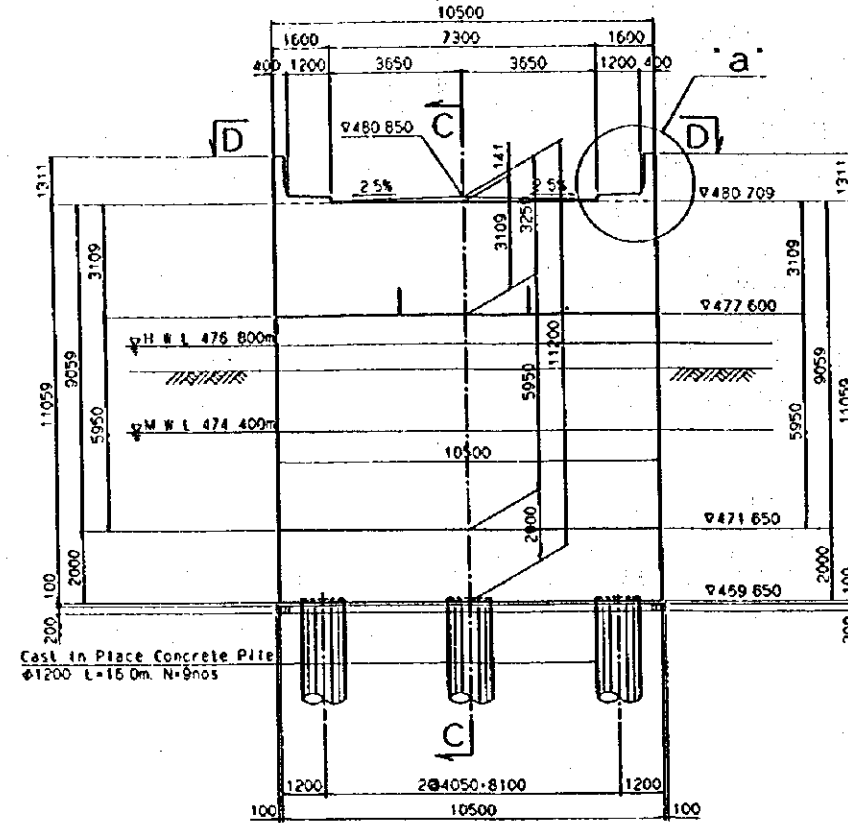
APPROVED BY

DWG. No.

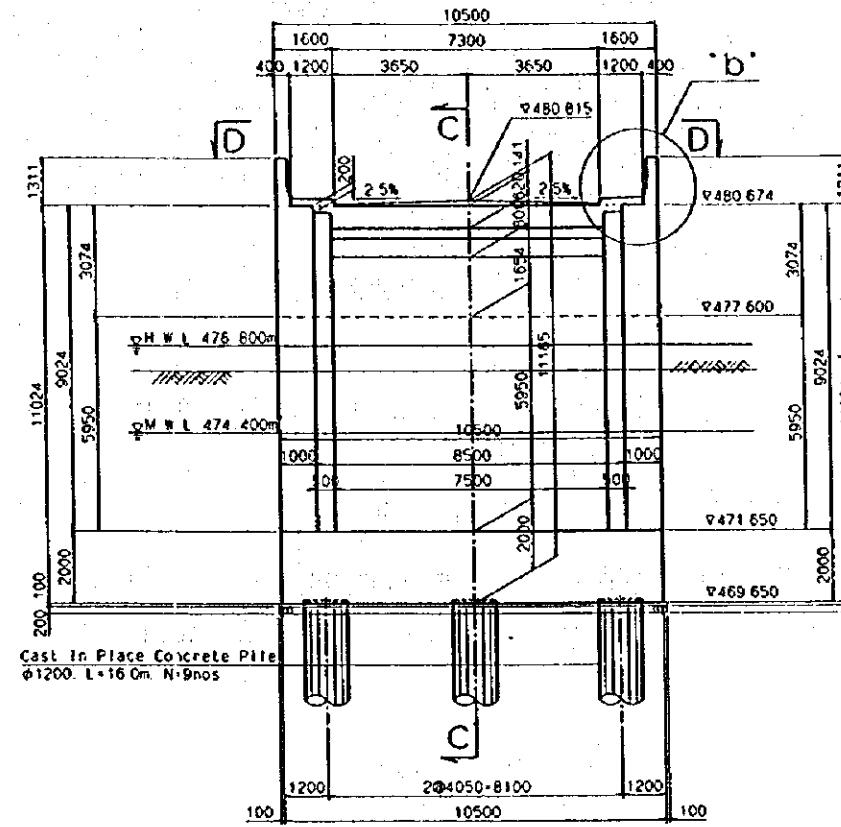
SUBSTRUCTURE (3)

(A2) ABUTMENT

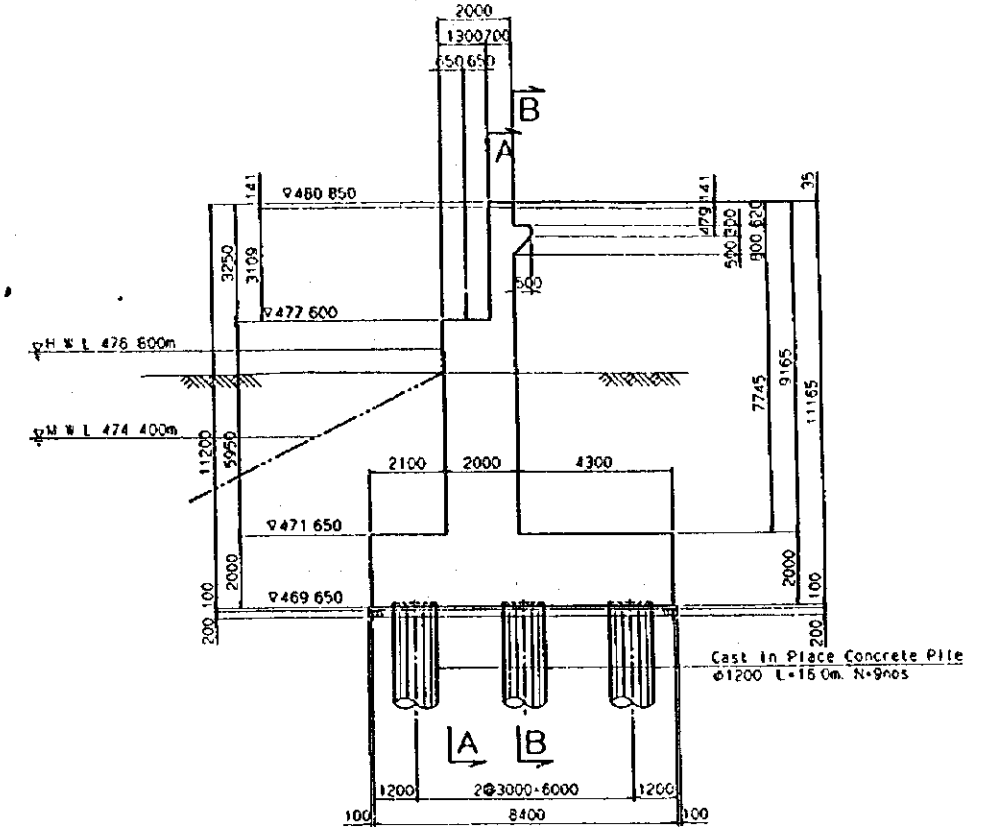
FRONT ELEVATION A-A



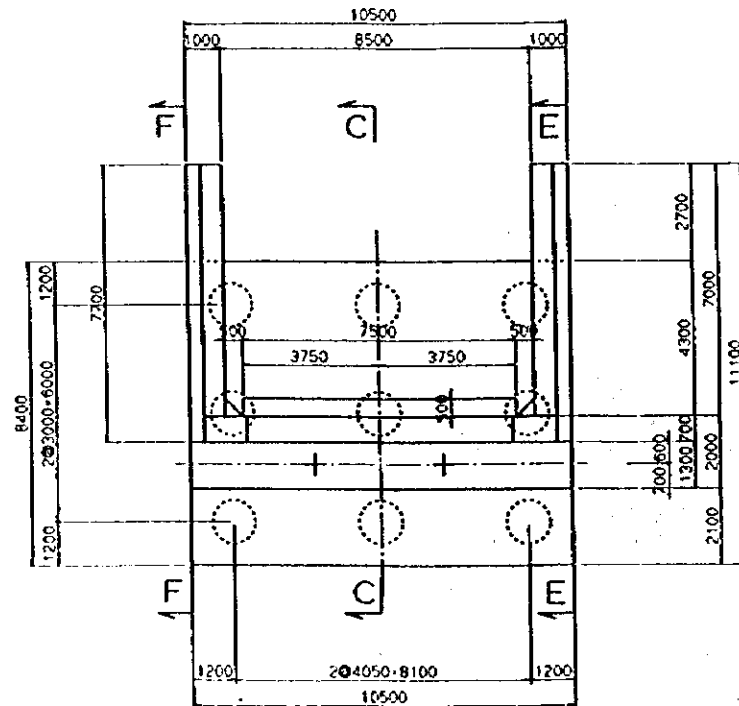
FRONT ELEVATION B-B



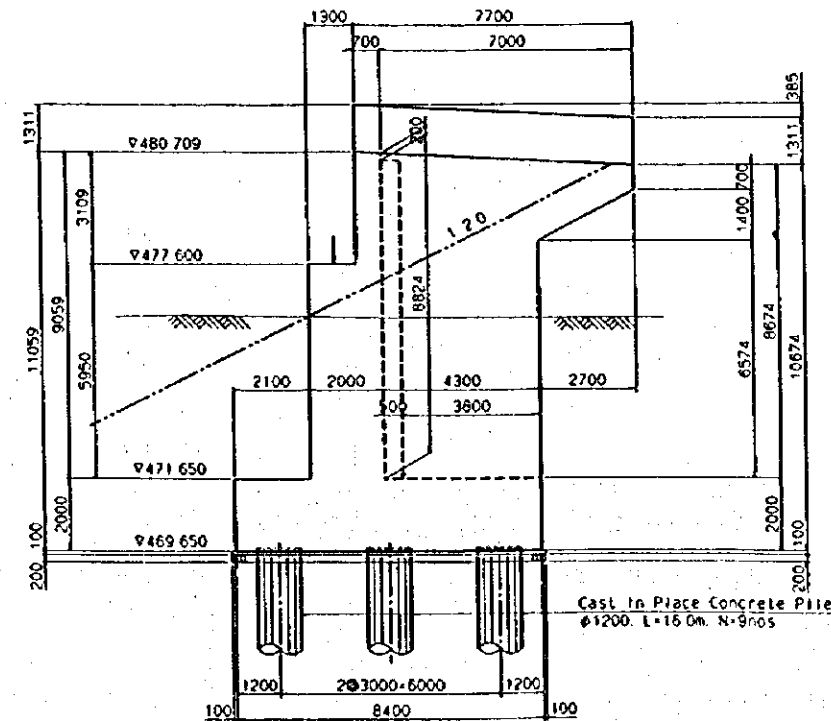
SIDE ELEVATION C-C



PLAN D-D

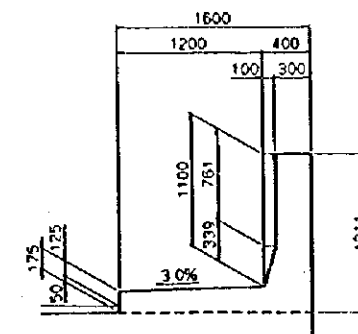


SIDE ELEVATION E-E



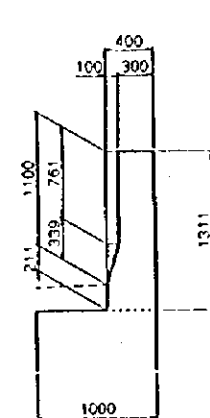
DETAIL OF 'a'

SCALE 1:60



DETAIL OF 'b'

SCALE 1:60



マラウイ国
マンガチ橋架替計画事業化調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO. LTD.
CHODAI CO. LTD.
TOKYO, JAPAN

DRAWING TITLE

図3.9 下部工(3)

SCALE

AS SHOWN

RPREPARED BY

APPROVED BY

DWG. No.