

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### (1) 本計画に対する基本的な方向付け

本計画は内戦で荒廃したモザンビーク国の幹線道路の再建に関わるものである。要請に上がった路線はいずれも代替路線の無い重要路線となっている。各橋梁はその規模、損傷等状況は様々であるが、路線毎に順次整備することにより路線毎の交通手段を確保するのが効果的と考えられる。

本計画で多くの橋梁整備が予定されている南北幹線道路（国道1号線、225号線、232号線）はモザンビークの国土を縦貫する重要路線である。その重要度は昔から認識されており、ポルトガル植民地時代、独立後の新政府設立時代を通じて一貫して建設が進められていた路線である。

この南北幹線道路は道路の舗装率が悪く、雨期には交通の難所となるところが少なからず残されている。モザンビーク政府はEC等の資金を利用してこれらの道路整備を行う予定であるが、本計画が効果を発揮するのも、この道路整備の進捗が大きく関係してくる。計画を実施する段階で、その工事手順、工事用道路の設置など道路整備を考慮した計画を行う。

国際幹線道路である国道102号線、国道8号線はインド洋に面したモザンビークの主要港湾であるナカラ港、ペイラ港への輸送路として内陸国のマラウイ、ザンビア等から整備を強く要請されており、これら内陸国の陸上輸送に大切であるばかりでなく、モザンビーク国にとっても外貨獲得のための重要な路線である。102号線は道路舗装がほとんど整備されており内戦により破壊された橋梁が交通のネックとなっている。本計画ではこれら破壊された橋梁と同規模の橋梁の再建、補修を計画する。

国道8号線は路線全体の整備の水準が低くナカラ港よりナンプラまでしか舗装は実施されていない。現在緊急開通路線の一環として第二世銀（IDA）により道路整備が実施されているがこれも土道の整備にとどまっている。将来は幹線道路として整備実施の予定であるが現在仮に架設されている橋梁は規模の大きい洪水には水没する可能性がある。このため本計画では将来の幹線道路の規格に対応するため、将来予想される洪水に耐えうる橋梁を整備する。

## (2) 設計に係わる考え方

今回要請に上がった橋梁では建設途上の路線に架かっていた橋梁が多く、既存の構造は比較的年代が新しい。また内戦により爆破された橋が多く、橋梁の部材は一部利用可能である。このため既存の構造で再利用が妥当と判断された所は極力使用して工事費の低減を図ることを原則とする。

## (3) 橋梁整備の順序

各橋梁群の重要度は社会指標等を評価要素としてAHP手法を使って決定したが、橋梁をどの順序で整備するかは工事の緊急度、工事期間、第二世銀(IDA) 等の国際機関が実施する道路開発計画等によって左右される。現在までに収集された情報に基づいて判断すると対象橋梁を路線毎の橋梁群に分けて以下のような順序で整備するのが望ましいと考えられる。

### 1) 国道8号線橋梁群 (メクブリ橋、チチ橋、ムチバゼ橋)

規模が他の路線に比べて小さく、工期が1年以内で完成できる。既にモザンビーク国側の整備計画がはっきりしており橋梁整備のタイミングが非常によい。

### 2) 国道225号線橋梁群 (チラバ橋、ナミタングリネ橋)

チラバ橋はその上流に仮橋が建設されたが大水の度に流され乾期でさえ交通に大きな支障を来している。モザンビーク政府としてはこの橋梁を緊急性で最も早く整備して欲しいと希望している。

### 3) 国道102号線橋梁群 (ブングエ橋、メクンベジ橋)

今回要請に上がった橋梁の中で最も交通量の多い路線にかかっており、大型車両の交通に対して危険な状況となっている。

### 4) 国道1号、国道213号線橋梁群 (ザングエ橋、シサゼNo1橋、No2橋)

チラバ橋が完成することによって本路線の橋梁建設のための資材運搬が容易となる。

5) 国道232号橋樑群（モロクエ橋、ナミロイ橋、メテウセ橋）

本路線は道路・沿岸輸送改善計画（ROCS）計画でも整備の重点路線となっている。1996年9月ECとの会議で本路線の融資が協議された。道路整備のスケジュールと整合性をとりながら本路線の橋樑整備計画を推進すべきである。

3-3-2 基本計画

(1) 基本設計の留意点

基本設計の留意事項として橋樑設計に係る基本的事項（道路幅員、設計基準、橋樑形式、河川条件、取付道路構造等）、設計条件に関し以下の考え方で基本設計を実施する。

1) 橋樑幅員

本計画の対象路線は既にモザンビーク政府が整備に着手していた路線がほとんどであり既存橋樑の幅員は殆ど同じである。現地調査による既存橋樑の幅員調査、モザンビーク政府との協議により、対象橋樑は全て2車線とし両側に歩道をつけることとした。本計画では原則として以下の幅員構成を採用する。但し既存の構造を補修するなどの場合、その幅員に合わせる事とする。

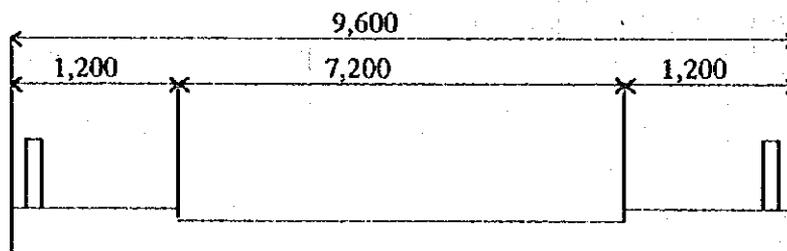


図-20 橋樑標準幅員構成

## 2) 設計荷重

設計荷重はモザンビーク国の橋梁設計に対する標準荷重である 60 t (Class-A)トラック荷重を用いる。図-21に示すように6輪で60 tであり、橋梁の細部構造検討に用いる一軸荷重は日本と同じ10 tである。しかしながらこのトラック荷重は1橋当たり1台しか載荷しないため日本の幹線道路の設計荷重より少なくなる可能性がある。このため日本のTT25 t荷重による安全性の検討も合わせて行う。構造細目等の基準については日本の基準に準拠する。

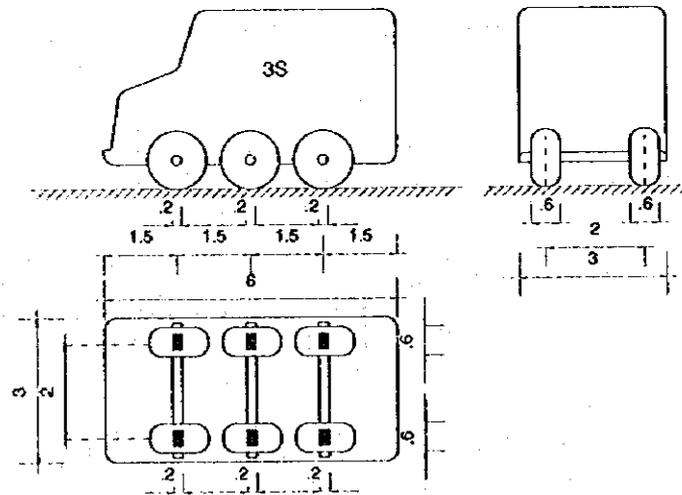


図-21 60 t (Class-A) 荷重

### 3) 橋梁形式

橋梁建設において最も大量に使う資材は骨材と呼ばれる砂利、碎石、砂である。骨材は花崗岩のような火成岩が強度もあり最適であるが、アフリカ大陸は火成岩が少なく古い地質のため良質な骨材が手に入りにくい。特に高強度のコンクリートには良質な骨材が必要とされるため、各橋梁建設地における骨材と橋梁が必要とされる規模との関連から橋梁上部工形式を以下に述べる基準で選択した。また本計画の道路の多くは湿地帯をさけるため山岳地を通っており基礎の支持地盤となる地層は比較的浅い、このため大型特殊施工機械を必要としない直接基礎、及び深礎基礎を原則とする。ただしザングエ橋はザンベジ河流域にあり支持地盤が30m以上の深さになるため杭基礎として最も施工の容易な鋼管杭基礎を採用した。

#### 1. 上部工形式の選択基準

- ・大量の運搬を必要とする骨材は建設現場付近のものを使うことを原則とする。
- ・高度の建設技術を必要としないこと、建設費用が最も安く、また強度の低いコンクリートでも建設可能な鉄筋コンクリート形式を極力選択する。
- ・現地の地形、河川の規模等で橋梁支間18m以上の橋梁を選択しなければならない場合、構造上、鉄筋コンクリート橋は構造上無理があり、プレストレストコンクリート橋、または鋼橋を選択する。
- ・プレストレストコンクリート橋に使える骨材が手に入らない地区での支間18mを越える橋梁は材料運搬が最小となる鋼橋とする。

#### 2. 下部工形式の選択基準

- ・コンクリート強度が低くても十分安全であるように極力シンプルな形の下部工形式を採用する。10mの高さまでが限界であるが橋台は最もシンプルな形式である逆T式橋台を原則とする。
- ・橋脚も最も簡単な壁式橋脚を原則とし、河川条件、上部工形式から必要なとき張り出し式橋脚を用いる。
- ・基礎は大型特殊機械を使わずに施工できる直接基礎を原則とするが、橋台の高さが10mを越える場合、深礎基礎を併用して橋台の高さを10m以下とする。深礎基礎は原則として人力で掘削するため杭の長さは10m以下とする。

#### 4) 河川条件の検討

本計画は既に建設されていたか建設途中の橋梁が内戦により破壊されるか放棄され幹線交通のネックとなっている橋梁を再建するのが目的である。このためモザンビーク政府が建設、計画した既存構造の規模で再建することを原則とする。しかしながら水利計算の結果、既存橋梁の通水面積が不相当と判断された場合、既存構造より通水面積を大きくする必要がある。現地調査結果に基づき以下の7橋梁で水文計算を行い橋梁規模を決定した。この水文計算結果は付属資料・水文計算結果を参照されたい。

ザングエ橋、メクブリ橋、チチ橋、ムチバゼ橋、ナミロイ橋、メテウセ橋、モロクエ橋

この検討の結果8号線で計画されているチチ橋、ムチバゼ橋、メクブリ橋は現在架かっている仮橋の規模では不十分であった。この計算結果に基づいて各橋梁の路面高さをそれぞれ2～3m現況より上げ、支間も大きくし通水断面を確保することとした。

#### 5) 取付け道路

モザンビーク政府では、既存橋の取付け道路が舗装されている場合、新設橋梁から既存の舗装道路までの舗装を要望しているが既存道路が舗装されていない場合、取付道路の舗装は不要としている。しかしながら橋梁前後に舗装がない場合、車両通過に伴うパラペットの損傷、路面水の橋台背面浸水による橋台の損傷等が発生するため前後50mは舗装することを原則とする。

現況の橋梁が架かっている位置は原則として橋梁が架かる一番よい場所が選定されている、また取付け道路の線形も現況の橋にとって最もよい形となっている。このため再建される橋梁は極力、現況の橋梁が架かっている場所に計画する。しかしながら調査対象橋梁の内、プングエ橋は現況の橋が仮の交通に供与されていること、チラバ橋は同じ位置に再建するためには既存構造の大規模な取り壊しが必要なこと、モザンビーク側が残っている構造物を利用して仮橋を計画していることからこの2橋は現橋位置から20m前後ずらして新橋を再建する。このため新橋と現道を結ぶ取付け道路の建設が必要となる。

橋梁の取付け道路の構造はその橋梁の計画されている路線の性格に準じて計画されるべきである。このため以下の基準で取付け道路の構造を計画した。

#### 1. 国道8号線

現在第二世銀（IDA）によって道路整備が進められているが全天候舗装の道路を整備する計画は無い。このためメクブリ橋、ムチバゼ橋、チチ橋の前後50mを簡易舗装で整備する。

#### 2. 国道102号線

国道102号線は全線舗装が実施されており大型車両の交通量も多い。このためブングエ橋の取付け道路は3層のアスファルト舗装とする。メクンベジ橋は床版の修理のため取付け道路の整備は行わない。

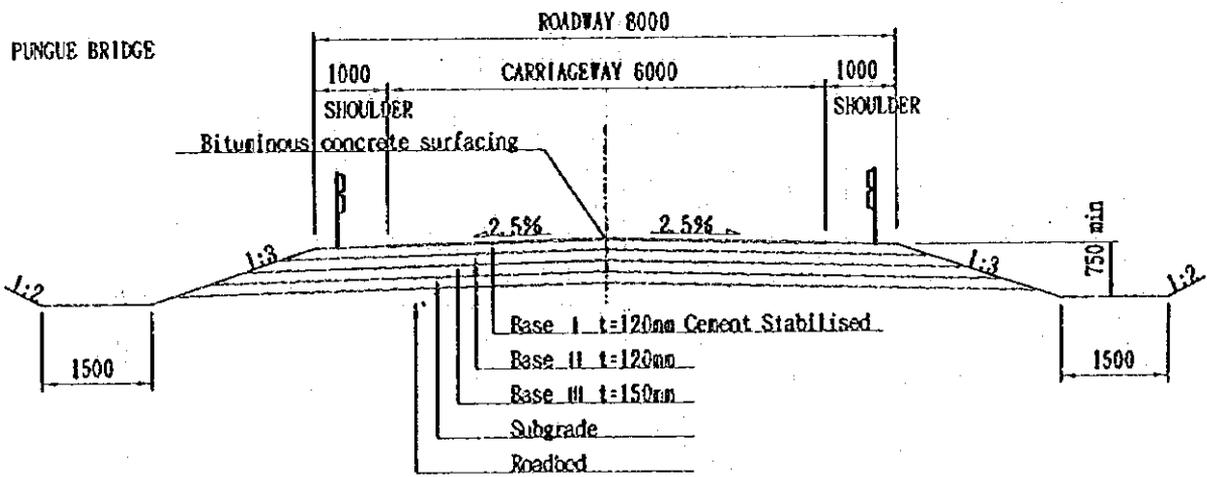
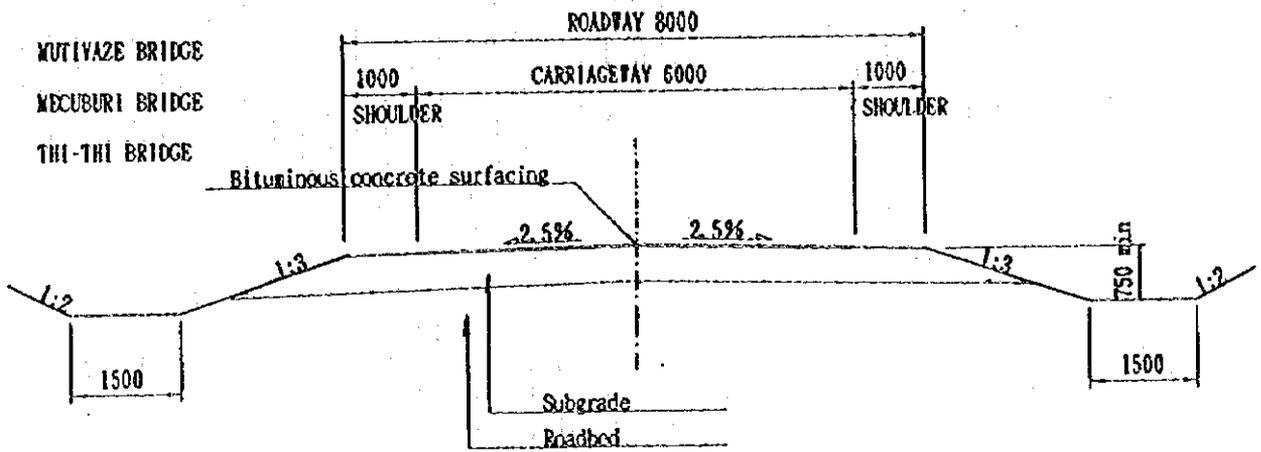
#### 3. 国道225号、国道1号、国道213号線

チラバ橋、ナミタングリネ橋、ザングエ橋、シサゼNo 1、No 2橋の前後の道路は簡易舗装ながら一応舗装道路である。このためこれらにあわせて2層アスファルト舗装とする。

#### 4. 国道232号線

国道232号線は第二世銀（IDA）による道路改修計画（ROCS-2）Phase-2で整備が予定されている。このためこの路線上に計画されている3橋（モロクエ、ナミロイ、メテウセ橋）の取付け道路は本プロジェクトの範囲外としこれらの道路整備はモザンビーク政府に委ねることとした。

各橋梁毎の取付け道路の標準横断を図-22に示す。



CHIRABA BRIDGE  
ZANGUE BRIDGE  
NAMITANGURINE BRIDGE  
XISADZE I BRIDGE  
XISADZE II BRIDGE

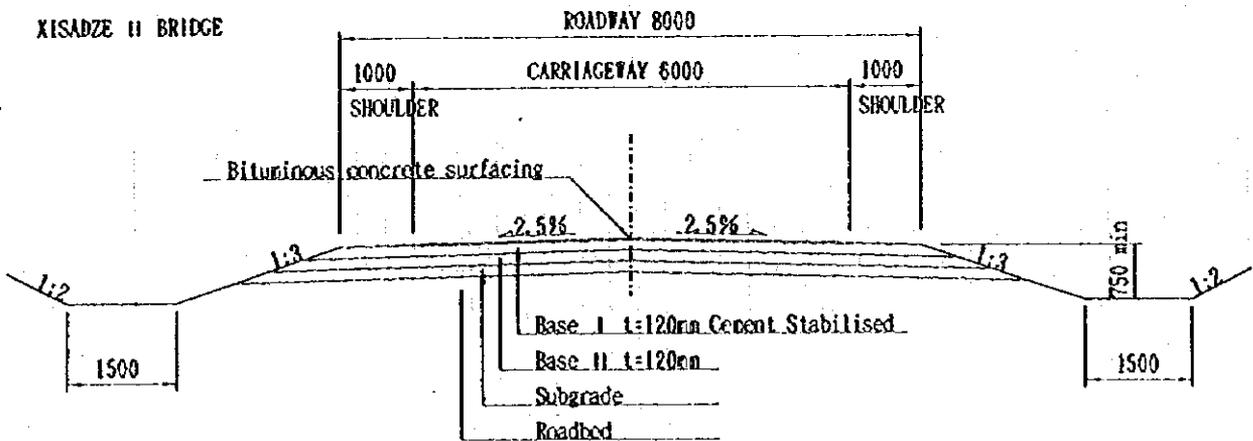


図-2 2 取付け道路幅員

## (2) 設計条件

本計画に使用する主要資材の設計条件は表-14に示すとおり。

表-14 主要建設資材の品質

材質	種別	仕様	品質
コンクリート	プレストレストコンクリート	C40	$\sigma_{28} = 320 \text{ kg/cm}^2$
	鉄筋コンクリート(柱、壁)	C30	$\sigma_{28} = 240 \text{ kg/cm}^2$
	鉄筋コンクリート(基礎)	C25	$\sigma_{28} = 200 \text{ kg/cm}^2$
	ならしコンクリート	C20	$\sigma_{28} = 160 \text{ kg/cm}^2$
鋼材	鉄筋	BS 444	$\sigma_{pu} = 410 \text{ N/mm}^2$
	PC鋼材	12V13	$\sigma_{pu} = 183 \text{ KN/mm}^2$
	構造用鋼材	SM 490 Y	$\sigma_{pu} = 490 \text{ N/mm}^2$

## (3) 既存構造の利用

本計画では、内戦のため既存構造が破壊された構造物が多く、既存構造の一部が利用できる可能性がある。基本的に安全性に問題ないと判断できる構造については極力利用する。表-15にそれぞれの橋梁の既存構造の利用に関する基本的考え方を示す。

表-15 既存構造の利用

路線No.	橋梁名	既存構造利用
102	ブングエ	新橋建設のため既存構造は利用しない
102	メクンベジ	床版、桁の補修
1	ザングエ	新橋建設のため既存構造は利用しない
213	シサゼNo-1	既存橋台補修利用、擁壁補修
213	シサゼNo-2	同上
225	チラバ	新橋建設のため既存構造は利用しない
225	ナミタングリネ	新橋建設のため既存構造は利用しない
232	ナミロイ	モロクエ側橋台基礎のみ利用
232	メテッセ	新橋建設のため既存構造は利用しない
232	モロクエ	橋台2基、橋脚2基利用
8	メクプリ	新橋建設のため既存構造は利用しない
8	チチ	新橋建設のため既存構造は利用しない
8	ムチバゼ	新橋建設のため既存構造は利用しない

#### (4) 各橋梁の基本設計

設計方針に基づいて各橋梁の基本設計計画を表-16にまとめた。

図-23～図-35に各橋梁の一般構造図を示す。

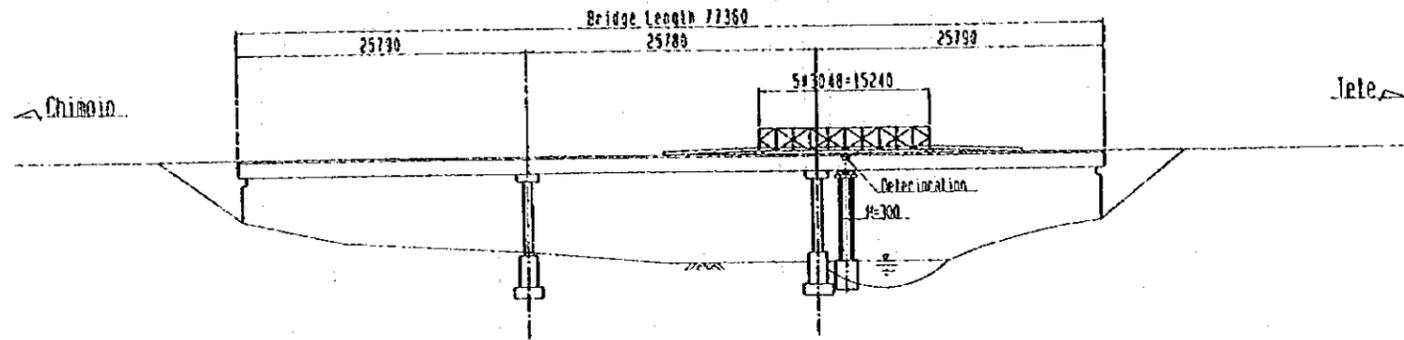
表-16 各橋梁の設計基本方針

橋梁名	基本方針	備考(地域的特性)
メクンベジ	床版、桁の補強	
ブングエ	既存橋梁の下流側に既存橋梁と同じ規模の新橋を建設する。上部工は支間が30mになるためPC桁か鋼桁となるが比較的良質の粗骨材が現場近くで産出する事、基礎地盤が比較的良質であることからPC床版橋とする。	ジンバブエとの国境に近く、山岳地に近いため比較的、良好な骨材が入手可能。また道路が殆ど舗装されており輸送の問題が少ない。
ザングエ	既存橋梁位置に新橋を建設する。基礎が深いため上部工の反力を小さくし杭の本数を制限する必要がある。このため鋼桁を原則として使用する。既存橋梁の基礎杭を避けるため既存橋脚の間に新橋脚を建設する。	骨材はカイヤ地区で入手可能。225号線が整備できていないため資材運搬はケリマネから行う必要がある。
シサゼ No-1	河床に落下している桁を取り除き、旧橋と同じ位置に鉄筋コンクリート床版橋を架設する。橋台桁受け部、擁壁等は補修を行う	骨材はカイヤ地区より運搬。その他資材はケリマネより運搬。
シサゼ No-2	河床に落下している桁を取り除き、旧橋と同じ位置にコンクリートPC床版橋を架設する。橋台桁受け部、擁壁等は補修を行う。	
チラバ	既存橋梁の下流に新橋を建設する。支持地盤がよく直接基礎で施工できること、骨材入手が可能であるためPC床版橋を採用する。	既存橋梁の下流側の河床には岩が露出している。骨材はカイヤ地区より運搬する。その他資材はケリマネより運搬。
ナミタングリネ	支間15m橋長30mの2径間連続鉄筋コンクリート桁を既存(仮設)橋梁位置に新設	骨材はカイヤ地区より運搬する。その他資材はケリマネより運搬。
モロクエ	中間の3橋脚は洗掘が進行しており使用を断念する。既存の橋脚、及び橋台を使用するため上部工をより軽くする必要がある。このため上部工は鋼桁を使用する。	良質の骨材が近くでは手に入らないためPC構造は難しい。下部構造に対する支持地盤は非常に良好
ナミロイ	モロクエ側橋台の基礎は利用する。上部工は鋼桁で架設する。	良質の骨材が近くでは手に入らないためPC構造は難しい。基礎の支持地盤はやや浅いが杭が必要。
メテウセ	橋台は完成、橋脚は建設途中で放棄されているが、測量結果では変形が発生しており、洗掘が進行しているとしか考えられない。下部工の使用は断念したい。ナミロイ同様上部工は鋼桁で架設する。	良質の骨材が近くでは手に入らないためPC構造は難しい。下部構造に対する支持地盤は非常に良好。
メクブリ	支間15m橋長30mの2径間連続鉄筋コンクリート床版橋を既存橋梁位置に新設	良質の骨材が近くで手に入らないため、高強度のコンクリートの製作は困難。
ムチバゼ	支間15m橋長45mの3径間連続鉄筋コンクリート床版橋を既存橋梁位置に新設	旧橋が残っているため撤去が必要。
チチ	支間15m橋長30mの2径間連続鉄筋コンクリート床版橋を既存橋梁位置に新設	旧橋の橋脚が残っているため撤去が必要。

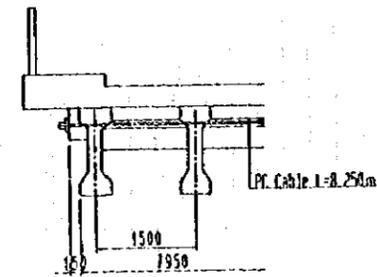
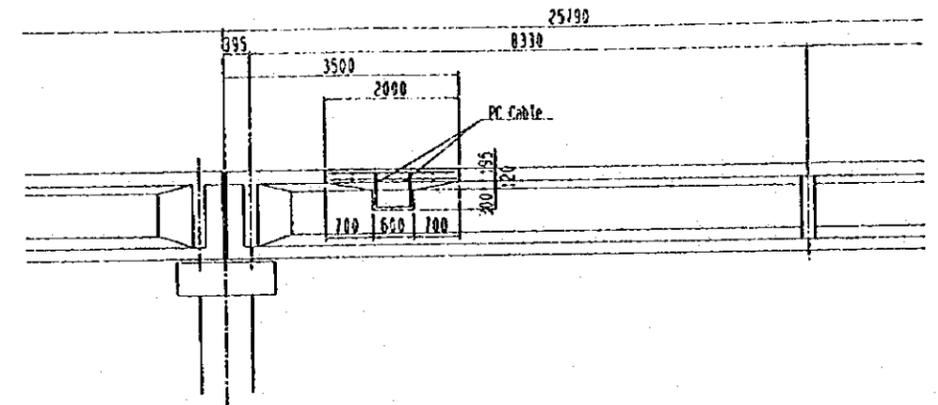




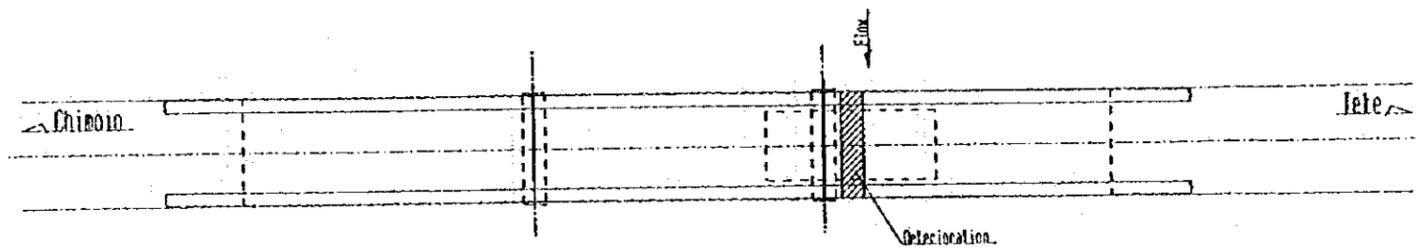
MECUMBEZI BRIDGE S=1/300



Elevation



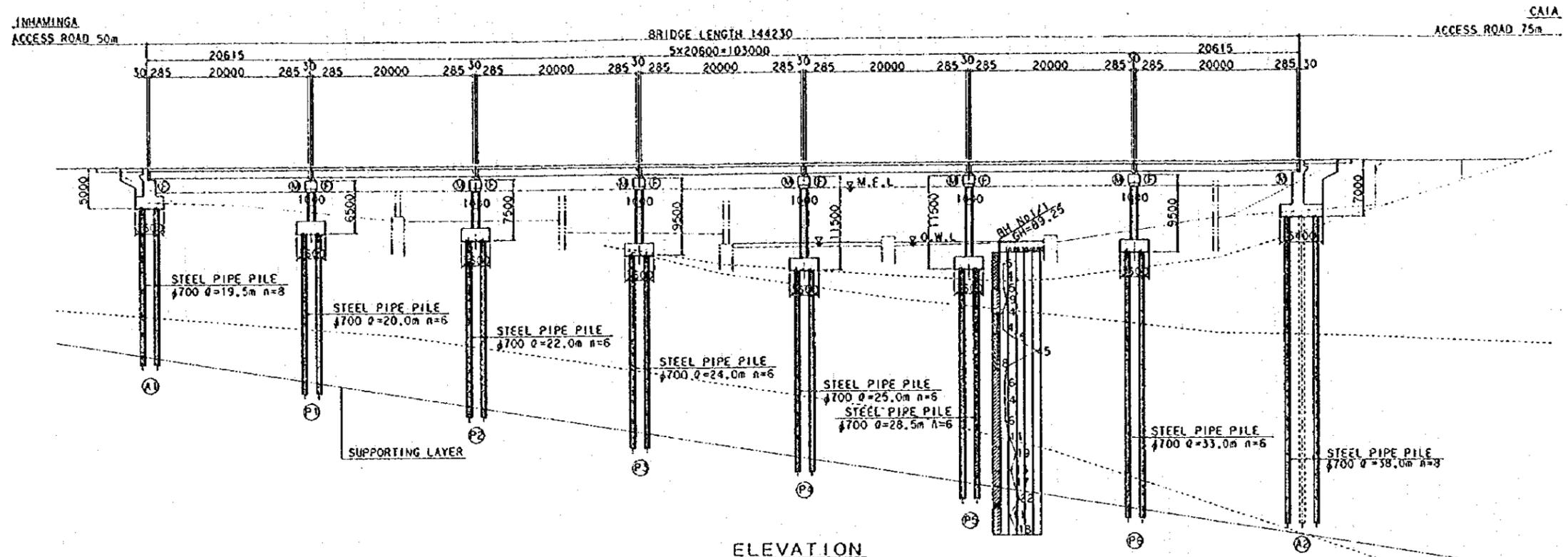
Detail S=1/50



Plan

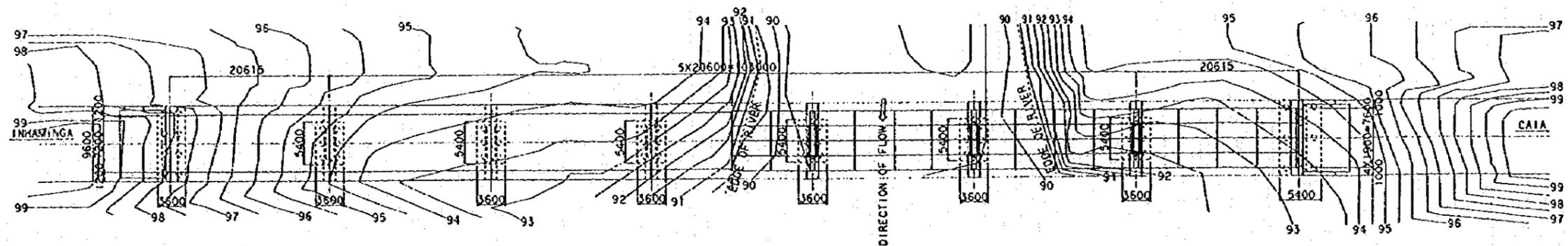
図-24 メクンベジ橋

# ZANGUE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/300



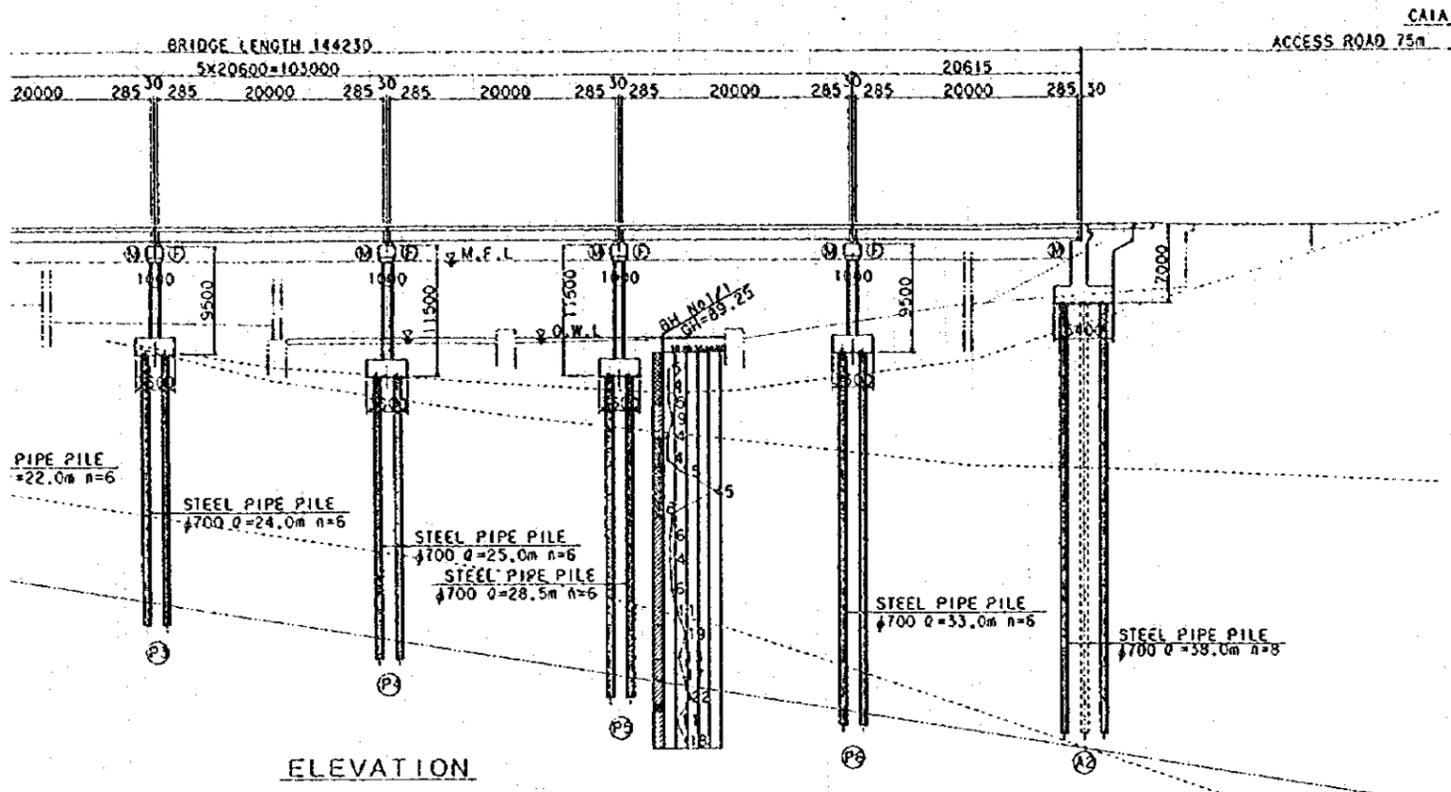
ELEVATION

GRADIENT	LEVEL							
PROPOSED HEIGHT	100.400	100.400	100.400	100.400	100.400	100.400	100.400	100.400
GRAND LEVEL								
DISTANCE	0.000	20.615	20.600	20.600	20.600	20.600	20.615	20.615
CHAINAGE	(A1) +45000.000	(P1) +45020.615	(P2) +45041.215	(P3) +45061.815	(P4) +45082.415	(P5) +45103.015	(P6) +45123.615	(A2) +45144.230



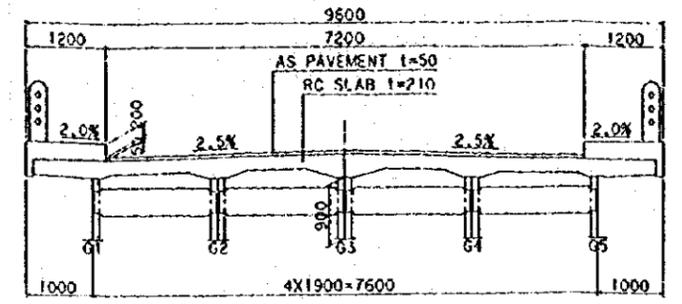
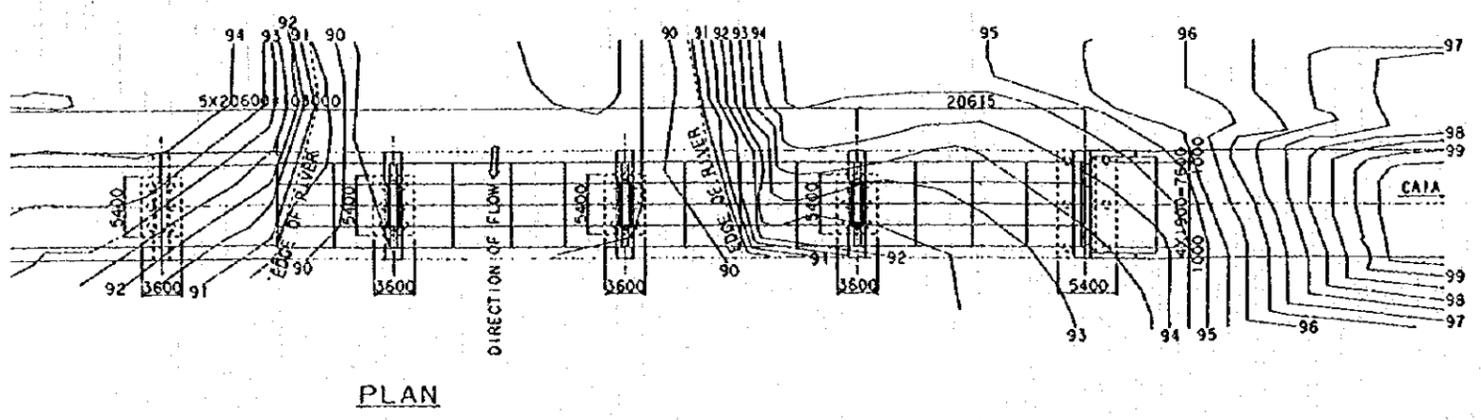
PLAN

BRIDGE GENERAL VIEW S=1/300

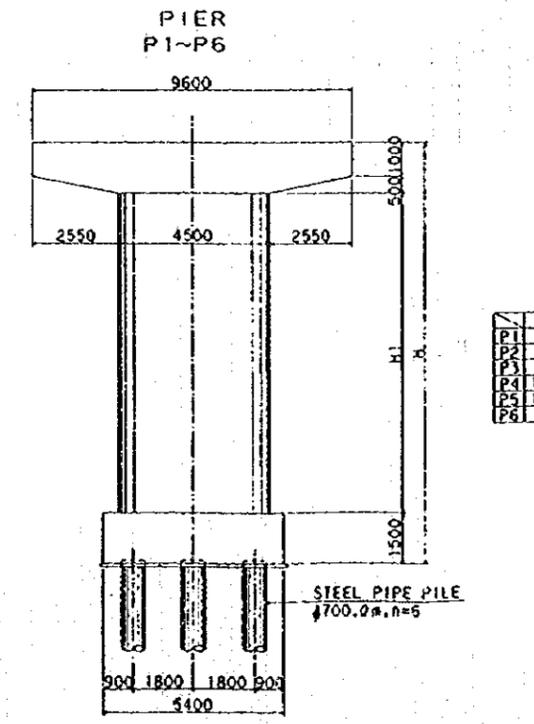
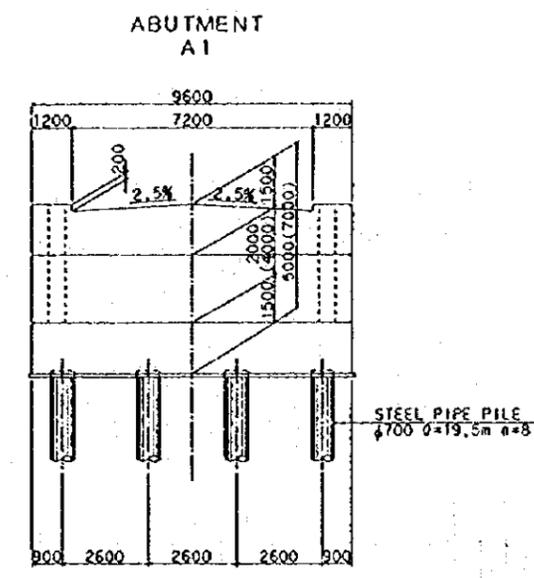


LEVEL

100.400	100.400	100.400	100.400	100.400
20.600	20.600	20.600	20.600	20.615
(P1) 45061.815	(P4) 45082.415	(P5) 45103.015	(P6) 45123.615	(P2) 45144.230



CROSS SECTION S=1/50

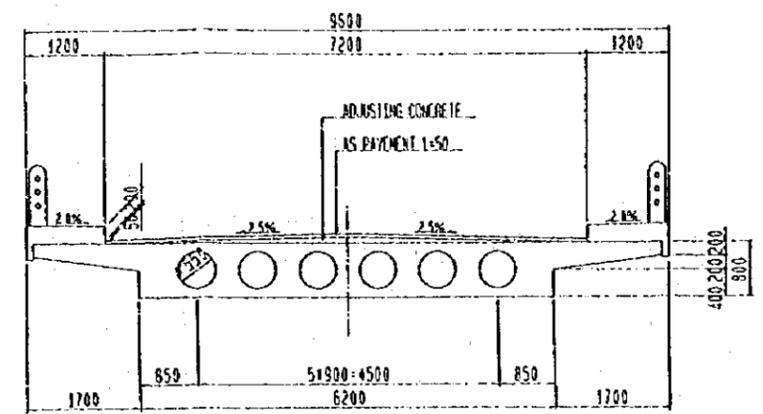
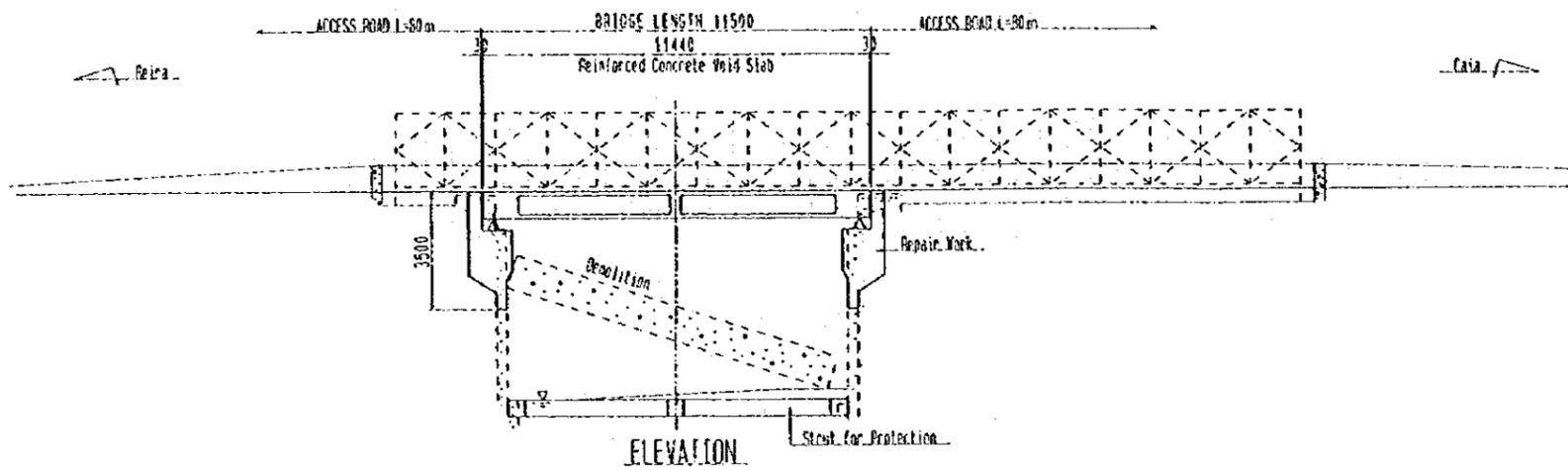


	H	H1	φ
P1	6500	1500	20.0
P2	7500	4500	22.0
P3	9500	6500	24.0
P4	11500	8500	25.0
P5	15000	8500	28.5
P6	9500	6500	33.0

FRONT VIEW S=1/100

図-25 ザングエ橋

# XISADZE I BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100



GRADIENT		
PROPOSED HEIGHT	99.200	99.200
DISTANCE	0.000	11.500
CHAINAGE	20+700m 100.000	20+700m 111.500

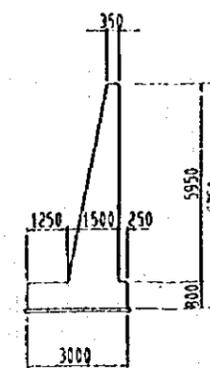
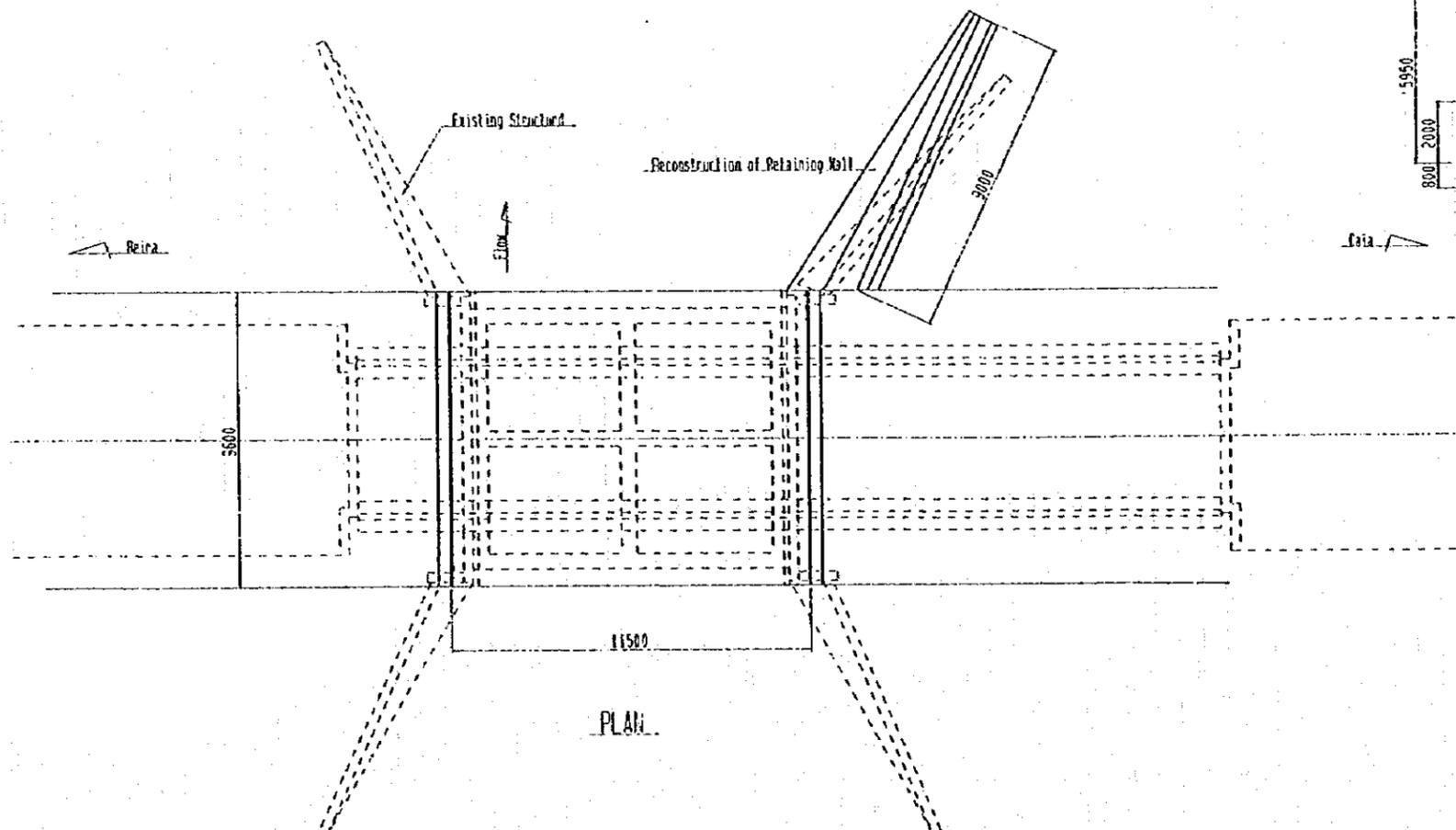
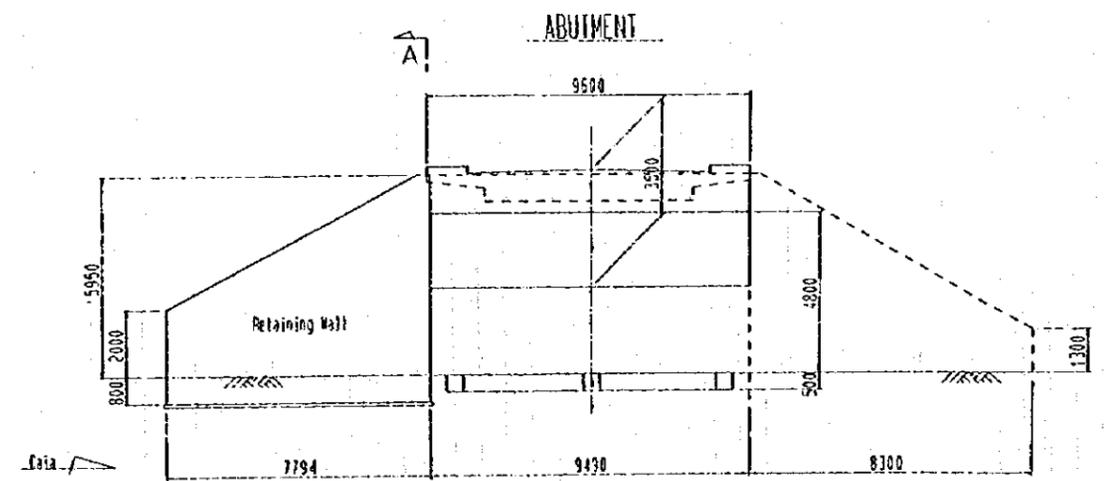
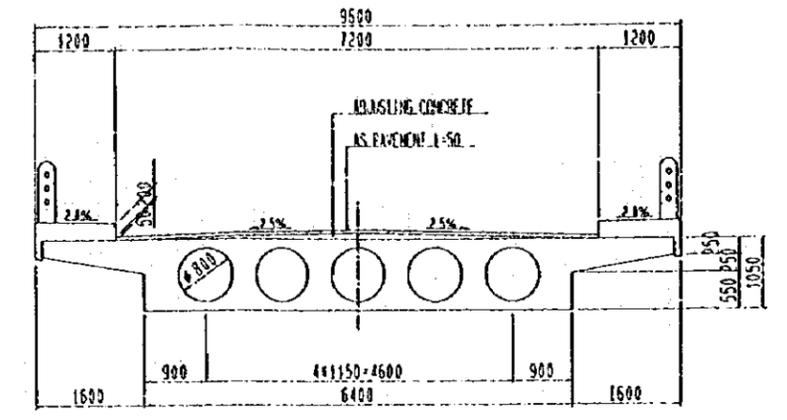
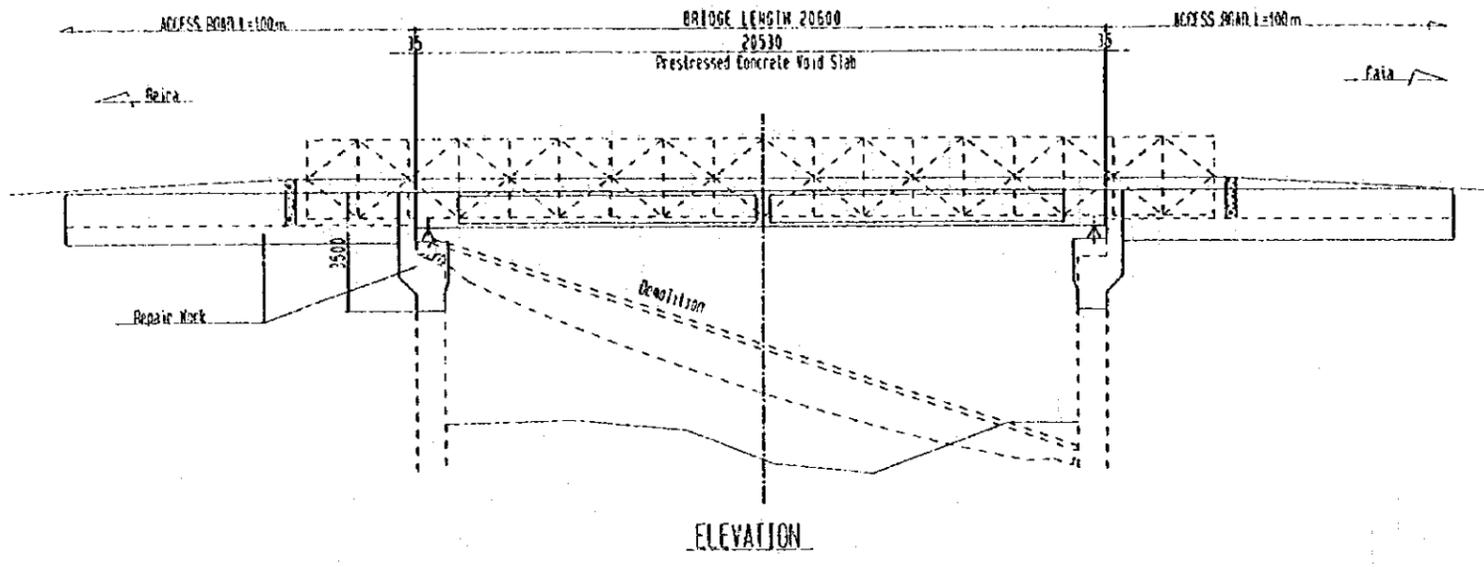


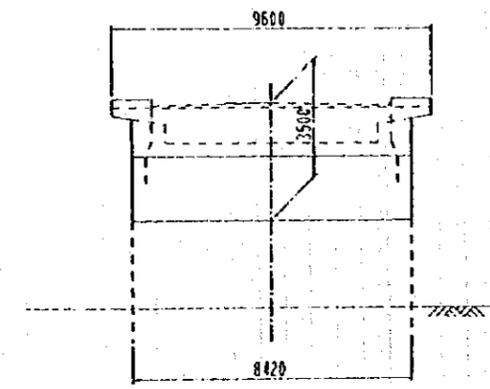
図-26 シサゼNO1橋

XISADZE II BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100



CROSS SECTION S=1/50

ABUTMENT



FRONT VIEW S=1/100

GRADIENT	LEVEL	
PROPOSED HEIGHT	99.500	99.500
DISTANCE	0.000	20.500
CHAINAGE	10485	18375

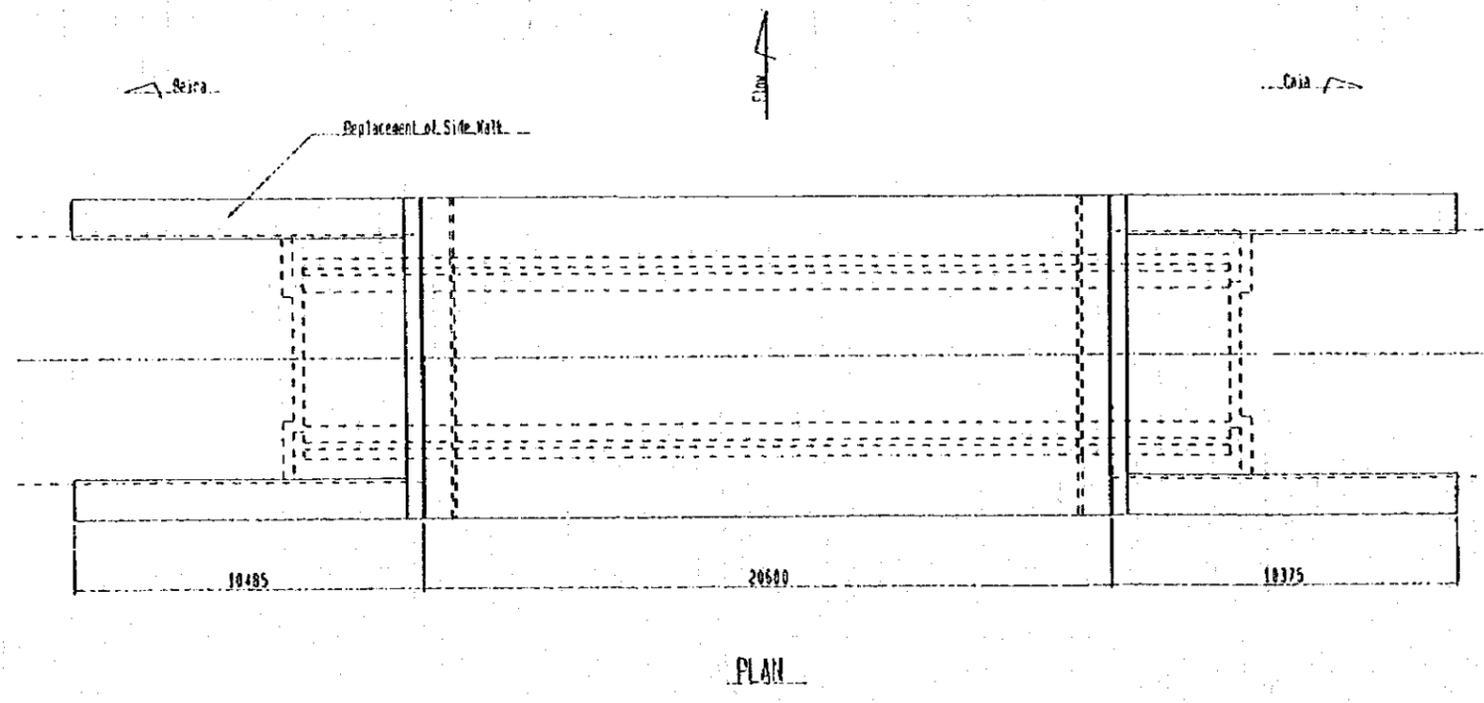
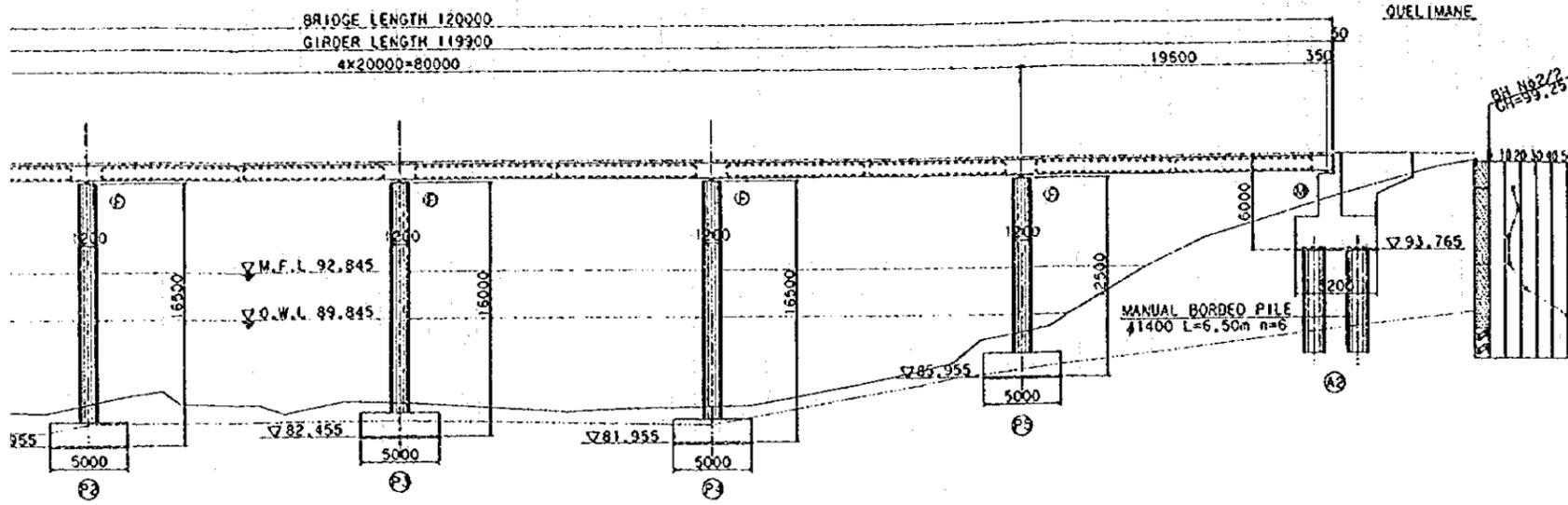


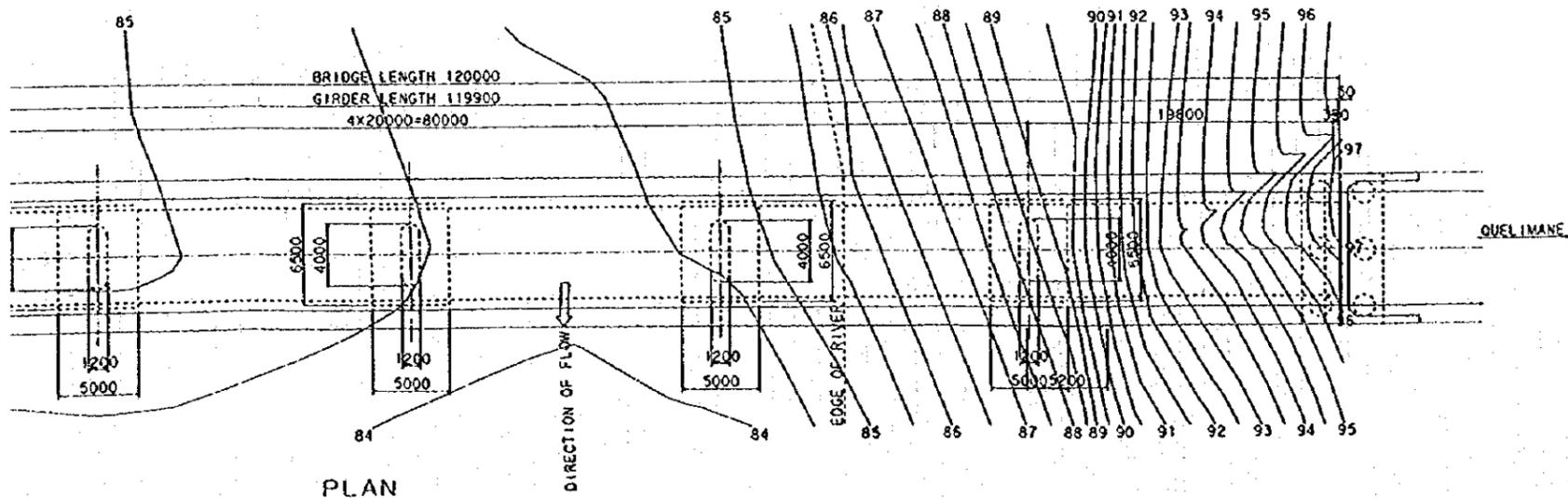
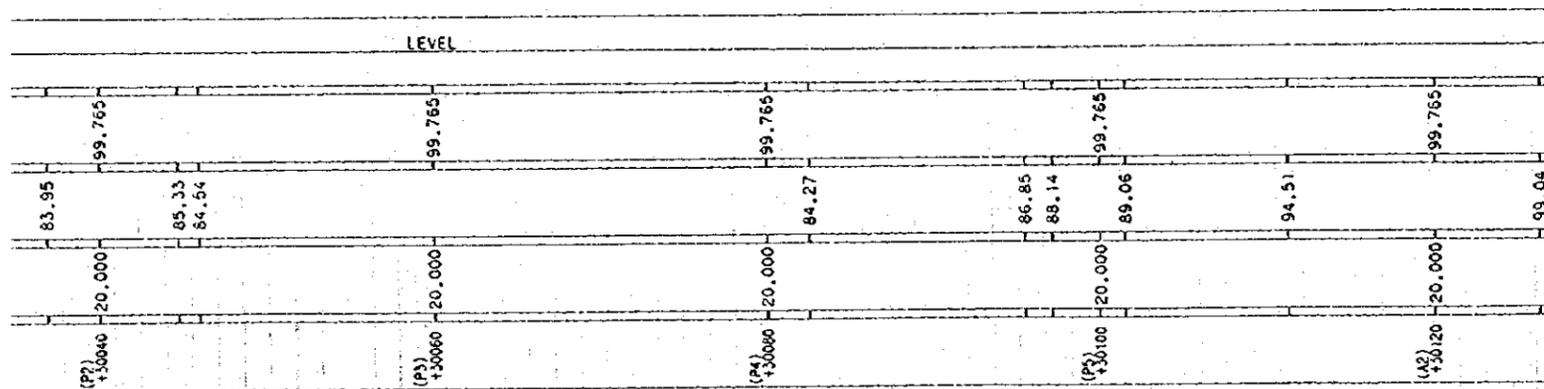
図-27 シサゼNO2橋



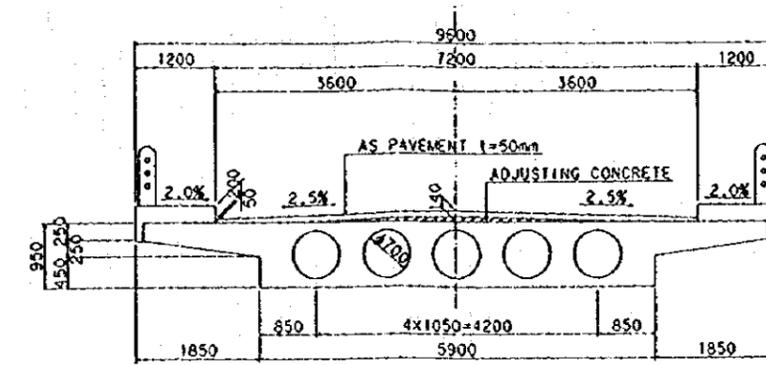
# CHIRABA BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200



ELEVATION



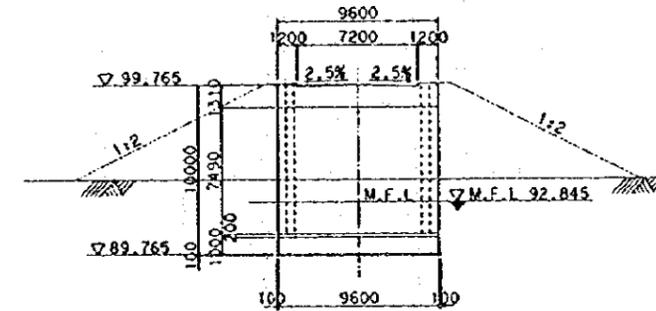
PLAN



CROSS SECTION S=1/50

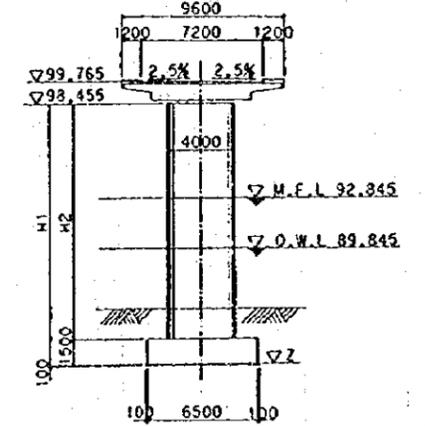
ABUTMENT

A1



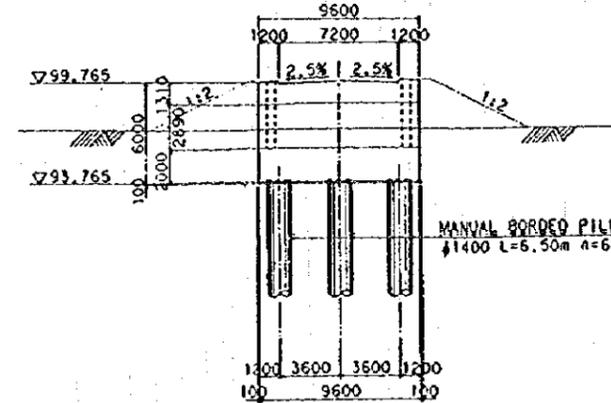
PIER

P1~P5



	P1	P2	P3	P4	P5
H1	15500	16500	16000	16500	12500
H2	14000	15000	14500	15000	11000
Z	82.955	81.955	82.455	81.955	85.955

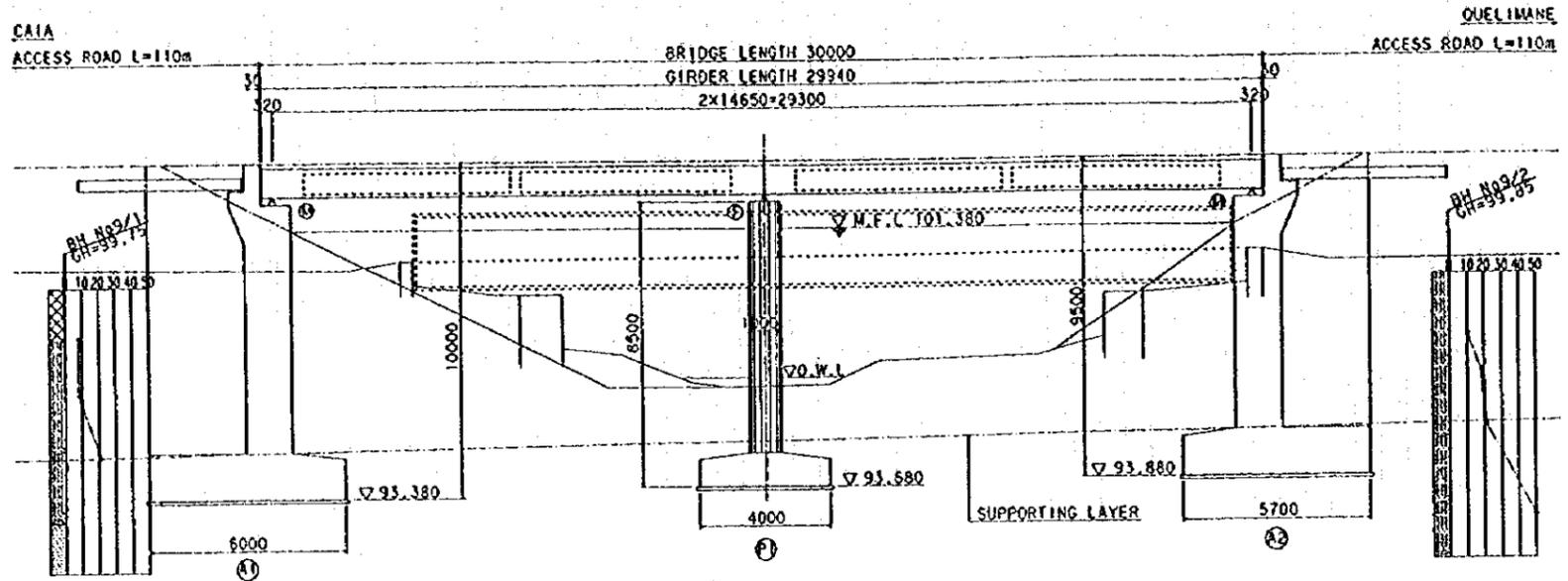
A2



FRONT VIEW

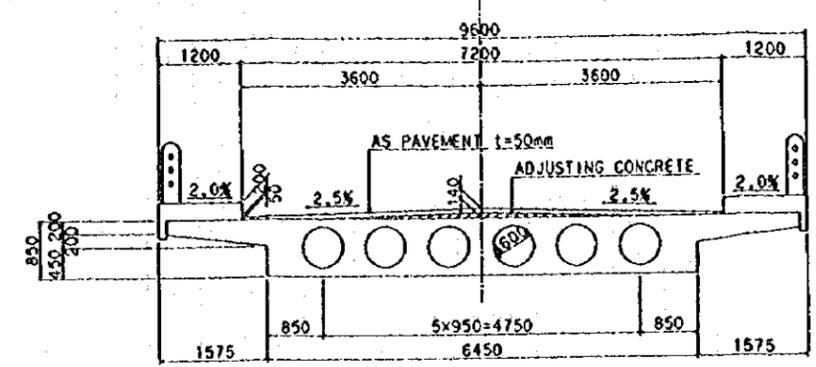
図-28 チラバ橋

# NAMITANGURINE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100

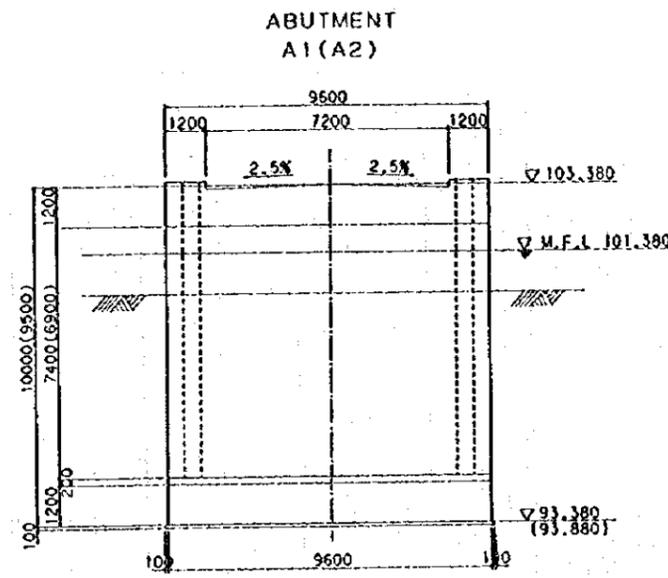


ELEVATION

GRADIENT	LEVEL	
	103.380	103.380
PROPOSED HEIGHT	103.380	103.380
GRAND LEVEL		
DISTANCE	0.000	15.000
CHAINAGE	(A1) +143000	(P1) +143015
		(A2) +143030

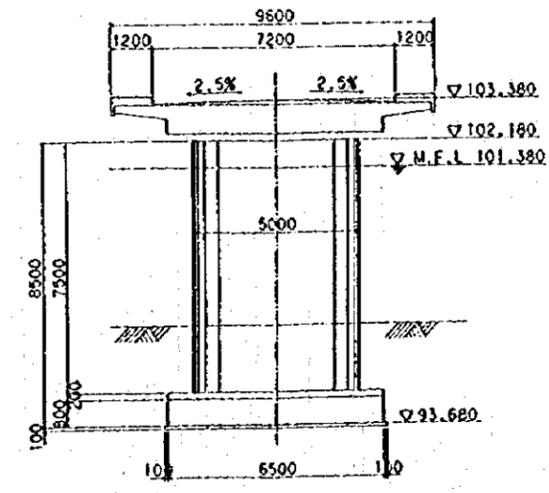


CROSS SECTION S=1/50

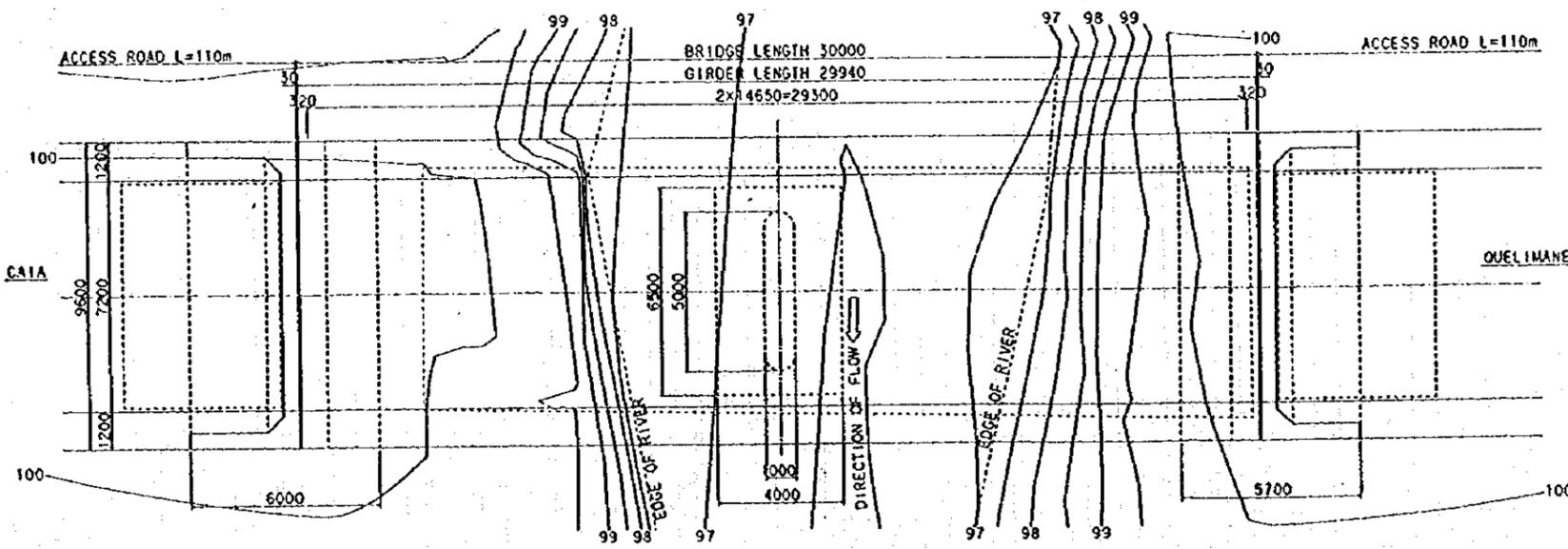


ABUTMENT  
A1(A2)

PIER  
P1



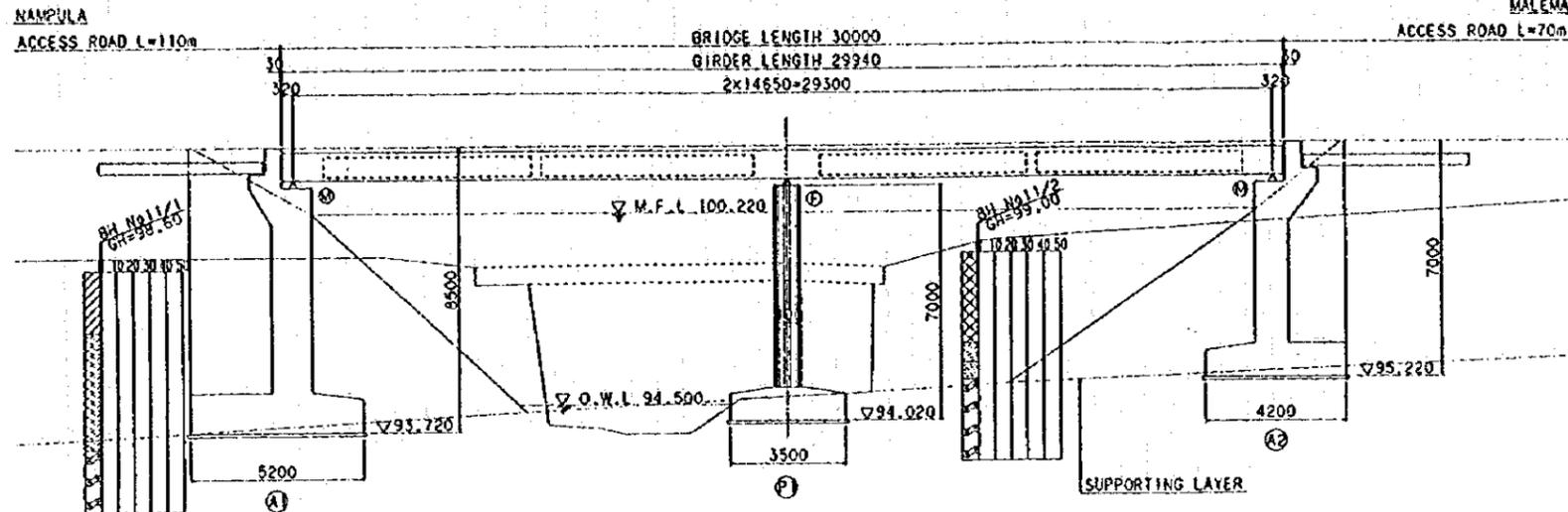
FRONT VIEW



PLAN

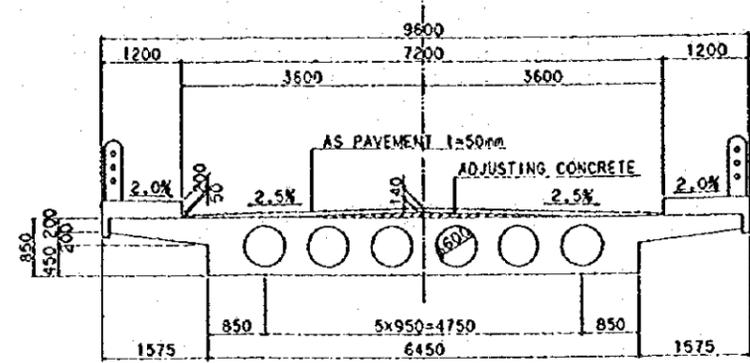
図-29 ナミタングリネ橋

# MECUBURI BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100



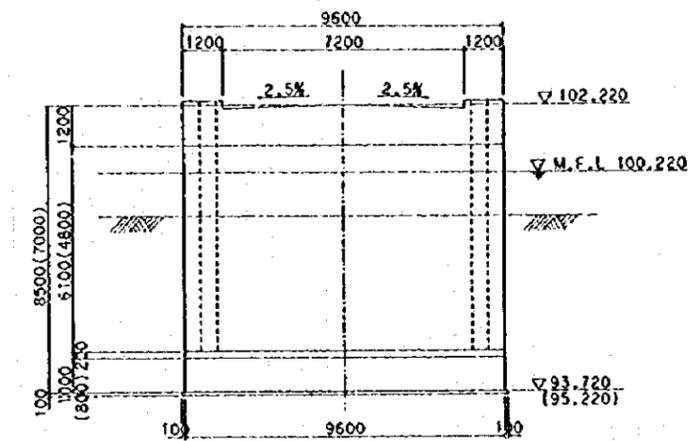
ELEVATION

GRADIENT	LEVEL	
	102.220	102.220
PROPOSED HEIGHT	102.220	102.220
GRAND LEVEL		
DISTANCE	0.000	15.000
CHAINAGE	(A1) +289000	(B1) +289015

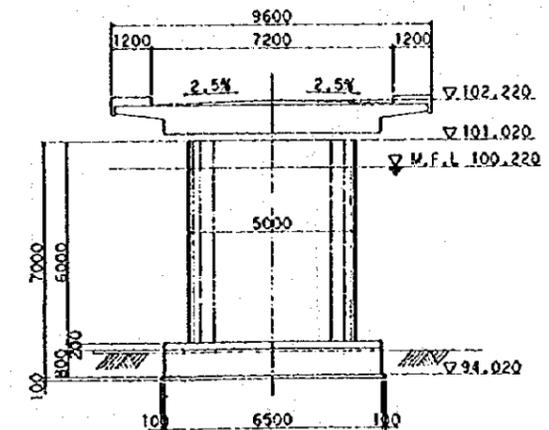


CROSS SECTION S=1/50

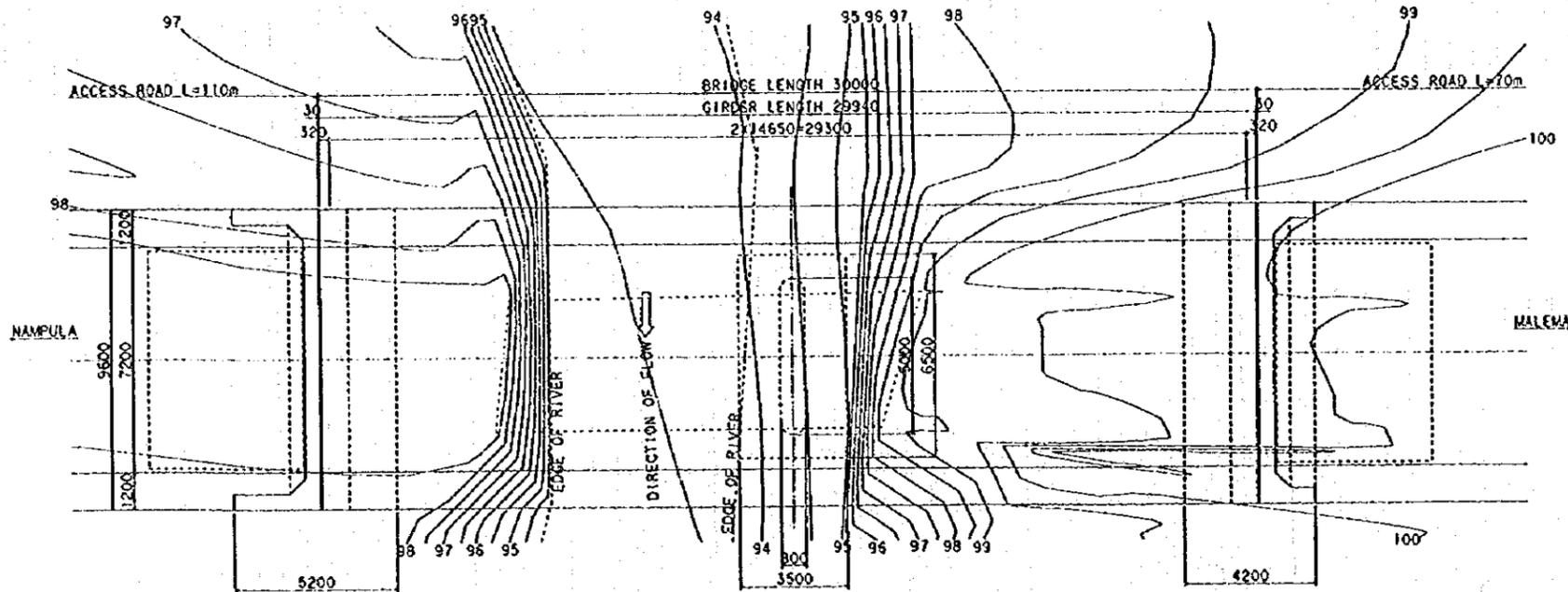
ABUTMENT  
A1(A2)



PIER  
P1



FRONT VIEW



PLAN

図-30 メクブリ橋

# THI-THI BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100

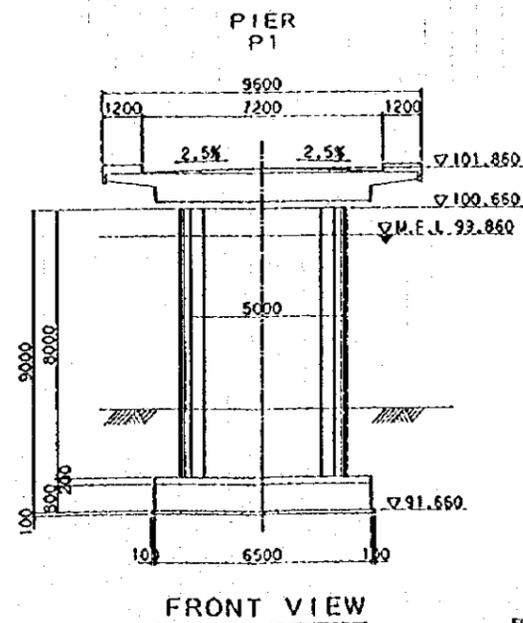
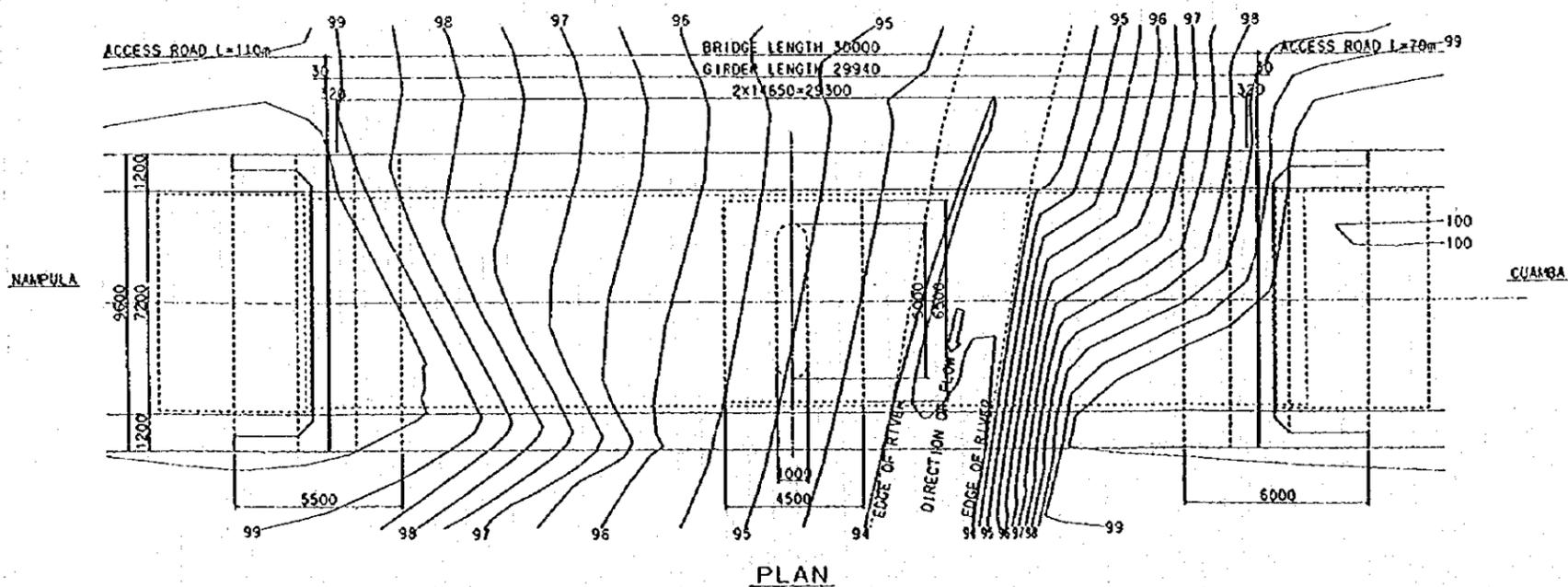
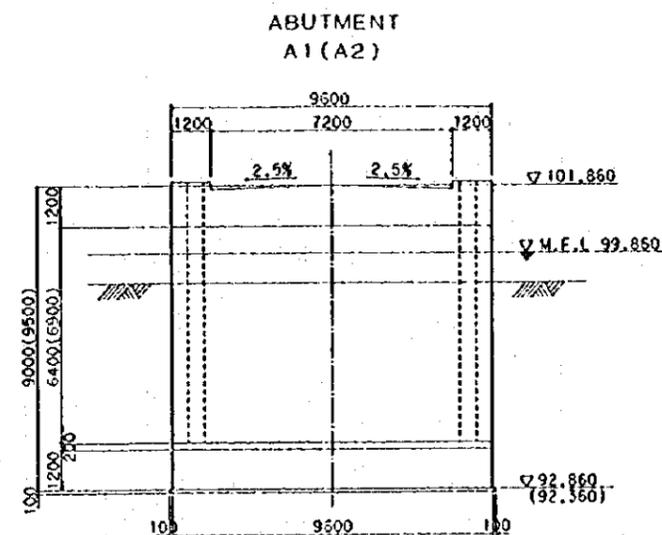
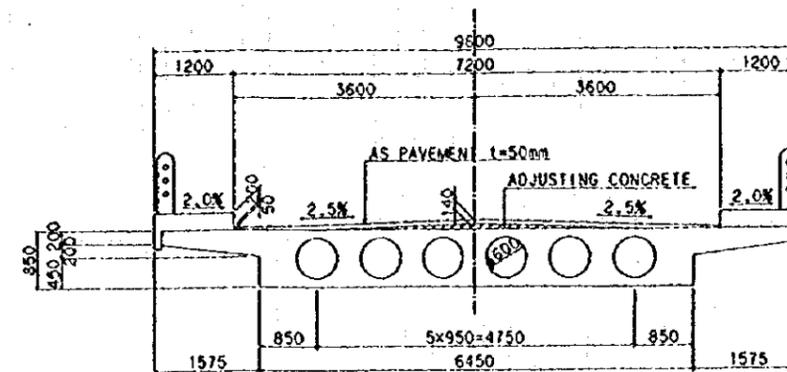
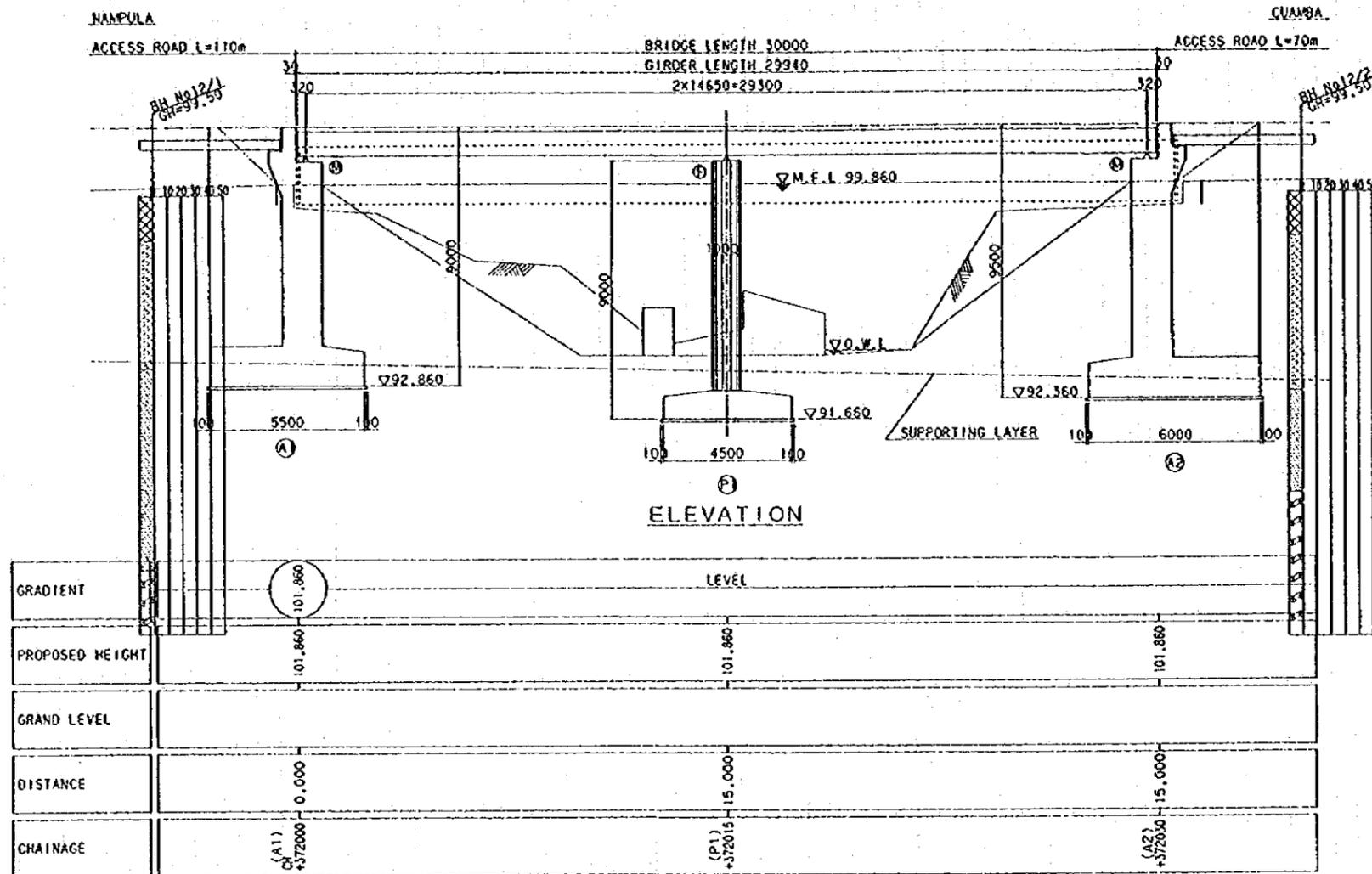
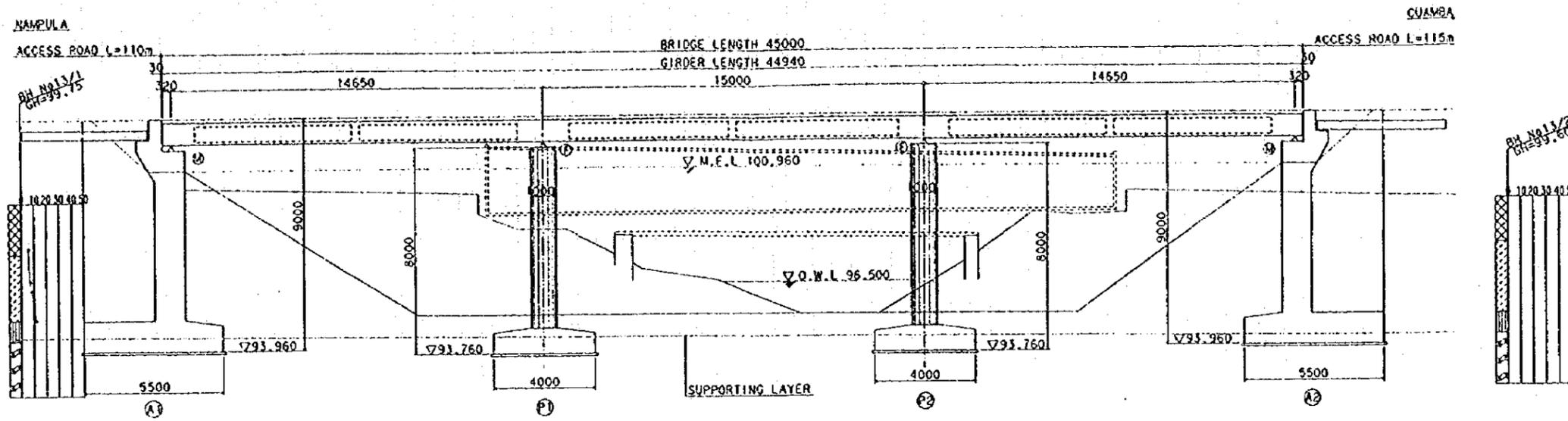
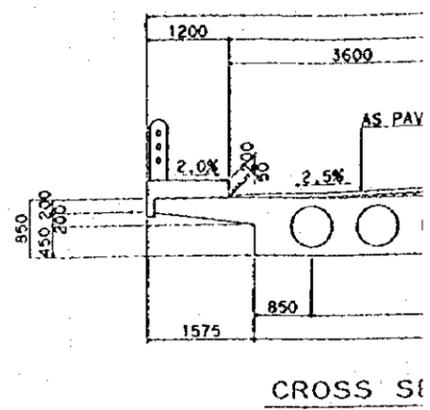


図-31 子橋の現状

# MUTIBAZE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100

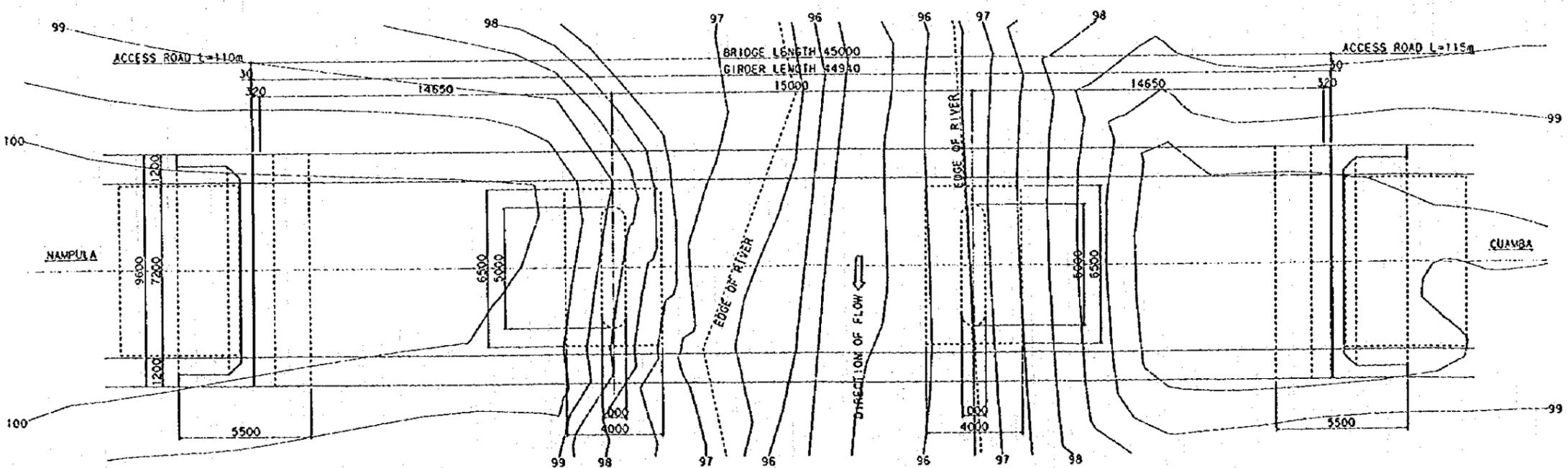


ELEVATION

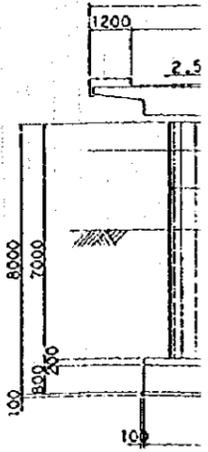
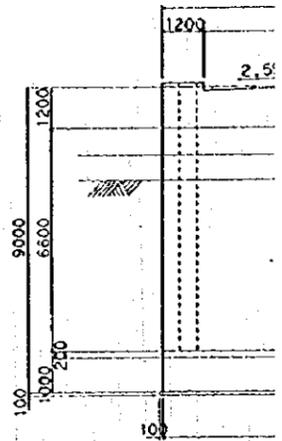


CROSS SECTION

GRADIENT	LEVEL			
PROPOSED HEIGHT	102.960	102.960	102.960	102.960
GRAND LEVEL				
DISTANCE	0.000	15.000	15.000	15.000
CHAINAGE	(A1) CH 240992.5	(P1) 241007.5	(P2) 241022.5	(A2) 241037.5

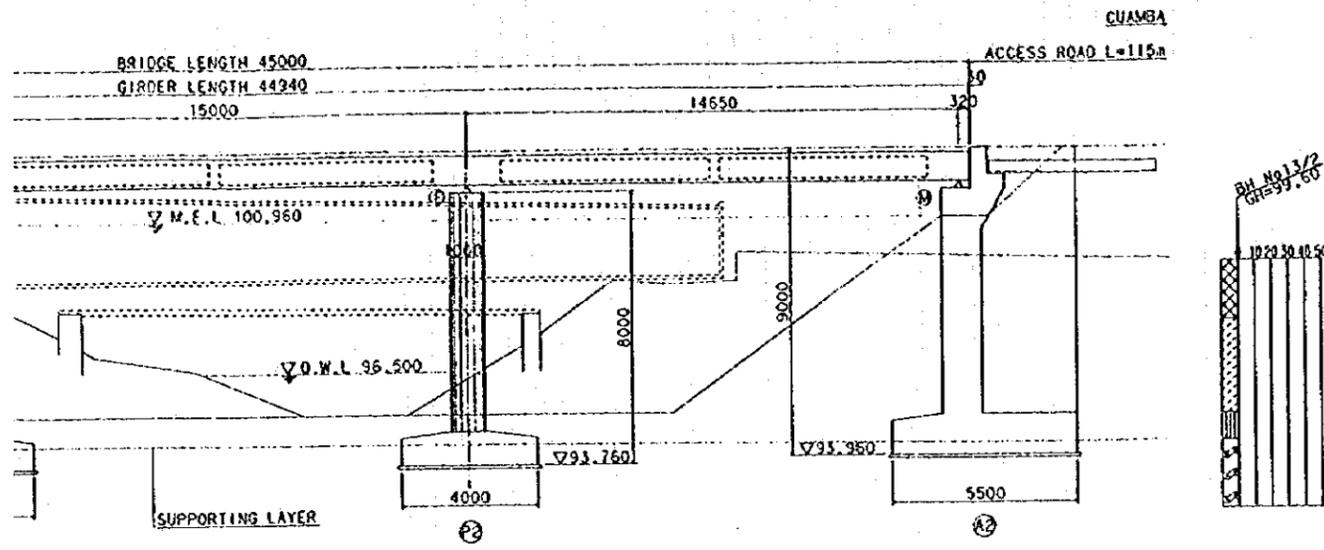


PLAN

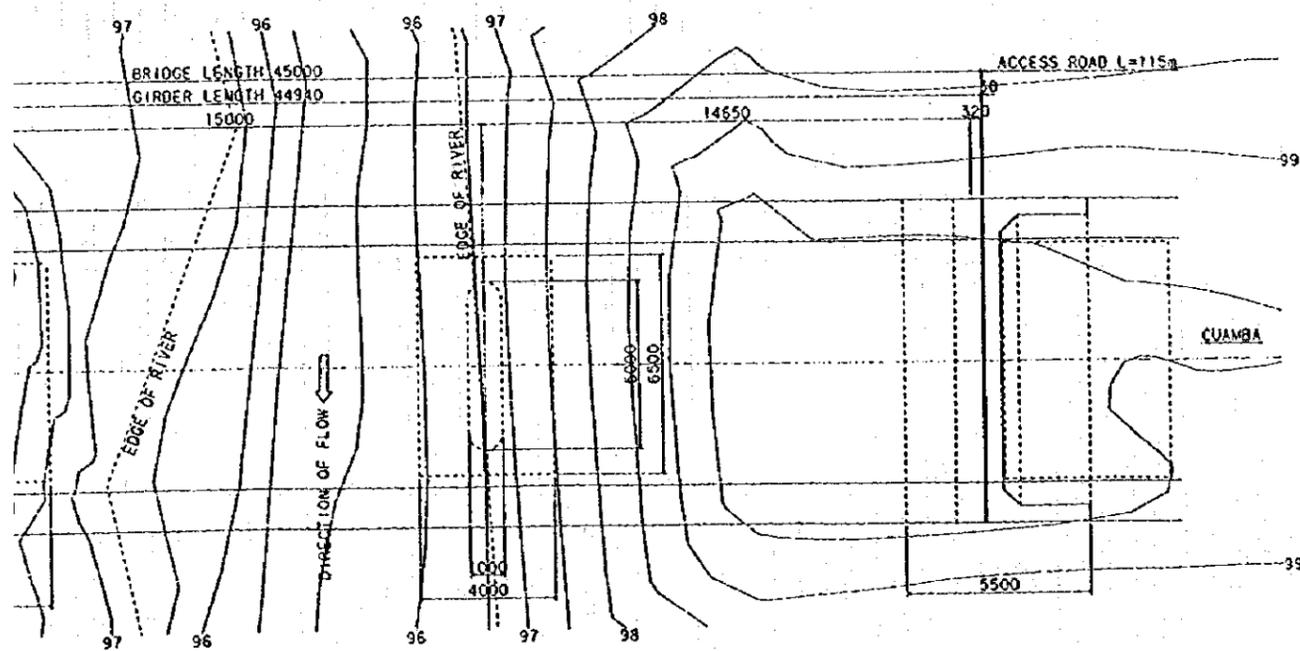
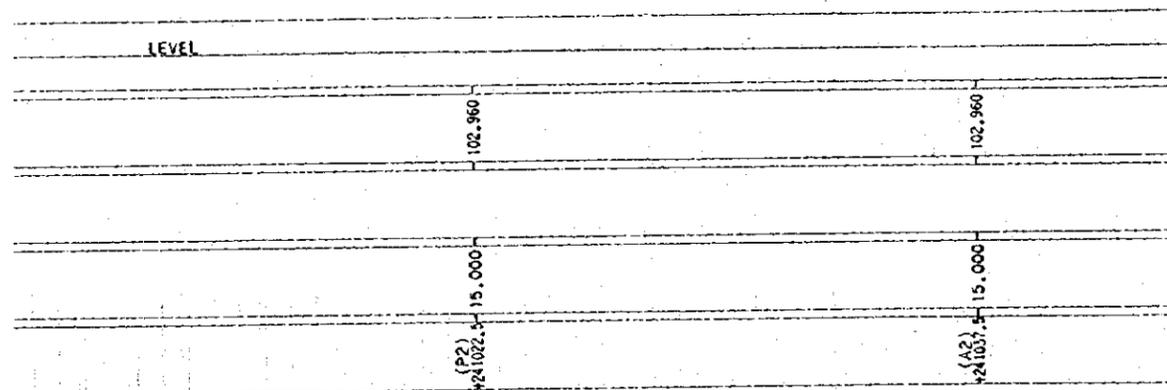


FRONT VIEW

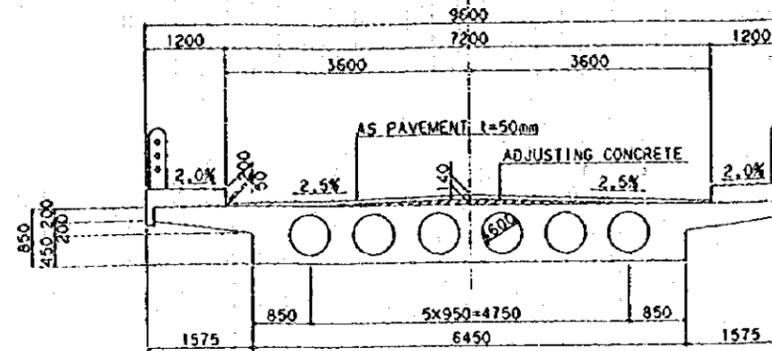
# MUTIBAZE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/100



ELEVATION

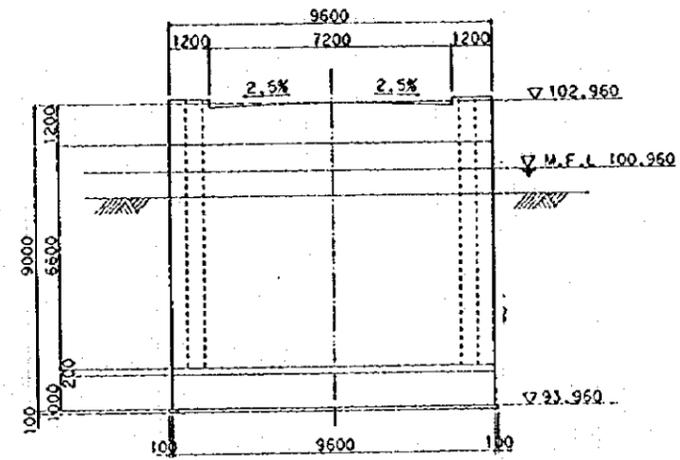


PLAN

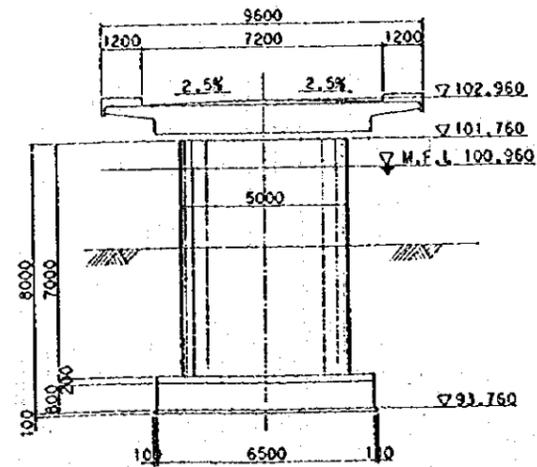


CROSS SECTION S=1/50

ABUTMENT  
A1, A2



PIER  
P1, P2

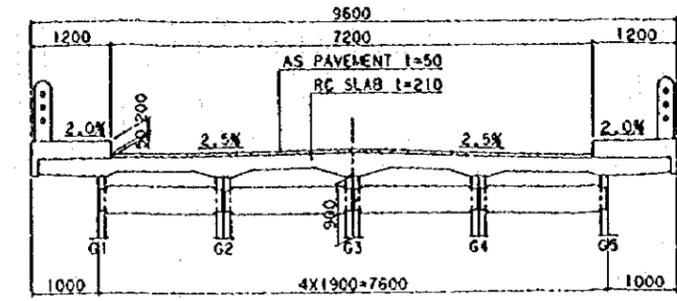
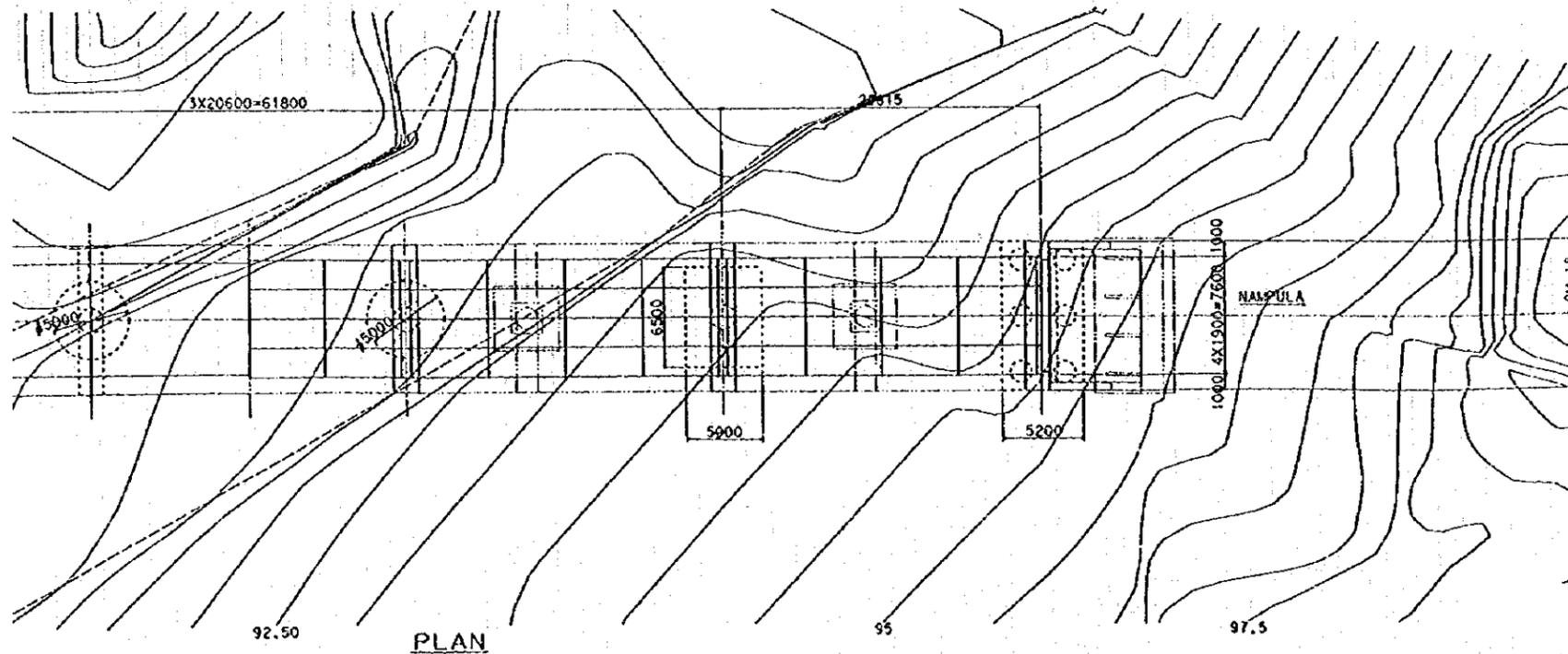
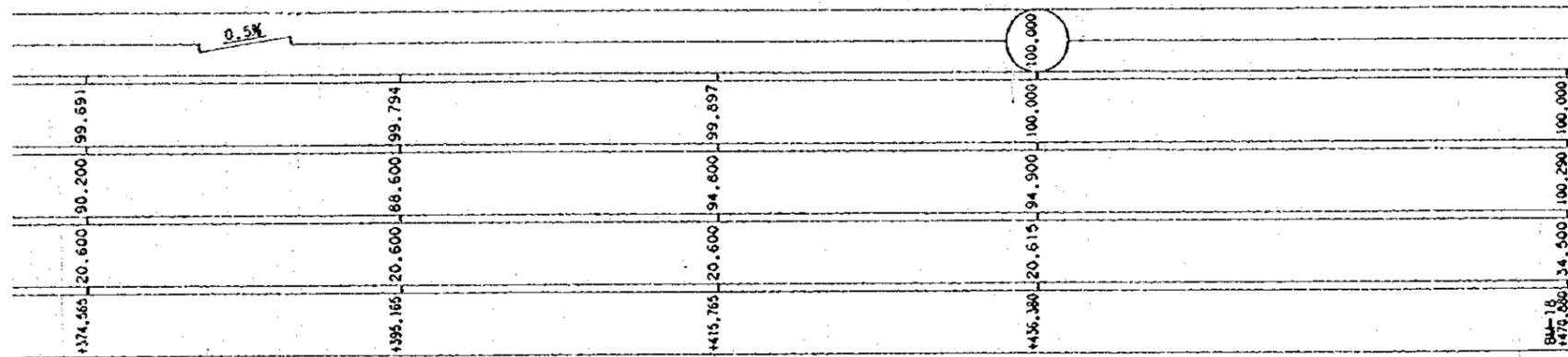
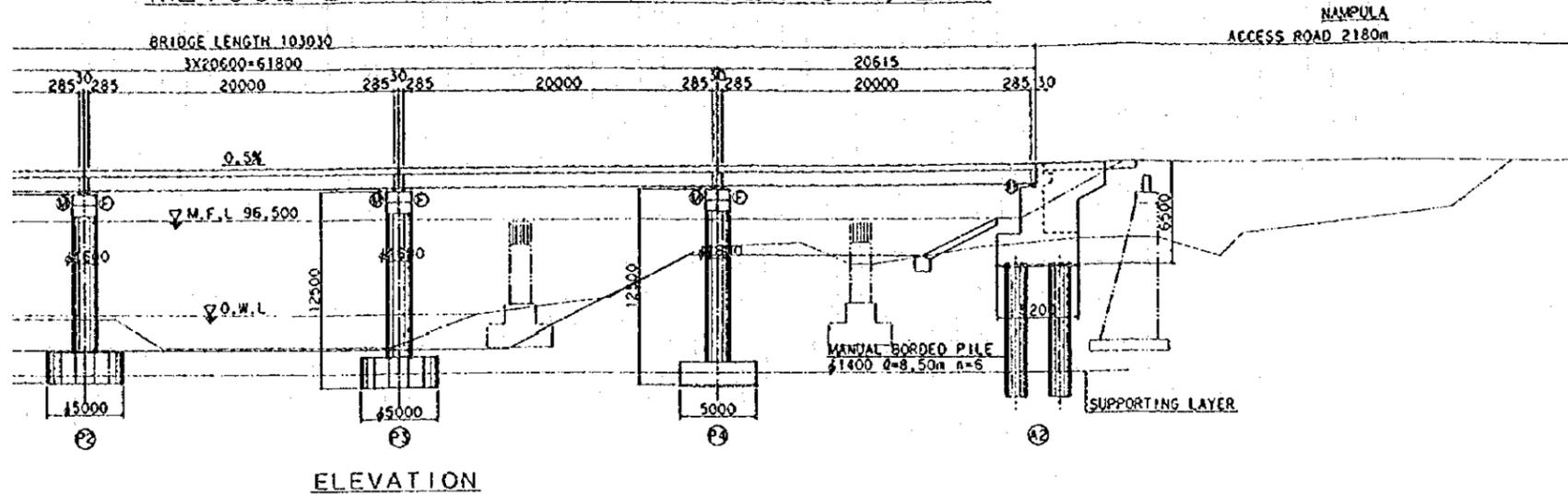


FRONT VIEW

図-32 ムチバゼ橋

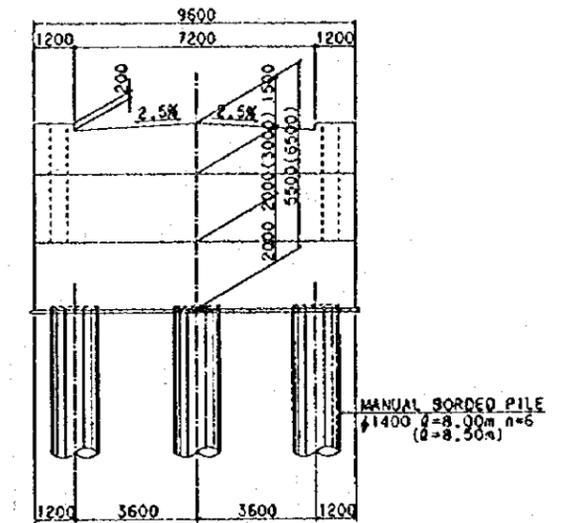


# METUCE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200



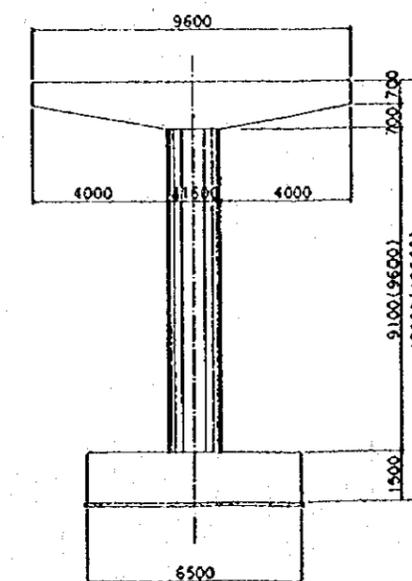
CROSS SECTION S=1/50

ABUTMENT A1(A2)

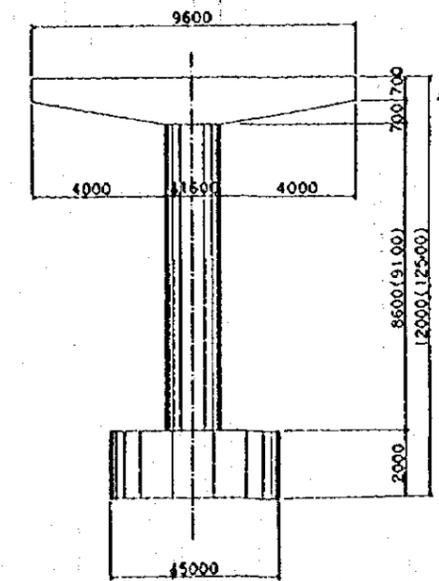


PIER

P1(P4)



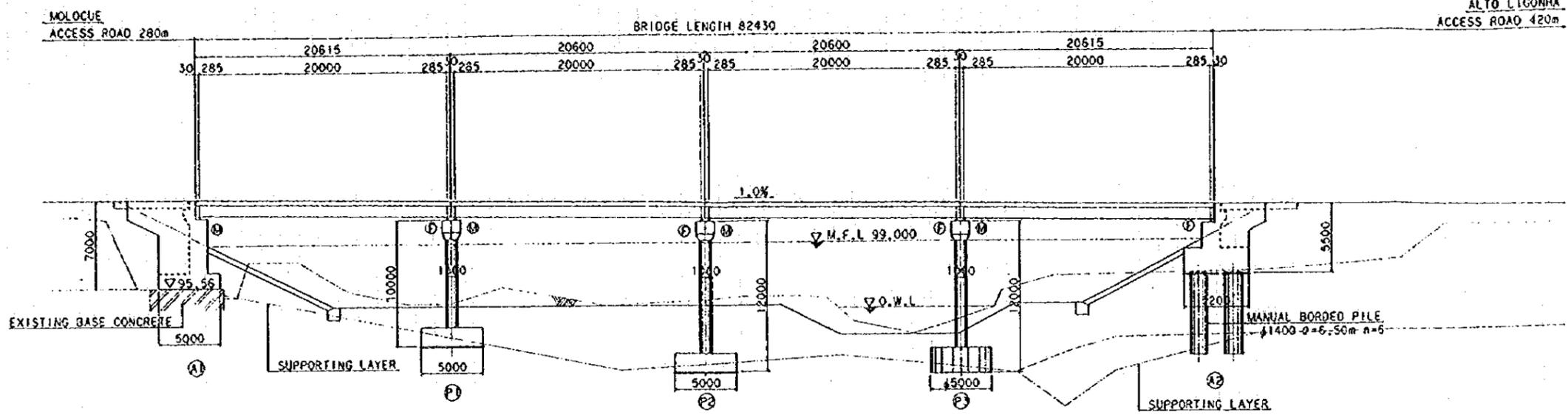
P2(P3)



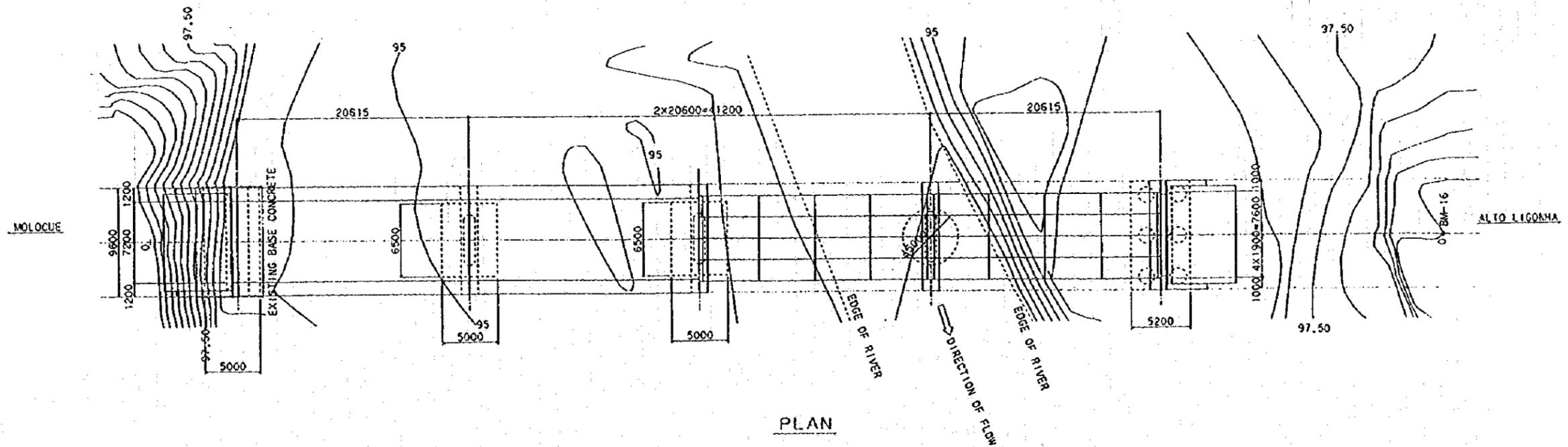
FRONT VIEW S=1/100

図-33 メテウセ橋

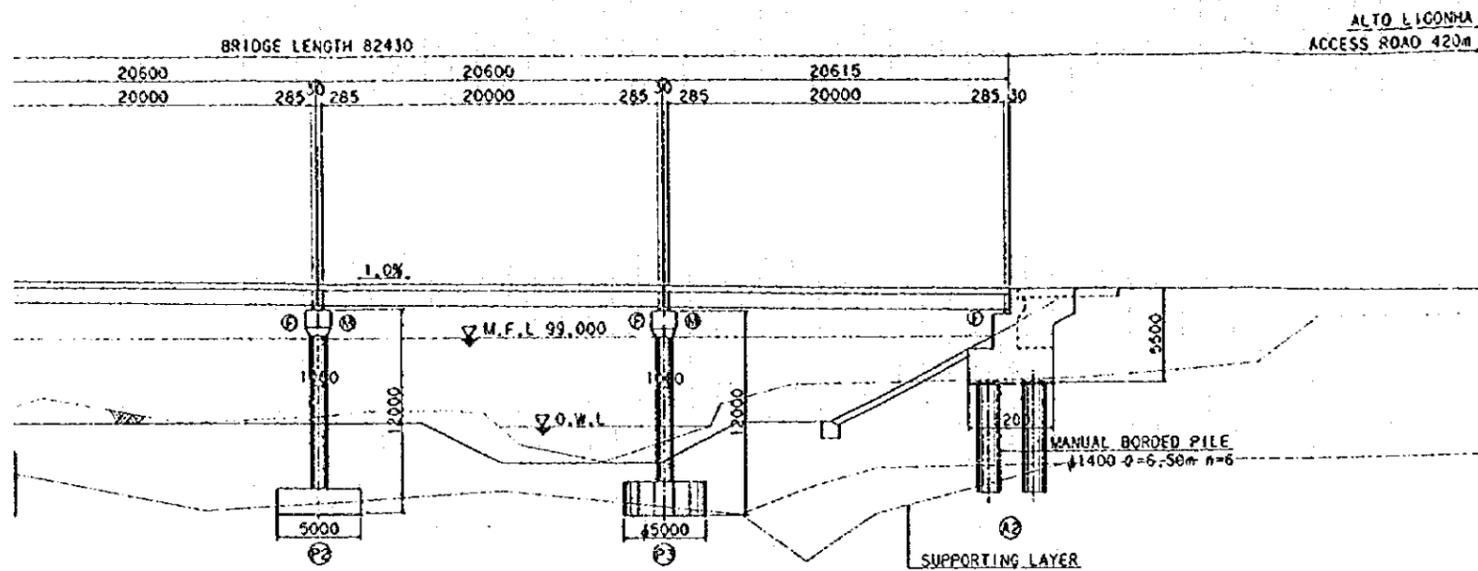
# NAMIRROI BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200



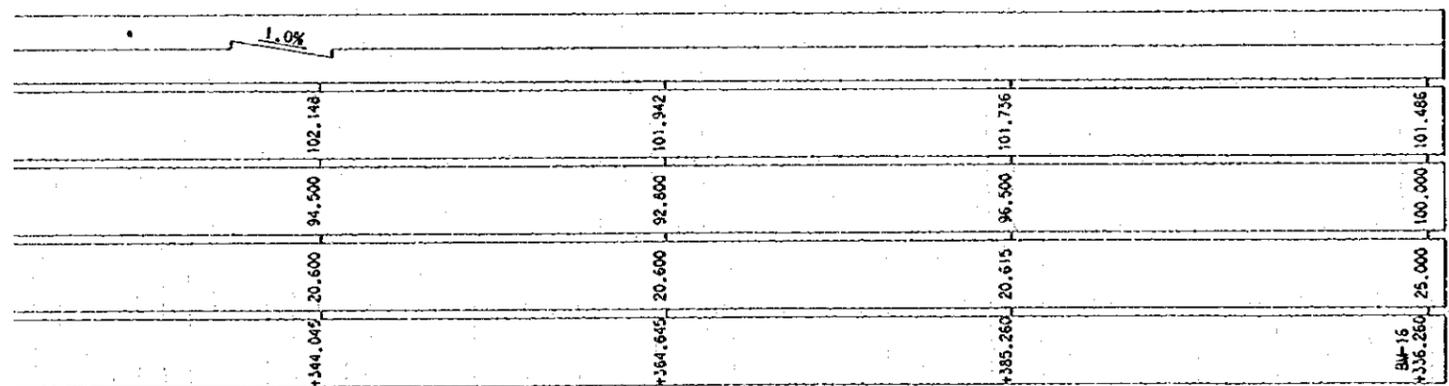
GRADIENT	1.0%				
PROPOSED HEIGHT	102.560	102.354	102.148	101.942	101.736
GRAND LEVEL	95.560	94.300	94.500	92.800	96.500
DISTANCE	0.000	20.615	20.600	20.615	25.000
CHAINAGE	CH +302.830	+323.445	+344.045	+364.645	+385.260



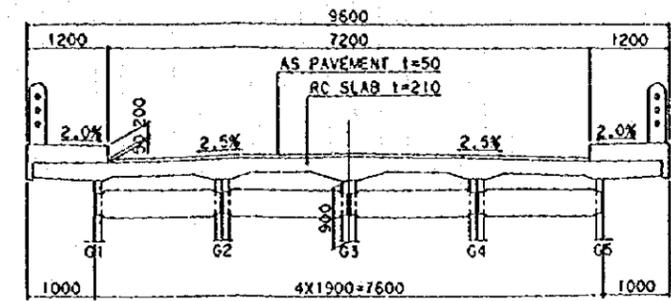
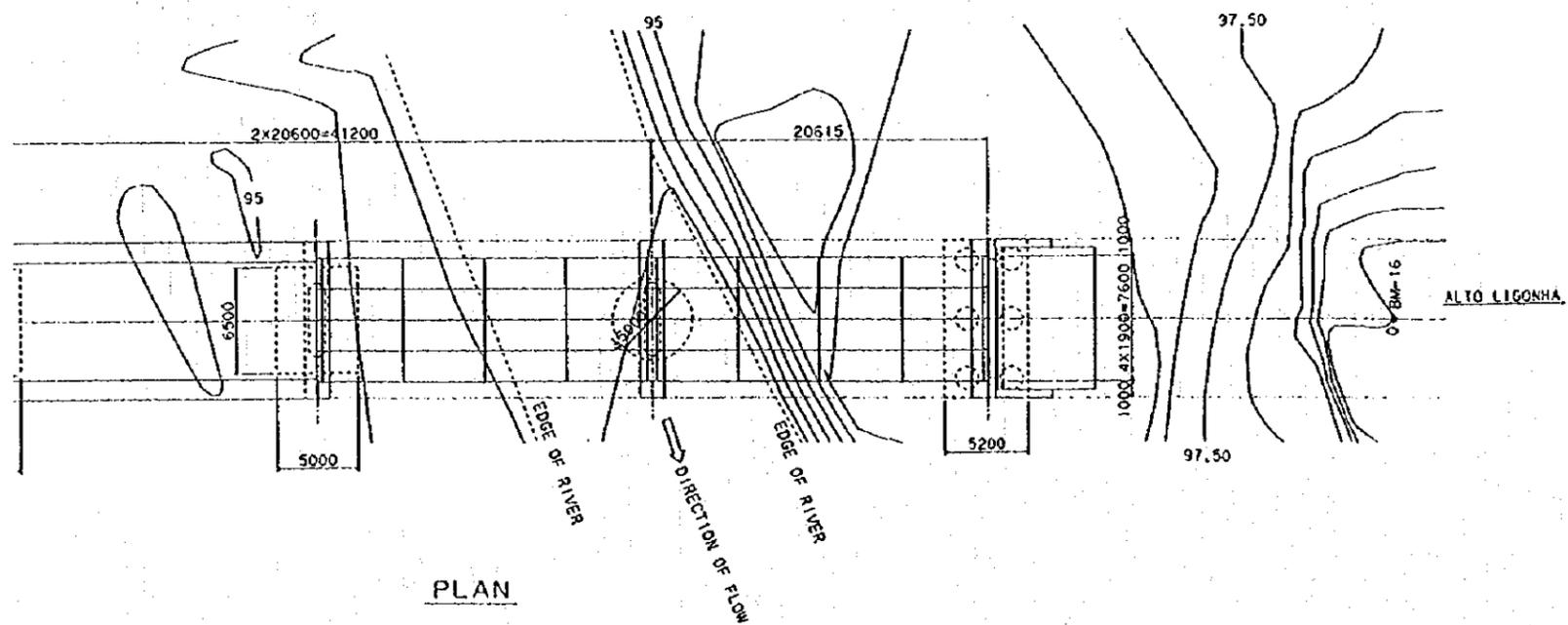
# NAMIRROI BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200



ELEVATION

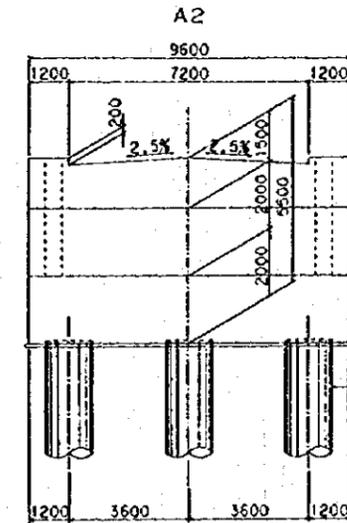
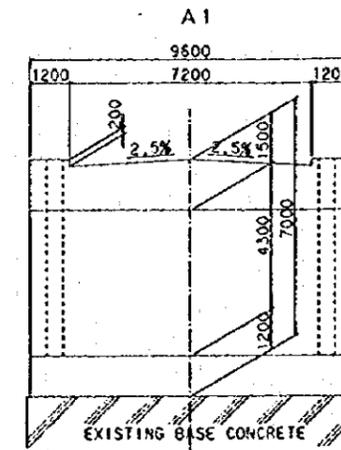


PLAN

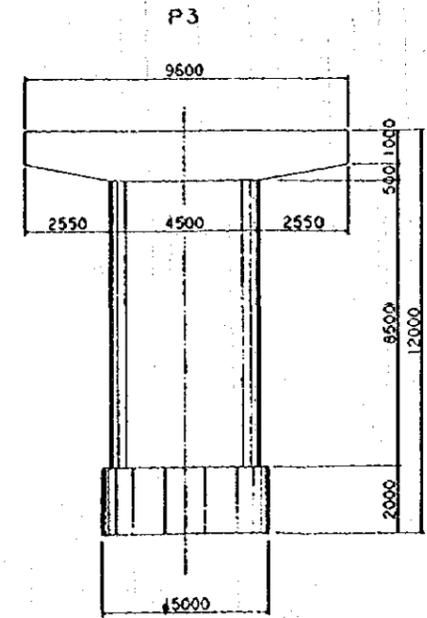
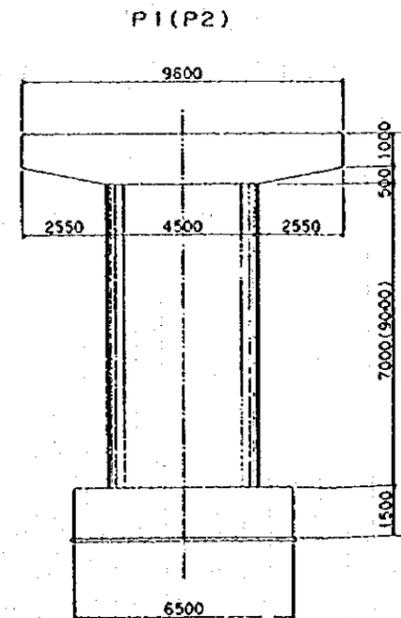


CROSS SECTION S=1/50

ABUTMENT



PIER



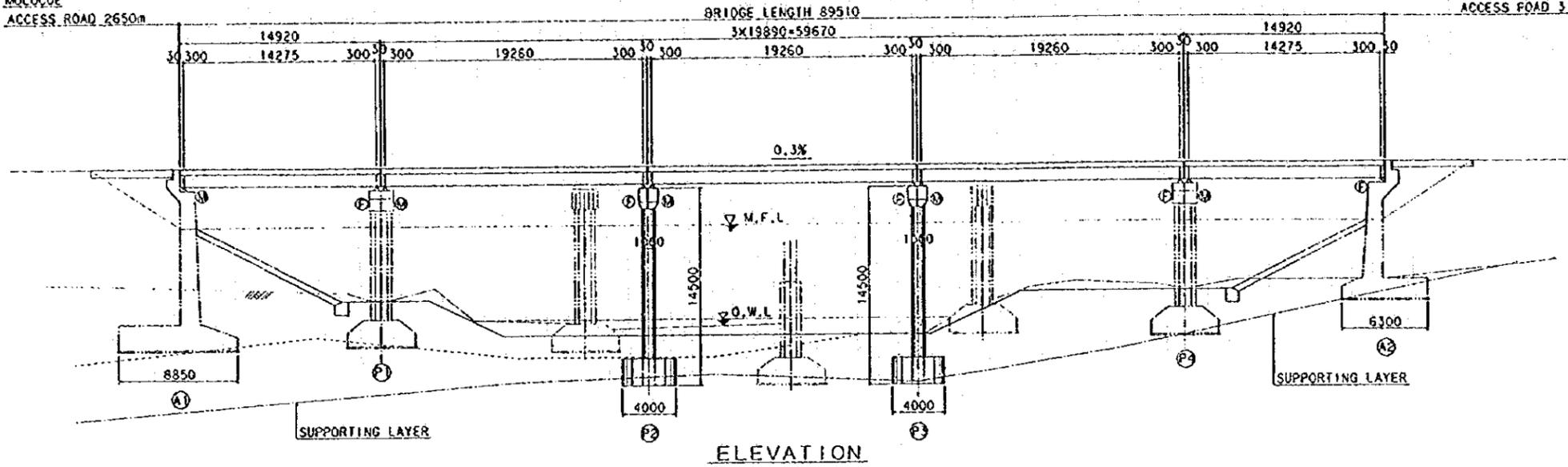
FRONT VIEW S=1/100

図-34 ナミロイ橋

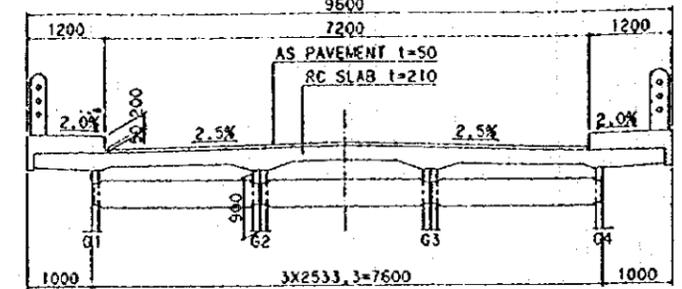
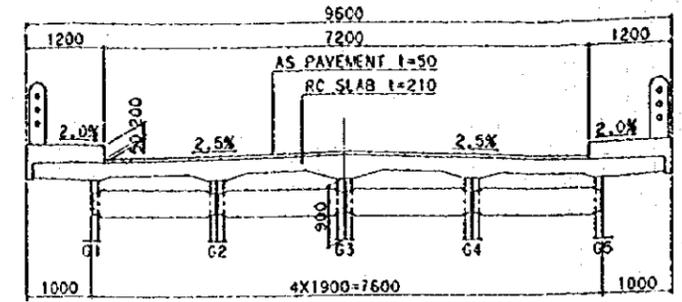
# MOLOCUE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200

MOLOCUE  
ACCESS ROAD 2650m

ALTO LIGONHA  
ACCESS ROAD 3120m

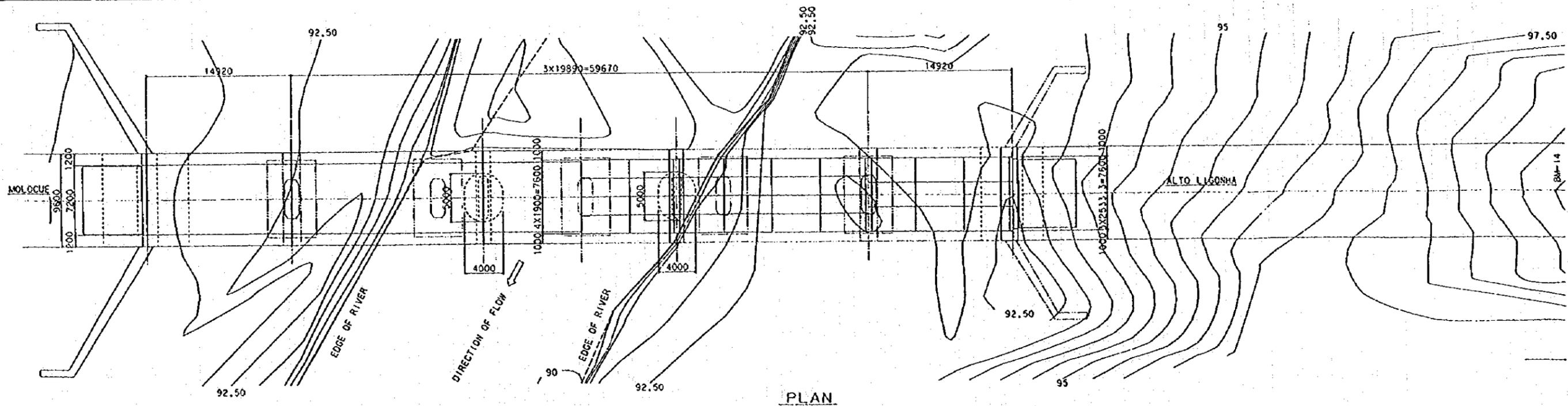


ELEVATION



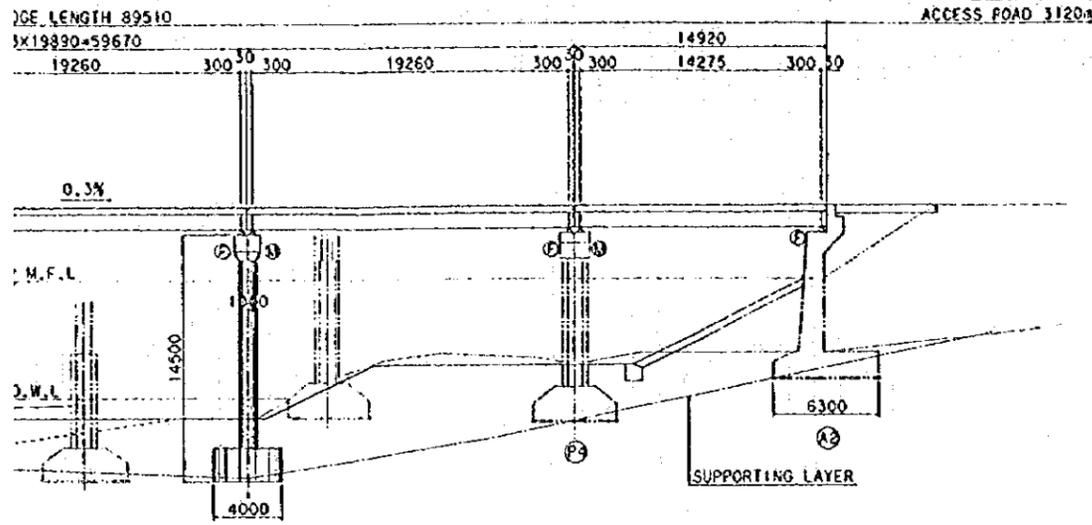
CROSS SECTION S=1/50

GRADIENT	0.3%					
PROPOSED HEIGHT	101.820	101.775	101.715	101.655	101.595	101.550
GRAND LEVEL	93.120	92.175	89.920	89.300	92.395	100.000
DISTANCE	0.000	14.920	19.890	19.890	19.890	56.200
CHAINAGE	278.000	292.920	312.810	332.700	352.590	408.710

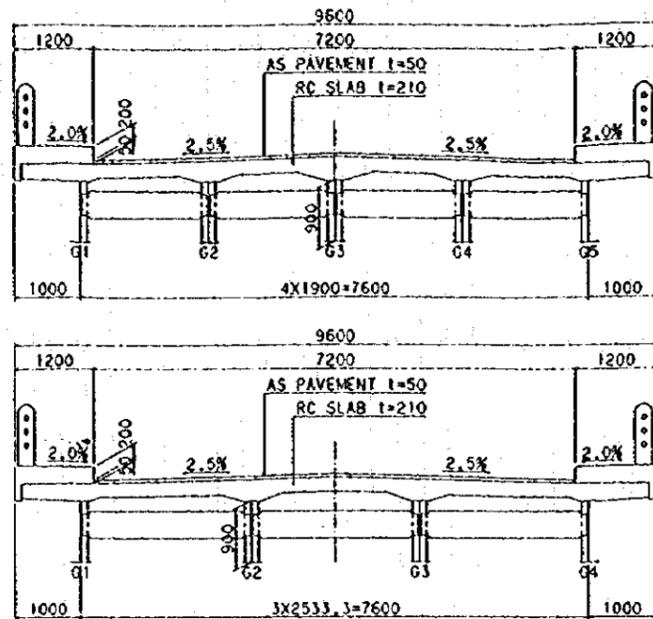


PLAN

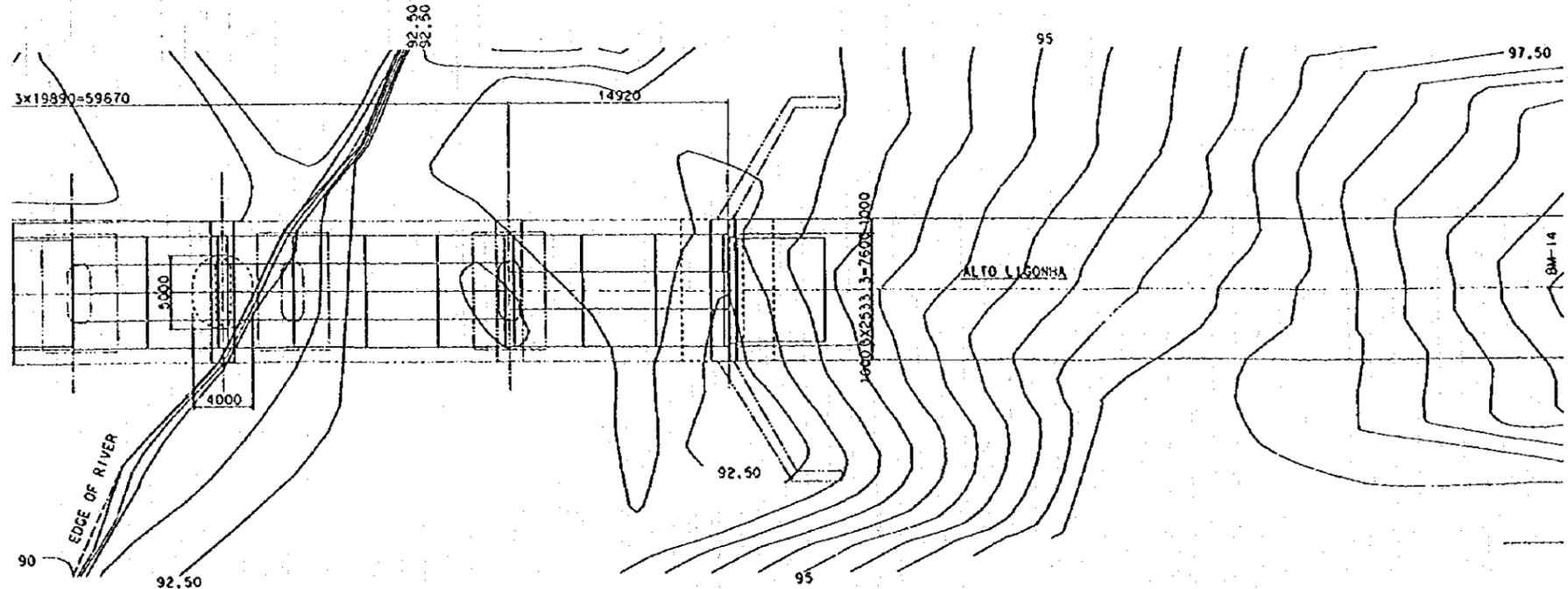
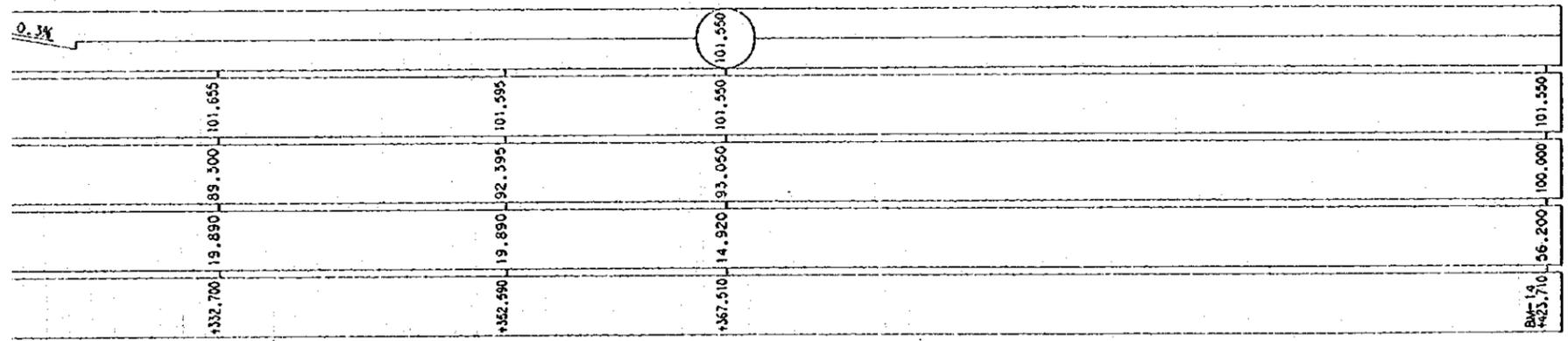
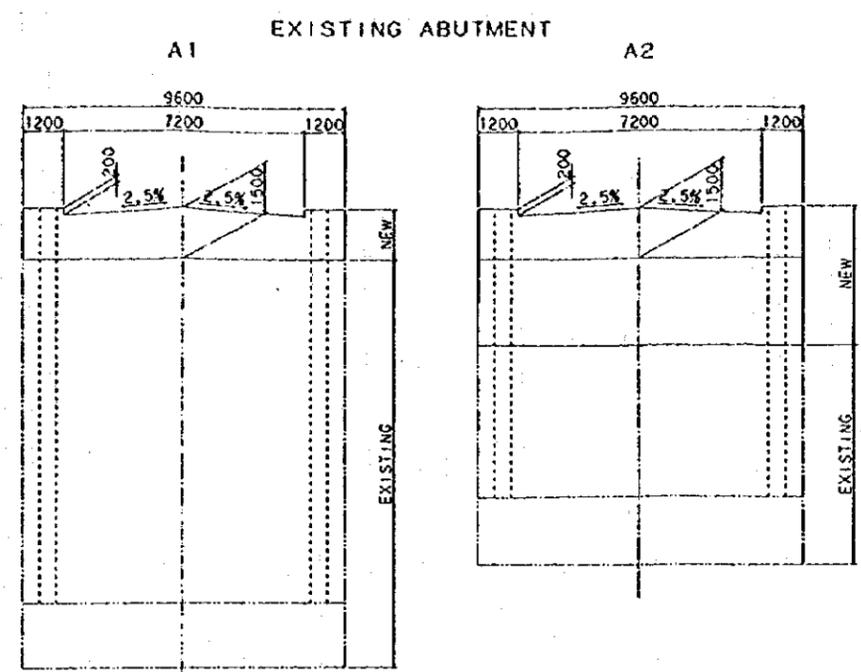
MOLOCUE BRIDGE GENERAL VIEW S=1/200



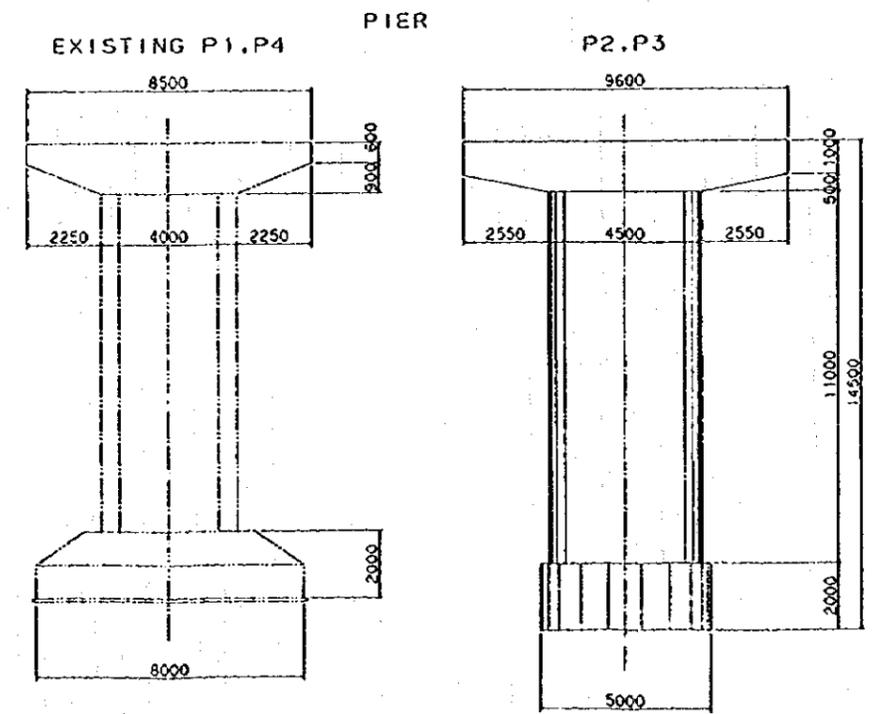
LEVATION



CROSS SECTION S=1/50



PLAN



FRONT VIEW S=1/100

図-35 モロク工橋



### 3-4 プロジェクト実施体制

#### 3-4-1 組織

本計画はモザンビーク国公共事業・住宅省 (MPWH) の道路の建設維持管理を担当する道路橋梁局 (DNEP) の管轄下で実施する。公共事業・住宅省の組織を図-36に、道路橋梁局の組織図を図-37に示す。

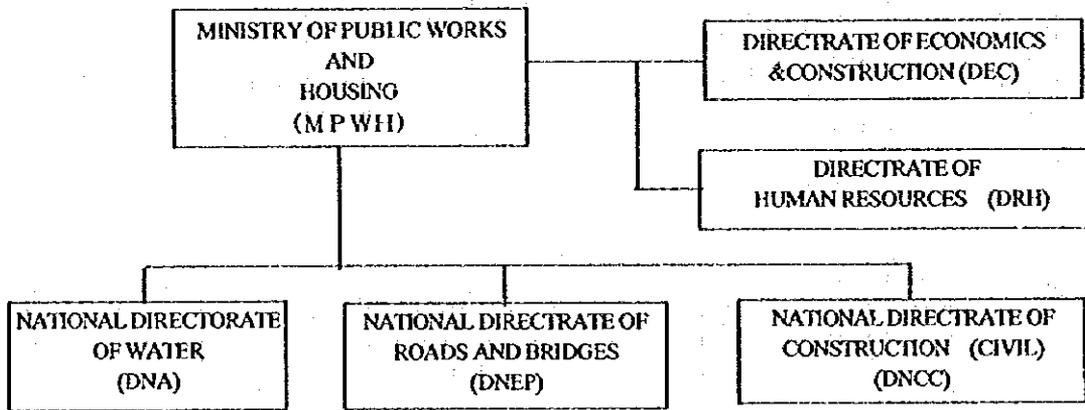


図-36 公共事業省 (MPWH) 組織図

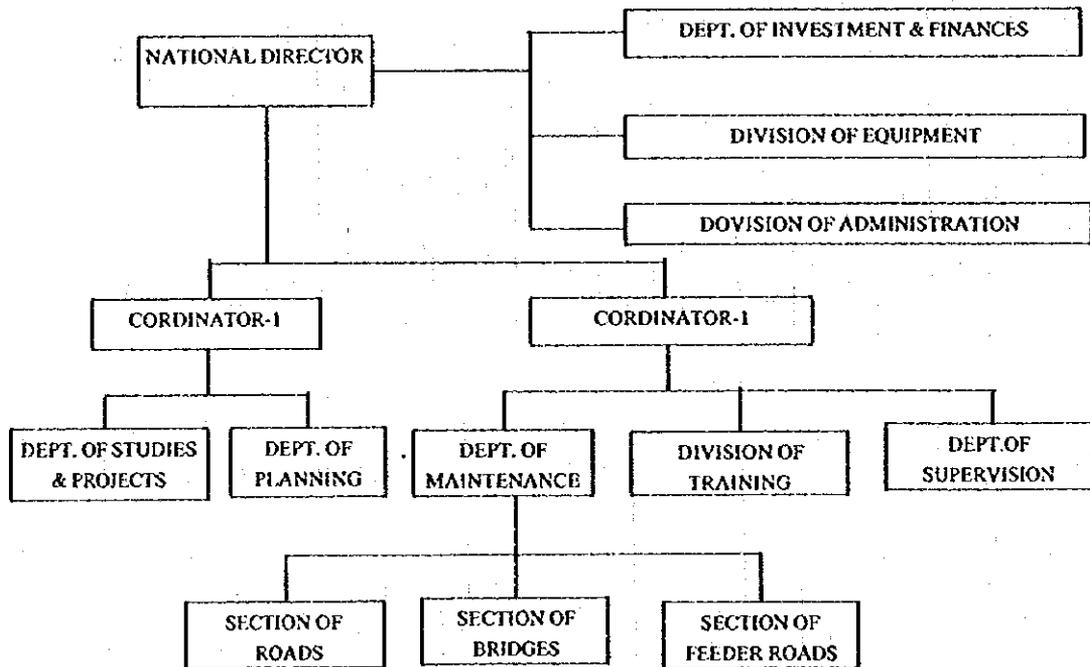


図-37 道路橋梁局 (DNEP) 組織図

### 3-4-2 予算

本計画の担当部局である道路橋梁局は道路整備の財源として燃料費に掛かる税金、道路及び橋梁の通行料を主な財源として自ら徴収する権限を持っている。これらの収入については表-6に示した。

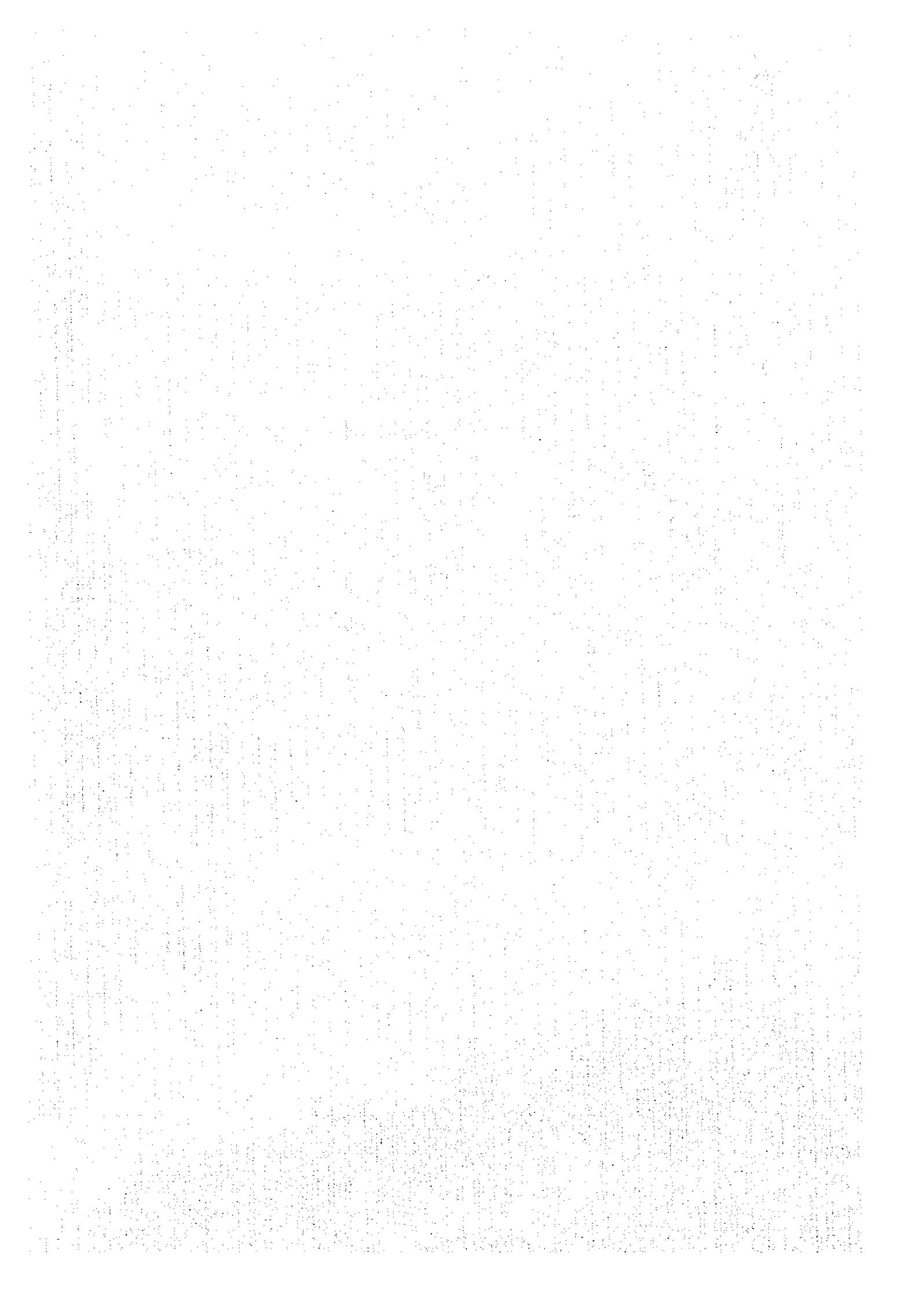
### 3-4-3 要員・技術レベル

道路橋梁局は1993年から第二世銀(IDA)の援助の元に道路・沿岸輸送改善計画(ROCS)の内ROCS-1で道路技術者の養成を行っている。これらの技術者は道路維持管理、舗装工事等を実施しており仮橋の架設能力も持っている。このプログラムで養成される技術者は表-17に示されるとおりである。

表-17 ROCS-1計画の人員養成計画

職種	93/94年度	95年度	96年度	97年度	98年度	計
<b>A. DNEP Headquarters</b>						
1. Director's Office			1			1
2. Projects and Studies	2	1	2	2	2	9
3. Maintenance Department	2	5	5	5	5	22
4. Feeder Roads Department	4					4
5. Inspector Department	2	4	4	4	4	18
6. Investments Department	1	2	1	1	1	6
7. Administration department	2	3	2	2	2	11
8. Training Department	1	4	5			10
9. NAE		3				3
10. Civil Eng. Fellowship	4	4	4	4	4	20
Sub-Total	18	26	24	18	18	104
<b>B. DEP/CPCA (10)</b>						
1. Department Head	2	2	2	2	2	10
2. Supervisor	10	15	15	15	15	70
3. Road Technician	10	15	15	15	15	70
Sub-Total	22	32	32	32	32	150
<b>C. Local Road Contractors</b>						
1. Director & Deputy	4	4	4	4	4	20
2. Senior Staff	8	17	17	17	17	76
3. Mechanical Eng. Tech.	2	2	2	2	2	10
4. Road Forman/Tech.	200	210	210	210	210	1040
5. Heavy Equip. Operators	34	34	34	34	34	170
6. Light Equip. Operators	44	44	44	44	44	220
7. Heavy Vehicle Drivers	50	50	50	50	50	250
8. Light Vehicle Drivers	79	86	86	86	86	423
9. Mechanic	80	80	80	80	80	400
10. Workshop Service Personnel	96	96	96	96	96	480
11. Finance	2	5	6	6	6	25
12. Administration	16	29	29	29	29	132
Sub-total	615	657	658	658	658	3246
<b>Total</b>	<b>655</b>	<b>715</b>	<b>714</b>	<b>708</b>	<b>708</b>	<b>3500</b>

## 第4章 事業計画



## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

#### 4-1-1 施工方針

##### (1) 橋梁施工区分

日本国とモザンビーク国の両政府間で交換公文（E/N）が締結された後、日本の無償資金協力の制度に基づいて本計画は実施される。

本計画では整備の対象となっている橋梁は13橋と多く、またそれぞれ500km以上も離れた地域に分散している。このため橋梁の整備は路線毎の橋梁群に分けて実施する。また工期を短縮するため、大型橋梁と小型橋梁の施工を組み合わせ施工機械、プラント等の効率的な利用を図る。

施工は2班に分けて実施する。整備の順序は工事量、事業費を勘案して2期に分けて実施する。各期毎および施工基地毎にまとめた橋梁の施工区分を表-18に示す。

表-18 地域毎にまとめた橋梁施工区分

期	施工の基地となる町	路線No	橋梁名
1期	ナンブラ	8	メクブリ
		8	チチ
		8	ムチバゼ
2期	ケリマネ	225	チラバ
		225	ナミタングリネ
	カイア	1	ザングエ
		213	シサゼI
		213	シサゼII
	チモイオ	102	ブングエ
		102	メクンベジ
	モロクエ	232	ナミロイ
		232	メテウセ
		232	モロクエ

## (2) 現地技術者の活用

本計画では極力特殊な技術を必要とする橋梁建設工法は採用しなかった。このため本計画におけるほとんどの工事を技術的に対応できる日本人常駐技術者を配置する。現在モザンビーク国の建設計画では外国のコンサルタントが技術的に重要な業務を処理している。現地コンサルタントは存在するが社会主義国家であったモザンビーク国の元国営企業であり、賃金不払いを原因とする労働争議が発生し、長年の内戦の影響で測量機器、地質調査機器ともほとんど使用できない状況である。本計画の施工管理では地元技術者を積極的に活用する方針であるが品質管理、数量検束等を担当する南アフリカ共和国のエンジニアを各施工基地毎に1名サブチーフとして活用しその下の検査技術者等にはモザンビーク技術者をOJTを兼ねて雇用する。

本計画に対するモザンビーク国の担当機関は道路橋梁局 (DNEP) であるが、これまでも多くのプロジェクトを実施してきており、能力的にはかなり高いがプロジェクトの数に比べて担当技術者の数が限られている。特に道路整備、仮設橋梁の据えつけ撤去を実施している県道路橋梁建設公社 (ECMEP) は道路橋梁局の指示の元に動いているためこれら道路橋梁局の技術者との協力が重要である。

### 4-1-2 施工上の留意事項

本計画の現場は港から離れた場所での施工であり、資材の運搬が施工工期を守る上で非常に重要な要素となっている。このため税関等の手続き、運搬経路の確保などを検討し、工程に従った資材の手配に十分留意する必要がある。また付近に良質な骨材が無い現場が多く、コンクリートの品質を確保するため骨材の検査、セメントの保管、コンクリートプラントの管理が非常に重要な項目となる。

社会基盤整備に不可欠な建設能力は現在のモザンビーク国において絶対的に不足している。また建設に使用する材料の品質、入手の難易度は本計画の実施に大きな影響を与える。本計画に関連する道路、橋梁の建設に係わるモザンビーク国の一般的な状況は以下の通りである。

1. 内戦のため建設産業はほとんど崩壊しており、道路建設の一部を除いて、外国の建設業者に頼らざるを得ない状況である。現在、イタリア、ポルトガル、南アフリカの業者が入っている。

2. アフリカは浸食された大陸であり、石炭岩、花崗岩等の建設資材として有用な骨材が手に入らない。特にモザンビーク国では粗骨材に使用可能な岩が少ない。
3. セメント工場はベイラ、ナカラにあるが現在はほとんど稼働しておらず、クリンカを輸入して粉砕して供給している。このため品質が安定しておらず、また供給も不安定である。
4. 建設地までの資材運搬が雨期等では非常に困難になる。乾期であっても大量の資材運搬は困難な場所が多い。232号線では現道から橋梁建設現場までの工事用道路の整備が必要である。
5. 橋梁の建設費を安く押さえるため、橋梁の通水面積を必要より小さくしているため洪水により流失した橋梁またはカルバート等が多く見られる(ナミタングリネ、ムチバゼ、チチ)。また爆破、ハリケーン等により破壊された旧橋の残骸が河床に放置されているケースも多く、これが2次災害発生の可能性をさらに大きくしている。
6. 今回の要請に上がった橋梁は全国に広くまたがっており、建設材料の入手・運搬の難易度等それぞれの地域毎の特性が異なっている。

#### 4-1-3 施工分担

両国政府の施工分担を表-19に示す。

表-19 両国政府施工分担

項目	内容	負担区分		備考
		日本国	モザンビーク国	
資機材調達	資機材の調達・搬入	○		
	資機材の通関手続き		○	
準備工	工事用地の確保		○	現場事務所、資材置き場等
	仮橋の供与、据えつけ、撤去		○	
	上記以外の準備工	○		
道路用地取得	道路用地取得		○	
	障害物移設		○	樹木、電柱、地雷等
	伐開除根	○		
本工事	廃材処理		○	モロクエ、ナミロイ、メテウセ 各橋梁の取り付け道路はモザンビーク政府側の担当
	取り付け道路整備	○	○	
	上記以外の工事	○		

本計画における日本側の施工分担の範囲を表-20に示す。

表-20 日本側工事分担範囲

橋梁名	位置		工事範囲		
	起点	距離 (km)	起点側 取付道路(m)	橋梁 (m)	終点側 取付道路(m)
ブングエ	国道6号	62.0	500.0	150.5	350.0
メクンベジ	国道6号	46.0	0	77.4	0
ザングエ	マトンド	45.0	50.0	144.2	75.0
シサゼNo I	ドンド	170.0	80.0	11.5	80.0
シサゼNo II	ドンド	195.0	100.0	20.6	100.0
チラバ	ザンベジ川	30.0	350.0	120.0	350.0
ナミタングリネ	ザンベジ川	143.0	110.0	30.0	110.0
メテッセ	モクバ	333.4	0.0	103.3	0.0
ナミロイ	モクバ	302.8	0.0	82.43	0.0
モロクエ	モクバ	278.0	0.0	89.51	0.0
メクブリ	ナカラ	289.0	110.0	30.0	70.0
ムチバゼ	ナカラ	241.0	110.0	45.0	115.0
チチ	ナカラ	372.0	110.0	30.0	110.0

#### 4-1-4 施工監理計画

本計画では日本のコンサルタントがモザンビーク政府に代わって業務実施に当たる。日本のコンサルタントはモザンビーク政府とのコンサルタント業務契約に基づき、実施設計、入札関連業務及び施工管理業務の実施に当たる。

##### (1) 実施設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主要内容は次の通りである。

- ・詳細設計
- ・設計図面および仕様書の作成
- ・施工計画及び積算
- ・入札書類の作成
- ・橋梁維持管理マニュアルの作成。今回建設される橋梁の将来にわたる維持管理の要領をとりまとめる。

実施設計業務の所要時間は第1期1.5カ月、第2期2.0カ月である。

##### (2) 入札関連業務

入札公示から建設工事契約までの業務で、実施する業務は以下の通り。

- ・入札公示
- ・入札業者の事前資格審査
- ・現場説明・入札実施
- ・入札結果の評価
- ・契約促進業務

入札関連業務の所要時間は第1期、第2期それぞれ2.5カ月である。

### (3) 施工管理業務

コンサルタントは、施工業者が施工計画に基づき実施する工事の施工管理を行う。  
施工管理では以下の業務を行う。

- ・ 測量の照査・承認
- ・ 施工計画の照査・承認
- ・ 品質管理
- ・ 工程管理
- ・ 出来形管理
- ・ 安全管理
- ・ 出来高検査及び引き渡し業務

施工工期は第1期10カ月、第2期24カ月である。常駐管理1名で実施するが、施工現場が500km以上離れている上に工事也多岐にわたるため、各工事の大型橋梁の下部工、上部工建設の時点でそれぞれの工事の専門家を短期間派遣し施工に問題が無いか確認する。

4-1-5 資機材調達計画

橋梁建設に必要な資機材の調達事情に関しては、南アフリカおよびジンバブエ等の近隣諸国からの建設業者のモザンビーク国内への参入状況、その建設業者がモザンビーク国内に建設機械を保有しそれらを本計画に提供することができるかどうか等の情報を収集し検討を行った。橋梁建設に必要な資機材のほとんどは南アフリカ共和国で調達可能であり、その品質、安定した供給等十分な能力を有している。このため日本製でなければ十分品質が保証されない部材、モザンビーク国内で調達可能な資材を除いて南アフリカからの資機材調達を原則として考えた。表-21に主要資機材の調達先及びその選定理由を示す。

表-21 主要資機材調達計画

資機材	日本	ジンバウ	南アフリカ	輸送手順	選定理由	
建設機械	クローラクレーン			○	船便	モザンビーク国においては△印の機械は存在するが、リース用等のために使われておらず、本プロジェクト用に確実に利用できる可能性が低いため調達は南アフリカとする。橋梁建設工事用の機械は南アフリカで全て調達可能。輸送はジンバブエから陸送する事も可能であるがジンバブエ政府は入ってくる資材に税金をかける事が予想されるため原則として最寄りの港への船便とモザンビーク国内の陸送を組み合わせて輸送を行う。
	ジールハンマー			○	船便	
	バックホウ			○	船便	
	手延べ機			○	船便	
	ブルドーザ		△	○	船便	
	トラクターショベル			○	船便	
	モーターグレーダー		△	○	船便	
	ローラー			○	船便	
	アジテータトラック		△	○	船便	
	ダンプ、トラック			○	船便	
	発電器			○	船便	
	コンクリートミキサー		△	○	船便	
	ブレーカー			○	船便	
	ジャッキ (PC)			○	船便	
ジャッキ (送り出し)			○	船便		
クラシャー			○	船便		
建設資材	鉄筋			○	船便	現地で生産されていない 現地で生産されていない 現地で生産されていない 現地で生産されていない 現地産は質、量とも対象外  製作工場の技術不足 現地では輸入が一般的 現地で生産されていない 現地で生産されていない 現地で生産されていない 現地で生産されていない 損耗の最も大きい部品のため 製作工場の技術不足
	PC鋼材			○	船便	
	シース			○	船便	
	定着具			○	船便	
	セメント			○	船便	
	砂利		○		陸送	
	砕石		○		陸送	
	砂		○		陸送	
	型枠 (鋼製)			○	船便	
	型枠 (合版)			○	船便	
	支保工			○	船便	
	足場	○		○	船便	
	型鋼	○		○	船便	
	支承	○		○	船便	
継ぎ手	○		○	船便		
高欄			○	船便		

#### 4-1-6 実施工程

施工は工事量、事業費を勘案して2期に分けて実施する。第1期及び第2期の工程を表-22に示す。

#### 4-1-7 相手国側負担事項

1. 本計画に必要な用地の提供。
2. 建設に先立って建設現場の整理。
3. 仮設橋梁の移動、据え付け、撤去。
4. 銀行取り決め(B/A)、支払い授權書(A/P)に係わる費用の負担。
5. 本計画に係わる建設業者によってモザンビークに搬入される資材、機器等に関する免税処置、関税手続きの支援。
6. 本計画に係わる建設業者によって供給される業務、生産物に対して発生する関税、国内税等の免税処置。
7. 本計画実施に必要な許可、免許の発行。
8. 本計画によって建設された施設の維持管理。
9. 本計画実施中に発生した住民や第三者から提起される問題の調整と解決。
10. 本計画に係わる建設業者等の安全確保。



## 4-2 概算事業費

### 4-2-1 概算事業費

本計画を実施するために必要な事業費総額は、約35億円となる。また日本とモザンビーク国との負担区分に基づく双方の経費内訳を表-23に示す。

#### 1) 日本側負担経費

表-23 概算事業費

事業区分	第1期	第2期	合計
(1) 建設費	4.16 億円	26.76 億円	30.92 億円
1. 直接工事費	(1.84)	(14.19)	(16.04)
2. 直接仮設費	(0.90)	(6.26)	(7.16)
3. 共通仮設費	(0.40)	(1.94)	(2.34)
4. 輸送梱包費	(0.93)	(5.96)	(6.89)
5. 技術者派遣費			
6. 現場経費	(0.80)	(3.24)	(4.04)
7. 一般管理費	(0.18)	(1.42)	(1.60)
(2) 設計・施工監理費	0.95 億円	3.28 億円	4.22 億円
合計	5.11 億円	30.04 億円	35.15 億円

#### 2) モザンビーク国負担経費

1. 機材通関手数料
2. 用地費（工事現場、取り付け道路）
3. 障害物除去、廃材処理
4. 取り付け道路工事（モロクエ橋、ナミロイ橋、メテウセ橋）
5. 迂回道路の仮橋設置撤去

尚、橋梁維持管理費は次の通りと見積もられる。

1. 補修費（高欄、伸縮継ぎ手、橋面舗装）299.800 US\$
2. 鋼橋塗装費（10年間隔）19.250 US\$

### 3) 積算条件

1. 積算時点 平成8年7月
2. 為替交換レート 1 US \$ = 109円  
1 US \$ = 4.0372南アランド
3. 施工期間 橋梁施工は2期に分けて実施する。第1期は1997年6月から1998年の3月までの10カ月で実施する。第2期工事は1997年9月から2000年の3月まで2年7カ月で実施する。

#### 4-2-2 維持・管理計画

本計画で建設を予定している橋梁は構造的に単純なものを選んでいるため維持管理のための特別な技術は必要としない。一般的な橋梁維持管理の要点は以下の通りである。これらの維持管理、点検については点検要領ガイドラインを整備し、全橋梁が完成し引き渡す時点でモザンビーク政府に手渡すものとする。

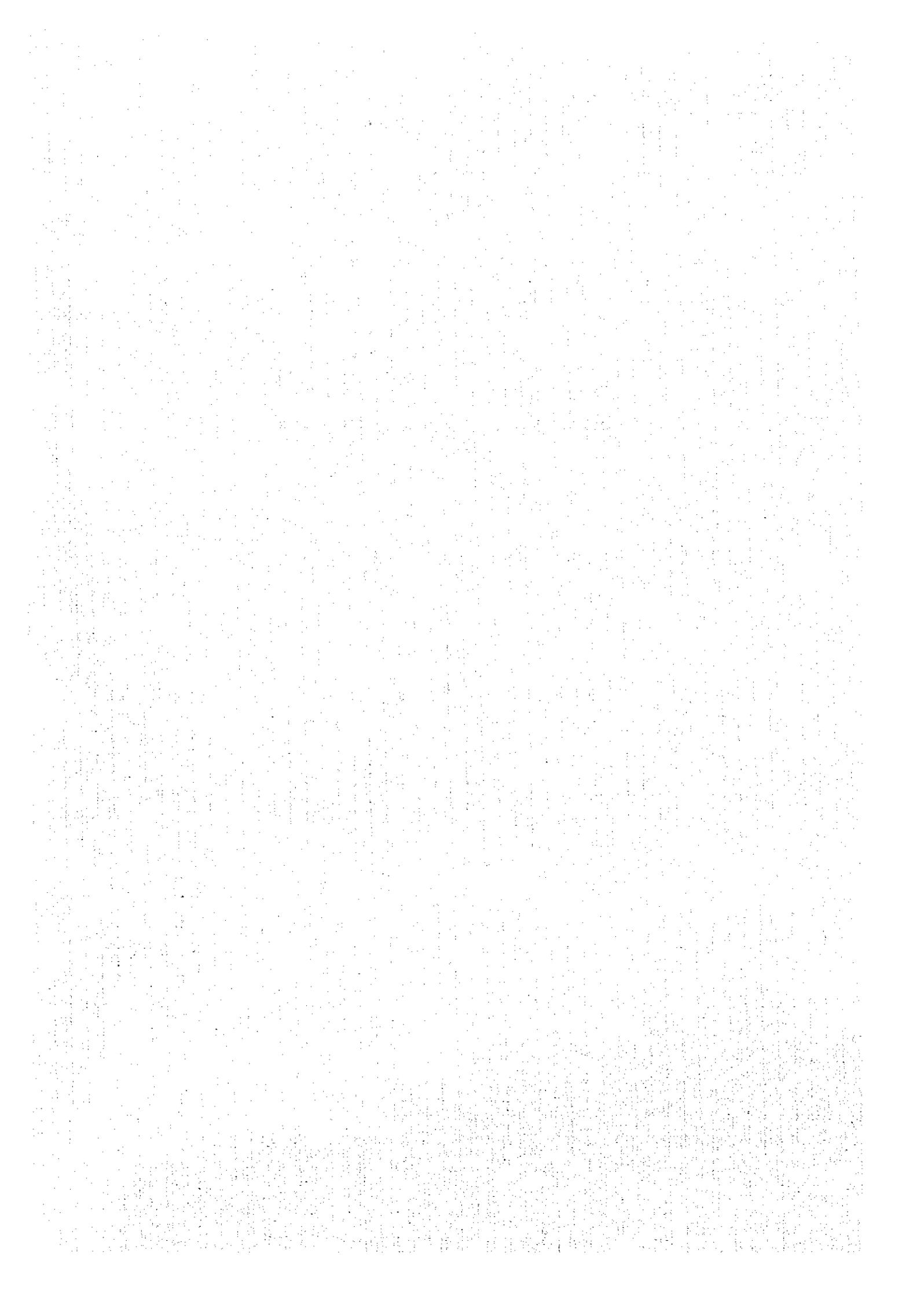
##### (1) 橋梁付帯構造の点検維持管理

高欄、伸縮継ぎ手等は運行車両等によって破壊される可能性が高く定期的に点検する必要がある。これらの部位は定期的な道路管理の点検時にその健全性を検査する。

##### (2) 橋梁本体の維持管理

橋梁は基礎工、下部工、上部工からなっている。これらの点検は5年毎に橋梁点検の資格を持った検査員の手で検査が行われるべきである。このとき構造の点検のみでなく河川の流域の変化、下部工洗掘等の点検も実施しなければならない。

## 第5章 プロジェクトの評価と提言



## 第5章 プロジェクトの評価と提言

### 5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果

陸上交通の整備は国家経済全体に多大な影響を与えることは議論の余地の無いところである。モザンビーク政府は1987年、内戦によって破壊された経済の復興をはかるため経済復興計画 (ERP: Economic Rehabilitation Program)を策定した。この計画では主に金融政策の面から、通貨交換比率、公式価格から市場価格変更、歳出の削減、税金収入基盤の強化等を実施している。この結果1987年から1990年の4年間に国内総生産 (GDP) は年平均5.3%に達し、農業生産は例えばとうもろこしなどは1986年から4年でその生産量は2.7倍となるなど飛躍的に増加している。

しかしながら(1)治安の悪さ(2)交通輸送の困難さ(3)保存、流通機構が整備されていないため地方住民に生産拡大のための動機づけができないこと(4)通貨価値の変更による物価上昇、などの理由により、これら農業生産や外貨獲得のための新たな生産拡大は非常に制限されている。

こうした経済状況を背景に1989年から特に農業部門の生産回復、成長を目的とした重点地域計画 (PDP: Priority Areas Development Program)を中心とした、経済社会復興計画 (ESRP: Economic and Social Rehabilitation Program)がスタートした。これら農業生産物の輸送、流通を支援するための交通インフラ整備を行うため道路・沿岸輸送改善計画 (ROCS: Roads and Coastal Shipping Project)が提案され実施されている。

モザンビーク国では運輸交通部門に対する投資は伝統的に、同国に隣接する内陸国と、インド洋側の主要港湾を結ぶ路線に対して重点的に行われてきた。このため1973年時点では交通運輸部門の収支決算は1億1千万ドルの黒字であった。しかしながらこの10年の間に国際運輸業務は70%以上も減少し3千4百万ドルまで落ち込んでいる。1989年この金額は4千2百万ドルまで回復したがこの金額は国内総生産 (GDP) の10%以上に相当し外貨獲得、雇用推進の大きな部門となっている。

本計画で再建される橋梁はこれらモザンビーク国の運輸交通部門のボトルネックを解消するための幹線道路網整備に大きく関係している。しかしながらこれらの路線は現在の所、雨期にはほとんど交通不能となるなど、交通網としての機能を著しく欠いているため交通量が非常に少ない。また各橋梁の架かる路線の性格も一様ではなく本計画により建設される橋梁の裨益を一括して分析することは非常に困難である。

従って本計画を実施することによって得られるであろう裨益効果を各橋梁の架かる路線の性格毎に表-24にまとめた。

表-24 各路線毎の裨益効果

路線番号	橋梁名	裨益効果
102	ブングエ メクンベジ	国道102号線はザンビア、マラウィとベイヤ港を結ぶ国際道路であり大型車を中心に500台/日とモザンビークとしては最も交通量の多い路線の一つである。この路線が不通になった場合ハラレ経由となり直接結べば200kmの所400kmの迂回となる。外貨獲得のための重要路線。
1 213	ザングエ シサゼNo1 シサゼNo2	ザングエ橋はザンベジ川のカイヤフェリー乗り場から南約5kmの位置にあり、南北地域を結ぶ幹線道路の国道1号線上にあり、ベイヤとカイヤを結ぶ国道213号からの交通もこの橋を通過する。シサゼNo1およびシサゼNo2橋は現在ベイヤより北の国道1号線が開通していないため緊急開通路線の対象となった213号線上の橋梁。この橋梁が不通となった場合陸路でベイヤとケリマネを結ぶ道路は直接結べば約400kmの所、遠くチモイオ、テテを経由して約1000kmの迂回が必要となる。ベイヤ・ケリマネ間の南北幹線道路の交通困難の緩和に資する。
225	チラバ ナミタングリネ	ザンベジ川のカイヤフェリー乗り場から北約10kmの位置にあり、南北地域を結ぶ幹線道路の国道225号線上にある。ベイヤとケリマネを結ぶ唯一の幹線道路でありこれが不通となると迂回路の条件はザングエ橋と同じとなる。
232	メテウセ ナミロイ モロクエ	モザンビーク政府自らの手で建設着手し内戦のため建設中断されたケリマネとモザンビーク国第3の都市ナンブラを結ぶ国道232号線上にある。ケリマネ・ナンブラ間は400kmであるがこの路線が不通となった場合マラウィ経由で800kmの迂回となるが、この迂回路そのものも不通となっている可能性が高い。このため、なんとしてでもこの路線を通過して陸路北へ通行する方法はなく400kmを2日ないし3日架けて通行している。ケリマネ・ナンブラ間の南北幹線道路の交通困難の緩和に資する。
8	メクプリ ムチバゼ チチ	マラウィとナカラ港を結ぶ国際幹線道路の国道8号線上にある。すでに第二世銀の融資により道路整備は実施されており橋梁の必要性は高い。現在この国道に平行して建設されている鉄道によって80%以上の物資の輸送は実施されている。この路線が整備されればザンビア、マラウィからの交通が発生し外貨獲得の重要路線となる。

## 5-2 技術協力・他ドナーとの連携

モザンビーク国では戦後復興計画の最も大きなプロジェクトの1つとして、国内交通輸送体系の整備に重点をおいている。これに応じて第二世銀 (IDA) を中心として国内交通網整備に関する道路・沿岸輸送改善計画 (ROCS) が策定された。ROCS-1 計画では主に交通網整備に係わる組織、人材育成、将来計画に係わるコンサルタントサービスに重点がおかれ、ROCS-2 計画では ROCS-1 で検討された計画に基づいて8億ドルの予算で幹線道路網整備が実施されようとしている。

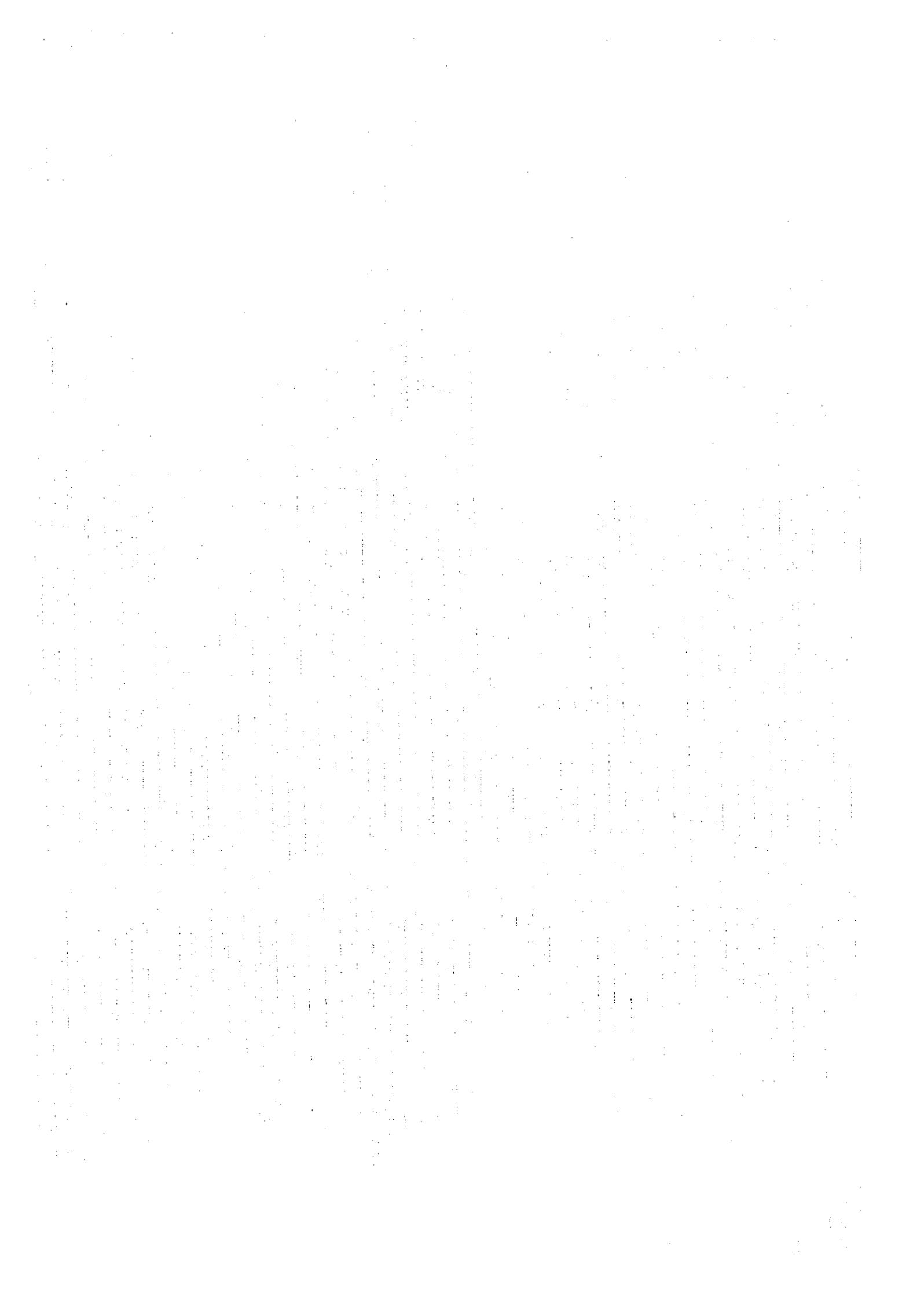
ROCS-2 計画では第二世銀 (IDA)、アジア開発銀行 (ADB) などの融資組織、イタリア、クウェート等の政府開発援助が予定されているが、現在のところ、同計画を完成するのに必要なすべての資金が集まっている訳では無くプロジェクト毎にこれら援助組織と交渉しながら実施している状況である。

ROCS-2 計画ではモザンビーク国の独立以前から国の幹線道路として整備推進されていた路線の修復及び建設途中で放棄された幹線道路の再建に重点を置いている。本計画で検討を行った大型橋梁、プングエ橋、ザングエ橋、チラバ橋、モロクエ橋、メテウセ橋、ナミロイ橋はこの ROCS-2 計画で整備予定の路線上にある。

モザンビーク国の幹線道路網整備には第二世銀 (IDA) がその中心となっているが、資金がすべて準備されているわけではない。このため本計画を実施するに当たって第二世銀 (IDA) およびその他の援助機関の融資計画、計画実施時期、計画の内容、範囲等を把握し、本計画との連携をはかりつつ事業を進める必要がある。

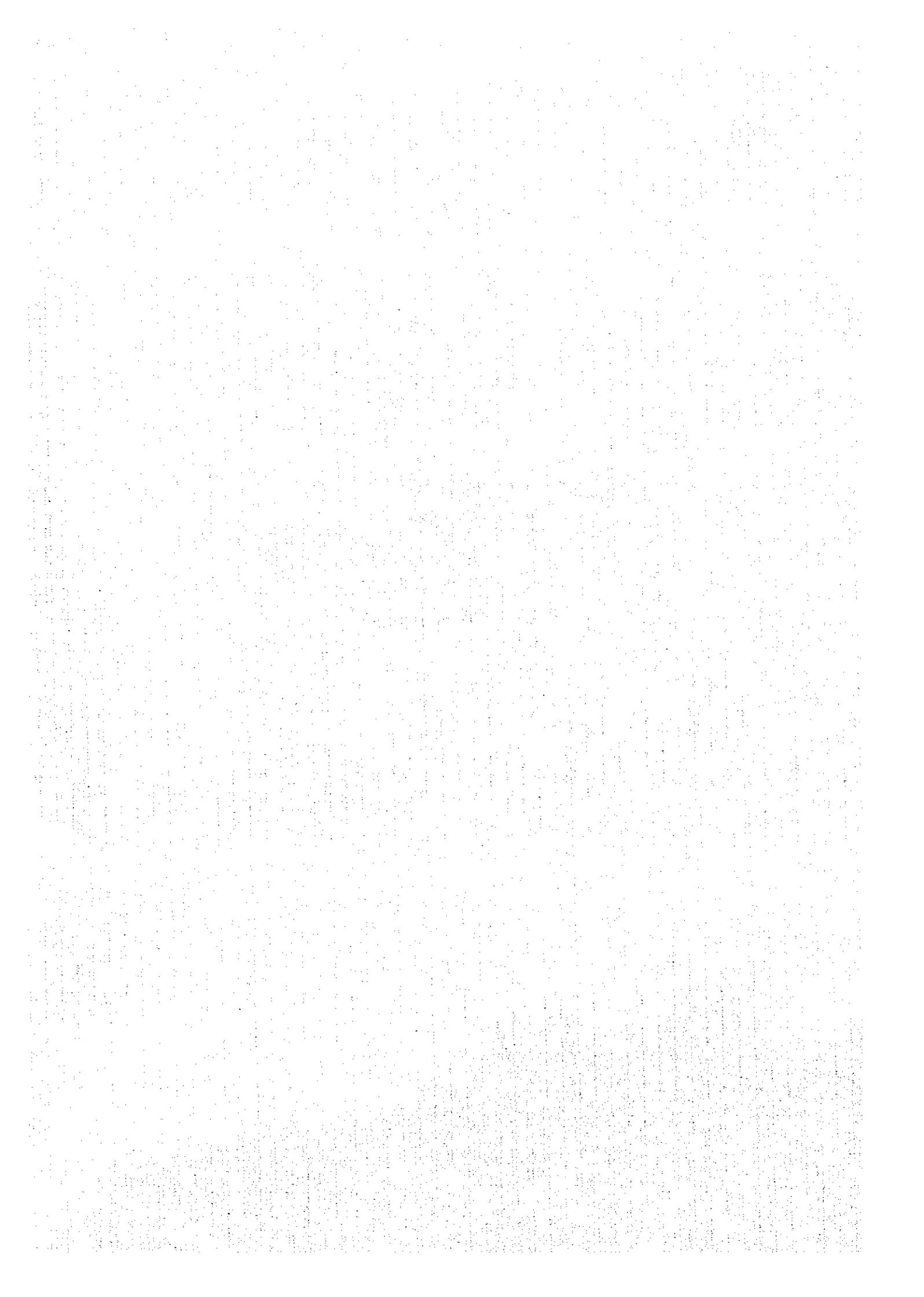
## 5-3 課題

モザンビーク国の国土は広くその道路整備には莫大な資金を必要としている。モザンビーク国の人口の60%以上を占める北部4県 (Niasa, Cabi Dergado, Numpla, Zambezia) と首都のある南部とを結ぶ通年通行可能な道路は現在1本もない状況である。本計画の投資効果を最大限にするためには関連する道路、施設整備を重点的に実施する必要がある。特に Incope-Caia間、Namacura-Rio Ligonha 間は道路整備が十分でなく本計画で実施される橋梁整備だけでは路線は完成しない。また南北地域を分断するザンベジ川の渡河が確実に行える施設整備もこの路線完成には欠かせない要件である。本計画を効果的にするためにはこれらの関連道路、施設整備が非常に重要である。



## 「資 料」

1. 調査団氏名
2. 調査日程
3. モザンビーク国関係者
4. 当該国の社会・経済
5. 階級分析手法
6. 水文計算結果



## 1. 調査団員氏名

### (1) 第1次基本設計現地調査(平成8年2月21日～3月16日)

担当業務	氏名	所属
総括	荒井朝徳	外務省大臣官房会計課無償等経理室長
技術参与	佃 長次	本州四国連絡橋公団第2管理局早島管理事務所副所長
無償資金協力	花里信彦	国際協力事業団無償資金協力調査部基本設計調査2課
業務主任者	安井淳治	株式会社 長大
道路・橋梁計画	森田泰生	株式会社 長大
自然条件調査	小池幸夫	株式会社 長大
施工計画・積算	柴田定昭	株式会社 長大
通訳	戸田左保	株式会社 長大

### (2) 第2次基本設計現地調査(平成8年5月11日～6月19日)

担当業務	氏名	所属
総括	鈴木研司	外務省経済協力局無償資金協力課課長補佐
技術参与	岡野 哲	本州四国連絡橋公団第3建設局今治工事事務所副所長
業務主任者	安井淳治	株式会社 長大
道路・橋梁設計	高橋政美	日本工営 株式会社
自然条件調査(1)	小池幸夫	株式会社 長大
自然条件調査(2)	犬塚 功	日本工営 株式会社
施工計画・積算	柴田定昭	株式会社 長大
通訳	戸田左保	株式会社 長大

### (3) ドラフト報告書説明現地調査(平成8年11月26日～12月3日)

担当業務	氏名	所属
総括	森谷裕司	国際協力事業団無償資金協力業務部業務第三課
外務省担当	大和田辰明	外務省経済協力局無償資金協力課
業務主任者	安井淳治	株式会社 長大
通訳	戸田左保	株式会社 長大

## 2. 調査日程

### (1) 官団員日程

#### 1) 第1次基本設計現地調査

月 日	荒井団長	団員 (技術参与)	花里団員 (計画管理)
2月21日(水)	成田→香港→JOHANNESBURG 移動		
2月22日(木)	JOHANNESBURG→MAPUTO 移動 DNEP 訪問		
2月23日(金)	DNEP 協議		
2月24日(土)	CHOKUE-XAIXAI 現地調査		
2月25日(日)	休み		
2月26日(月)	MAHAU 橋現地調査		
2月27日(火)	DNEP 協議		
2月28日(水)	DNEP 協議		
2月29日(木)	DNEP 協議 議事録サイン		MAPUTO→PARIS 移動
3月1日(金)	MAPUTO→HARARE 移動		
3月2日(土)	在ジンバブエ大使館訪問/報告		
3月3日(日)	HARARE→JOHANNESBURG→SINGAPORE 移動		
3月4日(月)	SINGAPORE 着		
3月5日(火)	SINGAPORE→成田移動		

#### 2) 第2次基本設計現地調査

月 日	鈴木団長	岡野団員 (技術参与)
5月11日(土)	成田→香港→JOHANNESBURG 移動	
5月12日(日)	JOHANNESBURG→MAPUTO 移動 DNEP 訪問 MAPUTO→BEIRA 移動	
5月13日(月)	公共事業住宅省・DNEP 訪問	
5月14日(火)	CALA, ZANGUR, CHIRABA 橋現地調査	
5月15日(水)	PUNGUR 橋現地調査 MAPUTO 着	
5月16日(木)	DNEP 協議	
5月17日(金)	DNEP 協議・議事録サイン	
5月18日(土)	休み	
5月19日(日)	MAPUTO→JOHANNESBURG→香港移動	
5月20日(月)	香港→成田移動	

3) ドラフト報告書説明現地調査

月 日	森谷団長、大和田団員（無償資金協力）	コンサルタント団員（安井、戸田）
10月26日(土)	成田→SINGAPORE→JOHANNESBURG 移動	
10月27日(日)	JOHANNESBURG→HARARE 移動	JOHANNESBURG→MAPUTO 移動
10月28日(月)	在ジンバブエ日本大使館訪問 HARARE→MAPUTO 移動	DNEP 訪問、報告書説明
10月29日(火)	公共事業省・DNEP 訪問	
10月30日(水)	DNEP 協議	
10月31日(木)	外務省、農林省訪問、DNEP 協議	
11月1日(金)	議事録サイン MAPUTO→JOHANNESBURG 移動	
11月2日(土)	JOHANNESBURG→香港移動	
11月3日(日)	香港→成田移動	

(2) コンサルタント団員調査行程

1) 第1次基本設計現地調査

月 日	安井	戸田	森田	小池	柴田
2月21日(水)	成田→香港→JOHANESBURG 移動				
2月22日(木)	JOHANESBURG→MAPUTO 移動 DNEP 訪問				
2月23日(金)	DNEP 協議				
2月24日(土)	CHOKUE-XAIXAI 現地調査		成田→香港→JOHANESBURG 移動		
2月25日(日)	休み		JOHANESBURG→MAPUTO 移動		
2月26日(月)	DNEP 協議				
2月27日(火)	MAHAU 橋現地調査			MAPUTO→NAMPULA 移動	
2月28日(水)	DNEP 協議			DNEP(NUMPULA) 協議	
2月29日(木)	DNEP 協議 議事録サイン			NAMIRROI,MALELA,MOLOCUE 橋調査	
3月1日(金)	MAPUTO→BEIRA 移動			資料整理、聞き取り調査	
3月2日(土)	BEIRA→CHIMOIO 移動			NACALA 港調査	
3月3日(日)	PANDIRA,MECUMBEZI,PUNGUE 現地調査			MECUBURI,THITHI,MUTIBAZE 橋調査	
3月4日(月)	CHIMOIO→BEIRA 移動			資料整理	
3月5日(火)	BEIRA 港調査、資料整理			資料整理・現地業者調査	
3月6日(水)	XISADZE I,II,ZANGUE,CHIRABA,NAMITANGURINE 橋調査			資料整理	
3月7日(木)	資料整理			NAMPULA→MAPUTO 移動	
3月8日(金)	BEIRA→MAPUTO 移動			資料収集・業者訪問	
3月9日(土)	DNEP 協議				
3月10日(日)	MAPUTO→HARAR 移動	休み			
3月11日(月)	大使館報告	資料収集			
3月12日(火)	休み	資料収集・DNEP 協議			
3月13日(水)	HARARE→JOHANE 移動	MAPUTO→JOHANESBURG→SINGAPORE 移動			
3月14日(木)	JOHANE→SING.移動	休み			
3月15日(金)	SING. →成田移動	SINGAPORE→成田移動			
3月16日(土)	成田着				

2) 第2次基本設計現地調査

月日	安井	高橋/小池	犬塚	柴田
5月11(土)	成田→香港→JOHANNESBURG 移動			
5月12(日)	JOHANNESBURG→MAPUTO 移動			
5月13(月)	公共事業・住宅省, DNEP 訪問			
5月14(火)	ZANGUE, CHIRABA 橋 調査	資料収集		
5月15(水)	PUNGUE 橋調査	資料収集	現地調査準備	
5月16(木)	DNEP 協議	現地調査準備	NAMPULA 移動	
5月17(金)	DNEP 協議 (議事録サイン)	QUELIMANE 移動	NAMPULA (Local DNEP meeting)	
5月18(土)	DNEP 協議	DNEP 地方事務所打合せ	MECUBURI 橋現地調査	
5月19(日)	NAMPULA 移動	現地調査	資料整理	
5月20(月)	DNEP 地方事務所協議	CHIRABA 橋調査	MUTIBAZE 橋現地調査	
5月21(火)	現地調査(Thi-Thi)	CHIRABA 橋	THI-THI 橋現地調査	
5月22(水)	DNEP 地方事務所協議	ZANGUE 橋調査	DNEP 地方事務所打合せ	
5月23(木)	MOLOCUE 橋調査	ZANGUE 橋	資料整理	MAPUTO 移動
5月24(金)	MALELA, NAMIRROI 橋調査	XISADZE I, II 橋調査	調査準備	資料収集
5月25(土)	BEIRA 移動	BEIRA 移動	BEIRA 移動	資料収集
5月26(日)	調査団会議 (Beira)			MAPUTO 発
5月27(月)	DNEP 地方事務所協議	CHIMOIO 移動	JOHANNESBURG 着	
5月28(火)	資料収集	PUNGUE 橋現地調査	JOHANNESBURG 発	
5月29(水)	MAPUTO 移動	PUNGUE 橋	SINGAPORE 発	
5月30(木)	DNEP 協議	MECUBURI 橋現地調査	成田着	
5月31(金)	資料整理	BEIRA 移動		
6月1(土)	資料整理	BEIRA		
6月2(日)	休み	QUELIMANE 移動		
6月3(月)	資料整理	QUELIMANE		
6月4(火)	資料整理	MOLOCUE 移動		
6月5(水)	情報収集	NAMIRROI 橋現地調査		
6月6(木)	DNEP 協議	NAMIRROI 橋		
6月7(金)	DNEP 協議	MOLOCUE 橋現地調査		
6月8(土)	資料収集	MOLOCUE 橋		
6月9(日)	休み	METUCE 橋現地調査		
6月10(月)	南アフリカ移動	METUCE 橋		
6月11(火)	HARARE 移動	NAMPULA 移動		
6月12(水)	大使館報告	MAPUTO 移動		
6月13(木)	南アフリカ移動	MAPUTO (資料収集)		
6月14(金)	再委託調査結果協議	MAPUTO (資料収集)		
6月15(土)	資料収集	MAPUTO (帰国準備)		
6月16(日)	休み	MAPUTO 発 JOHANNESBURG 移動		
6月17(月)	JOHANNESBURG 発			
6月18(火)	SINGAPORE 着			
6月19(水)	SINGAPORE 発 成田着			

### 3. モザンビーク国関係者リスト

公共事業・住宅省 (MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND HOUSING)

道路橋梁管理局 (NATIONAL DIRECTORATE OF ROAD AND BRIDGES)

Mr. CARLOS FRAGOSO	DIRECTOR
Mr. JOAO DAVID MABOMBO	DEPUTY DIRECTOR
Mr. TIAGO MASSINGUE	COORDINATOR-1
Mr. ATANASIO MUGUNHE	COORDINATOR-2
Mr. AGOSTINHO V. NOTECE	DEPT. OF MAINTENANCE
Mr. EVARISTO R. MUSSUPAI	DEPT. OF MAINTENANCE
Mr. G. L. VERMA	CONSULTANT

地方道路局

SOFALA

Mr. JOAO GODINHO	CHIEF OF DNEP
Mr. ARNE JOHANSON	CONSULTANT
Mr. HORACIO RIBEIRO	DIRECTOR OF ECMEP

MANICA

Mr. ARMAND	CHIEF OF DNEP
Mr. JOSE RODRIGUES	CONSULTANT
Mr. BRITO SOCA	DIRECTOR OF ECMEP

Mr. CARLOS BRAS	CHIEF OF DNEP
Mr. MANUEL NORONHA	CONSULTANT
Mr. ELIAS MARRENGULE	DIRECTOR OF ECMEP

NAMPULA

Mr. SANTOS MANUEL	CHIEF OF DNEP
Mr. SERGIO VASCONCELLOS	CONSULTANT
Mr. HERCULANO CUMBE	DIRECTOR OF ECMEP

#### 4. 当該国の社会・経済事情

一般指標			
国名	モザンビーク共和国	面積	801,590 平方 Km
政体		人口	16,617,000 (1992 年)
元首	アルベルト・チサノ大統領	首都	マプト
独立年月日	1975 年 6 月 25 日	主要都市名	ベイラ、ナンブラ、ケリマネ
人種(部族)構成		経済活動可能人口	8,790,000 (1992 年)
言語・公用語	ポルトガル語、土着語	教育制度	義務教育 7 歳-14 歳
宗教	土着信仰、キリスト教	初等教育就学率	
		識字率	33% (1990 年)
国連加盟		人口密度	21 人/平方 Km(1992 年)
世銀 IMF 加盟		人口増加率	2.67%(1992 年)
		平均寿命	男 46 歳 女 49 歳(1992 年)
		5 歳児未満死亡率	136/1000 人(1992 年)
		カロリー供給率	1805 カロリー/日/人(1992 年)

経済指標			
通貨単位	メティカ(MT)	貿易量	1,183 百万ドル
為替レート(MT/US)	11230 (1996 年 10 月)	輸出	160.0 百万ドル
会計年度		輸入	1,023 百万ドル
国家予算	479.0 百万ドル(1995 年度)	輸入カバー率	
歳入	223.8 百万ドル	主要輸出品目	海老、カシューナッツ、綿花
歳出	479.0 百万ドル	主要輸入品目	消費財、部品、備品
国際収支	61.2 百万ドル	日本への輸出	19 百万ドル
ODA受取額	295.5 百万ドル(1995 年)	日本からの輸出	32 百万ドル
国内総生産 (GDP)			
1 人当り GDP		外貨準備総額	
GDP の産業別構成	工業 13.4%	対外債務残高	5331.5 百万ドル(1995 年)
	農業 59.3%	対外債務返済率	
	サービス業 19.1%	インフレ率	54.9%(1995 年)
産業別雇用	農業 81.3%		
	工業		
	サービス業	国家開発計画	
経済成長率	3%(1995 年)		

気象 1986年発行 ATLAS GEOGRAFICO 場所：ナンブラ (標高300m)													
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均/計
最高気温													
最低気温													
平均気温	26	25	26	26	25	24	23	22	23	24	28	26	25 ℃
降水量	250	245	185	100	25	20	20	15	25	30	35	135	90 mm
雨期/乾期	雨期			乾期								雨期	

我が国における ODA の実績 (単位億円)				
年度	1991	1992	1993	1994
項目				
技術協力	2512	2698	2893	3088
無償資金協力	2051	2195	2243	2456
有償資金協力	7366	5852	5852	8225
総額	11929	10745	12756	13769

当該国に対する我が国の ODA の実績 (単位億円)				
年度	1991	1992	1993	1994
項目				
技術協力	3.91	4.21	1.56	1.09
無償資金協力	18.17	46.25	20.88	44.60
有償資金協力	-0.79	-1.45	-1.41	-1.41
総額	21.29	49.21	21.03	44.28

出典： 国際協力事業団年報、P.P. 8 ~ P.P. 9 (1995年12月1日発行)  
 国際協力事業団年報(資料編)、P.P. 243 (1995年12月1日発行)  
 我が国の政府開発援助(ODA白書)上巻 P 126 (1994年9月発行)  
 経済・技術協力便覧(情報企画研究所) P.P. 9 (1994年1月10日発行)

DAC諸国の経済の協力実績 (1992年)		(単位百万ドル)				
	贈与 (1)		有償資金協力	政府開発援助 (1)+(2)=(3)	その他政府資金 及び民間資金(4)	経済協力総額 (3)+(4)
		技術協力				
二国間援助 (主要供与国)						
1. イタリア				249.94		249.94
2. ポルトガル				164.28		164.28
3. スウェーデン				97.20		97.20
4. フランス				80.12		80.12
その他				418.47		418.47
(主要援助機関)						
1. IDA				105.90		105.90
2. WFP				100.60		100.60
その他				188.00		188.00
合計				1404.51		1404.51

出典：我が国の政府開発援助（ODA白書）下巻 P 599 （1994年9月発行）

## 5. 階級分析手法 (AHP : Analytic Hierarchy process)

様々な評価属性を持つ評価対象の優先度を判定する手法はいろいろ考えられるが、評価属性及び評価対象をそれぞれ1対1の相対評価を行いそれら相対評価の合成として優先度の判定を行う階級分析手法について紹介する。

簡単な例として、たとえばある人(評価者)が家(評価対象)を購入したいと考えその候補として3軒の家が候補に挙げたと仮定する。このとき評価者による家の選択の基準(評価属性)が1. 値段、2. 通勤距離、3. 広さ、4. 建築年であったとする。このとき候補に挙げた家をどのようにAHPを使って選択するか、例をここで述べる。

### (1) 第1段階

まず第1段階として評価属性の評価者にたいする重み(Weight)を相対評価で算定する。相対評価とは、値段と通勤距離、値段と広さ等評価属性それぞれが評価者Aにとってどのような評価になるかを検討する。たとえば評価者にとって家の値段と通勤距離ではどちらが重要か表-1に記載されている評価基準で評価する。

相対評価の値	定義	説明
1	重要性は同じ	目的に対して二つの評価対象は同じ重要性を持っている。
3	比較対象と比べて若干重要	経験、判断により若干比較対象より好ましい。
5	比較対象と比べてかなり重要	経験、判断によればかなり比較対象より好ましい。
7	比較対象と比べて非常に重要	比較対象に比べれば非常に好ましい。
9	比較対象と比べて絶対的に重要	比較にならないほど大切または好ましい。
2, 4, 6, 8	上記の値の中間値	上記の中間の値の場合
上記の値の逆数	たとえば上記の例で3となった場合比較する項目と比較対象が逆になった場合相対評価値は1/3となる。	

評価属性の重要度を計算するための評価マトリックスは表-2のようになる

表-2 評価属性に対する相対評価表

評価属性	値段	通勤距離	広さ	建築年
値段	1	7	3	5
通勤距離	1/7	1	1/5	1/3
広さ	1/3	5	1	3
建築年	1/5	3	1/3	1

(2) 第2段階

評価属性の相対評価が定まったら次に各評価属性に対する評価対象の相対評価を同様に行う。これらの相対評価の値は評価者Aの主観によって決められる。

表-3 評価属性（値段）に対する相対評価表

評価対象	家(A)	家(B)	家(C)
家(A)	1	3	7
家(B)	1/3	1	5
家(C)	1/7	1/5	1

上記の例では家(A)が家(B)に対して若干やすく、家(C)に対して非常にやすいことを示している。同様にその他の評価属性通勤距離(表-4)、広さ(表-5)、建築年(表-6)に関しても評価を行う。

表-4 評価属性（通勤距離）に対する相対評価表

評価対象	家(A)	家(B)	家(C)
家(A)	1	1/3	1/7
家(B)	3	1	1/5
家(C)	7	5	1

表一5 評価属性（広さ）に対する相対評価表

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)
家 (A)	1	3	1/5
家 (B)	1/3	1	1/7
家 (C)	5	7	1

表一6 評価属性（建築年）に対する相対評価表

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)
家 (A)	1	1/5	1/3
家 (B)	5	1	3
家 (C)	3	1/3	1

(3) 第3段階 優先度の判定

正規化されたアイゲンベクトル(Eigenvector) を用いて評価対象の優先度を判定する。アイゲンベクトルの計算は表一7の様にして行う。

表一7 アイゲンベクトル値の計算

	評価属性のマトリックス				アイゲンベクトル の計算式	ベクトルの 値
	A1	A2	A3	A4		
A1	$\frac{W_1}{W_1}$	$\frac{W_1}{W_2}$	$\frac{W_1}{W_3}$	$\frac{W_1}{W_4}$	${}^4\sqrt{\frac{W_1 \times W_1 \times W_1 \times W_1}{W_1 \times W_2 \times W_3 \times W_4}} = a$	$\frac{a}{Total} = X_1$
A2	$\frac{W_2}{W_1}$	$\frac{W_2}{W_2}$	$\frac{W_2}{W_3}$	$\frac{W_2}{W_4}$	${}^4\sqrt{\frac{W_2 \times W_2 \times W_2 \times W_2}{W_1 \times W_2 \times W_3 \times W_4}} = b$	$\frac{b}{Total} = X_2$
A3	$\frac{W_3}{W_1}$	$\frac{W_3}{W_2}$	$\frac{W_3}{W_3}$	$\frac{W_3}{W_4}$	${}^4\sqrt{\frac{W_3 \times W_3 \times W_3 \times W_3}{W_1 \times W_2 \times W_3 \times W_4}} = c$	$\frac{c}{Total} = X_3$
A4	$\frac{W_4}{W_1}$	$\frac{W_4}{W_2}$	$\frac{W_4}{W_3}$	$\frac{W_4}{W_4}$	${}^4\sqrt{\frac{W_4 \times W_4 \times W_4 \times W_4}{W_1 \times W_2 \times W_3 \times W_4}} = d$	$\frac{d}{Total} = X_4$

ここで  $Total = a + b + c + d$

$X_1, X_2, X_3, X_4$ は評価属性  $A_1, A_2, A_3, A_4$ 、それぞれのウェイトであり、各評価対象  $A, B, C$ の総合評価は以下の式で計算される。

$$\begin{bmatrix} \frac{v_1}{v_1} & \frac{v_1}{v_2} & \frac{v_1}{v_3} & \frac{v_1}{v_4} \\ \frac{v_2}{v_1} & \frac{v_2}{v_2} & \frac{v_2}{v_3} & \frac{v_2}{v_4} \\ \frac{v_3}{v_1} & \frac{v_3}{v_2} & \frac{v_3}{v_3} & \frac{v_3}{v_4} \\ \frac{v_4}{v_1} & \frac{v_4}{v_2} & \frac{v_4}{v_3} & \frac{v_4}{v_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{v_1}{v_1} X_1 + \frac{v_1}{v_2} X_2 + \frac{v_1}{v_3} X_3 + \frac{v_1}{v_4} X_4 \\ \frac{v_2}{v_1} X_1 + \frac{v_2}{v_2} X_2 + \frac{v_2}{v_3} X_3 + \frac{v_2}{v_4} X_4 \\ \frac{v_3}{v_1} X_1 + \frac{v_3}{v_2} X_2 + \frac{v_3}{v_3} X_3 + \frac{v_3}{v_4} X_4 \\ \frac{v_4}{v_1} X_1 + \frac{v_4}{v_2} X_2 + \frac{v_4}{v_3} X_3 + \frac{v_4}{v_4} X_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix}$$

$Y_1, Y_2, Y_3$ はそれぞれの評価対象の優先度となる。AHPはあくまでも個々の評価項目の相対評価の総合結果としてその優先度を決定する手法であるため相対評価する項目同士の値の正確さにあまり注意する必要はない。たとえば  $A$ と  $B$ を比較して3、 $A$ と  $C$ を比較して5であったとする。このとき  $B$ と  $C$ の相対評価は数学的には3であるべきであるが、これを2または4としてもかまわない。本来  $A$ と  $B$ を比較して3、 $A$ と  $C$ を比較して5としたのも主観であり、 $B$ と  $C$ の相対評価も主観で求めることをAHP手法では許している。

(4) 優先順位の整合性

通常 AHP で使用される相対評価の値はそれぞれ整合性がなくてもかまわないが、整合性が高ければ高いほど結果も信頼性の高いものとなる。しかしながら実際の評価では比較する項目が多くなるほど完全な評価は難しくなる。このため整合性の度合いを示す指数 (Consistency Indices) を以下の式で計算し結果をチェックする事ができる。ここで  $CR$  の値が 10% 以下の場合整合性について問題はないとされる。

$$CI = \frac{R_{\max} - n}{n - 1}$$

$$R_{\max} = \left( \sum_{j=1}^i \frac{w_i}{w_1}, \sum_{j=1}^i \frac{w_i}{w_2}, \sum_{j=1}^i \frac{w_i}{w_3}, \sum_{j=1}^i \frac{w_i}{w_4} \right) \times \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix}$$

$$CR = \frac{CI}{RC}$$

ここで ;

- $n$  : 比較する要素の数
- $CR$  : 整合性指数 (Consistency Ratio)
- $RC$  : 整合性係数 (Random Consistency) (表一 8 参照)

表一 8 整合性係数 (Random Consistency)

マトリックスの大きさ	3	4	5	6	7	8	9	10
$RC$	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

### (5) 絶対評価値の利用

本来 AHP は原則として評価対象の相対的評価の集積としての優先度を判定する方法である。しかしながら評価対象の中にはすでに絶対評価値をデータとして持っているものが多く存在する。これら絶対評価値を相対評価値に置き換えて AHP を利用することも可能である。ここで絶対評価値とは評価対象が他との比較としての評価値でなく評価対象独自で持っている評価値である。たとえば交通路線の優先度を判定する場合の評価値の一つとして交通量があげられる。このとき各路線は表一八に示すような絶対評価値としての交通量を持っていると仮定する。このとき交通量 5 万台以上の路線（絶対評価値 9）の路線と交通量 5 千 5 百台（絶対評価値 6）の路線に対するの相対評価値は 4 となる。またその逆の相対評価値は 1/4 である。

$$\text{相対評価値 } SC = 9 - 6 + 1 = 4$$

表一八 交通量に関する絶対評価値

絶対評価値	交通量
9	5 万台/日以上
8	5 万台/日～3 万台/日
7	3 万台/日～1 万台/日
6	1 万台/日～5 千台/日
5	5 千台/日～3 千台/日
4	3 千台/日～1 千台/日
3	1 千台/日～5 百台/日
2	5 百台/日～百台/日
1	百台/日以下

第 1 段階及び第 2 段階で示した家の選択の優先度について実際に計算した結果を次ページに示す。

(6) 実際の計算例

表一 9 評価属性のウェイト

評価属性	値段	距離	広さ	建築年	アイゲンベクトル	ウェイト
値段	1	7	3	5	3.201	0.564
距離	1/7	1	1/5	1/3	0.312	0.055
広さ	1/3	5	1	3	1.465	0.263
建築年	1/5	3	1/3	1	0.669	0.118
合計	1.68	16.00	4.53	9.33	5.68	

Rmax=4.119      CI=0.040      CR=0.044

表一 10 値段に対する各家のウェイト

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)	アイゲンベクトル	ウェイト
家 (A)	1	3	7	2.759	0.649
家 (B)	1/3	1	5	1.186	0.279
家 (C)	1/7	1/5	1	0.306	0.072
合計	1.48	4.20	13.00	4.25	

Rmax=3.065      CI=0.032      CR=0.056

表一 11 通勤距離に対する各家のウェイト

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)	アイゲンベクトル	ウェイト
家 (A)	1	1/3	1/7	0.362	0.081
家 (B)	3	1	1/5	0.844	0.188
家 (C)	7	5	1	3.270	0.731
合計	11.0	6.33	1.34		

Rmax=3.065      CI=0.033      CR=0.056

表一 12 広さに対する各家のウェイト

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)	アイゲンベクトル	ウェイト
家 (A)	1	3	1/5	0.843	0.188
家 (B)	1/3	1	1/7	0.363	0.081
家 (C)	5	7	1	3.270	0.731
合計	6.33	10.99	1.34	4.480	

Rmax=3.065      CI=0.033      CR=0.056

表一 1 3 建築年に対する各家のウエイト

評価対象	家 (A)	家 (B)	家 (C)	アイゲンベクトル	ウエイト
家 (A)	1	1/5	1/3	0.405	0.105
家 (B)	5	1	3	2.466	0.637
家 (C)	3	1/3	1	1.000	0.258
合計	9.00	1.53	4.33	3.871	

Rmax=3.039      CI=0.019      CR=0.033

表一 1 4 優先度の判定

評価対象	評価属性				最終優先度
	値段	通勤距離	広さ	建築年	
	0.564	0.055	0.263	0.118	
家 (A)	0.649	0.081	0.188	0.105	0.893
家 (B)	0.279	0.188	0.081	0.637	0.604
家 (C)	0.072	0.731	0.731	0.258	0.503

以上の計算例では値段にかなり高いウエイトを置きかつ値段が他と比べてかなり安い家 (A) がもっとも高い優先度を与られている。これらの計算は表計算プログラムがあれば簡単に行えるが、一度に評価比較できるのは最大 10 項目までである。評価対象がこれ以上の数の場合、階層化するなり、評価属性のみのウエイト計算をこのシステムで行い評価対象のそれぞれの絶対評価項目との組み合わせで使うなどの工夫が必要である。

第一次現地調査で調査対象に上がった橋梁とその路線を対象にAHP手法でその優先度判定を行った。対象橋梁とその路線を表-15に示す、この表に示す路線、橋梁群の番号は次ページに示すそれぞれ評価に使用した橋梁群（Bridge Group1～Group6）に対応している。

表-15 優先度判定対象橋梁群

No.	路線 No.	橋梁名
1	3	マハウ
2	102	メクブリ、フングエ
3	1、213	ザングエ、シサゼ No.1、No.2
4	225	チラバ、ナミタングリネ
5	232	ナミロイ、メテウセ、マレラ
6	8	メクブリ、チチ、ムチバゼ

A. Comparison of the Criteria

Criteria	A. I.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	I. Vec.	Weight
(1)	5	1.000	1.000	2.000	4.000	2.000	1.741	0.303
(2)	5	1.000	1.000	2.000	4.000	2.000	1.741	0.303
(3)	4	0.500	0.500	1.000	3.000	1.000	0.944	0.164
(4)	2	0.250	0.250	0.333	1.000	0.333	0.370	0.064
(5)	4	0.500	0.500	1.000	3.000	1.000	0.944	0.164
							5.740	1.000

B. Weight of each bridges for each criteria

1) Criteria (1) (Road Development Policy)

Bridge	A. I.	G. 1	G. 2	G. 3	G. 4	G. 5	G. 6	I. Vec.	Weight
Group1	2	1.000	0.250	0.333	0.500	0.333	0.333	0.408	0.060
Group2	5	4.000	1.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.140	0.314
Group3	4	3.000	0.500	1.000	2.000	1.000	1.000	1.201	0.176
Group4	3	2.000	0.333	0.500	1.000	0.500	0.500	0.661	0.097
Group5	4	3.000	0.500	1.000	2.000	1.000	1.000	1.201	0.176
Group6	4	3.000	0.500	1.000	2.000	1.000	1.000	1.201	0.176
Total								6.812	1.000

2) Criteria (2) (Present status of Bridge)

Bridge	A. I.	G. 1	G. 2	G. 3	G. 4	G. 5	G. 6	I. Vec.	Weight
Group1	4	1.000	2.000	1.000	0.500	2.000	1.000	1.122	0.170
Group2	3	0.500	1.000	0.500	0.333	1.000	0.500	0.589	0.089
Group3	4	1.000	2.000	1.000	0.500	2.000	1.000	1.122	0.170
Group4	5	2.000	3.000	2.000	1.000	3.000	2.000	2.040	0.310
Group5	3	0.500	1.000	0.500	0.333	1.000	0.500	0.589	0.089
Group6	4	1.000	2.000	1.000	0.500	2.000	1.000	1.122	0.170
Total								6.585	1.000

3) Criteria (3) (Socio economic factor)

Bridge	A. I.	G. 1	G. 2	G. 3	G. 4	G. 5	G. 6	I. Vec.	Weight
Group1	1	1.000	0.200	0.250	0.250	0.250	0.333	0.318	0.045
Group2	5	5.000	1.000	2.000	2.000	2.000	3.000	2.221	0.316
Group3	4	4.000	0.500	1.000	1.000	1.000	2.000	1.260	0.179
Group4	4	4.000	0.500	1.000	1.000	1.000	2.000	1.260	0.179
Group5	4	4.000	0.500	1.000	1.000	1.000	2.000	1.260	0.179
Group6	3	3.000	0.333	0.500	0.500	0.500	1.000	0.707	0.101
Total								7.026	1.000

4) Criteria (4) (Average Daily Traffic)

Bridge	A. I.	G. 1	G. 2	G. 3	G. 4	G. 5	G. 6	I. Vec.	Weight
Group1	1	1.000	0.200	0.250	0.333	1.000	0.250	0.401	0.053
Group2	5	5.000	1.000	2.000	3.000	5.000	2.000	2.587	0.344
Group3	4	4.000	0.500	1.000	2.000	4.000	1.000	1.587	0.211
Group4	3	3.000	0.333	0.500	1.000	3.000	0.500	0.953	0.127
Group5	1	1.000	0.200	0.250	0.333	1.000	0.250	0.401	0.053
Group6	4	4.000	0.500	1.000	2.000	4.000	1.000	1.587	0.211
Total								7.518	1.000

5) Criteria(5) (Social redevelopment plan)

Bridge	A. I.	G. 1	G. 2	G. 3	G. 4	G. 5	G. 6	I. Vec.	Weight
Group1	2	1.000	0.500	0.250	0.333	0.333	0.250	0.389	0.056
Group2	3	2.000	1.000	0.333	0.500	0.500	0.333	0.618	0.089
Group3	5	4.000	3.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.906	0.274
Group4	4	3.000	2.000	0.500	1.000	1.000	0.500	1.070	0.154
Group5	4	3.000	2.000	0.500	1.000	1.000	0.500	1.070	0.154
Group6	5	4.000	3.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.906	0.274
Total								6.959	1.000

C. Priority of each group of bridge

Criteria	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Priority	Order
Bridge	0.303	0.303	0.164	0.064	0.164		
Group1	0.060	0.170	0.045	0.053	0.056	0.090	6
Group2	0.314	0.089	0.316	0.344	0.089	0.211	1
Group3	0.176	0.170	0.179	0.211	0.274	0.193	2
Group4	0.097	0.310	0.179	0.127	0.154	0.186	3
Group5	0.176	0.089	0.179	0.053	0.154	0.139	5
Group6	0.176	0.170	0.101	0.211	0.274	0.180	4

## 6. 水文計算結果

### 1) 洪水到達時間

洪水到達時間の計算には下記のUSBR流量計算式を用いた。

$$t_c = \left[ \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0.385}$$

ここで  $L$  = 河川長

$S$  = 平均河川勾配

流出係数  $c$  は0.35 を上限とする。

各河川の洪水到達時間 ( $t_c$ ) 流出係数 ( $c$ ) と河川集水面積を表-1に示す。

表-1 河川集水面積

河川名	$t_c$ (時間)	$c$				集水面積 ( $\square$ )
		10年	20年	50年	100年	
ムチバゼ	6.37	0.282	0.315	0.350	0.350	227
メクブリ	4.94	0.350	0.350	0.350	0.350	159
チチ	1.26	0.282	0.315	0.350	0.350	14
モロクエ	18.23	0.302	0.350	0.350	0.350	1257
ナミロイ	9.33	0.282	0.315	0.350	0.350	537
メテウセ	9.41	0.282	0.315	0.350	0.350	505
ブングエ	21.30	0.350	0.350	0.350	0.350	3175

設計洪水量は  $Df = 0.278 \times C \times I \times A$

ここで

$C$  ; 流出係数

$A$  ; 集水面積

$I$  ; 降雨強度

## 2) 設計洪水量

表-2 設計洪水量

河川名	10年洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	20年洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	50年洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	100年洪水量 (m <sup>3</sup> /s)
ムチバゼ	291	362	460	509
メクブリ	280	333	406	461
チチ	58	76	97	116
モロクエ	512	660	728	783
ナミロイ	301	376	431	460
メテウセ	384	485	556	585
ブンダエ	1789	2045	2372	2650

## 3) 桁下余裕高

南アフリカ道路協会 (South African Roads Board) が発行している構造物計画・設計基準 (Code of Procedure for the Planning and Design of Structures) では設計洪水量に対して表-3に示す桁下余裕高を基準としている。

表-3 桁下余裕高

設計洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	桁下余裕高 (m)
0 - 100	0.3
200	0.5
400	0.7
1000	1.0
>1000	0.6 + $\frac{\text{高水位}}{15}$

#### 4) 橋梁開口部計算結果

表-4 水文計算結果

橋梁名	高水位 (m)	流速 (m/s)	橋梁開口幅 (m)	水位 嵩上げ高 (m)	橋梁部の 水位 (m)	橋梁部流速 (m/s)	桁下余裕高 (m)	河床からの 高さ (m)
ムチバゼ	5.58	2.67	47.0	0.90	6.48	3.99	0.73	7.21
メクブリ	6.91	2.55	26.0	0.58	7.49	4.04	0.71	8.20
チチ	3.78	2.44	25.0	0.00	3.78	2.44	0.30	4.08
ブンクエ	7.99	4.07	150.0	0.13	8.12	4.07	1.14	9.26
モロクエ	6.80	3.92	88.0	0.40	7.20	3.92	0.87	12.10
ナミロイ	3.39	2.85	47.0	0.89	4.28	3.77	0.72	6.50
メテウセ	5.12	4.16	35.7	1.73	6.85	4.89	0.78	8.30









JICA