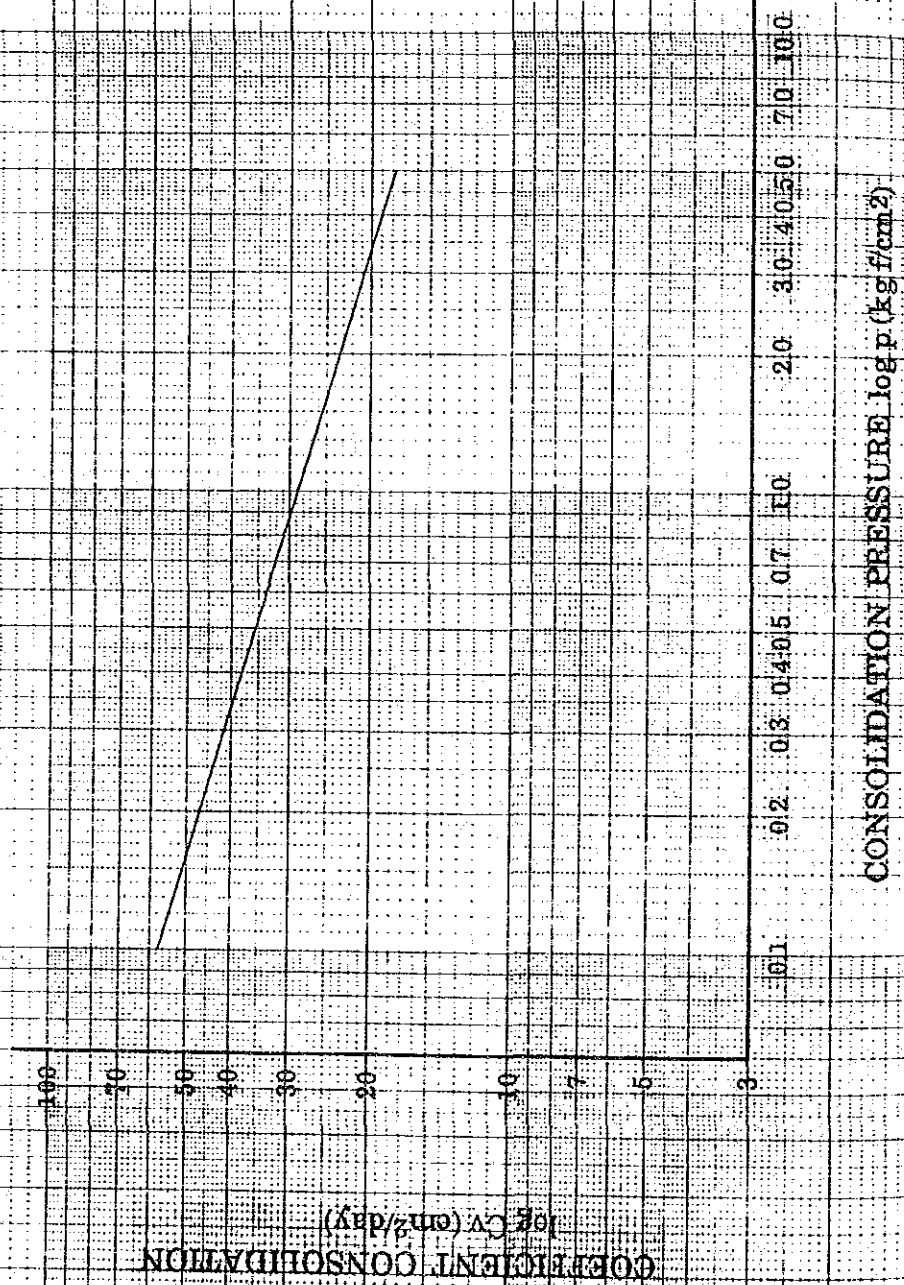


図 9-13 設計用 $\log C_v - \log p$ 曲線



(7) 軟弱地盤上の盛土

1) 概 要

本解析はメスジ橋の取付道路の盛土に関するものである。この盛土は図9.15に示すように1991年に緩速施工ですでに実施されている。1995年に道路の拡幅と不足分の盛土を実施する計画である。その計画諸元は次のとおりである。

| | | |
|-------|----------------|------|
| 盛土の延長 | ランボン側 | 2 km |
| 計画盛土高 | 平均 | 2.5m |
| 軟弱層 | Acl (Qs) 泥成層層厚 | 10m |

解析は1995年の道路拡幅を実施した時の盛土の沈下と安定を検討した。

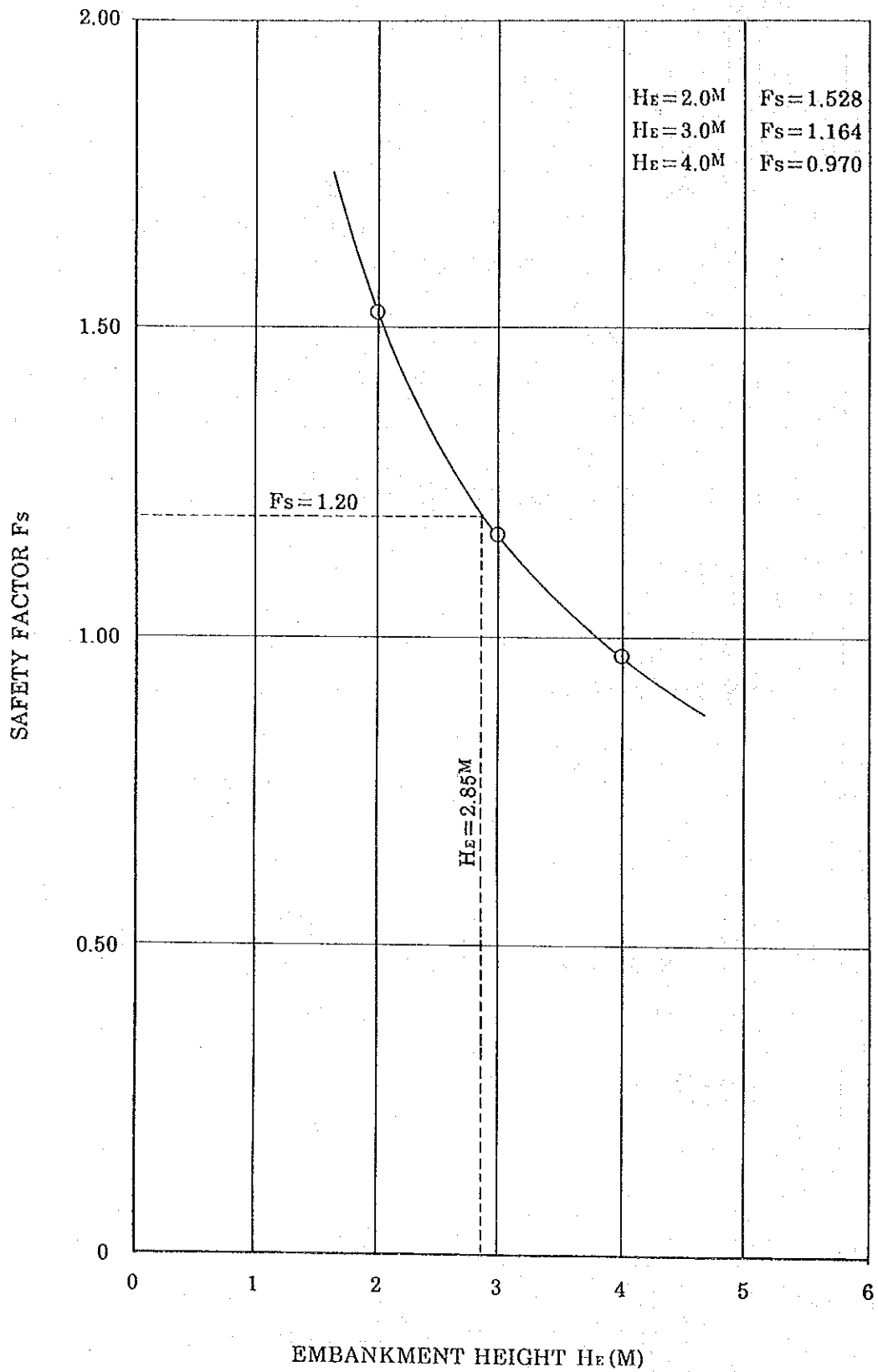
2) 検討結果

検討結果は図9.14に示すほか、下記に示すとおりである。図9.15に示す形態の検討結果を下記に記す。

| 盛土高 H_E (m) | 安全率 (F_s) |
|---------------|---------------|
| 2.0 | 1.528 |
| 3.0 | 1.164 |
| 4.0 | 0.970 |

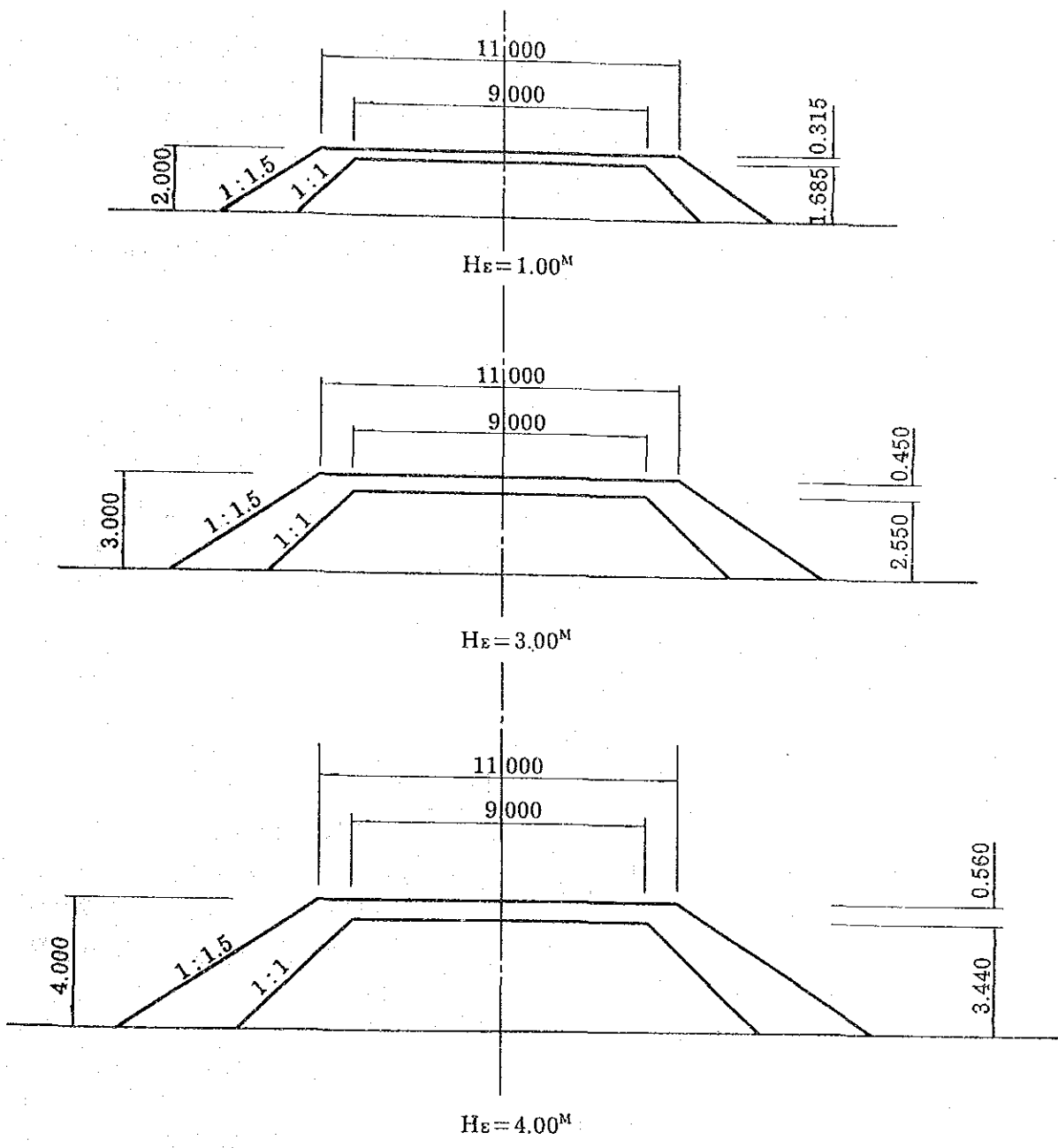
限界盛土高： 安全率 $F_s = 1.20$ としたとき限界盛土高は $H_E = 2.85\text{m}$ である。

検討資料は、Appendix A-9.1に示す。



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-14 盛土高と安全率の関係図



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-15 盛土の形状と盛土高

9.3 設 計

9.3.1 プレフィジビリティ・スタディ調査との違い

フィジビリティ・スタディ調査では、測量・地質調査を実施し、現地のより詳細な情報を得て、設計内容の精度の向上を図っている。したがって、設計条件、基準等の適用や考え方はプレフィジビリティ・スタディと同じであり、当項ではあらためて記述しない。フィジビリティ・スタディでは、下記の内容について記す。

- 1) フィジビリティ・スタディ区間の道路の改修内容（平面・縦断線形等の改善）
- 2) 必要車線数（1997年、2010年）
- 3) 土工設計
- 4) 舗装設計
- 5) 橋梁設計

9.3.2 改修内容

実測した測量図をもとに、下記の状況の区間を改修するものとした。

- 1) 平面曲線半径が $R = 115\text{m}$ 未満の箇所
- 2) 縦断勾配が5%以上の箇所
- 3) 道路が冠水する区間（距離の高上げ）
- 4) 橋梁の架け替えに伴うアプローチ区間
- 5) 道路の拡幅および舗装の強化（全線）

表9.16に改修の状況を示す。改修内容は、次の2つのタイプに分かれる。総道路延長 $L = 183\text{km}$ に対して約8%の平面・縦断線形の改良を行なう工事と道路の拡幅および舗装の強化を全線について行なう工事である。

表9.16 フィジビリティ・スタディ区間の道路改修内訳

| 理 由 | 箇 所 数 | 延 長(km) |
|-----------------|-------|---------|
| 1)の平面線形の改良 | 40 | 6.4 |
| 2)の縦断線形の改良 | 5 | 3.0 |
| 3)の冠水地域の嵩上げ | 7 | 4.8 |
| 4)の橋梁の改修に伴う改修 | 2 | 0.8 |
| 5)の道路の拡幅および舗装強化 | — | 183.0 |

9.3.3 必要車線数

プレフィジビリティ・スタディで算出した交通容量（8.3 道路の交通容量と必要車線数を参照）をもとに、1997年、2010年の計画交通量から必要車線数を求める。表9.17に必要車線数を示す。

表9.17 必要車線数

(単位：PCU/日)

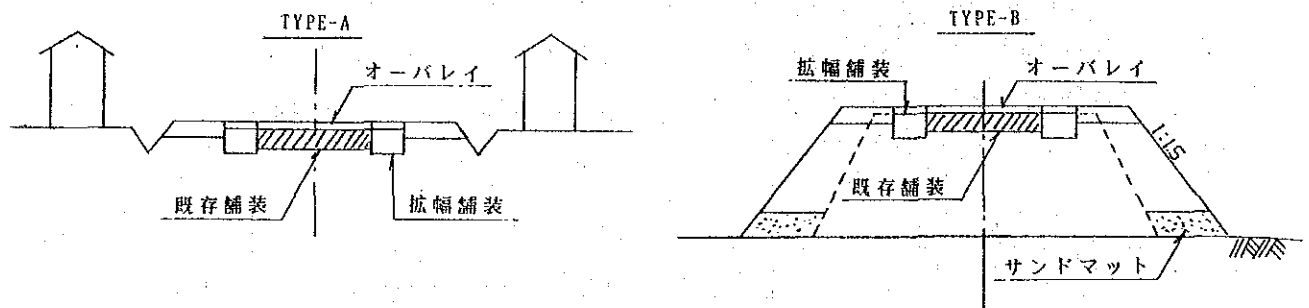
| | | Existing Road | Proposed Road | Bridge |
|-------------------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| Number of Lanes | | 1 | 2 | 2 |
| Width of Carriage way | | 1 x 4.5 m | 2 x 3.5 m | 2 x 3.0 m |
| Basic Highway Capacity | | 3,000 | 45,000 | 23,000 |
| Design | Year 1997 | - | 6,000 | - |
| Traffic | Year 2010 | - | 18,000 | - |
| Required Number of Lanes: V/C | | - | 2 | - |

上表より、

- 1997年時点では現況の1車線道路を2車線道路にする必要がある。
- 2010年時点では、一般部において2車線の計画幅員の交通容量で十分余裕がある。一方、橋梁部においては計画交通量18,000台/日に対する現況橋梁（幅員6m）の交通容量の比は0.78であり、容量面の問題はない。

9.3.4 土工設計

切・盛土工の改修タイプは、次の2つがある。



- TYPE-Aは、沿道に家屋がある区間や丘陵地での道路構造である。工事は舗装工事を主体とする。TYPE-Bは、湿地帯区間や谷部通過時に生じる道路構造である。工事は舗装、切・盛土工ともに生じる。
- 盛土材料は、路線沿いの土取場から搬入し、路盤材料はスマトラの西側の山地部から搬入する。（客土材の位置は、施工計画の項参照）
- 湿地帯区間の拡幅部の道路構造は、サンドマット工および必要な区間への法面防護工と押え盛土を併用する。
- 法面防護工は、現在、ブロック張り工が施工されている区間に計画する。
- 軟弱地盤地域での土工は、9.2.2 (5) 軟弱地盤上の盛土の項参照のこと。

9.3.5 舗装設計

(1) 設計方法

AASHTOの『舗装構造のための設計ガイド』1986(Design Guide for Pavement Structure 1986)を設計手法として適用した。

(2) 設計CBR

設計CBRは、土取場から採取した供試体を用いて行なったCBR試験結果から設計CBR=3.0%とした。

(3) 設計耐用年数

設計耐用年数は10年とした。

(4) 舗装設計のための計画交通量

舗装設計のための計画交通量は、1997年から2007年の10年間の間の交通量を対象とする。(供用開始を1997年)

- 供用開始は1997年
- 中間年は2002年
- 車種構成は、1991年のNational O-D調査に基いた。

表9.18に舗装設計のための計画交通量を示す。



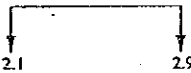
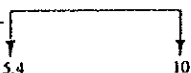
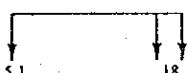
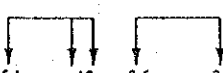
表9.18 舗装設計のための計画交通量

| Vehicle Type | Vehicle Fleet Composition (%) | Year 2010 (PCU/day) | Year 1997 (PCU/day) | Year 2002 (PCU/day) |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Passenger Car | 28 | 5,600 | 2,240 | 3,640 |
| Mini Bus, Pick-up | 27 | 5,400 | 2,160 | 3,510 |
| Large Bus | 9 | 1,800 | 720 | 1,170 |
| Small Truck (2-Axles/4-Tires) | 23 | 4,600 | 1,840 | 2,990 |
| Medium Truck (2-Axles/6-Tires) | 10 | 1,200 | 800 | 1,300 |
| Heavy Truck (3-Axles) | 2.5 | 500 | 200 | 325 |
| Trailer | 0.5 | 100 | 40 | 65 |
| Total | 100 | 20,000 | 8,000 | 13,000 |

(5) 軸重モデル

インドネシア政府は、重荷車道路（たとえば、Heavy Loaded Road）については、軸重を1軸で8 tから10 tに、2軸で15 tから18 tに増加させている。スタディ・チームは表9.19に示す軸重モデルを設定した。

表9.19 軸重モデル

| NO. | VEHICLE TYPE | MODEL OF LOAD DISTRIBUTION (TON) | DAMAGING FACTOR |
|-----|--------------------------------------|--|-----------------|
| 1 | PASSENGER CAR PICK-UP MINI-BUS |  | 0.0006 |
| 2 | LARGE BUS |  | 1.172 |
| 3 | SMALL TRUCK |  | 0.022 |
| 4 | MEDIUM TRUCK |  | 2.692 |
| 5 | HEAVY TRUCK |  | 2.464 |
| 6 | TRAILER |  | 5.13 |

(6) その他の設定条件

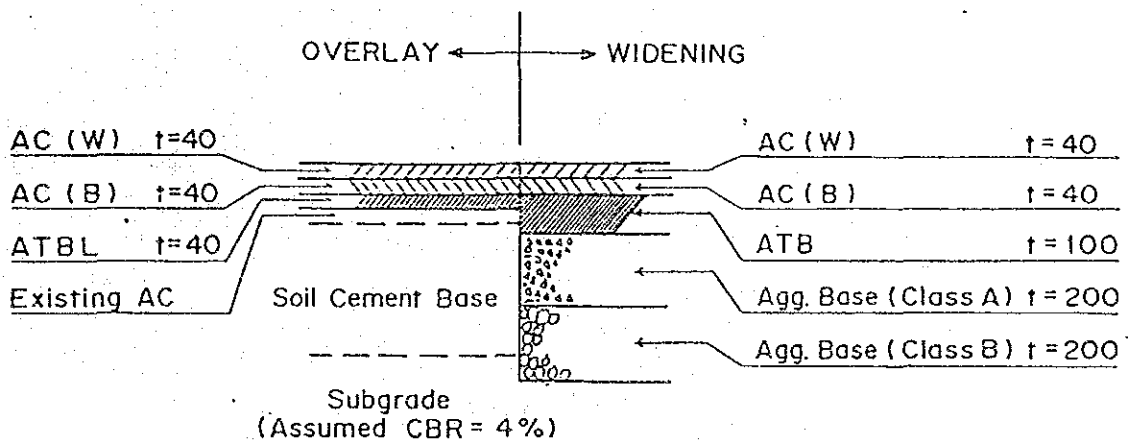
前記以外は、下記資料から設定した。

- Design Guide for Pavement Structure 1986
- 「Heavy Loaded Road Improvement Programme. Province : South Sumatera」 Pavement Design Report
- 「MANUAL PEMERIKSAAN PERKERASAN JALAN DENGAN ALAT BENKELMAN BEAM」 NO. 01/MN/B/1983.

(7) 舗装構成

以上の設定条件をもとに図9.16に新設舗装とオーバーレイの舗装構成とその厚さを算出したものを示す。

図9.16 舗装厚



9.3.6 橋梁設計

フィジビリティ・スタディ区間の現況橋梁のうち、改修を必要とする橋梁は、下記の2ヶ所である。

- 1) トラン・バワン橋
- 2) ペダダ橋

改修の橋梁幅員は、インドネシアのスタンダード橋梁幅員である 7.0m に原則的に拡幅する計画である。

(1) トラン・バワン橋 (図9.17参照)

- ・ 現況は、スチール・トラス橋 (幅員4.5m、橋長 3 @ 40m = 120m) とし、1985年に建設されている。



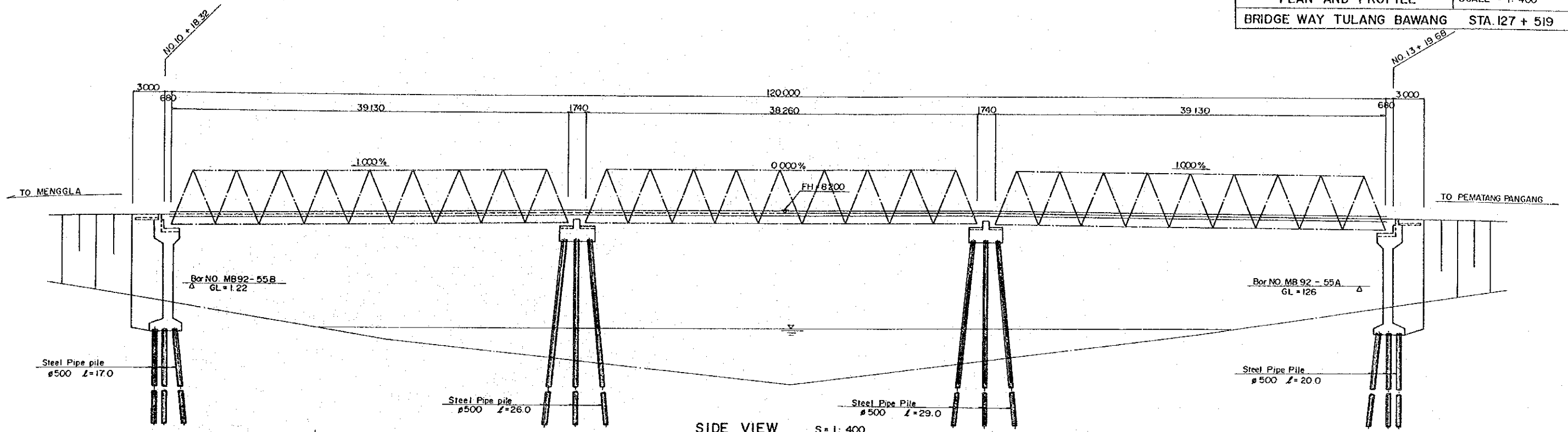
- 現橋のトラス橋の拡幅することは、トラス部材の主桁自体を強化する必要があり、困難である。
- したがって、当橋の狭い幅員を改良する方法としては、次の2つの方法となる。ひとつは幅員4.5mのトラス橋を併設 (Duplication) することであり、他方は幅員7.0mのトラス橋に架け替える方法によって、車線幅員を7.0mに改修することである。(表9.20参照)
- 改修後の橋種をトラス橋と選定したのは、長大橋であること、およびオーストラリアのスタンダードで建設コストと維持管理の面から既製トラス橋 (スパン35、40、45、50、55mまた、幅員4.5、6.0、7.0m) が広くインドネシアで使用されていることから現橋通りの構造とした。

表9.20 構造比較案

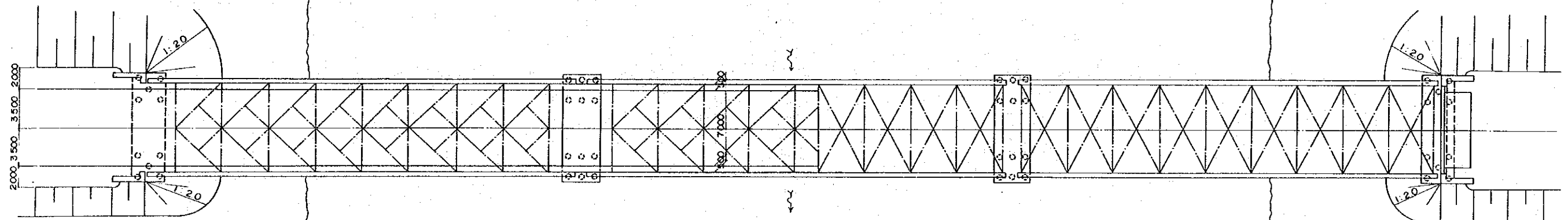
| | |
|----------------|---|
| 幅員4.5mのトラス橋を併設 | <ul style="list-style-type: none"> — 車道幅員4.5mの建設のため7.0m案に比べて建設費は相対的に低廉である。 — 分離された1車線道路となる(1車線道路×2)ため、道路の利用性が悪い。例えば、分離区間では1車線のため追越しができない。 |
| 幅員7.0mのトラス橋を新設 | <ul style="list-style-type: none"> — 4.5m案に比べて建設費は相対的に割高である。 — インドネシアのスタンダードの幅員を持つ橋梁が完成する。 — 道路の利用性が良い。車両の追越し等にも問題が少ない。 |

以上の比較の結果、建設費は多少割高であるが、将来の道路の利用性を考慮して、インドネシアのスタンダードの幅員7.0mのトラス橋に架け替える案を採用した。

| PROJECT | PROVINCE | SHEET NO. | TOTAL SHEET |
|--|----------|----------------|-------------|
| COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA | LAMPUNG | | |
| PLAN AND PROFILE | | SCALE = 1:400 | |
| BRIDGE WAY TULANG BAWANG | | STA. 127 + 519 | |



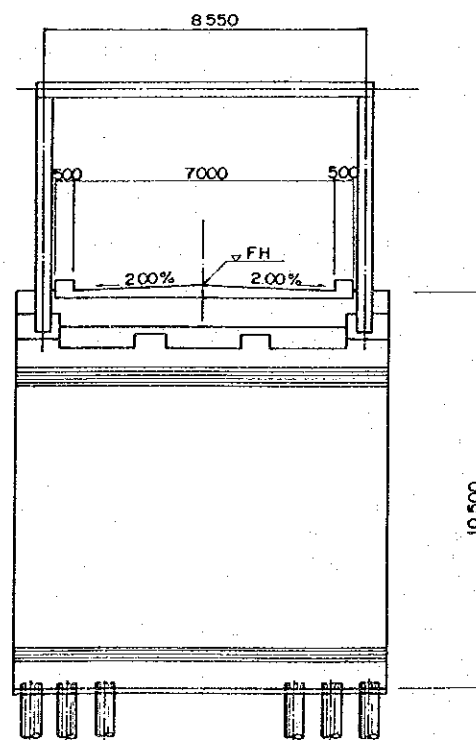
SIDE VIEW S = 1:400



PLAN S = 1:400

CROSS SECTION (ABUTMENT)

S = 1:200



CROSS SECTION (PIER)

S = 1:200

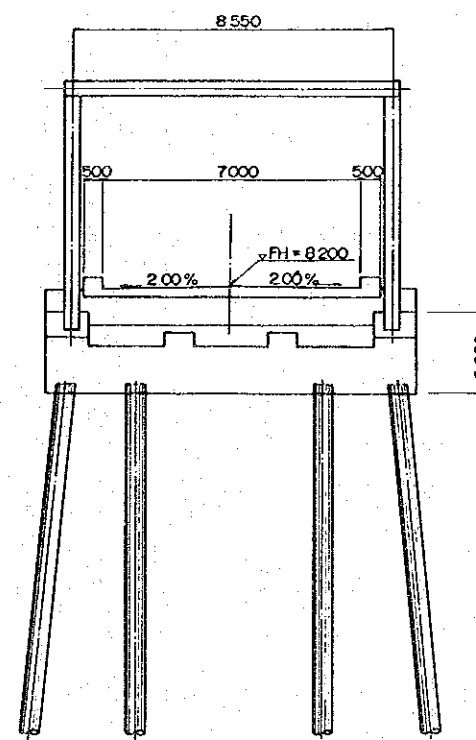
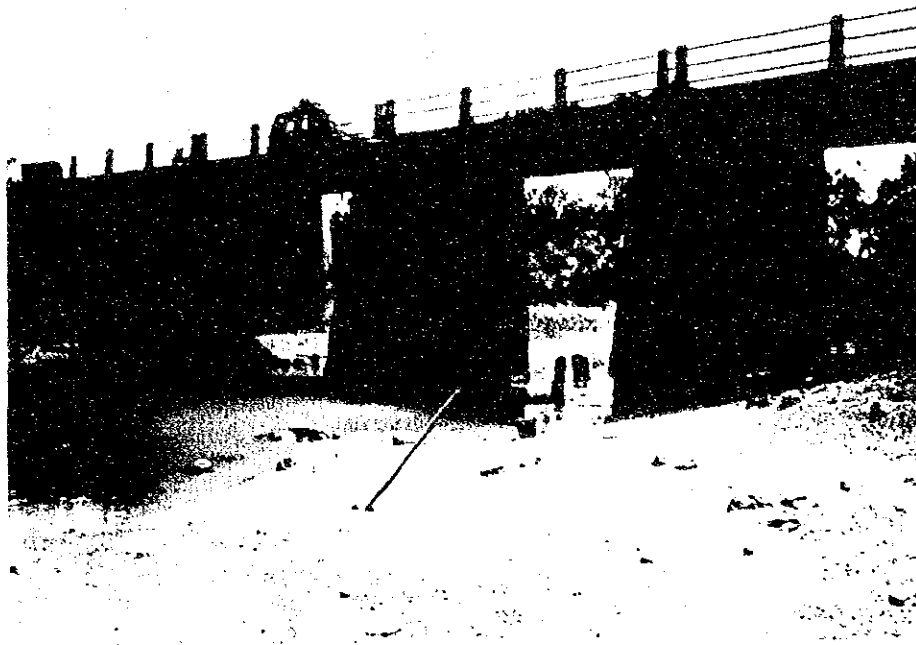


図 9.17 トラン・バワン橋 一般図

(2) ペダダ橋 (図9.18参照)

- 現橋は、鋼橋 (幅員4.5m、橋長 4 @8.9m = 35.5m) として、1980年に建設されている。



- 現橋が設置されている箇所は、河道がせまく、そのため、河道がボトルネックになり、兩岸の橋台付近では局部的に浸食されている。
- したがって、当橋の改修は、橋梁幅員の拡幅の他に、橋梁自体も長くする計画とした。
- 道路総局は、当橋の架け替えを鋼橋 (W=6.0m、スパン45m) で計画しているが、建設するにはまだ至っていない。
- したがって、当橋は将来の交通需要を考慮して、鋼橋 (幅員7.0m、スパン45m) で架け替えを提案する。

| | | | |
|--|----------|-----------------|-------------|
| PROJECT | PROVINCE | SHEET NO. | TOTAL SHEET |
| COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA | LAMPUNG | | |
| PLAN AND PROFILE | | SCALE = 1 : 200 | |
| BRIDGE WAY PEDADA STA. 143 + 253 | | | |

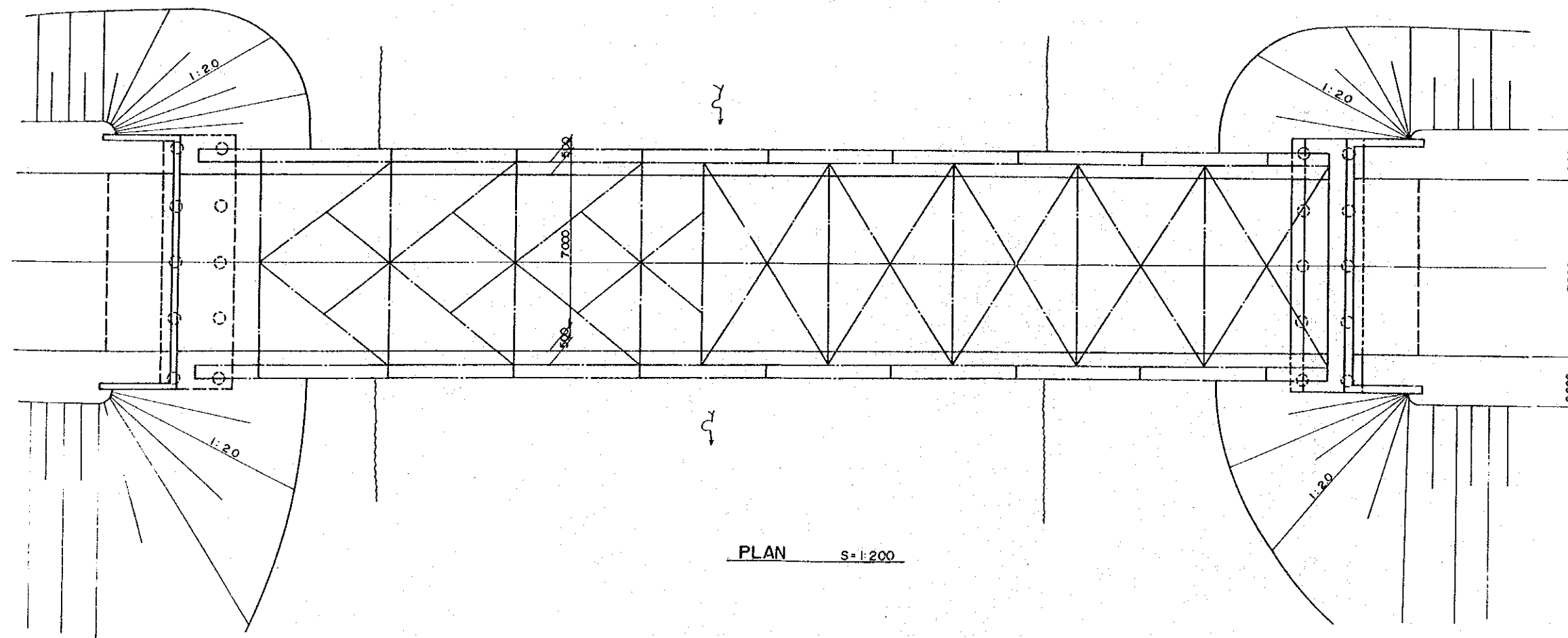
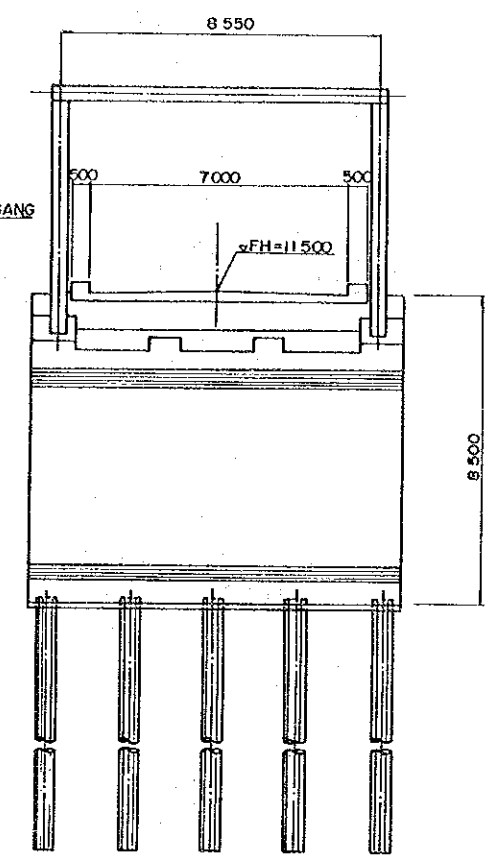
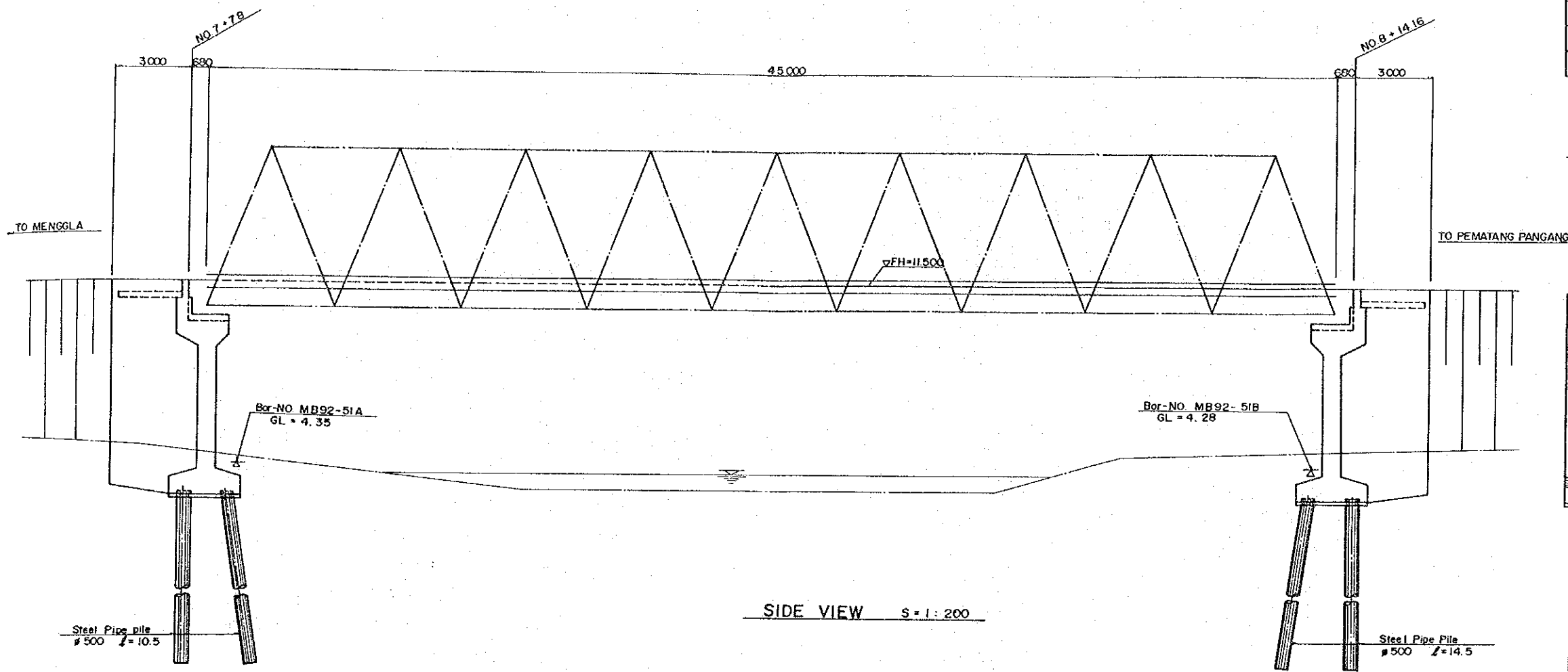


図 9.18 ペダダ橋一般図

9.4 施工計画

9.4.1 建設規模

(1) 建設工事の概要

建設工事はカユアグン～メンガラ間183kmの道路改良工事と2橋の橋梁架け替え工事である。主要な工事内容は下記のとおりである。

1) 道路改良工事

- 総延長 : 183km (南スマトラ州内101km、ランポン州内82km)
- 車線数と幅員 : 改良前 1車線、4.5m
(部分的に2車線、 $2 \times 3.0 = 6.0\text{m}$)
改良後 2車線、 $2 \times 3.5 = 7.0\text{m}$
- 路 肩 : 改良前 1.0m (部分的に1.5m、または2.0m)
改良後 2.0m
- 舗装構造 : アスファルト舗装
 - 既設舗装部はオーバーレイ舗装
 - 拡幅部および平面線形や縦断線形改良部は新設舗装

2) 橋梁架け替え工事

トラン・バワン橋

- 位 置 : ランポン州、メンガラより北8.5km (TLB 127.5km)
- 橋 長 : $3 \times 40 = 120\text{m}$
- 車線数と幅員 : 2車線、 $2 \times 3.5 = 7.0\text{m}$
- 形 式 : 上部工……トラス橋
下部工……鉄筋コンクリート逆T式橋台
 パイルベント式橋脚
基礎工……現場打鋼管杭
- 迂回橋 : 現 橋 (W=4.5m) を使用

ベダダ橋

- ・ 位 置 : ランポン州、メンガラより北24.3km (TLB 143.3km)
- ・ 橋 長 : 45m
- ・ 車線数と幅員 : 2車線、 $2 \times 3.5 = 7.0$ m
- ・ 形 式 : 上部工……トラス橋
下部工……鉄筋コンクリート逆T式橋台
基礎工……現場打鋼管杭
- ・ 迂 回 橋 : 現 橋 (W=3.8m) を使用

(2) 工 区

建設工事は現行の工事発注方式や工事量を考慮して、下記のように工区分けを想定した。

- パッケージ1 : 南スマトラ州、PLG 72~PLG 131 (L=57km)
- パッケージ2 : 南スマトラ州、PLG 131~PLG 175 (L=44km)
- パッケージ3 : ランポン州、TLB 119~TLB 161 (L=42km)
- パッケージ4 : ランポン州、TLB 161~TLB 201 (L=40km)
- パッケージ5 : ランポン州、トラン・バワン橋とベダダ橋

(3) 主要工事数量

主要工事量は9.5の表9.26に示すとおりである。

9.4.2 工事資機材

(1) 資材調達

主要な資材調達は以下のとおりである。

1) 盛土材

盛土材 (CBR 3%以上) は計画道路に沿った土取場から約10km内外の盛土部へ運搬する。土取場の位置および土質の状態は、9.2.2「地質および材料調査」を参照。

2) 骨 材

舗装用およびコンクリート用骨材の中で、川砂はカユアゲン近郊などから調達可能であるが、その他の骨材は計画道路沿いから調達不可能である。これらの骨材はパッケージ1と2については南スマトラ州のトランス・スマトラ・ハイウェイ沿いに点在する碎石場や砂利採取場から、一方、パッケージ3～5についてはランボン州南東部の丘陵部の碎石場から調達する。骨材の産出地は図9.16に示すとおりである。

3) アスファルト合材やコンクリート

アスファルト合材やコンクリートは施工区間内に仮設されるアスファルトやコンクリートプラントより供給される。

4) 鋼 材

鉄筋等の一般鋼材は州都パレンバンやバンドル・ランボンから、一方トラス橋材や鋼管杭等の特殊鋼材はジャワ島より調達する。

(2) 建設機械

主要な建設機械は工事別に以下の表9.21～表9.23に示すとおりであり、これらは各州都やジャワ島より調達する。

1) 土 工

表9.21 土 工 機 械

| Main Works | Equipment | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|
| | Hauling distance less than 100 m | Hauling distance more than 100 m |
| Clearing and Grubbing | Bulldozer | |
| Excavation Loading Hauling | Bulldozer Bulldozer | Tractor Shovel/Back Hoe Tractor Shovel/Back Hoe Dump Truck |
| Spreading | Bulldozer/Motor grader | |
| Compaction | Tamping Roller/Tire Roller | |

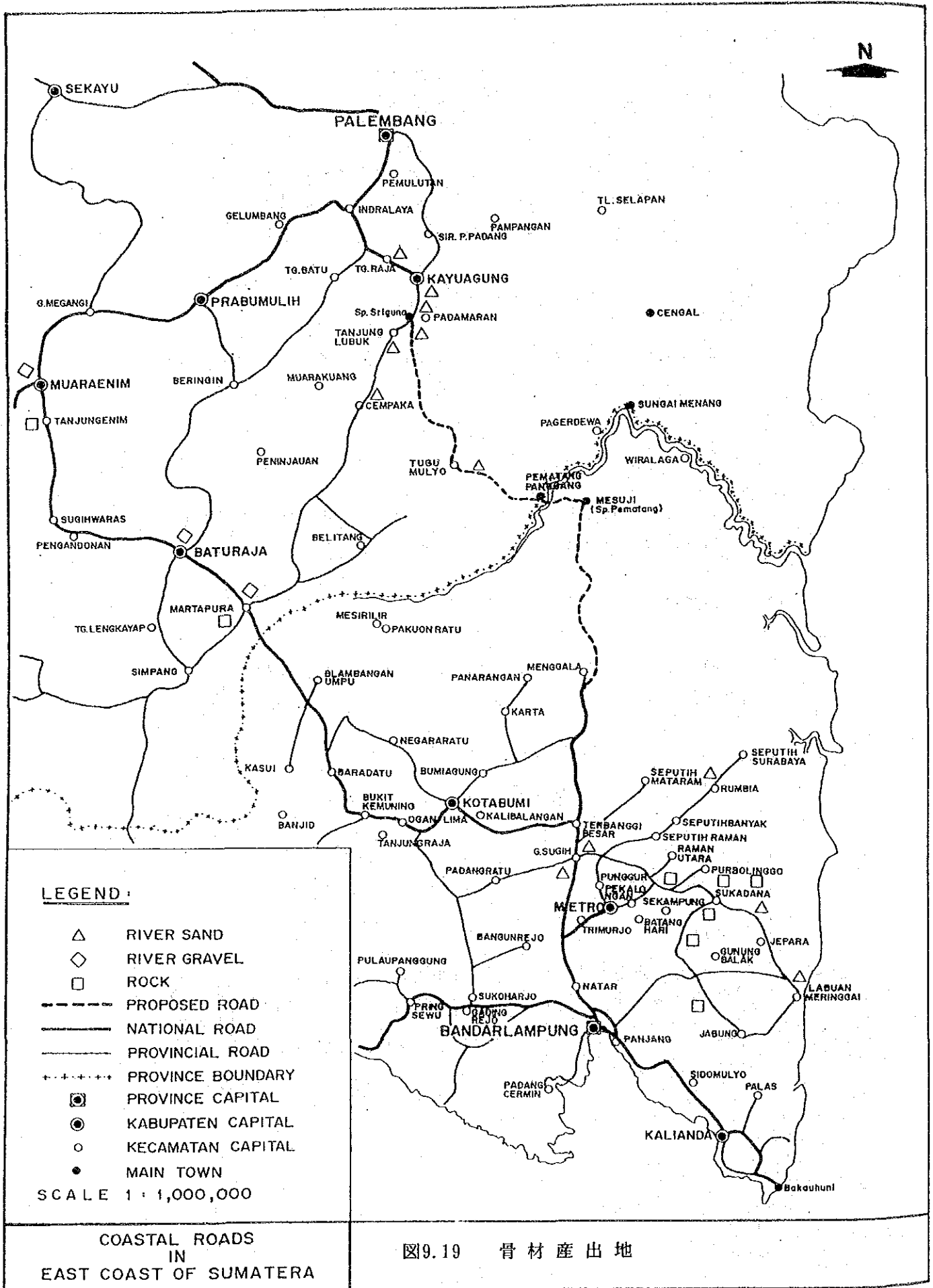


图9.19 骨材産出地

2) 舗装工

表9.22 舗装機械

| Main Work | Equipment |
|---------------------------|--|
| Subgrade Preparation | Motor Grader, Tire Roller, Macadam Roller |
| Subbase | Motor Grader, Tire Roller, Macadam Roller |
| Granular Base | Motor Grader, Tire Roller, Macadam Roller |
| Prime/Tack Coat | Asphalt Distributor |
| ATB/Binder/Surface Course | Asphalt Mixing Plant, Asphalt Finisher, Macadam Roller, Tire Roller, |

3) 橋梁工

表9.23 橋梁建設機械

| Main Work | Equipment |
|----------------------|--|
| Foundation | Diesel Pile Hammer, Pile Driver, Crawler Crane, Barge, Tugboat |
| Structure Excavation | Clamshell, Back Hoe, Dump Truck |
| Substructure | Transit Mixer, Concrete Skip, Barge, Tugboat |
| Superstructure | Crawler Crane, Mobile Crane |

9.4.3 施工方法

(1) 道路改良工事

道路改良工事の手順は下記のとおりである。建設工程表を参照。

- ボックス、パイプカルバートの延伸工
- 土工（切土、盛土、サンドマット）
- 拡幅部や新設舗装部の粒状材料による路盤工
- 全線のアスファルト安定処理材による上層路盤工（既設舗装部はこの材料によりレベリングを図る）
- 全線の基層・表層工と路肩の新設工
- 法面工や法尻排水工等

(2) 橋梁工事

橋梁工事の手順は下記のとおりである。建設工程表を参照。

- ・ 鋼管杭による基礎工
- ・ 橋台、橋脚工
- ・ トラス部材のトラベラクレーンによる片持式工法等による架設工
- ・ 橋面工（床版工、伸縮目地、舗装工等）
- ・ 付帯工（石張り法面による護岸工）

9.4.4 実施工程

(1) 建設工事工程

作業日数は表9.24に示す降雨量データを基に、表9.25に示すように仮定した。

表9.24 降雨日数(1981~1990)

| Place | JAN. | FEB. | MAR. | APR. | MAY | JUN. | JUL. | AUG. | SEP. | OCT. | NOV. | DEC. |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Palembang | 20 | 20 | 21 | 20 | 15 | 9 | 8 | 7 | 11 | 14 | 18 | 18 |
| Lampung | 21 | 20 | 15 | 14 | 12 | 9 | 8 | 6 | 9 | 11 | 16 | 17 |
| Average | 21 | 20 | 18 | 17 | 14 | 9 | 8 | 7 | 10 | 13 | 17 | 18 |

Source : Meteorological Agency

表9.25 稼働日数

| Item | Dry Season May - Oct. (6 months) | Rainy Season Nov. - Apr. (6 months) | Annual |
|----------------------------------|--|---|------------|
| Average number of rainy days | 9.9 days/month | 18.3 days/month | 169.0 days |
| Working efficiency on rainy days | 65 % | 35 % | 100 % |
| Number of holidays | 5.0 days/month | 5.0 days/month | 60.0 days |
| Number of actual working days | 21.5 days/month | 13.1 days/month | 207.6 days |
| Working efficiency in a month | 72 % | 44 % | 58 % |

上記の作業日数および工区の工事規模と必要な主要機械、プラントの数を考慮して、各工種の作業能力を下記のように設定した。

- ・ 準備工 : 3ヶ月
- ・ 土工 : 約10,000 m^3 /月
- ・ 舗装工 : 約4 km/月
- ・ 橋梁工 : 橋長50m/8ヶ月、橋長100m/15ヶ月
- ・ 後片付け : 2ヶ月

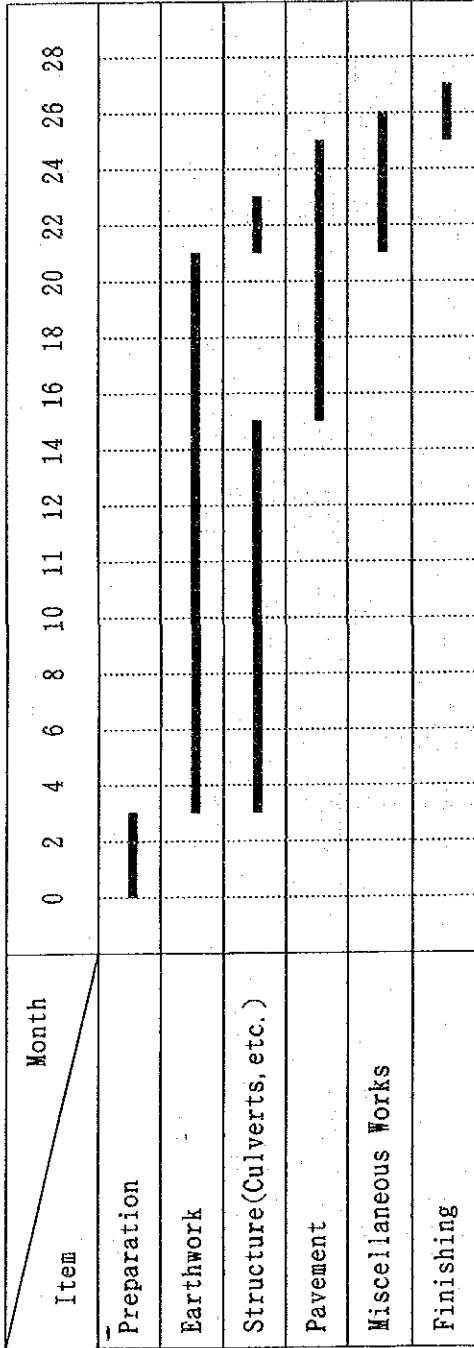
したがって、道路工事の一工区および橋梁工事の工事工程表は図9.20に示すようになり、工事期間はともに27ヶ月とした。

(2) 事業全体実施工程

詳細設計を1994年初頭からと想定する場合、供用開始が1997年初頭と設定されているので、事業実施期間は3ヶ年と設定した。(下図参照)

| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|--------------------|------|------|------|------|
| Detailed Design | ■ | | | |
| Land Acquisition | | ■ | | |
| Construction | | ■ | ■ | |
| Opening to Traffic | | | | ▼ |

ROAD SECTION



BRIDGE SECTION (Tulang Bawang Br. "A, Pedada Br. "B)

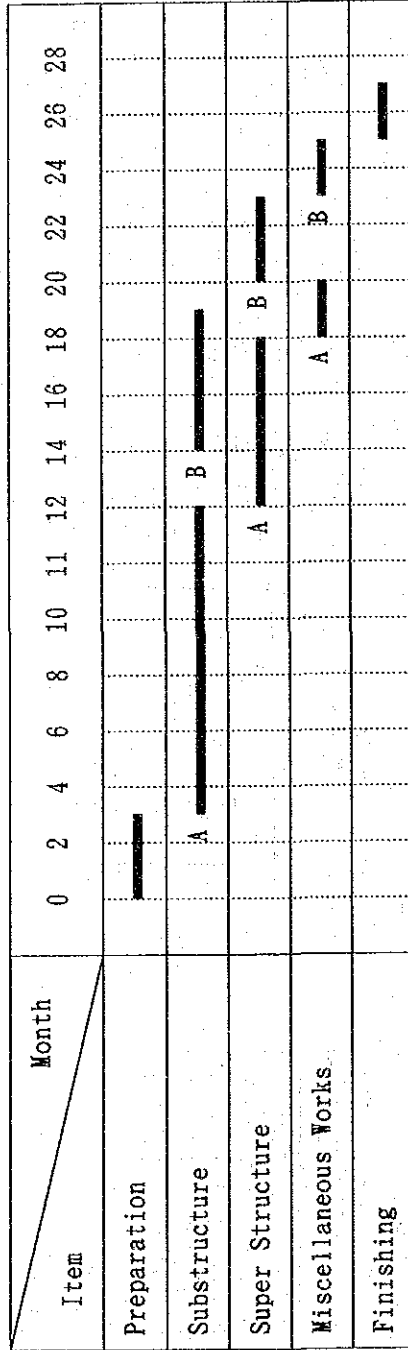


図9.20 建設スケジュール

9.5 事業費

9.5.1 建設費の算出

表9.21に建設費の算出データを示す。建設費算出の条件は以下のとおりである。

(1) 積算条件の設定

建設費は建設工事費、予備費、技術費、用地補償費、環境対策費からなる。これらの費用の見積りにおける基本的な前提条件は以下のとおりである。

- 1) すべての工事はインドネシアの施工業者によって行なわれる。
- 2) インドネシアでの付加価値税（10%）が業者に課税される。
- 3) 事業費は1992年時点の財務価格で見積もった。
- 4) 建設工事費は主要工事費、仮設費（準備等）、雑工事費からなる。主要工事費は概略設計による工種別数量と最近の入札結果の分析に基づいた工種別単価により算定した。仮設費と雑工事費は各々、主要工事費の5%および10%とした。
- 5) 予備費は建設費の10%とした。
- 6) 技術費はコンサルタントによる詳細設計費と施工監理費からなり、建設費と予備費の合計の10%とした。
- 7) 用地補償費は概略設計時の拡幅や線形改良に伴う必要用地面積と、現地調査により入手した用地補償費の単価（表9.27）に基づいて算定した。用地補償費は税金を含まないものとした。

表9.27 用地補償費の単価

| Degree of Regional Development | Land Condition | Unit Rate (Rp. / m ²) |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| High Degree | Land | 25,000 |
| | House Including site | 100,000 |
| Medium Degree | Land | 15,000 |
| | House Including site | 70,000 |
| Low Degree | Land | 5,000 |
| | House Including site | 50,000 |

- 8) 環境対策（象）対象区間長は17kmで対策費は素掘り側溝費、用地補償費、植生等費からなり、km当り203.5百万ルピアを計上した。

表 9.26 事業費

| ITEM | UNIT | Financial Unit Cost (Rupiah) | Quantity | Financial Total Cost (1,000 Rupiah) |
|--|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| EARTHWORK | | | | |
| Grade Preparation | m ² | 900 | 804,510 | 724,059 |
| Excavation (Common) | m ³ | 2,500 | 195,600 | 489,000 |
| Embankment (borrow) | m ³ | 14,600 | 523,500 | 7,643,100 |
| Sand Mat (t = 50 cm) | m ³ | 19,800 | 4,000 | 79,200 |
| SUB-TOTAL | | | | 8,935,359 |
| SUBBASE AND BASE | | | | |
| Aggregate Subbase (Class B) | m ³ | 31,800 | 144,860 | 4,606,548 |
| Aggregate Base (Class A) | m ³ | 37,400 | 144,860 | 5,417,764 |
| Asphalt Treated Base (A.T.B) | m ³ | 189,000 | 94,560 | 17,871,840 |
| Shoulder (Soil Aggregate) | m ³ | 15,000 | 219,000 | 3,285,000 |
| SUB-TOTAL | | | | 31,181,152 |
| SURFACE | | | | |
| Asphaltic Prime Coat | L | 700 | 724,310 | 507,017 |
| Asphaltic Tack Coat | L | 1,500 | 621,680 | 932,520 |
| Asphaltic Concrete Binder (t = 4 cm) | m ² | 8,400 | 1,277,570 | 10,731,588 |
| Asphaltic Concrete Surface (t = 4 cm) | m ² | 8,400 | 1,277,570 | 10,731,588 |
| SUB-TOTAL | | | | 22,902,713 |
| STRUCTURE | | | | |
| RC Pipe Culvert (D < 45 cm) | m | 116,000 | 95 | 11,020 |
| (45 < D < 75 cm) | m | 139,000 | 1,796 | 249,644 |
| (75 < D < 120 cm) | m | 208,000 | 818 | 170,144 |
| RC Box Culvert (2.0 x 1.5 cm) | m | 700,000 | 540 | 378,000 |
| (3.0 x 2.0 cm) | m | 1,160,000 | 366 | 424,560 |
| (3.0 x 3.0 cm) | m | 1,450,000 | 542 | 785,900 |
| Grouted Rip-rap | m | 27,000 | 13,005 | 351,135 |
| Bridge Replacement | m | 2,552,000 | 1,152 | 2,947,560 |
| SUB-TOTAL | | | | 5,317,963 |
| TOTAL (A) | | | | 68,377,187 |
| TEMPORARY WORKS ((A)x5%) | LS | | 1 | 3,416,859 |
| MISCELLANEOUS WORKS ((A)x10%) | LS | | 1 | 6,833,719 |
| Contract Amount (B) | | | | 78,587,765 |
| PHYSICAL CONTINGENCIES ((B) x 10 %) | LS | | 1 | 7,858,777 |
| ENGINEERING & SUPERVISION (((B) + (C)) x 10 %) | LS | | 1 | 8,644,654 |
| LAND ACQUISITION (Average) (E) | m ² | 18,500 | 804,510 | 14,833,435 |
| COUNTERMEASURE COST (ELEPHANTS) (F) | LS | | 1 | 3,459,500 |
| PROJECT COST ((B) + (C) + (D) + (E) + (F)) | | | | 113,434,131 |
| AVERAGE COST (Per km) | | | | 619,859 |

9.5.2 維持管理費の算出

(1) 維持管理の内容

道路維持管理は通常維持管理、定期維持管理、復旧／改築からなる。各々の工事内容は表9.28に、また各々の主要工事およびプロジェクトライフ25年間での施工時期は下表に示すとおりである。

| 維持管理の種類 | 主要工事 | 施工時期 |
|---------|---------------------|-----------|
| 通常維持管理 | — | 毎年 |
| 定期維持管理 | オーバーレイ (40mm) | 2002、2012 |
| 復旧工事 | オーバーレイ (40+40=80mm) | 2007 |
| 改築工事 | 再舗装 | 2017 |

道路維持管理を含む道路工事の施工時期は図9.21に示すほか、「道路工事と道路状況の関係図」より決定した。

(2) 積算条件の設定

維持管理費用の見積りにおける基本的な前提条件は、下記条件以外は 9.5.1 の建設費算出におけるものと同じである。

1) 通常維持管理費用の主な項目および各々の単価は、下表のように設定した。

| 項目 | 単位 | 単価 (Rp./年) |
|------------|----------------|------------|
| 舗装 (橋梁を含む) | m ² | 68 |
| 路肩 | m ² | 56 |
| 排水施設 | m | 75 |
| 道路施設 | km | 86,000 |

- 2) 定期維持管理費用の見積りに際しては、雑工時は主要工事費の5%、技術費は建設費の5%とした。
- 3) 復旧/改築工事の線形改良による用地費は少ないので計上しなかった。

(3) 維持管理費

維持管理費用は各工事毎に下表のように設定した。

| 維持管理の種類 | 事業費 (1000Rupiah) |
|---------|------------------|
| 通常維持管理 | 165,000 |
| 定期維持管理 | 13,908,000 |
| 復旧工事 | 33,617,000 |
| 改築工事 | 61,908,000 |

表9.28 道路維持管理の内容

| Kind of Maintenance Works | Routine Maintenance | Periodic Maintenance | Betterment | Reconstruction |
|--|---------------------|----------------------|------------|----------------|
| Design Life | - | 5 Years | 10 Years | 10 Years |
| Cleaning of pavement, ditches and culverts | 0 | - | - | - |
| Repair of ditches, culverts, cutting embankment and bridge | 0 | - | - | - |
| Repair of damage to road facilities | 0 | - | - | - |
| Pavement repair such as patching and seal coat | 0 | - | - | - |
| Strengthening of pavement by overlay | - | - | 0 | - |
| Repavement | - | - | - | 0 |
| Widening of pavement | - | - | 0 | 0 |
| Improvement of road shoulder | - | 0 | 0 | 0 |
| Extension of culverts | - | - | 0 | 0 |
| Realignment (new pavement) | - | - | 0 | 0 |
| Widening/Replacement of bridges | - | - | 0 | 0 |

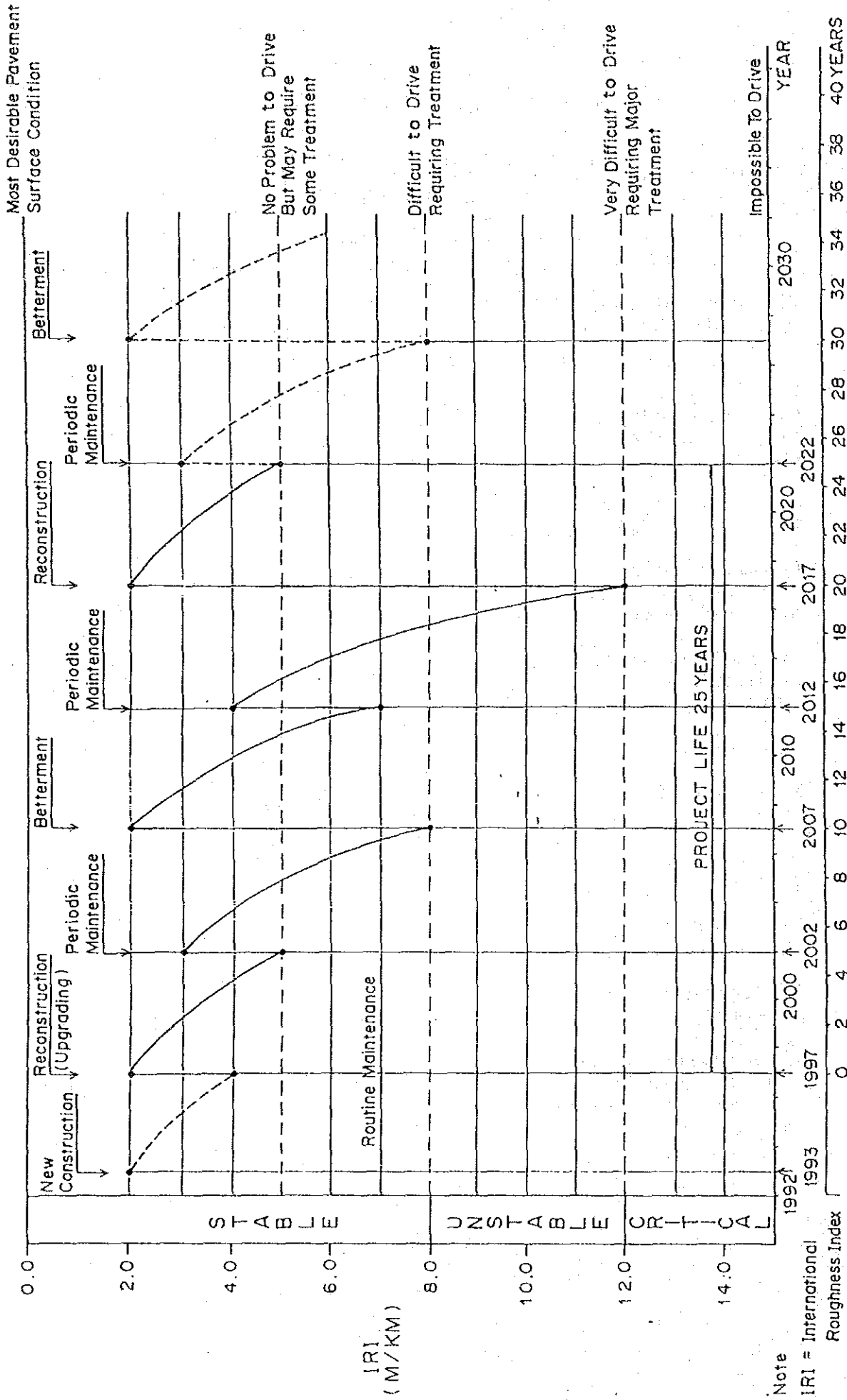


図9.21 道路工事と道路状況の関係図

9.6 プロジェクトの経済評価

9.6.1 概要

プロジェクトの経済評価は、フィージビリティ調査対象区間であるカユ・アング〜メンガラ区間の道路計画の効果を国民経済的観点から検証し、プロジェクトの経済的妥当性を評価することを目的とする。

定量化された経済費用および経済便益に関する評価方法は、標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従って経済内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）および費用便益比（B/C）を算定するものである。

9.6.2 経済価格事業費

経済価格での投資費用は、1992年価格で算定した。市場価格ベースの財務価格投資費用には、税金等が含まれている。経済分析に用いる経済価格投資費用は、財務価格から税金等の移転項目部分を控除して求めた。財務価格および経済価格投資費用（初期投資）は、表9.29に要約的に示す。

プロジェクトの実施スケジュールは、9.4.4節における設定に従った。計画道路の建設は、1994年～1996年の3年間で実施されるものとした。1992年価格での経済価格投資費用は、プロジェクトの実施スケジュールに対応して、年次別に示す。（Appendix A-9.8参照）。

表9.29 財務価格および経済価格投資費用（初期投資）

(Million Rp. at 1992 price)

| | Financial Costs | Economic Costs |
|----------------------|-----------------|----------------|
| Construction Costs | 89,906 | 81,733 |
| Land Acquisition | 14,883 | 14,883 |
| Engineering Services | 8,645 | 7,859 |
| Grand Total | 113,434 | 104,475 |

9.6.3 経済便益

プロジェクトの実現に伴う経済便益は、計画道路に関する「With」ケースおよび「Without」ケースを比較した時の旅行費用の節減として定義される。旅行費用は、車両走行費用と車両時間価値から構成される。

車両走行費用節減便益は、計画道路に関する「With」ケースと「Without」ケースとの間の車両走行費用差として算定する。車両走行費用は、車種別走行台・キロと車種別単位走行費用とから計算する。

車両時間節減便益は、計画道路に関する「With」ケースと「Without」ケースとの間の車両時間価値差として算定する。車両時間価値は、車種別走行台・時間と車種別単位時間価値とから計算する。

車種別走行台・キロおよび車種別走行台・時間は、交通需要予測の交通配分過程で計算されたPCU（乗用車換算単位）走行台・キロおよびPCU（乗用車換算単位）走行台・時間に基づき求められた。

この経済分析において、PCU（乗用車換算単位）から車両単位への換算は、下記のように行なった：

- 交通配分過程において推定された車種別PCU比率を用い、PCU（乗用車換算単位）走行台・キロの値を車種別に分割した。（Appendix A-9.9参照）
- 車種別に分割されたPCU（乗用車換算単位）走行台・キロは、下記の換算係数を用い、車種別単位の走行台・キロに変換した。

| | |
|--------|--------|
| 乗用車 | : 1.00 |
| 小型トラック | : 1.65 |
| 大型トラック | : 3.20 |
| 小型バス | : 1.25 |
| 大型バス | : 2.50 |

- 車種別走行台・時間は、車種別単位の走行台・キロを速度で除算して求めた。

9.6.4 単位車両走行費用

(1) 概 説

単位車両走行費用の推定は、「Road User Cost Model、インドネシア道路総局、(Hoff & Overgaard a/s、Denmark in association with PT MULTI PHI BETA、Indonesia)、1992年5月」の研究成果における方法に拠った。

(2) 単位車両走行費用

上記の研究成果に従うと、単位車両走行費用の推定式は、下記の様に示される：

$$\text{Unit VOC} = \text{VOC Index} \times \text{Base Cost}$$

$$\text{VOC Index} = K1 + K2/V + K3 \times V^2 + K4 \times V \times \text{IRI} + K5 \times \text{IRI}^2$$

where,

K1, K2, K3, K4, K5 : Constants
V : Velocity
IRI : International Roughness Index

定数およびベース・コストの値は、車種によって異なる。

「Road User Cost Model」における車種分類は、次のとおりである：

- 乗用車
- ユーティリティ (ミニ・バス)
- 小型トラック
- 中型トラック
- 大型トラック
- 小型バス
- 大型バス

(3) 車種分類の再検討

上記の単位車両走行費用の推定式の適用に際して、車種分類を再検討した。

本調査での交通解析において用いられた車種分類は、1991年全国O/D調査での車種分類に基づいており、それは以下のとおりである：

- 乗用車
- 小型トラック
- 大型トラック
- 小型バス
- 大型バス

1991年全国O/D調査での車種分類における”小型バス”は、ミニ・バス、すなわち”Mitsubishi L 300”クラスあるいはそれ以下のクラスの車種を指しており、この車種は、「Road User Cost Model」における車種分類では、”ユーティリティ（ミニ・バス）”に相当する。従って「Road User Cost Model」における”ユーティリティ”のための定数およびベース・コストの値を本分析における”小型バス”に適用した。

1991年全国O/D調査での車種分類における”大型バス”は、中型および大型バスの両者を含む。しかしながら、両者は一緒にカウントされているので両者の構成比は不確定である。従って、”大型バス”のための定数およびベース・コストの値を直接本分析における”大型バス”に適用した。

乗用車、小型トラックおよび大型トラックについては、これらの車種のための定数およびベース・コストの値を、直接的に適用した。

結果として、上記の単位車両走行費用推定式における定数およびベース・コストの値は、本分析での車種分類に対応させると次のように示される：

| Vehicle Type | Constant | | | | | Base Cost |
|--------------|----------|--------|------------|-----------|----------|-----------|
| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | |
| Psg. Car | 0.6838 | 24.851 | 0.00000252 | 0.0001050 | 0.001737 | 254.43 |
| Light Truck | 0.5422 | 24.086 | 0.00000956 | 0.0003420 | 0.000763 | 282.36 |
| Heavy Truck | 0.5603 | 16.601 | 0.00002290 | 0.0004070 | 0.000687 | 521.50 |
| Small Bus | 0.5547 | 28.008 | 0.00000927 | 0.0001410 | 0.001262 | 205.85 |
| Large Bus | 0.5807 | 20.159 | 0.00002140 | 0.0000785 | 0.002008 | 381.54 |

本分析における I R I の値の設定については、計算の便宜上、図9.21に示す I R I カーブにおける平均値と想定される値 5.0を、計画年次1997年および2010年に適用した。

9.6.5 単位車両時間価値

本分析においては、乗用車、小型バスおよび大型バスについて車両時間価値を算定した。

単位車両時間価値は、以下に示す過程にて推定した：

- (1) スマトラ地域における1992年1人当たり地域総生産（石油・ガスを除く）平均額を、98万7千ルピアと推定した。
- (2) 年間労働時間を、2040時間と想定した。
- (3) 1時間当たりの地域総生産は、484ルピアと推定される。
- (4) 1991年全国O/D調査の結果によると、スマトラ地域における旅行目的構成比は次のとおりである：

| Trip Purpose | Car Passengers | Bus Passengers |
|----------------|----------------|----------------|
| Business | 27.0% | 9.5% |
| Recreation | 9.3 | 8.3 |
| Visit families | 44.7 | 50.4 |
| Work | 12.4 | 11.4 |
| School | 1.6 | 8.5 |
| Shopping | 2.2 | 2.8 |
| Others | 2.8 | 7.4 |
| Unknown | 0.0 | 1.7 |
| (Total) | 100.0 | 100.0 |

- (5) 価値係数として“業務 (business)”と“労働 (work)”に100%をその他には0%を与えた。
- (6) 乗客1人あたり時間価値は、乗用車は、191ルピア、およびバスは101ルピアと推定された。

(7) 車両当たり平均乗車人数は、1991年全国O/D調査の結果に拠ると次に示すとおりである：

| | | |
|------|---|------|
| 乗用車 | ： | 3.0 |
| 小型バス | ： | 7.1 |
| 大型バス | ： | 34.8 |

(8) 結果として、単位車両時間価値は、以下のように推定された：

| | | |
|------|---|----------|
| 乗用車 | ： | 573ルピア |
| 小型バス | ： | 717ルピア |
| 大型バス | ： | 3,515ルピア |

なお、推定の過程については、Appendix A-9.10を参照。

9.6.6 経済便益の算定

旅行費用に関する定量的経済便益は、「With」プロジェクトのケースと「Without」プロジェクトのケースを比較した時の、旅行費用の節減として定義される。旅行費用は、車両走行費用と車両時間価値とから成る。

「With」プロジェクトのケースとは、計画道路が整備されているという前提での道路ネットワークのもとで交通配分を行なう状態であり、他方「Without」プロジェクトのケースは、計画道路が整備されていない道路ネットワークのもとで交通配分を行なう状態である。

「With」と「Without」の両ケースにおける日あたりの車両走行費用は、道路リンク上の車種別台・キロ（日量）と単位車両走行費用との乗算によって求められる。これらの日あたり費用は、365倍して年あたり費用に換算する。「With」と「Without」の両ケースにおける年あたりの車両走行費用の差を車両走行費用節減便益として設定する。

同様の考え方を時間節減便益の算定にも用いる。「With」と「Without」の両ケースにおける日あたりの車種別台・時間の差を時間あたり単位車両時間価値と乗算する。日あたりの時間価値を年あたり時間価値に変換して、これを車両時間節減便益として設定する。

車両走行費用と車両時間価値の節減便益は、計画年次の1997年および2010年に対して算定した。(表9.30参照)。

表9.30 推定経済便益
(Million Rp. at 1992 price)

| | | Benefits Amounts |
|------|-------------|------------------|
| 1997 | VOC Saving | 9,871 |
| | Time Saving | 807 |
| | Total | 10,678 |
| 2010 | VOC Saving | 40,111 |
| | Time Saving | 3,797 |
| | Total | 43,908 |

9.6.7 費用－便益分析

(1) 基本的前提

経済内部収益率 (EIRR)、純現在価値 (NPV)、および費用便益比 (B/C) の算定にあたっては、標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従う。これらの評価指標は、計画道路の経済的フィージビリティを検証するものであり、またプロジェクトの費用と便益についての感度分析の結果を示すものである。

従前にて述べた諸条件以外に、下記の前提条件を設定した。

| | |
|------------|-----------------|
| 基準年次 | : 1992年 |
| プロジェクト・ライフ | : 計画道路の整備から25年間 |
| 価格 | : 1992年固定価格 |
| 残存価値 | : 無し |

純現在価値および費用便益の計算にあたっては、15%の割引率を適用した。

(2) 費用－便益分析

プロジェクト費用については、9.6.2節にて述べた通りである。計画年次における車両走行費用と車両時間価値の節減便益は、9.6.6節で記述した。計画年次以外の中間年については、内挿法にて推定し、2010年以降については1997年～2010年の年平均成長額を外挿した。

プロジェクトの費用と便益の年次毎の価額は、表9.31に示す。

標準的な割引キャッシュ・フロー法に従って、評価指標は次のように算定された：

| | |
|----------------|---------------------|
| 経済内部収益率 (EIRR) | = 18.2% |
| 純現在価値 (NPV) | = 262億ルピア (1992年価格) |
| 費用便益比 (B/C) | = 1.3 |

これらの結果は、本プロジェクト (カユ・アグンゲーメンガラ区間の道路建設計画) が経済的観点から見てフィジブルであることを示す。

9.6.8 感度分析

費用と便益について、各々の10%増減、および20%増減というように、条件を変化させて感度分析を行なった。(表9.32参照)。

便益の20%減そして費用の20%増という厳しいケースにおいては、経済内部収益率は13.6%の値を示す。

表9.31 プロジェクトの経済分析

EIRR = 18.20%
 NPV = 26,161 Million Rp.
 B/C = 1.31
 (Discount Rate Used = 15%)

| Year | Benefit | | | Cost | | | | Net Cash Flow |
|---------------------------|------------|-------------|-----------|--------|---------|-----------|------------|---------------|
| | VOC Saving | Time Saving | Total | Const. | Maint. | (Without) | Total Cost | |
| 1 1993 | | | | | | | | |
| 2 1994 | | | | | | | | |
| 3 1995 | | | | 28,504 | | | 28,504 | -28,504 |
| 4 1996 | | | | 41,707 | | | 41,707 | -41,707 |
| 5 1997 | 9,871 | 807 | 10,678 | 34,265 | | | 34,265 | -34,265 |
| 6 1998 | 12,197 | 1,037 | 13,234 | | 150 | 101 | 49 | 10,629 |
| 7 1999 | 14,523 | 1,267 | 15,790 | | 150 | 101 | 49 | 13,185 |
| 8 2000 | 16,849 | 1,497 | 18,346 | | 150 | 101 | 49 | 15,741 |
| 9 2001 | 19,176 | 1,727 | 20,903 | | 150 | 101 | 49 | 18,297 |
| 10 2002 | 21,502 | 1,957 | 23,459 | 12,644 | 150 | 8,569 | 4,225 | 16,678 |
| 11 2003 | 23,828 | 2,187 | 26,015 | | 150 | 101 | 49 | 23,410 |
| 12 2004 | 26,154 | 2,417 | 28,571 | | 150 | 101 | 49 | 25,966 |
| 13 2005 | 28,480 | 2,647 | 31,127 | | 150 | 101 | 49 | 28,522 |
| 14 2006 | 30,806 | 2,877 | 33,683 | | 150 | 101 | 49 | 31,078 |
| 15 2007 | 33,133 | 3,107 | 36,240 | 30,561 | 150 | 20,569 | 10,142 | 23,542 |
| 16 2008 | 35,459 | 3,337 | 38,796 | | 150 | 101 | 49 | 36,190 |
| 17 2009 | 37,785 | 3,567 | 41,352 | | 150 | 101 | 49 | 38,747 |
| 18 2010 | 40,111 | 3,797 | 43,908 | | 150 | 101 | 49 | 41,303 |
| 19 2011 | 42,437 | 4,027 | 46,464 | | 150 | 101 | 49 | 43,859 |
| 20 2012 | 44,763 | 4,257 | 49,020 | 12,644 | 150 | 8,569 | 4,225 | 42,240 |
| 21 2013 | 47,089 | 4,487 | 51,576 | | 150 | 101 | 49 | 48,971 |
| 22 2014 | 49,416 | 4,717 | 54,133 | | 150 | 101 | 49 | 51,527 |
| 23 2015 | 51,742 | 4,947 | 56,689 | | 150 | 101 | 49 | 54,084 |
| 24 2016 | 54,068 | 5,177 | 59,245 | | 150 | 101 | 49 | 56,640 |
| 25 2017 | 56,394 | 5,407 | 61,801 | 55,832 | 150 | 37,496 | 18,485 | 40,759 |
| 26 2018 | 58,720 | 5,637 | 64,357 | | 150 | 101 | 49 | 61,752 |
| 27 2019 | 61,046 | 5,867 | 66,913 | | 150 | 101 | 49 | 64,308 |
| 28 2020 | 63,373 | 6,097 | 69,470 | | 150 | 101 | 49 | 66,864 |
| 29 2021 | 65,699 | 6,327 | 72,026 | | 150 | 101 | 49 | 69,420 |
| Total | | | 1,033,796 | | 216,155 | 3,750 | 17,323 | 142,582 |
| Discounted at rate of 15% | | | 109,304 | | | | 83,144 | 26,161 |

表9.32 感度分析結果

| Cost | Benefit | | |
|------|---------|-------|-------|
| | Base | -10% | -20% |
| Base | 18.2% | 16.9% | 15.6% |
| +10% | 17.1% | 15.8% | 14.5% |
| +20% | 16.0% | 14.8% | 13.6% |

第10章 環境影響調査

第10章 環境影響調査

10.1 概要

本章は、スマトラ東海岸道路整備計画調査におけるフィジビリティ・スタディ区間カユアグン-メンガラ間約190kmの環境影響調査結果について報告する。

環境影響評価はインドネシア国の次に示す関連法令およびガイドラインに従った。

- Republic of Indonesia Law No.4 about the Principal Formulation of Managing Living Space.
- Republic of Indonesia Law No.13 about Road.
- Government Regulation No.29 about the Analysis about Environmental (AMDAL)
- Government Regulation No 26 of 1985 about Road.
- Decree of the Minister of Demography and Living Space No.49/MENKLH/1987 about Guideline of Determining Important Impact.
- Decree of the Minister of Demography and Living Space No.51/MEKLNH/6/1987 about Guideline of Formulizing Evaluation Study of Environmental Impact.
- Decree of the Minister of Demography and Living Space No.52/MEKLNH/6/1987 about Time Limit of Formulizing Evaluation Study of Environmental Impact.
- Decree of the Minister of Demography and Living Space No.02/MENKLH/1988 Determining Environmental Quality Standard.
- Decree of the Minister of Public Work No.557/KPTS/1989 about Implementing Environmental Management of Road Construction.
- Decree of the Minister of Public Work No.46/PRT/1990 AMDAL Technical Guideline in Public Work Sector.
- Decree of the Minister of Public Work No.779/KPTS/1990 about AMDAL Guideline in Road and Bridge Sector.
- Decree of the Minister of Public Work No.367/KPTS/1992 about Defining Project Public Work which Need AMDAL/SEMDAL.

通常、公共事業省道路総局におけるフィジビリティ・スタディの環境影響評価は次の手順によって行なわれる。

第一段階 PIL Report (環境情報準備書) を提出し、道路総局内部で審査する。プロジェクトの実施が環境に重大な影響を与えないと判断した場合、影響評価は終了する。その反対に重大な影響を与えると判断された時は次の第二段階へと進む。

第二段階 続いて、AMDALレポート(環境影響調査書)を提出する。道路総局、環境庁および関係機関の委員から構成される委員会により審査される。その結果は公共事業省の中央委員会で評価される。

スマトラ東海岸道路整備計画調査においては、再委託による環境影響調査を行ない、道路総局と協議の結果、顕著な環境影響がないと判断された。したがって、本章はこの調査結果を述べる。

10.2 調査の目的

スマトラ東海岸道路建設による環境への影響を調査するために次の調査を行なった。

- ・ 物理科学分野 水質、土壌等
- ・ 生態系 野生生物、植生等
- ・ 社会経済分野 住民移転、文化遺跡等

10.3 自然環境の現況

10.3.1 河川

プロジェクトサイトにおける河川は、次に示すとおりである。

| <u>ランボン州</u> | | <u>南スマトラ州</u> | |
|--------------|------------------|---------------|-----------------|
| 1 | W. Tulang Bawang | 8 | W. Tugu Mulyo |
| 2 | W. Pedada | 9 | Bumi Arjo |
| 3 | W. Bujuk | 10 | S. Tebing Suluh |
| 4 | W. Buaya | 11 | W. Badak |
| 5 | W. Buaya Aquain | 12 | W. Sungkai |
| 6 | W. Irigasi | 13 | W. Burnal |
| 7 | W. Mesuji | 14 | W. Jahe |
| | | 15 | W. Menanga |
| | | 16 | W. Tembu Runtul |
| | | 17 | W. Serapat |
| | | 18 | W. Bunut II |
| | | 19 | W. Bunut I |
| | | 20 | Talang Pangeran |

表10.1および表10.2には、それぞれランポン州および南スマトラ州における河川の流量、水温、濁度、浮遊懸濁物質、pH、Cl、全窒素、DO、BOD、CODおよび微生物の現況を調査した結果を示す。

表10.1 ランポン州の水質試験結果

| No. of River | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Distance (km) | 158.00 | 142.00 | 129.00 | 115.00 | 112.00 | 95.00 | 90.00 |
| (Water Parameter) | | | | | | | |
| Quantity | | | | | | | |
| The width of the river | 25.00 | 5.00 | 10.00 | 12.00 | 12.00 | - | 12.50 |
| Depth | 5 - 7 | 3.00 | 0.50 | 2.00 | 2.00 | - | - |
| Quantity (M3/seconds) | 25.50 | 6.30 | - | 5.52 | 5.52 | - | - |
| Quality | | | | | | | |
| Physical | | | | | | | |
| - Temperature (°C) | 31.00 | 31.00 | 29.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 29.00 |
| - Turbidity (NTU) | 34.10 | 11.80 | 22.00 | 47.60 | 54.90 | 13.79 | 26.90 |
| - Conductivity (s/cm) | 43.00 | 14.00 | 25.00 | 12.00 | 20.00 | 17.00 | 18.00 |
| - Total Suspended Solid (ppm) | 30.00 | 10.00 | 20.00 | 10.00 | 15.00 | 8.00 | 10.00 |
| Chemical | | | | | | | |
| - pH | 6.31 | 6.18 | 6.34 | 5.69 | 6.16 | 6.21 | 6.45 |
| - Choldia (Cl) | 5.32 | 3.54 | 5.32 | 4.43 | 6.20 | 7.08 | 5.32 |
| - Total Nitrogen (%) | 1.98 | 3.22 | 0.33 | 4.05 | 0.41 | 0.95 | 0.43 |
| - DO (ppm) | 3.80 | 3.20 | 3.40 | 5.20 | 4.80 | 4.60 | 2.60 |
| - BOD (ppm) | 2.60 | 1.95 | 5.21 | 1.30 | 7.81 | 6.83 | 6.83 |
| - COD (ppm) | 7.75 | 7.75 | 7.75 | 11.63 | 13.59 | 42.64 | 50.39 |
| Microbiological | | | | | | | |
| - Total Coliform (MPN/100 ml) | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 |

| Note: | No. of River | Distance | Name of River |
|-------|--------------|----------|------------------|
| | 1 | 158 | W. Tulang Bawang |
| | 2 | 142 | W. Pedada |
| | 3 | 129 | W. Bujuk |
| | 4 | 115 | W. Buaya |
| | 5 | 112 | W. Buaya Aquain |
| | 6 | 95 | W. Irigasi |
| | 7 | 90 | W. Mesuji |

表 10.2 南スマトラ州の水質試験結果

| No. of River | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|--------|----------|--------|
| | Distance (km) | 70.00 | | 63.00 | 59.00 | 52.00 | 44.00 | 38.00 | 34.00 | 30.00 | 25.00 | 12.00 | 10.00 |
| Quantity | | | | | | | | | | | | | |
| The width of the river | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 5.00 | 1 - 2 | 6.00 | 4.00 | 2 - 4 | 2 - 3 | 2 - 3 | - | - | - |
| Depth | - | - | 2.00 | 0.30 | 0.25 | 1.50 | 0.50 | 0.5 - 1 | 0.2 - 0.5 | 0.2 - 0.5 | - | - | 0.50 |
| Quantity (M3/seconds) | 1.67 | 0.00 | 18.00 | - | 0.03 | 1.50 | 0.11 | 0.2 - 0.0 | 0.7 - 0.25 | 0.7 - 0.25 | - | - | - |
| Quality | | | | | | | | | | | | | |
| Physical | | | | | | | | | | | | | |
| - Temperature (°C) | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 29.00 | 29.00 | 30.05 | 29.00 | 28.00 | 29.00 | 27.00 | 29.00 | 32.00 |
| - Turbidity (NTU) | 32.10 | 37.30 | 44.50 | 52.60 | 37.60 | 36.70 | 36.30 | 50.30 | 117.30 | 88.70 | 1.57 | 7.27 | 19.80 |
| - Conductivity (s/cm) | 20.00 | 12.00 | 68.00 | 64.00 | 134.00 | 32.00 | 33.00 | 15.00 | 19.00 | 17.00 | 9.00 | 10.00 | 100.00 |
| - Total Suspended Solid (ppm) | 10.00 | 5.00 | 50.00 | 55.00 | 85.00 | 20.00 | 20.00 | 12.00 | 15.00 | 15.00 | 5.00 | 5.00 | 65.00 |
| Chemical | | | | | | | | | | | | | |
| - pH | 6.20 | 5.97 | 6.83 | 6.51 | 7.70 | 6.40 | 6.29 | 6.00 | 5.90 | 5.81 | 5.28 | 6.80 | 7.38 |
| - Chollida (Cl) | 5.32 | 5.32 | 4.43 | 5.32 | 5.32 | 5.32 | 5.54 | 5.32 | 3.57 | 7.08 | 5.32 | 5.32 | 5.32 |
| - Total Nitrogen (%) | 1.16 | 0.54 | 0.59 | 0.74 | 0.01 | 0.25 | 1.65 | 0.41 | 0.66 | 0.50 | 1.65 | 0.25 | 0.33 |
| - DO (ppm) | 4.00 | 2.60 | 3.40 | 2.40 | 6.60 | 2.80 | 2.80 | 2.60 | 3.40 | 3.40 | 0.30 | 0.80 | 3.80 |
| - BOD (ppm) | 6.51 | 0.98 | 2.28 | 10.09 | 10.41 | 11.39 | 15.86 | 10.42 | 10.41 | 6.51 | 14.32 | 12.36 | 13.01 |
| - COD (ppm) | 32.18 | 3.86 | 11.58 | 42.46 | 65.62 | 69.48 | 73.34 | 61.76 | 50.18 | 61.76 | 50.18 | 61.76 | 32.30 |
| Microbiological | | | | | | | | | | | | | |
| - Total Coliform (MPN/100 ml) | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 2,400.00 | 540.00 | 1,600.00 | 920.00 |

Note: No. of River Distance Name of River No. of River Distance Name of River

| | | | | | |
|----|----|-----------------|----|----|-----------------|
| 8 | 70 | W. Tugu Mulyo | 15 | 34 | W. Menanga |
| 9 | 63 | Bumi Arjo | 16 | 30 | W. Tambu Runtui |
| 10 | 59 | S. Tabing Suluh | 17 | 25 | W. Serapat |
| 11 | 52 | W. Badak | 18 | 12 | W. Bunut II |
| 12 | 44 | W. Sungkai | 19 | 10 | W. Bunut I |
| 13 | 38 | W. Burnai | 20 | 0 | Talang Pangeran |
| 14 | | W. Jahe | | | |

10.3.2 地形・地質

フィジビリティ・スタディ区間（カユアグン～メンガラ間）の地形・地質状況は、9.2.2(2)地質の項参照のこと。

10.3.3 気 候

調査地域の温度、湿度、風速および日射時間について、1980年～1989年の10年間におけるメンガラとカユアグンにおける実測値を下表に示す。

| | <u>メンガラ</u> | <u>カユアグン</u> |
|------------|-------------|--------------|
| 温 度 (°C) | 26.1 | 26.6 |
| 湿 度 (%) | 83.2 | 80.1 |
| 風 速 (knot) | 2.4 | 2.2 |
| 日照時間 (%) | 61.7 | 62.7 |

それぞれの測定値に大差はない。

10.3.4 植物と動物

(1) 植 物

プロジェクトサイトを植生により分類とすると下表のようになる。

| No. | 分 類 | 地 名 |
|-----|-------|--|
| 1. | 平 坦 地 | -Way Tulang Bawang Village -Unit II -Mesuji Village -Bumi Arjo Village -Burnai Village |
| 2. | 森 林 地 | -Way Buaya -Burnia Village |
| 3. | 湿 地 | -Waya Tulang Bawang Village -Mesuji Village -Muara Burnai Village |

平坦地に生える植生の主なものは、樹木、果実樹、野菜、プランテーション、繊維、薬用植物、観賞用樹等。森林地帯は、森林、果実樹、薬用植物等。そして湿地帯は、水芋類、野菜、短木類、雑草等からなる。

(2) 動物

プロジェクトサイト付近に住んでいると思われる動物のリストを以下、表10.3に示す。

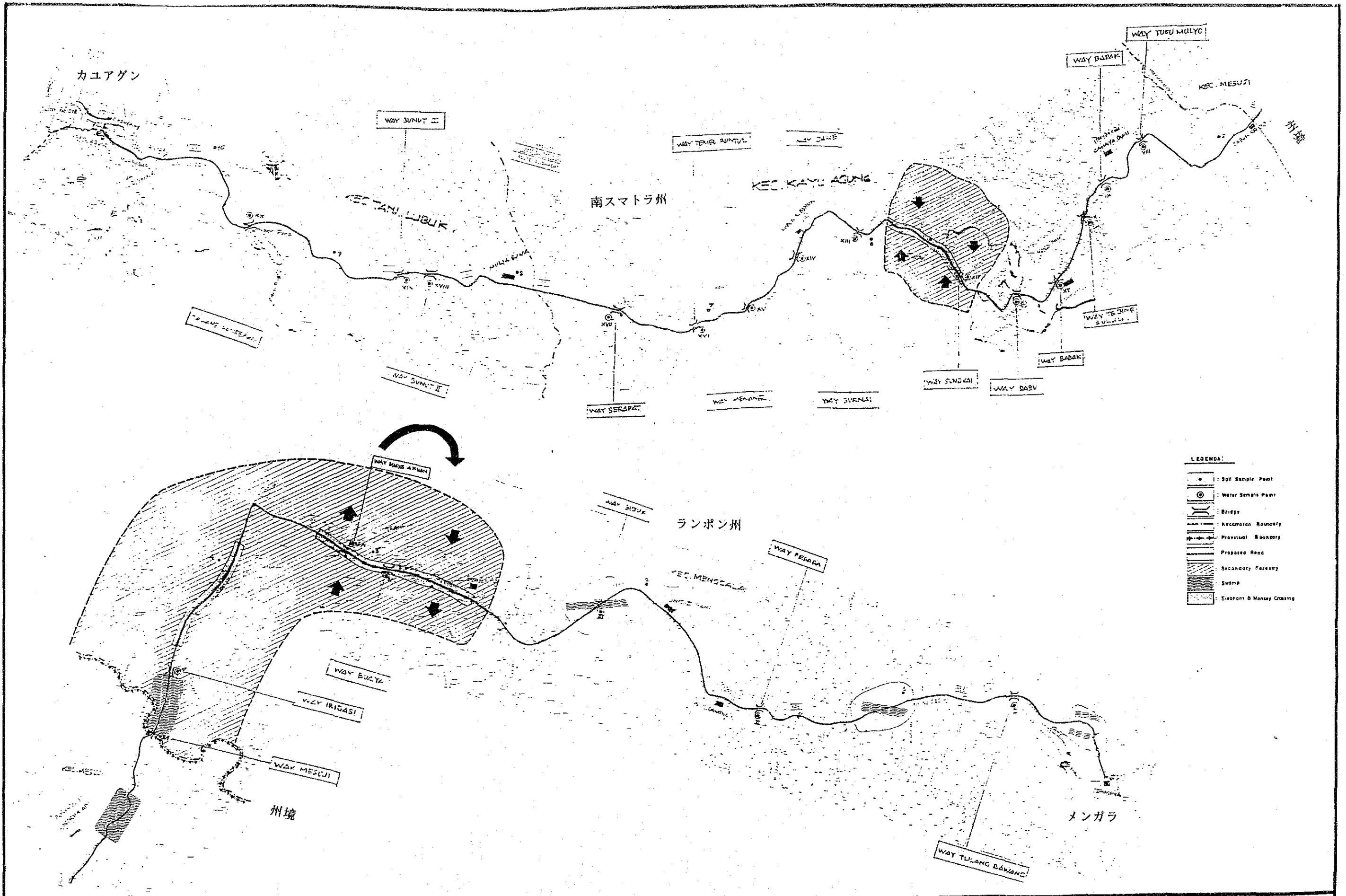
また、計画路線沿いに生息する象やサルの生息地域の概略位置を図10.1に示す。

表 10.3 (1) 動物のリスト表

| No. | Latin | Explanation |
|--------------------|-------------------------------------|-------------|
| A. 哺乳類 | | |
| 1. Wild pig | <i>Sus vitatus</i> | |
| 2. Big monkey | <i>Macaca menesbrina</i> | |
| 3. Bear | <i>Helarctus malayonus</i> | Protected |
| 4. Napu | <i>Traqulus napu</i> | |
| 5. Fox | <i>Paradoaurus herma phrod itus</i> | |
| 6. Monkey | <i>Macaca fascicularis</i> | |
| 7. Squirrel | <i>Tupaia Sp</i> | |
| 8. Elephant | <i>Elephas maximus sumatrae</i> | Protected |
| 9. Kingkang | <i>Nicticebus concang</i> | Protected |
| 10. Gibbon | <i>Hylo bates sundicateilus</i> | Protected |
| 11. Lynx | <i>Felis Sp</i> | Protected |
| 12. Goselle | <i>Muntiacus muncak</i> | Protected |
| 13. Trenggiling | <i>Manis javonicus</i> | |
| 14. Royal tiger | <i>Neofelis nebulosa</i> | Protected |
| 15. Land squirrel | <i>Loriscus insignis</i> | Protected |
| 16. Hutrap | <i>I onyls Sp</i> | Protected |
| 17. Squirrel walay | <i>Kapo lomys horsfieldii</i> | |
| 18. Porcupine | <i>Hysarec brachyura</i> | Protected |
| 19. Tapir | <i>Tapalusiundicus</i> | Protected |
| 20. Jelarang | <i>Ratufa bicolor</i> | Protected |
| 21. Beer | <i>Vervus Sp</i> | Protected |
| 22. Panther | <i>Panthera tigris sumatrae</i> | Protected |
| B. 爬虫類 | | |
| 1. Varam | <i>Varanus Sp</i> | |
| 2. Chamelon | <i>Valotus jabatus</i> | |
| 3. Hand forhose | | |
| 4. Python Snake | <i>Naya Sp</i> | |
| 5. Serpent | | |
| 6. Tree Snake | <i>Elape Sp</i> | |
| 7. Lizard | <i>Mabuia pamulti fasciasa</i> | |
| 8. Python | <i>Phyton Sp</i> | Protected |
| 9. Water Snake | <i>Matris Sp</i> | |

表 10.3 (2) 動物のリスト表

| No. | Latin | Explanation |
|---------------------|--------------------------|-------------|
| C. 両棲類 | | |
| Frog | Rana Cancbifora | |
| Toad | Buffo Sp | |
| Arog Area | Hyla Sp | |
| D. 鳥類 | | |
| 1. Beo/tiong | Gracula religiosa | Protected |
| 2. Bubut | Centrapus Sp | |
| 3. Tugang | | |
| 4. Murai batu | | |
| 5. Tekukur | Streptopelia chinensis | |
| 6. Perkutut | Geopelia striata | |
| 7. Gereja | Passer montanus | |
| 8. Pipit | Lonchura leucogastroides | |
| 9. Ketilang | Picnonotus cafer | |
| 10. Ayam hutan | Gallus Spp | |
| 11. Kacer | Copsicus saularis | |
| 12. Alap-alap | Elanus Sp | |
| 13. Betet | Cissa Sp | |
| 14. Puyuh | Turnix Sp | |
| 15. Cerocok | Picnonotus Sp | |
| 16. Srigunting | | |
| 17. Raja udang biru | Helcyon cyanoventris | Protected |
| 18. Bondol | Lonchura maja | |
| 19. Kucica | | |
| 20. Cucak rawa | Picnonotus zeilanicus | |
| 21. Belibis | Dendrocygna javanica | |
| 22. Bangau putih | Egretta garzetta | |
| 23. Pecuk ular | Anhing Sp | Protected |
| 24. Layang-layang | Hirundo tahitica | |
| 25. Sesap madu | Anthreptes Sp | Protected |
| 26. Bangau | Ciconia episcopus | |
| 27. Kuau | Argusianus argus | Protected |
| 28. Manyar | Pleceus manyar | |
| 29. Jalak suren | Sturnus contra | |



COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA

図 10.1 動物の生息地域

10.4 環境影響評価と緩和対策

10.4.1 環境影響評価

当プロジェクトを物理化学分野、生態系および社会経済分野から環境影響評価を行なった結果を表10.4および表10.5に示す。

PIL調査により、本プロジェクトが周辺環境に及ぼす影響のうち、比較的大きなマイナスの影響が生じることが予測される事項を以下に挙げる。

(1) 工事中

工事車両の排出する排気ガスや乾季に工事車両によって発生するダスト等が周辺の植生等に影響に及ぼすことが考えられる。

(2) 供用時

排気ガスによって周辺に生息する野生生物の行動、健康等に影響を及ぼすことが考えられる。

Way Buaya と Way Sungkayの森に生息する法律で保護されている象、サル等の哺乳卵類が計画道路周辺に生息している。特に、象については5～25頭のグループが計画道路を横断していることが観察されている。ただし、これらの象の生息数、行動パターン等については現在のところ正確には把握されていない。今後、詳細な調査が必要である。

10.4.2 影響緩和対策

前項のプロジェクトの実施によってマイナスの影響を及ぼすと考えられる環境要因に対して、以下の環境保全対策を講じる必要がある。

- ・ 計画路線に沿ってMahoni等を植栽する（図10.2）ことにより、交通車両による周辺環境への大気汚染、騒音を減じる。なお、当対策は必要な箇所での対策となる。植栽は象の計画路線の自由な横断をコントロールする機能をもつものとする。

- 象の計画路線の横断が予想されるのでこの対策案を図10.2に示す。対策の基本案は計画道路沿いにディッチを設け、象の自由な横断をコントロールする。また、必要箇所には象の水飲み場と食物の供給を目的とした耕作地の確保などの対策を行ない、出来るだけ動植物への影響を低減させる。さらに、詳細設計の段階では象の通行が予想される箇所には、象が安全に通行できる施設を設けること（例えば、道路の高架化）も検討されるべきであろう。

表 10.4 環境影響評估

| Environmental Component | Implementing Activities | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|------|--------------|------|------|------|------|-----------|------|
| | Pre-Construction | | Construction | | | | | Operation | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| I. Physical Chemistry | | | | | | | | | |
| - Climate | | | | -1/a | | | | -1/a | |
| - Air Quality | | | -1/a | -1/a | -1/b | -1/a | | -1/b | |
| - Rainfall | | | | | | | | | |
| - Soil/Land | | | | -1/a | -1/a | | -2/b | -1/a | |
| - Hydrology | | | | -1/b | | | -2/b | -2/b | |
| - Space System | | -1/a | | | | | -1/a | +3/c | |
| II. Biology | | | | | | | | | |
| - Vegetation | | -1/a | | | -1/a | | | | |
| - Wild Species | | | -1/a | -2/b | -1/b | -1/a | | -3/c | -1/a |
| - Aquatic Biota | | | -1/a | | -1/a | -1/a | | -1/b | -1/a |
| III. Socio-Economy & Socio-Culture | | | | | | | | | |
| - Demography | | | | | | | | +2/b | |
| - Education | | | | | | | | +1/a | |
| - Health | | | -1/a | -1/b | -1/a | -1/a | -1/a | +1/a | |
| - Culture | | | | | | | | +1/a | |
| - Income | | | +1/c | +1/c | +1/a | +1/c | -1/b | +2/c | +1/a |
| - Social Perception | +1/a | -1/a | | -1/a | | | | +2/b | +1/a |

Explanation:

- A. Preparation
- B. Land Acquisition
- C. Covering
- D. Earth Work
- E. Installing Batching Plant
- F. Bridge Work
- G. Making Drainage Channel
- H. Using/Operating Road
- I. Road Maintenance

Magnitude

- 1. Very Small
- 2. Small
- 3. Medium
- 4. Big
- 5. Very Big

Importance

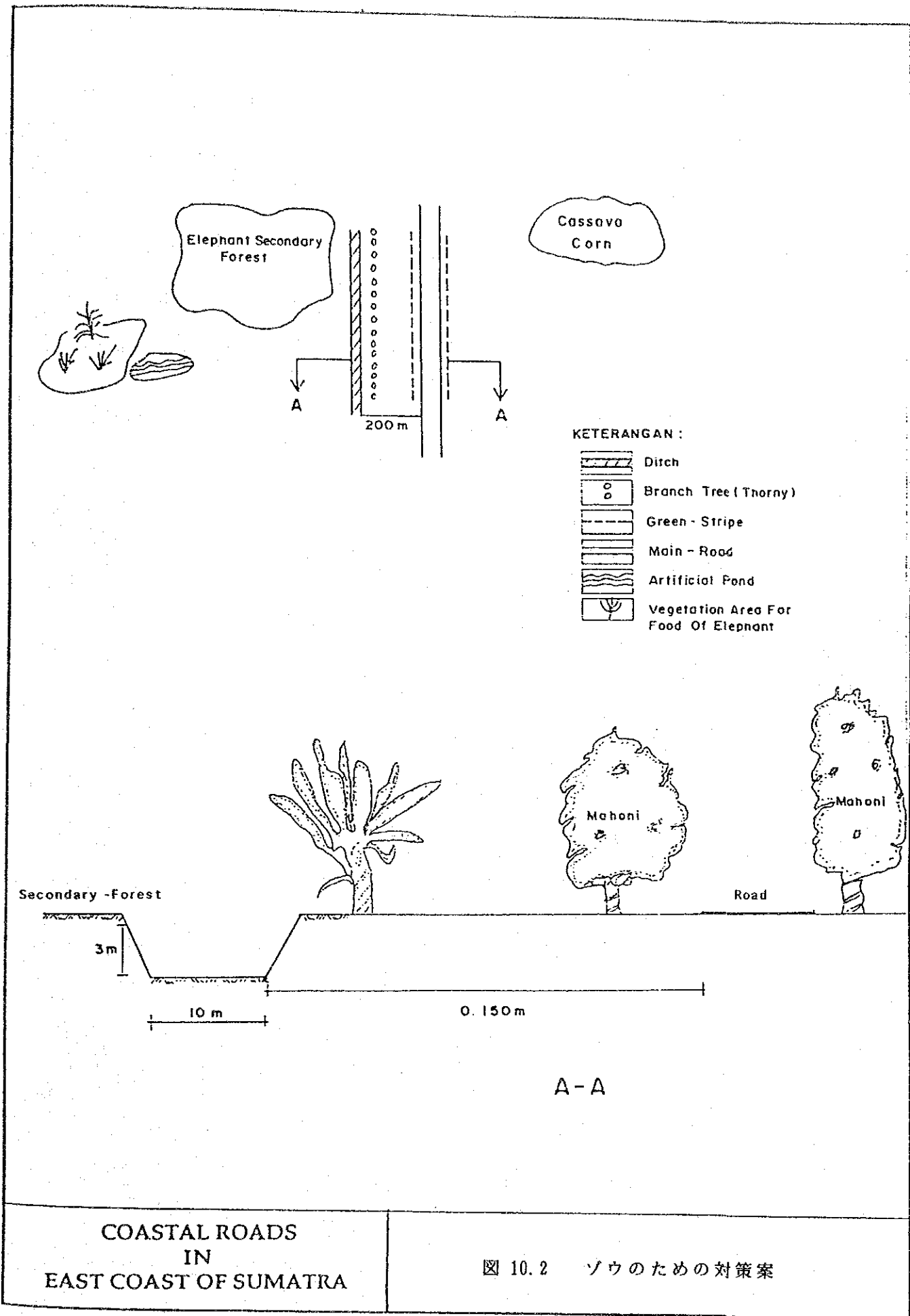
- a. Negligible
- b. Slight
- c. Moderate
- d. Significant
- e. Major

+ = Positive Impact
 - = Negative Impact
 Blank = No Impact

表 10.5 環境インパクト評価レベル

| No. | Project Activities | Impact | Number of people affected by the impact | The extent of the impact | Life time of the impact | Environmental Component by impact | Impact Intensity | Impact Cumulative | Reversible & Irreversible | Remark | | | | | | |
|------|--|---|---|---|--|--|--|--|--|--|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| I. | Pre Construction - Land acquisition for widening | Obstructions to the project | P1 = 15 KK P2 = 200,000 KK P1/P2 = 0.7 % (1) | ADL = 4 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.01 % (1) | Pre Construction (1) | Not influence (1) | very low (1) | rather long aged effect (1) | Reflected if the intensity is under control (1) | Less important Impact | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Construction (2) | Not influence (1) | very low (1) | rather long aged effect (1) | Reflected if the intensity is under control (1) | Less important Impact |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. | Construction - Material work and Mobilization - Earth Work - Operating AMP - Excavation (in land and water body) - Bridge Work - Overlay | Public Road destruction Settlement Environment Water Resource Pollution Pollution Water Resource Land Resource Pollution Water Resource River Erosion Settlement Environment | P1 = 500 KK P2 = 200,000 KK P1/P2 = 0.25 % (1) - (1) - (1) - (1) - (1) | ADL = 200 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.5 % (1) ADL = 4 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.1 % (1) ADL = 150 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.4 % (1) ADL = 150 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.4 % (1) ADL = 200 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 0.5 % (1) | Construction (2) Construction (2) Construction (2) Construction (2) Construction (2) Construction (2) | Not influence (1) Not influence (1) Not influence (1) Not influence (1) Not influence (1) Not influence (1) | very low (1) very low (1) very low (1) very low (1) very low (1) very low (1) | rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) rather long aged effect (1) | Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) Reflected if the intensity is under control (1) | Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact Less important Impact | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Operation (4) | Influence (4) | quite a lot (4) | relative is rather long aged (3) | Not reflected and there is a complex effect (3) | Important Impact |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. | Operation & Maintenance - Operation of Road | Fauna (Elephant, Monkey) Flora (Trees Protected) | - (1) - (1) | ADL = 600 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 15 % (2) ADL = 600 HA ARK = 40,000 HA ADL/ARK = 15 % (2) | Operation (4) Operation (4) | Influence (4) Influence (4) | quite a lot (4) quite a lot (4) | relative is rather long aged (3) relative is rather long aged (3) | Not reflected and there is a complex effect (3) Not reflected and there is a complex effect (3) | Important Impact Important Impact | | | | | | |

Note:
P1 = Number of people affected by the impact
P2 = Number of people subjected to the impact
ARK = The extent of the activity
ADL = The extent of the impact
[] = Negative impact
(1) = Less important
(2) = Fairly important
(3) = Important
(4) = More important
(5) = Very important



第11章 結論と提言

第11章 結論と提言

11.1 結論

11.1.1 プロジェクトの必要性

本プロジェクト（スマトラ東海岸道路整備計画）はスマトラ島の社会・経済発展にとって極めて重要であり、また、下記の重要な役割を果たすものとして期待される。

- 既存のトランス・スマトラハイウェイと相俟って、スマトラ島における幹線道路網を構成する。
- 現在、道路整備が遅れている東海岸地域における交通網の充実に貢献する。
- 東海岸道路は東海岸地域の中核都市（パレンバン、ジャンビ、パカンバル等）を結ぶ都市間幹線道路としての機能が期待される。
- 現在進行中であるSIJORI開発構想を支援する。

結果として、東海岸道路の建設は周辺の地域開発、農産物、工業製品、人の移動等に多大に寄与することになり、東海岸地域の中核都市はジャワ島との連絡も容易となる。

11.1.2 マスタープラン

上記目的の達成のため、メダン～バカフニ間1,900kmのマスタープランは次の基本方針によって計画した。

- 各州の主要都市を結ぶ
バカフニ～バンドル・ランボン～メンガラ～パレンバン～ジャンビ～ドマイ～メダン
- 計画路線は、早期実現の重要性および財政面からの建設費節減の必要性の観点から、基本的には現道（国道、州道）の改良を中心として整備を進める。

- 道路の規格としては、沿道開発を考慮し、専用道路ではなく出入り制限のない一般道路として整備することを基本とする。
- 車線数は基本的に交通需要に対応して設定する。なお、交通需要面からみて現道改良で対応できない場合は、沿道の状況などを考慮し、拡幅あるいはバイパスなどを計画する。
- 現国道、現州道が大きく迂回している箇所については、バイパス等を設け便益の増加を図る。
- 必要に応じ、現道の平面線形、縦断線形の改良を行なうものとする。
- 低湿地を通過する区間については、交通の通年利用確保を図る。
- 自然、社会環境の保全に努め、道路整備によるマイナス効果を最小限にする。

東海岸道路の整備水準は下記のとおりである。

- 道路規格はアーテリアル道路の Class IIBとする。
設計速度は60km/hとする。
幅員構成は、車線 $2 \times 3.50 = 7.00\text{m}$
路肩 2 m (両側)
- 計画交通量は2010年で
地方部 15,000~20,000 P C U 台/日 (2車線)
都市郊外部 35,000~40,000 P C U 台/日 (4車線)
- 建設費は1992年価格で852 Bil. Rp.。その時のE I R Rは24.6%である。

11.1.3 プレフィジビリティスタディ調査

1997年までに実施すべき優先度の高い区間として、物理的な必要性、戦略的な必要性から下記の区間を選定した。

| | |
|------------------------|--------|
| レンガット～ジャンビ間 | 255 km |
| パレンバン～メンガラ間 (カユアゲン) | 183 km |
| メンガラ～バカフニ間 | 189 km |

これらの事業費およびEIRRは次のとおりである。

| | <u>事業費</u> | <u>EIRR</u> |
|------------------------|--------------|-------------|
| レンガット～ジャンビ間 | 127 BiL. Rp. | 12.5 % |
| パレンバン～メンガラ間 (カユアグン) | 90 BiL. Rp. | 20.9 % |
| メンガラ～バカフニ間 | 125 BiL. Rp. | 18.0 % |

最もEIRRの高いパレンバン（カユアグン）～メンガラ間をフィジビリティ・スタディ対象区域とした。

11.1.4 フィジビリティ・スタディ調査

プレフィジビリティ・スタディ調査で選定されたカユアグン～メンガン間についてフィジビリティ・スタディ調査を行なった。

事業費およびEIRRは次のとおりである。

| | |
|------|---------------|
| 事業費 | 113. BiL. Rp. |
| EIRR | 18.2 % |

分析結果は経済的な観点からみて、フィジブルであることを示している。

11.1.5 環境影響

PIL調査により、本プロジェクトが周辺環境に及ぼす影響のうち、比較的大きなマイナスの影響が生じることが予測される事項を以下に挙げる。

(1) 工事中

工事車両の排出する排気ガスや乾期に工事車両によって発生するダスト等が周辺の植生等に影響を及ぼすことが考えられる。

(2) 供用時

排気ガスによって周辺に生息する野生生物の行動、健康等に影響を及ぼすことが考えられる。

Way Buaya と Way Sungkay の森に生息し法律で保護されている象、サル等の哺乳類が計画道路周辺に生息している。特に、象については5～25頭のグループが計画道路を横断していることが観察されている。ただし、これらの象の生息数、行動パターン等については現在のところ正確には把握されていない。今後、詳細な調査が必要である。

11.2 提 言

11.2.1 プロジェクトの実施

本調査結果は、本プロジェクトが技術的観点から見て妥当なものであり、国民経済的観点からもフィジビリティは高いことを示している。直接便益以外にも、関連地域の開発に対する莫大な間接便益が期待できる。

また、フィジビリティ・スタディ調査対象区間についても、高いフィジビリティを示している。従って、フィジビリティ・スタディ調査対象区間の道路整備は、可能な限り早期に実施されるよう提言する。

11.2.2 環境影響緩和対策

前項のプロジェクトの実施によってマイナスの影響を及ぼすと考えられる環境要因に対して、以下の環境保全対策を講じる必要がある。

- 計画路線に沿ってMahoni等を植栽することにより、交通車両による周辺環境への大気汚染、騒音を減じる。なお、当対策は必要な箇所での対策となる。植栽は象の計画路線の自由な横断をコントロールする機能をもつものとする。
- 象の計画路線の横断が予想されるのでこの対策案を図11.1に示す。対策の基本案は計画道路沿いにディッチを設け、象の自由な横断をコントロールする。さらに、必要箇所に象の水飲み場と食物の供給を目的とした耕作地の確保などの対策を行ない、出来るだけ動植物への影響を低減させる。さらに、詳細設計段階では象の通行が予想される箇所には、象が安全に通行できる施設を設けること（例えば、道路の高架化）も検討されるべきであろう。

Appendices

APPENDICES

CONTENTS

CHAPTER 6 TRAFFIC DEMAND FORECAST

| | | |
|----------------|---|------|
| Appendix A-6.1 | Trip Length Frequency Distribution | A-1 |
| Appendix A-6.2 | Compressed Province - Province Observed and Synthesized Matrices by Mode in 1991 | A-4 |
| Appendix A-6.3 | Vehicle Owership Growth Factors..... | A-10 |
| Appendix A-6.4 | Future Traffic Demand of Proposed Ports..... | A-11 |

CHAPTER 7 PREPARATION OF A MASTERPLAN FOR SUMATRA EAST COAST HIGHWAY

| | | |
|----------------|---|------|
| Appendix A-7.1 | Estimation of Indirect Development Benefit Related to Lampung Alternative Routes | A-13 |
| Appendix A-7.2 | Economic Comparison of Route 7A, 7B and 7C..... | A-17 |
| Appendix A-7.3 | Economic Comparison of Section 1 to 7 | A-18 |
| Appendix A-7.4 | Estimation of Indirect Economic Impact of East Coast Highway (Master Plan)..... | A-21 |

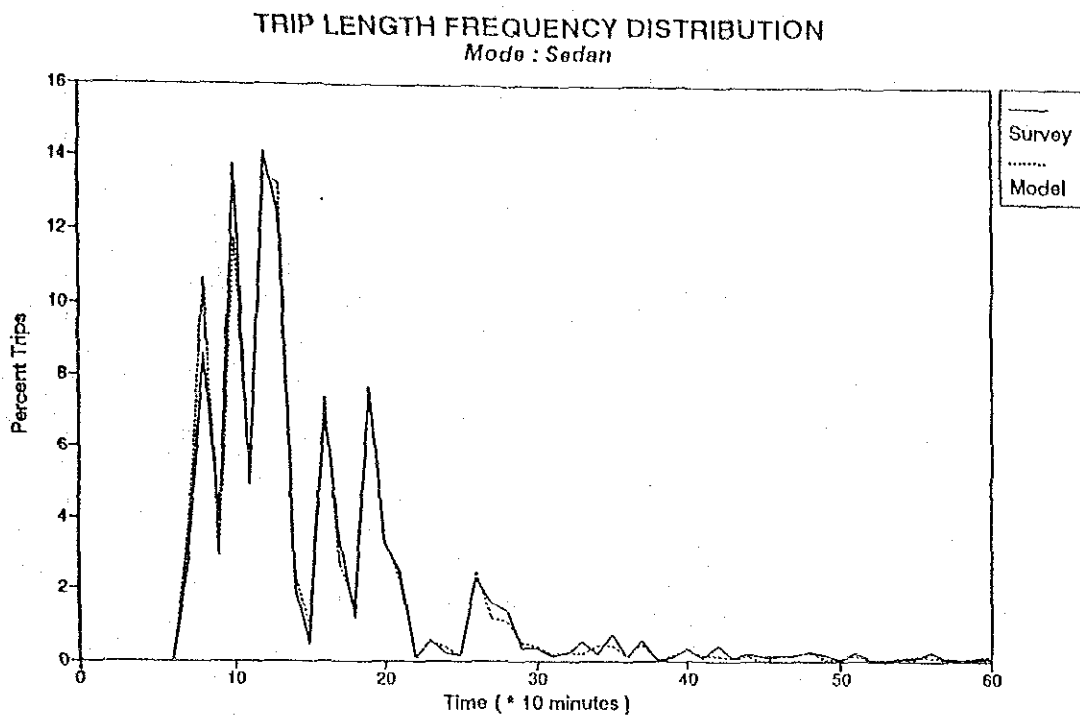
CHAPTER 8 PRE-FEASIBILITY STUDY

| | | |
|----------------|--|------|
| Appendix A-8.1 | Economic Analysis for Pre-Feasibility Study Section | A-23 |
|----------------|--|------|

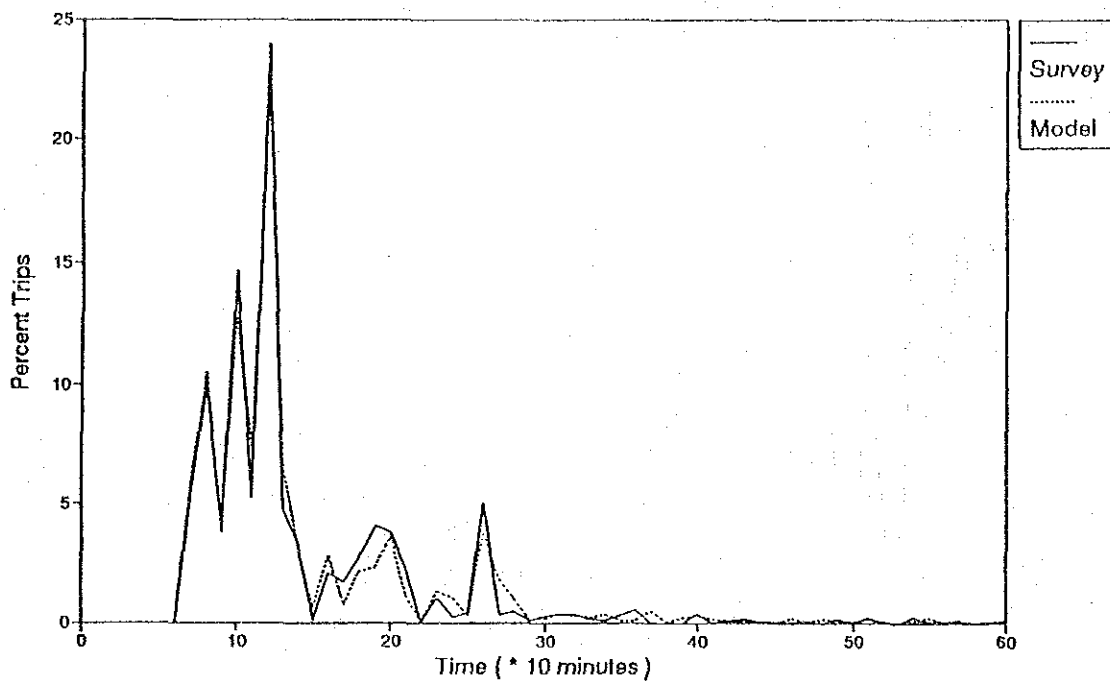
CHAPTER 9 FEASIBILITY STUDY

| | | |
|-----------------|---|------|
| Appendix A-9.1 | Analysis Data of Soil Investigation | A-24 |
| Table 1 | Soil Section and Invariable Soil Value for Design | A-24 |
| Figure 1 | Relative Chart for Loading Time and Settlement Value (Height = 2m) | A-25 |
| Figure 2 | Relative Chart for Loading Time and Settlement Value (Height = 3m) | A-26 |
| Figure 3 | Relative Chart for Loading Time and Settlement Value (Height = 4m) | A-27 |
| Appendix A-9.2 | Road Inventory (1990)..... | A-44 |
| Appendix A-9.3 | Road Inventory (1992)..... | A-44 |
| Appendix A-9.4 | Bridge Inventory | A-45 |
| Appendix A-9.5 | Administration Map in Project Area..... | A-46 |
| Appendix A-9.6 | Settlement Location Map | A-47 |
| Appendix A-9.7 | Swamp Areas in the Project Area | A-48 |
| Appendix A-9.8 | Economic Project Costs Flows | A-49 |
| Appendix A-9.9 | Estimated Share Ratio of PCU-Kilometers by Vehicle Type and by Road Section..... | A-50 |
| Appendix A-9.10 | Estimation of Unit Vehicle Time Cost..... | A-51 |

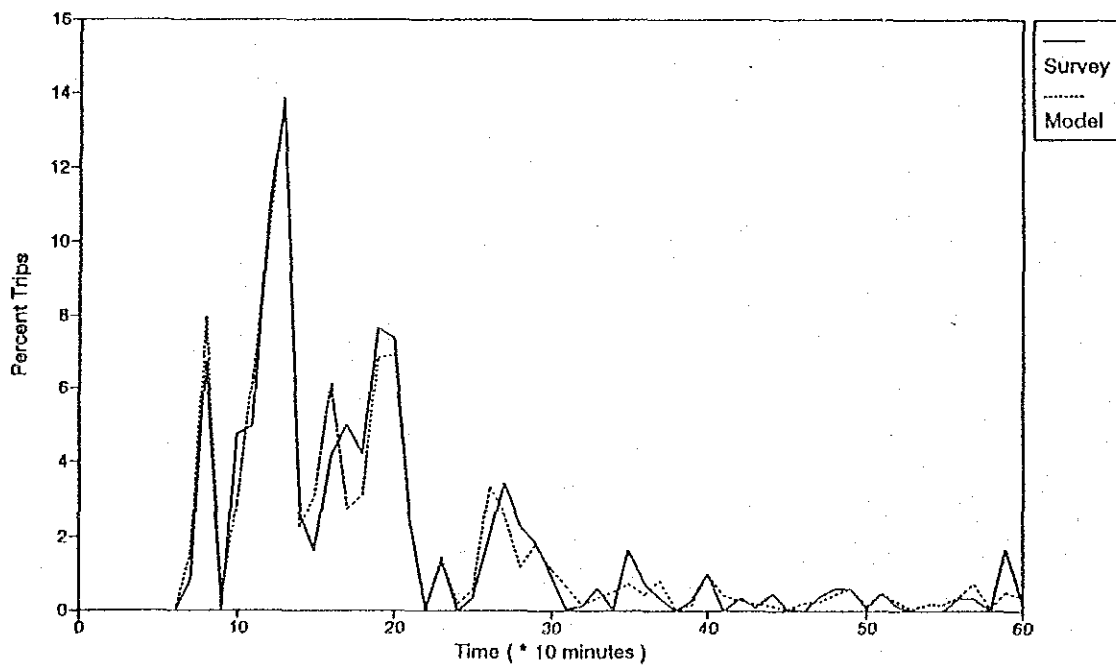
Appendix A-6.1 Trip Length Frequency Distribution



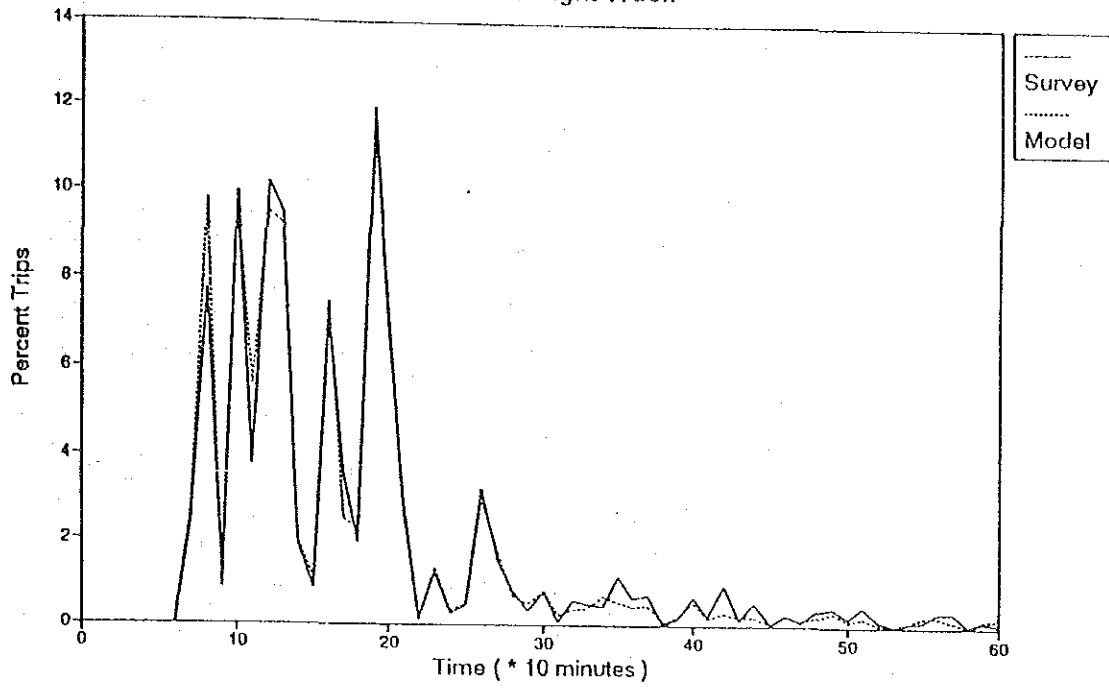
TRIP LENGTH FREQUENCY DISTRIBUTION
Mode : Small Bus



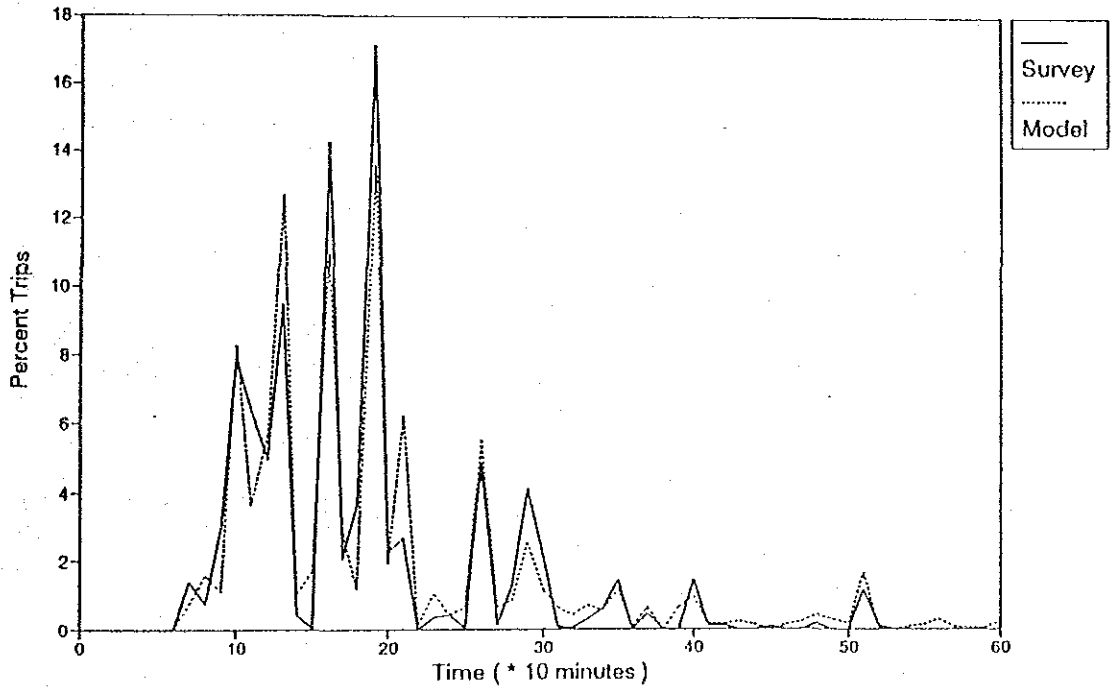
TRIP LENGTH FREQUENCY DISTRIBUTION
Mode : Large Bus



TRIP LENGTH FREQUENCY DISTRIBUTION
Mode : Light Truck



TRIP LENGTH FREQUENCY DISTRIBUTION
Mode : Heavy Truck



Appendix A-6.2 Compressed Province - Province Observed and Synthesized Matrices by Mode in 1991

SEDANS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 673 | 365 | 17 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 28 | 1090 |
| 2 | 363 | 8025 | 83 | 78 | 18 | 9 | 8 | 0 | 58 | 8642 |
| 3 | 15 | 89 | 1516 | 102 | 41 | 11 | 14 | 9 | 24 | 1821 |
| 4 | 7 | 77 | 104 | 3549 | 60 | 13 | 11 | 8 | 44 | 3873 |
| 5 | 2 | 19 | 42 | 66 | 478 | 27 | 26 | 19 | 13 | 692 |
| 6 | 0 | 10 | 12 | 12 | 29 | 301 | 240 | 29 | 10 | 643 |
| 7 | 0 | 9 | 17 | 11 | 28 | 242 | 2538 | 48 | 39 | 2932 |
| 8 | 0 | 1 | 11 | 10 | 19 | 31 | 50 | 2123 | 95 | 2340 |
| 9 | 29 | 64 | 25 | 44 | 13 | 12 | 39 | 96 | 0 | 322 |
| Total | 1089 | 8659 | 1827 | 3878 | 687 | 646 | 2926 | 2332 | 311 | 22355 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 682 | 362 | 1 | 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 28 | 1085 |
| 2 | 364 | 8000 | 105 | 74 | 20 | 4 | 6 | 5 | 58 | 8636 |
| 3 | 1 | 106 | 1577 | 95 | 6 | 3 | 7 | 1 | 24 | 1820 |
| 4 | 12 | 79 | 95 | 3536 | 81 | 16 | 16 | 5 | 44 | 3884 |
| 5 | 0 | 18 | 6 | 82 | 536 | 3 | 28 | 3 | 13 | 689 |
| 6 | 1 | 5 | 3 | 15 | 4 | 346 | 262 | 2 | 10 | 648 |
| 7 | 1 | 9 | 9 | 13 | 29 | 257 | 2543 | 30 | 39 | 2930 |
| 8 | 1 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 30 | 2199 | 95 | 2341 |
| 9 | 29 | 64 | 25 | 44 | 13 | 12 | 39 | 96 | 0 | 322 |
| Total | 1091 | 8648 | 1822 | 3873 | 692 | 645 | 2932 | 2341 | 311 | 22355 |

SEDANS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 673 | 365 | 17 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 28 | 1090 |
| 2 | 363 | 8025 | 83 | 78 | 18 | 9 | 8 | 0 | 58 | 8642 |
| 3 | 15 | 89 | 1516 | 102 | 41 | 11 | 14 | 9 | 24 | 1821 |
| 4 | 7 | 77 | 104 | 3549 | 60 | 13 | 11 | 8 | 44 | 3873 |
| 5 | 2 | 19 | 42 | 66 | 478 | 27 | 26 | 19 | 13 | 692 |
| 6 | 0 | 10 | 12 | 12 | 29 | 301 | 240 | 29 | 10 | 643 |
| 7 | 0 | 9 | 17 | 11 | 28 | 242 | 2538 | 48 | 39 | 2932 |
| 8 | 0 | 1 | 11 | 10 | 19 | 31 | 50 | 2123 | 95 | 2340 |
| 9 | 29 | 64 | 25 | 44 | 13 | 12 | 39 | 96 | 0 | 322 |
| Total | 1089 | 8659 | 1827 | 3878 | 687 | 646 | 2926 | 2332 | 311 | 22355 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 682 | 362 | 1 | 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 28 | 1085 |
| 2 | 364 | 8000 | 105 | 74 | 20 | 4 | 6 | 5 | 58 | 8636 |
| 3 | 1 | 106 | 1577 | 95 | 6 | 3 | 7 | 1 | 24 | 1820 |
| 4 | 12 | 79 | 95 | 3536 | 81 | 16 | 16 | 5 | 44 | 3884 |
| 5 | 0 | 18 | 6 | 82 | 536 | 3 | 28 | 3 | 13 | 689 |
| 6 | 1 | 5 | 3 | 15 | 4 | 346 | 262 | 2 | 10 | 648 |
| 7 | 1 | 9 | 9 | 13 | 29 | 257 | 2543 | 30 | 39 | 2950 |
| 8 | 1 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 30 | 2199 | 95 | 2341 |
| 9 | 29 | 64 | 25 | 44 | 13 | 12 | 39 | 96 | 0 | 322 |
| Total | 1091 | 8648 | 1822 | 3873 | 692 | 645 | 2932 | 2341 | 311 | 22355 |

LIGHT TRUCKS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| 1 | 2047 | 683 | 29 | 11 | 6 | 0 | 1 | 0 | 17 | 2794 |
| 2 | 684 | 10611 | 196 | 128 | 19 | 11 | 11 | 2 | 152 | 11814 |
| 3 | 28 | 198 | 3629 | 367 | 95 | 17 | 25 | 21 | 33 | 4413 |
| 4 | 11 | 131 | 367 | 4318 | 359 | 25 | 18 | 13 | 126 | 5368 |
| 5 | 5 | 20 | 95 | 358 | 585 | 8 | 26 | 37 | 31 | 1165 |
| 6 | 1 | 10 | 16 | 25 | 8 | 763 | 343 | 9 | 15 | 1190 |
| 7 | 0 | 11 | 26 | 17 | 26 | 342 | 4444 | 295 | 130 | 5291 |
| 8 | 0 | 2 | 21 | 15 | 34 | 9 | 293 | 4752 | 202 | 5328 |
| 9 | 18 | 153 | 34 | 128 | 31 | 16 | 134 | 202 | 0 | 716 |
| Total | 2794 | 11819 | 4413 | 5367 | 1163 | 1191 | 5295 | 5331 | 706 | 38079 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| 1 | 2078 | 676 | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 | 17 | 2787 |
| 2 | 681 | 10521 | 222 | 119 | 42 | 17 | 29 | 26 | 152 | 11809 |
| 3 | 3 | 219 | 3753 | 368 | 24 | 2 | 6 | 3 | 33 | 4411 |
| 4 | 7 | 123 | 368 | 4240 | 457 | 21 | 24 | 9 | 126 | 5375 |
| 5 | 1 | 49 | 24 | 456 | 578 | 3 | 22 | 8 | 31 | 1172 |
| 6 | 2 | 17 | 2 | 20 | 2 | 774 | 346 | 10 | 15 | 1188 |
| 7 | 1 | 31 | 6 | 22 | 22 | 348 | 4415 | 317 | 130 | 5292 |
| 8 | 4 | 26 | 3 | 10 | 8 | 9 | 318 | 4729 | 202 | 5309 |
| 9 | 18 | 153 | 34 | 128 | 31 | 16 | 134 | 202 | 0 | 716 |
| Total | 2795 | 11815 | 4414 | 5370 | 1165 | 1191 | 5295 | 5308 | 706 | 38059 |

HEAVY TRUCKS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|----|------|-----|-----|----|----|-----|-----|---|-------|
| 1 | 34 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| 2 | 14 | 1172 | 44 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1240 |
| 3 | 1 | 44 | 398 | 27 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 480 |
| 4 | 0 | 6 | 28 | 128 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 167 |
| 5 | 0 | 0 | 5 | 5 | 9 | 2 | 4 | 1 | 1 | 27 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 27 | 12 | 5 | 0 | 50 |
| 7 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 12 | 86 | 9 | 1 | 116 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 10 | 217 | 1 | 234 |
| 9 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| Total | 50 | 1243 | 481 | 168 | 27 | 49 | 116 | 233 | 7 | 2374 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|----|------|-----|-----|----|----|-----|-----|---|-------|
| 1 | 48 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| 2 | 3 | 1170 | 45 | 11 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1237 |
| 3 | 0 | 46 | 427 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 480 |
| 4 | 0 | 12 | 8 | 149 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 |
| 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 22 | 0 | 3 | 0 | 1 | 28 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 46 | 2 | 0 | 0 | 49 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 109 | 1 | 1 | 116 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 232 | 1 | 234 |
| 9 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| Total | 52 | 1240 | 480 | 168 | 27 | 50 | 116 | 234 | 7 | 2374 |

SMALL BUS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|---|-------|
| 1 | 457 | 31 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 491 |
| 2 | 23 | 3994 | 3 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4032 |
| 3 | 2 | 3 | 379 | 56 | 12 | 2 | 3 | 0 | 0 | 457 |
| 4 | 0 | 11 | 53 | 2711 | 111 | 5 | 2 | 0 | 0 | 2893 |
| 5 | 0 | 0 | 11 | 121 | 388 | 15 | 79 | 2 | 0 | 616 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 7 | 16 | 716 | 255 | 17 | 0 | 1014 |
| 7 | 0 | 0 | 2 | 3 | 88 | 256 | 1716 | 119 | 0 | 2184 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 18 | 124 | 1108 | 0 | 1254 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 482 | 4039 | 453 | 2910 | 620 | 1012 | 2179 | 1246 | 0 | 12941 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|----|-------|
| 1 | 471 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 493 |
| 2 | 20 | 3991 | 6 | 3 | 2 | 0 | 2 | 6 | 0 | 4030 |
| 3 | 0 | 7 | 399 | 46 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 461 |
| 4 | 0 | 3 | 43 | 2692 | 146 | 0 | 0 | 3 | 6 | 2893 |
| 5 | 0 | 2 | 9 | 146 | 341 | 4 | 109 | 7 | 2 | 620 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 763 | 247 | 3 | 1 | 1018 |
| 7 | 0 | 2 | 0 | 2 | 109 | 245 | 1711 | 116 | 0 | 2185 |
| 8 | 0 | 6 | 0 | 4 | 5 | 2 | 115 | 1119 | 1 | 1252 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| Total | 492 | 4032 | 457 | 2899 | 618 | 1015 | 2184 | 1255 | 11 | 12963 |

LARGE BUS

SYNTHESISED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 426 | 94 | 13 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 7 | 551 |
| 2 | 92 | 2052 | 65 | 36 | 14 | 14 | 13 | 9 | 38 | 2333 |
| 3 | 11 | 64 | 382 | 86 | 14 | 7 | 11 | 12 | 28 | 615 |
| 4 | 7 | 41 | 86 | 706 | 72 | 11 | 9 | 12 | 17 | 961 |
| 5 | 5 | 15 | 16 | 71 | 115 | 12 | 32 | 17 | 10 | 293 |
| 6 | 2 | 12 | 7 | 10 | 13 | 76 | 36 | 23 | 6 | 185 |
| 7 | 1 | 15 | 10 | 10 | 33 | 36 | 609 | 88 | 7 | 809 |
| 8 | 0 | 9 | 14 | 12 | 17 | 24 | 88 | 391 | 1 | 556 |
| 9 | 7 | 38 | 25 | 18 | 10 | 6 | 6 | 1 | 0 | 111 |
| Total | 551 | 2340 | 618 | 954 | 293 | 187 | 804 | 553 | 114 | 6414 |

OBSERVED TRIPS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 446 | 84 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 551 |
| 2 | 85 | 2067 | 42 | 73 | 12 | 4 | 11 | 3 | 38 | 2335 |
| 3 | 3 | 37 | 443 | 80 | 7 | 0 | 3 | 0 | 28 | 601 |
| 4 | 10 | 77 | 80 | 664 | 92 | 21 | 6 | 6 | 17 | 973 |
| 5 | 0 | 12 | 14 | 84 | 167 | 3 | 0 | 0 | 10 | 290 |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 19 | 1 | 107 | 29 | 9 | 6 | 177 |
| 7 | 0 | 9 | 3 | 9 | 2 | 30 | 662 | 96 | 7 | 818 |
| 8 | 0 | 3 | 0 | 6 | 2 | 14 | 91 | 441 | 1 | 558 |
| 9 | 7 | 38 | 25 | 18 | 10 | 6 | 6 | 1 | 0 | 111 |
| Total | 551 | 2333 | 612 | 962 | 293 | 185 | 808 | 556 | 114 | 6414 |

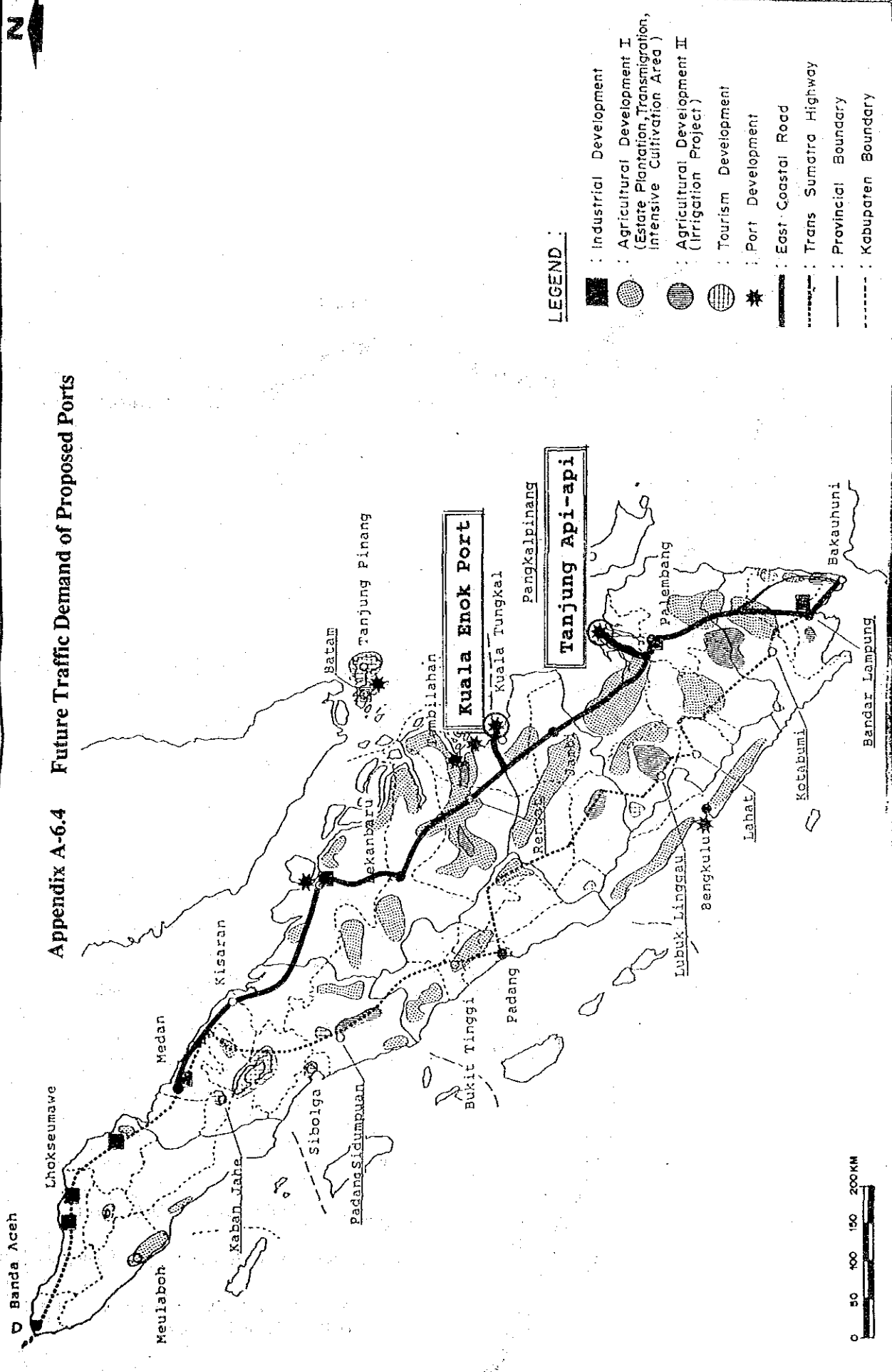
Appendix A-6.3 Vehicle Ownership Growth Factors

| Province | Zones | Sedan Growth Factors | | | Truck Growth Factors | | | Bus Growth Factors | | |
|-----------------|-------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | | 1991-1997 | 1997-2010 | 1991-2010 | 1991-1997 | 1997-2010 | 1991-2010 | 1991-1997 | 1997-2010 | 1991-2010 |
| | | | | | | | | | | |
| Aceh | 1-8 | 1.67 | 2.58 | 4.31 | 1.43 | 2.27 | 3.25 | 1.49 | 2.40 | 3.58 |
| Sumatra Utara | 9-18 | 1.37 | 2.30 | 3.15 | 1.29 | 2.17 | 2.80 | 1.35 | 2.35 | 3.17 |
| Sumatra Barat | 19-26 | 1.64 | 2.62 | 4.30 | 1.34 | 2.07 | 2.77 | 1.73 | 2.79 | 4.83 |
| Riau | 27-30 | 1.31 | 2.25 | 2.95 | 1.33 | 2.22 | 2.95 | 1.61 | 2.87 | 4.62 |
| Jambi | 31-35 | 1.74 | 3.08 | 5.36 | 1.71 | 3.14 | 5.37 | 2.17 | 3.96 | 8.59 |
| Sumatra Selatan | 36-41 | 1.64 | 2.45 | 4.02 | 1.59 | 2.51 | 3.99 | 2.01 | 3.15 | 6.33 |
| Bengkulu | 42-44 | 1.70 | 2.87 | 4.88 | 1.69 | 2.93 | 4.95 | 2.15 | 3.68 | 7.91 |
| Lampung | 45-47 | 1.86 | 3.36 | 6.25 | 1.76 | 3.43 | 6.04 | 2.23 | 4.31 | 9.61 |

Source : Consultants



Appendix A-6.4 Future Traffic Demand of Proposed Ports

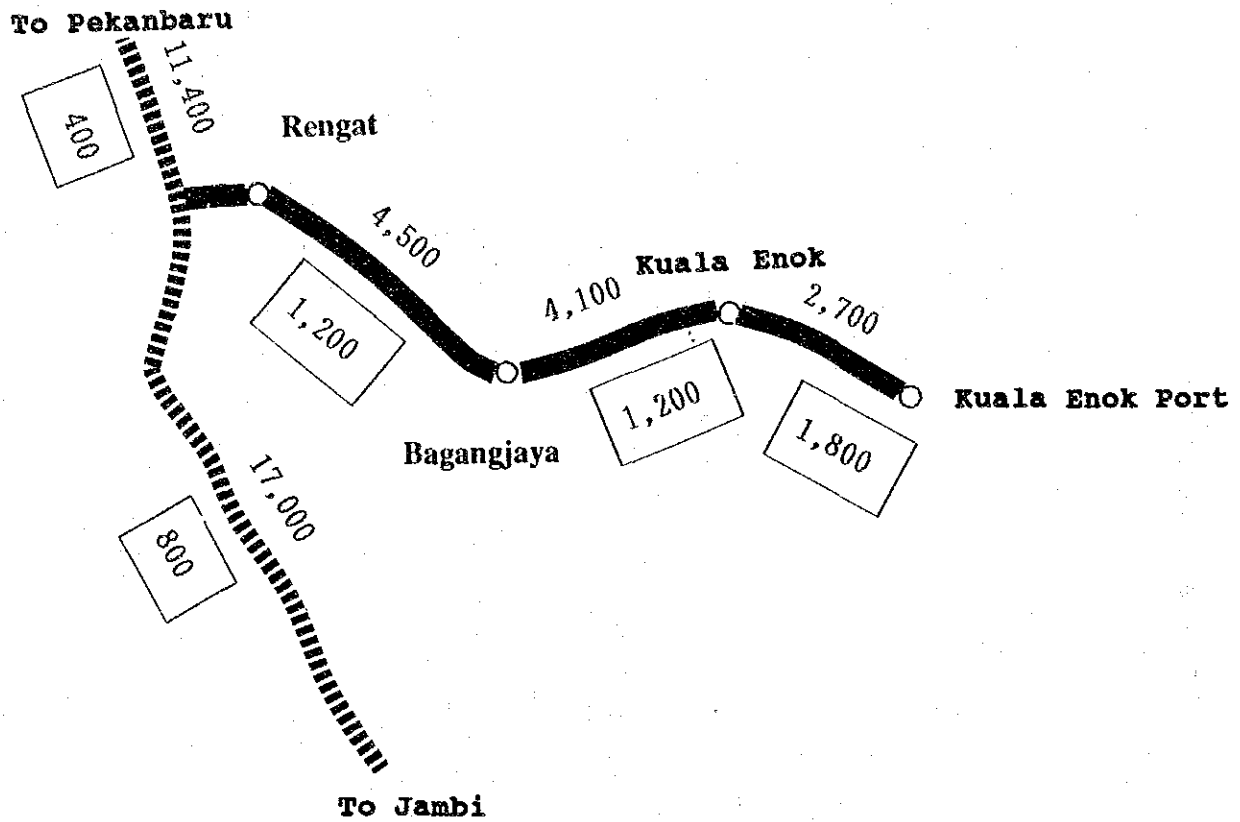


COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA

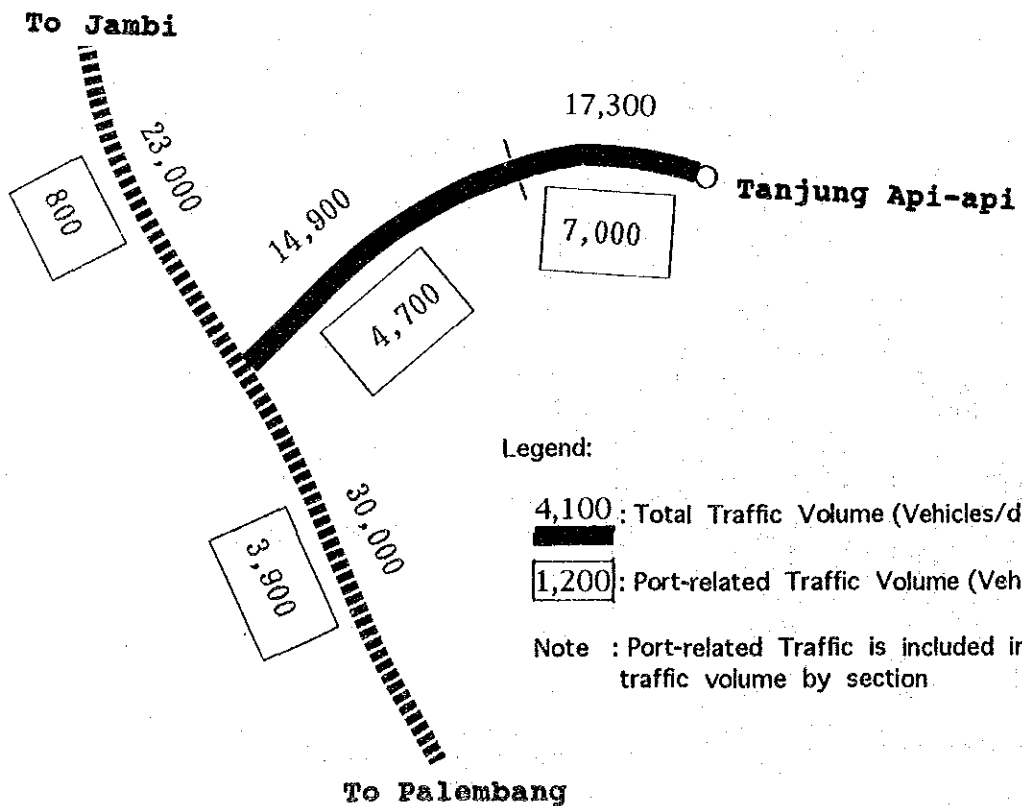
Location of Proposed Ports

FUTURE TRAFFIC DEMAND OF NEW PORT DEVELOPMENT

1. Kuala Enok Port



2. Tanjung Api-api Port



Legend:

4,100 : Total Traffic Volume (Vehicles/day)

1,200 : Port-related Traffic Volume (Vehicles/day)

Note : Port-related Traffic is included in total traffic volume by section.

**Appendix A-7.1 Estimation of Indirect Development Benefit
Related to Lampung Alternative Routes**

For comparing of each alternative routes (i.e. Route 7A, 7B and 7C) in Lampung Province, indirect development benefits are estimated focusing the effect of agricultural output increase in the vicinity along the each alternative routes .

The agricultural output increase in the vicinity along the alternative routes are assumed to be produced due to good access to market and also expansion of market area caused by road developments.

(1) Yield Rate

The actual wetland harvest area, production and wetland paddy yield rate (ton per hectare) for related areas in 1989 are shown as below:

| Kabupaten | Wetland Harvest Area (ha) | Production (ton) | Wetland Paddy Yield Rate (ton/ha) |
|-----------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Lampung Selatan | 89,284 | 390,786 | 4.38 |
| Lampung Tengah | 114,640 | 465,980 | 4.06 |
| Lampung Utara | 44,340 | 177,235 | 4.00 |
| Lampung Total | 248,264 | 1,034,001 | 4.16 |

Source: Agricultural Survey, Production of Cereals in Indonesia, 1989

The average annual growth rate of yield rate during 1975 - 1989 is estimated to 1.78%. Thus, based on this rate, the yield rate in 1992 is estimated to 4.4. Applying this growth rate of 1.78% for the 1992 yield rate, yield rate in 1997 and 2010 are estimated 4.8 and 6.0 as a natural trend.

However, 5.2 ton/ha. is considered as a limit of the yield rate in case without irrigation and road development. Therefore, the yield rate in 2010 is assumed to be 5.2.

(2) Targetted Yield Rate Caused by Road Development

The wetland paddy production rates (ton/ha.) for major provinces in Indonesia are shown as below:

| Region | Wetland Paddy Production Rate (ton/ha.) |
|----------------------|---|
| Lampung Province | 4.16 |
| Average of Sumatra | 3.87 |
| East Java Province | 5.26 |
| Average of Java | 5.13 |
| Average of Indonesia | 4.52 |

Source: Agricultural Survey, Production of Cereals in Indonesia, 1989

In this examination of agricultural product increase, the yield rate is assumed to be improved due to good access to market by road development such as Java Island.

In this case, the future yield rate (ton per hectare) for the related area in 1997 is assumed to be increased upto the level of the present yield rate of the province of East Java in 1989. That is, the targetted yield rate is assumed to 5.2 in 1997, and 6.5 in 2010 (by applying the average annual growth rate of 1.78% during 1975 - 1989.)

(3) Deviation of Yield Rate between "Natural Trend" and "Targetted"

The deviations of yield rates between "natural trend" and "targetted" are as below:

| Year | Natural Trend Yield Rate | Targetted Yield Rate | Deviation of Yield Rate |
|------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1997 | 4.8 | 5.2 | 0.4 |
| 2010 | 5.2 | 6.5 | 1.3 |

(4) Calculation of Indirect Development Benefit

The indirect development benefit is calculated based on the following formula:

$$B = A \times Y \times C \times P$$

where,

B : Indirect Development Benefit of Incremental Agricultural Product

A : Harvest Area of Wetland Cultivation

Y : Deviation of Yield Rate between "Natural Trend" and "Targetted"

C : Marketable Conversion Rate of Rice : 0.58 (Note)

P : Farm Gate Price of Rice

(Note) Marketable Conversion Rate of Rice:

Marketable production volumes subtracting thrashing loss, treatment loss and store as seed from harvest production volumes (refer to "Progress Report I of the Study on the Integrated Regional Development Plan for the Southern Part of Sumatra, October 1991, JICA")

(5) Harvest Area Related to Each Alternative Route

Based on the landuse map, the harvest areas for each related area of alternative route are estimated as below:

Route A : 37,583 (ha.)

Route B : 66,243 (ha.)

Route C : 73,248 (ha.)

(6) Estimated Incremental Yield Volumes Related to Each Alternative Route

Applying the deviation of yield rate previously mentioned for the above harvest areas, the incremental future yield volumes are estimated as below:

| | 1997 | 2010 |
|-----------|--------|---------------|
| Route A : | 15,033 | 48,860 (tons) |
| Route B : | 26,497 | 86,116 |
| Route C : | 29,299 | 95,222 |

For the convenience of calculation of monetary basis, the above incremental agricultural yield volumes are converted to the incremental yield volumes in terms of rice by using the marketable conversion rate of 0.58:

| | 1997 | 2010 |
|-----------|--------|---------------|
| Route A : | 8,719 | 28,339 (tons) |
| Route B : | 15,368 | 49,947 |
| Route C : | 16,994 | 55,229 |

(7) Estimated Incremental Yield Values Related to Each Alternative Route

The farm gate prices of rice are assumed to be Rp. 483 per Kg in 1997 and Rp. 632 per Kg in 2010.

As a result, the incremental yield values (= indirect development benefit) related to each alternative route are estimated as below:

| | 1997 | 2010 |
|--------------------|-------|----------------------|
| Route A : Values : | 4,214 | 17,910 (million Rp.) |
| Route B : Values : | 7,428 | 31,567 |
| Route C : Values : | 8,213 | 34,905 |

Appendix A-7.2 Economic Comparison of Route 7A, 7B and 7C

(Million Rp.)

| | Route 7A | Route 7B | Route 7C |
|--|----------------|----------------|----------------|
| (A) Project Costs (Initial Investment) (1992 price) | | | |
| (A-1) Financial Costs | | | |
| a) Initial Cost | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 68,761 | 78,555 | 82,928 |
| Land Acquisition | 37,991 | 35,883 | 38,111 |
| Total | 106,752 | 114,638 | 121,039 |
| b) Whole including Maint. | 266,200 | 270,418 | 247,896 |
| (A-2) Economic Costs | | | |
| a) Initial Cost | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 62,510 | 71,595 | 75,389 |
| Land Acquisition | 37,991 | 35,883 | 38,111 |
| Total | 100,501 | 107,478 | 113,500 |
| b) Whole including Maint. | 245,454 | 249,097 | 228,825 |
| (B) Direct Economic Benefit (1992 price) | | | |
| 1997 | VOC Saving | | |
| | 7,423 | 7,387 | 7,470 |
| | Time Saving | | |
| | 713 | 864 | 842 |
| | 8,136 | 8,251 | 8,312 |
| 2010 | VOC Saving | | |
| | 43,089 | 49,342 | 51,352 |
| | Time Saving | | |
| | 5,380 | 7,569 | 7,693 |
| | 48,469 | 56,912 | 59,045 |
| (C) Indirect Economic Benefit (1992 price) | | | |
| 1997 | 4,214 | 7,428 | 8,213 |
| 2010 | 17,910 | 31,567 | 34,905 |
| (D) Present Value discounted at 15% | | | |
| (D-1) Whole Costs including Maint. | 79,459 | 98,241 | 99,751 |
| (D-2) Direct Benefit | 112,163 | 128,670 | 132,916 |
| (D-3) Indirect Benefit | 41,871 | 73,800 | 81,603 |
| (E) Economic Efficiency (Direct Benefit) | | | |
| EIRR | 18.8% | 18.3% | 18.4% |
| NPV at discount rate of 15% | 32,704 | 30,430 | 33,165 |
| B/C at discount rate of 15% | 1.4 | 1.3 | 1.3 |
| (F) Economic Efficiency (Indirect Benefit) | | | |
| EIRR | 8.5% | 11.3% | 12.5% |
| NPV at discount rate of 15% | -37,589 | -24,441 | -18,148 |
| B/C at discount rate of 15% | 0.5 | 0.8 | 0.8 |
| (G) Economic Efficiency (Total of Direct and Indirect Benefits) | | | |
| EIRR | 23.0% | 25.1% | 25.4% |
| NPV at discount rate of 15% | 74,574 | 104,231 | 114,768 |
| B/C at discount rate of 15% | 1.9 | 2.1 | 2.1 |

Note: EIRR : Economic Internal Rate of Return
 NPV : Net Present Value
 B/C : Benefit Cost Ratio

Appendix A-7.3 Economic Comparison of Section 1 to 7

(1) Traffic Volume by Section (Vehicle / day Basis)

| | Section 1 | Section 2 | Section 3 | Section 4 | Section 5 | Section 6 | Section 7 (7C) |
|---|---|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| (1) Road Length (Km) | 522 | 205 | 201 | 254 | 276 | 249 | 189 |
| (2) Present Traffic Volume (Vehicle / Day) (Source: 1991 National O/D) | Medan Tebing Tinggi Kisaran Rantau Prapat Dumai 14,400 5,100 2,800 1,600 | Dumai Pakan Baru Rengat 6,500 | Pakan Baru Rengat 600 | Rengat Seberida Merlung Jambi 1,100 1,400 | Jambi Palembang 1,400 | Palembang Kayu Agung Menggala 3,100 (No Data) | (Existing Road) Menggala B. Lampung Bakauhuni 6,000 2,800 |
| (3) Estimated Traffic Volume (2010) (Vehicle / Day) Case of Individual Development | Medan Tebing Tinggi Rantau Prapat Dumai 21,500 10,500 7,500 | Dumai Pakan Baru Rengat 18,400 | Pakan Baru Rengat 5,000 | Rengat Seberida Merlung Jambi 4,800 5,400 9,400 | Jambi Palembang 11,700 | Palembang Kayu Agung Menggala 17,600 7,100 | (Existing Road) Menggala Tebing. Besar B. Lampung Bakauhuni 2,300 25,100 6,500 7,000 |
| (4) Estimated Traffic Volume (2010) (Vehicle / Day) Case of Whole Sections Development | Medan Tebing Tinggi Rantau Prapat Dumai 22,000 17,000 9,000 | Dumai Pakan Baru Rengat 19,000 | Pakan Baru Rengat 7,000 | Rengat Seberida Merlung Jambi 7,000 7,000 11,000 | Jambi Palembang 14,000 | Palembang Kayu Agung Menggala 19,000 10,000 | Menggala Tebing. Besar B. Lampung Bakauhuni 3,100 26,200 5,600 9,000 |
| (5) Project Cost (Financial) (Initial Cost) (Million Rp.) | 213,605 | 77,120 | 85,121 | 131,876 | 108,843 | 113,971 | 121,039 |
| (6) Project Cost per Km (Initial Cost : Million Rp.) | 409.5 | 376.2 | 423.5 | 498.5 | 394.3 | 457.7 | 640.4 |

(2) Traffic Volume by Section (PCU / day Basis)

| | Section 1 | Section 2 | Section 3 | Section 4 | Section 5 | Section 6 | Section 7(7C) |
|---|--|-------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|---|---|
| (1) Road Length (km) | 522 | 205 | 201 | 384 | 276 | 249 | 189 |
| (2) Present Traffic Volume (PCU / Day) (Source: 1991 National O/D) | Medan Tebing Tinggi Kisaran Rantau Prapat Dumai 21,300 7,500 4,100 2,400 | Dumai Pakan Baru 10,200 | Pakan Baru Rengat 900 | Rengat Jambi 1,800 | Jambi Palembang 2,100 | Palembang Kayu Agung Menggala (No Data) | (Existing Road) Menggala B. Lampung Bakauhuni 9,200 4,300 |
| (3) Estimated Traffic Volume (2010) (PCU / Day) Case of Individual Development | Medan Tebing Tinggi Rantau Prapat Dumai 36,000 17,500 12,700 | Dumai Pakan Baru 32,000 | Pakan Baru Rengat 9,400 | Rengat Seberida Merlung Jambi 6,600 9,500 16,700 | Jambi Palembang 19,600 | Palembang Kayu Agung Menggala 34,200 13,600 | (Existing Road) Menggala Terbgi. Besar B. Lampung Bakauhuni (7C) Menggala Bakauhuni 3,600 40,200 10,500 15,300 |
| (4) Estimated Traffic Volume (2010) (PCU / Day) Case of Whole Sections Development | Medan Tebing Tinggi Rantau Prapat Dumai 37,000 28,000 14,000 | Dumai Pakan Baru 33,000 | Pakan Baru Rengat 12,000 | Rengat Seberida Merlung Jambi 12,000 12,000 19,000 | Jambi Palembang 23,000 | Palembang Kayu Agung Menggala 36,000 18,000 | Menggala Terbgi. Besar B. Lampung Bakauhuni (7C) Menggala Bakauhuni 5,000 42,000 9,000 18,000 |
| (5) Project Cost (Financial) (Initial Cost) (Million Rp.) | 213,805 | 77,120 | 85,121 | 131,876 | 108,843 | 113,971 | 121,039 |
| (6) Project Cost per Km (Initial Cost : Million Rp.) | 409.5 | 376.2 | 423.5 | 499.5 | 394.3 | 457.7 | 640.4 |

(3) Economic Comparison by Section

(Million Rp.)

| | Section 1 | Section 2 | Section 3 | Section 4 | Section 5 | Section 6 | Section 7 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (A) Project Costs (Initial Investment) (1992 price) | | | | | | | |
| (A-1) Financial Costs | | | | | | | |
| a) Initial Cost | | | | | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 164,370 | 55,031 | 72,209 | 107,616 | 97,755 | 89,782 | 82,928 |
| Land Acquisition | 49,435 | 22,089 | 12,912 | 24,260 | 11,088 | 24,189 | 38,111 |
| Total | 213,805 | 77,120 | 85,121 | 131,876 | 108,843 | 113,971 | 121,039 |
| b) Whole including Maint. | 565,644 | 219,654 | 221,493 | 309,073 | 305,582 | 284,245 | 247,896 |
| (A-2) Economic Costs | | | | | | | |
| a) Initial Cost | | | | | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 149,427 | 50,028 | 65,645 | 97,833 | 88,868 | 81,620 | 75,389 |
| Land Acquisition | 49,435 | 22,089 | 12,912 | 24,260 | 11,088 | 24,189 | 38,111 |
| Total | 198,862 | 72,117 | 78,557 | 122,093 | 99,956 | 105,809 | 113,500 |
| b) Whole including Maint. | 518,716 | 201,694 | 202,531 | 283,181 | 278,810 | 260,604 | 228,825 |
| (B) Direct Economic Benefit (1992 price) | | | | | | | |
| 1997 | | | | | | | |
| VOC Saving | 6,353 | 6,782 | 2,728 | 5,135 | 10,857 | 10,318 | 7,470 |
| Time Saving | 737 | 679 | 367 | 732 | 760 | 919 | 842 |
| Total | 7,090 | 7,461 | 3,095 | 5,867 | 11,618 | 11,237 | 8,312 |
| 2010 | | | | | | | |
| VOC Saving | 41,148 | 9,340 | 11,036 | 27,776 | 35,142 | 44,679 | 51,352 |
| Time Saving | 5,536 | 1,665 | 1,779 | 4,013 | 2,824 | 4,491 | 7,693 |
| Total | 46,684 | 11,005 | 12,815 | 31,789 | 37,965 | 49,170 | 59,045 |
| (C) Present Value discounted at 15% | | | | | | | |
| (C-1) Whole Costs including Maint. | 156,874 | 56,827 | 62,687 | 98,447 | 80,653 | 85,321 | 99,751 |
| (C-2) Benefit | 106,295 | 38,529 | 31,851 | 74,799 | 100,060 | 120,725 | 132,916 |
| (D) Economic Efficiency | | | | | | | |
| EIRR | 11.3% | 10.2% | 8.4% | 12.2% | 17.6% | 19.1% | 18.4% |
| NPV at discount rate of 15% | -50,578 | -18,298 | -30,836 | -23,648 | 19,408 | 35,404 | 33,165 |
| B/C at discount rate of 15% | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.3 |

Note: EIRR : Economic Internal Rate of Return
 NPV : Net Present Value
 B/C : Benefit Cost Ratio

Section 7 : Route 7C

**Appendix A-7.4 Estimation of Indirect Economic Impact
of the East Coast Highway**

In order to evaluate indirect economic impacts of the East Coast Highway, and effect of the reduced access time to the national development centers of Medan and Palembang is considered to enhance the economic productivity of the regions.

A model equation, therefore, is established to explain the relationship between the access time and the economic productivity as shown below:

$$L_n Y_1 = aL_n T_1 + bL_n T_2 + c$$

where,

| | | |
|-------|---|--|
| Y_1 | : | Per capita GRDP |
| T_1 | : | Travel (access) time to Medan city |
| T_2 | : | Travel (access) time to Palembang city |
| a,b,c | : | Parameters |

The parameters, a and b, attached to the respective variables of T_1 and T_2 imply elasticity that reflects a percentage change in productivity by that in travel time (reduced access time).

Because, the elasticity (e) is defined as follows:

$$e_1 = \left| \frac{\Delta Y_1 / Y_1}{\Delta T_1 / T_1} \right| = \left| \frac{\alpha Y_1 / Y_1}{\alpha T_1 / T_1} \right| = a$$

$$e_2 = \left| \frac{\Delta Y_1 / Y_1}{\Delta T_2 / T_2} \right| = \left| \frac{\alpha Y_1 / Y_1}{\alpha T_2 / T_2} \right| = b$$

Accordingly, a unit of reduced access time (aT_1) will bring about the increase in productivity ($aY_1 = a * Y_1/T_1$).

Per capita GRDP of the Sumatra provinces were obtained from the statistical data, and travel time between the national development center (Medan or Palembang) and the respective provincial capitals were based on the present road network and conditions. Using these data, the model equation was established as follows:

$$L_n Y_1 = 15.03104 - 0.57003 L_n T_1 - 0.13598 L_n T_2 \quad (R^2 = 0.90)$$

where,

- | | | |
|-------|---|--|
| Y_1 | = | Per Capita GRDP of Province 1 (Rp. 1,000 at 1983 constant price) |
| T_1 | = | Travel time to Medan from capital city of Province 1 (hour) |
| T_2 | = | Travel time to Palembang from capital city of Province 1 (hour) |

The parameters were estimated to be negative values for a and b, and positive value for c. This means that the reduction of travel time to Medan and Palembang brings about an increase in the per capita GRDP of Province 1.

Consequently, the whole completion of the East Coast Highway in 2005 is estimated to contribute to the Sumatra's GRDP increase in 2010 by 554,027 million Rupiah at 1992 price in terms of added value basis.

Also for 1997, estimation of the contribution amount was made as below:

- Assuming the partial development of Section 6 and 7 (Bakauhuni - Palembang) in 1997 based on the staged construction schedule, travel times (T_1 and T_2) for 1997 were estimated.
- Then, the staged construction of the East Coast Highway in 1997 is estimated to contribute to Sumatra's GRDP increase in 1997 by 14,410 million Rupiah at 1992 price in terms of added value basis.

Appendix A-8.1 Economic Analysis for Pre-Feasibility Study Section

(Million Rp.)

| Section 4 | Section 6 | Section 7 |
|-----------|-----------|-----------|
|-----------|-----------|-----------|

| (A) Project Costs (Initial Investment) (1992 price) | | | |
|--|----------------|---------------|----------------|
| (A-1) Financial Costs | | | |
| a) Initial Cost | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 106,754 | 76,525 | 87,129 |
| Land Acquisition | 20,008 | 13,746 | 38,066 |
| Total | 126,762 | 90,271 | 125,195 |
| b) Whole including Maint. | | | |
| | 297,944 | 213,119 | 252,052 |
| (A-2) Economic Costs | | | |
| a) Initial Cost | | | |
| Construction, Engineering, & etc | 97,049 | 69,568 | 79,208 |
| Land Acquisition | 20,008 | 13,746 | 38,066 |
| Total | 117,057 | 83,314 | 117,274 |
| b) Whole including Maint. | | | |
| | 272,677 | 194,994 | 232,599 |

| (B) Direct Economic Benefit (1992 price) | | | | |
|--|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1997 | VOC Saving | 5,124 | 9,871 | 7,470 |
| | Time Saving | 730 | 807 | 842 |
| | Total | 5,854 | 10,678 | 8,312 |
| 2010 | VOC Saving | 27,562 | 40,111 | 51,352 |
| | Time Saving | 3,971 | 3,797 | 7,693 |
| | Total | 31,534 | 43,908 | 59,045 |

| (C) Present Value discounted at 15% | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|---------|
| (C-1) Whole Costs including Maint. | 94,603 | 67,659 | 102,621 |
| (C-2) Direct Benefit | 74,278 | 109,304 | 132,916 |

| (D) Economic Efficiency (Direct Benefit) | | | |
|--|---------|--------|--------|
| EIRR | 12.5% | 20.9% | 18.0% |
| NPV at discount rate of 15% | -20,325 | 41,646 | 30,295 |
| B/C at discount rate of 15% | 0.8 | 1.6 | 1.3 |

Note: EIRR : Economic Internal Rate of Return
 NPV : Net Present Value
 B/C : Benefit Cost Ratio

Section 7 : Route 7C

Appendix A-9.1 Analysis Data of Soil Investigation

Table 1 Soil Section and Invariable Soil Value for Design

EXAMINED LOCATION STA. WAY MESUSI BRIDGE

| DEPTH (m) | DIVISION OF SOIL | THICKNESS OF SOIL H (m) | DEPTH OF CENTRAL STRATUM (m) | N-VALUE | WET UNIT WEIGHT γ_t (t/m ³) | COHESION OF THE INITIAL CONDITION C _o (t/m ²) | MODULUS OF DEFOR - MATION E ₅₀ (t/m ²) | THE RATE OF STRENGTH INCREASE m | YIELD STRESS P _y (t/m ²) | REMARK |
|--------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------|---|--|--|---|--|-----------|
| 1.00 | Ac 1 | 1.00 | 0.50 | 0 | 1.400 | 0.6 | 8.3 | 0.3 | 2.40 | 1.00 ▽ |
| 10.00 | Ac 2 | 9.00 | 5.50 | 0 | 0.400 | 0.6 | 8.3 | 0.3 | 2.40 | |
| 15.00 | As 1 | 5.00 | 12.50 | 9~37 | 0.800 | - | - | - | - | φ = 30° |

FIG 1 RELATIVE CHART FOR LOADING TIME AND SETTLEMENT VALUE
 WAY MESUJI BRIDGE $H_E = 2.00M$

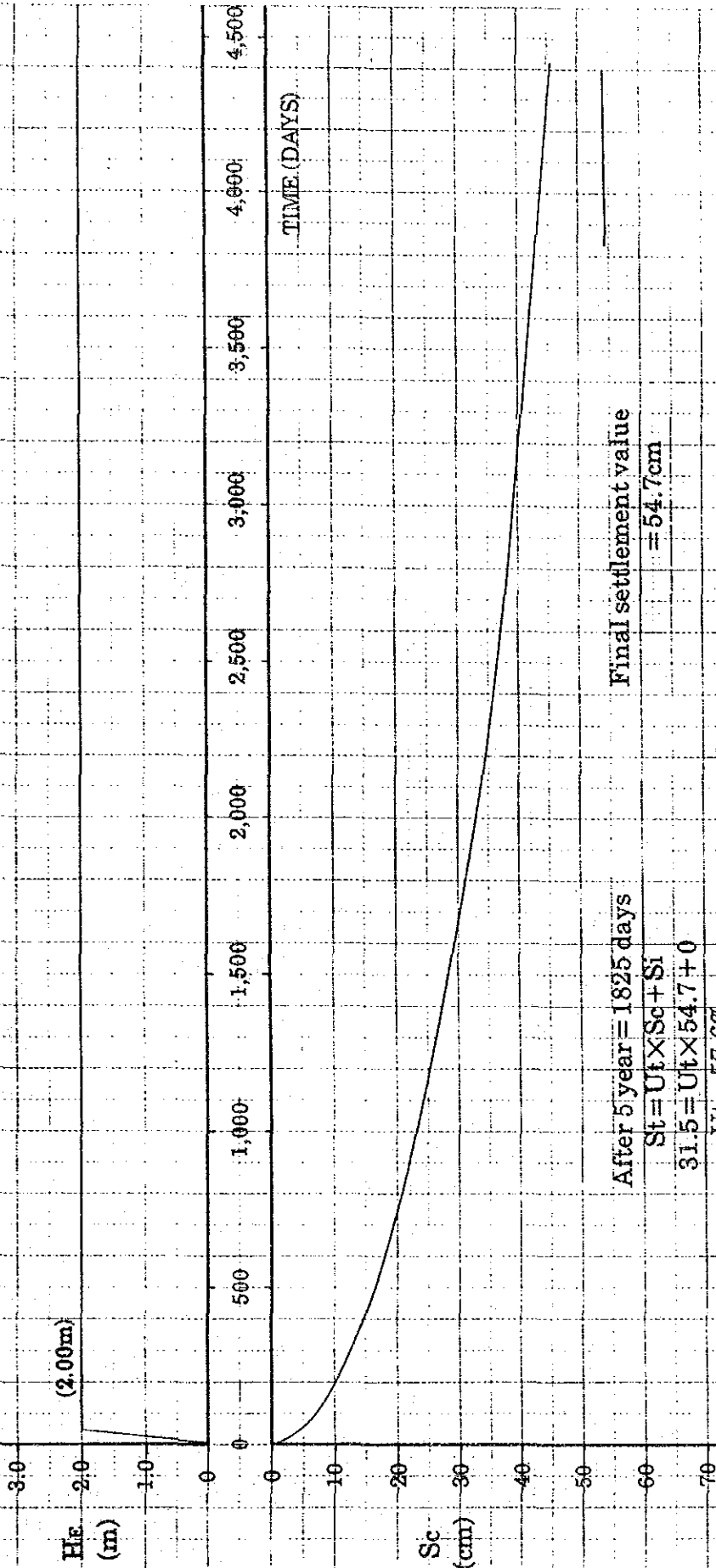


FIG 2 RELATIVE CHART FOR LOADING TIME AND SETTLEMENT VALUE
 WAY MESUJI BRIDGE HE=8.00M

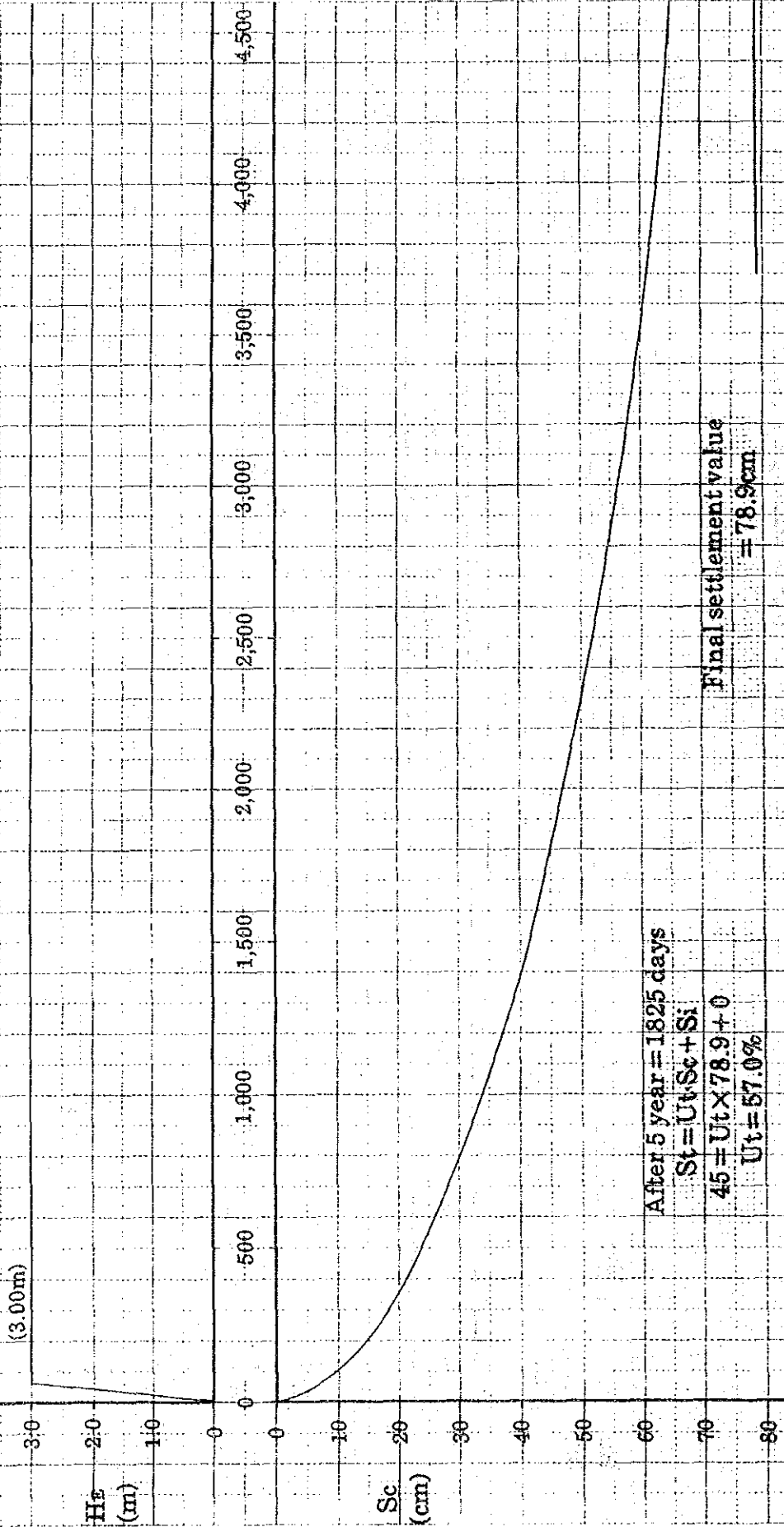
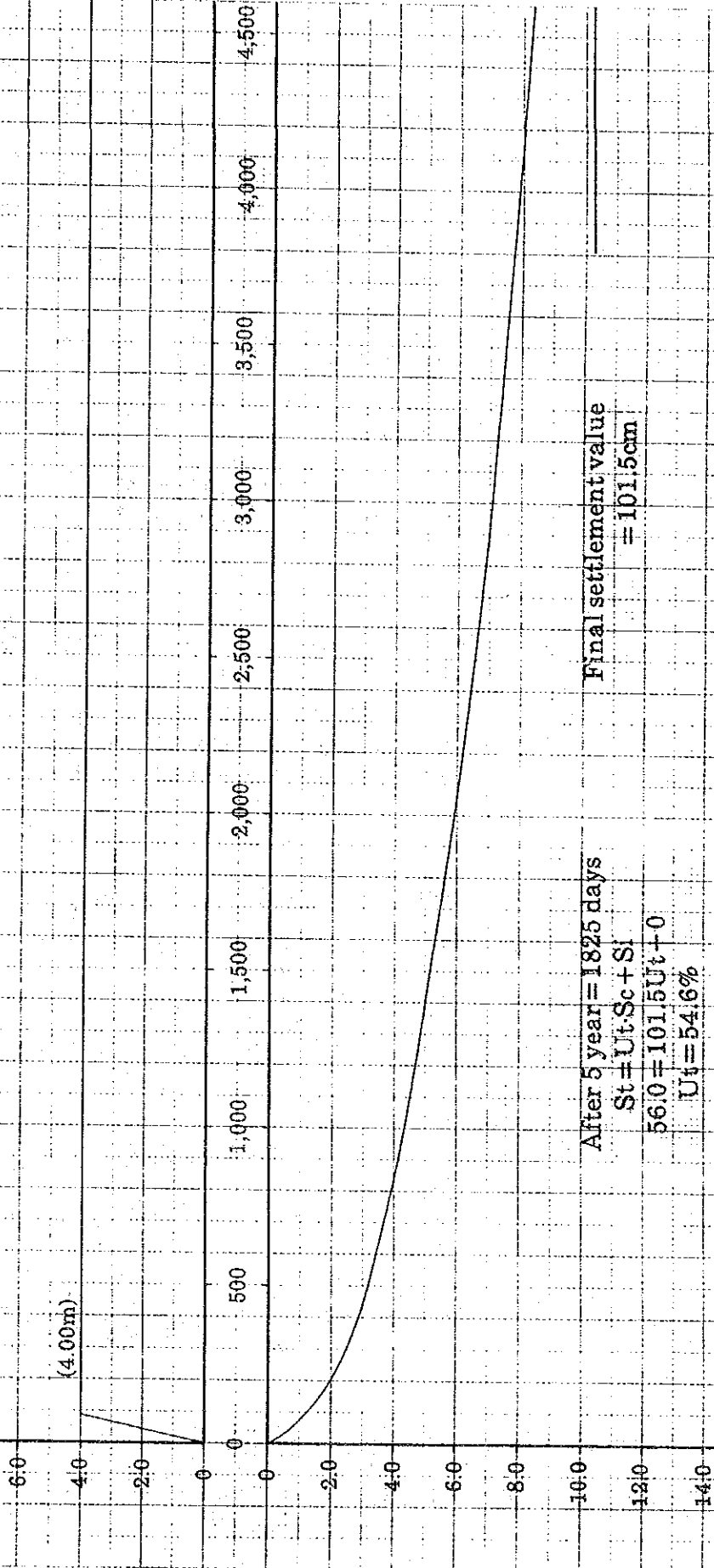


FIG 3 RELATIVE CHART FOR LOADING TIME AND SETTLEMENT VALUE
 WAY MESUJI BRIDGE $H_f = 4.00\text{M}$



CALCULATION OF INITIAL PRESSURE

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | WET UNIT WEIGHT | CALCULATION OF INITIAL PRESSURE | | INITIAL PRESSURE |
|----------|------|-------------------|-----------------|---|--|------------------|
| 1 | Ac1 | 1.000 | 1.400 | 0.000+0.5(0.000 * 0.000 + 1.000 * 1.400) | | 0.700 |
| 2 | Ac2 | 9.000 | 0.400 | 0.700+0.5(1.000 * 1.400 + 9.000 * 0.400) | | 3.200 |

INTENSITY OF DISTRIBUTED LOAD $q=H/rt= 2.00* 1.800 3.60$

| SOIL No. | SOIL | DEPTH FROM CENTRAL SOIL STRUTA | a/Z a= 2.000 | b/Z b= 4.500 | I | DP | Po | Po+DP |
|----------|------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Ac1 | 0.500 | 4.000 | 9.000 | 0.500 | 3.600 | 0.700 | 4.300 |
| 2 | Ac2 | 5.500 | 0.364 | 0.818 | 0.407 | 2.933 | 3.200 | 6.133 |

SUBSIDED VALUE FOR CONSOLIDATION AND COEFFICIENT OF CONSOLIDATION

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Po | DP | Po+DP | e0 | e1 | Sc | DP/2 | Po+DP/2 | Cv |
|----------|------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|
| 1 | Ac1 | 1.0000 | 0.7000 | 3.6000 | 4.3000 | 2.3850 | 2.1150 | 0.0798 | 1.8000 | 2.5000 | 44 |
| 2 | Ac2 | 9.0000 | 3.2000 | 2.9332 | 6.1332 | 2.1800 | 2.0150 | 0.4670 | 1.4666 | 4.6666 | 36 |

TYPICAL COEFFICIENT OF CONSOLIDATION AND DISTANCE OF DRAINAGE

| SOIL No | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Cv | Cv' | H' | CONDITION OF DRAINAGE | DISTANCE OF DRAINAGE |
|---------|------|-------------------|-------|-------|---------|-----------------------|----------------------|
| 1 | Ac1 | 100.00 | 44.00 | 44.00 | 1094.99 | 2Side | 547.49 |
| 2 | Ac2 | 900.00 | 36.00 | | | | |

SUBSIDED TIME FOR CONSOLIDATION BY MOMENTARY EMBANKMENT

| U (%) | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 40.00 | 50.00 | 60.00 | 70.00 | 80.00 | 90.00 | 95.00 | 100.00 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Tv | 0.008 | 0.031 | 0.071 | 0.126 | 0.196 | 0.287 | 0.403 | 0.567 | 0.848 | 1.130 | infinite |

EXPRESSION $t=Tv.d^2/C'v=Tv. 547.49^2/ 44.00=6812.49$

t (days) 54.50 211.19 483.69 858.37 1335.25 1955.18 2745.43 3862.68 5776.99 7698.11

Sc.U (cm) 5.47 10.93 16.40 21.87 27.34 32.80 38.27 43.74 49.21 51.94 54.67

*APPENDIX

CALCULATION OF CONVERTIBLE SOIL THICKNESS

$$100.00 *SQR(44.00 / 44.00) + 900.00 *SQR(44.00 / 36.00)$$

CALCULATION OF INITIAL PRESSURE

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | WET UNIT WEIGHT | CALCULATION OF INITIAL PRESSURE | INITIAL PRESSURE |
|----------|------|-------------------|-----------------|--|------------------|
| 1 | Ac1 | 1.000 | 1.400 | $0.000 + 0.5(0.000 * 0.000 + 1.000 * 1.400)$ | 0.700 |
| 2 | Ac2 | 9.000 | 0.400 | $0.700 + 0.5(1.000 * 1.400 + 9.000 * 0.400)$ | 3.200 |

INTENSITY OF DISTRIBUTED LOAD $q=H/rt= 3.00 * 1.800 5.40$

| SOIL No. | SOIL | DEPTH FROM CENTRAL SOIL STRUTA | a/Z a= 3.000 | b/Z b= 4.500 | I | DP | Po | Po+DP |
|----------|------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Ac1 | 0.500 | 6.000 | 9.000 | 0.500 | 5.400 | 0.700 | 6.100 |
| 2 | Ac2 | 5.500 | 0.545 | 0.818 | 0.419 | 4.526 | 3.200 | 7.726 |

SUBSIDED VALUE FOR CONSOLIDATION AND COEFFICIENT OF CONSOLIDATION

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Po | DP | Po+DP | e0 | e1 | Sc | DP/2 | Po+DP/2 | Cv |
|----------|------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|
| 1 | Ac1 | 1.0000 | 0.7000 | 5.4000 | 6.1000 | 2.3850 | 2.0150 | 0.1093 | 2.7000 | 3.4000 | 40 |
| 2 | Ac2 | 9.0000 | 3.2000 | 4.5259 | 7.7259 | 2.1800 | 1.9400 | 0.6792 | 2.2629 | 5.4629 | 35 |

TYPICAL COEFFICIENT OF CONSOLIDATION AND DISTANCE OF DRAINAGE

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Cv | Cv' | H' | CONDITION OF DRAINAGE | DISTANCE OF DRAINAGE |
|----------|------|-------------------|-------|-------|---------|-----------------------|----------------------|
| 1 | Ac1 | 100.00 | 40.00 | 40.00 | 1062.14 | 2Side | 531.07 |
| 2 | Ac2 | 900.00 | 35.00 | | | | |

SUBSIDED TIME FOR CONSOLIDATION BY MOMENTARY EMBANKMENT

| U (%) | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 40.00 | 50.00 | 60.00 | 70.00 | 80.00 | 90.00 | 95.00 | 100.00 |
|------------|--|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Tv | 0.008 | 0.031 | 0.071 | 0.126 | 0.196 | 0.287 | 0.403 | 0.567 | 0.848 | 1.130 | infinite |
| EXPRESSION | $t = Tv \cdot d^2 / C'v = Tv \cdot 531.07^2 / 40.00 = 7050.89$ | | | | | | | | | | |
| t (days) | 56.41 | 218.58 | 500.61 | 888.41 | 1381.97 | 2023.61 | 2841.51 | 3997.85 | 5979.16 | 7967.51 | |
| Sc.U (cm) | 7.89 | 15.77 | 23.66 | 31.54 | 39.43 | 47.31 | 55.20 | 63.08 | 70.97 | 74.91 | 78.86 |

*APPENDIX

CALCULATION OF CONVERTIBLE SOIL THICKNESS

$$100.00 * \text{SQR}(40.00 / 40.00) + 900.00 * \text{SQR}(40.00 / 35.00)$$

CALCULATION OF INITIAL PRESSURE

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | WET UNIT WEIGHT | CALCULATION OF INITIAL PRESSURE | INITIAL PRESSURE |
|----------|------|-------------------|-----------------|---|------------------|
| 1 | Ac1 | 1.000 | 1.400 | $0.000+0.5(0.000 * 0.000 + 1.000 * 1.400)$ | 0.700 |
| 2 | Ac2 | 9.000 | 0.400 | $0.700+0.5(1.000 * 1.400 + 9.000 * 0.400)$ | 3.200 |

INTENSITY OF DISTRIBUTED LOAD $q=H/rt= 4.00 * 1.800 / 7.20$

| SOIL No. | SOIL | DEPTH FROM CENTRAL SOIL STRUTA | a/Z a= 4.000 | b/Z b= 4.500 | I | DP | Po | Po+DP |
|----------|------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Ac1 | 0.500 | 8.000 | 9.000 | 0.500 | 7.200 | 0.700 | 7.900 |
| 2 | Ac2 | 5.500 | 0.727 | 0.818 | 0.428 | 6.170 | 3.200 | 9.370 |

SUBSIDED VALUE FOR CONSOLIDATION AND COEFFICIENT OF CONSOLIDATION

| SOIL No. | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Po | DP | Po+DP | e0 | e1 | Sc | DP/2 | Po+DP/2 | Cv |
|----------|------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|
| 1 | Ac1 | 1.0000 | 0.7000 | 7.2000 | 7.9000 | 2.3850 | 1.9350 | 0.1329 | 3.6000 | 4.3000 | 37 |
| 2 | Ac2 | 9.0000 | 3.2000 | 6.1701 | 9.3701 | 2.1800 | 1.8650 | 0.8915 | 3.0850 | 6.2850 | 33 |

TYPICAL COEFFICIENT OF CONSOLIDATION AND DISTANCE OF DRAINAGE

| SOIL No | SOIL | THICKNESS OF SOIL | Cv | Cv' | H' | CONDITION OF DRAINAGE | DISTANCE OF DRAINAGE |
|---------|------|-------------------|-------|-------|---------|-----------------------|----------------------|
| 1 | Ac1 | 100.00 | 37.00 | 37.00 | 1052.99 | 2Side | 526.49 |
| 2 | Ac2 | 900.00 | 33.00 | | | | |

SUBSIDED TIME FOR CONSOLIDATION BY MOMENTARY EMBANKMENT

| U (%) | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 40.00 | 50.00 | 60.00 | 70.00 | 80.00 | 90.00 | 95.00 | 100.00 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Tv | 0.008 | 0.031 | 0.071 | 0.126 | 0.196 | 0.287 | 0.403 | 0.567 | 0.848 | 1.130 | infinite |

EXPRESSION $t=Tv.d^2/C'v=Tv. 526.49^2 / 37.00=7491.75$

t (days) 59.93 232.24 531.91 943.96 1468.38 2150.13 3019.17 4247.82 6353.00 8465.68

Sc.U (cm) 10.24 20.49 30.73 40.98 51.22 61.47 71.71 81.96 92.20 97.32 102.45

*APPENDIX

CALCULATION OF CONVERTIBLE SOIL THICKNESS

$$100.00 *SQR(37.00 / 37.00) + 900.00 *SQR(37.00 / 33.00)$$

EXAMINED LOCATION. STA.

SUBSIDED VALUE FOR CONSOLIDATION OF INITIAL EMBANKMENT *to* AND AFTER EMBANKMENT *Sand drain*

EH = _____ cm SPEED OF EB. $U_H =$ _____ cm/day LET ALONE PERIOD $\Delta t = t_2 - t_0 =$ _____ days
 $t_0 = EH/U_H =$ _____ days $t_2 = t_0 + \Delta t =$ _____ day

Dc = _____ cm dw = _____ cm de = 1.13 Dc = _____ cm

| SOIL No. | SOIL | Sf (cm) | C'v (cm/day) | d (cm) | $t_0 \rightarrow t'_0 = \frac{t_0}{2} =$ _____ days | | | | $t_2 \rightarrow t'_2 = t_2 - t'_0 =$ _____ days | | | | |
|----------|------|------------|-----------------|-----------|---|--|--|---------------------------|---|--|--|---------------------------|--|
| | | | | | $T_{t_0} = T_{t'_0} = \frac{t'_0 \cdot C'v}{d^2}$ | $U_{t_0} = U_{t'_0} = \frac{U_{t_0}}{100}$ | $S_{t_0} = \frac{U_{t_0}}{100} \cdot Sf$ | $Sr_{t_0} = Sf - S_{t_0}$ | $T_{t_2} = T_{t'_2} = \frac{t'_2 \cdot C'v}{d^2}$ | $U_{t_2} = U_{t'_2} = \frac{U_{t_2}}{100}$ | $S_{t_2} = \frac{U_{t_2}}{100} \cdot Sf$ | $Sr_{t_2} = Sf - S_{t_2}$ | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |

INCREASE OF COHESION (INITIAL EMBANKMENT)

$$P_t = P_o + \frac{U}{100} \cdot \Delta P$$

$$P_t \leq P_y \quad C = C_o$$

$$P_t > P_y \quad C = C_o + m(P_t - P_y) = C_o + m(P_o + \frac{U}{100} \Delta P - P_y)$$

| SOIL No. | SOIL | Co (t/m ²) | Py (t/m ²) | Po (t/m ²) | ΔP (t/m ²) | U (%) | $\frac{U}{100} \Delta P$ (t/m ²) | Pt (t/m ²) | Pt - Py (t/m ²) | m | m(Pt - Py) (t/m ²) | C (t/m ²) | |
|----------|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|---|---------------------------|--------------------------------|-------|-----------------------------------|--------------------------|-------|
| He= 4m | 1 | Ac1 | 0.60 | 2.40 | 0.700 | 7.200 | 54.6 | 3.931 | 4.631 | 2.231 | 0.3 | 0.669 | 1.269 |
| | 2 | Ac2 | 0.60 | 2.40 | 3.200 | 6.170 | 54.6 | 3.369 | 6.569 | 4.169 | 0.3 | 1.251 | 1.851 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | |
| He= 3m | 4 | Ac1 | 0.60 | 2.40 | 0.700 | 5.400 | 57.0 | 3.078 | 3.778 | 1.378 | 0.3 | 0.413 | 1.013 |
| | 5 | Ac2 | 0.60 | 2.40 | 3.200 | 4.526 | 57.0 | 2.580 | 5.780 | 3.380 | 0.3 | 1.039 | 1.614 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | |
| He= 2m | 7 | Ac1 | 0.60 | 2.40 | 0.700 | 3.600 | 57.6 | 2.074 | 2.774 | 0.374 | 0.3 | 0.112 | 0.712 |
| | 8 | Ac2 | 0.60 | 2.40 | 3.200 | 2.993 | 57.6 | 1.724 | 4.924 | 2.524 | 0.3 | 0.757 | 1.357 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |

*** INPUT DATA DUMP LIST ***

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=2m | | | | | | |
| 2 | 2 | | | | | | |
| 3 | 1 1 0 1 1.400 | | | | | | |
| 4 | 1 | .000 | 15.000 | | | | |
| 5 | 2 | 27.000 | 15.000 | | | | |
| 6 | 3 | 30.000 | 17.000 | | | | |
| 7 | 4 | 50.000 | 17.000 | | | | |
| 8 | 5 | 50.000 | 15.000 | | | | |
| 9 | 6 | 30.000 | 15.000 | | | | |
| 10 | 7 | .000 | 14.000 | | | | |
| 11 | 8 | 27.000 | 14.000 | | | | |
| 12 | 9 | 30.000 | 14.000 | | | | |
| 13 | 10 | 50.000 | 14.000 | | | | |
| 14 | 11 | .000 | 5.000 | | | | |
| 15 | 12 | 27.000 | 5.000 | | | | |
| 16 | 13 | 30.000 | 5.000 | | | | |
| 17 | 14 | 50.000 | 5.000 | | | | |
| 18 | 15 | .000 | .000 | | | | |
| 19 | 16 | 50.000 | .000 | | | | |
| 20 | 1 2 3 4 5 6 | | | | | | |
| 21 | 2 1 2 8 7 | | | | | | |
| 22 | 3 2 6 9 8 | | | | | | |
| 23 | 4 6 5 10 9 | | | | | | |
| 24 | 5 7 8 12 11 | | | | | | |
| 25 | 6 8 9 13 12 | | | | | | |
| 26 | 7 9 10 14 13 | | | | | | |
| 27 | 8 11 12 13 14 16 15 | | | | | | |
| 28 | 1 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | 2.000 | 10.000 |
| 29 | 2 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 30 | 3 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .656 | .000 |
| 31 | 4 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .712 | .000 |
| 32 | 5 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 33 | 6 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .979 | .000 |
| 34 | 7 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.357 | .000 |
| 35 | 8 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | .000 | 30.000 |
| 36 | 2 | .000 | 14.000 | 50.000 | 14.000 | | |
| 37 | VOIDP 1.000 | | | | | | |
| 38 | CIRCL 25.000 31.000 2.000 0 .500 | | | | | | |
| 39 | 18.000 24.000 2.000 0 2.000 | | | | | | |
| 40 | 12.000 2.000 2.000 1 | | | | | | |
| 41 | END | | | | | | |

8 1 2 3 4 5 6 7
 234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=2m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR DETAIL LIST *****

| X | Y | R | RESISTING MOMENT | SLIDING MOMENT | SAFTY FACTOR |
|-------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 25.00 | 24.00 | 18.00 | 685.56 | 443.93 | 1.544 |
| | 22.00 | 16.00 | 577.20 | 371.60 | 1.553 |
| | 20.00 | 14.00 | 474.54 | 300.11 | 1.581 |
| | 18.00 | 12.00 | 373.21 | 228.08 | 1.636 |
| 27.00 | 24.00 | 18.00 | 711.99 | 461.86 | 1.542 |
| | 22.00 | 16.00 | 595.99 | 389.98 | 1.528 |
| | 20.00 | 14.00 | 494.97 | 317.87 | 1.557 |
| | 18.00 | 8.00 | 167.30 | 102.07 | 1.639 |
| 29.00 | 24.00 | 18.00 | 738.17 | 465.58 | 1.586 |
| | 22.00 | 16.00 | 619.13 | 393.93 | 1.572 |
| | 20.00 | 14.00 | 515.04 | 321.35 | 1.603 |
| | 18.00 | 10.00 | 285.72 | 170.63 | 1.675 |
| 31.00 | 24.00 | 18.00 | 764.43 | 454.86 | 1.681 |
| | 22.00 | 16.00 | 654.09 | 383.03 | 1.708 |
| | 20.00 | 14.00 | 535.22 | 310.80 | 1.722 |
| | 18.00 | 12.00 | 438.72 | 238.91 | 1.836 |

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=2m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR LIST *****

| Y | X = 25.00 | 27.00 | 29.00 | 31.00 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 24.00 | 1.544 (18.00) | 1.542 (18.00) | 1.586 (18.00) | 1.681 (18.00) |
| 22.00 | 1.553 (16.00) | 1.528 (16.00) | 1.572 (16.00) | 1.708 (16.00) |
| 20.00 | 1.581 (14.00) | 1.557 (14.00) | 1.603 (14.00) | 1.722 (14.00) |
| 18.00 | 1.636 (12.00) | 1.639 (8.00) | 1.675 (10.00) | 1.836 (12.00) |

MINIMUM SAFTY FACTOR = 1.528

XC = 27.00 RESISTING MOMENT = 595.99
 YC = 22.00 SLIDING MOMENT = 389.98
 R = 16.00

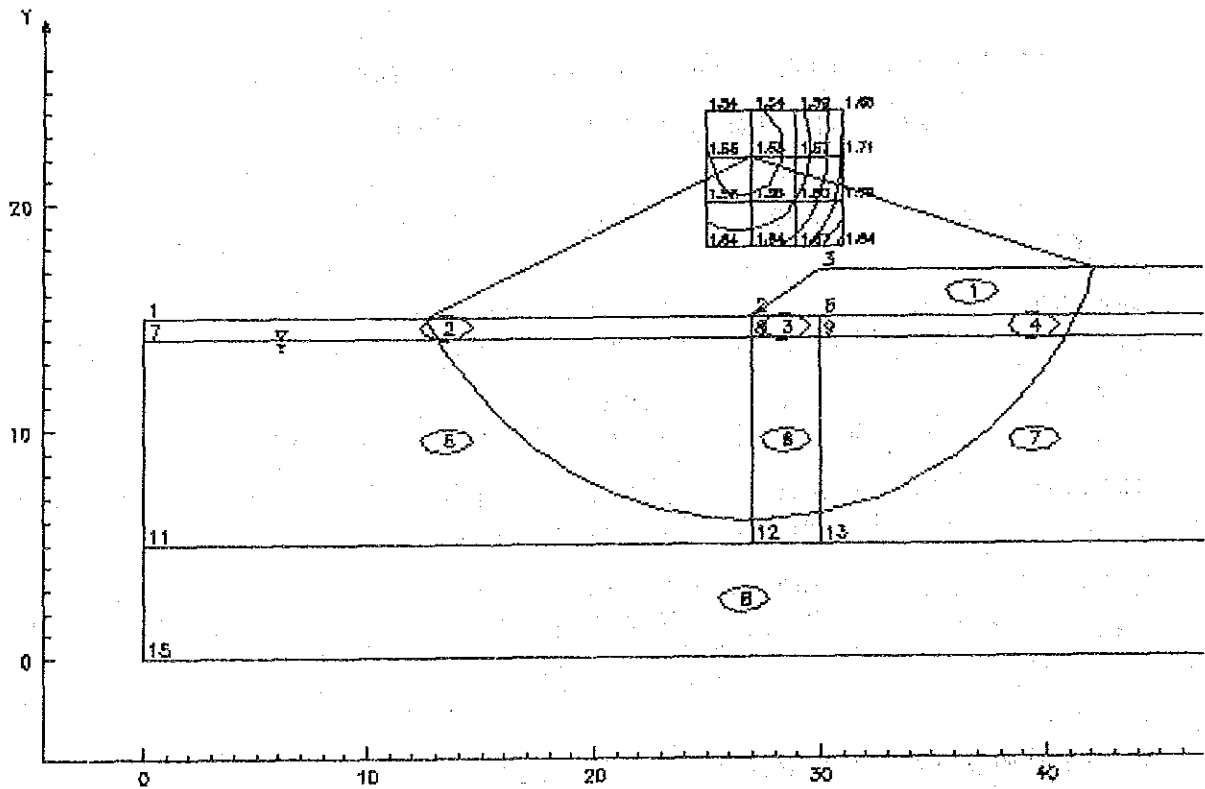
| | X (M) | Y (M) | R (M) | FS | MR (T.M/M) | MS (T.M/M) |
|---|----------|----------|----------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 27.00 | 22.00 | 16.00 | 1.528 | 565.98 | 389.98 |

* SOIL CONDITION & SEISMIC COEFFICIENT

| | GAMMAT (T/M ³) | GAMMAS (T/M ³) | GAMMA (T/M ³) | PHAI | CO (T/M ²) | K | YO (M) | KH | KV |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------|---------------------------|-------|-----------|----|----|
| 1 | 1.800 | 1.900 | | 10.00 | 2.000 | 0.000 | 0.0 | | |
| 2 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 3 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.856 | 0.000 | 0.0 | | |
| 4 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.712 | 0.000 | 0.0 | | |
| 5 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 6 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.979 | 0.000 | 0.0 | | |
| 7 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.357 | 0.000 | 0.0 | | |
| 8 | 1.800 | 1.900 | | 30.00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | | |

* $C = CO + K(YO - Y)$

Way Muauji Bridge in east coast of Sumatra HE=2m



*** INPUT DATA DUMP LIST ***

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=3m | | | | | | |
| 2 | METHO 2 | | | | | | |
| 3 | PRINT 1 1 0 1 1.400 | | | | | | |
| 4 | 1 | .000 | 15.000 | | | | |
| 5 | 2 | 27.000 | 15.000 | | | | |
| 6 | 3 | 31.500 | 18.000 | | | | |
| 7 | 4 | 60.000 | 18.000 | | | | |
| 8 | 5 | 60.000 | 15.000 | | | | |
| 9 | 6 | 31.500 | 15.000 | | | | |
| 10 | 7 | .000 | 14.000 | | | | |
| 11 | 8 | 27.000 | 14.000 | | | | |
| 12 | 9 | 31.500 | 14.000 | | | | |
| 13 | 10 | 60.000 | 14.000 | | | | |
| 14 | 11 | .000 | 5.000 | | | | |
| 15 | 12 | 27.000 | 5.000 | | | | |
| 16 | 13 | 31.500 | 5.000 | | | | |
| 17 | 14 | 60.000 | 5.000 | | | | |
| 18 | 15 | .000 | .000 | | | | |
| 19 | 16 | 60.000 | .000 | | | | |
| 20 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 21 | 2 | 1 | 2 | 8 | 7 | | |
| 22 | 3 | 2 | 6 | 9 | 8 | | |
| 23 | 4 | 6 | 5 | 10 | 9 | | |
| 24 | 5 | 7 | 8 | 12 | 11 | | |
| 25 | 6 | 8 | 9 | 13 | 12 | | |
| 26 | 7 | 9 | 10 | 14 | 13 | | |
| 27 | 8 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 15 |
| 28 | 1 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | 2.000 | 10.000 |
| 29 | 2 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 30 | 3 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .806 | .000 |
| 31 | 4 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.013 | .000 |
| 32 | 5 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 33 | 6 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.107 | .000 |
| 34 | 7 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.614 | .000 |
| 35 | 8 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | .000 | 30.000 |
| 36 | 2 | .000 | 14.000 | 60.000 | 14.000 | | |
| 37 | VOIDP 1.000 | | | | | | |
| 38 | CIRCL 24.000 30.000 2.000 0 .500 | | | | | | |
| 39 | 21.000 27.000 2.000 0 2.000 | | | | | | |
| 40 | 12.000 2.000 2.000 1 | | | | | | |
| 41 | END | | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=3m | | | | | | |
| 2 | METHO 2 | | | | | | |
| 3 | PRINT 1 1 0 1 1.400 | | | | | | |
| 4 | 1 | .000 | 15.000 | | | | |
| 5 | 2 | 27.000 | 15.000 | | | | |
| 6 | 3 | 31.500 | 18.000 | | | | |
| 7 | 4 | 60.000 | 18.000 | | | | |
| 8 | 5 | 60.000 | 15.000 | | | | |
| 9 | 6 | 31.500 | 15.000 | | | | |
| 10 | 7 | .000 | 14.000 | | | | |
| 11 | 8 | 27.000 | 14.000 | | | | |
| 12 | 9 | 31.500 | 14.000 | | | | |
| 13 | 10 | 60.000 | 14.000 | | | | |
| 14 | 11 | .000 | 5.000 | | | | |
| 15 | 12 | 27.000 | 5.000 | | | | |
| 16 | 13 | 31.500 | 5.000 | | | | |
| 17 | 14 | 60.000 | 5.000 | | | | |
| 18 | 15 | .000 | .000 | | | | |
| 19 | 16 | 60.000 | .000 | | | | |
| 20 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 21 | 2 | 1 | 2 | 8 | 7 | | |
| 22 | 3 | 2 | 6 | 9 | 8 | | |
| 23 | 4 | 6 | 5 | 10 | 9 | | |
| 24 | 5 | 7 | 8 | 12 | 11 | | |
| 25 | 6 | 8 | 9 | 13 | 12 | | |
| 26 | 7 | 9 | 10 | 14 | 13 | | |
| 27 | 8 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 15 |
| 28 | 1 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | 2.000 | 10.000 |
| 29 | 2 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 30 | 3 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .806 | .000 |
| 31 | 4 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.013 | .000 |
| 32 | 5 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 33 | 6 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.107 | .000 |
| 34 | 7 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.614 | .000 |
| 35 | 8 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | .000 | 30.000 |
| 36 | 2 | .000 | 14.000 | 60.000 | 14.000 | | |
| 37 | VOIDP 1.000 | | | | | | |
| 38 | CIRCL 24.000 30.000 2.000 0 .500 | | | | | | |
| 39 | 21.000 27.000 2.000 0 2.000 | | | | | | |
| 40 | 12.000 2.000 2.000 1 | | | | | | |
| 41 | END | | | | | | |

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=3m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR DETAIL LIST *****

| X | Y | R | RESISTING MOMENT | SLIDING MOMENT | SAFTY FACTOR |
|-------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 24.00 | 27.00 | 21.00 | 965.95 | 812.12 | 1.189 |
| | 25.00 | 19.00 | 827.44 | 698.80 | 1.184 |
| | 23.00 | 17.00 | 705.83 | 585.17 | 1.206 |
| | 21.00 | 15.00 | 578.57 | 471.87 | 1.226 |
| 26.00 | 27.00 | 21.00 | 1008.08 | 857.64 | 1.175 |
| | 25.00 | 19.00 | 865.76 | 744.10 | 1.164 |
| | 23.00 | 17.00 | 740.44 | 631.35 | 1.173 |
| | 21.00 | 15.00 | 615.50 | 518.22 | 1.188 |
| 28.00 | 27.00 | 21.00 | 1049.55 | 882.04 | 1.190 |
| | 25.00 | 19.00 | 915.00 | 768.75 | 1.190 |
| | 23.00 | 17.00 | 774.13 | 655.70 | 1.181 |
| | 21.00 | 15.00 | 645.25 | 542.18 | 1.190 |
| 30.00 | 27.00 | 21.00 | 1103.08 | 885.20 | 1.246 |
| | 25.00 | 19.00 | 952.31 | 771.68 | 1.234 |
| | 23.00 | 17.00 | 802.50 | 657.73 | 1.220 |
| | 21.00 | 15.00 | 674.60 | 544.03 | 1.240 |

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=3m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR LIST *****

| Y | X = 24.00 | 26.00 | 28.00 | 30.00 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 27.00 | 1.189 (21.00) | 1.175 (21.00) | 1.190 (21.00) | 1.246 (21.00) |
| 25.00 | 1.184 (19.00) | 1.164 (19.00) | 1.190 (19.00) | 1.234 (19.00) |
| 23.00 | 1.206 (17.00) | 1.173 (17.00) | 1.181 (17.00) | 1.220 (17.00) |
| 21.00 | 1.226 (15.00) | 1.188 (15.00) | 1.190 (15.00) | 1.240 (15.00) |

MINIMUM SAFTY FACTOR = 1.164

XC = 26.00 RESISTING MOMENT = 865.76
 YC = 25.00 SLIDING MOMENT = 744.10
 R = 19.00

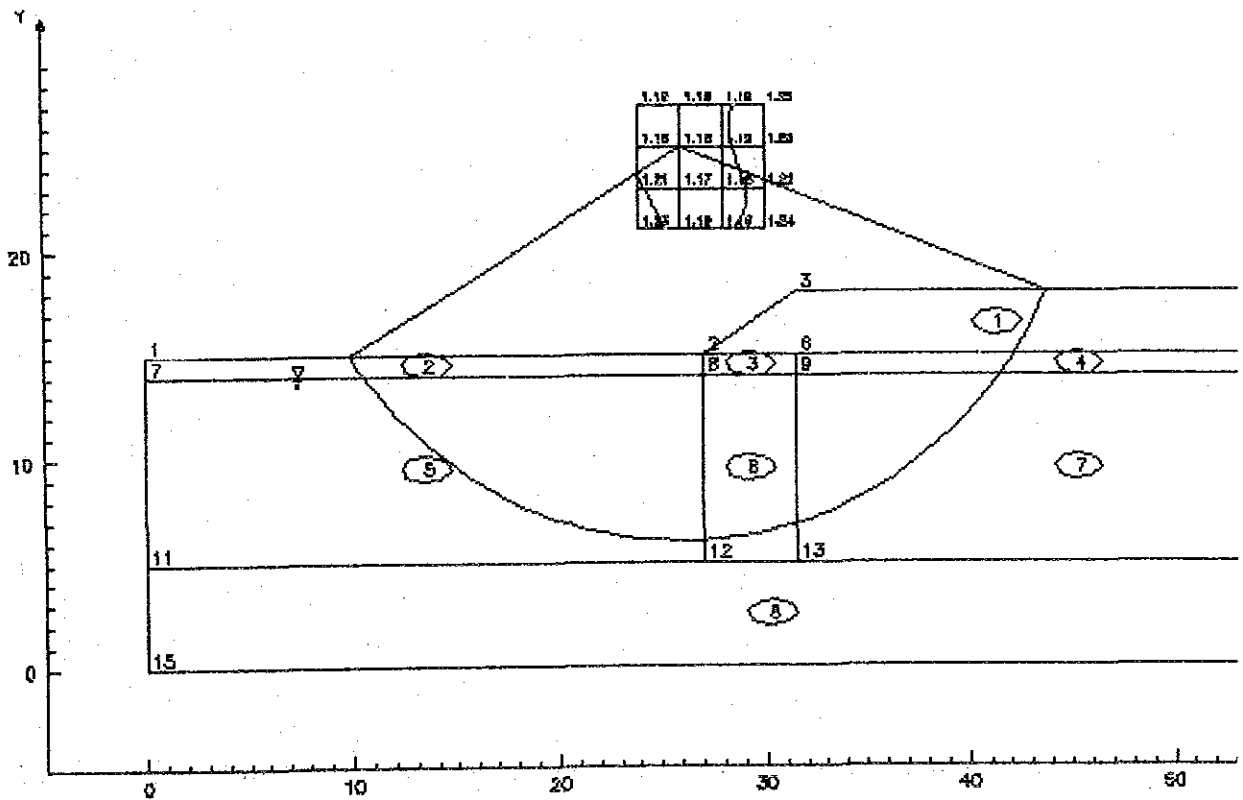
| | X (M) | Y (M) | R (M) | FS | MR (T.M/M) | MS (T.M/M) |
|---|----------|----------|----------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 26.00 | 25.00 | 18.00 | 1.154 | 865.76 | 744.10 |

* SOIL CONDITION & SEISMIC COEFFICIENT

| | GAMMA1 (T/M ³) | GAMMA2 (T/M ³) | GAMMA (T/M ³) | PHAJ | CO (T/M ²) | K | YO (M) | KH | KV |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------|---------------------------|-------|-----------|----|----|
| 1 | 1.800 | 1.900 | | 10.00 | 2.000 | 0.000 | 0.0 | | |
| 2 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 3 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 4 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.013 | 0.000 | 0.0 | | |
| 5 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 6 | 1.400 | 1.600 | | 0.00 | 1.107 | 0.000 | 0.0 | | |
| 7 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.814 | 0.000 | 0.0 | | |
| 8 | 1.800 | 1.900 | | 30.00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | | |

* $C = CO + K (YO - Y)$

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE-3m



*** INPUT DATA DUMP LIST ***

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m | | | | | | |
| 2 | METHO 2 | | | | | | |
| 3 | PRINT 1 1 0 1 1.400 | | | | | | |
| 4 | 1 | .000 | 15.000 | | | | |
| 5 | 2 | 27.000 | 15.000 | | | | |
| 6 | 3 | 33.000 | 19.000 | | | | |
| 7 | 4 | 60.000 | 19.000 | | | | |
| 8 | 5 | 60.000 | 15.000 | | | | |
| 9 | 6 | 33.000 | 15.000 | | | | |
| 10 | 7 | .000 | 14.000 | | | | |
| 11 | 8 | 27.000 | 14.000 | | | | |
| 12 | 9 | 33.000 | 14.000 | | | | |
| 13 | 10 | 60.000 | 14.000 | | | | |
| 14 | 11 | .000 | 5.000 | | | | |
| 15 | 12 | 27.000 | 5.000 | | | | |
| 16 | 13 | 33.000 | 5.000 | | | | |
| 17 | 14 | 60.000 | 5.000 | | | | |
| 18 | 15 | .000 | .000 | | | | |
| 19 | 16 | 60.000 | .000 | | | | |
| 20 | 1 2 3 4 5 6 | BLOCK | | | | | |
| 21 | 2 1 2 8 7 | BLOCK | | | | | |
| 22 | 3 2 6 9 8 | BLOCK | | | | | |
| 23 | 4 6 5 10 9 | BLOCK | | | | | |
| 24 | 5 7 8 12 11 | BLOCK | | | | | |
| 25 | 6 8 9 13 12 | BLOCK | | | | | |
| 26 | 7 9 10 14 13 | BLOCK | | | | | |
| 27 | 8 11 12 13 14 16 15 | BLOCK | | | | | |
| 28 | 1 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | 2.000 | 10.000 |
| 29 | 2 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 30 | 3 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .935 | .000 |
| 31 | 4 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.269 | .000 |
| 32 | 5 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 33 | 6 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.226 | .000 |
| 34 | 7 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.851 | .000 |
| 35 | 8 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | .000 | 30.000 |
| 36 | 2 | .000 | 14.000 | 60.000 | 14.000 | | |
| 37 | VOIDP 1.000 | | | | | | |
| 38 | | 24.000 | 30.000 | 2.000 | 0 | .500 | |
| 39 | | 20.000 | 26.000 | 2.000 | 0 | 2.000 | |
| 40 | | 12.000 | 2.000 | 2.000 | 1 | | |
| 41 | END | | | | | | |

8 1 2 3 4 5 6 7
 234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR DETAIL LIST *****

| X | Y | R | RESISTING MOMENT | SLIDING MOMENT | SAFTY FACTOR |
|-------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 24.00 | 26.00 | 20.00 | 993.39 | 1003.28 | .990 |
| | 24.00 | 18.00 | 841.35 | 844.51 | .996 |
| | 22.00 | 16.00 | 706.14 | 686.47 | 1.029 |
| | 20.00 | 14.00 | 573.49 | 527.93 | 1.086 |
| 26.00 | 26.00 | 20.00 | 1045.41 | 1075.36 | .972 |
| | 24.00 | 18.00 | 888.79 | 916.70 | .970 |
| | 22.00 | 16.00 | 749.12 | 758.59 | .988 |
| | 20.00 | 14.00 | 612.26 | 600.26 | 1.020 |
| 28.00 | 26.00 | 20.00 | 1096.22 | 1118.61 | .980 |
| | 24.00 | 18.00 | 944.36 | 960.05 | .984 |
| | 22.00 | 16.00 | 790.40 | 801.87 | .986 |
| | 20.00 | 14.00 | 648.84 | 643.71 | 1.008 |
| 30.00 | 26.00 | 20.00 | 1146.47 | 1133.03 | 1.012 |
| | 24.00 | 18.00 | 989.73 | 974.53 | 1.016 |
| | 22.00 | 16.00 | 830.92 | 816.30 | 1.018 |
| | 20.00 | 14.00 | 693.37 | 658.26 | 1.053 |

Way Musuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m

***** MINIMUM SAFTY FACTOR LIST *****

| X = | 24.00 | 26.00 | 28.00 | 30.00 |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| Y | | | | |
| 26.00 | .990 | .972 | .980 | 1.012 |
| | (20.00) | (20.00) | (20.00) | (20.00) |
| 24.00 | .996 | .970 | .984 | 1.016 |
| | (18.00) | (18.00) | (18.00) | (18.00) |
| 22.00 | 1.029 | .988 | .986 | 1.018 |
| | (16.00) | (16.00) | (16.00) | (16.00) |
| 20.00 | 1.086 | 1.020 | 1.008 | 1.053 |
| | (14.00) | (14.00) | (14.00) | (14.00) |

MINIMUM SAFTY FACTOR = .970

XC = 26.00 RESISTING MOMENT = 888.79
 YC = 24.00 SLIDING MOMENT = 916.70
 R = 18.00

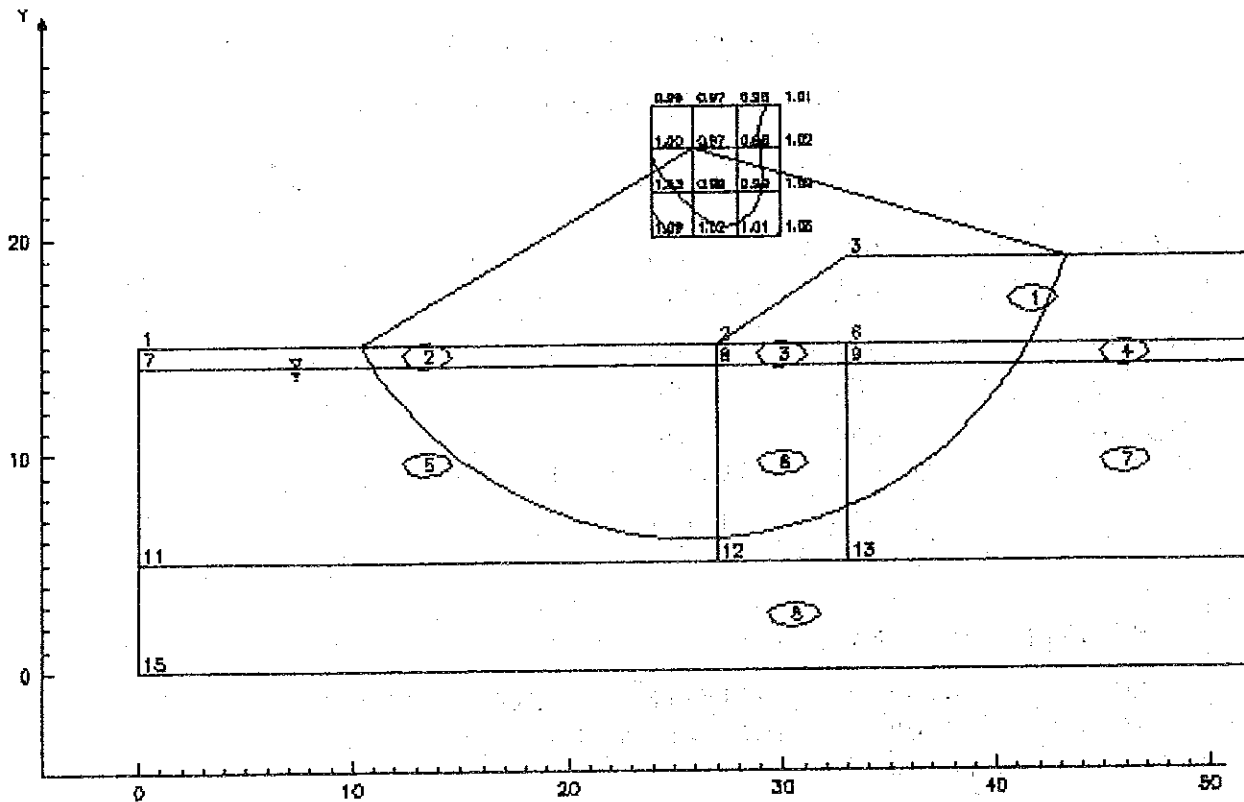
| | X (M) | Y (M) | R (M) | FS | MR (T.M/M) | MS (T.M/M) |
|---|----------|----------|----------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 26.00 | 24.00 | 18.00 | 0.970 | 888.78 | 916.70 |

* SOIL CONDITION & SEISMIC COEFFICIENT

| | GAMMAT (T/M ³) | GAMMAS (T/M ³) | GAMMA (T/M ³) | PHAI | CO (T/H ²) | K | YO (M) | KH | KV |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------|---------------------------|-------|-----------|----|----|
| 1 | 1.800 | 1.900 | | 10.00 | 2.000 | 0.000 | 0.0 | | |
| 2 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 3 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.935 | 0.000 | 0.0 | | |
| 4 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.269 | 0.000 | 0.0 | | |
| 5 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 6 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.225 | 0.000 | 0.0 | | |
| 7 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.851 | 0.000 | 0.0 | | |
| 8 | 1.800 | 1.900 | | 30.00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | | |

* $C = CO + K(YO - Y)$

Way Muauji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m



*** INPUT DATA DUMP LIST ***

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|---|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Way Mesuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m C.Weight | | | | | | |
| 2 | 2 | | | | | | |
| 3 | 1 1 0 1 1.400 | | | | | | |
| 4 | 1 | .000 | 15.000 | | | | |
| 5 | 2 | 22.000 | 15.000 | | | | |
| 6 | 3 | 25.000 | 17.000 | | | | |
| 7 | 4 | 30.000 | 17.000 | | | | |
| 8 | 5 | 33.000 | 19.000 | | | | |
| 9 | 6 | 60.000 | 19.000 | | | | |
| 10 | 7 | 60.000 | 15.000 | | | | |
| 11 | 8 | 33.000 | 15.000 | | | | |
| 12 | 9 | .000 | 14.000 | | | | |
| 13 | 10 | 22.000 | 14.000 | | | | |
| 14 | 11 | 33.000 | 14.000 | | | | |
| 15 | 12 | 60.000 | 14.000 | | | | |
| 16 | 13 | .000 | 5.000 | | | | |
| 17 | 14 | 22.000 | 5.000 | | | | |
| 18 | 15 | 33.000 | 5.000 | | | | |
| 19 | 16 | 60.000 | 5.000 | | | | |
| 20 | 17 | .000 | .000 | | | | |
| 21 | 18 | 60.000 | .000 | | | | |
| 22 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | | | | | | |
| 23 | 2 1 2 10 9 | | | | | | |
| 24 | 3 2 8 11 10 | | | | | | |
| 25 | 4 8 7 12 11 | | | | | | |
| 26 | 5 9 10 14 13 | | | | | | |
| 27 | 6 10 11 15 14 | | | | | | |
| 28 | 7 11 12 16 15 | | | | | | |
| 29 | 8 13 14 15 16 18 17 | | | | | | |
| 30 | 1 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | 2.000 | 10.000 |
| 31 | 2 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 32 | 3 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .935 | .000 |
| 33 | 4 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.269 | .000 |
| 34 | 5 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | .600 | .000 |
| 35 | 6 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.226 | .000 |
| 36 | 7 | 1.400 | 1.500 | .000 | .000 | 1.851 | .000 |
| 37 | 8 | 1.800 | 1.900 | .000 | .000 | .000 | 30.000 |
| 38 | 2 | .000 | 14.000 | 60.000 | 14.000 | | |
| 39 | VOIDP 1.000 | | | | | | |
| 40 | CIRCL 24.000 30.000 2.000 0 .500 | | | | | | |
| 41 | 20.000 26.000 2.000 0 2.000 | | | | | | |
| 42 | 12.000 2.000 2.000 1 | | | | | | |
| 43 | END | | | | | | |

8 1 2 3 4 5 6 7
234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1

Way Mesuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m C.Weight

***** MINIMUM SAFTY FACTOR DETAIL LIST *****

| X | Y | R | RESISTING MOMENT | SLIDING MOMENT | SAFTY FACTOR |
|-------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 24.00 | 26.00 | 20.00 | 1056.17 | 1039.28 | 1.016 |
| | 24.00 | 18.00 | 897.89 | 880.51 | 1.020 |
| | 22.00 | 16.00 | 756.45 | 722.47 | 1.047 |
| | 20.00 | 14.00 | 617.58 | 563.93 | 1.095 |
| 26.00 | 26.00 | 20.00 | 1108.35 | 1075.36 | 1.031 |
| | 24.00 | 18.00 | 945.51 | 916.70 | 1.031 |
| | 22.00 | 16.00 | 799.63 | 758.59 | 1.054 |
| | 20.00 | 14.00 | 656.58 | 600.26 | 1.094 |
| 28.00 | 26.00 | 20.00 | 1159.99 | 1082.61 | 1.071 |
| | 24.00 | 18.00 | 1002.02 | 924.06 | 1.084 |
| | 22.00 | 16.00 | 841.98 | 765.87 | 1.099 |
| | 20.00 | 14.00 | 694.42 | 607.71 | 1.143 |
| 30.00 | 26.00 | 20.00 | 1211.81 | 1061.03 | 1.142 |
| | 24.00 | 18.00 | 1049.18 | 902.53 | 1.162 |
| | 22.00 | 16.00 | 884.60 | 744.30 | 1.188 |
| | 20.00 | 14.00 | 741.50 | 586.26 | 1.265 |

Way Mesuji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m C.Weight

***** MINIMUM SAFTY FACTOR LIST *****

| Y | X = 24.00 | 26.00 | 28.00 | 30.00 |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 26.00 | (1.016 (20.00) | (1.031 (20.00) | (1.071 (20.00) | (1.142 (20.00) |
| 24.00 | (1.020 (18.00) | (1.031 (18.00) | (1.084 (18.00) | (1.162 (18.00) |
| 22.00 | (1.047 (16.00) | (1.054 (16.00) | (1.099 (16.00) | (1.188 (16.00) |
| 20.00 | (1.095 (14.00) | (1.094 (14.00) | (1.143 (14.00) | (1.265 (14.00) |

MINIMUM SAFTY FACTOR = 1.016

XC = 24.00 RESISTING MOMENT = 1056.17
 YC = 26.00 SLIDING MOMENT = 1039.28
 R = 20.00

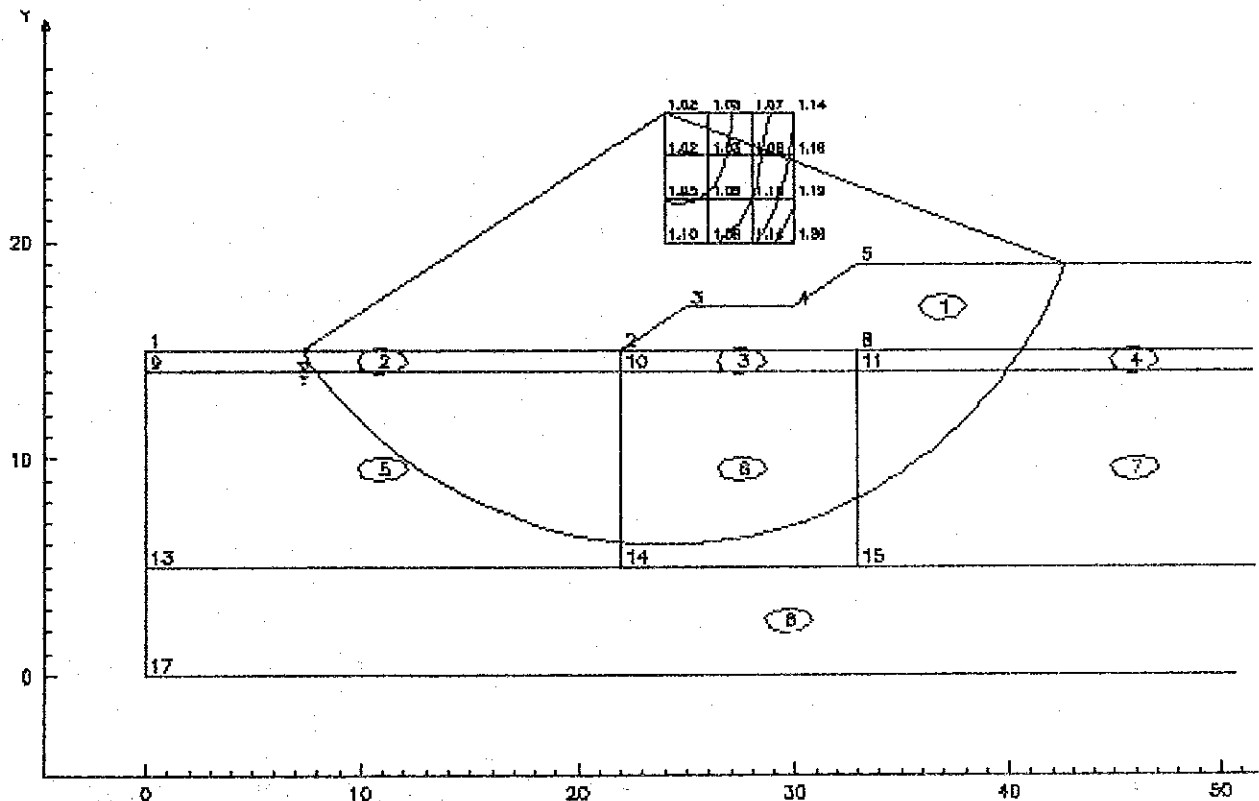
| | X (M) | Y (M) | R (M) | FS | MR (T.M/M) | MS (T.M/M) |
|---|-------|-------|-------|-------|------------|------------|
| 1 | 24.00 | 26.00 | 20.00 | 1.016 | 1056.17 | 1039.26 |

* SOIL CONDITION & SEISMIC COEFFICIENT

| | GAMMAT (T/M ³) | GAMMAS (T/M ³) | GAMMA (T/M ³) | PHAI | CO (T/M ³) | K | YO (M) | KH | KV |
|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|------------------------|-------|--------|----|----|
| 1 | 1.800 | 1.900 | | 10.00 | 2.000 | 0.000 | 0.0 | | |
| 2 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.800 | 0.000 | 0.0 | | |
| 3 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.935 | 0.000 | 0.0 | | |
| 4 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.269 | 0.000 | 0.0 | | |
| 5 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 0.660 | 0.000 | 0.0 | | |
| 6 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.226 | 0.000 | 0.0 | | |
| 7 | 1.400 | 1.500 | | 0.00 | 1.851 | 0.000 | 0.0 | | |
| 8 | 1.800 | 1.900 | | 30.00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | | |

* $C = CO + K (YO - Y)$

Way Meauji Bridge in east coast of Sumatra HE=4m C.Weight



Appendix A-9.2 Road Inventory (1990)

| Link No. | KM Post | Cross section (m) | | | Surface Material | IRI |
|----------|--------------------|-------------------|------------|----------|---|------|
| | | (Length : Km) | Carrigeway | Shoulder | | |
| 15090-1 | PLG 72-80 (8) | 4.5 | 1.5 | 7.5 | Penetra- tion Ma- cadam | 8.0 |
| 1590-2 | PLG 80-175 (93) | 3.0 | 2.0 | 7.0 | Butas/ Penetra- tion Ma- cadam | 9.2 |
| 17062-1 | TBL119-183 (64) | 3.0 | 2.5 | 8.0 | Telford/ Penetra- tion Ma- cadam | 11.4 |
| 17062-2 | TBL183-201 (18) | 3.0 | 2.5 | 8.0 | Telford | 12.1 |

Appendix A-9.3 Road Inventory (1992)

| Link No. | KM Post | Cross Section (m) | | | Surface | Completed | |
|----------|------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------|-----------|------------------|
| | | (Length KM) | Carria- ge way | Should- er | | | Road Type Bed |
| 15090-1 | PLG72-80 (8) | 4.5 | 1.5 | 7.5 | I | HRS | 1992 |
| 15090-2 | PLG80-105 (23) | 6.0 | 2.0 | 10.0 | II | AC | 1991 |
| | PLG105-175 (70) | (4.5) | (1.0) | 6.5 | III | (AC) | 1993* |
| 17062-1 | TLB 119-143 (24) | 4.5 | 1.0 | 6.5 | III | AC | 1992 |
| | TLB 143-160 (17) | (4.5) | (1.0) | 6.5 | III | (AC) | 1993* |
| | TLB 160-183 (23) | 4.5 | 1.0 | 6.5 | III | AC | 1992 |
| 17062-2 | TLB 183-201 (18) | (4.5) | (1.0) | 6.5 | III | AC | 1993* |
| Total | (183) | | | | | | |

Note : * These road sections are under betterment

Appendix A-9.4 Bridge Inventory

In all there are 53 bridges (including those under construction) the study road. They are classified according to size, type, year built, and length in Table (A) through Table (D).

Table (A) Number of Bridges by Carriageway Width

| Road Section | < 4,5 m | 6.0 m | Total |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Kayuagung - Prov Border | - | 9 + (9) | 9 + (9) |
| Menggala - Prov Border | 2 | 32 + (1) | 34 + (1) |
| Total | 2 | 41 + (10) | 43 + (10) |

Table (B) Number of Bridges by Type

| Road Section | Reinforced Concrete | Steel Girder | Steel Truss | Total |
|-------------------------|---------------------|--------------|-------------|-----------|
| Kayuagung - Prov Border | 6 + (9) | - | 3 | 9 + (9) |
| Menggala - Prov Border | 25 + (1) | 7 | 2 | 34 + (1) |
| Total | 31 + (10) | 7 | 5 | 43 + (10) |

Table (C) Number of Bridges by Length

| Road Section | <19m | 20 - 49m | 50 - 99m | 100 - 130m | Total |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|-----------|
| Kayuagung - Prov Border | 4 + (7) | 2 + (2) | 2 | 1 | 9 + (9) |
| Menggala - Prov Border | 31 + (1) | 1 | - | 2 | 34 + (1) |
| Total | 35 + (8) | 3 + (2) | 2 | 3 | 43 + (10) |

Table (D) Number of Bridges by Year of Construction

| Road Section | 1980 - 1989 | 1990 - 1992 | Total |
|-------------------------|-------------|-------------|-----------|
| Kayuagung - Prov Border | - | 9 + (9) | 9 + (9) |
| Menggala - Prov Border | 5 | 29 + (1) | 34 + (1) |
| Total | 5 | 38 + (10) | 43 + (10) |

Note : Number in parentheses indicate bridge under construction

