

(2) 地域概要

1) 7-Aルート

バカフニを起点にタンジュン・ブサールまでは、トランス・スマトラ・ハイウェイを利用し、タンジュン・ブサールからメンガラまでは現国道を利用する。バンドル・ランボン付近では、市街地の混雑緩和を目的として現バイパスを利用するものとした。

バカフニからスカマジまでの沿道は、これまでの移住計画によるプランテーション等の開発が進み、スカマジからタンジュン・カランまではバイパス整備により沿道への工場立地が進みつつある。

タンジュン・カランからタンジュン・ブサールの沿道は、バンドル・ランボンに近い沿道は土地利用が進んでいるが、バンドル・ランボンから離れるに従い、沿道の土地利用が未だ進んでいない状況である。

道路の交通状況を見ると、スカマジからタンジュン・ブサールまでの区間は、バンドル・ランボン市街地中心部およびパンジャン港からの発生交通も加わり、現在、高い交通量と大型車の混入率を示している。

改修プロジェクトについては、スカマジからタンジュン・ブサールまでの区間は、1 ST NINE PROVINCES、および3 rd NINE PROVINCESの改修プロジェクトが計画されており、現舗装幅6.0mを7.0mに広げる予定である。(バイパス区間を除く)また、バカフニからスカマジまでの区間は、現在EX-OECFプロジェクトにより2車線道路(舗装幅7.0m)として、また、縦断勾配の急な箇所については、登坂車線を計画している。

2) 7-Bルート

バカフニを起点にブランバンガンまでの区間は、トランス・スマトラ・ハイウェイを利用する。

ブランバンガンからジャブングまでの区間は、州道を約15km利用し、その後、湿地帯の区間(約15km)に新設道路を建設してジャブングに至る。

ジャブングからスカダングまでの区間は州道を利用する。この区間にはラハルジョの町があり、この町はバンドル・ランボン中心地と東海岸にあるシンパングの町とを結ぶ道路と交差しており、バンドル・ランボン市および東海岸へのアクセスが可能である。

また、この区間は、プランテーションや畑作地域であり、沿道にも人家が点在している。特にスカダナ寄りには、人家も比較的多く、地形も丘陵地であるが、現道の平面線形、縦断線形が悪い区間もあり、通過に際しては一部線形の改良が必要である。スカダナからグヌングスギまでの区間に改修プロジェクト（現舗装幅4.5m～5.0mを6.0mに）が計画されている。

3) 7-Cルート

7-Cルートは、バカフニを起点に、直接東海岸沿いに北上し、できるだけ現道を利用しながら、クタパング漁港や移住地内の道路予定地（約20m）を通り、漁港の町マリंगाイに至る。

この区間はバカフニ近くの丘陵地を除いて、ほとんどが水田として利用されている。この地域は細い道路が発達しており、沿道沿いは家屋が散在している。また、スカパング川では最近スパン70m、幅員6.0mの橋梁が完成し、道路整備も進んできている。

マリंगाイからスカダナまでの区間は、自然公園の南端を通る州道を利用している。この区間、移住計画でできた町並みは比較的整備され、道路用地が約20m、舗装幅5.5mあり、今後改修プロジェクトで舗装幅6.0mに拡幅する予定である。

スカダナからマリンガラまでの区間は、道路距離の短縮を図るため、ほぼ直線の線形を計画した。計画にあたっては、移住集落や人家にできるだけ影響を与えないように考慮する。移住地は、現道路に沿って形成されており、計画道路建設は家屋の移転等を発生させる可能性がある。

(3) 最適路線案

上記、比較3路線について比較表を表7.1に示す。

下記の4つの観点の考察から、ルート7-Cが最適路線案と判断される。なお、7-Aの現道ルートは、ランボン州の中核となる都市を結んでおり、このルートの整備も7-Cの開発と相まって進める必要がある。

- 1) 経済分析結果
- 2) 現道ルート（7-A）の拡幅の可能性
- 3) 道路網の観点
- 4) ランボン州の開発動向

表7.1 ランポン州のルート比較表

	A ルート	B ルート	C ルート
比較路線の目的	現道利用案である。(州都ランポン付近では市街地を通過させず現バイパスを利用)	開発計画支援案(地域開発促進、時間短縮、市街地の開発緩和)	ショート・カット案(地域開発促進、時間短縮、市街地の開発緩和)
ルートの延長	道路総延長 L = 209km 新設道路延長 L = 0km 既設道路延長 L = 209km	道路総延長 L = 232km 新設道路延長 L = 12km 既設道路延長 L = 220km	道路総延長 L = 189km 新設道路延長 L = 45km 既設道路延長 L = 144km
主要構造物の延長	橋梁延長 新設橋 L = 680m (4車線化区間) 拡幅橋 L = 200m (2車線化区間)	橋梁延長 新設橋 L = 550m (長大橋 13橋) 拡幅橋 L = 550m (48橋)	橋梁延長 新設橋 L = 1,000m (長大橋 4橋) 拡幅橋 L = 40m (2橋)
経費性	100 Bil. Rp	107 Bil. Rp	113 Bil. Rp
土地利用延長	プランテーション(60%)、畑作(30%)、市街地(10%)	プランテーション(40%)、畑作(40%)、水田(10%)、林野(10%)	プランテーション(20%)、畑作(30%)、水田(35%)、林野(15%)
地域開発計画	大規模な確定された計画はない。	移住計画の促進、灌漑計画	移住計画の促進、灌漑計画
路線の長短	<ul style="list-style-type: none"> ・ルート延長、中間である。 ・4車線化は沿道状況、改良延長から困難がある。 ・現在の改修プロジェクトの利用区間が長い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ルート延長が最も長い。 ・現道の一部改良が必要。 ・現在の改修プロジェクトの利用区間もある。 ・トランス・スマトラ道路と東側海岸に挟まれた内陸部の開発計画を支援する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ルート延長が最も短い。 ・專業費が最も高い。 ・海岸部の孤立している集落、移住地への支援。 ・東海岸の港灣を中心とした開発計画への支援。 ・現道の一部改良が必要。
路線の評価	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の改修プロジェクトの利用区間が長い。 ・4車線化を必要とする区間があり、用地費が高い。 ・B案に比較し、走行時間が短縮される。 ・ジャカルタ経済圏に属しているランポン州では工業開発が現在進行中であり、A案は州都バンダランポンを始めとして、州内の主要都市カリングダ、メトロを連担するルートにあり、工業開発を促進しランポン州の取得向上に寄与するルートである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・道路建設によって、工業団地、灌漑計画、移住計画等への地域開発効果を促進する。(ジャバング、スカダナ付近) 3案中ルート延長が最も長くスマトラ東海岸道路としての機能面から問題が少い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域開発効果(港灣、移住計画、灌漑計画等)に与えるインパクトは大きい。経済性面での案に比べ劣っている。 ・バンダランポンより約50kmも離れており、州都との交通が希薄となる。

1) 経済分析

路線代替案のため、当該区間のみの整備を前提とした概略経済分析を行った。

① 費用・便益分析の基本仮定条件

分析は、経済的内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）および便益・費用比率（B/C）を求める割引キャッシュ・フロー法に従った。分析は、以下の仮定に基づいた。

プロジェクト・ライフ	:	道路整備後25年
価 格	:	1992年価格
残存価値	:	なし

便益は、下記のごとく直接的便益、さらに各路線の開発効果を比較するために間接的便益を対象とした。

直接的便益

道路の整備に伴う車両の走行費用および時間費用の節減。

間接的便益

道路整備に伴って農産品市場圏の拡大がもたらされる結果としての、沿道地域の農業生産額の増加。（算定の詳細はAppendix A-7.1参照）

② 費用・便益分析

経済的費用を見積り、プロジェクト実施スケジュールを設定し、計画年次（1997年および2010年）における車両の走行費用および時間費用の節減からなる直接的経済便益を算定した。間接的便益についても、上記の計画年次に対して推定した。割引キャッシュ・フロー法に従って算定された経済評価指標を表7.2に示す。（経済評価指標比較の詳細は、Appendix A-7.2に示す）

表 7.2 ルート7-A、BおよびCの経済評価指標比較

	Route 7A	Route 7B	Route 7C
Road Length (Km)	209	232	189
Project Cost (Initial) (Economic price) (Mil. Rp.)	100,501	107,478	113,500
Related to Direct Benefit (Savings on Vehicle Operating Cost and Vehicle Time Cost)			
EIRR	18.8%	18.3%	18.4%
NPV (Mil. Rp.)	32,700	30,400	33,200
B/C	1.4	1.3	1.3
Related to Indirect Benefit (Development Benefits)			
EIRR	8.5%	11.3%	12.5%
NPV (Mil. Rp.)	-37,600	-24,400	-18,100
B/C	0.5	0.8	0.8
Related to Total of Direct Benefit and Indirect Benefit			
EIRR	23.0%	25.1%	25.4%
NPV (Mil. Rp.)	74,600	104,200	114,800
B/C	1.9	2.1	2.1

Note : EIRR : Economic Internal Rate of Return
 NPV : Net Present Value (at discount rate of 15%)
 B/C : Benefit Cost Ratio (at discount rate of 15%)

経済分析の結果、次のことが言える。

- ・ 直接的便益からみるとルート7-Aが有利であり、ルートC、Bがこれにつき、ほぼ同一の値を示している。
- ・ 間接的便益からみるとルート7-Cが有利であり、ついでルートB、Aの順となる。

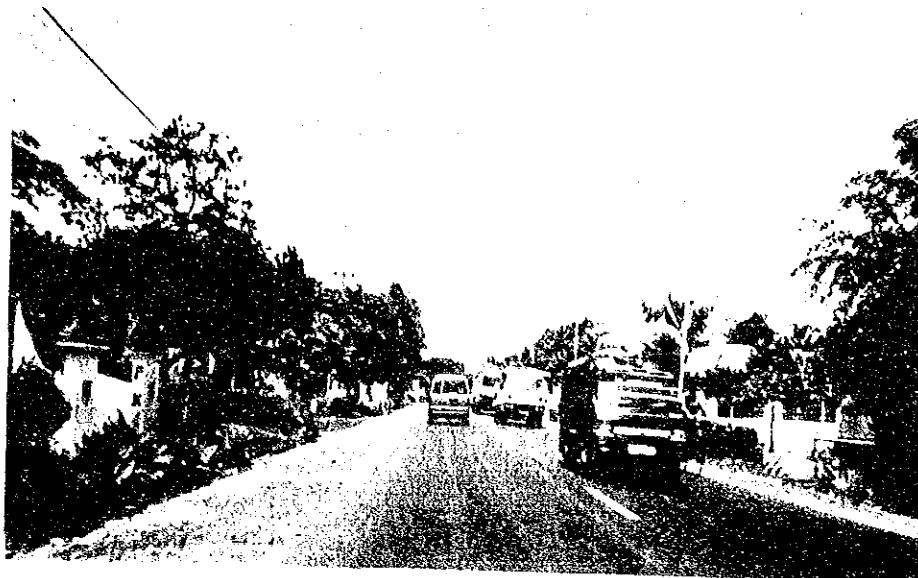
従って、経済分析の結果のみからは最適路線案は決定したが、さらに他の3つの観点からの検討が必要である。すなわち、ランポン州における東海岸道路の役割についての考察を通して、最適路線案を選択することになる。

2) 現道ルート(7-A)拡幅の可能性

バンドル・ランポン市街地に近いタンジュン・カランからタンジュン・ブサールまでは、かなり沿道の開発が進み、人家が連担している。このような地域に2車線を追加することは、相当困難であると考えられる。

また、将来の交通混雑対策としてバイパス構想も打ち出されている状況である。

これらの現地状況を踏まえ、東海岸道路が地域の開発促進の役割を持つべきであると考え、7-Cルートが望ましい路線となる。

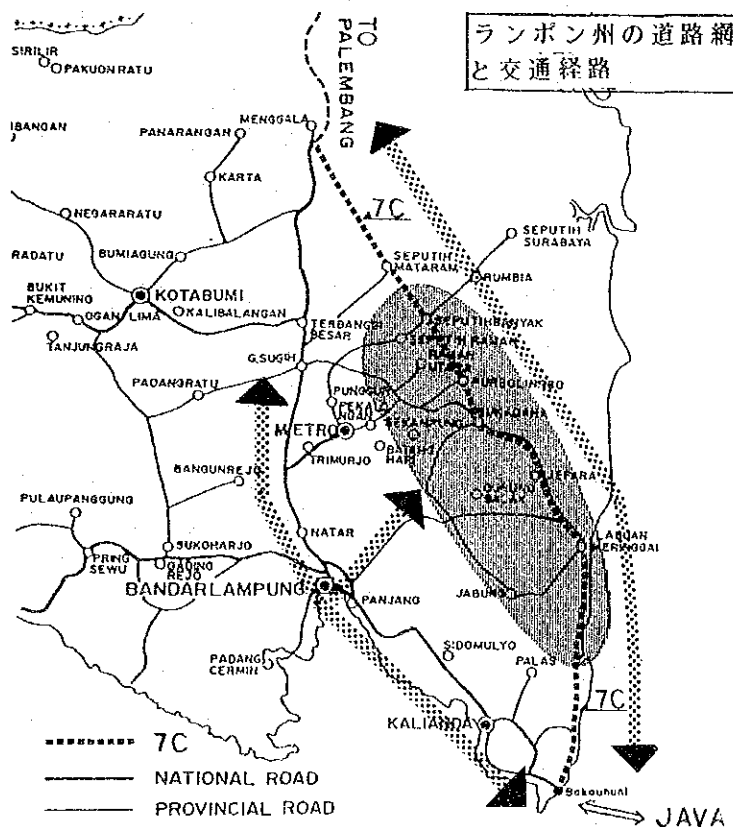


3) 道路網整備の観点

ランボン州の道路網は、トランス・スマトラ・ハイウェイを交通軸（国道）として、東海岸への交通は、この国道から分岐した州道が東へ延びる形態をなしている。

この道路網は、東海岸沿いの発生交通がバカフニを通り、ジャワ島に向かうルートとメンガラを通り、パレンバン等周辺都市圏へアクセスするルートに分かれるが、前・後者とともバンドル・ランボンを経由しなければならない。

これは、地域開発にとって大きなネックであり、この道路網の改善のためには7-Cルートが有効である。



4) ランポン州の動向

ランポン州の経済企画庁と道路局での聴取と同州の将来開発動向によると、同州は将来の開発ポテンシャルが高い東海岸地域の開発促進と州全体の均衡発展を図るための東海岸沿いの交通貧困地区の解消を主要課題としている。

これらの地域の発展のためには、基幹になる道路網の充実が必要であり、7-Cルート of 整備が有効である。

5) 結 語

調査団は、長期的観点から見てルート7-Cを最適路線として判断した。

他方、ルート7-Cの道路整備の投資効果は、ルート7-Cの段階的整備に対応する既存道路網の活用・改善によって向上することが期待される。

7.5.2 パカンバル市付近の路線比較

パカンバル市付近を取り上げ、スマトラ東海岸道路が大都市内を通過することの是非を検討しようとするものであり、このことはパレンバン、メダン等にも同じ考え方が適用できる。

(1) 路線の設定

パカンバルの中心部は、現在、市内の交通混雑対策として大型車の進入を禁止し、大型車は市街地から約5km離れたバイパスを利用している。また、現在その外側に新たなバイパスを現在施工中である。このような道路状況のもと、比較路線は次の3路線が考えられる。(図7.3参照)

4-A : 市街地の北東部をバイパスさせる案。

バイパスの位置は交通需要(主交通流)を考慮し、ドマイ方向への道路延長の短縮化を図り、パカンバルの中心部とは間接的に接続させる。通過交通の便益を重視することを目的とした案である。

4-B : パカンバルの中心部と直接接続させる案。

パカンバルの持つ都市機能をより周辺部に波及させることを目的にした案。

4-C : 市街地の西側をバイパスさせる案。

Bルートと同様、市街地をバイパスさせるが、現在施工中のバイパスと接続させ、地域の道路網計画と関連させることを目的とした案。

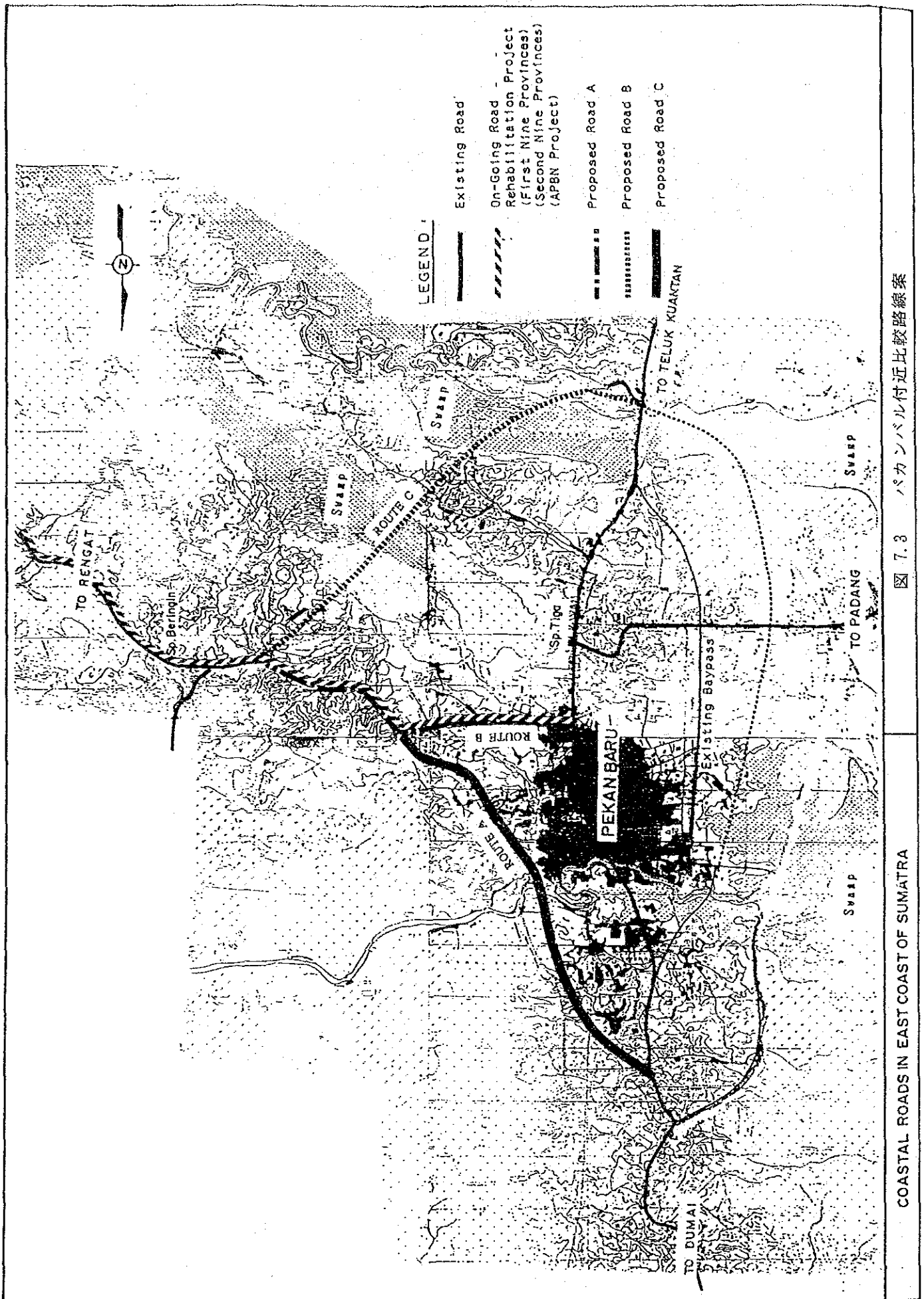


図 7.3 パカンバル付近比較路線案

COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA

(2) 地域概要

1) 4-Aルート

パカンバルの東方に位置するシンパン・プリンギンの西側を起点にパカンバルの北約9 kmを終点とする。全延長約25kmで、パカンバル市街地の北側のバイパスを構成し、そのうち約6 kmが現在改良中の1 ST NINE PROVINCESの道路を利用し、その他は新設道路とする計画である。周辺の地形はほぼ平坦で、シアクブサール川に沿って形成された水田、耕作地が付近を覆っている。

2) 4-Bルート

4-Bルートは、全体的に現道を利用する。起点付近は、4-Aルートと同じ路線で現道を利用し、約6 km地点で西側の市街地に向かい、国道（パダンとドマイを結ぶ）に至る。この後、国道を利用して北に向かいパカンバル市街地を経て、4-Aルートの終点に至る。全延長約30kmである。

周囲の地形は比較的平坦で、路線の約1/3は商業地域を通過し、その他は米作地と耕作地を通る。

3) 4-Cルート

4-Cルートは、4-Aルートと4-Bルートの分岐点から分かれ、パカンバルの南を通過する。この路線は、将来のパカンバル外郭環状道路の一部を形成することとなる。路線は平坦な耕作地とスワンプ地域を通過する。

(3) 推奨路線案

上記、比較3路線についての比較表を表7.3に示す。

- 下記に示すパカンバル市街地の役割からみて、4-Bルートを推奨する。
なお、将来的には、都市内の交通混雑、都市環境などの面からバイパスの必要性が生じる可能性があり、交通需要（主交通流）を考慮した4-Aルートの整備となろう。
- パカンバル市の役割
スマトラ東海岸沿いは、前述のように、今後、地域の持つポテンシャルを開発促進させるべき地域である。従って、地域開発の中心都市であるパカンバルは、その持つ都市、産業機能などの諸機能を周辺地域に波及させることが重要になってくる。

表 7. 3 パカンバンバル市付近ルート比較表

比較路線名	A ルート	B ルート	C ルート
比較路線の目的	PEKANBARU 市街地の北側をバイパスし、DUMAI 側への時間短縮と 1st で改良している現道を利用して市街地と連結させる案。	PEKANBARU 市街地と直結させる案	PEKANBARU の市街地をバイパスする道路 (DUMAI と PADAN を連結する道路) と連結させる案
道路区間の総延長	L = 25 km このうち、現道利用長 L = 6 km 新設道路延長 L = 19 km	L = 30 km このうち、現道利用長 L = 30 km 新設道路延長 L = 0 km	L = 55 km このうち、現道利用長 L = 32 km 新設道路延長 L = 13 km
舗装面積	132千㎡	40千㎡	100千㎡
経 済 性	中間である。	B ルートに比べて小	A ルートに比べて大
線形改良の有無	現道利用区間の一部線形改良が必要。	現道利用区間の一部線形改良が必要。	線形改良の必要性は少ない。
湿地帯通過延長	L = 0 km	L = 0 km	L = 12 km
路線の評価	<ul style="list-style-type: none"> PEKANBARU 市街地との直結可能 (A ルートと同じ) スマトラ東海岸道路によって道路延長が最長。 PEKANBARU 市街地の現在の交通運用からみて、DUMAI 方向へ交通をバイパスさせることは、市街地内の混雑緩和によって望ましい。 PEKANBARU 市の将来の環状ルート (A ルート + C ルート) の一部を形成することになる。 A ルートは PEKANBARU 市の今後の発展を踏まえた長期的な整備が望まれ、本ルートを推奨する。 	<ul style="list-style-type: none"> BENGAT と州都である PEKANBARU を直結するルートである。 スマトラ東海岸道路によって道路延長が短い。 しかし、PEKANBARU 市街地内を通過するため、今後、市街地内の道路容量向上の対策の必要性が考えられる。 当面は B ルートを推奨する。 	<ul style="list-style-type: none"> PEKANBARU 市街地との接続には希としない。 スマトラ東海岸道路によって迂回が生じ道路延長が長くなる。 当区間の交通は DUMAI 方向への交通が多く、B ルートを利用して PADAN、TELUK KUANTAN 方向へ流れる交通需要は少ない。

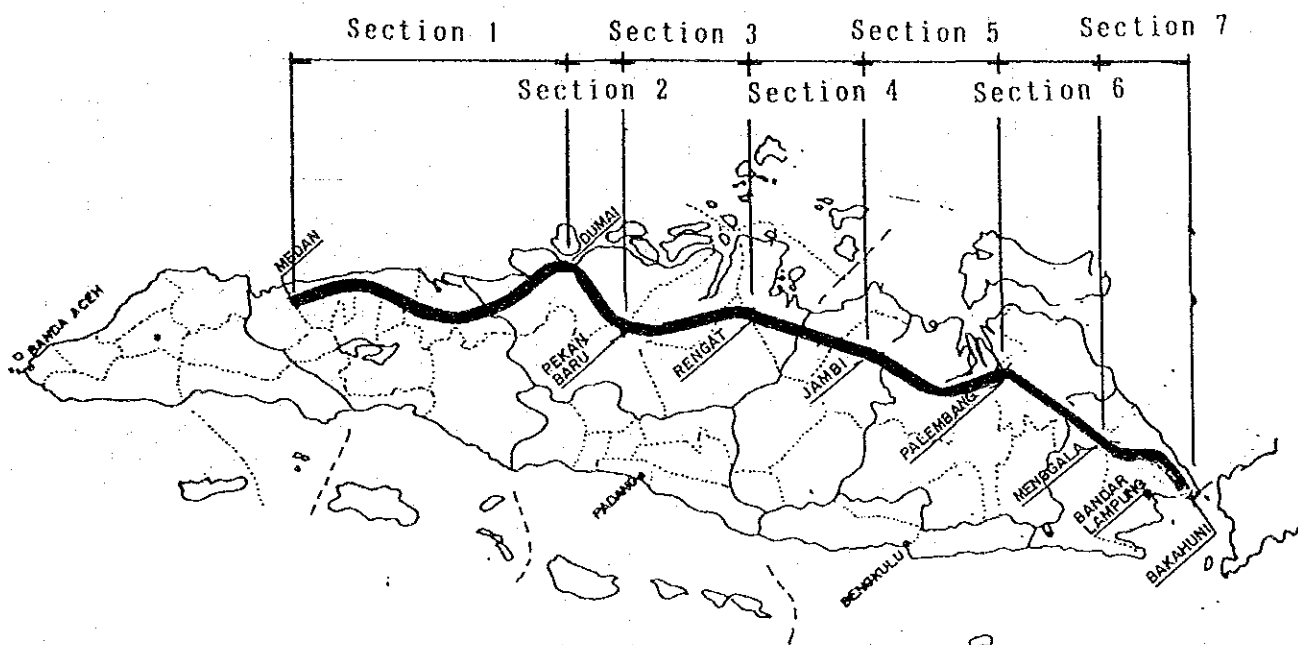
7.6 東海岸道路の計画概要と経済評価

スマトラ東海岸道路は、前記、道路計画の基本方針に従い、基本的には現道を利用し、スマトラ東海岸沿いの主要都市を連絡する。以下に、スマトラ東海岸道路の計画概要および経済評価について述べる。

7.6.1 スマトラ東海岸道路の計画概要

(1) 構成区間の設定

スマトラ東海岸道路の総延長は $L = 1,906\text{km}$ であり、各構成区間において、地形、その他の地域条件が異なる。そのため、スマトラ東海岸道路の計画策定にあたっては、主要都市を境に全線を7区間に分割して計画策定する。



(2) 計画交通量

第6章の交通需要予測の推計に基づき、2010年の区間交通量を図7.4に示す。
この結果、2010年の計画交通量は、概ね下記のとおりである。

都市近郊部	35,000～40,000台/日 (P.C.U)
地方部	15,000～20,000台/日 (P.C.U)

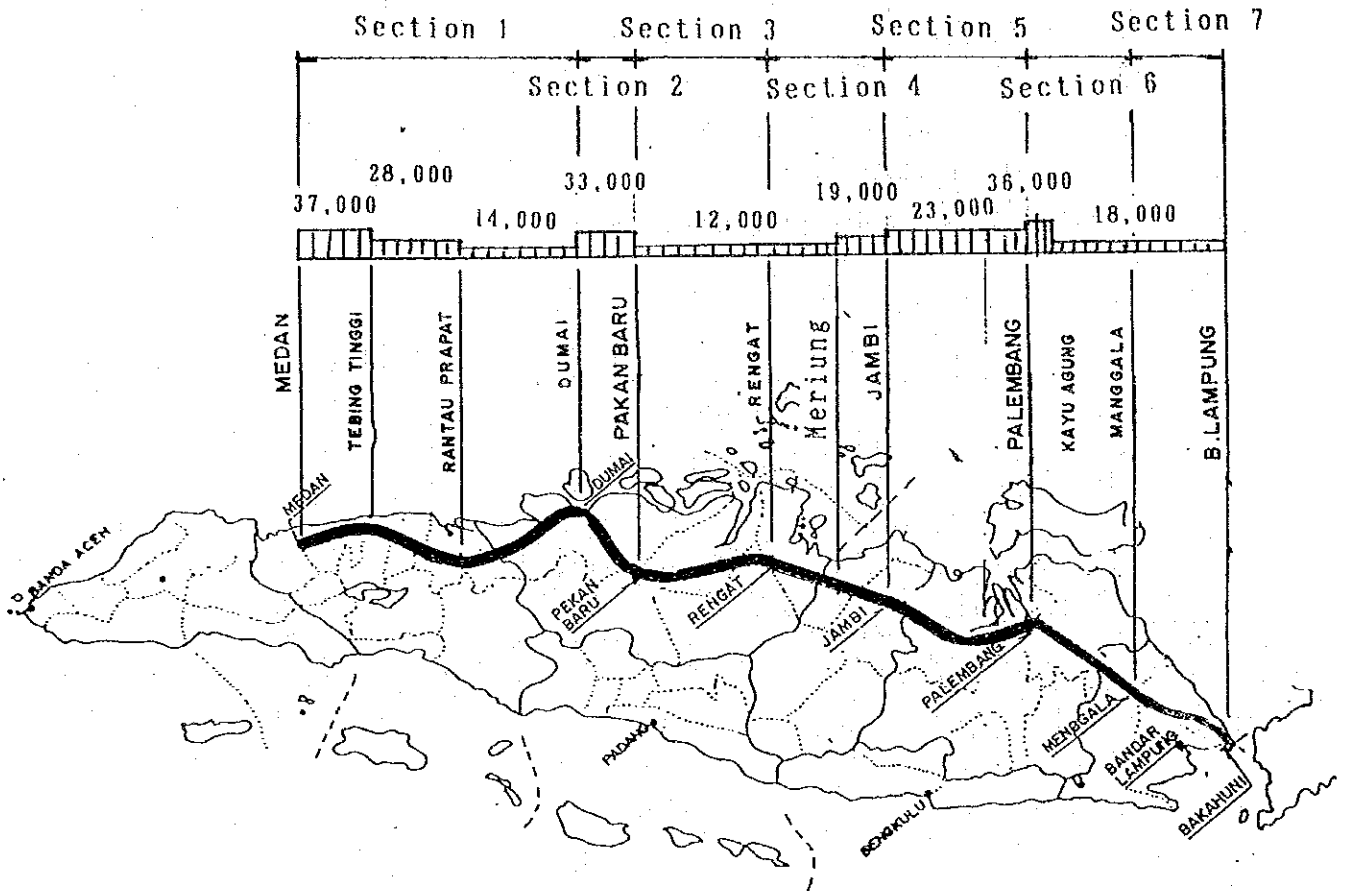


図 7.4 計画交通量 (PCU台/日)

(3) 道路の規格

スマトラ東海岸道路はその役割、機能面から都市間連絡道路として計画する。
従って、道路の規格は次のように設定した。

- 基本の道路規格は、Arterial道路のClass II Bとする。
- ただし、都市部等で交通量が4車線を必要とする区間については、Arterial道路のClass II Aを適用する。

(4) 標準横断面

図7.5にスマトラ東海岸道路の標準幅員構成を示す。

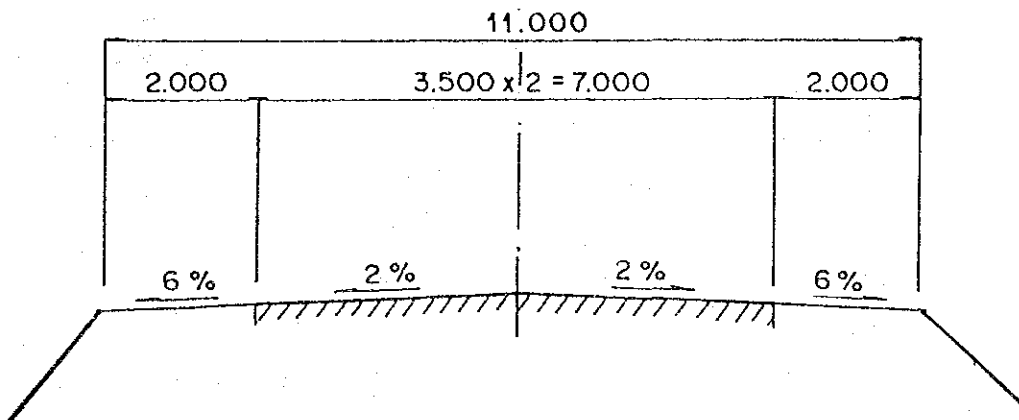


図 7.5 標準横断面図

(5) 各区分ごとの地域概要

1) 区間：1

- 区間1は、北スマトラ州の州都メダンからスマトラの海上交通の主要基地であるデュマイに至る区間である。
- 北スマトラ州の州都メダンを起点に海岸沿いを南下し、カプパテンの中心都市テピンテンギおよびランタウプラパトを通過する。この間に港湾都市のSp.クワットがある。
- その後、路線は北スマトラとリアウ州との州境に至る。
- 州境からデュマイまでの区間の道路網は、デュマイまで国道が直結している。この区間では、ロコン川と交差し、ロコン川には、年間27千人と500tonの利用がある。また、ロコン川には橋長225m、幅員6.00mの橋梁が架かっている。
- 港湾施設があるバガンシアピアピおよび州都パカンバルにはそれぞれ州道が連絡している。
- この区間のスマトラ東海岸道路は、スマトラの海上交通の主要基地であるデュマイと直結させる路線とする。
- 改修プロジェクトは、北スマトラ州のメダンからのランタウプラパト区間で行なわれている。

2) 区間：2

- 区間2は、デュマイからリアウ州の州都パカンバルに至る区間である。
- デュマイからパカンバルの区間の国道沿いには、石油の産出地、工場の建つドリ・ミナスなどがあり、交通量も多く、道路は整備が進み、舗装幅6.0mである。
- この区間でシアック川と交差する。シアック川は、年間155千人と17,000tonの利用があり、橋長350m、幅員7.30mの橋梁が架かっている。
- パカンバルの市街地部では、デュマイと西スマトラ州の州都パダンおよび石炭の産地を持つトゥルック・クアンタン方面とを連絡するバイパスが計画され、現在、すでに一部着工されている。
- パカンバルの市街地内のスマトラ東海岸道路の通過方法は、7.5.2節の路線代替案の項を参照。

3) 区間 : 3

- 区間3は、パカンバルからレンガットに至る区間である。
- 当区間の現道としては、パカンバルからSP.ラゴを経由してレンガットに至る最短路線を想定している。なお、現在、この区間では一部、改修プロジェクトが進行している。
- SP.ラゴ周辺は、現在、入植によるパームオイルのプランテーションが大規模に展開され、また、道路状態も改修が進み走行条件はかなり改善されてきている。しかしながら、幹線道路としての規格としては、今後なお改良が必要である。
- レンガット周辺では、インドラギリ川が流れ、その川沿いにレンガットの町の中心がある。
- スマトラ東海岸道路は、インドラギリ川に架かる橋梁を利用し、レンガットの町の中心から約15km離れた地点を通過する。
- レンガットの町の中心へは、舗装幅6.5mのアスファルト道路を利用する。
- レンガット周辺の詳細な状況は、第8章のプレフィジビリティスタディの項を参照。

4) 区間 : 4

- 区間4は、レンガットからジャンビに至る区間である。
- レンガットからジャンビの区間は丘陵地、山地にあたり部分的に平面縦断線形の改良を必要とする区間もある。
- ジャンビの約30kmレンガット寄りから、バタンハリ川の洪水流域にあたり、河川横断施設（橋、ボックスカルバート）が多くなっている。
- バタンハリ川に架かる橋梁は橋長508m、幅員7.00mで、スマトラ東海岸道路はこの橋を利用する。
- ジャンビ周辺の詳細な状況は、第8章のプレフィジビリティスタディの項を参照。

5) 区間 : 5

- 区間5は、ジャンビから南スマトラ州の州都パレンバンに至る区間である。
- ジャンビからパレンバンの現道は、舗装幅4.5m~5.0mと多少幅員は狭いがアスファルト舗装され、道路状況は比較的良好である。
- パレンバン市街地では、上記道路が4車線に拡幅され、市の中央を通過する幹線道路として、ムシ川に架かるアンペラ橋に至る。アンペラ橋は現在改修済みであり、スマトラ東海岸道路として利用可能である。
- パレンバン市街地では、現在、外郭環状道路を整備しつつある。スマトラ東海岸道路の市街地内の通過方法は、パカンバルにおける市街地の通過方法と同様、当面は市街地と直結させる。長期的には、計画されているバイパスを利用することとした。

6) 区間 : 6

- 区間6は、パレンバンからメンガラに至る区間である。
- パレンバンからカユアグンの区間の国道は、現在、舗装幅6.0mで改良中であり、この道路を使用する。
- カユアグンからメンガラ間は、現在、APBN（インドネシア公共事業省予算）で舗装幅4.5~6.0mとして改良中であり、数年後には整備されることになっている。
- カユアグンからメンガラ区間の詳細な地域状況は、第8章のプレフィジビリティ・スタディの項を参照。

7) 区間 : 7

- 区間7は、メンガラからジャワ島との連絡フェリーが発着するバカフニに至る区間である。
- 当区間の路線および沿道状況は、7.5.1節の路線代替案および第8章のプレフィジビリティ・スタディの項を参照。

(6) 道路延長および建設費

スマトラ東海岸道路各区分ごとの道路延長および建設費を表7.4に示す。建設費の総額は、スマトラ東海岸道路L = 1,906kmで852,000百万ルピアとなる。
(1992年価格)

表 7.4 道路延長および建設費

Section	Length (km)	Financial Total Cost (mil.Rp.)	Financial Unit Cost (mil.Rp./km)
1. Medan - Dumai	522	213,805	409.5
2. Dumai - Pekanbaru	205	77,120	376.2
3. Pekanbaru - Rengat	201	85,121	423.5
4. Rengat - Jambi	264	131,876	499.5
5. Jambi - Palembang	276	108,843	394.3
6. Palembang - Menggala	249	113,971	457.7
7. Menggala - Bakauhuni	189	121,039	640.4
	1,906	851,775	446.9

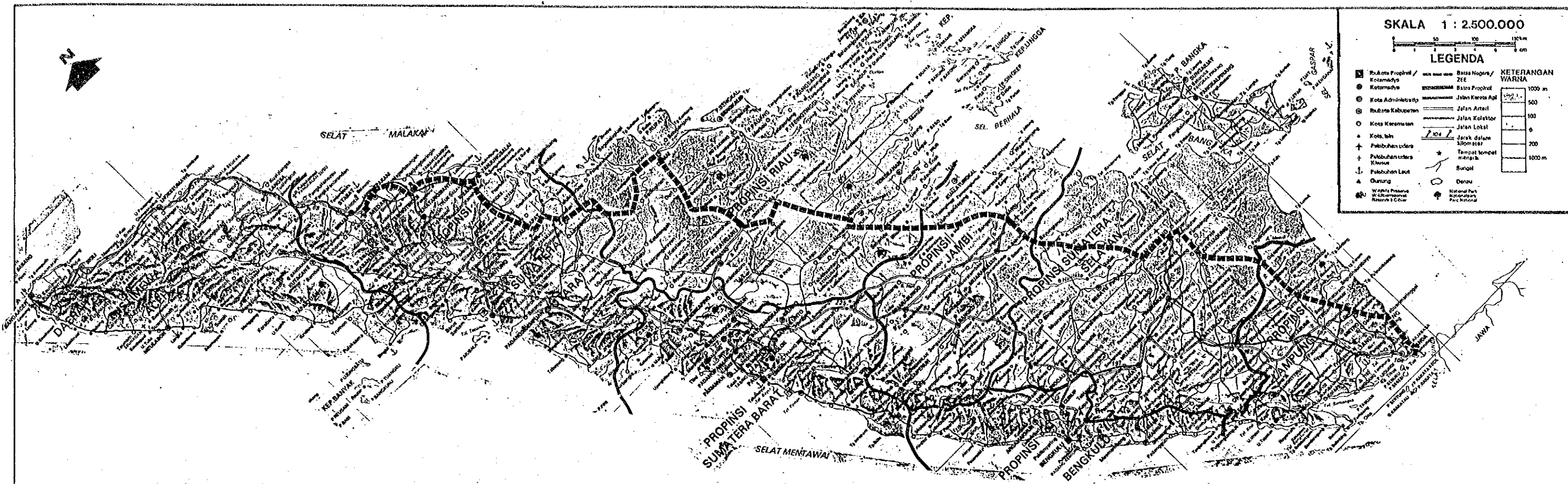
(7) 改良の内容

2010年のマスタープランの工事の改良内容の概要を表7.5に示す。道路総延長1,906kmのうち、車線の拡幅が全体の約93%を占めている。

表 7.5 マスタープランでの建設工事の概要

Proposed Project	Length
1. New construction	75 km
2. Additional lane construction	0 km
3. Widening of carriageway to 7 meters	1,774 km
4. Reconstruction (improvement of pavement structure)	0 km
5. Existing road without improvement (urban areas in main cities)	57 km
Total	1,906 km

以上をとりまとめた全線の概要を表7.6に示す。



PROVINCE		SUMATRA UTARA				RIAU				JAMBI		SUMATRA SELATAN			LAMPUNG			REMARK			
MAJOR CITY		MEDAN	TEBING TINGGI	TANJUNG BALAI	RANTAU PRAPAT	DUMAI	PEKAN BARU	SP. LAGO	RENGAT (PK.HERAN)	JAMBI	PALEMBANG	KAYU AGUNG	MENGGALA	(B. LAMPUNG)	BAKAUHUNI						
ROAD LENGTH (Km)		L=78	L=87	L=114	L=92	L=151	L=205	L=201	L=96	L=168	L=40	L=236	L=66	L=102	L=81	L=189	TOTAL LENGTH L = 1906 Km				
POPULATION (1000 PERSONS)		1751	117	108			399			34		1141				(637)					
TERRAIN		FLAT		ROLLING		FLAT SWAMP	ROLLING	FLAT	ROLLING	FLAT	ROLLING	FLAT SWAMP	ROLLING	FLAT SWAMP	ROLLING	FLAT	ROLLING				
EXISTING CONDITIONS	IRI (AVERAGE)	6.0	5.9	5.3	3.9	2.7	3.2	3.1	11.1	9.6	10.6	9.6	3.7	3.5	6.9	9.2	11.4	3.0	3.0	3.5	
	CARRIAGEWAY WIDTH	7.0	6.0	4.5~6.0	5.1~6.0	5.0~7.0	6.0~7.0	7.0	4.5 6.0	6.0~7.5	4.5~8.0	6.0~7.0	6.0 7.0	4.5~5.0	6.0 7.0	6.0 14.0	3.0		3.5	5.5	3.5
	SURFACE	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	EARTH	AC	EARTH or DBST	EARTH	AC	AC	AC	EARTH or MACADAM		HRS	MACADAM	
RELATED ROADS REHABILITATION PROJECT			G.(ON GOING) A.(PLANNED)					G.(ON GOING) A.(PLANNED)	APBN (ON GOING)	G.(ON GOING) A.(PLANNED)	APBN (ON GOING)	M.(ON GOING)		G.(ON GOING) A.(PLANNED)	APBN.(ON GOING)	APBN.(PLANNED)					M : EX-OECF G : FIRST NINE PROVINCES N : SECOND NINE PROVINCES A : THIRD NINE PROVINCES APBN : PROJECT BY NATIONAL BUDGET
PROPOSED CONDITIONS	TRAFFIC VOLUME (1000 VEHICLES/DAY)	37	28		14	33		12	12	19		23	36	18		18					
	ROAD CLASSIFICATION	PRIMARY ARTERIAL ROAD CLASS IIB (2 LANES)																			
	CROSS SECTION	CLASS IIB (2 LANES) CARRIAGEWAY 2x3.5=7.0M SHOULDER...2.0M																			
COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA															表 7.6 全体概要図						

7.6.2 マスタープランの経済評価

(1) 概要

マスタープラン（すなわち、東海岸道路の全線整備計画）の経済評価は、次の手順で行なった。

全線整備計画の工事規模を考慮して、段階的な整備実施計画を想定する。このために、各区間について個別的評価を行ない、各区間別の段階施工計画を設定した。

この段階施工計画に基づいて、全線整備計画の建設費を年次別に配慮した。便益は、直接的便益および間接的便益を対象とし、同じく段階施工計画に対応して推定された。

(2) 前提条件－段階施工

東海岸道路整備計画は、全線1,900kmにもおよび、総建設費は初期投資額で約9,000億Rp（1992年財務価格）にも達する。これは、単一のプロジェクトとして見た場合、多大な投資額である。当計画の同時施工は、その工事規模および財政的規模から判断して困難である。

従って、予算的制約及び施工資源の制約等を考慮すると、段階施工となるのが自然である。

段階施工は、前記で設定された7つの区間について着工の優先順位を設定し、この優先順位に基づいて実施されるものと想定した。

この優先順位を設定するため、7つの区間各々について個別的に投資効率に関し評価を行なった。

(3) 各区間の投資効率の評価

区間別の道路の投資効率を比較するために、各区間について個別的に整備した場合を想定した経済分析を行なった。この際、便益としては、車両走行費用節減便益および車両時間費用節減便益の直接的便益を適用した。

結果として区間別の投資効率の比較結果は、表7.7に要約される。各区間別の投資効率の比較結果の詳細は、Appendix A-7.3に示す。

表 7.7 区間別の投資効率の比較要約

Road Section	EIRR	Priority Assessment
Section 1	11.3 %	5
Section 2	10.2 %	6
Section 3	8.4 %	7
Section 4	12.2 %	4
Section 5	17.6 %	3
Section 6	19.1 %	1
Section 7	18.4 %	2

Note) 1) EIRR : Economic Internal Rate of Return

2) Section 7 : Section 7c

(4) 段階施工実施計画の設定

1) 施工順位の設定

各区間の施工順位は、上記の評価順位の高い区間に優先度を与えることとする。

2) 段階施工の実実施計画

各区間の段階施工の実実施計画の組み立てにあたっては、次の前提を想定した。

- 一つの区間の工事期間は、3ヶ年とする。
- 最初の工事期間の供用開始年次は1997年、最後の工事期間の供用開始年次は2005年とする。
- 工事規模等を考慮し、7つの区間を大きく3つの工程パッケージに編成する。
- 原則として、一つの工程パッケージの工事が終了し次第、次の段階の施工が開始される。
- 道路のリンクとしての地域的連続性を考慮する。

以上のことから、段階施工の実実施計画については、工程パッケージは下記に示すように設定され、区間別の工期は図7.6に示すように設定された。

- 工程パッケージ1 : 区間6及び7
- 工程パッケージ2 : 区間4及び5
- 工程パッケージ3 : 区間1、2および3

(5) プロジェクト・コスト

マスタープランのプロジェクト・コスト（7道路区間のコストの総和）は、表7.8に示すとおりである。

表 7.8 マスタープランのプロジェクト・コスト
(Million Rp. at 1992 price)

(Financial Costs)		
a) Initial Costs		
Construction, Engineering, & etc.	669,691	
Land Acquisition	182,084	
Total	851,775	
b) Whole including Maintenance		2,135,587
(Economic Costs)		
a) Initial Costs		
Construction, Engineering, & etc.	608,810	
Land Acquisition	182,084	
Total	790,894	
b) Whole including Maintenance		1,974,359

マスタープランのプロジェクト・コストは、区間別段階施工実施計画に基づいて、各年次に配賦される。

(6) 算定対象便益

東海岸道路の全線整備計画の経済評価にあたっては、便益としては以下に示す範疇のものを対象とする。

1) 直接的便益

東海岸道路の整備は、車両の旅行費用（車両走行費用および車両時間費用）の節減をもたらす。

2) 間接的便益

東海岸道路の供用により、以前の輸送手段、輸送時間、輸送費用の節約から市場・流通体系に乗らなかった農産品及び工業製品の流出入が可能となる。このように、生産・流通の合理化が図られ、産業立地の促進、産業構造の変化、開発の促進効果等により、地域生産の向上がもたらされる。

(7) 直接的便益の算定

直接的経済便益（車両走行費用節減および車両時間価値節減）は、段階施工実施計画に対応する交通配分結果に基づいて推定した。便益は、計算の便宜上、前記の設定された工程パッケージの供用開始年次に対応させて段階的に算定した。

便益額の年次別展開を概念的に表現したものを、図7.6に示す。

各区間の実施段階に対応させた計画年次（1997年および2010年）における便益額および最終的に適用された段階施工上の各供用開始年次における便益額を、各々表7.9および表7.10に示す。

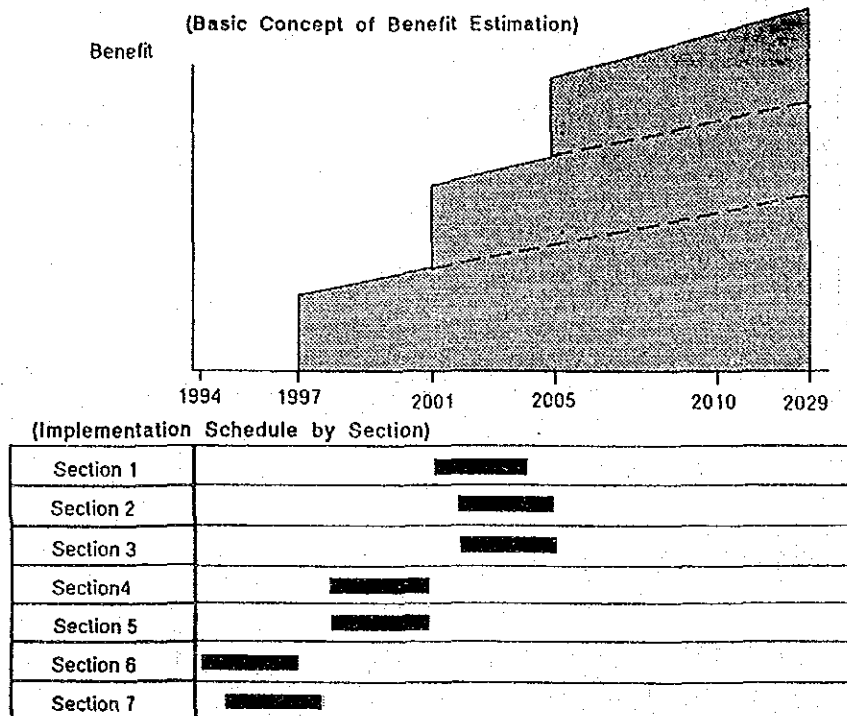


図 7.6 区間別工期および直接便益額の年次別展開の概念図

表 7.9 計画年次における直接的経済便益額

(Million Rp. at 1992 price)

	Year	VOC Saving	Time Saving	Total Benefits
Construction Package 1 (Section 6 & 7 developed)	1997	24,434	2,437	26,871
	2010	114,802	14,691	129,493
Construction Package 2 (Section 4,5,6 & 7 developed)	1997	54,289	5,440	59,729
	2010	207,977	26,759	234,736
Construction Package 3 (All Sections developed)	1997	71,643	7,367	79,010
	2010	340,910	47,484	388,394

表7.10 直接的経済便益額（段階施工上の各供用開始年次）

(Million Rp. at 1992 price)

Planning Year (Starting Year of Road Service Operation)	VOC Saving	Time Saving	Total Saving
1997 1)	24,434	2,437	26,871
2001 2)	101,578	12,000	113,577
2005 3)	237,346	32,054	269,400
2010	340,910	47,484	388,394

Note : 1) Starting year of road service of Section 6 and 7. In the traffic assignment, the starting year of road service of Section 7 is assumed as 1997.
 2) Starting year of road service of Section 4 and 5.
 3) Starting year of road service of Section 1, 2 and 3.

(8) 間接的便益の算定

時間短縮効果により産業の活性化が図られ、所得の増加がもたられられるという前提で便益を考慮した。産業の生産性（1人当たり地域総生産）を関連するスマトラの2大都市のメダンおよびパレンバンとの時間距離を用いて、回帰式により目標年次における便益額を算定した。（算定の詳細は、Appendix A-7.4参照。）算定結果は、表7.11に示す。

表7.11 間接的経済便益額

(Million Rp. at 1992 price)

Year	Indirect Benefit Amount
1997	14,410
2010	554,027

(9) 経済分析結果

直接的便益および間接的便益を対象として計算した経済分析結果は、各々表7.12および表7.13に示す。

表7.12 マスタープランの経済分析結果
 (直接的便益-車両走行費用および時間価値節減)

Description	
EIRR (Economic Internal Rate of Return)	24.6%
NPV (Net Present Value) at Discount Rate of 15%(Million Rp.)	406,800
B/C (Benefit Cost Ratio) at Discount Rate of 15%	2.1

表7.13 マスタープランの経済分析結果 (間接的便益)
 (間接的便益-開発促進便益)

Description	
EIRR (Economic Internal Rate of Return)	32.5%
NPV (Net Present Value) at Discount Rate of 15%(Million Rp.)	681,700
B/C (Benefit Cost Ratio) at Discount Rate of 15%	2.8

表7.14 マスタープランの経済分析結果
 (直接的便益および開発促進便益)

Description	
EIRR (Economic Internal Rate of Return)	44.3%
NPV (Net Present Value) at Discount Rate of 15%(Million Rp.)	1,461,700
B/C (Benefit Cost Ratio) at Discount Rate of 15%	4.9

これらの結果は、マスタープランの実施が経済的観点から妥当性を持っていることを示している。

7.7 環境への影響

7.7.1 概 要

道路建設計画に伴う環境影響評価（Environmental Impact Analysis : EIA）のためのガイドラインが1990年に公共事業省から発行されている。（No. 779/KPTS/1990）

道路建設は種々の正、負の影響を周辺に与えるものであり、建設に伴う負の影響を可能な限り低減することが重要である。このため、この項では、スマトラ東海岸道路として、地域環境に与える影響の内容について概略的に把握するとともに、フィジビリティ・スタディ対象として想定している区間について把握すべき環境内容について述べる。

図7.7にインドネシアの環境影響評価の概要を示す。

7.7.2 計画道路の概要と環境の影響要素

(1) 計画道路の概要

- ・ 計画道路名 : スマトラ東海岸道路
- ・ 起 終 点 : メダン～バカフニ
- ・ 道路総延長 : 1,906km
- ・ 車 線 数 : 2車線道路
- ・ 設 計 速 度 : 60km/時
- ・ 計 画 概 要 : 計画道路は基本的に現道を拡幅改良する。

(2) 今後把握すべき環境

計画道路は拡幅、線形改良が主体であるため事業の計画、設計、施工を行なう上で把握すべき環境としては次のものがあげられる。

1) 社会経済分野

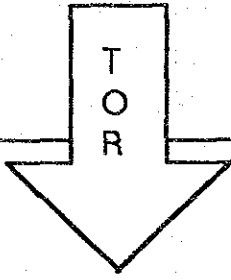
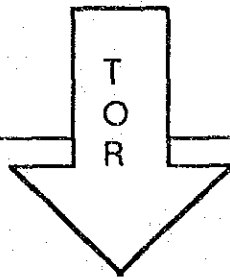
- ・ 道路の拡幅に伴う住民の立ち退き数。

2) 物理・自然分野

- ・ 道路改良に伴う水質の変化。
- ・ 道路改良に伴う河道の変化、新たな洪水地の発生。

3) 生態系分野

- ・ 自然生態系への工事中、供用後の影響。

	PROPOSED PROJECT	EXISTING PROJECT
PRELIMINARY STUDY	PIL Preliminary Environmental Information Report	PEL Preliminary Environmental Evaluation Report
INDEPTH STUDY		
	ANDAL Environmental Impact Analysis	SEL Environmental Evaluation Study
	RKL Environmental Management Plan	RKL Environmental Management Plan
	RPL Environmental Monitoring Plan	RPL Environmental Monitoring Plan

PIL:	Penyajian Informasi Lingkungan
PEL:	Penyajian Evaluasi Lingkungan
ANDAL:	Analisis Dampak Lingkungan
SEL:	Studi Evaluasi Lingkungan
RKL:	Rencana Pengelolaan Lingkungan
RPL:	Rencana Pemantauan Lingkungan

COASTAL ROADS
IN
EAST COAST SUMATRA

図 7.7 環境影響評価の概要図

7.8 東海岸道路整備優先区間の選定

ここでは、2010年目標の道路整備計画への第一段階の整備として、1997年までに実施すべき優先区間を選定する。

7.8.1 優先区間の選定基準

優先区間（プレフィジビリティ・スタディ対象プロジェクト）は、1997年までに実施する区間を選定するものである。調査団は、スマトラ東海岸道路の必要性と役割を踏まえて、物理的な必要性和戦略的な必要性の両面から、優先区間の選定基準を下記のように設定した。

(1) 物理的な必要性

- 1) スマトラ東海岸道路の中で欠落リンクを連結する区間
- 2) スマトラ東海岸道路のうちで現道の道路状況が不良の区間
- 3) 現道の迂回が大きく新路線の強化整備により、走行距離が大幅に短縮できる期間
- 4) 将来交通需要に対応する必要のある区間

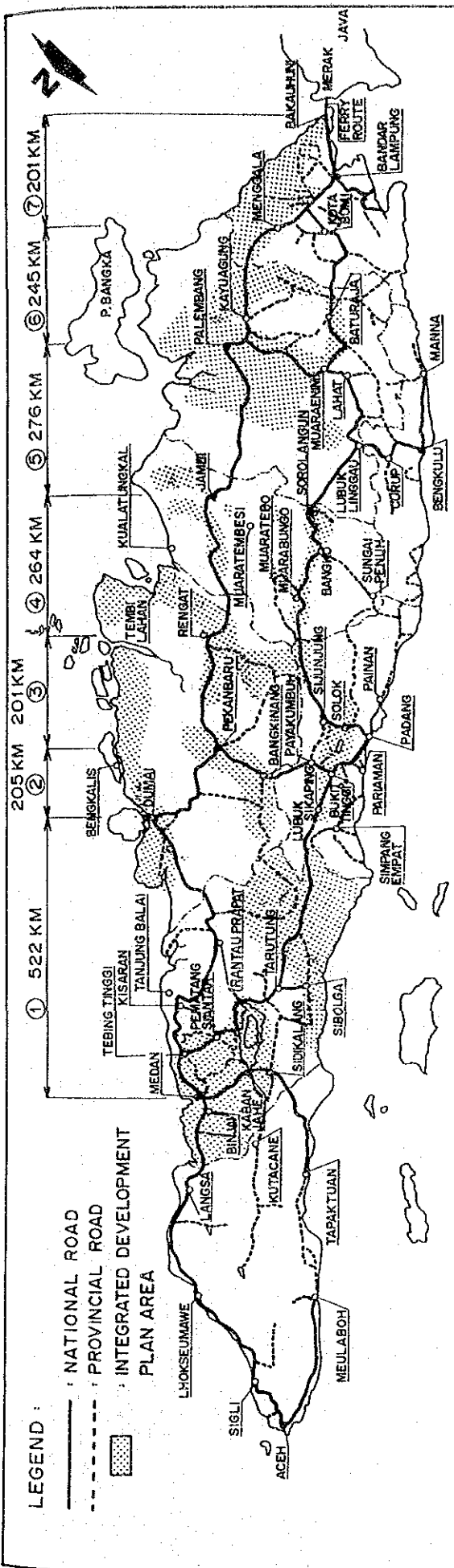
(2) 戦略的な必要性

- 5) 道路整備計画などで、すでに主要幹線道路として位置付けられている区間
(Heavy Loaded Road Improvement Project等)
- 6) 大きな投資効果の期待できる区間
- 7) 上位開発計画および各種関連開発計画を有効に支援する区間
- 8) スマトラ東海岸道路のうち、国内外貿易の拠点となる港へのアクセスに対して有効な区間
- 9) 大きな開発促進が期待できる区間
- 10) ジャカルタ経済圏と一体となり、スマトラの地域センターとして発展に寄与する区間

7.8.2 優先区間の選定

上記、優先区間の選定基準に基づき、7区間を比較、評価した結果を表7.15に示す。優先（プレフィジビリティ・スタディ対象プロジェクト）区間として、次に示す3区間を選定した。

- 区間4 : レンガット～ジャンビ 道路延長 255km
- 区間6 : パレンバン～メンガラ 道路延長 183km
- 区間7 : メンガラ～バカフニ 道路延長 189km



ITEMS OF EVALUATION	1. MEDAN - DUMAI		2. DUMAI - PEKANBARU		3. PEKANBARU - RENGAT		4. RENGAT - JAMBI		5. JAMBI - PALEMBANG		6. PALEMBANG - MEGGALA		7. MEGGALA - BAKAUHUNI	
	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△
1. MISSING LINK OF NATIONAL ROAD	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
2. UNSUITABLE ROAD CONDITION	△		X	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. SHORTENING OF VEHICLE TRIP	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
4. TRAFFIC DEMAND	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5. COMBINED WITH HEAVY LOADED IMPROVEMENT PROJECT	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6. PRIORITY COASTAL ROAD LINKS IN VIEW OF INVESTMENT EFFECT	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
7. SUPPORTING OF DEVELOPMENT PLAN OF PORT	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8. ROLL OF ACCESS TO THE HINTERLAND	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
9. PROMOTION OF LOW DEVELOPMENT AREA LINKAGE WITH JKT ECONOMIC ZONE	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TOTAL OF EVALUATION	3		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
LEGEND : ○ MOST EFFECTIVE		△												
△ MEDIUM EFFECTIVE														
X LESS EFFECTIVE														

表7.15 優先区間の選定

COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA

第8章 プレフィジビリティ・スタディ調査

第8章 プレフィジビリティ調査

8.1 概要

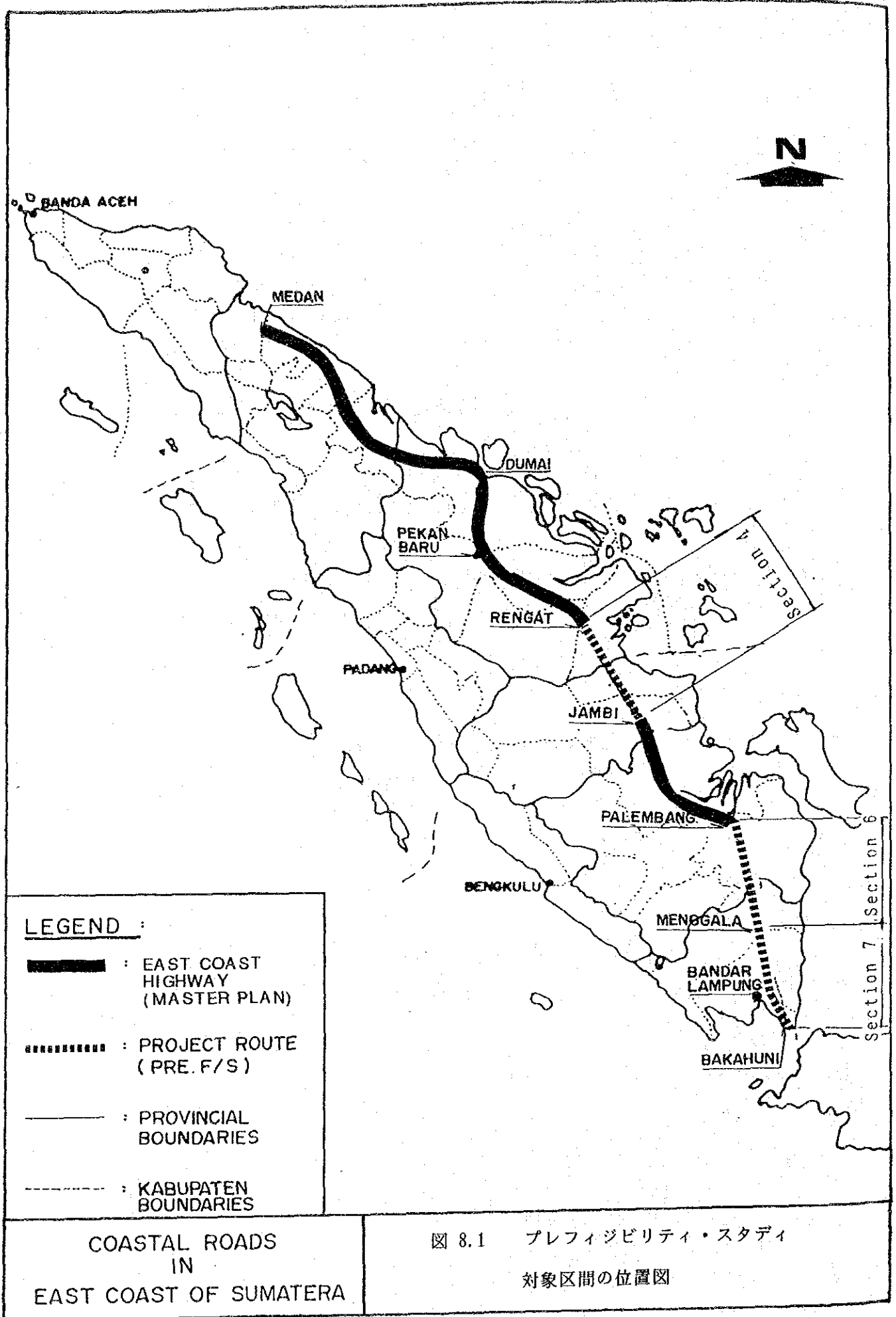
ここでは、第7章のスマトラ東海岸道路マスタープランの策定の中で選定された優先整備3区間について、プレフィジビリティ・スタディを行なう。

表8.1にプレフィジビリティ・スタディ区間の道路規格、図8.1に対象区間を示す。プレフィジビリティ・スタディを行なう道路総延長は627kmである。

表 8.1 プレフィジビリティ・スタディ区間の道路規格

	Section (4) Rengal to Jambi	Section (6) Kayuagung to Menggala	Section (7) Menggala to Bakauhuni
Road Length (km)	255	183	189
Present Status	National Collector	Non Status	Non Status
Planned Status	National Arterial	National Arterial	National Arterial

Note: 道路規格は、対象区間の代表的な規格を示す。道路延長は、プレフィジビリティ・スタディの対象道路延長を示す。(プレフィジビリティ・スタディの起終点位置は、現道の道路状況を踏まえて定めた。詳細は、8.4 地域および現橋の概要の項参照)



8.2 設計基準

8.2.1 幾何構造基準

道路の幾何構造基準としては、下記する基準 1)、 2)参考資料 3)がある。

- 1) Standard Specifications for Geometric Design of Rural Highway, No.13/1970, 1980.
- 2) Container Transportation on the Road: 1990 Ministerial Decree by Minister of Transport and Communication.
- 3) Standard Specification for Geometric Design of Rural Highway (Final Draft): Directorate General of Highways, Department of Public Works 1990.

スマトラ東海岸道路は都市間連絡道路としての位置づけから、道路の規格は Arterial道路を適用する。スマトラ東海岸道路の幾何構造基準は、上記基準類に従い表8.2のように設定した。

8.2.2 構造物設計基準

(1) 橋梁幅員

橋梁幅員は、インドネシアのインテグレイテッド・ロード・マネージメント・システムに記載されている日平均交通量と橋梁幅員との値を最小橋梁幅員とした。

(表 8.3参照)

表 8.3 最小橋梁幅員

AADT	Minimum Bridge Width
Less than 3,000	4.5 m
3,000 to 8,000	6.0
8,000 to 20,000	7.0
Greater than 20,000	14.0

表 8.2 幾何構造基準

Item	Unit	Standard Specification for Geometric Design of Rural Highway		Containers Transportation on the Road	Recommendation
		Class II A	Class II B		
Road Class		Class II A	Class II B	Class II B	Class II B
Terrain		Flat, Rolling and Mountain	Flat, Rolling and Mountain	-	Flat, Rolling and Mountain
Design Traffic Volume	pcu/day	6,000 ~ 20,000	1,500 ~ 8,000	-	1,500 ~ 8,000
Design Speed	km/hr	100 80 60	80 60 40	60	60
R.O.W. Width	m	40	30	-	30
Lane Width	m	2 x 3.5 m or 2 x (2 x 3.5 m)	2 x 3.5 m	2 x 3.5 m	2 x 3.5 m
Shoulder Width	m	3.0 2.5 2.5	3.0 2.5 2.5	2.0	2.0
Median Width	m	1.5	na	-	na
Crossfall of Pavement	%	2	2	-	2
Crossfall of Shoulder	%	4	6	-	6
Max. Superelevation	%	10	10	-	10
Min. Radius Curve	m	350 210 115	210 115 50	115	115
Max. Gradient	%	4 6 7	5 7 8	5	5
Min. Clearance	m	4.5	4.5	5	5
Max. Axle Loading	ton	-	-	10	10

(2) 荷 重

橋梁構造物の設計においては、道路総局が定める道路橋のための荷重基準を適用した。

(3) 計画高水位

計画高水位から桁下までの桁下空間高は、最小1.00mとした。表8.4に河川と水路の規模別の計画対象降雨確率年数および桁下空間高を示す。

表 8.4 計画対象降雨確率年数および桁下空間高

Classification	Return Period (years)	Minimum Vertical Clearance (meters)
Major River	50	1.0
Medium River	50	1.0
Small River (< 20 m wide)	25	1.0
Box/Pipe Culvert	10	0.5
Roadside Structure	3	-

8.2.3 舗装設計基準

道路の舗装設計基準は、下記の諸基準に依拠する。

- Guide for Flexible Pavement Design (Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya SNI-1732-1989F) published by Bina Marga.
- Container Transportation on the Road (km 74-1990): Ministerial Decree: Minister of Transport and Communication.
- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1986

8.3 道路の交通容量と必要車線数

道路の必要車線数は道路の交通容量と計画交通量の比から求める。

8.3.1 道路の交通容量

プレフィジビリティ・スタディ対象区間の道路の交通容量は、道路幅員が一般部、橋梁部および現道とそれぞれに異なるため、道路幅員ごと（3ケース）の交通容量を算出する。

Case-1: スマトラ東海岸道路の幅員構成の場合

- 車線幅員 3.5m
- 車線数 2
- 路肩幅 2.0m

Case-2: 現在の橋梁の幅員構成の場合

- 車線幅員 3.0m
- 車線数 2
- 路肩幅 0.0m

Case-3: 1車線道路（車線幅4.50m）の幅員構成の場合

- 車線幅員 4.5m
- 車線数 1
- 路肩幅 1.0m

なお、交通容量の算出にあたっては下記資料を参考にした。

- Standard Specification for Geometric Design of Rural Road (final draft) December 1990.
- Highway Capacity Manual by Japan Road Association.

(1) Case-1

$$S T V = B H C \times F w \times \frac{F u}{K f a c t o r}$$

- Where :
- S T V = 道路交通容量
 - B H C = 基本交通容量
 - F w = 車線と路肩幅員による補正係数
 - F u = 沿道状況による補正係数
 - K f a c t o r = 日交通量に対する時間交通量の割合

Standard values :

$$\begin{aligned} \text{BHC} &= 2,800 \text{ (PCU/hr)} \\ \text{Fw} &= 0.97 \\ \text{Fu} &= 1.0 \\ \text{Kfactor} &= 0.06 \\ \text{STV} &= 2,800 \times 0.97 \times 1.0 / 0.06 \\ &= 45,000 \text{ PCU/day} \end{aligned}$$

(2) Case-2

Standard values :

$$\begin{aligned} \text{BHC} &= \text{基本交通容量} &= 2,800 \text{ (PCU/hr)} \\ \text{rL} &= \text{車線幅員による補正} &= 0.94 \\ \text{rC} &= \text{側方余裕による補正} &= 0.86 \\ \text{rI} &= \text{沿道状況による補正} &= 0.80 \\ \text{rT} &= \text{大型車混入による補正} &= 0.77 \\ \text{Kfactor} &= \text{日交通量に対する時間交通量の割合} &= 0.06 \\ \text{STV} &= \text{BHC} \times \text{rL} \times \text{rC} \times \text{rI} \times \text{rT} / \text{Kfactor} \\ &= 2,800 \times 0.94 \times 0.86 \times 0.8 \times 0.77 / 0.06 \\ &= 23,000 \text{ PCU/day} \end{aligned}$$

(3) Case-3

1車線道路の交通容量の算出方法が、インドネシアにないため1車線の道路交通容量としては、インドネシアの舗装を拡幅する場合の基準を適用した。(表8.5参照)

表 8.5 計画交通量と車線幅員

ADT	Pavement Surface Width (m) (Pd)	Shoulder Width (m) (S)
< 3000	4.5	1.0
3000 - 8000	6.0	1.5
8000 - 20000	7.0	2.0
> 20000	2 x 7.0	2.0

8.3.2 計画交通量

表8.6にプレフィジビリティ・スタディ区間の計画交通量を示す。

表 8.6 計 画 交 通 量

区 間		計画交通量(PCU台/日) (2010年)
区間4	ジャンビ～レンガット	19,000
区間6	カユアグン～メンガラ	18,000
区間7	メンガラ～バカフニ	18,000

8.3.3 必要車線数の算出

表8.7にプレフィジビリティ・スタディ区間の交通量と交通容量および必要車線数を示す。

表 8.7 プレF/S区間の交通量と交通容量および必要車線数

	区間4 ジャンビ ～レンガット	区間6 カユアグン ～メンガラ	区間7 メンガラ ～バカフニ
計画交通量 (PCU台/日) 2010年	19,000	18,000	18,000
交通容量 (PCU台/日)			
Case-1 (土工部)	45,000		
Case-2 (橋 部)	23,000		
Case-3 (1車線)	3,000		
必要車線数 2010年	2車線		

上表より、必要車線数は2車線とする。

なお、橋梁部では将来車線幅が不足することも考えられ、将来拡幅を考慮することが必要であろう。

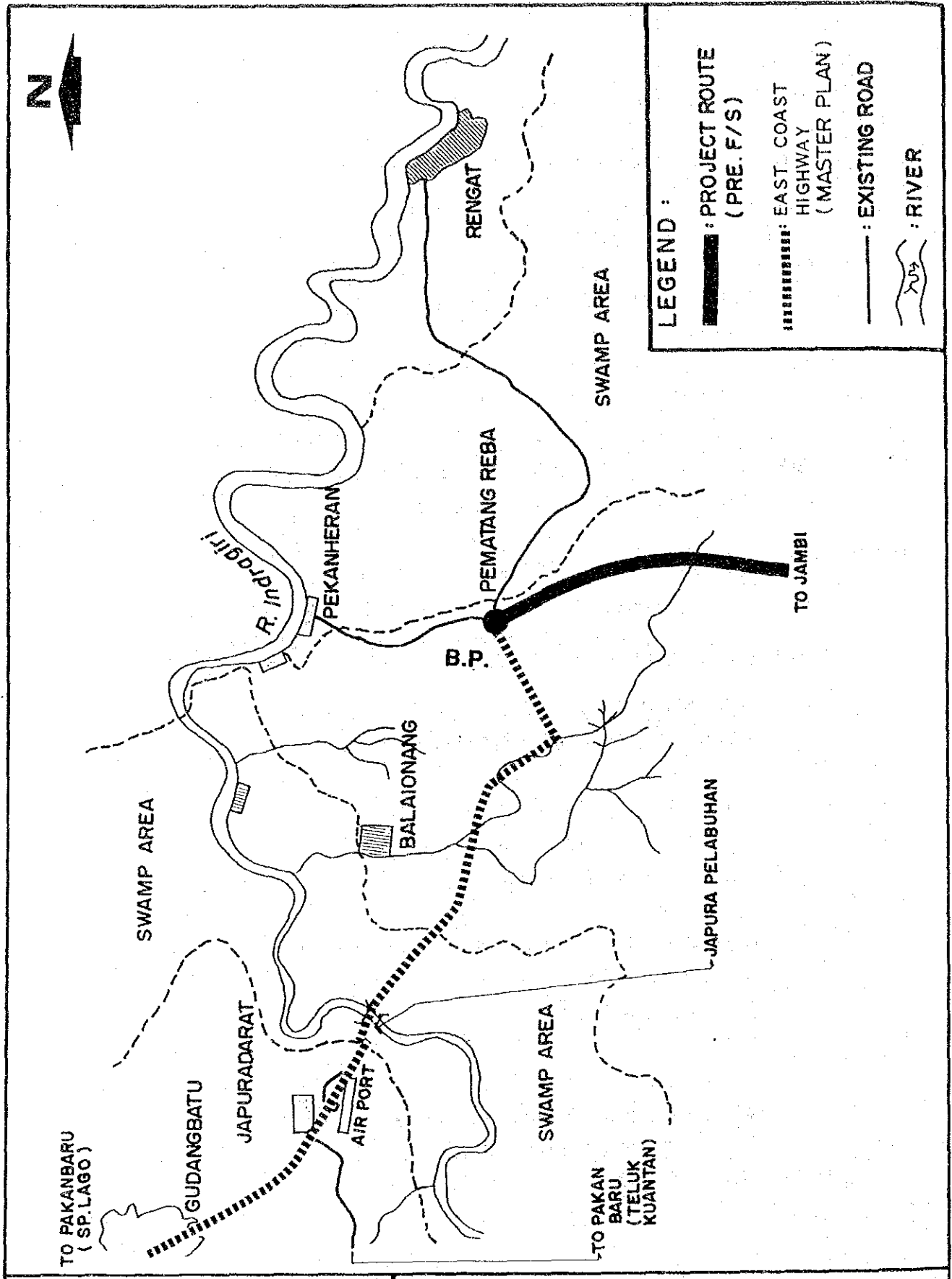
8.4 地域および現橋の概要

8.4.1 レンガット～ジャンビ区間

この区間は、レンガットの南約16kmのプマタン・レバに始まり、終点はジャンビの西11.5kmにあるメンダロまでの区間である。（レンガット～ジャンビ間の道路網は図8.2および図8.3を参照）起点のプマタン・レバからレンガット市の中心部へは、現況の道路（総幅員9.5m、舗装幅6.5m）をアクセス道路として使用する。アクセス道路延長は、約16kmである。（図8.2参照）

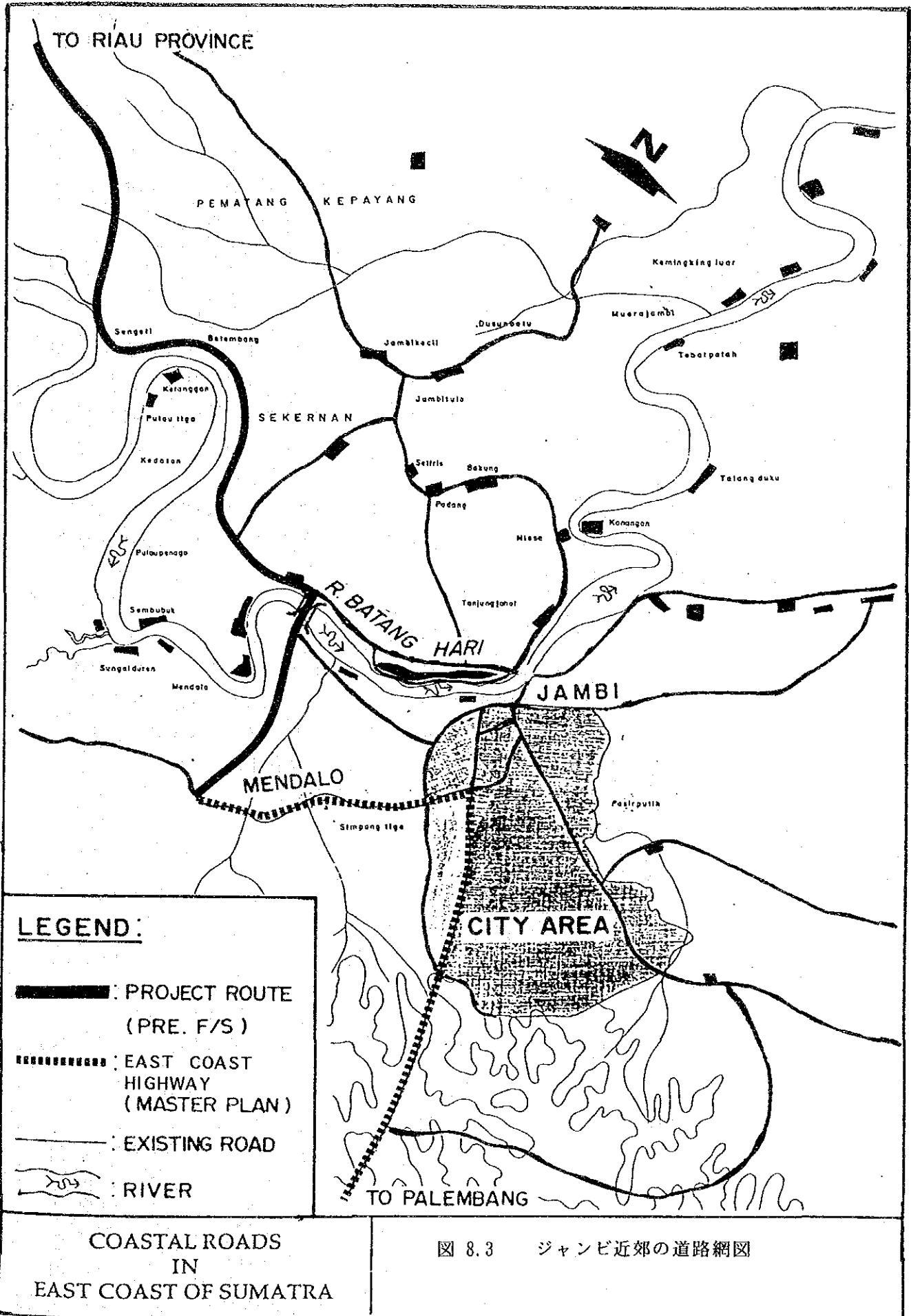
また、終点のメンダロからジャンビ市街地へは現況の9.0mの舗装道路（現在Ex-OECFプロジェクトにより改良中）と11.5mの舗装道路を使用する。（図8.3参照）現在の道路状況は、以下に述べるとおりである。

- この区間の地形は、リアウ州とジャンビ州の境付近の山地を除き、平坦もしくは低い丘陵地帯である。低い丘陵地や平坦部においては、縦断曲線は特に問題ないが、山地部の区間では急な縦断勾配が一部みられる。
- 現道の舗装幅は、リアウ州では4.5m、ジャンビ州では4.5m～7.0mとなっている。この区間の道路未舗装部分は全体の50%となっている。
- リアウ州における舗装道路部分は、ダブル・バイチュウミナス・サーフェース・トリートメント（DBST）であり、雨期にはときどき走行不能となる状況が生じるなど貧弱な状況である。
- 現在、APBN（インドネシア公共事業省予算）とOECFの資金によるプロジェクトによって、再舗装が計画されている。再舗装は数年のうちに完了することが予定されている。
- レンガットおよびパタンハリ川（ジャンビ）沿線では、洪水が頻発している地域である。現在の道路は、洪水位を想定して盛土構造となっており、計画にあたっては現在の道路高を嵩上げする必要はない。



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 8.2 レンガット近郊の道路網図



8.4.2 カユアグン～メンガラ区間

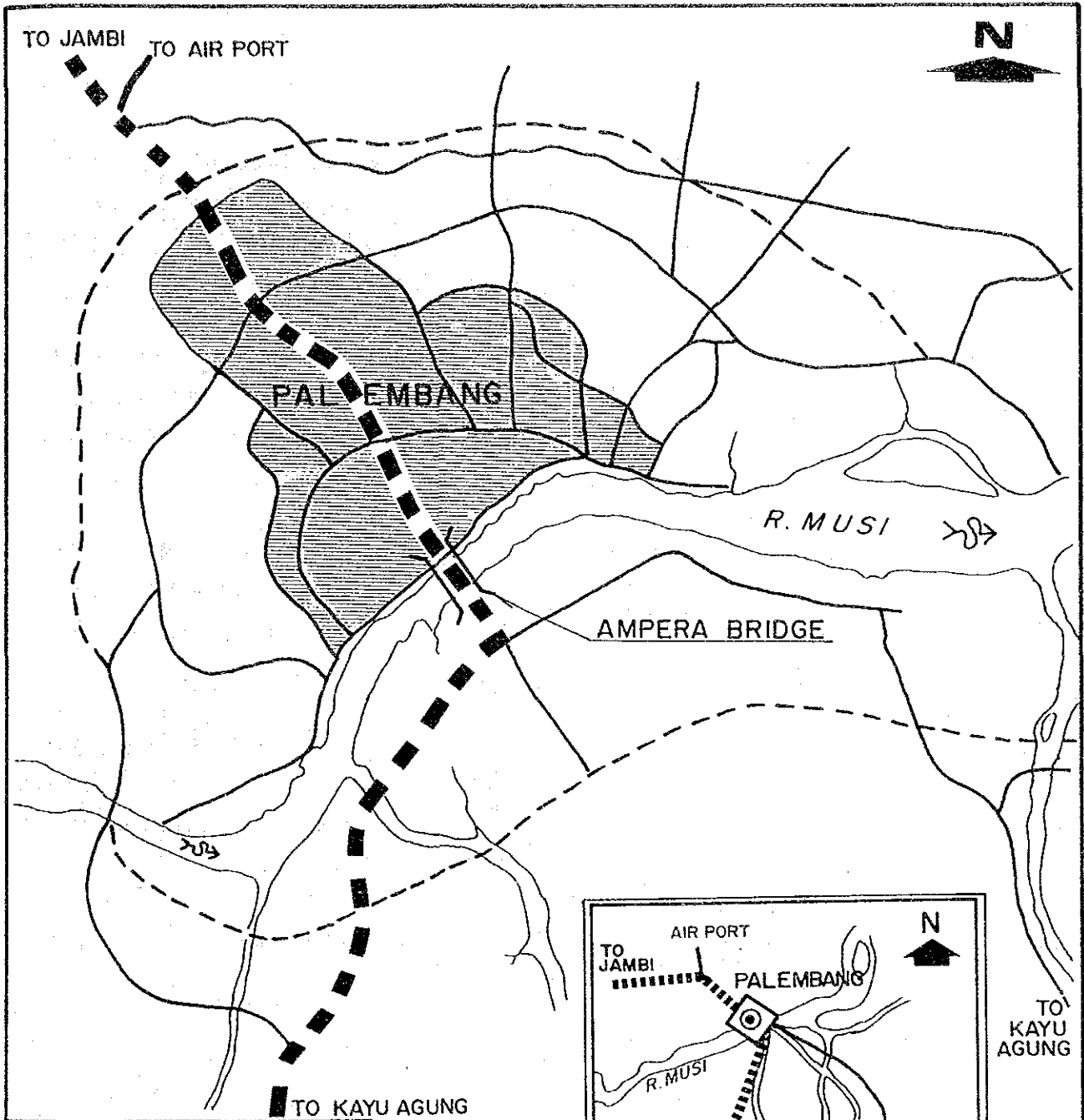
この区間は、パレンバンの南45kmのカユアグンに始まり、バンダル・ランボンの北100kmのメンガラが終点である（図8.4参照）。始点であるカユアグン地区は、現在道路改良が進行中である。パレンバンとカユアグン区間の国道の舗装幅は6mに改良中であり、カユアグンからペニャデインガンへ向かう地方道は4.5m幅員改良中である。

したがって、始点は現在舗装幅6mとして改良中の区間を除き、舗装幅4.5mの位置とした。また、終点のメンガラ付近については、APBNの道路プロジェクトの終点と同じ地点とした。メンガラの中心部は、プロジェクト終点より北へ約6kmの位置となる。現在の道路状況は以下に述べるとおりである。



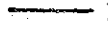
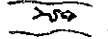


- この路線170kmは、現在APBNの資金により基本的に舗装幅4.5mで改良中である。ただし、現在南スマトラ州側では車道幅6.0mで施工している区間もみられる。
- この路線沿線の地形は、低い丘陵地帯と平坦部の2つのタイプの地形に分けられる。低い丘陵地帯は、州境からランボン州のメンガラまで延びている。州境から南スマトラ州側は比較的平坦であり、この地域を通り抜ける路線のうち20kmは湿地帯である。この湿地帯においては、道路高は地盤高より2.0m高くなっており、現地盤は盛土によってすでに圧密が進んでいる。

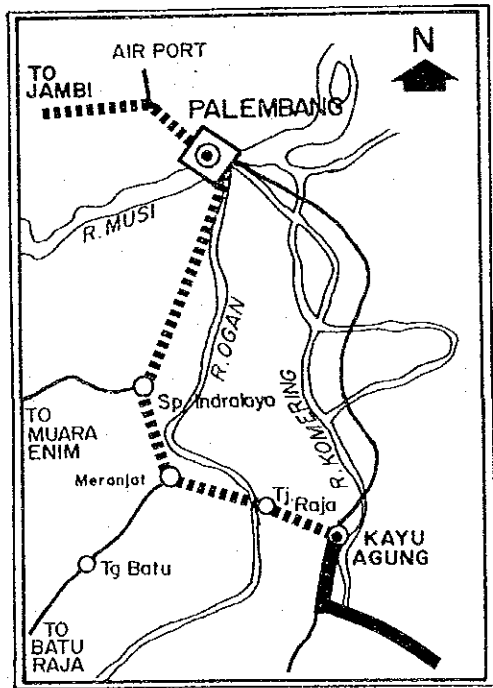
8.4.3 メンガラ～バカフニ区間

この区間は上記の区間の続きであり、この区間の路線概要は、7.5.1 バカフニ～メンガラ間の代替案の項を参照のこと。



LEGEND:

-  : PROJECT ROUTE (PRE - F/S)
-  : EAST COAST HIGHWAY (MASTER PLAN)
-  : EXISTING ROAD
-  : PLANING ROAD
-  : RIVER
-  : CITY AREA



**COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA**

図 8.4 パレンバン近郊 (カユアグンを含む) の道路網図

8.4.4 橋 梁

プレフィジビリティ・スタディ区間の現況の橋梁は、道路総局の橋梁管理システム（BMS）データベースを基にしている。なお、プレフィジビリティ・スタディ調査区域内には、全部で172の橋梁がある（建設中の橋梁を含む）。これらの橋梁について大きさ、タイプ、建設年度、橋長を表8.8から8.11に示す。

- ほとんどの橋梁は鉄筋コンクリート桁の橋であり、最近オーストラリアより鋼トラスが橋梁部材として導入されており、35m～60mの径間の橋に利用されている。多くの橋梁は1970年以後に建設されており、橋梁の状況は一般的に良好である。
- ただし、構造の貧弱さがみられたり、非常に危険な状態にある橋梁が少ないがまだある。特に注目すべきは、レンガット～ジャンピ間に後者のグループ中の幅4m～4.5mの木造橋が3橋あり、できる限り早く取り替えるべきである。
- メンガラ～カユアゲン間の区間において、いくつかの橋梁工事が道路工事に先行して進められている。カユアゲン近くのペニャデインガンとメンガラ近郊のBj. テヌックにおける橋梁は、道路総局の広報によると幅員6.0m、あるいはそれ以上の幅員を持つ橋梁が今年中に完成する予定である。
- ランポン州と南スマトラ州の州境に近いメスジ橋は、45mと60mの2径間のトラス橋であり1992年3月に完成している。

表 8.8 建設時期別橋梁数

Section	1990-92	1980-89	1970-79	1960-69	Earlier	Total
(1) Rgt-Jambi	39	21	---	---	---	60
(2) Kyagng-Mgl	24+(14)	13	---	---	---	51
(3) Mgl-Bkh	---	29	24	5	3	61
Total	77	63	24	5	3	172

表 8.9 橋種別橋梁数

Section	Steel Glrder	Steel Truss	Reinf. Concrete	Prestrss Concrete	Wooden	Other	Total
(1) Rgt-Jambi	9	9	39	---	3	---	60
(2) Kyagng-Mgl	---	3+(2)	34+(12)	---	---	---	51
(3) Mgl-Bkh	10	5	42	2	---	2	61
Total	19	19	127	2	3	2	172

表 8.10 車線幅員別橋梁数

Section	4.5 m	6 m	6.5-7 m	8m	9m	Total
(1) Rgt-Jambi	8	46	2	2	2	60
(2) Kyagng-Mgl	2	35+(14)	---	---	---	51
(3) Mgl-Bkh	---	22	14	25	---	61
Total	10	117	16	27	2	172

表 8.11 橋長別橋梁数

Section	< 19 m	20-49 m	50-99 m	100-130m	> 500 m	Total
(1) Rgt-Jambi	41	15	3	---	1	60
(2) Kyagng-Mgl	32+(10)	2+(2)	1+(1)	2+(1)	---	51
(3) Mgl-Bkh	45	12	4	---	---	61
Total	128	31	9	3	1	172

Note: Numbers in parentheses indicate bridges under construction

8.5 設計方針

8.5.1 路線設計方針

東海岸道路の整備目的は、現在住んでいる人達の生活水準と土地利用を高め、今後の地域開発の基盤としようとするものである。したがって、路線設計では道路整備の目的と道路計画の基本方針に基づき、地形図は縮尺1/50,000の地形図をもとに現道の改良を中心として以下の基本的考え方で設計した。

- ・ 現道の平面、縦断線形が設計速度60km/hの幾何構造基準を満たさない場合は現道の改良を図る。
- ・ 道路が冠水する地域では、道路の嵩上げを行なう。
- ・ 急な縦断勾配の箇所、縦断勾配の改良が不経済な場合は登坂車線を設ける。
- ・ 橋梁幅員が6.0m以上の現橋梁は、利用するものとする。

8.5.2 幾何構造基準

表8.12に8.2.1 幾何構造基準の項で設定した東海岸道路の幾何構造基準を示す。

表 8.12 適用した幾何構造基準

Item	Unit	Standard
Road Class		Class II B
Terrain		Flat, Rolling and Mountain
Design Traffic Volume	pcu/day	1,500 ~ 8,000
Design Speed	km/hr	60
R.O.W. Width	m	30
Lane Width	m	2 x 3.5 m
Shoulder Width	m	2.0
Median Width	m	na
Crossfall of Pavement	%	2
Crossfall of Shoulder	%	6
Max. Superelevation	%	10
Min. Radius Curve	m	115
Max. Gradient	%	5
Min. Clearance	m	5

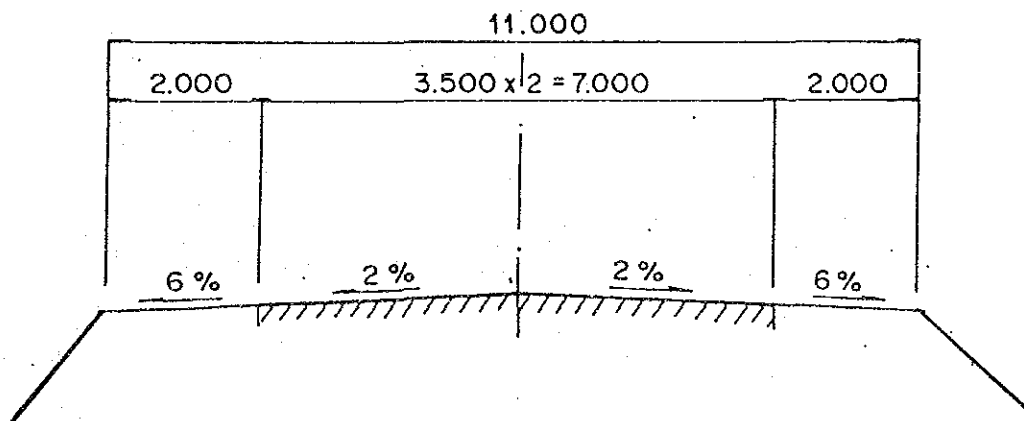
8.5.3 標準横断構成

道路の幅員構成は、インドネシアの幾何構造基準（8.2.1 幾何構造基準参照）と算出した必要車線数（8.3 道路の交通容量と必要車線数参照）とを基に次のように計画した。

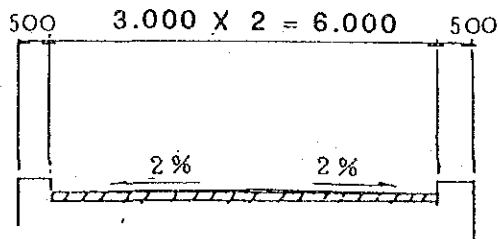
道路の幅員構成

- 車線数 : 2車線
- 車線幅
 - 一般部 : 3.5m
 - 橋梁部 : 3.0m
- 横断勾配
 - 車線部 : 2%
 - 路肩部 : 6%
- 路肩幅
 - 一般部 : 2.0m
 - 橋梁部 : 0.25m (地覆内)

一般部



橋梁部



8.5.4 橋梁計画

プレフィジビリティ・スタディ区間の現橋梁の利用方法は、次の3ケースに分類した。各橋の利用方法は表8.13に示す。

- 新設橋 : 新設ルートにかける橋梁
- 架け替え橋 : 木橋など構造的に十分でない橋梁
- 併設橋 : 橋梁幅員が不足する橋は、併設して1車線分の新橋を設置する。

8.5.5 舗装計画

設計荷重および舗装の耐用年数は、Heavy Loaded Roadの基準に準拠した。舗装設計はAASHTOの「舗装構造のための設計ガイド」(1986) (Design Guide for Pavement Structure 1986) の方法を用い、オーバーレイ部と拡幅部ごとに分け、図8.5のように計画した。

- 設計荷重軸重 (MST) : 10 t
- 舗装の耐用年数 : 10年

図 8.5 オーバーレイ、拡幅部の舗装構造

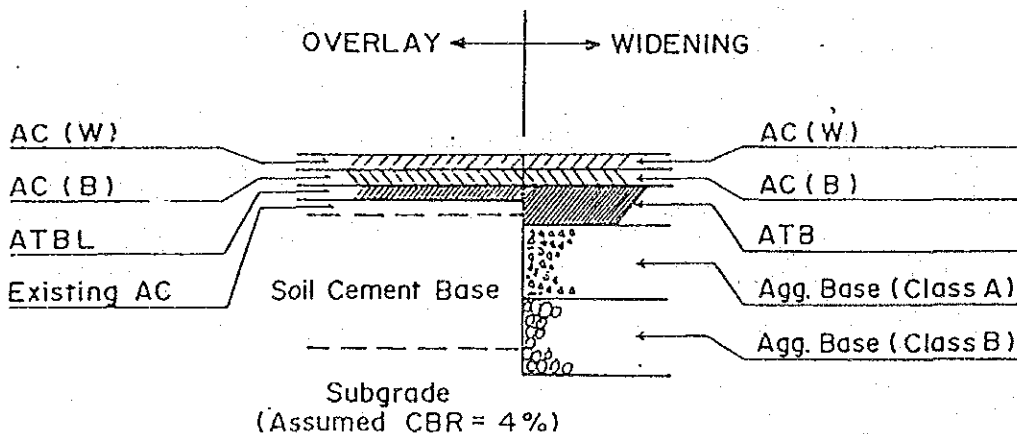


表 8.13 橋梁改築計画

Province	Existing Bridge						Replacement & Duplication			
	Bridge No.	Bridge Name	Location	Bridge Type	Year Built	Length (m)	Width (m)	Bridge Type	Width (m)	Replacement or Duplication
RIAU	09.021.001	S. Rambutan	PBR 206.05	WO	1983	8.3	3.5	RC	7.0	Replacement
	09.021.003	S. Jerinjing	PBR 208.55	WO	1983	11.5	3.5	RC	7.0	Replacement
JAMBI	11.028.004	Tayas	JMB 116.80	RC	1983	25.0	4.5	SG	4.5	Duplication
	11.028.008	Melawai	JMB 125.40	RC	1983	12.0	5.0	RC	4.5	Duplication
	11.028.009	Buluh/Binjai	JMB 131.40	RC	1983	12.0	5.0	RC	4.5	Duplication
	11.028.010	Pesapuan	JMB 137.70	WO	1983	10.0	4.5	RC	7.0	Replacement
	11.028.011	Asan II	JMB 140.20	ST	1983	30.0	5.0	RC	4.5	Duplication
	11.028.013	Lumahan	JMB 154.50	ST	1983	19.7	4.5	RC	4.5	Duplication
LAMPUNG	17.021.001	W. Arteri	TLB 0.00	SC	1984	9.5	8.0	RC	7.0	Duplication
	17.021.001	W. Campang III	TLB 14.30	SC	1984	8.0	8.0	RC	7.0	Duplication
	17.021.002	W. Arteri II	TLB 24.00	SC	1984	10.0	8.0	RC	7.0	Duplication
	17.001.001	W. Kandis	TLB 14.70	RC	1968	8.5	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.001.002	W. Merak Batin	TLB 20.55	RC	1970	6.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.001.003	W. Panas	TLB 21.15	SC	1958	6.5	6.0	RC	7.0	Duplication
	17.001.004	W. Branti	TLB 29.05	RC	1958	6.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.001.005	W. Sekampung	TLB 33.45	ST	1980	99.0	7.5	PC	7.0	Duplication
	17.002.001	W. Bernal	TLB 39.04	STONE	1968	9.0	7.5	RC	2 X 7.0	Replacement & Duplication
	17.002.002	W. Wates	TLB 41.35	RC	1979	12.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.002.003	W. Kebagusan	TLB 45.80	RC	1968	12.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.002.004	W. Tatay Lunik	TLB 52.10	RC	1969	5.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.002.005	W. Tatay Balak	TLB 52.50	RC	1968	12.0	7.5	RC	7.0	Duplication
	17.002.006	W. Tipo	TLB 57.80	ST	1977	21.4	7.5	RC	2 X 7.0	Replacement & Duplication
	17.003.001	W. Seputih	TLB 59.55	RC	1977	85.0	7.0	RC	7.0	Duplication
17.003.002	W.S. 14 IIC	TLB 64.30	RC	1973	12.0	7.5	RC	2 X 7.0	Replacement & Duplication	
17.003.003	W.B.D.3	TLB 66.95	RC	1973	4.0	7.5	RC	7.0	Duplication	
17.003.004	W. Pengubuan	TLB 70.60	ST	1980	73.2	6.0	PC	7.0	Duplication	
17.013.010	W. Bctung Baiak	TLB 91.35	STONE	1978	8.0	6.0	RC	7.0	Replacement	
17.013.011	W. Bctung Lunik	TLB 95.72	STONE	1981	8.4	6.0	RC	7.0	Replacement	
17.022.011	W. Lubuk	TLB 51.45	SC	1979	20.0	7.0	RC	7.0	Replacement	
17.062.002	W. Tulang Bawang	TLB 127.40	ST	1985	120.0	4.5	ST	4.5	Duplication	
17.062.007	W. Pedada	TLB 146.30	RC	1980	35.0	3.8	RC	4.5	Duplication	

Bridge Type RC: Reinforced Concrete
 SC: Steel Girder
 ST: Steel Truss
 WO: Wooden Bridge
 PC: Prestressed Concrete

8.6 事業費の算出

表8.14にプレフィジビリティ・スタディ区間の事業費を示す。事業費は、縮尺1/50,000の地形図を基に積算した。

表 8.14 事 業 費

単位：百万ルピア

	区 間 4 (ジャンビ ～レンガット)	区 間 6 (カユアグン ～メンガラ)	区 間 7 (メンガラ ～バカフニ)
道路延長 (km)	225	183	189
土 工 費	6,502	4,409	5,069
路 盤 費	35,874	23,629	28,398
舗 装 費	31,877	22,849	17,326
構造物費	2,465	4,112	11,820
雑 工 費	11,508	8,244	9,394
工 事 費	88,226	63,243	72,007
管 理 費	18,528	13,282	15,122
用 地 費	20,007	13,745	38,065
事 業 費	126,761	90,270	125,194
平均単価 (/km)	497	493	662

8.7 経済分析

8.7.1 概 要

この節では、プレ・フィジビリティ調査の対象道路区間として選定された区間4、6および7について経済分析を行なう。

技術調査の結果、これら3つの区間の対象リンクが見直され、区間4および6について或るリンク部分が調査の対象リンクからは除外された。プレ・フィジビリティ調査段階で算定されたプロジェクト費用が、ここでの経済分析に適用された。同様に、経済便益についても変化した道路リンク条件に対応した交通配分結果に基づき算定された。すなわち、プロジェクト対象道路として除外されたリンクについては、整備なしとして交通配分された。

8.7.2 プロジェクト費用

プレ・フィジビリティ調査段階における区間4、6および7のプロジェクト費用は表8.15に示す。

表8.15 区間4、6および7のプロジェクト費用
(プレ・フィジビリティ調査段階)

(Million Rp. at 1992 price)

	Section 4	Section 6	Section 7
(Financial Costs)			
a) Initial Costs			
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 Costs including Maintenance	297,944	213,119	252,052
(Economic Costs)			
a) Initial Costs			
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 Costs including Maintenance	272,677	194,994	232,599

8.7.3 経済便益

経済便益は、車両走行費用と車両時間費用の節減と設定した。区間4、6および7の算定された経済便益は、表8.16に示す。

表8.16 区間4、6および7の経済便益
(プレ・フィジビリティ調査段階)

(Million Rp. at 1992 price)

		Section 4	Section 6	Section 7
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

8.7.4 経済分析

分析は、経済的内部収益率 (EIRR)、純現在価値 (NPV) および便益・費用比率 (B/C) を求める割引シャッシュ・フロー法に従った。分析は、以下の仮定に基づいた。

プロジェクト・ライフ : 道路整備後25年
 価 格 : 1992年価格
 残存価値 : なし

経済分析の結果は、表8.17に示す。(なお、Appendix A-8.1参照)

表8.17 経済分析結果 (プレ・フィジビリティ調査段階)

	Section 4	Section 6	Section 7
EIRR	12.5%	20.9%	18.0%
NPV (Million Rp.)	-20,300	41,600	30,300
B/C	0.8	1.6	1.3

Note) EIRR..... Economic Internal Rate of Return
 NPV..... Net Present Value at discount rate of 15%
 B/C..... Benefit Cost Ratio at discount rate of 15%

8.8 フィジビリティ・スタディ対象区間の選定

経済分析の結果、区間4、6および7のうち最も高いEIRRを示す区間、すなわちカユアグンーメンガラ区間が、フィジビリティ・スタディ対象区間として選定された。

8.9 プレフィジビリティ・スタディ対象区間の概略環境影響評価

表8.18にプレフィジビリティ・スタディ対象区間の概略環境影響評価結果を示す。この評価項目は、道路総局の道路プロジェクト(PIL, Preliminary Environmental Information Report)のためのガイドラインによった。

表に示すように、計画道路は現道を改良拡幅しようとするものであり、新設道路に比べて下記の理由から環境に対する影響は少ないものといえる。

- 計画道路は、文化財や自然環境の保全、保護地域を通過しない。
- 改良を主体とする工事であるため、切、盛土量などが少ない。
- 河川に最も影響を与える橋梁は、既存の橋梁が利用でき、また新設橋が必要な箇所が少ない。
- 現道と沿道の人家との離れが十分なため、全体的に住民・人家の移転が僅少である。

表8.18(1) 概略環境影響評估結果

PHASE	ACTIVITY WITH POTENTIAL IMPACTS	AFFECTIVE ENVIRONMENTAL COMPONENT	INFORMATION ON ENVIRONMENTAL EFFECTS													
			Rengat-Jambi				Kayudung-Mengala				Manggala-Bakuhuni					
			(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)		
I. PRE CONSTRUCTION	1. Determination of project site and trace	a. Community's socio-economy	○				○						○			
		b. Natural resources and cultural remains	○				○				○					
	2. Land purchase	a. Land, plan, and building ownership		○					○						○	
		b. People's livelihood	○					○							○	
	3. Transmigration	a. Residents to remove	○					○						○		
		b. Residents at resettlement area	○					○						○		
II. (A). CONSTRUCTION	1. Material and heavy equipment mobilization	a. Settlement/housing/public utilities	○				○						○			
		b. Public facilities/roads	○				○						○			
	2. Workers mobilization	a. Community socio-economic life	○				○						○			
		3. Construction/operating of base camp service station, warehouse, etc	a. Settlement/housing/public utilities	○				○						○		
			b. Water resources	○				○						○		
		c. Biological resources	○				○						○			
	4. Quarry management (by the project)															
	4.1. Detonation/excavation (on land)	a. Settlement/housing/public utilities	○				○						○			
		b. Field resources	○				○						○			
		c. Water resources	○				○						○			
		d. Building condition (detonation)	○				○						○			
	4.2. Excavation (at river-body)	a. Water resources	○				○						○			

NOTE:

Information on Environmental Effects show the following classification

- (1). No Significant Effects
- (2). Small Significant Effects
- (3). Moderate Significant Effects
- (4). Major Significant Effects

表8.18(2) 概略環境影響評估結果

PHASE	ACTIVITY WITH POTENTIAL IMPACTS	AFFECTIVE ENVIRONMENTAL COMPONENT	INFORMATION ON ENVIRONMENTAL EFFECTS											
			Rengat-Jambi				Kayudung-Menggala				Manggala-Bakuhuni			
			(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
(B). IMPLEMENTATION	1. Basic land preparation (land-)	a. Settlement/housing/building	○				○				○			
		b. Biological resources	○				○				○			
		c. Public utilities (telephone, PLN, gas, etc)	○				○				○			
	2. Cut and fill	a. Settlements/housing/public liabilities	○				○				○			
		b. Road users		○				○				○		
		c. Water resources (runoff)		○				○				○		
		d. Ground water (resources hill cutting)	○				○				○			
		e. Public utilities (at certain depth)	○				○				○			
	3. Sub-base, base and surface-course	a. Settlements/housing/public utilities	○				○				○			
		b. Road users			○				○				○	
	4. Transport of project materials and equipment	a. Settlements/housing/public utilities	○				○				○			
		b. Public infrastructure/road	○				○				○			
		c. Road users	○				○				○			

NOTE:
 Information on Environmental Effects show the following classification
 (1). No Significant Effects
 (2). Small Significant Effects
 (3). Moderate Significant Effects
 (4). Major Significant Effects

表 8.18(3) 概略環境影響評估結果

PHASE	ACTIVITY WITH POTENTIAL IMPACTS	AFFECTIVE ENVIRONMENTAL COMPONENT	INFORMATION ON ENVIRONMENTAL EFFECTS															
			Rengat-Jambi				Kayudung-Menggala				Manggala-Bakauhuni							
			(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)				
	5. Bridge work																	
	5.1. Lower structure (at river)	a. Water resource/ water course		○				○						○				
		b. Water traffic	○				○						○					
		c. Settlement	○				○						○					
	5.2. Low structure (on land)	a. Road users, crowded		○				○						○				
		b. Settlement housing/public utilities	○				○						○					
	5.3. Upper structure	a. Road users, crowded		○				○						○				
III. OPERATION AND MAINTENANCE	1. Road/Traffic operation	a. Settlements/ housing/public utilities	○					○						○				
		b. Road users	○					○						○				
		c. Biological resources	○					○						○				
		d. Residents socio-economy (especially tollway)	○					○						○				
	2. Road and Bridge maintenance	a. Settlements/ housing/public utilities	○						○						○			
		b. Road users	○						○						○			

NOTE:

Information on Environmental Effects show the following classification

- (1). No Significant Effects
- (2). Small Significant Effects
- (3). Moderate Significant Effects
- (4). Major Significant Effects

第9章 フィジビリティ・スタディ調査

第9章 フィジビリティ・スタディ調査

9.1 概 要

この章では、第8章のプレフィジビリティ・スタディの章で選定された優先整備区
間6（カユアゲン～メンガラ間）について、フィジビリティ・スタディ調査を行なう。
調査路線図を図9.1に、また調査路線を含む地域の道路網図を図9.2に示す。

9.2 自然条件調査

フィジビリティ・スタディ区間について、より詳細な現地情報を得るため、測量・
土質調査および環境調査を実施した。なお、環境調査の詳細については、第10章の環
境影響調査の項を参照。

9.2.1 測 量

調査は平成4年5月から7月にわたり、調査団の計画、監督のもと、PT. Wira
Nusantra Bumi (Bandung)により実施された。

フィジビリティ・スタディでは、表9.1に示す測量を実施した。

表 9.1 測 量 内 容

Survey Type	Scale	Remarks
Profile Leveling (Road Way)	H = 1/5,000, V = 1/500	
Profile Leveling (Road Site)	H = 1/500, V = 1/50	
Cross Sections	H = 1/100, V = 1/100	
Topographic Map	1/500	1 m contours

水準測量は、南スマトラ州のシンパン・スリイグナから約20km南に位置する三角
点（T3434、標高21.8m）を基準にした。水準測量は、JICA規程のレベルCで
行なった。

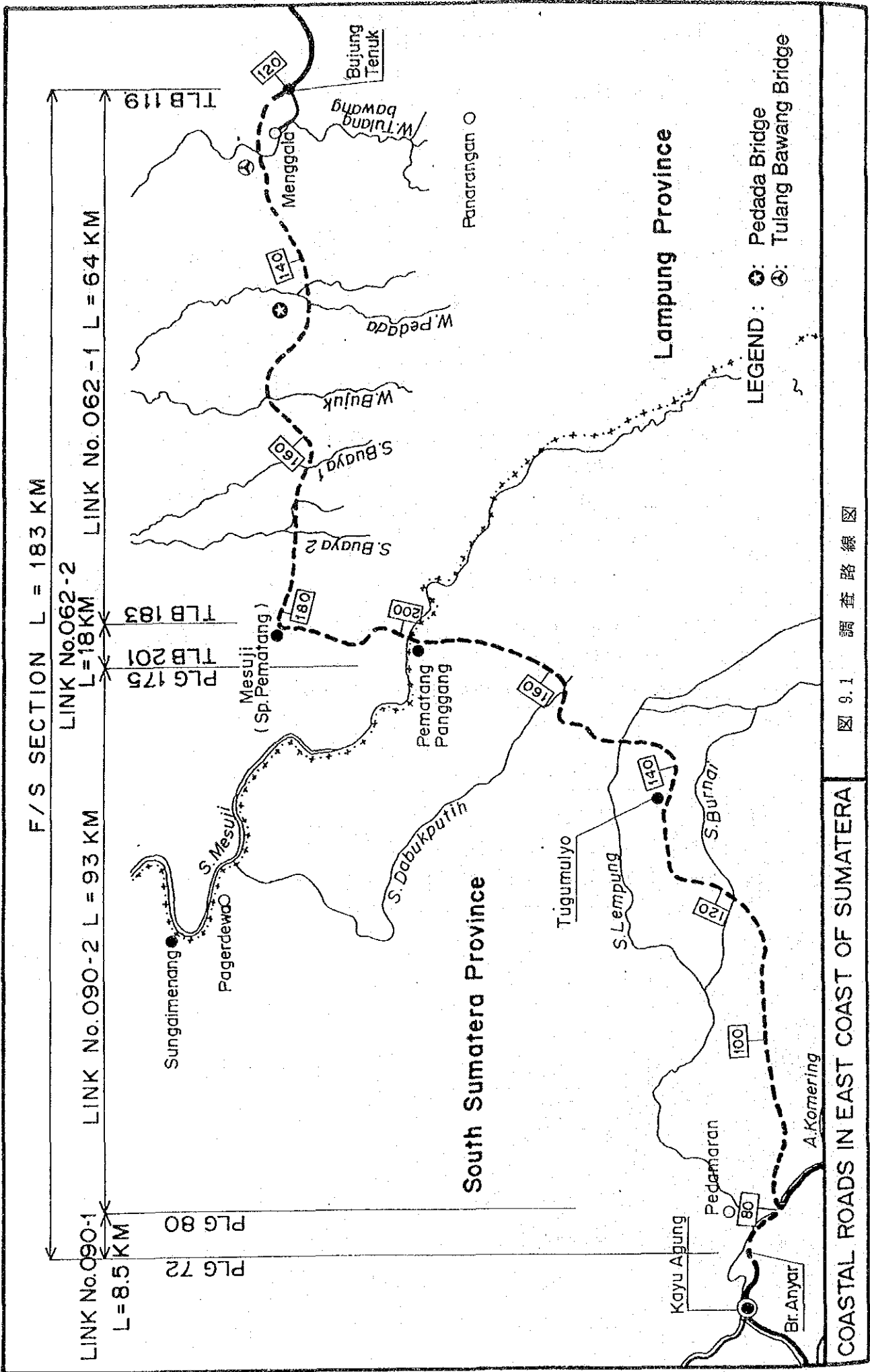
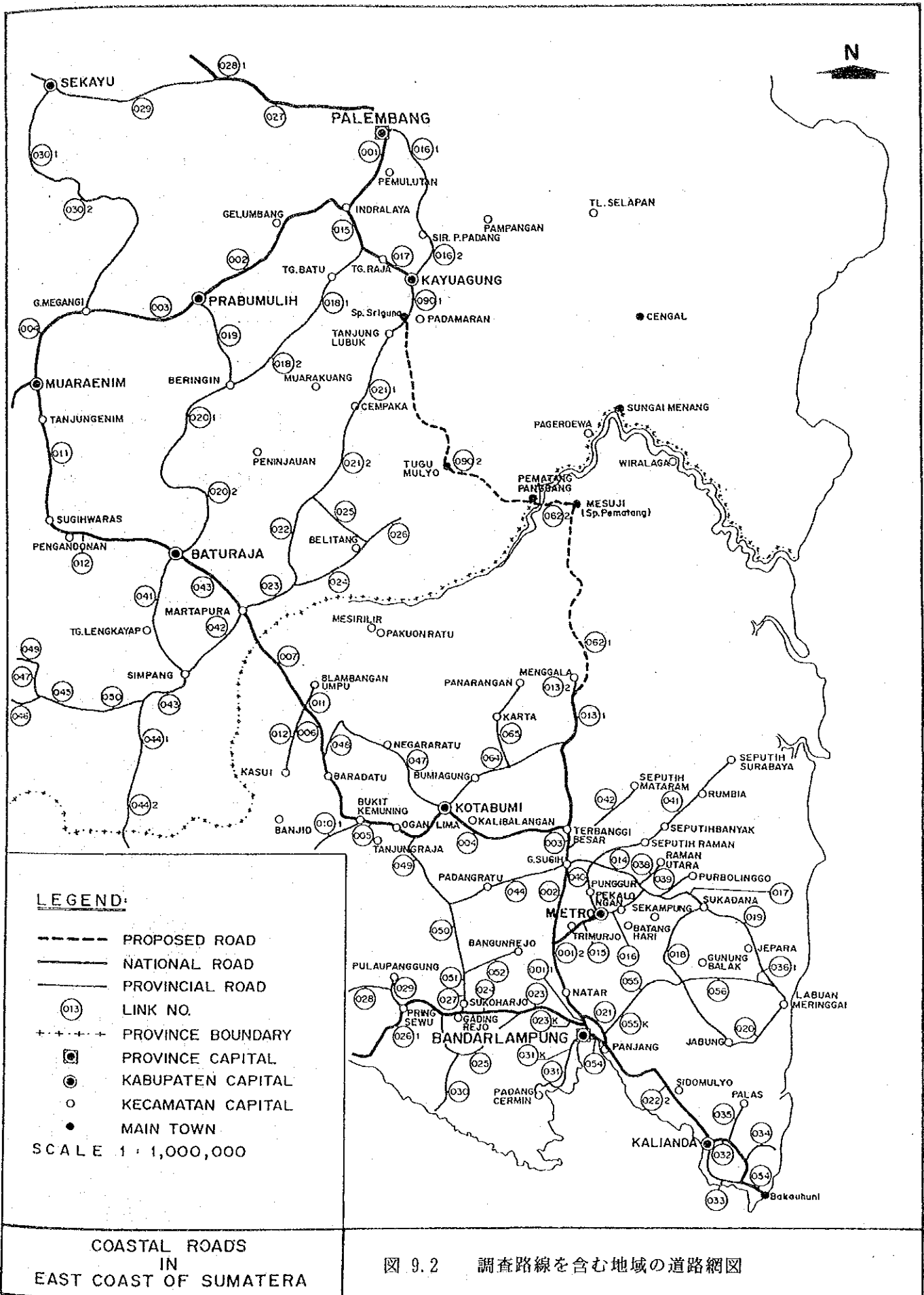


圖 9.1 調查路線圖



9.2.2 地質および材料調査

(1) 概 要

本調査は優先路線におけるフィジビリティ・スタディのため、切・盛土工、舗装、構造物、その他の設計のための資料を得ることを目的として実施したものである。調査は機械ボーリング、標準貫入試験、試料採取、室内土質試験等から成り、これと併行して盛土材料調査が実施された。

調査はメンガラからプマタン・パンガンを經由してカユアゲンに至る全長約180kmの計画路線沿いに平成4年6月から7月にわたり調査団の計画、監督のもとでPT. Wira Nusantara bumi(Bandung)より実施された。

機械ボーリング調査は、試錐機計4台を使用し、錐進に当っては2m毎に標準貫入試験を実施してN値を測定すると共に攪乱試料を採取し、その1部を土質試験に供した。また軟弱層において不攪乱試料を採取し、土質試験に供した。これらの調査の内容は下記に示すとおりである。

機械ボーリング調査	63ヶ所 延 1,634.78 m
標準貫入試験	771 回
不攪乱試料採取	59 試料
テストピット	15ヶ所
同・攪乱試料採取	30 試料
土質試験	
物理試験（含水、比重、粒度、液塑性限界試験）	234 試料
力学試験	
一軸圧縮試験	54 試料
三軸圧縮試験	59 試料
圧密試験	57 試料
突固試験	30 試料
室内CBR試験	30 試料

(2) 調査地の地質

1) 概要

南スマトラの地質は古生代、中生代および新生代の堆積岩類および火成岩類により構成される。古生代および中世代の堆積岩および貫入岩はバリサン山脈とその周辺に分布し、新生代第三紀および第四紀の堆積岩類は東部および西部に広く分布する。同火成岩類はバリサン山脈周辺および南部に広く分布する。沖積層は河川沿いの低地および東海岸に広がる低地に広く分布する。これらの状況は図9.3 地質概要図に示すほか、その内容を以下に示す。

EXPLANATION OF SEDIMENTARY AND IGNEOUS ROCKS

Geological time		Formation	Description
Cenozoic	Quaternary	Holocene { Alluvium (Qa)	Gravel, sand, silt and clay
		{ Swamp (Qc)	Mud, silt and sand
		Pleistocene Kasai (QTK)	Pumiceous tuff, sandy tuff and tuffaceous sandstone
	Tertiary	Pliocene Muaracnm (TmPm)	Tuffaceous claystone, siltstone and sandstone with coal intercalations
		Miocene { Airbenakat (Tma)	Alternation of claystone, shale and siltstone, mostly calcareous and carbonaceous
			{ Gumai (Tmg)
		Oligocene Talangakar (Tomt)	Calcareous very coarse to fine-grained sandstones, siltstone and claystone, with shale
Palaeozoic	Permian	Limestone (pl)	Clastic limestone, recrystallized, foraminifera and algae
Igneous rocks			
Cenozoic	Quaternary	Holocene Young volcanics (Qhv)	Andesitic volcanic breccia, lava and tuff
		Pleistocene { Pasumah (Qpv)	Rhyolitic lava and tuff
	{ Panau (Qrv)		Dacitic to ghyolite tuffs
	{ Andesite (Qpva)		Andesitic rocks in the form of dykes
Mesozoic	Cretaceous	Quartz diorite (kdi)	Diorite, fine to medium grained, slightly altered

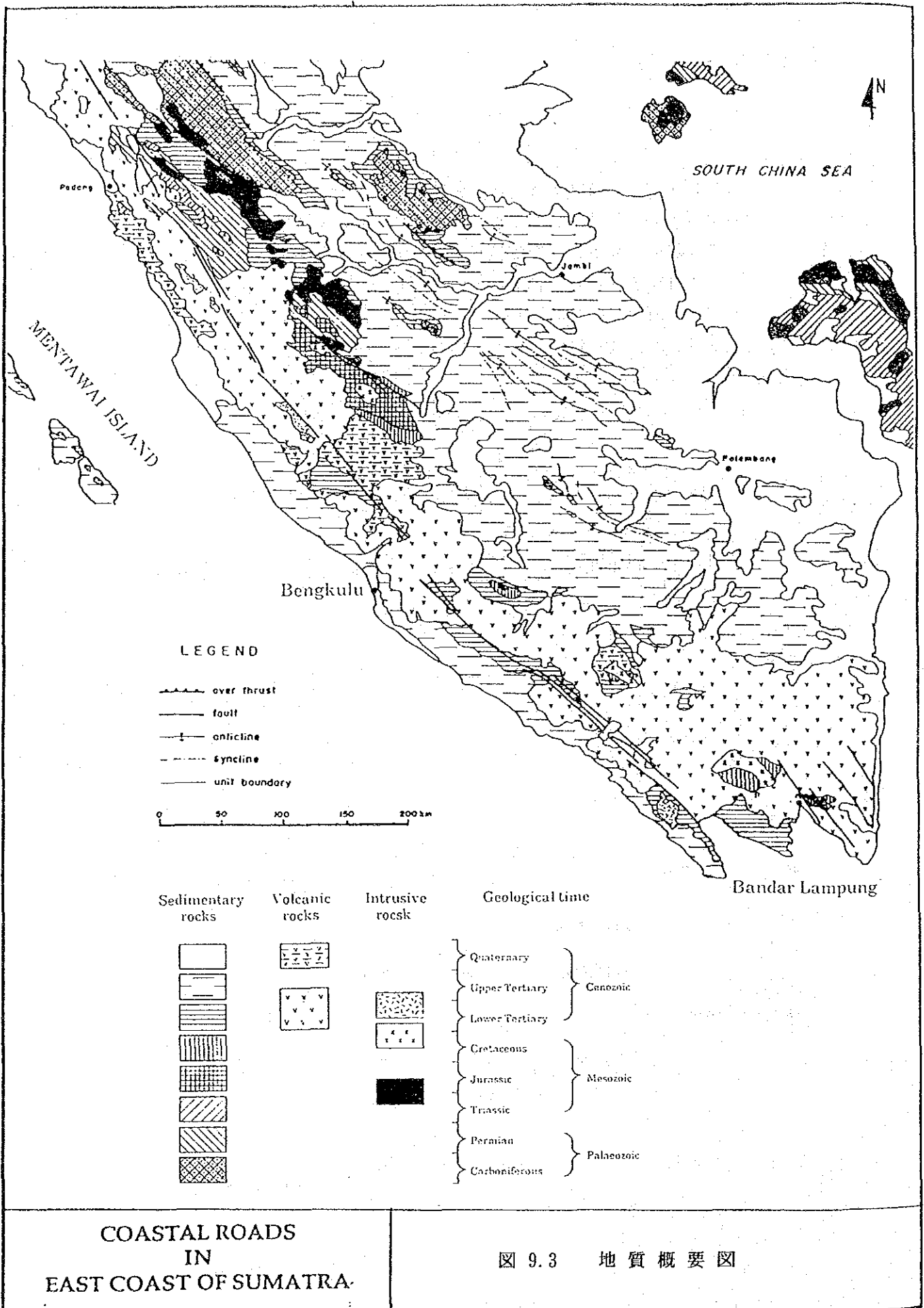


图 9.3 地質概要图

2) 計画路線沿いの地質

- 計画路線沿いの地域はスマトラ南東部の丘陵地と低地よりなり全体的に西部から東部へ標高は56mから3mとなっている。丘陵地は農耕に利用され、植生は標高0~25mの地域に広く分布している。このような地域内を南西・北東方向に大小の河川が北東方向に流下し、河川の流域および低地は軟弱地盤を形成している。

- 地域の地質は新生代第三紀鮮新世と第四紀更新世の堆積岩類を基盤とし、この上部に広く分布する現世の沖積層と沼成層により構成される。

- Muaraenim累層 (Tpm)

本層は粘土岩、シルト岩および石灰を夾在する凝灰質砂岩により構成される。粘土岩は暗灰色~褐色を呈する成層で軟から多少堅であり炭質物を含む。シルト岩と凝灰質砂岩は白色灰色~黄色を呈し軟質で薄~厚い成層であり、石英、長石、岩片の成分を含み、炭素質である。当層の下部は良くない成層、円から亜円粒の細粒の砂岩、炭質シルト岩を夾在するシルト岩により構成される。

当層の石炭層はKendi Hillの西、Tanjungenimで発見されたように厚さ5mあるいはそれ以上である。中部層は石炭を夾在するかあるいは炭質の褐色を呈する粘土岩-シルト岩を伴う砂岩、凝灰質シルト岩により構成される。一般に、この層は厚い成層を呈する。中部層の石炭層はBena katとKendi Hillの近くの例のように厚さは10m以上に達する。

上部層は灰、紫、緑および青色を呈する1m以上の薄い成層の凝灰質粘土岩~シルト岩よりなる。一般に、この層は高い酸化鉄の含有により特徴づけられる。この層の石炭層はMinyak besar近くの例のように厚さは1mから3m以上の間に変化する。

De Coster (1974) は層位学上の位置を基礎として、この累層は後期鮮新世から更新世の時代を推定した。Muaraenim累層はPrabumlishの近くとMuaraenimの南の褶曲軸の方向と同方向に延びており、より広範囲に露出する。そしてAirbenakat累層の上部に整合して分布する。層厚は200から700mの間である。

• Kasai累層 (QTK)

この累層は凝灰岩、砂質凝灰岩と浮石を含む凝灰質砂岩よりなる。一般にこの岩石は淡灰色、白色、黄色、褐色～薄いスミレ色を呈し軟質で成層厚は数cmから1m以下で部分的に塊状を呈する。この岩石の細粒～粗粒部分は石灰、ガラス、浮石、長石、雲母と岩片よりなる。この累層の下部層は円～垂角の中へ粗粒凝灰質砂岩により構成される。一般に構成成分は石英岩、堆積岩、火成岩、変成岩とその互層で灰色、暗赤色～緑色を呈する。薄いレンズ状の石炭層は幾つかの場所で発見され厚さは4mに達する。この層は一般に厚さ数cmから30cmの薄い成層を呈し斜層理を示す。同様にロードキャスト構造が見られた。

上部層は不明瞭になる。石英質のシルトの夾在物または白色と淡灰色を呈する粘土は約20cmの薄い成層で見られる。多くの珪酸化植物の残留物が見られた。この累層の時代は固定出来ないが鮮新-更新世と推定され陸上成環境で堆積した。層厚は200mと500m以上の間で変化する。大きな露出はPrabumulishの北、Muaraenimの北とQuadrangleの東部に存在する。Kasai累層はTanjungenimの地域を除いてMuaraenim累層の上部に整合して分布する。そこにはより明瞭な酸化帯によって示されるように不整合がある。Kasai累層の典型的な地域はKasai川、Benakat川の支流、Muaraenimの北東40kmの地区である。

• 沖積層 (Qa、Qs)

この層は南スマトラの東海岸地域の全てに広く分布し、沖積と沼成堆積層よりなる。沖積堆積層は主に大きな河川沿いに広く分布し、粘土、シルト砂等よりなる。粘土、シルトの部分はN値2～10、自然含水比は25.4～63.4%の範囲にあり層厚は最大11m程度である。沼成堆積層は東海岸の低地に広く分布し軟質の凝灰質粘土、シルト、腐植土よりなる。N値は0、自然含水比は95.6～170%の範囲にあり層厚は約10mである。この分布はMusi、Lematang、Ogan、KomeringとKoyu-Agungの西に及ぶ地域である。

(3) 土質試験

1) 概 要

土質試験は沖積層（Q a）および泥成層（Q s）を対象として、その物理的および力学的性質を解明する目的で実施した。試験試料はシンウォールサンプラーで採取した不攪乱試料および標準貫入試験実施の際に得られた攪乱試料を使用した。

この他、盛土材料調査のためテストピット15ヶ所から攪乱試料を採取し物理および力学試験を実施した。地層別の試料数、試験の項目および数量は下記のとおりである。

不攪乱試料	沼成層（Q s）	57試料
	沖積層（Q a）	2試料
	計	59試料
攪乱試料	沼成層（Q s）	139試料
	沖積層（Q a）	6試料
	盛土材	30試料
	計	175試料

試 験 内 容

<u>試 験 項 目</u>	<u>規 格</u>	<u>試 験 数 量</u>
土粒子の比重試験	ASTM-D-85A	234試料
土の含水量試験	ASTM-D-2216	234試料
土の粒度試験	ASTM-D-422	234試料
土の液性限界試験	ASTM-D-423	234試料
土の塑性限界試験	ASTM-D-424	234試料
湿潤密度	ノギス法	59試料
一軸圧縮試験	ASTM-D-2166	54試料
三軸圧縮試験	ASTM-D-2850	59試料
圧密試験	ASTM-D-2435	57試料
突固試験	ASTM-D-698	30試料
室内C B R 試験	ASTM-D-1883	30試料

2) 試験結果

・ 粒 度

粒度試験の結果は表9.2に示す。この結果からAc1層の細粒分は93.9%、Ac2層では82%である。

表 9.2 粒 度 試 験 結 果

Gradation Item Deposit	Gravel (%)	Sand (%)	Silt-Clay (%)	No. 10 (2.00 mm) (%)	No. 40 (0.425 mm) (%)	No. 200 (0.075 mm) (%)
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Qs (Ac 1) Cohesive Soil	-	6.3	93.9	100.0	97.3	93.9
	-	4.0 ~ 12.9	87.1 ~ 98.8	-	93.6 ~ 99.0	87.1 ~ 98.8
Qa (Ac 2) Cohesive Soil	0.7	17.3	82.0	99.4	94.7	82.0
	0 ~ 17.0	0.4 ~ 35.5	62.5 ~ 99.1	97.0 ~ 100.0	84.5 ~ 100.0	62.5 ~ 99.1

・ コンステンシー特性

この試験は粒度試験とあわせて土の分類を目的として一般粘性土について実施した。この結果、得られたコンステンシー特性は表9.3および図9.4、9.5に示すほか、以下のとおりである。

- a. Ac層、Mc層とも深度増加によるコンステンシーの増減の傾向は認められない。
- b. 塑性図による分類
 - Ac1層はCHに属する。
 - Ac2層はCHに属するのが76%、MHあるいはOHは15%、CLは5%である。
- c. 性度による粘土の分類では
 - Ac1層は活性粘土
 - Ac2層は61%がカオリナイトを主成分とする不活性粘土～イライトを主成分とする通常粘土、39%が有機コロイドおよびモンモリロナイトを含む活性粘土である。
- d. Ac1層は $WL \approx Wn$ 、 $Ic = 0.18$ の関係にあってきわめて不安定な状態である。
- e. Ac2層は $WL > Wn$ 、 $Ic = 0.28 \sim 1.06$ の関係にあり、全体の45%が不安定な状態、55%が安定な状態にある。

表 9.3 コンステンシー特性

Consistency Item Deposit	Wn (%)	Wl (%)	Ip	If	It	Ic	Activity Ratio
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Qs (Ac 1) Cohesive Soil	125.3 95.6 ~ 170.1	146.0 118.9 ~ 149.1	109.4 82.3 ~ 134.3	30.9 20.0 ~ 39.6	3.45 2.08 ~ 6.72	0.18 0 ~ 0.48	2.47 1.18 ~ 6.72
Qa (Ac 2) Cohesive Soil	44.4 25.4 ~ 63.4	75.9 55.2 ~ 96.6	45.6 28.2 ~ 63.0	24.9 16.7 ~ 33.1	1.94 1.04 ~ 2.84	0.67 0.28 ~ 1.06	1.29 0.61 ~ 1.97

ここに、

- CH : 塑性の高い無機質粘土、粘性の高い粘土。
- CL : 塑性が低いないし中位の無機質粘土。礫質、砂質、シルト質粘土、粘性の少ない粘土。
- MH : 無機質シルト、雲母質または硅藻質細砂シルトまたはシルト、弾性のあるシルト。
- OH : 塑性中位～高位の有機質粘土。
- ML : 無機質シルト、極細砂、岩粉、シルト質または粘土質細砂。
- OL : 塑性の低い有機質シルトおよび粘土。
- Wn : 自然含水比
- Wl : 液性限界
- Wp : 塑性限界
- Ip : 塑性指数 $I_p = W_L - W_p$
- If : 流動指数
- It : タフネス指数 $I_t = I_p / I_f$
塑性限界における土の剪断強さの度合いを示す。
- Ic : コンステンシー指数 $I_c = W_L - W_n / I_p$
Ic > 1の時 比較的安定な状態である。
Ic ≐ 0の時 不安定な状態で攪乱すると液状化を呈し、強度が著しく低下する。

粘土の活性度

粘土の活性度は粘土鉱物と堆積の地質学的条件に関係が深く Skemptonによって定義された。粘土は活性の小さい不活性粘土から活性が2以上の高活性の4グループに分類される。分類は下記の式による。

$$\text{活性度} = \frac{\text{塑性指数 } I_p}{2 \mu \text{ 以下の土粒子 } (\%)}$$

表 9.4 活性度による粘土の分類

活性度 A	活性度による粘性の分類	主要粘土鉱物	堆積環境
0.75以下	不活性粘土	カオリナイト主成分	淡水堆積粘土、海成粘土がリーチングを受けたもの
0.75~1.25	通常の粘土	イライトを主成分	海成または河口堆積粘土
1.25以上	活性粘土	有機コロイドを含む A=2はモンモリロナイトを含む。	

• 比重、湿潤密度、間隙比

比重、湿潤密度および間隙比の要約を表9.5に示すほか、その関係を図9.6、図9.7に示す。

表 9.5 比重、湿潤密度および間隙比

Soil Properties Deposit	Specific gravity Gs	Wet Density t(t/m ³)	Void Ratio e
	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Gs (Ac 1) Cohesive Soil	2.428	1.406	2.463
	2.374 ~ 2.461	1.373 ~ 1.438	2.299 ~ 2.626
G _a (Ac 2) Cohesive Soil	2.645	1.648	1.296
	2.575 ~ 2.715	1.519 ~ 1.777	0.889 ~ 1.703

a. 比重 G_s

比重試験の結果は、各層とも妥当な値であり標準偏差値も0.07以下である。

b. 湿潤単位体積重量 γ_t

土の湿潤単位体積重量 γ_t と他の土質定数との間には次の式が成立する。(図9.7参照)

$$\gamma_t = \left(\frac{1 + \frac{W_n}{100}}{\frac{1}{G_s} + \frac{S_r}{100}} \right) \cdot \gamma_w \quad (t/m^3)$$

ここに

γ_t : 土の湿潤単位体積重量 (t/m^3)

W_n : 自然含水比 (%)

G_s : 比重

S_r : 飽和度 (%)

γ_w : 水の単位体積重量 ($=1.00 t/m^3$)

対象地盤は地下水位が高いため、土はすべて飽和されていると考え
ると

$$S_r = 100\%$$

$$\therefore \gamma_r = \frac{1 + \frac{W_n}{100}}{\frac{1}{G_s} + \frac{W_n}{100}}$$

であり、比重を一定とすると単位体積重量は自然含水比の関数として表される。対象地域では図9.6に示すように粘性土の比重のバラツキが少なくほぼ $G_s = 2.645$ に近いため、 γ_t は $G_s = 2.720$ に沿って分布する。

c. 間隙比 e

間隙比 e は自然含水比 W_n との間に次の関係がある。この相関は非常によい。

$$e = 0.0197W_n + 0.381$$

分散係数 = 9.693

相関係数 = 0.975

・ 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験の結果を表9.6に示す。この結果から圧縮歪は比較的高い値を示す。Ac1層は腐植土を含む軟質土のため、その値は極端に低くなっている。一軸圧縮強度 q_u と自然含水比との間に次の関係がある。この相関はあまりよくない。

$$q_u = -0.0084W_n + 0.952$$

分散係数 = -4.712

相関係数 = -0.539

また、一軸圧縮強度 q_u と変形係数 E_{50} との間には次の関係がある。この相関は非常によい。

$$E_{50} = 16.048q_u + 0.58$$

分散係数 = 1.693

相関係数 = 0.924

表 9.6 一軸および三軸圧縮試験結果

Dynamic Soil Properties Deposit	Unconfined Compression			Triaxial Compression	
	q_u	E_{50}	Σ	C_{uu}	ϕ_{uu}
	q_u (Kg/cm ²)	E_{50} (Kg/cm ²)	Σ (%)	C_{uu} (Kg/cm ²)	ϕ_{uu} (Degree)
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Q_s (Ac 1) Cohesive Soil	0.066 0.053 ~ 0.078	0.83 0.78 ~ 0.88	13.5 12.0 ~ 15.0	0.06 0.05 ~ 0.07	2 -
Q_a (Ac 2) Cohesive Soil	0.954 0.140 ~ 1.768	17.1 2.90 ~ 31.3	9.7 7.2 ~ 12.2	0.45 0.11 ~ 0.79	10.0 3.3 ~ 16.7

- 三軸圧縮試験

本試験は非排水、非圧密条件で実施した三軸圧縮試験でその結果を表 9.6 に示す。

- 圧密試験

圧密試験の結果は表 9.7 に示すほか、図 9.12 e-log p 曲線および図 9.13 log Cv-log p 曲線に示している。

表 9.7 圧密試験結果

Consolidation Item Deposit	Yield Stress of Consolidation P_c (kg/cm ²)	Consolidation Index C_c
	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range
Q_s (Ac 1) Cohesive Soil	0.61 0.60 ~ 0.61	0.744 0.720 ~ 0.767
Q_a (Ac 2) Cohesive Soil	1.04 0.70 ~ 1.38	0.357 0.125 ~ 0.589

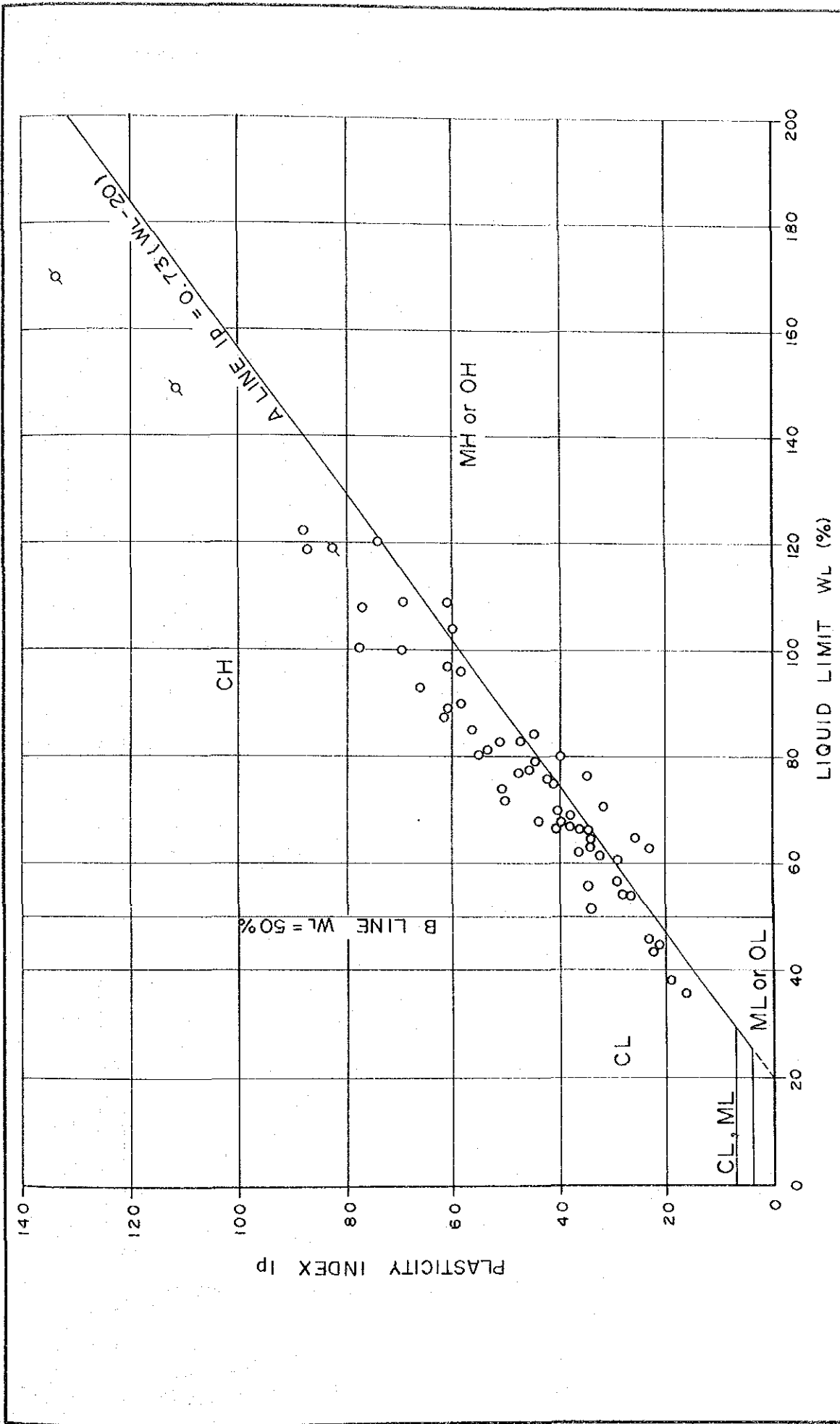
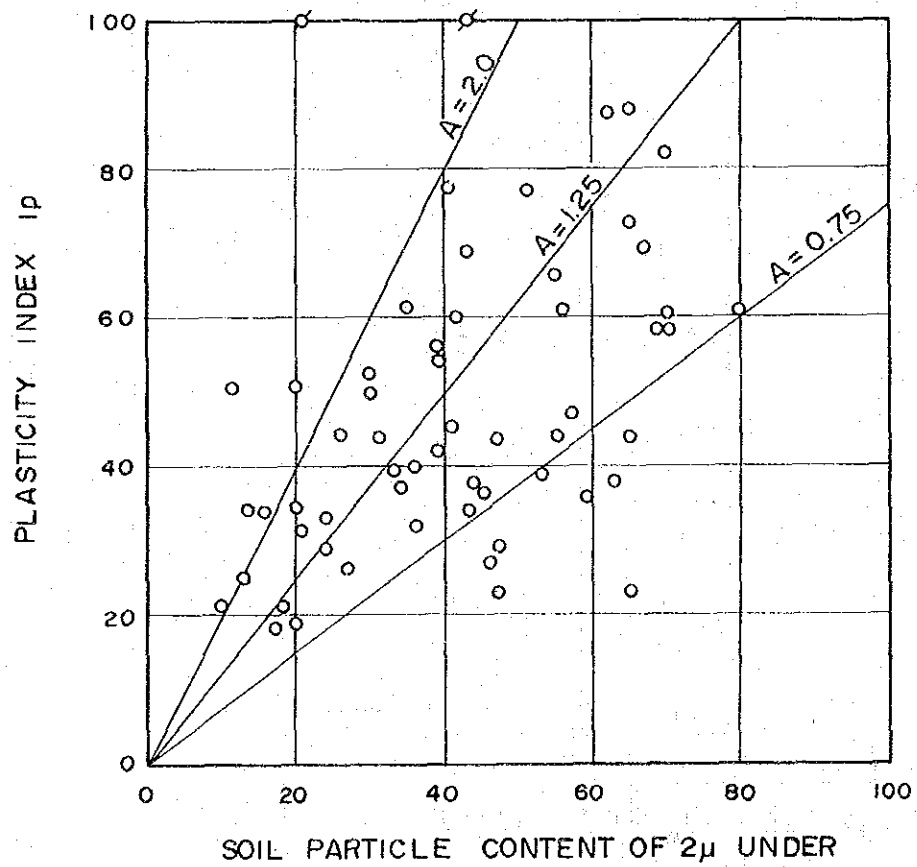
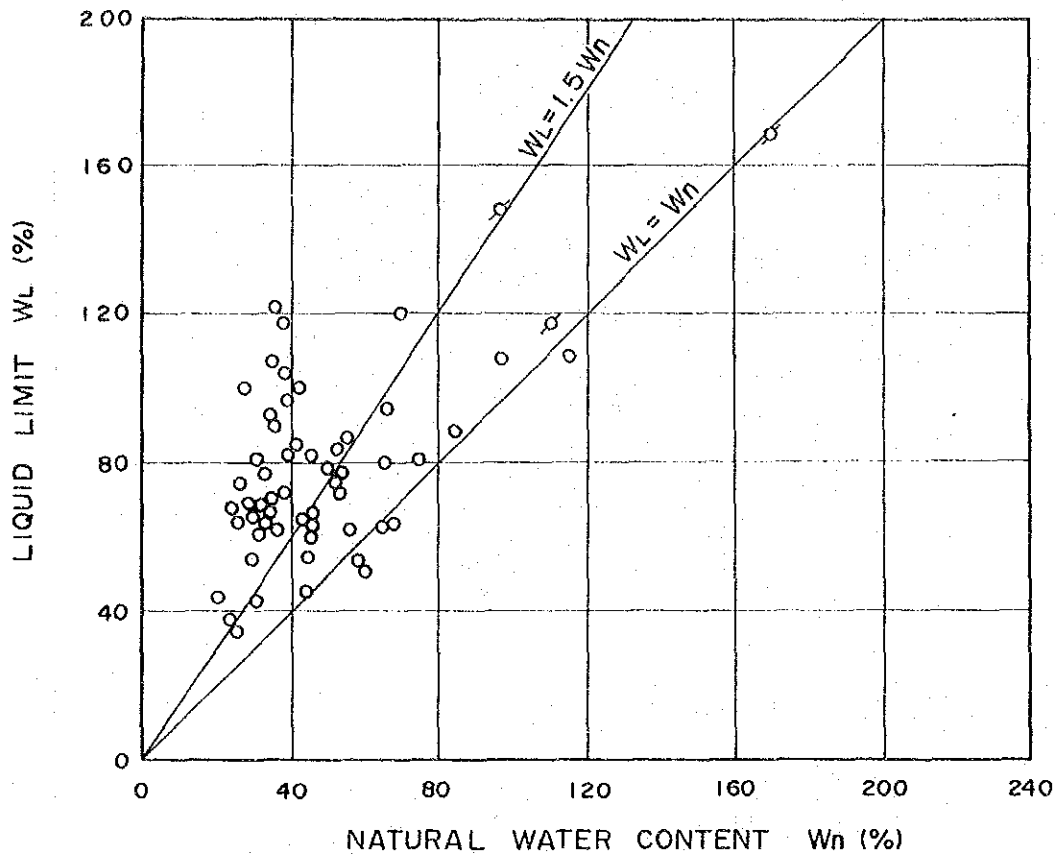


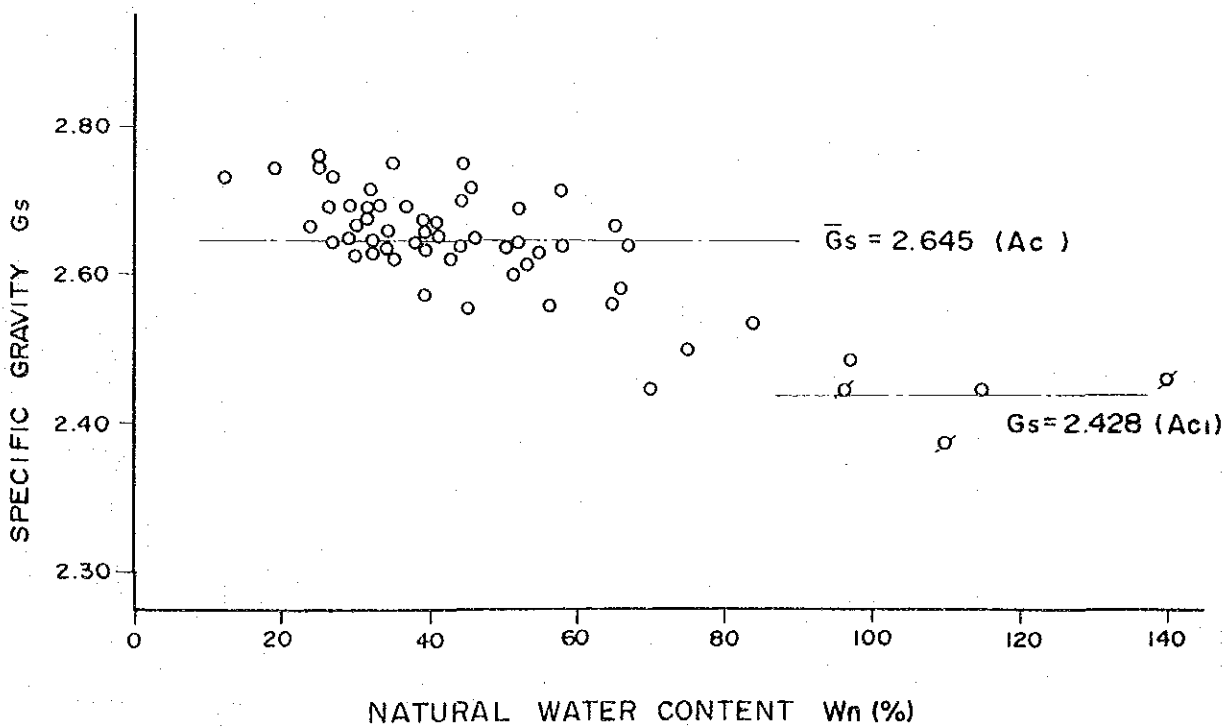
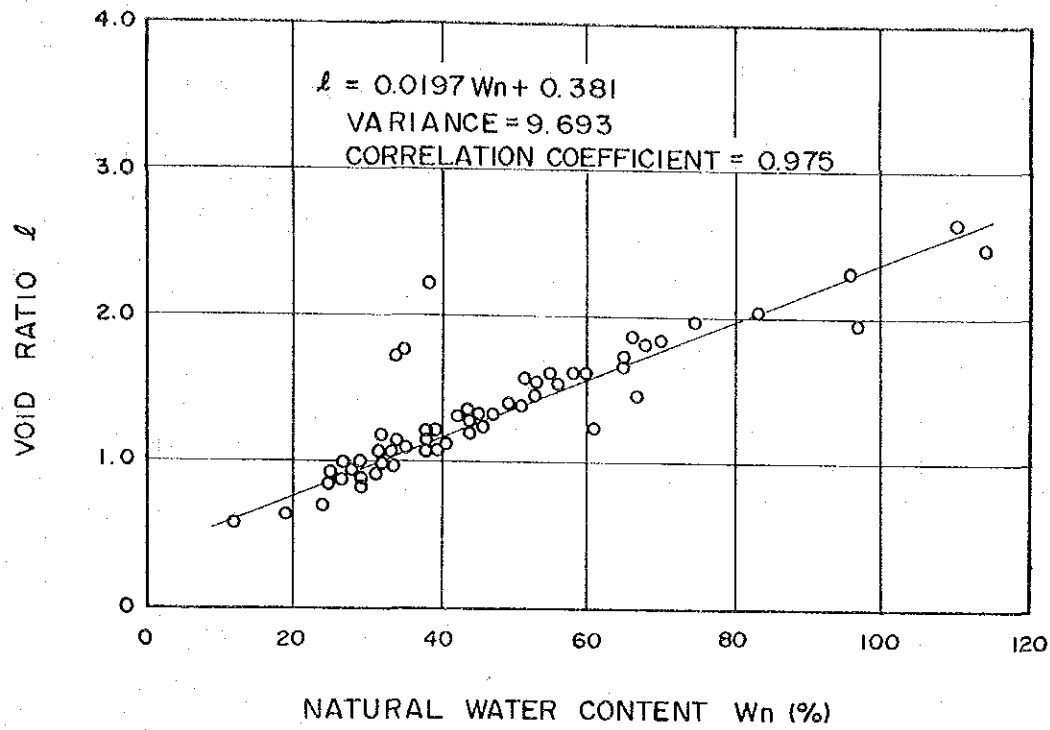
図 9-4 塑性図 (液性限界と塑性指数との関係)

COASTAL ROADS IN EAST COAST OF SUMATRA



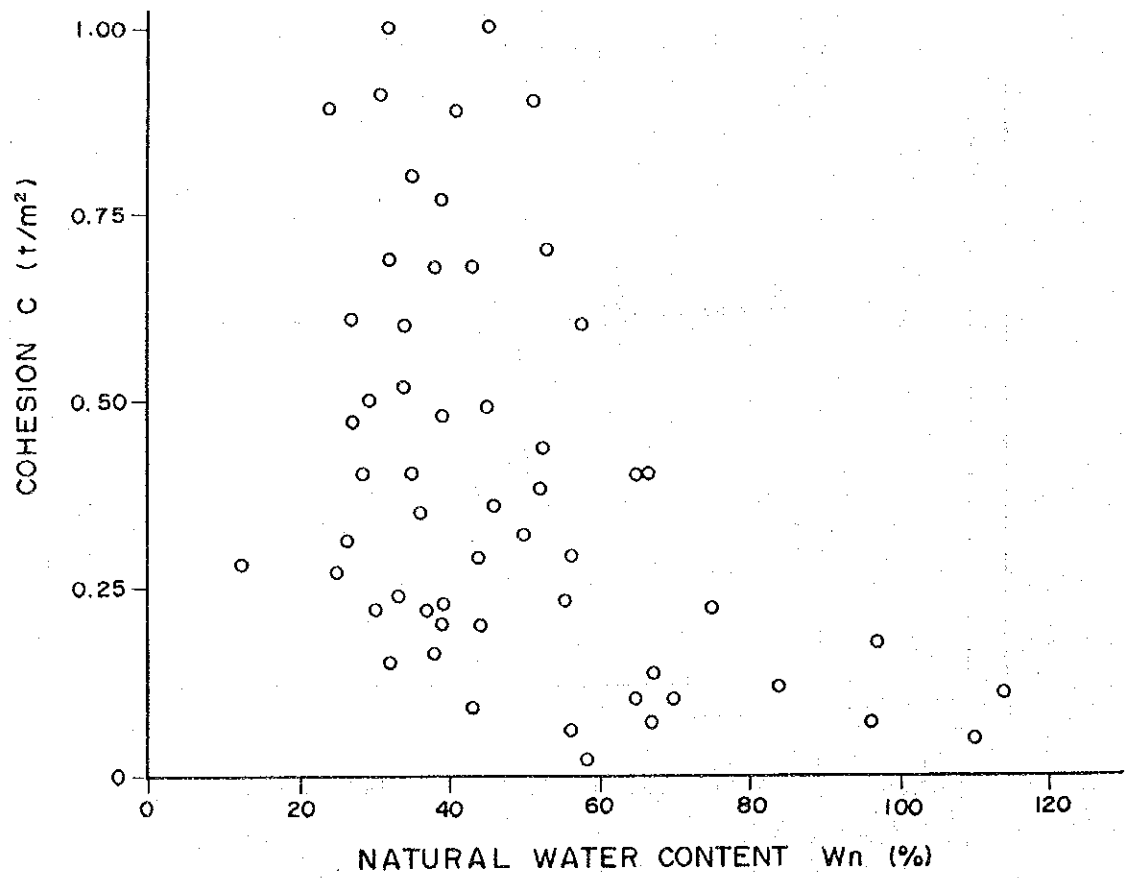
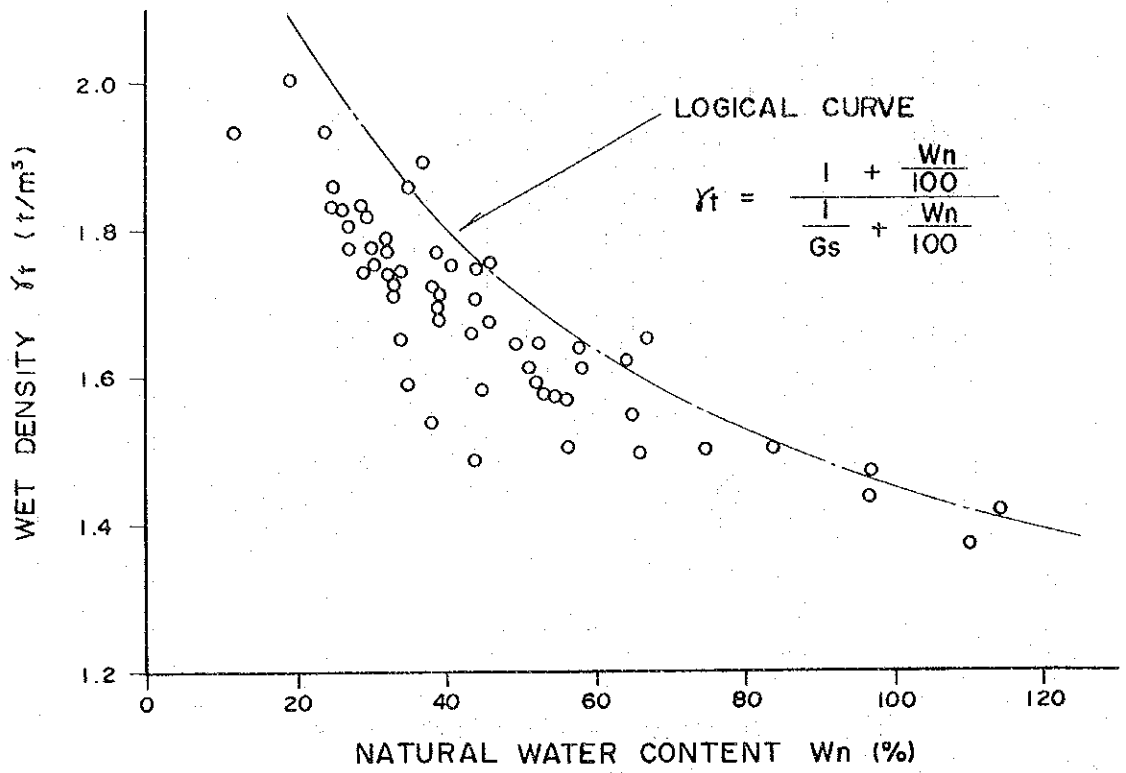
COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-5 自然含水比と液性限界、
粘土の活性度との関係図



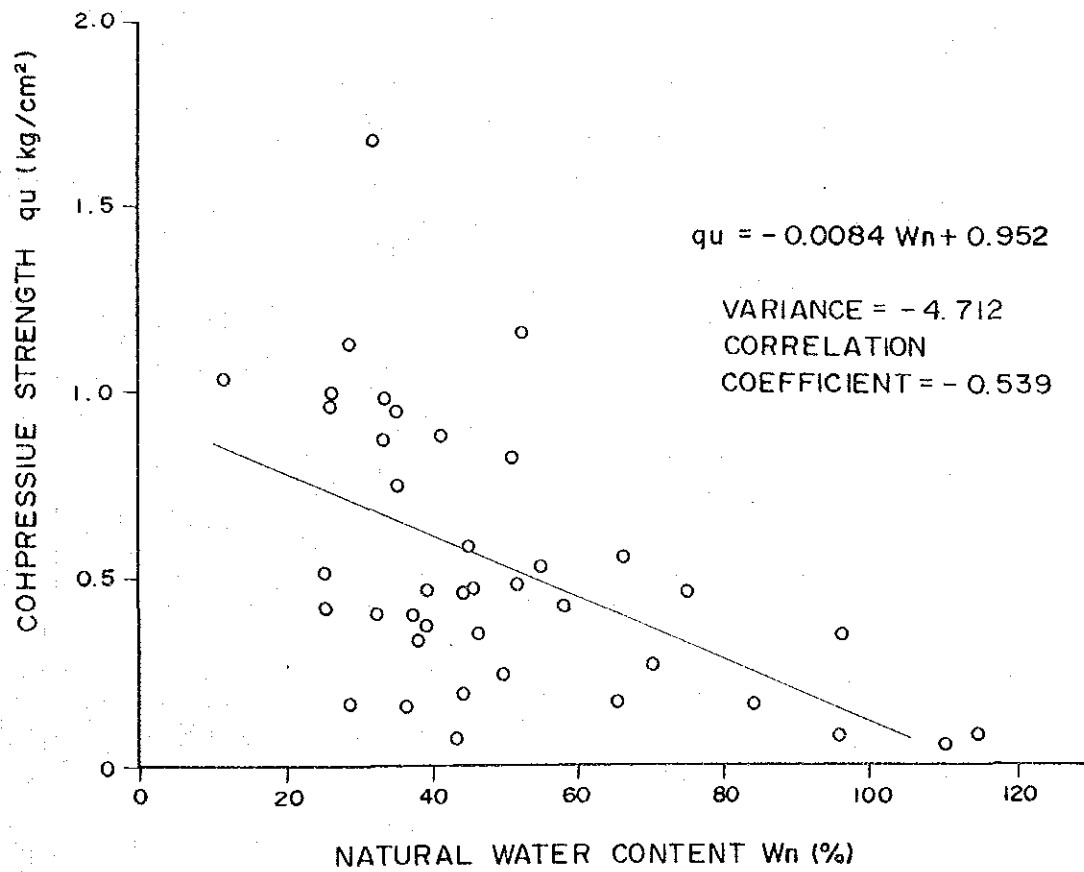
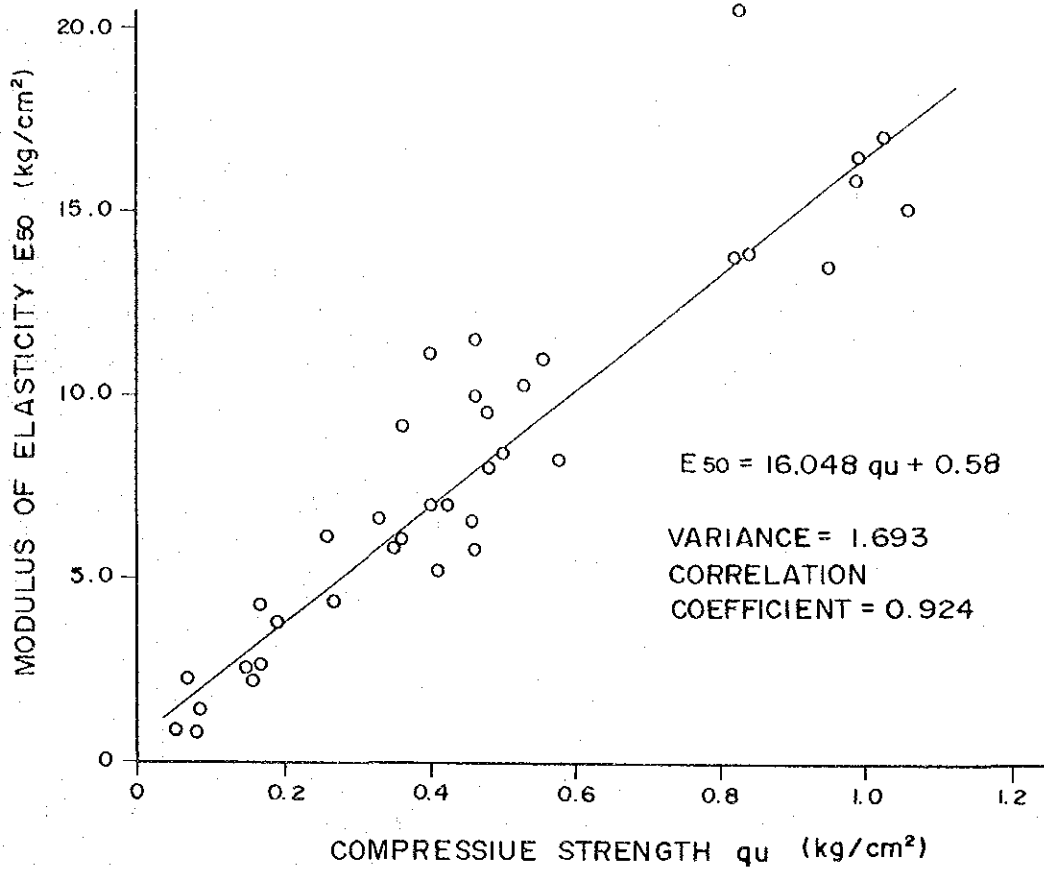
COASTAL ROADS
 IN
 EAST COAST OF SUMATRA

図 9-6 自然含水比と間隙比，
 比重との関係図



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-7 自然含水比と湿潤密度
粘着力との関係図



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-8 一軸圧縮強度と変形係数、
自然含水比との関係図

(4) 盛土材料調査

1) 概 要

盛土材料調査は計画道路の新設改良に使用する盛土材料について計画ルート沿いに約10km間隔で15ヶ所のテストピットにより攪乱試料を採取し土質試験を実施し、盛土材料としての適否を検討した。採取位置は下表に示すとおりである。

TP No.	STA. No.	?間の距離	試料採取数
TP. 92. 01	5+500*	5.5	2
TP. 92. 02	15+500	10kv	2
TP. 92. 03	29+000	13.5	2
TP. 92. 04	55+560	26.56	2
TP. 92. 05	56+900	1.34	2
TP. 92. 06	62+000	5.1	2
TP. 92. 07	68+000	6.0	2
TP. 92. 08	81+300	13.3	2
TP. 92. 09	91+150	18.3	2
TP. 92. 10	80+000**	10.85	2
TP. 92. 11	65+250	14.75	2
TP. 92. 12	48+400	16.85	2
TP. 92. 13	30+500	17.9	2
TP. 92. 14	20+150	10.35	2
TP. 92. 15	10+650	9.5	2
計		11.1 (平均)	30

Note : * Length from Sp. Sriguna (PLG 80km)

** Length from Menggra (TLB 119km)

2) 物理試験

・ 粒 度

粒度試験の結果は表9.8に示す。この結果から盛土材料の細粒分は63.9～92.9%、平均78.4%である。

表 9.8 粒度試験結果

Gradation Item	Gravel (%)	Sand (%)	Silt-Clay (%)	No. 10 (200 mm) (%)	No. 40 (0.425 mm) (%)	No. 200 (0.075 mm) (%)
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Borrow Pits	-	21.6	78.4	98.3	88.4	78.4
Embankment Materials	-	7.2 ~ 36.0	63.9 ~ 92.9	97.7 ~ 100.0	78.4 ~ 98.4	63.9 ~ 92.9

・ コンステンシー特性

この試験は粒度試験とあわせて土の分類を目的として、一般粘性土について実施した。この結果得られたコンステンシー特性は、表9.9および図9.9に示すほか以下のとおりである。

- 塑性図による分類では、CHに属するもの90%、CLに属するものが10%である。
- 活性度による粘土の分類では、カオリナイトを主成分とする不活性粘土～イライトを主成分とする通常粘土が全体の77%を占め、23%が有機コロイドを含む活性粘土となっている。
- 安定度は $W_L > W_n$ 、 $I_c = 0.92 \sim 1.12$ 、 $\bar{I}_c = 1.02$ の関係にあり比較的安定な状態にある。

表 9.9 コンステンシー特性

Consistency Item	W_n (%)	W_L (%)	I_p	I_f	I_t	I_c	Activity Ratio
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Borrow Pits	26.7	71.2	44.0	26.3	1.74	1.02	1.03
Embankment Materials	20.5 ~ 32.9	56.4 ~ 86.0	33.6 ~ 54.4	20.2 ~ 32.4	1.18 ~ 2.30	0.92 ~ 1.12	0.79 ~ 1.31

• 比 重

土粒子の比重試験の結果は、粘土または粘性土の値の範囲 $G_s = 2.60 \sim 2.70$ のなかにあり妥当な値である。標準偏差は 0.027 と比較的小さい。

表9.10 比重試験結果

Soil Properties Borrow Pits	Specific gravity G_s	Wet Density $t(t/m^3)$	Void Ratio e
	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Embankment Materials	2.626	-	-
	2.599 ~ 2.653	-	-

3) 力学試験

• 突固試験

突固試験はASTM-D-698に基づいて実施し、その結果は表9.11および図9.10に示す。

試料の自然含水比 $W_n = 20.5 \sim 32.9\%$

$\bar{W}_n = 26.7\%$

最適含水比 $W_{opt} = 24.2 \sim 33.6\%$

$\bar{W}_{opt} = 28.9\%$

と両者は近接した値であり良好な状態である。最大乾燥密度は $\gamma_t = 1.320 \sim 1.542 t/m^3$ 、 $\bar{\gamma}_t = 1.431 t/m^3$ である。

• CBR試験

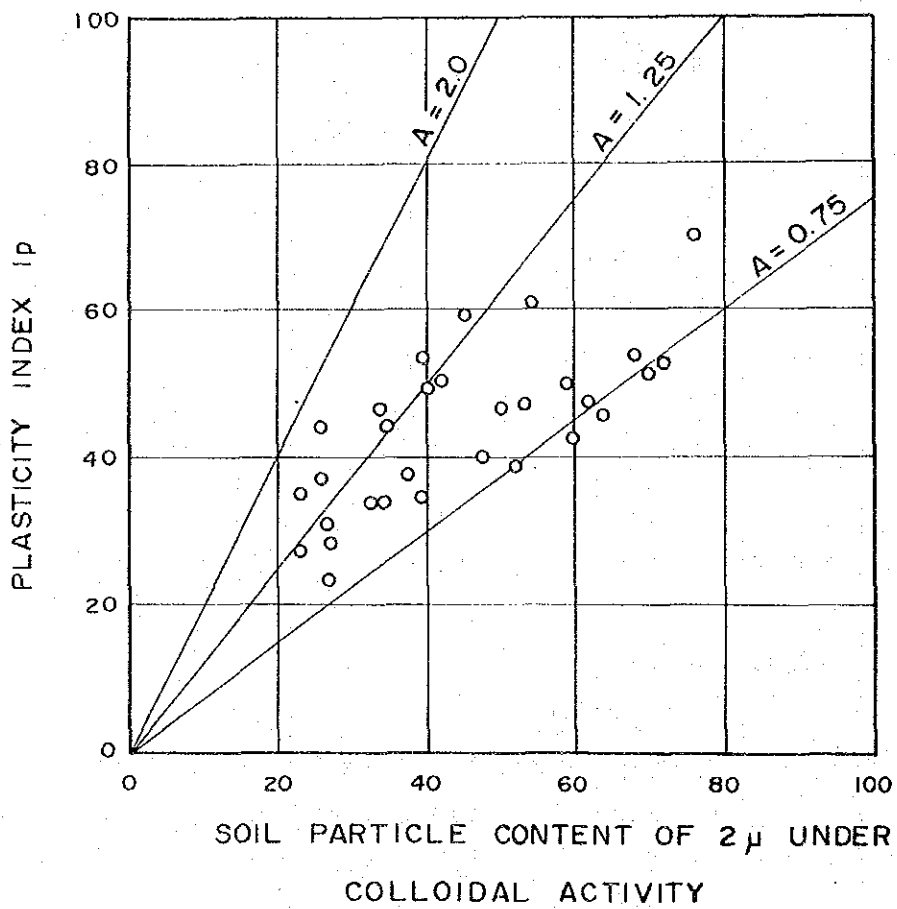
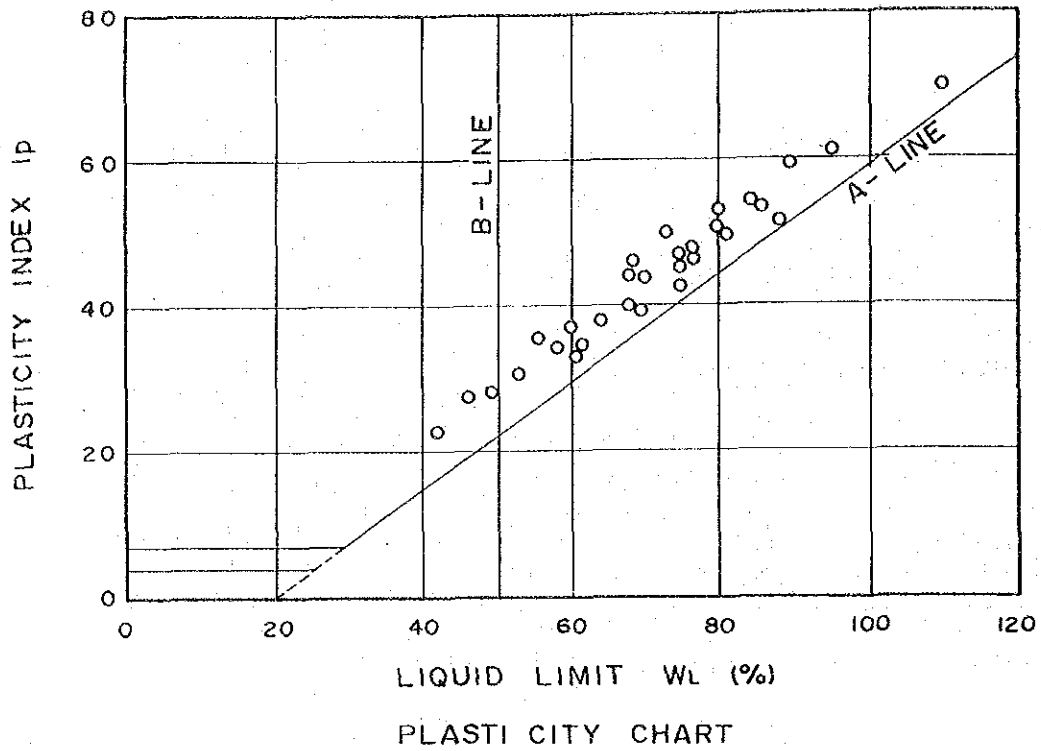
CBR試験はASTM-D-1883に基づいて実施し、その結果を表9.11に示す。試験は突固試験で得られた最大乾燥密度の95%に相当する密度で実施し3日間水浸して吸水膨脹試験を実施した。試験結果の判定基準は次のとおりである。

CBR値 : 3%以上

吸水膨脹量 : 3%以下

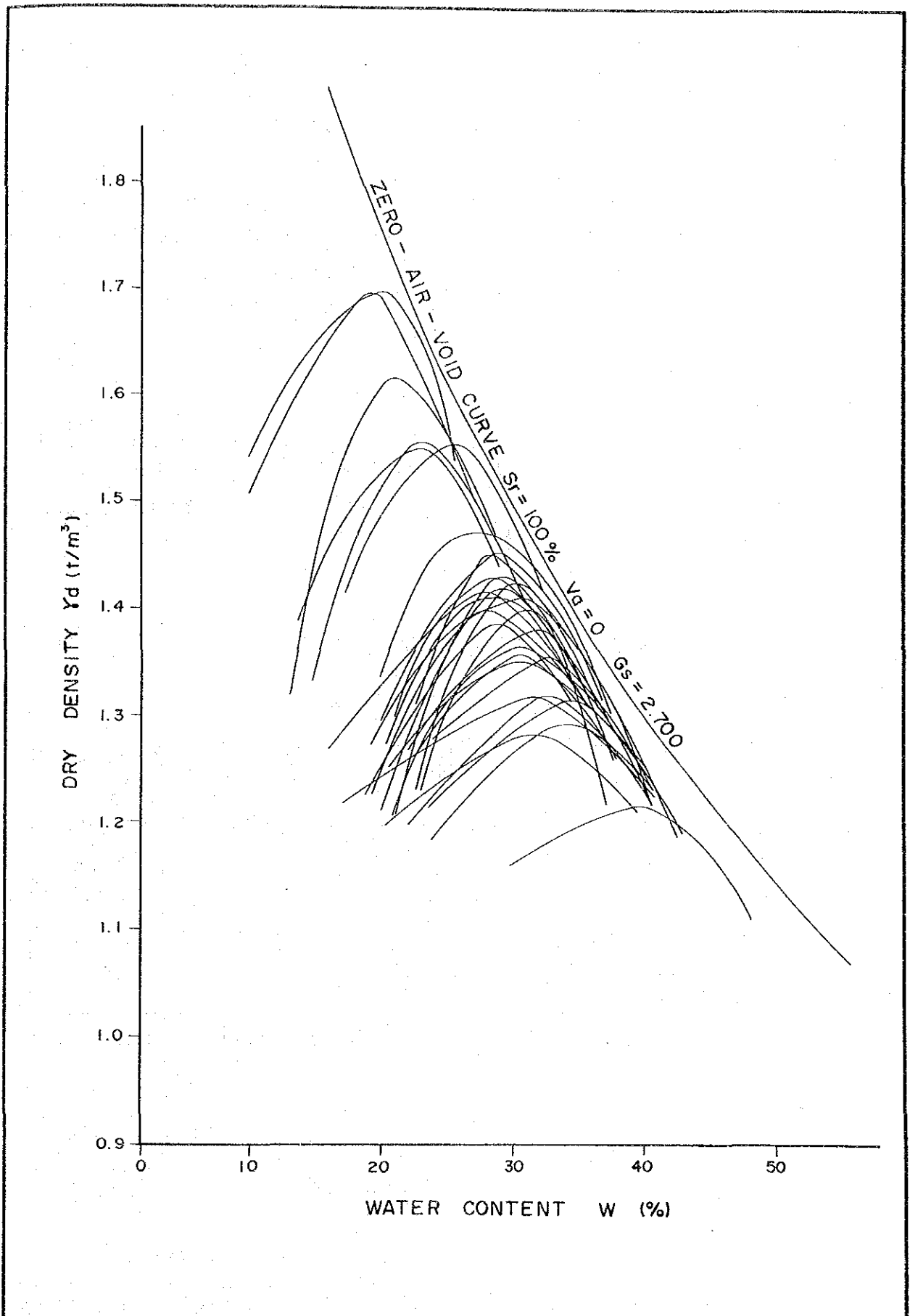
表9.11 突固めおよびCBR試験結果

Test Pit Sampling			Compaction (D-698)			CBR (D-1883)				Note
STA. NO.	TP-NO.	Depth	Wn (%)	Wopt (%)	Max. γ_d (t/m ³)	W (%)	γ_d (t/m ³)	CBR (%)	Swell (%)	
5+500	TP.92.01	0.30~1.50	28.5	29.5	1.422	33.0	1.350	4.4	0.70	Good
		1.50~2.60	27.6	35.3	1.290	41.4	1.226	4.0	1.26	Good
15+500	TP.92.02	0.30~0.90	27.6	29.7	1.437	31.5	1.365	5.0	0.72	Good
		0.90~1.50	26.9	31.5	1.384	36.3	1.315	2.0	1.17	Poor
29+000	TP.92.03	0.50~1.50	30.2	30.2	1.425	36.0	1.354	5.5	0.48	Good
		1.50~2.00	29.4	31.5	1.323	41.5	1.257	2.7	3.94	Poor
55+560	TP.92.04	0.20~1.00	27.6	29.0	1.390	35.0	1.321	2.8	0.36	Poor
		1.00~1.40	28.2	33.2	1.320	39.5	1.254	3.0	3.98	Poor
56+900	TP.92.05	0.20~2.00	19.2	21.0	1.620	23.5	1.539	4.6	0.07	Good
		2.00~2.50	15.9	25.6	1.550	31.0	1.473	4.3	0.24	Good
62+000	TP.92.06	0.30~0.90	28.1	28.2	1.424	32.5	1.353	3.5	1.30	Good
		0.90~1.20	36.1	32.4	1.285	39.0	1.221	3.5	3.03	Good
68+000	TP.92.07	0.60~1.20	19.5	23.3	1.555	25.0	1.477	3.0	0.07	Good
		1.20~2.00	28.7	29.0	1.426	32.0	1.355	2.9	1.76	Poor
81+300	TP.92.08	0.20~1.00	27.5	30.0	1.405	34.5	1.335	4.0	0.58	Good
		1.00~1.50	31.0	31.7	1.374	38.0	1.305	3.8	2.10	Good
92+150	TP.92.09	0.15~1.50	32.0	31.0	1.392	36.0	1.322	3.6	0.85	Good
		1.50~2.50	43.6	39.9	1.215	44.0	1.154	3.6	2.30	Good
80+000	TP.92.10	0.20~0.75	24.2	22.7	1.550	27.0	1.473	3.4	0.78	Good
		0.75~1.40	35.3	31.8	1.360	38.0	1.292	5.1	1.68	Good
65+250	TP.92.11	0.15~0.60	24.0	28.1	1.444	32.0	1.372	5.1	0.33	Good
		0.60~1.20	30.5	31.5	1.360	37.0	1.292	2.6	4.23	Poor
48+400	TP.92.12	0.50~1.90	21.8	29.2	1.438	30.0	1.366	5.5	0.92	Good
		1.90~2.50	27.0	34.6	1.325	41.0	1.259	3.4	2.57	Good
30+500	TP.92.13	0.30~1.10	20.1	29.3	1.415	33.0	1.344	3.3	0.15	Good
		1.10~1.90	33.7	27.4	1.458	32.0	1.385	4.2	0.67	Good
20+150	TP.92.14	0.50~1.70	15.2	27.9	1.455	33.5	1.352	5.1	0.04	Good
		1.70~3.60	21.5	26.8	1.489	31.0	1.414	3.7	0.15	Good
10+650	TP.92.15	0.15~2.30	18.2	18.1	1.694	22.0	1.609	4.9	0.08	Good
		2.30~5.80	20.6	18.0	1.700	22.3	1.615	3.0	1.48	Good
Average		\bar{x}	26.7	28.9	1.431	33.6	1.359	3.9	1.266	
Standard deviation		σ_n	6.2	4.7	0.111	5.6	0.105	0.9	1.21	



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-9 盛土材の塑性図と粘土の活性度



COASTAL ROADS
IN
EAST COAST OF SUMATRA

図 9-10 盛土材の突固曲線

(5) 構造物（橋梁）の支持地盤

• 支持層の分布と設計基準

構造物の支持地盤は構造物の重要度によって査定され、構造物によって支えられる縦断方向の力によっても査定される。一般に橋梁（橋台、橋脚）の基礎杭の支持地盤の設計基準は以下のN値として定義される。

砂質土	N値	30以上
粘性土	N値	20以上

調査結果から上記のN値の支持層に至る深度（Ac層の厚さ）は4～22mの範囲で平均9.3m、さらにN値50以上の支持層に至る深度は6～39.5mの範囲にありその平均深度は17.0mである。この詳細は表9.14Aおよび9.14B構造物の支持層に示している。

• 支持層と土性値

構造物の支持層の土性値は表9.12の土性値に示す。

表9.12 支持層の土性値

Division of soil	Wet density γ_t (t/m ³)	Cohesion of the first stage c (t/m ²)	Internal friction angle ϕ (Degree)	Modulus of elasticity E_o (kg/cm ²)
Ac1	1.40	0.60	-	Fig. 9.8
Ac2	1.65	0.625N	-	Fig. 9.8
As	Table 9.13	-	Fig. 9.11	-
Dc	Table 9.13	0.625N	-	28N
Ds	Table 9.13	-	Fig. 9.11	-

Note: N-values and ground water level are shown in the boring log.

Note: N値および地下水位は柱状図より定める。

図9.11 N値と内部摩擦角の関係図

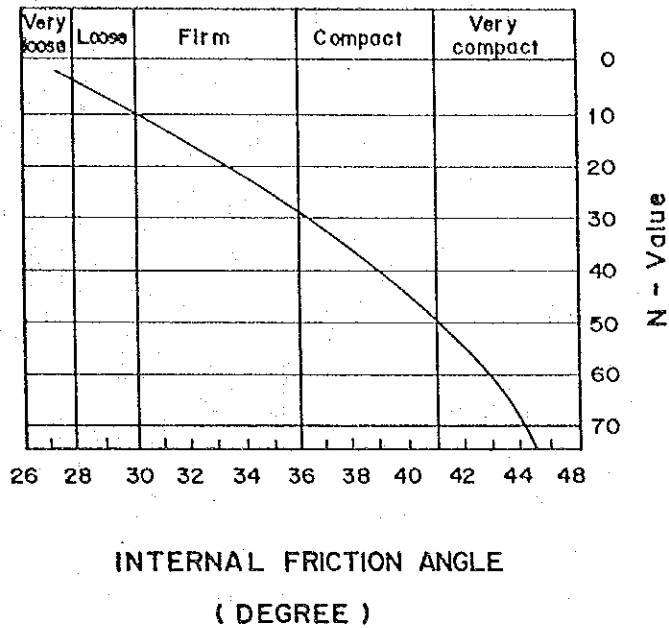


表9.13 土の湿潤密度

	Soil	Condition of Soil	Wet density(t/m ³)	Symbols	
Embankment	Sand mixed gravel	Compact	2.0	GW, GP	
	Sand	Compact	good gradation	2.0	SW, SP
			No good gradation	1.9	
	Sandy soil	Compact	1.8	SM, SC	
	Cohesive soil	Compact	1.7	ML, CL, (MH, CH)	
	Volcanic cohesive soil	Compact	1.4	VH	
Natural ground	gravel	Compact or good gradation	2.0	GW, GP	
		Loose or no good gradation	1.8		
	Sand mixed gravel	Compact	2.1	GW, GP	
		Loose	1.9		
	Sand	Compact or good gradation	2.0	SW, SP	
		Loose or no good gradation	1.8		
	Sandy soil	Compact	1.9	SM, SC	
		Loose	1.7		
	Cohesive soil	hard	1.8	ML, CL	
		soft	1.6		
	Silt	hard	1.6	ML	
		Soft	1.4		
	Clay	hard	1.7	CH, MH	
Soft		1.5			
	Volcanic cohesive soil		1.4	VH	

表 9.14A 構造物の支持層

STATION No.	Name of Bridge	Machine Boring No.	Bearing Strata				Note
			N-Value more than 20(c) 30(s)		N-Value more than 50		
			Depth	Soil	Depth	Soil	
PLG 72+030	A. Dusun Anyar	MB.92.01 A.B	14.0	Tuffaceous Clay	39.5	Silty Sand	
PLG 78+063	A. Segonang	MB.92.02 A.B	16.0~18.0	Fine to Coarse Sand	34.0~36.0	Tuffaceous Clay Stone	
PLG 80+231	Way Talang Pangeran	MB.92.03 A.B	20.0~10.0	Fine to Coarse Sand	20.0~16.0	Fine to Coarse Sand, Clay Stone	
PLG 93+855	Way Lebak Bunut 1	MB.92.04	22.0	Tuffaceous Clay	36.0	Tuffaceous Clay	
PLG 112+614	Way Menanga	MB.92.05	7.5	Tuffaceous Clay	31.5	Tuffaceous Sandy Clay	
PLG 114+396	Way Jahe	MB.92.06	9.5	Fine Sand	15.0	Silty Sand	
PLG 116+700	Way Burnai	MB.92.07	9.5	Fine to Coarse Sand	22.0	Tuffaceous Silty Clay	
PLG 117+277	Way Temburuntui 1	MB.92.08	9.0	Tuffaceous Clay	34.0	Tuffaceous Silty Clay	
PLG 120+418	Way Kubangan	MB.92.09	5.3	Fine to Coarse Sand	15.5	Tuffaceous Sandy Clay	
PLG 128+341	Way Tembesu	MB.92.10	-	Loose Sand	21.5	Clayey Sand	
PLG 139+818	Way Deras	MB.92.11	28.0	Tuffaceous Clay	32.0	Tuffaceous Sandy Silt	
PLG 143+495	Kali Badak	MB.92.12	14.0	Sandy Clay	18.0	Tuffaceous Clay	
PLG 147+185	Sei Kali	MB.92.13	9.5	Fine to Coarse Sand	20.0	Tuffaceous Silty Clay	Box
PLG 147+934	Tebing Suluh	MB.92.14 A.B	6.0~11.0	Clayey Sand, Tuffaceous Clay	25.5~27.0	Tuffaceous Clay	
PLG 157+675	Way Gadis	MB.92.15	6.0	Tuffaceous Clay	28.0	Tuffaceous Silty Clay	
PLG 159+820	Way Dabuk	MB.92.16	10.0	Tuffaceous Clay	16.0	Tuffaceous Sandy Clay	
PLG 165+043	Way Sungai I	MB.92.17	2.0	Tuffaceous Clay	6.0	Tuffaceous Siltstone	
PLG 165+501	Way Sungai II	MB.92.18	-	Medium Silty Clay	6.0	Tuffaceous Clay	
PLG 169+912	Way Ulak	MB.92.19	2.0	Clay	8.0	Tuffaceous Clay	
TLB 200+059	Way Mesuji	MB.92.20 A.B	16.0~12.0	Tuffaceous Clay, Fine to Coarse Sand	34.0~32.0	Silty Sand, Medium Sand	
TLB 196+445	Way Buntu	MB.92.21	7.5	Sandy Clay Stone	10.0	Sandy Clay Stone	
TLB 195+420	Way Kem Deras	MB.92.22	5.5	Clay	8.0	Clay to Clayey Sand	
TLB 194+741	Way Balak	MB.92.23	10.0	Tuffaceous Clay	12.0	Tuffaceous Clay	
TLB 193+492	Way Gajah	MB.92.24	2.0	Clay	10.0	Tuffaceous Clay	
TLB 188+194	Way Iriasi	MB.92.25	8.0	Tuffaceous Clayey Silt	10.0	Tuffaceous Clayey Silt	
TLB 186+910	Way Penimbakan	MB.92.26	4.0	Sandy Clay	11.5	Clay	
TLB 186+730	Way Penyandangan	MB.92.27	6.0	Clay	14.0	Clayey Sand	
TLB 185+021	Way Harapan Jaya	MB.92.28	11.5	Tuffaceous Clay	29.5	Tuffaceous Clay	
TLB 184+100	Way Harapan I	MB.92.29	-	Clay Sand	8.0	Alternation of Clay and Sand	
TLB 183+154	Way Blawak II	MB.92.30	13.0	Clay	33.0	Sandy Clay	
TLB 179+591	Way Tulung II	MB.92.31	4.0	Sandy Clay	8.0	Tuffaceous Clay	

Note: (c) Cohesive soil, (s) Sandy soil

表 9.14B 構造物の支持層

STATION No.	Name of Bridge	Machine Boring No.	Bearing Strata				Note
			N-Value more than 20(c) 30(s)		N-Value more than 50		
			Depth	Soil	Depth	Soil	
TLB 178+379	Way Tulung I	MB.92.32	4.0	Tuffaceous Clay	18.0	Fine Sand	
TLB 176+977	Way Talang Gunung II	MB.92.33	5.5	Clay	13.5	Fine to Medium Sand	
TLB 176+263	Way Talang Gunung II	MB.92.34	8.0	Tuffaceous Clay	12.0	Tuffaceous Clay	
TLB 175+063	Way Talang Gunung I	MB.92.35	-	Soft Sandy Clay	6.0	Tuffaceous Clay	
TLB 174+037	Way Talang Gunung	MB.92.36	-	Stiff Silty Clay to Clay	9.5	Clay Stone	
TLB 173+190	Way Manggris	MB.92.37	4.0	Tuffaceous Clay	16.0	Clay to Sandy Clay	
TLB 172+052	Way Akuan	MB.92.38	6.0	Clay	8.0	Clay	
TLB 171+250	Way Buaya Akuan	MB.92.39	8.0	Sandy Clay	10.0	Tuffaceous Clay	
TLB 169+989	Way Buaya II	MB.92.40	8.0	Sandy Clay	10.0	Tuffaceous Clay	
TLB 169+012	Way Kilang	MB.92.41	-	Silty to Sandy Clay	16.0	Clayey Sand to Sandy Clay	
TLB 168+112	Way Buaya I	MB.92.42	-	Clay to Clayey Sand	10.0	Clayey Sand	
TLB 166+419	Way Buaga II	MB.92.43	5.5	Tuffaceous Clay	15.5	Clay Stone	
TLB 164+160	Way Pasir II	MB.92.44	-	Silty Clay to Sand	6.0	Clayey Sand	
TLB 161+851	Way Asahan I	MB.92.45	-	Clay to Sand	10.0	Tuffaceous Clay	
TLB 161+053	Way Pasir	MB.92.46	6.0	Tuffaceous Clay	12.0	Sandy Clay	
TLB 160+346	Way Bujuk Agung III	MB.92.47	10.0	Tuffaceous Clay	16.0	Tuffaceous Clay	
TLB 159+936	Way Bujuk Agung II	MB.92.48	8.0	Tuffaceous Clay	18.0	Clay Stone	
TLB 159+962	Way Bujuk Agung I	MB.92.49	8.0	Sandy Clay	18.0	Clay to Sandy Clay	
TLB 154+362	Way Bujuk	MB.92.50	-	Silty Sand to Clay	10.0	Clayey Sand to Sandy Clay	
TLB 143+253	Way Pedada	MB.92.51 A.B	8.0~6.0	Tuffaceous Clay	10.0~14.0	Sandy Clay to Clay	
TLB 140+636	Way Telow	MB.92.52	4.0	Tuffaceous Clay	12.0	Sand Clay	
TLB 139+756	Way Badak	MB.92.53	4.0	Sandy to silty Clay	16.0	Clayey Sand to Sandy Clay	
TLB 128+138	Way Cekat Nyenyek II	MB.92.54	14.0	Clay to Sand	20.0	Clayey Sand	
TLB 127+519	Way Tulang Bawang	MB.92.55 A.B	20.0~14.0	Sandy Clay	24.0~20.0	Sandy to Silty Clay	
TLB 124+956	Way Buluran II	MB.92.56	-	Clay, Silty Clay	16.0	Sandy Clay	Box

Note: (c) Cohesive soil, (s) Sandy soil

(6) 設計用土質定数と設計条件

• 設計用土質定数

対象地域はメスジ川流域で分布する地層は、沼成層に属する軟質の粘土、腐植土からなり、層厚は10mである。地盤の土質定数は表9.15に示すとおりである。

表9.15 設計用土質定数

Soils	Wet Density γ_t (t/m ³)	Cohesion of the Initial Condition C_0 (t/m ²)	Internal Friction Angle ϕ (Degree)	e - log Curve	log - C_v / log p	The Rate of Strength Increase m	Consolidation Yield Stress P_c (t/m ²)
Ac1	1.40	0.60	-	Fig. 9.12	Fig. 9.13	0.30	2.40

• 設計用載荷条件

a. 荷重の種類

盛土材量によるもののみとする。

b. 盛土材料

調査を実施した15ヶ所の粘性土を使用するものとし、盛土主部敷砂等の区分は行なわない。

— 単位体積重量

試験結果から次のとおりとする。 $\gamma_t = 1.80 \text{ t} / \text{m}^3$

— 剪断強さ

$C = 2.00 \text{ t} / \text{m}^2$ 、 $\phi = 10 \text{ deg}$

圖 9-12 設計用 $e - \log p$ 曲線

2.6

2.4

2.2

2.0

1.8

1.6

1.4

1.20

VOID RATIO e

0.05 0.07 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.7 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 7.0 10.0

CONSOLIDATION PRESSURE $\log p$ (kg/cm^2)