第８章

修復リンクの評価

第8章　修復リンクの評価

8.1　計画対象リンク

修復リンク選定段階で選ばれたのは，Table 6.6.1 およびFigure6.6.1 に示したように28リンク，総延長 774kmであった。

8.2　評価プロセスのフロー

修復リンクについての評価分析は，オーバーレイ厚の計算と舗装のラフネス改良によってもたらされるＶＯＣ節約の分析に重点を置いて進めた。

各々の計画リンクに必要なオーバーレイ厚はいくつかのたわみ基準曲線を用いての比較検討を経て決定した。

便益解析とオーバーレイ計画のためのデータを得る目的で舗装道のラフネスとＰＳＩ（現在供用指数）に関する現場調査を行った。また，やや古いと思われた，たわみデータを更新するために補足たわみ測定を実施した。

最後に，計算から求めた修復費用と便益とから，便益・費用比と内部収益率（ＩＲＲ）を計算した。

修復リンク評価プロセスのフローをFigure 8.2.1に示す。

8.3 エンジニアリング及び費用算定

8.3.1 現場調査

1）たわみ測定

修復リンク選定に用いたデータのうち，やや古いと思われたデータを更新るすために1982年9月から10月にかけて次のリンクについて，たわみ測定を行った。

Link No.	Route - Link	Length (km)
RH - 5	201 - 0100	40
- 6	- 0200	25
- 7	- 0300	17
- 8	- 0400	38
-15	213 - 0100	43
-16	214 - 0100	28
-17	- 0200	19

測定データは舗装設計にすぐ適用できるよう電算処理を行った。

2）ラフネス測定

舗装面の評価と相互比較のためにラフネス測定を行った。ラフネスは乗用車にセットしたMays Ride Meter （ＭＲＭ）を用いて測定した。

ＭＲＭ測定器の原理は，測定車ボディーに対する後軸の変位を測定し，それから間接的に舗装面のラフネスを求めるもので，ラフネスは図表示と数値表示の両方で得られる。

現場測定は，計画対象リンクと非対象リンク，合わせて35リンク約 1,000kmについて行った。ラフネス測定は60km／時の一定走行速度で行い，ラフネスはキロ程や橋梁位置等と共に図表示され，同時に1kmごとにラフネス値が計算された。Figure 8.3.1に舗装表面状態別代表的ラフネスを示す。

リンクごとの平均ラフネスと標準偏差値を要約してTable 8.3.1 に示す。1kmごとのラフネス値を舗装たわみ値と共にAppendix 8.1に示す。

3）舗装状態調査

ラフネス測定値とＰＳＩとの相関をみるために舗装評価測定を実施した。現場測定は1982年11月にアスファルト・コンクリート舗装（ＡＣ），表面処理舗装（ＳＴ）および浸透式マカダム舗装（ＰＭ）を対象に40区間，約 460kmについて実施した。

舗装欠陥の認識を容易にするために，最も一般的な欠陥徴候をＨＲＢ報告書[注1)]で定義されている標準用語を引用して定めた。これらをTable 8.3.2 に示す。

Table 8.3.2 に示すすべての評価項目について，その欠陥度合につき，０から５までの評価尺度を与えて測定した。

評価に用いた測定様式をFigure 8.3.2に示す。実際の欠陥度合に与えるべき評価尺度は事前の試行測定を通して，測定者間でのそごが生じないようにした。このようにして得た各人の評価点を分析し平均評点と変動値を計算した。これらをTable 8.3.3 に示す。

４）ラフネス・ＰＳＩの関係

ラフネスと供用指数を関連づけるためにTable 8.3.3 に示すＰＳＩとラフネス測定値を，表層タイプ別に図上にプロットした。次に，ＨＲＢ報告書[注2)]に紹介されているキャリブレーション式を参考にして表層タイプ別に次の３式を導いた。

$$PSI = 5.e^{-\left[\frac{\ln(M-Mo)}{8.515}\right]^5}$$

ここで，　M = Measured Roughness Count (mm/km)

Mo = 1,500 mm/km for A.C.

= 2,500 mm/km for S.T.

= 3,200 mm/km for P.M.

このＰＳＩ・ラフネス関係式をFigure 8.3.3に示す。

8.3.2　設計基準

修復対象リンクの平面，縦断線形は，ＤＯＨの規格別設計基準に十分適合している。それゆえ，線形についての改良は必要ないと判断された。しかし，車道幅員および道路幅員については現場調査や，インベントリー・データを調べて，次表に示すよう改良を加えた。

注１）Standard Nomenclature and Definitions for Pavement Components and Deficiencies. HRB Special Report 113.

注２）Method for Measuring Serviceability Index with the Mays Ride Meter. HRB Special Report 133.

Road Width by Proposed Link

Road Class	Proposed Link	Carriageway and Roadbed (m) Existing Width	Improved	Remarks
P2	RH-1	7/10		
P3	PH-2, RH-3	6/10		
S1	RH-19, RH-20, RH-21	7/12		
S3	RH-4, RH-5, RH-6			
	RH-7, RH-8	6/8		
	RH-9, RH-10, RH-11			
	RH-12	6/10		
	RH-13, RH-14	5/6	6/10	Reconstruction 7th year ADT (1700 1900)
	RH-15, RH-16, RH-17	6/9		
	RH-18	6/8		
F4	RH-22	5/8		
	RH-23, RH-24	6/8		
	RH-26	5/8	5.5/9	Reconstruction
	RH-25, RH-27	5/7		
	RH-28	5.5/9		

オーバーレイと再構築の両ケースに対する標準断面図をFigure 8.3.4に示す。

8.3.3 交通解析

オーバーレイ厚の計算解析と舗装修復の便益を計算するために交通データを分析した。

1）基本交通量および伸び率

ＤＯＨによって過去10年間（1972—81）にわたり測定された交通量が利用できた。車種別将来交通量は1981年の交通量をベースに予測した。

東北地方の交通の伸び率は，ＳＲＮＴ調査結果にいく分修正を加えて求めた解析結果[注)]を採用した。これらを次表に示す。

注） Increasing Rate of Traffic by Region (1982-2001), DOH.

Traffic Growth Rate (% P.a.)

Year	Primary Highway		Secondary Highway		Provincial Paved Road	
	P	F	P	F	P	F
1982 - 1987	3.8	4.9	3.8	5.2	6.6	4.5
1978 - 2001	3.8	3.8	3.8	3.8	5.5	3.6

Note: P: Vehicles for passengers
F: Vehicles for Freights

計画対象リンク別予測交通量をAppendix 8.2に示す。

2）ＥＳＡ変換係数[注1)]

a）車輌総重量

東北地方の車輌総重量分布はＤＯＨの調査報告書[注2)]をもとに求めた。ＤＯＨの車輌重量測定地点をAppendix 8.3に示す。

乗用車重量は軽いために舗装構造に損傷を与えることはほとんどなく，ここでは大・中型トラックとバスだけを調査の対象とした。

6輪トラックと10輪トラックの総重量分布をAppendix 8.4に示す。

b）空車率

ＥＳＡを求めるために無載荷車輌（空車）の割合を知る必要がある。Appendix 8.4に示すＤＯＨの調査結果によると空車率は非常に高く，6輪トラックでは80%，10輪トラックでは44%である。

本調査団のＯ／Ｄ調査によれば6輪トラックの空車率は約40%，10輪トラックの場合は30%となっており，調査地点別のデータは次のとおりである。

注1） ESA: Equivalent Standard 8,200 kg Axle Loads.

注2） Loaded vehicle weighing survey-Northeast, Traffic Engineering Office, DOH, 1980.

Truck Empty Ratio (%)

Location*	Paved National Road		Unpaved Provincial Road	
	6-wheel	10-wheel	6-wheel	10-wheel
1	45(133)	43(105)		
2			100(4)	
3			38(11)	100(3)
4	40(194)	35(159)		
5			46(11)	67(3)
6	35(95)	31(112)		
7	48(33)	10(44)		
Weighted Average	41	33	51	83

( ): No. of vehicles interviewed.

* : Location of survey is shown in Appendix 8.3.

この２つの調査結果から，６輪トラックと10輪トラックの空車率を次のように決めた。

Truck Empty Ratio (%)

	6-wheel trucks	10-wheel trucks
National Road	40	35
Provincial Road	50	50

ｃ）交通等値係数

ＤＯＨが実施した軸重分布調査によると，後軸重の総重量に対する割合は６輪トラック，10輪トラック共に総重量が増すにつれ増加傾向にある（Appendix 8.5参照）。実測結果に基づいて計算した軸重分布をAppendix 8.5に示す。

後述のたわみ性舗装設計法を用いるためには，混合交通を 8,200kg単軸重等値通過回数に変換しなければならない。

種々の軸重を公分母で表すために，交通等値係数を求めなければならない。このスタディではＡＡＳＨＯ道路試験で求められた等値係数を採用した。これをAppendix8.6に示す。

d）トラックのＥＳＡ変換係数

軸重，軸重変換係数および総重量分布が分かれば 8,200kg軸重等値数（ＥＳＡ）が求められ，６輪トラックと10輪トラックに対する値はそれぞれTable 8.3.4 に示すように求められた。

e）バスのＥＳＡ変換係数

本調査団がＯ／Ｄ調査中に調べたバス平均乗車数は次のようである。

Average Passenger Occupancies (%)

Location* No.	Paved National Road M / B	Paved National Road H / B	Unpaved Provincial Road M / B	Unpaved Provincial Road H / B
1	26(21)	40(114)		
2			5(8)	0
3			31(9)	0
4	19(92)	38(114)		
5			19(8)	0
6	19(74)	35(50)		
7	27(38)	42(16)		
Weighted Average	21	39	19	

(　): No. of buses interviewed.

* : Location of survey is shown in Appendix 8.3.

一方，ＰＲＩ調査注)が示すところによれば，東北地方での中・大型車バス平均乗車数は，それぞれ18人，27人となっている。

バスの軸重分布に関するデータは少なく，利用できた調査結果が示すところでは，バンコク東部バスターミナルでの調査として0.61のＥＳＡ値を与えている。

f）ＥＳＡ変換係数

このスタディで用いるＥＳＡ変換係数は，前述の分析を要約して次のように与えるものとする。

注) Feasibility Study of Provincial Road Improvement, Louis Berger International, Inc. Dec. 1981.

ESA Conversion Factors

Class	6-wheel Truck1/	10-wheel Truck1/	Heavy Bus
National Highway	0.81	1.28	0.61
Provincial Road	0.68	0.99	

1/: Refer to Table 8.3.4 (a) - (d).

3）累積ＥＳＡ

上述の変換係数を用いて，各対象リンク別に累積ＥＳＡ数を計算した。これを1982年までの累積ＥＳＡ数と，将来７年間の累積ＥＳＡ数に分けてAppendix 8.7に示す。

8.3.4 オーバレイの設計

1）設計たわみ値

ＤＯＨによるたわみ測定は50m おきになされてきている。たわみ測定方法は原則としてＷＡＳＨＯ (Western Association of State Highway Officials) 法によっている。ＷＡＳＨＯ法によって得られるたわみは，復元たわみである。

現場測定によるたわみ値は，測定時温度と常時変動している路体の含水量に対して補正しなければならない。これについてＤＯＨでは温度補正のみをおこなっている。表層が厚い場合には温度変化が測定値に大きく影響を及ぼし，この場合，次の補正式をＤＯＨは採用している。

$$d = 0.0002'' \ (90 - Ft)$$

ここで，d：たわみ補正値（インチ）

Ft：表層温度（°F）

補正後のたわみ値は１kmごと，つまりデータ20個ずつ処理されている。

たわみ値の母数平均と標準偏差は求め得ないから，測定値の平均と，標準偏差が規定の確率値に相当するたわみ値を決定するのに用いられている。

ＤＯＨでは，オーバーレイ後およそ７％に相当する区間のみが過小設計となる，つまり，舗装損傷をこうむる結果となる，というたわみ水準値を採用している。この，ＤＯＨが採用している設計たわみ値は，次式で求められるものである。

$$Dd = D + 1.5\sigma$$

ここで，Dd：設計たわみ

D：平均たわみ

σ：標準偏差

2）オーバーレイ設計方法の比較検討

供用性のおちたたわみ性舗装を補強するために種々のオーバーレイ設計法が提案されてきている。これを分類してみると，大きく次の二つのグループに分けられる。

(a) 舗装たわみを用いた設計法

(b) 舗装層構成解析による設計法

このスタディで比較検討に採用した設計法は，次のとおりである。

- 設計法
  - 舗装たわみによる方法
    - アスファルト協会法 ＊
    - 日本道路協会法
    - ＴＲＲＬ法（注） ＊
    - 熱帯地で適用されるＴＲＲＬ法 ＊
    - Ruizによるオーバーレイ厚計算法 ＊
    - カナダ法
    - カリフォルニア法 ＊
  - 舗装構成による方法
    - アスファルト協会法
    - 日本道路協会法

これらの各方法を用いて行ったオーバーレイ設計の試行結果に基づいて，これらの中から５つの方法を選び，比較検討をさらに進めることがＤＯＨとの協議で決まった。

選ばれた５つの方法は前述の各方法に＊印で示してあるが，これらはすべて舗装たわみ値を用いて解析する方法であり，たわみ・舗装寿命関係式がFigure 8.3.5に示してある。

これらの方法の概要は次のとおりである。

注） TRRL, Transport and Road Research Laboratory, United Kingdom

設計方法	設計に用いる交通量	許容たわみ値およびオーバーレイ厚設計図
(A) Asphalt Institute 法注1)	DTN注2)	図 8.3.6(a)参照
(B) TRRL法注3)	ESA	図 8.3.6(b) 〃
(C) TRRL Tropics 法注4)	ESA	図 8.3.6(c) 〃
(D) Ruizの公式注5)		図 8.3.6(d) 〃
(E) California法注6)	ESA ／TI注7)	図 8.3.6(e) 〃

注1) The Asphalt Institute Manual NO. 17

注2) DTN : Design Traffic Number

注3) TRRL Report LR 571

注4) TRRL Report LR 444

注5) Highway Research Record 129

Ruizのオーバーレイ厚計算式は次式で表される。

$$h = \frac{R}{0.434} \cdot \log \frac{Do}{Dh}$$

ここで，h：オーバーレイ厚（cm）

Do：既存舗装のたわみ値

Dh：オーバーレイ後のたわみ値

R：たわみ減少係数（＝12）

注6) Highway Research Record 129

たわみ減少率（P）は次式で表される。

$$P = \frac{dr - dt}{dr}$$

ここで，dr：設計たわみ

dt：許容たわみ

アスファルトコンクリートと，砂利舗装の等値換算係数は，1：2とする。

注7) TI：Traffic Index

これら５つの設計法を用いて全対象リンクにつき，１kmごとにオーバーレイ厚の計算を行った。この計算結果をAppendix 8.8に示す。Table 8.3.5 には，一例としてＲＨ－１リンクの計算結果を示すが，各方法によって求められるオーバーレイ厚はまちまちである。これは各設計法が固有の許容たわみ基準曲線を採用しているからである。

これらの計算結果から（Ｅ）法，すなわち，カリフォルニア道路部によって，作られた設計法を採用することがＤＯＨとの協議で決められた。これは，他の方法に比べて，大き目の値を示しており，安全側の設計となるからである。この（Ｅ）法は，現在ＤＯＨの舗装設計において交通量解析にいく分修正を施して用いられているものである。

３）オーバーレイおよび再構築の設計

舗装修復計画と方法を決めるために，計算によって求められた必要オーバーレイ厚の値及びラフネスの状況と共に，現在の道路線形，幅員等をさらに精査した。その結果，Table8.3.6に示すように各対象リンクの中でオーバーレイの必要な区間あるいは，再構築を要する区間が決められた。ＲＨ－７，８，11および25のリンクについては，たわみ量が比較的小さいことから，今後７年間内のオーバーレイおよび再構築は必要ないとの結果となった。しかし，これらのリンクは舗装面の悪化につれて，定期的維持補修が必要となるであろう。

Figure 8.3.7はリンクごとのオーバーレイ，あるいは再構築対象区間を示している。再構築を採用したのは，求められたオーバーレイ厚がかなり厚くなったことと，道路幅員が設計基準に満たないことによるものである。

Table 8.3.6 に示すように，修復区間総延長は 468kmであり，このうちオーバーレイ対象は 370km，再構築対象は98kmである。

8.3.5　工事数量及び建設費

１）工事数量

オーバーレイおよび再構築設計に基づき工事数量を求めた，適用した標準断面は Figure 8.3.4に示してある。工事数量はAppendix 8.9に示す。

２）建設費

工事単価はタイ国における類似工事の入札で採用されたものを参考にして次表に示すように決定した。

Unit Rates For Major Work Items

(Reconstruction and Overlay)

Work Item	Unit of Quantity	Financial Unit Rate (B)	Tax Component (%)	Remarks
Clearing and Grubbing	ha	15,000	9	
Embankment	m^3	45	9	
Scarifying (A)	m^2	20	10	For Asphalt Concrete
Scarifying (B)	m^2	7	10	For DBST
Soil Aggregate Subbase	m^3	105	11	
Crushed Stone Base	m^3	370	8	
Soil Aggregate Shoulder	m^3	105	11	
Tack Coat	m^2	10	10	
Asphalt Concrete Surface				
T = 40 mm	m^2	88	10	
T = 50 mm	m^2	110	10	
T = 80 mm	m^2	176	10	
T = 100 mm	m^2	220	10	
T = 120 mm	m^2	264	10	

建設費は，各々の工事数量に工事単価を乗じて求めた。この直接工事費に，次表に示す雑工費，予備費および設計／工事監理費を加えて総工事費を求めた。

Applied Rates for Cost Estimate

	Overlay	Reconstruction
Miscellaneous 1/	3.5	7.0
Physical Contingency 2/	15.0	15.0
Design/Supervision 2/	8.0	10.0

1/ : Rate to construction cost of major work items

2/ : Rate to direct construction cost.

各リンク別工事費を要約してTable 8.3.7 に示す。なお，詳しい数字はAppendix 8.9 に示してある。

8.4 便益算定

8.4.1 アプローチ

舗装修復によってもたらされる主な便益は走行費（ＶＯＣ）節約である。ＶＯＣの推定はこのスタディで求めたＶＯＣと，舗装道ラフネス関係を用いて計算した。

Figure 8.3.3に示すＰＳＩ－ラフネス関係式から，次のような仮定を置いた。すなわち，オーバーレイを行った時点でのラフネスは 1,500mm／km（ＰＳＩ＝５）で，その終局的供用性に至った時点でのラフネスは 5,500mm／km（Pt＝2.0 注）であるとするものである。

ＤＯＨでは舗装設計の指針として７年間の供用期間を想定しているから，上述の終局的供用性（Pt＝2.0 ）は，供用開始後およそ７年目にもたらされると仮定した。

この前提のもとにオーバーレイ施工後のラフネスの経年的変化をFigure 8.4.1に示すように設定した。オーバーレイを施工しないで現状維持の場合には，設計期間中のラフネスは，オーバーレイの経年的悪化と同じ割合で増加するものととした。

8.4.2 舗装道の走行費

水平直線舗装道上での走行費は7.5.3 で述べた次に示す値を用いた。

Basic Vehicle Operating Costs

Vehicle	P/C	L/B*	H/B	L/T**	M/T	H/T
VOCs (B/km)	1.937	3.491	5.506	2.007	3.865	6.532

Note: * Including Light Bus and Medium Bus.
** Including Pick-up Truck and 4-wheel Truck.

修復道路のオーバーレイ後のＶＯＣ節減の推定のために舗装道上のＶＯＣを表層のラフネスに従ってもっと吟味する必要がある。

ラフネス測定とＰＳＩ調査結果やケニアでのＴＲＲＬの調査およびＳＲＮＴの調査を分析して，ラフネスとＶＯＣの関係を示す次の式を導いた。

注） P_t ： Terminal Serviceability Index

$$C = a \cdot R + b$$

ここで，　C：走行費（バーツ／km）

R：ラフネス（mm／km）

Vehicle Type	a (10^{-4})	b
P/C	1.29	1.724
L/B	3.02	2.977
H/B	4.79	4.692
L/T	1.78	1.704
M/T	2.98	3.368
H/T	5.02	5.678

この式を用いて，修復対象の現道上のＶＯＣと，オーバーレイ後のＶＯＣを対象リンクが持つラフネスに従って計算した。

8.4.3　走行費の節減

走行費の節減は修復施工後７年間について求めた。Appendix 8.2に示した６車種の将来交通量を節減費の算出に用いた。各対象リンクごとのＶＯＣ節減費をAppendix 8.10 に示す。

8.5　経済分析

8.5.1　アプローチ

修復対象28リンクのうち24リンクについて通常の便益・費用分析に基づく経済分析を行った。

オーバーレイと再構築工事においては，工事数量が比較的少ないために，工事を実施するその年に便益が発生するものとみなし，引きつづいて７年間便益が生ずるものとした。

8.5.2　プロジェクトの評価と順位

各対象リンクの特徴と計算されたＩＲＲとを要約してTable 8.5.1 に示す。同表が示す

ように，19リンクが12%を上まわるＩＲＲとなり，５リンクが12%に満たなかった。

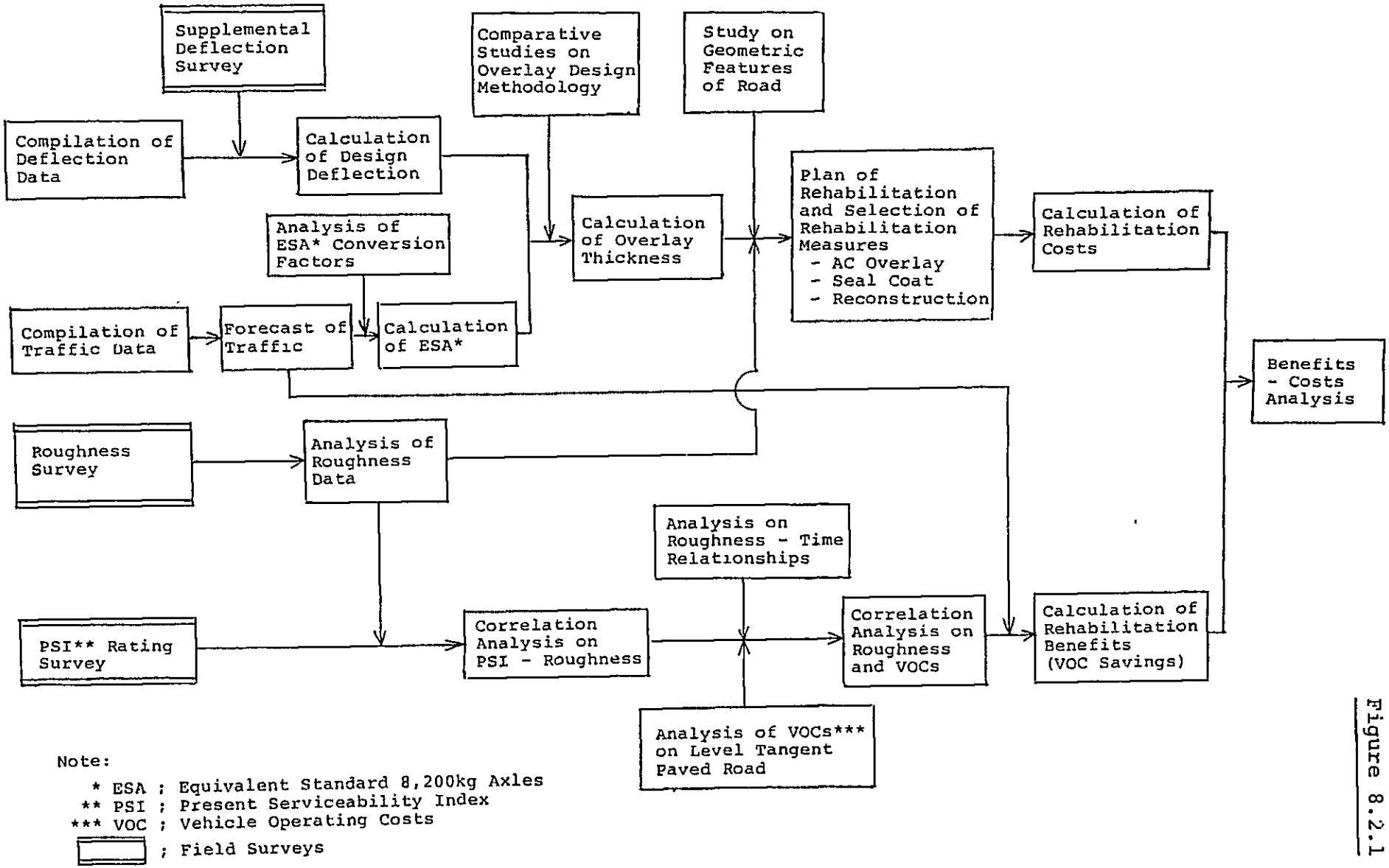
次の表はＩＲＲの順位を示すものである。同表にはプロジェクトの実施を２年遅らせたとしたときのマイナス便益をも併せて示している。

Ranking by IRR

Link No.	Length (km)	IRR (%)	Amount of Disbenefit 1/ (10^3 B)	Remarks
RH - 22	8	118.1	8,840	Overlay
RH - 2	10	91.9	10,337	"
RH - 18	30	82.8	27,914	"
RH - 5	23	69.7	18,173	"
RH - 15	44	56.8	28,537	"
RH - 6	25	48.8	14,085	"
RH - 16	14	43.1	7,645	"
RH - 17	9	34.5	3,862	"
RH - 23	16	34.5	13,584	"
RH - 24	16	29.8	14,849	"
RH - 19	46	28.9	40,520	Overlay/ Reconstruction
RH - 4	9	27.9	3,298	Overlay
RH - 20	6	25.7	7,145	"
RH - 26	22	22.7	17,548	Reconstruction
RH - 21	13	20.7	5,507	Overlay
RH - 9	7	20.3	2,084	"
RH - 10	5	19.6	3,302	Reconstruction
RH - 1	28	13.3	7,124	Overlay
RH - 28	18	13.1	3,876	"
RH - 14	27	11.7	20,045	Reconstruction
RH - 3	46	11.0	10,142	Overlay
RH - 12	6	10.1	1,290	"
RH - 13	24	9.9	17,129	Reconstruction
RH - 27	16	7.3	2,518	Overlay

1/: Disbenefits of VOCs Savings due to 2-years delay of implementation.

Figure 8.2.1 EVALUATION FLOW FOR REHABILITION



Note:

* ESA ; Equivalent Standard 8,200kg Axles
** PSI ; Present Serviceability Index
*** VOC ; Vehicle Operating Costs
▭ ; Field Surveys

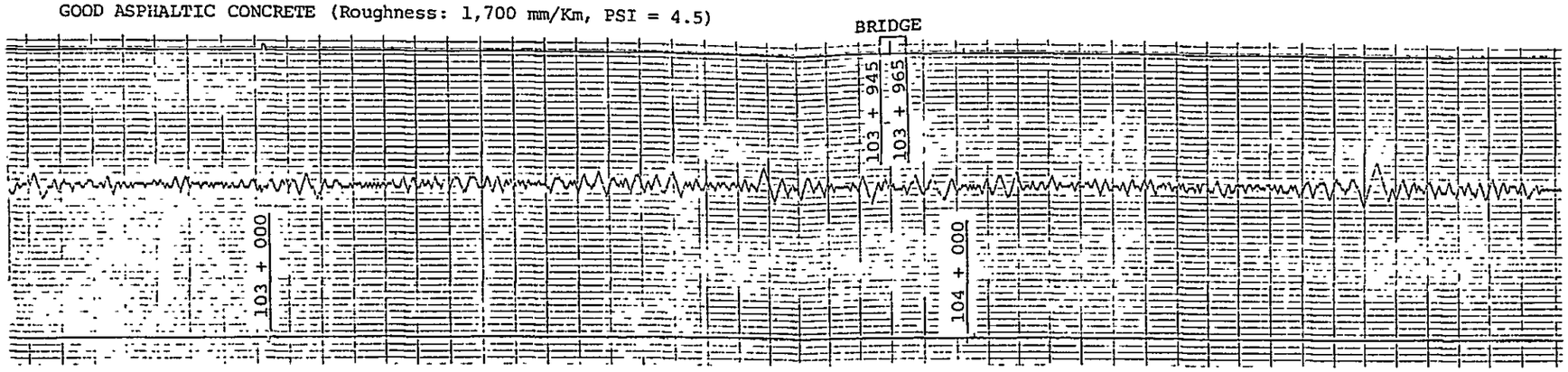
Figure 8.2.1

Figure 8.3.1 TYPICAL ROUGHNESS CHARTS

RH-2 (24-0500)

KP 103 ∿ 104

GOOD ASPHALTIC CONCRETE (Roughness: 1,700 mm/Km, PSI = 4.5)

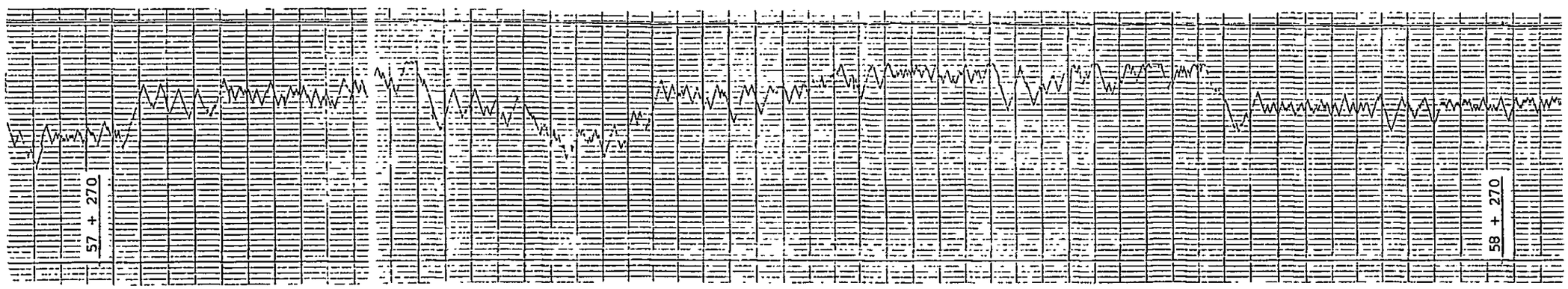


K.P.	ROUGHNESS (mm/km)
102	
103	1597
104	1754
105	1744
106	2028
107	1632
108	2099
109	2215
110	1876

RH-19 (304-0800)

KP 57 ∿ 58

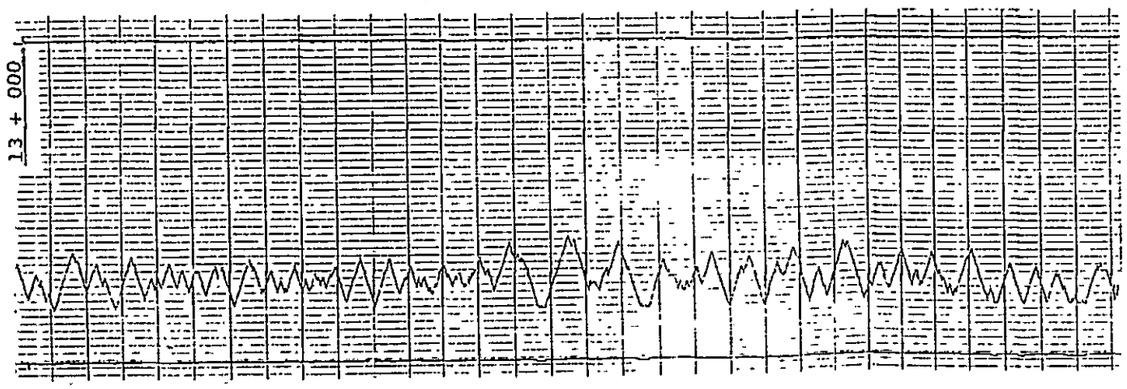
BAD ASPHALTIC CONCRETE (Roughness: 6,400 mm/Km, PSI = 1.9)



RH-13 (208-0100)

KP 13 ∿ 14

FAILED SURFACE TREATMENT (Roughness: 5,900 mm/Km, PSI = 2.2)



RH-28 (2175-0100)

KP 0 ∿ 1

GOOD SURFACE TREATMENT (Roughness: 2,700 mm/Km, PSI = 4.5)

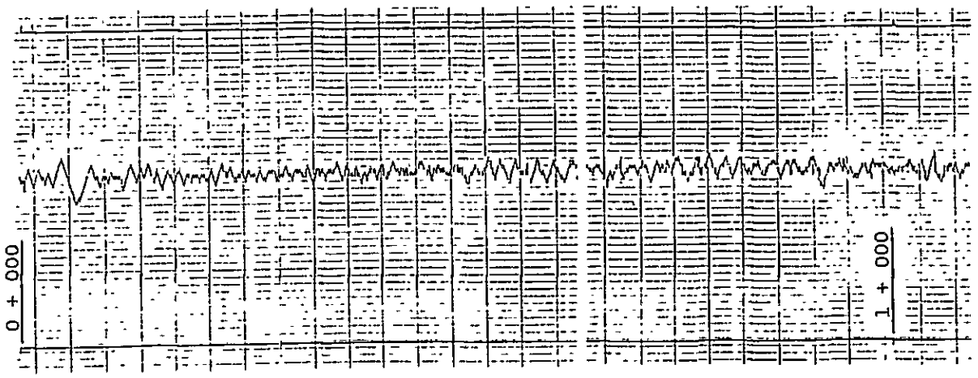


Table 8.3.1 LIST OF MEASURED ROUGHNESS FOR REHABILITATION LINKS

Proposed Route						K.P.	Roughness mm/km	
Route	Link	Surface Type	Link Length (Km)	Origin	Destination	(Km) - (Km)	Average ($\bar{R}$)	Standard Diviation
24	200*	AC	42	J. to A.Chokchai	J. to A.Lamplaimat	0 - 42	2094	353
	300*	AC	32	J. to A.Lamplaimat	J. to C.Buriram	42 - 74	2406	509
	400	AC	28	A. Nang Rong	A. Prakhon Chai	74 - 102	2637	703
	500	AC	36	A. Prakhon Chai	A. Prasat	102 - 138	2909	2154**
	600	AC	50	A. Prasat	A. Sangkha	138 - 188	3174	1040
	1001	DT	40	A. Warin Chamrap	A. Det Udom	0 - 40	2977	681
201	100	DT	39	A. Sikhui	A. Dan Khun Thot	0 - 39	5022	1043
	200	DT	25	A. Dan Khun Thot	A. Nong Bua Khok	39 - 64	4093	573
	300	DT	17	A. Nong Bua Khok	A. Chatturat	64 - 81	5277	819
	400	DT	38	A. Chatturat	A. Chaiyaphum	81 - 119	4888	676
202	301*	PM	15	J. to A.Bua Yai	Nakhon Ratchasima 1 Dist.	51 - 66	4897	420
	400*	PM	19	J.B. Sida	J.A. Prathai	66 - 85	5168	426
	500	DT	40	A. Prathai	A. Phrayakkhamphum Phisai	10 - 50	3754	547
207	100	DT	37	B. Wat	A. Prathai	448 - 485	4553	565
207	202	DT	35	A. Prathai	A. Nong Song Hong	485 - 498	4191	667
208	100	DT	31	A. Tha Phra	A. Kosum Phisai	0 - 31	4296	793
	200	DT	29	A. Kosum Phisai	C. Maha Sarakham	31 - 60	5026	1466
213	100	DT	44	C. Maha Sarakham	A. Kalasin	0 - 44	4019	870
214	100	DT	28	A. Kalasin	B. Lam Chai	0 - 28	3610	513
	200	DT	19	A. Lam Chai	C. Roi Et	28 - 47	3661	889
	800	PM	30	C. Surin	A. Prasat	0 - 30	4238	837
	900*	PM	40	J.R. 24 (A.Prasat)	Chong Chom	29 - 69	3447	570
219	100*	PM	19	J.R. 24 (A.Prakhon Chai)	B. Salang Thon	25 - 44	4129	549
	200*	PM	25	B. Saland Thon	J. Buri Ram Dist. Off.	0 - 25	3906	657
304	800	AC	46	A. Buphai	B. Takhop	55 - 101	4164	1408
	902	AC	6	(Bypass)	A. Pak Thong Chai	101 - 107	4615	854
	904	AC	26	A. Pak Thong Chai	(Route 2)	107 - 133	2423	1170
2023	100	PM	8	B. Nam Kong	A. Si That	0 - 8	3711	523
2039	101	DT	16	A. Nam Phong	A. Kranuan	0 - 16	4394	851
	102	DT	17	A. Nam Phong	A. Kranuan	16 - 33	4666	699
2057	100*	AC	23	J.R. 2(A.Ban Phai)	A. Mancha Khiri	0 - 23	1676	258
2071	100	DT	28	A. Chokchai	A. Khonburi	0 - 28	5397	572
2109	100	DT	24	A. Nam Phong	A. Ubolratana Dam	0 - 24	7608	1731
2160	100	DT	20	B. Wat	A. Kong	0 - 20	4638	2087
2175	100	DT	34	B. Wang Hin	A. Chum Phuang	0 - 34	2940	554

** The very high standard deviation is due to the high variation of roughness. It is more proper to divide this link into 3 sections as follows:

Section 1 : km 102 - 111

$\bar{R}$ = 1919 mm/km

S = 336 mm/km

Section 2 : km 111 - 117

$\bar{R}$ = 7575 mm/km

S = 464 mm/km

Section 3 : km 117 - 138

$\bar{R}$ = 2048 mm/km

S = 669 mm/km

* Additional roughness survey was carried out to these links.

Table 8.3.2 RATING ITEMS ON PAVEMENT CONDITION SURVEY

Pavement Deficiency	Description
Rutting/Waves	• Longitudinal depressions that form under traffic in the wheel paths and have a minimum length of approximately 6 meters/Longitudinal or transverse undulations in the surface of the pavement, consisting of alternate valleys and crests approximately 60 cm or more apart.
Cracking (Longitudinal/ Transverse)	• A crack or break in the pavement surface. (Approximately parallel to centerline/at right angles to centerline)
Cracking (Alligator/ Block)	• Interconnected or interlaced cracks forming a series of small polygons that resemble an alligator's hide./ Interconnected cracks forming a series of large polygons usually with sharp corners or angles.
Pothole	• Bowl-shape hole of various sizes in the pavement.
Bump	• Localized upward displacement of the pavement.
Bleeding	• Free bitumen on the surface of the pavement.
Shoving	• Displacement or bulging of paving material in the direction of loading or pressure.
Other items taken into ratings	
Driving Comfort, Speed Change Cycle due to Surface Defects	• Owing to the various pavement deficiencies as indicated above, operating speed is interrupted thus giving discomfort to passesgers.
Patching	• Partially rehabilitated area with asphaltic materials.

Figure 8.3.2 PSI RATING FORM

THE ROADS DEVELOPMENT STUDY IN THE NORTHEASTERN REGION IN THE KINGDOM OF THAILAND

PAVEMENT CONDITION RATING

FROM :
TO

DISTRICT :
ROUTE :
LINK :

PAVEMENT TYPE : AC☐ PM☐ ST☐

DATE :

RATING	5	4	3	2	1	0
1 Driving Comfort						
2 Speed Change Cycle due to surface condition						
3 Patching						
4 Rutting						
5 Longitudinal or Transvers Cracking						
6. Alligator Cracking						
7 Pot hole						
8 Bumping						
9. Bleeding						
10 Shoving						

Summation of Points _____ ÷ 10 = Ride Rating ☐

REMARK

Table 8.3.3 ROUGHNESS AND PSI

Route		Section Km	Roughness (mm/Km)	PSI Average	PSI Range
AC	24 - 0200*	10 - 20	1880	4.32	4.2 ∿ 4.5
		25 - 30	2656	3.30	3.2 ∿ 3.5
	0300*	45 - 60	2508	3.58	3.1 ∿ 3.9
	0400	75 - 85	2707	3.36	3.2 ∿ 3.6
	0500	101 - 111	1919	4.20	4.1 ∿ 4.4
		111 - 117	7575	1.58	1.3 ∿ 1.7
		120 - 130	2111	4.00	4.0
	304 - 0800	57 - 67	5823	1.80	1.7 ∿ 1.9
		67 - 73	5370	2.08	1.9 ∿ 2.3
		78 - 88	3127	3.40	3.2 ∿ 3.6
		88 - 92	4476	2.72	2.6 ∿ 2.9
	0902	102 - 107	4661	2.84	2.5 ∿ 3.1
	0904	115 - 125	1698	4.42	4.3 ∿ 4.6
	2057 - 0100	0 - 23	1680	4.48	4.4 ∿ 4.7
ST	201 - 0200	45 - 55	3858	3.46	3.4 ∿ 3.5
	0300	70 - 80	5850	2.82	2.7 ∿ 3.0
	202 - 0500	14 - 24	3761	3.70	3.5 ∿ 3.9
	207 - 0100	450 - 470	4338	3.24	3.0 ∿ 3.3
	0202	484 - 498	4237	3.44	3.1 ∿ 3.8
	208 - 0100	15 - 25	4319	2.40	2.2 ∿ 2.7
	0200	35 - 45	5173	2.16	1.9 ∿ 2.4
		49 - 55	6912	1.72	1.4 ∿ 2.3
	213 - 0100	0 - 10	4365	3.32	3.0 ∿ 3.7
		29 - 38	3254	3.98	3.8 ∿ 4.1
	214 - 0100	0 - 10	3824	3.06	2.5 ∿ 3.5
		14 - 24	3144	3.96	3.9 ∿ 4.2
	0200	33 - 45	3235	3.40	3.3 ∿ 3.5
	2039 - 0101	0 - 16	4395	3.04	3.0 ∿ 3.1
	0102	16 - 33	4667	3.24	3.2 ∿ 3.4
	2071 - 0100	0 - 28	5398	2.80	2.7 ∿ 2.9
	2109 - 0100	0 - 24	7608	1.76	1.3 ∿ 2.0
	2160 - 0100	0 - 10	3533	2.70	2.6 ∿ 2.8
		12 - 19	5007	2.52	2.4 ∿ 3.0
PM	202 - 0301*	51 - 66	4897	3.48	3.4 ∿ 3.8
	214 - 0800	10 - 20	4378	2.73	2.6 ∿ 2.8
		20 - 25	5554	2.92	2.6 ∿ 3.2
	0900	30 - 50	3472	4.10	3.8 ∿ 4.2
	219 - 0100*	43 - 25	4152	3.54	3.4 ∿ 3.8
	0200*	3 - 17	3491	4.12	3.9 ∿ 4.2
		18 - 23	4729	3.66	3.1 ∿ 4.0

* : Those links are not included in the proposed links.

Figure 8.3.3

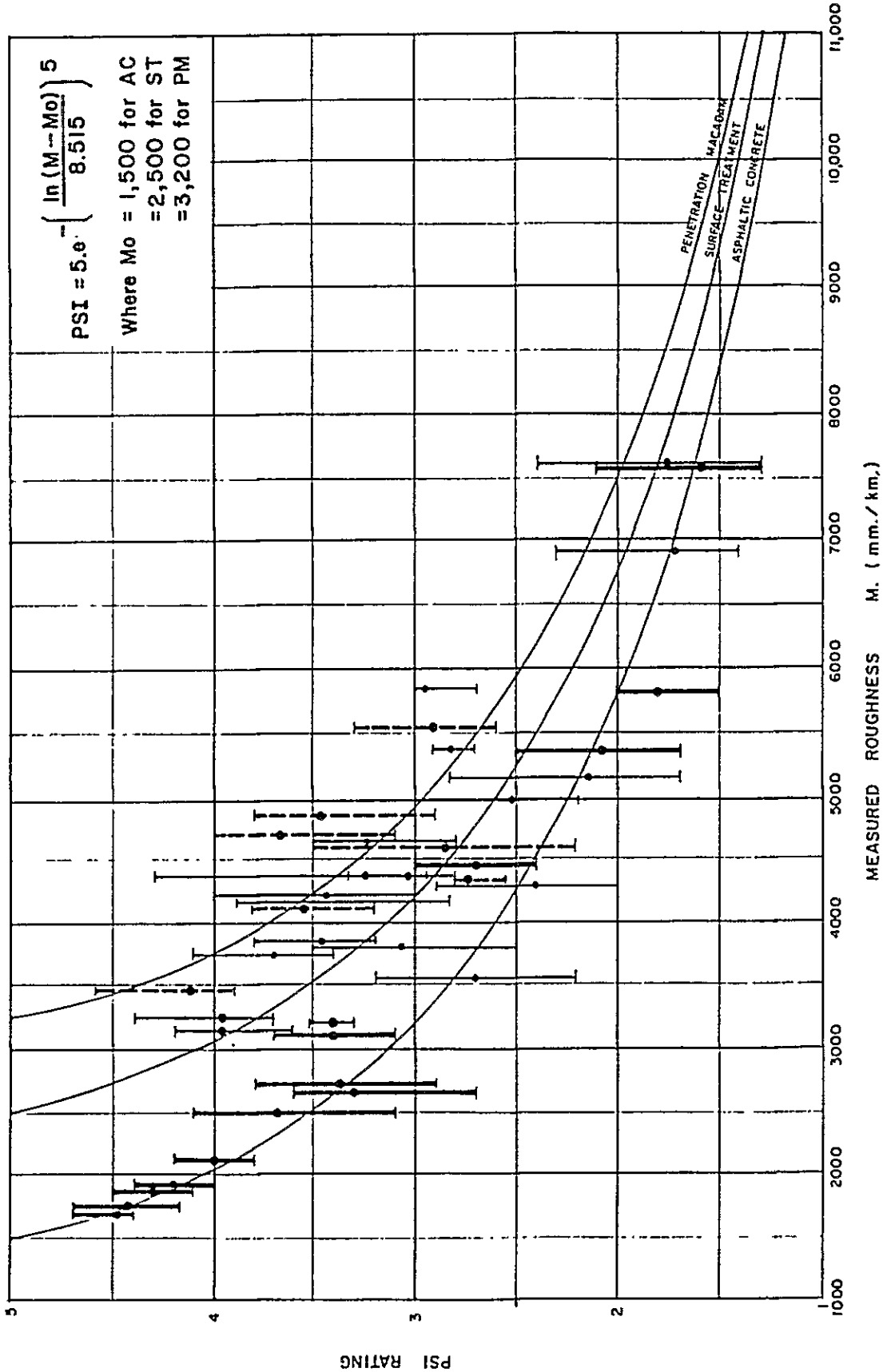
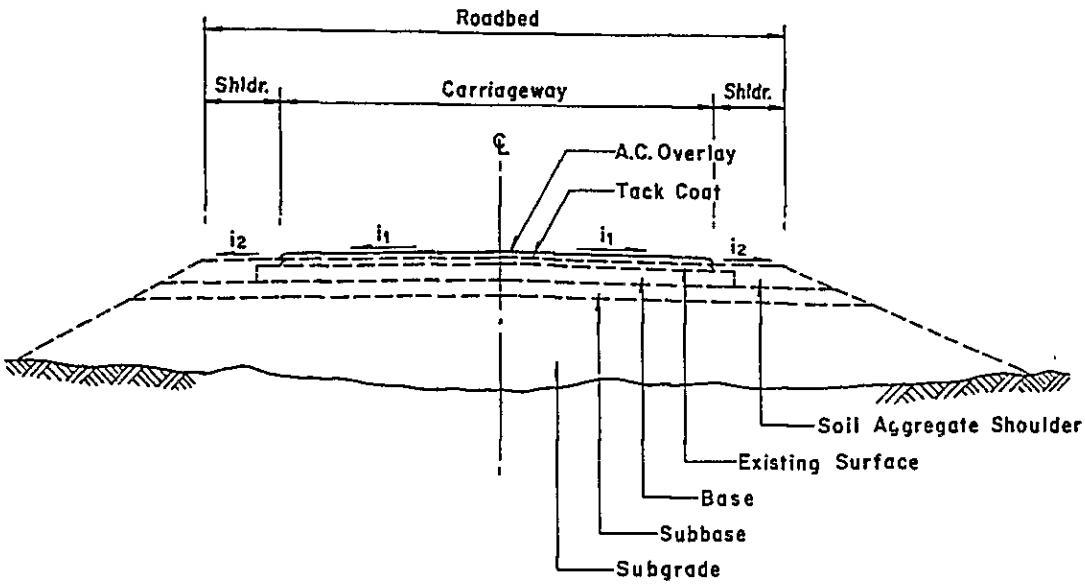


Figure 8.3.3 PSI VERSUS ROUGHNESS BY SURFACE TYPE

Figure 8.3.4 TYPICAL OVERLAY AND RECONSTRUCTION SECTIONS

OVERLAY



RECONSTRUCTION

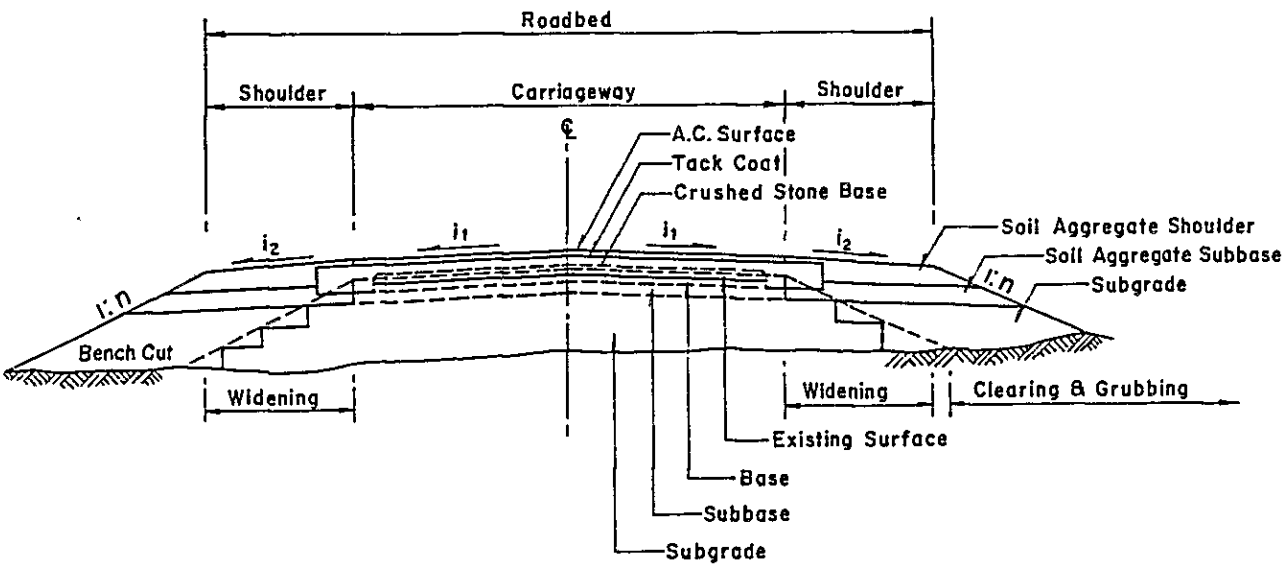


Table 8.3.4(a) ESA CONVERSION FACTORS

6-Wheel Trucks (National Road)

Gross Weight (ton)	Axle load (ton)		Equivalence Factor			Frequency	E S A
	Front	Rear	Front	Rear	Total	(%)	Factor
4	1.68	2.32	0.0024	0.006	0.0084	40.0	0.336
5	1.95	3.05	0.0036	0.015	0.0186	1.555	0.029
6	2.16	3.84	0.0048	0.038	0.0428	2.938	0.126
7	2.38	4.62	0.0065	0.085	0.0915	5.187	0.475
8	2.56	5.44	0.0082	0.183	0.1912	7.081	1.354
9	2.75	6.25	0.0103	0.335	0.3453	7.431	2.566
10	2.90	7.10	0.0125	0.55	0.5625	9.330	5.248
11	3.08	7.92	0.0157	0.87	0.8857	6.564	5.814
12	3.24	8.76	0.0190	1.35	1.369	5.360	7.338
13	3.45	9.55	0.025	2.00	2.025	3.626	7.343
14	3.64	10.36	0.030	2.90	2.93	6.226	18.242
15	3.77	11.23	0.035	4.15	4.185	2.077	8.692
16	3.87	12.13	0.040	6.00	6.04	1.383	8.353
17	4.01	12.99	0.045	8.30	8.345	0.344	2.871
18	4.14	13.86	0.053	11.10	11.153	0.381	4.249
19	4.33	14.67	0.064	14.20	14.264	0.277	3.951
20	4.52	15.48	0.078	18.20	18.278	0.245	4.478
Total						100	81.465
Factor							0.81

Table 8.3.4(b) ESA CONVERSION FACTORS

6-Wheel Trucks (Provincial Road)

Gross Weight (ton)	Axle load (ton)		Equivalence Factor			Frequency	E S A
	Front	Rear	Front	Rear	Total	(%)	Factor
4	1.68	2.32	0.0024	0.006	0.0084	50.0	0.420
5	1.95	3.05	0.0036	0.015	0.0186	1.296	0.024
6	2.16	3.84	0.0048	0.038	0.0428	2.448	0.105
7	2.38	4.62	0.0065	0.085	0.0915	4.323	0.396
8	2.56	5.44	0.0082	0.183	0.1912	5.900	1.128
9	2.75	6.25	0.0103	0.335	0.3453	6.192	2.138
10	2.90	7.10	0.0125	0.55	0.5625	7.775	4.373
11	3.08	7.92	0.0157	0.87	0.8857	5.470	4.845
12	3.24	8.76	0.0190	1.35	1.369	4.466	6.114
13	3.45	9.55	0.025	2.00	2.025	3.022	6.119
14	3.64	10.36	0.030	2.90	2.93	5.188	15.201
15	3.77	11.23	0.035	4.15	4.185	1.731	7.244
16	3.87	12.13	0.040	6.00	6.04	1.152	6.958
17	4.01	12.99	0.045	8.30	8.345	0.287	2.395
18	4.14	13.86	0.053	11.10	11.153	0.318	3.547
19	4.33	14.67	0.064	14.20	14.264	0.230	3.281
20	4.52	15.48	0.078	18.20	18.278	0.205	3.747
Total						100	68.035
Factor							0.68

Table 8.3.4(c) ESA CONVERSION FACTORS

10-Wheel Trucks (National Road)

Gross Weight (ton)	Axle load (ton)		Equivalence Factor			Frequency	E S A
	Front	Rear	Front	Rear	Total	(%)	Factor
8	2.83	5.17	0.0115	0.0158	0.027	35.0	0.945
9	2.98	6.02	0.0138	0.027	0.041	0.163	0.007
10	3.08	6.92	0.0158	0.044	0.060	0.325	0.020
11	3.18	7.82	0.0178	0.067	0.085	0.598	0.051
12	3.24	8.76	0.0188	0.103	0.122	0.761	0.093
13	3.32	9.68	0.0205	0.153	0.174	0.924	0.161
14	3.36	10.64	0.022	0.22	0.242	1.086	0.263
15	3.41	11.59	0.023	0.31	0.333	1.574	0.524
16	3.42	12.58	0.023	0.43	0.453	2.114	0.958
17	3.45	13.55	0.024	0.6	0.624	3.955	2.468
18	3.46	14.54	0.024	0.82	0.844	7.806	6.588
19	3.48	15.52	0.025	1.1	1.125	12.633	14.212
20	3.48	16.52	0.025	1.41	1.435	12.900	18.512
21	3.51	17.49	0.026	1.8	1.826	5.419	9.895
22	3.52	18.48	0.026	2.35	2.376	1.952	4.638
23	3.54	19.46	0.0265	3.0	3.027	2.277	6.892
24	3.55	20.45	0.027	3.8	3.827	2.004	7.669
25	3.60	21.40	0.029	4.6	4.629	2.277	10.540
26	3.64	22.36	0.03	5.7	5.73	2.654	15.207
27	3.73	23.27	0.033	6.8	6.833	1.900	12.983
28	3.81	24.19	0.036	8.0	8.036	0.976	7.843
29	3.86	25.14	0.039	9.4	9.439	0.436	4.115
30	3.90	26.10	0.04	11.2	11.24	0.215	2.417
31	3.94	27.06	0.043	13.0	13.043	0.052	0.678
Total						100	127.679
Factor							1.28

Table 8.3.4(d) ESA CONVERSION FACTORS

10-Wheel Trucks (Provincial Road)

Gross Weight (ton)	Axle load (ton)		Equivalence Factor			Frequency	E S A
	Front	Rear	Front	Rear	Total	(%)	Factor
8	2.83	5.17	0.0115	0.0158	0.027	50.0	1.35
9	2.98	6.02	0.0138	0.027	0.041	0.125	0.005
10	3.08	6.92	0.0158	0.044	0.060	0.250	0.015
11	3.18	7.82	0.0178	0.067	0.085	0.460	0.039
12	3.24	8.76	0.0188	0.103	0.122	0.585	0.071
13	3.32	9.68	0.0205	0.153	0.174	0.711	0.124
14	3.36	10.64	0.022	0.22	0.242	0.836	0.202
15	3.41	11.59	0.023	0.31	0.333	1.211	0.403
16	3.42	12.58	0.023	0.43	0.453	1.626	0.737
17	3.45	13.55	0.024	0.6	0.624	3.042	1.898
18	3.46	14.54	0.024	0.82	0.844	6.005	5.068
19	3.48	15.52	0.025	1.1	1.125	9.718	10.933
20	3.48	16.52	0.025	1.41	1.435	9.923	14.240
21	3.51	17.49	0.026	1.8	1.826	4.168	7.611
22	3.52	18.48	0.026	2.35	2.376	1.501	3.566
23	3.54	19.46	0.0265	3.0	3.027	1.751	5.300
24	3.55	20.45	0.027	3.8	3.827	1.541	5.897
25	3.60	21.40	0.029	4.6	4.629	1.751	8.105
26	3.64	22.36	0.03	5.7	5.73	2.042	11.701
27	3.73	23.27	0.033	6.8	6.833	1.461	9.983
28	3.81	24.19	0.036	8.0	8.036	0.751	6.035
29	3.86	25.14	0.039	9.4	9.439	0.335	3.162
30	3.90	26.10	0.04	11.2	11.24	0.165	1.855
31	3.94	27.06	0.043	13.0	13.043	0.040	0.522
Total						100	98.822
Factor							0.99

Figure 8.3.5 DEFLECTION - PAVEMENT LIFE RELATIONSHIP

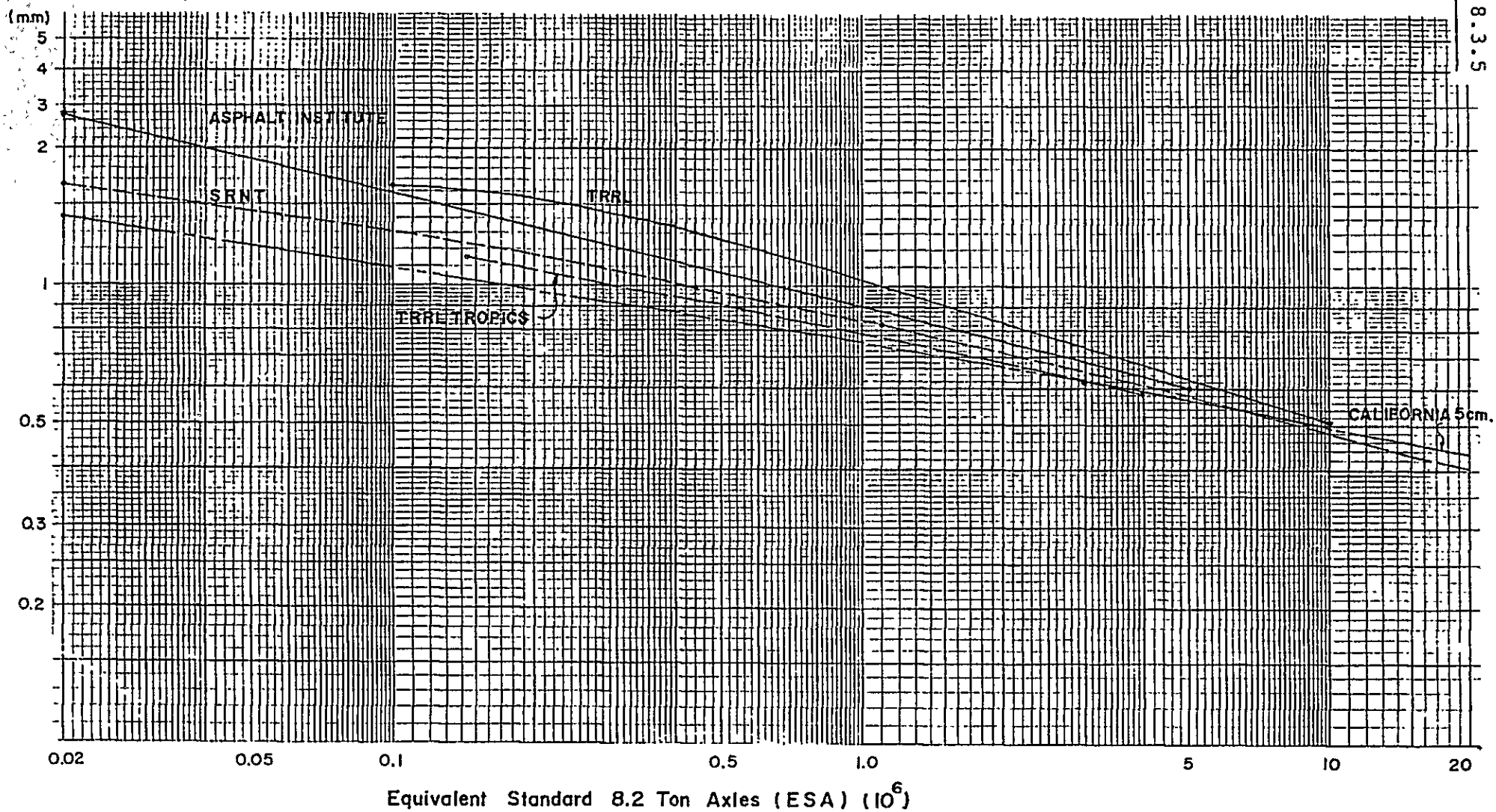
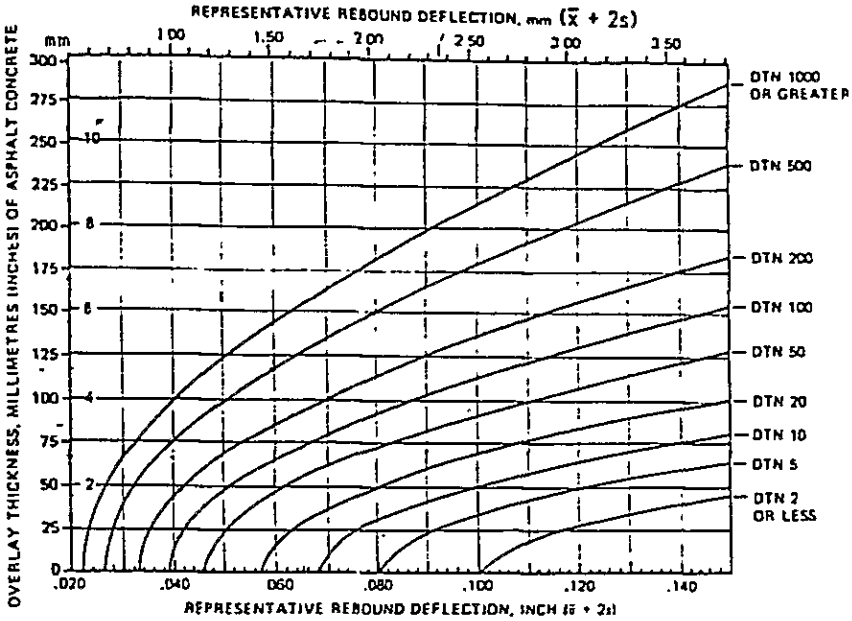
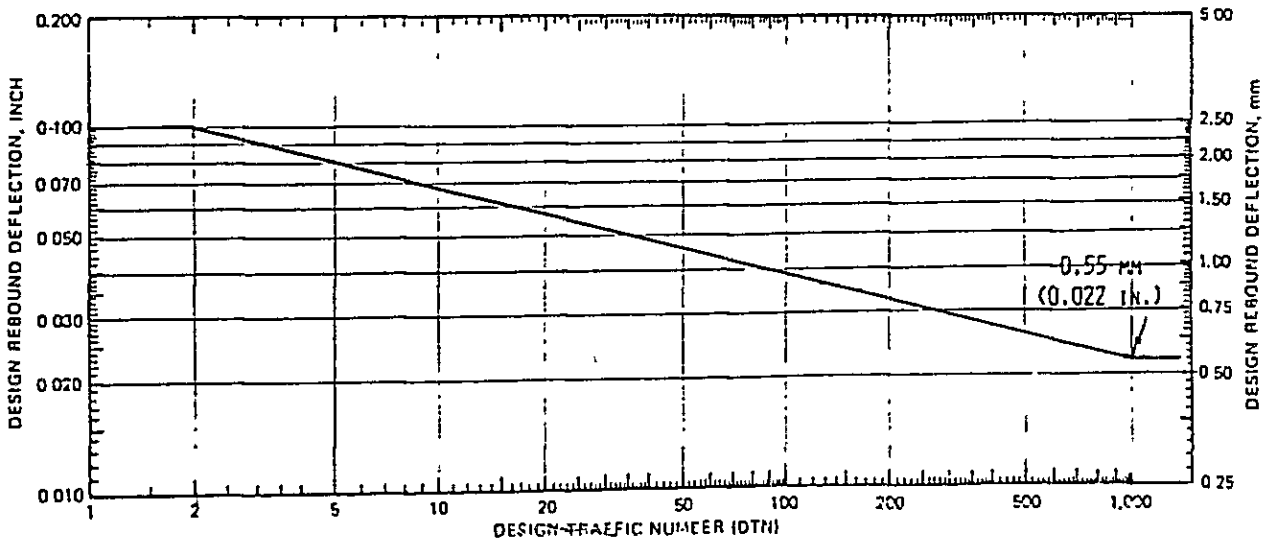


Figure 8.3.5

Figure 8.3.6(a) OVERLAY DESIGN -- ASPHALT INSTITUTE METHOD

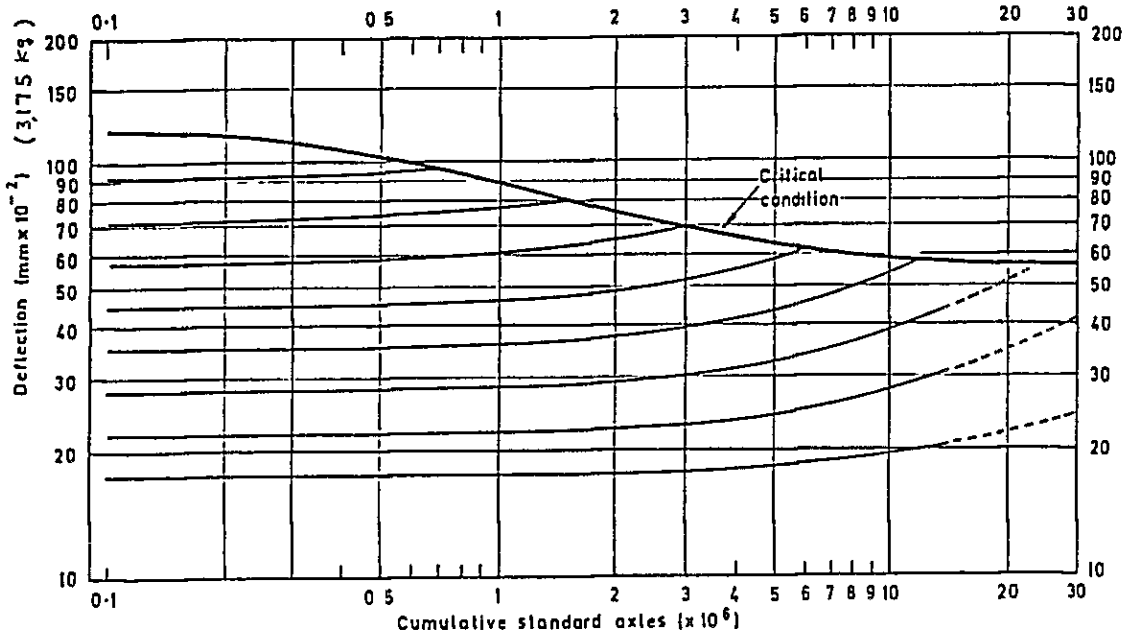


Asphalt concrete overlay thickness required to reduce pavement deflection from a measured to a design deflection value (rebound test).

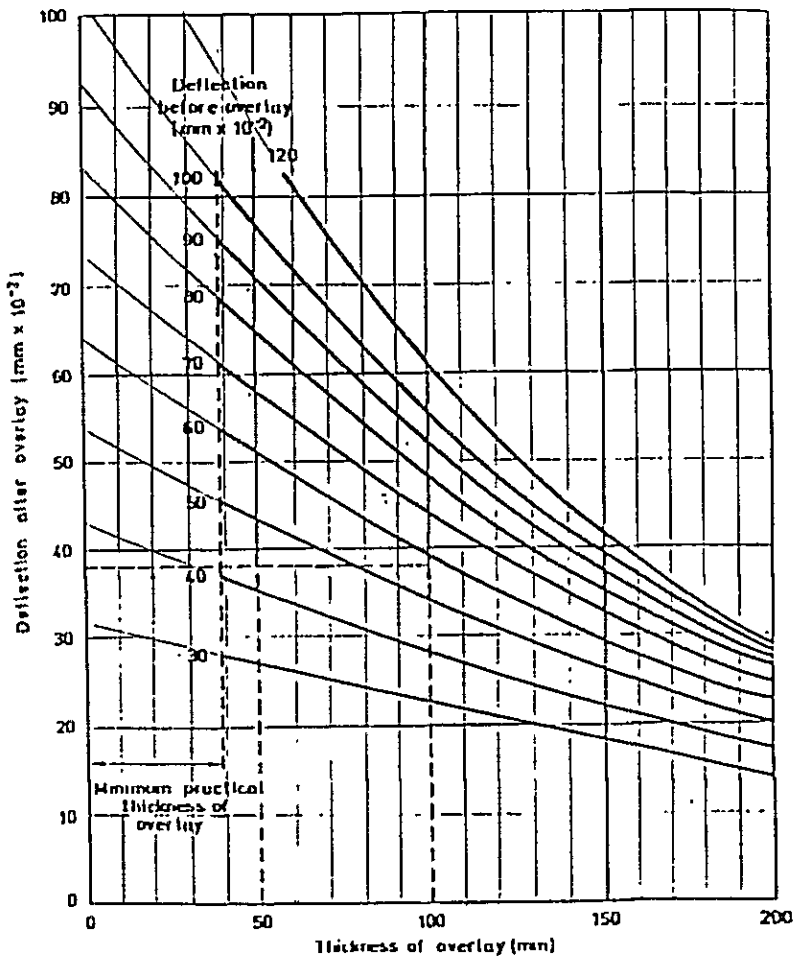


Design Rebound Deflection Chart

Figure 8.3.6(b) OVERLAY DESIGN -- TRRL METHOD

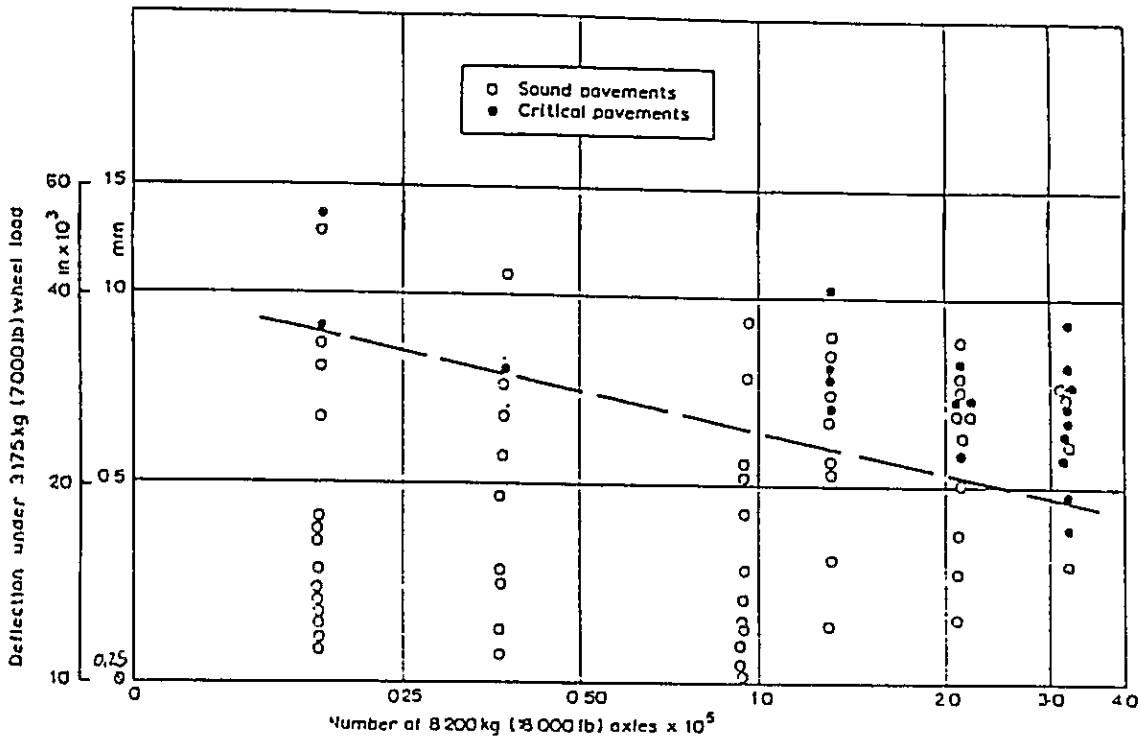


DEFLECTION-LIFE RELATIONSHIPS FOR PAVEMENTS WITH UNBOUND-BASES

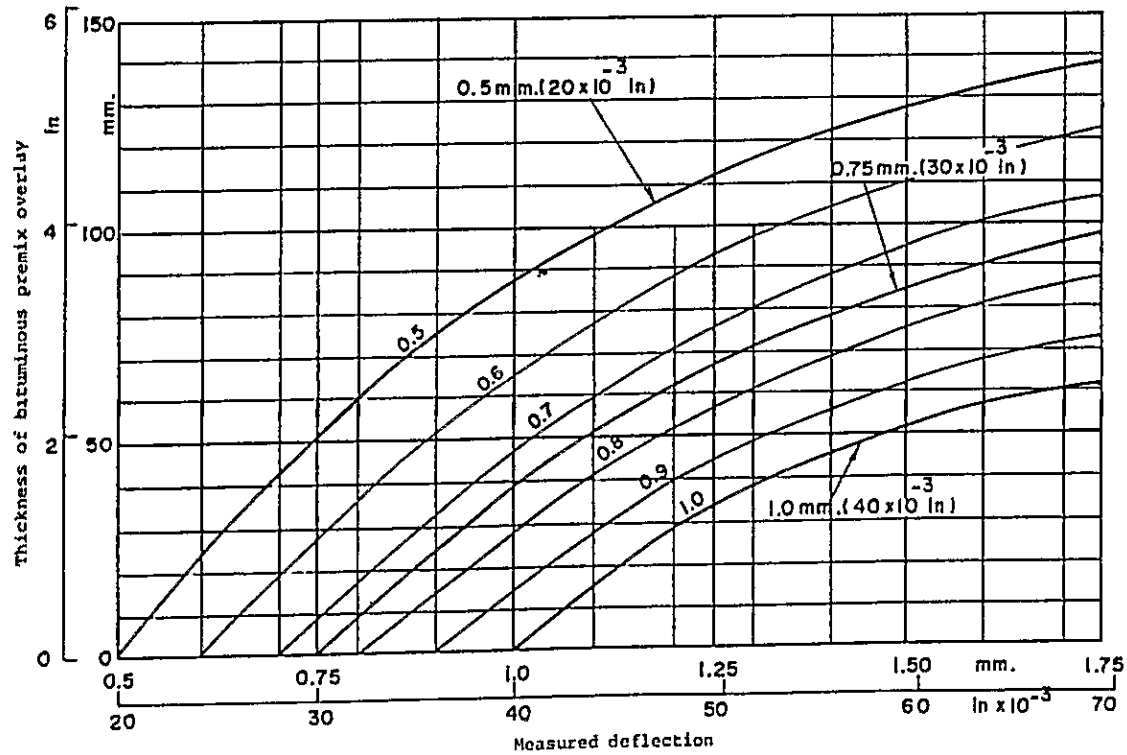


OVERLAY DESIGN CHART

Figure 8.3.6(c) OVERLAY DESIGN -- TRRL METHOD IN THE TROPICS



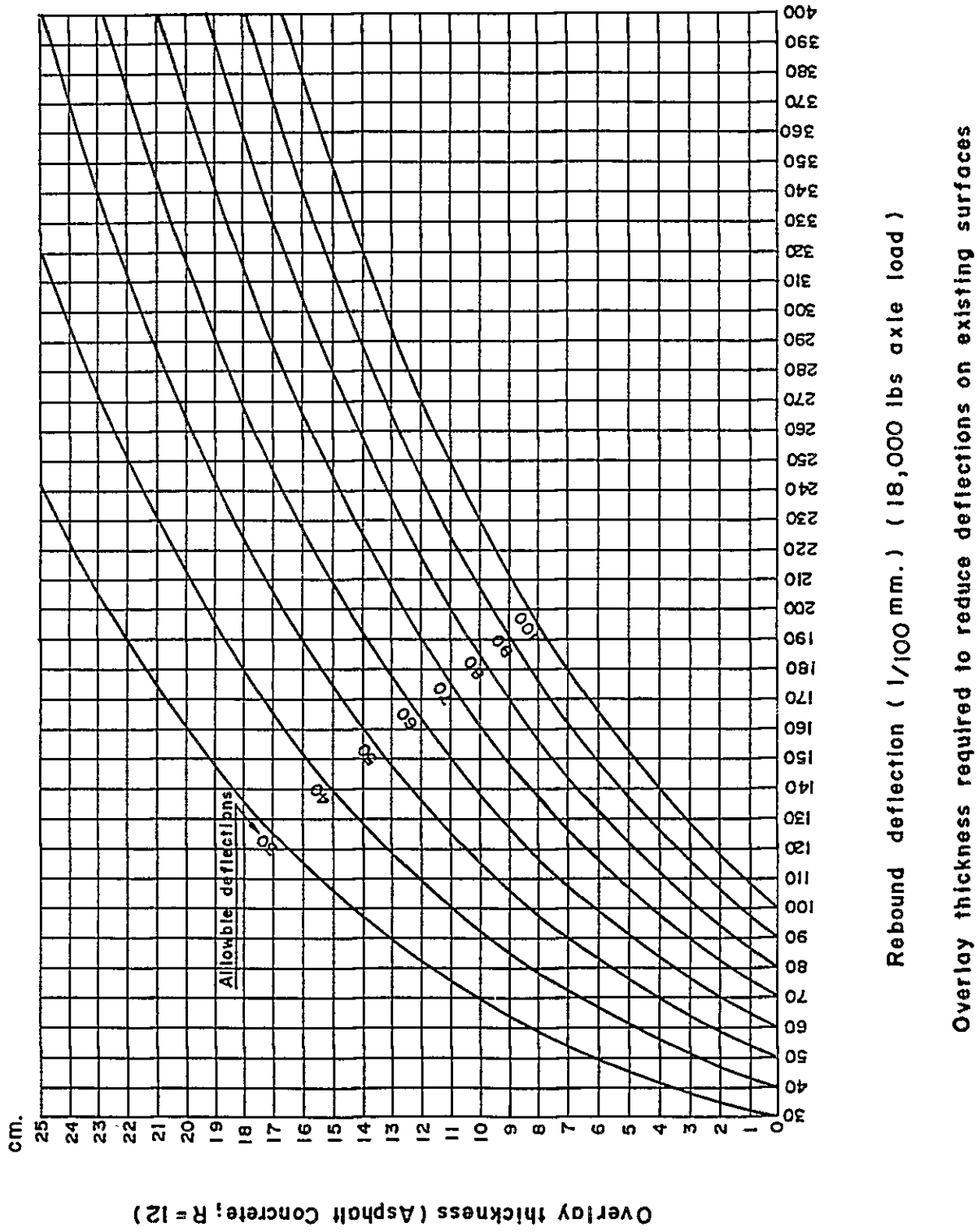
TENTATIVE DEFLECTION CRITERION CURVE FOR 75-10-100 mm (3 TO 4 in) BITUMEN MACADAM SURFACTINGS ON CRUSHED STONE BASES IN A WT TROPICAL ENVIRONMENT



THE THICKNESS OF BITUMINOUS PREMIX OVERLAY REQUIRED TO REDUCE THE DEFLECTION OF A PAVEMENT TO DESIGNATED VALUES

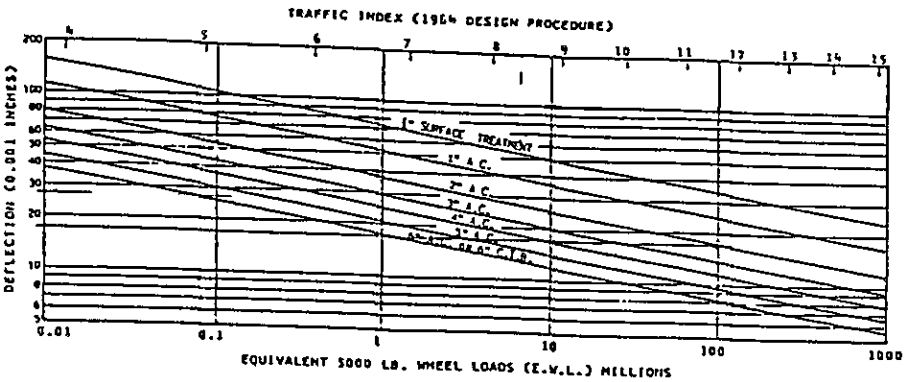
Figure 8.3.6(d)

Figure 8.3.6(d) OVERLAY DESIGN -- RUIZ's FORMULA

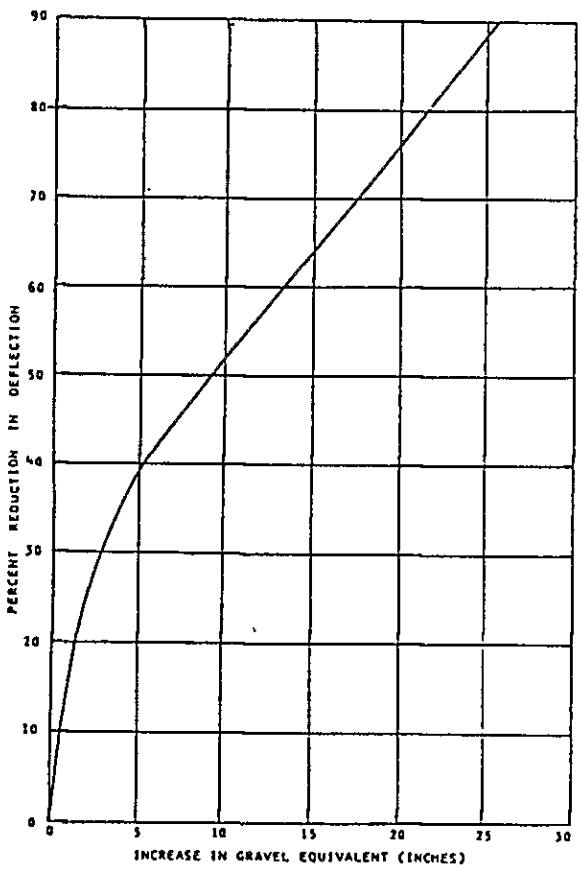


Overlay thickness required to reduce deflections on existing surfaces to various allowable values.

Figure 8.3.6(e) OVERLAY DESIGN -- CALIFORNIA DIVISION OF HIGHWAYS' METHOD



Variation in Tolerable Deflection Based on A.C. Fatigue Tests, California Method of Overlay Design

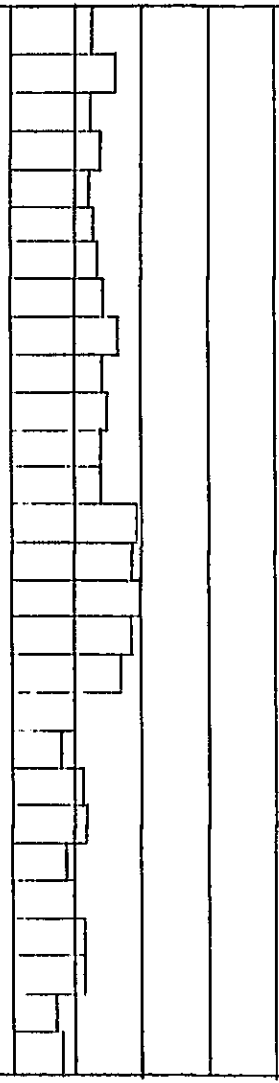


Reduction in Deflection Resulting from Pavement Reconstruction, California Method of Overlay Design

Table 8.3.5 COMPARATIVE STUDIES ON OVERLAY DESIGN

RH-1(24-0400)

Section (Km.)-(Km.)	Average Deflection $\bar{X}$ (m.m.)	Standard Deviation σ (m.m.)	Design Deflection $\bar{X}$+1.50 (m.m.)	Roughness (10^3mm/Km.)	Overlay Thickness (mm)					
					A1	A2	B	C	D	E
74 - 75	0.6433	0.2704	1.0490		28	45	12	32	30	31
75 - 76	0.7241	0.2095	1.0383		26	40	0	31	28	30
76 - 77	0.7881	0.2606	1.1790		44	57	30	47	44	49
77 - 78	0.5560	0.2330	0.9056		0	23	*	13	13	14
78 - 79	0.5040	0.1922	0.7922		0	0	*	0	0	3
79 - 80	0.5394	0.2037	0.8449		0	3	*	3	4	8
80 - 81	0.5970	0.2038	0.9027		0	19	*	12	12	14
81 - 82	0.6136	0.1564	0.8433		0	0	*	3	4	8
82 - 83	0.7940	0.1665	1.0437		27	38	10	32	28	31
83 - 84	0.5625	0.1367	0.7675		0	0	*	0	0	0
84 - 85	0.8525	0.1415	1.0648		30	39	12	34	31	34
85 - 86	0.7019	0.1961	0.9960		18	34	0	25	21	24
86 - 87	0.9562	0.1740	1.2171		48	56	33	51	47	57
87 - 88	0.7802	0.1445	0.9969		18	31	0	25	22	24
88 - 89	0.7038	0.1146	0.8758		0	0	*	8	9	11
89 - 90	0.6090	0.1342	0.8103		0	0	*	0	0	4
90 - 91	0.8868	0.1801	1.1570		42	51	26	45	42	46
91 - 92	0.6376	0.0953	0.7806		0	0	*	0	0	2
92 - 93	0.7700	0.1607	1.0110		20	34	0	27	25	26
93 - 94	0.6913	0.1150	0.8638		0	0	*	7	7	10
94 - 95	0.7548	0.1105	0.9205		0	13	0	14	13	15
95 - 96	0.7370	0.3539	1.2678		53	67	39	56	53	67
96 - 97	0.6917	0.1160	0.8658		0	0	*	7	8	10
97 - 98	0.6539	0.1147	0.8279		0	0	*	0	0	7
98 - 99	0.5870	0.1466	0.8068		0	0	*	0	0	4
99 -100	0.5817	0.1526	0.8107		0	0	*	0	0	5
100 -101	0.6327	0.1687	0.8857		0	11	*	9	10	12
101 -102	0.5470	0.0602	0.6373		0	0	*	*	0	0



Remarks.

Note;

A1; Asphalt Institute Method (Design Def. $\bar{X}$ + 1.50)

A2; Asphalt Institute Method (Design Def. $\bar{X}$ + 2.00)

B; TRRL Method

C; TRRL in the Tropics Method

D; Ruiz's Formula

E; California Method

* Pavement failure within design period is not foreseen.

Table 8.3.6 REHABILITATION MEASURES

Link No.	Km.-Km.	Length (Km)	Calculated Thickness 1/ (mm)	Planned Thickness 2/ (mm)	Roughness 1/ (mm/km)	Rehabilitation Measures
RH - 1	74 - 102	28	20	40	2,620	Overlay
RH - 2	102 - 104	2	14	40	1,680	Overlay
	110 - 118	8	3	40	6,520	Overlay
RH - 3	140 - 186	46	27	40	3,170	Overlay
RH - 4	26 - 35	9	7	40	2,990	Overlay
RH - 5	4 - 21	17	6	40	5,510	Overlay
	33 - 39	6	28	40	4,770	Overlay
RH - 6	39 - 64	25	32	40	4,100	Overlay
RH - 7*						
RH - 8*						
RH - 9	31 - 38	7	11	40	3,690	Overlay
RH - 10	0 - 5	5	70	50(150)		Reconstruction
RH - 11*						
RH - 12	488 - 494	6	8	40	4,070	Overlay
RH - 13	7 - 31	24	38	50(250)	4,350	Reconstruction
RH - 14	31 - 58	27	66	50(230)	5,030	Reconstruction
RH - 15	0 - 44	44	12	40	4,010	Overlay
RH - 16	3 - 12	9	19	40	3,770	Overlay
	23 - 28	5	42	50	3,970	Overlay
RH - 17	28 - 37	9	32	40	4,200	Overlay
RH - 18	0 - 30	30	35	40	4,240	Overlay
RH - 19	55 - 75	20	126	50(300)	5,330	Reconstruction
	75 - 101	26	58	50	3,310	Overlay
RH - 20	101 - 107	6	129	120	4,480	Overlay
RH - 21	107 - 120	13	43	50	2,560	Overlay
RH - 22	0 - 8	8	35	40	3,710	Overlay
RH - 23	0 - 16	16	72	80	4,400	Overlay
RH - 24	16 - 32	16	95	100	4,670	Overlay
RH - 25*						
RH - 26	0 - 22	22	39	50(240)	7,590	Reconstruction
RH - 27	0 - 16	16	29	40	4,160	Overlay
RH - 28	0 - 7	7	25	40	3,040	Overlay
	14 - 25	11	32	40	3,160	Overlay
Total		468				

Note: 1/ : Figures indicate the average of the section.

2/ : Figures indicate AC thickness for Overlay and AC surface and crushed rock base for Reconstruction.

* : No rehabilitation works are required within the design period.

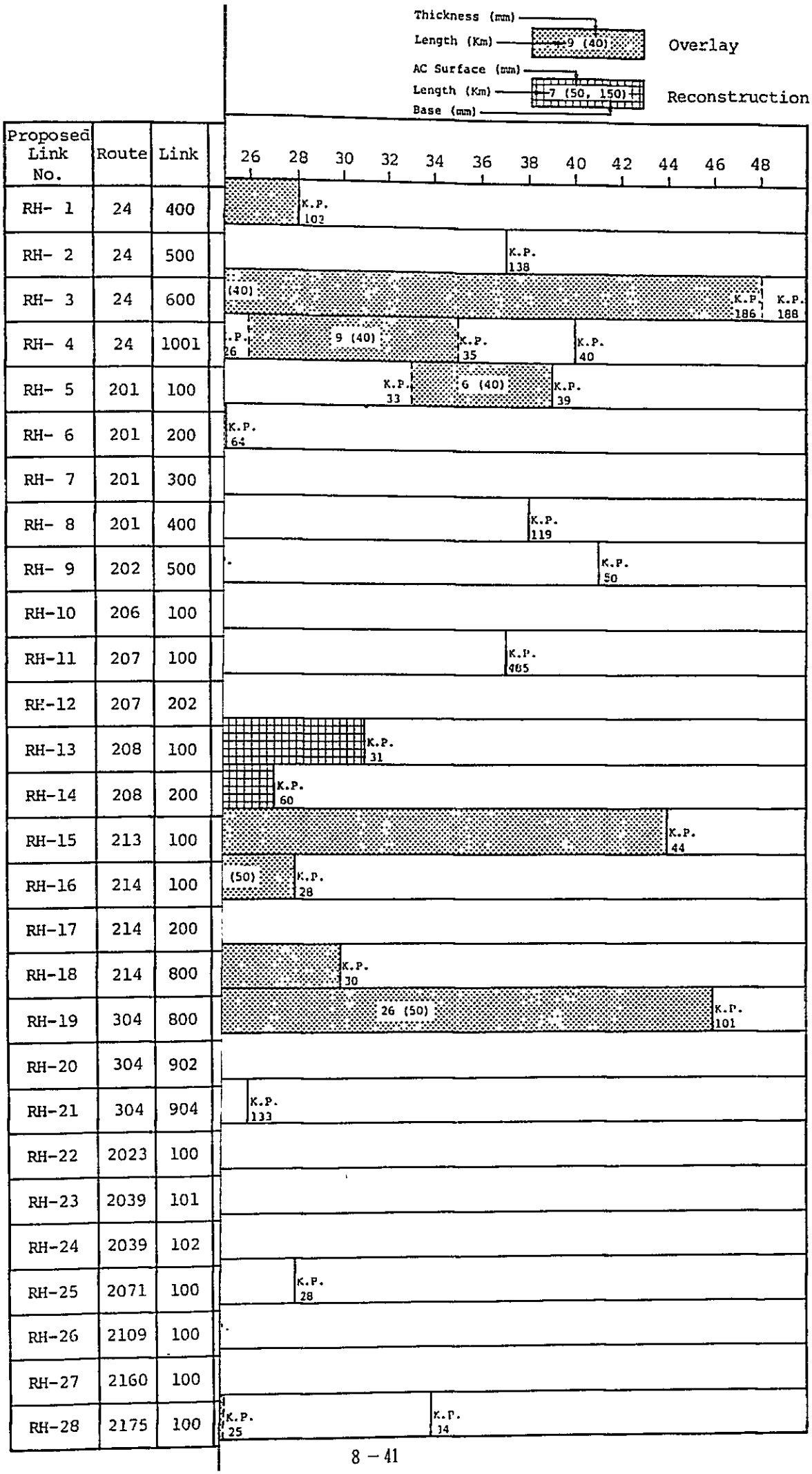
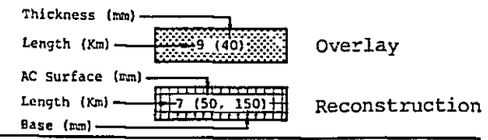

Thickness (mm)
Length (Km)
9 (40)
Overlay
AC Surface (mm)
Length (Km)
7 (50, 150)
Base (mm)
Reconstruction
Proposed Link No.
Route
Link
26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48
RH- 1 24 400
RH- 2 24 500
RH- 3 24 600
RH- 4 24 1001
RH- 5 201 100
RH- 6 201 200
RH- 7 201 300
RH- 8 201 400
RH- 9 202 500
RH-10 206 100
RH-11 207 100
RH-12 207 202
RH-13 208 100
RH-14 208 200
RH-15 213 100
RH-16 214 100
RH-17 214 200
RH-18 214 800
RH-19 304 800
RH-20 304 902
RH-21 304 904
RH-22 2023 100
RH-23 2039 101
RH-24 2039 102
RH-25 2071 100
RH-26 2109 100
RH-27 2160 100
RH-28 2175 100
K.P. 102
K.P. 138
(40)
K.P. 186
K.P. 188
9 (40)
K.P. 35
K.P. 40
K.P. 33
6 (40)
K.P. 39
K.P. 64
K.P. 119
K.P. 50
K.P. 465
K.P. 31
K.P. 60
K.P. 44
(50)
K.P. 28
K.P. 30
26 (50)
K.P. 101
K.P. 133
K.P. 28
K.P. 25
K.P. 14

Figure 8.3.7 OVERLAY/RECONSTRUCTION SECTIONS BY PROPOSED LINK



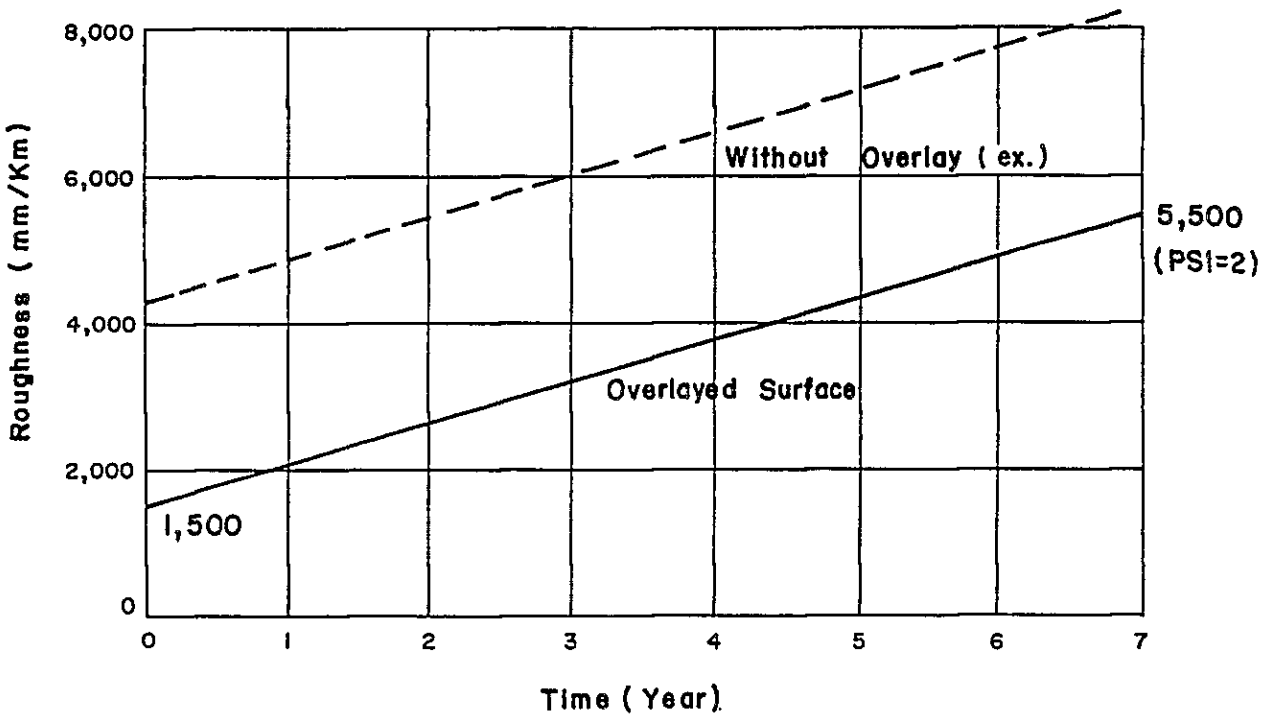
Proposed Link No.	Route	Link	Origin	Destination	Length (km)	Overlay/Reconstruction
RH- 1	24	400	A. Nang Rong	A. Prakhon Chai	28	28 (40) (K.P. 74 – K.P. 102)
RH- 2	24	500	A. Prakhon Chai	A. Prasat	36	1 (40) (k.p. 102 – K.P. 104); 7 (40) (K.P. 111 – K.P. 118)
RH- 3	24	600	A. Prasat	A. Sangkha	50	46 (40) (K.P. 138 – K.P. 186)
RH- 4	24	1001	A. Warin Chamrap	A. Det Udom	40	9 (40) (K.P. 26 – K.P. 35)
RH- 5	201	100	A. Si Khiu	A. Dan Khun Thot	39	17 (40) (K.P. 4 – K.P. 21); 6 (40) (K.P. 33 – K.P. 39)
RH- 6	201	200	A. Dan Khun Thot	A. Nong Bua Khok	25	25 (40) (K.P. 39 – K.P. 64)
RH- 7	201	300	A. Nong Bua Khok	A. Chatturat	17	No Overlay/Reconstruction (K.P. 64 – K.P. 81)
RH- 8	201	400	A. Chatturat	C. Chaiyaphum	38	No Overlay/Reconstruction (K.P. 81 – K.P. 119)
RH- 9	202	500	A. Prathai	A. Phayakkhaphum Phisai	40	41 (40) (K.P. 31 – K.P. 38)
RH-10	206	100	(Route 2)	A. Phimai	5	7 (50, 150) (K.P. 0 – K.P. 5)
RH-11	207	100	B. Wat	A. Prathai	37	No overlay/Reconstruction (K.P. 448 – K.P. 485)
RH-12	207	202	A. Prathai	A. Nong Song Hong	13	6 (40) (K.P. 485 – K.P. 494)
RH-13	208	100	A. Tha Phra	A. Kosum Phisai	31	24 (50, 250) (K.P. 7 – K.P. 31)
RH-14	208	200	A. Kosum Phisai	C. Maha Sarakham	29	27 (50, 230) (K.P. 31 – K.P. 60)
RH-15	213	100	C. Maha Sarakham	C. Kalasin	44	44 (40) (K.P. 0 – K.P. 44)
RH-16	214	100	C. Kalasin	B. Lum Chai	28	9 (40) (K.P. 3 – K.P. 12); 5 (50) (K.P. 23 – K.P. 28)
RH-17	214	200	A. Lam Nam Chi	C. Roi Et	19	9 (40) (k.p. 28 – K.P. 47)
RH-18	214	800	C. Surin	A. Prasat	30	30 (40) (K.P. 0 – K.P. 30)
RH-19	304	800	A. Buphai	B. Takhop	46	20 (50, 300) (K.P. 55 – K.P. 75); 26 (50) (K.P. 75 – K.P. 101)
RH-20	304	902	(By Pass)	A. Pak Thong Chai	6	6 (120) (K.P. 101 – K.P. 107)
RH-21	304	904	A. Pak Thong Chai	(Route 2)	26	13 (50) (K.P. 107 – K.P. 120)
RH-22	2023	100	B. Nam Kong	A. Si That	8	8 (40) (K.P. 0 – K.P. 8)
RH-23	2039	101	A. Nam Phong	A. Kranuan	16	16 (80) (K.P. 0 – K.P. 16)
RH-24	2039	102	A. Nam Phong	A. Kranuan	17	16 (100) (K.P. 16 – K.P. 33)
RH-25	2071	100	A. Chok Chai	A. Khonburi	28	No Overlay/Reconstruction (K.P. 0 – K.P. 28)
RH-26	2109	100	A. Nam Phong	A. Ubonratana Dam	24	22 (50, 240) (K.P. 0 – K.P. 21)
RH-27	2160	100	B. Wat	A. Kong	20	19 (40) (K.P. 0 – K.P. 20)
RH-28	2175	100	B. Wang Hin	A. Chum Phuang	34	7 (40) (K.P. 0 – K.P. 7); 11 (40) (K.P. 14 – K.P. 25)

Table 8.3.7 SUMMARY OF REHABILITATION COSTS

Link No.	Link Length (km)	Rehabilitation Costs Financial (10^6B)	Rehabilitation Costs Economic (10^6B)	Remarks
RH - 1	28	22.5	20.3	Overlay
RH - 2	10	7.5	6.8	"
RH - 3	46	34.5	31.1	"
RH - 4	9	6.8	6.2	"
RH - 5	23	17.3	15.6	"
RH - 6	25	18.7	16.9	"
RH - 9	7	5.3	4.8	"
RH - 10	5	8.6	7.8	Reconstruction
RH - 12	6	4.5	4.1	Overlay
RH - 13	24	60.0	54.4	Reconstruction
RH - 14	27	65.9	59.8	"
RH - 15	44	33.0	29.8	Overlay
RH - 16	14	11.3	10.2	"
RH - 17	9	6.8	6.2	"
RH - 18	30	22.5	20.3	"
RH - 19	26	29.2	26.3	"
- 19	20	52.9	48.0	Reconstruction
RH - 20	6	15.7	14.2	Overlay
RH - 21	13	13.9	12.5	"
RH - 22	8	5.0	4.5	"
RH - 23	16	24.4	22.0	"
RH - 24	16	29.8	26.8	"
RH - 26	22	42.3	38.4	Reconstruction
RH - 27	16	10.0	9.0	Overlay
RH - 28	18	12.5	11.2	"
Total		560.9		

Figure 8.4.1

Figure 8.4.1 ROUGHNESS - VOCs RELATIONSHIPS



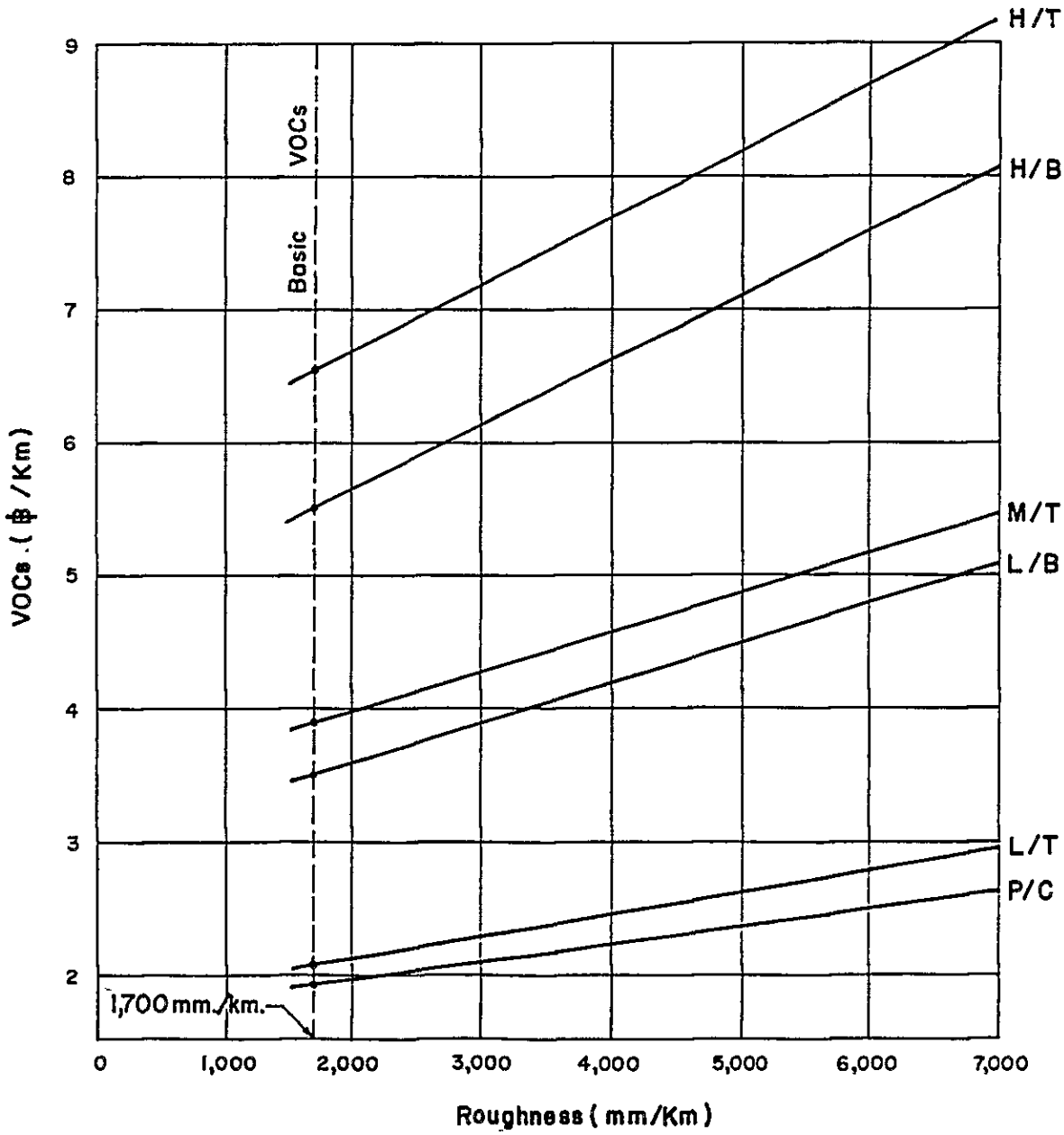


Table 8.5.1 SUMMARY RESULTS OF EVALUATION FOR REHABILITATION LINKS

Proposed Links								ADT (1989)	Length (Km)		Design Deflection (mm)	Pavement roughness (mm/km)	AC Overlay Thickness (mm)	Reconst. AC-Surface (mm) Base (mm)	Construction Cost (10^6 ฿)	IRR (%)
Link Number	Route	Link	Surface Type	Link Length (Km)	Origin	Destination	Proposed Length (Km)		Overlay	Reconstruction						
RH-1	24	400	AC	28	A. Nang Rong	A. Prakhon Chai	28	1386	28	-	0.899	2,620	40		22.5	13.3
RH-2	24	500	AC	36	A. Prakhon Chai	A. Prasat	36	1701	10	-	0.797	5,450	40		7.5	91.9
RH-3	24	600	AC	50	A. Prasat	A. Sangkha	50	880	46	-	1.194	3,170	40		34.5	11.0
RH-4	24	1001	DT	40	A. Warin Chamrap	A. Det Udom	40	1662	9	-	0.849	2,990	40		6.8	27.9
RH-5	201	100	DT	39	A. Sikhui	A. Dan Khun Thot	39	1474	23	-	0.895	5,320	40		17.3	69.7
RH-6	201	200	DT	25	A. Dan Khun Thot	A. Nong Bua Khok	25	1427	25	-	1.046	4,100	40		18.7	48.8
RH-7	201	300	DT	17	A. Nong Bua Khok	A. Chatturat	17	1776	**		0.510	5,560	**			
RH-8	201	400	DT	38	A. Chatturat	C. Chaiyaphum	38	1776	**		0.341	4,890	**			
RH-9	202	500	DT	40	A. Prathai	A. Phrayakkhamphum Phisai	40	849	7	-	1.005	3,690	40		5.3	20.3
RH-10	206	103	AC	5	A. Phimai By Pass		5	725	-	5	0.881			50 150)	8.6	19.6
RH-11	207	100	DT	37	B. Wat	A. Prathai	37	695	**		0.783	4,430	**			
RH-12	207	202	DT	35	A. Prathai	A. Khok Chik	13	601	6	-	0.958	4,070	40		4.5	10.1
RH-13	208	100	DT	31	A. Tha Phra	A. Kosum Phisai	31	1912	-	24	1.126	4,350		50 250)	60.0	9.9
RH-14	208	200	DT	29	A. Kosum Phisai	C. Maha Sarakham	29	1722	-	27	1.316	5,030		50 230)	65.9	11.7
RH-15	213	100	DT	44	C. Maha Sarakham	A. Kalasin	44	1742	44	-	0.882	4,010	40		33.0	56.8
RH-16	214	100	DT	28	A. Kalasin	B. Lum Chai	28	1793	14	-	1.121	3,850	(40-9km 50-5km)		11.3	43.1
RH-17	214	200	DT	19	A. Lamnamchi	C. Roi Et	19	1118	9	-	1.166	4,200	40		6.8	34.5
RH-18	214	800	PM	30	C. Surin	A. Prasat	30	2249	30	-	1.035	4,240	40		22.5	82.8
RH-19	304	800	AC	46	A. Buphai	B. Takhop	46	2350	26	20	1.476	4,180	50	50 300)	82.1	28.9
RH-20	304	902	AC	6	A. Pak Thong Chai By Pass		6	2720	6	-	1.564	4,480	120		15.7	25.7
RH-21	304	904	AC	26	A. Pak Thong Chai	(Route 2)	26	2720	13	-	1.030	2,560	50		13.9	20.7
RH-22	2023	100	PM	8	B. Nam Kong	A. Si That	8	3936	8	-	1.047	3,710	40		5.0	118.1
RH-23	2039	101	DT	16	A. Nam Phong	A. Kranuan	16	2016	16	-	1.339	4,400	80		24.4	34.5
RH-24	2039	102	DT	17	A. Nam Phong	A. Kranuan	17	2016	16	-	1.538	4,670	100		29.8	29.8
RH-25	2071	100	DT	28	A. Chokchai	A. Khonburi	28	1108	**		0.734	5,400	**			-
RH-26	2109	100	DT	24	A. Nam Phong	A. Ubolratana Dam	24	959	-	22	1.409	7,590		50 240)	42.3	22.7
RH-27	2160	100	DT	20	B. Wat	A. Kong	20	442	16	-	1.397	4,160	40		10.0	7.3
RH-28	2175	100	DT	34	B. Wang Hin	A. Chum Phuang	34	1104	18	-	1.214	3,110	40		12.5	13.1
					Total		774		370	98						

(**) Overlay/Reconstruction is not required

第９章

プロジェクトの優先順位とフェージング

第９章　プロジェクトの優先順位とフェージング

9.1　アプローチ

経済性あるいは社会的インパクトによって計画路線のランク付けがなされているが，これは更に，タイ政府の政策も含めた総合的見地から再吟味されるべきものである。

改良・新設路線の優先度検討においては，経済的妥当性と共に社会的インパクトの大きさにも注意をはらった。

修復路線の優先度ないし緊急度については，投資の経済性よりもむしろ，現道の悪化の度合を決定的な要素として判定した。

高い優先度を与えられたプロジェクトはステージⅠプログラムに分類され，残りのプロジェクトはステージⅡプログラムに含まれることになろう。

9.2　プロジェクトの優先順位とフェージングの提案

9.2.1　改良・新設ルート

まず，プロジェクトの優先度を経済性から判定した結果，15路線が最優先プロジェクトとして分類された。次に，残りの18路線について主に社会的インパクトからみた重要性に着眼してふるい分けを行った。その結果として，３路線が最優先プロジェクトグループに追加すべきものとして選別された。かくして，計18路線がステージⅠプログラムとして選り分けられ，残りの15路線は，ステージⅡプログラムに含まれるものとみなされた。

ステージⅠプログラムに選ばれたプロジェクトについては，早急に実施に移すため，まずフィージビリティスタディを行うことが必要である。

フェージング（段階実施のためのステージ分け）のプロセスはFigure 9.2.1に示す。ステージ分けされたプロジェクトは表 9.2.1にリストアップされ，Figure 9.2.2に表示されている。

9.2.2 修復路線

選定された計 774kmの路線を，詳細に評価した結果，計 468kmに及ぶ区間が緊急に修復すべき区間と判定された。これ等は，現舗装面の悪化の度合から見て，優先度が高いと判断される。 Table 9.2.2及びFigure 9.2.3に表示されたこれ等の路線は，ステージⅠプログラムに含められ，直ちに施工に移すべきものと考えられる。

残った区間，計 306kmは，当面オーバーレイの必要なしとみなされ，ステージⅡプログラムに含まれるものと考えられる。

9.2.3 フェージングと必要投資額

上述のごとく提案されたフェージングの結果をまとめると，次表のごとくである。尚，ステージⅠについてのみおよその投資必要額を示した。

分　　類	プロジェクト数	延長（km）	投資必要額（百万バーツ）
ステージⅠ			
改良・新設	18路線	666.9	1,269.8
修復	25路線	468.0	560.9
（オーバーレイ）	（20路線）	（370.0）	（ 331.2）
（再構築）	（ 5路線）	（ 98.0）	（ 229.7）
計	—	—	1,830.7
ステージⅡ			
改良・新設	15路線	479.4	—
修復	19路線	306.0	—

Figure 9.2.1 PROCESS OF PHASING

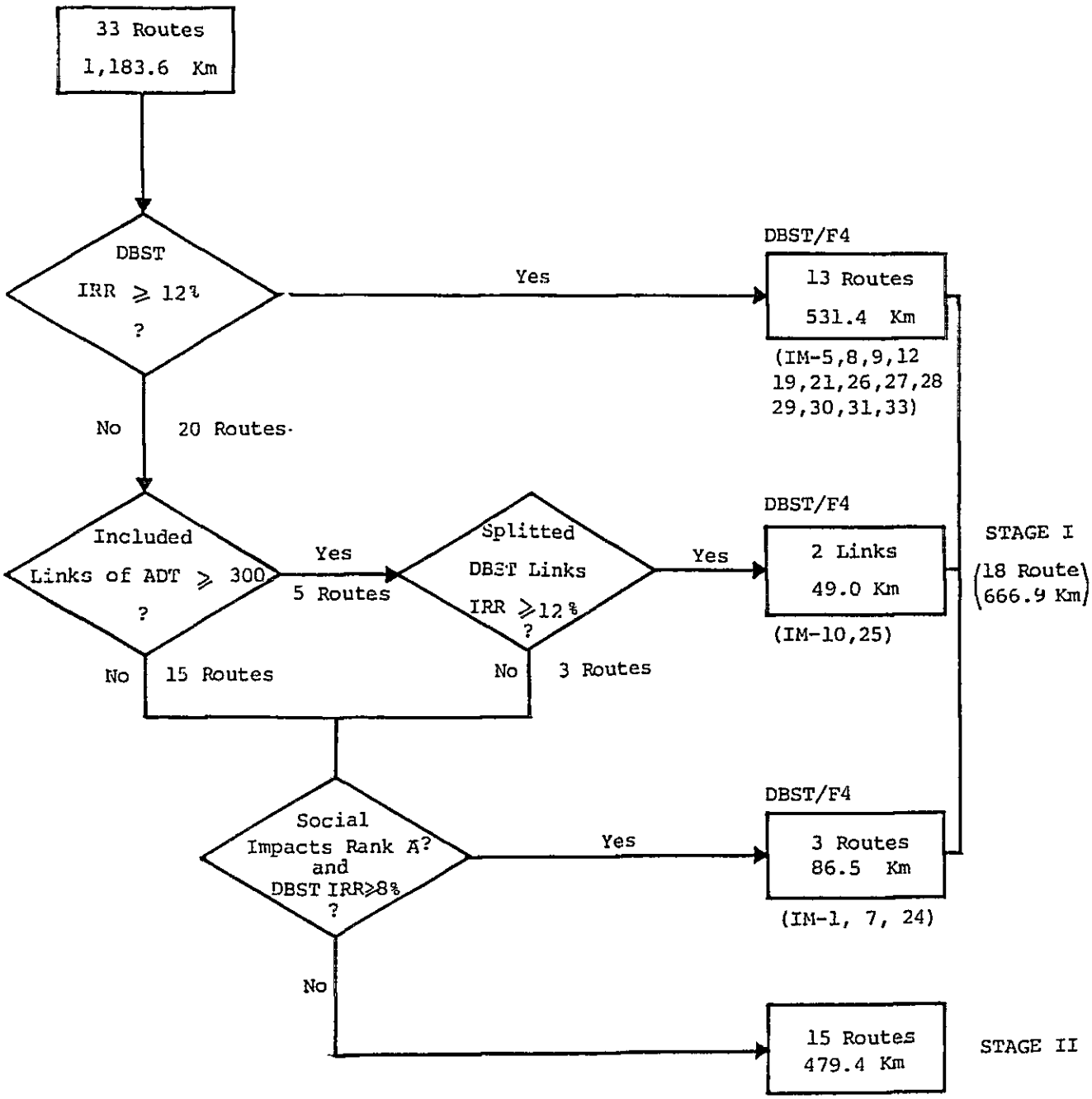


Table 9.2.1 PHASED PROGRAME (IMPROVEMENT AND NEW CONSTRUCTION)

1) STAGE I

Proposed Route	Origin	Destination	Length (Km)	Road Class	Surface Type 1/	Const. Cost (Mn ฿) 2/	IRR (%)	Social Impacts
IM-28	C. Buri Ram	Lam Chi River	42.0	F4	DBST	96.1	27.0	B
IM-33	J. R. 2	A. Chokchai	51.5	F4	DBST	108.6	21.6	A
IM-5	A. Nam Phong	J. R. 209	29.1	F4	DBST	61.5	20.0	C
IM-8	B. Huai Koeng	A. Kumphawapi	16.7	F4	DBST	27.4	18.1	C
IM-19	A. Selaphum	B. Kham Phon Sung	46.0	F4	DBST	95.3	17.1	B
IM-31	A. Lamplai Mat	B. Nong Ki	59.7	F4	DBST	93.1	15.1	C
IM-30	A. Huai Thalaeng	B. Ka Sang	51.0	F4	DBST	96.4	14.6	C
IM-21	A. T. Phut Phon	A. Khemarat	65.3	F4	DBST	112.4	14.3	C
IM-12	A. S. Daen Din	A. Song Dao	18.1	F4	DBST	35.9	12.5	A
IM-10 3/	A. Phen	K. A. Song Khom	26.0	F4	DBST	45.6	12.4	B
IM-26	B. Non Dang	A. Rattana Buri	39.5	F4	DBST	74.3	11.8	A
IM-25 3/	A. Maha Chana Chai	A. Kho Wang	23.0	F4	DBST	39.9	11.6	B
IM-29	A. Prakhon Chai	A. Krasang	48.0	F4	DBST	95.5	11.5	C
IM-27	B. Nong Khao	A. Chom Phra	31.1	F4	DBST	52.0	11.3	C
IM-9	A. Nong Han	A. Khumphawapi	33.4	F4	DBST	72.6	11.1	C
IM-24	B. Na Suang	B. Na Yia	14.5	F4	DBST	25.7	10.6	A
IM-1	A. Khong	J. R. 2180	48.0	F4	DBST	91.5	9.6	A
IM-7	B. Khok Lat	B. Tha Yom	24.0	F4	DBST	46.0	8.1	A
		Total of Stage I	666.9			1,269.8		

2) STAGE II

Proposed Route	Origin	Destination	Length (Km)	Road Class	Surface Type 1/	Const. Cost (Mn ฿) 2/	IRR (%)	Social Impacts	O.O.Y. 4/ FYB = 12% DBST	F5/S.A. 5/ COST	F5/S.A. 5/ IRR
IM-23	B. Don Chik	B. Nong Riang	44.8	F4	DBST	74.2	10.7	C	1988	38.5	13.9
IM-2	B. Waeo	K. A. Na Pho	9.4	F4	DBST	16.3	10.2	B	1991	8.8	12.7
IM-17	A. Kuchinarai	B. Nong Riang	30.4	F4	DBST	66.1	8.7	B	1991	40.6	12.2
IM-20	B. Na Hai	A, Kut Khao Pun	17.2	F4	DBST	32.9	8.4	B	1992	22.3	11.0
IM-18	C. Kalasin	B. K. Nong Bua	50.7	F4	DBST	98.2	7.5	B	1992	59.6	11.6
IM-3	J. R. 2301	A. Na Chuak	30.6	F4	DBST	57.8	7.4	B	1993	32.1	11.6
IM-13	B. Chuam	A. Na Wha	19.8	F4	DBST	37.5	6.6	B	1994	24.5	9.4
IM-4	A. Chonnabot	B. Kut Ru	35.3	F4	DBST	60.6	6.2	B	1994	33.7	9.8
IM-11	B. Thung Yai	K. A. Thung Fon	8.3	F4	DBST	18.8	5.1	A	1996	12.4	8.8
IM-15	A. R. Nakhon	B. Ku Ru Khu	40.1	F4	DBST	75.4	5.1	C	1996	45.2	8.9
IM-22	A. Khemarat	B. Hua Saphan	122.4	F4	DBST	217.1	4.5	A	1997	116.6	8.1
IM-32	B. Yok Kham	B. Soeng Sang	29.0	F4	DBST	49.5	4.5	C	1999	29.1	9.8
IM-6	B. Sok Chan	Ubolratana Dam	20.3	F4	DBST	62.4	4.0	A	1999	36.0	6.2
IM-14	J. R. 223	K. A. Tao Ngai	12.0	F4	DBST	27.7	3.7	A	1999	18.5	5.8
IM-16	J. R. 212	A. Whan Yai	9.1	F4	DBST	15.2	3.0	A	1999	7.6	8.6
IM-25 6/	A. Kho Wang	J. R. 2168	15.2							18.5	8.1
IM-10 6/	K. A. Song Khom	J. R. 212	22.1							23.5	6.4
		Total of Stage II	516.7								

Note: 1/ DBST : Double Bituminous Surface Treatment
2/ Excluding price contingency
3/ Section 1 (with ADT more than 300 in the 7th year)
4/ Optimum Opening Year : The year when the first year benefit exceeds 12% of total investment
5/ S.A. : Soil Aggregate Surfaced
6/ Section 2 (with ADT less than 300 in the 7th year)

Figure 9.2.2 PHASED PROGRAM FOR IMPROVEMENT AND NEW CONSTRUCTION

Figure 9.2.2

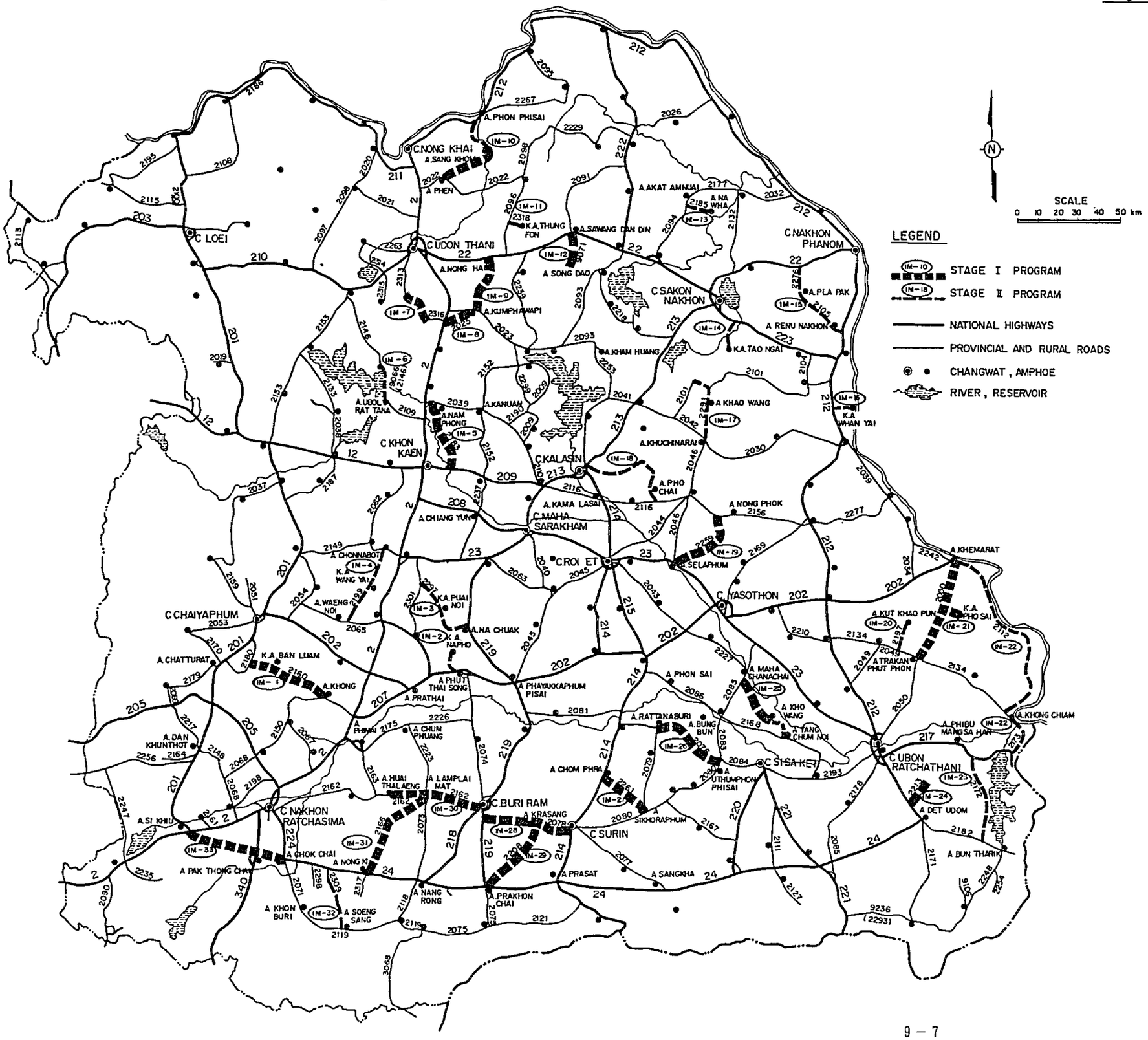
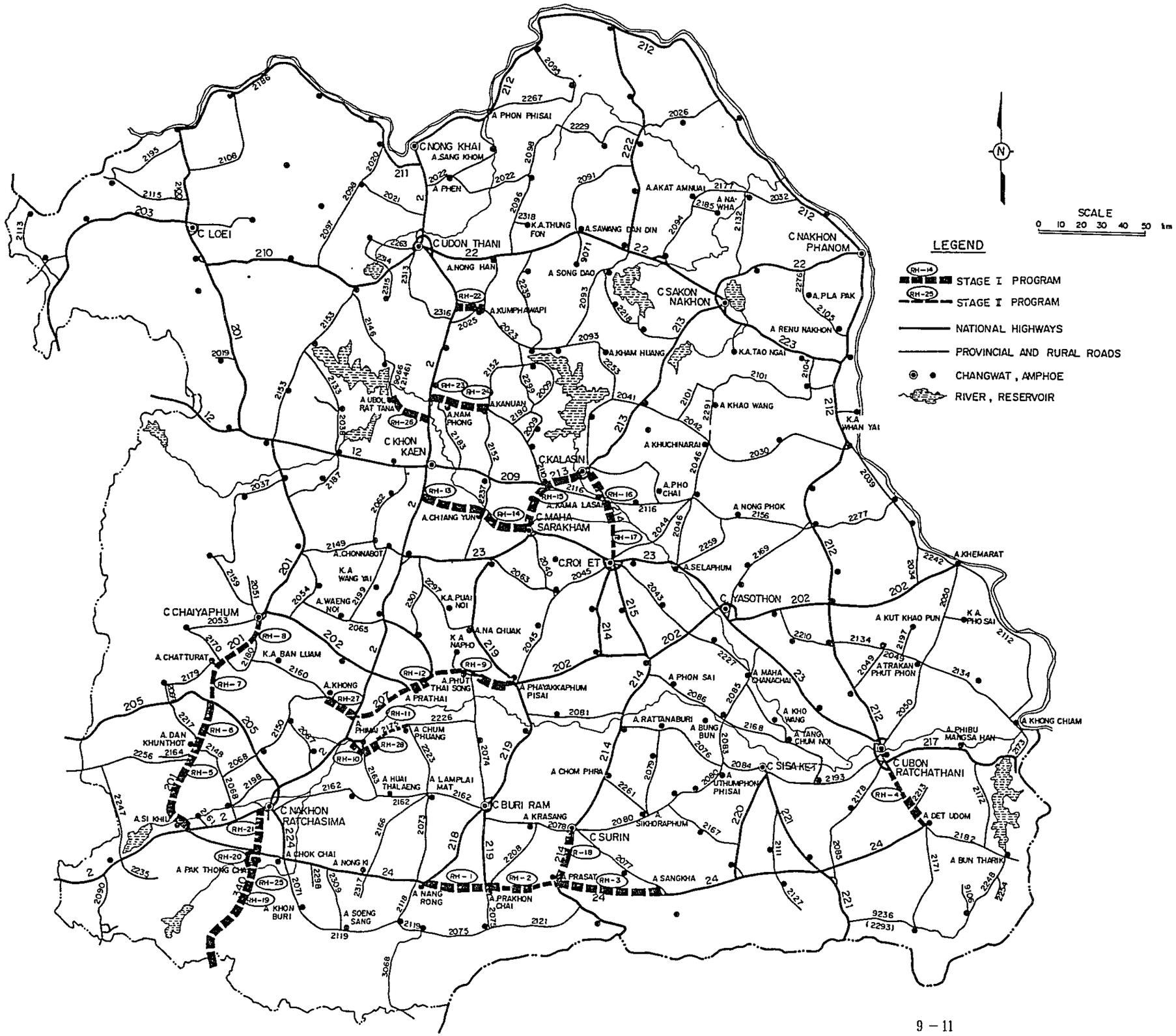


Table 9.2.2 STAGE I PROGRAM FOR REHABILITATION

Proposed Route	Proposed Link Length (Km)	Const. Cost (Mn ฿)		IRR (%)
		Overlay	Reconst.	
RH-22	8	5.0		118.1
RH-2	10	7.5		91.9
RH-18	30	22.5		82.8
RH-5	23	17.3		69.7
RH-15	44	33.0		56.8
RH-6	25	18.7		48.8
RH-16	14	11.3		43.1
RH-17	9	6.8		34.5
RH-23	16	24.4		34.5
RH-24	16	29.8		29.8
RH-19 (1)	26	29.2		28.9
(2)	20		52.9	
RH-4	9	6.8		27.9
RH-20	6	15.7		25.7
RH-26	22		42.3	22.7
RH-21	13	13.9		20.7
RH-9	7	5.3		20.3
RH-10	5		8.6	19.6
RH-1	28	22.5		13.3
RH-28	18	12.5		13.1
RH-14	27		65.9	11.7
RH-3	46	34.5		11.0
RH-12	6	4.5		10.1
RH-13	24		60.0	9.9
RH-27	16	10.0		7.3
Total	468	331.1	229.7	

Figure 9.2.3 PHASED PROGRAM FOR REHABILITATION



JICA