

第22章 舗装修復計画のフィージビリティ・スタディー

22.1 概略設計

22.1.1 詳細調査

第20章で選定されたフィージビリティ・スタディー区間において、詳細調査が次の目的で実施された。

1) 舗装の劣化

- ・ 舗装劣化のタイプと場所は、本調査報告書第Ⅵ巻の巻末資料に示した分類によって選定する。
- ・ 上記の分類毎に舗装の劣化程度を評価し、記録する。
- ・ 劣化の種類と程度毎にそれらの区間延長を算定する。
- ・ 舗装劣化にかかわる原因を、舗装劣化調査と第14章に述べた分析にもとづいて評価する。

2) 路床と路盤

- ・ 第14章で報告されている、土質地質調査、CBR試験及びたわみ測定の結果にもとづきCBR値を評価する。
- ・ 劣化したコンクリート版の下部の支持力損失を推定する。

3) 排水状況

- ・ 路床の透水性を材料の種類と周辺状況をもとに評価する。
- ・ 道路の幾何構造に起因して水が舗装へ影響を与えている状況を調査する。

4) 舗装修復必要度指数の立証

- ・ 第13章において確立したRRIの適応性を舗装劣化の程度とひろがりをもとに立証する。

詳細調査の結果は、概略設計を行なう際利用した。フィージビリティ・スタディー区間以外のセグメントにおいては、第13章で述べた路面状況調査の結果を予備設計に利用した。設計に用いた調査結果は、提案した修復工法とともに資料編22-1に示した。(本調査報告書第Ⅵ巻参照。)

22.1.2 設計条件

基本構造設計に適用した下記の設計条件を概略設計においても適用した。

1) 設計基準

評価期間は25年とした。主要設計基準を表22.1-1に示す。

2) 交通荷重クラス

交通荷重クラスは、第11章3節で述べたように、表22.1-4に示した分類とした。これに基づき、表22.1-3に示すように各セグメントの交通荷重クラスを設定した。

3) 当初舗装構造の供用期間

第16章3節での解析結果に基づき、当初の舗装構造の供用期間を、表22.1-5に示すように設定した。

4) 修復計画の基本方針

重交通荷重のため、当初に要求される舗装構造には巨額な投資が必要となる。従って、初期投資額をおさえ、できるだけ早期に修復プロジェクトを実施するために、段階施工を提案した。

最初に修復した舗装の供用性が低下し、RRIが2.5に達したとき、表22.1-6に示す第2回目の修復を行なう。修復計画を図22.1-4に図示した。AC舗装による改築は、本調査において提案していないが、参考として表22.1-5及び図22.1-5に示した。

22.1.3 舗装修復工法の選定

第17章で述べたように、ACオーバーレイ、1車線のPCCによる改築、2車線のPCCによる改築が修復工法として推奨されたが、この3つの工法の中で、ACオーバーレイが最も経済的であり、次に1車線のPCCによる改築、2車線のPCCによる改築となる。しかし、実際に修復工法を選定するにあたっては、経済性のみならず、技術的な諸点を考慮し、総合的に判断する必要がある。以下に考慮すべき諸点をまとめる。

(a) 技術面

- ・ 既存舗装の状況
- ・ 損傷タイプと損傷の程度

TABLE 22.1-1 MAJOR DESIGN CRITERIA

	Concrete/PCC Pavement	Asphalt/AC Overlay
Performance Period	Traffic Loading A-E; 15 yrs. Traffic Loading H-J; 12 yrs.	Traffic Loading A, B; 12 yrs. Traffic Loading D-G; 8 yrs. Traffic Loading H-J; 5 yrs.
Traffic Loading Class	See Table 22.1-3	See Table 22.1-3
Serviceability	Initial; 4.5 Terminal; 2.5	Initial; 4.2 Terminal; 2.5
Effective Roadbed Soil Resilient Modulus	-----	MR assumed by CBR See Table 22.1-2
Effective Modulus of Subgrade Reaction	K value assumed by CBR See Table 22.1-2	-----
Pavement Layer Material Characteristics	Subbase ESB = 8000 psi Base EBS = 22000 psi AC EAC = 350000 psi PCC EC = 3.20×10^6 psi	Subbase ESB = 8000 psi
PCC Modulus of Rupture	525 psi (36.8 kg/cm^2); 14 days 580 psi (40.0 kg/cm^2); 28 days	-
Structural Layer Coefficient	AC = 0.39 Bitumen Stabilized Base = 0.2 Mechanically Stabilized " = 0.125 Crushed Run Base = 0.105 Subbase = 0.095	-
Drainage	CD = 0.9	m = 0.8
Load Transfer Coefficient	4	-
Loss of Support	1	-
Visual Construction Factor of PCC Slab (RRI = 2.5)	0.4	-

TABLE 22.1-2 STRENGTH OF SUBGRADE

CBR of Subgrade	k (pci) of Subgrade	MR (pci) of Subgrade	k (pci)
2	50	2,500	80
3	100	4,000	130
4	120	5,000	170
6	160	6,000	210
8	180	7,000	230
10	200	8,000	250
15	230	12,000	280
20	250	15,000	300

TABLE 22.1-3 TRAFFIC LOADING CLASSES OF THE STUDY SECTIONS

Segment	Section	L a n e	Number of ESALS in 1989 (x 10 ⁶)	Traffic Loading Class	
N - 1	Sta. Rita- Plaridel	A	3.495	J	(3.1 - 3.5 x 10 ⁶)
		B	1.451	F	(1.1 - 1.5 x 10 ⁶)
	Plaridel - Gapan	A	2.908	I	(2.6 - 3.0 x 10 ⁶)
		B	1.098	E	(0.71 - 1.0 x 10 ⁶)
N - 2	Gapan - Cabanatuan	A	2.946	I	
		B	0.964	E	
N - 3	Cabanatuan - San Jose	A	2.459	H	(2.1 - 2.5 x 10 ⁶)
		B	0.763	D	(0.41 - 0.7 x 10 ⁶)
N - 4	San Jose -	A	1.787	G	(1.6 - 2.0 x 10 ⁶)
N - 5	Aritao	B	0.520	D	
S - 1	Calamba - Sto. Tomas	A	1.747	G	
		B	1.258	D	
	Sto. Tomas - Tiaong	A	1.090	G	
B		0.637	F		
S - 2	Tiaong - Lucena	A	0.967	E	
		B	0.577	D	
S - 3	Lucena - Gumaca	A	0.796	D	
		B	0.480	C	(0.21 - 0.4 x 10 ⁶)
S - 4	Gumaca - Calauag	A	0.706	D	
		B	0.407	C	

NOTE: A; Manila Bound
B; Cagayan/Bicol Bound

TABLE 22.1-4 STANDARD TRAFFIC LOADING CLASSES

	Traffic Loading Class	Number of ESAL At Initial Year
Light Loading Traffic	L - 1	0.005 x 10 ⁶
	L - 2	0.01
	L - 3	0.03
Heavy Loading Traffic	A	0.03 - 0.1 x 10 ⁶
	B	0.11 - 0.2
	C	0.21 - 0.4
	D	0.41 - 0.7
	E	0.71 - 1.0
Extra Heavy Loading Traffic	F	1.1 - 1.5 x 10 ⁶
	G	1.6 - 2.0
	H	2.1 - 2.5
	I	2.6 - 3.0
	J	3.1 - 3.5

TABLE 22.1-5 PERFORMANCE PERIOD OF INITIAL PAVEMENT STRUCTURE

Traffic Loading Class	P. C. C Reconstruction	A C Reconstruction	AC Overlay -PCC Existing
L-1, L-2, L-3 ESAL's $\leq 0.03 \times 10^6$	20 years ¹⁾ or Min. Thickness 13 cm	15 years	25 years ¹⁾ or Min. Thickness 5 cm
A, B, C ESAL's = $0.031 \sim 0.4 \times 10^6$	15 years	12 years	12 years ¹⁾ or Min. Thickness 10 cm
D, E ESAL's = $0.41 \sim 1.0 \times 10^6$	15 years	8 years	8 years ³⁾
F, G ESAL's = $1.1 \sim 2.0 \times 10^6$	15 years	8 years	8 years ³⁾
H, I, J ESAL's = $2.1 \sim 3.5 \times 10^6$	12 years ²⁾ or Max. Thickness 35 cm	5 years ²⁾ or Max. SN 5.5	5 years ^{2) 3)} or Max. Thickness 15 cm

- NOTE: 1) Performance period is governed by the minimum structural requirement as the case may be.
 2) Performance period is governed by the maximum pavement structure as the case may be.
 3) Not applicable where performance period is too short (less than 5 years) even if the maximum pavement structure is applied (see "Basic Design")

TABLE 22.1-6 STAGE CONSTRUCTION (PLANNED REHABILITATION)

Rehabilitation Methods	Initial Rehabilitation (at the stage)	Second Rehabilitation	Third Rehabilitation
2 - Lane PCC Reconstruction	PCC Reconstruction (15 years) ¹⁾	10 cm AC Overlay	5 cm AC Overlay
1 - Lane PCC Reconstruction	PCC Reconstruction (15 years) ¹⁾	PCC Reconstruction	PCC Reconstruction
2 - Lane AC Overlay	10 cm AC Overlay (8 years) ¹⁾	5 cm AC Overlay	5 cm AC Overlay
2 - Lane AC Reconstruction	AC Reconstruction (12 years) ¹⁾	5 cm AC Overlay	5 cm AC Overlay

Note: 1) Design Performance Period of Initial Pavement Structure Variable depending on traffic loading class.

(b) 財政面

- ・ 初期投資額
- ・ ライフサイクル費用解析に基づく総事業費

(c) その他の面

- ・ 供用期間
- ・ 施工期間
- ・ 交通規制の問題
- ・ 確実性
- ・ 施工性
- ・ 維持性

財政面及びその他の面については前章に述べてある。本章ではACオーバーレイ採用の適否に関する技術的な判定基準について述べる。

(1) 舗装の損傷状況に基づく判定

修復の方法は、改築とオーバーレイとに大別できる。これらのうち、改築は施工が基準通り行なわれれば、技術的な問題はないが、オーバーレイに関しては、適用に当たって十分な調査が必要である。オーバーレイの適用に際して、路体の状況、地下排水の状況は考慮すべき重要な要素である。適用についての判定は、詳細な舗装状況のデータに基づいて行なうべきである。

本調査においては、これらの詳細なデータがない場合、次の基準によりオーバーレイの採否を判定した。

(a) オーバーレイの適用が可能な舗装損傷状況

交通とコンクリート版材料が主要因で発生した下記の損傷状況を示す場合、オーバーレイの適用が可能と判断した。

- ・ 浮き上り (Blow up)
- ・ 隅角部の破壊
- ・ 横目地の段差とクラック
- ・ 横目地の目地シールの損傷
- ・ 縦クラック (交通荷重あるいは、低品質のコンクリート版材料によってのみ生ずる)
- ・ 縦目地の段差

- ・ ポップポット
- ・ 骨材損傷
- ・ シーリング及び不規則クラック（版上面の線状クラック）
- ・ 角かけ（縦及び横目地とクラック部）
- ・ 縦及び斜めクラック（中程度以下のクラック）
- ・ ピーリング（路面の移動）
- ・ バットホール
- ・ 下記のオーバーレイが適用できない舗装の状況がなく、RRIが2以上
- ・ オーバーレイを行なう区間は、500m以上を1工区とすることが望ましい。

(b) オーバーレイの適用が困難な舗装損傷状況

路床、路盤材料及び排水が主要因で発生した下記の損傷状況を示す場合、オーバーレイの適用は難しいと判断した。

- ・ 1つのコンクリート版において、1部が大きく陥没している。
（路床、路盤の沈下、圧密により発生する）
- ・ 車線または路肩の沈下（路床、路盤の沈下、圧密によるものと考えられる）
- ・ ポンピングと水の浸出し（支持力低下により生じた空隙によるものと考えられる）
- ・ ブロック・クラッキング（不規則なクラック、3段階のクラック）
（多数の不規則なクラックあるいはコンクリート版の分離で、路床、路盤の局部的破壊に起因する）
- ・ スラブ・ロッキング（不均一な支持力と沈下に起因すると考えられる）
- ・ 6以下のCBR値の路床
- ・ 1.5より小さいRRI
- ・ 1つのコンクリート版において断片間に著るしい高さの差がある場合
- ・ 排水状況が悪い

しかしながら上記で述べた欠陥が改良される場合には、オーバーレイは適用可能となる。

(2) ひびわれ度とたわみ量に基づく判定

日本道路協会は、鉄筋コンクリート舗装の修復基準をひびわれ度とベンゲルマンビームで測定したたわみ量をもとに、図22.1-1に示すように定めている。

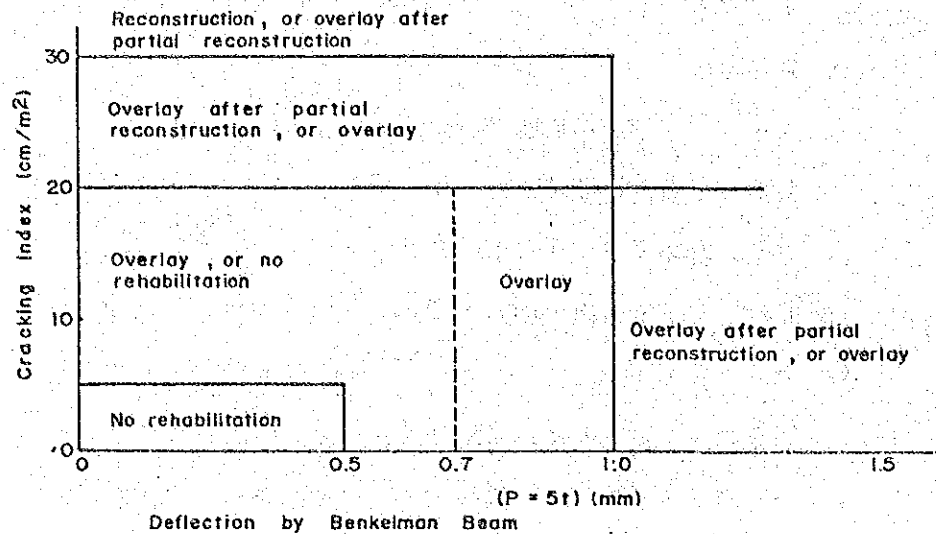


FIGURE 22.1-1 CRITERIA FOR SELECTION OF REHABILITATION METHOD RECOMMENDED BY JAPAN ROAD ASSOCIATION

22.1.4 舗装修復設計

(1) 概説

本調査では、舗装の修復設計に「AASHTO Guide for Design of Pavement Structure, 1986」(以下、AASHTO Guide 1986と略す)を適用した。このGuideに示された設計法は、AASHTO道路試験におけるサービス性能 — 供用性の概念に基づいているため、そこで提案された供用性の予測式を舗装設計の基本モデルとしている。従って、現況サービス性能指数 (PSI) が、供用性を表わす変数として設計に用いられている。

AASHTO Guide 1986では、信頼性、環境インパクト、排水、荷重伝達などの新しい概念が導入されている。

信頼性は、次のように定義される。すなわち、舗装設計の信頼性とは、その設計手法が設計した舗装の供用期間中に予想される交通及び周辺状況の変化をカバーできる確率である。

(2) PCC舗装の新設及び改築

剛性舗装の基本設計式 (供用性の予測式) を下記に示す。また、設計方法の詳細は、本調査報告書第Ⅵ巻に説明した。

本調査では、この基本設計式による舗装の設計プログラムを開発し、コンピュータにより計算した。結果を図 22.1-3 に示す。(「基本構造設計」参照)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \left[\frac{\log_{10} \frac{PSI}{4.5-1.5}}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} \right]$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times p_t) \log_{10} \frac{S_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{E_c / K^{0.25}} \right]}$$

ここに、

- W_{18} : 18 kip 等値単軸荷重の予測値
- Z_R : 標準正規分布の変数
- S_0 : 交通及び供用性予測の標準誤差
- D : 舗装版厚 (インチ)
- PSI : 設計サービス性能指数の初期値 (P_0) と最終値 (P_t) の差
- S_c : 使用する PCC の曲げ強度 (psi)
- J : 荷重伝達係数
- C_d : 排水係数
- E_c : PCC の弾性係数 (psi)
- K : 路床反力係数 (pci)

(3) AC オーバーレイ

残存寿命の概念を考慮する場合、オーバーレイの一般式は次のようになる。

$$SC_{OL}^n = SC_y^n - F_{RL} (SC_{xoff})^n$$

F_{RL} : 現在の舗装の損傷程度と、オーバーレイ後の交通による最終の損傷程度に対して計算する残存寿命係数 (常に 1.0 以下)。

SC_0 : 図 22.1-4 参照

SC_{OL} : 図 22.1-4 参照

SC_y : 図 22.1-4 参照

SC_{xoff} : 図 22.1-4 参照

既存 PCC 版の現況に基づいて行なう AC オーバーレイの式は、次のようになる。

$$SN_{o1} = SN_y - F_{RL} (A_{2r} D_o + SN_{xoff} - r_p)$$

$$h_{o1} = SN_{o1} / A_{o1}$$

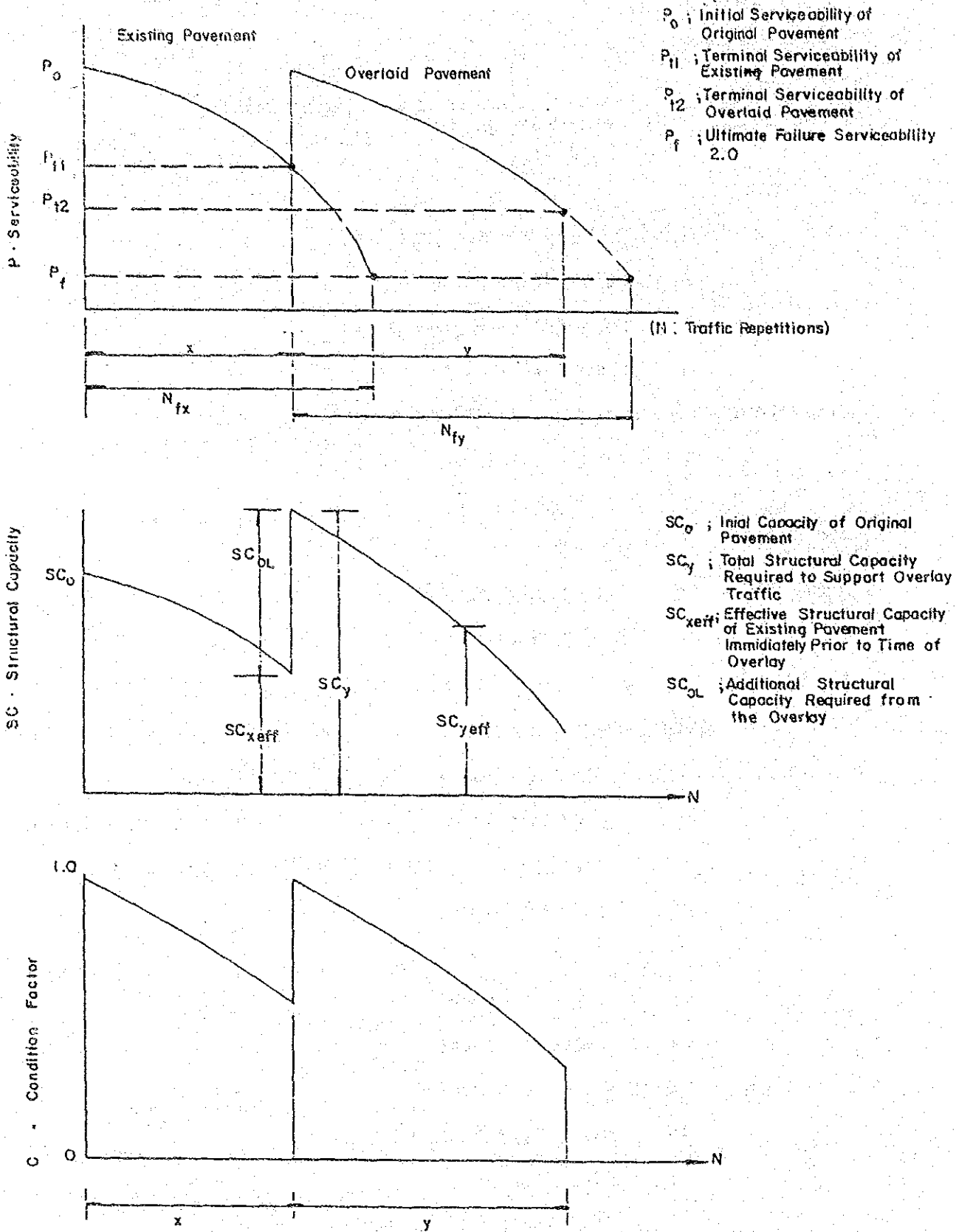


FIGURE 22.1-2 RELATIONSHIP BETWEEN SERVICEABILITY - CAPACITY CONDITION FACTOR AND TRAFFIC

ここに、

D_0 : 既存PCC舗装の版厚, $D_0 = 23 \text{ cm}$

A_{2r} : クラックの入ったPCC舗装版の構造係数

$SN_{\text{existing} - \text{rp}}$: 既存PCC版, 路盤を除いた路床上の各層の有効構造容量

A_{o1} : オーバーレイ材の層構造係数

h_{o1} : アスファルト・オーバーレイの必要厚

既存の剛性舗装にアスファルト・オーバーレイをする場合、レフレクション・クラックに対して注意を払う必要がある。従って、設計したオーバーレイ厚がレフレクション・クラックを最小にする厚さであるか検討すべきである。この厚さは、既存PCC舗装版の長さ、年間の温度差の関数として表わされるが、アスファルト協会では4インチ(10 cm)を推奨している。フィリピンにおいても、最小厚として、この値を推奨した。

(4) 設計結果

(a) 舗装の設計容量の推奨値

図 22.1-3 は構造設計、舗装タイプの経済検討及びその他の技術的条件等にもとづいて推奨した舗装の設計容量のまとめである。

PCC舗装の新設又は改築に対して、コンクリート強度及び予想される工事誤差を考えると、軽交通荷重クラスの場合でも最小版厚として20 cmを推奨する。

超重交通荷重のクラスに対しては、PCC版の厚さは、交通荷重制限の政策及び供用年数を考えて決定すべきである。交通荷重制限が厳密に行なわれるならば、30 cmの厚さのPCC舗装は、15~20年の交通に耐えると考えられる。しかし、概略設計においては、PCC版の厚さは、DPWH側との検討の結果、現況の交通荷重に基づいて決定した。

AC舗装の新設及び改築に関しても同上の結果、構造指数を4.5, 5.0又は5.5と決定した。AC舗装は、当初設計では採用していない。

現況剛性舗装に対するACオーバーレイについては、前節で述べたようにレフレクション・クラックを考慮して最小厚を10 cmとした。尚、軽量交通荷重に対して適用した5 cmのオーバーレイに対しては、特別に注意を払う必要がある。このACオーバーレイの厚さは、限られた経験しか有しておらず、その供用性は、保証できない。

		PCC New / Reconstruction								PCC THICKNESS	
TRAFFIC LOADING CLASS (X10 ⁶)	CBR	2	3	4	6	8	10	15	20	PERFORMANCE PERIOD	
LIGHT TRAFFIC LOADING	L-1 (0.005)									MORE THAN 25 YEARS	
	L-2 (0.01)	APPLY MIN. THICKNESS 20cm									
	L-3 (0.03)										
HEAVY TRAFFIC LOADING	A (0.1)									15 YEARS	
	B (0.2)	25				23					
	C (0.4)	28				25					
	D (0.7)					28					
	E (1.0)					30					
EXTRA HEAVY TRAFFIC LOADING	F-J (1.5 ~ 3.5)	30 OR 33 OR 35 1/								5~12 YEARS	

		AC NEW/RECONSTRUCTION								STRUCTURAL NUMBER	
TRAFFIC LOADING CLASS (X10 ⁶)	CBR	2	3	4	6	8	10	15	20	PERFORMANCE PERIOD	
LIGHT TRAFFIC LOADING	L-1 (0.005)	2.1		1.7				1.7		10~16 YEARS	
	L-2 (0.01)	2.5		2.1							
	L-3 (0.03)	3.0		2.5				2.1			
HEAVY TRAFFIC LOADING	A (0.1)	4.0		3.5		3.0		2.5		8~14 YEARS	
	B (0.2)	4.5		4.0		3.5		3.0			
	C (0.4)	5.0		4.5		4.0		3.5			
	D (0.7)			5.0		4.5		3.5			
	E (1.0)					5.0		4.5			
EXTRA-HEAVY TRAFFIC LOADING	F-J (1.5 ~ 3.5)	4.0 OR 5.0 OR 5.5 1/								5 - 8 YEARS	

		AC OVERLAY-PCC EXISTING								OVERLAY THICKNESS (cm)			
TRAFFIC LOADING CLASS (X10 ⁶)	CBR	2	3	4	6	8	10	15	20	PERFORMANCE PERIOD			
LIGHT TRAFFIC LOADING	L-1-L-3 (0.005 ~ 0.03)	APPLY MINIMUM THICKNESS 5cm. 2/								MORE THAN 30 YEARS			
HEAVY TRAFFIC LOADING	A (0.1)									12~30 YEARS			
	B (0.2)	NOT											
	C (0.4)	RECOMMENDED										APPLY MIN. THICKNESS	
	D (0.7)											10cm.	
	E (1.0)												
EXTRA-HEAVY TRAFFIC LOADING	F-J (1.5 ~ 3.5)	15 13 10								5~12 YEARS			

NOTE: 1/ DECIDED FROM THE TRAFFIC REGULATION IMPLEMENTATION AND ENGINEERING AND ECONOMIC CONSIDERATIONS
 2/ NO WARRANT ON PERFORMANCE DUE TO LIMITED EXPERIMENTS

FIGURE 22.1-3 RECOMMENDED STRUCTURAL CAPACITY

(b) 設計断面の例

図 22.1-4 は、PCC 及び AC 舗装と AC オーバーレイの設計断面の例を示したものである。

PCC 舗装に対しては、路盤の厚さは常に一定で 20 cm としている。この厚さは路床と路盤の組合せ効果の解析にもとづいて提案した。(本調査報告書第 VI 巻参照) AC 舗装については、数種の構造指数の標準断面を参考に示した。層厚は、各層の単価を考慮して決める必要がある。当初の修復に用いるオーバーレイ厚は、10 cm 以上である。

(c) 舗装修復計画

舗装の修復計画を図 22.1-5 に示すが、この図は CBR 値が 6 で交通荷重クラスが D の場合の計画を例示したものである。

22.1.5 軟弱な路床の処理

軟弱路床の定義は明確ではないが、日本道路協会は特にアスファルト舗装設計に対して、CBR 値が 2 より小さい場合と定義している。

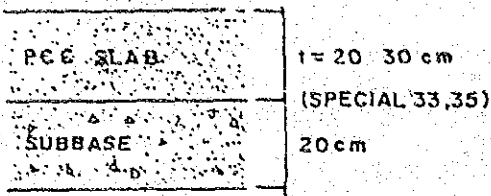
一般に、軟弱路床はシルトまたは粘土、有機質沈澱物またはビートのような空隙の多い土及びブルーズな砂などからなる軟かい土で構成されている。これらはすべて、高い含水量を持っている。このような軟弱路床の処理に広く用いられている一般の方法は、盛土法、土の置換、土質安定処理及びサンドイッチ工法があるが、道路の新設に対しては盛土法が良い。他の 3 つの方法については、本調査報告書第 VI 巻に説明した。

コンクリート舗装の設計では、CBR の値が 2 より大きく 3 より小さい場合には、フィルター層の設置が推奨される。CBR が 2 より小さい場合には、上記の諸法の適用が必要である。

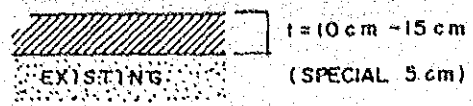
(1) フィルター層

15~30 cm の厚さのフィルター層は、軟弱路床が路盤の中にパイピング移動することを防ぐのに効果的である。フィルター層の材料は、一般に少量のシルトを含む砂で、場合によってはクラッシャーランが用いられる。本調査では 30 cm 厚の砂層を提案した。

PCC PAVEMENT



AC OVERLAY - PCC EXISTING



AC PAVEMENT

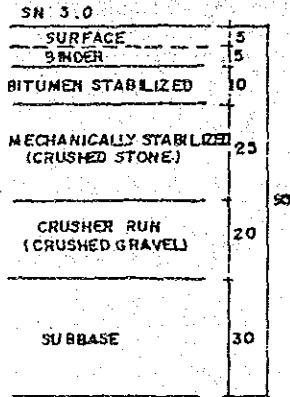
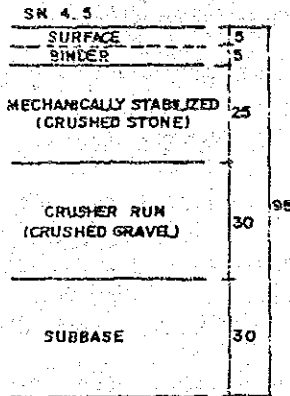
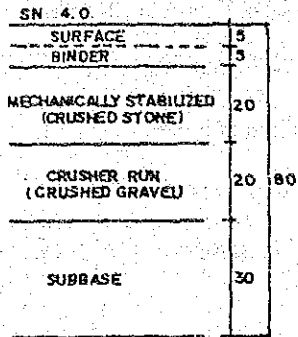
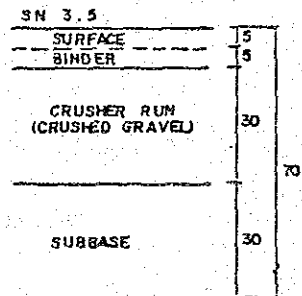
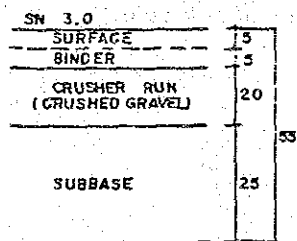
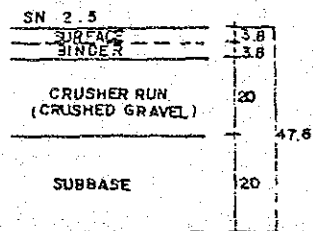
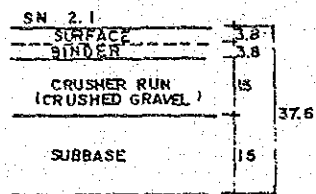
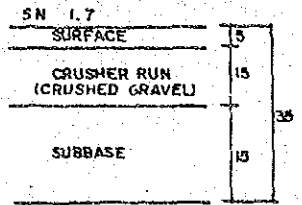


FIGURE 22.1-4 EXAMPLE OF CROSS SECTION DESIGN

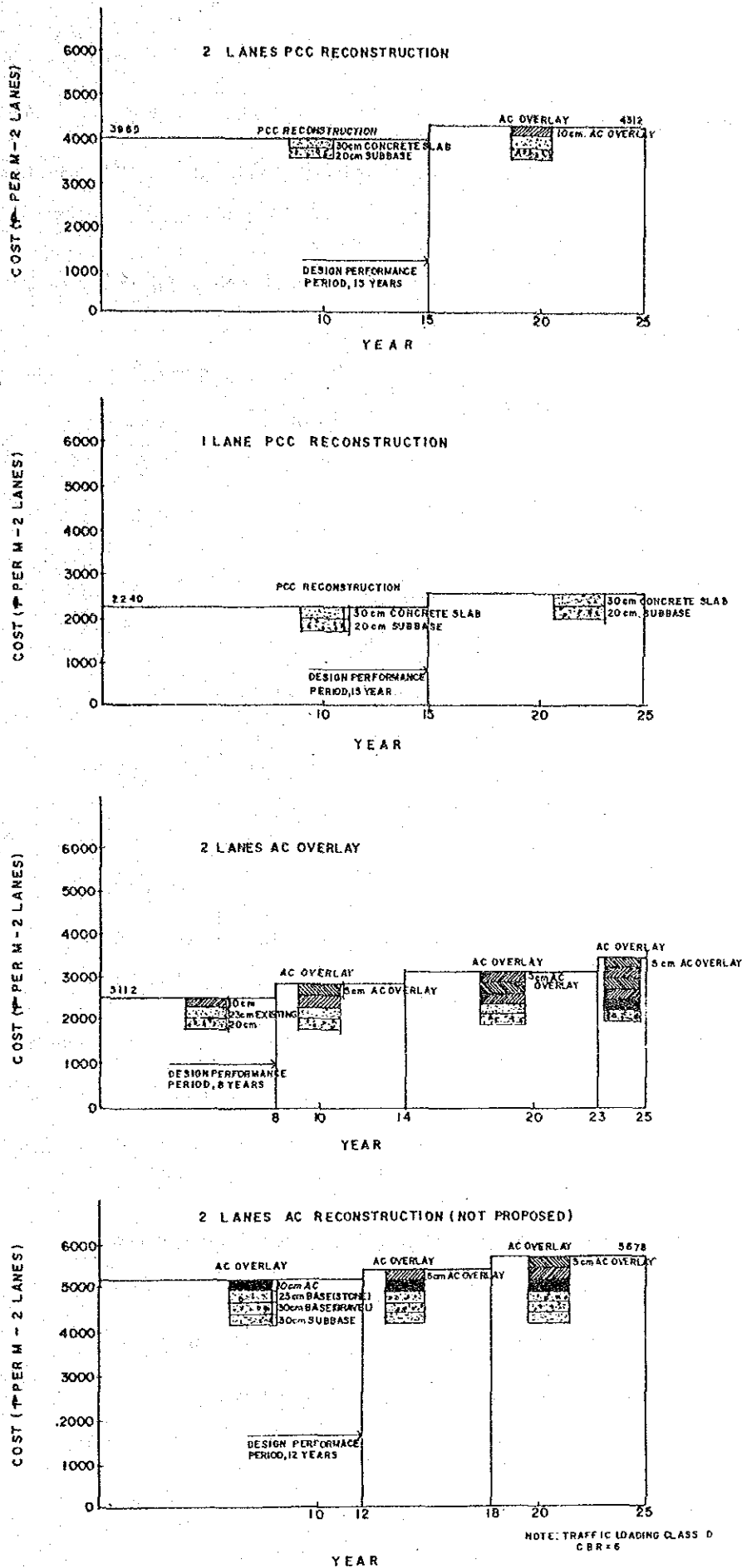


FIGURE 22.1-5 PLANNED REHABILITATION STRATEGY
TRAFFIC LOADING CLASS D
CBR - 6

(2) 平均 CBR

フィルター層を用いる場合には、平均 CBR は路盤底面の CBR を仮定して、次式により計算する。

なお、ここでは改良した層の中の 20 cm 層の CBR 値は、改良していない層の CBR 値と同じ値であると仮定している。(図 22.1-6 参照)

$$\text{Average CBR} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \text{CBR}_i \sqrt[3]{3}}{100} \right]^3$$

h_i : i 層の厚さ (cm)

$$\sum h_i = 100 \text{ cm}$$

CBR_i : i 層の CBR 値

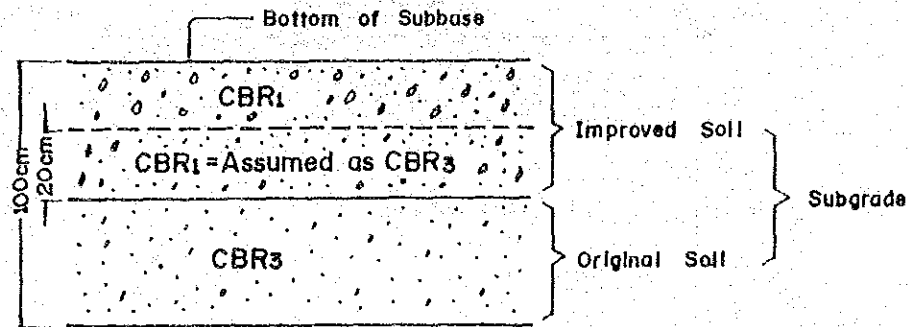


FIGURE 22.1-6 AVERAGE CBR

22.1.6 排水設計

舗装から水を排除することは道路設計において常に重要である。舗装の水の処理方法は、一般に3つの方法からなる。すなわち、

- 1) 水が舗装に入って来るのを防ぐこと。
- 2) 余分な水を早く除く排水施設を設けること。
- 3) 荷重のみならず水の影響にも抵抗できる舗装を建設すること。

本節では路面排水(測溝)と地下排水とを検討する。

(1) 路面排水

(a) 流出量

流出量は次の理論式で計算する。

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q : 雨水流出量 (m^3/sec)

C : 流出係数

I : 流達時間内の降雨強度 (mm/h)

A : 集水面積 (m^2)

(b) 流出速度

流出流速 (m/sec) はマンニングの式で計算する。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

n : 粗度係数 ($sec/m^{1/3}$)

i : 水面勾配 (あるいは流路勾配)

R : (A/P) 径深 (m)

A : 通水断面積 (m^2)

P : 潤辺長 (m)

(c) 必要断面

水路 (側溝) の必要断面は次式で計算する。

$$Q = A \cdot V$$

Q : 側溝の流量 (m^3/sec)

A : 側溝の流水断面積 (m^2)

V : 平均速度 (m/sec)

(d) 側溝のタイプ

側溝のタイプは、丘陵地と山間部によって違なり、また石積みとコンクリートの2種類ある。それぞれの断面図を図 22.1-7 に示す。

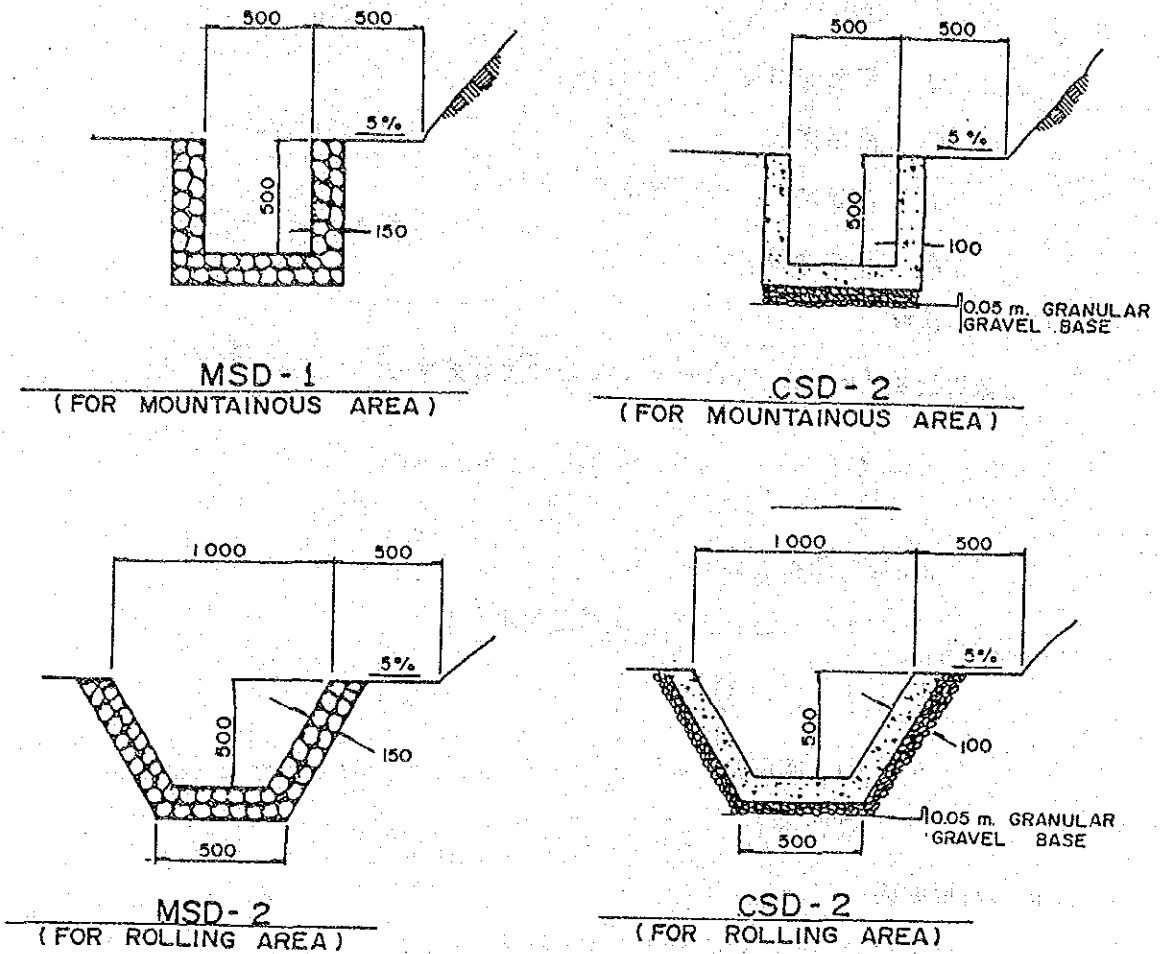


FIGURE 22.1-7 TYPICAL CROSS SECTION OF SIDE DITCH

(2) 地下排水

(a) 地下パイプの最小深さ

地下パイプの最小の深さは、次の式で計算する。

$$H = \frac{(S_w - S)B}{200} + h + D_w + h_p$$

H : 地下パイプの最小深さ (m)

S_w : 地下水の最小勾配 (%)

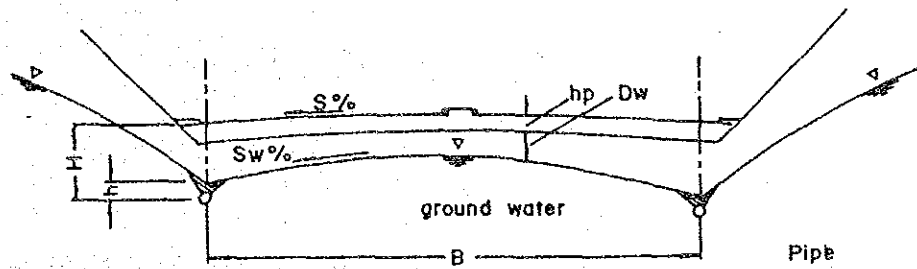
S : 路面の横断勾配 (%)

h : パイプ付近の地下水の深さ (m)

B : パイプの間隔 (m)

D_w : 0.6 m

h_p : 路面と路盤底面との高さの差 (m)



h; depth of ground water near pipe (m)

B; spacing of pipe (m)

D_w ; 0.6 meter

h_p ; difference in elevation between road surface and bottom of subgrade

FIGURE 22.1-8 MINIMUM DEPTH OF PIPE UNDERGROUND

(b) 流出量

流出量は次の式で計算する。

$$q = K \cdot i \cdot H_0$$

$$\text{又は } q = K \frac{H_0^2}{2R} \quad : R = 2 \sqrt{K} \cdot \sqrt{H_0}$$

$$\text{又は } q = 0.8 \frac{K \cdot H_0}{2.3 \log R/r_0} \quad : K = 2H_0 \cdot \sqrt{K} \cdot \sqrt{H}$$

詳細の検討は、本調査報告書第Ⅵ巻に示した。

(c) 地下排水のタイプ

図 22.1-9 に地下排水の標準断面を示す。

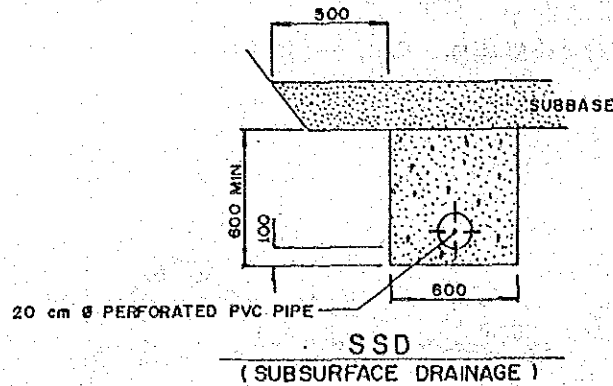


FIGURE 22.1-9 TYPICAL CROSS-SECTION OF SUBSURFACE DRAINAGE

22.1.7 修復計画

すでに第15章で述べたように、修復が必要となる区間は詳細な現場調査により選定した。(表 15.4-1 及び 18.1-1 参照)

これらの修復区間の事業実施は、次のように提案した。

1) 舗装の修復

(a) 短期計画

- RRI が 2.5 より少ない区間 (ステージ 1)
- RRI が 2.5 ~ 3.0 の区間 (ステージ 2)

ステージ 1 と 2 は、クラックの進行状況と修復工事の実施時期を考慮して、組合わせた。

(b) 中期計画

- ・ 上記以外の全区間
- ・ 短期計画で修復した舗装の2回目の修復

(c) 長期計画

- ・ 舗装状況の調整

2) 排水改良

(a) 短期計画

- ・ 山側の路面排水(側溝)
- ・ 水で洗掘されるのを予防する盛土部の路面排水(側溝)
- ・ 地下水位の高い所の地下排水

(b) 中期計画

- ・ 非常に悪い、又は悪い状況の所の路面排水(短期計画を含めてほぼ道路全延長の片側)

(c) 長期計画

- ・ 道路両側に排水施設を設置することの検討

3) 修復計画

短期及び中期計画の舗装修復工事及び排水改良工事の延長を表 22.1-7 にまとめた。

また、適用した修復工法によって分類した長さを表 22.1-8 に示した。

短期計画では、北部調査区間に対して、PCC舗装による1車線改築延長 113.96 km、PCC舗装による2車線改築 45.96 km(1車線に直すと 91.92 km)及びACオーバーレイ 34.9 m(1車線に直して 69.00 km)をとりあげた。

南部調査区間については、2車線のPCC舗装による改築 55.34 km(1車線換算 110.68 km)を優先し、続いて1車線のPCC舗装による改築 21.12 km及び、ACオーバーレイ 2.5 km(1車線換算 5.0 km)をとりあげた。

排水改良については、北部調査区間に対して側溝延長 109.73 km、両側の全延長(400 km)の 27.4%の設置を推奨し、南部調査区間については 74.52 km、全延長(362 km)の 20.6%を提案した。

路床の処理はN-1工区に用い、路床排水の施設はS-3工区に適用した。

主要項目の数量計算は、資料編 22-2 に示した。

**TABLE 22.1-7 SUMMARY OF LENGTH FOR PAVEMENT REHABILITATION/
DRAINAGE IMPROVEMENT BY TERMS**

Unit: Lane-km

Segment	Segment Length (Km)	Short Term (1987-1992)	Medium Term (1993-1998)	Total (1987-1998)
North Study Section				
Segment N-1	46	90.00	50.00	140.00
N-2	35	55.10	49.90	105.00
N-3	42	31.82	94.18	126.00
N-4	38	102.69	11.31	114.00
N-5	39	110.25	10.00	120.25
Sub-Total	200	389.86	215.39	605.25
South Study Section				
Segment S-1	42	31.85	94.15	126.00
S-2	54	29.59	132.41	162.00
S-3	46	85.30	63.95	149.25
S-4	39	75.83	41.17	117.00
Sub-Total	181	222.57	331.68	554.25
T O T A L	381	612.43	547.07	1,159.50

TABLE 22.1-8 SUMMARY OF LENGTH FOR PAVEMENT REHABILITATION/DRAINAGE IMPROVEMENT BY TYPE OF WORKS

Unit: Lane-Km

Segment	Segment Length (km)	Short-Term											Medium Term		Total	
		Pavement Rehabilitation (Lane-km)						Drainage Improvement (km)					Pavement Rehabilitation (Lane-Km)	Drainage Improvement (Km)	Pavement Rehabilitation (Lane-Km)	Drainage Improvement (Km)
		2-Lane PCC Reconstruction	1-Lane PCC Reconstruction (Manila Bound)	1-Lane PCC Reconstruction (Opposite Lane)	2-Lane AC Overlay	Sub-Total	Treatment of Weak Subgrade	Side Ditch	Sub-Surface Drainage	Sub-Total						
North Study Section		Segment N-1	46	21.50	25.00	15.20	7.00	66.70	2.0	19.30	-	21.30	23.30	26.70	92.00	48.00
	Segment N-2	35	27.90	2.85	2.75	13.00	46.50	-	8.60	-	8.60	23.50	26.40	70.00	35.00	
	Segment N-3	42	5.10	15.02	1.95	-	22.07	-	9.75	-	9.75	61.93	32.25	84.00	42.00	
	Segment N-4	38	10.90	17.18	14.53	25.00	67.61	-	35.08	-	35.08	8.39	2.92	76.00	38.00	
	Segment N-5	39	26.52	11.74	7.74	24.00	70.00	-	37.00	3.25	40.25	8.00	2.00	78.00	42.25	
	Sub-Total	200	91.92	71.79	42.17	69.00	274.88	2.0	109.73	3.25	114.98	125.12	90.27	400.00	205.25	
South Study Section		Segment S-1	42	10.22	7.03	1.65	-	18.90	-	12.95	-	12.95	65.10	29.05	84.00	42.00
	Segment S-2	54	12.76	2.13	0.85	3.00	18.74	-	10.85	-	10.85	89.26	43.15	108.00	54.00	
	Segment S-3	46	44.10	3.40	1.10	-	48.60	-	25.45	11.25	36.70	43.40	20.55	92.00	57.25	
	Segment S-4	39	43.60	2.48	2.48	2.00	50.56	-	25.27	-	25.27	27.44	13.73	78.00	39.00	
	Sub-Total	181	110.68	15.04	6.08	5.00	136.80	-	74.52	11.25	85.77	225.20	106.48	362.00	192.25	
	TOTAL	381	202.60	86.83	48.25	74.00	411.68	2.0	184.25	14.50	200.75	350.32	196.75	762.00	397.50	

22.2 費用の算定

22.2.1 単価

各工事項目の単価は、第21章-2節に述べたように、市場価格の調査値に基づいて解析した。建設業者からの情報、類似工事の単価等も参考とした主要工事項目の単価は、表21.2-4に示した。主要工事項目の単価解析は、資料編21-1に示した。

22.2.2 工事費

表22.2-1は、短期及び中期に対する舗装の修復及び排水改良工事の工事費を総括したものである。表22.2-2は、工種別に分類した費用を示している。

主要工事項目の数量および工事費の計算の詳細は、資料編22-2及び22-3にそれぞれ示した。

短期計画に対する全工事費は、8億1,768万ベソと算定された。このうち北部調査区間で5億4,169万ベソ(全体の66.2%)、南部では2億7,599万ベソ(全体の33.8%)である。

中期計画の全工事費は、概算7億6,480万ベソで、北部調査区間が3億1,837万ベソ(41.6%)である。南部調査区間が4億4,643万ベソ(58.4%)である。

短期計画の舗装修復の工法については、2車線のPCC舗装による改築が3億6,604万ベソを要し、次いで1車線のPCC舗装による改築が2億5,461万ベソ、ACオーバーレイが9,572万ベソである。排水改良に必要な工事費は1億131万ベソである。

22.2.3 コンサルタント費用

コンサルタントの費用は、詳細設計及び施工管理費用からなる。前者は通常、工事費の3%~5%であり、本調査では4%とした。施工管理費は、工事費の5%~9%が一般的であり、本調査では、工事の性質を考えて6%とした。

22.2.4 事業費

事業費は、工事費とコンサルタントの費用からなる。舗装の修復工事と排水改良工事は、既存の用地内で行なわれるので、用地費は見込まれない。

表22.2-3に示すように、短期計画の総事業費は8億9,945万ベソであり、そのうち北部調査区間の事業費が5億9,586万ベソ、南部調査区間では3億359万ベソと見積

TABLE 22.2-1 SUMMARY OF CONSTRUCTION COST FOR PAVEMENT
REHABILITATION DRAINAGE IMPROVEMENT BY TERMS

Unit: Million Pesos

Segment		Segment Length (Km)	Short Term (1987-1992)	Medium Term (1993-1998)	Total (1987-1998)
North Study Section					
Segment	N-1	46	139.29	62.34	201.63
	N-2	35	86.61	64.84	151.45
	N-3	42	46.66	135.36	182.02
	N-4	38	129.53	29.21	158.74
	N-5	39	139.60	26.62	166.22
Sub-Total		200	541.69	318.37	860.06
South Study Section					
Segment	S-1	42	42.22	138.39	180.61
	S-2	54	35.58	168.66	204.24
	S-3	46	101.53	85.08	186.61
	S-4	39	96.66	54.30	150.96
Sub-Total		181	275.99	446.43	722.42
T O T A L		381	817.68	764.80	1,582.48

った。中期計画の総事業費は8億4,128万ペソであり、短期計画のものとはほぼ同額となった。このうち、北部調査区間の事業費は3億5,020万ペソであり、南部調査区間は4億4,108万ペソである。

TABLE 22.2-2 SUMMARY OF CONSTRUCTION COST FOR PAVEMENT REHABILITATION/DRAINAGE IMPROVEMENT BY TYPE OF WORKS

(Unit: Million P)

Segment	Segment Length (Km)	Short-Term										Medium-Term				T O T A L			
		Pavement Rehabilitation					Drainage Improvement					Total	Pavement Rehabilitation	Drainage Improvement	Total	Pavement Rehabilitation	Drainage Improvement	Total	
		2-Lane PCC Reconstruction	1-Lane PCC Reconstruction (Manila Bound)	1-Lane PCC Reconstruction (Opposite Lane)	2-Lane AC Overlay	Sub-Total	Treatment of Weak Subgrade	Side Ditch	Sub-Surface Drainage	Sub-Total	Total								
Segment N - 1	46	41.76	49.47	28.43	9.58	129.24	1.30	8.75	-	10.05	139.29	47.66	14.68	62.34	176.90	24.73	201.63		
Segment N - 2	35	54.17	5.64	5.19	17.28	82.28	-	4.33	-	4.33	86.61	50.32	14.52	64.84	132.60	18.85	151.45		
Segment N - 3	42	9.50	29.02	3.40	-	41.92	-	4.74	-	4.74	46.66	117.63	17.73	135.36	159.55	22.47	182.02		
Segment N - 4	38	21.99	33.96	25.34	31.02	112.31	-	17.22	-	17.22	129.53	27.60	1.61	29.21	139.91	18.83	158.74		
Segment N - 5	39	48.89	23.02	13.38	32.84	118.13	-	19.81	1.66	21.47	139.60	25.52	1.10	25.62	143.65	22.57	166.22		
Sub-Total	200	176.31	141.11	75.74	90.72	483.88	1.30	54.85	1.66	57.81	541.69	268.73	49.64	318.37	752.61	107.45	860.06		
Segment S - 1	42	19.10	13.58	2.86	-	35.54	-	6.68	-	6.68	42.22	122.42	15.97	138.39	157.96	22.65	180.61		
Segment S - 2	54	21.92	3.76	1.42	3.10	30.20	-	5.38	-	5.38	35.58	144.93	23.73	168.66	175.13	29.11	204.24		
Segment S - 3	46	74.88	5.92	1.82	-	82.62	-	13.15	5.76	18.91	101.53	73.78	11.30	85.08	156.40	30.21	186.61		
Segment S - 4	39	73.83	4.31	4.09	1.90	84.13	-	12.53	-	12.53	96.66	46.75	7.55	54.30	130.88	20.08	150.96		
Sub-Total	181	189.73	27.57	10.19	5.00	232.49	-	37.74	5.76	43.50	275.99	387.88	58.55	446.43	620.37	102.05	722.42		
T O T A L	381	366.04	168.68	85.93	95.72	716.37	1.30	92.59	7.42	101.31	817.68	656.61	108.19	764.80	1,372.98	209.50	1,582.48		

TABLE 22.2-3 SUMMARY OF PROJECT COST

Segment	Segment Length (Km)	Short Term (1987-1992)		Medium Term (1993-1998)		Total
		Construction	Consultancy	Construction	Consultancy	
North Study Section						
Segment N-1	46	139.29	13.92	62.34	6.23	221.79
N-2	35	86.61	8.66	64.84	6.48	166.59
N-3	42	46.66	4.67	135.36	13.54	200.23
N-4	38	129.53	12.95	29.21	2.92	174.61
N-5	39	139.60	13.96	26.62	2.66	182.84
Sub-Total	200	541.69	54.17	318.37	31.83	946.06
South Study Section						
Segment S-1	42	42.22	4.22	138.39	13.84	198.67
S-2	54	35.58	3.56	168.66	16.87	224.67
S-3	46	101.53	10.15	85.08	8.51	205.27
S-4	39	96.66	9.67	54.30	5.43	166.06
Sub-Total	181	275.99	27.60	446.43	44.65	794.67
TOTAL	381	817.68	81.77	764.80	76.48	1,740.73

2.2.3 経済評価

2.2.3.1 概説

(1) 算定した便益

舗装修復による便益は、車両運行費、旅客時間費、交通事故の損害など、道路利用者の交通費用の節減と、維持費など道路管理者の管理費の節減などが考えられる。

これらの中で、以下のものを便益として計上した。

- ・ 交通費用の節減
- ・ 走行費用の節減
- ・ 固定費用の節減
- ・ 旅客時間費用の節減
- ・ 維持費用の節減
- ・ 残存価値

(2) 設定条件

(a) 評価期間と割引率

建設年 : 1989年

供用開始 : 1989年中旬

評価 : 25年(1989～3013)

割引率 : 年率15%

(b) 舗装のサービス性能

舗装のサービス性能供用性は、AASHTO Guide 1986に推奨している基本設計式に基づいて算定した。新設舗装の当初のサービス性能は、PCC舗装に対して4.5、ACオーバーレイに対して4.2と仮定した。最終サービス性能の2.5は両タイプに適用した。予測した交通荷重により劣化が進み、サービス性能が2.5に達した時点で第2次の舗装改築を実施する。この様にして舗装改築は、全解析期間中繰り返すようにする。

プロジェクト実施のない場合には、平均サービス性能2.0が維持されるように必要な維持作業が行なわれるものとした。

(c) 投資費用

経済評価に用いる経済費用は、工事費に対して次の額を用いるが一般的である。
費用としては、表 22.2-3 に示したものをを用いた。

工事費	100 %
-税金設計	- 15 %
+詳細設計費	+ 4 %
+施工管理費	+ 6 %
経済費用	95 %

22.3.2 交通便益

(i) 交通費用の節減

交通費用の構成は、次の通りである。

- ・ 走行費用 — 車両走行費用のうち、走行キロ単位で計量がなされる部分
- ・ 固定費用 — 車両走行費用のうち、走行時間単位で計量がなされる部分
- ・ 乗客時間費用 — 自家用車の運転にかかる時間的価値をも含めた乗客の時間価値

基本交通費用は、DPWHの計画マニュアルに従って算定したが、その値を表 22.3-1 に示す。

TABLE 22.3-1 BASIC ROAD TRAFFIC COST; ₱/KM

Surface Condition	Serviceability (RRI)	Car/Van	Jeepney	Tricycle	Bus	Truck
Good	4 or more	1.271	1.298	0.240	3.813	2.909
Fair	3	1.519	1.541	0.275	4.798	3.727
Bad	2	1.852	1.997	0.408	5.942	4.600
Very Bad	1 or less	2.184	2.452	0.690	7.407	5.582

Note: excluding tax costs

舗装修復必要度指数 (RRI) により表わされた路面状況と各状況下での交通費用に基づいて、事業実施有無の2ケースの交通費用を求め、その差を便益とした。各区間で評価期間内に発生する便益は、資料編 22-4 に示した。

(2) dl 値と dt 値

dl 値とは、理想的な路面状態の道路を走行する場合に対し、劣化した路面の道路を走行すると交通費用が増加する。この増加分を距離に換算して理想状態の路面をもつ実距離に対し、どの程度長い距離を走行したのと同程度かを表わすファクターである。一方、dt 値とは、理想状態を走行した場合と比べて、劣化した路面を走行すると、どれだけ余分な時間を必要とするかを表わすファクターである。路面状態に対応した dl 値及び走行速度は、計画マニュアルに従い、表 22.3-2 の値を使用した。

TABLE 22.3-2 dl-VALUES AND OPERATING SPEEDS

	Surface Condition	Service-ability (RRI)	Car/Van	Jeepney	Tri-cycle	Bus	Truck
dl (km/actual km)	Good	4 or more	0	0	0	0	0
	Fair	3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
	Bad	2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6
	Very Bad	1 or less	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9
operating speed (km/hr.)	Good	4 or more	70	70	40	60	60
	Fair	3	60	60	35	50	50
	Bad	2	40	40	20	40	40
	Very Bad	1 or less	30	30	10	30	30

各区間における事業実施有無 2 ケースの dl 値、dt 値を資料編 22-4 に示した。

22.3.3 維持費の節減

維持費の節減は、舗装の修復による便益となる。表 22.3-3 に示した作業項目毎の単価と年間に必要な作業を想定し、事業実施の有無 2 ケースについて維持費を算定した。算定した維持費を表 22.3-4 に示すが、2 ケースの差が便益となる。

TABLE 22.3-3 MAINTENANCE COST PER ACTIVITY

	Unit Costs
1. Vegetable Control	175 ₱/km
2. Cleaning and Reshaping Ditches	852 ₱/km
3. Regrading Unpaved	1,692 ₱/km
4. Reshaping Unpaved	2,359 ₱/km
5. Unpaved Repair	37,186 ₱/km
6. Spot Replacement Unpaved	570 ₱/3
7. Pothole Patching	187 ₱/2
8. Seal Coat	34 ₱/2
9. Patching with Asphalt	1,670 ₱/3
10. Concrete Replacement	2,517 ₱/3
11. Concrete Cracking and Joint Sealing	15 ₱/1

TABLE 22.3-4 ANNUAL ROAD MAINTENANCE COSTS

	Pavement Surface Type	Annual Road ¹⁾ Maintenance Cost (₱/1)
"Without" Case	Concrete	44
"With" Case	Concrete Asphalt	28.5 35

Note: Costs excluding tax

22.3.4 経済評価

各セグメントに対する dI 値, dt 値による評価と経済指標による評価結果を表 22-3-5 にまとめた。各セグメント毎のキャッシュフローは、資料編 22-4 に示した。経済評価結果より以下の諸点が明らかとなった。

— 便益は、主として交通費用の節減であり、維持費の節減による便益はわずかである。

— 北部調査区間の 5 工区の中 $N-1$ (サンタ・リタ～ガパン間) が最も高い指標を示し IRR 120.3%, B/C 5.43 である。 $N-2$ (ガパン～カバナツアン間), $N-3$ (カバナツアン～サン・ホセ間) 及び $N-4$ (サン・ホセ～ダルトン間) がこれに続き、最低は、 $N-5$ (ダルトン～アリタオ間) で IRR 38.1%, B/C 2.31 である。

南部調査区間の 4 工区の中、 $S-1$ 工区が最も高い指標を示し、 IRR 134.3%, B/C 7.19 でこの値は両調査区間をあわせた 9 工区の中でも最も高い値である。 $S-2$ (ティアオン～バグビラ間) 及び $S-3$ (バグビラオ～ブラリデル間) がこれに続き、 $S-4$ が最低で IRR 34.9%, B/C 2.08 であり、これは、全工区 9 の中でも最低である。

北部調査区間全体として見ると、 IRR 70.8%, B/C 3.72, NPV 5 億 1,759 万ペソとなり、極めて高い妥当性を示している。

南部調査区間全体では、 IRR 54.4%, B/C 3.23, NPV 5 億 1,759 万ペソでこれも相当高い妥当性を示している。

— 調査区間全体で見ると、 IRR 65.3%, B/C 3.57, NPV 18 億 9,439 万ペソで、同様に極めて高い事業実施の妥当性を示している。

— 結論として、舗装修復、側溝整備、地下排水整備からなる修復計画は、経済的に見て高い妥当性があるといえる。

TABLE 22.3-5 SUMMARY OF ECONOMIC EVALUATION BY SEGMENTS
(Stage 1 and Stage 2)

Segment	Initial Cost (MP)		Benefit (MP)			Economic Indicator				
	Financial Cost	Economic Cost	Saving in Maintenance Cost	Saving in Traffic Cost	Total	NPV (MP)	B/C	IRR	dI (km)	dt (min)
Segment N-1 l = 46 km.	139.29	130.13	10.89	3441.07	3451.95	603.07	5.43	120.3	19.60	29.10
Segment N - 2 l = 35 km.	86.61	80.06	6.28	1860.56	1866.84	335.88	5.02	111.8	8.11	12.88
Segment N - 3 l = 42 km.	46.66	43.84	3.75	729.60	1753.55	111.01	3.61	68.2	7.30	11.47
Segment N - 4 l = 39 km.	129.53	117.55	9.85	1377.70	1387.56	163.35	2.38	39.3	18.18	24.62
Segment N - 5 l = 39 km.	139.60	129.05	9.88	1370.83	1380.70	163.47	2.31	38.1	15.76	21.60
Sub-Total	541.69	502.63	40.65	8779.75	8820.40	1376.80	3.72	70.8	68.95	99.73
Segment S - 1 l = 42 km.	42.22	39.73	3.04	1168.04	1171.07	208.84	7.19	134.3	4.91	7.48
Segment S - 2 l = 54 km.	35.58	33.24	2.67	578.07	580.75	95.35	4.09	78.5	3.66	5.42
Segment S - 3 l = 46 km.	101.53	95.55	7.77	880.70	888.47	127.12	2.44	41.3	9.74	13.08
Segment S - 4 l = 39 km.	96.66	90.74	7.80	710.50	718.10	86.28	2.08	34.9	10.28	13.64
Sub-Total	275.99	259.26	21.29	3337.1	3558.59	517.59	3.23	54.4	28.78	39.62
T O T A L	817.68	761.89	61.94	12,116.85	12,178.79	1,894.39	3.57	65.3	97.73	139.34

✓ CONSTRUCTION COST ONLY

22.4 環境影響評価

国家環境保護評議会 (NEPC) により出された官報 78 巻 25 番の追補には、環境影響評価に関して規定している。その内容については第 21 章 4 節に述べたが、これによると本修復事業は、EIS システムの適用を受けないため、環境評価を行う必要はない。

しかしながら、本調査では EIS の書式に従って評価を行なった。その結果を表 22.4-1 に示す。施工中に交通妨害を起こすなど、悪いインパクトもあるが、既して好ましい環境インパクトがもたらされる。

TABLE 22.4-1 PAVEMENT REHABILITATION PROJECT ENVIRONMENTAL IMPACT SCHEDULE

Evaluation Items	During Construction		After Improvement		Remarks
	Favorable Impact	Adverse Impact	Favorable Impact	Adverse Impact	
	⊙ High	xxx High	⊙ Medium	xx Medium	
	Δ Minor	x Minor	- No	- No	
1. Natural Environment					
1.1 Land	-	-	⊙	-	Land values may increase...
1.2 Water	-	-	-	-	No change is expected since drainage system are proposed
1.3 Atmosphere	-	x	⊙	-	Air pollution may be decreased by improving road surface although number of traffic may increase. During construction, minor affect may be expected.
1.4 Terrestrial Life	-	-	-	-	
1.5 Aquatic Life	-	-	-	-	
1.6 Ecological Balance	-	-	-	-	
2. Socio-Economic Conditions					
2.1 Demographic	-	-	Δ	-	Population in local and rural areas may increase. Migration from urban to rural areas may be expected.
2.2 Lifestyle	-	-	Δ	-	Effect on cultural communities near/within proposed area may be expected.
2.3 Amenities	-	-	⊙	-	Quality of residential, cultural and spiritual community may be improved.
2.4 Cultural Minorities	-	-	-	-	
2.5 Historical Sites	-	-	-	-	
2.6 Health	-	-	-	-	Comfortable/safe transportation
2.7 Economics	-	x	⊙	-	Travel cost will remarkably decreased Additional economic activities may be encouraged
3. Traffic					
3.1 Traffic Flow	-	xx	⊙	-	During construction, traffic flow may be a little disturbed. Past/comfortable/safe transportation can be provided
3.2 Traffic Volume	-	-	⊙	-	Traffic volume may increase, which is very favorable impacts to road users, but adverse impacts to resident along project site may/may not be arised.

第23章 事業計画

23.1 国家開発計画

フィリピン中期開発計画（1987～1992年）は、社会基盤整備に関し、以下の政策を述べている。

政府の社会基盤整備は、雇用創出と貧困緩和達成を支えるものとし、特に農村地域でこれらの目標達成を支えるものとするべきである。

既存及び竣工間近い社会基盤施設をより効率的に最大限利用するとともに、不経済な修復を避けるために、それらの維持管理に力点を置くものとする。同様に、建設中の計画に資金割当ての優先権を与えて、その早期竣工から起こる便益を享受するものとする。可能な限り、改良・修善を新規の建設に優先させるものとする。

また、中期計画は、上記の政策実施に関し次の点を指摘している。

耐用年数を伸ばし利用者の費用を節減し、巨額の投資を要する大規模な修復又は交換を延期するために、既存及び竣工間近い社会基盤施設の維持を優先的に行なう。

容認される社会基盤のレベルを供するための安価な方法として、既存施設の改良と同様修復に対しても、新設より高い優先度を与えるべきである。

23.2 実施方針

現在及び近い将来の交通量に対し、経済的な走行を提供できず、運送費用が生産販売を抑制する程高くつく区間において、道路の修復と改良を選択的に実施すべきである。

道路機能の改良及び排水施設の改良を含む舗装の修復計画からなる本事業計画は、中期開発計画に描かれた開発政策の強調路線に沿っており、また、本調査での技術的、経済的評価により理論付けされていることがDPWH側との議論により確認された。

従って、本計画の早期実施を提案した。

(1) 優先セグメント

表 23.2-1 に、道路機能改良計画、舗装修復計画（排水設備改良を含む）及び全体計画のセグメント別経済評価をまとめた。

道路機能改良及び舗装修復をあわせた全体計画では、全てのセグメントにおいて次の様に高い内部収益率（IRR）を示した。

TABLE 23.2-1 SUMMARY OF ECONOMIC EVALUATION

S e g m e n t s	Length (Km)	Road Function Improvement			Pavement Rehabilitation			Road Function/ Pavement Rehabilitation			Implementation Priority
		IRR (%)	B/C	NPV (M\$)	IRR (%)	B/C	NPV (M\$)	IRR (%)	B/C	NPV (M\$)	
N-1 (Sta. Rita-Gapan)	46	23.2	1.8	171.5	120.3	5.43	603.1	105.6	4.39	645.5	1
N-2 (Gapan-Cabanatuan)	35	53.1	4.6	295.8	111.8	5.02	335.8	76.1	4.78	631.7	1
N-3 (Cabanatuan-San Jose)	42	18.5	1.3	7.9	68.2	3.61	110.0	41.3	2.77	118.9	3
N-4 (San Jose-Dalton)	38	-	-	-	39.3	2.38	163.4	39.3	2.38	163.4	3
N-5 (Dalton-Aritao)	39	-	-	-	38.1	2.31	163.5	38.1	2.31	163.5	2
North Study Section	200	38.6	3.1	346.1	70.8	3.72	1,376.8	61.7	3.58	1,722.9	
S-1 (Calamba-Tiaong)	42	39.8	5.6	253.1	134.3	7.19	208.8	56.8	6.17	461.9	2
S-2 (Tiaong-Pagbilao)	54	- x	-	-	78.5	4.09	95.4	78.4	4.09	95.4	3
S-3 (Pagbilao-Plaridel)	46	-	-	-	41.3	2.44	127.1	41.3	2.44	127.1	1
S-4 (Plaridel-Calaug)	39	- x	-	-	34.9	2.08	86.3	34.9	2.08	86.3	3
South Study Section	181	39.8	5.6	253.1	54.4	3.23	517.6	49.9	3.67	770.7	
Whole Study Section	381	39.1	3.8	599.2	65.3	3.57	1,894.4	57.2	3.61	2,493.5	

X NOTE: Benefits from improvement of intersections in rural area and paving of shoulders and sidewalks within ROW were not considered because of no negligible amounts.

- (a) 60%以上のIRR : N-1, S-2及びN-2
- (b) 40~60%のIRR : S-1, N-3及びS-3
- (c) 40%以下のIRR : N-4, N-5及びS-4

第19章で論じた通り、IRR値は必ずしも実施順序を規定するものではない。実施優先順位で考慮すべき主要素は問題の程度(深刻さ)である。

道路機能問題については、サービス水準が改良計画水準より低い区間の長さを考慮した。一方、舗装問題では、修復を提案した道路延長が長いセグメントより、舗装の破損が深刻(RRIが1.5以下)な区間が長いセグメントに優先権を与えた。

各セグメントに与えられた優先順位を以下に示す。

- (a) プライオリティー1 : N-1, N-2及びS-3
- (b) プライオリティー2 : N-5及びS-1
- (c) プライオリティー3 : N-3, N-4, S-2及びS-4

これに基づき、計画を次のように具体化した。

(2) 短期(1987~1992年度)計画実施スケジュール

(a) 実施に対する財政措置

できる限り早期、できれば1987年7月~1988年3月の期間(9ヶ月間)に行なう。

(b) 設計

プライオリティー1及び2のセグメントでは1988年4月~1989年3月の期間(12ヶ月間)に、そしてプライオリティー3のセグメントでは1989年9月~1990年3月の期間(9ヶ月間)に行なう。

中期計画に含まれる道路機能改良計画のうち緊急度の高いものについては、短期の間に詳細設計を行なう。

(c) 事前資格審査、入札及び契約

高い優先度をもったセグメントの工事施工請負業者の事前資格審査を、設計作業開始後3ヶ月以内に実施する。次いで、入札及び契約を9ヶ月以内に完了する。

プライオリティー2及び3のセグメントも同じ手続きに従う。

(d) 建設

優先度の高いセグメントの道路機能改良及び舗装修復工事は、1989年4月に着工し、工期を24ヶ月とする。そして、次に優先度の高いセグメントでは、1990

年1月から18ヶ月、またプライオリティー3のセグメントでは1991年1月から24ヶ月とする。

(e) 竣工予定

1992年12月(短期計画期間)

(3) 中期(1993～1998年度)計画スケジュール

(a) 財政措置：1992年

(b) 詳細設計：1993～1994年

(c) 建設：1994～1998年

(4) 長期(1999～2010年度)計画実施スケジュール

(a) フィージビリティ・スタディー：1997～1998年

(b) 財政措置：1999年

(c) 詳細設計：2000～2001年

(d) 建設：2002～2010年

23.3 必要資金

(1) 短・中期計画の建設費

短・中期計画の建設費について、道路機能改良工事分を表 23.3-1 に、排水設備改良を含む舗装修復工事分を表 23.3-2 にそれぞれ、外貨分、現地通貨分、税金に分けて示す。

(2) 事業費

表 23.3-3 に、建設費、道路用地取得費、コンサルタント費用等から成る事業費をまとめた。

短・中期計画の総事業費は 217,641 万ペソで、そのうち短期は 109,900 万ペソ (50.5%) で、中期は 107,741 万ペソ (49.5%) である。

短期計画の 109,900 万ペソの内訳は、道路機能改良工事費が 19,955 万ペソ (18.2%) で、舗装修復工事費が 89,945 万ペソ (81.8%) である。

また、中期計画の総事業費 107,741 万ペソのうち、道路機能改良工事費が 23,613 万ペソ (21.9%) で舗装修復工事費が 84,128 万ペソ (78.1%) である。

TABLE 23.3-1 CONSTRUCTION COST AND ROW ACQUISITION COST BY COMPONENTS (ROAD FUNCTION IMPROVEMENT)

Segment	Foreign Currency Component	Local Currency Component			Sub-Total	Total
		Local	Tax	R O W		
North Study Section						
N-1	3.61	1.75	0.9	7.11 ^{1/}	9.76	13.37
N-2	24.31	13.33	6.15	1.05, 12.62 ^{1/}	33.15	57.46
N-3	14.37	7.94	3.66	—	11.60	25.97
N-4	—	—	—	—	—	—
N-5	—	—	—	—	—	—
Sub-Total	42.29	23.02	10.71	20.78	54.51	96.80
South Study Section						
S-1	36.95	17.31	8.91	4.28	30.50	66.45
S-2	4.99	2.77	1.28	—	4.05	9.04
S-3	—	—	—	—	—	—
S-4	3.26	2.02	0.84	—	2.86	6.12
Sub-Total	44.20	22.10	11.03	4.28	37.41	81.61
TOTAL	86.49	45.12	21.74	25.06	91.92	178.41

NOTE: ^{1/} ROW acquisition costs for the medium term works.

**TABLE 23.3-2 CONSTRUCTION COSTS BY COMPONENTS
(PAVEMENT REHABILITATION AND DRAINAGE IMPROVEMENT):**

North Study Section	Segment	Foreign Currency Component	Local Currency Component			Total
			Local	Tax	Sub-Total	
			<ul style="list-style-type: none"> • Short Term • November 1986 Price • Million Pesos 			
	N - 1	83.82	34.48	20.99	55.47	139.29
	N - 2	53.07	19.70	13.84	33.54	86.61
	N - 3	27.86	11.99	6.81	18.80	46.66
	N - 4	79.16	29.53	20.84	50.37	129.53
	N - 5	84.12	33.19	2.39	55.48	139.60
	Sub-Total	328.03	128.89	84.77	213.66	541.69
South Study Section						
	S - 1	24.91	11.21	6.10	17.31	42.22
	S - 2	21.37	8.85	5.36	14.21	35.58
	S - 3	58.65	28.21	14.67	42.88	101.53
	S - 4	57.79	24.70	14.17	38.87	96.66
	Sub-Total	162.72	72.37	40.30	133.27	275.99
	TOTAL	490.75	201.86	125.07	326.93	817.68

**TABLE 23.3-3 SUMMARY OF PROJECT COST
— ROAD FUNCTION IMPROVEMENT AND PAVEMENT REHABILITATION —**

North Study Section		Unit: Million Pesos Nov. 1987 Prices					
Segment	Short Term (1987-1992)			Medium Term (1993-1998)			Total
	Road Function	Pavement	Sub-Total	Road Function	Pavement	Sub-Total	
N - 1	17.42	153.22	170.64	90.63	68.57	159.20	329.84
N - 2	64.22	95.27	159.49	63.00	71.32	134.32	293.81
N - 3	28.57	51.33	79.90	—	148.90	148.90	228.80
N - 4	—	142.48	142.48	—	32.13	32.13	174.61
N - 5	—	153.56	153.56	—	29.28	29.28	182.84
Sub-Total	110.21	595.86	706.07	153.63	350.20	603.83	1,209.90
South Study Section							
S - 1	72.67	46.44	119.11	—	152.23	152.23	271.34
S - 2	9.94	39.14	49.08	82.50	185.53	268.03	317.11
S - 3	—	111.68	111.68	—	93.59	93.59	205.27
S - 4	6.73	106.33	113.06	—	59.73	59.73	172.79
Sub-Total	89.34	303.59	392.93	82.50	491.08	573.58	966.51
TOTAL	199.55	899.45	1,099.00	236.13	841.28	1,077.41	2,176.41

NOTE: Project cost included construction, right-of-way acquisition and consultancy costs.

23.4 資金調達

(1) 過去及び将来の道路予算

表 23.4-1 に、DPWH から入手した 1977～1987 年の道路関連の資金需要を示す。

(図 23.4-1 参照。)

運輸関連の社会基盤施設への投資計画は、中期開発計画で表 23.4-2 に示す値が予測されている。(図 23.4-1 参照。)

(2) 計画に対する可能な資金割当て

総事業予算は、短期計画の工事に対し 109,900 万ペソと見積られ、その内訳は、64,715 万ペソ (58.9%) が外貨分で、45,185 万ペソ (41.1%) が現地通貨分であった。年間投資額等を考慮し、DPWH 側と協議した結果 4 ケ年の建設計画を策定した。なお、外貨分については、外国又は国際機関からの資金援助を考慮した。

TABLE 23. 4-1 FUND REQUIREMENTS

	Gen. App. Act	Public Works Acts	Total
1977			1,380,163,000 ¹⁾
1978			1,536,191,000 ¹⁾
1979			1,610,010,000 ²⁾
1980			2,164,581,000 ²⁾
1981			1,668,760,000 ²⁾
1982	1,194,400,000	2,951,700,000	4,146,100,000 ³⁾
1983	784,300,000	3,944,400,000	4,728,700,000 ³⁾
1984	188,100,000	1,679,800,000	2,867,900,000 ³⁾
1985	100,000,000	2,100,434,000	2,200,434,000 ³⁾
1986	157,500,000	2,118,976,000	2,276,476,000 ³⁾
1987	910,000,000	3,904,335,000	4,814,335,000 ³⁾

NOTE: 1) Fund Requirements of the Department of Public Highways (DPH)
 2) Fund Requirements of the Ministry of Public Highways (MPH)
 3) Fund Requirements for Highways of the Ministry of Public Works and Highways (MPWH)

TABLE 23.42 GOVERNMENT INFRASTRUCTURE PROGRAM INVESTMENT REQUIREMENT BY SECTOR 1986 - 1992 (IN MILLION PESOS AT CURRENT PRICE)

Sector	Program		Projections ¹					Total
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Transport Total	5,813	7,241	8,667	9,818	11,655	12,586	13,321	63,288
Highways	4,544	5,356	6,008	6,587	8,418	9,058	9,301	44,728
Ports	944	1,194	1,559	1,674	1,588	1,638	2,005	9,658
Urban Transport	186	251	183	142	469	1,039	1,298	3,382
Railways	69	282	561	556	555	574	600	3,128
Airports and Airways	70	158	356	859	625	277	117	2,392

NOTE: ¹ Includes proposed projects which are still subject to evaluation.
Sources of basic data: Infrastructure ministries, major public infrastructure corporation, other agencies, and NEDA.
(As of 25 November 1986)

²Source
The Medium-Term Philippine Development Plan for 1987-1992.

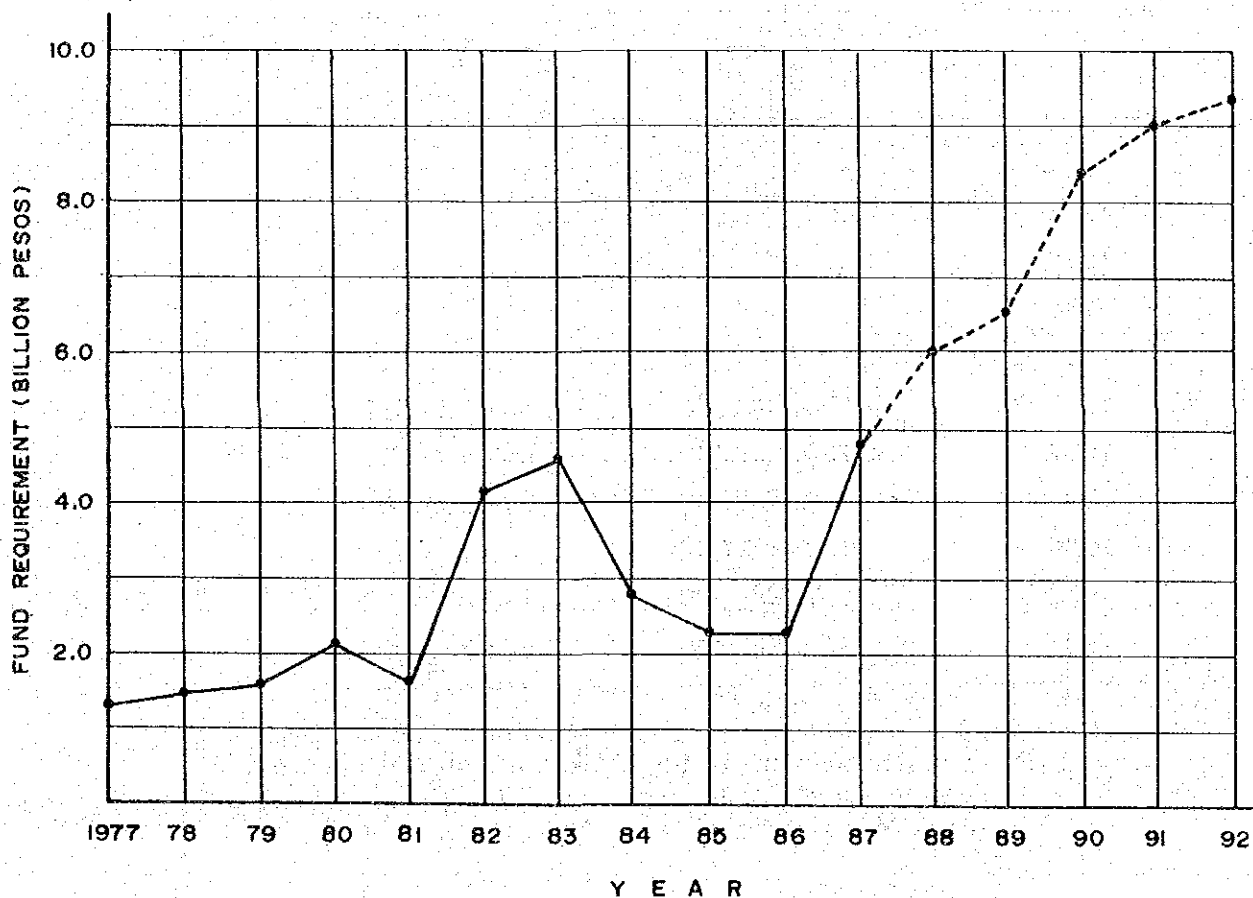


FIGURE 23.41 PAST AND PROJECTED FUND REQUIREMENT FOR HIGHWAY

23.5 事業計画

提案した短期計画実施スケジュールを表 23.5-1 に示す。表 23.5-1 にはまた、スケジュールに従って算定した 1987 年 11 月価格の年間資金需要及び現地通貨の物価上昇率を 6% と推定して算定したカレント・プライスでの資金需要をも示した。

カレント・プライスでの事業費の総額は 122,754 万ペソと算定され、その内訳は、舗装修復工事費が 100,083 万ペソ (81.5%) で、道路機能改良工事費が 22,671 万ペソ (10.5%) であった。

5ヶ年 (1988~1992) の事業実施期間中、1990 年に最高額、即ち、46,331 万ペソ (37.7%) を必要とし、1991 年の 35,878 万ペソと続く。その他の年度の必要金額は、年額 2 億ペソ以下である。

表 23.5-2 に、詳細設計費、道路用地取得費、建設費、施工管理費に分けた事業費を示す。

詳細設計費として、108,469 万ペソと見積られた建設費の 4.5% にあたる 4,914 万ペソが必要である。

道路用地取得費は、建設費の 2.9% の 3,146 万ペソと見積られた。

施工管理費は、建設費の 5.7% の 6,225 万ペソとした。

TABLE 23.5-2 PROJECT COST

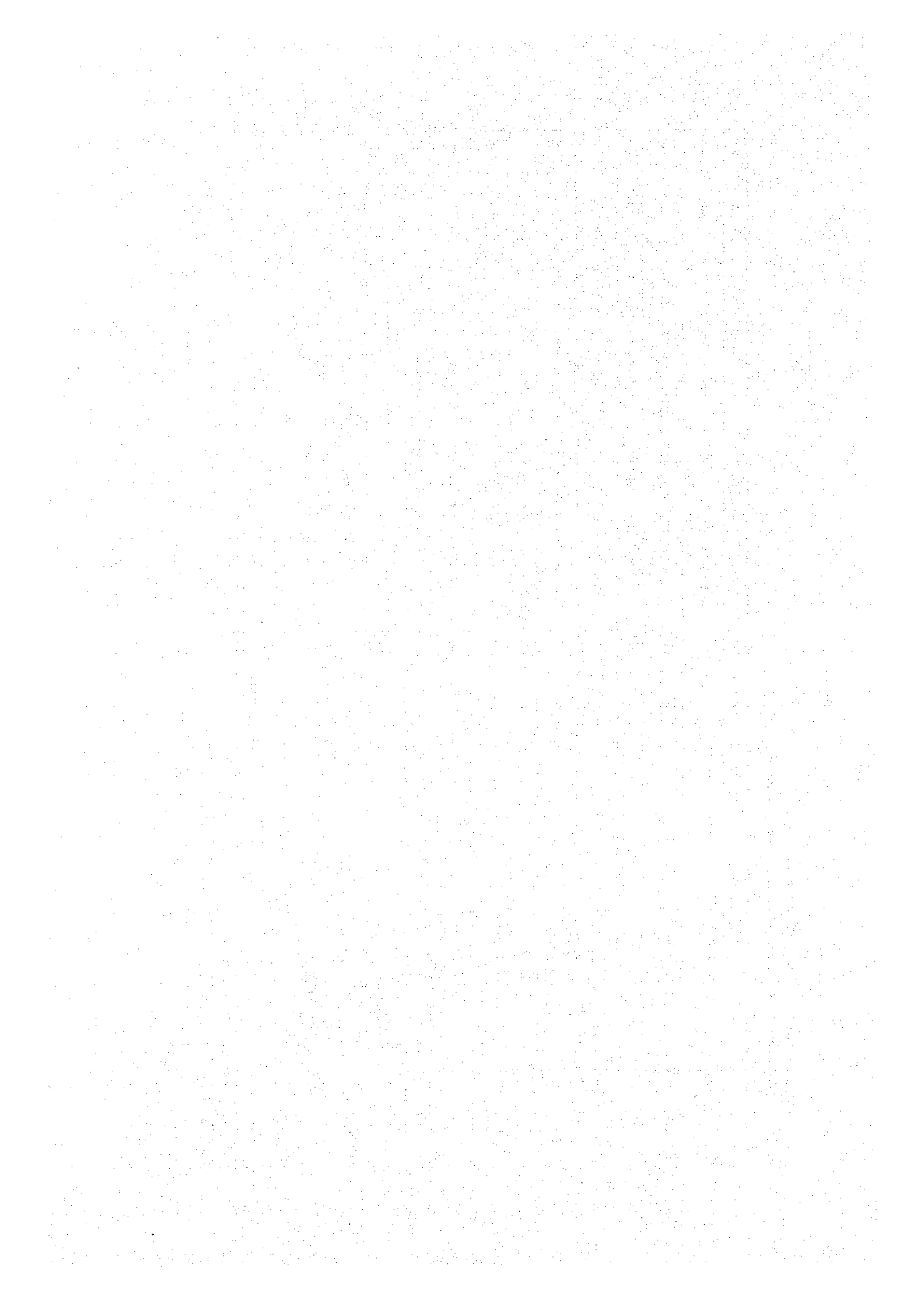
Unit: Million Peso

		November 1986 Price			Escalated Cost		
		Road Function	Pavement Improvement	Total	Road Function	Pavement Improvement	Total
Detailed Engineering	Foreign	7.97	22.90	30.87	7.97	22.90	30.87
	Local/Tax	5.34	9.81	15.15	6.71	11.56	18.27
	Total	13.31	32.71	46.02	14.68	34.46	49.14
Right-of-way Acquisition	Foreign	--	--	--	--	--	--
	Local/Tax	25.06	--	25.06	31.46	--	31.46
	Total	25.06	--	25.06	31.46	--	31.46
Construction	Foreign	86.49	490.75	577.24	86.49	490.75	577.24
	Local/Tax	66.86	326.93	393.79	85.45	422.00	507.45
	Total	153.35	817.68	971.03	171.94	912.75	1,084.69
Construction Supervision	Foreign	4.69	34.35	39.04	4.69	34.35	39.04
	Local/Tax	3.14	14.71	17.85	3.94	19.27	23.21
	Total	7.83	49.06	56.89	8.63	53.62	62.25
TOTAL	Foreign	99.15	548.00	647.15	99.15	548.00	647.15
	Local/Tax	100.40	351.45	451.85	127.56	452.83	580.39
	Total	199.55	899.45	1,099.00	226.71	1,000.83	1,227.54

TABLE 23.5-1 IMPLEMENTATION SCHEDULE (SHORT TERM 1987 - 1992)

		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Total
Feasibility Study (This Study)									
Financial Arrangement for Implementation									
Detailed Engineering									
Prequalification/Tender									
Construction	High Priority Segments (N-1, N-2, S-3)								
	Second Priority Segments (N-5, S-1)								
	Third Priority Segments (N-3, N-4, S-2, S-4)								
Construction Supervision									
Project Cost	Foreign Component	1.98 (1.98)	28.80(28.80)	31.40(31.40)	36.97(36.97)	—	—	—	99.15 (99.15)
	Local Component	6.65 (7.47)	21.83(26.00)	28.49(35.97)	43.43(58.12)	—	—	—	100.40 (127.56)
	Total	8.63 (9.45)	50.63(54.80)	57.89(67.37)	80.40(95.09)	—	—	—	199.55 (226.71)
Nov. 1986 Price (Escalated Cost)	Foreign Component	10.70 (10.70)	77.50(77.50)	216.45(216.45)	141.10(141.10)	102.25(102.25)	—	—	548.00 (548.00)
	Local Component	4.58 (5.15)	48.05(53.34)	142.17(179.49)	91.61(122.59)	65.04(92.26)	—	—	351.45 (452.83)
	Total	15.28 (15.85)	125.55(130.84)	358.62(395.94)	232.71(263.69)	167.29(194.51)	—	—	899.45 (1,000.83)
Unit: Million P	Foreign Component	12.68 (12.68)	106.30(106.30)	247.85(247.85)	178.07(178.07)	102.25(102.25)	—	—	647.15 (647.15)
	Local Component	11.23(12.62)	69.88(79.34)	170.66(215.46)	135.04(180.71)	65.04(92.26)	—	—	451.85 (580.39)
	Total	23.91 (25.30)	176.18(185.64)	418.51(463.31)	313.11(358.78)	167.29(194.51)	—	—	1,099.00 (1,227.54)

NOTE: Figures in parenthesis show the escalated fund requirement.
 Annual escalation rate: Foreign Currency: 0%
 Local Currency : 6%



m

JICA