第3部

最適ルートの詳細検討

第９章

交通量予測の精査

第９章　交通量予測の精査

最適ルート上の交通量を，第６章で説明したものと同じモデルを使用して予測した。交通量予測の条件およびインプットは交通量の配分を除いては第６章の場合と同じものである。第６章では全道路リンクに対してＦ５規格の道路を建設するという条件の下で起終点間の運賃が最も安くなるルートを選択することにより交通量の配分を行ったが，最適ルートの交通量予測では，前の交通量予測の結果に応じて各リンクにＦ５またはＦ４規格の道路建設を仮定し，それぞれの運賃に基づいて運賃の最も安いルートを選択した。つまり，第６章で予測された交通量に従って，供用開始後７年目にＡＤＴが３００台以上の道路リンクにはＦ４規格が，また３００台未満の道路リンクにはＦ５規格が仮定されたわけである。このようにして予測された将来ＡＤＴをTable ９−１に，また１９８９年のＡＤＴをFigure ９－１に示す。この交通量予測の結果に基づいて，各道路リンクに適用する道路規格を最終的に決定した。各道路リンクに適用される道路規格を以下に示す。

－Ｆ４規格：道路リンク３，６，１１，１６，１８および４０

－Ｆ５規格：道路リンク２２，２３，２５，２８，３５および３７

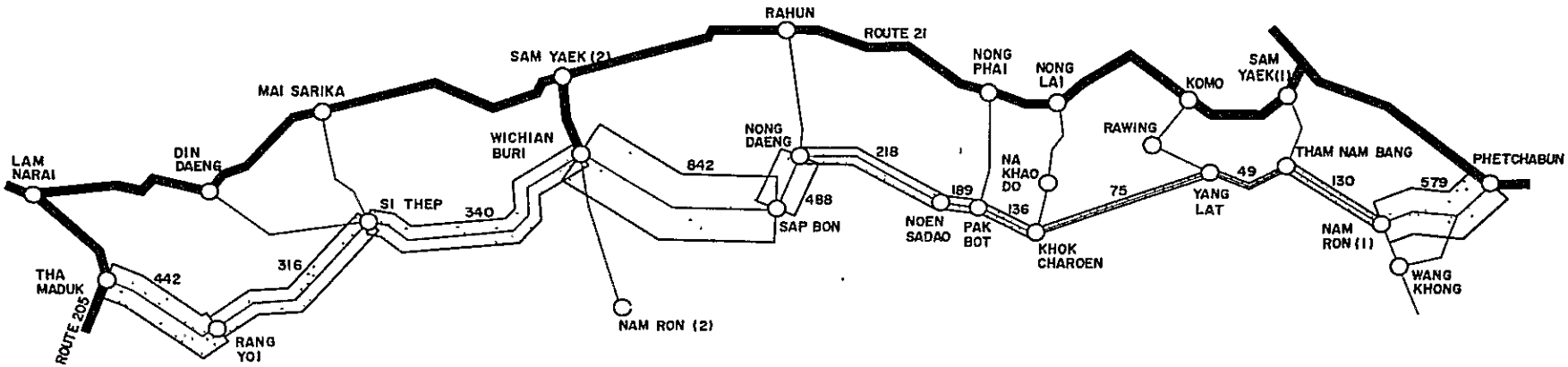
Table 9-1 TRAFFIC PROJECTION (OPTIMUM ROUTE)

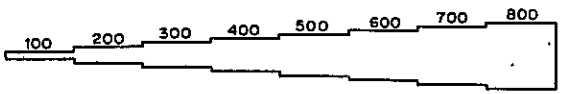
(vehicles per day)

ROAD LINK NO.	TYPE OF TRAFFIC	1983							1989							1997						
		P/C	L/B	H/B	L/T	M/T	H/T	TOTAL	P/C	L/B	H/B	L/T	M/T	H/T	TOTAL	P/C	L/B	H/B	L/T	M/T	H/T	TOTAL
3	Normal	29	171	53	28	9	5	295	32	189	59	41	14	8	343	36	214	66	59	20	11	406
	Developed+Induced	3	15	5	0	0	0	24	10	56	18	10	3	2	99	10	56	18	10	3	2	99
	Total	32	187	58	28	9	5	319	42	245	77	51	17	10	442	46	270	84	69	23	13	505
6	Normal	24	140	43	8	3	2	220	27	155	48	14	5	2	251	30	176	55	20	7	4	292
	Developed+Induced	2	14	5	0	0	0	21	7	40	13	3	1	1	65	7	40	13	3	1	1	65
	Total	26	154	48	8	3	2	241	34	195	61	17	6	3	316	37	216	68	23	8	5	357
11	Normal	24	140	44	32	11	6	257	29	171	54	45	15	8	322	32	191	60	61	20	11	375
	Developed+Induced	0	1	0	0	0	0	1	1	4	1	7	3	2	18	1	4	1	7	3	2	18
	Total	24	141	44	32	11	6	258	30	175	55	52	18	10	340	33	195	61	68	23	13	393
16	Normal	58	339	106	68	23	13	607	70	401	126	82	28	17	724	78	454	141	100	34	20	827
	Developed+Induced	6	35	11	0	0	0	52	11	68	21	12	4	2	118	12	69	22	12	4	2	121
	Total	64	374	117	68	23	13	659	81	469	147	94	32	19	842	90	523	163	112	38	22	948
18	Normal	35	205	65	28	10	6	349	44	254	80	37	12	8	435	49	286	89	47	16	10	497
	Developed+Induced	2	11	3	0	0	0	16	5	28	9	7	3	1	53	5	29	9	7	3	1	54
	Total	37	216	68	28	10	6	365	49	282	89	44	15	9	488	54	315	98	54	19	11	551
22	Normal	16	92	29	14	5	3	159	18	102	32	18	6	3	179	20	117	36	22	7	4	206
	Developed+Induced	2	12	4	0	0	0	18	4	23	7	3	1	1	39	4	24	8	3	1	1	41
	Total	18	104	33	14	5	3	177	22	125	39	21	7	4	218	24	141	44	25	8	5	247
23	Normal	15	91	29	8	3	2	148	18	102	32	9	3	2	166	20	117	36	9	4	2	188
	Developed+Induced	2	10	3	0	0	0	15	2	15	5	1	0	0	23	3	16	5	1	0	0	25
	Total	17	101	32	8	3	2	163	20	117	37	10	3	2	189	23	133	41	10	4	2	213
25	Normal	9	55	17	17	6	3	107	10	62	19	18	6	4	119	12	70	22	20	6	4	134
	Developed+Induced	1	6	2	0	0	0	9	2	9	3	2	1	0	17	2	10	3	2	1	0	18
	Total	10	61	19	17	6	3	116	12	71	22	20	7	4	136	14	80	25	22	7	4	152
28	Normal	4	31	9	0	0	0	44	5	34	11	0	0	0	50	6	38	12	0	0	0	56
	Developed+Induced	1	2	1	11	4	2	21	1	4	1	13	4	2	25	1	4	1	13	5	3	27
	Total	5	33	10	11	4	2	65	6	38	12	13	4	2	75	7	42	13	13	5	3	83
35	Normal	4	24	8	4	1	1	42	5	27	9	4	1	1	47	6	30	10	4	1	1	52
	Developed+Induced	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2
	Total	4	25	8	4	1	1	43	5	29	9	4	1	1	49	6	32	10	4	1	1	54
37	Normal	10	58	18	16	6	3	111	11	65	20	17	6	3	122	13	73	23	18	6	3	136
	Developed+Induced	1	4	1	0	0	0	6	1	5	2	0	0	0	8	1	5	2	0	0	0	8
	Total	11	62	19	16	6	3	117	12	70	22	17	6	3	130	14	78	25	18	6	3	144
40	Normal	45	263	82	72	25	14	501	50	293	91	75	25	15	549	56	330	104	77	26	16	609
	Developed+Induced	3	16	5	0	0	0	24	3	18	6	2	1	0	30	4	21	6	2	1	0	34
	Total	48	279	87	72	25	14	525	53	311	97	77	26	15	579	60	351	110	79	27	16	643

Remarks: P/C: Passenger Car, L/B: Light Bus, H/B: Heavy Bus, L/T: Light Truck, M/T: Medium Truck, H/T: Heavy Truck

Figure 9-1 ADT IN 1989 (Optimum Route)





TRAFFIC SCALE

SECTION	VEHICLE TYPE						TOTAL
	P/C	L/B	H/B	L/T	M/T	H/T	
THA MADUK - RANG YOI	42	245	77	51	17	10	442
RANG YOI - SI THEP	34	195	61	17	6	3	316
SI THEP - WICHIAN BURI	30	175	55	52	18	10	340
WICHIAN BURI - SAP BON	81	469	147	94	32	19	842
SAP BON - NONG DAENG	49	282	89	44	15	9	488
NONG DAENG - NOEN SADAO	22	125	39	21	7	4	218
NOEN SADAO - PAK BOT	20	117	37	10	3	2	189
PAK BOT - KHOK CHAROEN	12	71	22	20	7	4	136
KHOK CHAROEN - YANG LAT	6	38	12	13	4	2	75
YANG LAT - THAM NAM BANG	5	29	9	4	1	1	49
THAM NAM BANG - NAM RON (1)	12	70	22	17	6	3	130
NAM RON (1) - PHETCHABUN	53	311	97	77	26	15	579

第10章

概略設計

第10章 概略設計

この章では，地形測量ならびに土質および材料調査の結果に基づいて行われた最適ルートの概略設計について説明する。

10－1 地形測量

設計のための詳細データを得るために次の地形測量を行った。

a) 縦断測量

b) 河川横断測量

c) 道路横断測量

10－1－1 縦断測量

縦断測量は，Table 10－1に示す通り，新道区間および現道改良区間のうち丘陵地を通るものに対して実施された。全測量延長のうち，最適ルートに関連するものは，7つの道路リンクで計41.4kmである。これら7リンクの概要を以下に記す。

a) 道路リンク6

現道のうち起伏のある地形に沿って建設されている延長7.7kmの区間ではアップ・ダウンが甚しい。

b) 道路リンク11および16

ウィチャン・ブリの町を通加する現道は，これに沿って民家が密集しているので，拡幅することは難しい。そこでウィチャン・ブリの中心部の東約1kmの所にバイパスの計画を行っ

た。バイパス区間は延長3.7 kmで主として水田の中を通過する。

c) 道路リンク２８

新道の建設が計画されているコク・チャロン（Khok Charoen)からヤン・ラット（Yang Lat）までの区間，全長１５.５kmについて縦断測量が行われた。地形は平坦な米作地帯から丘陵地まで変化している。計画ルートが横切る流路断面もあわせて測量された。

d) 道路リンク３５および３７

ＭＤＵが建設した現道は，もともとの丘陵地形に沿って建設されているのでアップ・ダウンが甚しい。

e) 道路リンク４０

現道は，ナム・ロン(1)の村をカーブしながら通過しておりその両側に，民家が密集している。ここでも拡幅および線形の改良は非常に困難と思われるので，村の東約５００ｍにバイパスの建設を計画した。バイパスは延長２kmで，主として水田を通過し，２つの河を横断する。

縦断測量の結果を，水平方向の縮尺1/10,000，高さ方向の縮尺1/500 の縦断図としてまとめ，線形設計に使用した。

10-1-2 河川横断測量

橋梁の設計および洪水の流出量計算のため，長大橋の建設が予想された５つの地点（Table １０－１に示す）で，河川横断測量を行った。このうち，２地点，１つはレン（Leng ）河，もう１つはタボ（Tabo ）河の横断個所，が最適ルートの建設に関係している。

10-1-3 道路横断測量

道路横断測量は，最適ルート沿いに１kmおきに１４５箇所で行った。結果は1/100縮尺の横断図としてまとめ,現道の拡幅および嵩上げの計画，ならびに土工量の算定に使用した。

１０－２ 土質および材料調査

土工設計，舗装設計および橋梁の基礎の設計のためのデータを得るために，次の土質および材料調査を行った。

a) 機械ボーリング

b) 現場ＣＢＲ試験

c) 室内試験

10-2-1 機械ボーリング

長大橋の建設が予想される4架橋地点で，標準貫入試験を含む機械ボーリングにより基礎の調査を行った。ボーリングの位置を別巻，Appendix7のFigure 7A－1に示す。ボーリングの全長は73.4mであった。4カ所でのボーリングのうちB－3とB－4の2つが最適ルート上に位置する。これらのボーリング柱状図を別巻，Appendix7のFigure 7A－2に示す。

ボーリング孔B－3は道路リンク16を横切るレン河の左岸に位置している。地質断面の最上層は厚さ約1mのシルト質粘土の表土である。表土の下は厚さ14mの堅いシルト質粘土の層で，この層のN値は深さと共に10から23に変化している。この層の下はN値100以上の堅い粘土質シルトの層である。この層は橋梁の基礎として十分な支持力を期待できる。

ボーリング孔B－4は道路リンク40上の村ナム・ロン(1)の中にありタボ河の右岸に位置している。地質断面は厚さ1mのシルト質粘土層の表土に始まり，ついで厚さ16mの堅い粘土層となる。この層のN値は深くなるにつれて25から100以上にまで変化している。この下はN値100以上の堅い粘土質シルトの層となっている。

10-2-2 現場CBR試験

路床土の支持力を調べるため現道上の10地点で現場CBR試験を行った。この内9カ所は最適ルートに関連するものである。試験箇所を別巻，Appendix7のFigure 7A－1に示す。CBRの測定は，厚さ5ないし10cmのラテライトの表層を取除いて行った。試験結果はTable 10－2に示すように1インチ貫入時のCBRは4.5から28.4であり，10－2－3に述べる室内CBR試験の値より一般に高い値を示している。

10-2-3 室内試験

路床土，セレクト材（ラテライト）および砕石の合計50試料について物理試験および力学試験を実施した。実施した室内試験は次のものである。

－自然含水比試験

－コンシステンシー試験

－ふるい分け試験

－締固め試験

－CBR試験

試料は全プロジェクト・エリアから広く採取されたが，最適ルートの建設に関連するものは，このうち28試料である。試料の採取場所を別巻，Appendix7のFigure 7A－1に示す。試料の採取は調査団が行い，試験はDOHのロム・サク（Lom Sak）センターに委託した。試験

結果はTable 10−3に取纏められている。また，CBR試験の詳細は別巻，Appendix 7のFigure 7A−3に示した。試験結果は次の事を示している。

−路床土は主として，塑性の高いシルト質粘土でAASHO分類のA−6またはA−7に相当する。この土のCBRは2から5の範囲である。

−ラテライトは計画道路沿いの多くの場所で見い出せる。これらは10以上のCBRを持ち，セレクト材として十分使用できる。しかし塑性指数が高く粒度があまり良くないため，DOHの標準仕様書に定められているサブベース材料としての条件を満たさない。

−プロジェクト・エリア内およびその周辺の採石場で得られる砕石のCBRは50ないし80である。

上記の試験以外に，締固め度の決定，ならびに建設機械のトラフィカビリティーを調査するため，5試料についてコーン指数試験を行った。試料の採取場所を別巻，Appendix 7のFigure 7A−1に示す。試験は3種類の含水比の試料を3通りの締固め度で締固めるという方法で行われた。すなわち，含水比を自然含水比および自然含水比に約5%をプラスまたはマイナスした含水比とし，その試料に4.5kgのランマーによる打撃数を10回，21回，56回と変えて突固め試験を行った。試験結果を別巻，Appendix 7のFigure 7A−4に，またその要約をTable 10−4に示す。一般的に言えば，自然含水比で締固めた場合のコーン指数は2から7の範囲であり自然含水比より約5%低い含水比で締固めた場合はコーン指数は15以上となる。一方自然含水比より約5%高い含水比で締固めた場合はコーン指数は0.3ないし4.1に減少する。また締固め度が増加するとコーン指数が減少する傾向がみられるがこれはAASHOのT−180法（4.5kgランマーによる56回の打撃と同等）に相当する締固め度ではオーバー・コンパクション（締固め過ぎ）となることを意味している。

10−2−4 建設材料

1) 盛　土

10−2−2項に述べた通り，最適ルート沿いの土質は一般に，AASHO分類のA−6およびA−7に分類される。このような土質は盛土材料としては余り良い材料ではないが，適切な施工方法を採用すれば使用することができる。したがって盛土材料はプロジェクト・エリア内のどこからでも入手可能である。

2) セレクト材

先に述べた通り，セレクト材としてはCBRが10以上の十分な強度を持つラテライトが，計画道路沿いの多くの場所で得られるので問題はない。

3) サブベース

サブベース材料として必要な性質は，ＤＯＨの標準仕様書に次の通り要約されている。

ー液性限界	２５％以下
ー塑性指数	６％以下
ー#２００のふるい通過率	重量で２５％以下
ーＡＡＳＨＯのＴ－１８０法で最大乾燥密度の９５％で締固められた場合のＣＢＲ	２０％以上

計画道路沿いにはラテライトの採取できる場所は沢山あるが，上記仕様のすべてを満足するラテライトは，今回の限られた調査期間中には発見できなかった。しかし，もっと詳しく調べれば，上記の仕様に合うラテライトは発見できると思われる。

"Problems in the Use of Iron-rich Laterites in the Roadway Structure, S.E. Thailand"等の報告書によれば，ラテライトの塑性指数は，セメントまたは，石灰安定処理により容易に低減できるとされている。今回採取された試料の中には，もし塑性指数を下げることができれば，サブベースとしての仕様をすべてを満足するようなラテライトが含まれている。

自然状態のままでサブベースとしての仕様を満足するラテライトが得られる場所は，プロジェクト・エリアの南部にある。これらはすべて国道２１号線沿いにあり，別巻，Appendix 7のFigure 7 A－5にＬ－１，Ｌ－２およびＬ－３として示されているものである。このうちＬ－１が最もプロジェクト・エリアに近く，計画道路の中央部の建設に利用された場合の運搬距離は５０㎞から６０㎞である。Ｌ－１，Ｌ－２およびＬ－３から得られるラテライトのCBRはいずれも２０％以上であるが，特にL－１から得られるラテライトは非常に良質で，ＣＢＲは８０％以上，塑性指数が低く，粒度も適当で，ベースの材料としても使用可能である。前述のごとく，計画道路の近辺で得られるラテライトのうちあるものは，セメントまたは石灰安定処理で改良することによってサブベース材としての仕様を満足するものになる。詳細設計の段階においては，近くから入手できるラテライトを安定処理した場合と遠くから良質のラテライトを運搬した場合の経済比較を行った上でサブベース材をどこから採取するかを決定すべきであると考える。

4) ベ　ー　ス

現在操業中の３カ所の採石場が，計画道路の建設におけるベース材のソースとして考えられる。これらの採石場の位置は別巻，Appendix 7のFigure 7 A－5にR－１，R－２およびR－３として示されている。

R－１およびR－３は，プロジェクト・エリアから妥当な運搬距離内にある。すなわち，R－１がプロジェクト道路の南部の建設に使用された場合の運搬距離は約１０㎞，またR－３が北部の建設に使用された場合の運搬距離は約３０㎞である。しかしながら，これらが中央部の建設に

使用されるとすると運搬距離は８０㎞を越える。これらの他に２つの採石場の候補地，すなわちＲ－４およびＲ－５が中央部から妥当な運般距離内にある。このうち，Ｒ－４の採石場は近く開発される計画があり，もしこれが本プロジェクトの建設に使用できれば，中央部へのベース材の運搬距離は４０㎞程度にまで短縮されることになる。上記５つの採石場の岩質は良好な石灰岩で，ＣＢＲは高く，Ｒ－３からの試料のＣＢＲが４８％であった外は，すべて８０％以上で，ＳＢＳＴおよびコンクリートの骨材としても使用可能である。

１０－３　水　文　解　析

最適ルートはパサック河の多くの支流を横断している。現道は橋梁の開口部およびカルバートの排水容量が不足しているため，雨期には水が路面の低い部分をオーバーフローする。全天候型道路を建設するためには，路面の嵩上げをするとともに適切な開口部の設置が必要である。したがって，計画道路の設計には水文解析が非常に重要なものとなる。

1／50,000 縮尺の地形図と航空写真にもとづいて最適ルートを横断する主要水路の集水面積を検討し，別巻，Appendix８のFigure ８Ａ－１に示した。その中から，比較的集水面積の大きい次の８カ所の集水域について水文解析を行った。

Catchment Area No.	Road Link No.	Number of Water Courses	Catchment Area (km^2)
11	11	1	63
12	11	2	302
15	16	2	197
27	25	3	454
28	28	1	110
34	40	2	209
35	40	1	140
36	40	2	3,900

検討にあたっては次の要素を考慮した。

a）プロジェクト・エリアの降雨パターン

b）洪水の開始と洪水のピーク時との時間的なずれを考慮した流出量計算

c）橋梁の上流側の貯水容量

1) 降雨パターン

時間降雨パターンについての過去の記録は，ロブ・ブリおよびドン・ムアン（Don Muang）のものが入手できた。これらの降雨パターンはスコール型で，次表に示す通り，一日の雨量の75％以上が一時間に集中する。

Rainfall Pattern

(mm)

Location	Hours					
	1	2	3	6	12	24
Lop Buri/1	86.8	104.4	104.4	113.6	113.6	113.6
Don Muang/2	104.3	114.0	117.0	117.2	117.5	124.0

Note: /1 recorded in 1964
/2 recorded in 1962

7－3－6項で述べた通り，プロジェクト・エリアで記録された最大日雨量は153.9㎜であった。この記録をもとに，上記データを拡大して，プロジェクト・エリア内の降雨パターンを設定した。有効時間雨量は，これから次式を使って求めた損失雨量を差引いて計算した。

$RL = R \times (1 - 0.00036R^{1.5})$　　$R \leqq 100$

$RL = 64$　　$R > 100$

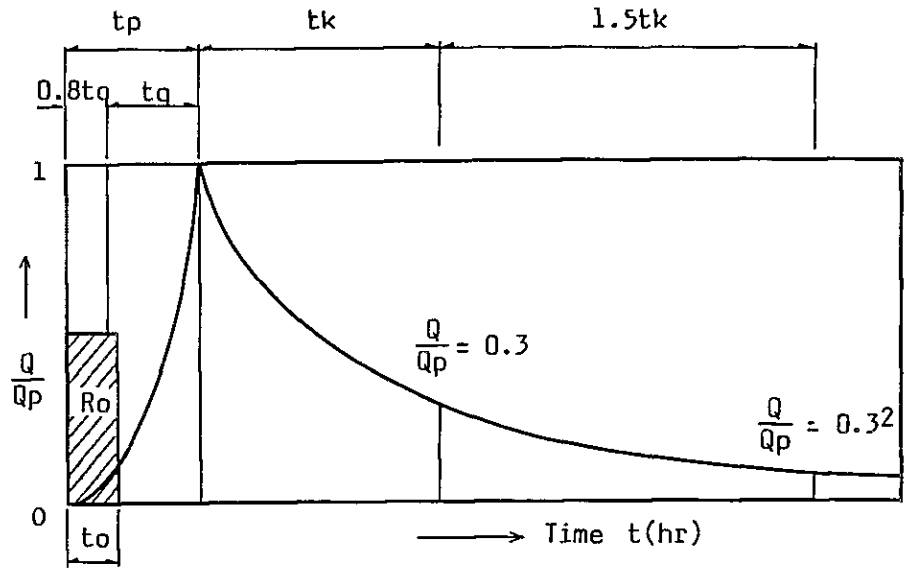
ここでRL：累積損失雨量（㎜）

R：累積有効雨量（㎜）

ロブ・ブリとドン・ムアンの降雨記録にもとづいて2つの降雨パターンが設定されたが，ドン・ムアンでの記録に基づいた降雨パターンの方が大きい流出量を与えるので，これを検討に用いた。この降雨パターンを別巻，Appendix 8のTable 8A－1に示す。

2) 流出量計算

スコール型の降雨パターンの場合には，数時間中の平均降雨強度という考え方に基づく合理式では流出量が正しく算定できない。さらに，時間の経過に伴う上流側の貯水量の変化を考慮した解析は，合理式を用いる方法では不可能である。そこで，今回の検討においては，排水計画地点における洪水の開始時とピーク時の間の時間的ずれを考慮した単位図法を用いることにした。単位図法の概念は次図で表わされる。



この図は，単位時間（to）に集水域で降った有効雨量(Ro)によって発生する検討地点の洪水流量（Q）は，時間のずれ（tp）をともなってピーク流量（Qp）に達し，ついで漸次減少していくことを示している。ピーク流量は次式で計算される。なお，式の誘導は別巻，Appendix 8に示す。

$$Qp = \frac{0.2778 A \cdot Ro}{0.3\ tp + tk} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$tp = tg + 0.8\ to$$

$$tk = 2.0\ tg$$

ここで　Qp：ピーク流量（m^3／sec）

A：集水面積（km^2）

Ro：有効雨量（mm）

tp：洪水流量が零からQpに増加するまでの時間（hr）

tk：流量がQpから0.3Qpに減少するまでの時間（hr）

tg：0.8 toと洪水のピーク時との間の時間のずれ（hr）

to：降雨の単位時間（hr）

a) 洪水の開始時とピーク時との時間のずれ（tp）

洪水流達時間を洪水の開始時とピーク時との時間のずれと仮定した。洪水の平均流速は，次のManning の式で計算され，これにもとづいて流達時間がTable 10−5に示すように求められた。

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

ここでV：洪水の平均流速（ m ／ sec ）

R：径深（ m ）

I：河川の平均勾配

n：マンニングの粗度係数；0.05とした。

b）単　位　図

単位図，つまり単位時間の単位有効雨量による単位流出量曲線を，それぞれの集水域の特性に基づいて作成した。こうして作成した単位図の主要要素を単位有効雨量によるピーク流量(Qmax)と共に，Table 10－6に示す。

c）流出量曲線

各集水域の流出量曲線を，単位図およびドン・ムアンの記録から設定された降雨パターンに基づいて作成した。なお，集水域№36については，流達時間が2日以上になるため，別の降雨パターンを採用した。各集水域についての流出量曲線をFigure 10－1に示す。このようにして計算された流出量は，避溢橋の長さを決定する際の流入量となる。

3）避　溢　橋

洪水時における橋梁の上流側の水位は，上流域の貯留量から計算できる。避溢橋の長さは，この上流側の水位が過去の最高水位を越えないという原則に基づいて決定された。なお，上流側の水位と上流域の貯留量との関係は，地形図のコンターから各集水域について求めた。

次式は，貯留量の計算に使用された基本式である。

$$\frac{1}{2}(I_t+I_{t+1})=\frac{1}{2}(O_t+O_{t+1})+(V_{t+1}-V_t)$$

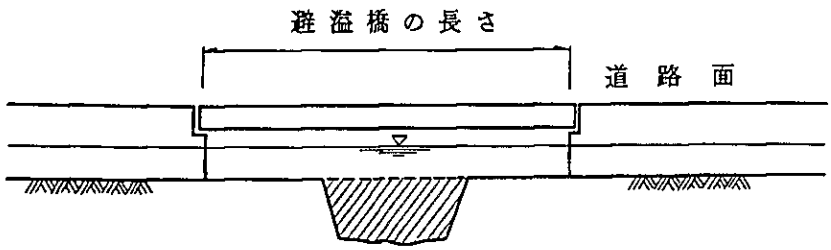
ここで，I_t，I_{t+1}　：時間tおよびt＋1における流入量（ m^3 ）

O_t，O_{t+1}　：時間tおよびt＋1における流出量（ m^3 ）

V_t　V_{t+1}　：時間tおよびt＋1における貯留量（ m^3 ）

a）流　入　量

架橋地点の河川の横断形状は一般に下図のごときものである。



斜線の部分を流れる水量は基底流量と考え貯水量計算では，流入量から差引かれる。河の横断測量結果に基づいて等流と仮定して計算された基底流量をTable 10－7に示す。

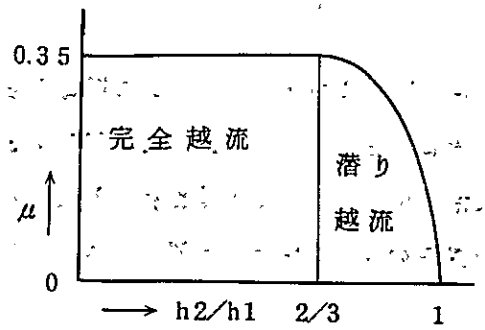
b) 流　出　量

避溢橋の開口部よりの流出量は次式で計算される。

$$Q = \mu B h_1 \sqrt{2 g h_1}$$

ここで，Q：避溢橋開口部よりの流出量（m^3／sec）

μ：流量係数，$\mu = f(h_2/h_1)$



B：避溢橋長（m）

h_1：上流側の水深（m）

h_2：下流側の水深（m）

g：重力加速度（9.8 m／sec^2）

以上で説明された式および数値を使って，上流側水位は収束計算により決定できる。最初に，現橋の長さ（架替えまたは新設が計画されている場合には計画されている長さ）に対して水位が計算され，許容水位（過去の最高水位）と比較された。計算された水位が許容水位を越える場合は，橋長を延長し，計算水位が許容水位以下となるまで計算が繰返された。避溢橋の長さ決定の一例として，道路リンク11の集水域№12のケースを別巻，Appendix 8に示す。

次表に，検討の結果必要となった避溢橋の長さを示す。

Length of Bridge for Relief Open

Catchment Area No.	Road Link No.	Bridge Length (m)
11	11	98
12	11	84
36	40	203

Note: For Catchment Areas No.15, 27, 28, 34 and 35, no additional length for relief open is necessary.

10－4 概 略 設 計

10－4－1 線 形 設 計

第7章で設定された幾何構造設計規準をここでも同じく適用する。

現道の大きな線形改良は道路リンク11と16のウィチャン・ブリと，道路リンク40のナムロン(1)の2カ所で計画された。この2つの村は人口が多く，民家が現道の両側に密集しているため現道の嵩上げまたは拡幅が難しいと考えられた。さらに，公衆衛生および交通事故防止の観点から，通過交通が人家の密集地域を通るのは好ましくない。したがって，この2カ所ではバイパスを計画した。ウィチャン・ブリのバイパスは延長3.7㎞の新設道路で現道より1㎞短くなる。このバイパスはウィチャン・ブリとナム・ロン(2)を結ぶ道路を2個所で横切るが，接続は交差点形式とした。もう一つのナム・ロン(1)のバイパスは，2.0㎞の迂回路となり，現道より0.4㎞長くなる。既存のMDU道路はこのバイパスに連絡される。これらの大規模な線形改良のほかに道路リンク11，37および40で現道の線形の曲線半径の小さい箇所で全長0.9㎞の線形改良を計画した。

次の道路の接続部は，普通の道路区間の設計規準は適用せず交差点として設計した。それぞれの交差点の線形図を別巻の図面集に示す。

(1) リンク3とルート205

(2) リンク6とリンク11

(3) リンク18とリンク22

(4) リンク40とルート2271

計画道路の全長は最終的に151.3㎞となった。このうち，新道建設は21.2㎞である。全長対し，ターマドクから1㎞毎に測点番号をつけた。

縦断線形は大部分は現道の線形に従って設計したが，下記の冠水する区間は，嵩上げを計画した。

Raising Up of Formation Level

Station	Length (m)	Height (m)
0+200 - 1+900	1,700	1.0
2+600 - 3+800	1,200	1.0
33+500 - 34+0	500	0.5
34+300 - 35+100	800	0.7
37+0 - 37+500	500	0.5
44+500 - 48+800	4,300	1.0
49+500 - 50+500	1,000	0.5
56+0 - 57+800	1,800	0.5
58+200 - 59+200	1,000	1.0
62+200 - 64+0	1,800	0.5
72+900 - 74+500	1,600	0.5
90+400 - 92+400	2,000	1.0
98+100 - 98+200	100	0.5
141+900 - 148+600	6,700	1.5
148+600 - 150+900	2,300	1.0
Total	27,300	

この他に，道路リンク３，６，３５および３７で縦断線形の改良を合計２４.１km，また橋梁の取付部の改良を若干計画した。新道の縦断線形の設計は，前記の設計規準に基づいて行ったが，最急勾配の８％を適用したのは道路リンク２８の２箇所だけである。

計画道路の平面縦断図を第２巻の図面集に示す。なお，計画道路の北部，サブ・ボンーノエン・サダオ間についてはルート代替案－Ⅱに対しても平面縦断図を作成し，第２巻に付け加えた。

10－4－2 土 工 設 計

土質および材料調査の結果から，プロジェクト・エリア内の土質は盛土材料として使用可能なことが確認された。したがって，７－３－２に述べたように嵩上げ区間を除いて現道改良区間お

よび新設区間共，Side Borrow法が適用でるものと判断した。F4およびF5規格の道路の標準横断図を第2巻の図面集に示す。切土法勾配は土砂の場合1.5：1，岩の場合0.5：1とし，盛土法勾配は2：1として設計した。なお，横断設計は，1㎞間隔の道路横断測量により作成された横断図に基づいて実施した。

10-4-3 舗 装 設 計

1) 舗装の種類

DOHの設計基準では，舗装の種類が将来交通量に従って決められており，供用開始後7年目にADTが300台以上となる道路区間にはSBSTを，ADTが300台未満の区間には砂利表層工を施工することを規定している。

第9章で行われた交通量予測の結果によれば，次の道路リンクにはSBSTが必要となる。

Road Links which Require SBST

Road Link No.	Section	Length (km)	ADT in 7th Year
3	Tha Maduk - Rang Yoi	12.5	442
6	Rang Yoi - Si Thep	18.0	316
11	Si Thep - Wichian Buri	23.3	339
16	Wichian Buri - Sap Bon	20.7	842
18	Sap Bon - Nong Daeng	5.3	488
40	Nam Ron (1) - Phetchabun	11.4	579
	Total	91.2	

上記区間の外に住民を埃害から守るために次の村を通過する区間にもSBSTを計画した。

Road Link No.	Name of Village	Length (km)
22	Nong Daeng	0.3
23 & 25	Pak Bot	0.7
25 & 28	Khok Charoen	0.5
28 & 35	Yang Lat	0.2
35	Kham Muat	0.2
35 & 37	Tham Nam Bang	0.6
37	Nam Ron (1)	0.5
	Total	3.0

この結果，計画道路の全長１５１.３㎞の内，ＳＢＳＴが９４.２㎞，残りの区間５７.１㎞が砂利（ラテライト）道となった。

2) 設計ＣＢＲ

前述の通り，計画道路沿いの土質はほとんどがＡＳＳＨＯの分類法によればＡ－６またはＡ－７に分類される。

採取された試料は，試験室でＡＳＳＨＯの締固め試験法Ｔ－１８０により最大乾燥密度の９５％以上になるよう締固められ水浸後，ＣＢＲが計測された。この室内ＣＢＲは，一部の試料は高い値を示したが，一般に３％以下であった。一部の試料の室内ＣＢＲは２％以下であったがこのような低い値は試験結果として信頼できず，さらに，同じ種類の土質についての経験から判断すると，このような低い値はあり得ないと考えられるので舗装設計では無視された。

室内ＣＢＲ試験の結果から，路床土の設計ＣＢＲとしては控え目に２％を採用した。しかしながら，２％の設計ＣＢＲで設計した場合は非常に厚い舗装を必要とし，建設費に大きく影響する。このため，設計ＣＢＲを上げることを考え，セレクト材の層を路床土上に置くように計画した。１０％のＣＢＲを持つ２０㎝厚のセレクト材の層を，２％のＣＢＲを持つ路床上においた場合の設計ＣＢＲは次式により約５％に増加することが解る。

$$CBRd = \left\{ \frac{h_1 CBR_1^{\frac{1}{3}} + h_2 CBR_2^{\frac{1}{3}}}{100} \right\}^3$$

ここで，ＣＢＲｄ：設計ＣＢＲ（％）

CBR_1：セレクト材のＣＢＲ（％）

CBR_2：路床土のＣＢＲ（％）

h_1　　：セレクト材の厚さ（cm）

h_2　　：路床土の厚さ（cm），$h_1 + h_2 = 100$

10％程度のCBRを持つラテライトは，計画道路沿いの多くの場所で得ることができる。そこで舗装設計では，新設区間，嵩上げ区間および拡幅部分では，ラテライトのセレクト材，厚さ20cmの層を路床土上に置くことにし，設計CBRを5％とした。

もし，もっと高いCBRを持つラテライトが計画道路附近で豊富に得られれば，セレクト材の層をさらに厚くして舗装厚の減少をはかることができる。したがって，詳細設計の段階ではより良質のラテライトを見い出すための詳細な調査を行うことが望ましい。土質および材料調査の際，現道リンク沿いの数か所で，5cmから10cmの厚さのラテライトの表層を除去した後，現場CBRを測定したが，この現場CBRは6％から30％で，室内CBRより高い。これは，現道の路体部にはラテライトの表層を除去したとしてもある程度ラテライトが混入しており，かつ路床面は長期間の交通荷重により締固められていることを反映しているものと考えられる。通常，設計CBRは，現場CBRよりも室内CBRを基準としているので現道面に直接舗装を行う場合も，その設計CBRは5％とした。ただし，この場合には，セレクト材の層を新たに設けることはしなかった。これは現道には既に，路床土上に5cmないし10cmの厚さのラテライトの層が施工してありそのためCBRも高くなっていると考えたからである。

3) 舗　装　厚

SBSTの舗装設計は，DOHの示唆により，"Road Note 31, A Guide to the Structural Design of Bituminous-surfaced roads in Tropical and Sub-tropical Countries ,Road Research Laboratory"に示されている方法に従って行った。Road Note 31の方法は，路床土の設計CBRおよび商業車数で表わした交通量を基準としている。

Road Note 31では，交通量が増加した場合必要に応じてオーバーレイを行うという条件で，当初の耐用年数を10年としてその時点の交通量をもとに舗装設計を行うよう提案している。しかし，今回は計画道路の供用開始後7年目，つまり1989年の交通量を舗装設計の基準交通量として用いた。これは，タイ国では最初に7年の耐用年数で設計を行い，7年目にアスファルト・コンクリートのオーバレイを施して耐用年数を15年に延長するのが通常の舗装設計の方針であることを考慮したものである。

Road Note 31では，舗装厚を決めるための設計曲線が交通量に応じて2つある。すなわち，商業車が1日150台未満の場合には設計曲線1，150台以上1,500台未満の場合には設計曲線2を用いることになっている。交通量予測の結果によると，SBSTによる舗装が計画された道路リンクはすべて，1989年の商業車数は1日当り150台以上になるので，Figure 10－2に示す設計曲線2を設計に用いた。

Road Note 31の設計曲線2を使用して，設計CBRを5%として決定した舗装各層の厚さを以下に示す。ただし，これは1989年に5cmの厚さのアスファルト・コンクリートのオーバーレイを施工することを条件としている。

ーセレクト材	：	20cm
ーサブベース	：	23cm
下層	：	13cm
上層（CBR25%以上）	：	10cm
ーベース（砕石）	：	15cm
ープライム・コートおよびSBST	：	1.7cm

砂利表層工の設計は，DOHの標準舗装構造に従って，次の厚さとした。

ーセレクト材（CBR 6%以上）	：	20cm
ー表層（CBR 15%以上）	：	20cm

SBSTおよび砂利道の表層工および舗装の構造を第2巻の図面集に示す。

10-4-4 橋 梁 設 計

本計画道路では，38橋の建設が計画されている。38橋の内訳は新設が6か所，既設の木橋の架替えが25個所，避溢橋が7か所となっている。計画された橋梁のリストをTable 10-8に示す。

1) 下 部 工

架橋地点2か所でのボーリング・データによると，固い層は地表面下10mから15mにありくい基礎が必要となる。しかしながら，一部の山腹部では岩の露頭が見られるので，こうした地点における橋梁については浅い基礎となる可能性もあるため，現場の状況に応じて適用できるよう，直接基礎とくい基礎の2種類の基礎構造を設計した。基礎の型式を最終的に決定するためには，詳細設計の段階で，さらに詳しいボーリング調査を行う必要がある。

2) 上 部 工

今回橋梁が計画されている箇所はすべて河巾が狭いため，長大橋は必要ない。そこで上部工は7mから10mのスパンのRCスラブ橋で設計した。なお，橋梁部の車道幅員は7m，歩道幅員は1mである。

橋梁の設計は上下部工共，DOHの標準設計に基づいて行った。橋梁の標準図を第2巻の図面集に示す。

10−4−5　カルバート設計

集水面積の小さい水路には，ボックスまたはパイプ・カルバートを設計した。１０－３節に述べられているものと同じ手順で，各水路に対する流量を計算したが，カルバート設計では，流達時間が比較的短いことを考慮して，最大流出量を採用した。カルバートの寸法は，別巻，Appendix８のTable８A－９に示す通り，排水容量をManning の式により計算し，２０％の余裕を見込んで決定した。カルバート設計にもＤＯＨの標準設計を適用した。ボックスおよびパイプ・カルバートの標準図を第２巻の図面集に示す。

１０－５　施工方法およびスケジュール

10−5−1　施　工　方　法

本プロジェクトは主として現道改良工事であるから，特殊な施工方法を必要としない。以下に各工種について行った若干の考察を述べる。

1）土　工　事

ブルドーザーによるSide Borrow法が盛土工事一般に適用できると考えられる。新設区間では土運搬の距離をできるだけ短くするためSide Borrowは道路の両側から行う。一方，現道を嵩上げしないで拡幅するだけの区間では，工事中の交通をさまたげないようにすることが必要なため片側からだけのSide Borrowとすることが望ましい。

現道の冠水区間の嵩上げを行う場合は，７－３－２項に述べたように道路近くの土は盛土材料として不適当であるため，Side Borrow法は採用できない。この区間の盛土材料はショベル・ダンプ法で適切な土取場から運搬しなければならない。嵩上げ区間もやはり工事中の交通をさまたげぬため，工事は道路幅員の半分ずつ行うことが必要であろう。最初の半分の盛土工事中には残りの半分の部分に交通を通し，この部分の完成後，完了部分に交通を移して残り半分の盛土工事にかかることになろう。

計画道路沿いで得られた土試料について建設機械のトラフィカビリティーを判定するためにコーン指数試験が行われた。試験結果によると，コーン指数は自然含水比で締固められた場合は２から７であるが，自然含水比より５％高い含水比で締固めた場合には２以下に減少する。建設機械の走行に必要なコーン指数は１５トン級のブルドーザーでは３以上，２１トン級のブルドーザーでは５以上である。この結果から判断すると，雨期には含水比が著しく高くなるため，１５トン級のブルドーザーでも走行不可能になると考えられる。したがって土工事は乾期にのみ実施すべきと考えられる。コーン指数試験の結果はまた，ＡＡＳＨＯのＴ－１８０締固め試験法で締固めた場合，オーバー・コンパクションとなる傾向を示している。したがって，盛土工事にあたっては，ＡＡＳＨＯのＴ－１８０の代りにＴ－９９の締固め法のエネルギーに相当する締固め法を使用しなければならない。

2) 舗 装 工 事

舗装工事も乾期に実施すべきであると考えられる。大雨で路床土やサブベースの含水比が増加すると締固めが困難になり，さらに歴青材料の粘度が下がりＳＢＳＴの仕上がりが悪くなる。本プロジェクトでは約８６,０００㎥のベース材料が必要である。したがって，工事前に，雨期にあっても可能である砕石の生産を行い，これを適切な方法で貯蔵しておくことが望ましい。

3) 橋 梁 工 事

橋梁工事も乾期に行うことが望ましい。これは，乾期には車両は乾いた河床上を走るので仮橋を建設する必要がなく，さらに下部工の工事のための締切りや排水工事の必要もないからである。工事を乾期だけで行ったとしても６班編成で工事を行い，3.5㎥級のコンクリート・ミキサーを動員し，また雨期にプレキャスト・コンクリート杭を製作しておけば，全橋梁工事を２年半で終えることができるであろう。

10-5-2 施工スケジュール

計画道路の建設では，高度の技術や特殊の建設機械を必要としない。したがって工事は全て現地業者が行うのが適当と考えられる。平均的な現地業者の建設機械および労働者の動員能力から見て，工事は２工区に分け二業者により施工することが適当で，その場合の工期は２年半程度と考えられる。この場合，工区はノン・ダエンで分けるのが適当と思われる。すなわち，第１工区がタ・マドクからノン・ダエンまでの７８.７㎞，第２工区がノン・ダエンからベチャブンまでの７１.５㎞である。両工区についての暫定的な施工スケジュールと全体の実施スケジュールをFigure１０－３に示す。

１０－６ 工事費積算

工事費の積算は第７章にのべたと同じ要領で行われ，前節での概略設計に基づいて主要工事項目について工事数量が算出された。道路リンク別の工事数量をTable１０－９に示す。総事業費は，Table１０－１０に示す通り，７－４－２項で設定した単価は使用し，現地貨と外貨に分けて算定した。エスカレーション予備費を含む総事業費（財政費用）は次表に示す通りである。

SUMMARY OF INVESTMENT COST
(Financial Cost)

	In Baht (million)			US$ Equivalent/1 (million)		
	Local	Foreign	Total	Local	Foreign	Total
Direct Construction Cost	121.3	102.1	223.4	6.07	5.11	11.18
Physical Contingency	18.2	15.3	33.5	0.91	0.76	1.67
Engineering & Administration	17.9	-	17.9	0.90	-	0.90
Land Acquisition	2.7	-	2.7	0.13	-	0.13
Sub total	160.1	117.4	277.5	8.01	5.87	13.88
Price Contingency/2	28.5	26.2	54.7	1.42	1.31	2.73
Total	188.6	143.6	332.2	9.43	7.18	16.61

Remarks: /1 At exchange rate of US$1.00 = Baht 20
/2 At assumed annual escalation rates of: 6% (1978), 5.5% (1979) and 5% (1980-81) for local component; and 7% (1978), 6.5% (1979) and 6% (1978-81) for foreign component.

工事は１９７９年に詳細設計を完了し，それに引続き２年半の工期で１９８０年の半ばに開始されるものと仮定した。年間の資金需要は設計および管理費の半分が１９７９年の詳細設計に，用地費が１９８０年に，残りはその２０％が１９８０年に，４０％ずつがそれぞれ１９８１年と１９８２年の各年に必要であると想定した。このような条件により算定された年間資金必要額は次の通りである。

YEARLY FUND REQUIREMENT

	1979	1980	1981	1982	Total
Local Currency (Baht 1,000)	9,473	36,197	69,700	73,185	188,555
Foreign Currency (US$ 1,000)	-	1,338	2,837	3,008	7,183
Total (Equivalent)					
(Baht 1,000)	9,473	62,963	126,447	133,337	332,220
(US$ 1,000)	474	3,148	6,322	6,667	16,611

Table 10-1 PROFILE AND RIVER CROSS SECTION SURVEY

PROFILE SURVEY

Road Link No.	Location /1 (km)	Length (km)	Remarks
6	0 - 7.7	7.7	Existing road
7 /2	0 - 17.0	17.0	New road
11	21.8 - 23.3	1.5	New road (Wichian Buri Bypass)
12 /2	0 - 20.5	20.5	New road
16	0 - 2.2	2.2	New road (Wichian Buri Bypass)
28	0 - 15.5	15.5	New road
35 & 37	0 - 12.5 /1	12.5	Existing road
40	0 - 2.0	2.0	New road (Nam Ron(1) Bypass)
Total		78.9	

Notes: /1 Indicated in the distances from the beginning point of road link, but in case of Link 35 & 37 the distance from the end point of Link - 37 is given.

/2 Excluded from the optimum route

RIVER CROSS SECTION SURVEY

Road Link No.	Location	Name of River
8 /1	4.2 KM from Mai Sarika	Pasak
8 /1	5.8 KM from Mai Sarika	Pasak
16	9.0 KM from Wichian Buri	Leng
36 /1	6.7 KM from Sam Yaek	Pasak
40	1.2 KM from Nam Ron	Tabo

Note: /1 Excluded from the optimum route

TABLE 10-2

Table 10-2 CBR IN SITU

Location	Penetration	
	0.1"	0.2"
C-1	8.8	11.2
C-2	22.1	26.1
C-3	28.4	22.6
C-4	12.6	16.8
C-5	10.6	14.1
C-6	23.8	22.5
C-7	4.5	5.9
C-8	6.2	7.9
C-9	12.8	16.6

Table 10-3 RESULTS OF THE SOIL TESTS RELATED TO THE OPTIMUM ROUTE

LINK NO.	SAMPLE NO.	NATURAL MOISTURE CONTENT(%)	CONSISTENCY(%)			SIEVE ANALYSIS (No. of Sieve)					COMPACTION TEST		CBR 95% OF AASHO T-180 (%)	CLASSIFICATION	REMARKS
			L.L.	P.L.	P.I.	3/4"	3/8"	10	40	200	O.M.C. (%)	MAXIMUM DRY DENSITY(g/cm3)			
3	Sm-9	14.35	25.3	12.4	12.9	4.5	23.2	19.1	10.4	42.8	8.1	1,891	2.2	A-6	*
6	S -9	9.84	42.8	25.0	17.8	3.6	18.5	18.8	8.2	50.9				A-7-5	*
	Sa-6		35.5	16.3	19.2	5.2	35.4	15.6	11.2	36.4	7.9	2,000	3.3	A-6	*
	Sm-8	15.74	26.3	12.7	13.6	10.4	40.3	14.4	9.7	25.2	7.8	2,256	28.9	A-2-6	**
	S -8	7.61	24.7	15.5	9.2	11.8	27.3	15.2	6.8	18.9				A-2-4	**
11	Sm-7	14.96	25.8	11.1	14.7	0.1	5.1	3.5	12.3	79.0	12.0	1,880	8.2 (100%)	A-6	*
	Sa-5		18.1	10.1	8.0	1.3	7.7	10.3	18.1	68.1	9.4	2,113	17.8	A-4	**
	S -7	6.79	21.7	12.9	8.8	7.5	50.6	10.3	13.2	18.4				A-2-4	**
	Sm-6	19.00	29.6	14.3	15.3	1.4	4.5	2.8	9.4	81.9	12.8	1,957	6.2	A-6	*
16	S -6	42.06	82.3	45.0	37.3	0.6	0.9	1.6	11.1	85.8				A-7-6	*
	Sa-4		79.3	32.5	46.8	6.8	2.1	1.5	2.6	87.0	17.8	1,684	0.55	A-7-6	*
	Sm-5	21.76	44.3	20.0	24.3	0.2	15.7	13.7	12.8	60.7	16.0	1,856	1.0	A-7-5	*
22	S -5	9.64	18.2	10.5	7.7	4.8	12.5	10.7	37.1	34.9				A-2-4	**
	Sa-3		82.3	29.7	52.6		4.1	3.1	32.7	60.1	13.0	1,887	2.7	A-7-5	*
	Sm-4	18.95	48.0	24.0	24.0	0.4	4.1	2.2	3.7	89.6	16.6	1,763	2.2 (100%)	A-7-5	*
	S -4	18.98	44.9	23.7	21.2		2.3	3.6	9.5	84.6				A-7-5	*
25	Sm-3	15.60	22.3	11.0	11.3		3.1	5.2	34.0	57.7	10.4	2,025	10.7	A-6	*
28	Sm-13	43.20	28.1	11.9	16.2		0.1	3.9	8.7	87.3	24.5	1,302	0.99	A-6	*
	S -10	29.60	37.7	18.2	19.5	0.9	0.8	2.9	42.7	52.7				A-6	*
	Sa-2			N.P.			8.0	18.5	46.8	26.7	9.5	2,038	11.2		**
	Sm-12	19.00		N.P.			0.2	9.1	81.2	9.5	13.2	1,701	10.7		**
35	Sm-2	9.90	38.5	20.1	18.4	3.0	32.8	14.6	6.9	45.5	15.4	1,764	8.6	A-6	*
37	Sa-1		50.4	25.3	25.1	0.8	4.5	5.4	16.8	72.5	18.2	1,679	3.3	A-7-5	*
	S -2	19.10	55.3	27.4	27.9		2.3	4.4	13.3	80.0				A-7-5	*
	Sm-1	27.70	53.1	25.4	27.7		3.0	6.4	14.5	76.1	24.0	1,473	1.38 (100%)	A-6	*
40	Sm-11	26.6	71.7	40.9	30.8	1.2	5.6	3.5	7.0	82.7	21.0	1,451	0.88	A-7-6	*
	Sc-1					16.6	28.1	32.2	12.2	4.3	6.6	5.6	2,319	87	***
	Sc-2					20.7	29.3	32.8	10.4	3.5	3.3	6.9	2,297	48	***

* For Subgrade
** For Selected Material
*** For Crushed Stone

Table 10-4 CONE INDEX

Sample No.	Water Content (%)	Numbers of Blows		
		10	21	56
CI-1	14.1	more than 15.5	more than 15.5	more than 15.5
	19.0/1	more than 15.5	more than 15.5	more than 15.5
	25.4	4.11	4.03	4.03
CI-2	13.9	more than 15.5	more than 15.5	more than 15.5
	17.8/1	5.55	5.75	7.10
	23.0	1.06	1.10	0.89
CI-3	15.0	more than 15.5	more than 15.5	more than 15.5
	20.2/1	1.85	1.96	1.75
	23.6	0.93	0.84	0.75
CI-4	32.3	more than 15.5	13.62	more than 15.5
	37.5/1	1.85	1.96	1.75
	42.7	0.93	0.84	0.75
CI-5	6.9	more than 15.5	more than 15.5	more than 15.5
	12.9/1	5.67	4.08	4.18
	17.8	0.27	0.27	0.27

Note: /1 Natural moisture content.

Table 10- 5 TIME OF CONCENTRATION

Catchment Area No.	Features of River Channel				Mean Velocity	Time of Concentration
	Length L (km)	Difference in Elevation dH (m)	Mean Gradient I	Hydraulic Mean Depth R (m)	(m/sec)	tp (hr)
11	7.2 10.8	80.0 42.0	1/90 1/257	1.5 1.3	2.763 1.486	2.8
12	14.5 19.5	260.0 36.0	1/56 1/542	1.5 1.3	3.500 1.023	6.5
15	16.2 13.0	220.0 14.0	1/74 1/929	2.0 1.8	3.500 0.971	5.0
27	20.5 29.5	240.0 67.0	1/86 1/441	1.5 1.3	2.826 1.134	9.2
28	6.4 17.4	402.0 90.0	1/16 1/193	0.8 1.0	3.500 1.438	3.8
34	25.6 10.6	400.0 74.0	1/64 1/143	1.0 1.5	2.500 2.190	4.2
35	27.0 20.6	938.0 75.0	1/29 1/275	1.0 1.5	3.500 1.581	5.8
36	147.0	190.0	1/774	1.2	0.812	50.3

Table 10-6 UNIT HYDROGRAPH

Catchment Area No.	Catchment Area (km^2)	Length of River Channel (km)	Grade of River Channel	Time Lag of Flood Peak t_p (hr)	t_q	t_k	Peak Discharge (m^3/hr)
11	63.0	18.0	1/310	2.8	2.0	5.6	2.718
12	302.0	34.0	1/1,500	6.5	5.7	13.0	5.612
15	197.0	29.2	1/910	5.0	4.2	10.0	4.759
27	454.0	50.0	1/1,400	9.2	8.4	18.4	5.960
28	110.0	23.8	1/350	3.8	3.0	7.6	3.490
34	209.0	36.2	1/300	4.2	3.4	8.4	5.996
35	140.0	47.6	1/800	5.8	5.0	11.6	2.905
36	3,900.0	147.0	1/1,100	50.3	49.5	100.6	9.365

Table 10-7 BASIC-FLOW DISCHARGE

Catchment Area No.	Water Course No.	Link	Cross Sectional Area of River (m^2)	Gradient of River	Hydraulic Mean Depth (m)	Basic-Flow Discharge
11	1	No. 11	14.75	1/310	0.873	15.3
12	1	No. 11	25.60	1/1,500	1.506	17.4
	2		28.30	1/1,500	1.546	19.5
15	1	No. 16	55.00	1/910	1.923	56.4
	2		10.00	1/910	0.833	5.9
27	1	No. 25	116.00	1/1,400	3.602	145.7
	2		25.00	1/1,400	0.926	12.7
	3		20.00	1/1,400	0.909	10.0
28	1	No. 28	50.00	1/350	0.962	52.1
34	1	No. 40	80.00	1/300	2.857	186.0
	2		37.50	1/300	1.875	65.8
35	1	No. 40	50.00	1/800	0.962	34.4
36	1	No. 40	525.00	1/1,100	5.899	1,033.6
	2		140.00	1/1,100	2.979	174.8

Table 10-8 LIST OF PROPOSED BRIDGES

ROAD LINK NO.	STATION	BRIDGE LENGTH (M) & SPAN ARRANGEMENT	REMARKS
11	33 + 700	14.0 (2 @7.0)	Bridge for Relief Open
	34 + 700	84.0 (12 @7.0)	Bridge for Relief Open
	45 + 100	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 5.6, L = 15.5)
	46 + 0	42.0 (6 @7.0)	Bridge for Relief Open
	46 + 900	42.0 (6 @7.0)	Bridge for Relief Open
	48 + 350	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 15.5)
16	62 + 400	63.0 (9 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.0, L = 63.7)
	62 + 650	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.6, L = 6.9)
	69 + 400	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 11.3)
	72 + 950	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 11.5)
18	76 + 900	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 15.0)
22	80 + 600	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 14.9)
	80 + 850	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 11.2)
	81 + 150	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 22.5)
	85 + 700	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.3, L = 11.5)
	89 + 50	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 2.7, L = 2.5)
	89 + 900	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 11.2)
	90 + 850	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 2.7, L = 4.5)
	91 + 650	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 15.0)
23	94 + 350	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.4, L = 15.4)
	96 + 650	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.2, L = 18.4)
	97 + 250	24.0 (3 @8.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.5, L = 24.3)

Table 10-8 LIST OF PROPOSED BRIDGES (Continued)

ROAD LINK NO.	STATION	BRIDGE LENGTH (M) & SPAN ARRANGEMENT	REMARKS
25	98 + 550	30.0 (3 @10.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.5, L = 23.7)
	100 + 200	24.0 (3 @8.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.4, L = 23.6)
	100 + 400	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 4.4, L = 18.4)
28	104 + 550	10.0 (1 @10.0)	Bridge on New Construction Road
	104 + 800	14.0 (2 @7.0)	Bridge on New Construction Road
	105 + 880	14.0 (2 @7.0)	Bridge on New Construction Road
	106 + 500	10.0 (1 @10.0)	Bridge on New Construction Road
35	124 + 500	21.0 (3 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 3.5, L = 21.5)
40	140 + 50	21.0 (3 @7.0)	Bridge on Nam Ron (1) Bypass
	140 + 700	14.0 (2 @7.0)	Bridge on Nam Ron (1) Bypass
	142 + 80	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 3.5, L = 12.0)
	142 + 200	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 3.3, L = 14.5)
	142 + 820	14.0 (2 @7.0)	Replacement of Timber Bridge (W = 3.6, L = 10.3)
	147 + 500	42.0 (6 @7.0)	Bridge for Relief Open
	149 + 150	63.0 (9 @7.0)	Bridge for Relief Open
	149 + 800	98.0 (14 @7.0)	Bridge for Relief Open
TOTAL		952.0	

Table 10-9 CONSTRUCTION QUANTITIES (OPTIMUM ROUTE)

DESCRIPTION	UNIT OF Q'TY	ROAD LINK NUMBER												TOTAL
		3	6	11	16	18	22	23	25	28	35	37	40	
LINK LENGTH	km	12.5	18.0	23.3	20.7	5.3	14.0	4.4	6.0	15.5	8.5	11.7	11.4	151.3
WORK ITEMS														
Clearing & Grubbing	ha	-	-	5	2	-	-	-	-	50	-	-	1	58
Soil Excavation	m^3	46,100	32,800	110,900	93,500	2,300	52,900	6,300	12,300	73,900	32,000	67,700	152,200	682,900
Rock Excavation	m^3	-	-	-	-	-	-	-	-	14,000	2,900	4,500	-	21,400
Embankment	m^3	56,600	54,700	114,300	97,800	6,500	60,700	12,100	16,400	213,900	37,800	38,200	138,400	847,400
Selected Fill	m^3	13,500	22,200	28,700	25,300	1,800	11,400	2,900	8,900	33,800	16,100	22,500	24,000	211,100
Subbase/1 & Shoulder	m^3	23,600	36,500	46,800	41,300	6,700	16,700	4,700	10,800	36,000	17,500	24,400	30,700	295,700
Base	m^3	11,400	16,500	21,200	18,900	4,900	300	100	800	300	600	800	10,100	85,900
Prime & SBST	m^2	72,100	104,300	133,900	119,500	30,700	1,800	600	5,100	1,800	3,500	4,700	63,800	541,800
Pipe Culvert	m	80	200	850	1,240	-	160	370	160	1,150	240	320	240	5,010
Box Culvert	m	20	40	-	20	-	-	-	-	80	-	-	-	160
Long Span Bridge	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Short Span Bridge	m	-	-	224	105	14	126	59	75	48	21	-	280	952
LAND ACQUISITION	ha	-	-	6	9	-	-	-	-	62	-	-	7	84

Remarks: /1 To be understood as laterite surfacing in case that F5 Standard is applied.

TABLE 10-10

	) Bahts) FOREIGN CURRENCY	ECONOMIC COST (1,000 Bahts)
DIR		
	171	369
	9,424	18,459
	764	1,293
	19,109	42,133
	6,059	13,358
	18,067	34,289
	13,143	24,043
	10,430	17,920
	2,385	6,439
	559	1,313
	-	-
	14,451	27,866
	94,562	187,482
	7,565	14,999
	102,127	202,481
PHY	15,319	30,372
ENG	-	16,198
	117,446	249,051
LAN	-	2,688
	117,446	251,739

Table 10-10 TOTAL CONSTRUCTION COST
(OPTIMUM ROUTE)

DESCRIPTION	UNIT OF Q'TY	Q'TY	FINANCIAL UNIT RATE (Baht)	FOREIGN PORTION (%)	TAX (%)	FINANCIAL COST (1,000 Bahts) TOTAL	LOCAL CURRENCY	FOREIGN CURRENCY	ECONOMIC COST (1,000 Bahts)
DIRECT CONSTRUCTION COST									
Clearing & Grubbing	ha	58	7,000	42	9.1	406	235	171	369
Soil Excavation	m^3	682,900	30	46	9.9	20,487	11,063	9,424	18,459
Rock Excavation	m^3	21,400	70	51	13.7	1,498	734	764	1,293
Embankment	m^3	847,400	55	41	9.6	46,607	27,498	19,109	42,133
Selected Fill	m^3	211,100	70	41	9.6	14,777	8,718	6,059	13,358
Subbase/1 & Shoulder	m^3	295,700	130	47	10.8	38,441	20,374	18,067	34,289
Base	m^3	85,900	300	51	6.7	25,770	12,627	13,143	24,043
Prime & SBST	m^2	541,800	35	55	5.5	18,963	8,533	10,430	17,920
Pipe Culvert	m	5,010	1,400	34	8.2	7,014	4,629	2,385	6,439
Box Culvert	m	160	9,200	38	10.8	1,472	913	559	1,313
Long Span Bridge	m	-	50,000	46	11.3	-	-	-	-
Short Span Bridge	m	952	33,000	46	11.3	31,416	16,965	14,451	27,866
Sub total						206,851	112,289	94,562	187,482
Minor Items (8% of the above)						16,548	8,983	7,565	14,999
Total						223,399	121,272	102,127	202,481
PHYSICAL CONTINGENCY/2						33,510	18,191	15,319	30,372
ENGINEERING AND ADMINISTRATION/3						17,872	17,872	-	16,198
SUB TOTAL						274,781	157,335	117,446	249,051
LAND ACQUISITION	ha	84	32,000		-	2,688	2,688	-	2,688
TOTAL						277,469	160,023	117,446	251,739

Remarks: /1 To be understood as laterite surfacing in case that F5 Standard is applied.
/2 15% of direct construction cost
/3 8% of direct construction cost

Figure 10-1 DISCHARGE CURVES

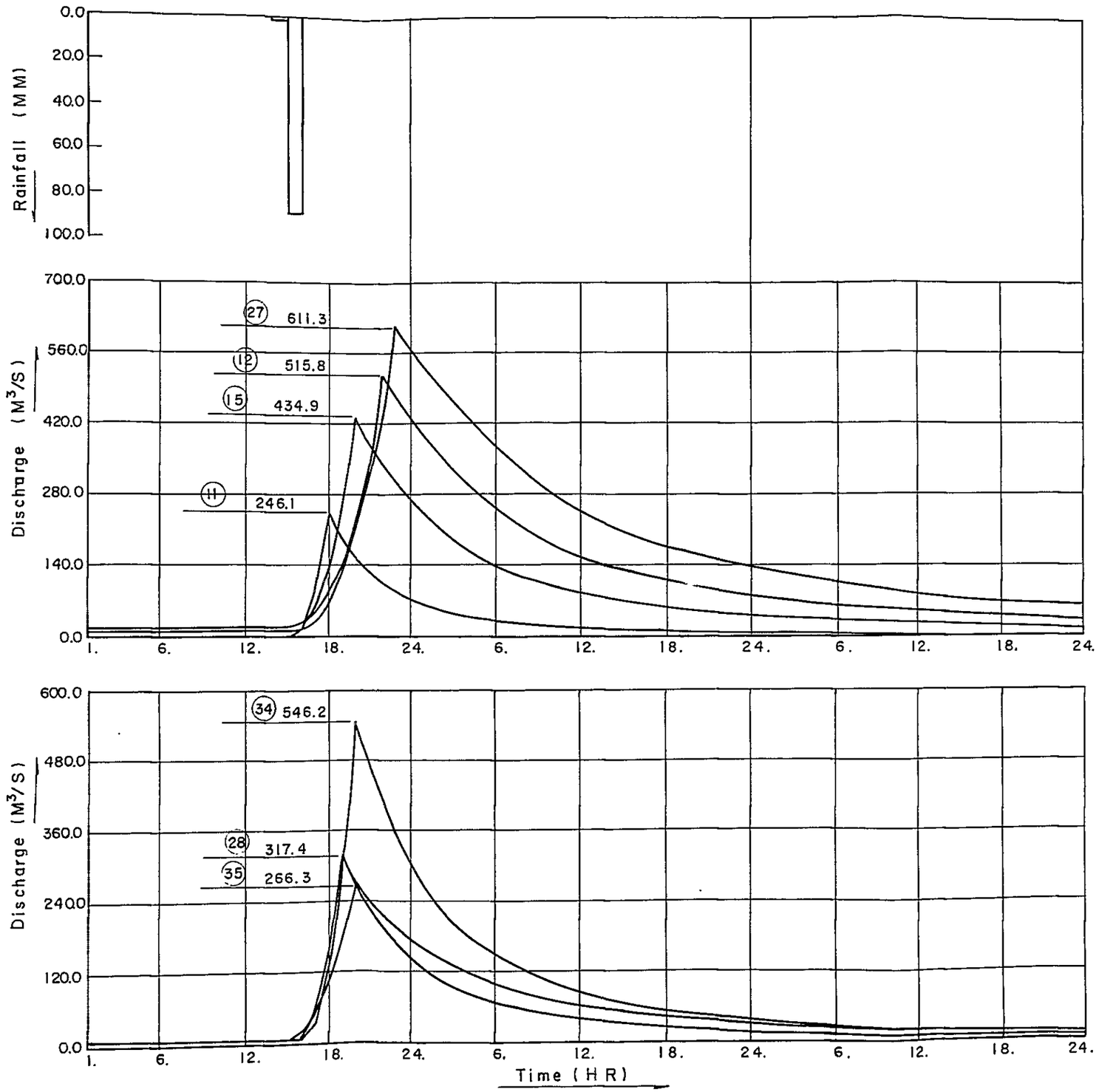


Figure 10-1 DISCHARGE CURVES (Continued)

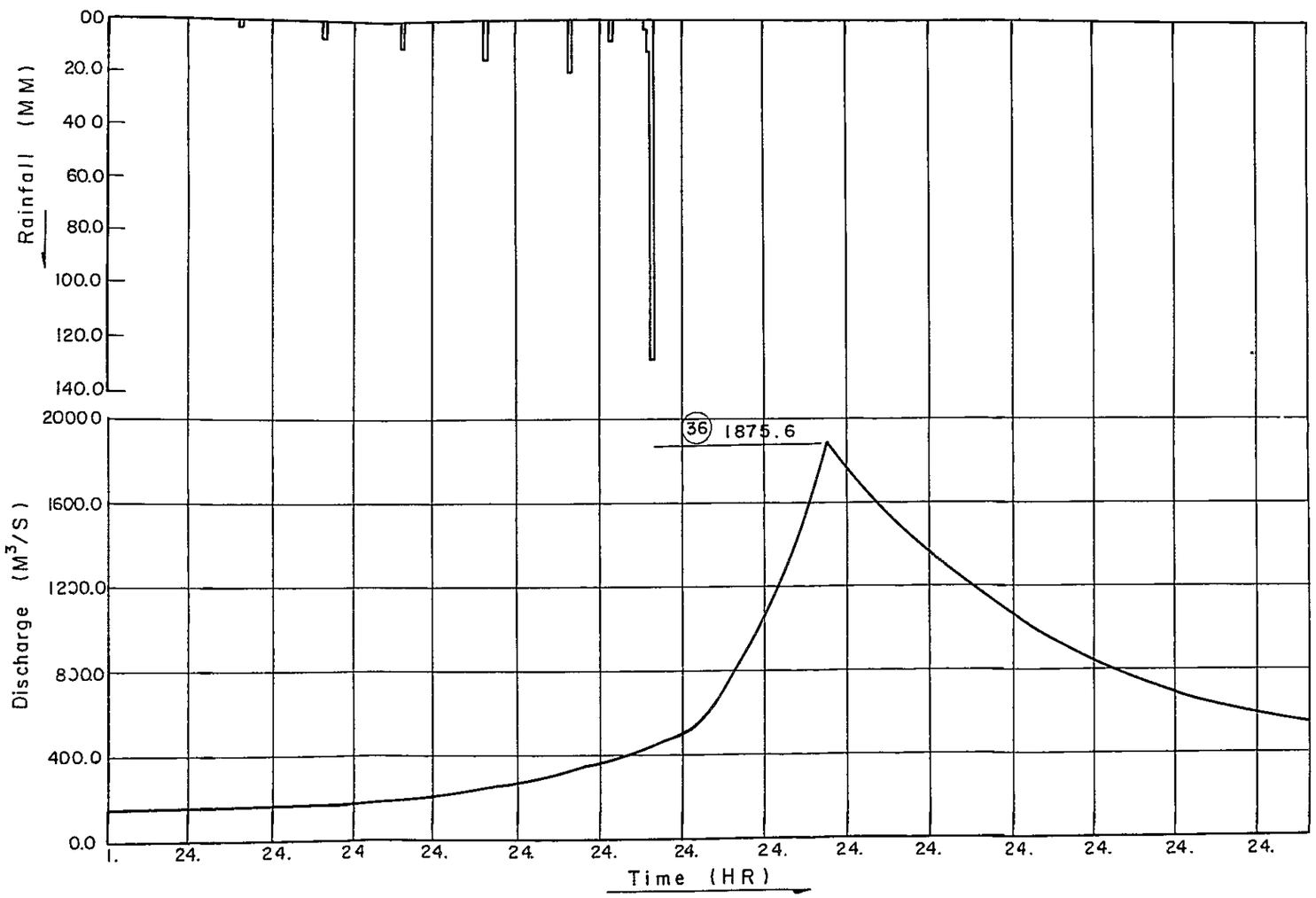
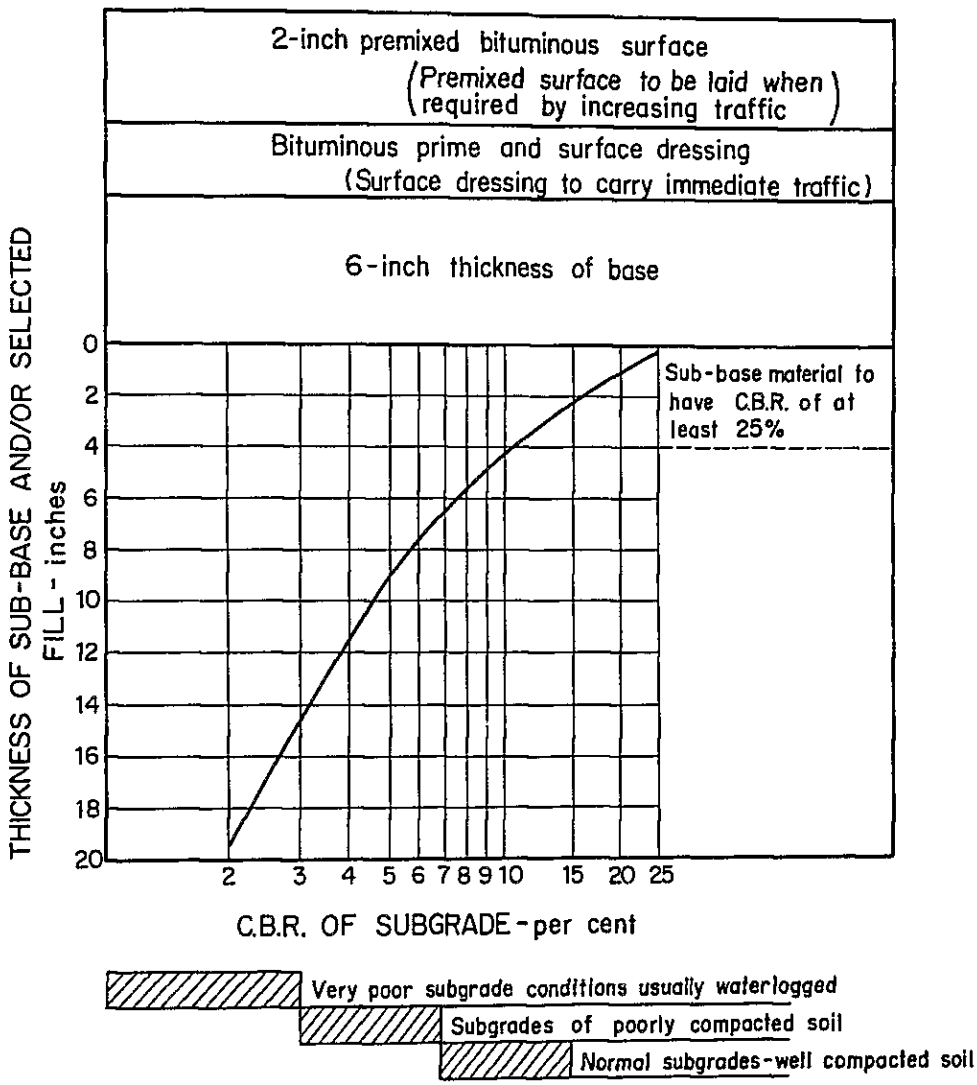


Figure 10-2 PAVEMENT DESIGN CHART

DESIGN CHART 2

(150-1500 commercial vehicles per day)



APPROXIMATE GUIDE TO SUBGRADE CONDITIONS

Figure 10-3 IMPLEMENTATION AND WORK SCHEDULE

IMPLEMENTATION SCHEDULE

Clearing and Grubbing	ha	91
Soil Excavation	m^3	397,300
Rock Excavation	m^3	21,400
Embankment	m^3	517,500
Selected Fill	m^3	119,600
Subbase and Shoulder	m^3	140,800
Base	m^3	13,000
Prime and SSBT	m^2	81,300
Pipe Culvert	m	2,640
Box Culvert	m	80
Short Span Bridge	m	609

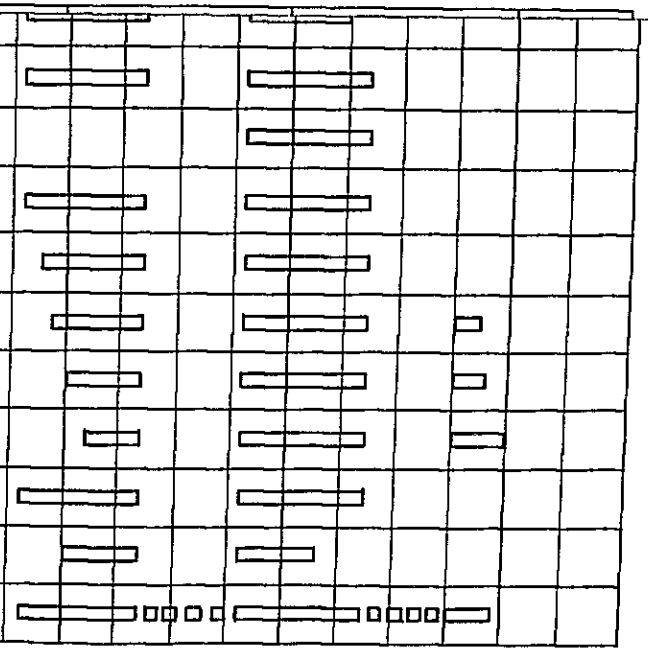
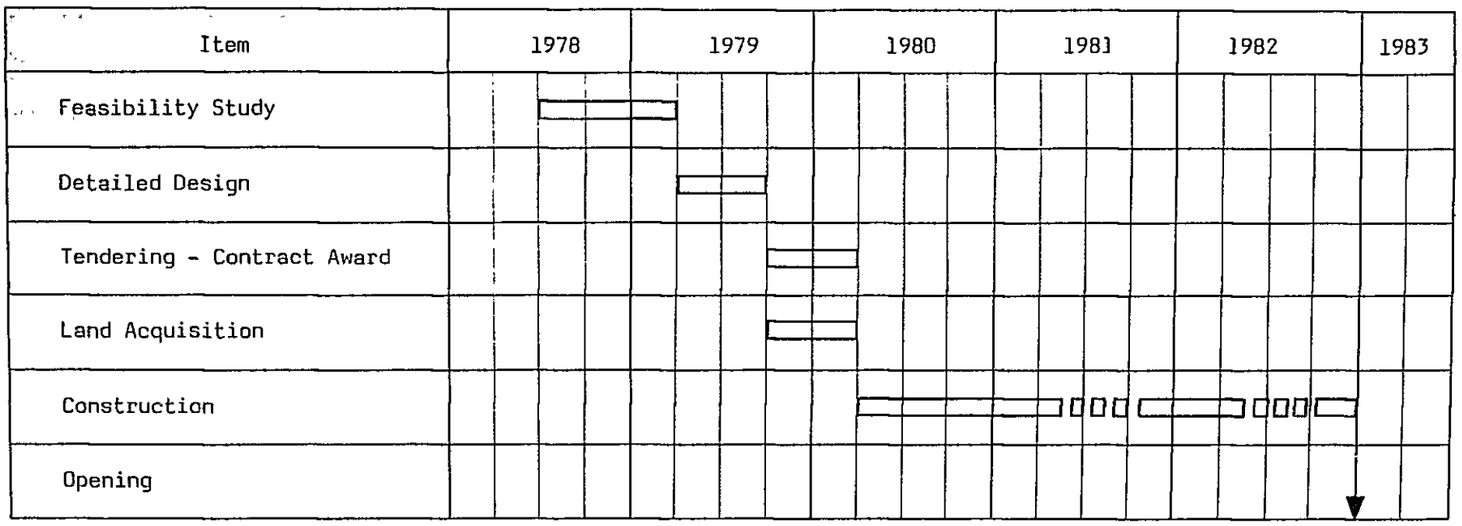


FIGURE 10-3

Figure 10-3 IMPLEMENTATION AND WORK SCHEDULE

IMPLEMENTATION SCHEDULE



WORK SCHEDULE (LOT - I) L = 79.8 KM (0 KM - 79.8 KM)

Work Item	Unit	Quantity
Mobilization and Preparatory Works	—	
Clearing and Grubbing	ha	7
Soil Excavation	m^3	285,600
Embankment	m^3	329,900
Selected Fill	m^3	91,500
Subbase and Shoulder	m^3	154,900
Base	m^3	72,900
Prime and SBST	m^2	460,500
Pipe Culvert	m	2,370
Box Culvert	m	80
Short Span Bridge	m	343

WORK SCHEDULE (LOT - II) L = 71.5 KM (79.8 KM - 151.3 KM)

Work Item	Unit	Quantity
Mobilization and Preparatory Works	—	
Clearing and Grubbing	ha	51
Soil Excavation	m^3	397,300
Rock Excavation	m^3	21,400
Embankment	m^3	517,500
Selected Fill	m^3	119,600
Subbase and Shoulder	m^3	140,800
Base	m^3	13,000
Prime and SSBT	m^2	81,300
Pipe Culvert	m	2,640
Box Culvert	m	80
Short Span Bridge	m	609

第11章

評　価

第11章　評価

11－1　まえがき

選択された最適ルートでの道路建設による道路網の整備は，種々の便益をもたらすことになるであろう。数量化できる主要な便益は，道路利用者費用の節減ならびに，農業生産の純付加価値の増加である。さらに主要な効果の一つは，プロジェクト・エリアと外部地域を結ぶ道路網ができることによるインパクトであり，プロジェクト・エリアが外部地域の主要地と完全に結ばれることによりこの地域の住民にとってコミュニケーションが非常に容易になる。このように計画道路の建設は，バランスのとれた便益をもたらすことになると信ずる。

11－2　経済評価

11－2－1　経済費用

プロジェクトの経済費用は，税およびその他の移転項目を財政費用から差引いたものとし，直接工事費，設計および管理費，予備費（物価変動予備費は除く），用地費ならびに道路維持費を含んでいる。経済費用は１９７８年価格で見積られた。道路建設の初期投資額および毎年の道路維持費を下記に示す。さらに１９８９年にオーバーレイの費用として３７.６百万バーツが必要である。

Construction Cost

	(million Baht)
1979	8.1
1980	50.8
1981	96.4
1982	96.4

Annual Routine Maintenance Cost

	(million Baht)
1983	2.8
1989	3.0
1990	2.7
1997	2.8

予測された農業便益を達成するために必要な費用は，最初の開墾費と毎年の生産費であるが，これらの費用はプロジェクトの費用には含めず，純農業便益の算定の際差引かれている。

11－2－2 経 済 便 益

経済的内部収益率の計算の際に考慮された便益は，道路利用者費用の節減と農業生産の純増分である。

走行費および旅客の時間費用の節減から成る道路利用者便益は，第9章で行われた交通量予測に基づいて以下のように計算された。

Road Users' Cost Savings

(million Baht)

	1983	1989	1997
Normal Freight Traffic	0.8	1.0	1.3
Normal Passenger Traffic	44.2	48.8	55.3
Induced Passenger Traffic	2.8	5.5	5.8
Total	47.8	55.3	62.4

農業便益の要素については第５章に論じられている。最適ルートについての農業便益は生産の純価値および最初の開墾費を，ルート代替案－Ⅰと－Ⅱの区間ごとの値を組合せることにより以下に示す如く算定した。

Agricultural Benefits

	1983		1989		1997	
	W	$\bar{W}$	W	$\bar{W}$	W	$\bar{W}$
Area (1,000 rai)						
Maize	324	324	380	338	403	354
Paddy	180	180	206	190	211	204
Beans	143	143	182	156	192	172
Net Value of Production (million Baht)	143.4	124.3	190.4	139.6	206.2	159.9
Land Preparation Cost (million Baht)	5.5	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6
Increment of Net Added Value (million Baht)	15.2		51.0		46.3	

11－2－3 経済的内部収益率

上述の経済費用および経済便益から計算した，経済的内部収益率（ＥＩＲＲ）は２０.４％となった。これはタイ国の資本の機会費用をはるかに越えるものであり，国民経済の見地から，このプロジェクトの実施は妥当なものであると言える。なお費用および便益の流れをTable１１－１に示す。

11－2－4 感度分析

主要要素の変化に対するＥＩＲＲの感度を ⅰ）１０％費用が増加した場合， ⅱ）１０％便益が減少した場合， ⅲ）ⅰ）とⅱ）が同時に起る場合の３ケースについて分析した。それぞれのケースのＥＩＲＲを次に示す。

EIRR (Sensitivity Analysis)

(%)

Case (i)	Case (ii)	case (iii)
18.8	18.7	17.1

この感度分析の結果は，主要要素の変動に対してプロジェクトの経済的妥当性の変化は比較的鈍く，いずれのケースでもプロジェクトは妥当なものであることを示している。

11－3　社会的インパクト

本プロジェクトは，地域社会に対して多くの数量化できない社会的インパクトを与える。本プロジェクトが建設された場合には国道２１号線とベチャブンでまたウィチャン・ブリを経由して結ばれ，また国道２０５号線とタ・マドクで結ばれる全天候型道路の幹線道路網が完成する。これは将来のさらに密な道路網整備の基礎となるものである。プロジェクトのもう一つの重要な効果は，既存の社会的な施設の大部分が集中している県の中心部，すなわちベチャブンおよびラム・ナライとプロジェクト・エリアが完全に結ばれるということである。したがって全天候型道路の整備は，主要市場，学校，医療機関および行政機関へのアクセスを容易にし，地域住民の福祉向上に多くの便益を与えることになる。

また県の中心部と容易に連絡できることはプロジェクト・エリアの生活水準の向上を促進することになるであろう。都市部における経済発展の実態について多くの情報がもたらされることにより，プロジェクト・エリアの経済活動の活発化が促進され，特に，本プロジェクトによる農業開発から生じる所得の増加は，プロジェクト・エリア内の消費や，それに伴う投資を促がすことになる。これらの相乗効果は，所得の地域較差の是正に大いに役立つものと思われる。

11－4　フィーダー道路の整備

今回の調査はプロジェクト・エリアにおける全天候型の主要幹線道路の計画に的がしぼられている。したがって，次の段階では，プロジェクト・エリアの全体の道路網を完成するために何本かのフィーダー道路の建設を考慮することが必要となる。

フィーダー道路のうち重要なものは，地方行政および治安を強化するために必要な，郡庁所在地と国道２１号線とを結ぶものである。プロジェクト・エリア内にはウィチャン・ブリとシ・テップの２つの郡庁所在地があり，前者に対しては国道２１号線から立派なアスファルト舗装道路が通じているが，後者に対しては貧弱な砂利道しか整備されていない。したがってシ・テップへのアクセス（シ・テップ－マイ・サリカ間，道路リンク－８）が最も重要なフィーダー道路と考えられる。

この道路区間の改良のために必要な費用は，価格変動予備費を除いて４２，２３２千バーツと見積られる。これは，プロジェクト費用の１２％に相当するが，一方便益は約２％しか増えない。このことはこの区間の建設のための追加投資自体は経済的には妥当でない事を意味する。しかしながら，感度分析の結果から判断すると，この投資額を加えたとしてもプロジェクトは依然とし

て十分フィージブルであると言える。

11－5 結　論

本プロジェクトは，技術的にも経済的にも妥当なものであり，又多くの社会的インパクトをもたらすものである。したがって，タイ国政府は，道路が計画通り１９８３年に供用開始されるよう，プロジェクトの実現のための次の段階，つまり工事の詳細な仕様を決定し，正確な工事費の見積を行うための詳細調査および詳細設計の段階に進むことが望ましい。

TABLE 11-1

Table 11-1 COSTS AND BENEFITS STATEMENT
(OPTIMUM ROUTE)

(million Baht)

	COSTS			BENEFITS			DISCOUNTED AT 12%	
Year	Const. Cost	RMC	Total	Agricultural Benefit	Road Users' Benefit	Total	Costs	Benefits
1979	8.1		8.1				8.1	
1980	50.8		50.8				45.4	
1981	96.4		96.4				76.8	
1982	96.4		96.4				68.6	
1983		2.8	2.8	15.2	47.8	63.0	1.8	35.7
1984		2.8	2.8	20.5	49.1	69.6	1.6	35.3
1985		2.9	2.9	25.8	50.3	76.1	1.5	34.4
1986		2.9	2.9	31.0	51.6	82.6	1.3	33.4
1987		2.9	2.9	36.3	52.8	81.1	1.2	32.1
1988		3.0	3.0	41.6	54.1	95.7	1.1	30.8
1989		40.6	40.6	51.0	55.3	106.3	13.1	30.6
1990		2.7	2.7	50.4	56.2	106.6	0.8	27.4
1991		2.7	2.7	49.9	57.1	107.0	0.7	24.5
1992		2.7	2.7	49.3	58.0	107.3	0.6	21.9
1993		2.8	2.8	48.8	58.9	107.7	0.6	19.7
1994		2.8	2.8	48.2	59.7	107.9	0.5	17.6
1995		2.8	2.8	47.6	60.6	108.2	0.4	15.8
1996		2.8	2.8	47.1	61.5	108.6	0.4	14.1
1997		2.8	2.8	46.3	62.4	108.7	0.3	12.6
Total	251.7	80.0	331.7	609.0	835.4	1,444.4	224.8	385.9

Discounted Economic Costs (mil. B):

Construction Cost	198.9
RMC	25.9
Total	224.8

Discounted Economic Benefits (mil. B):

Agricultural Benefit	154.0
Road User's Benefit	231.9
Total	385.9

Net Present Value (mil. B): 161.1

Benefit Cost Ratio: 1.72

IRR (%): 20.4

JICA