

### 6-3 フィーダー道路設計基準

#### 6-3-1 一般事項

本幹線道路に接続するフィーダー道路の設計基準として、サラワク州フィーダー道路規格があるが、幹線規格と同様、諸元の設定は必ずしも充分でなく、特に地形的区分による諸元の設定が欠けている。

JICA調査団は関連フィーダー道路の設計にあたり、幹線道路の設計のために新幾何構造基準を設定したのと同様の理由で、フィーダー道路の新幾何構造基準を設定した。これは、

“Feeder Road Standard” of Sarawak P.W.D

をもとに

“Minimum Geometric Design Criteria for New Roads in Rural Area, Group 02” of Peninsular Malaysia P.W.D

を参考にして設定したものである。

この3基準は表6-3のとおりである。

#### 6-3-2 幾何構造基準

前記のように新幾何構造基準では平坦地、丘陵地および山地に地形的区分を行い、これに対応する諸元を設定した。以下、これらの内の主なものについて概要を述べる。

##### (1) 設計速度

サラワク州フィーダー道路規格によれば、設計速度は4.8~6.4 Km/hr (3.0~4.0 mph) であるが、本基準より低い建設費で十分なサービスを提供できるように地形的区分を行い、平坦地で6.4 Km/hr (4.0 mph)、丘陵地で4.8 Km/hr (3.0 mph)、山地で4.0 Km/hr (2.5 mph)とした。

##### (2) 横断幅員構成

車線の幅員はフィーダー道路規格と同様4.27 m (14 ft)とした。

路肩の幅員は建設費およびサービス面を考慮し、平坦地および丘陵地については、フィーダー道路規格と同様2.44 m (8 ft)としたが、山地においては0.91 m (3 ft)とした。

その他の諸寸法は同規格に準じている。

Table 6-3 Comparison of Design Criteria

	Recommended			Sarawak	Peninsular (02)		
	F	R	M		F	R	M
1. Terrain				—			
2. Design Speed	64 (40)	48 (30)	40km/H (25mph)	48 ~ 64 km/H (30 ~ 40mph)	64 (40)	48 (30)	40 (25mph)
3. Pavement Type				—			
4. Surface Width (Pavement Width)	4.27m	(14)		4.27m (14)	4.88m	(16)	
5. Usable Shoulder	2.44 (8)	2.44 (8)	2.91 (3) <sup>m</sup>	2.44m (8)	1.22 (4)	1.22 (4)	0.91m (3)
6. Formation Width	9.15 (30)	9.15 (30)	8.53 (28) <sup>m</sup>	9.15m (30)	8.53m	(28)	
7. Central Reservation				—			
8. Reserve Width	40/30m	(132/99)		40/30m (132/99)	20m (66)	30 (100) <sup>m</sup>	
9. Maximum Gradient Normal Absolute	5 6	6 8	8 10	5% 10%	6	8	10%
10. Critical Grade Length Against Absolute	183 (600)	122 (400)	122m (400)	—	Use Lay byes.		
11. Stopping Sight Dist. — Min.	84 (275)	61 (200)	61m (200)	—	84 (275)	61 (200)	61m (200)
12. Passing Sight Dist. — Min.	458 (1,500)	336 (1,100)	336m (1,100)	168m (550)	458 (1,500)	336 (1,100)	336m (1,100)
13. Minimum Radius	214 (700)	153 (500)	100m (330)	214m (700) 153m (500)	131 (430)	70 (230)	46m (150)
14. Transition Curves Min. L	64 (210)	55 (180)	55m (180)	—	64 (210)	55 (180)	55m (180)
15. Widening	0.6 (2)	0.9 (3)	1.5m (5)	According to P.W.D. Tables	0.6 (2)	0.9 (3)	1.5m (5)
16. Superelevation Max./Min.		1:10		1:12 (8.3%)/1:30 (3.3%)	1:10		
17. Camber Cross Fall		1:30		1:30 (3.3%)	1:30		
18. Vert. Curves Crest Min. K	17 (55)	9 (28)	9m (28)	—	17 (55)	9 (28)	9m (28)
Sag Min. K	17 (55)	11 (35)	9m (30)	—	17 (55)	11 (35)	9m (30)
19. Oblique Grade	10.5	11.5	11.5%	—			

Note: Figures in parenthesis are in feet.

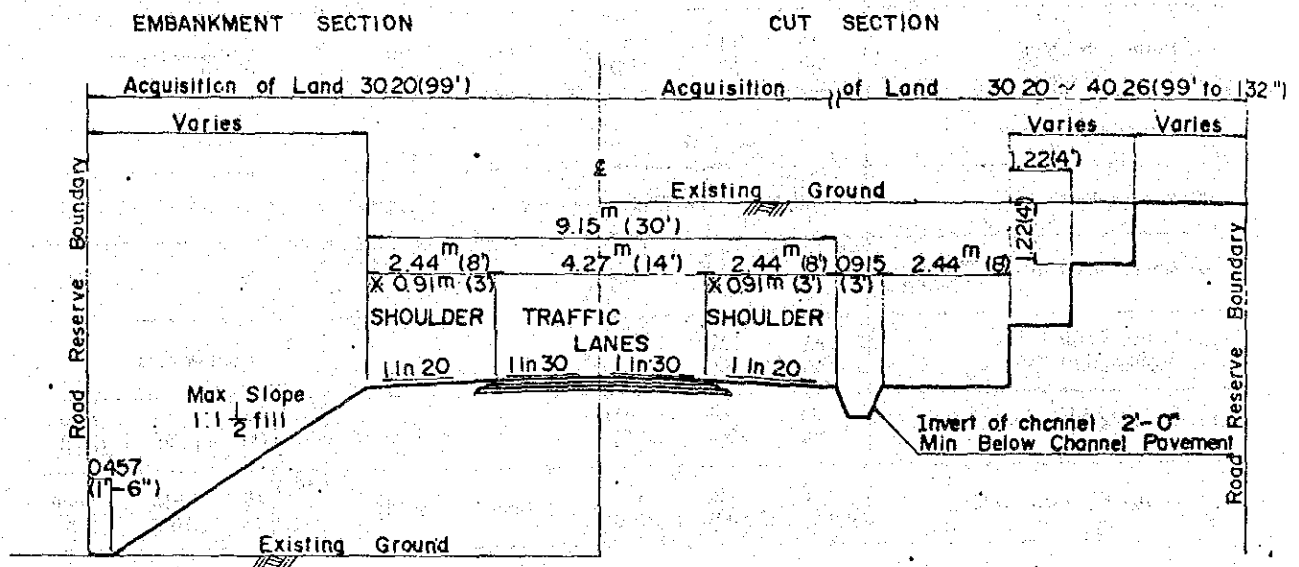
F: Flat  
R: Rolling  
M: Mountainous

(3) 最小曲線半径

フィーダー道路規格では通常  $21.4\text{ m}$  ( $70.0\text{ ft}$ )、やむを得ない場合  $15.3\text{ m}$  ( $50.0\text{ ft}$ ) としているが、本基準では平坦地で  $21.4\text{ m}$  ( $70.0\text{ ft}$ )、丘陵地で  $15.3\text{ m}$  ( $50.0\text{ ft}$ )、山地で  $10.0\text{ m}$  ( $33.0\text{ ft}$ ) とした。

フィーダー道路の標準断面を図 6-2 に示す。

Fig. 6-2 TYPICAL CROSS SECTION OF FEEDER ROAD.



NOTE

\*

THE WIDTH OF SHOULDER ON THE MOUNTAINOUS AREA FOR TERRAIN EVALUATION

(4) 最大勾配及び制限長

提唱値は、幹線道路で規定した基準と同様である。

## 6-4 幹線計画の比較

### 6-4-1 ルートによる比較

本プロジェクトの新設幹線道路は第4 Division 域内の現道 Beluru Loagan Bunut 道路の終点 Sg. Tinjar の右岸より域内唯一のサブセンターとしての Long Lama および Gunong Mulu 国立公園指定地内を経て第5 Division 域内の現道の終点 Ng. Medamit までの区間に建設される。

この幹線道路の概略設計に先だち5万分の1地形図により、路線選定作業が行われ比較ルートが選定された。さらに Gunong Mulu 国立公園内のルート2案については建設費の比較検討も行われ最終ルートが選定された。これらの比較ルートを図6-3に示す。

これらの路線選定に当っては自然条件の考慮はもちろん、次の交通および経済的観点からも考慮がなされた。

- 1) Baram 地域の開発拠点としての Long Lama を経由すること。
- 2) 農業開発ポテンシャルの高い地域を通過すること。
- 3) 主要コミュニティに対して必要に応じてフィーダー道路によるアクセスができる限り可能になること。
- 4) 主要河川とプロジェクト道路との交差点付近に平坦ないしは将来のコミュニティ開発用地として開発可能な土地が一定規模であること。
- 5) 保存すべき自然、資源、生態に悪影響を与えないこと。

比較ルートの概要および検討結果は次のとおりである。

#### (I) Batang Baram ~ Sungai Tutoh 間

##### a) 比較第1案

Long Lama よりスワンプ地帯を避けつつ集落 R. Akam Ajan および Long Buaning に接して Sg. Apoh を渡河し、蛇行する Sg. Apoh 添いのスワンプ地帯を再び避け、Long Terawan に近づきつつ地質状態が安定し、河幅が狭い Sg. Tutoh の渡河地点に達する。

##### b) 比較第2案

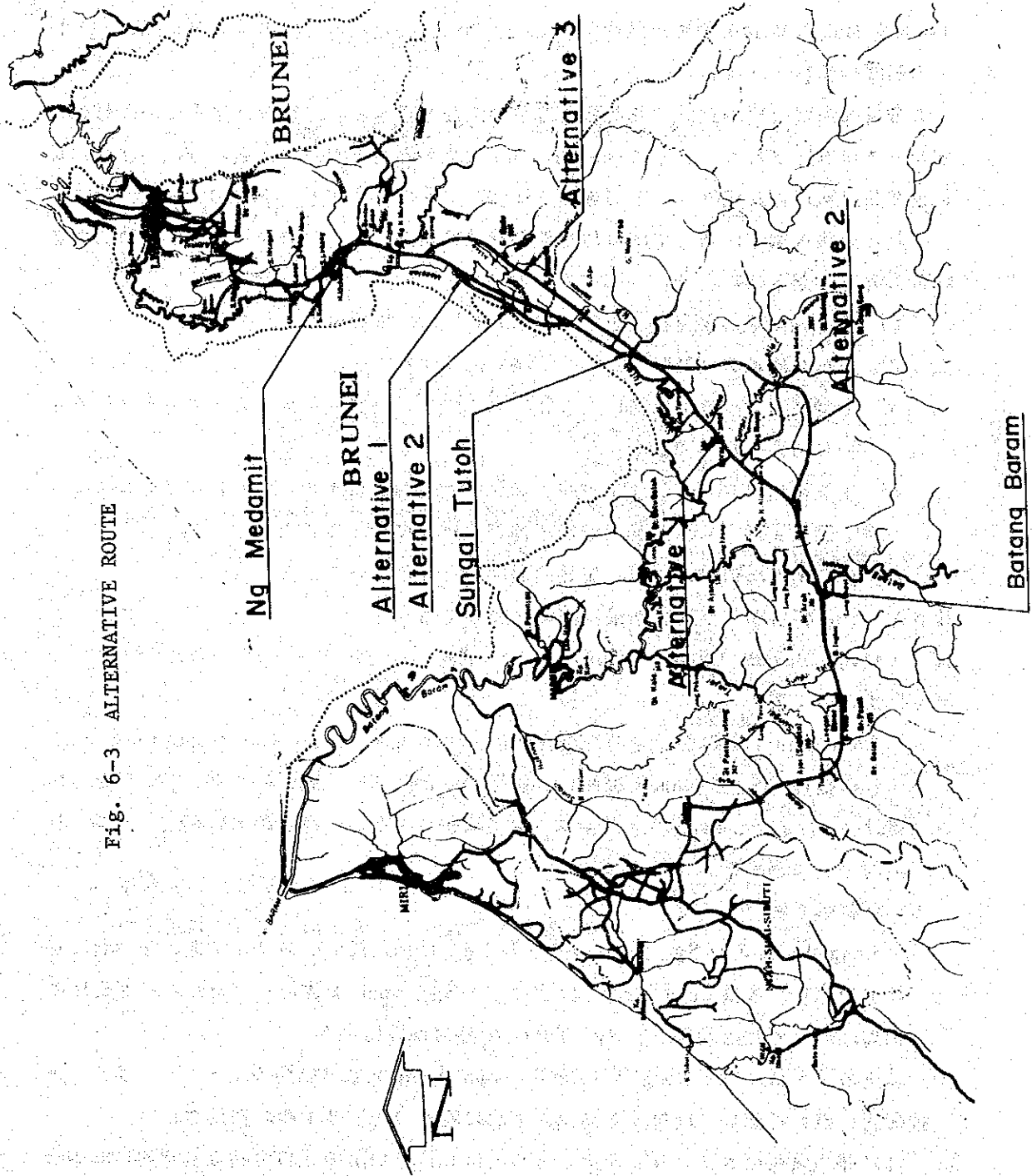
Long Lama より Sg. Bemong および Sg. Lahai 添いのスワンプ地帯を南側に避けて通過し、集落 Long Apoh に近接して Sg. Apoh を渡河し、Melana 保安林の山麓に沿って北上迂回し、Sg. Tutoh の渡河地点に至る。

以上の2案について Long Atip と R Akam Ajan 地区の開発のポテンシャルと技術的比較を考慮して検討した結果、下記の理由で比較第1案が採用された。

- i) 地域開発のポテンシャルとしては Long Atip の人口分布は経年的に減少しているのに対し、R. Akam Ajan は年間 2.6% の順調な伸びが見られており、またその可能性も第1案が大である。

- ii) 技術的比較としては第2案は第1案に比べ延長が約 10 Km 長く土工量が大である。

Fig. 6-3 ALTERNATIVE ROUTE



(2) Sungai Tutoh ~ Ng. Medamit間

a) 比較第1案

Sg. Tutohより西側ブルネイ国境と東側山なみとの間の鞍部を含む丘陵、山地部を南北に通りNg. Medamitに至るルートであり、将来Gunong Mulu国立公園への取付に便利である。

b) 比較第2案

Sg. Tutohよりブルネイ国境添いに北上し、Ng. Medamitに至るルートであり、未確定な国境線と交叉する懸念がある。

c) 比較第3案

Sg. Tutohより東側に位置するGunong Mulu, Gunong Apiの険しい山脈とブルネイ国境の山なみとの間のSg. Assam および Sg. Mentakongの流域を通り、Ng. Medamitに至るルートである。

比較第3案のルートは年間2,500~3,000mmの熱帯多雨地帯のため、毎年洪水を受ける。またGunong Mulu調査隊はこの地区は学術的価値が多く、道路建設による環境破壊の恐れがあることを指摘している。

このため技術上のみならず社会および経済上の観点よりこのルートは不採用とし、第1案および第2案についてさらに詳しく比較検討を行った。

これらの平面および縦断図はAppendix Fig. A-6-1~A-6-5に示してある。

第1案および第2案を比較すれば表6-4~表6-6に示される通りである。

以上の比較検討の結果、技術面およびコスト面ですぐれた第1案の採用を決定した。

Table 6-4. Comparison of Alignment

	Alternative 1	Alternative 2
i. Length of Route	27.4 km	28.4 km
ii. Terrain	Rolling/mountainous	Rolling/mountainous
iii. Min. Radius	1,500 m	1,000 m
iv. Max. Gradient	6%	6%
v. Length of Bridge	340 m	280 m
vi. Nos. of Culvert		
Box Culvert	14	14
Pipe Culvert	65	67

Table 6-5 Comparison of Work Quantity

		Alternative 1	Alternative 2
i.	Clearing/Grubbing	495,940 m <sup>2</sup>	651,360 m <sup>2</sup>
ii.	Excavation/Embankment		
	Cut. Soil	65,000 m <sup>3</sup>	856,675 m <sup>3</sup>
	Soft - Rock	-	225,825 m <sup>3</sup>
	Hard - Rock	-	56,400 m <sup>3</sup>
	Embankment	45,000 m <sup>3</sup>	533,030 m <sup>3</sup>
iii.	Pavement		
	Subgrade preparation	200,600 m <sup>3</sup>	207,900 m <sup>2</sup>
	Sub-Base/Base Course	40,100 m <sup>3</sup>	41,600 m <sup>3</sup>
	Bituminous Primecoat/Surface	200,600 m <sup>2</sup>	207,900 m <sup>2</sup>
iv.	Bridges		
	Short-Span	1,190.4 m <sup>2</sup>	892.8 m <sup>2</sup>
	Intermediate-Span	992 m <sup>2</sup>	992 m <sup>2</sup>
	Long-Span	-	-
v.	Drainage Structure		
	Box-Culvert		
	2.0 x 2.0	72 m	72 m
	3.0 x 2.0	72 m	72 m
	3.0 x 3.0	72 m	72 m
	Pipe-Culvert		
	ϕ 900 m/m	924 m	966 m
	ϕ 1,500 m/m	672 m	672 m
vi.	Guard Rail	14,800 m	17,650 m
vii.	Marking	54,800 m	56,800 m
viii.	Traffic Signs	3 ech	3 ech

Table 6-6 Comparison of Construction Cost  
(Unit: 1,000 MS)

		Alternative 1	Alternative 2
1.	Construction Cost (a)	15,224	28,813
	Clearing/Grubbing	2,400	3,167
	Excavation/Embankment	671	13,329
	Pavement	6,632	6,877
	Bridges	4,487	3,910
	Drainage Structures	289	294
	Guard Rail	977	1,165
	Marking	66	69
	Traffic Signs	2	2
ii.	Contingencies (b) (a x 10%)	1,553	2,882
iii.	Survey and Administration Fees (c) (a + b x 10%)	1,708	3,170
iv.	Total Construction Cost (a + b + c)	18,785	34,869

#### 6-4-2 施工方法による比較

##### (1) 概要

プロジェクト道路の改良および新設を全線同時に施工するには巨額な資金、多くの機械力、労働力を要し、経済的に好ましくない。このため、地域的な自然条件と地域開発の優先度、施工技術の難易により段階施工計画を立案し、初期投資の効果を大にする必要がある。

段階施工の検討は、計画道路の施工期間と横断構成の両方について行った。施工区間としては技術的、経済的妥当性および幹線道路の役割を考慮して施工順位を決めなければならない。

##### (2) 建設工区の設定

道路建設において計画された建設を経済的に短期間に完成せしめるには、そのプロジェクトをいくつかの工区に分割しなければならない。また、その分割は次の各要素を考慮し決定する。



- 地域の自然条件
- 経済的、財政的な観点
- 建設規模、工種および工程
- 施工業者の技術経験および能力

本幹線道路は前述の如く大河川に分断されるなどの自然条件に特徴のある地域であり、工区の設定はその建設工程を左右する要素となる。

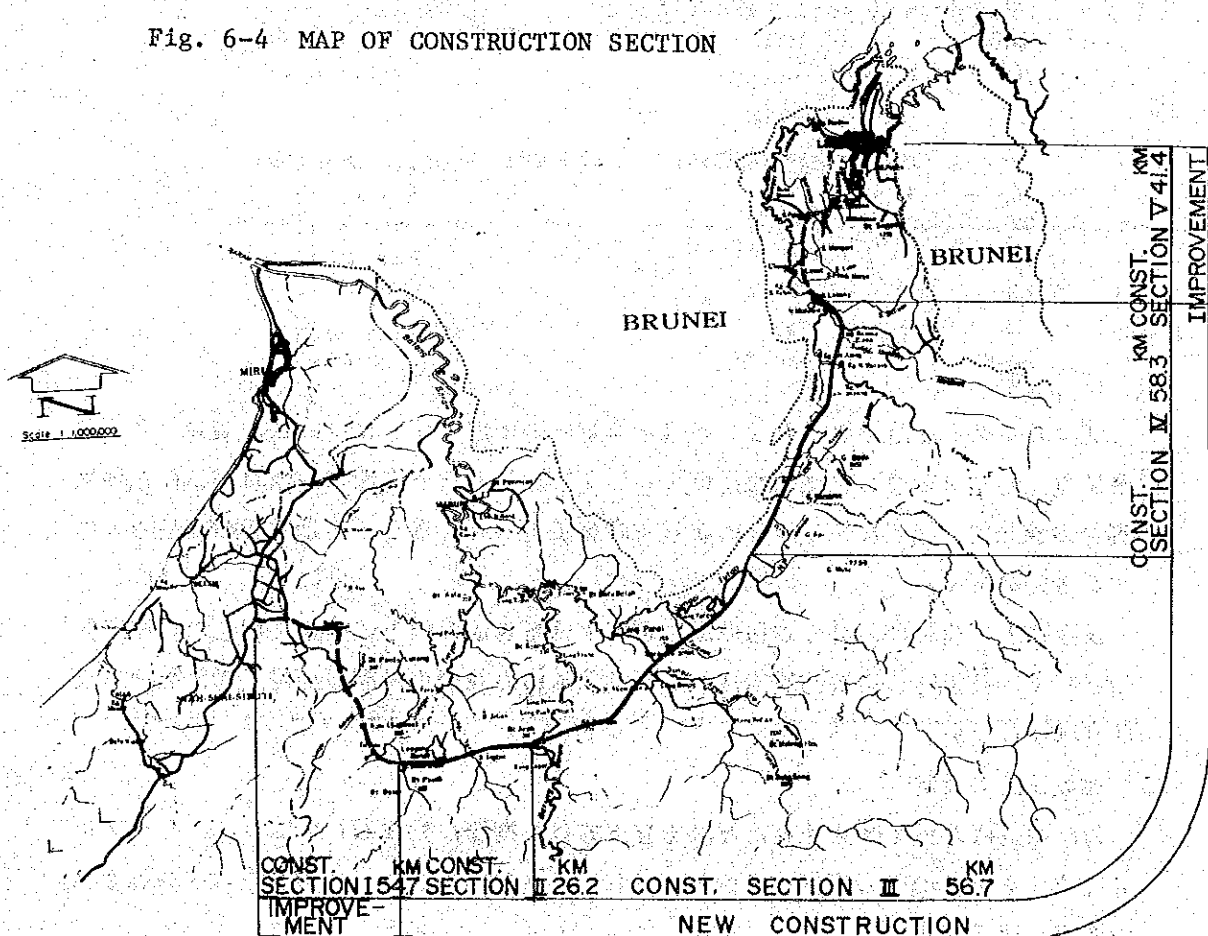
特に、

- 1) 現道改良部分および新設部分
- 2) 地元施工業者および外国施工業者の別
- 3) 建設資材の供給および建設材料の分布
- 4) 段階施工の方法および規模

等について検討しなければならない。

以上の諸条件を考慮して図 6-4 の如くに建設工区を設定した。以下工区の概要について述べる。

Fig. 6-4 MAP OF CONSTRUCTION SECTION



### (3) 建設工区の概要

#### ○ 第Ⅰ工区 (L = 54.7 Km - 1.2 マイル)

Miri - Bintulu 幹線道路の分岐点 (Miriより3.4マイルの地点)よりBeluruの手前1 Km (ここをBeluru分岐点と呼ぶ)までの18.4 KmおよびBeluru分岐点よりSg. Tinjarまでの36.3 Kmの区間である。

最初の18.4 Kmの区間は1969年に建設され、その規格はサラワク州設計基準によるフィーダー道路規格である。

工事量としては幹線道路への規格アップに伴う土工、木橋の永久橋化および舗装工事が見込まれている。Beluru分岐点よりBeluruまでの1 Kmの区間は本線から支線としてプロジェクト対象区間からはずす。

Beluru分岐点より9.7 Kmの地点まではフィーダー道路規格で、残りは幹線道路規格で施工されている。橋梁はすべて永久橋であり舗装は砂利舗装である。

終点Sg. Tinjarの左岸より4 Kmの区間は現在MRCU10にて、1975年より継続施工中で1980年に完成が予定されている。

工事量としては9.7 Km区間の規格アップに伴う土工および舗装工事が見込まれている。

Sg. Tinjarに架設される橋長約100 mの橋梁はコロポプランによりオーストラリア国によって調査が終了し、現在設計中で近々施工がなされる予定になっている。

#### ○ 第Ⅱ工区 (L = 26.2 Km - 1.63 マイル)

Sg. Tinjar右岸よりLoagan Bunut湖の南側を経てSg. Truを渡り、Batang Baram右岸に至る延長26.2 Kmの新設区間である。

#### ○ 第Ⅲ工区 (L = 56.7 Km - 3.52 マイル)

Batang Baram右岸よりLong Lamaの北部を経てBatang Baram沿いに東進し、Sg. Apoh, Sg. Terawan, Long Terawan南東10 Km地点およびSg. Tutohを経てN. P. Base camp入口に至る。

この区間はSg. ApohおよびSg. Tutohとも大型資機材の搬入路として不適なためLong Terawan付近より延長約2 Km程度の取付道路を建設する必要がある。

#### ○ 第Ⅳ工区 (L = 58.3 Km - 3.62 マイル)

N. P. Base camp入口よりBurunei国境沿いに北上し、第4地区および第5地区の県境を経てSg. Medalamを横断し、Sg. Limbang右岸において現道に連絡する延長59.6 Kmの新設区間である。Sg. Limbangの左岸にはNg. Medamitがあり右岸には木材キャンプがある。

この区間はGunong Mulu国立公園指定域を通過し、将来観光開発の予測される地域でもある。

現在、Sg. Tutohより林道が開発されているので資機材搬入は可能である。

○第V工区(L=41.4 Km-25.7マイル)

Sg. Limbang 右岸より Limbang 中心部までの現道区間である。現道は1966年以前にフィーダー道路規格で建設され、一部 Limbang 内のアスファルト舗装を除き砂利舗装である。

工事量として幹線道路への規格アップに伴う土工、橋梁の架換えおよび舗装工事が見込まれている。

#### (4) 段階建設方式

本幹線道路建設に当り Miri - Bintulu 幹線道路分岐点～Sg. Tinjar 間および、Ng. Medamit～Limbang 間の現道改良区間とその両区間に連絡する新設区間との建設は当然優先順位が存在する。すなわち、地域開発的要素を優先すれば現道改良と第4地区のサブセンターである Long Lama までの開発を優先すべく Sg. Tinjar より Batan Baram を経て Long Lama に至る区間の新設を最優先とすべきである。以下段階施工について述べる。

##### (A) 横断構成

横断構成面より段階施工を検討すれば、次の如き施工法が考えられる。

- a) 初期段階において1車線幅(車道幅3.66m、路肩 $3.05 \times 2 = 7.10$ m)の砂利舗装とし、橋梁および他の構造物も1車線幅に施工する。第二段階において2車線幅に改良する。
- b) 2車線幅の砂利舗装で供用開始し、第二段階で逐次アスファルト舗装の施工をする。
- c) 橋梁のみ1車線で供用開始し、将来2車線に改良もしくは新設する。

a) は中間報告書で提案したが、サラワク州より強い要請により初期段階より2車線幅として施工することにする。また、c) については大スパン橋梁に対しては1車線幅では構造的に計画できない場合があり、小スパンの場合でも下部構造計画において困難をきわめる場合があるので、初期段階より2車線幅の施工とする。結局、2)の舗装の施工だけを取りあげることにする。舗装構造は第7章に述べるが、比較代替案として次の案が考えられる。

- i) 砂利舗装
- ii) 歴青路面処理舗装
- iii) 歴青舗装

予想交通量の多い Limbang 付近は当初から歴青舗装とするが、他は i) または ii) で初期施工を行い、8.2トン換算荷重の通過台数が50万回に達した時点で iii) を施工するものとする。

##### (B) 施工区間に対する着工の優先順位

本幹線道路建設計画は次の特性のある工区に分類される。

一 現道改良区間

Miri - Bintulu Rd ~ Beluru ~ Sg. Tinjar

Ng. Medamit ~ Limbang

一 新設区間

Sg. Tinjar ~ Long Lama ~ Ng. Medamit

工事区間の順位は域内の自然条件（熱帯性の雨期および乾期、河川の流入状況等）、開発地域の有無、工事量の大小および工事の難易等の諸条件により決定しなければならない。

現道改良のMiri - Bintulu Rd ~ Beluru 区間は砂利舗装2車線にて1966年より供用開始しており、Beluru 地域の社会、経済開発に効果が大きく、沿線住民の増加、交通量も年々増加しており、この区間の改良することによる効果は大である。

Ng. Medamit ~ Limbang 間も1966年より供用開始されているが、この改良による沿線開発への効果は現交通量の伸び率より推定しても、その伸びが増加し大となると考える。

新設区間は、

- 1) 地域コミュニティの中心である Long Lama
- 2) Gunong Mulu 国立公園を背景とする観光開発
- 3) 地域的な農、林業

等の地域的开发条件と工事量の規模および工事の難易により決定しなければならない。

Sg. Tinjar より Long Lama 間は域内のサブセンターとしての Long Lama の開発と沿線に点在する農業適地の開発、そして熱帯ジャングルを資源とする林業開発のポテンシャルの高いことより優先的な工事着手をすべきである。

Gunong Mulu 国立公園の観光地としての開発は、そこに保存される動植物の学術的開発を基本として世界一の規模といわれる鐘乳洞とともに期待されるもので、これらも社会、経済の開発を経て漸次拡大される。

このように新設区間の工事着手の優先順位は、次のとおりに考えられる。

順位	区間	延長 (Km)
1	Sg. Tinjar ~ Long Lama	26.2
2	Long Lama ~ Sg. Tutoh ~ N.P. Base camp 入口	56.7
3	N.P. Base camp 入口 ~ Ng. Medamit	58.3

### 6-5 主要構造物の比較

本プロジェクト地域最大の河川である Batang Baram の渡河施設について比較検討を行う。

Batang Baramの渡河方法としては次の2案がある。

- 1) 橋梁案
- 2) フェリー案

以下両案について述べる。

#### 6-5-1 Batang Baram 橋梁計画

Batang Baramは水量が豊富で年間を通じ河口のK. BaramよりLong Lamaまで、400トン程度の船舶の航行が可能であり、60～80人の座席をもつ旅客船も毎日運行されている。また、Long Lamaより上流における木材の搬出は現在行われていないが、将来の開発は当然予想される。

これらの船舶およびいかたの航行を考慮し、低水敷内には橋脚は設けず、支間30mのPC合成桁とし、左岸側に1連、右岸側に2連用い、橋長を240mとした。橋長は第5章で求めた洪水流量より決定したものである。

基礎構造はフェーズⅡで行ったボーリング結果をもとに左岸側はRC杭と、右岸側は鋼管杭とした。

Batang Baram 橋梁の一般図を図6-5に示す。また、工事数量を表6-7に、建設費を表6-8に示す。

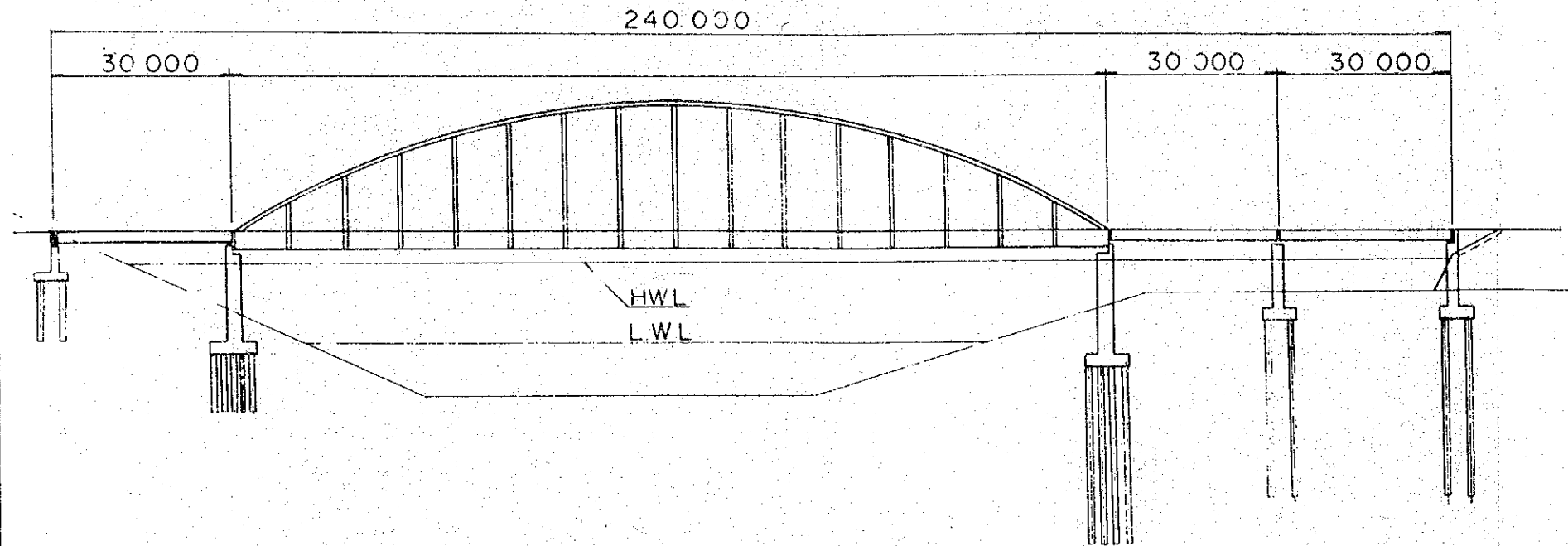
Table 6-7 Quantity of Work

	Items	Unit	Langer Girder	P.C. Beam	Total
Super-structure	Steel beams	ton	768.9		768.9
	Concrete	m <sup>3</sup>	357	396	753
	Formwork	m <sup>2</sup>	1,488	2,550	4,038
	Reinforcement	ton	71.4	33.3	104.7
	Pavement	m <sup>2</sup>	1,488	828	2,316
	P.C. Wire	ton		18.3	18.3
Sub-structure	Concrete	m <sup>3</sup>	572	720	1,292
	Formwork	m <sup>2</sup>	800	795	1,595
	Reinforcement	ton	25.8	43.2	69.0
	Excavation	m <sup>3</sup>	1,600	2,430	4,030
	R.C. Piles □500	m	350	160	510
	Steel pipe pile φ600	m	720	960	1,680



Fig 6-5 GENERAL VIEW OF BATANG BARAM BRIDGE

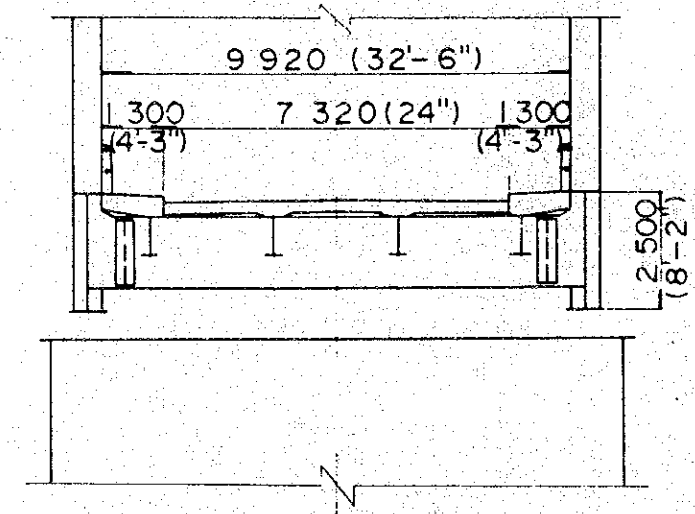
ELEVATION SCALE 1 : 500



PLAN SCALE 1 : 1 000

LANGER GIRDER SECTION

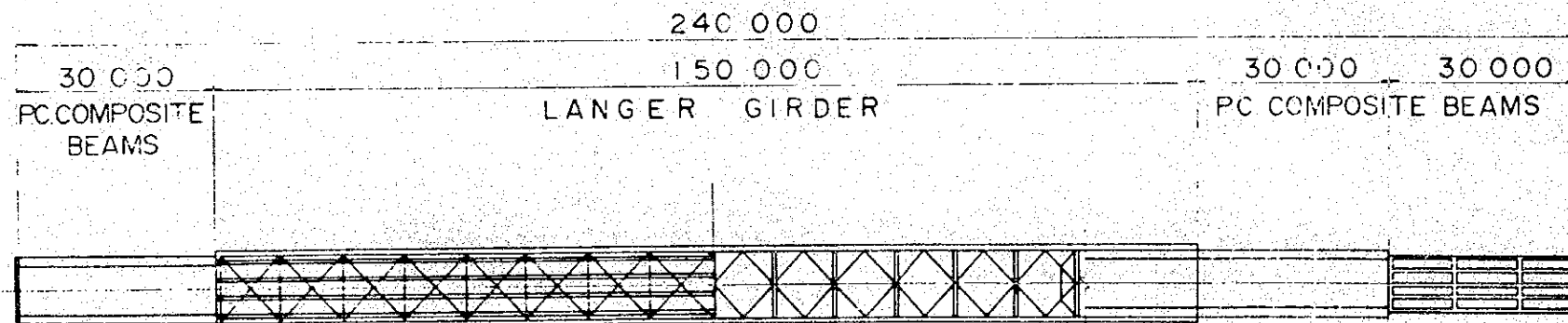
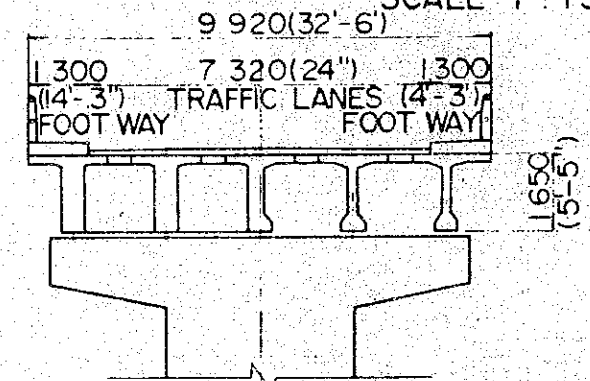
SCALE 1 : 150



PRESTRESSED CONCRETE

COMPOSITE BEAMS SECTION

SCALE 1 : 150



NOTE

1. SUPERSTRUCTURE TYPE IS OF LANGER GIRDER AND PRESTRESSED CONCRETE COMPOSITE BEAM.
2. ALL SIZES AND NUMBERS OF SUPERSTRUCTURE, SUBSTRUCTURE, AND FOUNDATION PILES ARE PRELIMINARY.
3. DIMENSIONS ARE IN MILLMETERS.





Table 6-8 Gross Breakdown of Estimated Construction Cost

Items	Quantities		Cost (M\$)	
	Unit	Quantity	Unit cost	Cost
Steel beams	ton	768.9	3,445.41	2,649,000
Concrete	m <sup>3</sup>	753	180.847	136,000
Formwork	m <sup>2</sup>	4,038	12.249	49,000
Reinforcement	ton	104.7	1,318.5	138,000
Pavement	m <sup>2</sup>	2,316	80.998	188,000
P.C. Wire	ton	18.3	3,432.87	63,000
Subtotal				3,223,000
Concrete	m <sup>3</sup>	1,292	166.988	216,000
Formwork	m <sup>2</sup>	1,595	12.249	20,000
Reinforcement	ton	69.0	1,318.5	91,000
Excavation	m <sup>3</sup>	4,030	7,079	29,000
Piles RC□500	m	510	116,466	59,000
Steel pipes φ600 m		1,680	137.3	231,000
Subtotal				646,000
Total				3,869,000

Note: Taxes are excluded from the above table

橋梁の維持費は第8章、表8-1-3により次のようになる。

	維持費 (1000M\$)
Langer girder	3.075
P C girder	$3.6 \times 0.09 = 0.32$
間接経費	$(3.075 + 0.32) \times 0.1 = 3.11$
合計	3.418

6-5-2 Batang Baramフェリー施設計画

(1) フェリーポート

Batang Baramを横断する推定交通量は第4章で述べたごとく、下記のようになる。

YEAR	Car/ Taxi	VAN/ P,UP	TRUCK	BUS	TOTAL
1985	151	31	95	34	311
1995	320	86	190	73	669
2005	609	162	316	140	1,227

当初は1隻のフェリーボートで運営を行い、容量が不足した時点で追加していく方法をとる。

1日10時間の運転、1往復に要する時間を平均20時間、初期のフェリーボートの容量を乗用車5台、トラック3台とすると、1日の最大輸送量は、

$$8 \text{ 台} \times 2 \times \frac{60}{20} \times 10 = 480 \text{ 台}$$

となる。

(2) フェリー施設

横断個所の水位の変化は、常時約1.0mが見込まれ、これだけの水位の変化に対応できる施設を設計した場合の案を図6-6に示す。

この施設はフェリーボートが2台の場合、問題がないが、3台以上になった場合は新たな施設を建造する必要がある。

(3) 建設費および維持管理費

i) 建設費

フェリーボートおよび施設の建設費は次のように積算された。

Ferry Boat	(3 TRUCKS + 5 CARS)		M\$ 442 × 10 <sup>3</sup>
Pontoon	(18 m × 9 m × 1.35 m)	2 台	M\$ 338 × 10 <sup>3</sup>
Gangway	(L=12.2 m)	2 台	M\$ 65 × 10 <sup>3</sup>
Land Facility	(L=90 m)	2 個所	M\$ 491 × 10 <sup>3</sup>
			計 1,336 × 10 <sup>3</sup>

ii) 維持管理費

維持管理費の平均年間費用の内訳は表6-9のように積算された。

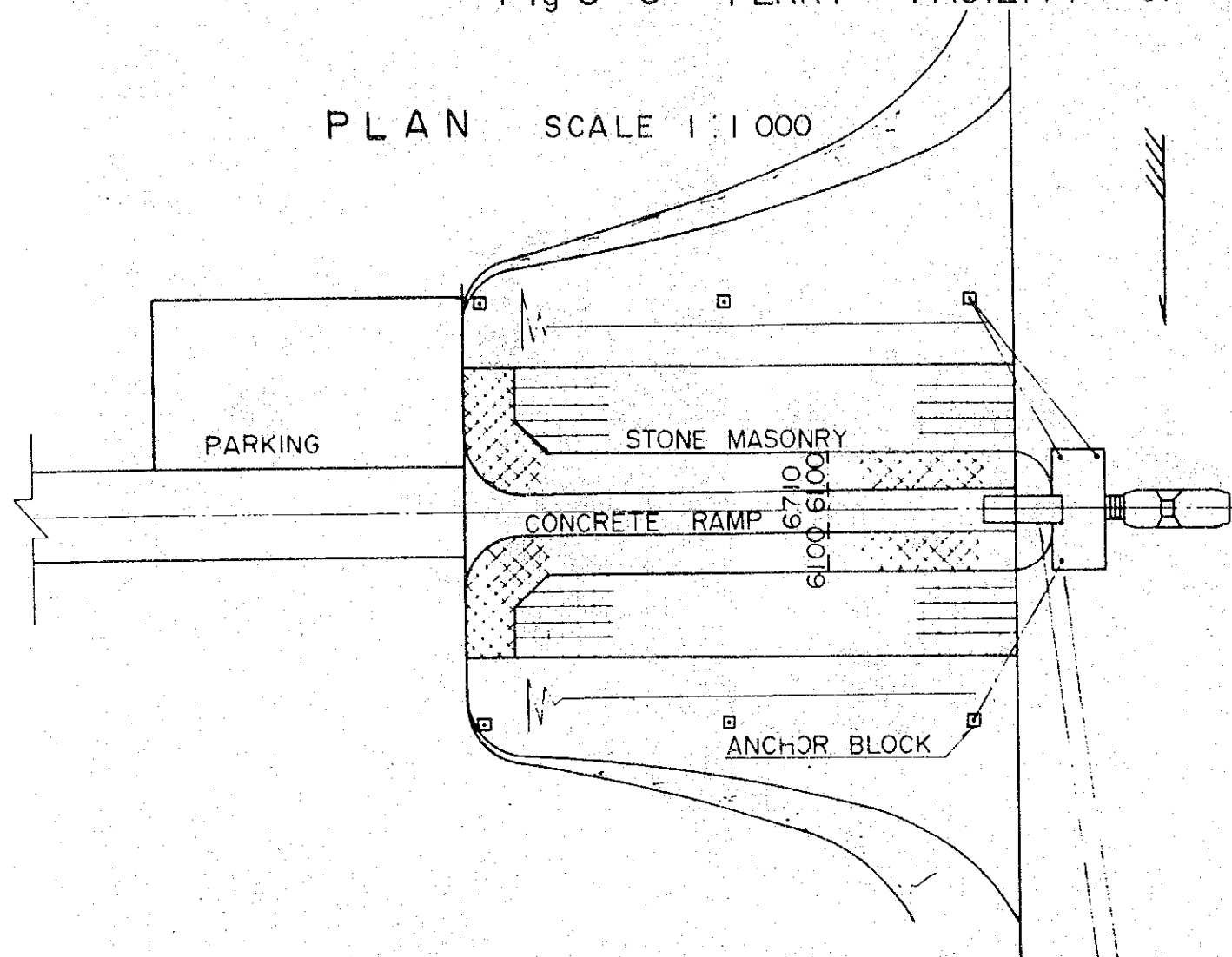
Table 6-9 Cost of Ferry Maintenance

Items	No. of operating ferries	(1000 M\$)		
		1	2	3
Labor cost		64.0	128.0	192.0
Fuel		14.0	28.0	42.0
Routine Maintenance costs		6.0	12.0	18.0
Periodic repairs		42.0	84.0	126.0
Rent for a ferry during a 3-week repair period		42.0	-	-
Facilities maintenance and cost		3.0	4.5	6.0
<b>Total</b>		<b>171.0</b>	<b>256.5</b>	<b>389.0</b>

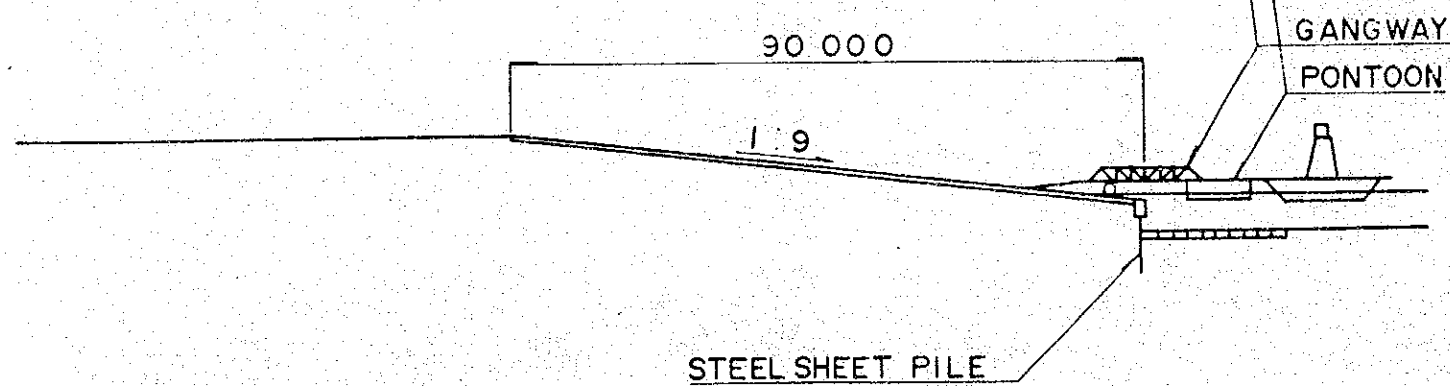


Fig 6-6 FERRY FACILITY OF BATANG BARAM

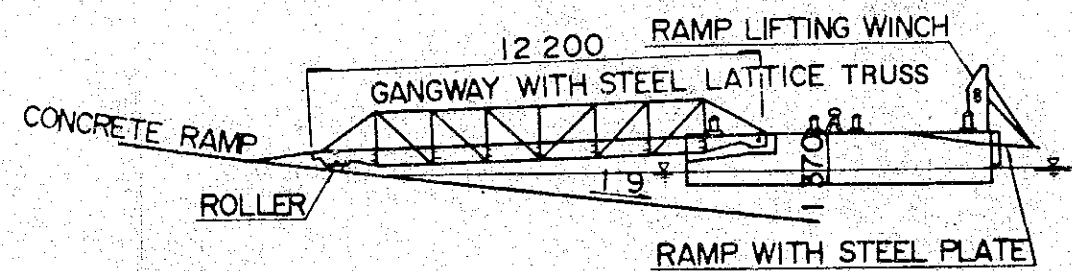
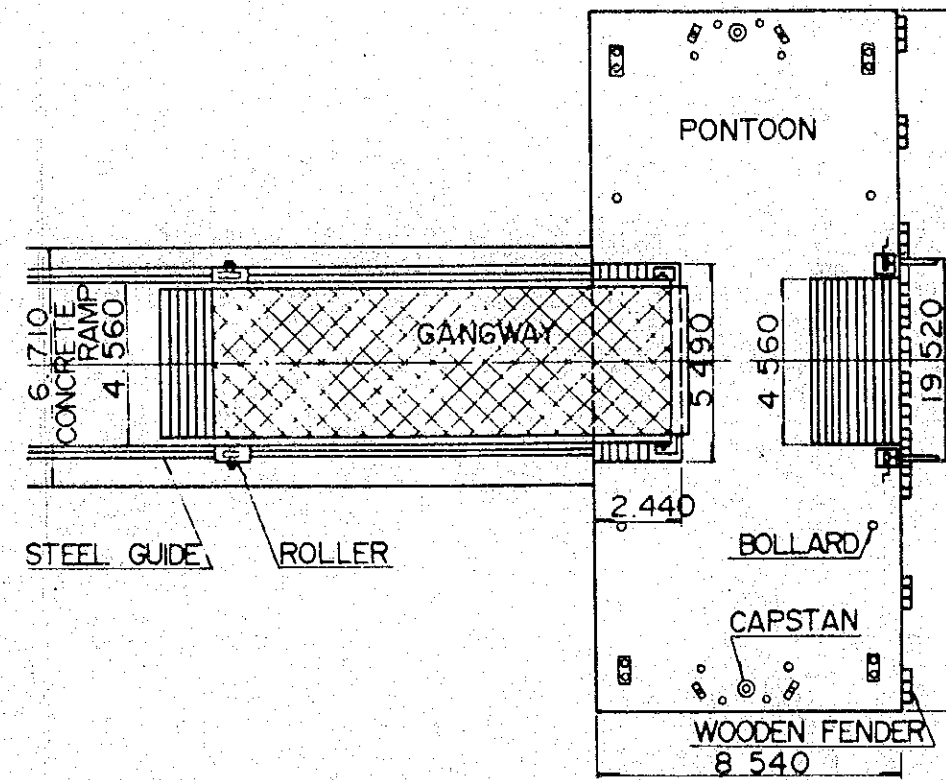
PLAN SCALE 1:1000



PROFILE SCALE 1:100



PROPOSED BERTHING FACILITIES



NOTE

1. THIS FERRY FACILITY IS USED FOR CROSSING BATANG BARAM.
2. INDICATION OF FERRY, GANGWAY, AND PONTOON ARE PRELIMINARY.
3. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.



### 6-5-3 Batang Baram橋梁案とフェリー案との比較

橋梁とフェリーボートとの建設費および維持管理費をまとめると表6-10のようになる。これらの経済評価は第10章において述べる。

Table 6-10 Comparison Between the Batang Baram Bridge and Ferry Alternatives

Items	Bridge	Ferry Boat and Facilities (1000 M\$)		
		Number of ferry boats	Number of ferry boats	Number of ferry boats
		1	2	3
Construction cost	5,030	1,336	1,778	2,220
Maintenance cost	34	171	257	384

### 6-6 比較代替案の設定

前節までに設計基準、路線計画、構造物計画、施工計画につき比較検討を行った結果、当該プロジェクトの実施可能性調査に最も有効な比較代替案は舗装構造、主要構造物、段階施工の組み合わせによって決まる。

すなわち、

- 舗装構造として
1. 砂利舗装
  2. 歴青路面処理舗装
  3. 歴青舗装

主要構造物 (Batang Baram 横断構造物) として

1. 橋 梁
2. フェリーボート

段階施工として

1. 一括施工
2. 二段階施工
3. 三段階施工

が考えられる。

よって  $3 \times 2 \times 3 = 18$  通りの比較代替案を設定する。

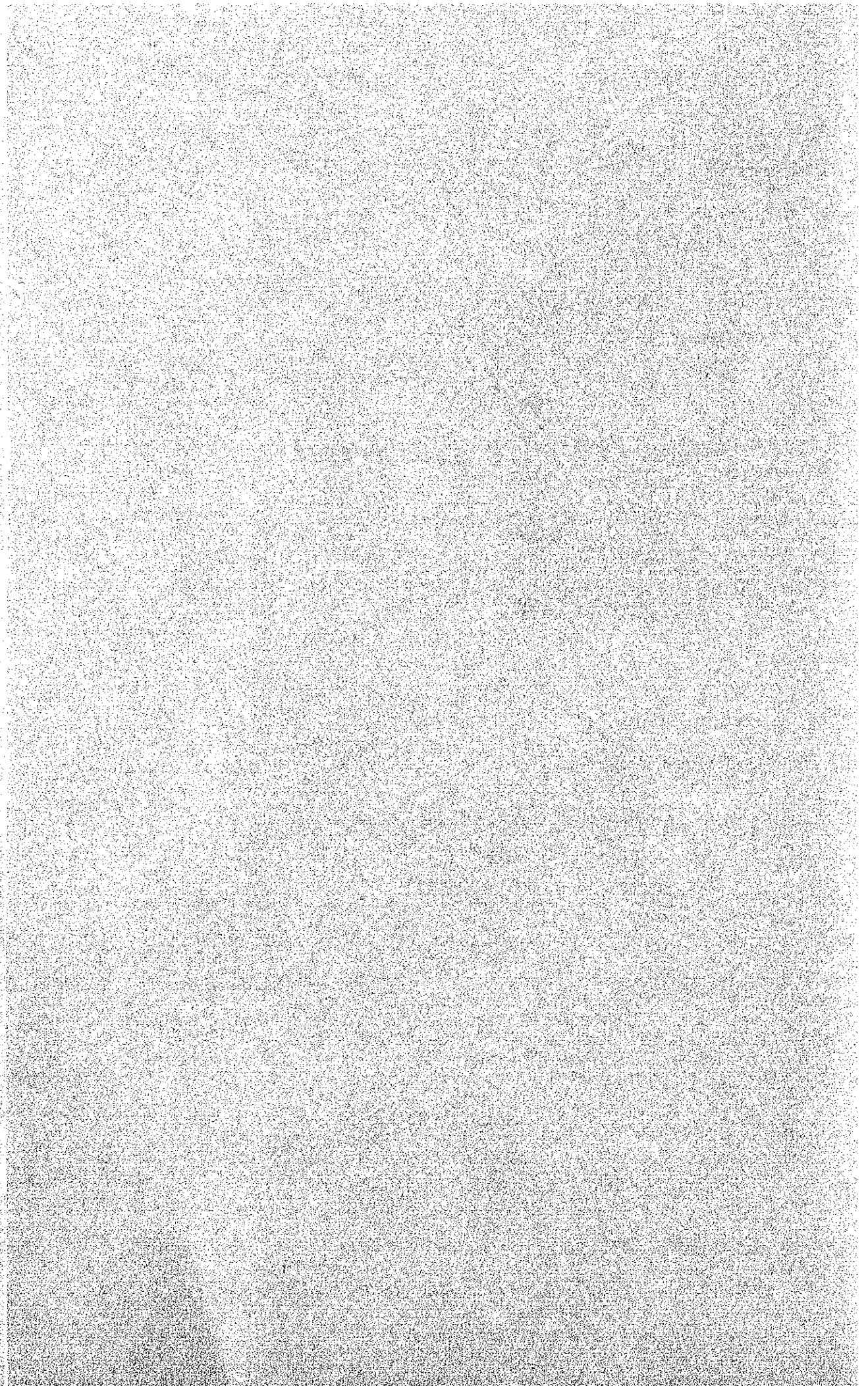
各代替案の建設工事費の比較は第8章で、また経済分析の比較は第10章に述べる。



## 第 7 章

### 現道改良計画と道路概略設計





## 第7章 現道改良計画と道路概略設計

### 7-1. 概 要

本プロジェクト道路は、Miri-Bintulu 道路より分岐し、Beluru Long Lama を経由し Limbang に達する延長約 237 km の幹線道路である。

このうち Miri-Bintulu 道路の分岐点より Sungai Tinjar までの区間および Ng Medamit までの約 141 km が新設区間である。

これらの現道は一部を除きフィーダー道路規格で建設されたもので砂利舗装であり、建設中のものを除き橋梁は1車線の幅員の木橋または木床版鋼桁である。したがって幹線道路としての規格アップのため概略設計を行い、幅員および線形の改良を計った。

また、新設区間は 1:50,000 地形図で行った路線選定作業の結果をもとに、航空写真測量結果を図化した 1:10,000 地形図により概略設計を行った。幹線道路より分岐するフィーダー道路については 1:50,000 地形図により路線選定を主とした概略設計を行った。

これらのルートは図 7-1 に示されている。

主要構造物である橋梁は位置、橋長および形式を選定した。舗装設計は将来交通量の予測結果にもとづき British Standard により行った。

また、幹線道路の概略設計を行うにあたり、設計工区を表 7-1 のように設定した。

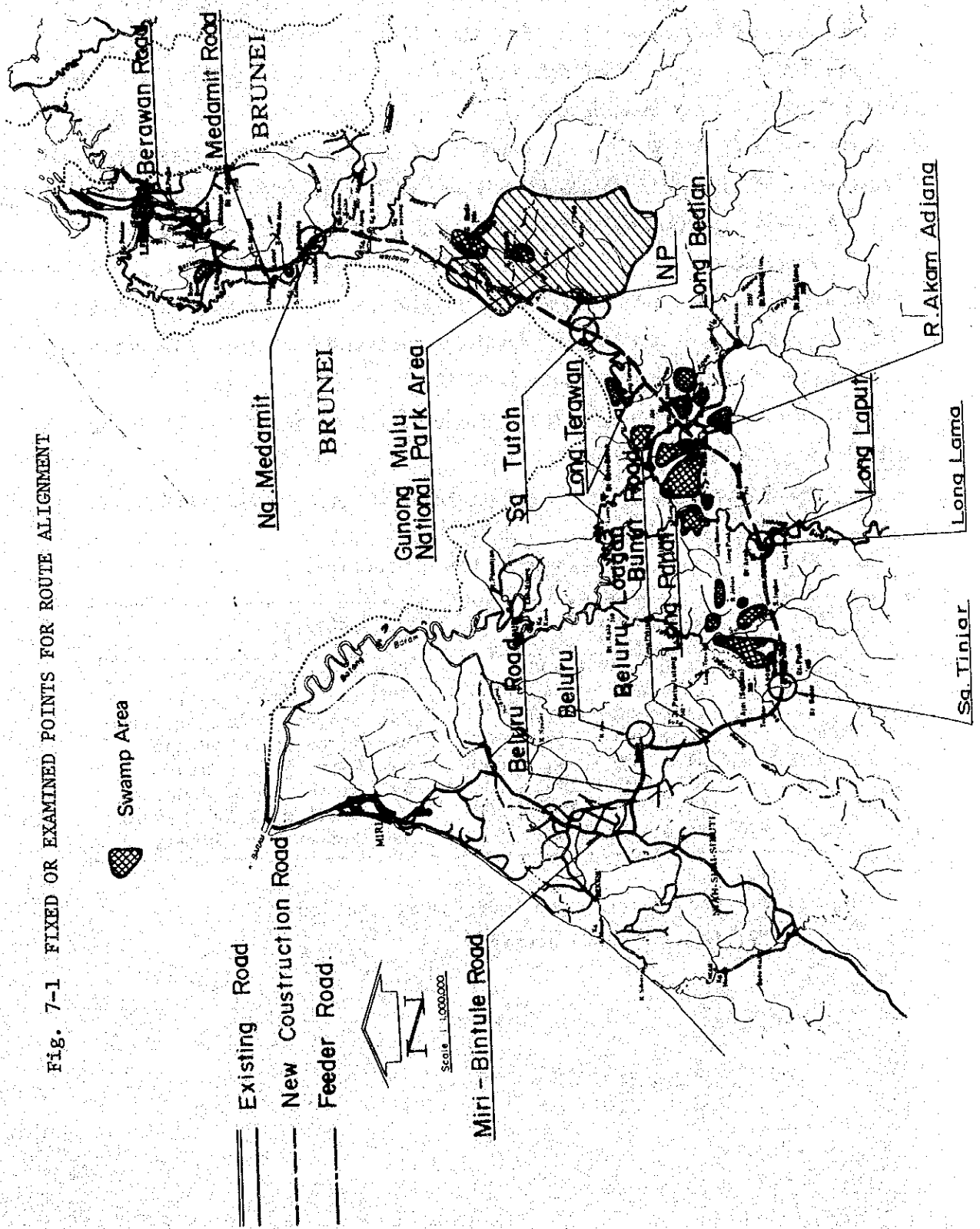
Table 7-1 Design Sections

Design Section	Station	Description
1	*1) STA 0 ~ 18 + 400	Miri-Bintulu road ~ Beluru
2	18 + 400 ~ 54 + 700	Beluru ~ Sg. Tinjar
3	*2) STA 0 ~ 26 + 200	Sg. Tinjar ~ Batang Baram
4	26 + 200 ~ 51 + 600	Batang Baram ~ Sg. Apoh
5	51 + 600 ~ 81 + 600	Sg. Apoh ~ Sg. Tutoh
6	81 + 600 ~ 114 + 100	Sg. Tutoh ~ Sg. Medalam
7	114 + 100 ~ 141 + 200	Sg. Medalam ~ Ng. Medamit
8	*3) STA 0 ~ 41 + 400	Ng. Medamit ~ Limbang

Note: \*1) and \*2) are road improvement sections

\*3) is a new road section

Fig. 7-1 FIXED OR EXAMINED POINTS FOR ROUTE ALIGNMENT



## 7-2. 現道改良計画と路線概要

本幹線道路建設計画において利用される現道は表7-2のとおりである。

Table 7-2 Existing Road

Section	Length		Standard	Pavement
		mile		
Miri-Bintula Road ~ Beluru	18.4 km	(11.4)	Feeder	Gravel
Beluru ~ Sg. Tinjar	36.3	(22.6)	Feeder & Trunk	Gravel
Ng Medamit ~ Limbang	41.4	(25.7)	Feeder	Gravel

### 7-2-1. 線形改良計画

#### (1) Miri-Bintulu 道路～Beluru

この区間の現道は1968～69年の間に設計および施工が行われ、サラワグ州フィーダー道路規格が適用されている。

全体にこの区間は平面線形には問題が少ないが、縦断線形、特に視距不足が多くみられるので、新たに採用された幹線設計基準にもとづき、この点が改良されている。

フィーダー道路から幹線道路への格上げに伴い施工基面幅が拡張されるが、拡張は片側施工を標準としている。

#### (2) Beluru～Sangai Tinjar

この区間の現道は1975年より設計を開始し、このうち延長2.9 km (1.8 mile) が砂利舗装道路として完成し、残り4 kmは工事々務所MRCU10の直轄工事として施工中である。

また、起点より9.7 km (6 mile) まではフィーダー道路規格で設計施工されており、残りは幹線道路規格で施工されている。したがって、フィーダー道路規格部の道路が新しい幹線設計基準にもとづき改良された。

また、幹線道路規格で施工されている区間でも幹線道路基準の丘陵部の規定が適用されるため一部縦断勾配が改良されている。

#### (3) Ng Medamit～Limbang

この区間の現道は1966年以前に施工され、フィーダー道路規格が適用されているため、随所に小半径の曲線部、視距不足の地点および路肩の不足箇所がある。

また、洪水時に一部冠水するところがあるので、これらの点が新しい幹線設計基準にもとづき改良されている。

## 7-2-2. 路線概要

### (1) Miri-Bintulu 道路～Beluru (Beluru 道路) STA. 0～STA. 18+400

プロジェクト道路はMiri-Bintulu 道路より分岐する点を始点とし、STA. 0とする。STA. 0からSTA. 18+400 まではフィーダー道路規格で、すでに建設されている砂利道路である。この道路をBeluru Roadと呼んでいる。

Miri-Bintulu 幹線道路沿いには大規模なオイルパーム園が開発されており、本計画道路沿いもオイルパーム園が開発されつつある。これらはほとんど道路より北側になっており、南側は畑地が中心である。STA. 1+100に1車線の木橋がかかっている。STA. 7でオイルパーム園を通過した支線道路と合流する。この付近からの縦断勾配は急になる。STA. 10からSTA. 15にかけて両側から現在、木材を搬出しており、道路はかなり整備されている。

### (2) Beluru～Sangai Tinjar (Beluru-Loagan Bunut 道路) STA. 18+400～STA. 54+700

Beluru 町から約1 km戻った地点でBeluru RoadとBeluru～Loagan Bunut Roadとの交差点がある。プロジェクト道路は、この交差点からSg Tinjarまで続く。現在、MRCU10の直轄工事で、6.5 km (4.0 mile)を除く全区間が砂利道路として完成している。交差点 (STA. 18) から4.7 km (2.9 mile) 地点にMRCU10の工事々務所およびモータープールがある。STA. 24+100でSg Temanを横断する鋼桁橋を現在建設中である。この橋梁の建設は請負工事で施工会社が施工している。RC Pileを4.0 ton Drop Hammerで試験打ちを行ったが、120 ftで支持層に達している。コンクリートは容積配合で1:1.5:3、 $\sigma_{28}=264\text{Kg/cm}^2 (=3.750\text{ psi})$ 採用している。

小河川の横断はコルゲートパイプ800mm (36 inch) または1,000mm (48 inch)を使用している。STA. 36+800でSg. Bakongを横断する。この橋梁も現在施工中でコンクリート杭およびコンクリート矢板を現場にて製作中である。この地点から標高差約50 mの峠を越えSg. Bokに至る。Sg. Bokには現在、仮設組立鋼橋 ( $l=36.6\text{ m}$ )が架設されている。

道路沿いには焼畑が行われ、人家がところどころに点在する。STA. 48からSg. Tinjar までは現在、施工中の区間であるが、地形上、縦断勾配は6%の上り下りの連続となっている。

### (3) Ng Medamit～Limbang (Kubong Nanga Medamit 道路およびBerawan 道路) STA. 0～STA. 41+400

Ng Medamit 対岸の現道終点部をこの区間の始点とし、STA. 0とする。

現道は一部、木材運搬用に利用されている他、Ng Medamitにある木材キャンプへの物資運搬およびNg Medamitの人々がLimbangへ出るために使用されている。砂

利道路としてはよく管理されているが、橋梁が木製の1車線のため橋梁部で速度を落とさざるを得ない。砂利はSg Limbangの河川堆積物である玉砂利を使用している。

STA. 9+600でUkon道路に接続し、STA. 17付近まではほぼSg Limbangに平行しながら北上する。これより東方に折れSTA. 18+900でKpg Danau方面の道路と接続し、STA. 31+400でBerawan道路に合流し、再び北上してLimbangに至る。

### 7-3. 新設道路線形設計と路線概要

#### 7-3-1. 線形設計

##### (1) 路線選定

本プロジェクト道路の路線選定はサラワク州の幹線道路としての性格と重要性に合致した路線を確保することを前提として、次のような自然的条件、社会環境および経済性を考慮して行われた。

- a) Sg Tinjarの架橋地点、Long Lama, Ng. Medamitを結ぶ。
- b) 大きな集落の近くを通過する。
- c) 主要河川の架橋地点。
- d) Gunung Mulu国立公園内は自然環境保全の立場から中心部を避ける。
- e) スワンプ地帯および洪水地域を避ける。
- f) 大切土または大盛土を避ける。
- g) ブルネイ国境にあまり近づかない。

路線選定にあたっての主なコントロールポイントを図7-1に示す。

##### (2) 線形設計

線形は連続的で地形に順応した滑らかなものでなければならない。また、線形は道路設計および施工のすべての基幹となるものであり、かつそれ自体が自動車走行上の安全性、快適性および経済性を強く規制するものであるから、特に入念に勘案して設計すべきものである。

本プロジェクト道路の線形設計に際しては、特に次の基本的諸事項に留意して行った。

- a) 自動車にとって運動学的にもしくは力学的に安全かつ快適であること。
- b) 視覚的もしくは運動心理学的にみて良好であること。
- c) 自然環境との調和。
- d) 地形的条件等からみて経済的また技術的に妥当であること。

以上の点を考慮し、第6章で述べた地形的区分を表7-3のように決定した。

今回の作業は路線選定が主であるFeasibility Studyであるから、平面線形設計には緩和曲線は用いなかったが、平面線形と縦断線形との調和は十分に考慮されている。詳細設計の場合には当然緩和曲線は採用されるべきである。

Table 7-3 Road Section Classification by Terrain Type

Station	Length (km)	Terrain
STA 0 + 00 ~ STA 10 + 100	10.1	Rolling
STA 10 + 100 ~ STA 27 + 700	17.6	Flat
STA 27 + 700 ~ STA 33 + 00	5.3	Rolling
STA 33 + 00 ~ STA 47 + 00	14.0	Flat
STA 47 + 00 ~ STA 55 + 00	8.0	Rolling
STA 55 + 00 ~ STA 66 + 00	11.0	Flat
STA 66 + 000 ~ STA 81 + 650	15.7	Rolling
STA 81 + 650 ~ STA 141 + 200	59.6	Mountainous

以下に最終的に選定された路線概要について述べる。

### 7-3-2. 路線概要

#### (1) Sungdi Tinjar~Batang Baram

STA. 0~STA. 26+200

コロンプランによりオーストラリア政府からの援助で橋梁が架設される Sg Tinjar の右岸を STA. 0 とする。

STA. 5 付近までは Logan Bunut 湖の周囲の低湿地帯を避け、山地の北側の 5 ~ 10 m 高の山裾を通る。STA. 5~STA. 10 付近は台地に乗し、この内、STA. 7 付近までは現道の Foot Path に平行に走る。

STA. 10 より STA. 16 付近までは低湿地帯となり、線形はできるだけ高さ 10 m 以上の部分を走るよう計画したが、Sg Tru 付近の約 800 m 区間はビート層を避けられない。

STA. 16~STA. 26 は山裾を通り、途中 STA. 19+600 付近で林道と交差し、Sg Lama とほぼ平行して進み、域内唯一のサブセンターとしての Long Lama に至る。STA. 22 付近には水田が開発され将来さらに開発される余地を残している。Batang Baram の渡河には橋梁案とフェリーボート案とがあり比較検討がされた。

#### (2) Batang Baram~Sungai Apoh

STA. 26+200~STA. 51+600

Batang Baram の架橋地点は Long Lama の中心地より下流側である。ゴム林から山地に入り STA. 47 までは山裾を通る。STA. 33 付近には骨材の調達を予定している Batu Gading があり、STA. 36 付近には木材キャンプが存在する。また、この付近まではある程度の集落が確認できる。STA. 47 より STA. 51 は台地を通り、R. Akcm Ajan の北側で Sg Apoh を渡河する。

#### (3) Sungai Apoh~Sungai Tutoh

STA. 51+600~STA. 81+600

#### 7-4. 主要構造物の設計

##### 7-4-1. 構造物計画

本プロジェクト道路における主要構造物は表7-4および表7-5のとおりである。

Total 7-4 Total Length of Bridges (m)

##### Trunk Road

Span Section	Short ~ 20m	Moderate		Long 60m ~
		20 ~ 40m	40 ~ 60m	
1	20	0	0	0
2	0	0	0	0
3	25	180	0	150
4	55	210	0	0
5	120	80	130	0
6	85	120	0	0
7	100	80	130	0
8	200	75	0	0
<b>Total</b>	<b>605</b>	<b>745</b>	<b>260</b>	<b>150</b>

##### Feeder Road

Span Name of Road	Short ~ 20m	Moderate		Long 60m ~
		20 ~ 40m	40 ~ 60m	
Long Laput Rd	20	0	0	0
Long Bedian Rd	10	120	0	0
NP Base Camp Rd	20	0	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Sg. Apoh の右岸より STA. 53 付近までは低地を走るが、これより STA. 54+600 までは標高 50 m の台地を通過し排水構造物が多数使用される。

STA. 54+600 より STA. 66 は平坦地であり、できるだけ高台を通過するようにしたが一部でやむを得ずピート層上も通過している。

STA. 66 より STA. 78 の区間は高台であり、多数の小河川があるが交差数を最少となるようなルートが選定されている。また、これに続く Sg. Tutoh の架橋地点は、その狭窄部を通るように計画されている。



Table 7-5 Bridge List

## Trunk Road Bridges

Section	Name of River	Station	Bridge Length (m)	Type
1.	Sg. Salu	*1) STA 1 + 100	20	RC
3.	Sg. Tru Batang Baram	*2) STA 13 + 100	3 @ 30 = 90	PC
		21 + 00	10	RC
		22 + 500	15	RC
		26 + 100	30 + 150 + 30 + 30 = 240	PC, Langer
4.	Sg. Besungai Sg. Temala	STA 28 + 400	20	RC
		32 + 00	20	RC
		35 + 500	3 @ 30 = 90	PC
		38 + 300	15	RC
		51 + 500	4 @ 30 = 120	PC
5.	Sg. Terawan Sg. Abang  Sg. Gak Sg. Mayoh Sg. Tutoh	STA 63 + 900	25 + 30 + 25 = 80	PC
		70 + 700	15	RC
		73 + 300	15	RC
		74 + 200	15	RC
		75 + 800	15	RC
		77 + 300	10	RC
		77 + 700	20	RC
		79 + 00	20	RC
		79 + 800	10	RC
		81 + 600	40 + 50 + 40 = 130	SG
6.	Sg. Putut Sg. Mentawai  Sg. Medalam	STA 83 + 800	15	RC
		90 + 100	10	RC
		94 + 100	10	RC
		96 + 800	20	RC
		104 + 200	30	PC
		106 + 100	15	RC
		109 + 00	15	RC
		114 + 100	3 @ 30 = 90	PC
7.	Sg. Mentakong Sg. Limbang Sg. Medamit Sg. Siban Sg. Saliban	STA 116 + 600	10	RC
		118 + 800	15	RC
		122 + 100	15	RC
		123 + 400	20	RC
		127 + 600	40 + 50 + 40 = 130	SG
		136 + 100	25 + 30 + 25 = 80	PC
		136 + 900	20	RC
8.	Sg. Lubang Sg. Polub Merah Sg. Meugari Sg. Palas Sg. Berleras Sg. Lubai Sg. Melaban Sg. Bakol Sg. Brangas Sg. Berawan Sg. China	*3) STA 1 + 900	15	RC
		7 + 00	15	RC
		12 + 600	20	RC
		19 + 300	20	RC
		22 + 300	10	RC
		23 + 700	3 @ 25 = 75	PC
		25 + 600	20 + 20 = 40	RC
		28 + 200	15	RC
		29 + 200	10	RC
		31 + 100	20 + 20 = 40	RC
35 + 200	15	RC		

## Feeder Road Bridges

Name of Road	Name of River	Station	Bridge length (m)	Type
Long Lapat road	Sg. Lama	STA 0 + 300	10	RC
	Sg. Belek	3 + 600	10	RC
Long Bedian road	Sg. Apoh	STA 1 + 900	4 @ 30 = 120	PC
		18 + 200	10	RC
N. P. Base Camp road	Sg. Melinau	STA 4 + 600	20	RC

RC: Reinforced concrete girder

PC: Pre-stressed concrete girder

SG: 3-span continuous steel girder

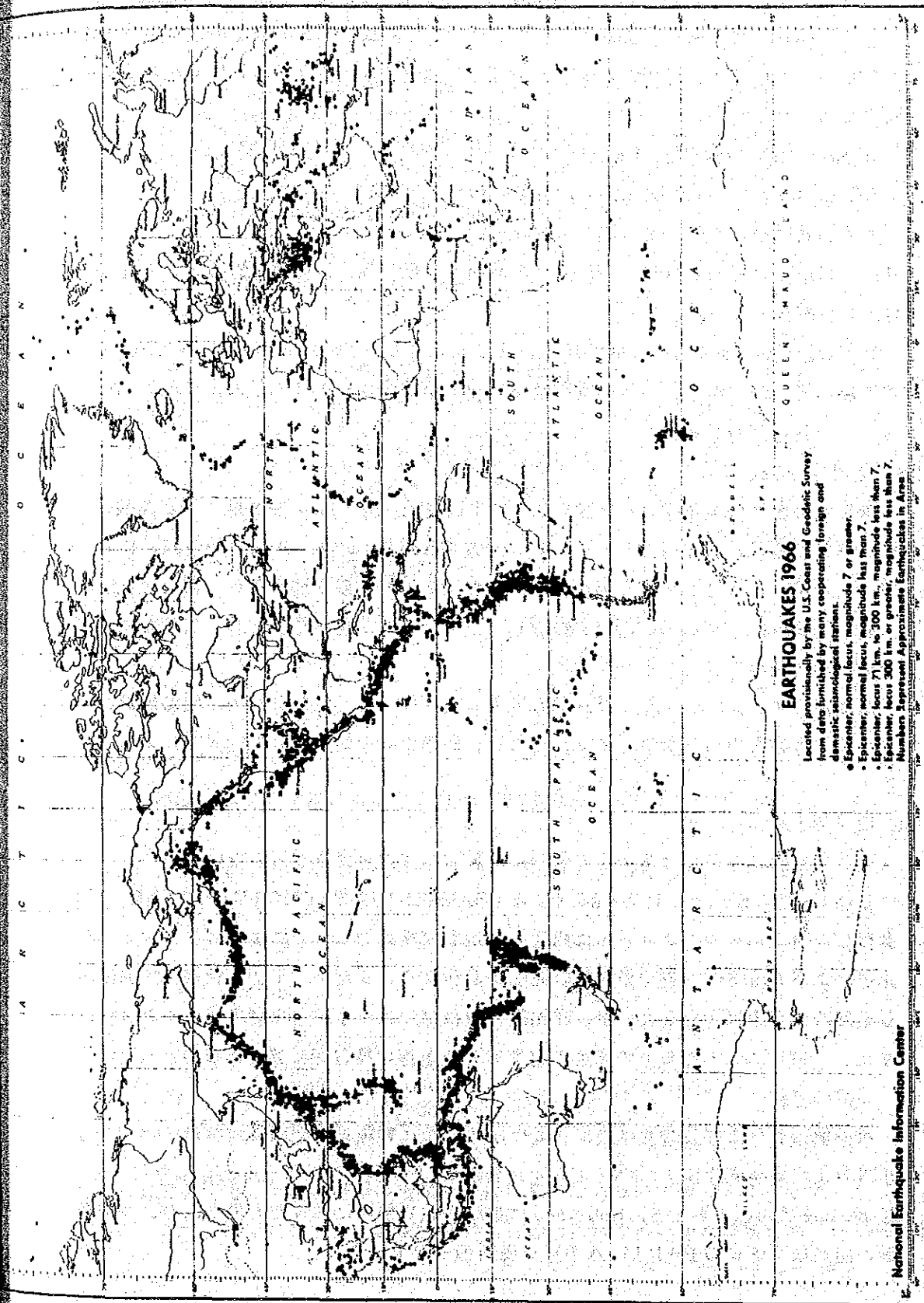
Langer: Langer girder

\*1): Miri-Bintulu road ~ Sg. Tinjar

\*2): Sg. Tinjar ~ Ng. Medamit

\*3): Ng. Medamit ~ Limbang

Fig. 7-2 EARTHQUAKES 1966



Map showing global seismicity for the year 1966. The epicenters of the earthquakes were calculated by the U.S. Coast and Geodetic Survey from the observed travel times of seismic P waves to seismographic stations. The map can be considered almost complete for earthquakes with magnitude above about 4.

(4) Sungai Tutoh~Sungai Medalam

STA. 81+600~STA. 114+100

Sg TutohよりGunong Mulu国立公園の北端を通りSg Medalamに至る区間である。この区間は全線を通じて山地であり平面線形、縦断線形とも地形にかなり強いられた値を用いているが、河川との横断数を減らし、土工量もできる限り少くなるような線形を選んだ。

(5) Sungai Medalam~Ng Medamit

STA. 114+100~STA. 141+200

この区間は全線を通じて山地である。

Sg Limbangは蛇行がはげしい河川であるので、架橋地点は充分検討の上、R.Pakatam付近の狭窄部とした。

R.Nanga Awangの対岸に出てMedamit道路に至る。Ng MedamitはSg Limbangの左岸にあるが地形上、河川の横断数を考慮した結果ルートは上記のようになった。

7-4-2. 構造物設計条件

(1) 適用示方書

構造物の設計に使用する示方書としてはBritish Standardを準用する。英国における橋梁の設計示方書には1954年に制定されたBS153:Steel Girder Bridgesがあったが、これに対する大幅な改訂作業が1967年以来進められ、新たにBS5,400:Steel, Concrete and Composite Bridgesが共通規準として成案を見た部分から逐次発行されつつある。

したがって、BS5,400は設計示方書としては完成していないため、概略設計には従来の示方書を用いるものとする。ただし、詳細設計の場合はBS5,400によるのが望ましい。

(2) 地震時水平力

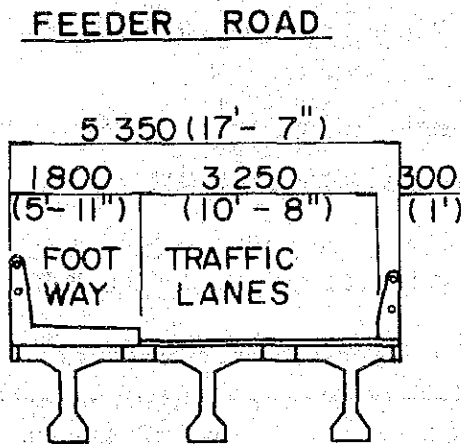
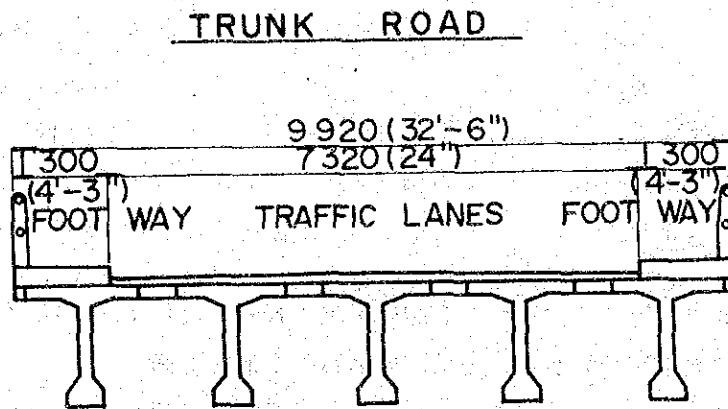
サラワク州においては構造物の設計に地震時水平力を考慮していない。

しかし、ROBERT L.WIEGEL著「EARTHQUAKE ENGINEERING」より参照した図7-2の1966年に発生した地震の震源地の分布によれば、ボルネオ島北部およびBrunei付近での地震の発生がみられる。したがって、本調査では従来通り地震時水平力は考慮しないが、詳細設計時には地震時水平力を考慮するかどうか、また、考慮するとしたらどの程度の荷重をみるか等の検討が必要であろう。

(3) 橋梁の幅員

橋梁部における幅員構成は図7-3に示すように幹線道路では車道幅員7.32m(24')、歩道および地覆幅片側1.30m(4'-3')、全幅9.92m(32'-6')とした。これはTg. Kidurong道路においてSg. Sabatangに架設される橋梁に準じたものであり、この橋梁の図面はサラワクPWDより入手した最新のものである。

Fig. 7-3 TYPICAL CROSS SECTION OF BRIDGE



(4) 橋梁の径間

河道内に橋脚を設ける場合の最小径間は流量に応じ表 7-6 によるものとする。

Table 7-6 Minimum Span for Construction of Pier in the Path of River

Volume of River Flow Q (m <sup>3</sup> /sec)	Minimum Span Length (m)
Under 500	15
500 ~ 2,000	20
2,000 ~ 10,000	20+0.05·Q-5
Over 10,000	70

橋脚を使用しない 1 径間の橋梁の場合は表の値より減ずることができる。

また、本プロジェクト地域特有の木材搬出のためのいかだの航行および船舶の航行

を考慮し、次の河川については河川の低水敷内に橋脚の設置は許容されないものとする。

Name of river

Batang Baram

Sg Tutoh

Sg Limbang

### 7-4-3. 構造形式

#### (1) 橋 梁

橋梁の構造形式の選定において一般的に考慮されねばならない点は次のとおりである。

- 架橋地点の河川の状態、流量、地形および道路計画
- 上部工、下部工、基礎工、架設を含めた橋梁総工費および維持管理費が最少であること。
- 製作、架設、施工等において特に高度な技術を必要としない技術的に簡単な構造であること。
- 美観的にすぐれていること。

以上の点を考慮し、構造形式を次のように選定した。

#### a) 上部構造

上部構造の形式は径間長により表7-7の表に選定した。

Table 7-7 Type of Superstructure

Length of Span	Type of Superstructure
Under 20 m	RC T-beam
Over 20 m, Under 40 m	PC Composite Beam
Over 40 m, Under 60 m	Continuous Steel Beam
150 m	Langer beam

選定理由は次のとおりである。

- RCT-桁は材料の調達、製作および維持管理の容易さを考慮し、径間長20m以下に採用した。
- 径間長20m以上40m未満にはPC合成桁の他に合成鋼桁が考えられる。PC桁は合成鋼桁に比べ製作は難かしいが材料の調達および運搬が容易、維持管理が容易であることからPC桁とした。  
一般にPC桁の場合、コンクリート強度は $\sigma_{ck}=400\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上であるが、品質管理の容易さを考え $\sigma_{ck}=350\text{Kg}/\text{cm}^2$ を用いる。
- 中央径間長が40m以上60m未満の場合は、3径間連続鋼桁の他に連続PC桁が考えられる。鋼桁は運搬および維持管理に問題はあるが、連続PC桁の施工は非常に高度な技術を要するので鋼桁を採用した。

・ 大径間の橋梁は経済性および施工が比較的容易なランガー桁とした。

b) 下部構造

橋脚は流水を考慮し逆丁型の小判形とした。また、橋台も施工が容易な逆丁型とした。

c) 基礎構造

橋梁基礎地盤の調査結果によると支持層の深さは約 8 m から約 28 m であるが、調査箇所が少ないため支持層の深さを 0～5 m、5～12 m、12～30 m の 3 種類に分けて表 7-8 のように基礎構造を選定した。

Table 7-8 Type of Foundation

Depth of Supporting Layers (M)	Type of Foundation
0- 5	Spread foundation
5-12	RC pile □500 mm
12-30	Steel pipe pile φ 600 mm

選定理由は次のとおりである。

- i) 支持層の深さが 0～5 m の場合は直接基礎が施工の容易性、品質、信頼性のいれもすぐれている。
  - ii) RC 杭および PC 杭は継ぎ杭とした場合の継ぎ手に問題があり、また、中間層の N 値が 10～20 の場合に打込みが困難となるので、支持層の深さが 12～30 m の場合は鋼管杭とした。
  - iii) 支持層の深さが 5～12 m の場合は 1 本物であるから、材料の調達および製作の容易な RC 杭とした。
  - iv) 場所打杭およびケーソンは荷重規模が大きい場合には有利であるが、施工および品質管理が難かしいので採用しなかった。
  - v) 木杭は小規模な構造物には有利であるが、信頼性に乏しいので採用しなかった。
- 各基礎構造形式の比較を表 7-9 に示す。

第 5 章、図 5-6 および表 5-5 のようにボーリングおよび標準貫入試験が行われたのは 3 河川 5 地点のみであるから、詳細設計に先だち各構造物設置地点の支持層を確認し、十分な検討を行って基礎構造形式の決定をする必要がある。

Table 7-9 Comparison of Types of Foundation

Type of Foundation	Depth of Supporting Stratum (m)			Size of Load (ton)			N Value of Intermediate Strata (Viscous Soil)			Quality of Material	Availability of Material	Reliability in Production or execution quality	Workability	
	0~5	5~12	12~30	200	200~1500	1500	0~4	4~10	10~20					
Spread Footings	A	B/C	C	A	A	A	-	-	-	A	A	A	A	
Driven Pile	Timber Pile	A	A/B	C	A	C	C	A	C	C	B	A	B	A
	RC Pile	B	A	B	A	A	C	A	B	C	A	A	A	A
	PC Pile	B	A	B	A	A	C	A	A	B	B	A	B	A
	Steel Pile	B	B	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A
Cast-in-Site Pile	C	B	A	B	A	B	A	A	A	B	A	B	B	
Caisson Pile	B	B	A	C	B/C	A	A	A	A	A	A	B	B	

Note:

- A: Complies with requirement in principle
- B: Requires particular study as to whether it complies with requirements
- C: Does not comply with requirement in principle

(2) 排水構造物

プロジェクト地域は熱帯性多雨地帯であるため多数の横断排水構造物を必要とする。横断排水構造物は地形、水路の規模等により表7-10の構造に種別した。

Table 7-10 Road Crossing Drainage Structures

Culvert	Section
Box culvert	2.0 m x 2.0 m
	3.0 x 2.0
	3.0 x 3.0
	2 - 3.0 x 2.0
Pipe culvert	φ 900 mm
	φ1,500 mm

7-5. 舗装設計

7-5-1. 設計指針

サラワク幹線自動車道の舗装の設計方法は、現在、マレーシヤ国で採用されている以下のB.S.による。

1. Road Note 29. A guide to the structural design of pavements for new roads.
2. Road Note 31. A guide to the structural design of bituminous roads in tropical and sub tropical countries.

本プロジェクト道路は、新設舗装区間と現道改良区間の二種類に分けられる。したがって、舗装構成もこれらについて設計された。舗装構成の決定に際しては計画地域の状

況を考慮し、かつ現道との調和をはかった。舗装設計は20年間を計画期間として、舗装厚の過大をさけるために、供用開始時の交通量およびその後の交通量の増加に対応した舗装構成とした。

## 7-5-2. 設計条件

### (1) 設計交通量

舗装厚の算定に用いる設計交通量は、先に行った第4章の将来交通量の予測結果にもとづいた。表7-11に各々設計工区の1985年を供用開始年度とした初期交通量、2005年の商業車数および20年間の8.2 ton換算軸荷重の累積通過軸数を示す。

8.2 ton換算軸荷重への換算係数はAASHTO ROAD TESTに由来し、B.Sにも引用されている。

本プロジェクト道路の場合の車種構成は乗用車、バン、ピックアップ、バスおよび6 tonトラックであり、これらの換算係数を表7-12に示す。

Table 7-11 Design Traffic Volume

Road Section	Traffic Volume in 1985 (Vpd)	Traffic Volume of Commercial Vehicles in 2005 (Vpd)	The year when the Total of passing vehicles in 8.2 ton equivalent single axial load Reaches 500 thousand times	The 20 years Total Traffic Volume in 8.2 ton equivalent
1 Miri Bintulu Rd. ~ Beluru	600	1,270 < 1,500	13 <sup>th year</sup>	1.24 × 10 <sup>6</sup>
2 Beluru ~ Sg. Tinjar	308	632 < "	15	0.90
3 Sg. Tinjar ~ B. Baram	311	618 < "	15	0.96
4,5 B. Baram ~ Sg. Tutoh	134	298 < "	18	0.65
6,7 Sg. Tutoh ~ Ng. Medamit	116	231 < "	18	0.63
8 Ng. Medamit ~ Kubong	440	841 < "	14	1.15
8 Kubong ~ Limbang	1,801	2,197 > 1,500	7	2.70

Note: The commercial vehicle is defined here as a goods or public service vehicle of unladen weight exceeding 1,500 kg.

Table 7-12 Conversion Factor to be Used to Obtain the Equivalent Number of Standard Axles

Vehicle	Coefficient of Conversion
Passenger Car	0.0002
Van, Pick-up	0.0036
Bus	0.0614
6-ton truck	0.3533



## (2) 路床土の支持力

新設区間および現道拡幅区間の舗装設計に用いる路床土の支持力としての設計 C B R 値は、第 5 章の図 5 - 4 および表 5 - 2 の土質試験結果にもとづいた。

表 7 - 1 3 に路床土の C B R 値を示す。

また、現道改良区間の舗装設計に用いる現道の路床の C B R 値としては 7 程度と推定される。

Table 7-13 CBR Values of Road Bed Material

Construction Section	Subgrade C B R
1 Miri Bintulu Rd - Beluru	3%
2 Beluru - Sg. Tinjar	3
3 Sg. Tinjar - B. Baram	4
4,5 B. Baram - Sg. Tutoh	3
6,7 Sg. Tutoh - Ng. Medamit	4
8 Ng. Medamit - Kubong	4
8 Kubong - Limbang	4

### 7 - 5 - 3. 舗装断面の設定

#### (1) 舗装構成の概要

舗装は路床上に路盤、基層および表層の順に構成されている。これらの各層の機能は異なり、それぞれの機能にあった材料を選び経済的な構成となるようにしなければならない。

以下に舗装構成の概要について述べる。

##### a) 表 層

表層は交通荷重、気象作用の影響のもっとも多く受ける部分である。交通車軸による摩耗とせん断力に抵抗し、平坦ですべりにくく、快適な走行ができ、かつ雨水が下部に浸透するのを防ぐ機能をもたせる。本プロジェクトは交通量に応じ、浸透式工法による表面処理と密粒度アスファルトコンクリートの 2 種類を用いる。

##### b) 上層路盤

上層路盤は表層からの交通荷重を分散させて安全に下層路盤に伝える事を役割とする。一般に上層路盤には支持力の大きい良質材を用いる。本プロジェクトでは粒度調整碎石を用いる。これは良好な粒度となるように数種類の材料を混合し合成したものである。良好な粒度の材料は敷きならし、締め固めが容易で機械化施工に適している。

本プロジェクトでは主として Batu Gading および Sg. Tutoh 産の粒度調整碎石を用いる。

c) 下層路盤

下層路盤は路床上に直接施工し、地下水の上昇防止や路盤内に路床上が侵入するのを防ぎ、また上層路盤と共に交通荷重を分散させて安全に路床に伝えるのに重要な役割を果たす部分である。

材料としては一般的に経済的な現地材を用いるのが原則である。本プロジェクト道路では Batu Niah と Batu Gading の切込み砕石および Sg Tutoh の川砂利を使用する。

(2) 舗装断面

本プロジェクトの舗装設計は表 7-11 に示されている交通量に対応した次のケースについて行なわれた。すなわち

ケース 1 : 供用開始より 20 年間の計画期間中の日交通量が商業車で 1,500 台以下の場合

ケース 2 : 上記同様の条件で商業車が 1,500 台を越える場合

以下これらについて詳述する。

a) ケース 1 の場合

舗装断面の設定は Appendix Fig A-7-1 に示す BS Road Note 31 の図表にもとづいた。これに該当する設計工区は第 8 工区の中の Kubong-Limbang 間を除く全工区である。これらの設計工区では Road Note 31 の規定の通り交通量の累計が 8.2 ton 換算軸荷重通過回数で 50 万回に達した時点で密粒度アスファルトコンクリート表層工を行うものとし、供用開始時には

i) 歴青材による表面処理を行う。

ii) 表面処理を行わない。

のいずれかとする。

ii) の場合は BS の規準には該当しないが舗装厚さ及び強度は基準を満たしている。

これらの選択は建設費、維持管理費、在来道路との調和及び便益等を総合的に考慮して決定すべきものである。

b) ケース 2 の場合

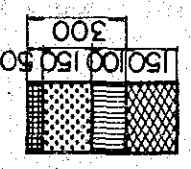
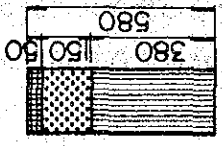
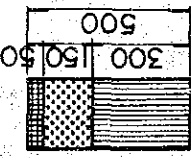
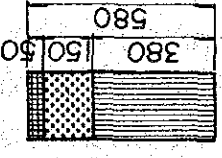
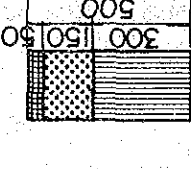
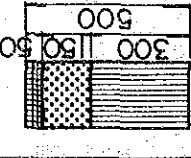
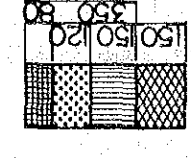
この設計工区は第 8 工区の中の Kubong-Limbang 間である。当設計工区は供用開始時より 20 年間の計画期間中に商業車数で 1,500 台以上あり、Fig A-7-1 は適用できない。従って Appendix Fig A-7-2 及び A-7-3 に示す BS Road Note 29 の図表により舗装設計を行った。この場合交通量の累計が 8.2 ton 換算軸荷重通過回数で 50 万回に達するまで表層を一層とし、これを越えた時点で完成二層とする。表 7-14 及び図 7-4 に完成時の各設計工区の舗装構成を示す。

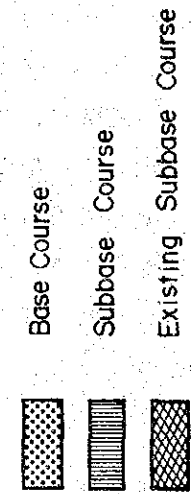
Table 7-14 Pavement Structures by Designed Road Section

Designed Road Section	Road Bed CBR (%)	Existing Pavement Thickness (cm)	Subbase Thickness (cm)	Base Course Thickness (cm)	Surface layer Thickness (cm)	Total Thickness (cm)
1 Miri Bintulu Rd. - Beluru	3	-	38	15	5	58
	7	15	10	15	5	30
2 Beluru - Sg. Tingar	3	-	38	15	5	58
	7	15	10	15	5	30
3 Sg. Tingar - B. Baram	4	-	30	15	5	50
4,5 B. Baram - Sg. Tutoh	3	-	38	15	5	58
6,7 Sg. Tutoh - Ng. Medamit	4	-	30	15	5	50
8 Ng. Medamit - Kubong	4	-	30	15	5	50
	7	15	10	15	5	30
8 Kubong - Limbang	4	-	30	12	8	50
	7	15	15	12	8	35

Note: For Road Sections 1, 2, & 8, the upper figure indicates the value for widened portion along existing road pavement and the lower figure indicates that of the existing pavement.

Fig. 7-4 PAVEMENT SECTION COMPOSITION

Section	1	2	3	4,5	6,7	8	8
	Miri Bintulu Rd - Beluru - Sg. Tinjar		Sg. Tinjar - B. Baram	B. Baram - Sg. Tutoh	Sg. Tutoh - Ng. Medamit	Ng. Medamit - Kubong	Kubong - Limbang
Pavement Section	Existing Sub-base Course t = 150	New Pavement	New Pavement	New Pavement	Existing Sub-base Course t = 150	New Pavement	Existing Sub-base Course t = 150 New Pavement
							



Dense Graded Asphalt Concrete

Base Course

Subbase Course

Existing Subbase Course

All dimensions in millimeters.

## 7-6 フィーダー道路線形設計と路線概要

### 7-6-1 線形設計

フィーダー道路は幹線道路より次の主要な集落を結ぶものとして計画されている。

- 1) Long Laput
- 2) Long Bedian
- 3) Long Panai
- 4) Long Terawan
- 5) N.P. Base comp

各フィーダー道路共、スワンプ地帯、洪水地域を避け、また、河川の横断を極力避け、かつ大切土、大盛土とならないようなルートを選定した。

地形的区分としては Long Laput、Long Terawan および N.P. Base camp に至るフィーダー道路が山地で、他はすべて丘陵地とした。

今回の作業は路線の選定を主とし、縮尺 1 : 50,000 地形図で行われているので、最小曲線半径は 500 m としているが、詳細設計の際には設計基準にもとづいた最小半径と用いる必要がある。

### 7-6-2 路線概要

#### (1) Long Laput 道路

幹線道路の Batang Baram の渡河地点の手前、STA. 25+800 より分岐し、Batang Baram に沿って Long Laput に至る 5.7 Km の道路である。地勢は山地として計画されており、高さ 10 m ~ 60 m の高低に富んだ地域を通過する。

#### (2) Long Bedian 道路

STA. 53+100 で幹線道路より分岐し、Sungai Apoh を渡河し、Long Buang を経て Long Bedian に至る全長 2.3.4 Km の道路で、地形的区分は丘陵地とされている。

Long Buang の位置は 1 / 50,000 地形図と航空写真測量により作成された 1 / 10,000 地形図とで異なるので、後者の位置に接続させる。

分岐点より 9 Km 付近までは一部既設の林道を利用する。Long Alip は Sungai Apoh の右岸にあるが、本ルートは渡河を避け左岸を通っている。

#### (3) Long Panai 道路

STA. 55+100 で幹線道路から分岐し、スワンプ地帯を避け Sungai Bah に沿い、Sungai Tutoh の左岸にある Long Panai に至る全長 1.1.4 Km の道路である。地形的区分は丘陵地とされている。

#### (4) Long Terawan 道路

Sungai Terawan 沿いの低湿地帯を避け、STA. 67+00 で幹線道路より分岐し、既存の尾根沿いにある林道を改良し、Long Terawan に至る全長 4.7 Km の道路で、地

形的区分は山地とされている。

(5) N.P. Base camp 道路

STA. 82+900で幹線道路より分岐し、ほぼ最短ルートで Sungai Melinau 沿いのN.P. Base campに至る全長4.6 Kmの道路である。

地形的区分は山地であり、全線高低差の富んだ地域を通過する。

