

#### 4) 維持管理費

現道に対する維持費はリハビリテーション事業が完了した後、全年を通して著しい泥ねい個所が発生しないように維持し(副報告書(2.3.2)参照)、平均車輛走行速度(乾季で36~40Km/時、雨季で18~20Km/時)を保つことができる程度の路面状況を維持するために必要な費用として算定している。

改良道の維持管理費は路面の種類別、即ち改良ラテライト道、舗装道別に交通量に関係ない固定費分(路肩、法面、側溝及び伐開部の維持管理費)と交通量によって変動する可変費分(路面の維持管理)にわけて維持方法を設定し、これを推計した。以上の結果は次の通りである。

- 改良ラテライト道の維持管理費 (c)

$$c = (430 + 3.4 \times ADT) Z / \text{Km/年}$$

- 舗装道の維持管理費 (c')

$$ADT \leq 1500 \quad c' = 430 + 600 = 1,030 Z / \text{Km/年}$$

$$ADT > 1,500 \quad c' = \{ 1,030 + 0.4 (ADT - 1,500) \} Z / \text{Km/年}$$

橋梁、フェリーについても維持費を算出した。フェリーの維持費はその運転経費を含めて算出した。

#### Operating Speed Levels to be maintained by Maintenance Work

(KPH)

	Paved Surface	Improved Laterite Surface	Existing Earth Road	
			Dry months	Wet months
Light Vehicles	75	60	40	20
Heavy Vehilces	70	55	36	18

(See Vol. 2, 2.3.2.)

## 6章 プロジェクトの評価

本章ではプロジェクトの経済的側面からの評価に当たって行われた費用便益分析の方法、分析の過程及びその結果が述べられている。

### 6.1 費用便益分析の方法

#### 1) 分析の方法と手順

プロジェクトの経済的妥当性は、プロジェクトの実施によって予想される便益とプロジェクトの費用の現在価値を比較することで評価される。本調査では費用便益比、内部収益率の2方法を用いてこれを行なった。

##### a. 費用便益比 (R')

費用便益比法は計測期間にわたって発生するプロジェクトの各年次の費用と便益を適当な割引率によって現在価値に換算した費用と便益の合計額の比率を求める方法であり次式によって表わされる。

R' が1以上であればプロジェクトは妥当とみなされる。

$$R' = \frac{\sum_{t=1}^n \left\{ \frac{B_t}{(1+r)^t} \right\}}{\sum_{t=1}^n \left\{ \frac{C_t + AE_t}{(1+r)^t} \right\} - \frac{S}{(1+r)^n}}$$

n : 計測期間 (年数)

r : 割引率

B<sub>t</sub>: t年次の便益

C<sub>t</sub>: t年次の対象道路の改良費

AE<sub>t</sub>: t年次の対象道路の維持費

S : 対象道路の残存価値

##### b. 内部収益率 (R)

内部収益率法は計測期間にわたって発生するプロジェクトの各年次の費用と便益の現在価値のそれぞれの合計額を等しくするような割引率を求める方法であり、次式の右辺と左辺を等しくするRが、プロジェクトエリアにおける資本の機会費用を上廻ればプロジェクトは妥当とみなされる。

$$\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+R)^t} = \sum_{t=1}^n \left\{ \frac{Ct+AEt}{(1+R)^t} \right\} - \frac{S}{(1+R)^n}$$

プロジェクトの費用は対象道路の改良費と維持管理費とからなっており、便益は走行費用節約額、道路維持費節約額、農業生産における付加価値の純増分及び建設労務者の所得の純増分の4要素によって構成されているが、農業生産における付加価値の純増分及び建設労務者の所得の純増分は感度分析の対象としている。

図6.1は本調査で採られた費用便益分析の過程を示すものである。

## 2) 主要な分析条件についての基本的な考え方

費用便益分析に当たっての幾つかの重要な点について基本的な考え方は下記の通りである。

### a. 費用及び便益の計測期間

プロジェクトの着工予定年度は1979年としたが、比較案Ⅱについては、着工後20年近くを経て行われる投資が予定されており、こうした追加投資の効果を測定するために計測期間は、着工後30年という長期間とした。

### b. プロジェクトの残存価値

計測期間を長期にとったため、計測期間完了後の残存価値は殆んど無視できる程小さくなると考えられることから残存価値はゼロとした。

### c. 割引率

割引率は理論的にはザイール国内における資本の機会費用に等しくならなければならないが、これを推定することは極めて困難であり、現在の国際的な金利水準、ザイール国内の類似プロジェクトにおいて用いられている割引率等から判断して妥当と思われる12%を適用した。

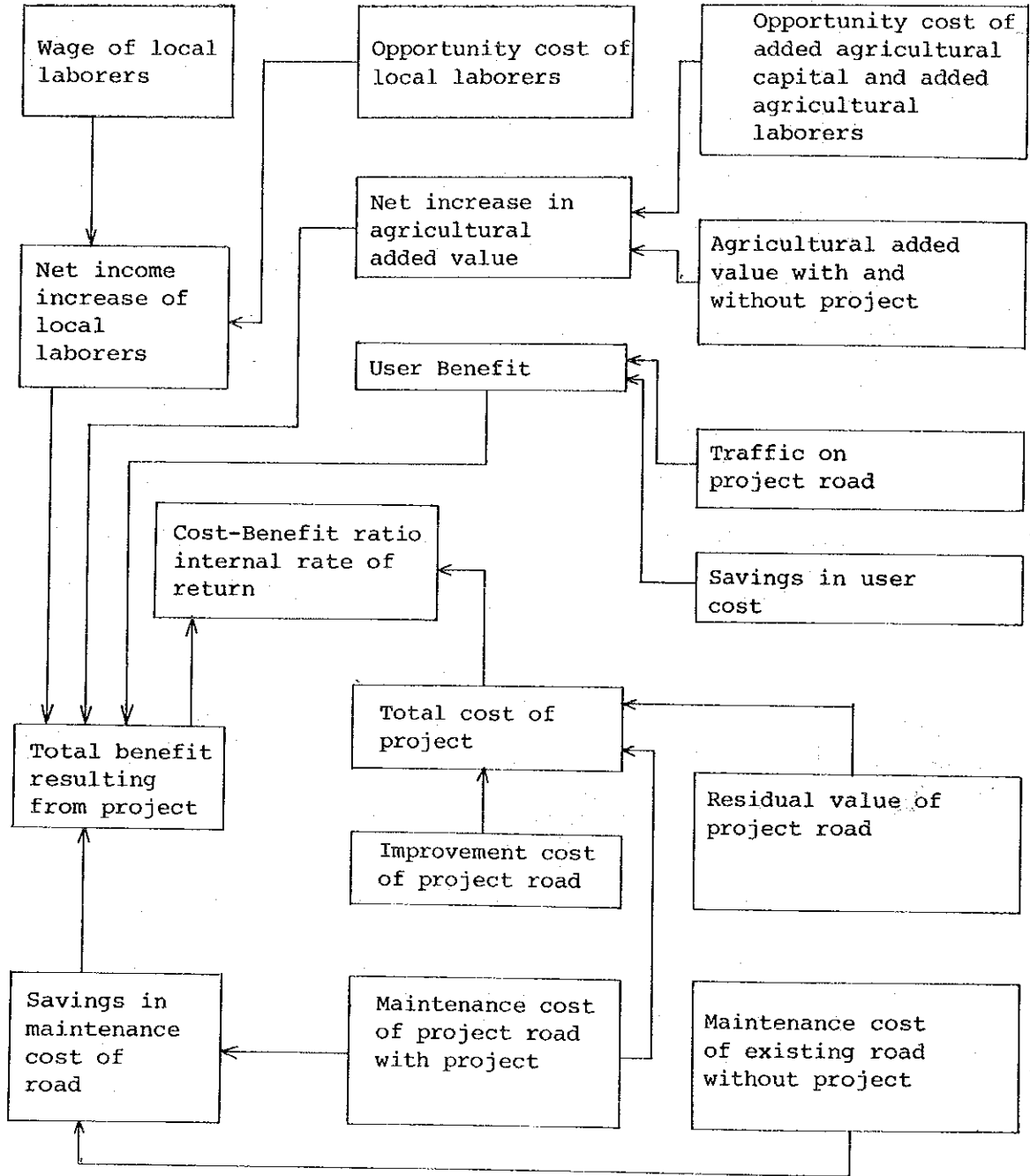
### d. Shadow rate

ザイール側の経済的価値を測定することは極めて困難である。ここでは、1ザイールの経済的価値は公定レート注1)の $\frac{1}{1.5}$ と仮定したが、この仮定はBukavu-Kindu Roadのフィージビリティ調査でも用いられている。これは感度分析の対象とされている。

---

(注1.) Technical and Economic Feasibility Study for the Bukavu-Kindu Road, ADB. Final Report, March 1974

Plate 6.1. Process of Cost-Benefit Analysis



## 6.2 便益と費用

プロジェクトの実施によってもたらされる便益は、走行便益、農業生産の増加による付加価値の純増額、道路維持費の節約、及びプロジェクトの実施によって現地で雇傭される労働者の所得の純増分から構成されており、以下これらについて算出の方法、結果を述べる。

### 1) 走行便益

計測期間にわたって予測された車種別交通量と車種別の1台当り走行経費節約額から、通常交通量及び開発交通量による走行便益を比較案Ⅰ及びⅡについて、区間別に求めた。表6.1及び6.2はこの結果を示す。

### 2) 農業生産の増加による付加価値の純増額

農業生産における付加価値の純増額は対象道路の改良による付加価値の増加分から、増加農業資本及び増加農業労働者の機会費用をさし引いて求められた。付加価値の計算に当っては前記の開発交通による走行便益との二重計算にならないように農産物の消費者価格ではなく生産者価格を用いた。以上の結果は6.1及び6.2に示される。尚、この便益は感度分析の対象としている。

### 3) 現地雇傭建設労務者の便益

これは、対象道路の改良事業に雇傭される建設労務者の所得の純増分であり、賃金から労務者の機会費用を差引いて求められた。表6.1及び6.2はこの結果を示す。

### 4) 道路維持費節約便益

道路維持費節約便益は現道の維持費から対象道路が改良された場合の道路の維持費をさし引いて求められた。この結果は表6.1及び6.2に示される。

### 5) プロジェクトの費用

プロジェクトの費用は対象道路の改良費及び維持費の和であるが表6.1及び6.2における費用はこのまま費用便益分析に用いることはできない。改良費及び維持費の経済費用を求めるために、これらの費用から税金を差引き外貨分に対してShadow rateを適用した。この結果は表6.3と6.4に示される。

Table 6.1  
 Coûts et bénéfices de projet par année (Alternative-I)  
 (Present Value discounted at 12%)  
 Coûts et bénéfices de projet en année (Alternative-I)  
 (Valeur escomptée actuelle à 12%)

( Indicated in present value discounted at 12% to the 0th year (1979) )  
 ( which is immediately before the commencement of construction.  
 ( Indiqué à valeur escomptée actuelle à 12% à 0(zéro) année (1979) )  
 ( quelle est en avant le commencement immédiat de la construction.

Unit : 1,000 Zaires)  
 (Unité : 1,000 Zaires)

T	Year	Net Increase in Added Value	User Benefit	Net Increase in Unskilled Laborers' Income	Savings in Maintenance Cost	Total Benefit	Maintenance Cost of Proposed Road	Maintenance Cost of Existing Road	Improvement Cost (with shadow rate)	Improvement Cost (without shadow rate)
T	Année	Augmentation nette dans la valeur ajoutée	Bénéfice d'usagers	Augmentation d'usagers dans main-d'œuvre non spécialisée	Economie dans le coût d'entretien	Bénéfice totale	Coût d'entretien de route proposée	Coût d'entretien de route existante	Coût d'amélioration (avec taux économique)	Coût d'amélioration (sans taux économique)
1	1980			1,005		1,005			22,994	17,453
2	1981			897		897			17,901	13,835
3	1982			801		801			15,983	12,353
4	1983	99	599	238	-73	863	444	370	5,775	4,471
5	1984	377	1,073		-66	1,384	396	331		
6	1985	593	1,493		-59	2,028	354	295		
7	1986	759	1,840		-52	2,547	316	264		
8	1987	883	2,131		-47	2,968	282	235		
9	1988	971	2,366		-42	3,295	252	210		
10	1989	1,000	2,377		-37	3,340	225	188		
11	1990	1,012	2,367		-33	3,346	201	168		
12	1991	1,009	2,340	2	-30	3,321	179	150	572	439
13	1992	996	2,298	1	-27	3,269	161	134	418	321
14	1993	974	2,204		-25	3,153	144	119		
15	1994	944	2,116		-23	3,036	130	106		
16	1995	909	2,021		-22	2,909	117	95		
17	1996	871	1,922		-20	2,773	105	85		
18	1997	831	1,821		-18	2,633	94	76		
19	1998	789	1,720		-17	2,492	84	68		
20	1999	747	1,619		-16	2,350	76	60		
21	2000	705	1,520		-14	2,211	68	54		
22	2001	663	1,424		-13	2,074	61	48		
23	2002	622	1,331		-11	1,942	54	43		
24	2003	582	1,242		-10	1,814	49	38		
25	2004	520	1,109		-9	1,691	43	34		
26	2005	464	990		-8	1,446	39	31		
27	2006	414	884		-7	1,291	35	27		
28	2007	370	789		-6	1,153	31	24		
29	2008	330	705		-6	1,029	28	22		
30	2009	295	629		-5	919	25	19		
Total		18,730	42,930	2,944	-696	63,907	3,993	3,294	63,643	48,872

Note: In the table, the tax component is excluded even in the improvement cost without shadow rate as for the case of being not discounted (see Table 4.3.9 in Vol. 2).

Dans le Tableau, part de taxe est exclue même dans le coût d'amélioration sans taux économique pour le cas de ne pas être escompté (voir Tableau 4.3.9, Vol. 2).

Table 6.2 Costs and Benefits of Project by Year (Alternative II)  
 (Present Value discounted at 12%)  
 Coûts et bénéfices de projet en année (Alternative II)  
 (Valeur escomptée actuelle à 12%)

Unit : 1,000 Zaires  
 Unité : 1,000 Zaires

{ Indicated in present value discounted at 12% to the 0th year (1979) }  
 { which is immediately before the commencement of construction. }  
 { Indiqué à valeur escomptée actuelle à 12% à 0(zéro) année (1979) }  
 { quelle est en avant le commencement immédiat de la construction. }

T Year	Net Increase in Added Value	User Benefit	Net Increase in Unskilled Laborers' Income	Savings in Maintenance Cost	Total Benefit	Maintenance Cost of Proposed Road	Maintenance Cost of Existing Road	Improvement Cost (with shadow rate)	Improvement Cost (without shadow rate)
T Année	Augmentation nette dans la valeur ajoutée	Bénéfice d'usagers	Augmentation d'usagers main-d'œuvre non spécialisée	Economies dans le coût d'entretien	Bénéfice totale	Coût d'entretien de route proposée	Coût d'entretien de route existante	Coût d'amélioration (avec taux économique)	Coût d'amélioration (sans taux économique)
1 1980			453		453			10,473	7,949
2 1981			434		434			8,154	6,302
3 1982			367		367			7,280	5,626
4 1983	99	521	138	101	859	269	370	2,631	2,037
5 1984	377	968		83	1,428	248	336	115	78
6 1985	593	1,363	25	65	2,046	230	295	909	702
7 1986	759	1,691	22	38	2,510	225	264	734	566
8 1987	883	1,966		25	2,874	210	235		
9 1988	971	2,188		16	3,175	194	210		
10 1989	1,000	2,196		9	3,205	179	188		
11 1990	1,012	2,186		4	3,202	164	168	89	61
12 1991	1,009	2,159	29	-10	3,187	159	150	857	660
13 1992	996	2,120	26	-12	3,130	146	134	561	433
14 1993	974	2,032	33	-2	3,037	121	119	1,136	872
15 1994	944	2,086	30	-2	3,058	108	106	1,014	779
16 1995	909	1,994		-2	2,901	97	95		
17 1996	871	1,897		-3	2,765	87	85		
18 1997	831	1,799		-7	2,623	83	76	21	16
19 1998	789	1,699		-7	2,481	75	68		
20 1999	747	1,601		-7	2,341	67	60		
21 2000	705	1,503		-7	2,201	60	54		
22 2001	663	1,409		-6	2,066	54	48		
23 2002	622	1,317		-6	1,933	49	43		
24 2003	582	1,229		-6	1,805	44	38		
25 2004	520	1,097		-5	1,612	39	34		
26 2005	464	980		-4	1,440	35	31		
27 2006	414	875		-4	1,285	31	27		
28 2007	370	731		-4	1,097	28	24		
29 2008	331	697		-3	1,025	25	22		
30 2009	295	623		-3	915	25	19		
Total	18,730	40,926	1,577	241	61,475	3,052	3,294	33,974	26,082

Note: In the table, the tax component is excluded even in the improvement cost without shadow rate as for the case of not being discounted (see Table 4.3.10 in Vol. 2).  
 Dans le Tableau, part de taxe est exclue même dans le coût d'amélioration sans taux économique quant à ne pas faire de cas d'escompte (voir Tableau 4.3.10 à Vol. 2).

Table 6.3 Shadow-Priced Improvement Costs of Project Road (Without discounting) (Alternative-I)  
 Tableau 6.3 Prix économique de coûts d'amélioration de la route de projet (sans escompte) (Unit : 1,000 Zaires)  
 (Unité : 1,000 Zaires)

T	Year Année	Ndu-Bondo	Bondo-Buta	Buta-Banalia	Banalia-Kisangani	Yearly Total Annuel total
1	1980	4,986	5,751	8,275	6,701	25,713
2	1981	4,347	5,049	7,215	5,845	22,456
3	1982	4,347	5,049	7,215	5,845	22,456
4	1983	1,760	2,043	2,920	2,365	9,088
5	1984					
6	1985					
7	1986					
8	1987					
9	1988					
10	1989					
11	1990					
12	1991				2,230	2,230
13	1992				1,825	1,825
Total		15,440	17,892	25,625	24,811	83,768

Note: 1/ Foreign currency component is multiplied by 1.5  
 Monnaie étrangère composant a multiplié par 1,5.

Costs in the table are on the basis of the cost level of April 1975.  
 Coûts dans le tableau sont à la base de niveau du coût d'Avril 1975.

(See Supporting Report Table 4.3.9)

(Voir Rapport final du Projet, Tableau 4.3.9)

Table 6.4 Shadow-Priced Improvement Costs of Project Road (Without discounting) (Alternative-II)  
 Tableau 6.4 Prix économique de coûts d'amélioration de la route de projet (sans escompte) (Unit : 1,000 Zaires)  
 (Unité : 1,000 Zaires)

T	Year Année	Ndu-Bondo	Bondo-Buta	Buta-Banalia	Banalia-Kisangani	Yearly Total Annuel total
1	1980	2,316	2,121	2,068	5,225	11,730
2	1981	2,019	1,849	1,804	4,556	10,228
3	1982	2,019	1,849	1,804	4,556	10,228
4	1983	817	749	731	1,843	4,140
5	1984			44	160	204
6	1985			351	1,444	1,795
7	1986			351	1,271	1,622
8	1987					
9	1988					
10	1989					
11	1990		45	28	238	311
12	1991		726	713	1,901	3,340
13	1992		547		1,901	2,448
14	1993			5,550		5,550
15	1994			5,550		5,550
16	1995					
17	1996					
18	1997			162		162
Total		7,171	7,886	19,156	23,095	57,308

Note: 1/ Foreign currency component is multiplied by 1.5  
 Monnaie étrangère composant a multiplié par 1,5.

Costs in the table are on the basis of the cost level of April 1975.  
 Coûts dans le tableau sont à la base de niveau du coût d'Avril 1975.

(See Supporting Report Table 4.3.10)

(Voir Rapport final du Projet, Tableau 4.3.10)



### 6.3 経済評価の結果

プロジェクトの経済評価では、便益／費用比法と内部収益率法とを採用した。そして、いわゆる感度分析で行われると同様に評価条件を次の如く変化させ、比較案毎に5種のケースの比較評価を行った。

- (a) 改良工事費にシャドウレートを適用するか適用しないか。
- (b) 農産物の附加価値純増分を便益に含めるか含めないか。
- (c) 時間価値の節約分を使用者便益に含めるか含めないか。
- (d) 開発交通によるトリップ当りの便益を通常交通によるその  $\frac{1}{2}$  とみなすか、同等とみなすか。

表 6.5 から次の事実が判明した。

- 比較案Ⅰではケース # 2 (最も有利な条件) のみにおいて全線改良が経済的に正当化される。即ち、便益／費用比が 1.0 以上となる。
- 比較案Ⅱではケース # 10 (最もきびしい条件) 以外のすべてのケースにおいて全線改良が経済的に正当化される。即ち便益／費用比が 1.0 以上となる。

最もきびしい条件は比較案Ⅰではケース # 5 に、比較案Ⅱではケース # 10 に該当するが、この場合の条件は次の通りである。

- (a) 費用にはシャドウレートが適用される。
- (b) 農作物の附加価値純増分は便益から除かれる。
- (c) 時間価値の節約分は利用者便益から除かれる。
- (d) 開発交通によるトリップ当り便益は通常交通のその  $\frac{1}{2}$  とみなす。

表 2.2 では次の事実が判明した、比較案Ⅱでさえも便益／費用比は 0.531 まで低下し、内部収益率は割引率 12% を下回り 7.4% まで低下する。これらの評価値は比較案Ⅰでは更に低い。従ってこのような条件下では両比較案共に全路線の改良は経済的に正当化されない。

次に区間別と比較した結果、即ち表 6.6 からは次の事実が判明した。

- 比較案Ⅰでは最もきびしいケース以外のすべてのケースにおいて Kisangani ~ Banalia 間の改良が経済的に正当化される。
- 比較案Ⅱでは最もきびしいケース以外のすべてのケースにおいて Kisangani ~ Buta 間の改良が経済的に正当化される。

又、全般的にみて経済評価の結果から次の事実が判明する。

- 比較案Ⅱでは最もきびしい条件下でも Kisangani ～ Banalia 間は便益／費用比が 1.0 に近いので、その改良は正当化される。
- 比較案Ⅱは最もきびしい条件をとらず、ケース# 6～# 9の条件下でみるならばいづれも全線として便益／費用比が良好な値を示すので財政事情が許すならば全線の改良をなすべきであろう。

Table 6.5 Results of Economic Analysis (Kisangani-Bangassou)

Case	Alter-native	Exchange rate for estimating improvement cost	Benefit due to net increase in added value	Benefit due to savings in time cost	Benefit due to developed traffic	Internal rate of return	Benefit/cost ratio	Maximum possible investment (1,000 Zaires)	Total benefit (present value) (1,000 Zaires)	Total project cost (present value) (1,000 Zaires)
# 1	I	OR x 1.5	Yes	Yes	Normal	0.115	0.945	59,913	63,907	67,636
# 2	I	OR	Yes	Yes	Normal	0.138	1.209	59,917	63,907	52,865
# 3	I	OR x 1.5	No	Yes	Normal	0.085	0.668	41,185	45,176	67,636
# 4	I	OR	No	Yes	Normal	0.105	0.855	41,185	45,176	52,863
# 5	I	OR x 1.5	No	No	1/2 x Normal	0.051	0.305	18,834	20,659	67,636
# 6	II	OR x 1.5	Yes	Yes	Normal	0.176	1.662	58,478	61,969	37,026
# 7	II	OR	Yes	Yes	Normal	0.207	2.107	58,478	61,969	29,196
# 8	II	OR x 1.5	No	Yes	Normal	0.135	1.156	39,746	42,798	37,026
# 9	II	OR	No	Yes	Normal	0.163	1.466	39,746	42,798	29,133
#10	II	OR x 1.5	No	No	1/2 x Normal	0.074	0.531	18,283	19,687	37,026

Notes: 1) Yes means considered, and No means ignored.

2) OR means the original exchange rate of US\$1.00 = Z 0.50.

3) Normal means the same amount as much as that due to the normal traffic; while 1/2 x Normal means the half amount of that due to the normal traffic.

4) The net increase in local unskilled laborers' income and savings in maintenance cost of the road occupy a small percentage in the total benefit and are not considered as items of changing condition in the analysis but their amounts are included in the total benefit.

Table 6.6 Results of Economic Analysis by Alternative and by Section

Case	Alter- native	Exchange rate for estimating improvement cost	Benefit due to net increase in added value	Benefit due to savings in time cost	Benefit due to developed traffic	B/C Ratio by Route Section										Entire route
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
						Bangassou Monga	Monga Bondo	Bondo Likati	Likati Dulia	Dulia Buta	Buta Tele	Tele Kole	Kole Banalia	Banalia Bengamisa	Bengamisa Kisangani	
# 1	I	OR x 1.5	Yes	Yes	Normal	0.056	0.056	0.164	0.169	0.241	0.879	0.935	0.530	2.639	2.367	0.945
# 2	I	OR	Yes	Yes	Normal	0.072	0.071	0.207	0.216	0.307	1.123	1.196	0.682	2.397	3.046	1.209
# 3	I	OR x 1.5	No	Yes	Normal	0.048	0.047	0.123	0.128	0.177	0.623	0.663	0.383	1.845	1.656	0.668
# 4	I	OR	No	Yes	Normal	0.062	0.060	0.156	0.163	0.225	0.797	0.848	0.493	2.375	2.131	0.855
# 5	I	OR x 1.5	No	No	1/2 x Normal	0.022	0.022	0.056	0.058	0.081	0.262	0.303	0.175	0.844	0.757	0.305
# 6	II	OR x 1.5	Yes	Yes	Normal	0.129	0.166	0.381	0.334	0.432	1.508	1.539	1.143	3.027	2.792	1.662
# 7	II	OR	Yes	Yes	Normal	0.164	0.206	0.473	0.425	0.549	1.902	1.944	1.417	3.893	3.519	2.107
# 8	II	OR x 1.5	No	Yes	Normal	0.117	0.151	0.294	0.258	0.324	1.045	1.069	0.780	2.088	1.926	1.156
# 9	II	OR	No	Yes	Normal	0.149	0.187	0.365	0.328	0.411	1.319	1.350	0.967	2.685	2.476	1.466
#10	II	OR x 1.5	No	No	1/2 x Normal	0.054	0.069	0.135	0.119	0.149	0.481	0.492	0.358	0.960	0.884	0.531

- Notes: 1) Yes means considered, and No means ignored.  
2) OR means the original exchange rate of US\$ 1.00 = Z 0.50.  
3) Normal means the same amount as much as that due to the normal traffic; while 1/2 x Normal means the half amount of that due to the normal traffic.  
4) As for the benefit and the cost by route section, refer to Table 4.3.5 and Table 4.3.6 respectively.





