

第2編 フィージビリティ調査

10. 短期緊急プロジェクト

10-1 計画策定の概略手順

短期緊急プロジェクトの対象箇所（72箇所）には類似対策工が多いことから、図10-1のような概略手順に従って改修工事の実施計画を策定する。

まず、類似対策工別に対象箇所をグルーピングし、その中から代表対策箇所を選定する。

その代表対策箇所について、標準設計、施工計画、概略工事費を算定する。さらに代表対策箇所の検討結果を類似対策箇所に適用して、短期緊急プロジェクト改修工事の実施計画を策定する。なお、代表対策箇所の検討結果を類似対策箇所に適用する場合、類似対策箇所に特殊性があれば、その特殊性を加味して検討する。

10-2 短期緊急プロジェクト対象箇所

短期緊急プロジェクト対象箇所は、マスタープランで作成した改修全体計画のうち、緊急度、重要度が高い箇所を現地踏査を踏まえて選定し、モンゴル側と協議して表10-1とおおり72箇所とし、この箇所について2005年を目標とするフィージビリティ調査を実施することとした。

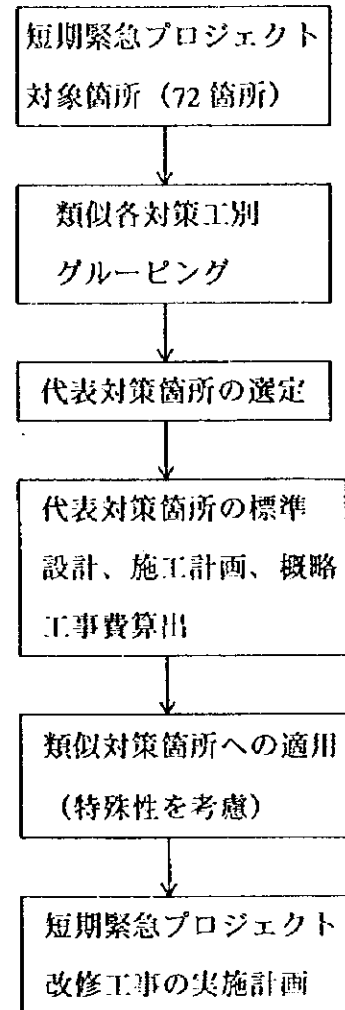


図10-1 計画の手順

表10-1 短期緊急プロジェクト対象箇所

項目	対策箇所数	F/S対象位置			
		築堤洗掘対策	7	10pk7-10 57pk8-10	31pk2-4 67pk6-7
落石対策	12	8pk10 18pk10-19pk1 250pk6-8	13pk3 54pk2-3 251pk2	17pk5-6 57pk9 267pk2-3	18pk1 61pk10 282pk9-283pk2
橋梁対策	11	235pk3 289pk1 342pk2	245pk5 326pk9 344pk1	255pk3 334pk3 356pk1	285pk1 338pk10
線路横断 排水対策	42	23pk2 97pk5 145pk1 190pk6 223pk7 252pk1 314pk10 345pk6 389pk1 417pk1 428pk4	66pk4 100pk7 168pk4 197pk2 230pk9 253pk3 329pk7 348pk7 391pk2 417pk10 438pk7	89pk7 125pk8 170pk3 210pk6 235pk3 255pk3 334pk3 352pk7 394pk4 420pk7	94km 143pk7 184pk4 218pk5 242pk4 313pk10 340pk5 356pk1 399pk1 424pk7
計	72				

10-3 代表対策箇所の選定

(1) 代表対策箇所選定の考え方

類似各対策工別にグループイングした対策箇所の中から、次のような考え方で、代表対策箇所を選定する。

- ①対策工別に各対策箇所の地形、地質等の面で他の箇所より共通項目を多く持っている箇所で、今後予想される洪水時に列車運転阻害発生の可能性があり、緊急性の高い箇所を選定する。(主として、護岸工、落石対策工)
- ②各対策構造物で設計断面、施工法の条件において、①の選定方針と共に、構造面で共通点が多く有り、この条件で設計、施工法を策定した時、標準構造物として他の多くの類似対策箇所に適用可能な構造物として採用できる箇所を選定する。(主として、橋梁、カルバート)
- ③①、②で選定した代表対策箇所について、モンゴル側と協議のうえ、各対策工別代表対策箇所及び適用対策箇所を決定する。

(2) 各対策工別代表対策箇所を選定と類似対策箇所への適用

現地調査を行い、上記の①、②、③の選定方針により選定した結果、各対策工別代表箇所及び適用する類似対策箇所を次のとおりとする。

1) 築堤洗掘対策（護岸工）

代表対策工としては、表 10-2 に示すように護岸工としては 54pk4-5、単独箇所として 31pk2-4 の線路変更がある。

表 10-2 築堤洗掘対策

代表対策箇所	対策工	適用対策箇所	記事
31pk2-4	線路移設 2m×2m カルバート	31pk2-4	
54pk4-5	護岸工	10pk7-10	
		51pk9～52pk1	
		54pk4-5	
		57pk8-10	
		67pk6-7	
		208pk1-3	

2) 落石対策

代表対策工としては、表 10-3 とおり斜面整理+ロックプールと、張りコンクリート+ロックプールがある。

①切り取り斜面の対策工の選定においては、法面の地質、割れ目、風化状況、転石浮石等の調査結果に基づき代表対策箇所としては、斜面整理（ロックプールを含む）は、基本的には地形状況から 4 タイプに分類し（図 10-2）、それぞれ 13pk3（タイプⅠ）、61pk10（タイプⅡ）、282pk9 ～ 283pk2（タイプⅢ）、267pk2-3（タイプⅣ）を代表対策箇所とする。

②単独箇所としては、18pk10 ～ 19pk1 において斜面整理と張りコンクリートとする。

また、251pk2 においては線路には落石の影響がなく、落石により通信柱に危害を及ぼす可能性があることから通信線に移設することとした。

表10-3 落石対策

代表対策箇所	対策工	適用対策箇所	斜面タイプ	記 事
13pk3	斜面整理 (ロックプールを含む)	13pk3	I	
		18pk1	I	
61pk10	斜面整理 (ロックプールを含む)	17pk5-6	II	
		57pk9	II	
		61pk10	II	
		250pk6-8	II	
282pk9~283pk2	斜面整理	54pk2-3	III	
		282pk9~283pk2	III	
18pk10~19pk1	斜面整理(ロックプールを含む)張りコンクリート	18pk10~19pk1	I	
267pk2-3	斜面整理 (ロックプールを含む) + 爆破工法	8pk10	IV	
		267pk2-3	IV	
251pk2		251pk2	II	通信線移設

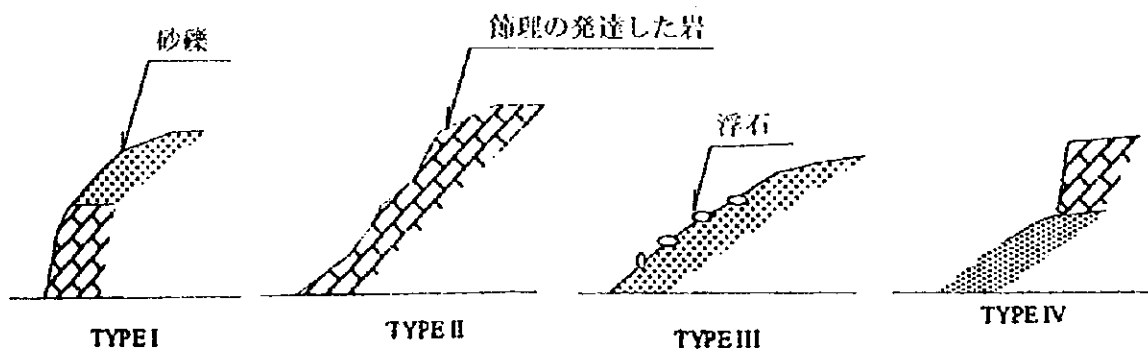


図10-2 斜面のタイプ

3) 橋梁対策

今回の調査対象橋梁は、施工後約 50 年経過しており、過酷な気象条件下にさらされている状況にある。代表対策工としては、桁本体の損傷と張り出し部のスラブ、バラス止め損傷より次の 2 対策工とする。(表 10-4)

- ①桁架け替え（桁本体の損傷）の代表対策箇所としては 334pk3 とする。
- ②防水工、局部的損傷部の補修（張り出し部のスラブ、バラス止め等）の代表対策箇所としては 255pk3 とする。

表10-4 橋梁対策

代表対策箇所	対策工	適用対策箇所	記事
334pk3	桁架け替え	285pk1	9.3 m × 1スパン
		289pk1	13.5 m × 2スパン
		334pk3	
		326pk9	13.5 m × 3スパン
		338pk10	7.3 m × 1スパン
		344pk1	
		356pk1	7.3 m × 2スパン
255pk3	防水工、 損傷部補修	235pk3	9.3 m × 2スパン
		255pk3	7.3 m × 2スパン
		245pk5	9.3 m × 2スパン
		342pk2	6.0 m × 1スパン

4) 線路横断排水対策

代表対策工としては、ボックスカルバートの増新設、橋梁の増設、河川の拡幅がある。

①現在、洪水時には横断排水構造物の通水能力不足のため、盛土により雨水がせき止められて滞水する上、盛土のり面を繰り返し崩壊している。時には線路を越流する箇所さえある。

このような状況から、類似対策箇所を表10-5のように構造別に2グループ、形状別に5タイプに分類してそれぞれの代表対策箇所を選定した。

各タイプ毎の代表対策箇所は下記のとおりである。

- ・ボックスカルバート 幅 2.0m 高さ 1.5m 253pk3
- ・ボックスカルバート 幅 2.5m 高さ 2.0m 389pk1
- ・ボックスカルバート 幅 2.5m 高さ 2.5m 356pk1
- ・橋梁 BR1 橋長 11.5m 235pk3
- ・橋梁 BR2 橋長 13.5m 125pk8

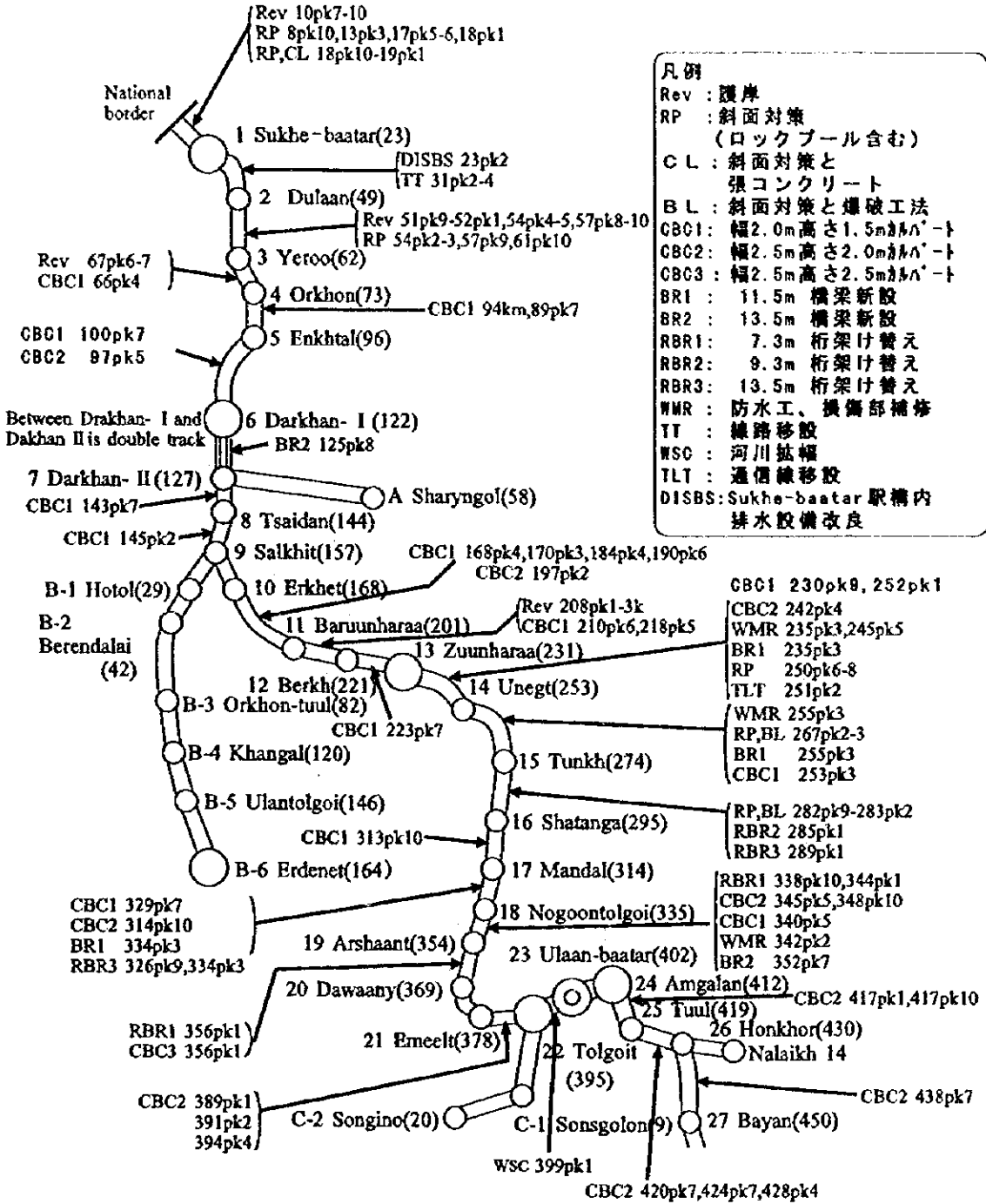
②単独箇所としては Sukhe-baatar 駅構内の 23pk2 における排水設備の改良と、Ulaan-Baatar 市内の 399pk1 における河川拡幅がある。

表10-5 線路横断排水対策

代表対策箇所	対策工	適用対策箇所	記事
23pk2	Sukhe-baatar駅構内排水設備改良工	23pk2	
253pk3	ボックスカルバート(CBC1)	66pk4	幅2.0m、高さ1.5m
		89pk7	
		94km	
		100pk7	
		143pk7	
		168pk4	
		170pk3	
		184pk4	
		190pk6	
		210pk6	
		218pk5	
		223pk7	
		230pk9	
		252pk1	
		253pk3	
		313pk10	
		329pk7	
340pk5			
389pk1	ボックスカルバート(CBC2)	97pk5	幅2.5m、高さ2.0m
		145pk1	
		197pk2	
		242pk4	
		314pk10	
		345pk6	
		348pk7	
		389pk1	
		391pk2	
		394pk4	
		417pk1	
		417pk10	
		420pk7	
		424pk7	
428pk4			
438pk7			
356pk1	ボックスカルバート(CBC3)	356pk1	幅2.5m、高さ2.5m
235pk3	橋梁(BR1)	235pk3	橋長11.5m
		255pk3	
		334pk3	
125pk8	橋梁(BR2)	125pk8	橋長13.5m
		352pk7	
399pk1	河川拡幅	399pk1	土壌調査

(3) 駅間別各対策工箇所

各対策工がどの駅間に位置するかを図 10-3 に示す。



凡例	
Rev	: 護岸
RP	: 斜面对策 (ロックブール含む)
CL	: 斜面对策と 張コンクリート
BL	: 斜面对策と爆破工法
CBC1	: 幅2.0m高さ1.5mの橋梁
CBC2	: 幅2.5m高さ2.0mの橋梁
CBC3	: 幅2.5m高さ2.5mの橋梁
BR1	: 11.5m 橋架け替え
BR2	: 13.5m 橋架け替え
RBR1	: 7.3m 桁架け替え
RBR2	: 9.3m 桁架け替え
RBR3	: 13.5m 桁架け替え
WMR	: 防水工、橋脚部補修
TT	: 線路移設
WSC	: 河川拡幅
TLT	: 通信線移設
DISBS	: Sukhe-baatar 駅構内 排水設備改良

図 10-3 駅間別各対策工位置図

1 1. 土木構造物計画

1 1 - 1 築堤洗掘対策（護岸工）

(1) 線路移設（代表対策箇所 31 p k 2 - 4）

1) 概略設計

移設区間は起点 29pk1 から終点 31pk5 間とした。路線延長は 2.5 km となる。

移設線は現在線からの最大離れは 30pk2 地点で約 170m となる。線路移設計画図を図 11-1-1 に示す。線路移設に伴う土木構造物は以下の条件のもとに計画した。

a. 設計基準

計画に用いた技術基準は 4 - 1 で設定した基準を用いる。

b. 施工基面高さの決定

起点・終点間ではレールレベルの高低差が約 6.0 m あるため、施工基面の標高をできるだけ高くするものとし、起・終点両側の取付け部に 8 ‰ の縦断こう配を採用した。この結果現在線より 1.5 m 以上の線路こう上が可能となる。

c. 盛土・切取区間

盛土・切取区間の法面勾配は表 1 1 - 1 - 1 に示す勾配を用いる。29pk 4 付近の盛土区間は高さが 6 m を越えるため 1 : 1.75 の勾配を用いるが、他の区間は 6 m 以下であるため、盛土・切取とも 1 : 1.5 の勾配を用いる。

表 1 1 - 1 - 1 盛土・切取勾配

盛土勾配	1: 1.5 (h<6m) 1: 1.75 (h>6m)
切取勾配	1: 1.5 (for earth) 1: 1.0 (for soft rock, h<6m) 1: 0.2 (for hard rock)

d. 凍土対策

地表下約 1.5 m に地下水の滞水層があるので凍土を防ぐために盛土の基盤部の材料には透水性の高い砂利を用いる。

e. 排水対策

線路を移設する区間の背面は斜面を形成しているため、盛土区間の 29 pk 7 と 30 pk 7 にボックスカルバート (2.0 × 2.0) を敷設し排水対策を行う。

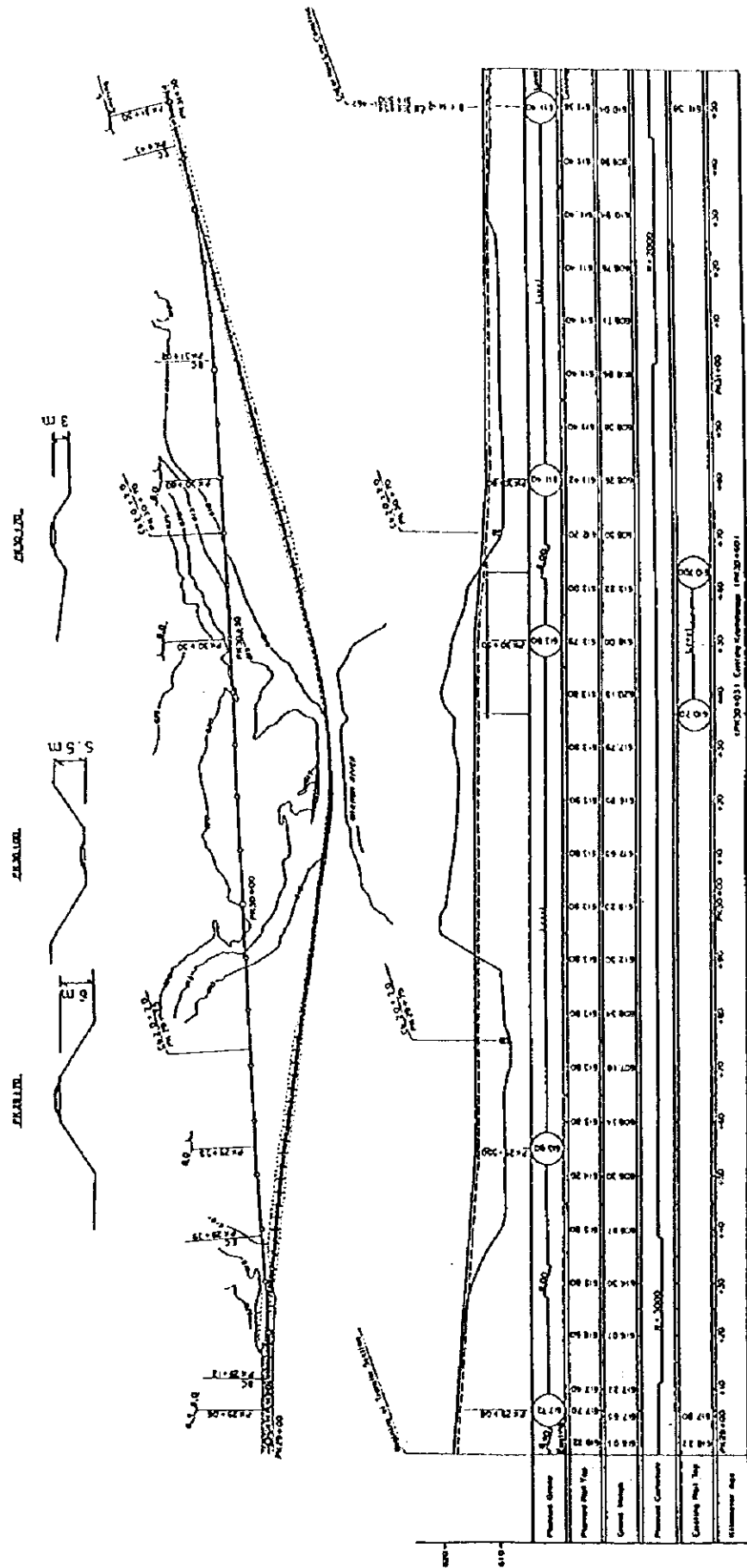


圖 11-1-1 線路移設計圖

2) 施工計画

施工地点は道路からのアプローチが可能のため、資機材の搬入は道路輸送による。

a. 施工期間の設定

厳寒期の施工はさけ、4月から10月を施工可能な時期と設定する。この結果施工期間は2箇年になる。

b. 土工工事

本区間には29 pk 9から30 pk 6の700 mにかけ丘陵があり、それを切取って取付け部の盛土区間へ流用するすることが可能である。

c. 軌道工事

道床碎石はまくらぎ下5cmまでローラ転圧を行いながら散布し、その上にPCまくらぎを敷き並る。軌道の一般図を図11-1-2に示す。

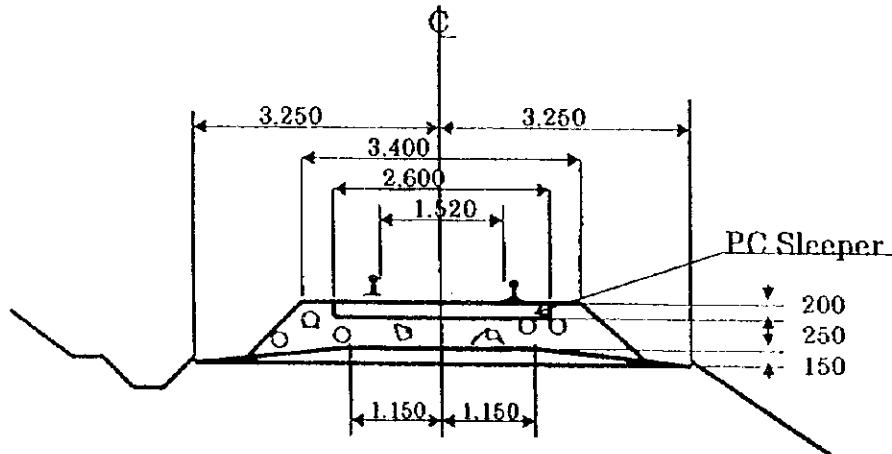


図11-1-2 軌道一般図

d. 線路切り替え

土工工事、軌道工事、通信ケーブル移設の終了後に、起点29 pk 0と終点31 pk 5地点で移設線を現在線に接続するための切り替え工事を列車間合いで行う。

3) 工事数量・工事費

表 11-1-2 に工事数量・工事費を示す。

表 11-1-2 線路移設数量・工事費

単位：1,000US\$

工事種別	単位	数量	工事費		合計	備考
			内貨計	外貨計		
1. 土木工事						
盛土工	m ³	58,000	6	1,077	1,083	
切取工	m ³	9,000	0	50	50	
ボックスカーブ	m	19.0	10	61	71	2.5m×2.0m
ボックスカーブ	m	10.0	5	31	36	2.5m×2.0m
ウイングウォール	式	1	12	8	20	
2. 軌道工事						
軌道一式	m	1,700	252	628	880	旧レール
線路取付け	日	30	6	0	6	
3. 通信線移設	式	1	15	81	96	
合計			305	1,937	2,242	

(2) 護岸工 (代表対策箇所 54pk4-5)

1) 概略設計

河岸法面は通常掃流洗掘により法面下端部から崩壊する。護岸工の構造は、のり面覆い工、のり止め工、根固め工から構成される。図 11-1-3、図 11-1-4 に 54pk4-5 の護岸工配置図及び一般図を示す。

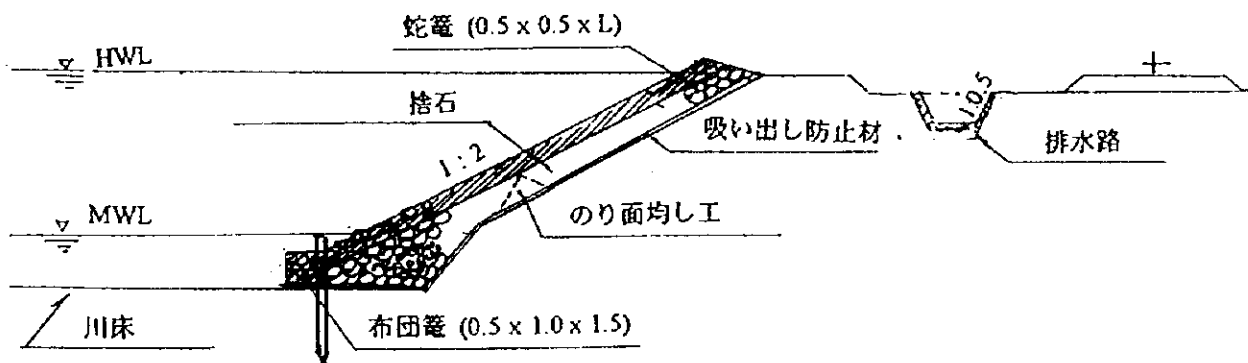


図 11-1-3 護岸工一般図

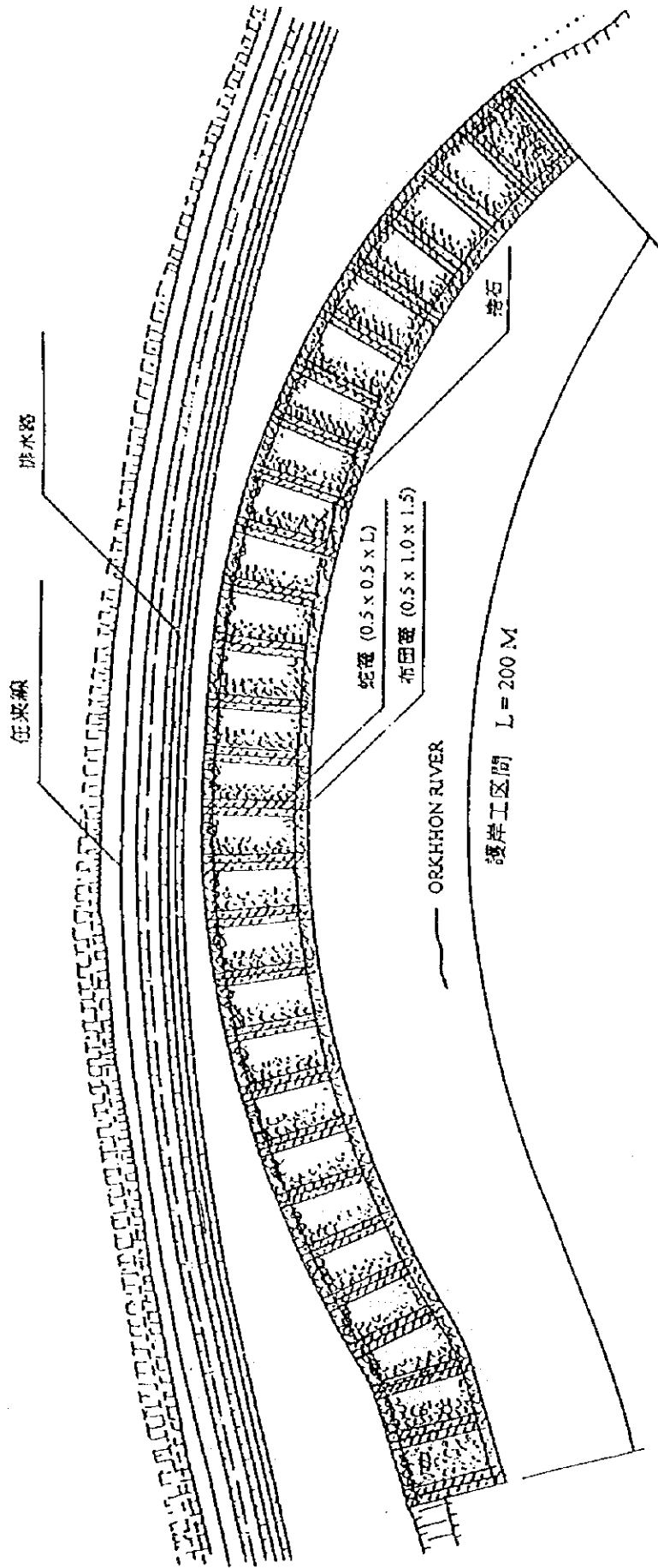


圖 11-1-4 護岸工配置圖

a. のり面覆い工

- 吸い出し防止材

のり面を均した後に、捨石と川岸の間に吸い出しを防止するための吸出し防止材（ジオテックス）を使用する。

- 捨石

本流域における検討の結果捨石の被覆厚は捨石の粒径が 40 c m の場合、1.2 m 以上あれば洗掘に耐えられる。また捨石の安定を考慮し 5 m 置きに蛇籠を配置する。捨石の表面の均し勾配は 1 : 2 とする。

b. のり止め・根固め工

のり止め工・根固め工は重要で掃流力に耐えられる弾性がありかつ強度が得られる布団籠を用いる。サイズは 0.5 m（高さ）x 1.5 m（幅）x 1.0 m（長さ）とする。

c. 排水工

線路を保護するために排水路を設置し線路への影響を軽減する。サイズは 0.6 m（高さ）x 0.6 m（幅）とし、側面は 1: 0.5 の練り石積とする。

2) 施工計画

施工可能な期間は 4 月から 10 月までであり、この期間で行うものとする。以下の手順で施工を行う。

a. のり面の成形

河岸のり面の形状が著しく変化している場合には、バックホーにてのり面を成形する。

b. 吸出し防止の敷設

築堤材料の吸出し防止を目的として、吸出防止材を護岸施工範囲に敷設する。

c. 布団籠の設置

布団籠を現地で組立、トラッククレーンで定位置に配置する。

d. 捨石

捨石の勾配は 1 : 2 とする。

c. 蛇籠設置と捨石

蛇籠を現地で組立てる。5 m 毎に10トンクレーンで蛇籠を配置し、その間に第2段階の捨石を行う。

3) 工事数量・工事費

表11-1-3に工事数量・工事費を示す。

表11-1-3 工事数量・工事費

単位：1,000US\$

工事種別	単位	数量	工事費		合計
			内貨計	外貨計	
掘削	cu. m	16	0	0	0
伐採整地	cu. m	68	0	1	1
捨石工	cu. m	1,992	22	3	25
蛇籠工	cu. m	3,713	85	77	162
吸込防止材	sq. m	3,713	9	5	14
排水	m	200.0	5	1	6
合計			121	87	208

(3) 適用箇所

54 pk 4-5 について護岸の構造と施工について言及したが、他の適用箇所については表11-1-4に述べるとおりである。

表11-1-4 適用箇所特記事項

適用箇所	特記事項
10pk 7~10	現在モンゴル鉄道が11pk地点で建設している水制工により川の流れの変化し、この地点が新たに侵食されたものである。制水工は現地の状況を反映して決めるべきである。今後の河岸法面の浸食の度合いを判断し、将来は水制工の検討が必要である。
51pk 9~52pk 1	1987年に500 m ³ の捨石をしているが、年間2~4 mの割合で侵食が進行している。洪水時には施工基面まで水があがるため特に排水対策を必要とする。排水工の延長・断面は現地の状況を反映し決定する必要がある。
57pk 8~10	年間1~2 mの侵食が進行しているが、本格的な護岸工事は行われていない。この地点は背面に丘陵が位置し、カーブ中にあり、増水時には施工基面まで冠水するため15~20 kmの速度制限を設定している。この区間は斜面よりの排水を考慮する必要がある。
67pk 6~7	Orhon川がヘアピン状に蛇行しており年間3~5 mの割合で侵食が進行している。現在応急的に500 m ³ の捨て石工事を行っている。洪水時には施工基面まで冠水するため排水工の延長・断面は現地の状況を反映し決定する必要がある。
208pk 1~3	Haraa川がヘアピン状に蛇行しており、年間2~3 mの割合で侵食しており既に1000 m ³ の捨て石工事を行っている。当区間は線路とHaraa川の間には道路が位置しているが、洪水時には道路まで冠水するため線路盛土部に練り石積み工の対策が必要である。

(4) 総工事数量・総工事費

表 11-1-5 に築堤洗掘対策工の総工事数量・総工事費を示す。

表 11-1-5 築堤洗掘対策工総数量・総工事費

単位：1,000US\$

位 置	延長(m)	工 事 費		合 計	備 考
		内 貨 計	外 貨 計		
31pk 2-4	200	305	1,937	2,242	代表箇所
10pk 7-10	300	228	179	407	適用箇所
51pk 9 - 52pk 1	300	185	142	327	適用箇所
54pk 4-5	200	121	87	208	代表箇所
57pk 8-10	300	183	137	320	適用箇所
67pk 6-7	250	172	130	302	適用箇所
208pk 1-3		140	107	247	適用箇所
合 計		1,334	2,719	4,053	

11-2 落石対策

落石対策の工法は対策対象箇所の法面の地質・形状を反映し、落石対策工の選定は対象となる斜面の形態を判断し、また安全性、耐久性、施工性、また周辺的环境との調和などを考慮して設定する。

(1) 概略設計

代表対策箇所と主な落石対策工を表 11-2-1 に示す。図 11-2-1 に斜面の形状とその対策工を示す。

表 11-2-1 代表対策箇所と落石対策工

代表対策箇所	斜面タイプ	O.H	W.R	C.D.R	R.P	C.L	F.P	L.R
13pk3	I	○	○	○	○	-	○	-
61pk10	II	○	○	○	○	-	○	-
282pk9~283pk2	III	-	-	-	-	-	-	○
18pk10~19pk1	I	○	○	○	○	○	○	-
267pk2-3	IV	○	○	○	○	-	○	-
251pk2	II	-	-	-	-	-	-	-

O.H: オーバーハング F.P: 根固め W.R: 風化岩の除去 C.D.R: 崖すいの除去
R.P: ロックプール設置 C.L: コンクリートライニング L.R: 浮石の除去
251 PK 2 は通信ケーブルの移設。

主な対策工を以下に述べる。

a. オーバーハング部の取り除き

オーバーハング部の岩石に亀裂が入り落石の可能性のあるものを取り除く。

b. 風化岩・崖すいの取り除き

風化岩が崩壊しない安定勾配は

硬岩 1 : 0.3 ~ 1 : 0.8

軟岩 1 : 0.5 ~ 1 : 1.2

であるため、この勾配以上で堆積している場合を対象として取り除く。

c. ロックプールの設置

斜面から落石が発生し、基面に到達したときの転がる距離によってロックプールのサイズを求めた。

$$l = h / \sin \theta$$

ここで l : 基面での転がり距離

h : 落石する高さから求まる軌跡の高さ (実験値)

(10 m の高さから発生するとすれば $h = 1.3$ m)

θ : 斜面の勾配

斜面勾配を 45° とすれば $l = 1.8$ m となる。

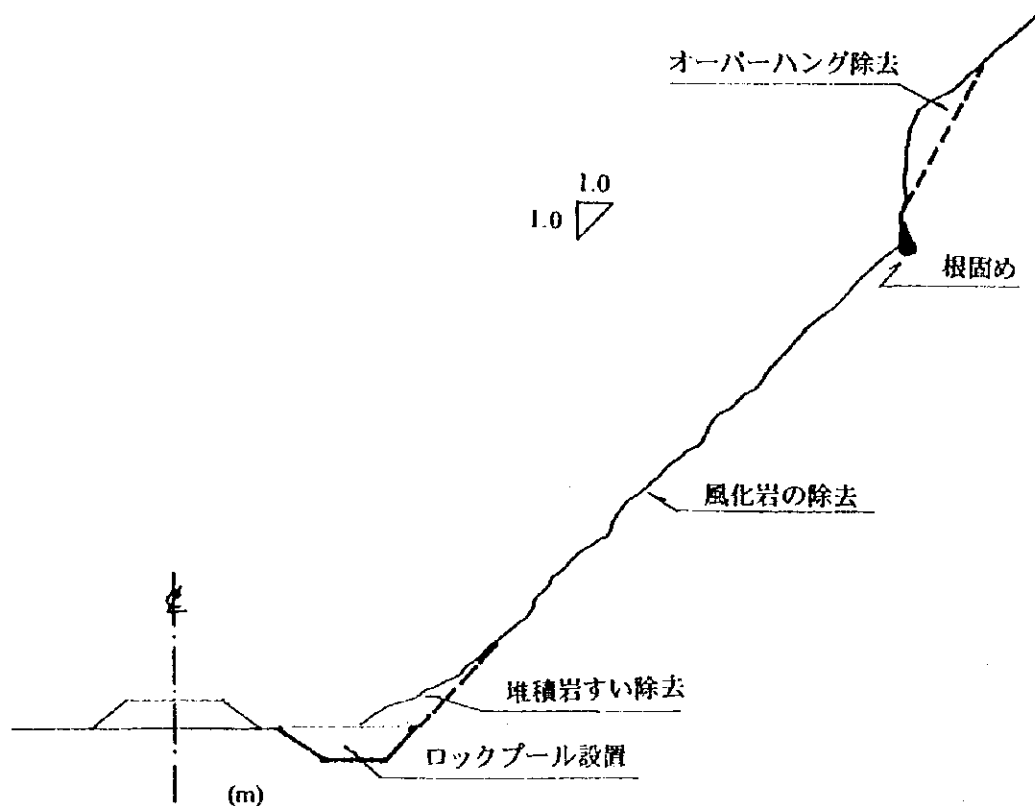


図11-2-1 斜面の形状と対策

調査対象地区の斜面勾配は 45° 以下が多いが、ロックプールの幅は2 m程確保する。また落石が発生し堆積しても線路に影響が無いように1 mの深さを考えた。

d. 浮き石の取り除き・根固め

浮き石の取り除きは風化岩の取り除きと併せて行う。取り除くには大きすぎる場合や、一個の転石を取り除くことで他の転石の安定を害したり、斜面を著しく悪化するような場合にはコンクリートで根固めを行う。

e. コンクリートライニング

当プロジェクトでは18 pk 10ー19 pk 1区間に設置するものとした。のり面勾配は1:0.5とし鉄筋コンクリートを使用する。地山との一体化を目的として滑り止めアンカーをもちいる。水抜き孔は内径6 cmを配置する。

(2) 施工計画

斜面の形状により種々の対策工が選定されるが、作業の安全を考慮して斜面上部より下部に向けて施工する。モンゴルでは4月から10月まで施工が可能のためこの期間で実施する。

a. オーバーハングの取り除き

比較的大規模な不安定岩塊の除去は、スムーズブラスティングにより実施するものとし、防爆マットを用いて破砕岩による線路への影響を防ぐ。小規模のものについてはブレーカーによる人力施工を行う。

b. 風化岩・崖すいの取り除き

機械的に取り除く方法もあるが、当プロジェクトでは人力で取り除くものとする。

c. ロックプールの設置

転石・崖すいを取り除いた後に、定位置に落石溜めを設置する。

d. 浮き石の取り除き・根固め

浮き石は崖すいより上に位置しているため、風化岩の取り除きと同様な方法で取り除く。しかし転石が大きく根が落ち着いている場合や重なっている場合には、周辺斜面の安定性にも影響するため、転石下の堆積物を取り除き根固めコンクリートにより安定させる。

e. コンクリートライニング

この方法は線路施工基面から斜面までのスペースが確保されない場合に、自然斜面を切り取りとった後に斜面風化を抑えるため、場所打コンクリートにて施工する。

f. 通信線の移設

251pk2 地点において落石の発生が予想される。斜面から線路までは離れているため、通信線のみを移設する。

(3) 工事数量・工事費

表11-2-2に代表対策箇所の工事費を示す。

表11-2-2 工事数量・工事費

単位: 1,000US\$

位 置	工 事 種 類	単 位	数 量	工 事 費		合 計
				内 貨	外 貨	
13pk3	堆積岩すい除去	CU.M	304	0	3	3
	斜面掘削	CU.M	0	0	0	0
	ロックブール設置	CU.M	650	0	4	4
	コンクリートライニング	CU.M	0	0	0	0
	オーバーハング除去	CU.M	124	1	3	4
	根固め	CU.M	6	1	0	1
	風化岩の除去	CU.M	747	3	9	12
	浮石除去	CU.M	0	0	0	0
	合 計			5	19	24
6pk10	堆積岩すい除去	CU.M	1,446	2	15	17
	斜面掘削	CU.M	0	0	0	0
	ロックブール設置	CU.M	570	0	3	3
	コンクリートライニング	CU.M	0	0	0	0
	オーバーハング除去	CU.M	94	0	2	2
	根固め	CU.M	5	0	0	0
	風化岩の除去	CU.M	567	2	7	9
	浮石除去	CU.M	0	0	0	0
	合 計			4	27	31
282pk9-283pk	堆積岩すい除去	CU.M	0	0	0	0
	斜面掘削	CU.M	0	0	0	0
	ロックブール設置	CU.M	0	0	0	0
	コンクリートライニング	CU.M	0	0	0	0
	オーバーハング除去	CU.M	0	0	0	0
	根固め	CU.M	0	0	0	0
	風化岩の除去	CU.M	0	0	0	0
	浮石除去	CU.M	2,010	7	20	27
	合 計			7	20	27
18pk10-19pk	堆積岩すい除去	CU.M	0	0	0	0
	斜面掘削	CU.M	252	0	4	4
	ロックブール設置	CU.M	242	0	1	1
	コンクリートライニング	CU.M	225	40	43	83
	オーバーハング除去	CU.M	30	0	1	1
	根固め	CU.M	1	0	0	0
	風化岩の除去	CU.M	177	1	2	3
	浮石除去	CU.M	0	0	0	0
	合 計			41	51	92
267pk2-3	堆積岩すい除去	CU.M	1,875	3	19	22
	斜面掘削	CU.M	0	0	0	0
	ロックブール設置	CU.M	525	0	3	3
	コンクリートライニング	CU.M	0	0	0	0
	オーバーハング除去	CU.M	130	1	3	4
	根固め	CU.M	7	1	0	1
	風化岩の除去	CU.M	781	3	10	13
	浮石除去	CU.M	0	0	0	0
	合 計			8	35	43
251pk2	通信線移設	L.S		0	5	5
	合 計			0	5	5
総 計				65	157	222

(4) 適用箇所

適用箇所について実施時にとくに配慮すべき事項についてタイプ別に表 11 - 2 - 3 にまとめた。

表 11 - 2 - 3 適用箇所について配慮すべき事項

タイプ	適用箇所	特 記 事 項
I	18pk1	代表対策箇所より風化は遅れているが、不安定な岩塊が重なっている箇所があるため、除去作業は周辺の崩壊を誘発させないように注意を払う必要がある。
II	17pk5-6	18pk 1 と同様。
	57pk9	斜面崩壊により安定した斜面と、今後発生するであろう斜面が線路に突き出ている箇所があるため、この部分の風化岩の除去には転石が線路まで影響しないよう、慎重に除去作業を実施すると共に、岩片を積み上げ線路周辺を防護する方法が望まれる。豪雨時には斜面からの表面水が線路に影響を及ぼすため排水側溝の設置が望まれる。
	250pk6-8	57 pk9 と同様。
III	54pk2-3	代表対策箇所には林道があるため、線路際のスペースは比較的整理されているが、当箇所の斜面は堆積した岩すいが線路際まで迫り出している箇所もあるため、浮石除去作業実施時に線路際の岩すいを取り除き、十分スペースを確保する必要がある。
IV	8pk10	この地点は代表対策箇所より、堆積岩すいが多いため、斜面の安定勾配に配慮して除去作業を行うのが望まれる。

(5) 総工事数量・総工事費

表 11-2-4 に落石対策の総工事数量及び総工事費を示す。

表 11 - 2 - 4 落石対策総工事数量・総工事費

単位：1,000US\$

位 置	タイプ	延長(m)	工 事 費		合 計	備 考
			内貨	外貨		
8pk 10	IV	200	9	42	51	適用箇所
13pk 3	I	200	5	19	24	代表箇所
17pk 5-6	II	250	5	22	27	適用箇所
54pk 2-3	III	100	2	5	7	適用箇所
57pk 9	II	300	7	40	47	適用箇所
61pk 10	II	200	4	27	31	代表箇所
250pk 6-8	II	300	9	41	50	適用箇所
282pk 9 - 283pk 2	III	400	7	20	27	代表箇所
18pk 1	I	90	5	17	22	適用箇所
18pk 10 - 19pk 1	I	150	41	51	92	代表箇所
267pk 2-3	IV	150	8	35	43	代表箇所
251pk 2	II	-	0	5	5	代表箇所
合 計			102	324	426	

1 1 - 3 橋梁対策

(1) 桁架替

桁架替計画は代表対策箇所 334pk3 橋梁について行なう。

1) 概略設計

a) 材料および許容応力度

材 料	種 別	許 容 応 力 度
コンクリート	$\sigma_{ck}=240 \text{ kg/sq.cm}$	90 kg/sq.cm
鉄 筋	SD40	2,000 kg/sq.cm

b) 荷重条件

荷 重 種 別		荷 重	備 考
活 荷 重		S-14	
衝 撃 荷 重		$i=10/(20+L)$	L:支間
死 荷 重	鉄筋コンクリート	$\gamma=2.5 \text{ ton/cu.m}$	
	バラスト	$\gamma=1.9 \text{ ton/cu.m}$	
	軌きょう	$\gamma=0.75 \text{ ton/m}$	

c) 主断面検討結果

表 11-3-1 および図 11-3-1 に上部工断面の検討結果を示す。

表 1 1 - 3 - 1 引張主鉄筋の概要

位置	桁長 (m)	桁高 (cm)	桁幅 (mm)	主鉄筋の配筋	備 考
334pk3	13.5	150	700mm	D32、3段配筋	T桁

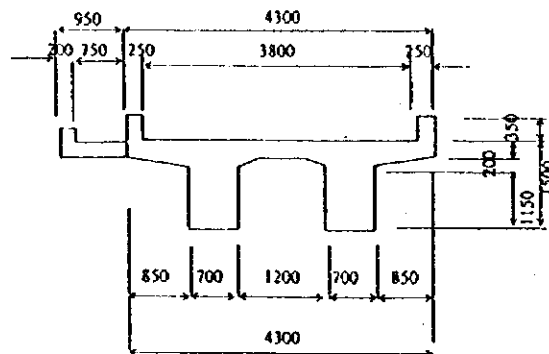


図 1 1 - 3 - 1 334pk3 橋梁主断面

2) 施工計画

a. 工期	桁工場製作	15日/桁×2本=	30日
	運搬、架設		8日
	計		38日/1径間橋梁

b. 施工方法

既設桁の撤去および新桁の架設は、モンゴル鉄道の所有する 125ton クレーンにより行なう。コンクリート桁は工場製作し現場に搬入、既設桁撤去の後架設する。桁長 $L=13.5m$ の場合、桁重量が 50t 弱となることからクレーンの吊能力を考慮してクレーンの最大作業半径は、 $R_{max}=10 m$ とした。詳細は定格総荷重曲線を検討の上、決定するものとする。

3) 数量・工事費

代表対策箇所数量および工事費を表 11-3-2 に示す。

表 11-3-2 代表対策箇所数量・工事費

工 種	数量	単位	直接工事費			備考
			内貨	外貨	合計	
鉄筋コンクリート桁架替工	2	連	15.7	23.5	39.2	
既設桁撤去工	2	連	2.3	3.3	5.6	
盛土防護石積	136.2	cu.m	4.9	2.6	7.5	
その他	1	LS	1.2	6.0	7.2	
合 計			24.1	35.4	59.5	

1,000 US\$

4) 総工事数量・総工事費

表 11-3-3 に桁架替総工事数量および総工事費を示す。

表 11-3-3 桁架替総工事数量及び総工事費

No	位 置	橋長 (m)	連数	コンクリート (cu.m)	鉄筋 (ton)	直接工事費			備 考
						内貨	外貨	合計	
1	285pk1	9.3	1	20.92	3.35	11	14	25	適用箇所
2	289pk1	13.5	2	87.62	14.89	25	35	60	適用箇所
3	326pk9	13.5	3	131.42	22.34	32	47	79	適用箇所
4	334pk3	13.5	2	87.62	14.89	24	35	59	代表箇所
5	338pk10	7.3	1	17.75	2.66	10	13	23	適用箇所
6	344pk1	7.3	1	17.75	2.66	10	13	23	適用箇所
7	356pk1	7.3	2	35.49	5.32	14	20	34	適用箇所
合 計				398.56	66.13	126	177	303	

単位：1,000US\$

(2) 橋梁補修

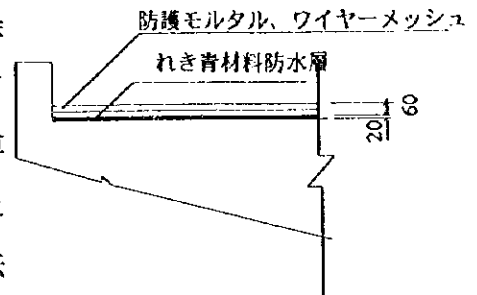
橋梁補修は 255pk3 を代表対策箇所とする。

1) 概略設計および施工方法

橋梁補修は以下の工法による。

a. 防水工打ち直し

道床バラスト撤去の後、劣化した防水層を取り除き、れき青材料にて防水層を復旧する。合わせて防護モルタルを施工する。防水層施工中は、列車の運転を極力妨げないものとし、枕木を利用した仮支保工により軌きょうを仮支持しバラスト撤去の後施工する。



b. 表面処理工

コンクリートスラブおよびバラスト止めには、石灰分およびゲルの析出を伴う部分的なひび割れが見られ、さらに局所的にはコンクリートの欠損も見られる。これらの劣化は、凍結融解によるものと考えられ、表面からの水の浸入を防止し、さらなるコンクリートの劣化を防止するためにエポキシ樹脂系材料による3層表面処理工を行なう。これを表 11-3-4 に示す。

表 11-3-4 表面処理工材料および施工方法

工 程		使用材料	標準使用 (kg/sq.m)	施工方法
前処理	プライマー	エポキシ樹脂	0.1	はけまたはローラー
	パテ	エポキシ樹脂パテ	0.3	へらまたはこて
中 塗		柔軟型エポキシ樹脂	0.26	はけまたはローラー
上 塗		柔軟型ポリウレタン	0.12	はけまたはローラー

エポキシ樹脂の特性は、 -20°C 以下においてもその物理・力学的特性に急激な変化は無いと想定されるが、表 11-3-4 の適用にあたっては暴露試験を行い、適用性を確認することが望ましい。

c. コンクリート打ち直し

342pk2 橋梁の橋台については局所的に凍結融解によると思われるひび割れが観察され、この部分については劣化コンクリートを撤去した後、コンクリートを打ち直し補修する。

2) 総工事数量・総工事費

表 11-3-5 に橋梁補修の総工事数量と総工事費を示す。

表 1 1 - 3 - 5 橋梁補修総工事数量・総工事費

単位 1,000US\$

No.	位置	橋長 (m)	径間数	防水工 (sq.m)	表面処理工 (sq.m)	下部工補修 (cu.m)	工 事 費			備 考
							内貨	外貨	合計	
1	235pk3	9.3	2	38.1	45.9		5	6	11	適用箇所
2	245pk5	9.3	2	38.1	45.9		5	6	11	適用箇所
3	255pk3	7.3	2	29.9	29.7		5	5	10	代表箇所
4	342pk2	6.0	1			5	1	1	2	適用箇所
合 計				106.1	121.5	5	16	18	34	

1 1 - 4 線路横断排水対策

モンゴル鉄道貸与の流量計算書および現場調査時に実施した概略横断測量結果に基づき排水施設の計画を行なう。排水能力不足箇所において、排水流量を増加させるために鉄筋コンクリートボックスカルバート或いは橋梁を設置する。代表対策箇所の諸元は表 11-4-1 に示すとおりである。

なお、洪水時の盛土および構造物に対する浸食による影響を防止するため、カルバートの流入、流出口には鉄筋コンクリートウイング、エプロンおよびリップラップによる法面防護を、また橋梁については橋台側面のリップラップによる防護を行なうものとする。

表 1 1 - 4 - 1 代表対策箇所

シンボル	位置	内空幅、内空高さ、橋長	備 考
カルバート			
CBC1	253pk3	2.0 m、1.5 m	鉄筋コンクリートボックスカルバート
CBC2	389pk1	2.5 m、2.0 m	鉄筋コンクリートボックスカルバート
CBC3	356pk1	2.5 m、2.5 m	鉄筋コンクリートボックスカルバート
COC	23pk2	2.5 m、2.5 m	鉄筋コンクリートオープンカルバート
橋 梁			
BR1	235pk3	11.5 m	鉄筋コンクリート T 桁橋
BR2	125pk8	13.5 m	鉄筋コンクリート T 桁橋
	399pk1		河川拡幅

(1) 設計条件

設計条件を次の 1) および 2) に示す。

1) 材料および許容応力度

材 料		種 別	許容応力度
コンクリート	上部工、カルバート	$\sigma_{ck}=240 \text{ kg/sq.cm}$	90 kg/sq.cm
	下部工	$\sigma_{ca}=210 \text{ kg/sq.cm}$	80 kg/sq.cm
鉄 筋		SD35	2000 kg/sq.cm

2) 荷重条件

荷 重 種 別		荷 重	備 考
活 荷 重		S-14	
衝 撃 荷 重		$i=10/(20+L)$	L:支間
死荷重	鉄筋コンクリート	$\gamma=2.5 \text{ ton/cu.m}$	
	バラスト	$\gamma=1.9 \text{ ton/cu.m}$	
	軌きょう	$\gamma=0.75 \text{ ton/m}$	
	盛 土	$\gamma=1.8 \text{ ton/cu.m}$	

(2) ボックスカルバート

代表対策箇所は、253pk3 (CBC1)、389pk1 (CBC2)、356pk1 (CBC3)、23pk2 (COC、Sukhe-baatar 駅構内) について計画する。

1) 概略設計、施工計画

a. 概略設計

検討の結果得られたボックスカルバート断面の構造寸法を図 11-4-1 に示す。

b. 施工方法

鉄筋コンクリートカルバートの施工は、列車運行を妨げないよう列車間合に行なうものとし、現場における施工時間を短縮するため長さ 1.0 m 程度の工場製作ブロックとし、これを現場にクレーンにて設置し、隣り合うブロックを連結する。基礎は現在モンゴル鉄道が使用しているコンクリートブロックと同様なものを使用する。あわせて、カルバートの上流側および下流側をバックホー、ブルドーザにて掘削し流路を整備、確保する。

c. 工 期

標準的な 7 ブロック約 7 m のプレキャストカルバートの現場での施工工期は以下のものである。

軌きょう撤去	1時間
掘削、プレキャストコンクリートブロック基礎およびカルバート敷設	5時間
埋め戻し、復旧	4時間
合計	10時間

d. Sukhe-baatar 駅構内排水計画

Sukhe-baatar 駅構内排水計画は、当市全体を包含する排水計画の一部として計画されるべきものであるが、詳細は今後検討されるべきものとして、ここではオープンカルバート (COC L=80m)、ボックスカルバート (CBC3 L=50m)、コンクリート側溝 (L = 200m) を駅構内排水施設として計画した。駅構内排水の Haraa 川への流出口には浸食を防止するため、根固め工を設置する。

2) 数量・工事費

線路横断排水対策のカルバートの代表対策箇所の数量・工事費を表 11-4-2 に示す。

表 11-4-2 線路横断排水カルバート代表箇所数量・工事費
単位：1,000 US\$

位置	シンボル	カルバート寸法			工事費(m 当り)		
		セル数	内空幅 (m)	内空高 (m)	内貨	外貨	合計
253pk3	CBC 1	1	2.0	1.5	0.97	3.69	4.66
389pk1	CBC 2	1	2.5	2.0	1.11	3.82	4.93
356pk1	CBC 3	1	2.5	2.5	1.17	4.00	5.17
23pk2	CBC 3	1	2.5	2.5	1.17	1.44	2.61
23pk2	COC	1	2.5	2.5	0.50	0.45	0.95

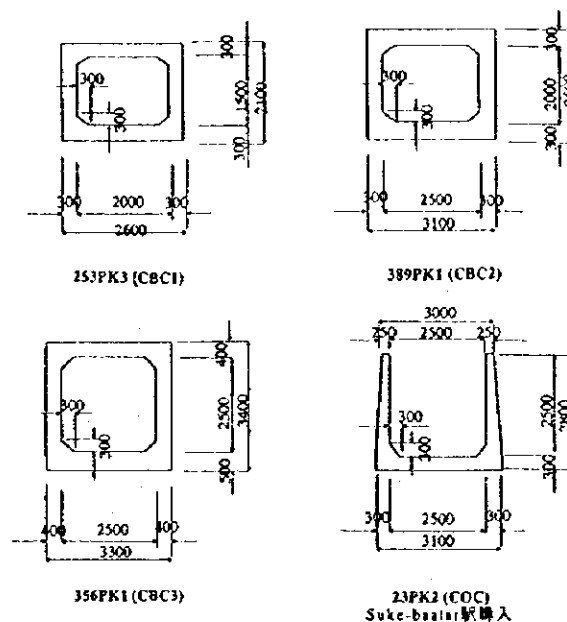


図 11-4-1 カルバート断面

3) カルバート総工事数量・総工事費

線路横断排水カルバートの総数量および総工事費を表 11-4-3 に示す。

表 11-4-3 線路横断カルバート総工事数量・総工事費

単位：1,000 US\$

シンボル	数量	単位	工 事 費			適 用
			内貨	外貨	合計	
CBC 1	199	(m)	194	734	928	66pk4、89pk7、94km、100pk7、143pk7、168pk4、170pk3、184pk4、190pk6、210pk6、218pk5、223pk7、230pk9、252pk1、253pk3、313pk10、329pk7、340pk5、
CBC 2	158	(m)	176	604	780	97pk5、145pk1、197pk2、242pk4、314pk10、345pk6、348pk7、389pk1、391pk2、394pk4、417pk1、417pk10、420pk7、424pk7、428pk4、438pk7
CBC 3	58	(m)	68	104	172	356pk1、23pk2
COC	80.0	(m)	40	36	76	23pk2
アライメント	1	LS	234	169	403	
コンクリート側溝	200	(m)	3	5	8	Sukhe-baatar 駅構内排水
排水工床固め	1	LS	1	16	17	Sukhe-baatar 排水口
合 計			717	1,667	2,384	

備考；各カルバートの適用箇所は上表の適用に示される。

(3) 橋 梁

1) 概略設計、施工計画

a. 概略設計

代表対策箇所 235pk3 及び 125pk8 について設計検討を行なった結果得られた橋梁一般図を図 11.4.2 ～ 図 11.4.3 に示す。また、代表対策箇所 399pk1 の河川拡幅についても検討した。

b. 施工計画

新設上部工は桁架替橋梁と同様に工場製作桁をモンゴル鉄道所有のクレーンにて架設する。下部工は場所打鉄筋コンクリート直接基礎として計画した。上部工および下部工の施工に当たっては列車運行を妨げないよう工事桁およびサンドルを用い軌きょうを支持し、列車の運転を確保しながら施工する。

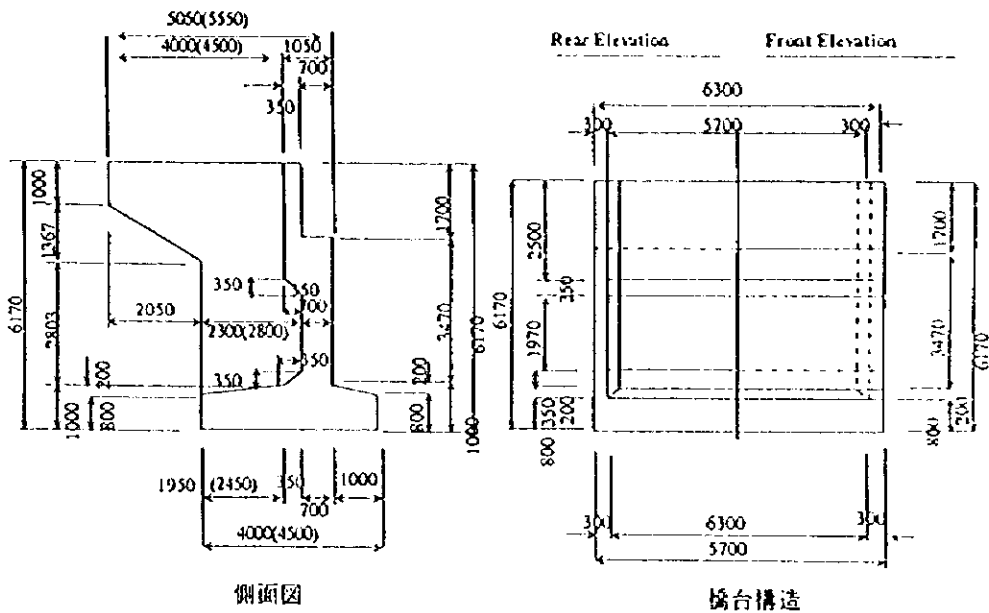
399pk1 は河川拡幅及び護岸工を施工し、旧橋梁上部工および橋台を撤去する。

c. 工 期

桁長 13.5m の単純 T 桁橋 2 連、橋台 2 基および橋脚 1 基の現場での施工工期は

以下のように考える。

軌きょう撤去、掘削工	6日
サンドル設置	4日
工事桁	2日
下部工	32日
上部工架設	4日
片付け	1日
合計	49日/ (L=13.5m 桁2連および2橋台、1橋脚あたり)



代表箇所235PK,125PK8

Note:() 内は BR2,L=13.5m の橋梁を示す。

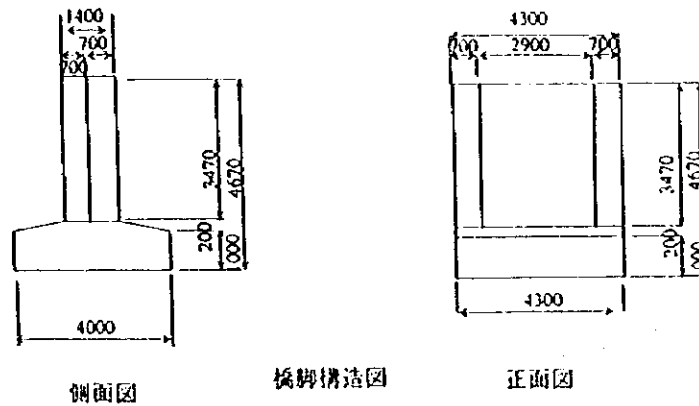
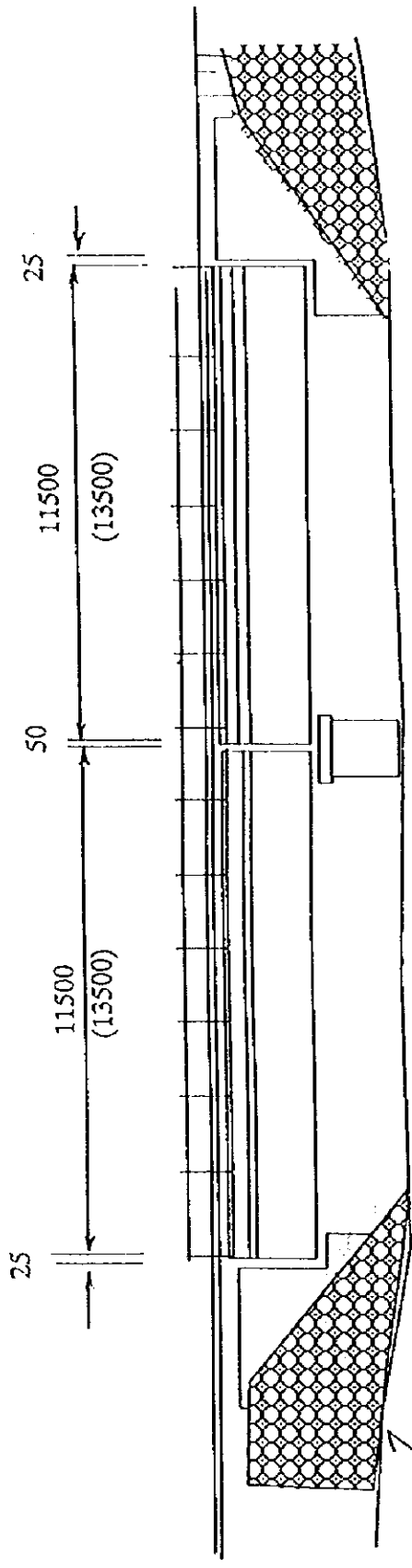


図11-4-2 125pk8橋脚構造図



L=15m グラウティッドリップラップ

備考 ()内はBR 2をしめす

BR 1 L=11.5m

BR 2 L=13.5m

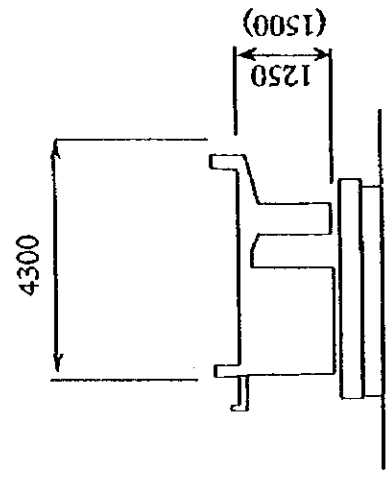


図 11-4-3 橋梁一般図

2) 代表対策箇所の数量・工事費

代表対策箇所の数量・工事費を表 11-4-4 に示す。

表 1 1 - 4 - 4 代表対策箇所数量・工事費

単位：1,000 US\$

位置	シンボル	橋梁諸元		工事費			備考
		桁長(m)	径間数	内貨	外貨	合計	
235pk3	BR1	11.5	1	29	36	64	2橋台
125pk8	BR2	13.5	2	51	67	118	2橋台、1橋脚
399pk1				8	8	16	河川拡幅

3) 総工事数量・総工事費

表 11-4-5 に橋梁新設の総工事数量・総工事費を示す。

表 1 1 - 4 - 5 橋梁総工事数量・総工事費

単位：1,000 US\$

位置	シンボル	橋梁諸元		工事費			備考
		桁長(m)	径間数	内貨	外貨	合計	
125pk8	BR2	13.5	2	51	67	118	代表箇所
235pk3	BR1	11.5	1	28	36	64	代表箇所
255pk3	BR1	11.5	1	28	36	64	適用箇所
334pk3	BR1	11.5	1	28	36	64	適用箇所
352pk7	BR2	13.5	1	33	41	74	適用箇所
399pk1				8	8	16	代表箇所
計				176	224	400	

1 1 - 5 短期緊急プロジェクト総直接工事費

短期緊急プロジェクト総直接工事費を表 11-5-1 に示す。

表 1 1 - 5 - 1 短期緊急プロジェクト総直接工事費

単位：1,000 US\$

短期緊急対策	箇所数	直接工事費		
		内貨	外貨	合計
1.築堤洗掘対策	7	1,334	2,719	4,053
2.落石対策	12	102	324	426
3.橋梁対策	11	142	195	337
4.線路横断排水対策	42	893	1,891	2,784
合計	72	2,471	5,129	7,600

1 2. 環境影響評価 (EIA : Environmental Impact Assessment)

(1) 建設廃棄物に対する環境対策

本プロジェクトでは線路の移設や、通水能力改善のためカルバートを設置したり水路幅を拡張する場合、建設残土などの廃棄物が発生する。本プロジェクトの建設廃棄物は残土、コンクリートや鉄材である。残土については異臭や汚染されている可能性がある場合、分析を行なう。廃棄物はできるだけ再利用されるのが望ましい。廃棄物の処分にあたっては、県と相談し決定する。

水路幅拡張工事のおこなわれる 399pk1 は工業地帯にあり、水路に生活排水が流れている。水路の底質および水路わきの土壌について重金属および細菌の分析を行なった。シアンについては水試料について分析した。重金属の分析は X 線蛍光法を用いて行なわれた。オランダの土壌のガイドラインと比較すると、カドミウムのみが土壌および底質でバックグラウンド値を越えているが、再調査を行なうべきガイドライン値を越えていない。次に細菌の分析について述べる。土壌はわずかにフン便性大腸菌で汚染され、また底質はやや汚染されていることがわかった。病原性細菌 (*Clostridium perfringens*) は土壌および底質とも検出されなかった。シアンは水試料から検出されなかった。399pk1 地点の水路拡張工事に伴う掘削残土は、自然環境省および市の衛生部の許可を得た後、市の廃棄物最終処分場にて処理することが可能である。

(2) 傾斜地安定化に対する環境対策

傾斜地安定化の行なわれる地点は 8pk10、13pk3、17pk5-6、18pk1、18pk10-19pk1、54pk2-3、57pk9、61pk10、250pk6-8、267pk2-3、282pk9-283pk2 であり、比較的自然環境が保全されている地点である。環境保護の観点から、貴重な鳥類の巣が工事のおこなわれる地点にあるか調査した。本プロジェクトの工事地点で観測されたり、報告されている中で検討すべき鳥は Grey Heron (*Ardea cinerea*)、Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*)、Black Kite (*Milvus migrans*)、Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*)、Common Buzzard (*Buteo buteo*)、Eagle Owl (*Bubo bubo*) である。これらの鳥は国際的には貴重種とされているが、モンゴルの法律では保護されていない。またモンゴルのレッドデータブックにも載せられていない。工事が行なわれる崖や木にはこれらの鳥の巣はみつからなかった。崖に生えている木を伐採するには県の許可を得る必要があると思われる。

(3) 護岸に対する環境対策

現在までに護岸対策が取られている部分は 11pk1-4 (250m)、31pk2-4 (300m)、51pk9-52pk1 (250m)、55pk9(100m)、67pk4-6 (300m)、208pk1-2 で、岩塊を投入することにより行なわれている。今回の短期緊急プロジェクトでは、10pk7-10、51pk9-52pk1、54pk4-5、57pk8-10、67pk6-7、208pk1-3 で新たに護岸が行なわれる。完成後、護岸されている割合は2%以下である。

藻類は河川での光合成の大部分をになっており、食物連鎖の第一段階になっている。河川の浮遊物質の増大は光の水中での透過を減少させ、それが長期間に及べば河川の生態系に影響を与える。したがって、できるだけ浮遊物質が生じない工法をとるべきである。また、ほとんどの魚類の産卵は4月から6月であるので、工期をこの時期からはずすのが望ましい。

護岸による川の生態系への影響は、川の護岸される割合が低いので、小さいと思われる。護岸工事は流速の異なる領域、表面の性質が異なる部分を形成させ、川の環境に複雑さを与えることになる。一般に、種の多様性は生息地の複雑さと共に増大する。また、周期的におとずれる洪水などは川の生態系に悪い影響を与えるが、より多様な環境では水生生物にその影響を和らげる逃げ場を提供する。

護岸工事により影響を受けた川岸の植物はすみやかに回復させなければならない。裸地にしておくと土壌浸食がおこり護岸した部分にも悪い影響を与える。植物被覆により土壌浸食をおさえることができる。

(4) 線路移設に対する環境対策

地点 31pk2-4 では鉄道線路を Orkhon 川から離すために、2 km ほど線路を新たに作らなければならない。移設予定地にはニレの林があり、伐採するのに県の許可を必要とする。また、草原にも影響を与える。この草原で見つかった貴重な植物の種は Dichotomous Star (*Stellaria dichotoma*)、Chickweed (*Stellaria media*)と Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*)である。最初の2種はモンゴル鉄道沿線に広く分布しているようである。取扱については県に相談すればよい。工事終了後は裸地になった部分は土壌浸食を防ぐために、工事前の植生にできるだけすみやかに回復させることが望まれる。また、モンゴルでは、鉄道沿線に沿って家畜が入らないように牧柵がつくられている。工事によって痛んだ草原部分は牧柵で保護し、回復した後、牧柵を正規の位置に戻せばよいと思われる。また、この鉄道沿線をすみかにしている貴重種な動物は

みつからなかった。

(5) 新橋梁建設および橋桁架け替えに対する環境対策

新橋梁の建設は 125pk8、235pk3、255pk3、334pk3、352pk7 の地点で、橋桁の架け替えは 285pk1、289pk1、326pk9、334pk3、338pk10、344pk1、356pk1 の地点で行なわれる。常時河川水のある地点では工事に際して、できるだけ土砂の流出をを防ぐ。また、重量のある建設機械を使うため、工事現場近くでは土壌が踏み固められる可能性がある。土壌が踏み固められた場合、草原の回復および水の浸透性が低下し、土壌の流出の原因となる。さらに、草原を守るため機材および橋梁部品の輸送は自動車を使わず、鉄道を利用して運ぶのが妥当と考えられる。

発生した建設廃棄物はコンクリートおよび鉄材などで、再利用を含めて、適切な処置を取る。

(6) 橋梁補修に対する環境対策

橋梁補修は 235pk3、245pk5、255pk3、342pk2 の地点で行なわれる。化学薬品などを使う場合、川が汚染されないように注意する。容器などは回収し適切に廃棄する。

(7) 線路横断排水対策に対する環境対策

Sukhe-baatar 駅構内の通水能力改善の場合、水を川に導く水路は建物に影響しないように選択する。他の線路横断排水対策をおこなう地点では水の流れる延長上に建物やゲルなどみあたらなかった。カルバートの新設に際しては、家屋やゲル等がないか再度確認する。Sukhe-baatar 近郊、Darkhan 近郊、Baruunharaa および Zuunharaa 近郊、Ulaan-baatar 近郊 340-395km 地点では過放牧、草原への自動車の乗り入れ、都市化の影響などで草原が広範囲に痛めつけられている。洪水の主たる原因は草原の疲弊化であり、この二つが悪循環を形成している。鉄道だけで解決できる問題ではないが、長期的には過放牧などから草原を守り、水の土中への浸透性を高め、水による土壌浸食を防がなければならない。それが洪水に対する効果的な対策である。

(8) 総合評価

本プロジェクト実施にあたり環境面において特に大きな問題は見あたらない。しかしながら、本プロジェクトは土木工事を伴うため、動植物への影響や建設廃棄物の処理について十分注意を払う必要がある。また、モンゴルには自然環境に関する法律も整備されており、プロジェクト実施にあたっては関係官庁の指導を受ける必要がある。

13. 事業実施計画

13-1 前提条件

事業実施計画の策定に当たっては以下によるものとする。

- 1) 短期緊急プロジェクトは、2004年末までに完了するものとして計画する。
- 2) 事業費算定に当たって賃金、建設材料、建設機械使用料その他の市場価格は1996年8月価格とする。この時点の米ドル、現地通貨、および日本円の為替レートは1US\$=550Tugrik=110 Japanese Yen である。
- 3) 材料、建設機械その他、現地で入手できないものについては輸入するものとする。
- 4) 工事単価は、モンゴル及び近隣諸国の工事实績及び日本での工事例を参考に設定した。
- 5) 投資金額の算定に当たっては以下の項目を考慮した。
 - a. 直接工事費 (材料、労務費、仮設費、建設機械費)
 - b. 一般管理費 (a. の 20 %)
 - c. 予備費 (a. の 10 %)
 - d. エンジニアリング費 (a. の 16 %)
 - e. 税金

13-2 投資額

短期緊急プロジェクトの総投資額は表13-2-1のように約12.2百万ドルで、築堤洗堀対策に約6.5百万ドル、落石対策に、約0.7百万ドル、橋梁対策に約0.5百万ドル、線路横断排水対策に約4.5百万ドルとなり、直接工事費は表11-5-1による。投資額を表13-2-1に示す。

表13-2-1 投資額

単位：1,000 US\$

工事項目	梁堤洗堀対策			落石対策			橋梁対策			線路横断排水対策			合計		
	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計
直接工事費計	1,334	2,719	4,053	102	324	426	142	195	337	893	1,891	2,784	2,471	5,129	7,600
一般管理費	267	544	811	20	65	85	28	39	67	179	378	557	494	1,026	1,520
予備費	134	271	405	11	32	43	15	19	34	89	189	278	247	513	760
インフレーション費	133	514	647	10	61	71	14	37	51	89	358	447	247	969	1,216
小計	534	1,329	1,863	41	158	199	57	95	152	357	925	1,282	988	2,508	3,496
合計	1,868	4,048	5,916	143	482	625	199	290	489	1,250	2,816	4,066	3,459	7,637	11,098
税金	618		618	66		66	53		53	427		427	1,164		1,164
総合計	2,486	4,048	6,534	209	482	691	252	290	542	1,677	2,816	4,493	4,623	7,637	12,260

13-3 投資工程

(1) 工程の考え方

短期緊急プロジェクトは、2004年までに完成するものとし、1998～2001年までは準備期間とする。工事期間は1999年～2004年の間とし、一部緊急対策の必要な9箇所について1999年より順次着手する。

準備期間は、以下の作業を含む。

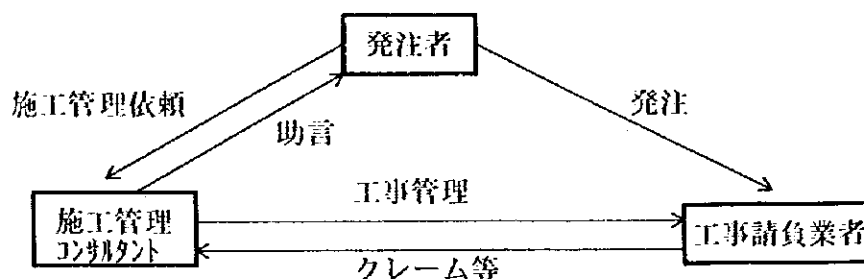
- 海外援助国への資金協力要請
- 資金協力の締結
- 設計、入札図書作成
- 契約
- 図面承認
- その他

工事期間は以下の項目を含む

- 施工業者の準備作業
- 施工
- 片付け工
- この間の施工管理

(2) 施工体制

施工体制は、インフラ開発省の管理のもと、モンゴル鉄道が実施する。工事の施工管理体制は三者方式とし、モンゴル鉄道が全工事区間を総括的に管理する。



13-4 年次別投資計画

年次別投資計画にかかわる準備工事と建設の内容を次に示す。

(1) 準備工

基本設計、詳細設計、資金手当等に係わる作業を行なう。

(2) 築堤洗掘対策

31pk2-4 における線路移設、捨て石および蛇籠による護岸の設置のほかに電信柱の移設を含む。

(3) 落石対策

風化した岩盤斜面表層の除去、浮き石、転石の除去、オーバーハング部分の除去、ロックプールの施工、およびコンクリートライニングの施工。251pk 2 における電信柱の移設を含む。

(4) 橋梁対策

構造的欠陥があり将来、安全上問題を起こすと考えられる橋梁上部工の架替および耐久性に影響を及ぼすと考えられる損傷に対する補修。

(5) 線路横断排水対策

線路横断排水構造物の容量不足を改善するためのカルバートあるいは橋梁の新設のほか Sukhe-baatar 駅構内の排水対策及び、399pk1 の河川拡幅を含む。

プロジェクトの実施工程を表 13-4-1 に示す。

表 13-4-1 プロジェクト実施工程

	総箇所数	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
準備工		—————						
建設工事								
築堤洗掘対策	7				—————			
落石対策	12		—————					
橋梁対策	11					—————		
線路横断排水対策	42		—————					

尚、次の9地点ははじめの3年間に先行実施することで計画した。

	落石対策	線路横断排水対策
1999	13pk3	399pk1 389pk1
2000	61pk10	391pk2 356pk1
2001	18pk1	340pk5 253pk3

表13-4-1のプロジェクト実施行程に基づき、年次別投資計画を表13-4-2に示す。

表13-4-2 年次別投資計画

(単位：1,000US\$)

	1999			2000			2001			2002		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
A 築堤洗掘対策	0	0	0	0	0	0	0	0	0	554	1,276	1,830
B 落石対策	5	19	24	5	27	32	41	52	93	23	96	119
C 橋梁対策	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 線路横断排水対策	45	91	136	26	70	96	29	72	101	183	433	616
E 直接工事費 計	50	110	160	31	97	128	70	124	194	760	1,805	2,565
F 一般管理費	10	22	32	6	19	25	14	25	39	152	361	513
G 予備費	5	11	16	3	10	13	7	12	19	76	181	257
H インジニアリング費	5	239	244	3	238	242	7	12	19	76	180	256
I 間接工事費 計	20	272	292	12	268	280	28	49	77	304	722	1,026
J 合計 (E+I)	70	382	452	43	365	408	98	173	271	1,064	2,527	3,591
K 税金	24		24	19		19	30		30	391		391
L 総合計	94	382	476	62	365	427	128	173	301	1,455	2,527	3,982
(%)			3.9			3.5			2.5			32.5

(単位：1,000US\$)

	2003			2004			総合計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	合計
A 築堤洗掘対策	479	1,217	1,696	301	226	527	1,334	2,719	4,053
B 落石対策	15	73	88	13	57	70	102	324	426
C 橋梁対策	66	86	152	76	109	185	142	195	337
D 線路横断排水対策	180	348	528	430	877	1,307	893	1,891	2,784
E 直接工事費 計	740	1,724	2,464	820	1,269	2,089	2,471	5,129	7,600
F 一般管理費	148	345	493	164	254	418	494	1,026	1,520
G 予備費	74	172	246	82	127	209	247	513	760
H インジニアリング費	74	172	246	82	127	209	247	969	1,216
I 間接工事費 計	296	689	985	328	508	836	988	2,508	3,496
J 合計 (E+I)	1,036	2,413	3,449	1,148	1,777	2,925	3,459	7,637	11,096
K 税金	377		377	324		324	1,164	0	1,164
L 総合計	1,413	2,413	3,826	1,472	1,777	3,249	4,623	7,637	12,260
(%)			31.2			26.5			100.0

14. 管理運営計画

14-1 原単位

短期緊急プロジェクトの原単位は、モンゴル鉄道の1995年決算の管理運営費を基に、調査時点までの物価上昇を勘案して37.8%増の調整を施して算出した。

表14-1 原単位

(単位：トゥグリク)

費 目		原 単 位	
人 件 費		560,560 / 人	(職員数)
物 件 費	一般管理費	11,457 / 人	(職員数)
	保守管理費	0.27 / キロ	(車両キロ)
	輸送管理費	6.62 / 千人トンキロ	(輸送量)
	線路保守費	15.33 / キロ	(車両キロ)
	通信保守費	66.02 / キロ	(列車キロ)
	車両保守費	14.72 / キロ	(車両キロ)
	運 輸 費	732.50 / 千人トンキロ	(輸送量)
	運 転 費	53.07 / キロ	(車両キロ)

14-2 管理運営費の算定

要員、輸送量、車両キロ、列車キロと原単位から管理運営費を算定し、結果を表14-2に示す。輸送量、車両キロ、列車キロはOD表と列車運転計画から工事対象区間分を求めたところ、いずれも全線のほぼ44%となった。従って、1996年の鉄道部門従業員に輸送関係の増員分を加えて全社の要員数とし、その44%を工事対象区間の運行に必要な人数とした。

表14-2 管理運営費

(単位：百万トウグリク)

項目	年次	2005年	2010年	2020年
職員数	(人)	3,094	3,196	3,261
輸送量	(百万人トキ)	1,930	2,240	2,543
車両キ	(千キ)	69,132	81,610	102,787
列車キ	(千キ)	2,718	3,036	3,301
人件費		1,734	1,792	1,828
物件費	一般管理費	35	37	37
	保守管理費	19	22	28
	輸送管理費	13	15	17
	線路保守費	1,060	1,251	1,576
	通信保守費	179	200	218
	車両保守費	1,018	1,201	1,513
	運輸費	1,414	1,641	1,863
	運轉費	3,669	4,331	5,455
物件費計		7,406	8,699	10,707
合計		9,141	10,490	12,535
米ドル換算額 (千米ドル)		16,620	19,073	22,790

15. 経済・財務分析

15-1 経済分析

経済評価では次の条件下で短期緊急プロジェクトを対象に費用と便益を比較し、経済分析の指標として経済内部収益率（Economic Internal Rate of Return, EIRR）を用いる。

EIRRの計算式は次式による。

$$0 = \sum_{i=1}^n (B_i - C_i) / (1 + EIRR)^{i-1}$$

B_i : i 年次の便益

C_i : i 年次の費用

i : 1999年を初年度とした年次

n : 分析期間

(1) 条件

- 1) 市場価格で推計された金額より税金等を除いてプロジェクト経済費用とする。
- 2) プロジェクトライフは工事完了後30年間とする。
- 3) プロジェクトが完成するとその効果として災害は少なくなるとした。短期緊急プロジェクト完成での災害減少効果を、被害程度別（L,M,S）に示すと表15-1-1の通りである。

表15-1-1 災害発生回数とプロジェクトの効果

災害の規模	短期緊急プロジェクトによる 年間災害回数の減少効果
L	0.38
M	0.97
S	1.35
合計	2.70

- 4) 経済便益は以下の3要因で構成されるとした。

- ①災害復旧費用節約便益
- ②旅客の時間費用節約便益
- ③道路輸送費用節約便益

(2) 短期緊急プロジェクト費用

短期緊急プロジェクトの経済財務費用は次のとおりである。

表15-1-2 経済財務費用

(単位：千 US\$)

年	業 務	経済費用	財務費用
1999	建設工事	452	476
2000	建設工事	408	427
2001	建設工事	271	301
2002	建設工事	3,591	3,982
2003	建設工事	3,449	3,826
2004	建設工事	2,925	3,249
計		11,096	12,260

(3) 経済便益

1) 災害復旧費用節約便益

今までモンゴル鉄道は災害で列車が不通になるたびに緊急出動で仮設的復旧工事を重ねてきた。したがって、その強度は不十分で重ねて災害を被る可能性を残したままであった。選択された地点毎に老朽化構造物の取り替え工事等を含み線路構造物を強化することで、毎年の災害復旧費を節約できるのでこれを主たる経済便益と考えた。

災害復旧費は箇所当たりスケール、L、M、S別に表8-1-1に示されるものより短期緊急プロジェクトの平均的分をとり考えることにした。(表15-1-3)

表15-1-3 災害規模別平均復旧費用

(単位：千 US\$)

規 模	災害減少件数/年間	復旧工事費用/件	復旧工事費用/年間
L	0.38	1,738	661
M	0.97	123	119
S	1.35	82	111
合 計	2.70	1,943	891

上記短期緊急プロジェクトの平均復旧費用と災害減少件数を乗じたコストが年々節約されるとした。さらに年々の維持保守が不十分のため平均復旧工事費は2015年と2025年に20%ずつ増加するとした。

2) 旅客の時間費用節約便益

災害で列車が不通となり待機する旅客の時間は短期緊急プロジェクト実施により短縮出来るので、これを経済価格に換算して節約便益とした。推計に使用した時間価値は1人当たりGDPより求め、下記の値を使用し将来へは経済フレームにある年率2.3%を引用し推計した。

モンゴル人時間価値 (1996年価格)	: US\$ 0.15/Hr
外国人時間価値 (1996年価格)	: US\$ 0.50/Hr
平均時間価値	: US\$ 0.266/Hr

災害規模別の列車の平均待ち時間は次のように計算した。

L	13.5 Hr
M	10.5 Hr
S	5.3 Hr

3) 道路輸送費用節約便益

災害による不通は社会・経済活動にさまざまな阻害をもたらしているはずだが、この損失の計量化は著しく困難である。代わりに不通時の停滞貨客が道路輸送に転ずるとしてその輸送費用を推計し、これを社会的損失とし、当プロジェクト実施でこの損失の節約が出来るとした。単位 km 当たり経済的自動車費用 (償却、金利、燃費、タイヤ費、保守・修理費、運転手賃金等) は舗装路 50%、土・砂利道 50%として次のように算出し、プロジェクト区間 450km に相当する道路の走行を仮定して費用を推計した。

ワゴン車	US\$ 181.71/千 km
バス	US\$ 234.65/千 km
トラック	US\$ 241.63/千 km

但し、スケールSに遭遇する貨客はそのまま鉄道に残り、再開を待つとして道路輸送費用は計算していない。

4) 便益額のまとめ

便益の構成比は災害復旧費の節約が65%、道路費用節約が29%、時間費用節約が6%であった。

表15-1-4 便益の合計 (2005～2034)

(単位：千 US\$)

	節約便益 (割引しない合計値)			
	災害復旧費用	旅客時間費用	道路輸送費用	合計
2005～2034	33,290	3,137	14,998	51,425
%	64.70%	6.10%	29.20%	100%

(4) 分析結果

短期緊急プロジェクトの費用と経済的節約便益を比較して算出した経済内部収益率 (EIRR) は13.05%である。(表15-1-5) 感度分析では、コストが増加した場合より節約便益が減少した場合の方がEIRRは低くなるが、その差はさほど大きくない。

表15-1-5 経済内部収益率と感度分析

ケース	EIRR	ケース	EIRR
基本ケース	13.05%		
ケース I	11.92%	ケース II	10.97%
ケース III	11.81%	ケース IV	10.54%
ケース V	10.77%	ケース VI	8.82%

ケース I 費用10%増の場合
 ケース II 費用20%増の場合
 ケース III 改良便益が10%減の場合
 ケース IV 改良便益が20%減の場合
 ケース V ケース Iとケース III
 ケース VI ケース IIとケース IV

(5) その他の便益

計量化が困難な間接便益として以下のような諸点が考えられる。

1) 国民の生命線の確保

モンゴルの特色は、内陸国であるため国際輸送を含めて陸上交通への依存度が高く、しかも、道路網は整備状況の立ち遅れに加えて、厳しい自然環境により走行条件が劣悪で安定した機能を保持し得ず、鉄道が日常のライフラインの役割を果たしていることである。

同国にとって発電・暖房用の石炭の大量輸送は必要不可欠であり、発電所における大量貯炭には、経済的、技術的制約もあるため、安定した輸送の維持は極めて重要である。特に、同国の置かれた地理的条件から厳冬期の輸送途絶は国民一般

の死活問題であり、鉄道はその鍵を握る存在である。また、ロシアからの鉄道輸送に頼る石油、多くを輸入に頼る生鮮食料品についても同様のことが言える。

この短期緊急プロジェクトの早急な実施は、日常のライフラインの確保の面から市民生活の安定に寄与する。

2) 社会・産業活動への貢献

この短期緊急プロジェクトの実施は、雇用の維持・促進への効果に貢献する。

3) 環境改善への寄与

地球的に見ても豊かな自然が残された同国にとって、鉄道輸送の強化を図ることは、空気汚染等の抑制、環境の維持に効果がある。

(6) 評価

基本ケースで経済内部収益率（EIRR）は13.05%であり、経済的にフィージブルな値と判断する。鉄道の安定した輸送は国民生活のライフラインの確保を意味していること、モンゴル国の経済水準は低く、鉄道の機能確保は経済発展の基盤として必要なことを考慮すると、2004年に完了を目指す「短期緊急プロジェクト」は早急に実施すべきものと結論できる。

1 5 - 2 財務分析

財務評価の指標として財務内部収益率（Financial Internal Rate of Return: FIRR）を用いる。

$$0 = \sum_{t=1}^n \text{Cash Flow}_t / (1+\text{FIRR})^{t-1}$$

n : 分析期間

Cash Flow_t : 各年ごとのキャッシュフロー

キャッシュフロー : 営業利益 + 減価償却 - 投資額（残存価格はプロジェクトライフの最後の年に負の投資として計上する）

(1) 条件

- 1) 投資額と資金調達、災害の発生によって失われる運輸収支、災害の防止により節減できる災害復旧費の額を分析する。
- 2) プロジェクトライフは工事完了後 30 年間とする。
- 3) 工事費には市場価格を用いる（表 1 5 - 1 - 2 参照）。
- 4) 減価償却は定額法を用い、耐用年数はモンゴル鉄道の規定により一律 100 年とする。
- 5) 内貨資金はすべて自己資金の範囲内で賄うこととする。

(2) 災害発生防止件数

経済分析と同じ数値を用い、工事期間中は投入済みの工事費に比例して災害発生防止の効果が生ずるものとする。（表 1 5 - 1 - 1 参照）

(3) 収 支

工事対象区間の運輸収支のうち、短期緊急プロジェクトが実施されなければ災害の発生により失われたであろう金額を、本プロジェクトに帰属するものと考え、これを表 1 5 - 2 - 1 に示す。

短期緊急プロジェクトの実施によって災害の発生を防止できる件数に、災害の規模別に 1 件あたりの不通になる時間を掛け、年間でどの程度不通時間が減少するかを求める。対象は L および M のみであり、S の場合は乗客、貨物とも開通を待ち、不通になっても収支が失われることはないものとする。運賃料率は、モンゴル鉄道の 1995 年の運輸収入、輸送量の実績から求めた数字に 37.8 % の物価調整を行ったものを調査時点の料率と考え、その他の運輸収入は、旅客、貨物運賃収入合計の 5 % とする。

表15-2-1 失われた運輸収支 (単位： 千米ドル)

年 次	2005年	2010年	2020年
運 輸 収 入	81	93	106
管 理 運 営 費	50	57	68
運 輸 収 支	31	36	38

(4) 災害復旧費の節減額

短期緊急プロジェクトの実施によって災害の発生を防止できる件数に災害規模別の1件あたり復旧費を掛けて節減額を求め、表15-2-2に示す。災害復旧費は経済分析と同じであるが、ここでは市場価格を用い、2015年以降当初の20%増、2025年以降は40%増とする。

表15-2-2 災害復旧費節減額 (単位： 千米ドル)

年 次	2005年	2015年	2025年
L	718	861	1,005
M	131	157	183
S	121	145	169
節 減 額 合 計	970	1,164	1,358

(5) 分析結果

各ケースの財務内部収益率(FIRR)を比較して表15-2-3に示す。

表15-2-3 財務内部収益率と感度分析

ケース	F I R R	ケース	F I R R
基本ケース	8.67 %		
ケースⅠ	7.88 %	ケースⅡ	7.21 %
ケースⅢ	7.80 %	ケースⅣ	6.91 %
ケースⅤ	7.08 %	ケースⅥ	5.70 %

- ケースⅠ 工事費 10%増
- ケースⅡ 同じく 20%増
- ケースⅢ 災害発生防止件数 10%減
- ケースⅣ 同じく 20%減
- ケースⅤ 上記ケースⅠとⅢの組み合わせ
- ケースⅥ 上記ケースⅡとⅣの組み合わせ

感度分析については、工事費が増加した場合より災害発生防止件数が減少した場合の方が FIRR が低くなるが、その差はさほど大きくない。最悪の場合（感度分析ケースVI）でもプロジェクトの実施を不可能にするほどのことはないと考えられる。

（6）評 価

基本ケースの財務内部収益率は 8.67%である。

財務内部収益率（FIRR）は総投下資本の利益率を表す。工事費のうち、外貨部分を金利 2.3 %の借款、残額を自己資金で調達すれば、採算上プロジェクトの実施は可能である。

自己資金はピーク時（2004年）約 2.6 百万米ドル強（約 1,425 百万トゥグリク）の投入が必要であるが、モンゴル鉄道の既借款プロジェクトの元利払いが 1998 年に開始され、ピーク時の 2005 年には年間 6 百万ドル（約 33 億トゥグリク）を上回る予定であるので、資金調達については既存案件をも含めた総合的な検討が必要である。

16. 結論と提言

16-1 結論

(1) プロジェクトの概要

モンゴル鉄道の Sukhe-baatar から Zamyun-uud に至る幹線は、モンゴル国の重要な輸送手段であり、とりわけ長距離輸送及び国際輸送については、道路整備の遅れもあり、鉄道が物流の大動脈として重要な役割を果たしている。

しかしながら、橋梁や土構造物の老朽化に加え、毎年6月から8月の雨期には自然災害が発生し、列車の運休を余儀なくされ、同国の物流が止まり、同国経済に大きな影響を与えている。

このことに鑑み、特に自然災害が多発している Sukhe-baatar・Bayan 間約 450km 区間において、災害に強い或いは災害を受けても短期間に復旧が可能なように配慮して、年間を通じ、安全、確実な輸送の確保を図るため、線路構造物の改修全体計画及び、短期緊急プロジェクトを策定した。

2020 年を目標とする改修全体計画は、対象対策箇所 184 箇所を、投資総額約 26.2 百万ドルで、段階的に整備するものである。

2005 年を目標とする短期緊急プロジェクトは、改修全体計画の中から、緊急性、重要度の高い築堤洗掘対策 7 箇所、落石対策 12 箇所、橋梁対策 11 箇所、線路横断排水対策 42 箇所の合計 72 箇所を選定して、対象対策箇所とした。

短期緊急プロジェクトの施工期間は、準備段階を含め 1998 年から 2004 年までの 7 年間とした。

短期緊急プロジェクトの投資額は、1996 年 8 月価格で総額約 12.2 百万ドルであり、対策別には築堤洗掘対策約 6.5 百万ドル、落石対策約 0.7 百万ドル、橋梁対策約 0.5 百万ドル、線路横断排水対策約 4.5 百万ドルである。

(2) 短期緊急プロジェクトの評価

1) 技術面

短期緊急プロジェクトの対象対策箇所 72 箇所には類似の対策工が多いので、表 16-1 に示すように、対策工別に代表対策箇所 17 箇所と適用する対策箇所 55 箇所を設定して、改修計画の検討をすすめた。

改修計画は、モンゴル鉄道の施工経験、技術力を考慮して計画しており、図 16-1 に示す手順によって作成した。

策定した改修計画は、主に一般の土木工事であり、モンゴル鉄道の設計施工技術面から特に問題はなく、短期緊急プロジェクトは十分実施可能である。

2) 環境面

短期緊急プロジェクトは、主に既設線における改修計画であり、本プロジェクトの社会環境、自然環境、公害などの環境への影響は少ない。

本プロジェクトの施工にあたって、関係官庁の指導を得ながら、振動・騒音の発生、河川への汚染、工事により発生する廃棄物の処理など十分注意を払う必要がある。

3) 経済面

短期緊急プロジェクトの経済内部収益率(EIRR)は13.05%であり、プロジェクト実施に伴う社会的、経済的な間接便益を考慮すれば、本プロジェクトは、国民経済的に有意義なものと考えられる。

4) 財務面

短期緊急プロジェクトの財務内部収益率(FIRR)は8.67%であり、採算上プロジェクトの実施は可能である。

5) 総合評価(結論)

既設線の改修を内容とする短期緊急プロジェクトは、技術的に実行可能であり、環境面への影響も少ない。

経済内部収益率(EIRR)は、13.05%で、その他間接便益を考慮すると、本プロジェクトは、国民経済的に実行の妥当性がある。また、財務内部収益率(FIRR)は、8.67%であるが、モンゴル鉄道の既借款プロジェクトの費用の返済及び今後必要となる他のプロジェクトに要する資金を考慮し、本プロジェクトが鉄道輸送の安定を図るという目的に鑑み、プロジェクトの実施にあたっては、モンゴル鉄道の非常に厳しい財政状況に配慮した資金調達に努力する必要がある。

総合的な見地から、短期緊急プロジェクトは、雨期における自然災害によって列車の運休を余儀なくされるモンゴル鉄道幹線に対して、安定した鉄道輸送の確保に重点を置いた適切な改修計画であり、技術面、環境面、経済面、財務面から実行可

能なものと評価される。

本プロジェクトの実施および降雨時の巡回、災害警備と相俟って、モンゴル鉄道の安定した輸送が可能になる。

また、モンゴル鉄道は、国内鉄道貨物輸送の 80%を占める発電所用の石炭輸送およびモンゴル国民の生活のための石油、生活物資の輸入など、国民生活と密接な関係にある貨物輸送を行っている生活路線であり、自然災害対策を主とする本プロジェクトは、列車の安定輸送面で重要であり、早急に実施する必要がある。

表 16 - 1 短期緊急プロジェクト改修計画の概要

項目	対策工	代表対策箇所	適用対策箇所数
築堤洗掘対策 (7箇所)	線路変更	31pk2 ~ 4	0
	護岸工	54pk4 ~ 5	5
落石対策 (12箇所)	斜面整理 (I)	13pk3	1
	斜面整理 (II)	61pk10	3
	斜面整理 (III)	282pk9 ~ 283pk2	1
	斜面整理 (IV)	267pk2 ~ 3	1
	張コンクリート	18pk 10 ~ 19pk1	0
	通信線移設	251pk2	0
橋梁対策 (11箇所)	橋桁更換	334pk3	6
	修繕	255pk3	3
線路横断排水対策 (42箇所)	駅構内排水工	23pk2	0
	ボックスカルバート(2x1.5m)	253pk3	17
	ボックスカルバート(2.5x2m)	389pk1	15
	ボックスカルバート(2.5x2.5m)	356pk1	0
	橋梁 (橋長 11.5m)	235pk3	2
	橋梁 (橋長 13.5m)	125pk8	1
	河川巾拡張	399pk1	0
対策箇所 合計 72箇所		17箇所	55箇所

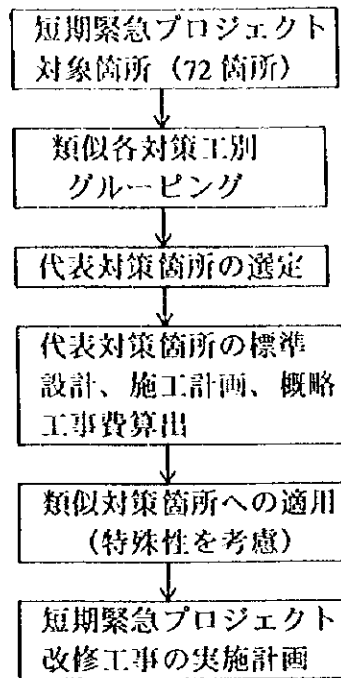


図16-1 計画の手順

16-2 提言

本プロジェクトの実施およびモンゴル鉄道の自然災害対策、保守管理運営の改善のための次の事項を提言する。

(1) 自然災害対策

1) ソフト面の充実

災害対策について、本プロジェクトの実施によるハード面の強化とともに、降雨時等の災害警備体制、列車運転規制などのソフト面の一層の充実が重要である。

2) 標準対策工の全線への活用

モンゴル鉄道の Sukhe-baatar・Bayan 間以外の幹線・支線の自然災害対策及び構造物の老朽化対策については、今回の調査で計画した代表対策箇所別の対策工を活用して、積極的に検討をすすめ、モンゴル鉄道の安定した輸送の確保を図る必要がある。

3) Sukhe-baatar 駅構内排水対策

Sukhe-baatar 駅構内の排水対策については、本調査では、当面の対策としての駅構内排水設備を計画したが、原因は Sukhe-baatar 市街からの水の流入にあるので、今後、都市側と協議して、Sukhe-baatar 市による都市洪水対策を確立し、その対策を踏まえ、Sukhe-baatar 駅構内の排水対策の強化を図る必要がある。

(2) 工事の円滑な推進と環境面への配慮

1) 施工体制の確立

本プロジェクトは、対策工の種類が多く、また施工地点も点在するので、プロジェクトの具体的な実施にあたっては、詳細工程を作成し、工事全体を把握のうえ、運転・傷害事故防止に十分配慮した施工体制、工程管理体制を検討する必要がある。

2) 技術協力

本プロジェクトを計画的に、また円滑に実施するため、災害対策のハード面及びソフト面について、鉄道先進国から専門家の派遣を受けるなど、技術協力を得て推進することが有効である。

3) 廃棄物の処理

工事で発生する廃棄物は、廃棄後社会的な問題を起こさないように、適切な場所に運び処理する。特に 399pk1 地点の河川掘削に伴う掘削残土は、関係機関の指導により処理する必要がある。

4) 生態環境の保護

工事区域に行く道路が整備されていない場合、自動車の走行により草原に轍をつけることになり、脆弱な生態環境に悪影響を与える。工事に使用する資機材、さらに工事で働く作業員は出来るだけ鉄道で輸送することが望まれる。

(3) 投資の節減

1) 本プロジェクトの資金調達

モンゴル鉄道の健全な財務を確保するため、既借款プロジェクト費用の返済及び他のプロジェクト（例えば車両購入など）に必要な資金を考慮すると、本プロジェクトの実現のためには、モンゴル鉄道の厳しい財政状況に配慮した資金調達が重要である。

2) 他プロジェクトへの投資

モンゴル鉄道の経営面から、今後他のプロジェクトへの投資、新規借款受け入れに際しては、少しでも低利の資金を導入する努力が必要である。

本プロジェクトは線路構造物の災害対策、改修であり、この計画により直接需要の増加はないので、車両費等はプロジェクト費用に計上していない。

特に車両の増備購入に際して、別途、需要の推移、車両の検査・修繕を考慮し、可能な限り投資の節減を図る必要がある。

(4) 保守・管理運営、経営の改善

1) 輸送管理の近代化等

① 列車ダイヤと指令業務の検討、改善

列車ダイヤは、鉄道の成果物であり、基本ダイヤのみでなく日々の「実行計画ダイヤ」による指令判断、運転整理等が必要である。実行計画ダイヤは、当日運転される列車及び保守作業等の全ての計画が予め記載され、運転整理等の基本となるものである。

従って、列車ダイヤは、0時から24時までの列車ダイヤとすることが望まれる。

② 定期貨物列車の設定

貨物列車についても、旅客列車と同様に最小限の定期列車を設定し、別に不定期列車を設定しておき波動輸送に対応すべきであると考えられる。これが貨物輸送近代化の基礎となり、需要の増加に連がるものとなろう。

③ 運転保安システム等と経営改善（将来の問題として）

MR の閉塞、信号、連動等の運転保安システムは、高度なものとなっており、列車集中制御システム（CTC: Centralized Traffic Control）等の導入が容易なものとなっている。しかしながら、これらは老朽化しており、将来的に輸送需要の増大と共に老朽設備の取替、改修が必要になるものと考えられる。

取替、改修に際しては、CTC の導入等を検討し、これを基礎とする経営改善を図る事が望まれる。また、情報近代化の一環として計画中の光ケーブルの敷設も、より効果的となる。

この光ケーブルを更に有効に活用するため、主要な駅に設置された光搬送端局から他の各駅等にケーブル搬送又は小容量の光搬送装置の設置を検討する必要がある。

また、光ファイバーケーブルの敷設及び将来の老朽化した信号設備の取替、CTC 化の推進と併せて、これらの主要設備に対する電源設備の強化が必須の条件となろう。

2) 老朽車両の取替えと増備

将来的に客車、貨車及び機関車の老朽取替えと増備が必要となる。特に、機関車については、輸送力増強、高速化等を考慮し、新規に導入する車両の性能の検討が必要である。

3) 線路関係の改善

① 鉄道土木構造物保守台帳の整備

構造物は経年による老朽化や降雨、流水、凍上、地震等の自然の外力による機能低下、或いは列車の高速化、荷重の増大等輸送の近代化に伴う陳腐化等により次第に荒廃してゆく。

災害時に列車運行の安全と輸送力を確保し、災害による直接、間接の損失を減ずるためには、荒廃劣化の進んだ構造物の保守管理が大切である。また、構造物は致命的に荒廃劣化する以前に、その荒廃劣化の程度に応じて、修繕、補強など適切な措置を施すことで荒廃劣化の進行をくい止め延命を図るのが経済的に得策である。数多くの鉄道土木構造物を有するMRでは、適切な保守管理は、構造物本体においてもまた、経営的にも重要なことである。

構造物の適切な保守管理を行うには、速やかに全構造物の実態を的確に把握し、

実態を記録に残した構造物保守台帳として整備することが望まれる。また、数年に一度は全構造物の検査を行い、台帳に変状の記録を留め、これに基づいて計画的に適切な措置を施すことが望まれる。

② 曲線区間における許容カント不足量の設定と列車最高速度

最大カントは列車の内方転倒を制限するものであり、許容カント不足量は列車の外方転倒を制限するものである。この両者は深く関係するが、MRにおいては最大カント量に付いては一定の定めが設けられているが、許容カント不足量について考慮されていない。最大カント量と同様に許容カント不足量の設定も重要である。MRの場合、外方転倒の理論的限界値から推定すると、カント不足量の最大値は $Cd = 115\text{mm}$ となる。この値はロシア鉄道で採用されている値と同じであり、このカント不足量を用いて曲線通過の列車最高速度を定めることが望まれる。列車最高速度 V_{max} の算式は次の通りである。

$$V_{\text{max}} = \sqrt{R(C+Cd)/12.5} \quad \text{ただし、} V_{\text{max}} : \text{最高列車速度} \quad (\text{km/h})$$

C	: 設定カント(実カント)	(mm)
Cd	: 許容カント不足量	(mm)
R	: 曲線半径	(m)

③ 道床砕石化の推進

MRの道床は切り込み砂利が主で、これは弾性に乏しく、変形しやすく、列車衝撃の吸収が少ない性質を持っており、軌道構造に悪影響を及ぼしやすい。軌道保守面から考慮すると良好な軌道状態を長期間維持するためにも道床の砕石化の推進を図ることが望まれる。全線の砕石化には時間と経費を要するため、その次善策として道床砂利の20mm以下の細粒部分を抜き取る篩砂利化の推進を図ることが望まれる。

④ 分岐器部の道床砕石化と列車速度向上

分岐器は軌道構造上複雑で弱点部を多く兼ね備えた部分である。前項で述べたように、切り込み砂利で良好な状態を維持するには、多大な労力が必要となるため、早急に砕石化を進めることが望まれる。

また、分岐器の直線側の列車通過速度が70km/hに向上したばかりではあるが、一般区間と同じように90km/hで通過することが望ましく、本線分岐器区間の

道床を砕石化することで可能と考えられる。90km/h 化に当たっては十分な安全性の確認が必要であるため、分岐器内のクロッシング欠線部、ガードレール、ポイント部及びレール継ぎ目部について振動試験等を行い、安全性を確認して実施に移行することが望まれる。

4) 経営の改善

① 要員の効率的運用

CTC の導入をベースにして、駅における運転取扱要員の削減ができ、さらに、将来、線路容量不足に伴う、信号場（列車行違い設備）新設の場合にも無人化ができることになる。また、営業関係要員についても拠点駅への集約ができ、効率的な要員運用が可能になりモンゴル鉄道の経営改善に資することになる。

② 関連事業の推進

モンゴル鉄道の非鉄道部門は、売り上げのほとんどが自社の鉄道部門と従業員に対するものであり、また、大幅な人員削減による合理化も限界に近づきつつある。今後は、最近、経営計画部を新設して取り組み始めた一般外部顧客を対象とする関連事業についてさらに拡大する方向で検討し、モンゴル鉄道の経営改善を図る必要がある。

(5) その他

1) Honkhor 付近の曲線改良

Honkhor 付近の小半径が連続している区間の曲線改良は必要と考えられるが、投資額が大きくなるので、投資効果を含め十分に調査をしたうえ、具体化することを希望する。

2) 第3発電所線被災橋梁

第3発電所線の被災して仮復旧した状態で使用している橋梁については、石炭の円滑な輸送を図るため、早急に本格的な復旧工事を検討する必要がある。

3) 計量の国際化（土質調査の例）

今回現地委託調査として土質調査を実施したが、現地の土質調査会社はロシア基準の試験器を使用し、ロシア基準で試験を行い、評価している。今後はロシアだけでなく、他の国からの協力も必要であるので、世界的に統一された基準（ASTM : American Society for Testing and Materials, BS : British Standards 等）により、試験結果を評価することが工学的に望まれる。その他のセメント、コンクリートなどの試

験についても同様である。

関 係 者 名 簿

1. 作業監理委員会

氏名	担当	現職
栗澤 朗 あしざわ りょう	委員長 (総括)	運輸省鉄道局技術企画課 補佐官
伊藤 範夫 いとう のりお	委員 (線路構造物計画)	運輸省鉄道局施設課 企画係長
松本 淳也 まつもと じゅんや	委員 (輸送計画)	J R九州総合企画本部経営企画部

2. JICA

氏名	担当	現職
津金 昭一 つぎん しょういち	調査管理	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第一課

3. 調査団

氏名	担当業務
高 尚 文 しげ なお ふみ や谷 洋 夫 しよ やし おお よし たけ いさむ 吉 武 勇 はしもと つね お 橋 本 恒 郎 (1996. 7～1997. 3)	団 長／総 括 副団長／路線計画 輸送／車両計画 構造物／防災計画
江 戸 清 え どの きよし (1997. 5～1997. 12)	構造物／防災計画
山 田 直 徳 やま だ なお のり なか じま まさ み 中 嶋 正 美 いわ た た た ろう 岩 田 太 郎 ほり え てる ひこ 堀 江 照 彦 こ たに よし のり 小 谷 佳 範 まえ だ けん じ 前 田 謙 二 おお つき てる お 大 月 輝 雄 なか むら しん い 中 村 信 也 いけ だ かず ひこ 池 田 和 彦	軌道／停車場計画 電気設備計画 財務分析／管理運営計画 関連開発計画／需要予測／経済分析 構造物設計・施工（橋梁） 構造物設計・施工（土構造） 軌道／停車場設計・施工 自然条件 環境影響評価

4. Steering Committee

NAME	MINISTRY/OFFICE	POSITION
N. BATMUNKH (1996. 7~1997. 2)	Mongolian Railway	Chairman
G. BATKHUU (1997. 3~)	Ministry of Infrastructure Development	
J. NYAMAA	Mongolian Railway	Member
N. BATMUNKH (1997. 3~)	Mongolian Railway	Member
R. GANKHUYAG	Ministry of External Relations	Member
D. RENTSENDORJ	Ministry of Finance	Member
S. JAMTS	Ministry of Infrastructure Development	Member
E. JAMTS (1996. 7~1997. 2)	Ministry of Nature and the Environment	Member
B. TUMURBAATAR (1997. 3~)	Ministry of Nature and the Environment	

5. Mongolian Railway Counterpart Team

NAME	POSITION/DEPARTMENT	PROFESSION
J. NYAMAA	Chief Engineer of the Mongolian Railway	Locomotive Engineer
D. DASHIZEVEG	Head Engineer in charge of Management and Planning Department	Locomotive Engineer
V. OTGONDEMBEREL	Head of Management and Planning Department	Railway transportation Management Engineer
L. PUREVBAATAR (1997. 3~)	Senior Engineer of Management and Planning Department	Railway Telecommunication Engineer
G. VANDANDAGVA (1996. 7~1997. 2)	Head of Track Facilities Department	Track Engineer
N. BATMUNKH (1997. 3~)	Head of Track Facilities Department (Deputy Chairman of the Mongolian Railway)	Track Engineer
Z. ZORIG	Chief Engineer of Track Facilities Department	Track Engineer
Z. UURDMANDAKH	Deputy Head of Track Facilities Department	Track Engineer
Ch. ERDENEDALAI	Senior Engineer in charge of artificial structures at Track Facilities Department	Bridgework Engineer
Ch. LKHAGVASUREN	Chief Engineer of Freight Transportation Department	Railway Transportation Management Engineer
T. DASHDEMBEREL	Head of Technical Section of Freight Transportation Department	Rolling Stock Engineer
D. BATBOLD	Chief Engineer of Passenger Transportation Department	Rolling Stock Engineer
L. GANBAATAR	Chief Engineer of Locomotive Facilities Department	Locomotive Engineer
SEREEFENDORJ	Senior Engineer of Signalling & Communication Department	Railway Automatics Engineer
B. ARIUNAA	Deputy Head of Financial Department	Economist
L. TUDEV (1996. 7~1997. 2)	Head of Statistic and information Center	Railway Economist
T. BATBOLD (1997. 3~)	Head of Statistic and information Center	Railway Transportation Management Engineer

JICA