

国際協力事業団

NO. 02

モンゴル国
モンゴル鉄道

社会開発調査部報告書

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査

最終報告書

要約



1998. 1

JRCA LIBRARY



J 1140625 (3)

社団法人海外鉄道技術協力協会
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

社調一

JR

98-006

最終報告書(要約)

115
616
SST
RARY

国際協力事業団

モンゴル国
モンゴル鉄道

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査

最終報告書

要 約

1998. 1

社団法人海外鉄道技術協力協会
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル



1140625{3}

**1 US Dollar = 550 Tug. = 110 Yen
(August 1996)**

序 文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国の鉄道線路基盤改修計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年7月から平成9年11月までの間、4回にわたり、社団法人海外鉄道技術協力協会常務理事の高重尚文氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また運輸省鉄道局技術企画課補佐官の米澤 朗氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団はモンゴル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

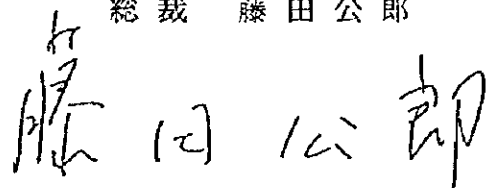
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年1月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

Handwritten signature of Hiroshi Fujita in black ink, written in a cursive style.

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤 田 公 郎 殿

ここに、モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査報告書を提出いたします。

この報告書は、国際協力事業団との契約に基づき、社団法人 海外鉄道技術協力協会及び株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルが実施した調査結果をとりまとめたものであります。

本調査団は、平成8年7月から平成9年11月までの間、4回にわたって、現地調査を実施しました。この現地調査及び国内作業の結果について、モンゴル国政府関係機関と十分な協議を行い、モンゴル鉄道スフバートル・バヤン間約450km間の線路構造物改修計画の総合的な検討を行い、適切な改修全体計画及び短期緊急プロジェクトの改修計画を策定しました。調査団はこれらの計画に関し、モンゴル側との連携のもとに技術面、環境面、経済・財務面での実現可能性の検討を行い、本報告書を取りまとめました。

本調査の実施に関し、モンゴル国政府の関係諸機関の熱心な御協力と、調査団がモンゴル国滞在中に受けた御好意に対し、心から御礼申し上げます。

また、国際協力事業団、外務省、運輸省、在モンゴル日本大使館並びに JICA 事務所に対しても、貴重な御指導と御協力を頂いたことに深く感謝申し上げます。

平成10年1月

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査団

団 長 高 重 尚 文

高重尚文

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査

本調査の目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本調査は、モンゴル国の鉄道 Sukhe-Baatar・Bayan 間約450km を対象に、鉄道輸送の安定を図るため、自然災害対策及び構造物の老朽化対策として、線路構造物の改修計画を策定し、フィージビリティ調査を実施する。 2. 改修計画は、2020年を目標とする改修全体計画及び改修全体計画から選定された2005年を目標とする短期緊急プロジェクトである。
改修全体計画	<p>(概要) 築堤洗掘対策11箇所、落石対策22箇所、線路冠水対策1箇所、橋梁対策12箇所、線路横断排水対策138箇所の合計184箇所を対象に改修計画を策定した。</p> <p>(投資額) 工期は1999年～2019年とし、2005、2010、2020年を目標に段階的に工事を実施する。所要投資額は、1996年8月価格で約26.2百万ドルである。</p> <p>(評価) 既設線の改修計画を内容とする本プロジェクトは、技術的に実行可能であり、また環境面への影響も少ない。EIRR は12.09%、FIRR は8.34%であり、本プロジェクトは国民経済的に実行の妥当性があり、本プロジェクトの実施は可能である。 総合的に、本プロジェクトは実行可能であり、モンゴル鉄道の安定した輸送が可能になり、モンゴル国の健全な社会・経済活動の発展に寄与できる。</p>
短期緊急プロジェクト	<p>(概要) 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箇所を選び、短期緊急プロジェクトとした。各対策工別に代表対策箇所(17)と適用類似対策箇所(55)を設定し、代表対策箇所について、概略設計、施工計画、工事費を算出し、さらに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した。</p> <p>(投資額) 工期は1998年～2004年とし、所要投資額は1996年8月価格で約12.2百万ドルである。</p> <p>(評価) 本プロジェクトは EIRR13.05%、FIRR8.67%で、技術面、環境面、経済面、財務面から実行可能である。本プロジェクトの実施及び降雨時の巡回、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、発電所用の石炭輸送及び石油、生活物資の輸入等、国民生活と密接な関係がある輸送を行っており、本プロジェクトは重要であり、早急に実施する必要がある。</p>
提言	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本プロジェクトの実施によるハード面の強化とともに、運転規制、災害警備体制等のソフト面の充実が重要である。 2. モンゴル鉄道の経営面からは、既借款プロジェクト費用の返済及び今後必要な他のプロジェクトに要する資金を考慮すると、本プロジェクト実施にあたっては、モンゴル鉄道の厳しい財政状況を配慮した資金調達に努力する必要がある。 3. Sukhe-baatar・Bayan 間以外の線路の自然災害対策などの検討を、本調査の対策工を活用して、実施されることを提言する。

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査

[要 約]

1. 目 的

調査は、自然災害の多発区間である Sukhe-baatar・Bayan 間約450km を対象として、安定した鉄道輸送の確保を目的とした線路改修計画の策定と、その計画に係るフイージビリティ調査である。

すなわち、2020年を目標とする Sukhe-baatar・Bayan 間の線路構造物改修全体計画および2005年を目標とする短期緊急プロジェクトに関し、技術面、環境面、経済面、財務面からの実行可能性について総合評価するものである。

2. 鉄道自然災害と土木構造物

モンゴル鉄道で発生している主な自然災害は、

- ① 大河川の氾濫による橋梁の流出、路盤の浸食、
- ② 中小河川の氾濫による盛土の崩壊
- ③ 切取り、斜面からの落石

などである。また橋梁などの土木構造物は、建設後約50年を経過しており、厳寒な気象条件などにもより老朽化が進んでいる。

モンゴル鉄道では、1991年から1994年の間に、6月から8月にかけて集中的に発生した災害件数は9件あり、復旧工事に14時間から4日間を要している。

また、1973年1978年には、復旧工事にそれぞれ11日、10日を要した大災害が発生している。

3. プロジェクトの概要

(1) 改修全体計画

1) 計画概要

自然災害対策及び土木構造物の老朽化対策のため、直接必要な線路構造物改修の全体計画は表-1のとおりで、対象箇所数は184箇所である。

表-1 改修全体計画の概要

項目	対策工	箇所数	記事
築堤洗掘対策	護岸工、制水工	11	31pk2-4 : 線路移設 208-209km : 河川路変更
落石対策	斜面整理等	22	
線路冠水対策	線路扛上	1	
橋梁対策	橋桁更換 修繕	12	橋桁更換 : 8 修繕 : 4
線路横断 排水対策	排水設備の 増設・新設	138	増設 : 116 新設 : 22
計		184	

2) 投資額と投資行程

①整備時期については、段階的に改修工事を実施することとし、目標年次を第1期2005年、第2期2010年、第3期2020年とする。

②投資額は、総額約26.2百万ドルで、第1期約12.4百万ドル、第2期約3.3百万ドル、第3期約10.5百万ドルである。

3) 経済・財務評価

①経済分析結果： 内部収益率 (EIRR) 12.09 %

②財務分析結果： 内部収益率 (FIRR) 8.34%

4) 初期環境調査 (IEE)

本プロジェクトは、主に既設線での改修計画であり、集落の分断、住民の移転はなく、遺跡、文化財、保全地域などの開発規制にふれるものはない。

また、施工時の振動・騒音の発生、河川への汚染、工事により発生する土砂の廃棄など十分注意を払う必要はあるものの、施工場所、施工内容などから、全体的に本プロジェクトの環境への影響は小さい。

5) 総合評価

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

国民経済的にみた経済内部収益率は12.09%で、本プロジェクトは、国民経済的に実行の妥当性があると考えられる。

また、財務内部収益率は8.34%であり、このプロジェクトの実施は可能である。

総合的な見地から本プロジェクトは、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。

また、本プロジェクトの実施により、モンゴル鉄道の幹線の安定輸送が可能になり、モンゴル国の健全な社会、経済活動の発展に寄与できる。

(2) 短期緊急プロジェクト

1) 計画概要

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箇所とした。

類似の対策工が多いことから、対策工別に代表対策箇所を17箇所および適用対策箇所を55箇所設定した。(表-2)

短期緊急プロジェクト改修工事の実施計画を図-1の手順によって策定した。

表-2 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
	河川中拡張	399pk1	0
対策箇所 合計72箇所		17箇所	55箇所

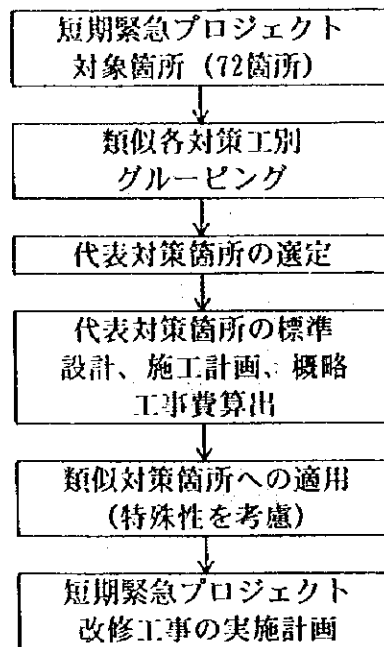


図-1 計画の手順

2) 投資額と投資行程

① 整備時期は、目標年次を 2005年とし、施工期間は、準備段階を含め1998

年から2004年の7年間とした。

- ② 投資額は、総額約12.2百万ドルで、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。

3) 経済・財務評価

- ① 経済分析結果：内部収益率（EIRR） 13.05 %
- ② 財務分析結果：内部収益率（FIRR） 8.67 %

4) 環境影響評価（EIA）

短期緊急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小さい。しかし、モンゴル国には環境に関する法律が整備されており、プロジェクトの実施にあたっては、関係官庁の指導を受ける必要がある。

5) 結論と提言

【結 論】

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、その他の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と考えられる。

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を配慮した資金調達に努力する必要がある。

総合的な見地から本プロジェクトは、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てい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。

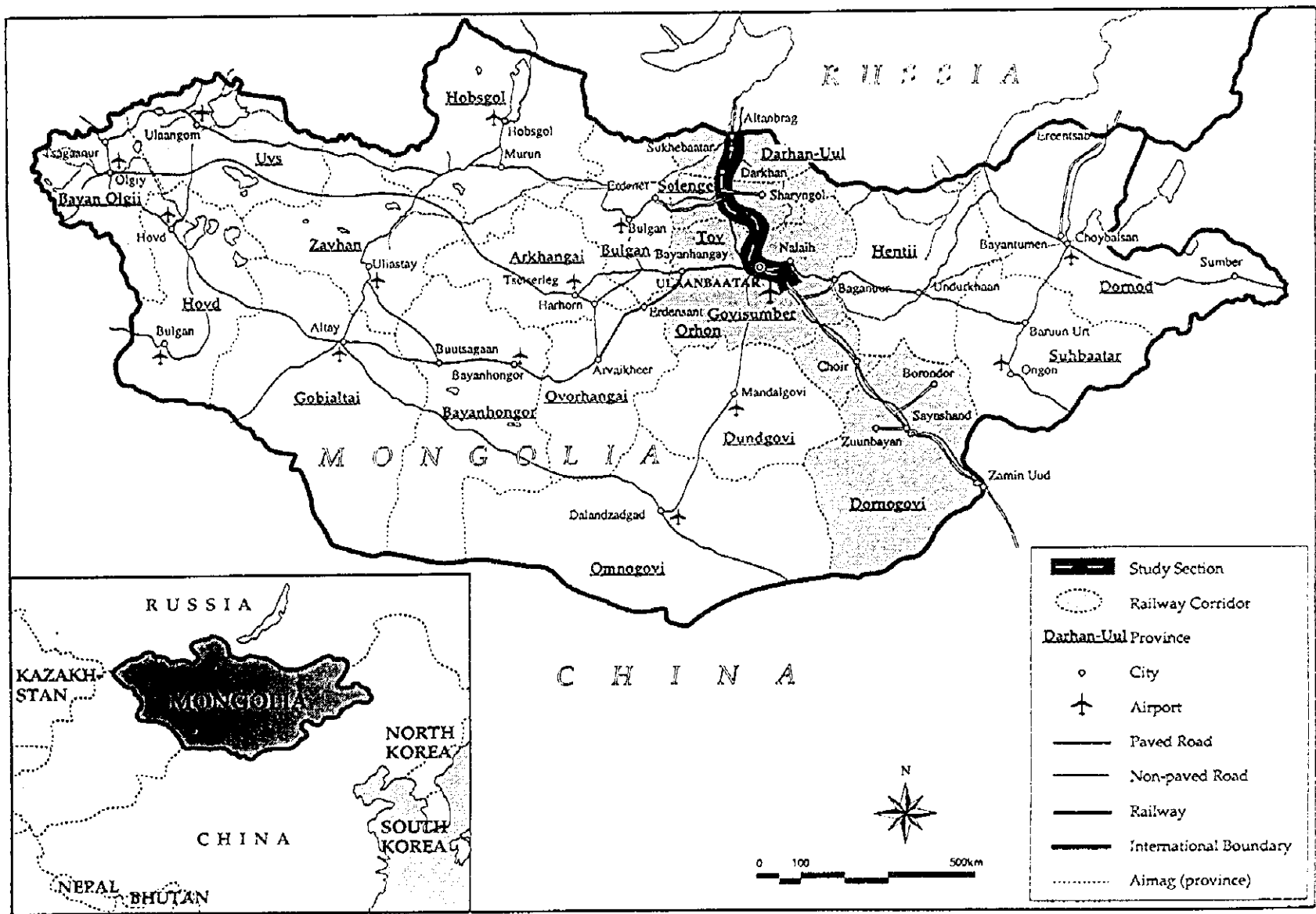
本プロジェクトの実施及び降雨時の巡回、災害警備と相俟って、モンゴル鉄道の安定した輸送が可能になる。

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及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

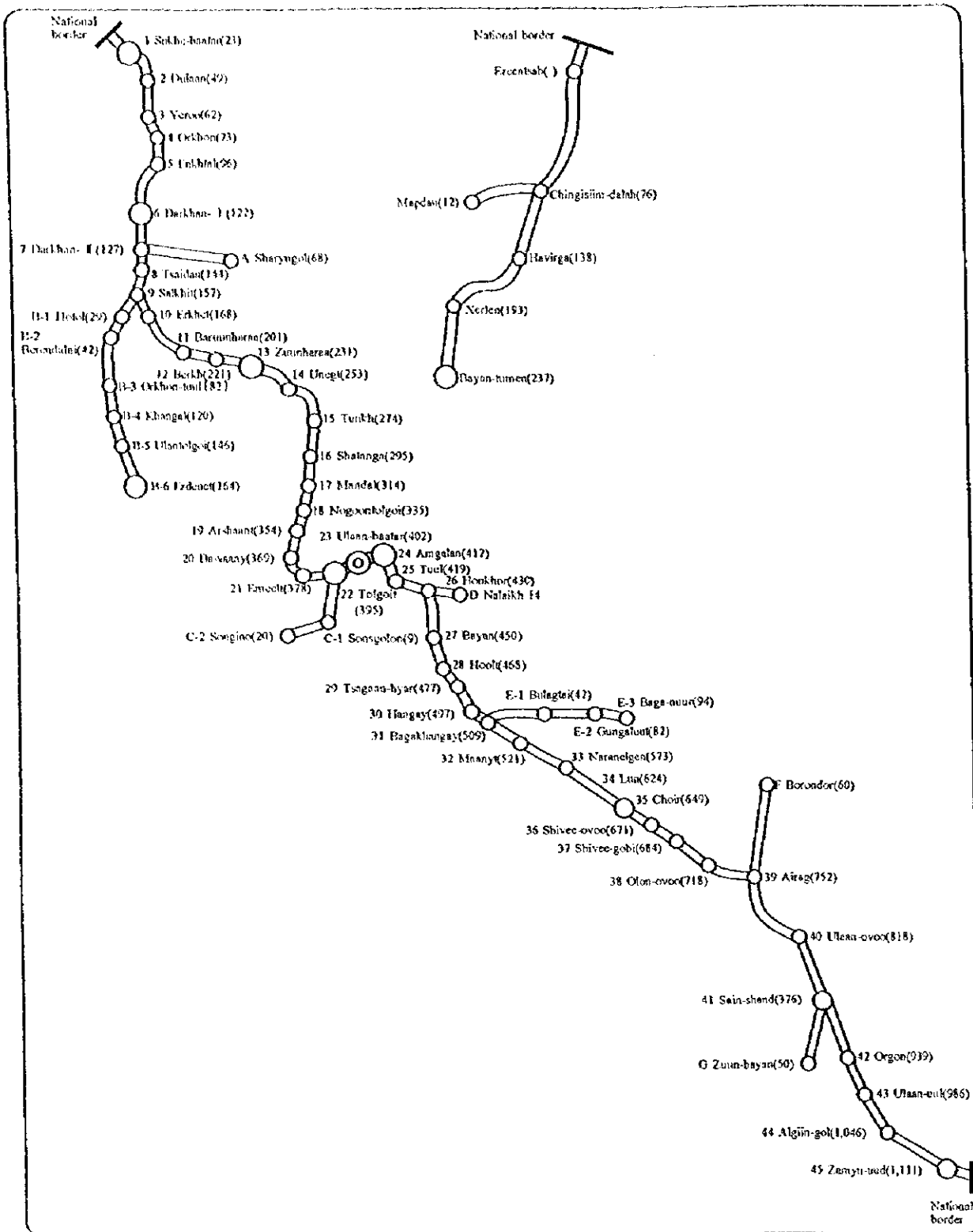
接な関係にある貨物輸送を行っている生活路線であり、自然災害対策を主とする本プロジェクトは、列車の安定輸送面で重要であり、早急に実施する必要がある。

〔提 言〕

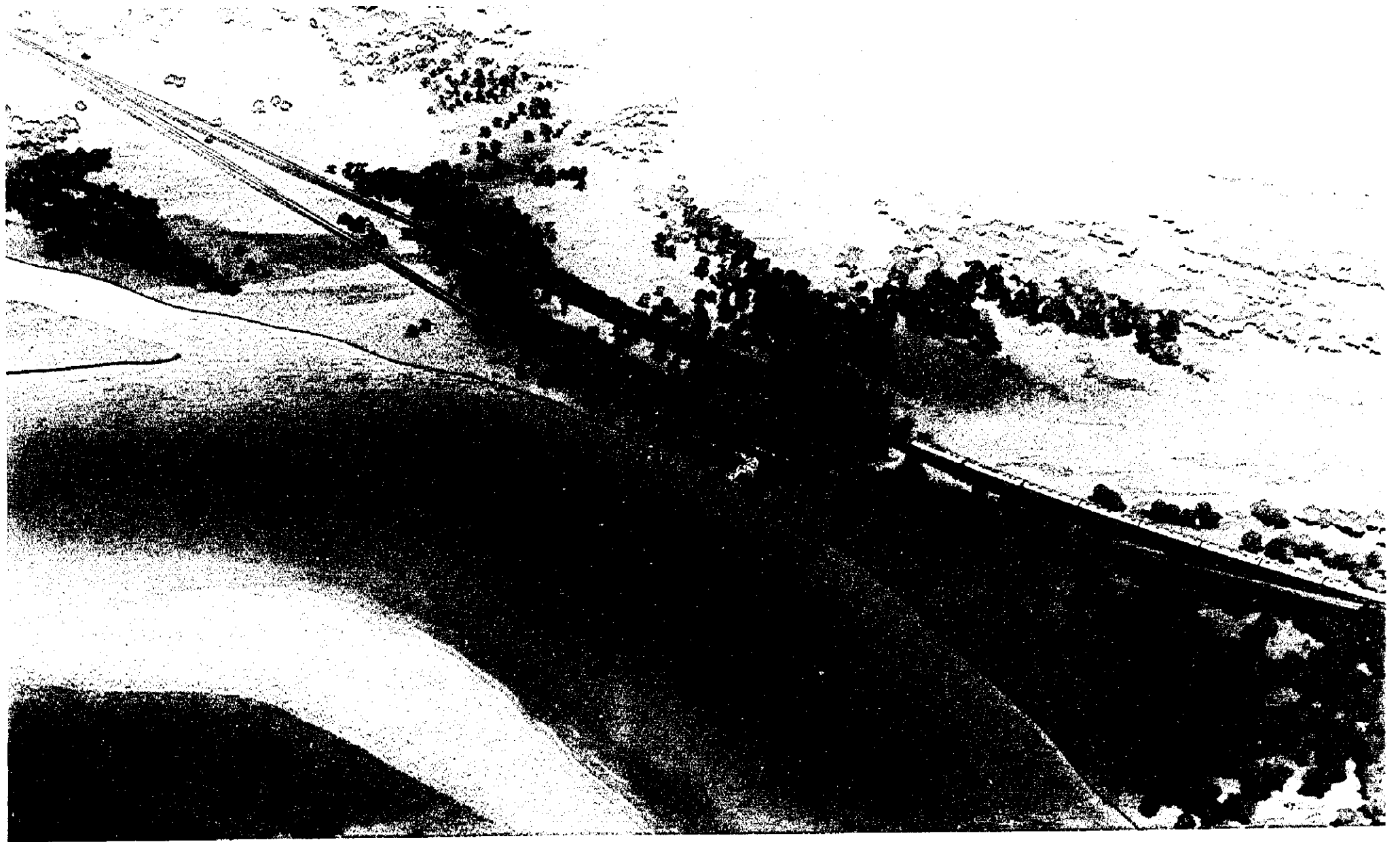
- ① モンゴル鉄道の健全な財務を確保するためには、モンゴル鉄道の厳しい財政状況を配慮した資金調達が重要な課題である。
- ② 災害対策については、本プロジェクトの実施によるハード面の強化とともに、降雨時などの災害警備体制、列車運転規制などソフト面の充実も重要である。
- ③ モンゴル鉄道の Sukhe-baatar・Bayan 間以外の幹線・支線の自然災害対策および構造物の老朽化対策については、今回実施した代表対策箇所別の対策工を活用して、検討をすすめられることを提言する。



モンゴル



Railway Line of Mongolian Railway



モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査
最終報告書 要約版 目次

序 1

第1編 全体計画 (Master Plan)

1. 鉄道自然災害の現況	3
2. 社会経済と需要予測	4
2-1 社会経済	4
2-2 輸送体系と実績	7
2-3 輸送量の予測	9
3. 輸送・車両計画	14
3-1 輸送・車両等の現状	14
3-2 計画策定の考え方と基本条件	17
3-3 輸送計画	18
3-4 車両計画	18
4. 地上設備計画	21
4-1 土木構造物計画	21
4-1-1 技術基準	21
4-1-2 改修方針	21
4-1-3 土木構造物の現況評価及び改修計画	22
4-2 軌道・停車場計画	30
4-3 電気設備計画	32
5. 初期環境調査 (I E E)	35
6. 土木構造物改修実施計画	38
6-1 実施計画	38
6-2 投資額及び投資行程	39

7. 管理運営計画	41
7-1 組織・要員	41
7-2 管理運営費	42
7-3 教育・訓練	46
8. 経済・財務分析	47
8-1 経済分析	47
8-2 財務分析	49
9. 改修全体計画の評価	52
9-1 プロジェクトの概要	52
9-2 評価	53

第2編 フィージビリティ調査 (Feasibility Study)

10. 短期緊急プロジェクト対象箇所	55
10-1 計画策定の概略手順	55
10-2 短期緊急プロジェクト対象箇所	55
10-3 代表対策箇所の選定	56
11. 土木構造物計画	62
11-1 築堤洗掘対策 (護岸工)	62
11-2 落石対策	69
11-3 橋梁対策	74
11-4 線路横断排水対策	77
11-5 短期緊急プロジェクト総直接工事費	83
12. 環境影響評価 (EIA)	84
13. 事業実施計画	87
13-1 前提条件	87
13-2 投資額	87
13-3 投資工程	88
13-4 年度別投資計画	89

1 4. 管理運営計画	91
1 4 - 1 原単位	91
1 4 - 2 管理運営費の算定	91
1 5. 経済・財務分析	93
1 5 - 1 経済分析	93
1 5 - 2 財務分析	98
1 6. 結論と提言	101
1 6 - 1 結論	101
1 6 - 2 提言	105

関係者名簿

序

モンゴル鉄道の Sukhe-baatar から Zamyn-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、道路整備が遅れていることもあり、鉄道が物流の大動脈としての役割を果たしている。しかしながら、鉄道施設は建設後約 50 年を経過しており、厳寒な気象条件などにもより、施設の老朽化が進んでいる。また 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、経済に大きな影響を与えている。

特に Sukhe-baatar ～ Bayan 間約 450km 区間は、橋梁や土構造物の老朽化に加え、自然河川の氾濫や避溢橋、線路横断排水路の断面不足による路盤の崩壊、線路浸水、落石等の災害事故が多発している。モンゴル国は、経済基盤を支えるモンゴル鉄道幹線の線路を早急に且つ本格的な修復計画を策定することが急務となっている。

このような背景のなかで、モンゴル政府は、Sukhe-baatar ・ Bayan 間約 450km の線路構造物の改修計画の策定を日本政府に要請してきたものである。

これを受けて日本政府は、国際協力事業団（JICA）事前調査団をモンゴルへ派遣し、モンゴル政府との間で調査内容等の協議を行い、調査の Scope of Work（S/W）を 1995 年 11 月 16 日に締結した。

本調査は、合意された S/W に基づき、Sukhe-baatar ・ Bayan 間約 450km の安定した鉄道輸送の確保を図るため、同区間の鉄道線路構造物の改修全体計画（2020 年目標）の策定と短期緊急プロジェクト（2005 年目標）に係るフィージビリティ調査を実施するものである。

併せて、本調査期間中、調査に参加するモンゴル側専門家に対し、現地調査業務、ワークショップを通じ技術移転を行う。

本調査において、線路構造物の改修計画策定に当たっての基本的な考え方は次の通りである。

（1）モンゴル国の開発計画、土地利用計画等の上位計画及びモンゴル鉄道が OECF 借款

等によって現在進行中、或いは計画中のプロジェクトとの整合性を図る。

- (2) 改修計画は、雨期における災害発生に対し、災害に強い或いは災害を受けても短時間に復旧が可能となるように策定する。
- (3) 改修計画は、速度向上・輸送力強化の施策よりも、安定且つ確実な輸送の確保に重点をおいて策定する。
- (4) モンゴル国の経済、モンゴル鉄道の財政状況を考慮して、適切な投資規模で段階的に実行可能な改修計画を策定する。また、投資額は、改修計画に直接必要な費用を計上する。
- (5) 改修計画は、工事費の低廉化を図り、投資効率の向上を考慮して策定する。
- (6) モンゴル鉄道の技術力、技術水準を考慮し、将来保守が容易に行えるよう配慮した改修計画を策定する。
- (7) 線路構造物の計画、概略設計、施工計画の各段階において、自然条件、環境影響を十分配慮する。

本報告書（要約）は、日モ双方合意した改修全体計画及び短期緊急プロジェクトについて、総合評価のうえ、実行可能性の検討結果をとりまとめたものの要約である。

第1編 全体計画

1. 鉄道自然災害の現況

(1) 鉄道自然災害

過去において、モンゴルで発生している主な鉄道自然災害は、下記のとおり洪水による被害、切取斜面（一部自然斜面）からの落石、凍土による軌道の不整がある。このうち、洪水における被害が大部分を占める。

①洪水による被害

洪水による被害は、橋梁の流出、盛土の流失がある。それには次の3パターンがある。

- ・河川の氾濫による橋台背面の盛土流失、橋脚、桁の流出。
- ・中小河川が盛土内の水路を横断する箇所で氾濫し盛土が崩壊する。
- ・大河川が蛇行するところで、鉄道築堤を浸食する。

②切取斜面からの落石

- ・Darkhan から北にかけては、鉄道は丘陵と河川の狭隘部を縫うように敷設されており、丘陵の切取斜面（一部自然斜面）からの落石が、いつでも列車に危害を及ぼす状況にある。

③凍土による軌道の不整

- ・湿地帯上にある盛土は、しばしば冬季の極寒で、路盤、路床が凍結し、隆起して軌道に不整を生じさせ、列車の安全走行に影響を与える状況にあるが、事前の点検により事故が防止でき、列車が停止するような大きな災害には到っていない。

(2) 区間別土木構造物

①北部国境～Zuunharaa(231km)間

この区間は、Haraa川が北上しながら95km付近でOrhon川と合流し、さらに19km付近でSelenge川と合流して水量を増していく地形になっている。鉄道は、この川の右岸沿いに丘陵と河川の狭隘部を縫うように南に向かって登っていく形で敷設されている。このため、河川の蛇行による築堤（護岸）の浸食（毎年1m～4m）や、切取斜面の風化による落石が、列車に被害を及ぼしている所が多く見られる。

② Zuunharaa ~ Ulan-baatar(402km)間

この区間は、Haraa 川に沿って線路が南下していくが、さかのぼるにつれ水量が減るため、築堤の浸食被害は減少する。また河川と丘陵の間が広くなることから、鉄道沿いの切り取り斜面も減少して大部分が盛土構造であり、Haraa 川に注ぐ支流小河川の横断の橋梁(7m ~ 12m)、通水や通行のためのボックスカルバート(2 × 2m、2.5 × 2.5m)が多くなる。

桁は、単純 T 桁がほとんどで老朽化しており、将来構造的な破損に通じる欠陥(ひび割れ、桁下面の主鉄筋の露出、支障部前面の鉛直ひび割れ等)が見られる。

盛土部分は洪水時にボックスカルバートの通水能力不足のため、丘陵と盛土の間に滞水し、盛土のり面及びボックスカルバートの背面の崩壊、線路の越流を引き起こしている。また、橋梁部も同様に通水能力が足りないため橋台背面の盛土の崩壊が見られる。

③ Ulan-baatar ~ Bayan(450km)間

Ulan-baatar 以南は、Bayan の南 471km に本線上の最高地点があり、大きい標高差を登るためへヤーピンカーブや S 字カーブが設けられている。この区間の鉄道は平原の中を縫うように敷設されており、盛土構造が主であり、その中にボックスカルバート、橋梁が点在している。

洪水時にはボックスカルバートの通水能力不足、橋梁の通水断面不足のため、それぞれの背面盛土の崩壊、線路の越流を引き起こしている。

2. 社会経済と需要予測

2-1 社会経済

モンゴルの国土面積は 1.57 百万 km² と大きいが人口は 2.3 百万人である。人口の規模は 1.8 百万人(1985 年)より 2.3 百万人(1996 年)へと 11 年間に約 50 万人増加を記録している。その 11 年間の増加率は平均 2.3 %を示している。増加傾向は経年的には漸減傾向を示し、近年の 1992 - 96 の 5 年間では平均年率 1.8 %となっている(表 2-1)。

数年前までは経済体制はソビエトおよび COMECON と同質の社会主義計画経済体制でこれらの国々との交易を中心に成長を続けてきた。1990 年頃より市場経済体制への移行

が始まり、生産、価格体系が混乱し、実質 GDP は急速に縮小した。しかしその GDP はようやく 1993 年、1994 年と市場経済へ移行しつつ、増大の兆しを見せつつある状況である（表 2-1）。1996 年の経済（国内総生産、GDP）の構成では工業生産額が 32 %、牧畜業 35 %、その他合計 32 %となっている。しかし雇用者数では農牧畜業 45 %、工業 13 %と異なるシェアを示している。（図 2-1 と 2-2）。また、統計年報によると 1996 年の失業率は 6.5 %となっている。

表 2-1 人口、国内総生産、1985-96

年	人口		GDP (1993 価格)		一人当たり GDP 1993 価格	
	千人	年率 %	百万 Tug	対前年比	千 Tug	対前年比
1985	1822.6	年平均 2.30%	172,737.3		94.78	
1986	1872.6		188,929.2	+9.4%	100.89	+6.4%
1987	1920.3		195,461.5	+3.5%	101.79	+0.9%
1988	1966.9		205,439.7	+5.1%	104.45	+2.6%
1989	2018.8		214,027.7	+4.2%	106.02	+1.5%
1990	2075.5		208,641.9	-2.5%	100.53	-5.2%
1991	2129.0		189,349.2	-9.2%	88.94	-11.5%
1992	2177.1		171,365.4	-9.5%	78.71	-11.5%
1993	2221.3		166,219.1	-3.0%	74.83	-4.9%
1994	2259.0		170,042.3	+2.3%	75.27	+0.6%
1995	2293.9	180,775.4	+4.2%	78.81	+2.6%	
1996	2329.9	185,547.9	+2.6%	79.61	+1.02%	

資料:モンゴル統計年報 1996 年 (統計局、1997)

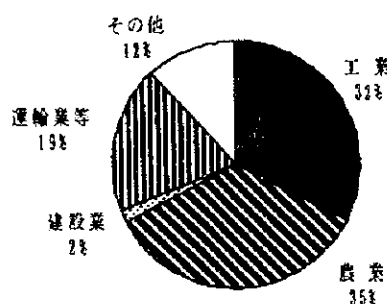


図 2-1 部門別国内総生産、1996

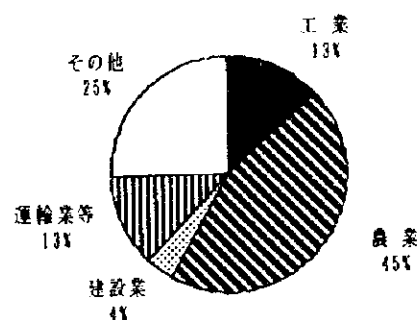


図 2-2 部門別雇用者数、1996

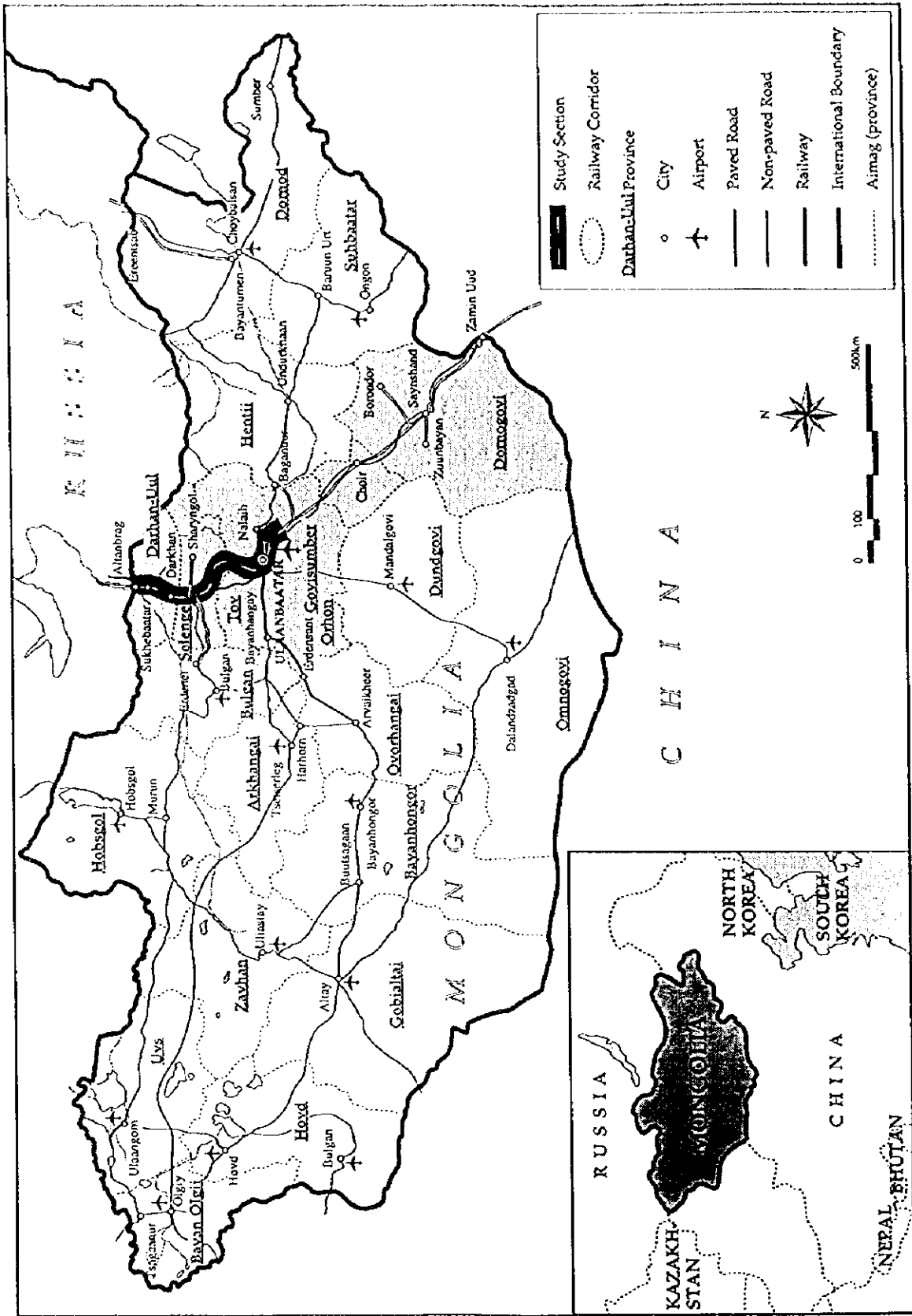


図2-3 モンゴルの輸送体系

2-2 輸送体系と実績

全国の輸送体系は図 2-3 示される。道路と鉄道の競合している回廊はロシア国境より Ulaan-baatar の約 400km であり、他の地方では未舗装の国道がネットワークを構成している。

鉄道は次のような延長を近年保持・運営している。このうち、ロシアと中国をつなぐ幹線は約 1,100km となっている。

東線 (支線共)	249 km
幹線 (支線共)	1,556 km
合計	1,805 km

輸送体系の広がり概念的にはまとめたものが図 2-4 であり、ここに示すように全国的な体系では鉄道と道路の競合関係は一部で見られるが、むしろ道路が鉄道の端末輸送を分担して補完関係を保持する場合が多い。ただし石炭の鉄道輸送や石油の輸入のように輸送手段の変更が困難な場合もみられる。

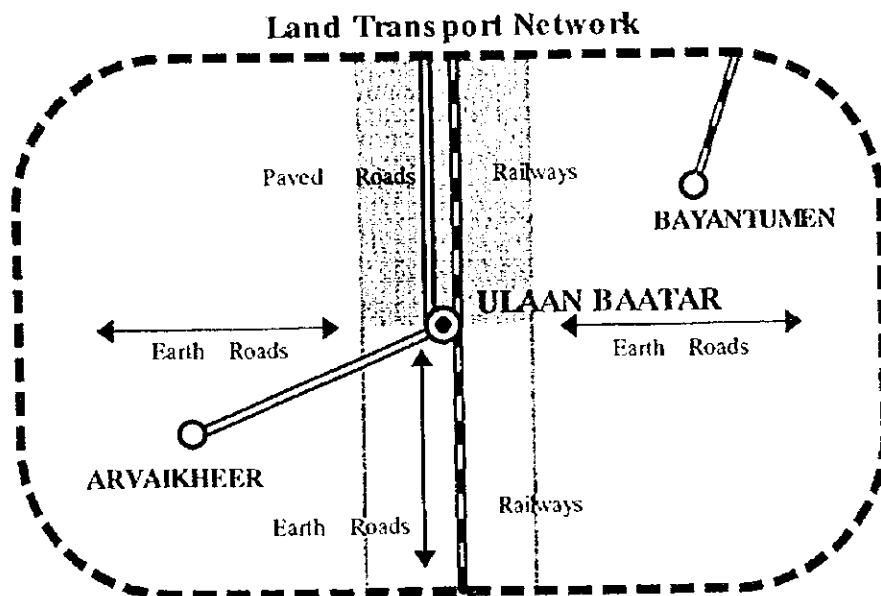
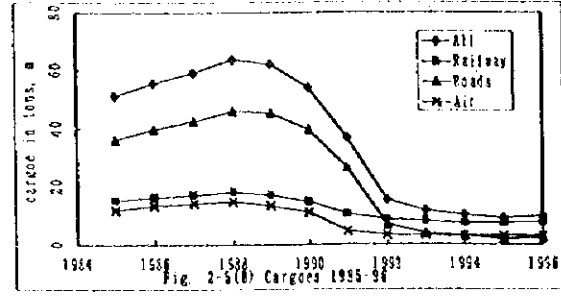
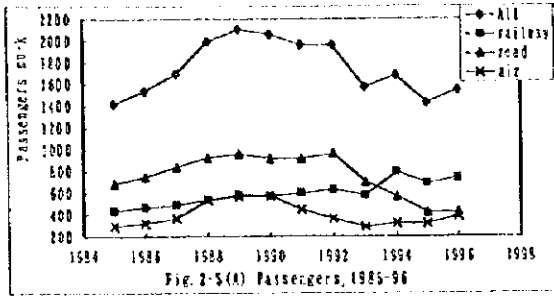


図 2-4 輸送体系の広がり

経済体制の変革に伴い、輸送量も大きく変動している。これが図 2-5(A)..(C)に示される。旅客量は鉄道、道路、航空相互のシェアに大きな変動はみられないが、貨物では鉄道・航空より道路輸送の減少が目立っている。この原因には生産活動の縮小に加えて社会主義体制下の輸送計画の崩壊とトラックの私有化が挙げられる。



旅客 人-km(%)

貨物 t-km(%)

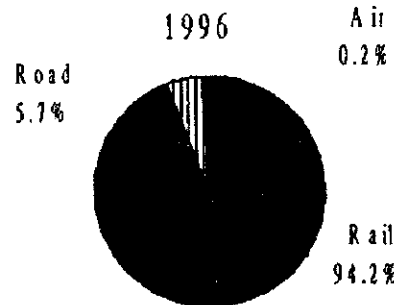
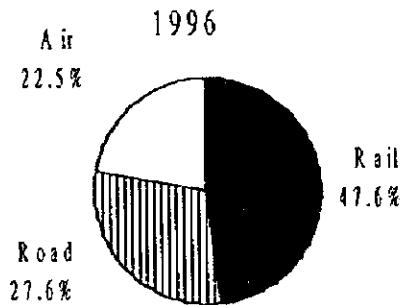
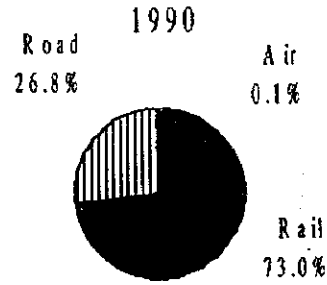
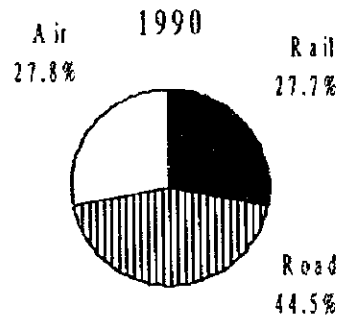
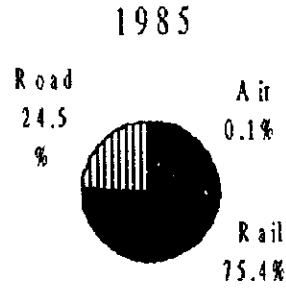
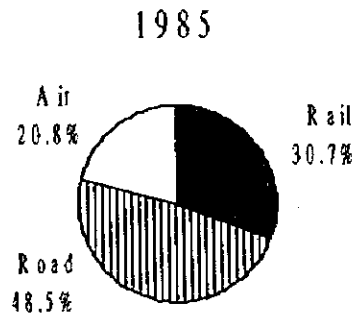


図2-5 モード別輸送量の変化、1985-96

2-3 輸送量の予測

(1) 社会・経済フレーム

社会・経済フレームの増加傾向はモンゴルの特性、実績、他国の例をもとに 2020 年までの変動を予測した。人口増加率は 2 %より 1.2 %へ漸減しつつ、全体量は若干ずつ増加するとした。経済はマーケットメカニズムに依存して再建しつつ国際交流を深めるので全体規模は増えるが、年平均増加率が 4.5 %より 3.8 %へと漸減するとした(表 2-2)。

表 2-2 社会経済フレームの推計

年	人 口		国内総生産 (GDP)		一人当たり GDP	
	千人	平均年率	百万 Tug.	平均年率	千 Tug./年	平均年率
1985	1,823	1.023	172,737	-1.004	94.8	-1.020
1989	2,019	↓	214,028+	↓	106.0+	↓
1994	2,259	↓	170,042-	↓	75.3-	↓
1995	2,294	1.020	180,775	1.045	78.8	1.023
2005	2,831	1.016	280,739	1.040	99.2	1.023
2010	3,067	1.012	341,562	1.038	111.4	1.025
2020	3,457	↓	493,571	↓	142.8	↓

(2) 将来輸送量

経済体制の変革や生産活動の縮小があったため、社会・経済フレームとの関係でトレンドの延長を描くことや経年的変化の延長で予測することは不可能である。したがって、1人当たり GDP とモード別輸送量（人キロ、トンキロ）の過去の関係を回帰式分析で明らかにしたりして、将来は新しい経済体制での発展ということを考え、モード別輸送量の増加傾向を設定した（表 2-3）。

表2-3 モード別将来輸送量、1995 - 2020

A. 旅客量（百万人当）と年平均増加率。

年	鉄道		道路		航空		合計	
	量	(増加率)	量	(増加率)	量	(増加率)	量	(増加率)
1995	681	(1.03)	424	(1.05)	320	(1.02)	1,426	(1.04)
2005	925	(1.02)	691	(1.04)	390	(1.02)	2,007	(1.03)
2010	1,029	(1.01)	841	(1.03)	431	(1.01)	2,301	(1.02)
2020	1,157		1,103		476		2,764	

B. 貨物量（百万ト当）と年平均増加率。

年	鉄道		道路		航空		合計	
	量	(増加率)	量	(増加率)	量	(増加率)	量	(増加率)
1995	2,284	(1.05)	153	(1.05)	4.5	(1.02)	2,441.5	(1.05)
2005	3,499	(1.04)	249	(1.04)	5.5	(1.02)	3,753	(1.03)
2010	4,118	(1.03)	303	(1.03)	6.1	(1.01)	4,427	(1.01)
2020	4,809		407		6.7		5,223	

鉄道輸送量については主たる品目別に過去の実績、将来への見通し等を入れて回帰分析、その他の手法で予測してこれら合計が上記モード別総量の伸び率に一致するようにした（表2-4、2-5）。旅客総量は1995-2005年に年率3%、2005-10に2%、2010-20に1%で増えると推計した。貨物は同様に年平均増加率が5%、4%、1%となり、これをもとに将来の鉄道駅間OD表を作成してさらに駅間流動量、駅別発着量を作成した。これが図2-6、2-7である。1995-2020年の間に旅客は1.7倍、貨物は2.1倍と増加を予測したが両者の差の大きな原因は石炭輸送の増加によるものと考えている。

表2-4 鉄道旅客OD合計量、1995-2020

(1,000人と年平均増加率)

	1995	2005		2010		2020	
	旅客	旅客	増加率 2005/1995	旅客	増加率 2010/2005	旅客	増加率 2020/2010
国内	2,427,932	3,264,374	1.34 (1.03)	3,604,382	1.104 (1.02)	3,983,520	1.105 (1.01)
国外へ	62,281	101,451	1.63 (1.05)	123,434	1.22 (1.04)	165,885	1.34 (1.03)
国外より	82,965	114,498	1.34 (1.03)	123,105	1.104 (1.02)	135,982	1.105 (1.01)
通過	8,468	8,468	1.00 (1.00)	8,468	1.000 (1.00)	8,468	1.000 (1.00)
合計 (年率)	2,581,646	3,385,791	1.31 (1.03)	3,859,389	1.140 (1.02)	4,293,855	1.105 (1.01)

表2-5 鉄道貨物OD合計量、1995-2020

(1,000^ト/年と年平均増加率)

	1995	2005		2010		2020	
	千ト	千ト	増加率	千ト	増加率	千ト	増加率
国内	5,460.3	9,265	1.70 (1.06)	11,185	1.20 (1.05)	12,646	1.17 (1.02)
石炭	4,340.5	7,367	1.70 (1.06)	8,822	1.20 (1.04)	9,704	1.10 (1.01)
その他	1,119.8	1,898	1.70 (1.06)	2,363	1.20 (1.05)	2,942	1.24 (1.02)
輸入	868.6	1,476	1.70 (1.06)	1,771	1.20 (1.05)	2,007	1.13 (1.01)
石油	328.3	591	1.80 (1.06)	726	1.23 (1.05)	864	1.18 (1.02)
その他	540.3	885	1.65 (1.06)	1,045	1.18 (1.05)	1,143	1.10 (1.01)
輸出	845.4	1,009	1.19 (1.02)	1,100	1.10 (1.02)	1,277	1.17 (1.01)
銅等	585.8	586	1.00 (1.00)	586	1.00 (1.00)	586	1.00 (1.00)
その他	259.6	423	1.63 (1.05)	514	1.22 (1.04)	691	1.34 (1.03)
通過	133.8	134	1.00 (1.00)	134	1.00 (1.00)	134	1.00 (1.00)
合計 (年率)	7,308.1	11,884	1.53 (1.05)	14,190	1.22 (1.04)	16,064	1.13 (1.01)

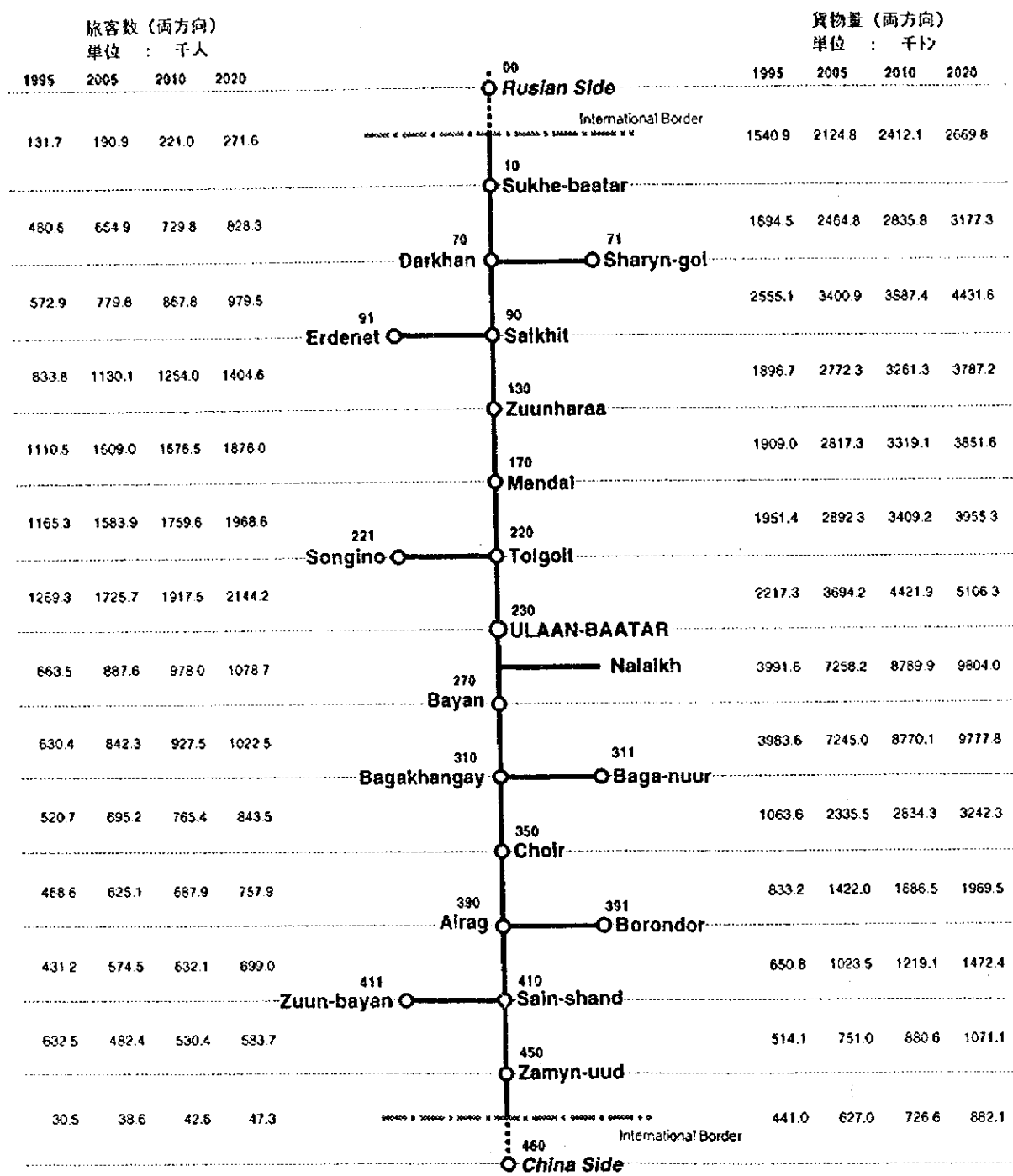


図 2 - 6 鉄道区間流動量、1995 - 2020

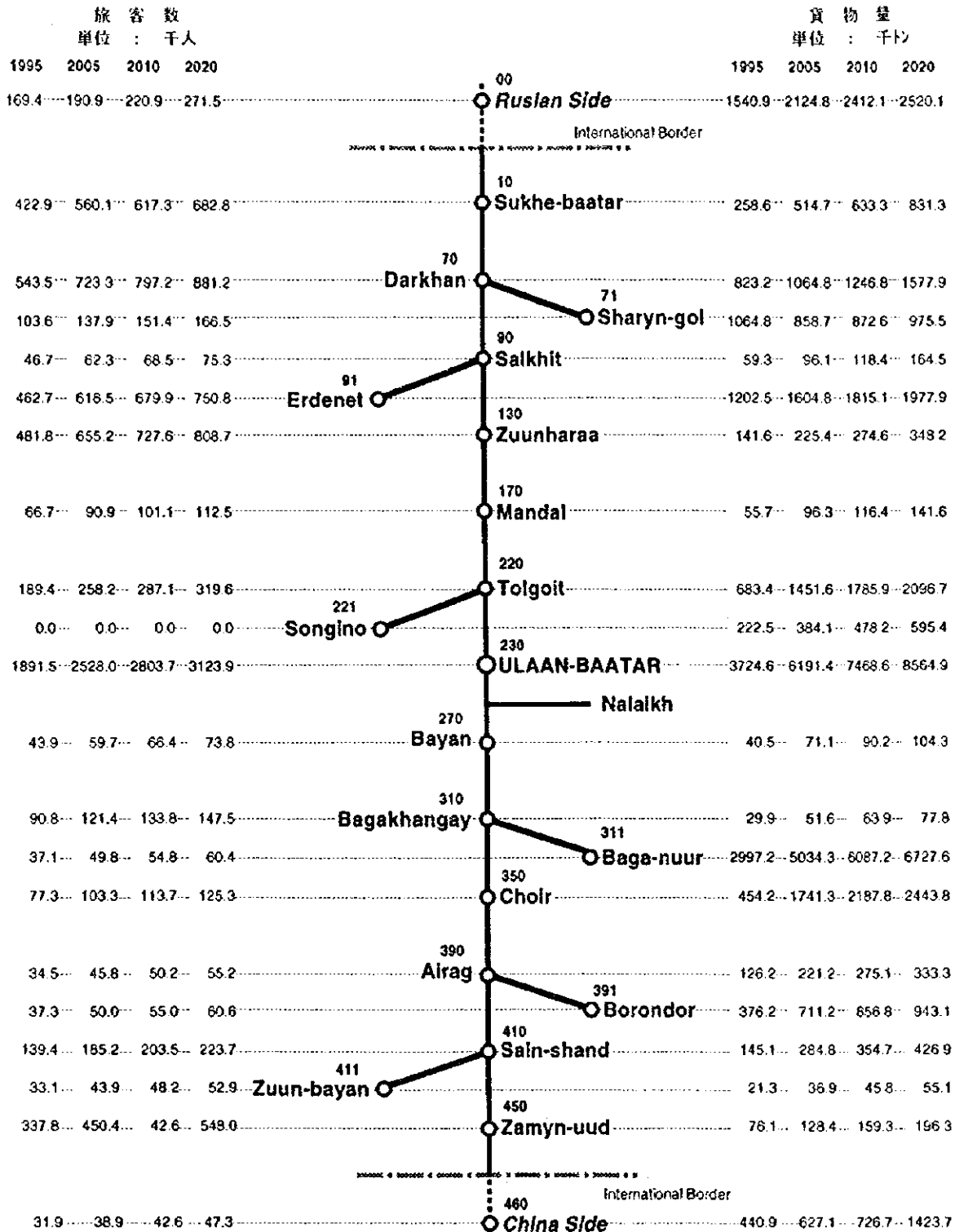


图 2 - 7 铁道駅別発着量、1995 - 2020

3. 輸送・車両計画

輸送・車両計画は、列車運転及び車両運用が全線区にわたるため、Sukhe-baatar ～ Zamyn-uud 間及び支線を含めて計画する。

3-1 輸送・車両等の現状

(1) 路線と駅配置

MRの路線は、図3-1に示すようにロシアとの国境 Sukhe-baatar から中国との国境 Zamyn-uud までの幹線と各支線から成り、合計約 1,800km である。駅数は、幹線に 45 駅あり、内貨物扱い駅は 25 駅、平均駅間距離は 25km となっている。

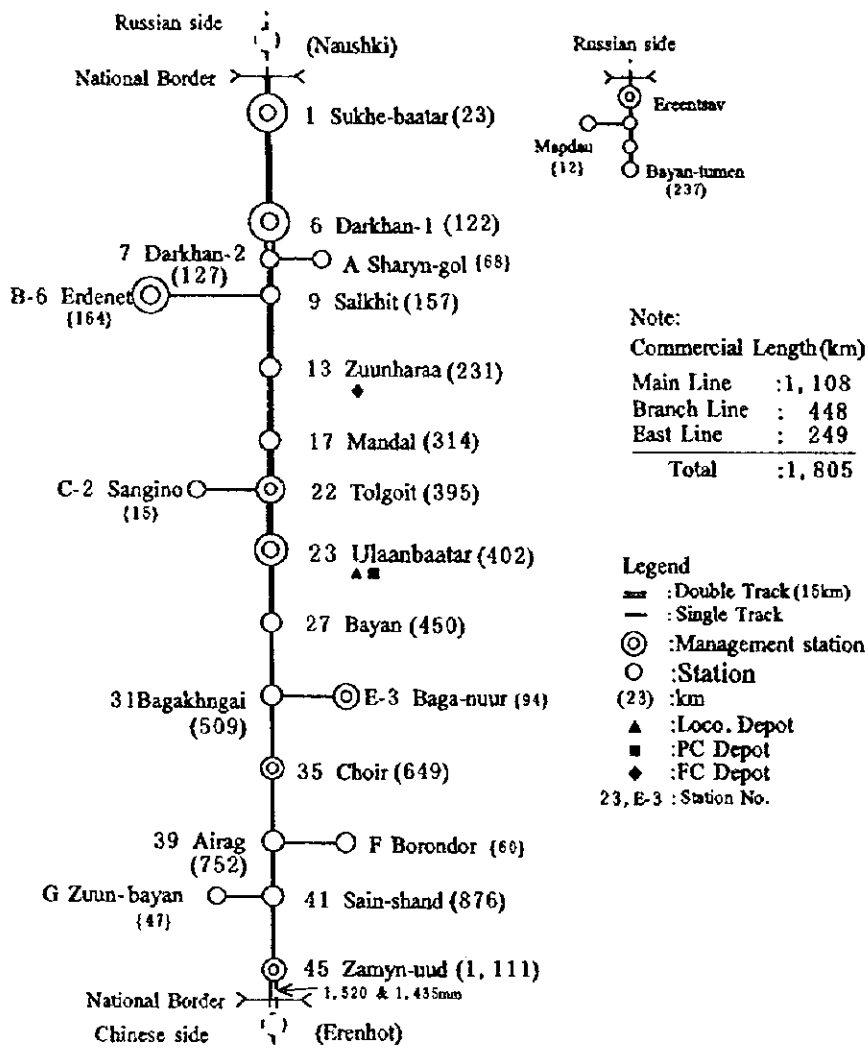


図3-1 モンゴル国鉄の路線図

(2) 輸送の現状

旅客の1995年の年間輸送量は、283万人で、その内国内輸送が93%を占め、平均旅行距離が240kmとなっている。

表3-1 旅客輸送量の推移

項目		年	1991	1992	1993	1994	1995	%	
(千人)	到着	ロシアから	105.3	123.1	98.2	96.3	61.5	2.2	
		中国から	11.6	24.2	41.6	48.7	22.7	0.8	
		計	116.9	147.3	139.8	145.0	84.2	3.0	
	出発	ロシアへ	194.9	171.8	138.0	117.7	60.9	2.2	
		中国へ	42.1	46.1	57.1	38.8	39.6	1.4	
		計	237.0	217.9	195.1	156.5	100.5	3.6	
	通過	ロシアへ	13.8	17.9	10.5	6.8	4.1	0.1	
		中国へ	27.3	17.9	10.2	8.9	4.4	0.2	
		計	41.1	35.8	20.7	15.7	8.5	0.3	
	国内			2,141.3	2,170.3	1,893.4	2,567.4	2,634.3	93.2
	総計			2,536.3	2,571.3	2,249.0	2,884.6	2,827.5	100.0
	%			100.0	101.4	88.7	113.7	111.5	-

貨物の1995年の年間輸送は、730万トで、国内貨物546万トの内、石炭が435万トとその80%を占めている。次いで輸出される銅鉱石、輸入される石油等の順となっている。なお、平均輸送距離は、310kmである。

表3-2 貨物輸送量の推移

項目		年	1991	1992	1993	1994	1995	%	
(千トン)	国内	石炭	4,910	4,698	4,541	4,330	4,351	59.4	
		その他	2,203	1,195	1,073	1,011	1,109	15.1	
		計	7,113	5,893	5,614	5,341	5,460	74.5	
	国際	輸出	1,707	1,372	993	879	862	11.8	
		輸入	1,281	943	946	886	869	11.9	
		通過	169	309	303	171	134	1.8	
		計	3,157	2,624	2,242	1,936	1,865	25.5	
	総計			10,270	8,517	7,856	7,277	7,325	100.0
	%			100.0	82.9	76.5	70.9	71.3	-

(3) 列車運転と運転保安システム等の現状

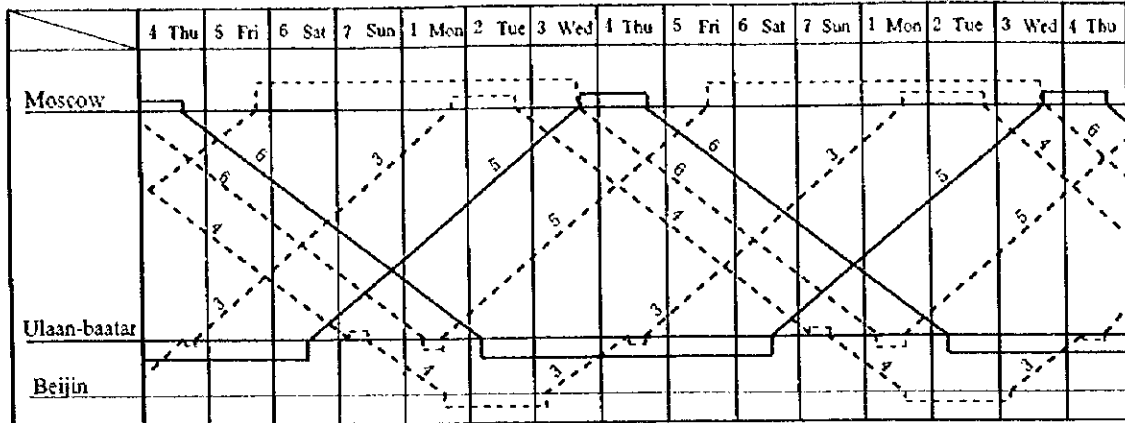
旅客列車は、Moscou ~ Ulaan-baatar ~ Beijing間の国際列車と国内列車が運転され、国際列車は曜日運転であり、国内列車は毎日運転と曜日運転列車となっている。

貨物列車は、全て不定期列車であり、輸送要請に応じて運転される。

1日の平均運転本数は、単線区間の最も多い区間(Darkhan2 ~ Salkhi)で客貨合わ

せて14～22本（上下計）である。

列車の最高運転速度は、旅客90km/h（従来80km）、貨物80km/hであり、主要駅を除く駅通過速度が70km/h（従来50km）となっている。（1997.6.1列車ダイヤ改正）



注1. — : MR車両、----ロシア車両（一部中国車両あり）

注2. Moscow～U.B.: 4日7時間、U.B.～Be 北京間:1日5時間（時差:Mosco-5h、北京:1h）

図3-2 列車ダイヤの一例（1997.6.1）

運転保安システムは、連査閉塞式、総括制御の電気継電連動等の高度なものとなっている。ただし、これらの設備は相当に老朽化が進み近い将来取替えが必要となる。

輸送管理は、本社内に指令室が置かれ、17時～翌17時の基本列車ダイヤによって運転整理が行われている。

(4) 運転事故の現状

事故件数は、減少の傾向にあり、列車衝突等の重大事故は過去6年間に8件である。

表3-3 運転事故及び運転阻害の推移

区分	年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	年平均
I 列車脱線等		0	1	1	2	3	1	1.3
II 車両脱線等		83	76	84	85	98	81	84.5
III 車両故障等		79	90	216	283	247	222	189.5
Total		162	167	301	370	348	304	275.3

注.列車百万キロ当たりの列車脱線等は、平均0.25件で他国に比べて少ない。

(5) 車両及び車両基地の現状

客車、貨車及び機関車の保有両数は、次のとおりである。

表3-4 客車保有両数(1996)

車種	寝台車	食堂車	座席車	荷物車	その他	合計
両数	132	6	80	10	5	233
定員(人)	28～36	[43]	54～81	-	-	-
車両重量(ton)	56	66	54	51	54	-

表3-5 貨車保有両数(1996)

車種	無蓋車	有蓋車	コンテナ車	タンク車	その他	合計
両数	1,591	367	70	36	449	2,513
平均荷重(ton)	68	66.4	65.7	60	60～65	-
車両重量(ton)	22	24	23	25	23	-

表3-6 機関車保有両数(1996)

車種	2M62	M62	TEM	GE	合計
両数	64	13	28	2	107
出力(HP)	4,000	2,000	1,200	3,000	-
車両重量(ton)	240	120	120	135	-

注. 全てディーゼル電気機関車(D E L)である。

車両基地は、客車及び機関車が Ulaan-baatar、貨車が Zuunharaa にあり、各主要駅においても軽微な検修が行われている。

これらの要員体制は、旅客輸送部門が約 1,400 人、貨物輸送部門が約 1,500 人、機関車部門が約 1,400 人となっている。

3-2 計画策定の考え方と基本条件

(1) 計画策定の考え方

序に示される「計画の基本的な考え方」に基づき輸送計画を策定する。

- ① 安全、安定した輸送の確保に重点をおく。
- ② 近代化諸施策は別途行うこととし、必要な輸送力の確保に限定して計画する。
- ③ 計画の策定は、2005、2010 及び 2020 年について行う。

(2) 計画策定の基本条件

- ① 計画線区は、列車運転が全線区を通して行われることから、東部線を除く全線区について計画する。
- ② 輸送需要は、需要予測の結果による。
- ③ 列車種別、編成等の主要な諸元は、現在(1996年時点)のものを基本とする。

3-3 輸送計画

各年次別の輸送計画は、1週間当たりの断面輸送量を基に年次別、区間別及び列車別に運転本数を策定し列車キロ等を算定する。その結果は、次表のとおりである。区間別の列車本数等は、表3-13に示す。

表3-7 旅客列車キロと車両キロ(×1000km)

項目	年		1996		2005		2010		2020	
	年			%		%		%		%
列車キロ			2,564	100	2,692	105	2,766	108	2,946	115
車両キロ			30,640	100	33,634	110	35,113	115	36,941	121

表3-8 貨物列車キロと車両キロ(×1000km)

項目	年		1996		2005		2010		2020	
	年			%		%		%		%
列車キロ			2,732	100	3,480	127	4,084	149	4,778	175
車両キロ			81,086	100	126,135	156	154,531	191	184,520	228

表3-9 機関車走行キロ(×1000 km)

項目	年		1996		2005		2010		2020	
	年			%		%		%		%
機関車キロ			5,747	100	7,477	130	8,319	145	8,940	156

3-4 車両計画

輸送計画を策定の結果、これに必要な車両数は、以下のとおりである。

これらの必要車両数は、年次別の列車ダイヤを設定しその運用ダイヤにより算定する。なお、増備に要する投資は、当プロジェクトの投資額には含まない。

表3-10 必要な旅客車数

車種	年		1996		2005		2010		2020	
	年			%		%		%		%
寝台車 (増備車数)			132		132	29	132	28	132	24
座席車 (増備車数)			80		85 (+5)	20	85	20	88 (+3)	20
食堂車			6		6	-	6	-	6	-
荷物車			10		10	-	10	-	10	-
郵便車			2		2	-	2	-	2	-
計 (増備車数)			230		235 (+5)		235		238 (+3)	

注。座席車には、近郊用(7両)を含む。なお、%は予備率を示す
予備率は、全車両数に対する予備車両数の割合である。

表3-11 必要な貨車数

年 車種	1996		2005		2010		2020	
				%		%		%
タンク車 (増備車数)	36		118 (+82)	5.2	144 (+26)	5.1	171 (+27)	4.9
その他貨車 (増備車数)	2,477		2,477	28.9	2,477	14.6	2,495 (+18)	5.1
計 (増備車数)	2,513		2,595 (+82)		2,621 (+26)		2,666 (+45)	

注. %は、予備率（全車両数に対する予備車両数の割合）を示す。

表3-12 必要な機関車数

年 車種	1996		2005		2010		2020	
				%		%		%
2M62、GE (増備車数)	66		66	25	69 (+3)	15	73 (+4)	15
M62	13		13	-	13	-	13	-
TEM2	28		28	-	28	-	28	-
計 (増備車数)	107		107		110 (+3)		114 (+4)	

注1. GE形の運用機関車数は2両である。

注2. TEM2の28両は、入換作業用として、Sukhe-baatar外14駅に配備する。

注3. %は、予備率（全車両数に対する予備車両数の割合）を示す。

表3-1.3 輸送計画（主要駅間の列車本数：上下計）

駅番号	1	6	7	A7	9	B9	13	17	23	27	31	E31	35	39	F39	41	G41	45
駅間距離 (km)	99	5	68	30	164	74	83	108	48	48	94	140	103	60	124	47	235	
2005 旅客(本/週)	48	97	28	69	28	55	55	69	36	36	6	30	26	14	26	28	26	26
(本/日)	6.9	13.9	4	9.9	4	7.9	7.9	9.9	5.1	5.1	0.9	4.3	3.7	2	3.7	4	3.7	3.7
貨物(本/週)	48	48	36	62	94	48	52	66	146	144	100	46	30	22	20	-	16	16
(本/日)	6.9	6.9	2+2	4+6	4+2	6.9	7.4	9.4	10+4	10+4	8	6.6	4.3	3.1	2.9	-	2.3	2.3
合計 (本/日)	13.8	20.8	8	19.9	10	14.8	15.3	19.3	19.1	19.1	8.9	10.9	8	5.1	6.6	4	6	6
2010 旅客(本/週)	55	97	28	69	28	55	55	69	36	36	6	30	26	14	26	28	26	26
(本/日)	7.9	13.9	4	9.9	4	7.9	7.9	9.9	5.1	5.1	0.9	4.3	3.7	2	3.7	4	3.7	3.7
貨物(本/週)	56	56	40	72	102	56	60	76	192	174	120	56	34	26	22	-	18	18
(本/日)	8.0	8.0	4	6+6	6+2	8	8.6	10.9	12+4	12+4	10	8	4.9	3.7	3.1	-	2.6	2.6
合計 (本/日)	15.9	21.9	8	21.9	12	15.9	16.5	20.8	21.1	21.1	10.9	12.3	8.6	5.7	6.8	4	6.3	6.3
2020 旅客(本/週)	62	104	28	76	28	62	76	76	36	36	6	30	26	14	26	28	26	26
(本/日)	8.9	14.9	4	10.9	4	8.9	10.9	10.9	5.1	5.1	0.9	4.3	3.7	2	3.7	4	3.7	3.7
貨物(本/週)	62	62	42	82	116	66	70	98	192	192	132	64	40	26	28	-	22	22
(本/日)	8.9	8.9	4	8+4	8	9.4	10	14	12+4	12+4	10	9.1	5.7	4	4	-	3.1	3.1
合計 (本/日)	17.8	23.8	8	22.9	12	18.3	20.9	24.9	21.1	21.1	10.9	13.4	9.4	6	7.7	4	6.8	6.8
駅間	1-6	6-7	7-A	7-9	9-B	9-1	-17	-23	-27	-31	31-E	-35	39-F	6	7.7	4	41-G	-45
線路容量 (本/日)	19	88	6	27	12	16	21	22	18	17	10	11	14	7	9	9	7	7
JRの算式	28	117	8	38	17	22	30	32	27	27	16	16	21	8	12	11	11	11

注：6等は、機関車を2重連として運転する列車を示す。

4. 地上設備計画

4-1 土木構造物計画

4-1-1 技術基準

モンゴル鉄道は、ロシアの鉄道建設基準を準用して4級線規格で建設されたが、改修の際には、3級線規格となるよう改良に努めている。

改修計画策定にあたり、改良工事施工箇所については、表4-1に示す技術基準に基づいて計画する。

表4-1 改修計画技術基準

項目	改修計画技術基準
軌間	1520mm
最小曲線半径	600m以上（特別な場合300m）
最大縦断勾配	9/1000以下
レールサイズ	50kg/m, 25mを標準
枕木	PC枕木、二重弾性締結装置
バラスト厚	枕木下25cm
活荷重	S-14
施工基面幅	6.5m

4-1-2 改修方針

今回の調査は、2020年を目標とする鉄道線路構造物改修計画を、以下の条件を考慮して策定するものである。

- ・マスタープランとして取り上げる範囲は、ロシア国境から Bayan までの本線の施設とする。
- ・安定的な運転の確保に必要な対策を優先し、速度向上、牽引能力向上のための個別対策は別途計画するものとする。
- ・治水対策等、鉄道単独で恒久的対策が困難なものは、鉄道単独で対処できる範囲に限定して対策をたてる。
- ・モンゴル鉄道の財務、資金状況を勘案して工事計画を作成し、施設の延命化や保守技術による対策も考慮する。
- ・改修対策箇所の順序付けについては、過去の被害状況、今後予想される被害、緊急性、

工事費、及び投資効果を勘案して、施工計画を作成する。

4-1-3 土木構造物の現況評価および改修計画

(1) 築堤洗掘対策

1) 対象河川の河道特性

モンゴル鉄道にとって北部地域、特に 208km 地点から北方ロシアとの国境、Sukhe-baatar 間の Orhon 川、Selenge 川に沿う区間における築堤あるいは河岸の洗掘、浸食は鉄道路盤に被害を及ぼすことから、非常に大きな問題となっている。

この問題を解決するには、当該地域における河川の河道特性（その河川の蛇行に対する地勢要因、河床勾配、洪水頻度、水位、流速、等の水理学特性およびその他の要因）を知ることが重要である。

これらの要因を分析した結果から判断して、対象河川の河道特性は、山本晃一らの提案する河川のセグメントによる分類において、“Segment 2-2” に該当すると考えられる。

2) 改修計画

改修計画の考え方は、1) で分類した河川を危険度によりランク付けをし、そのランクに対して対策工をたてるものである。

a) 危険度によるランク付け

Segment2-2 に分類された河川に対しては、その危険度により次の様なランク付けをする。

ランク 1 盛土法尻、河岸は繰り返される洗掘により非常に不安定な状況にある。近い将来、予想される洗掘により、河岸、鉄道盛土および列車運転の安全性は非常に大きく影響されると考えられる状況。

ランク 2 洗掘は続いているがその状況はランク 1 に比較してそれほど大規模ではなく、危険度は少ない。現時点においては、致命的な欠陥ならびに列車運転に対する安全性の低下が近い将来に発生する可能性は少ないと考えられる状況。

ランク 3 現時点においては浸食の可能性はほとんどないと思われる状況。

b) 対象河川のランクと対策工法

ランク1に属する河川においては、非常に不安定であり常時その流路を変化させる可能性が高いので、対策工として河道変更もあるが、現地における対策工工事に必要な材料の入手しやすさ、計画および実施におけるフレキシビリティ等を考慮すると、蛇籠、マット、あるいは岩塊（コンクリートブロック）によるブロック護岸を併用した水制工の施工が妥当であると考えます。

河道変更、水制工については、護岸工の施工後、洪水時における現場状況を観察し、その効果について検討をしたうえで、その適用を段階的に計画、実施するのが現実的かつ効果的であると考えます。

特殊な箇所として31km付近(31pk2-4)は、将来的に護岸工を繰り返し施工する可能性があることから、代替案として線路移設を計画した。

ランク2に分類される河岸に対してはブロック護岸のみの施工を行うことで対処できると考えます。

3) 箇所別護岸対策工

提案される箇所別対策工は表4-2のとおり11箇所である。

表4-2 箇所別護岸対策工

位置	箇所別対策工
11pk1-4	護岸工+水制工
16pk1-4	護岸工+水制工
31pk2-4	護岸工
31km	線路変更
51-52	護岸工+水制工
54pk4-5	護岸工+水制工
55pk 9	水制工
57pk9	護岸工
65pk7	護岸工+水制工
67pk7	護岸工
88pk 10	護岸工
208- 209	護岸工+水制工+河川短絡

(注)31pk2-4 と 31km は同一箇所

(2) 落石対策

1) 切取斜面の現況

切取斜面において、表層風化による落石が見られる。落石は斜面を構成する岩のジョイントあるいは母岩そのものの風化による強度の低下に起因する。

現場において観察された落石は、概ね法勾配 1 : 0.8、斜面切り取り高さ 20-25m の岩斜面からの表層風化によるものと判断される。斜面を構成する岩そのものは新鮮であり強度上問題はない。

2) 改修計画

対策工は表 4 - 3 のよう抑制工と抑止工に分類される。

表 4 - 3 落石対策工

抑 制 工	抑 止 工
転石、浮石、岩塊及び風化層の除去、整理	コンクリート擁壁
根固め工	ワイヤー、落石防護柵
場所打コンクリート等による法面防護	杭工
枠工	アンカー併用枠工
ロックボルト、アンカー	その他

表 4 - 3 の対策工のうち、現場の状況から判断し、検討の結果、風化法面の表層除去、浮き石、転石除去、整理を計画する。これに加えて、以下の対策工をパイロット工事として施工することを計画する。

爆破による不安定岩塊の除去、及び根固め、ロックプール、張コンクリート法面防護の施工である。

3) 箇所別落石対策工

上記のような対策工を箇所別に検討した結果、箇所別落石対策工 22 箇所を表 4 - 4 に示す。

表4-4 箇所別落石対策工

位 置	箇所別対策工
8pk 10	風化法面の表層除去+ロックプール
9pk 5	風化法面の表層除去+ロックプール
10pk 7	風化法面の表層除去+ロックプール
10pk 8	風化法面の表層除去+ロックプール
12pk 2	風化法面の表層除去+ロックプール
13pk 4	風化法面の表層除去+ロックプール
14pk 8	風化法面の表層除去+ロックプール
17pk 6	風化法面の表層除去+ロックプール
18pk 1	根固めコンクリート
18pk 10	風化法面の表層除去+ロックプール
19pk 1	風化法面の表層除去+張りコンクリート
51pk 9	風化法面の表層除去+ロックプール
52pk 3	風化法面の表層除去+ロックプール
52pk 9	風化法面の表層除去+ロックプール
54pk 2	風化法面の表層除去+ロックプール
57pk 9	風化法面の表層除去+ロックプール
61pk 9	風化法面の表層除去+ロックプール
88pk 4	風化法面の表層除去+ロックプール
250pk 7	風化法面の表層除去+ロックプール
251pk 10	風化法面の表層除去+ロックプール
267pk 4	風化法面の表層除去+ロックプール+爆破除去
282/283pk	風化法面の表層除去+ロックプール

(3) 線路冠水対策

1) 現況

92km ~ 96km 間の盛土は春季および夏期において Orhon 川等の氾濫による洪水で冠水することがあるため、この区間の線路こう上が必要である。

2) 改修計画

過去における洪水状況の資料に基づき、現在の平均盛土高 2.5m を 1.0-1.5 m こう上する。盛土法勾配は 1 : 1.5、施工基面幅は 6.5 m とする。また、法肩断面の補修および排水施設の流入部および流出部の補強をあわせて実施する。

当該地点において実施されたボーリング調査および標準貫入試験結果によれば、N 値は地表面からの深さに応じて $N = 15 \sim 45$ と増大し、許容支持力としては $Qa = 15 \sim 20$ t/sq.m 程度期待できることから支持地盤としては問題はない。

(4) 橋梁対策

1) 橋梁の現況

現地において調査を行った結果を次に示す。

①重大な欠陥

構造物に影響するクラックは、その長さ、幅、数が増大するアクティブなものでとくにその幅が 0.1-0.2 mm 以上のものである。その判定には定期的な追跡調査が必要であるが、今回の調査で次の状態が観察された。

- ・桁側面の直クラックおよびコンクリートの割裂
- ・桁下面コンクリート橋軸方向のクラックおよび鉄筋の進行した腐食
- ・桁表面の 0.2 mm 以上のクラック

これらの欠陥は、繰り返される凍結融解により時を経ずして重大かつ構造的な欠陥に至るものと考えられる。

②その他の欠陥

観察されたその他の欠陥は以下のとおりである。

a. コンクリート主桁

- 施工不良による豆板
- 桁下面コンクリートの通過交通によるダメージ
- クラックからの石灰その他コンクリート成分の遊離、溶解析出
- 鉄筋の露出および錆び
- コンクリートかぶりの不足

b. バラスト止め、スラブ

- バラスト止めの橋軸方向のクラック
- 亀の甲模様状のクラックからのコンクリート成分の遊離、溶解析出

c. 支承

- 鋼製支承板の錆びによる機能低下

d. 下部工

橋台胸壁のクラック。

2) 改修計画

①改修の基本的考え方

橋梁の安全性に影響を及ぼすような構造的なクラックの補修はトッププライオリ

ディーが与えられ、緊急対策の実施が必要であり、その改修方法は次のとおりである。

②改修方法

橋梁の改修方法としては、次の2方法による。

a. 桁の架け替えによる方法

上記の1)の①の現況で、構造的に重大な欠陥のある場合、あるいは補修費用が非常に高価となる場合は橋桁架け替えを行なう。当該調査地域での橋桁の架け替えは列車運行を妨げないよう、列車ダイヤを検討し運転間合に実施し、列車運行の影響を最小限にすることを考える必要がある。

b. クラック注入工法、コンクリート打ち替え工法

上記の1)の②の現況の場合、主桁端部におけるコンクリートのクラック、割裂に対しては損傷部の除去、レジンコンクリートあるいはレジンモルタルの充填する施工が妥当である。

施工にあたっては、錆びた鉄筋の除去置換、劣化部分の注意深い除去等、ならびに新旧コンクリートの付着確保のため、接合部分の処理に十分注意する必要がある。

3) 箇所別橋梁対策工

上記のような対策工を箇所別に検討した結果、箇所別橋梁対策工 12 箇所を表4-5に示す。

表4-5 箇所別橋梁対策工

位置	箇所別対策工
235pk 3	桁架け替え L= 9m
245pk 5	クラック注入
255pk 3	桁架け替え L= 7m
255pk 8	クラック注入
285pk 1	桁架け替え L= 9m
289pk 1	桁架け替え L= 1 2m
326pk 9	クラック注入
同	コンクリート打ち替え
334pk 3	桁架け替え L= 1 2 m
338pk 10	桁架け替え L= 7 m
342pk 2	クラック注入
同	コンクリート打ち替え
344pk 1	桁架け替え L= 7 m
356pk 1	桁架け替え L= 7 m

(5) 線路横断排水対策

1) 排水施設の現状

既存の排水施設は、内空寸法 1.0m ～ 3.0m のコンクリートボックスおよびスパン 13m までのコンクリート橋梁が大部分を占めている。うち多くの施設において洪水時における通水断面の不足が指摘されており、排水設備の増設が必要である。

2) 改修計画

①排水能力増強構造物の選定

各排水施設の増強構造物は、その流域面積における流量を算定し、不足排水流が出た場合、排水可能な断面を表 4-6 で示されている各構造物の排水水量より選定し、既構造物に隣接して設置する。また、新設の場合は、排水最適箇所を現地調査で選定する。

表 4-6 ボックスカルバートと橋梁の排水量

構造物とその寸法	概略排水量
・ 1 スパンボックスカルバート 幅 2.0m 内空高さ 2.0m	10 ～ 15 cu.m/sec.
幅 2.5m 内空高さ 2.5m	15 ～ 25 cu.m/sec.
・ 橋梁	
スパン 5.0m	20 ～ 25 cu.m/sec.
スパン 7.0m	30 ～ 40 cu.m/sec.
スパン 12.0m	40 ～ 60 cu.m/sec.

②各構造物の設置方法

a. ボックスカルバートの設置

プレキャスト構造として工場で作成し、設置場所まで鉄道で運搬し、あらかじめ盛土を掘削しておいて、一時列車を止めてクレーンで敷設する。

b. 橋梁の設置

橋梁の場合は、橋台を建設しなければならないため、時間がかかることから、工事桁による方法を用いる。桁はプレキャスト構造として工場で作成し、設置場所まで鉄道で運搬しクレーンで架設する。

c. 防護工の設置

洪水時における浸食防止のために橋台前面およびカルバート流入口および流出口に防護工を建設する。

③今回実施したボーリング調査及び標準貫入試験結果によれば、90km,168km,170km,

164km, 218km, 253km,地点等において N<15 程度あるいは一部 N=4~5 程度の軟弱なローム層もみられるため、構造物基礎の計画、設計に当たってはボーリング調査結果を考慮する。

3) 箇所別排水対策工

上記について箇所毎に検討した結果、箇所別排水対策工 138 箇所を表 4-7 に示す。

表 4-7 箇所別線路横断排水対策工

箇所別線路横断排水対策工	位置
1 スパンボックスカルバート	11pk8,14pk1,21pk6,22pk8,22pk10,23pk2, 2.0m34pk3,37pk7,41pk2,50pk5,51pk3,54pk10, 56pk8,57pk10,59pk9,66pk45,82pk6,88pk6, 88pk9,93pk1,93-95km,95pk2,97pk5,107pk6, 111pk9,113pk41,116pk6,123pk1,128pk7, 132pk6,135pk3,136pk8,138pk6,141pk6,143km, 151pk3,155pk5,157pk5,158pk9,160pk9,166pk2, 168pk4,170pk8,170pk1-3,171pk5, 172pk10, 176pk6,177pk6,178pk7,183pk3,184km,185pk6, 189pk7,190km-192km,191pk5,197pk9,205pk7, 207pk2,207pk8,211pk1,210pk6,212pk8,216pk6, 217pk9,218km,222pk10,223pk7,225pk8, 228pk6,230pk9,236pk8,238pk4,239pk9,242pk4, 243pk10,244pk7,252pk1,253pk3,261pk1, 261pk6,270pk1,276pk8,277pk8,279pk3,280pk5, 280pk10,282pk6,289pk7,307pk3,313pk10, 319pk2,319pk6,323pk5,324pk5,329km,331pk7, 332pk4,333pk5,340pk5,348pk10,349pk10, 357pk7,365pk3,367pk5,370pk9,378pk3,381pk4, 386pk8,391pk4,416pk10,417km,420km,424pk3, 428km,438km
1 スパンボックスカルバート 幅 2.0m 内空高さ 2.5m	100pk7,145pk1
1 スパンボックスカルバート 幅 2.5 m 内空高さ 2.5m	20pk2,89pk7,268pk3,273pk1,311pk8,342pk2, 345pk7,348pk7,389pk1
1 スパン 10m 橋梁	125pk8,235pk3,255pk3,334pk3,334pk4, 356pk1,394pk4,
2 スパン 10m 橋梁	125pk8
1 スパン 12m 橋梁	352pk7
排水設備改良	23pk2
河川拡幅、護岸、旧橋台取崩し	399pk1

4-2 軌道・停車場計画

(1) 軌道状況

レールは建設当初はR 43 (43kg/m) を採用していたが、その後列車の重量化が進み、1976年からR 50 (50kg/m) の大型レールに取り替えている。幹線 1,115km の殆どは1995年までには取替えを終り、残り 145km の取替えに努力している。

小半径曲線区間のレールは摩耗が顕著であり、現在世銀の協力及び OECF ローンにより、オーストリア製の頭部焼入れレールを約 250km 区間に敷設し、摩耗現象に対応している。その他、空転傷や軸重が大きいことで起こる軋み割れ (shelling) 傷も多々見受けられる。

枕木は全て木枕木を使用しているが、現在中国から技術導入を図り、コンクリート枕木の製作工場を建設中(1997年8月完成予定)である。今後コンクリート枕木に取り替えていく方針である。レール締結は全ての枕木に、タイプレートを挿入して、犬釘で締結されている。

道床は、鉄道建設時点では切込砂利が使用されていたが、近年になって碎石バラストの投入を行っている。今回調査対象区間は、大半が切込砂利である。敷設状況は、土工定規によると、バラスト尻から路肩まで 50cm 路盤を確保する事に定められているが、十分に確保されていない箇所がほとんどである。このためバラストが法面に流れ落ち、枕木端が顕れている箇所が多く見受けられる。

本線分岐器は、11 番片開き分岐器を使用し、クロッシングは固定式を採用している。直線側の通過速度は、50km/h に押さえていたが、1997年に70km/hに改善された。

(2) 線路保守体制

施設部は、MR (Mongolian Railway) 全体の線路 (軌道、盛土、橋梁、暗渠等) の通常保守や施設管理を行っている。通常保守を行う5つの保線所及び線路建設・改修を行う1つの部所があり、その他に枕木工場1箇所とバラスト工場1箇所の合計8つの部所から成り立っている。要員は2,747人、本線関係2,195人、専用線及び工場等552人である。

線路の安全を保つ体制は、各保線所に施設指令が24時間体制で設置され、各観測地点からの巡回実施状況、天気情報、軌道状況が直通回線で送られてきている。外部からは、国の気象観測所から気象予報が郵送や電話連絡で受けられるように手配され

ており、保安係にその情報を伝えて、災害に備えた体制が採られている。踏切保安係を配置しているほか、家畜の線路内立ち入り監視を乗馬でもって巡回し、線路内に立ち入りが確認されると直ちに指令に連絡し、列車に対して非常情報を伝えることになっている。雨期には河川の水位を観測し、予め定めていた水位を超えると列車に対して安全を確保する手配を行うことが決められている。災害に対する備えは、気象情報の取得、災害発生に備えて、緊急連絡体制を整え、あらかじめ要員の確保のために、各保線所毎に動員体制を整えている。

災害の主なものは、洪水による路盤の洗掘が殆どであり、復旧工事に 12 時間～4 日を要するような大きな災害が 1991 年以降 10 回起こっている。MR 史上では、復旧工事に 10～11 日を要した災害が過去 2 回起こっている。

(3) 軌道保守

MR の軌道保守は、大型機械による更新を専門に行うグループと担当区域の通常保守を行うグループに分けて軌道の維持保守が行われている。大型機械グループは、拠点をウランバートル近郊におき、年間を通して計画的に移動して作業を行っている。

日常点検修繕を行う線路班の作業には、大型レールやバラスト化に対応した機器具が十分に備えられていない現状である。

(4) 線路構造物改良区間の軌道計画の考え方

線路構造物の改修を行う区間について、軌道整備の考え方は次の通りである。

- ①改修、改良を行う区間は軌道更新工事を行う。
- ②レールは現在使用しているものを転用する。摩耗の甚だしい区間は、MR 手持ちのレールを使用する。
- ③枕木は、完成したコンクリート枕木工場で作成した枕木を使用する。
- ④道床バラストは枕木下 250mm を確保するように敷設する。また、施工基面幅が不足する区間は拡幅を行い、バラスト尻から法尻あるいは法尻まで 500mm 以上を確保する。

(5) 停車場の現状

モンゴル鉄道の各駅の線路有効長は、本線及び副本線は 850m が確保されている。これは現在運行している列車長を遙かに越えた長さを有しているため、今後の輸送量増大に対しても対応出来る。また、側線も同様に確保されているので、設備的に大きな支障はない。一部地形的に、曲線中に設置せざるを得なかった箇所もあるが、周辺

に障害物が少ないこともあり、見通しも十分確保されており、中継信号機を設置して、支障しないように設備されており、今後大きな問題はない。沿線の企業に専用線が数多く引き込まれているが、全て駅構内で分岐し、取り扱いは駅構内で授受を行う設備となっているため、本線の列車に支障を及ぼさないように配慮されている。今後輸送量が急激に増大したとしても、特に大きな問題は生じないであろう。

4-3 電気設備計画

(1) 電気設備全般の状況

モンゴル鉄道の電気設備は、機器の点検等も拠点を設けて集中的に実施し十分鉄道を維持していける高度な状態になっている。しかし、設備により製作年代が古く 40 年以上経過の装置を使用しており保守・修理の面で問題がある。

現在モンゴル鉄道では機器更新計画があり、主なものは光ファイバーケーブルを使用した搬送装置の更新計画、デジタル交換機への取替計画、及び発電機の新設・取替計画がある。

(2) 設備別状況

1) 信号設備

閉そく式は「連査閉塞式」を用い駅間に 1 編成の列車で閉そくされる。軌道回路は駅構内に連続で設けられている。連動方式は Zamyun-uud 駅の第 2 種電気を除き幹線では第 1 種継電連動となっている。

信号機は「多灯形色灯式」を使用し、G-Y-R を基本としたものである。

転てつ機は幹線では電気転てつ機を使用している。踏切については、踏切制御用の軌道回路を設け列車の接近により自動で踏切警報機、遮断機等を動作させるようになっている。

これら設備の図面等は十分管理されている。

光ファイバーケーブル敷設とともに CTC 等による列車運行システムも構築する計画がある。

2) 通信設備

右線通信回線には、基本的に 8 対の裸線を 50 m 間隔の電信柱（木柱とコンクリート等による結合柱）に敷設して用いており運転指令回線、駅間連絡回線、保守

用連絡回線及び3チャンネル又は3～12チャンネルの裸線周波数分割多重装置に使用している。

無線通信には、列車運行用と入換用に2種類の無線機を使用しており、前者は2130,2150kHz 後者は150MHz帯の周波数を用いている。列車運行用無線機は機関車相互又は機関車と駅との連絡用に用いられている。入換用無線機はアメリカ(モトローラ)製の無線機に2年前に更新されている。その他の通信関係設備は、ロシア製である。

電話交換機は、16駅に設置され5駅がデジタル交換機に取り替えを実施しているが、大部分はロシア製アナログ交換機(クロスバー式)を用いている。また、Ulaan-baatar 通信センターのデジタル交換機は光搬送設備(STM-1)により電話通信会社と電話回線を接続している。

Ulaan-baatar 通信センターには、テレグラフが方面別に設置され情報の伝達を行っている。これらの設備もロシア製である。

電信柱が落石箇所の上側に設置されている箇所もあるため、落石時に列車に影響があるととも通信回線への影響もあると思われるので、電信柱の設置箇所の検討と電信柱・電力柱のコンクリート柱化を考慮する必要があると思われる。

3) 信号・通信用電源設備

信号設備・通信設備用の電源を供給するため、変圧器(AC電源用)、整流器(DC電源用)、蓄電池を設置している。また停電時に使用するガソリンエンジン発電機(24kW以下)を設置している。

4) 電力給水設備

各駅へ50～70m間隔の電力柱(結合柱)に敷設している電力線の設備で列車運行用と駅舎及び駅職員用に電力を供給している。Ulaan-baatar 電力給水区等には発電所から電力を供給され鉄道用に送電する設備が設置されている。これらの電力設備は、すべてロシア製である。

また、電力部門では給水関係も担当しており各駅にある井戸の監視、ポンプ、飲料水の配管等の設備がある。これらの給水設備も、すべてロシア製である。

(3) 電気設備計画

今回の調査で電気設備計画の対象となるのは2箇所あり、第1は線路移設を行う31pk付近での約2kmにわたる通信回線のルート変更、第2は251pk2での落石対策で

ある。

- ① 31pk2-4 付近での計画は、ルート変更方法として現行の通信に与える影響を少なくするため、新たに線路移設ルートに従って通信回線を敷設し、その両端において切り替える方法で計画する。
- ② 251pk2 では鉄道線路には落石の影響は無いが、電信柱が山側に設置されているため、落石時に通信回線が断となる可能性がある。ここでは、落石の恐れのある約 200m の区間で既設の電信柱を線路側に約 30m 移設する方法を考えている。工事費については、事業実施計画を参照されたい。

5. 初期環境調査 (IEE : Initial Environmental Examination)

モンゴル鉄道線路基盤改修が環境に与える影響を表5-1にまとめて示す。

(1) 社会環境

- 1) 新線や大きなルート変更がないため、住民移転、経済活動、交通・生活施設、地域分断、遺跡・文化財、水利権・入会権に対する問題はない。
- 2) 工事中における生活廃棄物の大量発生はなく、各工事現場で適切に対処する。
- 3) 建設廃材・残土などが発生するが、地方自治体と相談し適切に対処する。水路拡張のおこなわれる399 km 地点は工業地帯にあるので、工事によって生じる底質・土砂の分析をおこない廃棄方法を検討する。
- 4) カルバートの新設、流路変更、線路移設などがあり、その工事で災害が誘起されないか個別に検討する。

(2) 自然環境

- 1) 地形・地質、地下水、気象、景観に与える影響は小さい。
- 2) 土壌浸食：Orkhon 川岸にある31 km 地点で線路の移転が行なわれる。移転先はニレ、マメ科の灌木を含む草原（35～40%被覆率）である。工事後は土壌浸食を防ぐため線路のまわりは裸地にならないように野生植物により被覆されるようにすべきである。また、カルバートの新設もあらたな土壌浸食を起こす可能性があり、それを最小におさえる対策が必要である。
- 3) 河川流況：調査区域の河川では、ほとんど護岸工事はされておらず、自然の力により河川の流路が決定されている。春の雪解け、および夏の集中豪雨による洪水の時期に流路が変化する。蛇行により、河川が鉄道線路に近づいている部分では護岸、河川の流路を直線化することにより、災害から鉄道線路を守ろうとしている。これらの工事を行なう際には、
 - 水生生物に対する影響を少なくする
 - 家畜の水飲み場として機能を保持する
 - 工事によって災害が誘起されないようにするなどの点を考慮する。

- 4) 動植物および水生生物：モンゴル鉄道線路基盤改修調査区域の鉄道沿線で数種の貴重な動物が見つかったが、カラス、カササギ、ヒバリ、スズメの巣が見られただけで貴重種の鳥の巣は見られなかった。また、魚類の産卵場所は調査地点ではみいだせなかった。調査が短期間であり、鳥の渡りや魚の回遊などの問題があるため、二次データも使用した。渡り鳥のルートは鉄道沿線から少なくとも1 km 程度はなれているようである。*Erinaceus dauricus* を除いて貴重な哺乳類は鉄道沿線に定住していません、一時的に通り過ぎるだけである。調査区域の鉄道沿線では8種の貴重な植物が見つかったが、*Pinus sibirica* を除いて、秋に乾し草として刈り取られているので、ある程度の人為による影響に対して抵抗性を持っていると思われる。
- 5) 特別護地域：調査区域と接しているのは Bogt Khan Uul (Ulaan-baatar 市の南) のみで、Tujiin Nars (Sukhe-baatar 市の西) は10 km 以上離れており、本プロジェクトによる影響はない。Bogt Khan Uul の場合も直接影響を与える工事はない。
- 6) 草原：モンゴルでは道路網が十分に整備されていない。鉄道線路基盤改修に関わる工事において、工事区域に行く道路が整備されていない場合、草原にわだちをつけることになり、脆弱な生態環境に悪影響を与える。工事に使用する原材料および機材、さらに工事で働く作業員はできるだけ鉄道で輸送することが望まれる。

(3) 公 害

- 1) 大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音・振動、地盤沈下、悪臭に関して問題はない。

表5-1 環境影響評価に対するスクリーニング

環境項目	内 容	評 定	備 考 (根 拠)
社会環境			
1 住民移転	用地占有に伴う移転(居住権、土地所有権の転換)	有・○無・不明	人口密集地における大きな工事はない
2 経済活動	土地等の生産機能の喪失、経済構造の變化	有・○無・不明	大きなルート変更などははない
3 交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・○無・不明	大きなルート変更などははない
4 地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・○無・不明	新線や大きなルート変更は無い
5 遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・○無・不明	路線付近には遺跡や文化財はない
6 水利権・入会権	漁業権・水利権 山林入会権の侵害	有・○無・不明	現在のところなし
7 保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	有・○無・不明	ごみの大量発生はない。適切に処置する
8 廃棄物	建設廃材・残土、一般廃棄物の発生	有・○無・不明	汚染された残土がでるかもしれない
9 災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有・○無・不明	カルバートの新設、流路変更、線路移設など個別に検討する
自然環境			
10 地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有・○無・不明	大規模な地形改変はない
11 土壌浸食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流失	有・○無・不明	カルバートの新設、線路移設などにより土壌浸食の可能性あり
12 地下水	過剰揚水等による枯渇、浸出水による汚染	有・○無・不明	トンネル工事はない
13 湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量、河床の變化	○有・無・不明	流路の変更護岸工事がある
14 海岸・海域	海況の變化による海岸浸食や海岸植生の變化	有・○無・不明	臨海域は通過しない
15 動植物	生息条件の變化による繁殖阻害、種の絶滅	有・○無・不明	適切に対応すれば影響はすくない
16 気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の變化	有・○無・不明	大規模な構造物はない
17 景観	造成による地形變化、構造物による調和の阻害	有・○無・不明	景観に影響を与える変更はない
公害			
18 大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有・○無・不明	大気汚染を引き起こす工事および運行の變化はない
19 水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有・○無・不明	工事中の水質汚濁防止対策を講じる
20 土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・○無・不明	土壌汚染を引き起こす行為はない
21 騒音・振動	車両・操車場等の稼働による騒音・振動の発生	有・○無・不明	近くに民家はない
22 地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・○無・不明	地下水の大量揚水はない
23 悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・○無・不明	悪臭の原因となる行為はない
総合評価: EIAの実施が必要となるプロジェクトか?		○要・不要	追加データを集め、明確でない点を調べる

6. 改修工事実施計画

6-1 実施計画

(1) 実施方針

工事は、その緊急度や重要性に応じて3ステージにわけて実施することとする。第1ステージを1999年から2004年まで、第2ステージを2005年から2009年まで、第3ステージを2010年から2019年までとする。

1) 築堤洗掘対策

現在、川岸の浸食が進行中で、川岸から線路までの離れが小さいため、列車の運転に影響が予想される箇所の護岸工や31km付近線路移設については、2004年までに整備する。浸食の進行が大きくない箇所の護岸対策は、2005年以降とする。河川の蛇行を抑えるための制水工は、河川の現状をよく調査した後、2005年以降に実施する。蛇行の著しい河川の流路の変更は、上下流の流路の調査及び環境の調査を行った後、2010年以降に実施する。

2) 落石対策

法面の風化が進んでおり、斜面と線路の離れが小さいため、落石の線路への流入が起ころおそれの強い箇所及び岩盤から遊離した石の除去は、2004年までに実施する。その他の箇所は、法面の荒廃状況の観察を続けて、施工時期を定める。

3) 線路冠水対策

大規模冠水区間の線路扛上は、治水計画との整合をとりながら現地の滞水状況の観察を行い、軌道扛上量や施工方法を決定し、2010年以後に実施する。

4) 橋梁対策

コンクリートの破損が著しい橋梁及びコンクリートに重大な欠陥がある橋梁は、2004年までに実施する。その他の橋梁は、変状の観察を続けて施工時期を判断する。

5) 線路横断排水対策

過去に災害を受けた箇所、横断排水路のない箇所、及び排水容量不足が大きい箇所は、2004年までに実施する。その他の箇所については、排水容量の不足の程度、現地の滞水状況を勘案して、2005年以降順次ボックスカルバートを増設する。

6) その他

複線化工事、カーブ改良、線路移設については、輸送量の推移を見ながらデータ収集、調査を行い、施工方法、投資効果、施工時期を考えると、今回の2019年までの計画には盛り込まない。

6-2 投資額及び投資行程

施設整備のために必要な投資額は、26,230千US\$と見込まれる。これらの投資は、3ステージに分けて実施することとする。第1ステージでは、12,397千US\$の投資額により改修工事を実施する。2000年までに資金手当を行い、設計に引き続き、工事に着手し、2004年に完了させるものとする。

第2ステージにおいては、3,293千US\$の投資金額で2009年までに完成させる。第3ステージにおいては10,540千US\$の投資金額で2019年に工事の完了を予定している。

各ステージの投資金額を表6-1に、投資スケジュールを表6-2に示す。

また、各ステージの対策別箇所数を表6-3に示す。

表 6-1 投 資 金 額

(単位：千US\$)

項 目	ステージ 1			ステージ 2			ステージ 3			合 計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
護岸工	419	628	1,047	148	223	371	54	81	135	621	932	1,553
河道変更	0	0	0	0	0	0	37	1,812	1,849	37	1,812	1,849
水制工	0	0	0	365	548	913	274	411	685	639	959	1,598
路線変更	263	2,661	2,924	0	0	0	0	0	0	263	2,661	2,924
落石対策工	30	340	370	11	126	137	2	28	30	43	494	537
線路扛上	0	0	0	0	0	0	154	1,765	1,919	154	1,765	1,919
橋梁対策工	158	634	792	0	0	0	3	14	17	161	648	809
排水対策	578	1,073	1,651	217	403	620	785	1,459	2,244	1,580	2,935	4,515
Skhu-baatar排水*	82	245	327	0	0	0	0	0	0	82	245	327
河川拡幅	17	97	114	0	0	0	0	0	0	17	97	114
工事費 計	1,547	5,678	7,225	741	1,300	2,041	1,309	5,570	6,879	3,597	12,548	16,145
諸経費	231	925	1,156	82	122	204	48	640	688	361	1,687	2,048
予備費	168	670	838	90	134	224	53	704	757	311	1,508	1819
エンジニアリング費	168	1,541	1,709	90	369	459	80	719	799	338	2,629	2967
計	567	3,136	3,703	262	625	887	181	2,063	2,244	1,010	5,824	6,834
諸税・関税	1,469	0	1,469	365	0	365	1,417	0	1,417	3,251	0	3,251
合 計	3,583	8,814	12,397	1,368	1,925	3,293	2,907	7,633	10,540	7,858	18,372	26,230

* Sukhe-baatar は Sukhe-baatar 駅構内の排水溝改良を意味する。

表6-2 投資スケジュール

建設の段階	ステージ1				ステージ2				ステージ3													
	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
(1)築堤洗掘対策																						
護岸工	—————						—————				—————											
河道変更																					—————	
水制工									—————							—————						
路線変更			—————																			
(2)落石対策工		—————						—————														—————
(3)線路扛上																					—————	
(4)橋梁対策工			—————																			—————
(5)排水対策工																						
排水構造物	—————							—————				—————										
Sukhe-baatar			—————																			
河川拡幅	—————																					

建設年の 99は1999年、00～19は2000年～2019年を意味する。
 上表の工程には事前作業を含む。

表6-3 各ステージの対策別箇所数

対策工	ステージ1 箇所数	ステージ2 箇所数	ステージ3 箇所数	計 箇所数
(1)築堤洗掘対策	7	2	2	11
護岸工	7	2	2	11
河道変更			(1)	(1)
水制工		(2)	(3)	(5)
路線変更	(1)			(1)
(2)落石対策工	13	7	2	22
(3)線路冠水対策			1	1
(4)橋梁対策工	11		1	12
(5)排水対策工	42	19	77	138
排水構造物	40	19	77	136
Sukhe-baatar	1			1
河川拡幅	1			1
総計	73	28	83	184

() は護岸工と重複する箇所

7. 管理運営計画

7-1 組織・要員

モンゴル鉄道は、鉄道部門のうち本社要員が全体の2～3%程度で、6名の最高幹部がそれぞれ各事業部門を分担、管理し、全体として簡素な本社機構を実現している点が評価できる(図7-1)。

モンゴル鉄道は、多種多様な業務を手掛けているが、鉄道輸送以外は、鉄道関連業務(木工、碎石、枕木製造等)と、従業員のための福利厚生に属する分野(教育、住宅建設、医療、文化活動等)に分けられる。前者は、民間企業が十分発達していれば当然外部に任せることが可能であり、後者は、国または他の公営企業等の手で行うのが一般的といえ、現在の形態は過去の体制の名残であると同時に、モンゴル国の現状では已むを得ない面もある。従来、非鉄道事業部門の売り上げは、ほとんど自社の鉄道部門と社内の従業員に対するものであったが、昨年初めて従業員への物資配給を取り扱う部門が一般顧客への小売販売(主として食料品)を行って若干の利益を計上した外、ホテルの経営も始めている。

モンゴル鉄道では、1991年以降昨年までに約2,000人(13%)の大幅な人員削減を実施したが、その際、非鉄道事業部門要員の整理に重点が置かれたのは妥当な対応と考えられる。94年以降、輸送量が回復するにつれて鉄道部門の従業員数は若干の増加に転じているが、非鉄道事業部門で引き続きこれを上回る人員削減を行い、総人員は微減傾向を堅持している(表7-1)。

表7-1 モンゴル鉄道職員数推移

年	職員数			貨物輸送量		旅客輸送量		合計
	鉄道	その他	計	百万ト	百万ト	百万人	百万人	百万ト
1991年	7,023	7,907	14,930	10.2	3,013	2.5	596	3,609
1992年	6,654	7,126	13,780	8.5	2,763	2.5	636	3,399
1993年	6,654	6,556	13,210	7.8	2,527	2.2	583	3,110
1994年	6,581	6,428	13,009	7.1	2,150	2.9	789	2,939
1995年	6,636	6,361	12,997	7.3	2,284	2.8	681	2,965
1996年	6,709	6,240	12,949	7.5	2,540	3.0	744	3,284
増減(91/96)	-314	-1,667	-1,981	-2.7	-473	0.5	148	-325

今後は、長期的な輸送需要の動向と、省力化を可能にする新技術導入を見極めながら、鉄道部門における将来の適正人員を想定し、これを目標に要員計画を進めていくことが重

要である。一方、非鉄道事業部門については、要員減による合理化、経営改善も次第に限界に達しつつあるものと推測されることから、今後は本来国家が行うべき社会福祉的な施策を極力企業から切り離すよう働き掛けることが肝要である。

また、その外の収益事業は、ようやく試験的に開始されたばかりの段階であるが、今後とも採算面を慎重に検討の上、積極的に取り組んでいくべきものと考えられる。なお、昨年の組織改革で新設された総裁直属の経営計画部が、関連事業を含むモンゴル鉄道全体の将来計画策定を担当することとなっており、その成果が期待される。

7-2 管理運営費

(1) 費目の設定

本プロジェクトの管理運営費については、人件費と物件費に区分して、次の8項目を設定し、各費目ごとに原単位を設定して算出する。

- ① 一般管理費： 総務、経理等一般管理部門に要する費用と職員の福利厚生費
- ② 保守管理費： 軌道、車両および通信等の保守、管理および教育・訓練に必要な管理費
- ③ 輸送管理費： 運輸（駅）運転業務の取り扱いおよび教育・訓練に必要な管理費
- ④ 線路保守費： 軌道、構造物等、保線関係の保守費
- ⑤ 通信保守費： 電力、信号および通信設備等の保守費
- ⑥ 車両保守費： 車両の検査、修繕等に必要な保守費
- ⑦ 運輸費： 駅務要員、車掌等の旅客および貨物の輸送に伴う経費
- ⑧ 運転費： 動力費等列車の運転に要する経費

(2) 原単位の設定

各費目ごとに、最も適正と考えられる単位を設定する。人件費については必要な職員数を、物件費についてはそれぞれ以下の各単位を使用するものとする。

- ① 一般管理費： 職員数
- ② 保守管理費： 車両キロ
- ③ 輸送管理費： 輸送量
- ④ 線路保守費： 車両キロ
- ⑤ 通信保守費： 列車キロ

⑥ 車両保守費： 車両キロ

⑦ 運輸費： 輸送量

⑧ 運転費： 輸送量

モンゴル鉄道の1995年決算における管理運営費の実績に基づいて原単位を定めるが、一部費目の分類の一致しない部分については日本の類似した鉄道会社の資料を参考にして査定し、これに消費者物価指数を用いて37.8%増の物価調整を行い、調査時点価格の原単位とした。

(3) 管理運営費の算定

2005、2010、2020各年における要員、輸送量、車両キロおよび列車キロの1996年に対する増加分と原単位から管理運営費を算定し、結果を表7-2から7-4に示す。

表7-2 要員、輸送量、車両キロ、列車キロ

項目	年次	1996年	2005年	2010年	2020年
職員数		3,590	3,912	4,131	4,279
(人)	1996年比増加分		322	541	689
輸送量	旅客	371	487	541	606
(百万人キロ)	1996年比増加分		115	169	235
	貨物	994	1,443	1,700	1,937
(百万トンキロ)	1996年比増加分		449	706	943
	計	1,365	1,930	2,240	2,543
(百万人トンキロ)	1996年比増加分		565	875	1,178
車両キロ	旅客	14,576	14,676	15,940	18,240
(千キロ)	貨物	34,356	54,456	65,670	84,547
	計	48,932	69,132	81,610	102,787
	1996年比増加分		20,201	32,679	53,855
列車キロ	旅客	1,364	1,364	1,471	1,532
(千キロ)	貨物	986	1,354	1,565	1,769
	計	2,350	2,718	3,036	3,301
	1996年比増加分		368	687	951

表7-3 原 単 位 (単位：トウグリク)

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 (車両和)
	輸送管理費	6.62/千人ト和 (輸送量)
	線路保守費	15.33/キロ (車両和)
	通信保守費	66.02/キロ (列車和)
	車両保守費	14.72/キロ (車両和)
	運輸費	732.50/千人ト和 (輸送量)
	運転費	53.07/キロ (車両和)

表7-4 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)	322	541	689
輸送量	(百万人ト和)	565	875	1,178
車両和	(千和)	20,201	32,679	53,855
列車和	(千和)	368	687	951
人件費		181	303	386
物件費	一般管理費	4	6	8
	保守管理費	5	9	14
	輸送管理費	4	6	8
	線路保守費	310	501	826
	通信保守費	24	45	63
	車両保守費	297	481	793
	運輸費	414	641	863
	運転費	1,072	1,734	2,858
物 件 費 計		2,130	3,424	5,432
合 計 米ドル換算 (単位：千米ドル)		2,310 (4,201)	3,727 (6,776)	5,819 (10,579)

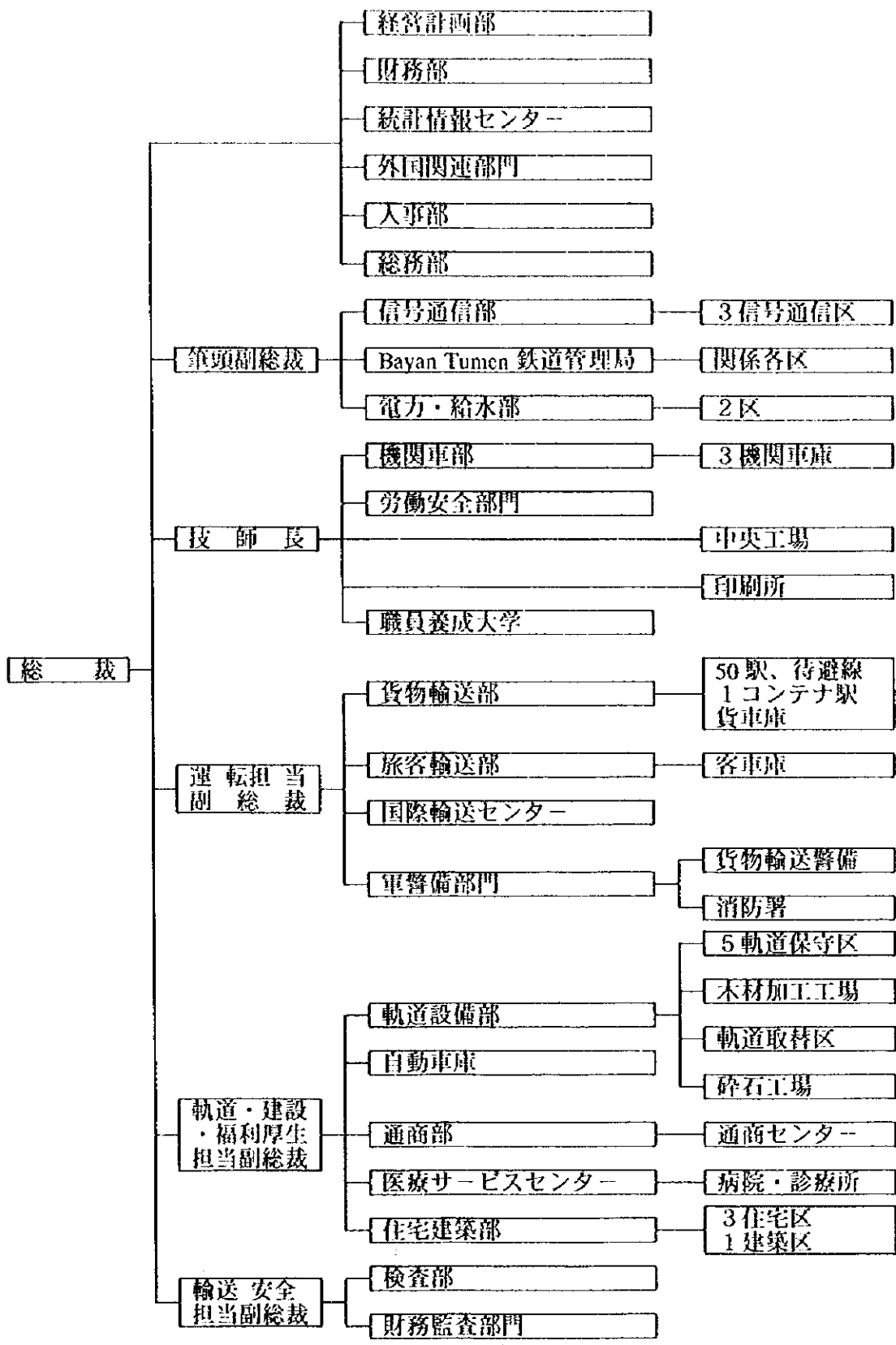


図7-1 モンゴル鉄道組織図

7-3 教育・訓練

職員の採用、教育、訓練については、凡そ次のとおりである。

- a. 職員の採用は、鉄道専門学校又は高等学校卒業者のうち、MRの試験合格者を採用している。
- b. 職種により1か月～1年間の教育後、各職場に配属されて職務に従事する。
- c. 職場内教育・訓練は、時間外に週2回、各2時間行われ、年1回の試験に合格することが職務遂行の条件となっている。

8. 経済・財務分析

8-1 経済分析

経済分析は次の条件下で費用と便益を比較し、経済内部収益率（Economic Internal Rate of Return, EIRR）を求めることとした。

(1) 条件

- ①プロジェクト費用は税金等を除いた経済費用とする。
- ②プロジェクトの便益推計はその事業完了後30年間とする。
- ③集中雨等により被害を被る程度（L、M、Sに区分）と年間回数を仮定し、プロジェクトが順次完成すると災害は少なくなるとした（表8-1-1）。

表8-1-1 災害発生回数とプロジェクトの効果

規模	プロジェクト 無しの時の 災害発生件数	(年間回数)						再災害数
		ステージ 1 2005～		ステージ 2 2010～		ステージ 3 2020～		
		災害発生件数	改善効果	災害発生件数	改善効果	災害発生件数	改善効果	
L	0.95	0.95	0.38	0.57	0.14	0.43	0.39	0.04
M	2.45	2.45	0.97	1.48	0.36	1.12	1.01	0.11
S	3.40	3.40	1.35	2.05	0.50	1.55	1.40	0.15
合計	6.80	6.80	2.70	4.10	1.00	3.10	2.80	0.30

(2) プロジェクト費用

表8-1-2 プロジェクト費用の推計

(1996年価格 百万ドル)

ステージ	経済費用	財務費用
1	10.93	12.40
2	2.93	3.29
3	9.12	10.54
合計	22.98	26.23

(3) 経済便益

1) 災害復旧費節約便益

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勤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。老朽化の構造物をも対象として強化、取替で線路構造物を強化し、災害復旧費を節約することを主たる経済便益と考えた。

災害復旧費は箇所あたりスケール L,M,S 別に平均的費用で考えることとした（表 8-1-3）。

表 8-1-3 災害の規模別平均費用

災害規模	(US\$)			
	経済費用 平均 応急工事	経済費用 ステージ 1 応急工事	経済費用 ステージ 2 応急工事	経済費用 ステージ 3 応急工事
L	1,256,800	1,738,272	434,501	1,082,858
M	123,100	123,100	123,100	123,100
S	82,080	82,080	82,080	82,080

上記箇所あたり緊急の平均復旧費用と災害回数を乗じたコストが年々節約されることとした。さらに順次に工事が完成すると災害回数が減少し支出する復旧費用が節約できるとした。

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を価格に換算して、マスタープラン実施と共にこの不通時間は少なくなり、したがってその経済価格は節約できるとした。工事が完成すると待ち時間が少なくなる設定は災害復旧費の場合と同様である。

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

災害規模別平均待ち時間は次のように算出した。

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費用を推計し、これで損失を代表することとした。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）は次のように算出した。

ワゴン車	\$ 181.71 / '000 km
バス	\$ 234.65 / '000 km
トラック	\$ 241.63 / '000 km

但し、スケール S に遭遇する客貨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) 経済内部収益率 (EIRR)

マスタープランの費用と便益を比較して経済内部収益率 (EIRR) を算出し、さらにその感度分析を実施した。マスタープランでは EIRR は 12.09 % という値を算出した (表 8-1-4)。感度分析については、工事費が増加した場合より便益が減少した場合の方が、EIRR は低くなるが、その差は小さい。ケース VI の最低のケースでもプロジェクトの経済的妥当性を示す範囲を大きくはずれていない。鉄道線路のインフラストラクチャー整備という性格や、モンゴル国の経済力、他国の例よりみて当マスタープランは経済的にフィージブルなプロジェクトと結論できよう。

表 8-1-4 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	12.09		
ケース I	11.09	ケース II	10.24
ケース III	10.99	ケース IV	9.86
ケース V	10.07	ケース VI	8.31

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 便益が 10% 減の場合
 ケース IV 便益が 20% 減の場合
 ケース V ケース I と III
 ケース VI ケース II と IV

8-2 財務分析

財務分析の指標として、財務内部収益率 (Financial Internal Rate of Return: FIRR) を用いる。

(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、災害発生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第1期工事完了後30年間とする。
- 3) 投資費用としては、市場価格を用いる。(表8-1-2参照)。
- 4) 減価償却には、定額法を用いる。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) 輸入機材の購入には、海外の公的機関からの借款を利用するものとし、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利用する。各 Stage の工事期間中は、投入済みの工事費の額に比例して災害発生防止の効果が生ずるものとする。

(3) 収 支

本改修計画対象区間の運輸収支のうち、改修工事が行わ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する。すなわち、改修計画の実施によって災害の発生を防止できる件数に、災害の規模ごとに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になる時間が減少するかを求める。

運賃料率については、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、管理運営費と同様、37.8%増の物価調整を行って調査時点の料率とする。その他の運輸収入については、過去実績を勘案、旅客・貨物運賃収入合計の5%とする。

改修工事計画対象区間の輸送量と運賃料率から運輸収入を算出し、これに災害防止工事によって不通時間が減少する割合を掛けて、不通になれば失われていた運輸収入を求め、管理運営費、運輸収支とともに表8-2-1に示す。

表8-2-1 失われた運輸収支 (単位: 百万トゥグリク)

年 次	2005年	2010年	2020年
運 輸 収 入	76	123	241
管 理 運 営 費	41	70	159
運 輸 収 支	35	53	82

(4) 災害復旧費の節減額

改修計画の実施によって災害の発生を防止できる件数に1件あたりの災害復旧費を掛けて節減額を求め、表8-2-2に示す。1件あたりの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る。災害復旧費は、2015年以降はそれまでの20%増、2025年以降は40%増とする。

表8-2-2 災害復旧費節減額 (単位：百万トウグリク)

年次	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年
L	300	421	662	873	1,019
M	75	106	167	220	257
S	70	98	154	204	238
節減額合計	445	625	983	1,297	1,513

(5) 分析結果

各ケースの財務内部収益率(FIRR)を比較して表8-2-3に示す。

表8-2-3 財務内部収益率と感度分析

ケース	FIRR	ケース	FIRR
基本ケース	8.35%		
ケースⅠ	7.59%	ケースⅡ	6.95%
ケースⅢ	7.52%	ケースⅣ	6.67%
ケースⅤ	6.82%	ケースⅥ	5.49%

- 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 同じくⅡとⅣの組み合わせ

財務内部収益率(FIRR)は総投下資本の収益率を表す。本改修計画の工事資金として外貨部分を金利2.3%の借款、残額を自己資金で調達できれば、採算上プロジェクトの実施は可能である。資金繰りの面では、自己資金投入必要額年5~7億トウグリク(2002~2003年)、ピーク時(2004年)残高13億トウグリク程度となる。

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。最悪のケース(感度分析ケースⅥ)もプロジェクトの実施を不可能とするほどではないと考えられる。

9. 改修全体計画の評価

9-1 プロジェクトの概要

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で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に、当面直接必要な線路構造物改修の全体計画（Master Plan）を策定した。

計画の整備時期については、段階的に改修工事を実施することとし、目標年次を第1期 2005年、第2期 2010年、第3期 2020年とする。

所要投資額は、1996年8月現在の価格で約 26.2 百万ドルである。（第1期 約 12.4 百万ドル、第2期 約 3.3 百万ドル、第3期 約 10.5 百万ドル）

プロジェクトの主な改修計画の概要は表 9-1 の通りで、対象箇所数は 184 箇所である。

表 9-1 改修計画の概要

項目	対策工	箇所数	記事
築堤洗掘対策	護岸工、制水工	11	31pk2-4 : 線路移設 208-209km : 河川路変更
落石対策	斜面整理等	22	
線路冠水対策	線路扛上	1	
橋梁対策	橋桁更換 修繕	12	橋桁更換 : 8 修 繕 : 4
線路横断 排水対策	排水設備の 増設・新設	138	増 設 : 116 新 設 : 22
計		184	

9-2 評価

(1) 技術面

1) 線路構造物

多発する自然災害に対し、安定した輸送の確保を目的として、モンゴル鉄道の線路構造物の現状、災害の実状、自然条件、環境、技術力、投資規模の観点から、当面直接必要な線路構造物の改修全体計画（Master Plan）を策定した。今回優先的に計画した災害対策は表9-1の通り、大河川による盛土の浸食対策、盛土区間の横断排水能力の確保、切り取り法面からの落石対策、橋梁の修繕などである。

策定した改修計画は、計画の大部分を占めている土構造物（切り取り、盛土）の対策の実施については、河川の流路変更など一部に河川の専門家による詳細な調査を必要とするものもあるが、モンゴル鉄道の設計施工技術を考慮すると、全体として十分実施可能である。

2) 軌道・停車場、電気関係設備

軌道・停車場、電気関係設備は、老朽化の問題はあるが現在施工中或いは計画中の更新、取替計画の実施により殆ど解決される。

3) 輸送・車両

列車運転計画は、安定輸送に重点を置き、需要の増加にあわせて、現行のダイヤを基本として策定しており、現在の線路容量でおおむね対応可能である。

車両関係は、需要、列車運転計画に整合した車両の増備と検修設備の増強が必要となる。今回の計画は、線路構造物の災害対策、改修であり、この計画による直接需要の増加は無いので、特に、車両の車種別増備数については、別途需要の推移を確認しながら、車両の修繕を考慮して、検討する必要がある。

(2) 環境面

モンゴル国には、特別保護地域法、環境保護法、大気法、水法、森林法、野生植物法などの法律があり、1995年から施行されている。

本プロジェクトは、主に既設線の改修計画であり、集落の分断、住民の移転は無く、遺跡、文化財、保全地域などの開発規制にふれるものはない。また施工時の振動、騒音の発生、動植物への影響、河川への汚染、工事により発生する土砂の廃棄など十分注意を払う必要はあるものの、施工場所、施工内容などから全体的に本プロジェクト

の環境への影響は小さい。

(3) 経済面

本プロジェクトの経済内部収益率 (EIRR) は、12.09%である。これは、世界銀行などの開発途上国に対するプロジェクト選定基準の目安から妥当なものと考えられる。さらにプロジェクト実施に伴う産業活動の活性化などの社会的、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判断される。

(4) 財務面

本プロジェクトの内部収益率 (FIRR) は 8.34 %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

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

国民経済的にみた経済内部収益率は 12.09%で、その他の間接便益を考慮すると本プロジェクトは実行の妥当性があると考えられる。また、モンゴル鉄道の経営面からみた財務内部収益率は 8.34%であるが、モンゴル鉄道の他のプロジェクトに要する資金を考慮すると、本プロジェクトの実施にあたっては、モンゴル鉄道の財政状況に配慮した資金調達に努力する必要がある。

総合的な見地から本プロジェクトは、雨期における自然災害により列車の運休を余儀なくされている線区に対し、安定した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。

また、本プロジェクトの実施及びモンゴル鉄道が実施している災害に対する巡回等の監視体制と相俟って、モンゴル鉄道の幹線の安定した輸送が可能になり、モンゴル国の健全な社会、経済活動の発展に寄与できる。