

モンゴル国

鉄道線路基盤改修計画

基本設計調査報告書

平成12年10月

国際協力事業団
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
株式会社 トーニチ コンサルタント

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基本設計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しました。

当事業団は、平成 12 年 4 月 3 日から 5 月 17 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モンゴル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、帰国後の国内作業の後、平成 12 年 8 月 1 日から 8 月 11 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、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 12 年 10 月

国際協力事業団
総裁 斎藤 邦彦

伝 達 状

今般、モンゴル国における鉄道線路基盤改修計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき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及び株式会社トーニチコンサルタントが、平成12年3月17日より平成12年10月16日までの7.0ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、モンゴルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成12年10月

共同企業体 代表者

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

モンゴル国鉄道線路基盤改修計画基本設計調査団

業務主任 前田 謙二

プロジェクトの位置図

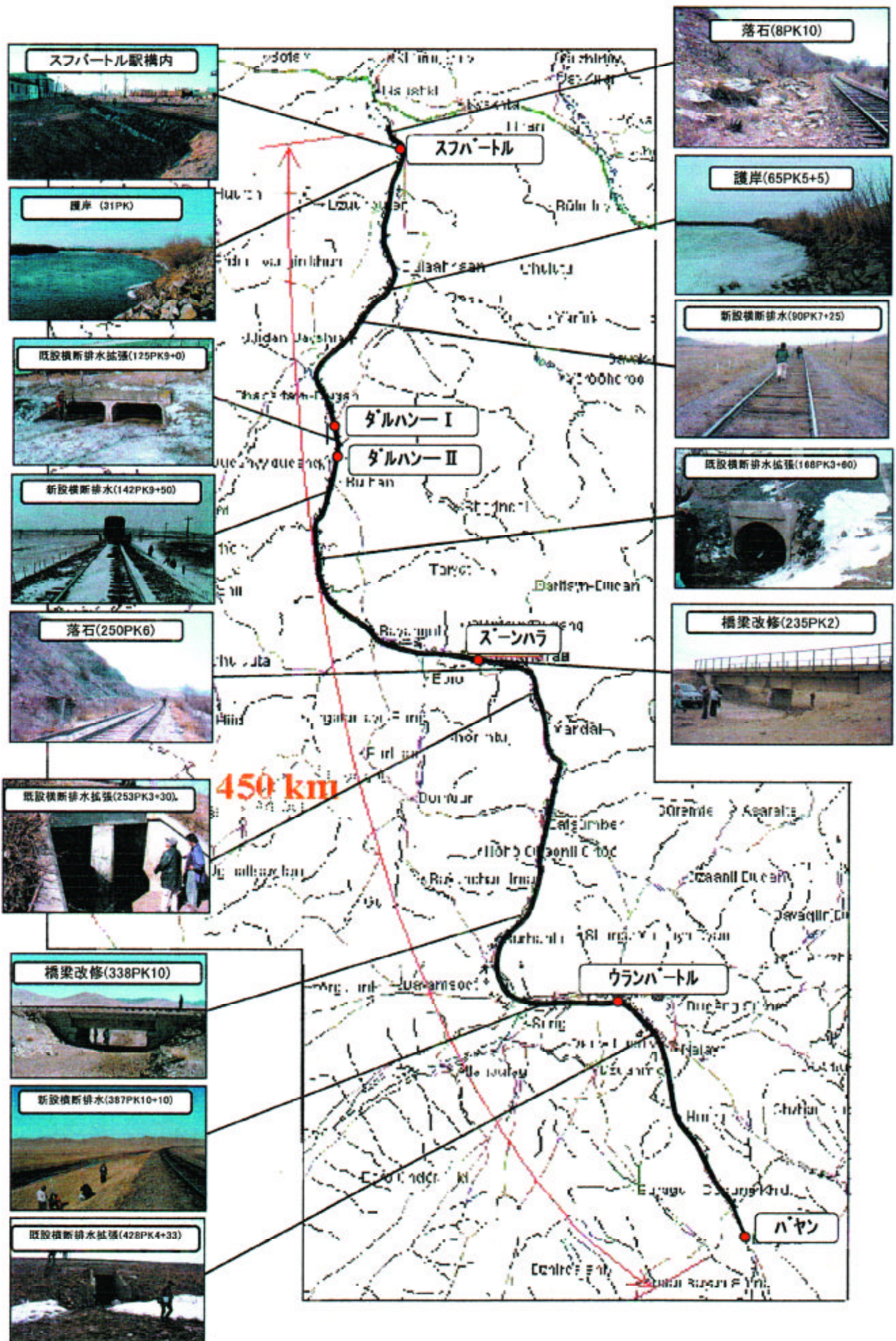
1) モンゴル位置図



2) モンゴル鉄道路線図



調査対象地域の現状写真





完成予想図 横断排水工 23 nk 1



完成予想図 横断排水工 280 mk 10+35

略 語 集

MOER	： モンゴル対外関係省	Ministry of External Relation
MOF	： モンゴル大蔵省	Ministry of Finance
MOID	： モンゴルインフラ省	Ministry of Infrastructure and Development
MONE	： モンゴル自然環境省	Ministry of Nature and Environment
MR	： モンゴル鉄道	Mongolian Railway
JICA	： 国際協力事業団	Japan International Cooperation Agency

A	： 面積	Area
B	： 幅	Breadth
BC	： 曲線始点	Beginning of Curve
BM	： 水準点	Bench Mark
C	： 粘土	Clay
c t c	： 中心間隔	Center to Center
CL	： 曲線長	Curve Length
D	： 深さ	Depth
D w g	： 図面	Drawing
E	： 弾性係数	Elastic Modulus
EC	： 曲線終点	End of Curve
GH	： 地盤高さ	Ground Height
GWL	： 地下水位	Ground Water Level
H	： 高さ	Height
HWL	： 高水位	High Water Level
I	： 断面二次モーメント	Moment of Inertia of Area
i	： 勾配	inclination
K	： K値	K Value
L	： 長さ	Length
R	： 半径	Radius
M	： 曲げモーメント	Moment
m	： メーター	Meter
mm	： ミリメートル	Millimeter
N	： N値	N Value
RC	： 鉄筋コンクリート	Reinforced Concrete
RH	： レール高さ	Rail Height
S	： せん断力	Shear Force
S	： 砂	Sand
SM	： シルト質砂	Sand-Mo
t	： トン	Ton
T u g	： モンゴルトゥグルク	Mongolian Tugrik
US 弗	： 米国ドル	United States Dollar
V	： 体積	Volume
W	： 重量	Weight
Z	： 断面係数	Modulus of Section
ϕ	： 内部摩擦角度	Angle of Internal Friction
%	： パーセント	Percent
σ C K	： コンクリート設計基準強度	Concrete Design Stress

目 次

	ページ
第1章 要請の背景	1- 1
1.1 調査の背景	1- 1
第2章 計画の背景	2- 1
2.1 当該セクターの開発計画	2- 1
2.1.1 上位計画	2- 1
2.1.2 財政事情	2- 2
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	2- 2
2.3 我が国の援助実施状況	2- 3
2.4 プロジェクト・サイトの状況	2- 4
2.4.1 自然条件	2- 4
2.4.2 社会基盤整備状況	2-11
2.4.3 既存施設、機材の現状	2-12
2.5 環境への影響	2-14
第3章 プロジェクトの内容	3- 1
3.1 プロジェクトの目的	3- 1
3.2 プロジェクトの基本構想	3- 2
3.2.1 当初要請計画と緊急性の検討結果に基づく変更	3- 2
3.2.2 施設計画	3- 5
3.3 基本設計	3-15
3.3.1 設計方針	3-15
3.3.2 基本設計	3-15
3.4 ソフトコンポーネント	3-28
3.4.1 背 景	3-28
3.4.2 ソフトコンポーネント導入の必要性と効果	3-28
3.5 プロジェクトの実施体制	3-31
3.5.1 組 織	3-31
3.5.2 財政状況	3-32
3.5.3 要員・技術レベル	3-32
第4章 事業計画	4- 1
4.1 施工計画	4- 1
4.1.1 施工方針	4- 1
4.1.2 施工上の留意事項	4- 1

4.1.3	施工区分	4- 2
4.1.4	施工監理計画	4- 2
4.1.5	資機材調達計画	4- 4
4.1.6	実施工程	4- 8
4.1.7	相手国側負担事項	4- 9
4.2	概算事業費	4-12
4.2.1	概算事業費	4-12
4.2.2	運営維持・管理費	4-13
第5章	プロジェクトの評価	5- 1
5.1	妥当性の評価・検証及び裨益効果	5- 1
5.2	技術協力	5- 2
5.3	課 題	5- 2

表 目 次

	ページ
表 2.1.1 国家予算と当該セクターの収支状況	2- 2
表 2.1.2 モンゴル鉄道に対する世銀の融資状況	2- 3
表 2.3.1 我が国の ODA の実績	2- 3
表 2.4.1 確率降雨量	2- 8
表 2.4.2 平時の基準流出量と確率流量	2-10
表 2.4.3 降雨による洪水（夏季）の最大流量と確率流量	2-10
表 2.4.4 融雪・融氷による洪水（春季）の最大流量と確率流量	2-10
表 3.2.1 評価区分および評価内容	3- 3
表 3.2.2 要請個所と選定結果	3- 3
表 3.2.3 緊急対象プロジェクトの選定結果	3- 4
表 3.2.4 対象個所の結果	3- 5
表 3.2.5 評価結果	3- 7
表 3.2.6 健全度評価	3- 9
表 3.2.7 総合評価	3-10
表 3.2.8 評価と選定結果	3-13
表 3.3.1 流速に対応した捨石径	3-15
表 3.3.2 対象個所別対策工	3-19
表 3.3.3 斜面のタイプ別分類	3-20
表 3.3.4 対策工	3-21
表 3.3.5 個所別改修工	3-25
表 3.3.6 対策実施対象個所一覧	3-27
表 3.3.7 ボックスカルバートのサイズ	3-28
表 3.5.1 モンゴル鉄道の収支状況	3-32
表 4.1.1 鉄筋のタイプ	4- 4
表 4.1.2 主要建設資機材調達計画	4- 7
表 4.1.3 実施工程表	4-11
表 4.2.1 モンゴル国側負担事項	4-12
表 4.2.2 維持管理工程	4-13

図 目 次

	ページ
図 2.4.1 セレンゲ川河川網	2- 4
図 2.4.2 気象観測所位置図	2- 7
図 3.2.1	3- 6
図 3.2.2	3- 8
図 3.2.3	3-11
図 3.2.4	3-14
図 3.5.1 モンゴル鉄道組織図	3-31

要 約

要 約

モンゴル国は中央アジアの東部に位置し、南部に中華人民共和国、北部はロシアに国境を接する内陸国で、国土面積は 1,564.1 k m²で、人口は 242 万人である。

モンゴル鉄道は物流の大動脈として総貨物輸送量の 96% をカバーし、モンゴル国民の生活基盤を支えるライフラインとしての役割を果たしており、またロシアと中国を連絡する国際鉄道としての機能も果たしている。

一方、モンゴル鉄道の線路はロシア鉄道の 4 級線規格であり、また施工時に工事費を極力節約しており、輸送事業を開始し 50 年経過した現在まで、橋梁・盛土・切取等の線路基盤施設は本格的な改修工事がなされていないこと、併せて厳寒の気象条件等も影響し、機能低下・老朽化が著しく進んでいる。特に 3~4 月の雪解け時期や 6~8 月の雨期になると、自然河川の氾濫や線路横断排水路の断面不足による線路冠水と路盤の崩壊、落石などが恒常的に発生するため、しばしば列車の運休を余儀なくされ、国民生活を支える物流の確保が困難となり、モンゴル国の経済に大きな影響を与えている。

このような背景のもとモンゴル国政府の要請により、わが国は 1996 年から 1997 年にかけて、ロシア国境のスフバートルから首都ウランバートルより約 50km 南方のバヤン駅までの 450km の区間について、開発調査「モンゴル国鉄道基盤改修計画調査」を実施し、3 ステージの合計 184 箇所を改修必要箇所として選定した。モンゴル国はこの調査結果に基づいて、モンゴル鉄道の財政状況と、工事の技術的困難を考慮して、開発調査で順位付けされたステージ 1 (73 箇所 1999 年~2004 年) 及びステージ 2 (28 箇所 2006 年~2009 年) の計 101 箇所について無償資金の協力を要請してきた。

モンゴル国政府の無償要請を受けて、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、基本設計調査団を平成 12 年 4 月 3 日から 5 月 17 日まで現地へ派遣し、現場調査を実施した。

調査団は、現地調査においてモンゴル国側関係者と要請内容について協議、確認を行うとともに、サイト調査及び関連資料収集を実施した。帰国後、現地調査結果に基づき、要請内容の必要性、社会経済効果、妥当性について検討するとともに、最適な計画に係わる基本方針及び実施計画を提案した。

これを基に、調査団は平成 12 年 7 月 31 日より 8 月 11 日まで基本設計概要書案の現地説明、協議を行った。

協議の結果、最終的に提案された計画 65 個所の内容を次表に示す。

要請事項	内 容
(1) 護岸工	7 個所
(2) 落石対策工	13 個所
(3) 橋梁改修工	11 個所
(4) 横断排水工	33 個所
(5) スフバートル駅構内洪水対策	排水溝の設置
(6) 河川拡幅工	旧鉄道橋台と単純桁の撤去（横断排水工を含む）
(7) ソフトコンポーネント	施設の予防保全と維持管理のマニュアル作成を目的とする技術支援

本計画を日本の無償資金で実施する場合に必要な事業費は、13.98 億円（日本側負担事業費 13.96 億円、モンゴル側負担事業費 0.02 億円）と見込まれる。また全体工期は実施設計を含め 27 ヶ月程度必要である。

本計画の受入機関はインフラ省であり、実施・運営機関はインフラ省の管轄にあるモンゴル鉄道であり、同施設の維持管理はモンゴル鉄道の線路施設部が実施する。本計画は現有施設の改修工事であるため、相手国側が負担すべき維持管理費用のうち特に災害復旧費用は、当分の間現状よりも安価になる。従って現在の運営維持管理体制と線路施設部の予算のもとで十分管理できる。

本計画の実施による主な直接効果は、下記のとおりである。

- 安全で確実な輸送の確保
モンゴルは大陸性の厳しい自然環境にあるため、冬季には自動車による移動も困難となる。鉄道沿線には 45%の人口が居住しており当計画が実施されることにより、安全で確実な輸送が可能となるため、人の移動と生活物資の安定した供給が可能となる。
- 安定したエネルギー資源の確保
主要都市の電力供給は国内で生産される石炭の火力発電所に依存しており、また石油製品は輸入に依存している。これらはすべて鉄道によって輸送されているため、当計画の実施により安定したエネルギー資源の輸送が確保できる。
- 安定した物流の確保
モンゴルの主要輸出品は金属原料（選鉱銅他）また、輸入製品は機械・機器等で、自然災害の影響を最小化し安定した物流が確保されることは、モンゴル経済への安定化につながる。
- 維持管理費用の軽減
モンゴル鉄道は施設の維持管理に対する予算不足で、老朽化と自然災害により施設が破損してから復旧工事をしているのが実情で、個所当りの維持管理費用を大きくしているが、当計画の実施により後年の維持管理費が軽減できる。

また間接効果としては

- 国内輸送に対する信頼向上
モンゴルでは道路網整備の遅れと、慢性的な石油不足により鉄道輸送への依存度が高い。当計画の実施により鉄道輸送に対する信頼性がより高まり、国民の生活基盤の安定が期待される。
- 国際輸送に対する信頼性
モンゴル鉄道は中国とロシアを結ぶ国際輸送を行っているが、安全で確実な輸送により、モンゴル鉄道に対する両国の信頼を得る事ができ、通過貨物輸送の増加が期待できる。

このように、多大な効果が期待されると同時に、本計画が広く住民生活の向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施する事の妥当性が確認され、本計画の早期実現が望まれる。

なお、これらの効果を機能させるためにモンゴル鉄道が定期的な検査を実施し、その検査結果に基づいた補修の維持管理予算を確保しておく必要がある。

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1.1 調査の背景

内陸国であるモンゴル国において、モンゴル鉄道は国内輸送及び国際輸送に重要な役割を果たしている。特に南北に国内を縦貫しロシアと中国を結ぶスフバートルからザミンウツドに到る幹線は、道路網整備が遅れていることもあり、基幹輸送の役割を果たしている。

1998年の鉄道輸送実績は、貨物輸送 2,815 百万トン・km（全輸送機関比率 96%）、旅客輸送 981 百万人・km（全輸送機関比率 55%）を占め、鉄道輸送が物流と旅客輸送の大動脈となっており国民の生活を支えている。

一方、モンゴル鉄道の線路はロシア鉄道の4級線規格であり、また施工時に工事費を極力節約しており、輸送事業を開始し50年経過した現在まで、橋梁・盛土・切取等の線路基盤施設は本格的な改修工事がなされていないこと、併せて厳寒の気象条件等も影響し、機能低下・老朽化が著しく進んでいる。特に3～4月の雪解け時期や6～8月の雨期になると、自然河川の氾濫や線路横断排水路の断面不足による線路冠水と路盤の崩壊、落石などが恒常的に発生するため、しばしば列車の運休を余儀なくされ、国民生活を支える物流の確保が困難となり、モンゴル国の経済に大きな影響を与えている。

このような背景のもとモンゴル国政府の要請により、わが国は1996年から1997年にかけて、ロシア国境のスフバートルから首都ウランバートルより約50km南方のバヤン駅までの450kmの区間について、開発調査「モンゴル国鉄道基盤改修計画調査」を実施し、3ステージの合計184箇所を改修必要箇所として選定した。モンゴル国はこの調査結果に基づいて、モンゴル鉄道の財政状況と、工事の技術的困難を考慮して、開発調査で順位付けされたステージ1（73箇所1999年～2004年）及びステージ2（28箇所2006年～2009年）の計101箇所について無償資金の協力を要請してきた。

このような状況の下、モンゴル国政府の無償要請を受けて、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、要請内容の必要性、社会経済効果、妥当性について検討するとともに、最適な計画に係わる基本方針及び実施計画を提案するものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

「モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査」(JICA 1998年1月)で提案された2019年を計画目標年次とした将来改修計画は、鉄道防災施設の強化にかかる上位計画として議会で承認された。

またモンゴル国政府の国家経済計画は、以下の整備構想が発表されている。

- モンゴル開発構想(1996年3月)
- 21世紀に向けたアクションプラン(1998年)

この中で、運輸部門に対する方針として1999年より2004年にかけて、航空輸送部門の観光や業務トリップが毎年10%程度増加することと設定されている。鉄道輸送部門の方針については旅客輸送及び貨物の将来伸び率は4~5%と設定されている。

この将来整備方針を受けてモンゴル鉄道は、2002年から2011年までの10年間の整備計画を策定した。その主たる基本方針は以下のとおりである。

- 防災施設の強化
- エネルギーの節約
- 運営管理の合理化
- 客貨輸送の安全化
- 生産部門におけるコンピュータ網の構築と活用
- 客貨輸送の近代化
- 鉄道輸送の高速化
- コンテナ輸送等輸送方式の近代化
- 旅客輸送と旅客サービスの向上
- 鉄道と道路の統合輸送の構築
- 現業部門と管理部門の効率化
- 市場の拡大化と財務管理システムの改善

等があり、モンゴル鉄道も防災施設の強化を重要課題としてあげている。

上の上位計画の中の本件の位置付けを分析する。

2.1.2 財政事情

1997年実績によるGNPは約10億ドルであり、一人当たりのGNPは390ドルとDAC分類で低所得国に属する。1991年にコメコン体制崩壊後、社会主義経済から市場経済へ移行したが、通貨の下落、国内産業の崩壊で、モンゴル国の経済は悪化したものの、その後市場経済に向けた構造改革が徐々に定着し、インフレ率は96年の20.5%から98年の6.0%まで抑える事に成功した。

GDP成長率は94年にプラス成長に転じ、95年には6.3%の成長を実現したものの、96年以降は、ロシアの通貨危機や国際経済の低迷から主要輸出品である銅およびカシミアが、国際市場での価格下落のため97年におけるGDPの成長率は3.3%、98年は3.5%にとどまった。

1998年における国家歳入は、政府特別基金、外国援助を加えて2,273億トゥグリグ（約229億円）、歳出は3,248億トゥグリグ（約327億円）で、財政支出は975億トゥグリグ（約98億円）の赤字であった。国家予算と当該セクターの状況を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 国家予算と当該セクターの収支状況

	単位：億トゥグリグ			
	1995	1996	1997	1998
国家歳入	1,446	1,629	2,225	2,273
国家歳出	1,493	2,113	2,876	3,248
財政支出	-47	-484	-651	-975
GDP	4,292	5,865	7,589	8,758
運輸部門	146	276	398	466
割合 (%)	3.4	4.7	5.2	5.3

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

インフラ整備は経済危機からの脱出と経済安定への移行、また産業の振興を課題としており、2国間援助としては日本、ドイツ、米国が主たる援助国で、また国際機関はアジア開発銀行、世界銀行があり、これらの経済支援国承認のもとに開発計画を推進している。

鉄道整備に対しては鉄道路線、設備の充実を目標としてあげており、日本、世界銀行が援助している。世界銀行の鉄道整備関連への援助は表2.2.1に示すとおりである。

表表 2.2.1 モンゴル鉄道に対する世界銀行の融資状況

年次	実施プログラム	金額 (US\$1,000)
1995-1999	機関車オーバーホール	4,365
1995-1999	機関車スペア - パーツ調達	2,033
1995-1998	貨車修理	585
1995-1998	貨車車輪 (タイヤ) 購入	328
1995-1999	客車・貨車スペア - パーツ購入	788
1996-1999	テクニカルアシスタンスサービス (TAC) (石炭輸送、ビジネスプラン、リストラプラン)	650
1997-1999	フランジ溶接機、フランジ亀裂探知機	421
2000	マネージメントインフォメーションシステム	TAC に含む

2.3 我が国の援助実施状況

我が国は 1991 年以降市場経済政策を打ち出したモンゴル国に対して、民主化、市場経済に向けた改革を支援することを目的として、他国とともに積極的な支援を行っている。特に物流の大動脈としてモンゴル国民の生活を支えているモンゴル鉄道に対しては、1993 年より積極的に援助している。我が国の鉄道整備に対する ODA の実績を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 我が国の ODA の実績

無償資金協力	<p>案件名 : ザミンウッド駅貨物積換施設整備計画 期間 : 1993～1995 供与限度 : 21 億円 案件概要 : 同国は旧ソ連の崩壊に伴い市場経済に移行し、中国との貨物の流れが増加した。中国とは鉄道の軌間が異なるため、以前は、中国側国境の二連駅で貨物積換作業を行っていたが能力不足となったため、中国国境のザミンウッド駅の施設整備を実施した。</p>
有償資金協力	<p>案件名 : 鉄道輸送改善計画 期間 : 1994～2000 供与限度額 : 80 億円 案件概要 : 老朽化した施設のリハビリを目的として、レール調達、車両調達、機関車整備工場、通信施設の近代化等を実施した。</p>
開発調査	<p>案件名 : モンゴル国鉄道基盤改修計画調査 期間 : 1996～1997 案件概要 : 輸送事業を開始してから 50 年経過した現在、本格的な改修工事がなされていないため、自然河川の氾濫、線路冠水、落石が恒常的に発生し、確実に安定した鉄道輸送が困難となっているため、これに対する改修計画を実施した。</p>

2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 調査対象地域の概要

調査対象区間である、バヤンからスフバートルまでの約 450km は、セレンゲ川流域となっている（図 2.4.1 参照）。セレンゲ川流域は、大部分が山岳地帯であり、西・北西はフスグル山、西・南西はハンガイ山脈、東はヘンティー山脈、南東はオルホン川、トーラ川上流周辺の小さい山々にそれぞれ囲まれている。セレンゲ川はバイカル湖に注いでおり、全流域面積は、447,060km²で、そのうち 299,000km²（66%）はモンゴルの国土である。

セレンゲ川流域は、河川網が密集しており、前述のとおり大部分が山岳地帯であるため、降水時の流水が非常に強くなる特徴がある。

自然河川であるため、川幅は平水時と降水時で大きく変化する。また、山間部にあるため、地形に合わせて川幅は大きく変動する。谷が狭くなっている部分では流水はひとつの河床を流れるが、広がっている部分では多くの支流を発生させ、一部の支流は本流から 5～6km 離れてから再び合流する。このような支流、小河川を発生させることが、セレンゲ川流域河川の特徴である。



図 2.4.1 セレンゲ川河川網

1) 河川概要

- セレンゲ川

セレンゲ川は、渇水期で平均 50～100m の川幅があり、広い部分は 200m、狭いところは 50～80m である。流速は渇水期で約 1.0m/s であり、急流部では 2.0～2.5m/s になる。

セレンゲ川は 1879、1908、1932、1952、1971、1974、1986 年にかなり大きな洪水があり、最大流量は下流で 3,600m³/s に及んだ。

セレンゲ川に注ぐ主要な河川の特徴は以下の通りである。

- オルホン川

セレンゲ川に注ぐ最大の川である。流域面積は 132,855km² であり、セレンゲ川の流域の 47% を占める。オルホン川の下流部に、流量が多いユロー川が注ぐため、洪水時には流量が急激に増加する。

- ユロー川

11,800km² の流域面積を持ち、河川長は 323km である。春の融雪・融氷と夏の集中豪雨による洪水があり、春の融雪・融氷による洪水が夏の集中豪雨の洪水に匹敵する規模に及ぶことがある。

- ハラ川

流域面積は 15,050km² で河川長は 291km である。既往最大の洪水は 1973 年にあり流量は下流で 722 m³/s に及んだ。

- トーラ川

トーラ川の年間平均流量は、ウランバートル市付近では、28m³/s である。1934、1959、1966、1967 年に洪水が発生した。トーラ川の川幅は平時では 35～75m、深さ 0.8～3.5m、流速は 0.50～1.50m/s になる。流域面積は、49,840km² であり、河川長は 704km である。

2) 洪水時期

セレンゲ川流域の洪水は、春の融雪・融氷と夏の降雨により発生する。

フブスグルの山々、ハンガイ山脈、ヘンティー山脈を水源とする河川では、春の融雪・融氷により増水する。2,500m 以上の標高にある河川では 5 月上旬から観測され、1,500m 以下の標高では 5 月中旬に観測されている。

夏期は降雨により洪水が発生する。全体的には 6 月の下旬から始まり、ハンガイ山脈の北西側の河川・及びフブスグルの山々では 6 月中旬から始まる。夏の降雨による洪水期は、セレンゲ川流域では、3～4 ヶ月、9 月の終わりまで続く。規模・期間

とも様々であるが、大部分が7・8月に観測されている。夏の大洪水は、流域が標高2,000m以上にある河川では7月上旬から8月中旬まで、それより上流に位置する河川では7月中旬から8月中旬まで続く。降雨による洪水の最大流量は平均して7月中・下旬に観測されている。

1936、1938、1940、1966、1967、1972、1986、1993年には融雪・融氷による洪水、1961、1966、1971、1973、1977、1978、1980、1993、1994、1997、1998、1999年には降雨による洪水のために鉄道に多大な被害が発生した。

(2) 気 象

調査対象地域の鉄道沿線には、7個所の気象観測所がある。観測所の位置を図2.4.2に示す。これら、7個所（スフバートル、ダルハン、バルンハラ、ズンハラ、ウランバートル、マート、ボヤントオハー）で測定された、気温、降水量（月間平均降水量、降雨日数、最大日雨量等）の1961～1998年までの集計データによると、各項目の概要は以下のとおりである。

• 気 温

気温は年間で大きく変動する。年間平均気温は -3°C ～ 1°C 、1月が最も寒く、1月の平均気温は -25°C ～ -20°C であり、最低気温は -48°C ～ -38°C となる。最も暑い7月の平均気温は山岳地帯で 10°C ～ 14°C 、低地、山麓の谷間では 16°C ～ 20°C であり、最高気温は 38°C ～ 43°C である。

• 降水量

年間平均降水量は250mm～300mmである。

5～9月に年間降水量の85～90%が降る。特に7月の降水量は多く、平均で70mm～85mmに達する。11～3月の累計平均降水量は8mm～20mmと極めて少ない。

降雨日数（降雪除く）は6～9月の4ヶ月間で45～60日であり、これは、年間降雨日数の80%～90%にあたる。

年最大日雨量は平均して30mm～40mmであり、6～8月に記録されている。30年間の最大日雨量としては50mm～80mmが記録されている。

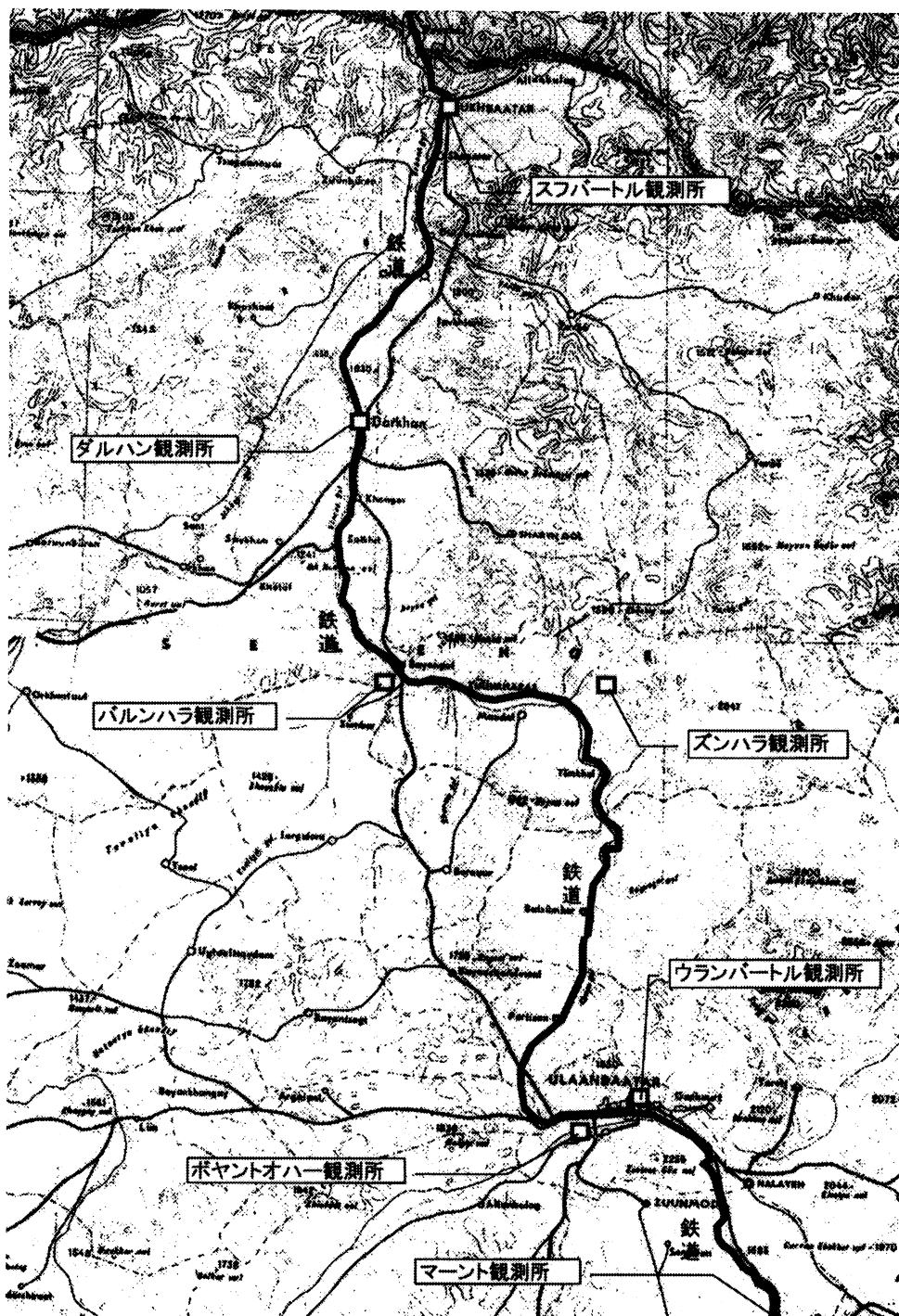


図 2.4.2 気象観測所位置図

- 確率降雨量

ボヤントオハーを除く、6つの観測所でのデータを統計処理した確率降雨量を表2.4.1に示す。

表 2.4.1 確率降雨量

観測所	確率年	確率降雨量 [mm/day]					
		100	50	20	10	5	2
スフバートル		65	51	49	44	38	32
ダルハン		75	70	60	43	40	31
バルンハラ		80	75	55	41	39	26
ズンハラ		70	65	45	42	40	31
ウランバートル		80	75	63	47	38	29
マート		64	60	55	42	36	29

(3) 鉄道沿線での洪水氾濫特性

調査対象区間にある既存線路排水施設は、ほとんどがオルホン川、ハラ川に接する流域に位置している。

これらの排水施設は、312 km²以下の小さな面積に集積した春の融雪と降雨に発生する洪水を排水している。

既存の排水施設が十分でないため、洪水後も水が鉄道沿いに滞水する。滞水時間は、その地点の浸透率等の土壌条件や、日照時間、天気によって左右されるため様々である。1ヶ月に及ぶこともあれば、2～3日で引くところもある。

河川が極めて近く遊水池となる個所では、洪水期間中ずっと、長い場合は夏中（6月～9月）水が滞水する。また、洪水が引いても窪地に水は残り、その地域全体が湿地状態になる。そのため、新たに洪水が発生した場合、洪水の水は直接排水施設より流れる。

(4) 河川

1) 洪水時水位

調査対象地域の鉄道沿線では、洪水時でも測定可能な水位観測所はないため、ヒアリング調査により洪水時の水位を確認した。

確認された洪水時の水位は、3.2.2 施設計画に反映した。

2) 洪水流量

調査対象地域の鉄道沿線では洪水時の流量は測定されていない。対象個所とは距離的に隔たりがあるが、各河川に設置された観測所での既往最大洪水流量を表 2.4.5～6 に示す。

これを見ると、降雨による洪水の平均流量は融雪・融氷による洪水の平均流量の約 2 倍である。また、降雨による洪水時の平均流量は、平時の平均流量の 5 倍以上になっている。

3) 確率洪水流量

既存の資料（1981 年ソ連・モンゴル気象水文研究所作成）によると、スフバートルに近いロシア国境近くでのセレンゲ川の 100 年確率流量は $3,630\text{m}^3/\text{s}$ であり、オルホン川の 100 年確率流量（セレンゲ川との合流点付近で）は $1,636\text{ m}^3/\text{s}$ である。

対象個所とは距離的に隔たりがあるが、各河川に設置された観測所での洪水時の確率流量（気象水文研究所資料）を表 2.4.2～4 に示す。

表 2.4.2 平時の基準流出量と確率流量

No.	河川－観測地	観測年数	流域		平均観測値 (m ³ /s)	基準値 (m ³ /s)	確率流量 (m ³ /s)			
			面積 (km ²)	平均標高 (m)			100年	20年	4年	
1	セレンゲ川－ホタグ村	24	69,800	1,909	140.00	142.0	325.00	243.00	208.00	161.00
2	セレンゲ川－スフバートル	13	281,700	1,316	348.00	439.0	608.00	587.00	560.00	481.00
3	オルホン川－オルホン/ボルガン県	53	23,600	1,900	46.80	46.8	98.50	79.80	70.00	55.00
4	トーラ川－ウランバートル	53	6,300	1,852	28.00	28.3	70.00	66.80	53.80	36.50
5	ハラ川－バルンハラ	45	9,580	1,331	10.50	10.5	33.00	23.10	18.80	13.20
6	ハラ川－ダールハン	7	11,928	-	18.30	15.4	-	-	-	-
7	ユルー川－ドランハン	13	2,930	969	2.09	-	8.10	5.48	4.36	2.87

表 2.4.3 降雨による洪水（夏季）の最大流量と確率流量

No.	河川－観測地	観測最大値		観測結果平均 (m ³ /s)	確率流量 (m ³ /s)			
		流量 (m ³ /s)	観測年		100年	50年	20年	10年
1	セレンゲ川－ホタグ村	2,200	1986	746.0	2,640	2,220	1,760	1,425
2	オルホン川－オルホン/ボルガン県	562	1965	292.0	855	738	678	593
3	トーラ川－ウランバートル	1,580	1966	374.0	2,000	1,600	1,160	862
4	ハラ川－バルンハラ	245	1966	89.1	402	332	230	182
5	ユルー川－ドランハン	350	1983	225.0	1,140	930	684	526

表 2.4.4 融雪・融氷による洪水（春季）の最大流量と確率流量

No.	河川－観測地	観測最大値		観測結果平均 (m ³ /s)	確率流量 (m ³ /s)			
		流量 (m ³ /s)	観測年		100年	50年	20年	10年
1	セレンゲ川－ホタグ村	794	1966	408.0	1,200	1,050	860	730
2	オルホン川－オルホン/ボルガン県	873	1951	131.0	560	360	290	260
3	トーラ川－ウランバートル	424	1991	95.2	480	370	260	195
4	ハラ川－バルンハラ	227	1985	27.5	140	110	80	62
5	ユルー川－ドランハン	227	1985	121.0	1,140	930	684	526

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 鉄 道

モンゴル鉄道の鉄道総延長は 1,813km である。幹線路線はロシア国境のスフバートルからダルハン（3大工業都市の一つ）、ウランバートル(首都)、チョイル（有数な炭坑）、そして中国国境のザミンウッドを經由して中国に至る 1,100km のルートである。

これに接続している支線はウランバートル～ナライハ(炭坑、但し 93 年に閉鎖)の 45km の線路、ダルハン～エルデネット（銅鉱山を中心とした最大工業都市）間の 160km、またダルハン～シャリンゴル（3大炭鉱、金鉱）の 30km の線路より構成されている。このほか、同国東部のチョイバルサンから国境のエレンツァイを経てロシアに至る 238km の路線がある。

鉄道は主に鉱物資源の輸送手段として重視され、鉄道の運営・維持管理はモンゴル鉄道が行っている。線路軌間はロシア系の広軌道（1,520mm）同じであるが、貨物・旅客輸送には中国の軌幹（1,435mm）と異なるため国境駅ザミンウッドでの積換えが行われている。

(2) 道 路

国内の東西方面への輸送手段は道路輸送であるが、近年、燃料となる石油事情が安定してないこともあり輸送量は増加していない。国道の道路建設と維持管理はインフラ省道路局が実施している。

モンゴル国の道路総延長は 199,238km（92 年）で、国道 9,677km、地方道（州道及び郡道）39,561km で、他は町村道である。首都ウランバートル市内及び各県庁所在地内の道路はほぼ舗装されている。主要道路はウランバートルより東はエルデネソン、西はウランブラゲ、北はスフバートルを經由してダルハンからエルデネットまで舗装されているが、その他の道路は未舗装である。

日本やアジア開発銀行等からの援助により道路の整備はされているが、国土が日本の 4 倍からなる広大な土地のため、道路の整備、維持管理は遅れている。

(3) 航 空

同国の航空事業主体は、国営のモンゴル航空（MIAT）の他に数社の民間航空会社がある。国際線は日本（季節運行）をはじめとして、ロシア、韓国、中国等へ直行便が飛んでいる。国内線は、各県庁所在地への定期便があるが、西部地域へは乗客数の減少から廃止になった路線もある。

2.4.3 既存施設、機材の現状

(1) 既存施設

1) 鉄道施設の現状

線路は全線単線で、電化はされておらず客車貨車ともディーゼル機関車で牽引されている。最小半径は 300m、最急勾配は 9‰である。

ロシア国からバヤンまでの調査対象区間は、丘陵部に位置しているため、線路線形は他区間と比較して、曲線と勾配区間が多く、線路保守費が他区間より多い。

レールは P50 (50 Kg/m) が使用されており、枕木は木枕木が大半で、最近 PC 枕木工場 (1998 年完成) で製造されたコンクリート枕木が一部区間に敷設されている。

閉そく方式は連鎖閉そく方式を用い、駅間での閉そく方式が採用されている。

自然災害に対する保守体制は、各保線所に施設指令が 24 時間体制で設置され、各気象観測所からの天気状況が直通回線で送られてきており、緊急事態には要員が動員される体制ができています。

災害が主なものは洪水による線路路盤の洗掘がほとんどであり、復旧工事に 12 時間～4 日を要する大きな災害が 1991 年以降 10 回発生している。10～11 日を要した災害は過去 2 回起きている。

2) 災害を受けている施設

a) 河川護岸

自然河川の蛇行部が鉄道に接近する個所の水際では、河岸の浸食から河岸の法面が切り立ち、地盤の地割れが見られる所もあり、浸食と同時に地盤の滑り崩壊が発生している。

b) 落石斜面

建設以降 50 余年を経過した検討対象路線の北部丘陵地域では、線路上方の斜面の風化が進み、列車が落石の脅威に晒される状況となっている。

c) 橋 梁

建設時の品質管理の不備と厳冬期の気象条件、維持管理不足もあり橋梁の老朽化が進んでいる。現在、モンゴル鉄道では損傷のある一部の桁表面にコンクリートの塗付を行っているが、剥がれ落ちて効果が無い状況である。また、張出部に損傷があり、バラスト崩壊を防止する為、一部で徐行運転をしている。

d) 横断排水路

鉄道横断施設の通水能力不足に起因して、丘陵部からの洪水が鉄道盛土の上を越流し、軌道バラストの流失や盛土面の崩壊により列車運行へ支障をきたしている。

e) スフバートル駅洪水被害

スフバートル市街地はスフバートル駅より高台にあるため、雨が降ると濁流となり構内を横切りオルホン川に流れる。市街地には一部導流堤により流れを規制しているが十分機能していない。濁流は線路敷きに土砂を伴い流れ込みため、ポイント部を含め構内線路土砂の取り除きに時間がかかり、列車の運行を支障している。

f) 河川通水阻害

ウランバートル市内の河川拡幅改修に合わせて、新しい橋梁を建設し線路を移設した。しかし旧鉄道橋桁と旧橋台が放置されているため、増水時には河川の流れを支障し氾濫するため、周辺住民ならびにモンゴル鉄道が被害を受けている。

3) 調査区間の状況

a) ロシア国境～ズンハラ間 (231km)

この区間は、ハラ川が北上しながら 95km 付近で、オルホン川と合流し、さらに 19km 付近でセレンゲ川と合流して水量を増す地形になっている。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る線路が敷設されている。このため、河川の蛇行による築堤（護岸）の侵食（毎年 1m～4m）や、切取り斜面の風化による落石が、線路施設に被害を及ぼしている。

b) ズンハラ～ウランバートル間 (171km)

この区間は、ハラ川に沿って線路が南下するが、徐々に水量が減るため、築堤の侵食被害は減少する。また河川と丘陵の間が広くなることから、鉄道沿いの切取り斜面も減少する。この区間の大部分は盛土構造で、ハラ川に注ぐ小河川の支流を横断する橋梁(7m～12m)、通水や家畜通行のためのボックスカルバートが多くなる。

橋梁の桁は単 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みられる。

c) ウランバートル～バヤン（48km）間

ウランバートル以南は、バヤンの南 21km 先に本線上の最高地点があり、大きい標高差を登るためヘアピンカーブや、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、盛土構造が主体で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、橋梁の通水断面が不足しているため、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) 機材の現況

モンゴル鉄道の線路に付帯する構造物と軌道の維持管理は線路施設部が実施している。作業は大型機械を用いて軌道更新するグループと、保線所毎に通常の保守を行うグループに分けている。大型機械グループは、拠点をウランバートルにおき、5月から10月にかけて軌道の更新を行っている。

2.5 環境への影響

(1) 環境に関する法律

モンゴル国においては、1998年、EIA 関連諸規制が“自然環境影響評価に関する法律”として再編成された。同法では、以降に実施されるプロジェクトに対して、自然環境調査の実施と法律に従って必要な手続きを行うことが規定されている。

本案件は、モンゴル鉄道の鉄道線路施設の基盤改修を目的とするプロジェクトであり、モンゴル国の自然環境の中で土木工事を行うものであることから、上記のEIA法に基づく調査の実施、および必要とする手続きを行う必要がある。（添付資料5-2参照）

(2) 開発調査時点（1996年～1997年）における環境配慮整理事項

総合評価は、「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。」として、プロジェクトの実施は直接問題が無いと結論づけている。（添付資料5-2参照）

(3) 本プロジェクトが環境に及ぼす影響に対する現時点における再評価

開発調査時の環境影響評価をレビューした結果、モンゴル国の現行 EIA 法に照らしても、その調査範囲、調査内容・手順および環境影響評価結果の内容に問題は無く、十分な環境調査が実施されているものとする。

- 1) 特に、今回の調査対象箇所 101 箇所は、開発調査以降 2 年半余を経た現在でも、若干の河川形状の変化は見られるものの、開発調査時に比べて目立った環境の変化は見られない。
- 2) また、本プロジェクトは既存施設の改良を行うものであり、工事施工法を適切に選択することにより、環境に及ぼす影響を最小限に押さえることが可能と考えられる。

(4) モンゴル国自然環境省の本プロジェクトに対する考え方

基本的に、全てのプロジェクトに対して環境影響評価が必要であるとした上で、本プロジェクトに関しては、以下のように考えている。

- 1) 本プロジェクトは、既存施設の改修であることから環境におよぼす影響は少ないと判断する。
- 2) 開発調査において十分な環境調査が行われており、1998 年制定の“自然環境影響評価に関する法律”に照らしても、問題は無い。

(5) 協議における合意事項

本件無償資金協力実施に必要な EIA 関連の手続きは、全てモンゴル側において実施すること、また河川への汚染を防ぐため、工事により発生する岩ズリは、河川内には投棄してはならないことを JICA 調査団、モンゴル国自然環境省およびモンゴル鉄道の 3 者間で確認した。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

内陸国であるモンゴル国にとって、鉄道は隣国のロシア・中国と接する陸上の唯一の大量輸送機関であり、また国内においては国民の生活基盤を支えるためのライフラインとしての輸送機能をはたしている。

本計画の対象区間は、ロシア国境から首都ウランバートルより南へ40km離れたバヤン駅からまでの450kmを対象としている。この区間は、災害を受けやすい丘陵地帯に位置しているため、河川の蛇行部での浸食、斜面からの落石、スフバートル駅構内への土砂流の流れ込み、橋梁の老朽化、線路の越流等により確実に安全な列車の運行が支障している。

この区間はモンゴル政府の要請により、我が国が開発調査案件として、1996年から1997年にかけて「モンゴル国鉄道線路基盤改修計画調査」の実施したもので、調査結果に従い、鉄道防災施設の強化として議会で承認されたものであり、これを踏まえて無償資金協力を要請してきたものである。

本計画は安全で確実な鉄道輸送を確保することを目的としており、この目的を達成するために、ロシア国境からバヤン区間(450km)における鉄道施設設計65個所の基盤改修計画(護岸工、落石対策工、駅洪水対策工、橋梁改修工、横断排水工等)を行う。

3.2 プロジェクトの基本構想

3.2.1 当初要請計画と緊急性の検討結果に基づく変更

モンゴル国政府の要請により、わが国は開発調査「モンゴル国鉄道基盤改修計画調査」を実施し、184 箇所を改修必要箇所として選定した。モンゴル国はこの調査結果に基づいて、モンゴル鉄道の財政状況と、工事の技術的困難を考慮して、開発調査で順位付けされたステージ 1（73 箇所 1999 年～2004 年）及びステージ 2（28 箇所 2006 年～2009 年）の計 101 箇所について無償資金の協力を要請してきた。

この中で、確実に安全な鉄道輸送の確保を目的として要請された護岸、落石対策、橋梁改修、横断排水等の各施設に対して、緊急に処置を要する箇所について、以下の評価を加えて対象施設の選定を試みた。

a. 都市側との協議

本プロジェクトの実施の対象は鉄道施設を前提としている。ウランバートル郊外に位置する 394pk のボックスカルバート内の送水管は、鉄道施設が建設されてから都市施設として設置されたものである。このため通水能力が不足し、降雨期には線路が冠水し、また構造物両面の盛土部が崩壊している。本件は、都市側がこの地点の北側に位置する導流堤を延長する計画があるため、これが実施されれば現在の通水能力で十分対応できると判断し、本プロジェクトの対象から除外した。

b. 線路移設

pk 31 地点は河川の浸食が著しい地点であり、モンゴル側はこの地点の線路移設を要請をしたが、護岸工を行えば十分対応できると判断されたため、線路移設を護岸工に変更した。

c. 現地調査による評価

394pk を除く 100 箇所の評価は、現地調査をふまえてモンゴル鉄道の施工能力評価、施設の健全度を考慮した個別評価、運転規制や被災歴等の実態評価、また災害が発生した場合の社会影響等の観点から総合的に検討し、緊急に実施すべき対象 65 箇所を選定した。各評価に対する考え方を表 3.2.1 に示す。

表 3.2.1 評価区分および評価内容

評価区分	評価内容
1. 能力評価 (施工実績)	モンゴル側で実施した施工事例があり、対策効果があるものは対象から除外した。ただし先方の負担能力を考え、緊急性の高いと判断されたものは本プロジェクトの対象とする。
2. 個別評価 (健全度)	護岸、落石、橋梁は対象とする個所で健全度調査により施設形状の変状状態を評価した。ただし、横断排水施設は施設そのものの健全度と関係がなく、通水能力の不足が周辺施設に影響をもたらすため、当評価の対象より除外する。
3. 現状評価 (経歴)	過去における被災歴（横断排水）と、徐行運転（橋梁）の対象個所は危険な状態にあると判断し、本プロジェクトの対象とする。
4. 被害による社会への影響度（復旧時間の大きさ）	橋梁の破損は事前予知が困難で、列車走行時に発生した場合、人身事故につながる。一度破損すれば準備工から桁敷設まで2ヶ月ほどかかり、この間鉄道輸送は停止し、物資輸送が停止するので、国民生活への二次災害の発生をもたらすことが十分考えられるため、本プロジェクトの対象とする。

各個所への評価と選定されたコンポーネントを表 3.2.2 に示す。当初要請個所と緊急的に実施すべき個所の選定結果は表 3.2.3 に示すとおりである。

表 3.2.2 要請個所と選定結果

対象工種	要請個所数	選定結果
1. 護岸工	9 個所	7 個所
2. 落石対策工	20 個所	13 個所
3. 線路移設工	1 個所	護岸工で対応
4. 洪水対策工	1 個所	1 個所
5. 橋梁改修工	11 個所	11 個所
6. 横断排水	59 個所	33 個所
計	101 個所	65 個所

以上のように、要請された 101 の対象個所に対し、鉄道防災に対する現状の需要を反映し、緊急に実施すべき 65 個所を選定した。

本プロジェクトの基本構想では、経済活動に必要な物資を鉄道輸送に依存するモンゴルにおいて、安定で確実な鉄道輸送の確保を目的とし、また緊急に対策を必要とする個所について改修計画を提供するものである。

表3.2.3 緊急対象プロジェクトの選定結果

対策工別 位置	対策方法	評価基準				評価結果 対象コンホ・ネット	備考 選定基準
		1. 施工実績評価 (左方実績)	2. 個別評価 (総合値)	3. 現状評価 (運転規制・異変)	4. 被害による社会影響 (復旧時間大)		
1. 護岸工							
1 10pk10+30	捨石護岸、根固め工、水制工 (L=200m)		7.8			●	個別評価
2 31pk	捨石護岸、根固め工、水制工 (L=450m)		5			●	個別評価
3 52pk1+20	捨石護岸、根固め工、水制工 (L=200m)		9.13			●	個別評価
4 54pk4+50	捨石護岸、根固め工 (L=200m)		8.5			●	個別評価
5 55pk9+20	捨石護岸、根固め工 (L=150M)		9.37			●	個別評価
6 56pk4	捨石護岸、根固め工 (L=300M)		10			●	個別評価
7 65pk5+5	捨石護岸、根固め工、水制工 (L=250M)		8.26			●	個別評価
8 89pk1	捨石護岸、根固め工 (L=250m)	x	6.09	x		●	個別評価
9 208pk1	捨石護岸、根固め工 (L=170m)	x	7.39	x		●	個別評価
個所数小計						(7)	
2. 落石対策工							
1 8pk10	オーバ・ハンク・崖推除去 (L=95m)		7.83			●	個別評価
2 9kp2	風化岩除去 (L=125m)	x	3.04	x		●	個別評価
3 9kp4	オーバ・ハンク・風化岩除去 (L=95m)		6.09			●	個別評価
4 10pk7	風化岩除去 (L=175m)	x	3.04	x		●	個別評価
5 10pk9	風化岩除去 (L=110m)	x	3.04	x		●	個別評価
6 12pk1	オーバ・ハンク・風化岩除去 (L=95m)		6.52			●	個別評価
7 13pk3	オーバ・ハンク・崖推除去 (L=175m)		10			●	個別評価
8 14pk8	オーバ・ハンク・崖推除去 (L=110m)		6.09			●	個別評価
9 17pk5	風化岩・浮石除去 (L=90m)	x	2.61	x		●	個別評価
10 18pk1	風化岩・浮石除去・安定 (L=80m)		5.22			●	個別評価
11 18pk10	オーバ・ハンク・風化岩除去 (L=115m)		8.38			●	個別評価
12 51pk8	風化岩除去 (L=65m)	x	3.04	x		●	個別評価
13 52pk3	浮石安定・除去 (L=120m)		3.04	x		●	個別評価
14 52pk10	浮石安定・除去 (L=35m)		1.3	x		●	個別評価
15 54pk2	風化岩・浮石除去・安定 (L=140m)		6.52			●	個別評価
16 57pk8	風化岩・浮石除去・安定 (L=145m)		6.52			●	個別評価
17 61pk9	風化岩・浮石除去・安定 (L=180m)		6.52			●	個別評価
18 250pk6	オーバ・ハンク・風化岩除去 (L=170m)		8.26			●	個別評価
19 267pk3	オーバ・ハンク・風化岩除去 (L=160m)		6.26			●	個別評価
20 283pk9	オーバ・ハンク・崖推除去 (L=380m)		8.26			●	個別評価
個所数小計						(13)	
3. 洪水対策工							
1 23pk	スフバートル駅洪水対策					●	個別評価
個所数小計						(1)	
4. 橋梁改修工							
1 235pk3	桁・張り出し部打ち変え		0.96			●	個別評価
2 245pk10	張り出し部補修		3.91	x		●	社会影響
3 255pk2	桁・張り出し部打ち変え		7.39			●	個別評価
4 285pk1	主桁・張り出し部補修		5.65	x		●	社会影響
5 289pk1	桁架け替え		10			●	個別評価
6 334pk3	桁・張り出し部打ち変え		7.83			●	個別評価
7 338pk10	桁架け替え		8.7			●	個別評価
8 344pk1	桁架け替え		8.26			●	個別評価
9 349pk1	床版補修		4.78	x		●	社会影響
10 356pk1	桁補修		5.22	x		●	社会影響
11 438pk7	下部工補修		4.35	x		●	社会影響
個所数小計						(11)	
5. 横断排水工							
1 21pk7	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
2 22pk10+80	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
3 60pk7	新設 (新設計)					●	被災事例
4 89pk7+75	新設 (新設計)					●	被災事例
5 90pk7+25	新設 (新設計)					●	被災事例
6 93pk8	新設 (新設計)					●	被災事例
7 97pk5+45	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
8 100pk7+30	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
9 116pk2+55	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
10 125pk9	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
11 138pk5+81	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
12 142pk9+50	新設 (MR標準)					●	被災事例
13 145pk1+30	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
14 168pk3+60	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
15 170pk3+50	新設 (新設計)					●	被災事例
16 173pk1+50	排水能力増強 (新設計)	x				●	被災事例
17 180pk850	新設 (新設計)					●	被災事例
18 192pk5	新設 (新設計)					●	被災事例
19 197pk2+75	新設 (MR標準)					●	被災事例
20 205pk8+10	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
21 210pk6+5	新設 (新設計)					●	被災事例
22 216pk6	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
23 217pk9+90	新設 (新設計)					●	被災事例
24 227pk3+65	新設 (新設計)					●	被災事例
25 237pk4+35	新設 (新設計)					●	被災事例
26 242pk9+90	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
27 253pk3+30	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
28 258pk6+60	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
29 268pk7+95	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
30 280pk10+35	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
31 282pk10+90	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
32 294pk455	新設 (新設計)					●	被災事例
33 313pk10+80	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
34 314pk10+20	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
35 319pk1+80	新設 (新設計)					●	被災事例
36 319pk7+5	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
37 324pk5+55	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
38 329pk4+55	新設 (新設計)					●	被災事例
39 331pk9+90	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
40 334pk4	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
41 341pk1+80	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
42 349pk10+10	新設 (新設計)					●	被災事例
43 350pk1+25	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
44 352pk8+20	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
45 356pk1+50	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
46 357pk6+75	新設 (新設計)					●	被災事例
47 365pk3+94	新設 (新設計)					●	被災事例
48 386pk6+50	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
49 387pk10+10	新設 (新設計)					●	被災事例
50 388pk8+50	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
51 388pk10+90	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
52 391pk2+45	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
53 399pk	旧橋台取り壊し					●	被災事例
54 416pk4+75	新設 (新設計)					●	被災事例
55 417pk6+35	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
56 420pk7+60	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
57 424pk8+50	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
58 428pk4+60	排水能力増強 (新設計)					●	被災事例
59 438pk8+50	排水能力増強 (MR標準)	x				●	被災事例
小計						(33)	
合計						(65)	

3.2.2 施設計画

(1) 護岸工

1) 調査対象箇所

要請された調査対象箇所は9箇所、この位置を図3.2.1に示す。この中には線路移設として要請された31pk2から31pk6付近は、再評価した結果、護岸工で対応できると判断されたので、この地点も調査対象箇所に含んでいる。

2) 対象箇所の選定

護岸工の要請箇所に対する必要性和妥当性は、現状の護岸の「健全度」と、鉄道線路への影響を考慮した「外的条件」の双方の面から検討した。評価の中で対策を必要とする各箇所へ優先順位を設定し、さらに緊急対策を必要とする7箇所選定した。表3.2.4は要請された9箇所に対する評価と選定結果を示す。

表 3.2.4 対象箇所の結果

番号	護岸対策箇所の位置・延長		D/Sにおけるステージ区分：護岸上	D/Sにおけるステージ区分：水溜上	基本設計調査										総合評価				
	対策区間	延長(m)			健全度										外的条件		コメント	優先順位	選定結果
					現在の護岸の状況	洗掘による護岸の滑り	河川の蛇行の発生	河川洪水流量	河川流速洪水時	河床土	流水による被害	健全度評価	洪水位とR/Lの差	鉄道と河川の距離	線路と河川間道路の有無				
1	10pk10+95~11pk2+95	200	I	II	○	△	○	●	●	○	○	○	II	●	●	○	一部に河岸の接近あり	M	選定
2	31pk2+25~31pk6+75	450	I	—	○	△	●	●	●	○	○	○	I	●	○	○	近年急接近している	II	選定
3	52pk1+25~52pk3+2	200	I	II	○	△	○	●	○	○	○	○	II	●	○	○		M	選定
4	54pk4+25~54pk6+2	200	I	II	○	○	●	●	○	○	○	○	I	○	●	○	河岸が10mまで接近	II	選定
5	55pk8+80~55pk10+3	150	III	III	○	●	○	●	○	○	○	○	I	○	○	○	河岸の洗掘による滑り破壊が進行	II	選定
6	56pk3+75~56pk6+7	300	I	なし	△	○	●	●	○	○	○	○	I	○	●	○	河岸の洗掘が進行一部追加捨石実施中	II	選定
7	65pk6+85~65pk9+3	250	II	III	○	●	●	○	○	○	○	△	I	●	△	○	河岸の洗掘による滑り破壊が進行	II	選定
8	88pk1+10~88pk3+60	250	III	なし	○	△	○	○	△	○	△	△	III	△	△	△		L	否
9	208pk2+00~208pk2+	170	I	II	○	△	●	△	●	○	△	△	III	○	△	△		L	否



不安定度 : 大 ○
: 中 ○
: 小 △

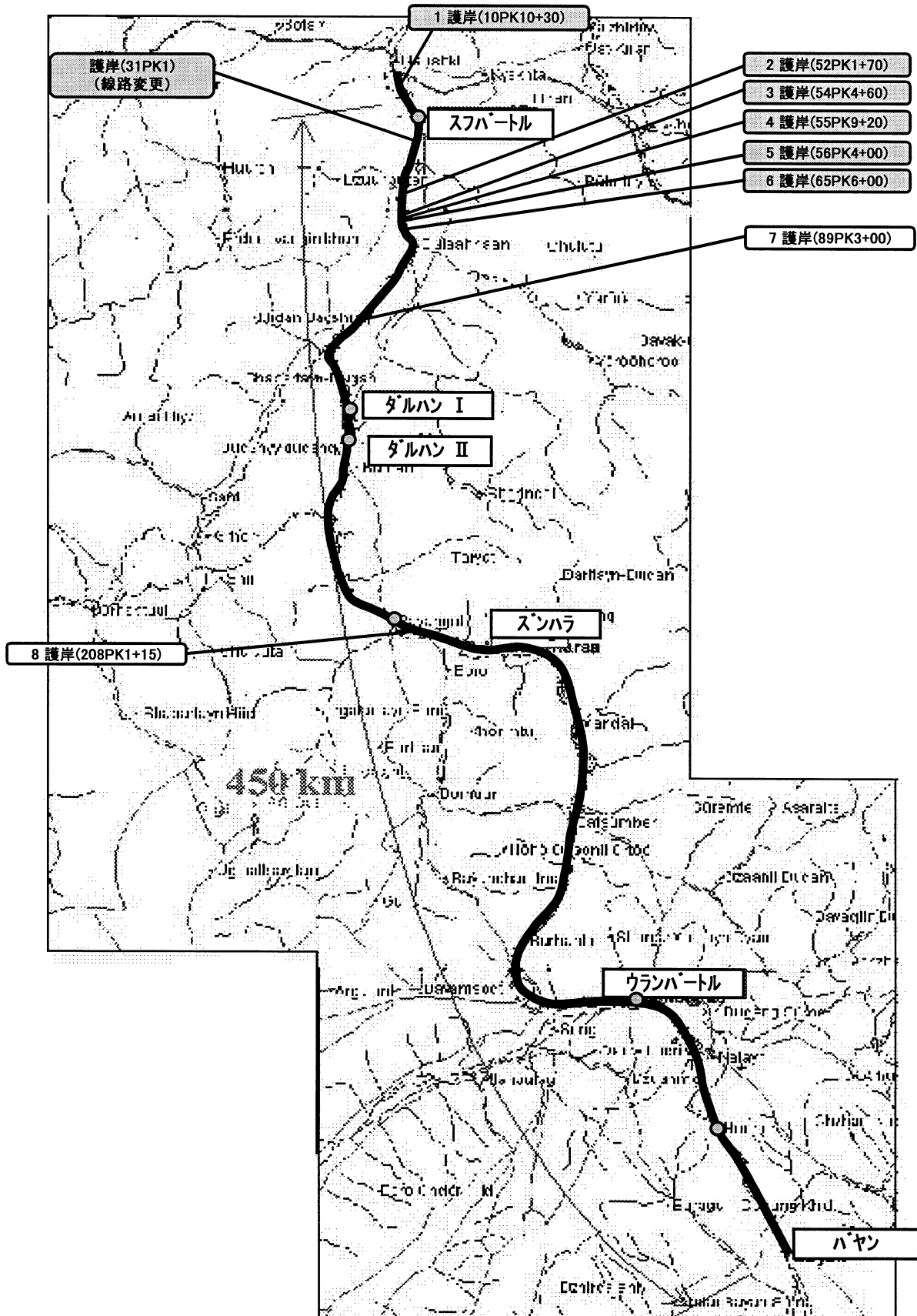
(注) 河岸の洗掘による滑り破壊は、河岸が実際に侵食されているので、他の項目に比較して2倍のウェイトをもって評価した。

健全度評価 : 現在の護岸そのものの健全度を評価した。
I : 護岸の洗掘、河川の蛇行、捨て石の流失等により緊急に護岸の整備、補強が必要。
II : 護岸の洗掘、河川の蛇行、捨て石の流失等により護岸の整備、補強が必要。一部に緊急を要する。
III : 護岸の洗掘、河川の蛇行、捨て石の流失等により護岸の整備、補強が必要。

優先順位 : II、M、Lは健全度と外的要因により緊急度の高い物より順位を付けた。

図 3.2.1 調査対象位置図 (護岸工)

要請箇所 8 箇所 
 選定箇所 7 箇所 



(2) 落石対策工

1) 調査対象箇所

要請された調査対象箇所は 20 箇所、その位置を図 3.2.2 に示す。

2) 対象箇所の選定

落石対策工の要請箇所に対する必要性和妥当性は、対象とする斜面の亀裂・節理、オーバーハング、風化、浮き石、崖堆の状況を定量的に評価する「健全度」と、また運転士の事故視認性を加味した「外的条件」の双方から総合的に評価を行い、優先度と緊急対策を必要とする 13 箇所を選定した。表 3.2.5 に評価と選定結果を示す(法面健全度調査結果を添付資料 5-5 に示す)。

表 3.2.5 評価結果

番号	落石対策箇所の位置・延長			F/S ステージ 区分	基本設計調査						総合評価				
	代表位置	対策区間	延長 (m)		健全度評価項目						健全度評価	外的条件	コメント	優先度	選定結果
					亀裂、節理	オーバーハング	風化	浮き石	崖堆						
1	8pk10	8pk10+00m~8pk10+95m	95	I	▲	◎*		△	◎	I		オーバーハングしている岩が特に大量で危険	H	選定	
2	9pk2	9pk1+85m~9pk2+50m	65	MNR要請*1	▲		◎			III		流れ目を考慮	L	否	
3	9pk4	9pk4+00m~9pk5+25m	125	II	▲	○	○		○	II		総合的に規模大	M	選定	
4	10pk7	10pk7+00m~10pk8+00m	100	II			○			III	△	視認性不良	L	否	
5	10pk9	10pk8+75m~10pk9+50m	75	II			○			III	△	視認性不良	L	否	
6	12pk1	11pk10+60m~12pk1+55m	95	II	▲	◎*		△	○	I		オーバーハングしている岩が特に大量で危険	H	選定	
7	13pk3	13pk2+75m~13pk4+50m	175	I	▲	◎*	○	△	◎	I	△	オーバーハングしている岩が特に大量で危険	H	選定	
8	14pk8	14pk7+85m~14pk8+95m	110	II	▲、-▲	○		◎	△	II		総合的に規模大	M	選定	
9	17pk5	17pk5+50m~17pk6+40m	90	I	-▲			◎		III		サシ目を考慮	L	否	
10	18pk1	17pk10+95m~18pk1+75m	80	I、II	▲		◎	○		II		総合的に規模大、流れ目を考慮	M	選定	
11	18pk10	18pk9+75m~18pk10+90m	115	I*2		◎	◎		△	I	△	オーバーハングしている岩、風化岩が大量	H	選定	
12	51pk8	51pk8+35m~51pk9+00m	65	III			△		△	III	△	視認性不良	L	否	
13	52pk3	52pk3+30m~52pk4+50m	120	II			△	○	△	III		健全度評価面の中では、比較的規模大	L	否	
14	52pk10	52pk9+90m~52pk10+25m	35	II				△		III		規模小	L	否	
15	54pk2	54pk2+75m~54pk4+15m	140	I			◎	◎	○	II	△	総合的に規模大	M	選定	
16	57pk8	57pk8+25m~57pk9+70m	145	I	▲	△	◎	○	△	II	△	総合的に規模大	M	選定	
17	61pk9	61pk9+10m~61pk10+90m	180	I		△	◎	○	○	II		総合的に規模大	M	選定	
18	250pk7	250pk6+40m~250pk8+10	170	I	▲、-▲	◎	○		○	I		オーバーハングしている岩が大量で、風化岩、崖堆も有る	H	選定	
19	267pk3	267pk2+50m~267pk4+10	160	I		◎*	◎		○	I		オーバーハングしている岩が特に大量で危険	H	選定	
20	283pk9	283pk8+00m~284pk1+80	380	I		◎*	○	○	◎	I		オーバーハングしている岩が特に大量で危険	H	選定	

*1 亀裂・摂理

- ▲ 流れ目の亀裂により、落石の危険性を増す状態
- ▲ サシ目の亀裂により、落石の危険性を若干減ずる状態

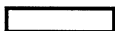

*3 健全度；

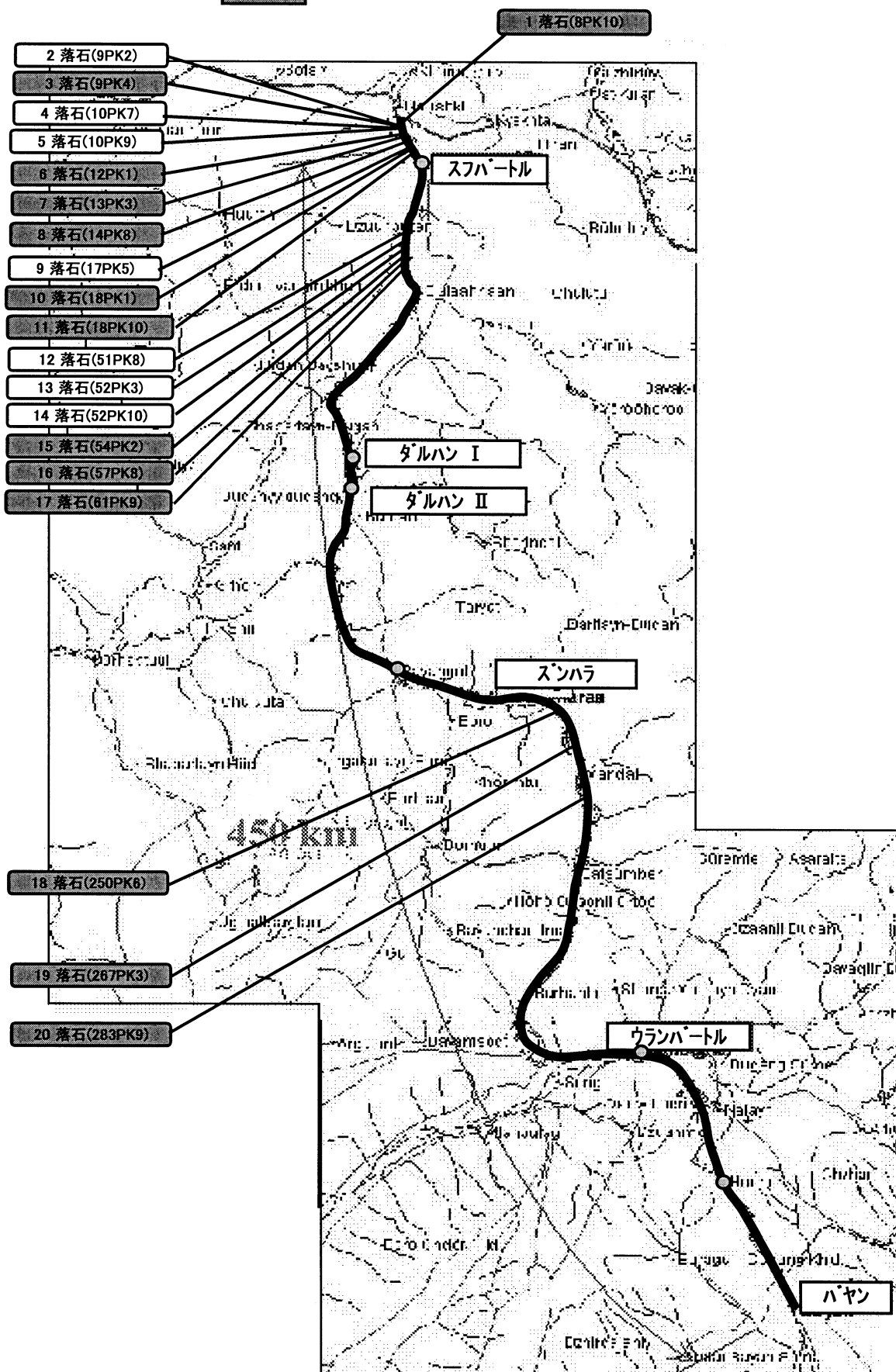
- I：処理を必要とする岩が、特に大規模であり、緊急に対策が必要。
- II：処理を必要とする岩が、大規模であり、早急な対策が必要。

2 ◎：処理を必要とする岩が、特に大量で危険

- ◎：処理を必要とする岩が、大量
- ：処理を必要とする岩が、中量
- △：処理を必要とする岩が、少量

図 3.2.2 調査対象位置図 (落石対策工)

要請箇所 20 箇所 
 選定箇所 13 箇所 



(3) 洪水対策

スフバートル駅は毎年降雨期になると、土石流により駅構内が冠水し、列車運行に支障をきたしている。駅構内ヤードでの冠水は、ポイント部を含め土砂の取り除きに時間がかかるため、ロシアと連絡する国際列車へ影響し、また石炭を含む貨物輸送が滞留するので、対策の必要性和妥当性があると判断する。

(4) 橋梁改修工

1) 調査対象箇所

要請された調査対象箇所は 11 箇所、その位置を図 3.2.3 に示す。

2) 対象箇所の選定

橋梁改修の要請箇所に対する必要性和妥当性は、対象とする橋梁の「健全度」と徐行運転の有無の「外的条件」の双方から検討し、優先度を設定し、対象箇所を選定した。表 3.2.6 に健全度評価、表 3.2.7 に総合評価を示す（個別健全度調査結果を添付資料 5-5 に示す）。

表 3.2.6 健全度評価

番号	位置	F/S時のステージ区分	基本設計調査															健全度評価	外的条件 徐行運転区間
			健全度評価項目																
			上部工主桁					上部工張出					下部工(橋台・橋脚)						
			鉄筋露出	漏木	遊離・振落・剝離	クラック	点検ハブ	鉄筋露出	漏木	遊離・振落・剝離	クラック	点検ハブ	鉄筋露出	遊離・振落・剝離	クラック	洗脚・凍上	点検ハブ		
1	235PK3+5	I	○	△	△	△	△	○	△	○	△	△			△			II	○
2	245PK10	I		△		△		△	○	△	△	△			△			III	
3	255PK3	I	△	△	△	△	△	○	○	○	△	△			△	△		II	○
4	285PK1	I	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△			△	△		III	
5	289PK1	I	◎	△	◎	○	◎	○	○	○	○	○			△			I	
6	334PK3	I	△	△	○	△	△	○	○	○	△	△			△	△		II	○
7	338PK10	I	◎	△	◎	○	◎	○	△	△	○	△			△			I	
8	344PK1	I	◎	△	◎	○	◎	○	△	△	△	△			△			I	
9	349PK10	*	○	△	△	△	△		△	△	△	△			△			III	
10	356PK1	I	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△			△			III	
11	438PK7	*		△	△	△	△		△	△	△				△	○		III	

* 印は現場調査を行いF/S時の326PK9・342PK2の2箇所は損傷が微小、損傷が大きい349PK10・438PK7に変更。

- ◎ 損傷大
- 損傷中
- △ 損傷小

健全度評価



- I : 主構造、副構造に変状又は欠陥があり取替えを必要。
- II : 主構造、副構造に変状又は欠陥があり大規模な補修を必要。
- III : 主構造、副構造に変状又は欠陥があり中・小規模な補修を必要。

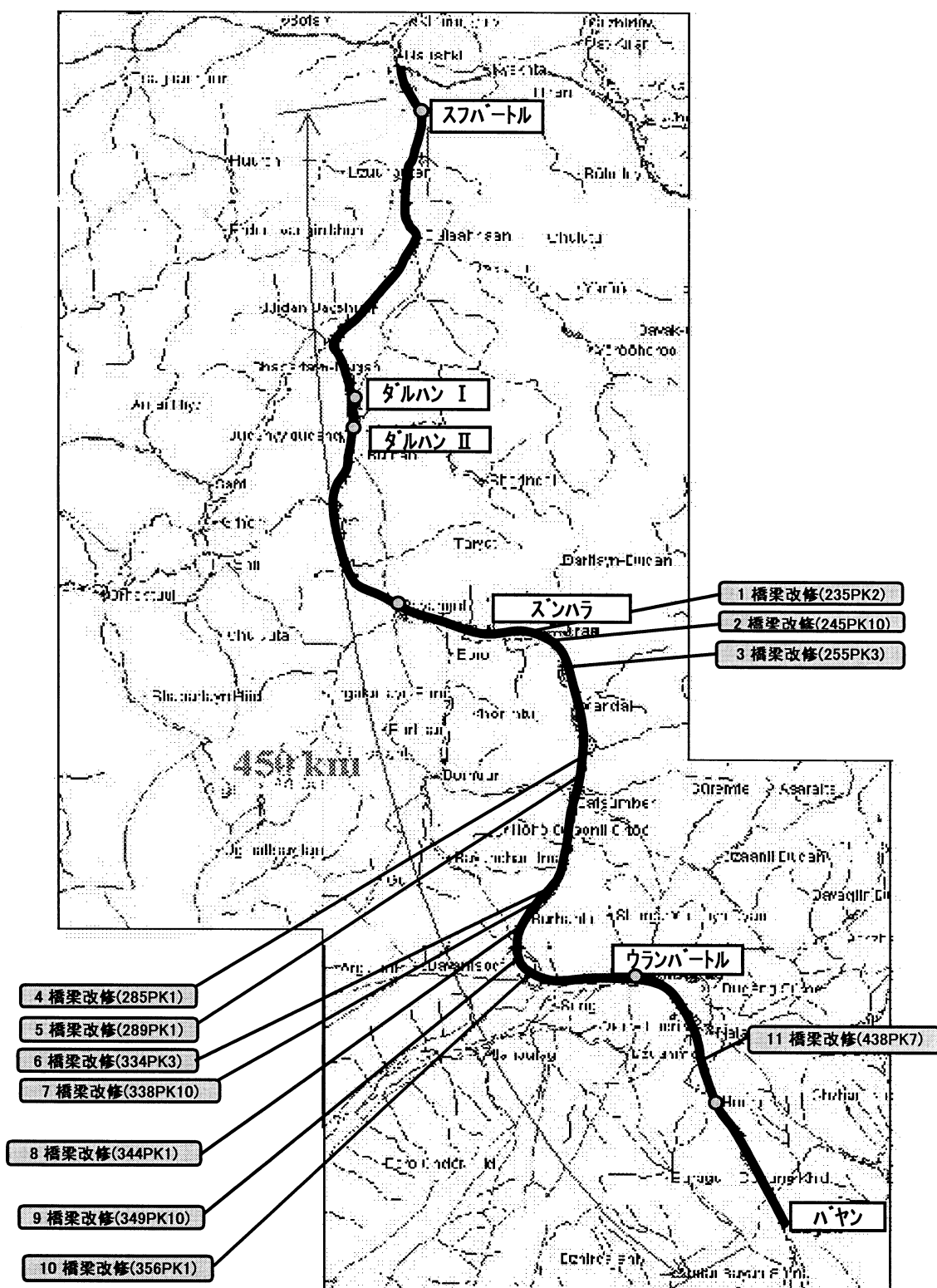
表 3.2.7 総合評価

位	置	総合評価	優先度	選定結果
1	235PK3+5	主桁及び張出補修を要す。張出損傷が大きくバラストの落下が懸念される為徐行運転をしている。	M	桁補修
2	245PK10	張出補修を要す。主桁は健全である。	L	桁補修
3	255PK3	主桁及び張出補修を要す。張出損傷が大きくバラストの落下が懸念される為徐行運転をしている。張出の損傷が大	M	桁補修
4	285PK1	主桁及び張出補修を要す	L	桁補修
5	289PK1	桁架替を要す L=11.5m	H	桁架替
6	334PK3	主桁及び張出補修を要す。張出損傷が大きくバラストの落下が懸念される為徐行運転をしている。桁損傷が大	M	桁補修
7	338PK10	桁架替を要す L=7.3m	H	桁架替
8	344PK1	桁架替を要す L=7.3m	H	桁架替
9	349PK10	床版補修を要す	L	桁補修
10	356PK1	主桁補修を要す	L	桁補修
11	438PK7	終点側橋台が偏心。ストラットによる補修を要す。	L	橋台補修

H : 緊急な処置を必要とする。
M : 早急に処置を必要とする。
L : 必要な時期に処置を必要とする。

図 3.2.3 調査対象位置図 (橋梁改修工)

要請箇所 11 箇所 
 選定箇所 11 箇所 



(5) 横断排水工

1) 横断排水調査対象箇所

要請された横断調査対象箇所は 60 箇所、その位置を図 3.2.4 に示す。

2) 対象箇所の選定

要請箇所に対する必要性と妥当性は、現地調査と水文調査データに基づいて、当施設が分担する排水量、通水不足容量、被災履歴を検討し、対象箇所数 33 箇所を選定した。21pk7 はスフバートル駅横断排水工に関連する排水施設である。選定結果を表 3.2.8 に示す。

(6) 河川拡幅 (399pk1)

ウランバートル市内の河川拡幅にあわせ、新しい橋梁を建設し線路を施設したが、旧橋台と橋桁が残っており、このため部分がボトルネックとなり、洪水時期には常時氾濫するため、周辺住民や新設した橋梁へ影響するため、対策の必要性和妥当性があると判断する。

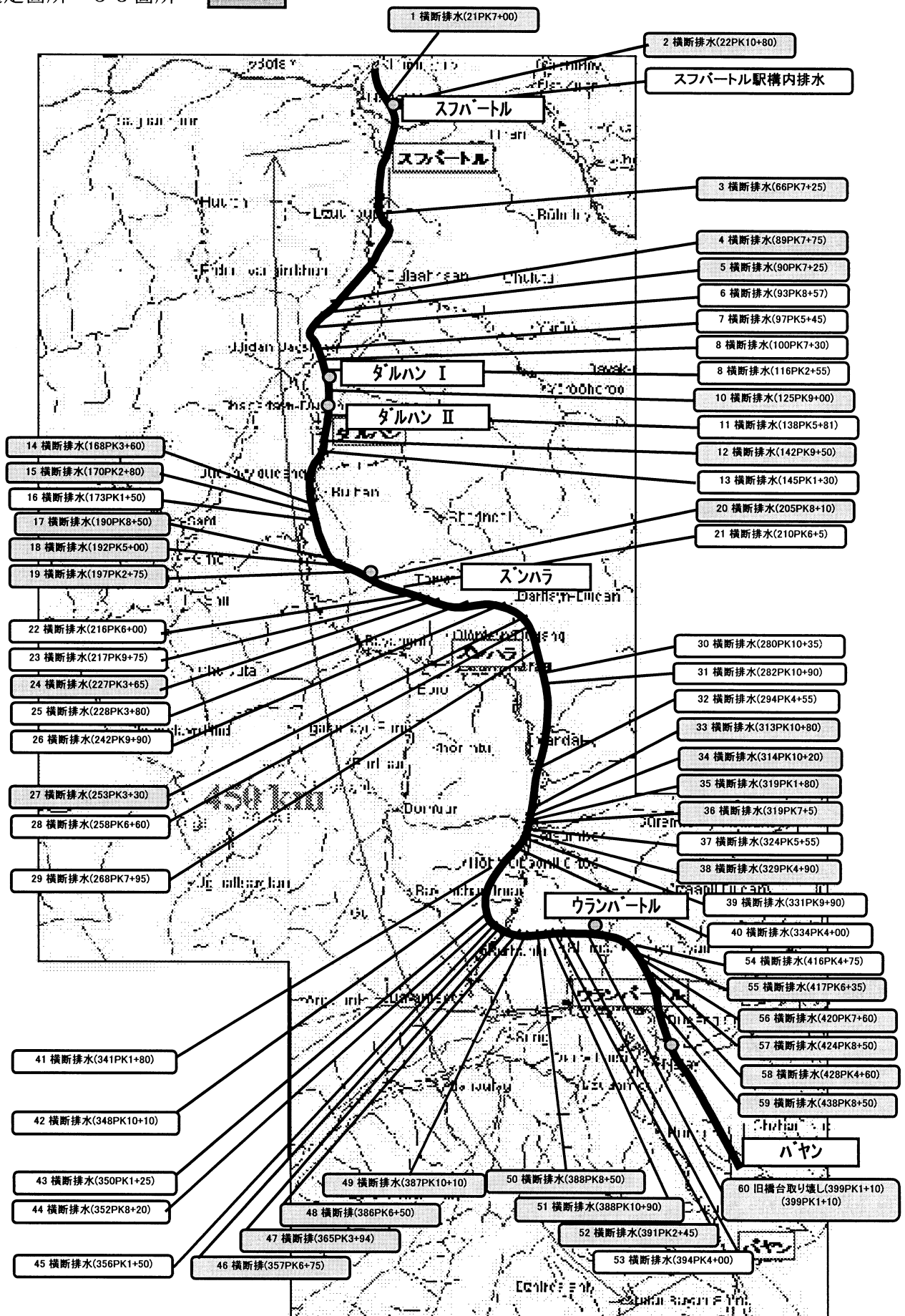
表 3.2.8 評価と選定結果

番号	対策工	対策箇所		F/Sステージ区分	評価				総合評価	
		Pk	m		F/Sでの緊急性	流域での分担率(33.3%以上)	通水能力不足の大中小(5m ³ /s以上)	災害履歴の有無	優先度	選定結果
1	能力の増強	21	7 0	2		△	△	◎	L	採択
2	能力の増強	22	10 80	1	○	○	○	◎	H	採択
3	新設	66	7 25	1	○	○	△	◎	M	採択
4	能力の増強	89	7 75	1	○	△	△	◎	M	採択
5	新設	90	7 25	3		△	△	◎	L	採択
6	新設	93	8 30	1	○	○	○		M	否
7	能力の増強	97	5 45	1	○	○	◎		M	否
8	能力の増強	100	7 30	1	○		○		L	否
9	能力の増強	116	2 55	2		○	○		L	否
10	能力の増強	125	9 0	1	○	○	○	◎	H	採択
11	能力の増強	138	5 81	2		○	○		L	否
12	新設	142	9 50	1	○	○	○	◎	H	採択
13	能力の増強	145	1 30	1	○	○	○		L	否
14	能力の増強	168	3 60	1	○	○	○	◎	H	採択
15	新設	170	3 50	1	○	○	△	◎	M	採択
16	能力の増強	173	1 50	2		○	○		L	否
17	新設	190	8 50	1	○	△	○	◎	M	採択
18	新設	192	5 0	3		△	○	◎	L	採択
19	新設	197	2 75	1	○	○	○	◎	H	採択
20	能力の増強	205	8 10	3		○	△	◎	L	採択
21	新設	210	6 5	1	○	△	△		L	否
22	能力の増強	216	6	2		△	△		L	否
23	新設	217	9 75	1	○	○	○		L	否
24	新設	227	3 65	3		△	△	◎	L	採択
25	新設	237	4 35	3		△	△		L	否
26	能力の増強	242	9 90	1	○	○	◎		M	否
27	能力の増強	253	3 30	1	○	○	○	◎	H	採択
28	能力の増強	258	6 60	3		○	○		L	否
29	能力の増強	268	7 95	2		○	○		L	否
30	能力の増強	280	10 35	3		○	○		L	否
31	能力の増強	282	10 90	2		○	△		L	否
32	新設	294	4 55	3		○	△		L	否
33	能力の増強	313	10 80	1	○	△	△	◎	M	採択
34	能力の増強	314	10 20	1	○		◎	◎	H	採択
35	新設	319	1 80	3		○	△	◎	L	採択
36	能力の増強	319	7 5	2		○	△	◎	L	採択
37	能力の増強	324	5 55	2		○	△		L	否
38	新設	329	4 90	1	○	○	△	◎	M	採択
39	能力の増強	331	9 90	3		△	△		L	否
40	能力の増強	334	4	1	○	△	◎		L	否
41	能力の増強	341	1 5	1	○	△	△		L	否
42	新設	348	10 10	2		○	○		L	否
43	能力の増強	350	1 25	2		△	○		L	否
44	能力の増強	352	8 20	1	○	○	◎		M	否
45	能力の増強	356	1 50	1	○	△	○		L	否
46	新設	357	6 75	2		○	△	◎	L	採択
47	新設	365	3 94	2		△	○	◎	L	採択
48	能力の増強	386	6 50	3		△	△	◎	L	採択
49	新設	387	10 10	3		○	△	◎	L	採択
50	能力の増強	388	8 50	1	○	△	△	◎	M	採択
51	能力の増強	388	10 90	1	○	△	○	◎	M	採択
52	能力の増強	391	2 45	1	○	△	△	◎	L	採択
53	能力の増強	394	4	1		暖房用給湯パイプの移設				
54	能力の増強	399	1	1		ウランバートル市内河川通水能力増強(旧桁、橋台撤去)				
55	新設	416	4 75	1	○	○	△		M	否
56	能力の増強	417	6 35	1	○	○	△	◎	M	採択
57	能力の増強	420	7 60	1	○	△	△	◎	L	採択
58	能力の増強	424	8 50	1	○	○	△	◎	M	採択
59	能力の増強	428	4 60	1	○	○	○	◎	H	採択
60	能力の増強	438	8 50	1	○	△	○	◎	M	採択

排水施設の必要度 : ◎ 災害履歴の有、通水能力不足15m³/s以上
: ○ 通水能力不足5m³/s以上、流域での分担率33.3%以上、F/Sステージ区分 I
: △ 通水能力不足5m³/s以下、流域での分担率33.4%以下

図 3.2.4 調査対象位置図 (横断排水工)

要請箇所 60箇所
 選定箇所 33箇所



3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

本計画の基本設計に際して、モンゴル国の自然条件、モンゴル国の建設事情、現地で入手可能な資機材、モンゴル鉄道の維持管理能力等を勘案の上、下記事項を設計の基本方針とする。

- ① モンゴル国の設計基準を適用し、設計基準がない項目については、日本の基準を採用する。
- ② 施工は維持管理の容易なものを選定し、維持管理費の低減を基本とする設計を行う。
- ③ 厳冬期は、 $-48\sim-38^{\circ}\text{C}$ 程度になるため、凍害の影響を十分考慮する。
- ④ 線路での直近や直下での工事が多いため、列車間合い・線路閉鎖での作業を明確にしたプレキャスト構造を採用する。
- ⑤ 経済性を年頭に置き可能な限り、短い期間で工事が終了するよう設計に反映する。

3.3.2 基本設計

(1) 護岸工

設計は建設省河川砂防基準に基づいて計画した。

1) 護岸工の範囲

護岸工は河川蛇行の中心又は水衝部より、河川幅の1.5～2.0倍の長さを下流側に確保し、上流側に余裕を取った範囲とする。下流側の終端部は河川が鉄道から離れるような方向の位置まで、又は河川の方向が一定になるような位置までとし、二つの河川蛇行が有る場合には連続させる。

2) 捨石法面覆工

a. 捨石の平均粒径

捨石径のサイズは「一体性の弱いモデル」を使用して、各対策個所の流速に基づく掃流力によって求めた。捨石径は表3.3.1に示す。

表 3.3.1 流速に対応した捨石径

対象箇所	流速 (m/s)	一体性の弱いモデル 石の平均径 (m)	法勾配
10 p k	3.5-3.6	0.38	1:2
31 p k	2.89-3.09	0.28	1:2
52pk ~ 65pk	2.66 - 2.72	0.22	1:2
88 p k	2.35	0.17	1:2
205 p k	3.3 ~ 3.36	0.33	1:2

根固め工の袋詰め材料の素材を、数種検討した。モンゴルで生産している袋は、割石の鋭利な角で切れる危険性があり、他の物は、輸入品で高価である。モンゴル国では袋詰め適切な材料を入手し難いことから、捨石による工法とした。

b) 法面勾配

自然河岸の法面が 1:2 で安定しているため、出来るだけ現地盤を切らずに施工する事を原則とし、出来上がり法勾配は 1:2 とした。

c) 植 生

河岸近傍の樹木、植生は河岸表面の被覆による河岸の保護、根による河岸表面の直接保護強化などにより、相当程度の河岸防護効果が期待できるので、出来るだけ残す。

d) 捨石の敷設厚

捨石法面覆工の捨石の層厚さは、掃流力より求まる「一体性の弱いモデル」より求まる捨石径の約 3 倍とした。

主に捨石護岸は砂河川に用いられる事が多く、吸出しを生じない様にする事が必要である。対象箇所はすべてシルト混じり砂であり、吸出し防止材を使用する。

法面背面に吸出し防止材と砂利又は碎石を 15cm 敷き、その上に捨石を敷設する。出来るだけ捨て石の隙間に間詰めと中詰めを行う。捨石法面覆工の厚さは各対象個所で下記のとおりである。

10pk	1,250mm
31pk	1,000mm
52pk~65pk	800mm

e) 捨て石材料

現在モンゴル鉄道で行っている 16pk 付近での捨石護岸と水制工の材料は 700km 南の Olon-Ovoo 採石場から列車で運ばれた物であり、当プロジェクトもこの採石場からの石を採用する。落石対策工で発生する石は、片岩が主であり、採用しない。

3) 捨石根固め工

法面覆工で述べたように割石以外に適切な材料が見当たらない。材料は現地で調達できる材料であり、モンゴル鉄道で実施されている工法である。河川への影響も少なく環境上も望ましい材料であるため採用した。捨石根固め工の厚さは法面覆工と同様とする。

4) 天端防護

高水位が低水護岸の天端を超えるような場合には 2m 程度の天端防護を設ける。

5) 水制工

水制工は不透水の越流型であり、護岸付近の流速低減効果を狙う物で、捨石法面覆工と共同して浸食に抵抗する。その形状と間隔は下記のとおりである。

水制工の形状

高さ	根付け付近で平水位上 0.5m～1m
天端の勾配	根付け付近から川側に 10%下り勾配
天端巾	2.5m
法面勾配	1：1.2

水制工の間隔

捨石護岸を補助していくものと位置付け、水制工の長さの 3～4 倍程度とする。

6) 設計条件

a. 河川条件

護岸計画地点におけるレール高と洪水位（標高（m））

番号	護岸計画地点	位置		レール高	洪水位	調査時点 の水位	河川縦断勾配
		km	pk	(m)	(m)	(m)	
1	10pk 10+95～11pk 2+95	11	1	600.03	598.8	594.4	1/1600-1/2000
2	31pk 2+25～31pk 6+75	31	4	610.40	607.5	606.0	1/1400-1/2000
3	52pk 1+25～52pk 3+25	52	2	623.51	622.1	619.1	1/1600-1/2000
4	54pk 4+25～54pk 6+25	54	5	625.40	623.2	621.7	1/1600-1/2000
5	55pk 8+80～55pk 10+30	55	10	625.63	623.3	621.5	1/1600-1/2000
6	56pk 3+75～56pk 6+75	56	4	626.90	624.4	623.2	1/1600-1/2000
7	65pk 6+85～65pk 9+35	65	6	631.00	629.5	625.9	1/1600-1/2000

捨石護岸の計算に用いた条件

番号	護岸計画地点	粗度係数 (主流路)		河床 勾配	洪水時 流速 (m/s)		流量 (m ³ /s)	洪水時 最大水深 (m)	
		等流	不等流		等流	不等流		等流	不等流
1	10pk 10+95～11pk 2+95	0.025	0.028	1/1600	3.52	3.59	3600	8.4	8.21
2	31pk 2+25～31pk 6+75	0.025	-	1/1400 -1600	2.89 -3.09	-	1600	6	-
3	52pk 1+25～52pk 3+25	0.025	0.028	1/1800	2.72	2.66	1600	6	5.73
4	54pk 4+25～54pk 6+25	0.025	0.028	1/1800	2.72	2.66	1600	6	5.73
5	55pk 8+80～55pk 10+30	0.025	0.028	1/1800	2.72	2.66	1600	6	5.73
6	56pk 3+75～56pk 6+75	0.025	0.028	1/1800	2.72	2.66	1600	6	5.73
7	65pk 6+85～65pk 9+35	0.025	0.028	1/1800	2.72	2.66	1600	6	5.73

b. 構造条件

完成後の維持管理がモンゴル側で十分できる構造とする。捨石護岸と水制工はモンゴルで施工実績のある工法で、十分な施工経験に基づく維持管理が可能であり、河川環境の保全に良好なことから採用する。

構造は、河川の水深、冬季河川の凍結、雪解けによる増水そして雨季の洪水を考慮する。

7) 対策工

河川の現況調査と水文調査に基づき、流量、流速が大きく、既に水制工が有効に働いている 10pk 地点、試験的に設けられた水制工が有効に働いたと見られる 31pk 地点の 2 箇所は護岸工と水制工を併用する対策工とする。52pk と 65pk の 2 箇所では局部的に浸食されている一部分に水制工を設け、他は護岸工とした。水制工は全て既存のものと同じ不透水制であるが越流タイプとし、その流速低減効果により捨石護岸と併用して護岸浸食を止める方策を採用した。その他の 3 箇所は捨石護岸工とした。対象箇所別対策工を表 3.3.2 に示す。

表 3.3.2 対象箇所別対策工

番号	位置	延長 (m)	対象河川名	対策工
1	10pk 10+95 ~ 11pk 2+95	200	セレンゲ川	捨石法面覆工、根固め護岸と水制工の増設
2	31pk 2+25 ~ 31pk 6+75	450	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸と水制工の増設
3	52pk 1+25 ~ 52pk 3+25	200	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸と一部水制工
4	54pk 4+25 ~ 54pk 6+25	200	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸
5	55pk 8+80 ~ 55pk 10+30	150	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸
6	56pk 3+75 ~ 56pk 6+75	300	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸
7	65pk 6+85 ~ 65pk 9+35	250	オルホン川	捨石法面覆工、根固め護岸と一部水制工

(2) 落石対策

「落石対策技術マニュアル（鉄道総研、平成 11 年 3 月）」における斜面分類を採用して、整理の指標とした。

1) 基本的考え方

- ① 落石の原因となるオーバーハング、風化岩、浮き石、崖堆の必要最小限度の除去を主眼とし、補助的に根固め、ロックプール設置工等を行う。落石覆、落石止擁壁、落石防止柵、コンクリートライニング、落石防止網、格子枠等の対策工については、コンクリートの現場打設が必要であり狭隘な現場では施工困難、冬季は施工不可能、工事費が多額となる等の理由により、原則として採用しない。
- ② 現場の自然状態に基づき落石の除去範囲を決定することが最も合理的である。現地の崖堆の自然勾配（安息角）は 30° ~ 35° 程度、オーバーハング上方の安定した自然斜面は概ね 35° 以下である。
従って、オーバーハング除去の際の切取勾配は 35° 以下が理想であるが、上方斜面の勾配が 30° ~ 35° 程度の場合は、切取ボリュームの巨大化を防ぐため 40° の勾配で切り取るものとする。
- ③ 工事規模は、工事費の節減を念頭に、斜面の安定化が図れる最小限度とする。

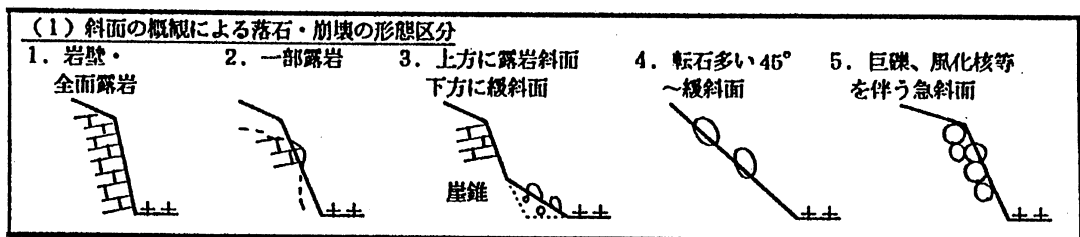
- ③ 工事規模は、工事費の節減を念頭に、斜面の安定化が図れる最小限度とする。
- ④ これにより、発生ズリ等の処理必要量も最小化が見込まれ、環境影響も最小化が果たされる。
- ⑤ 河川の汚染を避けるため、河川内には発生ズリを捨てない計画とする。

2) 斜面のタイプ別分類

対策工実施個所のタイプ別分類を表 3.3.3 に示す。

表 3.3.3 斜面のタイプ別分類

番号	落石対策箇所の位置・延長			斜面のタイプ別分類				
	代表位置	対策区間	延長(m)	1	2	3	4	5
1	8pk10	8pk10+00m~8pk10+95m	95			○		
2	9pk2	9pk1+85m~9pk2+50m	65	○				
3	9pk4	9pk4+00m~9pk5+25m	125	○		○		
4	10pk7	10pk7+00m~10pk8+00m	100	○				
5	10pk9	10pk8+75m~10pk9+50m	75	○				
6	12pk1	11pk10+60m~12pk1+55m	95			○		
7	13pk3	13pk2+75m~13pk4+50m	175			○		
8	14pk8	14pk7+85m~14pk8+95m	110			○	○	
9	17pk5	17pk5+50m~17pk6+40m	90	○				
10	18pk1	17pk10+95m~18pk1+75m	80	○				
11	18pk10	18pk9+75m~18pk10+90m	115	○				
12	51pk8	51pk8+35m~51pk9+00m	65			○		
13	52pk3	52pk3+30m~52pk4+50m	120	○				
14	52pk10	52pk9+90m~52pk10+25m	35	○				
15	54pk2	54pk2+75m~54pk4+15m	140				○	
16	57pk8	57pk8+25m~57pk9+70m	145	○		○		
17	61pk9	61pk9+10m~61pk10+90m	180			○	○	
18	250pk7	250pk6+40m~250pk8+10m	170	○		○		
19	267pk3	267pk2+50m~267pk4+10m	160			○		
20	283pk9	283pk8+00m~284pk1+80m	380			○	○	



3) 落石対策工

斜面のタイプ分類に基づき、次の対策工を組み合わせ、落石の発生因子を取り除くことを主眼に、落石対策工を設計する。表 3.3.4 にそれぞれの個所に対する対策工を示す。

表 3.3.4 対策工

番号	落石対策箇所の位置・延長			個別落石対策工				
	代表位置	対策区間	延長(m)	オーバーハング除去	風化岩除去	浮き石除去・根固	崖堆除去	ロックネット設置
1	8pk10	8pk10+00m～8pk10+95m	95	○		○	○	○
2	9pk4	9pk4+00m～9pk5+25m	125	○	○		○	○
3	12pk1	● 11pk10+60m～12pk1+55m	95	○		○	○	○
4	13pk3	● 13pk2+75m～13pk4+50m	175	○	○	○	○	○
5	14pk8	14pk7+85m～14pk8+95m	110	○		○	○	○
6	18pk1	17pk10+95m～18pk1+75m	80		○	○		○
7	18pk10	18pk9+75m～18pk10+90m	115	○	○		○	○
8	54pk2	54pk2+75m～54pk4+15m	140		○	○	○	○
9	57pk8	57pk8+25m～57pk9+70m	145	○	○	○	○	○
10	61pk9	61pk9+10m～61pk10+90m	180	○	○	○	○	○
11	250pk7	250pk6+40m～250pk8+10m	170	○	○		○	
12	267pk3	● 267pk2+50m～267pk4+10m	160	○	○		○	○
13	283pk9	● 283pk8+00m～284pk1+80m	380	○	○	○	○	○

注) 12pk1、13pk3、267pk3、283pk4 は、通信線の移設を必要とする。

(3) スフバートル駅洪水対策

1) 対策範囲

対象範囲は駅舎より北側へ線路平行に 1,100m の排水路で 20pk10 の既設の線路横断排水に達する位置、南側へは 700m の排水路で引き込み線を横断、860m で石炭輸送用引き上げ線を横断し、さらに引き上げ線に平行に 150m 流れて線路から離れる位置とする。対策範囲は北南合わせて約 2.1km となる。

線路への越流の原因は、北側では、20pk10 までの間にある横断排水の排水能力不足、線路に平行する既設水路の不十分な断面、南側では緩勾配、浅い水路、線路横断部の水頭損失等が影響している。

2) 設計条件

a) 集水域

流域面積と流域に敷設されている導流堤の配置から、流域面積の 2/3 を集水域とする。このため、北側 18m³/s、南側 11m³/s の流量が対象地点に集まる。

b) 線路平行排水路の流量計算（等流、不等流の計算）

コンクリート U 字型

粗度係数	0.15	
総流量	29 m ³ /s	
北側水路の流量	18 m ³ /s	延長 1.1 km
南側水路の流量	11 m ³ /s	延長 1.0 km

c) 構造設計

土圧係数（砂質土、静止土圧）	0.5
土の単位重量	1.9 tf/m ³
水の単位重量	1.0 tf/m ³
上載荷重(車)	1.0 tf/m ²
コンクリート単位体積重量	2.5 tf/m ³
コンクリート強度	240 kg/m ²
鉄筋材料	SD345

3) 対策工

a) 線路横断排水

駅ヤードは 12～16 線の線路が位置するため、容易に横断排水を敷設できる位置は駅構内両端の線路数の少ない部分が経済的となる。駅北側の流末部は 3 線の直下に横断排水を新設し、駅南側の流末部は各々引き込み線、引き上げ線の直下に横断排水を新設する。駅北側南側双方とも横断排水工にはボックスカルバートを設ける。排水は新設のボックスと既設のパイプカルバートを生かして分担する。

b) 線路平行排水路

水路の流量計算は等流と不等流で計算検討した。

約 1/200 勾配の排水の流速では、洗掘を防ぐための底コンクリートが必要となるため、コンクリートの U 字型水路とした。現地で施工が可能であることから工費の安い現場打ち施工とした。

北側排水路の大きさは、巾 3.0×高さ 2.0m（流末）から 1.5m×1.5m（上流端）とする。南側排水路の大きさは、巾 3.0×高さ 1.4m（流末）から 1.5m×1.4m（上流端）とする。

道路横断部では 1.5m×1.5m（長さ 6m）のボックスカルバート、駅構内の北排水で 1.5m 幅の歩行者用スラブを水路に 2 箇所掛ける。

(4) 橋梁改修

1) 設計方針

① 桁の架替

- ・ モンゴル鉄道の標準タイプの桁を用いる。
- ・ 新しい桁は、以下の理由により、プレキャスト製品とする。

	プレキャスト製品	場所打ち製品
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 材料の搬入が容易である。 ・ 鉄道による、桁の搬入が出来る。 ・ 型枠の兼用が出来る。 ・ 冬季製作準備が出来る。 ・ 現場架設施工期間が短い。 ・ 品質管理が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 材料を搬入する工事用道路が無い為、工事車両による資材の運搬に時間が掛る。 ・ 鉄道による材料の搬入は、材料の積降に時間を要する為、列車運行に支障が出る。 ・ 型枠の兼用が出来ない。 ・ 現場の工事期間が長い為、工事中の水対策を必要とする。(ヒアリングの結果、通常の雪解け水、降雨による水位は1.0~1.5m鉄道付近に溜まる。) ・ 品質管理が困難。 ・ 家畜の通行に支障が出る。
評価	○	

② 桁、張出の主な補修方法

- ・ 鉄筋露出部のコンクリート抜け落ち部又は剥離個所に樹脂モルタル充填する。
- ・ 老朽化した張出部のコンクリートを打替る。
- ・ 桁遊間のコンクリート抜け落ち部の打替及び防水材を取替える。
- ・ 張出部コンクリート目地部の防水材を取替える。

2) 設計条件

① 設計荷重

- ・ 活荷重 等値等分布荷重

スパン λ	K=1				K=14			
	始点 $\alpha=0$		スパン中央 $\alpha=0.5$		始点 $\alpha=0$		スパン中央 $\alpha=0.5$	
	KN/m	tf/m	KN/m	tf/m	KN/m	tf/m	KN/m	tf/m
1.0	49.03	5.000	49.03	5.000	686.5	70.00	686.5	70.00
1.5	39.15	3.992	34.25	3.493	548.1	55.89	479.5	48.90
2.0	30.55	3.115	26.73	2.726	427.7	43.61	374.2	38.16
3.0	24.16	2.464	21.14	2.156	338.3	34.50	296.0	30.18
4.0	21.69	2.212	18.99	1.936	303.7	30.97	265.8	27.10
5.0	20.37	2.077	17.82	1.817	285.2	29.08	249.5	25.44
6.0	19.50	1.988	17.06	1.740	272.9	27.83	238.8	24.35
7.0	18.84	1.921	16.48	1.681	263.7	26.89	230.7	23.53
8.0	18.32	1.868	16.02	1.634	256.4	26.15	224.4	22.88
9.0	17.87	1.822	15.63	1.594	250.2	25.51	218.9	22.32
10.0	17.47	1.781	15.28	1.558	244.5	24.93	214.0	21.82

(1984年モンゴル標準 変動荷重)

- 死荷重 鉄筋コンクリート $D1=2.5\text{tf/m}^3$
 勾配コンクリート $D2=2.35\text{tf/m}^3$ (本体と一体の場合： 2.5tf/m^3)
 軌道荷重 $D3=6.825\text{tf/m}$
 バラスト $D4=1.9\text{tf/m}^3$

② 衝撃係数

- $1 + \mu = 1 + 10 / (20 + \lambda)$ (モンゴル標準)

③ 材 料

- 上部工コンクリート $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ (モンゴル仕様の4角柱試験)
- 下部工コンクリート $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ (モンゴル仕様の4角柱試験)
- 無筋コンクリート $\sigma_{ck}=200\text{kgf/cm}^2$ (モンゴル仕様の4角柱試験)
- 鉄筋 SD295 又は SD345 S

④ 桁の形状はモンゴル鉄道標準設計を摘要する。

3) 基本設計図

橋梁の個所別改修工を、表 3.3.5 に示す。

表 3.3.5 個所別改修工

位 置	箇 所 別 橋 梁 改 修 工
① 235PK+5	主桁・張出の補修を要す。
② 245PK10	張出の補修を要す。
③ 255PK3	主桁・張出の補修を要す。
④ 285PK1	主桁・張出の補修を要す。
⑤ 289PK1	1径間は桁架替を要す。1径間は桁・張出補修を要す。(L=11.5m)
⑥ 334PK3	主桁・張出補修を要す。
⑦ 338PK10	桁架替を要す。(L=7.3m)
⑧ 344PK1	桁架替を要す。(L=7.3m)
⑨ 349PK10	床版補修を要す。
⑩ 356PK1	主桁・張出補修を要す。
⑪ 438PK7	終点側橋台が偏心。ストラットによる補強を要す。

4) 桁の一般形状

橋桁架け替え工の一般図を示す。梁上部工補修、橋梁下部工補修の一般図を添付資料に示す。

(5) 横断排水工

1) 構造条件

通水能力の増加には、橋梁、ボックスカルバートの新・増設等方法が幾通りか考えられる。現在までモンゴル鉄道が採用してきた工法は、10時間程度の運転間合いに盛土を取り払い、プレキャストコンクリート製品のボックスカルバートを敷設し、埋戻す工法である。列車間合いが取れる状態ではこの方法がもっとも経済的で、工期も短く、安全である。また、冬季にプレキャストコンクリート製品を作る事により稼働効率が上がる。列車運行を確保しての工事では仮設の橋台設置、工事桁の架設に工期、工費が掛かるため推奨できない。また、コンクリートを現場で練ることは品質管理上問題が有るため避けた。以上より、プレキャストコンクリートボックスカルバートの構造を採用する。

現地での聞き取り調査から、既設横断排水施設の通水能力不足による鉄道盛土上の越流は、鉄道に沿って流れる河川洪水の高水位時にも発生している事より、ボックスカルバートの上流側と下流側（鉄道の左右）で、水位差が0.4mで必要な排水ができる断面とした。モンゴル鉄道で委託したモンゴルコンサルタントの調査報告でも同様の提案をしている。

2) 設計条件

a. ボックスカルバートのサイズ

流量計算により、下記のサイズを採用した。タイプA、B、Cは新規に設計しタイプD、Eはモンゴル鉄道の標準設計を採用する。

タイプ	内空高 m	内空巾 m	上床版 m	下床版 m	側壁 m	ハンチ m
A (1.5×1.5)	1.50	1.50	0.15	0.15	0.13	0.20
B (2.0×1.0)	2.00	1.00	0.20	0.20	0.14	0.20
C (2.5×1.5)	2.50	1.50	0.26	0.26	0.18	0.20
D (2.5×2.0)	2.50	2.00	0.20	0.20	0.13	0.20
E (3.0×2.5)	3.00	2.50	0.29	0.29	0.20	0.25

b. 繋ぎ鋼棒

プレキャストブロック施工であり、1～2m幅のブロックを敷設する。モンゴル鉄道の標準設計ではブロック間の繋ぎはない、鉄道の振動によるブロックのずれを止めるためボックスの4隅に孔を設け、鋼棒を通しボルトで止める。鋼棒は22mm（一番手に入りやすいSD345相当）を使用する。

c. 設計基準

タイプA～Cは日本の基準で設計し、タイプD、Eはモンゴル鉄道の設計基準を用いる。

d. 設計条件

① 設計荷重

- 活荷重
橋梁の設計荷重(1984年モンゴル標準変動荷重)を参照した。
- 死荷重

鉄筋コンクリート	2.5tf/m ³
軌道重量	6.825tf/m
バラスト	1.9tf/m ³
土	1.8tf/m ³
- 衝撃荷重 (モンゴル基準)
衝撃係数 = $1 + 10 / (20 + \lambda)$
- 土圧係数
K=0.5 (砂質土、静止土圧係数)
地震は構造設計上影響ないので考慮しない。

② 材料と材料強度

コンクリートは寒冷地での耐久性向上のため AE 材使用を使用する。

コンクリート (プレキャスト用)	$\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/m}^3$
コンクリート (基礎用鉄筋用)	$\sigma_{ck} = 200 \text{ kg/m}^3$
コンクリート (基礎無筋用)	$\sigma_{ck} = 150 \text{ kg/m}^3$
鉄筋	SD345

3) 対策工

a. 排水溝の構造

33 箇所 (河川拡幅 1 箇所を含む) の構造を表 3.3.6 に示す。

ボックス刈るバートの大きさにタイプを表示する。

A タイプは 16 箇所、B タイプは 6 箇所、C タイプは 5 箇所、D タイプは 3 箇所、E タイプは 2 箇所である。

表 3.3.6 対策実施対象箇所一覧

番号	対応	対策箇所の位置		通水方向	流域流量 (m ³ /s)	必要とする 流下能力 (m ³ /s)	タイプ	流下能力 (m ³ /s)	備考
		PK	m						
1	能力の増強	21	7 0	L・R	17.3	4.00	A	5.61	
2	能力の増強	22	10 80	L・R	29.2	10.96	A	12.54	3線 スフバートル駅構 内 既存 φ 2.0
3	新設	66	7 25	L・R	11.6	4.35	B	4.98	
4	能力の増強	89	7 75	L・R	18.7	3.50	A	5.61	
5	新設	90	7 25	L・R	18.7	3.50	A	5.61	
6	能力の増強	125	9 0	L・R	37.4	14.30	C×2	14.57	複線 (ダルハン I と II の間)
7	新設	142	9 50	L・R	29.7	10.45	D	12.46	
8	能力の増強	168	3 60	L・R	15.4	11.44	D	12.46	5線 (エルネット駅 構内)
9	新設	170	3 50	L・R	8.5	3.86	A	5.61	
10	新設	190	8 50	L・R	22.7	6.80	B×2	9.97	
11	新設	192	5 0	L・R	46.0	13.30	C×2	13.33	
12	新設	197	2 75	L・R	18.0	14.25	E	17.57	
13	能力の増強	205	8 10	L・R	3.6	1.72	A	5.61	
14	新設	227	3 65	L・R	8.7	0.90	A	4.98	
15	能力の増強	253	3 30	L・R	24.5	12.80	C×2	17.19	複線 (ウネット駅.)
16	能力の増強	313	10 80	R・L	9.3	2.36	A	5.61	
17	能力の増強	314	10 20	R・L	19.1	16.49	C×2	18.69	5線 (マンダール駅)
18	新設	319	1 80	R・L	5.6	3.18	A	5.61	
19	能力の増強	319	7 5	R・L	5.2	3.20	A	5.61	
20	新設	329	4 90	R・L	3.0	1.74	B	3.34	
21	新設	357	6 75	L・R	7.9	3.06	A	5.61	
22	新設	365	3 94	L・R	21.6	5.30	A	5.61	
23	能力の増強	386	6 50	L・R	38.6	1.55	B	4.29	
24	新設	387	10 10	L・R	0.8	0.77	B	2.54	土被りなし
25	能力の増強	388	8 50	L・R	43.2	4.76	A	5.61	
26	能力の増強	388	10 90	L・R	43.2	14.27	E	18.69	
27	能力の増強	391	2 45	L・R	6.6	1.49	A	5.61	
28	能力の増強	417	6 35	R・L	6.7	3.69	A	5.61	
29	能力の増強	420	7 60	R・L	56.5	0.44	A	5.61	
30	能力の増強	424	8 50	L・R	11.4	4.10	A	5.61	
31	能力の増強	428	4 60	L・R	16.8	9.35	C	9.35	
32	能力の増強	438	8 50	R・L	60.5	11.2	D	12.46	
33	河川拡幅 能力の増強	399	1	L・R	7) 河川拡幅参照のこと				ウランバートル市内河 川拡幅

Note: タイプ A 1.5m (W)×1.5m (H)
 タイプ B 2.0m (W)×1.0m (H)
 タイプ C 2.5m (W)×1.5m (H)
 タイプ D 2.5m (W)×2.0m (H)
 タイプ E 3.0m (W)×2.5m (H)

b. 凍上対策

粘土あるいはシルト質土砂は凍上を生じ軌道構造、列車運転に支障となるので、そのような所では置き換えを行なう。モンゴル鉄道から受けたリストから該当する箇所は下記の表のとおりである。

表 3.3.7 凍上箇所

No.	位置		凍上量 (mm)	備考
	pk	m		
1	242	9 90	35	凍上は現地盤の中で生じる
2	253	3 30	45	上に同じ
3	268	7 95	15	上に同じ
4	280	10 35	15	上に同じ
5	313	10	20	上に同じ
6	314	10	20	上に同じ
7	349	10	20	上に同じ
8	352	10	20	上に同じ
9	420	7	20	上に同じ

(6) 河川拡幅 (399pk1)

対策を必要とする範囲は、河川改修の内、左右の橋台と鉄道桁の撤去までとする。旧護岸の取り壊し、護岸の新設、浚渫はモンゴル側で行なう事とする。

3.4 ソフトコンポーネント

3.4.1 背景

モンゴル鉄道は施設の維持管理方法が徹底していないため、施設が破損してから復旧工事を行っているのが実情で、このため限られた財源を他施設の維持管理への運用を困難としている。自然災害による被害を最小に抑えるには、予防保全を前提とした施設の維持管理を実施し、個所当りの修復費用を抑え、同時に安全で確実な列車運行の確保が望まれる。

3.4.2 ソフトコンポーネント導入の必要性と効果

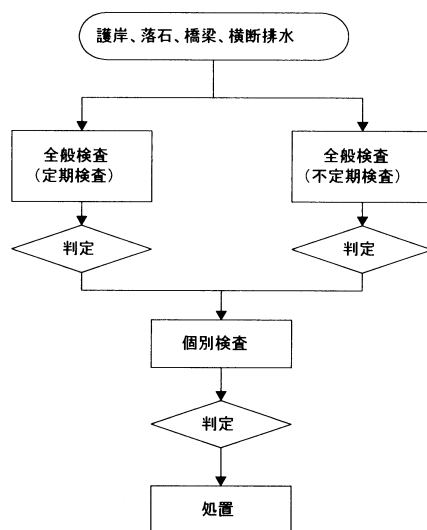
日本では予防保全を前提に、構造物の健全度調査を定期的実施し、施設の維持管理に反映させている。このため災害による被害の発生を未然に防ぎ、列車運行への支障を最小限に抑えている。

鉄道線路基盤改修計画では、無償資金協力により護岸、落石対策、橋梁、横断排水等の施設65個所に対する改善が計画されているが、これらの施設に対して予防保全を目的とする維持管理を徹底させる必要がある。

従って、「効果的な維持管理体制の確立」のために無償資金協力によるソフトコンポーネントを導入し、日本で実施されている検査マニュアルをモンゴルの実態に沿うものに作成するとともに、その運用をモンゴル鉄道側に伝えるという必要最低限の協力をを行いプロジェクトの実施効果を高めることを目的としている。

(1) 目標

モンゴルの実情にあわせた健全度調査の実施要領と評価手法・区分を取りまとめた検査マニュアル（以下マニュアルという）を作成しその運用を伝え、施設維持管理に対する予防保全の考え方を徹底する。日本で実施されている土木構造物検査の一般的な流れを以下に示す。



マニュアルの主たる内容は以下のとおりである。

- 1) 全般検査（定期・不定期）：線路構造物の変状調査と評価、大雨・大雪後の点検と評価
- 2) 個別検査（随時）：全般検査で異状があると確認された施設の追跡調査

モンゴルの状況に併せて作成したマニュアルに基づいて、モンゴル鉄道施設局職員を対象として日本で実施されている運用方法の紹介と併せて、構造物の検査方法と予防保全を目標とする施設の維持管理について教育指導を実施する。

(2) 成 果

上記目標を達成すれば、本ソフトコンポーネントの実施による成果は以下のとおりである。

- 1) マニュアルにより健全度調査の実施手法と評価手法・区分が確定するため、点在する施設の変状と機能の低下が同一レベルで評価できる。
- 2) 評価結果を、予防保全を目的とする施設の維持管理に反映出来るため、復旧工事に必要な費用を軽減できる。
- 3) 施設維持管理を徹底することにより、65 個所の施設が長期にわたり機能する。
- 4) また列車運転への影響を最小に抑えられるため、安定した列車運行が確保される。

(3) 活 動

ソフトコンポーネントによる施設の維持管理は、以下の業務内容を主とする。

- a. モンゴル鉄道が実施している鉄道施設維持管理手法の実態を掌握し問題点を抽出し、モンゴルに適合した検査マニュアルを作成する。
- b. 現場で検査マニュアルに基づいた検査方法の教育訓練を行う。

1) 各ターム毎の業務内容・成果

- a. ターム 1：現在の防災対策方法の掌握・問題点を抽出し検査マニュアルを作成する。
- b. ターム 2：検査マニュアルに基づいた現場指導を行う。

2) 詳細投入計画

上記活動の実施は、以下の計画で行う。

- － 本業務の実施のため日本人専門家 2 名を 2 回に分けて派遣する。
- － 初回はモンゴル鉄道の施設維持管理の実態を掌握し、現地事情を反映した検査マニュアルを作成し、ワークショップによりその運用をモンゴル鉄道関係者へ説明する。

- － 2 回目はマニュアルに従い、現地にて検査方法の教育訓練を行う。

		2001 年		2002 年	
建設スケジュール (護岸、落石、横断排水、橋梁)		=		=	
活動事項	施設維持管理の実態掌握・検査マニュアルの作成	-			
	検査方法の教育訓練			-	

また、本ソフトコンポーネント業務の実施にあたり、以下の項目はモンゴル鉄道側の責任で準備し、その費用も負担するものとする。

- － 作業期間中、モンゴル鉄道軌道施設部職員よりカウンターパートの任命
- － 各保線区の検査担当者の任命と、検査方法の習得
- － 現場調査に必要な諸経費の負担（列車提供、現場への移動費等）

3.5 プロジェクトの実施体制

3.5.1 組織

モンゴル鉄道はインフラ省の管轄のもとに、鉄道輸送事業を行っており、職員数は約 14,000 人である。モンゴル鉄道の組織図は、図 3.4.1 に示すとおりで、当計画に関連する部門は線路施設部が実施することになっている。線路施設部は線路施設（軌道、盛土、橋梁、暗渠、護岸等）の通常保守や施設管理を行っている。線路施設部のもとに 5 保線所がモンゴル鉄道全体を管理しており、当計画区間のスフバートル～バヤン間 450km は No.1 保線所（ダルハン）および No.2 保線所（ウランバートル）が担当している。

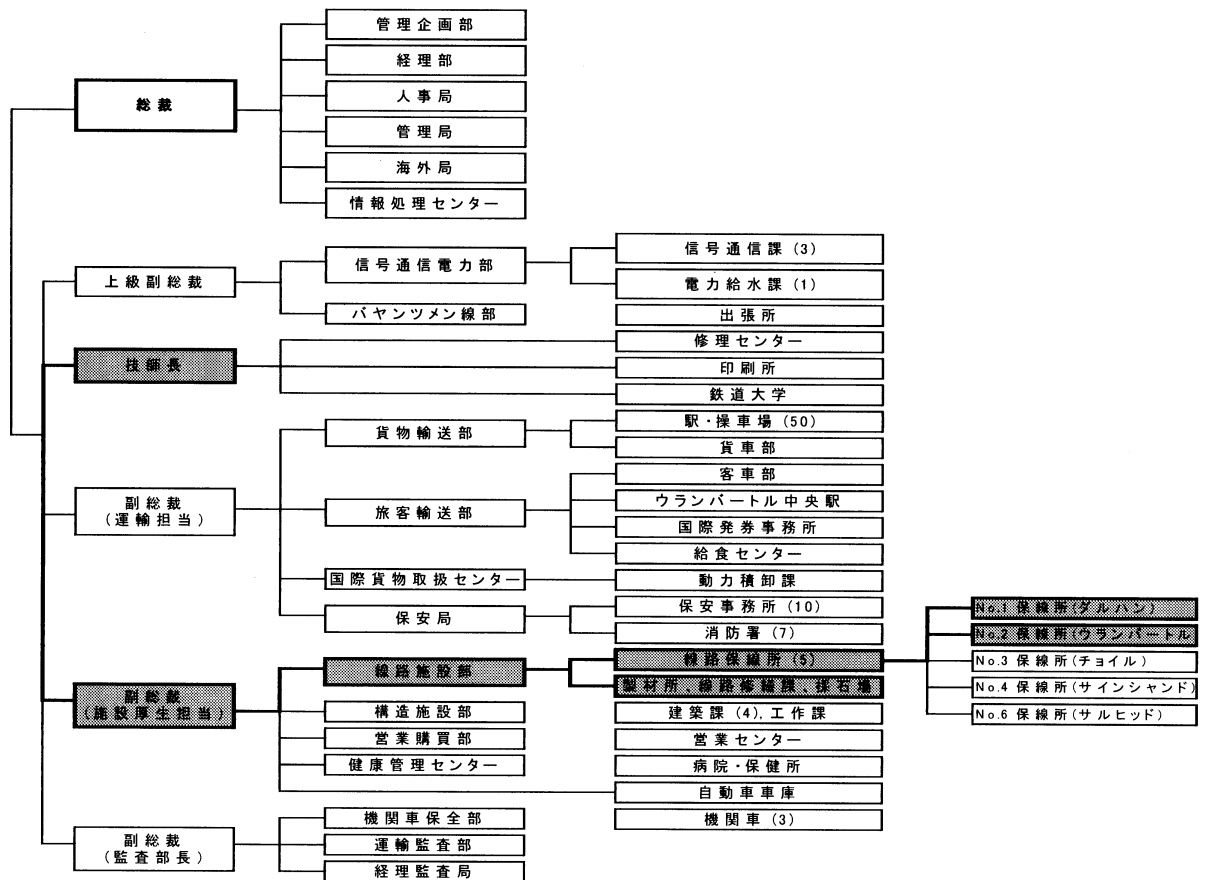


図 3.5.1 モンゴル鉄道組織図

3.5.2 財政状況

近年、ロシア・中国間の国際貨物輸送の増加に伴い運賃収入は増加の傾向にあり、利益が計上されている。モンゴル鉄道の収支状況は表 3.5.1 に示すとおりである。施設の維持管理費はその他支出の項目に含まれるが、施設の老朽化も影響し、過去の推移より判断すれば今後 20～30%の割合で増加するものと考えられる。

表 3.5.1 モンゴル鉄道の収支状況

単位：1,000 トウグリグ

	1995	1996	1997	1998
運転収入	16,375,253	21,389,391	27,624,648	33,137,918
貨物輸送	10,741,397	14,993,674	18,221,302	21,921,756
旅客輸送	4,793,320	5,567,048	8,131,244	9,846,917
その他	840,536	828,669	1,272,102	1,369,245
運転支出	14,676,191	20,155,425	25,537,569	30,766,926
給料	2,698,713	3,462,680	5,321,169	7,406,849
材料	5,146,221	4,839,295	5,322,416	8,282,251
燃料	1,068,803	1,241,267	2,483,241	2,704,186
その他支出	5,762,454	10,612,183	12,410,743	12,373,640

注：為替レート 1 トウグリグ=0.10078 円

運転支出に占める各部局の割合は、毎年ほぼ同じ割合で貨物輸送部（17%）、機関車保全部（40%）、線路施設部（20%）、旅客輸送部（9%）、信号通信電力部（4%）、その他（10%）である。

3.5.3 要員・技術レベル

モンゴル鉄道の要員は 14,000 人で、この中で線路施設部には 3,000 名従事している。本計画区間は No.1 と No.2 保線区により施設の維持管理が実施されている。この区間の管理要員及び現場保守要員数は 607 名（No.1）と 800 名（No.2）の線路施設部の半数が従事している。

またモンゴル鉄道の幹部職員はロシアで教育を受けており、また中間管理職はモンゴル鉄道学校で教育を受けているため、教育レベルは高いといえる。しかしながら、鉄道輸送事業に対する技術レベルは、市場経済に移行してから経験が少ないことから、国際レベルからすると低いと考えられる。

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

本工事区間は、モンゴル国の首都（ウランバートル）から南へほぼ50km離れたバヤンからロシアとの国境（スフバートル）までの450kmが対象となっている。この区間は、ウランバートルを含む3主要都市を結んでおり、またロシアと中国を連絡する国際列車が走っている。このため、この区間での工事は、列車運行への支障を最小限に抑え、同時に確実に安全な輸送を確保して実施しなければならない。

冬期の自然環境は厳しく、特に11月から3月にかけて気温が -20°C 以下にもなるため、コンクリートの場所打ちや盛土の締め固め工事等の野外工事は困難となる。したがって、通常条件より実際の施工可能期間が短くなるので、工事開始から完成まで長期化するので全工事を2期に分け実施する。工事行程は1個所当たりの工事日数の少ない工種や、点在する施工現場の集中化等を考慮し、北方から設定する。

対象とする工事にはモンゴル労働者を極力活用して、雇用機会を広げると同時に建設工事の技術移転を行なう。

線路内での工事は列車運行への支障を最小に抑えるため、重機械を用いて個所当たりの施工時間を短縮する施工とする。これらの工事はモンゴル鉄道では大規模な工事であるため、日本から専門技術者（土木、軌道分野）を短期的に派遣し、現地の技術者、労働者への重機械の扱い方、施工方法、工事の進め方、品質管理、工程管理等へ技術移転を図る。

モンゴル国側の実施責任機関であるモンゴル鉄道は、このプロジェクトを実施するための担当人選を始めているが、基本的に技師長が体制をつくり指名することになる。この工事に直接かかわる線路施設部（工事のエンジニアリングと監督）、輸送部（この区間の工事による列車運行の管理、資材の列車運搬管理等にあたる）等から人選し、施工に関与する体制となると考えられる。

4.1.2 施工上の留意事項

- － 工期短縮と品質管理のため、排水溝と橋桁をウランバートル市内のコンクリート工場、プレキャストコンクリート製品として生産する。この地域の温度は、厳冬期には -30°C 以下となるため、コンクリートの家内養生を十分に行い、コンクリートの品質を確保することが必要である。
- － 横断排水溝の設置と橋桁の架設、橋桁防水工の施工は、線路閉鎖間合いで実施しなければならない。作業を線路閉鎖時間内で終了するために、詳細な施工計画を作成し、作業実施前に準備作業を徹底する。

- － 建設機械は、旧ソ連で製造された物が多く、老朽化している。この機械を使用する場合、修理のための部品不足を想定し、十分な修理部品の確保と故障時の付け替えの予備機械を確保することが必要である。線路閉鎖間合いの作業に使用する機械は、故障すれば列車運転へ影響が派生するため、外国からの持ち込みを考慮する。
- － 資材の大半は国内調達できる。セメント、鉄筋は、ダルハン市付近で生産している。護岸用の捨て石材料は、ウランバートルより南方 320km にあるモンゴル鉄道の岩石地山で生産されている。建設資材（ボックスカルバート用鋼製型枠、吸い出し防止材、樹脂モルタル、アンカーボルト）、発電・暖房用機器等の建設資機材は、全て中国経由で輸入されるため、輸送計画に留意する。
- － 現地では日本の労働安全基準法に相当するものはないが、工事期間中の労務者の事故を防ぐため、労務者の安全教育や安全対策を日本の工事例に従い実施する。

4.1.3 施工区分

本計画を日本政府の無償資金協力によって実施する場合、日本側とモンゴル側の事業区分は以下の通りである。

1) 日本側負担事項

- 護岸、落石対策、橋梁改修、横断排水の建設
- 取付け道路の建設
- 建設工事のキャンプヤードおよび施工ヤードの建設および撤去
- 上記建設工事に必要な資機材や労務者の調達

2) モンゴル国側負担事項

- 工事期間中の列車運行ダイヤの改正・管理
- 工事期間中の監視者派遣
- 捨て石材料の供給管理
- 光ケーブルの移設取り付け

4.1.4 施工監理計画

(1) 基本方針

施工監理の基本方針は下記の通りである。

- 施工監理技術者は、施工を円滑に遂行するように努める。また、日本国内において本計画の支援体制を確立する。

- 橋梁の架替えと橋桁と橋台の補修はモンゴル国の技術者には不慣れな工事であると考えられる。そのため、モンゴル国側独自で将来実施を考慮して、コンサルタントは、建設業者と協力してモンゴル国技術者に橋梁工事に関する技術移転を実施する。

(2) 施工監理業務

施工監理技術者は以下の施工監理業務を実施する。

- 工事計画や施工図の承認
施工業者より提出される工事計画書、施工図が契約書類、契約図面及び仕様書等に適合しているかどうかを審査して承認を与える。
- 工程管理
施工業者より工事の進捗状況の報告を受け、工期内に工事が完了するように必要な指示を出す。
- 品質管理
施工監理者は、工事材料や施工の品質が契約図面や仕様書に適合しているかを検査して承認を与える。
- 完了検査
完成断面や平面形状等を検査し、出来形が監理基準を満足しているかチェックを行うと同時に数量の確認をする。
- 証明書の発行
施工業者への支払、工事の完了、瑕疵担保期間の終了等に際して必要な証明書を発行する。
- 報告書の提出
施工業者が作成する工事の月報、完成図面、完成写真等を検査し、モンゴル国関係機関と国際協力事業団等に提出する。また、工事終了後に完了報告書を作成し、国際協力事業団に提出する。

(3) 施工監理体制

施工監理に携る日本人技術者の人数や期間は、工事内容や工期を考慮し、下記の通りとする。

- 総括、1名
総括は各期分け毎の着手時、進行時及び竣工時にスポット派遣される。

- 落石対策工技師、1名
落石対策工技師は、工事期間中定期的に派遣される。
- 橋梁・排水技師、1名
橋梁・排水技師は、工事期間中定期的に派遣される。
- 常駐監理技師、1名
常駐監理技師は、施工実施中常駐する。

また、常駐監理技師からの技術移転を受けることを目的とし、現地土木技術者が施工管理期間中に業務補助として従事する。

4.1.5 資機材調達計画

(1) 資材

1) 基本方針

建設工事に必要な材料で、現地で入手可能な材料は極力現地調達とする。また輸入品であっても、モンゴルの市場で容易に入手できる材料は現地調達とする。

ただし、品質に問題のあるもの、あるいは流通量が十分でなく、所定期間内に入手し難いものについては、日本および第三国から調達するものとする。

2) 資材調達状況

本工事に必要とされる主要な建設資材の調達状況は以下の通りである。

① 捨て石

護岸工に必要な資材はモンゴル鉄道の所有する採石場から採取される。

② セメント

モンゴル国では、タイプ A と呼ばれるセメント（普通ポルトランドセメント）が民間工場で作られており、工事材料として一般的に使用されている。その品質に問題はない。

③ 鉄筋

鉄筋あるいは異形鉄筋はモンゴル国内で製造されており、規格は JIS 規格に適合したものである。

表 4.1.1 鉄筋のタイプ

現地製品	
異形鉄筋 (SD295/SD345/SD390)	10mm～32mm
鉄筋	12mm～22mm

④ アスファルトコンクリート

ロシアから輸入されるアスファルト材料は主要都市の工場より入手可能である。

⑤ コンクリート型枠材料

鋼製コンクリート型枠は、ボックスカルバートと凍上防止カルバート基礎の作成に用いられる。この型枠は、国内市場では入手が困難であり、海外からの調達になる。品質と入手にかかる期間を考慮し、型枠材料は日本からの輸入とする。

⑥ コンクリート工場

生コンクリートの製造実績に関しては、ウランバートル市内のコンクリート工場から情報を入手した。1996年に建設されたコンクリート工場は、年最大製造量 15000m³の能力があり、平均年製造量は 10500m³ (月平均 900m³) である。本計画では 10ヶ月の施工期間で約 4000m³を必要とするが、一月当たり平均 400m³は、これらのコンクリート工場に発注した場合でも十分に対応可能である。

⑦その他

橋梁に使用する樹脂モルタルは品質が不確かであるため、モンゴル国内では調達せず日本国調達とする。

(2) 建設用機械

1) 基本方針

建設機械の調達は資材と同様に、現地で調達可能な機械は現地調達とする。下述する現状を考慮して、汎用性のある機械は現地調達とするが、大型機械や特殊機械については、それらの故障または使用不可となった場合、工事や工程に与える影響が大きいため、これらは日本調達を基本とする。

2) 建設用機械調達現況

① 建設機械の一般状況

建設機械はモンゴル国内である程度保有しているため、使用時期やリース料等の条件次第でレンタルが可能である。しかし、橋梁工事用の機材は種類と数量に限りがある。水中ポンプ等の小機材は国内で容易に入手可能である。

② 重建設機材

ウランバートルに重機材のリース会社があるが、その重機材はほとんどがロシア製であり、品質は確かではない。しかも、これらの機材のほとんどがソ連から入手したものであり、老朽化し劣化している。加えて、部品の補充等の理由により、これらの機材の補修を行うのは困難な状態である。上述の状況に鑑み、本計画では工期に重点を置き、現地リース会社の機材使用は考慮しないこととする。

(3) 建設資機材調達計画

上述の建設資機材調達事情を考慮して、本計画の主要な建設資機材の調達計画は表 4.1.2 の通りとする。

表 4.1.2 主要建設資機材調達計画

資 機 材 名	調 達 先		
	現 地	日 本	第三国
[資 材]			
線路防護板 t=22mm		○	
アスファルト防水材		○	
樹脂モルタル		○	
型枠用合板		○	
ボックスカルバート型枠		○	
メタルフォーム 型枠		○	
吹出し防止材 t=3mm		○	
捨て石 40cm 以上	○		
コンクリート用アンカーボルト 12mm		○	
レール R65	○		
木枕木	○		
シリコン系止水材		○	
ダイナマイト 桐3号	○		
碎石 40mm 以上	○		
鉄筋	○		
バラスト	○		
セメント	○		
粗骨材	○		
砂	○		
混和剤		○	
ガソリン	○		
軽油	○		
割 合 (%)	80	20	
[機 材]			
ラフタークレーン 45t 1台		○	
ラフタークレーン 25t 1台		○	
バックホー 1.0m ² 2台	○		
バックホー 0.6m ³ 5台	○		
コンプレッサー 35ps 4台		○	
トラッククレーン 20t 5台	○		
モンゴル鉄道所有クレーン 125t 1台	○		
モンゴル鉄道所有クレーン 25t 2台	○		
バックホー 1.0m ³ 2台		○	
ブルドーザー 21t 2台	○		
ブルドーザー 15t 1台	○		
発動発電機 35KVA 8台		○	
ハンドブレーカー 30kg 8台		○	
ピックハンマー 8台		○	
バケット (捨石用) 2m ² 2器		○	
振動ローラ 2台	○		
レッグハンマー 5台	○		
割 合 (%)	65	35	

(5) 資機材輸送計画

1) 輸送ルート

大部分の資機材はウランバートルから現場に搬入／搬出される。通例、海外からの調達資機材は、中国を経てザミンウッドから現場に輸送される。

2) 日本調達資機材の輸送経路及び期間

日本調達資機材の輸送経路及び期間は以下に示す通りである。

	輸送経路	所要時間(月)
荷積み・船積み	工場→港	0.25
海上輸送	日本→天津港(中国)	0.50
荷降ろし、通関	天津港→ザミンウッド	0.25
内陸輸送	ザミンウッド→ウランバートル→現場	0.20

合計輸送時間：1.20 ヶ月

4.1.6 実施工程

本計画において、コンクリート打設及び土工は4月から10月として着工工程を計画する。これは、11月から3月の期間は気温が-20度に達し、また表層土が凍結するため、現場での建設工事が不可能になるためである。この気温データは、気象観測所から得られた1970～2000年のデータに基づいている。年間降雨量は200mmから300mm程度であるため、建設工事に対する降雨の影響を考慮する必要はない。

準備工を含む建設工事の開始は2001年3月を予定しており、これは実施設計、入札および施工／施工監理工程に従って実施される。表4.1.3に実施工程を示す。

(1) 実施設計

モンゴル国政府と実施設計契約を結んだコンサルタントが、期分け毎の実施設計業務を以下のように行う。

- 護岸、落石対策、スフバートル洪水対策、橋梁改修、横断排水工に関する数量計算を含む実施設計
- 事業費積算、入札図書、工事仕様書の作成

(2) 入札業務

コンサルタントは下記のような入札業務を補助し、日本国内で期分け毎に行う。

- 入札希望業者の資格審査書類の受付
- 資格審査とショートリストの作成

- 工事説明会の開催と質疑応答
- 入札と入札審査評価の作成
- 審査会の開催と業者の決定及び通知

(3) 建設工事／施工監理業務

工事契約後、日本国政府の認証を得て工事を着手する。工事内容は、準備工、仮設工、護岸工、落石対策工、橋梁改修工、横断排水工および後片付け工からなる。第1期工事は、交換公文が結ばれた後、2001年に開始される。各工期はそれぞれ8ヶ月と13ヶ月である。

コンサルタントは上記の建設工事期間に渡って、施工監理を行う。

4.1.7 相手国側負担事項

- 搬入される資機材の免税措置および速やかな通関手続き
- 付加価値税の免税措置
- 本計画の実施に係る日本人や第三人のモンゴル国入出国時に課せられる関税、税金やその他の財政課徴金の免除

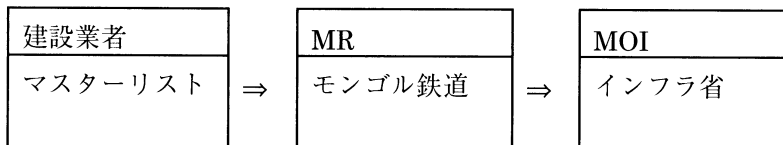
モンゴルでの用地確保と税金控除に係る手順を以下に示す。

用地確保の手順

1. インフラ省 (MOI) とモンゴル鉄道 (MR) が図面と登記簿より用地と家屋を確認する。
2. MOI、MR 及び対象地域の担当部局が補償費を見積もる。
3. 土地所有者及び家主との交渉を行い、その結果を財務・経済省(MOEF)に提出する。
4. MOEF による検討・承認後、相互合意書が結ばれる。

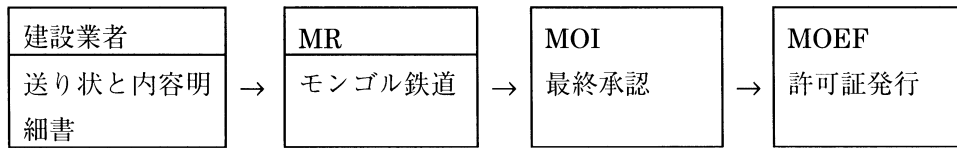
税金控除の手順

- 第一段階



- ① 建設業者がマスターリストを作成し、MR に提出。
- ② MR が MOI に申請書を提出。
- ③ MOEF による承認後、MOI より承認書が発行される。

● 第二段階（輸入の場合）



- ① 建設業者が MR に送り状と内容明細書を提出。
- ② MR が MOI に上記書類を提出。
- ③ MOEF による承認後、MOI より承認書が発行される。
- ④ MOI の承認後、仲介者がカスタムクリアランスを行うために MOEF に承認証明書を提出。
- ⑤ MOEF による承認後、仲介人が必要な全ての手続きを実施。

表4.1.3 事業実施施工工程表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
第Ⅰ期	実施 設計	現地調査																	
		入札図書作成																	
		入札図書承認																	
	施工	入札業務																	
		評価契約																	
		準備工																	
		護岸工																	
		捨石生産 捨石施工																	
		落石対策工																	
		橋桁架替工 製作 架設																	
		橋梁補修工																	
		排水溝設置工																	
		型枠生産 ボックス製作 ボックス敷設																	
スフパートル駅排水改良工																			
河川拡幅工 片づけ工																			
第Ⅱ期	実施 設計	入札図書作成																	
		入札図書承認																	
		入札業務																	
	施工	評価契約																	
		準備工																	
		護岸工																	
		捨石生産、捨石施工																	
		落石対策工																	
		橋桁架替工 製作 架設																	
		橋梁補修工																	
		排水溝設置工																	
		ボックス製作 ボックス敷設																	
		スフパートル駅排水改良工 片づけ工																	
計3.5ヶ月																			
計7ヶ月																			
計17ヶ月																			

注) 第Ⅱ期の施工における3ヶ月目から5ヶ月目までは、厳寒期のため作業をしない。

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業総額は13.98億円となる。先に述べた日本とモンゴル国の負担区分に基づく経費内訳は、次のとおりに見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費	金額（億円）		
	1期目	2期目	合計
建設費	4.48	7.84	12.32
直接工事費	2.39	5.36	7.75
現場経費	0.99	1.36	2.35
共通仮設費	1.10	1.12	2.22
設計監理費	0.82	0.82	1.64
合計	5.30	8.66	13.96

(2) モンゴル側負担経費

本計画実施に伴うモンゴル国側負担項目は表4.2.1に示すとおりで、モンゴル鉄道の線路施設部が負担する。

表 4.2.1 モンゴル国側負担事項

費用項目	金額（×1000トゥグリグ）	金額（×1000円）
① 工事期間中の列車運行ダイヤの改正・管理費	1,594	161
② 工事期間中の監視者派遣費	3,188	321
③ 玉石供給管理	2,125	214
④ 光ケーブルの移設・取付費	11,690	1,178
合計	18,597	1,874

注) 為替レート：1トゥグリグ=0.10078円

本計画の直接担当部局である線路施設部の近年の支出額（単位1,000トゥグリグ）は、1997年4,887,339、1998年5,781,128、1999年6,504,260であり、上記負担額は1999年の支出額の約0.3%であり十分負担に耐える額である。

(3) 積算条件

- 1) 積算時点：平成12年9月
- 2) 為替交換レート：1US\$=107.10円
1円=0.10078トゥグリグ
- 3) 施工期間：2期工事とする。各期に要する詳細設計や工事の期間は実施に示したとおりである。
- 4) その他：本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 運営維持・管理費

(1) 運営維持・管理体制

現在、鉄道施設の運営維持・管理はモンゴル鉄道によって行われている。本計画完了後10年から30年間は大規模な補修の必要はないが、施設の状態を維持するためには適時な維持・管理が必要となる。

(2) 運営維持・管理計画

本計画の主目的は護岸、落石対策、橋梁改修排および横断排水施設の改修を行い災害に強い施設をつくることにある。施設完成後の維持管理は表 4.2.2 に示すように定期点検を行い、施設の状態をしたがって実施する必要がある。

計画区間はモンゴル鉄道の線路施設部の保線区 No.1 と No.2 の管理範囲に入っている。この区間の管理・保守要員数は 607 名 (No.1) と 800 名 (No.2) が従事しており、本プロジェクトの完成後も現在の要員数で施設の維持管理は十分実施できると考えられる。

補修時期や補修規模を設定するには、定期点検の結果と被災後の被災状況を既得保存することが必要である。そのために、構造物の検査システムを初期の段階で確立する必要がある。

表 4.2.2 維持管理工程

項目	保守・修理	定期点検
① 護岸	法面形状の維持	6 ヶ月
② 落石対策	風化岩の除去	6 ヶ月
③ 横断排水	堆積土砂の撤去	12 ヶ月
④ 橋梁	ひび割れの補修	12 ヶ月

(3) 運営維持・管理費

本計画は老朽化した現有施設の改修工事であるため、新たな維持管理費用は発生しない。

1年当たりの運営維持・管理費は、モンゴル鉄道道によって行われている現在の運営維持管理費用でまかなうことができ、本計画のための追加経費は必要ないと考えられる。運営・維持管理に関する予算・人員に関しては共に問題はない。

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価

5.1 妥当性の評価・検証及び裨益効果

道路網の整備が遅れている事もあり、1998年実績の貨物輸送は2,815百万トン・キロで総輸送量の96%、また旅客輸送では981百万人・キロで総輸送量の54%を占めており、モンゴル国民の生活を支えるライフラインとなっている。

当調査実施区間であるスフバートル～バヤン間450kmは、モンゴル国の中央から北部の丘陵部に位置し、ハラ川、セレンゲ川、オルホン川が線路沿いに流れ込んでいるため、自然災害の影響を受けやすい区間で、安定で確実な列車輸送を困難としている。

この中で国民の生活をささえる電力供給は、鉄道沿線地域には石炭発電所により給電し、他の県庁所在地ではディーゼル発電に依存している。また鉄道沿線の都市部では、日本で見られるような都市ガスはないため、家庭用燃料は電気を使用し、また発電所の余熱を利用した地域集中の暖房と温水供給システムが採用されている。

エネルギー源となっている石炭・石油製品輸送の大半は全て鉄道輸送に賄われているため、自然災害により鉄道輸送が休止した場合には、直接国民生活に直結しているために、二次災害が発生する可能性が非常に高い。

当計画は、安定した貨物輸送及び旅客輸送を確保する為に、線路基盤改修工事の実施計画を提案するものであるが、事業の効果は以下のようにまとめられる。

(1) 直接効果

① 安全で確実な輸送の確保

モンゴルは大陸性の厳しい自然環境にあるため、冬季には自動車による移動も困難となる。鉄道沿線には45%の人口が居住しており当計画が実施されることにより、安全で確実な輸送が可能となるため、人の移動と生活物資の安定した供給が可能となる。

② 安定したエネルギー資源の確保

主要都市の電力供給は国内で生産される石炭の火力発電所に依存しており、また石油製品は輸入に依存している。これらはすべて鉄道によって輸送されているため、当計画の実施により安定したエネルギー資源の輸送が確保できる。

③ 安定した物流の確保

モンゴルの主要輸出品は金属原料（選鉱銅他）また、輸入産品は機械・機器等で、自然災害の影響を減らし安定した物流が確保されることはモンゴル経済への安定化につながる。

④ 維持管理費用の軽減

モンゴル鉄道は施設の維持管理に対する予算不足で、老朽化と自然災害により施設が破損してから復旧工事をしているのが実情で、個所当りの維持管理費用を大きくしているが、当計画の実施により後年の維持管理費が軽減できる。

(3) 間接効果

① 国内輸送に対する信頼向上

モンゴルでは道路網整備の遅れと、慢性的な石油不足により鉄道輸送への依存度が高い。当計画の実施は鉄道輸送に対する信頼性がより高まり、国民の生活基盤の安定が図られる。

② 国際輸送に対する信頼性

モンゴル鉄道は中国とロシアを結ぶ国際輸送を行っているが、安全で確実な輸送により、モンゴル鉄道に対する両国の信頼を得る事ができ、通過貨物輸送の増加が期待できる。

5.2 課題

モンゴル国の基幹輸送を担っている鉄道線路の危険箇所を改修する事となるため、本計画の実施は列車の運休、遅延を減少し安全で確実な鉄道輸送が可能となり、同時に国民生活を支える物流と旅客移動の確保に寄与し、多大な効果が期待されるものであるから、本計画を無償資金協力で実施する事は妥当と判断される。

また、施設の運営・管理については、本格的な検査体制の確立が望まれ、予防保全を前提とするソフトコンポーネントの考え方を生かし、復旧費用の軽減に取り組むことが課題といえる。