No. 1

国際協力事業団

モンゴル国
通商産業省
インフラ開発省
道路局

モンゴル国

ロックアスファルト舗装道路建設計画

基本設計調査報告書

平成7年2月

JICA LIBRARY
J 1128175 [5]

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
日本海外コンサルタンツ株式会社

無調二
CR(3)
95-043

1128175 [5]

国際協力事業団

モンゴル国
通商産業省
インフラ開発省
道路局

モンゴル国

ロックアスファルト舗装道路建設計画

基本設計調査報告書

平成7年2月

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
日本海外コンサルタンツ株式会社

序　文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国のロックアスファルト舗装道路建設計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、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６年９月２１日から１０月１２日まで建設省建設経済局の 稲寺 隆 氏を団長とし、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および日本海外コンサルタンツ株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モンゴル国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成６年１１月２０日から１１月２７日まで実施された報告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７年２月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

伝 達 状

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎　殿

今般、モンゴル国におけるロックアスファルト舗装道路建設計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

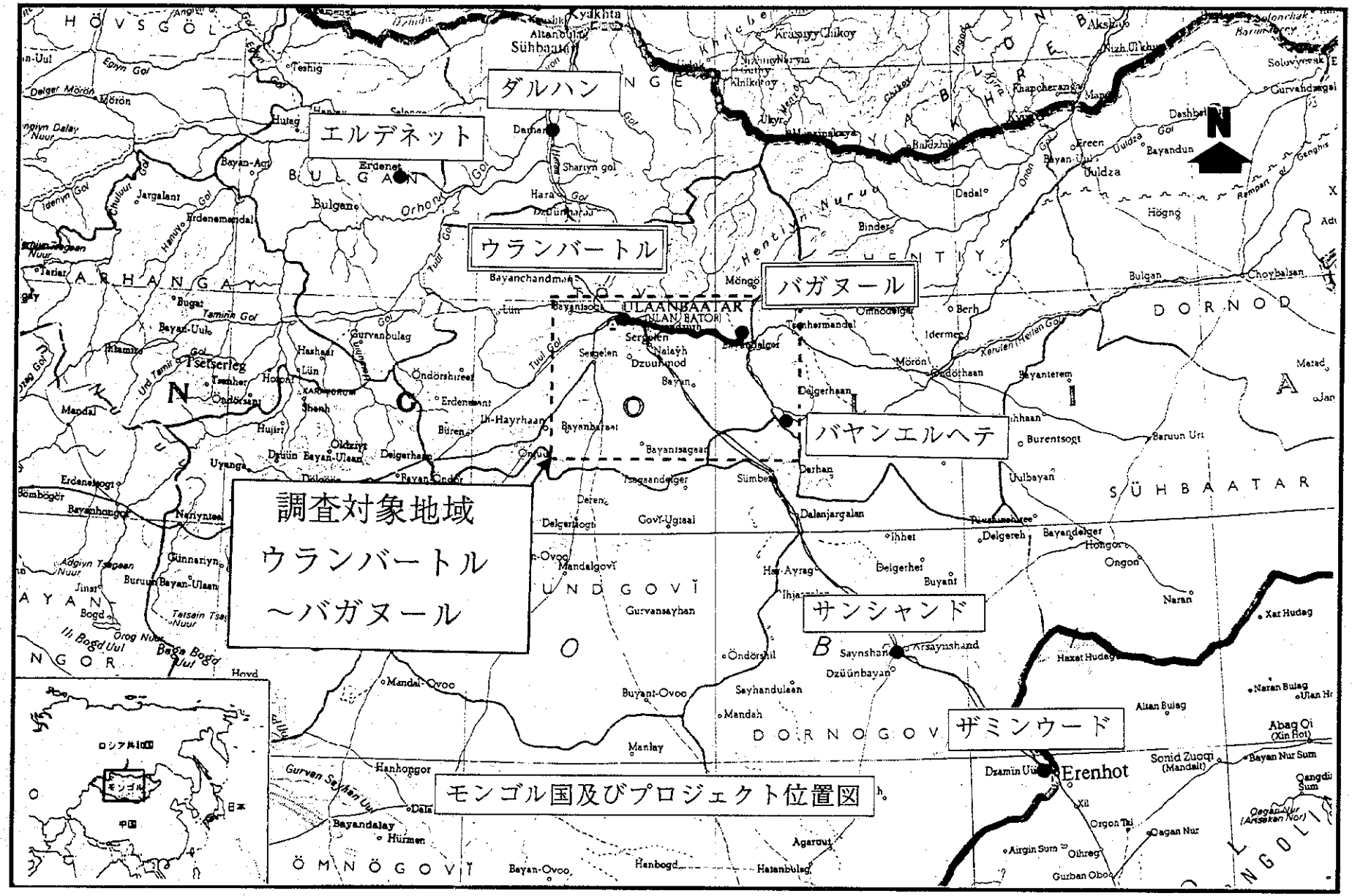
本調査は、貴事業団との契約に基づき、当共同企業体が、平成６年９月１２日より平成７年２月２８日までの約5.5ヶ月にわたり実施して参りました。今回の調査に際しましては、モンゴル国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

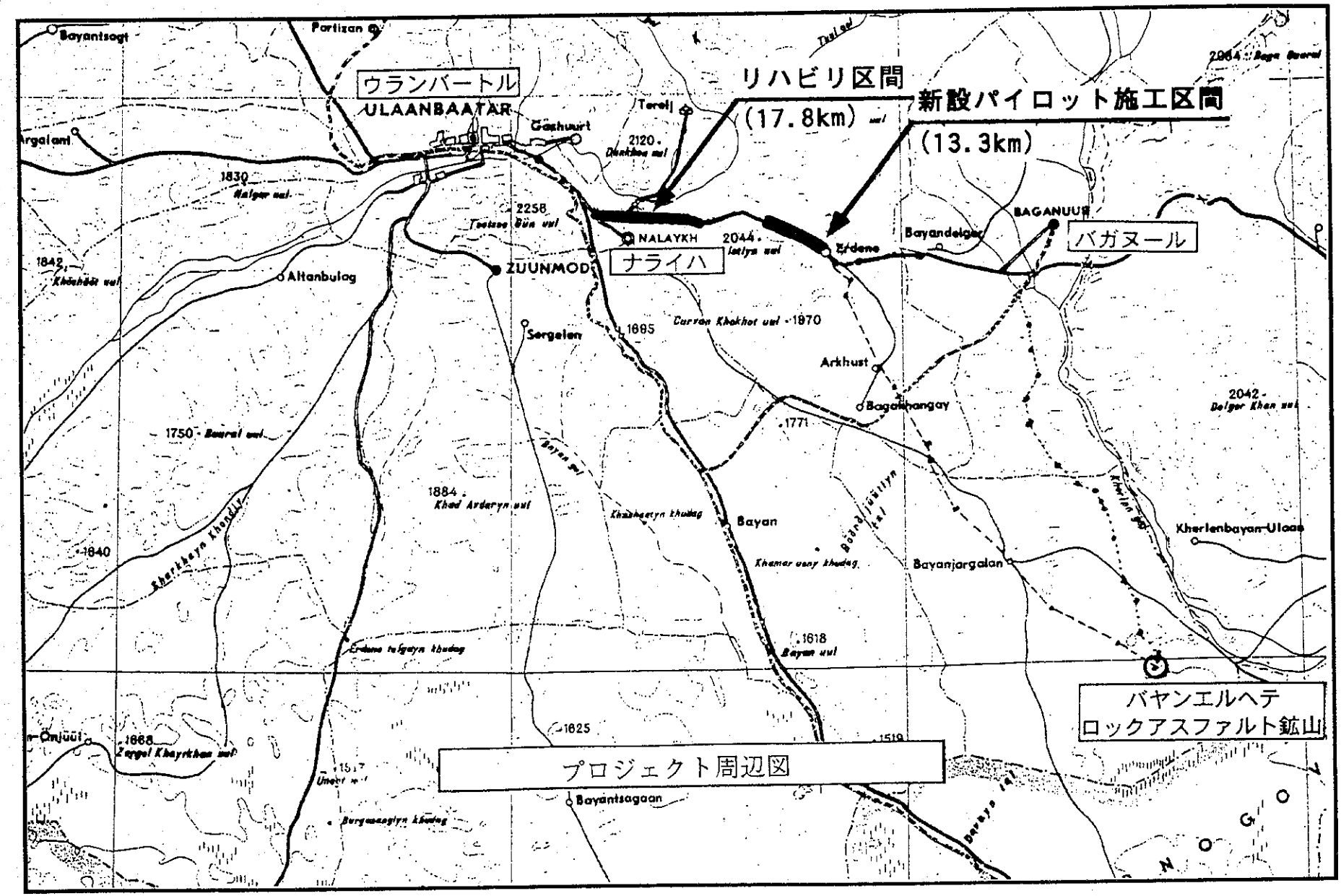
なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省関係者には多大な御理解並びに御協力を賜わり、御礼を申し上げます。また、モンゴル国における現地調査期間中は、通商産業省、インフラ開発省道路局、海外青年協力隊在モンゴル事務所の関係者、在モンゴル日本大使館の貴重な助言とご協力を賜わったことも付け加えさせていただきます。

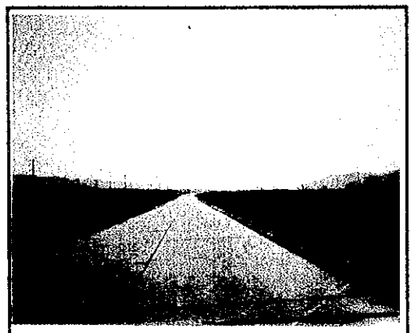
貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成７年２月

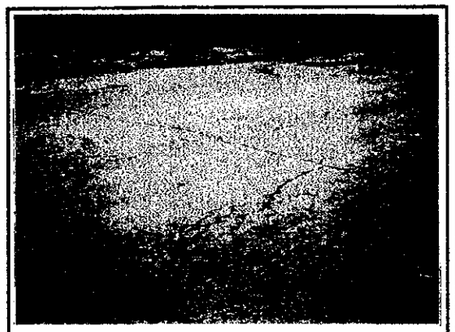
モンゴル国ロックアスファルト舗装道路建設計画
基本設計調査業務共同企業体
モンゴル国ロックアスファルト舗装道路建設計画
基本設計調査団
業務主任　　遠藤　博之


ダルハン
エルデネット
ウランバートル
バガヌール
バヤンエルヘテ
サンシャンド
ザミンウード
ULAANBAATAR
ULAN BATOR
Erenhot
調査対象地域
ウランバートル
～バガヌール
モンゴル国及びプロジェクト位置図
HÖVSGÖL
ARHANGAY
BULGAN
DORNOD
SÜHBAATAR
DORNOGOV
ÖMNÖGOVĬ
UNDGOVĬ
Erdenet
Darhan
Sharyn gol
Bulgan
Bayanchandmana
Bayanisogt
Sergelen
Nalayh
Dzuunmod
Bayan
Bayanzaisan
Bayanisagaan
Sümber
Govĭ-Ugtaal
Govĭ-Altay
Saynshand
Arsaynshand
Dzüünbayan
Sayhandulaan
Buyant-Ovoo
Mandah
Mandal-Ovoo
Manlay
Hanhongor
Bayandalay
Hürmen
Dalanjargalan
Delgerhaan
Delgerhet
Buyant
Ihhet
Delgereh
Bayandelger
Hongor
Ongon
Naran
Burentsogt
Baruun Urt
Uulbayan
Bayanterem
Berh
Idermeg
Möröntsogt
Ondorhaan
Tsenhermandal
Choybalsan
Bulgan
Dadal
Binder
Uuldza
Bayandun
Erdenesant
Büren
Ih-Hayrhaan
Delgerhaan
Uyanga
Bayan-Ondor
Hujirt
Oldziyt
Dzüün Bayan-Ulaan
Erdenesogt
Bayanhongor
Jinst
Bogd
Buuren Bayan-Ulaan
Günnariyn
Nariyntsag
Tsetserleg
Tariat
Bayan-Uul
Bayan-Ölgiy
Mandal
Hovd
Altan Bulag
Abag Qi (Xin Hot)
Sonid Zuuqi (Mandalt)
Bayan Nur Sum
Qangdi Sum
Qagan Nur
Airgin Sum
Olhreg
Gurban Obo
Orgon Tal
Xil
Dzamin Uud
Haxat Hudag
Xar Hudag
Naran Bulag
Agaruut
Hanbogd
Hatanbulag
Bayan-Ovoo
Gurvan Saykhan Uul
Dalanzadgad
Gurvansayhan
Deren
Delgertsogt
Tsagaandelger
Ondorshil
Ondorshireet
Erdenemandal
Jargalant
Bayan-Adr
Hutag
Teshig
Mörön
Delger Mörön
Khapcheranga
Kyakhta
Altanbulag
Sühbaatar
Krasnyy Chikoy
Akshuo
Nizh Ulkhun
Solovyevsk
Gurvandzagal
Dashbalbar
Erecn
Bayan-Uul
Hövsgöl Nuur
Khuvsgul Nuur
Terkhiyn Tsagaan Nuur
Orog Nuur
Tsetsein Tsagaan Nuur
Adgiyn Tsagaan Nuur
Ih Bogd Uul
Baga Bogd Uul
Tuul Gol
Orhon Gol
Selenge Gol
Onon Gol
Kerulen (Herlen) Gol
Ulziyt Gol
Hentiyn Nuruu
Khamrin Nuruu
Gobi
Altai
Khangai
Khentii
Dornod
Sükhbaatar
Dornogov
Ömnögovĭ
Undgovĭ
Bayan-Ölgiy
Bayan-Khongor
Arkhangay
Bulgan
Selenge
Darkhan-Uul
Orkhon
Tuv
Dundgovĭ
Dornogovĭ
Sükhbaatar
Ömnögovĭ
ロシア共和国
モンゴル
中国
日本


ウランバートル
ULAANBAATAR
リハビリ区間
(17.8km)
新設パイロット施工区間
(13.3km)
ナライハ
NALAYKH
バガヌール
BAGANUUR
ZUUNMOD
Altanbulag
Sergelen
Arkhust
Bayan
Bayanjargalan
Kherlenbayan-Ulaan
Bayantsagaan
Bayantsogt
Partizan
Gashuurt
Terelj
Erdene
Bayandelger
バヤンエルヘテ
ロックアスファルト鉱山
プロジェクト周辺図



ウランバートルの東側検問所からナライハまでは中国の援助によるセメントコンクリート舗装である。傷みが激しく、特に継手部の欠損が目立つ。

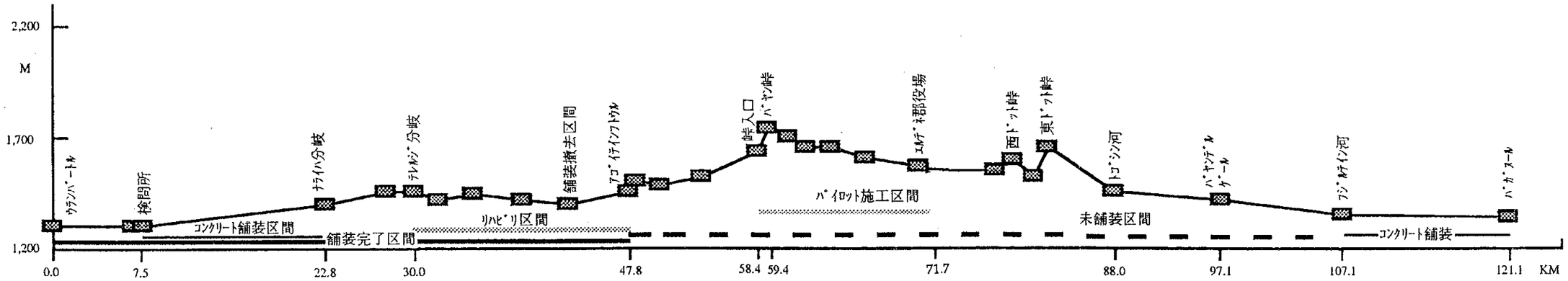


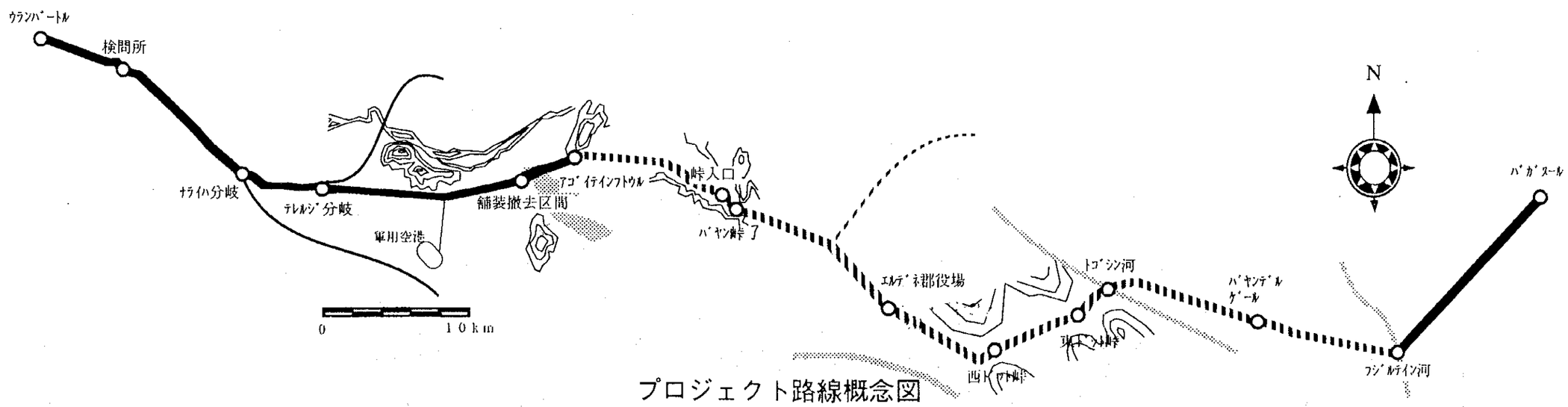
テルリジへの分岐点からロックアスファルト試験舗装が４年にわたり行われている。縦及び横断クラック、亀甲状クラック、ポットホール等大小合わせ約５０カ所ある。

９４年９月迄に舗装工事を完了した先（東側）は、エルデネの手前までモンゴル側で道路土工を実施中。

エルデネからフジルテイン河まではモンゴル特有の丘陵草原の中を自由に走る幾筋もの土道が続く。部分的に砕石を補充している形跡もある。

バガヌールへの入口付近１８ｋｍはソ連が施工したコンクリート舗装。ジョイント施工のまずさが目立つ。





プロジェクト路線概念図

要　　約

要　約

モンゴル国は１９２１年の独立以降旧ソ連と密接な関係を続け、その経済支援のもと、国内の基幹産業はコメコン諸国との分業体制下、農牧業、鉱工業に特化し、経済を発展させてきた。対ＧＮＰではそれぞれ２０％、３４％（１９９１年）をしめている。

モンゴル国の輸送・移動機関は主として鉄道と自動車に依存しており、なかでも道路部門は、貨物輸送の７８.７％、旅客輸送の９８.７％（１９９１年）を占め、モンゴルの運輸交通の大部分を担っている。主要道路は、１９９３年現在、１１,２４８kmの国道、３８,０４２kmの地方道、１５０,０００kmのその他の道路がある。その大部分が管理・整備を行なっていない土道（自然道）で、道路網全体の９７.８％、国道で７５.７％がこの種類の道路となっている。道路の舗装率は、国道で１０.６％　１,１９１km、地方道は０.３％　１１２km、全体の道路網では０.７％と非常に低いレベルにある。

モンゴル国の道路整備計画は、１９９１年、旧ソ連の援助によってマスタープランが策定され、２０００年までに約４,０００kmの国道を、２０１０年までに９,０００kmの地方道が舗装される計画となっていた。しかし、１９９０年、経済発展を支えてきた旧ソ連の経済援助の停止、旧ソ連の経済混乱により旧ソ連からの輸入に頼ってきた石油、機械類、スペアパーツ、日常消費材の不足は国内産業、市民生活に大打撃を与え、経済危機に陥っている。

国内産業の発展、市場経済へのスムーズな移行のため、物流整備として早急なる道路整備を進める必要にせまられている。しかし他の産業同様これまで道路建設機械、アスファルトなどの資機材を主に旧ソ連及び東欧諸国からの援助及び輸入に依存していたが、最大援助国の旧ソ連の援助が停止した１９９０年以降、道路の新設、維持とも困難な状況に直面している。

１９９３年、モンゴル国は同国の道路建機整備計画の実施に関し、日本国政府に対し必要機材の無償資金協力の要請をしてきた。これを受けて我が国は、モンゴル国の道路整備計画をレビューの上、優良案件の発掘および形成を図ることを目的として、平成５年９月にプロジェクト形成調査団を同国に派遣した。調査の結果、日本の建設業者によるパイロット施工等の必要性を認め、機材整備のみでなく道路建設も含めるべきとの結論により、本要請内容に変更となった。

モンゴル国政府の要請に基づき、日本政府は、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が基本計画調査団を平成６年９月２１日から１０月１２日までモンゴル国に派遣して、モンゴル国政府関係者と協議を行なうとともに調査を実施した。さらに、平成６年１１月２０日から１１月２７日まで最終報告書案の現地説明を実施した。

モンゴル国政府からの要請内容は、以下の通りである。

・ モンゴル側にて施工済みのロックアスファルト舗装道路１６kmのリハビリ
・ ロックアスファルト使用の道路新設パイロット区間１５kmの施工
・ ロックアスファルト採掘のための機材供与
　ディーゼル掘削機
　削孔機等
・ 道路建設機材供与
　バックホータイプ掘削機
　ブルドーザ
　給水車
　回転式ローラー等

基本計画調査団は、要請の背景、内容、計画の位置付け、実施・運営体制及び維持管理体制について道路局と協議／確認を行った。また、調査対象区間であるウランバートル－バガヌール間の現地踏査を行い、地形測量、及び地質調査からなる自然条件調査を実施した。その他、社会経済指標、土地利用状況などに関する資料を収集した。

以上のモンゴル国における協議／確認、現地調査、及び資料収集を踏まえた国内検討の結果、要請の妥当性が確認されたため、基本設計をまとめ、基本設計調査報告書を作成した。

本計画により、次に述べる効果が期待出来る。

（１）国産ロックアスファルトの利用により、舗装資材としてのアスファルト輸入依存度が減少する。ロックアスファルト使用した場合、普通のアスファルト使用量を約６割低減出来る。

（２）ロックアスファルト使用の舗装技術の確立と道路建設の機械化施工及び舗装の補修についての技術移転はモンゴルの今後のモデルにもなり得るものである。

（３）ウランバートル～バガヌールの安全確実な輸送路としてのサービスレベルの向上のみならず、輸送効率の向上により、物資輸送の活性化に期待が出来る。現状の交通量は、１５０－２００台／日程度であるが、バガヌールからの冬期の石炭輸送、ウランバートルからの消費財の輸送等に関し、輸送効率が上がる。この裨益人口は約３２万人と推定され、モンゴルの全人口２２０万人の１５％に相当する（ウランバートル５８万人の約半分の２９万＋バガヌール２万人＋沿線人口１万人）。

（４）舗装の改善により車両の平均スピードが２０km／hrから５０km／hr程度になり、

時間短縮、車両の燃費向上、故障の低減につながり、経済面、社会面での改善に資する。

（5）未舗装の道路では、運転手が走行しやすい道筋を走行し、草原の破壊につながる。舗装することにより車両は道路面を走行し、草原の保護・改善に資する。

本計画の実施機関は、インフラ開発省、道路局である。維持管理に関しても道路局が実施機関となる。

基本設計の結果は、次のようにまとめられる。

（1）本計画の概要

1）リハビリ区間とその種類

対象区間　：　テレルジ分岐点からアゴイティンフテュル間、約17.8km

内　　容　：　1）全面破壊区間約600mの舗装施工

2）小規模補修（ポットホール、クラック、剥離）約50ヶ所

3）連続した不良個所のオーバーレイ。

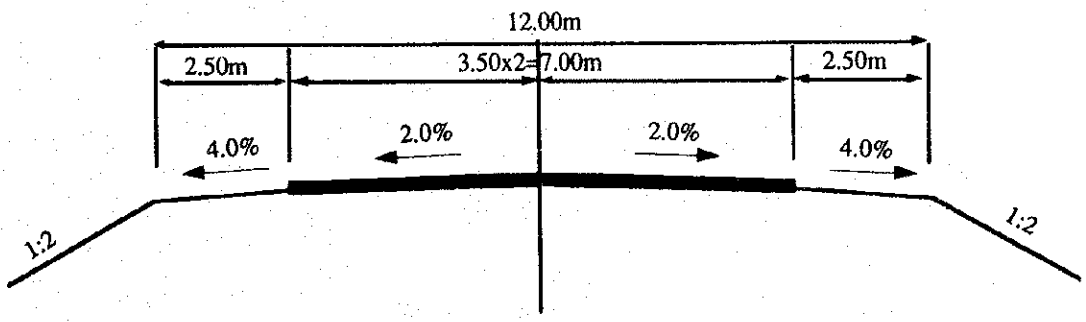
走行上、特に問題となるような箇所に限定した。面積約7,000m²

2）新設パイロット区間とその施工

対象区間　：　バイン峠登り口からエルデネの区間、延長約13.3km

標準横断構成　：　道路の幅員構成は、次のように計画した。

- 車線数　：　2車線
- 車線幅　：　3.5m
- 横断勾配　車線部　：　2.0％
  - 路肩部　：　4.0％
- 路肩幅　：　2.5m



（2）機材の概要

1）ディーゼル掘削機、削孔機（スクリュータイプ）等ロックアスファルト掘削のための機材供与

2）バックホータイプ掘削機、ブルドーザ、給水車、転圧ローラ等道路建設機材供与

ロックアスファルト掘削は冬期、道路建設は夏期となるため、機材の有効活用を考慮して一部機材についてはロックアスファルト掘削、道路建設に併用する。

スペアパーツについては、本計画の施工2年間に必要な部品、およびモンゴル側へ機材の引き渡し後、2年間の維持修理が実施可能な部品を供与することとした。

機材リスト

No.	名　称	仕　様	数　量	備　考
(1)	ブルドーザー　リッパー付	32 ton 級	1	併用
(2)	ブルドーザー　リッパー付	21 ton 級	2	道路
(3)	ブルドーザー	15 ton 級	1	道路
(4)	バックホー	1.4 m^3 級	1	併用
(5)	バックホー	0.6 m^3 級	6	併用
(6)	モーターグレーダー	3.7 m 級	2	道路
(7)	タイヤローラー	10 ton 級	2	道路
(8)	振動ローラー	10 ton 級	1	道路
(9)	マカダムローラー	10 ton 級	2	道路
(10)	アスファルトフィニッシャー	2.4 - 4.5 m 級	1	道路
(11)	トラクターショベル	2.1 m^3 級	2	併用
(12)	トラクターショベル	1.2 m^3 級	2	併用
(13)	クローラードリル	空気式180 kg 級	1	併用
(14)	空気圧縮機	17 m^3/min. 級	1	併用
(15)	大型ブレーカー	油圧式180 kg 級	1	併用
(16)	ダンプトラック	11 ton 級	28	併用
(17)	散水車	6,000 litre 級	2	道路
(18)	タンクローリー	6,000 litre 級	2	道路
(19)	クレーン付トラック	8 ton/2.9 ton 級	1	併用
(20)	トラッククレーン	25 ton 級	1	併用
(21)	トレーラ	25 ton 級	1	併用
(22)	クラッシャープラント	90 ton/hr 級	1	道路

(23) クラッシャープラント	30 ton/hr 級	1	鉱山
(24) アスファルトプラント	30 ton/hr 級	1	道路
(25) 発動発電機	200 KVA 級	3	併用
(26) 発動発電機	45 KVA 級	5	併用
(27) ダイナマイト運搬車	1 ton 4駆	1	鉱山
(28) コンクリートミキサー	0.5 m^3 級	1	道路
(29) 振動コンパクタ	110 kg	2	道路
(30) 振動コンパクタ	90 kg	4	道路
(31) ハンドブレーカー	30 kg	4	道路
(32) 空気圧縮機	7 m^3/min 級	1	道路
(33) タイヤチェーン	ﾀｲﾔ式機材用	42	併用
(34) 舗装用小機材		2	道路
(35) 移動式修理車		2	併用
(36) アスファルトスプレイヤー	25 - 30 litre/min. 級	2	道路
(37) ＣＢＲ、アスファルト材料試験機器		1式	道路
(38) 無線設備		1式	併用
(39) スペアパーツ		1式	ー

注）併　用：ロックアスファルト鉱山用、道路建設用機材と併用、または両方に配置
　　鉱　山：ロックアスファルト鉱山用機材
　　道　路：リハビリ、道路建設用機材

日本側の工事が完了した後もモンゴル側でのみ、実施できる体制作りが前提で本計画は進められねばならない。そのためモンゴル政府は、下記項目について重要性を認識し、現在の体制の改善をするよう提案する。

- 技術移転を受ける側の人選は、長期的展望で行う。
- 供与を受けた機材の維持管理責任体制の確立を早急に行うこと。
- 日本側で供与する機材の継続的使用のため、供与された機材および建設された道路の維持管理のため、維持管理費用としての予算を確保すること。

本計画の実施に必要な工期は、実施設計に約５ヶ月、機材調達、モンゴル側で施工済のロックアスファルト舗装のリハビリ、新設パイロット区間の施工に約２８ヶ月を必要とする。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要となる事業費総額は約２６.４７億円となり、日本とモンゴル国との負担区分に基づく経費内訳は次のとおりと見積られる。

1）日本側負担総費

①	総事業費	26.40億円
②	平成6年度	0.56億円
③	平成7年度	11.84億円
④	平成8年度	11.59億円
⑤	平成9年度	2.41億円

2）モンゴル国負担経費

① 総事業費　2,819万Tg（7百万円）

② 宿舎・事務所用地を含むプラント用地、鉱山用地の借用料（2年間）
288万Tg（約0.7百万円）

③ 掘削権利料
63万US$（約6.3百万円）

目　次

序　文
伝 達 状
モンゴル国及びプロジェクト位置図
プロジェクト周辺図
プロジェクト路線概念図
要　約
表リスト
図リスト
略語リスト

ページ

第１章　要請の背景
　１．要請の経緯 …… 1- 1
　２．要請の概要・主要コンポーネント …… 1- 2

第２章　調査の概要
　１．調査団の派遣 …… 2- 1
　２．調査の内容 …… 2- 1

第３章　プロジェクトの周辺状況
　１．当該国の社会・経済事情 …… 3- 1
　２．当該セクターの開発計画 …… 3- 2
　　２－１　全国道路整備マスタープラン …… 3- 2
　　２－２　道路予算 …… 3- 3
　３．他の援助国、国際機関等の計画 …… 3- 3
　４．我が国の援助実施状況 …… 3- 5
　５．プロジェクト・サイトの状況 …… 3- 6
　　５－１　自然条件 …… 3- 6
　　５－２　交通インフラ整備状況 …… 3- 6
　６．環境問題 …… 3-10

第４章　プロジェクトの内容
　１．プロジェクトの基本構想 …… 4- 1
　　１－１　協力の方針 …… 4- 1
　　１－２　要請内容の検討結果 …… 4- 1
　　（１）ロックアスファルト鉱山の状況 …… 4- 2

（2）モンゴル側で行なってきたロックアスファルトの
試験舗装の状況 …… 4- 4
（3）道路舗装材として使用するうえでの現状の問題点 …… 4- 4
（4）施工監理および品質管理上の改善解決すべき点 …… 4- 8
（5）検討結果のまとめ …… 4-10
（6）モンゴル側と最終確認した補足事項 …… 4-11
（7）協力実施の妥当性 …… 4-12
2．プロジェクトの目的・対象 …… 4-12
3．プロジェクトの実施体制 …… 4-13
3－1　組織・要員 …… 4-13
（1）道路局組織 …… 4-13
（2）プロジェクト完了後のモンゴル側の実施能力 …… 4-15
3－2　予　　算 …… 4-15
3－3　維持管理計画 …… 4-15
（1）道路維持管理 …… 4-15
（2）機材維持管理 …… 4-16
4．プロジェクトの最適案に係る基本設計 …… 4-18
4－1　設計方針 …… 4-18
4－2　設計条件の検討 …… 4-18
（1）道路設計 …… 4-18
1）道路等級 …… 4-18
2）適用幾何構造基準 …… 4-19
3）標準横断構成 …… 4-19
4）路床の設計ＣＢＲ …… 4-20
5）凍上防止策 …… 4-21
（2）建設機材 …… 4-22
4－3　基本計画 …… 4-23
（1）道路計画 …… 4-23
1）道路設計 …… 4-23
2）舗装設計 …… 4-24
（2）施設計画 …… 4-24
1）パイロット施工計画 …… 4-24
2）ロックアスファルト採掘用機材計画 …… 4-25
3）道路建設用機材計画 …… 4-27
4）必要機材数量 …… 4-33
（3）主要工事数量 …… 4-35
（4）基本設計図 …… 4-35

5．施工計画
5－1　施工方針 …… 4-42
（1）リハビリ対象区間の既設舗装 …… 4-42
（2）新設パイロット舗装区間 …… 4-42
5－2　建設および施工上の留意事項 …… 4-43
（1）気候条件の影響 …… 4-43
（2）安全対策 …… 4-43
（3）一般車両に対する配慮 …… 4-43
5－3　施工監理計画 …… 4-44
（1）基本方針 …… 4-44
（2）施工監理体制 …… 4-45
5－4　資機材調達計画 …… 4-46
（1）機材調達 …… 4-46
（2）資材調達 …… 4-47
（3）労務調達 …… 4-49
（4）関連法規 …… 4-49
（5）現地建設会社コンサルタントの技術力 …… 4-50
5－5　実施工程 …… 4-50
（1）実施工程の流れ …… 4-50
（2）実施工程 …… 4-52
6．概算事業費 …… 4-53
7．技術協力・他ドナーとの連携 …… 4-56

第5章　プロジェクトの評価と提言
1．裨益効果 …… 5- 1
2．妥当性に係る検証 …… 5- 1
3．提　　言 …… 5- 2

資料編
1．調査団の構成
2．調査日程
3．モンゴル国面談者リスト
4．協議議事録
5．当該国の社会・経済事情
6．相手国負担経費内訳
7．交通量観測
8．主要建設会社リスト
9．保有機材リストの一例

表リスト

ページ

表１－１　ロックアスファルト掘削のための機材 …… 1- 2
表１－２　道路建設機材 …… 1- 3

表３－１　道路局予算 …… 3- 3

表４－１　オートザムの現有道路建設用機材 …… 4- 6
表４－２　適用幾何構造基準 …… 4-19
表４－３　現地路床土ＣＢＲ試験結果 …… 4-20
表４－４　舗装必要厚 …… 4-24
表４－５　必要機材数量 …… 4-34
表４－６　主要工事数量 …… 4-35
表４－７　実施工程表 …… 4-52

図リスト

ページ

図４－１　インフラ開発省、道路局の組織 …… 4-13
図４－２　維持管理システム …… 4-17
図４－３　標準断面構成 …… 4-20
図４－４　舗装構造 …… 4-24
図４－５　工事区間とロックアスファルト鉱山の位置関係 …… 4-25
図４－６　リハビリ区間一般平面図 …… 4-36
図４－７　リハビリ区間標準補修方法／側溝 …… 4-37
図４－８　パイロット区間一般平面図 …… 4-38
図４－９　パイロット区間標準道路断面および側溝 …… 4-39
図４－１０　パイロット区間パイプカルバート標準図 …… 4-40
図４－１１　パイロット区間付帯工事 …… 4-41

略語リスト

A. Authorities and Agencies

ADB	Asian Development Bank	(アジア開発銀行)
COMECON	Council for Mutrual Economic Assistance	(経済相互援助会議)
JICA	Japan International Cooperation Agency	(国際協力事業団)
MITI	Ministry of Trade and Industry	(通産省)
MID	Ministry of Infrastructure Development	(インフラ開発省)
NDB	National Development Board	(国家開発委員会)
DR	Road Department	(道路局)

B. Other Abbreviations

$	Dollar	(ドル)
4WD	4 - Wheel Drive	(4輪駆動車)
CBR	California Bearing Ratio	(カリファルニア・ベアリング・レシオ)
GDP	Gross Domestic Product	(国内総生産)
GM	(Muddy) Silty Gravel	(シルトまじり砂利)
GNP	Gross National Product	(国民総生産)
H	Height	(高さ)
HP	Horse Power	(馬力)
kℓ	kilolitre	(キロリッター)
km	kilometre	(キロメーター)
km^2 or sq.km	Square kilometre	(平方キロメーター)
km／hr	Kilometre per hour	(キロメーター／時)
KVA	Kilovolt-ampere	(キロボルト・アンペア)
kw	kilowatt	(キロワット)
m	metre	(メーター)
m^2	Square metre	(平方メーター)
m^3 or cu.m	cubic metre	(立方メーター)
min.	minute	(分)
mm	Millimetre	(ミリメーター)
n.a.	not available	(適用なし)
Nos	Numbers	(数)

%	Per cent	(パーセント)
ϕ	Diametre	(直径)
PCU	Passenger Car Unit	(乗用車換算値)
PMMS	Pavement Maintenance Management System	(舗装維持管理システム)
SM	Silty Sand	(シルトまじり砂)
t	Ton	(トン)
t／h	Ton per hour	(トン／時)
t／m^2	Ton per square metre	(トン／平方メーター)
TA	Equivalent Thickness to Asphalt Mixture	(等値換算厚)
Tg	Tugrik	(トゥグリク)
US	the United States of America	(アメリカ合衆国)
Veh.	Vehicles	(台)
VpD or VPD	Vehicles Per Day	(台／日)
W	Width	(幅員)
¥	Yen	(円)

第1章　要請の背景

第１章　要請の背景

１．要請の経緯

モンゴルは１９２１年の独立以降、旧ソ連と密接な関係を有し、その経済の発展は旧ソ連の経済協力に依存するところが大きかった。しかし旧ソ連の経済混乱に伴う経済援助停止（１９９０）によって、モンゴル経済は破綻を来たし、ＧＤＰ成長率も１９９０年以降マイナスとなり国内産業、市民生活すべては、その影響を大きく受けた。

モンゴル政府はこの事態を打破すべく、１９９３－１９９５の３カ年開発計画を世銀との協議のうえ作成している。その開発重点分野は道路などのインフラ整備、国内資源利用による製造業の振興、農牧業の振興、鉱業開発となっており、その共通テーマは海外への過度の依存の排除である。

国内産業発展のためには国内流通の活性化、輸出産業の育成などが必要である。しかし、モンゴル国内の農業産品及び工業製品などの輸送手段である鉄道及び道路が未整備のため、主要都市と地方都市間の効率的な輸送が障害となり、国内産業の発展は、支障を来たしている。

モンゴル国の輸送・移動機関は主として鉄道と自動車に依存しており、なかでも道路による輸送は、貨物輸送の７８.７％、旅客輸送の９８.７％（１９９１年）を占め、モンゴルの運輸交通の大部分を担っている。しかしその道路の舗装率は、国道でも１０.６％であり、道路全体で見るとわずか０.７％に過ぎない。

このため、年間を通じて安全確実な輸送が確保される区間は限られており、早急なる道路整備が求められている。しかし、モンゴルはこれまで道路整備のための道路建設機械、アスファルトなどの資機材を主に旧ソ連及び東欧諸国からの援助及び輸入に依存していたが、最大援助国の旧ソ連の援助が停止した１９９０年以降、道路の新設、維持とも困難な状況に直面している。

かかる状況に鑑み、モンゴル政府は国内にて調達可能な建設資材であるロックアスファルトを利用した、国内の主要幹線の道路整備及び道路建設にかかる機材供与を我が国へ要請してきた。

2．要請の概要・主要コンポーネント

前述のようにモンゴル国は、インフラ開発省道路局を実施機関として、国内の主要幹線のうちウランバートルーバガヌール間の道路整備及び道路建設に、国内にて調達可能な建設資材であるロックアスファルトを利用する為に必要な機材供与を我が国へ要請してきた。

要請内容は以下の４点である。

（１）ロックアスファルトによる舗装済み道路のリハビリ
　　モンゴル側にて施工済みのナライハ・エルデネ間の内の１６km区間
（２）ロックアスファルト使用の舗装道路新設パイロット施工
　　ナライハ・バガヌール間の内の１５km区間
（３）ロックアスファルト掘削のための機材供与　　（表１－１参照）
　　ディーゼル掘削機、削岩機（スクリュータイプ）等
（４）道路建設機材供与　　（表１－２参照）
　　バックホータイプ掘削機、ブルドーザ、給水車、回転式ローラ等

上記（３）、（４）における要請機材の内容は以下のとおりである。

表１－１　ロックアスファルト掘削のための機材

NO	機材名		数量
1	Diesel Excavator	1-1.5 m^3	2
2	Screw type Drilling Machine		1
3	Bulldozer with ripper	21 ton	2
4	Dump Truck	10 ton	8
5	Truck	1.5 ton	1
6	Jeep	4WD	2
7	Micro bus		1
8	Water Pump	2 m^3/min at 60 m head	5
9	Diesel Generator	300 kw	2
10	Stone Crusher	100 ton	1
11	Stone Screen	100 ton	1
12	Wheel Loader	1.5 m^3	2
13	Welding Equipment	electric type	1
14	Chain Block	1.5 ton	2
15	Spare parts	15 %	

表１－２　道路建設機材

NO	機材名		数量
1	Bulldozer with Ripper	32 ton	1
2	Bulldozer with Ripper	21 ton	1
3	Bulldozer	15 ton	1
4	Back Hoe	0.6 m^3	1
5	Motor Grader	3.1 m	1
6	Tire Roller	10 ton	1
7	Vibration Roller	10 ton	1
8	Macadam Roller	10 ton	1
9	Asphalt Finisher	2.4 m - 4.5 m	1
10	Asphalt Splayer	4 ton	1
11	Tractor Shovel	1.2 Cu.n	1
12	Tractor Shovel	2.1 Cu.m	2
13	Air Compressor	7.5 Cu.m/Min.	1
14	Dump Trailer	25 ton	5
15	Dump Truck	11 ton	4
16	Water Lorry	6 KL	1
17	Fuel Lorry		1
18	Cargo Truck with Crane	8 ton	1
19	Truck Crane	25 ton	1
20	Trailer	25 ton	1
21	Cracher Plant	120 T / Hr	1
22	Generator	37 / 45 KVA	1
23	Concrete Mixer	0.5 Cu.m	1
24	Plate Compacter	80 - 100 Kg	4
25	Hand Breaker	30 Kg	4
26	Tire Chain		20
27	Implement		2
28	Work Shop	8t ton	1
29	Spare Parts	20 %	

第2章　調査の概要

第２章　調査の概要

１．調査団の派遣

平成５年、モンゴル国は同国の道路建機整備計画の実施に関し、日本国政府に対し必要機材の無償資金協力の要請をしてきた。これを受けて我が国は、モンゴル国の道路整備計画をレビューの上、優良案件の発掘および形成を図ることを目的として、平成５年９月にプロジェクト形成調査団を同国に派遣した。プロジェクト形成調査の結果、日本の建設業者によるパイロット施工等の必要性を認め、機材整備のみでなく道路建設も含めるべきとの結論により、本要請内容に変更となった。

モンゴル国政府の要請に基づき、日本政府は、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が 建設省建設経済局調査情報課建設専門官の稲寺　隆氏を団長とする基本設計調査団を平成６年９月２１日から１０月１２日までモンゴル国に派遣して協議議事録を取り交わした。

なお、調査団の団員構成、調査日程、協議議事録の写しおよびモンゴル国関係者リストを巻末に添付する。

２．調査の内容

基本設計調査団は、モンゴル国政府関係機関との協議、プロジェクトサイト調査等を通して　当該セクターの現状、当該地域の現状、計画の背景、内容、実施体制、維持監理体制等を把握すると共に、基本設計に必要な情報収集および自然条件調査を実施した。自然条件調査は地形測量、交通量調査、路床土設計ＣＢＲ試験等であり、調査結果の詳細は巻末に添付してある通りである。

以上の調査結果を踏まえ、同調査団は、帰国後の国内解析、検討によって、本計画の妥当性およびその効果を明確化するとともに施設、機材の最適規模および内容を検討し、基本設計、施工計画、事業費積算を行い、これらを当基本設計調査報告書として作成した。

第３章　プロジェクトの周辺状況

第３章　プロジェクトの周辺状況

１．当該国の社会・経済事情

モンゴル国は北および北西でロシア東南から南西にかけて中国と国境を接する内陸国で東西の最大距離は2,３９２km、南北の最大距離は1,２５９kmである。

国土面積は１５６万6,５００km²であり、日本の約４倍の広さであるが、人口は約２２０万人と極めて少ない。

首都ウランバートルは約５８万人と全人口の４分の１を占める。第２の工業都市ダルハンは約９万人、第３の都市エルデネは約６万人、本調査の対象である第４の都市バガヌールは約２万人でこれらの大都市だけで全人口の３分の１以上を占め、都市集中の傾向が顕著である。

モンゴル国は１９２１年旧ソ連の支援を得て独立し、それ以降旧ソ連と密接な関係を続け、旧ソ連の経済支援のもと、国内の基幹産業はコメコン諸国との分業体制下、農牧業、鉱工業に特化し、経済を発展させてきた。（対ＧＮＰそれぞれ２０％、３４％、１９９１年）

道路部門は貨物輸送の７８.７％、旅客輸送の９８.７％（いずれも１９９１年）を占め、運輸交通分野の大部分を担っている。

しかし、人口密度の低さ、さらに大都市集中による人口の遍在も相まって、主要都市・地方都市間の道路整備は非常に遅れた状況になっている。
加えて、草原であり、地盤が比較的堅固であることからどの場所でも走行可能という地形的な条件も道路整備遅れの大きな要因の１つとなっていると考えられている。

2．当該セクターの開発計画

2－1　全国道路整備マスタープラン

モンゴル国内の主要道路は、１９９３年現在、11,248kmの国道、38,042kmの地方道、約150,000kmのその他道路がある。

道路の舗装率は、国道でも10.6％の1,191km、地方道は0.3％の112km、全体の道路網では0.7％と非常に低いレベルにある。
その大部分が管理・整備を一切行なっていない土道（自然道）で、道路網全体の97.8％、国道で75.7％がこの種類の道路となっている。したがって、年間を通して安全・確実な輸送が確保される区間は限られている。
加えて、ガソリン供給が逼迫している状況下、未整備道路走行による車両の燃料消費の増大、車輌の破損率も増大し経済面に大きな影響を与えている。

１９９０年、経済発展を支えてきた旧ソ連の経済援助の停止、旧ソ連の経済混乱により旧ソ連からの輸入に頼ってきた石油、機械類、スペアパーツ、日常消費材の不足は国内産業、市民生活に大打撃を与え、経済危機に陥っている。
国内産業の発展、市場経済へのスムーズな移行のため、早急なる国内流通の整備としての道路整備を進める必要にせまられている。

モンゴル国の道路整備計画は、１９９１年、旧ソ連の援助によってマスタープランが策定され、２０００年までに約4,000kmの国道を、２０１０年までに約9,000kmの地方道が舗装される計画となっていた。

経済体制の改革によりマスタープランの見直しが必要となり、アジア開発銀行の援助により新規マスタープランの策定が実施され、９４年９月その概要がまとまったところである。マスタープランは下記のように２期に分けて実施された。（詳細後述）

１　期　：　１９９３年７月～１１月
　　・中期マスタープランの策定。
　　・トータル６５０kmの優先道路の選定。
２　期　：　１９９４年５月～９月
　　・１期での検討結果からさらに２００kmの最優先道路の選定のための詳細Ｆ／Ｓ実施および初期技術調査の実施。

この報告の中で、本プロジェクトを含む路線は、最優先プロジェクトの一つとして位置付けられている。

2－2　道路予算

道路整備財源としては、現在、石油売上代金の１３％が当てられている。これは、通産省管轄下の石油輸入コンツエルン（その資本は８０％が国有で２０％が民間）で取り扱われている。最近の道路予算は次のとうりである。

表３－１　道路局予算

百万Tugriks

	1992	1993	1994
新　　設	146.1	828.3	2290.0
維持・管理	72.3	387.7	850.0
機材購入	-	111.6	160.0
計	218.4	1327.6	3300.0

道路局は予算の立案を行ない、実施はモンゴル道路公社が公営ないし民間の建設会社に発注して行なう。この発注金額には材料費、機械費全てが入っているが、受注した各会社は、輸入機器、資材についてはオートザム供給公社を通じ入手する仕組みになっている。

必ずしもオートザム供給公社を通じて資材等を入手する必要はないが、オートザム供給公社を通じ資材等を入手する場合には、代金の支払は前金でなくてもよい。そのため実際は、手持ち資金の不足する各社は、オートザム供給公社経由で資材等を調達している。将来は独自の調達ルートを作りたいとの意欲はあるものの現状は、困難である。

３．他の援助国、国際機関等の計画

道路関連の主な援助は、以下の通りである。

<u>ニュージーランド：プロジェクト名</u>

Inventory and Maintenance Management System for Highway Bridges

２ケ月間で橋梁のインベントリー調査および維持管理に関するマニュアルの作成を実施、１９９４年６月１６日にレポートを提出された。

インベントリー調査および維持管理の重要性を説き、調査方法およびマニュアルの作成について述べられているに過ぎない。

特に緊急な橋梁の補修又は架け替えについては、言及されていない。

スウェーデン：Training Programme

１９９３年より継続されている研修。
Swedish National Road Administration に於て、毎年、４５日間二人の研修コースを実施。

世界銀行：Urban Transport Subproject, Mongolian Transport Rehabilitation Project

都市交通機関への技術協力及び旅客輸送関連実務部門への支援が中心。
協力内容として都市交通に関する維持管理、交通経済、投資計画、交通網整備、および交通システムについてのトレーニング。現在、コンサルタンツの選定中である。

アジア開発銀行：Raod Master Plan and Feasibility Study

ソ連策定のマスタープランの見直しが最初に検討されたが、基礎データとしての交通量データが少なく、また既存データも経済改革前のデータのため、活用できない状況にある。
このため、設計基準も含め全く新規の形で作成作業が進められた。

－　２０年程度の期間を考えた中期計画として策定。
　　計画における全道路網は5,３６２km、コストは約４２７百万ドル
－　優先度の高い２４道路区間を検討の基本対象として策定。
　　トータル距離、コストはそれぞれ3,８９８km、３２２百万ドル
－　計画策定における最優先道路区間（２期に分けて詳細Ｆ／Ｓ実施）
　　Dahan － Erdenet ：　　１８０km
　　Nalaih － Saynshand ：　４４０km
　　Nalaih － Baganur ：　　１００km　---- 本計画対象道路
　　計　７２０km
－　計画策定のための新規基礎データの収集・推定評価
　　（社会経済の現状、交通量、設計基準、コスト等）
－　国際道路プロジェクトを考慮に入れた重要度、優先度付け
　　Asian Highway, Tumen River Project, Silk Route.等。

4．我が国の援助実施状況

我が国の援助の基本的立場は、経済困難の中でモンゴルが進めている民主化および市場経済化を中核とする経済改革のもつ国際社会全体に対する意義に鑑み、我が国のＯＤＡ大綱の理念・原則に則り、モンゴル自身の努力に対し、二国間のみならず国際場裡において積極的に支援することになっている。
援助方針の重点分野としては、

1）交通・エネルギーを中心とした経済インフラ
2）農業・牧畜業
3）保健・医療
4）教育

が上げられている。

我が国は、１９７７年に締結された「経済協力協定」に基づき「カシミア工場建設」に対する無償資金協力を実施して以来、８９年まで、技術協力として研修員受入、専門家派遣、機材供与、また資金協力として教育、広報用の機器を中心として文化無償援助を行ってきたが、９０年以降両国の経済協力関係に大きな進展が見られた。

有償資金協力としては、９１年度、初の円借款として商品借款を供与、９３年度には初のプロジェクト借款供与を実施し、９３年度までの累計は、１０６.１６億円が供与されている。

無償資金協力においては、９０年度に一般無償援助の再開、９１年度よりノンプロジェクト援助の実施等大幅に拡充された。９３年度は「ザミンウード駅貨物積替施設整備計画」に対する協力をはじめ、９３年度までの累計は、１７４.１９億円が供与されている。

技術協力においては、研修員受入、専門家派遣、調査団派遣、協力隊派遣、プロジェクト方式技術協力、開発調査と幅広く協力が行われている。９３年度までにプロジェクト方式技術協力は１件、開発調査が９件実施されている。

5．プロジェクト・サイトの状況

5－1　自然条件

モンゴル国の北西部は多くの内陸湖、河川をかかえた山地で高度は高く、南東部は砂礫性の土地が広がりゴビと称している。

全国平均海抜は1,580ｍで、全体として高地であり、気候は典型的な大陸性気候である。
本調査の対象地域であるウランバートル、バガヌールを含めた東モンゴルの自然条件の特徴としては下記のようになる。

- 海抜1,300ｍから1,800ｍで、丘陵地帯ないし平原（草原）である。
- 典型的な大陸性気候であり、季節による気温の変動が著しく、特に冬季の気温が低く、１月には－４０℃以下に下がることがある。
- 特に、冬季は気温の低さから、建設工事は不可能で、４月中旬～１０月中旬の夏期に限られている。土工工事では、地盤凍結が始まる１１月下旬まで工事が継続される場合もある。
- 降雨量は年４００mm程度と少なく、冬でも余り降雪をみない。
  １９９１年７月の気象研究所のデータによれば、ウランバートルの月別降水量は、冬季には２ないし７mmではあるが８月は９２.７mmである。
- ４～６月には風と砂塵が強烈である。

5－2　交通インフラ整備概況

（1）鉄　　道

北の国境スフバートルからウランバートルを経由し南の中国国境ザミンウードまで1,111kmをつなぐ南北縦断線が主要幹線で東西方向に枝線が８本あるのみで総延長は1,813kmとなっている。

今回のプロジェクト対象地域のナライハ経由炭坑の街バガヌールまで南に大きく迂回する鉄道がある。

主としてバガヌールの褐炭を年間約３７０万トンウランバートルの発電所まで運搬するのが目的である。

（2）空　港

現在国際空港はウランバートルのみでモンゴル航空、中華民航、アエロフロートが乗り入れている。

ローカル路線はウランバートルをハブにして17地方空港を結んでいる。

本路線沿いではナライハの軍用空港のみである。

（3）水　運

内陸国で海運はない。

河川も国全体の雨量が少なく高地に位置するため、ウランバートル市内を流れるローラ河にみられるように一般に水量がなく水運には利用されていない。特に本路線沿いは大きな河川は存在しない。

（4）道　路

他産業同様に道路建設機械、アスファルト等の資機材は大半を旧ソ連からの経済援助に基づく輸入に依存してが、コストの増加、輸入活動の停滞は建設部門の工事実施能力をも極端に低下させている。

例えば、生アスファルトは1990年から1992年までの2年間で5.4倍と極端に価格が上昇したため、ウランバートル市内の大手公営建設会社のアスコン工場でもアスファルトコンクリートの生産量は1992年15,000トン、1993年27,000トンであったものが、1994年には4,000トンのみしか生産できず舗装工事はわずかしかできない等の状況に陥っている。

状況を打開する方法の1つとして、モンゴル国内で豊富に産出するロックアスファルトを活用するための研究・試験施工が、同国道路局の研究機関であるオートザム研究公社により進めてられてきた。

ロックアスファルト実用の試験区間としてウランバートル～バガヌールの幹線道路が選ばれ、試験施工が実施されている。

1）ウランバートル・ナライハ間３０km

ナライハまでは幅員７mの２車線舗装道路であり、丘陵地帯を横切る。市の外側の検問所からナライハまでは中国の援助で行なわれたセメントコンクリート舗装になっている。
アスファルトコンクリート舗装部では、縦および横方向の線状ひびわれが、またセメントコンクリート舗装部では、施工目地縁部の破損が目立つ。
９４年は９月８日初雪があり１０月に入り日中でも０度以下の日がでてきている。

2）ナライハ・エルデネ間４４km

ナライハとの分岐点から西に約６kmの所にテレルジへの分岐点がある。この間は、維持管理は十分とはいえないが８０km／hで走行可能なアスファルト舗装である。
テレルジ分岐点から約１８kmの地点「アゴイチンホトル」までロックアスファルトを利用した舗装工事が、モンゴル道路建設公社の下でナライハ道路建設補修会社（公営）の手により２車線ですでに完了している。９０年から開始された舗装工事は４年で１６kmしか進展しておらず、特に９４年は約２kmのみとなっている。この区間がリハビリ対象区間である。
最初の１１km区間にポットホール、剥がれ等の要補修個所が約３３個所数えられた。特にこの区間の東側では大きな破損個所が目立った。これらは他の区間の通常のアスファルトコンクリート舗装部に比べ、要補修箇所がより多く発生している。
９３年冬の採掘が実施出来なかったことによりロックアスファルト使用の舗装は９４年９月５日でおわり、以後は通常合材を使用し舗装している。この舗装工事も９４年は９月２７日で終了している。
また、この対象区間に６００mにわたり未舗装区間がある。両側の斜面から水が湧きでており素掘り側溝には水たまりが出来ている。
ここは９１年秋に施行し９２年春までに全面的に破損した区間であり、凍上現象というより路床に入った凍結水分の融解による支持力不足からきた破壊である。現在、表層を除去後、路床の水分を十分に乾燥させるため２年間は放置し乾燥させるためあえて補修をしていない。
アゴイテインフトル・エルデネ間の約２５kmは砂利・土道であるが設計は完了している。現道は草原の中を１０本程度絡み合いながら自由に通じており、どれが本道か判別しにくいが本道には砂利がしかれている。
バヤン峠までは横断管渠が２kmに１個所の割合で現道上に置く形で進めれれている。同時に土工事（表土除去、約１mの盛土）が進めれれている。

アライメントはコントロールポイントがないので直線で行なっているのが目立つ。縦断もなるべくスムーズになるよう、かつなるべく盛るようにしている。
１個所約１０ｍの橋梁が完成している。
バヤン峠も現道の自然の曲がりと違い直線に登坂すべく切り土が進められており、この掘削土砂をこれより東側に盛土材として運んでいる様子がみられる。
現地発生の盛土材は一応選別されてはいるが、このうえに特に路盤材を施行している様子がないが、設計では一応路盤材１５cmをみているとの話であった。
排水施設は工事完了部では素掘り側溝のみで２km毎程度にＤ1,000程度のパイプカルバートが横断している。

3）エルデネ・バヤンデルゲール間２０km

エルデネからバガヌールまでの道路の基本設計は完了している。
バルーンドット峠・ズーンドット峠間は砂利道であるが、維持補修は殆どなされていない。残りの両峠の前後の区間合計１７kmは、完全に未整備の状態であり、多数の土道が存在している。
草原の中を車が走った跡が自然に道路となった状態であり、ほぼ地形なりの線形である。
８９km地点でトゴシン河（幅１０m程度）を横断するが、車で渡河が可能である。
この河のもっとも安定した位置に長さ６５mの橋梁計画があるとのこと。

4）バヤンデルゲール・バガヌール間２４km

バヤンデルゲールは本線から２km以上はずれた北の丘の上にある小さな村である。
バヤンデルゲールから約１０kmの地点までは、上記とほぼ同様な未整備の土道である。
バガヌールまでの残り約１４kmは、ソ連の援助で作られた２車線のセメントコンクリート道路になっている。概ね良好な状態ではあるが、バガヌール付近に於ては縦および横方向の線状のひびわれが放置されている。

5）バガヌール市

ウランバートル市の衛星都市の一つで歴史は１９７８年に遡り、ウランバートル市の管轄化にある。

炭坑の街で年４００万トン生産し、９割以上をウランバートルの発電所まで２００kmを鉄道輸送。残りは道路輸送となっている。

- 人口１7,０００人戸数4,０００。自動車所有台数４５０台。馬３３,０００頭。
- ２０００年の人口４5,０００人と見込んでいる。
- バガヌールからモンゴル東部への輸送の拠点としたいと市長は希望を持っており、将来計画としては石炭加工化学工業、皮革加工工業の誘致、火力発電所の設置が考えられている。

6．環境問題

プロジェクトの実施は、次の３点にしぼられる、すなわち

1）既設アスファルト舗装の補修工事
2）ロックアスファルト使用の舗装新設工事
3）ロックアスファルト掘削工事

である。

1）は、既に施工された区間の工事であり、2）についても新設工事とは言え、現道の路線とほとんど同じ箇所の舗装工事であり、しかも、道路沿い地域の土地利用は主に、牧畜用の牧草地であり、環境汚染、生態系の変化や住民移転等を伴なうような悪影響はないと推察される。

3）のロックアスファルト掘削地は、2）と同様に土地利用は主に、牧畜用の牧草地であり周囲には全く集落などなく環境汚染、生態系の変化等を伴なうような悪影響はないと推察される。

第4章　プロジェクトの内容

第４章　プロジェクトの内容

１．プロジェクトの基本構想

１－１　協力の方針

モンゴル産ロックアスファルトを利用し、供与される道路建設機材等を実際に使用して工事を実施し、建設機材等の使用・維持管理、施工技術・品質管理等の技術移転を図り、モンゴル国の発展に寄与することを協力の方針とする。

１－２　要請内容の検討結果

プロジェクト対象区間の状況および現地での検討結果に基づき、調査団がモンゴル国と最終的に交わしたミニッツの要請内容は以下の４点である。

- モンゴル側にて施工済みのナライハ・アゴイテインフトウル間のロックアスファルトによる舗装道路不良個所のリハビリ
- バヤン峠・エルデネ間のロックアスファルト使用の舗装道路新設パイロット施工
- ディーゼル掘削機、削孔機（スクリュータイプ）等ロックアスファルト掘削のための機材供与
- バックホータイプ掘削機、ブルドーザ、給水車、転圧ローラ等道路建設機材供与

上記モンゴル側からの要請内容について検討すべき要点は下記のようなものである。

- ロックアスファルトは将来とも十分に確保できるのか
- ロックアスファルトは本当に道路材料としてつかえるのか
- 道路舗装材として使用するにあたり現状の問題点はなにか
- 施工管理上、品質管理上、改善すべき点はなにか
- 技術移転の上で注意点はなにがあるのか
- 上記を踏まえた上で必要な工事範囲と必要機材はなにか

以下、各項目について検討結果を記す。

（1）ロックアスファルト鉱山の状況

バヤンエルヘテロックアスファルト鉱山は、バガヌールの南南東１２０kmに位置し、周辺はモンゴル特有の丘陵状の草原となっている。

エネルギー鉱業地質省はバヤンエルヘテについて１９８５年から調査を開始し下記のようなレポートがでている。

・　予備調査報告書１　１９８６年
・　予備調査報告書２　１９８７年
・　鉱山開発Ｆ／Ｓ報告書　１９８７年
・　鉱山露天掘り詳細計画書　１９８８年
・　補完調査報告書　１９８８年

以上の報告書を検討した結果は次のようになる。

地質調査ボーリングは５０ｍ毎の格子状に計１６６本実施されている。
ロックアスファルトの地層は数層になっており浅いものは表土下６０cm、深いものは６０ｍにも達する。形成層の厚さは0.5ｍ～７ｍ程度であり、全体埋蔵量は１９８.8万トンと推定される。

浅いところには67,200トン（As量9.1～21.2％）.
深いところには1,913,600トン（As量6.2～65.0％）.

浅い層の層厚は厚さ1.2～1.3ｍと薄く、アスファルト含有率も７～１４％と低い。
現在の採鉱は露頭に近い掘削深さ４～５ｍ程度からであり、剥土量は少ない。面積にして約１００×４００ｍの露天掘である。生産実績は過去４年間で最大でも3,000～4,000t／年程度でトータル約10,000tである。

ロックアスファルトの掘削・運搬、剥土用には下記の機材を使用してきた。

－ ドリル	1	１４０径
－ ダンプトラック	4	5t
－ エキスカベータ	1	1.0m³（レンタル車）
－ ブルドーザ	1	１３９HP（レンタル車）
－ ダンプトラック	2	１０～１２t（レンタル車）

これら機材はウランバートルの建設会社などからレンタルしてきたが、機械不足から調達が不安定で作業に支障をきたしている。また、機材用の燃料・油脂の不足に加え、発破用のダイナマイトの不足の問題をかかえている。
予算がなく掘削作業は９３年末から行なわれていない。

地表面下１４ｍ以深に厚さ３ｍ程度の層が確認されている。調査結果では、推定埋蔵量は１９０万t、採掘可能量としては約９０万t程度と見積られている。この深い層のアスファルト含有率は２０％以上であり、より良質のロック層と推定されている。

この深い層の剥土厚さは平均３０ｍ、剥土比は7程度と推定されているが、地表面下１５ｍ程度に地下水面が存在する。

ロックアスファルトの採掘作業は、夏期（従来５月～９月）に剥土作業を行い、低温での固結化による発破効率、掘削作業性を考慮し、通常１２月２０日頃～２月２０日頃までの冬期２か月に採掘作業が行われる。

掘削したロックアスファルトはナライハのアスファルトプラントにあるストックヤードまで運搬し、翌年の工事に備える。鉱山～アスファルトプラント間の距離は１６５km、未整備の土道路でロックアスファルトの運搬時間は片道５～６時間となっている。運搬路は一部湿地帯を通過するため、氷結する冬期にのみ行われる。

ロックアスファルトの利用は、本プロジェクトの対象であるバヤンエルヘテ以外では３０年近く前に中国国境に近いサインシャンドから２０kmのズンバヤン油田で８０万トンのロックアスファルトが確認され、内３万トンが試験的に使用されたことがある。他にオボルハンガイ県ホジルトとボクト、ドルノット県ハルノール、その他でロックアスファルトの存在が確認されているが埋蔵量の調査はされていない。

結論として、「要請されている目標施工量である８km／年程度の道路舗装に必要なロックアスファルトの必要量を4,000t／年とすると、浅い部分の残存ロックアスファルト５万トンのみでも当面必要な量をまかなうに足るものである」といえる。
さらに深いところのロックアスファルトは、掘削コストが今後検討仮題となるが、量的には全く問題ない十分なものであるといえる。

（2）モンゴル側で行なってきたロックアスファルトの試験舗装の状況

オートザム研究公社は1985年地質研究所からの情報に基づきバヤンエルヘテに於けるロックアスファルトの存在を確認し、1988年からカザフスタンに職員を派遣し、ロックアスファルト利用研究開始した。
1990年から採掘開始し、前述のようにテレルジ分岐から18kmの舗装に試験的に利用してきた。

現在のロックアスファルト混合材の製造方法は、まず通常の砕石のみ加熱し、ミキサーの中で常温のロックアスファルトを約30％加え、骨材の熱でロックアスファルトを融解しながらミキサーのパドルで粉砕し、最後に加熱溶解した生アスファルトを数％加える方式をとっている。全体で1バッチ600kgを90秒の時間で混合している。機構的には通常の直接加熱式プラントにロックアスファルト投入装置計量装置を加えたものである。アスファルトプラントでの作業人数はブルドーザのオペレータを入れて8～9人である。

これをダンプトラックで現場に運搬し、通常アスファルト混合物同様にしてフィニシャーで敷き均しローラーで転圧締め固めを行ない舗装している。

老朽化した機械と未熟な施工技術に加え、品質のばらつきが仕上がりを落としてはいるが、舗装材料としては使用に耐えうるものといえ、日本の技術を応用し、改良を加えれば、現在モンゴル国内で生産できないアスファルトの輸入をへらし、外貨節約の一助となりうるといえる。

（3）道路舗装材として使用するうえでの現状の問題点

1）プラントの老朽化

現在オートザム研究公社はナライハに試験プラント1基（30t／h）を所有し運転しているが、6～7年使用したもので、部品が不足し、維持管理状態は十分でない。
他に組立中のものがもう1基あるがこれは部品の欠品が多く当面使用不可能である。

2）ロックアスファルト使用上の品質管理

搬入されたロックアスファルトはクラッシャで破砕後、ブルドーザーでベルコン投入口に運搬されるため、土砂の混入が避けられない。５％～２０％と含有アスファルト量にむらのあるロックアスファルトを大きく２種類に目視で区分し、使用している。このため配合成分の品質管理に問題が生じている。また、現在は、冬季破砕され搬入されたロックアスファルトは野積みの状態でストックされているが、夏場互いに付着し再破砕の必要も生じている。

3）品質管理用機材

現在オートザム研究公社では下記の土質およびアスファルト試験設備を持っている。

- ハンドオーガボーリング試験
- 粒度分析
- つき固め試験
- 物理試験（比重、含水量、粒度分布）
- ロサンゼルスすりへり試験
- 不純物試験
- 針入度試験（アスファルト）
- 粒度試験
- マーシャル試験機－アスファルト混合物の配合設計に用いるものであるが使用しているようにはみえなかった。

舗装設計の基本指標であるＣＢＲについて試験に必要な設備、機材はない。したがって、調査団は現地の土のサンプルを代表的な４ケ所から採取し（一ケ所当り約２５kg）、日本へ持ち帰り、土質試験を実施した。試験結果は第４章４－２に示す。

4）現在ある道路建設用機材の老朽化

下記に現在オートザム研究公社が試験舗装に使用中の道路建設用機材を示す。
簡易型アスファルトフィニッシャを除き、すべて旧ソ連の機材である。

表4－1　オートザムの現有道路建設用機材

機　種	台数	諸　元
グレーダー	1	124HP
ブルドーザ	2	130HP
エキスカベータ	2	0.5m³　0.25m³
振動ローラ	2	8t（両鉄輪）
タイアローラ	1	15t
ブルドーザ	1	75HP
アスファルトフィニッシャ	1	3.5m
アスファルトフィニッシャ	1	モンゴル製、簡易型
ダンプトラック	8	5t（レンタルにて10t、12tも都度使用）
その他	6	トラック、クレーン車、アスファルト散布車、自動車

上記機材を使用しての施工能力は500m／月（2車線7m道路）程度は可能との説明があったが、資材の不足も重なり、本年は2km程度の施工実績に留まっている。
機材の老朽化に加え、維持修理の手立てがほとんど無くなっている。

5）機材の維持・修理の設備の不足

機材の維持・補修用のワークショップ等の設備もなく、日常点検を含め全て現場（野外）で実施している。従来ウランバートル市内の建設機械の修理工場に持ち込み、実施していたが、修理工場の能力が大幅に低下しているため、現在は現場でできる修理のみで機材を維持している。そのため比較的新しい機材でも休車となっている場合も見られる。

6）既設舗装の破損状況

リハビリ対象既設区間１７.８kmの標準断面構成は、下記のとおりである。

－　表層　：加熱混合式ロックアスファルトコンクリート　３cm
－　基層　：加熱混合式ロックアスファルトコンクリート　４cm
－　路盤　：グラベル　　１０～２０cm（路床の状況により変える）

目視と走行テストにより、ひび割れ、ポットホール、段差等を数え、舗装の評価を行なった。ポットホール等要補修個所の総数は約５０であった（１０月５日調査時）。

路盤の上のプライムコート、基層と表層の間のタックコートは資材の不足から施工されておらず、汚れた表面の上に薄い舗装を低温で施工すれば、舗装の剥離を招くことは当然ともいえ、ポットホールの原因の一つとなっていると考えられる。

過去にモンゴル側はポットホールの穴埋めのほか、損傷の大きいところではオーバーレイしているが、オーバーレイ実施の際、現路面へのタックコートがなされず、施工方法に問題がある。

本計画の対象地域であるウランバートル地方の１１月から３月の最低気温は摂氏マイナス４０℃以下となる。このような低温においてはアスファルト舗装も収縮クラックは避けがたい。特にパラフィン分の多い中国産のアスファルトを使用した混合物ではこの現象が多い。一定間隔毎の横断クラック、中心線上の縦断クラックはこうした低温収縮クラックと判断される。他に路盤以下の支持力不足によると思われる亀甲状のクラックが存在する。

凍上破壊については、降雨量が日本の２０％程度でありモンゴルで実例は見られず、既設区間の標準断面も、凍上抑制に対する配慮がなされていない。
事前調査時問題となった、凍上破壊と推定された両側切り土６００Ｍ区間は、今回の調査の結果、表土を５～７ｍ掘削したため、地下にあった永久凍土層が、春に大気の温度の上昇の影響を受けるようになり、融解した永久凍土層の上部の水分が路床に浸透し舗装の破壊を招いたものであると判断された。現地関係者からの聞き取り結果でも、凍上特有の盛り上がりはなく、秋に舗装した舗装の一部分が春になって破損したとされている。

7）新設道路建設上の問題点

現在、モンゴル道路公社はナライハ～エルデネまでの区間の道路工事を実施している。
テレルジ分岐点～バヤン峠まではナライハ道路建設会社が工事を実施しており、現在アゴイテインホトルまでの１８kmの舗装が完了している。（受注金額：4,000万Tg。全体工期：８９年から９５年まで。）　この会社の施工品質、能率は非常に低い。
バヤン峠からエルデネまではトウグ県道路建設補修会社が工事を行なっている。この業者の方が所有機材も多く能力が大きい。

現地の土道路は土砂と砕石のような風化岩の岩屑からなっており、草のある表土部分を除去し、路床盛土材として使用している。

聞き取り調査では、厚１０cmの路盤材はウランバートル近くの川砂利を敷き均らし、振動ローラで転圧しているとのことであったが、実際には施工している様子ははっきり確認できなかった。

アスファルトフィニッシャによる舗設の仕上がり状況は悪く、ハンドレーキによる手直しを行なっているがこの技術も未熟である。タックコートは実施していない。
オペレータの技量、機材の老朽化双方が問題である。

（４）施工監理上および品質管理上の改善解決すべき点

1）プラント

旧ソ連から輸入した機械の修理用部品を調達することは現状では困難である。工事を短い夏の期間に故障なく工事を行い、舗装技術一式をモンゴル側に移転するためには、新規の施設を供与するほうが経済面からも有利と考えられる。モンゴル側からも新規プラントの追加要請が出された。

2）ロックアスファルト使用方法

アスファルト分のいろいろ異なるロックアスファルトの現行の貯蔵施設は改善する必要が有る。例えば、ストック場の区分をもう少し細分化するか、逆に出来るだけいろいろのロックアスファルトを混合したものを使用するようにして成分の均一化を計る必要がある。このため含有アスファルト量の迅速な測定機の整備も必要と言える。

アスファルト混合物中のロックアスファルトの最大混入量は合成粒度、加熱温度から決まる。２０％ものアスファルト分を含むロックアスファルトの加熱は特殊なドライヤーを必要とし非経済的になる。非加熱状態で、加熱した骨材と混合しようとすると骨材の最高加熱温度の制限から２０～３０％が限度となる。日本国内に持ち帰り分析し配合設定した結果では２２％の混入率が最適となった。この場合添加すべき生アスファルト量は2.2％である。またプラントに送り込むロックアスファルトの最大径は２０mmを限度とする

参考：日本の道路切削廃材を再生骨材として用いるプラントの例では４０mm以下は土等の混入があるのでこれを路盤材として使用し、４０mm以上をロールクラシャーとインペラクラッシャーで２０mm以下に破砕篩い分けし、この骨材を計量後、加熱してミキサーに投入しリサイクルオイルを添加している。再生骨材のアスファルト量は５～７％程度と少ないが、骨材加熱方式は含まれるアスファルトが燃えないように材料はバーナー側から流れる方式をとっている。

3）品質管理用機材

現在日本で一般的に行なわれている品質管理のための試験方法を導入するには、本計画の実施時期を考慮すると、日本側でプラントの運営を含めラボラトリーを管理・運営し、かつ技術移転を図るのが望ましい。

4）機材の維持・修理

現在修理施設がほとんどない状況下で、機材の稼働率確保のためには、モンゴル側から要請のあったように、現場である程度修理ができるように、モービルワークショップの供与が不可欠となる。

5）技術移転の上で注意点

a. 本計画では、モンゴル国へ供与される道路建設機材等を実際に使用して、工事を実施し、モンゴル国側への建設機材等の使用・維持管理、施工技術・管理等の技術移転を意図している。このためには必要なロックアスファルト採掘の運営・管理、アスファルトプラントの運転、良質な混合材の出荷、舗設が含まれることが全体運営の面から必要となる。

b．日本側で工事を完了後もモンゴル側のみでできる体制作りが前提で本計画は進められねばならない。そのためモンゴル側から下記項目について確認を取付けておく必要がある。

- 技術移転を受ける側の人選は、長期的展望で行う。
- 供与を受けた機材の維持管理責任体制の確立を早急に行うこと。
- 日本側で供与する機材の継続的使用のため、供与された機材および建設された道路の維持管理のため、維持管理費用としての予算を確保すること。

（5）検討結果のまとめ

1）リハビリ区間とその種類

対象区間　：　テレルジ分岐点からアゴイティンフテュル間、約17.8km
内　　容　：　1）全面破壊区間約600mの舗装施工
2）小規模補修（ポットホール、クラック、剥離）約50ケ所
3）比較的連続した不良個所のオーバーレイ。7,000M^2
（走行上特に悪い箇所に限定した。）

2）新設パイロット区間とその施工

対象区間　：　バヤン峠登り口からエルデネの区間、延長約13.3km
選定理由　：　1）本対象区間は、ADBが最優先道路とした3本の道路の一つで、現在、道路局が工事を実施している箇所である。
2）ナライハーバガヌール間では比較的交通量の多い地方都市を結ぶ区間で、緊急性がある。
3）設計が完了し、一部土工が開始されているが、予算、業者の能力の不足等あり舗装工事完了までのめどはついていない。
4）エルデネ以東の37km区間は、ADBのF／S対象区間である。

3）ロックアスファルト掘削のために必要な機材

上記で検討した結果に基づく年間工事数量、工種から必要となる機材の

種類・数量を算出し、算出結果と合わせ機材の稼働条件等から要請機材を見直し供与機材を選定する。見直し結果については後述する。

4）道路建設に必要な機材

ロックアスファルト掘削のための機材供与と同様に、要請機材を見直し供与機材を選定する。見直し結果については後述する。

（6）モンゴル側と最終確認した補足事項

なおモンゴル側と最終確認した補足事項は次のようになっている：

1）機材管理責任者

本計画の実施機関と機材管理責任機関 ： インフラ開発省、道路局

2）日本の施工範囲

一部土工が開始されている区間を日本の施工会社が工事を行うことになるが、日本側の施工範囲は排水構造物と路床から上部の舗装までとなる。
（6ケ所で準備されたパイプカルバートはモンゴル側で移動する。）

3）ロックアスファルトの舗装技術の完成

国土の資源活用と言う政府の基本方針から、ロックアスファルトを使用した舗装技術の完成を目的とする。

4）ロックアスファルトの埋蔵量

ロックアスファルトの埋蔵量は確認出来たが、経済的採掘量の検討はされていない。今回の施工では、浅い部分のロックアスファルトを使用する。将来深い部分のロックアスファルトを使用する場合は、経済性を検討する。

5）最終確認・結果に基づき要請機材の見直し

上記の最終確認事項に基づき、要請機材を見直し供与機材を選定する。

（7）協力実施の妥当性

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。

よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請の一部を変更することが適当であることは、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討において述べたとおりである。

2．プロジェクトの目的・対象

本調査結果を検討、解析することにより、資機材不足による道路整備計画の大幅な未達成、施工技術、管理運営技術の水準の低さから道路の質が十分と言えない状況を解決するため、下記の供与を行なおうとするのが、本計画の目的である。

（1）バヤン峠・エルデネ間でロックアスファルト使用の舗装道路の新設施工を通じ、モンゴル側の実施機関の管理運営技術、モンゴル国の施工業者の施工技術の水準の向上
（2）供与機材を使用し、モンゴル側にて施工済みのテルリジ分岐点・アゴイテインフトウル間のロックアスファルトによる舗装道路不良個所の補修
（3）ディーゼル掘削機、削孔機（スクリュータイプ）等ロックアスファルト掘削のための必要機材の供与
（4）バックホータイプ掘削機、ブルドーザ、給水車、転圧ローラ等道路建設機材の供与

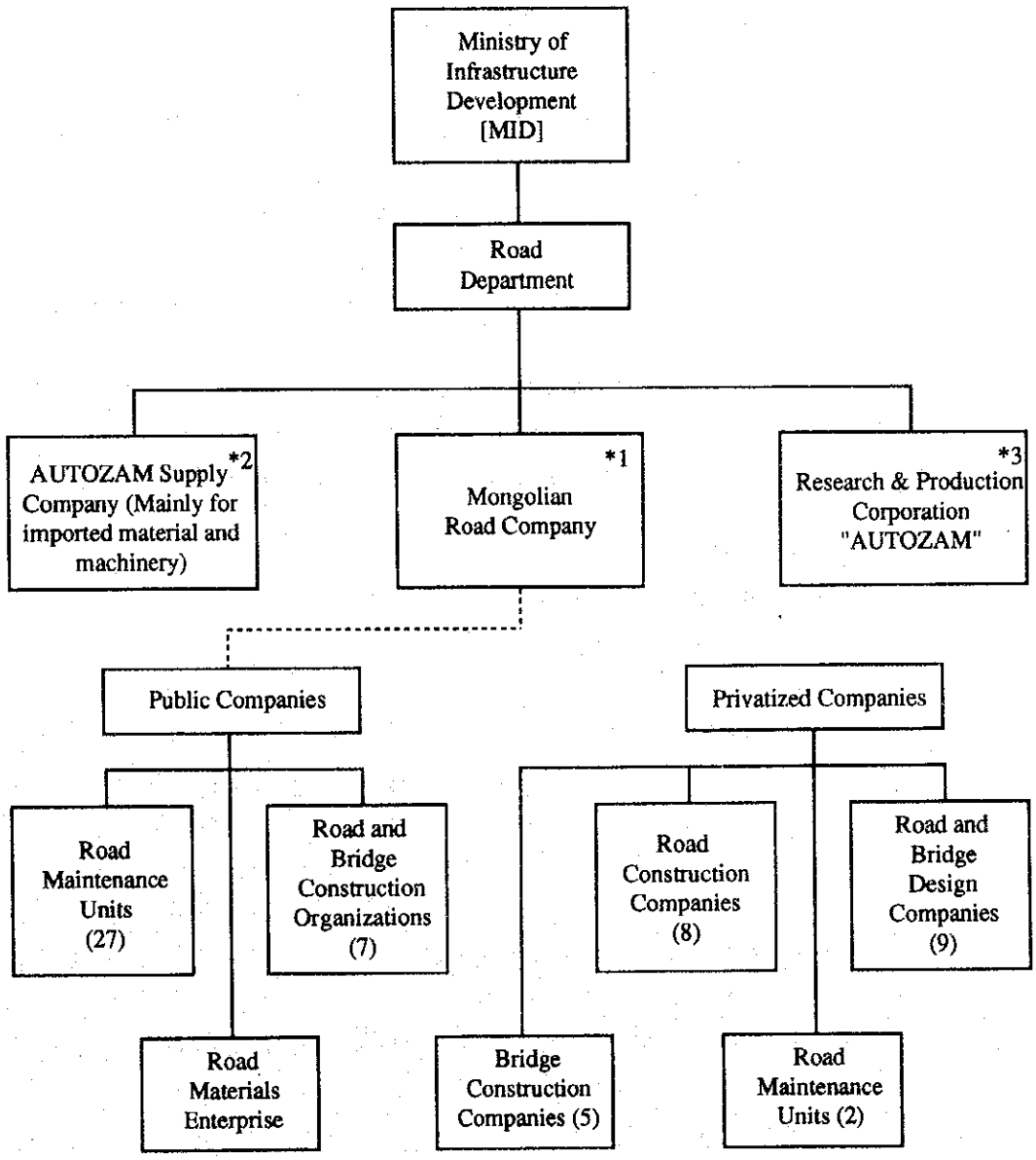
3．プロジェクトの実施体制

3－1　組織・要員

（1）道路局組織

本計画の実施機関であるインフラ開発省、道路局の組織を図4－1に示す。

図4－1　インフラ開発省、道路局の組織



（　）内の数字は会社数を示す。

＊１）モンゴル道路公社（Mongolian Road Company）

１９９２年１月組織変更に伴い公社として発足。

所属構成人員約６０人

道路橋梁の建設、補修の発注、監督を実施。

傘下の公営の建設会社２５社の他、民間建設会社と契約により道路建設、補修を行なう。

道路局より配付される予算により実施される。

概略の予算と実績は次のとおり。

９２年	－	実績　３億Tg
９３年	予算２０億Tg	実績１４億Tg
９４年	予算２８億Tg	実績１５億Tg*（この内２０％が補修工事）
９５年	予算４０億Tg	

*注：8月までの実績は9億Tgであるが12月まで15億Tg予想。

予算と実績の差は、財源が石油売上税となっているため実収入が少なくなっている。

ウランバートル市内は市で直接実施しており、公社の業務範囲外である。

＊２）オートザム供給公社（AUTOZAM Supply Company）

所属構成員４０人

資材、機材の輸入販売

予算　２億Tg ＋ 管理費 1.5 MTg

取り扱い品目

ストレートアスファルト：９３年4,000トン

９４年3,600トン（世銀の借款利用）

ロシアより＄８０／トンで輸入

これにCustomTax 15%×TradeTax 10%の

計26.5%の税金と手数料を加えて販売する。

機材、部品に手数利益が出たとき輸入する。

＊３）オートザム研究公社（Research & Production Corporation "AUTOZAM"）

所属構成員１２０人

研究者、技術者　４０人

労働者（プラント、ロックアスファルト山）　６０人

事務管理　２０人

道路局の研究機関でロックアスファルトの実用化の研究主体であり、設計基準等作成も行っている。
ナライハに実験プラントを所有している。

（2）プロジェクト完了後のモンゴル側の実施能力

本区間の道路整備を実施している道路局傘下のオートザム研究公社は40人におよぶ技術者を抱え、本プロジェクト完成後の機材の維持管理を含め、道路整備の実施について問題は無いと考えられる。

3－2　予　　算

第3章 2－2に述べたように道路局は石油売上の13％を予算とできる仕組みを持っている。94年で新設工事費570万ドル、維持管理費200万ドル、機材購入費40万ドルの予算を有し、前年比200％以上となっており、本計画で供与される機材の維持管理費は今後確保出来ると考えられる。

3－3　維持管理計画

（1）道路維持管理

現状の舗装道路の破損磨耗に対する維持管理体制としては、道路局の予算に基づきモンゴル道路公社が公営あるいは私営の道路維持管理会社に発注を行うシステムが出来上がっている。問題は道路の追跡評価とその結果のデータバンクが完備していないこと、十分な予算がないこと、適切な資機材が入手あるいは利用できにくいこと等である。

道路の維持管理費は面積あたり通常新設あるいは打ち替え工事費の1／2～1／3を必要とするが、補修必要頻度あるいは補修必要面積は各種の条件で大きく左右される。

舗装の寿命は設計方法で異なり10年～50年とさまざまであるが、日本の設計方法では10年間の交通量を基準にしている。モンゴル道路局の予算配分も前述のように新設の1／3程度が維持管理費として計上されている。

限られた予算で効率的に舗装の維持管理を行なうため、PMSやPMMS（Pavement maintenance management system）が提唱されてきているので、今後技術援助としてこうした分野を考慮していく必要性が高い。

短期的には、道路維持管理車に材料、小型ローラー、作業員一式をのせ、巡回しながら早期補修を実施できる体制作りも必要であり、モンゴル側も積極的である。

今回のパイロット施工区間についてのみ限定すれば、工事完了後２年間程度は補修費は不要といえるが、以後５年まで建設費の２％程度を考え、その後１０年までは年５％程度を平均的にみておく必要がある。

（２）機材維持管理

１）機材維持管理システム

機械の維持管理の実務作業は各建設会社の管理責任者に委ねられるが、修理工場、工事現場では整備設備の不足により、維持管理方法としては目視点検、給油脂サービスといくつかの定期整備程度に留まり、定期整備、分解修理等の整備設備を要する重整備作業はウランバートルにある整備工場に持ち込み行なわれていた。しかしながら、整備工場における整備能力が大幅に低下しているため、当面現場でできる整備で機材を維持する必要がある。

道路局では、本プロジェクトで機材を調達するに当たり、これらの機材の整備能力の強化を重要な課題として、移動式修理車を利用した現場巡回サービスの実施等を計画している。

具体的な機械維持管理方法としては、現在行なっている車両管理台帳（Log Book）を基本とするが、保全整備の観点から、車歴簿、給油記録簿、整備台帳等の再整理を行なう。これにより、機械・車両の運転特性、給油時期、故障特性等を確認することができ、これにより得られたデータは、工作車を用いた車両・機械巡回サービスに利用し、故障の発生を大幅に押さえることができる。これらの車両管理方法を実現するため、下記のとおり専任の維持管理チームによる組織的な管理を行なう。

当面整備工場の整備が期待できないので移動式修理車に一般整備機器に加え、クレーン等の重整備が行える機器を備え、機材保管庫等を活用して、下記の整備工場の機能の代替をさせる。

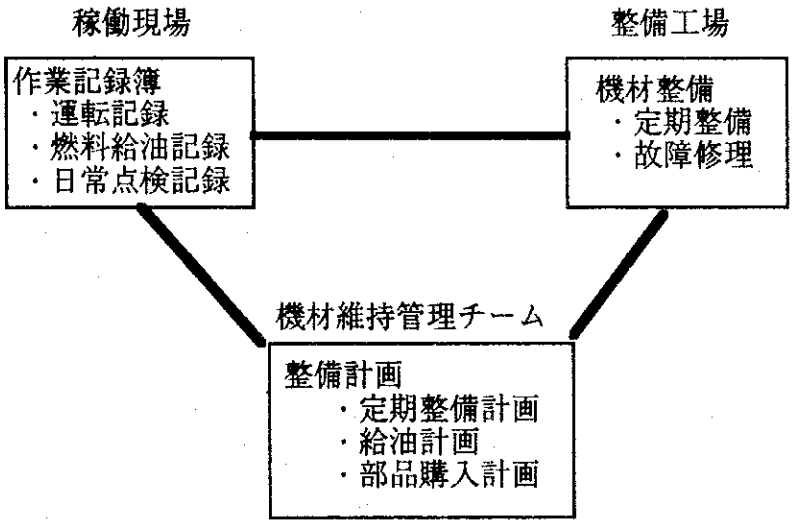


図４－２　維持管理システム

２）機材維持管理費

道路建設は前述のようにモンゴル道路公社と公営および民間建設会社との契約により実施される。このため、供与された機材は受注した建設会社に貸与され、工事に使用されることになる。機材の稼働に必要とされるオペレータ、燃料等の機材運転費については、建設会社により手当てされるが、機材の管理責任を持ち道路局では維持修理の費用の確保が重要である。

維持修理費は建設省監修建設機械等損料算定表から機材の種類によりばらつきはあるが、耐用期間での年平均維持修理費率は機材価格の６％と算定されることから、定期整備および現場修理費等の年平均維持修理費は、

US$ 15,868,100（1,586,810千円）×0.06
＝US$ 952,080（95,208千円）

となる。

4．プロジェクトの最適案に係る基本設計

4－1　設計方針

基本設計は、特に以下の事項を配慮して行うものとする。

- 試験施工区間の基本設計を行うにあたっては、工期の短縮、建設費および維持管理費の低減に留意して施工法／資機材の選定を行う。
- 道路設計に関しては、モンゴル政府道路局の設計を原則的に使用する。
  但しアスファルト舗装下部の路盤設計に対しては調査団の調査結果を使用するものとする。
- 冬季における施工の制限を配慮し、施工計画は十分に検討する。
- 大きな切り土部は、冬季における路床の凍結作用を考慮し、排水施設面には十分配慮する。
- 施工済み舗装区間のリハビリテーションについては、モンゴル側の施工技術を十分考慮し、最適な施工機材、施工法の選択に努める。
- 現地経済の活性化と技術移転を図るため、現地労働者および現地技術を出来るかぎり活用しうる施工機材、施工法を計画する。

4－2　設計条件の検討

（1）道路設計

1）道路等級

ナライハからバガヌールまでの道路の現在交通量は、100～150台／日で、2000年でこの倍としても、日本のL交通にあたる。しかしウランバートルからバガヌールまでの道路およびダルハンまでの道路については、1991年に5段階道路基準の内、第3級道路として整備を進めることに政府決定している。他の道路は4級ないし5級道路と決定している。本計画ではこのモンゴル政府の既定方針に従い、交通量は少なくても3級道路としての規格を適用していくことにした。

2）適用幾何構造基準

適用したモンゴル側幾何構造基準を下記に示す。

表４－２　適用幾何構造基準

Item	Unit	Standard
Road Class		III
Terrain		Flat, Rolling and Mountain
Vpd	nos/day	2,000 - 6,000
Design Traffic Volume	pcu/day	1,000 - 3,000
Design Speed	km/hr	100, 80, 50
Lane Width	m	2x3.5m
Shoulder Width	m	2.5
Median Width	m	na
Crossfall of Pavement	%	2
Crossfall of Shoulder	%	4.0
Max. Superelevation	%	10
Min. Radius Curve	m	100
Max. Gradient	%	5

3）標準横断構成

道路の幅員構成は、上記規格から次のように計画した。

・　車線数　　：　２車線
・　車線幅　　：　3.5 m
・　横断勾配　車線部　：　２％
　　路肩部　：　4.0 ％
・　路肩幅　　：　2.5 m

本計画道路の設計交通量は２０００年でも日本のL交通であり幅員5.5 m～6.0 mでも十分と言えるが、前述のように本計画道路についてはモンゴル側で既に計画・設計している7.0 mとする。現在バガヌールからアゴイテインフトウルまでの完成済舗装幅員も７mである。

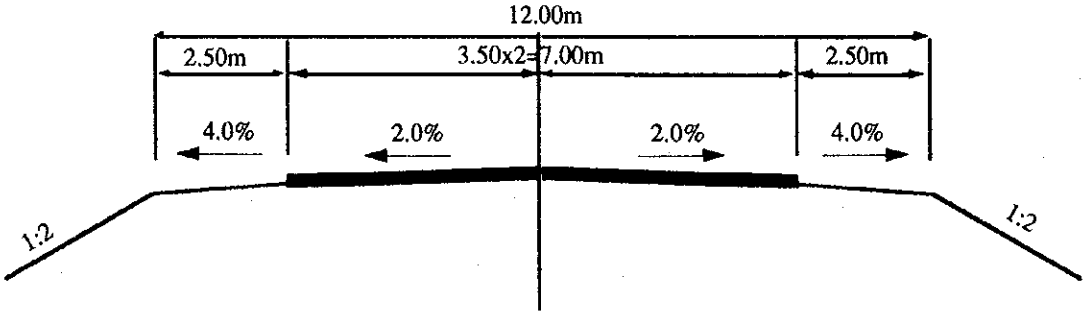


図４－３　標準断面構成

４）路床の設計ＣＢＲ

ＡＤＢはコーンペネトロメータを使用し支持力を測定し、換算設計ＣＢＲを７としている。プロジェクト対象区間の路床土は位置により色、粒度に変化が見られるが、深さ方向では１ｍ以上の深さにわたり、特に変化は見られない。

今回、調査団が採取した路床土の水浸ＣＢＲ試験結果はデータとしてばらつきがあったが、日本の舗装要綱では最大設計ＣＢＲは２０が限度であること等勘案し、大きな切り土部を除き設計ＣＢＲを１２を採用した。

表４－３　現地路床土ＣＢＲ試験結果

	凍上区間	バヤン峠	エルデネ西3.3k	エルデネ東2.0k
礫　分	35	43	40	44
砂　分	36	23	36	28
シルト分	22	27	21	24
粘土分	7	7	3	4
分類	SM	GM	GM	GM
膨脹比	0.036	1.507	0.458	0.532
含水比	9.1	9.3	9.4	10.0
平均CBR	5.4	13.4	61.3	30.1

5）凍上防止策

科学アカデミー地理学研究所　N.シャルク研究員を訪問し、下記を確認した。

・ ナライハには2～3m下に永久凍土層が存在するが、バガヌールでは永久凍土層は存在しない。
・ 本計画区間の途中の地点の研究はしていないが、部分的に永久凍土層の存在が予想される。
・ 永久凍土層がある場合も凍上は土質と地中水分量により起きない場合もある。

本計画では、大きな切り土区間では地下の永久凍土層の表面位置に影響を与え、融水が生じる可能性があること、切り土部分深いところの路床土は他の区間に比べシルト分が多いことから判断し、凍結深度1.2mについて路床の入れ替えを行なうことにする。しかし、モンゴルのように雨量の少ない所では両側が高い切り土部分以外では考慮不要と考える。

・ 凍結指数
ＡＤＢの調査ではＵＢで2718（P3−9）、日本で得られたUBの気象データ（モンゴル国民経済統計1986）からは3270となるので平均して3000とする。
・ 凍結深
路面からの凍結深さは計算による場合、
3×（凍結指数の平方根）＝160cm
凍結指数が500以上の場合この7割を採用するので112cmとなる。
・ 路床の入れ替え
路床に水分の供給が十分あるときには、凍上を起こしにくい材料で舗装表面から舗装厚を差し引いた上記凍結深分路床を入れ替える。
凍上を起こしにくい材料は0.074mm篩通過分が5％以上の透水性の良い砂礫度をもつものである。

（２）建設機材

モンゴル国における道路整備工事においては、旧ソ連・東欧製の旧式の機材を用いて実施しており、また絶対的な機材の不足から人力に頼るところも大きく、さらに良質のオペレータ、整備メカニックの不足に加え、整備施設も旧ソ連のエンジニアが去った後、手入れもされないまま放置されている状況にある。維持補修のためのスペアパーツの供給も困難な状況にある。
したがって、機材の選定に当たっては、本プロジェクトが機械化施工の技術移転を行うパイロット施工であることを考慮して、日本における機材の選定方法を基本として、モンゴル国建設業者が慣れた工法を生かし、既存の機材の併用も考慮し、現地のオペレータ、メカニックが使い慣れており、現在モンゴル国で使用しているものになるべく近い機材を選定することとする。その構造についても電子機器を多用した最新式の機材を導入するのではなく、現地の整備能力に見合ったものとした。

また、調達機材の現場において使用される条件として以下のモンゴル固有の事項が想定される。

モンゴル国では冬季マイナス４０度以下になるなど機材にとって非常に厳しい使用条件下にあるが、その条件をに適合する極寒冷地仕様の機材は、その構造使用構造材料が特種なものとなり、また構造も複雑にならざるを得ず、非常に高価格になる。さらに機材の維持修理も高い技術レベルが必要となり、機材価格の高さと相俟ってスペアパーツも高価格となる。したがって、道路建設機材については、夏期施工が主になることも考え、いたずらに機材仕様そのものに耐極寒冷地構造を求めずに、日本の北海道仕様程度を考える。冬季施工も含まれるロックアスファルト鉱山においても、現地で今迄行なってきた厳冬季での運転管理方法を活用、さらに、保管庫の設置等機材の保管方法、適切な使用オイルの選定を行なう事により、耐極寒冷地仕様の簡素化を図り、同じ北海道仕様で対応出来る。

現在、施工監理が実施されているザミンウッドの鉄道貨物積み替えプロジェクトで使用されている機材においても冬季におけるエンジンの始動性確保のためのバッテリの大容量化など、仕様の小変更に留め、燃料・オイル管理を適切に実施することなどにより、稼働を維持している。
道路建設、ロックアスファルト鉱山の採掘における機材の共用も配慮して機材の選定を行う。

機材の規格については、道路整備機材は中小型機材が中心となるがロックア

スファルト鉱山では効率的に作業を行うためには掘削性能が必要となりまた大量土工でもあるため大型の機材が有用である。一方、大型になれば故障休車時の作業に与える影響も大きくまたその維持管理が難しくなる。このため、大型の機材の選定は施工効率上有用であるが、トータルとしての機械化施工の技術習得の上で必要最小限に抑える。

メンテナンス用機材としてはモービルワークショップに一般整備機器に加え、クレーン等の重整備が行える機器を備え、機材保管庫等を活用して、整備工場の機能の代替を行う。

4－3　基本計画

（1）道路計画

1）道路設計

調査団がモンゴル道路局より入手したパイロット施工区間の設計図書と今回現地で独自に実施した測量結果を比較したところ、縦断では原地盤高さが数メートル異なるところがかなりあるため、基本設計として測量結果図面に新たに縦断曲線を設定し直した。

設定条件：高盛土、切り土はさけ、基本的に1m盛土を目標とした
　　但し、峠の部分は切り土も止むをえず、採用した

結果的にモンゴル側の設計より縦断曲線の数が増加したが、今回の測量結果が１００m毎であるため、詳細設計では２５m毎に改めて測量することが望まれる。
バヤン峠のルートについてはモンゴルの現設計通り直線的に大きな切り土を施工するものと、現道沿いに迂回しながら登るものを比較検討した結果、モンゴル側現設計案を採用した。約６％の勾配が1,２００m連続するので登坂車専用の用地を確保している。

付帯構造物としては横断管渠が主なものである。基本設計ではモンゴル側が設計した位置に同じ1.0m口径のパイプカルバートを考慮した。但し被り厚、補強方法は日本の建設省の設計基準を適用した。

防護柵、照明燈、安全設備等は現地の状況から判断し設計していない。しかし、できれば幅員７ｍの道路には白い中央線と側線の施工が望まれるので、設計を行なった。現在モンゴルではウランバートル市内以外白線の施工はないので、モンゴル側と協議対象となる。

2）舗装設計

調査団が本計画路線の路床土を採取し、実施した水浸ＣＢＲ試験結果は４－2に示した通りであり、結果として設計ＣＢＲを１２とした。
この場合日本の舗装要綱に従うと設計厚は下記のようになる。但し設計ＣＢＲが１２以上の例は表示されていないので計算式によって求めたものである。

表４－４　舗装必要厚

Ｌ交通	ＣＢＲ＝１２	必要ＴＡ＝１０	必要Ｈ＝１８	表層＝５	路盤＝１６
Ａ交通	ＣＢＲ＝１２	必要ＴＡ＝１３	必要Ｈ＝２１	表層＝５	路盤＝２５

舗装要綱では表層は１層５cmでよいことになるが、第４章１－２で触れたようにモンゴル側は本路線を３級道路とし舗装実施厚は４cm＋３cmの２層仕上げとしている。そこで本計画ではモンゴル側の実績を尊重し、表層は６cmの１層仕上げとした。この場合２層に施工せず１層仕上げとしたのは寒冷地向け"シックリフト"の考え方を入れたことと、タックコート材の入手のしにくさを考慮したものである。７cm１層仕上げは施工が難しくなるので通常の１層最大施工厚６cmとした。欠点は平坦性が落ちることである。この場合、切り込み砕石路盤（等値換算係数0.33）の必要厚はＬ交通で１２cm、Ａ交通で２２cmとなるが、２０００年までの交通量の伸びも考慮し一層仕上げの１２cmとした。

図４－４　舗装構造

（２）施設計画

1）パイロット施工計画

施設はアスファルトプラント、クラッシャープラント以外ない。プラントについては後述。

なおプラントの設置場所については、アスファルト混合物の最大運搬距離を寒冷な気候を考慮して2時間約６０kmとする条件、及び、下図に示すように、現在のナライハプラントの位置は、パイロット施工区間との位置関係からみて、材料運搬距離が経済的ではないと考えられるので、日本側で工事を行う間はエルデネとし、将来モンゴル側でエルデネ以東の工事を行う場合バガヌールが適当と考え、本計画をたてている。

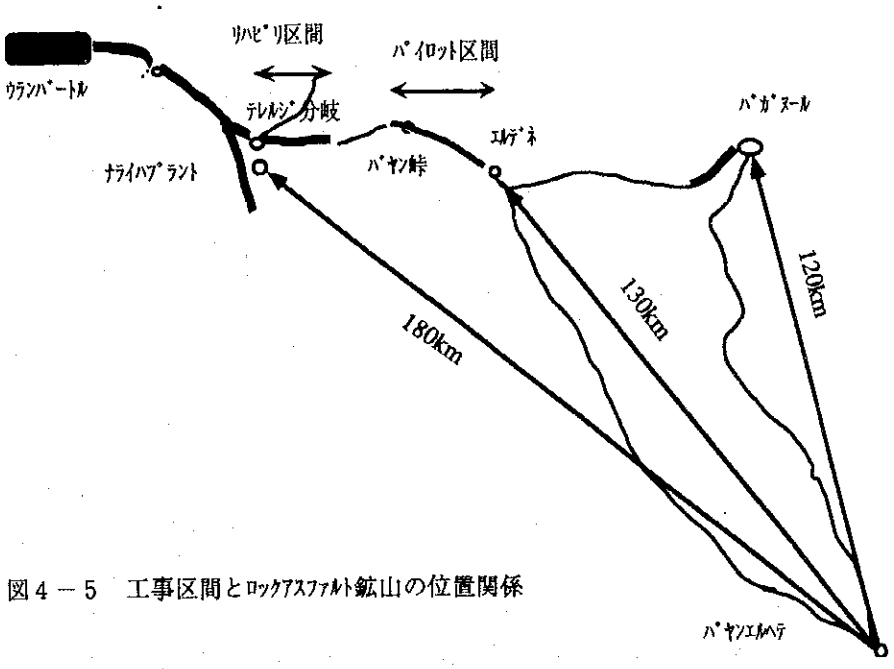


図４－５　工事区間とﾛｯｸｱｽﾌｧﾙﾄ鉱山の位置関係

２）ロックアスファルト採掘用機材計画

機材の仕様に関しては、日本の建設省が発表しているデータおよびローカルの条件を加味して選定する。

ロックアスファルトの採掘は－４０度以下になる１２月～２月の稼働となるが日中での作業であること、道路建設用機材との共用も考慮し通常の寒冷地での稼働（－２５度程度）を基準として、この条件下での稼働を確保するため、下記を共通の仕様とする。

・　エンジンの始動性を確保するための大容量バッテリ等の装着
・　オペレーターの居住性を確保するためのキャビン、ヒーターの装着

①　バックホー　1.5 m³

ロックアスファルトを確保するためには原石山を火薬併用にて掘削をし、大型ブレーカーにより破砕する。破砕後の岩の積み込みを考慮すると 1.5 m³ 級が適切であると考える。

② クローラードリル　空気式１８０kg

ロックアスファルトを確保するためには原石山を火薬併用にて掘削をする必要があり、「建設省土木工事積算基準（平成６年度版）P.25」では「火薬併用リッパ掘削」には空気式非搭乗式１８０kg級クローラードリルを使用することを標準としており、このクラスを採用した。

③ 空気圧縮機　１７m³／min

１８０kg級クローラードリルとの組み合わせとして、これに付随して当空気圧縮機が必要となる。

④ 大型ブレーカー　油圧式1,300kg

ロックアスファルトを確保するためには原石山を火薬併用にて掘削をする必要があり、「建設省土木工事積算基準（平成６年度版）P.25」では「火薬併用リッパ掘削」には油圧式大型ブレーカー（1,300kg級）を使用することを標準としている。掘削補助作業に用いる。

⑤ リッパ装置付ブルドーザー　３２ton

ロックアスファルトを確保するためには原石山を火薬併用にて掘削をする必要があり、「建設省土木工事積算基準（平成６年度版）P.25」では「火薬併用リッパ掘削」にはリッパ付ブルドーザー（32t級）を使用することを標準としている。

剥土の掘削には、切羽の整地などでは効率的な作業のために大きな押し土力が必要となることから、リッパー付きの３２トンクラスを使用する。ブレードは掘削に適したチルトドーザーを装備したものとした。

⑥ ダンプトラック　１１ton

ロックアスファルト、剥土等の運搬は、道路建設用機材との共用も考慮し、１１トンクラスとする。

⑦ トラクターショベル　2.1m³

１１トンダンプトラックに適合した2.1m³クラスを使用する。

⑧ トラクターショベル　1.2m³

クラッシャープラントでの破砕原石のホッパーへの投入作業の効率を考慮して、またホッパーの幅は約2.5m程度が標準であるため、バケットの幅は約2.2～2.4m程度が適当である。したがって、バケットの能力としては1.2m³クラスとする。