

カザフスタン共和国
西カザフスタン道路網整備計画調査
報告書
要約

平成9年2月

JICA LIBRARY



J1133674(0)

八千代エンジニアリング株式会社
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社調
CR(5)
97-005

外貨交換レート

US\$1.00 = 63.60Tenge (1995年マスタープラン作成時)

US\$1.00 = 63.50Tenge (1996年フィージビリティ調査実施時)

1円 = 0.577Tenge (1996年10月)

カザフスタン共和国
西カザフスタン道路網整備計画調査
報告書
要約

平成9年2月

八千代エンジニアリング株式会社
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

1133674 (0)

1133674 (0)



1133674 (0)

序文

日本国政府は、カザフスタン共和国政府の要請に基づき、同国の西カザフスタン道路網整備計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成7年9月から平成8年11月までの間、3回にわたり、八千代エンジニアリング株式会社の石戸明氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

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

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

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

平成9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

ここに提出する報告書は、カザフスタン共和国西カザフスタン道路網整備計画調査に関する報告書であり、平成7年8月31日および平成8年5月10日に締結された貴事業団との契約に基づき作成致しました。

この報告書は、西部カザフスタンにおける道路および道路網の現在の状況の分析結果に基づき、マスタープランとマスタープランにより選択した優先事業のフィージビリティ調査についてとりまとめたもので、要約、本編、資料編から構成されています。要約には、調査結果全体の概説をまとめました。また、本編にマスタープランおよびフィージビリティ調査の結果を論じ、資料編にマスタープランとフィージビリティ調査に係わる技術的検討や関連資料をとりまとめました。

本報告書の提出にあたり、諸般のご協力およびご助言を賜った貴事業団、作業監理委員、外務省、建設省、在カザフスタン日本国大使館およびカザフスタン共和国政府関係諸機関の方々に心からの謝意を表するとともに、この報告書が西部カザフスタンの社会・経済の発展につながることを念願しております。

平成9年2月

カザフスタン共和国
西カザフスタン道路網整備計画調査団
団 長 石戸 明

目次

はじめに
写真
要約

第1章 概要.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	1
1.3 調査対象地域.....	1
1.4 調査スケジュールと組織.....	3
第2章 調査の内容.....	9
2.1 社会・経済状況.....	9
2.2 道路行政.....	11
2.3 調査対象地域の道路網の状況.....	13
2.4 優先プロジェクトの選定.....	15
2.5 交通調査.....	22
2.6 道路設計基準.....	27
2.7 道路・橋梁の改良.....	29
2.8 道路・橋梁の改良コスト.....	38
2.9 道路維持管理コスト.....	44
2.10 環境影響評価.....	47
2.11 車両走行費用.....	50
2.12 経済評価.....	53
2.13 事業実施計画.....	63
2.14 訓練.....	65
第3章 結論と提言.....	67
3.1 結論.....	67
3.2 提言.....	68
3.3 訓練.....	68

はじめに

この報告書は、カザフスタン共和国（以下カザフ国と称す）運輸通信省と国際協力事業団（以下 JICA と称す）との間の同意に基づき JICA によって実施された「カザフスタン共和国西カザフスタン道路網整備計画調査」に係わるファイナルレポートの要約である。

調査は、1995年9月より、カザフ国内および日本国内で行われ、1997年1月に終了したものである。

また調査中に、次に示す4種類の報告書が提出された。

- | | | |
|-----|------------------------|----------|
| (1) | インセプションレポート（調査開始時） | 1995年9月 |
| (2) | インテリムレポート（優先プロジェクト選定時） | 1996年5月 |
| (3) | ドラフトファイナルレポート | 1996年10月 |
| (4) | 最終報告書 | 1997年1月 |

この報告書は、西部カザフスタンにおける道路網の評価と提言および優先プロジェクトを含めた調査結果をとりまとめたものである。

ここにカザフ国運輸通信省道路局および関連機関へ、本調査への多大な協力に対して感謝を述べるとともに、この報告書が西部カザフスタンの道路網整備において活用されることを望む。

調査対象地域



**Photos of Republican Roads and Bridges
in Western Kazakhstan**



Photo 1 : Republican Road (Aktyubinsk to Karabutak)

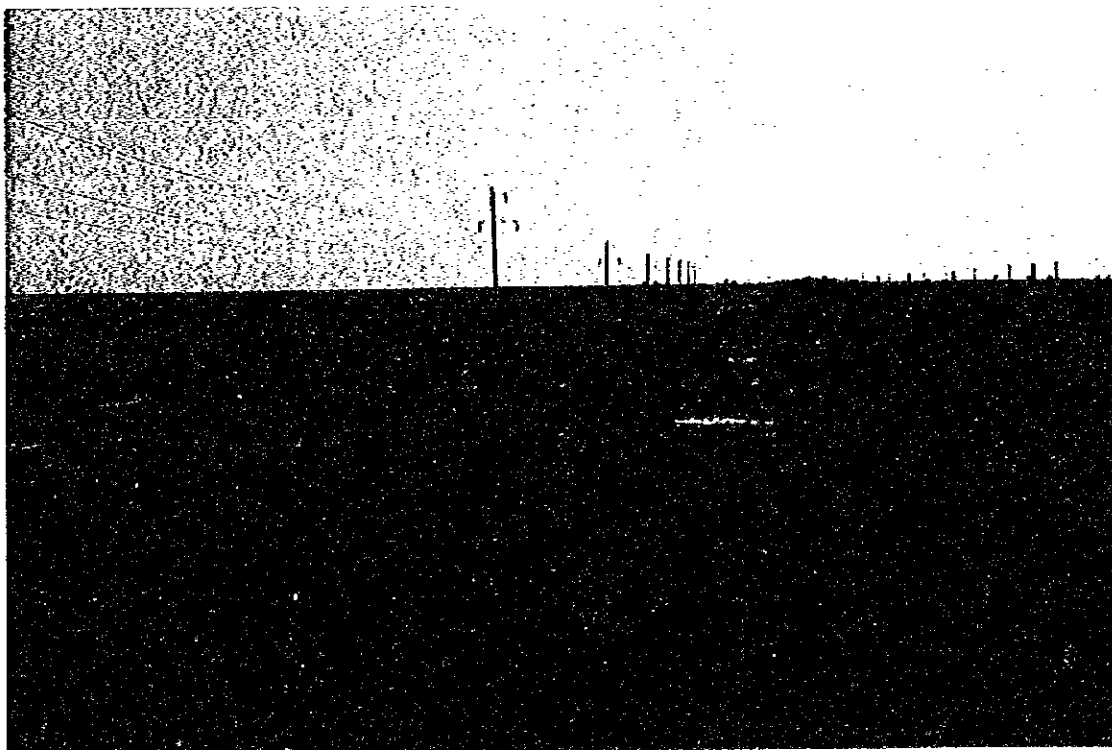


Photo 2 : Republican Road (Karabutak to Irgiz)



Photo 3 : Republican Road (Karabutak to Irgiz; hilly terrain)



Photo 4 : Republican Road; Construction Material Near Uralsk

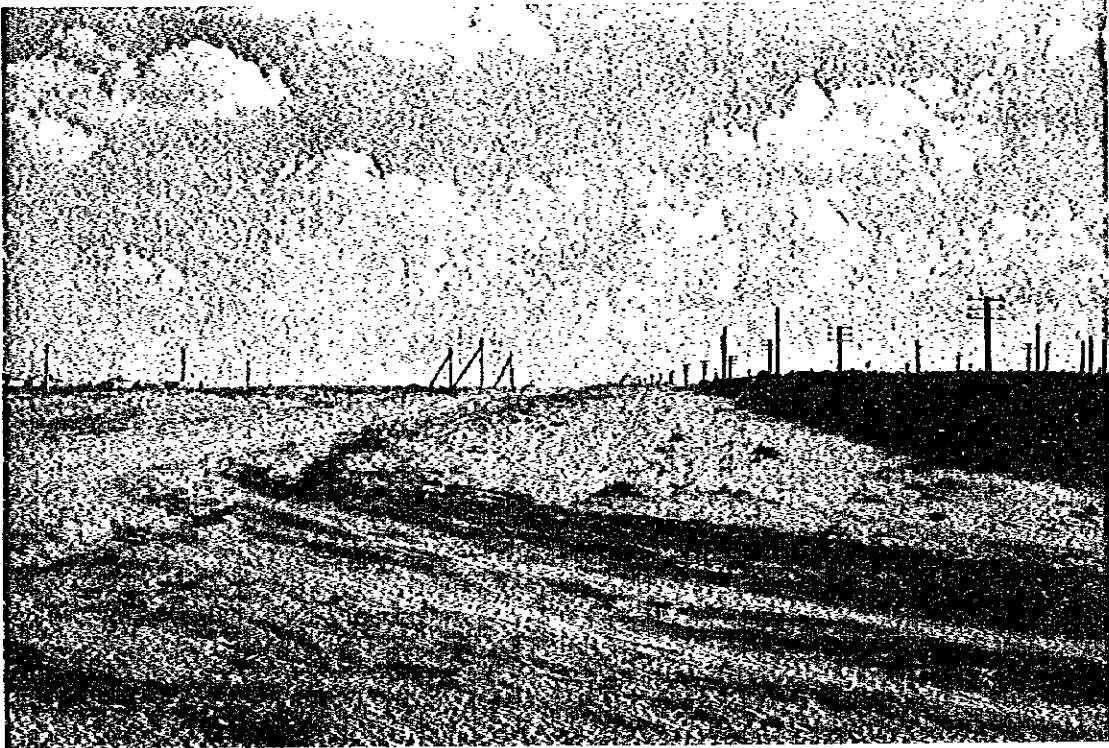


Photo 5 : Republican Road (Kulsary to Beyneu)



Photo 6 : Republican Road (Kulsary to Beyneu; no road)

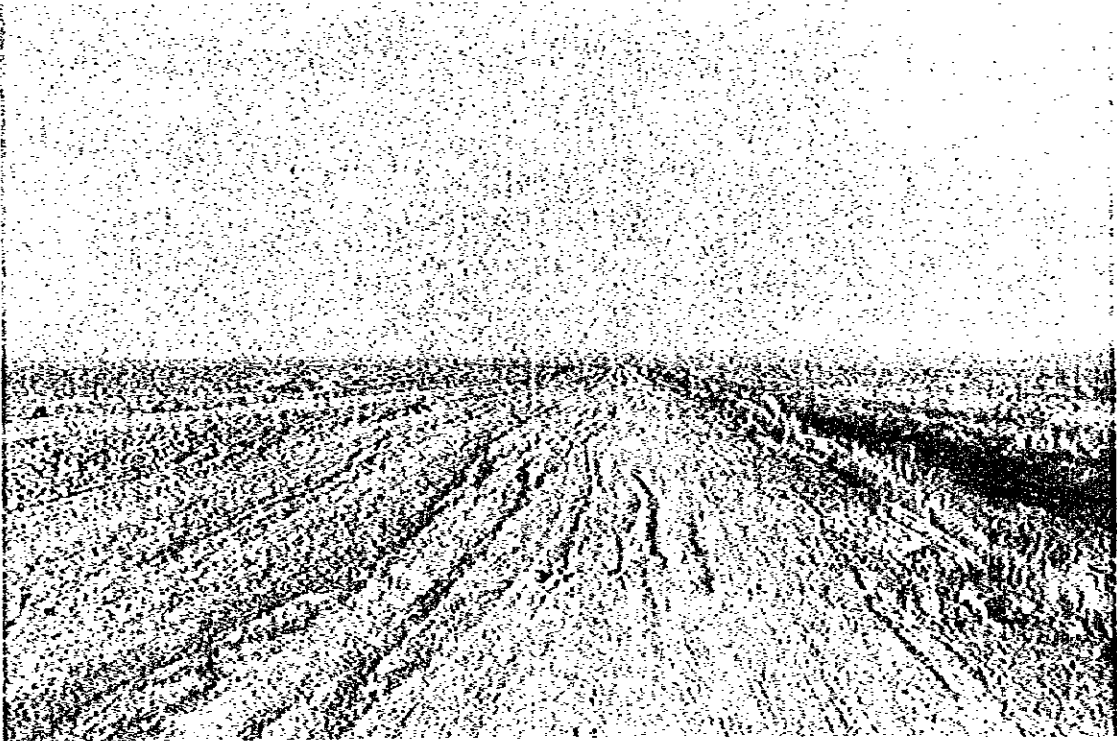


Photo 7 : Republican Road (Kzyl-Orda Border to Irgiz)

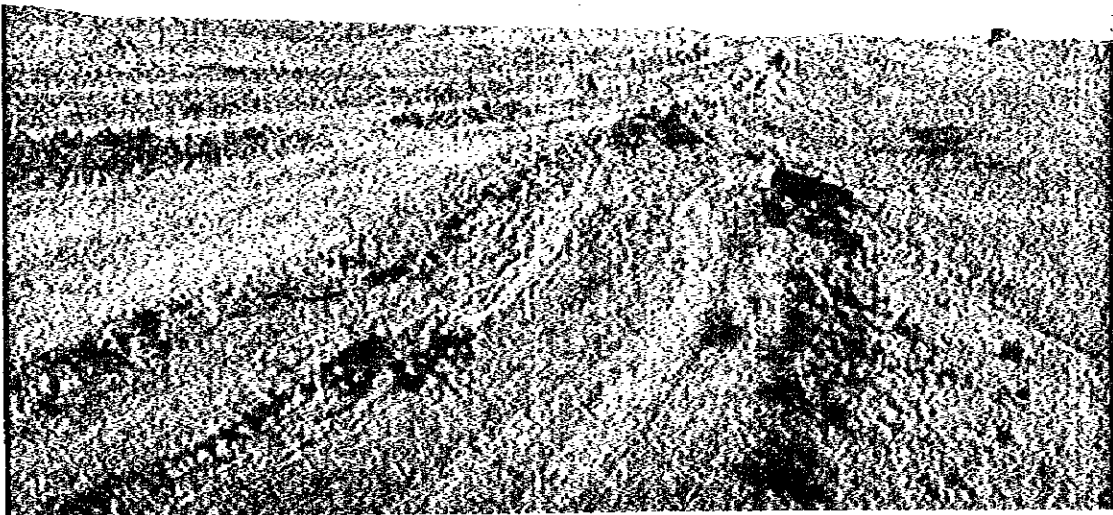


Photo 8 : Republican Road (Kzyl-Orda Border to Irgiz)

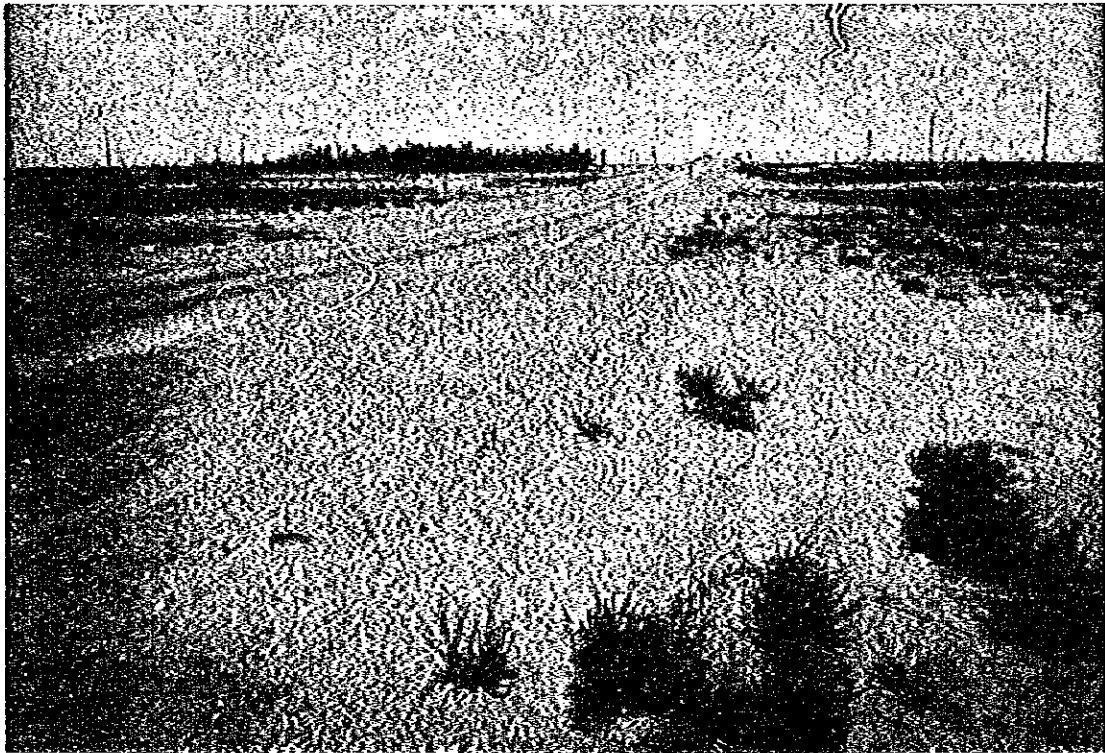


Photo 9 : Republican Road (Atyrau to Mahambet; Flooded Area)



Photo 10 : Republican Road and Bridge No. 4 (Atyrau to Mahambet)

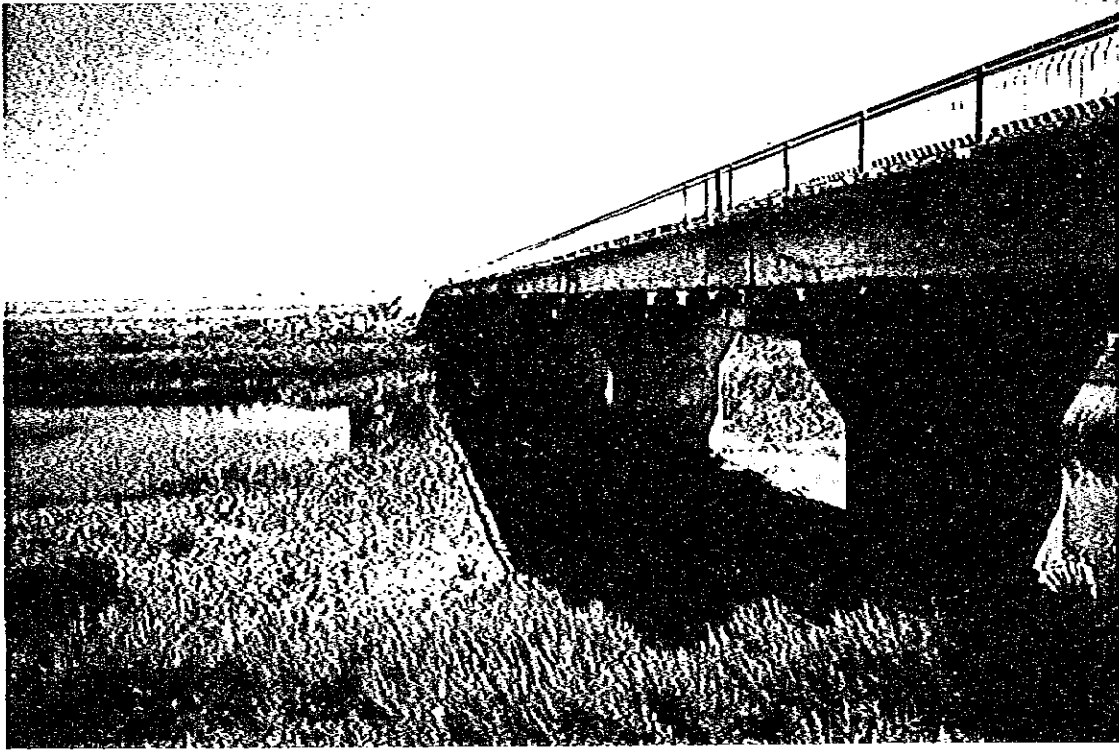


Photo 11 : Bridge No. 28 (Kzyl-Orda Border to Irgiz)



Photo 12 : Bridge No. 28 (Kzyl-Orda Border to Irgiz)

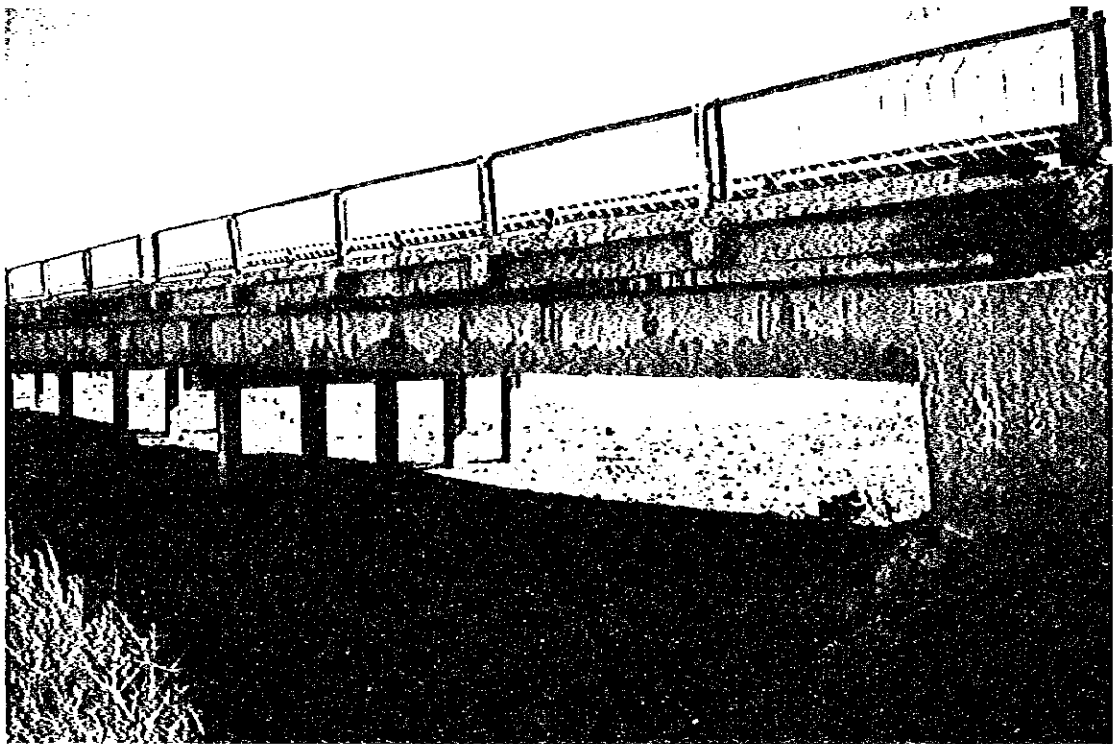


Photo 13 : Bridge No. 2 (Atyrau to Mahambet)

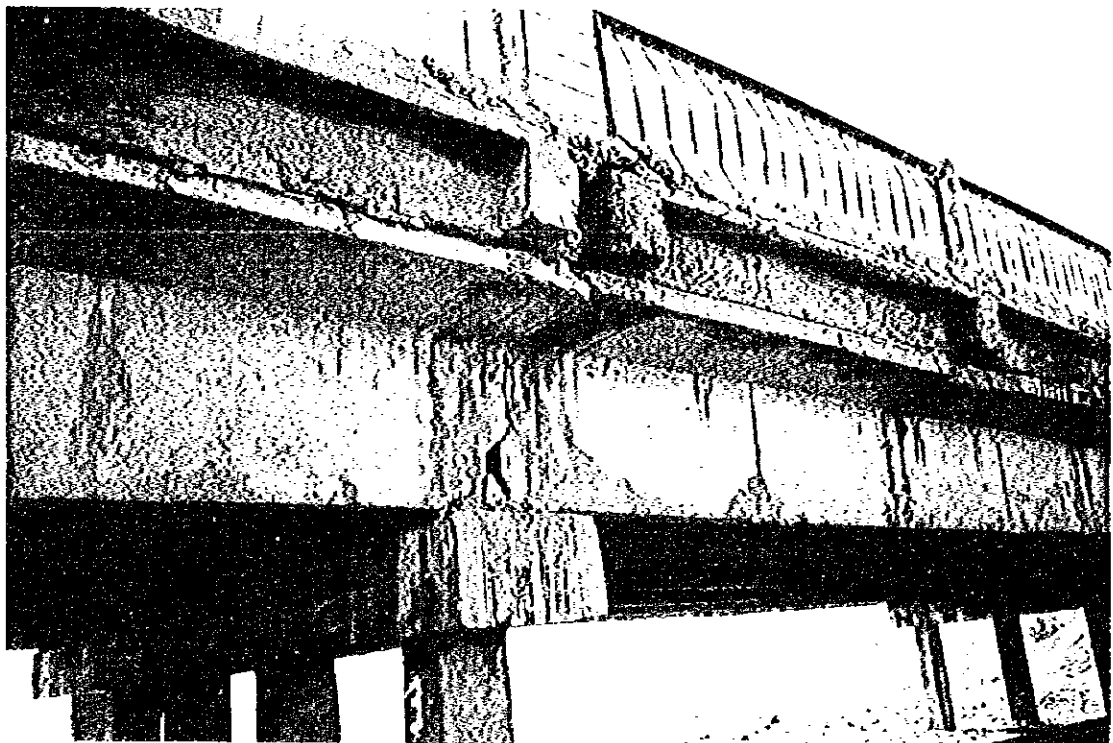
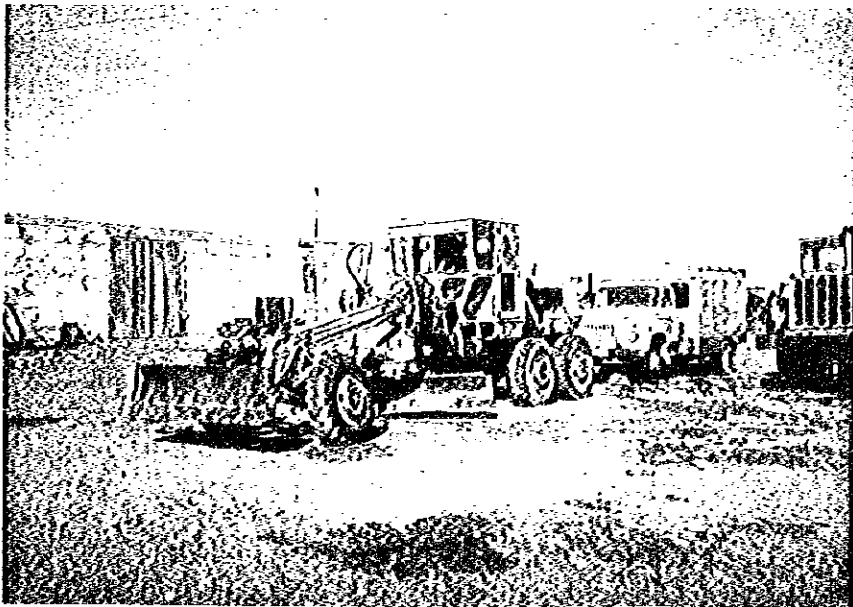


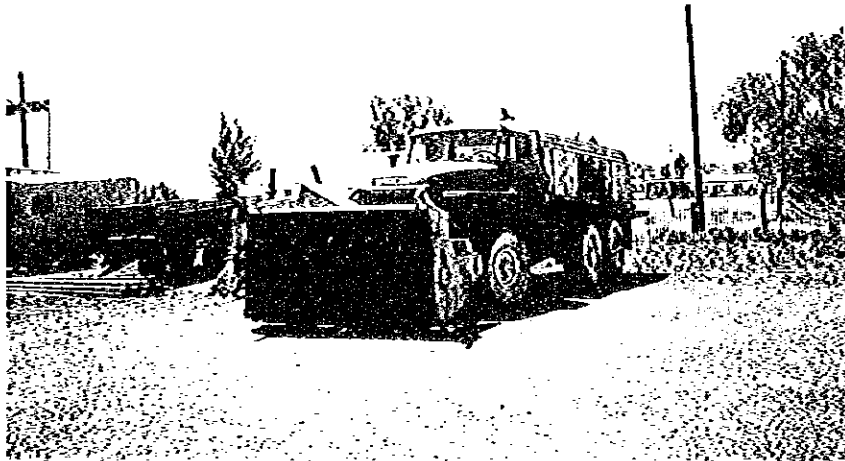
Photo 14 : Bridge No. 2 (Atyrau to Mahambet)



**Photo 15 : Existing Road Construction and Maintenance Equipment
(Actobe Zholdary)**



**Photo 16 : Existing Road Construction and Maintenance Equipment
(Actobe Zholdary)**



**Photo 17 : Existing Road Construction and Maintenance Equipment
(Atyrau Zholdary)**



**Photo 18 : Existing Road Construction and Maintenance Equipment
(Atyrau Zholdary)**

要約

1. 調査の目的

カザフスタン国の道路網は大きく下表（表-1）のように分類でき、その合計延長距離は約16万kmである。

表-1 カザフスタン国の道路延長

国道	17,670km
地方道	69,667km
サービス道路	71,451km
合計	158,788km

なお、本調査の目的は以下のものである。

- 1) 西部カザフスタンの道路網計画に係わる計画の策定
- 2) ロングリストプロジェクトから選定された優先プロジェクトのフェージビリティスタディの実施

2. 西部カザフスタンの道路網の形成

国道、地方道および新たにアジアハイウェイの一部の対象となった道路を含んだ既設の道路は、西部カザフスタンにおける道路網としては十分なものである。なお、この既設道路網の道路延長合計は、図-1および表-2に示すように約17,000kmである。

表-2 西部カザフスタンの人口および道路延長

道路の分類	カザフスタン全土	西部カザフスタン
国道	17,670km	3,721km
地方道	69,667km	13,336km
道路延長合計	87,337km	17,057km
人口	16,679,000km	2,207,000人
面積	2,725,000km ²	736,000km ²

3. 優先プロジェクトのフィージビリティスタディ

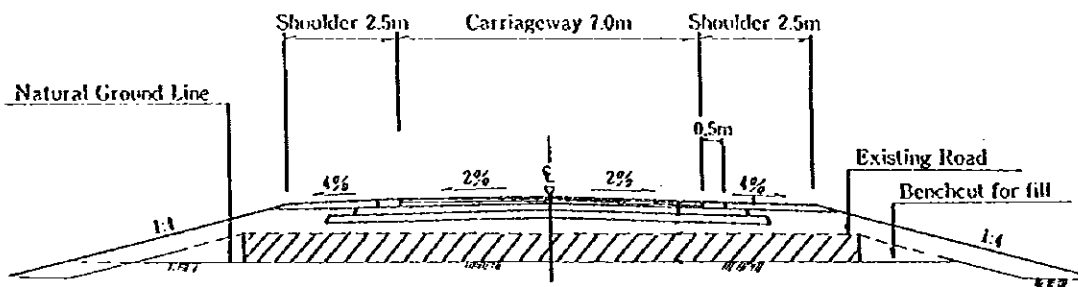
合計延長4,010kmのロングリストプロジェクト33区間の中から3区間を優先プロジェクトとして選定した(図-2 参照)。選定された優先プロジェクトについて、更に詳細にわたった現地調査を行うとともに、道路および橋梁の改良費・維持管理費および車両走行費用の面からのフィージビリティスタディを行った。フィージビリティスタディの結果は表-3のとおりである。

表-3 優先プロジェクトの経済評価

区間 番号	路線名	区間	距離 (km)	プロジェクトコスト (1,000US\$)	IRR (%)	B/C (12%)
1	マーケット	Kzyl-Orda Border から Irgiz	86	19,079	28.55	2.91
2	マーケット	Irgiz から Karabutak	189	43,605	23.28	1.93
18	アィカークリス	Atyrau から Mahambet	83	26,729	23.01	2.15
合計			358	89,413	24.44	2.08

将来の交通事情を鑑み、この優先プロジェクトの3区間を道路構造基準のカテゴリー3を適用して改良するものとする。これにより、舗装幅員7m、片側の路肩2.5mの合計幅員12mの道路へ改良される。なお、この道路改良の標準断面図は図-3のとおりである。

図-3 道路改良の標準断面図

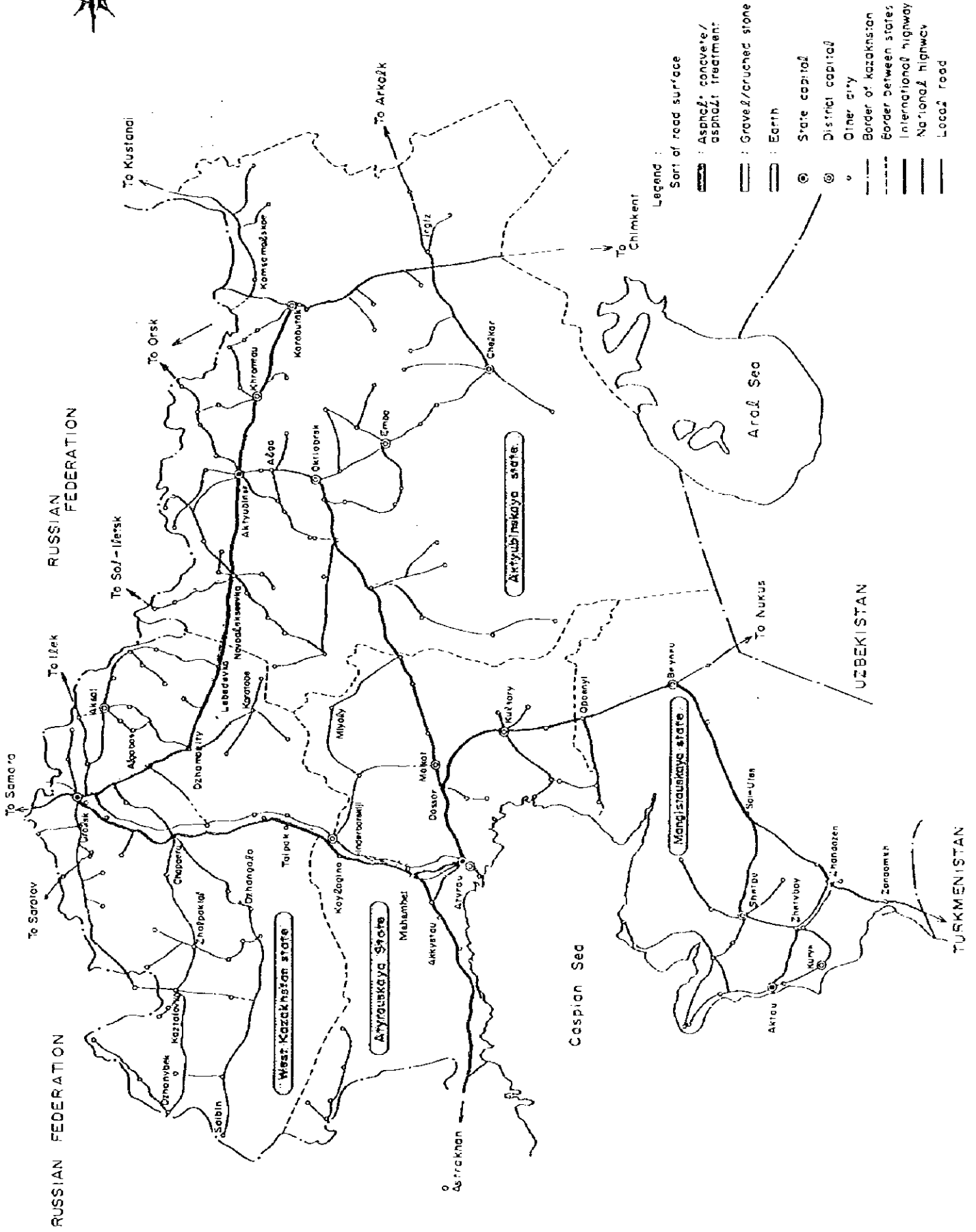


4. 提言

調査団は

- (1) 優先プロジェクトを実施するとともに道路維持管理システムを強化する。
- (2) 建設工事のコスト管理と品質管理の概念を導入する。

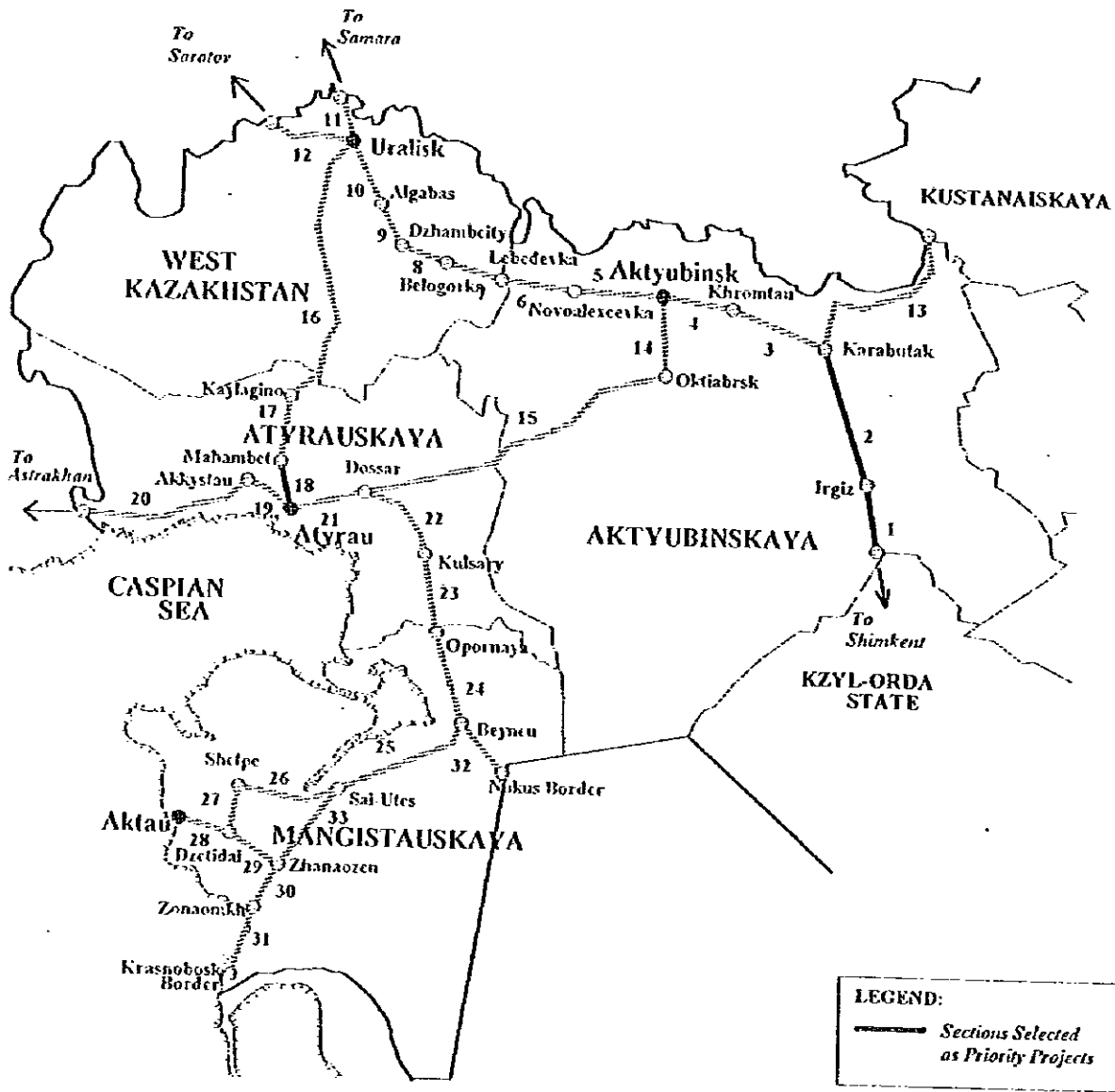
ことを提言する。



- Legend :
- Sort of road surface
- : Asphalt, concrete / asphalt treatment
 - : Gravel/crushed stone
 - : Earth
 - ⊙ : State capital
 - ⊙ : District capital
 - : Other city
 - : Border of Kazakhstan
 - - - : Border between states
 - : International highway
 - : National highway
 - : Local road

図-1 西部カザフスタンの道路網

図-2 ロングリストプロジェクトと選定された優先プロジェクト



第1章 概要

1.1 調査の背景

カザフスタン共和国（以下カザフ国と称す）政府の要請に応じ、日本国政府は、日本国の法・規則に従い「カザフスタン共和国西カザフスタン道路網整備計画調査」（以下調査と称す）を行うこととし、日本国政府の技術援助実施機関である国際協力事業団（以下 JICA と称す）がカザフ国の関連機関と連携を保ちつつ調査を実施することとなった。

引き続き JICA は 1995 年 9 月に調査を実施する本格調査団（以下調査団と称す）を編成し、この調査団が、カザフ国のカウンターパートと連携を保ちながら約一年半にわたり調査を進めることとなった。

なお、このファイナルレポートは、道路網に係わる分析と提言や西部カザフスタンにおける優先プロジェクトに係わる調査を含めた、全体の調査結果をとりまとめたものである。

1.2 調査の目的

調査の目的は、

- (1) 西部カザフスタンの道路網整備に係わる計画の策定
- (2) ロングリストプロジェクトから選定された優先プロジェクトのフィージビリティスタディの実施

の 2 点であり、調査の目標年次は 2010 年である。

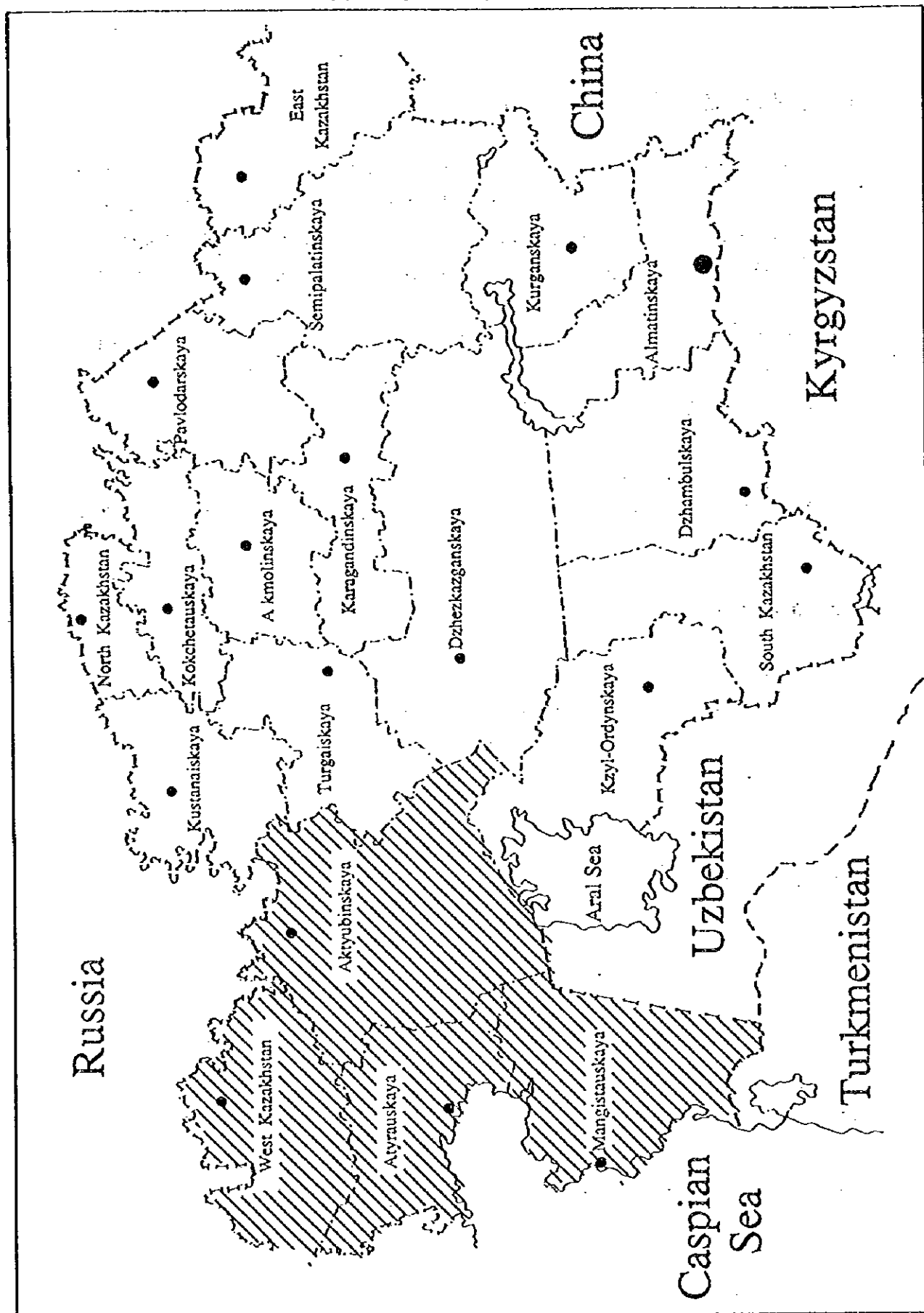
1.3 調査対象地域

調査対象地域は、カザフ国の以下に示す 4 州である。

- (1) アクチュビンスク州
- (2) 西カザフスタン州
- (3) アティラウ州
- (4) マンギスタウ州

なお、この 4 州を総称して西部カザフスタンと称し、この調査対象地域を図 1.3.1 に示す。

图 1.3.1 哈萨克斯坦行政区划图



1.4 調査スケジュールと組織

1.4.1 調査スケジュール

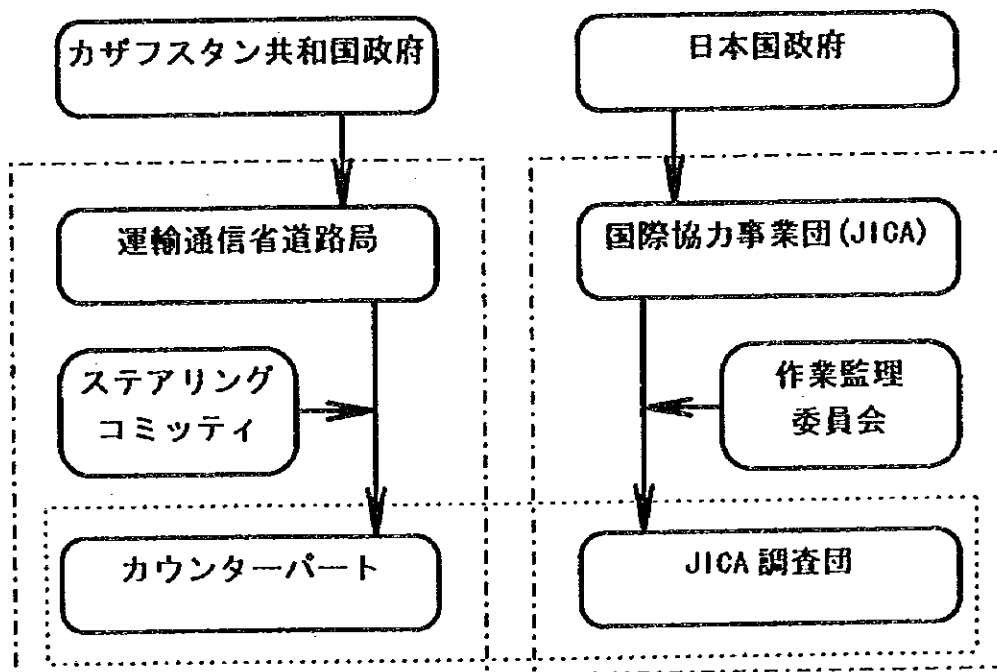
調査は図 1.4.1 に示すように、1995 年 9 月から 1997 年 1 月までの約 17 ヶ月にわたって行われ、以下の報告書が調査の期間中にカザフ国政府に提出される。

- | | |
|-------------------|-------------|
| (1) インセプションレポート | 1995 年 9 月 |
| (2) インテリムレポート | 1996 年 5 月 |
| (3) ドラフトファイナルレポート | 1996 年 10 月 |
| (4) 最終報告書 | 1997 年 1 月 |

1.4.2 調査団の組織

調査の実施に直接関わる機関は、カウンターパート機関であるカザフ国運輸通信省道路局、カザフ国の組織するステアリングコミッティ、JICA 作業監理委員会および調査団であり、その組織図は図 1.4.2 のとおりである。

図 1.4.2 調査の組織図



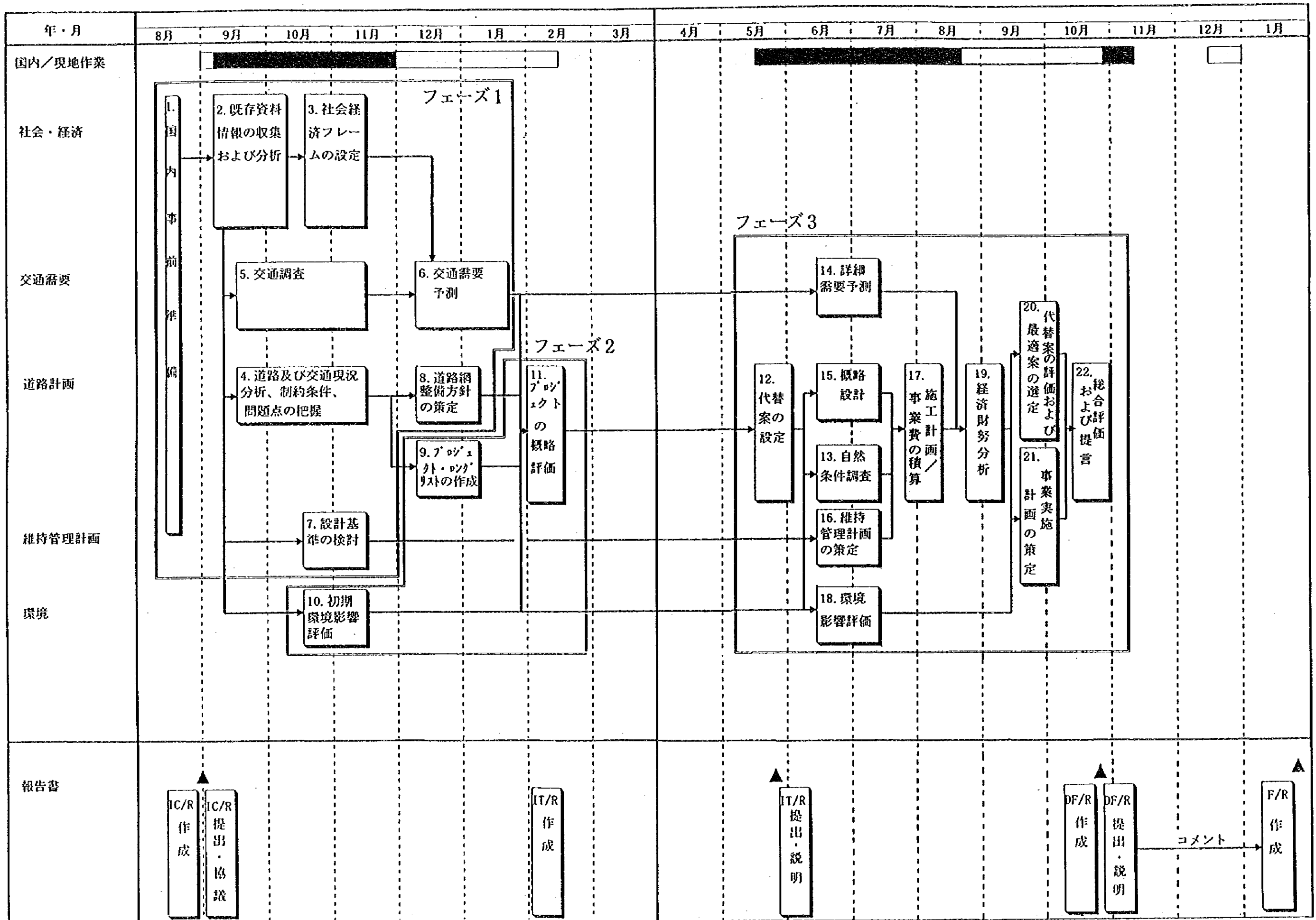
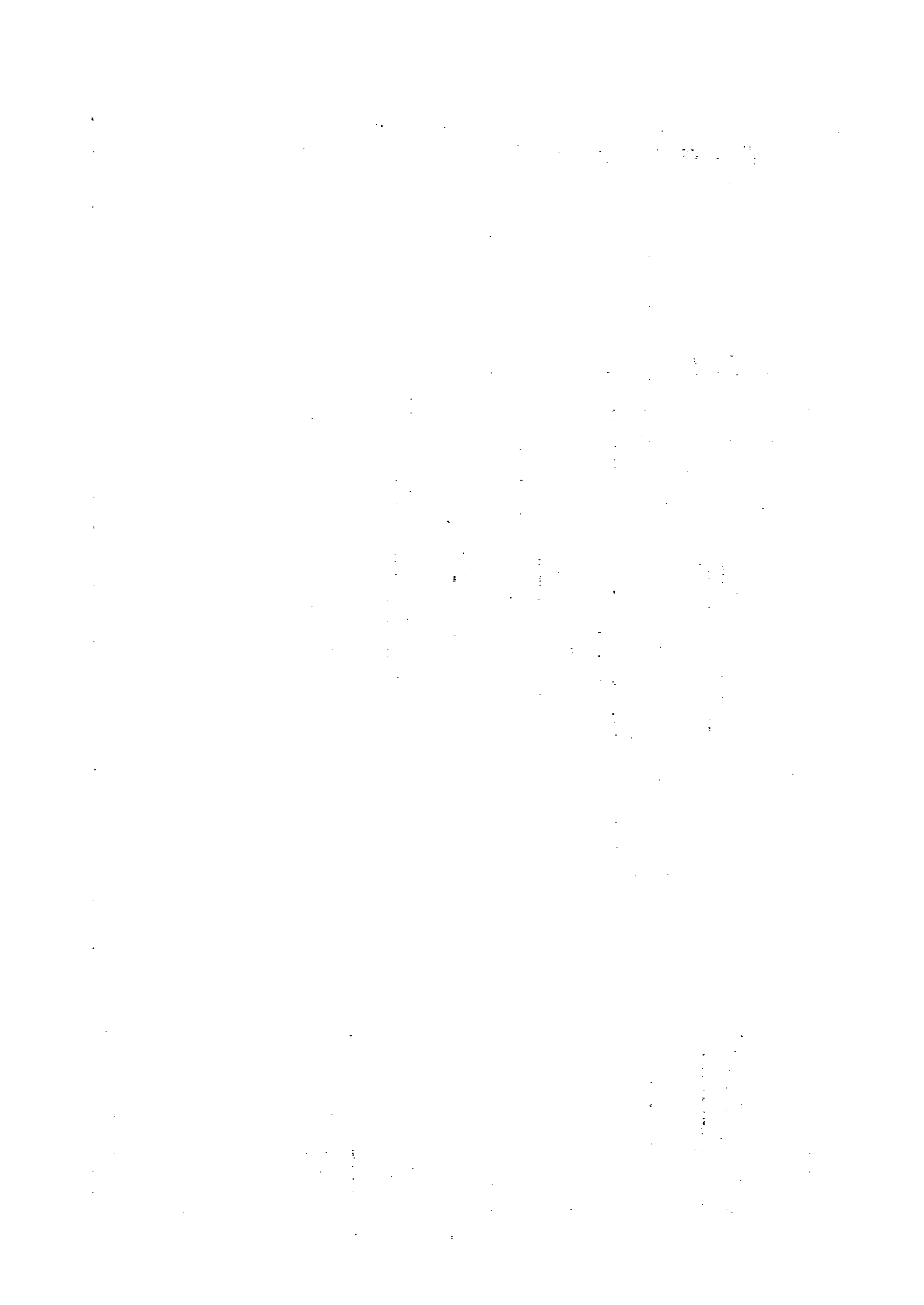
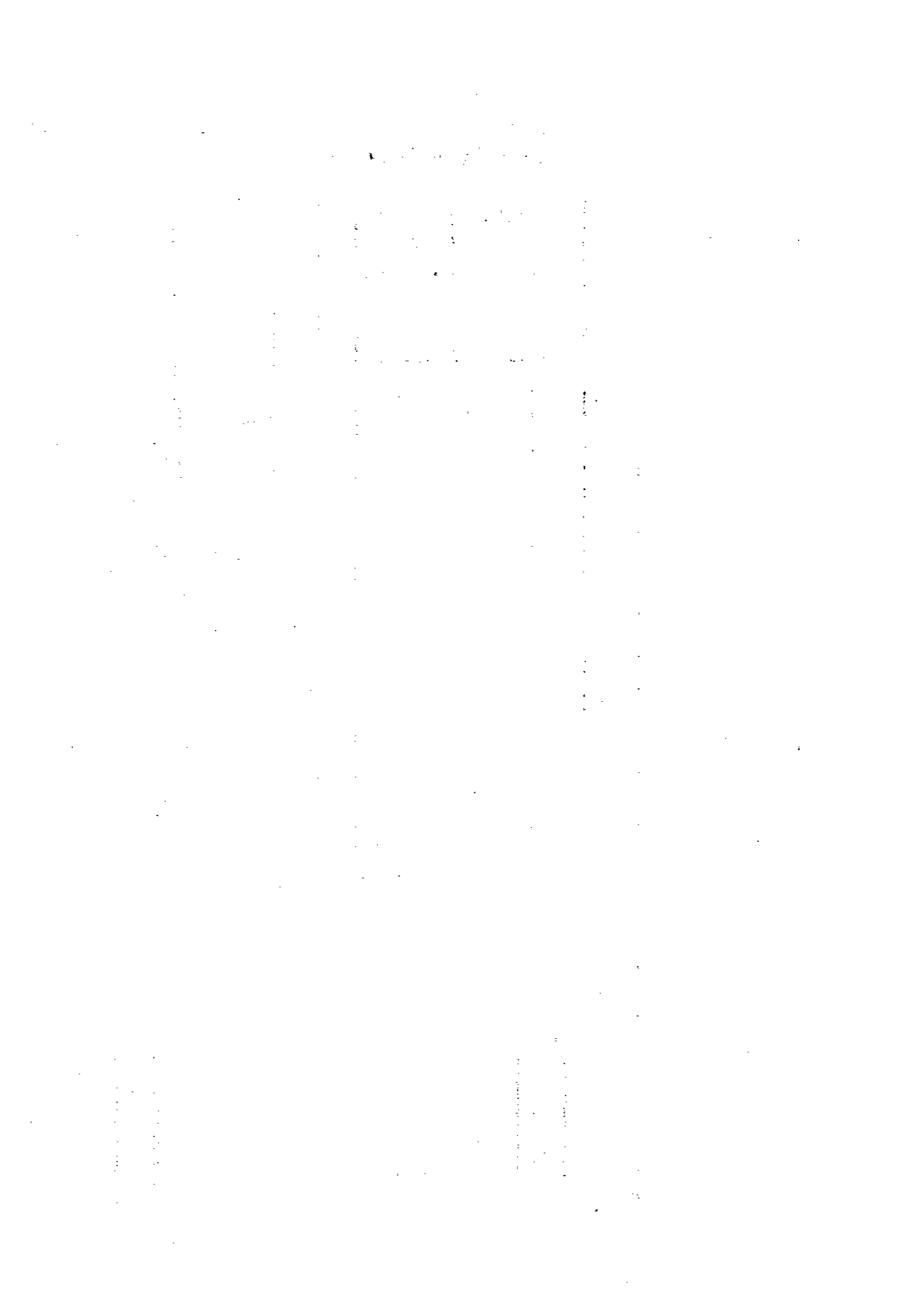


図 1.4.1 調査のフロー - 5 -





(1) 調査団の構成員

石戸 明 :	総括・道路計画
川村 哲夫 :	地域開発
堀江 哲雄 :	交通調査
石井 良昌 :	需要予測
北山 昭彦 :	道路設計
高坂 幸夫 :	維持管理計画
ラビンダー カティヤル :	経済財務分析
渡辺 幹治 :	環境
熊耳 淳 :	構造物設計
藤井 克巳 :	業務調整

連絡先

八千代エンジニアリング株式会社

〒153 東京都目黒区中目黒 1-10-21 電話 : 03-3715-1231 FAX : 03-3715-1604

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

〒206 東京都多摩市関戸 1-7-5 電話 : 0423-72-6060 FAX : 0423-72-6362

(2) JICA 作業監理委員会

小林 保 :	委員長
小口 安雄 :	委員 (1995 年度)
間橋 多希夫 :	委員 (1996 年度)

(3) JICA スタッフ

長谷川 敏久 :	事前調査・インセプションレポート
内藤 徹 :	インセプションレポート後の本格調査

連絡先

〒151 東京都渋谷区代々木 2-1-1 新宿マインズタワー7階

電話 : 03-5352-5428 FAX : 03-5352-5094

(4) ステアリングコミッティの構成員

カザフ国 運輸通信省道路局

カザフスタンジョルダリ (カザフスタン道路会社)

カズドロプロジェクト (カザフスタン道路設計会社)

カズドロニイイ (カザフスタン道路研究所)

カザフ国 環境省

カザフ国 統計委員会

西部4州各州

第2章 調査の内容

2.1 社会・経済状況

2.1.1 人口

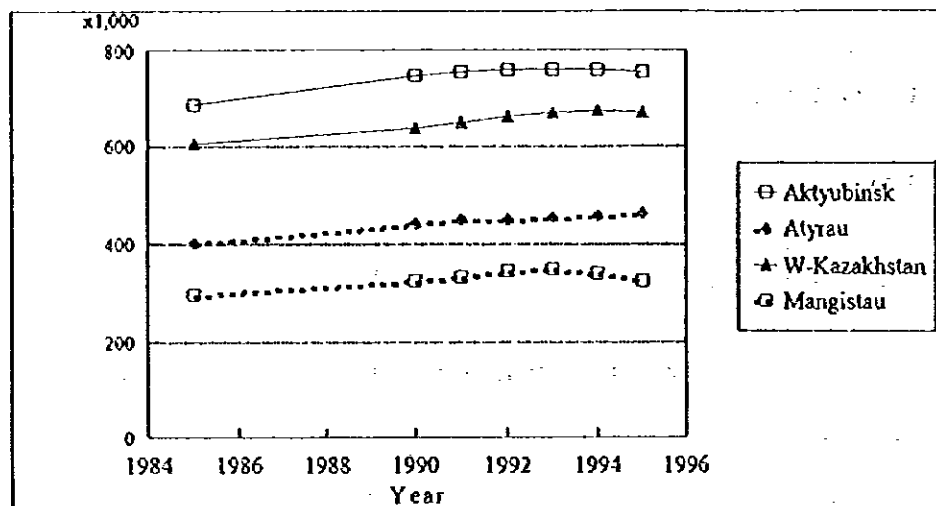
西部カザフスタン4州の各州およびカザフ国全土の人口と面積を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 1995年の人口と面積

州	面積(km ²)	面積の全土からの 占める割合(%)	人口(千人)	人口の全土からの 占める割合(%)
アクチュビンスク州	300.6	11	752.8	5
アティラウ州	118.6	4	459.6	3
西カザフスタン州	151.3	6	669.8	4
マンギスタウ州	165.6	6	324.4	2
西部4州の合計	736.1	27	2,206.6	13
カザフ国全土	2,724.9	100	16,679.1	100

カザフ国の人口は、旧ソビエト連邦や他のCIS諸国への移民により、現在のところ減少傾向にある。西部カザフスタンにおいても、1985年以来年率0.4%の増加率を保っているアティラウ州以外の3州で、1995年の人口は前年度より減少した。(図2.1.1参照)
また、都市人口率については、西部カザフスタンの都市人口は西部カザフスタン全体の人口の約54.7%を占めており、これはカザフ国全土の都市人口率の平均である56%とほぼ同様なものである。

図 2.1.1 西部カザフスタン各州の人口推移

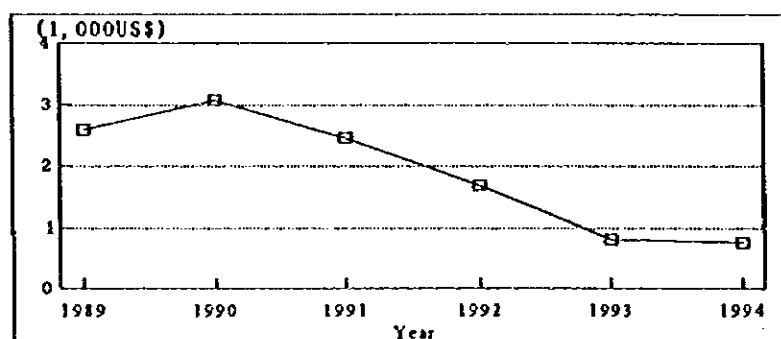


Source: 1995 Annual Statistics

2.1.2 経済

1994年のGDPは4,499億1,600万テンゲであり、また、米ドルに換算した一人当たりのGDPでは、1990年に最高値US\$3,000を記録し、その後、図2.1.2に示すように1993年まで減少傾向にあった。しかし1993年以降、国家経済の安定化の兆しが見え、今後の増加が期待されている。なお、1994年の一人当たりのGDPはUS\$740であった。

図 2.1.2 一人当たりのGDPの推移



Source: 1994 Annual Statistics

2.1.3 産業

石油、天然ガスを含めた鉱業はカザフ国の主要産業であり、1993年の原油の生産高は2,300万トンであった。またカザフ国内の原油生産高のうち、その約93%が西部カザフスタンからのものである。なお、石油・天然ガスの産地は、主にカスピ海沿岸に位置している。また、カザフ国の銅の産出高および埋蔵量は旧ソビエト連邦中最も高く、クロム

鉍石の産出高は約 360 万トンと旧ソビエト連邦全体の 95%を占めるものである。

他方、農業・水産業の面では、西部カザフスタンの穀物生産量が 302 万トン（1994 年）とカザフ国全体の 14.6%を占めていることからわかるが、牧畜と漁業も主要産業の一つである。

2.2 道路行政

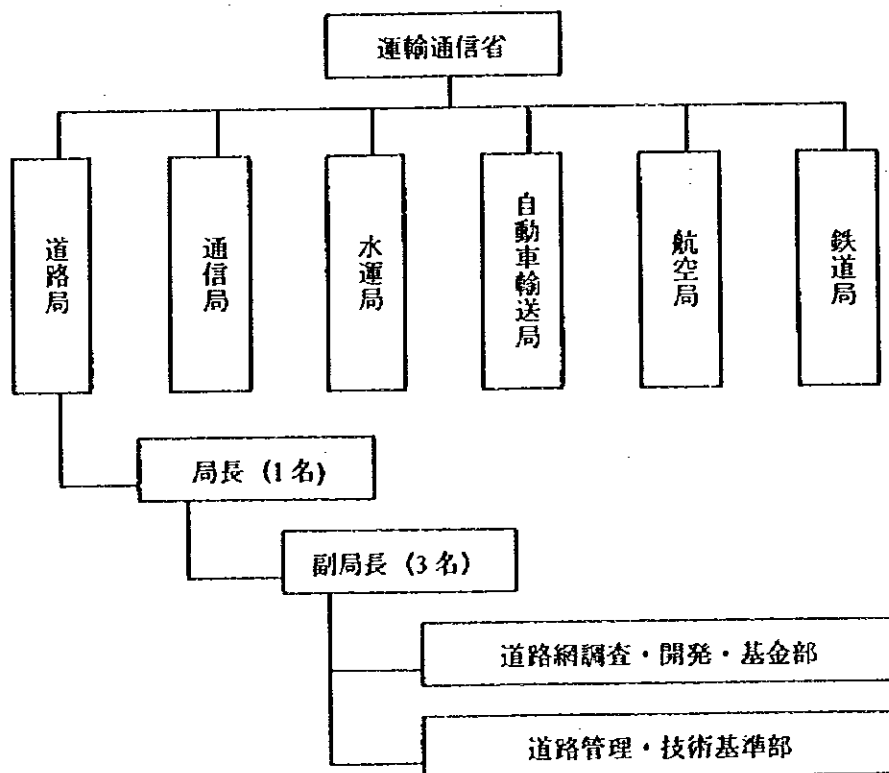
2.2.1 道路の管理

カザフ国の独立時には、すべての国道・地方道が運輸通信省によって管理されていた。

独立前の旧政府の道路管理組織は民営化され、複数の株式会社に分割されるとともに、道路の管理主体として 1994 年 7 月 19 日に運輸通信省内に道路局が設立された。この道路局は国道、および各州政府と協力をしながら地方道の管理を行っている。なお、都市内等にある街路は、道路局ではなく、州政府によって管理されている。

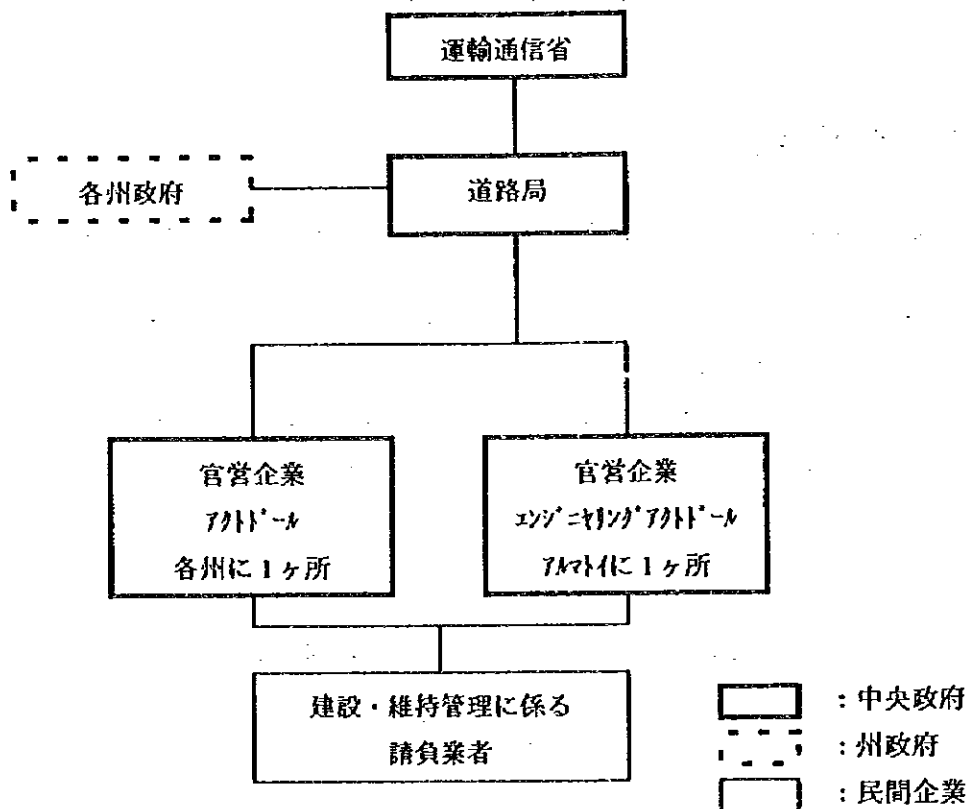
この運輸通信省および道路局の組織図は、図 2.2.1 のとおりである。

図 2.2.1 運輸通信省・道路局の組織図



行政改革以後の道路関連の様々な機関の関係は、図 2.1.2 に示すとおりである。州内の道路の維持管理は国道・地方道を問わず、その州の道路管理機関であるアクトドールが道路局と連携を保って行っており、その財源は国の道路財源によってまかなわれている。

図 2.1.2 道路関連機関の構成



2.2.2 道路網と道路の分類

カザフ国の道路は、大きく、公共道路、農道、街路に分けられる。また、公共道路は更に国道と地方道に分けられる。なお、カザフ国の道路延長は合計で 158,788km であり、そのうち公共道路は 87,337km である。

カザフ国全土と西部カザフスタンの国道および地方道の延長を、表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 カザフ国の公共道路延長

道路の分類	道路延長 (km)	
	カザフ国全土	西部カザフスタン
国道	17,670	3,721
地方道	69,667	13,336
合計	87,337	17,057

出典：運輸通信省道路局（1996年）

また、表 2.2.2 に舗装の種別ごとの道路延長および舗装率を示す。

表 2.2.2 公共道路の舗装種別と舗装率

道路の分類	合計延長 (km)	アスファルトコンクリート	砂利または砕石	土砂	舗装率
国道	17,670.0	16,433.0	1,063.0	174.0	99.1%
地方道	69,667.0	39,960.0	25,027.0	4,680.0	93.3%
合計	87,337.0	56,393.0	26,090.0	4,854.0	94.5%

出典：運輸通信省道路局（1996年）

2.2.3 輸送

カザフ国内の旅客輸送の主な輸送機関は、バスと鉄道である。特にバスの占める割合は大きく、1994年にはカザフ国全土で約77%の旅客をバスが輸送している。また、貨物輸送についても道路のトラック輸送が主なものであり、1994年には約8億トンの貨物が輸送された。これは、カザフ国全土の貨物輸送量の約81.8%を占めるものである。

2.3 調査対象地域の道路網の策定

現在の西部カザフスタンにおける国道、地方道、新しくアジアハイウェイとして適用される道路等を含めた道路網を、将来の交通需要予測の対象道路網とした。なお、この道路網の道路延長は約17,670kmであり、道路網の主要部分とならない街路や農道等の私道は検討対象道路網から除外した。この道路網を策定した理由は次の2点である。

- (1) 現在の道路網の容量は、現在の交通量および2010年の予測交通量を上回っている。
- (2) 表 2.3.1 および表 2.3.2 に示すように、現在の道路網のサービスレベルは、人口一人当たりの延長、保有自動車台数、土地の面積の観点から見て全カザ

フ国平均を上回っており、また他国と比較しても決して低いものではない。

表 2.3.1 幹線道路の延長とサービスレベルの国際比較

Country Name	Land Area (A) (x1,000km ²)	Population (P) (x10,000)	Road Length (L) (km)	Number of Motor Vehicles Registered (x10,000)	Road Development Ratio		Road Service Levels	
					Road Development Index	Road Density (km/km ²)	km/1,000 per.	km/10,000 veh
USA	9,373	24,633	6,230,000	18,347	410.0	0.66	25.29	339.57
England	244	5,708	340,000	2,467	288.1	1.39	6.05	158.18
France	552	5,587	810,000	2,534	461.2	1.47	5.96	137.82
Canada	9,970	2,730	285,532	1,701	54.7	0.03	10.46	167.9
Japan	378	12,261	1,110,000	5,245	515.6	2.94	5.22	39.96
Malaysia	330	1,801	63,000	553	81.7	0.19	9.05	211.63
Indonesia	1,919	16,405	230,000	254	41.0	0.12	3.50	113.9
Kazakhstan	2,725	1,694	87,337	156	41.3	0.03	5.19	564.1

Data Source: 1) World Road Statistics 1994

2) Doro Gyossei (Road Bureau of Construction Department in Japan 1994)

3) Department of Roads, Ministry of Transport and Communication, 1996

Note: 4) Road Development Index $D = L / \sqrt{A \times P}$

表 2.3.2 西部カザフスタンの道路延長とサービスレベル

State Name	Land Area (A) (x1,000km ²) (1)	Population (P) (x10,000) (2)	Road Length (L) (km) (3)	Number of Motor Vehicles Registered (x10,000) (4)	Road Development Ratio		Road Service Levels	
					Road Development Index	Road Density (km/km ²)	km/1,000 per.	km/10,000 veh
Alytaukskaya	118.6	45.77	2,587.0	411	42.0	0.03	6.77	753.5
West Kazakhstan	151.3	67.43	5,384.0	589	53.3	0.04	7.98	914.7
Aktyubinskaya	300.6	76.02	6,143.0	492	40.6	0.02	8.08	1349.8
Mangystauskaya	165.6	33.85	2,543.0	281	34.5	0.02	7.64	919.1
Total	736.1	223.07	17,057.0	17.73	42.5	0.02	7.71	970.7

Data Source: 1) (1), (2), (4) --- Western Kazakhstan as Regional Annual Statics, 1994

2) (3) --- Department of Roads, Ministry of Transport and Communication, 1996

Note: 1) Road Development Index $D = L / \sqrt{A \times P}$

2.4 優先プロジェクトの選定

アジアハイウェイの一部となる道路を含む西部カザフスタンの道路網を形成している国道の総延長は 4,010km である。この中から優先プロジェクトを選択した手順は以下のとおりである。

- (1) 合計延長 4,010km になる対象とした道路網を図 2.4.1 のように 33 区間に分割し、これをロングリストプロジェクトとする。
- (2) この 33 区間から優先プロジェクトを選定する。

なお、ロングリストプロジェクトの 33 区間の現在の道路状況は、表 2.4.1、図 2.4.2 および図 2.4.3 に示すとおりである。

優先プロジェクトの選定は、下記の評価項目について行った。

- 1) 費用便益比 (B/C)
- 2) 交通量伸び率
- 3) 単位 km 当たりの道路改良費用
- 4) 優先プロジェクトの延長

上記の評価項目にて優先プロジェクトの選定を行ったところ、下記の 3 区間がフィージビリティスタディを行う優先プロジェクト区間として選定された。(表 2.4.2 参照)

- a) Kzyl-Orda Border から Irgiz まで (区間番号-1)
- b) Irgiz から Karabutak まで (区間番号-2)
- c) Atyrau から Mahambet まで (区間番号-18)

これらの選定された優先プロジェクト区間の位置を、図 2.4.4 に示す。

なお、フィージビリティスタディの実施中に行った現地再調査の結果、各区間の延長が下記のように修正された。これにより、優先プロジェクト区間の合計道路延長は 358km となる。

- | | |
|--|---------|
| a) Kzyl-Orda Border から Irgiz まで (区間番号-1) | : 86km |
| b) Irgiz から Karabutak まで (区間番号-2) | : 189km |
| c) Atyrau から Mahambet まで (区間番号-18) | : 83km |

図 2.4.1 ロングリストプロジェクト区間位置図

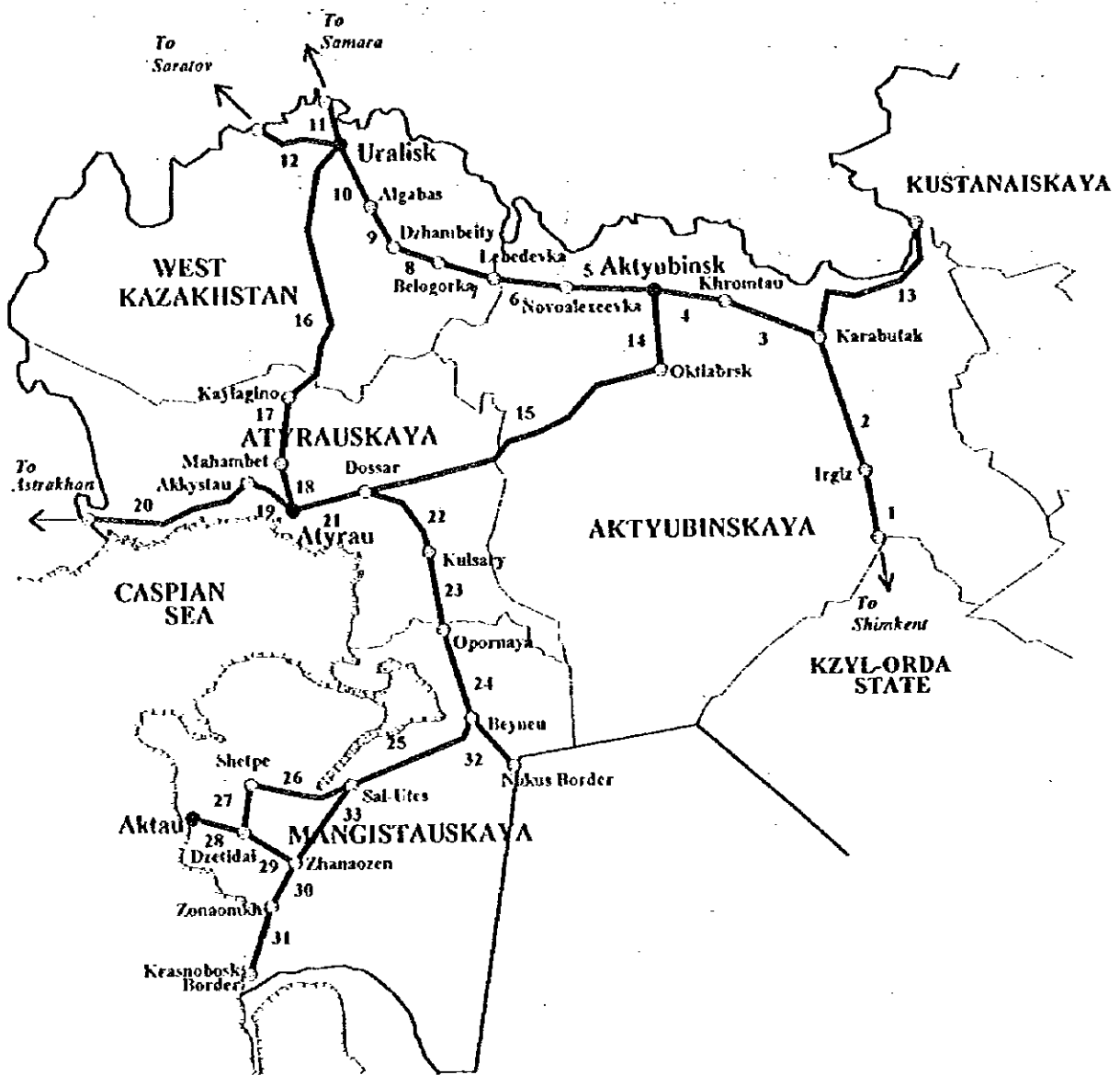


表 2.4.1 ロングリストプロジェクトの道路現況

No.	Road Section	Length (km)	(1) Type of Pavement	(2) Road Surface Condition	(3) Type of Highway
1	Kzyl-Orda Border - Irgiz	80	G	VP	IH
2	Irgiz - Karabutak	195	AC	VP	IH
3	Karabutak - Khromtau	124	AC	VP	IH
4	Khromtau - Aktyubinsk	98	AC	P	IH
5	Aktyubinsk - Novoalexeevka	114	AC	F	IH
6	Novoalexeevka - Lebedevka	142	AC	F	IH
7	Lebedevka - Belogorka	25	E	VP	IH
8	Belogorka - Dzhambeity	54	AC	VP	IH
9	Dzhambeity - Algabas	71	AC	P	IH
10	Algabas - Uralsk	68	AC	F	IH
11	Uralsk - Samara Border	50	AC	F	IH
12	Uralsk - Saratov Border	100	AC	F	NH
13	Karabutak - Kustanaiskaya B.	250	AC	VP	NH
14	Aktyubinsk - Oktiabrsk	85	AC	F	NH
15	Oktiabrsk - Dossor	417	AC	F	NH
16	Uralsk - Kaylagino	386	AC	F	IH
17	Kaylagino - Mahambet	50	AC	P	IH
18	Mahambet - Atyrau	70	AC	VP	IH
19	Atyrau - Akkystau	60	AC	P	IH
20	Akkystau - Astrakhan B.	232	AC	P	IH
21	Atyrau - Dossor	92	AC	P	IH
22	Dossar - Kulsary	118	AC	P	IH
23	Kulsary - Opornaya	104	E	VP	IH
24	Opornaya - Beyneu	122	E	VP	IH
25	Beyneu - Sai-Utes	181	G	VP	IH
26	Sai-Utes - Shelpe	120	G	VP	NH
27	Shelpe - Dzetidai	85	AC	F	NH
28	Dzetidai - Aktau	82	AC	P	NH
29	Dzetidai - Zhanaozen	69	AC	F	LR
30	Zhanaozen - Zonaomkh	60	AC	P	IH
31	Zonaomkh - Krasnobosk B.	100	G	VP	IH
32	Beyneu - Nukus Border	84	E	VP	IH
33	Sai-Utes - Zhanaozen	122	E	VP	IH
Total Length		4010			

(1) Type of Pavement; AC = Asphalt Concrete/ Asphalt Treatment; G = Gravel; E = Earth

(2) Road Surface Condition; G = Good; F = Fair; P = Poor; VP = Very Poor

(3) Type of Highway; IH = International Highway; NH = Republican Road; LR = Local Road

図 2.4.2 ロングリストプロジェクト道路の舗装状況

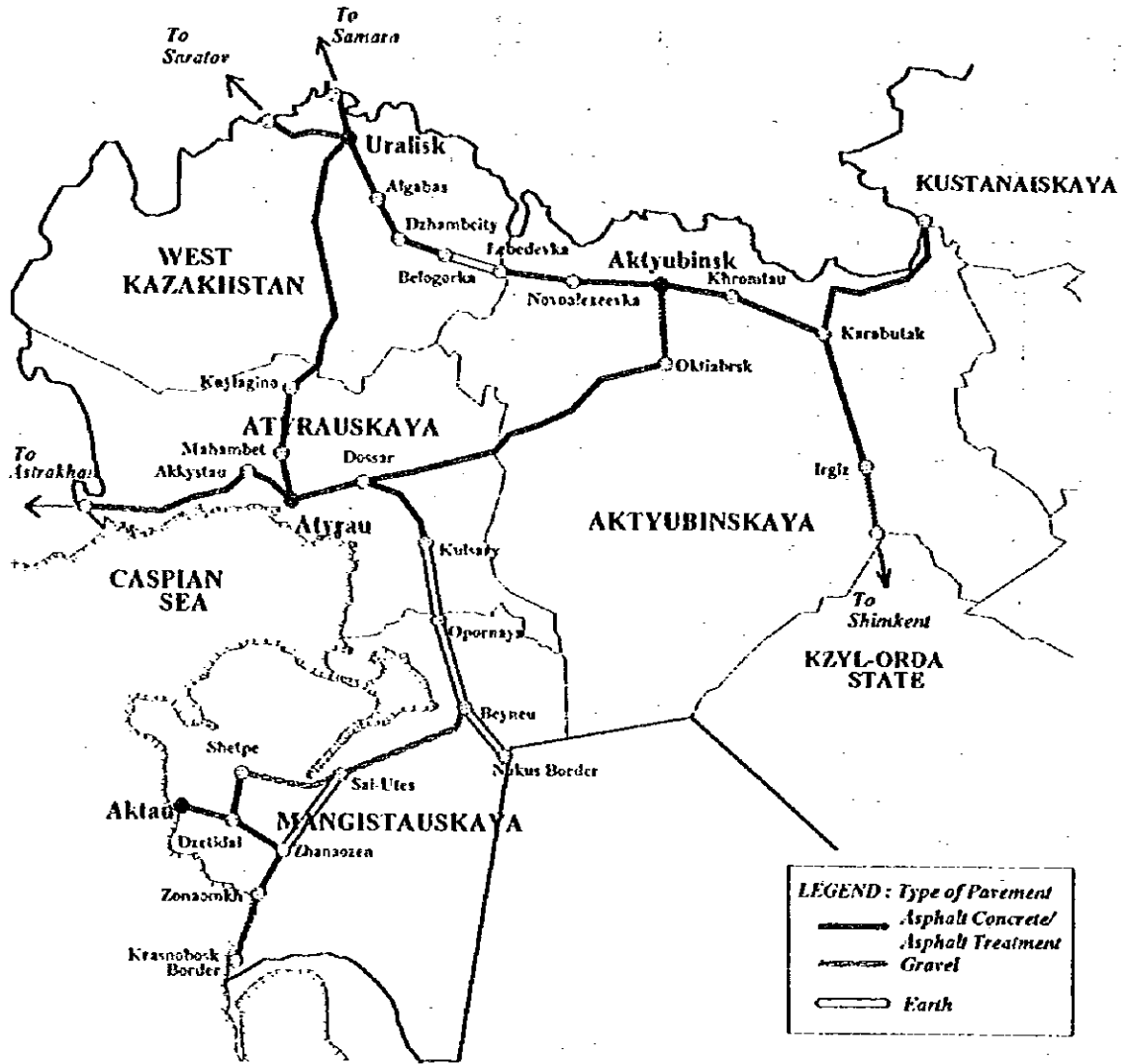


図 2.4.3 ロングリストプロジェクト道路の路面状況

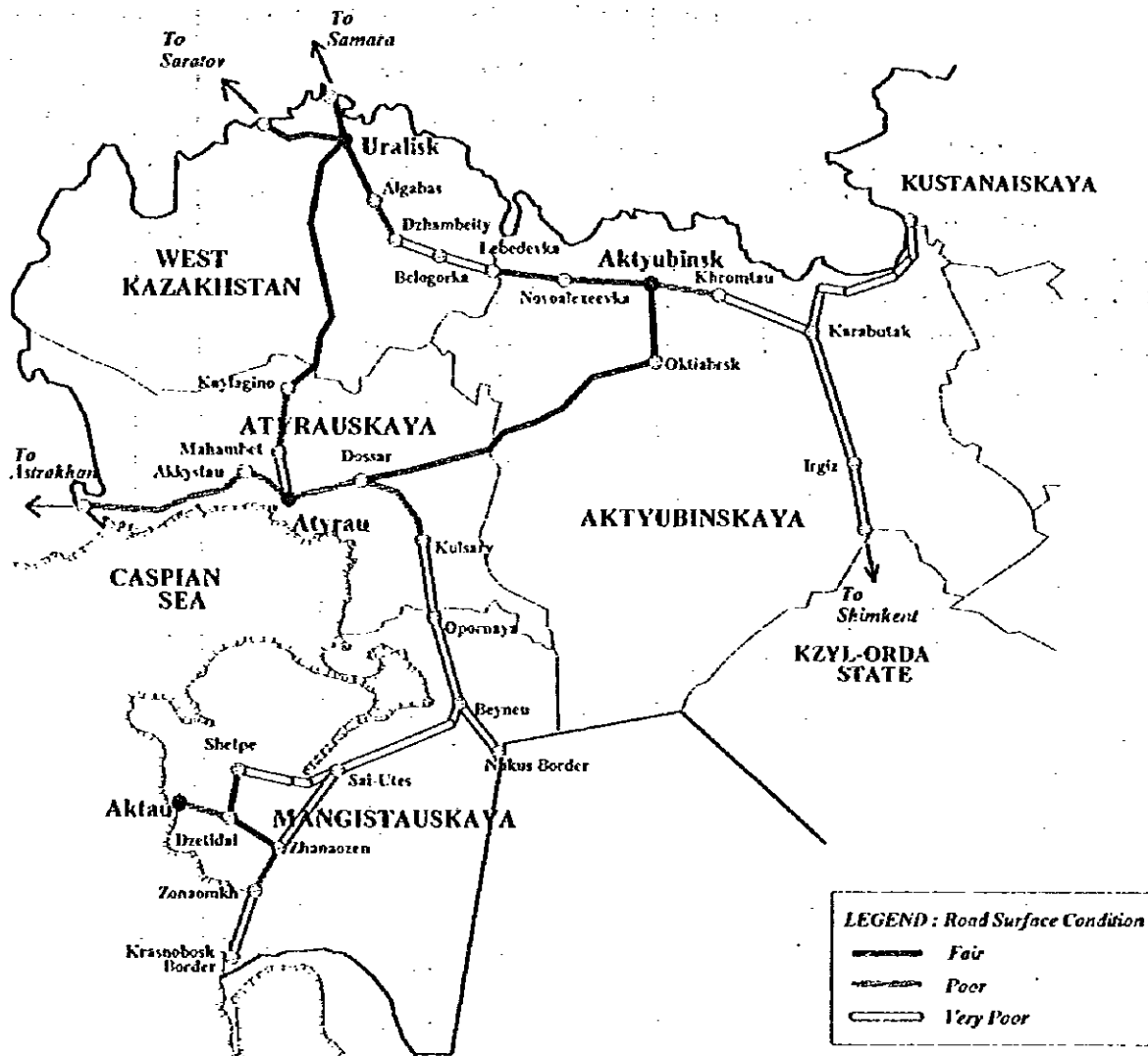


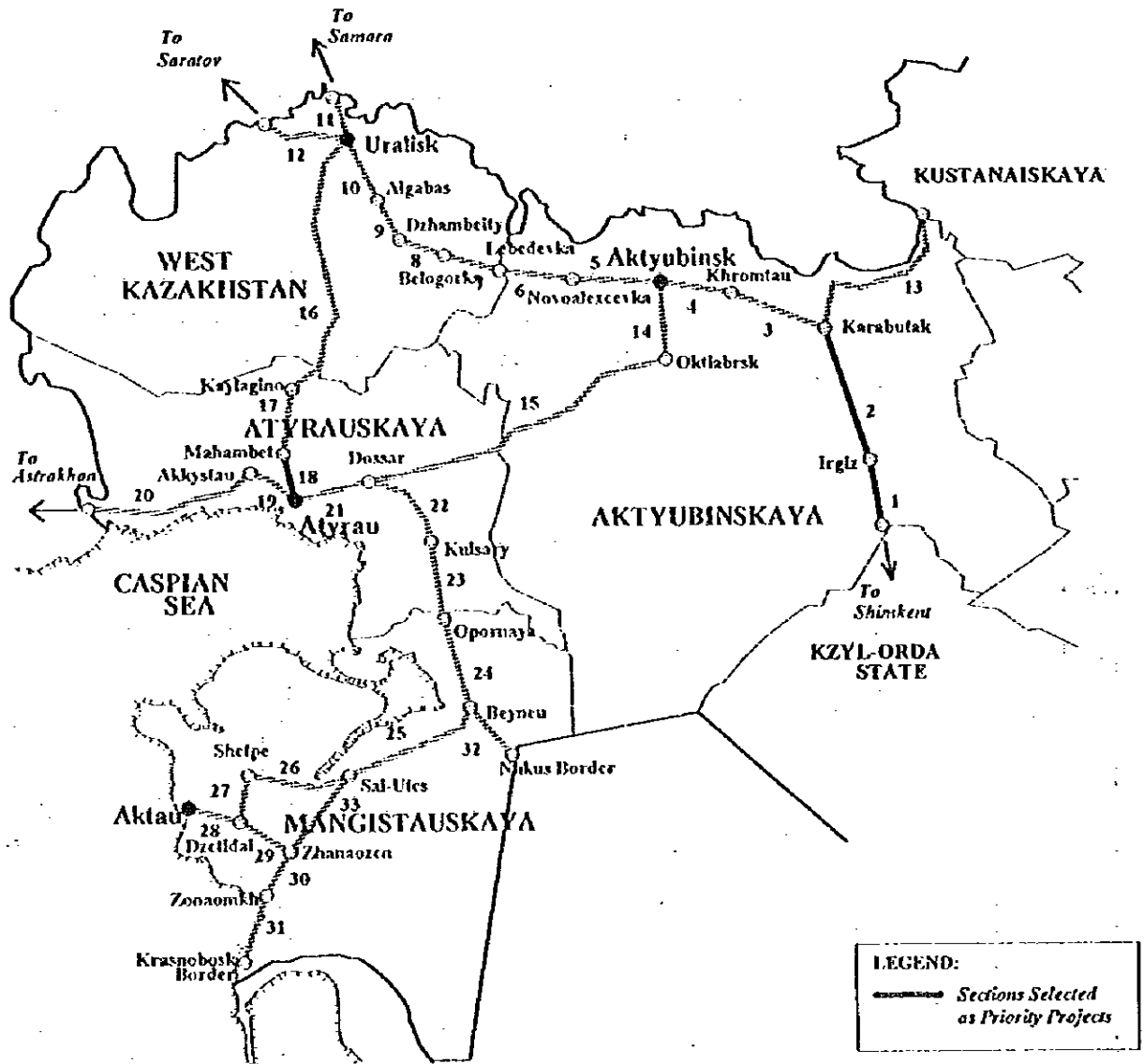
表 2.4.2 優先プロジェクト選定一覧表

No.	Road Section	Length (km)	Cost (Mill. US\$)	Preliminary Selection and Evaluation Criteria				Final Selection		
				B/C > 1	Traffic Growth Ratio > 1.0 Over 2010/1995	Imp. Cost per km > 0.1M US\$	Preliminary Selected Projects	B/C	B/C Ranking	Finally Selected Projects
1	Kzyl-Orda Border - Irgiz	80	10.97	0	0	0	0	2.02	2	0
2	Irgiz - Karabutak	195	33.21	0	0	0	0	1.94	3	0
3	Karabutak - Khromtau	124	21.12	0	0	0	0	1.52	4	
4	Khromtau - Aktyubinsk	98	15.47		0	0				
5	Aktyubinsk - Novoalexeevka	114	6.76	0	0					
6	Novoalexeevka - Lebedevka	142	31.00		0	0				
7	Lebedevka - Belogorka	25	8.73		0	0				
8	Belogorka - Dzhambelty	54	18.86		0	0				
9	Dzhambelty - Algabas	71	15.64		0	0				
10	Algabas - Uralsk	68	4.03	0	0					
11	Uralsk - Samara Border	50	10.92		0	0				
12	Uralsk - Saratov Border	100	21.83			0				
13	Karabutak - Kustanaiskaya B.	250	87.33	0		0				
14	Aktyubinsk - Oktjabrsk	85	5.03	0						
15	Oktjabrsk - Dossor	417	24.69	0	0					
16	Uralsk - Kaylagino	386	22.85	0						
17	Kaylagino - Mahambet	50	30.00		0	0				
18	Mahambet - Atyrau	70	7.77	0	0	0	10	2.55	1	0
19	Atyrau - Akkystau	60	35.98			0				
20	Akkystau - Astrakhan B.	232	25.75			0				
21	Atyrau - Dossor	92	34.66		0	0				
22	Dossar - Kulsary	118	14.64	0	0	0	0	1.08	5	
23	Kulsary - Opornaya	104	17.71			0				
24	Opornaya - Beyneu	122	42.51			0				
25	Beyneu - Sal-Utes	181	57.20			0				
26	Sal-Utes - Shelpe	120	16.46			0				
27	Shelpe - Dzelidal	85	5.03							
28	Dzelidal - Aktau	82	9.10			0				
29	Dzelidal - Zhanaozen	69	4.08							
30	Zhanaozen - Zonaomkh	60	6.66			0				
31	Zonaomkh - Krasnobosk B.	100	13.72			0				
32	Beyneu - Nukus Border	84	54.48			0				
33	Sal-Utes - Zhanaozen	122	79.13			0				
	TOTAL LENGTH (in km)	4010	-				587			345
	TOTAL COST (in mill. US\$)	-	793.41				87.7			51.95

The length of the selected priority projects is revised for the feasibility study and is as follows;

- No. 1 : 86 km
- No. 2 : 189 km
- No. 18 : 83 km
- Total : 358 km

図 2.4.4 選定された優先プロジェクトの位置図



2.5 交通調査

2.5.1 交通調査

西部カザフスタンの20地点において、旅客および貨物トラック等の調査対象地域内の動向を把握するために、交通量調査とOD調査を行った。20地点の調査箇所は図2.5.1に示すとおりである。

交通調査は、1995年10月9日(月)から10月12日(木)までの1地点1日、朝8:00から夜8:00までの12時間を調査の時間帯とした行った。また、調査結果は、通過車両タイプ、出発地、目的地、旅行の目的および積載貨物の種類を記録した。

交通量調査の結果は、表2.5.1のとおりである。

表 2.5.1 交通量調査結果

Location NO.	Traffic Volume (veh/12h)						Total
	Motor-cycle	Passenger car	pick-up	Bus	2 axle Truck	H.Truck	
1	1	51	2	7	33	24	118
2	3	122	8	12	37	72	254
3	0	153	21	7	90	85	356
4	17	165	5	15	26	35	263
5	5	158	3	27	70	107	370
6	9	84	39	16	73	15	236
7	4	124	16	11	44	52	251
8	0	70	2	9	55	21	157
9	0	52	2	6	41	0	101
10	0	209	24	29	224	38	524
11	0	91	0	17	87	27	222
12	0	67	1	11	73	18	170
13	0	163	7	11	162	57	400
14	0	124	4	41	123	20	312
15	0	119	0	33	78	138	368
16	32	175	63	25	145	173	613
17	10	186	48	29	147	198	618
18	31	216	60	35	190	256	788
19	2	113	50	1	113	185	464
20	0	189	79	6	128	305	707

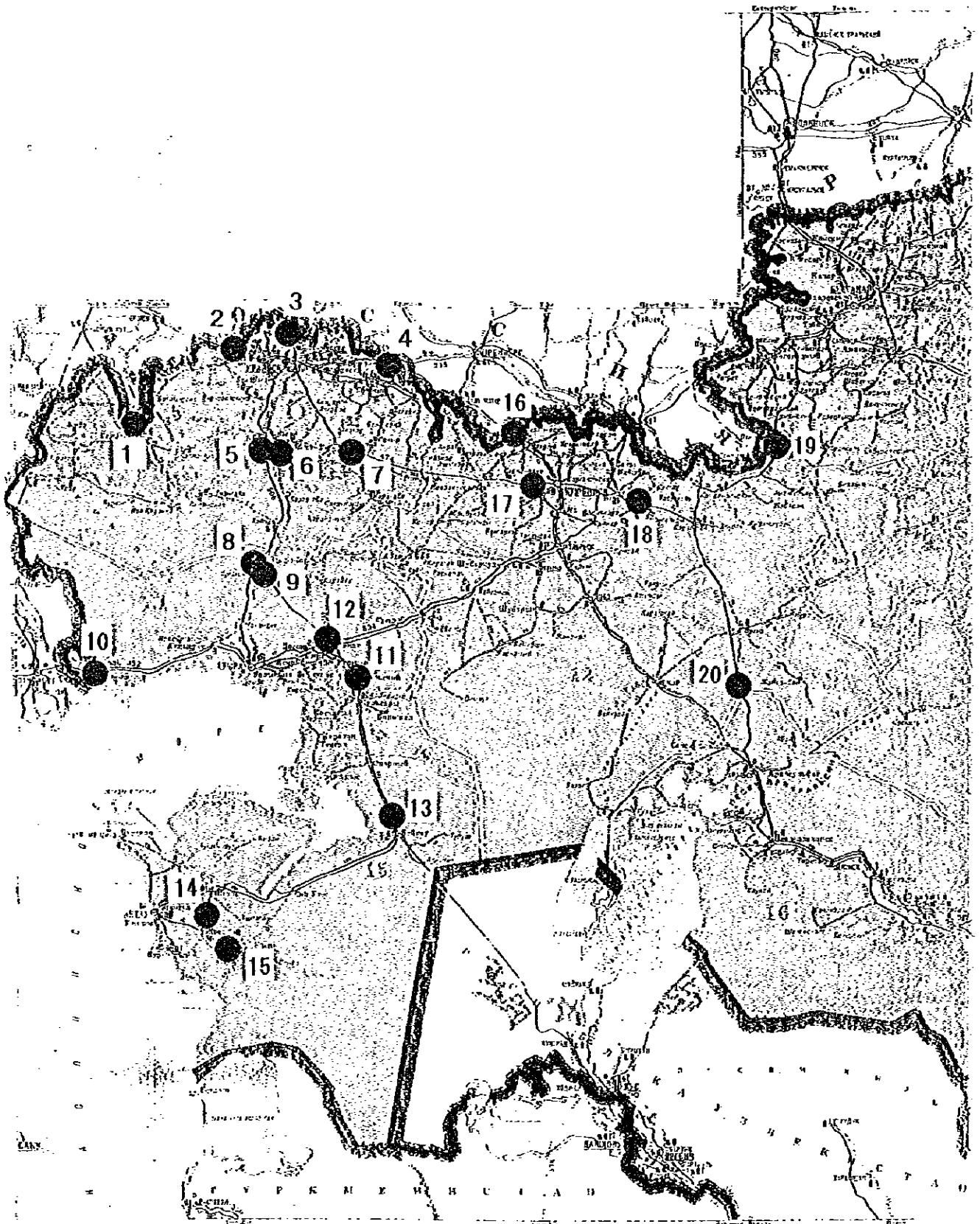


图 2.5.1 交通調查地点位置图

2.5.2 交通需要予測

交通需要予測は、交通発生/集中サブモデルと交通配分サブモデルに基づき行われた。交通需要予測の手順は、図 2.5.2 に示すとおりである。

なお、優先プロジェクト道路での予測交通量に基づく配分を行い、2010 年を対象とした“Do Nothing Case”（改良が全くされなかった場合）と“Do Maximum Case”（ロングリストプロジェクトのすべてを改良した場合）の西部カザフスタンでの配分結果をそれぞれ図 2.5.3 および図 2.5.4 に示す。

図 2.5.2 交通需要予測手順

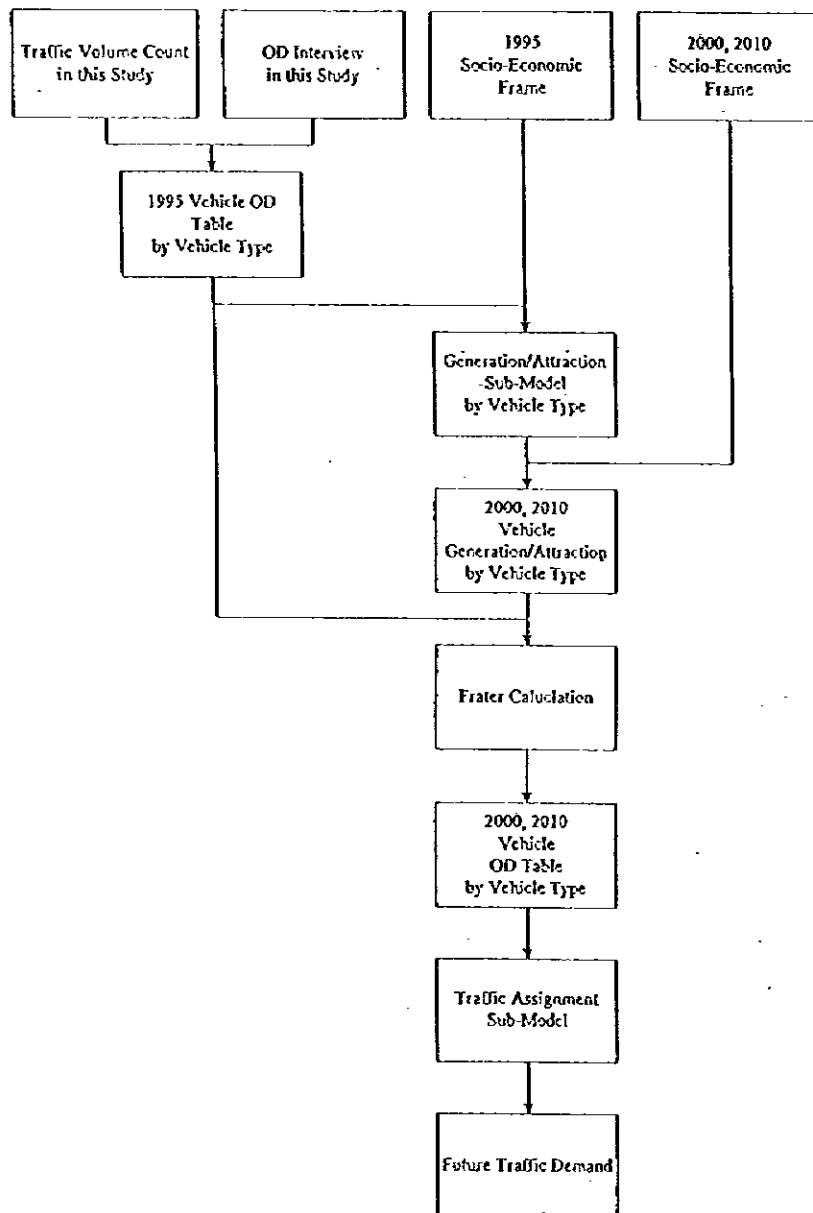


図 2.5.3 2010 年の“Do Nothing Case”での配分結果
 (道路の改良を全く行わない場合)

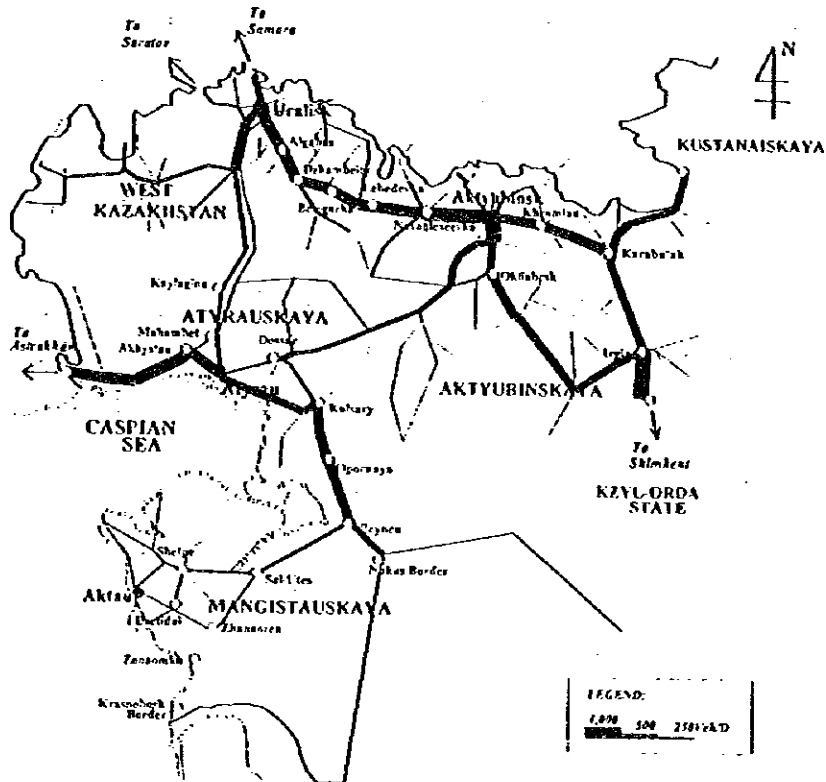
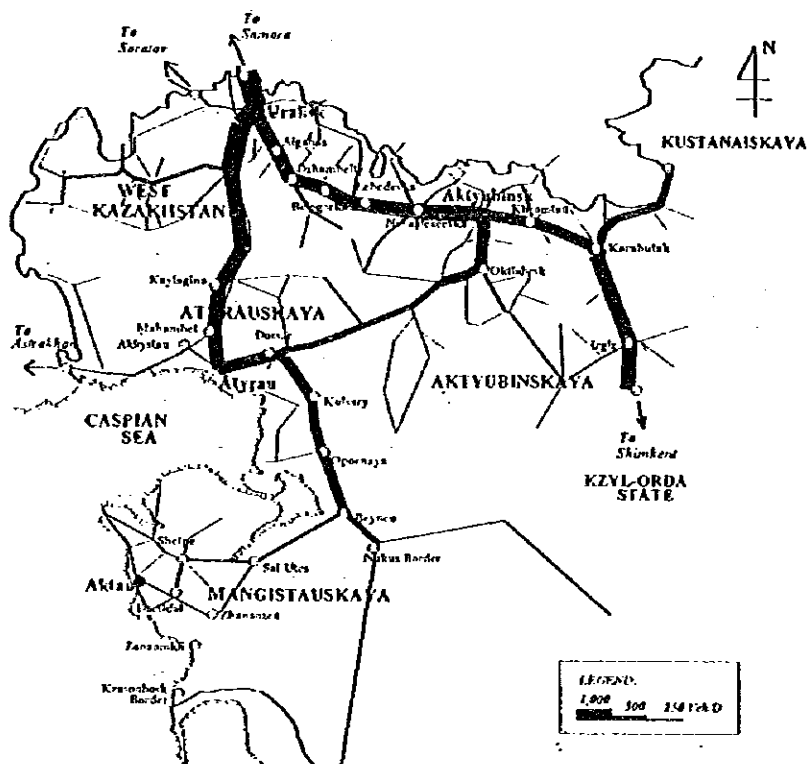


図 2.5.4 2010 年の“Do Maximum Case”での配分結果
 (33 区間の全てを改良した場合)



1995年10月に実施した交通調査によると、調査地点番号8（Inder 付近）、調査地点番号20（Kzyl-Orda 州境付近）および調査地点番号18（Khromtau 付近）の一日の交通量は、それぞれ157台、707台、788台であった。しかし、これらの交通量は、調査地点が優先プロジェクトの位置から遠く離れているとともに、特にAtyrau-Mahaabet 区間についてはAtyrau 市内における内内交通の交通量が含まれていないことから、優先プロジェクト区間を代表する交通量としては適さない。そのため、基本となる優先プロジェクト区間の代表交通量（1995年時）として、配分交通量を使用した。

その配分交通量算出の結果、優先プロジェクト区間1、2、18番のそれぞれの基本年次1995年の一日の交通量は、表2.5.2に示すように、707台、639台、714台と算定された。なお、同表には、2000年、2010年、2013年および2018年の予測交通量も合わせて示す。

表 2.5.2 優先プロジェクト区間の配分交通量

単位：台/日

のりリスト 区間番号	年	乗用車	バス	小型トラック	大型トラック	合計
1	1995	211	13	206	277	707
	2000	232	14	227	305	778
	2010	366	23	365	482	1236
	2013	421	26	420	553	1420
	2018	531	32	529	698	1790
2	1995	190	14	179	256	639
	2000	213	16	201	286	716
	2010	364	27	357	464	1212
	2013	427	31	419	543	1420
	2018	556	41	515	706	1848
18	1995	310	152	191	61	714
	2000	721	352	442	141	1656
	2010	1116	544	687	220	2567
	2013	1273	620	784	251	2928
	2018	1585	772	976	312	3645

なお、需要予測は、下記の社会・経済指標を使用して行った。

- (1) 人口
- (2) GRDP
- (3) 登録自動車台数

これらの社会・経済指標は、現在（1995年）と将来（2000年、2010年）について全てのゾーンについて算出した。なお、将来の指標については、過去の傾向に開発の将来性を加味して算出した。

車種ごとの交通発生/集中サブモデルは、現在の交通発生/集中の状況と社会・経済指標により算出・調整されるものであり、このサブモデルと各ゾーンの社会・経済指標の将来予測値を使用することにより将来の交通量が算出される。また、交通のO-Dは、Fratar's Methodにより算出され、最短旅行時間になるルートに配分される。

2.6 道路設計基準

道路建設基準 2.05, 02-85（1986版）やたわみ性舗装設計指示書（1985版）のような旧ソビエト連邦時代に作られた道路設計基準書が、現在のカザフ国においても使われている。これらの設計基準書は、道路や橋梁、トンネル等の広い範囲にわたり規定している。

2.6.1 道路幾何構造基準

カザフ国の道路設計基準では、道路は、交通量と経済的および行政的な重要度等に応じて5つのカテゴリーに分類されている。この5つのカテゴリーにおけるそれぞれの道路幾何構造基準は表2.6.1のように要約される。

表 2.6.1 カザフ国の道路カテゴリーと幾何構造基準

Road Category	Traffic volumes		Economic and administrative significance of roads	Design speed (km/h)			No. of lanes	Lane width (m)	Shoulder width (m)
	Pcu	Vehicle		Flat	Rolling	Mountainous			
Ia	> 14,000	> 7,000	Movement between states	150	120	80	4,6 or 8	3.75	3.75
Ib	> 14,000	> 7,000	*	120	100	60	4,6 or 8	3.75	3.75
II	6,000 - 14,000	3,000 - 7,000	*	120	100	60	2	3.75	3.75
III	2,000 - 6,000	1,000 - 3,000	Movement between states within state	100	80	50	2	3.50	2.50
IV	200 - 2,000	100 - 1,000	Movement between major regional cities and local cities	80	60	40	2	3.00	2.00
V	< 200	< 100	Movement between local cities	60.0	40	30	1	-	1.75

Source : Road Construction Standard 2.05, 02-85, State Committee of USSR, 1986

2.6.2 舗装設計基準

カザフ国での舗装設計の基本は、本質的に、第二次大戦前のたわみ性舗装理論に基づいたものであり、大規模実験や AASHO (American Association of State Highway Officials)、現在の AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) の試験により舗装変形の仮定を否定された後に修正したものである。

カザフ国の現在の舗装構成やその適用は、表 2.6.2 に示すように 4 つに分類され、交通量、経済的・行政的重要度、地域特性および材料の調達事情等により舗装を構成する各層の厚さ等が決められる。

また、基準書では AASHTO と同じように軸重 10 トンで舗装設計するよう定められているが、現在のほとんどの道路が、軸重 6 トンで設計されているのが現状である。

表 2.6.2 現在の舗装構成と道路カテゴリー

Types of pavement	Main kinds of Surface Course	Categories of Roads
High	• Cement concrete or asphalt concrete	• I-IV
Semi-high	• Asphalt concrete • Crushed rock, gravel and sand treated with binder	• III and IV • At 1st stage of two stage road construction of Category II
Intermediate	• Crushed rock and gravel • Soil and local low strength rock materials treated with binder	• IV and V • At 1st stage of two stage road construction of Category III
Lowest	• Ground reinforced or improved with admixtures	• V • At 1st stage of two stage road construction of Category IV

Data Source : Road Construction Standard 2.05, 02-85, state Committee of USSR, 1986

2.7 道路・橋梁の改良

2.7.1 道路の改良

本調査で対象とした優先プロジェクト道路は、2018年の交通需要予測値に基づき、下記の基準で設計するものとした。

道路カテゴリー： カザフ国道路設計基準のカテゴリーIIIを適用。
道路幅員： 7m（走行車線）+2×2.5m（路肩）の合計12m。
設計軸重： 10トン

なお、2018年における一日の予測交通量は、区間番号1、2の区間では1,848台（乗用車換算3,983台）、区間番号18の区間では3,645台（乗用車換算5,907台）である。

また、舗装設計は、AASHOの設計方法と旧ソビエト連邦の設計基準を参照し、2013年（設計の15年後）の予測交通量に基づいて行った。舗装厚は、路床の設計CBRと、10年間に一方向にかかることを前提とした10トンの設計軸荷重数(AEAL)から決定することとした。

なお、現在の道路舗装は非常に損傷しているため、既存のアスファルト層の除去後に舗装を改築する必要があり、以下の改良タイプIから改良タイプIVを道路舗装の改良方法として適用することとした。

改良タイプI

道路盛土高が1.0m未満である箇所は、凍上対策上適切ではないため、約0.5m以上の盛土の嵩上げを行い舗装を新設する。改良タイプIは基本的に、盛土の嵩上げと舗装の新設から構成される。また、舗装構造の設計は、路床のCBRとして6、およびAEALとして 101.38×10^4 を用いて行った。舗装構成は、密粒アスファルト層4cm、粗粒アスファルト層6cm、碎石上層路盤15cm、砂礫下層路盤25cmの4層である。（図2.7.1参照）

改良タイプII

走行車線の幅員がカテゴリーIIIで定める7.0mに満たない、走行車線拡幅の必要のある箇所に適用するものとし、改良タイプIIでは、走行車線を拡幅するとともに既存のブロックストーンアスファルト層を除去して舗装を新設する。舗装構造の設計は、路床のCBRとして6、およびAEALとして 89.5×10^4 を用いて行った。舗装構成は、密粒アスファルト層4cm、粗粒アスファルト層6cm、碎石上層路盤15cm、砂礫下層路盤25cmの4層である。（図2.7.2参照）

改良タイプ III

改良タイプ III は、既存表層の除去後に新舗装を建設するもので、2つのタイプ（タイプ III-1 と III-2）に分けられる。タイプ III-1 の舗装構造の設計は、路床の CBR として 10 以上、および AEAL として 101×10^4 を用いて行った。また、タイプ III-2 の舗装構造の設計は、路床の CBR として 5 から 9、および AEAL として 101×10^4 を用いて行った。前者の舗装構成は、密粒アスファルト層 4cm、粗粒アスファルト層 6cm、砕石上層路盤 15cm、砂礫下層路盤 20cm の 4 層とし、後者の舗装構成を、密粒アスファルト層 4cm、粗粒アスファルト層 6cm、砕石上層路盤 15cm、砂礫下層路盤 25cm の 4 層である。（図 2.7.3 および図 2.7.4 参照）

改良タイプ IV

若干の箇所では今後の使用に耐えうるであると考えられる既設路盤を持った箇所があり、この箇所では既存のブラックストーン表層の除去後に既設路盤厚を増加させて表層を新設する。舗装構造の設計は、路床の CBR として 6、および AEAL として 101.4×10^4 を用いて行った。舗装構成は、密粒アスファルト層 4cm、粗粒アスファルト層 6cm、砕石上層路盤 15cm、砂礫下層路盤 15cm の 4 層である。（図 2.7.5 参照）

優先プロジェクトの Karabutak-Kzyl Orda border および Atyrau-Mahambet 区間の道路改良タイプは表 2.7.1 に示すとおりとなり、改良タイプの標準断面図を図 2.7.1 から 2.7.5 に示す。

表 2.7.1 優先プロジェクトの道路改良方法

Sub-section (km)	Improvement Types	Subsection (km)	Improvement Types
Karabutak - Kzyl Order Border Road Section			
965-971	III-1	1152-1155	III-1
972-977	I	1156-1162	I
978-1069	I	1163-1166	III
1070-1075	III-1	1167-1178	I
1076-1088	I	1179-1181	III-1
1089-1103	III-1	1182-1190	I
1104-1117	I	1191-1225	III-2
1118-1126	III-1	1226-1229	IV
1127-1131	I	1230-1232	III-1
1132-1136	III-1	1233-1240	IV
1137-1151	I	-	-
Atyrau-Mahambet Road Section			
1-71	I	72-83	II

Data Source: JICA Study, 1996

なお、Atyrau-Mahambet 区間では、洪水対策として洪水を逃がす[3x(2mx1.5m)]のボックスカルバートを適所に配置するほか、冠水の傾向がある箇所の盛土嵩上げを行う。

図 2.7.1 道路改良タイプ I の標準断面図

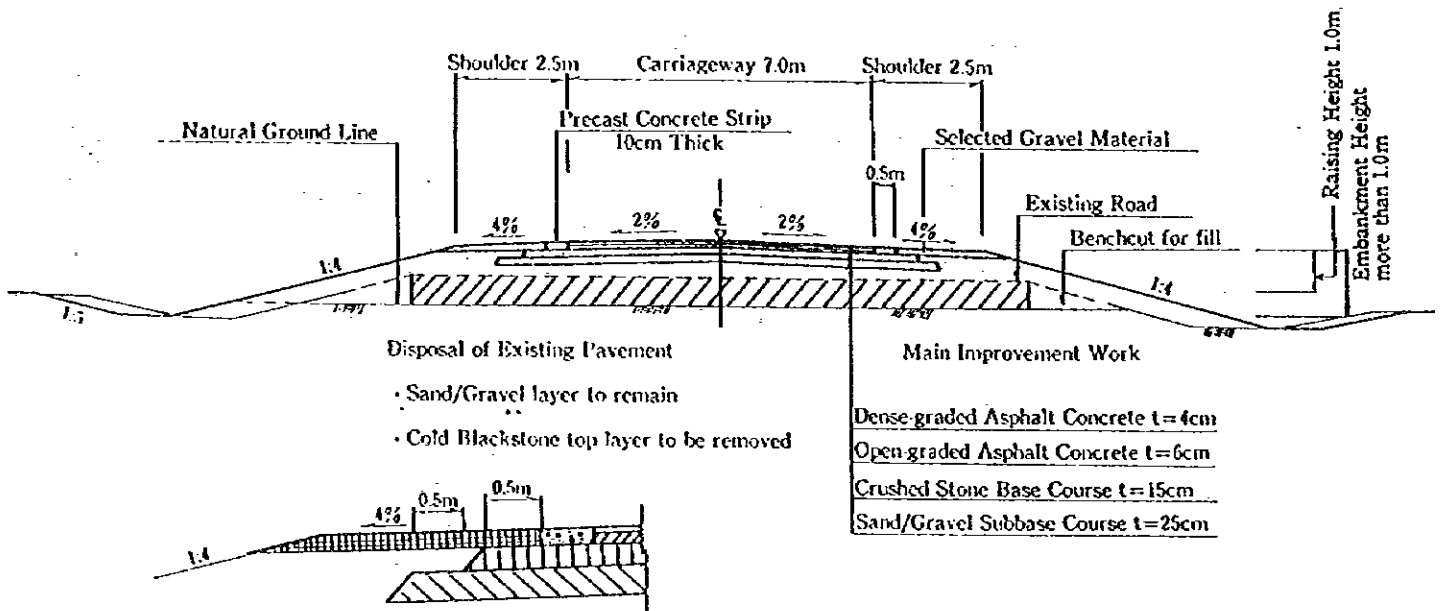


図 2.7.2 道路改良タイプ II の標準断面図

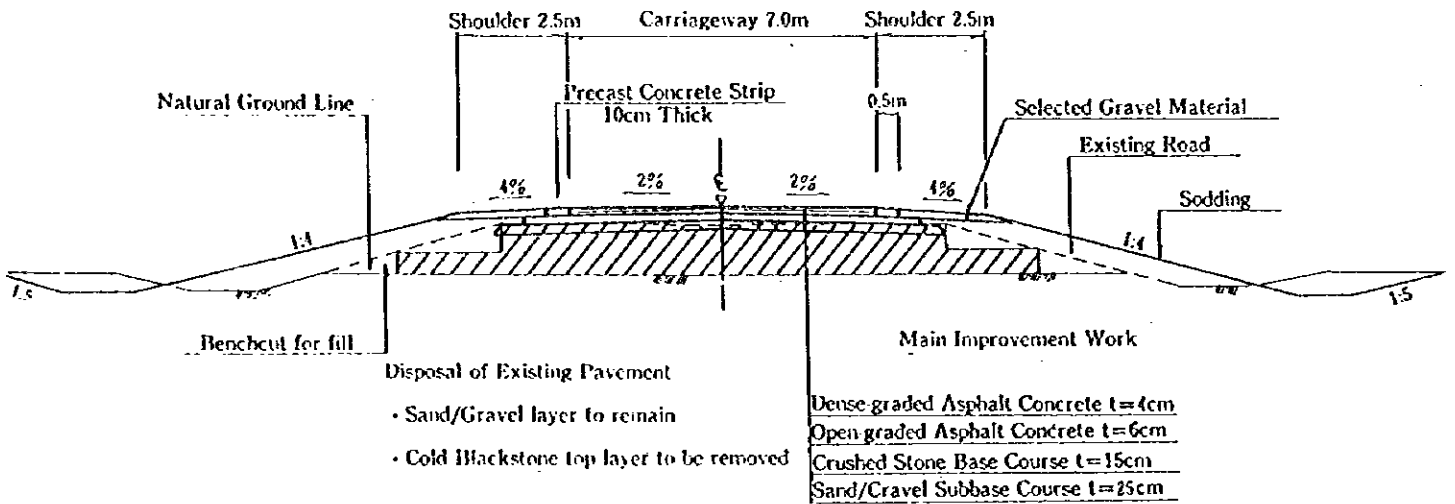


図 2.7.3 道路改良タイプ III-1 の標準断面図

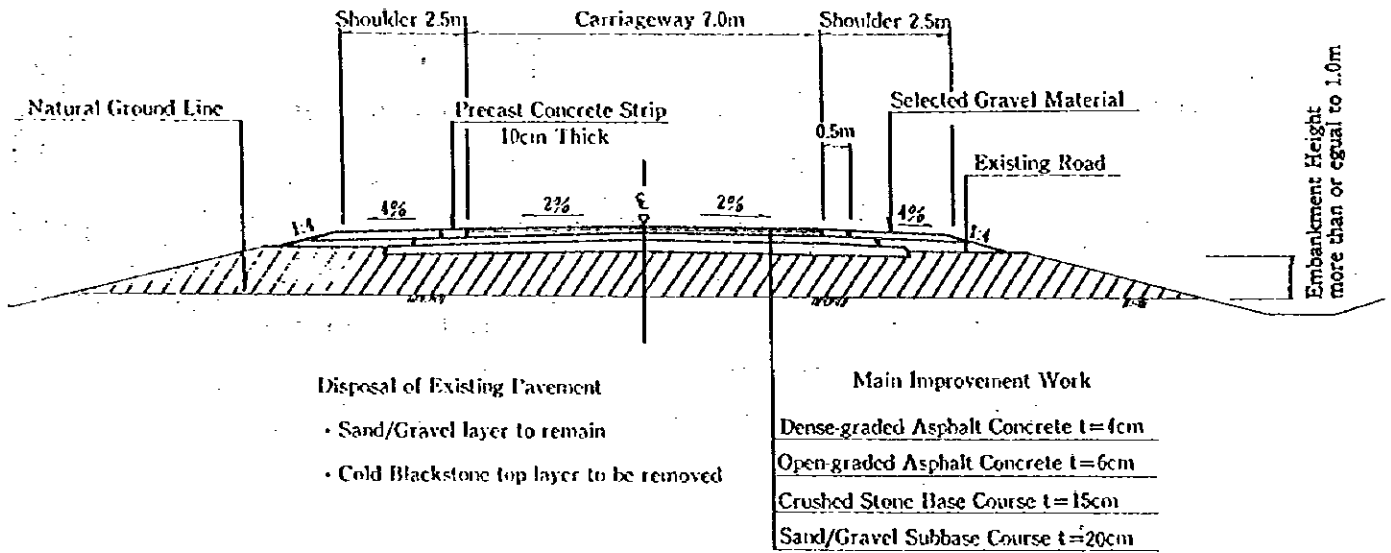


図 2.7.4 道路改良タイプ III-2 の標準断面図

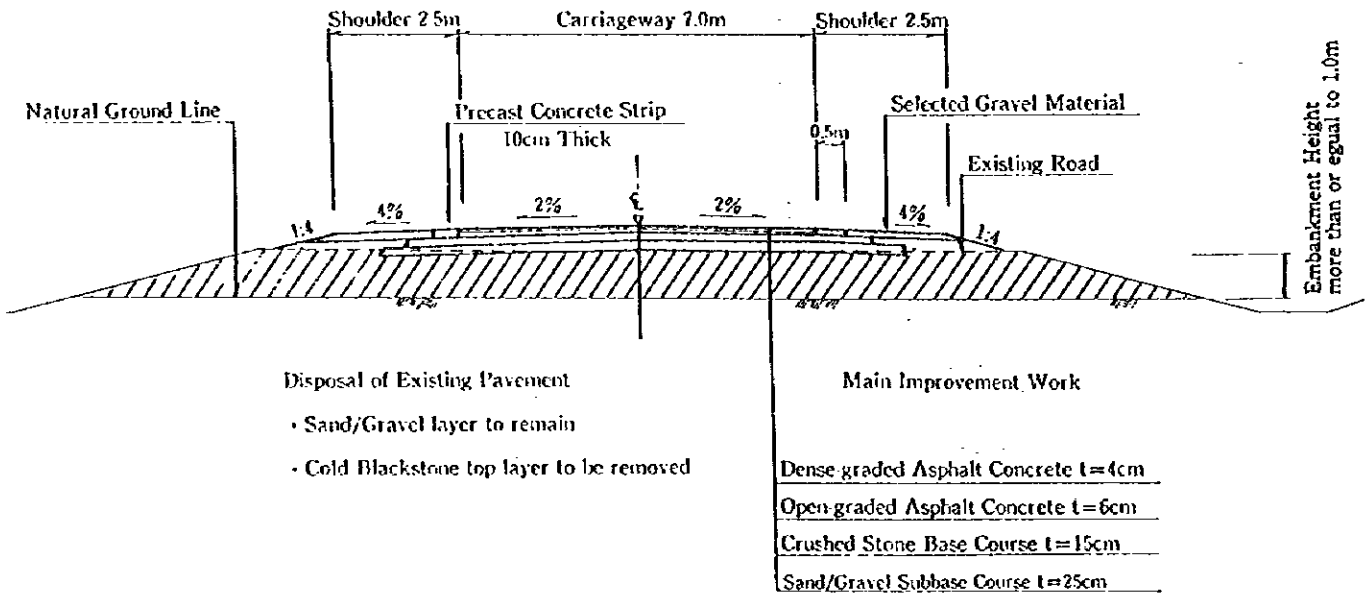
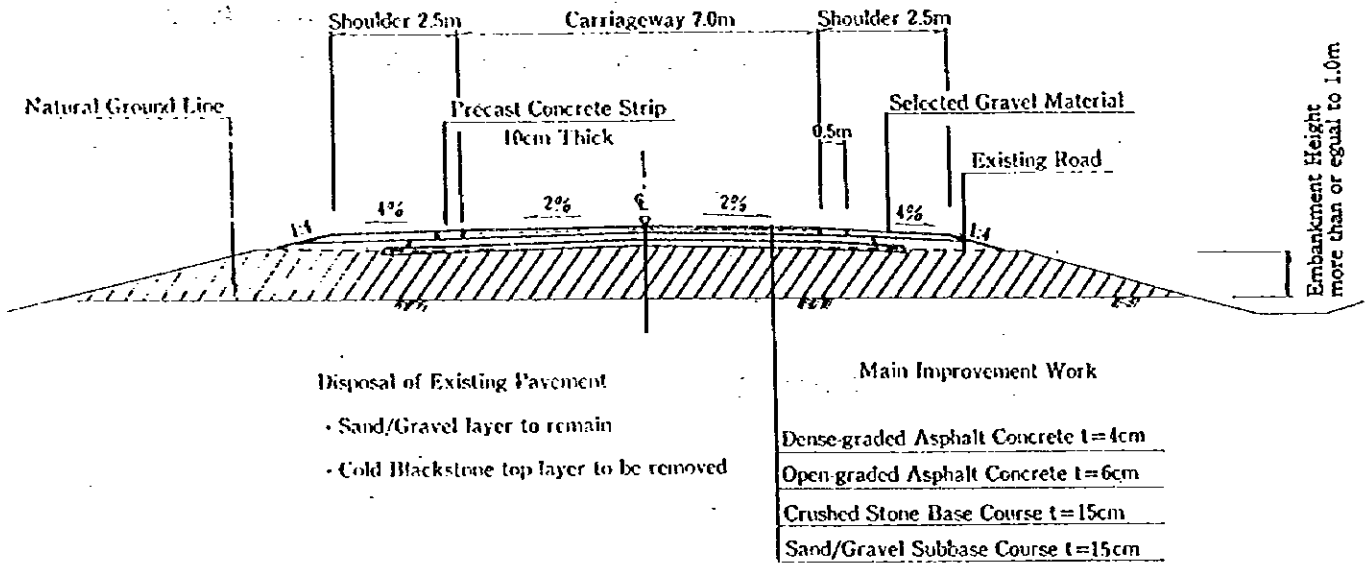


図 2.7.5 道路改良タイプ IV の標準断面図



2.7.2 橋梁の改良

橋梁の改良は、既設橋梁の評価を行い、下記の方針にて行うこととした。なお、橋梁改良では、破損部分の修理に留まらず、構造的な欠陥の除去についても考慮する。

(1) 修理方針

- a) 破損の大きな橋梁は更新を行う。
- b) 既設橋梁の中空スラブの肉厚が薄過ぎるため、他の適切なスラブのタイプに置き換える。
- c) 梁の破損した部分は補修する。
- d) すべての高欄を交換する。
- e) 老朽化したスラブは修繕する。

(2) 構造的欠陥への対処方針

- a) 新しい橋梁には、パイルベントタイプのアバットを使用しない。しかし、修理を施す橋梁については、既設アバットの壁の延命化を図る。
- b) 修理を施すべき橋梁には何本かの細すぎるピアーが認められるため、これらの補強を行う。また、水平部材と垂直部材の結合を行う。
- c) すべての橋の梁部材を横桁で連結する。
- d) 既設橋梁には、スパンが短く湖水にアバットが触れているものがあるため、そのような橋梁についてはスパンの延長を行う。

現在カザフ国で使われている橋梁建設に係わるマニュアルは、西欧諸国のもの比較した限りにおいては大きな差がない。しかし、仕様の面では、80 トンの履帯荷重を橋梁設計時に考慮することと記載されている。

Karabutak - Kzyl Orda Border 区間と Atyrau - Mahambet 区間のそれぞれの区間の橋梁一覧（橋梁番号、構造、大きさ、改良の方法等）を表 2.7.2 および表 2.7.3 に示す。

また、各橋梁の位置については、Karabutak - Kzyl Orda Border 区間のものを図 2.7.6 に、Atyrau - Mahambet 区間のものを図 2.7.7 に示す。

表 2.7.2 Karabutak - Kzyl Orda Border 区間の橋梁

Bridge Number	Type of Structure		Span (m)	Width (m)	Completion Year	Improvement Measure
	Girder	Abutment Pier				
26	PC T Type Girder	Pile bent Type Block Stacking Type	5 @ 21.0 m	11.4 m + 2.0 m	1984	To be Improved
27	Hollow Slab Girder	Block Stacking Type	Simple 18.0 m	10.2 m + 1.5 m	1981	To be Renewed
28	PC T Type Girder	Pile bent Type	8 @ 22.6 m	7.0 m + 2.0 m	1974	To be Renewed
29	Hollow Slab Girder	Round Columns	2 @ 18.0 m	10.5 m + 2.0 m	1982	To be Renewed
30	Hollow Slab Girder	Composition Type	Simple 18.0 m	10.0 m + 2.0 m	1982	To be Renewed
31	Hollow Slab Girder	Composition Type	2 @ 18.0 m	10.0 m + 2.0 m	1982	To be Renewed
32	Hollow Slab Girder	Pile bent Type	2 @ 18.0 m	10.0 m + 2.0 m	1982	To be Renewed

表 2.7.3 Atyrau - Mahambed 区間の橋梁

Bridge Number	Type of Structure		Span (m)	Width (m)	Completion Year	Improvement Measure
	Girder	Abutment Pier				
1	PC T Type Girder	Pile bent Type	4 @ 16.0 m	8.0 m + 1.5 m	1982	To be Improved
2	PC T Type Girder	Pile bent Type	4 @ 15.0 m	8.0 m + 1.0 m	1962	To be Renewed
3	PC T Type Girder	Pile bent Type	4 @ 15.0 m	8.0 m + 2.0 m	1962	To be Renewed
4	Hollow Slab Girder	Pile bent Type	3 @ 16.0 m	8.0 m + 2.0 m	1983	To be Improved
5	PC T Type Girder	Pile bent Type	2 @ 16.0 m	8.0 m + 2.0 m	1969	To be Renewed
6	PC T Type Girder	Pile bent Type Rigid Frame Type	3 @ 15.0 m	8.0 m + 2.0 m	1972	To be Improved
7	Reinforced T Girder	Pile bent Type	3 @ 15.0 m	8.0 m + 2.0 m	1972	To be Improved

図 2.7.6 Karabutak - Kzyl Orda Border 区間の橋梁位置図

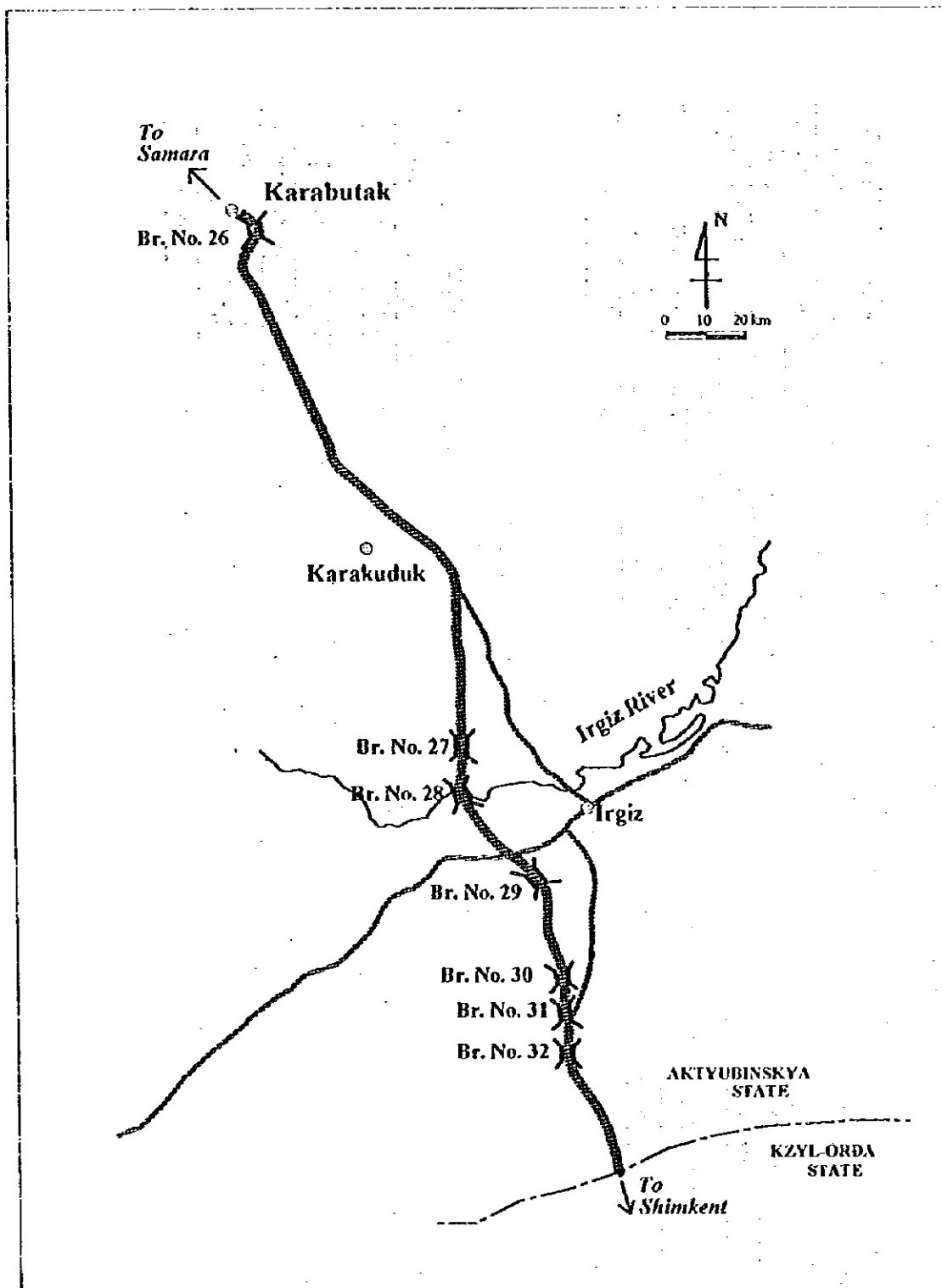
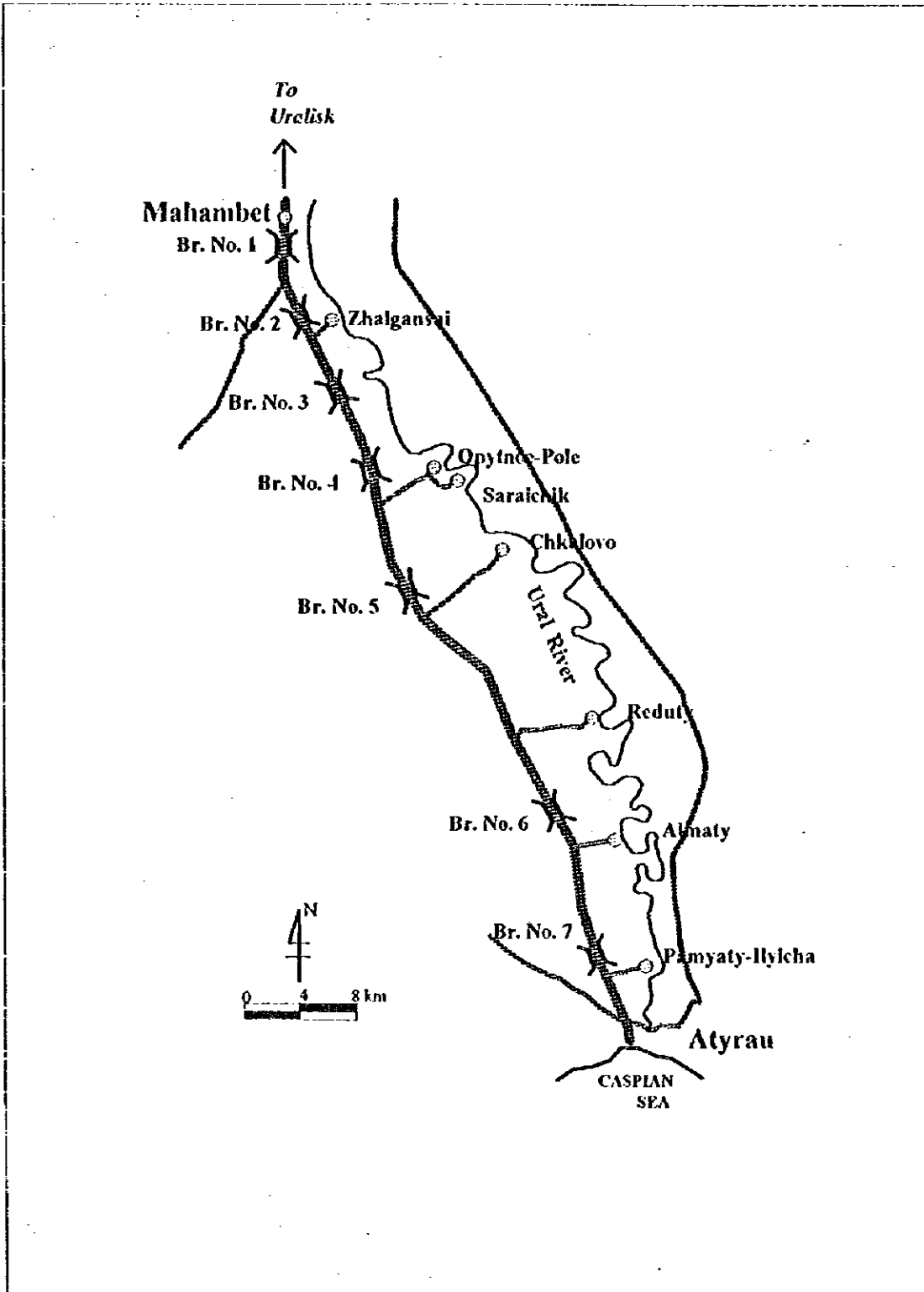


図 2.7.7 Atyrau - Mahambet 区間の橋梁位置図



2.8 道路と橋梁の改良コスト

カザフ国での道路建設事業費積算は、旧ソビエト連邦時代の1991年に発行された「貨物輸送のための建設コストマニュアル」や「一般道路の投資基準書」などを参考とした手順で行われている。

積算に使用される基礎単価等は、1991年に旧ソビエト連邦中央政府機関により決められたものが存在するが、それらは今まで更新されていない。また、現在の労務費、機械費、材料費や輸送費などの市場価格は安定していないため、積算のための基礎単価の設定は非常に難しい状況にある。そのように実勢価格の反映された資料が入手できない状況であることから、調査団は、労務費、機械費や材料費等の基礎価格の調査を行い積算をした。

2.8.1 積算手順

事業費は、直接費、間接費、技術料そして予備費から構成させ、直接費は更に労務費、機械費そして材料費から積算した。また、外貨により調達する部分と現地貨により調達する部分を分割できるよう積算した。

なお、基本的な積算の前提条件を下記のとおり設定した。

- (1) 間接費は、請負業者の一般管理費・利益と現場管理経費を含むものとし、この一般管理費・利益の部分には直接費の15%を計上する。現場管理経費は必要なものの積み上げ計算を行って計上することとする。
- (2) 技術料は、詳細設計、入札図書の作成および施工監理を含むものであり、直接費の10%を計上する。
- (3) 予備費は、直接費、間接費および技術料の合計の15%を計上することとする。
- (4) 米ドルとカザフスタンテングの為替レートは、1996年6月の調査時にカザフ国道路局が適用していた US\$1=66.5 テング を使用することとする。

2.8.2 総事業費

算出された優先プロジェクト道路の改良工事に係る直接費は、表 2.8.1 に示すとおりである。なお、道路/カルバートに係る工事費、橋梁に係る工事費および両者の合計額（総事業費）を、それぞれ表 2.8.2、表 2.8.3 および表 2.8.4 に示す。

また、総事業費の内貨、外貨ポーションによる分類を表 2.8.5 に示す。

改良事業の内容とその事業費について、Karabutak-Kzyl Orda border 区間と Atyrau-Mahambet 区間のそれぞれに分割してまとめると、図 2.8.1 および図 2.8.2 のとおりとなる。

表 2.8.1 優先プロジェクトの直接費

(単位:千 US\$)

項目	Karabutak-Kzyl Orda Border 区間				Atyrau-Mahambet 区間	合計
	Karabutak-Irgiz	Irgiz-Kzyl Orda Border	小計			
	km					
	965-1060	1060-1154	1154-1240	965-1240	0-84	
道路改良	11,715	9,995	8,805	30,515	11,917	42,432
カルバート改良/新設	132	48	56	236	1,587	1,823
橋梁改良/更新	290	1,950	1,332	3,572	1,948	5,520
合計	12,137	11,993	10,193	34,323	15,452	49,775

Data Source : JICA study, 1996

表 2.8.2 道路/カルバートの改良事業費

(単位:千 US\$)

費目	Karabutak-Kzyl Orda Border 区間				Atyrau-Mahambet 区間	合計	
	Karabutak-Irgiz	Irgiz-Kzyl Orda	小計				
	km						
	965-1060	1060-1154	1154-1240	965-1240	0-84		
直接費	11,847	10,043	8,861	30,751	13,504	44,255	
間接費	一般管理費・利益 (15%)	1,777	1,506	1,329	4,612	2,026	6,638
	現場管理経費	2,932	2,932	2,932	8,796	2,932	11,728
小計	16,556	14,481	13,122	44,159	18,462	62,621	
技術費 (10%)	1,656	1,448	1,312	4,416	1,847	6,262	
小計	18,212	15,929	14,434	48,575	20,309	68,883	
予備費 (15%)	2,732	2,389	2,165	7,286	3,046	10,332	
総事業費	20,944	18,318	16,599	55,861	23,335	79,216	

Data Source : JICA study, 1996

表 2.8.3 橋梁の改良事業費

(単位:千 US\$)

費目	Karabutak-Kzyl Orda Border 区間				Alyrau-Mahambet 区間	合計	
	Karabutak-Irgiz	Irgiz-Kzyl Orda	小計				
	km						
	965-1060	1060-1154	1154-1240	965-1240	0-84		
直接費	290	1,950	1,332	3,572	1,948	5,520	
間接費	一般管理費・利益 (15%)	44	293	200	536	292	828
	現場管理経費	428	428	428	6,284	428	1,712
小計	762	2,671	1,960	5,392	2,668	8,060	
技術費 (10%)	76	267	196	539	267	806	
小計	838	2,938	2,156	5,931	2,935	8,866	
予備費 (15%)	126	441	323	890	440	1,330	
総事業費	964	3,379	2,479	6,821	3,375	10,197	

Data Source : JICA study, 1996

表 2.8.4 優先プロジェクトの総事業費

(単位:千 US\$)

費目	Karabutak-Kzyl Orda Border 区間				Alyrau-Mahambet 区間	合計	
	Karabutak-Irgiz	Irgiz-Kzyl Orda	小計				
	km						
	965-1060	1060-1154	1154-1240	965-1240	0-84		
直接費	12,137	11,993	10,193	34,323	15,452	49,775	
間接費	一般管理費・利益 (15%)	1,821	1,799	1,529	5,149	2,318	7,467
	現場管理経費	3,360	3,360	3,360	10,080	3,360	13,440
小計	17,318	17,152	15,082	49,552	21,130	70,682	
技術費 (10%)	1,732	1,715	1,508	4,955	2,113	7,068	
小計	19,050	18,867	16,590	54,507	23,243	77,750	
予備費 (15%)	2,858	2,830	2,489	8,177	3,486	11,663	
総事業費	21,908	21,697	19,079	62,684	26,729	89,413	

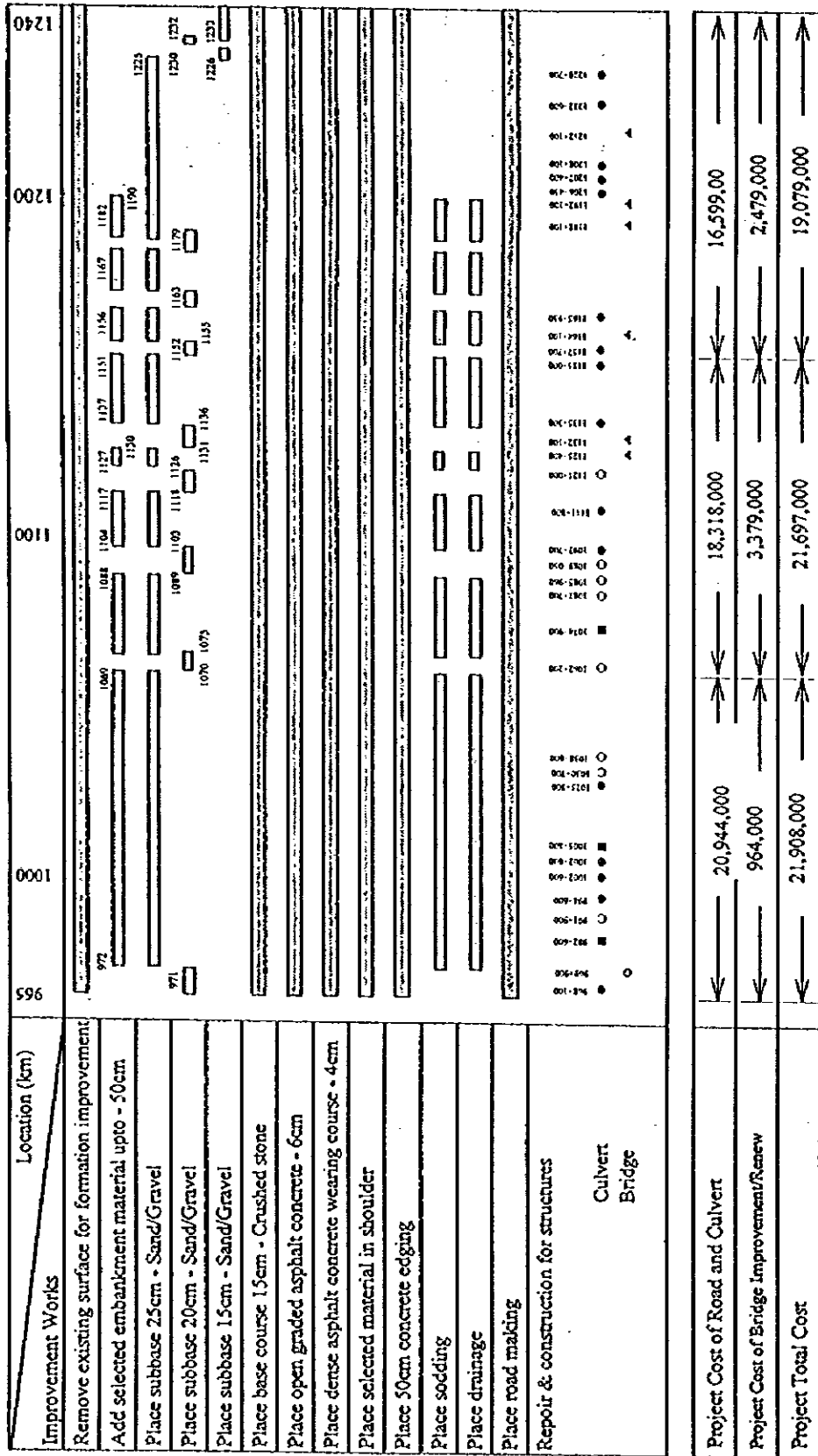
Data Source : JICA study, 1996

表 2.8.5 総事業費の内貨、外貨ポーション

区間	事業費 (千 US\$)		
	内貨ポーション	外貨ポーション	合計
Irgiz - Kzyl Orda Border	14,309	4,770	19,079
Karabutak - Irgiz	32,704	10,901	43,605
Atyrau - Mahambet	20,047	6,682	26,729
Total	67,060	22,353	89,413

(注) 1US\$=66.57ソグ

Data Source : JICA study, 1996



Note : Unit : US\$

Legend : ■ : Reconstruction of box culverts ○ : Repair of pipe culverts ▲ : Reconstruction of bridges
 ● : Reconstruction of pipe culverts ○ : Repair of bridges

図 2.8.1 Karabutak - Kzyl Orda Border 区間の工事内容と事業費

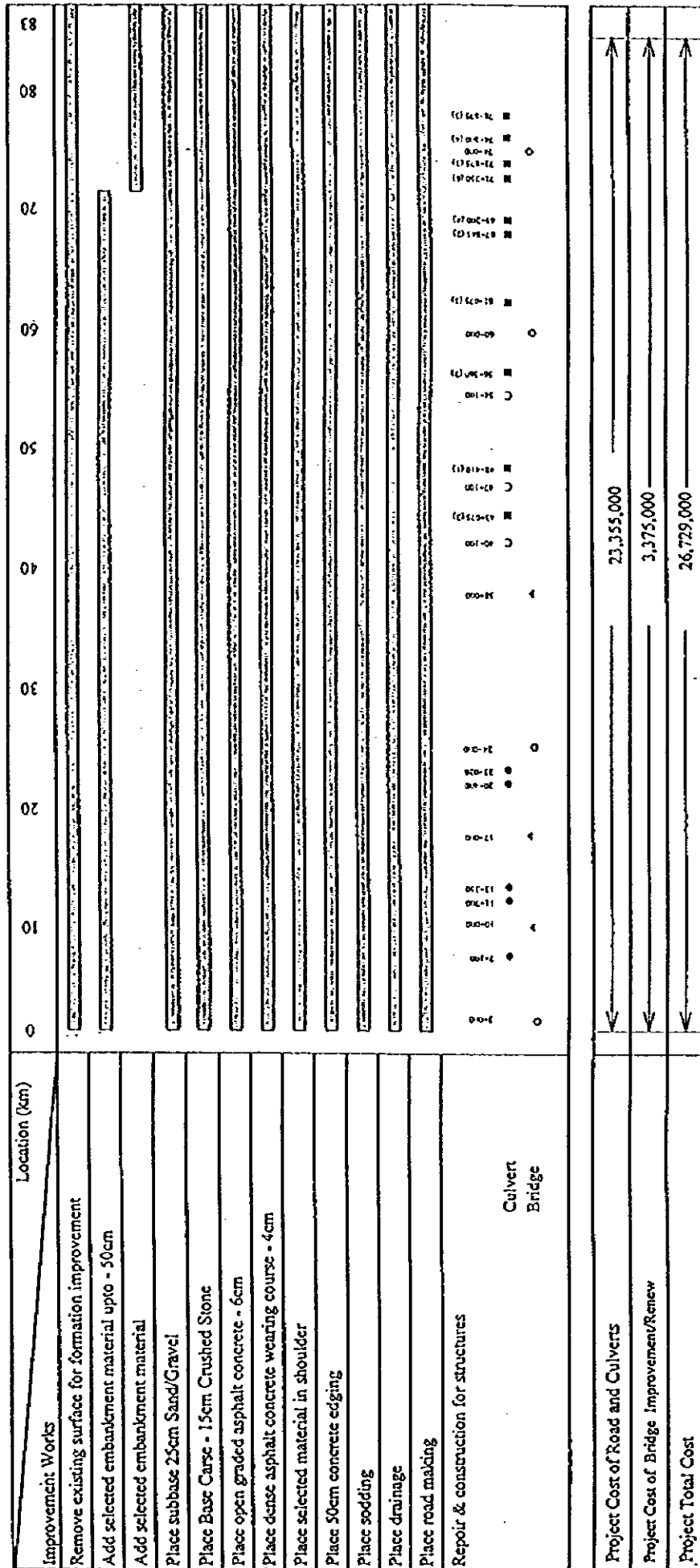


図 2.8.2 Atyrau - Mahambet 区間の工事内容と事業費

2.9 道路維持管理コスト

道路の維持管理・補修の方法については、西欧先進国諸国のものに類似した旧ソビエト連邦時代の修理・維持管理の技術ガイドライン等により指示されており、実際の業務はこれらのガイドラインに基づいて行われている。なお、カザフ国では、これらのガイドラインについて、地域特性などを踏まえた若干の修正を行っている部分がある。

現在は、1996年2月に設立されたアクトドールと呼ばれる各州の道路管理機関が、各々の州において建設作業や維持管理作業は請負業者と契約をすることにより道路建設および維持管理業務を実施しており、従来そのような業務を行っていたカザフスタンジョルダリ（カザフスタン道路会社）およびその各州にある子会社は、アクトドールからの業務請負会社となった。

道路の維持管理は、日常維持管理作業と定期的維持管理作業に分けられ、それぞれの作業項目は道路維持管理のガイドラインにリストアップされている。

カズドロニイが1996年の道路予算策定のために作成した標準的な道路維持管理費の要約を表2.9.1に示す。しかし、本調査における維持管理費用の算出は、優先プロジェクトを実施した場合と実施しない場合に区分し、実際のオーバーレイやレベリング等の道路建設コストを基準に、カズドロニイとの協議を通じ、標準的な道路維持管理費を修正して行った。

なお、優先プロジェクトを実施した場合の想定される単位km当たりの維持管理費用を表2.9.2に、また実施しない場合に想定される単位km当たりの維持管理費用を表2.9.3に示す。

表 2.9.1 標準的な道路維持管理費

Types of pavements	Norms of money expenditures per km of the road			
	(In Tenges as on 01.01.91)		(in US\$)	
	black gravel and black crash stone	gravel and crash stone	black gravel and black crash stone	gravel and crash stone
Types of works				
1. Periodic maintenance (restoration of the pavement, surface treatment, restoration of the wearing layer):	23,900	9,100	14,130	5,380
2. Routine maintenance				
2.1. Road management (organisation works, evaluation of the road condition, etc.)	282	282	170	170
2.2. Maintenance, including winter maintenance	1,430	1,430	850	850
2.3. Routine repair	2,410	2,049	1,420	1,210
2.4. Tree and shrub planting, including forestry care	774	774	460	460
Total	4,896	4,535	2,894	2,680

Remarks:

1. Source : Department of Roads
2. Referring to "Norms of money consumption (expenditure) are worked out by "Kazdornii" and are to be approved by the Ministry of Finance, Govt of Kazakhstan
3. The routine repair costs for gravel road are estimated 15% less compared to black gravel roads.

表 2.9.2 優先プロジェクトを実施した場合の維持管理費用

Types of pavement	Cost per km of the Road Maintenance	
	Asphalt concrete (in Tenges as on 01.01.91)	Asphalt concrete (US\$ in 1996)
Type of works		
1. Periodic maintenance (4cm overlay and 3cm leveling)	-	59,000
Frequency	-	7 years
2. Routine maintenance (annual)		
2.1 Road management (organisation works, evaluation of the road condition, etc.)	282	170
2.2 Maintenance, including winter maintenance	1,430	850
2.3 Routine repair	350	210
2.4 Tree and shrub planting, including forestry care	774	460
Total	2,836	1,676

Remarks:

1. Based on "Norms of money consumption (expenditure) which are worked out by "Kazdornii" and were approved by the Ministry of Finance of Govt. of Kazakhstan
2. Also based on discussions with "Kazdornii"

表 2.9.3 優先プロジェクトを実施しない場合の維持管理費用

Types of pavements	Cost per km of the Road Maintenance			
	black gravel and black crush stone	gravel and crush stone	black gravel and black crush stone	gravel and crush stone
	(in Tenges as on 01.01.91)		(US\$ in 1996)	
Types of works				
1. Periodic maintenance (restoration of the pavement, surface treatment, restoration of the weariness layer):				
Cost	23,900	9,100	14,130	5,380
Frequency	3 years	2 years	3 years	2 years
2. Routine maintenance(annual)				
2.1. Road management (organisation works, evaluation of the road condition, etc.)	282	282	170	170
2.2. Maintenance, including winter maintenance	1,430	1,430	850	850
2.3. Routine repair	5,690	4,837	3,360	2,860
2.4. Tree and shrub planting, including forestry care	774	774	460	460
Total	8,176	7,323	4,832	4,328

Remarks.

1. Based on "Norms of money consumption (expenditure) which are worked out by "Kazdornii" and were approved by the Ministry of Finance of Govt. of Kazakhstan
2. Also based on discussions with "Kazdornii"
3. The routine repair costs for gravel road are estimated 15% less compared with black gravel roads costs based on "Norms for Maintenance and Repair of Automobile roads, 1965"

2.10 環境影響評価

初期環境調査と環境影響評価を、JICA のガイドラインおよび現地運輸通信省道路局の要望に基づき、1991 年制定の自然保全法および 1993 年制定の環境影響評価法令に基づいた道路改良における環境への影響の視点から実施した。

計画される優先プロジェクトは、ほぼすべての作業が既設道路上にて行われるとともに、主要な工事は表層や路盤の更新である。そのため、新しく道路を新設することと比較すると本優先プロジェクトが環境に与える悪影響は非常に小さいものと判断される。

また、既設道路の道路用地幅は改良作業を行うのに十分広く、新たな大規模土工事が必要なく、住民の居住地域から離れていることから、騒音、振動、大気や水の汚染が近隣住民を脅かすことはないと判断される。なお、道路盛土の勾配は緩く設計されているため、ステップ地方の家畜の道路横断も遮断されないものである。

優先プロジェクトは、ほぼすべてが、所々に低木林が見られるステップに位置しており、植生が豊かな地域ではない。また、建設工事の際に植物の移動を行う必要がないものである。

なお、すべての既設道路は、文化的・芸術的建造物から離れており、建設工事中および工事以後、優先プロジェクトが文化的・芸術的建造物へ直接的な影響を及ぼすものではない。

結果的に、優先プロジェクトが環境に及ぼす影響は非常に小さく、更なる環境調査は不要であると判断される。

Karabutak-Kzyl Orda border 区間沿線の環境状況を図 2.10.1 に、Atyrau-Mahambet 区間の環境状況を図 2.10.2 に示す。

図 2.10.1 Karabutak-Kzyl Orda border 区間の環境状況

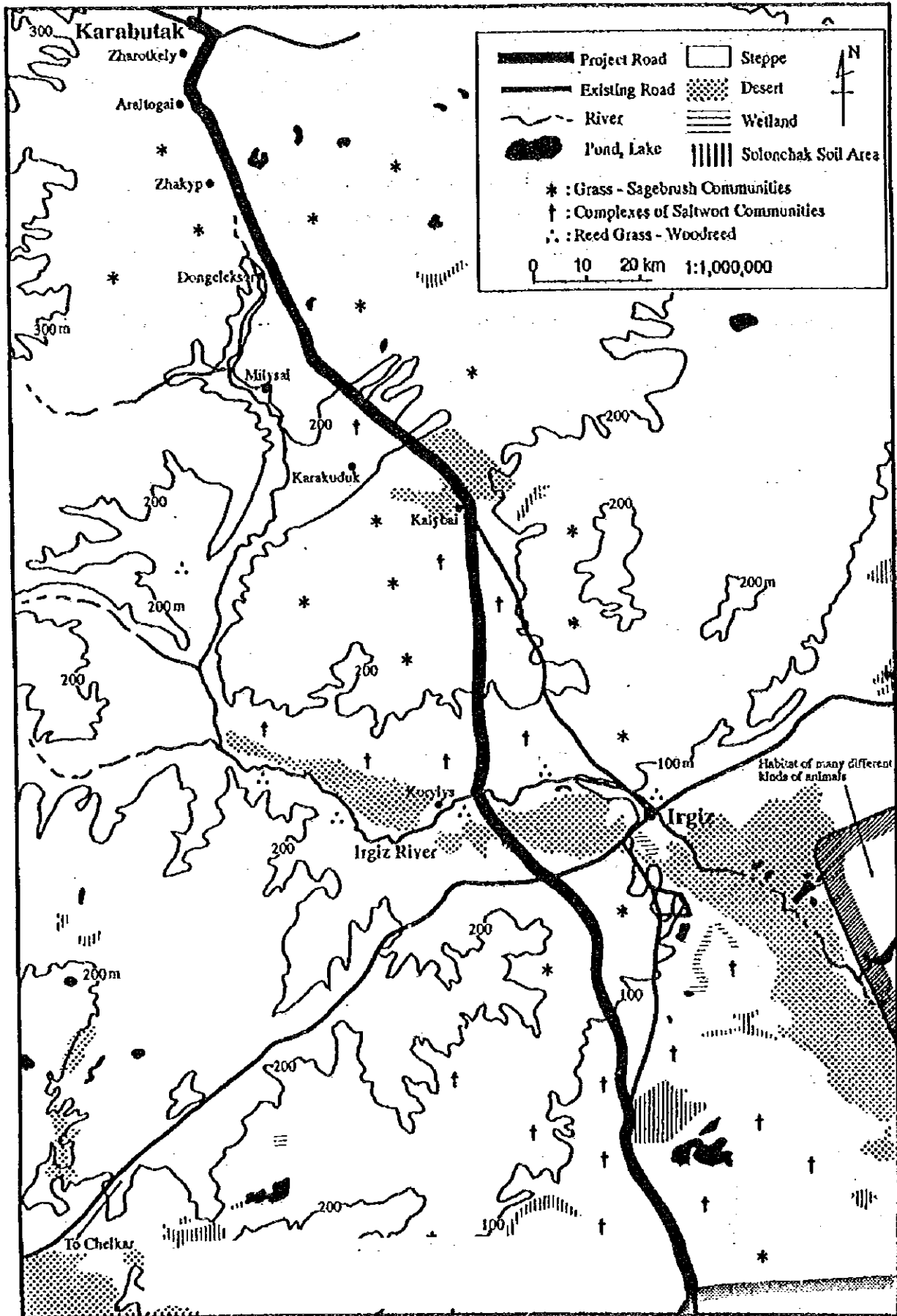
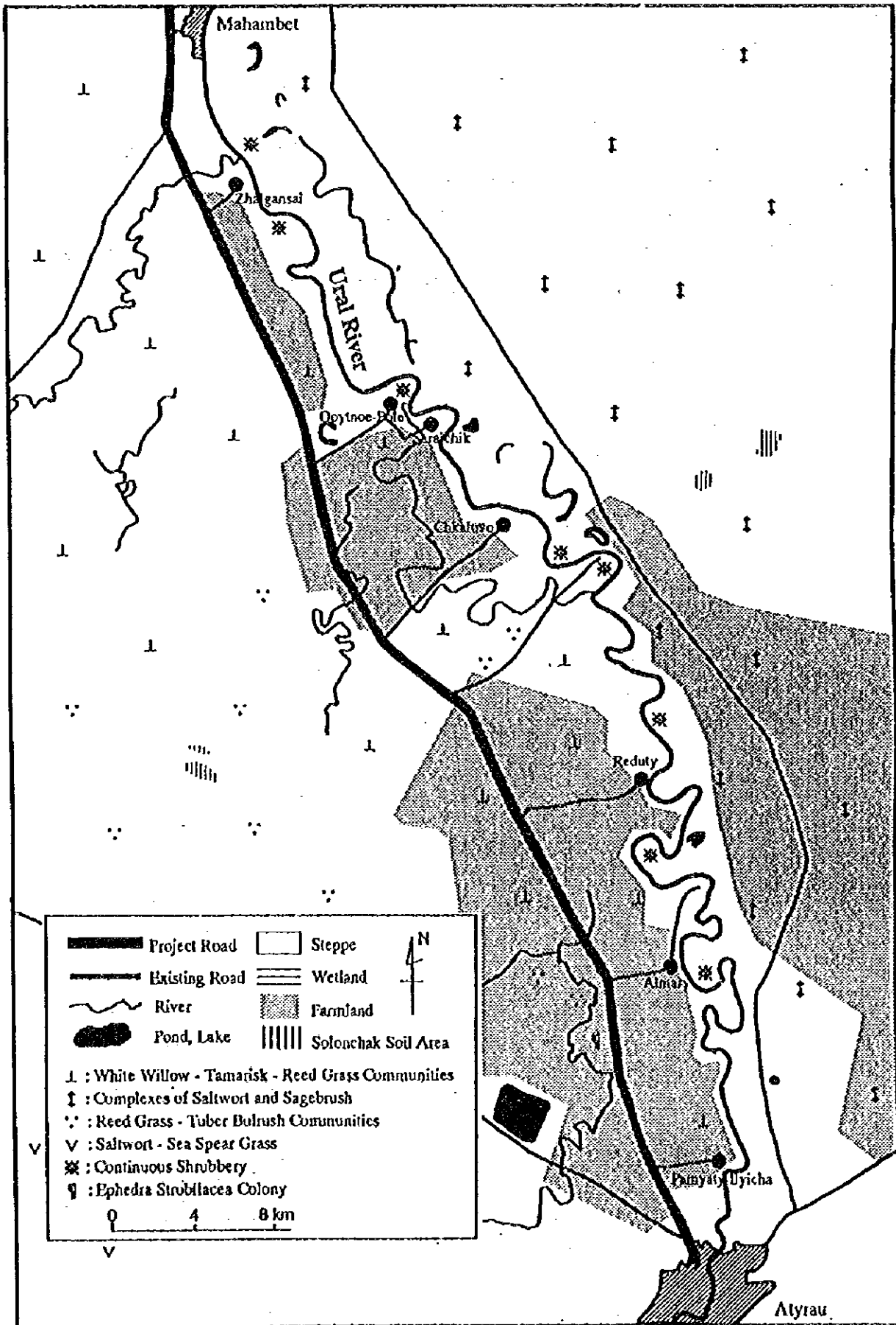


図 2. 10.2 Atyrau-Mahambet 区間の環境状況



2.11 車両走行費用

2.11.1 概論

自動車を走らせるためには燃料費、タイヤ・スペアパーツ費用、維持管理費用などのコストが必要である。これらの自動車を走らせるためのコストを車両走行費用（VOC）と呼び、これは、路面の状況、道路の地形的な状況、自動車の種類、燃料・スペアパーツなどの自動車を走らせるために必要な費用などの様々な要因から算出される。ある道路区間の舗装や地形的な改良は、その区間における VOC を低減させることができ、それが道路改良プロジェクトから得られる便益の主要な部分を形成する。

2.11.2 HDM-VOC モデル

VOC の算出には、世界銀行が開発した HDM-VOC モデルを使用した。これは、燃料・潤滑油・タイヤの消費や維持管理に係わる費用や乗務員の労務費および機械の損料などの様々な要因から VOC を計算するコンピュータープログラムである。なお、このモデルは小さな乗用車からトレーラーまでの 10 タイプの自動車の VOC を計算できるものであり、下記に示す指標がインプットするデータとして必要である。

- a) ラフネス（IRI）、勾配、曲率などの道路状況を表す指標。
- b) 平均の年間走行距離や平均の自動車の耐用年数などの自動車の特性や使用状況を表す指標。
- c) 燃料やタイヤ等の平均的な使用量。
- d) 新車の価格や燃料・潤滑油・タイヤ・維持管理に必要な費用や、乗務員の労務費など自動車運行に必要なものの原価。

なお、上記のようなモデルに入力するデータは、現地調査、交通調査および道路台帳また、関係機関やカズドロニイ（カザフスタン道路研究所）からの必要な原価の聴取により得た。その結果、VOC 算出に使用したインプットデータを表 2.11.1 に示す。

この HDM-VOC モデルは、道路状況、自動車の特性、燃料やスペアパーツなどの自動車運行原価を入力することにより、VOC の様々な構成要素を予測するものであり、それぞれの自動車のタイプに応じて下記の手順で VOC を算出する。

- a) 自動車の平均走行速度の算出。
- b) 自動車が 1000km 走行するために必要な燃料・タイヤ等消費する資源の算出。
- c) 各計算項目ごとに消費する資源とその原価による、消費する資源の総額の算出。

d) 計算されたそれぞれの費用を合計し、1000km 走行当たりの VOC の算出。

表 2.11.1 VOC 算出に使用する入力データ

S. No	Item	P. Car	Bus	L.Truck	H.Truck
1. Vehicle Characteristics					
1.1	No. of axles	2	2	2	3
1.2	No. of tires	4	6	6	10
1.3	Tare weight (kg)	1,250	11,000	3,700	8,200
1.4	Load carried (kg)	400	3,150	3,500	10,000
2. Vehicle Utilization					
2.1	Annual veh-kms	25,000	140,000	75,000	150,000
2.2	Annual veh-hrs	500	2,750	1,750	3,100
2.3	Average service life (yrs)	9	11	9	8
2.4	Average age (in kms)	115,000	925,000	400,000	600,000
2.5	Hourly utilization Ratio	0.5	0.8	0.9	0.9
3. Economic Costs (US\$)					
3.1	New vehicle price	8,500	48,000	15,000	42,000
3.2	Fuel price (per lt)	0.3	0.25	0.25	0.25
3.3	Lubricant price (per lt)	1.2	1.0	1.0	1.0
3.4	Tire price	55	250	140	225
3.5	Crew time cost (per hr)	0	2.25	1.25	1.75
3.6	Maintenance labor cost (per hr)	3.5	3.0	1.75	2.25
3.7	Annual interest rate (%)	5	5	5	5

2.11.3 VOCの算出

VOCは、自動車の種類および路面状況により変化をするため、下記の4タイプの自動車と5タイプの路面状況のそれぞれについて算出した。

計算上の自動車の分類

- (1) 乗用車
- (2) バス
- (3) 小型トラック
- (4) 大型トラック

路面状況の分類 (IRIにて分類した)

- (1) Good (IRI<=4)
- (2) Fair (4<IRI<7)
- (3) Poor (7<=IRI<9)
- (4) Very Poor (IRI>=9)
- (5) Very Poor - Gravel (IRI>=12)

これにより算出されたVOCは、米ドル建てによる1000km走行当たりのものであり、下記のものが含まれている。

- (1) 燃料
- (2) 潤滑油
- (3) タイヤ
- (4) 労務
- (5) 維持管理の労務
- (6) 維持管理のスペアパーツ
- (7) 自動車損料
- (8) 利益

算出されたVOCは表2.11.2のとおりであり、最終的なVOCは、表の1台1000km当たりのVOCに距離および自動車台数を乗じて算出するものとする。

表 2.11.2 西部カザフスタンでの VOC

(US\$ / 1000 veh-km)

自動車の分類	路面状況ごとの VOC				
	Good	Fair	Poor	Very Poor	Very Poor (Gravel)
乗用車	96.40	106.95	139.75	174.05	209.45
バス	292.32	311.44	360.16	410.96	478.63
小型トラック	170.57	196.56	251.10	295.99	344.53
大型トラック	353.27	410.35	526.93	619.90	718.24

2.12 経済評価

フィージビリティスタディの対象として選定された下記の3つの優先プロジェクト区間について経済評価を行った。

- a) Kzyl Orda border から Irgiz までの区間 (86km)
- b) Irgiz から Karabutak までの区間 (189km)
- c) Atyrau から Mahambet までの区間 (83km)

経済評価は、必要なコストをプロジェクト評価年数内に得られる便益と比較するという、標準的な費用-便益比較手法により行った。また、3種類の優先プロジェクトのそれぞれにおいて NPV (現在価値)、B/C (費用便益比)、IRR (内部収益率) の算出を行い、経済的なフィージビリティの確認を行った。なお、経済分析の方法は下記に示すとおりである。

2.12.1 経済分析

優先プロジェクトのそれぞれにおいて、橋梁・カルバートを含む道路改良費用、維持管理費用および車両走行費用 (VOC) を、プロジェクトを実施した場合としない場合に分けて計算を行った。なお、プロジェクト評価期間は工事完了後から20年とし、これらの費用は、プロジェクト評価期間の各年度ごとに算出した。

また、各年度におけるプロジェクトを実施しない場合の VOC と維持管理費用からプロジェクトを実施した場合のものを控除することにより、VOC と維持管理における便益の算出を行い、各年度のこの便益を加算することによりプロジェクト全体の便益を算出した。なお、この便益と道路改良費用を割引率12%を適用してプロジェクト評価期間に係わる割引を行い、NPV、B/C、IRR等の経済指標を算出した。

経済分析には、道路改良と維持管理に係わる経済的費用の算出が必要である。しかし、旧ソビエト連邦の崩壊以降、カザフ国は市場経済、新通貨や新しい税・財務構造の導入等の急激な変化の途上にあることとともに、一方、旧ソビエト連邦時代の多くの法や規則に固執している状況下でもあり、道路建設に係わる資源消費の経済的な費用の算出は困難である。そのため、この調査での経済費用の算出は、過去の類似調査や関連機関との協議により、経済分析に使用する経済費用は財務費用の95%であると仮定して行った。

道路改良費用は3つの優先プロジェクトの各々について算出された。この改良費用には、橋梁とカルバートの改良・更新費用が含まれている。また、道路改良費用は、直接費（労務費、材料費、機械費）と間接費、技術料、予備費から構成されている。これにより算出される3つの優先プロジェクトの財務費用と経済費用は表2.12.1のとおりである。

表 2.12.1 優先プロジェクトの財務費用と経済費用

No.	区間	財務費用(千 US\$)	経済費用(千 US\$)
1.	Kzyl Orda Border - Irgiz	19,079	18,125
2.	Irgiz - Karabutak	43,605	41,425
3.	Atyrau - Mahambet	26,729	25,392
	合計	89,413	84,942

維持管理費用は、舗装の小さな補修や穴の補修等の毎年計上される日常維持管理のものと、表面処理工やオーバーレイ等の定期的維持管理のものとで構成される。

経済分析での維持管理費用は、プロジェクトを実施した場合のものと実施しない場合のものとの両者を算出した。特に、プロジェクトを実施しない場合のものは、道路を交通解放するのに必要な最小限度の機能を維持させるための作業費用を計上しており、アスファルト等で舗装された既舗装道路と砂利敷き等の未舗装道路に分けて算出した。

プロジェクトを実施した場合の維持管理費用は、道路を良好に保つのに必要なものを計上しており、カズドロニイイからの聴取や関連機関の調査結果に基づき算出した。

算出された維持管理費用は表2.12.2のようにまとめられる。なお、維持管理費用についても、経済費用は財務費用の95%とした。

表 2.12.2 西部カザフスタンにおける km 当たりの維持管理経済費用

ケース	日常維持管理 経済費用	定期的維持管理 (US\$/km)	
		経済費用	隔年数
プロジェクトを実施した場合	1,590	56,050	7
プロジェクトを実施しない場合			
アスファルトコンクリート道路	4,590	13,420	3
砂利敷道路	4,110	5,110	2

車両走行費用の計算、算出方式、インプットデータについては、前述のとおりである。単位車両走行費は、車種、路面状況別に算出した。路面状況に応じた単位車両走行費に、車種別交通量と道路延長を乗じて区間の車両走行費用を計算した。

2.12.2 優先プロジェクトの経済分析

3 区間の優先プロジェクトの経済分析は、下記の基準に行った。

- 割引率： 12%/年
- プロジェクト評価期間： 工事完了後 20 年（2002 年から 2021 年）
- 工事期間： 4 年（1998 年から 2001 年）

経済分析は、必要なコストをプロジェクト評価年数内に得られる便益と比較するという、標準的な費用－便益比較手法により行った。また、プロジェクトを実施しない場合とプロジェクトを実施する場合の双方の検討を行い、便益は、プロジェクトを実施した場合からプロジェクトを実施しない場合を控除することにより算出した。

プロジェクトには、旅客や貨物の旅行時間の短縮、経済的発展の機会の増加、道路の安全性の増加などの便益も生まれてくるが、ここでは、VOC 便益と維持管理便益の 2 種類の主要な便益から経済分析を行った。

VOC 便益は、プロジェクトを実施した場合の VOC からしない場合の VOC を控除することにより算出した。一般に、プロジェクトを実施した場合、路面と舗装構造が改良されることにより自動車の速度が増大し、VOC は低減する。

VOC 便益の算出と同様に、維持管理便益についても、プロジェクトを実施した場合のものからしない場合のものを控除することにより算出した。一般に、プロジェクトを実施した場合、舗装や排水構造が改良され耐久性が向上するため、維持管理費用は低減する。

3つの優先プロジェクトの経済評価は、表 2.12.3、表 2.12.4 および表 2.12.5 に示す。

なお、3つの優先プロジェクトを同時に実施した場合の総合的な経済評価は、表 2.12.6 に示すとおりである。

表 2.12.3 Kzyl Orda Border - Irgiz 区間の経済評価

Section Kzyl-Orda Border to Irgiz

Length 86 km

Discount Rate = 12%

Economic Life = 20 years (after construction; i.e. 2002 - 2021)

Implementation Period = 4 years (1998 - 2001)

(Costs and Benefits are in US\$)

Year	AADT veh/day	VOC Benefit	Maintenance Benefit	Total Benefit	Total Cost	Discounted	
						Benefit	Cost
1998	648	0	792,920	792,920	-1,812,500	792,920	-1,812,500
1999	710	0	353,460	353,460	-5,437,500	315,589	-4,854,911
2000	778	0	792,920	792,920	-5,437,500	632,111	-4,334,742
2001	815	0	353,460	353,460	-5,437,500	251,586	-3,870,305
2002	853	5,083,140	656,180	5,739,320	0	3,647,441	0
2003	894	5,323,366	216,720	5,540,086	0	3,143,593	0
2004	936	5,574,949	656,180	6,231,129	0	3,156,884	0
2005	981	5,838,426	216,720	6,055,146	0	2,739,040	0
2006	1,027	6,114,359	656,180	6,770,539	0	2,734,507	0
2007	1,076	6,403,338	216,720	6,620,058	0	2,387,259	0
2008	1,127	6,705,980	-4,164,120	2,541,860	0	818,411	0
2009	1,180	7,022,931	216,720	7,239,651	0	2,081,227	0
2010	1,236	7,354,867	656,180	8,011,047	0	2,056,236	0
2011	1,295	7,702,498	216,720	7,919,218	0	1,814,880	0
2012	1,356	8,066,565	656,180	8,722,745	0	1,784,847	0
2013	1,420	8,447,847	216,720	8,664,567	0	1,582,984	0
2014	1,487	8,847,157	656,180	9,503,337	0	1,550,200	0
2015	1,558	9,265,349	-4,603,580	4,661,769	0	678,960	0
2016	1,632	9,703,314	656,180	10,359,494	0	1,347,144	0
2017	1,709	10,161,990	216,720	10,378,710	0	1,205,039	0
2018	1,790	10,642,354	656,180	11,298,534	0	1,171,282	0
2019	1,875	11,145,434	216,720	11,362,154	0	1,051,677	0
2020	1,964	11,672,304	656,180	12,328,484	0	1,018,857	0
2021	2,057	12,224,090	216,720	12,440,810	0	917,982	0
Total	-	163,300,258	1,381,160	164,681,418	-18,125,000	38,087,738	-13,059,958

NPV (million US\$)	25.028
B/C	2.916
IRR (%)	28.55

表 2.12.4 Irgiz - Karabutak 区間の経済評価

Section Irgiz to Karabutak
Length 189 km

Discount Rate = 12%

Economic Life = 20 years (after construction; i.e. 2002 - 2021)

Implementation Period = 4 years (1998 - 2001)

(Costs and Benefits are in US\$)

Year	AADT veh/day	VOC Benefit	Maintenance Benefit	Total Benefit	Total Cost	Discounted	
						Benefit	Cost
1998	605	0	3,403,890	3,403,890	-4,142,500	3,403,890	-4,142,500
1999	658	0	867,510	867,510	-12,427,500	774,563	-11,095,982
2000	716	0	867,510	867,510	-12,427,500	691,574	-9,907,127
2001	755	0	3,403,890	3,403,890	-12,427,500	2,422,822	-8,845,649
2002	795	7,529,860	567,000	8,096,860	0	5,145,701	0
2003	838	7,924,693	567,000	8,491,693	0	4,818,415	0
2004	884	8,340,348	3,103,380	11,443,728	0	5,797,749	0
2005	931	8,777,928	567,000	9,344,928	0	4,227,171	0
2006	982	9,238,597	567,000	9,805,597	0	3,960,316	0
2007	1,035	9,723,582	3,103,380	12,826,962	0	4,625,531	0
2008	1,091	10,234,172	-10,026,450	207,722	0	66,881	0
2009	1,150	10,771,728	567,000	11,338,728	0	3,259,613	0
2010	1,212	11,337,683	3,103,380	14,441,063	0	3,706,661	0
2011	1,278	11,933,546	567,000	12,500,546	0	2,864,803	0
2012	1,347	12,560,907	567,000	13,127,907	0	2,686,230	0
2013	1,420	13,221,442	3,103,380	16,324,822	0	2,982,484	0
2014	1,497	13,916,914	567,000	14,483,914	0	2,362,640	0
2015	1,578	14,649,183	-10,026,450	4,622,733	0	673,275	0
2016	1,663	15,420,208	3,103,380	18,523,588	0	2,408,800	0
2017	1,753	16,232,053	567,000	16,799,053	0	1,950,484	0
2018	1,848	17,086,891	567,000	17,653,891	0	1,830,122	0
2019	1,949	17,987,014	3,103,380	21,090,394	0	1,952,119	0
2020	2,054	18,934,835	567,000	19,501,835	0	1,611,681	0
2021	2,166	19,932,897	567,000	20,499,897	0	1,512,646	0
Total	-	255,754,483	13,914,180	269,668,663	-41,425,000	65,736,168	-33,991,258

NPV (million US\$)	31.745
B/C	1.934
IRR (%)	23.28

表 2.12.5 Atyrau - Mahambet 区間の経済評価

Section : Atyrau to Mahambet

Length : 83 km

Discount Rate = 12%

Economic Life = 20 years (after construction; i.e. 2002 - 2021)

Implementation Period = 4 years (1998 - 2001)

(Costs and Benefits are in US\$)

Year	AADT veh/day	VOC Benefit	Maintenance Benefit	Total Benefit	Construction Cost	Discounted	
						Benefit	Cost
1998	1,183	0	1,494,830	1,494,830	-2,539,200	1,494,830	-2,539,200
1999	1,400	0	380,970	380,970	-7,617,600	340,152	-6,801,429
2000	1,656	0	380,970	380,970	-7,617,600	303,707	-6,072,704
2001	1,730	0	1,494,830	1,494,830	-7,617,600	1,063,990	-5,422,057
2002	1,808	5,186,622	249,000	5,435,622	0	3,454,436	0
2003	1,889	5,419,557	249,000	5,668,557	0	3,216,492	0
2004	1,973	5,662,955	1,362,860	7,025,815	0	3,559,497	0
2005	2,062	5,917,285	249,000	6,166,285	0	2,789,314	0
2006	2,154	6,183,037	249,000	6,432,037	0	2,597,792	0
2007	2,251	6,460,726	1,362,860	7,823,586	0	2,821,263	0
2008	2,352	6,750,886	-4,403,150	2,347,736	0	755,908	0
2009	2,457	7,054,080	249,000	7,303,080	0	2,099,461	0
2010	2,567	7,370,891	1,362,860	8,733,751	0	2,241,736	0
2011	2,682	7,701,931	249,000	7,950,931	0	1,822,148	0
2012	2,802	8,047,840	249,000	8,296,840	0	1,697,698	0
2013	2,928	8,409,286	1,362,860	9,772,146	0	1,785,334	0
2014	3,059	8,786,965	249,000	9,035,965	0	1,473,962	0
2015	3,196	9,181,609	-4,403,150	4,778,459	0	695,956	0
2016	3,339	9,593,978	1,362,860	10,956,838	0	1,424,823	0
2017	3,489	10,024,869	249,000	10,273,869	0	1,192,866	0
2018	3,645	10,475,113	249,000	10,724,113	0	1,111,734	0
2019	3,809	10,945,681	1,362,860	12,308,441	0	1,139,264	0
2020	3,979	11,437,180	249,000	11,686,180	0	965,775	0
2021	4,157	11,950,859	249,000	12,199,859	0	900,203	0
Total	-	162,561,249	6,110,460	167,176,879	-25,392,000	39,453,511	-18,296,190

NPV (million US\$)	21.157
B/C	2.156
IRR (%)	23.01

表 2.12.6 総合的経済評価

Priority Sections : 1) Kzyl-Orda B. to Irgiz; 2) Irgiz to Karabulak; 3) Atyrau to Mahambet
Total Length : 358 km

Discount Rate = 12%

Economic Life = 20 years (after construction; i.o. 2002 - 2021)

Implementation Period = 4 years (1998 - 2001)

(Costs and Benefits are in US\$)

Year	VOC Benefit	Maintenance Benefit	Total Benefit	Construction Cost	Discounted	
					Benefit	Cost
1998	0	5,691,640	5,691,640	-8,494,200	5,691,640	-8,494,200
1999	0	1,601,940	1,601,940	-25,482,600	1,430,304	-22,752,321
2000	0	2,041,400	2,041,400	-25,482,600	1,627,392	-20,314,573
2001	0	5,252,180	5,252,180	-25,482,600	3,738,398	-18,138,011
2002	17,799,622	1,472,180	19,271,802	0	12,247,578	0
2003	18,667,617	1,032,720	19,700,337	0	11,178,500	0
2004	19,578,251	5,122,420	24,700,671	0	12,514,129	0
2005	20,533,638	1,032,720	21,566,358	0	9,755,525	0
2006	21,535,994	1,472,180	23,008,174	0	9,292,615	0
2007	22,587,646	4,682,960	27,270,606	0	9,834,054	0
2008	23,691,038	-18,593,720	5,097,318	0	1,641,200	0
2009	24,848,739	1,032,720	25,881,459	0	7,440,301	0
2010	26,063,441	5,122,420	31,185,861	0	8,004,634	0
2011	27,337,975	1,032,720	28,370,695	0	6,501,831	0
2012	28,675,313	1,472,180	30,147,493	0	6,168,774	0
2013	30,078,574	4,682,960	34,761,534	0	6,350,802	0
2014	31,551,037	1,472,180	33,023,217	0	5,386,802	0
2015	33,096,141	-19,033,180	14,062,961	0	2,048,191	0
2016	34,717,500	5,122,420	39,839,920	0	5,180,767	0
2017	36,418,911	1,032,720	37,451,631	0	4,348,388	0
2018	38,204,359	1,472,180	39,676,539	0	4,113,138	0
2019	40,078,029	4,682,960	44,760,989	0	4,143,060	0
2020	42,044,319	1,472,180	43,516,499	0	3,596,313	0
2021	44,107,846	1,032,720	45,140,566	0	3,330,830	0
Total	581,615,990	21,405,800	603,021,790	-84,942,000	145,565,166	-69,699,105

NPV (million US\$)	75.866
B/C	2.088
IRR (%)	24.44

3区間の優先プロジェクトの経済評価結果を表2.12.7に示す。

表 2.12.7 優先プロジェクトの経済評価（割引率：12%）

区間	延長 (km)	財務費用(千-US\$)	NPV (百万US\$)	B/C	IRR
Kzyl Orda Boarder - Irgiz	86	19,079	25.02	2.91	28.55
Irgiz - Karabutak	189	43,605	31.74	1.93	23.28
Atyrau - Mahambet	83	26,729	21.15	2.15	23.01
合計	358	89,413	75.86	2.08	24.44

2.12.3 感度分析

建設費、便益および割引率の変更が、本プロジェクトの経済的フィージビリティにどのような影響を及ぼすかを確認するために、下記の状況を想定した感度分析を行った。

- 1) 割引率を 10%/年と 15%/年にした場合
- 2) 建設費用を 10%増加させた場合と 10%減少させた場合
- 3) 便益の合計を 10%増加させた場合と 10%減少させた場合

この感度分析は、1指標を変化させた際に他の指標が変化していないことを前提とし計算を行った。計算の結果は、表2.12.8に示すとおりである。

表 2.12.8 感度分析結果

Item	Kzyl-Orda B. to Irgiz			Irgiz to Karabutak			Atyrau to Mahambet			Overall		
	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
Base Case (12%)	25.02	2.91	28.55	31.74	1.93	23.28	21.15	2.15	23.01	75.86	2.08	24.44
Discount Rate	10%	33.07	3.44	28.55	2.26	23.28	29.21	2.54	23.01	104.66	2.45	24.44
	15%	16.47	2.32	28.55	1.56	23.28	12.62	1.72	23.01	45.38	1.68	24.44
Construction Cost	+10%	23.72	2.65	26.34	1.75	21.22	19.32	1.96	21.10	68.89	1.89	22.38
	-10%	26.33	3.24	31.22	2.14	25.81	22.98	2.39	25.31	82.83	2.32	26.94
Traffic Volume	+10%	28.70	3.19	30.51	2.10	24.91	24.84	2.35	24.66	88.88	2.27	26.16
	-10%	21.35	2.63	26.49	1.76	21.57	17.46	1.95	21.27	62.85	1.90	22.64

2.13 事業実施計画

建設期間は、6ヶ月間続く2度の冬季をふくめて、約30ヶ月と想定される。円滑な工事着手を図るには、1999年の工事に適した季節に着工することが望まれるため、1998年から1999年にかけての冬季に入札業務を実施することが適当であると思われる。そのため、詳細設計や入札業者の事前審査は1998年の11月までに完了させることが望ましく、その準備をできるだけ早く行うことが望まれる。

実施工程表案は、図2.13.1のとおりである。

また、詳細設計や施工監理業務については、国際的に標準的な基準や習慣に基づいて行うことを提言する。

なお、工事の発注については、優先プロジェクトの区間を下記（表2.13.1）のように4分割して、4種類の工事として発注すること前提として計画した。

表 2.13.1 優先プロジェクトの発注区間

			(千 US\$)
No.	発注区間	延長 (km)	事業費
1.	Kzyl Orda Border - Irgiz (1240-1154 km)	86	19,079
2.	Irgiz - Karakuduk (1154-1060 km)	94	21,908
3.	Karakuduk - Karabutak (1060-965 km)	95	21,697
4.	Atyrau - Mahambet (0-83 km)	83	26,729
合計		358	89,413

2.14 訓練

本調査の期間中、調査団は、道路局のカウンターパートスタッフ、ジョルダリ、カズドロニイ、カズドロプロジェクトおよび他の関連機関のスタッフへ技術移転を行う機会を得た。ほぼすべての技術移転はオン・ザ・ジョブ・トレーニング (OJT) とプロジェクトの様々な見地からの協議によって行われた。

技術移転を行った項目は以下のとおりである。

- 1) 道路網の形成
- 2) 交通需要予測の手法
- 3) 国道の幾何構造
- 4) 舗装設計法
- 5) 橋梁の設計と調査
- 6) コストの積算
- 7) 道路の維持管理
- 8) 自動車運行費用の算出手法
- 9) 環境評価
- 10) 経済評価手法

第3章 結論と提言

3.1 結論

第1章にて述べられている調査団は、約一年半にわたり、カザフ国内および日本国内にてカザフ国の道路局や関係機関と緊密な連携を保ちながら本調査を行った。

本調査を通じ、下記の点が明かとなった。

- 1) 独立後の国家予算の不足は、道路の悪化と、政府組織から道路に関連する技術者の離散を促した。
- 2) 旧ソビエト連邦時代から、政府は舗装や舗装構造の品質評価に十分な注意を払っておらず、これが道路や橋梁の悪化の原因となっている。
- 3) 最近の経済事情および将来の国の発展を考慮し、カザフ国政府は新しい道路管理体系と予算体系の実施を本年（1996年）より開始した。この新しい体系は、近い将来、更に拡大されるものと期待される。
- 4) 西部カザフスタンにおける、延長17,000kmになる国道、地方道およびアジアハイウェイの一部を成す道路は、西部4州において十分な道路網を形成している。
- 5) 上記4)で述べた道路網の道路状況は非常に悪く、また橋梁も現在の交通状況下では良くない状態である。
- 6) 優先プロジェクトの3区間のフィージビリティスタディの結果は下表のとおりであり、これらの区間が経済的にフィージブルであるとの結論を得た。

表 3.1.1 フィージビリティスタディ結果

区間 番号	路線名	区間	延長 (km)	事業費 (千・US\$)	IRR (%)	B/C (12%)
1	サマラ-シムケント	Kzyl Orda Border - Irgiz	86	19,079	28.55	2.91
2	サマラ-シムケント	Irgiz - Karabutak	189	43,605	23.28	1.93
18	アタイラウ-ウラリスク	Atyrau - Mahambet	83	26,729	23.01	2.15
合計			358	89,413	24.44	2.08

- 7) 道路、橋梁および維持管理に係わる技術的な基準は揃っているが、十分に品質を維持するために使われていない。
- 8) 3区間の優先プロジェクトを実施することは、技術的にはフィージブルである。また、プロジェクトが環境へ与える影響はほとんどなく、更なる環境調査は不要であると考えられる。

3.2 提言

- 1) 優良プロジェクトと経済評価をされた3区間の優先プロジェクトの道路改良を実施することは、カザフ国の発展に寄与するものである。このプロジェクトの実施とともに、西部カザフスタンにおける道路の維持管理システムを強化することを提言する。
- 2) 3区間の優先プロジェクトに係わる詳細設計と建設工事は、コスト管理や品質管理の概念を導入するためにも、国際的なコンサルタント会社や建設会社がカザフ国内の会社と協力をして実施することを提言する。
- 3) プロジェクトを実現させるためには、近代的な維持管理システムを導入する必要がある。そのため、人材訓練と適切な機材の導入を行うことを提言する。
- 4) 道路の維持管理機材を、適切な組織と人員のもと、外国から援助や国内の予算措置によって整備することを提言する。

3.3 訓練

技術移転の状況と既設道路とその構造の現状から、下記の項目に関する更なるトレーニングを行うことを提言する。

- 1) フィージビリティスタディと経済評価の方法
- 2) 建設費の積算
- 3) 建設工事と材料の品質管理概念
- 4) 道路維持管理の評価と組織

JICA