

キルギス国  
運輸通信省

キルギス国  
ビシュケクーオシュ道路改修事業に  
関する援助効果促進調査  
ファイナル・レポート  
Vol.1 調査概要

平成23年6月  
(2011年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

東中
JR
11-001

# 目 次

目 次

位置図

写 真

図表リスト／略語集

	頁
<b>第1章 調査の目的および内容</b> .....	<b>1</b>
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 相手国実施機関.....	2
1-5 調査の内容.....	2
1-5-1 実地調査の範囲.....	2
1-5-2 実地調査の内容.....	2
1-5-3 調査工程のまとめ.....	4
1-5-4 業務全体のフローチャート.....	4
<b>第2章 調査実施の方法</b> .....	<b>6</b>
2-1 国内作業.....	6
2-2 現地調査.....	6
2-2-1 インセプション・レポートの説明・協議および協力依頼.....	6
2-2-2 路面状況調査.....	6
2-2-3 橋梁調査.....	8
2-2-4 トンネル調査.....	9
2-2-5 交通量調査.....	10
2-2-6 補修計画策定調査に有益な情報の収集.....	10
<b>第3章 調査結果</b> .....	<b>12</b>
3-1 調査対象道路.....	13
3-2 ビシケクーオシユ道路建設および改修履歴.....	13

3-3	道路・舗装構造 .....	15
<b>第4章</b>	<b>路面状況の総合評価.....</b>	<b>16</b>
4-1	路面走行性評価 .....	16
4-2	路面および道路破損状況.....	17
4-3	舗装の総合評価 .....	18
4-4	緊急補修箇所の特定期.....	18
4-5	VIMS 走行性調査.....	20
4-5-1	IRI の計測結果.....	20
4-5-2	路面調査結果との照合・分析 .....	20
4-6	交通量調査.....	22
4-6-1	現地交通量計測 .....	22
4-6-2	交通量の分析 .....	24
4-7	総合判断 .....	27
<b>第5章</b>	<b>橋梁状況調査.....</b>	<b>29</b>
5-1	調査フロー.....	29
5-2	対象橋梁 .....	30
5-3	総合的所見.....	30
5-3-1	上部工 .....	30
5-3-2	下部工 .....	31
5-4	総合評価指標と損傷グレード.....	31
5-5	総合評価と緊急補修の必要性.....	31
5-6	橋梁別損傷一覧表.....	32
5-6-1	DEP23 管内橋梁.....	32
5-6-2	DEP30 管内橋梁.....	33
5-7	調査対象橋梁の個別損傷と総合判断.....	33
5-8	緊急補修対象橋梁.....	35
5-9	補修計画調査と補修後の改善効果 .....	35
5-10	個別損傷と補修工法の提案 .....	36

5-10-1	損傷の原因と補修方法 .....	36
5-11	補修計画策定調査の概要（案） .....	37
5-11-1	対象橋梁 .....	37
5-11-2	調査方法とパイロット補修の提案 .....	37
5-11-3	実施工程（案） .....	38
<b>第6章</b>	<b>トンネル状況調査.....</b>	<b>40</b>
6-1	補修計画調査.....	40
6-2	トンネル調査の基本方針.....	41
6-3	対象トンネルおよびその現状.....	41
6-3-1	対象トンネル .....	41
6-3-2	トンネル標準断面 .....	41
6-3-3	トンネル No.1.....	42
6-3-4	トンネル No.2.....	42
6-4	トンネルの評価・判定 .....	43
6-4-1	点検項目・評価指標の設定 .....	43
6-4-2	総合判断 .....	44
6-5	トンネル No.1 変状と問題点 .....	47
6-5-1	漏水 .....	47
6-5-2	うき・剥落 .....	47
6-5-3	ひび割れ .....	47
6-5-4	ケーブル類の垂れ下がり .....	48
6-5-5	照明設備 .....	48
6-6	トンネル No.2 変状と問題点.....	48
6-6-1	崩落 .....	49
6-6-2	漏水 .....	50
6-6-3	うき・剥落 .....	51
6-6-4	ひび割れ .....	51
6-6-5	換気設備および照明設備 .....	51
6-7	トンネル No.3 状況.....	52
6-7-1	トンネル概要 .....	52
6-7-2	変状概要 .....	52

6-8	対策工法（案） .....	53
6-9	補修計画策定調査の概要（案） .....	54
6-9-1	補修計画調査 .....	54
6-9-2	現地踏査 .....	55
6-9-3	断面測量 .....	55
6-9-4	その他調査 .....	55
6-9-5	調査数量 .....	56
6-10	トンネル点検マニュアル .....	56
<b>第7章</b>	<b>補修計画調査（案）の提言</b> .....	<b>58</b>
7-1	当該調査の目的と位置づけ .....	58
7-2	補修計画作成調査の基本方針 .....	59
7-2-1	補修計画策定のための基本方針 .....	59
7-2-2	異常箇所の緊急補修 .....	59
7-2-3	中期の補修計画の策定 .....	61
7-2-4	技プロとの連携 .....	62
7-2-5	現状にあった点検・評価手法と実施体制の確立（調査機材購入を含める） .....	62
7-2-6	道路ネットワークのボトルネックの解消 .....	63
7-2-7	VIMS 導入の効果と本プロジェクトでの利用方法について .....	63
7-3	今後の補修計画策定調査の提言 .....	64
7-3-1	留意点 .....	64
7-3-2	調査期間 .....	64
7-3-3	調査内容 .....	64
7-3-4	調査工程（案） .....	67
7-3-5	調査に必要な要員 .....	68

資料

1. 道路台帳作成例

(別冊)

Vol. 2 路面性状調査

Vol. 3 橋梁調査

Vol. 4 トンネル調査



- 凡例
- 調査対象道路 L=164km  
(橋梁 17箇所)  
(トンネル 2箇所)
  - ビシュケク～オシュ間道路
  - - - 国境
  - ★ 首都
  - 市

Structure	River name	km + m	Passage width (m)	Span length
Bridge No. 1	Chirchik	240+900	10	5
Bridge No. 2	Chirchik	300+100	10	15
Bridge No. 3	Chon-Krys	156+000	10	15
Bridge No. 4	Chirchik	284+000	10	15
Bridge No. 5	Sala-Chirchik	278+000	10	15
Bridge No. 6	Sorkan	301+112	10	2x15
Bridge No. 7	Dry stream canal D1	311+700	10	15
Bridge No. 8	Dry stream canal Sh1	311+800	10	15
Bridge No. 9	Dry stream canal Su1	312+900	10	15
Bridge No. 10	Naryn	314+700	8	2x10+4x10
Bridge No. 11	Sargata	327	6.5	50
Bridge No. 12	Sargata	327	6.5	50
Bridge No. 13	Karasu	373+700	12.5	20.8
Bridge No. 14	Karasu	376+980	7.8	6.8
Bridge No. 15	Karasu	381+50	10.3	17.1
Bridge No. 16	Karakul	389+100	12	18
Bridge No. 17	Karasu	389+180	12	31
Tunnel No. 1		405+200	5.5x5.5	313
Tunnel No. 2		412+200	5.5x5.5	355



調査対象道路詳細図

位置図



## 道路損傷現況写真



274K+700 付近 面状クラック



338K+000 付近 ポットホール



303K+300 付近 路面沈下



328K+900 付近 ブリージング



333K+600 付近 わだち掘れ 60mm



356K+600 付近 盛土法面の崩落

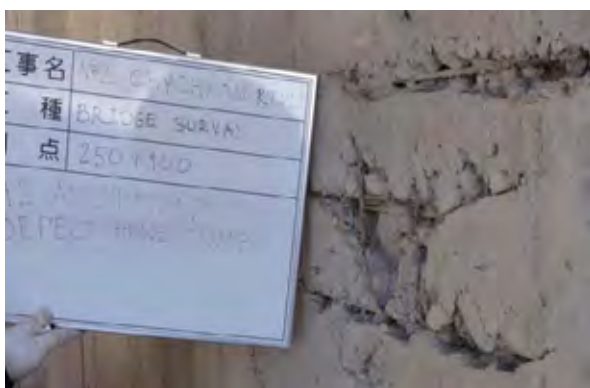
## 橋梁破損現況写真



№ 10 ナリン川橋 橋面状況  
伸縮装置破損



№ 7 Dry stream canal Oital  
橋台で水平に広がる大きなクラック



№ 2 Chychkan 川橋  
躯体中央部にある比較的大きなハニカム



№ 4 Chychkan 川橋  
舗装ポットホール



№ 6 Torken 川橋  
洪水時に多数の小石が衝突し摩滅している



№ 8 Dry stream canal Shilenkana  
桁支承上にせん断クラックが発生している



## トンネル現況写真



トンネル No.1 漏水状況



トンネル No.1 はく落状況



トンネル No.2 ひび割れ状況



ケーブル類の垂れ下がり



換気設備 (トンネル No.2 のみ)



トンネル No.2 右側壁 下部崩落

## 図表リスト

	頁
図-1 作業のフローチャート .....	5
図-2 調査結果のフロー .....	12
図-3 道路標準断面 .....	15
図-4 舗装構造 .....	15
図-5 調査対象区間全線の IRI 分布 .....	16
図-6 WB 計測による IRI およびクラック率 (%) : 2005 調査 .....	17
図-7 対象区間全線において IRI が 8 を超える区間 .....	20
図-8 303km 地点付近の IRI 分布 .....	20
図-9 312km 地点付近の IRI 分布 .....	21
図-10 333km 地点付近の IRI 分布 .....	21
図-11 340km 地点～345km 地点区間の IRI 分布 .....	21
図-12 343km 地点付近の IRI 分布 .....	22
図-13 403km 地点付近の IRI 分布 .....	22
図-14 交通量調査地点 .....	22
図-15 交通の昼夜率 (1/2) .....	25
図-16 大型車混入率 (1/2) .....	26
図-17 調査のフロー (案) .....	29
図-18 詳細点検の対象橋梁別実施フロー .....	37
図-19 次回詳細点検の対象橋梁別実施フロー (パイロット補修実施の場合) .....	38
図-20 対象トンネル調査フロー (案) .....	40
図-21 起点側坑口付近幅員構成 (トンネル No.1) .....	41
図-22 起点側坑口付近幅員構成 (トンネル No.2) .....	42
図-23 トンネル No.2 の崩落箇所 .....	49
図-24 トンネル No.2 の変状発生概要図 .....	50
図-25 沈下箇所の原因推定と調査方法 .....	60
図-26 技プロの維持管理サイクルと補修計画の連携 .....	62
図-27 補修計画の調査工程 (案) .....	67

表-1	調査工程	4
表-2	使用した橋梁点検機材一覧	9
表-3	ビシュケクーオシユ道路建設および改修履歴	14
表-4	入手設計図書	14
表-5	IRI と AC 舗装路面状況の評価	16
表-6	IRI 計測の結果	16
表-7	目視調査による路面破損状況	17
表-8	ビシュケクーオシユ道路の MCI 値	18
表-9	道路路面沈下箇所とその規模	19
表-10	DEP23 交通量調査、276km 地点	23
表-11	DEP30 交通量調査、396km 地点	23
表-12	ビシュケクーオシユ道路 9km、28km、40km、60km、81km 地点交通量	24
表-13	対象道路交通量の増加率	25
表-14	対象道路区間の交通事故数	27
表-15	調査対象橋梁の緒元	30
表-16	調査対象橋梁の損傷グレードと橋数	31
表-17	調査対象橋梁の個別損傷例と総合判断	34
表-18	緊急対策に必要な橋梁の主要損傷状況	35
表-19	緊急対策が必要な橋梁と調査内容（案）	35
表-20	損傷と原因および補修方法について	36
表-21	次回詳細点検スケジュール（詳細点検のみの場合）	38
表-22	次回詳細点検スケジュール（パイロット補修を実施の場合）	38
表-23	工法別概略数量	39
表-24	対象トンネル	41
表-25	トンネル点検項目	43
表-26	判定区分ならびに判定指標	44
表-27	トンネルの判断区分と破損状況	44
表-28	トンネル No.1 変状評価結果	45
表-29	トンネル No.2 変状評価結果	46
表-30	トンネル対策工法（案）	53
表-31	トンネル次回調査数量	56
表-32	点検マニュアル目次（案）	56
表-33	道路改修計画における工種区分と工種	61

## 略 語 集

AC	Asphalt Concrete	アスファルトコンクリート
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
CIS	Commonwealth of Independent States	独立国家共同体
C/P	Counterpart	カウンターパート
DEP	Dorozhno-Ekspluatatsionnoe Predpriyatie	道路管理出張所
IDB	Islamic Development Bank	イスラム開発銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MOTC	Ministry of Transport and Communications	運輸通信省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PLUAD	Proizvodstvenno-Lineinoe Upravlenie Avtomobilnykh Dorog	道路管理事務所
WB	World Bank	世界銀行

## 第1章 調査の目的および内容

### 1-1 調査の背景

キルギス共和国（以下「キ」国）において、1997年～2006年に円借款事業により、ビシュケク市—オシュ市間の幹線道路が整備された。本道路は、首都ビシュケク市、ジャララバード市、オシュ市等の主要都市間を結ぶ国内で最重要な幹線道路（総延長 672km）であり、周辺国からキルギス国内を通過する国際物流を担う国際幹線道路である。当該円借款事業は、本道路のうち特に改修の緊急性の高い区間（合計 167km）を改修することおよび、道路の維持管理を行うために必要な機材を調達することにより、道路輸送の効率化・安全化を図り、「キ」国の経済発展に寄与することを目的として実施された。当該円借款事業については、2008年に事後評価を実施し、走行速度の改善と走行費用の削減等の効果が発現していることを確認した。しかし現状としては、円借款対象区間のうち、2001年に改修された 37km の区間については、改修後すでに 8 年以上が経過していることや、厳しい気象条件等の要因により舗装面の痛みは特に激しく、一部道路の路盤の改修等の工事も必要になってきている。

また、新しい幹線道路網整備としてアジア開発銀行の支援により、中国のカシュガルからオシュへ接続する国際幹線道路の整備が実施されていることから、対象道路での国際貨物による物流の更なる増加が予想されており、当該道路の舗装面の痛みは今後の交通の阻害要因となることが予想される。このため、円借款事業施工区間（248km～412km）の路面状況、トンネル、橋梁の現在の状況を調査し、今後の道路改修計画の策定に資することとした。

### 1-2 調査の目的

本調査は、ビシュケク—オシュ道路の円借款事業区間（248km～412km）を対象とした道路調査を通じ、当該区間における改修必要箇所の確認、想定される損傷の原因の洗い出し等を行い、報告書として整理をすることを目的とする。

なお、調査は相手国実施機関関係者であるビシュケク—オシュ道路局の副局長、DEP（道路維持管理事務所）23 と DEP30 の職員各 1 名、計 3 名を C/P（C/P）として、共同で実施し、可能な範囲で C/P に道路調査・点検手法の移転を図った。また、JICA は本調査実施後、調査結果を踏まえて道路補修計画を策定するための調査団を別途派遣する予定である。

### 1-3 調査対象地域

「キ」国ジャララバード州

対象区間：ビシュケク—オシュ道路 248km—412km（延長 164km）



## 1-4 相手国実施機関

運輸通信省 (Ministry of Transport and Communication: MOTC)

カウンターパート (C/P) : ビシユケターオシユ道路局および DEP23、DEP30 関係者

## 1-5 調査の内容

### 1-5-1 実地調査の範囲

対象区間道路について、路面性状調査 (VIMS による路面性状調査と舗装破損状況調査)、橋梁調査 (17 橋、主に目視による一次点検)、トンネル調査 (2 本、主に目視による一次点検) を C/P と共同で実施した。調査結果として、異常箇所をリストアップし、考えられる原因を想定される範囲内で洗い出しを行った。交通事故 (死亡事故を含む) が多発している異常箇所調査として、DEP29 から道路盛土部の沈下箇所の調査、DEP30 から No. 3 トンネル (調査区間の外) の点検を含めるよう依頼があり、JICA に了承を得た上で実施した。

### 1-5-2 実地調査の内容

#### (1) 路面状況調査

路面状況調査は対象区間道路全線 (248km 地点～412km 地点) にわたり、VIMS を用いた路面性状調査と主に目視による舗装破損状況調査を実施した。なお、VIMS 計測キット (計測解析用パソコン、GPS、加速度計等) については JICA が供与した 4 セットのうち 1 セットを使用した。現在 MOTC は VIMS 計測車として NIVA を使用しているため、NIVA での計測は必須とし、加えて技術協力プロジェクトで使用中の NISSAN パトロール車で計測を実施した。また、東京大学で VIMS の開発を行っている西川教授を 2 週間派遣し、C/P と共に調査結果の解析を行うことで技術移転を図った。舗装破損状況調査の点検項目は以下のとおり。

- ① 路面上の局所的なひび割れ (ヘアクラック、線状ひび割れ)
- ② 全面的なひび割れ (亀甲状のひび割れ)
- ③ 構造物付近の凹凸、段差
- ④ わだち掘れ、縦断方向の凹凸
- ⑤ 摩耗 (ラベリング、ポリッシング)、はがれ
- ⑥ 破損 (ポットホール、剥離)
- ⑦ その他

## (2) 橋梁調査

橋梁調査は主に目視による通常・定期点検レベルの点検を実施した。点検項目は以下のとおり。

- ① 橋面の舗装の状況（ひび割れの有無）
- ② 地覆・高欄の状況（破損、変形の有無）
- ③ 床版の状況（ひび割れ等の有無）
- ④ ジョイント部（伸縮装置等）の状況（変形・ひび割れ等の有無）
- ⑤ 支承部の状況（土砂・ごみの堆積、部材の腐食、変形、支承下のコンクリートのひび割れ、ボルトの緩み、アンカーの抜け等の有無）
- ⑥ 上部工の状況（コンクリートひび割れ・剥落等の有無、鉄筋腐食等）
- ⑦ 排水施設の状況（土砂・ごみの堆積、部材の腐食、変形等の有無）
- ⑧ 下部工の状況（下部構造の沈下、傾斜、移動、基礎の洗堀、河床の変動、パラペット部のせりあい、取合い部の段差等の有無）
- ⑨ 橋梁の振動の有無

## (3) トンネル調査

トンネル調査は主に目視による一次点検を実施した。点検項目は以下のとおり。

- ① 亀裂の状況
- ② 施工継手部の異状
- ③ 覆工の剥離、剥落
- ④ 漏水状況
- ⑤ 坑門工の異状

## (4) 交通量調査

交通量調査は、既存交通量データの収集および対象区間内の 2 か所で 24 時間交通量を計測した。

## (5) 補修計画策定に有益な情報収集調査

- C/P が実施している点検の方法等、DEP23 と DEP30 の維持管理体制のための維持補修機材を確認し、報告書にまとめた。
- 補修計画策定に当たり、さらに詳細な調査が必要であると判断される箇所を特定し、「キ」国で実施可能な調査方法につき提案を行った。
- 維持管理制度、先方技術者の技術レベル、民間企業の活用可否等、C/P と協働調査を行う中で得られた有益な情報について報告書にまとめた。

### (6) セミナーの実施

現地調査で、現況調査の完了時と調査結果の整理過程で MOTC と協議し調査結果のセミナーを、C/P とともに開催した。第 1 回の現地調査中間報告を 3 月 28 日に、また 4 月 20 日に第 2 回セミナーを実施した。

### 1-5-3 調査工程のまとめ

2011 年 3 月 3 日より国内事前準備を開始し、業務実施工程をインセプション・レポート(IC/R)にまとめ、3 月 7 日出発前会議で説明・協議を行った。3 月 11 日より第 1 陣（副業務主任/路面状況調査、橋梁状況調査、道路交通調査、通訳兼業務調整）、3 月 29 日より第 2 陣（総括/道路点検手法、トンネル状況調査団員）、4 月 7 日より第 3 陣（VIMS 解析団員）が現地業務を開始した。3 月 14 日に JICA キルギス事務所を表敬、3 月 15 日にインセプション・レポートを MOTC に説明、C/P の確定後、3 月 16 日から第 1 回現況調査を開始した。DEP23 および DEP30 での打ち合わせ、C/P との現地踏査を行い、3 月 28 日に MOTC に調査の中間報告を行った。また、3 月 31 日から第 2 回現況調査を実施し、結果を現地で参加した C/P（DEP23 および DEP30）に報告した。4 月 8 日に現況調査を完了し、MOTC 事務所で調査結果の整理および解析を行い、4 月 20 日に C/P とともにセミナーを実施した。また逐次、MOTC 次官・道路局長等や WB・ADB 等への説明協議を行った。

4 月下旬にドラフト・ファイナル・レポート (DF/R) 要約 (和文)、5 月上旬に DF/R を提出し、JICA 本部に帰国報告後、関係者のコメントを反映させてファイナル・レポート (F/R) を作成した。2011 年 6 月上旬までに露語翻訳を行い、提出した。表-1 に調査工程を示す。

表-1 調査工程

	2011				
	2	3	4	5	6
国内作業(事前準備)		▬▲			
現地調査		▬	▲		
国内作業(事後整理)				▬▲	
国内作業(露語翻訳)				▬	▲

### 1-5-4 業務全体のフローチャート

業務全体のフローチャートを図-1 に示す。



## 第2章 調査実施の方法

### 2-1 国内作業

2011年2月下旬、日本国内で入手可能な資料・情報を整理し、業務実施に関する基本方針、方法（技術移転の手法を含む）、項目と内容、実施体制、ならびにスケジュール等を予備的に検討し、3月7日にJICA本部と協議し、インセプション・レポートとしてとりまとめた。インセプション・レポートに、先方依頼事項、現地工程表（案）を含めた。また、コンサルタント現地事務所を通じて事前に「キ」国側およびJICA長期専門家（道路行政アドバイザー）と連絡・協議を行った。

### 2-2 現地調査

#### 2-2-1 インセプション・レポートの説明・協議および協力依頼

3月14日にJICAキルギス事務所を表敬、3月15日にインセプション・レポートを「キ」国側およびJICAキルギス事務所、長期専門家（道路行政アドバイザー）に説明し協議を行った。本調査にかかるMOTCへの事前説明は道路行政アドバイザーが実施済みで、調査範囲、内容、方法、工程、および技術移転の詳細工程表を協議し調整を行った。

#### 2-2-2 路面状況調査

##### (1) 既存資料の収集・整理

道路設計図、入札図書等の建設時資料、および過去の点検、調査、補修・補強工事の記録を収集し整理を行った。先方MOTCおよびキルギス道路設計研究所（円借款実施当時設計コンサルタントとして参加）から、入札用図面、設計図面、ADBから道路建設履歴等入手した<sup>1</sup>。

##### (2) 調査計画の作成・準備

効率的な調査を実施するために、調査業務全般の視点に立って調査計画を作成した。C/Pと調査手法、調査項目、結果の記録について十分な調整を踏まえ、調査計画を作成した。また、計画の妥当性については、総括および他の専門家が共同して詳細にチェックした。併せて、橋梁状況調査団員およびトンネル状況調査団員と実施内容が重複しないようにそれぞれの役割を明確にした。なお、調査地域は途中雪崩の危険性のある地域を通過するためその安全性に十分留意した。

<sup>1</sup> しかしながら、道路の平面・縦断図はすべて入手できたが、入札図書はContract 2のみである。材料等判断に重要な技術仕様書はMOTC内部で見つからなかった。



### (3) 現地調査の実施

路面状況調査は低速走行による車上からの目視点検とし、損傷がある場合は、降車し歩行による近接目視調査を実施した。損傷箇所については、写真撮影、損傷範囲の計測およびスケッチを行った。写真については損傷箇所（距離程）毎に電子ファイル（Word）にまとめ、スケッチについてはCAD化を行い、ひび割れ率等の算定にも用いた。

本調査は、損傷程度の把握、緊急的な補修の必要の有無および損傷要因を特定するための詳細調査の必要性を明確にするものである。このため、目視調査（舗装破損状況調査）およびVIMS調査（路面性状調査）の両調査結果を照査し、検討した。

路面沈下箇所の調査は、目視だけでは原因の判断が困難であったため、沈下原因説明が安全性の面からも緊急に必要であると判断した。「道路維持管理能力向上プロジェクト（技プロ）」と連携し、技プロにて育成したコチコール道路試験所所属の2人のエンジニアの派遣をMOTCに要請した。派遣された二人のエンジニアと協力し、技プロにて平成22年に供与した動的貫入試験器（DCP：Dynamic Cone Penetrometer）を使用し沈下箇所の路盤調査を実施した。DCPは原位置で簡易的に土の現場CBR（California Bearing Ratio）を求めするための試験器である。DCP調査は、DEPのチーフエンジニアや技術職員も共同で行った。また、雨水で浸食を生じている周辺地山について、試料を採取した。コチコール道路試験所で、採取した資料の土質試験（ふるい分け試験および液性塑性試験）を実施し、土質の特定を行った。これら結果は、詳細調査の参考資料とする。

また、VIMSによる走行性調査としてIRI計測を実施した。C/Pはビシュケクーオシュ道路局と設計研究所からエンジニアが1名ずつ参加した。調査第1日目はMOTCから貸与されたロシア製小型乗用車NIVAを用いて計測を行った。対象道路（164km）を1日で往復計測するため、計測時間は約7時間となる。計測は60kmの定速走行で実施したが、対象道路には信号もなく、休憩等以外は停止することなく計測を実施することができた。

調査第2日目は車輻による計測値の変化を確認するため、調査団が使用しているNISSANパトロールにて同様の調査を実施した。この車輻については2011年1月に技プロ調査団においてVIMSのキャリブレーション試験を実施済みである。IRI解析に必要な係数は既に求められている。現地計測後、ビシュケクにて解析を行い、100m測点毎のIRIを求め、整理を行った。またVIMSの原理および解析手法のワークショップを4月18日にC/Pに対して実施した。

### (4) 点検結果の記録

路面状況調査の点検結果は、「別冊 Vol.2 路面状況調査」にまとめた。

## 2-2-3 橋梁調査

### (1) 既存資料の収集・整理

調査対象となる各橋梁の一般図および詳細図面（配筋図を含む）を入手した。また、今後の補修計画に活用可能とするために、調査団にて図面を PDF や CAD で整理をした。

### (2) 調査計画の作成・準備

効率的な点検を実施するため、現地到着後 C/P と点検手法、点検項目、結果の記録について会議を開催し確認した。この上で点検計画を作成した。また、計画の妥当性については、総括および調査チームの他の専門家のチェックを受けた。

### (3) 現地調査の実施

現地では、目視、双眼鏡にての調査を実施し、写真記録を主体とした。なお、主桁や下部工に近接できる場所で、シュミットハンマーでコンクリートの強度を確認した。橋梁調査は、C/P である MOTC の副所長、DEP23 または DEP30 の C/P および通訳 1 名と共同で実施し、点検手法、判定等技術移転を図った。また、担当 DEP のエンジニアに技プロで作成中の「橋梁点検マニュアル案（ロシア語版）」と「橋梁補修マニュアル案」を現場で説明した。調査終了時には、DEP 関連技術者へ調査結果と補修方法等のワークショップを開催した。

### (4) 点検結果の記録と判定結果の記録

上記橋梁点検ハンドブックや橋梁補修マニュアルの判定基準を用いて損傷レベルを判定した。最適な補修工法を暫定的に選定をし、結果を「別冊 Vol.3 橋梁調査」にまとめた。対象橋梁ごとに以下を作成した。

- 点検シート（点検年月日、距離標、損傷項目、損傷部位、数量、概要、判定等）
- 点検シート写真一覧
- 損傷部位概略展開図

### (5) 点検機材

表-2 に使用した点検機材を示す。下部工の点検に必要な橋梁点検車両は「キ」国にはなく、双眼鏡・望遠カメラによる目視とした。次回詳細調査では、橋梁桁とスラブ下を調査するために、吊り足場の設置の検討が必要である。

表-2 使用した橋梁点検機材一覧

目的	機材
点検	双眼鏡、点検ハンマー、シュミットハンマー、メジャー、クラックゲージ、チョーク、
記録	カメラ、黒板、記録道具、点検シート
安全対策	ヘルメット、作業着、安全チョッキ、作業靴、安全ベルト（必要に応じ）

## 2-2-4 トンネル調査

### (1) 既存資料の収集・整理

当初は、工事完成図等の建設時資料、および過去の点検、調査、補修・補強工事記録の収集整理を行い、構造物の特性を理解する予定であった。しかし、トンネルは、ソ連時代に建設されたために設計・工事時の既存資料は入手できなかった。このため、現場でできる限りトンネル緒元を計測するとともに、DEP30のチーフエンジニアより、口頭での説明を受けた。

### (2) 調査計画の作成・準備

合理的かつ効果的な調査を実施するために、調査業務全般の視点に立って調査計画を作成した。あらかじめC/Pと調査手法、調査項目、結果の記録について十分な調整をし、調査計画を作成した。計画の妥当性については、総括および他の専門家と詳細にチェックした。また、調査準備工として調査および記録を円滑に実施するために点検前に、トンネル側壁に10m毎に距離表示のマーキングを行った。事前に調査準備工および調査実施のための交通規制協議を行い、MOTCは交通警察2名の配置を行った。交通安全のため、交通警察のほかに、交通誘導員を配置し、点検用車両には安全灯を設置した。

### (3) 現地調査の実施

徒歩による遠望目視により、点検カルテを用いて点検を実施した。点検項目は、現地トンネルの破損状況から重点的な点検項目を抽出し、調査を実施した。点検は、DEP30のトンネル担当のチーフエンジニアと共に行い、点検手法の技術移転を図った。このため、目視点検によるトンネル状況判断を現場で説明した。現地調査の結果は、DEP30で説明を行い、緊急対策と今後の調査必要性を協議した。

### (4) 点検結果の記録

第二次点検計画や応急対策計画を作成する際に活用しやすいように調査結果を整理した。また、点検記録は、適切な方法で保管し、必要な時に随時利用できるようにするため、「別冊 Vol.4 トンネル調査」にまとめた。

- 点検カルテ（点検年月日、距離標、損傷項目、損傷部位、数量、概要、判定等）
- 点検カルテ写真一覧（路面状況調査の点検カルテ写真を参照）
- 点検展開図（写真を用いた展開図の作成）

## (5) 評価・判定

点検結果の記録をもとに、日本での判定項目を現地トンネル状況に合わせた判定区分を用い総合判断を行った。活用した判定表は、次回のマニュアル作成のための資料とする。本調査は遠望目視を主体としたため、確定的な判定は限界がある。よって、今後の点検・対策を考慮し、各損傷部位の応急対策や第2次点検について提案した。

## (6) 二次調査計画および応急対策計画の提案

上記、評価・判定により、第2次点検および応急対策が必要と判断された箇所については、点検計画および応急対策計画を提案した。また、点検手法の技術移転を図るため、トンネル点検マニュアルの作成は必要不可欠である。よって、今後第2次調査等で円滑にマニュアルが作成されるように本調査において目次案の作成を行った。

### 2-2-5 交通量調査

交通量調査は既存のデータを活用し、過去に実測された調査地点で行うことにより、交通量の経年変化を捉えることとした。DEP23 および DEP30 に交通量調査を依頼した。4月初旬、峠が積雪で大型車の通行が閉鎖されたため、DEP の勧告に従い、交通量が過去の経験から多い4月19日（火曜日）に、夜間交通量（大型車が多い）を含め、24時間計測を行った。詳細な調査地点はDEP23 と DEP30 と協議をして決定し、「キ」国の車種別区分を参考に測定した。

### 2-2-6 補修計画策定調査に有益な情報の収集

C/P が実施している点検の方法等、先方の維持管理体制、制度、先方技術者の技術レベル、民間企業の活用可否等について聞き取りを行った。また、日常の維持管理に用いられている各 DEP 保有の補修機材状況についても調査を行った。その他、以下の情報収集を行った。

- 交通事故データ
- 対象区間外の交通量調査データ
- 世界銀行の道路アセットマネジメントプロジェクト
- ADB の道路維持管理の方向性

このため、調査団は4月17日に世界銀行のTV会議（ビシュケク・ワシントン・バカーを結ぶもの）にJICA事務所職員とともに参加し、WBが構想している「道路アセットマネジメント」

導入に向けて、意見交換した。また、4月26日に JICA キルギス事務所とともに ADB 平岡キルギス所長他2名の道路セクタースタッフと協議・情報交換を行った。

今後 MOTC は VIMS 調査を、道路設計研究所に委託する予定であるため、研究所職員に研修を行った。また、実際の計測訓練は道路維持管理技プロで行うものとした。



### 第3章 調査結果

本調査の結果を以下のフローチャートにまとめた。

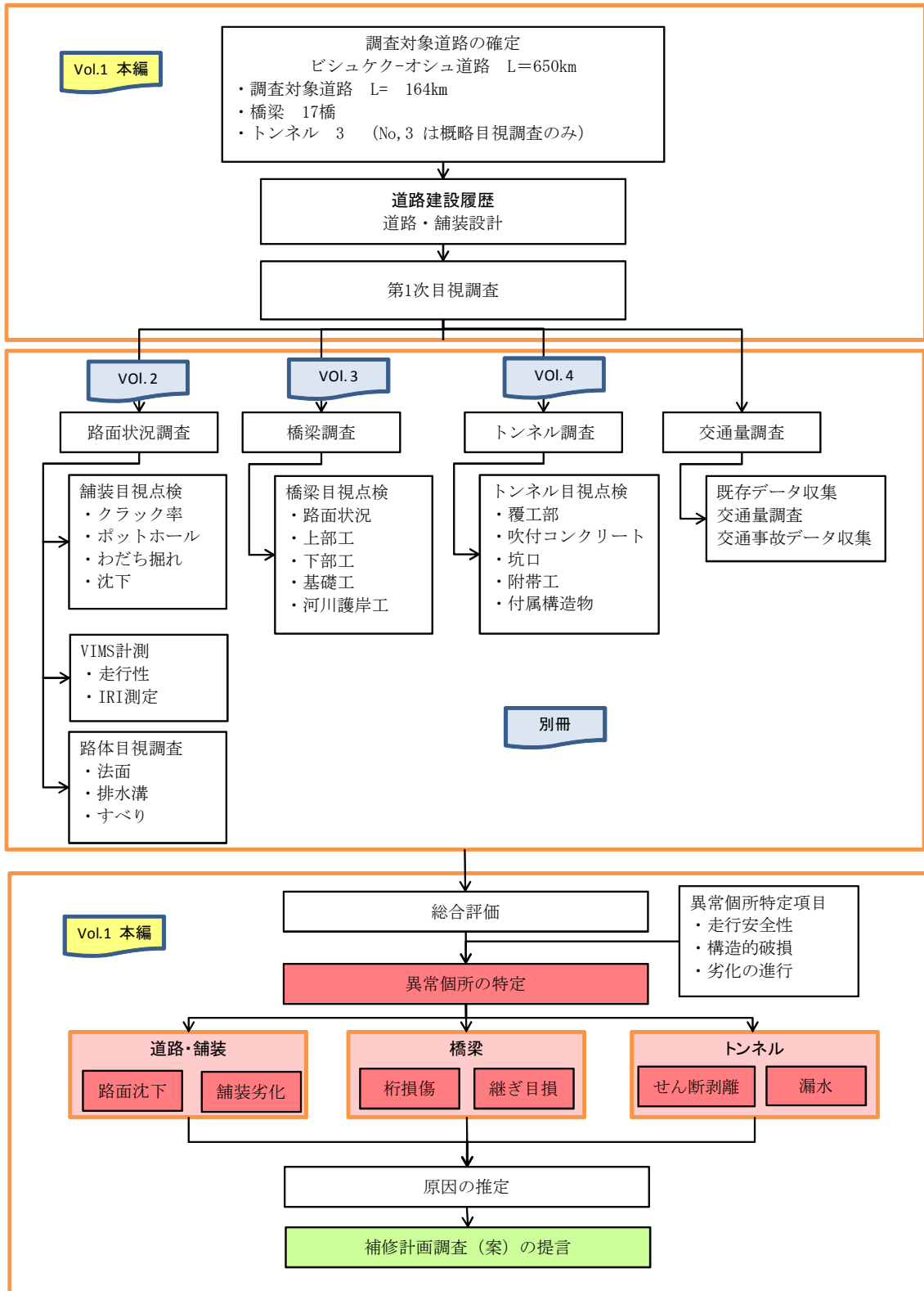


図-2 調査結果のフロー

### 3-1 調査対象道路

調査対象道路は、首都ビシュケクと、南部のフェルガナ盆地にある同国第2の都市であるオシユを結ぶ「キ」国の重要幹線道路の一部である。また、本道路は、国際幹線道路として、カザフスタン、ウズベキスタン、トルクメニスタン、中国を結んでいる。ビシュケクーオシユ間は、延長約672kmである。途中、アシュ（Ahsuu）峠（海拔3,586m）の中央アジア最長のトンネル（L=2.3km）を通過している。また、アラベル峠（海拔3,184m）を越える。これらの区間は、冬期、雪のため交通が困難となっている。また、12月から4月まで大型バスの通行は制限されている。これら交通に困難な峠を越え、地方都市トクトグル（海拔970m）と、ナリン川を堰き止めた水力発電ダムの人口湖であるトクトグル湖（湖面標高879m）、地方都市カラキュル（海拔880m）を通過する。これら町の中央を大型車や乗用車が徐行せず通過するため、人身事故が多発している。

ビシュケクーオシユ道路は、1964年、ソ連時代に建設されている。延長は、ウズベキスタンを通過していたために、650kmであった。アシュ峠トンネル（当時は、カラバエフKolbaevトンネル）も建設された。1991年キルギス独立後、ウズベキスタン国内を迂回させる道路を追加し、総延長672kmとなっている。MOTCは、1996年からADB・JICAの援助で道路舗装化を実施し、3次にわたる道路改築プロジェクト（Road Rehabilitation Project）を行い、2007年に舗装化を完成させた。本プロジェクトでは、完成後の道路維持のための機材購入も実施された。

JICA（当時OECE）が実施した当該調査道路は、ビシュケクーオシユ道路区間の内、中央の区間で、トクトグル、カラキュルを通過する。また、主要河川のナリン川を含め16河川を通過している。但し、橋梁数は、17橋である。道路維持管理機材の購入も実施している。

完成後の、ビシュケクーオシユ道路は、MOTCのビシュケクーオシユ道路局が管理している。当該調査区間は、DEP23（事務所はトクトグル）と、DEP30（事務所はカラキュル）がナリン橋を境に、道路を管理し、維持補修を行っている。DEP23は、峠を含めた道路および交通管理をしており、冬期の除雪が重要な維持管理業務である。また、DEP30は、3ヶ所のトンネルを管理している。

### 3-2 ビシュケクーオシユ道路建設および改修履歴

ソ連時代にフルンゼ（ビシュケクの旧名称）ーオシユ道路として基本的な線形（平面・縦断）と道路構造（道路幅等）および橋梁・トンネルが建設された。ADB・JICAによるビシュケクーオシユ道路改修は、基本的にソ連時代の線形と道路構造を踏襲しており、舗装と小規模な線形改良となっている。表-3にビシュケクーオシユ道路の建設および改修履歴を示す。

表-3 ビシュケク-オシュ道路建設および改修履歴

年	道路工事名称	工事内容	期間	融資額
1960代	フルンゼ-オシュ道路	車道幅：6~7m カエンバエフトンネル	1964年竣工	NA
1980代	トンネル建設	No1~No.3	1981年竣工	NA
1996-2000	ADB: Road Rehabilitation	Km412-427 (15km) Km 161-248 (86km)	1999年10月竣工 2001年7月竣工	US45.06M
	JBIC: (ビシュケク-オシュ道路改修事業)	Km 325-361 (35km)	2001年5月竣工	US19.87M
1998-2005	ADB : Second Road Rehabilitation	Km81-161 (80km) Km61-81 (20km) TyuAshu Tunnel (2.5km)	2001年11月竣工 2002年9月竣工 2001年10月竣工	US50.0M
	JBIC : ビシュケク-オシュ道路整備	Km248-325 (77km) Km361-412 (51 km)	2005年11月竣工	US40.8M
2002-2007	ADB : Third Road Rehabilitation	Km426-498 (72km) Km614-664 (43km)	2007年7月竣工	補助道路を含む

出典：ADB Bishkek-Osh Road Rehabilitation Project の Completion Report (1次から3次まで) を JICA 調査団でまとめたもの

ソ連時代の設計・建設記録が重要であるがキルギス国内には存在しない。また、橋梁・トンネルも同様である。ADB/JICA の当時の資料は、下記のを収集した。また、聞き取り調査を実施し、当時を知る MOTC や DEP の技術者から情報収集を行った。入手設計図書を表-4 に示す。

表-4 入手設計図書

図面名称	距離	入手先	備考
コード：12197AD 平面・縦断図 (橋梁一般図を含む)	Km247+300-Km324+000 (ADB 第2次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成・
コード：12196AD 平面・縦断図	Km324+000-Km360+875 (ADB 第1次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成
コード：12197AD 平面・縦断図 (橋梁一般図を含む)	Km360+875-Km414+900 (ADB 第2次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成
Contract 2 入札図面 平面・縦断図 標準舗装断面・構造物を含む	Km366-Km412	MOTC	Roughton International with Kyrgyzdortransproject (但し、設計はキルギス道路設計研究所)
Contract 2 入札図面 橋梁標準図 カルバート標準図	Km248-Km325 Km361-KM412	MOTC	

出典：MOTC

注：\*KyrgyzDorTransProject

### 3-3 道路・舗装構造

設計図面による、道路標準構造および舗装構造を以下に示す。

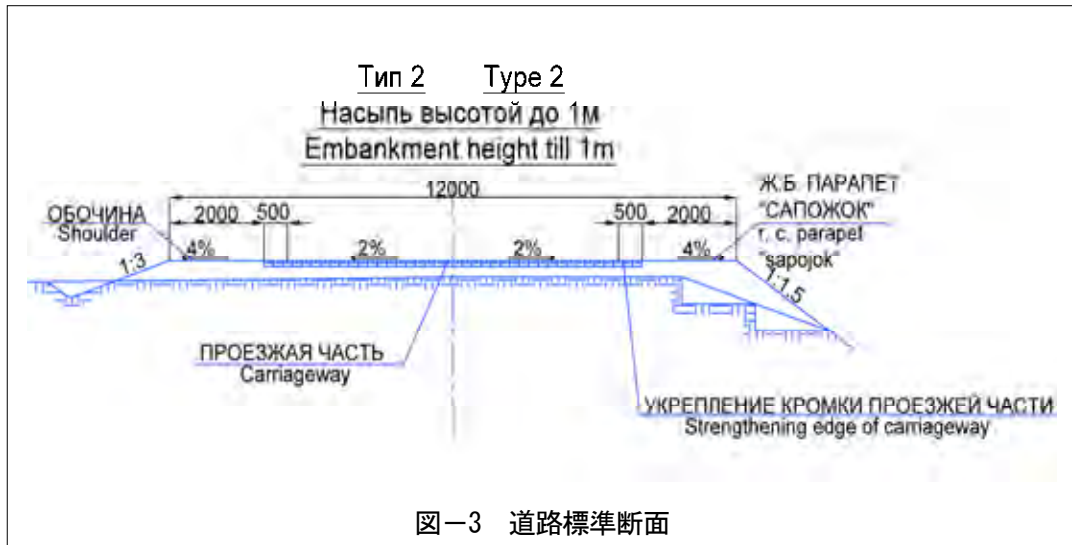


図-3 道路標準断面

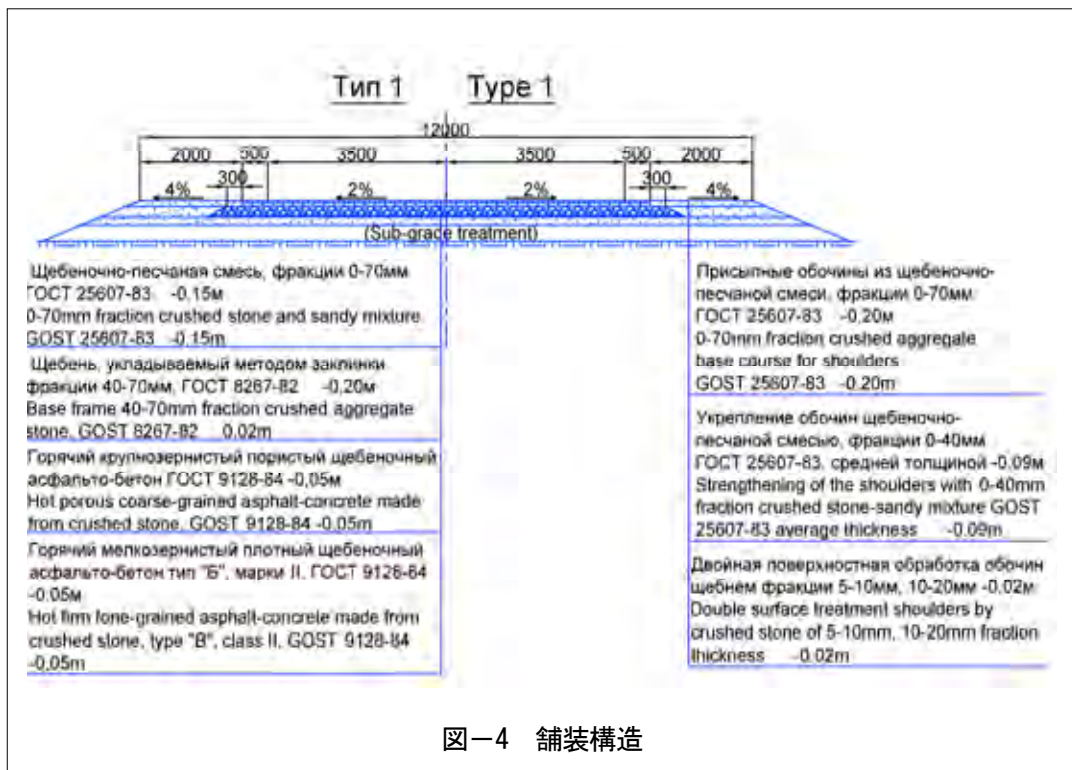


図-4 舗装構造

## 第4章 路面状況の総合評価

### 4-1 路面走行性評価

第1次目視による路面状況調査の詳細結果は、「別冊 Vol.2 路面状況調査」にまとめた。表-5に走行性を示す IRI と AC 舗装路面状況の評価を示す。

表-5 IRI と AC 舗装路面状況の評価

IRI の範囲	路面走行性の評価	備考
0-2	良好	AC 舗装新規建設時
2-4	比較的良好	-
4-8	部分的破損拡大	-
8 以上	オーバーレイ等	-

出典：WBHDM-4 を JICA 調査団で整理

図-5に対象道路のVIMSによるIRI計測結果を示す。対象区間全線について、各閾値超過区間の合計距離と対象区間全長に占める割合を表-6に示す。同表から、対象区間道路が概して状態が良く比較的ラフネスが低い道路であることが見てとれるが、IRIが4~8を示す区間も少なくないことが確認される。これらの区間について、道路状況調査結果と照合し分析する。

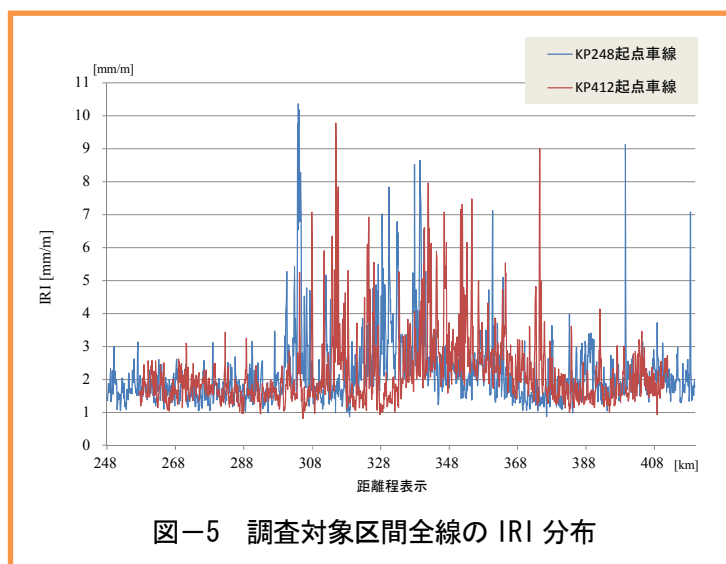


図-5 調査対象区間全線のIRI分布

表-6 IRI計測の結果

設定閾値 [mm/m]	KP248 起点車線(左車線)		KP412 起点車線(右車線)	
	超過区間長 [km]	割合 [%]	超過区間長 [km]	割合 [%]
2 未満	93.7	57.2	94.8	57.8
2 以上 4 未満	62.3	38.0	58.7	35.8
4 以上 8 未満	7.1	4.3	10.2	6.2
8 以上	0.9	0.5	0.3	0.2

出典：JICA 調査団

IRIが2以下は57%、4以下は90%（ビシユケクから左車線）から95%（右車線）である。この計測結果から、道路の舗装の路面状況は良好を保っている。ただし、一部区間では、IRIが8以上を示す箇所等がある。これら区間は、路面の沈下や段差箇所とほぼ一致している。



また、図-6に2007年のWB計測時のIRIとひび割れ率を示す。今回の調査対象区間では、ほぼ全線のIRIは2以下であり、一部箇所（終点付近）もIRIは、3.5と良好な状況である。

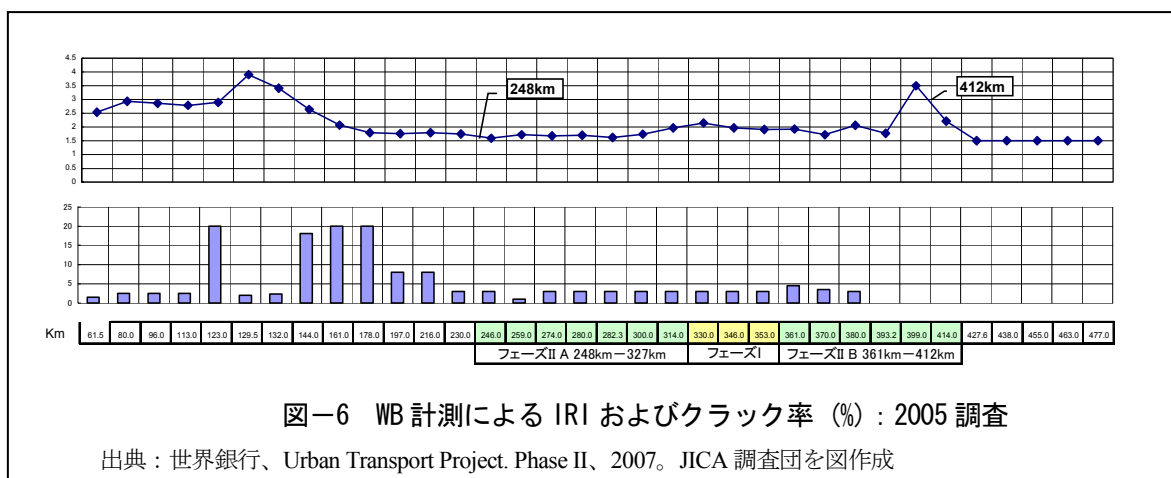


図-6 WB計測によるIRIおよびクラック率(%)：2005調査

出典：世界銀行、Urban Transport Project. Phase II、2007。JICA調査団を図作成

両者を比較すると、調査対象区間の舗装は走行性が悪化しており、約5年で劣化が確実に進んでいる。予防的保全の観点から現時点で早急な補修対策を立てることが、安価な補修コストで舗装の寿命を延ばすことになる。また、調査対象区間が、ADB改良区間の中間部にあるため、ADB区間を含めた詳細な舗装破損(IRI計測)により劣化状況を調査し、今後の舗装劣化の予測の精度を上げ、調査データに基づくMOTCの維持管理の補修計画策定を行う必要がある。

#### 4-2 路面および道路破損状況

道路の路面状況を目視調査で、クラック率、ポットホール、わだち掘れ、沈下を調査した。調査結果は、100mごとに整理した。表-7に調査結果のまとめを示す。

表-7 目視調査による路面破損状況

破損状況	破損程度	道路延長他	比率他	必要な対策
ひび割れ率	10%以下	93 km	57%	舗装劣化計測
	10%-30%	57 km	35%	舗装劣化計測
	30%-40%	21 km	13%	舗装劣化計測
	40%以上	15 km	9%	舗装劣化計測
ポットホール	6ポットホール	4か所		応急修理
わだち掘れ	D=25~40mm	5,800m	-	舗装劣化計測
	D=40mm以上	850m	-	舗装劣化計測
ブリージング等*	-	6,500m	-	舗装劣化計測
沈下・段差	-	37か所	506,160m <sup>2</sup>	緊急補修
道路法面崩壊・洗掘	-	22か所	-	緊急補修
年間交通事故	死傷者	248人	-	安全対策

出典：JICA調査団

注：ブリージング、コルゲーション、舗装寄りを含む

#### 4-3 舗装の総合評価

舗装調査によって計測したデータにより舗装総合評価を行った。総合評価指標としては建設省で利用されている MCI (Maintenance Cycle Management: 維持管理指数) を指標として適用した。MCI は路面損傷の 3 つの要因 (ひび割れ、わだち掘れ、縦断方向凸凹) を維持修繕の必要性という観点から総合化した指標である。対象道路 (164km 区間) の MCI を 100 メートルごとに計算し、維持修繕の要否の評価を表-8 にまとめた。なお、縦断方向凸凹量については、VIMS 調査で得られた IRI (評価区間の平均的な縦断方向凹凸量 [mm/m]) で置換している。一般的な MCI 算出方法における厳密な縦断方向凹凸量とは異なるが、今回の調査における測定の実現性と諸量の工学的観点から許容しうるものと考えられる。

表-8 ビシュケクーオシュ道路の MCI 値

MCI	延長 (km)	延長比率	対応策
7 < MCI < 10	146	88.9%	通常維持管理
5 < MCI < 7	15	9.4%	通常維持管理を行い、今後点検要注意
3 < MCI < 5	3	1.7%	小規模な修繕が必要
MCI < 3	0	0%	大規模な修繕が必要
合計	164	100%	

出典：JICA 調査団

一次的な評価として、対象道路の舗装の 88.9% (146km) が良好な状態であり、通常の維持管理を行うことで十分である。9.4% (15km) の道路が今後の劣化が急速に進むと予想される。1.7% (3km) の道路は小規模な修繕が必要である。一次調査の結果では異状箇所を除き、大規模な工事を必要とする舗装区間は見られなかった。

#### 4-4 緊急補修箇所の特定

緊急な補修が必要な箇所は、路面沈下や段差の箇所で、ここでは交通事故が多発している。また、オーバーレイを実施しても沈下が継続することが各 DEP より報告された。沈下や段差は盛土部で生じており、これらの箇所は施工中、もしくは施工完了後の瑕疵期間中に沈下を生じたことも報告をされている。調査の結果発見された道路路面の沈下および段差箇所を表-9 に示す。

表-9 道路路面沈下箇所とその規模

No	location	Length (m)	Width (m)	Area (sq. m)	推定原因
1	302+100	112	9	1,008	盛土部で発生
2	302+900	27	8	216	
3	303+300	150	8	1,200	
4	303+510	50	6	275	
5	303+800	14	5	70	
6	303+920	18	6	108	
7	303+940	20	6	120	
8	305+600	42	6	252	
9	305+700	34	5	153	
10	312+700	50	9	425	カルバート天端部で発生 橋梁踏み掛け版の段差部
11	312+900	27	9	230	
12	313+100	20	9	170	
13	313+600	11	11	121	
14	314+300	92	9	782	
15	314+600	47	10	470	
16	329+300	53	10	530	盛土部で発生
17	331+346	54	10	540	
18	331+700	80	10	800	
19	332+025	55	5	275	
20	333+550	35	10	350	
21	333+600	30	10	300	
22	335+700	40	11	440	
23	340+550	25	10	250	
24	340+705	41	10	410	
25	340+930	20	11	220	
26	341+030	70	10	700	
27	342+300	36	11	396	
28	342+370	35	11	385	
29	342+550	53	11	583	
30	343+200	30	10	300	
31	343+780	30	12	360	
32	343+890	30	12	360	
33	345+750	42	12	504	
34	358+830	48	4.5	216	切・盛土部で発生
35	364+400	6	3	18	
36	365+840	55	4.5	247.5	
37	403+550	6	9	54	地盤のすべり
合計		1,588	320	508,160	-





## (2) 312km 地点付近

同様に、IRI が 5.28～6.93 を示している 312km 付近においては、道路状況調査によって 312km+700m 地点と 313km+100m 地点において沈下が確認されている。したがって、312km 付近においても、沈下がラフネス増加（IRI 上昇）の主な要因であると考えられる。この地点の IRI 分布を図-9 示す。



図-9 312km 地点付近の IRI 分布

## (3) 333km 地点付近

図-10 に示すとおり、330km 地点付近から 335km を越える区間においては、IRI が 4 強以上を示す区間が散見され、331km 付近においては、一部で 7 を超える IRI が示された。一方、道路状況調査では、同区間において沈下が確認されている。



図-10 333km 地点付近の IRI 分布

## (4) 340km～345km 区間

この区間においては、全域的に IRI が 4 を超える区間が多く、340km 付近と 343km 付近においてはそれぞれ高いところで 8.52、8.65 を示している。この地点の IRI 分布図を図-11 に示す。この区間の道路状況調査では、340km+705m 地点において沈下が確認されている。また、パッチングなどの舗装補修跡が多い区間であり、これらが IRI を高くしているものと考えられる。



図-11 340km 地点～345km 地点区間の IRI 分布

#### (5) 364km 地点付近

KP412 起点車線の 364km 地点付近においては、IRI が高いところで 7.12、9.01 を示す区間が見られた。この区間の付近における道路状況調査でも沈下が確認されている。この地点の IRI 分布図を図-12 に示す。



図-12 364km 地点付近の IRI 分布

#### (6) 403km 地点付近

図-13 に示すとおり、KP248 起点車線の 403km 地点付近は一部の区間で IRI が 7.04、9.13 を示し、KP412 起点車線も一部の区間で 6.28、7.08 を示した。この地域の道路は KP248 起点車線側が谷側、KP412 起点車線側が山側となる溪谷に沿った道路であるが、道路状況調査によって、403km+550m 地点の谷側車線に沈下が確認された。これらの結果から、沈下地点に該当すると考えられ、また、IRI 分布から山側車線においても沈下の影響が生じている可能性が確認された。



図-13 403km 地点付近の IRI 分布

### 4-6 交通量調査

#### 4-6-1 現地交通量計測

対象道路の交通量を 2 地点で 24 時間 (8:00-32:00) 観測した。調査箇所は図-14 に表す 2 箇所である。DEP23、DEP30 のチーフエンジニア等と協議し調査地点は 276km と 396km 地点とすることが最適と判断した。



図-14 交通量調査地点

本調査で得られたデータを車種別通行車輛数（双方向）の DEP23 表-10 と DEP30 表-11 で表す。

表-10 DEP23 交通量調査、276km 地点

ビシュケクーオシユ道路改修事業に関する援助効果促進調査  
24時間交通量調査データ  
日付：2011年4月19日(火)8:00AM～2011年4月20日(水)8:00AM (24時間調査)  
方向：双方  
場所：DEP23、276K+000

時間	軽自動車	ミニバス・ピカップ	バス	トラック 5トンまで 2ax	トラック 10トンまで 2ax	トラック 10トン以上 2ax	トラック 10トン以上 3ax	トラック + トレーラ	トレーラ 3ax.	トレーラ 4, 5ax.	トレーラ 6ax, 6ax 以上.	トラクタ、農業車	合計
8:00-9:00	33	3	0	2	4	4	10	1	1	3	2	0	63
9:00-10:00	30	9	0	3	1	1	1	1	0	2	1	2	51
10:00-11:00	55	5	0	7	3	2	1	4	0	2	0	1	80
11:00-12:00	86	1	0	6	1	0	9	1	0	5	0	0	109
12:00-13:00	71	6	0	3	0	1	1	1	1	3	1	1	89
13:00-14:00	80	5	0	2	2	1	4	0	0	3	1	2	100
14:00-15:00	101	12	0	2	1	4	3	3	0	3	1	0	130
15:00-16:00	89	6	0	2	0	1	7	3	0	8	2	0	118
16:00-17:00	99	9	0	3	2	3	3	0	3	4	3	4	133
17:00-18:00	94	10	0	1	3	0	2	0	4	3	2	0	119
18:00-19:00	83	7	0	4	2	6	2	1	3	4	0	0	112
19:00-20:00	103	9	0	7	5	2	5	0	0	1	2	0	134
20:00-21:00	89	4	0	4	4	2	4	3	1	4	2	0	117
21:00-22:00	91	4	0	5	4	2	2	1	0	0	1	1	111
22:00-23:00	92	16	0	11	11	6	4	3	0	4	3	0	150
23:00-24:00	73	15	0	4	5	2	4	1	1	4	3	0	112
24:00-1:00	49	12	0	18	8	1	9	2	0	5	1	0	105
1:00-2:00	48	5	0	7	4	3	2	2	0	0	0	0	71
2:00-3:00	63	2	0	10	7	2	6	1	0	1	0	0	92
3:00-4:00	45	6	0	9	4	4	2	1	0	0	1	0	72
4:00-5:00	31	5	0	5	2	2	2	1	0	1	0	0	49
5:00-6:00	8	2	0	3	2	2	0	0	0	2	1	0	20
6:00-7:00	11	4	0	4	0	1	1	1	0	0	2	0	24
7:00-8:00	11	3	0	4	0	2	1	0	0	1	1	0	23
合計	1,535	160	0	126	75	54	85	31	14	63	30	11	2,184

出典：JICA 調査団

表-11 DEP30 交通量調査、396km 地点

る援助効果促進調査  
間交通量調査データ  
0AM (24時間調査)  
方向：双方合計  
-000 (料金徴収所)

時間	軽自動車	ミニバス・ピカップ	バス	トラック 5トンまで 2ax	トラック 10トンまで 2ax	トラック 10トン以上 2ax	トラック 10トン以上 3ax	トラック + トレーラ	トレーラ 3ax.	トレーラ 4, 5ax.	トレーラ 6ax, 6ax 以上.	トラクタ、農業車	合計
8:00-9:00	30	4	1	6	5	1	3	2	0	3	0	1	56
9:00-10:00	42	1	0	4	4	4	5	1	1	0	1	0	63
10:00-11:00	37	6	0	3	5	3	4	0	1	2	0	0	61
11:00-12:00	77	4	0	4	4	3	3	1	1	5	2	0	104
12:00-13:00	77	4	0	2	2	1	3	1	0	3	3	0	96
13:00-14:00	95	7	0	5	2	3	2	2	0	2	0	0	118
14:00-15:00	94	5	0	2	4	2	2	2	0	2	1	0	114
15:00-16:00	100	4	0	5	4	1	4	1	0	2	4	0	125
16:00-17:00	64	4	4	4	3	2	3	0	0	1	1	0	86
17:00-18:00	74	2	0	1	2	4	3	4	0	1	3	0	94
18:00-19:00	72	2	0	1	1	8	4	2	0	1	1	0	92
19:00-20:00	54	8	0	5	4	5	5	1	0	2	2	0	86
20:00-21:00	62	4	0	3	2	4	7	2	0	0	2	0	86
21:00-22:00	78	3	0	3	1	1	1	1	0	3	1	0	92
22:00-23:00	82	3	0	2	2	4	2	0	0	2	0	0	97
23:00-24:00	61	9	0	3	5	1	4	0	0	2	0	0	85
24:00-1:00	78	9	0	3	3	5	2	0	0	5	1	0	106
1:00-2:00	63	7	0	4	2	2	6	1	0	2	0	0	87
2:00-3:00	27	5	0	2	3	3	2	3	0	2	0	0	47
3:00-4:00	15	3	0	3	3	2	3	0	0	0	0	0	29
4:00-5:00	8	3	0	2	2	2	1	3	0	0	0	0	21
5:00-6:00	12	3	0	2	1	3	3	2	0	2	1	0	29
6:00-7:00	11	5	4	3	3	3	1	0	0	1	0	0	31
7:00-8:00	18	2	0	5	2	3	0	0	0	4	0	0	34
合計	1,331	107	9	77	69	70	73	29	3	47	23	1	1,839

出典：JICA 調査団

ビシュケクーオシユ道路全体の交通量を把握するために、MOTC とビシュケクーオシユ道路局に 9km、28km、40km、60km、81km の 5 地点での交通量データの提供を要請した。DEP9 から得られた上記 5 地点の交通量データは表-12 に表す。ビシュケクーオシユ道路の 60km 地点で(KaraBalta)交差点があり、交通量の大半はカザフスタン国境向けの道路に流れる。

表-12 ビシュケクーオシユ道路 9km、28km、40km、60km、81km 地点交通量

Учет интенсивности движения транспортных средств по автодороге Бишкек-Ош с 9 по 81 км на 19 февраля 2010 года

№	日付 Дата	DEP# ДЭП №	調査ポイント (km) Учетный пункт	一日交通量、台 Интенсивность движения в сутки, ед	車種・Транспортные средства												
					乗用車 Легковые	ミニバス・ピ カップ Миниавтобусы и пикапы	バス Автобус	トラック 5トンまで 2軸車 Грузовые до 5 т 2-х осные	トラック 10トンまで 2軸車 Грузовые до 10 т 2-х осные	トラック 10トン以上 2軸車 Грузовые более 10 т 2-х осные	トラック 10トン以上 3軸車 Грузовые более 10 т 3-х осные	トレイラ トラック Грузовые с прицепом	トレイラ3軸 車 Грузовые прицепы 3-х осные	トレイラ4軸 車 Грузовые прицепы 4-х осные	トレイラ5軸 車 Грузовые прицепы 5-осные	トラクタ・ 農業用車 Тракторы и гужевой транспорт	バイク Мотоциклы
1	15-Feb	9	9	30,927	22,487	6,467	521	503	312	250	321	30	0	15	16	4	1
2	16-Feb	9	9	31,688	23,006	6,631	691	499	318	180	304	37	0	8	12	2	0
3	17-Feb	9	9	29,451	21,615	5,917	562	468	280	219	330	22	2	14	19	3	0
	3日合計	Итого:		92,066	67,108	19,015	1,774	1,470	910	649	955	89	2	37	47	9	1
	一日平均	Ср. сут.		30,689	22,369	6,338	591	490	303	216	318	30	1	12	16	3	0
4	15-Feb	9	28	21,833	16,590	3,875	19	500	260	200	289	34	20	25	3	18	0
5	16-Feb	9	28	23,262	17,640	3,983	22	582	246	314	343	47	33	22	9	21	0
6	17-Feb	9	28	23,366	17,830	3,889	18	545	278	286	359	58	37	32	7	27	0
	3日合計	Итого:		68,461	52,060	11,747	59	1,627	784	800	991	139	90	79	19	66	0
	一日平均	Ср. сут.		22,820	17,353	3,916	20	542	261	267	330	46	30	26	6	22	0
7	15-Feb	9	40	10,445	8,028	1,655	17	126	103	146	278	38	0	17	37	0	0
8	16-Feb	9	40	12,571	9,058	2,218	90	419	156	195	267	80	3	44	41	0	0
9	17-Feb	9	40	10,588	7,353	2,551	41	58	159	153	161	46	2	29	35	0	0
	3日合計	Итого:		33,604	24,439	6,424	148	603	418	494	706	164	5	90	113	0	0
	一日平均	Ср. сут.		11,201	8,146	2,141	49	201	139	165	235	55	2	30	38	0	0
10	15-Feb	9	60	6,761	4,357	1,355	57	154	254	348	159	28	3	14	32	0	0
11	16-Feb	9	60	8,436	6,219	1,323	43	138	240	161	176	42	13	33	35	13	0
12	17-Feb	9	60	10,433	8,227	1,383	35	188	172	133	125	40	85	34	11	0	0
	3日合計	Итого:		25,630	18,803	4,061	135	480	666	642	460	110	101	81	78	13	0
	一日平均	Ср. сут.		8,543	6,268	1,354	45	160	222	214	153	37	34	27	26	4	0
13	15-Feb	9	81	1,110	875	45	0	10	0	44	96	34	0	0	6	0	0
14	16-Feb	9	81	1,233	930	100	0	3	0	76	96	28	0	0	0	0	0
15	17-Feb	9	81	1,248	1,021	52	0	36	0	0	83	0	0	43	12	1	0
	3日合計	Итого:		3,591	2,826	197	0	49	0	120	275	62	0	43	18	1	0
	一日平均	Ср. сут.		1,197	942	66	0	16	0	40	92	21	0	14	6	0	0

出典：JICA 調査団

#### 4-6-2 交通量の分析

##### (1) 年間交通調査の必要性

今回収集した交通量を (1) 年間比較、(2) 季節変動、(3) 昼夜率、(4) 大型車混入率と (5) 交通事故について分析した。本調査で得られた 24 時間交通データは、積雪による峠部の交通閉鎖が生じる冬期交通量に限られているため、季節性を考慮した交通量を把握するためには、年間を通してデータ収集が必要である。また、今後の交通量の推移を予測するためには、対象道路に接続するカザフスタンとウズベキスタン向け道路の交通量を把握する必要がある。

##### (2) 交通量の比較

2008 年に JICA が行った円借款事業の事業完了時モニタリング評価で作成した交通量データを基に交通量の増加率を分析した。表-13 に示す。



表-13 対象道路交通量の増加率

年	乗用車	小型バス	大型バス	軽トラック	中型トラック	大型トラック	トレーラ	合計	2000年比較伸び率(%)
2000	763	17	25	20	55	327	72	1279	0%
(%)	59.7	1.3	2.0	1.6	4.3	25.6	5.6	100	
2005	986	37	18	56	79	358	106	1640	128%
(%)	60.1	2.3	1.1	3.4	4.8	21.8	6.5	100	
2006	1,154	29	0	46	68	354	103	1754	137%
(%)	65.8	1.7	0.0	2.6	3.9	20.2	5.9	100	
2007	1,204	31	0	48	72	363	106	1824	143%
(%)	66.0	1.7	0.0	2.6	3.9	19.9	5.8	100	
2011*	1535	160	0	137	75	170	107	2184	171%
(%)	70.3	7.3	0.0	6.3	3.4	7.8	4.9	100	

出所：MOTC, 2008年、ビシュケクから280~450km 地点の車種別年間平均交通量 (台/日)

\*DEP23、276km地点、24時間交通量調査データ (台/日) (2011年4月19日~20日)

本調査データとモニタリング調査データ比較から、2000年から2011年までの過去11年間で交通量が約1.7倍に増加したといえる。カラバルターカザフスタン国境道路は対象道路から外れるが、本調査対象道路交通への影響が大きいと思われ、別途交通量の調査が必要である。

### (3) 季節変動の考慮

DEP30の所長のインタビューによると、冬期安全性の面から10月~4月にかけてトゥーアッシュトンネルでは大型バスの通過が制限されている。本調査対象道路にも満席大型バスの通過は見られなかった。また、夏期に向けて農業活動の活発化、農産物の輸出入量増、通行制限の解除による交通量の変動が大きい。

### (4) 昼夜率

24時間データを基に昼と夜の交通量比較を図-15に示す。

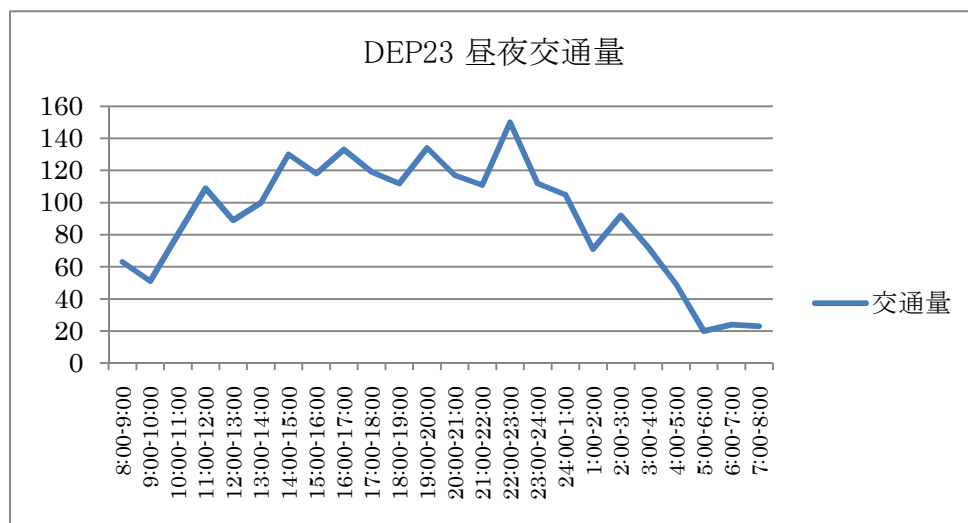


図-15 交通の昼夜率 (1/2)

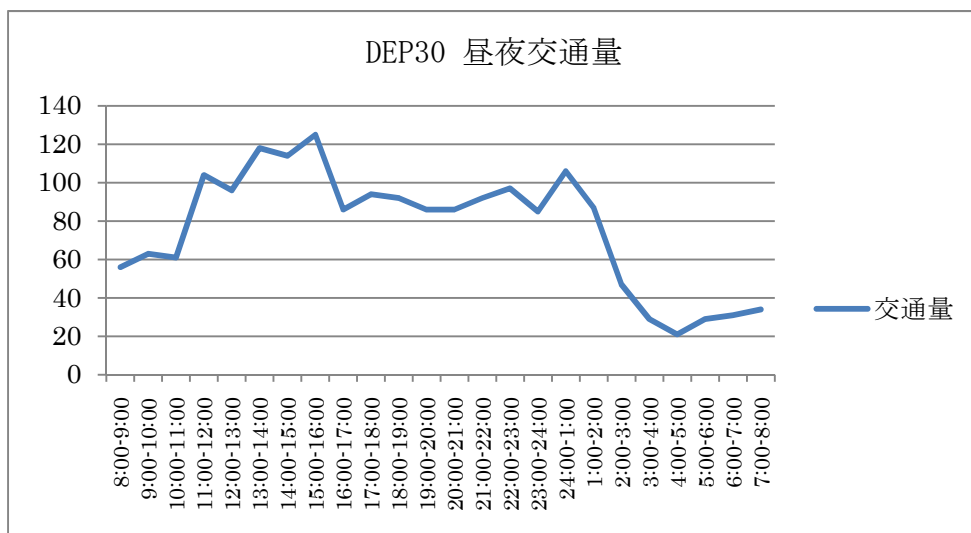


図-15 交通の昼夜率 (2/2)

道路、橋梁、トンネルの照明が殆どなく、昼間交通の方が安全であるが、大型車は交通量が比較的少なくなる夜間に通行している。このため朝9時から交通量が増え、深夜の24時過ぎまで続く傾向が見られる。

#### (5) 大型車混入率

本調査は冬期に行われており、DEP23のチーフエンジニアのインタビューによると夏期に向け大型車の交通が大きく増える。本調査データを基に大型車混入率を図-16に示す。冬期の大型車混入率は10%程度であり、夏期に向け大きく増えると予想される。

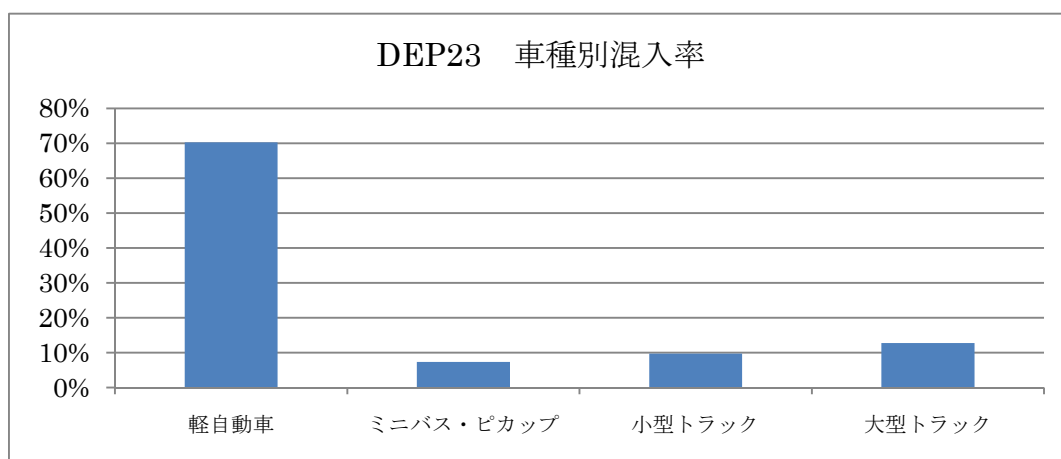


図-16 大型車混入率 (1/2)

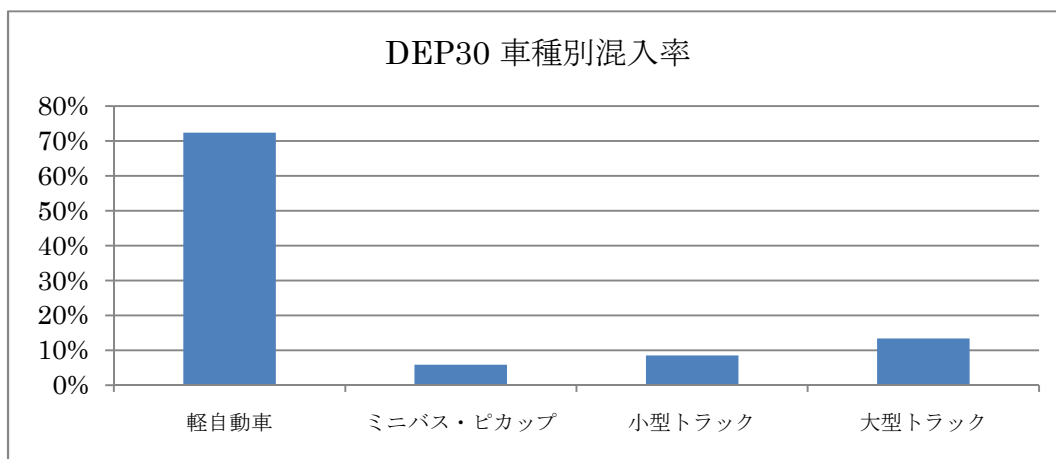


図-16 大型車混入率 (2/2)

## (6) 交通事故

表-14 に示すように事故数は増加傾向にある。2010 年の DEP23 と DEP30 管轄道路での年間死亡者数は 38 人以上である。交通事故は、2002 年から 1.9 倍増加している。

表-14 対象道路区間の交通事故数

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2010*
交通事故数	49	86	64	72	71	98	92
増加率	100	176	131	147	145	200	188

出所：JICA、2008 年、事業完了時モニタリング報告書

\* MOTC、DEP23、DEP30 より

事故の増加に対して MOTC 側からもコメントがあり、道路管理局のアリプサッタロフ局長から安全性向上対策の必要性について強い指摘があった。

## 4-7 総合判断

円借款で改修された道路区間は、IRI 計測や、ひび割れ率等の計測結果から、90%を超える区間では走行に支障がない状況と判断できる。約 10 年を経過する道路としては、維持管理が一定水準で実施されている。

しかし、ソ連時代に建設された旧道路構造に起因すると考えられる沈下や橋梁踏みかけ版部での段差、重交通と気象条件による舗装劣化の激しい箇所が見られる。これらの「異常箇所」は、援助効果を持続させるために早急な補修が必要である。特に沈下の箇所は、交通事故の発生を招いているため、緊急対策が必要である。現在、事故の原因は運転手の速度の出しすぎ等であるが、今後、重大事故が発生すると MOTC の管理瑕疵が問われることが懸念される。

また、舗装は IRI 計測から明らかなように、確実に劣化が進んできている。今後、精細な調査

により舗装の修繕計画を作成し、MOTC の限られた予算の中で、舗装の長寿化を図る補修計画の策定が望まれる。

#### 総合評価と補修計画の必要性

- ・全体の道路は良好な状況にある
- ・一部箇所で「沈下・段差」「舗装劣化」「路体の崩壊」があり、援助効果を持続させるための早急な補修が必要である
- ・舗装寿命が終わる段階にあり、今後舗装劣化が急激に進展する。
- ・MOTC の年間の維持管理予算が限られているため、予防的保全により舗装のライフコストを考慮した、長期の「舗装の補修計画」の策定が必要である。

## 第5章 橋梁状況調査

### 5-1 調査フロー

今回の目視点検調査とその後の詳細調査および補修工事の調査のフロー（案）を図-17に示す。

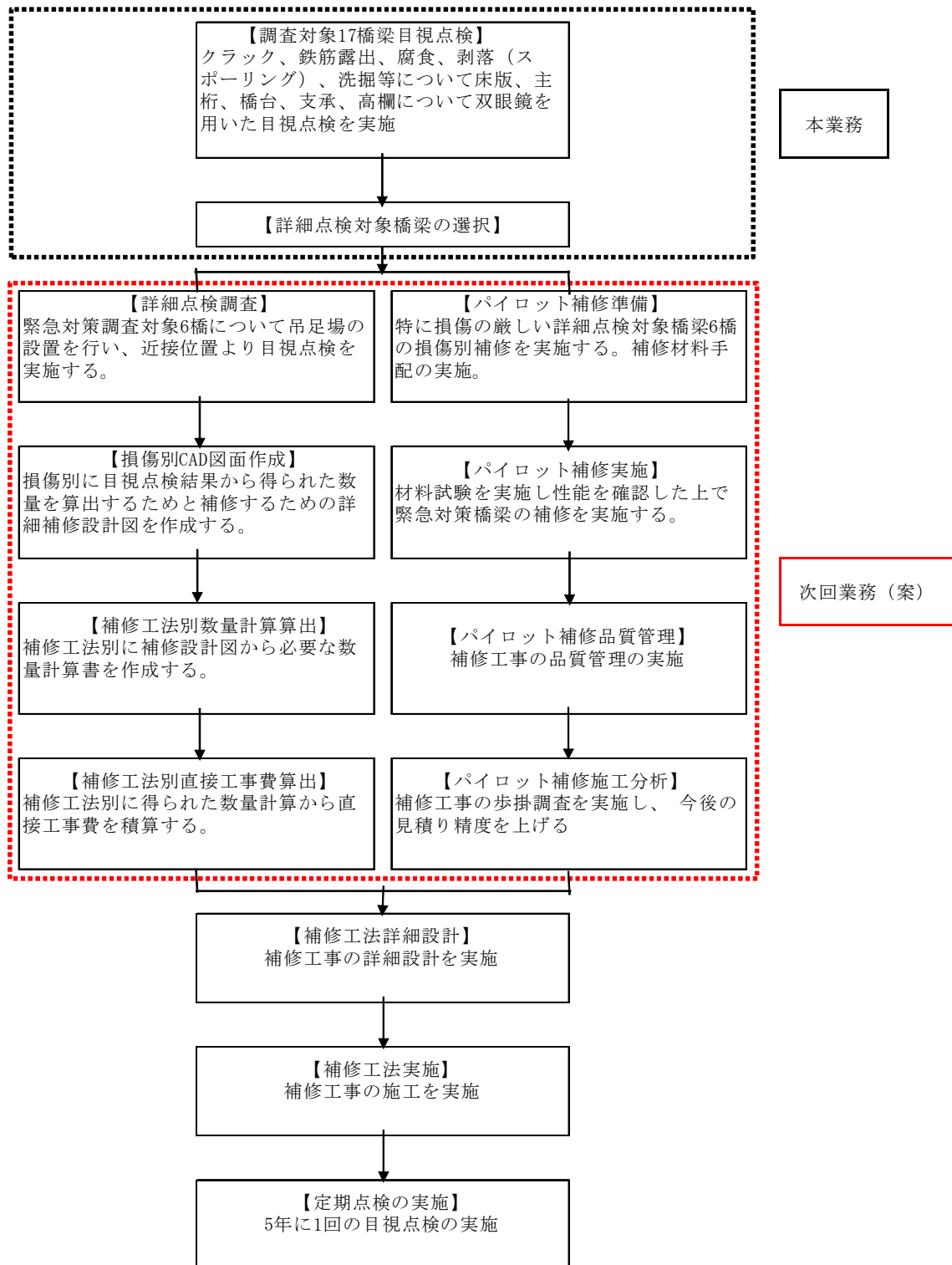


図-17 調査のフロー（案）

## 5-2 対象橋梁

調査対象 17 橋梁の緒元を表-15 に示す。調査対象橋梁 17 橋のうち 10 橋が DEP23 の所掌で残り 7 橋が DEP30 である。この内、5 橋が PC 橋で残りが RC 橋である。

表-15 調査対象橋梁の緒元

No.	河川名	Km+m	緯度	経度	道路幅員(m)	支間長(m)	主材料	管理局 (DEP)	備考
1	Chichkan I	248+900	42.114935	72.8037	10.0	32.5	PC橋	23	
2	Chichkan II	250+100	42.104357	72.802397	10.0	32.5	PC橋		
3	Chon-Arym	256+900	42.044253	72.821826	10.0	14, 15	RC橋		歩道2x0.75
4	Chichkan III	264+300	41.99704	72.86238	10.0	32.5	PC橋		
5	Bala-Chichkan	276+900	41.894954	72.905522	10.0	15.0	RC橋		歩道2x0.75
6	Torken	299+730	41.838869	73.160233	10.0	4x15	RC橋		
7	drystream canal Oi	311+730	41.783571	73.265785	10.0	14, 15	RC橋		歩道2x0.75
8	drystream canal Shilenkana I	313+400	41.775948	73.282578	10.0	14, 15	RC橋		歩道2x0.75
9	drystream canal Shilenkana II	313+600	41.774564	73.285187	10.0	14, 15	RC橋		歩道2x0.75
10	Naryn	314+790	41.769728	73.290943	9.0	2x16+4x43	PC, RC橋		
11	Sargata I	322+000	41.765254	73.207119	6.5	3x16.5=50	RC橋	30	右側
12	Sargata II	322+000	41.765254	73.207119	6.5	3x16.5=50	RC橋		左側
13	Karasu I	373+700	41.663193	72.846343	12.5	17, 2, 18	RC橋		
14	Karasu II	376+980	41.659815	72.809468	9.8	16.9	RC橋		
15	Karasu III	387+050	41.63516	72.70396	10.5	22.7	PC橋		
16	Karakul I	389+100	41.629458	72.682022	12.0	18.0	RC橋		
17	Karakul II	389+130	41.628942	72.68129	12.0	3x15=45	RC橋		

出典：MOTC

注：No.3Chon-Arym 川橋、No.5Bala-Chichkan 橋、No.7、8、9 の Dry stream canal 橋、No.13、14、15 Karasu 橋および No.16、17Karakul 橋は旧ソ連時代の建設後、円借款事業により 2001 年頃に拡幅部が追加された。MOTC より該当箇所の橋梁図面を入手したが、旧ソ連時代の詳細設計図は散逸しており入手できなかった。

## 5-3 総合的所見

### 5-3-1 上部工

上部工について PC 橋はほぼ良い状態で保たれている。RC 橋は旧ソ連時代の設計により主鉄筋の密接配置とコンクリートのかぶり厚が約 5mm 程度しかないため内部鉄筋の腐食による膨張からスポーリング（剥落）が起きやすいという特徴を有する。このため調査対象のほとんどの RC 橋についてもせん断クラックの他にスポーリングが散見された。損傷の程度は様々で 5-4 で総合評価指標を用いて区分した。ただし、適切な補修をすれば今後も使用できる。



No. 6 Torken 橋の状況



No. 10 Naryn 橋の状況

### 5-3-2 下部工

下部工については、コンクリート強度計測をシュミットハンマーにて実施したがNo.1Chichkan I橋 A1橋台を除き 25MPa-40MPa と十分な強度を有していることが確認された。No.1Chichkan I橋 A1橋台については再度確認テストを実施したが、ほとんど変わらず 13MPa 前後であった。また、外観上も劣化が進んでいる。ただし、全体耐荷力は保持されているので、当面現状を定期点検で確認する。

### 5-4 総合評価指標と損傷グレード

損傷の総合評価指標については国土交通省で採用されている判定を用いた。損傷グレード別橋梁数を表-16に示す。

表-16 調査対象橋梁の損傷グレードと橋数

損傷グレード	程度	橋数
D1	健全である	1 (6%)
D2	少し傷んでいる	10 (59%)
D3	傷んでいる	3 (18%)
D4	非常に傷んでいる	3 (18%)

橋梁評価から、緊急対策が必要な橋梁は、損傷グレード D3 および D4 で、6 橋あり、全体の 36%である。これらの橋梁は構造的な破損が進んでいるため早急な緊急対策が必要である。

### 5-5 総合評価と緊急補修の必要性

総合評価と緊急補修の必要性を以下に示す。

総合評価と緊急補修の必要性
<ul style="list-style-type: none"><li>・ D1 で評価される健全な橋梁は 1 橋梁のみである。今後目視による点検を継続する。</li><li>・ D2 評価の橋梁は 10 橋 (59%) あり、重点点検の対象とし、初期損傷は早期補修を行う。</li><li>・ D3 橋梁は今後損傷が早期に進むため、補修計画の対象とする。</li><li>・ D4 橋梁は断面損失があり、放置すると落橋や大幅な劣化につながるため、補修計画の対象とする。</li></ul>

5-6 橋梁別損傷一覧表

5-6-1 DEP23 管内橋梁

No.	要素	損傷区分	DEP23											
			No.1 Chichkan I River	No.2 Chichkan II River 250K+100	No.3 Chon-Arym River Bridge	No.4 Chichkan III River 264K+300	No.5 Bala-Chichkan 276K+900	No.6 Torken River 299K+730	No.7 Canal Oi 311K+730	No.8 Canal Shilenkana I 313K+400	No.9 Canal Shilenkana II 313K+600	No.10 Naryn River 314K+790		
上部工形式			PCT桁	PCT桁	RC桁	PCT桁	RC桁	RC桁	RC桁	RC桁	RC桁	PCT桁	RC桁	
1	舗装	クラック	2	2		3	4	5	4	2	2			
		スポーリング		1 (補修跡)		4		1 (補修跡)				1		
2	床版	クラック					1					5	5	
		ハニカム										5	20以上	
		スポーリング	3		2				30以上	3	3	2	5	
		鉄筋露出	3				1		20以上	3	1	1	5	
		遊離石灰分露出		4				10以上		10	6	10	5	
3	伸縮装置	漏水			1									
		土砂・ゴミの堆積											2	
		変形	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ	As舗装オーバーレイ			
		漏水											7	
		破損											5	
4	支承	土砂・ゴミの堆積		有		有	有	有	有	有	無	有	有	
		植物の繁茂	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	
		腐食/変形		腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	
		ボルトゆるみ/抜け												
5	排水装置	土砂・ゴミの堆積												
		部材の腐食			腐食									
		変形												
		破損												
		消失						消失						
6	高欄地覆	衝突事故の有無	無	有	無	有	無	無	無	無	無	有	無	
		部材の腐食			腐食		腐食		塗膜劣化	塗膜劣化	塗膜劣化			
		変形		有		1								
		破損				1								
7	上部工	せん断クラック		3	1(拉幅部)	2(水平)	10以上	3	1	1	3		5	
		スポーリング(剥落)			2	2			2	1	2	5	20以上	
		ディラミネーション(剥離)							1					
		鉄筋露出/腐食											5	
8	下部工	躯体	クラック				1			5				
			スポーリング							2				
			ハニカム	1	1									
			鉄筋露出/腐食								2			
		フーチング	摩耗		有	有				有				無
			クラック	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	無
			スポーリング	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	無
			鉄筋露出/腐食	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	無
		杭	クラック	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認
			スポーリング	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認
			鉄筋露出/腐食	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認
			変形/破損	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認	目視不可能のため未確認
洗掘	有/無/大/中/小	無	1	無	無	無	無	P2可能性有り	無	無	無	無		
傾斜	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
沈下	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
回転	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
バラベット部のせりあい	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
取り合い部の段差	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
9	スローププロテクション	クラック												
		スポーリング	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングのためスロープ無し	平行ウィングと擁壁間のスロープ崩落	平行ウィングと擁壁間のスロープ崩落	平行ウィングと擁壁間のスロープ崩落		
		破損												
10	アプローチスラブ	消失												
		沈下												
11	橋梁振動	クラック												
		破損												



5-6-2 DEP30 管内橋梁

No.	要素	損傷区分	DEP30						No. 16 Karakul I 389K+100	No. 17 Karakul II 389K+130
			No. 11 Sagata I (Right) 322K+000	No. 12 Sagata II (Left) 322K+000	No. 13 Karasu I 373K+700	No. 14 Karasu II 376K+980	No. 15 Karasu III 387K+050	No. 16 Karakul I 389K+100		
上部工形式			RC桁	RC桁	RC桁	RC桁	PC桁	RC桁	RC桁	
1	舗装	クラック	2	2	2	2	2	2	2	
		スポーリング						6	1	
2	床版	クラック						2		
		ハニカム								
		スポーリング					10以上	5		
		鉄筋露出					5以上	3	5以上	
		遊離石灰分露出	5	2		3		5以上	3	
3	伸縮装置	漏水							2	
		土砂・ゴミの堆積								
		変形	As舗装 オーバー レイ	As舗装 オーバーレ イ	As舗装 オーバー レイ	As舗装 オーバー レイ	As舗装 オーバー レイ	As舗装 オー バーレイ	As舗装 オーバーレ イ	
		破損								
4	支 承	土砂・ゴミの堆積	有	有	有	有	有	有	有	
		植物の繁茂	無	無	無	無	無	無	無	
		腐食/変形	変形	無	腐食	腐食	腐食	腐食	腐食	
		ボルトゆるみ/抜け								
5	排水装置	支 承								
		土砂・ゴミの堆積								
		部材の腐食							腐食	
		変形	無	無	無	無	無	無		
		破損							2	
6	高欄地覆	消失								
		衝突事故の有無	無	無	有	有	有	無	無	
		部材の腐食								
		変形			1	3	1			
7	上部工	破損				3				
		消失								
		せん断クラック	8	3					3	
		スポーリング(剥落)		1	5	4		2	5	
8	下部工	ディラミネーション(剥離)			1					
		鉄筋露出/腐食			5	4			5	
		躯体	クラック							
			スポーリング							
			ハニカム			1				
			鉄筋露出/腐食		鋼板腐食					
		フーチング	摩耗							
			クラック	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	無	
			スポーリング						無	
		杭	鉄筋露出/腐食						無	
			クラック	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	無
			スポーリング							無
鉄筋露出/腐食								無		
洗 掃	変形/破損							無		
	有/無/大/中/小	無	無	無	無	有、小	有、小	無		
	傾 斜	無	無	無	無	無	無	無		
	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無		
	沈 下	無	無	無	無	無	無	無		
	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無		
回 転	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無	無		
	パラペット部 のせりあい	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無		
取 合	取 合	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無		
	取 合	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無		
9	スローププロテクション	クラック								
		スポーリング								
		破損	2	2					2	
		消失	2	2					4	
10	アプローチスラブ	沈下	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	目視不可 能のため 未確認	
		クラック								
		破損								
11	橋梁振動	有/無/大/中/小	無	無	無	無	無	無		

5-7 調査対象橋梁の個別損傷と総合判断

表-17に、調査対象橋梁の個別損傷例と総合判断を示す。

表-17 調査対象橋梁の個別損傷例と総合判断

No.	河川名	Km+m	管理局 (DEP)	供用年	損傷状況の概要	総合判断
1	Chichkan I	248+900	23	1964	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋は、PC橋で上部工は概ね良好。若干スポーリングが発生している程度。</li> <li>・A1橋台のコンクリート強度が他と比しても著しく低いが、全体の耐久性に影響は出ていない。As舗装オーバーレイにクラック発生しておりだんだん進展している。</li> </ul>	D1
2	Chichkan II	250+100		1964	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋は、PC橋で上部工は概ね良好。若干スポーリングが発生している程度。</li> <li>・A2橋台にハニカム有り。コンクリート強度は十分な強度を有している。</li> <li>・As舗装オーバーレイにクラックが発生しており補修されているがクラックがさらに進展している。</li> </ul>	D2
3	Chon-Arym	256+900		1972 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC桁で若干スポーリングが発生しているが概ね良好な状態。</li> <li>・拡幅部主桁の一部にせん断クラックが発生している。橋台には、洪水時の岩や石による摩擦が見られる。</li> </ul>	D2
4	Chichkan III	264+300		1964	<ul style="list-style-type: none"> <li>・A2側より約6m位置の舗装ポットホール。長さ100cmx幅45cmx深さ8cm程度。均しコンクリート上面も損傷して金網鉄筋も一部露出している。中央線上に他のポットホールとともに並んでおり、本橋の位置がS字カーブの途中にあることから上下線大型車の走行回数が重なるため発生したと思われる。</li> <li>・A1橋台側G5桁に水平方向にクラックが生じている。クラック幅0.8mmと比較的大きい。プレストレスのアンバランスにより生じたものであるがエポキシ樹脂充填補修が望ましい。(長さ1mxクラック幅0.8mmx2本)</li> </ul>	D3
5	Bala-Chichkan	276+900		2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC 7本主桁橋で建造は2001年である。</li> <li>・G7桁A2橋台側にせん断クラックが発生している。クラック幅は0.6mm &gt; 0.3mmと比較的大きく樹脂注入により補修の必要性がある。</li> </ul>	D2
6	Torken	299+730		1968	<ul style="list-style-type: none"> <li>・床版下面に散発的に剥落 (スポーリング) が発生している。多くの場合、鉄筋露出を伴いかつ鉄筋の腐食が進行している。</li> <li>・中間橋脚に流水による摩擦が見られ洗掘状況確認とともに橋脚防護工の設置が望ましい。</li> </ul>	D3
7	drystream canal Oi	311+730		1972 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC桁8主桁橋である。支間長は旧橋側が14m、拡幅部が15mである。</li> <li>・A1橋台に大きな水平方向クラックが発生しているが、建造当初からあったということで進展はない。</li> <li>・床版下面に遊離石灰やスポーリングが広がっている。</li> </ul>	D2
8	drystream canal Shilenkana I	313+400		1972 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC桁8主桁橋である。</li> <li>・A2橋台G8桁支承上にせん断クラックが発生している。</li> <li>・G8桁側床版端部のスポーリング発生。遊離石灰と鉄筋露出有り。</li> </ul>	D2
9	drystream canal Shilenkana II	313+600		1972 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC桁8主桁橋である。</li> <li>・A2橋台G8桁支承上にせん断クラックが発生している。</li> <li>・G8桁側床版端部のスポーリング発生。遊離石灰と鉄筋露出有り。</li> <li>・A2側舗装クラック。クラック幅は20mm程度と大きい。抜本的補修が望ましい。A1側も同様。</li> </ul>	D2
10	Naryn	314+790		1974	<ul style="list-style-type: none"> <li>・側径間部床版下面に散発的に剥落が発生している。</li> <li>・主橋梁部の床版下面にコンクリート打設時の型枠が残っており除去の必要有り。</li> <li>・路面上伸縮装置の損傷が著しい。</li> </ul>	D3
11	Sargata I (右側)	322+000	30	2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋は、5本主桁のRC桁である。</li> <li>・G4-G5桁間床版下面に遊離石灰が全長に見られる。間詰コンクリートとの境界からの漏水が原因である。</li> <li>・支承はゴム支承が使用されているが、供用後10年未満にもかかわらずパルジングが生じており、表面に多数のクラックが生じて劣化が進んでいる。</li> </ul>	D2
12	Sargata II (左側)	322+000		2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋は、5主桁のRC桁橋である。主桁に少数のせん断クラックが発生している。</li> <li>・P1橋脚とP2橋脚間にはG1桁とG2桁間に数カ所遊離石灰が見られる。</li> <li>・P1橋脚及UP2橋脚鋼管内部にコンクリートを打設した橋脚で表面鋼材が腐食しており塗装が必要。</li> <li>・支承はゴム支承が使用されているが、(右側) 橋梁と異なり表面もクラックは見られず健全であった。</li> </ul>	D2
13	Karasu I	373+700		不明 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC単純桁橋で旧橋部支間長が15mで拡幅部支間長18m、幅員10.1m。</li> <li>・A2橋台上G1桁支承上のスポーリング損傷が大きいので、出来るだけ早く補修することが望ましい。</li> <li>・G6桁に長さ1m以上のスポーリングが発生しており補修の必要性がある。</li> </ul>	D4
14	Karasu II	376+980		不明	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はビシユケク方面からは、10%程度の下り坂で右急カーブのため、年間15回位交通事故が生じているとのこと。このため、橋梁の高欄ガードレールが何度も損傷している。</li> <li>・G6桁には、張り出し部に断面欠損の損傷も見られる。下フランジに2m以上のスポーリングが発生しており補修の必要性がある。</li> </ul>	D4
15	Karasu III	387+050		1969	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はPC単純桁橋である。横桁を有する。</li> <li>・河川流が直接A2橋台に当たり、洗掘が進んでいる。河川流を変更するのは位置的に困難なため適切な洗掘防止工の設置が望ましい。</li> <li>・床版下面に路面上からのアンカー穿孔により発生したと思われる多数のスポーリングが見られる。</li> </ul>	D2
16	Karakul I	389+100		1960年代 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋はRC桁10本主桁橋である。</li> <li>・A1側舗装クラック。クラック幅も大きくポットホールとなっている。抜本的補修が望ましい。旧橋側と拡幅部で支間長が異なるため階段状の継手となっている。</li> <li>・A2橋台、河川流がA2橋台に直接触れ、洗掘されつつあるので、流心を中央に移動することが望ましい。</li> </ul>	D2
17	Karakul II	389+130		1960年代 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本橋は9主桁橋で、3径間のRC橋である。</li> <li>・P1, P2間の下フランジ多数に大きなスポーリングが発生しており危険な状態にある。</li> <li>・P2-A2間側径間の床版に遊離石灰が多量に見られ、漏水が見られる。</li> </ul>	D4

## 5-8 緊急補修対象橋梁

表-18 に緊急補修が必要な対象 6 橋の損傷部位と主要損傷を示す。

表-18 緊急対策に必要な橋梁の主要損傷状況

番号	橋梁名称	主要損傷部位	主要損傷
No.4	ChichkanIII橋	橋梁上面 As 舗装	ポットホール
		A1 橋台付近 G5 主桁	クラック
No.6	Torken 橋	P2 橋脚上 As 舗装伸縮部	ポットホール
		P1、P2 橋脚根元付近	橋脚コンクリートの摩耗
		P2 橋脚横梁連結部	剥落 (スポーリング)
No.10	Naryn 橋	A2 橋台付近床版下面	スポーリング
		A1 橋台上伸縮装置	伸縮装置の破損、消失
No.13	Karasu I 橋	A2 橋台付近床版下面	スポーリングおよび鉄筋露出
		G6 主桁下フランジ、ウェブ	スポーリングおよび鉄筋露出
No.14	Karasu II 橋	A2 橋台上 G1 主桁支承部	支点部スポーリング
		G6 主桁上下フランジ	スポーリングおよび鉄筋露出
No.17	Karakul II 橋	右側高欄基礎部	基礎部破損
		A1、A2 伸縮装置部 As 舗装	ポットホールおよびクラック
		G1、G2、G3 主桁ウェブ	せん断クラック
		P2-A2 間床版下面	遊離石灰および漏水
		P1-P2 間 G4-G9 主桁下フランジ	スポーリングおよび鉄筋露出

出典：JICA 調査団

## 5-9 補修計画調査と補修後の改善効果

表-19 に調査内容と補修後の改善効果を示す。

表-19 緊急対策が必要な橋梁と調査内容 (案)

No.	河川名	Km+m	管理局 (DEP)	供用年	調査内容 (案)	総合判断	改善効果
4	ChichkanIII	264+300	23	1964	・ 舗装直下のポットホール影響範囲を明らかにするため、損傷部位のAs舗装の撤去を実施し範囲を明確にする。 ・ 水平クラック部にエポキシ樹脂を充填することにより損傷範囲を明確にするともに、補修を完了させる。	D3	D1
6	Torken	299+730		1968	・ 車線規制できる範囲でAs舗装を1mx1m程度剥ぎ取り、スポーリングの原因である削孔の状況を調査する。 ・ 床版部スポーリングの補修設計図面を詳細点検により作成する。 ・ P2上のAs舗装ポットホールの広がり調査し、アスファルトプラグジョイントへの置き換えの必要性を判断する。 ・ P1橋脚とP2橋脚に対するコンクリート防護工の設計図面を作成する。	D3	D1
10	Naryn	314+790		1974	・ スポーリング (剥落) 箇所の破損状況をテストハンマーにて確認するとともに、パッチング補修のための補修設計図面を作成する。 ・ 破損の著しい鋼製伸縮装置から維持管理と走行性を同時に満足するアスファルティックプラグジョイント設計図作成	D3	D1
13	Karasu I	373+700	30	不明 (2002)	・ G1桁支点上の大きなスポーリング発生部について補修設計図面を詳細調査の上作成する。 ・ G6桁支間中央部に発生した下からスポーリング部の補修設計図を詳細点検により作成する。	D4	D1
14	Karasu II	376+980		不明	・ G6桁支間中央部に発生した2m以上のスポーリング部の補修設計図を詳細点検により作成する。 ・ G6桁張り出し部断面欠損のパッチング補修設計図の作成を詳細点検により実施する。	D4	D1
17	Karakul II	389+130		1960年代 (2001)	・ P1橋脚とP2橋脚間支間中央部に発生した複数個のスポーリング部の補修設計図を詳細点検により作成する。	D4	D1

出典：JICA 調査団

## 5-10 個別損傷と補修工法の提案

### 5-10-1 損傷の原因と補修方法

以下に目視点検結果より得られた損傷について原因とその補修方法について表-20に示す。

表-20 損傷と原因および補修方法について

部位	損傷	原因	補修工法
上部工：舗装	路面クラック	温度変化(±30℃)による伸縮量を吸収できないため	小さなクラックについては、現在の舗装補修工法を適用する。
上部工：伸縮装置	鋼製部材の損傷および消失	鋼製部材同士の溶接部が多数の車輛の通過による疲労により破損したため	クラック幅が大きくなり交通の支障になっている場合は、シームレスジョイント(アスファルチックプラグジョイント等)工法
上部工：	路面スポーリング	No.4Chichkan III 橋センターライン付近で生じているが、橋梁前後が S 字カーブのため荷重が集中したため。	損傷した上面コンクリートの部分打ち換えと As 舗装の部分打ち換えで対処可能。
上部工：	床版スポーリング	橋面から何らかの目的で削孔(直径 40mm 程度)されたため。特に、No.6Torken 橋と No.10Naryn 橋側径間に集中しておりその他ほとんどの橋梁でも見られる。	露出した鉄筋のサビ落とし防錆塗装後、ガラス繊維入りポリマーセメントモルタルを用いて欠損した部分にパッチング補修する。
下部工：	主桁クラック	交通荷重により発生したせん断クラックである。支点上および支点から L/4 点まで分布する。	補修対象クラック幅は、0.3mm 以上を対象に流動性の高いエポキシ樹脂を充填して強度を回復させる。
下部工：	主桁スポーリング	主桁幅が 17cm 程度と小さくコンクリートのかぶり小さいため鉄筋が腐食することから膨張しスポーリングが発生。	ほとんどの RC 橋で見られるが、露出した鉄筋のサビ落とし防錆塗装後、ガラス繊維入りポリマーセメントモルタルを用いて欠損した部分にパッチング補修する。規模が大きい場合は、炭素繊維張付補修工法を併用する。
基礎工	洗掘	洪水時の水流により護岸や水底部の砂利等が移動し発生。	蛇籠の敷設や、大きな岩を配置して橋台コンクリートを護る。河川流を動かせる場合は対応する。
基礎工	橋脚の摩耗	洪水時の水流中の砂利等の衝突により摩耗が発生。	橋脚断面を取り囲むようにコンクリート防護工を設置する。

これらに対して、別途実施の「キルギス国道路維持管理能力向上」技プロの中で作成している「橋梁点検ハンドブック」および「橋梁補修マニュアル」を適用して最適な補修工法を決定する。

## 5-11 補修計画策定調査の概要（案）

### 5-11-1 対象橋梁

次回詳細点検調査対象橋梁は、緊急性の高いNo.4 6、10、13、14、17の6橋とする。

### 5-11-2 調査方法とパイロット補修の提案

原因の特定が目視点検では困難な損傷を有する橋梁の詳細点検調査において、点検足場等による点検が必要である。この際、設置された足場の範囲内で実施可能な補修工法をパイロット補修として適用する。

#### (1) 詳細点検調査の概要

詳細点検調査においては、点検対象損傷箇所付近に近接するために専用足場の設置を前提とする。その上で、近接点検をチェックハンマー、シュミットハンマー、クラックゲージ等を用いて寸法計測と強度確認を実施する。また、適用する補修工法に応じた数量算定のための寸法計測と CAD 図面作成のための寸法計測を実施する。図-18 に詳細点検の実施フローを示す。

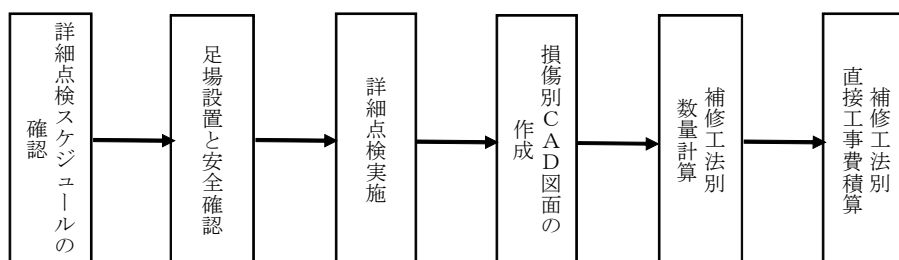


図-18 詳細点検の対象橋梁別実施フロー

#### (2) 最適な補修工法の選定とパイロット工事適用項目

詳細点検調査から得られた損傷分析により橋梁補修マニュアルに従い最適な補修工法を選定し、施工上の問題点の把握と概略数量の算出および工程を積算し、施工計画図を作成する。また、今回実施するパイロット工事については準備した補修材料の確認と施工上の問題点を把握した上で C/P とともに施工計画を協議し、各補修工法を実施する。図-19 参照

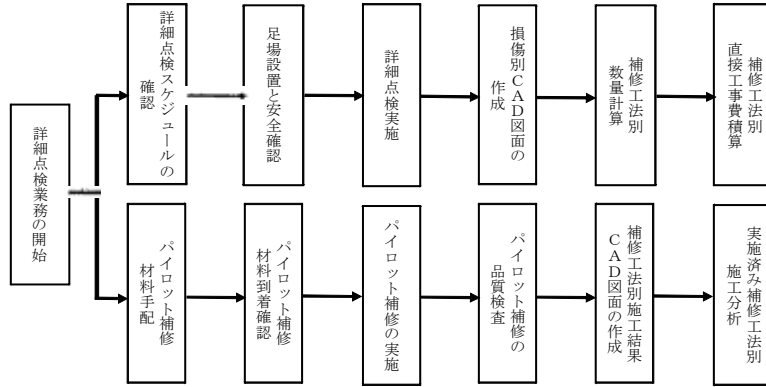


図-19 次回詳細点検の対象橋梁別実施フロー（パイロット補修実施の場合）

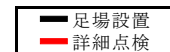
5-11-3 実施工程（案）

(1) 詳細点検工程

足場設置後に詳細点検のみ実施する場合の工程表を表-21に示す。

表-21 次回詳細点検スケジュール（詳細点検のみの場合）

No.	河川名	Km+m	道路幅員 (m)	支間長 (m)	主材料	管理局 (DEP)	1				2				3				4				備考
							1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
4	ChichkanIII	264+300	10	32.5	PC橋	23	■	■															補修計画図面 補修設計図 補修数量計算 補修工費計算
6	Torken	299+730	10	4x15	RC橋		■	■	■														
10	Naryn	314+790	9	2x16+4x43	PC, RC橋					■	■												
13	Karasu I	373+700	12.5	15, 18	RC橋	30									■	■							
14	Karasu II	376+980	9.8	16.9	RC橋										■	■	■						
17	Karakul II	389+130	12	3x15=45	RC橋											■	■	■					

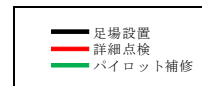


(2) 詳細点検および補修工の工程

詳細点検と同時にクラック補修、パッチング補修や炭素繊維補修工を適用する場合の工程を表-22に示す。

表-22 次回詳細点検スケジュール（パイロット補修を実施の場合）

No.	河川名	Km+m	道路幅員 (m)	支間長 (m)	主材料	管理局 (DEP)	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				備考
							1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
4	ChichkanIII	264+300	10	32.5	PC橋	23	■	■	■																														冬季休止期間(3ヶ月)								
6	Torken	299+730	10	4x15	RC橋		■	■	■	■																																					
10	Naryn	314+790	9	2x16+4x43	PC, RC橋					■	■																																				
13	Karasu I	373+700	12.5	15, 18	RC橋	30													■	■	■																										
14	Karasu II	376+980	9.8	16.9	RC橋														■	■	■	■																									
17	Karakul II	389+130	12	3x15=45	RC橋															■	■	■																									



### (3) 概略数量

表-23 に次回詳細点検時のパイロット補修工法適用時に必要な工法別概略数量を示す。

表-23 工法別概略数量

No.	河川名	Km+m	道路幅員 (m)	支間長 (m)	主材料	管理局 (DEP)	エポキシ樹脂 充填工法 (m)	パッチング補 修 (litter)	炭素繊維張付 補強工法 (m2)	特殊防錆塗装 (m2)	アスファルト デッキプラグ ジョイント (m)
4	ChichkanIII	264+300	10	32.5	PC橋	23	9.0	15	0	1.0	—
6	Torken	299+730	10	4x15	RC橋		7.0	75	0	4.0	—
10	Naryn	314+790	9	2x16+4x43	PC, RC橋		10.0	180	10	10.0	62
13	Karasu I	373+700	12.5	15, 18	RC橋	30	0	150	6	1.0	—
14	Karasu II	376+980	9.8	16.9	RC橋		0	500	14	1.0	—
17	Karakul II	389+130	12	3x15=45	RC橋		16.0	220	50	3.0	—
次回詳細点検合計							<b>42.0</b>	<b>1140.0</b>	<b>80.0</b>	<b>20.0</b>	<b>62.0</b>

## 第6章 トンネル状況調査

### 6-1 補修計画調査

本節では、トンネルに関する補修計画を策定するための、次回調査の内容（案）について示す。以下の図-20 に対象とするトンネルの調査フロー（案）を示す。

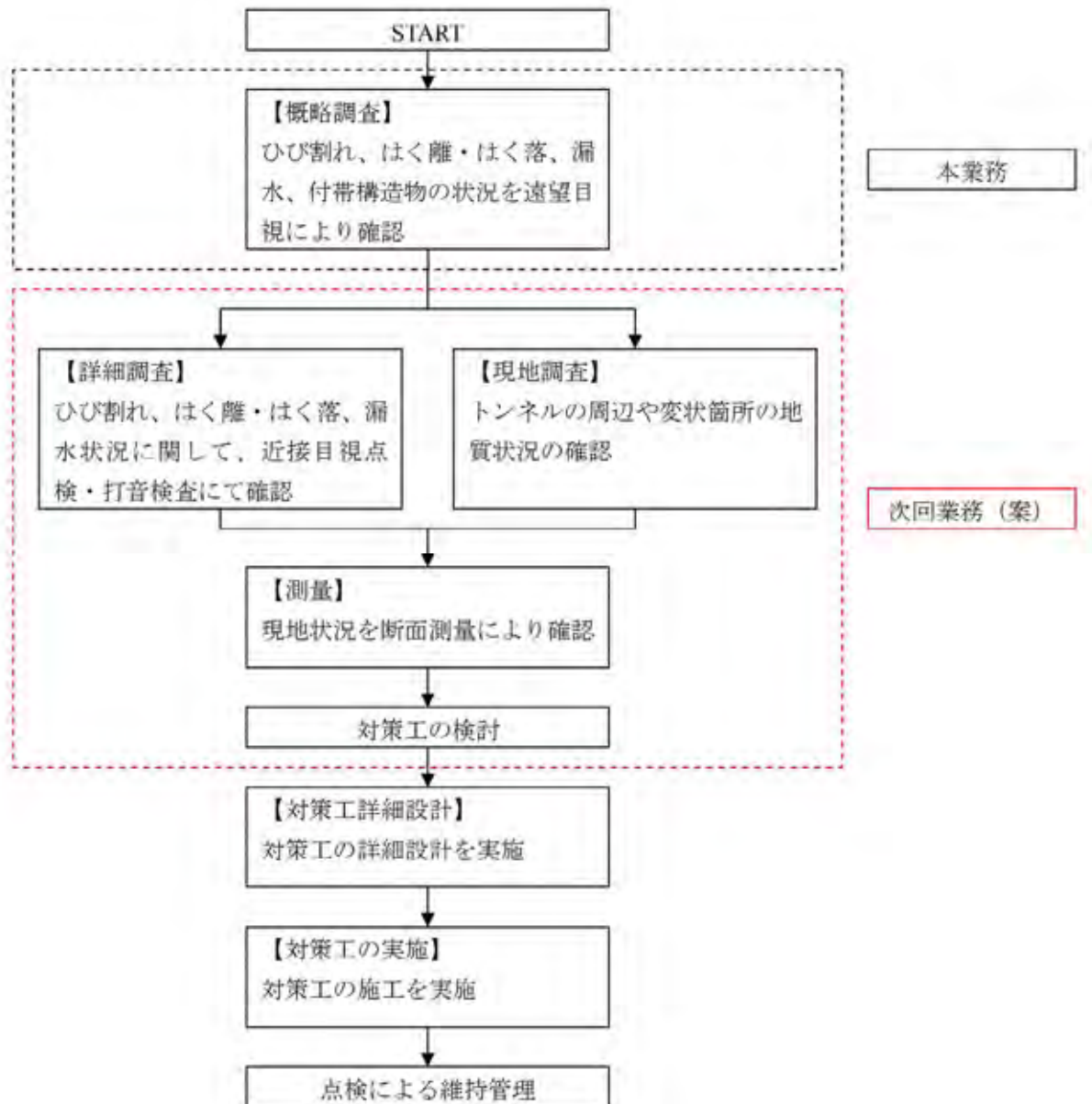


図-20 対象トンネル調査フロー（案）



## 6-2 トンネル調査の基本方針

本調査の基本方針を以下に示す。

トンネル調査の基本方針
<ul style="list-style-type: none"> <li>・本調査により、トンネル構造物の損傷箇所の把握、応急対策の必要の有無および第2次詳細点検の必要の有無を明確にする。</li> <li>・本調査は、徒歩による遠望目視を主体とする。</li> <li>・調査員の安全確保のため、通行止めによる調査の実施を検討する。</li> <li>・交通渋滞を最小限にとどめるため、複数班による調査の実施および役割の明確化を行う。</li> <li>・本調査の評価・判定結果をもとに二次点検計画および応急対策計画を提案する。</li> <li>・トンネル点検の技術移転のため、トンネル点検マニュアル作成方針について提案する。</li> </ul>

## 6-3 対象トンネルおよびその現状

### 6-3-1 対象トンネル

本調査の対象トンネルを表-24に示す。これらの対象トンネルは、1981年のソ連時代に建設された。

表-24 対象トンネル

名称	KP	延長	幅員	高さ(m)	管理 DEP
トンネル I	409+700	313m	5.5m	8.5m	30
トンネル II	411+200	355m	5.5m	8.5m	30
トンネル III	-	694m	5.5m	8.5m	30

出典：MOTC

注：トンネル III は、対象道路外だが調査要請があったもの

### 6-3-2 トンネル標準断面

対象トンネルはソ連時代に建設されているため、設計・施工等の既存資料は入手することができなかった。そのことから、道路幅員等に関しては、現地で計測を行った。図-21 および図-22に、トンネル坑口付近の幅員構成の例を示す。

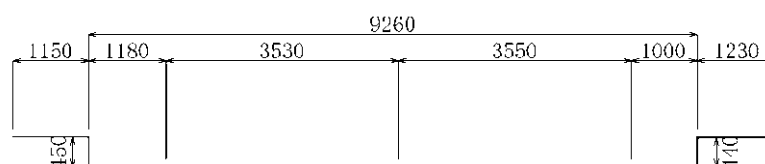


図-21 起点側坑口付近幅員構成（トンネル No. 1）

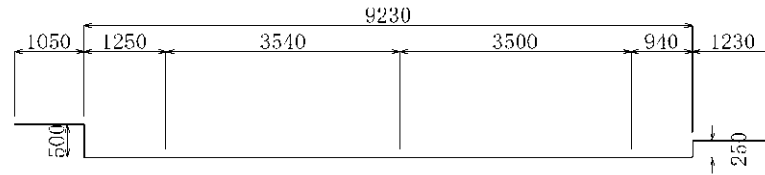


図-22 起点側坑口付近幅員構成（トンネル No. 2）

### 6-3-3 トンネル No. 1

トンネル No.1 は、1981 年のソ連時代に建設された延長 313m の道路トンネルである。トンネル坑口付近に関しては、型枠を用いて打設された覆工コンクリートの上から吹付けコンクリートが施されている構造になっている。一方、トンネル坑奥部に関しては、吹付けコンクリートのみが施された構造である。また、トンネル建設当時には、照明設備が設けられていた。しかし、近隣の発電所で発生した事故の影響により設備が破損し現在は機能していない。そのため、トンネル内は点検や維持管理を適切に行い難い環境にある。



トンネル No. 1 坑口状況 起点側



トンネル No. 1 坑口状況 終点側

### 6-3-4 トンネル No. 2

トンネル No.2 は、トンネル No.1 と同様に、1981 年のソ連時代に建設された延長 355m の道路トンネルである。トンネル両坑口部付近および坑口から 180m 付近では、型枠を用いて打設された覆工コンクリートの上から吹付けコンクリートが施される構造となっている。その他の区間に関しては、吹付けコンクリートのみが施された構造である。また、トンネル No.1 と同様にトンネル建設当時には、照明設備が設けられていた。しかし、近隣の発電所で発生した事故の影響により設備が破損し、現在は機能していない。そのため、トンネル内は点検・維持管理を適切に行い難い環境にある。



トンネル No. 2 坑口状況 起点側



トンネル No. 2 坑口状況 終点側

## 6-4 トンネルの評価・判定

### 6-4-1 点検項目・評価指標の設定

点検項目に関しては、日本での道路トンネル点検の際の準拠図書となっている「道路トンネル維持管理便覧」（日本道路協会）に示される日常点検の項目を参考にし、C/P との協議ならびにトンネルの状況を踏まえ設定した。調査トンネルでは既往の照明（現在は機能していない）のケーブルや鉄材の垂れ下がり等の、通行車輛の支障となる恐れがあるものが多数確認された。これらの状況は、“付帯構造物”という項目で追加した。表-25 にトンネル点検項目を示す。

表-25 トンネル点検項目

点検部位	損傷の種類	第1次点検の着目点
覆工 (吹付け面)	ひび割れ	密集したひび割れ、あるいは幅の広いひび割れの確認
	はく離(うき)・はく落	コンクリートのはく離・はく落状況の確認
	漏水・遊離石灰	遊離石灰あるいは水の噴出や流下、路面への滞水状況の確認
	付帯構造物	通行の支障あるいは今後支障となる可能性ある換気設備、ケーブル等の状況の確認
坑門	ひび割れ	密集したひび割れ、あるいは幅の広いひび割れの確認
	はく離(うき)・はく落	コンクリートのはく離・はく落状況の確認
	漏水・遊離石灰	遊離石灰あるいは水の噴出や流下状況の確認
舗装等	舗装	舗装の劣化状況の確認
	監視員通路	通信管路蓋の破損状況の確認

判定区分を、表-26 に示す。なお、評価・判定に関しては、10m 毎に行った。

表-26 判定区分ならびに判定指標

評価項目	評価指標と判定区分		
	A	B	S
健全度総合評価	変状が著しく、通行車両の安全を確保することができないと判断され、応急措置や対策を必要とするもの。	変状があり、補修や補強をするかどうかの検討のために2次調査を必要とするもの。	健全なもの(変状がないか、あっても軽微)
ひび割れ	急激にひび割れが進行しており、ブロック化して落下する可能性があり交通の支障となるおそれがある場合。	アーチ部や肩部でひび割れが多い場合。	変状がないか、あっても軽微な場合
はく離(うき)・はく落	コンクリートのはく離、はく落が発見された場合、あるいは、うきの部分がはく落する可能性があり交通の支障となるおそれのある場合。	将来、はく落到結びつく、うきが発見された場合。(変状が発生しているか否かが目視では確認できないが、変状が発生している恐れがある場合にはB'とする)	変状がないか、あっても軽微な場合
漏水・遊離石灰	湧水により、路面に滴水があり、交通に支障がある場合。	左記の場合で交通に支障のない場合。	変状がないか、あっても軽微な場合
付帯構造物	ケーブル類が垂れ下がり、交通の支障となっている場合。	左記の場合で交通に支障がないが、今後支障となる可能性のある場合。	変状がないか、あっても軽微な場合

#### 6-4-2 総合判断

前述の判定区分ならびに判定指標を用いて、トンネルの評価を行った。表-27 にトンネル判断区分と破損状況を示す。

表-27 トンネルの判断区分と破損状況

判断区分	トンネル No. 1 (L=330m)				トンネル No. 2 (L=370m)			
	ひび割れ	はく離 はく落	漏水 遊離石灰	付帯 構造物	ひび割れ	はく離 はく落	漏水 遊離石灰	付帯 構造物
A：応急処置 必要	20m	20m	80m	10m	30m	80m	120m	0
	6%	6%	24%	3%	8%	22%	32%	0%
B：第2次調査 必要	300m	260m	0	20m	330m	200m	10m	70m
	91%	79%	0%	6%	89%	54%	3%	19%
S：健全 点検継続	10m	50m	250m	300m	10m	90m	240m	300m
	3%	15%	76%	91%	3%	24%	65%	81%

出典：JICA 調査団

注：距離は10m ごとの判断区分を総計したもの

トンネル No.1 は、ひび割れ、剥離・剥落状況の健全度は、それぞれ延長の10m (3%) と50m (15%) に過ぎない。応急処置の必要箇所は6%、第2次調査の必要と判断される箇所が、それぞれ300m (91%) と260m (79%) となっている。ほぼ全延長で第2次調査が必要である。漏水対策は、80m (24%) で必要である。ただし、250m (76%) が、健全で今後点検を継続するものとする。付帯構造物は、10m を除き大半の箇所が健全である。

トンネル No.2 は、ひび割れは 10m (3%)、剥離・剥落は 90m (24%)、漏水は 240m (65%) が、健全と判断され、今後継続的点検を実施する。応急処置を必要とする箇所は、ひび割れが 30m (8%)、はく離・はく落が 80m (22%)、漏水が 120m (32%) である。No.1 と比較し、破損が大きい。また、第 2 次点検が必要と判断される箇所は、ひび割れは 330m (89%) とほぼ全長にわたっている。剥離・剥落箇所も 200m (54%) と多い。ただし、漏水は 3% と少ない。付帯構造物は、79m (19%) が第 2 次調査が必要で、300m (81%) は健全である。

各トンネルの変状の評価を表-28 にトンネル No.1 を、表-29 にトンネル No.2 を示す。

表-28 トンネル No.1 変状評価結果

坑口からの距離	構造	項目				備考
		ひび割れ	はく離・はく落	漏水	付帯構造物	
0~10	覆工コンクリート および吹付けコンクリート	B	S	S	S	
10~20		B	S	A	S	
20~30		B	B	S	S	
30~40		B	A	S	B	
40~50		B	B'	S	S	
50~60		S	S	S	S	
60~70		A	B'	A	S	
70~80		B	B'	A	S	
80~83.7		B	S	S	S	
83.7~90		吹付けコンクリート	B	B'	A	B
90~100	B		B'	S	S	
100~110	A		B'	S	S	
110~120	B		B'	S	S	
120~130	B		B	S	S	
130~140	B		B'	S	S	
140~150	B		B'	S	S	
150~160	B		B	S	S	
160~170	B		B'	S	S	
170~180	B		B	S	S	
180~190	B		B'	S	S	
190~200	B		B'	S	S	
200~210	B		A	S	S	
210~220	B		B'	A	B	
220~230	B		B	A	S	
230~240	B		B'	A	S	
240~250	B		B'	S	S	
250~259.8	B	B'	S	S		
259.8~270	覆工コンクリート および吹付けコンクリート	B	S	S	S	
270~280		B	B'	S	S	
280~290		B	B'	S	S	
290~300		B	B'	S	S	
300~310		B	B	A	S	
310~314	B	B	S	S		
起点側坑門	—	B	B	B	S	
終点側坑門		B	B	B	S	

表-29 トンネル No. 2 変状評価結果

坑口からの距離	構造	項目				備考	
		ひび割れ	はく離・はく落	漏水	付帯構造物		
0~10	覆工コンクリート および吹付けコンクリート	B	B	A	S		
10~20		B	B	A	S		
20~30		B	B	S	S		
30~40		B	S	S	B		
40~50.8		B	S	S	S		
50.8~60	吹付けコンクリート	B	B	A	S		
60~70		B	B	A	S		
70~80		B	B	A	S		
80~90		B	B	A	S		
90~100		B	B	A	S		
100~110		B	B	S	B		
110~120		B	A	S	S		
120~130		B	B'	S	S		
130~140		B	B	S	S		
140~150		B	A	S	S		
150~160		B	S	B	B		
160~170		B	S	S	S		
170~179.5		A	B'	S	B		
179.5~189.4		覆工コンクリート および吹付けコンクリート	B	B'	A	S	
189.4~200		吹付けコンクリート	B	B'	S	S	
200~210	S		A	S	S		
210~220	A		A	S	S		
220~230	B		S	A	S		
230~240	A		A	A	S		
240~250	B		A	S	B		
250~260	B		B'	S	S		
260~270	B		A	A	S		
270~280	B		A	S	S		
280~285.9	B		B	S	S		
285.9~290	覆工コンクリート および吹付けコンクリート	B	S	S	S		
290~300		B	S	S	S		
300~310		B	S	S	S		
310~320		B	S	S	S		
320~330		B	B'	A	B		
330~340		B	B'	S	S		
340~350		B	B'	S	S		
350~355		B	B'	S	B		
起点側坑門	—	B	B	B	S		
終点側坑門		B	S	S	S		



## 6-5 トンネル No.1 変状と問題点

遠望目視点検を行った結果、確認された主な変状あるいは問題点に関して以下に示す。

### 6-5-1 漏水

今回実施した調査では、路面への滴水が 17 箇所確認された。また今回確認された漏水箇所以外にも、漏水した跡がいくつも存在することから、漏水の発生箇所は、季節や気候条件により変化していると考えられる。漏水は通行車輛の安全性を脅かすつららの発生や、路面の凍結の原因となる。そのため、漏水箇所には何らかの対策工を実施することが必要である。なお、対策工を計画する際には、漏水の発生箇所および機構を適切に把握する目的から、近接目視調査を実施する必要がある。



トンネル No.1 漏水箇所

### 6-5-2 うき・剥落

トンネルの坑口付近の覆工コンクリートおよび吹付けコンクリート実施区間では、吹付けコンクリートのはく落箇所が確認された。そのことから、現在剥落が発生している箇所以外にも、吹付けコンクリートが剥落する恐れがあると想定される。今後、打音調査により吹付けコンクリートの健全度を確認する必要がある。また、トンネル坑奥の吹付けコンクリート実施箇所に関しては、吹付けコンクリート表面の凹凸が激しく、路面からの遠望目視点検では、うきや剥離に関して十分に確認することが困難な状況にあった。そのため、今後近接目視調査により、その状況に関して確認する必要がある。



トンネル No.1 吹付けコンクリート剥落状況 (起点側坑口から 290m付近)

### 6-5-3 ひび割れ

覆工コンクリートおよび吹付けコンクリート区間では、覆工コンクリート打設時の打ち継ぎ目に沿って、表面の吹付けコンクリートにひび割れが発生している箇所が多数確認された。路面

上から確認できる範囲の吹付けコンクリートについては、堅固であるため、このひび割れが直ちに構造的な問題となる可能性は低いと考えられる。しかし、ひび割れが進行性的のものであれば、はく落等の問題を誘発する可能性がある。そのため、今後、継続して観察を行うことが重要であると考えます。

吹付けコンクリート区間では、ひび割れが密集している箇所が多数確認された。ひび割れが閉合されると、コンクリート片が落下する可能性がある。しかし、今回の遠望目視だけでは、ひび割れの幅やコンクリートの状況等に関して把握することが困難であるため、今後近接目視調査によりひび割れの状況に関して確認する必要がある。



トンネル No. 1 吹付けコンクリート  
ひび割れ状況 (起点側坑口から 140m 付近)

#### 6-5-4 ケーブル類の垂れ下がり

トンネル坑内では、既往の照明等に用いられたと考えられるケーブルが垂れ下がっている箇所が確認された。大型車等が通行した際に、ケーブルに引っかかると周辺の金具等の付属物が落下する可能性がある。そのため、垂れ下がっているケーブルに関しては撤去することが望ましいと判断する。



トンネル No. 1 ケーブルの垂れ下がり  
(起点側坑口から 250m 付近)

#### 6-5-5 照明設備

トンネル内の照明は先に述べたように機能しておらず、トンネル内は照明が無い状況である。トンネル内通行車輛の安全性の向上だけでなく、トンネルの維持管理を適切に行う上でも、照明設備を設置することが望ましいと考える。

また、既存の照明設備に関しては、老朽化により落下する危険があるため、早い段階で撤去することが得策であると考えます。

#### 6-6 トンネル No. 2 変状と問題点

遠望目視点検を行った結果、確認された主な変状あるいは問題点に関して以下に示す。



## 6-6-1 崩落

トンネル坑口から 230～240m 付近では、トンネル天端付近および側方において地山の崩落が発生している。C/P からのヒアリングによると、この崩落は 10 年前に発生し、徐々に進行し、現在の規模にまでなったようである。トンネル No.2 起点側坑口から 230～240m 付近の崩落状況を示す。



右側壁ならびに左側壁下部の崩落箇所の地質を確認すると、両者とも起点側方向に傾斜した脆弱な層を挟んでおり、その延長方向に右側肩部あるいは天端部の崩落箇所が存在する。また、天端部ならびに右肩部からは、滴水が見られる。展開図状にしたものを、左図-23 に示す。

図-23 トンネル No. 2 の崩落箇所

変状の発生箇所および崩落箇所を確認できる地質状況より、トンネルに対して以下の図-24 に示すような方向で脆弱な層が存在していると考えられる。本箇所における変状は、岩盤中の脆弱な層が湧水等により緩み、崩落が発生したものと考えられる。ただし、本見解は遠望目視結果に基づき推定したものであるため、今後の詳細調査結果により、変状原因を確認する必要がある。以下の図-24 に、本箇所における、変状の概要図を示す。



図-24 トンネル No. 2 の変状発生概要図

本箇所の変状に関しては、崩落が徐々に進行していることから、早急に対策を実施する必要がある。

また、起点側坑口から 210m 付近にも、240m 付近と同方向のひび割れが発生し、部分的に吹付けコンクリートのはく落が見られる。坑口から 250m 付近にも天端付近に崩落箇所、左側肩部に吹付けコンクリートのはく落が発生しており、また周辺にも 240m 付近と同様のひび割れが発生している。



210m 付近や 250m 付近に関しても、ひび割れの方向等から判断して、240m 付近と同様の剥落・崩落が今後発生する可能性が非常に高いと考えられる。よって、これらの箇所も 240m 付近と同様に、早急な対策が必要である。

## 6-6-2 漏水

今回実施した調査では、路面への滴水が 22 箇所確認された。そのため、漏水箇所には何らかの対策工を実施することが必要である。補修計画を策定するためには、近接目視調査を実施する必要がある。

### 6-6-3 うき・剥落

トンネル坑口付近や坑口から 180m 付近の覆工コンクリートおよび吹付けコンクリート実施区間では、側壁部の打音調査により所々でうきが確認された。そのため、側壁上部や天端付近にも、今後、打音調査により表面の吹付けコンクリートの健全度を確認する必要がある。また、吹付けコンクリートのみの実施区間では、地山の脆弱な層に起因するはく落が確認されている。そのため、今後、近接目視調査によりその状況に関して確認する必要がある。

### 6-6-4 ひび割れ

天端や側壁上部でのひび割れの性状が不明であるため、今後、近接目視点検によりその性状を確認する。ひび割れの進行性も継続して観察する必要がある。吹付けコンクリート区間では、ひび割れが密集している箇所が多数確認された。近接目視調査によりひび割れの状況に関して確認する必要がある。



写真 トンネル No. 2 ひび割れ発生状況（坑口から 180m 付近）

### 6-6-5 換気設備および照明設備

本トンネル内には建設ときに設けられた換気設備が 10 台（5 箇所に並列設置）存在する。これらの換気設備は使われておらず、支持金具の老朽化により落下する可能性があるため、撤去する必要がある。なお、本トンネルの延長と交通量であれば、基本的には機械式換気設備は不要である。また、トンネル内の照明は先に述べたように機能していない。トンネル内通行車輛の安全性の向上と、適切なトンネルの維持管理のため、照明設備を設置することが望ましい。既存の照明設備は、老朽化により落下する可能性があるため、撤去する必要がある。



写真 トンネル No. 2 設備状況

## 6-7 トンネル No. 3 状況

### 6-7-1 トンネル概要

本トンネルは、1981年のソ連時代に建設された延長 694m の道路トンネルである。トンネル No.1 と No.2 と同様な設計になっている。また、終点側付近には施工ときに建設された素堀りの横坑が存在している。



起点側



終点側

写真 トンネル No. 3 坑口状況

### 6-7-2 変状概要

トンネル No.3 は、本業務の調査対象範囲ではないが、DEP30 から、漏水によるつららが落下し死亡事故が発生していることから要請があったため、現地踏査を実施した。以下に踏査した結果、確認された変状概要および問題点を以下に示す。

- トンネル内の漏水が著しく、一部では漏水が流下している箇所も確認された。
- トンネル内の打音調査によると、表面の吹付けコンクリートは堅固であるが、天端にひ



び割れが多く存在していることから、今後詳細な調査が必要である。

- トンネル内に部分的に照明は存在するものの、多くの照明は機能していない。トンネル内通行車輛の安全性の向上および、トンネルの維持管理を適切に行う上でも、坑内の照度を上げる必要があると考える。
- 換気設備や照明設備の支持金具の老朽化により、今後、これらの設備が落下する可能性があるため、早い段階で取り除くことが望ましいと考える。

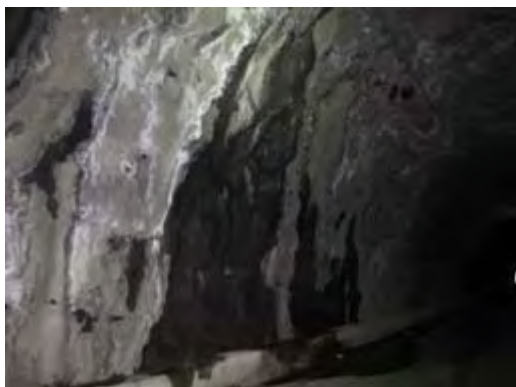


写真 トンネル No. 3 漏水状況



写真 トンネル No. 3 ひび割れ状況

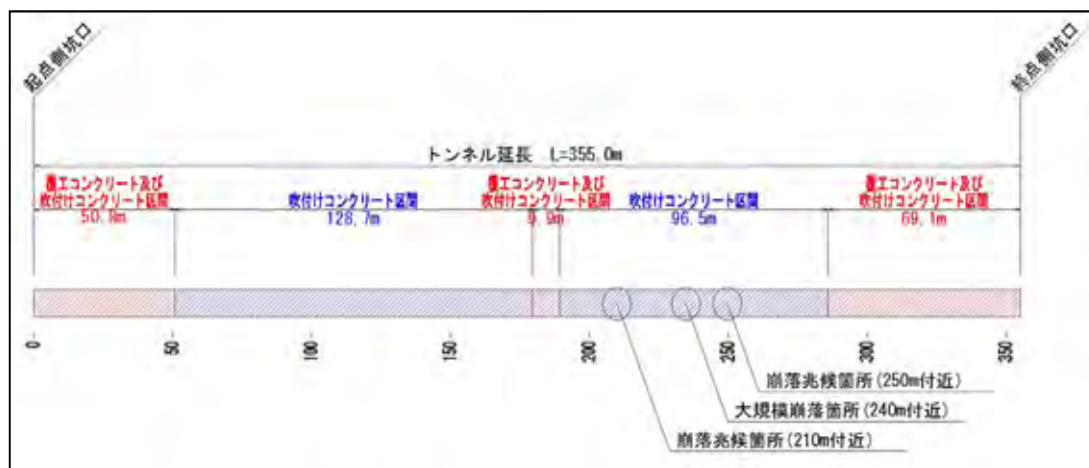
## 6-8 対策工法（案）

今回実施した、遠望目視点検により確認された変状に関する対策工法を、以下の表-30 に示す。これらの対策工法は、あくまで現段階での案であり、今後の詳細調査に基づき、詳細な対策工法を検討する必要がある。

表-30 トンネル対策工法（案）

変状	対策工法	工法概要
漏水	導水樋工	樋材をトンネル内面にアンカーボルトにより接着する工法
	ひび割れ注土工	ポリウレタン等の樹脂をひび割れに注入し、ひび割れの止水を行う工法
うき・はく落	ネット接着工法	FRP製のメッシュシートをアンカーボルトによりトンネル内面に固定し、はく落を防止する工法
ひび割れ	ひび割れ注土工	ポリウレタンやエポキシ等の樹脂をひび割れに注入し、ひび割れの止水を行う工法
崩落	コンクリート内巻き工法	トンネル内面に、型枠を構築し現場打ちコンクリートによりライニングを構築する工法
	ライナープレート工法	H型支保工を補強リングとして、ライナープレートを全周に構築する工法。既設吹付けコンクリートとライナープレートの間隙に発泡モルタルを充填し一体化を図る工法

トンネル No.2 の起点側坑口から 240m 付近の崩落箇所に関しては、支保耐力が不足していることから、上表に示したような工法で既設吹付けコンクリート内側に新たなライニングを構築する必要がある。また、対策工に関しては、起点側坑口から 189.4～285.9m (L=96.5m) 区間に変状が発生していることから、この区間を実施範囲とすることが妥当であると考えられる。しかしながら、実際の対策実施範囲については、今後の調査結果に基づき決定することが重要である。



## 6-9 補修計画策定調査の概要 (案)

### 6-9-1 補修計画調査

本節では、トンネルに関する補修計画を策定するための次回調査の内容について示す。今回実施した遠望目視点検により、トンネル内に崩落やはく落等の変状が確認された。今後、適切に維持管理を行い、状況に応じた対策工を計画するためには、詳細調査が必要である。

詳細調査としては、近接目視点検、打音検査、叩き落としがある。近接目視点検は、点検対象箇所に高所作業車を用いて近接して変状状況を目視観察する調査である。以下に、近接目視点検の際に、特に留意して確認する項目を示す。

近接目視点検の留意項目
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 崩落部の地質状況、崩落状況、吹付けコンクリート厚</li> <li>・ 漏水箇所の漏水発生状況</li> <li>・ 吹付けコンクリートはく落箇所の状況</li> <li>・ ひび割れの幅、密度</li> </ul>

打音検査は、吹付けコンクリートのうき・はく離の状況を確認するために、ハンマー等でコンクリート面を打診し、うき・はく離箇所の有無および範囲を記録する調査である。特に対象トンネルでは、今回実施した遠望目視点検だけではコンクリートの状況が確認できないため、打音によ

りその状況を確認することが重要である。また、うき・はく離が近接目視点検、打音検査により確認された場合に、ハンマー等であらかじめ叩き落としを実施する。詳細調査に関しては、変状箇所付近に近接して作業を行うため、高所作業車が必要となる。



写真 高所作業車による作業状況例

### 6-9-2 現地踏査

今回対象とするトンネルでは、遠望目視点検の結果、崩落やはく離等の様々な変状が確認された。変状が発生した要因を推測するためには、トンネルが存在している地山の性状を的確に把握することが重要となる。そのことから、地質技術者による坑口周辺の地質状況確認ならびに、崩落箇所の地質状況の確認（トンネルNo.2）が必要である。

### 6-9-3 断面測量

トンネルの変状に関する対策工を計画する際には、トンネルの内空形状を適切に把握する必要がある。そのため、トンネル内空断面形状を把握するための横断測量が必要である。トンネル内巻きが必要と考えられるトンネルNo.2の坑口から240m付近では、適切な数量を算出するために、5m間隔で測量を実施することが望ましいと考える。

### 6-9-4 その他調査

本トンネルに関しては、大部分の区間において吹付けコンクリートのみの支保構造となっている。変状原因を推定するためには、可能であれば、吹付けコンクリートのコア抜き等を実施し、吹付けコンクリートの一軸圧縮強度を確認することが望ましいと考える。

### 6-9-5 調査数量

トンネルに関する補修計画を策定するための、次回調査数量を以下の表-31に示す。

表-31 トンネル次回調査数量

項目	単位	数量	備考
トンネル No.1 詳細点検	式	1	
詳細調査	m (m <sup>2</sup> )	313 6,573	近接目視点検、打音検査、叩き落とし
現地踏査	式	1	地質技術者により地質状況の確認
断面測量	断面	16	20m 間隔
トンネル No.2 詳細点検	式	1	
詳細調査	m (m <sup>2</sup> )	355 7,455	近接目視点検、打音検査、叩き落とし
現地踏査	式	1	地質技術者により地質状況の確認
断面測量	断面	33	

断面測量に関しては、詳細調査結果に応じて、数量の見直しが必要である。上記数量表では、トンネル No.1 については、20m 間隔として 16 断面を想定、トンネル No.2 に関しては、崩落箇所を有する吹付けコンクリート区間 (L=96.5m) では、5m 間隔で、その他の区間は 20m 間隔として 33 断面を想定している。また、詳細調査の面積については、断面方向延長 L=21m として算出している。

### 6-10 トンネル点検マニュアル

舗装ならびに橋梁に関しては、既に維持管理マニュアルがあるが、トンネルに関しては作成されていない。今後、トンネルに関しても適切に維持管理を行うためには、点検マニュアルを作成することが重要であると考え。本業務では、今後、円滑に維持管理マニュアルの作成が行われるように、マニュアルの目次 (案) を作成する。

以下の表-32 にトンネル点検マニュアルの目次 (案) を示す。

表-32 点検マニュアル目次 (案)

項目	トンネル点検マニュアルの目次 (案)
1. 適用範囲	・点検マニュアルの適用範囲に関して示す
2. 点検の目的	・点検マニュアルの目的、利用法に関して示す。
3. 用語の定義	・点検マニュアルに示される用語の定義を明確にする。
4. 点検箇所および変状の種類	・点検の対象箇所や、その箇所に見られる代表的な変状に関して示す。 ・点検の対象箇所は変状の種類については、本業務で遠望目視点検を行う。



項目	トンネル点検マニュアルの目次（案）
4.1 覆工（吹付け面）	(1) ひび割れ (2) はく離（うき）・はく落 (3) 漏水・遊離石灰 (4) 付帯構造物
4.2 坑門	(1) ひび割れ (2) はく離（うき）・はく落 (3) 漏水・遊離石灰
4.3 その他	(1) 舗装等 (2) 監視員通路
5. 点検の頻度	・点検を行う頻度に関して示す。
6. 点検の方法	・点検の実施方法について示す。
7. 点検結果の判定方法	・点検を行った結果の判定基準、判定方法について示す。 ・点検の判定区分、判定指標については、本業務で遠望目視点検を行う際に用いた指標を用いる。

## 第7章 補修計画調査（案）の提言

### 7-1 当該調査の目的と位置づけ

当該業務の目的は、円借款供与により建設された道路の援助効果を高め、援助効果を持続的なものにするを旨とする道路改修計画を想定した「援助効果促進調査」である。また、わが国の援助により道路・橋梁改修、維持管理建設機材供与、維持管理能力向上等を目的とした複数のプロジェクトが実施されており、これらの成果を有機的に統合させ「道路・交通セクタープログラム援助」効果の促進をめざすものである。

今回の調査対象区間は、供用後 8 年以上を経て、舗装劣化と破損が進んでおり、一部区間の路盤や路面の緊急補修等が必要となっている。MOTC は、クラックシーリングや一部にオーバーレイ、盛土法面の防護工など道路維持修繕を行っている。しかし、供与機材の老朽化により維持管理能力は充分とは言えない。また、橋梁とトンネルは建設後、ほとんど点検・補修を実施していない。

現在「キ」国では、道路改修後の維持管理は、MOTC の UAD（主要道路局）PLUAD（州道路管理事務所）、DEP（維持管理工事事務所）が実施する。対象道路は、ビシュケクーオシユ道路局と、対象区間は DEP22 と DEP30 で管理されている。MOTC の道路補修は、路面補修にとどまっており、補修工法は現有の老朽化した維持管理機材で、決められたオーバーレイ厚で実施している。このため、道路に再度沈下が生じており、現状の交通に耐えることができず、同一箇所での路面補修を繰り返している。抜本的な道路維持管理のためには、沈下、破損の原因と舗装残存強度の推定、設計交通量の予測からの舗装設計と補修・改修の実施など高度な技術と経験を必要とする。MOTC の維持管理能力向上と自立性が、事業効果の持続性確保の鍵となっている。

道路維持管理能力向上のため、JICA は MOTC に「道路維持管理能力向上プロジェクト（技プロ）」を 2008 年 3 月から実施しており、現在 3 年目に入り、その成果がパイロットプロジェクトの実施地区では確実なものとなっている。今回の調査は、本技プロでの成果を地方に普及させるためのモデル事業として捉え、調査を実施するものとした。今後、これら実施機関・人材の維持管理能力向上による自立性を図り、援助効果の促進と持続性をさらに発展させる必要がある。また、他ドナーも道路維持管理に援助を行っており、協調が必要である。以上から、本調査（第 1 次調査）から補修計画調査（第 2 次調査）の目的を以下とする。

補修計画調査の目的
(1) 援助効果の持続性のため維持管理能力の向上
(2) 道路補修計画策定のための詳細調査
(3) 技プロ成果を取り入れた道路補修計画の提言
(4) 道路・橋梁の長寿化のための予防保全を導入
(5) 援助効果の拡大を図る今後の道路ネットワーク上のボトルネック解消策の提言

## 7-2 補修計画作成調査の基本方針

### 7-2-1 補修計画策定のための基本方針

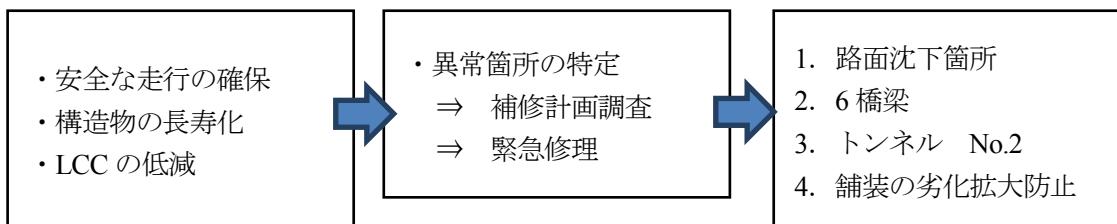
第1次調査の結果を踏まえ、上記調査の目的を達成するための、補修計画調査の基本方針を以下とする。

補修計画調査の基本方針	
1.	第1次調査で特定された異常箇所を中心に詳細調査を実施する
2.	交通事故防止と安全走行確保のため異常箇所での緊急補修をおこなう
3.	技プロのパイロットプロジェクトを適用する
4.	大型補修工事には、工事計画をたてる
5.	緊急および中期補修計画を策定する
6.	効率的な最新補修工法を導入し予防保全を計画する
7.	キルギスの現状にあった点検・評価手法と実施体制の確立する（場合により調査・点検機材購入を検討する）
8.	維持管理の適切な予算配分のため路面破損の劣化予測の精度の向上させる
9.	「キ」国側予算および技術能力にあった「道路アセット・マネジメント」導入の基礎的技術の確立と人材育成を検討する
10.	維持管理機材の修理・更新により、DEPの維持管理能力の向上を検討する

### 7-2-2 異常箇所の緊急補修

#### (1) 異常箇所の特定

第1次調査の結果、路面沈下や段差など交通事故の多発地点、橋梁やトンネルで損傷が構造物の重大破損につながる箇所、路面の破損劣化が発展し、舗装の全面改築を行う必要のあるこれら「箇所」を、緊急補修と調査が必要な箇所として特定した。



注：LCC：ライフサイクルコスト

#### (2) 路面沈下箇所の原因推定と調査内容

沈下や段差の箇所は、37か所ある。①大規模盛土部の沈下、②カルバート部の天端埋戻し部の沈下、③盛・切土箇所の盛土部沈下、④橋梁踏みかけ版での段差である。これら箇所に対して、車輛走行安全の確保のため、緊急の舗装補修（路床を含む）の実施を計画す

る。地盤沈下が、地すべりや軟弱地盤の圧密沈下で発生していると推定された場合、観測のため沈下観測を継続する。地盤沈下が観測された場合、本格的な工事が必要であるため、大規模道路改築の調査を検討する。

第1次調査は、調査結果を踏まえて道路補修計画を策定するデータ提示し、準備をするものであり、「道路舗装の路面調査」、「走行性調査」と「破損原因の可視判断」が主要項目となっている。また、舗装劣化調査は、VIMS（Vehicle Intelligent Monitoring System）調査と目視調査による路面性状から、舗装破損箇所と原因を想定した。

補修計画調査では、特定された破損箇所、舗装掘削、DCP（Dynamic Cone Penetrometer）調査、現場 CBR（California Bearing Ratio）調査、舗装構造調査と土質試験、たわみ調査等を行うことが必要である。これらの結果から、残存舗装強度を測定し、技プロで作成した「アスファルト舗装維持修繕設計マニュアル」等の適用により改修工法を決定する。

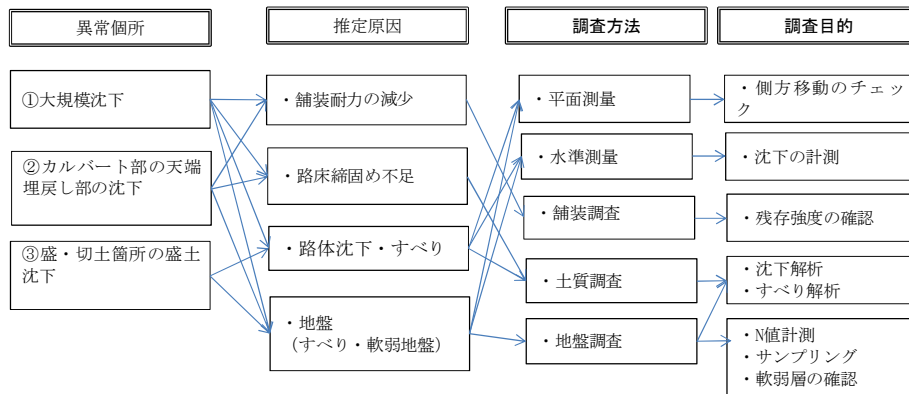


図-25 沈下箇所の原因推定と調査方法

### (3) 緊急補修を必要とする橋梁

緊急補修を必要とする橋梁は、17 橋梁の内、健全度が D3 と D4 と判断された 6 橋梁を対象とする。詳細点検ののちに、補修計画を策定する。このため、足場を用意し、近接点検を行う。同時に本足場を利用して、緊急の補修の実施を計画する。

### (4) トンネル No. 2 の天端崩落箇所

トンネルは、目視による調査を行ったが、トンネルの健全度判定から、全面的な点検調査の必要性が確認された。特に、トンネル No.2 の地質断層に起因すると想定される天端や側壁の連続崩落箇所は、今後崩落が進展しトンネルの交通が阻害される恐れが大きいため、重点的な調査と、緊急の補修計画が必要である。このため、詳細点検とコンクリート巻立て工法等大規模補修を想定した工事計画を策定する。

### (5) 予防保全計画策定のための舗装劣化詳細調査

路面状況は、IRI 計測や MCI 評価によると、比較的良好であるが、一部区間はすでに劣

化による破損が始まっており、補修の必要性がある。舗装劣化は今後進んでいくと予想されるため、予防保全として、小破損の段階で補修をし、破損の進行防止と大きな補修費用の節約をする必要がある。このことで、維持管理コストの縮減を図り、同時に舗装寿命の増加を計る。

本調査では、目視によるひび割れ等計測を実施したが、構造的な計測が必要である。可能であれば、FWD 等の計測の適用を行う。同時に、画像処理による路面破損（クラック・ポットホール等）の詳細な計測と解析を行い、舗装劣化の推定を行う。この結果を利用して予防保全に基づく長期補修計画を策定する。

### 7-2-3 中期の補修計画の策定

緊急補修と、第 2 次詳細点検調査に基づき、中期補修計画を策定する。この際、予防保全を基本とした「道路アセット・マネジメント」を検討する。

補修計画調査では、補修工事の内容、緊急補修の実施、大規模補修の工事基礎調査を検討し、中期的な補修計画を策定する。JICA・ADB の道路改修事業として、「道路舗装工事」が実施されたが、舗装については、供用後すでに 8 年以上（2007 年 WB 調査データからは 11 年の区間もある）経過しており、補修計画の基本を「道路維持修繕工事」と「アスファルト維持修繕工事」<sup>2</sup>とする。また、橋梁補修工事とトンネル補修工事は、緊急修繕と工事型の補修計画を策定する。工事・工種内容を以下の表に提示する。

表-33 道路改修計画における工種区分と工種

工種区分	工種	補修計画調査	工事調査
道路維持修繕工事	打ち換え工	補修工事	舗装劣化調査
	路上表層再生工	補修工事	舗装劣化調査
	路上路盤再生工	補修工事	舗装劣化調査
	安定処理路盤工（セメント）	補修工事	舗装劣化調査
	オーバーレイ	補修工事	舗装劣化調査
	薄層オーバーレイ	補修工事	舗装劣化調査
	わだち掘れオーバーレイ	補修工事	舗装劣化調査
	表層処理工	緊急補修	MOTC で実施
	パッチング	緊急補修	MOTC で実施
	構造物段差すりつけ*	一部緊急補修	工事調査
道路改修工事	路面沈下対策工	一部緊急補修	緊急補修
	法面工	一部緊急補修	緊急補修
橋梁改修工事	床板補強工	補修工事	工事調査
	橋梁補強工	補修工事	工事調査
	橋梁補修工	緊急補修	緊急補修
トンネル改修工事	トンネル漏水対策工	-	工事調査
	はく離落下対策工	-	工事調査

出典：JICA 調査団

<sup>2</sup> アスファルトの舗装の維持修繕工法はアスファルト舗装要綱による。

## 7-2-4 技プロとの連携

「キ」国では、現在ナリン州コチコールをパイロットサイトとして「道路維持管理能力向上プロジェクト（技プロ）」（2008年3月～2011年9月）を実施中であり、最終的にはキルギス全土に普及することを目標として、道路台帳整備、道路設計基準適用マニュアル、道路維持管理にかかる工事監理技術の向上等に取り組んでいる。本技プロでは、今回の調査で活用できる「道路点検マニュアル」、「橋梁点検マニュアル」、「法面点検マニュアル」と、補修のための「アスファルト舗装補修設計マニュアル」、「橋梁補修マニュアル」を作成し、パイロットプロジェクトとして道路維持・補修工事を実施してきた。さらに、路面性状調査（VIMS）を導入した、効率的な点検と補修計画の策定を指導してきた。図-26に示す技プロの維持管理サイクルでは、「道路破損評価」をVIMSにより行い、破損状況を2段階に評価し、第1段階では、通常の維持管理でできる小規模評価と、第2段階では改修・改築が必要な中・大規模評価に分け、詳細調査内容と工事内容を明示している。

補修計画調査では、技プロの成果と調査に有用な情報を整理し、調査後には得られた調査結果を技プロに反映させる方法を検討する。

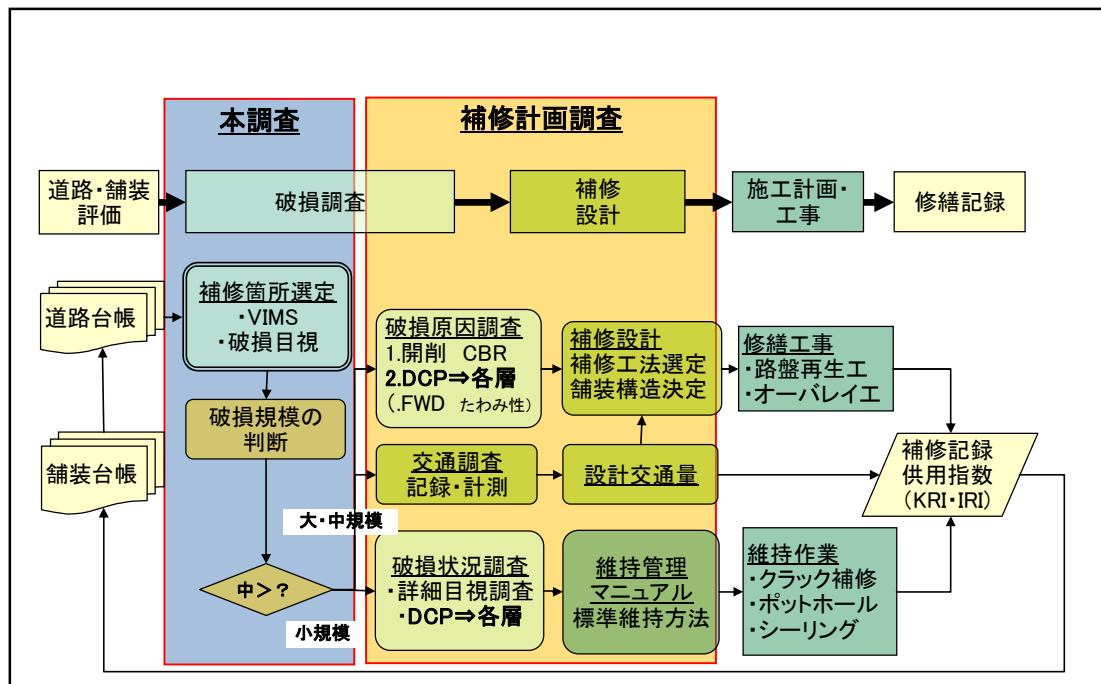


図-26 技プロの維持管理サイクルと補修計画の連携

## 7-2-5 現状にあった点検・評価手法と実施体制の確立（調査機材購入を含める）

道路走行性は現在極端に悪化していないが、一部路面陥没などの箇所がある。また、補修はしているが劣化していくことが予想される。このため、ビシュケクーオシュ道路局（UAD）に、評価手法を伝える必要がある。補修計画調査は、点検手法と評価手法の向上にポイントを置く。このため、補修計画調査では、キルギスの現状にあった道路点検・評価手法を確立する。また、



必要に応じて調査・点検機材の購入を検討する。

## 7-2-6 道路ネットワークのボトルネックの解消

### 想定される今後のボトルネックと対策

- ・ ADB 区間の維持管理体制の確立
- ・ 交通容量の制限されている道路区間の改善
- ・ 広域道路ネットワークによる「冬期交通の保障」の確立

道路効果はネットワーク効果として発揮されるため、ネットワーク上のボトルネックを解消することで、更なる効果の拡大を検討する。対象道路は、ビシュケクーオシュ間 (L=650 km) の中央区間 (248km~412km、L=164km) である。この区間の前後は ADB が援助しており、全体区間の維持管理体制が不十分であると、対象道路の道路整備効果が発現しない。

また、道路、トンネル、橋梁等構造物の将来交通への容量不足、山岳部の災害危険地帯、ビシュケク市進入部での渋滞がボトルネックとなる。特に、ビシュケク市郊外の 2 車線区間が、市街地 4 車線区間入り口まで交通混雑が急速に進んでおり、都市交通の増加から、早急な 4 車線幅への対応が必要となると考えられる。

## 7-2-7 VIMS 導入の効果と本プロジェクトでの利用方法について

### (1) VIMS 調査と破損調査の位置づけ

VIMS は路面性状をあらわす指標である IRI (国際ラフネス指標) を低コスト、容易かつ迅速に測定するために、東京大学大学院工学系研究科橋梁研究室で研究・開発が行われている計測機器である。「キ」国では、2008 年に「道路維持管能力向上プロジェクト」により VIMS が導入され、MOTC に対して、VIMS 操作と解析手法の運営指導が行われた。今後、計測を持続するための施策と体制の整備を行い、VIMS によって得られたデータおよび解析結果を保全予防の観点から維持管理計画を策定することが必要である。このため、路面の可視性状と可視損傷を計測し、画像処理ができる手法の補修計画調査で適用を検討する。

第 1 次調査では、VIMS 調査と道路破損目視調査による結果の相関性を解析した。VIMS 調査で、道路破損現状が推定できるよう考慮するため、異常箇所について、VIMS 調査による IRI と、ひび割れ率、わだち掘れを MCI 指標で評価し、結果を技プロで作成した道路台帳フォームに記録した。第 2 次調査では VIMS による路面性状調査と可視性状の可視調査を平行に計測し、広範な道路での道路アセットマネジメントへの適用手法を検討する。

さらに、中央アジアでの道路維持管理計画への利用を検討する。アジア開発銀行（ADB）が現在実施中の性能規定を導入した「道路維持管理プロジェクト」や、WB「道路アセットマネジメント」（今年度から開始）に、VIMS 計測の活用が考慮されており、わが国の技術援助が国際的に展開している。キルギスで事例を確立することで、中央アジア周辺諸国での道路維持管理能力向上の展開の具体的手法の確立が期待できる。また、他ドナー（特に WB）の高い期待に応えられるものと考えられる。

#### 本調査で確認された VIMS の活用方法と補修計画調査での適用

1. ミクロ的な利用：道路修繕必要箇所決定と路面性状による破損調査測点と閾値の利用
2. マクロ的な利用：道路網の走行性指数として道路整備基準値としての利用
3. 補修計画調査：計画への適用、例えば WB「道路アセットマネジメント」等全国・地域的な道路維持管理計画への利用を検討する
4. 中央アジアで道路維持管理計画への利用の検討

### 7-3 今後の補修計画策定調査の提言

#### 7-3-1 留意点

補修計画調査の留意点は以下である。

1. 路面沈下箇所は、沈下原因調査とともに、交通安全の観点から舗装緊急補修を行う。
2. 橋梁は、破損箇所の緊急修理を、モデル工法の導入として行う。
3. トンネルは、維持修繕では対応できないので、工事を想定した調査とする。
4. 舗装は、劣化促進の調査に基づき、維持修繕計画を策定する。
5. 維持管理能力を向上させる維持管理機材更新計画を策定する。

#### 7-3-2 調査期間

冬期の現場作業休止区間を含め、28ヶ月で検討した。2年次にわたる調査となる。

#### 7-3-3 調査内容

##### (1) 上位目標

- ① 道路の安全で円滑な交通が確保される
- ② 構造物が長寿化し、ライフサイクルコストが軽減し、維持管理予算が軽減する



## (2) プロジェクト目標

道路整備の援助効果が促進し、持続する

## (3) 成果

- ① 持続性のための維持管理能力が向上する
- ② 技プロの成果を取り入れた道路補修計画を提言する
- ③ 道路の長寿化のために予防保全を導入する
- ④ ライフサイクルコストが軽減する
- ⑤ キルギスの現状にあった道路アセットマネジメント（RAM）を導入する
- ⑥ 交通事故対策を実施する
- ⑦ 道路ネットワーク上のボトルネック解消策を提言する

## (4) 活動

- ① 道路補修計画策定のための詳細調査を行う
- ② 交通事故防止と安全走行確保のために異常箇所での緊急補修を行う
- ③ 技プロのパイロットプロジェクトの成果を適用する
- ④ 大型補修工事の工事計画を立てる
- ⑤ 中期補修計画を策定する
- ⑥ 予防保全に効果的な最新補修工法を導入する
- ⑦ 点検手法と実施体制を確立する
- ⑧ 調査・点検用機材を購入する
- ⑨ キルギスの現状にあった構造物健全度の評価手法を確立する
- ⑩ RAMの基礎技術の確立と人材育成をおこなう
- ⑪ DEPの維持管理機材の修理・更新計画を策定する
- ⑫ 路盤沈下箇所を補修する
- ⑬ 健全度の低い6橋梁を補修する
- ⑭ No.2 トンネルの詳細修復計画を策定する
- ⑮ 舗装劣化の防止を計画する

## (5) 第1年次調査

1. 国内準備作業：
  - 1.1 事業計画の策定（1ヶ月）
  - 1.2 緊急補修の準備：資機材購入と現地搬入、現地委託業務準備（3ヶ月）
2. 第1次現地調査
  - 2.1 現地調査計画策定と準備（1ヶ月）

- 2.2 緊急補修計画策定と準備 (1 ヶ月)
- 2.3 第1次詳細調査の実施 (7 ヶ月)
  - 2.3.1 路面沈下詳細調査 (その1)
  - 2.3.2 舗装詳細調査 (その1)
  - 2.3.3 道路詳細調査 (その1)
  - 2.3.4 橋梁詳細調査 (その1)
  - 2.3.5 トンネル詳細調査 (その1)
  - 2.3.6 舗装詳細調査 (その1)
  - 2.3.7 交通調査 (その1)
  - 2.3.8 交通安全対策調査 (その1)
  - 2.3.9 環境影響評価 (その1)
  - 2.3.10 道路維持管理機材更新計画調査
  - 2.3.11 第1次調査報告書の作成
- 2.4 第1次緊急補修の実施 (7 ヶ月)
  - 2.4.1 大規模路面沈下補修指導 (その1)
  - 2.4.2 健全度の低下した橋梁補修指導 (その1)
  - 2.4.3 舗装補修指導 (その1)
  - 2.4.4 道路補修指導 (その1)
  - 2.4.5 第1次緊急補修報告書の作成
- 2.5 調査・点検機材の購入

## **(6) 第2年次調査**

- 1. 国内準備作業：
  - 1.1 事業計画の策定 (1 ヶ月)
- 2. 第2次現地調査
  - 2.1 現地調査計画策定と準備 (1 ヶ月)
  - 2.2 緊急補修計画策定と準備 (1 ヶ月)
  - 2.3 第2次詳細調査の実施 (6 ヶ月)
    - 2.3.1 路面詳細調査 (その2) および沈下計測
    - 2.3.2 舗装および劣化調査 (その2)
    - 2.3.3 道路アセットマネジメント導入調査
    - 2.3.4 橋梁詳細調査 (その2)
    - 2.3.5 トンネル工事計画調査
    - 2.3.7 交通調査 (その2)
    - 2.3.9 環境評価調査

- 2.3.10 第2次調査報告書の作成
- 2.4 第2次緊急補修の実施
  - 2.4.1 大規模路面沈下補修指導（その2）
  - 2.4.2 健全度の低下した橋梁補修指導（その2）
  - 2.4.3 舗装補修指導（その2）
  - 2.4.4 道路補修指導（その2）
  - 2.4.5 第2次緊急補修報告書の作成
- 2.5 道路維持管理中期計画の策定
  - 2.5.1 道路・舗装維持管理計画
  - 2.5.2 道路アセットマネジメント導入計画
  - 2.5.3 路面沈下・段差補修計画およびマニュアル
  - 2.5.4 橋梁補修維持管理計画およびマニュアル
  - 2.5.5 トンネル補修計画および点検・維持管理マニュアル
  - 2.5.7 維持管理機材計画
- 2.6 業務完了報告書

7-3-4 調査工程（案）

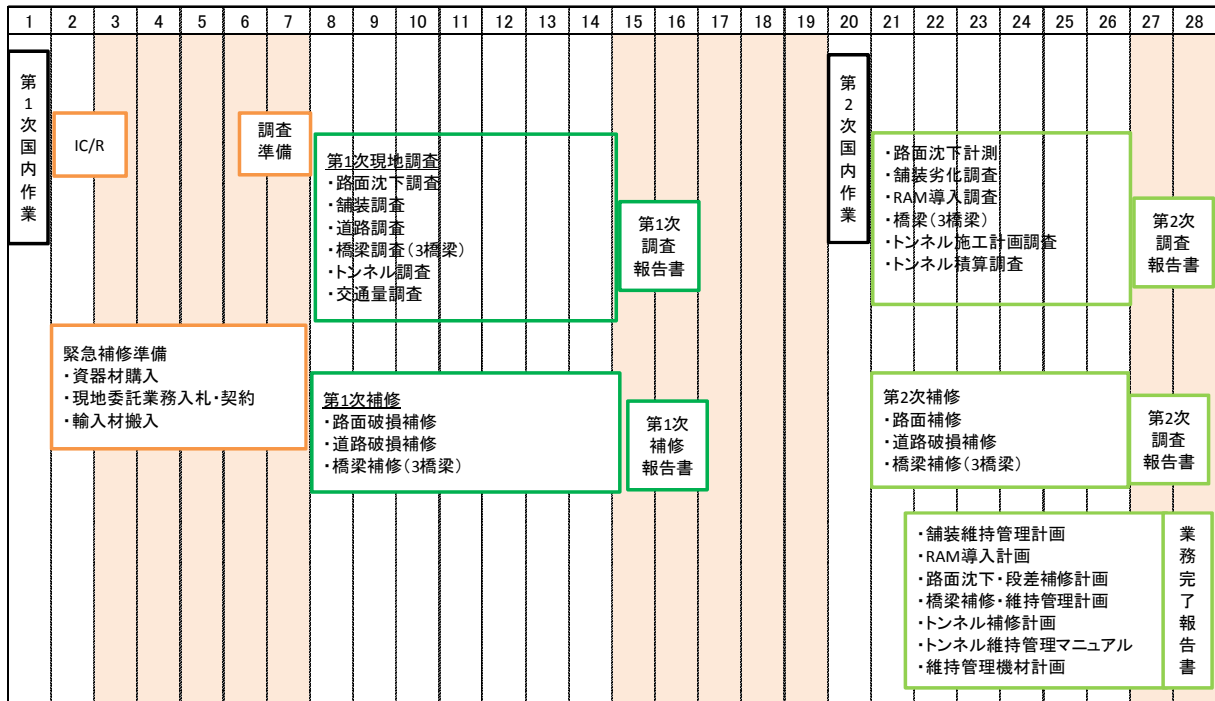


図-27 補修計画の調査工程（案）

### 7-3-5 調査に必要な要員

必要な要員は以下である。

担当	業務内容	備考
総括・補修計画	業務統括・補修計画策定	
路面補修調査・設計	路面沈下調査・補修設計	
路面補修施工計画	路面沈下補修施工計画・指導	
道路補修調査・設計	斜面・法面・排水調査・補修設計	
道路補修施工計画	斜面・法面・排水補修施工計画・指導	
舗装補修調査・設計	舗装劣化分析調査・補修設計	
舗装補修施工計画	舗装補修施工計画・指導	
路面性状調査	VIMS・破損画像調査・解析	
橋梁補修調査・設計	橋梁破損詳細調査・補修設計	
橋梁補修施工計画	緊急補修施工計画・指導	
トンネル補修調査・設計	トンネル詳細調査・補修設計	
トンネル地質調査・設計	トンネル詳細調査・補修設計	
トンネル補修施工計画	トンネル補修施工計画・指導	
交通調査	交通量調査	
維持管理機材計画	維持管理機材の調査・更新計画	
環境影響評価	大規模補修工事の環境影響評価（トンネルを想定）	
業務調整	契約・業務調整	
現地通訳・翻訳	現地雇上	
CAD	現地雇上	
タイピスト	現地雇上	

# 資 料

## 1. 道路台帳作成例

Название проекта: **JICA, Исследование по определению эффективности содействия по ремонту дороги Бишкек-Ош**

Project name: **JICA, SAPS Survey for Bishkek - Osh Road Rehabilitation Project in Kyrgyz Republic**

А/дорога: **Бишкек - Ош / Road: Bishkek - Osh**

Участок / Section: **км 312+800 - км 314+300**

**ДЭП 23**

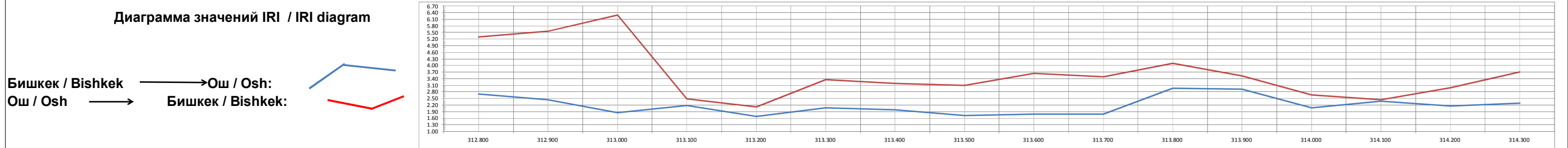
5 Апреля 2011 / 5 April 2011



Строительство, реабилитация / Construction, rehabilitation: Дорога построена в 1964 году; работы по реабилитации выполнены в Ноябре 2005 года / Road constructed in 1964, rehabilitated in November, 2005

Записи о ремонте / Repair history: 2009, 2010 год: Повторная укладка дорожной одежды на участках км 312+900 и км 313+200 / Twice overlay repair of 312KM+900 and 313KM+200 in 2009 and 2010

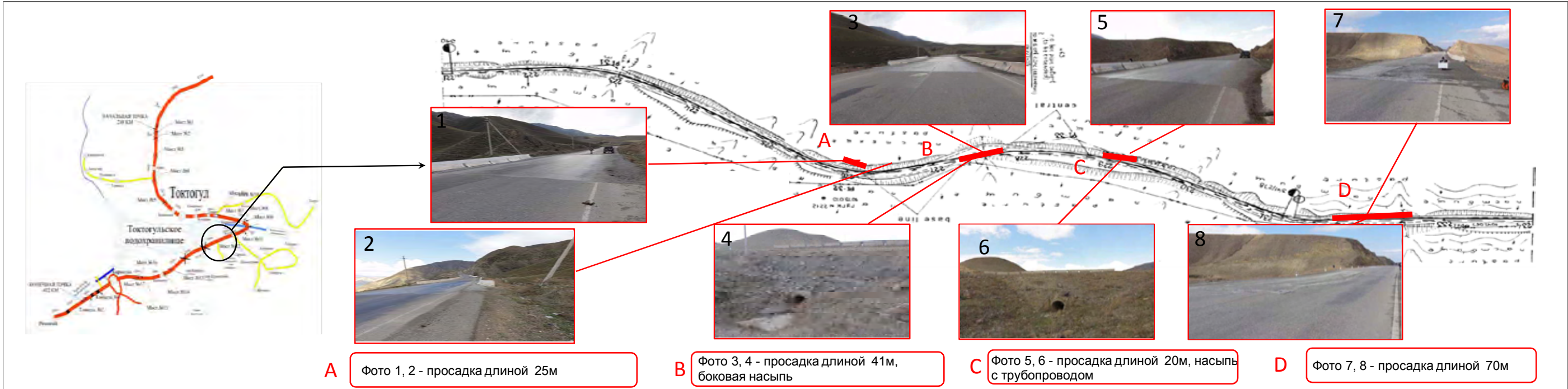
Местоположение / Distance	км 312+900		км 313+100		км 313+200		км 313+300		км 313+400		км 313+500		км 313+600	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ширина дорожного покрытия / Pavement width	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ширина обочины (лев/прав) / Shoulder width (left/right)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Цикл тех. Обслуживания / Maintenance Cycle Index MCI	5.4	5.0	5.8	5.4	4.9	9.4	9.5	9.5	9.0	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5



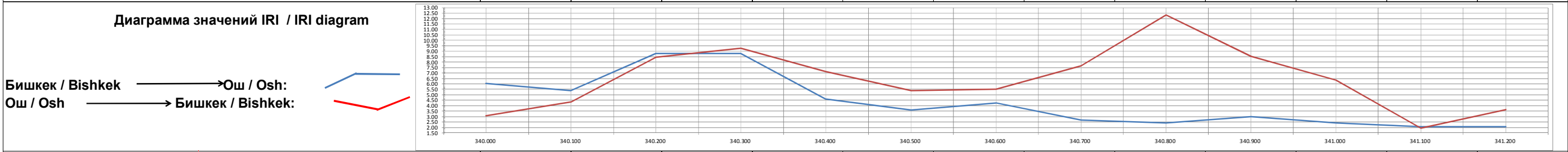
Трещины / Cracks, (%)	14-29	27	21	9-29	9-29									
Ямы / Potholes, (см x см)		25 x 40												
Повреждение структуры дороги / Road structural damage														
Состояние обочин / Shoulders condition														
Состояние откосов / Condition of slopes														
Состояние дренажа / Condition of drainage														
Интенсивность дв-ия, (авт/сут.) / Traffic data, (veh/day)	По данным на 19 Апреля 2011 года: 2184 / As for the 19 April 2011: 2184													

Название проекта: **JICA, Исследование по определению эффективности содействия по ремонту дороги Бишкек-Ош**  
 Project name: **JICA, SAPS Survey for Bishkek - Osh Road Rehabilitation Project in Kyrgyz Republic**  
 A/дорога: **Бишкек - Ош / Road: Bishkek - Osh**  
 Участок / Section: **км 340+000 - км 341+200 ДЭП 30**

5 Апреля 2011 / 5 April 2011



Записи о ремонте / Repair history	Следы ремонта дорожного покрытия / Signs of surface repair works											
					км 340+550	км 340+705		км 340+930		км 341+030		
Местоположение / Distance												
Ширина дорожного покрытия / Pavement width	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ширина обочины / Shoulder width	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Цикл тех. Обслуживания / Maintenance Cycle Index MCI	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.0	9.4	8.9	9.4	9.0	9.0	9.3



Трещины / Cracks, (%)												
Ямы / Potholes, (см x см)												
Повреждение структуры дороги / Road structural damage												
Состояние обочин / Shoulders condition												
Состояние откосов / Condition of slopes												
Состояние дренажа / Condition of drainage												
Интенсивность дв-ия, (авт/сут.) / Traffic data, (veh/day)	По данным на 14 Апреля 2011 года: 1839 / As for the 14 April 2011: 1839											