

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  
関する第二次援助効果促進調査  
(SAPS)  
ファイナル・レポート

平成 24 年 10 月  
(2012 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
12-006

# 目 次

目 次

位置図

図表リスト／略語集

	頁
<b>第1章 調査の目的及び内容</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.....	2
1-4 相手国実施機関.....	2
1-5 調査の範囲 .....	3
<b>第2章 調査実施の方法</b> .....	<b>4</b>
2-1 調査工程.....	4
2-1-1 調査工程.....	4
2-1-2 業務全体のフローチャート.....	4
2-2 国内作業（事前準備） .....	6
2-2-1 業務実施計画の検討とインセプション・レポートの作成.....	6
2-3 現地調査（2011年3月中旬～6月中旬） .....	6
2-3-1 インセプション・レポートの説明・協議及び協力依頼.....	6
2-3-2 実地調査の範囲の確認.....	6
2-3-3 路面調査.....	6
2-3-4 橋梁調査.....	11
2-3-5 トンネル調査 .....	14
2-3-6 過積載車両取締り体制整備計画の作成 .....	19
2-3-7 維持管理機材の修理・更新計画の作成 .....	20
2-4 セミナーの実施.....	21
<b>第3章 対象道路一般概況</b> .....	<b>22</b>
3-1 調査対象道路.....	22

3-2	ビシユケクーオシユ道路建設及び改修履歴	22
3-3	道路・舗装構造	24
3-4	道路維持管理の現況と課題	25
3-4-1	路面維持管理	25
3-4-2	橋梁維持管理	25
3-4-3	トンネル維持管理	25
<b>第4章</b>	<b>調査結果</b>	<b>26</b>
4-1	路面調査	26
4-1-1	沈下箇所	26
4-1-2	その他損傷箇所	28
4-2	橋梁調査	31
4-2-1	橋梁の主な損傷	31
4-2-2	各橋梁の損傷状況	35
4-2-3	調査対象橋梁の主な損傷原因	39
4-3	トンネル調査	43
4-3-1	トンネル概要	43
4-3-2	地質状況	44
4-3-3	トンネル構造	45
4-3-4	変状状況	47
4-3-5	崩落箇所の地質状況	50
4-3-6	トンネル健全度評価	55
<b>第5章</b>	<b>補修計画</b>	<b>57</b>
5-1	路面	57
5-1-1	詳細調査箇所の補修計画	57
5-1-2	その他調査箇所の補修計画	75
5-1-3	補修内容に応じた補修の実施体制	76
5-1-4	概算工事費算出	78
5-1-5	KP357+800の補修計画	81
5-2	橋梁	83
5-2-1	損傷程度による補修の優先順位付け	83
5-2-2	補修工・対策工計画の方針	88

5-2-3	補修方法の検討 .....	88
5-2-4	補修・対策内容に応じた実施体制.....	93
5-2-5	補修・対策工の数量算出及び概略積算 .....	94
5-3	トンネル.....	96
5-3-1	変状原因の推定 .....	96
5-3-2	補修計画方針 .....	98
5-3-3	補修工法計画 .....	98
5-3-4	施工計画.....	110
5-3-5	概算工事費.....	113
5-3-6	補修工法まとめ .....	113
5-3-7	今後の留意事項 .....	116
5-3-8	トンネル No.1 について .....	117
<b>第6章</b>	<b>維持管理計画.....</b>	<b>118</b>
6-1	維持管理計画策定手法 .....	118
6-1-1	維持管理計画策定の目的 .....	118
6-1-2	計画立案に必要な要素 .....	118
6-2	路面維持管理計画 .....	123
6-2-1	策定手法.....	123
6-2-2	短期維持管理計画 .....	124
6-2-3	中長期維持管理計画 .....	125
6-3	橋梁維持管理計画 .....	132
6-3-1	短期維持管理計画 .....	132
6-3-2	長期維持管理計画 .....	133
6-3-3	維持管理スケジュール .....	134
6-4	トンネル維持管理計画 .....	135
6-4-1	短期維持管理計画 .....	135
6-4-2	中長期維持管理計画 .....	137
<b>第7章</b>	<b>過積載車両取締り体制整備計画.....</b>	<b>143</b>
7-1	過積載車両取締り体制の現状 .....	143
7-1-1	法律の改定.....	143
7-1-2	組織.....	144
7-1-3	荷重計、軸重計の設置状況.....	145

7-1-4	交通量.....	146
7-1-5	ソスノフカ計測所の現状.....	147
7-1-6	カラクル計測所の現状.....	148
7-2	過積載車両取締り体制整備計画.....	149
7-2-1	荷重計設置計画（全体計画）.....	149
7-2-2	ビシユケク-オシユ道路での設置計画.....	149
7-2-3	設置計画の優先度付けについて.....	149
7-2-4	荷重計の種類.....	150
7-2-5	過積載車両取締り体制整備計画.....	151
<b>第8章</b>	<b>維持管理機材の修理・更新計画.....</b>	<b>152</b>
8-1	維持管理機材の現状.....	152
8-1-1	ビシユケク-オシユ道路維持管理局.....	152
8-1-2	保有機材一覧.....	153
8-1-3	DEP9の業務内容と必要機材.....	155
8-1-4	DEP23の業務内容と必要機材.....	157
8-1-5	DEP30の業務内容と必要機材.....	158
8-1-6	橋梁、トンネル点検車.....	159
8-2	維持管理機材の修理・更新計画.....	160
8-2-1	現状設備の問題点.....	160
8-2-2	修理・更新計画の考え方.....	160
8-2-3	維持管理機材選定の基本方針.....	160
8-2-4	機材内容の選定.....	162
8-2-5	機材の基本仕様と台数.....	163

(別冊資料集)

1. 路面調査

1-1 詳細調査箇所の現況

1-2 その他調査箇所の現況

1-3 詳細調査箇所の補修計画、数量表

2. 橋梁調査

2-1 調査橋梁の現況

2-2 調査橋梁の補修計画、数量表

3. トンネル調査

3-1 調査トンネルの現況

3-2 調査橋梁の補修計画、数量表

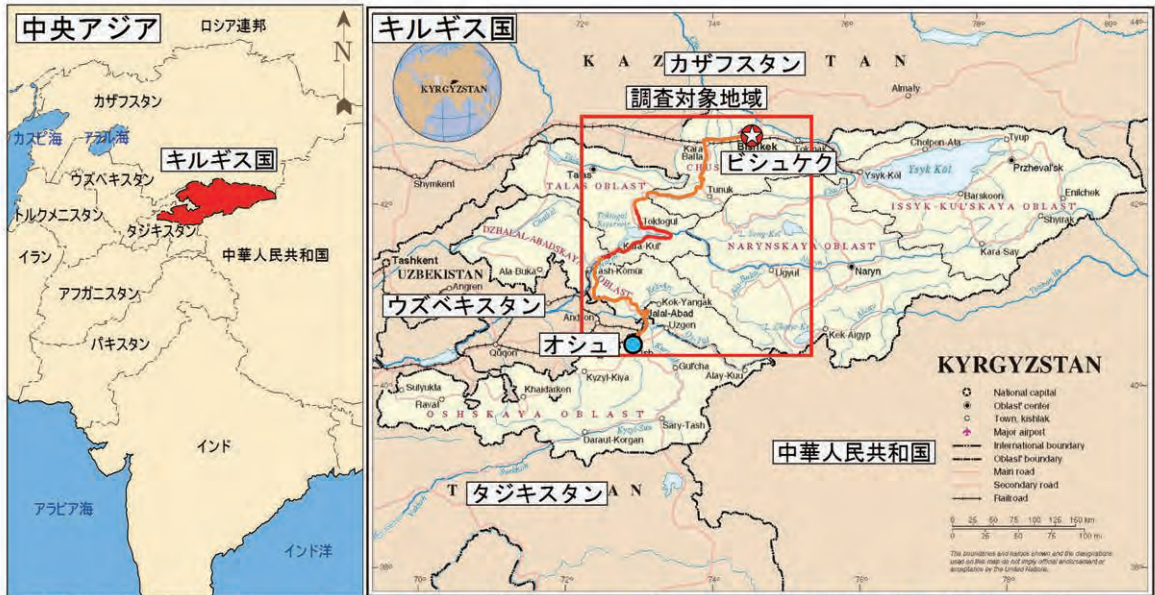
4. 過積載車両取締り体制

4-1 関連法

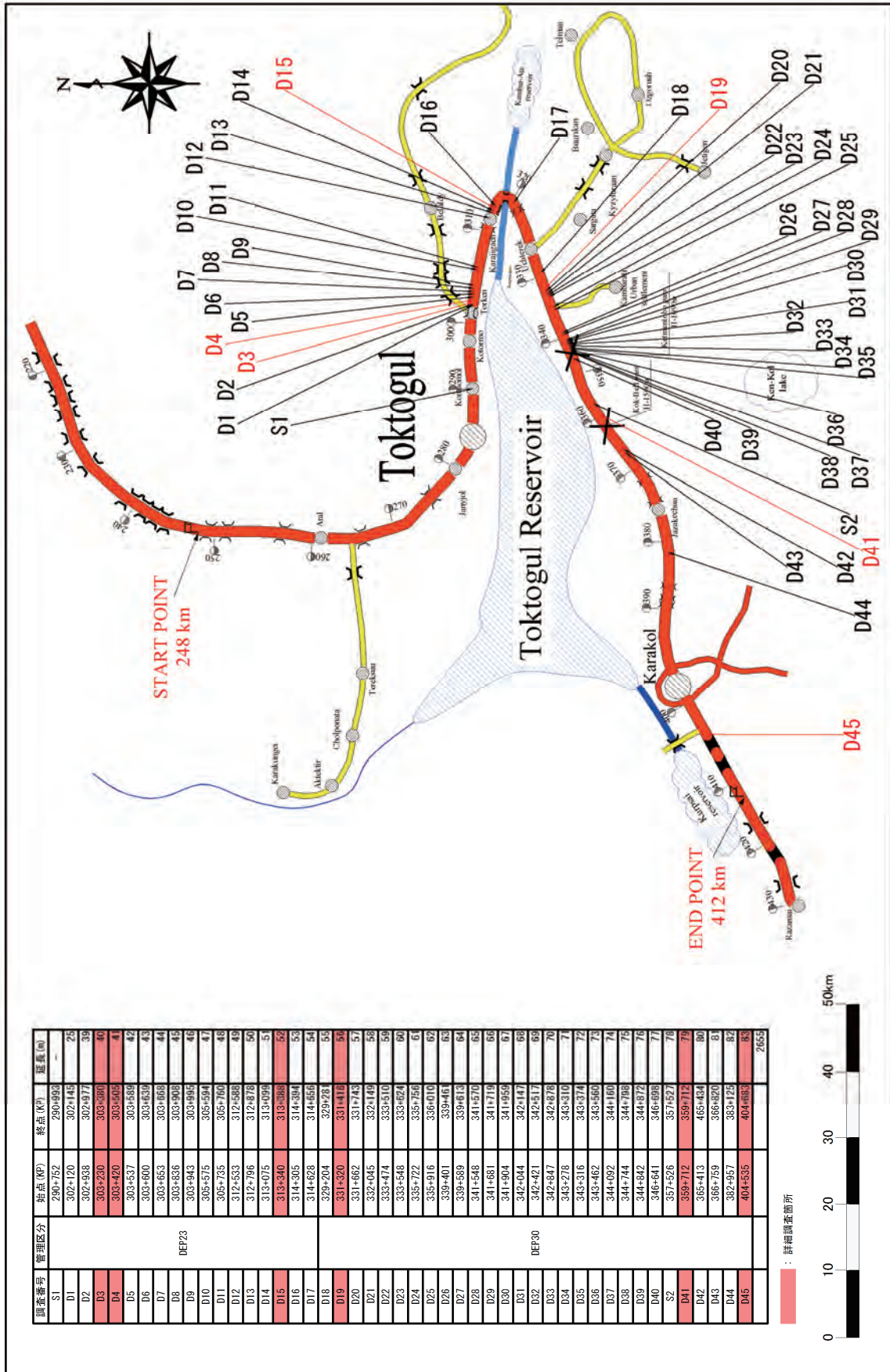
4-2 最大過積載重量表示図

5. 維持管理機材

5-1 保有機材リスト

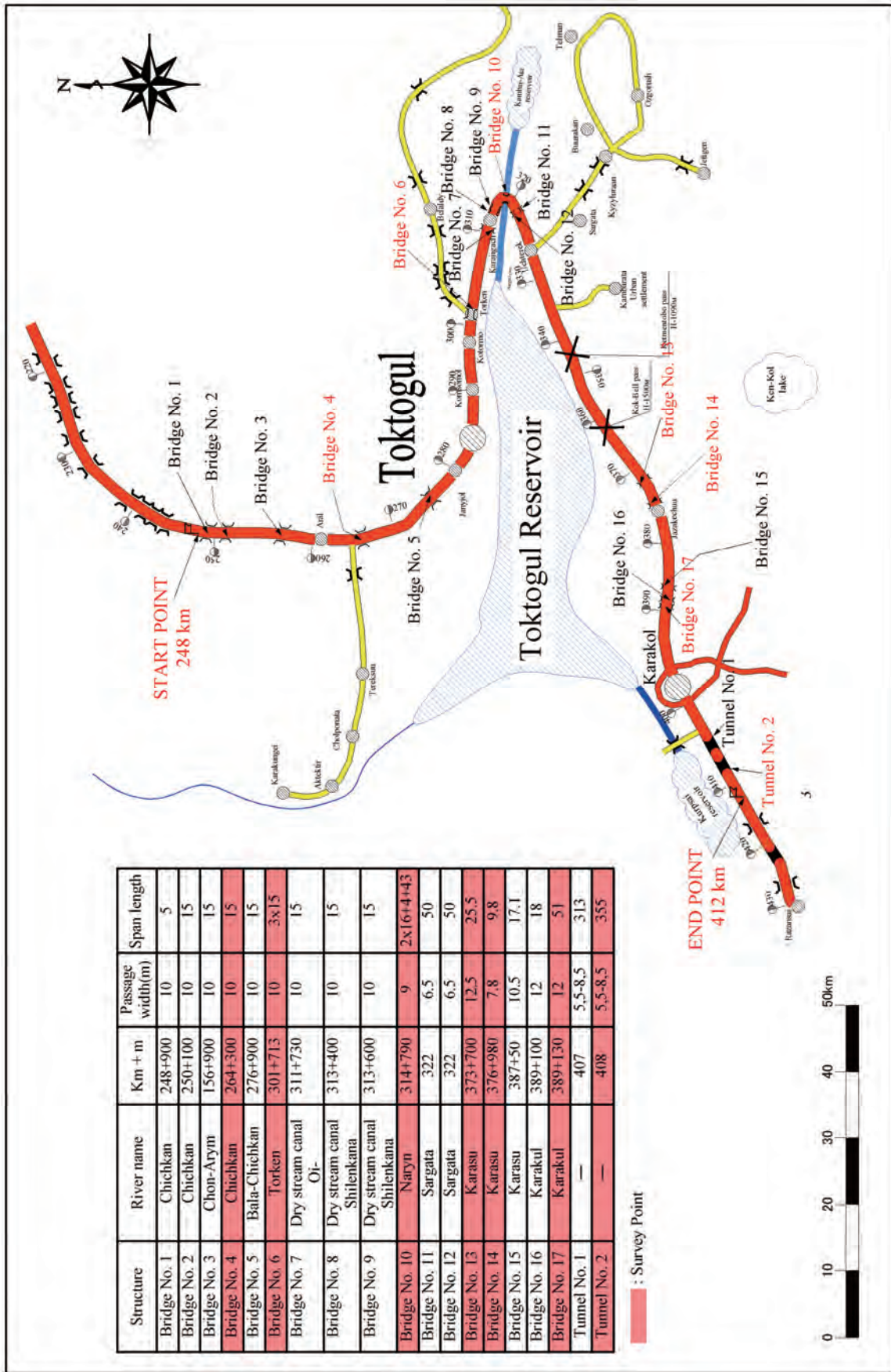


位置図



調査対象箇所位置図 (路面調査)





Structure	River name	Km + m	Passage width(m)	Span length
Bridge No. 1	Chichkan	248+900	10	5
Bridge No. 2	Chichkan	250+100	10	15
Bridge No. 3	Chon-Arym	156+900	10	15
Bridge No. 4	Chichkan	264+300	10	15
Bridge No. 5	Bala-Chichkan	276+900	10	15
Bridge No. 6	Torken	301+713	10	3x15
Bridge No. 7	Dry stream canal OI-	311+730	10	15
Bridge No. 8	Dry stream canal Shilenkana	313+400	10	15
Bridge No. 9	Dry stream canal Shilenkana	313+600	10	15
Bridge No. 10	Naryn	314+790	9	2x16+4+43
Bridge No. 11	Sargata	322	6.5	50
Bridge No. 12	Sargata	322	6.5	50
Bridge No. 13	Karasu	373+700	12.5	25.5
Bridge No. 14	Karasu	376+980	7.8	9.8
Bridge No. 15	Karasu	387+50	10.5	17.1
Bridge No. 16	Karakul	389+100	12	18
Bridge No. 17	Karakul	389+130	12	51
Tunnel No. 1	—	407	5.5-8.5	313
Tunnel No. 2	—	408	5.5-8.5	355

調査対象箇所位置図 (橋梁、トンネル調査)

## 図表リスト

	頁
図－ 1 調査の範囲と具体的手順.....	3
図－ 2 作業のフローチャート.....	5
図－ 3 道路標準断面.....	24
図－ 4 舗装構造.....	24
図－ 5 路床または路体の支持力不足.....	26
図－ 6 盛土スベリ破壊（沈下要因B）.....	27
図－ 7 切盛境界スベリ破壊.....	27
図－ 8 橋台背面沈下.....	28
図－ 9 トンネル坑口付近幅員構成.....	44
図－ 10 トンネル内の支保構造.....	46
図－ 11 断層の位置（縦断図）.....	51
図－ 12 F-1 断層のスケッチ.....	51
図－ 13 F-2 断層のスケッチ（245m 付近左側）.....	52
図－ 14 F-2 断層のスケッチ（240m 付近右側）.....	53
図－ 15 D3 箇所のボーリング柱状図.....	60
図－ 16 D4 箇所のボーリング柱状図.....	61
図－ 17 施工中の標準横断図.....	62
図－ 18 路床厚さの計算.....	63
図－ 19 路面排水の方法.....	67
図－ 20 小段排水の方法.....	67
図－ 21 段切りイメージ図.....	69
図－ 22 盛土下河川付近平面図.....	70
図－ 23 盛土下河川縦断イメージ図.....	70
図－ 24 河川 C-Box イメージ図.....	71
図－ 25 D45 安定計算位置.....	72
図－ 26 0+30 断面.....	72
図－ 27 D45 安定計算（逆算）.....	73
図－ 28 補修工法 イメージ図.....	82
図－ 29 アスファルティックプラグジョイント例.....	88
図－ 30 伸縮誘導型埋設ジョイント例.....	88
図－ 31 路面排水（側面図）.....	89
図－ 32 路面排水（正面図）.....	89

図－ 33	護岸工及び路面排水工（側面図）	89
図－ 34	護岸工及び路面排水工（平面図）	90
図－ 35	PCM または無収縮モルタル工法	90
図－ 36	部分床版打ち替え	90
図－ 37	ひび割れ補修 1	91
図－ 38	ひび割れ補修 2	91
図－ 39	No. 6 橋 橋脚梁補修	92
図－ 40	洗掘防護工案（1）	92
図－ 41	洗掘防護工案（2）	92
図－ 42	トンネルの変状要因の分類	96
図－ 43	トンネルの崩落発生模式図	97
図－ 44	対策範囲	99
図－ 45	支保効果概念図	100
図－ 46	ジャンカ対策概要図	104
図－ 47	漏水対策	108
図－ 48	漏水対策概要図	108
図－ 49	漏水工対策フロー	109
図－ 50	ロックボルト施工機械	116
図－ 51	安全性のサービス水準設定例	120
図－ 52	ライフサイクルコストと	120
図－ 53	橋梁補修工法の違いによる健全性・補修費用	121
図－ 54	舗装のライフサイクル	125
図－ 55	点検から工事までのフロー図	126
図－ 56	将来的な維持管理計画策定のフロー（例）	129
図－ 57	マスターカーブと L C C	131
図－ 58	WCTS 局組織図	145
図－ 59	荷重計設置状況	146
図－ 60	道路事務所組織図	152
図－ 61	稼働可能な除雪車・建機の使用年数比率	154
図－ 62	DEP9 配置図	156
図－ 63	DEP23 配置図	157
図－ 64	DEP30 配置図	159

表- 1	カウンターパート リスト	2
表- 2	調査工程	4
表- 3	路面調査対象箇所数	7
表- 4	路面調査体制	8
表- 5	路面調査項目	8
表- 6	沈下区間及び詳細調査選定箇所	9
表- 7	地質・土質調査内容	10
表- 8	地形・道路測量調査内容	10
表- 9	調査対象橋梁	11
表- 10	橋梁調査日程	12
表- 11	橋梁調査体制	12
表- 12	橋梁調査項目	13
表- 13	トンネル調査体制	16
表- 14	トンネル調査項目	16
表- 15	トンネル調査機材一覧	17
表- 16	トンネル調査日程	18
表- 17	過積載車両取締りの概況	19
表- 18	道路維持管理体制の概況	20
表- 19	ビシュケクーオシュ道路建設及び改修履歴	23
表- 20	入手設計図書	23
表- 21	沈下要因B（盛土内スベリ破壊）箇所一覧表	27
表- 22	沈下要因C（切盛境界スベリ破壊）箇所一覧表	28
表- 23	調査結果一覧	30
表- 24	トンネル諸元	43
表- 25	シュミットハンマーテスト結果一覧	47
表- 26	崩落規模一覧	47
表- 27	トンネル区間で確認された断層の特徴	51
表- 28	判定区分	55
表- 29	判定区分ならびに判定指標	55
表- 30	トンネル No. 2 評価結果	56
表- 31	詳細調査箇所一覧表	57
表- 32	施工方法一覧表	58
表- 33	路床、路体の支持力強化施工法比較表	59
表- 34	盛土の安定化工法	64
表- 35	わだち掘れ対策工法	68

表－ 36	D45 対策工法の一覧表	74
表－ 37	検討結果一覧表	75
表－ 38	沈下要因から選定した対策工法	75
表－ 39	補修実施体制の区分	76
表－ 40	補修実施体制一覧表	77
表－ 41	単価一覧	78
表－ 42	概算工事費計算書	79
表－ 43	補修の優先順位評価基準	87
表－ 44	補修の優先順位	87
表－ 45	補修・対策実施体制区分	93
表－ 46	各橋梁の補修数量	94
表－ 47	補修費概略積算（代替案 1：No. 6 橋を架け替えない場合）	95
表－ 48	補修費概略積算（代替案 2：No. 6 橋を架け替える場合）	95
表－ 49	剥落対策箇所一覧	102
表－ 50	ジャンカ対策箇所一覧	105
表－ 51	うき対策箇所一覧	106
表－ 52	概算工事費一覧	113
表－ 53	対策箇所ならびに対策工法一覧	113
表－ 54	施工区分	115
表－ 55	サービス水準の評価指標例	119
表－ 56	本調査箇所の優先度一覧表	123
表－ 57	優先度 A の箇所	124
表－ 58	調査箇所の短期維持管理計画（案）	124
表－ 59	補修要否判断の目標値	125
表－ 60	中長期維持管理計画（案）	127
表－ 61	本調査箇所の中長期計画（案）	128
表－ 62	短期維持管理計画（今後 3 年間）	132
表－ 63	想定される補修項目	133
表－ 64	橋梁維持管理スケジュール	134
表－ 65	短期維持管理計画	137
表－ 66	過積載車両の取締りに関わる新法・旧法の比較	143
表－ 67	制限値（軸重）を超える車両に科せられる料金	144
表－ 68	制限値（車両重量）を超える車両に科せられる料金	144
表－ 69	荷重計設置状況	145
表－ 70	ビシュケク-オシュ道路の交通量	146

表－ 71	ソスノフカ計測所の現状.....	147
表－ 72	カラクル計測所.....	148
表－ 73	荷重計の形式比較.....	150
表－ 74	荷重計設置計画.....	151
表－ 75	設置工事工程・概算費用.....	151
表－ 76	必要人員（移動型軸重計）.....	151
表－ 77	担当道路区間と特徴.....	153
表－ 78	保有機材一覧.....	154
表－ 79	作業別機材編成.....	162
表－ 80	機材基本仕様と台数.....	163

写真－ 1	S1 (KP290+752 洗堀箇所)	7
写真－ 2	S2 (KP357+526 洗堀箇所)	7
写真－ 3	目視調査状況	8
写真－ 4	DEP23 現地立会い状況	8
写真－ 5	DEP30 現地立会い状況	8
写真－ 6	No. 6 橋での調査 (1)	12
写真－ 7	No. 6 橋での調査 (2)	12
写真－ 8	No. 17 橋での調査 (1)	13
写真－ 9	No. 17 橋での調査 (2)	13
写真－ 10	交通規制状況	14
写真－ 11	トンネル点検状況	15
写真－ 12	トンネルマーキング状況	15
写真－ 13	地質調査担当の団員による地質確認状況	16
写真－ 14	たたき落とししたコンクリート及びマーキングの実施例	17
写真－ 15	測量器械とベンチマーク設置状況	18
写真－ 16	ソスノフカ測定所	19
写真－ 17	カラクル測定所	20
写真－ 18	管轄 DEP 状況	21
写真－ 19	路床または路体の支持力不足 (D12, D23)	26
写真－ 20	盛土スベリ破壊によるクラック (D32)	27
写真－ 21	切盛境界スベリ破壊による段差 (D45)	27
写真－ 22	橋台背面沈下 (沈下要因 D)	28
写真－ 23	D3 洗堀状況	29
写真－ 24	S2 洗堀状況	29
写真－ 25	D19 わだち掘れ状況	29
写真－ 26	No. 6 橋 伸縮装置部の舗装	31
写真－ 27	No. 6 橋 床版下面	31
写真－ 28	No. 4 橋 車道中央部	31
写真－ 29	No. 4 橋 横断方向ひび割れ	31
写真－ 30	No. 10 橋 桁フランジ下面	32
写真－ 31	No. 13 橋 桁フランジ下面	32
写真－ 32	No. 13 橋 桁	32
写真－ 33	No. 17 橋 桁	32
写真－ 34	No. 17 橋 鋼製支承	33
写真－ 35	No. 17 橋 ゴム製支承	33

写真－ 36	No. 10 橋 支承台座コンクリート.....	33
写真－ 37	No. 10 橋 支承台座コンクリート.....	33
写真－ 38	No. 6 橋 P2 橋脚間詰コンクリートとの剥がれ（上部から） .....	34
写真－ 39	No. 6 橋 P2 橋脚間詰コンクリートとの剥がれ（側部から） .....	34
写真－ 40	No. 6 橋 P1 橋脚洗掘を受けている .....	34
写真－ 41	No. 6 橋 P2 橋脚洗掘を受けている .....	34
写真－ 42	No. 14 橋護岸の崩壊 .....	35
写真－ 43	No. 4 橋 コンクリート護岸.....	35
写真－ 44	トンネル No. 2 坑口状況.....	43
写真－ 45	終点側から見たトンネル周辺の地形状況 .....	44
写真－ 46	トンネル対岸の露頭写真.....	45
写真－ 47	トンネル内で確認される石灰岩の分布写真.....	45
写真－ 48	覆工厚確認状況 .....	46
写真－ 49	崩落状況.....	48
写真－ 50	ジャンカ状況 .....	49
写真－ 51	うき状況.....	49
写真－ 52	叩き落とし（1.3m×0.35m×0.08m）状況.....	50
写真－ 53	漏水状況.....	50
写真－ 54	F-1 断層.....	52
写真－ 55	240m 付近の F-2 断層破砕部と健全部の境界付近.....	53
写真－ 56	F-2 断層（上り線）245m 付近の破砕部 .....	53
写真－ 57	F-2 断層（下り線）245m 付近の破砕部の写真.....	54
写真－ 58	暗黒色の破砕部の拡大写真.....	54
写真－ 59	F-3 断層の破砕部 .....	54
写真－ 60	排水孔の土砂堆積（D3） .....	66
写真－ 61	S 2 崩壊の状況 .....	69
写真－ 62	地下排水管の例 .....	69
写真－ 63	盛土下河川の状況 .....	70
写真－ 64	崩落箇所 全景 .....	81
写真－ 65	蛇籠補修状況 .....	81
写真－ 66	崩落箇所上部路面 .....	81
写真－ 67	路肩コンクリート製防護柵.....	81
写真－ 68	No. 4 橋 高欄 .....	91
写真－ 69	No. 13 橋 高欄 .....	91
写真－ 70	No. 14 橋 高欄 .....	91



写真－ 71	対策実施箇所のマーキング状況.....	103
写真－ 72	対策実施箇所のマーキング状況.....	105
写真－ 73	起点側坑付近のケーブル垂れ下がり状況 .....	117
写真－ 74	終点側付近のうき状況.....	117
写真－ 75	路面性状測定・たわみ量測定機器の一例 .....	130
写真－ 76	崩落状況の比較 .....	135
写真－ 77	コンクリート蓋の状況.....	136
写真－ 78	ケーブル等の状況 .....	142
写真－ 79	ソスノフカ計測所 .....	147
写真－ 80	カラクル計測所 .....	148
写真－ 81	DEP9 現況.....	156
写真－ 82	DEP23 現況 .....	158
写真－ 83	DEP30 現況 .....	159

## 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	道路維持管理事務所
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
NEXCO	Nippon (Japan) Expressway Company Limited	日本高速道路会社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PLUAD	Proizvodstvenno-Lineinoe Upravlenie Avtomobilnykh Dorog	道路維持管理局
WB	World Bank	世界銀行

## 第1章 調査の目的及び内容

### 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、ビシュケク市ー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の幹線国道（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（248km-412km、合計 164km）を改修すること及び、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、事業効果の発現の評価と今後の課題を明らかにするために、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が、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。その他の円借款対象区間においても、落石危険箇所が連続している箇所があり、大きな落石による路面損傷が進んでいる等、今後当該道路を計画的に整備していく必要性が高まっている。他方、2008年には、「キ」国内の車両登録台数が前年の 31万8千台から 41万8千台に急激に増加しており、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、中華人民共和国力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、当該道路の損傷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、橋梁の詳細調査を実施し、今後の維持管理計画等を策定することとした。

### 1-2 調査の目的

2011年2月から6月にかけて実施した「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（SAPS）」（以下、第一次調査）では、路面状況、トンネル、橋梁の現在の状態を把握し、問題箇所を特定した。

本調査では、第一次調査で異常が確認された 37 路面沈下箇所、6 橋梁、1 トンネルを中心に詳細調査を行い、調査結果を評価・判定し、補修や補強の必要なものについては補修・補強計画を策定するとともに、運輸通信省（以下、MOTC）の予算状況・維持管理体制等を勘案し、道路・橋梁・トンネルのための短期維持管理計画及び予防保全を考慮した中長期維持管理計画を策定する。また、ビシュケクーオシュ道路の沈下・破損の原因となっている過積載車両問題について、取締り体制整備のための計画を作成する。あわせて、当該道路を管轄する道路維持管理事務

所（DEP）が所有する道路維持管理機材の現状を把握し、修理・更新計画を作成する。これら業務を実施することで、円借款供与により建設された道路の適切な維持管理と、持続的な援助効果の発現を目指す。

### 1-3 調査対象地域

キルギス国 ジャララバード州

対象区間：ビシュケクーオシュ道路 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）

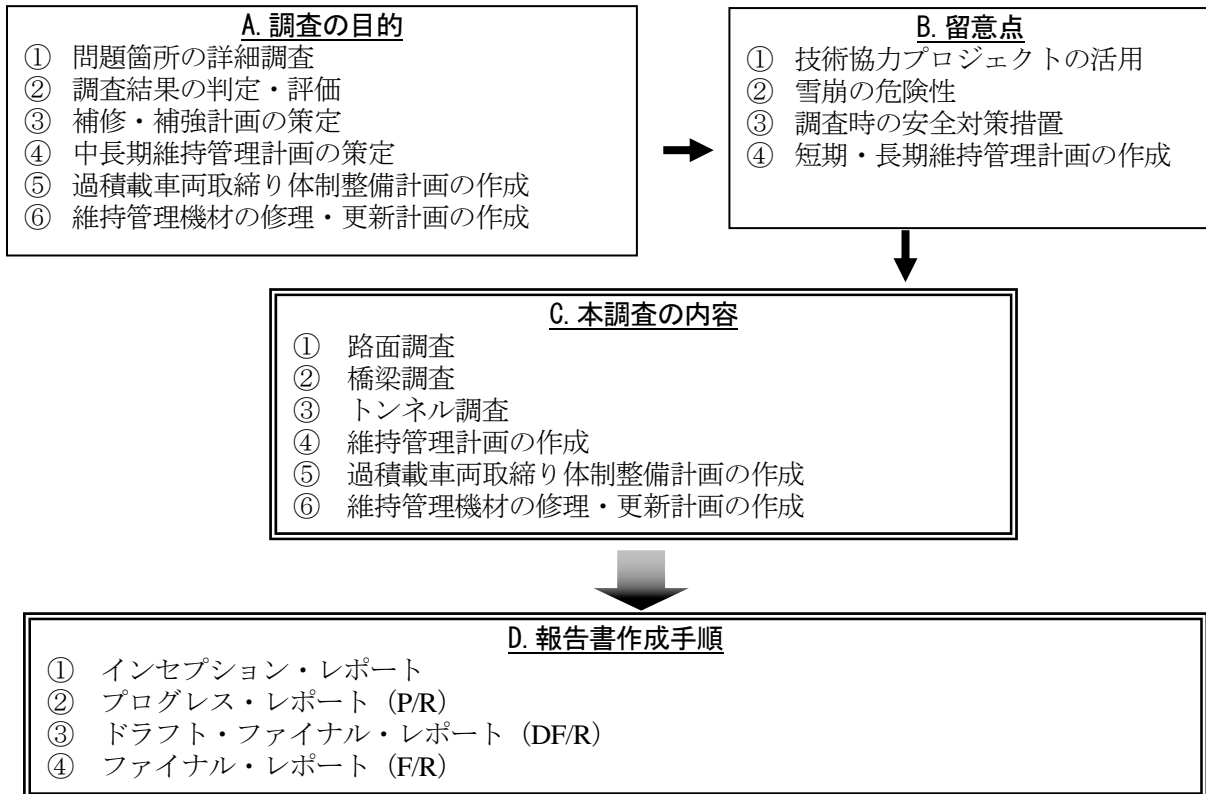
各調査分野に同行したカウンターパート（以下、C/P）を示す。

表－1 カウンターパート リスト

調査分野	所属	ポジション／氏名
総括	ビシュケクーオシュ道路維持管理局	副局長／ ALIYAZOV Djanibek
路面	道路維持管理事務所 DEP23	チーフエンジニア／ CHOTUBAEV Anarbek 生産技術部長／ OROZOVA Kadicha
	道路維持管理事務所 DEP30	チーフエンジニア／ MAMASALIEV Zhanybek 生産技術部長／SEITALIEV Edil
橋梁	道路維持管理事務所 DEP23	チーフエンジニア／ CHOTUBAEV Anarbek
	道路維持管理事務所 DEP30	チーフエンジニア／ MAMASALIEV Zhanybek
トンネル	道路維持管理事務所 DEP30	トンネル管理部長／ SADYKOV Makhamaty
道路維持管理機材の 修理・更新計画	ビシュケクーオシュ道路維持管理局	機械部長／BOLOTALIEV Aman
過積載取締り体制 整備計画	過積載取締り・トンネル局	過積載取締り部長／ KOZHBERGENOV Syrgabolot
現地確認調査	MOTC 道路管理局	主任／ MILOVACKAYA Nina
	設計研究所	道路担当／ KOSIMOV Nasir
	No.1 道路維持管理局 (PLUAD 1)	チーフメカニック／ AMANOV Kushtarbek

## 1-5 調査の範囲

本調査は、「A. 調査の目的」を達成するため、「B. 調査実施上の留意点」を踏まえつつ、「C. 調査の内容」に示す事項の調査を行い、「D. 報告書等作業手順」に示す報告書等を作成する。以下に、具体的手順を示す。



図－ 1 調査の範囲と具体的手順

## 第2章 調査実施の方法

### 2-1 調査工程

#### 2-1-1 調査工程

2012年3月上旬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月中旬より現地調査を行う。5月中旬にプログレス・レポート(P/R)、6月下旬にドラフトファイナルレポート(DF/R)の要約部をJICAキルギス事務所及びMOTCに提出する。JICA本部に帰国報告後、関係者のコメントを反映させて7月上旬にドラフトファイナルレポート(DF/R)を提出し、2012年8月下旬までに露語翻訳を行い、ファイナルレポート(F/R)を作成し提出する。

表-2 調査工程

	2012年							
	3	4	5	6	7	8	9	10
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)					□			
報告書等	▲ IC/R		▲ P/R		▲ DF/R			▲ F/R

#### 2-1-2 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-2に示す。

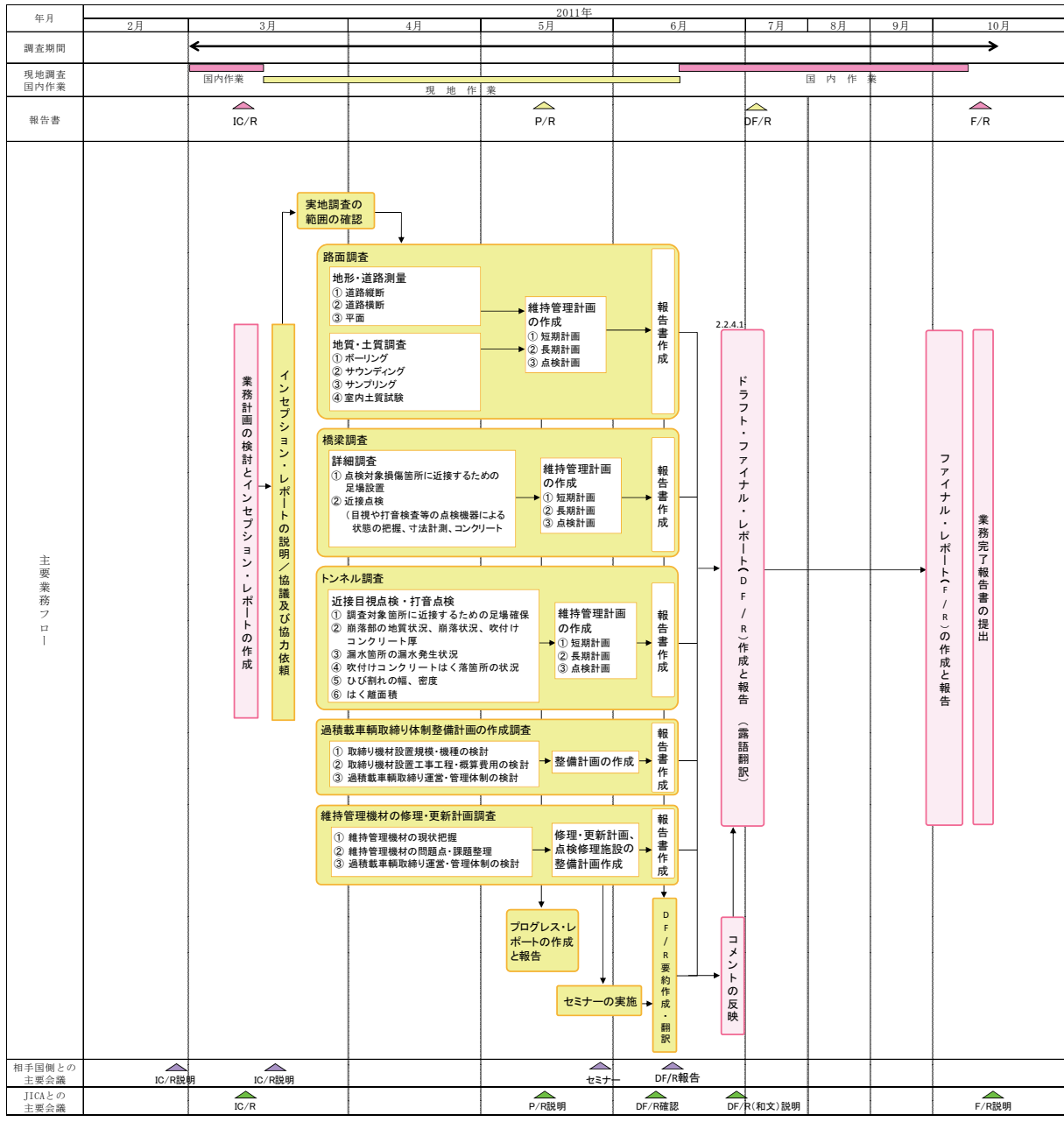


図-2 作業のフローチャート

## 2-2 国内作業（事前準備）

### 2-2-1 業務実施計画の検討とインセプション・レポートの作成

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、調査方法、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、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・レポートにはこの時点での、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」国側及び 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。

## 2-3 現地調査（2011年3月中旬～6月中旬）

### 2-3-1 インセプション・レポートの説明・協議及び協力依頼

3月13日にインセプション・レポートを「キ」国側及び 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・協議を行った。また、本調査にかかる運輸通信省への事前説明は JICA 長期専門家（道路行政アドバイザー）により実施予定であり、調査範囲、内容、方法、工程、及び技術移転について、詳細工程表を協議し調整を行った。

また、調査に必要となる各項目についての質問状を MOTC に提出し、早期の回答を求めた。合わせて C/P の選出を依頼し、リストを受領した。このリストと共に JICA 事務所経由で MOTC に対して正式な C/P の配置依頼レターを提出した。

### 2-3-2 実地調査の範囲の確認

3月14～16日にかけて、ビシュケクーオシュ道路副局長と共にサイト調査を行った。これにより本調査で主要な調査対象となる沈下箇所37箇所、橋梁6橋、トンネル1箇所について位置、損傷内容を確認し C/P との共通認識を得た。

また、対象区間道路全体についても、道路、橋梁、トンネルを目視にて、第一次調査時からの大きな変状等が発生していないか確認を行ったが、第一次調査時から大きな変状は認められなかった。

### 2-3-3 路面調査

#### (1) 既存資料の収集・整理

工事完成図等の建設時資料、及び過去の点検、調査、補修・補強工事の記録を収集及び聞き取り調査し、以下の内容について整理を行い、道路の特性を理解した。

- 道路諸元（距離程、延長、道路規格、車線構成、幅員等）
- 舗装構造（舗装材料、舗装厚等）



## (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、総括及び他の専門家が共同して詳細にチェックを行った。併せて、橋梁状況調査団員及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。

## (3) 調査対象箇所

本調査では 2011 年の第一次調査で把握した路面沈下箇所（37 箇所）について、2011 年調査から 1 年経過し沈下が進行している箇所、及び 37 箇所以外に新たにこの 1 年間で沈下が進行した箇所などを把握するため、詳細調査に先立ち現在の路面状況を目視にて確認する予備調査を実施し調査対象箇所を把握した。

その結果、第一次調査で把握した 37 箇所のほかに沈下が進行していると思われる箇所を新たに 8 箇所確認するとともに、DEP 現地管理担当者からの指摘で洗堀の影響が懸念される箇所（S1）や、現在沈下は少ないものの放置すると洗堀の影響により路面の沈下が大きく発生すると思われる箇所（S2）の 2 箇所を確認し、第一次調査箇所に 10 箇所追加した合計 47 箇所を調査対象とした。データ整理のため、路面沈下箇所の 45 箇所を調査対象道路の起点側より D1 - D45 と、洗堀箇所の 2 箇所を S1 - S2 と記号した。

表－ 3 路面調査対象箇所数

	第一次調査	本調査	備考
調査対象箇所数	37 箇所	47 箇所	今回調査には新規に確認された沈下 8 箇所及び洗堀箇所 2 箇所を含む。 今回箇所の概要 ・調査箇所総延長：2,655m ・盛土高さ：平均 14m、最大 32m ・平均盛土勾配：38° ・横断構造物：30 箇所



写真－ 1 S1 (KP290+752 洗堀箇所)



写真－ 2 S2 (KP357+526 洗堀箇所)

#### (4) 現地調査の実施

現地調査は表-4の体制で実施した。調査は前述の通り、第一次調査結果を再度確認する予備調査を先行して実施した後、詳細調査を行った。調査員は安全チョッキ等を着用して通行車両に十分注意しながら、路面、のり面、横断構造物、排水構造物等の調査を実施した。具体的な調査の方法、調査項目等については表-5の通りである。



写真-3 目視調査状況

表-4 路面調査体制

調査員	人数	役割	備考
調査団員	2名	詳細目視調査、地形・道路測量と地質・土質の調査監理・指導	
C/P	1名	関係機関との調整、維持管理情報の提供、調査団員補助及び調査技術の習得	DEP23、DEP30で分担
通訳	1名	現地での通訳	
ドライバー	1名	調査員の移動	

表-5 路面調査項目

調査位置	調査項目	調査方法
全47箇所 (D1~D45) (S1、S2)	道路改修必要範囲、舗装幅員、路肩幅員、縦断勾配、横断勾配、のり面状況、最大盛土高さ、最大切土高さ、盛土勾配、切土勾配、横断構造物、排水施設	目視、計測(巻尺、ロードメジャー、GPS測定器、のり面勾配測定器、コンベックス他)

1-4に示した路面調査担当のC/Pや関係者から主要箇所において維持管理の状況を聞きながら、沈下、路面、のり面、洗掘等の状況を確認し、可能性のある原因及び維持管理上の留意点等を現地で協議し、技術の移転に努めた。(写真-4、5)



写真-4 DEP23 現地立会い状況  
(右側 DEP23 チーフエンジニア)



写真-5 DEP30 現地立会い状況  
(左端 DEP30 主任管理担当者)

## (5) 現地再委託調査の実施

第一次調査で確認された 37 箇所 of 沈下箇所及び本調査で追加確認された 8 箇所の沈下箇所は散在しておらず、5 区間に集中している。同一区間内では地形・地質及び道路構造が類似しており、沈下発生原因も同一であると判断される。よって、本調査では、各区間で代表的な沈下箇所を選定し、詳細調査（地形・道路測量及び地質・土質調査）を実施した。この詳細調査から求められた結果により対象箇所の地形状況・地質状況を把握し、沈下発生要因の把握と、それに対応するための補修計画の立案を行った。

代表的な沈下箇所の選定にあたっては C/P と協議し、沈下度合いや安全性の面から優先度の高いと考えられる沈下箇所を選定した。5 区間から選定した沈下箇所のうち D3、D4 は近接しており、一括した補修計画が必要となるため詳細調査を実施する沈下箇所としては全 6 箇所とした。

表－ 6 沈下区間及び詳細調査選定箇所

区間	沈下区間 (ビシュケクからの距離程 Km.)	箇所数	詳細調査実施箇所
1	302Km+000～306Km+000 付近	11	D3: 303Km+230～303Km+380 (150m) D4: 303Km+420～303Km+505 (85m)
2	312Km+000～315Km+000 付近	6	D15: 313Km+340～303Km+388 (48m)
3	329Km+000～346Km+000 付近	23	D19: 331Km+320～331Km+418 (98m)
4	358Km+000～370Km+000 付近	4	D41: 359Km+712～359Km+773 (61m)
5	403Km+550 付近	1	D45: 404Km+535～404Km+683 (148m)
合計		45	6 箇所

地質・土質調査及び地形・道路測量等の詳細調査は現地再委託調査により下記ローカルコンサルタントに発注し実施した。再委託にあたっては JICA ガイドラインに則り行った。

現地再委託ローカルコンサルタント：

地形・道路測量：SE Dortransservice

地質・土質調査：SE Dortransservice

調査結果は道路調査担当者が精査し、総括の最終確認を得たのちに成果品として再委託先から受領した後、キルギス JICA 事務所へ提出した。

### 1) 地質・土質調査

沈下部の補修工法及び計画を立案するために必要となる地質・土質調査を実施した。主な調査項目と内容を表-7 に示す。

表－ 7 地質・土質調査内容

調査項目	調査内容
ボーリング	土質柱状図、地下水位、試料採取（含水比、塑性指数、粒度）、標準貫入試験
サンプリング	試料採取（締め固め試験、CBR 試験、ふるい分け試験、塑性指数）
室内土質試験	ボーリング及びサンプリングの試料から各種試験を実施
沈下計測	不動点及び沈下計測点を定め沈下挙動を計測

室内土質試験の結果、調査箇所の盛土及び地盤は砂質土または礫質土に分類され土質試験結果から盛土及び地盤として一般的な性状を呈しており、道路盛土材料及び地盤として大きな問題はないと判断できる。

沈下計測については、長期的な計測が必要となるため、本調査では高さ基準となる不動点の設置と道路センターに 5～10m ピッチで沈下挙動を計測するための計測ピンを設置し、MOTC にて沈下挙動の計測を行うために必要となる初期値を計測した。

沈下計測は沈下区間を管轄している各 DEP が 6 ヶ月に 1 回程度の頻度で行い、日常点検で明らかな沈下が認められた場合は、直ちに計測を行う。計測値が前回測定値と比較して挙動した場合（計測誤差を考慮して 5mm 程度以上）は、計測を 1 週間に 1 回程度と頻度を増やす。測点毎の計測値は表を用いて計測日の時系列で整理を行う。また、挙動傾向を具体的に把握するために測点毎のグラフ（縦軸：計測値、横軸：計測日）や全ての測点を縦断方向に表したグラフ（縦軸：計測値、横軸：道路縦断測点）を作成することも推奨する。沈下が区間全体にわたり、平均して進行している場合は車輛走行の安全性に大きな問題とならないが、沈下が数 m 範囲で局部的に進行した場合、10cm 程度以上の段差は車輛走行に影響を及ぼす可能性があると考え、異常としてオーバーレイ等の緊急補修の実施を検討する必要がある。

## 2) 地形・道路測量等

沈下部の補修工法及び計画を立案するために必要となる地形・道路測量等を実施した。主な調査項目と内容を表－8 に示す。

表－ 8 地形・道路測量調査内容

調査項目	調査内容
道路縦断	5m ピッチ程度で道路センターの縦断方向高さを測量
道路横断	5m ピッチ程度で道路センターから 25m 範囲程度の横断方向高さを測量
地形平面	沈下区間前後 25m、道路センターから 25m 範囲程度の地形平面を測量

## 2-3-4 橋梁調査

### (1) 既存資料の収集・整理

第一次調査で確認された損傷箇所及び作成した各橋梁の一般図（CAD）の整理を行い、現地調査で活用できるようにした。

### (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、総括及び調査チームの他の専門家のチェックを受けた。

調査対象橋梁を表-9 に示す。

表-9 調査対象橋梁

橋梁番号	地区/河川名	位置	橋梁諸元			管轄 DEP
			橋長(m)	幅員(m)	形式	
No.4	Chichkan III	264Km+300	32.5	10.48	単純 PC 桁	23
No.6	Torken	299Km+730	56.25	10.49	単純 RC 桁	23
No.10	Naryn	314Km+790	207.2	10.14	単純 RC 桁 (端部)、 単純 PC 桁	23
No.13	Kara-Su	373Km+700	17.15, 17.95 (拡幅 部)	11.72	単純 RC 桁、単純 PC 桁 (拡幅部)	30
No.14	Kara-Su	376Km+980	17.0	10.22	単純 RC 桁	30
No.17	Kara-Kol	389Km+130	43.9	15.4	単純 RC 桁	30

### (3) 現地調査の実施

4月10日～4月28日(19日間)に6橋の現地調査を実施した。6橋の内、No.6及びNo.17橋の一部には吊足場を設置し、橋桁、床版、橋脚に近接し調査した。

対象となる6橋の橋梁形式はPC桁橋、RC桁橋の2種類のみであるとともに、主要な損傷が剥落や鉄筋露出と共通している。そこで、対象橋梁全体の補修・補強計画策定のために、全6橋のうち、典型的な橋梁であるNo.6及びNo.17橋の一部に吊り足場を設置、近接調査を実施し、その結果を基に他の橋梁の補修・補強計画を策定することとした。

表-10に橋梁調査日程を示す。

表－ 10 橋梁調査日程

		4月																												5月				
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1											
No.4橋	調査																																	
No.6橋	調査																																	
	足場工事																																	
No.10橋	調査																																	
No.13橋	調査																																	
No.14橋	調査																																	
No.17橋	調査																																	
	足場工事																																	

DEP23、DEP30 から C/P が調査に参加し、調査団員と共同で詳細調査を実施した。また、DEP の橋梁維持管理状況の聞き取りを実施した。

橋梁調査体制を表－11 に示す。

表－ 11 橋梁調査体制

調査員	人数	役割	備考
調査団員	3名	詳細調査（表－12 の調査内容の実施）	—
C/P	3名	詳細調査内容の習得、維持管理情報の提供	DEP23 から1名、DEP30 から2名参加
通訳	1名	現地での通訳	—
ドライバー	1名	調査員の移動	—



写真－ 6 No. 6 橋での調査（1）



写真－ 7 No. 6 橋での調査（2）



写真－ 8 No.17 橋での調査 (1)



写真－ 9 No.17 橋での調査 (2)

橋梁調査項目を、表－12 に示す。

表－ 12 橋梁調査項目

調査位置	調査項目	調査方法
全体的な変形	橋台、橋脚の沈下	目視
橋面	舗装、地覆、高欄の変状	目視、計測
橋桁、床版、橋台、橋脚	コンクリートのひび割れ、崩落、剥離、空洞、漏水、遊離石灰、鉄筋の腐食（錆）の有無、規模、コンクリート強度	目視、 点検ハンマーによるたたき、 計測
護岸	変状（洗掘、損壊等）	目視、計測

## 2-3-5 トンネル調査

### (1) 既存資料の収集・整理

第一次調査で確認された損傷箇所及び作成したトンネル展開図の整理を行い、現地調査で活用できるようにした。

- トンネル緒元（KP、延長、道路規格、内空断面の形状、平面・縦断線形、検査通路の有無等）
- トンネル構造（支保構造、検査通路、舗装構造等）
- トンネル履歴（完工年、建設時の情報、点検・調査・補修・補強工事の情報）

### (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。なお、調査計画の妥当性については、総括及び他の専門家と詳細にチェックを行った。また、調査準備工として点検前に現地に入り、2011年、第一次調査で実施された距離表示のマーキング状況を確認し、マーキングが不明瞭となっている場合には再度マーキングを実施した。加えて、事前に調査実施のための車両規制についての協議を行った。

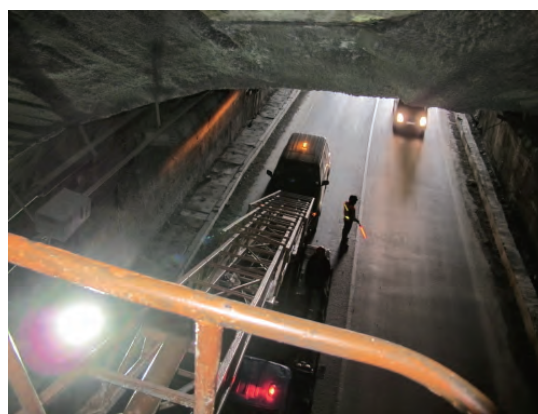
### (3) 安全管理及び交通規制

本調査では高所作業台車ならびに照明電源用の乗用車をトンネル内片側車線に停車して作業を実施する。そのため、事前に交通規制に関する協議を DEP30 と行い、調査期間中は常時、交通警察を両坑口に1名ずつ（合計2名）配置した。交通規制に関しては、調査団でトランシーバーを準備し、それを交通警察に貸与した上で、規制方法に関して指導を行った。

加えて、安全管理を徹底するため、作業台車脇には、交通誘導員を配置した上、高所作業車ならびに照明車には回転灯を設置した。



交通警察による交通規制状況



作業車付近誘導状況

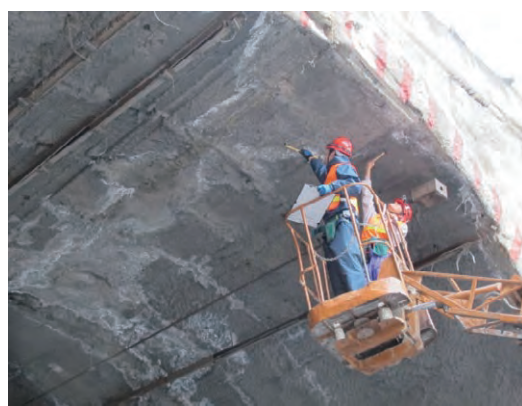
写真－10 交通規制状況



#### (4) 現地調査の実施

##### 1) 調査方法

本調査は、補修・補強計画及び今後の維持管理計画の策定を目的としたものであることから、高所作業台車を用いた近接目視、打音調査、漏水調査により、詳細なトンネルの変状状況の確認を実施した。



写真－ 11 トンネル点検状況

調査・点検を行うためには、トンネル内の位置を確認するためのマーキングが必要となる。本調査では、点検に先立ってトンネル内の状況確認を行った際に第一次調査に壁面につけたマーキング(5m 毎にマーキング)が鮮明に残っている状況が確認できたため、このマーキングを用いることとした。

ただし、このマーキングに関しては、トンネル側面に沿って距離を測ったものであり、本トンネル内の線形は曲線を有していることから、本調査で実施する測量結果とは誤差が生じる。そのため、最終的には、測量結果と壁面マーキングの補正を行い、測量結果を正として成果をとりまとめた。



写真－ 12 トンネルマーキング状況

また、第一次調査で確認されたトンネル坑奥部の崩落箇所に関しては、崩落原因を確認・推定する目的から、地質調査担当の団員による、変状状況、地質状況の確認を実施した。



写真－ 13 地質調査担当の団員による地質確認状況

## 2) 調査項目

本調査における調査体制を表－13、調査項目を表－14に示す。調査項目に関しては、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『日本道路協会、道路トンネル維持管理便覧』に示される点検項目を参考にした上、対象となるトンネルの状況を勘案し設定を行った。

表－ 13 トンネル調査体制

調査員	人数	役割	備考
調査団員	2名	詳細調査（表－13の調査内容の実施）	－
C/P	2名	詳細調査内容の習得、維持管理情報の提供	DEP30から2名参加
通訳	1名	現地での通訳	－
ドライバー	1名	調査員の移動	－

表－ 14 トンネル調査項目

調査箇所	調査項目	調査方法
<ul style="list-style-type: none"> <li>・覆工コンクリート面</li> <li>・吹付けコンクリート面</li> <li>・面壁</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ、段差</li> <li>・うき、剥落</li> <li>・ジャンカ</li> <li>・漏水</li> <li>・付帯構造物の状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視、</li> <li>・点検ハンマーによるたたき</li> <li>・計測</li> </ul>

近接目視調査では、高所作業台車のバケットに調査団員2名が乗り、調査箇所に来るだけ近接して目視点検を行い、ひび割れ・コンクリートのうき・ジャンカ・剥離状況を観察した。観察結果は、それらの位置や規模を記録するとともに写真撮影を行い、展開図への記録と主要な変状箇所については写真台帳にまとめた。

打音調査は、近接目視調査と同時に点検ハンマーを用いて、うき・剥離箇所の有無を調査した。

落下の可能性のあるうき・剥離箇所が確認された場合は、応急措置としてハンマーなどを用いて可能な限りたたき落としを実施した。また、たたき落としが困難な箇所や、対策が必要と判断された箇所については、赤色のスプレーでマーキングを行った(写真-14)。



写真-14 たたき落とししたコンクリート及びマーキングの実施例

クラックや目地などからの漏水の有無について、天端付近に関しては高所作業車を用い、側壁付近は徒歩によりそれぞれ漏水状況を観察し、漏水箇所、漏水状況などを展開図に整理した。

### 3) 調査機材

調査機材一覧を以下に示す。

表-15 トンネル調査機材一覧

目的	機材
点検	点検ハンマー、コンベックス、スタッフ、クラックゲージ、エスロンテープ、ラッカースプレー、高所作業台車、照明設備
記録	カメラ、黒板、点検シート、画板
安全対策	ヘルメット、作業着、安全チョッキ、安全带、交通誘導棒、回転灯

現地再委託によるトンネル測量はトータルステーションで行い、測量用の基準高さを定めるために坑口付近にコンクリート柱にてベンチマークを設置した。



測量器械 (Laica-TCR407)



設置したベンチマーク

写真－ 15 測量器械とベンチマーク設置状況

#### 4) 調査日程

実施した調査日程を以下に示す。

表－ 16 トンネル調査日程

実施期間		実施内容
2012年4月6日～7日、 9日～13日	7日間	トンネル本体：目視点検、打音調査
2012年4月14日	1日間	面壁：目視点検、打音調査
2012年4月16日～17日	2日間	変状・対策実施箇所重点調査

## 2-3-6 過積載車両取締り体制整備計画の作成

ビシュケク-オシユ道路の過積載車両を取り締まるために必要な機器・体制の現状を調査した。

調査日時 : 2012年5月14日～5月16日  
 対象事務所 : ソスノフカ (Sosnovka) 測定所、カラクル (Karakul) 測定所  
 面談者 : スノフカ計測所第1班・アサナリエフ班長  
           カラクル計測所・サドゥコフ所長  
 同行者 : MOTC ビシュケク-オシユ道路維持管理局 チーフメカニック : アマン氏  
 調査内容 : 測定地点の概況確認 (交通量、違反車両の調査状況)  
           管理体制、問題点の聞き取り調査  
           保有機材、設備の現状確認  
           質疑・応答

表-17 過積載車両取締りの概況

	ソスノフカ測定所	カラクル測定所
設置機器	荷重計×2台	軸重計×2台
設置時期	2012年3月中旬	2012年4月23日
概要	ビシュケク→オシユ方向 ・約100台/日測定 (2軸以上の貨物車)  オシユ→ビシュケク方向 ・走行速度の低い車両のみを測定 (約50台/日)	ビシュケク→オシユ方向 ・約5台/日 (ソスノフカで測定している ので抜き打ち測定のみ) オシユ→ビシュケク方向 ・約30台/日測定 (18トン以上の貨物車 両)



車重測定状況



計測機器

写真-16 ソスノフカ測定所



車重測定状況



計測機器

写真－ 17 カラクル測定所

### 2-3-7 維持管理機材の修理・更新計画の作成

ビシュケク-オシユ道路を管轄する道路維持管理事務所が所有する道路維持管理機材の現状を調査した。

- 調査日時 : 2012年5月14日～5月16日
- 対象事務所 : 道路維持管理事務所 DEP9、DEP23、DEP30
- 面談者 : DEP9 ボイベコフ所長、チーフエンジニア・ソルトボエフ氏  
 DEP23 ジャニシャバエフ所長、チーフエンジニア・チョトゥバエフ氏、  
 DEP30 アブロフ所長、チーフエンジニア・ママサリエフ氏
- 同行者 : MOTC ビシュケク-オシユ道路維持管理局 チーフメカニック : アマン氏
- 調査内容 : 管轄道路の概況確認 (幹線道路の走破による調査)  
 管理体制、問題点の聞き取り調査  
 保有機材、設備の現状確認  
 質疑・応答

表－ 18 道路維持管理体制の概況

	DEP9	DEP23	DEP30
担当道路	国道 : 200km 地方道 : 215km 合計 : 415km	国道 : 107km 地方道 : 230km 合計 : 337km	国道 : 109km 地方道 : 71km 合計 : 180km
人員	道路 : 97人 トンネル : 69人	道路 : 70人	74名 (トンネル含む)
特徴	・管内最大の道路距離を担当 ・交通量も最大 ・トンネル (1)、峠 (2)、 落石注意地域あり	・峠 (1) を担当 ・除雪、道路維持が主要業務	・トンネル (3) ・落石注意地域多数

DEP9	DEP23	DEP30
 <p>道路補修中（140km 地点）</p>	 <p>峠付近</p>	 <p>トンネル No.2</p>
 <p>ワークショップ</p>	 <p>ワークショップ</p>	 <p>ワークショップ</p>

写真－ 18 管轄 DEP 状況

## 2-4 セミナーの実施

調査結果と解析結果の中間報告を行うために、5月30日に MOTC においてセミナーを開催した。MOTC、ビシュケクーオシュ道路維持管理局、過積載車両取締り・トンネル局、設計研究所の各部署から 13 名と JICA 大橋専門家が参加した。

セミナーの技術内容についての質疑はなかったが、参加者の 2 名より以下の意見があった。MOTC 道路維持管理局長（Mr.Alypsatarov）からは、「調査への感謝と今後、ビシュケクーオシュ道路の維持管理を行う上での有用な調査結果を期待する。また、セミナーが挙げられた MOTC が独自に実施可能な各分野の補修については、予算の確保と実施を計画する。機材の不足から MOTC 独自では実施困難な補修もあるので、日本からビシュケクーオシュ道路維持管理局への機材供与を要望する。」とのことであった。

ビシュケクーオシュ道路維持管理局の副所長（Mr. Aliyazov）からは、「維持管理においては予算の確保が重要なので、まずこれを確実にやりたい。」ということと、本調査への謝意が述べられた。

## 第3章 対象道路一般概況

### 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 672 kmである。途中、トゥ・アシュ峠（海拔 3,586m）の中央アジア最長のトンネル（L=2,562m）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、冬季、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）、地方都市カラクル（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。トゥ・アシュ峠トンネル（当時は、カラバエフトンネル）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 672 kmとなっている。MOTC は、1996年から ADB・JICA の資金協力（借款）で道路舗装化を実施し、3次にわたるビシュケクーオシユ道路改修事業（Bishkek—Osh 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。

本プロジェクトで改修された道路区間は、ビシュケクーオシユ道路の内、ビシュケクより 248km から 412km（計 164km）で、280km 地点でトクトグル、390km 地点でカラクルを通過する。また、主要河川のナリン川を含め 16 河川を通過し、17 橋が架橋されているが、本プロジェクトで架替え及び改修は行われていない。

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維持管理局が管理している。本調査対象区間は、ナリン橋（本調査 No.10 橋梁）を境に、DEP23（事務所はトクトグル）は北側（ビシュケク寄り）道路、DEP30（事務所はカラクル）は南側（オシユ寄り）道路を管理し、維持補修を行っている。DEP23 は、峠を含めた道路及び交通管理をしており、冬季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及び改修履歴

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）及び橋梁・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事業は、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-19 にビシュケクーオシユ道路の建設及び改修履歴を示す。



表－ 19 ビシュケクーオシュ道路建設及び改修履歴

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 カラバエフトンネル	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※: ビシュケクー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※: ビシュケクーオシュ道路改修事業 (II)	Km248-325 (77km) Km361-412 (51km)	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	US57.1M

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

注：※2008年10月1日にJBICの海外経済協力部門がJICAに統合

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 で実施したプロジェクト当時の資料は、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-20 に示す。

表－ 20 入手設計図書

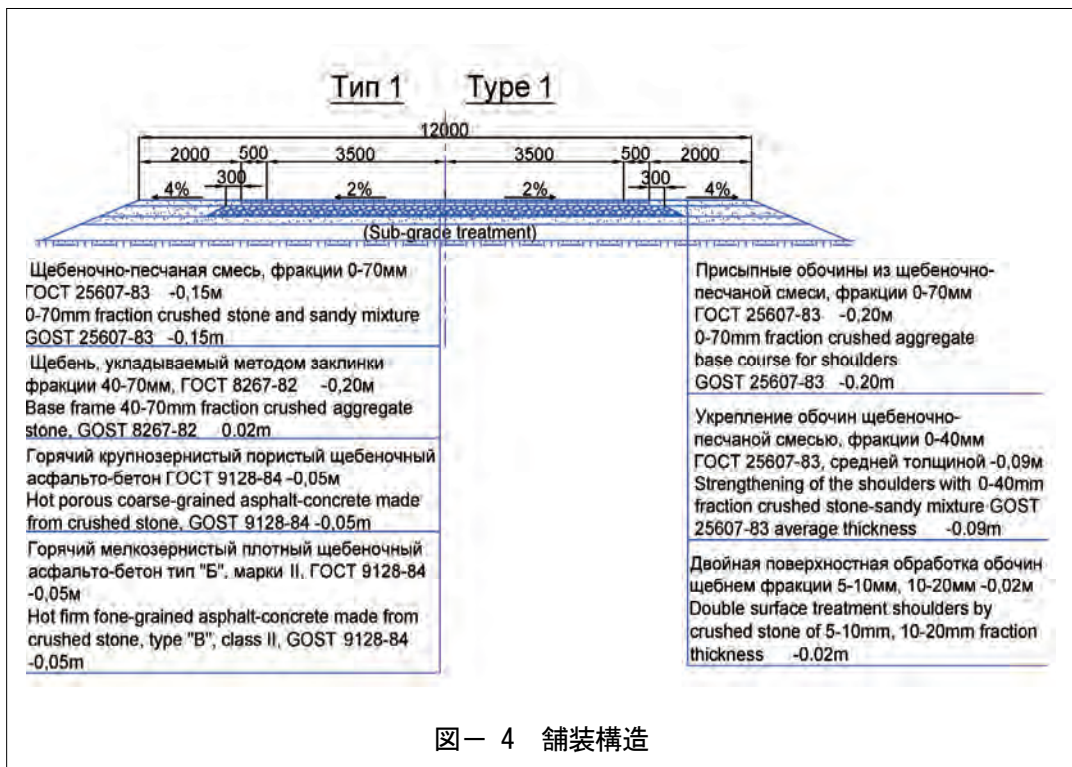
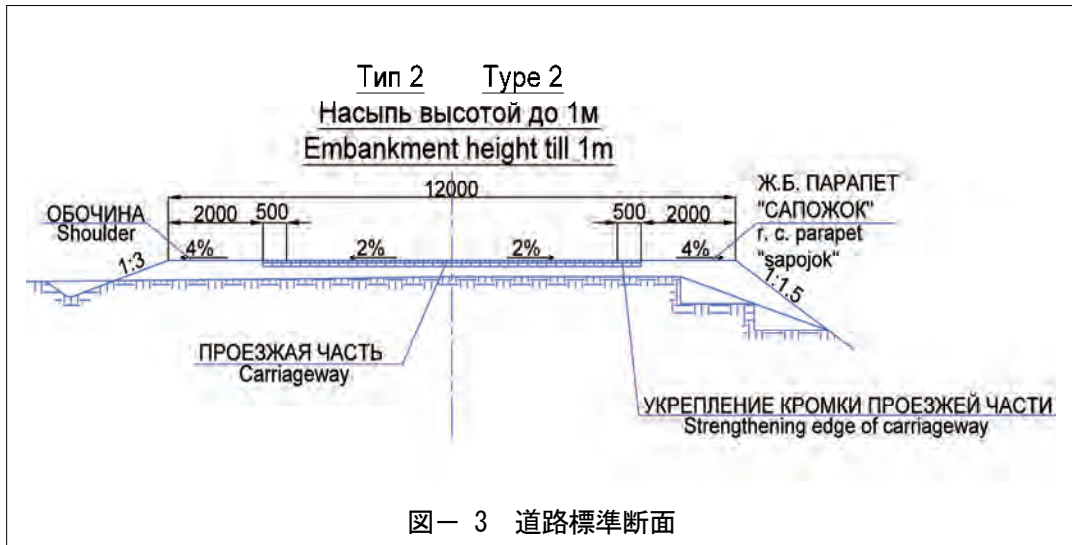
図面名称	距離	入手先	備考
コード：12197AD 平面・縦断図 (橋梁一般図を含む)	247Km+300-324Km+000 (ADB 第2次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成・
コード：12196AD 平面・縦断図	324Km+000-360Km+875 (ADB 第1次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成
コード：12197AD 平面・縦断図 (橋梁一般図を含む)	360Km+875-414Km+900 (ADB 第2次道路改修)	キルギス道路設計研究所*	キルギス道路設計研究所作成
Contract 2 入札図面 平面・縦断図 標準舗装断面・構造物を含む	366Km-412Km	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	248Km-325Km 361Km-412Km	MOTC	

出典：MOTC

注：※KyrgyzDorTransProject

### 3-3 道路・舗装構造

設計図面による、道路標準構造及び舗装構造を以下に示す。



### 3-4 道路維持管理の現況と課題

ビシュケクーオシユ道路維持管理局の各道路維持管理事務所である DEP が実施している、路面、橋梁、トンネルを含めた道路維持管理の現況と課題は以下のとおりである。

#### 3-4-1 路面維持管理

路面については、日常的なクラックシール、ポットホール補修や路面を採石（5～10mm）とアスファルトで被服するチップシール補修を実施している。アスファルトプラントを保有していないことや、アスファルトフィニッシャー等の機材も不足していることから、ポットホールが発生しても直ぐに対応できず、ポットホールの数量がある程度まとまった時点で補修を行っている。

大規模な舗装の打ち換えやオーバーレイなど道路改修工事は ADB や日本などのドナーによる援助により実施され、改修後の日常管理を DEP で実施している状況となっている。

落石や土砂崩れなど災害が発生した場合は、大型の重機によって土石の除去を行っている。ビシュケクーオシユ道路は主要幹線道路であるため、災害発生から 12 時間程度以内には通行可能となるように災害復旧作業を行っている。冬季は積雪の多い山岳部を中心に、除雪や融雪剤散布作業を行っている。

課題としては、ポットホールが発生したら速やかに補修を行うために、アスファルトプラント及び骨材プラントの必要性が高い。また、数 10m 程度の小規模なオーバーレイを行うために、小型のアスファルトフィニッシャー等、舗装機材も必要である。

現状では、損傷が発生してから対処的に補修を行っている状況のため、今後は路面の損傷を未然に防ぐために、予防的な路面維持管理の技術手法を取得する必要もある。

#### 3-4-2 橋梁維持管理

1991 年にソ連から独立して以来、橋梁の維持管理・補修は殆ど行われていない。事故等で高欄等が大きく損傷した場合に補修を実施している。

課題としては、日常的な点検の実施と MOTC で実施可能な橋梁維持管理の技術手法を取得する必要がある。また、近接目視点検・補修のために、橋梁点検車の導入も必要である。

#### 3-4-3 トンネル維持管理

橋梁と同様、トンネルについても日常的な維持管理・補修は殆ど行われていない。日常的な点検を行っていないため、本調査の対象トンネル No.2 の崩落部についても、第一次調査で確認されるまで、DEP30 では把握していない状況であった。

課題としては、橋梁と同様に日常的な点検の実施と MOTC で実施可能なトンネル維持管理の技術手法を取得する必要がある。また、近接目視点検・補修のために、トンネル点検車の導入も必要である。

## 第4章 調査結果

路面、橋梁、トンネルで実施した目視による詳細調査結果を取りまとめ、各損傷の現状として本章に記載した。詳細調査結果については情報量が多いため別冊資料集に、損傷現状写真、損傷位置の模式図、表などでとりまとめた。今後 MOTC が本調査と同一箇所を、再調査した際には、今回の詳細調査結果と比較することで、損傷の進行や増加を確認することが可能となる。

また、これら詳細調査結果の取りまとめ方は、MOTC が独自に調査を実施した場合の調査結果の整理手法として利用することを考慮して作成した。

合わせて、別冊資料集に添付した主な損傷に対する補修施工図は、MOTC が詳細補修計画を立案する際の基本計画として活用することを考慮した。

### 4-1 路面調査

目視調査の結果を表-23 調査結果一覧表に示す。なお、現況写真、損傷位置図は、別冊資料集：1-1 詳細調査箇所の現況、1-2 その他調査箇所の現況に示す。

#### 4-1-1 沈下箇所

##### (1) 沈下要因A：路床または路体の支持力不足

今回の調査箇所を道路構造別に見ると、高盛土（15m 以上）、低盛土、平場、切土、橋梁前後などその道路構造はさまざまであり、沈下の要因が道路構造だけに起因しているとは考えられない。しかしながら、切土区間では沈下箇所が極めて少ない状況から盛土の路床または路体の支持力に問題があると考えられる。（図-5、写真-19 参照）

この要因による沈下は45箇所全てでみられる。

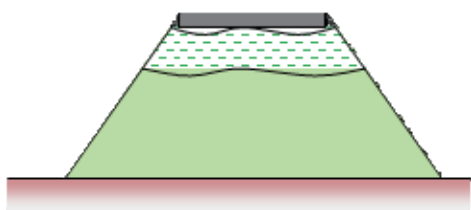


図-5 路床または路体の支持力不足  
(沈下要因A) イメージ図



写真-19 路床または路体の支持力不足 (D12, D23)

##### (2) 沈下要因B：盛土内スベリ破壊

調査箇所の中には盛土のスベリ破壊によると思われる半円形クラックが路面上に多く見られる。これらの箇所の盛土高さは11m～32m（平均18.5m）と高く、また、盛土のり面勾配は一般的に盛土の安定に必要なとされている $29^{\circ}$ ～ $33^{\circ}$ （1:1.8～1:1.5）に対して $34^{\circ}$ ～ $42^{\circ}$ （1:1.48～1:1.1）（平均 $38.3^{\circ}$ 、1:1.27）と急勾配になっており盛土内部で円弧すべ

り破壊を発生して路面が沈下している可能性が高い。盛土は高さが高くなるほど上部すべり土塊の影響が大きくなり、盛土の安定化にはよりゆるいのり面勾配が必要となる。

(図-6、写真-20、表-21 参照)

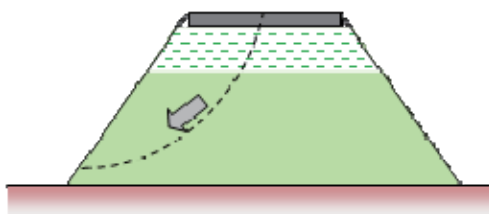


図-6 盛土スベリ破壊(沈下要因B)イメージ図



写真-20 盛土スベリ破壊によるクラック(D32)

表-21 沈下要因B(盛土内スベリ破壊)箇所一覧表

No.	調査番号	始点(KP)	終点(KP)	延長(m)	調査対象		道路諸元												沈下要因				沈下位置		
					第1次調査	今回調査	舗装幅員(m)	※1縦断勾配(%)	※2横断勾配(%)	盛土				切土				横断構造物	A	B	C	D			
										最大高さ(m)		法面勾配(°)		最大高さ(m)		法面勾配(°)									
										左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側								
4	D3	303+230	303+380	150	○	○	8.1	-10	-2		23	31	37			43	-	C-Pφ2.0 C-Pφ1.5	○	○	○		盛土全体		
10	D9	303+943	303+995	52	○	○	7.6	-5	-1		15		36	-	-	-	-	C-Pφ1.8	○	○			盛土中央部(谷側)		
17	D16	314+305	314+394	89	○	○	7.3	+2	±1		13	37	39	-	-	-	-	NARYN橋A1	○	○			盛土最高部		
18	D17	314+628	314+656	28	○	○	7.2	0	±1	16		36	36	-	-	-	-	NARYN橋A2	○	○			盛土最高部		
19	D18	329+204	329+281	77	○	○	8.2	+3	±1	11		40	41	-	-	-	-	C-Pφ1.5	○	○			盛土始点部		
20	D19	331+320	331+418	92	○	○	8.3	+4	±1	15		37	39	-	-	-	-	C-Pφ2.0	○	○			盛土中央部		
26	D25	335+916	336+010	94			9.4	-3	-3		21	43	39	-	-	-	-	C-Box2.0*2.0*2	○	○			盛土中央部(谷側)		
33	D32	342+421	342+517	96			8.2	-5+5	±1	32		41	34	-	-	-	-	C-Pφ1.8~1.0	○	○			盛土中央部		
36	D35	343+316	343+374	58	○	○	9	-5	±1		11	47	49	-	-	-	-	C-Pφ1.5	○	○			盛土中央部		
37	D36	343+462	343+560	98	○	○	8.5	-3	-1	21		37	36	-	-	-	-	C-Pφ2.0	○	○			盛土中央部		
38	D37	344+092	344+160	68	○	○	8.2	-10	±1		23	32	37	-	-	-	-	-	○	○			盛土中央部		
39	D38	344+744	344+798	54	○	○	8.4	+8	-1		23	40	36	-	-	-	-	C-Pφ1.5	○	○			盛土中央部		
41	D40	346+641	346+698	57	○	○	8.1	-2	-2		16		39	-	-	-	-	-	○	○			盛土中央部(谷側)		
					11	13					19	18	38	38											
											平均	18.5	平均	38.3											

### (3) 沈下要因C: 切盛境界スベリ破壊

今回の調査箇所には切土と盛土の境界をスベリ面とするスベリ破壊による沈下を生じている箇所がある。これらの箇所の盛土高さは19~27mと高く、また、のり面勾配も35~39°(1:1.42~1:1.23)と急勾配となっていることから、洗掘やのり面の崩落などにより道路構造が不安定化して切土と盛土の境界でスベリ破壊を生じているものとする。(図-7、写真-21、表-22 参照)

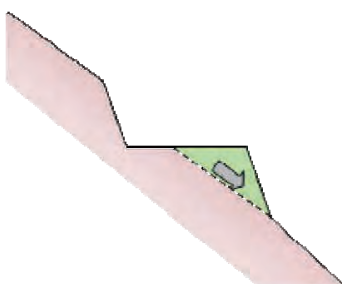


図-7 切盛境界スベリ破壊(沈下要因C)イメージ図



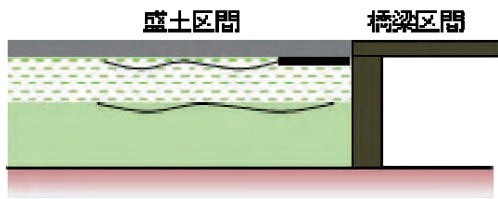
写真-21 切盛境界スベリ破壊による段差(D45)

表－ 22 沈下要因C（切盛境界スベリ破壊）箇所一覧表

No.	調査番号	始点 (KP)	終点 (KP)	延長 (m)	調査対象		道路諸元												沈下要因				沈下位置
					第1次調査	今回調査	舗装幅員 (m)	※1 縦断勾配 (%)	※2 横断勾配 (%)	盛土				切土				横断構造物	A	B	C	D	
										最大高さ(m)		法面勾配(°)		最大高さ(m)		法面勾配(°)							
										左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側						
4	D3	303+230	303+380	150	○	○	8.1	-10	-2		23	31	37			43	-	C-Pφ2.0 C-Pφ1.5	○	○	○		盛土全体
5	D4	303+420	303+505	85	○	○	7.9	-10	-2		19		36			42	-	C-Pφ1.5	○		○		盛土中央部(谷側)
43	D41	359+712	359+773	61	○	○	7.7	+12	±1		23	-	39			50	-	-	○		○		盛土中央部(谷側)
47	D45	404+535	404+683	148	○	○	8.2	-10,-2	-1		27	32	35			42	-	C-Box3.0*3.0	○		○		盛土起点部
					4	4													4	1	4	0	

(4) 沈下要因D: その他

KP313+340 (D15)、No. 8 橋梁では、A1 側、A2 側とも橋台背面に沈下が見られる。橋台から 3m 付近までは踏掛版が設置されていると見られたため沈下がスムーズに擦り付けられているが、その背後部では路面に不等沈下がある。一般的に橋台背面部は盛土の転圧等が十分に行われず、また雨水の侵入などによって盛土が流出し空洞化しているケースが多く見られる。当該箇所でも側面からの目視で橋台ウイングと盛土の間に空隙が見られることから盛土が流出し路面が沈下したものと考える。(図－8、写真－22 参照)



図－ 8 橋台背面沈下 (沈下要因 D) イメージ図



写真－ 22 橋台背面沈下 (沈下要因 D) 路面状況及び橋台周辺の空隙

4-1-2 その他損傷箇所

(1) 洗堀

表－23 に示すように、35 箇所でのり面及び排水溝の洗堀がみられた。路面排水溝はコンクリート製防護柵の背面に設置されているが、一部区間では破損したり路面に土砂が堆積して排水溝に流れ込めない状況となっている。洗堀は盛土内部に路面排水が流れ込むと盛土のすべり破壊を助長するだけでなく、盛土材料によってはスレーキングにより支持力が大幅に低下する可能性がある。したがって舗装路肩部に排水溝を整備し排水を処理する必要がある。



写真－ 23 D3 洗堀状況



写真－ 24 S2 洗堀状況

## (2) わだち掘れ

D19～D20 のオシュに向かう車線は登り勾配となっているため、わだち掘れが 5cm 程度と大きく、放置すると舗装の劣化、破損が進むだけでなく事故の原因ともなるので早期の対策が必要である。

対策としては、わだち掘れが大きくなった時点で切削オーバーレイを行ったり、流動性に強い高耐久性アスファルト舗装の適用も考えられるが、高耐久性アスファルトは「キ」国での調達が困難である。また、コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べ剛性が高いため、わだち掘れにも強く、維持管理も比較的容易である。



写真－ 25 D19 わだち掘れ状況





## 4-2 橋梁調査

橋梁の主な損傷を以下に示す。なお、詳細な調査結果は、別冊資料集：2-1 調査橋梁の現況に示した。

### 4-2-1 橋梁の主な損傷

#### (1) 伸縮装置及び排水施設の不備

伸縮装置及び排水施設の欠落、損傷により、舗装のひび割れ、床版への漏水、床版の損壊、桁、橋台、橋脚への漏水を誘発している。

損傷発生橋梁（No.4、No.6、No.10、No.13、No.14、No.17）



写真－ 26 No. 6 橋 伸縮装置部の舗装  
ポットホール補修後



写真－ 27 No. 6 橋 床版下面  
老朽化、漏水によるスポーリング、鉄筋腐食

#### (2) 床版コンクリートの老朽化または施工不良

プレキャスト床版（端部張出し床版）及び床版接続部の間詰コンクリートの老朽化または施工不良により、これらが損壊し、舗装のひび割れを誘発している。

損傷発生橋梁（No.4）



写真－ 28 No. 4 橋 車道中央部  
床版継ぎ目部 アスファルトによる補修後



写真－ 29 No. 4 橋 横断方向ひび割れ  
床版の継ぎ目部

### (3) 桁フランジと床版コンクリートとの接続ボルトの施工による損傷

接続ボルトの施工により、コンクリートが崩落、鉄筋が露出・腐食している。

損傷発生橋梁（No.4、No.6、No.10、No.13）



写真－ 30 No. 10 橋 桁フランジ下面  
フランジ上部から貫通した鉄筋ボルト



写真－ 31 No. 13 橋 桁フランジ下面  
フランジ上部から貫通した鉄筋ボルト

### (4) 桁のひび割れ、剥落、鉄筋露出・腐食

各橋梁の桁とも多かれ少なかれひび割れが発生している。問題無いと思われるひび割れも多いが、ひび割れ幅は0.3mm以上あり、補修が必要とされるものがある。

損傷発生橋梁（No.6、No.10、No.13、No.14、No.17）



写真－ 32 No. 13 橋 桁  
コンクリートの剥落、鉄筋露出・腐食



写真－ 33 No. 17 橋 桁  
コンクリートの剥落、鉄筋露出・腐食、ひび割れ

### (5) 支承の腐食、損傷

鋼製支承の腐食及びゴム支承（2001年の拡幅部）の損傷が発生している。鋼製支承の腐食は、漏水、清掃不足、ゴム製支承の損傷は、サイズ不足もしくは品質不良によると思われる。

損傷発生橋梁（No.4、No.6、No.10、No.13、No.14、No.17）



写真－ 34 No. 17 橋 鋼製支承  
腐食が進んでいる



写真－ 35 No. 17 橋 ゴム製支承  
膨らみ、ひび割れ

No.10 橋では、支承の台座コンクリートの損傷があり、落橋の危険性がある。  
損傷発生橋梁 (No.10)



写真－ 36 No. 10 橋 支承台座コンクリート  
剥落している



写真－ 37 No. 10 橋 支承台座コンクリート  
ひび割れが進行している

#### (6) 橋脚のひび割れ

No.6 橋の橋脚梁は、2つのプレキャスト部材の間に間詰コンクリートを打設した構造となっており、この間詰コンクリートとプレキャスト部材の接着の剥がれ（ひび割れ）が発生している。2つのプレキャスト部材それぞれに橋桁の支承が設置してあり、走行車両から受ける荷重は、連続してそれぞれの部材が受け、また振動が激しい為、剥がれが生じたと思われる。

損傷発生橋梁 (No.6)



写真－ 38 No. 6 橋 P2 橋脚間詰コンクリートとの剥がれ（上部から）



写真－ 39 No. 6 橋 P2 橋脚間詰コンクリートとの剥がれ（側部から）

### (7) 橋脚の洗掘

No.6 橋の橋脚柱は、急流河川に架橋されているため河川流、流石等により洗掘を受けている。

損傷発生橋梁（No.6）



写真－ 40 No. 6 橋 P1 橋脚洗掘を受けている



写真－ 41 No. 6 橋 P2 橋脚洗掘を受けている

### (8) 護岸の損傷

No.14 橋では、道路からの雨水の流水及び河川流により、A1 側の橋台ウイング裏込め土が流失、護岸が崩壊している。また、No.4 橋梁 A2 側コンクリート護岸に大きなひび割れが発生している。

損傷発生橋梁（No.4、No.14）



写真－ 42 No. 14 橋護岸の崩壊



写真－ 43 No. 4 橋 コンクリート護岸  
大きなひび割れ

#### 4-2-2 各橋梁の損傷状況

##### (1) No. 4 橋

###### 1) 橋面

道路中心線部の橋面舗装の縦断ひび割れ、また、横断ひび割れ、亀甲状ひび割れの損傷が発生している。これは、床版からの誘発ひび割れ、床版の損傷が原因である可能性がある。

橋面排水は、地覆に排水口（全 8 か所）が設置されているが、床版端部から雨水が床版下面に回り込みが発生している。

伸縮装置構造は不明（確認できず）であるが、上部工、下部工への漏水の原因となっている。高欄の一部が車両の衝突により損壊している。

###### 2) 上部工

下方から見た調査では、床版、主桁とも状態は良く、目立った損傷は無い。ただし、張出床版端部では、雨水の回り込み、凍結・融解により、若干のコンクリートの剥落、鉄筋の露出が見られた。

###### 3) 支承

鋼製支承は腐食しているが、機能的には問題ない。

###### 4) 下部工

橋台は A1、A2 とも大きな変状、損傷が無く、安定している。

###### 5) 護岸

A2 側下流のコンクリート護岸に大きなひび割れが発生している。

## (2) No. 6 橋

### 1) 橋面

伸縮装置部の舗装ひび割れ、亀甲ひび割れ、ポットホール、その他の斜めひび割れ、横断ひび割れが発生している。

伸縮装置部のひび割れは、上部工、下部工への漏水の原因となっている。

橋面排水は、地覆に排水口（全 24 か所）が設置されているが、床版端部から雨水が床版下面に回り込みが発生している。

### 2) 上部工

床版には伸縮装置部に部分的な剥落・鉄筋露出が見られた。また、主桁には、部分的にせん断ひび割れや支承部から発生しているひび割れが確認された。張出し床版端部では、雨水の回り込みや凍結・融解により、若干のコンクリートの剥落、鉄筋の露出が見られた。

### 3) 支承

鋼製支承は機能的に問題無いが、路面からの漏水が腐食に影響し、No. 4 橋に比べて腐食の度合いが大きい。

### 4) 下部工

A1、A2 橋台は大きな変状は無く、安定している。P1、P2、P3 橋脚の梁は、2分割のプレキャスト梁間に間詰めコンクリートを施した構造であり、間詰めコンクリートとプレキャスト梁の剥がれ（ひび割れ）が生じている。

また、P1、P2 橋脚の根本は洗掘されて骨材が露出している。

### 5) 護岸

大きな変状、洗掘等は確認されず安定している。

## (3) No. 10 橋

### 1) 橋面

伸縮装置の損壊（鋼製プレートのはずれ）が確認された。また、縦方向舗装ひび割れが発生している。

伸縮装置からの上部工、下部工へ漏水している。

橋面排水は、地覆に排水口（全 104 か所）が設置されているが、床版端部から雨水が床版下面に回り込みが発生している。

## 2) 上部工

床版には部分的な剥落・鉄筋露出、ボルト設置時の剥落、張出し床版端部では、雨水の回り込みや凍結・融解により、若干のコンクリートの剥落、鉄筋の露出が見られた。

## 3) 支承

鋼製支承は機能的に問題無いが、路面からの漏水が支承の腐食に影響している。また、P5 橋脚の沓座コンクリートがひび割れ、剥落しており、支承の安定に影響を及ぼす可能性がある。

## 4) 下部工

A2 橋台に一部鉄筋露出があるが、A1、A2 橋台とも大きな変状は無く、安定している。また、P1～P5 橋脚も安定している。

## 5) 護岸

大きな変状、洗掘等は確認されないが、A1 橋台周りの護岸コンクリートブロックの一部が剥がれている。

## (4) No. 13 橋

### 1) 橋面

伸縮装置部の舗装ひび割れが発生している。伸縮装置部のひび割れは、上部工、下部工への漏水の原因となっている。

橋面排水は、地覆に十分な大きさの排水口が設置されておらず、降雨後に橋面での滞水が確認された。高欄の一部が車両の衝突により損壊している。

### 2) 上部工

主桁には漏水が原因と考えられる比較的大きな剥落・鉄筋露出が見られた。また、支承部では主桁コンクリートの施工不良と考えられる鉄筋の露出が確認された。張出し床版端部では、一部で遊離石灰が確認された。

### 3) 支承

鋼製支承は機能的に問題無いが、路面からの漏水が支承の腐食に影響している。

### 4) 下部工

A1、A2 橋台とも大きな変状は無く安定しているが、両橋台とも一部でジャンカが確認された。

## 5) 護岸

大きな変状は無く安定している。

## (5) No. 14 橋

### 1) 橋面

伸縮装置部の舗装ひび割れが発生している。伸縮装置部のひび割れは、上部工、下部工への漏水の原因となっている。

橋面排水は、地覆に排水口（全8か所）が設置されているが、床版端部から雨水が床版下面に回り込みが発生している。高欄が車両の衝突により大きく損壊している。

### 2) 上部工

主桁には一部剥落・鉄筋露出が、横桁には一部ひび割れが確認された。また、床版には一部剥落・鉄筋露出が見られた他、全体的に遊離石灰が確認された。

### 3) 支承

鋼製支承は機能的に問題無いが、路面からの漏水が支承の腐食に影響している。

### 4) 下部工

A1 橋台では一部遊離石灰が見られる。A1 橋台の裏込土が雨水により流失している。A2 橋台は大きな変状は無く安定している。

## 5) 護岸

A1 橋台の上流側の護岸が洗掘を受け、コンクリートブロック護岸が損壊している。

## (6) No. 17 橋

### 1) 橋面

伸縮装置部の舗装ひび割れが発生している。伸縮装置部のひび割れは、上部工、下部工への漏水の原因となっている。

橋面排水は、排水口が設置されておらず、伸縮装置部で上部工、下部工へ漏水している。

ビシュケク方向に縦断勾配があり（下り傾斜）、雨水が流下しているのを確認した。

### 2) 上部工

主桁には、帯鉄筋に沿った等間隔のひび割れが確認された。また、車両の衝突により主桁下部のコンクリートが剥落・鉄筋露出し、周辺に大きなひび割れが発生している。床版は下面に遊離石灰が多く確認された。また、漏水の影響で伸縮装置部の床版は剥離・鉄筋



露出している箇所が多い。

### 3) 支承

鋼製支承は腐食が進んでいるが、機能的な問題は無い。路面からの漏水が腐食に影響している。ゴム支承は、膨張、ひび割れが発生しているものが数か所ある。

### 4) 下部工

A1、A2 橋台、P1、P2 橋脚とも大きな変状は無く安定している。

## 4-2-3 調査対象橋梁の主な損傷原因

対象橋梁の損傷は、「コンクリートのひび割れ」および「橋面の損傷」、「漏水」、「橋台背面土の浸食」、「護岸の損壊」に分類される。

以下に損傷の分類ごとにその原因をまとめた。

### (1) コンクリートのひび割れ

鉄筋コンクリート構造物のひび割れには各種の要因がある。調査対象橋梁のコンクリートの配合、施工時の状況等の情報は無いが、橋梁の建設年、キルギスの気候、車両の通行状況などを考慮すると、コンクリート部材のひび割れの主な要因は以下の様にまとめられる。

#### 1) 建設後数年を経て発生したひび割れ

##### a) 凍結・融解

寒冷地では、コンクリート中の水が夜間等に凍結して膨張圧を生じ、この凍結が日中の日射で融解する繰り返し作用（凍結融解作用）を受ける。初期においては、不規則な細かい亀甲状の表面ひび割れが発生し、さらにその後の雨水の浸入、凍結融解作用により、開き幅が拡大する。昼夜の温度差が大きいほど、凍結融解作用を受けやすいので、寒冷地では日射側のコンクリート面に発生することが多い。

##### b) 中性化

アルカリ性であるコンクリートは、主に空気中の二酸化炭素の長期間にわたる中和作用によりコンクリート表面から内部に向かい、アルカリ性が低下していく。この中性化が鉄筋に達すると、鉄筋の腐食が始まる。

調査対象橋梁の中には、1960年代に完成したのものがある。中性化の速度はコンクリートの配合に影響されるが、建設後 50 年程度経過していれば、コンクリートの中性化は表面

から数 cm～十数 cm 程度まで進行し、鉄筋にまで達している可能性が高く、鉄筋は腐食環境にあると考えられる。

#### c) 鉄筋の腐食

上記の凍結・融解、中性化もしくは両者により、鉄筋が腐食・膨張し、配筋に沿った初期のひび割れが発生する。するとさらに凍結・融解、中性化が進展し、鉄筋の腐食環境が整い、上記のひび割れが進行していく。

なお、冬季の道路維持管理において、塩化物イオンを含んだ凍結防止剤は使用されておらず、砂の散布により走行安全性を確保していること、また塩化物イオンを含んだ骨材を利用していないと考えられることから、塩害による鉄筋の腐食は発生していないと考えられる。

### 2) 車両荷重によるひび割れ

#### a) 橋桁が構造的に受ける荷重

構造的なひび割れ（せん断ひび割れ、曲げひび割れ）の大きさ、間隔等の程度は、コンクリートの品質、施工時の状況に大きく左右されるが、通行車両による繰り返し荷重により、経年によりいずれ発生する。

#### b) 床板の疲労

設計荷重以下であっても、通行車両から直接繰り返し荷重を受ける床版は、疲労破壊を受けやすいとされている。

### 3) 建設後まもなく発生したひび割れ

対象橋梁のコンクリート部材は、収縮に対する拘束を受けていないと考えられるため、温度変化によるひび割れや乾燥収縮ひび割れの発生の可能性は低い。また、不規則なひび割れはほとんど無いことから、セメントの異常凝結や異常膨張によるひび割れ、沈みひび割れ、初期ひび割れはほとんど無く、コンクリート強度は十分な事から、初期凍害によるひび割れの発生の可能性も低い。さらに、発生位置を考慮すると構造的なひび割れとは考えにくく、また上記のひび割れとは異なり、規則的に発生していることから、鉄筋の被り不足によるひび割れ、または温度ひび割れが発生している可能性が高いと考えられる。

コンクリートは打設後、セメント水和反応に伴う発熱によってコンクリート温度が上昇、数日後に最大となり、その後放熱により徐々に外気温まで降下する。この過程において、コンクリート表面と内部との温度差による拘束（内部拘束）などにより部材には温度応力が発生し、この時の応力がコンクリートの引張強度より大きくなるとひび割れ（温度ひび割れ）が発生する。通常は部材厚さが厚い場合（50cm 以上程度）に温度ひび割れが生じや

すいと言われている。しかし、キルギスは日中の温度変化が大きいため、対象橋梁に使われている鉄筋コンクリート桁部材は 18cm ではあるが、気温の急激な降下により、コンクリート表面の温度が内部の温度に比べて大きく低下し、温度ひび割れが発生したと考えられる。

#### 4) 構造的欠陥によるひび割れ

No.6 橋の橋脚梁は、2つのプレキャスト部材の間に間詰コンクリートを打設した構造となっており、この間詰コンクリートとプレキャスト部材の接着の剥がれ（ひび割れ）が発生している。2つのプレキャスト部材それぞれに橋桁の支承が設置してあり、走行車両から受ける荷重は、連続してそれぞれの部材が受け、また振動が激しい為、剥がれが生じたと思われる。それぞれの部材の結合方法は不明であるが、鉄筋または鋼材を溶接しているのではないかと想定される。

#### 5) 想定外の外力の作用によるひび割れ

No.17 橋では主桁への車両の衝突による損壊とひび割れ、また、ほとんどの調査対象橋梁において床版の接続ボルト設置時に生じた剥落が確認されている。

### (2) 橋面の損傷

#### 1) 伸縮装置の損傷または未設置

No.17 橋では鋼製伸縮装置が設置されているが、プレートが溶接部から外れている箇所が数か所ある。また、他の橋梁では亜鉛メッキ薄板上に通常 AC 舗装を施した伸縮装置が設置されているか未設置であり、この位置での舗装ひび割れ、ポットホール等が発生している。さらに、この位置から雨水の桁及び下部工への漏水が発生している。

#### 2) 舗装の損傷

床版の段差からのリフレクションクラック、床版のひび割れ等の損傷に起因するひび割れ、ポットホールと思われる損傷が確認された。

#### 3) 高欄の損傷

通行車両の衝突、高欄取り付け部の床版の損傷により、高欄の損傷が発生している。

### (3) 漏水

ほとんどの橋梁で路面排水施設として地覆に排水口が設置してあるが、適切に橋梁構造への漏水を防止する形状となっていない。また、前述の伸縮装置部からの漏水も発生している。

#### **(4) 橋台背面土の浸食**

No. 14 橋では、取り付け道路の排水施設が未設置であることから雨水の流入により、橋台背面土が浸食されている。

#### **(5) 護岸の損壊**

No. 14 橋では、河川流による洗掘によりコンクリートブロック護岸が損壊している。また、No. 10 橋においても一部コンクリートブロック護岸の損壊が発生している。