

## 5-2 橋梁

### 5-2-1 損傷程度による補修の優先順位付け

#### (1) 損傷評価基準

前記の各損傷の原因と程度（橋梁構造の安定（落橋、傾斜）に対して危険を及ぼす程度及び車両、歩行者の通行の安全性）を評価し、表-43 に示す補修の優先順位評価基準を用いて維持管理の実施時期（緊急、短期、中長期／定期維持管理）を検討する。損傷程度の評価には、『国土技術政策総合研究所、道路橋の健全度に関する基礎的調査に関する研究—道路橋に関する基礎データ収集要領（案）2007年4月』を参考として使用した。

#### 1) ひび割れ・漏水・遊離石灰

評価の目安				損傷評価 基準
ひび割れの有無	ひび割れ位置 <sup>※1</sup>	ひび割れ幅 <sup>※2</sup>	漏水・遊離石灰	
なし	—	—	—	a
あり	構造物に及ぼす 影響が大きい ひび割れの位置	0.3mm未満（小）	有無を問わない	c
			ひび割れのみ	c
		0.3mm以上（大）	漏水のみ	d
			軽微な遊離石灰	d
	上記以外の位置 （影響が小さい）	0.3mm未満（小）	著しい遊離石灰・錆汁	e
			有無を問わない	b
		0.3mm以上（大）	ひび割れのみ	b
			漏水のみ	c
		軽微な遊離石灰	c	
		著しい遊離石灰・錆汁	d	

※1：「構造物に及ぼす影響が大きいひび割れの位置」について次頁に記載する。

※2：ひび割れ幅の評価にあたっては近接が容易でないなどにより計測を行えないものについては、遠望から容易に分かるひび割れを、ひび割れ幅が大きいと判断する。

構造物に与える影響が大きいひび割れ（主桁）

番号	位置	ひび割れパターン
①	支間中央部	主桁直角方向の桁下面及び側面の鉛直ひび割れ
②		主桁下面縦方向ひび割れ
③	支間 1/4 部	主桁直角方向の桁下面及び側面の鉛直ひび割れ
④	支点部	支点付近の腹部に斜めに発生しているひび割れ
⑤		支承上桁下面・側面に鉛直に発生しているひび割れ
⑥		支承上から斜めに側面に発生しているひび割れ
⑦	掛け違い部	掛け違い部のひび割れ
⑧	PC 桁全体	シーズ、PC 鋼材に沿って生じるひび割れ

＜PC・RC 共通＞

＜PC 桁＞

構造物に与える影響が大きいひび割れ（橋脚）

番号	位置	ひび割れパターン
①	T 型橋脚	張り出し部の付け根側のひび割れ
②	共通	広範囲に及ぶ多数のひび割れ
③		軸方向に複数の大きなひび割れ
④	支承下部	支承下面付近のひび割れ
⑤	ラーメン橋脚	はり中央部下側のひび割れ
⑥		柱全周にわたるひび割れ

＜橋脚＞

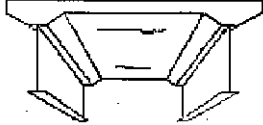
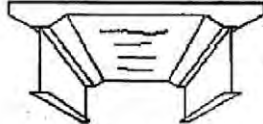

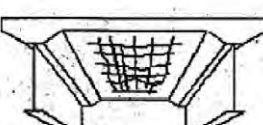
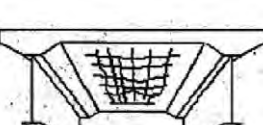
2) 鉄筋露出

評価の目安			損傷評価 基準
鉄筋露出の有無	腐食の広がり	腐食の程度	
なし	—	—	無
あり	部分的	表面のみ	
		鋼材断面の減少、鋼材の著しい膨張	
	広範囲	表面のみ	
		鋼材断面の減少、鋼材の著しい膨張	有

3) 抜け落ち

評価の目安		損傷評価 基準
損傷なし		
コンクリート塊の抜け落ちがある		有

4) 床版ひび割れ

評価の目安	概念図	損傷評価 基準
ひび割れは発生していないか、幅の小さい（0.3mm未満）ひび割れで、ひび割れ間隔は1.0m程度と非常に離れている状態。 漏水跡・遊離石灰は確認できない		a
幅の小さい（0.3mm未満）一方向のひび割れが主であり、ひび割れ間隔が0.5m程度と比較的大きい状態。 漏水跡・遊離石灰は確認できない		b
0.3mm程度の程子状のひび割れが発生している状態で漏水跡・遊離石灰は確認できない。 または、一方向ひび割れであるが、漏水跡・遊離石灰が確認できる状態		c
0.3mm程度の程子状のひび割れが発生しており漏水跡・遊離石灰が確認できる状態。 または、0.3mm以上のひび割れが目立ち、部分的な角落ちが見られるが漏水跡・遊離石灰は確認できない状態。		d
連続的な角落ちが見られ、漏水跡・遊離石灰は確認できない状態。		e

\* ひび割れ幅や間隔は必ずしも計測を要しない。遠望から容易に分かるひび割れについて、0.3mm以上のひび割れとする。

5) PC 定着部の異常

評 価 の 目 安	損傷評価 基準
損傷なし	無
PC ケーブル定着部の損傷（程度によらない） PC ケーブルの損傷	有

6) 路面の凹凸

評 価 の 目 安	損傷評価 基準
損傷なし 20mm 程度未満（走行に支障がない程度）の段差がある	無
20mm 程度以上（走行に支障があり明らかな分かる程度）の段差がある	有

7) 支承の機能障害

評 価 の 目 安	損傷評価 基準
損傷なし	無
支承の機能が損なわれている 支承の機能が著しく阻害されている	有

8) 鋼製支承の腐食

評 価 の 目 安	損傷評価 基準
表面に浮いた錆が無い	小
鋼材の膨張によるはがれは無いが、表面に浮いた錆がある	中
鋼材の膨張によるはがれが進行し、支承の機能が損なわれている。	大

9) ゴム支承のひび割れ

評 価 の 目 安	損傷評価 基準
表面に上下に貫通していないひび割れが発生	小
表面に上下に貫通したひび割れが発生	中
全体に亀甲状のひび割れが発生し、支承の機能が損なわれている。	大

10) 下部工及び護岸の変状

評 価 の 目 安		損傷評価 基準
沈下・移動・傾斜	洗掘	
沈下・移動・傾斜のいずれもない	洗掘はない	無
	軽微な洗掘がある	無
	著しく洗掘されている	有
沈下・移動・傾斜のいずれかが有る	洗掘はない	有
	軽微な洗掘がある	有
	著しく洗掘されている	有

## (2) 補修の優先順位

補修の優先順位は前記の損傷評価基準を用い、以下の評価基準によって決定した。

表－ 43 補修の優先順位評価基準

	①RC/PC 構造	②床版	③下部工（橋台/ 橋脚）及び 護岸の変状	④支承	⑤橋面
	主桁/横桁/下部工 /護岸				
1: 緊急	「鉄筋露出」判定が「有」、または「ひび割れ・漏水・遊離石灰」判定が「e」	「鉄筋露出」判定が「有」、または「床版ひび割れ」判定が「e」、または「抜け落ち」判定が「有」	「下部工及び護岸の変状」判定が「有」	「支承の機能障害」判定が「有」	「橋面の凹凸」判定が「有」
2: 短期	「鉄筋露出」判定が「無」だが部分的な鉄筋露出がある場合、または「ひび割れ・漏水・遊離石灰」判定が「d」、または「PC定着部の異常」判定が「有」	「鉄筋露出」判定が「無」だが部分的な鉄筋露出がある場合、または「ボルト設置時破損」が広範囲にある場合、または「床版ひび割れ」判定が「d」	「下部工及び護岸の変状」判定が「無」だが、軽微な洗掘/崩壊がある場合	「支承の機能障害」判定が「無」だが、鋼製支承で腐食程度が「中」「小」または、ゴム製支承でひび割れ「中」「小」の場合	「橋面の凹凸」判定が「無」だが、伸縮装置位置での舗装ひび割れ、漏水がある場合。または、舗装ひび割れが広範囲もしくは直径30cm以上のポットホールがある場合。
3: 中長期 /日常維持 管理	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外

前記の補修の優先順位評価基準を用いて決定した各橋梁の径間毎、部位毎の補修優先順位を表－ 44 に示す。なお、詳細な評価結果は、別冊資料集：2-2 調査橋梁の補修計画、数量表に示した。

表－ 44 補修の優先順位

橋梁 No.	径間 番号	補修時期 (1:緊急、2:短期、3:中長期/日常維持管理)					
		主桁/横桁	床版	橋台/橋脚	護岸	支承	橋面
No.4 橋	1	3	3	3	3	2	2
No.6 橋	1	2	2	1	3	2	2
	2	2	2	1		2	2
	3	2	2	1		2	2
	4	2	2	1		2	2
No.10 橋	1	2	2	3	2	2	2
	2	3	2	3		2	3
	3	3	2	3		2	2
	4	3	2	3		2	2
	5	3	2	3		1	2
	6	2	2	2		2	2
No.13 橋	1	2	3	3	3	2	2
No.14 橋	1	2	2	3	2	2	2
No.17 橋	1	2	2	2	-	2	2
	2	2	2	2		2	2
	3	2	2	3		2	2

注) 各部位の評価に用いる表－43 の評価基準 (①～⑤) は、次のとおり。

主桁/横桁：①、床版：②、橋台/橋脚：①と③、護岸：①と③、支承：④、橋面：⑤

## 5-2-2 補修工・対策工計画の方針

5-2-1 の表-44 で示した補修の優先順位において、優先度の高い「1:緊急」、「2:短期」と評価された各橋梁の各部位について補修方法を検討し、概略積算を実施する。「3:中長期/日常維持管理」と評価された橋梁部位は、清掃や日常点検を実施しながら、損傷の発生や進行を確認し、損傷が進行しないように維持管理（予防措置）を実施していくものであるため、補修計画からは除外する。

また、上記の補修以外に対策工として、漏水が原因となり凍結・融解等がコンクリート部材、鋼製部材（支承、高欄等）の劣化を促進することから、漏水緩和工を、道路排水による護岸背面の浸食箇所には取付け道路路面排水工を提案する。

## 5-2-3 補修方法の検討

各損傷の補修工及び対策工は、MOTC で実施可能な工事（資材の現地調達・現地技術で施工が可能）、及びより品質・耐久性が高いが、「キ」国での実績がなくドナーによる技術指導及び若干の資機材提供（資材の日本または第3国調達が必要）が必要な工事の両方を検討する。

以下に、各損傷個所の補修工及び対策工を提案する。

### (1) 伸縮装置

伸縮機能及び下部への漏水を防止する機能を持つ構造として、埋設ジョイント（アスファルティックプラグジョイント等）及び亜鉛メッキ鋼板を樋に用いた伸縮装置を提案する。

ポリマーまたはゴム入りアスファルト（日本または第3国調達資材）の施工が可能であれば、「伸縮吸収型埋設ジョイント」であるアスファルティックプラグジョイント、不可能であれば通常アスファルトコンクリート（現地調達資材）に切削目地を入れた「伸縮誘導型埋設ジョイント構造」を適用する。

(補修案)

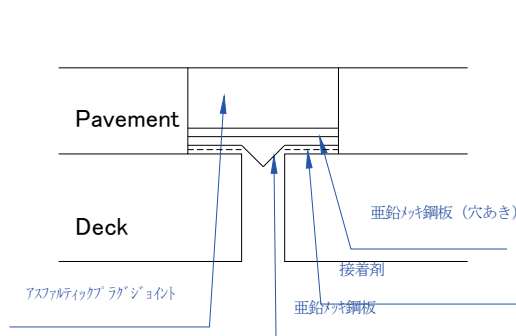


図-29 アスファルティックプラグジョイント例

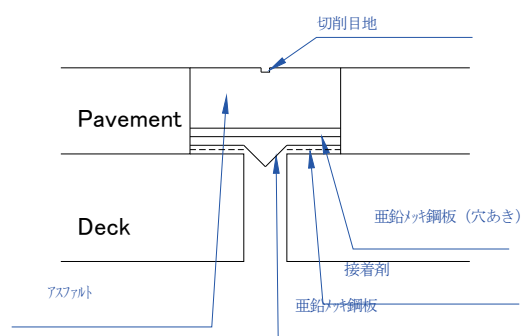
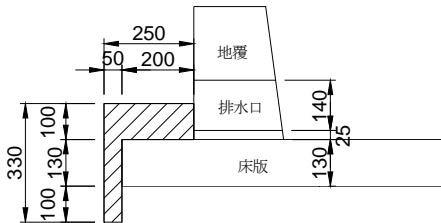


図-30 伸縮誘導型埋設ジョイント例

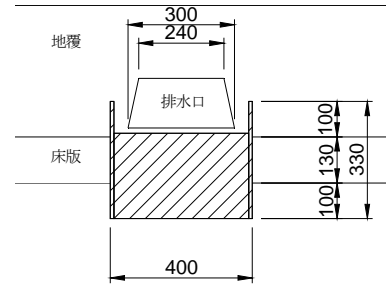
## (2) 路面排水

地覆に設けられている排水口からの排水がスムーズに行えるように、亜鉛メッキ鋼板（現地調達資材）を加工した排水路を提案する。

（補修案）



図－ 31 路面排水（側面図）

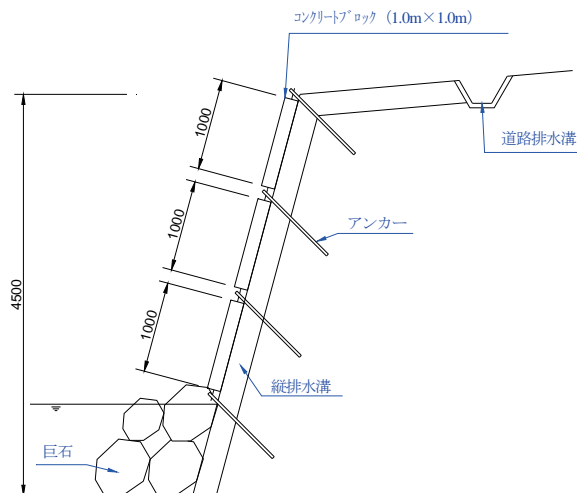


図－ 32 路面排水（正面図）

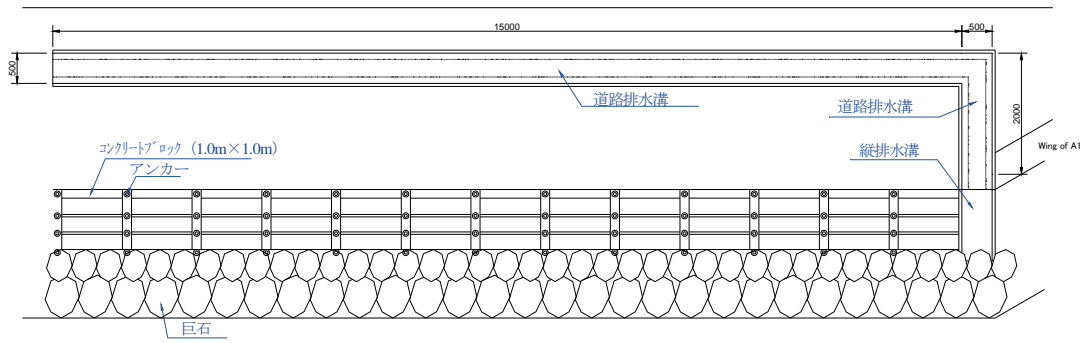
## (3) 護岸工及び取り付け道路路面排水工

No. 14 橋の A1 橋台背面から上流側護岸部の洗掘は、取付け道路面からの雨水及び河川流による浸食によるものであるため、取付け道路部側溝、縦排水溝及び捨石基礎・コンクリートブロックによる護岸工（現地調達資材）を提案する。

（補修案）



図－ 33 護岸工及び路面排水工（側面図）



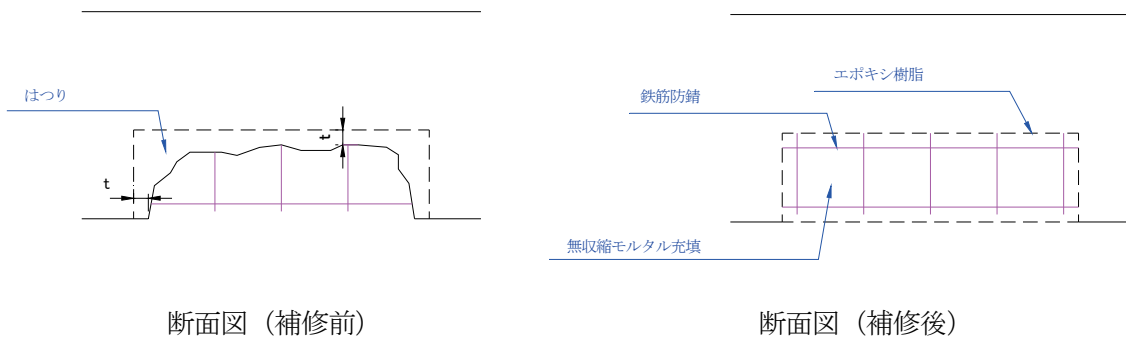
図－ 34 護岸工及び路面排水工（平面図）

#### (4) 鉄筋露出・コンクリート剥落補修

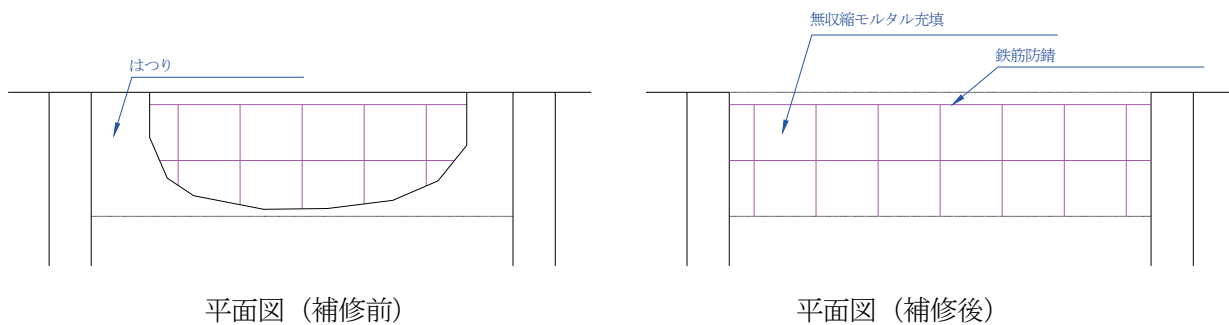
主桁及び床版に見られる漏水による鉄筋腐食・剥落、ボルト設置時のコンクリート剥落箇所には、型枠工が必要無い、PCM（ポリマーセメントモルタル）工法（日本または第 3 国調達資材）または無収縮モルタル工法（現地調達資材）を提案する。また、面積が大きい No. 13 橋と No. 17 橋の剥落箇所には、炭素繊維シート貼付け工法（日本または第 3 国調達資材）を適用する。

主桁端部に多く発生している漏水による鉄筋腐食・コンクリート剥落箇所は、部分的な床版打替え（現地調達資材）を提案する。この補修の際に、伸縮装置補修も同時に実施する。

（補修案）



図－ 35 PCM または無収縮モルタル工法



図－ 36 部分床版打ち替え



## (5) 高欄

車両の衝突により損壊している高欄は、同じ素材・構造の部材（現地調達資材）での取り換えを提案する。

以下に損傷を受けている高欄の写真を示す。



写真－ 68 No. 4 橋 高欄



写真－ 69 No. 13 橋 高欄

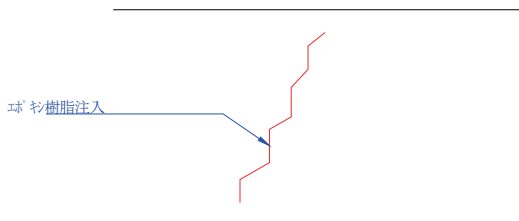


写真－ 70 No. 14 橋 高欄

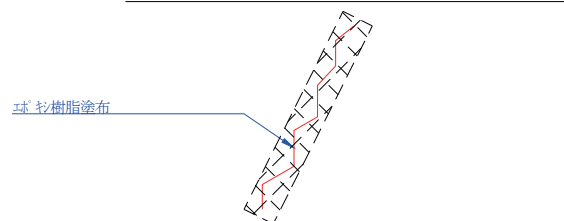
## (6) コンクリートのひび割れ

幅 0.3mm 以上のコンクリートのひび割れには、エポキシ樹脂充填工法（日本または第 3 国調達資材）によるひび割れ補修を提案する。以下に、エポキシ樹脂充填工法の施工例を示す。

(補修案)



図－ 37 ひび割れ補修 1



図－ 38 ひび割れ補修 2

## (7) 舗装のひび割れ

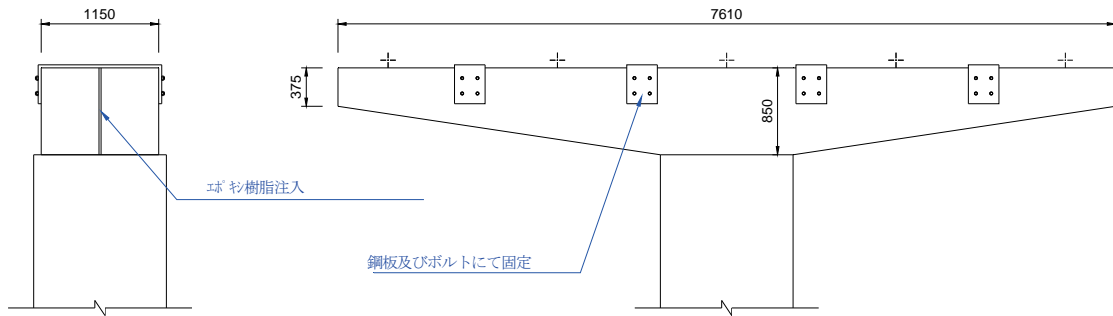
橋面舗装のひび割れには、アスファルトシール材（現地調達資材）を注入による補修を提案する。

## (8) 橋脚梁

No. 6 橋 P1、P2、P3 橋脚の梁において、プレキャスト部材と間詰めコンクリートとの間

に剥がれ（ひび割れ）が発生している。この剥がれには、エポキシ樹脂充填工法（日本または第三国調達資材）を適用し、プレキャスト部材を一体とするために、鋼材による補強を施す事を提案する。

（補修案）



図－ 39 No. 6 橋 橋脚梁補修

ただし、エポキシ樹脂充填時の圧力によりプレキャスト部材の接続構造にストレスがかかり、切断等が起こり、状況を悪化させる危険性がある事、また、接続構造が不明である事から、架け替え案も想定される。

### (9) 支承

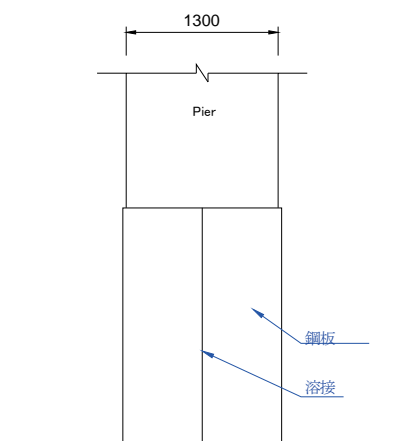
腐食程度が「中」、「小」の鋼製支承には、防錆塗装（現地調達資材）または特殊防錆塗装（日本または第3国調達資材）を施す事を提案する。

ひび割れたゴム支承は、取り換えを提案する。

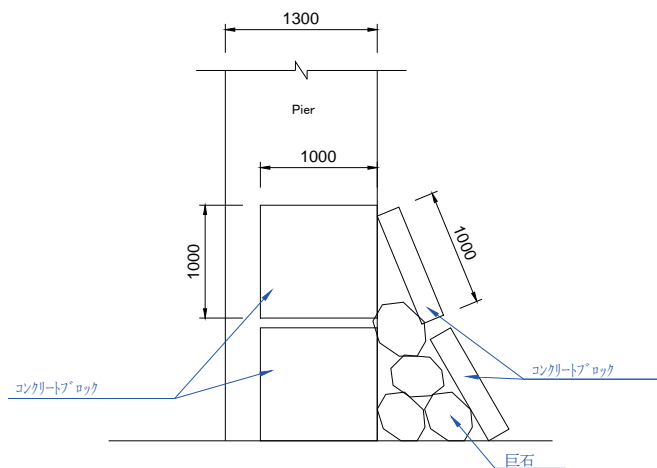
### (10) 橋脚柱

洗掘を受けている No.6 橋の P2、P3 橋脚に洗掘防護工（現地調達資材）を適用する。

（補修案）



図－ 40 洗掘防護工案（1）



図－ 41 洗掘防護工案（2）

#### 5-2-4 補修・対策内容に応じた実施体制

前記の補修・対策方法を「キ」国での調達事情、技術レベル、財政を考慮し、①MOTC で実施可能な工事（現地調達が可能資材を使用）、②ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供（日本または第3国調達が必要な資材を使用）が必要な工事、③ドナーによる全面的な協力が必要な工事に区分けしたものを表-45に示す。

ここでは、①、②で共通の補修項目を      で示した。これは、①よりも②で実施すると、高品質の資材を利用することから、より耐久性の高い補修が可能なものを表している。これらの資材はこれまでに「キ」国で使用されたことが無いため、施工方法習得のための技術指導が必要である。また、      で示したNo.6橋については、代替案1：「①で橋脚の洗掘防護工、②で橋脚梁補強を実施する」及び代替案2：「③で架け替え」を表している。代替案1の橋脚梁補強は施工が困難であり、施工後の耐久性も未知な部分があると考えられるため、代替案2の架け替えが確実であると言える。

表-45 補修・対策実施体制区分

実施体制		補修・対策工法
記号	内容	
①	MOTC で実施可能	<u>剥落1、2、ジャンカ：パッチング（無収縮モルタル使用）</u> 床版端部剥落：床版部分打ち替え <u>鋼製支承腐食：錆落とし、防錆塗装</u> <u>伸縮装置からの漏水、橋面舗装のひび割れ：伸縮継手取り換え</u> <u>（埋設ジョイント（伸縮誘導型））</u> 橋面からの漏水：橋面排水新設 舗装ひび割れ：シーラ材（アスファルト）注入 高欄損壊：取り換え 護岸背面土の浸食：道路側溝新設、縦排水新設 護岸損壊：護岸補修、設置 <u>No.6橋 橋脚洗掘：防護工設置</u>
②	ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供が必要	<u>剥落1、2、ジャンカ：パッチング（ポリマーセメントモルタル使用）</u> ひび割れ1、2：エポキシ樹脂注入／塗布 <u>鋼製支承腐食：錆落とし、特殊防錆塗装</u> ゴム支承損壊：取り換え <u>伸縮装置からの漏水、橋面舗装のひび割れ：伸縮継手取り換え</u> <u>（埋設ジョイント（伸縮吸収型））</u> <u>No.6橋 橋脚梁ひび割れ：エポキシ樹脂注入、鋼材補強</u>
③	ドナーによる全面的な協力が必要	<u>No.6橋 架け替え</u>

注) 剥落1：鉄筋露出を伴う。

剥落2：鉄筋露出を伴わない。

ひび割れ1：幅0.3mm以上。

ひび割れ2：幅0.3mm未満で漏水の影響を受ける可能性があるもの。

### 5-2-5 補修・対策工の数量算出及び概略積算

5-2-2 補修工・対策工計画の方針で述べたように、優先度が「1:緊急」または「2:短期」と判定された各橋梁の損傷、及び必要な対策工を工法ごとに整理し、数量及び積算を実施する。

各橋梁の補修数量を以下に示す。

表－ 46 各橋梁の補修数量

	No. 4 橋	No. 6 橋	No. 10 橋	No. 13 橋	No. 14 橋	No. 17 橋	合計
剥落 1*) (L)	12.0	2278.0	1434.0	636.0	633.0	1094.0	6087.0
剥落 2*) (L)	23.0	133.0	124.0	0.0	48.0	43.0	371.0
床版端部剥落 (L)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6578.0	6578.0
ひび割れ 1*) (m)	4.9	9.6	1.2	0.0	13.0	91.5	120.2
ひび割れ 2*) (m)	0.0	62.3	0.0	0.0	0.0	102.0	164.3
鋼製支承腐食 (m <sup>2</sup> )	4.7	8.8	24.9	2.1	2.1	6.1	48.6
ゴム支承損壊 (箇所)	0	0	0	6	0	18	24
伸縮継手取り換え (m)	20.0	50.0	70.0	24.0	20.0	60.0	244.0
橋面排水新設 (箇所)	16	24	104	0	8	0	152
舗装ひび割れ (m)	51.1	64.7	40.6	0.0	0.0	0.0	156.4
高欄損壊 (m)	6.0	0.0	0.0	5.0	25.0	0.0	36.0
道路側溝新設 (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	17.0
縦排水新設 (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	4.5
護岸損壊 (m <sup>2</sup> )	0.0	0.0	0.0	0.0	76.5	0.0	76.5
橋脚補強 (箇所)	0	12	0	0	0	0	12
橋脚洗掘 (箇所)	0	2	0	0	0	0	2

\*) 剥落 1：鉄筋露出を伴う。

剥落 2：鉄筋露出を伴わない。

ひび割れ 1：幅 0.3mm 以上。

ひび割れ 2：幅 0.3mm 未満で漏水の影響を受ける可能性があるもの。

概略積算は、補修項目の実施体制ごとに実施する。

積算のケースは以下の 2 通りとした。

**ケース 1**：耐久性が多少低い MOTC が独自でできる補修は全て MOTC で実施する。

**ケース 2**：耐久性が高い補修工法を選択し、ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供を得て実施する。

また No. 6 橋についての代替案を考慮して積算を実施した。

以下に積算結果を示す。なお、積算の詳細は別冊資料集：2-2 調査橋梁の補修計画、数量表に示した。積算単価についてはローカルコンサルタントより収集した。

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）

		積算金額 (US\$)
ケース 1	①	179,004
	②	4,347
	合計	183,351
ケース 2	①	118,849
	②	86,415
	合計	205,264

表－ 48 補修費概略積算（代替案 2：No. 6 橋を架け替える場合）

		積算金額 (US\$)
ケース 1	①	137,971
	②	3,906
	合計	141,877
ケース 2	①	105,407
	②	52,180
	合計	157,587
No. 6 橋架け替え※		4,000,000

※No. 6 橋架け替えの積算単価・数量は別冊資料集 2-2 調査橋梁の補修計画、数量表に示した。  
 (単価はローカルコンサルタントより収集)

また、床版部分打ち替え、パッチング、エポキシ樹脂注入/塗布を行う際には、作業用足場を設置する必要がある。作業足場設置費用は総額 US\$120,435 (No.4 橋: US\$9,750、No.6 橋: US\$16,890、No.10 橋: US\$62,145、No.13 橋: US\$6,300、No.14 橋: US\$5,100、No.17 橋: US\$20,250) となる。

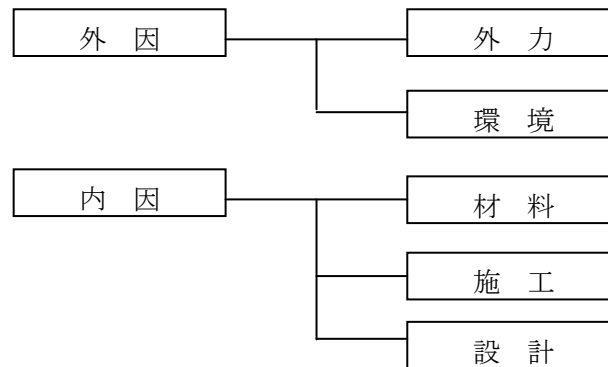
## 5-3 トンネル

### 5-3-1 変状原因の推定

トンネルの変状には様々なものがある。本トンネルでは、崩落、ジャンカ、うき、剥落、漏水といった変状が確認された。

また、トンネルの変状原因は、図—42 に示すように、外因（外力や環境などの外的要因）によるものと、内因（材料や設計、施工など構造的な要因）によるものに区分される。トンネルの補修計画を策定する際には、変状原因によって対策工法が異なることから、変状原因を適切に把握しておく必要がある。

以下に本トンネルで確認される変状に関する原因を示す。



図— 42 トンネルの変状要因の分類

#### (1) 崩落

本トンネルに関する調査・設計・施工時の既存資料の存在が確認できなかったため、本調査では、現地調査結果により得られた情報に基づき、崩落の原因の推定を行った。また、トンネル内部は吹付けコンクリート等に覆われているため、地盤状況に関しては、トンネル内部の崩落箇所や、トンネル明り部の露頭状況から判断した。なお、トンネル区間の上部や川側斜面については、非常に急峻な地形のため、踏査によって状況を確認することが不可能であったことから、遠方からの目視により地質状況の確認を行った。

232m と 246m の崩落箇所では、調査により、それぞれの箇所で断層が確認された。それぞれの箇所における断層幅は 232m 付近が約 3m (F-2 断層)、246m 付近が約 1m (F-3 断層) である。また、232m の F-2 断層では右肩部や左右下部の崩落箇所において水のしみ出しが認められた。崩落部周辺の吹付けコンクリートの厚さは、2～5cm 程度である。

(素因)

- ・断層に伴う破砕部での、脆弱地盤の存在。
- ・脆弱部での吹付けコンクリート厚さの不足・覆工不足・ロックボルトなどの支保工不足。

(誘因)

- ・時間の経過による、地山の緩みによる支持力不足。
- ・地下水の浸透による、破砕部の脆弱化の進行による強度低下。

断層に伴う破砕部は土砂状を呈しており、時間の経過による強度低下と支持力の不足により、天端や側部で崩落を生じたものと推定される。その模式図を図-43に示す。

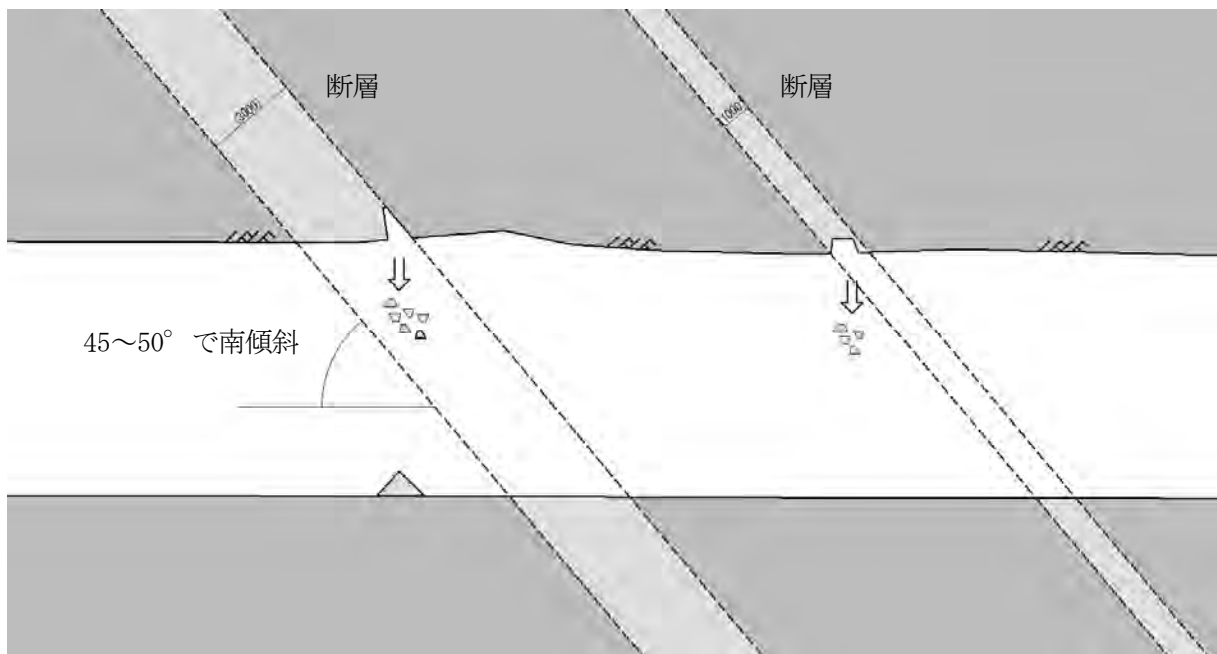


図-43 トンネルの崩落発生模式図

## (2) ジャンカ

ジャンカとは打設されたコンクリートの一部に粗骨材が多く集まってできた空隙の多い箇所のことである。このジャンカに関しては、コンクリート打設時の材料分離、締固め不足、型枠下端からのセメントペーストの漏れなどの施工不良に起因するものである。

## (3) うき、剥落

うきの状況より発生原因が二つに分類される。一つは吹付けコンクリートが非常に薄い(場所によっては数mm程度)ことに起因するものである。この場合はハンマー打撃によっ

て容易にコンクリートが剥がれ落ちる。二つめは、覆工コンクリート打設の際の木製型枠をはずさずにそのまま吹付けコンクリートを行ったため、木製型枠の腐食等によりうきが発生したものである。これに関しては、覆工コンクリート背面に本来ないはずの木片が存在することにより確認される。

#### (4) 漏水

本トンネルの漏水に関しては、ほとんどの箇所において、微細なひび割れから水がしみ出しそれが集まり滴水となっている状況にある。これは、トンネル背面に防水処理が行われていないことによって起因するものである。

### 5-3-2 補修計画方針

本トンネルの代表的な変状項目としては、崩落、ジャンカ、うき、剥落、漏水がある。これらの変状に対する補修計画を策定する際には、変状原因を推定した上で、変状の規模を考慮し適切に計画を行う必要がある。

以下に補修計画を行う際の基本方針を示す。

- ・ 対策工法については、キルギス国内で入手できる材料、施工機械を用いて計画する（変状の規模によりやむを得ないと判断される場合はこの限りでない）。
- ・ C/P からのヒアリングによると全面通行止めとする場合の規制時間は長くても 5 時間程度であるとのこと（それ以上の全面通行止めは不可）。そのため、施工は基本的に片側車線規制で行える工法とする。
- ・ 対対策工法に関しては、健全度判定“2a”及び“a”の項目に関して計画する。

### 5-3-3 補修工法計画

#### (1) 崩落対策

##### 1) 崩落箇所の状況

232m 付近天端では、崩落して露出した地山部分に不安定な土砂が露出した状態で残るとともに、崩落箇所下方には不安定な土砂が堆積しており、これらの土砂が今後落下する可能性が非常に高い。また、233m 右肩部や 240m 付近右側方下部、242m 付近左側方下部、246m 天端に関しても、崩落跡が非常に不安定な状態である。

##### 2) 対策範囲

先の変状原因推定の頁で示したように、崩落は F-2 断層及び F-3 断層に起因して発生している。以下にそれぞれの箇所の対策実施範囲を示す。

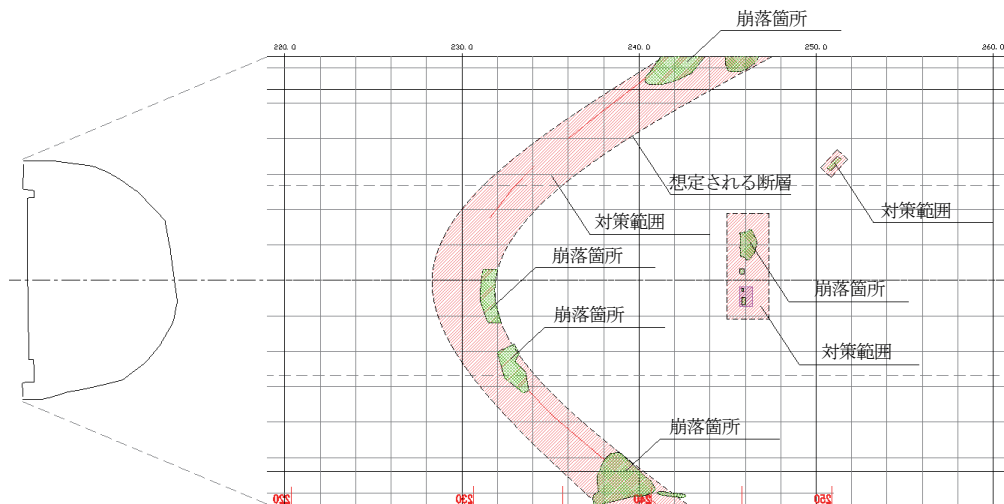


・F-2 断層

232m 天端、233m 右肩部、右側方下部、左側方下部で崩落が確認される上、これらの崩落をつなぐ位置においてクラックも認められる。断層に伴う破砕帯の幅が 3m 程度と大きいこと、この破砕帯で4箇所の大規模な崩落及び、クラックなどの崩落兆候が確認されることから、対策範囲としては、トンネル内に現れるこの断層の想定範囲に対して実施する。なお、断層の位置や幅に関しては、崩落箇所で露出した地山状況や、崩落箇所、クラックの位置関係に基づき設定した。

・F-3 断層

246m 天端左側で崩落が確認される上、崩落箇所の右側でうきや剥落が確認される。右側のうきや剥落に関しては、今後、崩落に発展する可能性がある(崩落の兆候と考えられる)。その他の箇所に関しては、251m 付近左肩部に剥落が確認される以外は、この断層に伴う変状の兆候は認められない。以上より、本断層に関しては、天端付近及び左側肩部の崩落箇所に対して対策を実施する計画とする。



図－ 44 対策範囲

3) 対策工の計画

本崩落箇所周辺の支保構造は吹付けコンクリートのみであり、崩落箇所を確認したその厚さは 5cm 程度である。変状原因の推定の頁で述べたように、崩落は断層に伴う脆弱地山の存在と支保が不足したことに起因して発生したと考えられる。

以上より、吹付けコンクリート及びロックボルト工を用いて、支保の剛性を高める計画とする。吹き付けコンクリートとロックボルトの資材は「キ」国で入手可能であるが、施工機材については、日本及び第三国から調達を行う必要がある。

対策工法としては、この他に内巻きコンクリートによる補強も考えられるが、片側交互通行による施工が前提であり、内部を一般車両が通行可能なセントルの構築が困難である

ことから、この工法は採用しないこととする。

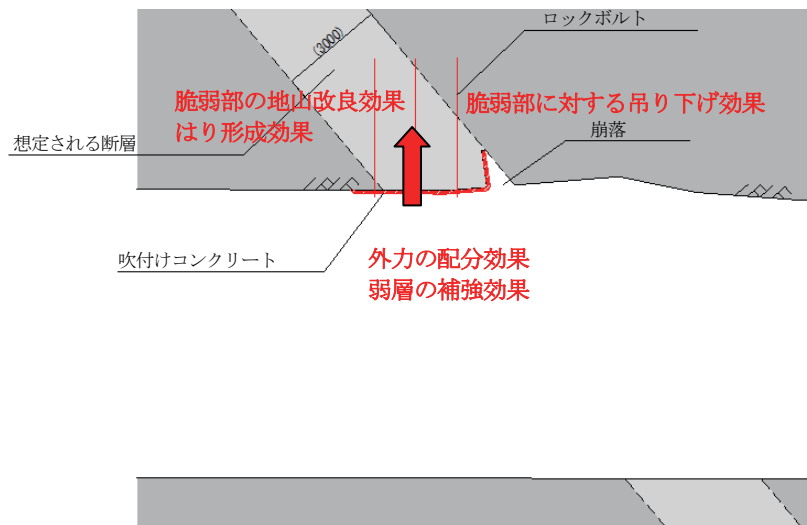
また、側方下部の崩落箇所に関しては、崩落規模が大きい上、崩落した土砂が下方に多く堆積していることから、確実に変状を抑止するために現場打ちにより側壁コンクリートを構築する計画とする。

ロックボルトならびに吹付けコンクリートの計画に関しては、日本におけるトンネル設計及び補強設計の際の準拠図書となっている『日本道路協会、道路トンネル技術基準（構造編）・同解説』及び『NEXCO、設計要領』に基づき計画を行う。

以下に吹付けコンクリートならびにロックボルトの詳細計画を示す。

- ・ロックボルトの横断方向のピッチは、変状箇所の地山状況が地山等級 D I 相当と考えられることから、標準支保パターンの D I に準拠し 1.2m ピッチとする。縦断方向ピッチに関しては、通常は鋼製支保工のピッチに合わせるが、本トンネルでは鋼製支保工は有していないため、鋼製支保工が無い場合の標準ピッチである 1.2m とする。
- ・ロックボルトの規格は D I の標準パターンに基づき、D25, L=4.0m（溶融亜鉛メッキ処理）とする。
- ・吹付けコンクリートの厚さは、7～10cm 程度以上あれば地圧に対抗できることから、施工時のばらつき等を考慮し安全側の 10cm として計画を行う。
- ・吹付けコンクリートの強度は、日本における一般的なトンネルで用いられている強度である 18N/mm<sup>2</sup> とする。
- ・吹付けコンクリートは既設コンクリートと一体化を図る目的から菱形金網を設置し、その上から実施する。また、菱形金網に関しては既設コンクリートに鉄筋等により固定する。

吹付けコンクリート及びロックボルトによる支保効果の概念図を以下に示す。



図一 45 支保効果概念図

以下に側壁コンクリートの詳細計画を示す。

- ・側壁コンクリートの厚さは、打設時の施工性等を考慮し、最低厚さ 30cm 以上として計画する。
- ・側壁コンクリートには、崩落箇所の補強を目的としたロックボルトを配置する。打設ピッチに関しては上記の吹付けコンクリート部と同様とする。
- ・側壁コンクリート内部には、ひび割れ防止ならびロックボルトからの応力を適切に側壁コンクリートに伝達・配分する目的から補強鉄筋を配置する。
- ・側壁コンクリートは断層部ならびに崩落箇所を包括できるように計画する。

## (2) 剥落箇所

### 1) 剥落の状況

208～218m 付近において、F-1 断層に伴う剥落が多く確認される。その他の箇所においても、数箇所背後の地山状況が不安定な剥落が認められる。

### 2) 対策範囲

健全度判定において判定区分が“a”とされた背後の地山が不安定な剥落箇所に関して対策工法を計画する。また、当該箇所に関しては、現地に赤色スプレーによりマーキングを実施した。

### 3) 対策工の計画

本トンネルの剥落に関しては、ほとんどの場合、断層に起因するものである。剥落箇所背面に脆弱な岩が認められることから、背面地山の風化防止ならびに剥落防止をかねて表面をモルタルで覆うことを基本として考える。また、経年劣化によるモルタルの剥落を防止する目的から表面にはあて板工（平鋼）を実施する。あて板工としては「キ」国に入手可能な平鋼を用いる計画とする。

対策工法としては吹付けコンクリートも考えられるが、規模が小さいため必要な箇所だけに吹付けを実施することが技術的に困難であるため、モルタルによる表面被覆とした（剥落箇所に限定的に吹付けが可能ならば吹付けコンクリートでも良い）。

なお、モルタルに関しては、付着性等を考慮しポリマーセメントモルタルを用いる計画とする。このポリマーセメントに関しては、日本及び第三国から入手する必要がある。

表－ 49 剥落対策箇所一覧

No.	位置	剥落規模(m)	対策工法
20	206m	0.5×0.25	断面修復（モルタル）＋あて板工（平鋼） F-1 断層に起因する剥落である。不安定な岩盤の剥落防止ならびに風化を防止する目的から、鉄筋によりラス網を固定した後モルタルを塗り、モルタルの経年劣化による剥落防止のためあて板工（平鋼）を表面に実施する。
21	209m	0.4×0.2	
22	211m	1.3×0.2	
23	214m	1.1×0.3	
24	216m	1.5×0.3	
25	209m	0.9×0.4 0.4×1.1	叩き落とし工 健全な岩盤の周囲に部分的に不安定な土砂が残っている不安定な土砂箇所に対して叩き落としを実施する。
26	214m	0.7×0.35	断面修復（モルタル）＋あて板工（平鋼） F-1 断層に起因する剥落である。不安定な岩盤の剥落防止ならびに風化を防止する目的から、鉄筋によりラス網を固定した後モルタルを塗り、モルタルの経年劣化による剥落防止のためあて板工（平鋼）を表面に実施する。
27	231m	0.4×0.05	吹付けコンクリート＋ロックボルト （F-2 断層の崩落対策として実施） F-2 断層の想定範囲内に位置するため、F-2 断層の崩落対策を合わせて実施する。 “No. 30” に対しては、内部に 0.4×0.25×0.25 の空洞が存在するため、吹付けに先立ってモルタル等で空洞を充填しておく必要がある。
30	231m	0.2×0.1	
41	267m	0.3×0.05	断面修復（モルタル）＋あて板工（平鋼） 剥落の規模が非常に小さいためモルタルにより剥落箇所を補修した後、モルタルの経年劣化による剥落防止のためあて板工（平鋼）を表面に実施する。

※No は変状展開図に示す対策実施箇所の番号

### (3) ジャンカ対策

#### 1) ジャンカの状況

ジャンカは、坑口付近の覆工コンクリート部において確認される。本トンネルのジャンカは著しい箇所においては、骨材にセメント分が全く混じり合っておらず、骨材のかみ合わせだけで形状を保持している状態であり、手で触れると簡単に骨材が落下する状況にある。

#### 2) 対策範囲

健全度判定において判定区分が“a”となっている剥落の恐れがあるジャンカに対して対策工法を計画する。また、当該箇所に関しては、現地に赤色スプレーによりマーキングを実施した。



写真－ 71 対策実施箇所のマーキング状況

### 3) 対策工の計画

ジャンカ対策としては、通常、不健全部分を全て取り除いた（除去工）後に、その箇所を健全なコンクリートで断面補修する工法（断面補修工法）がとられる。しかし、本トンネルでは、以下に示す理由により、断面補修工法は実施しない計画とする。

- ・ジャンカが広範囲にわたっていること。
- ・断面補修は覆工コンクリートの巻き厚の確保が目的であるが、ジャンカ周辺に外力に伴うような変状は認められず、構造としては現状で短期的には問題ないと判断されること。
- ・ジャンカ以深がどのような構造になっているか（健全かどうか）不明であり、安易に断面補修を行うと、断面補修を実施した箇所が落下し逆に不安定な状況になる恐れがあること。

以上より、ジャンカ箇所に関しては不安定な骨材を除去することを基本とし、除去した後のコンクリート面からの剥落防止として、剥落防止工を計画する。

剥落対策としては、以下の工法が考えられる。

- ・金網工
- ・FRP グリッド工、樹脂ネット工
- ・片鋼系当て板工
- ・繊維シート工

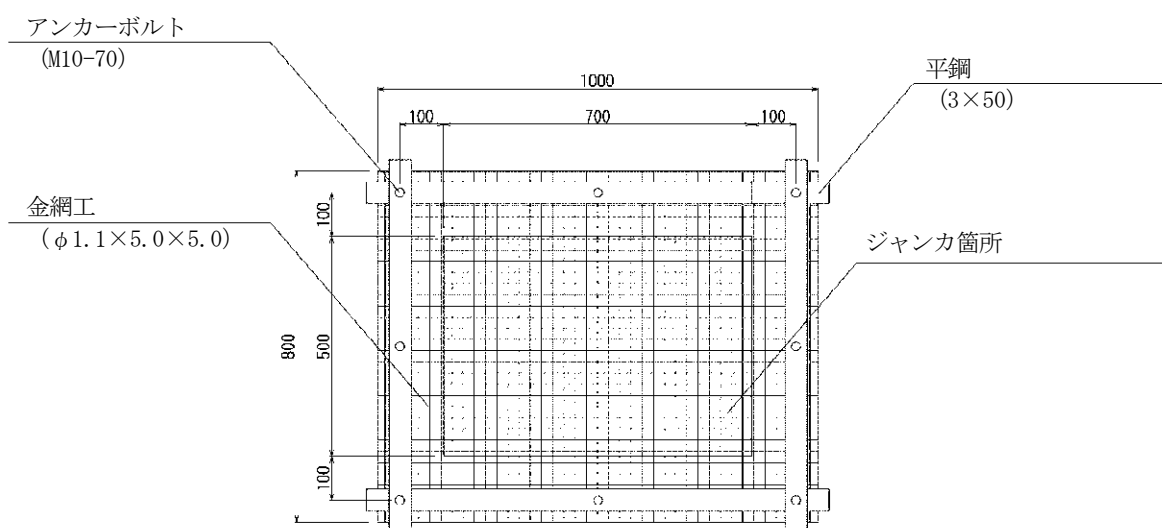
上記のうち、FRP グリッドや、樹脂ネット工、繊維シート工に関しては、「キ」国で入手できない。そのことから、「キ」で容易に入手可能な金網工ならびに片鋼系当て板工を基本として剥落を計画する。

金網工の計画に関しては、日本におけるトンネル補修設計の際の準拠図書である「道路

トンネル変状対策工マニュアル（案）」（独立行政法人土木研究所）に基づき計画を行う。

- ・不安定な骨材をハンマー等で除去した後に、露出した面からの剥落を防止する目的から金網を平鋼及びアンカーボルトを用いて固定する。
- ・金網の編み目幅は、コンクリートの小片の剥落を防止するため、5mm程度とする。
- ・発錆による劣化防止の目的から、金網はステンレス製とする（ただし、ステンレス製が入手できない場合には、亜鉛メッキ処理とする）。
- ・金網はアンカーボルトにより固定することを基本とし、アンカーボルトの間隔は 50cm 程度とする。また、アンカーボルトに関してもステンレス製とする。
- ・金網の周囲及び 1m 間隔で平鋼（ステンレス製）を設置する。

以下に対策工概要図を示す。



図－ 46 ジャンカ対策概要図

表－50 に各箇所状況を考慮したジャンカ対策工の詳細を示す。

表－ 50 ジャンカ対策箇所一覧

No.	位 置	ジャンカ規模	対策工法
3	15m	0.3×0.5	除去工+剥落対策工（金網工） 不安定な骨材を除去した後、表面に金網を平鋼ならびにアンカーボルトで固定する（アンカーボルトはジャンカ周辺の健全部に打設すること）。
4	20m	0.5×0.7	
5	35	1.5×0.55	
6	35	0.3×0.2	
8	42	0.8×0.2	
9	42	0.65×0.35	
44	306	1.4×0.2 0.1×0.1 0.2×0.45 0.4×0.2	除去工 削孔跡周辺がジャンカ状となっている。当該箇所周辺もジャンカとなっている可能性が高く、金網設置に伴うアンカーボルトの削孔により新たなジャンカが吹付けコンクリート下面から出現する可能性が高い。そのため、本箇所に関しては、除去工のみとする。
48	335	0.2×0.3	
49	345	0.35×0.4	
50	349	0.1×0.15	

※No は変状展開図に示す対策実施箇所の番号

#### (4) うき対策

##### 1) うきの状況

吹付けコンクリートのみのパターンの区間では、吹付け厚が非常に薄い（数 mm 程度）ことに起因するうきが確認された。

また、覆工コンクリート及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木製型枠が残ったままの状態での吹付けコンクリートを行っている箇所があり、その吹付けコンクリートがういている状況が確認された。

##### 2) 対策範囲

健全度判定において判定区分が“a”となっている剥落の恐れがあるうきに対して対策工法を計画する。なお、対策実施箇所に関しては、トンネル内は赤色スプレーにより、面壁は黄色スプレー（周辺からあまり目立たないように黄色とした）によりマーキングを実施した。



写真－ 72 対策実施箇所のマーキング状況

### 3) 対策工の計画

5-3-1 変状原因の推定で述べたように、本トンネルのうきは、背面吹付けコンクリートが非常に薄い（場所によっては数 mm 程度）ことによって発生したもの、覆工コンクリート打設時の木製型枠をはずさずにそのまま吹付けコンクリートを行ったため、木製型枠の腐食等によりうきが発生したものがある。

うきの対策工に関しては、以下に示す理由により、叩き落とし工を基本とする。

- ・吹付けコンクリートが非常に薄い箇所の背面の岩盤は良好であり、風化等による岩盤からの剥落等の可能性は非常に低いこと。
- ・木製型枠の上の吹付けコンクリートに関しては、覆工コンクリートと一体化しておらず基本的に機能しないため、取り除いてもトンネル構造上問題はないと考えられること。
- ・キ国でも容易に実施できる工法であること。

ただし、浮いている吹付けコンクリート背面の岩盤が良好でない箇所に関しては、叩き落としを行った後に風化防止、剥落防止対策として吹付けコンクリートを実施する計画とする。表-51 に各箇所の状況を考慮したうき対策工の詳細を示す。

表- 51 うき対策箇所一覧

No.	位置	うき規模(m)	対策工法
1	5m	0.6×0.3	叩き落とし工 吹付けコンクリートの背面に木製型枠があることに起因するうき。
7	39m	0.9×1.2	
14	113m	1.7×0.4	叩き落とし工 背面に平滑で良好な岩が分布している。吹付けコンクリート厚が5mm程度以下と非常に薄いことに起因するうき。
15	115m	1.9×0.6	
16	122m	0.6×0.5	
19	205m	0.2×0.15	叩き落とし工 吹付けコンクリート厚が薄いことに起因するうき。背面は比較的良好的な岩が分布する。
36	246m	1.1×0.7	叩き落とし工+吹付けコンクリート工+ロックボルト工 (F-3 断層の崩落対策として実施) 側部に F-3 断層に起因する大規模の崩落があるため、この崩落対策と合わせて実施。
40	267m	0.6×0.2	叩き落とし工 吹付けコンクリート厚が薄いことに起因するうき。背面は比較的良好的な岩が分布する。
42	274m	0.8×0.4	叩き落とし工+断面修復(モルタル)+あて板工 吹付けコンクリート厚が薄いことに起因するうき。背面には劣化した岩が分布するため、表面に風化防止のためのモルタルによる断面修復を実施する計画とする。
51	起点側坑門壁	0.1×1.0	叩き落とし工 面壁に関しては、型枠を用いて打設された現場打ちコンクリートの上から吹付けコンクリートを実施しており、その吹付けコンクリートがういた状態にある。背面に現場打ちコンクリートが存在することから、叩き落とし工を実施する計画とする。
52	終点側坑門壁	0.35×0.45	
53		0.9×0.9	
54		0.9×0.5	
55		0.35×0.6	
56		0.5×0.5	

※No. は別冊資料集：3-1 調査トンネルの現況 変状展開図に示す対策実施箇所の番号



## (5) 漏水対策

### 1) 対策工の検討

本トンネルでは、噴出や流下といった漏水は認められなかったものの、十数カ所において滴水による路面への滞水が確認された。路面への滞水は車両のスリップ事故等の要因となることから、本来ならば対策を実施する必要がある。しかし、本箇所においては以下の理由により、今回は経過観察とし、状況を見ながら必要に応じて対策工を実施する計画とする。

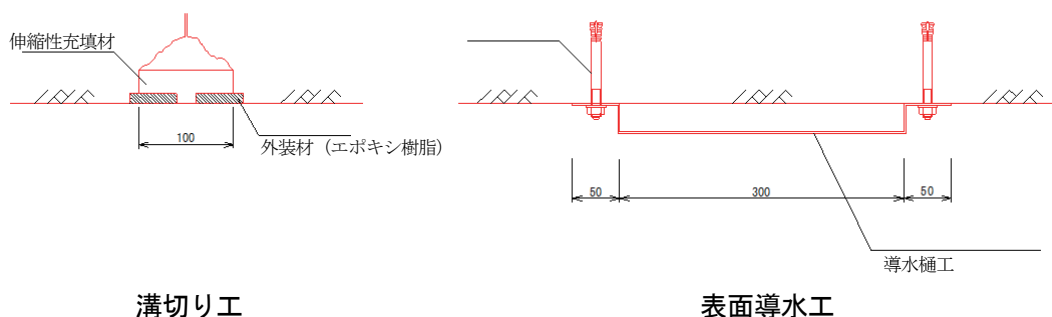
- ・現状ではしみ出し程度の漏水であるが、導水樋工等を設けると、設置のためのアンカーボルト削孔箇所より新たに漏水が発生する可能性が高いこと。
- ・しみ出し程度の漏水であることから、冬季にこれらの漏水がつららとなるか状況が現時点では不明であること。C/P からのヒアリングによると冬季は毎年 $-20^{\circ}$  程度となる（寒い年では $-30^{\circ}$  となる）ため、しみ出さずに凍結する可能性も高い。
- ・不用意に導水樋等を設置すると、樋内部で漏水の凍結が起こり、荷重増加による樋本体の落下の危険があること。

### 2) 考えられる対策工

冬季の監視等により漏水が発生し、その漏水によりつららの発生が認められる場合には対策工を実施する必要がある。漏水対策工の検討条件を以下に示す。

- ・極力現地で入手可能な材料、工法を用いること。
- ・ほとんどの漏水箇所は不陸の大きい吹付けコンクリート区間である。
- ・C/P からのヒアリングによると冬季は毎年 $-20^{\circ}$  程度となる（寒い年では $-30^{\circ}$  となる）。

漏水対策としては、トンネル表面に溝を作りそこに導水させる溝切り工と、表面に導水工を設置する導水樋工がある。

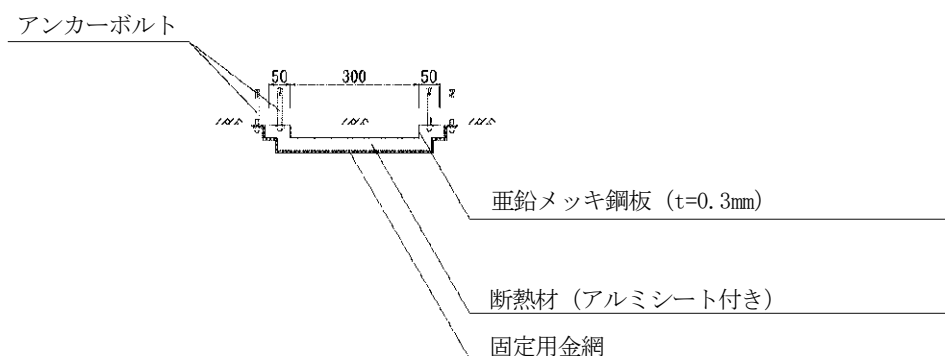


図－ 47 漏水対策

溝切り工に関しては、その材料がキルギス国で入手できないことから、導水樋工を採用する。導水樋工に関しては、住宅の樋工としてキルギス国で多く使用されており、現地で入手及び加工が容易な亜鉛メッキ鋼板を用いる計画とする。

該当箇所では冬季に $-20^{\circ}$  となるため凍結対策が必要である。凍結防止対策としては、維持管理の手間が少ない断熱材で樋の表面を覆う計画とする。その他対策として、電熱線等によるヒーティングが有効であるが、電気の供給停止や、断線が発生した場合に全く機能しなくなることから採用しないこととした。

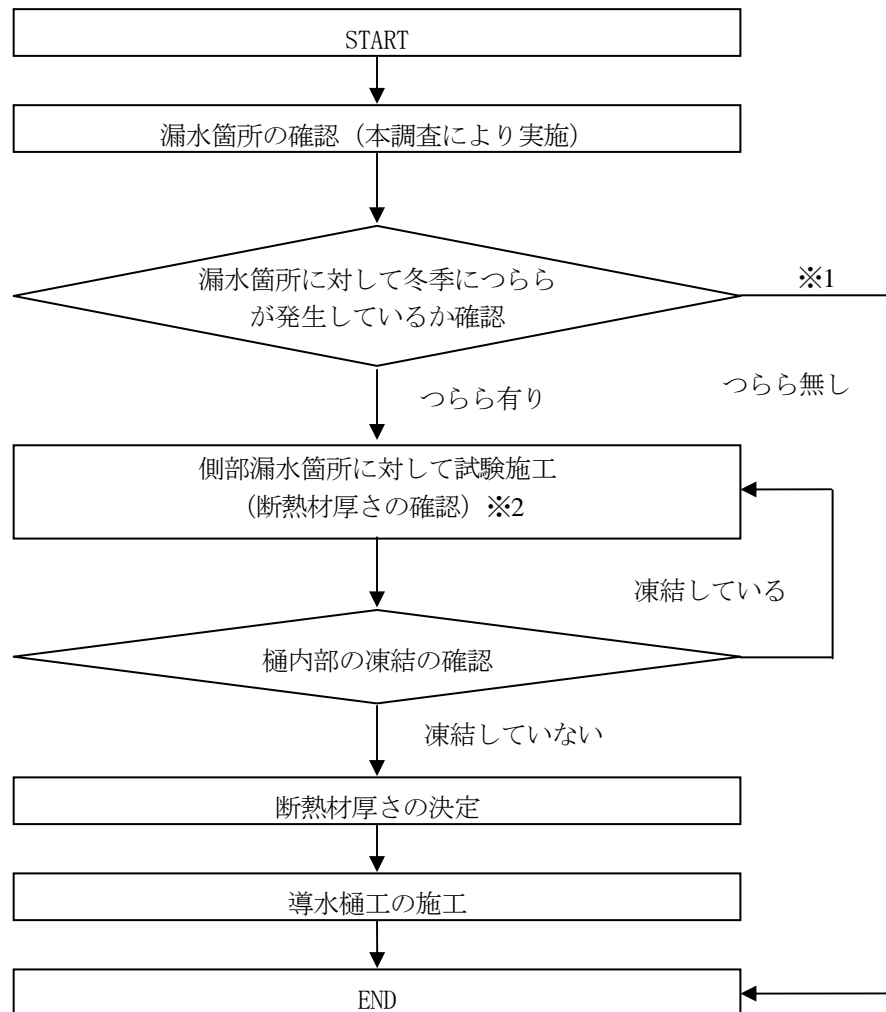
以下に漏水対策概要図を示す。



図－ 48 漏水対策概要図

### 3) 今後の実施フロー

漏水対策に関して今後実施するフローを以下に示す。



※1：つららが発生していないということは冬季に漏水がないということ。

※2：キルギス国で入手可能な断熱材の性能が不明であるため。

図－ 49 漏水工対策フロー

つららが発生している場合でも、定期的なつららの叩き落としで対応が可能となる場合もあるため、状況を確認することが重要である。

#### 5-3-4 施工計画

##### (1) 崩落対策

本トンネルの崩落対策として計画したロックボルト、吹付けコンクリート、側壁コンクリートの施工手順ならびに留意事項を以下に示す。なお、吹付けコンクリートに関しては、高所作業車を用いて行うことを基本とする。

##### 1) 吹付けコンクリート箇所

###### ① 崩落箇所下部に堆積している土砂や不安定な岩塊の撤去

232m 天端には崩落した土砂が堆積するとともに、不安定な岩塊が残っているため、これらを撤去する。246m 天端の崩落箇所には、設備設置のための鉄筋が確認される。この鉄筋は崩落箇所の安定に少なからず貢献しているため、そのまま残しておく。

###### ② 既存吹付けコンクリート面の清掃

新たに実施する吹付けコンクリートの付着性を高める（一体化させる）ため、既存の吹付けコンクリートの表面を十分に洗浄する。

###### ③ 菱形金網取り付け

既存吹付けコンクリート面に菱形金網（ $\phi 2\text{mm} \times 50 \times 50$ ）をアンカー等により確実に固定する。固定するアンカーのピッチは1本/ $\text{m}^2$ 以上とする。

###### ④ 吹付けコンクリート実施

右肩部など漏水が確認される箇所にはドレーン材を設置する。

###### ⑤ ロックボルト打設

削岩機により削孔（ $\phi 42 \sim 65\text{mm}$ ）した後、ロックボルトを打設する。ロックボルトはセメントミルクあるいはモルタルを用いて地山に固定する。ロックボルトの打設は天端崩落直近の箇所から実施する（他の箇所のロックボルト打設時の振動により崩壊を進行させないため）。

##### 2) 側壁コンクリート箇所

###### ① 崩落箇所下部に堆積している土砂や不安定な岩塊の撤去

崩落箇所の不安定土砂や、下部に堆積している土砂、また土砂中に確認される鉄屑等は確実に撤去する。

② 背面土砂の流出した吹付けコンクリートの除去

240m 付近右側下部の崩落箇所については、上部に背面土砂の流出した吹付けコンクリートが確認されることから、コンクリートを確実に充填させる目的から叩き落とし等により確実に撤去する。

③ ロックボルト打設

削岩機により削孔（ $\phi 42\sim 65\text{mm}$ ）した後、ロックボルトを打設する。ロックボルトはセメントミルクあるいはモルタルを用いて地山に固定する。

④ 補強鉄筋設置

所定の位置間隔で補強鉄筋を設置する。ロックボルトならびに側壁コンクリートの効果を最大限に発揮させるため補強鉄筋とロックボルト頭部は結束線等により固定する。

⑤ 排水工の設置

側壁コンクリート打設箇所の地山側に縦断的に排水工（高密度ポリエチレン管  $\phi 50\text{mm}$ （有孔管））を配置する。

⑥ 側壁コンクリート打設

地山側に空隙が残らないように側壁コンクリートを打設する。

## (2) 剥落対策

本トンネルの剥落対策に主として計画された“断面修復工（モルタル）＋あて板工（平鋼）”の施工手順ならびに留意事項を以下に示す。剥落対策工は、高所作業車を用いて行うことを基本とする。

① 剥落箇所の洗浄、表面の土砂等の撤去

② 菱形金網取り付け

露出した地山に菱形金網（ $\phi 2\text{mm}\times 50\text{mm}\times 50\text{mm}$ ）を鉄筋やアンカー等により確実に地山に固定する。

③ モルタル充填

ポリマーセメントモルタルを用いて、こて塗りにより剥落箇所の表面被覆を目的とした断面修復を行う。

#### ④ 平鋼の設置

モルタルの経年劣化による剥落防止を目的として表面に平鋼を設置する。平鋼の設置間隔は0.4mを基本とするが、剥落防止が目的であることから、1箇所につき最低2本以上は平鋼を設置する。

### (3) ジャンカ対策

本トンネルのジャンカ対策として計画された“除去工+金網工”の施工手順ならびに留意事項を以下に示す。ジャンカ対策工は、高所作業車を用いて行うことを基本とする。

#### ① 不安定箇所の除去

不安定な骨材を叩き落としにより除去する。叩き落としの際には、通行車両に落下片が当たらないように十分に注意する必要がある。

#### ② 平鋼の設置

露出した面からの剥落を防止する目的から金網を平鋼及びアンカーボルトを用いて固定する。アンカーボルトは、覆工の健全箇所に設置する。

### (4) うき対策

本トンネルのうき対策は主として、叩き落とし工を実施する計画である。この叩き落としに関しては、高所作業車を用いて行うことを基本とする。

叩き落としは、ハンマーや電動ピックを用いて実施する。また、叩き落としたコンクリート片が通行車両や高所作業車に当たらないように十分注意するとともに、必要に応じてブルーシートによる囲いや、高所作業車フロント部分の防護などを行う。

### 5-3-5 概算工事費

本調査により計画した補修工法の概算工事費を以下に示す。

表－ 52 概算工事費一覧

項目	規格	概算工事費※
崩落対策	1式	\$115,808
剥落対策	1式	\$3,232
ジャンカ対策	1式	\$4,860
うき対策		
叩き落とし工	1式	\$818
平鋼設置工	1式	\$244
漏水対策 (参考)	1式	\$27,810

※単価はローカルコンサルタントより収集

### 5-3-6 補修工法まとめ

これまでに述べた対策実施箇所ならびに対策工法の一覧を以下の表に示す。

表－ 53 対策箇所ならびに対策工法一覧

No.	位置	写真	変状内容	規模	対策工法	備考
1	5m	P00-06	うき	0.6×0.3	叩き落とし工	
2	5m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
3	15m	P01-02	ジャンカ	0.3×0.5	除去工+金網工	
4	20m	P01-01	ジャンカ	0.5×0.7	除去工+金網工	
5	35m	P03-03	ジャンカ	1.5×0.55	除去工+金網工	
6	35m	P03-04	ジャンカ	0.3×0.2	除去工+金網工	
7	39m	P04-01	うき	0.9×1.2	叩き落とし工	
8	42m	P04-03	ジャンカ	0.8×0.2	除去工+金網工	
9	42m	P04-04	ジャンカ	0.65×0.35	除去工+金網工	
10	59m	P05-04	漏水	-	(導水工)	要状況確認
11	60m	P06-01	漏水	-	(導水工)	要状況確認
12	76m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
13	99m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
14	113m	P11-04	うき	1.7×0.4	叩き落とし工	
15	115m	P11-02	うき	1.9×0.6	叩き落とし工	
16	122m	P12-01	うき	0.6×0.5	叩き落とし工	
17	145m	P14-01	漏水	-	(導水工)	要状況確認
18	154m	P15-01	その他	-	叩き落とし工	
19	205m	P20-03	うき	0.2×0.15	叩き落とし工	
20	206m	P20-01	剥落	0.5×0.25	断面修復工+当て板工	
21	209m	P20-02	剥落	0.4×0.2	断面修復工+当て板工	
22	211m	P21-03	剥落	1.3×0.2	断面修復工+当て板工	F1 断層

23	214m	P21-02	剥落	1.1×0.3	断面修復工+当て板工	F1 断層
24	216m	P21-01	剥落	1.5×0.3	断面修復工+当て板工	F1 断層
25	209m	P21-01	剥落	0.9×0.4 0.4×1.1	叩き落とし工	F1 断層
26	214m	P21-05	剥落	0.7×0.35	断面修復工+当て板工	F-1 断層
27	231m	P23-03	剥落	0.4×0.05	吹付けコンクリート工+ロックボルト工	F2 断層の対策 と併せて実施
28	232m	P23-04	崩落	2.7×0.8	吹付けコンクリート工+ロックボルト工	F2 断層
29	234m	P23-08	崩落	2.8×1.1	吹付けコンクリート工+ロックボルト工	F2 断層
30	235m	P23-02	剥落	0.2×0.1	吹付けコンクリート工+ロックボルト工	F2 断層の対策 と併せて実施
31	239m	P23-09	崩落	2.9×3.5	側壁コンクリート工+ロックボルト工	F2 断層
32	242m	P23-01	崩落	1.6×3.4	側壁コンクリート工+ロックボルト工	F2 断層
33	246m	-	崩落	0.9×1.9	側壁コンクリート工+ロックボルト工	F2 断層
34	246m	P24-01	崩落	1.7×0.9	吹付けコンクリート工+ロックボルト工	F3 断層
35	246m	P24-04	剥落	0.3×0.25	叩き落とし工+吹付けコンクリート工+ ロックボルト工	F3 断層
36	246m	P24-05	うき	1.1×0.7	叩き落とし工+吹付けコンクリート工+ ロックボルト工	F3 断層
37	251m	P25-02	剥落	0.9×0.3	吹付けコンクリート工	F3 断層
38	258m	P25-03	漏水	-	(導水工)	要状況確認
39	261m	P26-03	漏水	-	(導水工)	要状況確認
40	267m	P26-01	うき	0.6×0.2	叩き落とし工	
41	267m	P26-02	剥落	0.3×0.05	断面修復工+当て板工	
42	274m	P27-01	うき	0.8×0.4	叩き落とし工+断面修復工+当て 板工	
43	274m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
44	306m	P30-01, 2	ジャンカ	1.4×0.2 0.1×0.1 0.2×0.45 0.4×0.2	除去工+金網工	
45	310m	P30-04	木片露出	0.15×0.9	除去工	
46	327m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
47	329m	-	漏水	-	(導水工)	要状況確認
48	335m	P33-01	ジャンカ	0.2×0.3	除去工	
49	345m	P34-02	ジャンカ	0.35×0.4	除去工	
50	349m	P34-01	ジャンカ	0.1×0.15	除去工	
51	面壁	-	うき	0.1×1.0	叩き落とし工	起点側
52	面壁	-	うき	0.35×0.45	叩き落とし工	終点側
53	面壁	-	うき	0.9×0.9	叩き落とし工	終点側
54	面壁	-	うき	0.9×0.5	叩き落とし工	終点側
55	面壁	-	うき	0.35×0.6	叩き落とし工	終点側
56	面壁	-	うき	0.5×0.5	叩き落とし工	終点側

※No は変状展開図に示す対策実施箇所番号



対策工法としては以下の工法を計画している。

- ・吹付けコンクリート工+ロックボルト工（崩落対策）
- ・側壁コンクリート工+ロックボルト工（崩落対策）
- ・断面修復工+当て板工（剥落対策）
- ・叩き落とし工+断面修復工+当て板工（うき対策）
- ・叩き落とし工（剥落対策、うき対策）
- ・除去工+金網工（ジャンカ対策）
- ・除去工（ジャンカ対策）
- ・導水工（漏水対策）

また、対策工の施工区分としては、以下の3種類が考えられる。

- ① MOTC で実施可能な工事
- ② ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供が必要な工事
- ③ ドナーによる全面的な協力が必要な工事

本調査によって計画した対策工法に関して、キルギス国の技術レベル等を考慮し、上記の施工区分に分類した結果を以下に示す。

表－ 54 施工区分

施工区分	対策工法	備考
①MOTC で実施可能な工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・叩き落とし工+断面修復工+あて板工</li> <li>・叩き落とし工</li> <li>・除去工</li> <li>・除去工+金網工</li> <li>・導水工</li> </ul>	概算工費：\$33,732
②ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供が必要な工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吹付けコンクリート工+ロックボルト工</li> <li>・側壁コンクリート工+ロックボルト工</li> <li>・断面修復工+あて板工</li> </ul>	断面修復に関してはポリマーセメントモルタルが必要。 概算工費：\$119,040
③ドナーによる全面的な協力が必要な工事	該当なし	

### 5-3-7 今後の留意事項

以下に今後対策工を実施する際の留意事項を示す。

崩落対策として、天端あるいは側壁にロックボルトを打設する計画としている。このロックボルトに関しては、資材となるロックボルト自体は4～6m程度の鉄筋であるため「キ」国での入手が可能である。施工機械についてはレグドリルや削岩機を用いて施工することとなるが、「キ」国では一般に使用されていないため、日本及び第三国から調達を行う必要がある。

また、日本では以下のような施工機械を用いて施工が行われている（ただし、機種によっては、上向き打設ができないもの等もあるため注意が必要）。



クローラードリル

バックホウへのアタッチメント式

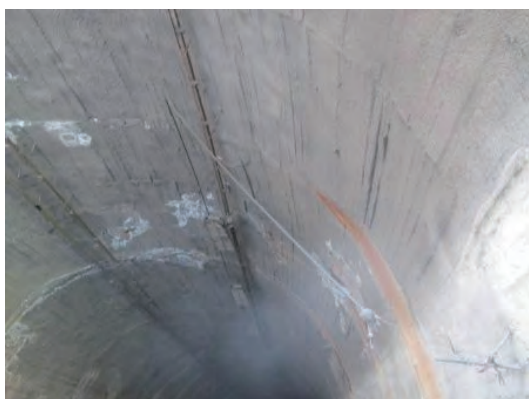
図- 50 ロックボルト施工機械

剥落対策としては、露出した地山被覆を目的として断面修復工を計画した。断面修復工に関しては付着力の強いポリマーセメントモルタルを用いることとしている。そのため、施工の際はこのポリマーセメントモルタルを日本及び第三国から調達する必要がある。

### 5-3-8 トンネル No. 1 について

本業務では、第一次調査時に大規模な変状が確認されたトンネル No.2 に対する調査ならびに補修計画を策定した。トンネル No.2 の現地調査時に隣接するトンネル No.1 についても、状況確認を行った。以下にトンネル No.1 の状況等を示す。

- ・本調査においても、トンネル No.2 のような崩落は確認されなかった。
- ・起点側坑口付近においてケーブルの垂れ下がりがあり、今後通行車両に支障を及ぼすことが考えられるため、撤去する必要がある。



写真－ 73 起点側坑付近のケーブル垂れ下がり状況

- ・終点側坑口付近では、覆工コンクリート施工時の型枠が多く残っており、その表面がういている状況が多く確認された。そのため、不安定箇所に関しては、早急に叩き落とす必要がある。



写真－ 74 終点側付近のうき状況

トンネル No.1 に関しては、先に述べたように、トンネル No.2 のような崩落は発生していないものの、終点側坑口付近での、木製型枠残存に伴ううきが至る所で確認されるため、不安定なコンクリート片を叩き落とす必要がある。

## 第6章 維持管理計画

### 6-1 維持管理計画策定手法

#### 6-1-1 維持管理計画策定の目的

道路施設（舗装、排水施設、橋梁、トンネル等）の維持管理計画を策定する目的は、限られた予算でその道路に対して必要なサービス（安全性・走行性）を効率的に提供するためである。

現状の「キ」国では、道路施設の損傷が大きくなってから対処的な補修を行っているため、安全性・走行性が著しく低下するとともに、対策の遅延により補修コストも増加している。これらを改善するためには、各施設の現状を把握し劣化を予測することと、それを基にしたライフサイクルコスト（LCC）\*を把握し、適切な時期に適切な補修を行うことが重要であり、このための維持管理計画が必要となる。

本節以降に、対象道路、橋梁及びトンネルに必要なそれぞれの短期、中長期維持管理計画の具体案を提示するが、本節では「キ」国が維持管理計画を策定するにあたり必要となる要素と手法について述べる。

※ライフサイクルコストとは施設を建設・維持・撤去するための全てのコスト

#### 6-1-2 計画立案に必要な要素

##### (1) 点検記録

道路施設の状況を継続的に把握するためには、定期的（半年～1年）に点検を実施し、これを記録する必要がある。これにより各施設の損傷状況が客観的に把握できると共に、経時による損傷の進展有無を把握することが可能となる。

路面、橋梁については、2008～2011年に過去に実施された技術協力プロジェクト（道路維持管理能力向上プロジェクト）で作成された、維持管理マニュアルに基づき点検を行い、道路台帳、橋梁台帳に記録する。技術協力プロジェクトで作成したマニュアル類は以下のとおり。

- ・道路維持管理マニュアル
- ・橋梁維持管理マニュアル
- ・道路設計基準マニュアル

また、トンネルについては6-4 トンネル維持管理計画にトンネル台帳（例）を示す。トンネルの点検要領、マニュアル類については、今後実施が予定されている技術協力プロジェクトでの作成及び技術移転を提案する。

## (2) サービス水準の設定

道路施設が提供するサービスには、道路ネットワークの充実、交通の安全性、円滑性、快適性、定時性、信頼性等多くの側面があり、それらは国や地域によって重要度が異なる。

日本などでもそれぞれに対応するサービス水準の評価指標の開発が行われているが、その一例を表-55に示す。日本では交通密度が高いため、旅行時間や渋滞に関する指標がサービス水準の指標として多く採用されている。

「キ」国では比較的交通密度が低く、一部区間を除いて旅行時間や渋滞に関しては大きな問題になっていない。本調査区間で大きな問題となっているものは安全性に関するもので、沈下の段差による事故や落石・のり面崩落による災害及び通行止め等である。

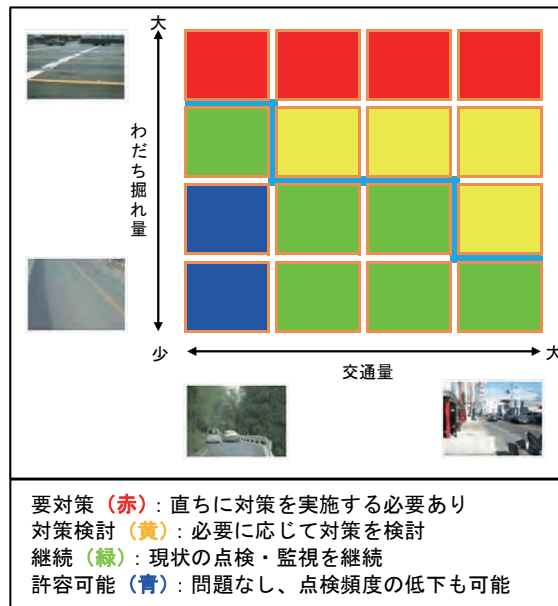
よって、本節以降で述べる路面、橋梁、トンネルの各維持管理計画のうち短期維持管理計画については、安全性に問題のある損傷や早期に損傷の拡大が想定されるものに重点を置き、計画の立案を行った。

表- 55 サービス水準の評価指標例

指標の種類	指標の意味 (単位)	主な観測方法
速度	単位区間における平均速度 (km/h)	実車走行 車両感知器
旅行速度	単位区間における停止を含む平均速度 (km/h)	実車走行
旅行速度/設計速度	単位区間における旅行速度の設計速度に対する比	実車走行
旅行時間	単位区間における停止を含む所要時間 (分、秒)	実車走行
遅れ時間 (区間)	単位区間における旅行時間と基準旅行時間との差 (分、秒)	実車走行
遅れ時間 (交差点)	交差点で停止することによる遅れ時間 (分、秒)	実車走行
待ち行列長	交差点を先頭にした待ち行列の長さ (m)	路側での観測 車両感知器
渋滞長	渋滞車列の長さ (km、m)	車両感知器
交通量/交通容量	交通量の交通容量に対する比	路側での観測 車両感知器
交通密度	単位区間に存在する車両台数 (台/km)	高所からの観測
追従時間率	追従状態の車が全体に占める割合 (%)	路側での観測 (車頭間隔)

また、道路区間のサービス水準は、影響を与える車輛が多いほど高く設定する必要がある。安全性を例にとると、交通量が少ない道路では安全性に問題がある損傷があっても事故件数は少なく、同程度の損傷であっても交通量の多い道路では事故件数が多くなる。よって、サービス水準設定においては、各道路区間の交通量を考慮する必要がある。

図-51 に安全性のサービス水準設定例を示す。



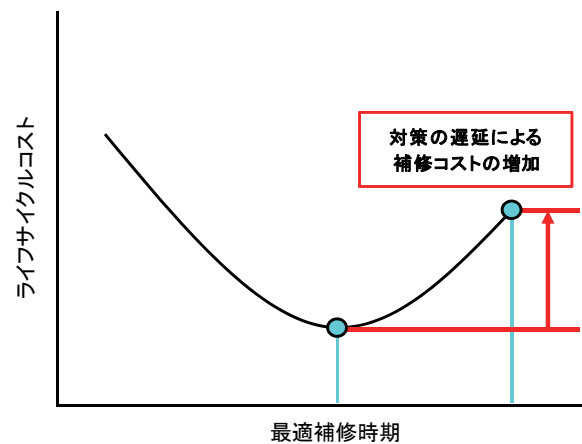
図－ 51 安全性のサービス水準設定例

### (3) ライフサイクルコストの最小化

道路施設のライフサイクルコストを最小化するためには、施設毎の特性に応じた劣化を予測する必要がある。劣化予測には定量的な各種計測と解析手法が必要となるが、現在の「キ」国ではこれらの技術能力が十分でないため、今までの経験と継続的な点検記録によって劣化予測を行う必要がある。定量的な各種計測と解析手法については、技術協力プロジェクトで技術移転することを提案する。

道路施設の補修は、対策の遅延により損傷がある水準以上になると補修コストが増大するために、最適な時期に補修を行うことによってライフサイクルコストを低減することができる。

図－52 にライフサイクルコストと最適補修時期の関係を示す。



図－ 52 ライフサイクルコストと最適補修時期の関係

また、ライフサイクルコストの最小化を検討する上で重要になるのは、短期間に比較的簡易な補修を繰り返すのか、あるいは大規模な補修で健全度を大きく高めその後の補修回数を減らすのかで、どちらがライフサイクルコストを低くできるかを比較することである。

そのためには、各補修工法の必要コストを把握するとともに、劣化予測による各補修工法の実施時期を想定し、これによりライフサイクルコストが最小化する補修工法と実施時期の計画を行う必要がある。

図-53は、供与後30年を経た日本の橋梁例であるが、床版を部分打ち換え及び床版増厚により補修を行っていく場合と、PC床版による全面取り替えを行った場合の橋梁健全性と補修費用を比較したものを示す。この場合は、供与後30年時点で、PC床版に全面取り替えした場合の方が、部分打ち換え及び床版増厚で対応した場合よりライフサイクルコストが低くなっている。

これはあくまで一例であるが、「キ」国では国内技術で実施可能な補修工法とそのコスト及び各道路施設のライフサイクル年数の設定を基にして、ライフサイクルコストの最小化を図る必要がある。

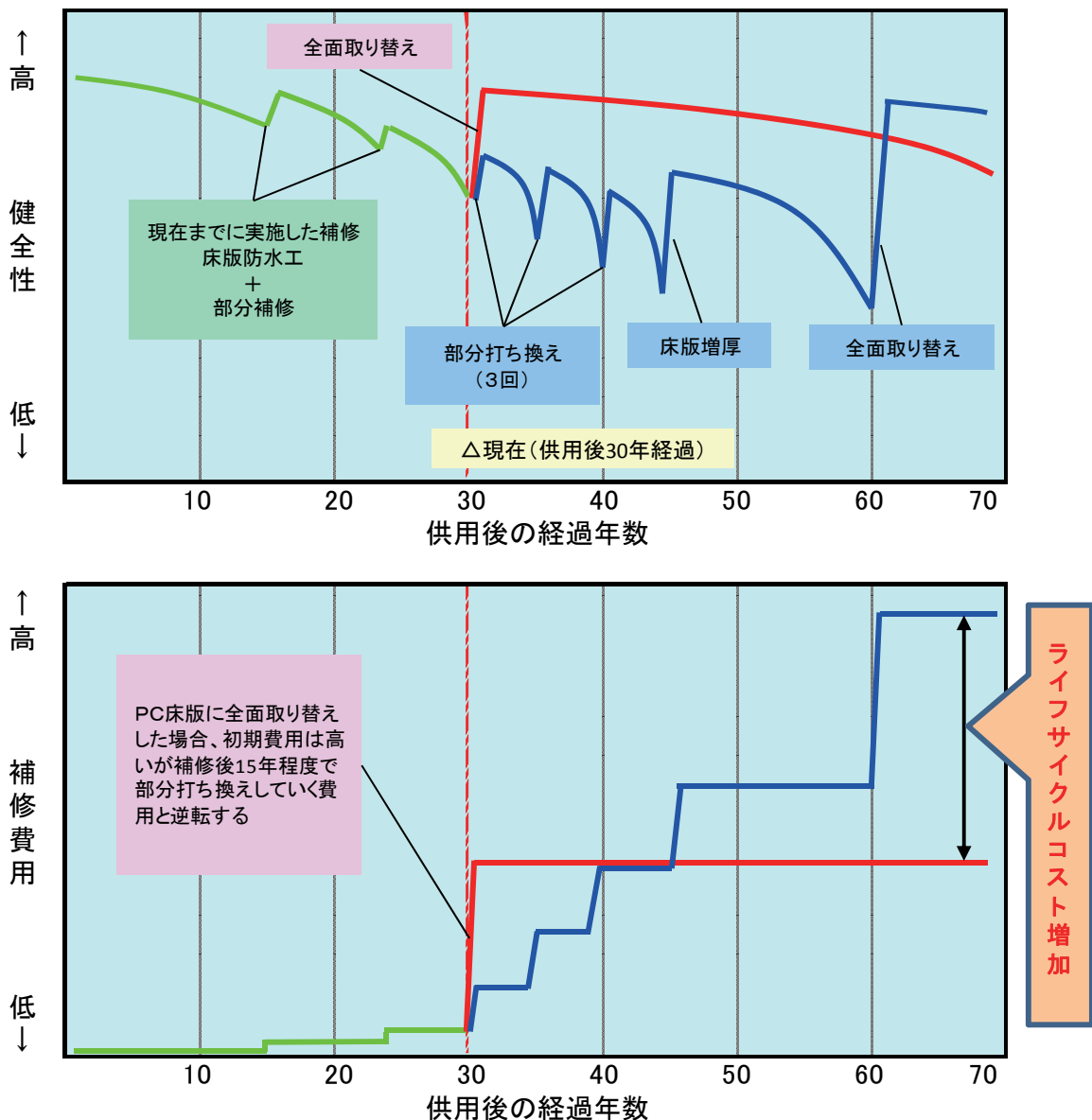


図-53 橋梁補修工法の違いによる健全性・補修費用

#### (4) 補修工事記録

補修の実施内容を記録する補修工事記録は、次回の補修や類似損傷箇所の補修を計画する場合の重要な資料になるとともに、類似工事の予算を作成する場合に必要な歩掛かり（施工単価）を把握するための記録となる。

補修工事記録に必要な主要項目を以下に示す。

- ・ 施工図
- ・ 工事写真
- ・ 施工計画書
- ・ 実施予算書
- ・ 実施工程
- ・ その他

「キ」国ではこれら工事記録の作成が十分に行われていないため、技術協力プロジェクトで補修工事記録の作成について、技術移転することを提案する。

#### (5) 予算計画

道路施設の維持管理を実施する場合、「キ」国国家予算から MOTC に配分される限られた予算で行う必要がある。現状では、必要な維持管理を行うための十分な予算を確保することは困難であるため、予算配分の優先度付けを行う。優先度付けにあたっては、前述した高いサービス水準が求められる道路施設で、特に安全に関して問題のある、もしくは発生する恐れのある損傷補修の優先度を高くする必要がある。

「(3) ライフサイクルコストの最小化」では、小規模な補修を繰り返すより、大規模な補修で道路施設の健全度を大きく高めた方がライフサイクルコストを少なくなるできる例を述べた。しかし、緊急性の高い補修を行うために大きな予算を確保出来ない場合は、ライフサイクルコストの増加が想定されても、小規模な補修を実施して、取り急ぎ、緊急性を回避することも考慮する必要がある。

MOTC の技術力・予算では実施不可能な補修については、短期及び中長期のリストを作成し、各ドナーに対して調整を行いつつ要請を行うことを検討する。

#### (6) 維持管理計画策定体制

現状の MOTC では、今まで述べてきたような維持管理計画に必要な各要素を総合的に取りまとめ、計画を立案する組織及びシステムが十分に機能しているとは言えない。各 DEP、道路維持管理局から挙げられる補修要請、予算要請を「キ」国全体の道路網の中で評価すると共に、関係機関・財務省や各ドナーとの調整とそれらを基にした、維持管理計画を策定する組織及びシステム作りが必要であると考えられる。



## 6-2 路面維持管理計画

### 6-2-1 策定手法

#### (1) 短期計画の策定手法

短期の維持管理計画は、本調査に基づく調査箇所についてその内容、規模、緊急性、予算措置、実施体制などから総合的に判断して優先して、実施すべき箇所について2～3年で補修する計画を策定する。

#### (2) 中長期計画の策定手法

中長期の維持管理計画は、本調査箇所のうち短期計画に含まれない箇所、DEP23、DEP30が把握している変状箇所及び今後変状が発生する箇所などについて日常の点検管理から詳細調査、補修計画、補修工事までのフローを策定する。

本調査箇所の優先度一覧を表-56に示す。

表-56 本調査箇所の優先度一覧表

No.	調査番号	管理区分	始点(KP)	終点(KP)	延長(m)	調査対象		道路諸元		沈下要因※3				測量箇所	対策工法					補修実施体制※4			緊急性※6	優先度※7	摘要				
						第1次調査	今回調査	舗装幅員(m)	横断構造物	A	B	C	D		盛土工 埋戻し 置換工	C-B 安定化	排水溝 縦排水 路面	その他	①	②	③								
1	S1		290+752	290+993	-	○	○	-	C-Box2.0*2.0*2					○		●	●	●	●	●	○				A	A	A	洗掘	
2	D1		302+120	302+145	25	○	○	8.1	C-Pφ1.8							●	●	●	●			○			B	B	C		
3	D2		302+938	302+977	39	○	○	7.2								●	●	●	●			○			B	B	C		
4	D3		303+230	303+380	150	○	○	8.1	C-Pφ2.0,φ1.5	○	○				◎	●	●	●	●							A	A	A	
5	D4		303+420	303+505	85	○	○	7.9	C-Pφ1.5	○	○			◎		●	●	●	●							A	A	A	
6	D5		303+537	303+589	52	○	○	7.8		○						●	●	●	●							B	B	C	
7	D6		303+600	303+639	39	○	○	8.8		○						●	●	●	●							B	B	C	
8	D7		303+653	303+668	15	○	○	7.5		○						●	●	●	●							B	B	C	
9	D8	DEP23	303+836	303+908	72	○	○	7.5	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							A	A	B	
10	D9		303+943	303+995	52	○	○	7.6	C-Pφ1.8	○						●	●	●	●							A	B	B	
11	D10		305+575	305+594	19	○	○	7.0	C-Pφ1.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
12	D11		305+735	305+760	25	○	○	7.1		○						●	●	●	●							B	B	C	
13	D12		312+533	312+588	55	○	○	7.3	C-Pφ1.8	○						●	●	●	●							B	B	C	
14	D13		312+796	312+878	82	○	○	7.2	C-Box2.5*2.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
15	D14		313+075	313+099	24	○	○	7.1	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
16	D15		313+340	313+388	48	○	○	8.0	橋梁			○	◎			●	●	●	●							B	B	C	橋台背衝空溜化
17	D16		314+305	314+394	89	○	○	7.3	NARYN橋A1	○						●	●	●	●							B	B	C	
18	D17		314+628	314+656	28	○	○	7.2	NARYN橋A2	○						●	●	●	●							B	B	C	
19	D18		329+204	329+281	77	○	○	8.2	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							A	B	B	
20	D19		331+320	331+418	92	○	○	8.3	C-Pφ2.0	○			◎			●	●	●	●							A	B	B	
21	D20		331+662	331+743	81	○	○	9.0	C-Pφ2.0	○						●	●	●	●							A	B	B	
22	D21		332+045	332+149	104	○	○	8.0	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
23	D22		333+474	333+510	36	○	○	8.2	C-Box2.5*2.1	○						●	●	●	●							B	B	C	
24	D23		333+548	333+624	76	○	○	8.2	C-Pφ2.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
25	D24		335+722	335+756	34	○	○	9.2		○						●	●	●	●							B	B	C	
26	D25		335+916	336+010	94	○	○	9.4	C-Box2.0*2.0*2	○	○					●	●	●	●							A	B	B	
27	D26		339+401	339+461	60	○	○	7.5	C-Box2.0*2.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
28	D27		339+589	339+613	24	○	○	8.2	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
29	D28		341+548	341+570	22	○	○	8.1		○						●	●	●	●							B	B	C	
30	D29		341+681	341+719	38	○	○	8.0	C-Pφ2.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
31	D30		341+904	341+959	55	○	○	8.2	C-Pφ2.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
32	D31		342+044	342+147	103	○	○	8.2	C-Pφ2.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
33	D32	DEP30	342+421	342+517	96	○	○	8.2	C-Pφ1.8~1.0	○	○					●	●	●	●							A	B	B	
34	D33		342+847	342+878	31	○	○	8.3	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
35	D34		343+278	343+310	32	○	○	8.4		○						●	●	●	●							B	B	C	
36	D35		343+316	343+374	58	○	○	9.0	C-Pφ1.5	○	○					●	●	●	●							B	B	C	
37	D36		343+462	343+560	98	○	○	8.5	C-Pφ2.0	○	○					●	●	●	●							B	B	C	
38	D37		344+092	344+160	68	○	○	8.2		○						●	●	●	●							B	B	C	
39	D38		344+744	344+798	54	○	○	8.4	C-Pφ1.5	○						●	●	●	●							B	B	C	
40	D39		344+842	344+872	30	○	○	9.0		○						●	●	●	●							B	B	C	
41	D40		346+641	346+698	57	○	○	8.1		○						●	●	●	●							B	B	C	
42	S2		357+526	357+527	-			-					○			●	●	●	●							A	A	A	洗掘
43	D41		359+712	359+773	61	○	○	11.8		○	○			◎		●	●	●	●							A	B	B	
44	D42		365+413	465+434	21	○	○	7.2		○						●	●	●	●							B	B	C	
45	D43		366+759	366+820	61	○	○	8.2		○						●	●	●	●							B	B	C	
46	D44		382+957	383+125	45	○	○	7.1	C-Pφ1.0	○						●	●	●	●							B	B	C	
47	D45		404+535	404+683	148	○	○	8.2	C-Box3.0*3.0	○	○	○	◎			●	●	●	●							A	A	A	河川洗掘

※3:◆沈下要因  
 ・A: 路床または路体の支持力不足  
 ・B: 盛土の安定(盛土内スベリ破壊)  
 ・C: 地すべり(切盛境界スベリ)  
 ・D: その他

※4:◆補修実施体制記号説明  
 ・①: MOTCで実施可能  
 ・②: ドナーによる若干の技術指導及び資機材提供が必要  
 ・③: ドナーによる全面的な協力が必要

※5:◆規模  
 ・A: 大規模(道路通行止め)  
 ・B: 中程度(片側通行止め)  
 ・C: 小規模(走行可能)

※6:◆緊急性  
 ・A: 至急補修が必要  
 ・B: 短期間(1~2年以内)に対応が必要  
 ・C: 中~長期(3年以上)に対応が必要

※7:◆優先度  
 ・A(優先度高)=規模、緊急性の両方がAの場合  
 ・B(優先度中)=規模と緊急性のいずれか片方がAもう片方がBの場合  
 ・C(優先度低)=A、B以外の場合

6-2-2 短期維持管理計画

前項で優先度が高いと判定された調査箇所について、短期の維持管理計画（案）を作成する。  
優先度Aと判定された箇所は次の5箇所である。




表－ 57 優先度Aの箇所

詳細調査箇所		No.	調査番号	管理区分	始点 (KP)	終点 (KP)	延長 (m)	調査対象		道路諸元		沈下要因 ※3				測量箇所	対策工法						補修実施体制※4			規模※5	緊急性※6	優先度※7	概要	
第1次調査	今回調査							舗装幅員 (m)	横断構造物	A	B	C	D	置換工	盛土工 埋戻し		C-P C-B 延伸	排水溝 路面	縦 排水	その他	①	②	③							
○	○																													
1	S1		290+752	290+993	-					C-B $\alpha$ 2.0 $\times$ 2.0 $\times$ 2						●	●	●	●	●						A	A	A	洗掘	
4	D3	DEP 23	303+230	303+380	150	○	○	8.1	C-P $\phi$ 2.0 $\phi$ 1.5		○	○	○	○	◎	●	●	●	●	●	●						A	A	A	
5	D4		303+420	303+505	85	○	○	7.9	C-P $\phi$ 1.5		○	○	○	○	◎	●	●	●	●	●	●						A	A	A	
42	S2	DEP	357+526	357+527	-											●	●	●	●	●	●						A	A	A	洗掘
47	D45	30	404+535	404+683	148	○	○	8.2	C-B $\alpha$ 3.0 $\times$ 3.0		○	○	○	○	◎	●	●	●	●	●	●						A	A	A	河川洗掘
						37	47				45	13	4	4	6	47	34	21	13	38	35	1	26	18	3					

短期維持管理計画（案）は3年程度を目安として計画する。

表－ 58 調査箇所の短期維持管理計画（案）

		1年目	2年目	3年目
S1	工程			
	内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事箇所の概略測量</li> <li>・概略数量算出</li> <li>・材料調達（盛土、排水）</li> <li>・工事（渇水期）</li> </ul>		
D3 D4	工程			
	内容	・ドナーへの援助要請、手続きなど	<ul style="list-style-type: none"> <li>・詳細設計、施工計画</li> <li>・追加調査、測量など</li> <li>・工事発注手続き</li> <li>・工事発注</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事開始</li> <li>・現地状況確認</li> <li>・（計画見直し）</li> <li>・施工監理</li> <li>・工事完了</li> </ul>
S2	工程			
	内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事箇所の概略測量</li> <li>・概略数量算出</li> <li>・材料調達（盛土、排水）</li> <li>・工事（渇水期）</li> </ul>		
D45	工程			
	内容	・ドナーへの援助要請、手続きなど	<ul style="list-style-type: none"> <li>・詳細設計、施工計画</li> <li>・交通運用計画</li> <li>・追加調査など</li> <li>・工事発注手続き</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事開始</li> <li>・現地状況確認</li> <li>・（計画見直し）</li> <li>・施工監理</li> <li>・工事完了</li> </ul>

-  紫：手続き等
-  青：調査・設計等
-  赤：工事等

上記以外の調査箇所及びその他の箇所では、日常点検、定期点検により変状の発見、進行状況の把握を行い、緊急に補修が必要な箇所では適宜適切な処置を行う。

### 6-2-3 中長期維持管理計画

#### (1) 基本方針

一般に舗装のライフサイクルは図-54で表すことができる。舗装は供用後、累積する交通荷重、気温・降水・凍結融解などの気象条件の変化、舗装材料の劣化などによって、舗装が本来保持していたサービス性能やサービス水準が時間の経過とともに低下していく。

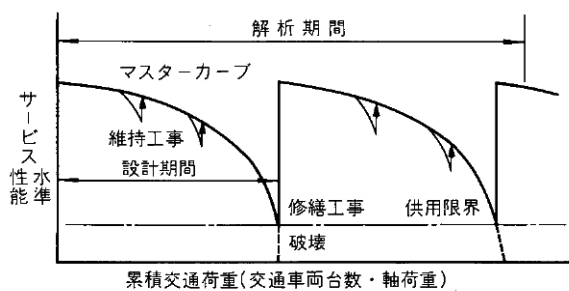


図-54 舗装のライフサイクル

アスファルト舗装の場合、補修工事等を実施しない状態で放置したとすると、10年程度でそのサービス水準は急激に低下して車両の通行に耐えられない状態になるといわれている。通常はそれ以前に適切な維持管理、補修工事が実施され一定のサービス水準が維持されている。

当初設計時にこのマスターカーブを把握するには、交通量の変化などその後の舗装を取り巻く環境を正確に予測する必要があり現実的には困難である。実際には舗装路面の状態を定期的な点検でひび割れ、わだち、平坦性、すべり抵抗などを調査し、各種調査データからサービス水準を判断して補修工事の規模、内容を決定している。

中長期の維持管理計画を立案するために道路状況を定期的に点検し記録しておくことはきわめて重要なことである。また、ポットホールなど緊急に対応が必要な路面の損傷をいち早く把握し通行車両の安全を確保して事故等の削減を図るためにも、日常的な点検を欠かすことはできない。

点検から工事実施までの流れを図-55に示す。

この中で特に舗装の損傷はひび割れ、わだち掘れなどの路面性状だけでなく、路盤や路床に起因する構造的損傷、アスファルト混合物の劣化・老化に起因する損傷なども含まれることから、計画的に舗装構造を更新する必要がある。したがって、補修要否判断の目標値やVIMSによるIRI計測値及びその変化状況から優先箇所を選定し計画的に更新していく。

表-59 補修要否判断の目標値

わだち掘れ (mm)	段差(橋) (mm)	ひび割れ率 (%)	ポットホール径 (cm)
40	30	40~50	20

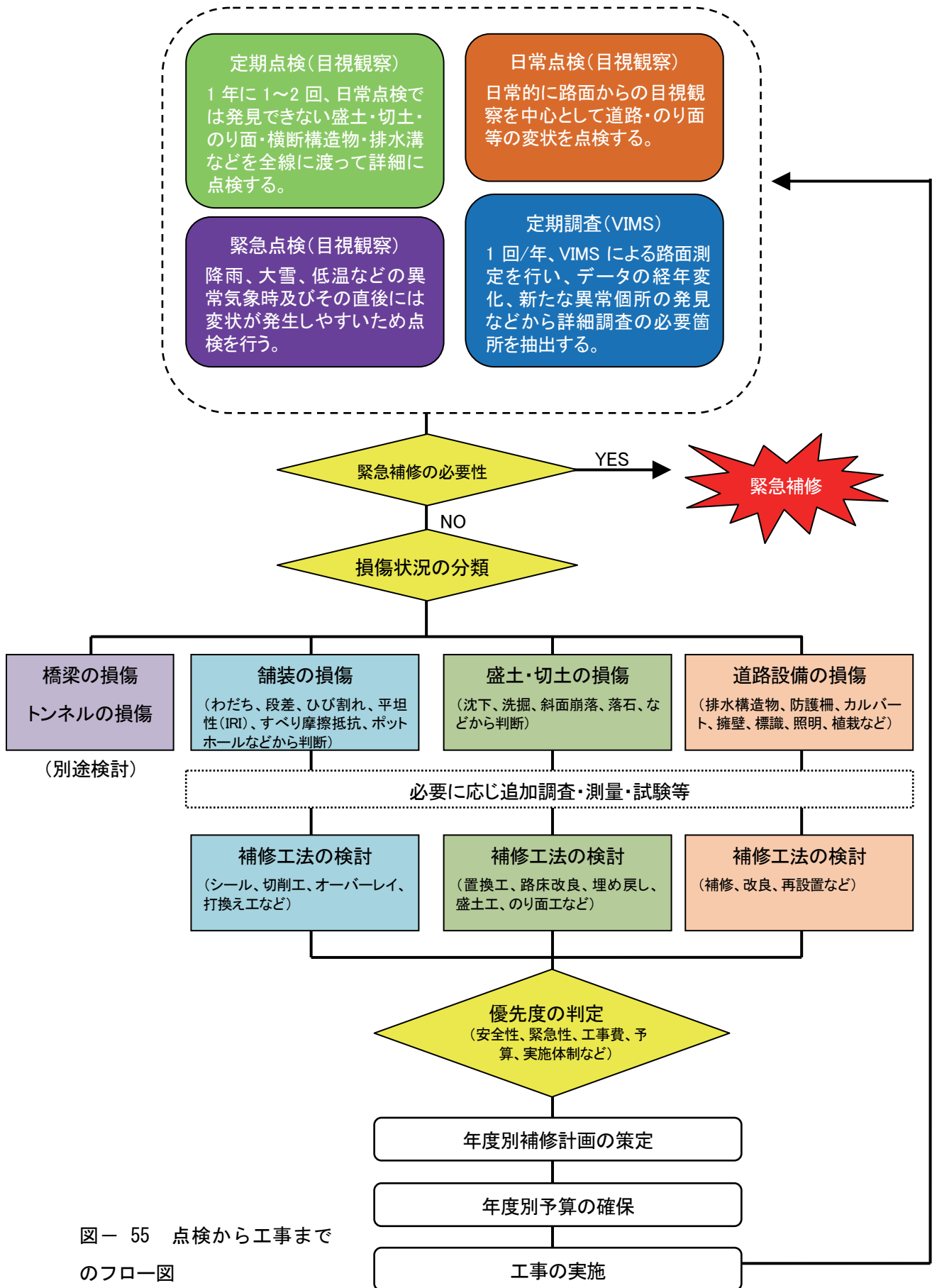


図-55 点検から工事までのフロー図

## (2) 中長期維持管理計画（案）

本調査の対象であるビシュケクーオシユ道路の円借款区間 164km の路面に関する中長期維持管理計画（案）を表-60 に、本調査箇所の中長期維持管理計画（案）を表-61 に示す。

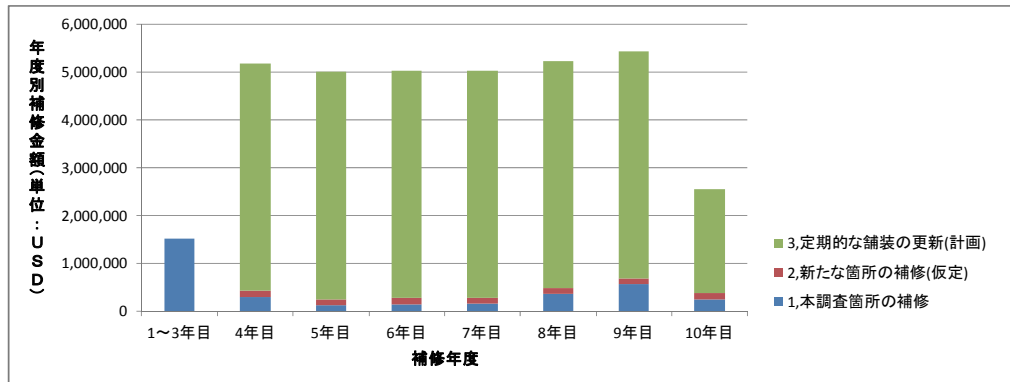
中長期維持管理計画（案）は 10 年間で本調査箇所の補修、新たな調査箇所の補修及び定期的な舗装の更新を行うこととして策定した。その他、路面清掃、塗替え塗装及び除雪などに要する費用は含まれていない。また、中長期維持管理計画のうち 1～3 年目は短期維持管理計画（案）に記したとおりである。

中長期維持管理計画は計画策定時点の道路状況、損傷状況、管理状況、社会・経済状況などから策定するものであるため、今後、道路を取り巻く環境の変化によって常に見直しをすることが重要である。

表- 60 中長期維持管理計画（案）

項目	中長期維持管理計画								合計	備考
	1～3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目		
1.本調査箇所の補修 箇所数(箇所) 概算金額(USD)	5 1,522,447	5 303,028	6 126,490	6 146,582	6 153,566	7 359,919	6 562,453	6 254,374	47 3,428,859	延長2.6km 4～10年目までの1箇所当たり平均概算金額 (3428859-1522447)/(47-2)=42,000
2.新たな箇所の補修(仮定) 箇所数(箇所) 概算金額(USD)		3 126,000	3 126,000	3 126,000	3 126,000	3 126,000	3 126,000	3 126,000	21 882,000	毎年3箇所新たな箇所が追加されると仮定 42,000USD/箇所
3.定期的な舗装の更新(計画) 延長(km) 概算金額(USD)		25 4,750,000	25 4,750,000	25 4,750,000	25 4,750,000	25 4,750,000	25 4,750,000	11.4 2,166,000	161.4 30,666,000	オーバーレイ 本調査区間を除く延長=164-2.6 19USD/m <sup>2</sup> 、190,000USD/km
合計箇所数(箇所) 合計延長(km)		8 25	9 25	9 25	9 25	10 25	9 25	9 11.4	68 161.4	
年度別合計概算金額(USD)	1,522,447	5,179,028	5,002,490	5,022,582	5,029,566	5,235,919	5,438,453	2,546,374	34,976,859	ドナーの支援を含む

路面清掃、塗替え塗装などの費用は含んでいない。



### < 中長期維持管理計画（案）の仮定条件 >

- ・本調査箇所の補修はAランクを1～3年目を実施し、その他の箇所を10年目までに実施。
- ・新たな箇所は1年間に3箇所ずつ補修すると仮定。概算金額は本調査箇所の補修金額から算出。
- ・定期的な舗装の更新として、本調査箇所を除く延長を4～10年目までにオーバーレイする。
- ・概算金額は、本調査箇所の概算金額算出に使用した単価（ローカルコンサルタントから収集）から算出。

表－ 61 本調査箇所の中長期計画（案）

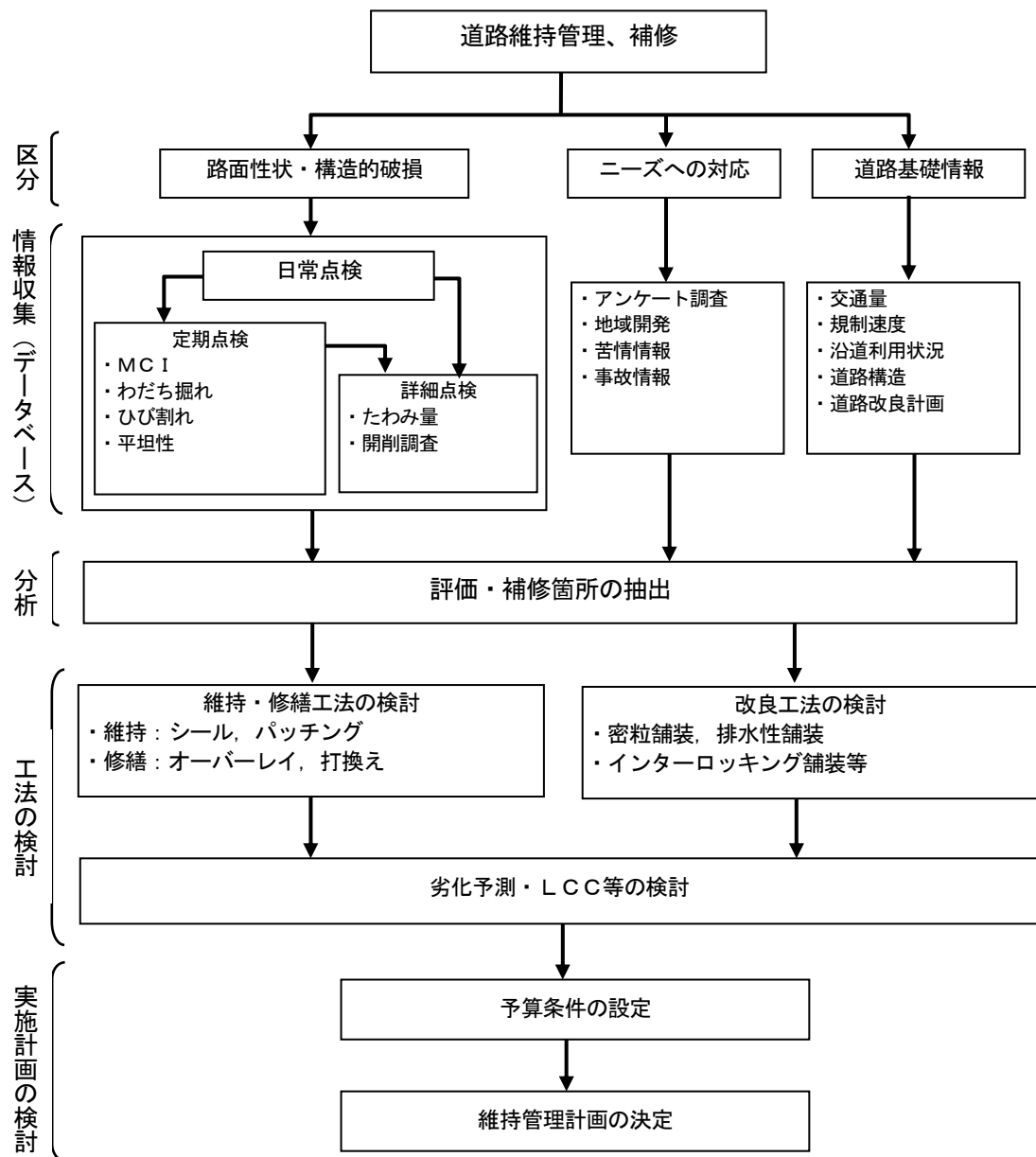
No.	調査番号	管理区分	概算工事費 (USD)	中長期維持管理計画							摘要	
				1～3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目		10年目
1	S1	DEP	21,300	21,300	0	0	0	0	0	0	0	
2	D1	23	11,296	0	0	0	0	0	11,296	0	0	
3	D2		14,531	0	0	0	0	14,531	0	0	0	
4	D3		640,687	640,687	0	0	0	0	0	0	0	
5	D4		196,313	196,313	0	0	0	0	0	0	0	
6	D5		62,277	0	0	0	0	0	0	0	62,277	
7	D6		28,202	0	0	28,202	0	0	0	0	0	
8	D7		12,665	0	12,665	0	0	0	0	0	0	
9	D8		168,442	0	168,442	0	0	0	0	0	0	
10	D9		50,219	0	50,219	0	0	0	0	0	0	
11	D10		13,517	0	13,517	0	0	0	0	0	0	
12	D11		9,484	0	9,484	0	0	0	0	0	0	
13	D12		22,148	0	0	22,148	0	0	0	0	0	
14	D13		31,240	0	0	0	31,240	0	0	0	0	
15	D14		9,128	0	0	0	0	9,128	0	0	0	
16	D15		18,351	0	0	0	0	18,351	0	0	0	
17	D16		68,651	0	0	0	0	0	68,651	0	0	
18	D17		27,825	0	0	0	0	0	0	27,825	0	
19	D18	DEP	54,457	0	54,457	0	0	0	0	0	0	
20	D19	30	60,805	0	0	60,805	0	0	0	0	0	
21	D20		32,231	0	0	0	32,231	0	0	0	0	
22	D21		39,288	0	39,288	0	0	0	0	0	0	
23	D22		14,125	0	14,125	0	0	0	0	0	0	
24	D23		30,953	0	30,953	0	0	0	0	0	0	
25	D24		14,003	0	14,003	0	0	0	0	0	0	
26	D25		138,969	0	0	0	0	138,969	0	0	0	
27	D26		22,365	0	22,365	0	0	0	0	0	0	
28	D27		10,517	0	0	10,517	0	0	0	0	0	
29	D28		8,825	0	0	8,825	0	0	0	0	0	
30	D29		16,086	0	0	16,086	0	0	0	0	0	
31	D30		22,614	0	0	0	22,614	0	0	0	0	
32	D31		40,197	0	0	0	40,197	0	0	0	0	
33	D32		271,990	0	0	0	0	0	271,990	0	0	
34	D33		12,754	0	0	0	12,754	0	0	0	0	
35	D34		13,641	0	0	0	0	13,641	0	0	0	
36	D35		23,676	0	0	0	0	23,676	0	0	0	
37	D36		144,857	0	0	0	0	144,857	0	0	0	
38	D37		110,322	0	0	0	0	0	110,322	0	0	
39	D38		91,074	0	0	0	0	0	91,074	0	0	
40	D39		12,315	0	0	0	0	0	12,315	0	0	
41	D40		56,055	0	0	0	0	0	0	56,055	0	
42	S2		9,600	9,600	0	0	0	0	0	0	0	
43	D41		68,109	0	0	0	0	0	0	68,109	0	
44	D42		8,101	0	0	0	0	0	8,101	0	0	
45	D43		23,518	0	0	0	0	0	0	23,518	0	
46	D44		16,591	0	0	0	0	0	0	16,591	0	
47	D45		654,547	654,547	0	0	0	0	0	0	0	
				5	5	6	6	6	7	6	6	箇所数
			3,428,859	1,522,447	303,028	126,490	146,582	153,566	359,919	562,453	254,374	金額

### (3) 将来的な維持管理のあり方

ビシユケケーオシユ道路における維持管理は、管理する道路延長が長いことから少ない人員、費用で効率的に管理する方法を考える必要がある。

日本では、多くの道路管理者が種々の機器を使用して少ない時間と費用で効率的に路面状態を把握し、補修計画の立案を行っている。また、こうした路面管理データの蓄積により経年劣化の予測も可能となり、将来的な舗装の劣化を予測して長期の維持修繕計画に役立てることも可能となる。

当該道路においても将来的にはこうした手法を導入していくことが望ましいと考え、その一例を図－56 に紹介する。



図一 56 将来的な維持管理計画策定のフロー（例）

## 1) 路面性状データの収集

図-56 フローの中で、路面性状データの収集は最も時間と費用を要する部分であるが、ここに専門の機器を導入することによって日本などでは容易にデータ収集を行っている。測定機器の一例を写真-75 に示す。



写真- 75 路面性状測定・たわみ量測定機器の一例

## 2) 劣化予測・LCC (Life Cycle Cost) の検討

舗装の劣化予測を行うためにはひび割れ、わだち掘れ、平坦性などのデータを数年にわたって継続的に収集すると同時に、このデータから劣化予測式を設定し供用性能曲線（マスターカーブ）を作成する必要がある。

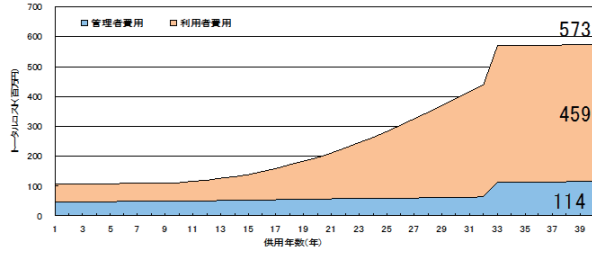
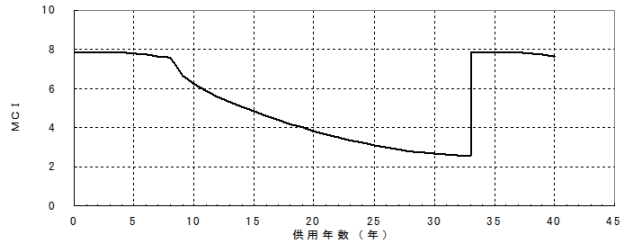
また、LCC の算出は補修工法の組み合わせによるパターンを数種類作成し、一定期間に必要となる維持・修繕・改良費用、利用者費用（車両損傷等）、社会的費用（渋滞損失等）等を算出する。

この2つの比較から最適補修ケースを選定することができる。一例を図-57 に示す。

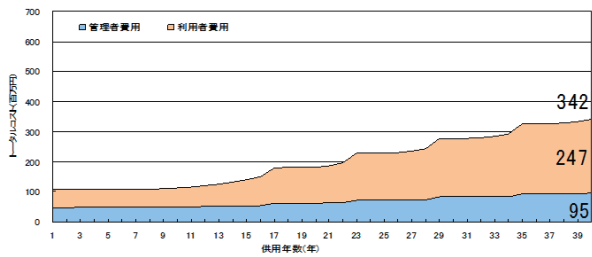
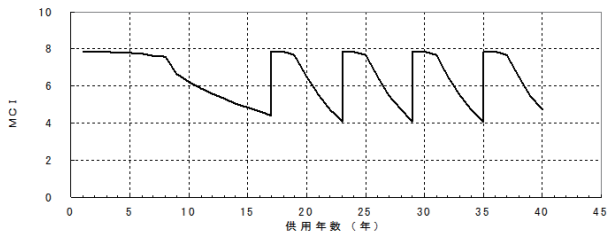
注) これらの図は別路線の例でありビシュケクーオシュ道路を表しているわけではない。



ケース 1 : 改築→打ち換え



ケース 2 : 改築→表面処理



ケース 3 : 切削オーバーレイ→切削オーバーレイ→

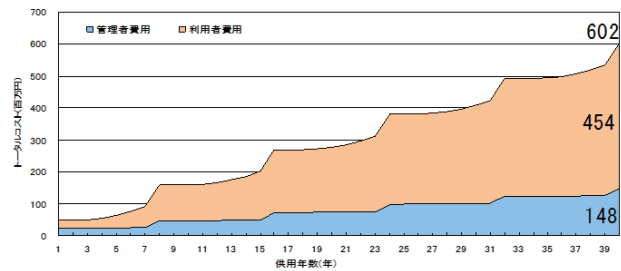
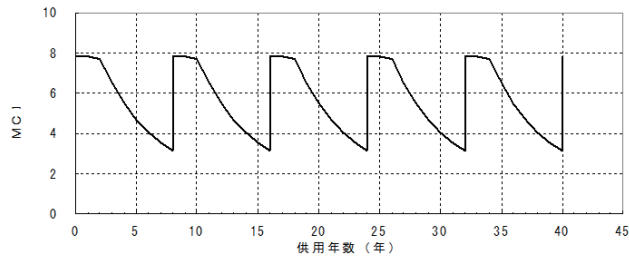


図- 57 マスターカーブとLCC

## 6-3 橋梁維持管理計画

### 6-3-1 短期維持管理計画

短期維持管理計画は、今回の調査で補修時期が短期（2～3 年以内）と判定された各橋梁の各部位を補修する計画である。

また、後に示す今後の定期点検の結果を基に立案される補修計画は、5 年ごとの短期維持管理計画に位置付けられる。

今後 3 年間に実施すべき補修項目毎の実施体制、橋梁毎の補修工の数量、積算金額の代替案は、それぞれ 5-2-4 補修・対策内容に応じた実施体制の表-45～48 に示した通りである。

#### —推薦する代替案—

ライフサイクルコストを考慮すれば、初期費用は高価であるが、耐久性の高い工法（技プロを通して実施する工法）を採用することを提案する。また、No.6 橋は、補修施工が困難であること、補修後の耐久性が未知であることから、架け替えを提案する。

推奨される補修の実施体制、補修金額は、表-48 補修費概略積算（代替案 2：No.6 橋を架け替える場合）に示す「ケース 2」に示されているように、以下のとおりとなる。なお積算単価はローカルコンサルタントより徴収した。

表-62 短期維持管理計画（今後 3 年間）

	補修項目	補修金額
①MOTC で実施可能な工事	床版端部剥落：床版部分打ち替え 橋面排水新設：新設 舗装ひび割れ：シール材（アスファルト）注入 高欄損壊：取り換え 道路側溝新設：新設 縦排水新設：新設 護岸損壊：護岸補修、設置	US\$105,407  (内訳) No. 4 橋： US\$1,435 No. 10 橋： US\$5,530 No. 13 橋： US\$ 375 No. 14 橋： US\$13,059 No. 17 橋： US\$85,008
②ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供が必要な工事	剥落 1、2、ジャンカ：パッチング（ポリマーセメントモルタル使用） ひび割れ 1、2：エポキシ樹脂注入／塗布 鋼製支承腐食：錆落とし、特殊防錆塗装 ゴム支承損壊：取り換え 伸縮継手取り換え：埋設ジョイント（伸縮吸収型）	US\$52,180  (内訳) No. 4 橋： US\$699 No. 10 橋： US\$15,982 No. 13 橋： US\$7,431 No. 14 橋： US\$6,316 No. 17 橋： US\$21,752
③ドナーによる全面的な協力が必要な工事	No. 6 橋架け替え	US\$ 4,000,000

※ 床版部分打ち替え、パッチング、エポキシ樹脂注入/塗布を行う際には、作業用足場を設置する必要がある。作業足場設置費用は総額 US\$103,545（No.4 橋：US\$9,750、No.10 橋：US\$62,145、No.13 橋：US\$6,300、No.14 橋：US\$5,100、No.17 橋：US\$20,250）となる。

## 6-3-2 長期維持管理計画

長期維持管理計画は、今回の調査橋梁において補修時期が「中長期／日常維持管理」と判定された各橋梁の各部位、及び第1次調査で緊急度が高くないと判断されたその他の橋梁についての維持管理計画である。長期維持管理計画は、日常点検、定期点検の実施、補修計画の立案を含む。

### (1) 日常点検

支承及び伸縮装置、排水施設の清掃、伸縮目地の補修、路面舗装のひび割れ・ポットホール補修など日常維持管理の実施、また、橋台、橋脚の沈下や傾き、橋桁の変状の観察をする日常点検を行う。

### (2) 定期点検

橋梁点検マニュアルに記載された点検方法により、損傷の発生及び進行程度を確認・点検する定期点検を実施する。定期点検の結果、緊急にまたは2～3年以内に補修すべきと判断される補修事項については、補修計画を立案する。このサイクルを5年毎に継続していく。

定期点検では、近接目視によって行う必要があることから、本調査のように足場を仮設するか、橋梁点検車を用いる必要がある。足場の仮設は工期が必要なことと、河川幅が広がるとコストも大きくなる。よって、簡易で安全に点検の実施が可能となる橋梁点検車の導入の必要性が高い。

### (3) 補修計画の立案

補修計画の立案においては、今回の調査で提案された補修方法を参考に、現地で実施できる補修方法の採用を基本とする。

想定される補修項目とその発生原因、補修方法を以下に示す。

表－63 想定される補修項目

補修項目	原因	補修方法
<b>橋面</b>		
・高欄の補修／取り換え	車両の衝突	変形補修／取り換え
・橋面舗装	日常維持管理（クラック・ポットホール補修）のみでは対応が可能なほど損傷が進行	舗装打ち替え
・伸縮装置	日常維持管理（クラック・ポットホール補修）のみでは対応が可能なほど損傷が進行	取り換え
・排水施設	腐食や外力による損壊	取り換え

コンクリート部材（床版、桁、橋台、橋脚、支承台座）		
・ひび割れ（幅0.3mm以上）	凍結・融解作用によるひび割れの進行、または構造ひび割れ（曲げ、せん断ひび割れ等）の発生／進行	エポキシ樹脂注入
・コンクリートの剥落・鉄筋露出	ひび割れ発生・鉄筋腐食・膨張	PCMによるパッチング（必要に応じて炭素繊維シート補強）
下部工		
・支承	鋼製支承の腐食 ゴム支承の劣化	錆落とし、特殊防錆塗装 取り換え
・橋脚	洗掘の進行	洗掘防護工
護岸		
・護岸工	水流による崩壊	コンクリートブロック補修／ 取り換え

### 6-3-3 維持管理スケジュール

上記の短期及び長期維持管理計画に基づいた、No. 1～No. 17 橋の短期及び長期維持管理スケジュール（10年目まで）を以下に示す。

表一 64 橋梁維持管理スケジュール

橋梁No.	DEP	年 数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No. 1	23					▼					▼
No. 2	23					▼					▼
No. 3	23					▼					▼
No. 4	23					▼					▼
No. 5	23					▼					▼
No. 6	23	---	---	---		▼					▼
No. 7	23					▼					▼
No. 8	23					▼					▼
No. 9	23					▼					▼
No. 10	23					▼					▼
No. 11	30					▼					▼
No. 12	30					▼					▼
No. 13	30					▼					▼
No. 14	30					▼					▼
No. 15	30					▼					▼
No. 16	30					▼					▼
No. 17	30					▼					▼

凡例： ——— 補修実施      - - - - - 日常維持管理

----- 架け替え      ▼ 定期点検・補修計画立案

## 6-4 トンネル維持管理計画

### 6-4-1 短期維持管理計画

短期的な維持管理計画としては、主として以下の2項目が考えられる。

- ・今回の調査（本調査）によって確認された変状に関する対策工の実施
- ・今後中長期的に維持管理を行うための準備

本節ではこれらの考え方、実施項目について示す。

#### (1) 対策工の実施

今回の調査によって確認された変状ならびに実施の考え方を以下に示す。

##### 1) 崩落対策

崩落箇所は非常に不安定な状況であり、対策の緊急性は非常に高いため、優先的に対策を実施すべきである。また、昨年度の調査時と比較して、崩落箇所が拡大している状況も確認される。



2011.04.05 撮影



2012.04.10 撮影

写真－76 崩落状況の比較

##### 2) 剥落、ジャンカ、うき対策

これらの項目に関しては、崩落ほど緊急度は高くないものの、そのまま放置しておくこと事故等に繋がること、対策の規模は小さいことから、短期的に実施することが望ましいと考える。

### 3) 漏水対策

漏水に関しては、冬季の状況を確認した後、対策工法を実施すべきか否か、工法の妥当性等を判断する必要がある。

## (2) 中長期維持管理のための準備項目

今後、中長期的に維持管理を行うための準備としては、以下の項目が考えられる。

### 1) 側方のコンクリート蓋の整備

トンネル側方では、以前ケーブル類が入っていたと考えられるコンクリート溝の蓋が部分的に開けられ、そのまま側方に乱雑に放置されている状況にある。

今後、中長期的に維持管理を行うためには、定期的な日常点検が不可欠となる（中長期維持管理計画の頁で詳述）。日常点検は一般車両の供用下において徒歩で行うことから、安全にかつ効率的に行うためには、現在側方に放置されているコンクリート蓋を適切な位置に戻す必要がある。また、照明設備の無い本トンネルで、路面や側部に落下したコンクリート片を速やかに発見、確認するためにも重要な事項である。



写真－ 77 コンクリート蓋の状況

### 2) 現況土砂の撤去

トンネル以外の道路区間においては、のり面からの落石、転石等を除去するなど、路面上の清掃が細かく実施されている。しかし、トンネル内は暗く状況がわかりにくいためか、崩落した土砂等が側方にそのまま残っている状況にある。今後、中長期的に維持管理を行う際に、新たに落下したコンクリート片や土砂を早期に発見するためには、これらの土砂を撤去する必要がある。

### (3) 実施計画

以下の表－65 に短期維持管理計画の工程を示す。

表－65 短期維持管理計画

項目	短期維持管理		
	1年目	2年目	3年目
崩落対策	実施	経過観察	
剥落、ジャンカ、うき対策		実施	
漏水対策	状況確認、	是非の検討	(実施)
コンクリート蓋の整備		実施	
堆積している土砂の撤去	崩落対策と併せて実施		

#### 6-4-2 中長期維持管理計画

中長期的な維持管理としては、劣化を予測し、その予測結果に基づき対策工を計画し、対策工の優先順位等を考慮した上で、予算計画等をたてるのが一般的な方法である。しかし、トンネルの場合は、舗装等のように通行車両の荷重により劣化が進行するわけではなく、劣化は周辺地山の地質的状况に大きく依存する。そのため、正確に劣化予測を行うことは困難である。そのことから、日常点検を行いその結果に基づき、逐次対策を実施することが必要であると考え。

以上を踏まえ、本節ではトンネルの中長期的維持管理を行う手法としての点検と、その結果を次回につなげるための記録方法について示す。また、これらの点検とは別にトンネル内の安全性を向上させるため、あるいは適切に維持管理を行うために中長期的に実施すべき事項についても併せて述べる。

##### (1) 点検について

トンネルの点検に関して、その手法や項目等を以下に示す。

###### 1) 点検の目的

トンネル状況の把握、異常及び変状の早期発見。トンネルに関しても維持管理が必要であるという認識の維持管理職員への浸透。

###### 2) 点検の頻度

- ・ 定期点検を半年に1回程度以上実施する。
- ・ 冬季にはつららの発生状況の確認を別途実施する。
- ・ トンネル内の構造等に支障を与える恐れのある地震や豪雨、トンネル内での事故が発生した際には、上記の点検とは別に適宜実施する。

### 3) 点検手法

徒歩による遠望目視、路面確認。トンネル内に照明が設置されない場合、あるいは設置されるまでの間は懐中電灯により壁面ならびに路面を照らし確認を行う。

遠望目視により変状が確認された場合は、高所作業車を用いて近接目視による点検を行う。

### 4) 点検箇所

- ・トンネル内面
- ・舗装路面
- ・トンネル坑門工

### 5) 点検項目

- ・新たな剥落が発生していないか（路面や路肩にコンクリート片が落ちていないか）。  
（コンクリート剥落片や崩落片を適切に確認する上でも、路面等の清掃や、コンクリート蓋の整備は重要である）
- ・対策工を実施した吹付けコンクリートにクラックは発生していないか。
- ・ロックボルトやアンカーボルト等の対策（削孔）実施箇所から新たな漏水が発生していないか。
- ・噴出や流出といった漏水は発生していないか。
- ・通行車両に支障を及ぼすような、ケーブル等の垂れ下がりはないか。
- ・つらは発生していないか（冬季）。

### 6) 点検結果の記録

点検により異常や変状が確認された場合には、その位置ならびに状況を記録として残すこと。

### 7) 点検結果

この点検により、漏水が確認された場合には、本調査報告書で示す対策工法にならない、対策を実施すること。また、新たなはく落が認められた場合には、高所作業車等を用いて、近接目視により、変状状況ならびに、背面の地山状況を確認し、叩き落としあるいは、本調査報告書で示す対策工の実施に関して検討を行う必要がある。

なお、トンネル点検に用いる高所作業車に関しては、適切に維持管理を行うためには必要な機材の一つであるが、採用に関しては、キ国内のトンネル本数や延長ならびに、使用目的（点検のみなのか、設備交換等の維持管理工事も使用目的にするのか）等を十分に考慮した検討が必要である。



## 8) その他（日常点検について）

これまでに述べた点検は半年に一度程度実施する定期点検に関して、目的や頻度、手法等について示している。この点検とは別に日常的に点検を行う必要がある。

この点検は、徒歩や車両により、トンネル内に新たなコンクリート片が発生していないかを確認するものである。

## (2) 記録について



トンネルを長期にわたって維持管理するためには、いつどのような補修を実施したかを把握できるように、トンネル概要や調査結果、補修記録等を適切に取りまとめておくことが非常に重要である。このトンネルの概要ならびに、今後実施する補修記録を記すためのトンネル台帳（例）を次ページに示す。なお、ここに示すトンネル台帳に記載する補修記録は実施日と補修内容のみであるため、補修内容の詳細を記載する補修工事記録については別途作成する必要がある。

また、維持管理に携わる担当者の変更になる際には、次の担当者にトンネル状況等や維持管理内容に関して適切に引き継ぎを行うことも非常に重要である。

トンネル台帳 (1/2)

作成日

2012.05.21

トンネル名称		トンネル No. 2	状況写真
路線名称	ピシユケク-オシユ道路		 <p>起点側坑門工</p>
距離標	411km+700m付近		
管轄	DEP 30		
完成年次	1981年		
トンネル延長	355.95m		
縦断勾配	i = 4.0% ~ -0.3%		
地質	古生代石灰岩		
トンネル支保構造	坑口付近：覆工コンクリート及び吹付けコンクリート 一般部：吹付けコンクリート		
交通量	1,839 台/日		
幅員構成	1.25+3.54+3.50+0.94 (起点側坑口部)		
規制速度	-		 <p>終点側坑門工</p>
舗装	種類	アスファルト舗装	
	厚さ	(不明)	
照明	種類	なし	
	灯数	-	
換気	区分	自然 ・ 機械	
	台数	-	
非常設備	有無	有 ・ 無	
	種類		
その他特記事項			



### (3) 中長期的に実施すべき事項

#### 1) 照明の設置

本トンネルは、建設当時、照明が設置されていたが、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。トンネル内の走行環境改善による安全性の向上ならびに、維持管理を適切に行うためにも照明が不可欠である。そのことから、中長期的に照明設備の設置を計画していくことが重要である。本トンネルの南側（オシュ側）のトンネル No. 3（延長 694m）には照明設備が設置されており、少なくともこのトンネル程度（10～15m間隔）の照明は必要である。なお、本トンネルにはかつて排気ガスを排出するための換気設備が設けられていたが、トンネル延長ならびに交通量から判断すると、今後、換気設備を新たに設ける必要はないと考える。

#### 2) 既往設備のケーブルの除去

本トンネル内には現在は使用されていない既往照明設備ならびに換気設備のためのケーブル等が存在する。これらに関しては、現時点では安定しているが、今後の経年劣化により落下する恐れがあるため、計画的に除去する必要がある。



写真－ 78 ケーブル等の状況

#### 3) 舗装の打ち換え

本トンネル内の舗装に関しては、現時点で大きな変状は確認されていない。しかし、舗装は永久構造物ではないことから、点検等により異常が確認された場合や、わだち掘れ等が大きくなった際には、打変えやオーバーレイ等を実施する必要がある。

#### 4) トンネル内の清掃

先に述べたように、トンネル以外の道路区間においては、のり面からの落石、転石等を除去するなど、路面上の清掃が細かく実施されている。トンネル内においても、路面部と同様に清掃を継続的に行うことが、新たに落下したコンクリート片や土砂を早期に発見するために重要である。ただし、清掃によりコンクリート片を除去してしまうと変状状況の確認ができなくなるため、清掃はトンネル点検を行った後に実施する必要がある。

## 第7章 過積載車両取締り体制整備計画

### 7-1 過積載車両取締り体制の現状

#### 7-1-1 法律の改定

2006年「キ」国で初めての、過積載車両の取り締まりを目的とした法律<sup>1</sup>が制定された。さらに5年後の2011年7月の改訂<sup>2</sup>では、下記を中心とした強化策が制定されている。

- ・測定地点で車両の重量を測定し過積載である事が判明した場合には、過積載の状態での通行は禁止される事となった。
- ・車両に積載される貨物が危険物や分割出来ない貨物の場合は、10日前までにMOTCに申請を行い、許可を得る事が必要になった。

2012年5月10日の法律で、過積載については、内務省（警察）と共同で取締りに当たる様規定されたほか、議会も過積載に関心を示しているなど、「キ」国全体として過積載防止の機運が高まっているとの説明があった。

旧法、新法ともに過積載車両の取締りに関わる一連の権限はMOTCに属している。旧法・新法の比較と、違反時の処分規定を表-66～68に示す。

表-66 過積載車両の取締りに関わる新法・旧法の比較

項目	旧法 (2006/6 制定)	新法 (2011/7 制定)
車両の寸法、重量の制限	別冊資料集のとおり	別冊資料集：4-1 関連法を参照
制限地を超える車両に科される料金	表63、表64のとおり	表63、表64のとおり
違反時の処分	違反量に応じて罰金を支払う	違反車両（特殊車両を除く）は通行を禁止する (罰金規定は廃止された)
特殊車両の規定	なし	危険物や分割出来ない大型の貨物を運搬する場合には、事前に申請が必要。
測定に伴う料金の徴収	測定に伴う料金の徴収が可能	測定に伴う料金の徴収が可能
徴収した料金	道路基金勘定にはいる	道路基金勘定にはいる

<sup>1</sup> Law No. 1025III, 2nd June 2006

<sup>2</sup> Law No.132, 26th July 2011

表－ 67 制限値（軸重）を超える車両に科せられる料金

Ratio of E/A	Fees for transport each axle with load E/A for 1 km, USD	Ratio of E/A	Fees for transport each axle with load E/A for 1 km, USD
0.01 - 0.05	0.11	1.51 - 1.55	0.55
0.06 - 0.10	0.12	1.56 - 1.60	0.64
0.11 - 1.15	0.14	1.61 - 1.65	0.73
1.16 - 1.20	0.18	1.66 - 1.70	0.85
1.21 - 1.25	0.21	1.71 - 1.75	0.95
1.26 - 1.30	0.25	1.76 - 1.80	1.08
1.31 - 1.35	0.30	1.81 - 1.85	1.22
1.36 - 1.40	0.35	1.86 - 1.90	1.38
1.41 - 1.45	0.41	1.91 - 1.95	1.54
1.46 - 1.50	0.48	1.96 - 2.00	1.73

E/A: (過積載量) / (法律で規定された制限重量)

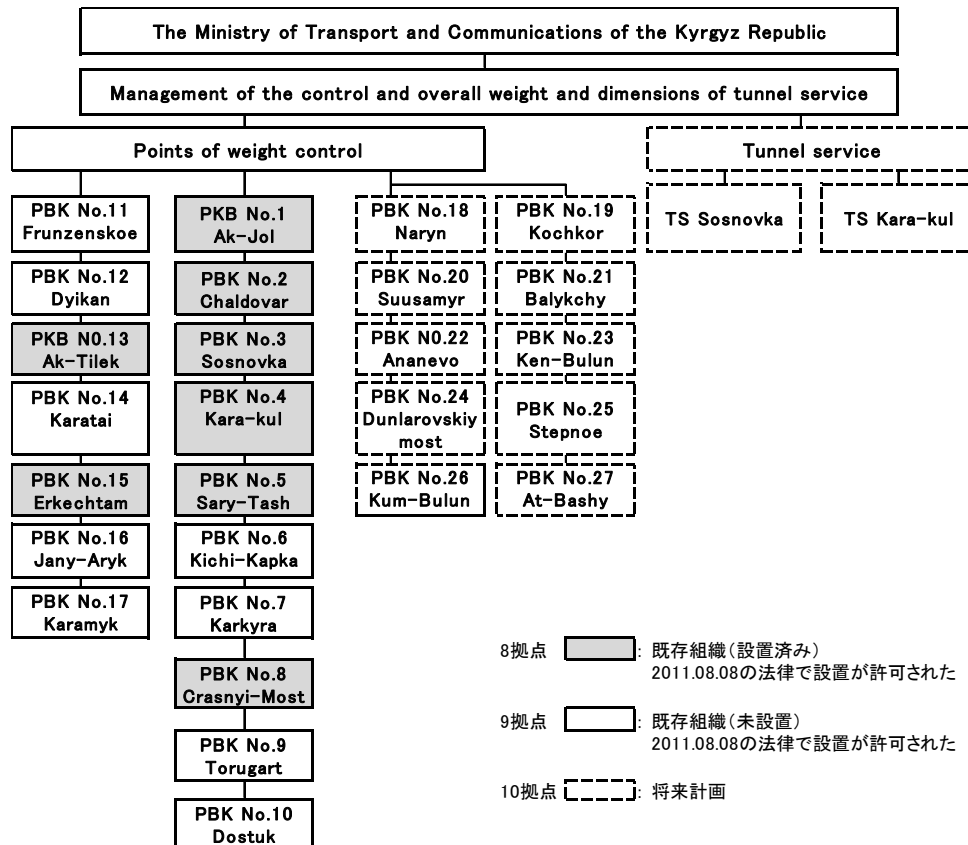
表－ 68 制限値（車両重量）を超える車両に科せられる料金

The excess over the total actual weight of the permitted, Ton	Rate per 1km of travel, USD	The excess over the total actual weight of the permitted, Ton	Rate per 1km of travel, USD
0 - 5	0.02	26 - 30	0.12
6 - 10	0.03	31 - 35	0.14
11 - 15	0.06	36 - 40	0.15
16 - 20	0.10	41 - 45	0.18
21 - 25	0.11	46 - 50	0.21

注) 車種ごとの最大軸重、最大許容荷重は別冊資料集を参照

## 7-1-2 組織

これまでの過積載車両の取り締まりは、各道路維持管理局が管轄する DEP を指導し、DEP 単位で計画を立て、実施してきた。しかしながら、2011 年 7 月の法改正に呼応して 2011 年 2 月に WCTS 局 (DEPARTMENT of Weight Control and Tunnel Services) を設置し、同局が直接取締りを実施する体制に強化された。現在の組織は下記のとおりである。計測所には 230 名が勤務している。



図－ 58 WCTS 局組織図

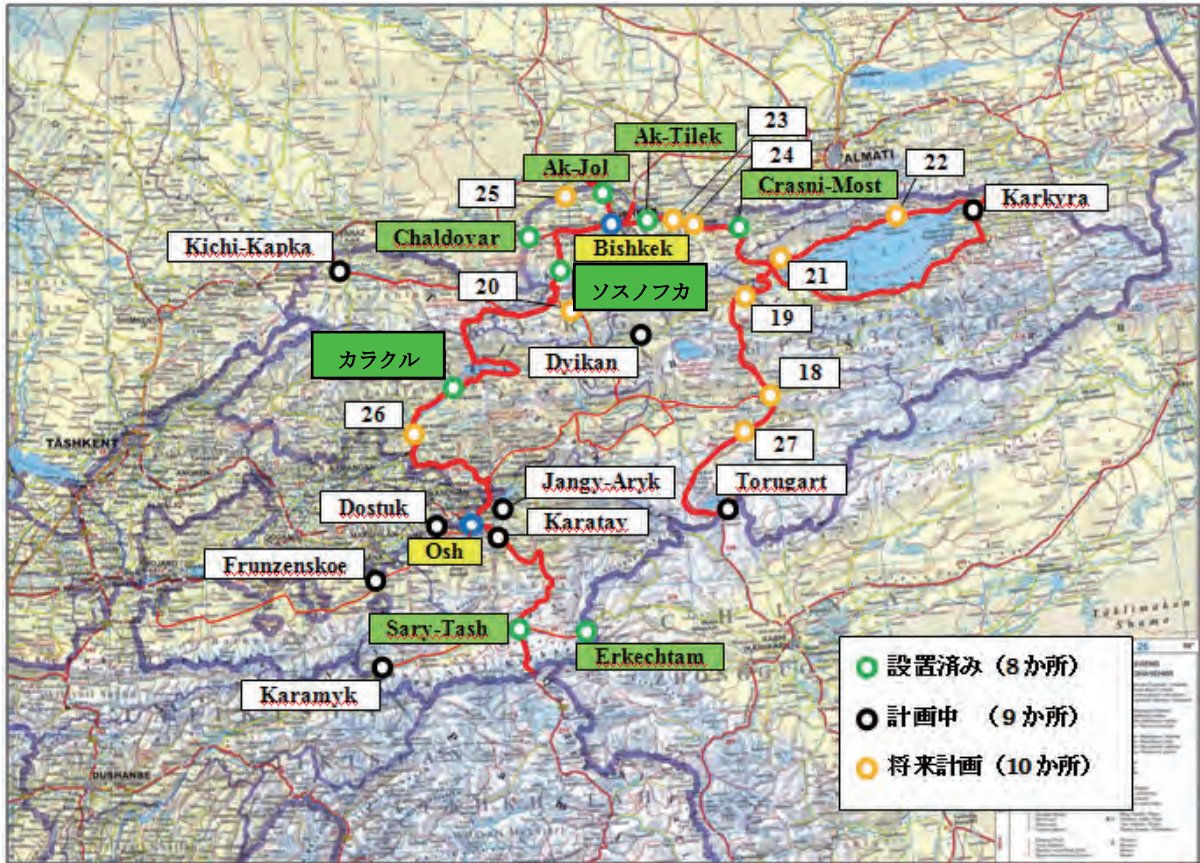
### 7-1-3 荷重計、軸重計の設置状況

2006年までに国境付近5地点に、国内3地点に軸重計が設置された。その後2010年の騒乱でビシュケク-オシュ道路の2地点の機器が破壊されたが、「道路の損傷が加速されており、計測を再開したほうが良い」との運転手や関係者の声に押されて計測を再開した。現在は下記の8地点で計測が行われている。

表－ 69 荷重計設置状況

	設置居場所	種別、台数	設置年月	機種 (製造国)	人員
1	No.1 Ak-Jol	荷重計、1台	2002年頃	KBA-25 (ロシア)	13人
2	No.2 Chaldovar	軸重計、1台	2011.11	BA-15C-3 (ロシア)	13人
3	No.3 Sosnovka	荷重計、2台	2002年頃	KAS SS1010 (韓国)	25人
4	No.4 Kara-Kul	軸重計、2台	2012.4	BA-15C-3 (ロシア)	25人
5	No.5 Sary-Tash	移動型、1台	(不明)	MSI-5300 (USA)	10人
6	No.8 Crasnyi-Most	移動型、1台	(不明)	BAM-10 (ロシア)	25人
7	No.13 Ak-Tilek	荷重計、1台	2007年頃	XK3196 (中国)	13人
8	No.15 Erkechtam	軸重計、1台	2010年	BA-15C-3 (ロシア)	13人
	その他9地点				93人
合計 (17地点)					230人

2010年以降は、軸重計の設置が進められている事が判る。(No.2, 4, 15)



図－ 59 荷重計設置状況

#### 7-1-4 交通量

これまでの調査結果から得られた交通量は下記の通りであった。

乗用車、バス、小・中型トラックや大型トラックは、ビシュケクの 60km 圏内での走行台数が多く、トレーラは、都市部（ビシュケク）より郊外に多くみられる。

表－ 70 ビシュケク-オシュ道路の交通量

(単位：台)

ビシュケク-オシュ道路	乗用車、バス、小・中型トラック	大型トラック	トレーラ	合計
9km 地点	30,323	318	48	30,689
28km 地点	22,382	330	108	22,820
40km 地点	10,841	235	125	11,201
60km 地点	8,266	153	124	8,543
81km 地点	1,064	92	41	1,197
276km 地点	1,908	85	138	2,184
396km 地点	1,664	73	102	1,839

\*9km, 28km, 40km, 60km, 81km 地点：2010年2月19日調査

\*276km, 396km 地点：2011年4月19日調査



## 7-1-5 ソスノフカ計測所の現状

2012年3月に荷重計のみでの計測を再開し、2カ月が経過したが、現状は下記となっている。

表ー 71 ソスノフカ計測所の現状

	ビシュケク→オシュ方向	オシュ→ビシュケク方向
設置機器	荷重計、1台	荷重計、1台
測定台数	100台/日	50台/日
測定対象車両	2軸以上の貨物車両	スピードの遅い貨物車両
違反率	10%程度	0%（この時期は空荷が殆ど）
違反貨物の内容	食料品（小麦粉、砂糖、ジャガイモ、ビール） 燃料（ガソリン類）、金属	夏季は、野菜の貨物が増加する

- ・違反車両に対しては念書を書かせて、規定を順守する様啓蒙活動を続けている。第一回目の違反車には、貨物の通行を許可している。2回目以降は貨物を通過させない（積み地に返す）様に指導するとの事だが、実行している様子はない。
- ・計測開始から2カ月が経過し、過積載量は減少傾向にはある、との説明であった。
- ・夜間は20台（30分）の計測待ちが発生している。（計測待ちを解消するため、違反貨物の仮置き場の整備を計画しているとの事であった）
- ・合計25名で管理（6人（24時間勤務）×4グループ+所長1名）

### （考察）

違反貨物は、ビシュケク近郊の工場で製造されたものが大部分であり、ソスノフカまで80-90kmを過積載状態で走行している事になる。①ビシュケク市郊外または、②製造工場内に荷重計を設置する等、発生源に近い場所での対策が有効と思われる。



大型トラック（全長17m, WB14.45mで載台（14.8m）ぎりぎり）



床板がめくれているが、機能上問題ないとしている。



計測は総重量のみ。データはノートに記録。

写真ー 79 ソスノフカ計測所

## 7-1-6 カラクル計測所の現状

2012年4月23日にロシア製の軸重計を設置し、運用を開始後10日が経過していた。現状は下記となっている。

表-72 カラクル計測所

	ビシュケク→オシュ方向	オシュ→ビシュケク方向
設置機器	軸重計、1台	軸重計、1台
測定台数	5台/日	30台/日
測定対象車両	違反と思われる車両のみ計測 (長距離輸送車は Sosnovka で計測しているため)	18トン以上の貨物車両
違反率	ほぼ100%程度	13% (総重量超過4.3%、軸重超過8.7%)
違反貨物の内容	ガソリン、野菜	石炭、羊毛

- ・違反車両に対しては念書を書かせて、啓蒙活動を続けている。
- ・現在13名勤務だが、25名に増員要請中(6人(24時間勤務)×4グループ+所長1名)。



長距離トラック  
(全長:19m、WB:16.7m)



ロシア製軸重計



表示板

写真-80 カラクル計測所

カラクル計測所での軸重計測結果(調査時の例)

	計測値	基準値	判定
第1軸	4,700 kg	10,000kg	○
第2軸	13,500kg	10,000kg	×
第3軸	9,000kg	9,000kg	○
第4軸	8,000kg	9,000kg	○
合計	35,200kg	38,000kg	○



- ・本車両はソスノフカ計測所で総重量を測定して通行を許可され、カラクルで再計測したもの。  
(積荷:スレート瓦、ワイヤメッシュ) (全長:15m、ホイールベース:11.5m)
- ・運転手は上記経緯を基に第2軸が違反している事に納得せず、念書への署名も拒否。現場では、第一回目の違反という事で、そのまま通過させた。

**教訓: 総重量、軸重の両方を同時に測定できる測定器が必要である。**

## 7-2 過積載車両取締り体制整備計画

### 7-2-1 荷重計設置計画（全体計画）

前述したように、「キ」国としては 17 か所の設置計画を決定済みで、そのうち 8 か所は設置を完了している。最終的には合計 27 か所の設置を計画している。

### 7-2-2 ビシュケク-オシユ道路での設置計画

WCTS 局の意向は以下の内容であった。

#### (1) 第一優先

ビシュケク-オシユ道路維持管理局管内に移動型軸重計（3 台）を設置したい。

ビシュケク-ソスノフカ間、ソスノフカーカラクル間、オシユ市外等に設置して、基礎データをとり、その後本格的な荷重計（固定型）の設置場所を決定したいとの意向を持っている。

#### (2) 第二優先

ソスノフカ等に最新型の測定装置を設置したい意向を持っている。

#### (3) 他ドナーの状況

WCTS 局に確認したが、現時点では、荷重計に関しては他ドナーの援助計画は無い。

#### (4) その他の参考情報

2012 年 5 月の内務省（警察）との連携強化は、違反の多かった中国からのトラックの取締り強化を狙ったもので、通行禁止のトラックの形式を規定している等を行っている。（カザフ側の取締りは都度実施されているため、目立った過積載は少ない。）

### 7-2-3 設置計画の優先度付けについて

「キ」国は設置済み 8 か所の他に、将来 19 か所の設置を計画している（図-59）。今回の聞き取り調査では、①カザフ側に比して、中国からの流入貨物に過積載が多くみられること、②ビシュケク市郊外の工場で生産される農産物加工食品（小麦粉、砂糖、ビール）や、工業製品（ガソリン等）を運搬する車両に過積載が多いことが判明した。

荷重計の設置計画に関しては、下記に優先度を付けた見直しが必要と判断される。

- ・トルガルト（中国国境）及び、南西部（ウズベキスタン及びタジキスタン国境）
- ・ビシュケク市郊外（ビシュケク-オシユ道路及び、ビシュケク-ナリン道路）



## 7-2-4 荷重計の種類

### (1) 基本構造

基本構造は大別してピット式とピットレス式があるが、両者の特徴、メリット・デメリットは表-73のとおりである。温度変化や、降雪や砂塵の影響が大きい「キ」国の現状を考えた場合、ピット式が適当と判断される。

また、基礎工事は寸法精度の高い仕上げが要求されるため、供与時には、基礎工事も含めた形で業者入札を行うのが適当と判断される。

表-73 荷重計の形式比較

	ピット式		ピットレス式	
全体図				
乗込み動線	○	短くて良い	△	長い動線が必要
乗込み易さ	○	両サイドに突起がないので乗り込み易い	△	両サイドにガードがあり、乗り込みに慣れが必要
耐久性	○	温度変化が少なく、耐久性上がる	△	ロードセルはオープン環境にあり、影響受け易い
測定精度	○	風の影響受けにくい	△	風の影響受けやすい
メンテナンス性	△	(載台にマンホールあり)	○	(両側からアクセス可能)
本体価格(参考)	○	USD18,8000	△	USD207,000
基礎工事費(参考)	△	USD62,000	○	USD43,000

※本体価格、基礎工事費は日本のメーカーから収集

### (2) 計測項目

日本では、軸重と車両総重量が同時に計測できる装置が普及している。また「キ」国では、軸重計と荷重計の両方の使用経験があるが、車両総重量では許可範囲内に入っている車両でも、軸重オーバーの事例が多くみられる。

WCTS 局も将来計画としては、軸重計と荷重計の両方を備えた計測装置を希望している事を確認した。

## 7-2-5 過積載車両取締り体制整備計画

ビシュケクーオシユ道路の過積載車両を取り締るために必要な機器・体制を、下記の通り検討した。

### (1) 取締り機材設置規模・機種

設置場所、機種は下記の通りとする。

表－ 74 荷重計設置計画

設置場所	機種	台数
ビシュケクーソスノフカ間	移動型軸重計	1台
ソスノフカーオシユ間	移動型軸重計	1台
オシユ市内	移動型軸重計	1台

### (2) 取締り機材設置工事工程・概算費用

設置工事工程・概算費用は下記である。

表－ 75 設置工事工程・概算費用

項目	移動型軸重計	ピット型荷重計 (参考)
主要仕様	軸重 10 トン	総重量 60 トン、載台 16m
設置工事工期	不要	基礎工事：1 ヶ月 据付工事：1 ヶ月
概算費用 (1 台当り)	USD 45,000	USD 250,000

※概算費用は日本のメーカーから収集

### (3) 過積載車両取締り運営・管理体制

移動型軸重計を運営・管理するに当たっては、下記の体制を追加する必要がある。

表－ 76 必要人員 (移動型軸重計)

	1 チーム当り	3 チーム合計
誘導、計測、事務処理要員	5-6 名	15-18 名

この他には、軸重計や人員の移動に軽車両が必要となる。

## 第8章 維持管理機材の修理・更新計画

### 8-1 維持管理機材の現状

#### 8-1-1 ビシュケク-オシュ道路維持管理局

ビシュケク-オシュ道路維持管理局は MOTC の下部組織で、管内の道路管理は 8 か所の道路維持管理出張所 (DEP) が行っている。

本プロジェクトの調査対象道路 (248km-412km) は、DEP23 及び DEP30 の管轄下にあるが、DEP23 のビシュケク側の区間は積雪・雪崩対策で実質上 DEP9 の支援を受けているため、DEP9 も加えて現状を調査した。

組織及び各 DEP の担当区域は下記のとおりである。北部は降雪量が多く、除雪が冬季の主要業務である。中部・南部の降雪量は多くはないが、山間部 (地方道) を中心に降雪地域も管轄している。

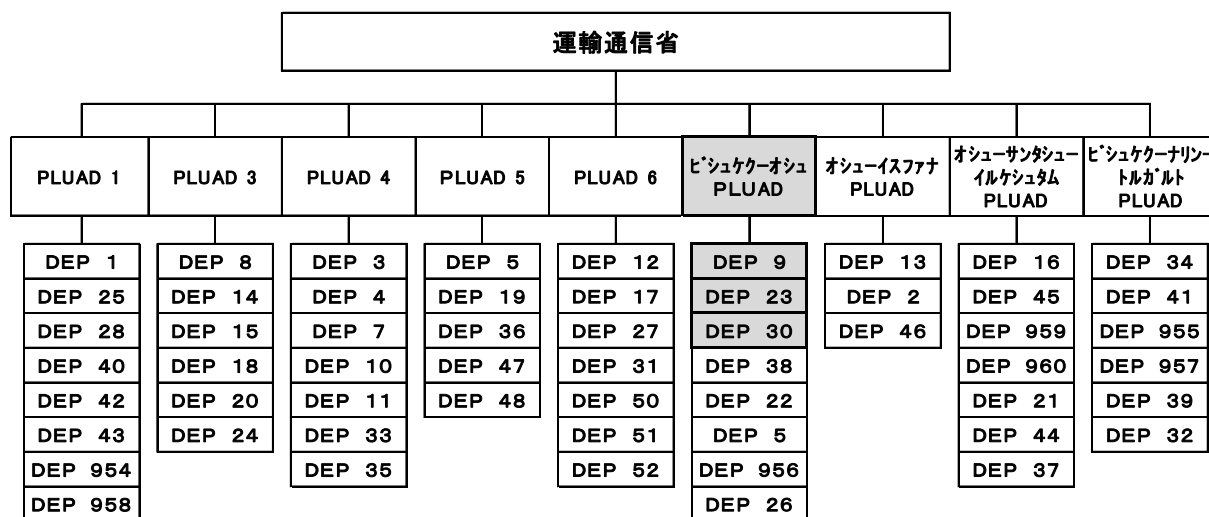


図- 60 道路事務所組織図

表－ 77 担当道路区間と特徴

区 間	担 当 道 路	特 徴	降雪・降雨量
DEP 9 (9-209km)	国道 : 190km 地方道 : 225 合計 : 415	・管内最大の維持区間を担当 ・交通量も最大 ・トンネル (1)、峠 (2)、落石危険区域 (50km) を管轄	峠の降雪大
DEP23 (209-318km)	国道 : 109km 地方道 : 230 合計 : 339	・峠 (1) 箇所 ・除雪、維持管理が主要業務	峠の降雪大
DEP30 (318-427km)	国道 : 109km 地方道 : 71 合計 : 180	・トンネル (3) 箇所 ・落石地域が多数ある	降雪及び、降雨 (夏) による落石大
DEP38 (427-488km)	国道 : 61km 地方道 : 140 合計 : 201	・427-440km 区間の路面悪化している ・450km 付近 (5km) 降雨による落石地域あり	降雪及び、降雨 (夏) による落石大
DEP22 (488-594km)	国道 : 126km 地方道 : 207 合計 : 333	・507-572km 区間はリハビリ必要	降雪あり
DEP5 (594-613km)	国道 : 27km 地方道 : 249 合計 : 276	・地方道の Myrzake, Kara-Shoro 付近は降雪→地滑り地域あり	平地 : 降雨 山間部 : 降雪
DEP956 (613-664.5km)	国道 : 68km 地方道 : 90 合計 : 158	・地方道の Kurshap-Jalpaktash 道路 3 か所に降雪→地滑り地域あり	平地 : 降雨 山間部 : 降雪
DEP26 (8-138km)	国道 : 130km 地方道 : 122 合計 : 152	・ (中国国境方面) 50-138km 地点は雪崩、降雨→落石地域あり	平地 : 降雨 山間部 : 降雪
道路合計	国道 : 820km 地方道:1,334 合計 : 2,154		

### 8-1-2 保有機材一覧

2012年5月時点でDEP9、23、30が保有する機材のうち、稼働可能な機材のみを集計した。各DEPは製造から20年以上経過している、旧ソ連製機材も保有しているが、そののほとんどは、稼働不能となっているため、集計からは除外している。保有機材のリストを別冊資料集:5-1 保有機材リストに示す。

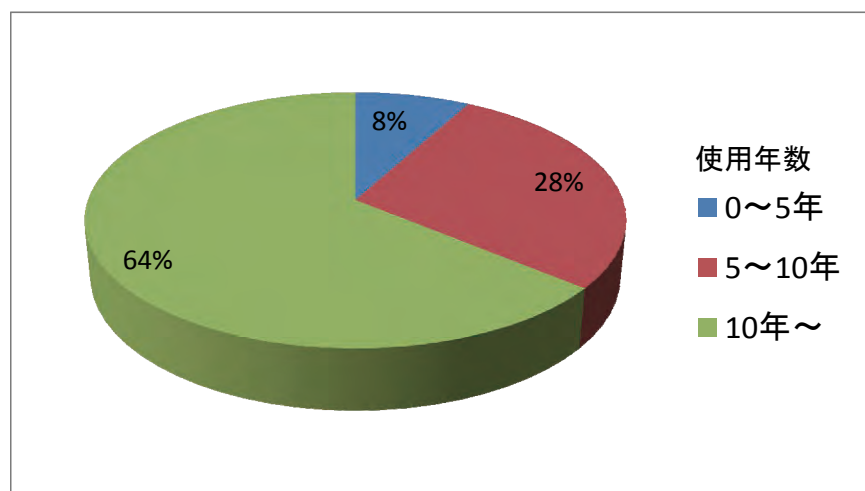
表－ 78 保有機材一覧

(単位：台)

区 分	種 別	DEP9	DEP23	DEP30
車両	小型車両、バス	7	3	4
	軽トラック	7	1	
	ダンプトラック	3	2	3
	タンク車、多目的車、	7	3	2
	クレーン車、トレーラ	3		
	小計	27	9	9
除雪車・建機	除雪車	3	1	
	グレーダ	3	1	2
	ホイールローダ	2	1	2
	エクスカベータ	1		1
	ブルドーザ	1	2	1
	ローラ	2		1
	小計	12	6	7
合 計		39	15	16

稼働可能な除雪車・建機類に関しては、下のグラフに示すとおり 10年を経過したものが大半で、今後急速に稼働率が減少していくことが予想される。

維持管理作業に対する機材の絶対数は不足しており、アスファルトスプレーヤやハンドガイドローラ等のポットホールの補修機材一式については、ビシュケクーナリントルガルト道路維持管理局から一時的に応援派遣を受けている。また、ダンプトラック等を民間からリースして不足分を補っている。



図－ 61 稼働可能な除雪車・建機の使用年数比率



### 8-1-3 DEP 9 の業務内容と必要機材

#### (1) 除雪機材

DEP9 の主要業務は、管内道路の維持管理と除雪であるが、冬場の除雪や落石、雪崩の処理等には機動性が要求される。中国製のダンプトラックを購入する等、不足分を補充しているが、機材全体が老朽化しており早期の更新・追加が望まれる。ダンプトラック等の不足機械は地元からレンタルして急場を凌いでいる。

必要機材としては、2011 年に実施したイシククリ州・チュイ州道路維持管理機材整備計画での供与機材と同様に、除雪用多目的車の他に、ホイールローダ (3m<sup>3</sup> 級)、モーターグレーダ、タイヤ式エクスカベータの要望が強かった。

#### (2) 舗装機材

140km 地点付近の路面補修を実施中であるが、機材は 2007 年にナリン州道路維持管理機材整備計画において、ビシュケクナリントルガルト道路維持管理局に供与されたものを一時的に応援派遣しているとのことであった。これら機材は、高品質な補修が実施可能となることから MOTC の評価も高く、ビシュケクオシュ道路維持管理局を含め機材供与を受けていない各道路維持管理局へも同様の機材供与が、「キ」国全体の道路維持管理能力向上に極めて有効であると考えられる。

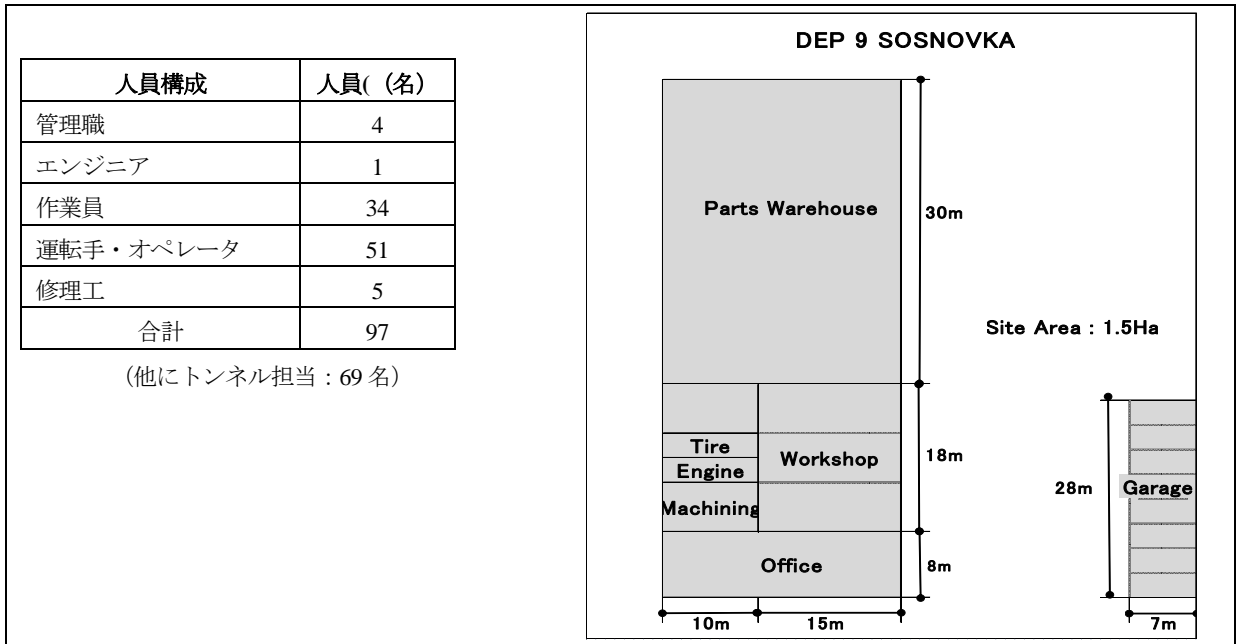
また、この路面補修では DEP23 のオペレータ、作業員が、コンクリートカッタ、ブレーカ、アスファルトスプレーヤ、ハンドガイドローラ等一連の供与機材を適切に使用して工事を実施していた。これは我国が実施した技術協力プロジェクト(道路維持管理能力向上プロジェクト、2008-2011 年実施) のパイロット工事による路面補修工事に関する技術移転の成果であると考えられる。

#### (3) ワークショップ機材、補助機材

ワークショップ内は、天井走行クレーンが稼働するなど一応の修理設備は整っており、必要最小限の機械加工も出来る状況ではある。しかしながら設備の老朽化が目立ち、最新型の建機の修理には対応できない内容であった。

ワークショップ用には、不足している門型クレーン、コンプレッサー、溶接機、ハンドツール類等の供与が有効と判断される。また、現場で発生した故障に迅速に対応できる移動修理車も有効である。

補助機材としてはクレーン付きトラックの他にトラックトレーラ等の要望が強かった。



図－ 62 DEP9 配置図



写真－ 81 DEP9 現況

## 8-1-4 DEP23 の業務内容と必要機材

### (1) 除雪機材

DEP23 はアラベル峠及びその南側を管理し、除雪が冬季の最重要課題となっている。保有機材は老朽化が目立ち、下記機材の補充の要望が強かった。

除雪用多目的車、ブルドーザ（雪崩処理：40トン）、グレーダ、ホイールローダ、ダンプトラック（地滑り除去、砂撒き用）

### (2) 舗装機材

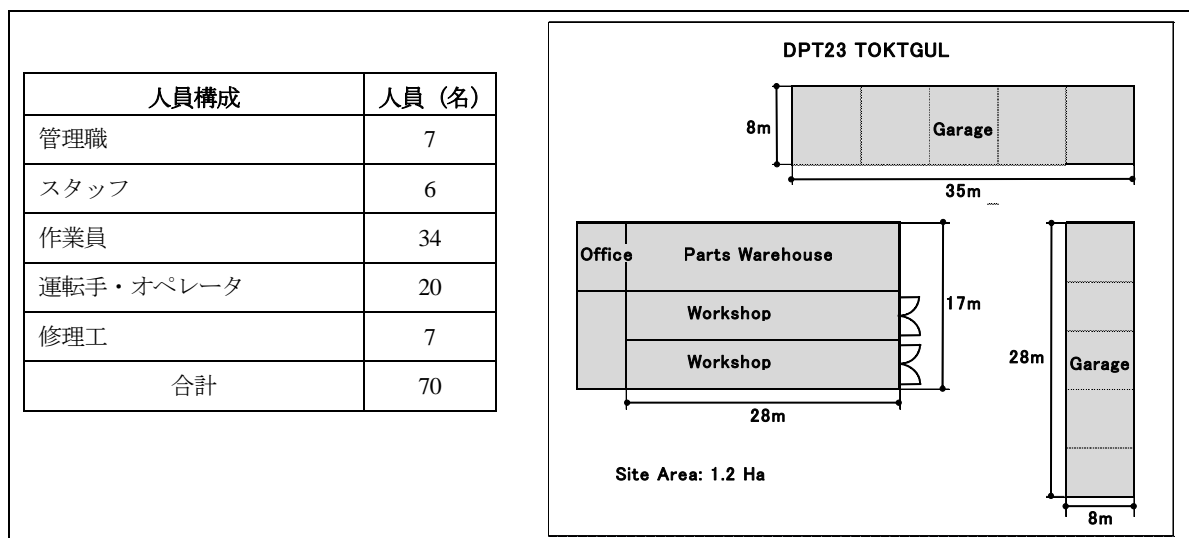
舗装機材は DEP9 と同様に、舗装路面の小型修理機材の要望があった。

また、この地域にはアスファルトプラントがないため、必要な時にはビシュケクやカラバルタからアスファルトを購入しているが、運搬時間が4～5時間かかる。そのためアスファルト温度が低下し、適切なアスファルト施工温度（110℃以上）の確保が困難な状況となっている。近い将来、道路補修量が増大することが予想されるため、この地域にアスファルトプラントを設置する必要性が高い。

設置場所としては、稼働が不可能となっている既存のアスファルトプラント（1973年設置、DEP23より5km点）を撤去して、同一場所に設置したいとしている。同サイトには砕石場も併設されている。本サイトからは、北のアラベル峠まで約50km、南のカラクルまで約100kmであり、DEP23、DEP30の管轄地域へのアスファルトの配送が可能である。

### (3) ワークショップ機材、補助機材

ワークショップは、初歩的な点検や修理が出来る程度で、設備類は殆どない。出先機関として最少限必要な数量のコンプレッサー、溶接機、ハンドツール類の配置が望まれる。



図－ 63 DEP23 配置図



写真－ 82 DEP23 現況

#### 8-1-5 DEP30 の業務内容と必要機材

##### (1) 除雪機材、落石処理機材

DEP30 では、冬季の除雪と夏季の降雨後に起こる落石処理が重要な業務になっている。作業量に対する機材の絶対数は不足しており、一般建機については雪崩が発生するたびに、民間から借用している。特にグレーダ不足は深刻で、冬季間は近隣の建設会社から借用していたとの事であった (15 万ソム (約 USD3,260) /月×2ヶ月間)。

落石処理用の大型ホイールローダ (3m3 級)、グレーダ、タイヤ式エクスカベータ、ダンプトラック等が不足している。

##### (2) 舗装機材

現時点では、舗装機材は第 2 優先度であるが、DEP9、23 と同様に舗装路面維持用の小型機材一式が必要と判断される。

##### (3) ワークショップ機材、補助機材

ワークショップは、初歩的な点検や修理が出来る程度で、設備類は殆どない。出先機関としての最小限度のコンプレッサー、溶接機、ハンドツール類の配置が望まれる。

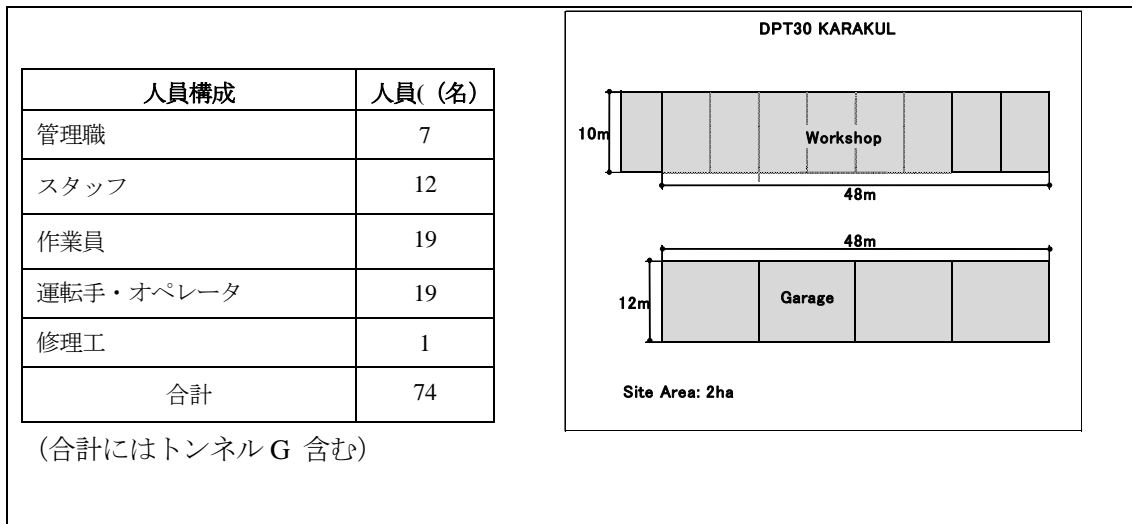


図- 64 DEP30 配置図



写真- 83 DEP30 現況

### 8-1-6 橋梁、トンネル点検車

本調査では橋梁調査、トンネル調査を合わせて実施しているが、点検作業に必要な機材は下記の通りである。

### (1) 橋梁点検車

精度の高い橋梁点検を実施するには、足場上からの近接調査が必要であるが、調査を安全かつ迅速に実施するためには、橋梁点検車の導入が必要と判断される。

橋梁の最大幅が 12m であることから、下ブーム最大長さ 8m 以上の機材が適当である。

### (2) トンネル点検車

今回の調査では、近隣で高所点検作業車を調達出来ないため、ビシュケク市より調査車両を持ち込んだ。

適切なトンネルの維持管理を行うためには点検車は不可欠であるが、作業内容（点検だけか、補修作業もするのか）や「キ」国のトンネル総数等を検討して、専用車または多目的に使用出来る高所作業車を配備する必要があると判断される。

## 8-2 維持管理機材の修理・更新計画

### 8-2-1 現状機材の問題点

前述のとおり、各 DEP が保有している除雪車・建機類は平均で 10 年が経過し、最長では 14 年が経過したものも多くみられる。維持管理作業に対する機材の絶対数は不足しており、他の道路維持管理局から移管を受けているほか、緊急時には民間からの短期、長期にわたるリースにより対応している。

また、機材の絶対数が不足しているばかりではなく、老朽化が進んでいるのが現状である。

### 8-2-2 修理・更新計画の考え方

既存の除雪車・建機類の大部分はオーバーホールの時期を過ぎており、部品の入手が困難な事が予想されるほか、再整備に多大な費用がかかる上に、再整備後の使用可能期間は長くは望めないと判断される。

従って、既存の建機類は日常の維持管理と小修理にとどめ、大規模な故障の発生時に順次廃車していくのが適当である。

### 8-2-3 維持管理機材選定の基本方針

上記の考え方にに基づき、維持管理機材は下記の基本方針で選定する。

MOTC が担当する道路維持管理業務は多岐にわたるが、ビシュケク市オシュ道路維持管理局のアリアゾフ副局長によれば、道路の大規模改修、橋梁の架け替え等についてはドナーからの援助により実施し、ポットホール・クラック補修、除雪及び落石・土砂崩れ等の災害復旧など日常維持管理については MOTC が直営で実施しているとのことであった。

従って、今回の対象道路区間（248km－412km）を担当する DEP9、DEP23 及び DEP30 に対して、必要な機材は下記の作業内容を実施する目的で選定することが妥当である。

- ・道路補修作業 : パッチング、クラックシール、オーバーレイ及び舗装打ち換え
- ・除雪、融雪作業 : 除雪・氷結除去、融雪剤や砂の散布
- ・災害復旧作業 : 雪崩・落石・土砂崩れ除去、崩落道路の復旧
- ・支援作業 : 機材の運搬、現場での機材修理、ワークショップの簡易整備機材

現状では、現場で故障が発生した場合、手工具で対応できる極小規模な故障にしか対応できない。よって支援作業には、定期整備、簡易修理機能の他に、現場である程度規模の大きな故障にも対応可能となる機材修理機能を持たせ、機材の稼働率が上がるようにする必要がある。

なお、DEP9 では過去にロシア製建機やトラックのエンジン、トランスミッション、ファイナルドライブ、油圧装置等のオーバーホールを実施しており、メカニック等の人材も確保されている。

## 8-2-4 機材内容の選定

上記方針に基づき、作業別の機材編成を表-79に示す。

表-79 作業別機材編成

区分	作業内容	機材編成
道路補修	パッチング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アスファルトカッター</li> <li>・ハンドブレーカ</li> <li>・エアコンプレッサー</li> <li>・アスファルトスプレーヤ</li> <li>・ハンドガイドローラ</li> <li>・振動コンパクタ</li> <li>・ダンプトラック</li> </ul>
	クラックシール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エアコンプレッサー</li> <li>・アスファルトスプレーヤ</li> </ul>
	オーバーレイ及び舗装の打ち換え	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アスファルトスプレーヤ</li> <li>・アスファルトフィニッシャー</li> <li>・ロードローラ</li> <li>・タイヤローラ</li> <li>・散水車</li> <li>・エクスカベータ</li> <li>・ホイールローダ</li> <li>・モーターグレーダ</li> <li>・ダンプトラック</li> <li>・アスファルトプラント</li> <li>・砕石プラント</li> </ul>
除雪・融雪	除雪・氷結除去	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除雪トラック</li> <li>・ロータリー除雪機</li> <li>・モーターグレーダ</li> <li>・ブルドーザ</li> </ul>
	融雪剤・砂散布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・融雪剤散布機</li> </ul>
災害復旧	雪崩・落石・土砂崩れ除去	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクスカベータ</li> <li>・ホイールローダ</li> <li>・ブルドーザ</li> <li>・ダンプトラック</li> </ul>
	崩落道路の復旧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクスカベータ</li> <li>・ホイールローダ</li> <li>・ダンプトラック</li> <li>・舗装機材一式 (オーバーレイ機材と同一)</li> </ul>
支援	機材の運搬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クレーン付きトラック</li> <li>・トラックトレーラ</li> </ul>
	現場での機材修理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動修理車</li> </ul>
	ワークショップ整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・整備機材</li> </ul>



### 8-2-5 機材の基本仕様と台数

機材の基本仕様は、『国土交通省、土木工事積算基準、舗装工・土工』に示される標準仕様を  
 基に、既存機材仕様と現地での普及度及び類似案件であるインククリ州・チュイ州道路維持管理  
 機材整備計画で採用された仕様をもとにした。基本仕様及び必要とされる台数を表-80 に示す。  
 (DEP9、23、30 を対象として検討した)

表-80 機材基本仕様と台数

作業	機材	対象作業	基本仕様	台数
		選定理由		
道路 補修 作業	アスファルトカッター	アスファルト切断	切削深さ：150mm	6台
		既設舗装厚さ：50-100mm		
	ハンドブレーカ	アスファルト破砕	重量 7kg	6台
		標準仕様		
	エアーコンプレッサー	圧縮空気供給（ハンドブレーカ）	空気消費量 5.1m <sup>3</sup> /分	3台
		ハンドブレーカ 2 台分の消費空気量		
	アスファルトスプレーヤ	タックコート、アスファルト散布	タンク容量 400 Litter	3台
		標準仕様		
	ハンドガイドローラ	路面転圧	重量 650kg	3台
		標準仕様		
振動コンパクト	路面転圧	重量 70kg	6台	
	標準仕様			
アスファルトフィニッシャー	アスファルト合材敷き均し	最大幅 4.5m	1台	
	1車線用			
ロードローラ	路面転圧	重量 10 トン	1台	
	標準仕様			
タイヤローラ	路面転圧	重量 15 トン	1台	
	標準仕様			
一般 作業	ダンプトラック	砂利、碎石、アスファルト合材運搬、雪・崩落土砂運搬	総重量 25 トン	3台
		普及機種		
	散水車	路面散水、ローラへの給水	タンク容量 8,000 Litter	1台
		普及機種		
	エクスカベータ	砂利採取、積み込み	バケット容量 0.8m <sup>3</sup>	1台
		普及機種		
ホイールローダ	碎石運搬、崩落土砂積み込み	バケット容量 2.5m <sup>3</sup>	1台	
	普及機種			
ブルドーザ	除雪、崩落土砂除去	重量 20 トン	1台	
	普及機種			
モーターグレーダ	除雪、路盤整形	ブレード幅 3.7m	3台	
	普及機種			
プラ ン ト	アスファルトプラント	アスファルト製造	能力 35Ton/時	1式
		最低必要量 32.9T/h=80m/h x 3.5m x 5cm x 2.35T/m <sup>3</sup>		
除 雪 融 雪 作 業	骨材プラント	碎石製造	能力 35Ton/時	1式
		アスファルトプラント能力以上		
除 雪 融 雪 作 業	除雪トラック (多目的車+スノープラウ)	初期除雪	4WD、 スノープラウ幅 3.0m	3台
		各種除雪アタッチメント取付可能車		
	ロータリー除雪機 (多目的車+ローラー-除雪機)	深雪除雪 多目的車対応アタッチメント	ロータリー径 750mm	3台
融 雪 作 業	融雪剤散布装置 (多目的車+融雪剤散布装置)	融雪剤・砂散布	ホッパ容量 2.0m <sup>3</sup>	3台
		多目的車対応アタッチメント		

支援 作業	クレーン付きトラック	小型機材（パッチング用）運搬 パッチング資機材重量合計：約 3.5Ton	積載重量 4 トン、 クレーン容量 2.8 トン	1 台
	トラッククレーン	大形機材運搬 大型機材重量：約 21 トン	積載重量 25 トン、 平床式	1 台
	移動修理車	現場修理 現場修理機材搭載	4WD、積載 8 トン級、アル ミバン、修理機材・工具搭 載、クレーン搭載	1 台
	ワークショップ整備機材	各 DEP に配置 初歩的なメンテナンス用	門型クレーン、コンプレッサー、 溶接機、ハンドツール	3 式
計測 車両	橋梁点検車	橋梁点検 橋梁幅：12m	下ブーム最大長：8m、 最大地下深：5m、 デッキ： 3.0 x 0.8m	1 台
	トンネル点検車	トンネル点検車 トンネル高さ：9m	専用車または高所作業車	1 台

台数の設定根拠は下記のとおりである。

1. アスファルトカッター、ハンドブレーカ、振動コンパクト：各 DEP に 2 台
2. エアコンプレッサー、アスファルトスプレーヤ、ハンドガイドローラ：各 DEP に 1 台
3. アスファルトフィニッシャー、ロードローラ、タイヤローラ：全体で 1 台
4. ダンプトラック：各 DEP に 1 台
5. 散水車：全体で 1 台
6. エクスカベータ、ホイールローダ：アスファルトプラント、骨材プラント用に各 1 台
7. ブルドーザ：全体で 1 台
8. モーターグレーダ：各 DEP に 1 台
9. アスファルトプラント、砕石プラント：全体で各 1 台
10. 除雪トラック、ロータリー除雪機、融雪剤散布装置：各 DEP に 1 台
11. クレーン付トラック、トラッククレーン、移動修理車：全体で各 1 台
12. ワークショップ整備機材：各 DEP に 1 台
13. 橋梁点検車、トンネル点検車：全体で各 1 台