

#### 4-3 トンネル調査

##### 4-3-1 トンネル概要

本調査の対象トンネル No.2 は、ビシュケクーオシュ道路 411km+700m 付近に位置する延長約 356m のトンネルである。以下に、本トンネルの概要を示す。

1981 年のトンネル建設当時には、照明設備が設けられていた。しかし、近隣の発電所で発生した事故の影響により設備が破損し、現在は機能していない。そのため、トンネル内は維持管理を適切に行い難い環境にある。

表－ 24 トンネル諸元

項 目	数 値		備 考
トンネル名称	トンネル No.2		
所在地	ビシュケクーオシュ道路 411km+700m 付近		
トンネル延長	L=355.95m		測量結果による
施工年	1981 年		ソ連時代に建設
交通量	1,839 台/日		第一次調査報告書より
縦断勾配	i=4.0% ～ -0.3%		
地 質	古生代石灰岩		
トンネル構造	0.0～50.0m	覆工コンクリート及び吹付けコンクリート L=128.55m (36.1%)	現地調査による
	179.5～189.4m		
	287.3～355.95m		
	50.0～179.5m	吹付けコンクリート L=227.40m (63.9%)	
189.4～287.3m			



起点側

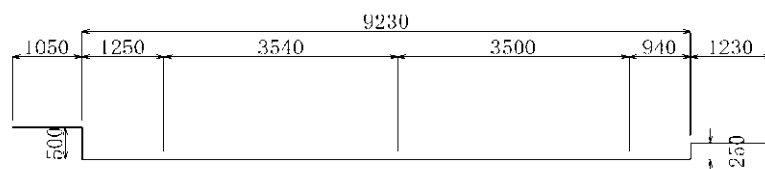


終点側

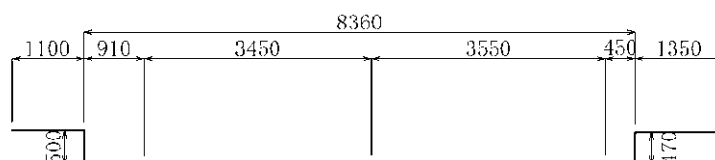
写真－ 44 トンネル No. 2 坑口状況

設計図もしくは工事完成図書等の建設時の既存資料は、第一次調査時において収集を試みたものの、ソ連時代に建設されたものであるため、入手することができなかった。本業務着手時に、再度既存資料の有無についてビシュケクーオシュ道路維持管理局に確認を行ったが、その存在は確認できなかった。そのため、構造については近接目視点検の際に、削孔跡や剥落箇所により確認を行うこととした。

現地で計測を行った、トンネル坑口付近の幅員を以下に示す。



起点側坑口付近幅員



終点側坑口付近幅員

図－ 9 トンネル坑口付近幅員構成

なお、詳細な調査結果は、別冊資料集：3-1 調査トンネルの現況に示した。

#### 4-3-2 地質状況

調査対象のトンネル No.2 は、ナリン川のクルプサイ貯水湖の左岸側に位置する。ナリン川は、北東から南西方向にかけて流れており、調査地区周辺の標高は、800m～1,200m 前後である。

トンネルの前後の区間の地質は、石灰岩が分布する。石灰岩は硬質であり露岩部が発達しており、調査区間周辺には  $60^{\circ}$  ～ $70^{\circ}$  の急斜面が連続する。当区間は、特に岩盤が川側に張り出した地形となっており、 $70^{\circ}$  ～ $80^{\circ}$  の急峻な地形である（写真－45 参照）。

トンネルの土被りは、詳細な地形図が入手できなかったが、目測によると鉛直方向で約 70m、側部では約 30m と推定される。



写真－ 45 終点側から見たトンネル周辺の地形状況

また、調査地域の地質は、古生代の石灰岩からなる。石灰岩は灰色～暗灰色で、岩質は硬質である。ただし石灰岩には0.3～1m 程度の間隔で亀裂が発達しており、これらの亀裂に沿って、岩塊の崩落が起こりやすい兆候がみられる。

トンネル付近に分布する地層の走向傾斜は、北西―南西方向が主でトンネル方向とほぼ直交し、傾斜は  $40^{\circ}$  ～ $50^{\circ}$  の南傾斜であり終点側に傾斜している。これらの地質構造は、トンネルの対岸（右岸側）の斜面で観察され（写真－46 参照）、トンネル内部でも吹付けコンクリートの薄い部分でその状況が確認される（写真－47 参照）。



写真－ 46 トンネル対岸の露頭写真  
南傾斜の層状構造が見える



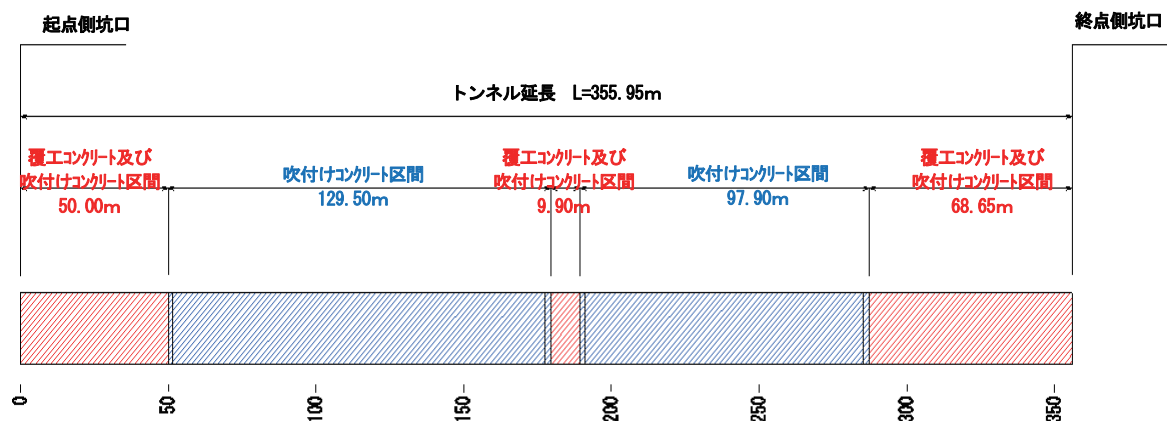
写真－ 47 トンネル内で確認される石灰岩の  
分布写真  
南傾斜の層状構造が見える

調査対象のトンネルには、局所的な剥離部や崩落部が確認され、それらの箇所では3本の断層が確認された。

#### 4-3-3 トンネル構造

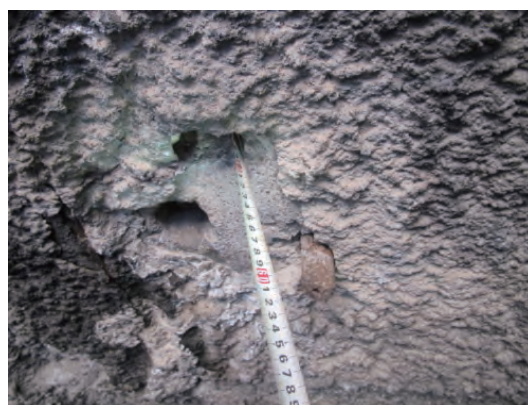
現地調査により確認できたトンネル構造状況を以下に示す。

- ・本トンネルは起点側坑口付近ならびに中間部（180～190m 付近）では木製型枠を用いて打設された覆工コンクリートの上から吹付けコンクリートが施された支保構造となっている。その他の区間に関しては、吹付けコンクリートのみが実施された支保構造である。



図ー 10 トンネル内の支保構造

- ・覆工コンクリートの厚さは、箇所毎で異なり確認された覆工厚は 15cm～98cm であった（削孔跡により確認）。



写真ー 48 覆工厚確認状況

- ・吹付けコンクリートは覆工表面の不陸整正、ジャンカ箇所の表面保護として用いられたものと想定される。
- ・吹付けコンクリートのみの区間における吹付け厚は 50mm 程度の箇所もあれば、数ミリ程度の箇所もあり、その厚さにはばらつきが見られる。
- ・トンネルの所々に打設されたフォアポーリングの打設方向より、本トンネル掘削は終点側方向より実施されたものと想定される。

トンネルのコンクリート状況を確認するために、シュミットハンマーを用いて、トンネル内の面壁で 2 箇所、覆工コンクリートで 10 箇所の測定を行った。また岩盤の強度についても、坑外の岩盤露出箇所の 2 箇所で実施した。それらの結果を表ー 25 に示す。

それによれば、面壁部での圧縮強度は  $32.5 \sim 50.5 \text{ N/mm}^2$ 、覆工コンクリートの圧縮強度は 11.5

～38.6 N/mm<sup>2</sup>で、劣化などの強度不足は認められないことが確認された。

また岩盤の強度は、29.8 ～41N/mm<sup>2</sup>であることが確認された。

表－ 25 シュミットハンマーテスト結果一覧

測定部	覆工コンクリート及び吹付けコンクリート区間										坑門工		岩盤	
	16m 右側	46m 右側	52m 右側	52m 右側	30m 左側	5m 左側	178m 右側	188m 左側	310m 右側	315m 左側	面壁 左側	面壁 右側	CM	CH
測定値	22	22	30	34	40	52	26	26	40	36	50	49	32	56
	28	28	26	33	46	51	28	26	33	36	58	49	32	52
	19	20	26	55	45	51	19	27	30	34	58	54	30	43
	25	25	35	44	40	24	21	30	28	40	59	30	34	47
	18	18	30	40	40	50	23	28	27	39	62	34	43	53
	25	24	37	46	29	42	26	22	22	30	60	33	47	40
	28	28	45	41	34	46	21	24	27	38	48	37	44	46
	26	26	39	44	28	45	26	16	30	38	50	34	27	28
	18	18	38	45	53	49	26	23	24	36	41	46	42	60
	23	23	30	52	38	36	20	27	36	36	53	32	45	40
平均値	23.2	23.2	33.6	43.4	39.3	44.6	23.6	24.9	29.7	36.3	53.9	39.8	37.6	46.5
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	11.5	11.5	24.7	37.1	31.9	38.6	12.0	13.6	19.7	28.1	50.5	32.5	29.8	41.1

#### 4-3-4 変状状況

本調査では、天端部及び側部の崩落、ジャンカ、うき、漏水の変状が確認された。これらの変状概要について以下に示す。なお、詳細な評価結果は、別冊資料集：3-1 調査トンネルの現況に示した。

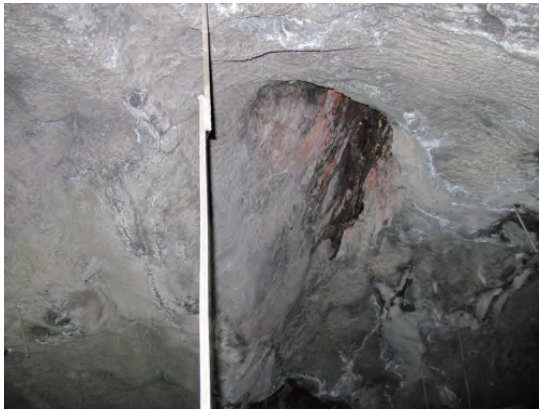
##### (1) 崩落

起点側坑口から 232m 付近及び 245m 付近において、大規模な崩落が確認された。下表に各箇所の変状規模一覧を示す。なお、右側下部に関しては、第一次調査よりも崩落規模が拡大していることが確認された。

表－ 26 崩落規模一覧

箇所		崩落規模
232m 付近	天端部	長さ 2.7m×幅 0.8m×奥行き 1.0m
233m 付近	右肩部	長さ 2.8m×幅 1.1m×奥行き 0.9m
240m 付近	右下部	長さ 3.5m×高さ 2.3m×奥行き 0.9m
242m 付近	左下部	長さ 1.7m×高さ 1.5m×奥行き 0.6m
245m 付近	天端部	長さ 1.7m×幅 0.9m×奥行き 0.5m





232m付近天端部



233m付近右肩部



240m付近右下部



242m付近左下部



245m付近天端部

#### 写真－ 49 崩落状況

トンネル内部は、吹付けコンクリートで覆われているが、近接目視により、崩落箇所周辺に脆弱な地質が分布していることが確認された。これらの崩落に関しては、上部にまだ不安定な堆積物が多く残っている状況にあるため、早急に対策を実施する必要がある。これらに関しては DEP30 の C/P と現地状況について確認するとともに、変状内容の説明を実施した。

## (2) ジャンカ

覆工コンクリート及び吹付けコンクリート実施箇所の覆工コンクリート部においてジャンカが確認された。箇所によっては、セメント分が十分に混ざり合っておらず、骨材だけの状態で、手で触れると簡単に骨材が落下する状況にある。



32m付近ジャンカ状況



335m付近ジャンカ状況

写真－ 50 ジャンカ状況

## (3) うき

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その上から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も確認された。



115m付近うき状況



52m付近うき状況

写真－ 51 うき状況

また、今回叩き落としが可能な箇所に関しては、極力たたき落としを実施し、安定性の向上を図った。特に起点側坑口部面壁では、点検用ハンマーで軽く叩いただけで、 $1.3\text{m} \times 0.35\text{m} \times 0.08\text{m}$  のコンクリート片が落下する状況であった。





起点側面壁叩き落とし前



起点側面壁叩き落とし後

写真－ 52 叩き落とし（1.3m×0.35m×0.08m）状況

#### (4) 漏水

本トンネルにおいては、噴出や流下等の漏水は認められなかったものの、十数カ所において路面への滴水が確認された。滴水に関しては、ほとんどの場合、微細なひび割れから水がしみ出して、それが集まり滴水となっている状況である。



60m付近漏水状況



145m付近漏水状況

写真－ 53 漏水状況

#### 4-3-5 崩落箇所の地質状況

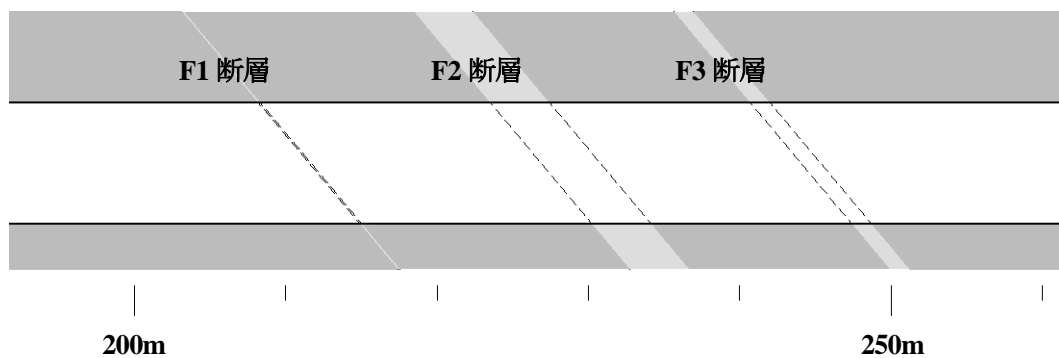
本トンネルでは、局所的な剥落部や崩落部が確認され、それらの箇所では 3 本の断層が確認された。それらを本報告書では、起点側から順に F-1 断層、F-2 断層、F-3 断層と命名する。またそれらの状況を以下に整理する。



表－ 27 トンネル区間で確認された断層の特徴

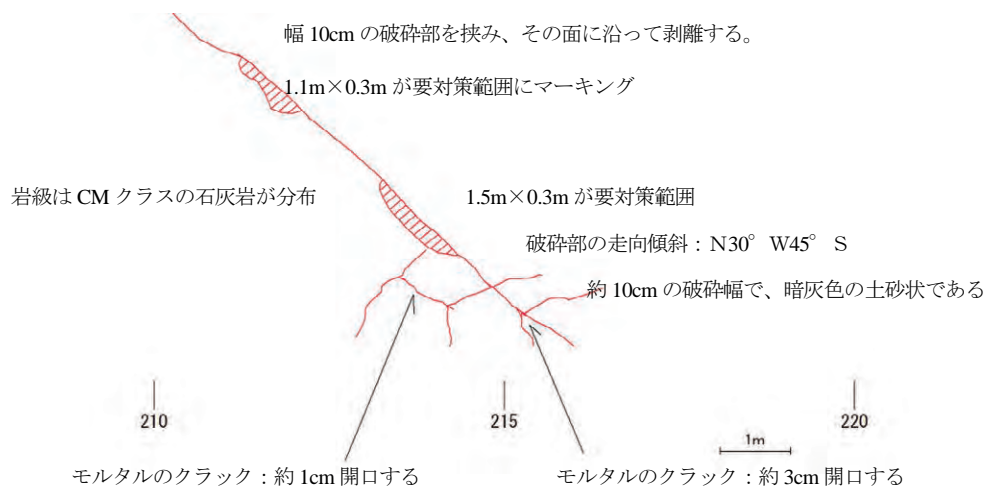
断層名	破碎部の規模	走行傾斜	性状	備考
F-1 断層	約 0.1m	N30° W45° S	土砂状	214m 付近側部の剥落部で確認
F-2 断層	約 3m	N20° W45° S ～N60° W50° S (しゅう曲のため変化あり)	れき混り土砂状で暗黒色の粘土を一部にはさむ。 地下水のしみだし部周辺で崩れやすい	232m 付近天端、240m 付近側部の崩落部で確認
F-3 断層	約 1m	N40° W50° S	れき混り土砂状 半固結状	246m 付近の天端の崩落部で一部を確認

＊ F-3 断層は、破碎部の全体を確認できないため、破碎幅は推定である。

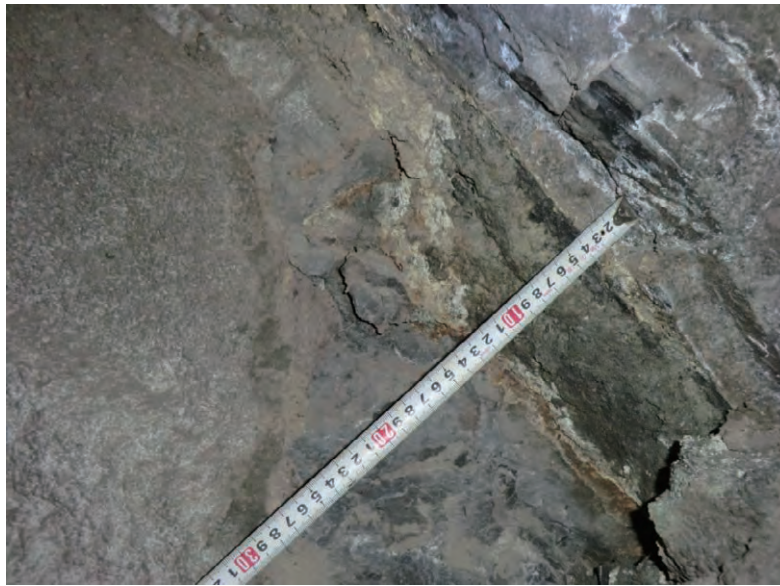


図－ 11 断層の位置（縦断図）

F-1 断層は、214m 付近の側部の剥落部で確認された。破碎部は土砂状で、幅は約 10cm と規模は小さいが、吹き付けコンクリートの一部が剥落し、その延長部に沿って 1～3cm 程度の開口亀裂が認められる。断層の前後は硬質の石灰岩が分布し、破碎部以外の部分は健全である。そのスケッチを図－12 に、状況写真を写真－54 に示す。



図－ 12 F-1 断層のスケッチ

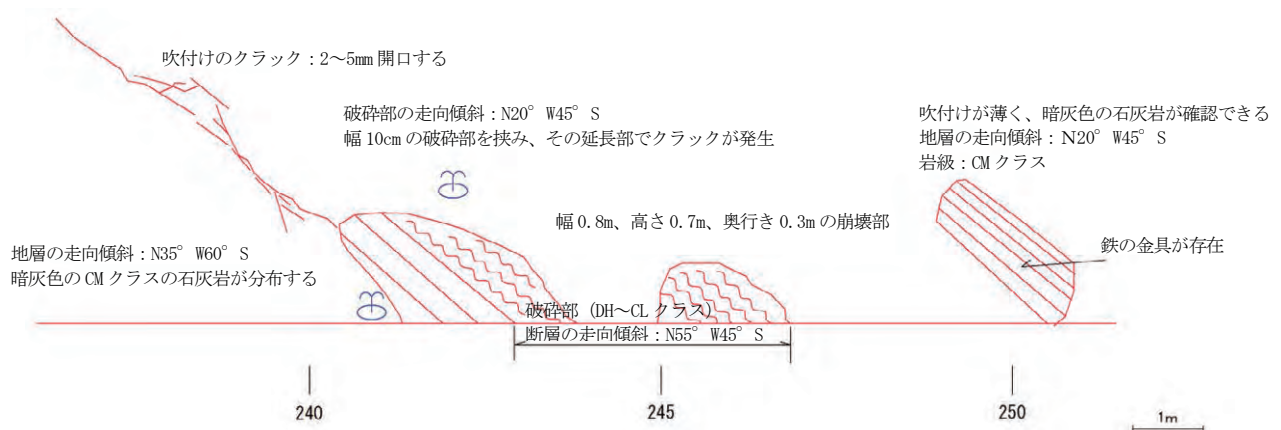


写真－ 54 F-1 断層

(幅 10cm で黒色の土砂状であり、その両側は健全な石灰岩が分布)

F-2 断層は、232m 付近の天端、240m 付近の側部の崩落部で確認された。破碎部の規模は約 3m で、吹付けコンクリートの一部が剥落し、土砂の崩落が認められ、右側車線では崩壊した土砂が側部に堆積している。また 1 年前の点検の時と比較すると、2 箇所で吹付け部の新しい崩落が認められ、変状が拡大していることが認められた。また、この崩落部の上部は非常に不安定であり、今後崩壊が進行する恐れがある。

断層の部分は硬質の石灰岩と接しており、破碎部は黒色で一部粘土をはさみ地下水のしみ出しも認められ脆弱である。それらのスケッチを図－13、14 に、状況写真を写真－55～58 に示す。



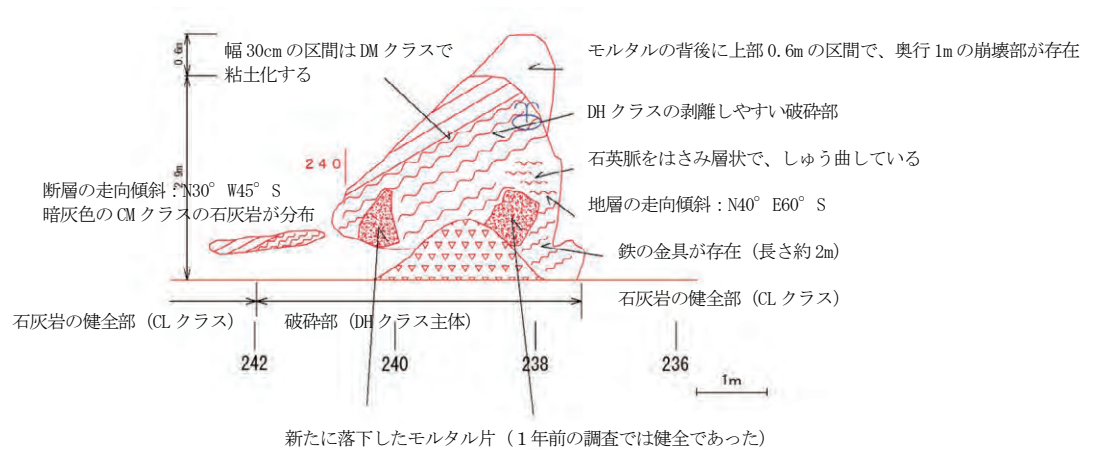
図－ 13 F-2 断層のスケッチ (245m 付近左側)



写真－ 55 240m 付近の F-2 断層破砕部と健全部の境界付近



写真－ 56 F-2 断層（上り線）245m 付近の破砕部

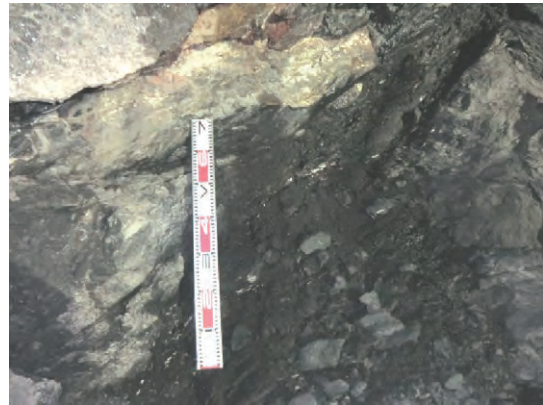


図－ 14 F-2 断層のスケッチ (240m 付近右側)





写真－ 57 F-2 断層（下り線）245m 付近の破碎部の写真  
モルタルの崩落が新たに認められる



写真－ 58 暗黒色の破碎部の拡大写真

F-3 断層は、245m 付近の天端の崩落部で一部が確認された。吹付けコンクリートの一部が剥落し、断層の延長部に沿って数箇所剥落が認められる。破碎部は、黄褐色～灰色の礫混り土砂からなり、半固結状態であり、F-2 断層に比べると破碎の程度は少ない。ただし、その分布の確認範囲が局所的であり、破碎幅を直接測定できてないが、周辺部の観察から破碎幅は 1m 程度と推定される。

破碎部の状況を写真－59 に示す。



写真－ 59 F-3 断層の破碎部

#### 4-3-6 トンネル健全度評価

トンネルの健全度判定評価に関しては、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』に示される判定区分・判定指標を参考にし、本調査対象であるトンネルの状況を踏まえて設定した。

判定区分に関しては、対策が必要なものを“a”とし、中でも緊急性の高いものを“2a”として分けて評価を行った。

また、判定指標については、今回の近接目視、打音調査により確認できる“ひび割れ”“うき・剥落”“漏水”を項目として設定した。また、本トンネルでは、現在は使用していない照明等の既存設備のケーブル等の垂れ下がりにより通行車両に悪影響を及ぼす可能性があるため、これらに対する評価項目として“付帯構造物”という項目も盛り込んだ。

以下の表－28 に判定区分を、表－29 に判定指標を示す。

表－ 28 判定区分

判定区分	一般概要
2a	変状が大きく、通行車両に対して危険があるため、直ちに何らかの対策を必要とするもの。
a	変状があり、将来、通行車両に対して危険を与えるため、重点的に監視をし、計画的に対策を必要とするもの。
b	変状がないか、あっても現状では通行車両に対して影響がない場合（ただし、監視は必要）

表－ 29 判定区分ならびに判定指標

評価項目	判定区分		
	2a	a	b
ひび割れ	アーチ上部のひび割れの密集・圧ざによるうき、剥落が生じコンクリート塊が落下するおそれのあるもの。	側壁部のひび割れの密集・圧ざによるうき、剥落が生じコンクリート塊が落下するおそれのあるもの。	変状なし、あるいは、ひび割れが認められるが、現状では構造の安定性や危険性に影響のないもの。
うき・剥落	路面上部（アーチ部）の材料劣化により、うきが生じ、コンクリート塊が落下するおそれのあるもの、あるいはすでに剥落が認められるもの。	側壁部の材料劣化により、うきが生じ、コンクリート塊が落下するおそれのあるもの、あるいはすでに剥落が認められるもの。	変状なし、あるいは、うきが認められるが、現状で落下の危険性が認められないもの。
漏水	コンクリートのひび割れなどから、漏水が噴出あるいは流下し、そのための通行車両の安全性を損なうもの。	コンクリートのひび割れなどから、漏水が滴下し、そのための通行車両の安全性を損なうもの。	覆工のコンクリートのひび割れなどから、湧水が侵出しているが、通行車両の安全性にほとんど影響がないもの。
付帯構造物	ボルト等や取り付け部の劣化、発錆により路面上部の付属設備の落下するおそれのあるもの。	ケーブル類が垂れ下がり、交通の支障となっている場合もしくは今後支障となる可能性のあるもの。	支障なし

表－30 にこれらの判定区分ならびに判定指標に基づき実施した本トンネルの評価結果一覧を示す。

表－ 30 トンネル No. 2 評価結果

坑口からの 距離 (m)	構 造	項 目				備 考
		ひび割れ	うき・剥落	漏水	付帯構造物	
0～10	覆工コンクリート及び吹付けコンクリート	b	a	a	b	
10～20		b	a	b	b	
20～30		b	a	b	b	
30～40		b	a	b	b	
40～50		b	a	b	b	
50～60	吹付けコンクリート	b	b	a	b	
60～70		b	b	a	b	
70～80		b	b	a	b	
80～90		b	b	b	b	
90～100		b	b	a	b	
100～110		b	b	b	a	
110～120		b	a	b	b	
120～130		b	a	b	b	
130～140		b	b	b	b	
140～150		b	b	a	b	
150～160		b	a	b	b	
160～170		b	b	b	b	
170～179. 5		b	b	b	b	
179. 5～189. 4	覆工コンクリート及び吹付けコンクリート	b	b	b	b	
189. 4～200	吹付けコンクリート	b	b	b	b	
200～210		a	a	b	b	
210～220		a	a	b	b	
220～230		b	b	b	b	
230～240		2a	2a	a	b	
240～250		b	2a	b	b	
250～260		b	a	a	b	
260～270		b	a	a	b	
270～280		b	a	a	b	
280～287. 3		b	b	b	a	
287. 3～300	覆工コンクリート及び吹付けコンクリート	b	b	b	b	
300～310		b	a	b	b	
310～320		b	a	b	b	
320～330		b	b	a	b	
330～340		b	a	b	b	
340～350		b	a	b	b	
350～355. 95		b	b	b	b	
起点側坑門	—	b	a	b	b	
終点側坑門		b	a	b	b	



## 第5章 補修計画

### 5-1 路面

路面の調査対象箇所は47箇所（洗掘2箇所を含む）であるが、補修計画を立案する上で詳細調査を実施した6箇所については、平面図、縦断図、横断図に基づき補修計画（別冊資料集：1-3 詳細調査箇所の補修計画、数量表を参照）を策定する。その他の箇所については概算事業費を算出する目的で詳細調査箇所における補修工法を参考に補修計画を策定する。

路面の補修計画は現地測量結果に基づく平面、縦断、横断地形、ボーリング、サンプリング及び室内土質試験による地盤特性の把握、沈下計測による地盤の挙動などから損傷の原因、メカニズム、規模、危険性等を推定し効果的と考えられる対策工を選定していく。

#### 5-1-1 詳細調査箇所の補修計画

詳細調査箇所の選定にあたっては、2-3-3 (5)現地再委託調査の実施で述べたとおり、地形・地質条件が類似し、沈下の発生要因が類似していると想定される沈下箇所を5区間に分け、その各区間から補修優先度の高いと考えられる箇所をC/Pと協議し、詳細調査箇所を決定した。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。

本調査で、地形・道路測量及び地質・土質調査等の詳細調査を行った箇所は次の通り。

表－ 31 詳細調査箇所一覧表

測量箇所	ビシュケクからの距離程	延長(m)	沈下要因
D3	303Km+230～303+380	150	A, B, C
D4	303Km+420～303+505	85	A, C
D15	313Km+340～303+388	48	A, D
D19	331Km+320～331+418	98	A, B
D41	359Km+712～359+773	61	A, C
D45	404Km+535～404+683	148	A, C

沈下要因記号

A:路床または路盤の支持力不足

B:盛り土の不安定（盛り土内スベリ）

C:地滑り（切盛境界スベリ）

D:橋台背面の空洞化


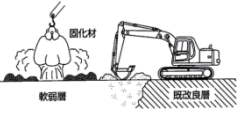


### (1) D3、D4 補修工法の選定

D3、D4 は連続する箇所であり損傷状況、道路条件、地形・地質条件等がほぼ同一であることから一体的して検討する。また、沈下要因として「沈下要因B：盛土内スベリ破壊」はD3で「沈下要因C：切盛境界スベリ破壊」はD3 よびD4 でみられるが、いずれの要因も構造的にはスベリ破壊という同じメカニズムである。よって対策としての補修工法は、「盛土の安定化」として以下に記す。

#### 【対策1：路床、路体の支持力強化】

路床及び路体の支持力を強化する方法として置換工法と浅層地盤改良工法の2つの方法がある。また、浅層地盤改良工法には施工機械によっていくつかの方法があり、その概要は次の通りである。

表－ 32 施工方法一覧表

		置換工法	浅層地盤改良工法		
			バックホウ	スタビライザー	自走式改良機
概要図					
工法概要		路床・路体を良質材で置換える工法で残土の処分が容易な地域では一般的な工法である。	固化剤を散布し、現状土を改良する工法で、地盤改良では一般的な工法である。適用性に優れているが混合品質が悪くオペレータの熟練度などにより改良品質のバラツキがある。	固化剤を散布し、現状土を改良する工法で、地盤改良では一般的な工法である。路床、路体等（道路）の改良には広く使用されているが、狭い現場では効率が悪い。	現状土を掘削、自走式土地改良機に投入、排出された混合土を埋め戻す工法である。改良機内部で混合を行うため、均一な混合が可能である（品質が安定）
施工規模	大			○大規模箇所に最適	○大規模箇所に最適
	小	○小規模箇所に最適	○小規模箇所に最適		
工期	長	○	○		
	短			○	○
※能力	大			○	○
	小	○	○		
品質	高	○		○	○
	中		○		
費用	大			○大規模箇所に最適	○大規模箇所に最適
	小	○小規模箇所に最適	○小規模箇所に最適		

※能力：単位時間当たりに施工できる能力

ここでは大きく置換工法と浅層地盤改良工法として比較を行う。

表－ 33 路床、路体の支持力強化施工法比較表

項目	A案 (置換工法)	B案 (浅層地盤改良工法)	備考
工法概要	沈下箇所舗装下、厚さ 1 m 程度の現況盛土（路床及び路体部分）を撤去し、新たに良質材と置換える案。	沈下箇所舗装下、1 m 程度の現況盛土（路床及び路体部分）にセメント等を添加して攪拌することによって盛土部分の強度増加を図る案。	
長所	現況盛土を撤去するため、新たな盛土部分の強度に確実性が高い。	現況盛土材料をそのまま使用して良するので廃棄する材料ない。	
短所	撤去する盛土材料を転用または廃棄する必要がある。 (盛土への転用は可能)	現場で盛土と添加剤を攪拌するため、施工精度によって強度のばらつきが生じる可能性がある。	
概算工事費 (盛土 1m <sup>3</sup> 当りの 金額比率)	盛土材料費 10USD 敷均転圧費 2 廃材処理費 2 合計 14USD (1.00)	添加剤材料費 20USD 攪拌費 5 敷均転圧費 2 合計 27USD (1.92)	廃材処理費は近傍盛土箇所までの運搬費。 添加剤は盛土重量の 3%。 単価はローカルコンサルタントから収集
総合評価	○ 施工性に優れ確実に強度増加が図れ、経済性にも優れる。	△ 廃棄する材料が発生しないが確実な強度増加に懸念があり経済性も A 案に劣る。	

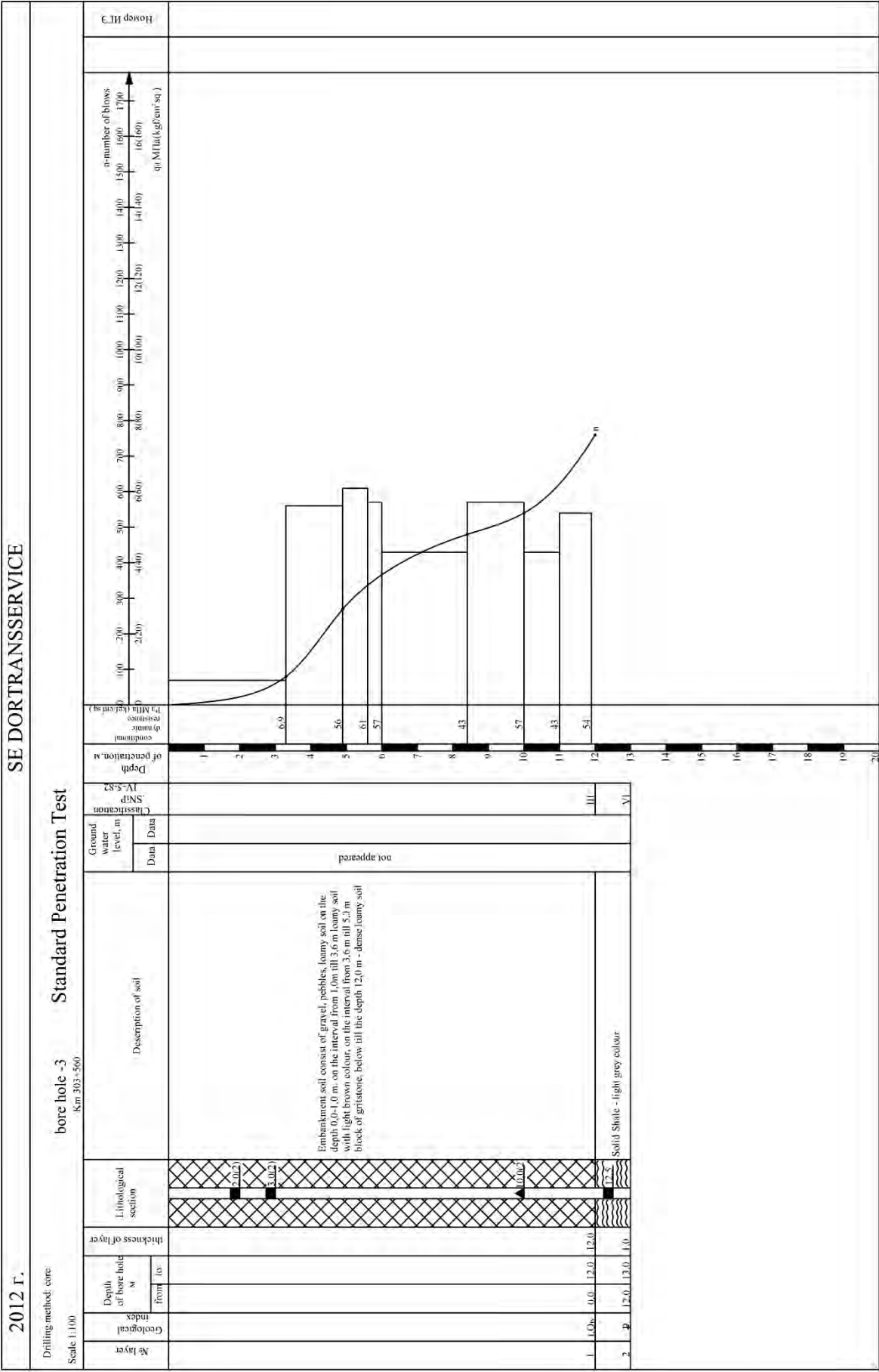
上表より「A 案（置換工法）」を採用する。施工箇所により盛土材料に多少の違いはあるが、盛土として一定の品質が確保されたものが使用されていることからすべての箇所に共通の工法として採用する。

#### ・置換厚さの検討

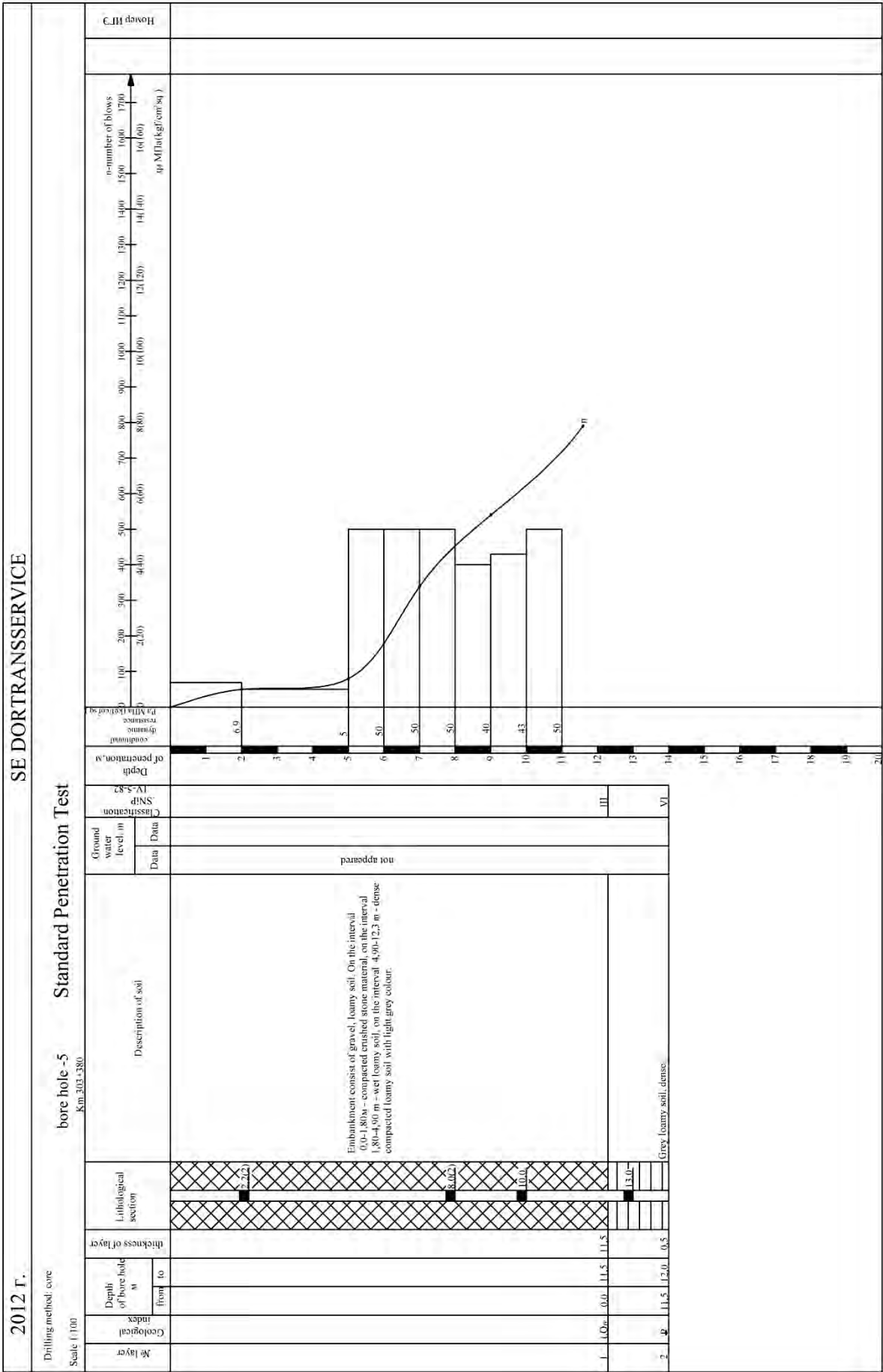
D3、D4 のボーリング柱状図を図－15、16 に示す。これより D3 では路面から深さ 3m 付近まで、D4 では路面から深さ 5m 付近までは盛土の支持力が著しく低いことがわかる。したがって、当該箇所では深さ 3～5m まで置き換えることが適当と考える。ただし、D3（延長 150m）、D4（85m）は合計延長 235m であるが、今回行ったボーリング箇所は、各沈下区間の中央部付近の 2 箇所のみであり D3、D4 の全体では部分的に変化すると予想される。また、置換え深さが深くなると補修工事也大規模となることから、置換え深さの設定は慎重に行う必要がある。

本調査ではこれらを勘案して置換え深さを 3m と設定して補修工法を検討するが、今後の調査、工事では盛土の状況をより詳細に把握して補修工法の見直しをすることが重要である。





図ー 15    D3 箇所のボーリング柱状図



図ー 16 D4 箇所のボーリング柱状図

・置換工の概略施工方法

D3、D4 では置換厚さが 3m と大きいので概略の施工方法を検討する。

施工中の標準横断面図を図-17 に示す。

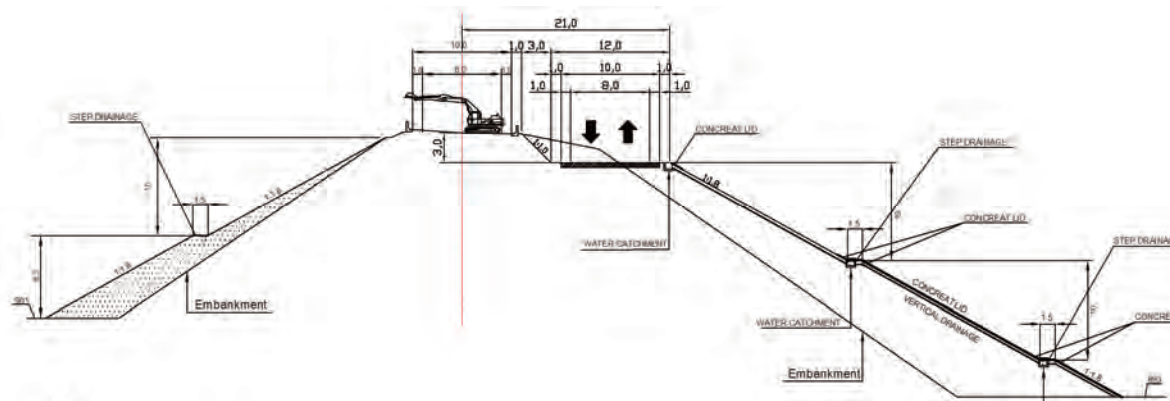


図- 17 施工中の標準横断面図

概略の施工手順は次の通り。

- ① 工事中の仮設迂回路幅を考慮した盛土を施工。
- ② 現況路面から置換厚さ（3m）下がった高さまで盛土する。
- ③ 追加盛土部分に工事中の仮設迂回道路を設置。
- ④ 交通を仮設迂回道路へ変更。
- ⑤ 現況道路の掘削等を開始。置換厚さまで掘削。
- ⑥ 掘削完了後、良質材で現況路面まで盛土。
- ⑦ 舗装、防護柵を設置して交通を現況道路に戻す。
- ⑧ 仮設迂回道路を撤去。（そのまま管理用に残すことも可能）

※上記施工手順は概略であり、今後、詳細設計段階、施工段階などにおいて施工条件などに基づく詳細な検討が必要である。

D3、D4 以外の詳細調査箇所においては、3m の深さまで支持力が低下している箇所は無かった。また、ボーリングを行っていない箇所でD3、D4 と同様に地盤が弱いと目視調査で認められる箇所は無かった。よって、D3、D4 以外の箇所における置換厚さは以下の方法で計算した。計算手法は『NEXCO、設計要領第一集土工編』により、路床仕上げ面において複輪で 50KN を 1～2km/h で走行した時の最大たわみ量を 5mm 以下とするための路床構成を、弾性理論を用いて計算して求めることを基本としている。これは舗装の基盤としての施工上及び設計上の強度を持つ必要性から過去の施工事例を参考に求めている。路床は 2 層として計算した。



材料の強度は、変形係数  $E$  ( $\text{kgf/cm}^2$  ( $\text{KN/m}^2$ )) によって表し次式によって換算し求める。

地山及び上部路体材・・・ $E2=20 \times \text{設計CBR}$

路床材・・・・・・・・・・ $E1=40 \times \text{設計CBR}$

上部路体材 設計CBR=2

路床材 設計CBR=15

とすると

$E2=20 \times 2=40$

$E1=40 \times 15=600$

右図より路床厚さ  $h=100\text{cm}$  となる。

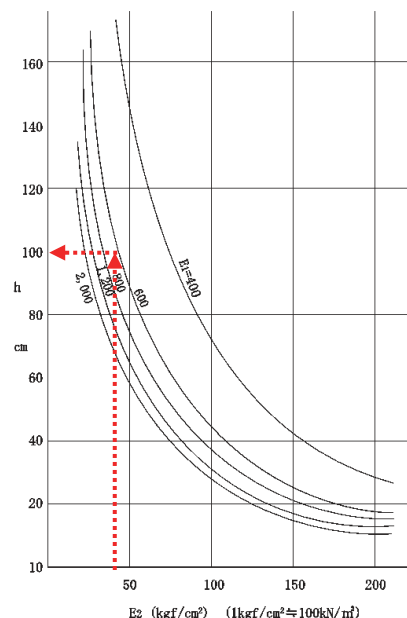
以上より、D3、D4 以外の箇所の置換厚さは  $1\text{m}$  とする。

日本では上部路床の設計CBRは3以上とすることが多いが、検討箇所では施工精度、材料、品質管理などを考慮するとともに、沈下している現況を踏まえて設計CBRは2とした。

路床の設計CBRは8～20程度に設定することが一般的であるが、検討箇所の舗装厚さは5cm程度であり、舗装厚さとしてはそれほど厚いほうではない。これは路床の設計CBRをある程度高めに設定して設計したと想像できることから、路床の設計CBRは15とした。

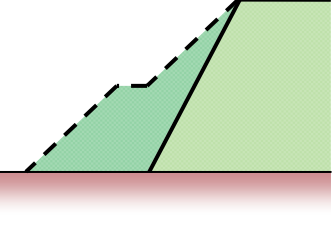
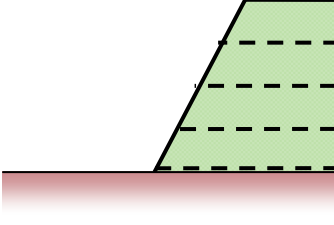
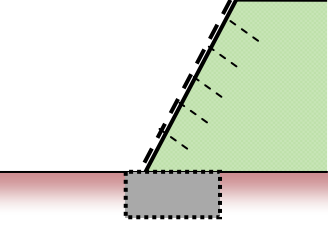
## 【対策2：盛土の安定化】

調査区間の盛土は、そのほとんどすべての箇所で盛土のり勾配が安定勾配 ( $29^\circ$  1:1.8) 以上の急勾配であるため、対策工は現況盛土に盛土を追加する「追加盛土工法」により盛土を安定勾配にすることが、経済性、施工性、現地条件などから明らかに有利となる。それ以外の方法として日本をはじめとする諸外国では「補強土工法」、「コンクリートわく工+地盤改良工法」などもあるが、用地条件等施工箇所の条件が極めて厳しい場合に限りされており、当該箇所に適用することは適切でないと考える。参考としてこれらの工法も紹介する。



図ー 18 路床厚さの計算

表－ 34 盛土の安定化工法

項目	A案 (追加盛土工法)	B案 (補強土工法)	C案 (コンクリートわく工 +地盤改良工法)
工法 イメージ			
工法の 概要	現況盛土の外側にのり面勾配が $29^{\circ}$ (1:1.8) 以上となるよう追加盛土し安定勾配を確保して盛土の安定化を図る案。 盛土高さが 15m 以上の箇所では高さ 10m 間隔で 1.5m の小段 (幅 1.5m) を設ける。	盛土敷均時に盛土内部に金属または合成樹脂などの帯状または網状の部材を敷設し盛土のスベリ力に対抗する案。 住宅などが近接して用地買収が難しい場合などに使用する。	地盤を含むスベリ力に対しては地盤改良で抵抗し、盛土内のスベリに対してはコンクリートわく工で対抗する案。 住宅などが近接して用地買収が難しい場合などに使用する。
長所	盛土材料が確保できれば比較的容易な方法で施工が可能。確実な安定性が確保できる。	盛土のり勾配が急勾配でも安定性が確保できる。 追加用地は不要。	盛土形状を変更することなく施工が可能。
短所	盛土材料が多く必要。 盛土のための用地も必要。	供用中の道路では施工には盛土の撤去が必要。 敷設する部材は専用の特殊部材が必要。	地盤改良には特殊な施工機械が必要。 地盤改良部分の施工には盛土の部分的な撤去・仮設土留工が必要。
経済性	安価な盛土材料が確保できれば経済性に優れる。	敷設部材の価格によっては経済性に劣る。	コンクリートわく工、地盤改良とも多額の費用が必要で経済性に劣る。
評価	今回採用	—	—

**\* 参考:補強土工法 \*** (出典:『(財) 高速道路技術センター、写真で見る道路土工』)

### 22. ジョグリッド工法

① 敷設  
ジョグリッドは、設計によって定められた敷設長を確保できるように切断し、所定の位置に敷設する。



一軸延伸グリッド      二軸延伸グリッド  
ジョグリッドの形状



② 接 続  
ジョグリッドの接続は、突き合わせ、重ね合わせ、番線による結束、ロープ縫合、ジョイントパイプによる接続などのうち目的にあった方法を採用する。




③ 緊張と固定  
ジョグリッドを敷設したときに生じるたるみを防止するためあるいはのり面を巻き込む方式とした場合の、のり面のはみを防止するために、敷設したジョグリッドを緊張し、仮留しておく。

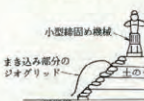


ジョグリッドを用いた補強盛土工法とは、盛土中にジョグリッドといわれる高強度の樹脂ネットを敷設し、土とジョグリッドとの相互作用によって盛土構造物全体の安定性及強度を高める工法で、急勾配盛土と斜面補強盛土がその代表例である。


④ のり面の整形、保護  
急勾配盛土では、一般的にのり面に土のう(または植生土のう)を積み、のり面の安定及び保護を行う。また、のり面保護としてコンクリート吹付を施工する場合もある。



⑤ 敷ならし、転圧  
盛土材料の敷ならし、転圧は、通常の盛土と同様の施工を行う。ただし、のり部においては小型の転圧機械で、土のう上部はランマー等で施工する。



⑥ 完成状況(急勾配盛土)  
完成した急勾配盛土の状況を示す写真。



**\* 参考:コンクリートわく工法 \***

### 12. コンクリートわく工

(1) コンクリートブロックわく工

① のり面整形  
コンクリートわく工の術となる泥土、浮石等は圧力水または圧き空気を用いてすべて除去し、平滑となるように整形する。



② 基礎工の施工  
丁張を設置し地山を傷めないように掘削を行う。基礎材を施工し、基礎コンクリートを打設する。



③ コンクリートわくの設置  
わくを正常にかみ合わせ、滑動しないように積上げる。わく工の部材厚さは、切土で15cm、盛土で10~12cmを標準とする。また、部分的に掘削しすぎてわくと地山に隙間がある箇所は、十分締まる材料や土のう等で補強する。わくの交点部分にすべり止め用アンカーピンを設置する場合は、のり面整形後設置する。



切土または盛土のり面上に、植生に不適な土質で周辺の環境条件から緑化が必要とされる場合や雨水による浸食や風化の著しい土質などでガリ浸食などを未然に防止する場合に用いられる。また、施工性や中詰め材の変状などを考慮し、のり勾配が1:1.0若しくは1:1.0より緩い場合に使用する。

④ 中詰め工  
わく内は状況に応じて、コンクリートブロック、客土及び土のうによる植生工等で保護する。  
(コンクリートブロック)  
のり面の防火対策として第1段のり面の下2段に設置する。

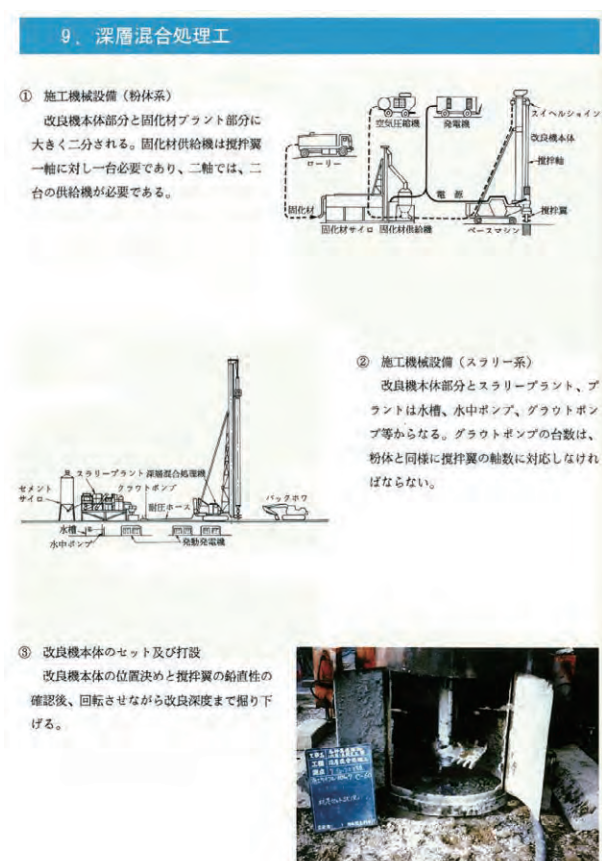


⑤ 完成状況  
完成したコンクリートわく工の状況を示す写真。





＊参考：地盤改良工法（深層混合処理工）＊



【対策3：路面排水の処理】

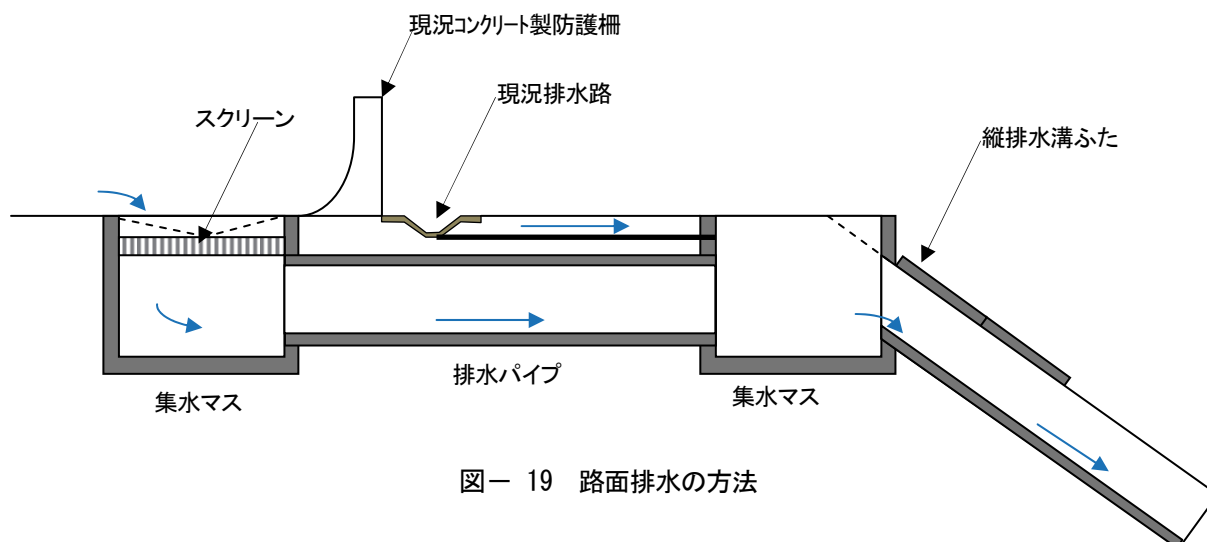
D3、D4 箇所の現況は、コンクリート製防護柵（以下「防護柵」）の外側に排水溝が設置されているが、防護柵前面の路肩に堆積した土砂などにより排水溝に流下せず十分な排水機能を発揮していないケースも多い。（写真－60）

路面の排水を確実に処理するためには防護柵前面（車道側）に排水溝を設置するとともに、跳水による洗掘を防止するため集水マス进行パイプで車道の外側に排水する。集水マス上部はスクリーンを設置して車両等の転落を防止する。縦排水溝に接続する箇所では集水マスを設け、現況排水溝からの排水も集水する。縦排水溝入口には跳水を防止する「ふた」を設置する。（図－19）



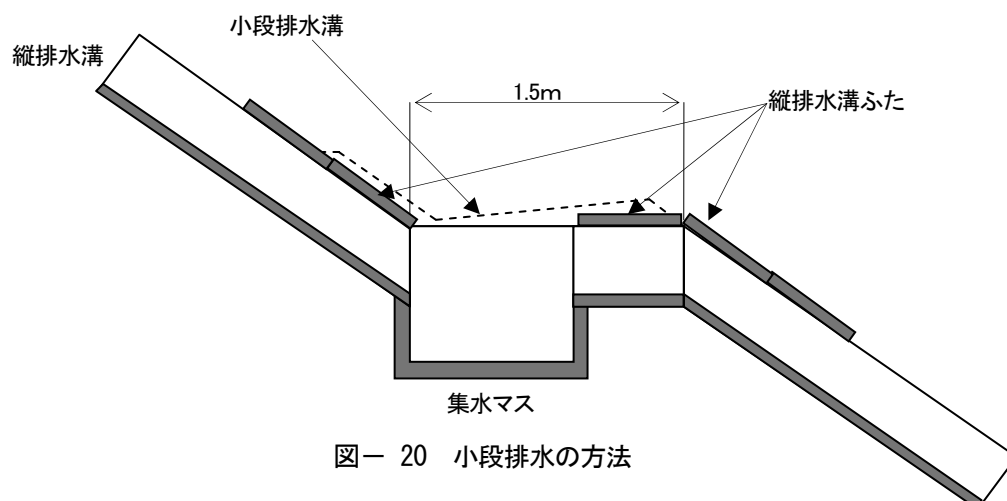
写真－ 60 排水孔の土砂堆積（D3）





図一 19 路面排水の方法

小段では縦排水溝と小段排水溝との接続を図るため、集水マスを設置し跳水防止のため縦排水溝にはふたを設置する。(図一20)



図一 20 小段排水の方法

## (2) D15 補修工法の選定

### 【対策1：橋台背面部の埋め戻し、支持力強化】

橋台背面部の埋め戻しは、最終的には橋台背面部を実際に掘削して状況を把握する必要がある。したがって、ここでは状況の如何にかかわらず盛土の支持力強化に必要な工法を計上しておく。

支持力強化の補修工法選定に関しては、前述の「D3、D4」で行った検討と同様に「置換工」を採用する。

### 【対策2：路面排水の処理】

路面排水は橋梁前後の盛土部路肩側に設置し、盛土内部への排水の侵入を防止する。

### (3) D19 補修工法の選定

#### 【対策1：盛土の安定化】

当該箇所では盛土のり勾配が安定勾配より急勾配となっており、洗掘箇所だけでなく周辺部を見ると小規模な崩落が複数見受けられることから、盛土の安定化が必要である。盛土安定化の工法はD3、D4と同様に「追加盛土工法」を採用する。

#### 【対策2：路床、路体の支持力強化】

路床・路体の支持力強化工法はD3、D4と同様に「置換え工法」を採用する。

#### 【対策3：わだち掘れ対策】

わだち掘れ対策としては、切削オーバーレイとコンクリート舗装がある。それぞれの工法の特徴は次の通りである。

表－ 35 わだち掘れ対策工法

項目	A案 (切削オーバーレイ)	B案 (コンクリート舗装)	備考
工法概要	わだち掘れ箇所のアスファルト表層工を切削し、新たに表層工を敷設する案 	わだち掘れ箇所のアスファルト舗装を新たにコンクリート舗装とする案 	
長所	アスファルト表層工の切削、敷設だけなので比較的簡易にできる。	コンクリート舗装は剛性が高いためわだち掘れがでにくい。	
短所	交通条件によって大型車交通が多い箇所ではわだちができやすく、早ければ2～3年で切削オーバーレイする必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期費用が高い。</li> <li>・騒音、振動などの点でアスファルト舗装に比べ走行性に劣る。</li> <li>・部分的に破損した場合補修はアスファルトに比べ難しい</li> </ul>	
概算工事費 (舗装 1m <sup>2</sup> 当りの金額比率)	切削オーバーレイ工 12USD*5 回=60USD (1 回/5 年オーバーレイすると20 年間では5 回必要)	コンクリート舗装 62USD (20 年間使用可能)	条件は仮定、単価はローカルコンサルタントより収集
総合評価	—	—	

経済性に大きな違いはなく、現地条件を考慮した評価が重要である。現地条件から留意すべき点は次の通りである。

- ① アスファルトプラントが調査区間近傍にあり良質施工が可能であればA案
- ② 大型車交通量の増加によってはオーバーレイのサイクルが短くなる場合はB案
- ③ コンクリート舗装は初期投資額が大きい資金が確保できればB案
- ④ コンクリート舗装の実績があり、良質な舗装が確実に可能であればB案（コンクリート舗装品質が悪い場合耐用年数が短く結果として高いものになる）

従って、より詳しい現地条件を踏まえて工法の選定を行うべきである。ここではわだち掘れ対策としてA案もしくはB案の舗装改良工を計上する。

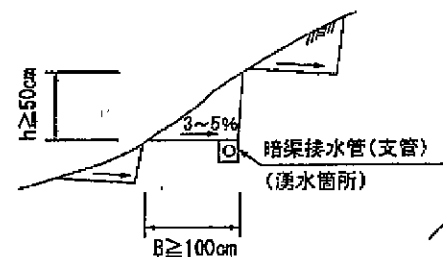
#### (4) D41 補修工法の選定

##### 【対策1：洗掘箇所への埋め戻し、地下排水管設置】

洗掘箇所では盛土による埋め戻しを行うが、一度崩落した箇所で単に盛土しただけでは盛土内部に崩落形状が残るため、再び崩落しやすくなる。そこで崩落した部分を中心に幅広く段切りし、埋め戻しを行う必要がある。また、盛土内部には反対車線側からの地下水経路があるものと推測されるので地下排水管の設置も必要である。（写真－61・62、図－21）



写真－ 61 S2崩壊の状況



図－ 21 段切りイメージ図



写真－ 62 地下排水管の例

##### 【対策2：縦排水溝の設置】

崩壊箇所には縦排水溝があったが、のり面崩落とともに崩壊している。この縦排水溝を復旧するとともに、現況の縦排水溝間隔が非常に長く、これにより排水が1箇所に集中し、洗掘を発生させる要因ともなっていることから、縦排水溝を追加し、最大100m間隔で設置する。

##### 【対策3：盛土の安定化】

沈下要因としてD41では、「沈下要因C：切盛境界スベリ破壊」がみられるが、それと

同時に盛土のり勾配が安定勾配より急勾配となっており、洗掘箇所だけでなく周辺部に小規模な崩落が複数見受けられる。切盛境界スベリ破壊も盛土のり面の崩落も構造的にはスベリ破壊と同じメカニズムである。よって対策としての補修工法は、「盛土の安定化」としてD3と同様に「追加盛土工法」を採用する。

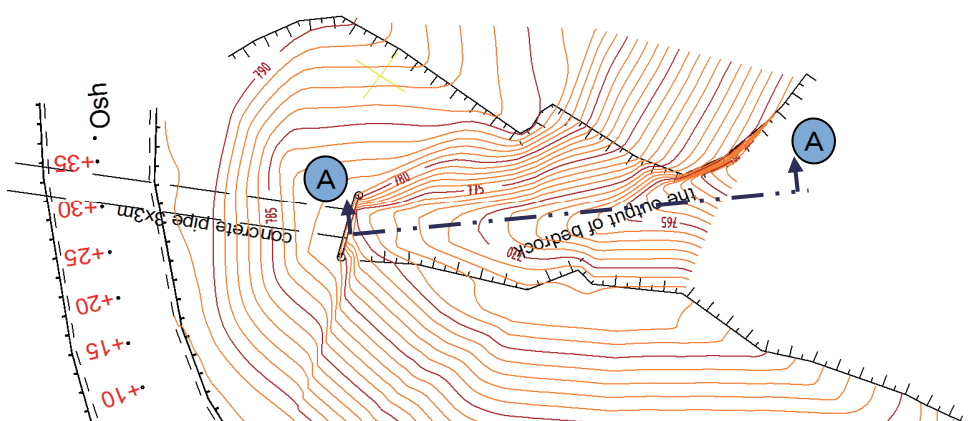
## (5) D45 補修工法の選定

### 【対策1：河川流路工整備】

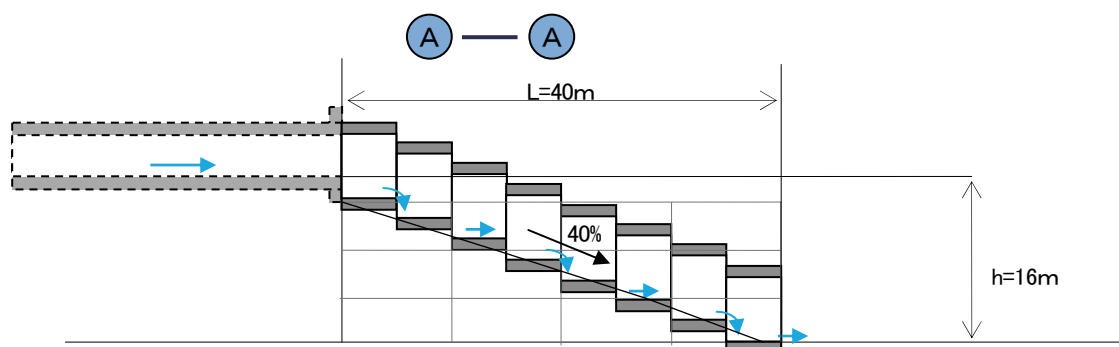
D45 では道路盛土に下部に河川が位置しているが、浸食が著しくこのまま放置すると道路盛土も崩落する可能性がある。河川の流路工整備は道路補修とは異なるものであるが、道路構造を維持するために必要と考え、流路工整備の方法について検討する。



写真－ 63 盛土下河川の状況



図－ 22 盛土下河川付近平面図

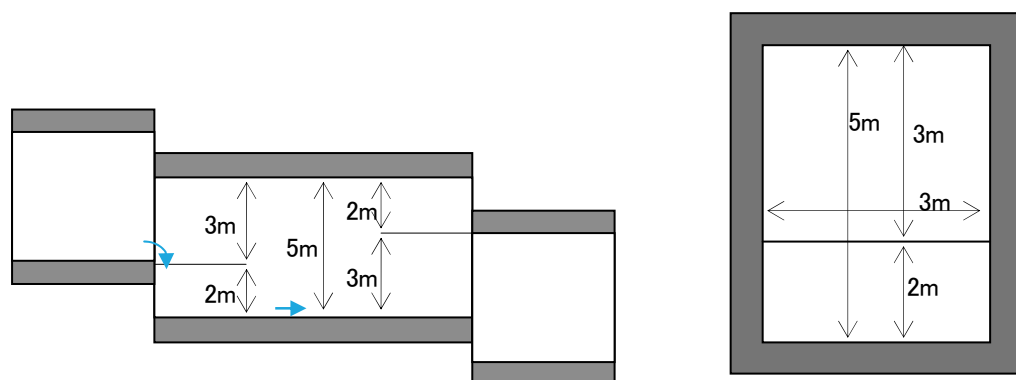


図－ 23 盛土下河川縦断イメージ図



測量結果から現況のカルバートボックス（以下、C-Box）出口から約 40%の勾配で河川が流下している。このままの勾配で流路を整備すると排水の流速が早くなり過ぎ、再び洗掘が発生する可能性が高いため、新設する C-Box 内に落差工を設けて流速を抑えることとする。

現況 C-Box が 3.0m×3.0mの断面であることから、落差工部分においても同様の断面を確保し落差 2mを加えて高さ 5m、幅 3mとする。1 基あたりの函体長さ 5mで 1 基ごとに 2mの段差をつける。イメージ図を以下に示す。



図ー 24 河川 C-Box イメージ図

#### 【対策 2：路床、路体の支持力強化】

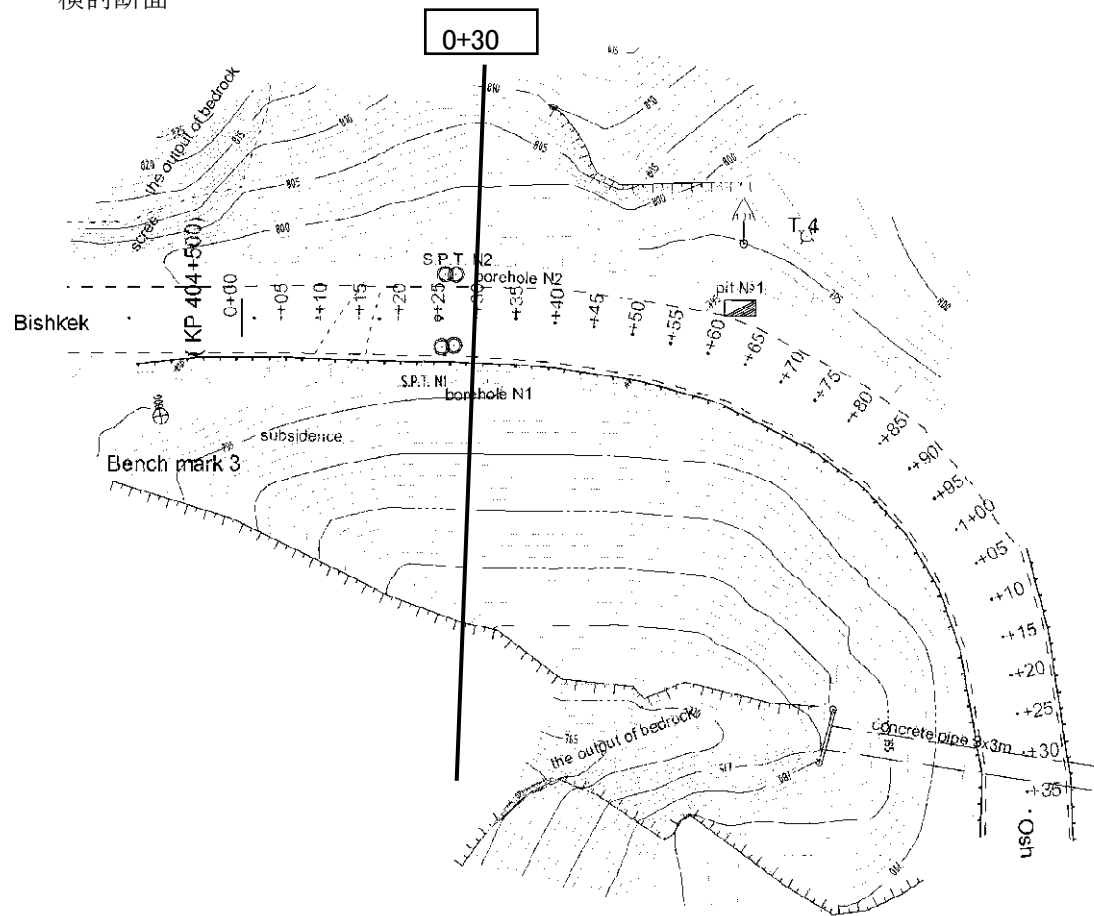
支持力強化の補修工法選定に関しては、前述の「D3」で行った検討と同様に「置換工」を採用する。

#### 【対策 3：盛土の安定化】

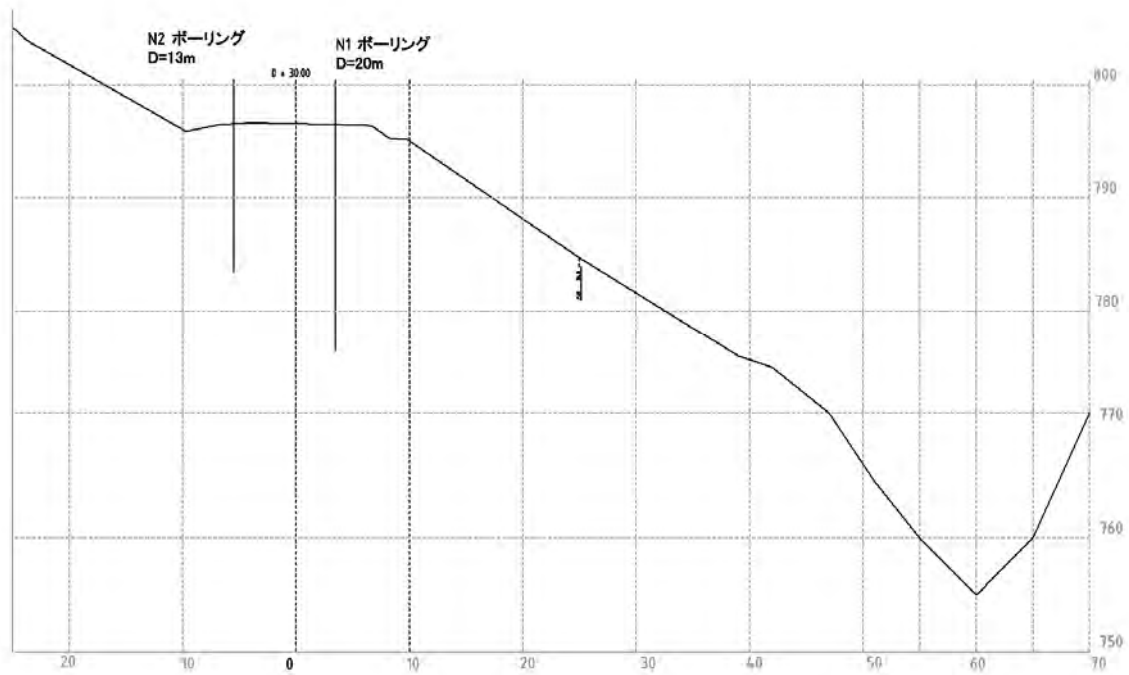
当該箇所では起点側路面に明確な段差・クラックが見られ、スベリ破壊が発生していると考えられる。道路構造は左側切土と右側盛土の片切片盛構造が見られることから、切盛境界をスベリ面とするスベリ破壊の可能性が高い。

他の調査箇所でもここまで明確な段差が見られる箇所はなく、他の箇所に比べ沈下及びスベリ破壊が進行していると考えられる。近い将来、道路盛土が崩壊し通行できなくなる恐れがあることから、今回の調査でボーリング調査、現地測量等により現地状況を把握するとともに安定解析による具体的な対策を検討し提案を行う。

・ 検討断面



図－ 25 D45 安定計算位置



図－ 26 0+30 断面

・安定計算に使用する定数

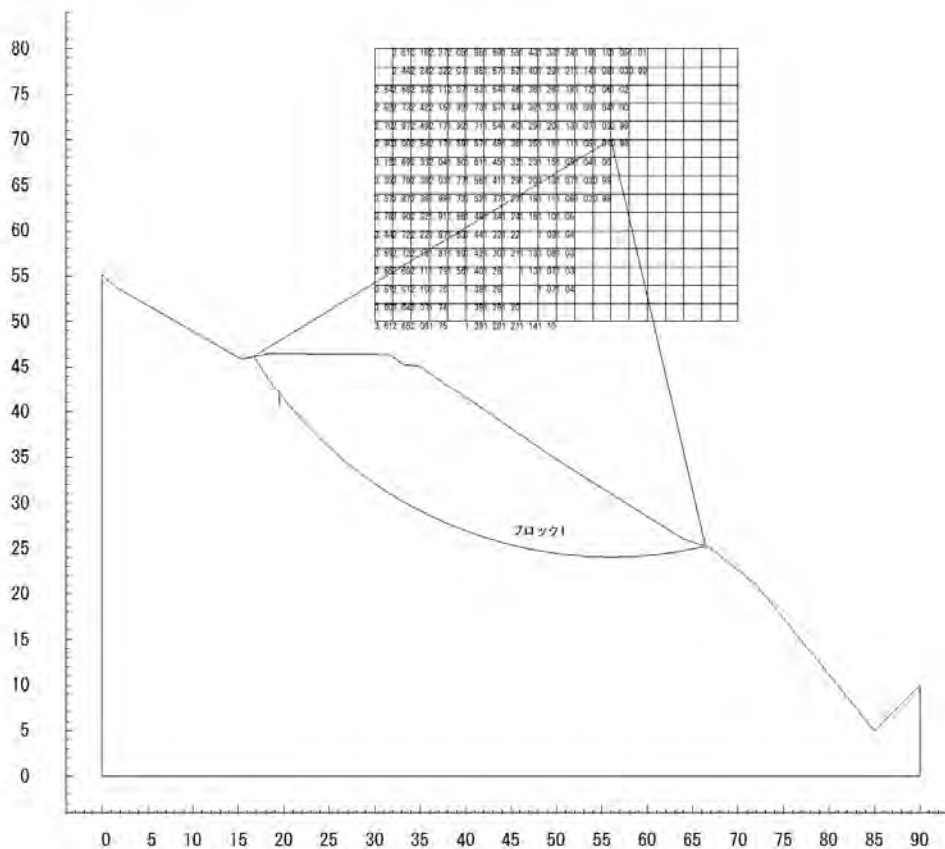
D45 では既に路面にクラックが発生し、段差が生じていることから、すべり破壊は始まっていると考えられる。つまり、この断面では盛土の安定が保たれておらず安全率 (Fs) の考え方というとは 1.00 未満になっているものと思われる。

そこで、ここではボーリング結果からすべり面の可能性がある箇所を想定し、現況断面でそのすべり面を通過するすべり面形状を  $F_s=0.98$  として粘着力 (C)、内部摩擦角 ( $\phi$ ) を逆算して求めることとした。逆算の結果は次の通り。

### D45

計画安全率	1.20
安全率(モーメントの比)	0.98
円弧中心座標 X (m)	56.000
円弧中心座標 Y (m)	70.000
円弧半径 R (m)	46.000
抵抗モーメント MR (kN・m)	150921.391
滑動モーメント MD (kN・m)	154570.266
抑止力 (kN)	751.368

ブロック名	$\gamma t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$C_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi u$ (度)
ブロック1	19.0	16.0	16.13



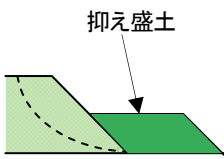

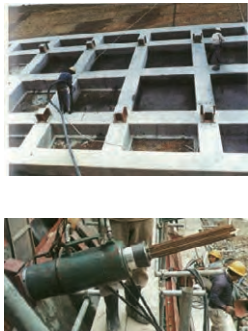
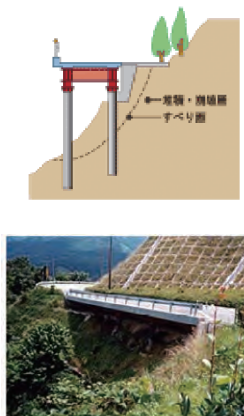
図一 27 D45 安定計算 (逆算)

・対策工の検討

当該箇所のようなすべり破壊に対しては次の対策工が考えられる。

- ① 抑え盛土工法
- ② 抑止杭工法
- ③ のり枠＋グラウンドアンカー工法
- ④ 片栈道工法

表－ 36 D45 対策工法の一覧表

	1案 (抑え盛土工法)	2案 (抑止杭工法)	3案 (のり枠＋グラウンドアンカー工法)	4案 (片栈道工法)
対策イメージ				
工法概要	盛土外側にすべり土塊を抑える形で追加盛土する工法	すべり土塊のすべり力を鋼管等の杭構造で抑止する案	すべり土塊に対してのり面をのり枠で覆うとともに、のり枠と一体となったグラウンドアンカーですべりを抑止する案	鋼管などの基礎杭と道路構造を支える上部工構造で地すべり箇所を回避する案
特徴	盛土外側の用地に問題がなければ最も一般的な方法	掘削機など大型の施工機械が搬入可能で用地条件などから抑え盛土が不可能な箇所に用いる	抑止杭などの施工スペースがなく、のり面の表層崩壊も合わせて抑止する方法	現地条件から抑止杭、グラウンドアンカーなどが施工不可能な箇所に用いる方法
概算工事費比率	1.0	5.0	10.0	15.0

当該箇所では盛土外側の用地に問題がなく盛土材料の調達も可能であることから抑え盛土工法を採用する。

・盛土形状の検討

検討断面では盛土高さが 20m 以上となるため、第一小段の幅を 1.5m から広げることに  
よって抑え盛土形状を検討する。検討結果を以下に示す。

表－ 37 検討結果一覧表

第一小段幅	安全率(Fs)	基準値	備考
1.5m	1.13	>1.20	
3.0m	1.18		
4.0m	1.21		採用値
5.0m	1.25		

この結果より第一小段幅は 4.0m とする。

## 5-1-2 その他調査箇所の補修計画

今回、調査を行った 47 箇所のうち詳細測量を行った 6 箇所以外の箇所について、主として概  
算工事費を算出する目的で概略の補修計画を策定する。

概略補修計画は前述の測量箇所における補修計画を参考に沈下要因から対策工法を選定し、  
現地調査における巻尺、GPS 測定器などによる簡易測量、目視調査などから概算数量を把握し  
た。

沈下要因から選定した基本的な対策工法は次の通り。

表－ 38 沈下要因から選定した対策工法

記号	沈下要因 内容	対策工法	備考
A	路床、路体の支持力不足	置換工 (t=1.0m) 置換工 (t=3.0m)	t=3.0mはD3、 D4
B	盛土の不安定 (盛土内スベリ)	盛土工 (盛土の安定化) C-P、C-Box 延伸	必要箇所のみ
C	切盛境界スベリ破壊	盛土工 (盛土の安定化) C-P、C-Box 延伸	必要箇所のみ
D	その他 (D15 : 橋台背面空洞化)	盛土工 (埋め戻し)	
	その他 (D45 : 河川洗掘)	流路工	
	その他 (S : 洗掘) ※	盛土工 (埋め戻し)	
		路面排水溝 縦排水溝	

※：沈下要因D その他 (S : 洗掘) は、調査時点では直接的な沈下要因ではないが放置すると将来的に沈下の原因となる可能性が高いことから対策工を計上する。



### 5-1-3 補修内容に応じた補修の実施体制

前記の補修方法を「キ」国での調達事情、技術レベル、財政を考慮し、

- ① MOTC で実施可能な工事 (MOTC が直営もしくは民間企業への委託により実施可能)
- 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

に区分けした。

表－ 39 補修実施体制の区分

記号	実施体制	補修工法	箇所数	備考
	内容			
①	MOTC で実施可能	置換工 (t=1.0m) 盛土工 (埋戻し) C-P、C-Box 延伸 路面排水溝 縦排水溝	26 箇所	工事の技術的内容、施工機械、資材の調達、工事費用などの点から MOTC にて独自で実施可能と判断した箇所。
②	ドナーによる 技術指導及び若干の 資機材提供が必要	盛土工 (安定化) を行う箇所	18 箇所	比較的盛土工 (安定化) の規模が大きく、工事の実施に際して工事用道路や仮設構造物、盛土の施工監理などの点で技術指導が必要と判断した箇所。
③	ドナーによる全面的な 協力が必要	置換工 (t=3.0m)、流路工、地すべり対策工等を行う箇所	3 箇所	工事規模が大きく、工事の施工手順、施工方法などの施工計画、工事中の現道切回し計画、工事費用などの点でドナーの全面的な協力が必要と判断した箇所。

表－ 40 補修実施体制一覧表

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			規模 ※5	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			盛土工 置換工	埋戻し 安定化	C-P C-B 延伸	排水溝 路面	縦排水 その他	①	②	③										
1	S1	DEP 23	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 C-Pφ1.5		○	○	○	◎	●	●	●	●	●				□		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		303+836	303+908	72	○	○	7.5	C-Pφ1.5		○			●	●			●	●			□			A	B	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	橋台背壁笠置化	
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	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	
						37	47						45	13	4	4	6	47	34	21	13	38	35	1	26	18	3		

## 詳細調査箇所

## ◆沈下要因記号説明

- ・A: 路床または路体の支持力不足
- ・B: 盛土の不安定(盛土内スベリ)
- ・C: 地すべり(切盛境界スベリ)
- ・D: その他

## ※5: ◆規模

- ・A: 大規模(道路通行止め)
- ・B: 中規模(片側通行止め)
- ・C: 小規模(走行可能)

## ※3: ◆沈下要因

- ・A: 路床または路体の支持力不足
- ・B: 盛土の不安定(盛土内スベリ破壊)
- ・C: 地すべり(切盛境界スベリ)
- ・D: その他

## ※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

## ※4: ◆補修実施体制記号説明

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

## ※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がAもう片方がBの場合
- ・C(優先度低) = A、B以外の場合

#### 5-1-4 概算工事費算出

概算工事費の算出に使用した単価は次の通り。

表－ 41 単価一覧

項目		単位	単価	
			内訳	単価※
置換工		m3	材料費（現地到着価格） 施工費（敷均・転圧）	15（\$）
盛土工	埋戻し	m3	材料費（現地到着価格） 施工費（敷均・転圧）	4.5（\$）
	安定化			
C-P,C-Box 延伸		m	C-P φ1.0m C-P φ1.5m C-P φ1.8m C-P φ2.0m C-Box 2.0*2.0 C-Box 2.5*2.5 C-Box 3.0*3.0	37（\$）
排水溝	路面排水溝	m	材料費（コンクリート） 施工費	17（\$）
	縦排水溝	m	集水マス 1箇所当たり （材料費，施工費） スクリーン 1箇所当たり （材料費，加工費） パイプ 1m当たり （材料費，敷設費） 縦排水溝 1m当たり （材料費，施工費） 排水溝ふた 1m当たり （材料費，施工費）	300（\$）
流路工(D45)		式	C-Box3.0*5.0, L=40m 基礎材（材料費，敷均，転圧）	250,000（\$）
舗装工(全箇所)		m2	アスファルト表層工 5cm アスファルト基層工 5cm アスファルト安定処理上層路盤工 15cm 粒状路盤工下層路盤工 25cm 計 50cm	19（\$）
舗装撤去工(全箇所)		m2	撤去工（厚さ t=50cm） 運搬費 廃材処理費	7（\$）

※単価はローカルコンサルタントから収集

表-42 概算工事費計算書

[illegible]

※補修実施体制

② ドナドナによる技術指導及び若干の資機材提供が必要(黄)

③ 卜士一に上る全面的な協力が必要(赤)



表-42 概算工事費計算書(2)

No.	調査番号	起点 (Kp)	終点 (Kp)	延長 (m)	排水溝				対渠工				補装工				概算金額合計		修繕実施体別※			摘要
					路面延長 (m)	概算金額 (\$)	縦排水 (箇所)	横排水 (箇所)	金額小計 (\$)	数量 (式)	概算金額 (\$)	数量 (m <sup>2</sup> )	概算金額 (\$)	数量 (m <sup>3</sup> )	概算金額 (\$)	①	②	③				
1	S1	290+752	290+993	25	0	0	2	600	600							21,300	□			洗掘		
2	D1	302+120	302+145	25	50	850	2	600	1,450			250	4,750	101	709	11,296	□					
3	D2	302+938	302+977	39	78	1,326	2	600	1,926			390	7,410	140	983	14,531	□					
4	D3	303+230	303+380	150	300	5,100	2	600	5,700	1	250,000	3000	57,000	608	4,253	640,687	□	□				
5	D4	303+420	303+505	85	170	2,890	1	300	3,190			1700	32,300	336	2,350	186,313	□	□				
6	D5	303+537	303+589	52	104	1,768	2	600	2,368			520	9,880	203	1,420	62,277	□					
7	D6	303+600	303+639	39	78	1,326	2	600	1,926			390	7,410	172	1,201	28,202	□					
8	D7	303+653	303+688	15	30	510	2	600	1,110			150	2,850	56	394	12,665	□					
9	D8	303+836	303+908	72	144	2,448	2	600	3,048			720	13,680	270	1,890	168,442	□					
10	D9	303+943	303+995	52	104	1,768	2	600	2,368			520	9,880	198	1,383	50,219	□					
11	D10	305+575	305+594	19	38	646	2	600	1,246			190	3,610	67	466	13,517	□					
12	D11	305+735	305+760	25	50	850	2	600	1,450			250	4,750	89	621	9,484	□					
13	D12	312+533	312+588	55	110	1,870	2	600	2,470			550	10,450	201	1,405	22,148	□					
14	D13	312+796	312+878	82	164	2,788	2	600	3,388			820	15,580	295	2,066	31,240	□					
15	D14	313+075	313+099	24	48	816	2	600	1,416			240	4,560	85	596	9,128	□					
16	D15	313+340	313+388	48	96	1,632	2	600	2,232			480	9,120	192	1,344	18,351	□					
17	D16	314+305	314+394	89	178	3,026	2	600	3,626			890	16,910	325	2,274	68,651	□			橋台背面空洞化		
18	D17	314+628	314+656	28	56	952	2	600	1,552			280	5,320	101	706	27,825	□					
19	D18	329+204	329+281	77	154	2,618	2	600	3,218			770	14,630	316	2,210	54,457	□					
20	D19	331+320	331+418	92	196	3,332	2	600	3,932			980	18,620	382	2,673	60,805	□					
21	D20	331+562	331+743	81	162	2,754	2	600	3,354			810	15,390	365	2,552	32,231	□					
22	D21	332+045	332+149	104	208	3,536	2	600	4,136			1040	19,760	416	2,912	39,288	□					
23	D22	333+474	333+510	36	72	1,224	2	600	1,824			360	6,840	148	1,033	14,125	□					
24	D23	333+548	333+624	76	152	2,584	2	600	3,184			760	14,440	312	2,181	30,953	□					
25	D24	335+722	335+756	34	68	1,156	2	600	1,756			340	6,460	156	1,095	14,003	□					
26	D25	335+916	336+010	94	188	3,196	2	600	3,796			940	17,860	442	3,093	138,969	□					
27	D26	339+401	339+461	60	120	2,040	2	600	2,640			600	11,400	225	1,575	22,365	□					
28	D27	339+589	339+613	24	48	816	2	600	1,416			240	4,560	98	689	10,517	□					
29	D28	341+548	341+570	22	44	748	2	600	1,348			220	4,180	89	624	8,825	□					
30	D29	341+681	341+719	38	76	1,292	2	600	1,892			380	7,220	152	1,064	16,086	□					
31	D30	341+904	341+959	55	110	1,870	2	600	2,470			550	10,450	226	1,579	22,614	□					
32	D31	342+044	342+147	103	206	3,502	2	600	4,102			1030	19,570	422	2,956	40,197	□					
33	D32	342+421	342+517	96	192	3,264	2	600	3,864			960	18,240	394	2,755	27,190	□					
34	D33	342+847	342+878	31	62	1,054	2	600	1,654			310	5,890	129	901	12,754	□					
35	D34	343+278	343+310	32	64	1,088	2	600	1,688			320	6,080	134	941	13,641	□					
36	D35	343+316	343+374	58	116	1,972	2	600	2,572			580	11,020	261	1,827	23,676	□					
37	D36	343+482	343+560	98	196	3,332	2	600	3,932			980	18,620	417	2,916	144,857	□					
38	D37	344+092	344+160	68	136	2,312	2	600	2,912			680	12,920	279	1,952	110,322	□					
39	D38	344+744	344+798	54	108	1,836	2	600	2,436			540	10,260	227	1,588	91,074	□					
40	D39	344+842	344+872	30	60	1,020	2	600	1,620			300	5,700	135	945	12,315	□					
41	D40	346+641	346+698	57	114	1,938	2	600	2,538			570	10,830	231	1,616	56,055	□					
42	S2	357+526	357+527	-	0	0	2	600	600			610	11,590	360	2,519	68,109	□			洗掘		
43	D41	359+712	359+773	61	122	2,074	1	300	2,374			610	11,590	360	2,519	68,109	□					
44	D42	365+413	365+434	21	42	714	2	600	1,314			210	3,990	76	529	8,101	□					
45	D43	366+759	366+820	61	122	2,074	2	600	2,674			610	11,590	250	1,751	23,518	□					
46	D44	382+957	383+125	45	90	1,530	2	600	2,130			450	8,550	160	1,118	16,591	□					
47	D45	404+535	404+683	148	135	2,295	1	300	2,595	2	500,000	1350	25,650	607	4,248	654,547	□	□		河川洗掘		
①/小計																485,201						
②/小計																1,452,112						
③/小計																1,491,547						
合計				38			35		115,037		750,000		547,770		75,889	3,428,859	26	18	3			

※ 補修実施体別

①: MOTCで実施可能(青)

②: ドナーによる技術指導及び若干の資機材提供が必要(黄)

③: ドナーによる全面的な協力が必要(赤)



#### 5-1-5 KP357+800 の補修計画

当該箇所は 2009 年に崩落したため蛇籠で補修されたが、その後も崩落箇所の緩みが深刻であり MOTC 関係者から補修工法の検討について依頼を受けたことから、補修工法について提案する。

##### (1) D3、D4 補修工法の選定

崩落箇所上部路面は、コンクリート製防護柵と舗装の間に亀裂が生じており（写真－66、67）、雨水が道路下及び蛇籠背面に浸入していると推測できる。これら雨水が蛇籠背面の土砂を洗い流す形で舗装路面下に空洞が生じ路面が沈下する可能性がある。



写真－ 64 崩落箇所 全景



写真－ 65 蛇籠補修状況



写真－ 66 崩落箇所上部路面  
路肩に亀裂が見られる



写真－ 67 路肩コンクリート製防護柵  
崖側に傾いている

##### (2) 補修の基本方針

蛇籠工法の特徴として大きな礫、石は落下を防止することができるが、砂など細かい土砂の落下、流出は防止することができない。道路下の盛土はそのほとんどが細かい土砂からできていることから、土砂の流出を防止しなければ路面の沈下、盛土の緩みは防ぐこと

ができないと考えられる。したがって、補修の考え方としては以下となる。

- ①上部路面からの雨水浸入を防止する。
- ②蛇籠を含むのり面全体を防水性の高い材料等で覆い、雨水の浸入を防止する。

以上2点が補修の基本となる。

### (3) 補修工法の提案

MOTC が独自に実施可能な補修工法として以下を提案する。

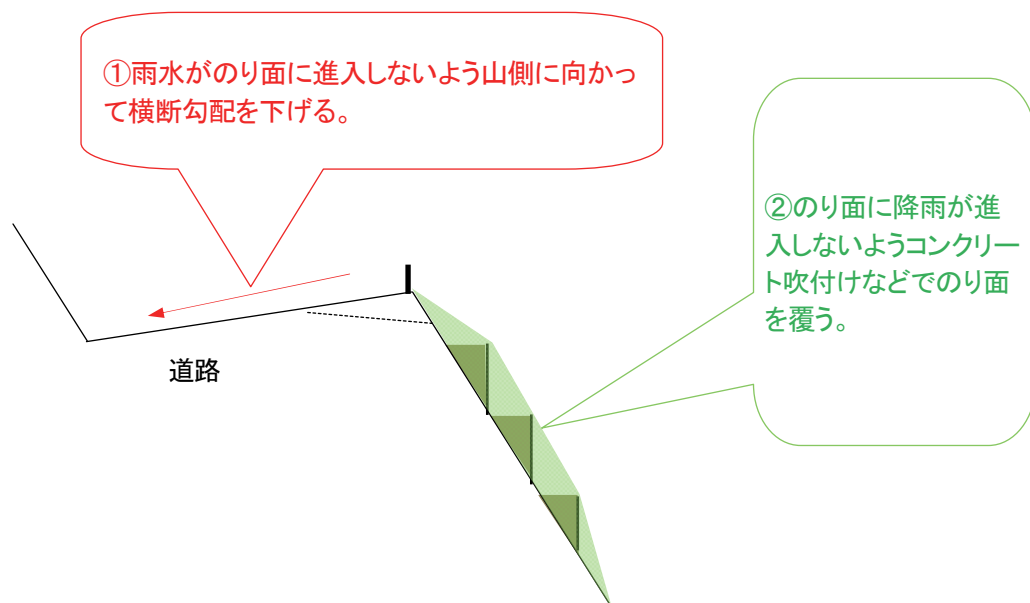
#### 1) 上部路面からの雨水浸入を防止する

上部路面からの雨水浸入を防止するため、現在破損している舗装路面の亀裂を防水性の高い材料（コンクリート、アスファルトなど）で充填する。また、今後、雨水が崩壊箇所に集中しないよう山側が低くなるよう横断勾配を変更する。

#### 2) のり面全体を防水性の高い材料で覆う

のり面への降雨が土砂を洗掘しないようにするため、のり面全体をコンクリート、モルタル吹きつけなどで被膜する。

また、コンクリート、モルタルなどはそのもの自体に重量があり、のり面に加重を加えることが可能となる、厚層吹付けなどにより植生を促すことでも防水効果、土砂流出防止効果は期待できる



図ー 28 補修工法 イメージ図