

島尻層群泥岩新里層分布地域における切土法面 の安定性に関する考察

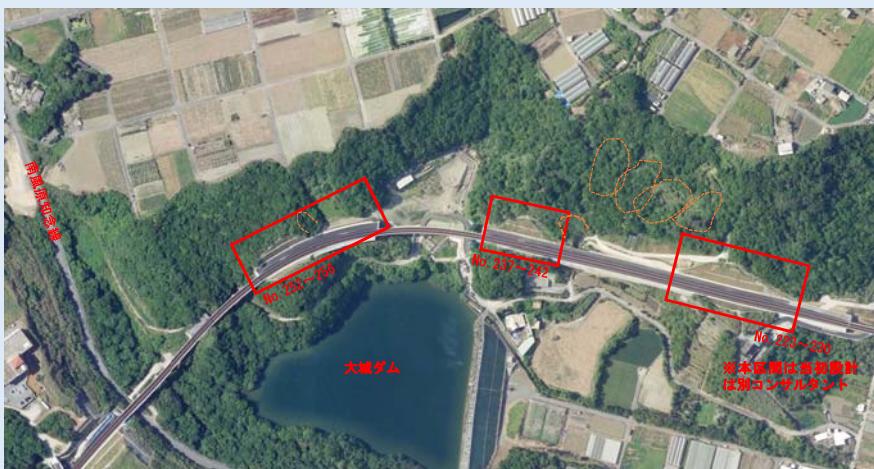
(株)南城技術開発 井上英将

2. 対象箇所

対象となる切土法面区間

- No.223～230区間[※当初設計は他コンサルタント]
- No.237～242区間
- No.252～256区間

農地地すべり区域 地すべり分布地



1. はじめに

南部東道路の内、現在暫定供用を行っている、大城ダム周辺区間は、切土、盛土、橋梁より構成される。大城工区内での切土区間は大きく3箇所あり、これら切土設計に弊社が関与している。これら3区間は切土前設計段階では、特に崩れのリスクの可能性が低い斜面として設計されていた。ただし、3区間の内、2区間で、切土工施工中に不安定性の顕在化、または崩れが発生した。

ここでは、切土後の表層の劣化、各種要因の相違による切土法面の安定性の相違について整理した。

3. 発表の流れ

- ① H24, 25年、当初設計時点での考え方、方針
- ② 切土後の法面表層のN値の変化
- ③ 切土法面の安定性への関与が考慮される地形の相違(素因)
- ④ 切土後の各法面の推移
- ⑤ 新里層地盤での切土法面で確認された不安定状況(または要因)
- ⑥ 参考計算(完全軟化強度を与えた地山が安定する勾配の試行計算)

①-(1) H24, 25年度、当初設計時点の考え方(推定)

(地質)

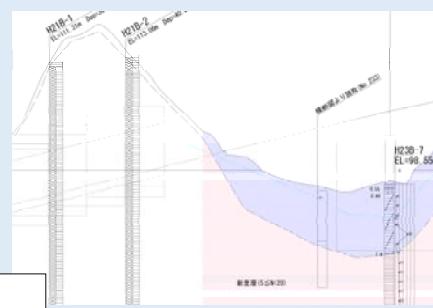
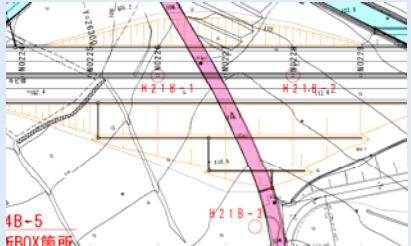
切土前の調査では、いずれの区間も新里層内ではN値5~10以上が確認された。

→地質的な不安定性要素はないものと判定

(地すべりとの関係)

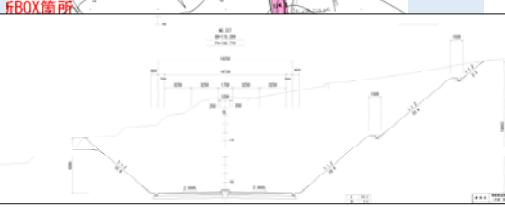
周辺では過去、地すべりが発生している。切土区間と重なる地すべりブロックは顕著には見られないものの、計画切土地の周辺には、地すべり～地すべり地形が分布する。

No. 223~230区間



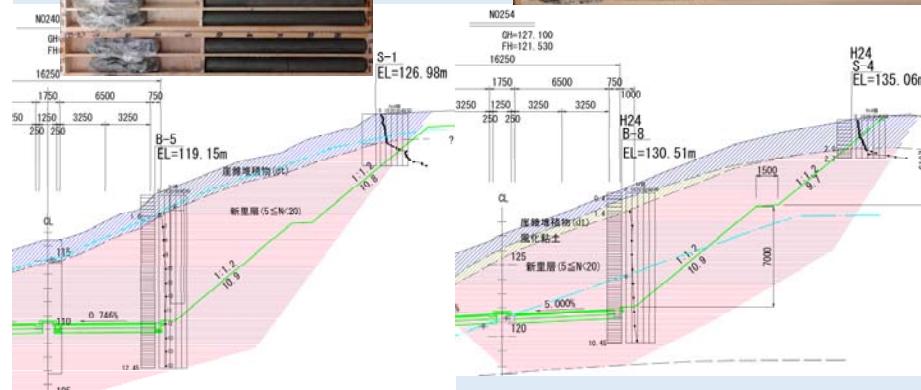
No. 223~230切土区間の設計時点の地質横断面なし。

既往データより“新里層5≤N<20”が分布するものと推察される。



- No.237~242区間
- No.252~256区間

新里層5≤N<20が分布、顕著な弱部なし



• No.237~242区間

• No.252~256区間



①-(2) H24, 25年度、当初設計時点の考え方

切土法面の安定評価方法、適用強度

・安定した地山の土質定数:ピーク強度(土質試験結果)

・ゆるみ領域の土質強度 :完全軟化強度

6-3 計画における品川駅周辺の土質定数		
古	90%確率範囲の三輪圧縮試験(C_U)を基準	$\phi=28^\circ$, $c=3 \text{ kN/m}^2$, $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
	新里土の安定限界は完全軟化強度を用いF=1.0以上を推奨	完全軟化強度 : $\phi=28^\circ$, $c=0 \text{ kN/m}^2$
★	90%確率範囲の三輪圧縮試験(C_U)を実験	$\phi=28^\circ$, $c=0 \text{ kN/m}^2$, $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
	地下水の基込み土への浸水を考慮して強度は見込まないとする	地下水の基込み土への浸水を考慮して強度は見込まないとする
★	(1) 新里層削除による切土構造物の土質定数	ゆるみ領域と比較着重いた地山に分けて土庄を算定する
	・安定した地山部の土質定数	安定した地山部の土質定数
	・ゆるみ領域の土質定数	ゆるみ領域の土質定数
	(2) 新里層削除による切土構造物の土質定数	完全軟化強度を適用し、F=1.0の安全度を確保
	・新里層の完全軟化強度(F=1.0)	試験値 : $c=0 \text{ kN/m}^2$, $\phi=29^\circ$ (22°) “0”的方は既往強度
	・新里層の完全軟化強度(代用強度)	試験値 : $c=0 \text{ kN/m}^2$, $\phi=28^\circ$ (22°) “0”的方は既往強度
	(3) 削除物基礎の支持力定数	各算定所の標準による
	・堆積土、ボックスカルバート等	

「第9回連絡会議資料」より引用

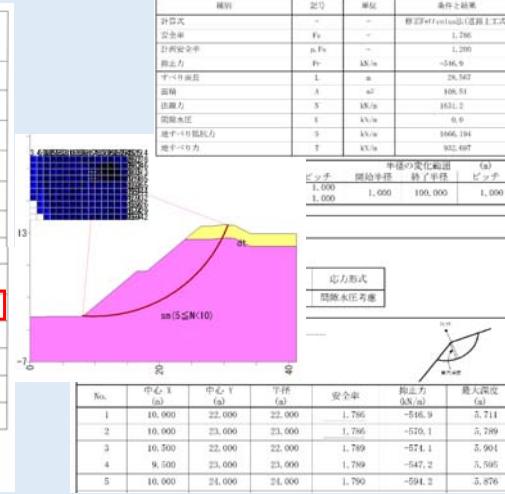
①-(3) H24, 25年度、当初設計時点での定量的評価

切土前調査ボーリングではゆるみ領域はないため、ピーク強度を利用し、繰り返し円弧計算を実施。島尻層群泥岩の標準勾配である1:1.2で安全率はFs>1.2となり、切土後法面は安全と評価される。

土質名	設計半径 (m)	内部摩擦角 (°)	載荷力 (kN/m²)	単位体積重量 (t/m³)	備考
沖積層粘土	2	30	82	18	
洪積層粘土	9	30	82	18	Terzaghi and Peck の標準式
砂質石炭岩	314	42	85	18	Terzaghi and Peck の標準式
泥炭風化粘土	4	30	83	18	Terzaghi and Peck の標準式
与那原層群泥岩 (強度部 N<20)	24	45 (46)	82 (100)	18	試験結果
与那原層群泥岩 (強度部 20~30)	34	45 (35)	82 (50)	18	試験結果
与那原層群泥岩 (新強度部 N<20)	51	40 (35)	82 (100)	18	試験結果
盛土	7	30	83	18	Terzaghi and Peck の標準式
新星層泥岩 (強度部 N<20)	9	30	82	18	試験結果
新星層泥岩 (強度部 20~30)	24	40 (25)	82 (27)	18	試験結果
新星層泥岩 (新強度部 N<20)	43	45	82	18	与那原層群の試験結果
盛土材料	82	8.4	82	16	90%締め
盛土材料 新強度	82	10.1	82	16	90%締め

※1 土性地より内部摩擦角θ=0とする。
※2 室内試験結果より。
※3 Terzaghi and Peckの式を用いて算定する。
※4 地盤改良工「道筋地盤改良」(昭和14年3月)付の土の単位体積重量より
※5 NEXCO「設計要領 第二集」(平成18年3月)P4-1 試験用地盤定数より

「第2回連絡会議資料」より引用



No.240測線: 繰り返し円弧計算結果(最小安全率円弧)

(参考)完全軟化強度を適用した場合

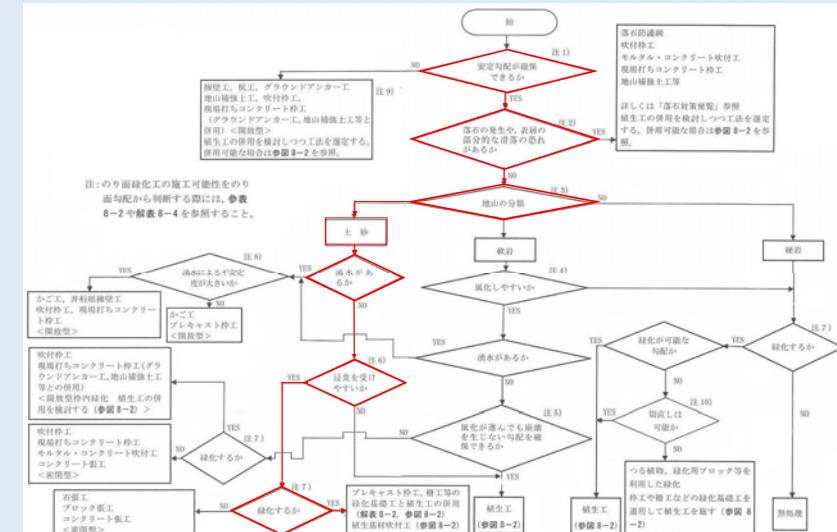
参考までにsm(5≤N<10)層に完全軟化強度を適用し、円弧計算を行うと、Fs<1.0の円弧が複数検出される。

完全軟化強度 c=0, φ=29°



①-(4) H24, 25年度、法面保護工の選定

安定計算の結果を考慮すると、対浸食性を踏まえた工法が選出される。

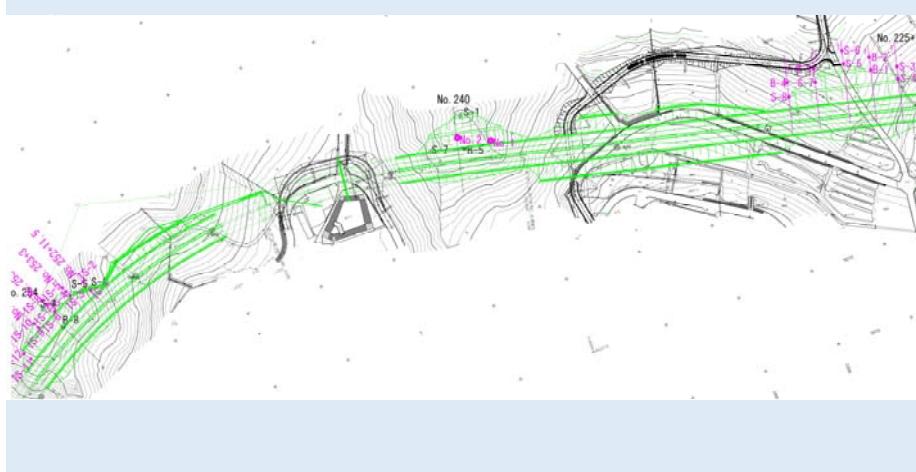


②切土後の法面のN値の変化

切土法面で不安定性の顕在化等あり、簡易動的コーン貫入試験を実施

■各区間での切土後～試験実施までの期間

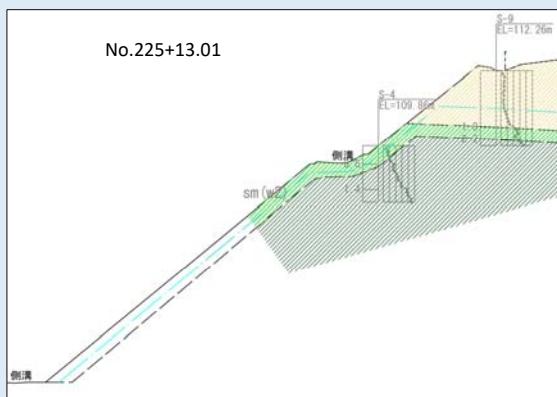
- ・No.223～230区間: 切土工直後(2～3か月後)
- ・No.237～242区間: 切土工後半年程度
- ・No.252～256区間: 切土工直後(2～3か月後)



○No.223～230区間:切土工直後(2～3か月後)

[深度0.6mまでN=1～4程度]

切土前N値5～10程度と推定され、1/2程度へ低下

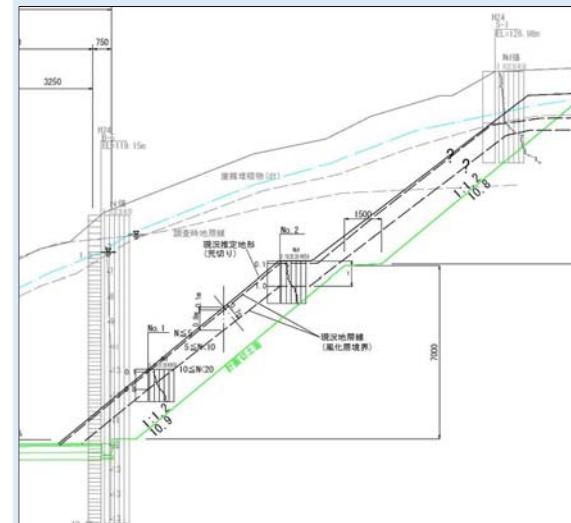


深度	Nd値	深度	換算N値
S-4	S-9	S-4	S-9
EL=		EL=	
0.1	1.7	0.1	1.7
0.2	2.3	0.2	2.3
0.3	2.3	0.3	2.3
0.4	3.3	0.4	3.3
0.5	4.0	0.5	4.0
0.6	6.7	0.6	6.7
0.7	6.3	0.7	6.3
0.8	5.7	0.8	5.7
0.9	7.0	0.9	7.0
1.0	8.0	1.0	8.0
1.1	8.0	1.1	8.0
1.2	8.7	1.2	8.7
1.3	8.7	1.3	8.7
1.4	12.7	1.4	12.7
1.5	12.7	1.5	12.7
1.6	13.3	1.6	13.3
1.7	15.0	1.7	15.0
1.8	15.0	1.8	15.0
1.9	8.3	1.9	8.3
2.0	8.0	2.0	8.0
2.1	7.7	2.1	7.7
2.2	10.0	2.2	10.0
2.3	11.0	2.3	11.0
2.4	12.0	2.4	12.0

○No.237～242区間:切土工後半年程度

[深度0.8mまでN=3～9程度]

切土前N値8～13程度と考えられ1/2～2/3程度低下

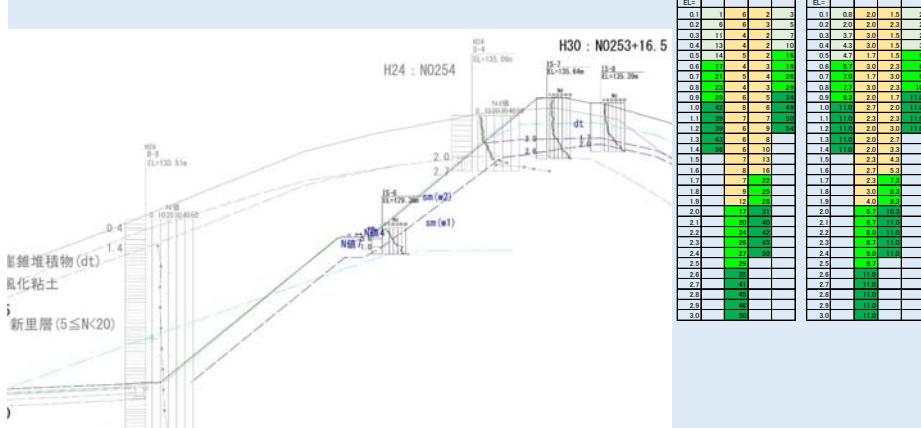


深度	No.1	No.2	深度	換算N値	N値
EL=			EL=		
0.1	9.0	6.0	0.1	4.8	3.7
0.2	10.0	14.0	0.2	5.1	6.5
0.3	12.0	11.0	0.3	5.8	5.4
0.4	14.0	13.0	0.4	6.5	6.1
0.5	13.0	12.0	0.5	6.1	5.8
0.6	18.0	15.0	0.6	7.1	6.8
0.7	19.0	14.0	0.7	8.2	6.5
0.8	22.0	16.0	0.8	9.2	7.1
0.9	27.0	19.0	0.9	10.9	8.2
1.0	30.0	23.0	1.0	11.9	9.5
1.1	33.0	28.0	1.1	12.9	11.2
1.2	32.0	28.0	1.2	12.6	11.2
1.3	35.0	30.0	1.3	13.6	11.9
1.4			1.4	32.0	12.6
1.5			1.5	32.0	12.6
1.6			1.6	32.0	12.6
1.7			1.7	34.0	13.3

○No.252～256区間:切土工直後(1～2か月後)

[深度0.8mまでN=1～5程度]

切土前N値10程度であり1/3～2/3まで低下



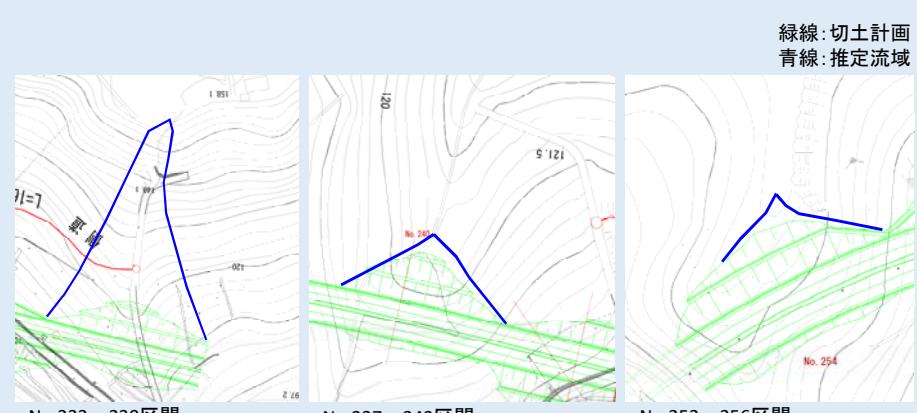
(把握される傾向)

切土後、島尻層群泥岩新里層の露頭面の表層0.5～1m以下のN値は1/2～2/3程度まで低下する。

③-(1) 切土法面の安定性への関与が考慮される地形の相違(素因)

それぞれの切土法面の安定性への寄与が考慮される事項

■切土法面の背後に流域を有するか否かの相違



「No.223～230区間」は切土地背後に流域を有すが、他の切土区間は背後に顯著な流域を有さない。

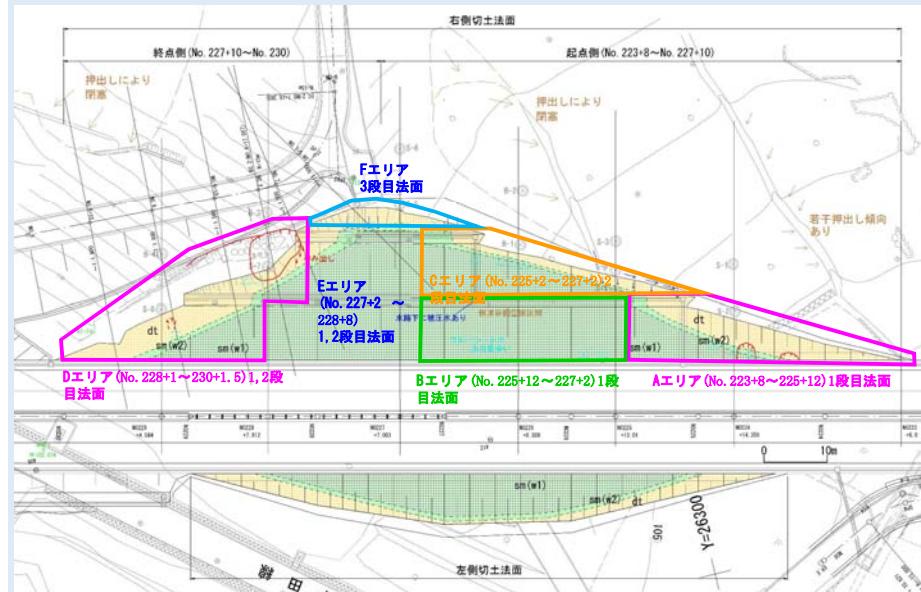
③-(2) 切土法面の近傍に地すべり地を有するか否かの相違

「No.223～230、237～242区間」間に複数の地すべりの分布が認められる。特にNo.223～230では背後斜面に地すべりブロックが近接している。



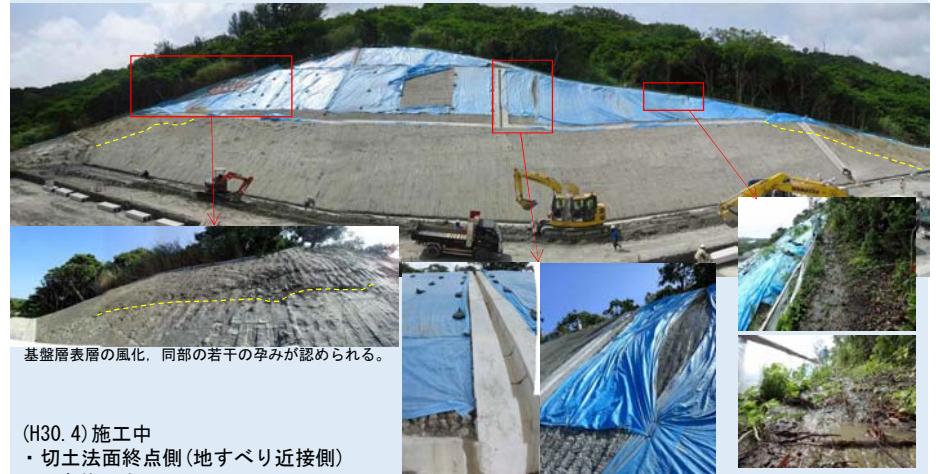
■No. 223～230区間

表層地質およびエリア区分。



④切土後の各法面の推移

■No. 223～230区間

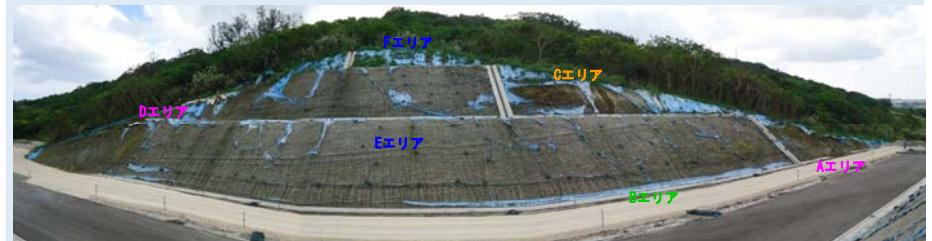


(H30. 4) 施工中

- ・切土法面終点側(地すべり近接側)で変状発生
- ・切土法面起点側(土側溝を有する側)で新里層法面、崖錐との地層境界より湧水を確認

土側溝の流末処理が当初設計でなされていない。用地買収範囲もぎりぎりであるため追加で流末処理工事が設置できない。

■No. 223～230区間



(H30. 10) 施工後(※台風でブルーシートが飛ばされている。)

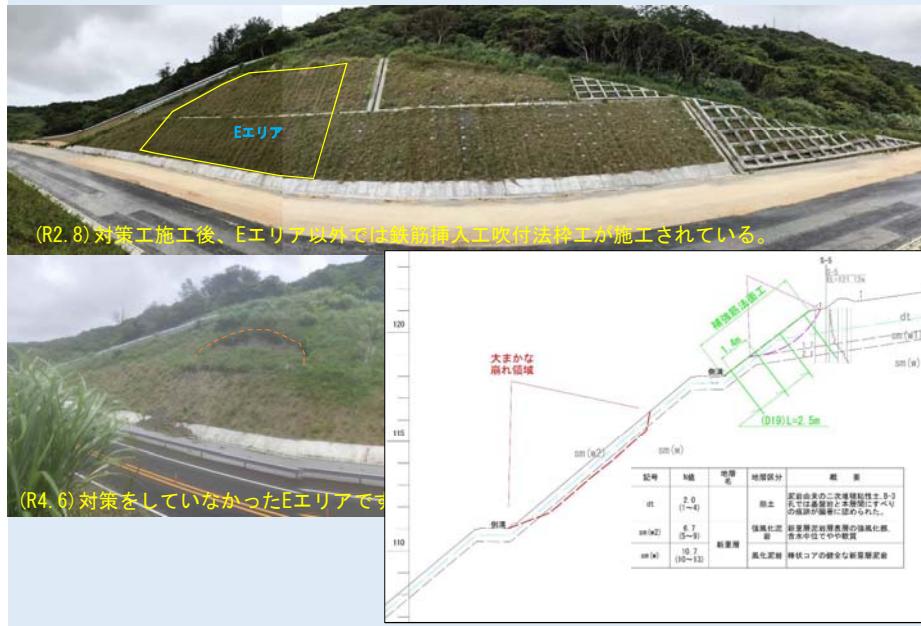
- ・新里層からの湧水が見られたCエリアで表層の褐色化が顕著
- ・崩れが発生したDエリアで地表水の流下跡が顕著
- ・相対的に安定性が高いと判断したEエリアでも縦水路下側で湿润した状況が認められる。

[対策工]

Aエリア：吹付法
B, C, D, Fエリア：鉄筋挿入工
Eエリア：植生マット工

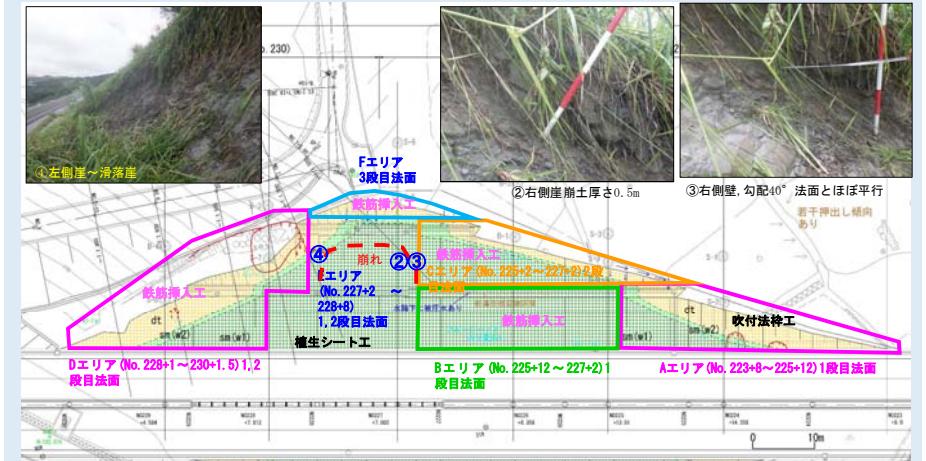


■No. 223～230区間

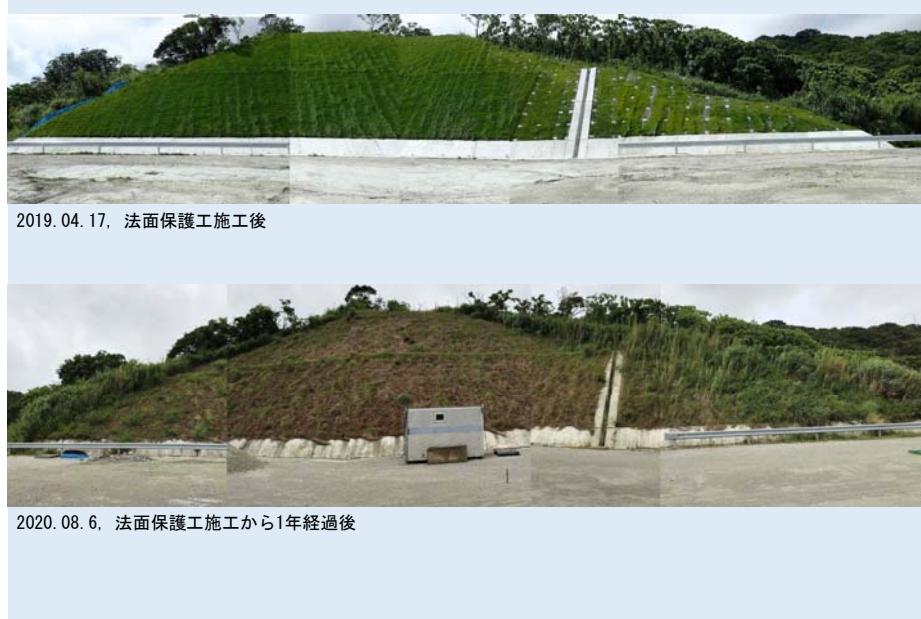


■No. 223～230区間

崩れの厚さは0.5m内外と推定される。(※サウンディング試験等は対策業務発生後実施予定)



■No. 237～242区間



■No. 237～242区間



2022. 6. 1 「No. 223～230区間」崩れ発生後、本法面では崩れに繋がるような顕著な不安定部は認められない。

■No. 252～256区間

2022. 6. 1 「No. 223～230区間」崩れ発生後、本法面では崩れに繋がるような顕著な不安定部は認められない。



2018. 10. 29. 法面整形後



2022. 6. 1 恐らく崩れていない

⑤新里層地盤での切土法面で確認された不安定状況(または要因)

1) 崖錐と基盤岩層境界での崩れ

→水みちとなっている。切土露頭面に現れた場合、崩れやすい箇所となる。
→ラウンディングまたは布団篠工等での置き換え。

2) 近傍に地すべりが分布する(地すべり発生場)

→特に切土面の境界付近に地すべり土塊が分布する可能性がある。

3) 背後に流域をかかえる

→表流水、表層水の流入が避けられない。切土前の基盤岩が健全であっても切土後表層が水みちとなり、劣化が進み易い。

※その他

4) 切土後、表層の0.5m程度は元のN値に対し2/3～1/2に低下する。
これに要因3)が加わると崩れの発生確率が高くなるものと推定される。



1), No. 237～242区間 撮影：2016. 03. 14.



撮影：2016. 08. 10
2016. 3月～8月で荒切り法面で崩れが拡大(豪雨)



1), No. 223～230区間



2018. 3月～7月崩れ発生(豪雨)