

一般国道10号鳥越トンネルの災害状況と対策について

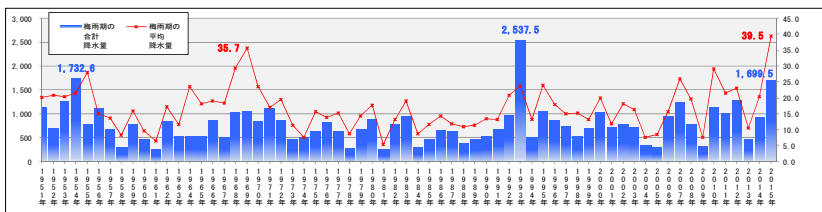
鹿児島国道事務所 管理第二課 ◎上原 良文
 ●西山 俊郎
 ○富山 達也

1, はじめに

平成27年の梅雨期は6月2日～7月14日であり、気象庁が1951年（昭和26年）以降“梅雨入り”と“梅雨明け”を発表してから至上3番目となる1,699.5mmを記録した。

鹿児島県では、この梅雨期に大小様々な災害が発生し、中には長期にわたり道路の通行止めや避難生活を余儀なくされた箇所も見られた。

九州南部における1951年以降の梅雨期降水量推移



平成27年梅雨期における主な災害発生箇所



6月10日発生 南さつま市坊津町 大規模地すべり



6月24日発生 垂水市深港 大規模土石流

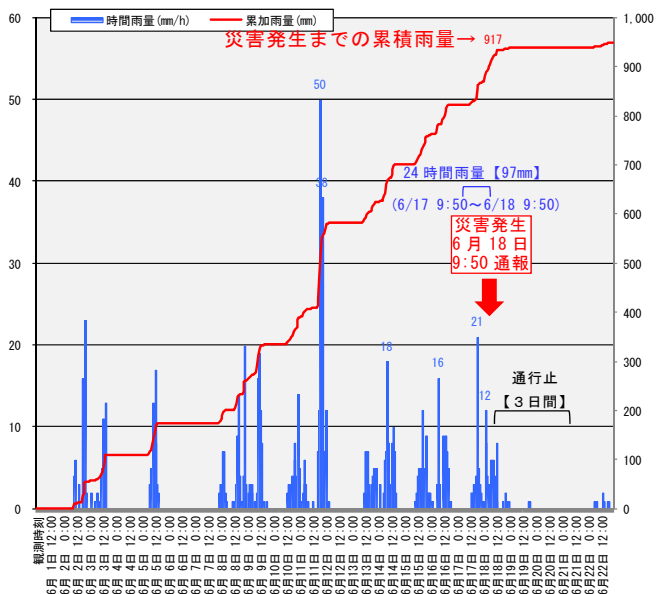
2, 災害の概要

2. 1, 災害発生時の降雨状況

停滞する梅雨前線の影響で雨が続く鹿児島県内は6月18日も雨が続き、国道10号鹿児島市竜ヶ水の雨量計にて6月2日の降り始めから18日の午前9時までの総雨量が917mmに上っていた。その中でも6月11日18時～19時の1時間に50mm/hを観測した。

この梅雨期をある新聞では「鹿児島県内の記録的な大雨は、太平洋高気圧の張り出しが弱く、梅雨前線が北上しないことが原因とみられる。似た傾向は『8・6水害』のあった1993年にも見られた。」と記事にしているほどであった。

6月2日降り始めから18日午前9時までの代表的な時間雨量と累加雨量



2. 2, 災害の発生内容と原因

被災した国道10号は、福岡県北九州市から鹿児島県鹿児島市を結び、大分県や宮崎県との産業・経済・文化の交流を支える総延長約490kmの主要幹線道路である。

被災箇所は、鹿児島市役所から約3km北西に位置する鹿児島県鹿児島市吉野町であり、県央部より鹿児島市街地部への入口に位置している。

平成27年6月17日(水)12:00頃から雨が降り始め、翌日2:00に最大時間雨量12mm/hを観測した。その後、翌18日(木)9:50に斜面崩壊発生の通報が鹿児島市消防局より入る。

トンネル坑口上部の斜面が崩壊したこと及び豪雨により更なる災害が予測されるため、10:25から全面通行止の措置を行った。

被災状況は、幅17m、法長30m、最大深さ1mの土砂等が斜面下の落石防護柵まで崩落した。崩壊量は約140m³と推定される。

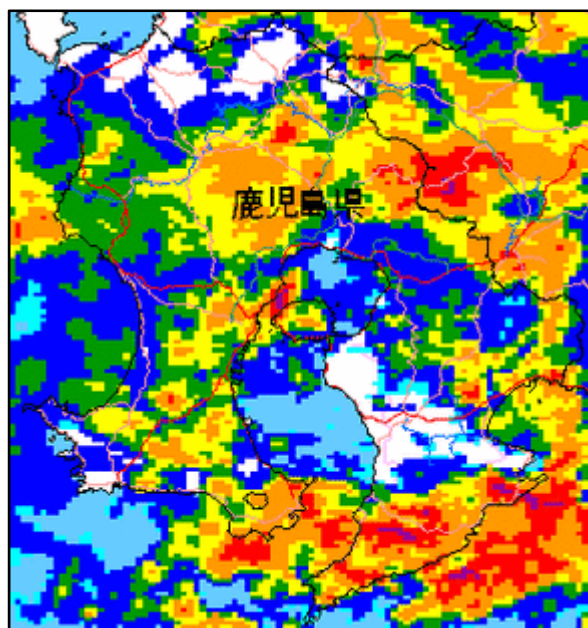
また、落石防護柵延長33.5mの被災を受け、特に土砂の直撃を受けた延長7.5mにおいては主柱の変形が著しかった。

地形・地質としては、盛土を含んだ表土層が1m程度分布し、その下位に未固結の軟質なシラス層が6~7m程度の厚さで、ほぼ水平に堆積している。そのシラス層に覆われるように、固結状の火山砕屑物が4~5m程度の厚さで水平に堆積しているが、この層は、透水性が非常に低い。

斜面上部は火山堆積物である特殊土壌のシラスであり、肥料分に乏しく降雨による浸食を受け易い土壌である。

斜面下部は溶結凝灰岩(吉野火砕流堆積物)で、節理の多い岩盤であり表面の風化が進行し亀裂が発達している。

平成27年6月18日 8:20時点雨量レーダー



被災箇所【全景】



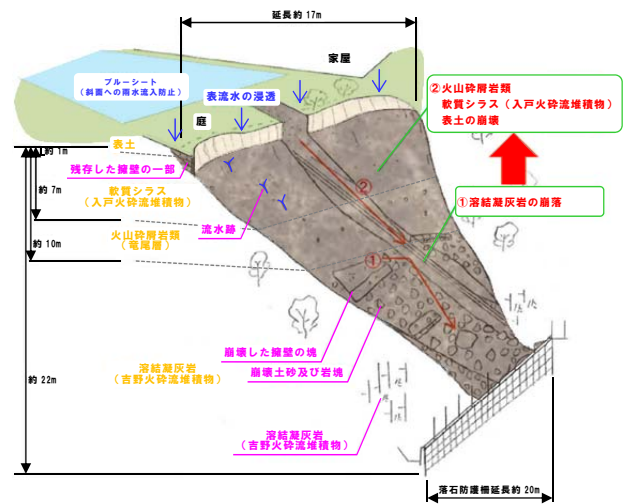
被災箇所【遠景】



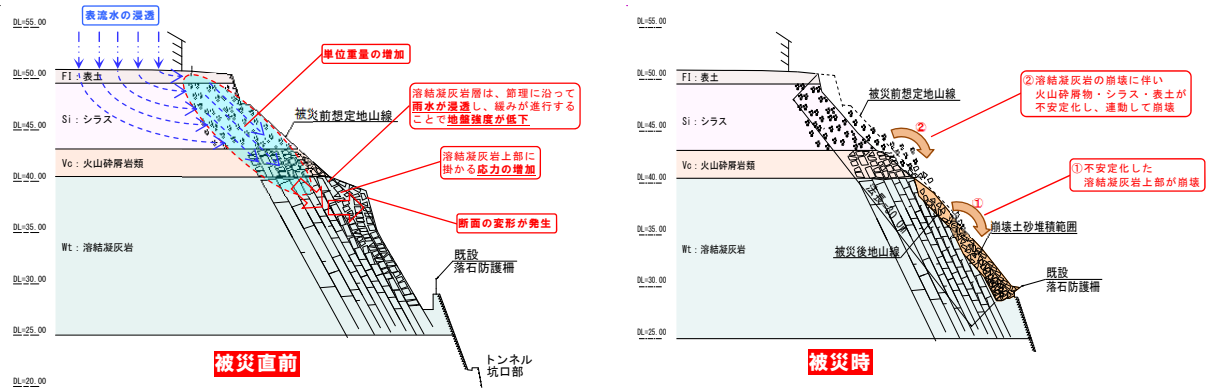
被災原因として、梅雨前線の先行雨量(1000mm程度)により地盤が緩み、土砂災害が発生し易い状態にあったこと、そこへ、最大24時間雨量94mm、最大時間雨量12mmの豪雨により、多量の浸透水がシラス層の単位体積重量を増加させ、節理の多い斜面脚部の溶結凝灰岩が不安定化し斜面脚部が崩壊、その上部に堆積するシラス層も崩壊が発生したものと推察される。

なお、TEC-DOCTORの所見では「累積雨量の急激な上昇箇所では災害が発生している事例が多い。」とあり、今回の被災と合致するものである。

崩壊メカニズム概念図(1)



崩壊メカニズム概念図(2)



2. 3, 被災箇所の応急復旧

時系列記録表(クロナロ)

月日	時分	情報・行動内容	備考
6月18日	9:50	鹿児島市消防局より事務所へ通報	
	10:25	全面通行止め開始	
	12:23	TEC-DOCTORによる現地診断	
	15:20	斜面上部平場部(宅地)へブルーシート敷設完了	
	15:30	簡易伸縮計設置	
	20:15	暫定応急復旧(防護柵嵩上げ)着手	
6月19日	1:00	暫定応急復旧(防護柵嵩上げ)完了	
	6:10	土木研究所 TEC-DOCTORによる現地診断(応急対策工法決定)	
	8:50	応急復旧作業着手 ラス+モルタル吹付	
	19:25	モルタル吹付完了	
6月20日	7:30	TEC-DOCTORによる現地診断【復旧内容確認】	
	18:25	H型鋼建込完了	
	20:40	仮設防護柵基礎コンクリート打設完了	
6月21日	5:30	仮設防護柵横木板設置完了	
	6:00	全面通行止め解除 ※約3日間の全面通行止め	
	7:20	TEC-DOCTORによる現地確認	

鹿児島市消防局の通報を受け、すぐさま現地の確認を行うとともに TEC-DOCTOR に現地診断を行ってもらうこととした。その結果、当面の処理として①斜面に水が入らないように宅地の庭全体にブルーシートを敷設すること。②宅地庭の水は県道側まで流すこと。③途中に柵があるが、浸透柵のため、県道側へ流すこと。の助言をいただき、発生当日の夕刻までに完了するとともに簡易伸縮計の設置を行った。また、既設の落石防護柵を利用し、高さ3m程度の仮設防護柵も翌日未明には設置完了とした。

翌19日は TEC-DOCTOR 並びに国立研究開発法人土木研究所 総括主任研究員に現地診断を行ってもらい①転石対策のため法面をネットで固め、モルタル吹付を行うことで良い。②既存の落石防護柵が大きく曲がっていた区間については、既設の山側に新たな仮設防



ブルーシート敷設状況



崩落土砂撤去状況

施工スペースが狭小=BH0.1m3を使用
作業中に転石落下の危険性アリ



仮設防護柵設置状況①

上げ底落石防護柵



仮設防護柵設置状況②

護柵を設置する。との助言をいただき19日8:50より応急復旧作業に着手、21日5:30に全ての作業完了、同6:00に約3日ぶりとなる全面通行止解除の運びとなった。

3、本復旧までの措置

今後の監視・モニタリングについて TEC-DOCTOR より
①伸縮計の計測は梅雨明けまでは実施する必要がある。
1mm以上または累積2mm以上の変位が見られたら現地を確認する。ただし、降雨時の現地確認は避けること。
②国道10号竜ヶ水地区の事前通行規制区間の条件を準用して鳥越トンネルも事前通行規制をすべき。との意見を踏まえ、以下の様な考え方を作成し了承が得られ、その考え方にに基づき措置を行っているところである。



モルタル吹付状況

落石防護柵嵩上げ

応急復旧完了

モルタル吹付

TEC-DOCTORによる
現地診断状況

仮設防護柵

助言・指摘どおりに
施工なされていることを確認

応急復旧後の鳥越トンネルでの今後の通行規制の考え方

下記①～③のいずれかに該当する場合、通行規制を行う

	通行規制の条件	解除の条件	解除条件に合致しない場合の対応
変位計 (斜面上の民地)	① 1mm/時または累積2mm以上を 観測した場合	TEC-DOCTORによる点検（吹付斜面のクラック 状況確認）を実施し、崩壊の恐れが無いと判 断した場合	TEC-DOCTORのアドバイスを頂きながら、対策 工を検討・実施
雨量計 (竜ヶ水もしくは 鹿児島)	② 連続雨量が200.0mm以上を観測 した場合	2mm/時以下が3時間続いた場合（0リセッ ト）であって、かつ、吹付斜面に新たなク ラックが発生していないことを目視で確認で きた場合	新たなクラックが見つかった場合、TEC- DOCTORによる点検（吹付斜面のクラック状況 確認）を実施し、崩壊の恐れがないかを判 断、もしくは対策工を検討・実施
	③ 直近7日間での総雨量が300 mm以上で、かつ時間雨量20mm 以上を観測した場合	雨が止み（2mm/時以下）、かつ、吹付斜面 に新たなクラックが発生していないことを目 視で確認できた場合	

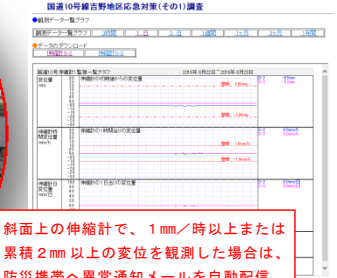
※上記の監視・点検体制を、当面の間実施するものとする。

伸縮計設置状況

警報装置

インターネットによる観測結果の配信

ちなみに、応急復旧完了以降は上述の“考え方”に基づく条件の超過は無く、通行止は行っていない。



斜面上の伸縮計で、1mm/時以上または
累積2mm以上の変位を観測した場合は、
防災携帯へ異常通知メールを自動配信

4. 本復旧の対策

4. 1, 対策範囲の決定

本復旧の対策検討に先立ち、地質調査にて土質条件等の整理を行った。調査ボーリングの結果から、崩壊箇所は溶結凝灰岩の上位に二次シラスの分布が確認され、この二次シラスは指圧で押しつぶすことができるほど軟質な箇所も認められるなど、土塊が飽和状態になりやすいと考えられる。

また、現地踏査では溶結凝灰岩の急崖や露頭が見られ、落石の発生源となりやすいことも確認されている。

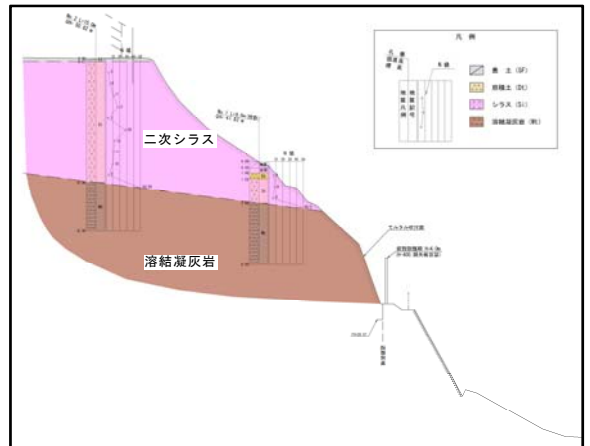
このことから、①既設落石防護柵の効果はあるか。②崩壊が発生した場合、国道まで到達するか。について検証を行い、A①防護柵効果外の範囲に不安定な石があること。A②崩壊した場合は到達すること。が想定されたため、その範囲を崩壊及び落石対策を行うこととした。ただし、対策工が必要な落石は崩壊範囲内のため、崩壊対策で対応できると判断する。

4. 2, 対策区域の設定

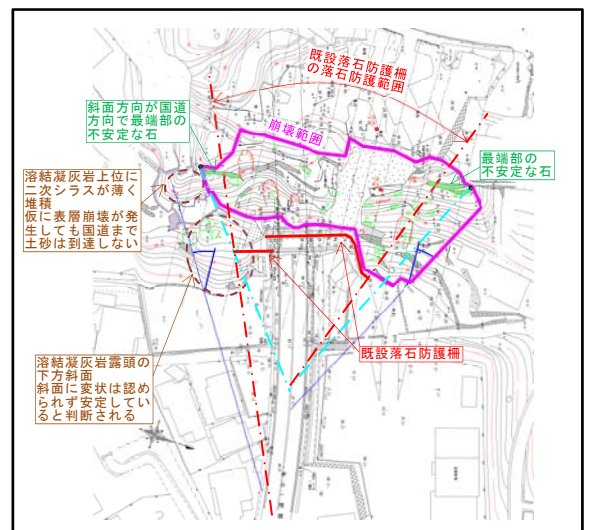
崩壊箇所の南側斜面上方には岩盤の急崖があり、急崖直下の平場に落石が堆積している。崩壊箇所南側斜面で切土を行うと、急崖直下の平場を切土することとなり、急崖から落石が発生した場合、平場が切土で無くなることによって、斜面下方（国道）へ落石が発生する可能性がでてくる。そのため、崩壊箇所南側斜面で切土工は採用しない。

崩壊発生箇所及び崩北側斜面は家屋を移転させた場合、切土することは可能であることから、切土工を家屋移転を条件として工法比較を行う。

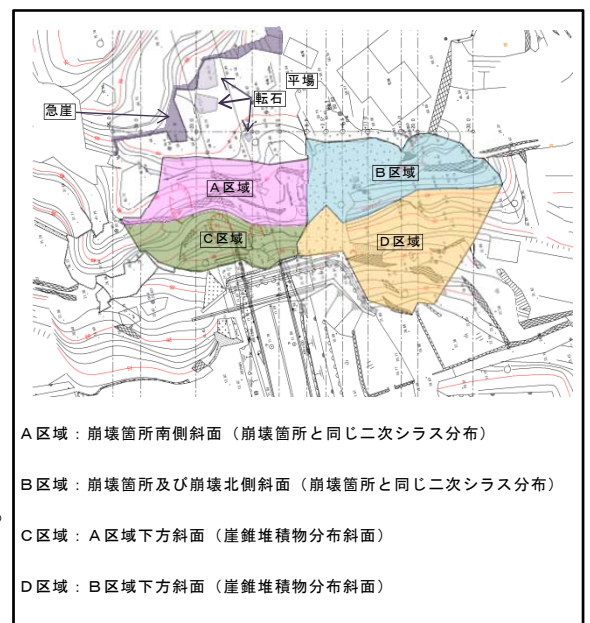
上記のように場所によって、採用できる工法が変わるため、区域分けを行い工法検討を行うこととした。



地質横断面図



落石防護範囲の確認と崩壊範囲の照査



区域分け範囲図

A 区域：崩壊箇所南側斜面（崩壊箇所と同じ二次シラス分布）

B 区域：崩壊箇所及び崩壊北側斜面（崩壊箇所と同じ二次シラス分布）

C 区域：A 区域下方斜面（崖錐堆積物分布斜面）

D 区域：B 区域下方斜面（崖錐堆積物分布斜面）

4. 3, 対策工法の検討

現地の地形・地質等を検証し対策区域を設定、その区域ごとの対策内容は以下のとおりとした。

【A区域】

A区域は急崖からの落石が斜面下方に落下しないように平場は残し、崩壊箇所と同じ二次シラスの崩壊を防止するために、吹付法砕工と鉄筋挿入工を配置する。(表層崩壊規模は吹付法砕工のみでは抑止できない。)

なお、鳥越トンネル起点側坑口斜面は保安林に指定されていることから、緑化を考慮した対策工法とし、砕内には植生基材吹付を行う。(A～D区域共通)

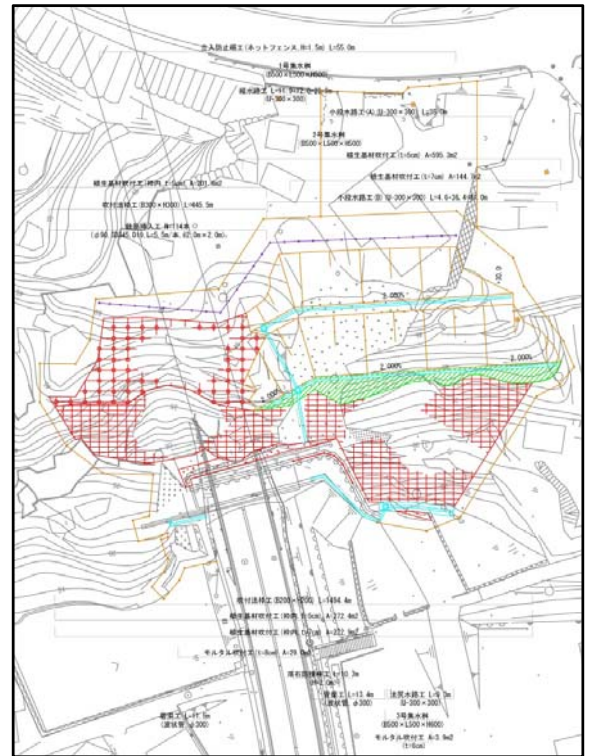
【B区域】

B区域は崩壊の拡大防止及び崩壊南側斜面の崩壊防止として、勾配1:1.2で切土を行い不安定な土塊を除去する。切土法面には植生基材吹付工を行う。

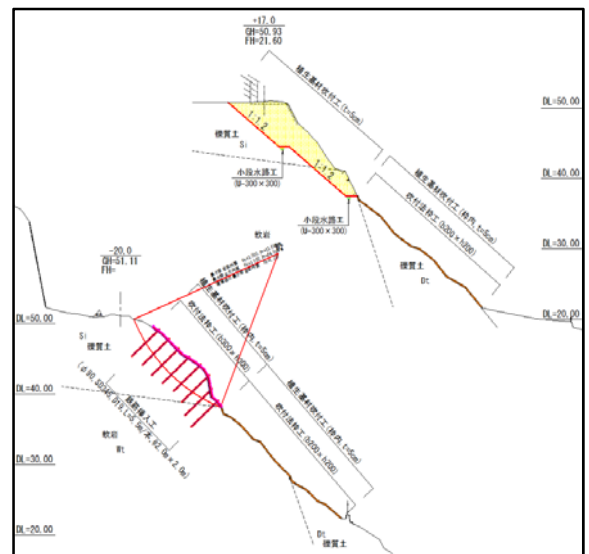
崩壊箇所上部の家屋は移転が必要となる。

【C・D区域】

C・D区域は表層崩壊防止として吹付法砕工で表層崩壊及び落石を防止する。砕内には植生基材吹付を行う。



計画平面図



代表的な断面図

5, まとめ

今回の災害は、近年まれに見る降雨により土壌に雨水が浸透、単位体積重量が増加し不安定化したため崩壊したものであった。

全面通行止を開始してから解放までの約3日間に災害協定協力業者、TEC-DOCTOR、土木研究所総括主任研究員等様々な方々に協力を頂き、感謝するとともに、早期に本復旧が完了できるよう努力するものである。