

一般国道 191 号道路法面崩壊検討会 資料

平成 30 年 6 月

撮影日時：2018 年 6 月 7 日 9 時頃

# 1. 法面崩壊の概要

安芸太田町津浪の一般国道191号で、6月6日（水）の夜19時50分頃、法面崩壊が発生し、崩土に巻き込まれた車が、太田川に転落する事故で1名の方が亡くなりました。

同国道は、同日20時から通行止めとなっている。

## 1.1 路線概要

一般国道191号は、島根県益田市から西中国山地を越え広島市に至る路線で、陰陽を結ぶ広域の経済活動や、四季を通じた観光道路としての機能を持ち、さらには地域住民の生活基盤に密着した広域幹線道路であり、また災害時の緊急輸送道路として位置づけられている重要な路線である。

更には、当該路線は広島市近郊と芸北地域の物資の輸送には欠かせない物流機能を保持し、また、通勤、通学で利用されることはもとより、バス路線でもあることから日常生活には欠かせない地域密着道路でもある。

道路規格は第3種第3級、片側1車線の信号のない区間が連続しており、交通量は4,300台/日（H27センサスデータ）である。

当該箇所を主な工事履歴としては、確認できる限りにおいて、昭和56年(1981年)頃1車線から2車線への道路拡幅改良工事を施工しており、平成13年(2001年)に当該斜面上部に法面対策工（ロープ伏工等）を実施している。なお、平成20年には、当該斜面の下流側斜面において、ロックネット工を施工している。また、平成30年(2018年)には、当該斜面において、モルタル吹付工による修繕工事、一部ロックネット取替えを行っている。



図 1-1 調査地周辺の地形図（地理院地図ウェブサイト）

## 1.2 崩壊斜面の地形特性

当該地周辺の地形は、標高400m以上の大起伏山地が連なり、山地の谷間を縫うように太田川が蛇行しながら南方向に流下している。

当該地は太田川攻撃斜面にあたり、長年の河川侵食により道路面から約200mの高さまでは図1-4にみられるように急峻な地形を呈している。

次に、空中写真（地理院ホーム：地図・空中写真閲覧サービス、昭和50年撮影、CGC748）を見ると一般国道191号の直線区間に沿うように北東-南西方向の明瞭なリニアメントが認められ、このリニアメントに沿って急勾配斜面が連続している。（図1-3参照）。

さらに、当該地の背後斜面には、北北東から南南西方向に延びる直線的な谷が複数存在しており、これらの谷は、断層の存在を推察させる直線状の地形を呈したリニアメントが確認される（写真1-1参照）。



図 1-2 当該箇所付近道路台帳附図



図 1-3 調査地周辺の空中写真  
（地図・空中写真閲覧サービス CCG748C9A10  
（昭和50年4月7日撮影）を引用）

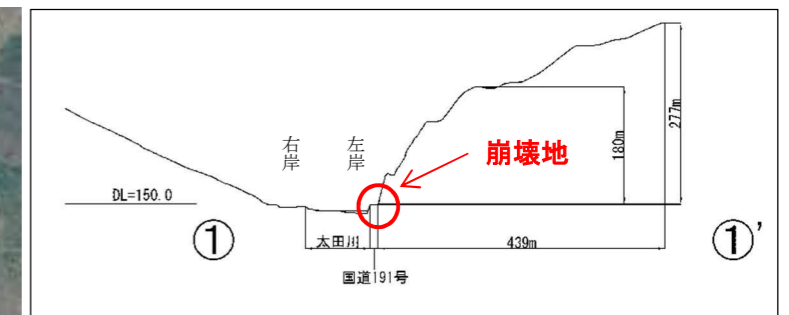


図 1-4 法面崩壊箇所およびその下流側の横断面図



写真 1-1 背後斜面状況

### 1.3 崩壊斜面の地質特性

当該地周辺の地質は、中生代ジュラ紀の堆積岩類および白亜紀の広島花崗岩類を基盤岩とし、これらを完新世（沖積世）の未固結堆積物である沖積層（a）が被覆している。

当該地におけるジュラ紀の堆積岩類は、泥質岩、層状チャートを主体とする玖珂層群に区分される地層である。

当該地斜面は、珪化作用により硬質となることが予想される玖珂層群相当層と広島花崗岩の貫入接触部の地質境界に位置している。また、崩壊した花崗岩の岩相は、細粒の基質に石英・カリ長石・黒雲母の斑晶が点在する細粒の黒雲母アプライト質花崗岩であると考えられる。この花崗岩の特徴としては、風化に強くマサ化しにくく、割れ目が発生しやすい（図1-5参照）。

なお、当該地で確認された黒雲母アプライト質花崗岩は、比較的硬質（写真1-2）であるが、岩片には線状亀裂が見られた（写真1-3）。現地の崩壊面で計測した節理面は、写真1-4に着色した3方向①、②、③が確認された。

①N60E\_48N ②N8E\_85W ③N58E\_80E この3方向の節理面は斜面に対して「流れ盤」となる。



（写真1-4：節理面は斜面に対して「流れ盤」となる。）

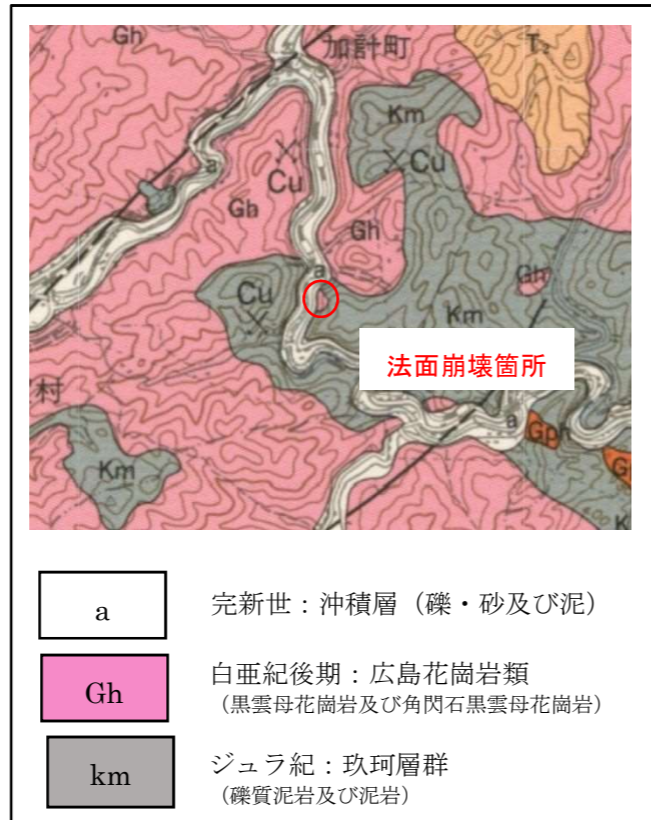


図1-5 調査地周辺の地質図  
（地質調査所発行 20 万分の 1 地質図幅「広島」(1986) より引用）



撮影日時：2018年6月7日8時頃  
（写真1-2：黒雲母花崗岩類）



撮影日時：2018年6月7日8時頃  
（写真1-3：線上亀裂状況）

### 1.4 崩壊地の植生状況

#### (1) 周辺植生

「現存植生図」において当該地周辺植生は、尾根部にコバノミツバツツジ-アカマツ群集、スギ・ヒノキ・サワラ植林及びコナラ群落広がっている（図1-6）。

#### (2) 崩壊地法面周辺の植生

当該地及びその周辺は伐跡群落であり（図1-6）、裸地に侵入して定着する先駆性植物のアカマツ、ヌルデ、アカメガシワや常緑広葉樹のアラカシ等が繁茂している状況であった。さらに、つる性のフジ、ツルウメモドキ、テイカカズラ等が繁茂し、そのほかツブラジイ等の常緑広葉樹も点在してみられた。

主にみられたヌルデ、アカメガシワ、フジ等は、小～大径根が地表部を横走しているものと考えられる。

#### (3) 崩壊箇所の植生根の確認

当該地では、枯れたアカマツやヌルデ（先駆性植物）、コバノミツバツツジ（落葉広葉樹）の生育を確認した（写真1-5）。

垂下根の発達しているアカマツは枯れており、コバノミツバツツジやヌルデは主に水平根が発達していることから、根系は主に表層部に広がっていたものと考えられる。

しかし、当該箇所の崩壊土の中の状況を確認したところ、樹木が確認されず、法面崩壊に起因する樹木根も確認できなかった。



図-1-6 現存植生図（昭和57年発行 環境庁）



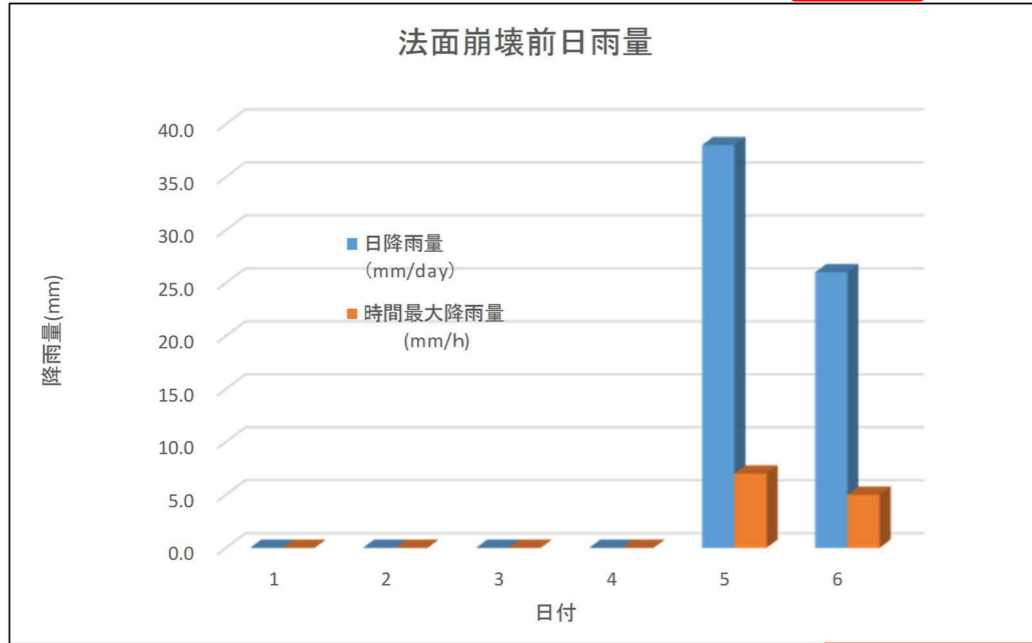
写真1-5 崩壊地の植生  
（平成30年6月12日撮影）

### 1.5 法面崩壊前の気象状況

法面崩壊前日（6/5）雨量は時間最大7.0mmで日雨量は38mm，6/6の日雨量は26mmとなり累加降雨量64mmである。（6/5，17時～6/6，15時）

①法面崩壊発生（平成30年6月6日）前の降雨状況

中ノ原	6						
	日	1	2	3	4	5	6
日降雨量 (mm/day)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0	26.0
時間最大降雨量 (mm/h)	***	***	***	***	***	7.0	5.0



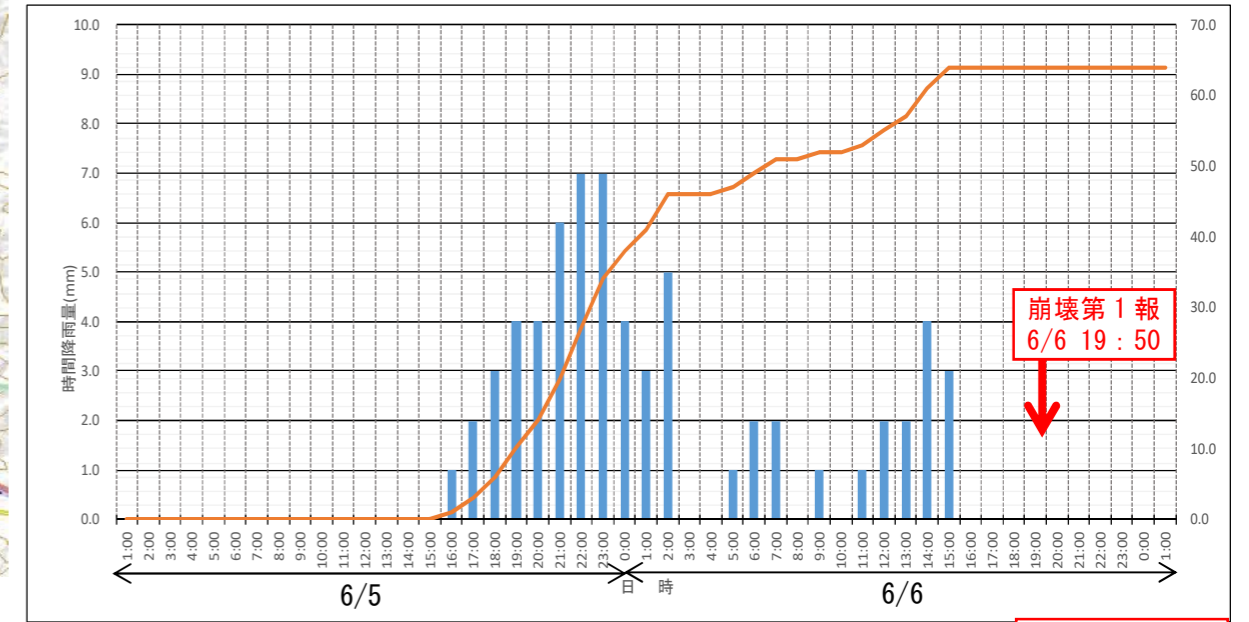
中ノ原雨量観測所（広島県）



図 1-7 観測所位置図

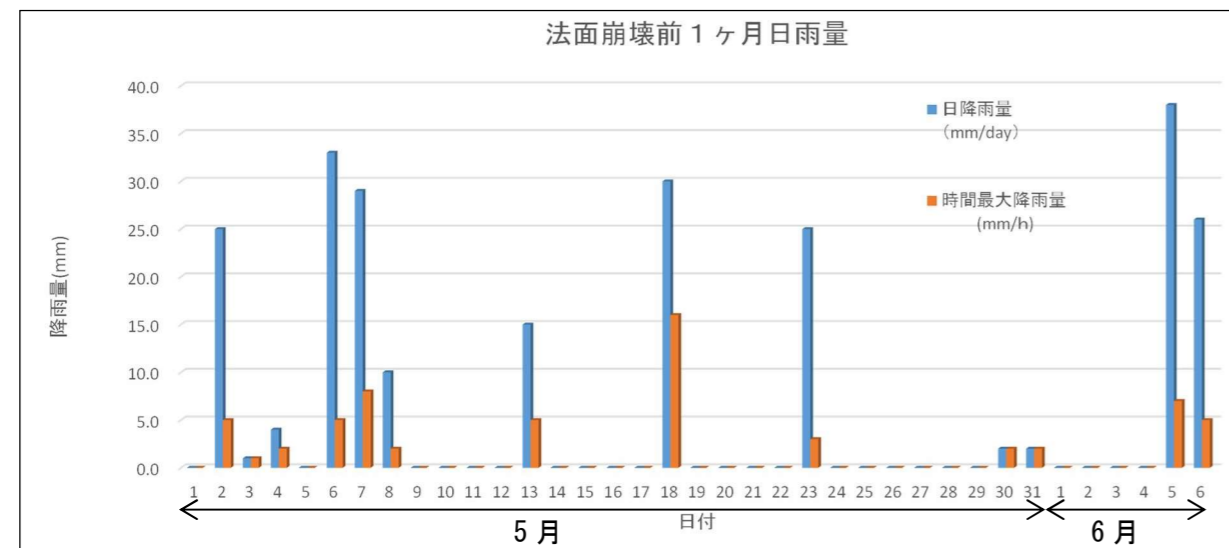
③法面崩壊発生（平成30年6月6日）前の降雨状況

時刻	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	6.0	7.0	7.0	4.0
6	3.0	5.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0	0.0	1.0	0.0	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



中ノ原雨量観測所（広島県）

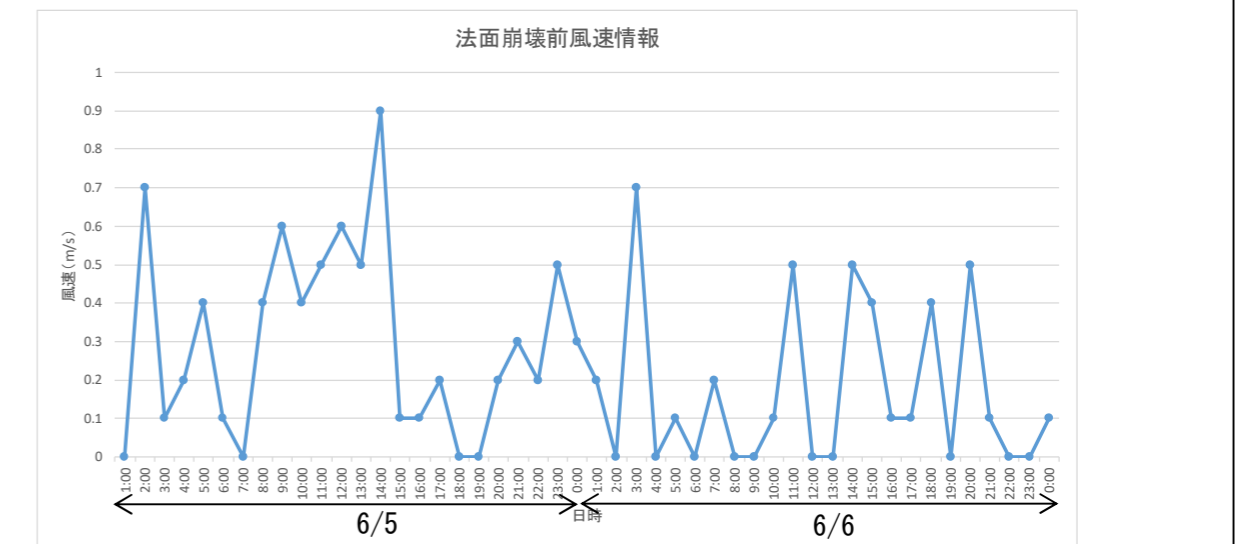
②法面崩壊発生（平成30年6月6日）前の降雨状況



中ノ原雨量観測所（広島県）

④法面崩壊発生（平成30年6月6日）前の風速状況

時刻	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
5	0.0	0.7	0.1	0.2	0.4	0.1	0.0	0.4	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.9	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3
6	0.2	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.5	0.4	0.1	0.1	0.4	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1



加計観測所（気象庁）

## 2. 崩壊の発生機構

### 2.1 崩壊斜面の道路対応状況

当該箇所は、平成16年度に異常気象時の通行規制区間（自：山県郡安芸太田町大字津浪字本郷 至：山県郡安芸太田町大字穴字澄合）に指定されており、安芸太田支所観測所において、60分雨量40mm、24時間雨量120mm以上を観測すると通行止めの交通規制を行う区間内である。

また、平成29年4月に公表を行った「走行注意区間※」では、落石や道路法面崩壊が発生する可能性がやや高いと想定される「走行注意レベルⅢ」に該当している。

当該崩壊斜面の対策工としては、モルタル吹付工及び覆式ロックネット工が施工済み（施工時期不明）であった。

法面点検は、平成26年1月に、斜面状況を確認する現地踏査を実施しており、直近では、平成28年1月に実施している。平成28年1月の点検評価の所見としては、「ロックネット工の背後やのり尻付近に顕著な落石の堆積は認められないが、対象斜面は長大切土のり面及び花崗岩の急崖からなる自然斜面であり、引き続き経過を観察する必要がある」としている。一方、対策工（モルタル吹付工及びロックネット等）には「問題となる変状は認められない」とされている。

また、当該崩壊斜面では、平成30年5月11日（金）に道路利用者からの情報提供により、安芸太田支所職員が現地調査を実施し、モルタル吹付剥離箇所が2箇所存在、それに伴う覆式ロックネット下部の損傷1箇所を確認した。

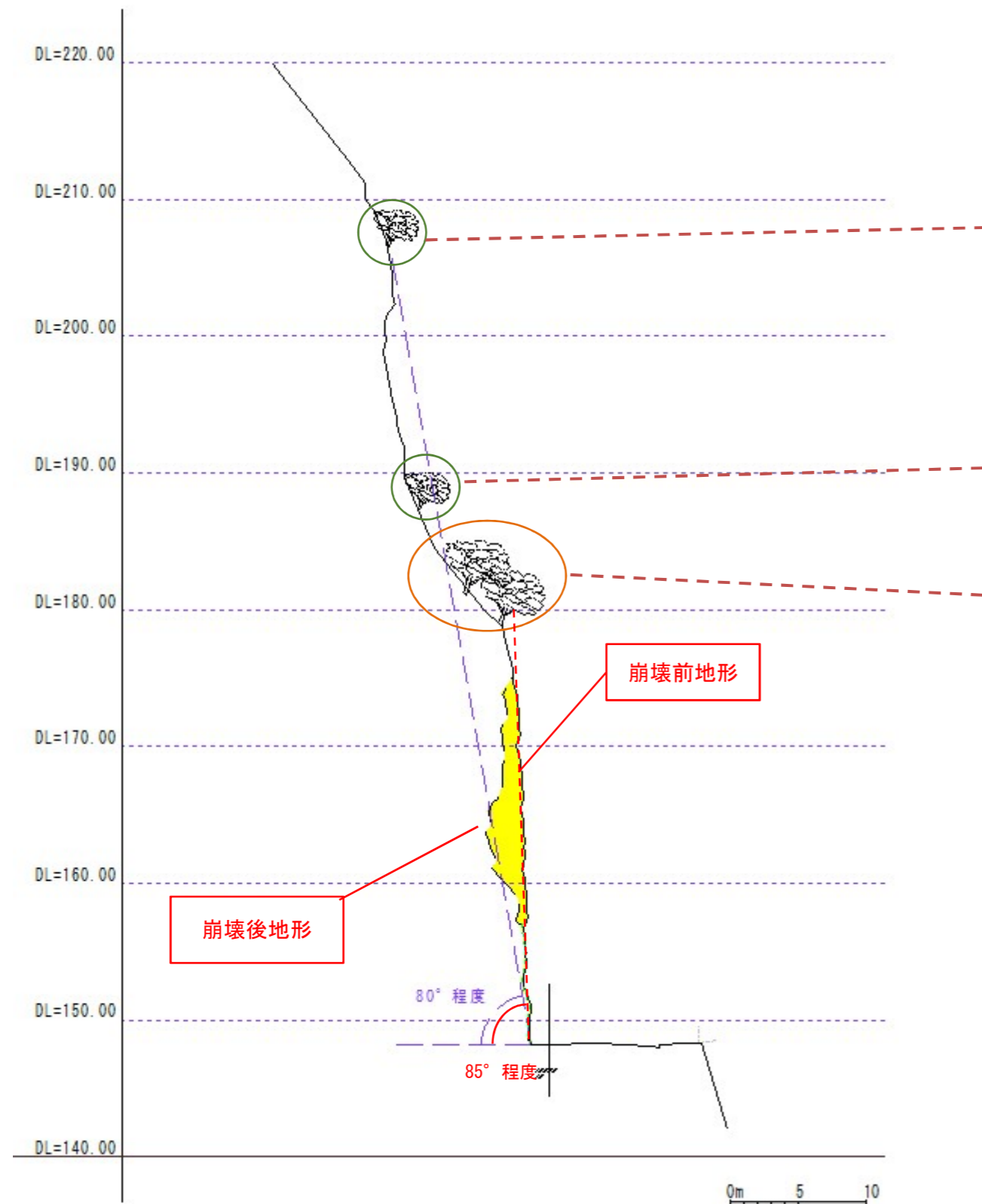
モルタル剥離後の地山面には、湧水はなく、地山が安定していることから、5月17日（木）にモルタル吹付による補修を行った。また、吹付け補修時に撤去した覆式ロックネット部分及び、覆式ロックネット下部の損傷部分については、取り換えを行った。

道路パトロールについては、全路線を対象として、委託業者により週1回実施しており、当該箇所については、崩落直前では、6月6日の13時40分頃実施しており、「異常なし」との報告があった。

※ 落石やがけ崩れの発生するおそれがある区間を4段階で評価し、走行注意区間として設定

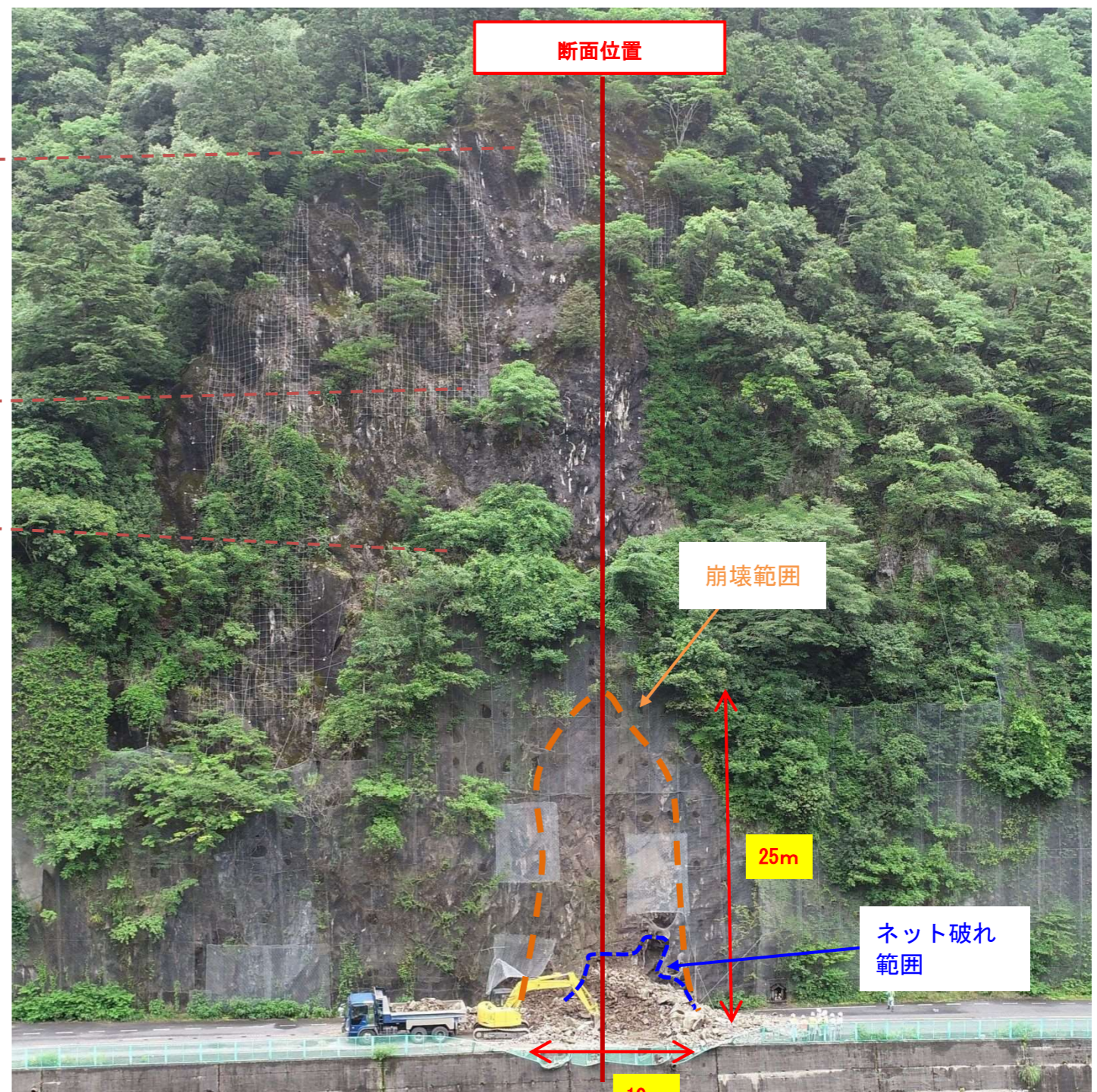


## 2.2 崩壊までの推定プロセス



※本断面図の崩壊後地形は、右写真の断面図位置における実測地形であり、崩壊前地形は近接断面を用いている。

※斜面全体勾配は 80° 程度、斜面崩壊部の勾配は 85° 程度である。



撮影日時：2018年6月7日9時頃

写真 2-6

岩盤中に発達した亀裂を通じて、後背地からの浸透水などが岩盤内に流入した。これは、写真2-7に示すように、崩壊頭部付近の崩壊面が湿っていること、崩壊した岩塊の表面が酸化していることなどから地下水位の上下動により乾湿が繰り返されていた証拠であるといえる。

亀裂の多い岩盤斜面であるため、年月の経過と共に不安定化が進み、最大崩壊深さ2m程度の緩みが進行していた写真2-8。そこに降雨が引き金となって、流れ盤方向に卓越する亀裂面の上を滑り落ちる「すべり崩壊」が発生した。

不安定化した岩盤斜面では、複数の岩塊がバランスを失ったため、覆式ロックネット内側の崖面上を滑り落ち、斜面の末端部へ落下した。その崩壊量、既設の覆式ロックネットの許容量（容量・応力）を超えたため、覆式ロックネット末端から道路へ流出した。（240 m<sup>3</sup>）

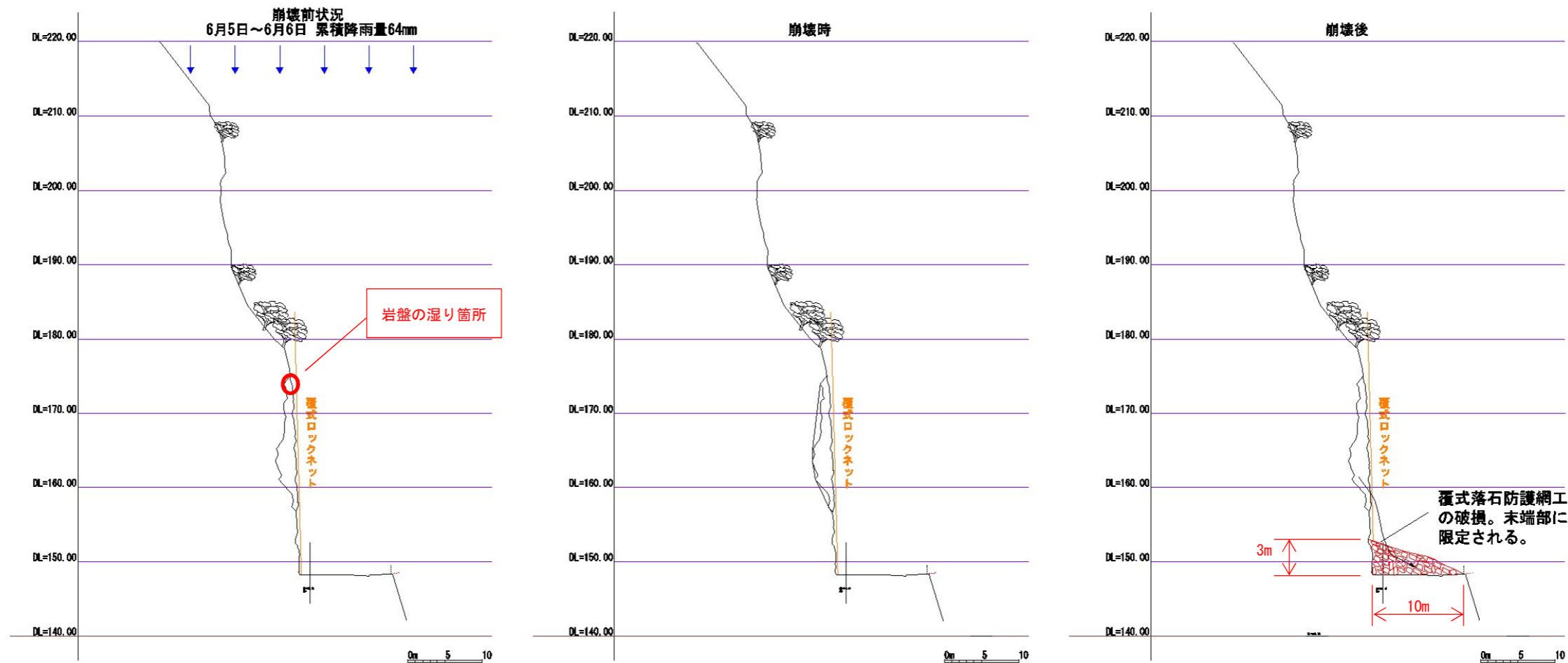


写真2-7 崩壊上部周辺の岩盤湿り状況



写真2-8 節理沿いに亀裂が発達した崩壊面。一部に緩みが確認される。



写真2-9 崩壊した岩塊状況 最大（2.0m×1.0m×1.0m）



写真2-10 崩壊した岩砕の酸化した崩壊面。

図-2-1 崩壊機構模式図

### 2.3 法面崩壊の状況

今回の崩壊は岩盤内の節理に沿って不安定化した岩盤が、降雨による浸透水が引き金となって、深さは最大2m程度の崩壊規模で斜面上を滑り落ち、末端部へ落下したものである。

既存の道路法面にはモルタル吹付と覆式ロックネットが敷設されている。モルタル吹付は降雨による表面水の流入や岩盤の風化防止を図るもので、覆式ロックネットは法面からの落石を防ぐためのものである。

現地の覆式ロックネットの場合は、最大15kN程度の落石荷重に耐えうる構造であり、落石径とすれば直径1.0mが許容可能な落石荷重である。しかし、今回の崩壊は落石の大きさが1mを超える岩塊を含む崩壊が一気に崩壊し覆式ロックネットの許容荷重をオーバーし、破損をもたらしたもので、既存の施設で防ぐことが可能な限界を超えている。



撮影日時：2018年6月7日8時頃

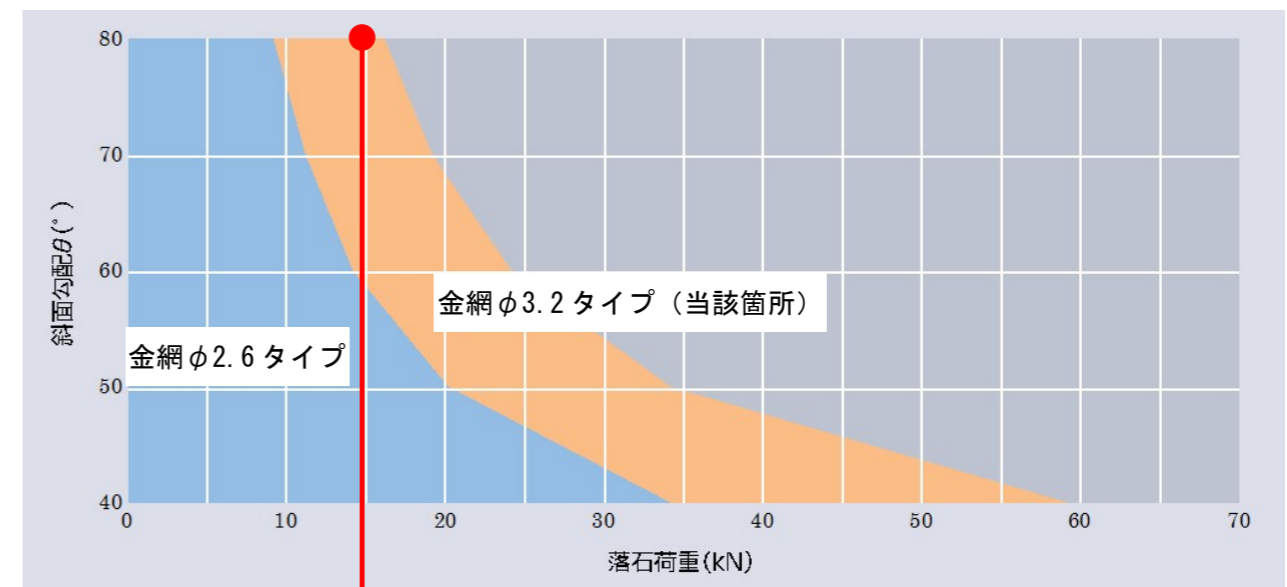
写真-2-11 ロックネット破損状況



写真-2-12 崩壊状況

撮影日時：2018年6月12日15時頃

表-2-1 覆式ロックネットの選定表



落石対応荷重は15kN

15kNに相当する落石径は  $(4/3 \times \pi \times 0.53^3) \times 25 = 15.6\text{kN}$  より直径1m程度



### 3. 応急復旧（案）

早期の交通開放が求められている中、斜面の亀裂の確認や挙動の現地調査を行い、監視体制を確立し、安全な片側交互通行による交通開放を実施する。

#### (1) 応急復旧までの手順

##### ① 現地調査

6月9日（土）には崩壊後の斜面全体の形状を確認するためレーザーによる計測（図-3-1）を開始した。

レーザーによる計測は、斜面全体にレーザーを照射することにより、3次元の点群データを面データとして取得することが可能であり、定期的を取得した計測データを比較することで、地山の挙動について確認することができる。斜面の挙動確認には、変位量の差の度合いを数値で表示し確認した。

第1回目の変位確認は、6月10日（日）【日雨量：9mm 時間最大：6mm】、6月11日（月）【日雨量：17mm 時間最大：5mm】の降雨を確認した後の6月12日（火）に計測を行い、地山の挙動の確認を行った。その結果、計測誤差3.5mmまで許容されると仮定し、最大2mmの挙動であったことから、現在のところ更なる崩壊に繋がる変状は、進行していないものと推定している。

そのため、6月14日（木）から斜面全体の亀裂の状況を把握する調査を開始し、現時点における周辺斜面の状況としては、崩壊箇所上部1箇所の亀裂を確認している。現在継続して調査を実施している。

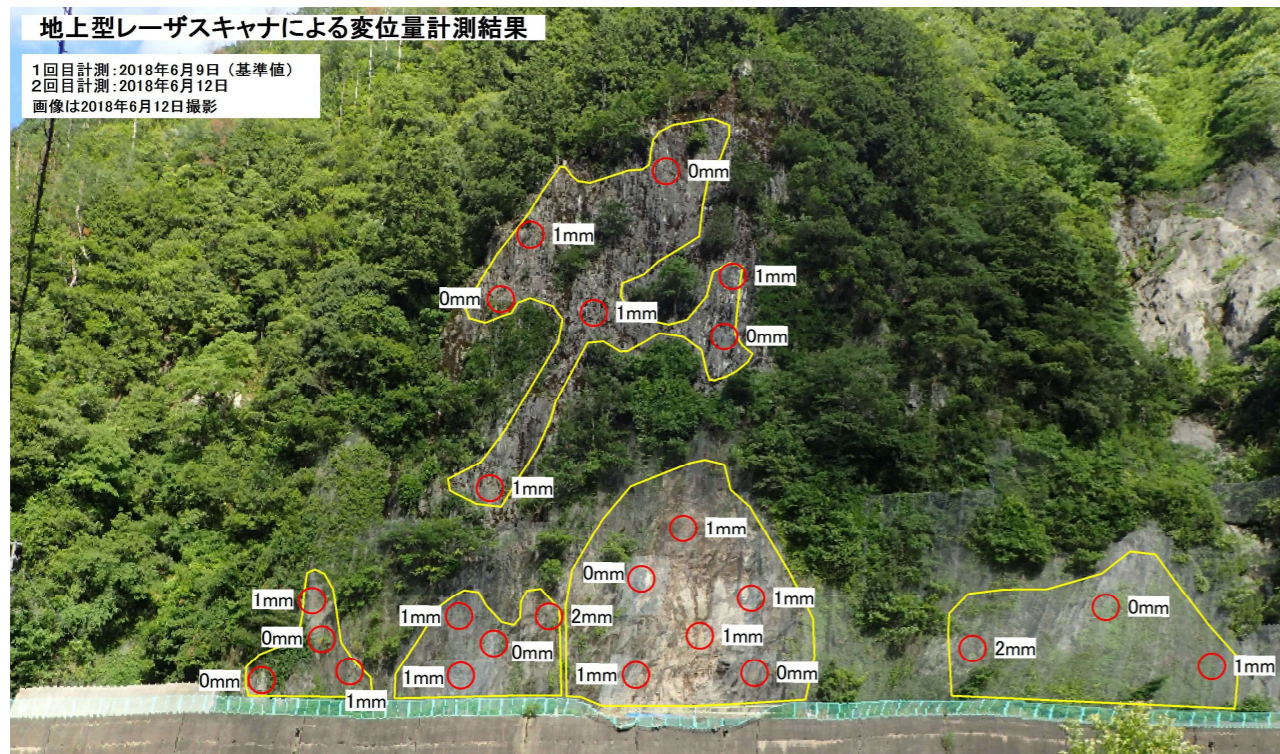
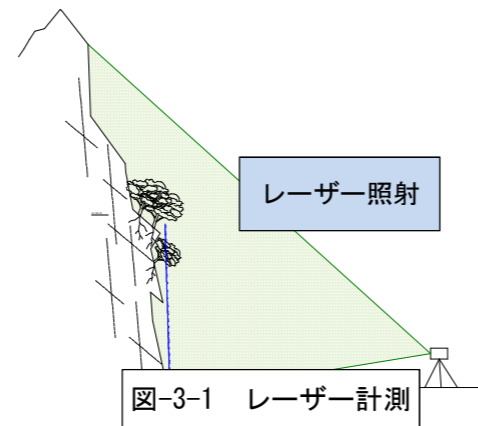


図-3-2 レーザー計測結果



写真-3-1 崩壊斜面上部の亀裂状況

## ②監視体制の確立

応急復旧工事に着手するための判断として、次に示す項目を確認する。

- ・更なる崩壊に繋がる大きな亀裂の有無
- ・斜面全体の挙動の有無
- ・同等程度の降雨を観測後の変状の有無

これらの項目にして監視を行い、更なる崩壊に繋がる変状が確認されなければ、応急復旧工事に着手することとする。

なお、応急復旧工事期間中は、斜面の挙動確認のために、自動追尾型トータルステーションなどを用いながら動態監視を行い、変状が確認された場合は、工事を中止する。

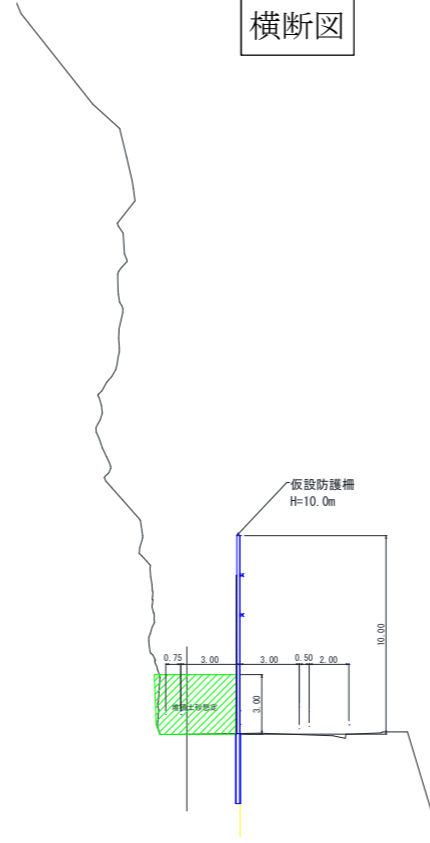
## ③応急復旧工事

斜面からの落石、崩土から道路面を防護する目的として仮設防護柵を設置する。なお、仮設防護柵は、斜面からの崩土、落石を捕捉することを念頭に置き、高さ10mのH鋼と鋼板により施工する(図-3-3)。

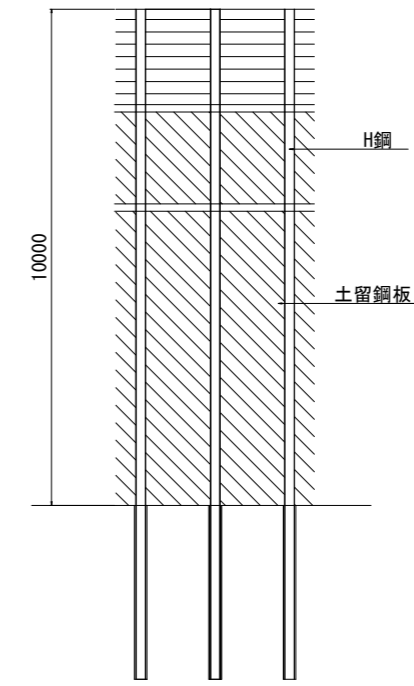
設置区間としては、崩壊箇所と同様な斜面形態及び前後の対策工状況を踏まえ約50m区間とし、その前後10mに崩土等の飛散防止として、コンクリートブロック(2段:1.6m)を設置する。

なお、施工に際しては、斜面の変状に緊急対応するための監視員を2名配置及び、施工中の斜面の変位を確認するため、定点観測を行い、変位量の確認をしつつ、低振動の削孔機械を使用する予定である。

横断面図



正面図



構造図

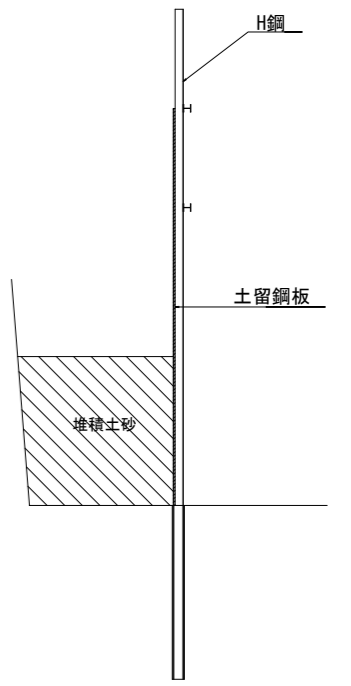


図-3-3 防護柵断面

