

# 東名高速道路牧之原地区地震災害の 対応について

中日本高速道路株式会社 東京支社

## 1 はじめに

今年8月11日午前5時7分頃発生した駿河湾を震源とする地震により、東名高速道路牧之原SA（サービスエリア）付近の盛土のり面が崩落した。東名高速道路という日本の大動脈とも言える高速道路が、お盆休み期間という帰省やレジャー等の交通混雑期間に通行止めという事態に陥ったため、1日でも早い復旧が求められた。応急復旧工事に関しては、多くの関係者の協力のもと、昼夜兼行の工事を実施し、下り線については、8月12日の24時に、上り線については8月15日の24時をもって、それぞれ通行止めを解除することができた。

また、今回の地震災害について大きな損傷を受けたのが、東名高速道路では、この牧之原地区だけであったことから、学識経験者等で構成された「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」（以下「検討委員会」）を設置し、崩壊の原因の究明、本復旧対策工の検討、また類似箇所の抽出とその対策について検討を行っていただいた。

本文は、地震災害の発生から応急復旧までの概要と、検討委員会での検討結果について報告するものである。

## 2 地震の概要

今回発生した地震の規模などについては、下記のとおりである。

< 2009年8月11日午前5時7分頃発生した駿河湾の地震について >（気象庁発表）

- 震源地 駿河湾（北緯34.5度、東経138.3度）
- 震源の深さ 23km
- 地震の規模 マグニチュード 6.5
- 最大震 6弱（静岡県 伊豆市 焼津市  
牧之原市 御前崎市）

また、東名高速道路のインターチェンジの地震計による震度5以上の計測震度を観測した箇所は、下記のとおりである。

路線名	観測地点	計測震度
東名高速道路	静岡 IC	5.1
	焼津 IC	5.1
	吉田 IC	5.1
	《被災箇所 191.6kp》 (吉田 IC から 6.1km、菊川 IC から 10.2km)	
菊川 IC	5.9	



図-1 被災箇所位置図

### 3 災害状況

今回の地震の影響によって、牧之原地区以外でも路面のひびわれや橋梁取り付け部の段差などが発生した箇所があったが、いずれも軽微な損傷であり、比較的簡易な補修により復旧することが可能であった。

それに対して、牧之原地区の損傷は、高速道路本線の盛土のり面が延長として約40mにわたり崩落するという大きなものであった。以下に損傷状況の写真を示す。



### 4 応急復旧工事について

#### (1) 通行止め解除までの応急復旧対策工

応急復旧工事については、安全を第一に早期に通行止めが解除できることを主眼として、対応を図った。災害箇所は、のり面の下側からの進入路がなかったこと及び、のり面の土砂崩落状況を踏まえ、崩落箇所の土砂流出を拡大させないことを目的に土留めH鋼を設置し、崩落箇所を埋め戻す工法を採用した。この工法により8月12日24時に復旧可能と判断された。(図-2)

しかしながら、上り線の盛土部については、予想以上に不安定であり、H鋼の打設中にさらに崩落が進行したため、H鋼の打ち込み作業の安全性確保が困難となった。このため、上り線の走行車線部にもH鋼を打ち込み、これを作業用の足場とすることにより、施工時の安全性を確保することとした。さらに下り線の舗装路面にもひびわれが発生していたことから、クラックシール対策を実施し、交通解放後の安全性を考慮して、下り線中央分離帯側に鋼矢板を打設することとした。この変更に伴い、通行止め解除見込み時刻が13日昼頃になることとなった。(図-3)

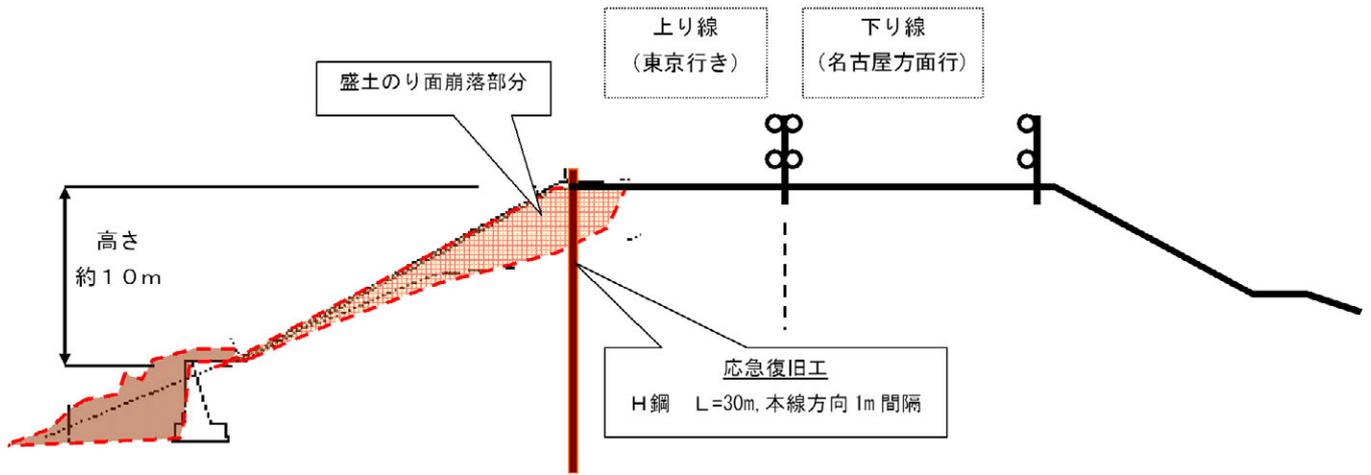


図-2 当初復旧計画断面

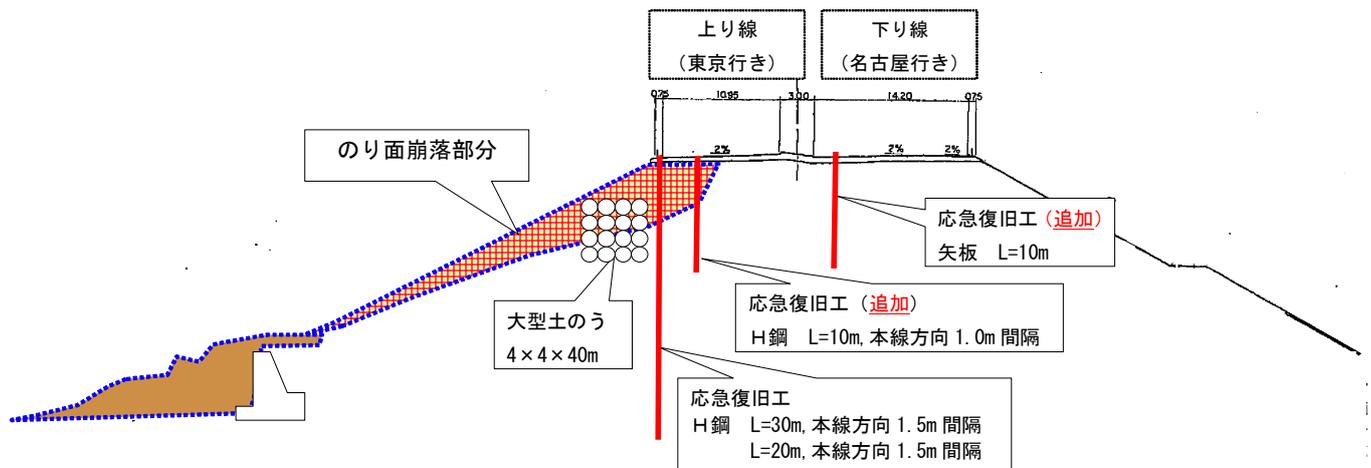


図-3 第1回 工法変更復旧計画断面

前述の下り線側への崩落の進行を防ぐための中央分離帯側の鋼矢板から施工していたところ、上り線においては、崩落がさらに進行したため、H鋼の打設が困難となった。このため、本線路肩部へH鋼を打ち込まない工法へ変更することとなった。

まず、のり面の安定を図るため、のり尻部にH鋼を打設し、大型土のうの設置、上部盛土材にセメント安定処理を施すことにより盛土量を少なくすることとした。この工法変更に伴い、通行止め解除見込み時刻が15日中になることとなった。(図-4)

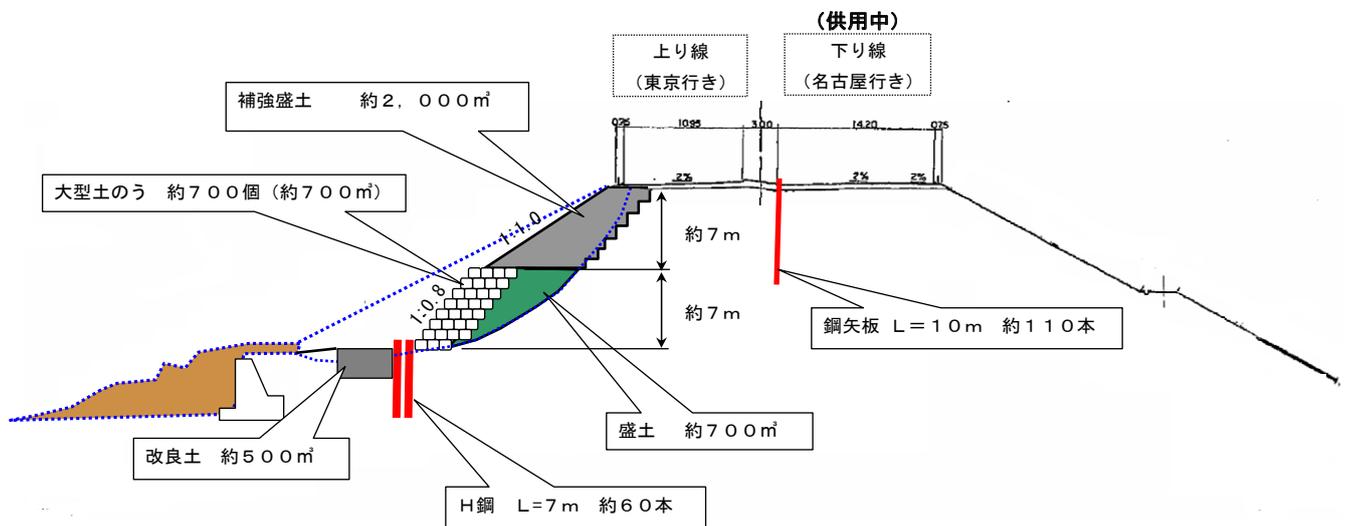


図-4 第2回工法変更復旧計画断面

上記2回目の工法変更後、盛土構造をより強固なものとするため、追加処置として、のり尻に抑えコンクリートを打設するとともに、盛土重量を軽減することを目的に、土に比較して軽量の大型発泡スチロールブロックを敷設することとした。(図-5)

以上のような工法の見直しを行いながら、昼夜兼行の復旧工事を行った結果、下り線については8月12日24時に、上り線については8月15日24時をもって、それぞれ通行止めを解除することができた。

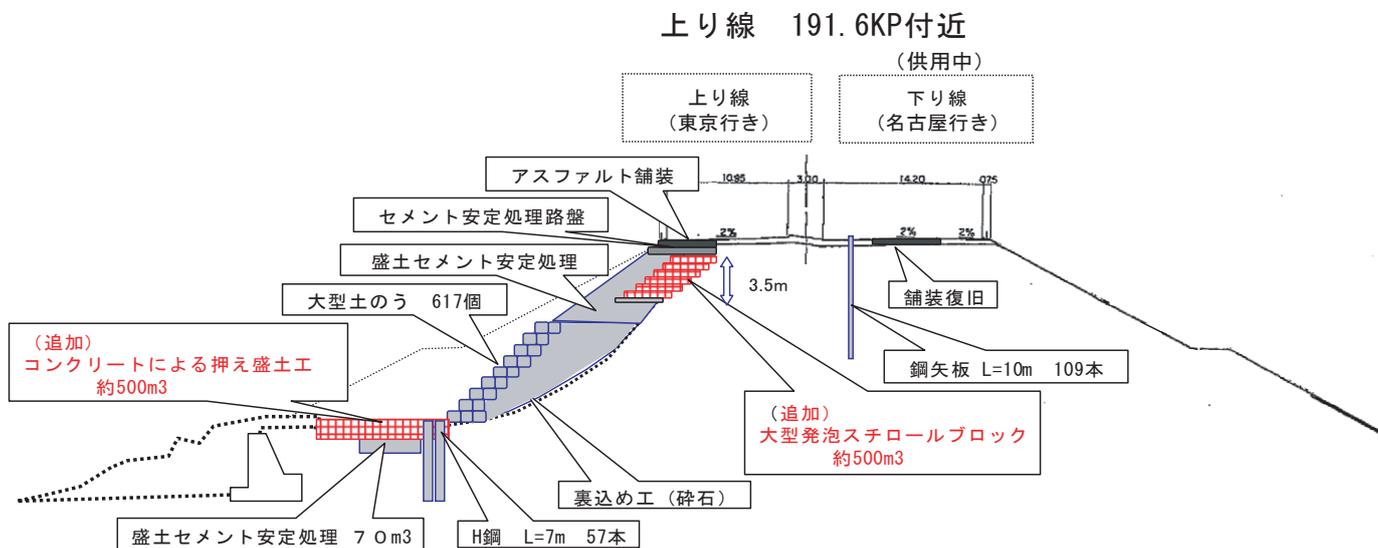


図-5 第3回工法変更(最終)復旧計画断面

## (2) 通行止め解除後の応急復旧追加補強対策工

先述の応急復旧対策工事により、115時間ぶりに東名高速道路は、通行止めが解除された。通行止め解除後も、地震や台風などの大雨に備えて、応急復旧対策の安全性を高めることを目的に追加補強対策工を実施することとした。現地調査の結果、地下水位が高いことが確認されたため、まず地下水位低下を図るため集水ボーリングを、さらに鋼管杭による抑止杭を施工することにより、盛土全体の安定を向上させることとした。(図-6)

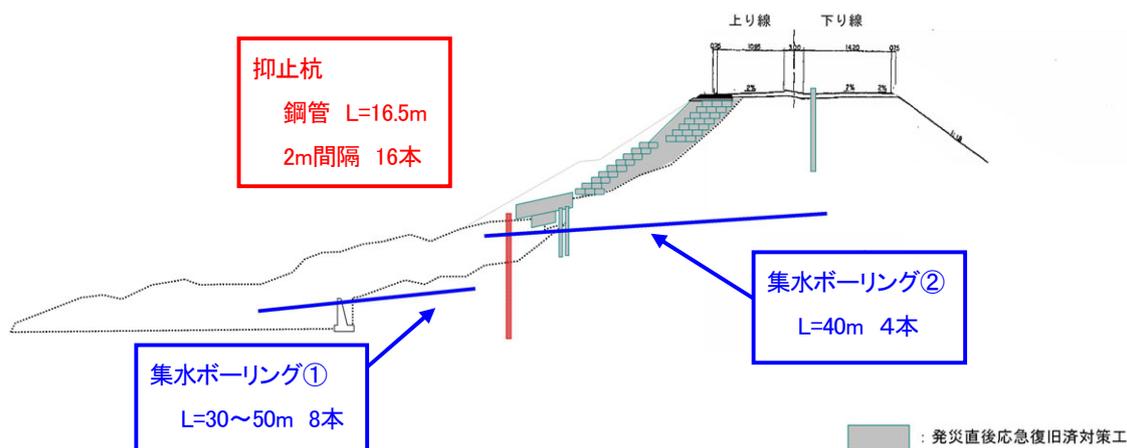


図-6 応急復旧追加補強対策工

## (3) 応急復旧箇所の動態観測・監視体制

今回の災害箇所の復旧については、応急復旧であるため、継続して現場状況を観測する必要があると判断されたことから、24時間の観測体制を構築し、対応にあたっている。

### ① 地表面変位観測

地表面変位観測については、GPSによる24時間の自動観測を基本としており、観測値が設定され

ている規定値になると関係者に対して携帯電話にメールが自動配信されることになっており、急変時にも対応できるような体制となっている。また、1回/2日の頻度で路肩の水準測量を実施しており、路面状況の観測もあわせて実施している。この他、現地においても路面監視員による目視による24時間の監視体制を引いており、異常が確認されれば直ちに連絡が行われると共に、緊急の通行止めなどの必要な交通規制を実施できる体制となっている。その他にも、Webカメラを2台設置しており、交通状況等についても逐次確認できるようになっている。

## ② 地中変位観測

地表面だけでなく、地中の変位についても1回/週の頻度で調査ボーリング時に設置した孔内傾斜計にて観測を行っている。

## ③ 孔内水位・集水量観測

調査ボーリングで盛土内の地下水位が高い状況が確認されたことから、水位低下を期待した集水ボーリングを実施した。集水量としては、降雨がない状態でも約2ℓ/分程度が確認されており、地下水の供給があるものと推察される。また、台風18号の大雨時には、約100ℓ/分の最大集水量を確認しており、集水ボーリングの効果があるものと考えられる。孔内水位については、集水ボーリングの効果により、低下傾向が確認されている。

現在、動態観測の結果からは、大きな変状は確認されておらず、安定状況にあるものと判断される。

# 5 「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」について

今回の地震において高速道路本線部まで影響が及ぶような崩壊が発生した箇所は、牧之原地区の1箇所だけであったことから、崩壊原因の分析・本復旧対策工・類似箇所の抽出と対策を検討するために、中央大学の太田教授を委員長に学識経験者から構成された「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」を設置することとなった。構成委員及び委員会スケジュールは、それぞれ表-1、2のとおりである。

表-1 委員一覧表

委員長	太田 秀 樹	中央大学 研究開発機構 教授・専任研究員機構 教授 金沢大学・東京工業大学 名誉教授
委員	安田 進	東京電機大学 理工学部 建設環境工学科 教授
委員	奥園 誠之	(社)地盤工学会名誉会員 (財)高速道路調査会 シニアフェロー
委員	三木 博史	(株)三木地盤環境工学研究所 所長
委員	松尾 修	(財)先端建設技術センター 常任参与兼研究第三部長
委員	佐々木 哲也	独立行政法人 土木研究所 材料地盤研究グループ土質・振動チーム 上席研究員
委員	吉村 雅宏	(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 総括研究主幹

表-2 委員会開催スケジュール

開催時期	開催地	検討内容
第1回 (8月17日)	ホテルセンチュリー静岡 (現地調査) (静岡市)	災害現地調査および今後の調査等について ・現地調査 ・災害状況、応急復旧工事 ・地形・地質概要および調査ボーリング計画
第2回 (9月28日)	東海大学校友会館 (東京都千代田区)	災害原因および本復旧対策検討について ・現地状況報告 ・調査ボーリング結果の概要 ・のり面崩壊の原因分析 ・本復旧対策工
第3回 (10月27日)	ウエスティンホテル東京 (東京都目黒区)	災害原因および本復旧対策工のまとめ 類似盛土箇所の抽出と対策

## (1) 現地調査

応急復旧が完了した2日後に、第1回検討委員会が開催された。委員の方々に現地状況を確認していただくと共に、災害状況及び応急復旧工事の概要について説明を行った。これらを踏まえ、今後の原因究明や本復旧対策工の計画のために必要な調査などについてご意見をいただいた。

## (2) のり面崩落の原因分析

調査ボーリング、現地踏査結果及び既存資料等で確認された事項は、下記のとおりである。

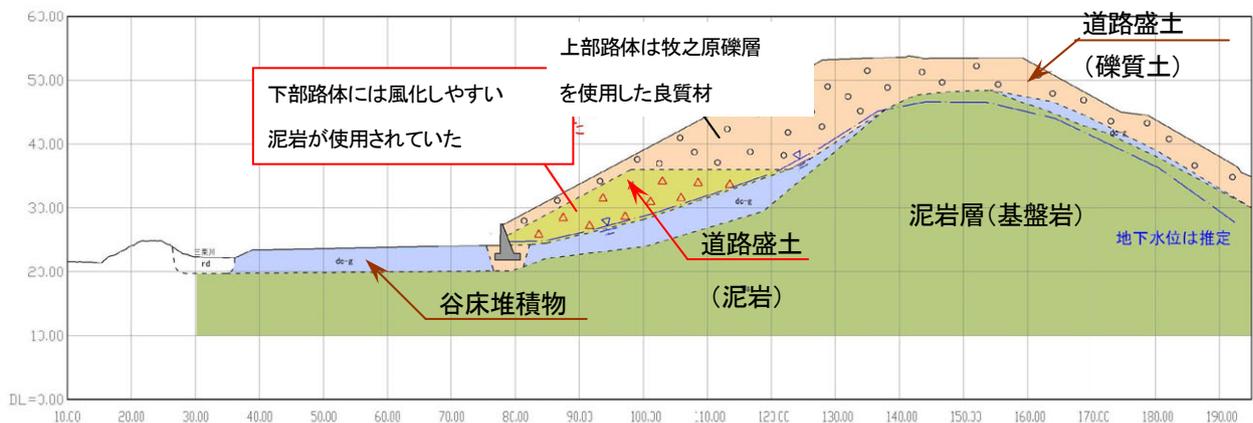
- ① のり面の崩落は、盛土内で発生した。
  - ・調査ボーリングの結果、盛土のり尻部の擁壁は崩落前と同じ位置にあることが確認されたことによる。
- ② 当該地は、道路横断方向が凸、道路縦断方向に凹の地山形状で水が集まりやすい地形・地質条件であった。
  - ・調査ボーリング、現地踏査の結果及び既存資料等による。
- ③ 崩落箇所の地下水位は、高かった。
  - ・調査ボーリング、現地踏査の結果等による。
- ④ 盛土の下部には風化しやすい泥岩が、上部には良質な砂礫が使用されていた。
  - ・調査ボーリング、現地踏査の結果等による。
- ⑤ 建設時は、規定どおりに盛土は施工されていた。
  - ・現地盛土材試験結果による。

以上のことから、のり面崩落の原因は、下記のとおり推定されるということが確認された。

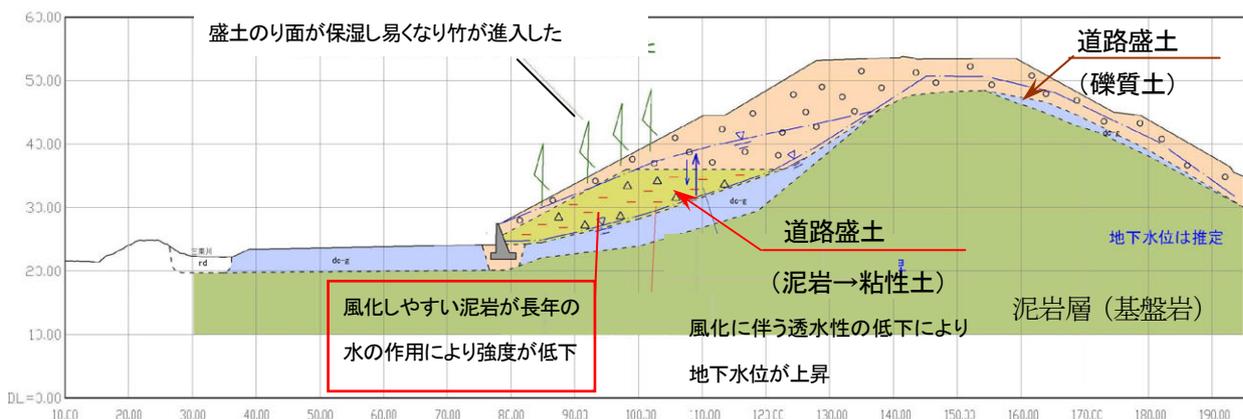
「盛土下部に使用された泥岩は、長年の水的作用により強度低下するとともに、透水性が低下した。その結果、盛土内の地下水位が上昇し、今回の地震が誘因となり崩落が発生したものと推定される。」

以下に今回整理されたのり面崩落のメカニズムについて示す。(図-8)

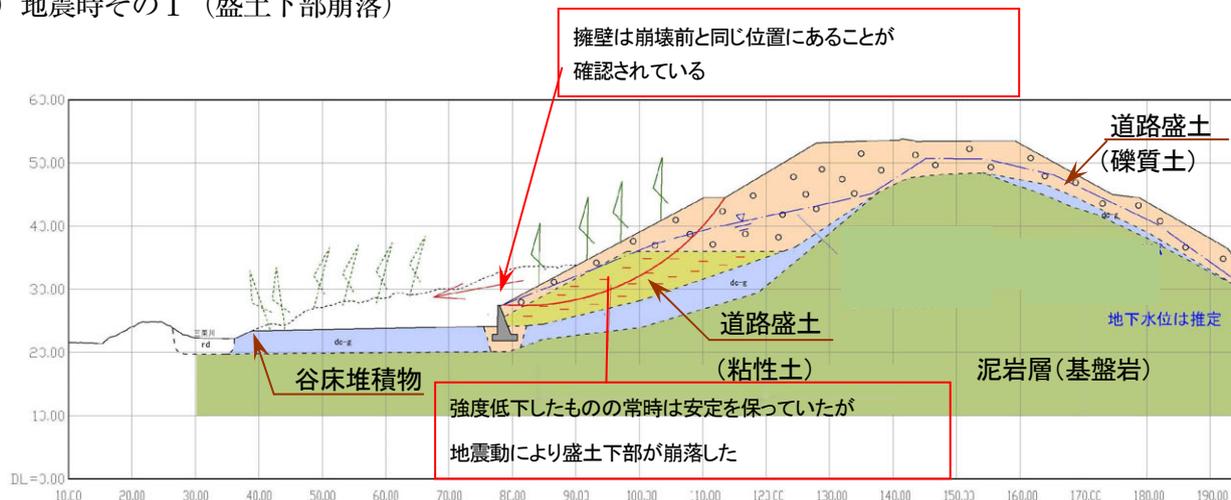
### i) 供用開始時



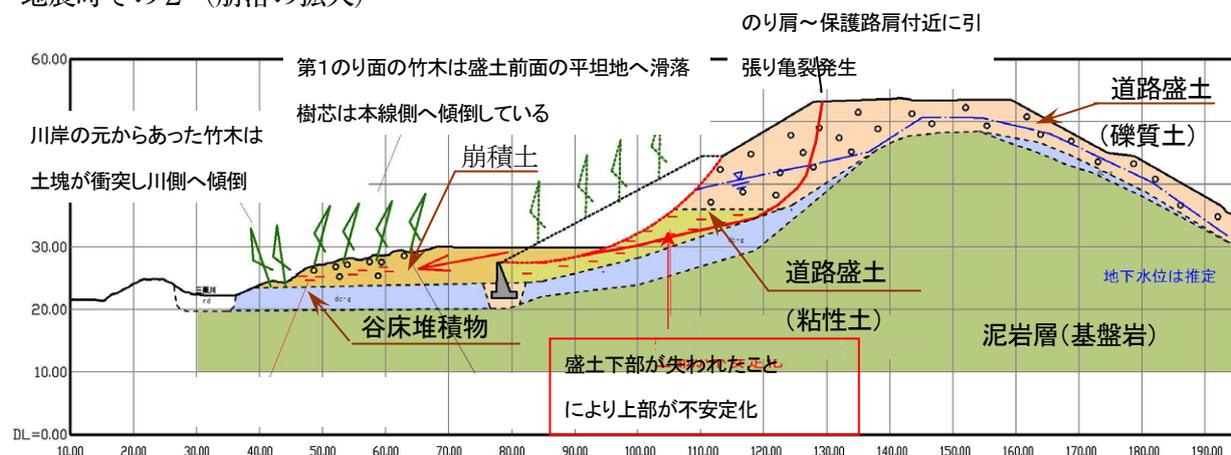
### ii) 地震直前



iii) 地震時その1 (盛土下部崩落)



iv) 地震時その2 (崩落の拡大)



v) 地震後

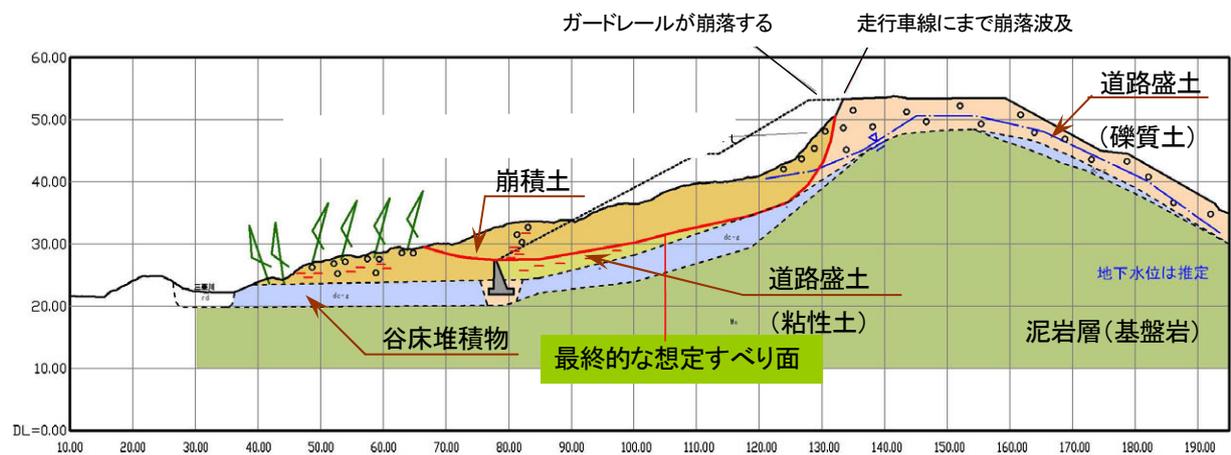


図-8 のり面崩落のメカニズム

(3) 本復旧対策工

基本方針①：本復旧対策工については本線通行に重大な影響を及ぼさない施工方法とする。

- ・本復旧対策工において、本線の通行止め等は社会的に大きな影響を与えるため、本線外からの施工を原則とする。
- ・本線へ影響を及ぼさないよう施工時の盛土斜面安定確保に十分配慮する。

基本方針②：本復旧対策工は安全性を第一に、施工性・経済性等を総合的に考慮し決定する。

- ・本復旧対策工は、安全性を第一に高速道路を利用するお客様への影響（速度規制）及び地元住民の方への影響（生活道路の分断）の解消を早期に実現できるような工法を採用する。また、施工性・経済性についても十分に配慮する。

設計条件①：本復旧では崩積土は可能な限り置き換える。

- ・盛土内の排水処理と盛土を再構築する際の支持地盤の安定のため、崩積土は可能な限り置き換える。

設計条件②：本復旧完成形においては当該箇所の盛土構造の特殊性を考慮する。

- ・当該箇所は応急復旧に際して盛土材料として土木構造用大型発泡スチロールや大型土のう、セメント安定処理土など、一般部の盛土の構造と異なっているため、地震に対する安定性を考慮する。

以上のことから、本復旧対策工については、

- ① 適切な排水処理を行うとともに、透水性のよい良質材で盛土を行う。
- ② 盛土の安定性を確保するため、抑止杭を施工する。

ことを基本的な考え方とすることとし、検討を行った結果、図-9に示す対策工が提示された。上り線側については、①集水井工②抑止杭（鋼管杭）③地盤改良工④置き換え工（排水層）等からなる対策計画となっている。また、下り線側ののり面についても、必要な対策工を実施する予定である。

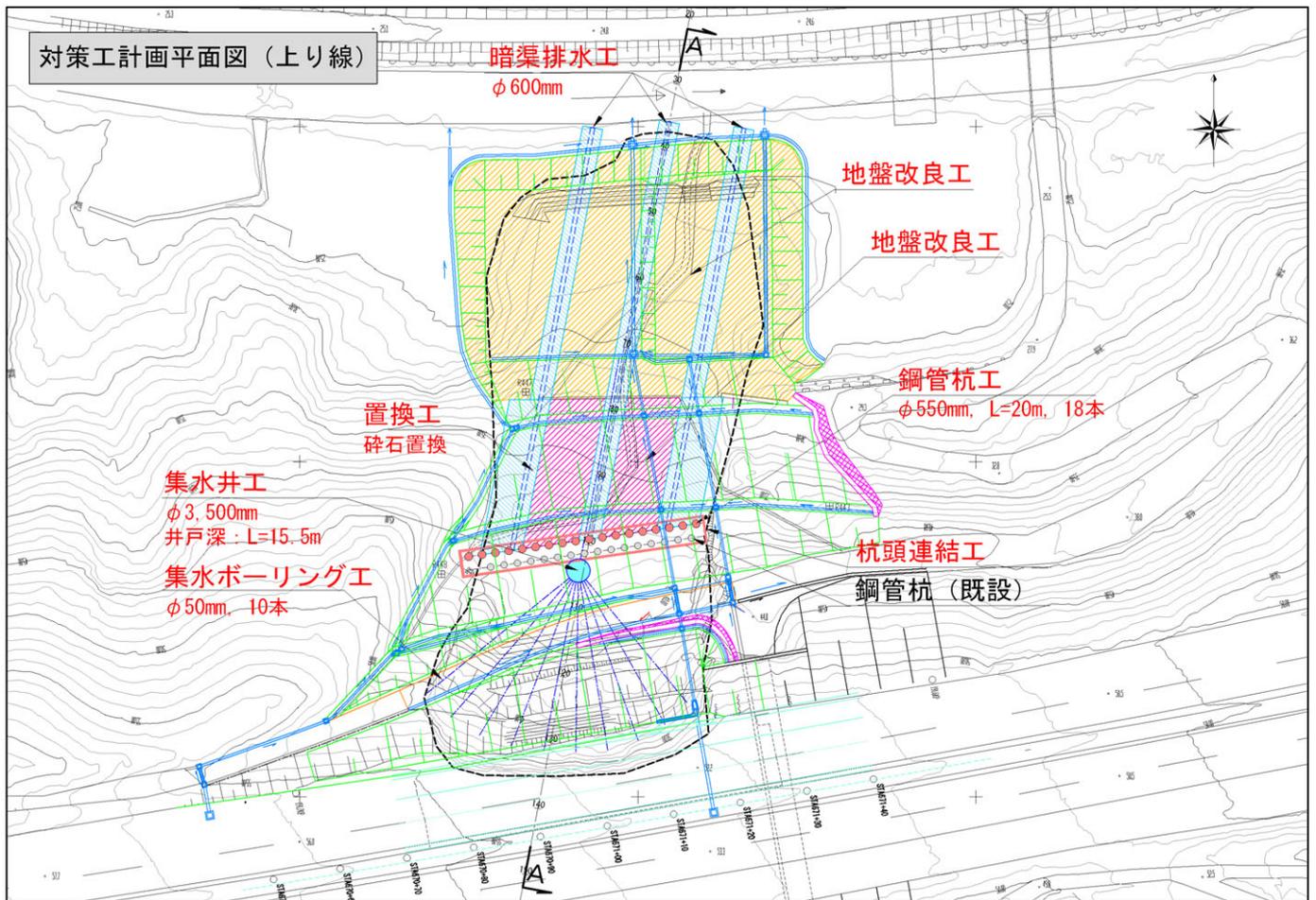


図-9 本復旧対策工平面図（上り線）

#### (4) 類似盛土箇所の抽出及び対策

類似箇所の調査や対策については今回の崩落原因の分析結果から、①水の集まりやすい地形②地下水位③スレーキングしやすい岩質材料といったキーワードが導かれたことから、図-10に示すフローチャートに基づき、類似箇所の抽出・調査を行うこととなった。

# 類似箇所の抽出、点検・調査の流れ



- (1) 崩落原因から導かれるキーワード
- 1) 水の集まりやすい地形
  - 2) 地下水位
  - 3) スレーキングしやすい岩質材料

(2) 机上抽出に必要な定義

- 1) 水の集まりやすい地形
  - ① 片切片盛、② 沢横過、③ 傾斜地
  - ④ 沢埋め
- 2) スレーキングしやすい岩質材料
  - ① 泥岩、② 頁岩、③ 凝灰岩

■机上抽出(以下に該当する盛土)

- ① 水の集まりやすい地形
- ② スレーキングしやすい岩質材料(泥岩等)
- ③ 高さが10mを超える

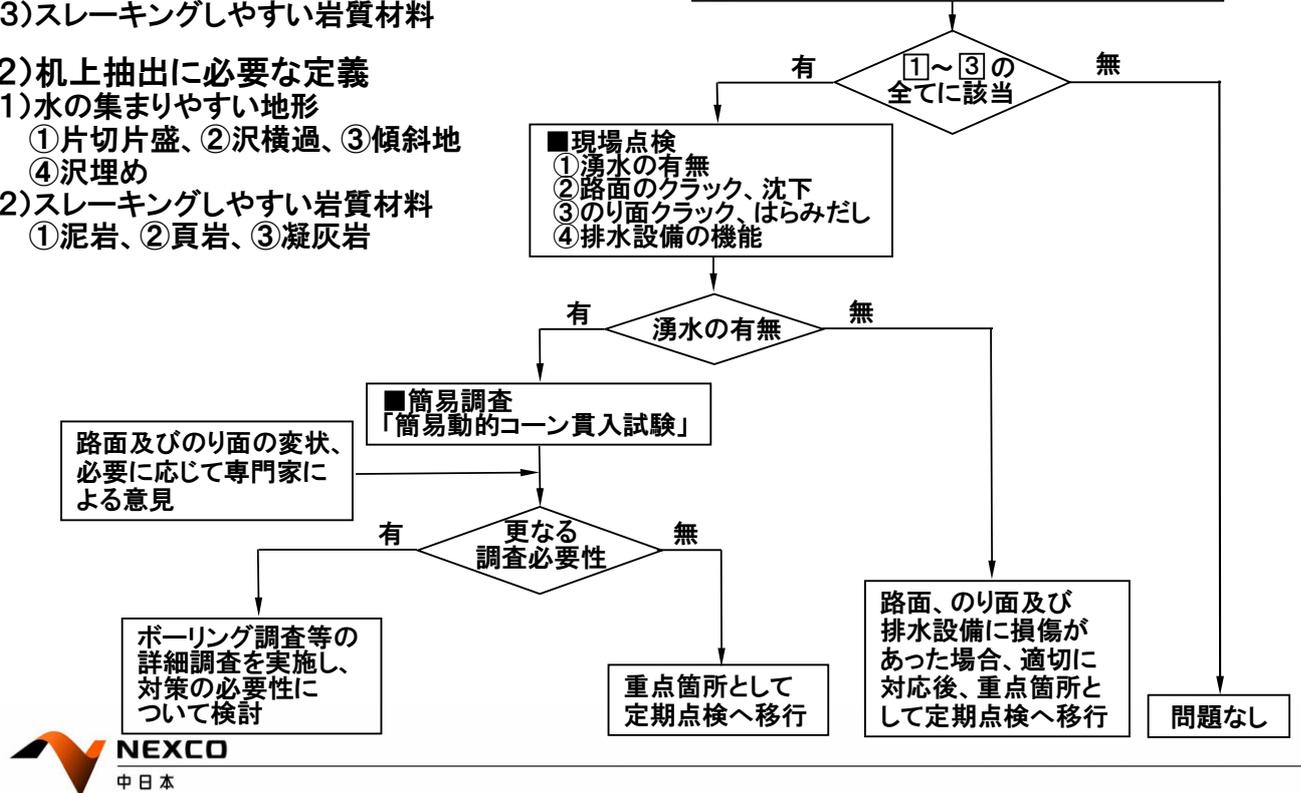


図-10 類似箇所の抽出、点検・調査の流れ

## 6 おわりに

8月11日の地震発生から約3ヶ月が過ぎ、応急復旧追加補強工も完了し、本復旧対策工の準備工に着手したところである。通行止め解除以降も24時間体制で路面や地表面、水位などの動態観測を継続しており、現地の急変に対応できる体制をとっている。また、応急復旧状態であることから、本線では制限速度が50km/時に規制されており、市道も分断されたままである。このような状況を1日も早く解消すべく本復旧対策工事を施工していく予定であるが、何よりも安全を第一に工事を進めていくこととしている。現在の予定では、来年の梅雨までには、本復旧工事を完了し、完全な形での開通を目指している。

また、類似箇所についての対応としては、机上抽出に基づく箇所について今年度内に現場点検を完了することを目標に作業を進めていく計画となっている。

最後に今回の災害の応急復旧工事に際して、ご協力をいただいた多くの関係者の方々と検討委員会の委員各位に感謝するとともに、1日も早い本復旧工事を完成させるため努力していく所存である。