

平成28年地震被害調査報告会
愛媛県技術士会
松山市道後町「友輪荘」2016.6.11

県道28号沿いの 土木構造物被害とトンネル被害

俵山トンネル
Hosoyama Tunnel
長さ 2057m

愛媛県技術士会
木下尚樹(愛媛大学)



調査団および調査行程(第1班)

被災調査員:愛媛県技術士会

会長 須賀幸一(株)芙蓉コンサルタント)
副会長 増田 信(株)愛媛建設コンサルタント)
副会長 米虫 聡(株)アースコンサルタント)
幹事 木下尚樹(愛媛大学)
田窪裕一(株)愛媛建設コンサルタント)

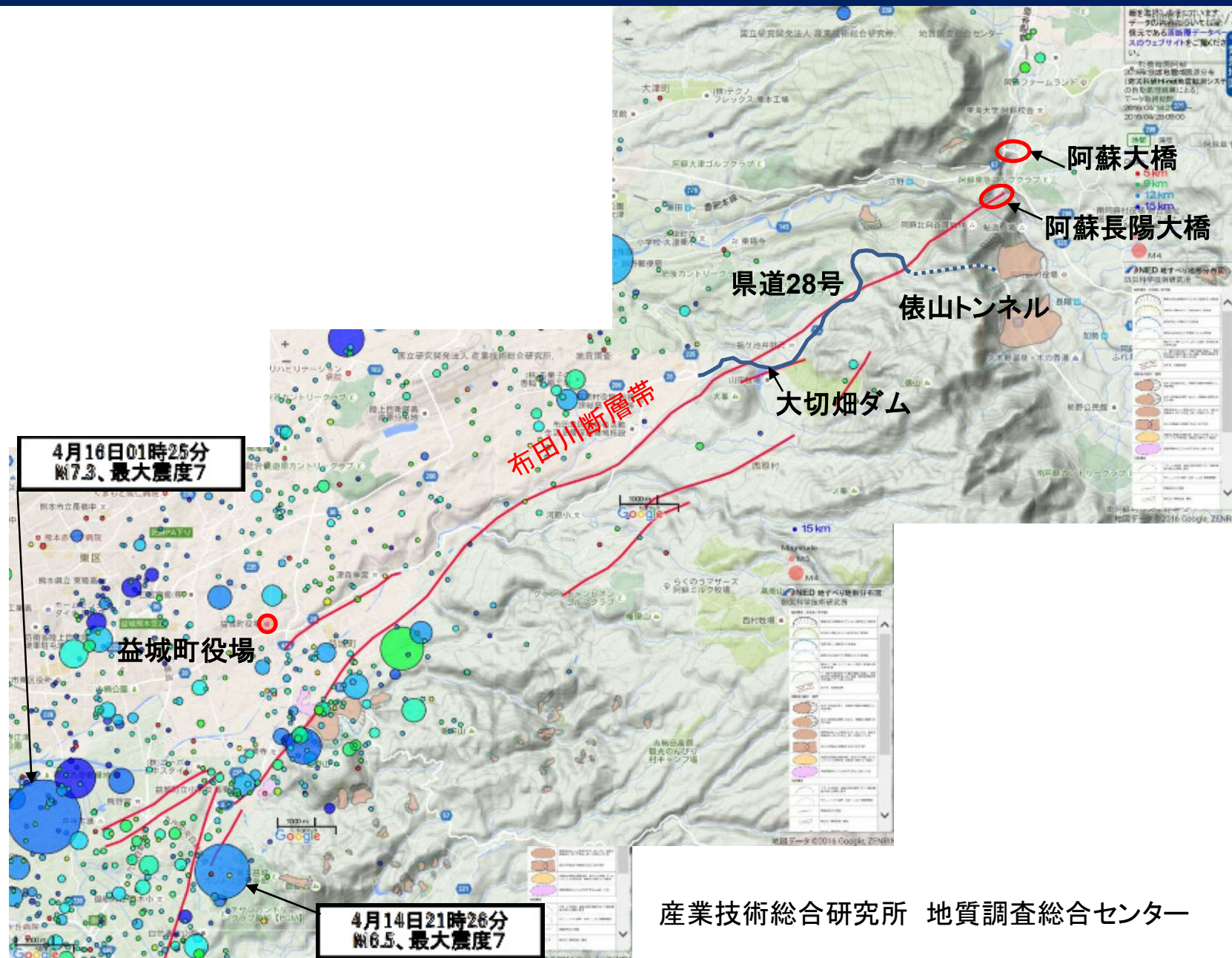
行 程:平成28年5月6日(金)～8日(日)

6日:阿蘇市 阿蘇神社～昼～赤水駅～
南阿蘇村 黒川地区(東海大学, 阿蘇大橋)
旧道で阿蘇長陽大橋
宿泊:別府市

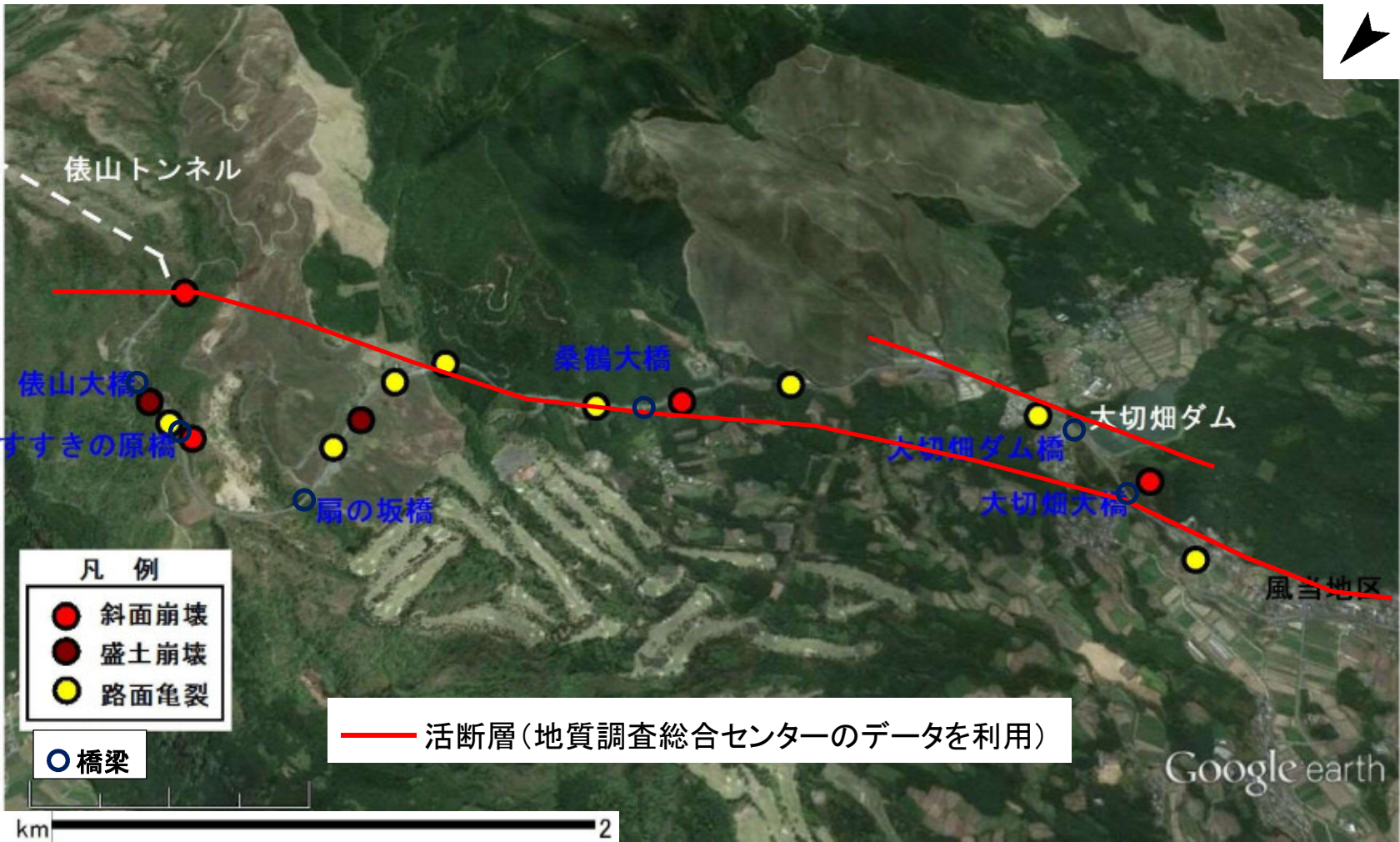
7日:南阿蘇村 立野駅(南阿蘇鉄道)～阿蘇長陽大橋
西原村 風当～県道28号～俵山トンネル～風当
宿泊:天草

8日:宇土市 市役所～嘉島町～益城町(地表地震断層)
益城町 総合体育館～市役所周辺
菊陽町 鼻ぐり井手

活断層と震央分布と主な調査箇所



県道28号(風当～俵山トンネル)



※活断層位置はズれている可能性がある

西原村 県道28号線 俵山トンネル 位置図



拡大部分



地図: 国土地理院

調査ルート（風当一俵山トンネル 片道約8km）



※往復16kmを徒歩で調査

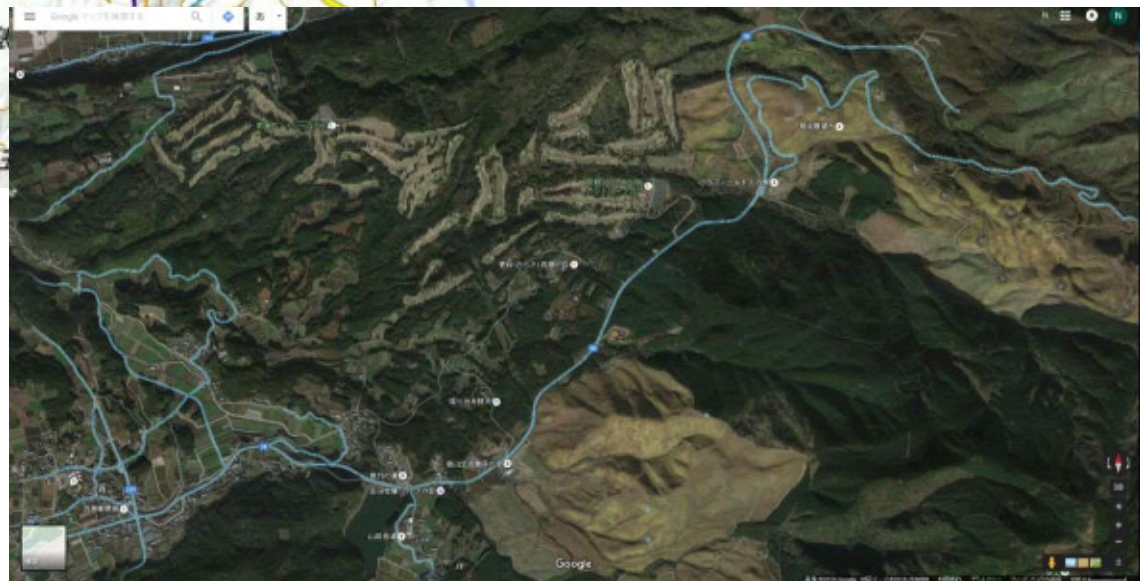
地図: 国土地理院

活断層位置図



出典: 日経コンストラクション

Google



①県道28号線 通行止め箇所付近

■ 県道28号線への交差点



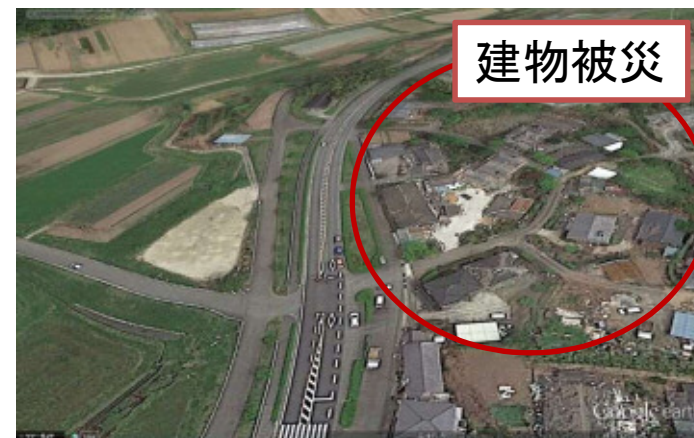
①県道28号線 通行止め箇所付近



ストリートビュー:被災前



地図:国土地理院



Google earth:被災後

風当地区の被災状況



②道路のり面崩壊



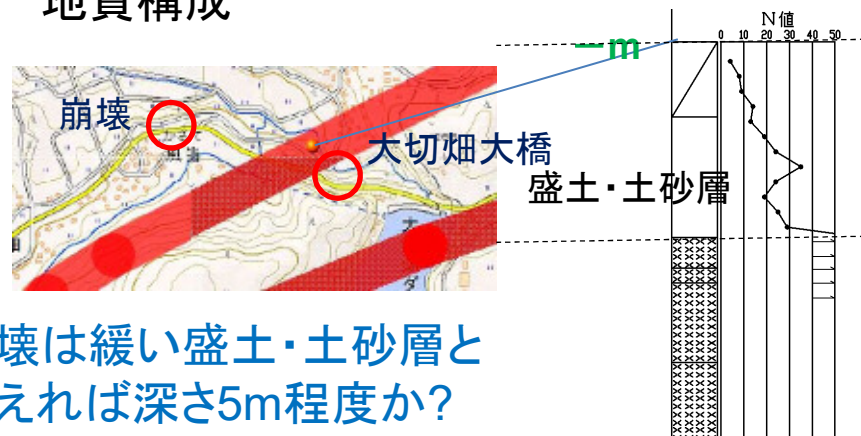
地図：国土地理院

※Google earth 左：被災前，右：被災後 11

②道路のり面崩壊（盛土崩壊）



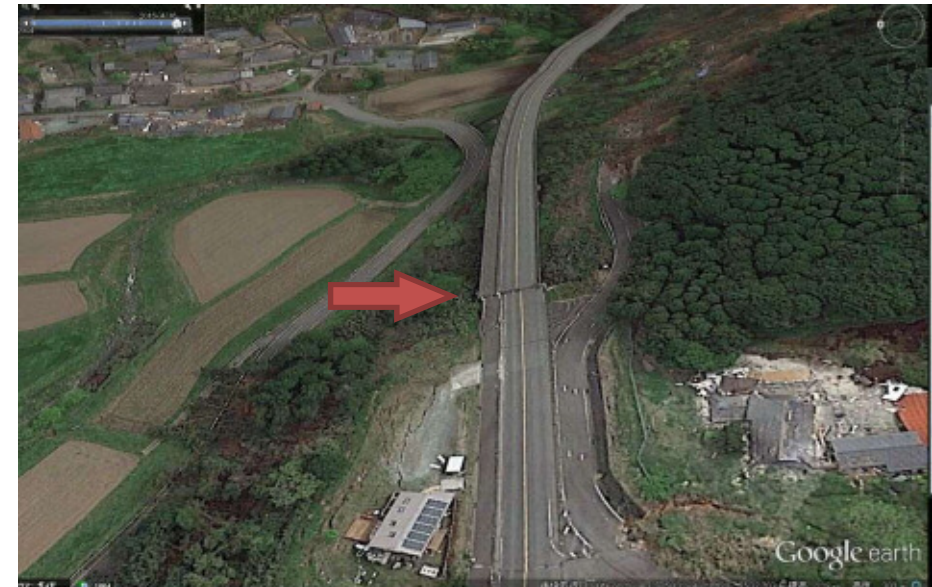
風当地区東側斜面の
地質構成



崩壊は緩い盛土・土砂層と
考えれば深さ5m程度か？

平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

③大切畑大橋



積層ゴム支承5径間連続橋梁
竣工:2001年3月
適用道路橋示方書:1996年版

※左:ストリートビューは被災前, 右:Google earthは被災後

大切畑大橋付近の集落の被害状況



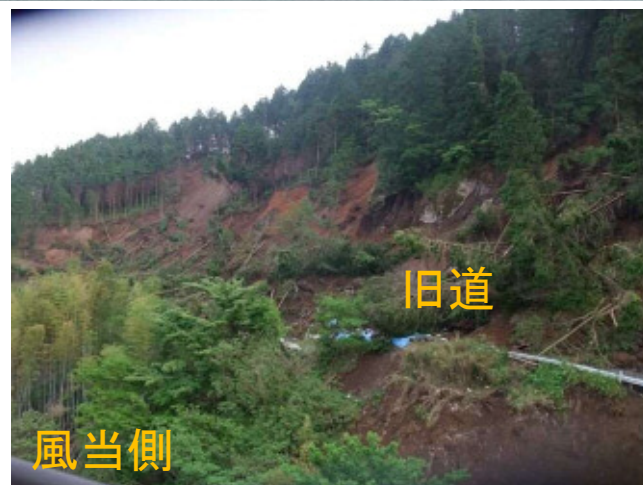
③大切畑大橋 風当側橋台部(A1)



③大切畑大橋 風当側橋台部(A1)



大切畑大橋と斜面崩壊

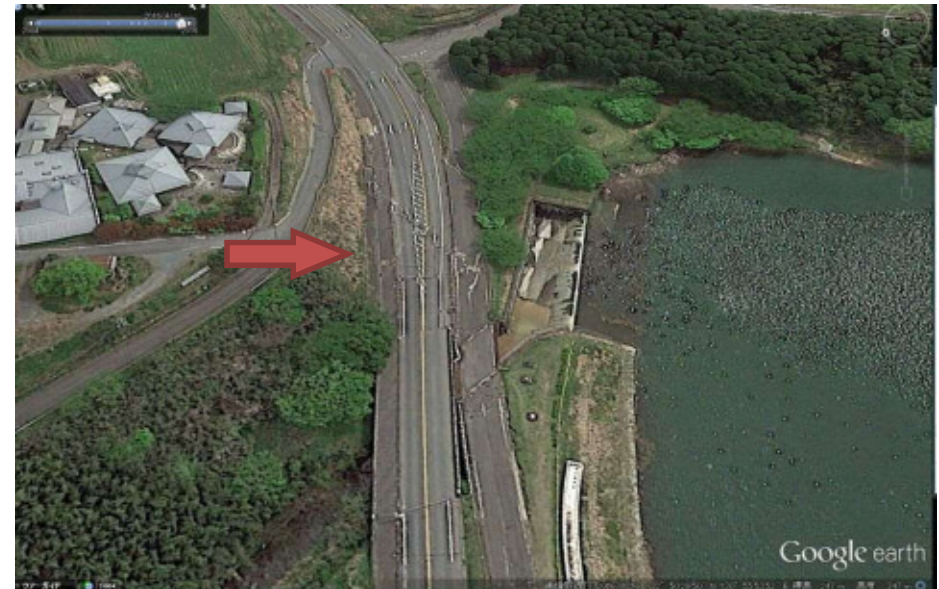


崩落土砂は旧道を覆う
橋梁への直接の影響は
少ない？

■ 平成28年熊本地震被害調査速報会(2016/4/27)

- 東日本大震災に引き続き、阪神大震災以降の耐震設計で推奨してきた**ゴム支承の破断**を伴う地震被害が発生したことは**重大**である.
 - 道路橋示方書では、橋としての機能の回復を速やかに行えるようにするために、塑性化を考慮する部材と塑性化させない部材を明確に区別し、地震時においては、塑性化を考慮する部材にのみ塑性化が生じるようにすることを規定している.
 - この意味では、P2橋脚の損傷状態は想定通りであるのに対し、弾性部材と想定している**ゴム支承の破断は想定外**である.
- 多くのゴム支承が破断したとは言え、落橋は免れた。**落橋防止システムの効果の検証**が重要.
- 橋脚の塑性化を伴うゴム支承を有する橋梁の損傷は、実大実験が不可能な橋梁構造物の動的応答特性を理解する上で、**貴重な事例**であり、十分検討した上で、今後の**耐震設計の高度化に反映**させなければならない.

④大切畑ダム堤体付近



※左: Google ストリートビュー 右: Google earthは被災後

大切畑ダム



堤体の崩壊



堤体の崩壊



放水路の変状

大切畑ダム橋



大切畑ダム橋～桑鶴大橋までの道路変状(1)



大切畑ダム橋～桑鶴大橋までの道路変状(2)



⑤桑鶴大橋



2径間連続鋼斜張橋
建設:1997年
適用道路橋示方書:1994年版

ストリートビュー:被災前



地図:国土地理院

⑤ 桑鶴大橋



⑤ 桑鶴大橋



⑤桑鶴大橋



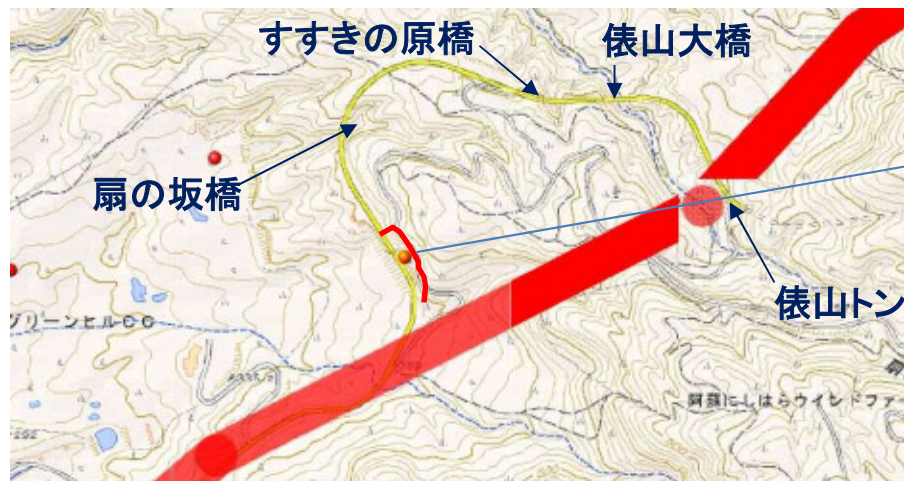
⑥路面の破断



Google earthは被災後

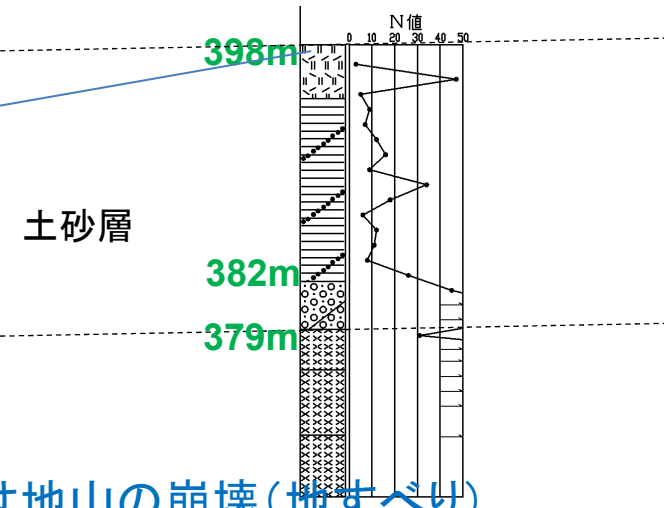


桑鶴大橋～扇の坂橋までの道路変状(盛土崩壊)



平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

地質構成



盛土もしくは地山の崩壊(地すべり)
は最大15m前後の可能性が考えられる

⑦扇の板橋



※左:ストリートビューは被災前, 右:Google earthは被災後



積層ゴム支承 5径間連続橋梁
竣工:2000年3月
適用道路橋示方書:1996年版

⑦扇の板橋

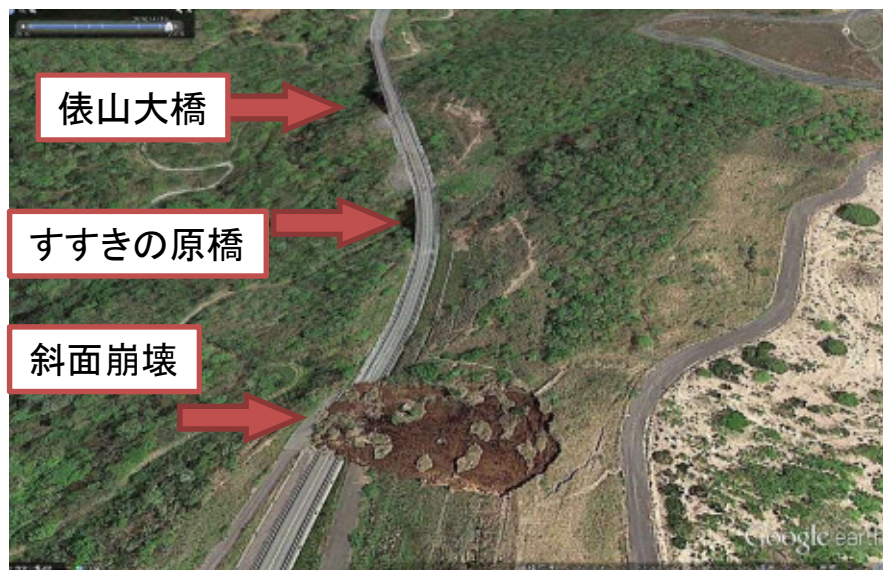


南詰: 桁は西側
北詰: 桁は東側 に移動
桁は時計回りに回転



出典: 土木学会
横方向移動制限装置に衝突, 損傷
積層ゴム支承の変形

⑧斜面崩壊および俵山大橋



※Google earth:被災後



【俵山大橋】

積層ゴム支承を有する3径間連続橋梁

建設:2000年

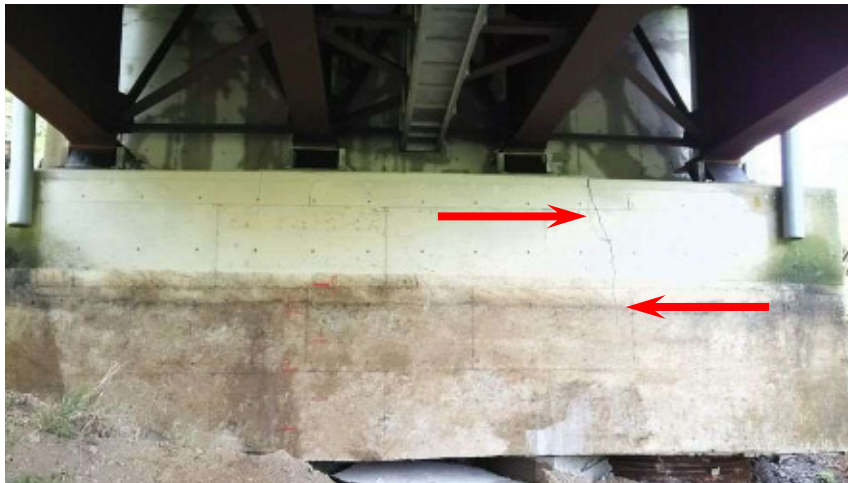
適用道路橋示方書:1996年版



俵山大橋 風当側



橋台周辺の盛土崩壊



橋台周辺の盛土が崩壊 深礎杭の露出 橋台に縦ひび割れ

俵山大橋 風当側



橋台の損傷 ゴム支承変形



桁座屈

俵山大橋 俵山側



桁が橋台に衝突 橋台部が盛り上がり、段差が生じる



桁が橋台(胸壁)に衝突



桁が支承から逸脱

扇の坂橋～すすきの原橋

扇の坂橋



風当側のジョイント(桁が左に移動)

扇の坂橋



風当側のジョイント(桁が左に移動)

すすきの原橋の風当側道路



切土のり面の崩壊

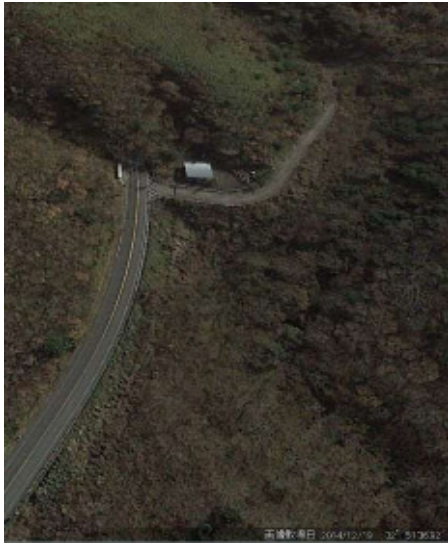
すすきの原橋



俵山側のジョイント(盛土の沈下)

⑨俵山トンネル坑口付近

滑動崩壊



Google earth: 被災前後



Google map: 被災前



⑨俵山トンネル坑口付近



道路谷側斜面(盛土)の崩壊



坑口直近の崩壊(旧道の流失)



坑口直前の道路の変形



道路谷側斜面(盛土)の崩壊

⑩俵山トンネル

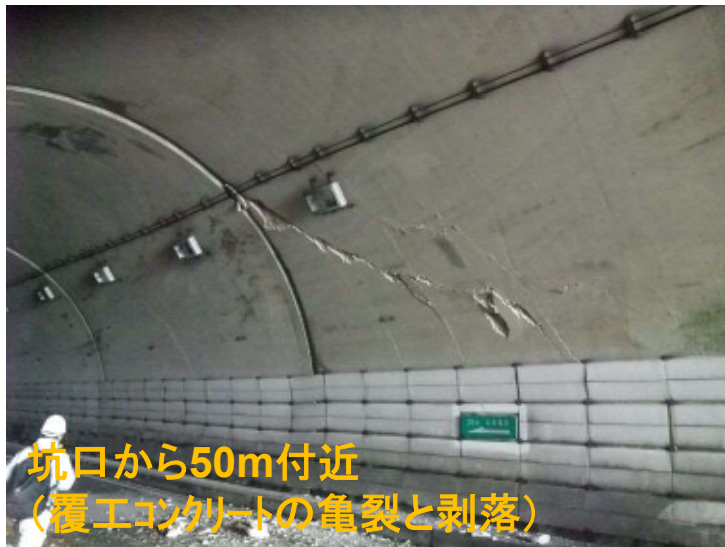


出典:wikipedia 西原村側坑口付近(2009年)

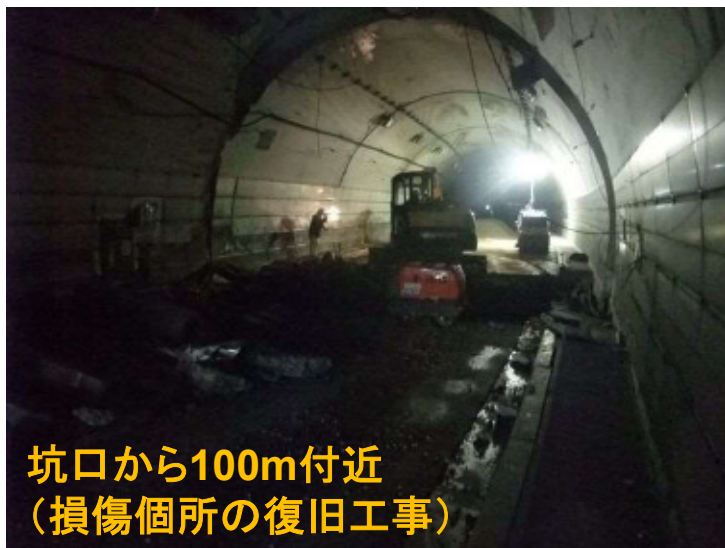


竣工:2002年
トンネル長:2,057m

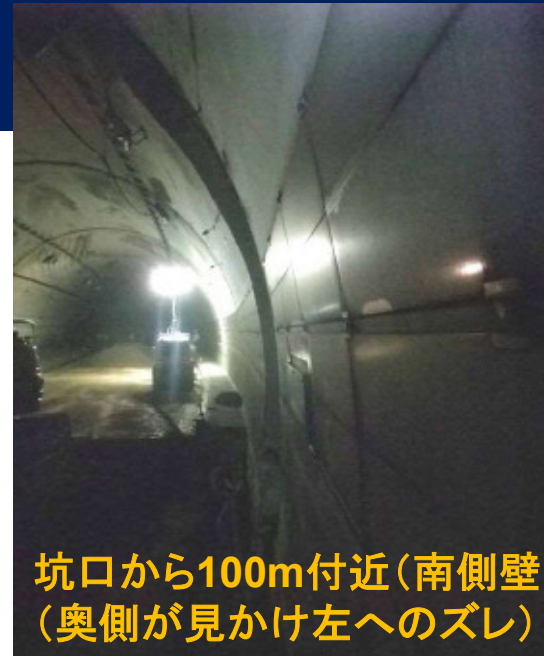
⑩俵山トンネル



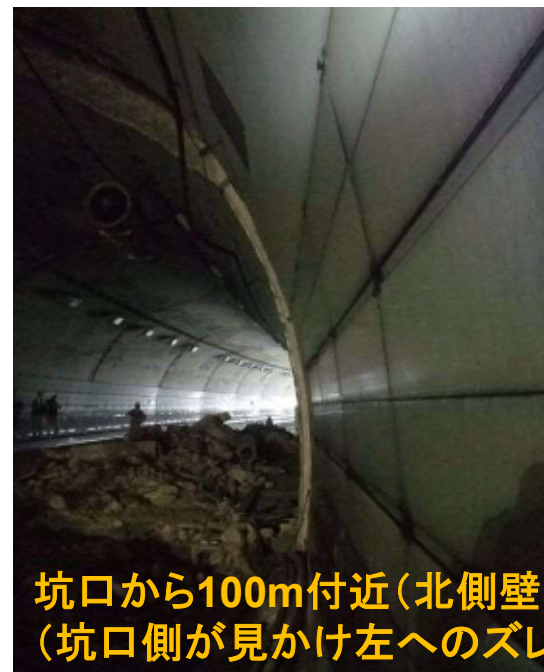
坑口から50m付近
(覆工コンクリートの亀裂と剥落)



坑口から100m付近
(損傷個所の復旧工事)



坑口から100m付近(南側壁)
(奥側が見かけ左へのズレ)



坑口から100m付近(北側壁)
(坑口側が見かけ左へのズレ)

⑩俵山トンネル



坑口から1600m付近
覆工コンクリートの剥落(防水シートの露出)



坑口から1600m付近
覆工コンクリートの落下状況

まとめ

- 住宅密集域直下での被害と中山間部での被害が多く、土木構造物の被害が広範囲かつ甚大
- 鋼製支承だけでなく、**ゴム支承を有する橋梁でも被害が発生**。ゴム支承は取付ボルトの破断が多い
- 支承が破壊した後、**落橋防止システムが機能した？要検証**
- **桁が橋台に衝突し、橋台が損傷。橋台周辺盛土が崩壊**
- **道路部は盛土の崩壊が多数**
- トンネルの損傷は強烈な地震動と断層変位によるもの



- **ゴム支承の耐震性能の検証**
- **落橋防止システムの検証**
 - ⇒ 橋台(胸壁)、橋台周辺盛土の耐震性能の考え方
- 盛土構造物の脆弱性の再認識

(参考 土木学会平成28年熊本地震被害調査速報会2016/4/27)

引用資料

- 土木学会 平成28年熊本地震被害調査速報会(2016/4/27) 資料 <http://committees.jsce.or.jp/eec2/> 土木学会地震工学委員会
- 増田信:平成28年(2016年)熊本地震公共土木施設の被災状況と斜面被害pptファイル, 2016.5.
- Google earth
- Google map ストリートビュー
- 日経コンストラクション
- wikipedia
- 国土地理院
- 他