

## 平成 28 年熊本地震に係る道路トンネル被災状況 緊急調査報告

調査日：平成 28 年 5 月 30 日（月）

調査団構成：蔣 宇静（団長、長崎大学）

森政信吾（長崎大学）

石田純平（長崎大学）

園田直志（長崎県技術士会、現地ボランティア活動中）

松田泰浩（熊本大学）

平川泰之（アジア航測株式会社）

田中利昌（アジア航測株式会社）

岡田清孝（熊本河川国道事務所工事品質管理官）

光武 聡（熊本河川国道事務所建設監督官）

本調査は、熊本河川国道事務所の協力により実施したものである。

### ① 調査箇所

- ・南阿蘇トンネル、俵山トンネル
- ・28号線の被災状況（俵山トンネル～大切畑ダムの区間）

### ② 調査結果

#### (1) 南阿蘇トンネル、俵山トンネル

南阿蘇トンネルは熊本県土木部の発注で、施工は、前田諫山建設工事共同企業体であった。2000年2月に供用、延長757m；巾7.5m、高さ4.5m。トンネル坑内は、遠方目視では被害（ひび割れ、破片落下など）がなかった。現在は照明がついている。

俵山トンネルは同じく熊本県土木部の発注で、施工は、三井・杉本・森建設工事共同企業体であった。2002年7月に供用、延長2,057m；巾7.5m、高さ4.5m。現在は照明がついておらず、懐中電灯で真っ暗な坑内を歩きながらの調査であったが、坑内は顕著な損傷が見受けられ、トンネル全スパンの約半分の区間において変状が確認された。

主な損傷としては、目地全周にわたる圧縮破壊、覆工崩落（1スパン分の防水シートが露出）、コンクリート表面x字型クラック（トンネル軸方向による圧縮破壊）、路肩部の圧縮破壊とずれ、舗装版の浮上がり、覆工の脚部沈下、インバート全周破壊による盤膨れなどがある。

南阿蘇村側（高森側）からトンネルに入ったので、南阿蘇村側を基準に破壊個所の位置を示す。

#### ① 覆工崩落と防水シート露出

南阿蘇村（高森）側から430m（熊本側から167スパン目）付近において、アーチ左肩部から天端に向かって約一スパン分の覆工が崩落、防水シートが露出している。落下したコンクリートの破片から判断しても覆工厚は特に薄くなっていない。

防水シートが撓んでいるので、その裏にある吹き付けや地山にも損傷または緩みを受けている可能性があるため、撤去作業を行う場合に、防水シート内側の崩落に注意すべきであり、無人化施工が必要と思われる。

同じスパンの覆工が崩落していない部分においても、ほぼ全周にわたり圧縮によるクラックが右側まで伸びている。

#### ② 目地全周にわたり圧縮破壊による覆工崩落

南阿蘇村（高森）側から1770m（熊本側から28スパン目）付近において、アーチの目地に沿ってコンクリートの表面一部（約10cmの厚さ）が剥がれ落ちている。舗装版もトンネル軸方向の圧縮を受けているように浮上がっている。

③ 盤膨れ

熊本側の出口から 120m（熊本側から 12 スパン目）付近において、盤膨れが発生した。現在は車が通れるように路面処理が行われ、インバートの状況確認ができなかったが、側壁部の破損状況から、インバート破壊が推測できる。また、覆工全周が輪きりでコンクリートの破片が落ちている。

④ 覆工コンクリート表面の x 字型クラック

複数のスパンにおいて、覆工コンクリート表面には圧縮破壊によるクラック、特に一部の区間には x 字型クラックが遠望目視でも確認できた。また、クラックの交差部においては、破片の落下が散見であった。

ひび割れの発生箇所は地形（土被り）や地質と関連性があると予想される。

⑤ 路肩部の浮上がり

トンネル軸方向の圧縮によって路肩部の路盤も座屈的破壊（浮上がり）が数か所観察された。

⑥ 覆工脚部沈下

地震動により脚部がゆるみを生じたことが原因で、インバートのない区間において覆工の脚部沈下、または、路盤沈下による路肩部の上下段差が生じた。

⑦ トンネル坑口（熊本側）付近の路面段差

南阿蘇村側の出口付近の路面では特になかったが、熊本側坑口部付近の路盤は盛土構造であると考えられ、振動により 5 cm 程度の段差が生じていた。

⑧ 電気室・受変電設備の滑り落ち

熊本側の出口付近に設置された電気室・受変電設備が基礎地盤の崩壊によって、滑り落ちたと考えられる。

(2) 28 号線の被災状況（俵山トンネル～大切畑ダムの区間）

沿線において 5 か所の橋梁については、橋座の損傷、落下防止装置のずれ、橋脚部の地盤破壊、床版の横ずれ、ケーブルのたわみ（軸力を受けていない）が確認された。道路については、断層部の横ずれ、陸地の地割れ、斜面崩壊が部分的に見受けられた。



調査区間



俵山トンネル坑口（南阿蘇村側）



俵山トンネル坑口（南阿蘇村側）  
（土被りが浅いが、100m 坑内に入ると土被りが急に増えるようである）



引っ張りによる開口クラック



覆工コンクリートが崩落、防水シートが露出。



覆工コンクリートが崩落した空間の先端において交差したクラックが右側に伸びた。



両サイトの舗装版が圧縮によって浮上がり



両サイトの舗装版が圧縮によって浮上がり



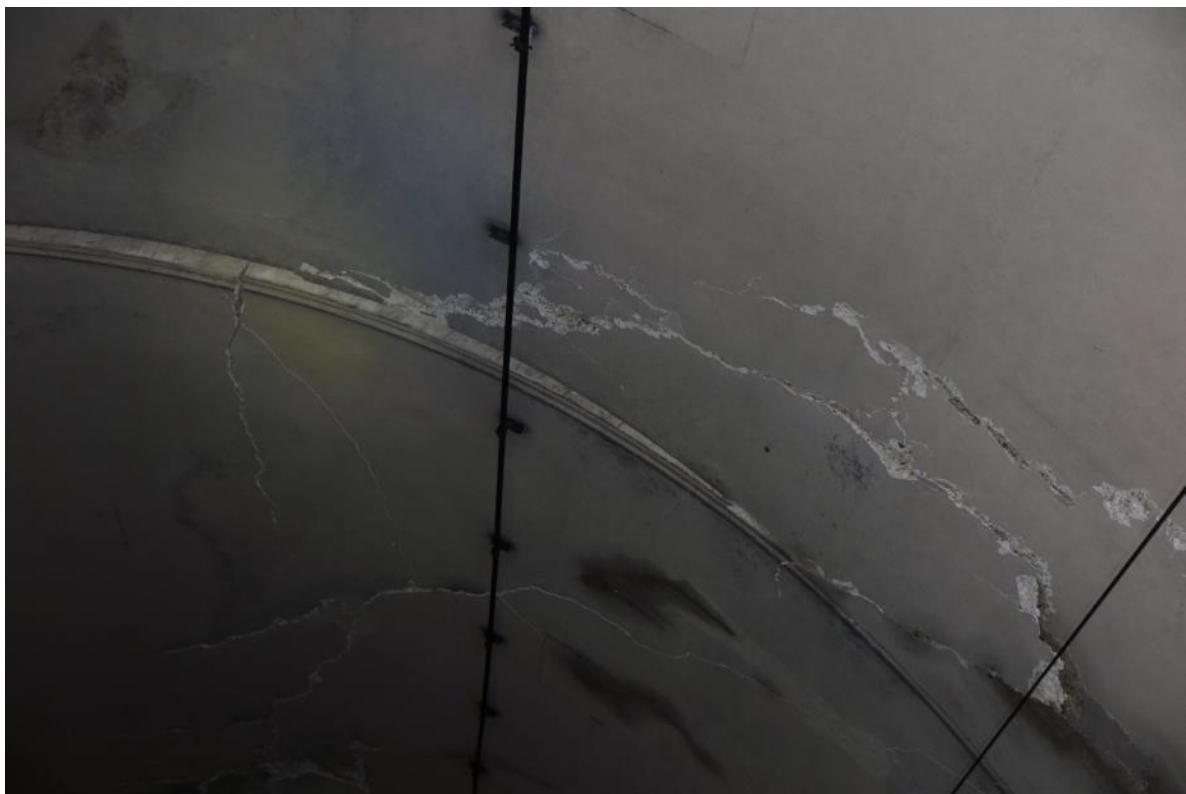
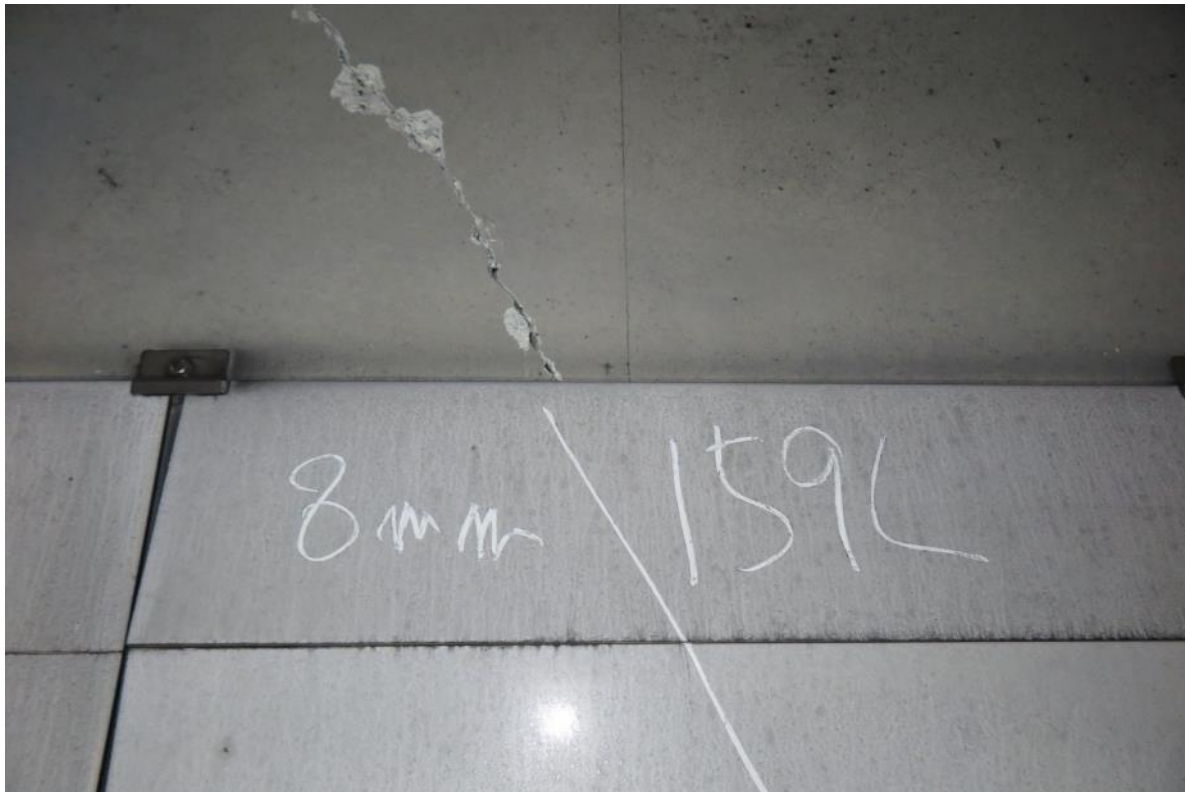
舗装版が圧縮によって浮上がり



軸方向の圧縮破壊（浮上がり、せん断クラックが見える）



せん断クラック



圧縮破壊、x字型クラック





段差



x字型クラック



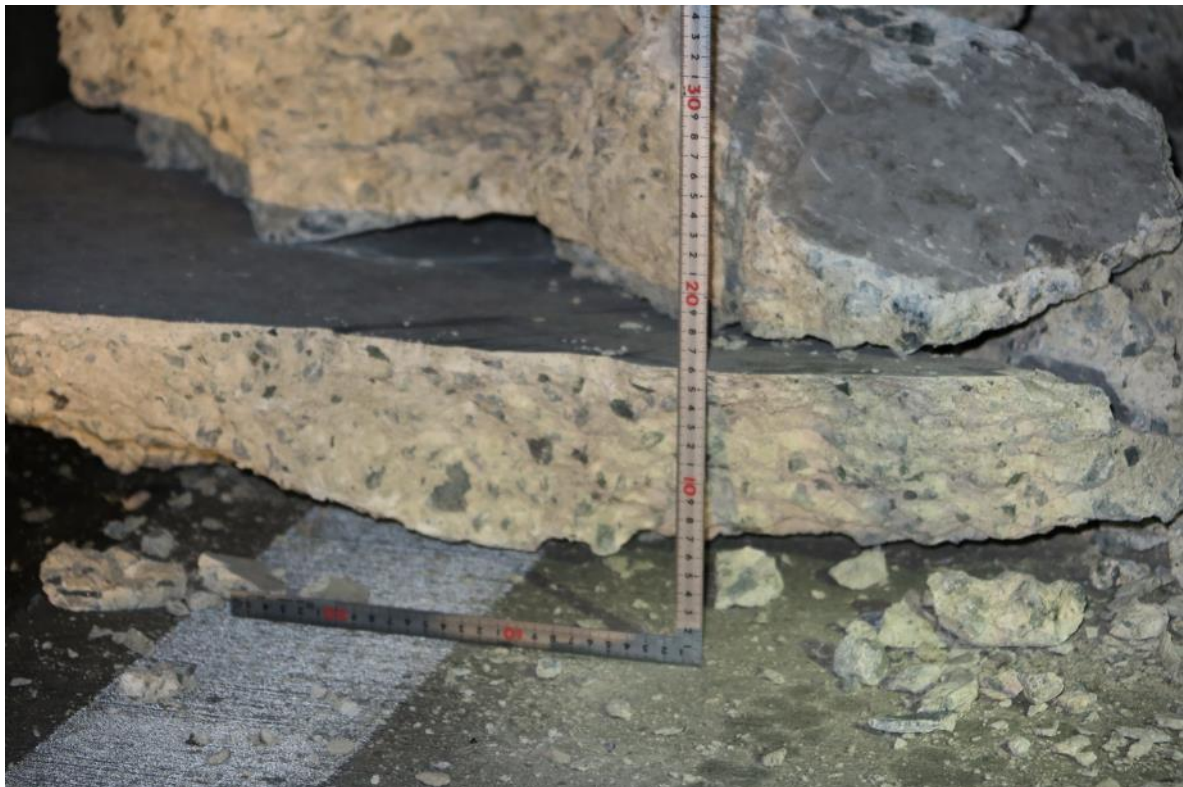
x 字型クラック



クラック交差部のコンクリート破片の崩壊



x字型クラック



コンクリート破片の厚さは10 cm程度（軸方向の圧縮を受けて、自由となっているコンクリート表面には引っ張り応力が発生し、面内せん断による落下と推定）



繋ぎ目のずれとコンクリート剥離



繋ぎ目のずれとコンクリート剥離



舗装版が開口



側壁部コンクリート表面には8 mm程度の開口クラック



繋ぎ目の変状



盤膨れ部



盤膨れ部の側壁部（インバートが破壊）



盤膨れ部の側壁部（インバートが破壊）



盤膨れ部の側壁部（つなぎ目が剥落）





盤膨れ部の側壁部から落下したコンクリート破片、鉄筋があり



熊本側出口の路盤の段差（8 cmもある）



坑口付近の変電施設

120



俵山トンネル出口付近（熊本側）の道路（地割れが発生）



俵山大橋付近



俵山大橋付近



俵山大橋



俵山大橋付近



ケーブルが撓んでいる。



右ずれ断層付近



斜面崩壊



大切畑ダムの堤体



大切畑ダムの堤体（一部の積み石が食い出している）

以上