



平成28年熊本地震 橋梁構造物の被害

高橋良和
京都大学

橋梁の被害の特徴

- 橋梁の被害は、熊本県だけでなく大分県でも発生するなど広範囲にわたり、強震による被害に加え、山岳部では地盤炎上による被害も混在している。
- 平野部では、高速道路跨道橋が落橋、高架橋の耐震補強未対策部に甚大な被害。
- 山岳部では、兵庫県南部地震以降に改訂された示方書に基づく複数の橋梁でゴム支承の破断や支承からの桁逸脱等の大きな被害が発生。大規模な斜面崩壊によりアーチ橋が消失。

被害メカニズム推定に対する課題

- 熊本地震による被害を理解するにあたり、2度の大きな地震、すなわち前震による被害を踏まえたうえで本震による被害を検討することが望ましい。
- しかし、本震は各機関による調査が本格化しようとしたタイミングで発生したことから、前震直後の被害情報が極めて少なく、この重要な情報の欠落が、被害メカニズムの推定を困難にさせている。

土木学会地震工学委員会先遣隊

- 4月14日21時26分に熊本県で発生した地震で震度7が観測されたことを受け、各研究者・技術者が調査の可能性を検討。
- 地震被害調査小委員会をハブに、各種情報を共有し、連携。
 - 4月15日に地震被害調査小委員会HPにおいて、「2016年4月14日熊本で発生した地震」特設ページを開設。
- 4月15日～17日を中心に現地調査。その後も随時調査。

構造物の被害状況（広域）



木山川橋 九州自動車道



竣工：1975年5月
適用道路橋示方書：1972年版

2002～2004年に
橋脚を耐震補強

木山川橋の損傷状況

- 21径間橋梁のほとんどの鋼製支承、桁間連結板の多くが損傷
- 桁は全体的に西方、北方に移動



4月15日撮影

本震前後の損傷の変化 木山川橋 P18



4月15日撮影

4月16日撮影

前震で大きく被災した橋梁が、本震で落橋してしまったのでは？と危惧したものの、逆に一見損傷が小さく見える印象を受ける。

本震前後の損傷の変化 木山川橋 P21 (支承部拡大)

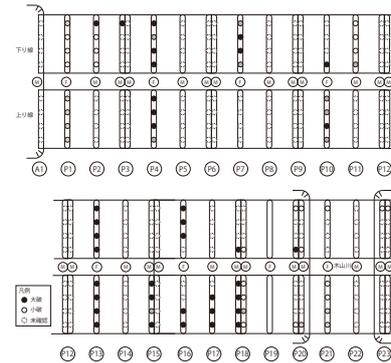


4月15日撮影

4月16日撮影

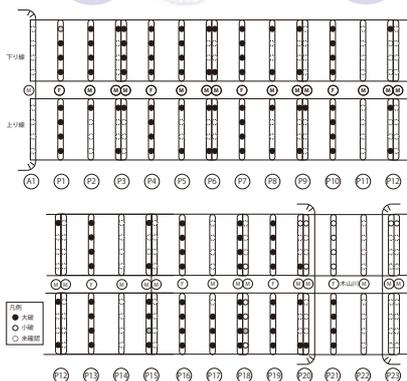
本震でさらに被害が拡大したが、落橋防止システムが機能した。ただ、このような一度の地震で脆性的な破壊をしてもよいのか？

木山川橋 (前震後の支承部損傷状況)



- 前震後の調査結果では、大きな支承の損傷は固定支承部に集中。

木山川橋の損傷状況 (鋼製支承)

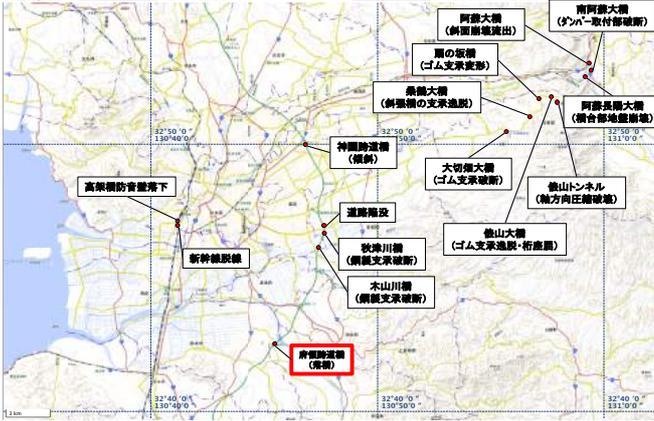


- 本震以降の調査に基づく結果
- あまりに数多くの支承が壊れているため、損傷メカニズムを検討することが極めて困難困難。
(例えば、一斉に壊れているので、大きな上下動で一気に壊れたか？とも考えられる)

木山川橋の被害メカニズム

- 前震時：上部構造の慣性力を固定支承橋脚が負担する設計振動単位通りに地震力が作用し、耐震補強された橋脚は損傷なかったが、支承部が破壊。水平動が主たる原因であり、従来の地震被害とメカニズム的には同じ。
- 本震時：支承の水平荷重支持機能が失われた状態であるため、その挙動は不定。結果、支承などの被害が大規模に発生し、落橋しなかったことは幸運。

構造物の被害状況（熊本県）



府領跨道橋 九州自動車道上 熊本県道32号



4月16日撮影

府領跨道橋 九州自動車道上 熊本県道32号



構造物の被害状況（広域）

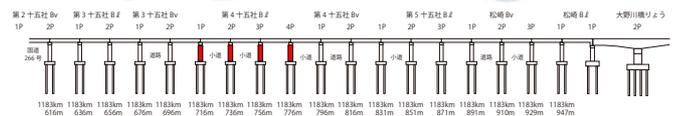


第5十五社Bℓ・松崎Bv 九州新幹線（宇城市）



防音壁の落下

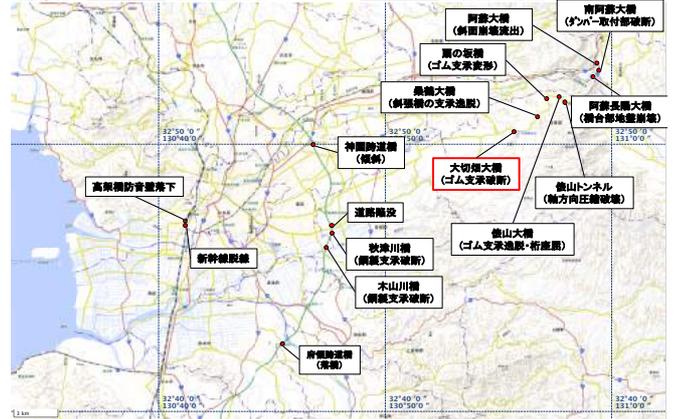
第4十五社Bℓ 九州新幹線（宇城市）



第4十五社BI (宇城市) 九州新幹線



構造物の被害状況 (熊本県)



大切畑大橋 熊本県道28号



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

大切畑大橋 西詰橋台部(A1) 熊本県道28号



大切畑大橋 中間橋脚部(P1, P2) 熊本県道28号



大切畑大橋 中間橋脚部(P3, P4) 熊本県道28号

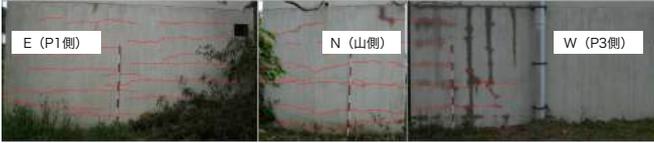


大切畑大橋 中間橋脚(P2) 熊本県道28号

ひび割れ展開図

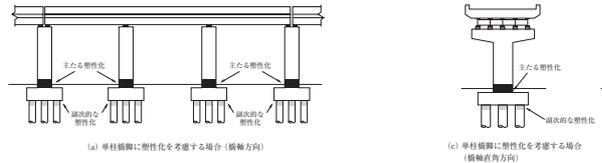
川側に残留塑性変形、

(4月18日松永撮影に加筆)



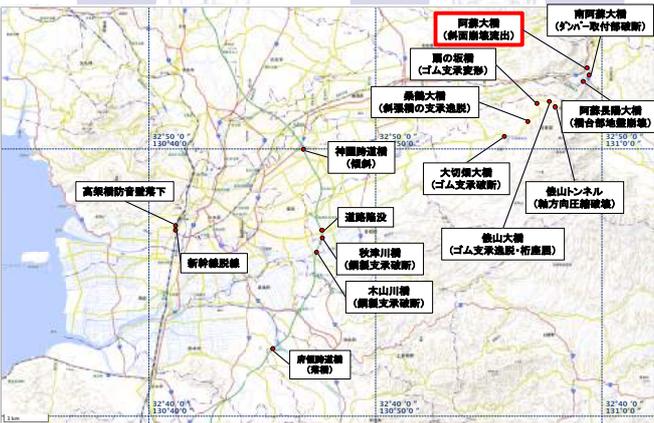
- 東日本大震災でゴム支承が破断した橋梁において、橋脚の損傷が確認されたものはなかった。
- ゴム支承が大きく変形したことが確実で、橋脚が損傷した事例は初めて？

道路橋示方書で想定する主たる塑性化の位置



- 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。

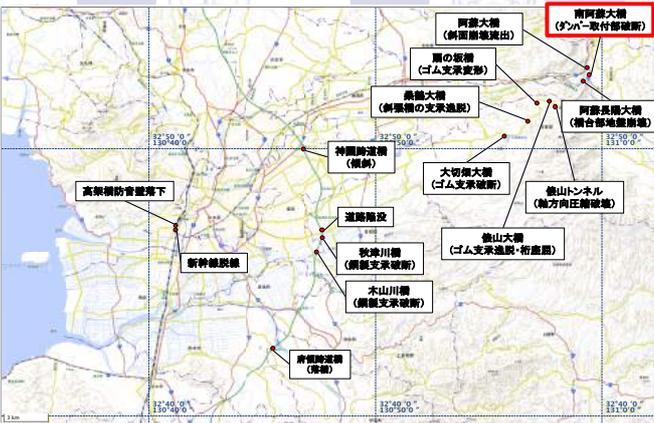
構造物の被害状況 (熊本県)



阿蘇大橋 国道325号



構造物の被害状況 (熊本県)



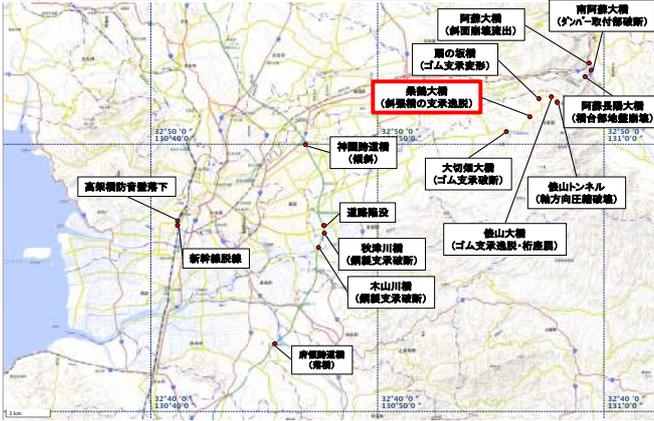
南阿蘇橋 国道325号



竣工：1971年3月
2009年耐震補強実施済み

橋軸方向ダンパー取付部が破損

構造物の被害状況（熊本県）



桑鶴大橋 熊本県道28号



2径間連続鋼斜張橋
建設：1997年
適用道路橋示方書：1994年版

池田(長岡技大)撮影

桑鶴大橋 熊本県道28号



PCケーブルの
ソケット抜け・緩み、
照明灯と接触

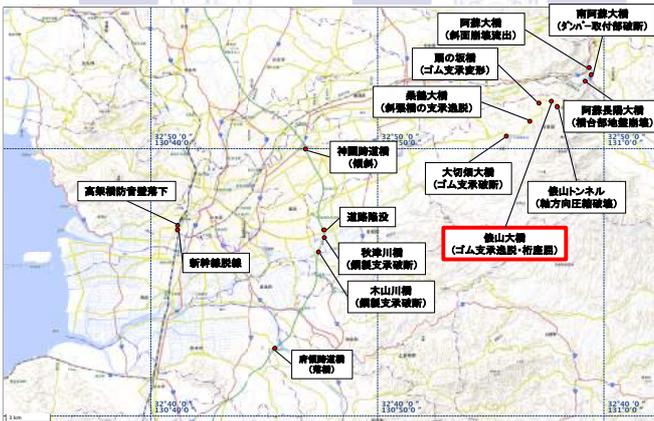


桑鶴大橋 熊本県道28号



鋼製支承の破壊と桁衝突

構造物の被害状況（熊本県）



俵山大橋 熊本県道28号



ゴム支承が大きく変形し、桁端衝突。支承が逸脱し桁が移動。

俵山大橋 中間橋脚 熊本県道28号



池田先生(長岡技大)撮影
桁東端より撮影

葛西先生(熊本大)撮影

ゴム支承が落下

俵山大橋 橋台部 (桁西端) 熊本県道28号



池田先生(長岡技大)撮影

橋台部周辺地盤が沈下。基礎が露出し、橋台に縦ひび割れ。

俵山大橋 中間橋脚 熊本県道28号



主桁下部が座屈

熊本地震による橋梁被害分析WG

- 地震工学委員会 性能に基づく橋梁等構造物の耐震設計法に関する研究小委員会（矢部委員長（株長大））において特別WGが立ち上がり、熊本地震で被災した橋梁の被害分析を行っている（2018年3月まで）

耐震設計・補強の課題

- 速やかに機能を回復できなかった橋梁が10数橋あること、ロッキング橋脚を有する特殊橋の落橋が発生したことは、耐震補強を速やかに実施することが必要。
- ゴム支承の破断や制震ダンパー取付部の破壊のような、耐震設計・補強の意図と異なる壊れ方があった。また、落橋防止システムが脆性的に破壊した事実も重要であり、設計の見直しが必要。
- 地震動に加えて地盤変状による被災も目立ち、地盤調査や下部構造設置方法の見直しも必要。