

東日本大震災
コンクリート委員会・構造工学委員会
合同調査団一次調査報告(速報版)

平成23年4月8日

日本大学工学部
岩城 一郎

報告内容

- はじめに
 - ✓ 調査概要
 - ✓ メンバー構成
 - ✓ 調査行程
 - ✓ 調査全体図
 - ✓ 主な被害状況
- 鉄道構造物
 - ✓ 東北新幹線高架橋柱の被害
 - ✓ 東北新幹線橋りょう橋脚の被害
 - ✓ 東北新幹線のその他被害(中層ばり, 支承, 落橋防止装置等)
 - ✓ 東北新幹線電化柱の被害
 - ✓ 仙台市営地下鉄橋りょう橋脚の被害
- 道路構造物
 - ✓ 国道RC橋脚の被害
 - ✓ 県道支承および支承周りの被害
 - ✓ 市道支承および支承周りの被害
 - ✓ 仙台東部道路のゴム支承の被害
- まとめ

調査概要

目的

- 東日本大震災の地震動により被害を受けた橋りょうを中心としたコンクリート構造物，鋼構造物に対する被害状況を調査する。

調査地域

- 岩手県，宮城県，福島県の内陸部における東北新幹線，東北自動車道，国道4号とその周辺地域

調査対象

- 鉄道（新幹線，地下鉄），道路（高速道路，国道，県道，市道）のコンクリート構造物および鋼構造物

現地調査メンバーの構成

合同調査団長: 鈴木基行(東北大学)

コンクリート委員会

- 下村匠(長岡技術科学大学)
- 三木朋広(神戸大学)
- 上原子晶久(弘前大学)*
- 田中泰司(長岡技術科学大学)
- 大島義信(京都大学)
- 松本浩嗣(東京工業大学)
- 皆川浩(東北大学)
- 長井宏平(東京大学)
- 岩城一郎(日本大学)*
- 細田暁(横浜国立大学)
- 国枝稔(名古屋大学)
- 渡辺健(鉄道総研)
- 内藤英樹(東北大学)*
- 高谷哲(京都大学)
- 半井健一郎(群馬大学) 15名

構造工学委員会

- 岩城一郎(日本大学)
- 中島章典(宇都宮大学)
- 上原子晶久(弘前大学)
- 内藤英樹(東北大学) 4名

*はコンクリート委員会と構造工学委員会の兼務

調査行程

岩手県班(合同調査団)

3月25日:(東北新幹線)第2西仙北高架橋→第1赤林高架橋→第1矢巾高架橋
→第1南矢巾→矢巾南高架橋→第3徳田高架橋→第3日詰高架橋→第5猪鼻
高架橋→(釜石自動車道)北上川橋→宮野目橋→(東北自動車道)豊沢川橋

3月26日:(東北新幹線)第1北上川橋りょう→第3愛宕高架橋→第2谷地高架橋
→第1中曾根高架橋

宮城県班(合同調査団)

3月27日:(国道4号)名取大橋→(仙台市道)八木山橋→(仙台市営地下鉄)
七北田川橋

3月28日:(東北新幹線)中長町高架橋→南長町高架橋→花京院橋りょう→第2
小田原高架橋→岩切線路高架橋→電化柱

福島県班(合同調査団)

3月29日:(東北新幹線)菱田高架橋→小屋高架橋→松塚高架橋→第2四十坦
高架橋

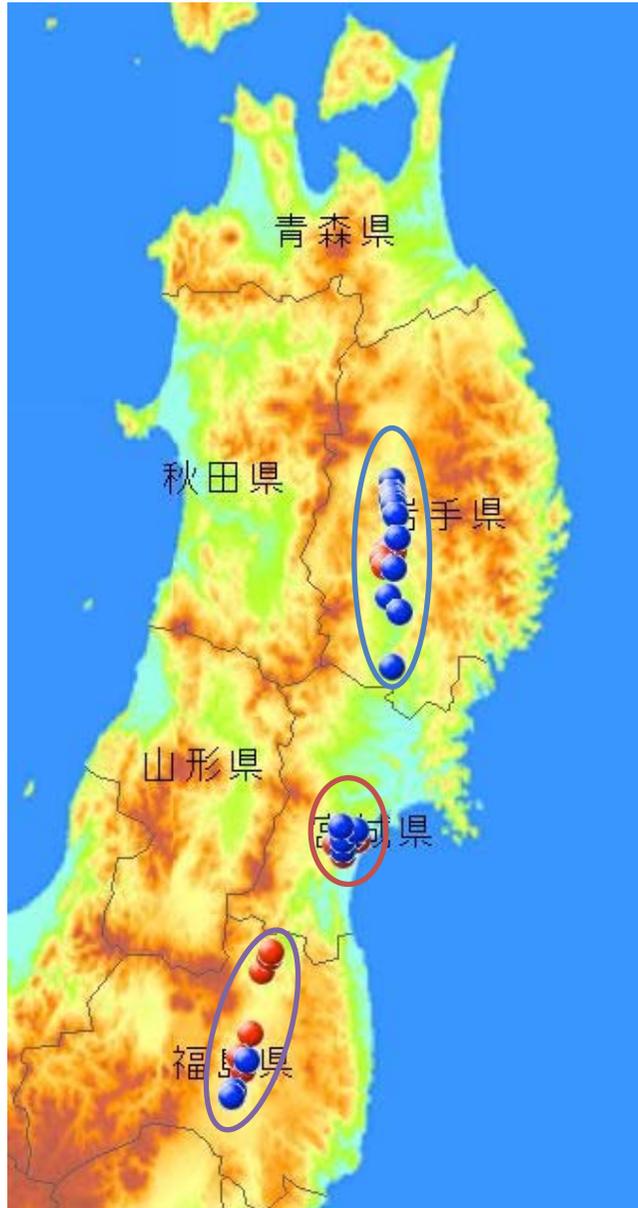
3月30日:(福島県)笠石高架橋→(郡山市)大黒橋→(国道4号)亀田高架橋
→(福島市)天神橋

鋼構造班(構造工学委員会調査団)

3月31日:(郡山市)大黒橋→(福島市)天神橋→(福島市)鎌田大橋→(福島
県)大正橋

4月1日:(仙台東部道路)東部高架橋

調査全体図



- 調査箇所: 36地点
- 鉄道構造物(青): 22地点
- 道路構造物(赤): 14地点
- 岩手県: 17地点
- 宮城県: 9地点
- 福島県: 10地点

出典:「電子国土」

URL <http://cyberjapan.jp/>

東北新幹線の主な被害状況

2011年4月4日現在

- 電化柱の折損・傾斜・ひび割れ 約540箇所
 - 架線の断線 約470箇所
 - 高架橋柱等の損傷 約100箇所
 - 軌道の変位・損傷 約20箇所
 - 変電設備の故障 約10箇所
 - 防音壁の落下・傾斜・剥離 約10箇所
 - 天井材等の破損・落下 5駅
 - 橋桁のずれ 2箇所
 - 橋桁の支点部損傷 約30箇所
- ※高架橋, 橋りょう, 駅舎, トンネルの崩落はない.

直轄管理国道（東北地整）の主な被害状況

平成23年3月23日現在

国道45号

- 橋梁上部工流失，橋台背面盛土流失等 9橋
- 法面崩落 1箇所
- 路面陥没，路面崩壊，冠水，津波堆積物等 約20箇所

国道4号

- 法面崩落 1箇所

国道6号

- 法面崩落 1箇所
- 路面陥没，路面崩壊，冠水，津波堆積物等 約10箇所

※原発影響範囲は対象外

高速道路（NEXCO東日本）の主な被害の概要

- 全路線 計 854.1km
- 路面のクラック 97箇所
- ジョイント部段差 56箇所
- 路面陥没 23箇所
- 路面段差 174箇所
- その他

現在は常磐自動車道の一部区間（原発の影響）
を除き応急復旧が完了し、開通済み

鐵道構造物

新幹線構造物 事例② ー 第3愛宕(おだぎ)高架橋 (岩手県奥州市) ー

構造形式:ビームスラブ式RCラーメン高架橋

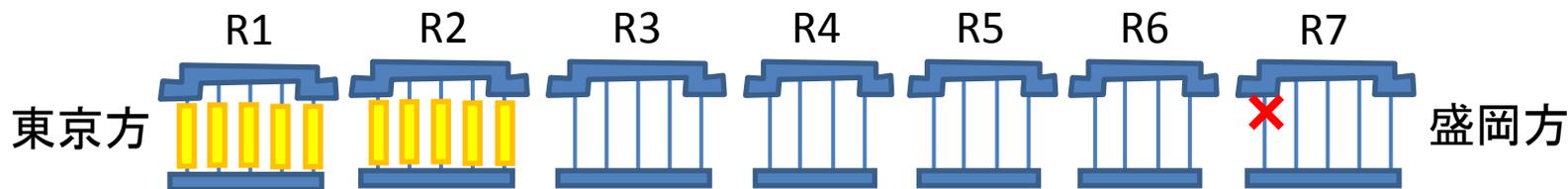


撮影:JR東日本

地震直後(R7)



ジャッキアップ+断面修復
による補修



■ 鋼板巻立てによる耐震補強(三陸南地震で被災)

✖ 補修箇所

鉄道構造物 事例③ ー 東北新幹線 (宮城県仙台市) ー 白石蔵王～仙台間 南長町高架橋・中長町高架橋

構造形式:ビームスラブ式RCラーメン高架橋



損傷状況
(中長町高架橋)



修復状況
(南長町高架橋)

鉄道構造物 事例③ ー 東北新幹線 (宮城県仙台市) ー 白石蔵王～仙台間 南長町高架橋・中長町高架橋



- ✓ 並行する在来線の高架橋(手前)は新しい耐震設計規準に従って設計されており、柱のヒンジ部には内巻きスパイラルを配置.
- ✓ 在来線の高架橋の柱には曲げひび割れが認められたが、大きな損傷は認められなかった.

鉄道構造物 事例④ ー東北新幹線 (福島県須賀川市) ー 新白河～郡山間 第2四十坦高架橋

構造形式: ビームスラブ式RCラーメン高架橋



ポリマーによる損傷した柱の断面修復



損傷した柱のひび割れ部への樹脂注入

新幹線構造物 事例⑤ ー第1北上川橋りょう (岩手県一関市)ー

構造形式: 桁式高架橋(RC単柱式橋脚)



撮影: JR東日本

地震直後
(18P)



ひび割れ注入+断面修復
による補修

鉄道構造物 事例⑥ — 東北新幹線 (宮城県仙台市) — 仙台～古川間 岩切線路橋

構造形式: 3径間連続PCホロ一桁 (RC単柱式橋脚)



- ✓ 段落し部を起点とするひび割れに伴うコンクリートの剥落が発生しているが、崩壊には至っていない。
- ✓ 調査時点(3/28)には、既にひび割れ注入＋断面修復による補修工事が完了

鉄道構造物 事例⑦ ー 東北新幹線 (福島県郡山市) ー 新白河～郡山間 菱田高架橋P15 (P13)

構造形式：桁式高架橋 (RC壁式橋脚)



損傷状況 (段落とし部の損傷, 補修時の様子, P13でも同様の損傷, JR東日本提供)



修復状況 (損傷部への帯鉄筋の配置と無収縮モルタルによる断面修復)

鉄道構造物 事例⑧ — 東北新幹線 (宮城県仙台市) — 仙台～古川間 花京院橋りょう

構造形式: 合成箱桁



支承ピンの破断, 橋軸直角方向への移動



サンドル+ジャッキによる水平移動

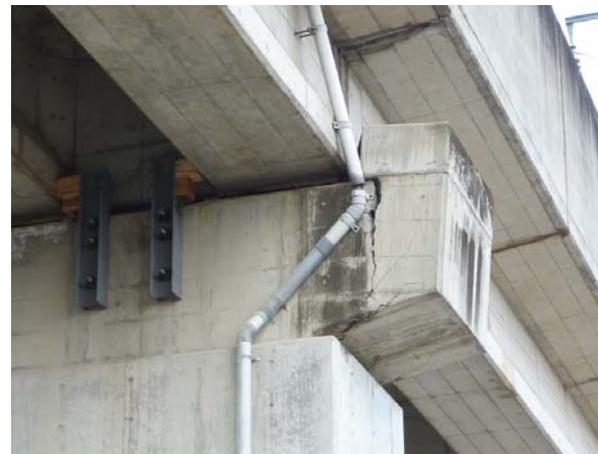
鉄道構造物 事例⑨ — 東北新幹線 (宮城県仙台市) — 仙台～古川間 第2小田原高架橋R1



- ✓ 橋軸直角方向の複数の中層ばり⇒一様に斜めひび割れが発生
- ✓ ラーメン構造部端部の桁受部においても、ストッパーによるものとみられるコンクリートの損傷が確認された。
- ✓ 他の部材(橋軸方向中層ばり, 柱, 柱はり接合部, スラブ等)では, 目視による観察の結果, 顕著な損傷は確認されなかった。

鉄道高架橋 事例⑩ — 東北新幹線 (福島県須賀川市) — 新白河～郡山間 松塚高架橋

構造形式: 桁式高架橋 (RC壁式橋脚)



地震動による桁の橋軸直角方向への移動により落橋防止のための
桁間と外側のRCストッパーが損傷

その他 事例⑪ ー東北新幹線電化柱(宮城県仙台市) ー



東北新幹線で、約540箇所(2011年4月4日時点での情報)で電化柱の折損・傾斜・ひび割れが確認されている。

鉄道橋 事例⑫ ー仙台市営地下鉄
七北田川橋りょう (宮城県仙台市) ー



橋脚胸壁部分の損傷(正負交番による曲げ破壊)

鉄道構造物のまとめ

- 地震の規模(M9.0), 震度(調査地域で6強あるいは6弱)の割に**構造物の被害の程度は比較的小さい**.
- 兵庫県南部地震(1995年), 三陸南地震(2003年)の教訓より, **せん断破壊先行型の高架橋柱, 橋りょう橋脚への耐震補強を実施済み**→被害なし(耐震補強の効果)
- **補強をしていない高架橋柱, 橋りょう橋脚**→せん断破壊による上部構造の落橋等の**甚大な被害なし(早期復旧可)**
- その他:**中層ばりのひび割れ, RCストッパーの破損等**→主部材には**損傷なし(早期復旧可)**
- **被害範囲が広く, 被害箇所が多数**(特に電化柱の折損・傾斜)

道路構造物

道路構造物 事例①—名取大橋 (宮城県仙台市国道4号)—



構造形式: 17径間5主桁単純鋼溶接合成I桁
竣工年: 昭和38年3月

水平ひび割れ発生位置



橋脚には巻き立て部上端から上約30cmの部位において水平方向に幅0.3mm程度から最大5mm程度のひび割れが生じている。

道路構造物 事例②— 亀田大橋 (福島県郡山市国道4号) —

構造形式: 桁式高架橋 調査箇所は2径間連続鋼箱桁橋

竣工年: 1990年(下り線), 2001年(上り線), 下り線は耐震補強済



調査対象箇所の全体写真



写真左:下り線, 右:上り線
下り線橋脚張り出し部に損傷

道路構造物 事例②— 亀田大橋(福島県郡山市国道4号)—



下り線支承周り: 鋼製支承の端部から鉛直ひび割れが発生(最大ひび割れ幅11mm)



下り線移動制限装置周り: 損傷なし



上り線支承周り: ゴム支承が変形し, 移動制限装置は損傷しているが橋脚に目立った損傷なし

道路構造物 事例③—笠石高架橋(福島県 県道288号)—

構造形式: 桁式高架橋
竣工年: 1991年～1993年



A1橋台の損傷状況: RCストッパーおよびアンカーボルト等の損傷, 落下

道路構造物 事例④ 一大正橋(福島県 県道125号線) 一

構造形式:ゲルバー合成I桁橋

竣工年:1971年



左岸側橋台支承部における橋軸方向変位制限プレートの脱落



落橋防止アンカーの引き抜けとアンカー周辺コンクリートの破壊

道路構造物 事例⑤ ー大黒橋(福島県郡山市 市道)ー

構造形式: A1-P2 単純PCポステン桁橋

P2-P3 下路式鋼単純ワーレントラス桁橋

P3-A2 単純PCポステン桁橋

竣工年: 1966年



橋脚と桁の結合部におけるリベットの破断
(右下写真はリベットの破断面)

道路構造物 事例⑥ 一天神橋(福島県福島市 市道)一

構造形式:ゲルバー鋼箱桁橋

竣工年:1964年



右上写真:右岸側橋台桁端部の落橋防止構造

右下写真:橋台支承台座(落橋防止装置据え付け部)の損傷状況

道路構造物 事例⑦ 一鎌田大橋(福島県福島市 市道)一

構造形式: 合成桁橋

竣工年: 1972年



左岸側橋台支承台座サイドブロックの破損

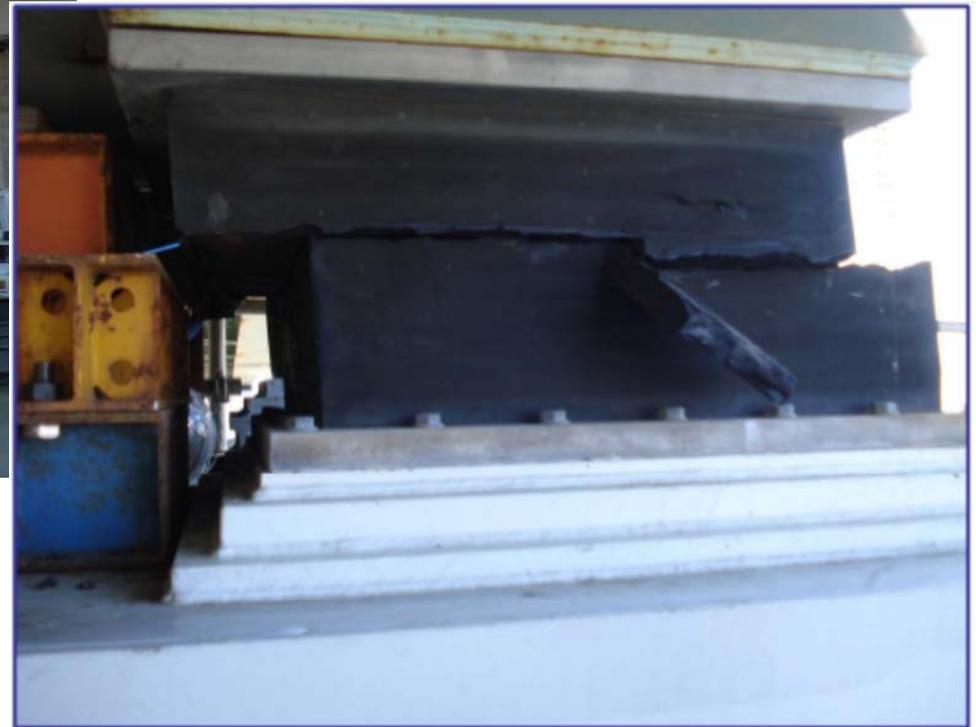


左岸側橋台上伸縮装置の異常遊間(約200mm)

道路構造物 事例⑧ ー仙台東部道路 P52橋脚ー



ゴム支承の破断
(地震後に15cm程度の残留)



(写真提供：NEXCO)

道路構造物 事例⑧ ー仙台東部道路 P56橋脚ー



- ゴム支承の破断
- 段差40cm
 - 横移動50cm

道路構造物 事例⑧ ー仙台東部道路 P56橋脚ー



4月1日の復旧工事の様子

道路構造物のまとめ

- 地震の規模(M9.0), 震度(調査地域で6強あるいは6弱)の割に構造物の被害の程度は比較的小さい.
- 耐震補強をしている橋脚:一部を除きほとんど被害は見られない. 耐震補強していない橋脚:曲げひび割れが見られる程度→下部工は総じて健全
- 上部工:桁同士, 桁と橋台・橋脚の境界部で衝突による破損が見られるが構造物そのものは総じて健全
- 損傷の多くは支承及び支承周りで生じている→中には今後の余震で落橋につながる恐れもあり, 通行止めや, 復旧の遅れにつながっている.
- ゴム支承の破断:新たな損傷形態であり, 今後そのメカニズムの解明が待たれる.

まとめ

- 兵庫県南部地震, 三陸南地震, 新潟県中越地震等を教訓とする耐震補強方策(応急復旧技術含む)が一定の効果を示している.
- 地震の規模, 震度の割に上部工, 下部工が健全であるのに対して, 支承及び支承周りの損傷が目立つ. 復旧性の観点からこれらのディテールに関する耐震補強方法について議論の余地がある.
- 復旧性については材料や支保工の調達速度, 他機関からの協力・支援等が差となって現れる.

ご清聴ありがとうございました。

快く調査に応じていただいた
関係各位に心より感謝申し上げます。