土木学会東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）
緊急地震被害報告会
2011.4.11

昭和53年宮城県沖地震で被災した橋梁及び耐震補強された橋梁の耐震性

東京工業大学
松﨑　裕

設計基準改定および耐震補強の効果検証の必要性

- 東日本大震災で大きな揺れに見舞われた被災域は1978年（昭和53年）の宮城県沖地震の際に，多くの橋梁が被災した地域
  - 鋼製支承の破断
  - RC橋脚の軸方向鉄筋の座屈
  - RC橋脚のかぶりコンクリートの剥落　など
- 宮城県沖地震後，震度法から地震時保有水平耐力法への移行を中心とする**設計基準の改定**や，**既存不適格構造の耐震補強**がなされてきた

設計基準改定や耐震補強の効果の検証を行う観点で，宮城県沖地震で被災した橋梁についても調査を行った

調査対象橋梁　～仙台地区～

千代大橋
閖上大橋
若林区
長町
富沢
南仙台
今泉
仙台
若林JCT
名取川
社会保険
病院
名取
名取市役所
井土浦
海岸公園
東北新幹線
仙台バイパス
宮城県
仙台
塩竈
松島
石巻港
東根
山形
新庄
栗駒山
神室山
船形山
栗原
伊豆沼
内沼
長沼
鳴瀬川
北上川
最上川
一関
平泉
陸前高田
大船渡
白石
角田
阿武隈川
引用：Googleマップ

調査対象橋梁　～石巻地区～

飯野川橋

天王橋

開北橋

日和大橋

調査対象橋梁　～仙台地区～

千代大橋
閖上大橋
若林区
長町
富沢
南仙台
今泉
仙台
若林JCT
名取川
社会保険
病院
名取
井土浦
海岸公園
名取市役所
仙台バイパス
東北新幹線
宮城県
仙台
塩竈
松島
石巻港
東根
山形
船形山
栗駒山
神室山
新庄
栗原
伊豆沼
内沼
長沼
鳴瀬川
北上川
最上川
一関
平泉
陸前高田
大船渡
白石
角田
阿武隈川
引用：Googleマップ

千代大橋　～概要と宮城県沖地震時の被災状況～

- 国道4号線が広瀬川を渡る地点に架設された橋
- 9連単純桁，橋長310m（1965年竣工）

（撮影：山口大学・渡邊准教授）

宮城県沖地震時の被害

■橋脚8基全てが被災

✓かぶりコンクリートの水平・斜めひび割れ，剥落

✓軸方向鉄筋の座屈（P6橋脚）

宮城県沖地震後の復旧

■樹脂注入

■RC巻き立て

千代大橋　～耐震補強の内容とその効果～

積層ゴム支承への交換

落橋防止構造の設置

橋脚の耐震補強

（撮影：東京工業大学・川島教授）

橋脚・支承に損傷は
認められなかった

↓

橋脚の耐震補強や
支承の交換の効果

調査対象橋梁　～仙台地区～

引用：Googleマップ

閖上大橋　～概要と宮城県沖地震時の被災状況～

- 宮城県道10号塩釜亘理線が名取川を渡る地点に架設された橋（1972年竣工）
- 3径間PCラーメン橋＋7連PC単純桁，橋長541.7m

宮城県沖地震時の被害

- かぶりコンクリートの水平・斜めひび割れ，剥落
  （特にP1橋脚で著しい被害）
- ゴムジョイントの破損
- ローラー支承の橋軸方向ずれ，アンカーボルトの付着切れ
- 固定支承付近のPC単純桁ウェブの斜めひび割れ

（撮影：山口大学・渡邊准教授）

宮城県沖地震後の復旧

- 樹脂モルタル注入
- RC巻き立て

閖上大橋　～東日本大震災による被災状況～

固定支承付近の
PC単純桁の破壊

ジョイントの
破損・
せり上がり

桁の橋軸直角
方向への移動

橋脚・支承に損傷は
認められなかったもの
の，ジョイントを含め
た上部構造が被災

（撮影：東京工業大学・川島教授）

閖上大橋　～東日本大震災による被災状況～

（撮影：東京工業大学・川島教授）

ジョイントのせり上がりとともに
中央径間のスパン中央で約30cmの沈下

調査対象橋梁　～石巻地区～

引用：Googleマップ

飯野川橋

天王橋

開北橋

日和大橋

日和大橋　～概要～

- 宮城県道240号石巻女川線が旧北上川の河口を渡る地点に架設された橋（宮城県沖地震後の1979年竣工）
- 3径間連続鋼床版箱桁橋（83.5+125.0+83.5m）と4連の3径間連続鋼鈑桁からなる橋長716.6mの橋
- 中央径間の耐震補強を2008年度～2010年度に実施

中央径間部分

津波による洗掘

日和大橋　～耐震補強とその効果～

鋼板巻き立て

ダンパーおよび
落橋防止構造の設置

RC巻き立て

橋脚の耐震補強とともに
ダンパーも設置されており，
バランスの取れた耐震補強

調査対象橋梁　～石巻地区～

飯野川橋

天王橋

開北橋

日和大橋

開北橋　～概要と宮城県沖地震時の被災状況～

- 宮城県道33 号石巻河北線が旧北上川を渡る地点に架設された橋長286m の5 径間連続鋼箱桁橋（1968年竣工）
- 初期のオイルダンパーが設置されている
- 橋脚完成時から強震観測を実施．宮城県沖地震時には周辺地盤上，P2橋脚上端で強震記録が得られている（周辺地盤上のPGA：橋軸1.9m/s^2，橋軸直角：2.9m/s^2）

オイルダンパー
(400kN, ±50mm)

宮城県沖地震時の被害

- 固定支承・ダンパー支承下のモルタルの破損
- アンカーボルトのせん断変形

軽微な損傷に留まった

開北橋　～耐震補強とその効果～

固定支承設置のP1橋脚の
鋼板巻き立て（宮城県沖地震後）

◆他の橋脚上の支承は可動支承
◆P1橋脚が最も橋脚高さが低い

地震被害は生じていない

調査対象橋梁　～石巻地区～

引用：Googleマップ

天王橋　～概要と宮城県沖地震時の被災状況～

- 国道45号線が旧北上川を渡る地点に架設された橋
- 車道橋は1959年架設，側道橋は1975年架設
- 3径間の張出式鋼ランガー桁および鋼ゲルバー桁
  橋長367.7m

宮城県沖地震時の被害

- 沓座コンクリートのアンカーからのひび割れ：
  最大幅18cm
  深さ60～70cm

甚大な被害

天王橋　～東日本大震災による被災状況～

車道橋

横構の破断

横斜材の破断・座屈

アンカーボルトの浮き上がり

側道橋

ローラーの逸脱

水平抵抗の損失

甚大な被害

調査対象橋梁　～石巻地区～

飯野川橋

天王橋

開北橋

日和大橋

飯野川橋　～概要と宮城県沖地震時の被災状況～

- 国道45号線が北上川を渡る地点に架設された3径間連続鋼床版2連，橋長441.5mの橋
- 下部構造は，橋脚部ではニューマチックケーソン，橋台部では，鋼管杭基礎

宮城県沖地震時の被害

■P4橋脚上の固定支承が上下流側とも破損
（ピンやキャップボルトの切断）

➡ 上沓が下沓に対して
上流側は38mm，　下流側は48mm移動

■上部構造・下部構造には被害無し

飯野川橋　～耐震補強とその効果～

未補強橋脚

補強橋脚

地震力の分担

1基置きに鋼板巻立て

積層ゴム支承（補強橋脚＋橋台）

すべり支承

ビンガムダンパー（橋台）

断層近傍の破壊力のある地震動に対しても，橋脚の耐震補強せずにダンパーを使用したものが安全かどうかは要検証

まとめ

昭和53年の宮城県沖地震で被災した橋梁およびその後耐震補強された橋梁を対象に，調査を行った結果，以下の点が明らかとなった.

- 宮城県沖地震の際には，かぶりコンクリートのひび割れ・剥落や鋼製支承の破断等の被害が目立ったが，積層ゴム支承に交換した橋梁や，橋脚の耐震補強とともにダンパーが併用されるなど，バランスの取れた耐震補強がなされた橋梁では，地震動による被害は生じていなかった.
- 閖上大橋や天王橋のように，鋼製支承あるいはジョイント部での被害は従来通り生じており，**今後も，橋全体系としての耐震性を確保するべく，着実に適切な耐震補強**を進めていく必要がある.