東北地方太平洋沖地震で損傷を受けた東北新幹線 RC ラーメン高架橋の被害分析

東日本旅客鉄道㈱	正会員	○倉岡	希樹	東日本旅客鉄道㈱	正会員	小林 將志
東日本旅客鉄道㈱	正会員	篠田	健次	東日本旅客鉄道㈱	正会員	水野光一朗

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震および,4 月 7 日に発生したその余震により、東北新幹線の広い範囲で,図-1 に示すビームスラブ形式の RC ラーメン高架橋(以下,高架橋)が 損傷を受けた.この損傷を受けた高架橋について,損傷箇所の高架 橋内での位置,柱部材における損傷位置,方向性,等価固有周期に より,被害分析を行なった.本稿ではその結果について報告する.

## 2. 高架橋の被害分析

図-2 に高架橋柱部材の損傷度の分類と主な変状状況について示す。今回の被災で、東北新幹線の高架橋には損傷度 A がなかったので、本稿での被害分析は、損傷度が BB 及び B と報告された高架橋を対象にして行なった. その数量は、高架橋の柱本数にして、3月11日の本震時に被害を受けた柱が55本(損傷度 BB:8本,損傷度 B:47本),4月7日の余震時に被害を受けた柱が9本(損傷度 BB:3本,損傷度 B:6本)であった.

1) 位置特性

図-3に、1ブロックの高架橋内で、損傷を受けた柱位置が どこに位置するのか分類した結果を示す.これより、高架 橋の端部柱(起点方柱,終点方柱)が損傷した高架橋が9 割以上であることがわかる.なお、損傷を受けた端部柱に ついては、起終点の差異は無く、支承条件との関連性も見 られなかった.また、損傷を受けた中間部柱については、 全て3層構造高架橋の柱であり、一般的な1層構造形式の 高架橋(図-1)では、損傷度がBBおよびBの損傷は端部柱

にしか発生してない.東北新幹線の高架橋は、図-1 に示すように、隣接する ブロックと接続するための単純桁(調整桁)を支持するビームスラブ形式の 高架橋が多く用いられている.この場合、端部柱は単純桁を受ける構造なの で、柱高さが中間部柱と比べて低く、せん断スパンが短い柱であった.

2) 部位特性

図-4 に損傷を受けた高架橋柱の損傷位置によって分類した結果を示す.損 傷位置は、その多くが柱上部に集中しており、特に柱上部 1D(D:柱断面高 さ)よりもその直下の部分(柱上部 1D以外)での損傷率が高い.また、柱下

端部では、曲げひび割れ程度の補修を必要としない軽微な損傷しか確認されていない.損傷率が高い位置は、図-5 に示すように柱部材の帯鉄筋の配置ピッチが粗密区間の境界域である.また、柱下部の方は柱上部に比べて帯鉄筋

キーワード 東北地方太平洋沖地震, RC ラーメン高架橋, 地震被害

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター TEL 03-5334-1288







図-2 損傷度の分類



が密に配置された区間となっている.

3) 方向性

柱部材の損傷が,橋軸方向か橋軸直 角方向なのかを損傷状況により分析し た結果,残留ひび割れについては線路 直角方向が多いものの,明確な傾向は 見られなかった.また,写真-1のよう な損傷度 BB を受けた柱については,軸 方向鉄筋の変形が柱全周にわたって発 生しており,損傷状態からその方向性 は判断することができない.





図-5 高架橋端部柱の配筋と 損傷部位の位置関係の概念図

4) 等価固有周期と加速度応答スペクトルの関係

損傷数が多かった地区にある高架橋,損傷度が BB となった高架橋を対象に 抽出(計6ブロック)して,その直近の地震計の加速度応答スペクトル(NS 方 向および EW 方向,減衰 5%)と,静的非線形解析より算出したそれぞれの高架 橋の等価固有周期から応答加速度を例示したものを図-6,図-7 に示す.なお, 地震計の位置は損傷した高架橋の所在箇所ではなく,直線で1.5~10km 程度離 れた位置の直近の地震計である.地震の応答値は,東北新幹線の高架橋の方向 を考慮し,橋軸方向が NS 方向,橋軸直角方向が EW 方向を用いるものとした.



写真-1 損傷度 BB の損傷例

これより,分析対象とし た高架橋の等価固有周 期が,橋軸方向および橋 軸直角方向ともに 0.4~ 0.6sec 程度の範囲にあり, 一般に鉄道構造物の固 有周期帯域とされてい る 0.5~1.0sec と比較し て短周期側にあること がわかる.また,今回の 地震動は,本震および余 震の両方とも 0.1~0.4sec



程度の周期が卓越した特徴があるが、分析対象とした高架橋の等価固有周期は、鉄道構造物の固有周期帯の中でも その卓越した周期帯に近いものであった.

## 3. まとめ

- ・1 ブロックの高架橋内で損傷を受けた柱の位置は端部柱が多い.また,端部柱における起終点の差異は無く,支 承条件との関連性も見られなかった.
- ・損傷位置は柱上部に集中しており,特に柱上部 1D よりも下の部分での損傷数が多い. 柱下端部では,曲げによる残留ひび割れが見られる程度の軽微な損傷しか確認されなかった.
- ・柱部材の損傷の方向性は、明確な傾向が見られなかった.
- ・分析対象の高架橋の等価固有周期は,橋軸方向および橋軸直角方向ともに 0.4~0.6sec 程度の範囲にあり,比較的 短周期側であった.また,今回の地震動は,短周期帯で卓越した特徴があるが,分析対象の高架橋の等価固有周 期はその卓越した周期帯に近い.