新潟県中越地震による鉄道高架橋の被害解析

JR 東日本	正会員	○安保	知紀
JR 東日本	正会員	津吉	毅
JR 東日本	フェロー会員	石橋	忠良

1. はじめに

2004 年 10 月 23 日 17 時 56 分に新潟県中越地方で M6.8 の内陸直下型地震が発生した.新潟県の川口町で最 大深度7を観測し、その後震度6弱以上の余震が4回発生するなど、活発な余震活動を伴なった.特に、地震 により被害を受けた上越新幹線第一和南津高架橋の近傍では、新幹線の変電所に設置された地震計で約 850gal という大きな地表面最大加速度が観測された¹⁾. そのため同高架橋のうち R5 高架橋を例にとり, 被害 状況から地震時の最大応答レベルを簡易的に推定し、現行の耐震標準²⁾による最大応答との比較検討をおこな ったので報告する.

2. 第一和南津高架橋 R5 の被害状況

第一和南津高架橋は5ブロックからなるラーメン高架橋である. 今回対象とする R5 高架橋は直接基礎形式 の3径間2層ラーメン高架橋であり、中層梁から下の下層部は地中に埋まっている状態であった. R5 高架橋 の端部橋脚概略図を図-1に示す.

R5 高架橋の被害 状況は, 中層梁にひ び割れ幅 1mm 未満の 斜めひび割れが発生 し、柱に関しては曲 げによるものと思わ れるひび割れが若干 確認されたが, 頭部 および基部ともに大 きな損傷は見られな かった. 中層梁のひ び割れ状況を写真-1 に示す.

States Freit

3. 被害分析解析

R5 高架橋端部橋脚の柱の概略配 筋図および中層梁の概略配筋図を 図-2 および図-3 に示す.

解析は,静的非線形骨組解析に よりおこなった.モデルは上層梁, フーチングおよび各部材接合隅角 部を剛域とし, 柱は土被りの影響 を考慮するため M-φ関係でモデル 化し、中層梁は $M-\theta$ 関係でモデル 化した.

キーワード 新潟県中越地震, ラーメン高架橋

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 東日本旅客鉄道(株)建設工事部 TEL03-5334-1288





解析に用いた地盤条件は、地震発生後に当該高架橋近傍でおこなわれた土 質試験結果を用いた.また、コンクリートの圧縮強度および鉄筋の降伏強度 については、近傍の高架橋から採取した試料により強度試験をおこない、コ ンクリートの圧縮強度は25.8N/mm²および鉄筋の降伏強度は360N/mm²の実強 度を用いた.

	検討クース
ケース	中層梁結合条件
CASE-1	剛結合
CASE-2	ピン結合

ここで、中層梁にはせん断ひび割れが確認されていたこ とより、正確な評価ではないが、中層梁と柱との結合条件 が、剛結合から、ピン結合と剛結合の中間的な結合条件と なることが想定される.そのため、表-1 に示すように中層 梁の結合条件を剛結合およびピン結合とした2ケースのモ デルでの解析をおこなった.

解析から得られた荷重-変位曲線を図-4 に示す.ここで, 図中の部材の添字は次の特異点を示す.

S: せん断破壊

Y:軸方向鉄筋の降伏(損傷レベル1の制限値)

M:最大荷重程度の維持(損傷レベル2の制限値)

N:降伏荷重の維持(損傷レベル3の制限値)

耐震標準に従い等価固有周期を求め,地域別係数 (新潟:0.85)および地盤の種別(G3 地盤)を考 慮して所要降伏震度スペクトル(スペクトルII)を 用いて応答塑性率を算出した.この応答塑性率から 応答変位および応答震度を算出した.算出結果を表 -2に示す.



図-4 荷重-変位曲線

表-2 設計応答値算出結果

ケース	等価固有周期 (sec)	応答塑性率	応答変位 (mm)	応答震度
CASE-1	0.498	4.62	157.1	0.775
CASE-2	0.693	5.02	281.1	0.604

4. 設計応答値との比較

中層梁の結合条件を剛結合としたモデルでの解析結果(CASE-1)では、中層梁が先行してせん断破壊する結果となった.被害状況と比較しても中層梁のせん断損傷は確認できており、本解析モデルにより被害状況が再現できていることが分かる.

さらに、中層梁の結合条件をピン結合としたモデルでの解析結果(CASE-2)を用いて設計応答値との比較を おこなった.被害状況から考察すると、実構造物の応答は耐力下降域まで達するような損傷が見られないこと から、少なくとも柱の応答はM点まで達していないと判断できる.したがって、中層梁の結合条件をピン結合 とすることにより柱に対しては厳しい条件となるが、実構造物の応答は図-4 における〇印で示される耐震標 準による設計応答値より下回っていることが想定できる.

これより,構造物近傍で約850galという大きな地表面最大加速度が計測された今回の地震に対して,構造物の損傷から推定される応答レベルは,現行の耐震標準を用いて求められる最大応答より小さいことが推定された.

5. おわりに

大きな地表面最大加速度が確認された今回の新潟県中越地震に対して,被害状況から想定される構造物の応 答レベルを簡易的に推定した結果,現行の耐震標準を用いて求められる構造物の最大応答よりも小さいことが 確認できた. 今後は,動的解析により詳細な検討をおこなう予定である.

参考文献

1) JR 東日本構造技術センター:特集「新潟県中越地震と鉄道」 SED No. 24 2005.8

2) 鉄道総合技術研究所編:「鉄道構造物設計標準·同解説 耐震設計」 1999.10