

大規模地震による橋梁の落下シミュレーション

東北学院大学 学生会員 ○小室早織
東北学院大学 正会員 石川雅美
日本イーエスアイ（株） 奥山佳樹

1. はじめに

2007年6月14日午前8時43分頃に岩手県南部を震源とする岩手・宮城内陸地震が発生した。この地震のマグニチュードは7.2で、1995年に発生した兵庫県南部地震と同規模であった。岩手県奥州市と宮城県栗原市で最大震度6強が観測された。本検討で対象とした祭時大橋は、震源の南1.5kmの国道342号線上に位置し、落橋に至る甚大な被害を受けた。岩手県は、祭時大橋の被災メカニズムの解明および復旧にあたっての技術的配慮事項を検討するため「国道342号線祭時大橋被災状況調査検討委員会」を設置して、検討を行い、同委員会による報告書[1]が公表されている。本論は、この検討委員会において報告された、「落橋に至るシナリオ」を解析により検討し、その妥当性を確認したものである。

2. 岩手・宮城内陸地震の概要

図-1に岩手・宮城内陸地震の震源を示す。また、図-2に(独)防災科学技術研究所の「基盤強震観測網(kik-net)」の地震計IWITH25(一関西)において観測された地震波形を示す。今回観測された地震波では、特に上下方向の加速度が大きく、兵庫県南部地震の上下方向332galに比べて10倍を超える値を記録した。本解析では図-2に示した15秒から35秒までの20秒間の地震波を用いることとした。ただし、図-2の観測波形は3方向とも振幅が非対称となっていることから、15秒の時点と35秒の時点とが同じ位置になるよう3方向ともに調整した。



図-1 岩手・宮城内陸地震震源位置

3. 祭時大橋の概要

祭時大橋は秋田県横手市と宮城登米市を結ぶ国道342号線上の一関中心部より23km西に位置し、磐井川の支流である鬼越沢を跨ぐ3径間連続非合成桁である。橋長94.4m、幅員9mで、1978年(昭和53年)に竣工した。設計上考慮されている水平震度は0.15である。橋台は、A1橋台(高さ7m、秋田側)およびA2橋台(高さ9.5m、一関側)ともに鉄筋コンクリート製の逆T式となっており、また、橋脚はP1橋脚、P2橋脚とも張り出し形式で、高さ25mである。基礎形式は、橋台、橋脚ともに直接基礎である。支承の条件は、秋田側A1橋台のみ固定、その他は稼動支承となっている。なお、稼動支承の摩擦係数は0.15とされている。

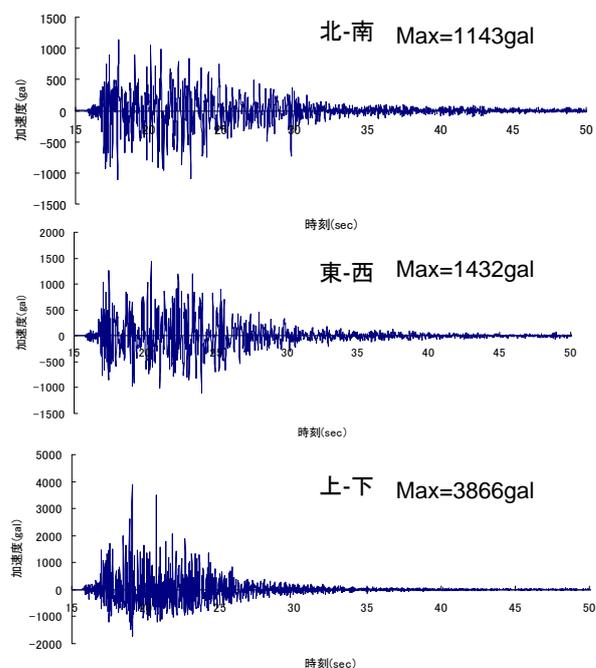


図-2 一関西で観測された地震波

キーワード：動的解析、岩手・宮城内陸地震、祭時大橋

連絡先：〒985-8537 多賀城市中央1-13-2 東北学院大学工学部

4. 被災状況

写真-1 に被災状況を示す（航空写真は文献[2]から引用）。

祭時大橋の被災による主な損傷は、A1 橋台（一関側に 11.2m）および P1 橋脚（一関側に 10.8m）の移動、A2 橋台パラペットの破断・後方への移動、P2 橋脚の 3 分割による崩壊、A1 橋台-A2 橋台間の主桁の落下、P1 橋脚-P2 橋脚間の主桁の屈曲、主桁の破断、A1 橋台上主桁の落下である。



写真-1 被災後の状況

②ブロック ③ブロック

5. シミュレーション

以上示した祭時大橋の破壊状況を数値解析により再現することを試みた。解析ケースは、1) ケース 1：A1 橋台と P1 橋脚を一関側に 11m 移動した場合（移動速度 0.55m/sec）、2) ケース 2：図に示す地震加速度のみを与えた場合、3) ケース 3：ケース 1 の移動とケース 2 の加速度を同時に作用させた場合の 3 ケースとした。以下にケース 3 の解析結果の一例を示す。

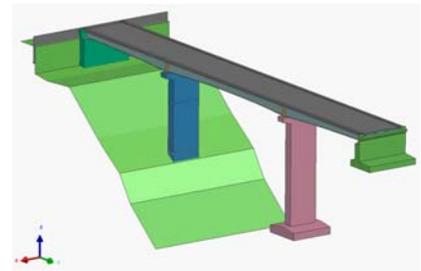


図-3 数値モデル全体図

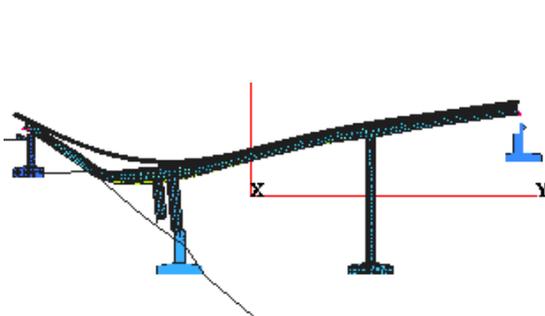


図-4 ケース 3 解析結果 (57 秒)

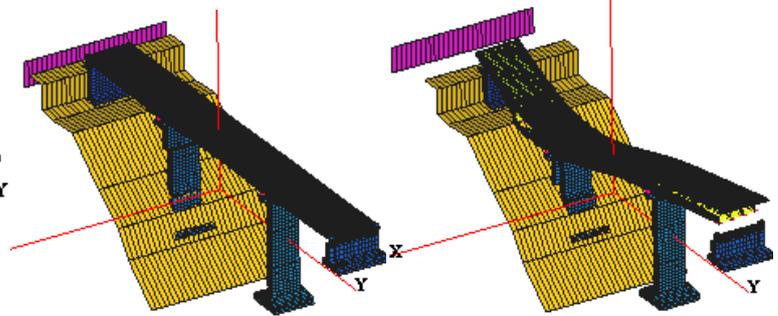


図-5 ケース 3 解析結果 (30 秒)

図-6 ケース 3 解析結果 (57 秒)

6. まとめ

地震加速度と A1 橋台・P1 橋脚の一関側への移動を別々に与えた。結果、地震加速度のみを与えた場合は落橋には至らなかった。A1 橋台・P1 橋脚の一関側への移動のみを与えた場合、被災状況とほぼ同じ状態となった。今回の解析では「国道 342 号祭時大橋被災状況調査検討委員会」で想定された 4 つのシナリオのうち、シナリオ 3「A1 橋台側の地盤が移動したことにより、上部工の移動の力が、P2 橋脚頭部に強制変位を与え、P2 橋脚が破壊し落橋した」と同じ結果が得られた。

参考文献

- [1]「国道 342 号祭時大橋被災状況調査検討委員会」報告書 平成 21 年 6 月 岩手県 <http://www.pref.iwate.jp>
- [2]平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震災害報告書 土木学会東北支部他 3 学会合同調査委員会 2009. 3