

橋に影響を及ぼす地震動が観測された周辺の道路橋の被害分析

独立行政法人 土木研究所 正会員 ○稲積 一訓 独立行政法人 土木研究所 正会員 星隈 順一

1. はじめに

設計年次や構造形式の条件が様々である既設橋に対して、これらの橋が保有している大地震に対する耐震性能をマクロ的に分析することを目的として、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により被災した橋の被害状況をマクロ的な視点から分類を行っている。本稿では、橋に影響を及ぼす地震動が強かった地域に存していた橋を対象として、その被災状況のマクロ分析を行ったので、その結果を紹介する。

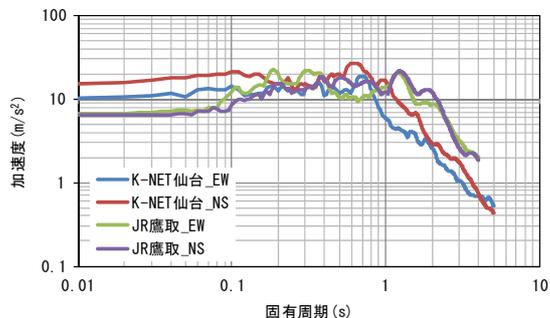


図-1 加速度応答スペクトル

2. K-NET 仙台周辺の橋の被災分析

東北地方太平洋沖地震では、各機関において多数の強震記録が観測されているが、坂柳らはこれらの地震動特性が構造物の非線形応答特性に及ぼす影響について様々な観点から検討を行っている¹⁾。これによれば、地震による構造物の非線形応答に伴う履歴吸収エネルギーの観点から見れば、固有周期が0.5～1.0秒の振動系においては、K-NET 仙台の強震記録は兵庫県南部地震におけるJR 鷹取駅の強震記録に匹敵する地震動であることが報告されている。図-1は、東北地方太平洋沖地震によるK-NET 仙台と兵庫県南部地震におけるJR 鷹取駅の強震記録の加速度応答スペクトルを比較したものであるが、当該の周期帯では両者の加速度応答スペクトルは同等レベルとなっている。



図-2 K-NET 仙台と仙台東部道路

また、レベル2地震動に対して設計されたゴム支承の破断が生じた仙台東部道路の高架橋区間²⁾は、K-NET 仙台の観測地点から約4kmの位置にあり(図-2)、K-NET 仙台の強震記録が橋に影響を及ぼす地震動であったことを裏付けるものであると考えられる。

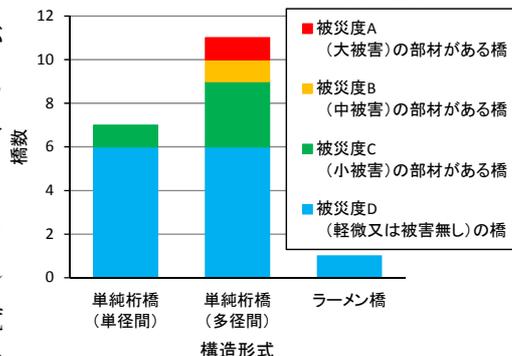


図-3 構造形式と被災度の関係 (19橋)

そこで、まず、橋に影響を及ぼす地震動が生じたと推定されるK-NET 仙台の観測地点周辺(6km以内)を対象に、当該地区に存していた仙台東部道路以外の道路橋19橋について、道路震災対策便覧(震災復旧編)³⁾に基づいて被災度の判定を行い、その傾向分析を行った。

図-3は、橋の構造形式と被災度の関係を示したものである。これより、単径間の単純桁橋ではほぼ損傷が生じていないが、多径間の単純桁橋では大きな損傷が生じている橋もあることが分かる。ここで、被災度Aの橋(写真-1)に着目すると、この橋では、鋼製支承が破壊し、橋軸直角方向に桁が大きく移動した状態となったが、橋脚の頂部から逸脱することなく落橋には至っていない。このように、兵庫県南部地震と同等レベルの橋に影響を及ぼす地震動を受けたにも拘わらず、両端橋台の単径間単純桁橋では通行機能に影響が生じるような損傷は生じず、大きな被害は複数径間に渡って単純桁が連なるタイプの構造形式であることがわかった。



写真-1 被害状況(被災度A)

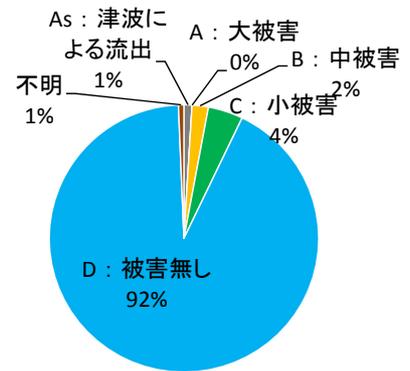
キーワード 東北地方太平洋沖地震, 既設橋, 被災マクロ分析, 耐震性能

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6(独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL029-879-6773

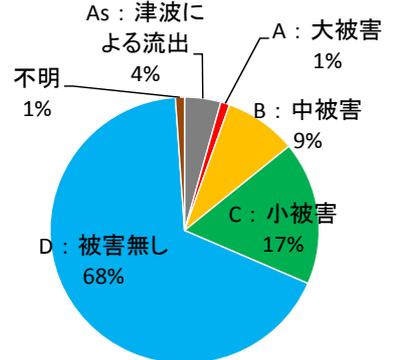
3. さらに広範囲でみた橋の被災分析

次に、前述した K-NET 仙台周辺からさらにズームアウトした地域の橋 (401 橋) に範囲を広げて被災の分析を行った。このように範囲を広げると、当然のことながら、地震動の特性は K-NET 仙台の特性とは異なってくるため、前述したような地震動特性がほぼ同一条件という前提での被害分析をすることはできないが、分析対象橋数を増やすことでおおよその傾向を把握する目的で検討を行った。図-4 は、構造形式の観点から、両端橋台の単径間単純桁橋と複数径間の単純桁橋または連続桁橋に分けて、それぞれの被災度を示したものである。この分析の結果からも、両端橋台の単径間単純桁橋 (橋長 2~65m) は、複数径間の単純桁橋または連続桁橋 (橋長 7~305m) に比べて、被害が限定的であることが分かる。ここで図中には落橋している橋も示されているが、これは津波により上部構造が流出したものである。

さらに、当該範囲の対象橋で被害があった 52 橋の損傷部位と竣工年に着目した。損傷部位とその被災度の関係を図-5 に、竣工年別の被災度を図-6 にそれぞれ示す。これらより、損傷部位としては支承部が多く、橋脚に損傷が生じた割合は少ないことがわかる。ここで、被災度 A に分類されている橋もあるが、これは昭和 55 年以前に建設された橋で、パイルベント基礎が損傷したものである。また、今回の分析からも古い年代の橋の方が被災度の高い損傷が生じている傾向が確認された。



(A) 両端橋台の単径間単純桁橋の被災度 (対象橋数 309 橋, 橋長 2~65m)



(B) 複数径間の単純桁橋または連続桁橋の被災度 (対象橋数 92 橋, 橋長 7~305m)

図-4 構造形式と被災度の関係 (401 橋)

4. おわりに

本稿では、兵庫県南部地震での強震記録と同等な橋に強い影響を及ぼす地震動が生じたと推定される地域とその周辺を対象として被災マクロ分析を実施した。

これらの地域においては、地震動によって落橋するような被害はなく、特に両端橋台の単径間単純桁橋は被害が少ないなど、構造形式による被災度の特徴をデータにより確認することができた。また、兵庫県南部地震で被害が大きかった橋脚に損傷が生じた割合は少なく、被害の大部分は支承の損傷であることも確認された。

謝辞: 本検討に際し、国土交通省東北地方整備局、宮城県、仙台市のご協力により貴重なデータを提供していただきました。また、防災科学研究所の強震ネットワークおよび基盤強震観測網の観測データを利用させていただきました。ここに記して深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 坂柳皓文, 星隈順一, 堺淳一: 東北地方太平洋沖地震による地震動が構造物の非線形応答特性に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.68, No.4, I_79-I_92, 2012 年
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 独立行政法人土木研究所: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震土木施設災害調査速報, 国土技術政策総合研究所資料 646 号, 土木研究所資料 4202 号, 2011 年 7 月
- 3) 社団法人日本道路協会: 道路震災対策便覧 (震災復旧編), 2006 年

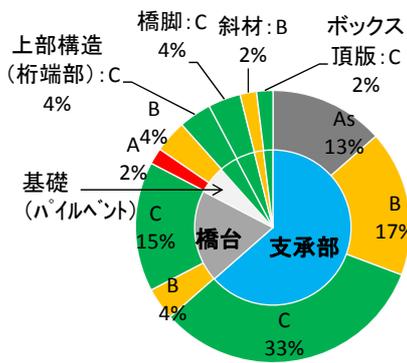


図-5 損傷部位と被災度

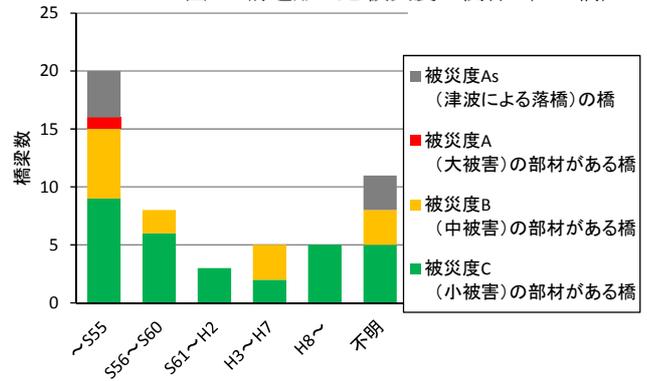


図-6 竣工年別の被災度