

東日本大震災で観測された地震波による五径間連続 I 桁橋の動的応答解析

早稲田大学 学生会員 ○横田祐起

早稲田大学 フェロー 清宮理

早稲田大学 正会員 安 同祥

1. 目的 2011 年 3 月 11 日にマグニチュード 9.0 の東北地方太平洋沖地震が発生し、橋梁構造物も地震動により支承部を中心に被害が発生し、仙台東部道路などで積層ゴム支承の破断が報告されている。この地震が五径間連続 I 桁橋に対してどのような影響を与えるか汎用ソフト T-DAP を用いて解析する。近年地震に強い水平力分散支承が用いられるようになったが、この支承構造がどれほどの効果を発揮しているか、また水平力分散支承で普通ゴムを用いた場合と高減衰ゴムを用いた場合では応答値にどれほどの差が出るか考察する。

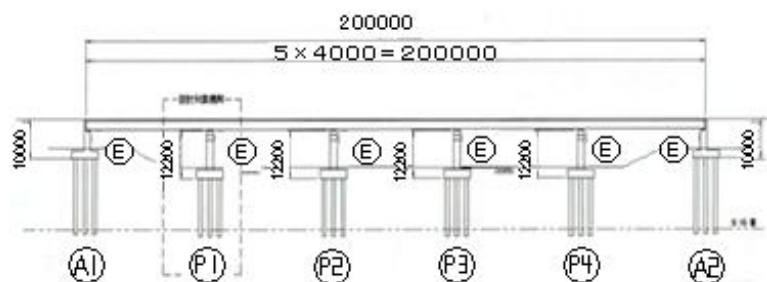


図 1 対象橋梁

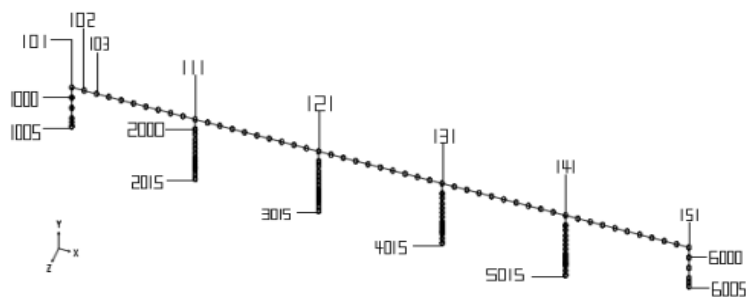


図 2 モデル化した橋梁

ばね要素に、高減衰ゴムはゴム支承長 700mm、ゴム高さ 105mm で非線形ばね要素として Bi-Linear モデルでモデル化した。今回の解析で用いる対象橋梁のモデルを図 2 に示す。

3. 入力地震動 東北地方太平洋沖地震で観測された II 種地盤上の地震動は、ほとんどの波形の加速度応答スペクトルが周期 0.8 s 以下で卓越するが MYG006-古川、MYG013-仙台などでは 1.0 s 以上でも比較的大きな応答スペクトルを示している。一般に構造物の構造的な被害に影響するといわれる周期 1.0 s ～ 2.0 s で比較的大きなスペクトルを示す波形を選択し、今回の解析では MYG006EW-古川、MYG013EW-仙台、IBR002-高萩を用いる。図また比較するために現道路橋レベル 2 タイプ 1 地震動として 1968 年日向灘地震での板島橋周辺地盤上の直角方向成分 (以下 ITAJIMA BRG-TR と称す。) を用いる。最大加速度は MYG006-EW, MYG013 EW, IBR002EW でそれぞれ 571.5Gal, 982.3Gal, 588.1Gal である。MYG006-古川 EW, MYG013-仙台 EW, IBR002-高萩 EW の波形を図 3～5 に、加速度応答スペクトルを図 6 に示す。

キーワード 東日本大震災、五径間連続 I 桁橋、分散支承、免震支承、動的応答計算

連絡先 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 清宮研究室 TEL

03-5286-3852 k9036@waseda.jp

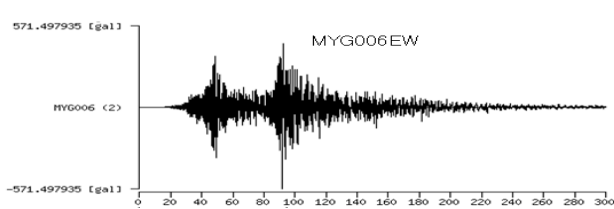


図3 検討用地震動 (MYG006EW)

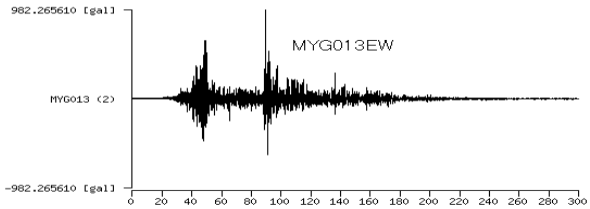


図4 検討用地震動 (MYG013EW)

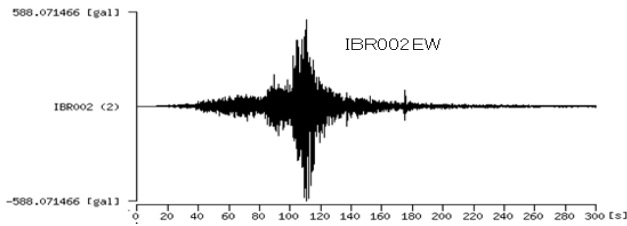


図5 検討用地震動 (IBR002EW)

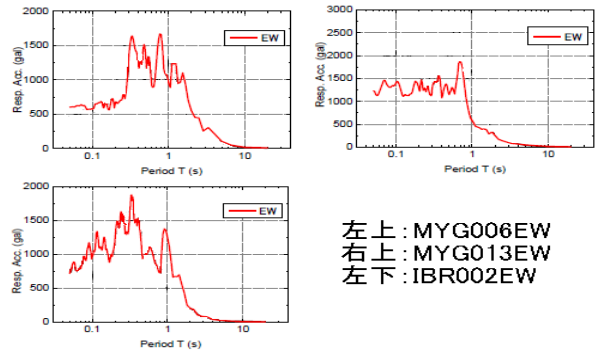


図6 検討用地震動の加速度応答スペクトル

左上: MYG006EW
右上: MYG013EW
左下: IBR002EW

4. 解析結果と考察 解析結果として支承部の水平変位とせん断ひずみ、橋脚に作用するせん断力を表1～表3に示す。黄色のセル内の数値は許容値を上回った数値を記録したものである。普通ゴムの場合は支承部のゴム厚が9.6cmでMYG006-古川による橋脚支承の変位が制限値($250\% \times 9.6\text{cm} = 24.0\text{cm}$)よりも大きかった。

表1 普通ゴムでの水平変位とせん断ひずみ

入力地震	水平変位 (m)		せん断ひずみ (%)	
	A1 橋台	P1 橋脚	A1 橋台	P1 橋脚
MYG006EW	0.387	0.263	230	274
MYG013EW	0.136	0.112	81	117
IBR002EW	0.235	0.188	140	196
ITAJIMA BRG	0.269	0.197	160	205

表2 高減衰ゴムでの水平変位とせん断ひずみ

入力地震	水平変位 (m)		せん断ひずみ (%)	
	A1 橋台	P1 橋脚	A1 橋台	P1 橋脚
MYG006EW	0.408	0.309	340	276
MYG013EW	0.139	0.108	116	96
IBR002EW	0.263	0.230	219	206
ITAJIMA BRG	0.309	0.264	258	236

表3 橋脚に作用するせん断力

入力地震	普通ゴム (kN)	高減衰ゴム (kN)
MYG006EW	7145	5778
MYG013EW	4461	4165
IBR002EW	5650	5604
ITAJIMA BRG	5714	5480

その他の入力地震動では支承部の変位は制限値以下であった。高減衰ゴムを用いた場合は橋台支承でゴム厚が12.0cm、橋脚支承でゴム厚が11.2cmで橋台支承、橋脚支承ともにMYG006-古川による変位が制限値(橋台: $250\% \times 12.0\text{cm} = 30.0\text{cm}$ 、橋脚: $250\% \times 11.2\text{cm} = 28.0\text{cm}$)よりも大きかった。また、ITAJIMA BRG-TRによる橋脚の変位も制限値を上回ったが、MYG006-古川による変位ほどではなかった。また普通ゴムに場合に比べ、高減衰ゴムの場合のほうが総じてせん断ひずみが大きくなった。橋脚のせん断力は普通ゴムの場合にMYG006-古川でタイプ1地震動に対するせん断耐力(6460kN)を超えた。高減衰ゴムの場合にはせん断耐力を上回るせん断力ははたらかなかった。これは、高減衰ゴムの減衰効果が有効に働いたためと考える。また、MYG013-仙台EWによる応答値が他の入力地震動の応答値に比べて小さくな

っているが、これは1.0s~の応答スペクトルが検討用地震動中最も小さく構造物に大きな影響を与えなかったと考えられる。

5. 結論 普通ゴムと高減衰ゴムの場合ともにMYG006-古川による応答値がタイプ1地震動によるものを上回り、支承部とRC橋脚部に被害を与える計算結果となった。また、普通ゴムを用いた場合より、高減衰ゴムを用いた場合のほうが支承部のせん断ひずみが大きくなる傾向があった。参考文献1) 日本道路協会：道路橋示法書・同解説V耐震設計編、H14年3月2) 日本道路協会橋の耐震設計に関する資料、H9年3月