

SPD のサイズが鋼アーチ橋の耐震性能に及ぼす影響に関する検討

名城大学大学院 学生会員 ○丸山 陸也
 中央コンサルタンツ株式会社 正会員 大場 孝太
 名城大学 正会員 葛 漢彬

1. まえがき

1995年の兵庫県南部地震以来、構造物の耐震性能向上策として制震ダンパーの設置が広まっており、地震時に大きな損傷を受ける部材をエネルギー吸収性能の優れたデバイス（制震ダンパー）に限定し、主構造部材の損傷を極力低減させる方法が多用されるようになってきている。制震ダンパーは数多くの種類があるが、中でも鋼材の繰り返し塑性変形によってエネルギー吸収・消散を図る履歴型ダンパーが、経済性・信頼性・耐久性などの点で適している。本研究では、一種地盤に対する耐震性能向上策として端柱のみにせん断パネルダンパー(SPD)を用いた耐震性能向上モデル¹⁾について、強度比 α_F を0.2と一定、パネル高さ b_w を0.5~1.0mまで変化させ、SPDを計6ケース設計し、JRT-NS-Mなどの兵庫県南部地震観測地震動修正地震波6波と東日本大震災で加速度が最も大きかった3波を用いた地震応答解析を行い、SPDの変形性能、エネルギー吸収性能、及び端柱・アーチリブ基部における支点反力に着目し、異なる地震動を受ける鋼アーチ橋の耐震性能に及ぼすSPDのサイズの影響について検討する。

2. 解析モデル

鋼アーチ橋の解析モデル、SPDに適用させた復元力モデルの概要図²⁾およびSPDの構造パラメータをそれぞれ図-1、図-2および表-1に示す。図-1は、SPDを端柱のみにそれぞれ3つずつ、設置したモデルである。端柱上部からSPD①、SPD②、SPD③とする。

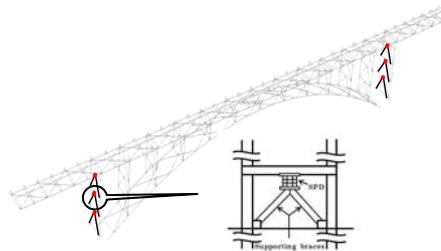


図-1 耐震性能向上モデル

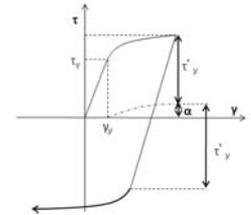


図-2 SPDの復元力モデル (混合硬化則)

入力地振動として道路橋示方書で推奨している地震波のうちI種地盤用のレベル2タイプI地震動(KAI-LG-M, KAI-TR-M, SHI-LG-M), タイプII地震動(JMA-NS-M, JMA-EW-M, HAN-NS-M), さらに東北地方太平洋沖地震で観測された地震動(IBR-003-NS-M, MYG-004-NS-M, MYG-012-EW-M), 計9種類の地震波を用いて地震応答解析を行った。減衰定数は5%とした。ここで、一次設計としてレベル1地震動に対してアーチ橋の全部材及びSPDが弾性域に留まっている部材健全度1を満たし、二次設計としてレベル2地震動に対してアーチ橋の全部材が耐震性能向上策の目標として構造物の損傷が軽微であるとされる部材健全度2以上を確保することとし、この条件を満たすSPDの応答値を算出した。

表-1 SPDの構造パラメータ

モデル	$a=b_w$ (mm)	α_F	t_w (mm)	N_L	R_w	$F_{y,SPD}$ (kN)	K_{SPD} (kN/m)
0.5-0.2	500	0.2	19.80	0	0.223	1343	1568997
0.6-0.2	600	0.2	16.50	1	0.161	1343	1307497
0.7-0.2	700	0.2	14.14	1	0.219	1343	1120712
0.8-0.2	800	0.2	12.38	1	0.285	1343	980623
0.9-0.2	900	0.2	11.00	2	0.241	1343	871665
1.0-0.2	1000	0.2	9.90	2	0.297	1343	784498

3. 解析結果および考察

図-3(a)を見ると、いずれの地震波もパネル高さが小さいほど端柱基部

の軸力が単調に増加していることが分かる。次に図-3(b)を見ると、海溝型地震波と直下型地震波では図-3(a)同様、

キーワード せん断パネルダンパー(SPD), 耐震性能, 長時間地震動, アーチ橋

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 TEL 052-838-2342

パネル高さが小さくなるほど端柱基部のせん断力が増加しているが、長時間地震波に関しては $b_w=0.8m$ を境にせん断力が減少している。従って端柱基部のせん断力に関しては、東北地方太平洋沖地震のような大きな加速度を持ち合わせた長時間地震波を今回使用したような鋼アーチ橋に作用させた場合、パネル高さを小さくしたほうが効果的だと言える。さらに、図-3(c), (d)を見ると、今回はアーチリブ内に SPD を設置していないが、端柱のみに SPD を設置するだけで、直下型地震波において、パネル高さにかかわらず SPD を設置していない基本モデルに対して 10%ほど軸力・せん断力が低減している。

図-4を見ると、端柱基部から離れれば離れるほど端柱が相対的に大きく変形するため、それに伴い SPD も変形することが分かる。特に、直下型地震波に関しては、全ての SPD において、パネル高さによらず全ての地震波の中で最大の値となっている。

図-5を見ると、海溝型地震波と直下型地震波では全ての SPD において、パネル高さが小さくなるに従ってエネルギー吸収性能が単調に増加している。長時間地震波では、パネル高さが小さくなるに従って、エネルギー吸収性能が単調ではないものの増加傾向にあることが言える。また、図-6には二次設計の照査に用いる端柱基部の平均最大応答ひずみを示す。

4. 結論

長時間地震波において、端柱基部のせん断力を見る限り、パネル高さを小さくしたほうがせん断力が減少するため効果的である。また、SPDによる制震効果が高い地震波は直下型地震波であり、平均して各種支点反力の応答値が小さく、SPDの変形性能を示す最大せん断ひずみがパネル高さや設置箇所にかかわらず最も大きい。そして、海溝型地震波と直下型地震波では全てのSPDにおいて、パネル高さが小さくなるに従ってSPDの変形性能、エネルギー吸収性能が単調に増加している。

参考文献：1) 陳 溪, 葛 漢彬(2011)：せん断パネルダンパーによる鋼アーチ橋の耐震性向上及びせん断パネルダンパーの要求性能に関する研究, 構造工学論文集, Vol.57A, pp.514-527. 2) 葛 漢彬, 金子恵介, 宇佐美勉(2010)：高機能補剛せん断パネルダンパーの繰り返し弾塑性挙動と復元力モデルに関する研究, 構造工学論文集, Vol.56A, pp.522-532.

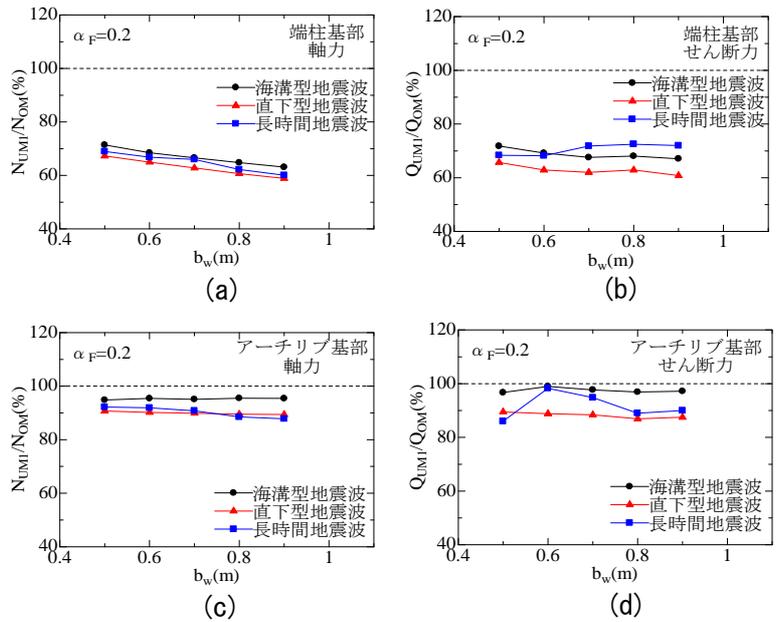


図-3 各種支点反力の変動

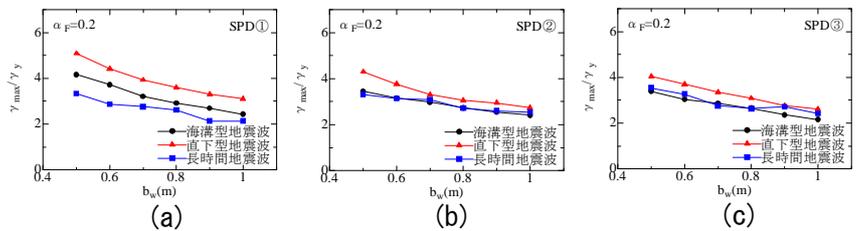


図-4 SPDの最大せん断ひずみの変動

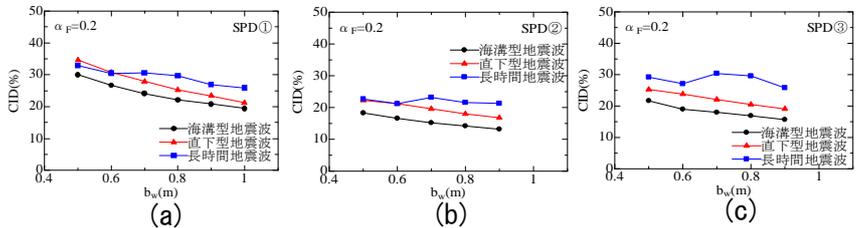


図-5 SPDの累積塑性せん断ひずみの変動

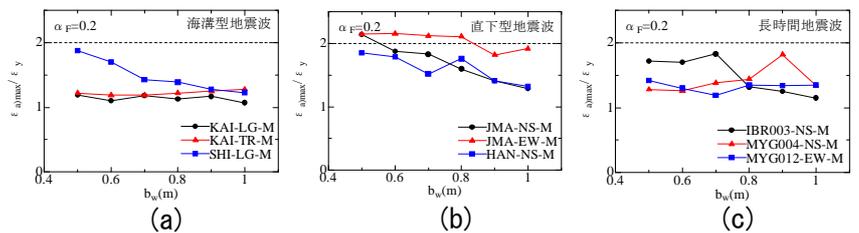


図-6 端柱基部における平均最大応答ひずみ