

複数回地震動を受けた制震鋼橋の地震時特性に関する研究

名城大学大学院 学生会員 渡邊健斗, 大場孝太

名城大学 正会員 葛 漢彬

1. まえがき

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。しかし、近年の各国世界各地の地震記録により、本震の後に強い余震が多発することや短期間に連続して連動型地震が起こることが明らかにされている。そのため、制震ダンパーの必要な保有性能の設定において、このような複数回地震や強い余震に耐えるほどの余裕を持たせる必要がある。また、鋼橋などの土木構造物におけるダンパーの取替えは容易でないため、橋の供用期間中に少なくとも3回大地震に耐えられる取替え不要な高機能制震ダンパーが望ましい。本研究では、制震ダンパーとしてせん断降伏型のせん断パネルダンパー（SPD）を採用し、6波のレベル2地震動を用いた地震応答解析を行い、鋼アーチ橋に設置したSPDにバイリニア型移動硬化則を適応させた際の鋼アーチ橋のSPDと端部のひずみ応答の違いを明らかにする^{1),2)}。

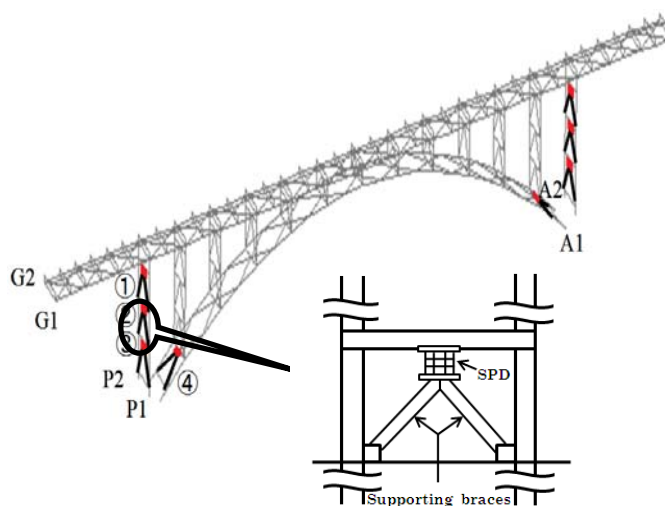


図-1 SPDを導入した鋼アーチ橋

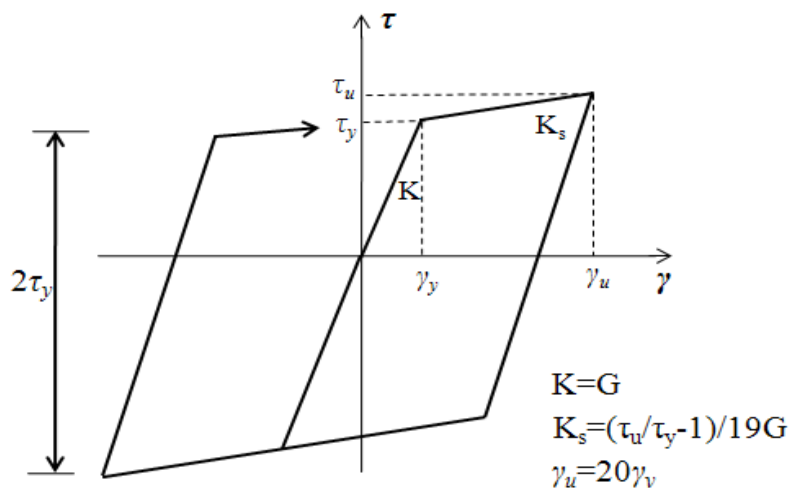


図-2 SPDの復元力モデル（バイリニア型移動硬化則）

2. 解析方法

2.1 解析モデル

鋼アーチ橋の解析モデル、SPDに適用させた構成則の概要図、SPDの構造パラメータを図-1、図-2および表-1にそれぞれ示す。図-1に示すように、SPDを左右の端柱にそれぞれ3つつつ、アーチリブに1つつつ設置した³⁾。

2.2 解析方法

本研究では、図-1に示すSPDを導入した鋼アーチ橋の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)およびタイプII地震動

キーワード：せん断パネルダンパー（SPD）、バイリニア型移動硬化則、耐震性能照査法、複数回地震動

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL 052-838-2342

表-1 SPDの構造パラメータ

設置箇所	t_w (mm)	R_w	$F_{y,SPD}$ (kN)	K_{SPD} (kN/m)
端柱	16	0.138	1085	1267749
アーチリブ	18	0.245	1220	1426218

注)：鋼材=SS400； $b_w=500\text{mm}$ ；SPDの個数：1

(JMA-NS-M, JMA-EW-M, HAN-NS-M)それぞれ3つずつ計6種類の地震波を用いて地震応答解析を行った。さらに、減衰定数は5%とした。なお、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 $2^{3)}$ 以上を確保することとし、この条件を満たすSPDの応答値を算出する。1回目の地震動でその条件を満たすケースだけに対して引き続き2回目、3回目の地震動を入力した応答評価を行う。

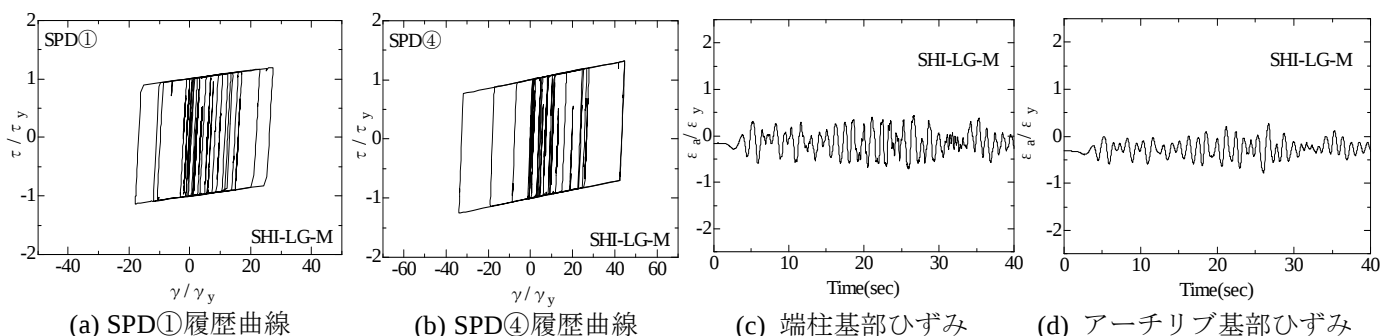


図-3 1回目の地震動を加えた際の結果

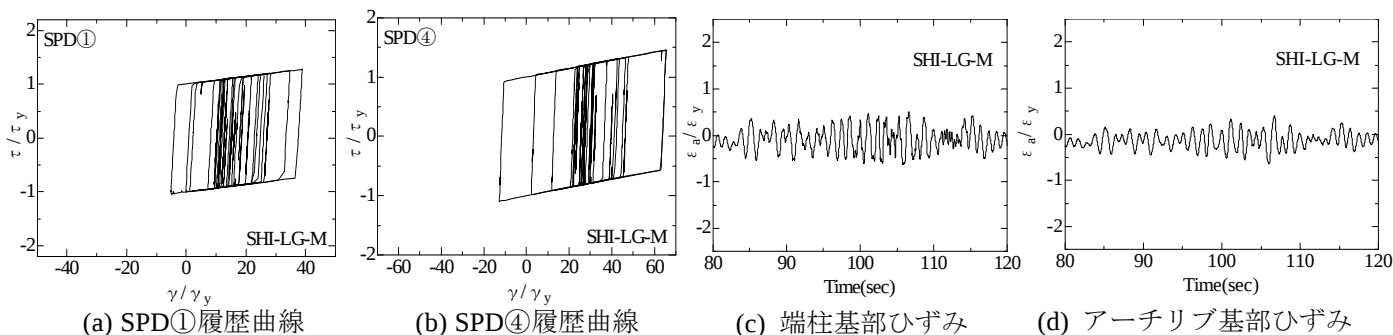


図-4 3回目の地震動を加えた際の結果

3. 解析結果および考察

今回は大きな挙動を示した地震波 SHI-LG-M の1回目と3回目の結果について述べる。

まず、SPDの履歴曲線の比較である。図-3(a), 4-(a)を見て分かるように、1回目の場合、圧縮側では $20\gamma_y$ 内となっているが、引張側ではこれを大きく上回っている。次に3回目だが、1回目と同様に、圧縮側は $20\gamma_y$ より小さく、引張側では値がさらに大きくなっていることが分かる。これは複数回地震動を与えていることにより、引張側にひずみが蓄積されていると考えられる。次に、図-3(b)と(c), 4-(b)と(c)に端柱基部、アーチリブ基部のひずみ応答の比較を示す。同図より、端柱基部とアーチリブ基部どちらにも言えるが、1回目と3回目ともに大きな変化はなく、SPDの導入による制震効果が大きいことが分かる。また、アーチリブ基部では非常に小さい応答になっている。これは、アーチリブ基部に設置されたSPDが地震動のエネルギーを大きく吸収していると考えられる。ただし、SPDの応答から考えて、バイリニア型移動硬化則を適用した場合は、高機能SPDに対する混合硬化則の場合³⁾より応答値が小さすぎるため、過小評価になってしまう可能性がある。

4. あとがき

本研究のような複数回地震動を受ける場合でも、SPDの導入による鋼アーチ橋の制震効果が大きい。一方、バイリニア型移動硬化則を適用した時に最大せん断ひずみは約 $70\gamma_y$ と大きいため、高機能SPD²⁾を使用する必要があることが言えよう。

参考文献：1) 葛ら(2005)：鋼アーチ橋に設置した座屈拘束ブレースの応答値，土木学会地震工学論文集，Vol.28，論文番号136，2005.8. 2) 葛ら(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，土木学会構造工学論文集，Vol.56A，pp.522-532，2010.3. 3) 陳ら(2011)：せん断パネルダンパーによる鋼アーチ橋の耐震性能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，土木学会構造工学論文集，Vol.57A，pp.514-527，2011.3.