

# 東北地方太平洋沖地震で観測された地震動を用いた制震鋼アーチ橋の地震応答解析

名城大学大学院 学生会員 ○渡邊 健斗  
 名城大学 加藤 勇貴  
 名城大学大学院 学生会員 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。近年の各国世界各地の地震記録により、マグニチュード7以上の大地震や長時間にわたる地震が多数発生している。そのため、制震ダンパーの必要な保有性能において、このような大地震や長時間にわたる地震に耐えるほどの余裕を持たせる必要がある<sup>1)</sup>。

2011年3月に、東北・関東地方で大きな被害をもたらした東北地方太平洋沖地震では、長時間にわたり大きな地震が観測された。その本震は、マグニチュード9.0と国内最大級であったが、地震そのものによる実際の構造物における影響は小さかったようである。

そこで、本研究では、対象鋼アーチ橋<sup>1),2)</sup>に対して、今回観測された地震動を適用し、SPD（せん断パネルダンパー）を設置したモデルと設置していないモデルのひずみ応答の比較を行うことにより、SPD設置による制震効果を検証する。

## 2. 解析方法

### 2.1 解析モデル

鋼アーチ橋の解析モデル、アーチ橋に適用させる混合硬化則の概要図、SPDの構造パラメータ<sup>1),3)</sup>を図-1、図-2および表-1に示す。また、図-1に示すように、SPDを端柱にそれぞれ3つずつ、アーチリブに1つ設置した。

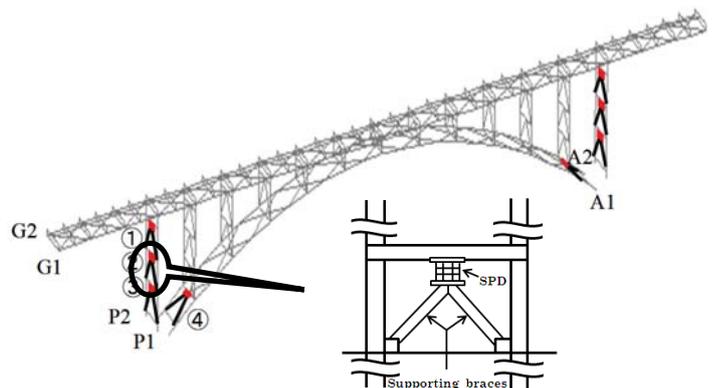


図-1 耐震性向上モデル

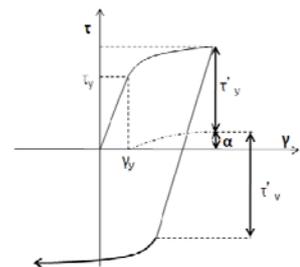


図-2 SPDの復元力モデル（混合硬化則）

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)
耐震性向上 モデル	端柱	16	0.138	1085	1267749
	アーチリブ	18	0.245	1220	1426218

表-2 本研究で適用する耐震照査法

ひずみ 照査 法	構造安全性	せん断パネルダンパー（SPD） （混合硬化則）	塑性ひずみ： $\gamma_{max} \leq 70\gamma,$
	地震後の 使用性	アーチ橋の全部材	部材健全度2以上： $\epsilon_a)_{max} \leq 2.0\epsilon,$

$\epsilon_a)_{max}$ ：有効破壊長領域での平均応答軸ひずみの絶対値

## 2.2 解析方法

本研究では、図-1 に示す耐震性向上モデルの入力地震動として、図-3 に示す東北地方太平洋沖地震で観測された地震波 MYG006-EW-M (宮城県古川 EW 成分) を用いて地震応答解析を行った。橋梁の固有周期から挙動が大きく表れると考えられるため、この地震波を使用する。表-2 に示すように、耐震向上策の目標として構造物の損傷が軽微とされる部材健全度 2 以上 ( $2\epsilon_y$  以下) 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<sup>1)</sup>。

## 3. 解析結果および考察

まず、端柱基部におけるひずみ応答の比較である。図-4(a)、図-5(a)に示す。SPD を設置していないモデルでは、最大ひずみが約  $15\epsilon_y$  と大きく  $2\epsilon_y$  を超えている。この時点で地震動の最大加速度が生じているためと考えられる。また、残留ひずみも生じている。一方、SPD 設置モデルにおいては、最大ひずみが僅かに  $2\epsilon_y$  を超えている。したがって、SPD 設置による制震効果が見えてくる。

次にアーチリブ基部におけるひずみ応答を図-4(b)、図-5(b)に示す。同図より、両モデルとも  $2\epsilon_y$  を超えていないことが分かる。また、端柱基部の結果と同様に、SPD 設置による制震効果があることが見てとれる。

図-6 に端柱上部およびアーチリブに設置した SPD の履歴曲線を示す。(a)、(b)ともに言えることだが、SPD が地震動のエネルギーを大きく吸収していることが分かる。そのため、端柱基部およびアーチリブ基部のひずみ応答において、大きな低減効果が得られたと言える。ただ、アーチリブに設置した SPD では、許容範囲<sup>3)</sup>である  $70\gamma_y$  を若干超える値となっている。

## 4. あとがき

以上の結果から、SPD 設置による制震効果は大きいことが分かった。しかし、東北地方太平洋沖地震のような大地震に対しては、部材健全度を満足できない場合がある。そのため、SPD の再設計やその他の補強方法の検討が必要である。

### 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, 土木学会構造工学論文集, Vol.57A, pp.514-527.
- 2) 葛漢彬, 日沖堅治, 宇佐美勉(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.
- 3) 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, 土木学会構造工学論文集, Vol.56A, pp.522-532.

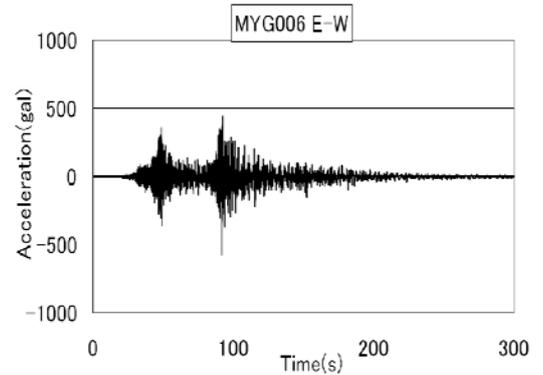


図-3 宮城県古川観測地震動

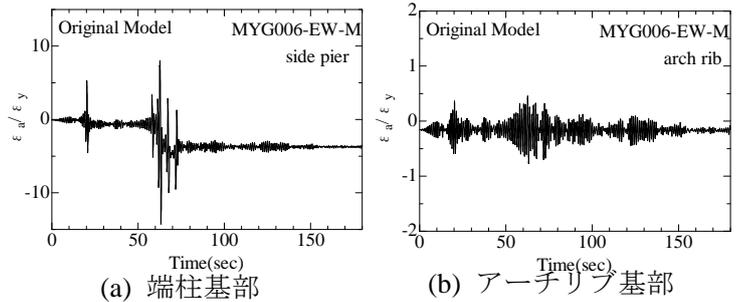


図-4 SPD 非設置モデル

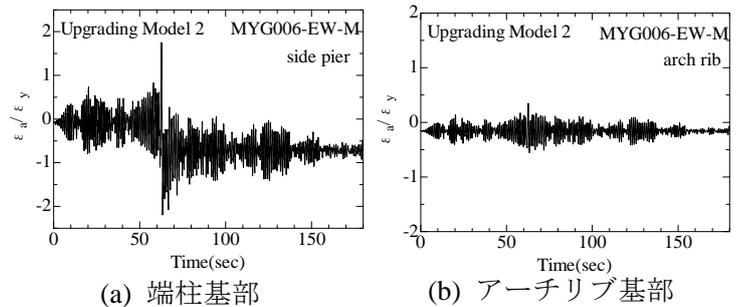


図-5 SPD 設置モデル

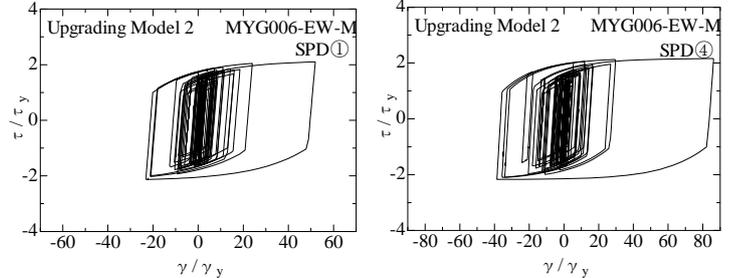


図-6 SPD の履歴曲線