

鋼上路アーチ橋に適用したせん断パネル型ダンパーの制震効果に関する検討

(株)横河ブリッジ 正会員 ○小池 洋平, 谷中 聡久, 春日井 俊博, 尾下 里治

1. はじめに

近年、アーチ橋やトラス橋の耐震性能向上策が望まれる中で、横構や斜材などに制震デバイスを設置し、エネルギーを吸収する制震構造が注目されている。制震構造は、主構造の損傷を小さく抑え、一般に残留変形が小さくなり、損傷部位が限定されるなどの特長を有する。本検討では、ビル鉄骨や鉄道高架橋で採用事例の多いブレース材のガセットプレートに制震デバイスを設置する制震構造を応用し、取替えが容易に行え、エネルギー吸収性能の大きい履歴型ダンパー（以下、ガセットダンパーという）を提案し、動的解析により橋軸直角方向の地震動に対する制震効果の検証を行った。

2. ガセットダンパーの概要

ガセットダンパーは、橋軸直角方向の地震動に対して層間変位が大きい横構や斜材などのガセットプレート部分に設置し、図-1 に示すように、常時およびレベル1地震動では弾性で、レベル2地震動に対してせん断パネルが塑性化するように断面設計を行う。取付け構造は図-2 に示すように、ユニット化した複数のダンパーを並列して設置し、ダンパーが橋軸直角方向にせん断変形するような構造とした。

ガセットダンパーの特長は、限界せん断ひずみが 0.12 と大きく¹⁾、適切な防錆処理を行えば耐久性も高い。また、ガセットダンパーとガセットプレートを一体化せず、高力ボルトで連結した分離構造としているため、大地震によってダンパーが損傷を受けた場合に、ダンパーのみを交換することができる。さらに、複数のダンパーを設置することにより、ダンパーを 1 個ずつ交換できるため、ダンパーの交換などの補修作業が容易となることが挙げられる。

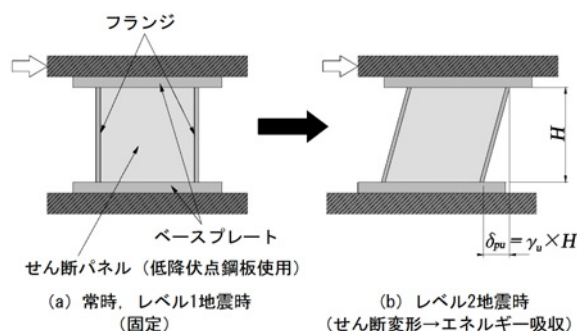


図-1 ガセットダンパーの構造および機能

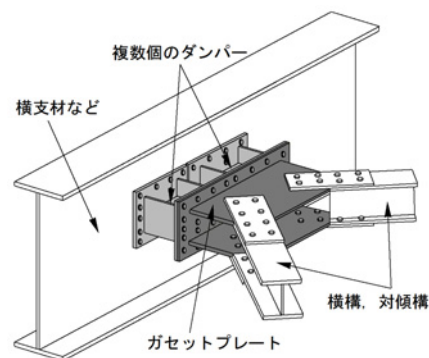


図-2 ガセットダンパーの取付け構造

3. 動的解析による制震効果の検証

3. 1 動的解析の概要

鋼上路アーチ橋を対象に動的解析を実施し、制震効果を検証した。対象橋梁は、文献 2)のモデル橋梁で、橋長 173m、アーチ支間長 $L=114\text{m}$ 、アーチライズ

境界条件

支点位置	並進変位			回転変位		
	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸
補剛桁支点	自由	固定	固定	自由	自由	自由
端柱支点	固定	固定	固定	固定	自由	固定
アーチリブ支点	固定	固定	固定	自由	自由	自由

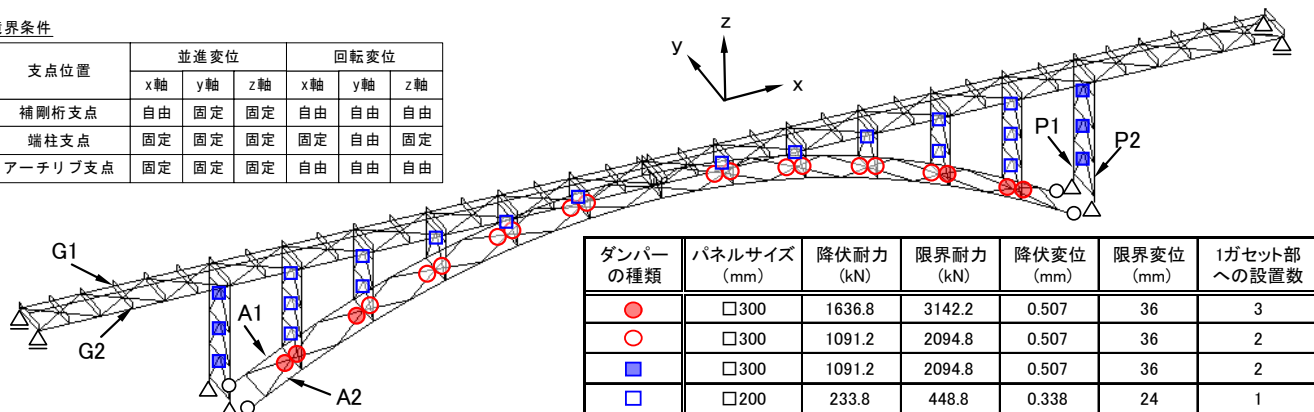


図-3 動的解析モデル

キーワード 鋼上路アーチ橋, せん断パネル型ダンパー, ガセットプレート, 動的解析

連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (株)横河ブリッジ 技術本部 技術研究所 TEL:047-435-6161

$f=16.87\text{m}$ の 2 ヒンジ鋼上路アーチ橋である。解析モデルを図-3 に示す。モデル化は文献 2) に準じて行い、ガセットダンパーは、下横構と端柱および鉛直材の対傾構に設置し、二重節点間にトリニア型の非線形バネとしてモデル化した。動的解析はガセットダンパー無し (Case-1)、有り (Case-2) の 2 ケースとした。ガセットダンパーが減衰機能を発揮できるように Case-2 では、ブレース材が座屈しないように断面補強した。

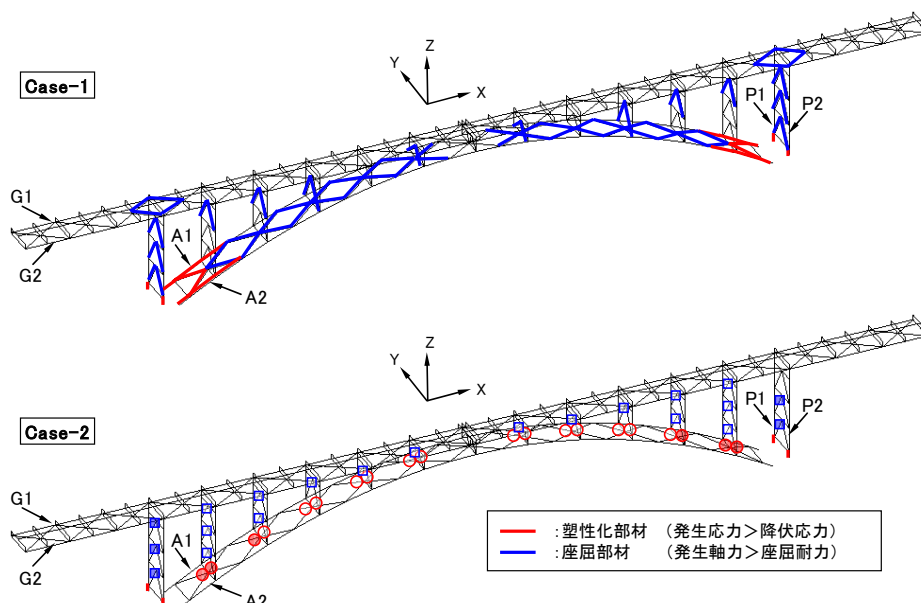


図-4 塑性化部材, 座屈部材

3. 2 動的解析結果

各ケースの塑性化および座屈部材を図-4 に、アーチリブ基部のひずみの時刻歴応答を図-5 に、支点反力一覧を表-1 に、アーチリブ基部のガセットダンパーの履歴曲線を図-6 に示す。図-4、図-5 より Case-1 では、端柱基部、アーチリブ基部、アーチリブ基部の下横構が塑性化し、クラウン部を除く下横構、端柱および鉛直材の対傾構、端柱近傍の上横構の軸力が座屈耐力を上回った。Case-2 では端柱基部に塑性化が見られるものの、アーチリブや二次部材に塑性化部材や座屈部材はなく、ガセットダンパーの制震効果により、主構造の応答は大きく低減された。また、表-1 よりガセットダンパーを設置することにより、主構造の応答だけでなく、支点反力も低減でき、Case-1 ではアーチリブ、端柱の支承反力が支承強度を上回っていたが、Case-2 では支承強度以下となった。

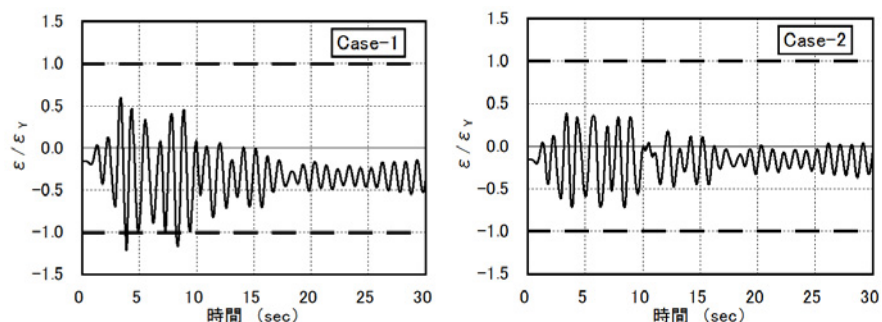


図-5 アーチリブ (A1) 基部のひずみの時刻歴応答

表-1 支点反力一覧

			Case-1	Case-2	支承強度
アーチリブ基部 (kN)	軸圧縮力最大時	軸方向反力	27900	19790	26000
		橋軸直角方向反力	2147	1351	1850
	軸引張力最大時	軸方向反力	17360	9848	14800
		橋軸直角方向反力	2231	1458	1890
端柱基部 (kN)	鉛直反力	圧縮反力	14180	8275	12700
		引張反力	12750	6074	10500
	橋軸直角方向反力		3030	1182	1920

一方、ガセットダンパーの挙動は、図-6 に示すように、全て限界ひずみ (± 0.12) 以下であり、ダンパーの性能を発揮できると考えられる。また、アーチリブ基部や端柱のように Case-1 において、主構造の損傷が大きい部位に設置したガセットダンパーはエネルギー吸収量が大きい傾向であった。

4. おわりに

鋼上路アーチ橋の橋軸直角方向の耐震性能向上策について、ガセットダンパーを用いた制震構造を提案し、動的解析によりその制震効果を検証した。今後は実験的な検証やガセットダンパーの最適配置に関する検討を行う予定である。

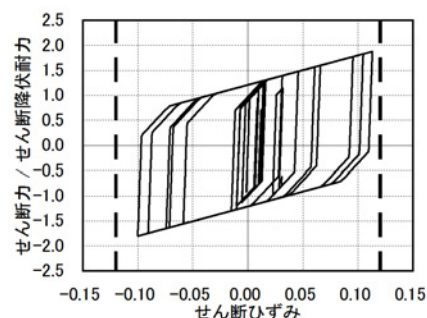


図-6 ガセットダンパーの履歴曲線

【参考文献】1) 宇佐美勉: 高機能制震ダンパーの開発研究, 第10回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.11-22, 2007.2. 2) (社) 日本鋼構造協会: 土木構造物の動的耐震性能照査法と耐震性向上策, 2003.10.