

上路式アーチ橋におけるダンパーブレースの配置と応答低減効果

三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 ○工藤 祐琢

三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 古田 大介

三菱重工業(株) 正会員 森下 邦宏

1. はじめに

橋梁の耐震性向上対策として、ダンパーブレース（軸力降伏型鋼製ダンパー）を用いた制震設計の採用事例が増えており、制震設計手法に関する検討も進められている^{1), 2)}。現状は、既設橋の耐震補強において従来の弾性設計では現実的な補強が困難であったアーチ橋やラーメン橋など特殊形式橋梁への適用が中心であるが、新設橋についてもダンパーブレースの地震エネルギー吸収効果を活かした効率的な耐震対策が期待される。

代表的な形式として上路式アーチ橋を例にとると、ダンパーブレースの設置部位としては下横構、脚対傾構および主構面内の斜材が挙げられる。本稿では、それら部位へのダンパーブレースの配置と上・下部工の応答低減効果との関係を明らかにするために比較解析を行った結果を報告する。

2. ダンパーブレースの配置を変化させた上路式

アーチ橋の動的地震応答解析

2.1 解析条件

モデルとする鋼上路式アーチ橋の主要諸元を図1に、ダンパーブレースの設置部位と諸元を図2に示す。

ダンパーブレースの履歴特性は図3に示すバイリニア型移動硬化則に従うものとした。

解析ケースとしてダンパーブレース(DB)の配置を変化させた8ケースを設定し(表1)、レベル2地震動にはJR鷹取波(道示V³⁾Ⅱ-Ⅱ-1波、地域別補正係数0.85)を用いて時刻歴応答解析を行った。

表1 解析ケース

地震動の方向	DBによるレベル2地震対策	解析ケース	ダンパーブレース(DB)設置部位		
			下横構	脚対傾構	主構面内
橋軸方向	なし	① DBなし			
		② DB設置(下横構のみ)	○		
		③ DB設置(主構面内のみ)			○
		④ DB設置【全部位】	○	○	○
		⑤ DBなし			
橋軸直角方向	あり	⑥ DB設置(下横構のみ)	○		
		⑦ DB設置(脚対傾構のみ)		○	
		⑧ DB設置【全部位】	○	○	○

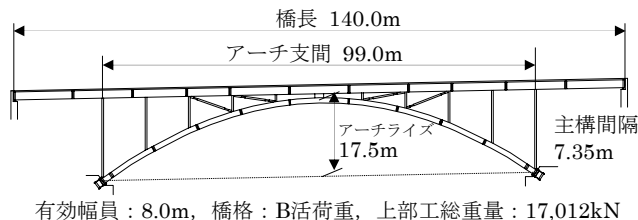


図1 モデル橋の主要諸元

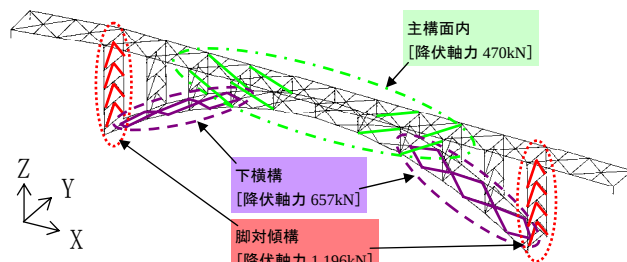


図2 ダンパーブレースの設置部位と諸元

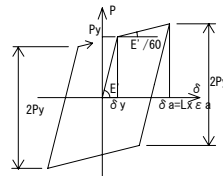


図3 ダンパーブレースの履歴特性

2.2 比較解析結果

ダンパーブレース(DB)の配置を変化させた各解析ケースにおける応答低減効果を、鋼上部工の主構造部材であるアーチリブ、脚（支柱）および補剛桁の軸力比、および下部工の設計に影響するベースシア反力(※)比によって比較する(表2および図4)。図4において主構造部材には軸力比の程度を表す着色を施した。

表2 ダンパーブレースの配置を変化させた各解析ケースにおける応答低減効果

地震動の方向	解析ケース	応答低減効果高い部材の軸力比 (DBあり/なし)					ベースシア反力 (※)		
		アーチリブ		脚(支柱)		補剛桁	①DBなし kN	DBあり kN	比 (DBあり/なし)
		基部	中間部	基部	中間部				
橋軸方向	② DB設置(下横構のみ)	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	22,331	21,910	0.98
	③ DB設置(主構面内のみ)	0.57	0.55	0.55	0.54	0.42	22,331	13,743	0.62
	④ DB設置【全部位】	0.59	0.56	0.54	0.45	0.43	22,331	13,675	0.61
	⑥ DB設置(下横構のみ)	0.18	0.20	0.95	0.28	0.60	23,914	17,239	0.72
橋軸直角方向	⑦ DB設置(脚対傾構のみ)	0.72	0.71	0.28	0.70	0.42	23,914	14,946	0.63
	⑧ DB設置【全部位】	0.21	0.23	0.27	0.30	0.39	23,914	8,408	0.35

(※) ベースシア反力

地震動を作用させる橋軸、橋軸直角各方向毎に、アーチリブ基部支点および補剛桁端支点の水平反力を同時性を考慮して足し合わせた反力として定義する。

橋軸、橋軸直角各方向について各支点部水平反力の合計値が最大となる時刻での値を抽出した。

キーワード ダンパーブレース, 耐震補強, レベル2地震, 応答低減

連絡先 〒108-8215 東京都港区港南二丁目16番5号(三菱重工ビル内) TEL: 03-6716-4184

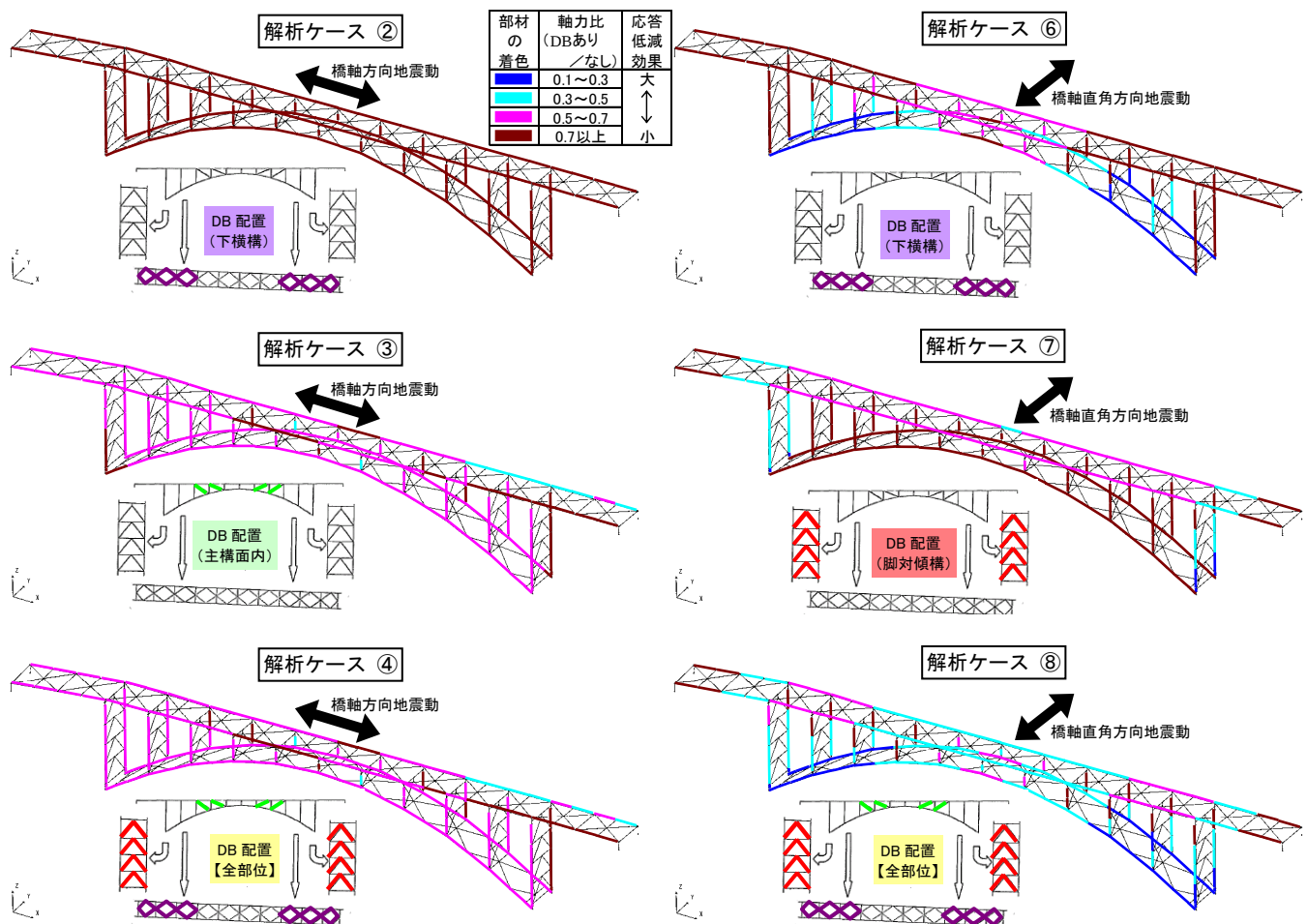


図4 ダンパーブレースの配置を変化させた各解析ケースにおける応答低減効果（主構造部材の軸力比）

3. ダンパーブレースの配置と応答低減効果の関係

3.1 橋軸方向地震動に対して

主構面内へのダンパーブレース設置によりアーチリブ、脚（支柱）および補剛桁の各部材について 50%程度、ベースシア反力については 40%程度の応答低減効果が見られる。下横構に設置したダンパーブレースは応答低減にほとんど寄与しない。

3.2 橋軸直角方向地震動に対して

下横構へのダンパーブレース設置によりアーチリブにおいて最大 80%程度、脚対傾構への設置により端部の脚（支柱）に最大 70%程度の応答低減効果が見られる。ベースシア反力については下横構への設置により 30%程度、脚対傾構への設置により 40%程度の低減効果が見られ、下横構および脚対傾構の双方に設置すれば相乗効果により 65%程度の低減効果が見られる。主構面内に設置したダンパーブレースは応答低減にほとんど寄与しない。

4. まとめ

上路式アーチ橋をモデルに、ダンパーブレースの配置と地震動に対する応答低減効果の関係を定量的に検証した。上路式アーチ橋の新設計画において、ダンパーブレースの適用によるこれらの応答低減効果の傾向を踏まえて耐震対策を行うことで、上部工主構造部材および下部工の設計を合理的に実施できることがわかった。

参考文献

- 1) (社) 日本鋼構造協会, 鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン, 2006.9
- 2) (社) 土木学会, 鋼・合成構造標準示方書 耐震設計編, 2008.2
- 3) (社) 日本道路協会, 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 2002.3