

## ダンパーブレースによる新王渡橋(仮称)の耐震性向上

三菱重工業(株) ○正会員 四條利久磨 正会員 森下邦宏 東京工業大学 フェロー 川島一彦  
 広島県芸北地域事務所建設局 浦辻和幸 ダイヤコンサルタント(株) 正会員 田中昭人

### 1. はじめに

広島県では、芸北町～戸河内町の町道整備事業の一環として、新王渡橋(仮称)の建設を進めている。本橋は図1に示すような、支間長99m、鋼重約500tonの上路式ローゼ橋である。その耐震設計にあたっては、平成8年の道路橋示方書耐震設計編改訂以降、レベル2地震に対する耐震性の確保が義務付けられ、また、本橋のような上路式アーチ橋は地震時の挙動が複雑であることから、動的解析での照査が規定されている。所要の耐震性を確保させる対策として、板厚増などの断面補強が考えられるが、死荷重増加およびそれに伴う下部工反力の増加、下部工の大規模化などの問題がある。

そこで、新王渡橋(仮称)では、斜材に軸力降伏型鋼製ダンパー(ダンパーブレース)<sup>1), 2)</sup>を適用することによる、経済的な耐震対策を実施したのでここに報告する。

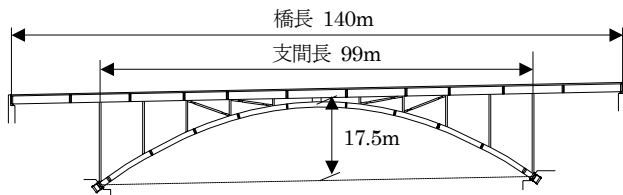


図1 新王渡橋側面図

### 2. ダンパーブレースの構造

ダンパーブレースは図2に示すように、両端に低降伏点鋼で構成された十字芯材を有し、十字芯材が軸方向に塑性変形することで地震エネルギーを吸収する。すなわち、十字芯材がダンパーの機能を果たす。また、両端の十字芯材は、降伏点が高い鋼管(中間材)で繋がれ、十字芯材の座屈は座屈拘束管により防止されている。

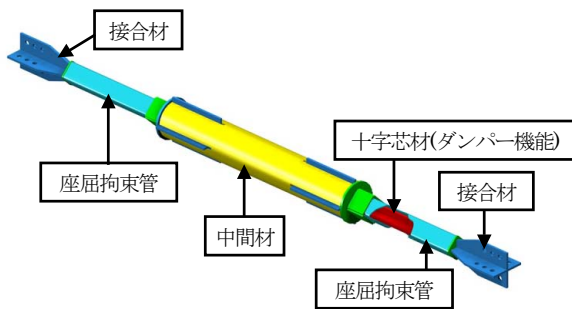


図2 ダンパーブレース構造図

### 3. ダンパーブレースの効果

**3.1 適用箇所** ダンパーブレースが効果的に機能を発揮するためには、適切な配置が重要となる。配置位置の選定にあたり、橋体の固有値解析を実施し、そのモード図において大きな変位が生じ、大きなエネルギー吸収が期待される箇所にダンパーブレースを設置する。本橋では、図3に示すように、橋直方向地震対策としては脚対傾構および下横構斜材に、橋軸方向地震対策としては主構面内にダンパーブレースを設置した。

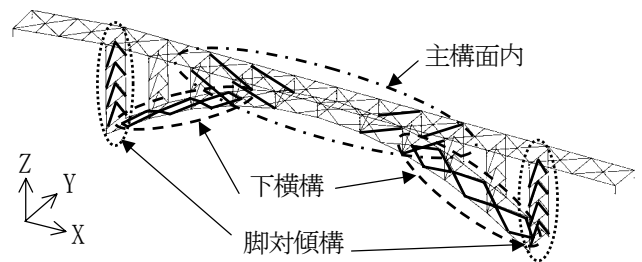
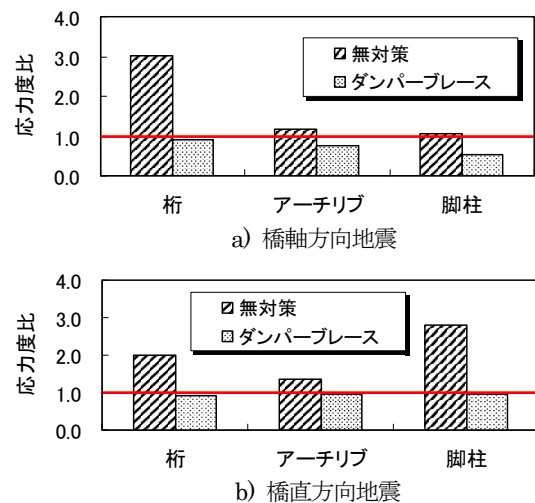


図3 ダンパーブレースの適用箇所

**3.2 動的解析結果** 新王渡橋(仮称)の耐震性を評価するため、橋軸、橋直方向に対しレベル2地震動的解析を行った。各部材に発生する最大応力度比 ([死荷重+地震荷重によって生ずる最大応力]/[降伏または座屈応力]の比率で1.0以下であれば安全範囲) を表1に示す。これより、無対策では各部応力度比が1.0を越え、橋の倒壊が危惧されるが、ダンパーブレースを設置することで、全部材弾性範囲におさめることができる。

表1 新王渡橋レベル2地震応答値



キーワード：ダンパーブレース，塑性変形，レベル2地震，耐震補強

連絡先：三菱重工業 広島製作所

〒730-8642 広島市中区江波沖町5番1号 Tel:082-292-3124 Fax:082-294-1428

**3.3 断面補強策との比較** 表2に、断面補強策とダンパーブレース策の比較を示す。所要の耐震性を確保させるのに、断面補強策では91ton要するが、ダンパーブレース策では19tonで済む。また、補強鋼重の低減はすなわち下部工への反力低減を意味し、下部工を小規模化できる。

表2 耐震性向上対策の比較

対策	目的	対策鋼重増
断面補強	強度向上	約 91 ton
ダンパーブレース	エネルギー吸収	約 19 ton

**4. 模型実験による検証**

**4.1 試験概要** 上述したように、解析上、飛躍的な耐震性向上効果が期待できるダンパーブレースに対し、縮尺模型を用いた振動実験を行い、その耐震性向上の効果を確認するとともに、解析値と実験値の比較により、解析手法の妥当性の検証を行った。図4に示す試験装置に、試験体として図5 a), b)に示すような、それぞれダンパーブレース構造および通常ブレース構造を設置した。この2種類のフレームに地震波(道示 I-II-1波)を入力し、比較検討を行った。

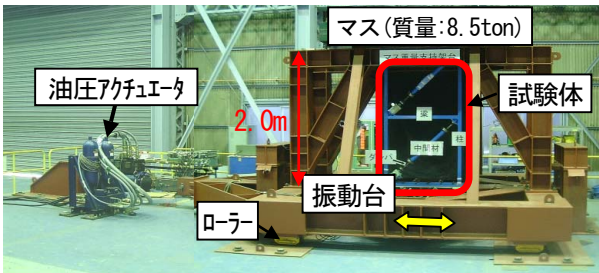
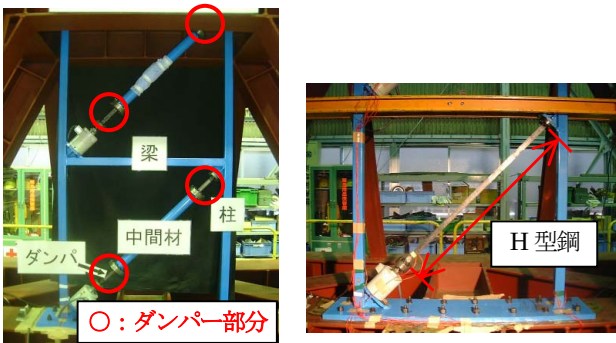


図4 試験装置全体写真



a) ダンパーブレース構造 b) 通常ブレース構造

図5 試験体設置状況写真

**4.2 ダンパーブレース効果検証** 図6 a), b)にそれぞれ、ダンパーブレース構造、通常ブレース構造の基部水平反力-頂部変位履歴を示す。a)より、ダンパーブレース構造では、基部水平反力-頂部変位は安定したループを描き、構造全体が大きなエネルギー吸収性能を有することが分かる。尚、この時の最大基部反力は約15kNである。一方、通常ブレース構造ではb)で示すように、ブレースが座屈し、基部水平反力が最大で約50kNにまで達している。以上の結果より、ダンパーブレースを組み込むことで、

構造系の耐震性が向上し、さらに、基部水平反力が70%程度低減されることが確認された。

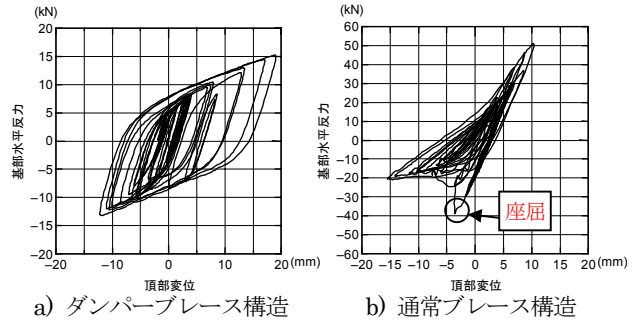
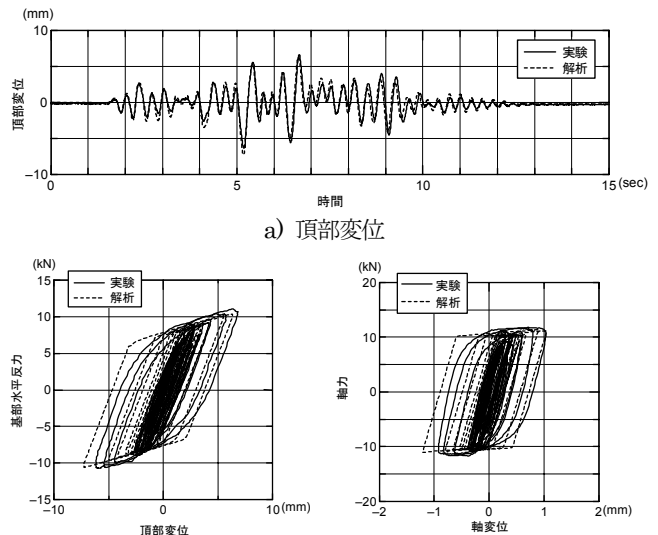


図6 水平反力-頂部変位履歴

**4.3 解析手法の妥当性検証** 図7 a), b), c)にそれぞれ、頂部変位、基部水平反力-頂部変位履歴、ダンパー軸力-軸変位履歴の実験値と解析値の比較を示す。図より、実験値と解析値は非常に良く一致しており、解析手法の妥当性が確認された。



a) 頂部変位 b) 基部水平反力-頂部変位履歴 c) ダンパー軸力-軸変位履歴

図7 ダンパーブレース構造の実験値と解析値比較

**5. まとめ**

新王渡橋(仮称)にダンパーブレースを適用することで、経済的な耐震設計が可能となった。ダンパーブレースは、新設橋梁に対する合理的、経済的設計を行う上で、さらには、現在未着手である長大橋の耐震補強工事に対して非常に有効な手法である。

**参考文献**

- 1) 村瀬, 森下, 井上, 立山, "両端に軸降伏ダンパーを組込んだ長尺ブレースの座屈拘束条件 (その1) 設計法, (その2) 模型実験", 平成11年度日本建築学会近畿支部研究報告集, pp.293-pp.300, 1999.
- 2) 森下, 村瀬, 井上, 立山, "両端に軸降伏ダンパーを組込んだ長尺ブレースのダンパー部復元力特性試験", 2000年度日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.903-pp.904, 2000.