

座屈拘束ブレースを用いた鋼アーチ橋の耐震性能向上及びコスト縮減に関する検討

愛媛県西予土木事務所

石村 隆博

(株)建設技術研究所 正会員 美濃 智広, 鈴木 直人

(株)建設技術研究所 正会員 ○島本 真嗣

1. はじめに

鋼アーチ橋は減衰性が低いため、レベル2の地震動では大きな地震力が発生する。さらに、主構は高軸力を受けているため補強が困難であり、合理的な耐震補強方法の開発が望まれている。

そこで本稿では、軸力降伏型である座屈拘束ブレース（以下 BRB と略称）による中路的鋼アーチ橋の耐震性能向上策について検討を行い、一般的な当て板部材（添接板）補強工法と比較したコスト縮減効果について言及する。

2. 解析モデルと照査方針

ここで検討の対象とするのは、橋長 129m の中路的鋼アーチ橋である。構造系のモデル化は、系全体の立体的な振動特性を表現し得る 3 次元モデルとした。検討に用いた解析モデルを図 1 に示す。部材が大きく降伏応力度を超過する場合や免震・制震装置による応答低減策を検討する場合、非線形挙動が無視できないため、部材の非線形挙動を適切に表現し得る解析モデルとした。

また、アーチ橋の場合、死荷重状態で高軸力を受けているアーチリブは、座屈・塑性化後のじん性が期待できず、復旧も困難であるため、アーチリブの地震時応答は弾性範囲内にとどめることとした。

3. 動的解析に基づく現状構造の耐震性

入力地震動は、道路橋示方書に示されるレベル 2 地震動（Ⅰ種地盤）を用いた。固有値解析を実施した結果、橋軸 1 次モードで 0.67sec、橋軸直角 1 次モードで 0.69sec であり、タイプⅡ地震動の場合、図 2 に示すように、2000gal 以上の応答加速度を受けることとなる。

動的解析を実施した結果、補強が必要とされた箇所は図 3 に示すとおりである。橋軸方向については、端支承 A4 が固定支承であり地盤と拘束されているため、全体的に応答は小さくなった。一方、橋軸直角方向については、主構について大きな応力が発生しており、特にアーチリブ基部部材が降伏応力度を大きく超過した。

4. BRB の適用による応答低減効果

耐震補強の方法としては、大きく 2 通りの方法に分けるこ

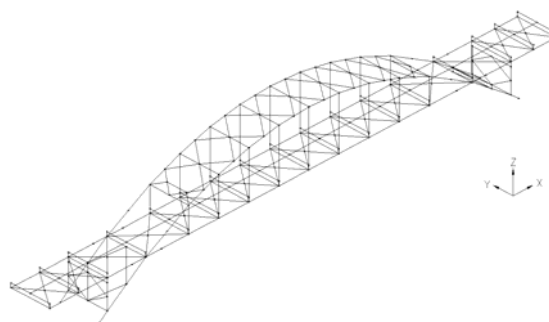


図 1 解析モデル

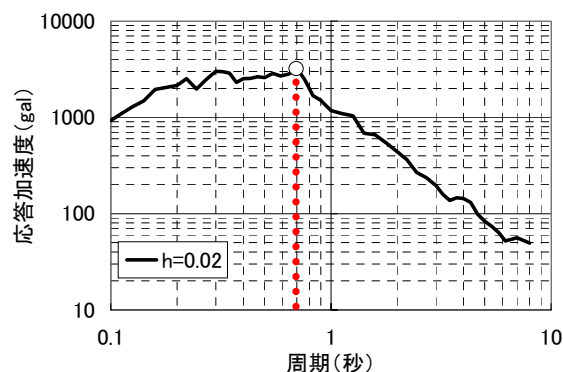


図 2 タイプⅡ地震動の加速度応答スペクトル

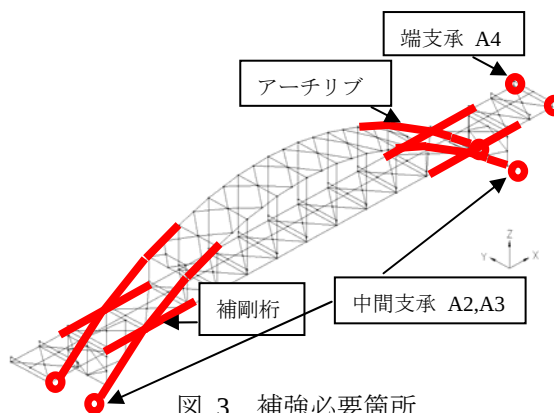


図 3 補強必要箇所

キーワード：鋼アーチ橋，耐震補強，座屈拘束ブレース，コスト縮減

連絡先：(株)建設技術研究所 〒540-0008 大阪市中央区大手前 1-2-15, TEL06-6944-9391, FAX06-6944-7892

とができる．a)地震力に抵抗するように構造物を強くする方法（地震抵抗力の増加）と，b)地震力そのものを低減する方法である（応答制御法）．一般的な橋梁の場合，耐力補強やじん性補強という，地震抵抗力を増加する方法がとられている．しかしながら，本橋のような特殊橋梁の場合，従来の補強方法の適用が困難なため，応答制御による制震対策としての BRB の適用性について検討した¹⁾．

図 4 に示した箇所について，対傾構，横構を BRB に取り替え，それに基づき非線形動的解析を実施した．BRB の設置箇所については，モード解析においてひずみエネルギーの大きな部材を中心に配置した．また，BRB の降伏軸力は，検討の結果，元部材の座屈体力を下回らないものとした．

アーチリブ基部における軸力とひずみエネルギーの最大値を示したものが図 5 である．BRB が降伏したあとも座屈せず，一定の耐力を保ったまま粘りを有することにより地震エネルギーを吸収するため，現況構造と比較して，約 1/3 の応答となった．

5. BRB の適用によるコスト縮減効果

鋼断面部材の補強工法は，応力度が許容値を超過する部材に当て板を添接する部材補強が一般的である²⁾．アーチリブ基部をこの工法により補強した場合の補強量および工事費の比較を実施した．現況構造系における発生断面力における補強量と，BRB 設置後における発生断面力における補強量の比較を表 1 に示す．BRB を適用した場合には，約 67%のコスト縮減効果があることがわかった．

6. まとめ

耐震補強工法検討の結果，BRB の設置は，アーチリブおよび支承の応答低減に極めて効果的であった．また，高減衰化により約 1/3 の応答となり，断面補強量を大きく低減することができ，

全体補強工事費（BRB 設置費用，鋼断面補強費用，支承補強費用等の合計）において約 50%のコスト縮減を図ることができた．今後，BRB のデバイスの選定にあたっては，要求性能（累積ひずみエネルギー，最大ひずみ，ひずみ硬化等）を満足するよう十分検討を重ねていく．

（参考文献）

1) 金治英貞，鈴木直人：損傷制御設計概念に基づく長大ゲルバートラス橋の耐震補強構造系検討，土木学会第 57 回年次学術講演会，2002.9

2) 道菅裕一，鈴木政直，岩本司，金治英貞，石橋照久：鋼材付加による鋼トラス部材の耐震補強構造の検討，第 8 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，2005.2

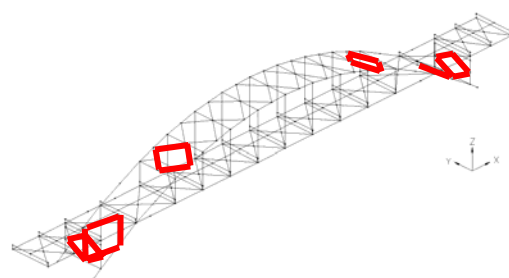


図 4 BRB 設置箇所

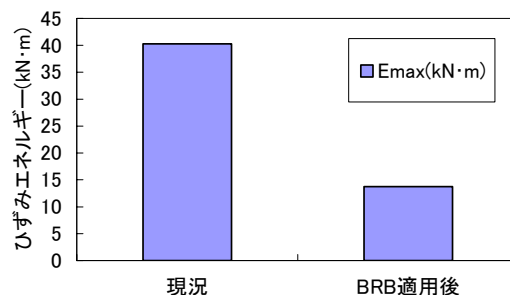


図 5 応答低減効果

表 1 アーチリブの鋼断面補強量およびコスト縮減効果

	現況構造系における基部の補強量	BRB 設置後における基部の補強量
断面補強図		
工事費用比率	1.00	0.33