座屈拘束ブレースの配置に関する耐震補強効果の検討

株式会社建設技術研究所　正会員　鈴木　直人　株式会社建設技術研究所　正会員　光川　直宏
株式会社建設技術研究所　正会員　○数見　真生　株式会社建設技術研究所　正会員　塚田　祥久

１．はじめに

トラス橋やアーチ橋などの長大橋に対する耐震性能向上策として，対傾構の一部を座屈拘束ブレースに取り替え，積極的にエネルギー吸収を図る方法がある．本工法は，地震時の応答低減による補強規模の縮小から，大幅なコストダウンが図れるため，近年の採用事例も増加している．しかしながら，座屈拘束ブレースはアーチ橋の耐震補強の新工法であり，標準的な配置基準が確立されていないことから，採用にあたっては非線形時刻歴応答解析による効果検証が必要である．そこで，座屈拘束ブレースの配置に関する検討を行い、最適な補強構造を提案した．

２．対象橋梁

本橋梁は，昭和 41 年に架設された鋼上路アーチ橋である．橋長は 69.6m，中央支間は 50.0m である．側径間には，平成 8 年道路橋示方書に準拠した落橋防止構造が設置されている。（図-1 参照）

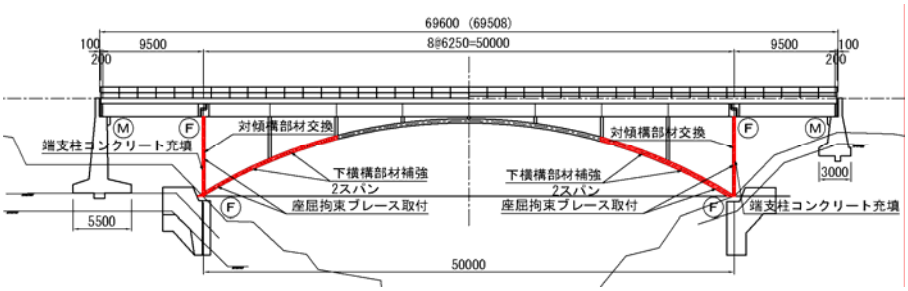


図-1　対象橋梁

３．解析モデルおよび現況照査結果

橋梁全体系の骨組モデルを構築し，着目するアーチリブ，鉛直材，横支材，対傾構については，ファイバーモデルを適用した．（図-2 参照）現況照査の結果，アーチ付け根，鉛直材，および対傾構が降伏応力度を超過しており，特に支点付近の部材において超過率が大きい．また，アーチリブ支承は，レベル 2 地震時のアップリフトにより，各部材において許容応力度を超過する．

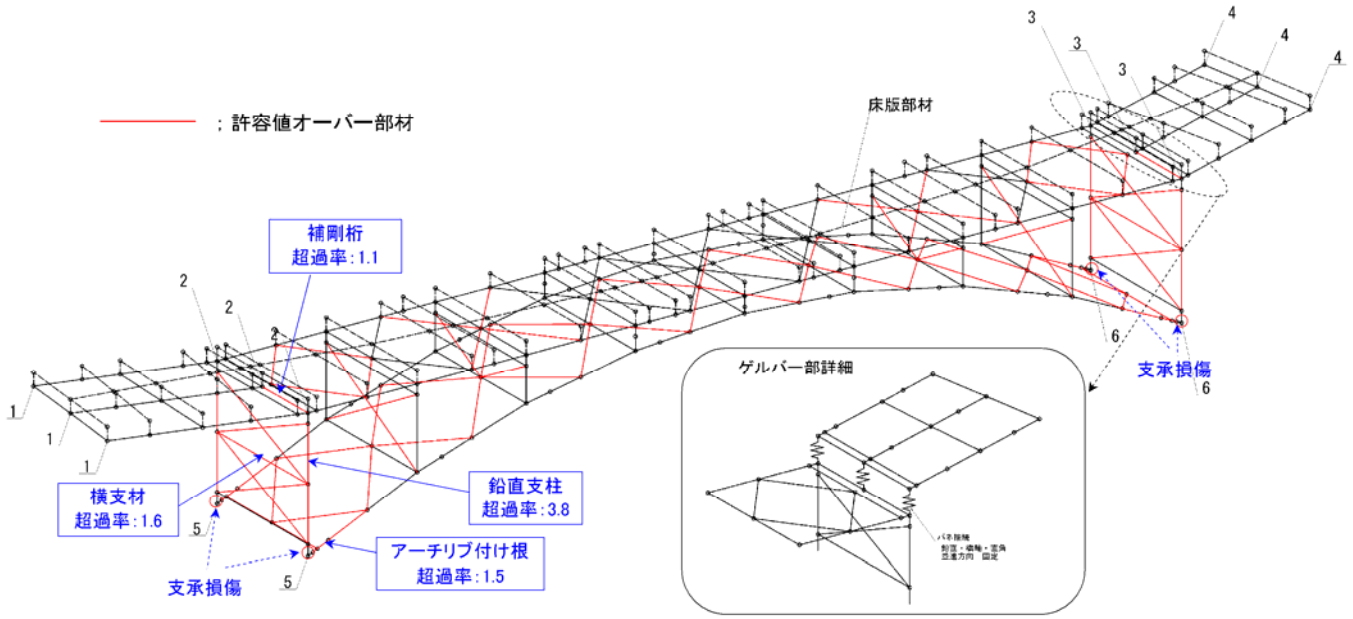


図-2　橋梁全体系の解析モデル

キーワード　鋼アーチ橋，耐震補強，非線形動的解析，座屈拘束ブレース，最適化検討
連絡先　〒540-0008 大阪市中央区大手前 1 丁目 2-15　（株）建設技術研究所 大阪本社 TEL 06-6944-9531

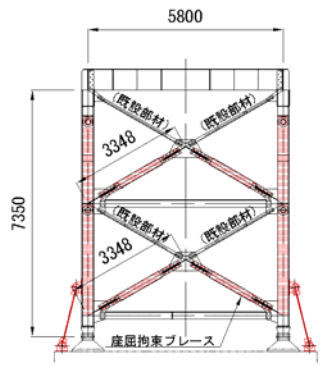
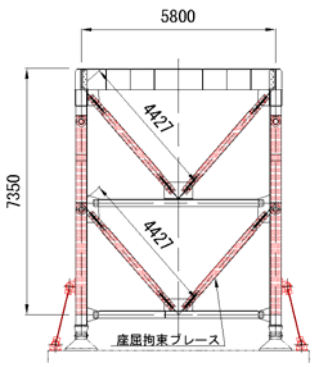
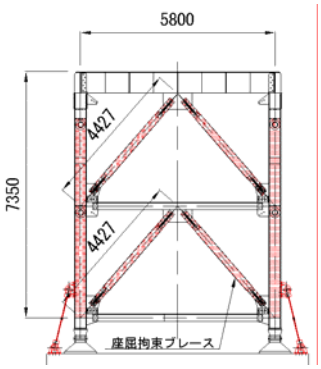
４．補強工法の選定

比較的効果が見られた補強工法のうち，耐力補強工法として「鋼断面補強」，応答制御工法として「座屈拘束ブレースの設置」および「粘性ダンパーの設置」について比較検討を行った．その結果，応答の低減効果および補強工費から、座屈拘束ブレースによる補強案を選定した．また，鉛直部材の局部座屈を防ぐためのコンクリート充填と支点部のアップリフト防止の鉛直ケーブル補強を併用した．

５．端柱部座屈拘束ブレースの配置検討

端柱部における座屈拘束ブレースについて，設置形状の違いによる補強効果を表-1 に比較した．既設の対傾構の下段のみを取り替える第一案の場合，ブレース長が短く，許容ひずみを満足しないため耐荷力を増加させざるを得ない．V 字配置と山形配置はほぼ同等の効果が得られるが，山形配置の方が、支点部に近い位置で応答を低減するため，優位性が見られる．

表-1　端柱部座屈拘束ブレースの配置比較

検討案	【第 1 案】 下段山形配置	【第 2 案】 V 字形配置	【第 3 案】 山形配置
配置図			
構造概要	◆既設対傾構の下半分を BRB に取り替える． ◆BRB 耐力は既設部材耐力の 2 倍とする．（P_y=600kN)	◆BRB を V 字型に配置する． ◆BRB 耐力は既設部材と同等の水平方向耐力が得られるように設定する．（P_y=400kN)	◆BRB を山型に配置する． ◆BRB 耐力は既設部材と同等の水平方向耐力が得られるように設定する．（P_y=400kN)
構造性	◆座屈ブレースのひずみを許容値内に抑えるためには，V 型，山型と比較し降伏耐力を大きくする必要がある． ◆既設対傾構の上半分の部材を補強する必要がある． ◆支承の上揚力は 1,010kN.	◆コンクリート充填しても一部が許容ひずみを超過し補強が必要となる． ◆支承の上揚力は 672kN.（第 1 案の 67%）	◆支承の上揚力は 626kN.（第 1 案の 62%） ◆経済性で優位である．
経済性	31,200（千円）【1.06】	30,500（千円）【1.04】	29,300（千円）【1.00】
評　価	△ 第 3 案に劣る	○ 第 3 案に若干劣る	◎ 採用

６．まとめ

端柱部における座屈拘束ブレースの配置検討の結果，ブレースを山形に配置する構造が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．その結果，全体補強工事費において，従来の鋼断面補強案に比較して約 20%のコスト縮減を図ることができた．なお，この論文は，H18 年度 9 号大身大橋他 3 橋耐震補強設計業務成果から，発注者の確認了解を経て作成した．データの提供をいただいた国土交通省福知山河川国道事務所に，ここに記して感謝の意を表します．

参考文献

・石村隆博，美濃智広，鈴木直人，島本真嗣：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，土木学会第 60 回年次学術講演会，2005.9