

ダム湖上に架かる橋梁耐震補強検討

四国建設コンサルタント 正会員 ○池田憲彦 四国建設コンサルタント 正会員 伊東輝博
四国建設コンサルタント 非会員 野町哲平

1. はじめに

これまでの地震被害より、緊急輸送道路指定路線をはじめとして多くの道路橋で耐震事業が実施されている。本投稿は、ダム湖上に架かり 50 年以上経過した既設橋梁の耐震性能を把握し、予備設計として実施した耐震補強対策の検討事例について述べる。

2. 対象橋梁概要

対象橋梁は、昭和 38 年(1963)竣工、S31 鋼道路示方書にて設計施工された橋長 194m、幅員 4m の中央径間単純トラス補剛 2 ヒンジ吊り橋 + 側径間 RC ラーメ橋、最大橋脚高 29m である。(写・1) 架橋位置は、集落間を結ぶ唯一の道路ネットワーク上に位置し、被災時の長期孤立化を回避するため地域防災計画に重要な橋梁に該当した。本橋は、既に 55 年経過し、四国でも有数の多雨地域であるため、鋼部材の経年劣化も懸念されたことから、耐震検討に合わせて橋梁点検を実施し健全性を評価した。



写-1 対象橋梁写真

3. 解析モデル

橋梁全体を立体骨組モデル(3次元)とし、吊橋部のケーブルは非線形要素(非抗圧)とし幾何学的非線形性を考慮した。補剛トラス、縦桁及び横桁は線形要素、下横構は非線形要素(非線形弾性)としてモデル化した。RC ラーメン橋部は、非線形梁要素でモデル化、材料非線形性は骨格曲線としてトリリニアを用いた。また、基礎は線形バネ要素とした。

4. 照査方法

照査は、動的照査法として非線形時刻歴応答解析を用い、設計地震動は、道路橋示方書の強震履歴の標準波形(1種地盤の3波)を用いた。耐震性能は、吊橋上部構造を主要部材と二次部材で評価を分け、主要部材は損傷した場合に橋梁全体系の崩壊に繋がることから、応答断面力(3波平均値)を降伏安全率 1.7 で割った値を用い、道示 4.3 照査式により降伏以内であることを照査し、降伏安全比率(応答値/降伏値)で評価した。二次部材は、部材の役割や損傷後の取替が比較的容易であることを踏まえ、降伏を認めるものとした。RC ラーメン橋脚部は、応答曲率、せん断耐力、残留変位に対して照査した。

5. 現況照査結果

吊橋部では、補剛トラスの橋軸方向支承条件が固定のため、橋軸加振時地震力により軸力が発生し、ほぼ全支間に渡って降伏安全比率を満足しない。特に、常時には引張力のみであるトラス下弦材に軸圧縮力が発生することで超過率は最大 3.40 を示した。(図-1) 直角加振時は、支間中央部での変形影響、橋軸方向支承固定部で面外曲げモーメントに対する鉛直軸周りの回転が拘束されることにより、大きな軸力が発生し超過率も大きなものとなった。支承部は、両方向に対して耐力不足となる結果であった。一方、主塔やケーブルにおいては、

加振時の耐震性能不足は限定的なものとなった。また、RC ラーメン橋部では RC 橋脚部で最大応答せん断力 > せん断耐力となり耐震性能を満足しなかった。この結果から、補剛トラス支承部及び吊橋上部構造の耐震性向上を図り、RC ラーメン橋脚部では、せん断耐力の向上を図る必要があった。

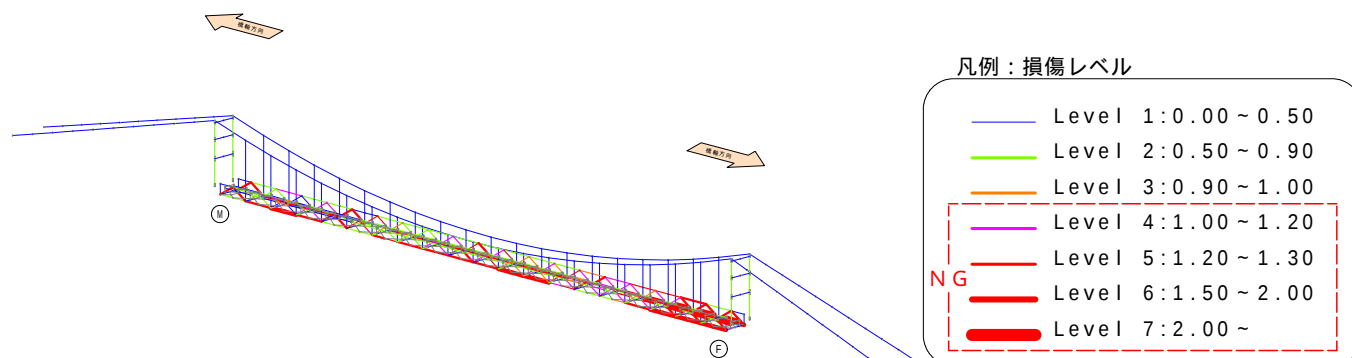


図-1 橋軸加振時 照査結果

6. 施工制約条件

狭小幅員であり迂回路もないため、施工に際して交通規制を最小限に抑える必要があること。また、ダム用途は水力発電であり、一般的な渡河橋で制約となる河積阻害や非出水期施工といった制約は受けない。但し、水位は気象条件や発電事業により大きく左右され、十分な施工期間の確保が課題であった。

7. 耐震補強検討結果

吊橋部では、現況照査結果より懸案であった補剛トラスの固定支承部の影響改善を図るため、支承の可動化、ダンパーによる制震化、あて板補強による耐震化を立案し検討を行った。トライアル検討の結果、各々の単独対策案では所定の耐震性能を得られなかった。このため、支承取替により橋軸方向加振時の可動化及び耐力向上、増加する応答変位抑制はダンパー + センターステイで制御したうえで、当て板補強を合わせて採用した。

RC ラーメン橋部の橋脚せん断補強は、従来の RC 巻立て工法では、大規模仮設工（仮栈橋、仮締め切り）が必要となり、事業費を圧迫、施工期間も長期化することから水位変動リスクを受ける。このため、設定した施工時水位に対して、水中部は仮締め切りが不要な水中補強工法を採用し、水位変動のリスクを回避。一定施工期間の確保可能な気中部は、経済性に優れる RC 巻き立て工法を採用した。（図-2）また、施工時の資機材の搬入は組立台船を採用し、施工時の交通規制を抑制した。

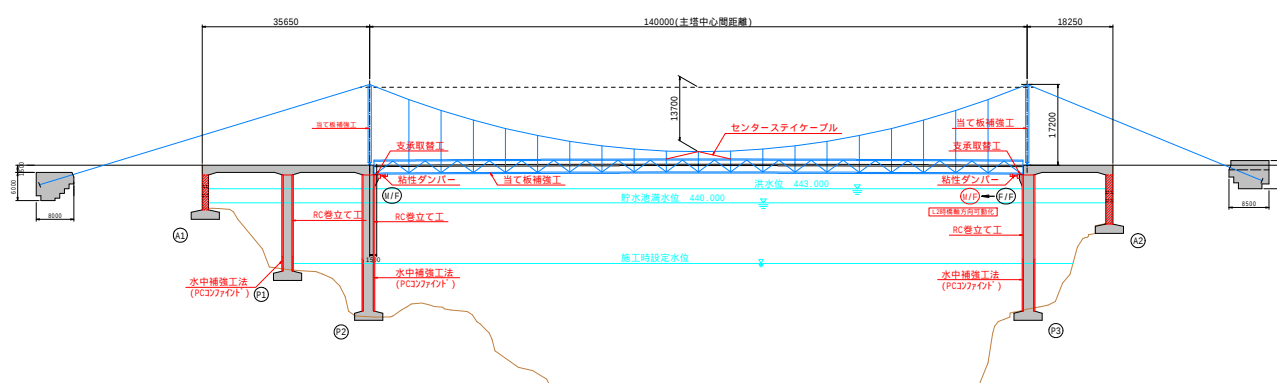


図-2 補強計画図

8. まとめ

既設橋は様々な固有の制約条件が課せられる。本橋の耐震補強検討では、耐震・制震技術の組合せ、制約条件下で施工可能な工法を選定することで、所定の耐震性能を確保することが可能となった。

9. 参考文献

道路橋示方書・同解説 2012.3 日本道路協会

鋼・合成構造標準示方書 耐震設計編 2008.1 土木学会