

ダム湖に建設される3径間連続PC箱桁ラーメン橋の耐震設計

福岡県 五ヶ山ダム建設事務所 工務課 井上 高志
 (株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 西原 史和
 (株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 〇桜井もとじ

1. はじめに

五ヶ山ダム（福岡県筑紫郡那珂川町）の建設事業に伴い、一般国道385号の付替が計画されている。この付替区間内にある（仮称）国道5号橋の測量および動的解析を含む橋梁の詳細設計を実施した。ここでは、その橋梁における耐震設計についての報告を行う。

本橋（図-1 参照）における耐震設計は、本橋が一般国道という位置付けによりB種の橋としてレベル2地震動に対し耐震性能2を確保するよう行わなければならない。道路橋示方書V耐震設計編¹⁾によると、耐震性能2は、“地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能”とされている。また、この時の橋の限界状態は、“塑性化を考慮した部材にのみ塑性変形が生じ、その塑性変形が当該部材の修復を容易に行い得る範囲内で適切に定めるもの”とされている。一般的に塑性化を考慮する部材としては、損傷の発見が容易であり、かつその修復が速やかに行える部材であり、本橋のようなラーメン橋においては橋脚柱頭部および基部に主たる塑性化が生じるように設計を行っている。

しかし、本橋の橋脚はダム湖中に存在し、完成時には橋脚高さの6割程度が水面下となるため、地震後の補修が非常に困難となる。従って、本橋の耐震設計では橋脚基部の塑性化の有無に着目することとした。

以下に本橋の設計方針を示す。

- ①耐震計算法は、耐震性能1および2双方とも動的照査法を適用する。
- ②橋脚基部を塑性化させた場合と塑性化させない場合の比較検討を行う。
- ③非線形動的解析での上部工の副次的な塑性化を考慮し検討を行う。

2. 橋梁概要

国道5号橋は、橋長197m、有効幅員9.50mのPC3径間連続ラーメン橋であり、下部構造は起終点においては橋台高さ16～17mの逆T式橋台、中間橋脚は橋脚高さ30m～31mの中空柱式橋脚で鉄筋コンクリート構造とした。基礎構造は、A1、A2橋台が橋軸直角方向に段差フーチングを用いた直接基礎、P1、P2橋脚は直接基礎である。設計地震動に対する地域別補正係数は地域区分Cより0.7とし、耐震設計上の地盤種別はI種である。A1、A2橋台の支承条件は、本橋のようなラーメン橋にて一般的に採用されている可動支承とした。尚、ダム湖の水位の影響として水位を地震時動水圧として考慮した。

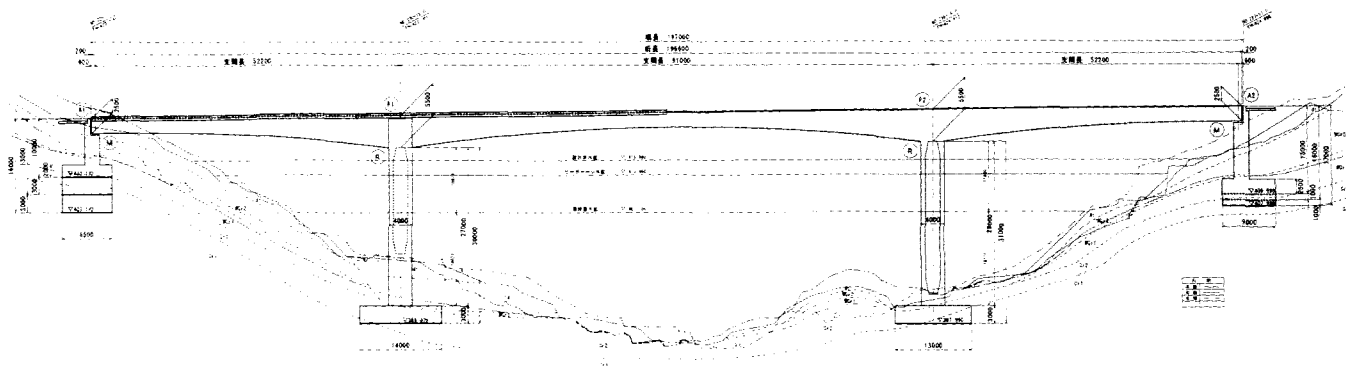


図-1 対象橋梁の側面図

3. 解析モデルと解析条件

動的解析は、図-2 に示す平面骨組みモデルとした。橋脚には塑性ヒンジ部を設け、その中央には完全弾塑性型の非線形回転バネを設けた。橋脚一般部材の履歴特性モデルは、剛性低下型トリリニアモデル（武田モデル）を使用して橋脚を非線形部材とした。また、上部工は橋脚基部を塑性化させないため、通常より過大な断面力が発生することが予測されたため、橋脚同様の履歴モデルを採用し副次的な塑性化を考慮できるモデルとした。解析法は、時刻歴応答解析法を採用し、積分方法は Newmark- β 法（ $\beta=0.25$ ）、積分時間は 0.002 秒として解析を行った。

（1）橋脚基部を塑性化させた場合

図-3(a)のとおり、主鉄筋径 D29、帯鉄筋及び中間帯鉄筋径 D19@150 にて動的解析を満足した。尚、上部工の軸方向鉄筋は、死活荷重時にて決定していた鉄筋径 D13@125 では初降伏点を超え非線形域となるため、上部工鉄筋を D16@125 に変更することにより線形域におさえた。このため、副次的な塑性化は発生しない。

（2）橋脚基部を塑性化させない場合

図-3(b)のとおり、主鉄筋径 D35、帯鉄筋及び中間帯鉄筋径 D19@150 にて動的解析を満足した。尚、上部工の軸方向鉄筋は、橋脚基部を塑性化させた場合より若干 D16 に変更する範囲が増えたが塑性化させた場合とほぼ同様の状態となった。

4. まとめ

以下に本検討で得られた結果を示す。

- 1) 橋脚基部を塑性化させないため、主鉄筋が D29 から D32 へと変更となり、橋脚鉄筋質量が約 22%、工事費で約 1000 万円増加することとなった。
- 2) 上部工および橋脚柱頭部の塑性化を考慮し検討を行ったが、動的解析の結果、線形部材として取り扱うことができた。
- 3) 橋脚の破壊形態がせん断破壊型となったが、橋脚の地震時保有水平耐力 P_a が $0.4C_zW$ を満足し、動的解析の応答値が耐力以下であることを確認した。
- 4) 今後は、本橋で行った方法より経済的に橋脚基部の塑性化を防止する工法の検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月

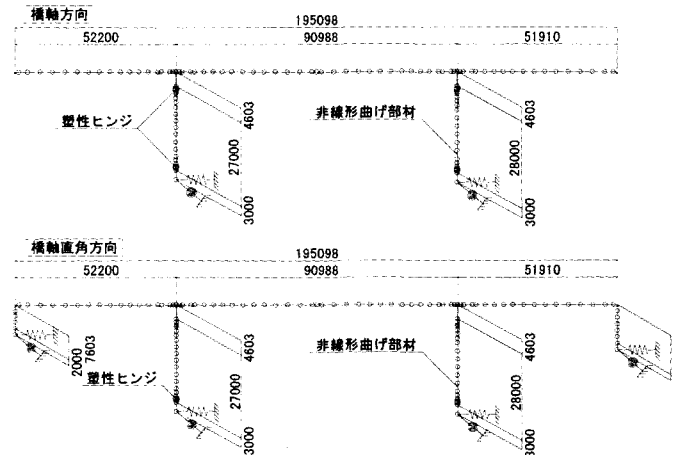


図-2 解析モデル

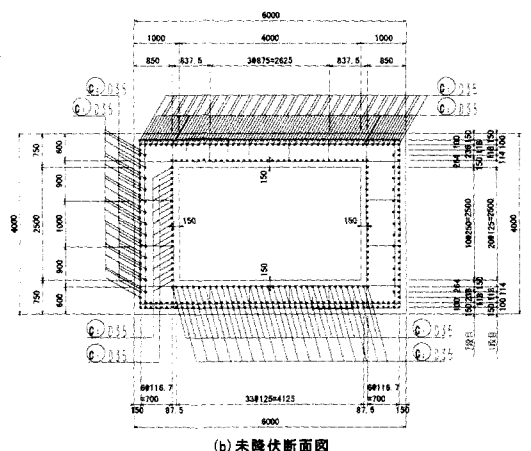
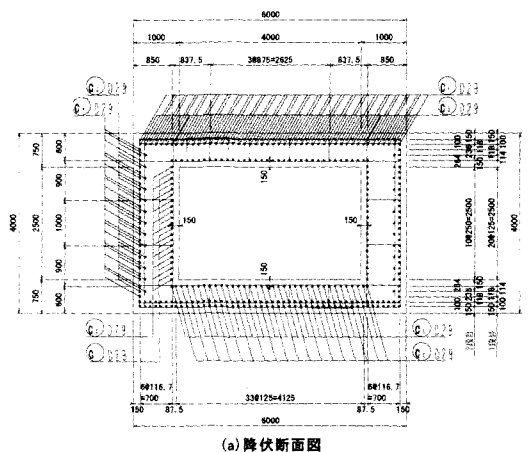


図-3 塑性・非塑性比較橋脚断面図