

I-8 PC 曲線ラーメン橋の耐震検討

○ (株) 長大 高松支店 正会員 中久保 喜昭*

(株) 長大 高松支店 正会員 西村恒男*

(株) 長大 徳島事務所 中越 義仁**

1. はじめに

本橋は山岳部のV字谷地形部にあり、河川と道路を跨ぐ橋梁である。橋梁部の平面線形は $R=160$ mの曲線で、橋台間の交角は 90° をなしている。本橋の橋脚高は40mを超え、さらに交差条件等による制約より各下部工高さ及び橋脚形状が異り、地震時の挙動は複雑となる。従って大規模地震時の上部工・下部工の安全性の照査は非線形動的解析により行った。本報告は大規模地震時の下部構造の照査、上部構造の照査における検討結果を報告するものである。

2. 構造概要

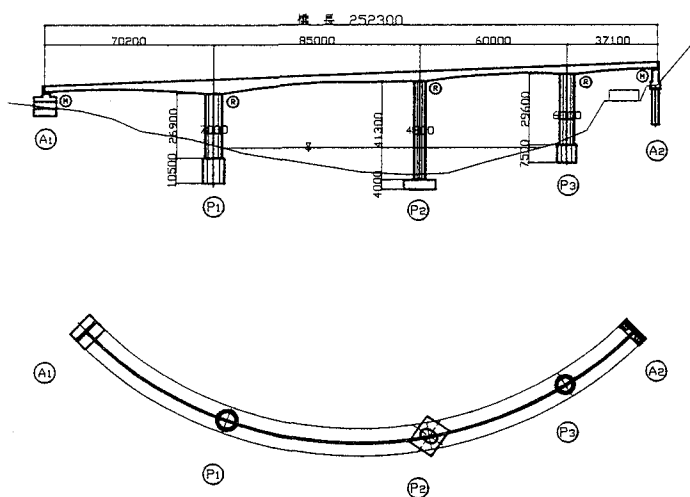


図 2.1 【側面図・平面図】

橋長: $L=252.30$ m

(59.25 m + 85.00 m + 60.00 m + 36.25 m)

上部工構造形式: 4 径間連続 PC ラーメン箱桁

下部工構造形式

: A1 橋台 (逆 T 式橋台、直接基礎)

: P1, P3 橋脚 (円柱式橋脚、大口径深礎基礎)

: P2 橋脚 (小判形壁式橋脚、直接基礎)

: A2 橋台 (逆 T 式橋台、深礎基礎)

3. 加振方向の検討

本橋は曲線橋であり各下部構造の剛性も異なるこ

とから最も不利となる地震荷重の載荷方向が明確ではない。このため地震荷重の加振方向について検討を行った。加振方向としては各下部構造に着目した場合以下の 8 CASE が考えられる。大規模地震時の下部構造の照査では橋脚柱を非線形部材とした非線形動的解析を TYPE I・TYPE II の各地震波 3 波について行うのであるが、全ての CASE について照査するには非常に時間を要する。また下部工の照査では柱基部及び天端の応答回転角が許容回転角以内であることを確認するため、橋脚天端の変形量に着目すれば最も不利となる加振方向が決定できる。以上のことより加振方向の決定は、橋脚柱のモデルは降伏剛性を有する線形梁部材として線形動的解析を行い決定した。

CASE-1 橋梁弦方向 (橋台間を結ぶ直線方向)

CASE-2 橋梁弦直角方向 (CASE-1 の法線方向)

CASE-3、4、5、6、7、8

(各橋脚の接線方向及び法線方向)

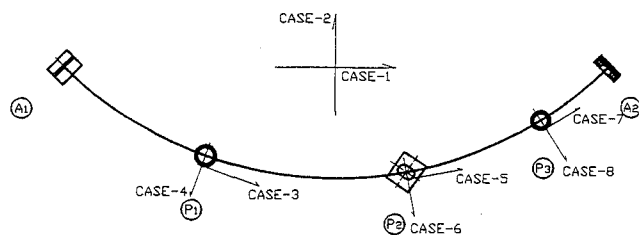


図 3.1 【地震動加振 CASE】

ここで線形動的解析に使用した地震波としては TYPE II を使用した。各 CASE の橋脚天端の変位量を図 3.1、3.2 に示す。X 方向は CASE-1・Y 方向は CASE-2 と同様の方向である。また図 3.4 は各方向の合成変位量であり、P1・P3 橋脚については CASE-1 の方向が最大変位となり、P2 橋脚については CASE-2 の方向が最大変位となった。最も変位の大きい橋脚は P2 橋脚であり次に P1 橋脚であった。P1 橋脚よりも P3 橋脚の変形量が少ないのは支

Keyword: 曲線ラーメン橋、非線形動的解析、加振方向、ねじり剛性

*〒760-0017 香川県高松市番町 3-3-17

**〒760-0017 徳島県徳島市かちどき橋 2-21-1

間割の関係より、P1 橋脚は上部構造重量の分担率が大きいのである。この結果より大規模地震時の下部工照査を行う加振方向は CASE-1、CASE-2 を採用した。

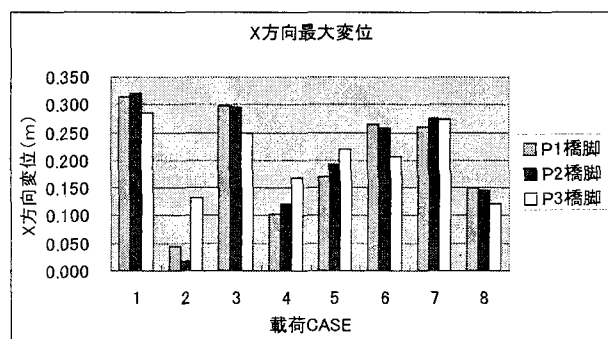


図 3.2 【X 方向最大変位】

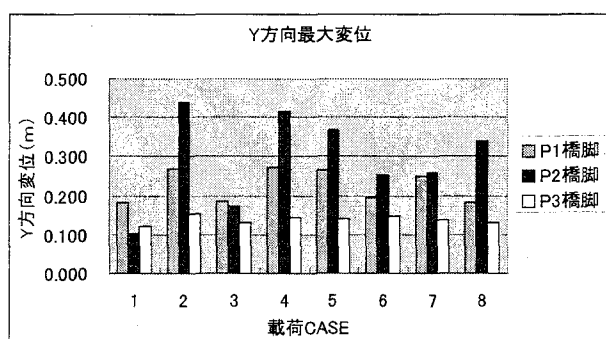


図 3.3 【Y 方向最大変位】

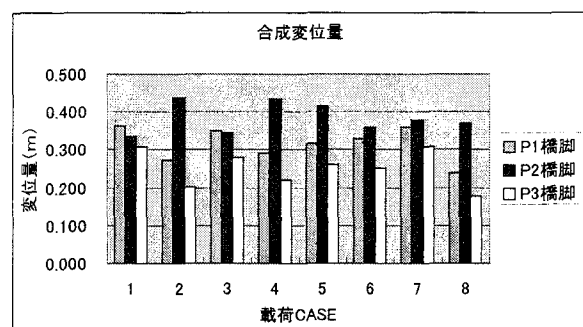


図 3.4 【合成変位量】

4. 主桁ねじり剛性の検討

本橋はラーメン橋であることから大規模地震時には、上部構造にも大きな断面力が発生するため、上部構造の照査を行う必要がある。下部工での照査と同様上部構造においても地震荷重の加振方向によっては発生断面力が異なるが、下部工加振方向決定 CASE での発生断面力が全体的に他の CASE に比べ大きい傾向を示した。よって上部工構造の照査においても CASE-1、2 の載荷方向を採用した。ここで上部構造は斜めひび割れ発生によりねじり剛性が 1/10 程度に低下するといわれている。本橋の大規模地震時の上部工照査においてはねじり剛性によ

る曲げモーメント、せん断力に与える影響について検討を行った。以下の CASE のねじり剛性を設定し、静的解析による曲げモーメントを比較した。

CASE-1：全断面有効のねじり剛性

CASE-2：全断面有効の 1/10

CASE-3：全断面有効の 1/100

結果は図 4.1 に示すように CASE-1、2 の差はほとんどなくやや CASE-1 が大きい値を示した。従って、本橋では全断面有効のねじり剛性を用いて、上部構造の照査を行った。

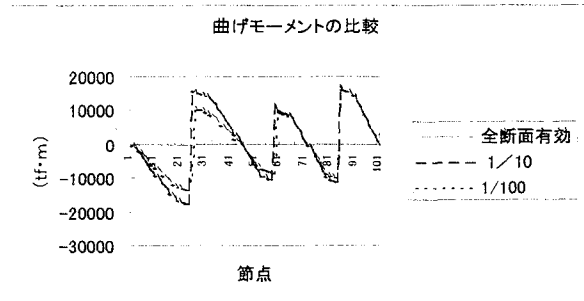


図 4.1 【曲げモーメントの比較】

5. おわりに

下部工の安全性の照査では橋脚の非線形性は部材に対して 2 方向しか設定できないため、加振方向検討時の橋脚変位の最大値を示す方向とその法線方向に橋脚の非線形性を設定することとした。この際、円柱橋脚の P1・P3 橋脚は問題とはならないが、P2 橋脚は小判形状であることから弱軸方向と強軸方向の非線形性が異なり断面の軸方向と橋脚変位方向とがずれることとなった。このため今回は変位方向に近い部材軸に対する非線形性を設定することとした。今後は 2 軸方向の非線形性を算出し、変位方向に対する非線形性を設定すれば、大規模地震時の挙動がより適切に再現されることと思われる。

上部工の安全性の照査では曲げモーメントに着目し、上部工モデルのねじり剛性は全断面有効のねじり剛性を使用した。今後はひび割れ発生を想定したねじり剛性を設定し、ねじりモーメントに対する照査も必要と思われる。

【参考文献】 1) 社団法人 土木学会：コンクリートライブラリー第 48 号コンクリート構造の限界状態設計法試案 昭和 56 年 2) 水口、橋本、山花 平面曲線を有する連続ラーメン橋の耐震検討：第 1 回地震時保有水平耐力法に関するシポジウム講演論文集 1998 年 1 月