

I-A57

主桁分岐を有するPC連続ラーメン橋の分岐部FEM解析

（株）銭高組土木本部生産システム部

正会員 梅枝寿臣

日本道路公団名古屋建設局清見工事事務所

徳嵩秀晴

1. はじめに

東海北陸自動車道清見JCTに位置する夏厩高架橋（上り線）（A1～P5、以下「本線橋」という。）と清見JCT・Aランプ橋（A1～AA1）は、本線橋P2橋脚柱頭部で分岐する特殊な構造を採用していることから、平面方向の離れが大きく立体的特性を考慮した設計が必要とされた（図-1）。そこで、詳細設計では全体構造の挙動把握及び分岐部構造部材の安全性確保を目的として、立体骨組モデルを用いた構造解析による断面設計に引き続き分岐部のFEM解析を実施し、分岐部に作用する局部応力を明らかにした。

本文は、詳細設計で実施した分岐部のFEM解析の手法と結果について報告を行うものである。

2. 分岐部FEM解析

2.1 解析モデル及び荷重載荷方法

主桁分岐部は、合流側3重箱桁と2つの分岐側1室箱桁が中空橋脚頭部を介し剛結される構造となっている。分岐部FEM解析では、境界条件の設定誤差が解析結果に及ぼす影響に留意した上、分岐部周辺の主桁及び橋脚を取り出し8節点立体要素によりモデル化した。境界条件としては、橋脚下端を鉛直固定及び水平せん断面バネ支持とし、主桁断面縁端を骨組構造解析より得られた断面力を既知量として与えた。

検討ケースは、設計荷重作用時及び地震時より

各主桁の曲げ最大、最小の状態、及び主桁挙動のずれが最大となる状態を選出し決定した。載荷荷重は、部分モデルに直接作用する荷重と境界条件として端部桁断面に与える荷重に大別し取り扱った。

3. 解析結果

3.1 活荷重作用時（常時）

合流部活荷重負曲げ最大時の橋軸方向応力度分布を図-2に示す。P1の主桁上縁応力度は棒理論に基づく設計では12kgf/cm²（許容応力度0kgf/cm²、主方向PC鋼材量は分岐側の必要量で決定）と余裕があったのに対し、FEM解析の応力度分布では本線側とAランプ側との間で最大30kgf/cm²もの応力差があり、Aランプ側では許容値に対する余裕が無くなるほどの応力レベルとなっている。

これは分岐側の断面で決定された主方向プレストレス配置の偏りによるものであり、構造特性の異なる主桁を分岐接合した構造では、全体バランスにも配慮し

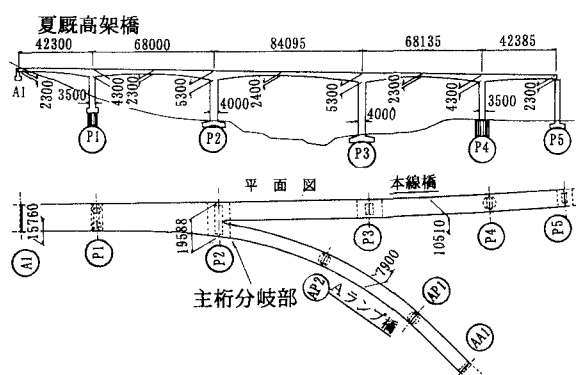


図-1 橋梁全体図

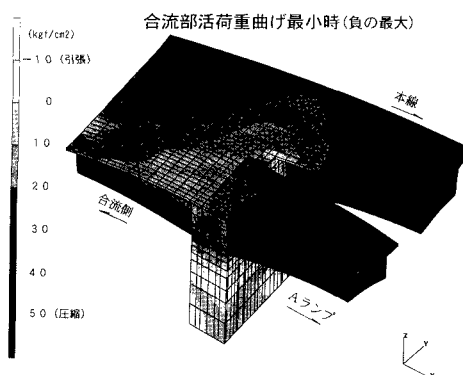


図-2 橋軸方向応力度分布図

キーワード：PC橋、分岐ラーメン構造、FEM解析、面内応力、補強設計

連絡先：〒102-8678 東京都千代田区一番町31番地 (TEL) 03-52102326 (FAX) 03-5210-2352

たプレストレス配置が必要であるといえる。

4. 2 地震時

神戸海洋気象台（N-S）修正波に対する全体骨組みモデルの非線形時刻歴地震応答解析結果を用いて、保有水平耐力法レベル（タイプⅡ）相当に対する線形FEM解析を行った。また、その解析値を応答加速度の比でスケールダウンしたものをタイプⅠ（60%）及び震度法レベル（33%）に対する応力値として考えることとした。本線橋軸直角方向曲げ最大時の隔壁及び底版の応力分布を図-3に示す。

保有水平耐力法レベルの地震に対する解析では、部材の線形範囲を大きく超える結果となった。こうした場合、非線形解析によるのが望ましいと考えられるが、梁部材の検討から耐震補強を行っており応力分布性状は異なるものの相応の引張り伝達性能は有しているとの考えから、線形解析の値をそのまま用いるとした。

5. 補強検討

a) 保耐法レベルに対する検討

一般に柱頭部など部材の結合点は、大地震時でもその剛性を保つため構成部材を降伏させないように設計するのがよいと考えられるが、タイプⅡの地震波に対して算出した必要補強鉄筋量は多く、不経済であるばかりか配筋の困難が予想される結果となった。その結果を踏まえ、発生確率が低く継続時間が短い地震であること、及び該当部材が破壊しても直ちに交通への支障がなく、補修が比較的容易な部材であること等の判断からタイプⅡの地震波に対する補強は行わないものとした。ただし、タイプⅠ相当の地震応答に対して隔壁及び底版の剛性低下を見込んだ解析による耐力照査を付加した。

b) 震度法レベルに対する検討

隔壁で -1.3 kgf/cm^2 、底版で -2.5 kgf/cm^2 の主引張応力度に対し、面内力を受ける面部材としての検討を行い鉄筋が降伏以下となるよう横筋PC鋼材及び鉄筋の補強を行った。隔壁及び底版の補強内容を図-4に示す。

6. まとめ

分岐部の局部応力に対して立体要素を用いたFEM解析検討を行った結果、①分岐付け根の上床版張出し先端部橋軸方向引張応力、②分岐側隔壁及び底版の中間室における面内引張応力に対する補強が必要となった。今後、高次不静定コンクリート構造の接合部に対する地震時局部解析の手法について研究を進めていきたい。

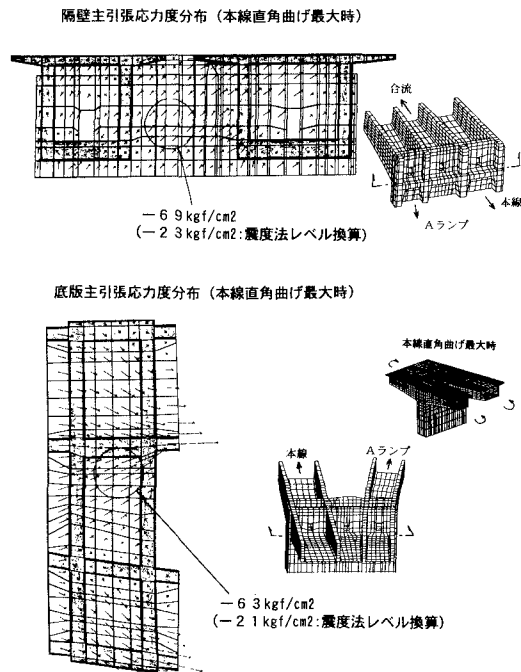


図-3 地震時主引張り応力分布図

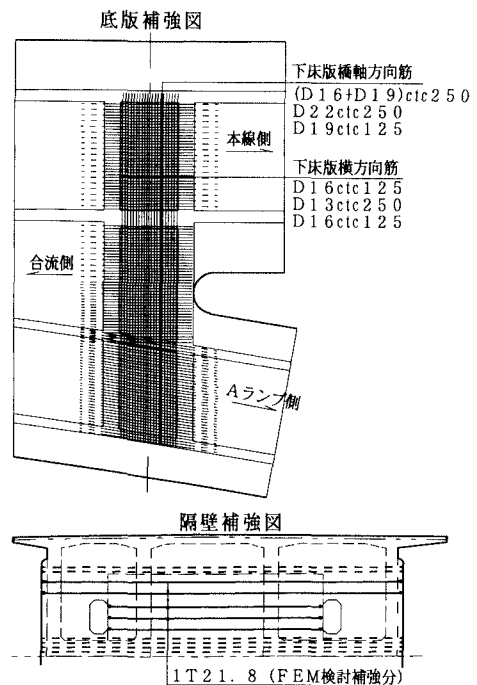


図-4 補強図