

開断面箱桁を有する複合ラーメン橋の隅角部の力学特性に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○森 圭司

長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三

長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

長崎大学大学院 学生会員 呉 慶雄

1. まえがき

複合ラーメン橋は耐震性に優れ、高価な支承部や伸縮装置がないため経済的であり、維持管理が簡単であるなどの利点から、近年採用実績が増加している構造形式¹⁾である。本研究では、近年その経済性から採用実績を増しつつある開断面箱桁を上部構造とする複合ラーメン橋を対象とし、隅角部の力学特性について、特にウェブが傾斜している影響を明らかにすることを目的として立体 FEM 解析を実施したので、その結果を報告する。

2. 対象とする構造

本研究で想定する構造は、実在する橋梁を参考に設定したスパン 45m 程度の 2 径間連続複合ラーメン橋(図-1 参照)であり、鋼桁と橋脚の剛結部付近を解析対象とする。実橋では、鋼桁の大部分は橋脚に埋め込まれ、下フランジ、ウェブの下面、および A 端と B 端に設置されたダイアフラムに溶接されたスタッドジベルにより、鋼桁と橋脚との一体化が図られている。また橋脚と鋼桁とダイアフラムに囲まれた箇所(桁内コンクリート)には高強度コンクリートが充填されており、床版には鋼・コンクリート合成床版が用いられている。

3. 解析モデル

解析モデルは、ウェブをフランジに対して垂直にした model-I とフランジに対して斜めにした model-II の 2 種類とした。Model-I のウェブ間隔は図-2 に示すように、model-II のウェブ高さ方向の中央点におけるウェブ間隔とし、両モデルで床版張り出し部の長さを合わせた。したがって、床版幅は両モデルで異なり、model-I で 6200mm、model-II で 7400mm である。鋼板の厚さは 8mm として、合成床版についてはヤング係数比を用いて等価な鋼板に置き換え、シェル要素としてモデル化した。等価した床版の厚さは 37.86mm

である。今回はコンクリートと鋼板は一体として挙動するものとし、接触面の節点は分離しなかった。表-1 に使用材料とそのモデル化、図-3 に解析モデルを示す。境界条件は橋脚基部を完全固定とし、荷重条件については、図-4 に示す 2 種類、すなわち梁の両端に対する正負の鉛直荷重および橋軸方向水平荷重とした。解析には汎用 FEM ソフトウェア MARC を用いた。

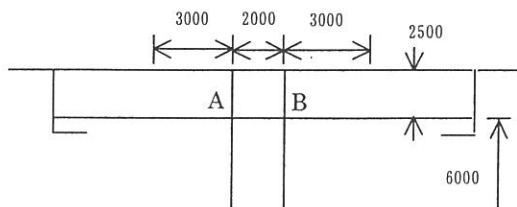


図-1 対象構造全体図

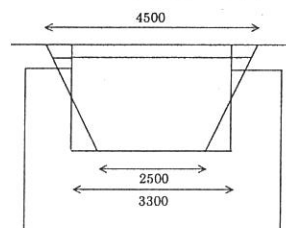


図-2 桁断面図

表-1 使用材料とそのモデル化

使用材料	使用要素	ヤング係数 (N/mm ²)
橋脚コンクリート	8 節点ソリッド	24,500
桁内コンクリート	8 節点ソリッド	27,500
鋼板	4 節点厚肉シェル	200000

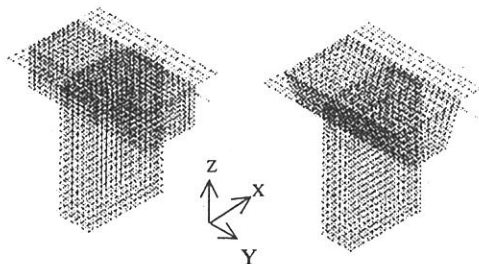


図-3 FEM 解析モデル

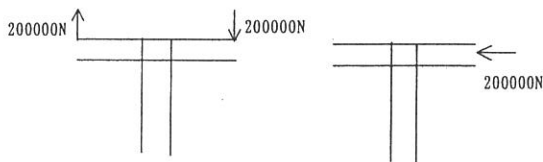


図-4 荷重条件

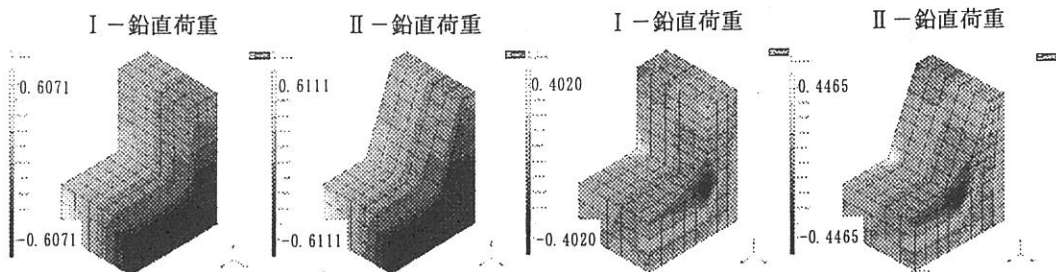


図-5 橋脚剛結部 Z 軸方向直応力

図-6 橋脚剛結部 Y 軸方向直応力

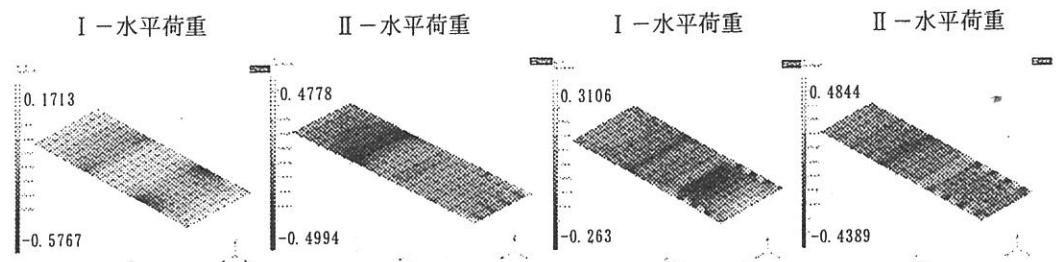


図-7 下フランジ Y 軸方向直応力

図-8 下フランジ X 軸方向直応力

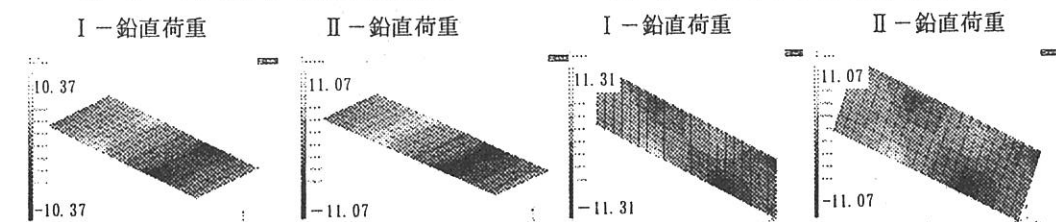


図-9 下フランジ Y 軸方向直応力

図-10 ウェブ Y 軸方向直応力

4. 解析結果と考察

解析結果の例として、いつかの応力成分のコンター図を model-I と II で比較して図-5～10 に示す。図中の I は model-I に対する結果を、II は model-II に対する結果を示す。

解析結果の応力コンター図から、桁断面の形状が変わると、剛結部の挙動も若干変わることが確認できる。すなわち、鉛直荷重が作用した場合、図-5、6 から橋脚部分に発生する Z 軸方向の直応力、Y 軸方向直応力の最大値がともに model-I において model-II より小さい値であり、両者の違いは Y 軸方向直応力において顕著である。鋼桁部分については、両モデルで Y 軸方向直応力の分布性状は類似しているが、その最大値は多少異なっている。下フランジでは model-I の方が model-II より小さい値なのに対して、ウェブではその逆となっている。水平荷重が作用した下フランジでも同じように 2 つのモデルで異なる挙動が確認できる。特に荷重方向と直交する X 軸方向直応力の差が顕著であり、ウェブが斜めになることにより、ウェブにおけるポアソン比効果が下フランジの面内力として現れているのではないかと推測される。

5. まとめ

今回の FEM 解析は、鋼とコンクリートを一体化した弾性解析であり、実構造物の挙動を正確には再現できていないものと思われる。今後、コンクリートの応力-ひずみ関係を考慮するとともに、鉄筋やスタッド等もモデル化したより精密なモデルで同様の解析を行い、鋼桁と橋脚との間の力の流れを明らかにしたい。

【参考文献】

- 1) 岩立次郎、忽那幸浩：剛結構造、橋梁と基礎、Vol.8, pp40～44, 2002.8