

少数 I 桁と細幅箱桁を組み合わせた剛構造部の検証 ～常磐自動車道 片倉橋～

東日本高速道路株式会社 法人会員 宮越 信
高田機工株式会社 正会員 佐合 大 ○非会員 村崎賢吾

1. はじめに

常磐自動車道は、首都圏と東北地方南部の太平洋側を北進し、仙台圏とを結ぶ高速道路(高規格幹線道路)であり、本工事が施工される常磐富岡IC～相馬IC(仮称)間の延長約47kmは、平成23年度の開通に向けて、現在鋭意工事を進めているところである。片倉橋は、浪江IC(仮称)～原町IC(仮称)間のほぼ中間に位置する、橋長560.5mの2車線橋梁である。上部構造の橋梁形式は、少数 I 桁を基本としているが、適用支間長を超える径間(支間長91.5m)のみ、細幅箱桁を採用し、剛構造により桁連続化した、「鋼10径間連続合成桁(少数 I 桁+細幅箱桁)橋」である。

本報文は、少数 I 桁と細幅箱桁を組み合わせた剛構造部の検証として、剛結部の設計・3次元FEM解析の実施および結果を報告するものである。

2. 本橋の主な特徴

本橋の上部工平面図を図-1に示す。本橋は、合理化桁である少数 I 桁と細幅箱桁を組み合わせ、さらなる合理化を図った橋梁形式である。支間長91.5mのP5～P6径間は、剛性の大きい細幅箱桁を配置し、それ以外の径間は経済性に優れた少数 I 桁を採用した。

少数 I 桁と細幅箱桁の剛結位置を支間途中でを行う場合は、主桁剛性の急変(特にねじり剛性)により床版等に設計上想定しない局所的な応力が発生すると考えられる。

そのため、剛結位置は、ねじりモーメントが確実に伝達できる中間支点上とした。剛結部の主桁フランジは、垂直応力度を円滑に伝達させるために、少数 I 桁のフランジ幅に1:5以上のゆるやかな変化部を設け、横梁との剛結部に曲線半径500mmのフィレットを配置した。

ウェブは、少数 I 桁ウェブを細幅箱桁ウェブ間に割り込ませ垂直応力度およびせん断応力度を主桁相互に伝達できる構造とした(図-2)。

少数 I 桁から細幅箱桁に断面が急変することによる応力伝達状況、応力集中の有無、構造詳細の妥当性を検証するため、3次元FEM解析(有限要素法)を行った(図-3)。

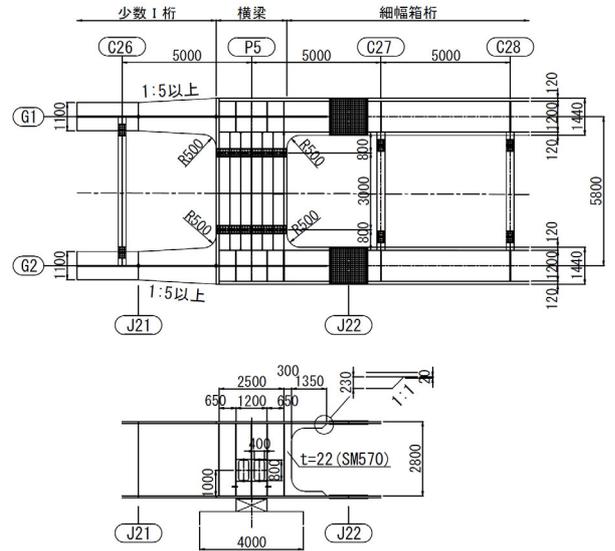


図-2 少数 I 桁と細幅箱桁の剛結構造

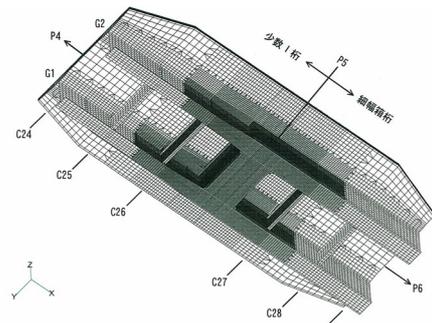


図-3 3次元FEM解析モデル

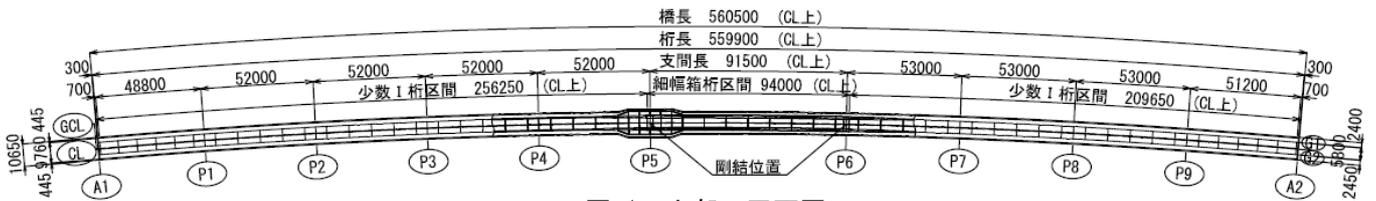


図-1 上部工平面図

キーワード: 合理化桁、少数 I 桁、細幅箱桁、剛構造、3次元 FEM 解析

連絡先: 〒556-0011 大阪市浪速区難波中 2-10-70 高田機工(株) TEL 06-6649-5170 FAX 06-6649-2439

3. 剛結部の設計

主桁剛結部の設計は、あらかじめ格子解析による断面決定を行い、3次元FEM解析によって局部応力を照査することとした(図-4)。中間支点上の主桁剛結位置は、負曲げモーメント範囲となるため、主桁の剛性が「鋼+鉄筋」断面となる。3次元FEM解析では、「鋼+鉄筋」範囲を以下の方針により決定し解析を行った。

- a) 床版をソリッド要素として解析し、床版中心位置の引張応力度が 1.5N/mm^2 以上となる範囲を求めた。
- b) 「鋼+鉄筋」範囲は、床版の剛性が低下するため、鉄筋をシェル要素とし床版の剛性を除いた。

4. 検証および3次元FEM解析結果

(1) 剛結部に発生する応力度

主桁と横梁の剛結部フランジに設けたフィレット部分に応力集中が見られた(図-5)。最大発生応力度は、G2桁上フランジ内側のフィレット部分において 368N/mm^2 発生した。

許容応力度 (255N/mm^2) を超過したが、応力度分布は上フランジ面一様でなく局部的な応力集中であり、降伏点以下 (455N/mm^2) であったため、文献1)より格子解析による決定断面を採用した。なお、局部的な応力集中が発生した剛結部フィレット形状は、発生応力度の低減効果を確認するため、フィレット曲線半径を500mmから700mmに変更した3次元FEM解析も実施した。その結果、フィレット曲線半径変更による発生応力度低減は、1%程度であり、低減効果は非常に低かったため、フィレット曲線半径は500mmとした。

(2) 少数I桁割込みウェブの応力伝達

応力コンター図を確認した結果、主桁ウェブの不連続部分は、ダイヤフラム位置で垂直応力度が徐々に少数I桁ウェブから細幅箱桁ウェブに伝達されていく傾向が見られ、円滑に応力伝達されていることが確認できた。また、少数I桁割込みウェブに設けたマンホールに応力集中は確認されず、適切な位置であることも判明した。

少数I桁割込みウェブ断面の急変を緩和させるため、細幅箱桁内部へのウェブ挿入延長部は、フィレットを設けた縦リブとして現場継手位置まで配置した。解析結果を見ると応力集中を起こすことなく、円滑な応力伝達ができた(図-6)。

5. まとめ

少数I桁と細幅箱桁との異なる主桁形式を横梁構造により接合した剛結部について、3次元FEM解析で検証を行った。その結果、中間支点上の剛結部は、少数I桁から細幅箱桁へ円滑な応力伝達が行われており、妥当性を確認することができた。

参考文献

- 1) 本州四国連絡橋公団：鋼上部構造の設計にFEMを適用するためのガイドライン(案)，平成5年9月
- 2) 土木学会鋼構造委員会：3次元FEM解析の鋼橋設計への適用に関する研究小委員会報告書，2007年7月

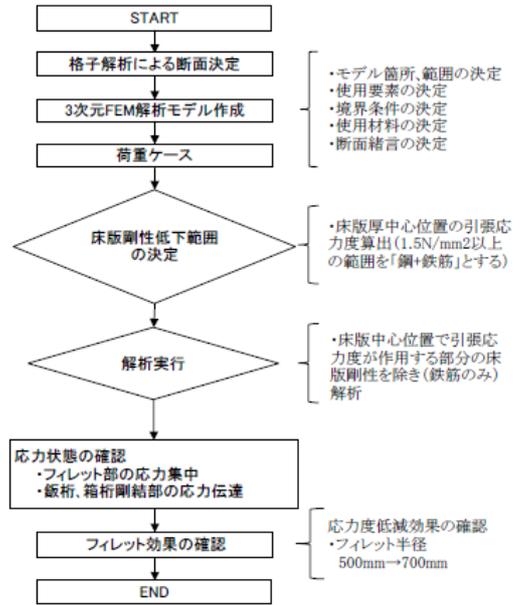


図-4 設計フロー

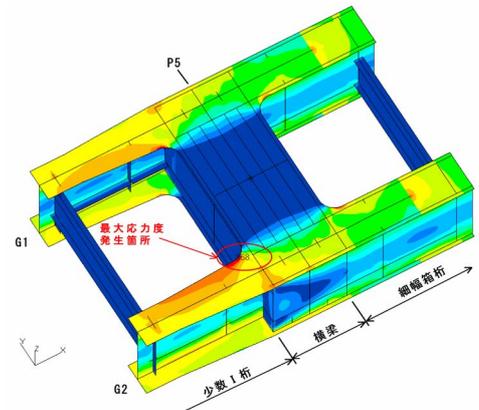
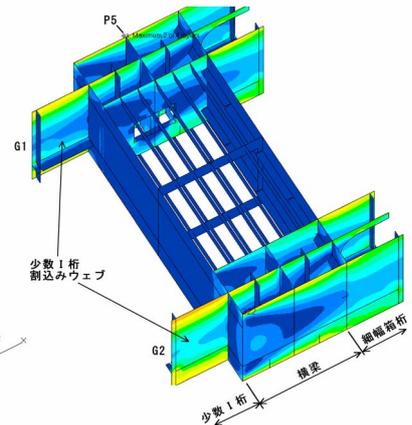
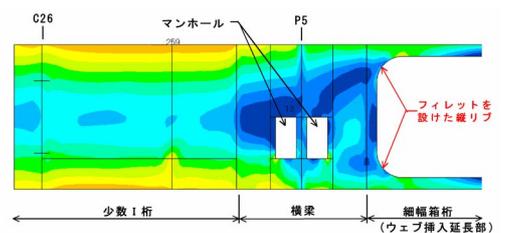


図-5 剛結部の応力コンター図



a) 剛結位置内部



b) 少数I桁割込みウェブ

図-6 割り込みウェブ応力コンター図