

主桁と横梁を剛結した鋼製橋脚隅角部の解析的検討

(社)日本橋梁建設協会

○正会員 岩崎 初美

(社)日本橋梁建設協会

正会員 土生 修二

(社)日本橋梁建設協会

佐々木 史朗

1. 目的

近年、耐震性の向上・空間的制約から特に都市高速道路では主桁と橋脚を一体化した構造が多く採用されている。そのため、主桁・橋脚・横梁が立体的に剛結された隅角部となり、柱と横梁からなる平面隅角に比べ、さらに横梁隅角部には、面外曲げモーメント及び横梁のねじりモーメントが付加されることになる。本研究では、3次元FEM解析を実施し、主桁が取り付け位置の違いによる隅角部の応力集中の差異と応力の流れを求め、応力低減効果を検討し、得られた知見について報告する。

2. 解析概要

3径間連続鋼2層ラーメン橋の中間支点橋脚の上層隅角部を図-1に示すようにモデル化し、主桁が取り付け位置によりTYPE1～TYPE3の3タイプに分けて弾性FEM解析を実施した。なお、TYPE1の主桁位置は横梁高程度橋脚から離れた位置とした。解析プログラムはNASTRANを使用し、隅角部は最小メッシュサイズが25mmの4節点シェル要素を用いてモデル化し、他の部材は棒要素を用いてモデル化した。また、シアラグにより大きな応力が発生する隅角コーナー部の発生応力度は、隅角コーナーから各方向50mmの位置について比較した。

3. 解析結果

図-2～図-4に、死荷重・B活荷重載荷時のTYPE1～TYPE3の隅角コーナー部付近の応力抽出点での最小主応力度及びその周辺要素の最小主応力ベクトルを示す。応力抽出点での最小値はTYPE2が-283MPaであり、絶対値の一番大きい応力レベルであった。また、TYPE1の主応力方向は、横梁方向に卓越しており、TYPE2、TYPE3は、主桁方向に卓越していることがわかる。以上よりTYPE1は、平面隅角に近い挙動をしていると判断でき、一方、TYPE2、TYPE3については、主桁曲げモーメントの影響が大きいと考えられ、立体隅角として面外力と横梁ねじりモーメントを考慮した設計を行なうことが望ましい。

4. 応力低減対策のタイプ

図-2～図-4より、隅角コーナー部付近には過大な局部応力が発生しており、疲労損傷の発生が懸念される。

キーワード 鋼製橋脚、隅角部、応力集中

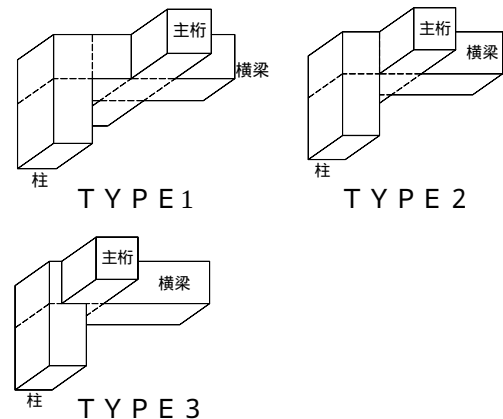


図-1 隅角部のタイプ

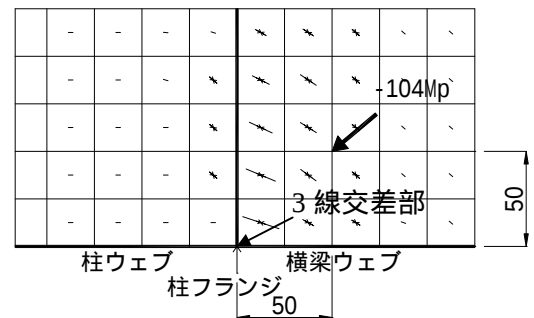


図-2 3線交差部の主応力方向 (TYPE1)

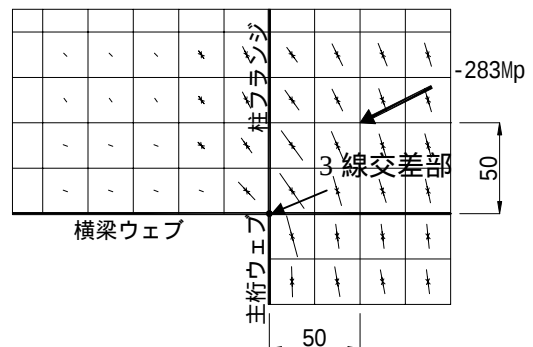


図-3 3線交差部の主応力方向 (TYPE2)

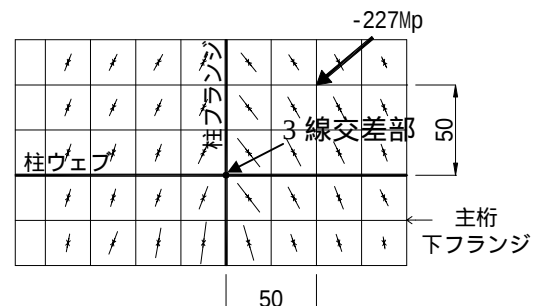


図-4 3線交差部の主応力方向 (TYPE3)

そこで、隅角コーナー部付近の応力低減対策として、図 - 5 に示すフィレットとスカラップをモデル化した F E M 解析を実施し、図 - 6 に示す応力抽出点について比較した。なお、フィレットの幅は横梁高 1700mm の 12% である 200mm と仮定した。また、スカラップは隅角コーナー部の横梁下フランジに設け、その半径を 50mm とした。

5. 応力低減対策を行なった解析結果

5.1 横梁下フィレット

図 - 7 に横梁下にフィレットを設けた場合の応力低減率を示す。横軸に着目点、縦軸に応力低減率（応力低減対策後の直応力度 / 応力低減対策前の直応力度）を示す。A 点の横梁下フランジにおいて T Y P E 1 では、約 40% の応力低減効果が確認できる。B 点の横梁ウェブはフィレットが横梁面内曲げモーメントに抵抗するため、発生応力度は大きくなっている。C 点の柱フランジは T Y P E 1, T Y P E 2, T Y P E 3 の順に応力低減率は小さくなっている。

5.2 横梁下フランジ付スカラップ

図 - 8 に横梁下フランジのスカラップによる応力低減効果を示す。A 点の横梁下フランジにスカラップを設けることで、T Y P E 1 は応力低減効果が見られるが、T Y P E 2, T Y P E 3 は、孔を設けることにより応力集中が大きくなっている。また、B 点の横梁ウェブは、スカラップの断面欠損により応力が大きくなっている。その他の部材では変化がなく、スカラップは横梁の応力には影響を与えるが、柱フランジなど他の部材に与える影響は小さい。

5.3 主桁下フィレット

以上の 2 種類の応力低減対策では、T Y P E 2, T Y P E 3 の A 点の横梁下フランジ部には、応力低減効果が見られなかった。そこで、主桁下にフィレットを設け F E M 解析を実施し検討を行った。その結果、図 - 9 のとおり T Y P E 2, T Y P E 3 とともに、A 点の横梁下フランジ部において約 15% の応力低減効果が確認できた。

6. まとめ

立体的に剛結になる 3 タイプの隅角部について F E M 解析を行ない、隅角コーナー部付近の応力低減効果について検討した結果、スカラップに比べ、剛性効果のあるフィレットの方が高い応力低減効果があった。また、フィレットを横梁方向及び主桁方向に取付けた 2 タイプについて F E M 解析を行った結果、隅角コーナー部の主応力方向に近い側にフィレットを設けた場合、高い応力低減効果があった。

今後、T Y P E 1 において主桁位置が柱に近づいたタイプについても応力集中及び主応力方向の検討が望まれる。

参考文献

- ・石橋和美, 小林徳寿, 森本千秋, 依田照彦: 鋼製橋脚隅角部の設計上の諸問題と一考察, 橋梁と基礎, pp. 21 ~ 27, (株)建設図書, 1990 年 4 月

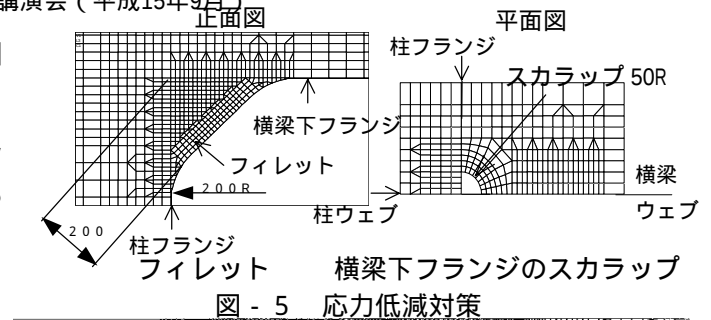


図 - 5 応力低減対策

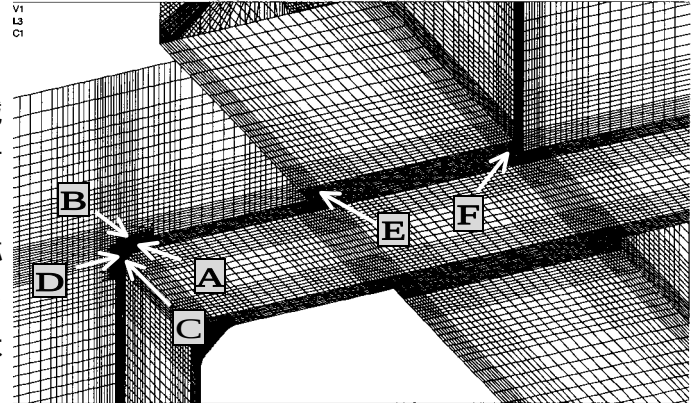


図 - 6 応力抽出点

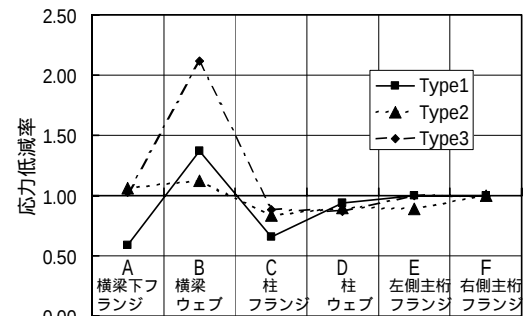


図 - 7 応力低減率 横梁付フィレット

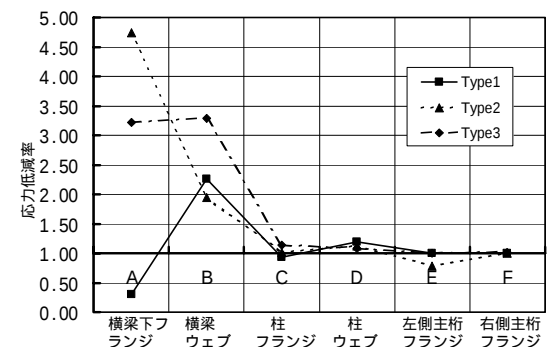


図 - 8 応力低減率 横梁下フランジのスカラップ

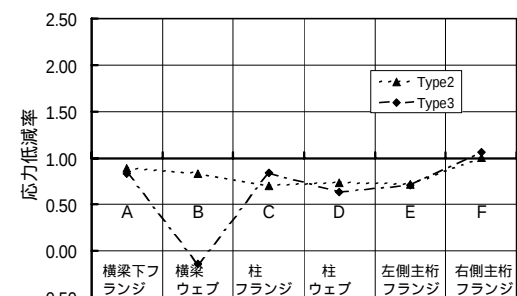


図 - 9 応力低減率 主桁付フィレット