

鋼製ラーメン高架橋隅角部におけるフィレット効果の検討

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○周 詩廣
 ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 長山喜則
 ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 中川秀晴
 西日本旅客鉄道(株)大阪建設工事事務所 尾崎大史

1. はじめに

従来鋼製ラーメン構造物の設計では、柱・梁接合部(隅角部)の断面算定に際して、箱型断面腹板部の応力伝達機構が複雑であるとして、せん断遅れ(shear lag)現象に配慮し奥村式¹⁾を適用している。一方鉄道標準²⁾では、隅角部に対してコンクリートで完全被覆している場合、腹板部の局部座屈及び応力集中並びにフランジ面の応力集中が緩和されることが実験や有限要素法(FEM)解析により検証されていることを受けて、コンクリート充填鋼管(CFT)柱と鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)箱形梁で構成される隅角部に対して、せん断遅れ現象を考慮しなくてもよいとしている。

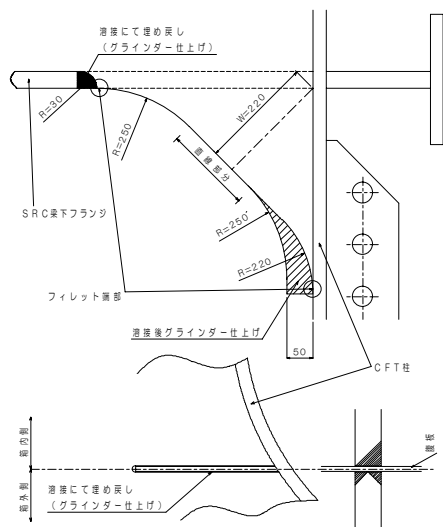


図-2 フィレット形状図

下面に曲線型ハンチプレートやフィレットを取り付けた場合の、隅角部の応力集中の緩和や耐力の増加等構造の有効性、及びフィレットの最適な形状について報告している。

そこで、著者らはこれら既往の研究成果を踏まえて、下フランジ下面に図-2のようなフィレットを設けることにより応力集中の緩和を図り、FEM解析を用いてその応力低減効果等を定量的に把握することを目的とする。

2. 解析概要

キーワード SRC梁, CFT柱, 隅角部, せん断遅れ, フィレット構造, FEM解析

連絡 先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) TEL 06-6303-1446

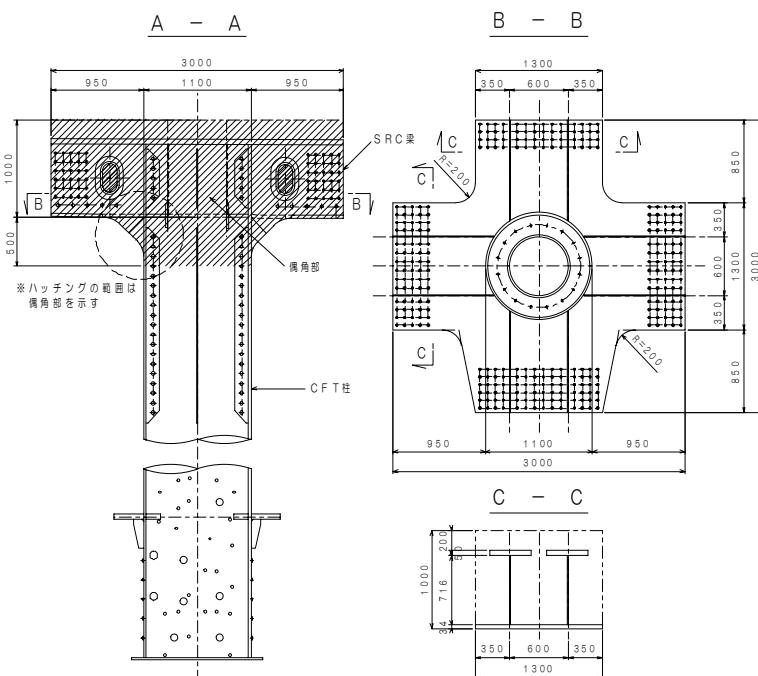


図-1 鋼製ラーメン高架橋隅角部詳細図

奈良
 駅付近

連続立体交差化工事では、駅部ラーメン高架橋の柱部にCFT構造を、梁部にSRC構造を採用しており、図-1に示すように外的制約条件より梁部の下フランジ面のみが露出せざるを得ないケースもある。この場合、せん断遅れの影響を加味して隅角部の断面耐荷力を求めると、フランジの板厚が制限値の50mmを超え、これに対して桁高を確保して対処する場合、コントロール条件である梁下空頭及び縦断線形の保持が困難となる。

下フランジの下面にはコンクリート被覆がないことから隅角部においてある程度の応力集中が予想されるが、池田ら³⁾と清川ら⁴⁾は梁

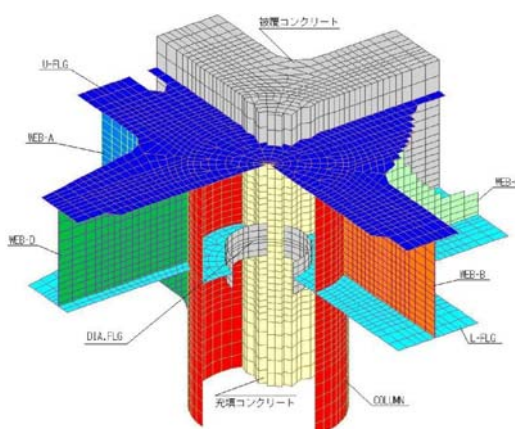


図-3 隅角部モデル概要図

解析は本高架の代表断面を抽出し、図-3に隅角部のFEM解析のモデル概要を示す。本稿は梁の薄肉鋼断面のみに着目して、梁下部にフィレット構造の有無の二モデルを用いて各部材の発生応力の特性を速報する。モデル化に際して梁先端（梁部の現場添接箇所）を自由端とし、柱下端（地中梁の天端位置）を固定端とした。部材要素は、鋼材をシェル要素として、（柱の）コンクリートをソリッド要素としてモデル化した。解析対象の分割数は、隅角部近傍は100mmメッシュ程度、隣接箇所は200mmメッシュ程度、他の箇所は500mmメッシュ程度とした。解析荷重の組合せは、死荷重、活荷重及びその他荷重を考慮した列車載荷時状態を想定している。図-4は、隅角部荷重図を示す。なお解析ツールは、汎用の有限要素法構造解析プログラムMSC.Nastranを用いた。

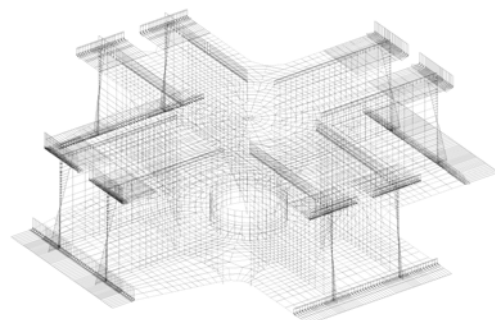


図-4 荷重図

3. 解析結果

梁部フィレットの設置効果は、鋼断面相互の発生応力度の対比によって、隅角部における下記の構成部材ごとに評価する。

①フランジ面：図-5は、L-FLGを例として下フランジ面に発生するVon Mises応力分布を示している。応力分布が類似しているが、最大応力箇所では5%、最小応力箇所では16%の緩和が確認できた。フランジ面は曲げ応力が板厚の決定要素であることを考えると、凡そ10%の低減効果が認められた。

②円筒面：図-6は、COLUMNのWEB-C側を例として円筒表面に発生するVon Mises応力分布を示している。最大応力箇所では38%、最小応力箇所では12%の緩和が確認できた。円筒面は曲げ応力（主として圧縮応力）が板厚を決定することから、約10%の低減効果が認められた。

③腹板面：図-7は、WEB-Cを例としてフィレット設置前後の腹板に発生するせん断応力分布を示している。柱との境界域では約30%の低減効果が認められたが、新たな応力集中によりフィレット端部での最大応力度が殆ど変わっていない。但し、この箇所の発生応力度は許容応力度に比べて余裕があり、断面決定の支配的な要素とはならない。

4. おわりに

下フランジ面が露出する鋼製ラーメン高架橋隅角部のフィレット設置効果をFEM解析で検証した。

その結果、梁の薄肉鋼断面の場合、フランジ面、円筒面及び腹板面においては其々約10%、10%、30%の応力低減率を有することが確認できた。今後は、SRC梁断面の場合フィレットによる応力低減効果等を検討して行きたい。

参考文献

- 1) 奥村敏恵, 石沢成夫：薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について、土木学会論文集第153号、1968.05.
- 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物、2002.10.
- 3) 池田学, 市川篤司, 山田正人, 安原真人：鋼製ラーメン隅角部の交番載荷実験、鉄道総研報告、vol.13, No.4, 1999.4.
- 4) 清川昇悟, 寺尾圭司, 岩崎雅則：フィレット付き鋼製橋脚隅角部の解析的検討、横河ブリッジ技報、No.33, 2004.1.

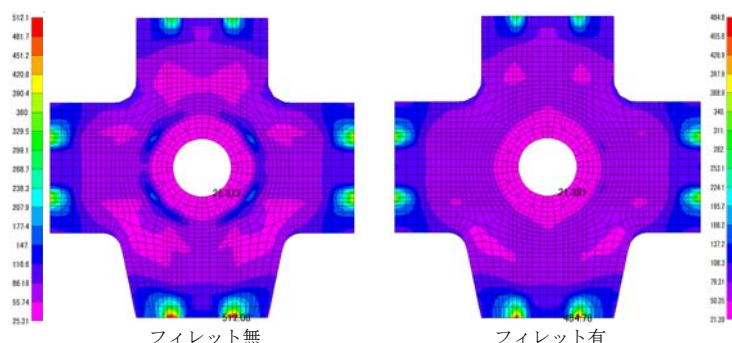


図-5 下フランジ表面におけるミーゼス応力度比較

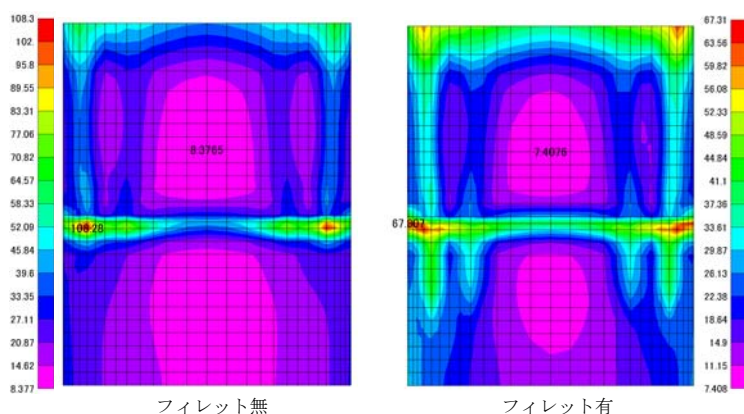


図-6 CFT円筒表面におけるミーゼス応力度比較

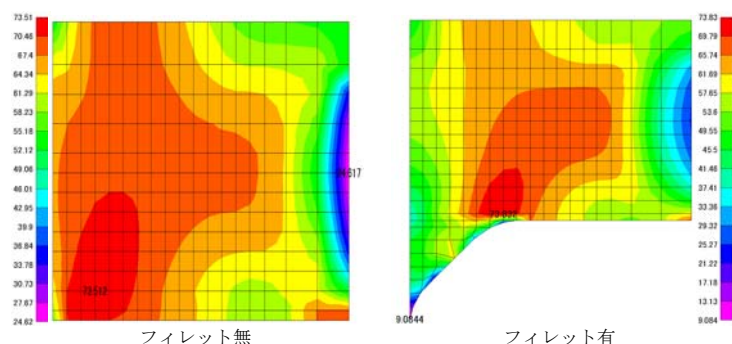


図-7 腹板表面におけるせん断応力度比較