

PC鋼材・鉄筋組立て 事前可視化システムの開発

鉄建建設(株)

○江島 賢一

鉄建建設(株) 正会員

菅原 広道

キーワード：3次元CAD，鋼材干渉，コンクリート充填性

1. はじめに

PCラーメン箱桁橋の柱頭部では上部工の主桁，横桁鉄筋，PC鋼材に加え，橋脚から定着される太径の主筋・帯鉄筋が配置されるため，お互いが錯綜し配置が困難なだけでなく，コンクリートの充填性に影響を及ぼすことが問題である。

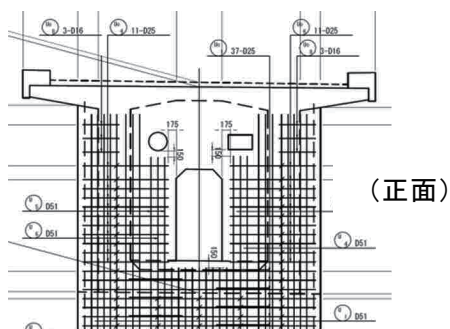
通常，設計図面は上部工主桁，横桁，下部工それぞれ単独で配筋図面が作成されており，実際に組み立てて3者が重なると，鉄筋どうしが干渉したり，コンクリートを充填するあきが十分確保できない場合がある。また，完成した状態では干渉していなくても，組み立てる順序により配置ができなくなるケースも考えられる。

本稿では施工予定のPC上部工柱頭部に対し，3次元CADで鉄筋，PC鋼材をモデル化して実際の配置順序で順番に重ねて図化し，組立て開始から完了時までの干渉状態，組立て順序の妥当性，コンクリート充填性を確認するシステムについて報告する。

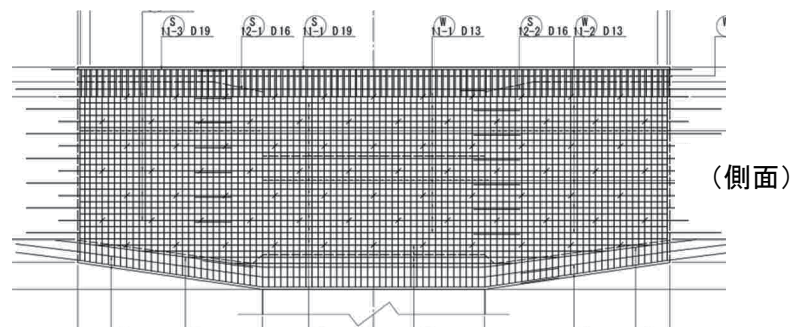
2. 鋼材配置概要

今回対象とした，PC 3径間連続ラーメン箱桁橋の柱頭部鋼材配置について説明する。

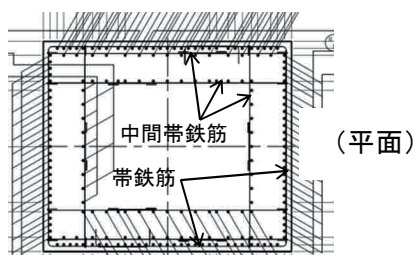
橋脚からは，主筋D5 1が150mmピッチで柱頭部の上床板底面まで帯鉄筋とともに定着される（図-1）。上下床版には格子状に鉄筋125mmピッチ，ウェブにスターラップが125mmピッチで配置され（図-2），PC鋼材は縦締め（12S15.2）が片側あたり11本ずつ，横桁横締め（1S21.8）が2段×6列で配置される。



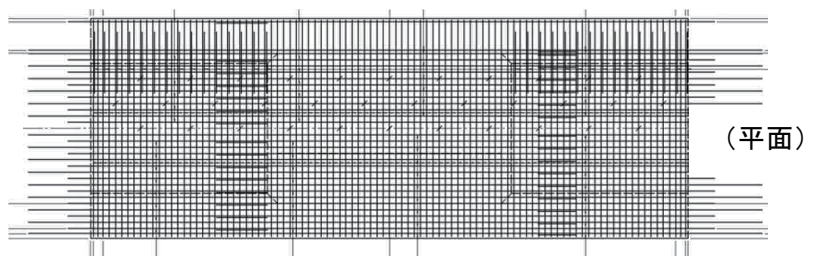
(正面)



(側面)



(平面)



(平面)

図-1 橋脚配筋図

図-2 柱頭部主桁配筋図

3. システムの概要

3次元CADを用いて、鉄筋、PC鋼材を組立て順序に従い順番に重ねて配置する。柱頭部配筋は、まず橋脚から定着される主筋（鉛直方向）が配置された状態が初期状態となる（図-3）。次に帯鉄筋、主桁、横桁鉄筋を組立て順序に従い順次重ねていき（図-4）、全鋼材を図化してモデル完成となる（図-5）。このモデルを使用し配置順序を追いながらモニタリングすることで、組立て途中の干渉状況をチェックする。

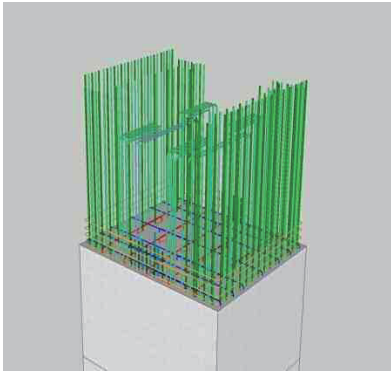


図-3 組立て開始

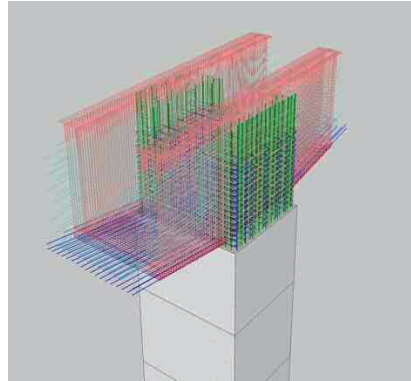


図-4 組立て中

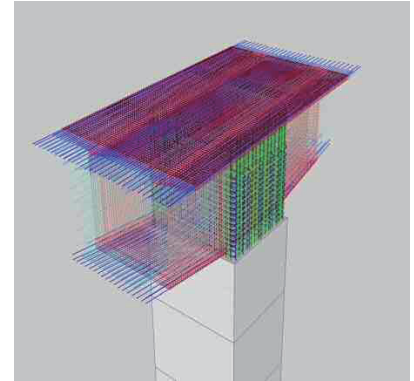


図-5 全鋼材組立て完了

4. 鋼材干渉例

橋脚鉄筋、主桁、横桁鉄筋は、以下の部位において組立て順序に起因した干渉が発生する。これにより組立て順序を決定した。

4.1 スターラップと中間帯鉄筋

上部エスターラップと橋脚中間帯鉄筋は、立体交差した関係となる。通常、帯鉄筋と中間帯鉄筋はセットで配置するのが基本であるが、中間帯鉄筋まで配置した後ではスターラップの配置が不可となる。よって、配置順所はスターラップ→中間帯鉄筋の順となる（図-6）。

4.2 スターラップ配力筋（ウェブ軸方向筋）と帯鉄筋

スターラップ配力筋は加工長が10～12mと長いため、妻側からの挿入ではなく上面からウェブ内に落とし込み配置する。スターラップ配力筋と帯鉄筋（中間帯鉄筋）は段ごとに立体交差するが、どちらかを先に全数配置するともう一方が配置不可となる。よって、スターラップ配力筋と帯鉄筋（中間帯鉄筋）は交互に配置するのが適切と考える（図-7）。

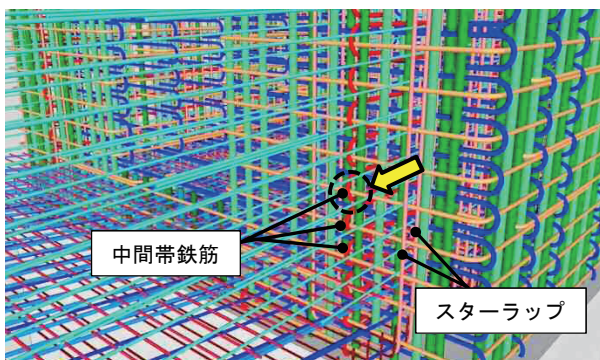


図-6 スターラップと中間帯鉄筋の干渉

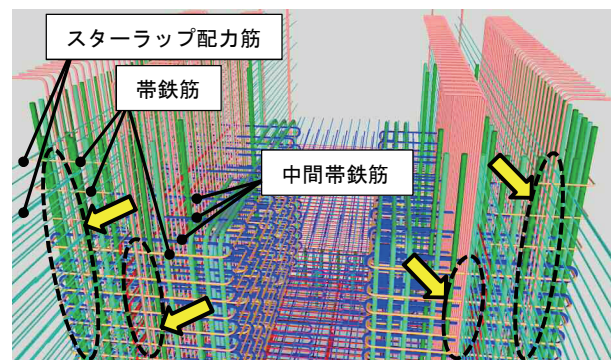


図-7 スターラップ配力筋と帯鉄筋の干渉

4.3 スターラップ配力筋（ウェブ軸方向筋）と横桁鉄筋

人通孔上部に配置される横桁面水平鉄筋は、スターラップ配力筋と立体交差し、横桁鉄筋を先に配置するとスターラップ配力筋が配置不可となる。横桁鉄筋は短尺で後から差し込んで配置できるため、配置順所はスターラップ配力筋→横桁鉄筋となる。

4.4 帯鉄筋と横桁鉄筋

帯鉄筋と横桁面水平鉄筋は同じかぶり位置に配置される。横桁鉄筋を先に配置すると、橋脚主筋に巻いて上から落とし込む帯鉄筋が配置できないため、配置順所は帯鉄筋→横桁鉄筋となる。

これらの干渉結果を総合し、配置順序は①スターラップ→②スターラップ配力筋と帯鉄筋（中間帯鉄筋）の交互配置→③最後に横桁鉄筋が適切と判断した。

5. コンクリートの充填性確認

コンクリートの充填性を確保するために、鉄筋どうしのあきは骨材の4/3以上の通過幅を確保すること、締め器具を挿入するスペースを十分確保することが重要である。以下の項目に着目し、コンクリート充填性を確保した。

5.1 骨材通過幅の確認 1

ウェブ上の上床版上面ではスターラップ、かぶせ筋、上床版直角方向筋が3列重ねて配置される。図-9の配置ではかぶせ筋と直角方向筋に22mmの隙間が生じるが骨材通過幅を確保できない。このため図-10に示すようにかぶせ筋と直角方向筋を隣接して配置し、微小なあきが生じないような並びで配置する。

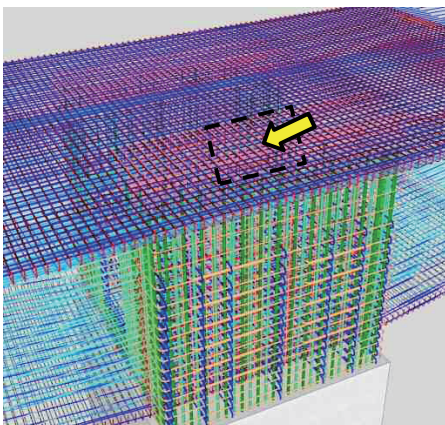


図-8 配筋全景

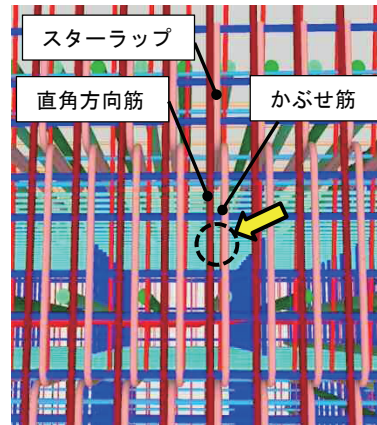


図-9 上面配筋例 1

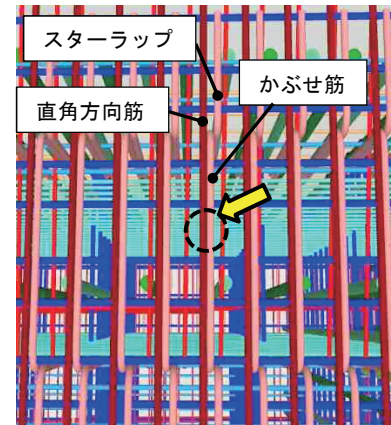


図-10 上面配筋例 2

5.2 骨材通過幅の確認 2

横桁面の下床版内（高さ500mm）には帯鉄筋と横桁水平鉄筋が錯綜して配置される。設計図面の配置位置では、鉄筋どうしのあきが骨材通過幅を確保できず、せきとなり充填性を阻害する可能性がある（図-11）。このため、あきが確保できる位置に水平鉄筋を上下にずらす調整を行う。

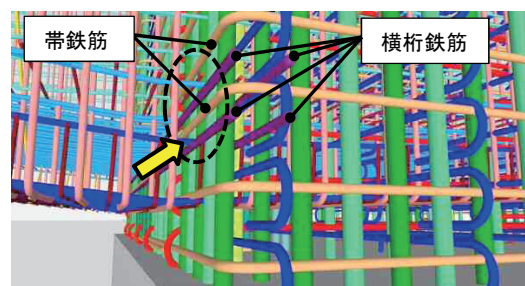


図-11 鉄筋どうしのあき不足

5.3 締固め器具挿入スペース

鉄筋が一番錯綜して配置される橋脚長辺方向の帯鉄筋2列配置部は、帯鉄筋間の直上に上床版直角方向筋が配置されて直接バイブレータを挿入できない(図-12)。このため、この部分は直角方向筋1列を仮移動した状態でコンクリートを打ち込み、上床版部まで打ち上がった時点で正規の位置に復旧する。

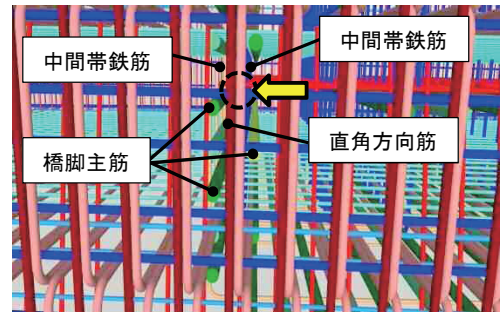


図-12 バイブレータ挿入時の干渉

5.4 ポンプ車ホース投入スペース

柱頭部は水平に上下2分割でコンクリートを打設する計画である。高さ1.5m以上の打ち込みはホース(外径165mm)を挿入して行うが、2リフト打設時には上床版鉄筋が125mmピッチで格子状に配置されているため、一定間隔でホース挿入部を設け、鉄筋間隔を調整する。

6. 今後の適用について

本稿では鋼材干渉チェックの対象としてPC上部工柱頭部を選定したが、今後、以下の構造についてもモデル化に取り組んでいくことを考えている。

6.1 PC上部工の端支点横桁部(試行中)

鉄筋、縦締め・横桁ケーブルに加え、支承のアンカーバーが配置される(図-13, 14)。

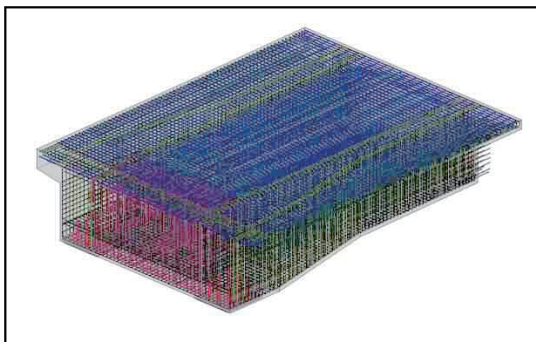


図-13 側径間モデル(全景)

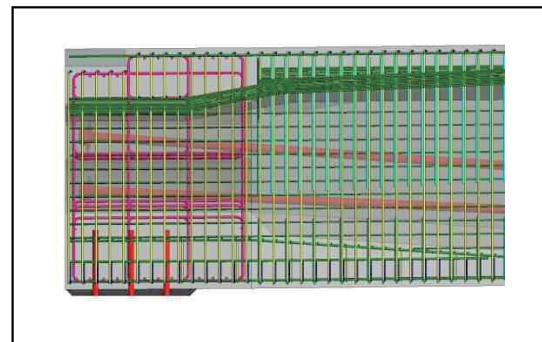


図-14 側径間モデル(側面)

6.2 鉄道橋の高架橋接合部

縦梁, 横梁, 柱の太径鉄筋が全てフックを有してお互いが交差する(図-15, 16)。

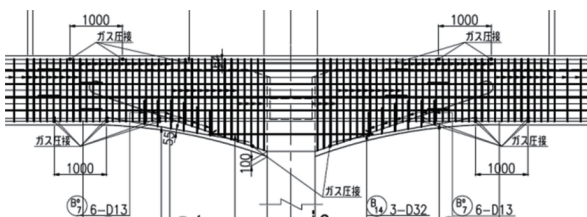


図-15 縦梁配筋側面図

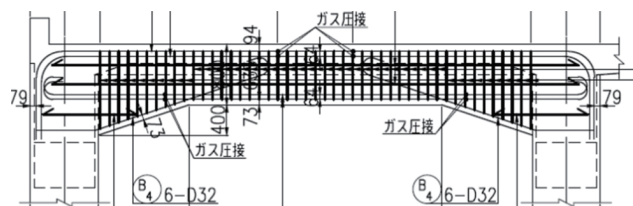


図-16 横梁配筋図

7. おわりに

このシステムでは、3次元的に配置順序を追いながらモニタリングできるため、組立て開始から完了までの干渉状態が一目瞭然で、事前に適切な組立て順序を決定できる。このため、施工時に組み直しなど手戻りのロスを抑制した効率的な作業が行える。また鋼材干渉チェックのみでなく、鉄筋どうしのあきを確認して事前にコンクリート充填に対する改善処置を行えるため、品質トラブル防止にも有効的であり、さまざまな構造に有効性を発揮できると考えている。