

3次元 CAD を活用した工作設計ディテールの検証

VERIFICATION OF DETAIL FOR PRODUCTIVE DESIGN THAT UTILIZED THREE-DIMENSIONAL CAD

花里 貴明¹⁾
Takaaki Hanazato

近年,BIM (Building Information Modeling) を用いた設計 (意匠,構造,工作) および施工 (現場,工場) 検証,管理方法が建設業界で用いられる事例が増加している. 当社事業の一つである建築鉄骨製作において 3次元 CAD を用いたディテール検証も広範な BIM の一部となる.本稿では 3次元 CAD を用いた建築鉄骨ディテール検証の一例を紹介する.

キーワード : BIM, 3次元 CAD, 可視化, 視覚情報の共有化

1. まえがき

当社が携わる多くの超高層ビルは竣工後,外壁に覆われ鉄骨形状を確認する事が出来ない.しかし,近年頻発する地震,将来想定される大規模地震への対策,法改正および建物自身の意匠等により外壁の内側に隠れた鉄骨ディテールは年々複雑な物となっている.この複雑なディテール検証に 3次元 CAD を活用し「可視化」を行う事で設計者 (構造,意匠),施工者 (ゼネコン),現場作業員,ファブリケーターの異業種間で視覚情報共有化を可能にしている事も BIM 活用が近年増加している理由の一つである.

2. 紹介工事概要

本稿で紹介する工事物件は,東京都内に建設された低層階は店舗兼オフィス,高層階は共同住宅と立体的に用途が異なる複合ビルである.建設地から徒歩 5 分程の所には 1 日の乗降客約 24 万人 (2011 年) を数える駅があり,駅周辺には商業施設,オフィスが立地している賑やかな場所にある.建築規模は,建築面積約 2,150m², 床面積約 40,200 m², 敷地面積約 3,400 m², 地下 1 階,地上 23 階,塔屋 1 階,高さ 100m となっている.構造形式は,地下 SRC 造,地上 S 造,SPC 造,CFT 造と複合構造で,また,敷地形状制限により「く」の字平面をした建物になっている.

鉄骨部分は,地下 4 節,地上 9 節,塔屋 2 節,製作重量約 9,000t を当社で製作納品をしている.本工事は構造切替トラスが 6 節,9 節と 2 つ有り,特に 6 節の構造切替トラスは建物の「く」の字平面形状による高層部荷重を安定支持する最重要構造となっている.この構造

切替トラス部のディテール検証を紹介する.

3. 構造トラス製作上の問題点

構造トラスを鉄骨で製作する際の問題点.

- 1) トラス設置階の階高が 2.2m と低い.
- 2) 建物平面形状が「く」の字である為にトラス 2 列の支持端が 1 つの柱で重なる.
- 3) トラスを構成する上,下弦材,斜材のフランジ板厚が 65mm と厚い.
- 4) 現場敷地,建方計画に伴う分割位置選定が難しい.大きく上記 4 点について設計者,施工者と協議を重ね問題点を解決する作業を実施してきた.この協議時に「可視化」した 3次元 CAD モデルを活用する事で問題形状の視覚情報共有化を図る事が出来た.

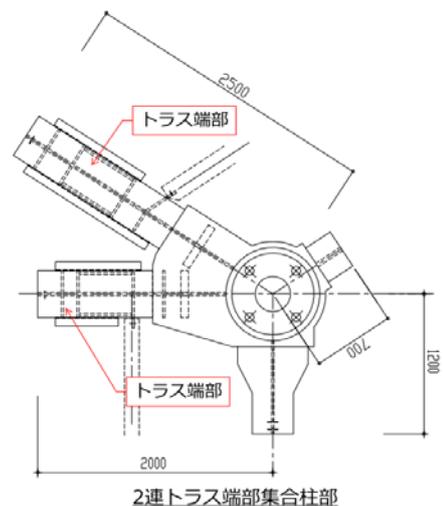


図-1 2連トラス端部集合柱平面形状

1) 富津工場 技術部 情報課

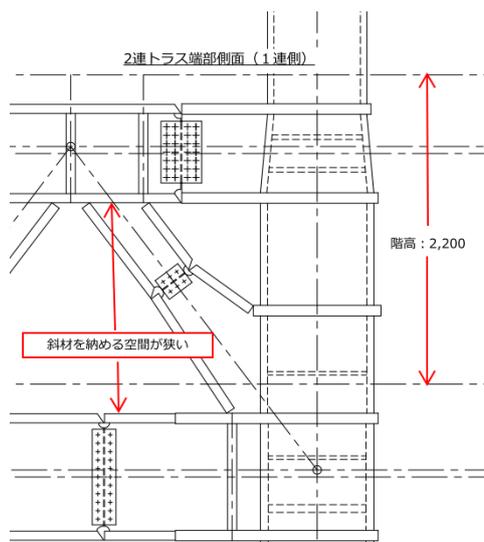


図-2 2連トラス端部側面（1連側）

図-1, 図-2 からトラス 2 連を納めるスペースが非常に限られている事が確認できる。

4. ディテール検証

まず鉄骨製作, 現場輸送, 現場建方と各工程で制限される条件の洗い出しを実施した. 全ての条件を満足させる為に設計者, 施工者と共に 3 次元モデルを現場へ持ち込み検証を重ねた. 検証の結果, 上弦材の一部をブロック化し現場架設する事となった.

下記, 図-3, 図-4 に上弦材現場架設ブロック平面, 側面を示す. 図-5 に上弦材現場架設ブロックの 3 次元モデルを示す.

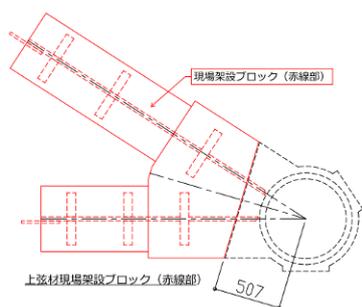


図-3 上弦材現場架設ブロック平面（赤線部）

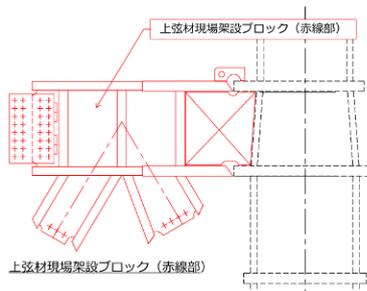
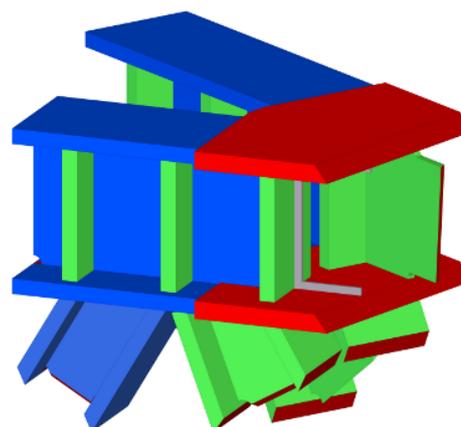


図-4 上弦材現場架設ブロック側面（赤線部）

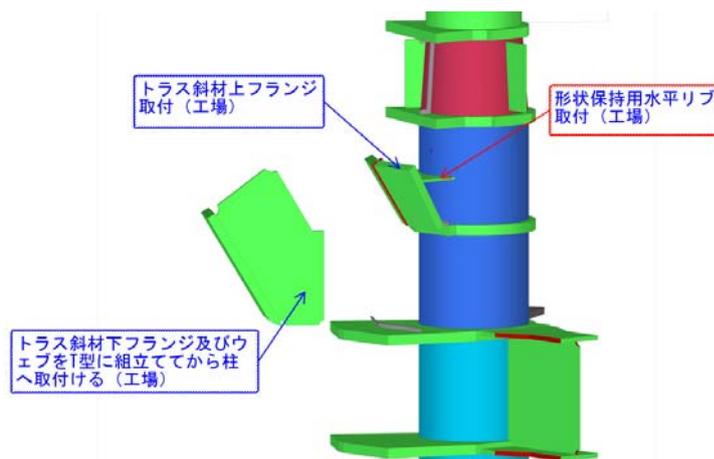


上弦材現場架設ブロック3次元モデル

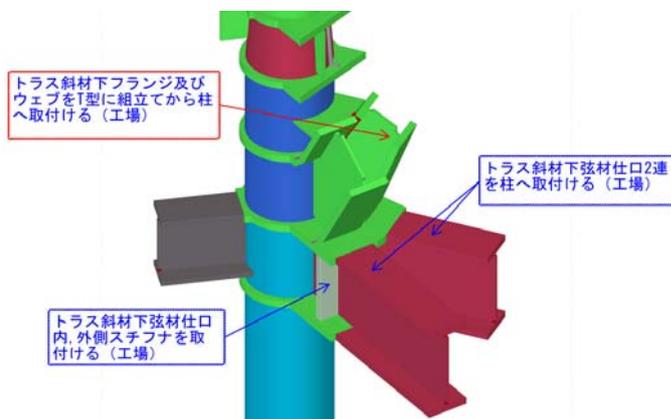
図-5 上弦材現場架設ブロック 3次元モデル

3 次元モデルを使用した検証部位の製作, 現場架設手順を下記に示す.

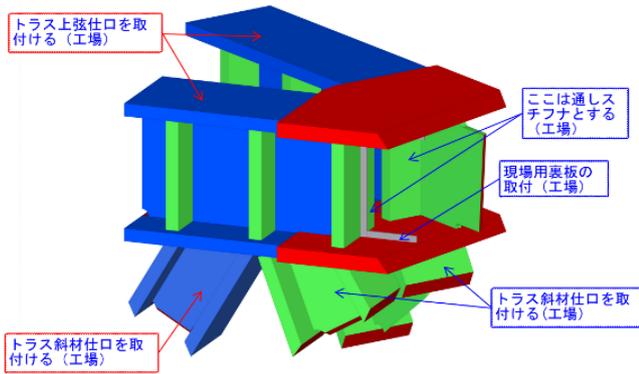
手順 1) トラス斜材組立



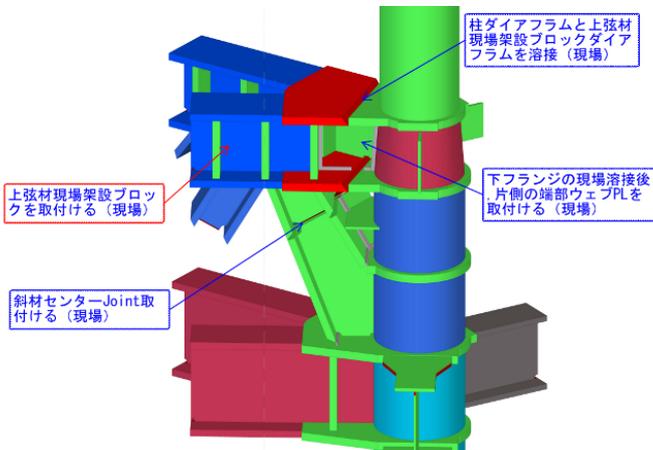
手順 2) トラス斜材, 下弦材仕口組立



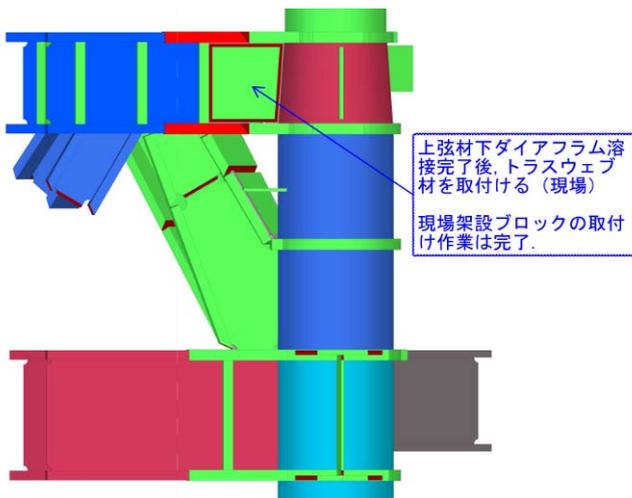
手順 3) 現場架設用上弦材ブロック製作



手順 4) 上弦材現場架設ブロックの現場取付



手順 5) 上弦材ウェブの現場取付



5. 3次元モデルを活用する利点

3次元モデルを活用しディテール検証を実施することで下記利点が得られる事が確認出来た。

- 1) 現寸(原寸)作業者に頼っていた展開作業を比較的容易に実施出来る。
- 2) 3次元モデルの可視化により視覚情報の共有化が図れる。
- 3) 3次元モデルの視点変更により製作シミュレーションおよび問題点の発見、確認が出来る。
- 4) 実製作前に部材干渉、溶接、輸送、建方等の各種検証が出来る。
- 5) 顧客、工場、現場作業員への説明が行い易い。

各利点の中で重要な点は「可視化」による「視覚情報の共有化」である。これは「百聞は一見に如かず」と言うことわざにたとえると分かり易い。また、視点を変える事が可能であるのでその場で3次元モデルを回転し確認を複数人で実施出来る。図-6は上弦材現場架設ブロックの視点を変えた例である。図-5の見上げとなる。図-7は2連トラスの間より柱を望む視点モデル、図-8は柱部材を半透明にして裏側を望む視点モデル、図-9は現場架設ブロック上面を半透明にして柱部材との納まりを確認する視点モデルである。

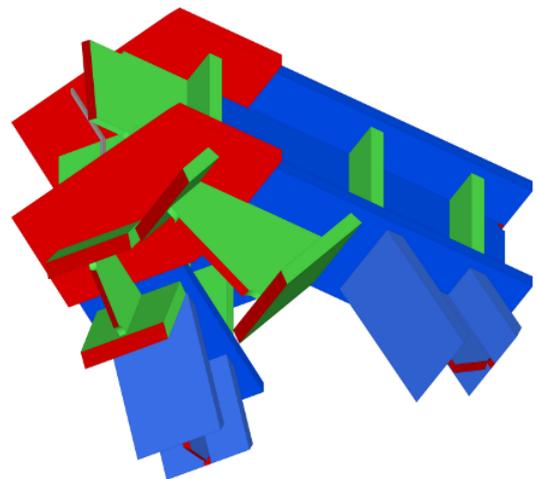


図-6 上弦材現場架設ブロック見上げモデル

手順 1) ~ 3) は工場製作作業, 手順 4) 5) は現場作業となる。実施工もこの手順で実施する事が出来た。

※図中の赤枠、青枠はモデルの色と矢印の色が重なると確認しにくい為に色を分けている。

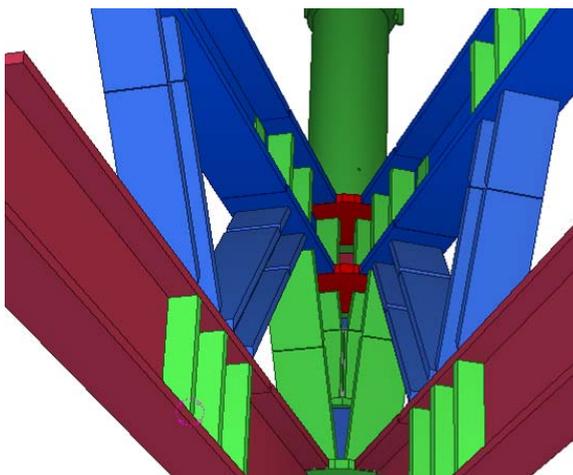


図-7 2連トラス間から柱を望む視点モデル

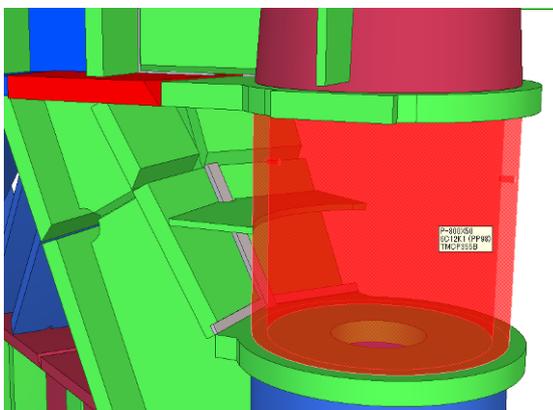


図-8 部材を透視した納まり確認視点モデル①

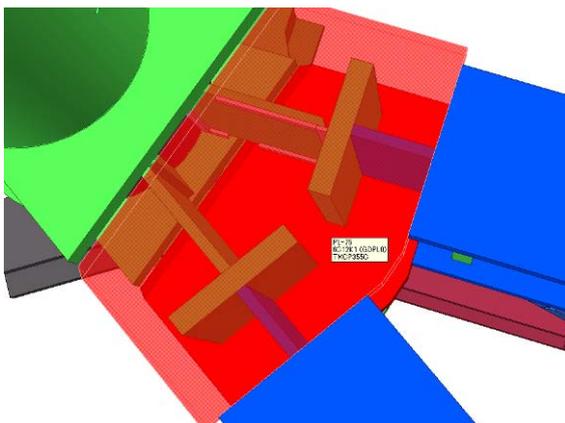


図-9 部材を透視した納まり確認視点モデル②

6. 3次元モデルを活用時の注意

3次元モデルを有効活用する為により下記事項に注意を払い作業を進める必要がある。

- 1) 3次元モデル作成前の各種基準類の整備, 作成.
- 2) 現場建方計画の事前入手.

- 3) 工場製作部門との緊密な調整作業.
- 4) 顧客(設計, ゼネコン)との3次元モデル活用を前提とした折衝の調整および実施.
- 5) 顧客と相互に検証工程を厳守する.

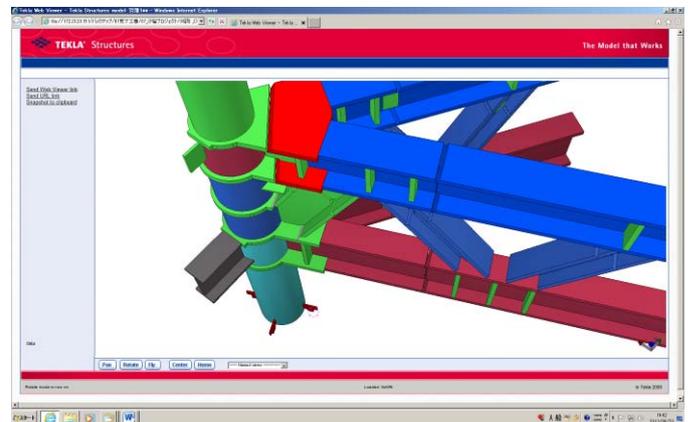


図-10 現場持込モデルのパソコン画面イメージ

7. まとめ

工作図, 現寸(原寸)の展開を基に進められていた鉄骨ディテール検証作業が BIM 化の推進と共に 3次元 CAD を活用し実施される事が増えてきた. この 3次元 CAD の活用により鉄骨ディテールの「可視化」が可能となった. 「可視化」の最大の利点は, 誰に対しても視覚的に情報を与える事が出来る. 従って, これまでバラバラであった設計図書, 工作図からの情報読取を視覚情報により共有化する事が可能となった. この共有化により各工程での検証が容易となり, 検証時間の短縮が図れた. 今後は BIM 化推進により当社も 3次元 CAD 作業者の育成および 3次元モデルを活用した客先折衝, 製作方法の推進を実施して行く計画である. BIM 化の流れに追随する事でより一層 3次元モデル付加情報を製作へ展開出来る可能性が広がる.

製作への展開が広がる事で客先折衝, 作図, 現寸, 工場製作, 検査, 発送, 現場施工の各工程でこれまで当然の様に実施されて来た業務が大幅に変化する可能性がある. この大幅に変化する内容を省力化, コストへいち早く反映させる事が建設業界での生き残りに繋がると考える.

使用 3次元 CAD: Tekla Structures