

3次元配筋モデル構築の現状と課題

清水建設株式会社 正会員 ○増田 亜由子
正会員 土屋 雅徳
正会員 柳川 正和

1. はじめに

現在、建設産業の生産性向上を目的として CIM の導入が推進されている。配筋の3次元モデルは、実物大模型に代わる施工シミュレーションの手段として以前から用いられていたが、CIM の導入が進むにつれて、設計段階での干渉チェックや数量の自動集計¹⁾など、活用の幅が広がっている。また CIM の効果として、工事の完成イメージの共有、関係者間の協議や合意形成の迅速化といったことが挙げられているが、配筋の3次元モデルにも同様の効果が期待できる。

その一方で、配筋の3次元化には非常に多くの労力と時間を要するという問題点も指摘されている。前述のような様々なメリットが期待できるものの、費用対効果を考慮して実施に至らないケースも多い。モデル作成の労力や時間の削減は、ソフトウェアの対応によるところが大きいと考えられたため、国内外の複数のメーカーにヒアリングを行い、製品の試用を行った。その結果、現状のソフトは比較的簡易な配筋や梁・柱などのパターン化された配筋には対応しているものの、形状や配筋が複雑な土木構造物には対応しきれていないと思われた。

筆者らは、施工者の立場で3次元配筋モデルの効果的な活用方法の研究を行っており、本稿では3次元配筋モデル活用の試行事例を報告するとともに、そこで得た課題と今後の方向性について述べる。なお、以下に述べる試行では、汎用の BIM/CIM ソフトである Revit を主に使用している。

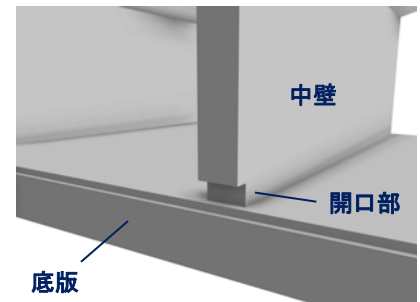


図-1 試行-1の対象構造物
(3次元モデル)

2. 3次元配筋モデル活用の試行概要

以下、二つの実工事における試行について報告する。

【試行-1】ボックスカルバートの底版と中壁の接合部を対象とした(図-1)。中壁の基部に開口があり、この開口の斜め補強筋の配置が設計図(2次元配筋図)では不明確であり、さらに、斜め補強筋が実際に適切に配置できるかの確認も必要であった。3次元配筋モデルの作成は、図-2の手順で行った。

STEP-1	モデル化対象範囲の設定
STEP-2	躯体形状の3次元モデル作成
STEP-3	設計図のとおり3次元配筋モデル作成
STEP-4	鉄筋干渉チェック (干渉がなければ終了)
STEP-5	配筋の変更・修正の検討
STEP-6	3次元配筋モデル修正

図-2 3次元配筋モデル作成手順

設計図で複数の鉄筋が重なって表示されている箇所において(例えば図-3)、奥行方向にどの順番で鉄筋を配置するかを示す図面(この場合、図-3を側面あるいは上面からみた図面)がない場合がある。モデル作成段階(STEP-3)は、このような鉄筋をどのようにモデル化するかが問題となった。本試行では、このような場合は、鉄筋を干渉しないようにずらして配置することはせず、あえて同一平面上に配置したモデル(鉄筋が干渉したモデル)を作成し、これを施工担当者に引き渡して判断を仰ぐこととした。

完成した3次元配筋モデルを図-4に示す。着色した鉄筋が本試行で着目した斜め補強筋である。3次元配筋モデルを作成したことで、

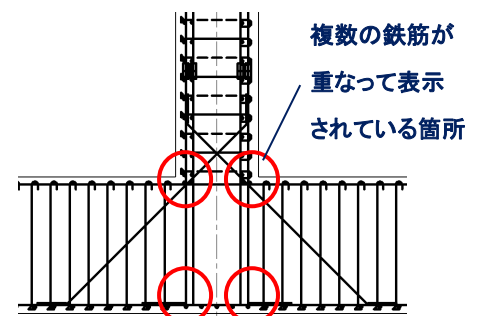


図-3 対象範囲の2次元配筋図

キーワード 3次元配筋モデル, ソフトウェア, 鉄筋干渉チェック, 配筋修正, 自動3次元配筋システム
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 設計部 TEL 03-3561-1049

斜め補強筋の配筋位置が明確になった。また2段配置される斜め補強筋のうち、躯体内側の斜め補強筋は、設計図では直角フックで定着することになっていた。しかし、定着長が長く、定着部同士が干渉し、組立が困難であることが分かり、半円形フックに変更する対策を提案した。

【試行－2】大型の逆T式擁壁の底版と堅壁の接合部を対象とした。底版上面側、堅壁背面側は共に主筋 D38 が2段で配置される上、斜め筋 D38 も配置される。配力筋も D32 と比較的太径である(図－5)。そのため、3次元配筋モデルを作成して実際の配筋状況を可視化し、設計図通りの配筋が可能か、もし干渉がある場合は、どのように修正すればよいかを検討する必要があった。

基本的に試行－1と同様の手順で3次元配筋モデルを作成した。設計図では、底版の主筋と堅壁の主筋は躯体に対して同一の割付で描かれており、そのまま3次元化すると干渉することは明らかであった。しかし、試行－1と同様に、初期段階では鉄筋をずらして配置することはせずにモデルを作成し、修正の判断は施工担当者に委ねた。

本試行では、上記の底版主筋と堅壁主筋の干渉の他、底版主筋、堅壁主筋、斜め筋の交差部付近におけるこれらの鉄筋と配力筋の干渉(図－6)、斜め筋定着部における斜め筋と配力筋の干渉が確認された。STEP-4～STEP-6を複数回繰り返して鉄筋位置を調整し、最終的に対象箇所の干渉をすべて解消することができた(図－6)。この繰り返しにおいて、3次元配筋モデルの修正は手動で行っており、非常に多くの労力と時間を要した。

3. 成果と課題

いずれの試行においても、配筋を3次元化することで完成イメージが明確化できたこと、また施工前に干渉する鉄筋を確認し修正方法を検討できたことは大きな成果であった。

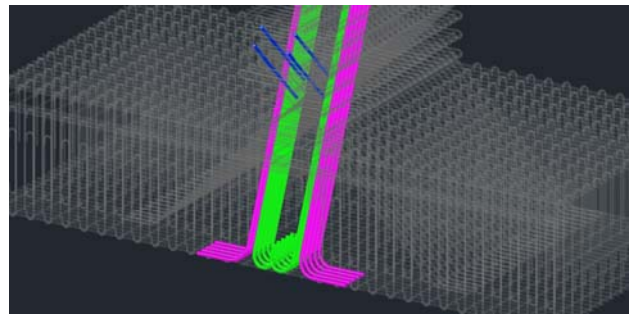
一方、今回の試行では、設計図から3次元配筋モデルを作る際、初期段階では設計図どおりにモデル化を行い、その結果干渉した鉄筋の配置調整は、すべて施工担当者の判断を受けて行った。この干渉には試行－2で述べた主鉄筋同士の干渉なども含まれるため、干渉箇所数が非常に多くなり、後工程の施工担当者との調整やモデル修正に労力と時間を要する一因となった。また、干渉確認はソフトウェアに機能が実装され短時間で実行できるが、干渉箇所の修正は手動で行う必要があったことも労力と時間を要する原因の一つであった。

4. 今後の方向性について

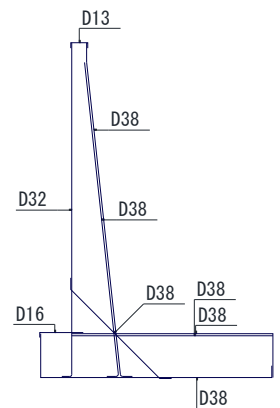
3次元配筋モデルを施工段階で効果的に活用し、生産性向上を図るためには、モデル作成の効率化を進めることが重要である。現状、モデル作成者が施工方法を踏まえて配筋の詳細を決定することは困難であるため、可能な範囲で鉄筋のずらし方等のルールを定めることが、当面の解決策の一つになると考えられる。また、労力と時間を大幅に削減するためには、現在手動で行っている干渉箇所の修正を半自動ないし自動で行う機能を付加することが考えられる。将来的には、AIなどの最新技術を取り入れることで、構造解析結果から3次元配筋モデルをダイレクトに作成できる自動3次元配筋システムの構築を目指したい。

参考文献

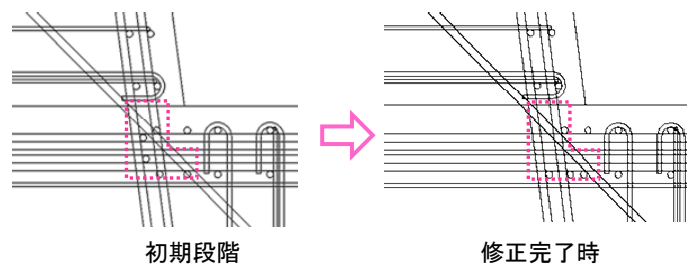
1)横山義靖, 西山茂樹, 山辺直也, 長野歩: 3次元配筋システムの設計・施工管理への適用について(第4報), 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, 第VI部門, VI-798, 2016



図－4 3次元配筋モデル



図－5 擁壁の鉄筋配置



図－6 交差部付近における干渉の解消