

BIM/CIM を活用した配筋施工図作成のための詳細設計システム その2（照査システム編）

清水建設株式会社 正会員 ○松下 文哉

株式会社 AMDlab 非会員 太田 周作

清水建設株式会社 正会員 宮岡 香苗

清水建設株式会社 正会員 連 勝

清水建設株式会社 正会員 荒木 尚幸

1. 開発の目的

BIM/CIM の中心技術である 3 次元プロダクトモデル（以下、モデル）については、土木分野においても活用が進展している。配筋を対象とした過去の BIM/CIM のユースケースを鑑みると、過密配筋部の確認、配筋の干渉有無の確認などが報告されている¹⁾。しかし、作成されたモデルが、施工に直接利用されるケースは少なく、モデルの利活用範囲が限定的となっているといえる。そこで本開発では、作成したモデルを配筋施工図として施工に直接、利用可能なシステムを構築する。

また従前の手法では、設計者は設計成果物としての 2 次元図面に対して構造細目の照査等を含む施工図の確認作業を実施している。この業務へは設計人工の約 4 割（清水建設株式会社が受注した設計施工案件において、設計人工全体に対する配筋施工図の作成及び照査業務に充てられた人工の割合）が充てられており、合理化が望まれる業務である。そこで、本研究開発では作成したモデルを施工図として直接、施工に活用することを念頭に照査業務の効率化が可能な照査システムを構築・提案することを目的とする。

2. 業務フローの整理と開発範囲の明示

設計施工一括発注方式（DB 方式）の断面仕様の決定から配筋施工図の発注者への提出までの概略の業務フローを図-1 にまとめる。このフローのうち、提案するシステムを用いた場合、以下 2 点が従来の手法から変更される。

- i. 従来、手間のかかっていた 2 次元施工図を用いた構造細目の照査についてモデルを用いた自動照査に

置き換える

- ii. 配筋施工図の作成において、従来の 2 次元施工図作成に対し、提案する手法ではモデルを作成、このモデルから 2 次元図面を切り出すことで配筋施工図を作成する

このフローが実現されることで、従来、設計者の負担となっていた配筋施工図の作成及び照査業務の負担が軽減されることが期待される。なお、ii については、既存ソフトウェアの機能によって実現可能なため、ここでは i を開発対象とする。

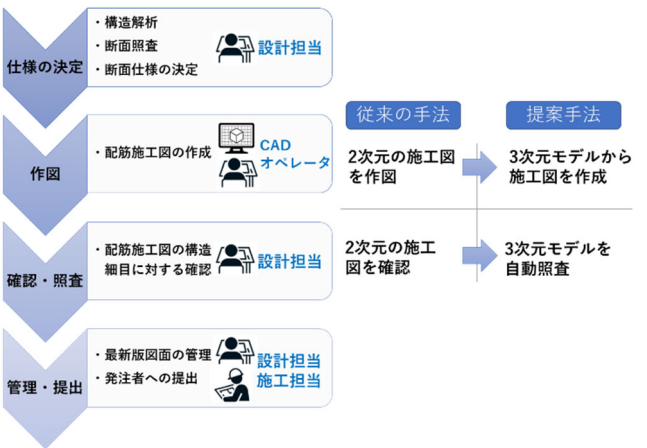


図-1 業務フロー

3. 照査項目と開発する機能

開発した照査システムが対応する照査項目の一覧を表-1 に示す。

表-1 照査項目と機能概要

照査項目	機能概要
重ね継手長さ	重ね継手長さが設計値以上であることを照査
曲げ内半径	鉄筋の曲げ内半径を照査
フック余長	フックの余長を照査
あき	鉄筋のあき寸法を照査
かぶり	かぶりを照査

開発するプログラムには、各照査項目に対する設計値を入力値とし、モデルから必要な値を自動判別、自動抽出し照査を自動的に実行可能な機能を実装する。

例えば、重ね継手長さの照査では、まず、はじめに設計値として基本定着長を入力する。開発したプログラムは、モデル内の重ね継手位置を検知した上で、同一断面図上の継手の有無を照査し、さらに最小継手間隔を満足するか照査する。満足している場合には重ね継手長さが設計値以上か確認する。また同一断面図上に継手がある場合、最小継手間隔を満足していない場合には、設計値を 1.3 倍した値に対して照査を行い、合否判定する。

ここでは紙面の関係上、詳細なアルゴリズムは省略するが各ステップに対して、鉄筋の径、位置、向きなどモデルが有する属性情報から幾何学的な計算を行いこれらの判定を実施する。

4. 開発と検証

現場実装時のモデリングは Revit[®]で行うことが想定されたため、照査機能は Revit のプラグイン（プログラミング言語は C#）として開発した。開発したプログラムの実装状況を図-2 に示す。この図に示す通り、開発したプログラムは Revit のユーザーインターフェースのリボンとして反映され（赤枠）、各ボタンをクリックすることで機能を実行することができる。

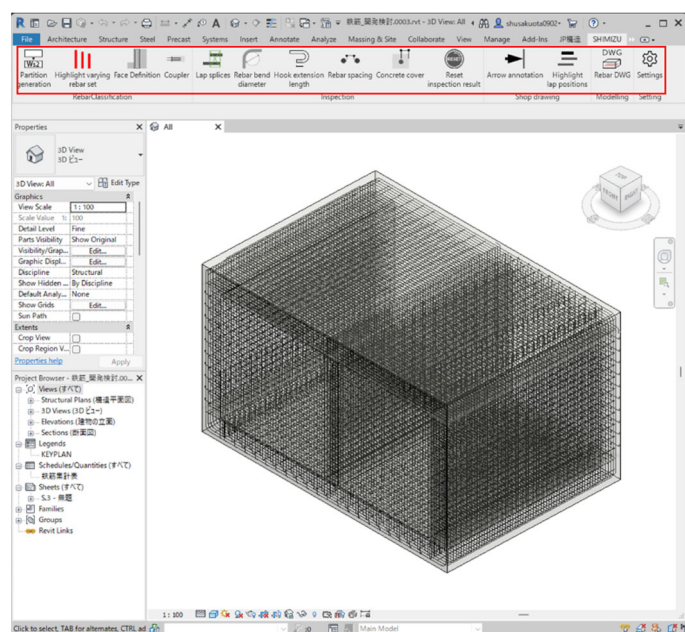


図-2 プログラムの実装状況

また検証のためにサンプルモデルを用意し、実装したプログラムが正しく機能するか検証した。ここでは実行例として重ね継手長の照査の検証結果を示す（図-3）。照査値として入力された重ね継手長の基本定着長と最小継手間隔に対して、図-3 に示す通り照査が実行できた。照査は重ね継手位置を特定したうえで（例：オレンジ色の範囲）、重ね継手長が基本定着長以上の場合は緑（合格）、以下の場合は赤（不合格）の判定が表示される。その他、「あきの照査」「かぶりの照査」「曲げ内半径の照査」「フック余長の照査」も問題なく実行できることが確認された。

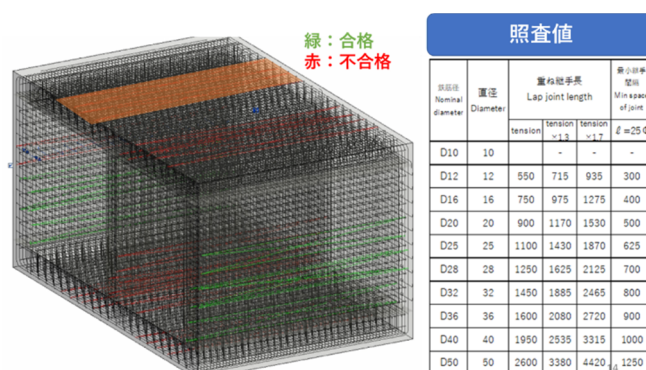


図-3 照査の実行例（重ね継手長の照査）

5. 結論と今後の取り組み

開発した照査システムは DB 方式の海外工事での適応を進めている。DB 方式の場合、設計業務が請負範囲に含まれるため、設計成果としての作成されるモデルの要件についても組織内で決定することができる。今後、国内で本システムを適応し、業務の効率化を図るためには、設計施工分離発注を念頭に検討する必要がある。このときに、施工者側が求めるモデルの要件について発注者、設計者と協議し定める必要が生じる。

今後は、本開発成果を一つの利用用途として関係者で協議し、設計と施工間のプロセス間の連携を検討したいと考える。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本建設業連合会：2019 施工 CIM 事例集，2019。
- 2) Revit：https://www.autodesk.co.jp/（最終アクセス：2023 年 3 月 26 日）