BIM 配筋施工図の実務運用時におけるデータ変換に関する課題整理と自動補正システムの構築

清水建設株式会社　正会員　○吉村　光史
清水建設株式会社　正会員　　松下　文哉
清水建設株式会社　正会員　　斎藤　洸一
清水建設株式会社　正会員　　成　雨軒

１．背景

近年、建設業界では高齢化や担い手不足が深刻化しており、生産性向上が喫緊の課題となっている。また、配筋施工図の作成・照査・修正には多大な労力を要しており、特に大規模な設計施工案件では数万枚規模に及ぶ配筋施工図を対象として、集計表・展開図・断面図・加工図などの整合確認が必要となる。従来は技術者が図面上で鉄筋番号ごとに数量や配置を目視確認しており、こうした照査・修正作業は設計工数全体の大きな割合を占める場合もあり、設計業務における深刻な負担となっている。この課題に対し、国土交通省が推進する i-Construction 2.0 では、Building/Construction Information Modeling / Management（BIM/CIM）が建設生産プロセス全体を高度化する中核技術として位置づけられている[1]。RC 躯体の設計・施工分野においても BIM の活用は進展しており、特に BIM による 3 次元モデルを基盤とし、そこから任意断面を切り出すことで 2 次元配筋図を生成する手法が活用されつつある[2]。従来のように複数の 2 次元図面を個別に修正するのではなく、3 次元モデル内の該当鉄筋を修正することで、関連するすべての 2 次元図面へ変更内容を反映できる。そのため、図面間の不整合や修正漏れを抑制でき、図面品質の向上および設計作業の効率化に大きく寄与している。また、他の BIM モデルの活用事例として、配筋を 3 次元プロダクトモデルとして表現することで配筋状況の視認性向上や干渉位置の明確化といった効果が示されている[3]。さらに、BIM を活用した配筋検査・施工シミュレーションへの連携など、BIM モデルを施工プロセス全体へ接続することによる省力化や施工品質向上の可能性も示されており[4]、BIM 技術の実務適用範囲は着実に拡大している。

しかしながら、実際の施工現場においては依然として 2 次元 CAD 図面を用いた運用が一般的であり、BIM モデルを直接活用する事例は限定的である。BIM/CIM 原則適用が開始された現時点においても、2 次元設計を行った後に 3 次元モデルを作成する運用が多く、3 次元モデルは設計図書ではなく参考資料として位置づけられているのが実態である[5]。こうした技術的・制度的な移行途上の状況に加え、現場技術者や職人の高齢化に伴う新技術への習熟負担の大きさも、BIM モデルの直接活用を妨げる要因となっている。このため実務では、BIM モデル上で構造細目や関連図書との整合確認を行った後、生成した 2 次元配筋図を DWG 形式へ変換し、CAD 図面として現場へ納品する運用が一般的となっている。ところが、BIM の 2 次元図面を DWG 形式へ変換する際には、ソフトウェア間のデータ表現の差異および 3 次元プロダクトモデルから 2 次元線形表現への変換に起因して、図面体裁に関する様々な問題が発生する。これらの問題は、図面の視認性・判読性の低下を招くだけでなく、従来の CAD 作図とは異なる図面表現となることで現場技術者に混乱を生じさせる場合がある。また、現場納品前には手作業による修正作業が必要となるため、大規模案件では変換後の修正作業が設計業務全体の大きな負担となっており、BIM の導入効果を十分に発揮できない要因の一つとなっている。

そこで本稿では、BIM ソフトウェアである Autodesk 社の Revit から DWG 形式への変換時に発生する図面体裁上の課題を整理するとともに、CAD ソフトウェアである Autodesk 社の AutoCAD を用いてこれらを自動的に修正・補正するアドインのプロトタイプシステム構築について述べる。本技術により、施工現場で利用可能な高品質な CAD 図面を効率的に作成し、BIM 活用における実務運用上の課題解決を図る。

キーワード　BIM/CIM，パラメトリックモデリング，配筋施工図，AutoCAD アドイン，Revit
連絡先　〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1
清水建設株式会社 土木総本部 土木技術本部 イノベーション推進部　TEL 080-2180-6898

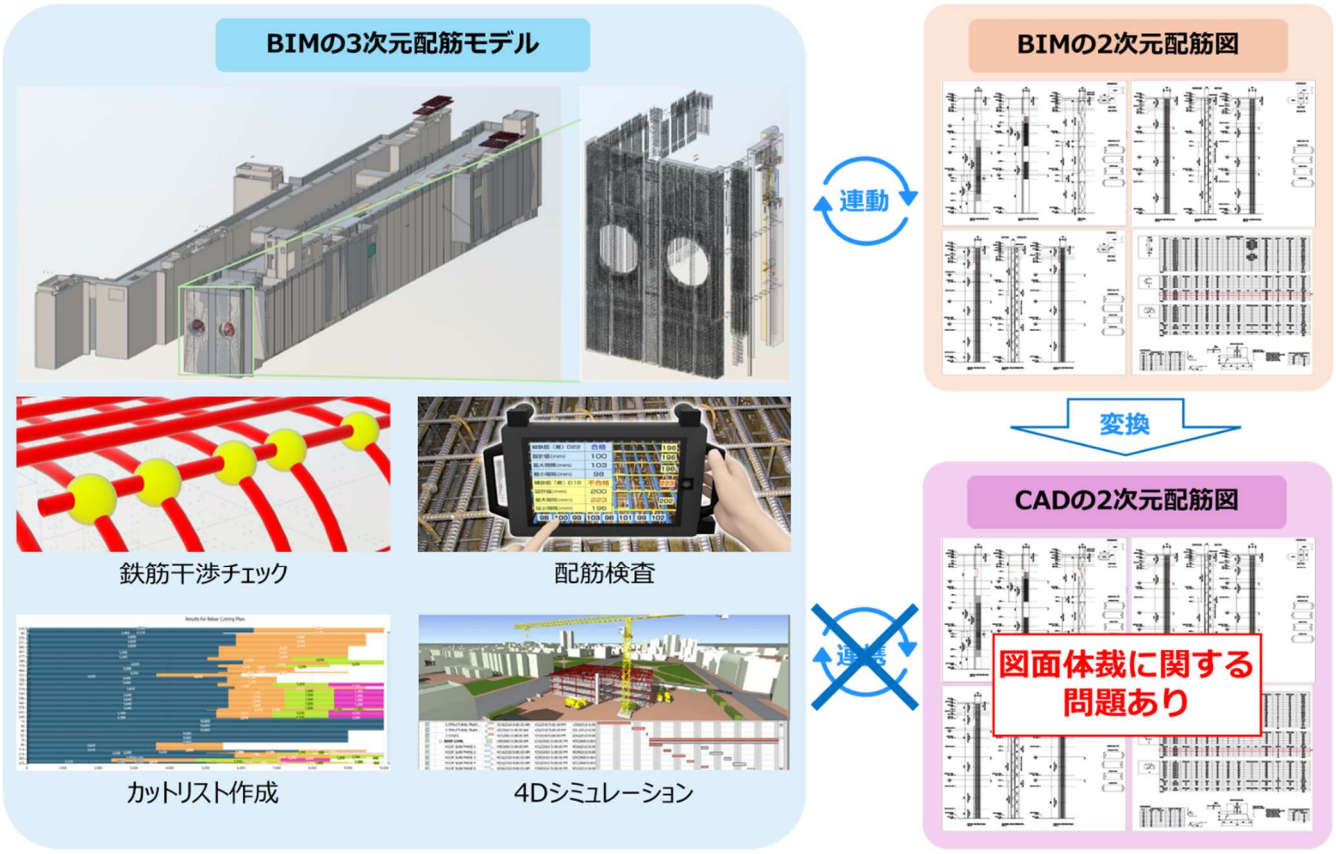


図-1　BIM の 3 次元配筋モデルと CAD の 2 次元配筋図の関係

2．課題の整理とアプローチ

Revit の 2 次元配筋図を DWG 形式へ出力する際には、ソフトウェア間のデータ表現の差異や、3 次元プロダクトモデルを 2 次元線形表現へ変換する処理に起因して、図面体裁上の様々な課題が発生する。本章では、実務において Revit から出力した 2 次元配筋図を AutoCAD で利用する際に直面した課題を整理するとともに、これらを自動的に修正・補正するプロトタイプシステムの開発方針およびアプローチについて述べる。

(1) 鉄筋断面の表現

Revit において鉄筋軸方向に対して垂直に切った断面ビューは、PDF 出力を含め Revit 上では鉄筋断面形状に即した真円のハッチとして正しく表現される。しかし、この断面ビューを DWG 形式に変換し AutoCAD で開くと、真円のハッチの下に多角形（四角形～九角形程度）のハッチが重複して出力され、さらに当該多角形の外形に沿った線分も同時に生成される。多角形の頂点数は鉄筋径によって異なり、真円ハッチと多角形ハッチ・線分が混在した状態となる。このため、現場において AutoCAD 上で図面を修正する際に不要ハッチとの同時操作が生じるだけでなく、誤って必要な鉄筋断面ハッチを削除するリスクがあり、図面品質の低下を招く恐れがある。

本課題に対し、中心座標の照合に基づく不要ハッチおよび線分の検出・削除処理を AutoCAD アドインとして開発した。具体的には、まず事前に指定した鉄筋レイヤーに属する全ハッチオブジェクトを取得する。次に、真円ハッチと同一の中心座標を持つ多角形ハッチを不要オブジェクトとして特定するとともに、当該多角形ハッチの外形に沿って描画された線分をジオメトリ情報から抽出する。最後に、特定された多角形ハッチおよび対応線分を削除し、鉄筋断面を真円のみで表現した状態へ修正する。これにより、AutoCAD 上での図面修正において鉄筋断面が真円のみで一意に表現されるため、不要オブジェクトとの混同による誤操作リスクが排除され、現場における図面修正作業の確実性および効率性が向上する。

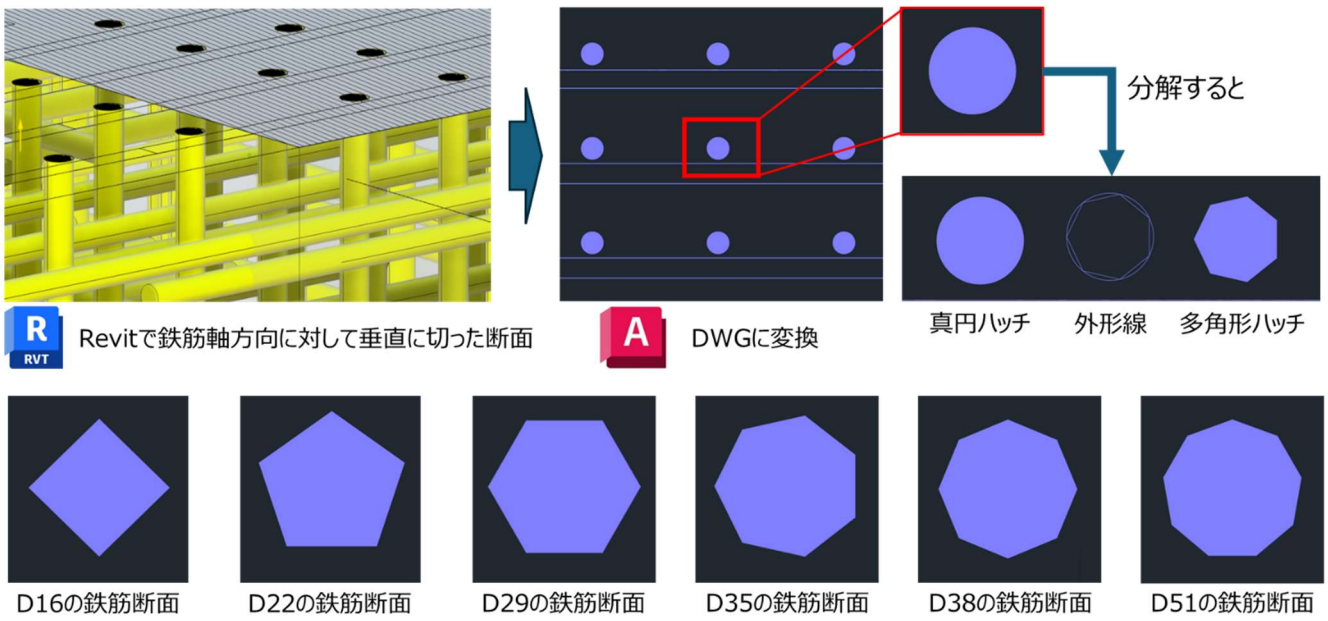


図-2　DWG 変換後における鉄筋断面の表現

(2) 鉄筋線分の重なり

Revit における 2 次元図面の作成では、指定した断面位置から奥行き方向に設定した投影領域（ビュー範囲）内に存在するモデルを断面位置へ投影することで図面を生成する。そのため、投影方向に沿って形状が同一の複数の鉄筋モデルが連続して配置されている場合、Revit 上の 2 次元図面では 1 本のみ鉄筋があるように表示されるが、実際には複数の鉄筋モデルが重複して存在している状態となる。この図面を DWG 形式に変換し AutoCAD で開くと、同一位置に複数の鉄筋線分が重複して出力される現象が生じる。このため、現場において AutoCAD 上で図面を修正する際に、鉄筋線分を移動しても元の位置に別の線分が残存する不具合や、不要と判断した線分を削除した際に必要な線分まで同時に削除してしまうリスクがあり、図面品質の低下を招く恐れがある。

本課題に対し、DWG 形式の図面における各鉄筋線分の始点・中点・終点の 3 座標を取得し、これら 3 点の座標が完全に一致する線分を重複線分として検出した上で、1 つを残して他を自動削除する AutoCAD アドインを開発した。これにより、AutoCAD 上での図面修正において各位置の鉄筋線分が一意に整理されるため、線分の移動・削除操作における残存や意図しない複数削除のリスクが排除され、現場における図面修正作業の信頼性が向上する。

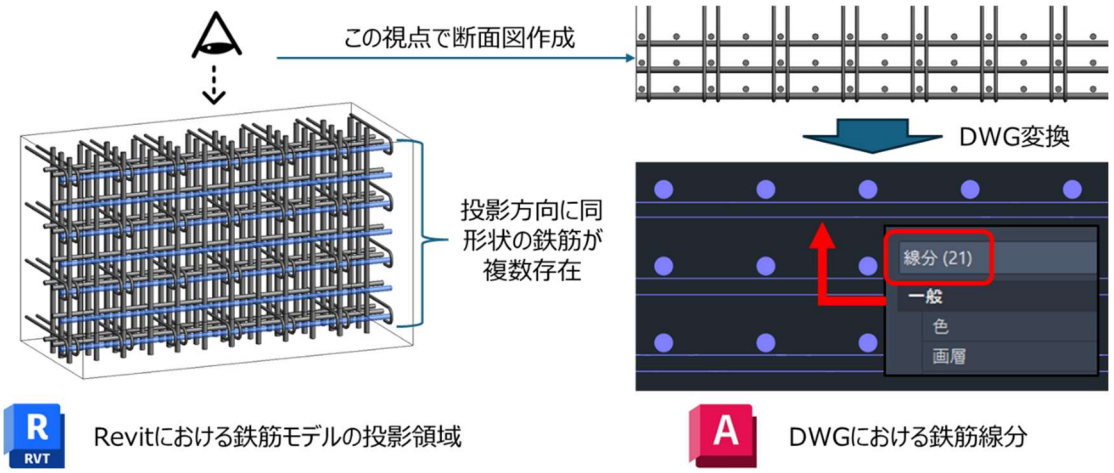


図-3　DWG 変換後における鉄筋線分の重複

(3) 図枠外の余分なビューポート

Revit では、平面図・断面図などの各図面を「シート」と呼ばれる図面台紙上に配置する際、各図面を「ビューポート」と呼ばれる枠に格納して配置する仕組みを採用している。このビューポートは図面の表示範囲を定義する矩形の枠であり、1 枚のシート上に複数のビューポートを並べることで、最終的な納品図面が構成される。実務においては、例えばある断面ビューに断面全体の情報と曲げ詳細図が混在している場合、シート上では曲げ詳細図のみを図枠内に表示し、断面全体モデルは図枠外に意図的に配置することで、実質的に非表示として運用するケースがある。この場合、ビューポートは図枠内に収まる領域だけでなく、図枠外に配置された情報も含む広い範囲で存在している。Revit から PDF へ出力する際には、図枠の境界に沿って自動的にトリミングされるため、図枠外の余剰領域は出力結果に含まれず、意図した図面体裁が保持される。しかし、DWG 形式に変換し AutoCAD で開くと、図枠外の余剰領域を含むビューポートの全範囲がそのまま変換・出力される。このため、現場納品用の CAD 図面として使用するには、図枠に沿って各ビューポートを手動でトリミングする作業が必要となる。大規模案件では対象図面が膨大な枚数に及ぶことから、こうした手作業は設計工数の大幅な増加を招く。

本課題に対し、事前に指定したレイヤーに基づいて図枠オブジェクトおよび各ビューポートを取得し、図枠外に余剰領域を有するビューポートを対象として、ビューポートの境界を図枠線の座標に合わせて自動トリミングする AutoCAD アドインを開発した。これにより、DWG 変換後の CAD 図面において図枠外の余剰領域が自動的に除去されるため、手動トリミング作業が不要となり、大規模案件における図面整備の工数を大幅に削減することが可能となる。

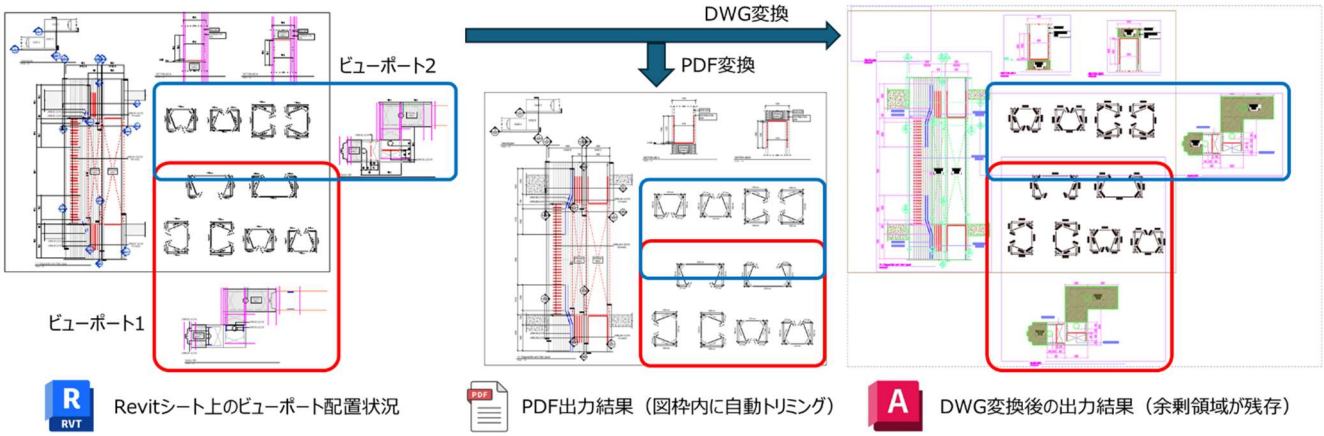


図-4　DWG 変換後における図枠外の余分なビューポート

(4) テキストオブジェクトの分割

Revit 上のテキストオブジェクトを DWG 形式に変換し AutoCAD で開くと、AutoCAD のマルチテキストオブジェクトとして出力される文字列において、半角文字と全角文字の境界で文字列が分割される現象が発生する。例えば「2026 年 5 月 29 日」のように半角数字と全角漢字が混在する文字列は、半角・全角の切り替わりを境界として複数のマルチテキストオブジェクトに分割されて出力される。この現象により、現場において AutoCAD 上で文字列を編集する際に、本来 1 つのテキストとして扱うべき文字列が複数のオブジェクトに分割されているため、修正箇所ごとに個別のオブジェクトを選択・編集しなければならず、編集作業の効率が著しく低下する。

本課題に対し、分割されたマルチテキストオブジェクトを自動的に検出・結合する AutoCAD アドインを開発した。まず、図面上の全マルチテキストオブジェクトを取得し、文字の記述方向に基づいて横書きと縦書きに分類する。次に、各オブジェクトのバウンディングボックス（BBOX）情報を用いて、

横書きは同一 Y 座標・縦書きは同一 X 座標を基準として同一行・同一列のオブジェクトをグループ化する。さらに、同一グループ内で文字の色・文字高さ・BBOX 間の距離を照合し、結合対象となるオブジェクトを絞り込む追加グループ化を行う。結合する文字列の生成にあたっては、隣接するオブジェクト間の BBOX 間隔に応じたスペースを文字間に挿入することで、元の文字配置を再現した文字列を構築する。最後に、グループ内の基準オブジェクト（横書きは最左端、縦書きは最下端）の挿入点・スタイル・文字高さ・回転角を引き継いだ新たなマルチテキストオブジェクトを生成して結合文字列を記入し、元の分割オブジェクトを削除することで結合処理を完了する。これにより、半角・全角混在に起因して分割されたテキストが 1 つのマルチテキストオブジェクトとして統合されるため、AutoCAD 上での文字編集における個別操作の手間が解消されるとともに、誤操作による文字欠損や位置ずれのリスクが排除され、図面修正作業の効率性および信頼性が向上する。

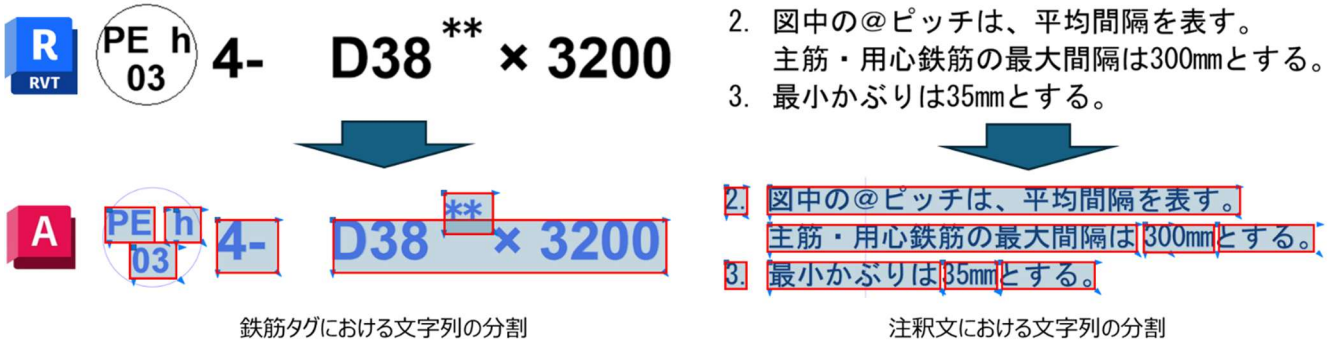


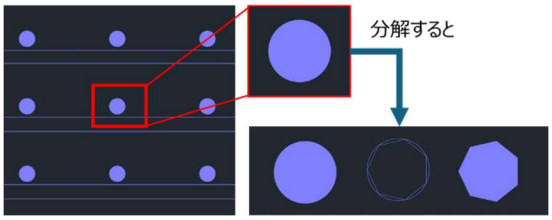
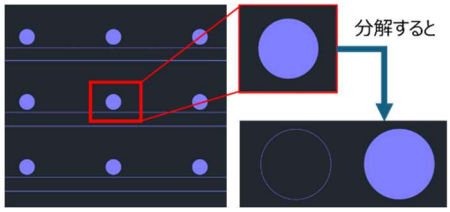
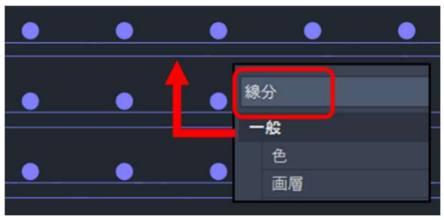
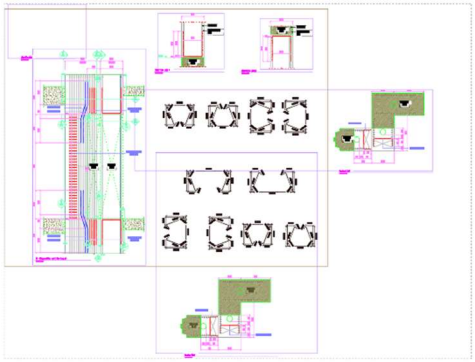
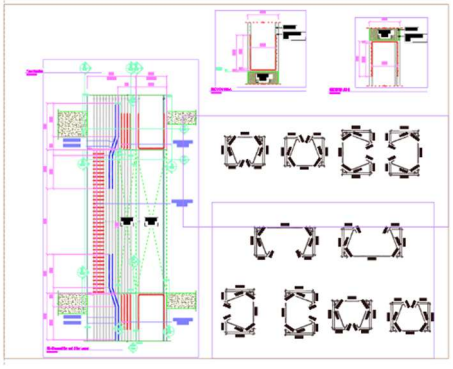
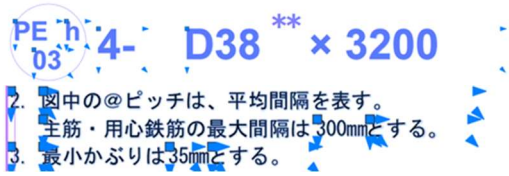
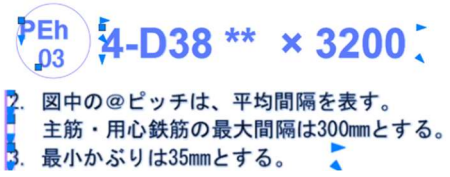
図-5　DWG 変換後における文字列の分割

３. 開発した AutoCAD アドインの適用結果

前述した 4 つの図面体裁上の課題およびそれらの開発アプローチに基づき、Revit から DWG 形式へ変換した 2 次元配筋図の問題点を AutoCAD 上で自動的に検出・修正するプロトタイプシステムとして、AutoCAD アドインを開発した。開発したアドインは AutoCAD のリボンタブ上にボタンとして配置されており、各処理を直感的に実行可能なユーザインターフェースとして実装した。各処理には個別処理と一括処理の 2 種類を用意した。個別処理は現在 AutoCAD で開いている DWG ファイルの対象レイアウトにのみ処理を適用するものであり、修正内容を即時確認したい場合に有効である。一方、一括処理は指定した Input フォルダ内に存在する全 DWG ファイルの全レイアウトに対して処理を一括適用し、処理後のファイルを指定した Output フォルダへ自動出力する機能である。個別処理と一括処理を各機能において選択可能とすることで、特定の図面への試験的な適用・確認には個別処理を、大規模案件における全図面への一括適用には一括処理を使い分けることができ、実務における運用の柔軟性を確保した。

開発した AutoCAD アドインの各処理を、実際に各課題を有する DWG ファイルに対して適用した結果を下表に示す。第 1 の鉄筋断面の課題については、真円ハッチの下に重複して存在していた多角形ハッチおよびその外形線分が、鉄筋径に応じた頂点数に関わらず正常に削除されていることが確認できた。第 2 の鉄筋線分の重なりについては、同一の始点・中点・終点を持つ重複線分 21 本が検出・削除され、各位置の鉄筋線分が 1 本に整理されたことが確認できた。第 3 のビューポートの図枠外領域については、図枠外に余剰領域を有するビューポートの境界が図枠線の座標まで自動的に縮小され、図枠内の図面情報を維持したまま図枠外の余剰領域が非表示となったことが確認できた。第 4 のテキストオブジェクトの分割については、半角・全角の混在により分割されていた文字列が、同一行または同一列の文字列単位で 1 つのマルチテキストオブジェクトに統合されたことが確認できた。このように、本プロトタイプシステムにより、Revit から DWG 形式への変換時に生じる 4 つの図面体裁上の課題に対して、いずれも意図した修正結果が得られることが確認できた。

表-1　AutoCAD アドインの各処理を適用した結果

処理項目	処理前の DWG	処理後の DWG
鉄筋断面の表現 多角形削除		
鉄筋線分の重なり 重複線削除		
図枠外の余分なビューポート 枠外削除＋		
テキストの分割 分割文字結合		

4．まとめ

本稿では、Revit から出力した 2 次元配筋図を DWG 形式へ変換する際に生じる図面体裁上の課題を整理するとともに、これらを自動的に修正・補正する AutoCAD アドインのプロトタイプシステムを開発した。課題として、①鉄筋断面における多角形ハッチ、②投影方向に連続配置された鉄筋モデルに起因する重複線分、③ビューポートの図枠外余剰領域、④半角・全角混在テキストの分割、の 4 点を特定し、それぞれに対応した自動検出・修正処理を AutoCAD アドインとして開発した。実際の DWG ファイルへの適用により、4 つの課題すべてに対して意図した修正結果が得られることを確認した。本システムにより、未修正図面の納品に伴う現場での操作ミスや誤読リスクの排除、および手動修正に要する工数の大幅な削減が期待される。

参考文献

1) 国土交通省，i-Construction 2.0，2024．https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001738240.pdf
2) 松下文哉，3 次元配筋施工図の詳細設計システム，令和 6 年度近畿地方整備局研究発表会論文集，2025.
3) 一般社団法人日本建設業連合会，2019 施工 CIM 事例集，2019.
4) Wang, D. and Hu, Y., Research on the Intelligent Construction of the Rebar Project Based on BIM, Applied Sciences, Vol.12, No.11, 5596, 2022.
5) 国土交通省，BIM/CIM 取扱要領（素案），2026．https://www.mlit.go.jp/tec/content/001990086.pdf