

バックキャスト的思考によるプレキャスト部材の接合構造に関する検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○井口 重信 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 中嶋 道雄
 (株)安藤・間 正会員 石濱 裕幸 大成建設(株) 正会員 石井 喬之
 清水建設(株) 正会員 柳川 正和 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 渡邊 武志

1. はじめに

建設業における生産性向上の施策の一つとして、プレキャスト化促進に向けて各所で様々な検討が進められている。しかし、課題は多く一朝一夕に進んでいないのが現状だと思われる。土木情報学委員会の「三次元モデルを活用した建設生産性向上研究小委員会」では、レゴブロックのように各ピースをロボットが積んでいくことで構造物を構築できないか、というような将来のあるべき姿からバックキャスト的な思考で、プレキャスト化促進のための検討を行ったので以下に、その概要を示す。

2. プレキャスト化のメリット

まず初めに、プレキャスト化促進のための起動力となるプレキャスト化によるメリットについて、ブレインストーミング手法で列挙した(図-1)。プレキャスト化により、海上や線路直上、高放射線下などの厳しい環境下での作業を極力減らすことができることや、並列作業が可能、少人数でも施工可能といったコストや工期に直結しそうな効果も挙げられたが、品質のばらつき軽減、品質自体の向上、軽量化・高強度化がしやすい、といった現場打設のときよりも高品質・高度化する内容のほか、安全性の向上、点検箇所が分かりやすくなるといった定性的な効果も多く挙げられた。これら定性的な効果は、コスト換算することで現場打設よりもメリットを挙げられる可能性を秘めていると思われる。また、どのような効果を得たいのかを先に考えてから、それに適したプレキャスト工法を選定するということも重要だと思われる。

プレキャスト工法採用のメリット

・サイズを統一化(標準化)できる	・塩害環境下でも表面塩化物イオン濃度の初期値を低減できる	・軽量化可能
・設計が不要(省力化)できる	・自重による初期応力、クリープを回避できる	・初期収縮を抑えられる
・部材が高品質になる	・3Dモデルを扱う際のハードルが下げられる	・点検箇所が分かりやすい(現場打ち部分)
・劣化シミュレーションがしやすい・高精度になる	・安全性が向上する	・海上で施工しなくてよい
・均質なものができる	・ロボット施工などに向いている(省人化につながる)	・並列作業が可能
・天候に左右されない	・現場での騒音軽減(日数、db)	・高放射線下で施工しなくてよい
・少人数で施工可能	・混和材を多く混入できる⇒環境負荷軽減・高品質	・施工ヤードが少なくて済む
・高強度のものが作れる	・水中コンクリートを打設しなくてよい	・気温の影響を受けにくい
		・薄肉部材が作れる

⇒ コスト換算すれば、現場打設よりもメリットが出るか？

図-1 プレキャスト工法採用のメリット

3. プレキャスト化促進の主要課題(接合構造)解決に向けた検討

3. 1 コンクリート部材を対象にした場合の接合方法

プレキャスト化を促進する上で大きな課題となるのが、接合構造である。接合部は、一体でコンクリート打設した構造物と比べて弱点となりやすいだけでなく、必要な性能を確保するためにコストが増大する要因ともなる。また、接合精度を高く求められるほど、現地での施工精度も高く求められ、結果としてコスト増となることから、現状用いられている接合構造の例を挙げ、それらを現地で求められる施工精度から分類を試みた(図-2)。鋼製せん断キー、シールドトンネルの継手などは、高い精度で製作され、現地での接合管理も厳格なものとなるが、完成後には一体で施工したものと同等の性能を期待で

接合構造の現地で求められる施工精度からの分類

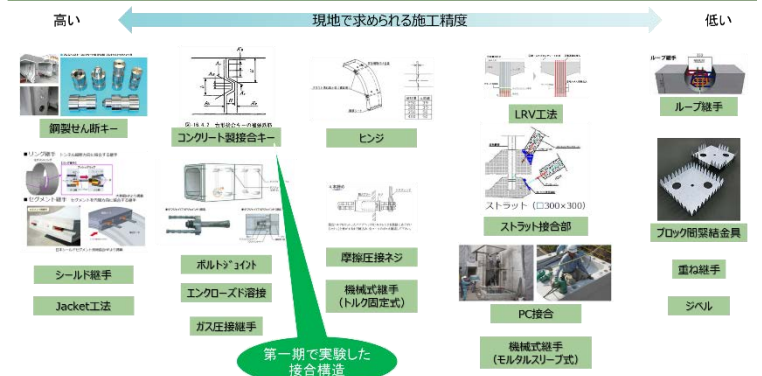


図-2 現地で求められる施工精度からの接合構造の分類

キーワード：プレキャスト、接合部、生産性向上

連絡先：〒141-0031 東京都品川区五反田 3-5-8JR 目黒 MARC ビル E-mail : s-iguchi@jreast.co.jp

きる。一方で、床版の接合などによく用いられるループ継手や、鉄筋の重ね継手などによる接合は、耐荷力を発揮する作用の方向や種類が限定されるといった条件はあるが、現地での接合が容易であり低コストで接合が可能である。第一期での小委員会ではコンクリート製接合キーを対象に縮小模型による載荷試験を実施したが、第二期となる今期は、プレキャスト化が進まない要因の一つである価格が安く、汎用性が高い構造を目指し、従来よりも材料は増やさず、現場作業も極力増えない構造の検討を行うこととした。

3. 2 他構造（木構造）の接合構造の例

コンクリート構造に限らず発想の転換をはかるため、他構造（木構造）の接合構造について調査を行った。木質継手構造は、日本古来の宮大工などで用いられている部材接合方法で、多種多様な継手が存在する。基本的には引張に弱く、最後に楔や栓を打ち込んで効果を出す継手も多数存在する。コンクリートのプレキャスト製品で言うモルタル充填に近いイメージである。また、継手によって使用する部位が異なり、伝達する断面力などが異なる。柱の接合構造には、腐食時に部分的に入れ替える際に用いる「金輪継」といった継手構造もあり、用途や使用部位・作用断面力に合わせて選定されている（図-3）。この点は、コンクリート製のプレキャスト構造を検討する際にも、多いに参考になる知見かと考える。

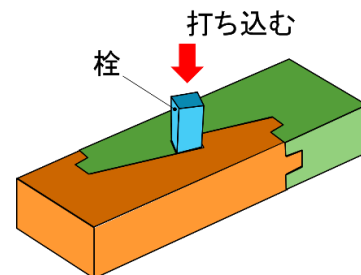


図-3 木質継手の例
(金輪継)

3. 3 新しい接合構造のアイデア

前述のような検討を踏まえ、既存概念にとられない新しい接合構造のアイデアを出し合った。図-4 にその一例を示す。A は人の関節を模した継手で、RC 部材から伸びるアラミド繊維が接合部付近の巻取固定装置で巻き取ることで接合できるものである。塑性域以降は巻取装置が緩むことで、全体破壊を防ぐことも考慮している。B は鉛直荷重のみを主に支持することに機能を絞ることで、現地作業の省力化やロボット等での施工を念頭に置いたものである。C および D はレゴブロックのようなジョイントを多く設ける構造である。引張荷重への抵抗は少ないと思われるが、積み上げるだけで施工が可能である。いずれのアイデアも、一部の機能を犠牲にしながらも、一部の機能に特化した接合構造であるが、使用箇所や使用用途を考慮することで適用可能かと考える。

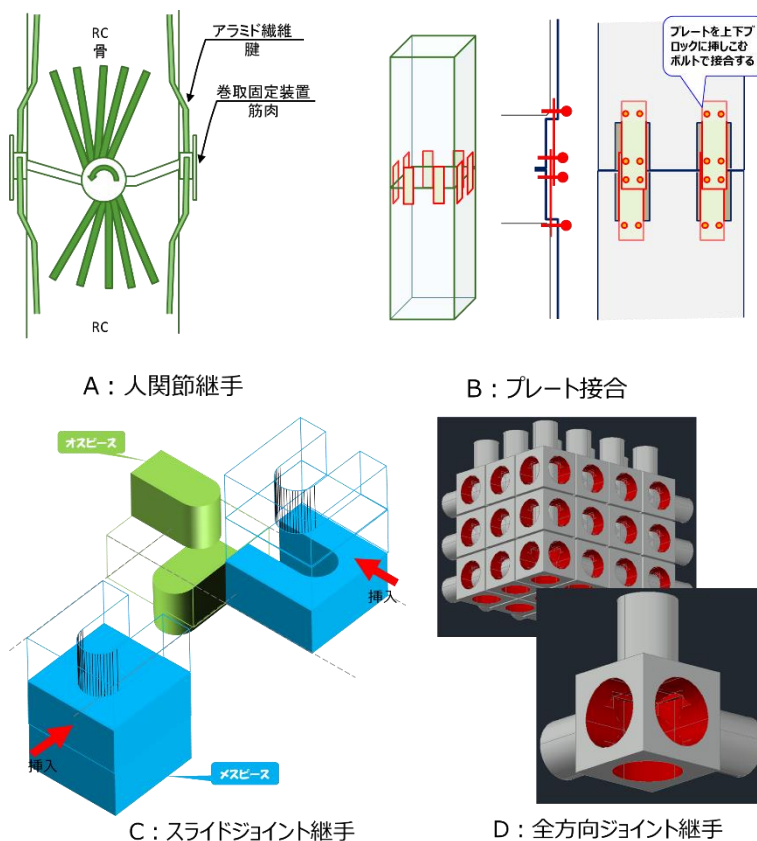


図-4 新しい接合構造のアイデア

4. おわりに

プレキャスト化には課題が多いのが実情であるが、そのメリットとして定性的なものも多いので、定量化するなどの方向性も大切かと思われる。その際、期待する効果からプレキャスト構造を選定するという思考も重要だと考えられる。また、接合構造についても、機能や性能を限定したり、限定された性能でも適用可能なプロジェクトで適用するといった考え方もあるかと思われる。今後、ブラッシュアップし、実用的な接合構造を検討していきたい。

参考文献

- ・中嶋ら：取替可能なプレキャスト部材の特性について（実験結果），土木学会年次学術講演概要集，2021
- ・井口ら：取替可能なプレキャスト部材の特性について（FEM 解析），土木学会年次学術講演概要集，2021