

頂版の施工合理化に資する複合ハーフプレキャスト部材のコンクリート打込み実験

鹿島建設(株) 正会員 ○河野哲也 岩本拓也 曾我部直樹

1. はじめに

RC 躯体の頂版施工における鉄筋、型枠、支保工作業の省力化を目的として、プレキャスト (PCa) 版を鋼材ユニットで補強した複合ハーフプレキャスト (HPCa) 部材の開発を進めている。本稿では、既往の検討に基づいて設計した実物大規模の複合 HPCa 部材にコンクリートを打ち込み、支保工を省略した状態で施工時荷重を受けた際の曲げ挙動を検証した内容について報告する。

2. 複合 HPCa 部材の概要

複合 HPCa 部材は、埋設型枠となる PCa 版に対し、主鉄筋を代替する主鋼材とトラス状に配置したブレース、ならびにせん断補強筋を溶接で組み立てた鋼材ユニットが接合された構造である (図-1)。既往の縮小模型試験体を用いた検討¹⁾では、コンクリート打込み時の施工時荷重に対し、PCa 版と一体化した鋼材ユニットがフレーム構造として抵抗することで、支保工を省略し得る高い曲げ剛性を確保できることを確認している。また、その後の検討では、コンクリート打込み時の曲げ剛性に大きく影響する PCa 版と鋼材ユニットの接合部について、PCa 版の製作性に配慮した図-2 に示すような構造を考案している²⁾。

3. 実験概要

試験体の概要を図-3、材料試験結果の一覧を表-1 に示す。試験体は、大型開削トンネルの頂版を想定した部材厚さ 1.2m の実物大規模の複合 HPCa 部材である。PCa 版の寸法は高さ 150mm、幅 1,000mm、長さ 9,100mm であり、鋼材との接合部に直径 4 インチの鋼管(SGP)を 250~500mm 間隔で 2 列配置

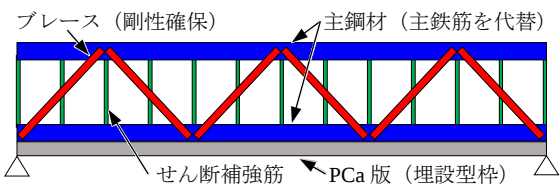


図-1 複合 HPCa 部材の概要

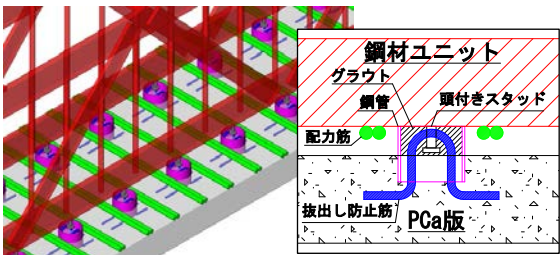
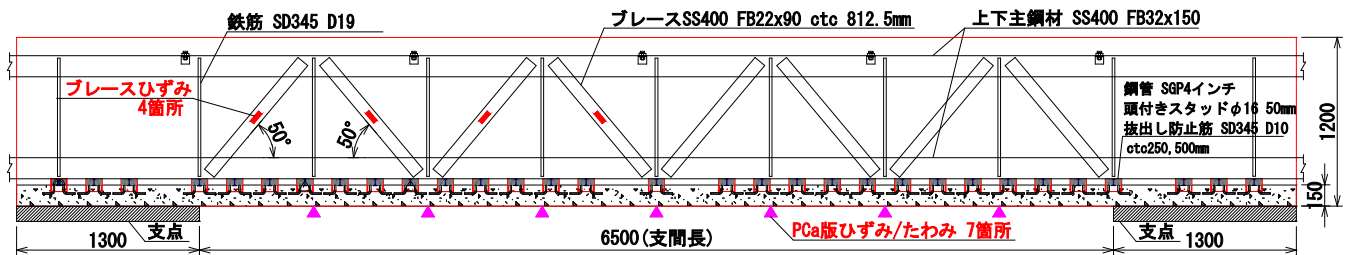
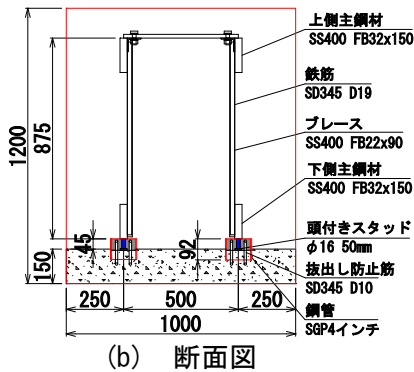


図-2 鋼材ユニット-PCa 版接合構造



(a) 側面図



(b) 断面図



(c) 上段: コンクリート打込み前
下段: コンクリート打込み状況

図-3 試験体概要 (単位: mm)

表-1 材料試験結果

材料	項目	試験結果 (N/mm ²)
コンクリート	圧縮強度	66.9
	弾性係数	3.53×10 ⁴
	割裂強度	3.64
グラウト	圧縮強度	99.3
	弾性係数	2.98×10 ⁴
	割裂強度	4.15
頭付きスタッド	降伏強度	395
鋼管	降伏強度	205
拔出し防止筋	降伏強度	396

キーワード ハーフプレキャスト、複合構造、頂版、生産性、頭付きスタッド、接合構造

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

した。鋼管内部には、拔出し防止筋 SD345 D10 を2本ずつ配置した。鋼材ユニットは、板厚 32mm、幅 150mm の平鋼 (SS400 FB32x150) で構成する上下の主鋼材に、ブレース (SS400 FB22x90) とせん断補強筋を兼ねる SD345 D19 を溶接した2組のフレーム状の構造を平行に連結して製作した。下側主鋼材下面には、PCa 版に埋設した鋼管で両者を接合するための頭付きスタッド ($\phi 16\text{mm}$, $h=50\text{mm}$) を 250~500mm 間隔で配置した。鋼材ユニットの諸元は、コンクリート打込み時の支間中央のたわみが型枠の変形量の許容値³⁾として設定される 3.0mm 以下となるように、鋼材ユニットのみをモデル化したファイバーモデル解析により設定した。PCa 版と鋼材ユニットを製作した後に、鋼管内に頭付きスタッドが位置するように鋼材ユニットを PCa 版上に架設し、鋼管内にグラウトを充填することで PCa 版と鋼材ユニットを一体化させた。そして、支間長を 6.5m とした支点上に試験体を設置して型枠を組み立てた後に、試験体を部材高さ方向および軸方向に 3 等分割して 9 つの打込みエリアに分け、いわゆる「たわら打ち」によりコンクリートを打ち込んだ。コンクリート打込み完了後には、図-3 に示す位置で PCa 版のたわみや PCa 版下面およびブレースのひずみを計測した。

4. 実験結果

図-4 に支点部の沈下量を補正した部材軸方向の PCa 版たわみ分布の実験および解析結果を示す。実験における打込みを通じたたわみの最大値は 1.1mm であり、たわみの許容値として設定した 3.0mm を下回った。解析よりも実験のたわみの方が小さいことから、鋼材ユニットのみをモデル化したファイバーモデル解析を用いることで、コンクリート打込み時における複合 HPCa 部材のたわみを安全側に評価できることが分かった。

図-5 に PCa 版下面で計測したひずみ分布の実験結果を示す。ひずみ分布はブレースの軸力の影響を受けた形状となっており、支間中央から離れた位置でひずみが大きくなる傾向にあった。ひずみの最大値は 68μ であり、実験当日の材料試験結果から算出した PCa 版の曲げひび割れ発生ひずみである 103μ を下回った。コンクリート打込み完了まで PCa 版にひび割れは発生しなかった。

図-6 にブレース軸ひずみの実験および解析結果を示す。各ブレースに発生するひずみは実験と解析で良く一致したことから、実大規模においても本部材における鋼材ユニットがフレーム構造として機能することで施工時荷重に抵抗することを確認した。

5. まとめ

大型開削トンネルの頂版への適用を想定した実物大規模の複合 HPCa 部材にコンクリートを打ち込み、部材の曲げ挙動を検証した。その結果、鋼材ユニットがフレーム構造として機能することで、支保工を省略し得る曲げ剛性を確保できることを確認した。また、鋼材ユニットのみをモデル化したファイバーモデル解析により、たわみを安全側に評価できることを示した。

参考文献

- 1) 十川ら：高剛性を有する複合プレハブ部材の曲げ特性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.42, No.2, pp.997-1002, 2021.
- 2) 安田ら：複合ハーフプレキャスト部材における鋼材と PCa 版の接合部に関する実験的検討，土木学会第 77 回年次学術講演会，CS6-15, 2022.
- 3) (社)土木学会：仮設構造物の計画と施工【2010 年改訂版】，2010.

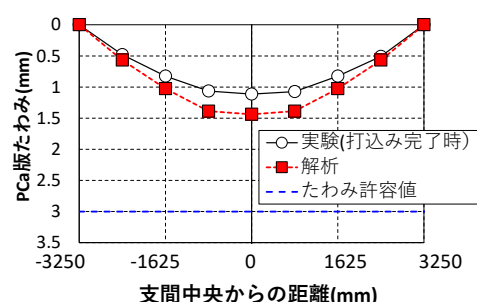


図-4 PCa 版たわみ分布

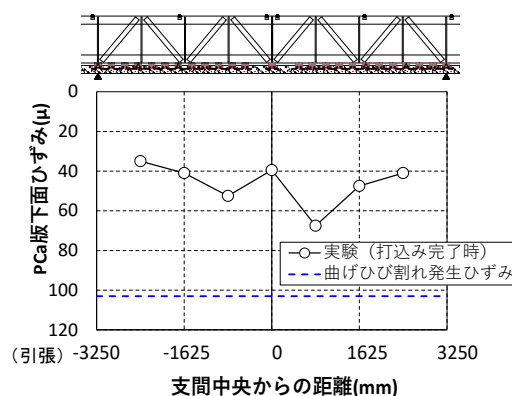


図-5 PCa 版下面ひずみ分布

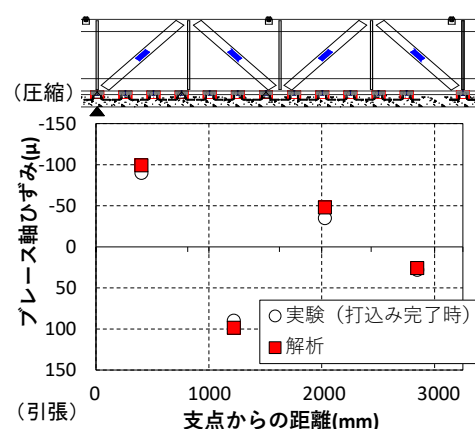


図-6 ブレース軸ひずみ分布