

補強鉄筋を用いた鋼材継手を有する SC 部材の曲げ載荷実験

鹿島建設(株) 正会員 ○小田朋輝 皆川春奈 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工、型枠および支保工の省力化を目的として、複合ハーフプレキャスト部材（以下、「複合 HPCa 部材」という）の開発を進めている¹⁾。同部材は、主鉄筋を代替する平鋼などによる主鋼材にブレースとせん断補強筋を溶接してユニット化したうえで、底型枠を代替する PCa 版と接合した HPCa 部材である。

既往の検討では、壁や柱に支持される頂版の支間内で複合 HPCa 部材を分割せずに施工することを想定していた。一方で、広い面積の頂版を施工するケースや、運搬・架設時における重量、長さの制約があるケースでは、図-1 に示すように複合 HPCa 部材を部材軸方向に分割する場合があり、その際には、連結する部材間の主鋼材同士の応力を伝達する継手を設ける必要がある。本稿では、同継手部を対象として施工性と経済性に配慮した継手構造を考案し、その応力伝達性能を曲げ実験により検証した結果について報告する。

2. 考案した主鋼材継手構造の概要

鋼材同士の継手としては、一般的に摩擦接合継手と溶接継手が用いられるが、現場作業および品質管理項目が多く、その分コストが高くなるという課題があった。これらの課題を解決するため、先組みした異形鉄筋を用いた継手構造を考案した（図-2）。本継手構造は、対向する主鋼材同士を跨ぐようにして先組みした異形鉄筋（以下、継手用鉄筋かごと称する）を配置することにより、主鋼材とコンクリート、コンクリートと鉄筋の付着を介して主鋼材の応力を伝達させるものである。継手用鉄筋かごは、主鋼材の応力を伝達させる継手用鉄筋と組立て筋で構成され、同鉄筋かごを主鋼材の継手部に設置するだけで継手構造を構築することができる。また、継手用鉄筋かごには通常の異形鉄筋のみを用いており、特別な加工が必要ないことから、安価に製作できることも特長である。

3. 載荷実験の概要

考案した継手構造の応力伝達性能を検証することを目的とし、本継手を適用した SRC 梁試験体に対して曲げ実験を実施した。試験体の概要を図-3 に示す。試験体は複合 HPCa 部材を適用した大型開削トンネルの頂版を、2/5 に縮小したものである。主鋼材には材質 SM490Y の平鋼を使用し、コンクリートとの付着力を向上させるため継手区間に溶接ビードによる幅 6mm、高さ 3mm の突起を設けた。主鋼材は部材幅方向に 3 列と部材上下に配置し、等曲げ区間外でせん断補強筋を溶接することでユニット化したものを 2 基突き合わせて設置した。主鋼材 1 本に対して継手用鉄筋 SD345D13×6 本を継手用鉄筋として、主鋼材の両側面に 3 本配置した。表-1 にコンクリートおよび鋼材の材料試験結果を示す。主鋼材の設計付着強度は、菌田ら²⁾の突起付き鋼板の付着強度式に基づき 2.67N/mm²と設定し、継手長は主鋼材に発生する引張応力が 300N/mm²に達した際に主鋼材が付着破壊する長さとして設定した。載荷は 4 点曲げ載荷とし、主鋼材の応力が許容応力度 (210N/mm²)³⁾となる荷重 P₂₁₀ で、載荷と除荷を 3 回繰

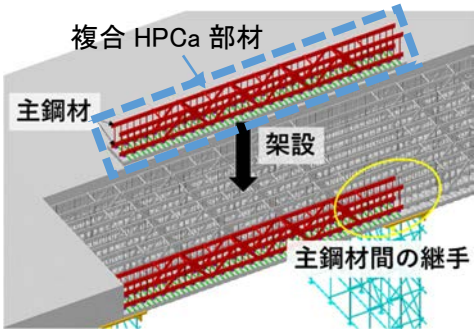


図-1 複合 HPCa 部材による施工

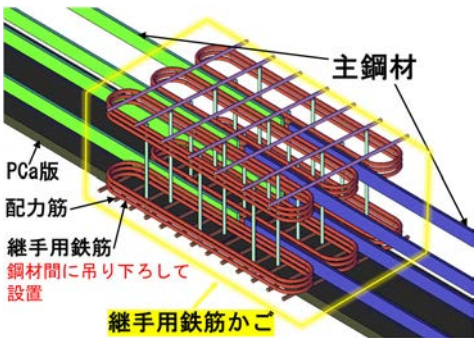


図-2 考案した継手構造の概要

表-1 材料試験結果

コンクリート (試験時)	圧縮強度	36.0
	弾性係数	29,986
	引張強度	3.11
主鋼材 SM490Y	降伏強度	391
	弾性係数	210,500
継手用鉄筋 SD345	降伏強度	350
	弾性係数	186,700

(単位:N/mm²)

キーワード SRC 構造、重ね継手、応力伝達、生産性向上

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

り返した後、終局まで単調載荷を行った。

4. 実験結果

図-4 に荷重-中央変位関係を示す。P₂₁₀ の繰返し載荷中に変位の増加や継手部の損傷が伸展する様子は確認されなかった。主鋼材の降伏荷重 P_y に到達して剛性が低下した以降も変位 100mm まで荷重を維持し、等曲げ区間内のコンクリートが曲げ圧縮破壊することで終局に至った。同図には、継手を設けずに連続した主鋼材をモデル化したファイバーモデルによる解析結果も示しているが、降伏荷重や主鋼材が降伏した後の剛性などの曲げ特性が、実験結果と一致していることが分かる。

図-5 に主鋼材応力が 300N/mm² に到達した荷重 P₃₀₀ 時点のひび割れ図を示す。継手端部や支間中央にひび割れが局所化する様子は見られず、終局まで主鋼材に沿った付着割裂ひび割れも確認されなかった。

図-6 に断面中央に配置した主鋼材と継手用鉄筋の継手区間におけるひずみ分布を示す。実線で P₃₀₀、破線で P_y 到達時点の結果を示す。主鋼材では、継手端部から中央にかけてひずみが減少する一方で、継手用鉄筋では反対に増加していることから、コンクリートとの付着を介して両鋼材間の応力が伝達されていると考えられる。また、P_y 到達時点では、継手用鉄筋が降伏して支間中央付近のひずみが増加しているが、主鋼材と継手用鉄筋のひずみ分布の傾向が変わらないこと、両者の端部におけるひずみが小さいことから、同荷重レベルにおいても良好に応力が伝達されていると評価できる。図-6 に示す主鋼材の継手端部と継手中央部の 2 点で計測したひずみの差から継手区間の平均付着応力を算出した結果、P₃₀₀ 到達時の平均付着応力は 2.65N/mm² であり、菌田式に基づいて設定した付着強度と同等であった。一方で、本実験では設計で想定した付着破壊は生じず、曲げ圧縮破壊により終局を迎えた。これは、主鋼材の最大付着強度が菌田式で設定した値よりも大きかったことによるものと推察される。

5. 結論

複合 HPCa 部材の分割施工を可能とする主鋼材の継手構造として、継手用鉄筋を用いた継手を考案し、曲げ実験によりその性能を検証した。その結果、考案した継手構造によって降伏強度を超える応力を突き合せて設置された主鋼材間で伝達できることを確認した。

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・せん断特性、コンクリート工学年次論文集、Vol.43、No.2、pp.691-696、2021。
- 2) 菌田ら: 突起付き鋼板のせん断伝達特性に関する系統的研究、土木学会論文集、No.598、I-44、pp.182-202、1998。
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編 (平成 24 年度版)、2012。

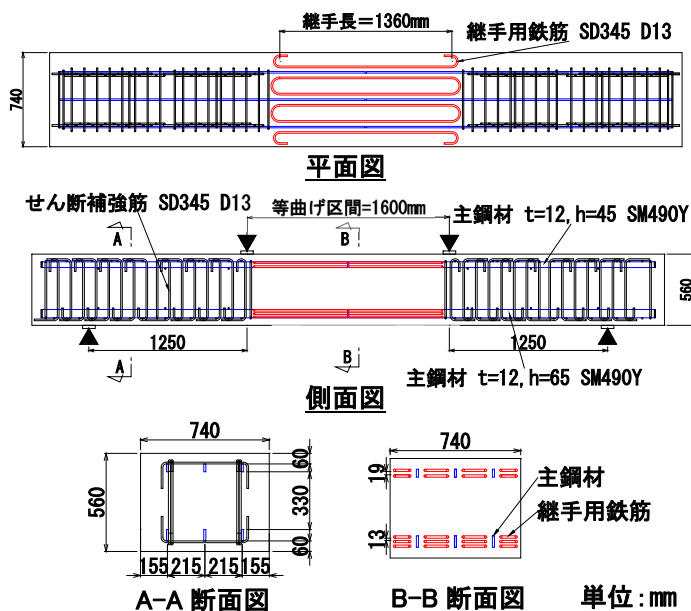


図-3 試験体概要

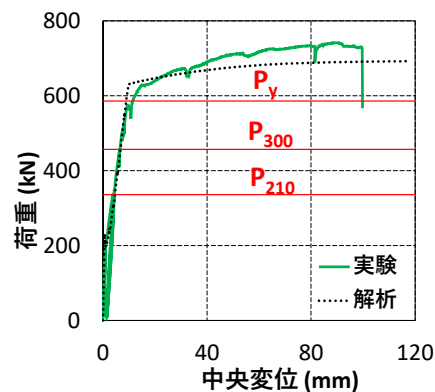


図-4 荷重-中央変位関係

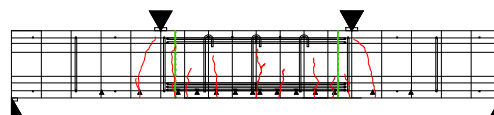


図-5 ひび割れ図 (P₃₀₀ 到達時)

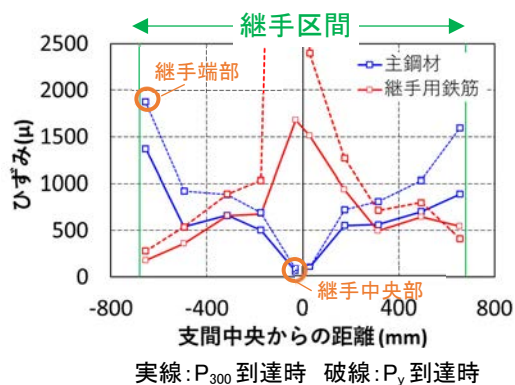


図-6 継手部のひずみ分布