

## 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

鹿島建設(株) 正会員 ○安田和弘 岩本拓也 曾我部直樹

### 1. はじめに

RC 躯体における頂版の施工合理化を目的として、鋼材ユニットと PCa 版から構成される鋼コンクリート複合ハーフプレキャスト部材 (HPCa 部材) の開発を進めている。複合 HPCa 部材は、鋼材ユニットと PCa 版を工場で製作し、現場でこれらを接合させる HPCa 部材であり、部材自体が高い剛性を有することからコンクリート打込み時の施工時荷重に対して支保工を省略することが可能である。本研究では、PCa 版の製作性や現場での組立作業に配慮した鋼材ユニットと PCa 版の接合構造を考案し、実験によってその性能を検証した。

### 2. 考案した鋼材ユニットと PCa 版の接合部

既往の検討<sup>1)</sup>では、鋼材ユニットの下面に設置した頭付きスタッドを PCa 版の箱抜きに挿入し、モルタルを充填することで PCa 版と接合させる方法を採用していた (図-1)。この接合構造では、鋼材ユニットと PCa 版との間に離隔がないため、複合 HPCa 部材を部材軸直角方向に連結する際には PCa 版に切欠きを設け、同箇所配力筋を設置することとしていた<sup>2)</sup>。一方、頂版の諸元によっては、PCa 版に設ける切欠きの数や寸法を大きくする必要があり、形状の複雑化による PCa 版の製作時のコスト増や、切欠き部付近のコンクリートの充填性、角欠けなど品質における懸念があった。

これに対し、PCa 版から突出するように拔出し防止筋を組み合わせた鋼管を PCa 版に埋設し、鋼材ユニット下面に設置した頭付きスタッドを鋼管内に挿入してモルタルを充填する接合構造を考案した (図-2)。これにより、鋼材ユニットと PCa 版との間に離隔が生まれるため、PCa 版に切欠きを設けることなく配力筋を設置することが可能になる。また、PCa 版の製作時には鋼管を設置するだけで良いため、PCa 版の製作コストに大きく影響することがない。さらに、現場での PCa 版と鋼材ユニットの接合をモルタルの充填によって行うことができるため、溶接やボルトによる方法よりも作業性やコストに優れると考えられる。

### 3. せん断実験と引抜き実験

複合 HPCa 部材に施工時荷重が作用すると、考案した接合部にはせん断力と引抜き力が作用する。これらの力に対する接合部の剛性や損傷の有無は、施工時における複合 HPCa 部材の剛性や変形量に影響を及ぼすことから、考案した接合部を模擬した試験体によるせん断実験と引抜き実験を実施し、その構造性能を検証した。

図-3、図-4 にせん断試験体と引抜き試験体の概要を示す。表-1 に使用した材料の強度試験結果を示す。

せん断試験体は、コンクリートブロックと鋼板を考案した接合構造で一体化したのものであり、鋼管に配管用炭素鋼管を用いた Case-1 と、角形鋼管を用いた Case-2 の 2 ケースを設定した。頭付きスタッドの寸法は直径 22mm、長さ 50mm であり、Case-1 では 1 本、Case-2 では 2 本設置した。鋼管内には凸型の拔出し防止筋 D13 を設置し、無収縮モルタルを充填した。荷重方法は押抜きせん断実験とし、部材厚さ 1.2m の複合 HPCa 部材を施工する際に接合部に作用する設計せん断力  $V_d=35\text{kN}$  で繰返し荷重を行った後は単調荷重を行った。

引抜き試験体は、コンクリートブロックに Case-1 と同じ接合構造を埋設したのものであり、頭付きスタッドの長さを 50mm とした Case-A と 70mm とした Case-B の 2 ケースを設定した。荷重方法は、加力フレームとキーワード 頭付きスタッド、複合構造、せん断力、引抜き力、一体性

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

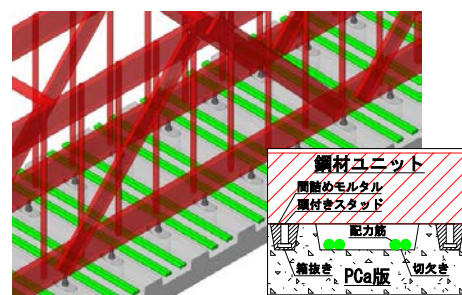


図-1 従来の接合構造<sup>1), 2)</sup>

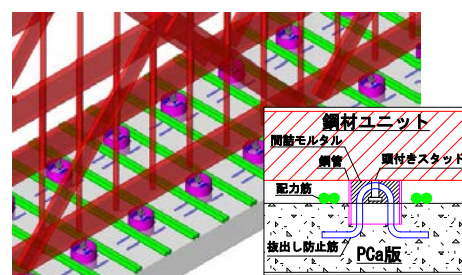


図-2 考案した接合構造

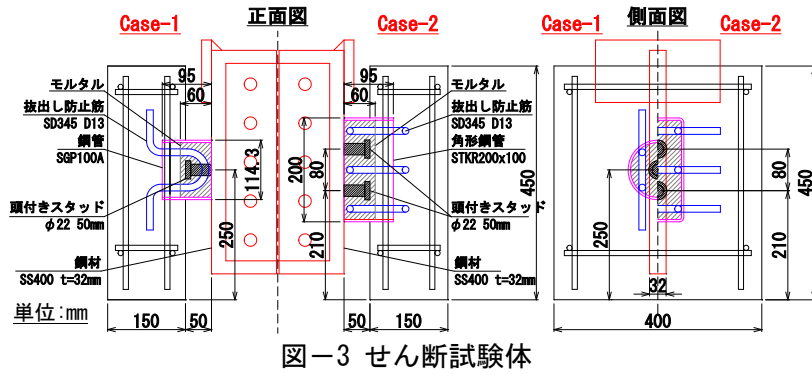


図-3 せん断試験体

油圧ジャッキを用いた引抜き実験とし、せん断実験と同様に複合 HPCa 部材を施工する際に接合部に作用する設計引抜き力  $N_d = 8.6\text{kN}$  で繰返し载荷を行った後は単調载荷を行った。

4. 実験結果

図-5に、せん断実験で得られた接合部に作用するせん断力と、頭付きスタッドとコンクリートの相対ずれ変位の関係を示す。写真-1には  $V_d$  到達時と実験終了時の試験体損傷状況を示す。 $V_d$  到達時には、鋼管内のモルタルにひび割れが確認されたが、繰返し载荷中に損傷が進むことはなかった。同時点のせん断力とずれ変位から算出したせん断剛性は、Case-1では  $167\text{kN/mm}$ 、Case-2では  $318\text{kN/mm}$  であり、スタッドの本数に応じて増加することが分かった。その後、両試験体ともにコンクリートブロック下面に発生したひび割れが開口し、せん断力の増加が止まった。

図-6に引抜き実験で得られた引抜き力とコンクリートからの頭付きスタッドの拔出し変位の関係を示す。写真-2には  $N_d$  到達時と実験終了時の Case-A の損傷状況を示す。 $N_d$  到達時には、両試験体ともに損傷は確認されず、繰返し载荷中に拔出し変位が増加することもなかった。また、引抜き力に対する剛性も同等であった。その後、Case-Aでは拔出し防止筋に沿ったひび割れが発生し、引抜き力が低下した。Case-Bでは、最大荷重までモルタルの顕著な損傷は確認されず、コンクリートブロックから鋼管が抜け出し始めることで引抜き力が低下した。このことから、頭付きスタッドを長くして拔出し防止筋とラップする長さを適切に確保することで、同鉄筋がより有効に機能することが分かった。

5. まとめ

複合 HPCa 部材における鋼材ユニットと PCa 版の接合構造を考案し、せん断実験と引抜き実験を行った。その結果、複合 HPCa 部材での設計せん断力、引抜き力に対しては接合部が損傷することなく、高い一体性を確保できることを確認した。今後は、本実験で得られたせん断、引抜きに対する剛性にに基づき、考案した接合構造を有する複合 HPCa 部材のコンクリート打込み時の部材剛性、変形量について検討する予定である。

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) 末長ら：ハーフプレキャスト部材の配力筋継手構造に関する実験的検討，土木学会第77回年次学術講演会(投稿中)，2022.

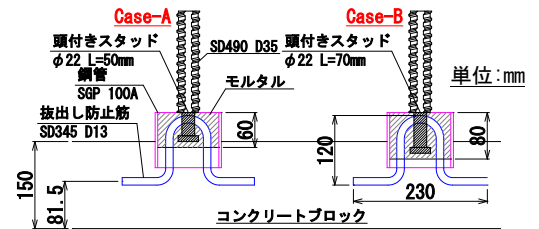


図-4 引抜き試験体

表-1 材料試験結果

材料	項目	試験結果(N/mm <sup>2</sup> )			
		Case-1	Case-2	Case-A	Case-B
コンクリート	圧縮強度	58.9	60.1	57.1	57.5
モルタル	圧縮強度	87.5	87.8	85.7	86.1
スタッド	降伏強度	396			

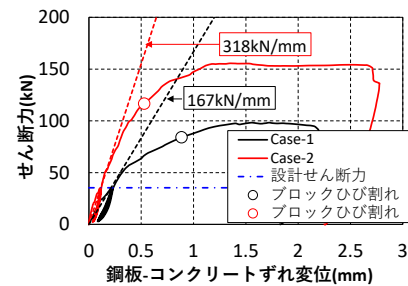


図-5 せん断力-ずれ変位関係



写真-1 せん断試験体損傷状況

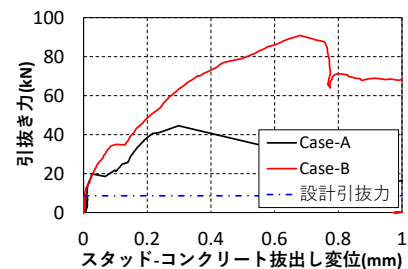


図-6 引抜き力-スタッド拔出し変位関係



写真-2 引抜き試験体 Case-A 損傷状況