

柱 RC 梁 S 構法の接合部に関する施工実験

細井 泰行* 高橋 祐一*
 富田 祐介* 吉田 成男**
 岩崎 利彦***

要 旨

五洋式柱 RC 梁 S 構法(P-RCS 構法)は 柱に剛性の高い RC 造を用い 梁に軽量で大スパンにも対応できる S 造を用いた構法であり RC 造や S 造のそれぞれの特長を活かした設計が可能となる。

P-RCS 構法の柱梁接合部は 異種構造である RC 柱と S 梁とを接合する構造上重要な部分であり 施工時には柱梁接合部の鉄骨の設置方法や コンクリートの充填性をどの様に確保するかが課題となる。特に物流倉庫のように階高が高い建物では 柱梁接合部の直下で柱を打ち継ぐことが多く その場合には鉄骨梁の下フランジ面から打継ぎ面まで コンクリートが充填できるだけの隙間を確保する必要があり その隙間を確保するためのスペーサーについても検討する必要がある。そこで 本報では実大の柱梁接合部の試験体を製作し これらの課題について検証する。

1. はじめに

P-RCS 構法は RC 柱と S 梁からなる複合構造であり 主な特長は 柱と柱梁接合部のコンクリート強度を打ち分けることができ 柱梁接合部のコンクリート強度を柱よりも高くすることができることである。

しかし 柱と柱梁接合部のコンクリート強度を打ち分ける場合 梁フランジの直下に打継ぎ面を設けると 強度が低いコンクリートが 梁フランジから支圧応力を直接受けることになり 柱梁接合部の支圧耐力が低下するため 梁フランジ面から打継ぎ面までの距離は 必要な支圧耐力が得られるように設定する必要がある。

また コンクリート強度が同じ場合でも 柱頭で柱と柱梁接合部のコンクリートを分離打設するときには 柱梁接合部下のコンクリートの充填性を確保できるように 梁フランジと打継ぎ面の間隔を一定以上確保する必要がある。

そこで 本報では 物流倉庫での適用を想定した柱梁接合部の実大試験体により 施工実験を行い コンクリートの充填性を確認する。

2. 試験体

試験体一覧を表-1に示す。試験体数は3体であり 試験体の主なパラメーターは「梁の偏心の有無」「コンクリート強度」、「柱梁接合部の支持方法」である。柱の断面寸法は 900×900mm であり、柱主筋、せん断補強筋はそれぞれ D38、4-D13である。梁にはH-900×300×16×28を用い、梁フランジ面から柱の打継ぎ面までの距離は、最低限必要と考えられる100mmとした(図-1)。

接合部の施工時の支持方法を図-2～図-5に示す。

また、試験体3は、建物外周部で外壁側に梁を偏心させた場合を想定し、両方向の梁を平面的に190mm 偏心させる。

なお、試験体は、スパン10×10mの物流倉庫において、スラブコンクリートと柱梁接合部のコンクリートを同時に打設する場合を想定し、部材断面や施工荷重を支える仮設の鋼製束やコンクリートスペーサーのサイズを設定した。

表-1 試験体一覧

試験体名	試験体1	試験体2	試験体3
接合部CON	30-18-20N	68-60-20N	33-21-20N
支持方法	鋼製束材 中央1点支持 H-175x175x7.5x11 (図-2)	鋼製束材 4点支持 PL-31x75 (図-3)	コンクリート スペーサー 100x100 (図-4)
梁の偏心	無し		有り

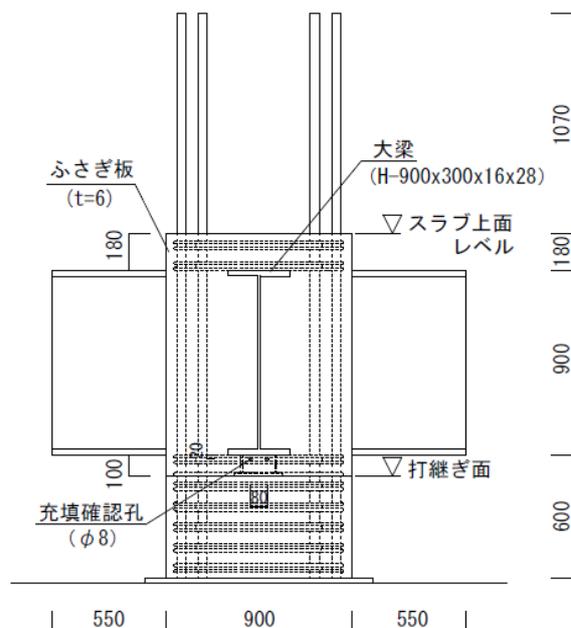


図-1 試験体立面図(試験体1)

*技術研究所 建築技術開発部

**建築本部 技術部

***東京建築支店

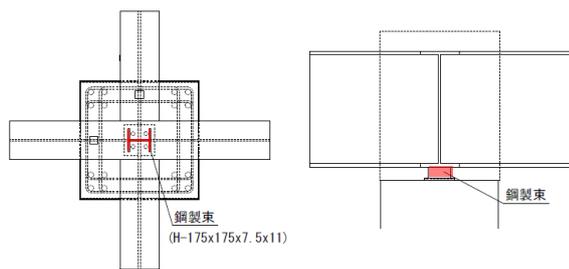


図-2 H形鋼材の鋼製束による支持方法(試験体1)

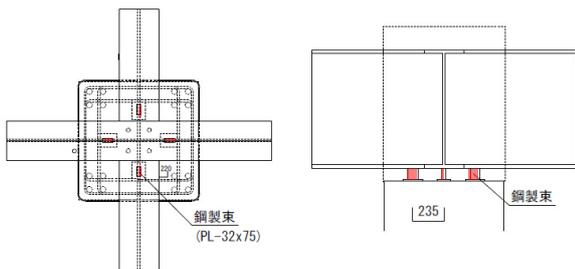


図-3 PL32x75の鋼製束による支持方法(試験体2)

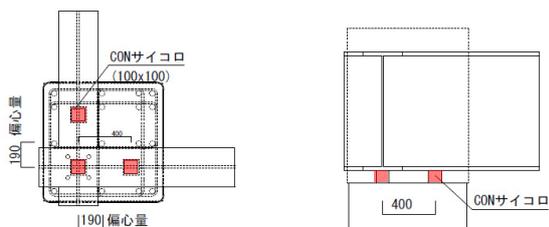


図-4 コンクリートスペーサーによる支持方法(試験体3)

3. 使用材料

コンクリートの調合と圧縮強度試験結果を表-2に示す。

試験体1のコンクリートは粗骨材最大寸法が25mmで混和剤にAE減水剤を使用した。一方試験体2 試験体3は粗骨材最大寸法が20mmで混和剤に高性能AE減水剤を用いた。

表-2 コンクリートの調合と圧縮強度試験結果

試験体名	試験体1	試験体2	試験体3
打設部位	柱梁接合部		
呼び強度 N/mm ²	30	68	33
スランプ cm	18	-	21
スランプフロー cm	-	60	-
粗骨材寸法 mm	25	20	20
セメント	N	N	N
水セメント比 %	48.0	29.3	49.0
細骨材率 %	44.3	46.4	50.0
セメント kg/m ³	367	581	366
水 kg/m ³	176	170	179
細骨材 kg/m ³	753	732	845
粗骨材 kg/m ³	952	891	791
混和剤 kg/m ³	3.30 ※1	8.72 ※2	4.03 ※2
圧縮強度試験(標準養生28日) N/mm ²	40.1	79.9	45.3

※1 AE減水剤(遅延形I種) マスターホリド[®]15LR

※2 高性能AE減水剤(標準形I種) マスターグレニウムSP8SV

コンクリートのスランプ等試験結果を表-3に示す。荷卸し時だけではなく打設時に筒先で試料を採取した。試験体3は試験体1 試験体2の打設状況から検討し あらためて後日実験を行ったため コンクリート温度に違いがみられる。

表-3 コンクリートのスランプ等試験結果

	試験体1		試験体2		試験体3	
	荷降	筒先	荷降	筒先	荷降	筒先
スランプ cm	19	16	-	-	21	21
スランプフロー cm	-	-	60.0×59.0	55.5×53.5	-	-
空気量 %	4.5	4.2	3.0	3.5	4.0	3.6
コンクリート温度 °C	32.0	33.0	33.0	33.0	19.0	19.0

5. 実験結果

(1)コンクリートの打設手順

まずコンクリートを投入できる上部の4箇所うちの1箇所を選定し大梁の下フランジ面まで打設する。パイプレータはコンクリート投入位置で加振しコンクリートが流れ出る側では加振しない。梁下の充填性は梁の反対側にコンクリートが流れ出るのを目視で確認し梁下のふさぎ板に設けられたコンクリート充填確認孔より充填性を確認する(図-5a)(写真-1)(写真-2)。

次に梁下の気泡をできるだけ梁の反対側に押し出すために投入側と反対側のコンクリートが梁の下フランジよりも50~200mm程度上になるまで打設する。ただしコンクリートの流れが止まった場合はパイプレータによる加振を止め次の手順に移る(図-5b)。

梁下のコンクリート打設後、4箇所の投入口から、大梁の上フランジ位置までコンクリートを打設し、梁フランジ交差部の梁上空気抜き孔より、コンクリートの充填性を確認する。なお、パイプレータによる加振箇所は投入箇所と一致する必要はない(図-5c)(写真-3)。

最後に、スラブ上面レベルまで、コンクリートを打設する(図-5c)(写真-4)。



写真-1 充填確認



写真-2 梁下充填確認孔



写真-3 梁上空気抜き孔

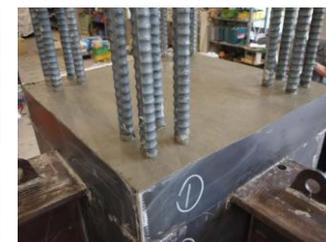
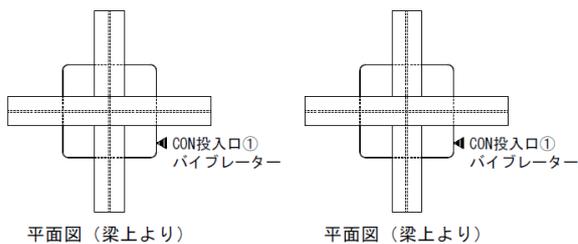
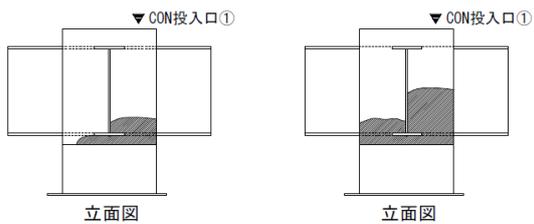


写真-4 打設完了



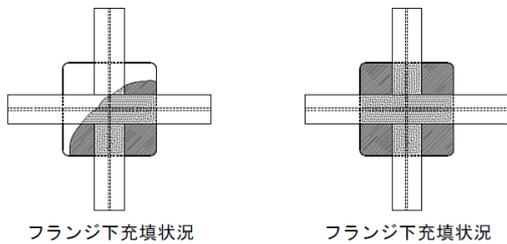
平面図（梁上より）

平面図（梁上より）



立面図

立面図



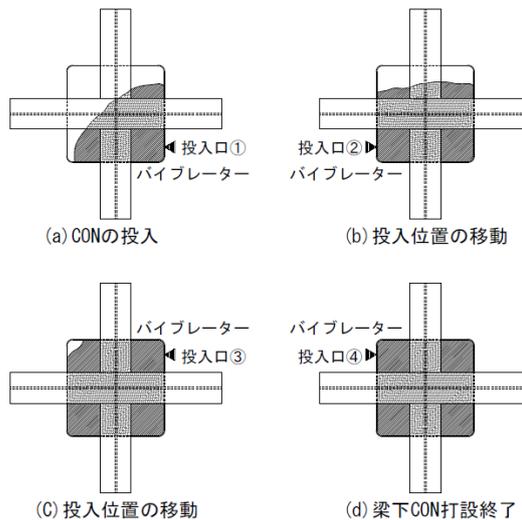
フランジ下充填状況

フランジ下充填状況

図-5a 打設手順 1

図-5b 打設手順 2

なお 打設手順1において コンクリートの投入位置を変えず すべての梁下コンクリートを充填するのが望ましいが 必要以上にバイブレータによる加振を行うのは避けた方がよい。**図-6** のように 投入位置の隣のコンクリートの充填状況を確認しながら 必要に応じて投入位置を移動する方法により打設を行った。なお 本施工実験において 試験体 2 では 投入位置を変えなかったが 試験体 1 3では投入位置を移動しながらコンクリートを打設した。



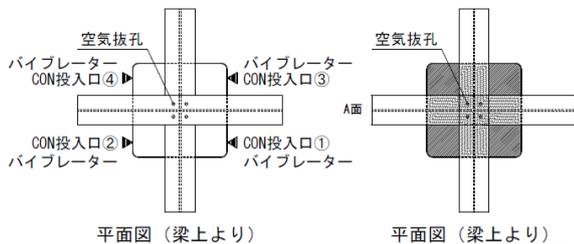
(a) CONの投入

(b) 投入位置の移動

(c) 投入位置の移動

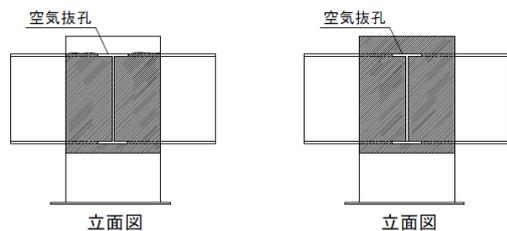
(d) 梁下CON打設終了

図-6 梁下コンクリートの打設手順



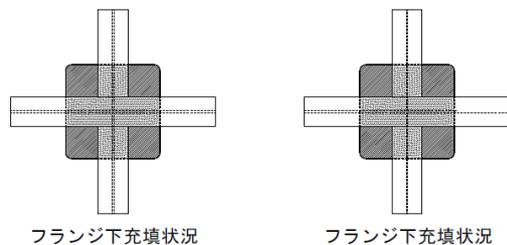
平面図（梁上より）

平面図（梁上より）



立面図

立面図



フランジ下充填状況

フランジ下充填状況

図-5c 打設手順 3

図-5d 打設手順 4

(2)コンクリートの充填性の確認

コンクリートの充填状況を**写真5**~**写真7**に示す。ワイヤソーを用いて、試験体の接合部を鉄骨梁の位置(**図-7**)で切断した。いずれの試験体も梁下のコンクリートは密実に充填されていた。

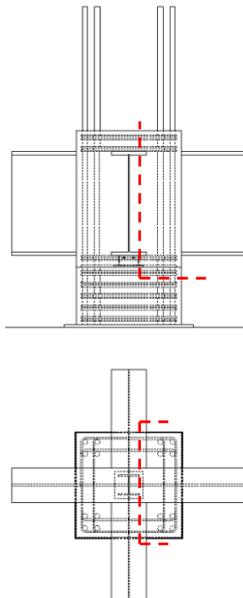


図-7 切断位置(試験体 1)



写真-5 切断面(試験体 1)



写真一六 切断面(試験体 2) 写真一七 切断面(試験体 3)

(3)柱梁接合部のスペーサーについて

鉄骨の束を用いた試験体 1 試験体 2 コンクリートスペーサーを用いた試験体 3 ともに 施工性は良好であった。

(4)柱梁接合部の鉄骨建方時の倒れ止めについて

各試験体の倒れ止めを図一八 図一九 写真一八 に示す。試験体 1 のように接合部の中央にスペーサーがある場合や試験体 3 のように梁が偏心している場合は 柱梁接合部の鉄骨は鉄骨大梁を接合するまでの間は不安定な状態になる。柱梁接合部を設置後 大梁の鉄骨建方時に 柱梁接合部上での作業が想定されることもあり その場合には必要な強度を有した倒れ止めが必要となる。

倒れ止めとしては、先打ちの柱の上部側面にアンカーボルトを設け アングル材等により受ける方法も考えられるが本実験ではセパレーターや ふさぎ板に溶接したナットを利用する等 アンカーを用いない方法について 施工性と倒れ止めの効果を検証した。

(a)鉄団子による倒れ止め

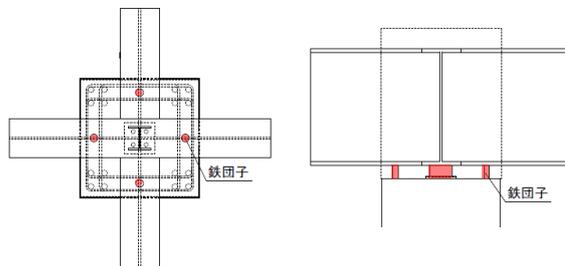
鉄団子を用いる方法は 鉄団子と鉄骨との間に隙間ができ 不安定な状態となった。鉄団子は柱梁接合部の鉄骨設置後はふさぎ板によりレベル調整ができない。

(b)倒れ止め金物を用いた倒れ止め

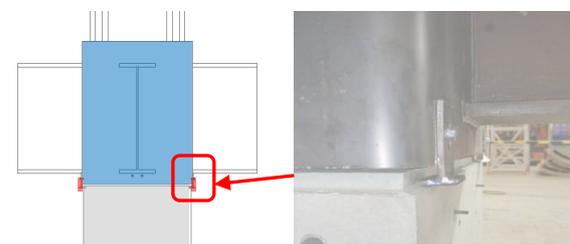
ナットをふさぎ板の内側に溶接し T 形の金物をふさぎ板にボルトで固定し 先打ちの柱の上部の目地で金物を受けた。レベル調整が容易であり 安定性があり 施工性も良好であった。ボルトの締付け力による摩擦で荷重を受けるため ボルトの締込みを確実にを行う必要がある。

(c)角材受けによる倒れ止め

柱のセパレーターを利用して角材受けを用いて鉄骨を受けた。施工性は良好であり 角材は型枠も兼用できる。同様に摩擦接合となるため フォームタイの締込みが重要である。



図一八 鉄団子による倒れ止め



図一九 倒れ止め金物



写真一八 角材受けによる倒れ止め

6. まとめ

- 1) 施工時の荷重を受ける梁下のスペーサーについては、鋼製束 コンクリートスペーサーともに施工性は良好であった。
- 2) 柱梁接合部の梁下のコンクリートは密実に充填されており空隙は見られなかった。なお 施工実験では 梁下から柱打継ぎ面までの距離を 100mm としたが 実施工では 実際に打設するコンクリートの状態を考慮し 距離を決定する必要がある。試験施工等による確認を行わない場合には、安全をみて 150mm 以上とすることが望ましい。
- 3) 鉄骨建方時の倒れ止めについては、鉄骨建方時にレベル調整できる方法を選定する必要がある。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造の設計と施工， pp.139, 2001