

CFT 柱を用いた既設 RC 高架柱の交換技術における柱-梁接合構造の実験的検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○上村 寿志 斉藤 雅充

三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社 正会員 北川淳一

前橋工科大学 正会員 谷口 望

早稲田大学 フェロー会員 依田照彦

1. はじめに

RC ラーメン鉄道高架橋が建設されるようになってから数十年が経過している。上記構造物においては、施工時の初期欠陥や材料および環境変化に起因する経年劣化が生じているとともに、現在の設計で必要とされる耐震性能を有していない場合もある。また近年、鉄道駅施設の機能や利便性向上の観点から、高架下空間の有効活用が求められている。このことから、高架橋の供用を妨げることなく、安全性や耐久性といった性能を確保するとともに、多様化する要求を合理的に実現できるリニューアル技術の開発が望まれている。

著者らは以前より、図 1 に示す既設鉄道高架橋における既設柱の交換および柱位置変更による空間創造を可能にする技術として、軽量かつ小断面で耐荷性、変形性能に優れた CFT 柱を用いた高架柱更新技術および図 2 に示す鋼製補強部材、接続部材およびグラウト材による柱-梁接合部構造を提案し、橋軸方向の載荷試験結果について報告している¹⁾。上記の技術における柱-梁接合部構造は、既設梁を側面から削孔し、U 字型断面の鋼製補強部材と PC 鋼棒で力を伝達させるものであり、鋼製補強部材と既設梁の間の隙間をグラウト材で充填することにより柱と梁の一体性確保を図っている。

本研究は、本技術の課題となる柱-梁接合部の構造に関して、耐力および耐震性能の検証のひとつとして、橋軸直角方向の作用に関する載荷試験による実験的検討を行ったものである。

2. 柱-梁接合部の載荷試験

2.1 試験概要

柱-梁接合部構造の耐荷性状および耐力を把握するために、載荷試験を行った。供試体の概要および鋼製補強部材と PC 鋼棒の結合方法を図 3 に示す。本試験では、鋼製補強部材と PC 鋼棒の結合方法は文献 1) とは異なり、グラウトにより力を伝達する方式を採用した。供試体は実構造との縮尺を 1/2 から 1/3 程度にスケールダウンしたものとし、試験装置の制約より、実構造を上下逆にした状態として、CFT 柱頭部に水平荷重を載荷し、本接合構造の耐力および耐荷機構を確認できるものとした。なお、接続部材である PC 鋼棒にはプレストレス力を与えていない。また、接続部における PC 鋼棒による耐力を把握するために、鋼製補強部材の内面には剥離剤を塗布し、部材間の付着による抵抗を発生させないようにしてグラウト材を充填した。

載荷状況図を図 4 に示す。載荷はアクチュエータ引き側から開始し、初期剛性が低下する方向に非線形となった時の変位を基準変位 δ_y とし、片振幅を $0.5\delta_y$ 、 $1\delta_y$ 、 $2\delta_y$ と漸次振幅を増加させながら変位制御にて正負交番載荷を行った。ここで、同変位での繰り返し回数は 3 回とした。なお、CFT 柱には軸力を作用させていない。

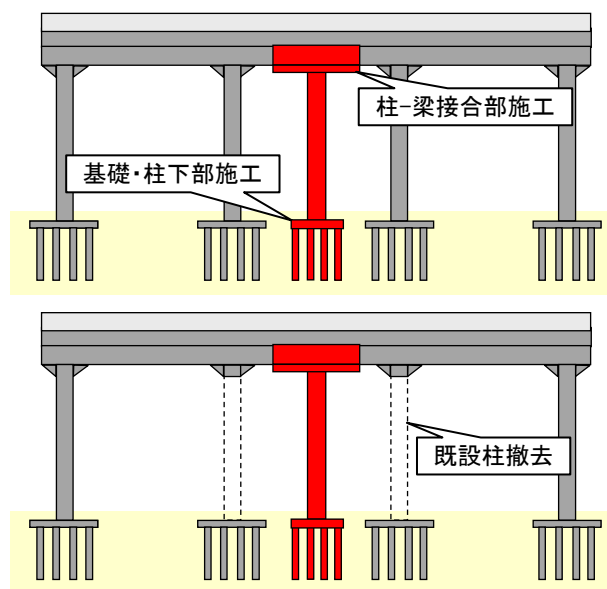


図 1 高架柱の更新施工の例

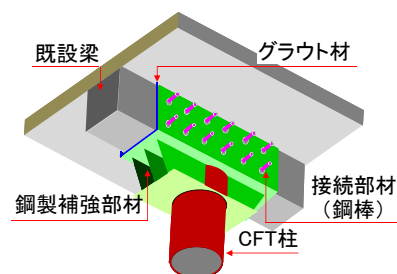


図 2 柱-梁接合部の構造

キーワード 接合部, 複合構造, 既設 RC 高架橋, 空間創造, 耐震補強

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 TEL 042-573-7280

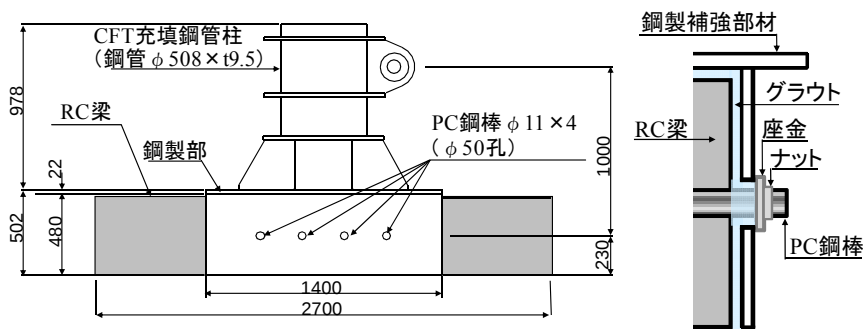


図3 供試体概要図および鋼製補強部材と既設 RC 梁の結合方法

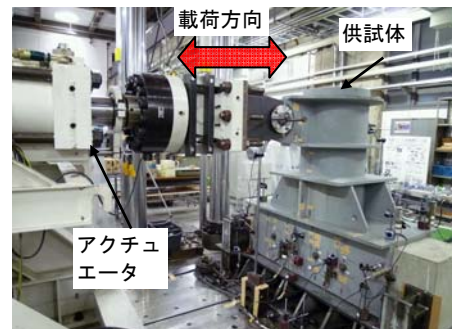


図4 荷重状況の例

2.2 試験結果

荷重や水平変位は、アクチュエータの引き方向を正荷重側、押し方向を負荷重側としている。PC 鋼棒のひずみが降伏ひずみに達したときの荷重点変位を基準変位 $\delta_y (=5.2\text{mm})$ とした。柱頂部の荷重点における軸方向の $5\delta_y$ までの荷重－変位関係を図5に示す。

実験開始後 $0.5\delta_y$ の予備荷重時点でグラウト材の剥離およびひび割れが見られた。図5より、1回目の荷重時に比べ、繰返し時では荷重が低下し、変位がスリップしていることがわかる。原因として、グラウト材のひび割れの進展および PC 鋼棒周辺のグラウト材の圧壊が考えられる。また、荷重ゼロ点で 10mm 程度の残留変形が生じており、グラウト材のひび割れなど非弾性的変形が生じていると考えられる。 $2\delta_y$ 荷重時には、 $1\delta_y$ に比べ 5 割程度の耐力上昇となり、 $1\delta_y$ 時と同様に繰返し時では荷重が若干下がった。また、1回目の荷重変位曲線において、 $1\delta_y$ 時の最大荷重・変位点までと、それ以降では曲線勾配が異なっており、一度起こった塑性変形程度まではスリップし、その後荷重が増加する挙動が確認された。

なお、 $2\delta_y$ 荷重時にはグラウト材の剥落が確認された。この剥落は PC 鋼棒の高さ位置を境界として分断されており、PC 鋼棒との接続部での力の伝達により生じたものと考えられる。その後 $17\delta_y$ まで荷重したが PC 鋼棒の破断はなく、荷重も低下しない状況となったため、試験を終了した。

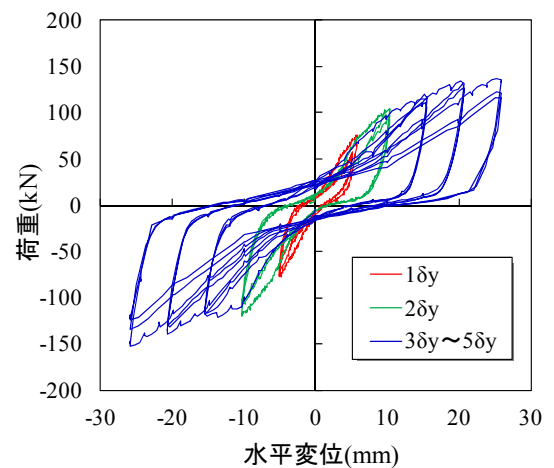


図5 荷重 - 変位曲線



図6 PC 鋼棒接続部の状況

3. 考察

PC 鋼棒接続部の状況を図6に示す。本試験では、PC 鋼棒の破断に至らなかった。原因として PC 鋼棒の周辺に充填したグラウト材の影響が考えられる。今回の供試体の鋼製補強部材と PC 鋼棒の接続部は、鋼よりも弾性係数の低いグラウト材を孔周辺に充填することで PC 鋼棒を固定したため、鋼棒の拘束度が比較的低く、応力集中が緩和され、PC 鋼棒の破壊が生じなかったものと考えられる。

4. まとめ

本荷重試験により、柱－梁接合部の橋軸直角方向における耐力および変形性能を確認した。また、鋼製補強部材と PC 鋼棒において今回提案した接続方式を適用することにより、脆性的な PC 鋼棒の破壊を防ぎ、柱－梁接合部の変形性能を向上させることが可能であると考えられる。今後は、これまでの試験結果等により各部材の変形性能を把握し、提案している構造形式全体の設計法および施工方法の確立に向けて検討していく予定である。

参考文献

1) 上村寿志, 斉藤雅充, 谷口望, 北川淳一, 西村昌宏, 依田照彦, 桜井淳: 複合構造物を活用した既設鉄道 RC 高架橋のリニューアル手法に関する基礎的研究, 構造工学論文集 Vo.59A, 2013.3.