

既設高架橋の空間創造に向けた柱・梁接合構造の解析的検討

早稲田大学 学生会員 ○桜井 淳, 大持 潤平, 正会員 依田 照彦

鉄道総合技術研究所 正会員 谷口 望, 吉田直人

1. はじめに

鉄道構造物の標準的な構造として RC ラーメン橋が建設されるようになり数十年が経過しており、耐久性や耐震性の観点から大規模な改修が必要となる場合も見受けられる。また、近年は駅施設の機能や利便性向上の観点から、既設高架下空間の有効活用が求められる場合もある。これらのことから、構造物の性能向上と空間創造を両立させた高架橋のリニューアル技術の開発が望まれている。

期待されるリニューアルの一つとして、老朽化した RC 高架橋の補修に、軽量・高靱性の複合構造物を活用することが考えられる。具体的には、CFT(Concrete Filled Tube)の新設・既設 RC 柱鋼板巻き・増し桁・増し杭などによる、空間創造・耐震性向上・劣化部材の補修等である。しかし、これらを実現するための部材の接合方法の詳細については、未だ検討中であり、接合の構造詳細や設計手法の確立が期待されている。

本研究では、実証実験による接合部の耐荷力の検証と、実験を再現した構造解析を通して、増し桁と CFT 柱との接合方法の検討を行い、技術開発のための有益な情報を得ることを目的としている。

2. 実験方法

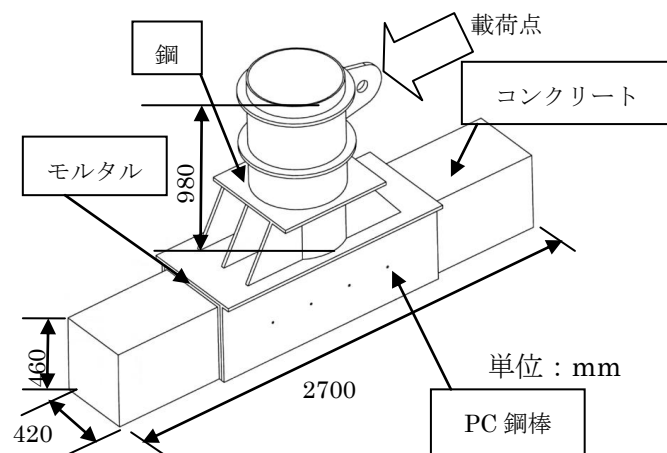


図 2.1 供試体概要図

2種類の供試体を用意し、鋼-コンクリート間にモルタルを充填していないものを供試体 A, モルタルを充填しているものを供試体 B とする。共に鋼と RC コンクリート梁は4本の PC 鋼棒で繋がれている。また、供試体の各部にはひずみゲージと変位計を設置する。

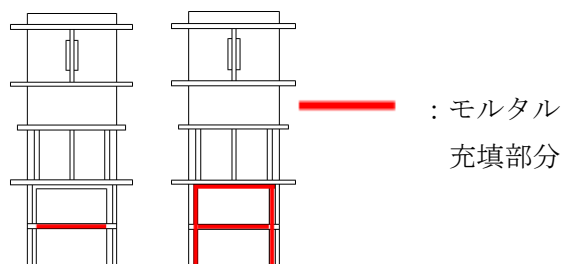


図 2.2 供試体 A (左側) と供試体 B (右側)

載荷試験は大型構造物 2 軸評価装置を用いて行い、矢印の方向に水平に載荷する。載荷は引張から開始し、PC 鋼棒が一定のひずみに達した時、載荷方向を圧縮側に変更する。これを繰り返す、部材が破壊を始めるまで載荷を続けた。

3. 解析方法

解析ソフトを用いて、実験供試体と同等のモデルを作成し、非線形解析を行った。モルタル部分は界面要素で近似した。

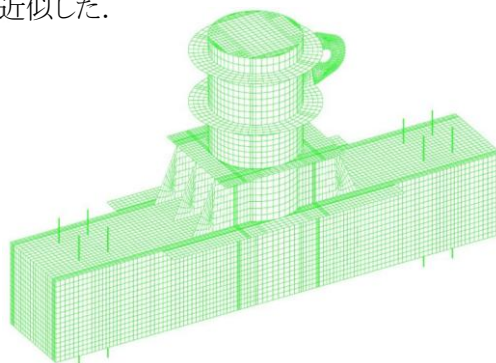


図 3.1 解析モデル全体図

表-3.1 材料定数-1

	ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比	密度 (kg/m ³)
RC コンクリート	E=3.0×10 ⁴	v=0.224	ρ=2.4×10 ³
鋼	E=2.1×10 ⁵	v=0.300	ρ=7.85×10 ³

キーワード 接合構造, 空間創造, 合成梁, CFT 柱

連絡先 〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学社会環境工学科 依田研究室

表-3.1 材料定数-2

	降伏応力 (N/mm ²)	せん断降伏応力 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
PC 鋼棒	$f_y=785$	$\tau_y=453$	$f_k=1030$

一方、解析における荷重方法は、圧縮力を最大 $P=1000\text{kN}$ 加え、破壊に至るまで解析を続けた。引張-圧縮の交番荷重は解析では行っていない。

4. 実験結果

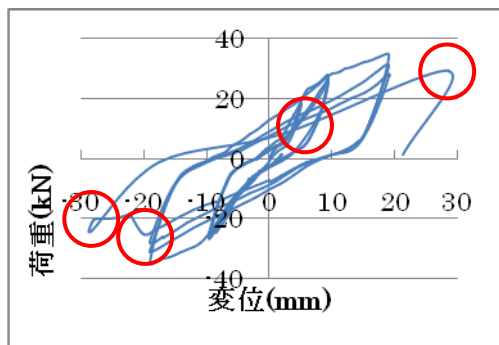


図 4.1 荷重-変位曲線(供試体 A)

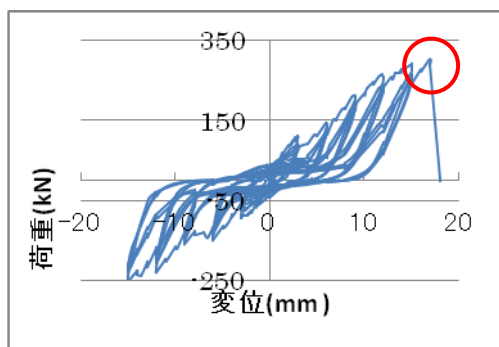


図 4.2 荷重-変位曲線(供試体 B)

供試体 A は $P=-18.4\text{kN}$ で 1 本目の片側の PC 鋼棒が破断し、 $P=32.0\text{kN}$ において、2 本目の PC 鋼棒が完全に破断した。供試体 B は $P=139.9\text{kN}$ でモルタルがはがれ、 $P=308.0\text{kN}$ で三本の PC 鋼棒の両側(計六ヶ所)が同時に破断した。(赤丸:PC 鋼棒破断部)

5. 解析結果

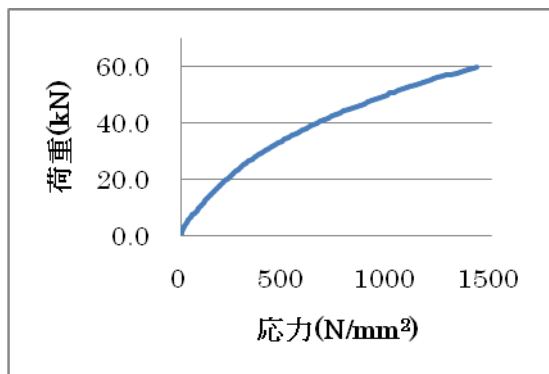


図 5.1 PC 鋼棒応力(P1) (供試体 A)

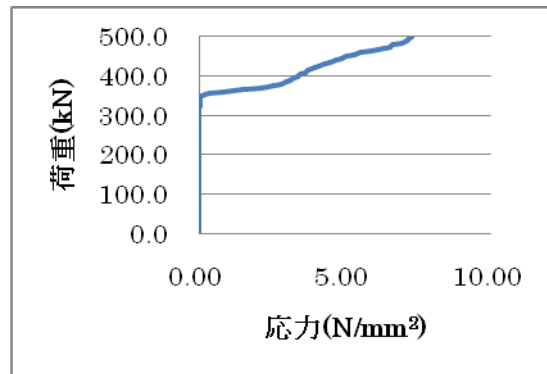


図 5.2 PC 鋼棒応力(P1) (供試体 B)

PC 鋼棒のひずみゲージ位置におけるミーゼス応力を図 5.1 と図 5.2 に示すが、供試体 A, B ともに、実験値と比較して、解析値の破断点は小さい。供試体 A では、変位や終局荷重が実験値とは異なったものの、傾向は近いものとなった。一方、供試体 B では、鋼-コンクリート間の界面要素による付着が非常に強く効いているため、ひずみや応力の解析値は、実験値と比べてほとんど上昇しなかった。

6. まとめ

1) 解析結果について

供試体 A に関しては、実験値に比べて計算される荷重は大きく、変位は小さくなった。これは解析において、鋼とコンクリートとの間隔を実験供試体よりも小さめに設定していたことが原因だと考えられる。

供試体 B に関しては、界面要素の付着が強かったため、実験のようなモルタルのはがれは観察できなかった。そのため、付着が切れやすいような界面要素の値を今後検討していく必要がある。

2) 実験結果との比較について

供試体 B は供試体 A に比べ、およそ 10 倍近い荷重まで耐えることが分かった。このことより、鋼-コンクリート間にモルタルを充填し、PC 鋼棒周りを完全にモルタルで覆うことの効果は非常に大きいことが分かる。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]，土木学会，2002 年 3 月
- 2) 鷺津久一郎，宮本博，山田嘉昭，山本善之，川井忠彦：有限要素法ハンドブック，培風館，1981 年 9 月
- 3) JIP テクノサイエンス：DIANA9 ユーザーマニュアル日本語参考資料<材料ライブラリー>，2005 年 9 月