

異種部材を接合した柱－梁隅角構造に関する研究

早稲田大学 学生会員 ○久原 岳, 桜井 淳, フェロー会員 依田 照彦

前橋工科大学 正会員 谷口 望

鉄道総合研究所 正会員 斉藤雅充, 上村 寿志

三菱重工鉄鋼エンジニアリング 正会員 北川 潤一

たPC鋼棒周りにもモルタルを充填した。載荷方法は、アクチュエーターの変位を δ としてPC鋼棒の降伏時($\varepsilon = \pm 2300 \mu$)の変位を 1.8δ と定め、引張・圧縮の載荷を各 δ を3回ずつ行う。載荷は部材が破壊するまで続ける。

1. 研究背景

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ているが、その多くは建設後数十年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である。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も求められている。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。

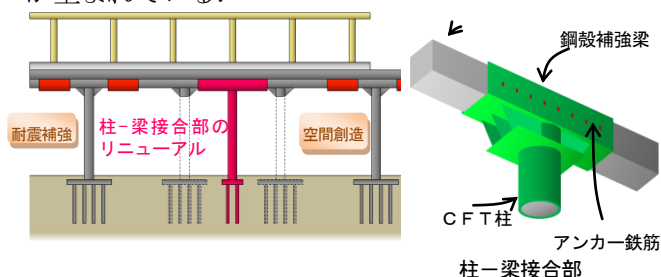


図 1.1 リニューアル工法のイメージ

期待されるリニューアルの方法として、老朽化したRCラーメン高架橋の補修に、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(コンクリートフィルドチューブ)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・劣化部材の補修である。これらを実現するために部材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、リニューアル構造の検討を行い、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

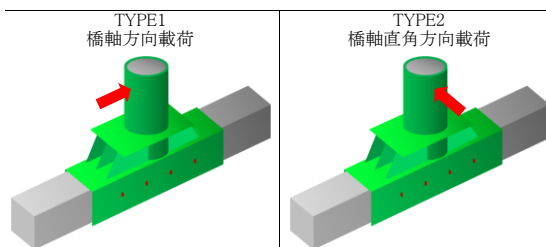


図 2.1 実験供試体(矢印で示す方向に載荷)

実験供試体は載荷方向別に用意する。橋軸方向および橋軸直角方向の2つとする。RC梁と鋼板の間にはモルタルを充填し、PC鋼棒を用いて接合してある。ま

3. 解析方法

解析では、有限要素法の汎用ソフト DIANA³⁾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。なお、モデルの自重は考慮せずに上下逆転させて解析を実行した。コンクリート、モルタル及びPC鋼棒をソリッド要素とし、鋼材はシェル要素とした。そして鋼材とモルタルの付着部には界面要素を使用した。

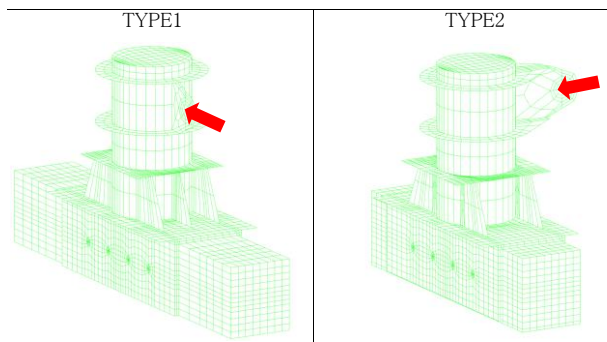


図 3.1 解析モデル(矢印で示す方向に載荷)

以下に材料定数および材料強度を示す。

表 3.1 材料定数

	密度(kg/mm ³)	ポアソン比
コンクリート	2.29×10^{-9}	0.224
モルタル	2.20×10^{-9}	0.224
モルタル(PC鋼棒接合部付近)	2.20×10^{-9}	0.224
鋼	7.85×10^{-9}	0.300
PC鋼棒	7.85×10^{-9}	0.300

表 3.2 材料強度

	弾性係数(kN/mm ²)	圧縮強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
コンクリート	22.4	33.4	2.39
モルタル	27.0	74.5	4.07
モルタル(PC鋼棒接合部付近)	27.0	40	2.69
	弾性係数(kN/mm ²)	降伏応力(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
鋼	200	242.5	390.6
PC鋼棒	174	1220.6	1273.9

解析における載荷では交番載荷は行わず、図 3.1 に示した方向にのみ載荷し、破壊に至るまで計算を実行した。

キーワード 接合構造, 空間創造, 合成梁, CFT 柱

連絡先 〒169-8555 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 TEL03-5286-3399

4. 実験結果

柱－梁供試体の荷重－変位曲線を以下に示す。

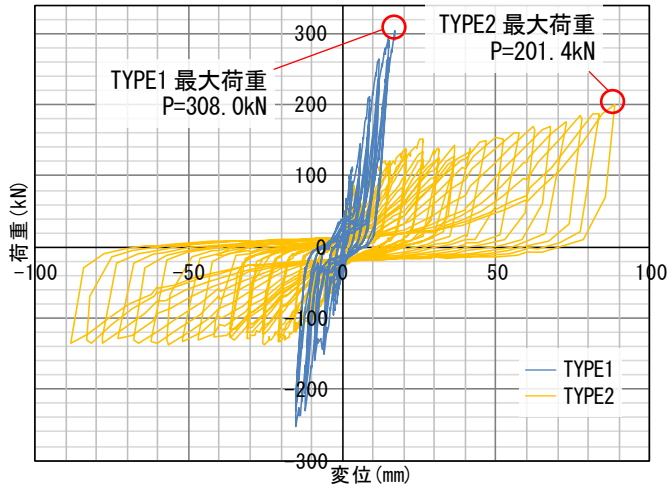


図 4.1 荷重変位-曲線

TYPE1 (橋軸方向載荷) は、最大荷重 308.0kN で PC 鋼棒 3 本が同時に破断し、荷重を伝えなくなったため、載荷を終了した。

TYPE2 (橋軸直角方向載荷) は、変位を増加させていくと、供試体の梁底面を軸にして回転してしまい、側面の鋼板が固定治具に接触したため、載荷を中止した。最後まで荷重は落ちずに増加し、このときの最大荷重は 201.4kN であった。

5. 解析結果

柱－梁解析モデルの解析値を実験値と合わせて以下に示す。

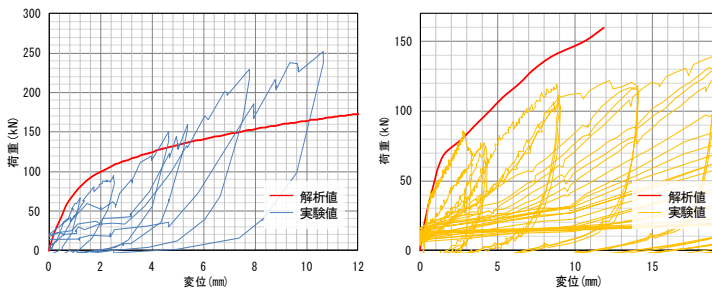


図 5.1 荷重-変位曲線の比較

(左:TYPE1, 右:TYPE2)

PC 鋼棒のひずみを以下に示す。

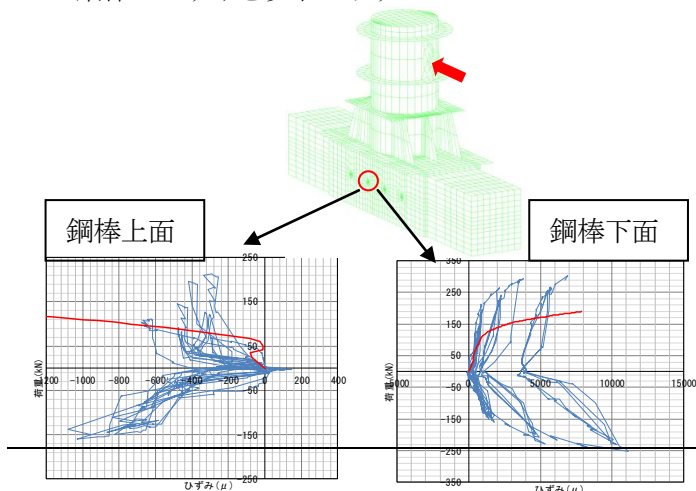


図 5.2 TYPE1 の PC 鋼棒のひずみ

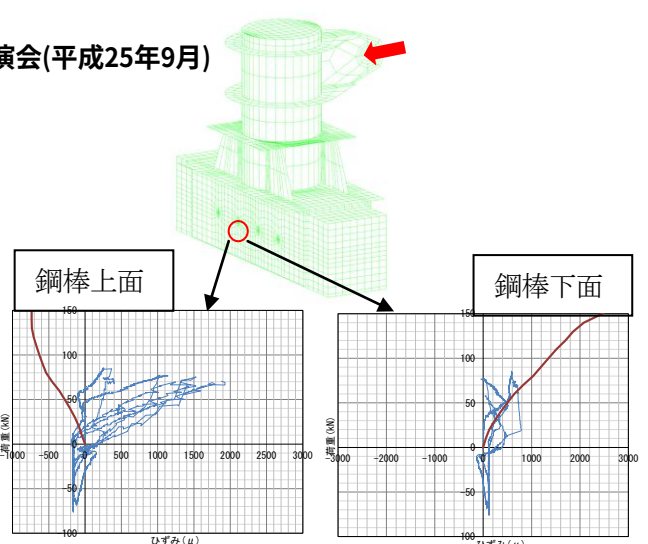


図 5.3 TYPE2 の PC 鋼棒のひずみ(載荷側)

図 5.1 より荷重が増すにつれて、橋軸方向に載荷した TYPE1 は実験値と比べて解析値の荷重があまり伸びずに 150kN 前後で横ばいになる傾向を示した。一方、橋軸直角方向に載荷した TYPE2 は実験値の荷重よりも大きな荷重を解析で示した。しかし、両モデルとも 50kN あたりまでの初期剛性に関しては、解析値は実験値と概ね近い値をとったといえる。

図 5.2 より橋軸方向載荷の供試体の解析値は実験値に比べて、比較的大きなひずみとなっている。解析値に関しては、圧縮側のひずみが概ね実験結果と近い値を示しているのに対して、引張側のひずみは実験値よりも大きな値であり、実験より低い荷重で降伏している。一方で橋軸直角方向載荷の供試体は図 5.3 より実験値に近いものと遠くないものにばらついた結果となった。

6. 考察

TYPE1, TYPE2 ともに荷重－変位曲線において初期剛性は近い値をとっており、実験結果を解析によって再現できているといえる。しかし、変位が増加し、部材が塑性化してから挙動については実験値との差が大きい。また、PC 鋼棒のひずみについても同様で実験値と解析値で近い傾向を示すものもあればそうでないものも含まれた。これらについては実験における圧縮と引張の交番載荷や、それに伴う供試体の変形や疲労現象を解析では再現できていないことが原因であると考えられる。

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) 鷲津久一郎，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
- 4) 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<解析手法>，2005 年 9 月