

既設高架橋の梁補強構造に関する解析的検討

早稲田大学 学生会員 ○大持 潤平, 桜井 淳, 正会員 依田 照彦
 鉄道総合技術研究所 正会員 谷口 望, 斎藤雅充, 上村寿志
 株式会社復建エンジニアリング 正会員 西村昌宏

1. 研究目的

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が見受けられる。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、軽量かつ高靱性の複合構造物を活用することが考えられる。しかし、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力力の検証と、実験を再現した構造解析を通して、梁の補強の検討を行い、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

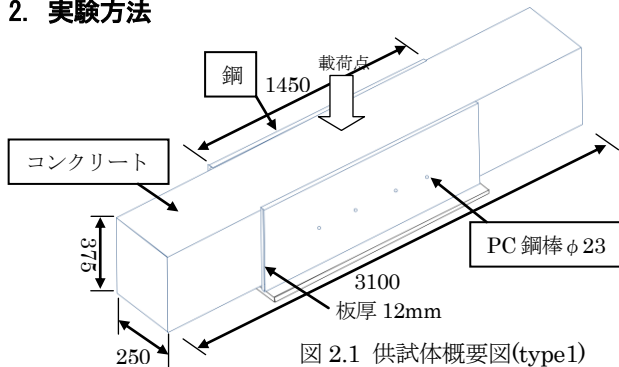


図 2.1 供試体概要図(type1)

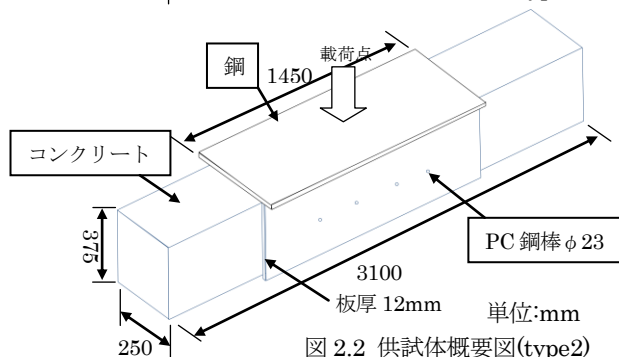


図 2.2 供試体概要図(type2)

2 種類の供試体を用意し、コンクリート側から荷重した正曲げの供試体 type1、鋼板側から荷重した負曲

げの供試体 type2 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した。

荷重試験は大型構造物 2 軸評価装置を用いて行い、矢印の方向に鉛直に荷重した。変位制御により荷重を開始し、予備荷重で供試体に荷重をなじませ、ひび割れ発生後は 100kN 毎の段階で徐荷を行った。これを繰り返して、部材が破壊を始めるまで荷重を続けた。

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。図に示すように PC 鋼棒と内部鉄筋をバー要素、コンクリート梁と鋼板をソリッド要素を用いてモデル化し、コンクリート梁と鋼板の付着を界面要素で近似した。

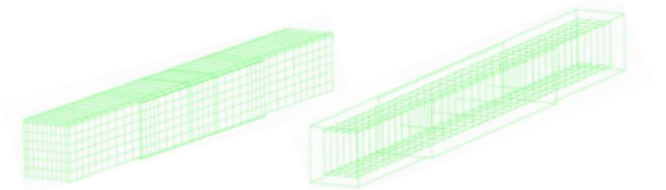


図 3.1 解析モデル全体図(type1)

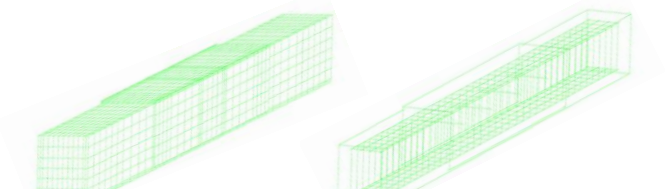


図 3.2 解析モデル全体図(type2)

表 3.1 材料定数

	ヤング率 (N/mm^2)	ポアソン比	密度 (kg/m^3)
コンクリート	$E = 2.315 \times 10^4$	$\nu = 0.224$	$\rho = 2.4 \times 10^3$
鋼	$E = 1.99 \times 10^5$	$\nu = 0.300$	$\rho = 7.85 \times 10^3$

表 3.2 材料強度

	降伏応力 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
PC 鋼棒	$f_y = 1.22 \times 10^3$	$f_k = 1.274 \times 10^3$
内部鉄筋	$f_y = 3.807 \times 10^2$	$f_k = 5.48 \times 10^2$

解析における荷重方法は変位制御を用いて、変位を各段階 0.1mm 毎増加させ、破壊に至るまで解析を続け

キーワード 接合構造, 梁補強, 合成梁

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

た. 載荷-除荷の繰り返し載荷は解析では行っていない.

4. 結果

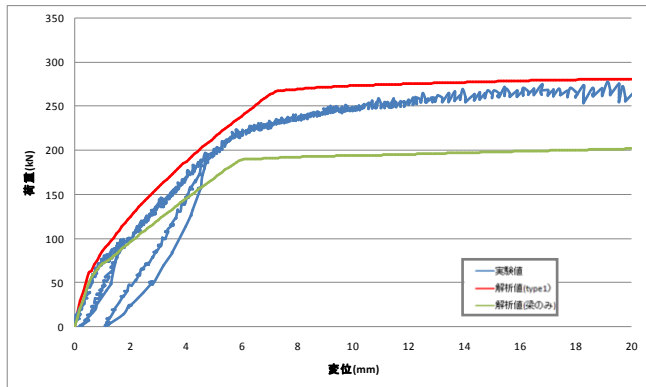


図 4.1 荷重-変位曲線(type1)

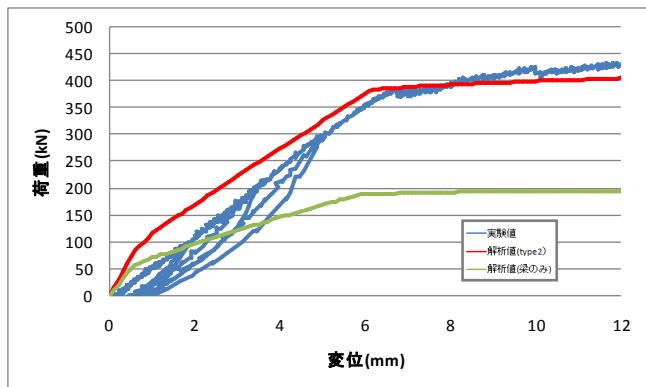


図 4.2 荷重-変位曲線(type2)

実験結果では供試体 type1 は $P=82\text{kN}$ でひび割れが発生し載荷荷重が一時低下後、 $P=220\text{kN}$ で PC 鋼棒が降伏した. 供試体 type2 では $P=100\text{kN}$ でひび割れが供試体表面に発生し、 $P=380\text{kN}$ で PC 鋼棒が降伏した. 図 4 は載荷点における荷重-変位曲線である. 単調載荷のため除荷後、再載荷を行っても荷重-変位曲線は始点へ戻ることから結果への影響はほとんどない. また、type2 ではひび割れ点は見られなかった. 実験値と解析値を比較して type 1 のひび割れ点および両供試体の降伏点を含め傾向は近いものとなった. 梁のみの解析値と両実験値及び供試体の解析値を比較し両供試体の結果において梁のみの結果を大きく上回った.

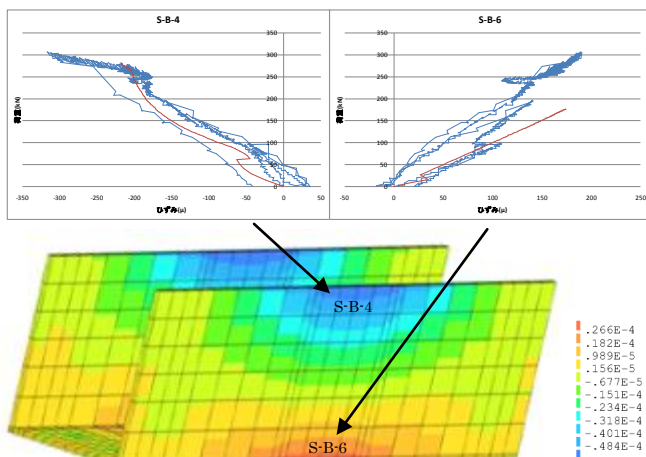


図 4.3 鋼板部ひずみ図 type1(解析結果: $P=50\text{kN}$)

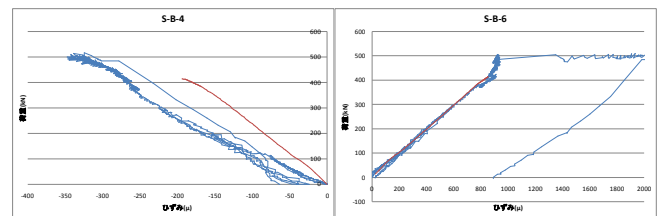


図 4.4 鋼板部ひずみ図 type2(解析結果: $P=100\text{kN}$)

両供試体に関しても上面では圧縮、下面では引張の力が作用していた. 両供試体において鋼板の上下面付近のひずみの解析値は開口部のひずみの解析値と比較し近似度が低い.

5. まとめ

荷重-変位曲線に関しては、type1 は実験結果と解析結果は近い傾向を示した. Type2 は、ひび割れ点が荷重-変位曲線に現れなかった. 全体を通して近い傾向を示した. type2 で実験値と解析値の初期剛性が一致しなかったのは、部位に目視では確認できないひび割れが既に発生していたためだと考えられる. 鋼板で補強することで強度は上昇し、十分な効果が得られた.

ひずみ図に関しては鋼板上下面付近では、実験値に対する解析値の近似度が低いのにに対して開口部では近似度が高いことを示している. したがって、解析では上下面と側面の界面要素を今後個別に検討していく必要がある.

供試体の挙動を解析で正確に表現するためには、正確な実験における荷重の載荷方法や部材の材料特性などを考慮して解析を行っていく必要がある. 界面要素を用いたコンクリートと鋼板における付着のはがれ方やコンクリートのひび割れにより生じる内部鉄筋の付着の低下を再現する方法を、重点的に検討していくことも今後の課題である.

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
- 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