

プレキャスト部材の接合部に着目した PC 柱部材の挙動に関する解析的検討

名古屋工業大学 学生会員 ○川村 駿
 名古屋工業大学 正会員 武田 健太
 名古屋工業大学 フェロー 梅原 秀哲

1. はじめに

近年、PC 構造物はプレキャスト工法により建設されるケースが多い。プレキャスト部材により構成される柱部材の場合、曲げモーメントが大きくなる箇所では回転変形が生じるため、部材の接合部での挙動を適切に考慮する必要がある。高橋らは、プレキャスト PC 柱部材に対して、ブロック分割数、鋼材の付着状況、導入プレストレス量をパラメータとした交番載荷実験を実施し、鋼材の付着状況は力学性能に影響を及ぼすが、ブロック分割数は影響を及ぼさないと指摘している。このような力学性能を定量的に把握する手段として、有限要素解析などの数値解析が挙げられる。そこで本研究では、上述の載荷試験結果を対象とし、プレキャスト部材の分割数および鋼材付着の影響を考慮した三次元有限要素解析による再現解析を試みた。

表-1 実験ケース一覧

Case No.		柱部の分割数	鋼材の付着状況
Case A	A1	1 (1200mm×1)	ボンド
	A2		アンボンド
Case B	B1	2 (600mm×2)	ボンド
	B2		アンボンド

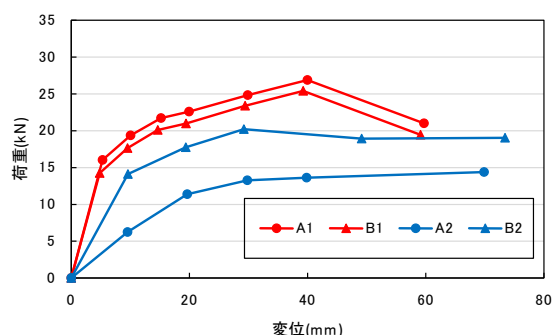


図-1 載荷による荷重－変位包絡線の比較（正載荷）

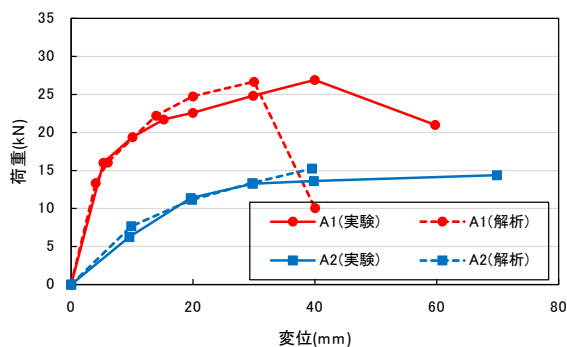
2. 解析対象部材の概要

対象部材は、柱部（断面：150 × 200 mm，長さ：1200 mm）とフーチング部より構成され、これらはφ17のPC 鋼棒 2 本で圧着接合されている。表-1に、実験ケース一覧を示す。PC 鋼材の付着状況および柱部の分割数をパラメータとし、交番載荷試験を行っている。図-1に、載荷による荷重－変位包絡線の比較を示す。図中の変位は、載荷点付近で計測されたものであり、包絡線は正方向の載荷により得られたものである。図より、アンボンドはボンドに比べ最大荷重が低下しており、ボンドの場合、付着状況や導入プレストレス量が同じであれば、最大荷重は分割数によらず概ね同等となることを明らかにしている。

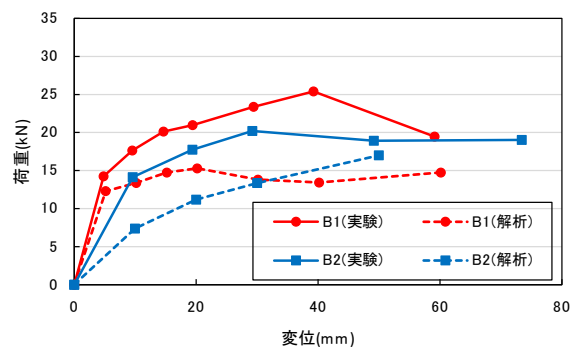
3. 有限要素解析による再現解析

3.1 解析方法

解析プログラムには ATENA Ver.4.3.1 を用いた。ボンド（Case A1, B1）では離散鉄筋要素を用い、コンクリートと PC 鋼材は完全付着とした。一方、アンボンド（Case A2, B2）では、コンクリートの変形に追従しないという特徴を有する外ケーブル要素を用いた。コンクリートの応力－ひずみ関係は、圧縮側の上昇曲線は CEB-FIP Model code 1990 に準拠し、圧縮軟化は直線形状、引張軟化は指数関数とした。圧縮強度には実測値を用い、弾性係数や引張強度、破壊エネルギーはコンクリート示方書に準拠し、圧縮強度より求めた。PC 鋼材の応力－ひずみ関係はバイリニア型とし、降伏強度は引張強度の 8 割とした。PC 鋼材のプレストレスは、鋼材要素に初期ひずみを導入することで、その影響を考慮した。柱部とフーチング部、柱部同士の接合部には界面要素を適用し、モール・クーロンの破壊規準にしたがうものとした。また、界面要素の引張強度をゼロとすることで、柱部の回転変形の影響を考慮した。なお、界面要素の剛性は、Case A1 における荷重－変位包絡線の実験値を追従するものを、感度解析により同定した。

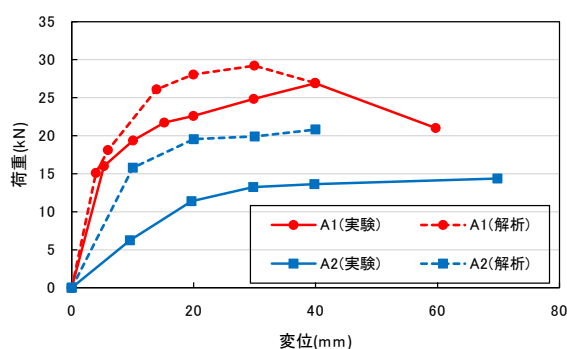


(a) Case A(柱部1分割)

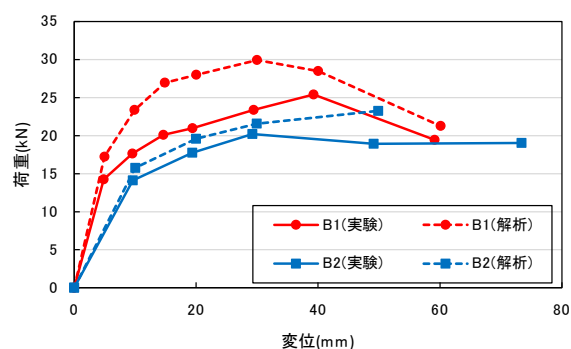


(b) Case B(柱部2分割)

図-2 荷重－変位包絡線における実験値と解析値の比較(正載荷)



(a) Case A(柱部1分割)



(b) Case B(柱部2分割)

図-3 荷重－変位包絡線における実験値と再解析値の比較(正載荷)

3. 2 解析結果

図-2に、荷重－変位包絡線における実験値と解析値の比較をそれぞれ示す。図より、実験において鋼材の付着状況により異なる最大荷重の傾向を、解析でも概ね表現できていることから、解析上で鋼材の付着状況を2種類の鋼材要素を用いて表現することで、妥当な結果をもたらすことが明らかとなった。また、Case Aは実験値と解析値は概ね整合しているが、Case Bは解析値が実験値を過小評価する結果となった。これは、Case Bにおいては界面要素の剛性が過小となっているためであると考えられる。そこで、すべての部材の界面要素の剛性を10倍にして再解析を行うこととした。図-3に、荷重－変位包絡線における実験値と再解析値の比較をそれぞれ示す。Case B2以外は解析値が実験値を過大評価する結果となった。ただし、鋼材の付着状況が同一のCase A1, B1の解析値をそれぞれ比較すると概ね同等となっており、柱部の分割数により最大荷重が変化しない実験の傾向は再現できている。したがって、プレキャストPC部材の耐力評価に際しては、解析上適切な界面要素の剛性を適用することが、評価精度向上につながるといえる。

4. まとめ

本研究では、鋼材の付着状況およびプレキャスト部材の分割数をパラメータとしたプレキャストPC柱部材に対して行われた交番載荷実験結果を対象として、有限要素解析による再現解析を行った。その結果、鋼材の付着状況を2種類の鋼材要素を用いて表現することで、付着状況により異なる最大荷重の傾向を概ね表現できることが示された。また、プレキャストPC柱部材の場合、解析上適切な界面要素の剛性を適用することで、その挙動を概ね捉えられることが示唆された。

【参考文献】高橋ら：プレキャスト部材の接合隅角部における力学的挙動に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.15，No.2，pp.823-828，1993.