

部材接合部に着目したプレキャスト PC 柱部材の力学挙動に関する解析的検討

名古屋工業大学 学生会員 ○井戸 崇仁  
 名古屋工業大学 非会員 川村 駿  
 名古屋工業大学 正会員 武田 健太

1. はじめに

現在、わが国で供用される橋梁の大部分は、PC 構造が採用されている。PC 構造物の建設の際、工期短縮や省力化等を目的として、プレキャスト部材を用いたプレキャスト工法や、グラウト充填作業の必要がないアンボンド工法が採用されることがある。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、部材の接合部における挙動を適切に考慮する必要がある。そこで本研究では、プレキャスト部材の分割数および PC 鋼材の付着状態をパラメータとして行われた、PC 柱部材の静的正負交番載荷実験の結果を対象として、有限要素解析による再現解析を試みた。

2. 解析対象部材の概要

表-1 に、実験ケースを示す。対象部材は、柱部およびフーチング部より構成される。PC 鋼材は全長にわたり付着あり（以下、ボンド）あるいは付着なし（以下、アンボンド）の2種類、柱部におけるプレキャスト部材は1~3分割として交番載荷実験を行っている。図-1 に、載荷実験による荷重-変位包絡線を示す。包絡線は、正方向の載荷により得られたものであり、図中の変位は、載荷点付近で計測されたものを示している。柱部における導入プレストレス量は  $4.9\text{N/mm}^2$  である。Case A-2 以外の最大荷重に着目すると、ボンドに比べアンボンドは約 25%低下している。また、PC 鋼材の付着状態が同じ実験結果同士を比較すると、柱部の分割数によらず、最大荷重は同等となっている。このことから、PC 鋼材の付着が PC 柱部材の挙動に大きな影響を及ぼすものの、柱部の分割数は影響しない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

上述の載荷実験結果を対象に、有限要素解析による再現解析を試みた。解析プログラムには ATENA 3D を用いた。図-2 に、解析上の PC 鋼材の配置例を示す。PC 鋼材には、ボンドでは離散鉄筋要素を用い、アンボンドではコンクリートの変形に追随しないという特徴を有する外ケーブル要素を用いた。また、柱部のメッシュには四面体を採用した。

表-1 実験ケース

Case No.	柱部の分割数	PC鋼材の付着状況
Case A	A-1	1
	A-2	(1200 mm × 1)
Case B	B-1	2
	B-2	(600 mm × 2)
Case C	C-1	3
	C-2	(400 mm × 3)

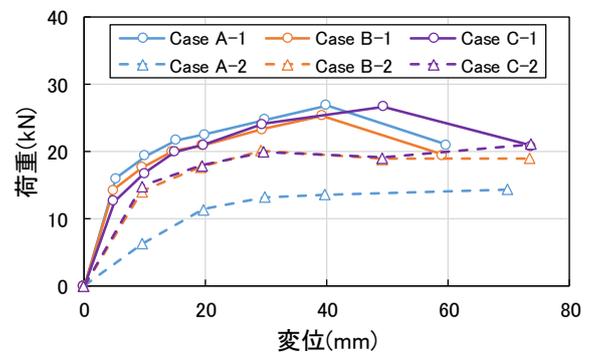
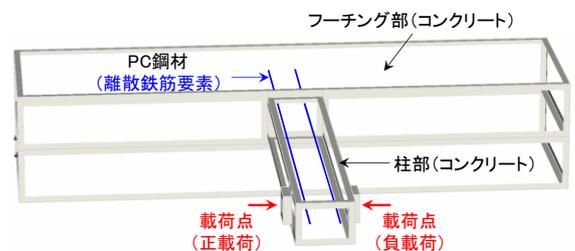
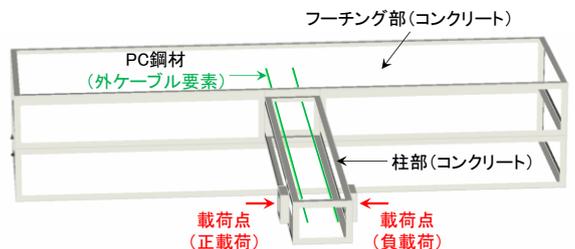


図-1 載荷実験による荷重-変位包絡線



(a) Case A-1 (ボンド)



(b) Case A-2 (アンボンド)

図-2 解析上の PC 鋼材の配置例 (Case A)

図-2 に、解析上の PC 鋼材の配置例を示す。PC 鋼材には、ボンドでは離散鉄筋要素を用い、アンボンドではコンクリートの変形に追随しないという特徴を有する外ケーブル要素を用いた。また、柱部のメッシュには四面体を採用した。

キーワード プレキャスト部材, PC 鋼材の付着状態, 有限要素解析, 界面要素

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-735-7513

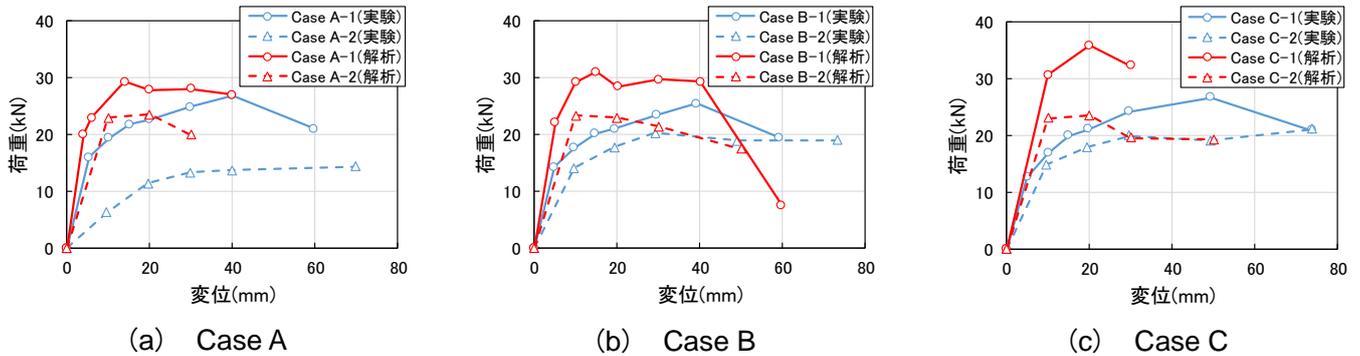


図-3 荷重－変位包絡線における実験値と解析値の比較

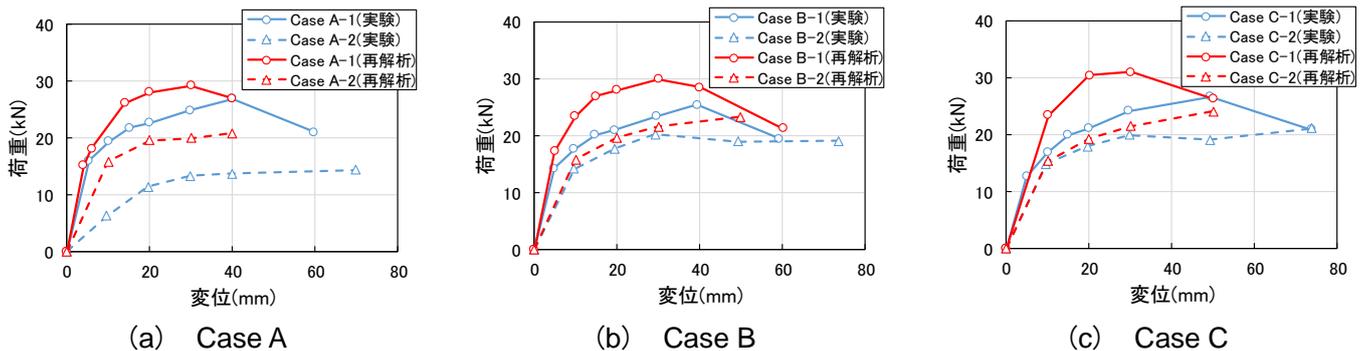


図-4 荷重－変位包絡線における実験値と再解析値の比較

コンクリートの応力－ひずみ関係は、圧縮側の上昇曲線を2次曲線とし、圧縮軟化は直線、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、引張強度、破壊エネルギーはコンクリート標準示方書に記載される式より推定した。PC鋼材の応力－ひずみ関係にはバイリニア型を採用した。PC鋼材のプレストレスは、鋼材要素に初期ひずみを導入し、その影響を考慮した。部材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、直応力方向の引張強度をゼロとすることで、柱部の回転変形を考慮した。

### 3. 2 解析結果

図-3に、荷重－変位包絡線における実験値と解析値の比較を示す。図より、実験でみられたアンボンドの最大荷重がボンドに比べて低下する傾向については、解析でも表現できていることから、PC鋼材の付着の有無を2種の鋼材要素で表現することで、最大荷重の傾向は評価可能といえる。しかしながら、初期剛性に着目すると、すべての解析値が実験値を過大評価した。これは、部材接合部に適用した界面要素の剛性が過大なためと考えられる。そこで、界面要素の剛性を低下させ、再解析を実施した。図-4に、荷重－変位包絡線における実験値と再解析値の比較を示す。図-3と比較すると、荷重や初期剛性は、変位の小さな範囲では、実験値と再解析値は概ね一致するものの、最大荷重は実験値をやや上回る結果となった。したがって、界面要素の剛性低下だけでは、モーメント増大に伴う接合部付近の剛性低下を十分に捉えられないことが明らかとなった。

### 4. まとめ

本研究では、プレキャスト部材の分割数およびPC鋼材の付着状態をパラメータとして行われたPC柱部材の静的正負交番荷重実験結果を対象とし、有限要素解析による再現解析を試みた。その結果、PC鋼材の付着の有無を2種類の鋼材要素を用いて表現することで、付着状態により異なる最大荷重の傾向をある程度の精度で評価可能なことが示された。また、プレキャストPC柱部材の性能評価に際しては、曲げモーメントが最大となる接合部における界面要素の物性値を適切に設定する必要があることが明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 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.