

付着性能に注目したプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) 柱梁十字形部分架構の復元力特性に関する研究 (その3 PC鋼材付着性能)

正会員○北山 和宏\*1  
同 田島 祐之\*2

プレストレスト鉄筋コンクリート 十字型接合部  
PC鋼材付着 PC鋼材相対ずれ

本稿では2005年度に行ったプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) 柱梁十字形部分架構の実験結果<sup>2)</sup>を基にPC鋼棒に沿った付着性能の検討を進めた。

1. 試験体及び実験結果概要

図-1に試験体の形状と寸法、表-1に試験体諸元を示す。試験体は、柱断面を350mm×350mm、梁断面を250mm×400mm、柱芯から梁端支持までが1600mm、梁芯から上柱および下柱加力点までがそれぞれ1415mmと設定した。油圧ジャッキを用いてプレストレスを導入し、その後シース管内にグラウトを注入した。コンクリート強度 (60MPa)・グラウト強度 (60MPa) は各試験体共通とした。梁PC鋼棒には異形PC鋼棒及び丸鋼を用い、緊張力としてPC鋼材降伏強度の0.7倍のプレストレスを導入した。

表-2に試験体結果一覧を示す。破壊形式は3種類存在した。梁曲げ降伏で耐力が決まったB型破壊、梁主筋・PC鋼棒は降伏したが接合部せん断破壊により耐力が決まったB-J1破壊及び梁主筋のみ降伏して最大耐力を迎え、その後の変形においてPC鋼棒は降伏したが、接合部破壊で耐力が決まったB-J2型破壊である。本実験ではB型破壊とB-J型破壊とに分けて検討を行った。なお試験体は全10体あるが本研究においてはPC鋼棒の付着性状に着目したため、丸鋼を用いた試験体M-1、M-3は除外した。両試験体とも接合部内でのPC鋼棒ひずみはほぼ同一であったためである。

2. PC鋼棒すべりと付着応力度

数種のPC鋼棒を有するPRC部分架構試験体の接合部中央付着性能を比較する際、直接PC鋼棒のすべりを計測することが望ましいが、本実験では施工困難なため計測していない。通常PC鋼棒に貼付したひずみゲージの出力を不

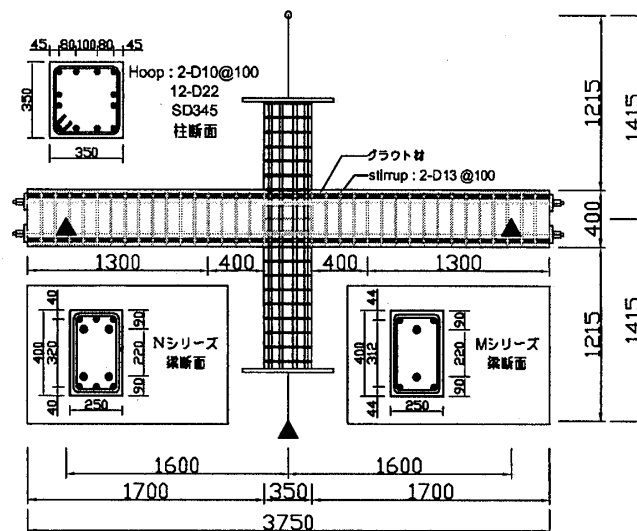


図-1 試験体概要図

表-2 試験体結果一覧

試験体	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
破壊形式	B-J1	B-J1	B-J1	B	B	B-J2	B	B-J2	B-J2	B
最大層せん断力 (kN)	164	158	160	132	98	160	69	152	180	136
最大層せん断力時層間変形角 (%)	1.9	1.9	1.9	2.7	1.9	2.0	1.9	2.8	2.0	2.9
梁主筋降伏時層間変形角 (%)	1.25	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.75	1.0
PC鋼材降伏時層間変形角 (%)	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	4	0.5	4	6.0	1.0
PC鋼材破断時層間変形角 (%)	-	-	-	4.0	2.5	-	2.7	-	-	4.5

動点から積分したものをその点でのPC鋼棒伸びとして扱うが、PC鋼棒のひずみが弾性限界を超えて繰返し載荷すると残留ひずみの影響で精度が低下する。そこで本研究では、接合部中央110mm区間のPC鋼棒と周辺コンクリートとの相対ずれを以下の方法

で算定した。

図-2に示すように、接合部パネル内に設置した変位計で測定したコンクリート横変位を検長で除してひずみゲージ間距離を乗じることによりコンクリート伸び量とした。接合部中央2点のひずみゲージ出力の積分をPC鋼棒伸びとした。この両者の差を接合部中央位置でのPC鋼棒の相対ずれ量とした。

表-1 試験体諸元

試験体名	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	
コンクリート強度	63.4MPa					58.8MPa					
コンクリート割裂引張強度	3.49MPa					3.76MPa					
グラウト材	56.4MPa										
梁PC鋼棒	4-φ10.7 (ウルボン筋)					2-φ17 (丸鋼)	2-φ9.2 (ウルボン筋)	2-φ19 (丸鋼)	2-D22 (異形PC)	2-φ12.6 (ウルボン筋)	
緊張力/降伏強度	0.7										
λt	0.33	0.39	0.41	0.49	0.72	0.39	0.29	0.46	0.66	0.32	
梁上端筋	3-D22	5-D13	2-D22	4-D13	2-D13	3-D22	3-D13	2-D22	4-D13	2-D19	
鉄筋材料	SD345	SD490	SD390	SD345	SD295A	SD345	SD345	SD345	USD685A	SD345	
梁下端筋	3-D22	5-D13	2-D22	2-D19	2-D13	3-D22	3-D13	2-D22	4-D13	2-D19	
鉄筋材料	SD345	SD490	SD390	SD345	SD295A	SD345	SD345	SD345	USD685A	SD345	
【共通因子】											
軸力比(軸力)	0.13(973kN)					・柱主筋 12-D22(SD345) ・フープ 2-D10@100(SD345) ・スターラップ 2-D13@100(SD345)					
柱断面	350×350mm										
梁断面	250×400mm										

PC鋼棒の応力-ひずみ関係の骨格曲線を材料実験に基づき図-3のように10折れ線に近似し、繰返し載荷時にはその点より弾性勾配で除荷されるとモデル化して、PC鋼棒の応力度を測定ひずみから求めた。得られた応力の差をPC鋼棒表面積で除すことより接合部中央でのPC鋼棒附着応力度とした。

3. 接合部中央PC鋼棒附着応力度-相対ずれ関係

図-4(a),(b)にB型破壊とB-J型破壊の接合部中央PC鋼棒附着応力度と相対ずれの関係を示す。各々正加力時の層間変形角2%までをプロットした。試験体M-4を除く全ての試験体は、最大層せん断力以前に接合部中央PC鋼棒附着応力度は減少したことより、附着劣化を生じたと考える。

B型破壊した試験体では、使用しているウルボン筋の径がφ9.2~12.6と異なるが、層間変形角0.25%までは同様な傾向であったがその後はばらつきが大きく、最大附着応力度においては3~6(MPa)と大きく異なった。最大附着応力度時の相対ずれを比較すると試験体M-2は0.08mmと小さく、試験体N-5・N-4は0.18~0.24mmになり、試験体M-5は0.33mmと大きい相対ずれになった。試験体M-2は相対ずれが0.08mmで最大附着応力度に達しその後減少したが0.2mmより再び附着応力度が上昇した。

B-J型破壊した試験体では、試験体M-4は異形PC鋼棒を使用し相対ずれも他の試験体に比べ小さく層間変形角2%まで附着劣化は見られなかった。試験体N-1・N-2・N-3はウルボン筋φ10.7と共通であるが、初期の変形では同様の勾配を示した。試験体N-1・N-2は0.06~0.08mmで一番目のピークに達した。しかし試験体N-3は試験体N-1・N-2と同様な相対ずれ(0.06~0.08mm付近)でのピークは示さなかった。試験体N-2では相対ずれが0.2mm付近より再び附着応力度が上昇し始め、相対ずれ0.26mm付近で梁危険断面位置PC鋼棒降伏により附着応力度が二番目のピークに達した。

4. まとめ

- (1) 試験体M-4を除く全ての試験体において、接合部中央でのPC鋼棒に沿った附着は劣化した。
- (2)  $\lambda_s$  (終局プレストレス率)の異なるB型破壊した試験体において最大附着応力度時の接合部中央PC鋼棒相対ずれは試験体M-2・N-5・N-4・M-5の順で大きくなったが、梁主筋の接合部中央すべり量の大小<sup>2)</sup>と酷似しているためPC鋼材と梁主筋の附着性状は相互作用があると考えられる。
- (3) 試験体M-2・N-2では、相対ずれ0.2(mm)付近より接合部中央PC鋼棒附着応力度が再び上昇し始め最大附着応力度に近い値を示した。この試験体2体とも接合部中央PC鋼棒附着応力度は2つのピークを有した。

参考文献 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説, 2004 2) 北山和宏, 田島祐之ほか2名：附着性能に着目したプレストレス鉄筋コンクリート(PC)柱梁十字形部分架構の復元力特性に関する研究(その1-2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 1-4, 2006

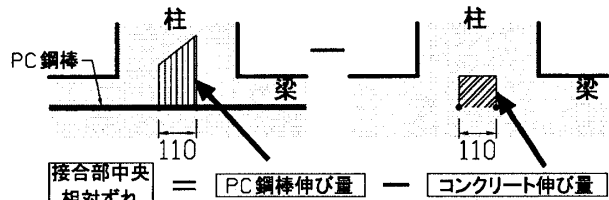
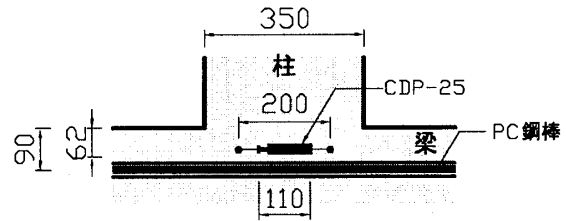


図-2 接合部中央相対ずれ

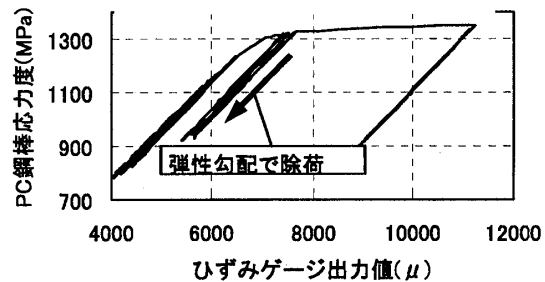


図-3 PC鋼棒応力変換例

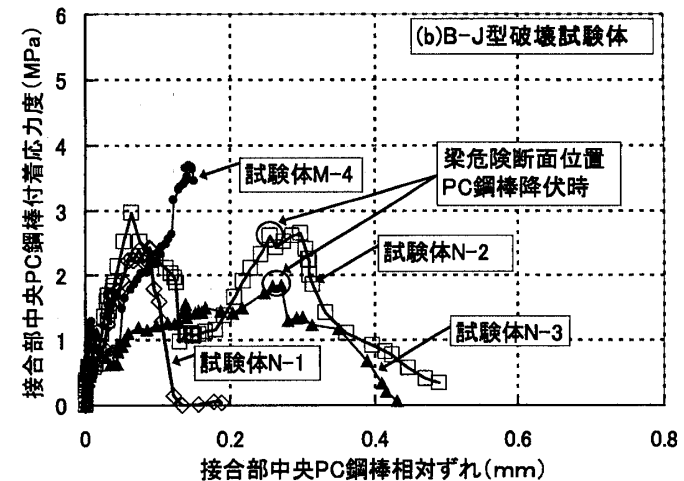
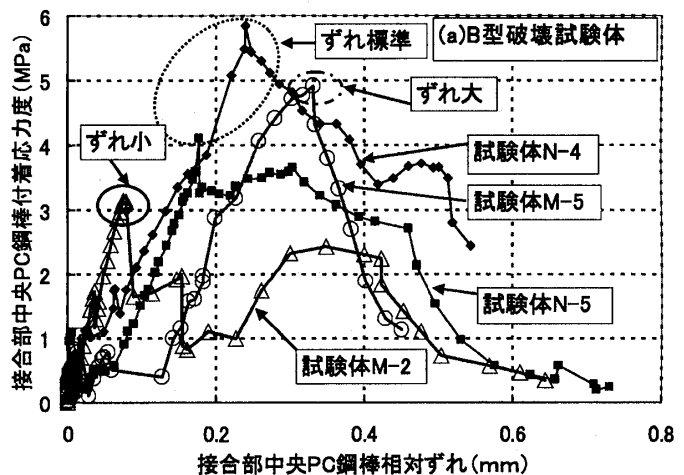


図-4 接合部中央PC鋼棒附着応力度-相対ずれ関係

\*1 首都大学東京大学院工学研究科准教授 工博  
\*2 首都大学東京大学院工学研究科 修士 (工学)

\*1 Associate Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng  
\*2 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University