

ハーフプレキャスト PRC 柱部材の正負交番荷重下の耐荷・変形特性に関する実験的研究

大阪工業大学大学院 学生員 ○家氏 克也 川田建設株式会社 正会員 川口 千大
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘

1. はじめに

著書らは、ハーフプレキャスト PRC 柱部材の耐荷・変形特性に関する研究を継続して行っているが、PC 鋼材が降伏すると変形の回復性が低下するなどの欠点も認められた¹⁾。したがって、本年度は、PC 鋼材を降伏させないように鋼材径を大きくした供試体の実験を追加し、既往の結果と比較することにより、その耐荷・変形特性を検討した。

2. 実験概要

追加実験を実施した HPCaPRC 断面を図-1 示す。HPCaPRC 柱部材は、幅×高さ=500×500mm であり、中央部に 300×300mm の RC 部（以後コア部と略記）を有している。HPCaPRC 柱部材の作製は、まず、高さ 600mm の PCa ブロックをフーチング部から立ち上がっている主鉄筋を取り囲むように 3 段積み上げ、断面内のシースに 8 本の PC 鋼材（ $\phi 13\text{mm}$, $f_{py}=1220\text{N/mm}^2$ ）を挿入し緊張（PC 鋼材引張強度の 10%： $\sigma_{cp}=0.7\text{N/mm}^2$, 25%： $\sigma_{cp}=2.0\text{N/mm}^2$, の 2 種類を選定）することで圧着接合を行った。その後、コア部のコンクリートを打設した。なお、コア部には D13 の主鉄筋（ $f_{sy}=321\text{N/mm}^2$ ）を 12 本配置して

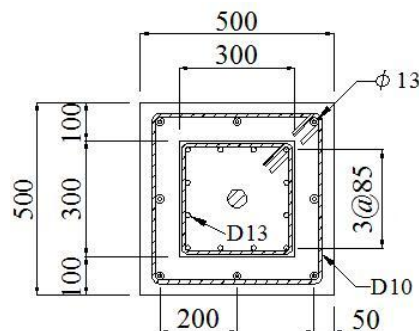


図-1 HPCaPRC 断面（単位：mm）

いる。また、D10 の帯鉄筋（ $f_{sy}=375\text{N/mm}^2$ ）は全てブロック部に配筋し配置間隔を 100mm とした。コンクリートの実材料強度は、HPCaPRC 供試体ブロック部で $f_{ck}=46.5\text{N/mm}^2$, コア部で $f_{ck}=28.8\text{N/mm}^2$ である。なお、これらの供試体は終局時に PC 鋼材が降伏しないように、その径を定めている。また、緊張後にグラウトを注入しないアンボンドタイプとしている。載荷方法は降伏変位 δ_y (9mm) の整数倍で各 3 回繰返しを行う静的正負交番繰返し漸増型載荷とした。載荷位置は基部より 1600mm (H/D=3.2) とし、載荷中は断面中央部のダクト内のアンボンド PC 鋼材を緊張することにより、コンクリート断面に一定軸力 (1N/mm^2) を作用させた。

3. 破壊形式およびひび割れ進展状況

各供試体の詳細と実験結果を表-1 に示す。なお、表中には昨年度実験を実施した供試体 (*印) の結果¹⁾も併せて示している。最大曲げ耐力は、断面ファイバー法により算出し、アンボンドタイプの供試体は、ひずみの適合条件係数 ($\alpha=0.1$)²⁾を用い算出した。また、せん断耐力は土木学会コンクリート標準示方書設計編より算出を行った。載荷終了時（本研究では $7\delta_y$ 時、昨年の研究では $9\delta_y$ 時）の、ひび割れ進展状況を図-2 に示す。0.7PRC $\phi 13\text{U}$ 供試体は、せん断ひび割れが最下段ブロックに発生したが、最終的には、割裂ひび割れが基部付近に発生・進展したことにより基部付近のコンクリートが剥落した。2.0PRC $\phi 13\text{U}$ 供試体は、2 段目のブロックにもせん断ひび割れが進展したが基部

表-1 各供試体の詳細と実験結果

供試体名称	プレストレス 導入量 σ_{cp} (N/mm ²)	PC 鋼材 付着の 有無	帯鉄筋 配置間隔 (mm)	コンクリート標準示方書設計編			最大 耐力 実測値 (kN)
				実材料計算値		せん断 耐力比 V_u/P_u	
				最大曲げ耐力 P_u (kN)	せん断耐力 V_u (kN)		
0.7PRC ϕ 13U	0.7	無	100	189.2	242.1	1.28	247.5
2.0PRC ϕ 13U	2.0	無	100	203.2	252.7	1.24	235.7
1.2PRC ϕ 9.2B*	1.2	有	200	189.6	215.2	1.14	197.5
1.2PRC ϕ 9.2U*	1.2	無	200	180.4	203.2	1.13	180.3
2.0PRC ϕ 9.2B*	2.0	有	200	188.6	223.5	1.18	212.7

キーワード 圧着接合, プレストレス, 柱部材, プレキャスト, 耐荷・変形特性

連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 TEL 06-6954-4109

付近の剥落は抑制された。1.2PRC ϕ 9.2B 供試体は、せん断ひび割れ、PC 鋼材に沿った割裂ひび割れが発生したが顕著な進展は見られなかった。1.2PRC ϕ 9.2U 供試体は、せん断ひび割れの著しい進展は見られなかったものの、割裂ひび割れの進展が顕著であった。2.0PRC ϕ 9.2B 供試体は、せん断ひび割れの進展が基部まで見られた。

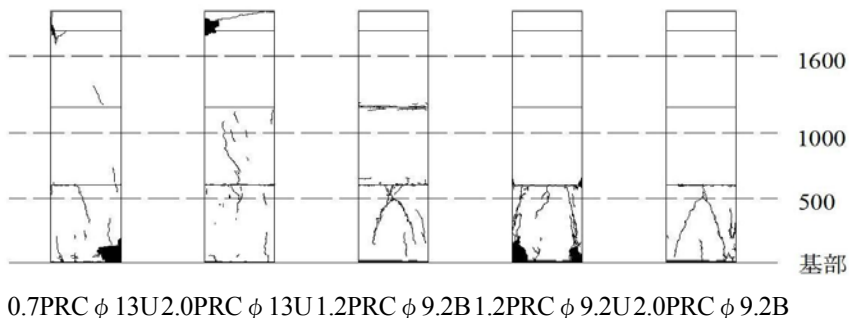


図-2 ひび割れ進展状況 (単位: mm)

4. 荷重-水平変位関係

図-3 に全供試体の荷重-変位履歴曲線を示し、図-4 にその包絡線を示す。0.7PRC ϕ 13 供試体、2.0PRC ϕ 13 供試体と 1.2PRC ϕ 9.2B 供試体、1.2PRC ϕ 9.2U 供試体、2.0PRC ϕ 9.2B 供試体を比較すると、前 2 者は PC 鋼材が降伏していないため、履歴曲線は原点指向型の挙動を示している。これに対し、残りの 3 者は、変位が小さい段階では原点指向型を示すものの、最終的には PC 鋼材が降伏しているため高変位振幅での残留変位が大きくなっている。また、2.0PRC ϕ 13U 供試体では、PC 鋼材を降伏させないことで載荷変位の増加に伴う荷重の増加が見られ、最終的には定着具近傍の損傷により終局に至っているが、定着部を適切に補強すれば、さらに最大荷重は増加したと考えられる。一方、1.2PRC ϕ 9.2B 供試体、1.2PRC ϕ 9.2U 供試体、2.0PRC ϕ 9.2B 供試体においては、PC 鋼材が降伏することにより変形性能やエネルギー消散は大きくなるものの最終的に PC 鋼材が破断したことで急激に荷重が低下している。

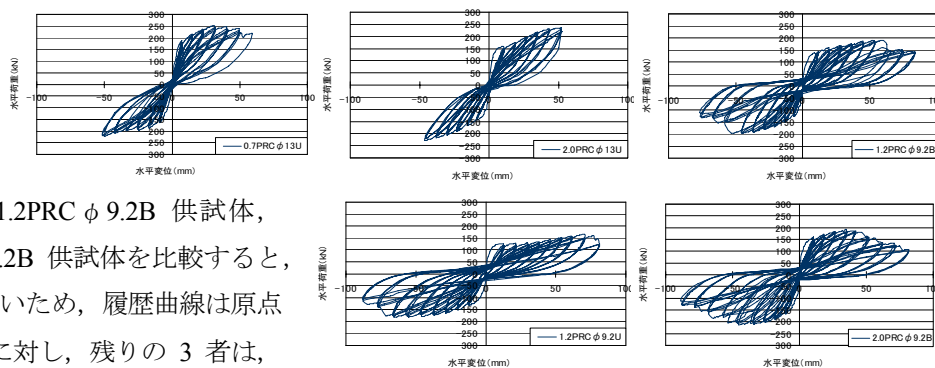


図-3 履歴曲線

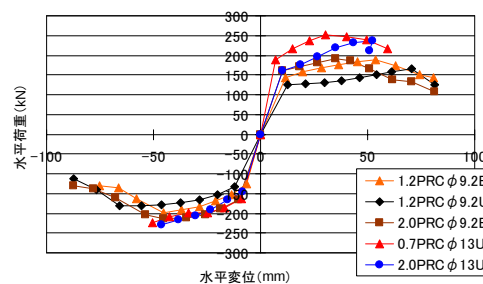


図-4 包絡線の比較

5. 各種変形量の割合

図-5 に各種変形量（開口、曲げ、せん断、ズレ）の割合を示す。各種変形量の測定・算定には多くの不確定要因を含むため、必ずしも正確な値が示されているわけではないが、全体的な傾向として、プレストレス導入量の高い 2.0PRC ϕ 13U 供試体、1.2PRC ϕ 9.2B 供試体は $1\delta_y$ 時から基部開口による変形が卓越することが確認された。これは、プレストレスにより圧着されることで柱部材が一体化され、基部で剛体回転する傾向が強くなるためであるが一方でせん断変形や接合部のズレによる変形の割合はきわめて小さいと言える。

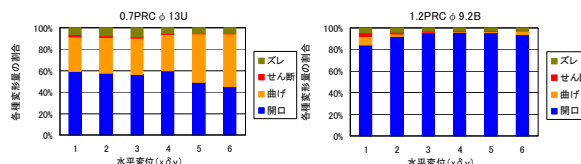


図-5 各種変形量の割合の一例

6. まとめ

本研究結果より、HPCaPRC 構造の供試体は、いずれも残留変位が小さく変形回復率においても高い水準を維持していることから、復元性に優れた構造といえる。特に、アンボンドタイプにすることにより PC 鋼材の応力が平均化し、耐荷力を発揮するまでの変形が大きくなる傾向がある。また、PC 鋼材を降伏させないことで、より復元性が高くなり地震後の復旧性の観点から有効な構造になると考えられる。

7. 参考文献

- 1) 南野ほか：繰返し荷重下におけるハーフプレキャスト PRC 柱部材の耐荷・変形性能に関する実験的研究，平成 21 年度全国大会第 64 回年次学術講演会，V-607
- 2) 小林和夫，仁枝保：横拘束筋を配置したアンボンド PC はりの曲げ耐荷性状，コンクリート工学年次論文報告集，vol.14/No.2，pp565-pp570，1992