

円周分割プレキャストブロック構造の耐震性能に関する実験的研究

日本ヒューム（株） 正会員 ○ 山中典幸
 日本ヒューム（株） 正会員 津田和義
 日本ヒューム（株） 内藤義彦
 日本ヒューム（株） 佐藤琢巳

1. はじめに

構造物のプレキャスト（以下、P C a）化は省力化、急速施工および低公害化を実現する一手法として有効とされている。しかし、P C a 構造の接合部は構造上の弱点となりやすく、接合構造には十分な検討が必要となる。

筆者らは過去に P C ウェル工法における P C a 円環ブロックの接合構造に関して、その耐力、変形性能等を実験的に検証してきたが、本研究では円環断面を更に円周方向に分割した P C a ブロックの接合構造について、耐力・変形性能に着目し、その基本特性に関して実験的な検証を行った。

2. 実験概要

2-1 試験体

試験体は、円周方向に 2 分割した 1/2 円環ブロック（単体ブロック：直径 1.0m、長さ 2.0m）を円周方向および軸方向に合計 8 個接続した構造で外径 1.0m、内径 0.7m、長さ 8.0m の円環柱とした。（図 - 1、図 - 4、表 - 1 参照）

円周方向の接合は、帯鉄筋を溶接した埋込みプレートどうしを接続プレートを用いて接合し、単体ブロック間には 10mm の間隔を置き、ここにグラウトを充填する構造とした。（図 - 2 参照）また、円周方向接合部は、軸方向の接合部毎に 90° 回転させた位置とし、接合方向の相異による性能差の有無について確認を行った。（図 - 4 参照）

軸方向の接合は、従来の P C ウェルと同一に、接合面にエポキシ樹脂を塗布し、軸方向 P C 鋼棒を配置する構造とした。（図 - 3 参照）

なお、過去の P C ウェル模型実験において、軸方向接合部に配置したアンカープレートが実構造と比較して過大な場合、変形性能に悪影響を与えることが報告されているため、今回の実験ではアンカープレートは試験体の両端部に設置する方式とした。

2-2 試験方法

図 - 4 に示す荷重形式により設計曲げ降伏荷重 P_y 作用時の変位を $1\delta_y$ として、図 - 5 の荷重サイクルで正負交番繰り返し曲げ試験を行った。3 δ_y サイクルを越えた後は荷重装置の能力の関係で、正方向の片押しで破壊まで荷重した。

3. 実験結果

3-1 耐力および変形性能

表 - 3 に試験結果を、表 - 2 には計算値および設計値の算定に用いた数値を示す。図 - 6 に荷重中央点位置における荷重 - たわみ履歴曲線を示す。

キーワード：プレキャスト、接合構造、分割構造、曲げ耐力、変形性能

連絡先：〒105-0004 東京都港区新橋 5-33-11 TEL03-3433-4114 FAX03-3436-3275

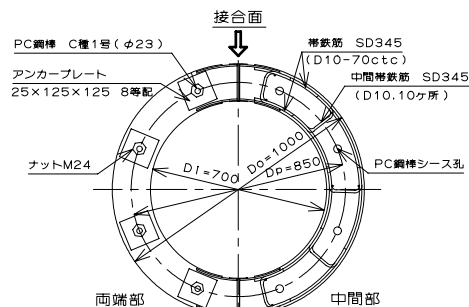


図 - 1 試験体断面図

表 - 1 試験体断面諸元

外径 (mm)	壁厚 (mm)	長さ (mm)	PC 鋼棒 (SBPR1080/1230)			換算 断面積 Ae (cm ²)	有効プレ ストレス σ_{ce} (N/mm ²)
			径 (mm)	本数 (本)	断面積 (cm ²)		
1000 (2 分割)	150	8000 (4 分割)	φ23	8	33.24	4173.7	4.0

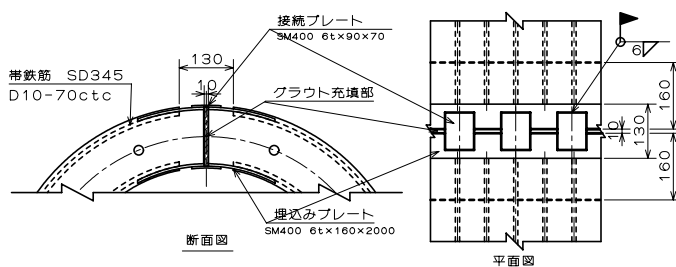


図 - 2 円周方向接合部詳細図

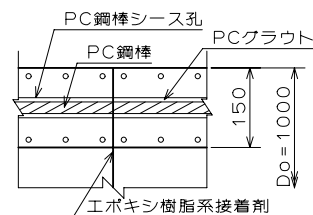


図 - 3 軸方向接合部詳細図

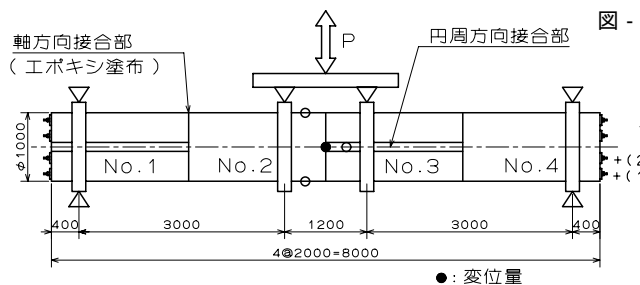


図 - 4 荷重形式

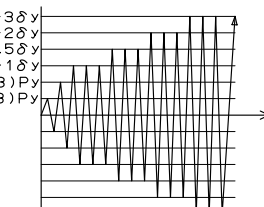


図 - 5 荷重サイクル

計算値および設計値は平成8年版道路橋示方書に規定されている材料の応力度 - ひずみ関係を用いて算出し、コンクリートには帯鉄筋の拘束効果を考慮している。

実験の結果、ひび割れから最大耐力時までのいずれにおいても測定値は計算値を上廻っており、本試験体に用いた接合構造の場合、一体構造としての設計値を適用できるものと判断される。本実験による終局時の変位量は 234.7mm で、降伏変位(+16.2mm)に対して $14.5\delta_y$ となり、一般的な構造部材として十分な変形性能を有するものと考えられる。

なお、初期ひび割れは試験体中央部の軸方向接合部付近に発生し、最終破壊は中央部圧縮側コンクリートの圧壊により生じた。最終破壊時において、PC 鋼棒、帯鉄筋には破断は発生せず、円周方向および軸方向接合部のずれや異状は観測されなかった。また、最終破壊（圧壊）位置は円周方向接合部とその 90° 回転した部分の接合位置であったが、両方の部分でコンクリートの圧壊が生じており、接合方向による顕著な耐力差はないものと思われる。

ただし、今回の試験体の円周方向接合部において、埋込みプレート単体ブロックの軸方向に連続した鋼板（ $L=2.0\text{m}$ ）としたため、これが単体ブロック区間ごとに軸方向鋼材量を増加させ、軸方向接合部との鋼材量を極端に変化させることになった。このため、ひび割れ等の損傷が軸方向ブロック中間部で少なくなり、中央部の接合部に集中する結果となった。実構造物への適用に際しては、埋込みプレートを部材軸方向に連続させず、適切な間隔で分割するのが良いと考えられる。

3-2 円周方向接合部の応力

円周方向接合部の接続プレートで測定した荷重 - ひずみ履歴を図 - 7 ~ 9 に示す。測定位置は図 - 4 に示す通りである。

試験体の曲げ降伏荷重付近（変位： $3\delta_y$ ）までは側面で最大 $\varepsilon_1=61\mu$ （ $\sigma_1\text{max}=-12.2\text{N/mm}^2$ ）、上・下面で最大 $\varepsilon_2=231\mu$ （ $\sigma_2\text{max}=-46.2\text{N/mm}^2$ ）であった。今回の試験体では接続プレート（ $t=6\text{mm}$, $B=70\text{mm}$ ）1 枚は帯鉄筋（D10）2 本分を負担する構造としているため、帯鉄筋の発生応力は $\sigma\text{max}=-136.0\text{N/mm}^2$ 程度と推定される。

なお、本試験体では、終局までのひずみ測定を考慮して、埋込みプレートと接続プレートの板厚は必要値に対して余裕を持ったものとしている。

4. まとめと課題

- (1) 本試験体に用いた接合構造のプレキャストブロック構造は、一体構造としての設計値を適用できるものと判断される。
- (2) 本試験体の終局変位は $14.5\delta_y$ であり、円周方向に分割した PC ウェルにおいても一般的な構造部材と同等な変形性能を有するものと考えられる。
- (3) 最終破壊時においても、円周方向および軸方向接合部には過大な変形や損傷は発生しなかった。また、接合方向の違いによる顕著な耐力差はないと考えられる。
- (4) 本試験体の円周方向接合構造を実構造物へ適用する場合は、埋込みプレートを部材軸方向に適切な間隔で分割するのが良いと考えられる。
- (5) 本実験においては、円周方向接合部の埋込みプレートと接続プレートの接合は溶接方式としたが、本実験の接合部発生応力の検討や要素実験等によりボルト接合の適用性についても検討を進める必要があると思われる。

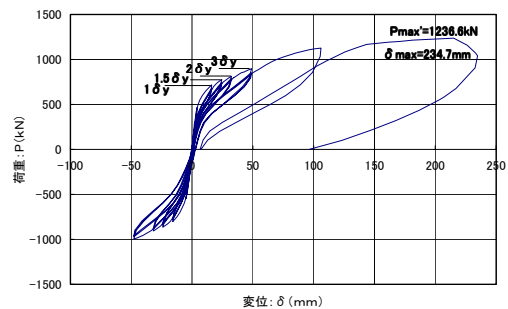


図 - 6 P - δ 曲線

表 - 2 材料実験値

項 目	記号	実験値 (N/mm^2)	規格値 (N/mm^2)
コン クリ ート	圧縮強度	f'_c	54.1
	曲げ引張強度	f_{bk}	(3.3)
	ヤング係数	E'_c	34250
P C 鋼 棒	引張強度	f'_{pu}	1285
	降伏強度	f'_{py}	1174
	ヤング係数	E'_p	200000

表 - 3 試験結果 注) f_{bk} は f'_c を用いた計算値

	ひび割れ曲げ モーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)		M_{cr}' / M_{cr}	降伏時		最大曲げ モーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)		M_{max}' / M_{max}	終局時 曲げモー メント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	終局時 変位 δ_{max} (mm)
				曲げモー メント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	変位 (mm)					
	計算値 M_{cr}	実測値 M_{cr}'		設計値 M_y	実測値 δ_y	計算値 M_{max}	実測値 M_{max}'			
正載荷	559.0 (318.5)	581.5 (333)	1.04	1179.7 (718.9)	16.2	1738.7 (1079.6)	1982.1 (1236.6)	1.14	1677.4 (1040.0)	234.7
負載荷	559.0 (402.8)	709.6 (500)	1.27	1179.7 (803.3)	15.9	—	—	—	—	—

注1). ()内は載荷荷重を示す。

注2). 降伏曲げモーメントは材料の規格値を用いて算出した。

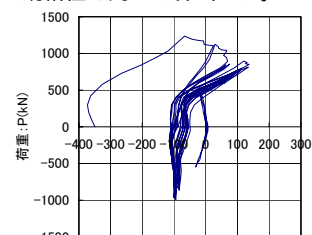


図-7 P-ε 曲線(上面)

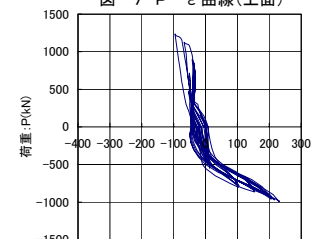


図-8 P-ε 曲線(下面)

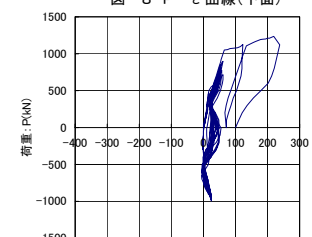


図-9 P-ε 曲線(側面)