

V-420

超高強度シリカフェームコンクリートを用いたPCおよびPRCはりの曲げ性状

日本コンクリート工業㈱ 正会員 小寺 満

日本コンクリート工業㈱ 正会員 丸山武彦

日本コンクリート工業㈱ 正会員 土田伸治

1. はじめに

前報告¹⁾で超高強度コンクリートを用いたRCはりの諸性質についての検討を行った。その結果、超高強度RCはりの使用限界状態での曲げ耐力は、コンクリートの高強度化に比較して増大せず、力学的には有効に作用しない結果が得られた。本報告は、超高強度コンクリートをPCおよびPRCはりに応用し、高プレストレスを導入した曲げ圧縮破壊部材の単純曲げ試験をととして、その曲げ性能を評価したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料：コンク

リートに使用した材料は前報告²⁾と同じもの（シリカフェームのSiO₂含有率94%）を使用し、目標強度は、800, 1100, 1400, 1700kgf/cm²の4種類とした。緊張材に

はSWPR1×7B φ15.2mm、補強材にはSD345 D19、スターラップ筋には普通鉄線φ6mmを用いた。

2.2 試験体：試験体の種類は表-2に示すようにで構造形式（PCおよびPRC構造）、コンクリート強度、緊張材本数および曲げスパン横拘束筋の有無（無印：無，R：有）の組み合わせで合計9体とした。試験体の寸法は、断面b×h=20×40cm、緊張材重心位置d_p=26cm、補強材位置（PRCのみ）d_s=36.4cm、全長L=5mとし、緊張力は0.2%耐力の70%、等曲げスパンには原則としてスターラップを配置していない。

2.3 試験方法：試験方法は、単純曲げ試験とし、支持スパン4.2m、載荷スパン0.4mの2点載荷とした。載荷制御方法は、M_{ud}まで荷重制御とし、以降は変位制御とした。

表-1 圧縮試験結果

目標強度	fc'	E _c ×10 ⁵	E _{ci} ×10 ⁵	ε _{cu} '
[kgf/cm ²]	[kgf/cm ²]	[kgf/cm ²]	[kgf/cm ²]	[μ]
800	814	3.62	3.39	3218
1100	1237	4.23	3.53	3280
1400	1447	4.26	3.42	3782
1700	1770	4.47	3.36	4229

3. 実験結果および考察

試験結果を表-1および2に示す。なお、表-2のM_{ud}は実強度を用いて算出した。全ての試験体の破壊形式は、設計通りの曲げ圧縮破壊となり、横拘束筋の無いPCおよびPRCはりは非常に脆性的な破壊を呈した。

①圧縮試験について：供試体圧縮試験結果を表-1に示す。コンクリートの弾性係数および一軸圧縮ひずみは超高強度になるほど増大し、破壊性状も同じく爆裂的になった。

表-2 曲げ試験結果

分類	試験体 記号	σ _{ce} 計算値 [kgf/cm ²]	M _{crd} [tf·m]	M _{ud} [tf·m]	M _a [tf·m]	M _{cr} [tf·m]	M _{max} [tf·m]	δ _{ud1} [mm]	δ _{ud2} [mm]	M _{cr} / M _{crd}	M _a / M _{max}	M _{max} / M _{ud}	μ = δ _{ud2} / δ _{ud1}
PC	PC08P03	87.6	9.52	17.95	7.46	8.41	20.16	31.22	56.36	0.88	0.37	1.12	1.81
	PC11P05	139.9	12.56	29.16	10.19	12.97	32.08	33.55	49.77	1.03	0.32	1.10	1.48
	PC14P07	176.8	15.31	39.02	12.46	17.96	40.97	37.28	45.73	1.17	0.30	1.05	1.23
	PC17P09	212.4	18.17	49.40	14.53	21.98	49.79	43.97	62.21	1.21	0.29	1.01	1.41
PRC	PR08P03	71.9	8.57	25.17	14.64	10.22	29.80	19.39	44.67	1.19	0.58	1.18	2.30
	PR11P05	125.2	13.13	40.27	19.64	14.25	42.65	34.73	47.04	1.09	0.49	1.06	1.35
	PR14P07	147.2	13.71	44.58	22.76	17.53	49.75	30.05	41.43	1.28	0.51	1.12	1.38
	PR17P09	183.6	18.56	56.29	28.69	19.05	60.83	39.10	48.89	1.03	0.51	1.08	1.25
	PR14P07R	142.8	16.46	46.71	25.30	17.15	51.15	32.84	67.28	1.04	0.54	1.10	2.05

記号例（PR14P07R）＝PRC構造，fc'＝1400kgf/cm²，緊張材本数＝7本，R＝横拘束筋有

②使用限界状態について：使用限界状態 M_a をPC構造で $\sigma_c = -50 \text{ kgf/cm}^2$ 、PRC構造で $w_a = 0.125 \text{ mm}$ （許容ひび割れ幅）とする場合の曲げ破壊に対する割合（ $M_a/M_{\max}$ ）はPC構造で29～37%、PRC構造で49～58%であった。前報¹⁾の超高強度コンクリートRCはりの約0.15と比べてPCおよびPRCは高強度に有効な利用形態であるといえる。

③破壊曲げモーメントについて：破壊曲げモーメントの計算値（ M_{ud} ）は、コンクリートの圧縮応力度の分布を矩形の等価応力ブロックと仮定して、土木学会示方書によって計算した。なお、コンクリートおよび鋼材の特性値は実測値を用いた。 $M_{\max}/M_{ud}$ は表-2のように1.01～1.18の範囲であった。800 kgf/cm^2 のコンクリートでは、この比は1.10を越えているが強度が増加するにしたがってその比率は1に近づく結果となった。このことから、超高強度コンクリートの応力～ひずみ曲線の形状が普通強度のものと相違していることの影響が考えられるが、ここでは十分な検討が出来なかった。

④モーメントとひずみについて：モーメント～コンクリートひずみ曲線を図-2に示す。圧縮側のひずみはいずれの試験体も M_{cr} まで直線的で、ひび割れが発生するとひずみ量の増加率が大きくなる。PRC構造はPC構造に比較して剛性が大きいためひずみ増加率が小さいが、補強材が降伏するとひずみ増加率が大きくなる。PC・PRC構造ともに終局圧縮ひずみは、3700～4300 μ で強度の増加とともに大きくなった。

⑤靱性について：図-3に代表的な試験体のモーメント～たわみ曲線を示し、圧縮破壊試験体の靱性率評価（ $\mu = \delta u_1 / \delta u_2$ ）を表-2に示した。ここで δu_1 は M_{ud} 時のたわみ、 δu_2 は M_{ud} を越え $M_{\max}$ を経て再び M_{ud} になったときのたわみとした。 μ の値は800 kgf/cm^2 コンクリートの場合は $\mu = 1.81, 2.30$ であるのに対し、1700 kgf/cm^2 では $\mu = 1.25, 1.41$ のように高強度コンクリートになるほど低下した。横拘束筋を用いない試験体は、高強度になるにしたがって破壊は爆裂的となった。横拘束筋を配置するとかぶりコンクリートは剥離するが、拘束筋内のコンクリートが依然圧縮力を保持するために耐荷力の低下が少なく、その破壊形態は緩やかとなった。横拘束筋の無いPR14P07が $\mu = 1.38$ であるのに対してPR14P07Rは $\mu = 2.05$ となり、適切な横拘束筋を圧縮域に配置することで、超高強度コンクリートを用いた場合でもPCはりの靱性確保ができることが分かった。

4. まとめ

本実験の範囲での結果をまとめるとつぎのようになる。

- (1) 超高強度コンクリートと高プレストレスを組み合わせることで、使用限界状態での耐荷力を増加させることができ、RC構造よりはPC構造あるいはPRC構造の方が超高強度化を有効に利用できる。
- (2) 超高強度コンクリートを用いたPCおよびPRCはりの破壊曲げモーメントは土木学会式で一応推定はできるが、超高強度コンクリートのS～Sカーブと応力ブロックの関係については、より詳細な検討が必要である。
- (3) 横拘束筋を用いることによって超高強度PCおよびPRCはりの破壊靱性を改善することができる。

【参考文献】

- 1) 丸山他：シカフームを用いた超高強度コンクリートに関する実験的研究，第48回土木学会大会学術講演概要集
- 2) 土田他：超高強度シカフームコンクリートの諸性質に関する研究，第45回土木学会大会学術講演概要集

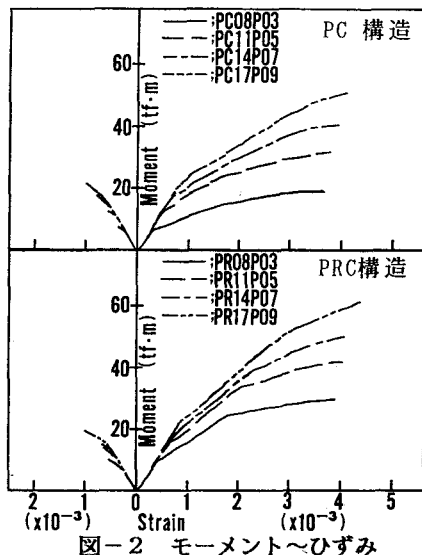


図-2 モーメント～ひずみ

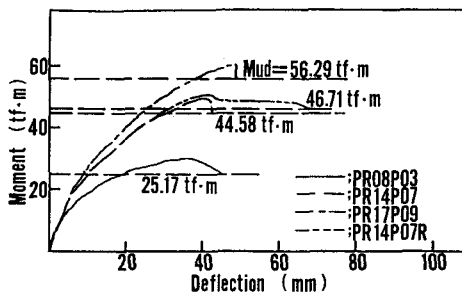


図-3 モーメント～たわみ