

V-19

鉄筋で補強したポーラスコンクリート部材の力学的性状

日本セメント中央研究所 正会員 岡本 享久

日本セメント中央研究所 柴田 辰正

日本セメント中央研究所 吉森 和人

1. まえがき

本研究は、鉄筋とポーラスコンクリートの付着挙動および曲げを受ける鉄筋補強したポーラスコンクリート部材の破壊形式と耐荷挙動について実験的に検討し、ポーラスコンクリートの構造部材への適用および設計に関する技術資料を得ることを目的とした。

2. ポーラスコンクリートの製造

使用したポーラスコンクリートの配合を表-1に示す。本研究の製造方法によるポーラスコンクリートのモルタル粗骨材比(M/G)は碎石の種類にかかわらず一定とした。この場合の粗骨材の周りに形成されるモルタル層の厚さは5号碎石では約0.7mm、7号碎石では約0.3mmとなる。

ポーラスコンクリートの物理的性質に関する試験結果を表-2に示す。

圧縮下におけるポーラスコンクリートの破壊は非常に脆性的であった。しかし、最大応力までの挙動は普通コンクリートと比べてほとんど差がなく、同一の圧縮強度であれば同一の弾性係数の値となった。

表-1 配合

水結合材比 (W/(C+PM))	モルタル粗骨材 比 (M/G)	細骨材結合材 比 (S/(C+PM))	単位量 (kg/m ³)				
			C	PM	W	S	G
23 (wt%)	40 (vol%)	100 (wt%)	180	60	55	235	1470

[注]C:早強セメント、PM:特殊混和材、W:水、S:珪砂、G:碎石

表-2 ポーラスコンクリートの物理的性質

粗骨材 種類	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)		透水係数 ²⁾ (cm/sec)	空隙率 ³⁾ (%)	
		実測値	計算値 ¹⁾		全空隙	連続空隙
5号碎石	170	1.83×10^5	1.57×10^5	3.0	28.4	24.8
7号碎石	290	2.61×10^5	2.07×10^5	0.3	20.4	16.0

[注]1)建築学会RC規準による、2)JIS A 1218に準じて、3)JIS A 1116に準じて

3. ポーラスコンクリートと鉄筋の付着性能

SD295A, D13の鉄筋を用いて引抜き試験を実施した。試験体の養生方法は、蒸気養生（65℃4時間保持）とした。表-3の試験結果から、ポーラスコンクリートの鉄筋との付着強度は普通コンクリートに比べて低く、同一圧縮強度レベルの普通コンクリートの付着強度[1]と比較すると、5号碎石を使用したポーラスコンクリートでは約70%に、7号碎石では約50%に低下した。

表-3 付着試験結果

骨材種類	付着応力 (kgf/cm ²)	
	平均 ¹⁾	最大
5号碎石	59.3	60.2
7号碎石	43.7	44.2

[注]1)自由端のすべり量が0.1mmのときの付着応力

4. 鉄筋で補強したポーラスコンクリートの曲げ性状

(1) 試験体

鉄筋は引張主鉄筋としてSD295, D13を4本用い、スタップラップとしてSR295, φ6を20cm間隔に配置した。試験体の形状寸法および鉄筋の配筋図をそれぞれ図-1および図-2に示す。試験体の種類を表-4に示す。試験体の養生方法は、蒸気養生（65℃4時間保持）とした。

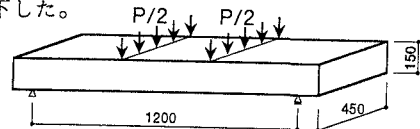


図-1 試験体の形状寸法

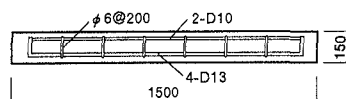


図-2 配筋図

(2) 試験結果

表-4 試験体の種類と試験結果

表-4に各試験体の種類と試験結果を示す。また、各試験体の破壊状況を図-3に、作用荷重とスパン中央点の垂直変位の関係を図-4に示す。

作用荷重-変位曲線から初曲げひび割れ発生時の荷重は、ポーラスコンクリートと普通コンクリートでほぼ同一であり、

その後鉄筋の降伏するまでの曲げ剛性もほとんど同一であった。しかしながら、鉄筋降伏とほぼ同時にポーラスコンクリート試験体は最大耐力に到達し、その後直ちに耐力低下が起り、圧縮部コンクリートの圧壊で終局に至り、粘りが幾分小さな破壊を示した。一方、普通コンクリート試験体は、典型的な曲げ引張破壊の破壊形式となっており、十分な粘りと変形能力を示した。

5号砕石を使用したポーラスコンクリート試験体では、曲げひび割れが発生、その本数を増しながら耐力が増加し、鉄筋の降伏のち最大荷重到達、その後急激に耐力が低下して破壊に至り、最終的には圧縮部コンクリートが圧壊した。一方、7号砕石を使用したポーラスコンクリート試験体では、鉄筋とコンクリートとの付着が5号砕石の場合より小さく、引張鉄筋には一様な引張応力が作用し、中立軸以上にあるコンクリートがタイドアーチ作用をし、このアーチに斜ひび割れが発生しひび割れ先端部が圧壊するせん断圧縮破壊を起こした。鉄筋補強したポーラスコンクリート部材において、鉄筋とポーラスコンクリートの付着強度が弱い場合には曲げ引張破壊から斜ひび割れ先端の圧縮部にアーチが形成されるせん断圧縮破壊[2]となり、しかも靱性に欠ける破壊形式で、設計ではこの点に留意してスターラップと軸方向鉄筋の配筋をする必要があると思われた。なお、付着力向上のために鉄筋にセメントペースト被覆をした試験体では、耐力の向上が見られた。

5. まとめ

本研究により、曲げを受ける鉄筋補強したポーラスコンクリート試験体の耐荷性状は、コンクリートと鉄筋の付着性状の影響を受け、最大荷重に到達するまでは通常のRC部材と変わらないが、最大荷重到達後は通常のRC部材と比べ急激な耐力低下が起り、靱性に欠ける破壊形式となる場合があることが認められた。

〔参考文献〕(1) 谷川恭雄ほか: 鉄筋コンクリート構造-理論と設計-, 森北出版, 1994
(2) 池田尚治・宇治公隆: 鉄筋コンクリートはりのせん断耐荷挙動に及ぼす鉄筋の付着の影響, 土木学会論文報告集, 第293号, pp. 101-109, 1980.1

実験No.	コンクリート種類	粗骨材	透水係数 (cm/sec)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	鉄筋種類	最大荷重 (tf)	破壊モーメント (tfm)	終局曲げモーメント (tfm)	破壊形式
1	ポーラス	5号	3.1	170	普通	11.2	2.24	1.63	曲げ引張
2	ポーラス	5号	3.1	170	被覆 ¹⁾	10.2	2.04	1.63	曲げ引張
3	ポーラス	7号	0.29	290	普通	9.7	1.94	1.75	せん断圧縮
4	ポーラス	7号	0.29	290	被覆 ²⁾	11.4	2.28	1.75	曲げ引張
5	普通	珪2005	—	330	普通	14.4	2.88	1.77	曲げ引張

[注]1) 腐食抵抗を目的としコンクリート打設前日にペースト被覆、2) 付着力を得るために打設直前に被覆

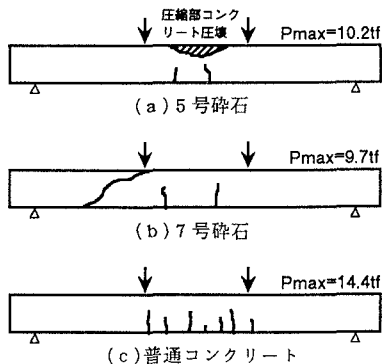


図-3 試験体の破壊性状

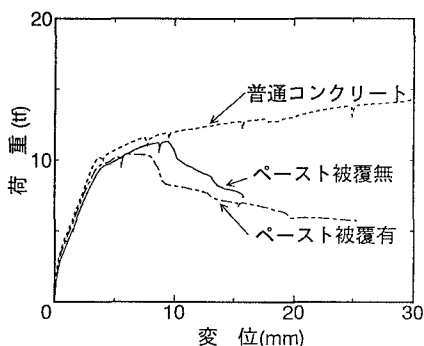


図-4 荷重-変位曲線 (5号砕石)