

金沢大学大学院 学生会員 今村哲史

金沢大学大学院 正会員 五十嵐心一

金沢大学工学部 フェロー 川村満紀

1. 序論

RPC (Reactive Powder Concrete) は超低水セメント比、粉体の最密充填、硬化後の熱処理などを基本原理としてつくられた、超高強度セメント系材料である。RPC800 と称されるコンクリートにおいては、コンクリートがまだ固まらない状態において 50MPa の加圧が施され、その後高温養生を行なうことにより 800MPa の圧縮強度を発現する [1]。普通コンクリートにおいても加圧を行なうことにより強度が増大することは知られているが、RPC における加圧がもたらす内部組織形成過程や、強度発現に及ぼす影響については明らかではない。

本研究においては、加圧しないプロセスでも 250MPa 程度の強度を有する RPC に対してさらに加圧を行ない、それによって生ずる微視的構造の変化を強度増大のメカニズムに関連付けながら検討する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用したセメントはビーライトセメント (略号 C) である。骨材は 6 号珪砂 (S1) および 8 号珪砂 (S2) の 2 種類を使用した。シリカフューム (SF) の混入率はセメント重量に対して 25% とした。減水剤はポリカル

表-1 RPC の配合

W/B	C	SF	S1	S2	W	SP	加圧圧力
0.18	1000	250	500	400	225	4%/C	0MPa 20MPa 50MPa

ボン酸系の高性能 AE 減水剤 (SP) を使用し、その添加率はセメント重量の 4% である。水結合材比は 0.18 である。材料の練混ぜ過程としては、粉体のみの空練りを 2 分間行ない、最初に水と減水剤の混合水の約半分を投入して 3 分間練混ぜた後、残りの混合水を投入しペースト状になるまで練混ぜた。練り上がり時のフロー値は 209 である。

2.2 供試体作製および養生方法

(1) 加圧方法 練混ぜ直後の RPC を直径 50mm、高さ 110mm の型枠に流し込み、テーブルバイブレータにより締固めを行なった。その後、図-1 に示すような装置を用いて万能試験機により加圧を行ない、所定荷重に到達後、四隅の六角ボルトを締めることによってスプリングによって加圧状態を保持したまま恒温恒湿室に 2 日間静置した後に、脱型した。

(2) 養生方法および圧縮強度試験 脱型後の供試体は 24 時間 20℃ の水中養生を行なった後 20℃ の水中養生の継続、90℃ の水中養生および 200℃ の高温常圧 (高温炉内) 養生の 3 条件下で養生を行ない、材齢 7 日にて圧縮強度試験を行なった。

(3) 反射電子像観察 材齢 7 日の供試体から試料を切り出し、エタノール浸漬した。その後、真空装置を用いて樹脂含浸し、樹脂が硬化した後、耐水性研磨紙およびダイヤモンドスラリーを用いて注意深く研磨した。研磨面に金パラジウムを蒸着した後、電子顕微鏡観察を行なった。

(4) 画像解析法 反射電子像に対して 2 値化処理を行ない、累積細孔容積を求めた。また、RPC 構成粒子の充填に関する空間特性を評価することを目的として、個々の骨材粒子をその重心位置を中心とする等価な面積

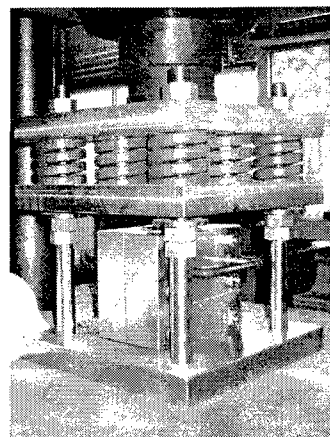


図-1 加圧試験装置

キーワード： RPC、加圧、毛細管空隙、粒子間距離

連絡先: 工学部土木建設工学科 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL076-234-4622 Fax076-234-4632

の円に置換し、それらの中心間平均距離を求めた。

3.結果および考察

図-2 に各加圧力を受けたときのRPCの密度の相違を示す。加圧を行なうことにより、RPCの密度が大きく増大することが確認される。しかし、加圧力が20MPaから50MPaに増大しても密度の増大はあまり大きくはない。また、加圧を行なわない供試体において目視により確認された微細なエントラップドエアが、加圧供試体ではまったく認められなくなった。加圧による密度増加は、水の搾り出しおよびエントラップドエアの消失に起因していることが分かる。

図-3に各加圧力処理を受けたRPCの材齢7日における圧縮強度の相違を示す。いずれの養生温度においても加圧により、圧縮強度は増大することが確認できるが、その増大の程度は高温養生の方が大きく、加圧力が50MPaで200℃養生を行なったものは約380MPaの強度に達した。

図-4は、温度200℃において養生した材齢7日のRPCの試料の細孔径分布を示したものである。加圧力の増大に伴い、全毛細管空隙量が減少していることが確認される。特に、加圧力50MPaでは加圧処理しないものの2分の1程度にまで粗大な毛細管空隙量が減少している。また、最大細孔径（曲線立ち上がり部）に関しても、加圧力の増大に伴い最大細孔径が小さくなっていることも確認でき、初期セメント粒子の充填密度が増大し、粒子間距離が小さくなったことを示唆している。

表-2は骨材の最近接粒子の中心間平均距離を求めたものである。粒子個数に関しては、加圧力の増大に伴い1mm²当たりの粒子個数が増加し、粒子間距離に関しては、加圧力の増大に伴い距離が小さくなっていることが確認できる。すなわち、加圧を行なうことにより、セメントペーストマトリックスは緻密となるが、マトリックス中に分散している骨材粒子も密に充填されることになり、このような骨材の実質的な体積率の増加はひび割れの伝播特性にも影響を及ぼすことが考えられる。

4.結論

本研究において得られた結論をまとめると以下の通りである。

- (1) 加圧を行なうことにより、また、加圧力を増加させることにより、密度および圧縮強度の大幅な増大が確認された。
- (2) 加圧によるRPCの超高強度の発現は、水の搾り出しによる実質的なW/Bの低減、連行空気の消失、毛細管空隙量の減少による組織の緻密化に起因することが確認された。
- (3) 加圧により、RPCの骨材粒子の粒子間距離は小さくなり、また、硬質な骨材の充填性の増大が確認された。

参考文献

[1] Pierre Richard. et al.: Composition of reactive powder concrete, Cement and Concrete Research, Vol25, No.7, pp1501-1511, 1995.

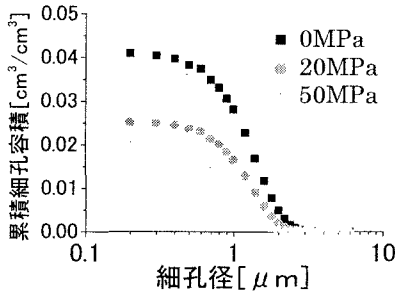
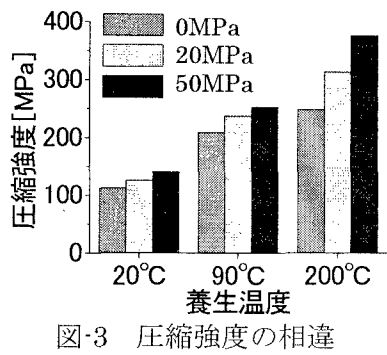
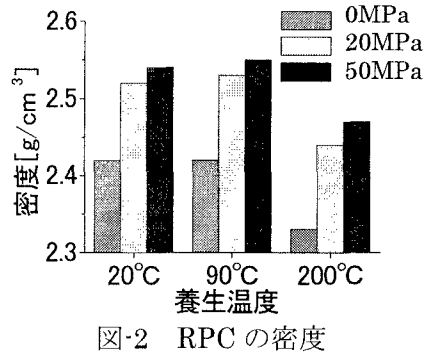


表-2 骨材の画像解析結果

	0MPa	20MPa	50MPa
1mm ² 当たりの粒子個数 [個]	12.9	14.0	14.7
粒子間距離 [μm]	128.1	109.1	101.3