

V-85

高圧下で養生された高流動コンクリートの気泡組織と細孔構造について

室蘭工業大学 学生会員 清野 和徳
 室蘭工業大学 正会員 菅田 紀之
 室蘭工業大学 フェロー 尾崎 訓
 北見工業大学 フェロー 鮎田 耕一

1. はじめに

本研究は、フレッシュな状態から高圧下で養生された高炉スラグ微粉末を用いた高流動コンクリートの強度特性に及ぼす細孔構造や気泡構造を調べ、従来の低発熱型特殊高炉セメントを用いた普通コンクリートとの比較検討をするものである。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

結合材は3種類とし、高流動コンクリートには普通ポルトランドセメントと高炉スラグ微粉末を用い、普通コンクリートには低発熱型特殊高炉セメントのみを用いた。使用した結合材の品質を表-1に示す。使用骨材は白老産陸砂（比重2.73、粗粒率2.73、記号S）および白老産碎石（比重2.66、粗粒率6.68、記号G）である。混和剤としては、高流動コンクリートにはポリカルボン酸系高性能AE減水剤（記号SP）を使用し、普通コンクリートには天然樹脂酸塩系AE剤（記号AE）とリグニンスルホン酸系減水剤（記号P）を使用した。

表-1 結合材の品質

名称	記号	比重	比表面積 (cm ² /g)
普通ポルトランドセメント	N	3.15	3270
低発熱型特殊高炉セメント	L	2.97	3470
高炉スラグ微粉末	B	2.89	6040

表-2 コンクリートの配合

	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
				W	C	S	G	B	AE	SP	P
高流動コンクリート	3.0	35.0	50	160	N:229	892	869	229	—	5.7	—
普通コンクリート	4.5	48.6	45	170	L:350	819	982		0.04	—	1.4

2.2 試験方法

圧縮強度試験 (JIS A 1108) は、 $\phi 10 \times 20$ cmの供試体を用い、材齢28日で行った。硬化コンクリートの気泡分布の測定は、各供試体 ($\phi 10 \times 20$ cm) の中央部分を切断したものを入念に研磨し、画像解析システムにより断面部分の気泡数、分布、気泡間隔係数について調べた。細孔構造の測定は、供試体中央部のコンクリートから採取した2.5～5.0mmのモルタル部分について水銀圧入式ポロシメーターを用い、細孔直径3.2nm以上の全細孔量、細孔径分布の測定を行った。なお高圧下における養生は、高圧容器内の供試体を窒素ガスで加圧することにより行った。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

図-1は、養生時の圧力の影響を検討するために普通コンクリートと高流動コンクリートの養生時における圧力と圧縮強度の関係を示したものである。この図より、養生時の圧力が高いものの方が高強度を示すという傾向が見られた。また、コンクリートの単位容積質量の測定では、高圧下で養生したものが常圧下で養生されたものに対して1～2.5%程度大きい値が確認された。この様な圧縮強度の増加や耐久性の要因として、細孔構造と気泡構造の変化に着目し検討を行った。

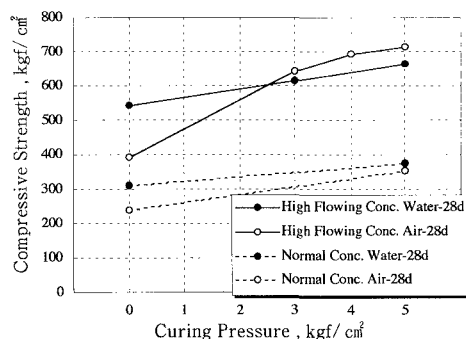


図-1 養生時の圧力と圧縮強度の関係

キーワード：高圧養生、細孔構造、気泡組織、高流動コンクリート

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学建設システム工学科 TEL 0143-47-3175 FAX 0143-47-3392

3.2 細孔構造

図-2は、養生時の圧力と総細孔容積の関係を示したものである。この図より養生時の圧力の高いものの方が総細孔容積は減少するという傾向が見られた。次に高流動コンクリートの細孔径の分布を図-3に示す。水中養生したものに關しては、圧力をかけたものは常圧のものに比べ $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の比較的大きな径を持つ毛細管空隙の減少が見られ、また $0.01\mu\text{m} \sim 0.1\mu\text{m}$ の小さな径の毛細管空隙が増加するという傾向が見られた。気中養生に關しては、水中養生のものに比べ水合が十分に進んでいないため常圧では大きな細孔が多く見られるのに対し、圧力をかけたものでは、圧力を受けることによって $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の比較的大きな空隙の減少が見られた。また、この様な傾向は普通コンクリートに關しても同様に見られた。これらのことより、圧力をかけることによって大きな空隙が減少し総細孔容積が減少するため、コンクリートの組織がより密実になると考えられる。

3.3 気泡構造

表-3に硬化コンクリートの気泡構造の測定結果を示す。空気量に關しては高流動コンクリート、普通コンクリート共に圧力の増大に伴い減少傾向がみられた。また、平均直径に關しても同様に小さくなる傾向にある。これにより気泡間隔係数は大きくなるということがわかった。気泡数に關しては、普通コンクリートでは圧力の増大に伴い減少するが、高流動コンクリートではあまり変化が見られなかった。これらのことより、圧力が増加することによって空気量は減少するが、高流動コンクリートでは気泡数がさほど変化せずに個々の気泡が小さくなるのに対し、普通コンクリートでは、気泡数が大幅に減少することにより空気量が減少することが明らかになった。

4 まとめ

本研究の範囲で、フレッシュ状態から高压下で養生されたコンクリートでは、細孔容積が減少し組織が密実になって強度が増加するが、これは主として比較的大きな毛細管空隙の減少によるものである。また、圧力による空気量の減少は、気泡の大きさが小さくなることによるが、フレッシュコンクリートの性質によって異なり、気泡数の減少による影響が大きい場合もある。

[参考文献]

- 1) 鮎田耕一、桜井宏、田辺寛一郎：硬化コンクリート気泡組織の照度差による画像解析、土木学会土木学会論文集、第420号、V-13、pp81-86（1990）

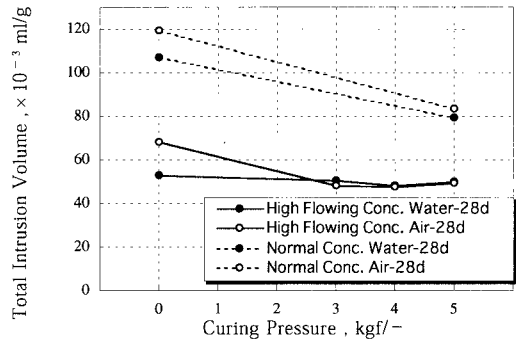


図-2 養生時の圧力と総細孔容積の関係

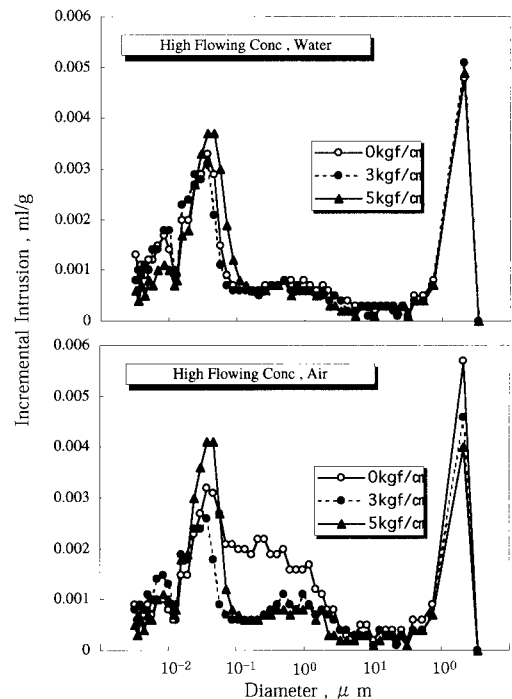


図-3 高流動コンクリートの細孔径分布

表-3 硬化コンクリートの気泡構造の測定結果

種別	養生期間	養生環境	圧力 (kgf/cm ²)	空気量 (%)	間隔係数 (μm)	平均直径 (μm)	気泡数(個)
高流動 コンクリート	28日	水中	0	2.7	157	104	5942
			3	2.3	177	110	4974
			4	2.2	147	91	6005
		気中	0	2.7	164	110	5940
			3	1.7	175	97	4308
			4	1.8	164	92	4676
普通 コンクリート	28日	水中	0	2.7	184	125	7294
			5	1.0	255	111	3505
		気中	0	3.6	171	131	8050
			5	1.1	256	119	3196