

福岡大学 〇正員 江本 幸雄
 福岡大学 正員 大和 行史
 福岡大学 正員 添田 政司

1. まえがき

モルタルおよびコンクリートの強度はセメント硬化体の水和過程における空孔隙率の変化によって左右される。凍結融解作用に対する耐久性もセメント硬化体中の毛细管空隙の寸法が凍結温度に関与することが明らかにされている。このように硬化コンクリートの性質を知る上で空隙および気泡の分布状態を知ることが重要となっている。ここではセメント硬化体中の細孔径分布がモルタルおよびコンクリートの強度、水密性、耐久性および耐熱性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

強度とポリシターとの関係はセメントと砂の配合と1:2としたモルタルで試験を行ない、水密性および耐久性の試験は表-1に示す配合で行なった。また、耐熱性試験は表-1のⅢの配合を用いた。水密性の試験は $\phi 45 \times 30$ の中空洞筒状試体を用い、10気圧のアウトプット法により透水係数を算出した。凍結融解試験は $\phi 10 \times 20$ の内柱状試体を用いてASTM-C666に準じて1サイクル3時間の凍結融解を繰り返し、重量およびたわみ振動による動弾性係数を算出した。耐熱性試験は $\phi 5 \times 10$ の

表-1 コンクリートの配合

配合	W/C %	単位重量 g/m ³				湿和剤
		W	C	S	G	
I	70	175	250	869	1227	0.625
II	61	200	328	793	999	0.820
III	56	174	313	782	1133	0.783
IV	37	170	460	762	1166	6.900

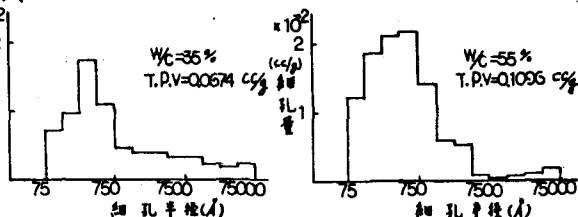


図-1 細孔径分布

試体を用いて200℃～800℃の温度で3時間加熱を行ない、加熱後の圧縮強度と細孔径分布を測定した。細孔径分布の測定は水銀圧入ポリシター(最大圧2000kg)で行ない、試料は強度試験を行なった試体を粉砕し、25mm×5mmのモルタル部分をアセトンで洗浄して用いた。また、コンクリートについてはポリシター法により空気泡の分布測定を行ない、硬化コンクリートの空気量、気泡間隔係数を算出した。

3. 実験結果

1) 圧縮強度 図-1にW/C=55%および35%のモルタルの材料28日における細孔径分布を示す。W/C=55%の場合、全細孔径量は材料1日と3日とでは大差はないが、細孔径分布のピークは小さい細孔半径の方へ移動している。材料7日、28日では全細孔径量は少なくなり、細孔径分布も7500Å以上のものが減少している。W/C=35%の低水セメント比のモルタルでは材料1日において、すでにW/C=55%の材料7日に相当する細孔径分布となっている。材料3日以降7500Å以上の細孔径は極めて少なくなり、強度の増進が見られる。W/Cを変化させた場合の材料28日における細孔径分布はW/Cが小さいほど細孔半径のピークは小さい方に寄り、全細孔径量も少なくなっている。しかし、W/C=65%以上では材料が28日以上経過しても7500Å以上の細孔径量は多く存在している。図-2は全細孔径量とモルタルの強度との関係を示したもので、全細孔径量が減少するにしたがい強度が増加することがわかる。低水セメント比モルタルと普通モルタル

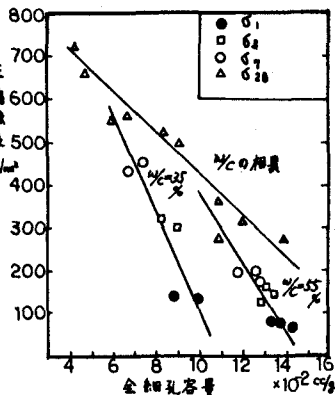


図-2 モルタルの圧縮強度と全細孔径量との関係

ルでは同じ強度であっても低水セメント比の方が全細孔容量は少なくなっている。

2) 水密性 透水試験の結果は表-2に示すように高配合になるほど水密性が大きくなる傾向が認められる。空気量との関係は明白ではないが、強度、全細孔容量と水密性には相関性が見られる。

これは透水性が増した空気泡よりも連続した毛細管空隙に支配されるためと考えられる。

3) 耐久性 凍結融解試験の結果も図-3に示す。配合Iは早いサイクルにおいて動弾性係数の低下が見られる。これは高配合で強度が弱いことが原因と考えられる。配合IIの場合も100サイクル以上になると劣化がみられる。これは高性能減水剤を用いた高強度コンクリートであり、膨張圧を緩和するための硬化コンクリートの空気量が1%と少なく、気泡間隔係数も0.832mmと他の配合より大きいことが原因と考えられる。配合II, IIIの場合も200サイクルから劣化が散見された。細孔径分布は図-4に示すように、全細孔容量と耐久性との関係は認められないが、耐久性に影響を及ぼすといわれる750Å~7500Åの細孔容量は劣化の早かった配合Iに多く見られる。今回の試験ではAE剤を使用していないが、高強度コンクリートを名めてAEコンクリートとすれば耐久性も増し、細孔径分にも変化が現われると考えられる。

4) 耐熱性 図-5に耐熱性試験後の各温度における細孔径分布を示す。全細孔容量は加熱温度が上昇するにしたがって増加する傾向が認められ、それに伴い強度残存率も低下している。各加熱温度における細孔容量のピークは加熱温度400℃以下では750Åより小さい方に、600℃以上では750Åより大きい方に存在している。これは600℃付近においてCa(OH)₂の脱水が起り、微細なひびわれが発生するためと考えられる。また、図-6に示すように加熱温度の上昇とともに750~7500Åの細孔量の増加がみられる。800℃に加熱した場合には750Å以下に減少の傾向が見られる。残存強度については750Å以上の細孔径の割合が増し、400℃以上になると急激に低下を示した。

表-2 硬化コンクリートの諸性質

配合	試験時の圧縮強度 (kg/cm ²)	硬化コンクリートの空気量 (%)	気泡間隔係数 (mm)	全細孔容量 (cc/g)	透水係数 $\times 10^{-10}$ cm/s	耐久性 指数 (%)
I	238	3.9	0.542	0.0848	10.6	22
II	298	3.2	0.564	0.0846	9.58	42
III	385	4.2	0.664	0.0671	288	46
IV	612	1.3	0.832	0.0445	2.78	40

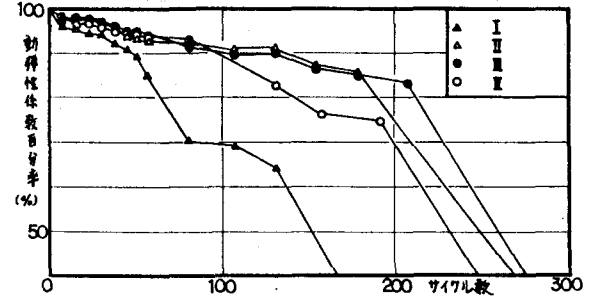


図-3 弾性係数試験結果

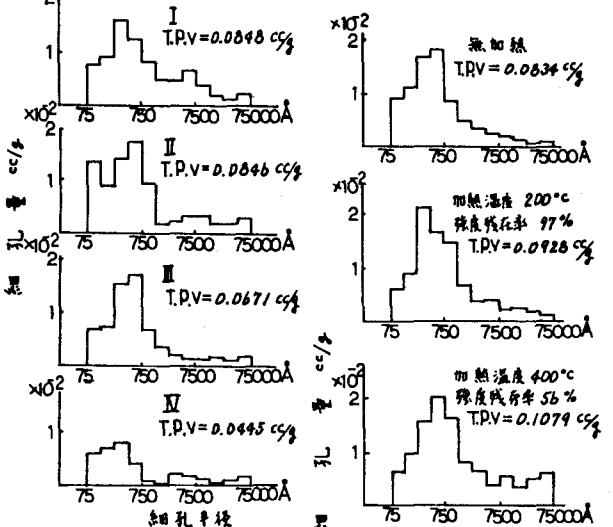


図-4 細孔径分布(コンクリートI~IV)

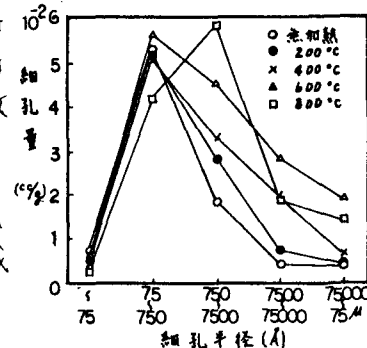


図-6 耐熱性試験後の細孔容量の変化

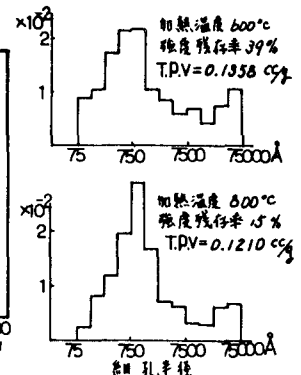


図-5 耐熱性試験後の細孔径分布