

V-216

コンクリート表層部の細孔径分布の特徴

俣大林組 正会員○ 笹谷 輝彦
金沢大学工学部 正会員 鳥居 和之
金沢大学工学部 正会員 川村 満紀

1. まえがき コンクリートが初期材令にて乾燥状態にさらされた場合、コンクリートの表面組織が多孔質となる。一般に、コンクリートの乾燥速度は細孔中の水分の拡散に律速されるので、細孔構造が微細かつ不連続なものは乾燥速度が遅くなる。このような立場よりコンクリートの細孔構造に及ぼす乾燥の影響を見ると、細孔構造の粗大化は、水和反応速度の遅いコンクリート(水・セメント比の大きいまたは混和材使用量の多い)ほど顕著に現れることが予想される。また実際に屋外暴露した場合には乾燥湿潤や凍結融解繰り返し等の作用を受ける反面、降雨により水分の供給を受けるのでそれらの関係を明らかにする必要がある。本研究は、各種環境条件下において約1年間放置されたコンクリートの細孔径分布の測定およびSEM観察により、各種コンクリートの表面組織に及ぼす養生及び環境条件の影響について比較検討したものである。

2. 実験概要 本実験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートの初期水中養生期間は7日および28日の2種類であり、水中浸漬(略号W、温度20℃)、屋内暴露(略号A₇、A₂₈、温度20℃、湿度60%の乾燥室内に放置)、および屋外暴露(略号O₇、O₂₈、本学建物屋上に放置、年間の凍結融解日数12日)の環境下にて約1年間放置した。供試体は、24×24×21cmの比較的大きな立方体状のものを使用し、環境の影響を受ける1

表-1 コンクリートの配合および諸性質

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量, kg/m ³			スラブ (cm)	空気量 (%)	強度 f'c ₂₈ (kgf/cm ²)
			水	セメント	混和材			
PL	55	38	165	300		8.5	5.5	267
FA	55	38	165	210	90	15.5	5.5	204
BS	55	38	165	150	150	12.5	5.2	246
SF	55	38	165	270	30	2.0	5.6	285

PL: 普通セメント, FA: フライアッシュ, BS: 高炉スラグ微粉末, SF: シリカフューム

面以外の5面はアクリル塗料で塗装した。コンクリート表面部(深さ0~1cm)と内部(深さ5~6cm)よりモルタル試料(5~7mm程度の立方体状のもの)を採取し、凍結乾燥(温度-55℃、48時間乾燥)した後に、水銀圧入式ポロシメータを用いて細孔径分布の測定を行うとともに、コンクリート表面部のSEM観察を行った。

3. 実験結果および考察

3-1 細孔径分布の特徴 普通セメントコンクリートの細孔径分布を図-1~3に示す。表面部と内部の全細孔量を比較すると、配合、養生条件および環境条件に関係なく表面部の方が内部よりも全細孔量が大きくなり、このような傾向は水・セメント比の大きなものほど顕著となる。この理由としては、コンクリートの表面部は乾燥の影響を受け多孔質化が進行すること、および型枠と接する表面部には打設時のブリージングの影響により水・セメント比の大きいセメントペースト層が形成されたためと考えられる。水・セメント比45%のものでは、表面部および内部ともに緻密な組織が比較的早期に形成されるので、その後の環境作用による影響を受けにくいようである。しかし、水・セメント比55%および65%のものでは、環境作用の影響を大きく受け、屋外暴露のものは屋内暴露のものよりも全細孔量が大きくなり、細孔径分布も大きな径の方向に移行しているのが認められた。実際、これらの供試体の表面部には長期間の乾燥湿潤の繰り返しにより、0.05~0.1mm程度のヘアークラックが発生しているのが観察され、ヘアークラックの発生は初期水中養生期間の短いものほど顕著に認められた。

混和材を使用したコンクリートの細孔径分布を図-4~6に示す。表面部と内部の全細孔量を比較すると、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、いずれの養生および環境条件についても表面部の方が内部よりも全細孔量が大きくなっているが、強度発現の早いシリカフュームを使用したコンクリートでは表面部と内部との差はほとんど認められない。またフライアッシュを使用したコンクリートでは、普通セメントコンクリートと異なりすべての細孔径の範囲において表面部の方が内部よりも大きな細孔量を示している。また屋内暴露と屋外暴露とを比較すると、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、表面部に乾燥による影響が大きく現れており、このため屋内暴露のものは屋外暴露のものよりも全細孔量が大きくなり、細孔径分布も大きな径の細孔が多くなっている。これは屋外暴露の条件下では降雨により断続的に水分が補給されるので、長期に渡ってフライアッシュお

よび高炉スラグ微粉末のボゾラン反応が進行したことによるものと考えられる。しかしシリカフュームを使用したコンクリートでは、屋内暴露と屋外暴露の相違はほとんど認められない。

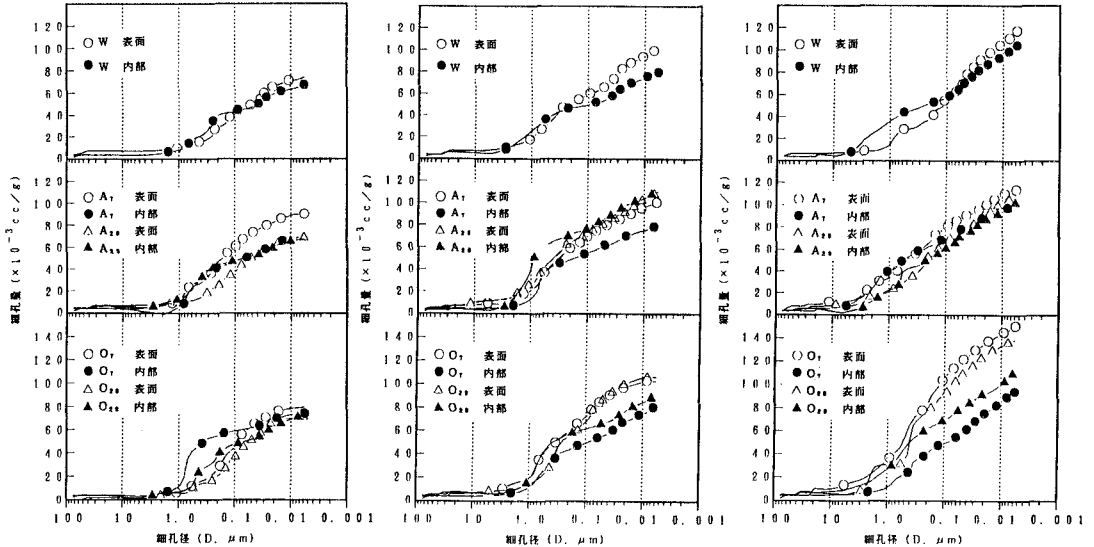


図-1 普通セメントコンクリート (W/C = 4.5%)

図-2 普通セメントコンクリート (W/C = 5.5%)

図-3 普通セメントコンクリート (W/C = 6.5%)

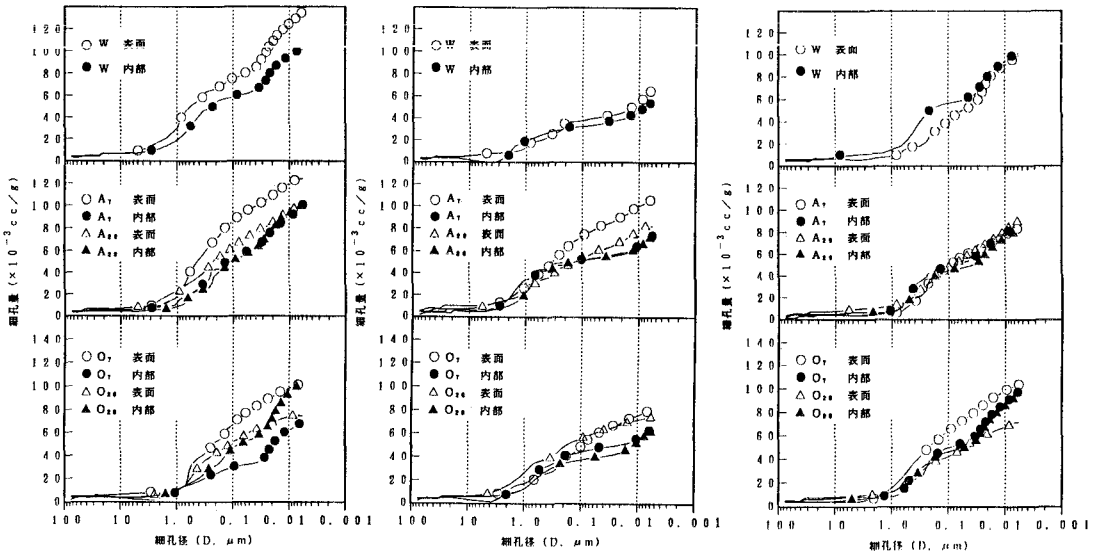


図-4 フライアッシュコンクリート (W/C + FA = 5.5%)

図-5 高炉スラグ微粉末コンクリート (W/C + BS = 5.5%)

図-6 シリカフュームコンクリート (W/C + SF = 5.5%)

3-2 表面組織のSEM観察 普通セメントコンクリートでは水・セメント比が小さなものほど緻密な表面組織が形成されており、表面部のひび割れの発生も少ない。一方、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、普通セメントコンクリートと比較して表面組織が全体的に多孔質となるが、シリカフュームを使用したコンクリートでは、表面部に空隙などは全く観察されず、緻密な表面組織が形成されている。

4. 結論 コンクリートの表面組織は養生および環境の影響を大きく受けており、その影響は特に水・セメント比5.5%以上の普通セメントコンクリートおよびフライアッシュを使用したコンクリートにおいて顕著に認められた。屋外暴露条件下での環境作用がコンクリートの表面組織に及ぼす影響は、混和材を使用したコンクリートよりも普通セメントコンクリートの方が大きいことが明らかになった。