

V-1 硬化したコンクリートの気泡組織について

法政大学 正会員 小林 正 凡
正会員 〇 田 中 弘

苛酷な気象作用を受ける構造物コンクリートの施工においては、AEコンクリートを用いることが重要な要件であり、良質なAE剤を用いて微細な気泡を十分に連行させることが大切である。この研究は各種混和剤を用いた場合について、硬化したコンクリートの気泡組織を実験的に検討しようとしたものである。

実験に用いた骨材は堅硬な富士川産のもので、コンクリートは水セメント比を25~65%また空気量を5.5%程度までの範囲で各種に相違させ、スランフを5~7cmとしたものである。コンクリートは練り上り直後の空気量をローリング型エアメーターによって測定するとともに、硬化したコンクリート供試体を、

切断して平滑に仕上げたコンクリート断面について光学顕微鏡を用いて気泡径を測定し、空気量、気泡間隔係数および気泡の粒径を算出した。測定の結果は表-1に示すようであった。これによれば、水セメント比を45~65%としたフレンコンクリートの場合、気泡の総数は707~1038 μm^3 であって著しく小さく、したがって気泡間隔係数は605~702 μ 程度のきわめて大きい値を示した。しかしAE剤を用いて空気量を3.5%に増加させれば、気泡の総数は急増し、14092~18950 μm^3 とほり、気泡間隔係数は250~270 μ に低下することが示された。高性能減水剤を用いて水セメント比を25%まで低下させ

表-1. コンクリートの気泡組織の測定結果

試験区分			空気量 %			気泡間隔 係数 μ	気泡個数		備考	
			練り後	硬化後	比較 差		総数 7/cm ³	100μ以下 7/cm ³		
1	25	Cx0.75%	%	%	差	μ	7/cm ³	7/cm ³		
			1.4	0.5	-0.9	960	721	87		
			2.1	1.1	-1.0	484	3001	2150	AE剤併用	
	35	Cx0.75%	3.1	1.8	-1.3	388	7453	4020	“	
			1.0	0.7	-0.3	1,340	717	140		
			2.2	0.9	-1.3	649	1033	(60)	AE剤併用	
	45	用いず	3.5	1.3	-2.2	525	9010	5230	“	
			1.0	1.0	±0.0	710	1038	856		
			2.2	2.0	-0.2	420	1920	980	AE剤使用	
	55	用いず	3.5	3.6	+0.1	250	14092	12560	“	
			1.4	1.1	-0.3	695	674	203		
			2.3	1.4	-0.9	598	1028	286	AE剤使用	
	65	用いず	3.5	3.2	-0.3	270	18950	13180	“	
			1.1	1.1	±0.0	720	707	468		
			3.6	3.0	-0.6	410	1796	952	AE剤使用	
2	AE 剤		C 80μm	%	%	差	μ	7/cm ³	7/cm ³	
	用いず			1.7	1.1	-0.6	660	2710	500	
	レジン系	A		4.4	4.3	-0.1	240	27320	21660	
		B		4.5	4.4	-0.1	320	16250	7560	
	高級アルコール系 エマルジョン系	C		4.5	4.5	±0.0	175	21660	16530	
		D		4.5	5.0	+0.5	160	40700	33700	
	非イオン系			E	4.2	4.2	±0.0	410	6620	4720
3	減水剤		W/C %	%	%	差	μ	7/cm ³	7/cm ³	
	用いず	1.8		1.3	-0.5	960	810	70		
		用いず		5.3	5.4	+0.1	160	29240	14220	AE 剤使用
	リグニン系			F	3.7	3.5	-0.2	450	6400	1090
		5.5		5.7	+0.2	240	18450	3600	AE 剤併用	
	ハイドロキシ酸系			G	2.2	1.5	-0.7	680	990	110
		5.0		4.7	-0.3	250	12720	5560	AE 剤併用	
	ポリオール系			H	2.5	1.9	-0.6	670	5380	1930
		4.5		4.5	±0.0	230	25790	18810	AE 剤併用	
	非イオン系			I	3.6	3.3	-0.3	750	600	160
		4.5		4.8	+0.3	700	1400	180	AE 剤併用	

注 粗骨材最大寸法: 25mm, スランフ: 5~7cm

た場合においても空気量が1%程度のコンクリートにおいては同様な傾向にあるが、空気量を大きくしても、それほど、気泡の総数は増加せず、したがって、気泡間隔係数は388~525 μ に比した。

AEコンクリートにおいては、一般には凍結融解に対する抵抗性の飛躍的な増大と、ワーカビリティの改善をはかるため、空気量は5%程度とすることがすめられている。各種AE剤を用い空気量を4.5%程度とした場合、気泡の総数および気泡間隔係数は、それぞれ6620~27320 $\%cm^3$ 、および160~410 μ であつていずれのAE剤を用いた場合にも、用いない場合にくらべて気泡の総数は相当に大きく、また気泡間隔係数もかなり小さくなることゝが示された、しかし、これらはAE剤の種類によつて著しく相違し、とくに非イオン系のものは、他のものにくらべて気泡間隔係数は著しく大きいことが認められた。

各種減水剤を用いAE剤を併用しない場合においては、空気量は2.2~3.7%、また気泡の総数は600~6400 $\%cm^3$ であつて、種類によつてはいくぶん多いものもあるが、気泡間隔係数は相当に大きく、450~750 μ であつて、フレーンコンクリートの場合と大差ないことが示された。しかし、AE剤を併用して空気量を5%程度とした場合には、非イオン系のものを除けば気泡の総数は12720~25790 $\%cm^3$ に増大し、気泡間隔係数は230~250 μ に低下することが認められた。

気泡間隔係数を所要の値にまで低減させるためには、良質なAE剤を用いる必要があるが、気泡の粒径分布を測定した結果の一例を示せば図-1に示すようであつた、これによれば、AE剤を用いない場合は、顕著に卓越したサイズは見受けられないが、AE剤を用いた場合には、100~150 μ 程度以下のものが著しく増大していることが示された、すなわち、例えば、 $\%c$ を4.5%としたものにおいては50 μ 以下は8560 $\%cm^3$ 、50~100 μ 以下は4000 $\%cm^3$ 、100~150 μ 以下は1000 $\%cm^3$ であつた。気泡間隔係数は総数の増加にともない著しく低下するが(図-2)、気泡間隔係数は100 μ 以下の数とかなり密接な関係があり、100 μ 以下のものを連行することにより気泡間隔係数が250 μ 程度以下のものは100 μ 以下のものがあつて、おゝむね4000~5000 $\%cm^3$ 以上であつた。

硬化したコンクリートの空気量は、まだ固まらないコンクリートについて求めた値と大差はなく、平均約0.7%小さい程度であつた。

硬化したコンクリートの空気量を、高水圧式エアメーターによつて測定した結果によれば、あゝむね、光学顕微鏡によつて求めた値と大差ない値を示すが、水セメント比を著しく大きくしたコンクリートにおいては、いくぶん大きく表われるようである。

図-1 コンクリートの気泡の粒径分布

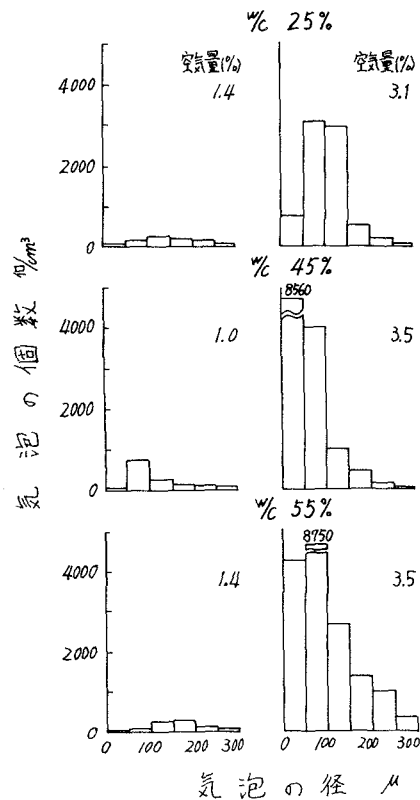


図-2 気泡の個数と気泡間隔係数との関係

