

セメント協会 研究所 正 國府勝郎
セメント協会 研究所 正 佐藤智泰

1. 目的

近年注目されている飛来塩分によるコンクリート構造物の劣化は、コンクリートが多孔性であるために生じた問題であるとの観点から、セメントの種類、水セメント比および養生条件に着目して、コンクリートの細孔径分布を検討した。また、コンクリートの多孔性を改善する方法として、含浸剤を塗布含浸させた場合の効果について検討した。

2. 実験概要

(1) コンクリートの多孔性に関する実験

セメントの種類として、普通、早強および高炉B種を用い、コンクリートの配合は水セメント比を40、50および60%とし、スランブおよび空気量はそれぞれ一定で8cmおよび4%とした。この9種類のコンクリートを表-2に示す条件で養生し、材令28日で強度および細孔径分布を測定した。細孔径分布の試料は、 $\phi 15 \times 30$ cmの供試体の表層部2cmの範囲と中心部からモルタルの小塊を採取した。なお、測定には水銀圧入式のポロシメーターを用い、細孔径75～75000 Åの範囲を対象とした。

(2) 含浸剤に関する試験

含浸剤はコンクリートの微細孔にこれが浸透することによって、細孔の充填あるいは撥水性を付与し、コンクリートの吸水性を低減するものである。実験は水セメント比40および60%、スランブ8cm、空気量4%のコンクリート供試体($\phi 10 \times 20$ cm)を材令2日で脱型し、恒温恒湿室(20℃、65%)で材令14日まで乾燥した後、含浸剤を所定量はけ塗りした。この後、さらに1週間恒温恒湿室に貯蔵した後、無処理供試体とともに飽和食塩水(3.8%)に浸漬し、浸漬期間4および13週で供試体を剖製し、フルオレッセイン発色法⁹⁾によって塩素イオン浸透深さを測定した。含浸剤にはシリコン系2種、アクリル系2種、ポリエステル系1種、ビニルエステル系1種の合計6種を用いた。

3. 試験結果および考察

(1) セメントおよび水セメント比の相違による細孔径分布の変化

気乾養生を行ったコンクリート供試体の中心部および表層部の全細孔容積を図-1に示す。全体にわたって、高炉、普通、早強セメントの順に細孔容積が小さくなるとともに、全細孔容積は水セメント比に反比例する傾向が認められる。また、気乾養生を行った供試体中心部の細孔径分布の結果から、早強セメントを用いた場合の細孔径が最も小さく、高炉セメントは比較的大きく、水セメント比が大きいくほど粗大な空隙が多くなることも認められた。

(2) 細孔径分布に対する養生条件の影響

図-2は水セメント比50%の各種コンクリートの全細孔容積と養生条件との関係を示したものである。普通セメントの場合、4週間にわたって湿润養生を行った供試体の内外部、および材令7日まで水中養生を行った供試体の中心部は、水和が良好に進行して密実な組織になっていることが推察される。しかし、脱型後に気乾状態におかれたり、低温で乾燥した場合には、表層ばかりでなく中心部でも水和が進行せず、粗大な細孔が残存しやすい。図-3は普通セメントを用いた場合の細孔径分布に対する養生条件の影響の例を示したものである。早強セメントの場合には、養生条件や表層部と中心部などの変化が小さい。これ

表-1 コンクリートの配合

最大寸法 (mm)	W/G (%)	s/a (%)	C (kg/m ³)	スランブ (cm)	空気量 (%)
20	40	37	400	8.5	3.5
	50	41	314	5	5
	60	45	258	9.5	4.5

表-2 供試体の養生等の条件

区 分	脱型	環 境 条 件		
湿 潤	2	20℃	水中	28日
初期養生	2	20℃	水中	7日 以後屋外
気 乾	2	20℃	75%R.H.	7日 以後屋外
乾 燥	1	10℃	50%R.H.	28日
含 浸	2	気乾条件14日で含浸 以後屋外		

(注) 屋外は4月

は早期に水和が進行すること、このために水分の蒸発も生じ難くなることなどの効果と思われる。高炉セメントの場合には、スラグの反応が比較的遅いために空隙を生じやすく、初期養生の効果が表示されないので、継続的な湿潤養生が大切である。

(3) 含浸剤の遮塩効果

6種類の含浸剤を塗布した供試体および無処理の供試体の浸漬期間13週における吸水率と発色法によって測定した塩素イオンの浸透深さとの関係を図-4に示す。二重印は無処理供試体である。水セメント比が大きいくほど多孔質であるため、吸水率および塩素イオンの浸透深さが大きい。含浸剤を塗布した供試体は塩素イオンの浸透深さが小さくなっていることが認められるが、銘柄の相違による効果の程度の差が認められる。

なお、溶液浸漬下における塩素イオンの浸透深さと吸水率とは大略相関が認められる。したがって、塩素イオン浸透の程度を判断する品質の目安として、吸水率を試験することが有効と思われる。

(4) 含浸層の細孔径分布

塩素イオンの浸透抑制の効果の大きい2種の銘柄について、含浸層の細孔径分布を測定した。図-5はシリコン系の含浸剤であり、この場合の細孔径分布は無処理のものとは大きな差は認められない。これにもかかわらず遮塩効果が認められたことは、溶液との接触角の増大による撥水性の効果があるものと考えられる。図-6はアクリル系の含浸剤の細孔径分布であり、無処理供試体の細孔径分布に比較して細孔容積の減少が認められ、空隙の充填による効果が推察される。

含浸剤はその耐久性やコンクリートの諸性質に対する影響が未だ十分に調査されていないので、今後の長期的な検討が必要となろう。

(参考文献) (1) JMC耐薬品性W.G.:セメントコンクリート
No444, 1984.2.

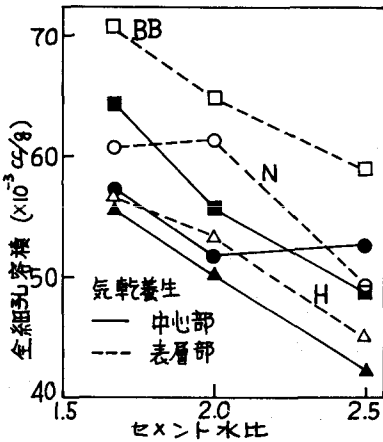


図-1 セメントの種類、水比の影響

