

コンクリートの表層部および中央部の性状比較

金沢大学工学部 正会員 川 村 満 紀
 金沢大学工学部 正会員 鳥 居 和 之
 金沢大学工学部 学生員〇 笹 谷 輝 彦

1. まえがき コンクリートの表層部（表面から0～3cm程度の部分）は、環境の影響を受けやすく、一般に多孔質な組織からなり、表層部の性質は水和反応が十分に進んでいる内部とはかなり相違しているようである。このようなコンクリートの表層部の性質は鉄筋腐食の進行に密接に関係しており、コンクリートの表層部の性質の理解とその改善策の確立がコンクリートの耐久性の向上の面で重要になるものと考えられる。また、混和材を用いたコンクリートは一般に普通セメントコンクリートよりも養生の影響を受けやすいとされているが、混和材を用いたコンクリートの表層部および中央部の性状についてはこれまであまり検討されていない。本研究では、ブロック状のコンクリート供試体より採取したコンクリートコアについて、塩素イオン透過性試験、吸水率試験、細孔径分布の測定、示差熱分析、および中性化試験を実施し、コンクリート体の表層部と中央部の透過性及び組織の相違を比較検討した。

2. 実験概要 本実験に使用したコンクリートの配合条件は、単位結合材量（300 kg/m³）、水・結合材比（55%）、および空気量（5%）を一定とし、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末、およびシリカフュームの重量置換率をそれぞれ30%、50%、10%とした。養生条件は、水中養生28日（略号W、温度20℃の水中に浸漬）と、水中養生7日+気中養生21日（略号A、温度20℃、湿度60%の屋内放置）の2種類である。供試体は、図-1（a）に示すような比較的大きなブロック状であり、コア採取面以外の5面はすべてアクリル系塗料による塗装（プライマーにはエポキシ系樹脂を使用）を施した。所定材令にてブロック供試体より直径10cmのコアを2本、直径5cmのコアを3本を採取した。測定項目を表-1に示す。

3. 結果と考察

3-1 塩素イオン透過量 コンクリートの塩素イオン透過量を図-2および図-3に示す。図-2に示すように、普通セメントコンクリートの塩素イオン透過量は水・セメント比に比例して増加し、養生方法（水中養生と気中養生）の相違が塩素イオン透過性に及ぼす影響は水・セメント比の小さいものほど顕著に表れていることがわかる。また表面からの深さ方向での塩素イオン透過量の比較については、いずれの場合も0～5cmの部分の塩素イオン透過量は5～10cmの部分と比較してかなり小さくなる。この結果は、

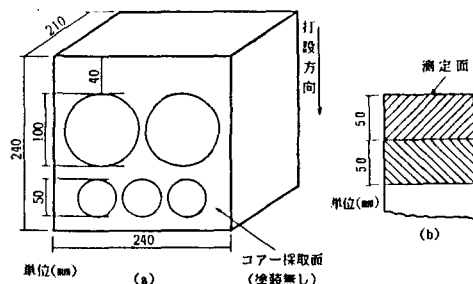


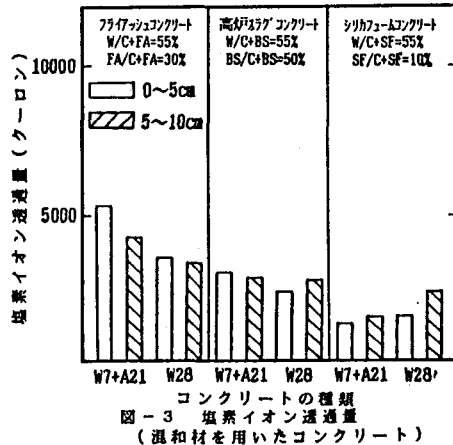
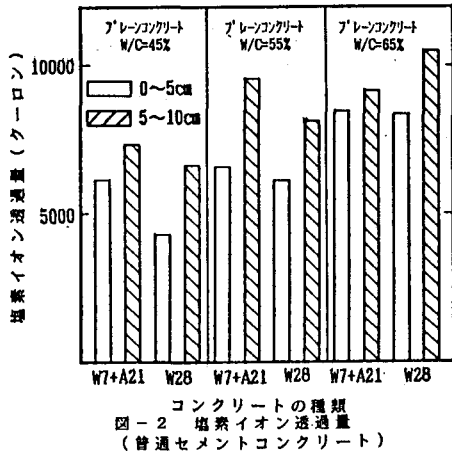
図-1 (a) ブロック供試体

図-1 (b) 急速塩素イオン透過性試験用コア

表-1 測定項目

試験項目	試験方法	測定試料
塩素イオン透過量 ¹⁾	急速塩素イオン透過性試験 (AASIO T-277)	表面より0～5、5～10cmにおけるφ10cmおよび厚さ5cmのコア採取供試体
吸水率試験 ²⁾	24時間常温にて真空乾燥後、大気圧の条件下で24時間飽水させた場合の乾燥重量に対する吸水率	φ5cm および高さ10cmのコアを深さ方向に1cmごとに切断したもの
細孔径分布測定	水銀圧入式ポロシメータ	表面より0～1cmおよび5～6cmの部分より採取したモルタル試料(-55℃で48時間凍結乾燥)
熱分析	示差熱分析	表面より0～1cmおよび5～6cmの部分より採取したセメントペーストの粉末試料(常温における48時間真空乾燥)
中性化試験	1%フェノールフタレイン溶液噴霧	コアを抜いた後のブロック供試体の破断面

に表れていることがわかる。また表面からの深さ方向での塩素イオン透過量の比較については、いずれの場合も0～5cmの部分の塩素イオン透過量は5～10cmの部分と比較してかなり小さくなる。この結果は、



コンクリートの表面に存在するスキン部分(型枠との接触部分でセメントペーストを多く含む部分)が材令28日程度においては塩素イオン透過性の低減に有効に働いていることを示しており、このような普通セメントコンクリートのスキン部分による塩素イオン透過の抑制効果は水・セメント比が小さく、かつ養生の十分なもののほど大きくなることがわかる。一方、図-3に示すように、混和材を用いたコンクリートの塩素イオン透過性は普通セメントコンクリートとはかなり相違する。すなわち、混和材を用いたコンクリートの塩素イオン透過量は、フライアッシュ30%、高炉スラグ50%およびシリカフューム10%の順番で同一水・セメント比の普通セメントコンクリートと比較して大きく低減する。気中養生を行ったフライアッシュ置換率30%のコンクリートにおいては水中養生期間の短い場合において、表層部のコンクリート(0~5cm)は内部のコンクリート(5~10cm)よりも大きな塩素イオン透過量を有する。しかし、その他の場合においては、表層部の塩素イオン透過量は内部と同程度かまたは小さい。

3-2 細孔径分布 コンクリートの全細孔量と0.1 μ m以上の細孔量を表-2に示す。普通セメントコンクリートでは全細孔量および0.1 μ m以上の細孔量ともに0~1cmの部分のほうが5~6cmの部分よりも多くなっているが、水中養生と気中養生との差は比較的小さい。一方、フライアッシュを使用したコンクリートでは、全細孔量は水中養生と気中養生との間であまり相違が見られないが、0.1 μ m以上の細孔量は水中養生したものの方が気中養生したものと比較して表面および内部ともかなり小さくなる。同様な傾向は高炉スラグおよびシリカフュームを使用したコンクリートでも認められ、混和材を使用したコンクリートにおける養生が及ぼす影響は全細孔量よりも0.1 μ m以上の細孔量の変化に大きく現れてくるようである。

表-2 細孔径分布

	養生条件	全細孔量 ($\times 10^{-3}$ cc/g)		0.1 μ m以上の細孔量 ($\times 10^{-3}$ cc/g)	
		0~1cm	5~6cm	0~1cm	5~6cm
Plain 45%	V7+A21	39.1	34.8	13.8	10.3
	V28	39.1	25.2	10.5	8.6
Plain 55%	V7+A21	52.4	41.3	27.6	17.8
	V28	61.4	50.1	26.2	15.2
Plain 65%	V7+A21	83.0	67.6	50.1	26.3
	V28	82.6	77.3	41.3	37.3
Flyash 30%	V7+A21	40.4	79.4	21.6	23.3
	V28	43.1	74.1	8.6	20.7
Slag 50%	V7+A21	80.8	44.5	57.1	17.9
	V28	46.8	45.2	13.4	14.9
Silica fume 10%	V7+A21	47.1	57.6	17.7	21.8
	V28	—	—	—	—

4. 結論 本研究において得られた比較的大きなブロック供試体からのコンクリートコアーによる塩素イオン透過量の測定結果は型枠打設円柱供試体(ϕ 10-20cm)の結果とはかなり相違することが確認された。

参考文献

- 1) D. Whiting, Federal Highway Administration FHWA/RD81/119(1981)
- 2) The Concrete Society, Proc. of Sympo. on Developments in Testing Concrete for Durability(1984)