

V-217 コンクリートの水密性に関する基礎的研究

早稲田大学

学生会員 宮田 克二

早稲田大学

正 会 員 関 博

日本プレスコンクリート(株)

正 会 員 藤井健太郎

1. まえがき

コンクリートは、マクロ的には水密性の高い材料であるが、ミクロ的には極めて空隙の多い素材である。そのため O_2 、 H_2O 、 Cl^- などの気体や液体が空隙中を移動、拡散することにより、鉄筋が腐食する原因ともなる。これらの物質の浸透を防止するためには、コンクリート中の空隙をできるだけ少なくすることが好ましいと思われる。

そこで本実験ではコンクリートの水密性を向上させる手段としてコンクリートの配合（水セメント比の低減）、使用材料（高炉セメントの使用）を取り上げた。また、コンクリートの水密性の評価を塩素イオンの浸透状況ならびにコンクリートの空隙分布状況によって検討することを試みた。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製と配合

本実験においては、セメントに普通ポルトランドセメント、B種高炉セメント、細骨材に大井川産川砂、粗骨材に大井川産玉石砕石をそれぞれ使用した。本実験に使用したコンクリートの配合を表1に示す。供試体は、 $\phi 15 \times 15 \text{ cm}$ の円柱体であり、打設後1日で脱型し、室内に静置した。なお、側面及び上下面縁辺はエポキシ樹脂の塗装（5層）を施した。

2.2 Cl^- の透過試験

(1) 浸漬法

供試体を濃度3%の $NaCl$ 溶液に28及び91日間浸漬した。試験液は、浸漬材令28日迄は7日ごとにそれ以後は28日ごとに交換した。

所定の材令で供試体を二分割し、一方の試験体の断面にフルオレセインナトリウム($C_{20}H_{10}O_5Na_2$, 0.1%)及び硝酸銀($AgNO_3$, 0.1N)を噴霧し、白色を呈した部分を Cl^- の浸透した領域としてその面積をプランメーターを用いて測定し、平均浸透深さを計算した。また、二分割したもう一方の試験体は全塩分量の分析に供した。なお全塩分量の分析はJCI規準案『硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法(案)』(1987)に基づき実施した。

(2) 浸透法

図1に示すように供試体上面に濃度3%の $NaCl$ 溶液を滞留させた。試験液は、一定の水位（12cm）を保つように補充した。材令28及び91日の供試体について（1）と同様に全塩分量の分析を行った。

(3) 拡散セル法

供試体を最大骨材寸法の2倍程度（約4cm）の厚さに切断して図2に示すような拡散セルにセットする。I-側には濃度10%の $NaCl$ 溶液を、II-側には純水を入れ、II-側の Cl^- 濃度をイオン濃度計を用いて測定した。

表1 コンクリートの示方配合

セメント の種類	実験 証号	W/C (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
						W	C	S	G	AE系減水剤	
普通	A1	7.0	1.2	4.0	5.0	182	260	812	820	0.26	—
普通	A2	34.8	2.5	2.0	4.0	146	420	734	1116	—	3.36
高炉	E	35.7	2.5	2.0	3.8	150	420	712	1127	—	3.36

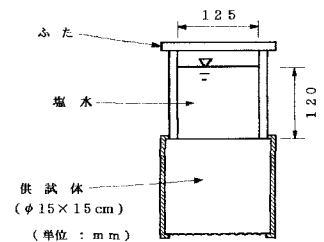
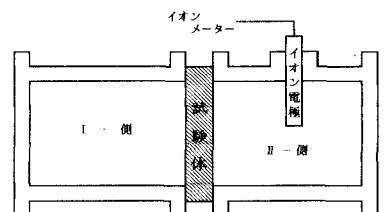
図1 Cl^- の透過試験（浸透法）

図2 拡散セル測定装置

2. 3 コンクリートの細孔径分布の測定

各供試体について水銀圧入式ポロシメーターを用いて細孔径分布を測定した。

3. 実験結果及び考察

3. 1 Cl^- の浸透状況

浸漬法、浸透法における Cl^- の浸透状況をそれぞれ図3、4に示す。図3、4によると、全塩分の測定値は塩水が触れる時間が長くなるにつれて Cl^- が浸透していくことを示している。また、拡散セルの結果は、1年4ヶ月経過後、II-側の塩素イオン濃度を測定したところ、供試体A1で約650ppm、A2で約95ppm、Eで約60ppmとごくわずかではあるが Cl^- が拡散したことを示していた。

3. 2 コンクリートの細孔径分布

水銀圧入式ポロシメーターによる測定結果の一例を図5に示す。また、同一供試体の細孔径分布においてコンクリート打設面に近い部分は中央部と比べて若干粗い組織となっているようで、この傾向はすべての供試体において示されていた。これは供試体上面にブリージング水が上昇することなどが原因と思われる。

3. 3 各要因の相互比較

(1) 水セメント比の相違

図3、4に示されているように富配合のコンクリートほど Cl^- の浸透は低いことがわかる。これは、水セメント比が小さいほどセメントペーストの構造が緻密となり、細孔径ならびに細孔量が減少することによるものと思われ、このことは細孔径分布測定結果によっても確かめられた。

(2) 普通セメントと高炉セメントの相違

図3、4の結果から、高炉セメントを用いることによって、若干ではあるが Cl^- の浸透は減少するようである。また、細孔径分布測定において全容積の減少は顕著ではなかったが、細孔径分布は $2 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3 \text{ \AA}$ の度数が減少し、 $2 \times 10^2 \text{ \AA}$ 以下の径の度数が大きくなるため平均細孔径はかなり小さくなった。

4. まとめ

コンクリート供試体における Cl^- の透過性及びポロシチー試験結果より以下の事項が明らかとなった。

- (1) コンクリートの水密性の向上の手段としては、水セメント比の低減、高炉セメントの使用は有効と考えられる。
- (2) 本実験より得られた Cl^- の透過性の大小は、ポロシチー試験で得られた平均細孔径の大小の傾向を反映する傾向にあり、今回の実験方法は、コンクリートの水密性の評価法としては妥当であると考えられる。

最後に、水銀圧入式ポロシメーターによる細孔径分布を測定するにあたり、新日鐵化学(株)に御協力を頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

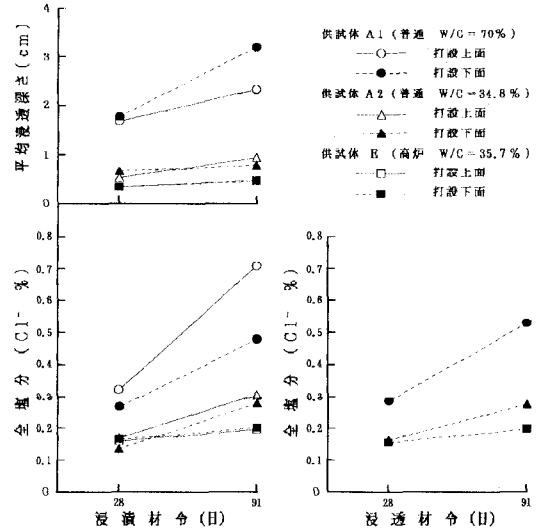
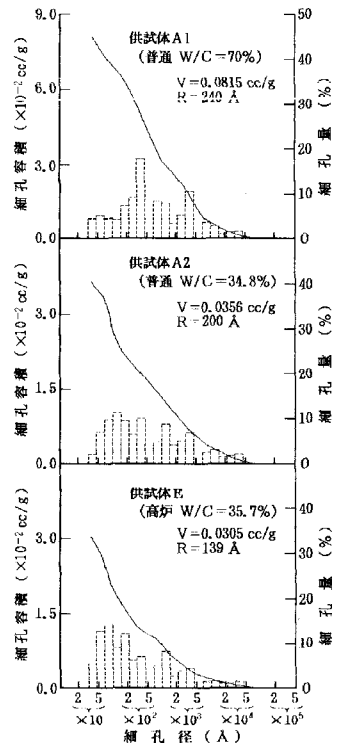


図3 Cl^- の浸透状況(浸漬法)

図4 Cl^- の浸透状況(浸透法)



[注] 採取位置
 実験は、細孔容積をヒストグラムは、細孔量を示す。
 V: 全細孔容積
 R: 平均細孔径

図5

細孔径分布