

低水圧下における高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの水密性に関する研究

日本大学大学院 学生員 關 裕司

日本大学 F 会員 越川 茂雄

日本大学 正会員 伊藤 義也

1. はじめに

現在、一般に密実なコンクリートの水密性は拡散係数¹⁾を尺度として評価している。拡散係数は供試体の一端面に約 0.5~2.0MPa の高水圧を加えることによって一次元流を発生させ、一定時間の浸透深さから算出し求まる。しかし、0.15 MPa 以下の水圧を加えた場合にはコンクリート中の水の流れは高水圧下の場合と相違し、このような実際の構造物に作用すると考えられる低水圧下による水密性の尺度は浸透係数によって評価できることが報告²⁾されている。そこで、本研究は提案された浸透係数を用いて高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの水密性を評価することを目的とし、実験検討を行ったものである。

2. 使用材料および配合

本実験に用いた高炉スラグ微粉末はN社製であり、粉末度の異なる2種類(粉末度 4410 および 5620cm²/g)を使用した。

セメントはT社製普通ポルトランドセメント(比重 3.16 比表面積 3350cm²/g), 細骨材は茨城県鹿島産陸砂(比重 2.63 F.M.2.77 吸水率 1.37%), 粗骨材は東京青梅産砕石 2005(比重 2.67 F.M.6.70 吸水率 0.92%), 混和剤はN社製 AE 減水剤, 空気調整剤を用いた。配合は単位結合材量を 260, 300, および 340kg/m³, 高炉スラグ微粉末のセメントに対する置換率を 0, 30, 50, 70%として組み合わせた計 13 種類の AE コンクリートである。なお、目標スランプおよび空気量はそれぞれ 12cm および 6%とした。これらの配合および試験結果を表-1 に示す。

3. 試験方法

3. 1 コンクリート中の水の流れ²⁾

図-1 にコンクリート中の浸透流の構成および水圧分布のモデルを示す。図-1 において作用する水圧が 0.15Mpa 以下の

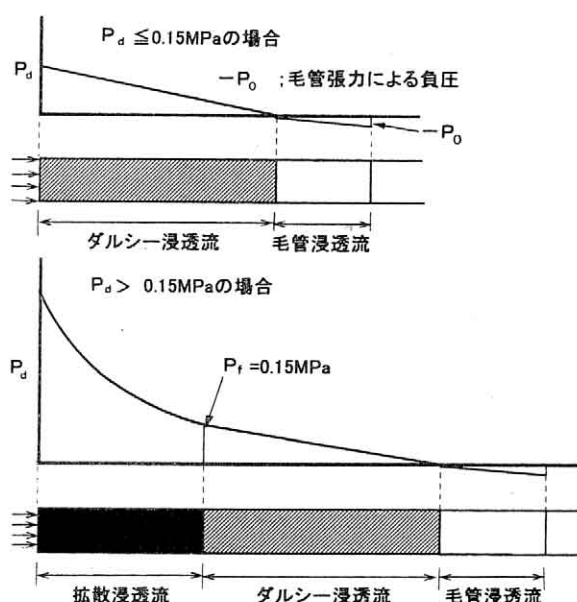


図-1 コンクリート中の浸透流の構成および水圧分布

表-1 高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの配合および試験結果

骨材 最大 寸法	目標 スラン プ	目標 空気量	単位結 合材量	高炉スラグ 微粉末の 粉末度	高炉スラグ 微粉末の 置換率	水結 合材比	細骨材率 s/a	単位量(kg/m ³)				AE減水剤 (原液)	補助 AE剤	スラ ンプ SL	空気量	単位容 積質量	コンク リート 温度	
								水	結合材		細骨材							粗骨材
									セメント	高炉 スラグ BF								
(mm)	(cm)	(%)	(kg/m ³)	(g/cm ²)	(%)	(%)	(%)	W	C	BF	S	G	(cc/m ³)		(%)	(kg/l)	(℃)	
20	12±1	6±0.5	260	0	0	56.9	45.2	148	260	0	844	1093	650	2A	12.0	5.5	2.3401	24
				4410	50	54.6	44.9	142	130	130	841	1047		5A	12.5	5.5	2.3511	26
				5620		53.8	43.6	140	130	130	819	1076		6A	12.0	5.5	2.3525	24
			300	0	0	49.3	43.7	148	300	0	801	1048	750	2.2A	12.0	5.5	2.3656	25
					30	48.3	42.5	145	210	90	780	1070		4A	12.0	5.5	2.3729	
				4410	50	47.3	42.3	142	150	150	778	1077		5A	12.0	5.5	2.3708	
					70	46.3	42.1	139	90	210	776	1083		6.5A	11.5	5.6	2.3610	
					30	47.7	42.4	143	210	90	791	1091		5A	11.0	5.5	2.3642	
				5620	50	47.3	42.5	142	150	150	782	1073		5A	14.5	5.3	2.3832	
					70	45.7	42.0	137	90	210	787	1104		8A	11.5	5.5	2.3756	24
			340	0	0	43.5	42.5	148	340	0	765	1050	850	3A	12.0	5.5	2.3728	25
				4410	50	41.8	41.2	142	170	170	743	1077		5A	11.5	5.5	2.3586	27
				5620		41.2	41.1	140	170	170	744	1082		6A	11.5	5.5	2.3726	25

キーワード：高炉スラグ微粉末, 水密性, 浸透係数, 拡散係数

連絡先：〒275-8575 習志野市泉町1-2-1 TEL・FAX:047-474-2470

場合は流速が場所的に一定であり、動水勾配が線形となるダルシー浸透流に従い、0.15MPa を超えるものは圧力水によるコンクリートおよび水の弾性変形を起こすという条件をダルシー則に加えて得られる浸透拡散流と0.15MPa 以下のダルシー浸透流からなり、いずれの場合もダルシー浸透流の先端には毛管浸透流が存在する。

3. 2 透水試験方法

供試体はφ150×150mm の円柱供試体で材齢 28 日まで標準養生し、温度約 45℃、湿度約 35%の室内で約 14 日間乾燥した後、試験に供した。透水試験は浸透深さ法（インプット法）に準じて行い、0.15Mpa の水圧を 48 時間加えた。なお、同時に作製、養生を行った供試体によって毛管浸透試験を行った。毛管浸透試験は供試体上面に約 1cm 程度の水を張り 48 時間行った。いずれの供試体も試験終了後直ちにコンクリートの引張り強度試験方法に準じて縦方向に割裂を行い水の浸透深さを測定した。0.15Mpa によって得られたの浸透深さから毛管浸透深さを差し引いた値をダルシー浸透流による平均浸透深さとした。なお、浸透係数は次式によって算出した。

$$K = \frac{\omega_0}{2Pt} dm^2 \quad \cdots(1)$$

ここに、 K : コンクリートの浸透係数 (m/s)

P : 試験水圧(0.15Mpa)

t : 水圧を加えた時間(48×60²s)

dm : 平均浸透深さ(mm)

ω_0 : 水の単位容積重量(9.8×10⁻⁶N/mm³)

4. 試験結果および考察

図-2 はスラグ置換率 50%の場合の単位結合材量と浸透係数の関係を示すものである。図-2 において浸透係数は単位結合材料が大になるに従い小となる。単位結合材量が 260kg/m³ の浸透係数の割合を 1 とすると粉末度 4410 および 5620cm²/g の 300, 340 kg/m³ の割合はそれぞれ 0.40～0.96 平均 0.60, 0.24～0.58 平均 0.39 である。

図-3 に単位結合材量 300kg/m³ の場合におけるスラグ置換率と浸透係数の関係を示す。図-3 において粉末度 4410 および 5620cm²/g の両者ともスラグ置換率が大となるに従い一旦浸透係数が増加し、最大値に達した後減少することが認められた。これは高炉スラグ微粉末とポルトランドセメントの水和の相対的關係によるものと考えられる。これは既往の拡散係数による水密性の研究報告³⁾と同様の傾向を示した。

図-4 に粉末度と浸透係数の関係を示す。図-4 においてスラグ置換率 30 および 50%の場合、粉末度 4410 g/cm² に比較して粉末度 5620g/cm² の浸透係数はそれぞれ 1.22 倍および 1.34 倍と若干増加するが、70%の場合は 0.86 倍と若干小さくなる傾向が認められた。

以上のことも高炉スラグ微粉末とポルトランドセメントの水和の相対的關係によるものと考えられる。

参考文献)

- 1)村田二郎：コンクリートの水密性の研究，土木学会，コンクリートライブラリ-第 7 号，1963
- 2)村田二郎，越川茂雄，伊藤義也：コンクリートにおける加圧浸透流に関する研究，コンクリート工学論文集，第 11 巻 1 号，pp.61－74，2000.1
- 3)町田篤彦：高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの水密性に関する研究，高炉スラグ微粉末のコンクリートへの適用に関するシンポジウム論文集，pp.115－120，1987.3

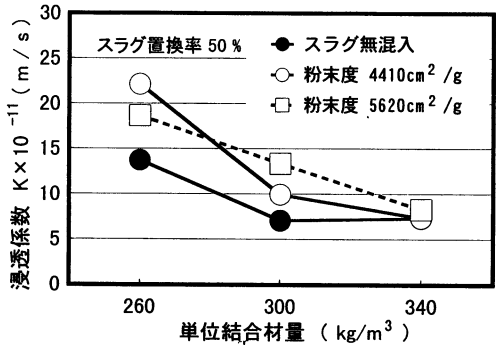


図-2 単位結合材量と浸透係数の関係

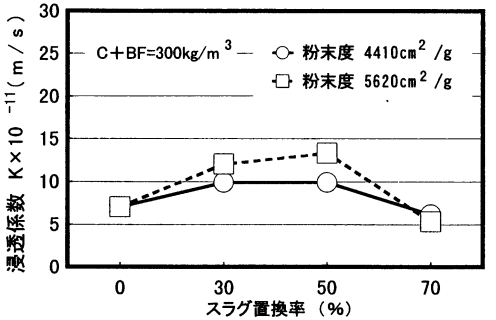


図-3 スラグ置換率と浸透係数の関係

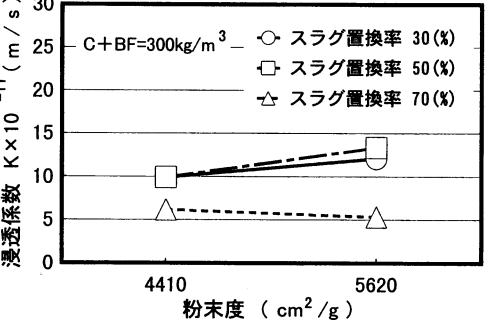


図-4 粉末度と浸透係数の関係