

V-371

コンクリートの簡易透水試験方法に関する基礎的検討

八戸工業大学 学生会員 石橋 学
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美
 八戸工業大学 正会員 佐々木 幹夫

1. はじめに

コンクリートの透水性を簡便に評価する方法として、独自の簡易透水試験方法を開発した。本研究では、提案している簡易透水試験と従来から実施されている室内透水試験の二つの試験方法により透水性状を調べ、簡易透水試験の有用性を検討した。

表1 コンクリートの配合表

セメント	W/C (%)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE 剤 (C× wt%)	高性能減水剤 (C× wt%)
					W	C	S1	S2	G		
普通	30	8.0	5.0	39.6	171	570	504	131	980	0.067	0.085
	40			41.6	171	428	567	151	1019	0.042	-
	55			44.6	168	305	649	170	1028	0.030	-
	70			47.6	168	240	713	187	1003	0.028	-
普通 早強 中庸熱 高炉B	55	8.0	5.0	44.6	168	305	649	170	1028	0.032	-
				44.0	171	311	634	167	1032	0.041	-
				44.6	168	305	649	171	1031	0.032	-
				45.6	160	291	672	174	1025	0.041	-

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

セメントは、普通、早強、中庸熱、高炉B種の各セメントを使用した。細骨材は陸砂とし、表乾比重 2.65、F.M.3.12 の粗目砂および表乾比重 2.79、F.M.1.30 の細目砂を 8 対 2 の比率で混合したものを使用した。粗骨材は最大寸法 20mm、表乾比重 2.71、F.M.6.60 の碎石を使用した。配合は、表 1 に示すとおり、水セメント比および使用セメントを各 4 種類に変化させた計 8 種類とした。

(2) 供試体および養生

供試体寸法は $\phi 15 \times 15 \text{ cm}$ とした。養生は、材齢を変化させた場合においては、3、7、28 および 91 日までの各材齢間で水中養生とし、その他は、材齢 28 日まで水中養生とした。水中養生後は、20℃-60%RH の室内で 7 日間乾燥とした。

3. 試験方法

(1) 簡易透水試験

図 1 に試験概要を示す。初期圧 3kgf/cm² としたゴムチューブの加圧力を利用して試験穴に透水し圧力低下 ΔP と低下時間 T を測定して、(1)式から係数 a を求め簡易透水係数とした。

また、図 2 に示すように拡散が試験穴側面より二次的に生じるとした場合の拡散方程式は、(2)式となる。水の浸透深さ Dm ($r-r_0$) における水圧 P を 1kg/cm² とすると(2)式の解は(3)式で表され、これより拡散係数 β^2 を算出した。

$$\Delta P = a\sqrt{T} \quad (1) \quad \frac{\partial p}{\partial t} = \beta^2 \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial r} \right) \quad (2)$$

$$\text{ここで、} \beta^2 = \frac{kE}{w_0}$$

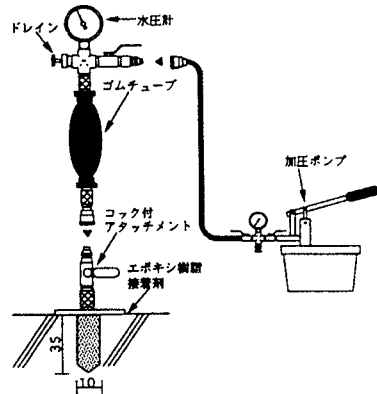


図1 簡易透水試験の概要

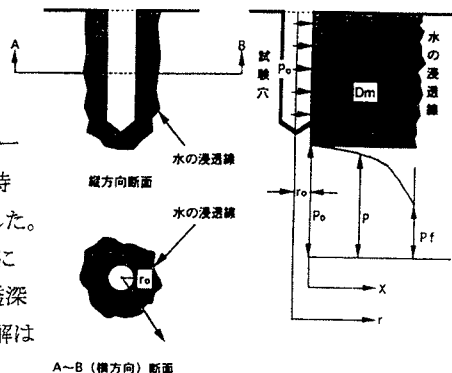


図2 水の拡散概念図

キーワード：拡散理論、現位置透過性試験、簡易透水係数、ゴムチューブ、水の浸透、水圧
 〒031 八戸市大字妙字大開 88-1 TEL 0178-25-3111 FAX 0178-25-0722

初期条件: $p(r, 0) = 0$ $r_0 > 0$, $t \geq 0$

境界条件: $P(r_0, t) = P_0(t)$ $r = r_0$

$P(\infty, t) = 0$ $r \rightarrow \infty$

$$P = \int_0^r \varphi(\lambda) \left[\frac{\xi}{2(t-\lambda)} \int_0^{\left(\frac{r-\lambda}{\xi}\right)^2} \frac{e^{-u^2}}{u+\xi} du - \frac{\xi}{2(t-\lambda)} \int_0^{\left(\frac{r-\lambda}{\xi}\right)^2} \frac{e^{-u^2}}{(u+\xi)^2} du + \frac{\left(1-\frac{r_0}{r}\right)}{2(t-\lambda)} e^{-\left(\frac{r-\lambda}{\xi}\right)^2} \right] d\lambda \quad (3)$$

ただし、 $\frac{r_0}{2\beta\sqrt{t-\lambda}} = \xi$

(2) 室内透水試験（インプット法）

載荷圧力 10kgf/cm^2 を 48 時間加えたインプット法を採用した。加圧後、供試体を割裂して水の浸透深さを測定し、村田¹⁾の提案する理論式(4)から拡散係数 β^2 を求めた。

$$\beta^2 = \alpha \frac{D m^2}{4 t \xi^2} \quad (4)$$

4. 結果および考察

(1) 図3、4、5に簡易透水係数 a と、材齢、水セメント比およびセメント種類の関係を示す。図3では、初期材齢では大きく低下し、材齢 28 日から 91 日では大きな変化は示さず、材齢進行に伴う水密性の向上を反映している。図4では、水セメント比による水密性の向上を反映している。図5では、早強セメントでは小さな値を示し、中庸熟セメントでは大きな値を示すなど、セメント種類による強度発達の傾向が反映されている。

(2) 図6に簡易透水係数と室内透水試験による拡散係数の関係を示す。簡易透水係数と室内透水試験による拡散係数の関係は、多少のばらつきはあるものの、片対数紙上で対応関係を示し、透水性評価の指標値として利用できる可能性があることを裏付ける。

(3) 図7に簡易透水試験による二次元拡散係数と室内透水試験による拡散係数の関係を示す。簡易透水試験による二次元拡散係数と室内透水試験による拡散係数は、ほぼ 1:1 に近い対応関係を示し、簡易透水試験でのコンクリートの透水性評価が十分可能であることを示している。

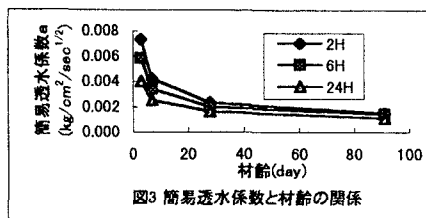


図3 簡易透水係数と材齢の関係

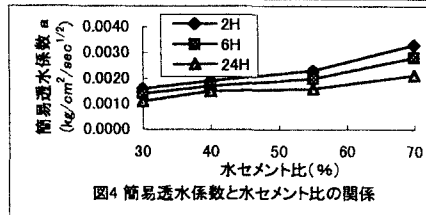


図4 簡易透水係数と水セメント比の関係

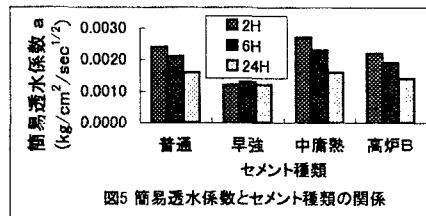


図5 簡易透水係数とセメント種類の関係

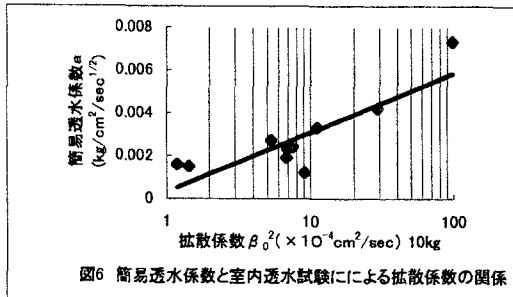


図6 簡易透水係数と室内透水試験による拡散係数の関係

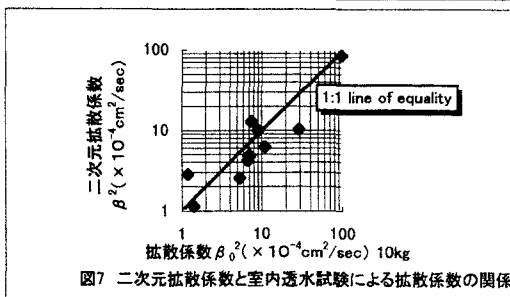


図7 二次元拡散係数と室内透水試験による拡散係数の関係

5. まとめ

室内透水試験による拡散係数 β^2 と簡易透水試験による二次元拡散係数 β^2 は対応関係にあり、これらと簡易透水係数 a との関係から、簡易透水係数は、透水性評価の指標値として使用できる可能性がある。インプット法を応用したゴムチューブ使用による簡易透水試験は、試験時間も短く、操作も簡単であり、コンクリートの透水性を現位置で評価できる試験方法であると考えられる。

参考文献 1) 村田 二郎：コンクリートの水密性の研究，土木学会論文集，vol.77，pp.69-103，1961