

日本大学 正会員 越川 茂雄  
日本大学 正会員 ○伊藤 義也

1. まえがき

コンクリートの透油性は加圧浸透法や加圧透過法によって検討、報告<sup>1)</sup>されている。しかし、毛管浸透性については若干の報告例<sup>2)</sup>はあるが、詳細に検討された例はない。

本研究はコンクリートの毛管浸透油性を明らかにすることを目的とし、表面張力及び粘性の異なる三種類の油により実験検討したものである。

2. 使用材料及びコンクリートの配合

セメントは○社製普通ポルトセメント、骨材は茨城県鹿島産陸砂 ( $\rho_s=2.58, P_s=1.25, F.M.=2.64$ ) 及び青梅産碎石2005 ( $\rho_c=2.66, P_s=0.89, F.M.=6.72$ ) を使用した。

浸透液は、表-1に示す、水及び3種類の油を用いた。

コンクリートの配合条件を水セメント比40%, 50%, 及び60%, ｽﾗﾌﾞ8±1cm, 空気量4±0.5%とした。

3. 実験方法

供試体は鉛直打設の角柱供試体 (10×10×40cm) を3本一組として、作成した。打設後、28日間標準水中養生を行い、45℃、RH=35%の環境で14日間乾燥し、図-1に示すように供試体打設時底面を浸漬液に浸漬させ、3, 6, 9, 24, 30, 48, 以後24時間間隔で浸透量及び浸透高の測定を行った。

尚、浸透高の測定は目視により測定した。

図-2に示すように、コンクリート中の液体の流れを図-2に示すように水面上に鉛直上向きに立てた毛細管内の一次元流れとして運動方程式は (1) 式となる。

$$\frac{\pi}{4} \rho \phi^2 Z \frac{d^2 Z}{dt^2} = \pi \phi T \cos \alpha - \pi \phi Z \tau - \rho g \frac{\pi}{4} \phi^2 Z \quad \text{--- (1)}$$

ここに、

$\rho$  : 液体の密度 ( $g/cm^3$ )、 $g$  : 重力の加速度 ( $cm/s^2$ )、

$\phi$  : 毛細管の内径 (cm)  $Z$  : 浸透高さ (cm)、

$T$  : 表面張力 (dyne/cm)、 $\alpha$  : 接触角 (rad)、 $\tau$  : 壁面抵抗力 (dyne/cm<sup>2</sup>)

(1) 式を解くと、最終浸透高  $Z_E$ 、毛管浸透係数  $K_c$ 、経過時間  $t_i$  における浸透高の測定値  $Z_i$ 、差分化した浸透速度  $U_i$  の関係は、

$$Z_E - \frac{\epsilon}{K_c} Z_i U_i - Z_i = 0 \quad \text{--- (2)}$$

( $\epsilon$  : 空けき率)

で表される。<sup>3)</sup> 従って、本研究においては (2) 式の  $t_i$  における  $Z_i$  から得られる  $U_i$  を代入し、(n-2) 組の連立式に最小自乗法を適用して求まる最終浸透高  $Z_E$  及び毛管浸

表-1 浸漬液の物理的性質

種 類	粘性係数 cP	密度 ( $g/cm^3$ )	動粘度 (cSt)	表面張力 dyne/cm
水	1.002	0.9982	1.004	67.80
タービン油32	74.01	0.8817	85.89	29.38
マシン油46	134.4	0.9163	146.7	29.78
タービン油56	139.4	0.8732	159.6	30.00

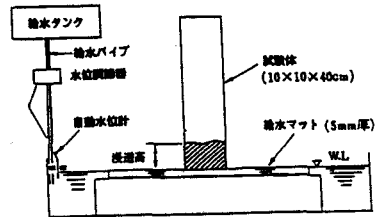


図-1 試験状況

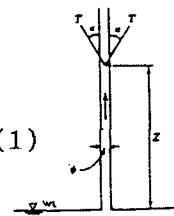


図-2 鉛直毛細管モデル

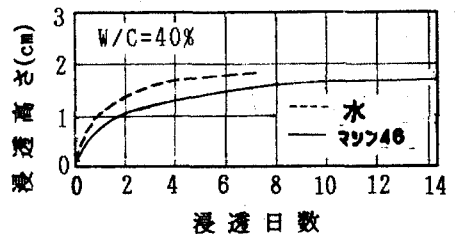


図-3 浸透高の経時変化

透係数  $K_c$  によって毛管浸透油性の評価を行った。

尚、ZEと $K_c$ の算定に用いた測定値は14日間とした。

すなわち、油の浸透高の経時変化は図-3に示すとおり、水に比して、浸漬初期の勾配が小さく、且つ、浸透高が一定値に収束するまでに大約10~14日間要することからである。

#### 4. 試験結果及び考察

##### 4-1 水セメント比と毛管浸透油性の関係

水セメント比とZE及び $K_c$ の関係を図-4および5に示す。この結果によればZE及び $K_c$ は水セメント比が大となるに従い大となり、この傾向は水を浸透させた場合と同様であることが認められた。

しかし、ZEの増加割合は、水の場合と比較して、小さくなることが認められた。これは、油の場合、推進力となる表面張力が水に比して、約  $1/2.25 \sim 1/2.30$  と小さいことによるものと考えられる。従って、今回実験を行った水セメント比の範囲では、毛管浸透油性に及ぼす水セメント比の影響は小さいことが確認された。

##### 4-2 浸透油の種類と毛管浸透油性

図-4及び5に示した最終浸透高及び毛管浸透係数はそれぞれ  $ZE = 4T \cos \alpha / \rho g \phi$  及び  $K_c = \epsilon \rho g \phi^2 / 32 \mu$  で表され、浸透液の表面張力T、粘性 $\mu$ 及び密度 $\rho$ によって影響を受ける。

そこで浸透油の  $T/\rho$ 、 $\rho/\mu$  とZE、 $K_c$  により浸透油の物性値が毛管浸透油性に及ぼす影響について検討した。

結果を図-6及び7に示す。

この結果に示すように、ZEは  $T/\rho$  が大きい浸透液の場合ほど大となっており、たとえば、 $T/\rho = 32.5 \sim 34.4$  の各浸透油のZEは  $T/\rho = 67.7$  の浸透水の場合に比して、約  $1/1.05 \sim 1/1.80$  と小となり、浸透液の  $T/\rho$  がZEに及ぼす影響は大きいことが認められた。

また、 $K_c$  も同様に  $\rho/\mu = 0.626 \sim 1.16$  の各浸透油の  $K_c$  は  $\rho/\mu = 99.6$  の浸透水の場合に比して約  $1/4.5 \sim 1/7.1$  と小となり浸透液の  $\rho/\mu$  によって  $K_c$  は大きく変化することが認められた。

以上のことは浸透液の物性値の変化量とZE、 $K_c$  の実験値の変化量が必ずしも一致していないことも認められるが、本実験において浸透液の物性値と毛管浸透性の関係を実験的に検証されたものと考えられる。

従って、コンクリートの毛管浸透油性を検討する場合、浸透油の  $T/\rho$  及び  $\rho/\mu$  が重要な要因とすることが必要となると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 小谷、塚田：コンクリートの透油性に関する一実験 鹿島建設技術研究所年報 第26号
- 2) 越川、伊藤：毛管浸透試験によるコンクリートの透油性に関する基礎的研究 第41回土木学会年次学術講義要集
- 3) 越川、萩原：コンクリートの毛管浸透試験方法に関する研究 土木学会論文集No.426/V-14 1991-2

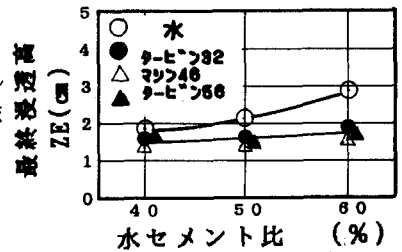


図-4 W/C-ZEの關係

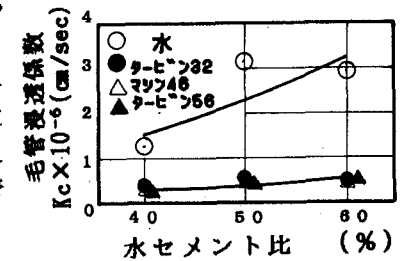


図-5 W/C-Kcの關係

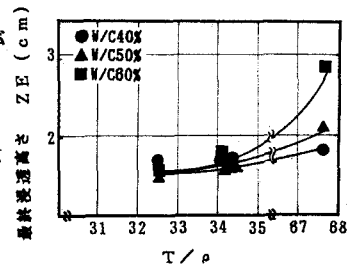


図-6 T/rhoと最終浸透高さの關係

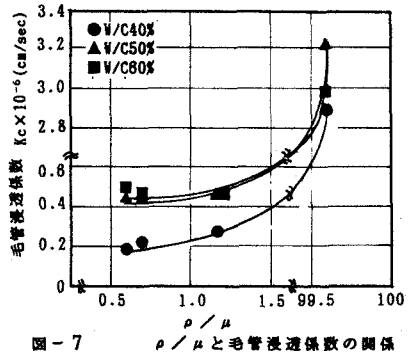


図-7 rho/muと毛管浸透係数の關係