

ゴムチューブを用いた簡易透水試験装置の試作

日本大学工学部 正員 原 忠勝
 八戸工業大学 正員 庄谷 征美
 日本大学大学院 学生員 ○渡部 勇一

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化や耐久性は、表層付近の空隙や欠陥が劣化因子の侵入・拡散の主要因となるため、表層部の密実性に左右される。これらコンクリートの密実性を評価するための試験の一つとして透水試験があるが、装置が大がかりなことから、現場でも簡便に実施できる試験法の確立が望まれている。

このような背景の下に著者らは、実験室レベルばかりでなく、現場でも実施可能な方法として、ゴムチューブによる水圧を利用した簡易透水試験法について検討¹⁾を行なっている。簡易透水試験では、透水係数や拡散係数を求めることが目的であるため、拡散理論の適用が可能な試験条件とするために、試験装置に対する検討が必要となった。ここでは、試作した簡易透水試験装置を、水圧を作用させるゴムチューブが試験条件に及ぼす影響について実験的な検討を行なった。

2. 簡易透水試験法の概要

試験装置は、図-1に示すように、加压ポンプ、水圧計、およびゴムチューブより成り、これらを種々のアタッチメントで結合しているものである。そして、ゴムチューブの水圧によってコンクリート中に水を透水させ、水圧の低下量 ΔP と低下時間 t の関係、 $\Delta P = a\sqrt{t}$ から係数 a を求める。これより、係数 a を”簡易透水係数”として、透水量の指標とするものである。

また拡散係数は、村田によって提案²⁾されたように、拡散理論を用いて、一定時間 (t) 後の水の浸透深さ D_m (図-2参照)を実測し、一次元の場合、式(1)のような関係を用いて求めるものである。

$$P = \frac{x}{2\beta\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(\lambda) \frac{e^{-\frac{x^2}{4\beta^2(t-\lambda)}}}{(t-\lambda)^{3/2}} d\lambda \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

$$\beta^2 = \frac{D_m^2}{4t\xi^2} \quad P = \varphi(\lambda) = P_0 - a\sqrt{t}$$

したがって簡易透水試験法の場合、水圧低下量 ΔP と低下時間の間には、 $\Delta P = a\sqrt{t}$ の関係が成り立つことが前提となる。このことは、透水開始と共に水圧が減圧するために、水圧低下量と浸透水量が直線関係となるゴムチューブの水圧レベルを知る必要がある。換言すれば、ゴム材料の応力緩和やクリープなどの経時特性の影響のない領域で実験する必要があることを示している。

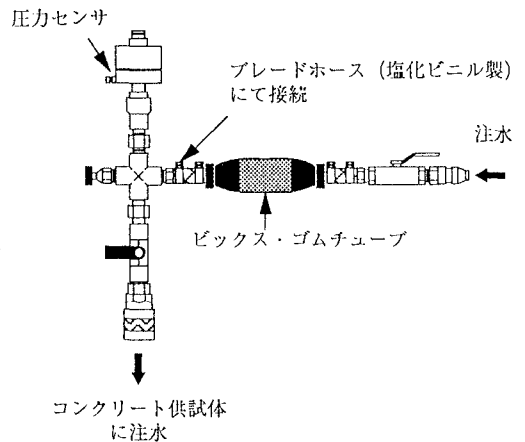


図-1 簡易透水試験装置の概要

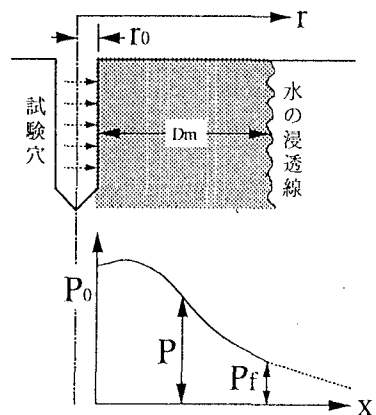


図-2 水の拡散概念図

3. 実験概要および結果

本実験に使用したゴムチューブは、ネオプレンゴムで直径15mm、厚さ2.4mmの硬度の違うものを2種類（市販のものをOld, 硬度を上げたものをNewと仮称）を用いた。このうちNewタイプに対する圧力と直径の変形率の関係を図-3に示した。図に示すように、応力とひずみの関係に類似するものは、完全な弾性性状ではなく、曲線的な性状のものである。また、経時変化は、図-4に示すように、チューブに加えた水圧の程度によって異なった経時変化を示した。

このことは、コンクリート中に水圧を加える場合、ある程度の応力緩和（クリープも含む？）が終了してからのの方がよいように思われる。初期の水圧が高い場合、圧力低下量も大きいので、チューブの硬度に合った適当な初期水圧をかける必要がある。本件で用いた2種類のゴムチューブについて初期水圧の程度と低下速度の関係を調べたのが図-5である。データの相関性が余り良い結果とは言えないが、Oldタイプで約3 kgf/cm², Newタイプで約3.5 kgf/cm²程度を目安とすれば、急激な圧力低下も少なく、24時間程度で水圧変化が少なくなり、ごく少ない変化の下で透水試験ができるように思われる。

図-6は、水圧低下量と浸透水量の測定結果を示したもので、簡易透水試験の場合、圧力低下が比較的狭い範囲で測定する必要がある。図-7は、モルタル供試体(W/C = 67%)の注水圧力が3.0 kgf/cm²での、2.5 kgf/cm²までの浸透圧の経時変化である。図に示すように、図-6の浸透水量が若干、曲線部に入っているが、式(1)で拡散係数を求める条件 $\Delta P = a\sqrt{t}$ は満足されるように思われる。

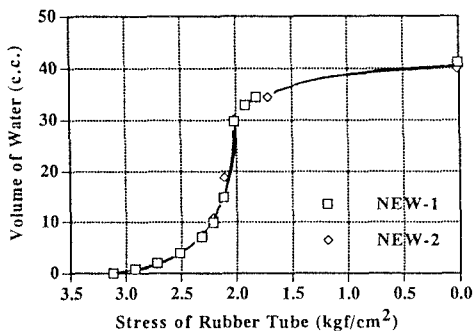


図-6 水圧低下量と浸透水量の関係

参考文献

- 1) 庄谷・月永：コンクリートの簡易透水試験方法に関する一検討，第21回セメコン研究討論会，pp.23-28，Oct. 1994
- 2) 村田二郎：コンクリートの水密性に関する研究，土木学会論文集，No.77，pp.69-101，Nov. 1961.

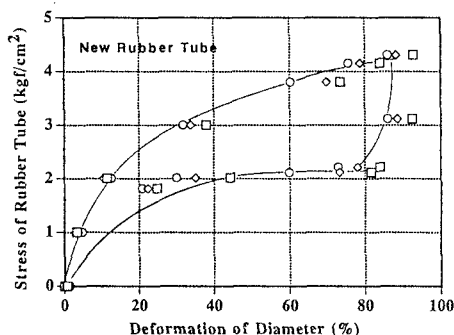


図-3 圧力とゴムチューブ直径変化率の関係

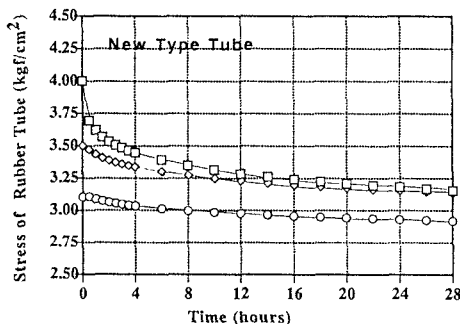


図-4 圧力の経時変化

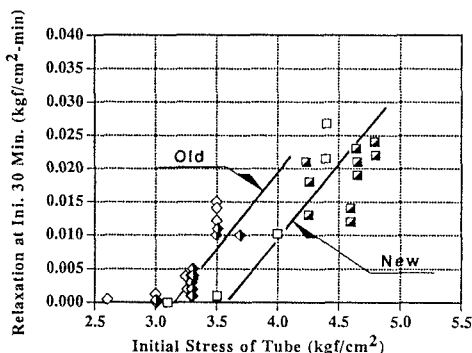


図-5 初期水圧と水圧低下速度の関係

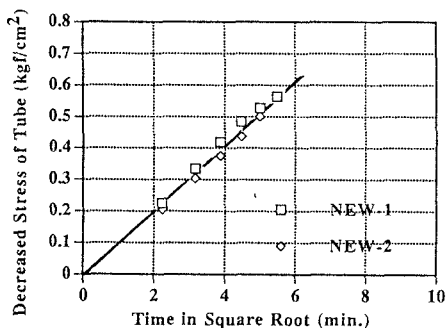


図-7 浸透圧の経時変化