

コンクリートの打重ね面の性状が透水性に及ぼす影響

群馬大学工学部 学生会員 児玉 亘
群馬大学工学部 正会員 杉山 隆文
鉄建建設（株） 正会員 岡本 朋憲
群馬大学大学院 学生会員 小沼 孝仁

1. はじめに

コンクリート構造物の水密性は、健全なコンクリート部分の水密性よりも、ひび割れや打継目等の不連続面における水密性に支配される場合が多い¹⁾。そこで本研究においては、普通コンクリートおよび高流動コンクリートを用いて、打重ね時間間隔を変化させた RC 部材を作製し、鉄筋の両引き試験によって導入した貫通ひび割れを含む断面に水圧を作用させ、ひび割れ幅ごとに打重ね時間間隔の違いによる透水性状を比較した。

2. 実験概要

2.1 配合および供試体

表-1 に本研究で使用したコンクリートの配合および諸性状を示す。普通は普通コンクリート、高流動は低熱ポルトランドセメントを使用した高流動コンクリートである。

供試体の形状寸法を図-1 に示す。供試体は 150×150×600mm とし、打重ね部は中央に設けた。下層コンクリートを打込み後、普通コンクリートではプロクター貫入抵抗値 0.1、1.0MPa が得られた時点で、高流動コンクリートでは貫入抵抗値 0.01、0.1、1.0MPa が得られた時点で順次上層コンクリートを打重ねた。一体型を含め、計 7 体の供試体を作製した。鉄筋は SD345-D22 を使用した。

2.2 透水試験

図-2 に本研究で使用した透水試験装置を示す。両引き試験によってひび割れを発生させた供試体に塩化ビニール製のパイプ(φ=10cm、h=100cm)を取り付け、その上部から注水することでひび割れ幅に水圧をかけるものである。透水方向に垂直な方向からの水漏れを防ぐため、ひび割れを導入後に、ひび割れを中心に両側面 15cm をエポキシ樹脂でコーティングした。透水試験装置をセット後、2 時間吸水させた後に測定を開始した。水頭は 100cm の定水位とし、加水面からひび割れを通過して漏水した水の質量を、供試体の下に設置したバットで受け、秤を用いて測定した。測定開始から 10 分おきに 2 時間後まで行った。

3. 実験結果

透水試験を行ったひび割れ幅を表-1 に示す。目標とする表面のひび割れ幅は 0.1mm 未満、0.1～0.2mm、0.2mm 以上の 3 段階であり、表-1 に示すひび割れ幅は除荷後の残留ひび割れ幅である。加水部に存在するひび割れはすべての供試体において 1 本であり、打重ねた供試体のひび割れは、すべて打重ね部より発生した。

3.1 透水係数

打重ね部の透水性を定量的に評価するため、式(1)に示す Darcy の式を適用して透水係数を算出した。その結果を図-3(上図)に示す。

キーワード：透水性、ひび割れ、打重ね時間間隔、高流動コンクリート

連絡先：〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

配合名	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)					ブリーディング量 (cm ³ /cm ²)	強度 (N/mm ²)
			W	C	LP	S	G		
普通	55.0	45	175	318	0	840	1084	0.08	40.2
高流動	37.8	50	170	450	100	797	888	0.04	89.8

*LP：石灰石微粉末

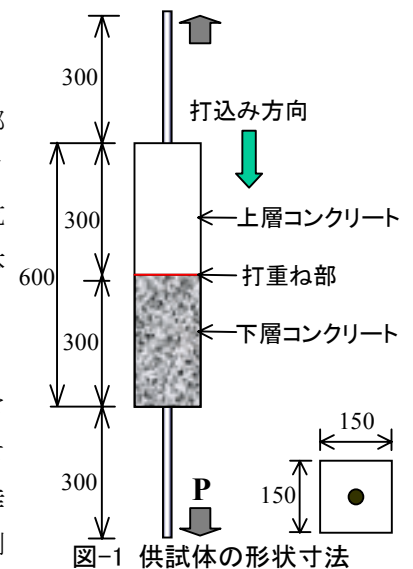


図-1 供試体の形状寸法

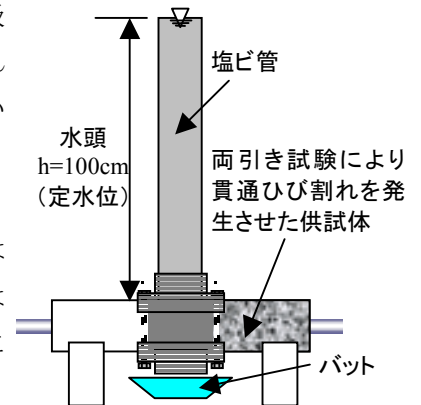


図-2 透水試験装置

$$k = \frac{q}{Ai} = \frac{qL}{bwH} \quad (1)$$

ここで、 k :透水係数(cm/sec)、 q :透水量(cm^3/sec)、 A :表面ひび割れの断面積($=bw$)、 i :動水勾配($=H/L$)、 L :流路長($=15\text{cm}$)、 w :ひび割れ幅(cm)、 b :ひび割れ長さ($=10\text{cm}$)、 H :水頭($=100\text{cm}$)である。

一体型およびプロクター貫入抵抗値が 0.01MPa の場合と比較すると、貫入抵抗値が 0.1、1.0MPa の場合では 0.1mm 以下のひび割れ幅において、1 オーダー程度透水係数が増加した。配合による違いは認められなかった。また、ひび割れ幅の増大とともに打重ね時間間隔が延長されたもののほど透水係数が大きくなり、透水性が増大する。ひび割れ幅が 0.1mm 未満、0.1mm～0.2mm では打重ね時間間隔によって透水係数に差異が生じるが、0.2mm 以上になると特に普通コンクリートにおいて透水係数は同程度となり、打重ね時間間隔による影響は打ち消されるものと考えられる。

3.2 ひび割れからの透水量

ひび割れ部の透水量はひび割れを平行平板間とし、層流域でのポアズイユ流れを仮定して求めた流量に補正係数を乗じた式(2)で求められる²⁾。

$$q = c \frac{\Delta P b}{12 \mu L} w^3 \quad (2)$$

c :補正係数、 ΔP :圧力差($=10\text{kPa}$)、 μ :水の粘性係数($\text{Pa}\cdot\text{sec}$)

この補正係数が 1.0 に近ければ平行平板間の流れに近いことになるが、これが小さいほど壁面粗度、ひび割れ幅の空間分布などの不確定要因が現れて透水係数を低下させることになる。

ひび割れ幅と補正係数の関係を図-3(下図)に示す。普通、高流動コンクリートともにプロクター貫入抵抗値が増加するほど補正係数は大きくなる。これは、貫入抵抗値が増加するほどひび割れ表面の凹凸が小さくなり、ひび割れ表面が平滑になることで、透水性が増大することを表している。既往の研究では、式(2)における上限の補正係数は $c=0.04$ であると報告されている¹⁾。図-3(下図)より、貫入抵抗値 0.1MPa で打重ねた供試体の補正係数は $c=0.04$ 前後であり、1.0MPa で打重ねた供試体では $c>0.04$ となる傾向を示している。つまり、貫入抵抗値 0.1MPa 以前に打重ねたコンクリートでは式(2)に $c=0.04$ を代入することで透水量を予測できるが、それ以降に打重ねたコンクリートでは補正係数 c の値を適宜定め、透水量を予測する必要があるという結果が得られた。

高流動コンクリートにおいても普通コンクリートと同じ傾向を示すが、ひび割れ幅 0.2mm 以上では透水係数、補正係数ともに高流動コンクリートの方が小さくなる。これは、高流動コンクリートは普通コンクリートに比べて強度が大きく、ひび割れ内部での拘束力による影響と思われる。

4. まとめ

- ・同程度のひび割れ幅ならば、プロクター貫入抵抗値の増加に伴い透水係数が大きくなり透水性が増大する。
- ・ひび割れ幅が 0.1mm 未満、0.1mm～0.2mm では打重ね時間間隔によって透水係数に差異が生じるが、0.2mm 以上になると特に普通コンクリートにおいて透水係数は同程度となり、打重ね時間間隔による影響は認められない。
- ・貫入抵抗値 0.1MPa 以前に打重ねたコンクリートでは予測式に $c=0.04$ を代入することで透水量を予測できるが、それ以降に打重ねたコンクリートでは補正係数 c の値を適宜定め、透水量を予測する必要があるという結果を得た。
- ・高流動コンクリートにおいても、普通コンクリートと同じ傾向を示すが、ひび割れ幅 0.2mm 以上の場合は高流動コンクリートの透水係数、補正係数は普通コンクリートに比べて小さくなる。

表-1 透水試験を行ったひび割れ幅

段階		1	2	3
目標残留ひび割れ幅 (mm)		～0.1	0.1～0.2	0.2～
一体型	普通	0.070	0.137	0.311
	高流動	0.088	0.127	0.266
0.01	普通	0.091	0.143	0.287
0.1	普通	0.078	0.120	0.242
	高流動	0.084	0.132	0.256
1.0	普通	0.069	0.102	0.287
	高流動	0.086	0.138	0.232

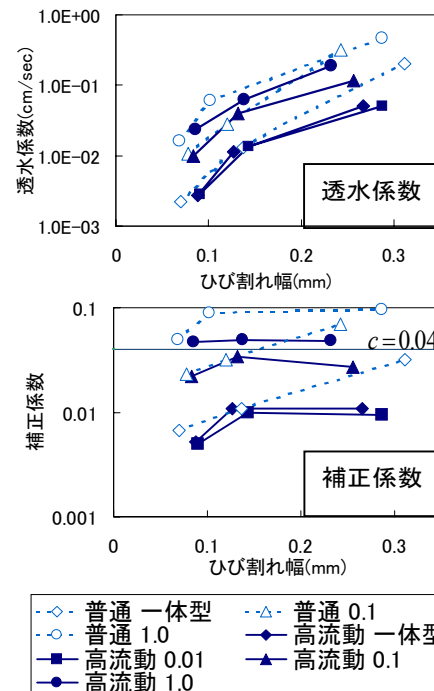


図-3 ひび割れ幅を基準とした透水係数と補正係数の関係

[参考文献]

1)2002 年制定 コンクリート標準示方書 [施工編] pp.32-33、2002

2)豊岐直之ほか：沈埋トンネル側壁のひび割れからの漏水と自癒効果の確認実験、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17、No.1、pp737-742、1995