

V-412 コンクリートひびわれ部の透水性および注入剤による止水性の評価

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥  
 大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典  
 大林組技術研究所 正会員 青木 茂  
 大林組技術研究所 正会員 芳賀 孝成

1. はじめに

コンクリート構造物の水密性の評価は、コンクリート供試体の透水係数で評価するのが実状であるが、コンクリートにひびわれが発生した場合、ひびわれ部の透水量はひびわれのない部分より著しく多くなるため正確に評価されているとは言い難い。コンクリート構造物の水密性を正しく評価するためには、ひびわれ部の透水性を把握し、ひびわれ本数および幅を考慮し、ひびわれ部を含む透水性の評価を行う必要がある。

本実験では、ひびわれ部の透水性を定量的に評価し、ひびわれ幅と透水係数の関係を明らかにするとともに、材質・性能の異なる注入剤を用いてひびわれを補修した場合の止水性能を実験的に評価した。

2. 実験の概要

2.1 供試体の概要

供試体の寸法・形状を図-1に示す。ひびわれを導入した後のひびわれ幅を一定の値に保持するために、両端にフックの付いた長さ60mmの鋼繊維を用いた鋼繊維補強コンクリートとした。表-1にコンクリートの配合と性質を示す。ひびわれの導入は、材令9ヶ月において供試体を割裂し、図-1に示すように高感度変位計を用いてひびわれ幅を測定しながら、供試体両端面の平均ひびわれ幅が所定の値となるよう制御した。

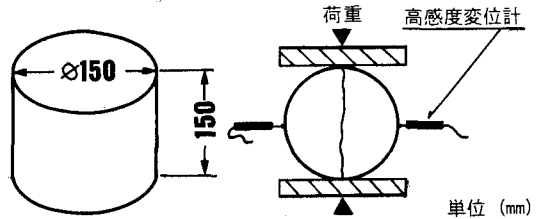


図-1 透水試験用供試体の形状・寸法

表-1 コンクリートの配合と性質

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			W	C	S	G	鋼 繊 維	AE減水剤
20	55	47	169	307	841	485	1.0 vol %	0.77

コンクリートの性質					セメント:普通ポルトランド セメント, 比重 3.16 細骨材:木更津産, 比重 2.62 FM 2.82 粗骨材:青梅砕石, 比重 2.63, FM 7.66 AE減水剤:リグニンスルホン酸系 比重 1.25 鋼 繊 維:長さ60mm, 直径0.8mm
スラブ (cm)	空気量 (%)	練上り 温度 (°C)	単位容 積質量 (t/m <sup>3</sup> )	圧縮強度 (材令9ヶ月) (kgf/cm <sup>2</sup> )	
12.5	3.2	21.0	2.28	406	

2.2 実験条件

表-2に実験に用いたひびわれ注入剤の種類を、表-3に実験条件を示す。実験は、合計72ケースとし、各ケースの供試体数は3本とした。

表-2 ひびわれ注入剤の種類

No.	主材料	粘度 cps (20°C)	比重	備 考
A	エポキシ樹脂 (一般型)	300±50	1.1±0.2	低粘度タイプ・冬用
B	エポキシ樹脂 (湿潤型)	100~200	1.18±0.10	低粘度の方を先に注入 (2種使用)
		1000~2000	1.15±0.05	
C	セメント系	-	-	無機系・超微粒子

2.3 試験項目および方法

透水試験は、水圧を定圧制御できる透水試験機を用い、水温20°C一定の条件でアウトプット法にて行った。透水試験はまず、ひびわれ幅と長さを測定し、注入剤を使用しない状態で行った。次に、供試体に注入剤を注入し2週間経過した後、供試体端面に付着した注入剤を研磨して取り除いてから行った。透水量の計測は、単位時間当りの透水量が安定した後に行い、透水係数を算定した。透水係数の算定は、(1)式を用いて行った。

表-3 実験条件

ひびわれ注入剤	エポキシ樹脂一般型, エポキシ樹脂湿潤型, セメント系		3水準
供試体ひびわれ 界面の条件	湿潤条件	水中浸漬48時間後, 2時間以内に注入	2水準
	乾燥条件	湿度60%; 温度20°Cの室内で10日間乾燥後注入	
ひびわれ幅 (mm)	0.1, 0.5		2水準
水圧 (kgf/cm <sup>2</sup> )	0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0		6水準

$$k = \frac{Q}{A i} = \frac{Q}{t \ell} \cdot \frac{b}{h} \dots\dots\dots (1)$$

k : 透水係数 (cm/sec), Q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)  
 A : 流路断面積 (cm<sup>2</sup>), i : 動水勾配 (無次元)  
 t : ひびわれ幅 (cm), ℓ : ひびわれ長さ (cm)  
 b : 供試体の厚さ (cm), h : 水頭 (cm)

3. 実験結果および考察

ひびわれ幅と透水量の関係は、水流が層流・二次元・非圧縮性流れの場合、透水量は近似的に(2)式に示す平行平板内の粘性流式<sup>1)</sup>で求められると仮定し、算定した透水係数とひびわれ幅の関係について最小二乗法で近似式を求めた。

$$Q = k A i = c \cdot \frac{g t^2}{12 \nu} \cdot t \ell \cdot \frac{h}{b}$$

$$= c \cdot \frac{g \ell h}{12 \nu b} \cdot t^3 \dots\dots\dots (2)$$

c : 流路条件に伴う係数 (無次元)  
 g : 重力加速度, ν : 水の動粘性係数 (cm<sup>2</sup>/sec)

実験的に(2)式を検討した結果、ひびわれ部の透水係数は図-2に示すように、おおむね、ひびわれ幅の3乗に比例することが確認された。また、(2)式より流路条件に伴う係数cを逆算した結果、cは0~0.25の範囲にあり、流路の曲がり度や流路内の壁面粗度が大きいことを示している。流速から求めたReynolds数は Re : 0.01~90.0の範囲にあり、ひびわれ内の水流は層流であると考えられるため、透水量の推定に(2)式を適用することができると考えられる。

図-3に各種条件下での、ひびわれ注入剤の止水性能を示す。止水性能が最も良好なAの注入剤の場合は、ひびわれ幅 0.1mmでは透水はなく、ひびわれ幅 0.5mmでは透水係数は約 1/10000に減少した。これは、注入剤の充填状況を観察した結果、Aはひびわれ幅0.06mmまで、B、Cは0.08mmまで充填されており、Aの充填性能が高いためと考えられる。

4. まとめ

本実験では、ひびわれ幅と透水係数の関係と、注入剤の使用による止水効果を実験的に明らかにした。

- ① ひびわれ部の透水量は、平行平板内の粘性流式あるいは、透水係数とひびわれ幅・長さ、動水勾配を用いておおむね近似できる。
- ② ひびわれ注入剤の注入が良好な場合、ひびわれ幅 0.1mmでは、ひびわれからの透水は無かった。また、ひびわれ幅 0.5mmでは透水係数は約 1/10000に減少した。

<参考文献> 1) 渡辺直人 : 発電所廃棄物陸地貯蔵・処分用 コンクリートビットの水密性に関する研究/ひびわれ部および継目部の透水性評価, 電力中央研究所我孫子研究所報告, No. U87023, 1987

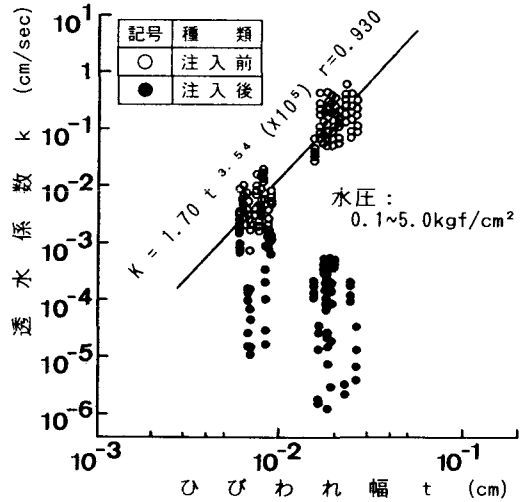


図-2 ひびわれ幅と透水係数の関係

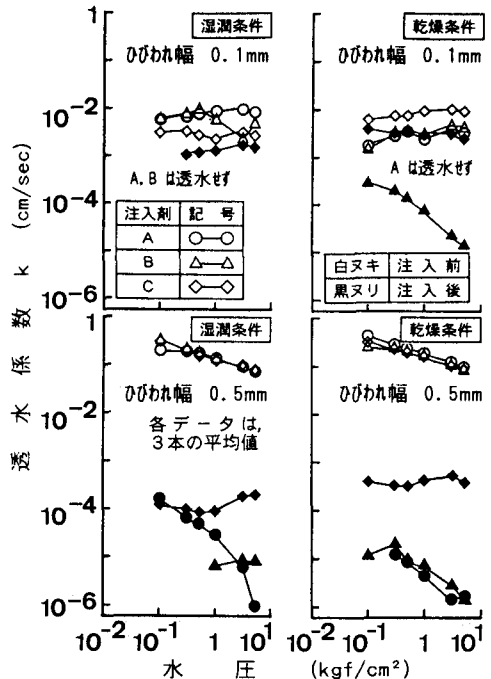


図-3 各種条件下での透水係数