

ひび割れ補修したコンクリートの透水試験

電力中央研究所 正会員 ○大塚 拓 松尾豊史 松村卓郎

1. はじめに

補修・補強による性能回復・向上効果の評価方法の確立が求められている。JIS A6909 に示される透水試験B法や土木学会規準 JSCE-K571 に示される透水量試験の方法は、ひび割れ補修の効果を確認する方法としても適用できる可能性が考えられる。しかし、ひび割れ補修したコンクリートに対してこのような方法を検討した例はほとんどない。そこで、本検討においては、ひび割れ補修の効果を確認する方法として、透水試験の適用性を確かめることとした。

2. 実験概要

1) 試験体の概要とひび割れ導入

実験に用いた試験体の概要を図-1、表-1 に示す。試験体は、打設後約 1 ヶ月湿潤養生を行い、材齢約 10 ヶ月となったものを透水試験に使用した。試験体中央上下面に鋼製エッジを設置し、載荷することにより、ひび割れ（目標幅 0.2mm, 1.0mm）を導入した。ひび割れ幅 0.2mm では、鋼製エッジによる載荷の程度により調整した。一方、ひび割れ幅 1.0mm では、ひび割れ導入後、鉄筋に引張力を加えることにより調整した。

2) 補修方法

ひび割れを導入した試験体に対して、市販のエポキシ樹脂系あるいはアクリル樹脂系の補修材により、ひび割れを充てんした。樹脂が硬化した後、後述する透水試験器具を止め付ける 1 面について、研磨により表面の補修材を除去した。

3) 透水試験方法

JIS A 6909 の 7.13(透水試験 B 法)に倣い、図-2 のように、打設面が側面となるように設置した試験体を水平に保持し、漏斗（直径 75mm）をシリコン系シーリング材により止め付け、1 日程度以上静置した後、漏斗に接続した 5ml メスピペットの目盛一杯近く（水頭約 400mm）になるまで、20℃のイオン交換水を注水した。ひび割れ幅 1.0mm で補修なしの試験体では、メスピペットの代わりに内径 21mm のアクリルパイプを用いた。時間測定は、注水により水がコンクリートに接触した時点から行った。接水直後から 60s 毎に 11 回、660s までメスピペットの目盛を読み取り、その後、水を適宜補充しながら、適当な間隔で水の減少量を測定した。測定結果から、単位時間、単位面積当たりの透水量（以下、透水速さと呼ぶ）を求めた。なお、ひび割れ幅 0.2mm, 1.0mm の試験体（補修なし）では、水の減少が非常に速かったため、メスピペットの 0 の目盛から 4ml 減少する時間、あるいは内径 21mm のアクリルパイプを用いて水頭 400mm から 100mm まで減少する時間を測定し、透水速さを算出した。表-2 に実験ケースを整理した。

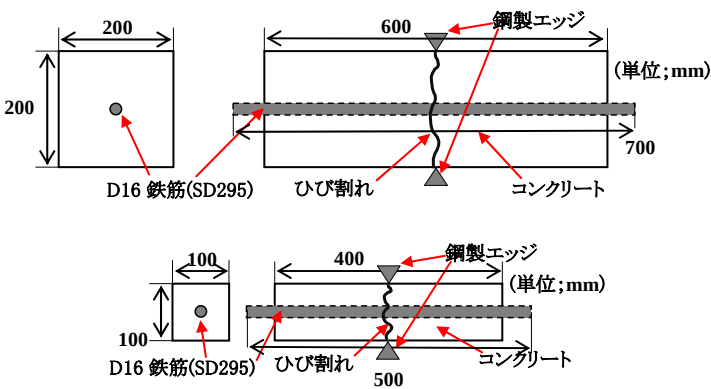


図-1 試験体の仕様

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法	スランブ	水セメント比	空気量	細骨材率
mm	cm	%	%	%
13	18	70.0	4.5	47.6
単位量 (kg/m ³)				
水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
W	C	S	G	Ad
183	262	845	979	2.620

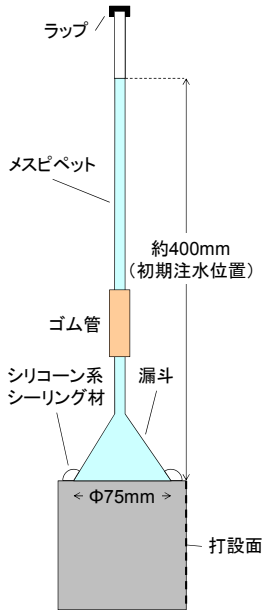


図-2 透水試験の概略図

キーワード 透水性, 透水試験, 表面吸水試験, ひび割れ補修, アクリル樹脂, エポキシ樹脂

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (一財) 電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 TEL04-7182-1181

表-2 実験ケース

	補修なし	エポキシ樹脂系	アクリル樹脂系
ひび割れなし	◎	-	-
ひび割れ幅0.2mm	◎	○	○
ひび割れ幅1.0mm	○	○	○

◎ : 100×100×400mm および

200×200×600mm の試験体で透水試験実施

○ : 100×100×400mm の試験体で透水試験実施

3. 実験結果

図-3 にひび割れのない試験体の透水速さの経時変化の例を示す。経過時間については、測定した時間範囲の中間値とした。図-3 より、経過時間 10^3 s 程度まではほぼ直線と見なせるが、それ以降 10^6 s ほどまで傾きは緩やかとなり、さらに時間が経過すると、より傾きの大きい直線状となった。既往の検討例[1]を参考に、接水から 600s 程度までの透水速さを式(1)により近似した。さらに、 10^6 s 以降で同様の近似が可能と考え、式(1)により近似した。

$$p = a \cdot t^{-n} \quad (1)$$

ここに、 p : 透水速さ ($\text{ml}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、 t : 経過時間 (s)、 a および n : 実験定数である。この近似式から 600s における透水速さを算出し、図-4 にその最大値、最小値、平均値を、条件別に示した。ひび割れのない試験体において、最小値と最大値は倍程度の差があった。試験体の大きさによる差は明確ではなかった。ひび割れ補修した試験体では、ひび割れ幅、補修材の種類による明確な差異は確認されず、ひび割れのない試験体と比較し、概ね同等の透水速さであった。

一方、ひび割れのある試験体では、ひび割れから漏水が確認された。ひび割れのない試験体の透水速さ (600s 時点) と比較し、透水速さが、ひび割れ幅 0.2mm の試験体で 2 桁程度大きく、ひび割れ幅 1.0mm の試験体では 4 桁以上程度大きい結果となった。

図-5 および図-6 に、近似式(1)における実験定数 n を、600s 程度まで、あるいは 10^6 s 以降に分け、実験条件ごとにそれぞれ整理した。600s 程度の短期では差は大きくないが、 10^6 s 以降の長期では、ひび割れ補修した試験体の実験定数 n が小さくなる傾向にあり、特にアクリル樹脂で顕著であった。また、アクリル樹脂では 10^3 s から 10^6 s 付近で傾きが緩やかになる傾向が明確に表れなかった。これらの差について、コンクリートと補修材の透水性の相違、コンクリートと補修材の界面、ひび割れ充てん状況の相違などの影響が予想される。

4. おわりに

本検討の条件では、ここに示すような透水試験を用いて、ひび割れ補修の効果を定量的に評価できる可能性が示された。今後、ひび割れの形状や補修によるひび割れの充てん状況の確認と併せた検討や、コンクリートと補修材の界面や含水率の影響、同条件におけるばらつき等も含め、さらなる検討が必要と考えられる。

参考文献

[1] 林和彦, 細田暁 : コンクリート実構造物に適用できる表面吸水試験方法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol. 33, No. 1, pp. 1769-1774, 2011.

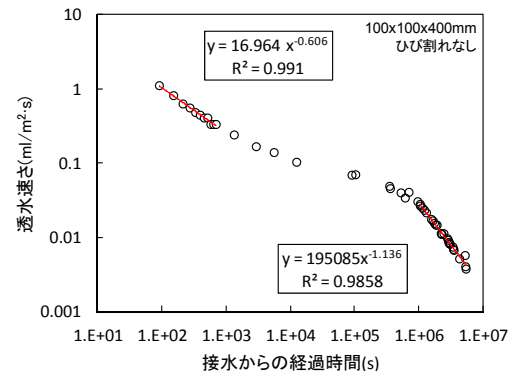


図-3 透水速さの経時変化 (9 週間まで)

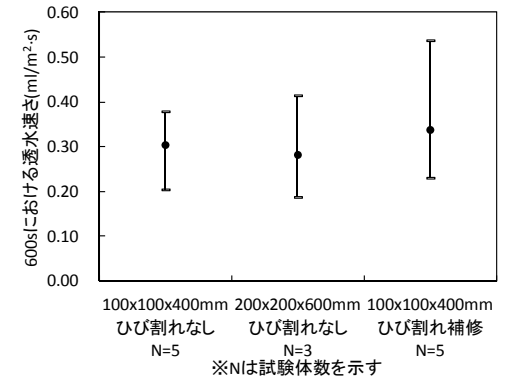


図-4 600s における透水速さの相違

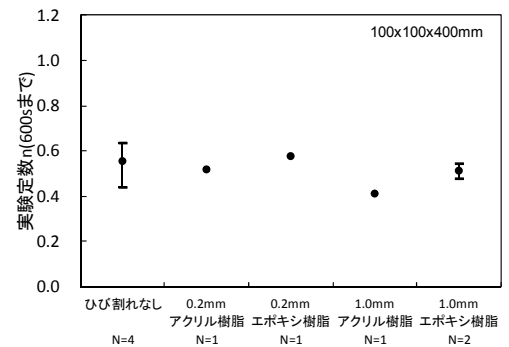
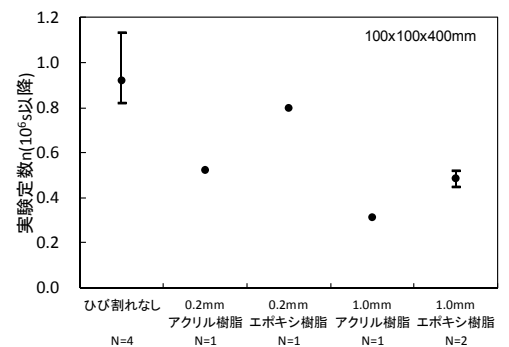


図-5 600s 程度までの実験定数 n

図-6 10^6 s 以降の実験定数 n