

コンクリートひび割れからの漏水に関する実験的研究

中央大学 学生会員 熊丸 幸弥
中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

水密性が要求される構造物において、ひび割れからの漏水は重要な問題である。特に大深度地下では作用水圧も大きく、構造物の機能低下やランニングコストの増大なども懸念される。しかしながら、コンクリートひび割れに高水圧を作用させた場合の漏水特性に関する研究はいまだ少ないと思われる。コンクリートひび割れからの漏水特性を把握するためには動水勾配と透水量の関係を評価する必要がある。そこで本研究では、人工的にひび割れを入れたモルタル供試体を作成し、作用水圧、部材厚、ひび割れ幅を変化させ、それぞれのパラメータで漏水試験を行った。

2. 実験概要

2.1 試験条件

表-1に漏水条件を示す。今回はこれらのパラメータにて試験を行った。

2.2 試験方法

供試体は34×34×5cm、34×34×15cm および34×34×30cmの型枠を用いて作成した。型枠内に所定の高さおよび厚さの銅板(幅は5cm一定)を固定し、モルタル(w/c=40%、s/c=2.5)を打設した。打設後は材令24時間で銅板を静かに引き抜き、人工的にひび割れを想定したスリットを作り、脱型後材令3日まで98%RHの湿空中で養生した。

試験は図-1に示す装置にて行った。供試体の上に容器を設置し、容器内に水を注入してエアコンプレッサーを用いて外から加圧した。所定の水圧を保持し、供試体下面からの漏水量の経時変化を一秒間隔で電子天秤にて測定した。このとき、より正確な圧力の値で計測するため容器には圧力計をとり付けた。

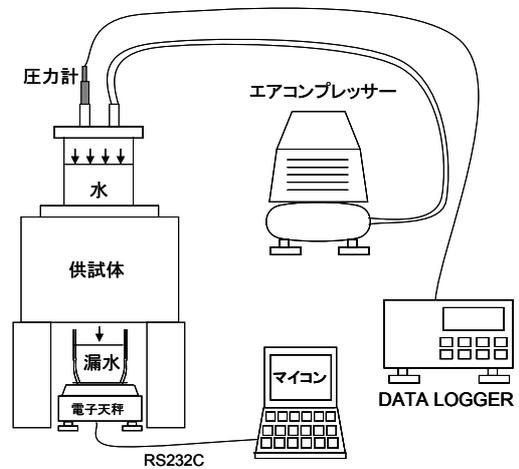


図-1 漏水試験装置

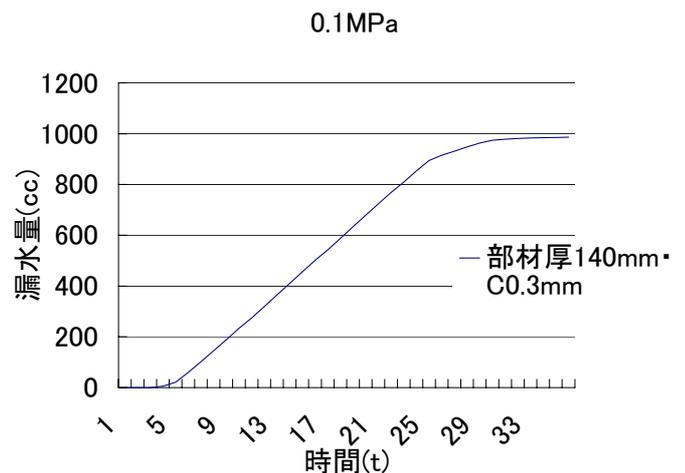


図-2 漏水量と時間の関係

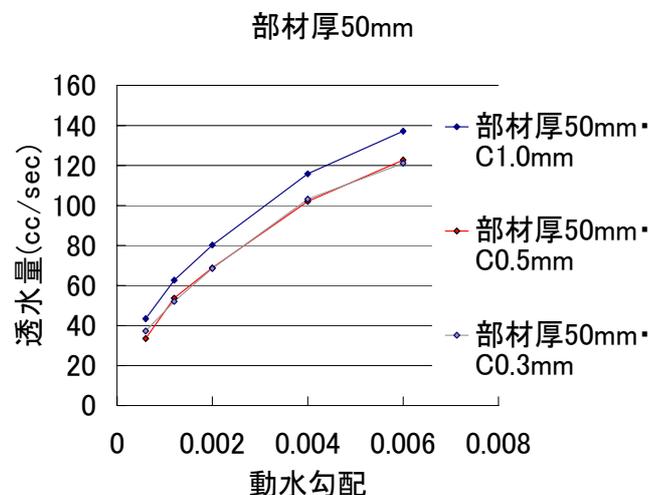


図-3 透水量と動水勾配の関係(部材厚50mm)

表-1. 漏水試験条件

水圧(MPa)	0.03,0.06,0.1,0.2,0.3	供試体平面図
ひび割れ長さ:5cm一定		
ひび割れ幅(mm)	0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0	
部材厚(mm)	50,140,290	

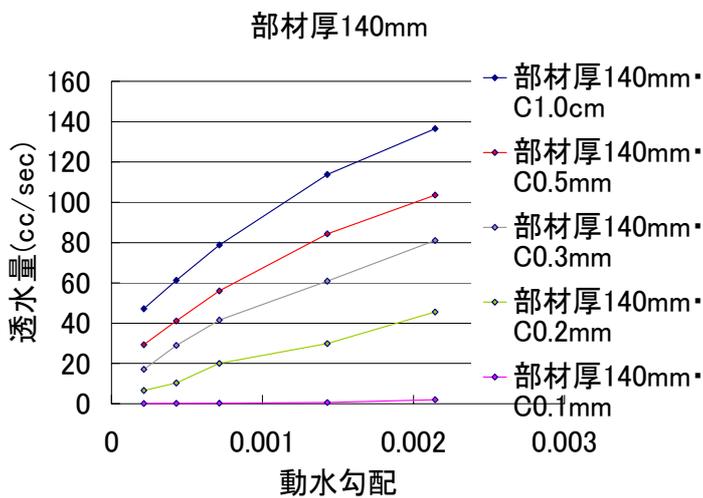


図-4 透水量と動水勾配の関係(部材厚140mm)

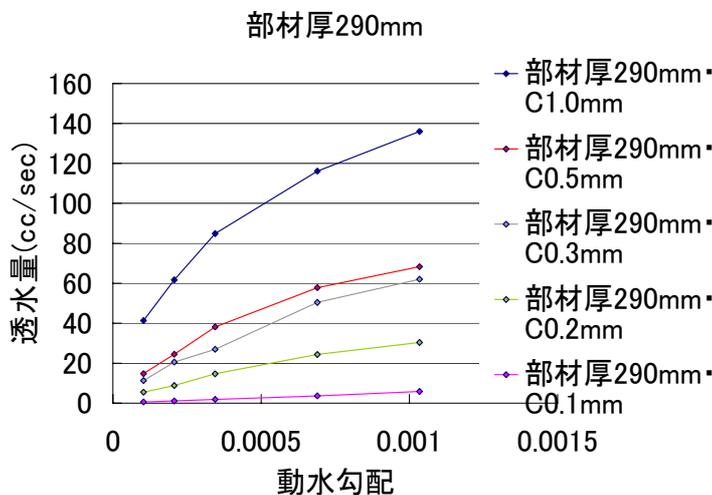


図-5 透水量と動水勾配の関係(部材厚290mm)

3. 1 試験結果

図-3, 4および5に部材厚 50mm, 140mm, 290mm それぞれの場合での動水勾配と透水量の関係を示す。このとき、動水勾配は水圧 (MPa) をそれぞれの部材厚 (mm) で割った値で出した。透水量は水の漏水速度が一定になったところから切り取って出した(図-2 参照)。図-3, 4, 5から、漏水量は水圧が大きいくほど大きくなっているが、やはりその勾配は水圧の増大にもなって低下していることが読み取れる。また同図は、ひび割れ幅の増大にもなって漏水量も増大していることと、同一の水圧下におけるひび割れ幅の増大による漏水量の増大する割合は、ひび割れ幅が大きくなると小さくなる傾向も示している。

3. 2 ダルシーの法則との適用性

ダルシーの法則により、透水量(cc/sec) と動水勾配の関係は次の式で表される。

$$Q = kiA \tag{1}$$

ここで、 Q : 漏水量, k : 透水係数, i : 動水勾配, A : ひび割れ面積である。

漏水量は動水勾配が大きくなるとそれに比例して増加していく。しかしながら図-3, 4, 5からは、試験結果が必ずしもそれに当てはまらないことが読み取れる。それは特に部材厚が小さく動水勾配が大きいほど、またひび割れ幅が大きいほど顕著に現れる。

4. 考察

本研究では動水勾配と透水量の関係を評価するために、人工的にひび割れを作成したモルタル供試体に水圧をかけて漏水量を測る試験を行った。試験結果では特にひび割れ幅1.0mmの供試体や部材厚50mmの供試体においてダルシーの法則の不適用性が見られた。特にひび割れ幅1.0mmではその部材厚によらず漏水量の違いがなかった。それに比べるとひび割れ幅が小さく部材厚が大きい供試体からは動水勾配と透水量がほぼ比例関係であることが認められる。しかしながらその供試体にも若干の透水量の増大の低下が見られた。このことから動水勾配を大きくした場合には、ひび割れ幅が小さく部材厚が大きい供試体でもひび割れ幅の大きい供試体や部材厚の小さい供試体と同じように透水量の増加率の低下が見られることが予測できる。このような結果になるのはひび割れ内部での水の流れはひび割れ幅が大きくなるほど、また動水勾配が大きくなるほど複雑化するためだと考えられる。

今後さらに高い水圧下においてどのような傾向が見られるか、また部材厚が小さくひび割れ幅が小さい供試体においても同じような傾向が見られるか検討することは重要である。

以上の結果は人工的に作成したひび割れ供試体によるものである。このひび割れは実際に発生するひび割れと比べると非常に滑らかで直線的である。実際のひび割れはひび割れの治癒や粒子が内部へ流れ込むことで起きる閉塞効果も存在するのでその内部の粗度は大きく、また形も複雑であるので漏水量は試験結果よりも小さくなることが予想される。これらの影響についての検討も今後は重要である。

参考文献

伊藤祐二・青景平昌・笹谷輝勝：高水圧下におけるコンクリートのひびわれからの漏水に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集 13-1.1991