

乾燥条件によって変化するコンクリートの空隙量について

東北学院大学 学生会員 ○軍司 翔太
東北学院大学 非会員 新沼 佳苗
東北学院大学 非会員 門脇 直毅
東北学院大学 正会員 武田 三弘

1. はじめに

コンクリートの耐久性を評価する際、密実性が重要な要因となるが、コンクリートは乾燥を受けると、その内部の空隙性状は大きく変化する。同じ構造物内においても、日当たりや雨掛かりによって、その空隙量は大きく変化しており、次第に進行する劣化の程度にも影響が出てくる。その為、コンクリートの耐久性評価を行う際には、これらの乾燥による影響を把握しながらコンクリートの空隙性状を評価することが、今後必要になってくるものと思われる。そこで、本研究室では、乾燥条件と空隙量の関係を求める基礎的な実験として、水セメント比の異なるコンクリートに対して乾燥を与えた条件における空隙（ひび割れ・欠陥）量の変化を、X線造影撮影法を用いて、視覚的・定量的に求めた。

2. 実験概要

実験に使用したコンクリート供試体は、 $W/C=45\%$, 55% , 65% , 空気量 4.5% のコンクリート円柱供試体 ($\Phi 100 \times 200\text{mm}$) である。これらの供試体に対して、厚さ 10mm の円盤状にスライスしたものを実験に用いた。まず、水セメント比の違いによるばらつきを確認するため、これらの供試体を 24 時間水中に設置し飽和させ、その後、 24 時間恒温恒湿室 (20°C , 60%) に設置したもののに対してX線造影撮影を行った (図-1 参照)。X線造影撮影法とは、コンクリート用に開発した造影剤をコンクリートに浸漬させ、X線撮影を行うことにより、コンクリート中に発生したひび割れや空隙を検出・定量化できる方法であり、定量化した値を、透過線変化量 (空隙量) と定義している。

次に、上記の結果を考慮して、スライスされた供試体を水中に 24 時間浸漬させ飽和状態にしたものに対して、恒温恒湿室 (20°C , 60%) による乾燥を、 24 時間 (1 日)、 120 時間 (5 日間)、 240 時間 (10 日間)、 360 時間 (15 日間)、 480 時間 (20 日間) および 720 時間 (30 日間) とした条件において、X線造影撮影法により透過線変化量を求め、一定の温・湿度条件における乾燥の影響を調べた。

また、高温による乾燥の影響を調べるため、室内乾燥温度 65°C (コンクリート中心温度 57°C) の条件において、 30 分、 40 分、 50 分、 60 分乾燥させた場合の空隙量の変化を、透過線変化量を求めるとともに、X線造影撮影と電子顕微鏡による画像観察を行った。

3. 実験結果および考察

供試体の高さ方向と空隙量 (透過線変化量) との関係を図-2 に示す。この結果より、水セメント比 65% の場

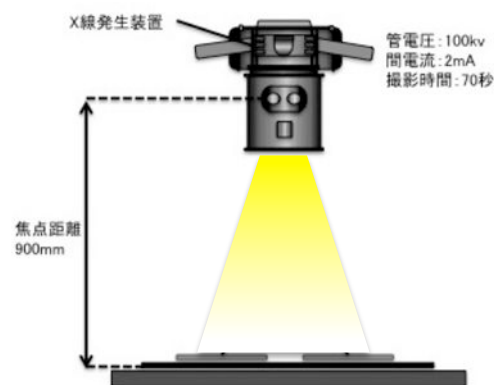


図-1 X線造影撮影状況

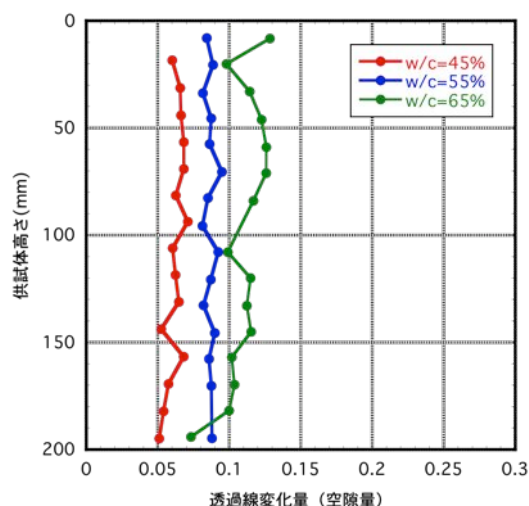


図-2 水セメント比ごとの空隙量分布

合、供試体上面から底面にかけて打込み後に生じたブリーディングの影響と見られるばらつきが見られたが、水セメント比45%および55%に関しては、ほぼ直線の分布となっておりばらつきが少ないことが分かる。この結果より、

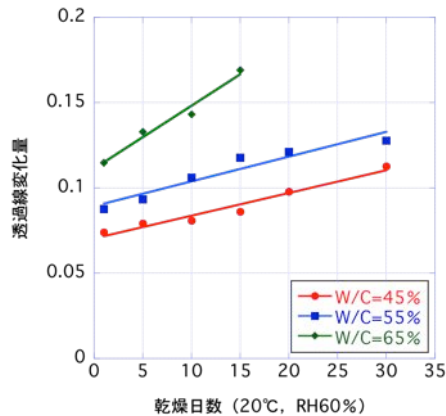


図-3 乾燥経過日数と空隙量の関係

り、W/C=45%および55%の供試体は、全ての層を使用することとし、W/C=65%に関しては中心付近だけを使用することにした。図-3は、30日間の温度20°C、湿度60%の条件による空隙量の変化を示している。この図より、水セメント比が大きくなるほど空隙量は大きくなった。図-4は、乾燥期間が1日と30日の場合のX線造影撮影法によるコンクリートの空隙状況を示したものである。この図より、30日の乾燥では、モルタル部にマイクロクラックが増加する傾向が確認できた。図-5は、飽和状態から室内乾燥温度65°Cにおいて乾燥させた条件による時間毎の空隙量の変化を示している。図-3同様、水セメント比が大きくなるほど空隙量は大きくなった。W/C=45%の場合、図-3の条件では透過線変化量は30日で0.11

まで到達したが、図-5の条件では、乾燥時間60分程度で同等の値となった。しかしながら、W/C=55, 65%の場合は、60分乾燥しても、図-3に示す

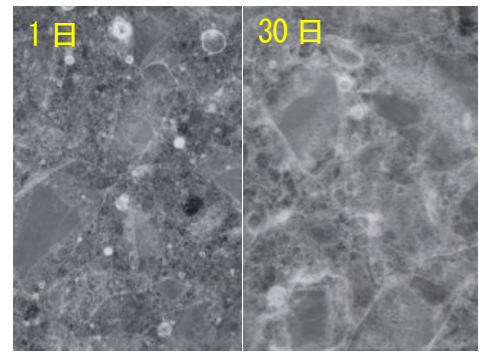


図-4 X線造影撮影画像

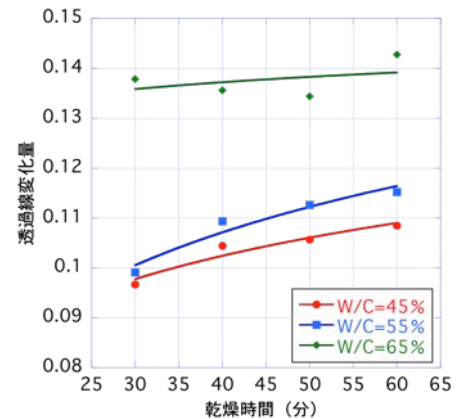


図-5 乾燥時間と空隙量の関係

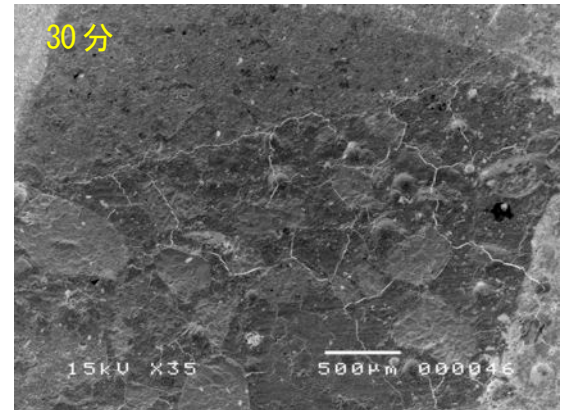
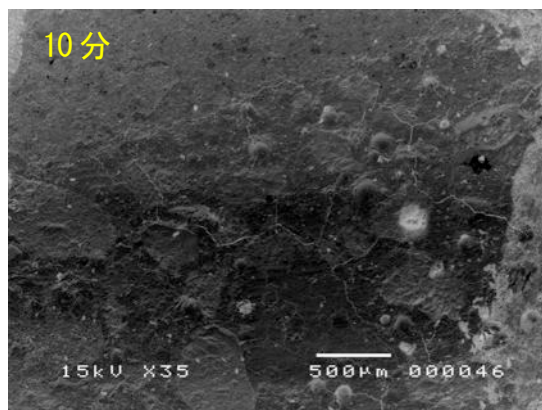


図-6 SEM画像

到達値までは達しておらず、空隙量が多くなると高温による乾燥の影響は受けにくくなる傾向となった。これは、空隙が断熱層の働きをするためと思われる。図-6は、室内乾燥温度65°Cの熱によって、コンクリート表面の状態がどのように変化するか電子顕微鏡（SEM）を用いて観察した結果を示したものである。乾燥後10分後には、モルタル部分に亀甲状の微細ひび割れが見えているが、30分後には、新たなひび割れが発生するのではなくひび割れの幅が太くなる傾向が見られた。

4. まとめ

20°Cおよび65°Cの乾燥を受けたコンクリートの空隙量の変化を求めたところ、水セメント比が大きいほど乾燥により空隙量は増加するが、温度が高くなると、その増加量は小さくなる傾向がみられた。また、発生した微細ひび割れは、初期に発生した微細なひび割れの幅が太くなり、空隙量が増加することが分かった。今後は、乾燥によって生じたひび割れと耐久性との関係も含め検討していきたい。