

凍結融解作用によるコンクリート質量減少率と X 線透過線量との関係について

東北学院大学大学院 学 生 員 ○高橋 真
 東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司
 東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の劣化診断の精度を高める必要性から、コンクリートの劣化度を定量化する試みが行われている。本研究室では、X線造影撮影法を用いて、コンクリートの表面や内部に発生したマイクロクラックを、非破壊的に検出する方法について研究を行ってきた。その結果、マイクロクラック発生量と耐久性との間には密接な関係があることがわかった。そこで本報告は、コンクリート供試体を用いて、凍結融解試験を行ない、同じ供試体について、X線造影撮影を行い、質量減少率とその供試体のX線透過線量との関係を検討した結果をまとめたものである。

2. 実験方法

2.1 実験供試体

実験には、水セメント比 40～90%に変化させた 5 種類のモルタル供試体（圧縮強度およそ 70～18N/mm²）と水セメント比 45～65%に変化させた 5 種類のコンクリート供試体（圧縮強度およそ 60～24N/mm²）を使用した。表-1 は実験で使用した供試体一覧を示したものである。供試体の形状寸法は、共にφ100の円柱型テストピースを使用した。

表-1 に示す 10 種類のモルタルおよびコンクリート供試体は、厚さ 10mm にスライスし、実験に使用した。切断後、供試体は恒温恒湿室に 24 時間放置し、次で述べる X 線造影撮影を行った。

2.2 X 線造影撮影方法

X 線造影撮影法のために用いる造影剤は、本研究室で開発した X 線を透過しにくいセシウム系で、質量吸収係数 0.43cm⁻¹のものである。スライスした供試体は、造影剤で満たされた容器の中に沈め、圧力を加えない状態で造影剤を浸透させた。撮影は、供試体に対して造影剤を浸透させる前と、浸透後 10、30、60、180、360 および 720 分において行った。

図-1 は、X 線撮影状況を示したものである。撮影条件は、出力 100kV、2mA、焦点距離 900mm、撮影時間 70 秒とした。受光体は、X 線フィルム感度 50、鉛箔増感紙を使用した。

2.3 X 線フィルム濃度とその測定方法

供試体に対して X 線を照射し、透過した X 線（透過線量）を X 線フィルムに感光させた場合、現像された X 線フィルムは透過線量に応じてその濃度に差が生じる。X 線フィルムは透過線量が大きくなるほど濃度は大きく（黒く）なり、透過線量が小さくなるほど濃度は小さく（X 線フィルム上では透明、論文中では白く）なる。

表-1 供試体一覧

供試体名	水セメント比 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
M-1	40	70.3
M-2	50	54.8
M-3	60	34.8
M-4	70	26.9
M-5	90	17.6
C-1	45	59.9
C-2	50	54.4
C-3	55	38.9
C-4	60	34.4
C-5	65	24.4

M はモルタル、C はコンクリートを示す。

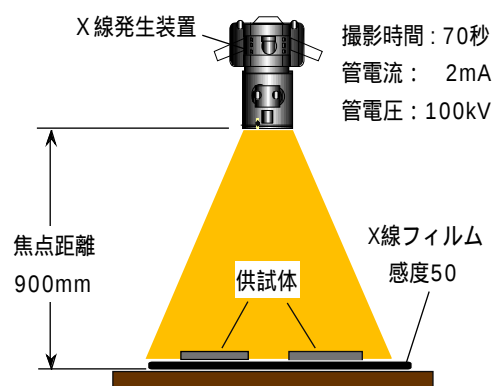


図-1 X線撮影状況

キーワード 凍結融解作用、X 線透過線量、X 線フィルム濃度変化量
 連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1
 TEL 022-368-7479 FAX 022-368-7479

そのため、供試体内部に空隙や欠陥部分が数多く存在する場合は、供試体内部に多くの造影剤が浸透するので X 線フィルム自体は全体的に白く映し出される。従って、空隙や欠陥部分が数多く存在する供試体ほど X 線フィルムは白く映し出され、X 線フィルム濃度は小さくなると考えられる。X 線フィルム濃度の測定は、X 線フィルム濃度計を用いて行った。

2.4 凍結融解方法

表-1 の 10 種類のモルタルおよびコンクリート供試体に対して、X 線造影撮影を行った後、ASTM C 666 法に沿った水中凍結水中融解法を行った。繰り返し回数は質量減少率が 10% に到達するまでとした。

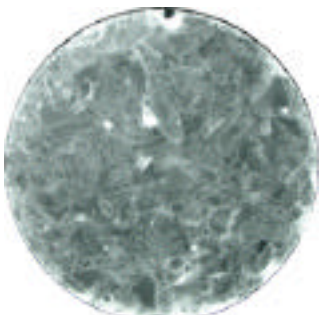
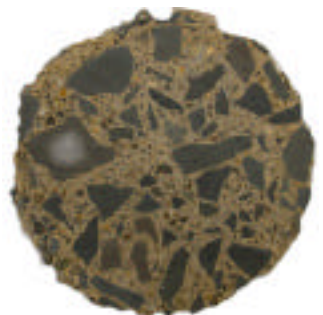
凍結融解 0 サイクル		凍結融解 6 サイクル 終了時の目視画像
目視画像	X 線フィルム画像 (造影剤浸透時間 60 分)	
		

写真-1 凍結融解 0 サイクル時における目視画像と X 線フィルム画像(造影剤浸透時間 60 分)および凍結融解 6 サイクル終了時の目視画像の一例 (C-4 供試体)

3. 実験結果

写真-1 は凍結融解 0 サイクル時における目視画像と X 線フィルム画像(造影剤浸透時間 60 分)および凍結融解 6 サイクル終了時の目視画像の一例 (C-4 供試体) を示したものである。C-4 供試体についての凍結融解による劣化の進展状況として、X 線フィルム画像中で白く映し出されている部分からスケージングがはじまり、凍結融解 6 サイクル終了時に質量減少率が 10% に到達した。他の 9 種類の供試体についても同様に、X 線フィルム画像中で白く映し出されている部分からスケージングによる劣化が進展していく傾向が見られた。

図-2 は 5 種類のモルタル供試体 (M-1 ~ M-5) における X 線フィルム濃度変化量(60min)と質量減少率 10% 到達サイクル数との関係を示したものである。X 線フィルム濃度変化量(60min)とは、造影剤浸透前と造影剤浸透後 60 分時の X 線フィルム濃度との差である。X 線フィルム濃度変化量(60min)が大きい供試体ほど、少ないサイクル数で質量減少率 10% に到達する傾向が見られた。

図-3 は 5 種類のコンクリート供試体 (C-1 ~ C-5) における X 線フィルム濃度変化量(60min)と質量減少率 10% 到達サイクル数との関係を示したものである。モルタル供試体と比較すると若干の誤差、逆転はあるものの、X 線フィルム濃度変化量(60min)が大きい供試体ほど、少ないサイクル数で質量減少率 10% に到達する傾向が見られた。

4. まとめ

凍結融解作用による質量減少率と X 線透過線量との間には、密接な関係がみられた。このことから、X 線透過量を測定することにより、コンクリートの劣化の程度を推定することが可能であると考えられる。

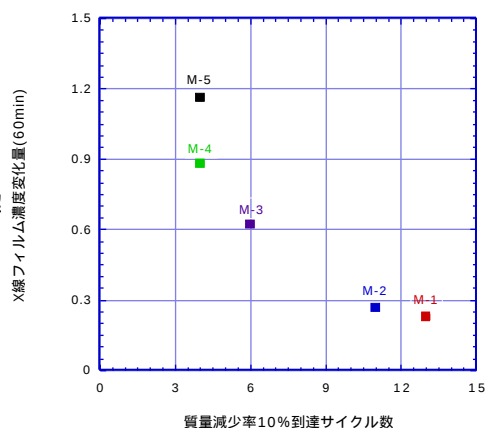


図-2 X 線フィルム濃度変化量(60min)と質量減少率 10% 到達サイクル数との関係 (モルタル供試体)

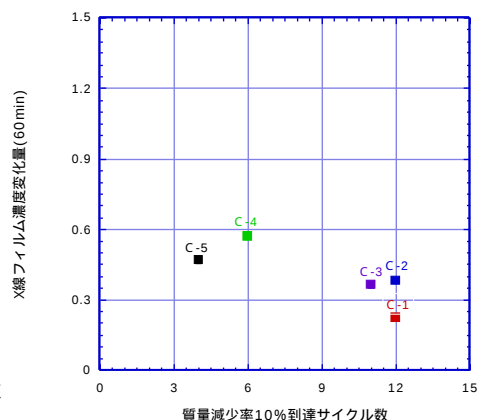


図-3 X 線フィルム濃度変化量(60min)と質量減少率 10% 到達サイクル数との関係 (コンクリート供試体)