

凍結融解作用を受けたコンクリートの劣化度の定量化に関する研究

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
 八戸工業大学工学部 正 会 員 阿波 稔

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。また最近、劣化したコンクリートにおける、X線透過線量と相対動弾性係数との関係についても、研究を行っている。そこで本報告は、回数の異なる凍結融解作用を受けたコンクリート供試体を用いて、X線造影撮影を行い、X線透過線量とその供試体の相対動弾性係数との関係から、コンクリートの劣化度の定量化を検討した結果の概要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、コンクリート角柱（100×100×400mm）を使用した。

表-1 は、実験に使用したコンクリート供試体の配合を示したものである。圧縮強度は実験時に

48N/mm²であった。この供試体に対して ASTM C 666 法に沿った水中凍結水中融解法を行うことにより、相対動弾性係数を 100% から 30% まで、10% 刻みで低下させたもの 8 体を準備した。凍結融解後のコンクリート供試体は、厚さ 10mm にスライスし、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ものである。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線フィルムにおいて、その透過線量に応じて濃度に差が生じる。

表-1 実験に使用したコンクリート供試体の配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (Kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE 剤
20	8	50	3	47	198	396	815	905	0.66

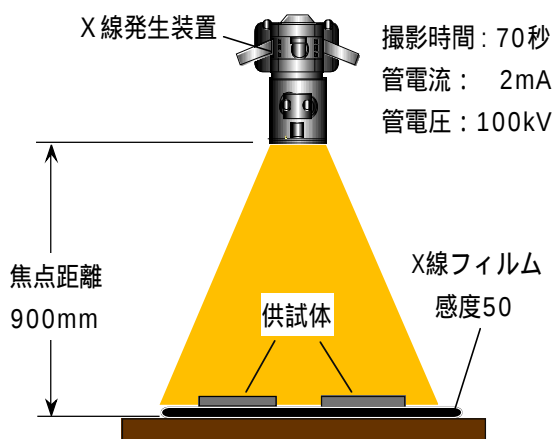


図-1 X線撮影状況

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
 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

X線フィルムは、透過線量が大きくなるほど濃度も大きく(黒く)なり、透過線量が小さくなるほど濃度も小さく(透明、論文中では白く)なる。よってX線造影撮影法における、X線フィルム濃度とX線透過線量とは対応しているものと考えられる。また、劣化した供試体内部に存在する多くの空隙や欠陥部分には、多くの造影剤が浸透し、X線フィルム自体は全体的に透明に映し出される。そのため、X線フィルム濃度は、劣化した供試体ほど小さくなる。フィルム濃度の測定は、フィルム濃度計を用いて行った。測定箇所は、X線フィルムに写し出された供試体(100×100mm)の全面で、一つの供試体のX線フィルムを10×10mmの100ブロックに分け、1ブロックあたり10点、合計1000点とした。

3. 実験結果

写真-1は、凍結融解作用を受けたコンクリート供試体の造影剤浸透前と浸透後60分のX線フィルムを示したものである。造影剤浸透前のX線フィルムにおいては、相対動弾性係数100%と相対動弾性係数30%との間に顕著な差が見られなかった。一方、造影剤浸透後60分の相対動弾性係数30%のX線フィルムにおいては、造影剤の浸透効果により、造影剤浸透前では見ることのできない空隙およびマイクロクラックが検出できた。

図-2は、凍結融解作用を受けたコンクリートのX線フィルム濃度と造影剤浸透時間との関係を示したものである。相対動弾性係数が小さくなるにつれて、X線フィルム濃度も小さくなった。またX線フィルム濃度は、造影剤浸透60分までに大きく変化し、その後、小さく変化した。

図-3は、造影剤浸透60分におけるX線フィルム濃度と相対動弾性係数との関係を示したものである。図からもわかるように、X線フィルム濃度の最大値は、相対動弾性係数100%であり、最小値は、相対動弾性係数30%であった。使用した層によって若干の誤差はあるものの、相対動弾性係数が、小さくなるにつれて、X線フィルム濃度も小さくなった。このことから、X線フィルム濃度が小さくなるほど、劣化していることがわかる。

4. まとめ

以上の結果より、X線透過線量と相対動弾性係数との間には、密接な関係がみられた。よってX線造影撮影法を用いることにより、凍結融解作用を受けたコンクリートの劣化度の定量化が可能であると考えられる。

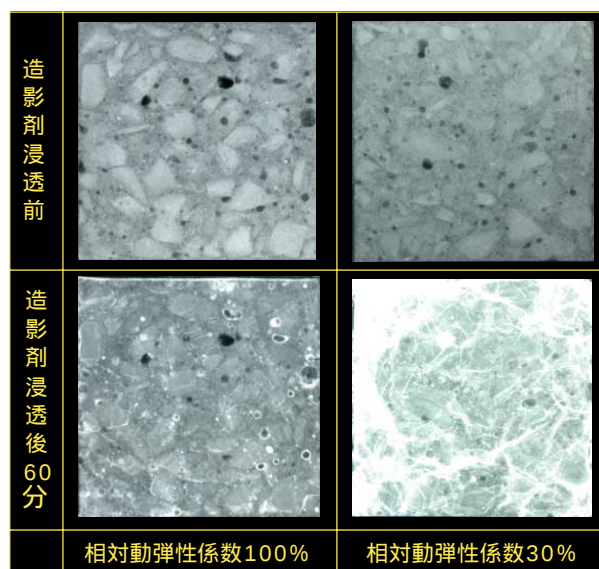


写真-1 X線フィルム

(凍結融解作用を受けたコンクリート)

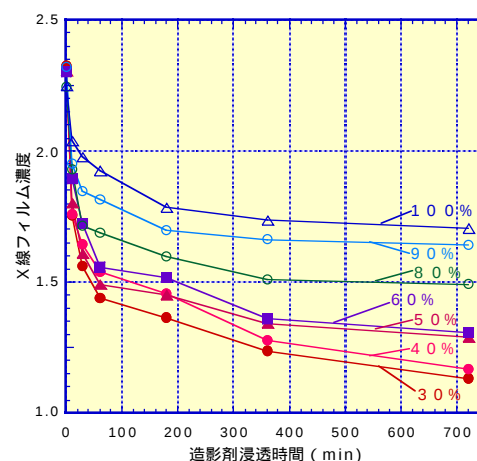


図-2 X線フィルム濃度と造影剤浸透時間との関係
(凍結融解作用を受けたコンクリート)

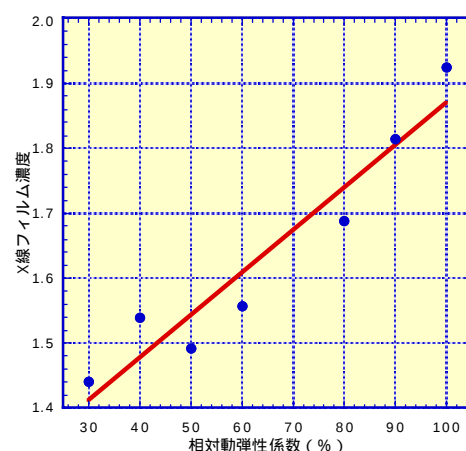


図-3 X線フィルム濃度と相対動弾性係数との関係
(造影剤浸透時間60分)