

V-52

X線透過線量とコンクリートの力学的特性に関する実験的研究

東北学院大学工学部 学 生 員 ○高橋 真

東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘

東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の耐久性診断の必要性から、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。コンクリートの劣化を定量化することができれば、残存在用期間を予測できるばかりではなく、補修・補強の時期や工法を選択等に用いることが出来る。本研究では、クラック密度に対応するX線透過度として、X線造影撮影法によって得られたX線フィルム濃度を調べる方法を用いた。この方法を用いたこれまでの研究によって、X線フィルム濃度と凍結融解作用回数や繰り返し載荷回数等との間に密接な関係があることが分かったが、X線フィルム濃度と劣化を受ける前のコンクリートの力学的特性との関係については十分な研究が行われていない状況であった。そこで本研究の目的は、X線造影撮影を用いて強度の異なるモルタルおよびコンクリート供試体のX線透過線量とコンクリートの力学的特性との関係を求め、コンクリートの性状を定量化することである。

2. 実験方法

2.1 実験供試体

実験には、水セメント比 40～90%に変化させた圧縮強度約 70～18(N/mm²)の5種類のモルタル供試体と水セメント比 45～65%に変化させた圧縮強度約 60～24(N/mm²)の5種類のコンクリート供試体を使用した。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に切断後、恒温恒湿室に24時間放置した。

2.2 X線造影撮影方法

X線造影撮影を行うにあたって、図-1に示したようにX線発生装置の条件は、管電流 2mA、管電圧 100kVとし、撮影条件は焦点距離 900mm、撮影時間 70秒とした。受光体として、X線フィルム感度 50、鉛箔増感紙を使用した。また、切断した厚さ 10mmの供試体に対して、造影剤を浸透させる前と、浸透後 10分、30分、60分、180分、360分および720分において撮影を行った。造影剤には、本研究室で開発したセシウム系で質量吸収係数 0.43cm⁻¹のものをを使用した。供試体に造影剤を浸透させる方法は、造影剤で満たされた容器の中に供試体を沈め、圧力を加えない状態で行った。

2.3 X線フィルム濃度測定方法

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(透明、論文中では白)になる。その為、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(X線を透過しづらくさせた液体)が浸透するため、X線フィルム自体は全体的に透明に映し出される。よって劣化した供試体ほど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

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。

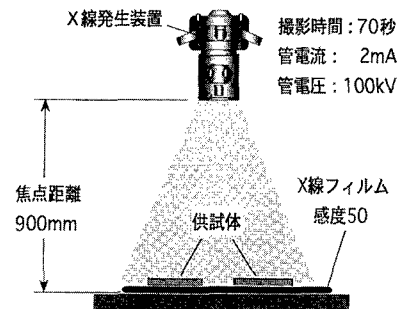


図-1 X線撮影状況

る。測定箇所は、X 線フィルムに写し出された供試体中のモルタル部分で、一つの供試体の X 線フィルムに対して 1cm^2 の測定範囲を 3 箇所選定し、各箇所当たり 20 点の測定を行った。

3. 実験結果

図-2 はモルタル供試体の 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。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、変化は小さく推移した。また、圧縮強度が小さくなるにつれて、X 線フィルム濃度も小さくなる傾向があり、X 線フィルム濃度とモルタル圧縮強度には密接な関係がみられた。

図-3 はコンクリート供試体の 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。モルタル供試体同様、X 線フィルム濃度とコンクリート圧縮強度には密接な関係がみられた。しかし、モルタル供試体よりもコンクリート供試体の方が X 線フィルム濃度の変化量は小さい傾向がみられた。

写真-1 は、圧縮強度 $17.6(\text{N}/\text{mm}^2)$ のモルタル供試体の造影剤浸透前と浸透時間 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 線フィルムは、多くの X 線が透過しているため全体的に黒くなった。造影剤浸透後の X 線フィルムは、造影剤が空隙や細孔部分に浸透し全体的に白くなった。

写真-2 は、圧縮強度 $24.4(\text{N}/\text{mm}^2)$ のコンクリート供試体の造影剤浸透前と浸透時間 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、骨材部分が X 線を透過しづらくさせるため、モルタル部分の濃度よりも骨材部分の濃度のほうが小さくなった。造影剤浸透後の X 線フィルムは、モルタル部分や骨材の界面部分に造影剤が浸透し、全体的に白くなった。

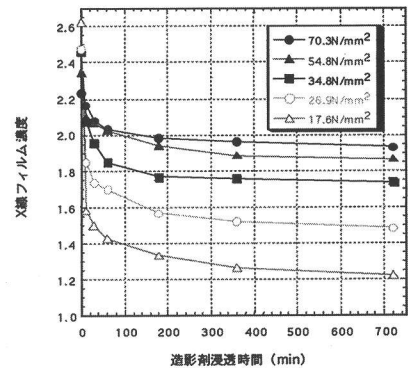


図-2 X 線フィルム濃度と造影剤浸透時間との関係

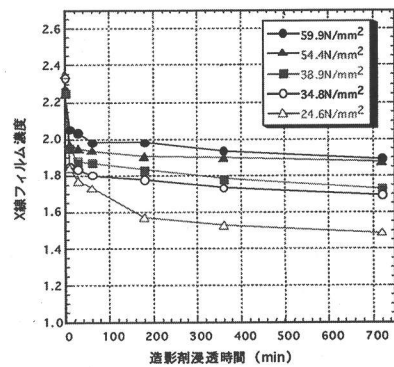


図-3 X 線フィルム濃度と造影剤浸透時間との関係
(コンクリート供試体)

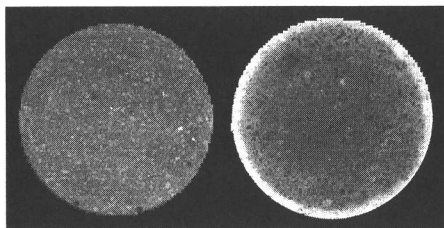


写真-1 X 線フィルム (モルタル)

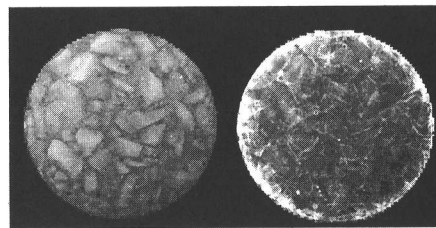


写真-2 X 線フィルム (コンクリート)

4. まとめ

モルタルおよびコンクリートに対して X 線造影撮影を行った結果、X 線フィルム濃度とコンクリートの強度には密接な関係がみられた。従って、この方法を用いて X 線フィルム濃度の測定を行えば、モルタルおよびコンクリートの特性を定量化できるものと考えられる。

5. 謝辞

本実験に際し、大塚研究室大学院生 山家信幸、武田研究室生 及川洋一の協力を受けた。ここに謝意を表する。