

## X線造影撮影法によるコンクリートの性状評価に関する実験的研究

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  
 東北学院大学工学部 正 会 員 大友 鉄平

## 1. まえがき

これまで本研究室では、コンクリートに対してX線造影撮影法を用い、それにより求められた透過線変化量とコンクリート強度との関係に良好な相関関係があることを明らかにしている。しかし、AE コンクリートに関しては、空気量の混入量により両者の相関関係に若干のばらつきが見られる結果となった。また、X線フィルムを介在させる測定方法では、フィルム自動現像装置を使用しても、現像液の濃度、品質、室温等の変化により誤差が生じ精度を高めるには限界があると考えられた。そこで本研究では、AE コンクリートにおける透過線変化量と強度との関係を高い精度で求めるために、コンクリートの透過画像を直接コンピュータへ取り込むことができる Image Intensifier (以下 II.) を用いて複数の空気量を変化させた AE コンクリート供試体による実験をおこなった。さらに、コンクリート実構造物から採取したコア供試体を用いてX線造影撮影法による実験をおこない、コンクリート表層から内部にかけて深さ方向ごとの透過線変化量を求め、コンクリートの性状評価をおこなった。

## 2. 実験概要

実験に用いた供試体は、目標空気量を 5.5 および 6.5% とし、水セメント比をそれぞれ 40、50、60 および 70% に変化させた φ100 × 200mm の AE コンクリートである。供試体は、それぞれエポキシ系のコーティング材で側面を被覆し、硬化した後に厚さ 10mm にスライスした。その後、そのスライスした供試体は、恒温恒湿室(温度 20°C、湿度 60% 一定)に 24 時間保管し、一定の乾燥状態にした後にX線造影撮影に用いた。また、コンクリート実構造物から採取したコア供試体についても同様の手順でスライスし、そのスライスした供試体を恒温恒湿室に 24 時間保管した後、一定の乾燥状態にした後に線造影撮影を行った。

図-1 は、X線フィルムによるX線撮影状況を示したものであり、図-2 は、II.によるX線撮影状況を示したものである。II.を用いて撮影した X 線画像の処理には、IMAGE Σ - V とその画像を用いて濃度(透過線量)を測定するソフトウェア IMAGE PRO4.0 を使用した。濃度は、X線を照射すると同時に、II.によって画像をコンピュータに取り込み、その後 IMAGE PRO4.0 を用いて求めた。本研究では、この濃度を X 線透過線量とした。また X 線透過線量を求めるための定義式は、以下の式である。

$$\text{X 線透過線量} = \log_{10} \left( \frac{I_0}{I} \right)$$

ここで、式中の  $I_0$  および  $I$  は、それぞれ入射光量および透過光量である。これらによって求められた造影剤浸漬前における X 線透過線量の値から、造影剤浸漬 60 分後における X 線透過線量の値の差の絶対値を透過線変化量と定義する。

## 3. 実験結果

図-3 および図-4 は、それぞれ X 線フィルムおよび II.における X

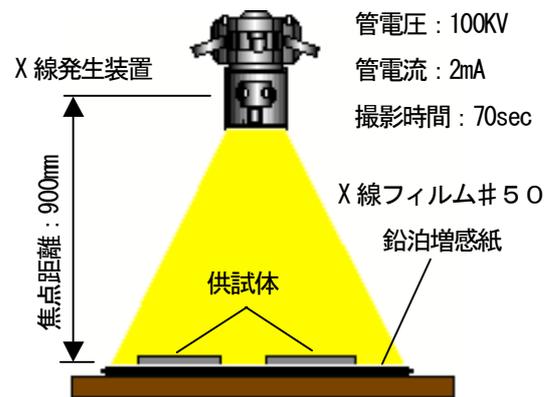


図-1 X線撮影状況 (X線フィルム)

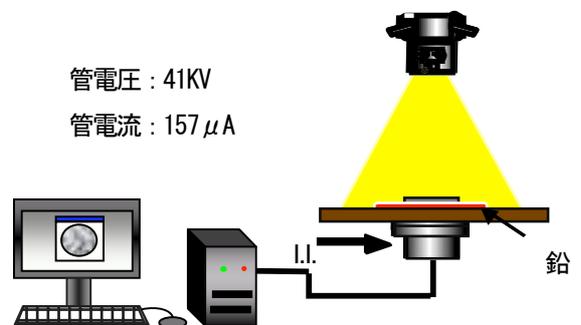


図-2 X線撮影状況 (I. I.)

キーワード X線造影撮影法、AE コンクリート、II.、透過線変化量

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

線透過線量と造影剤浸漬時間との関係を表したものである。X線フィルムおよびII.におけるX線透過線量と造影剤浸漬時間との関係を比較すると、X線フィルムにより求められたX線透過線量は、コンクリートの強度が50N/mm<sup>2</sup>以上になると強度差による透過線量の差が見られないが、II.により求められたX線透過線量では、コンクリートの

強度が高くなっても両者の差がみられた。このことから、II.を用いたX線透過線量の測定方法を用いることによって、従来では差が見られなかった強度の範囲やわずかな造影剤浸透の差を測定できるものと考えられる。

写真-1および写真-2は、造影剤浸漬60分後において、II.により得られた健全なNon-AEコンクリートおよびコンクリート実構造物から採取したコア供試体のX線造影撮影画像である。これらの画像を比較すると、コンクリート実構造物から採取したコア供試体の画像は、健全なコンクリートに比べて、全体的に白くなっていることがわかる。この供試体は、アルカリ骨材反応が生じた箇所から採取されたものであるが、供試体全体に生じた微細なひび割れに造影剤が浸透している事が確認できる。

図-5は、コンクリート実構造物（橋脚）から採取したコアにおける造影剤浸漬60分後のX線透過線量変化量とコア採取位置との関係を表したものである。X線透過線量変化量は、表層部から内部にかけて増減の繰返しが生じている。この現象は、本研究室における過去の研究成果より、アルカリ骨材反応が生じている構造物から採取されたコアに同様の傾向が見られていることから、実験に用いたコンクリート実構造物には、アルカリ骨材反応が生じていると考えられる。

4.まとめ

- 1) X線透過線量と造影剤浸漬時間との関係から、X線フィルムおよびII.におけるX線透過線量を比較した結果、II.を用いることによって、X線透過線量を高い精度で求めることができると考えられる。
- 2) コンクリート実構造物から採取したコア供試体にII.を用いてX線造影撮影をおこない、得られたX線造影撮影画像およびX線透過線量変化量を解析した結果、従来の方法と同様に、アルカリ骨材反応が生じていることを確認できた。

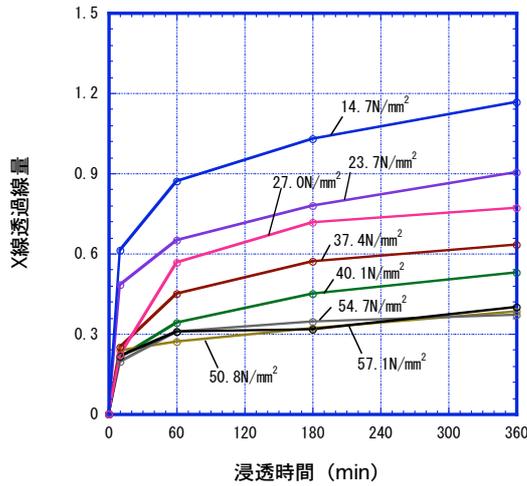


図-3 X線透過線量と造影剤浸漬時間との関係 (X線フィルム)

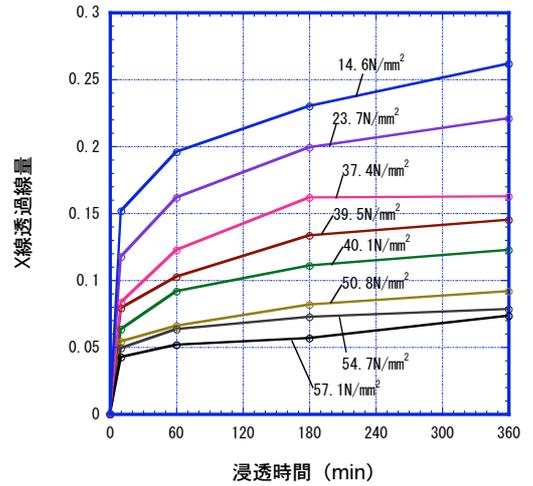


図-4 X線透過線量と造影剤浸漬時間との関係 (I. I.)

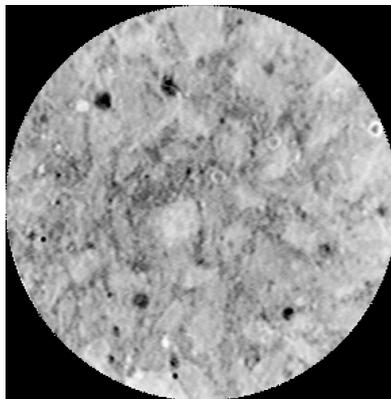


写真-1 造影剤浸漬60分後のX線造影撮影画像 (健全)

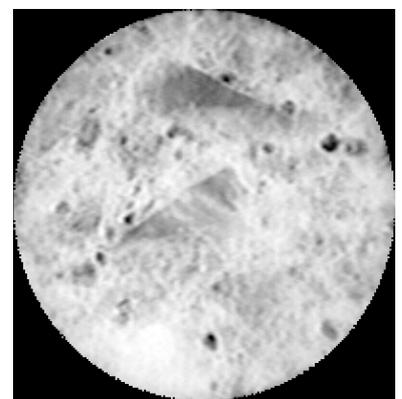


写真-2 造影剤浸漬60分後のX線造影撮影画像 (現場供試体)

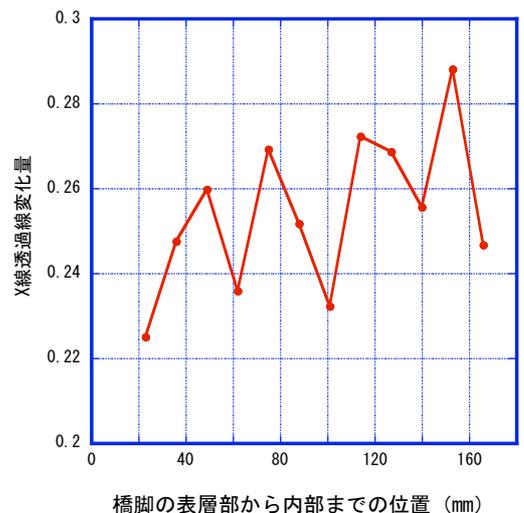


図-5 X線透過線量変化量と上層部から下層部までの位置 (I. I.)