

X線造影撮影法を用いた蒸気養生コンクリートの品質評価

東北学院大学 学生会員 ○平山 哲圭

東北学院大学 正 会 員 武田 三弘

東北学院大学 フェロー会員 大塚 浩司

1. 目的

本研究の目的は、工場生産されるプレキャストPCホロー桁の切出しモデル試験体より採取したコンクリートの品質評価をX線造影撮影法により行うものである。

2. 実験概要

対象とした桁は、 $700 \times 600 \times 3000\text{mm}$ の中空部を有する断面であり、側面（型枠面）と上面（型枠面以外）の2箇所からコアを採取したものについて品質評価を行った。図-1は供試体断面およびコア採取位置を示したものである。コンクリートの設計基準強度は 50N/mm^2 、空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ および $6.0 \pm 1.5\%$ である。コンクリートは、蒸気養生による促進養生が行われており、その後、材齢28日まで屋外に仮置きを行った。

桁の側面および上面より採取されたコアは、湿式コンクリート切断機を用いて厚さ10mm毎に円盤状にスライスし、それを試験体としてX線造影撮影法によりコンクリートの空隙量の定量化を行った。図-2はX線造影撮影方法を示したものである。また、造影撮影後の供試体（ $\phi 100 \times 10\text{mm}$ ）に対して、 $-17.5^\circ\text{C} \sim 5^\circ\text{C}$ の凍結融解試験を行い、スケーリング量の測定による耐凍害性の評価を行った。

3. 実験結果

写真-1は、X線造影撮影法により得られたコンクリート供試体（空気量4.5%の上面および型枠面）のX線フィルム画像である。上面から採取されたコアの1層目の画像からは、微細なひび割れがわずかに検出された。これは養生過程における温度又は乾燥の影響によるものと思われる。4層目の画像からは、骨材の界面にひび割れが数多く検出された。内部のコンクリートであるため、養生温度による影響と考えられる。一方、側面から採取されたコアの1層目の画像からは、モルタル部に微細なひび割れが数多く検出された。型枠面にもかかわらずひび割れが発生していることから、蒸気養生時に側面の鋼製型枠の温度が上昇しこれに伴い骨材廻りに微細なひび割れが発生した可能性が考えられる。4層目の画像からは、上面同様の骨材の界面にひび割れが見られるが、上面ほど多くはなかった。

図-3は、X線造影撮影法によって測定した表層から深さ方向の透過線変化量を示したものであり、(a)は上面を(b)は側面の測定結果である。(a)の上面の測定結果では、空気量の多い6%の方が、透過線変化が大きく空気量の違いによって差が見られたが、透過線変化量の分布を見た場合、ほぼ一定の値となっており、密実

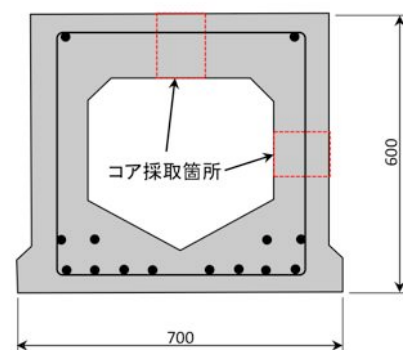


図-1 対象構造物断面および採取位置

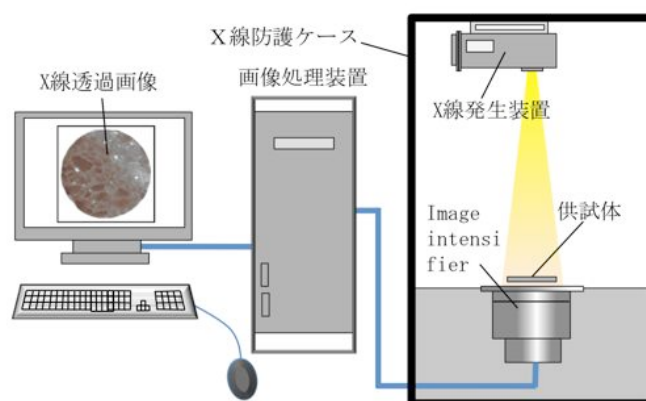


図-2 X線造影撮影方法

キーワード 品質評価, 透過線変化量, X線造影撮影法, 凍結融解抵抗性, ひび割れ

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1 コンクリート劣化診断研究室 022-368-7479

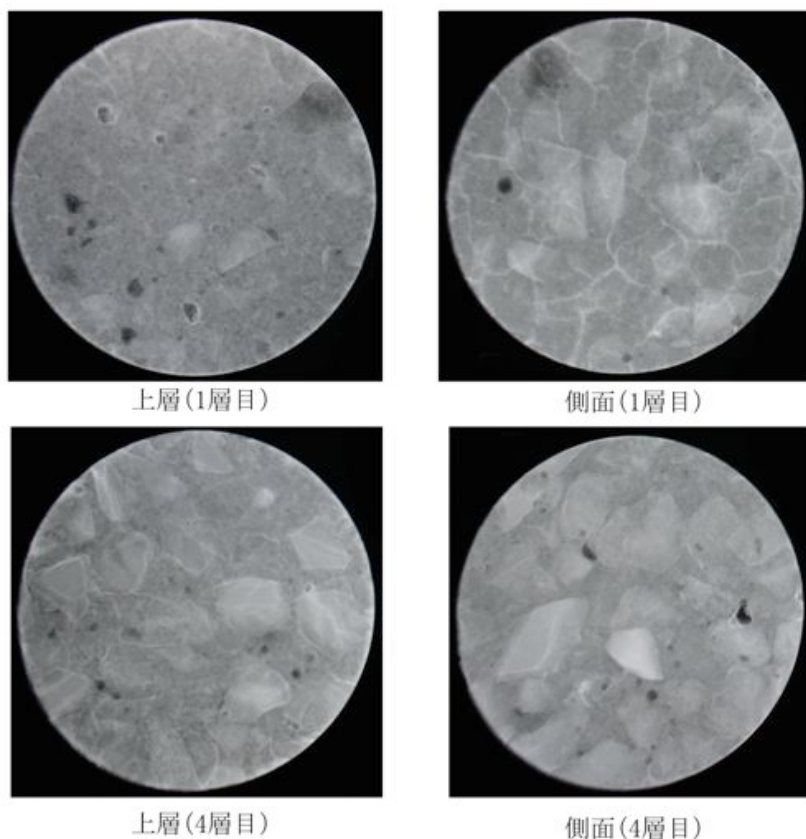


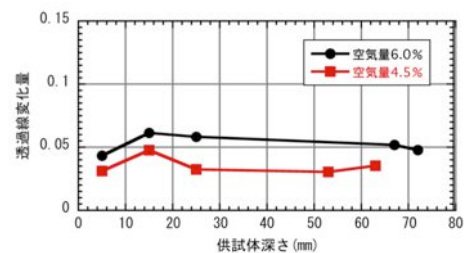
写真-1 X線フィルム画像（空気量 4.5%）

性がほぼ一定であることが分かる。(b)の側面の測定結果では、空気量に拘らず、ほぼすべて同様の透過線変化量分布となっており、上面以上に密実性が高く一定の結果となった。これは、型枠の存在により乾燥や温度変化を受けにくかったため、上面より緻密になったものと考えられる。しかし、上面では見られていた空気量の差が、今回現れなかった理由については、今後、硬化コンクリート自体の空気量を調査する必要があるものと思われる。

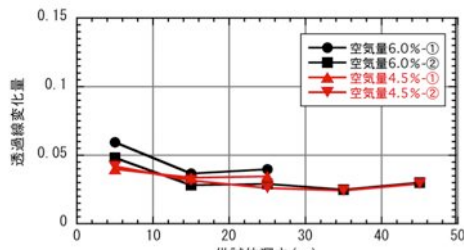
図-4は、X線造影撮影法によって得られたコンクリート供試体における透過線変化量と質量減少率が10%に達するまでの凍結融解サイクル数との関係を示した図に、今回の供試体の凍結融解試験結果をプロットしたものである。なお、プロット点においては、試験がまだ継続中のため、確定した値ではないことを記しておく。また、この試験は、NaCl 3%水溶液による凍結融解のため、かなり厳しい条件の試験となっている。この図より、130サイクルを過ぎた時点においても、質量減少率が10%に達しておらず、供試体の透過線変化量の測定結果と既往の試験結果より各種の劣化（凍結融解抵抗性、中性化および塩分浸透等）に対し十分な耐久性を有していることが推定される。なお、今回の試験は材例1ヶ月程度の桁から採取した試験体を用いた試験であるため、今後材齢変化に伴う乾燥収縮等の影響を考慮した確認を行う事が望ましいと考えられる。

4. まとめ

1. X線造影撮影による空気量の違いによる密実性の差については、上面では見られたが側面（型枠面）では見られなかった。型枠の存在による影響と思われるが、硬化コンクリート中の空気量を調査し比較検討する必要があるものと思われる。
2. 4.5%の供試体においてコンクリート表面および骨材界面にひび割れが検出されたが、その幅は $10\mu\text{m}$ 以下と目視確認が出来ない微細なものであり、凍結融解試験においても、高い耐凍害性を示していることから、これらのひび割れについては構造物としての耐久性に対し問題になるものではないと思われる。



(a) 上面から採取したコアの測定結果



(b) 側面から採取したコアの測定結果

図-3 透過線変化量分布

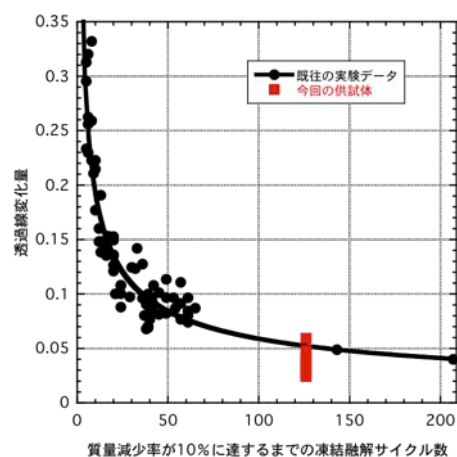


図-4 透過線変化量と質量減少率が10%に達するまでの凍結融解サイクル数との関係