

## X線造影撮影法を用いたコンクリート強度推定結果に影響を及ぼす要因について

東北学院大学大学院 学生会員 ○嶋 泰幸  
 東北学院大学大学院 学生会員 石井 暉  
 東北学院大学 正会員 武田 三弘

### 1. はじめに

本研究室では、これまでX線造影撮影法<sup>1)</sup>を用いてコンクリート内部の空隙量やひび割れを定量化した値(透過線変化量)から圧縮強度を推定する方法を提案してきた。しかしながら、近年の研究では、X線造影撮影法による強度推定値と、現場から採取したコアコンクリートの圧縮強度とでは差異が生じることが明らかとなり、補正が必要であることが分かった。

そこで本研究では強度推定の精度向上のため、差異生じる要因の一つとして、コア穿孔方向が異なることによる影響について検証し、補正の必要性を確認する基礎実験をおこなった。

### 2. 実験概要

表-1は本実験で使用したコンクリート(普通 24-12-20-N)の配合表である。本実験では、W600×D600×H1000mmの大型矩形供試体を作製し、上面(縦方向)から5か所、側面では上面から250mmの位置(横方向上部)から5か所、750mmの位置(横方向下部)から5か所、コアの採取を行った。なお、各位置で採取した5体のコアのうち、3体を圧縮試験、2体を透過線変化量の測定に使用した。

X線造影撮影法を用いて透過線変化量を測定する方法としては、採取したコアの表層から100mmのところから、湿式ダイヤモンドカッターを使用して10mmの厚さに3枚スライスし、採取した供試体を20℃の水中にて24時間給水させた。その後取り出した供試体を乾燥機(40℃)にて24時間乾燥させ、X線透過撮影を行い、透過画像をI. I. (Image Intensifier)を用

表-1 コンクリート配合

配合表 (kg/mm <sup>3</sup> )					
W	C	S	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	混和剤
146	304	809	524	524	3.04

いてコンピュータに取り込み、画像の濃度を測定した。その後、供試体を造影剤に1時間浸漬し、X線造影撮影を行い、I. I. を用いて再びコンピュータに取り込み、画像の濃度を測定した。これらの造影剤浸漬前後の画像の濃度差が、供試体内部の空隙やひび割れを定量化した透過線変化量となり、これと各条件での圧縮強度との関係を求めた。

なお、本実験で採取したコアはφ100mm、全長約250mmであったが、圧縮試験で使用するものに関して、寸法比を1:2とするため、湿式ダイヤモンドカッターを使用し、高さを200mmとなるように切断し、両端面を研磨したのち圧縮試験を行った。

### 3. 実験結果

表-2は、大型矩形供試体におけるコア採取方向が異なる供試体と、同バッチから作製した円柱供試体の圧縮試験と透過線変化量の測定結果を示したものである。圧縮強度は、供試体3体の平均値である。実験結果より、同バッチから作製した供試体にも関わらず、圧縮強度は低い順に、縦方向<横方向(上部)<横方向(下部)<テストピースという並びであった。テストピースが大型矩形供試体のコアと同条件で養生していたにもかかわらずいずれのコアよりも高くなった要因は二つ考えられる。一つは円柱の鋼製型枠はφ100であるため、大型矩形供試体に比べ締固めが十分に行われていたこと、もう一つはコア抜きした供試体に対して、型枠に打ち込まれた供試体は型枠

表-2 各種条件における試験データ

供試体名	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	透過線変化量
テストピース	31.0	0.159
縦方向	22.7	0.199
横方向(上部)	26.9	0.235
横方向(下部)	28.6	0.233

キーワード X線造影撮影法, 強度推定, 非破壊検査, コア穿孔方向

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL 022-368-7479 (2023年3月まで)



写真-1 縦方向から採取したコアのX線透過画像

面とコンクリートの中にモルタルの層が形成されるため、堰板効果による強度の上昇が生じたものと考えられる。

他方、大型矩形供試体から採取したコアについても、縦方向から採取したコアは横方向から採取したものに対して、圧縮強度が低い結果となった。このような結果については、大木ら<sup>2)</sup>の研究結果と同様の傾向であり、ブリーディングの影響が出たものと考えられるが、他の要因として、大型供試体の上面と側面では初期養生の条件が異なっていたことが考えられる。側面では、打設後7日間型枠に覆われていたため、封緘養生に近い条件であったのに対し、上面では表層が暴露されていたため、気中養生に近い条件のため、強度増進に影響が出た可能性が考えられた。

また、透過線変化量で比較した場合、粗なコンクリートの順に、横方向（上面）＜横方向（下面）＜縦方向＜テストピースであり、圧縮強度の大小関係とは異なる傾向が見られた。まず、大型矩形供試体の縦方向から穿孔したコアとテストピースにおいてはコンクリートの打ち込み方向が一緒であるが、透過線変化量はテストピースの方が小さい傾向が見られた。これはテストピースの場合、先にも述べたが締め固めの影響が大きいものと考えている。次に大型矩形供試体のコアのみで比較した際、同一供試体からコアを採取したにもかかわらず、穿孔方向の違いによって透過線変化量に差が生じた。このような結果になった要因として、ブリーディングにより骨材下面に空隙が生じたからだと考える。写真-1は縦方向から採取したコアのX線造影撮影のフィルム画像であ

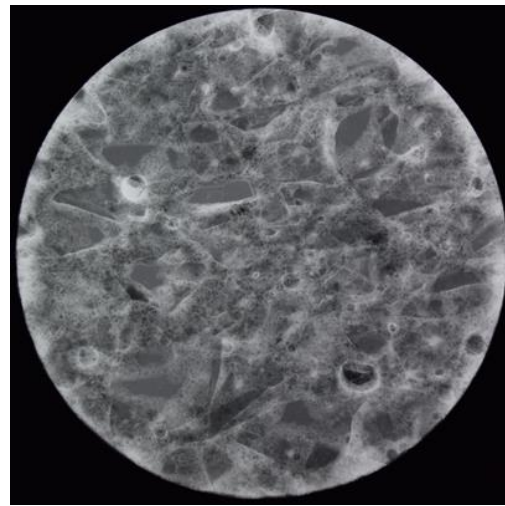


写真-2 横方向から採取したコアのX線透過画像

るが、見て取れるように骨材界面に目立った空隙が見られない。一方、横方向から採取したコアの画像（写真-2）では骨材界面、特に下面に空隙が存在することが分かる。X線造影撮影法の下準備としてコアを厚さ10mmにスライスするわけであるがその際、縦方向から採取したコアは骨材下面に空隙が存在するのに対し、横方向から採取したコアは空隙の位置関係が変わり、骨材の側面に空隙が存在するような形となる。その結果、横方向から採取したコアは縦方向から採取したコアに比べ、空隙を多く検出するため、透過線変化量の値が大きくなったものと考えられる。この為、透過線変化量から強度推定する際は、コア穿孔方向についても検討が必要になるものと思われる。

#### 4. まとめ

本実験より、コア穿孔方向の違いによって圧縮強度および透過線変化量に影響が生じることが明らかとなった。今後は様々な強度における差異を確認し、強度推定の補正について検討を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 武田三弘, 大塚浩司: X線造影撮影法によるコンクリートの性状評価手法の開発と応用, 土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol. 68, No. 3, pp146-156, 2012. 7. 20
- 2) 大木崇輔, 他: コア採取位置および採取方法の違いが高強度コンクリートのコア強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 1, 2008