

コンクリートのコア直径が X 線造影撮影法による強度推定に及ぼす影響

東北学院大学大学院 学生会員 ○鵜 泰 幸
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¹⁾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、近年の研究より、コアの採取条件によって強度推定結果に影響を及ぼすことが示唆された。その要因の一つとして、コア直径が変化することによる影響が考えられる。よって、本研究では、コア直径が異なることで圧縮強度と透過線変化量に与える影響を調べ、強度推定における補正を検討し、精度向上を目的とする実験を行った。

2. 実験概要

表-1 は本実験で使用したコンクリートの配合を示したものである。また、セメントと骨材について、普通ポルトランドセメント、骨材最大寸法は 20mm のものを使用している。養生条件について、打設後 7 日間型枠存置したのち脱型し、21 日間気中放置した。実験には W600mm×D600mm×H500mm の矩形供試体を作製した。コアの直径は 100mm、80mm、60mm の計 3 つの寸法である。φ100mm のコアは、打ち込み面より 200mm の深さの位置から、φ80mm と φ60mm については打ち込み面より 300mm の位置の側面から採取を行った。また、いずれの直径も 5 体のコアを採取し、その内訳として、3 体を圧縮試験用、2 体を X 線造影撮影用に使用した。圧縮試験用供試体は直径と高さの寸法比が 1:2 になるよう湿式ダイヤモンドカッタ

ーを用いて切断し、両端面を研磨した。X 線造影撮影用の供試体は、1 体につき表層より 50mm のところから 3 枚、厚さ 10mm になるようカッティングしたため、計 6 枚のスライスから透過線変化量の測定を行った。

3. 実験結果

表-2 は矩形供試体から採取したコアの寸法が異なる場合の圧縮強度と透過線変化量を測定した試験データである。圧縮強度のみで比較すると、コア直径が小さくなるにつれ、圧縮強度は横ばいか低下する傾向が見られた。既往の研究²⁾より、骨材の最大寸法が大きい条件や、粗骨材の占める割合が多くなることで、圧縮強度が低下することや、コンクリートの強度が高くなるとその影響はより大きくなることが示されている。本実験では、骨材の最大寸法は変わらないが、コア採取の直径が小さくなることで、コア直径に対するみかけの粗骨材寸法が大きくなり、同様の傾向が確認されたものと考えられた。

また、透過線変化量とコア直径との関係では、圧縮強度が 30N/mm² 以上の供試体でコア直径が変化することによる透過線変化量のばらつきは多少あるものの、おおむね横ばいとなる結果であった。しかし、圧縮強度が 10N/mm² を下回った供試体では、コア直径が小さくなるとともに透過線変化量も低下するという結果が顕著に表れた。このような結果となった原因は 10mm 厚にスライスした供試体中に含まれる粗骨材の割合に起因するものと考える。写真-1、写真-2 は

表-1 コンクリート配合

配合表 (kg/m ³)					
供試体 No.	W	C	S	G	混和剤 (AE 剤)
No. 1	175	205	780	1069	0.014
No. 2	164	353	764	1048	3.53
No. 3	175	416	712	959	0.029

表-2 各コア直径における圧縮強度と透過線変化量

	圧縮強度 (N/mm ²)			透過線変化量 Td		
	φ 100mm	φ 80mm	φ 60mm	φ 100mm	φ 80mm	φ 60mm
No. 1	8.8	9.3	8.9	0.430	0.358	0.330
No. 2	31.5	31.1	30.7	0.188	0.175	0.191
No. 3	43.1	42.3	39.2	0.147	0.156	0.157

キーワード X 線造影撮影法, 非破壊検査, 強度推定, コア直径
連絡先 〒984-0075 宮城県仙台市若林区清水小路 3-1 TEL 022-354-8701

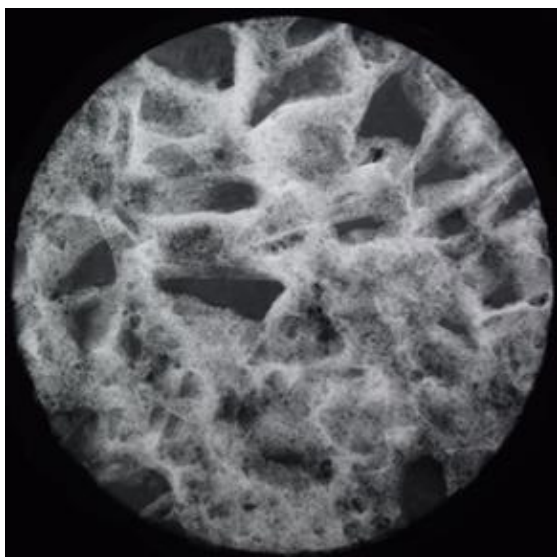


写真-1 コア直径 100mm の X 線造影写真

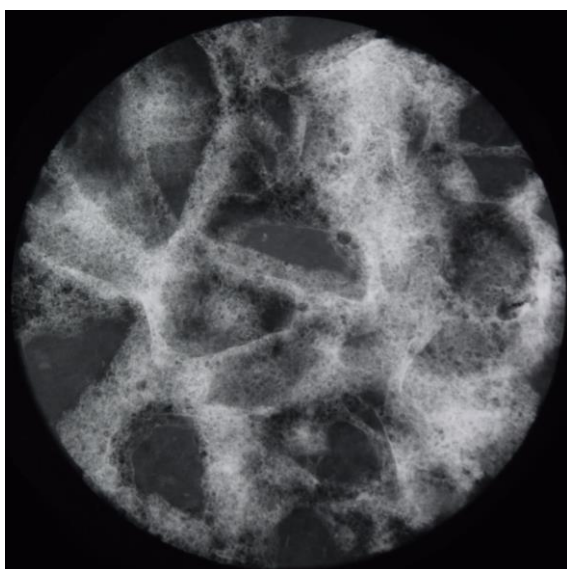


写真-2 コア直径 60mm の X 線造影写真

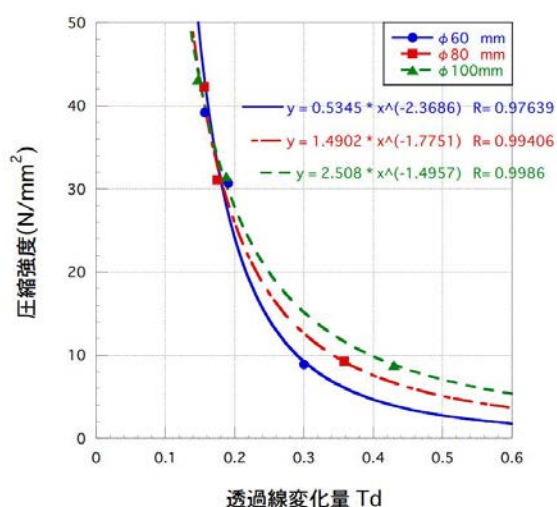
図-1 圧縮強度と透過線変化量の関係
透過線変化量の関係

表-3 の供試体 No. 1 における、 $\phi 100\text{mm}$ と $\phi 60\text{mm}$ のスライスした供試体に対し X 線造影撮影から得られた画像である。画像の中で黒っぽく見えるのが粗骨材で、白に見えるのがモルタルである。これらから見て取れるように、コアの寸法が小さくなるとともに粗骨材の割合が増加した一方で、モルタル部分の割合が減少しているのが分かる。これはコア直径が小さくなると、コア直径に対して骨材の最大寸法 20mm の割合が増加するためである。X 線造影撮影法による透過線変化量の測定で使用する造影剤は、粗骨材よりもモルタル部分への浸透割合が高く、強度の低いコンクリートの場合、モルタルへの浸透量が多くなる。そのため、圧縮強度の高いコンクリートでは、コア直径による影響は小さいが、圧縮強度の低いものでは粗骨材の占める割合が変化することで透過線変化量に及ぼす影響も大きくなると考える。

図-1 は各コア直径における圧縮強度と透過線変化量の関係を示したものである。30N/mm²までの強度域では、コア直径が異なることによるプロットのばらつきは小さいが、圧縮強度 10N/mm²のところでは透過線変化量に大きな差異が生じており、 $\phi 100\text{mm}$ を基準とした従来と同様に強度推定が行えないことが分かった。そのため、コア直径別に回帰曲線を求めることにより、 $\phi 100\text{mm}$ から $\phi 60\text{mm}$ までの強度推定を適切に行うことが可能となった。

4. まとめ

本実験の結果より、コア直径の違いによって、一軸圧縮試験における試験結果に与える影響は、高強度域で顕著に現れることが分かった。また、透過線変化量では、低強度域において大きな影響を及ぼすことが確認された。よって、両者の関係が分かったことにより、 $\phi 100\text{mm}$ から $\phi 60\text{mm}$ までの強度推定を適切に行うことが可能となった。

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) 西林新蔵, 他: コンクリート工学ハンドブック, pp.364~392, 2009.10