

X線造影撮影法によるコンクリート強度評価に関する実験的研究

東北学院大学 学生会員 杉本 多聞

東北学院大学 正会員 武田 三弘

東北学院大学 フェロー 大塚 浩司

1. はじめに

本研究では、これまでに X 線造影撮影法を用いて、コンクリート内部に発生したひび割れや空隙を検出する方法について研究を行ってきた。これまでの研究では、W/C の異なるコンクリート供試体について X 線造影撮影法を行い、コンクリート内部に発生しているひび割れおよび空隙量と強度との関係を調べたところ、高い相関関係がある事が分かった。しかし、現場において採取されるコンクリートは、セメントの種類や細・粗骨材の条件、または AE か Non-AE かなど、様々な配合のコンクリートが存在する。そこで、本研究では X 線造影撮影法によるコンクリートの強度評価時における、セメントの種類や細・粗骨材の条件、また AE・Non-AE の異なる場合の影響について確認を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

コンクリート供試体作製において、セメントには普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメントおよび高炉セメントの 3 種類、細骨材には陸砂（密度： 2.62g/cm^3 ・吸水率 1.89%および密度： 2.36g/cm^3 ・吸水率 5.10%）の 2 種類、粗骨材には碎石（最大寸法：20mm、密度： 2.66g/cm^3 ）、混和剤には、AE 剤（マイクロエア 101）を使用した。

2.2 配合

供試体の配合には、水セメント比を 40～80%に変化させた普通・早強・高炉セメントコンクリートを用い、細骨材および AE・Non-AE を変化させた。表-1 は普通セメントコンクリート(AE-吸水率 1.89%)、表-2 は早強セメントコンクリート(Non-AE-吸水率 1.89%)の配合表を示したものである。

2.3 実験供試体

実験供試体は、 $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を強度毎に、圧縮試験用に 3 体、X 線造影撮影法による強度評価用に 3 体使用した。なお、X 線造影撮影用の供試体は、厚さ 10mm にカッティングし、中央部の 3 枚を使用した。

2.4 養生方法

X 線造影撮影法による強度評価時に養生条件が与える影響を調べるため、普通セメントコンクリートは水中養生と気中養生の 2 種類で養生を行った。水中養生は水温 20°C の養生槽で 28 日間、気中養生は気温 20°C ・湿度 60%の恒温室で 28 日間とした。

2.5 透過線変化量の定義

II(イメージインテンシファイア)を用いてコンピュータに取り込まれた X 線画像是、画像処理ソフトを使用することに

表-1 コンクリート(AE)の配合表

W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				
			W	C	S	G	AE 剤
40	5	40.6	180	451	666	989	0.023
45		41.6		401	700	997	0.020
50		42.6		361	731	999	0.018
55		43.6		328	760	997	0.016
60		44.6		300	788	993	0.015
65		45.6		277	814	985	0.014
70		46.6		258	840	976	0.013
75		47.6		240	865	965	0.012
80		48.6		225	889	954	0.011

表-2 コンクリート(Non-AE)の配合表

W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)			
			W	C	S	G
40	2	40	182	456	681	1044
50		42		364	747	1054
60		44		304	805	976
70		46		260	859	960

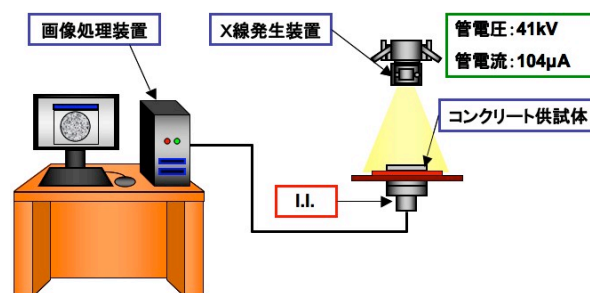


図-1 IIを用いたX線造影撮影法の概要

・ X 線造影撮影法 ・ 造影剤 ・ Image Intensifier ・ 透過線変化量 ・ コンクリートの強度 ・ 動弾性係数

・ 東北学院大学工学部：宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-7479 FAX 022-368-7479

より、透過画像の濃度を測定することができる。ここで、造影剤浸透前と浸透後の透過画像濃度の差を「透過線変化量」と定義した。

2. 6 実験方法

本実験では、各強度のコンクリート供試体に対して圧縮試験およびIIを用いたX線造影撮影を行い、強度と透過線変化量との関係を調べた。また、コンクリート供試体をカッティングする前に、動弾性係数の測定を行い、透過線変化量と動弾性係数との関係も調べた。図-1は、IIを用いたX線造影撮影法の概要を示したものである。

3. 実験結果および考察

3. 1 強度と動弾性係数との関係について

図-2は、各種条件毎の普通・早強・高炉セメントコンクリートの強度と動弾性係数との関係を示したものである。強度と動弾性係数との関係については、既往の研究結果と同様に配合や養生条件に関わらず高い相関性が得られた。

3. 2 強度と透過線変化量との関係について

図-3は、各種条件毎の普通・早強・高炉セメントコンクリートの強度と透過線変化量との関係を示したものである。これらの関係については、過去の研究結果同様、強度が高いほど透過線変化量が小さくなる結果となった。また、今回、吸水率の高い細骨材を使用した条件、高炉スラグセメントを使用した条件および養生条件が異なる場合においても、その関係は、一つの回帰式で表現されることが分かった。この結果より、一般的な配合条件や養生条件の範囲であれば、現場より採取されたコア供試体を用いることによって、強度の推定を行うことは可能であると考えられる。

3. 3 透過線変化量と動弾性係数との関係について

図-4は、各種条件毎の普通・早強・高炉セメントコンクリートの透過線変化量と動弾性係数との関係を示したものである。透過線変化量と動弾性係数との関係については、動弾性係数が高い程、透過線変化量が小さくなるということが分かった。また、細骨材およびAE・Non-AE、セメントの種類、養生条件による影響が小さいことから、X線造影撮影法を用いて現場コンクリートの透過線変化量を測定することにより、動弾性係数の推定が可能であると思われる。

4. まとめ

本研究の結果より、X線造影撮影法により得られたコンクリートの透過線変化量と強度および動弾性係数との間には、良好な関係が得られた。また、X線造影撮影法による透過線変化量測定時に、細骨材およびAE・Non-AE、セメントの種類、養生条件などによる影響が小さいことから、様々な環境下にある現場コンクリートの強度および動弾性係数の推定が可能であると考えられる。

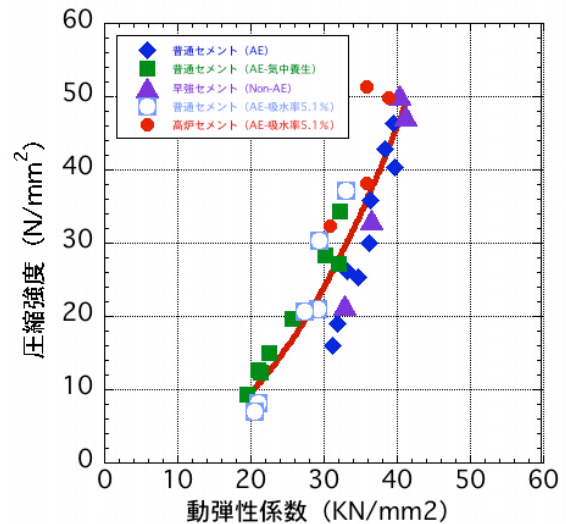


図-2 圧縮強度と動弾性係数との関係

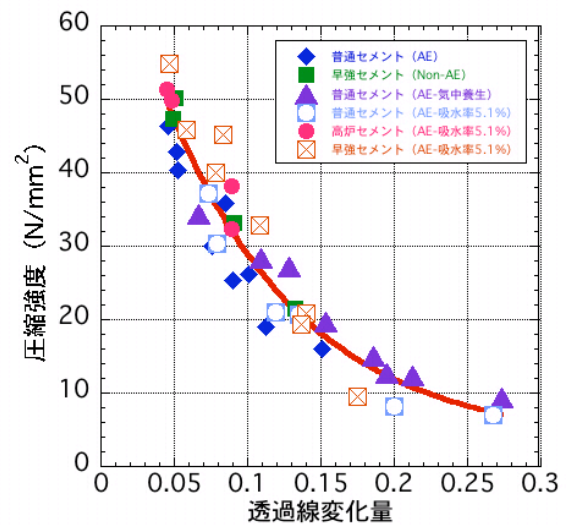


図-3 圧縮強度と透過線変化量との関係

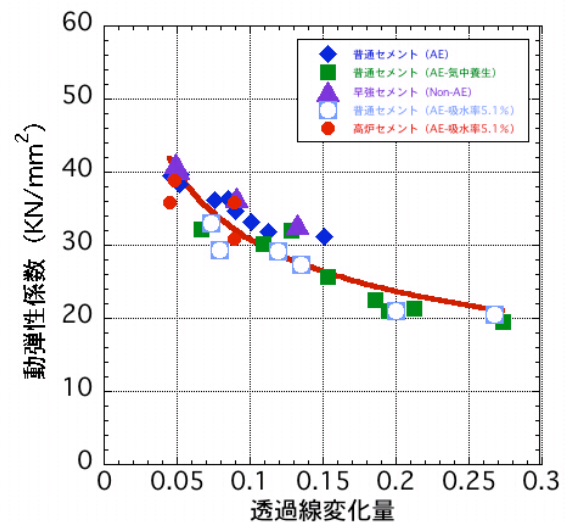


図-4 透過線変化量と動弾性係数との関係