

X線造影撮影法によるコンクリート強度の推定と凍結融解抵抗性の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の検出方法について研究を行ってきた。昨年度までの研究では、X 線フィルムを用いて、数種類の強度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、X 線フィルム撮影では、正確な測定を行うための準備や、X 線フィルムの撮影から現像に至るまでに時間がかかるなど、実験を効率的に行うことが出来なかった。そこで本年度は、コンクリート供試体の X 線透過画像を直接コンピュータへ取り込むことが出来る Image Intensifier (以後 II とする) を用いた画像の取り込みと、その画像からひび割れおよび空隙の量を測定することが出来る画像処理ソフトを用いて、ひび割れ量とコンクリート強度および、ひび割れ量と凍結融解抵抗性の関係を求め、コンクリート強度の推定および凍結融解抵抗性の評価に関する研究を行った。

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、セメントには早強ポルトランドセメント、細骨材には陸砂 (密度: 2.44g/cm^3)、粗骨材には砕石 (最大寸法: 20mm , 密度: 2.71g/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 39~95% に変化させた AE および Non-AE コンクリートを用いた (表-1 および表-2 参照)

2. 3 実験供試体

実験供試体は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 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推定用に 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 透過線変化量の定義

II を用いてコンピュータに取り込まれた X 線画像は、画像処理ソフトを使用することにより、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. 5 実験方法

本実験では、各強度の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の関係を調べた。また X 線造影撮影を行った厚さ 10mm のスライスされた供試体に対して、凍結融解試験を行った。凍結融解試験は、ASTM C 666 の温度履歴に沿って行い、劣化を早期発生

表-1 AE コンクリートの配合表

W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	S	G ₅₋₁₀	G ₁₀₋₂₀	AE 剤
95	4	52	190	201	899	534	356	0.006
90	4	51		212	878	543	362	0.006
71	4	48		267	794	569	380	0.008
59	4	45		322	734	581	387	0.010
50	6	42	179	356	660	596	397	0.011
	6	42		356	660	596	397	
	5	43		184	367	674	589	393
44	4	42	190	432	649	580	387	0.013
39	4	41	190	487	616	574	382	0.015

表-2 Non-AE コンクリートの配合表

W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G ₅₋₁₀	G ₁₀₋₂₀
90	2	50	187	208	881	579	386
71	2	46		263	796	606	404
59	2	44		317	736	618	412
50	2	42		371	689	621	414
44	2	41		425	651	619	413
39	2	40		480	618	613	408

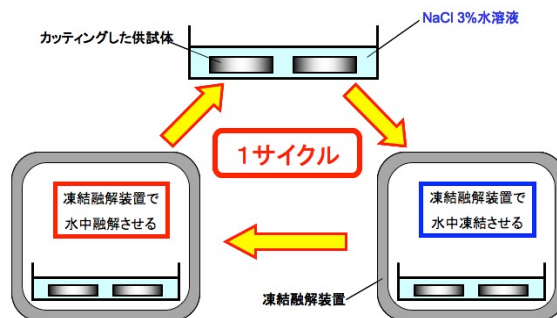


図-1 凍結融解試験の概要

・ 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 ・ 凍結融解抵抗性

・ 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

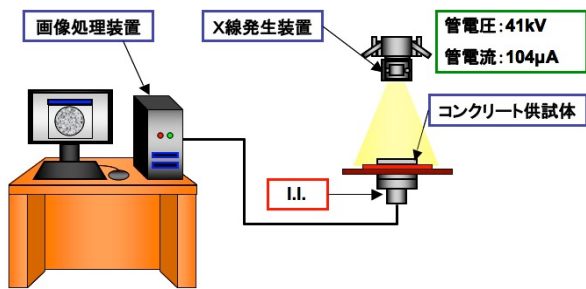


図-2 IIを用いたX線造影撮影法の概要

させるために、NaCl3%水溶液を使用し、水中凍結水中融解を行い、透過線変化量と凍結融解抵抗性の関係を調べた。図-1は、凍結融解試験の概要を、図-2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 強度と透過線変化量の関係について

図-3はAEおよびNon-AEコンクリートの強度と透過線変化量の関係を示したものである。強度と透過線変化量の関係については、両者共に、強度が高いほど透過線変化量が小さくなる傾向が見られた。これは、強度が高いほどコンクリートの内部構造が密実になり、液体である造影剤が浸透しにくいコンクリートになったためであると考えられる。

3. 2 透過線変化量と凍結融解抵抗性の関係について

図-4は、AEコンクリートの、図-5は、Non-AEコンクリートの透過線変化量と凍結融解抵抗性の関係を示したものである。AEおよびNon-AEコンクリート共に、透過線変化量が小さいほど質量減少率10%に達するまでのサイクル数が多くなり、凍結融解抵抗性が高くなる傾向が見られた。特に、AEコンクリートにおいては、透過線変化量が0.08より大きい場合は、AE剤を使用していても凍結融解抵抗性が低く、0.04以下になると質量減少率10%に達するまでのサイクル数が多くなり、非常に高い凍結融解抵抗性を示す傾向が見られた。

4. まとめ

本研究の結果より、コンクリートの強度とX線造影撮影法により得られた透過線変化量との間には、良好な関係があり、5~50N/mm²の強度のコンクリートにおいては、透過線変化量から強度の推定が可能であると考えられる。また、AEおよびNon-AEコンクリートの透過線変化量と凍結融解抵抗性との間にも同様に密接な関係があることから、今後、室内実験と現場における凍結融解作用との関係が求められることによって透過線変化量から凍結融解抵抗性の評価が可能になるものと考えられる。

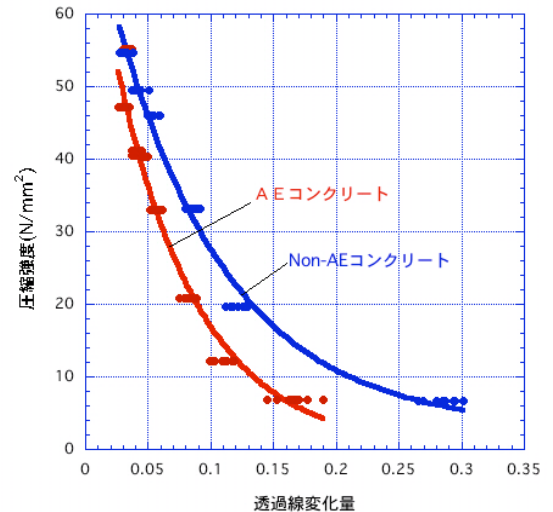


図-3 コンクリートの圧縮強度と透過線変化量の関係

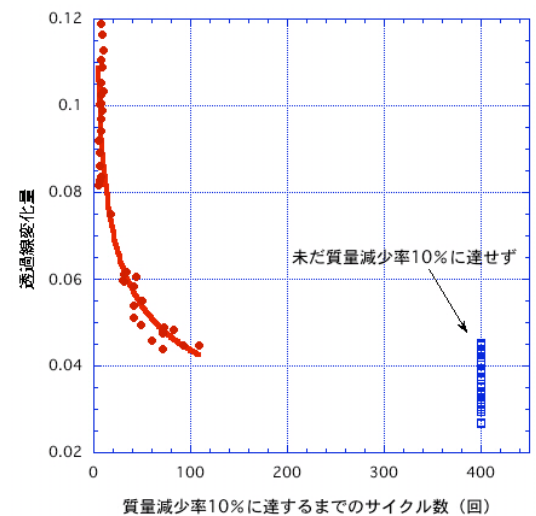


図-4 透過線変化量と凍結融解抵抗性の関係(AE)

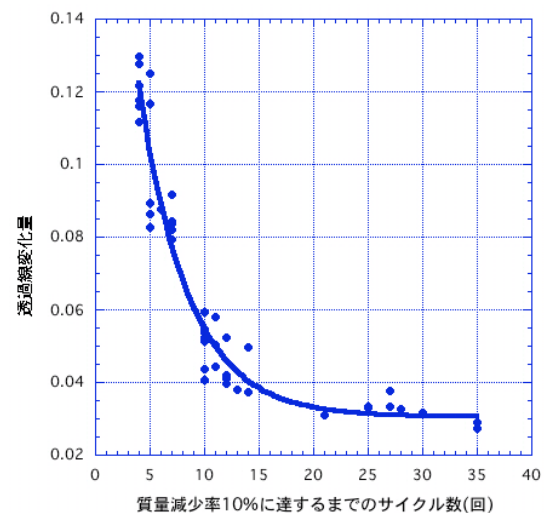


図-5 透過線変化量と凍結融解抵抗性の関係(Non-AE)

[謝辞]

本研究を行うにあたり、終始ご協力して頂いた星野仁志氏に心より御礼申し上げます。最後に本研究にご協力頂いた皆様に心より感謝の念を送ります。