

V-17 液体窒素を用いた急速凍結融解試験の基礎的研究

大豊建設株式会社 正会員 ○園山 琢磨
 函館工業高等専門学校 正会員 橋本 紳一郎
 徳島大学工学部 正会員 石丸 啓輔
 徳島大学工学部 正会員 渡辺 健

1. はじめに

現在、我が国では凍結融解の繰り返し作用に対する抵抗性を検討する方法として「コンクリートの凍結融解試験方法 (JIS A 1148)」を使用している。これまで、この試験方法は凍害劣化であるコンクリートの内部組織の膨張による脆弱化を捉える有効な方法とされてきたが、最近ではコンクリート表層部のスケールリングも凍害による劣化形態の1つとされているため、表層部の品質評価が重要となる。既往の研究¹⁾により、液体窒素を用いた簡易的凍結融解試験が提案され、大幅な時間の短縮、JIS 規格試験方法では評価できない供試体表面の緻密性が評価可能となった。この試験方法を表面劣化の評価として使用するために、本研究では液体窒素を用いた簡易凍結融解試験を用いてコンクリート品質試験の違い、内部凍結深さ、コンクリートの表面強度などの詳細について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料は、普通ポルトランドセメント (密度: 3.15g/cm^3)、細骨材 (密度: 2.64g/cm^3)、粗骨材 (密度: 2.56g/cm^3)、AE 減水剤、AE 剤である。また、表-1 にコンクリートの配合を示す。供試体は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を使用した。表中の配合名は、「水セメント比-(AE 剤の混入有無)」を示す。

表-1 コンクリートの配合

配合名	スランブ の範囲 (cm)	空気の 範囲 (%)	水セメン ト比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤	AE剤
45%-(AE)	8±2.5	5±1.5	45	44	168	373	765	951	C*0.015	C*0.007
45%-(Non-AE)			45	46	187	416	797	914		
55%-(AE)		5±1.5	55	46	171	311	820	940	C*0.015	C*0.007
55%-(Non-AE)			55	48	190	345	856	906		
65%-(AE)		5±1.5	65	48	174	268	869	920	C*0.015	C*0.005
65%-(Non-AE)			65	50	193	297	907	887		

2.2 試験方法・測定項目

試験は既往の研究¹⁾より湿潤状態の供試体を用いて液体窒素を用いた簡易凍結融解試験を以下のような手順で行った。図-1 のように供試体内部温度を測定するため $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体に熱電対を配置する。

- (1) 初期値として、超音波測定器により超音波伝播速度を測定し、測定値から動弾性係数を求める。
 - (2) 容器に供試体を入れ、液体窒素を吹き付け、供試体内部温が一定温度以下になったところで容器から取り出し、40℃のお湯で供試体内部温度が 30℃になるまで融解する
 - (3) 融解後、超音波伝播速度を測定する。
- (2)～(3) を 1 サイクルとし、相対動弾性係数が 60%以下になった時点、または 10 サイクルで終了とする。

熱電対による供試体内部温度を測定し、また、さらに試験後の供試体の表面強度をシュミットハンマーを用いて測定した。

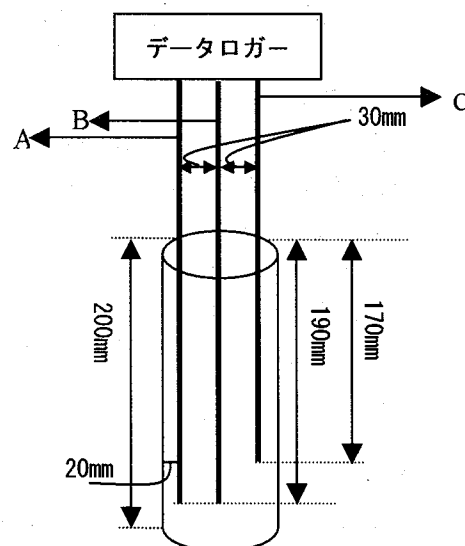


図-1 熱電対の位置

3. 実験結果と考察

図-2 に全ての水セメント比の材齢 28 日 AE 混入有無によるサイクル数と相対動弾性係数の関係を示す。

図-2 より、凍結融解のサイクル数を繰り返していくごとに AE コンクリートと Non-AE コンクリートの相対動弾性係数の差が明らかになっている。これは AE 剤、AE 減水剤を混入した効果が得られていると考えられる。この傾向は水セメント比が小さく、AE 剤を混入したコンクリートほど相対動弾性係数 60%以下に長いサイクル数を要する。このことより、AE 剤混入の有無を確認することができ、水セメント比による凍結融解抵抗性の評価をすることができると考えられる。

図-3 に本試験を行った時の供試体内部温度について示す。図-3 より熱電対位置 A が一番早く凍結し、熱電対位置 B と C にも差が見られた。図-2 にある-18℃と示したラインは JIS 規格試験方法で定められている凍結時の温度である。熱電対位置 A のみがこの温度を下回った。これは熱電対位置 A がコンクリート底面から 1mm、側面から 2mm とコンクリート表面に一番近かったためと考えられる。熱電対位置 C の温度が他の 2 つに比べあまり温度が下がっていないことから、本試験ではコンクリート底面から 1~2mm を凍結させていると考えられ、コンクリート内部よりも表面の方が早く凍結することが確認できた。凍結・融解時の温度を測定することにより、本試験ではコンクリート内部から凍結するのではなく、表面から凍結することが確認できた。以上からコンクリート表面劣化の評価試験として有効であると考えられる。

図-4 に材齢 14 日と 28 日の表面強度と耐久性指数の関係を示す。表面強度が高いほど耐久性指数も高くなる傾向にあり、配合の違いが表面強度に影響している。したがって、表面の強度が高く、緻密なコンクリートは凍害による抵抗性が高く、コンクリート表面の劣化を評価できると考えられる。

5. まとめ

本試験を行うことによりコンクリートの品質の違い、表面の強度が高く緻密なコンクリートは凍害による抵抗性が高いことが十分に評価できた。また、コンクリート表層部が早く凍結していることからコンクリート表面劣化の評価試験として有効である。

- 1) 橋本紳一郎、橋本親典、渡辺健、上田隆雄：液体窒素を用いたコンクリート簡易的凍結融解試験の提案、コンクリート工学年次論文報告集、vol27, No.1, pp.757-762, 2005.6

「水セメント比 (AE 剤混入有無)」

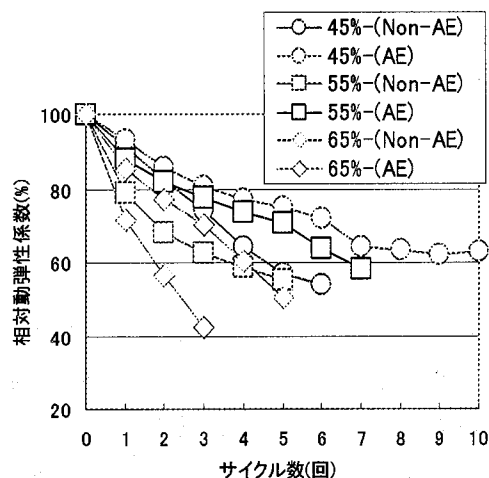


図-2 サイクル数と相対動弾性係数の関係

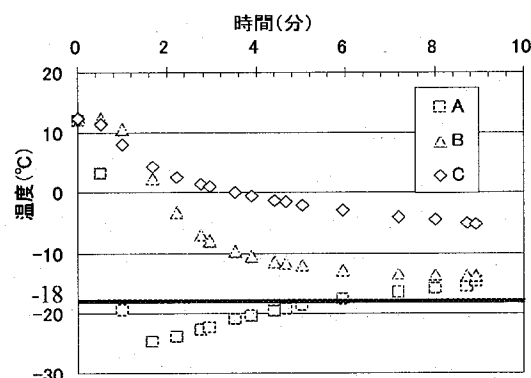
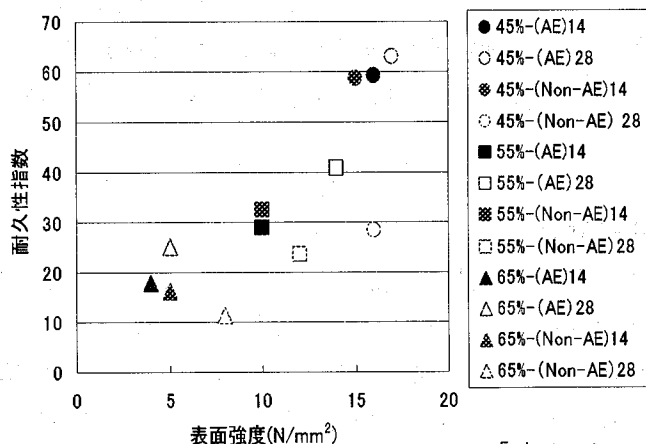


図-3 供試体内部温度と測定時間の関係
45%-(AE) 1 サイクル目



「水セメント比
(AE 剤混入有無) 材齢」

図-4 表面強度と耐久性指数の関係