

廃棄コンクリートの AE 剤使用の有無を判定方法する簡易な試験方法の開発

徳島大学大学院 学生会員 ○平田 大希
徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健
徳島大学大学院 正会員 石丸 啓輔

1. 研究目的

震災廃棄コンクリートの有効利用を実現するためには、再生骨材コンクリートとして利用することが経済的である。しかし、再生骨材コンクリートの最大の欠点は、エントレインドエアを十分に入れても、凍結融解抵抗性が著しく低下することである。特に、原コンクリートが NonAE コンクリートの場合、この低下が顕著である。しかし、原コンクリートの AE 剤使用の有無を判別する方法はこれまで研究されていない。本研究の目的は、液体窒素による急速凍結融解試験方法を用いて、再生骨材を製造するための原コンクリートが AE コンクリートであるか NonAE コンクリートであるかを、簡単に短時間で調べる試験方法を開発することである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³）を使用した。骨材は、細骨材に徳島県阿波市市場町産砕砂（密度：2.57g/cm³，F.M：2.63），粗骨材に徳島県板野郡板野町産碎石（密度：2.57g/cm³，F.M：6.73）を使用した。混和剤には、AE 減水剤，および空気量調整剤として AE 剤を使用した。

表－1 に使用したコンクリートの示方配合およびフレッシュ性状を示す。配合は、AE 剤の混入有無および水セメント比を変化させた合計 6 配合とした。配合名は、水セメント比-AE 剤の混入有無を示している。

表－1 コンクリートの示方配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						Slump (cm)	Air (%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	WRA (G×%)	AEA (G×%)		
45-AE	45	44	168	373	751	955	0.15	0.01	4.0	4.0
45-NonAE		46	187	416	788	925	—	—	4.0	2.3
55-AE	55	46	171	311	805	945	0.15	0.01	4.5	4.5
55-NonAE		48	190	345	846	916	—	—	4.0	2.5
65-AE	65	48	174	268	853	924	0.15	0.01	7.5	5.5
65-NonAE		50	193	297	897	897	—	—	4.0	2.2

2. 2 圧縮強度試験

圧縮強度試験方法は、JIS A 1108:2006 に規定されているコンクリートの圧縮強度試験方法に準じて行った。供試体は φ100×200mm の円柱供試体を使用した。試験材齢は、28 日とした。

2. 3 水中凍結融解試験

水中凍結融解試験方法は、JIS A 1148:2010 に規定されているコンクリートの凍結融解試験方法に基づいて行った。しかし、測定方法は、急速凍結融解試験と比較するために超音波伝播時間の測定を行った。

2. 4 急速凍結融解試験

AE 剤有無判定方法は、既往の研究¹⁾を参考に、液体窒素を用いた急速凍結融解試験で行った。供試体は φ100×200mm の円柱供試体を使用し、含水率 100%で試験を行った。試験材齢は、28 日とした。試験方法は、次のような手順で行った。まず、液体窒素用の容器に供試体を投入し、液体窒素を 30 秒間（約 210ml）供試体に吹き付ける。吹付け終了後、供試体を 30 秒間容器で入れた状態のままにする。その後、供試体を 5 分間程度 40℃前後のお湯の中に浸し融解させる。完全に融解した後、各種測定を行う。この手順を 1 サイクルとし、この作業を繰返し行い、相対動弾性係数が 60%以下になった時点、またはサイクル数 10 回で試験終了とした。相対動弾性係数は、超音波伝播時間を測定し、その値から求めた。測定位置は、供試体を液体窒素に浸すため、最もよく凍結している供試体底面部から 15mm 離れた側面（約-190℃）とした。

キーワード AE，液体窒素，凍結融解抵抗性，超音波伝播速度，相対動弾性係数，再生骨材
連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 TEL 088-656-7321

2. 5 評価方法

凍結融解試験を評価する相対動弾性係数は、測定した超音波伝播時間を用いて以下の式 (1) から求めた。

$$\text{相対動弾性係数}(\%) = (VL_0^2 / VL_n^2) \times 100 \quad (1)$$

ここに、 VL_0 : 試験開始前における超音波伝播速度(km/s)

VL_n : n サイクル後における超音波伝播速度(km/s)

3. 実験結果および考察

3. 1 空気量および圧縮強度試験結果

図-1 に各配合の空気量と材齢 28 日の圧縮強度試験結果を示す。各水セメント比における強度の違いは十分確認できた。また、AE コンクリートより NonAE コンクリートの方が強度は若干大きくなったものの、同じ水セメント比における強度域はほぼ同程度となった。これは、AE 剤とともに AE 減水剤を使用し、単位水量を減らしたためであると考えられる。

3. 2 水中凍結融解試験結果

図-2 に各配合の材齢 28 日における水中凍結融解試験結果を示す。水セメント比の違いに関わらず、NonAE コンクリートは 30 サイクルで相対動弾性係数が 60%以下となり、AE コンクリートと NonAE コンクリートの相対動弾性係数の違いが明確となった。また、65-AE は相対動弾性係数を 300 サイクルまで維持したものの、表面にはスケーリングの進行が確認された。

3. 3 急速凍結融解試験結果

図-3 に各配合の材齢 28 日における円柱供試体による急速凍結融解試験結果を示す。水セメント比が小さくなるにつれて AE コンクリート、NonAE コンクリートともに相対動弾性係数の低下率は小さくなった。水セメント比の違いによる傾向が確認できた。AE コンクリートと NonAE コンクリートを比較すると、AE コンクリートの方が相対動弾性係数の低下率が小さく、AE 剤の混入有無の違いが明確となった。しかし、JIS 規格試験の水中凍結融解試験結果とは異なる傾向を示した。これは、JIS 規格試験は供試体内部組織の膨張によって劣化が生じるのに対して、液体窒素を用いた急速凍結融解試験は浸透の早い供試体表層部のみで繰返し劣化し、スケーリングを生じたためと考えられる。そのため、急速凍結融解試験では、NonAE コンクリートでも、45-NonAE のような低 W/C では表層部の劣化によるスケーリングが生じるまでに時間がかかり相対動弾性係数は低下しにくく、また、AE コンクリートでも、65-AE のような高 W/C では表層部の劣化によるスケーリングが生じるまでの時間が短くなり、相対動弾性係数は大きく低下したと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲内ではあるが、水セメント比が 55%以下のコンクリートであれば、コア採取した供試体を液体窒素による急速凍結融解試験により AE 剤使用の有無を判定することができる可能性があると言える。

参考文献

1) 湯北記代彦, 橋本紳一郎, 加地貴, 橋本親典: 液体窒素を用いた急速凍結融解試験によるコンクリート表面劣化の定量化, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.1563-1568, 2002

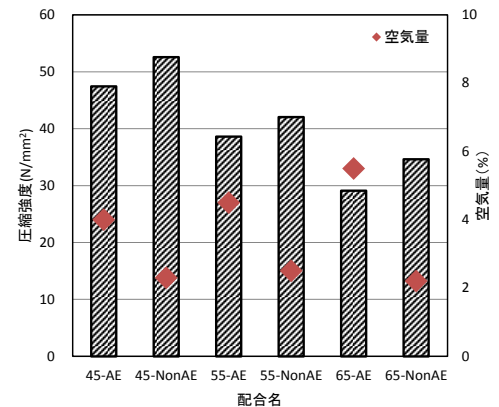


図-1 空気量と圧縮強度試験結果

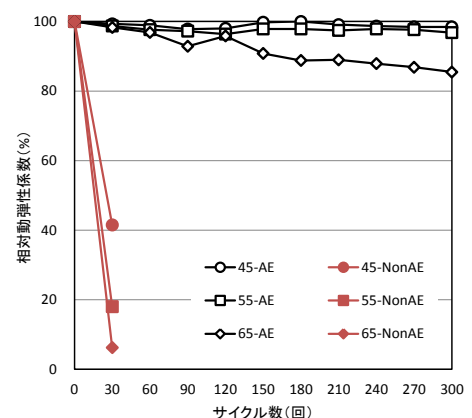


図-2 水中凍結融解試験結果

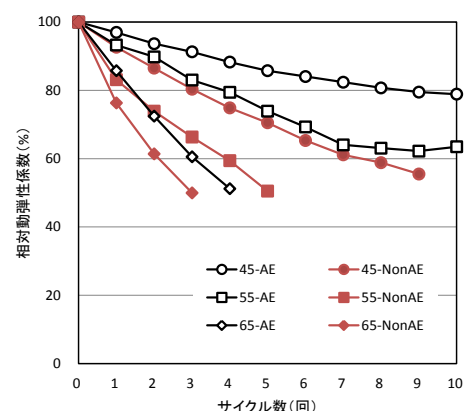


図-3 急速凍結融解試験結果