

原コンクリートの AE 剤有無を判定するための液化窒素による簡易試験方法の開発

徳島大学大学院 学生会員 ○青江 匡剛
徳島大学大学院 正会員 石丸 啓輔
徳島大学大学院 フェロー会員 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡邊 健

1. はじめに

再生骨材 M および L を用いた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^{1,2)}。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。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。著者らの研究室ではこれまでに、「コンクリートの凍結融解試験(JIS A 1148:2001)」の簡易試験として、液化窒素による急速凍結融解試験方法を開発・提案してきた²⁾。本研究では、この液化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 コンクリートか NonAE コンクリートであるかの判定を、現場で簡単かつ短時間で判定する手法の確立を目的として、簡易凍結融解試験方法の条件について実験的検討を行った。

2. 簡易凍結融解試験による AE 剤有無の判定方法

本試験方法による実構造物に対する実施状況を写真-1 に示す。また、写真-2 に、200×200×100mm の平板供試体を用いた場合の試験状況を示す。

対象のコンクリート構造物に専用の吹付け装置を密着させて液化窒素をコンクリート表面に吹き付け、そのあと融解させる。コンクリート表面の任意の 2 点間に超音波を伝播させ、伝播時間を計測する。この繰返しを 10 回行う、コンクリート表面が凍結融解することによって劣化するため表層コンクリートの弾性係数が小さくなり伝播時間が長くなる。この伝播時間の関係から、相対動弾性係数を以下の式により求める。

$$\frac{Ed_n}{Ed_0} = \left(\frac{T_0}{T_n} \right)^2$$



写真-1 実構造物に対する実施状況



写真-2 平板供試体を用いた簡易試験の実施状況

ここに、 Ed : 動弾性係数, T : 超音波伝播時間,

$\square_0$: 0 サイクルつまり初期値, $\square_n$: n サイクル

この相対動弾性係数が 10 サイクルで 60% 以上であれば AE コンクリートと判定する。10 回前に 60% 以下になった場合は、試験を終了し、NonAE コンクリートと判定する。

3. 実験概要

使用材料の物理的性状を表-1 に示す。コンクリートの配合を表-2 に示す。配合は AE 剤の混入有無、

表-1 使用材料一覧

材料	種類	密度 g/cm ³	比表面積 cm ² /g	吸水率 %	粗粒率	実積率 %
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16	3340			
細骨材	砕砂	2.57		1.77	2.63	66.60
粗骨材	砕石(5-10mm)	2.57		1.60	6.37	55.40
	砕石②(15-20)	2.57		1.62	7.08	57.60

表-2 コンクリートの配合表

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 (C × %)	AEA (C × %)		
45-AE	45	44	168	373	751	955	0.15	0.02	2.0	4.3
45-NonAE		46	187	416	788	925	—	—	1.0	0.9
55-AE	55	46	171	311	805	945	0.15	0.02	4.0	6.0
55-NonAE		48	190	345	846	916	—	—	2.0	1.0
65-AE	65	48	174	268	853	924	0.15	0.02	4.0	6.1
65-NonAE		50	193	297	897	897	—	—	2.0	1.2

キーワード 凍結融解試験, AE コンクリート, 相対動弾性係数, 原コンクリート, 液化窒素

連絡先 〒770-8056 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 Tel 088-656-7321

水セメント比を変化させた 6 配合とした。表中の配合名は、数字が水セメント比(%)の後の英文字が AE 剤有無を表す。簡易試験以外に圧縮強度、静弾性係数、JIS A 1148 (A 法) の水中凍結・水中融解の凍結融解試験ならびに急速凍結融解試験²⁾を行った。圧縮強度と静弾性係数は材齢 28 日とし、凍結融解に関する試験はすべて材齢 56 日で実施した。

4. 簡易試験方法の凍結融解に関するパラメータ

凍結試験を開始するまで、湿潤状態(含水率 100%)とした。液体窒素を吹き付ける時間は 90 秒間(液体窒素の吹付け容量は 630ml)で一定とした。計測位置は、図-1 に示す 7 か所とし、側面での測定は表面から 15mm の位置で A-A 間、B-B 間、表面での測定は C-C 間、D-D 間、液体窒素が最も吹き付けられている E-E 間(約-190℃)、F-F 間、G-G 間とした。

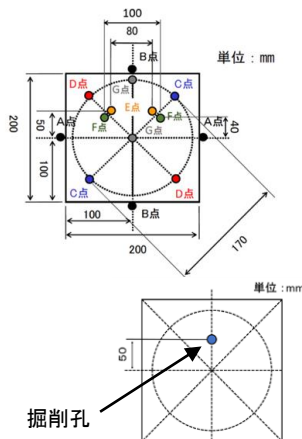


図-1 平板供試体の測定位置と掘削位置

融解方法は 4 通りとし、①表層を 40℃お湯で浸漬、②表層を掘削し 40℃お湯で浸漬、③表層を工業用ドライヤーで融解、および④表層を掘削し工業用ドライヤーで融解とした。表層を掘削したのは、より厳しい凍結状態にするためである。工業ドライヤーを用いたのは、現場で 40℃お湯の準備ができないことを想定したものである。

5. 実験結果および考察

図-2 に 6 配合の圧縮強度と静弾性係数の試験結果を示す。同一 W/C の強度が AE 剤有無で大きく異なった。単位水量を変えて、スランプと空気量を目標値に合わせたためと思われる。静弾性係数は W/C, AE 剤使用の有無に関係なくほぼ一定であった。

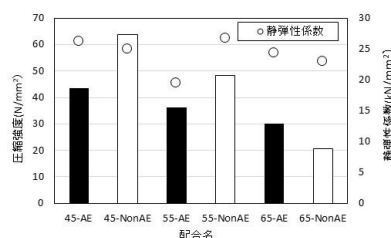


図-2 圧縮強度試験結果

図-3 に 6 配合のコンクリートの相対動弾性係数とサイクル数の関係(劣化曲線)を示す。JIS 法では、AE コンクリート 3 配合と NonAE コンクリート 3 配合が明確に判定できた。急速法では、

45-NonAE が 10 サイクルで 60%以上になり、AE コンクリートの判定になった。60N/mm² 以上の高強度の影響が原因と思われる。

図-4 と図-5 に平板供試体を用いた簡易凍結融解試験による劣化曲線の一例を示す。計測位置 E-E 間が最も AE と NonAE の劣化曲線に優位な差が確認できた。また、40℃のお湯ではなく、工業用ドライヤーで融解しても AE と NonAE を判定することが可能であると言える。一方、掘削孔は、期待したほどの効果はなかった。

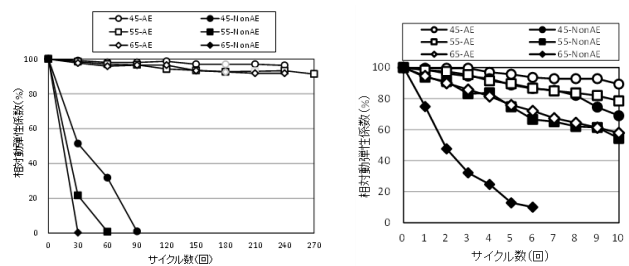


図-3 JIS 法と急速凍結融解の劣化曲線の比較

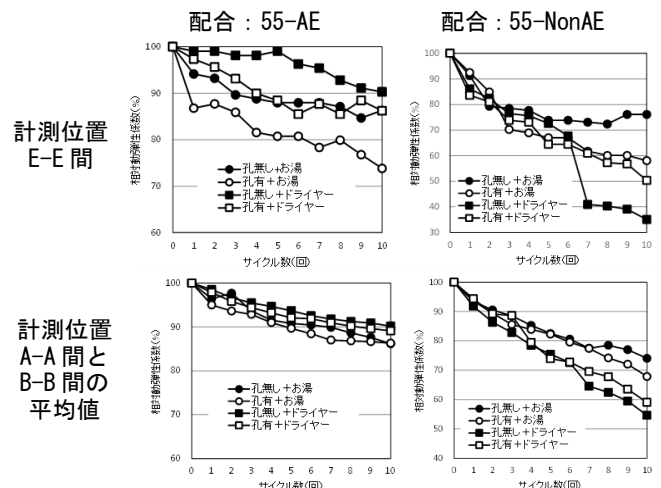


図-4 計測位置が劣化曲線に与える影響

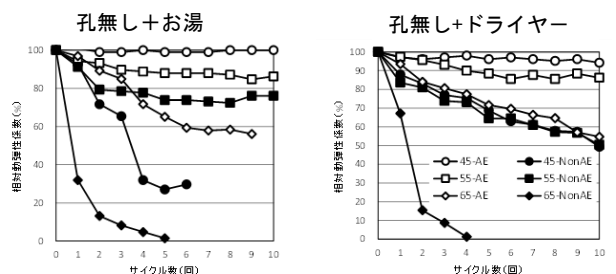


図-5 融解方法が劣化曲線に与える影響

謝辞：本研究の一部は、日本学術振興会平成 27 年度科学研究費補助金の挑戦的萌芽研究(課題番号 25630188, 研究代表者：橋本親典)に基づき実施されたものである。ここに付記し、深く感謝の意を表します。

参考文献：1) 松坂裕介他：低度処理骨材を用いた再生コンクリートの性能向上に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1565-1571, 2011. 2) 弓場上有沙他：再生骨材コンクリートによる JIS の凍結融解試験方法(A 法)と液化窒素を用いた簡易急速凍結融解試験方法の比較, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.941-946, 2011.