

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：16101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25630188

研究課題名(和文)震災廃棄コンクリートの有効利用のための原コンクリートのAE剤有無判定法の開発

研究課題名(英文) Development of the simple test method with liquid nitrogen for judgement of AE concrete or Non-AE concrete with recycle aggregate made from the concrete damaged of the earthquake disaster

研究代表者

橋本 親典 (Hashimoto, Chikanori)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・教授

研究者番号：10180829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：再生骨材M・Lを用いたコンクリートは、凍結融解抵抗性が著しく低下する。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。震災廃棄コンクリートのAE剤使用の有無を判別する方法が必要である。液化窒素による急速凍結融解試験方法を用いて、現場で短時間で、原コンクリートのAE剤使用の有無を判定する手法について検討した。

平板供試体を用いた簡易凍結融解試験による劣化曲線から、液体窒素が最も吹き付けられている区間(約-190)において、AEとNonAEの劣化曲線に優位な差が確認できた。40 のお湯ではなく、工業用ドライヤーで融解しても判定可能であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)： It should be judged that the original concrete is AE concrete or Non-AE concrete in order to produce recycled concrete aggregate from the original concrete. Particularly, this judgment is very important when the recycle aggregate was made from the concrete damaged of the earthquake disaster. In this study, it was carried out that experimental study for the condition of the test method to freezing and thawing using liquid nitrogen for the purpose of establishment of the technique to judge simply and in a short time temporarily on the site. The spraying time of liquid nitrogen was constant for 90 seconds.

As a result, the effective portion of sensors for measurement of time for ultrasonic pulse on the surface of concrete. Also using an industrial dryer was effective for thawing rapidly instead of using the hot water of 40 degrees Celsius. The digging hole on the surface of concrete was not effective for freezing rapidly.

研究分野：コンクリート工学

キーワード：震災廃棄コンクリート 再生骨材 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 NonAEコンクリート

1. 研究開始当初の背景

(1) 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。しかしながら、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。しかしながら、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。

(2) 本研究の学術的な特色は、液化窒素ガスを用いて、コンクリート表面のコンクリートを凍結させることによって、既設コンクリート構造物の AE コンクリートであるか NonAE コンクリートであるかを判定する点である。

(3) 東日本大震災によって発生した建設廃棄コンクリートの有効利用の観点から、再生骨材コンクリートは、今後、利用していなければならぬ。しかしながら、現状では、既設コンクリートの配合に関する履歴はほとんど残されていない、原コンクリートの選別が障害の1つになっている。本研究成果はこの障害を解決することができ、その意義は極めて大きい。

2. 研究の目的

本研究では、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 コンクリートであるか NonAE コンクリートであるかを、現場において簡単に短時間で、調べる手法を開発することである。

3. 研究の方法

(1) 平成 25 年度に予備実験を行い、平成 26 年度に本試験方法の基礎的実験を実施した。最終年度の平成 27 年度に実際の現場で実用化を目的として平板供試体による急速凍結融解試験を実施した。以下に、最終年度の実験概要を記す。

(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



写真-1 実構造物に対する実施状況



平板供試体に吹付け装置を設置した状況
液体窒素を吹き付けている状況
吹付け装置を外した直後の平板供試体表面

写真-2 平板供試体を用いた簡易試験の実施状況

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。

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

ここに、 Ed : 動弾性係数、 T : 超音波伝播時間、下付き文字の $_0$: 0 サイクルつまり初期値、下付き文字の $_n$: 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、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を行

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 (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)						WRA (C×%)	AEA (C×%)	Slump (cm)	Air (%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	粗骨材 C	粗骨材 G				
45-AE	45	44	168	373	751	955	0.15	0.02	2.0	4.3		
45-NonAE			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			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			193	297	897	897	—	—	2.0	1.2		

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

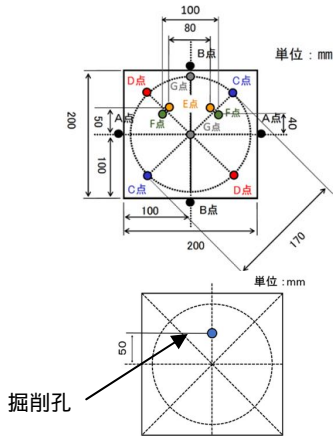


図-1 平板供試体の測定位置と掘削位置

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。

融解方法は4通りとし、表層を40℃のお湯で浸漬、表層を掘削し40℃のお湯で浸漬、表層を工業用ドライヤーで融解、および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。工業用ドライヤーを用いたのは、現場で40℃のお湯の準備ができないことを想定したものである。

4. 研究成果

(1) 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。

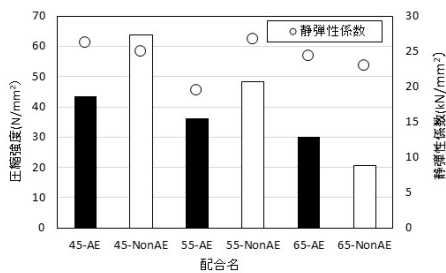


図-2 圧縮強度試験結果

(2) 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

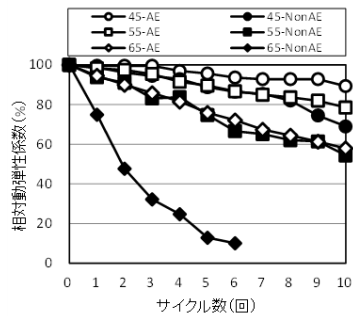
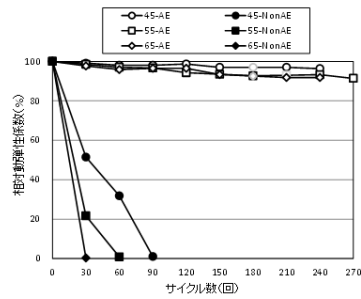
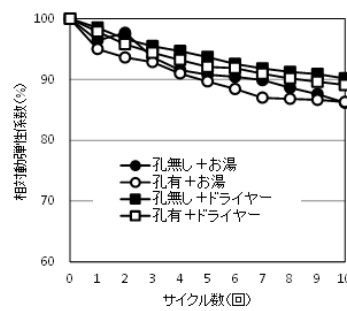


図-3 JIS法と急速凍結融解の劣化曲線の比較

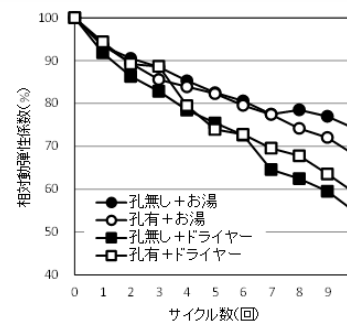
われる。

(3) 図-4、図-5および図-6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。

計測位置 A-A間とB-B間の平均値



配合: 55-AE



配合: 55-NonAE

図-4 計測位置が劣化曲線に与える影響

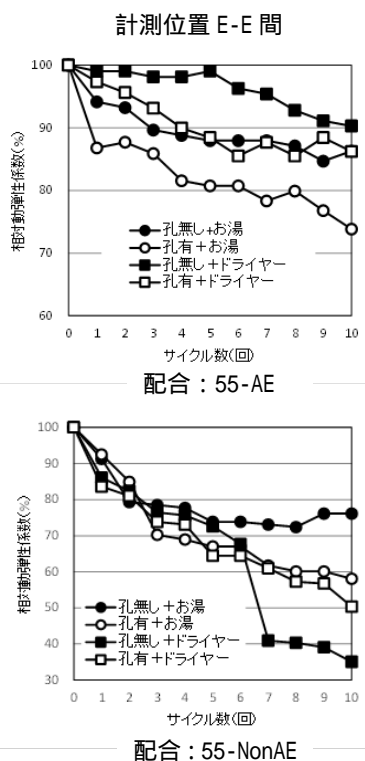


図-5 計測位置が劣化曲線に与える影響

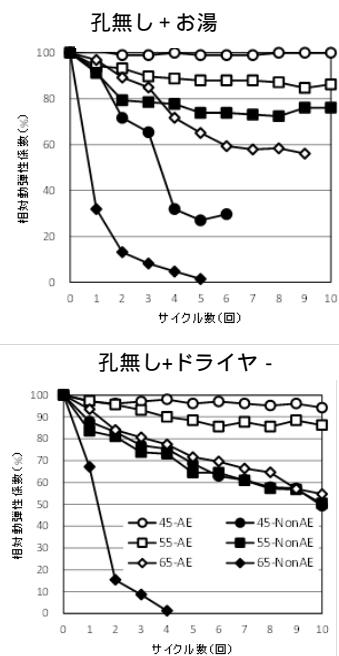


図-6 融解方法が劣化曲線に与える影響

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

中島和俊、渡邊健、橋本親典、石丸啓輔、拘束条件の有無による非鉄スラグ細骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮特性の評価、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol.37, No.1, 2015、469-474

青江匡剛、平田大希、橋本親典、渡邊健、ハイボリュームフライアッシュ再生骨材コンクリートの硬化性状に関する実験的検討、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol.37, No.1, 2015、145-150

田中美里、橋本親典、小田島勉、葛西博文、骨材特性がポーラスコンクリートの耐久性に与える影響、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol.36, No.1, 2014、730-735

[学会発表](計3件)

橋本親典、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、第 70 回土木学会年次学術講演会、2015 年 9 月 16 日、岡山大学(岡山県岡山市)

橋本親典、細骨材の種類がポーラスコンクリートの強度特性や耐久性に与える影響、第 21 回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、2015 年 5 月 23 日、香川大学(香川県高松市)

橋本親典、骨材特性が異なる砕石を使用したポーラスコンクリートの耐久性に関する実験的検討、第 20 回土木学会四国支部技術研究発表会、2014 年 5 月 31 日、徳島大学(徳島県徳島市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 親典 (HASHIMOTO, Chikanori)
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・教授
研究者番号：10180829

(2) 研究分担者

渡邊 健 (WATANABE, Takeshi)
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・准教授
研究者番号：50332812

石丸 啓輔 (ISHIMARU, Keisuke)
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・技術専門職員
研究者番号：00380121