

## 再生粗骨材を用いたコンクリートの塩分環境下における凍結融解抵抗性に関する研究

土木研究所 正会員 ○片平 博  
土木研究所 正会員 古賀 裕久

## 1. はじめに

2012年のJIS改正によって、再生骨材Mを用いたコンクリートに耐凍害品が設定され、適用範囲の拡大が図られた。しかし、凍結防止剤散布地域などの塩分環境下における凍結融解抵抗性については十分な知見が無く、2016年3月に国土交通省から出された「コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準」では、塩害地域や凍結防止剤散布箇所は再生骨材コンクリートの標準的な使用範囲には含めないこととされている。しかし、散布量が少量の地域も含めると、我が国では凍結防止剤の散布地域は広く、このことが再生骨材コンクリート普及の妨げになっている可能性がある。そこで、粗骨材に様々な品質の再生骨材を用いたコンクリートを作製し、淡水または塩水環境での凍結融解試験を行って、塩分環境下における再生骨材コンクリートの凍結融解抵抗性を検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 使用材料

再生粗骨材として、JISの再生骨材M~Lに概ね相当する9種類の骨材(表-1)を用いた。また、比較用に良質な砕石(硬質砂岩)も用いた。粗骨材最大寸法は20mm(T1のみ15mm)であった。

細骨材には良質な川砂(絶乾密度 $2.53\text{g/cm}^3$ , 吸水率1.60%)を用い、普通ポルトランドセメント、AE

減水剤、AE助剤を用いた。

## 2.2 コンクリートの配合と供試体作製

コンクリートの配合はW/C55%, s/a45%のAEコンクリートとした。練上がりのスランプは8~14cmの範囲、空気量は4.5~5.5%の範囲であった。

供試体は $100\times 100\times 400\text{mm}$ とし、打込みの翌日に脱枠し、材齢28日まで $20^\circ\text{C}$ の水中養生とした。

## 2.3 凍結融解試験方法

凍結融解試験は、JIS A 1148 コンクリートの凍結融解試験方法のA法(水中凍結融解試験方法)に準じて実施した。JIS A 1148では、コンクリート供試体を入れるゴム容器内を水で満たして試験を行う(以下、淡水の試験という)が、これとは別に3% NaCl水溶液で満たして塩分環境下の凍結融解の条件を模した試験(以下、塩水の試験という)を行った(図-1)。

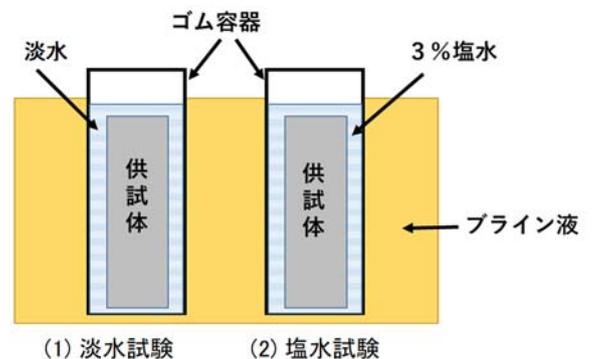


図-1 凍結融解試験の概要

表-1 再生粗骨材の品質

記号	絶乾密度	吸水率	ランク
KB	2.46	3.00	M
PC	2.45	3.57	M
T1	2.44	4.06	M
T2	2.27	5.60	L
HM	2.29	5.68	L
K2	2.31	6.01	L
K1	2.30	6.38	L
TI	2.26	6.63	L
MM	2.18	8.10	L外
Cont	2.69	0.50	砕石

供試体本数は条件ごとに2本とした。試験は300サイクルまで実施し、数~数十サイクルごとに供試体を取り出し、たわみ振動による一次共鳴振動数と質量を測定した。一次共鳴振動数から相対動弾性係数を算出して耐久性指数に換算し、これを内部劣化の指標とした。質量の試験開始時点からの減少率を求め、これをスケーリング劣化の指標とした。

なお既往の研究<sup>1)</sup>で、塩水を用いた場合でも、供試体が顕著に劣化するまでは、凍結融解試験中のゴ

キーワード 再生骨材、凍結融解抵抗性、塩分環境、スケーリング

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 土木研究所 先端材料資源研究センター TEL 029-879-6761 (FAX6733)

ム容器内の水温や供試体の中心温度の履歴は、淡水を用いた場合と同等であることを確認している。

### 3. 実験結果

#### 3.1 内部劣化に対する抵抗性

耐久性指数について、淡水の試験と塩水の試験を比較した結果を図-2に示す。内部劣化の指標となる耐久性指数は淡水の試験と塩水の試験とで概ね同程度の値となり、塩分環境下であっても内部劣化の進行は一般環境下と概ね同程度と考えられる。

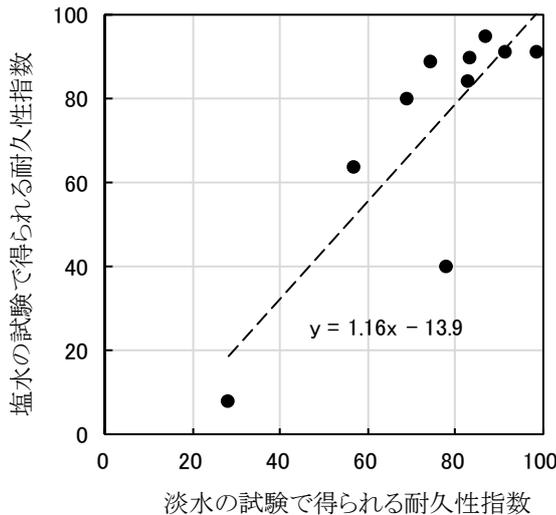


図-2 耐久性指数の比較

#### 3.2 スケーリング劣化に対する抵抗性

淡水の試験における質量減少率を図-3(1)に示す。いずれの配合でも質量減少率は2~3%程度と小さく、再生粗骨材の影響は見られなかった。これに対して塩水の試験では図-3(2)に示すように、質量減少率は全体的に大きく、また、砕石 (Cont) を用いた場合と比較して再生粗骨材を使用した配

合の質量減少率は大きくなった。

しかし、50 サイクルまでの試験結果 (図-3 (3)) に着目すると、質量減少率が6% (スケーリング量 3kg/m<sup>2</sup>) 程度までの範囲であれば、粗骨材の違いによる質量減少率の差は小さく、特に再生粗骨材 M に相当する品質であれば普通骨材と遜色無い結果であった。すなわち、再生粗骨材の品質の影響はスケーリング初期の段階ではほとんど現れず、スケーリングが進行して粗骨材が露出する状態になった以降に顕在化することが分かった。なお、天然の低品質骨材を用いた実験でも、粗骨材が露出する状態になった以降に、骨材品質の影響が確認されている<sup>2)</sup>。

#### 4. 再生骨材コンクリートの適用性に関する考察

内部劣化に関しては塩分環境下であっても一般環境下と大きくは変わらない結果が得られたことから、JIS A 5022 で規定されている耐凍害品を用いることで対応が可能と考えられる。

スケーリング劣化に関しては、劣化初期の段階では、再生粗骨材の影響はほとんど認められなかった。このため、水セメント比を下げる等の工夫で表層付近のスケーリングの進行速度を抑制できれば、普通コンクリートと同等の耐久性が確保できると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 片平博, 古賀裕久: 振動締固めが凍結融解・スケーリング抵抗性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, pp.999-1004, 2016.7
- 2) 空気量や細骨材・粗骨材の品質が塩分環境下の凍結融解抵抗性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, 2019.7, 投稿中

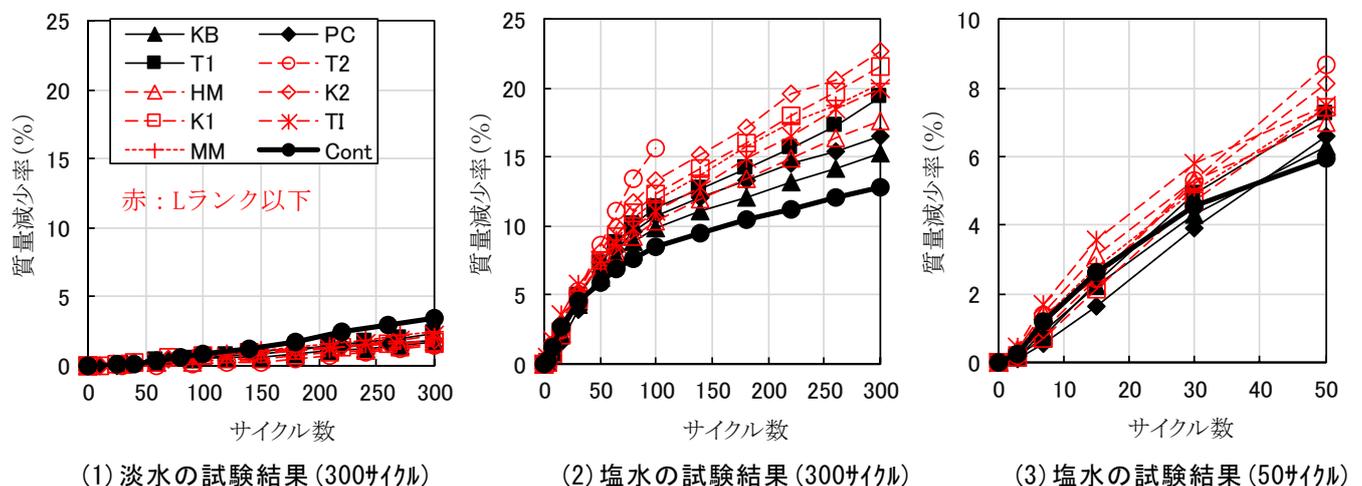


図-3 質量減少率の比較