

寒冷地屋外に長期間保管した再生粗骨材の凍結融解抵抗性の変化

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

コンクリート用の再生骨材の JIS 規格は H, M, L の 3 ランクに分けて 2004~2007 年に制定された。この時点で M や L は凍結融解作用を受ける部位には使用できなかった。その後、再生粗骨材の耐凍害性を簡易に評価できる凍結融解試験方法が提案¹⁾され、再生骨材コンクリート M の JIS 規格に採用されたことで、凍結融解作用を受ける部位にも適用が可能になった。ただし、寒冷地では、保管中の再生粗骨材が外気による凍結融解作用によって劣化する懸念があった。そこで、再生粗骨材を寒冷地に暴露し、劣化の状況を観測した。

2. 実験方法

実験に用いた再生骨材は表-1 に示す 2 種類とした。このうち K1 は耐凍害品の規格を満足しないものであり、PC は満足するものである。暴露場所は茨城県つくば市、北海道札幌市および千歳市の 3 箇所とし、約 2 年間暴露した。暴露の方法は写真-1 に示すように雨水が溜まらないように格子状の容器上に再生骨材を暴露する方法（以下、気中暴露という）と、写真-2 に示すように深さ 5cm の容器上に雨水が溜まる条件で再生骨材を暴露する方法（常時雨水が溜まっているわけではないが、以下、湛水暴露という）の 2 とおりとした。暴露期間は気中暴露が 1998~2000 年、湛水暴露が 2000~2022 とし、千歳では湛水暴露のみを実施した。

暴露開始前と、暴露開始後 3~6 箇月ごとに再生粗骨材の状態を目視観察した後、3kg 程度を回収し、20~10mm の粒度を対象に、JIS A 5022 再生骨材コンクリート M の附属書 D に示される再生粗骨材の凍結融解試験を実施し、試験によって 10mm 以下に砕けた粒子の質量比率（損失率）を求めた。また、JIS A 1110 の方法に従って再生粗骨材の吸水

率を求めた。

暴露箇所の冬季の外気温の履歴の例を図-1 に示すが、最低温度はつくばで-5℃、札幌で-10℃、千歳で-20℃程度であった。また、札幌は積雪が多く、冬

表-1 実験に使用した再生骨材

種類	粒度範囲	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	FM凍害指数※	JIS規格による区分
K1	2010	2.34	5.71	0.28	L
PC	2010	2.47	3.41	0.01	M(耐凍害品)

※耐凍害品の規格は0.08以下



写真-1 気中暴露



写真-2 湛水暴露

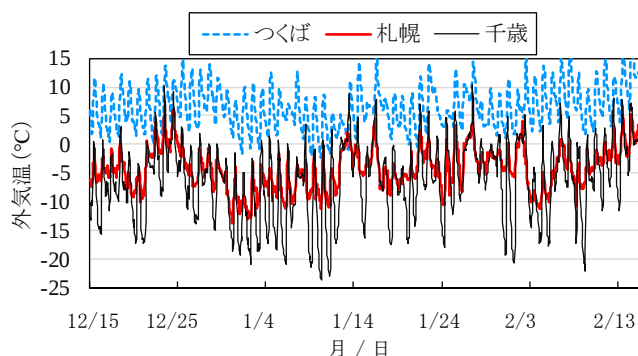


図-1 冬季の外気温の比較

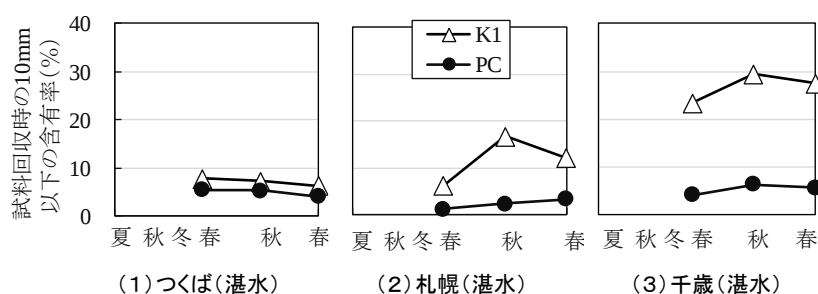


図-2 試料回収時の10mm以下の含有率（湛水暴露）

キーワード 再生粗骨材、凍結融解抵抗性、暴露試験

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)

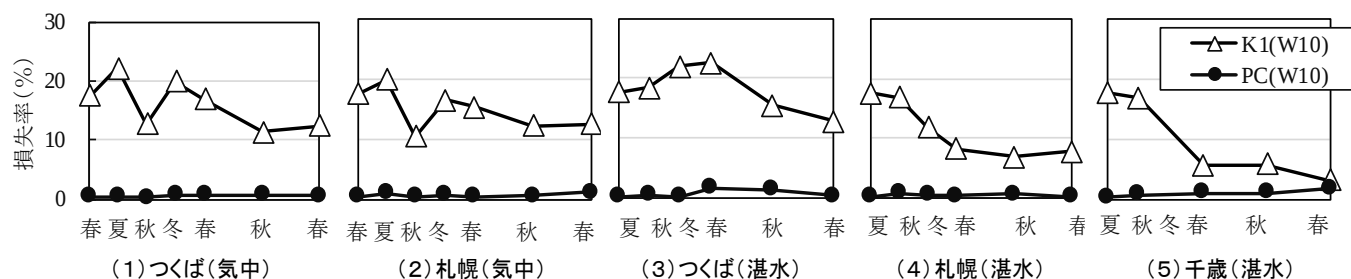


図-3 損失率の推移

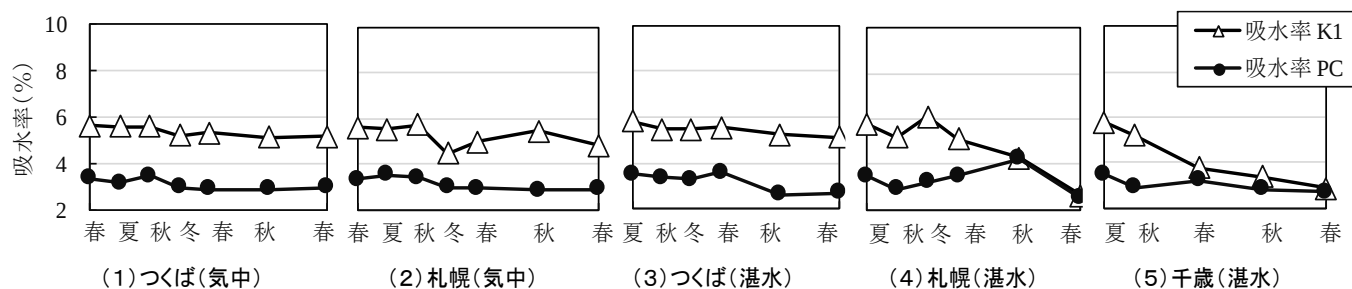


図-4 吸水率の推移

季の大半の期間は雪に覆われた状態であった。これに対してつくばと千歳は雪が少なく、雪に覆われる期間は少なかった。

3. 実験結果

3.1 暴露による粒度分布の変化

目視検査の結果、気中暴露では変状は確認されなかったが、湛水暴露では暴露開始翌年の春の時点で特に千歳に暴露した K1 が細粒化しているようであった。そこで、試料の回収後（凍結融解試験前）に試料中の 10mm 以下の含有率を調べた。この結果を図-2 に示す。暴露開始時点でも多少は 10mm 以下の粒子が含まれており、その割合は図-2 から 5%程度と考えられるが、湛水暴露後の K1 の札幌と千歳の値はこれよりも明らかに大きく、暴露中に細粒化していることを確認した。このように耐凍害性の劣る再生骨材に関しては、寒冷地で水が溜まる条件では劣化する可能性があることが分かった。

3.2 20-10mm 粒子の物性の変化

回収した再生粗骨材の 20~10mm の粒子を対象に実施した凍結融解試験で得られた損失率の推移を図-3 に、吸水率試験の結果を図-4 に示す。

試験前の予想としては暴露中の凍結融解作用によって再生粗骨材が脆弱化し、損失率や吸水率が大きくなると予想したが、耐凍害性の劣る K1 に関し

ては同程度か次第に小さくなる（品質が改善する）傾向を示した。この傾向は特に図-2 において 10mm 以下の含有率が増加した湛水暴露の条件の札幌と千歳で顕著であった。これは、耐凍害性に劣る粒子が外気の凍結融解作用によって細粒化されたため、20-10mm の粒子には耐凍害性に優れた粒子が多く残ったためと考えられる。なお、細粒化の進行が途中段階の状態では 10-20mm 粒子の耐凍害性が低下している可能性もあり、注意が必要と考える。

耐凍害性の規格を十分に満足している PC に関しては、暴露による損失率や吸水率の変化は確認されなかった。すなわち、耐凍害性の規格を十分に満足している再生骨材に関しては、寒冷地で保管しても品質が低下する可能性は低いと考えられる。

4. まとめ

- (1) 耐凍害性に劣る再生粗骨材に関しては、水が溜まる条件下において、細粒化が確認されたが、細粒化した粒を除けば品質は変わらなかった。
- (2) 耐凍害性が確認された再生粗骨材に関しては、保管中の劣化は確認されなかった。

参考文献

- 1) 片平博, 渡辺博志: 再生骨材の耐凍害性評価手法の研究, コンクリート工学論文集, (社)日本コンクリート工学協会, Vol.21, No.1, pp. 25-33, 2010.1