

低品質骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性改善に関する研究

東京理科大学 辻 正哲 東京理科大学 ○久野 和磨
 東京理科大学 澤本 武博 東京理科大学 梅田 慎也
 東京理科大学 中村 卓聖

1 はじめに

破碎および粒度調整のみで製造した再生骨材を用いると、コンクリートの凍結融解に対する抵抗性は低下し易く、特に原コンクリートが No-AE コンクリートの場合には、その低下の程度は大きいと報告されている¹⁾。

本研究では、低品質再生粗骨材を用いたコンクリートの耐凍害性の改善を目的として、骨材中へ耐寒剤をあらかじめ吸収させておく方法の効果について検討した。また、人工軽量骨材コンクリートについても実験を行い、その改善効果の得られる限界について検討した結果についても報告する。

2 実験概要

2.1 凍結融解試験

コンクリートの水セメント比および空気量は、それぞれ 55% および $4.0 \pm 0.5\%$ と一定にした。また、凍結融解試験は JIS A 1148 に準じて行った。

2.2 再生粗骨材の製造方法および耐寒剤吸収処理方法

原コンクリートの製造に使用した材料は、普通ポルトランドセメント、鬼怒川産川砂（密度 2.59 g/cm^3 、吸水率 2.50%）および山梨産砕石である。原コンクリートの製造では、水セメント比が 70% でのプレーンコンクリートを板の上にばらまいただけで、締固めは一切行わずまたシート養生なども一切行わなかった。これは、均しコンクリートや土間コンクリートのように極低品質なコンクリートも混入することを想定し

ためである。1 回目の再生粗骨材 (R1) の製造方法は、材齢 28 日の原コンクリートをジョークラッシャーで一次破碎しただけのものから、ふるい分けによって 5mm 以上 20mm 未満のものを取り出す方法とした。2 回目の再生粗骨材 (R2) は、R1 に川砂を加えた水セメント比 70% のプレーンコンクリートをジョークラッシャーで破碎し、同じくふるい分けによって製造した。再生粗骨材および比較のために用いた砕石と人工軽量粗骨材の物理的性質は、Table 1 に示す通りである。

実験では、低品質粗骨材中の水分の凍結を抑制することを目的として、凍結温度が -30°C と低い N 社製の無機質窒素化合物を主成分とした耐寒剤を使用した。耐寒剤の吸収処理方法は、骨材を耐寒剤に 1 時間浸漬し、コンクリートの練混ぜ直前にざるの上に引き上げて余分な水分を切った後使用方法とした。今回の実験で行った粗骨材の処理方法は、Table 2

Table 1 Physical properties of coarse aggregate

Coarse aggregate	Density under saturated surface-dry condition (g/cm^3)	Water absorption (%)	Fineness modulus
Crushed stone (VG)	2.69	0.82	6.63
First recycled coarse aggregate (R1)	2.32	8.42	6.66
Second recycled coarse aggregate (R2)	2.25	10.17	6.72
Artificial lightweight coarse aggregate (L)	1.64	26.32	6.23

Table 2 Method for absorption of each solution into coarse aggregate

Mix No.	Coarse aggregate	Method for absorption of each solution into coarse aggregate
VG	Crushed stone	Aggregate is used under wet condition.
R1(0,0)*	First recycled coarse aggregate	Aggregate is soaked in water for an hour.
R2(0,0)*	Second recycled coarse aggregate	Aggregate is soaked in water for an hour.
R2(15,0)*		Aggregate is soaked in colloidal silica solution (15%) for an hour.
R2(0,30)*		Aggregate is soaked in non-freezing agent solution (30%) for an hour.
R2(0,60)*		Aggregate is soaked in non-freezing agent solution (60%) for an hour.
R2(0,100)*		Aggregate is soaked in non-freezing agent (100%) for an hour.
R2(30,100)*		After soaking aggregate in colloidal silica solution (30%), the aggregate is dried. Then, the aggregate is soaked in non-freezing agent (100%) for an hour.
L(0,0)*	Artificial lightweight coarse aggregate	Aggregate is soaked in water for an hour.
L(15,0)*		Aggregate is soaked in colloidal silica solution (15%) for an hour.
L(0,100)*		Aggregate is soaked in non-freezing agent (100%) for an hour.
Lv(0,0)*		Aggregate is soaked in water under reduced pressure for an hour.
Lv(0,100)*		Aggregate is soaked in non-freezing agent (100%) under reduced pressure for an hour.
Lv(30,100)*		After soaking aggregate in colloidal silica solution (30%) under reduced pressure, the aggregate is dried. Then, the aggregate is soaked in non-freezing agent (100%) under reduced pressure for an hour.

*(x,y): x shows concentration of colloidal silica.

y shows concentration of non-freezing agent.

に示す通りである。なお、軽量粗骨材では、減圧下において溶液を吸収させる方法についても実験を行った。

3 実験結果および考察

粗骨材の吸収方法が再生骨材コンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす影響は、Fig. 1 に示す通りである。水中に1時間浸漬した再生骨材コンクリートは、バージン骨材を用いたコンクリートとあまり差を示さなかったが、凍結融解サイクルが増すと急激に劣化する傾向にあった。しかし、再生粗骨材中に耐寒剤吸収処理を行った場合は、吸収させる耐寒剤溶液濃度が高い程、凍結融解に対する抵抗性は向上する傾向にあった。そして、その濃度が100%の場合には、600サイクルで80%以上の相対動弾性係数を示し、著しく良好な結果を示した。これは、再生骨材の空隙に凍結温度の低い耐寒剤を吸収させることによって、水分の凍結膨張圧によって骨材自身が劣化するのを抑制できたためと考えられる。また、コロイダルシリカ溶液吸収処理と耐寒剤吸収処理を併用した場合には、800サイクルで80%以上の相対動弾性係数を示しており、良好な天然骨材を用いた場合と比較して勝るとも劣らない程の結果となった。これは、あらかじめ吸収させた再生粗骨材中のシリカ質が耐寒剤と反応してゲル状になるため、骨材中に吸収された耐寒剤がペースト中にほとんど散逸しなかったためと考えられる。一方、質量減少率は、耐寒剤吸収処理を行うと若干大きくなる傾向を示した。これは、コンクリート表面部から凍結する際に、耐寒剤溶液中の水分が先に凍結しやすくコンクリートの中心部の自由水中の耐寒剤濃度が高くなり、表面部と中心部で膨張ひずみの差が生じたためと考えられる。

粗骨材の吸収方法が軽量骨材コンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす影響は、Fig. 2 に示す通りである。人工軽量骨材に耐寒剤およびコロイダルシリカ吸収処理を行った場合は、吸水改善のための減圧処理の有無によらず、水を吸収させたものに比べ凍結融解作用に対する抵抗性は劣った。これは、人工軽量骨材はポアサイズが大きいいため、吸収させた耐寒剤がペースト中に分散したためと考えられる。

4 まとめ

- (1) 練混ぜ直前に再生粗骨材中に耐寒剤溶液を吸収させることによって、再生骨材コンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性を向上できる。しかし、コンクリートの表面劣化の防止には効果が無い可能性がある。また、再生粗骨材にあらかじめシリカ質を含ませた後に耐寒剤溶液を吸収させることによって、凍結融解作用に対する抵抗性をさらに向上できる可能性がある。
- (2) 再生骨材コンクリートの耐寒害性改善方法として提案した耐寒剤吸収処理方法は、人工軽量骨材のようなポアサイズの大きいものには適用できない可能性がある。

参考文献

- 1) 長瀧重義、佐伯竜彦、飯田一彦：破碎材齢の異なる再生骨材を用いたコンクリートの諸性状、セメント・コンクリート論文集 No.53、pp.528-534 (1999)

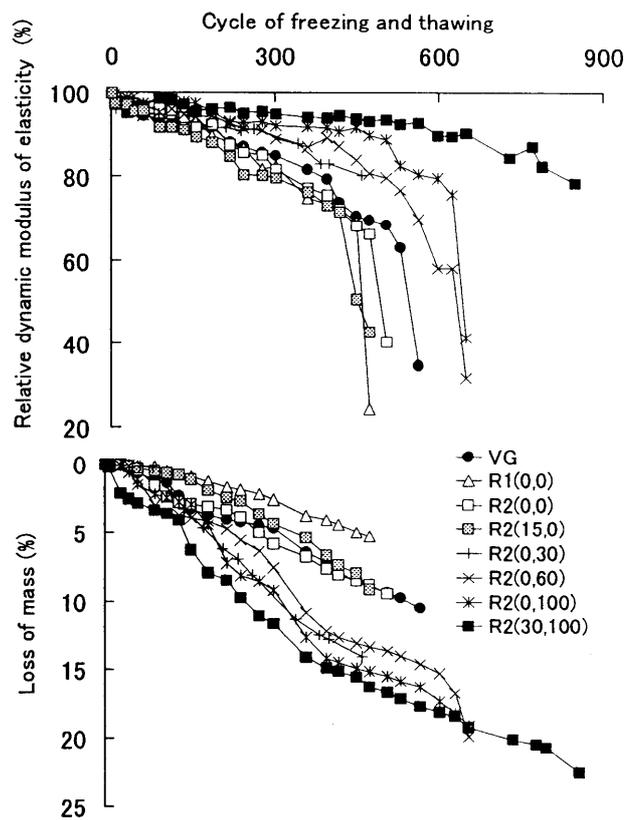


Fig. 1 Freezing and thawing test results of recycled aggregate concrete

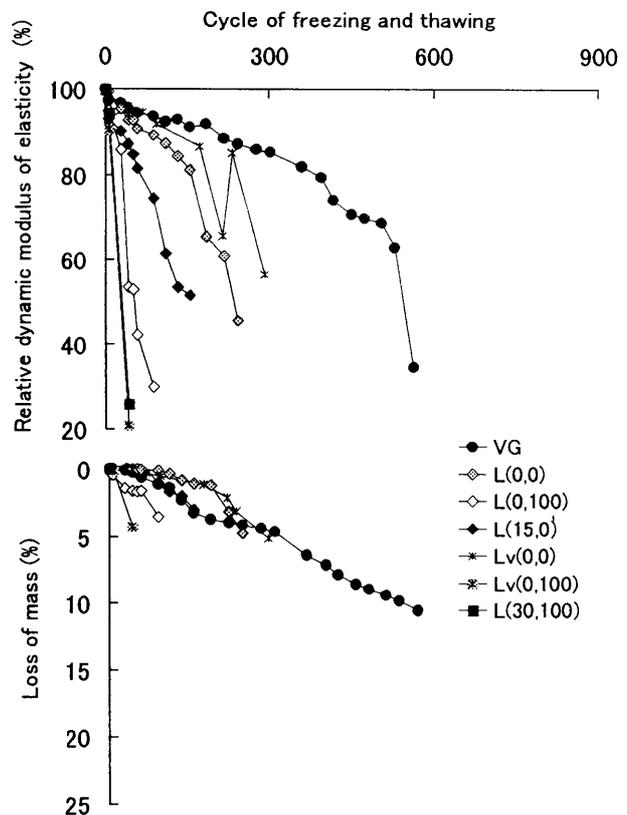


Fig. 2 Freezing and thawing test results of artificial lightweight aggregate concrete