

徳島大学工学部 学生員 ○原田貴典

徳島大学工学部 正会員 橋本親典

徳島大学工学部 正会員 渡辺 健

徳島大学工学部 正会員 石丸啓輔

1. はじめに

耐久性を評価する試験方法の一つとして JIS A 1148-2001 に「コンクリートの凍結融解試験方法」がある。この試験方法は多大な労力と時間が必要である。そこで、本研究では液体窒素を用いた簡易かつ試験時間の短い凍結融解試験を提案し、超音波伝播速度を利用したコンクリート供試体の凍結融解抵抗性の評価を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および示方配合

本研究に使用した主な材料は、普通細骨材(密度:2.62g/cm³)、普通粗骨材(密度:2.64g/cm³)、再生細骨材(密度:2.59g/cm³)、再生粗骨材(密度:2.66g/cm³)、および再生骨材を製造する際に排出される微粒分(密度:2.49g/cm³)である。また、強度、耐久性を向上させる樹脂アスファルトエマルジョン系防水剤を混入した。

表-1 に示方配合表を示す。配合名について、N は普通骨材、R は再生骨材を示し、0、50、70 は微粒分のセメント置換率を示す。

表-1 示方配合表

配合名	水粉体比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						AE減水剤 (C+P)×0.2%	補助減水剤 (C+P)×0.005%	スランプ (cm)	空気量 (%)		
			水	セメント	微粒分	細骨材	粗骨材	防水剤						
			W	C	P	S	G							
N-0	50	44	175	350	0	759.56	966.71	0	0.7	0.0175	19.0	7.0		
R-50				175	175	728.39	952.1				6.5	4.5		
R-70				105	245	721.68	943.33				3.0	4.0		
N-α-0			165	350	0	759.56	966.71	10			13.0	3.5		
R-α-50				175	175	728.39	952.1				9.0	3.3		
R-α-70				105	245	721.68	943.33				3.5	2.8		

2.2 試験方法

液体窒素を用いた簡易凍結融解試験方法は、以下のように行った。

- (1) 0 サイクルにおける超音波伝播時間を測定し、超音波伝播速度から動弾性係数を求める。
- (2) 容器に供試体を入れ、液体窒素を注ぐ。
- (3) 蓋を閉めて1分間おく。
- (4) 1分後供試体を取り出し、融解するまで10分程度水に浸ける。
- (5) 完全にとけたら供試体を拭いて超音波伝播時間を測定する。

(2)～(5)の作業を繰り返し相対動弾性係数が60%を下回った時を試験の終了とする。

液体窒素は非常に気化が早く、供試体全体を凍結させることが困難であり、共鳴一次振動数が測定できなかったため、緒方らの研究¹⁾により超音波伝播速度から動弾性係数を求めた。図-1 はその様子を図化したものである。

(1)式は 超音波伝播速度と動弾性係数の関係式である。なお、Ed は動弾性係数(GPa)、VL は超音波伝播速度(km/s)を示す。

$$E_d = 4.0387V_L^2 - 14.438V_L + 20.708 \quad (1)$$

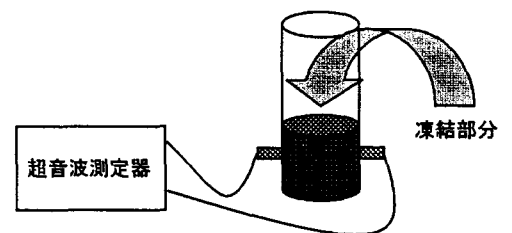


図-1 超音波伝播時間測定方法

写真-1から写真-4は容器および試験時の供試体の様子である。融解の方法は早く融解するように水を循環させた。また、水に浸けると液体窒素に浸かっていた部分が非常に厚い氷で覆われた。写真-4はR-70の10サイクルにおける写真であり、完全に崩壊していることが分かる。



写真-1
容器

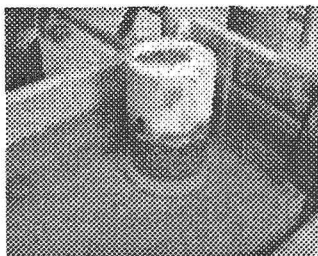


写真-2
融解の方法

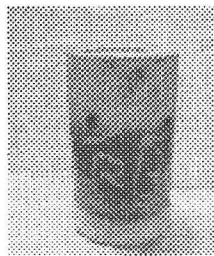


写真-3
凍結後水に浸けた時の様子

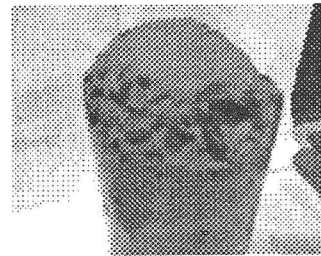


写真-4
最終的な様子

3. 結果と考察

図-2 は材齢 4 週圧縮強度の結果である。樹脂アスファルトエマルジョン系防水剤の混入によって強度が増加した。

図-3、図-4 はサイクル数と相対動弾性係数の関係である。液体窒素は -193°C と極低温であるため、極度の供試体へのダメージが予想されたが、各配合サイクル数に伴って動弾性係数は比例して低下した。

N-0、N- α -0 は微粒分無混入の一般の配合である。相対動弾性係数が 60%となるサイクル数は約 30 サイクルとなった。JIS における凍結融解試験の終了は 300 サイクルであるから、10 分の 1 サイクル程度となった。また、グラフより樹脂アスファルトエマルジョン系防水剤の混入によって凍結融解抵抗性が向上した。その他の配合は、低強度であったため、樹脂アスファルトエマルジョン系防水剤の効果は見られなかった。

R-50 と R-70 で比較すると、約 20%の差が見られた。液体窒素を用いた凍結融解試験は、凍結融解抵抗性が低いコンクリートでも有効であると考えられる。

今後は、供試体全体を凍結させる方法を開発し、精度良く動弾性係数を求めること、同一供試体を用いて JIS A 1148-2001 と液体窒素を用いた凍結融解試験の比較を行う予定である。

4. まとめ

樹脂アスファルトエマルジョン系防水剤の混入によって、凍結融解抵抗性は向上する。

試験の終了は、JIS A 1148-2001 の 10 分の 1 サイクルです。また、凍結融解抵抗性の低いものであっても試験が可能である。

参考文献: 1)緒方英彦他、超音波法によるコンクリートの耐凍結融解特性の評価、コンクリート工学年次論文集報告集、Vol.24、No.1、pp.1563～1568、2002

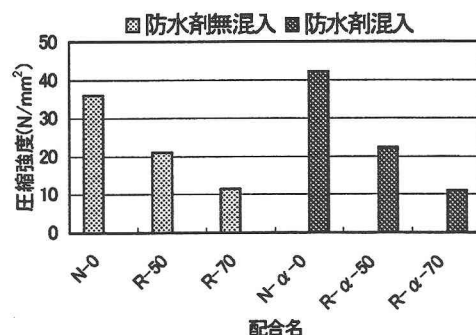


図-2 材齢 4 週圧縮強度

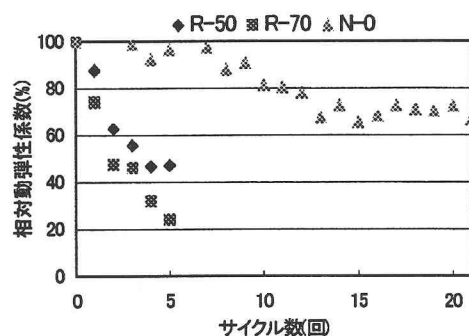


図-3 防水剤無混入配合の各サイクルにおける相対動弾性係数

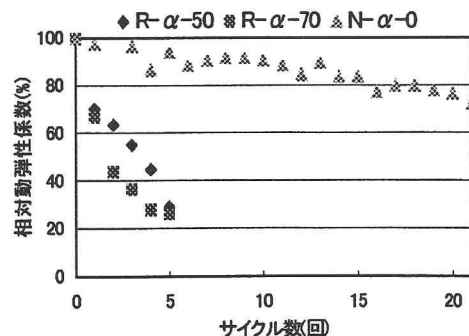


図-4 防水剤混入配合の各サイクルにおける相対動弾性係数