

V-17 液体窒素を用いた簡易凍結融解試験装置の開発

徳島大学大学院 学生会員○湯北 記代彦
 徳島大学大学院 学生会員 橋本 紳一郎
 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

1. はじめに

現在、我が国ではコンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性を検討する試験方法として、コンクリートの凍結融解試験方法（JIS A 1148）を使用している。この JIS 規格試験方法は、その試験方法に多大な労力と時間が必要とされる。また、この試験方法だけでは様々な凍害による劣化を予測・評価することはできない。本研究では、時間の短縮と容易性を図ることを目的として、液体窒素を用いた簡易凍結融解試験方法を提案した。そして、現場へ持ち運び可能な液体窒素を用いた簡易試験装置を作製し、相対動弾性係数を用いたコンクリートの種類の違いによる凍結融解抵抗性の評価および、作業の簡易化について検討した。

2. 実験概要

本研究で使用した材料は、普通ポルトランドセメント（密度： 3.16g/cm^3 ）、細骨材（密度： 2.64g/cm^3 ）、粗骨材（密度： 2.62g/cm^3 ）、AE 剤である。供試体形状は、 $200\times 200\times 100$ （mm）の供試体を作製した。また、コンクリートの配合は表-1 に示す。配合は、AE 剤を使用したものと使用していないもの、目標空気量や水セメント比の違いなどから合計 6 種類とした。表中の配合名は、“水セメント比－（AE 剤の混入有無・空気量）”を示す。

表-1 コンクリートの配合

配合名	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 剤
72-(AE5%)	12 ± 2.5	5.0 ± 1.0	72	49	195	274	861	870	1.644
72-(AE2%)		2.0 ± 1.0		52	215	301	906	819	1.806
72-(Non-AE)		2.0 ± 1.0		53	220	306	956	841	
55-(AE6%)	8.0 ± 2.5	6.0 ± 1.0	55	45	175	322	797	945	1.932
55-(Non-AE)		2.0 ± 1.0		50	215	391	869	870	
80-(Non-AE)	12 ± 2.5	2.0 ± 1.0	80	55	223	279	1001	812	

3. 試験装置および試験方法

図-1 にこの実験で用いた試験装置を示す。試験装置は、クライオトロールポンプ、液体窒素容器、冷却容器、デジタル温度計で一式である。クライオトロールポンプのスイッチを入れることにより、液体窒素容器内の液体窒素を、測定面に 1 分間で約 420ml ふきつけることができる。

試験方法は、図-1 の簡易凍結融解試験装置を使用して材齢 28 日後に次のような手順で行っ

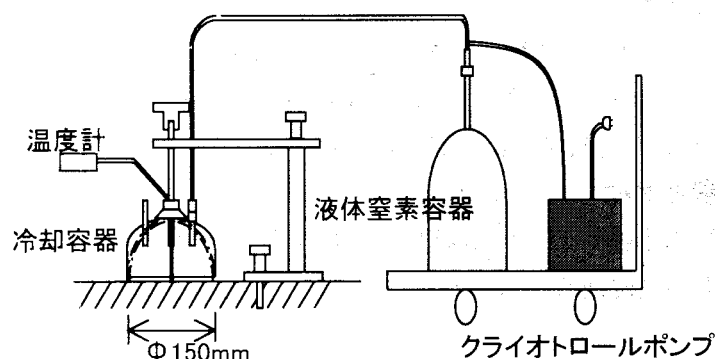


図-1 簡易凍結融解試験装置

た。(1) 供試体表面を水で濡らし、冷却容器を当て、1 分間液体窒素をふきつける。このときにコンクリート表面の温度の計測を行う。(2) 1 分間後に冷却容器を取外し、供試体が融解するまで約 5 分間程度お湯（約 40℃程度）に浸す。(3) 完全に融解したら、供試体の水分を拭取り各種測定を行う。この (1) ～ (3) の作業を 1 サイクルとして繰り返し行い、相対動弾性係数が 60%以下になった時点又はサイクル数 10 回で試験終了とした。なお、動弾性係数は、超音波測定器により測定した超音波伝播時間から算出し、測定位置は供試体側面と表面の 2 箇所で行った。

4. 実験結果

図-2 に水セメント比の高い配合、図-3 に水セメント比の低い配合の供試体側面の測定によるサイクル数と相対動弾性係数の関係を示す。図-2 より AE 剤を混入しなかった配合名 72-(Non-AE)と配合名 80-(Non-AE)は、サイクル数初期で相対動弾性係数が 60%を下回ったが、AE 剤を混入した配合名 72-(AE5%)と配合名 72-(AE2%)は試験終了まで相対動弾性係数が 60%を下回らなかった。これにより AE 剤混入有無の違いは明確に評価できたと考えられる。

これに対して図-3 の水セメント比の低い配合結果では、AE 剤の混入有無の違いは見られたが、AE 剤を混入していない配合名 55-(Non-AE)は、図-2 の結果のようにサイクル数初期で相対動弾性係数が 60%まで低下しなかった。これはコンクリートの圧縮強度の違いによるためと考えられ、AE 剤を混入していない場合でも強度が高く表面が緻密なコンクリートは、凍結融解に対して抵抗性が高いと考えられる。従って、この装置により JIS 規格試験方法では評価できない供試体表面の緻密性の違いを評価できたと考えられる。

図-4 に水セメント比の低い配合での供試体表面の測定によるサイクル数と相対動弾性係数の関係を示す。AE 剤の混入有無の違いを評価できたが、側面での結果とは違い、サイクル数初期で相対動弾性係数は 60%まで低下した。これは、供試体表面での測定は液体窒素を直接ふきつけている部分で測定しており、側面よりも表面での劣化の進行が早いため、相対動弾性係数は初期で著しく低下したと考えられる。

5. まとめ

液体窒素を用いた簡易試験装置と超音波測定器を用いることで、コンクリートの種類の違い（強度や AE 剤の混入有無等）を十分に評価できた。また、液体窒素を用いた簡易試験装置では、JIS 規格試験方法では評価できない供試体表面の緻密性も評価可能となった。

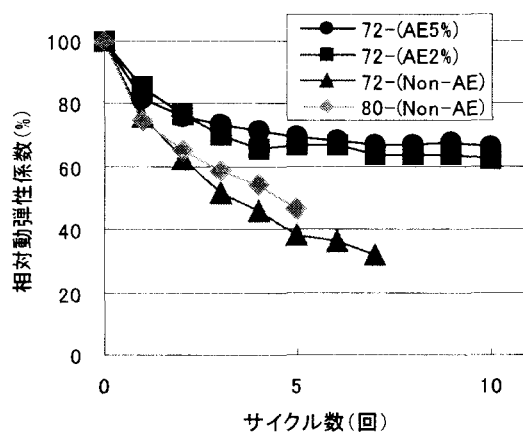


図-2 側面の測定によるサイクル数と相対動弾性係数の関係

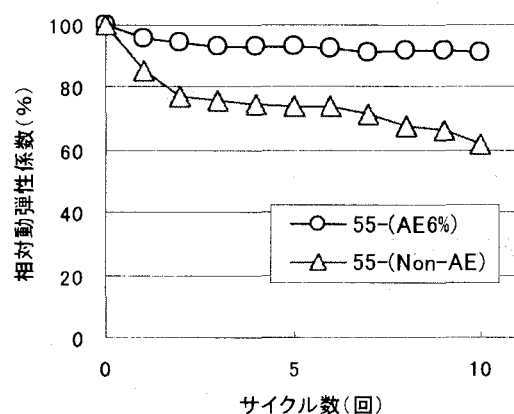


図-3 側面の測定によるサイクル数と相対動弾性係数の関係

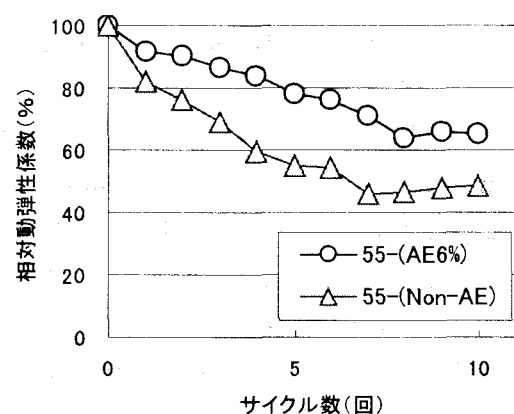


図-4 表面の測定によるサイクル数と相対動弾性係数の関係