

コンクリート構造物の凍害診断手法による基礎的研究

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 正会員 高田 龍一
 愛媛大学 農学部 学生会員○森吉 幸一
 鳥取大学 農学部 正会員 緒方 英彦
 鳥取大学 農学部 農部 久二雄

1. はじめに

コンクリートは本来、耐久性に優れた材料である。土木構造物の大部分がコンクリートを使用していることからコンクリート構造物の耐久性が優れていることがいえる。しかし、山陽新幹線の高架橋問題やトンネル内のコンクリート崩壊などからコンクリート構造物の劣化や耐久性が注目されてきており、凍害もコンクリートの耐久性を支配する要因の一つとして挙げられる。凍害は寒冷地域や、山間部を中心とした中国地方においても典型的な劣化現象である。従来、コンクリートの耐凍結融解性能を評価する手法として相対動弾性係数と質量減少率が用いられている。しかし、相対動弾性係数を測定するためには、構造物から多くのコアを採取しなければならない、多大な労力と時間を必要とし性能を損なう問題点がある。そこで、実際の現場においてコンクリートを傷つけない、安全かつ簡便な非破壊試験による診断手法を確立することを目的とし、非破壊試験の一つである超音波伝播速度による凍害診断手法について検討を行った。さらに、その他の凍害による劣化要因を探るために透水性の指標の変化についても検討を行った。

2. 実験方法

本研究で使用するコンクリートの示方配合を表1に、材料の物性値を表2に示す。

表1 [コンクリートの示方配合]

	比重	吸水率	含水率	有効吸水率	F.M.
セメント(普通ポルトランドセメント)	3.16				
細骨材(中国産)	2.51	1.73	0.248	1.48	1.85
粗骨材(鳥取県産採石)	2.63	1.37	0.819	0.55	6.85
水(鳥取市水道水)					

(混和剤: マイクロエア775S)



(写真-1 直接

法)



(写真-2 表面法)

表2 [材料の物性値]

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気 量 (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE(g/m ³)
20	10±2	55	6	41.3	181	329	679	1012	99

供試体には、凍結融解試験で使用する角柱供試体と透水試験および強度試験などに使用する円柱供試体を作製した。凍結融解試験は JIS A 1148 の水中凍結融解試験方法 (A 法) で行った。本研究では、コンクリートの耐凍結融解性能を検討するだけでなく、劣化過程を追跡することが目的であるため、試験開始材齢は14日とし、測定は50 または 100 サイクル毎に行った。角柱供試体では、各値をもとに質量減少率、相対密度、相対超音波伝播速度、相対動弾性係数を求めた。同様に円柱供試体ではサイクル毎に透水係数を求め、それぞれの指標と劣化度との関係を検討した。超音波伝播時間の測定は直接法と表面法の2種類に分けて行った。表面法は供試体表面中心から端子間距離を10, 15, 20, 25, 30, 35cm とし距離を変えることによって補正距離を求め、値の変化を追跡した。

直接法は、一般的に用いる手法で供試体長さ 40cm を端子間距離とし測定した。(写真)

3. 試験の結果と考察

今回、作成したコンクリート打設時のスランプ値と空気量の値はそれぞれ、16.5cm 7.5%という結果が得られた。14 日のコンクリートの圧縮強度は $22.1\text{N}/\text{mm}^2$ であり、その後も強度発現が見られた(図 1)。凍結融解試験を 800 サイクル繰り返しても、コンクリートは崩壊することはなかった。従来の評価方法である相対動弾性係数の結果から、質量減少率は 800 サイクルで 5%(図 2)と大きくなったが、相対動弾性係数は 80%以上の値を示している(図 3)。スケーリングは、大きく表れたが、内部劣化は生じていないことが解る。内部劣化を診断するための各指標の判定は、スケーリング部分を取り除いて測定を行ったことも影響していると考えられる。

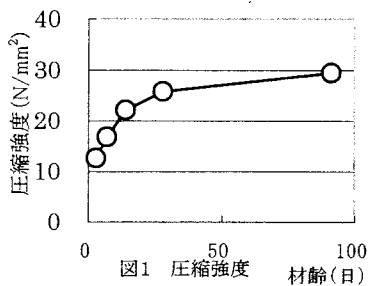


図1 圧縮強度 材齢(日)

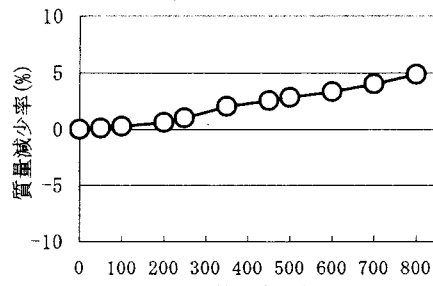


図2 質量減少率 サイクル数

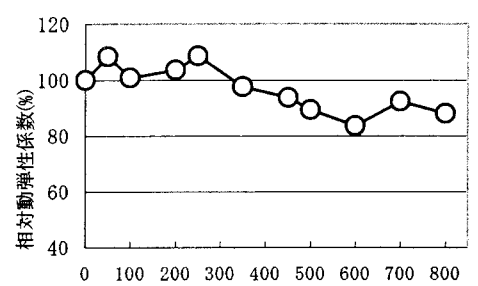


図3 相対動弾性係数 サイクル数

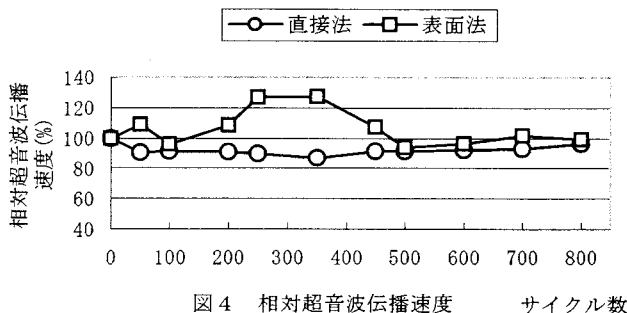


図4 相対超音波伝播速度 サイクル数

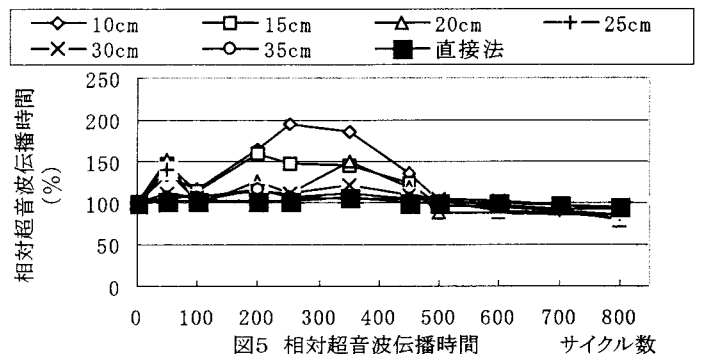


図5 相対超音波伝播時間 サイクル数

相対超音波伝播速度も800サイクルを終了した時点で90%を下回ることではなくほぼ90%程度の一定値をとっている(図 4)。相対超音波伝播速度においても内部劣化を起こしていないと推測できる。これまでの研究で測定された超音波伝播速度は劣化部分を通過する伝播速度であるということが明らかとなっている。このため、このような高い値を示しているのは、このコンクリートが、非常に高い耐凍結融解性能を有していることが明らかである。

ここで、相対動弾性係数と超音波伝播速度に着目すると、直接法の値の変化と相対動弾性係数の間には比較的高い相関性が見られる。しかしながら、非破壊診断手法として期待される、表面法との間には、300 サイクル付近で大きなバラツキも見られた。表面法の場合、測定間隔を変化させ、補正距離を用いて速度を測定したが、劣化初期段階において、微妙な伝播経路の変化が生じたと考えられる。しかしながら、500 サイクル以降の劣化が進んだ状態では、直接法と表面法の各距離の値にそれぞれ高い相関性を示している。図 5 に示す相対超音波伝播時間からも明らかである。

4. まとめ

本研究においてはコンクリートの内部劣化が進まなかったため、非破壊診断手法として確認するには至らなかった。しかしながら、直接法と相対動弾性係数の相関については、これまでの研究で示されているように高い相関性が認められた。

今回スケーリングが進行し質量減少率が増加しているが、相対動弾性係数、相対超音波伝播速度、透水係数には顕著な劣化は見られなかった。これより凍結融解作用が繰り返されスケーリングが起こっているとしても、内部の状態はまだ健全であるという一つの凍結融解劣化事象を追跡することができた。

今後の課題として、表面法による診断手法の信頼性を高める検討が必要であると考えられる。