

凍害劣化の診断手法に関する基礎的研究

松江工業高等専門学校 生産・建設システム工学専攻 学生会員 ○周藤 将司

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 正会員 高田 龍一

松江工業高等専門学校 生産・建設システム工学専攻 学生会員 藤山 貴史

鳥取大学 農学部 正会員 緒方 英彦

鳥取大学 農学部 服部 久二雄

1. はじめに

コンクリートの劣化機構のひとつに凍害がある。凍害は主にコンクリート中の水分が凍結融解作用を受ける際に発生する膨張圧によって劣化が進行する現象である。凍害によって劣化したコンクリート構造物の補修・補強時には、劣化した部分の除去と残存する部分の健全度の評価を適切に行う必要がある。そこで現在、構造物の非破壊診断の研究が盛んに進められている。本研究の対象とした超音波法は非破壊診断のひとつであるが、凍結融解による劣化の診断手法としては十分な実績がなく、診断手法として十分な信頼性が確立されていないのが現状である。そこで本研究では非破壊試験による診断手法を確立することを目的に、超音波法による表面法を用いた診断手法について検討を行った。

2. 実験概要

本研究で使用するコン

クリートの示方配合を表1、

材料の物理的性質を表2

にそれぞれ示す。

凍結融解試験は、JIS A

1148-2001 の水中凍結融

解試験方法(A法)で行った。供試

体として角柱供試体(10×10×

40cm)を作製し、材齢14日より凍結

融解試験を開始した。測定は0サイ

クルから開始し、50、または100サイ

クル毎に合計10回行い、同一条件

の測定に3本の供試体を用いた。試験時には、空

中・水中重量、長さ、超音波伝播時間、共鳴周波数

(動弾性係数)の測定を行った。超音波伝播時間の

測定は、直接法と表面法の2通りで行った。直接法

は、供試体の長さ方向(40cm)を伝播

距離とした縦断方向と、長さ方向に

おける横断面で、片端から2.5、7.5、

12.5、17.5、20(中央)、22.5、27.5、

32.5、37.5cmの各ポイントでの横断

方向で測定した。表面法は、供試体

中央を中心として、端子間距離を5、15、25、35cmとなるようにして、各距離で測

表1 コンクリートの示方配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単 位 量(kg/m³)				
					W	C	S	G	AE(g/m³)
20	10±2	55	6	39.7	181	328	654	1040	98

表2 物理的性質

	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	1.482	1.85
粗骨材(鳥取県産採石)	2.63	1.37	0.819	0.551	6.85

図1 直接法(縦断方向)

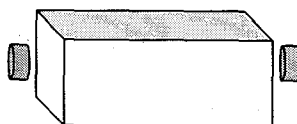


図2 表面法

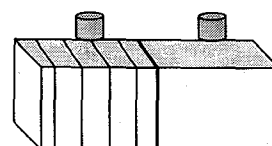


図3 分割ブロック

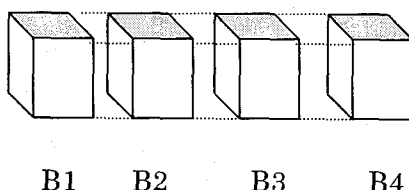
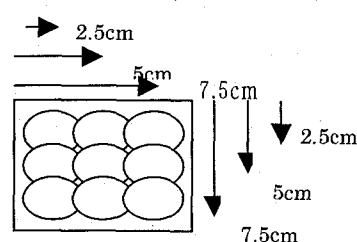


図4 分割ブロックの測定箇所



15, 25, 35cm となるようにして, 各距離で測定を行った。

さらに, コンクリートカッターを使って供試体を4分割し, 各分割ブロックについて直接法で超音波伝播時間の測定を行った。端子の配置位置は断面の縦方向, 横方向にそれぞれ3ヶ所の計9ヶ所において測定した。

3. 結果・考察

最終的に 10 回の測定で 860 サイクルまで試験を行ったがコンクリートが破壊することはなかった。スケーリングが進行したため, 質量減少率は 800 サイクルで約 8% と高くなった(図 5)。一方, 従来の評価方法である相対動弾性係数を見ると, 800 サイクルで 80% を下回る程度であり, 高耐久性を示した(図 6)。表面の劣化は顕著に見られたが, コンクリートの内部では健全な状態を保持していることが解る。直接法による相対超音波伝播速度を見ると, 急激に増加している個所があるが全体的に減

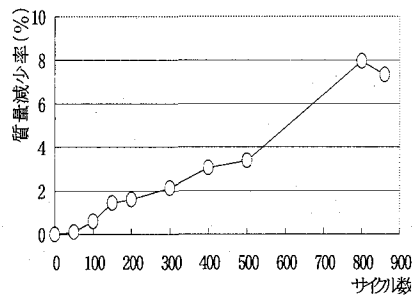


図 5 質量減少率

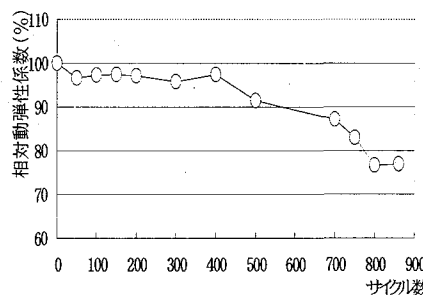


図 6 相対動弾性係数

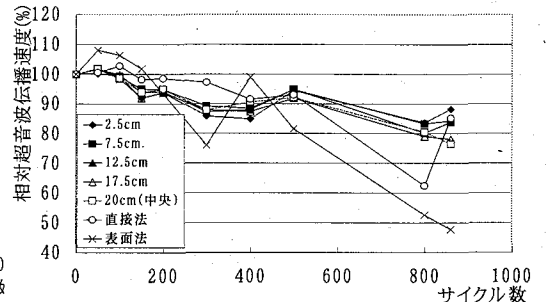


図 7 相対超音波伝播速度

少傾向にあると言える(図 7)。図 8 に表面法との相関性を示す。今回, 表面法における超音波伝播速度を求める際には, 伝播距離を端子間距離として計算した。相関係数を見ると, 縦断方向との相関係数は 0.85 であった。横断方向では供試体の端から中央に近づくに連れて 0.66, 0.85, 0.85, 0.90, 0.95 と大きくなっている。表面法は供試体の中央付近の値と強く相関していることがわかる。また, 図 9, 10 には表面法と分割ブロックの中心, 周囲の相対超音波伝播速度, 相関図, 並びに近似曲線を示したものである。B1, B4 中心部及び, B2, B3 周辺部の値と, 表面法の値の相関係数は 0.698, 0.648 とある程度良い相関性を示した。一方, B4 周辺部及び, B2, B3 中心部との相関係数は, 0.332, -0.052 であり, ほとんど相関性が見られなかった。このことから表面法では, 供試体中央部における表面に近いところの性状を測定していると考えられる。

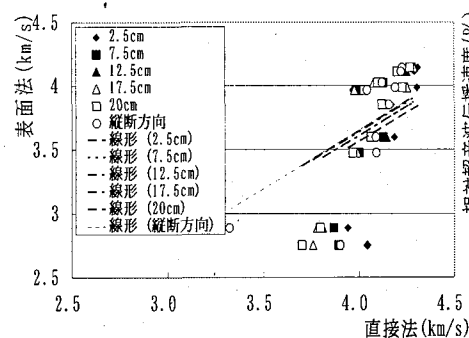


図 8 表面法・直接法
相関図(近似曲線)

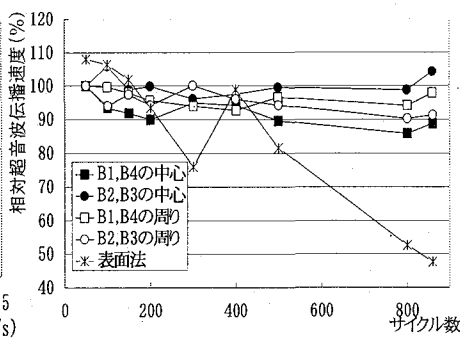


図 9 分割ブロックの
相対超音波伝播速

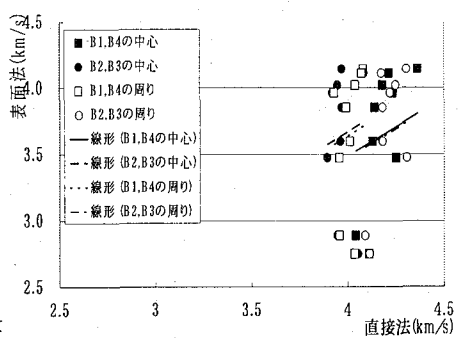


図 10 表面法・分割ブロック
直接法 相関図 (近似曲線)

4. まとめ

今回の試験では期待していただけの内部劣化が進行しなかったため, 劣化が進んだ過程における計測ができなかった。しかし, 供試体の中央に近づくほど表面法との相関性が高いという傾向をつかむことができた。また, これまでの研究からも解っているように, 相対動弾性係数と直接法による相対超音波伝播速度の間には, 高い相関性を見ることができた。

今後の研究の展開としては, 今回は得られなかった劣化進行後のデータを収集し, 直接法などの他の測定結果と比較しながら, 表面法による非破壊診断の信頼性を高めていくことが必要である。また, 分割ブロックについても更に細部にわたる検討を行う必要がある。