

V-126

コンクリートの劣化と細孔分布に関する基礎的研究

東北大学

東北大学

東北電力（株） 電力技術研究所

○学生員 多田 浩治

正会員 堀 宗朗

正会員 斎藤 裕

1. はじめに

寒冷な気象条件下で生ずるコンクリートの劣化は、内部の水分の凍結に伴う体積膨張による細孔組織の破壊が原因であるとされている。それ故、この種の劣化を受けたコンクリートの細孔構造は変化していると考えられている¹⁾。そこで、本研究では細孔構造の変化が劣化の程度を表す指標となる可能性を、室内実験及び実際の構造物の細孔分布を測定することで検討した。

2. 室内実験

実際のコンクリート構造物から大型のコアを多数抜き劣化の目安である相対動弾性係数を測定することは困難であるので、小型のコアの細孔分布の測定から、相対動弾性係数を推定することを目的とする。

本実験に用いたコンクリートの配合を表-1に示す。セメントは市販の早強ポルトランドセメント、細骨材は宮城県白石川産川砂、粗骨材は宮城県丸森産碎石を使用した。コンクリート供試体としては $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱供試体を使用した。28日間の水中養生後、実際の気象条件に対応する様に最低温度や冷却速度などの条件を変えて凍結融解試験を行った。試験条件を表-2に示す。たわみ振動数を測定後、試料（直径20mm、長さ15mm程度の円柱）をコア抜きした。40℃で15時間真空乾燥後、水銀圧入式ポロシメーターを用いて細孔分布を測定した。

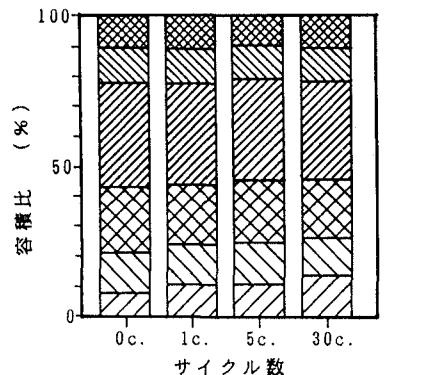
図-1に、細孔分布の容積比（ある細孔直径範囲の細孔容積／総細孔容積）による変化を示す。サイクル数が大きい試料ほど、直径 $100 \sim 1 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積は増加し、直径 $1 \sim 0.05 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積は減少している。問題となる直径 $100 \sim 1 \mu\text{m}$ の範囲の容積比を細かく分類したところ、直径 $10 \sim 1 \mu\text{m}$ の範囲の容積比が劣化の進行に伴って増加しているのを、凍結融解試験の条件を変化させ、この範囲の細孔容積がどの程度増加するかを調べたのが図-2である。図より、相対動弾性係数の低下と直径 $10 \sim 1 \mu\text{m}$ の範囲の容積比の増分の間には、よい相関（相関係数は、約0.9）があると思われる。つまり、少なくとも凍害劣化に関しては、起こりうる冷却速度や温度範囲においてはこの範囲

表-1 コンクリートの配合表

Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit Content (Kg/m ³)			
					W	C	S	G
25	11±1	2±0.5	56	42	194	346	725	1125

表-2 試験条件

No.	温度範囲 (℃)	冷却速度 (℃/min)	加熱速度 (℃/min)
1	+4~-20	0.35	0.90
2	+4~-70	0.35	0.90
3	+4~-70	0.18	0.45
4	+4~-70	0.09	0.23
5	-10~-70	0.35	0.90

凡例 (単位: μm)

$\diagup$ 100~1 $\times$ 1~0.1 $\cdot$ 0.1~0.05
 $\diagdown$ 0.05~0.01 $\parallel$ 0.01~0.005 $\square$ 0.005~0.003

図-1 細孔分布の容積比変化

の細孔容積は劣化の進行と共に一様に増加すると考えられる。

3. 構造物から採取したコンクリートについて

上記の方法を実際に凍害を受けていると思われる構造物に適用してみた。構造物から採取した大型コアより、表面から深さが30、100、300、500mmの4ヶ所でコア抜きし、試料を作製した。図-3に細孔分布の容積比の変化を示す。さらに、一番深い採取位置（表面から500mm）を規準とした直径100~1 μ mの範囲の細孔の容積比の増分を整理したものが図-4である。両者とも細孔容積は、採取場所が構造物表面に近い試料ほど、室内実験の場合と同様に直径100~1 μ mの範囲で増加している²⁾。

容積比の劣化前に対する増分は劣化の程度と相関があるが、増分の値そのものは配合やセメントの種類などのコンクリートの違いや劣化原因に依存する可能性がある。それらの影響を考慮し増分を適切な方法で規準化することにより、相対動弾性係数の低下を推定し、構造物の劣化度を把握できる可能性が大きいと思われる。

4. 結論

コンクリート中の細孔の内、比較的大きい径をもつ細孔の容積比の増分に注目することで、細孔分布の変化からコンクリート構造物の劣化度診断を行うことのできる可能性は大きいと思われる。

尚、本研究の実施に際し、東北大学三浦尚教授の指導、及び大学院学生長田光正君の協力を得た。

参考文献

- 1) 松下、三浦、多田：コンクリートの劣化度診断法に関する基礎的研究，東北支部技術発表会，1989
- 2) 多田、堀、斎藤：劣化したコンクリートの細孔分布に関する基礎的研究，東北支部技術発表会，1990

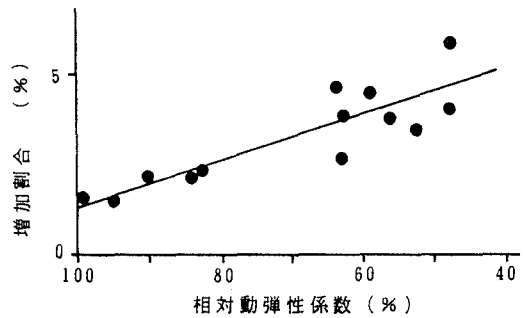
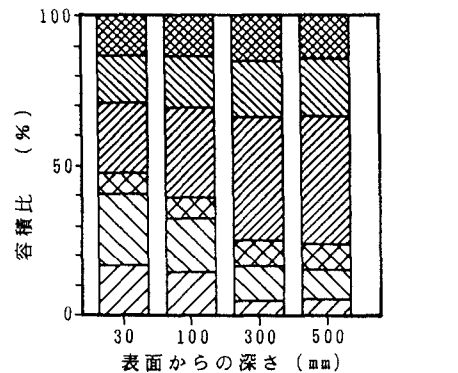


図-2 100~1 μ mの容積比の増加割合



凡例 (単位： μ m)
 100~1 1~0.1 0.1~0.05
 0.05~0.01 0.01~0.005 0.005~0.003
 図-3 細孔分布の容積比変化

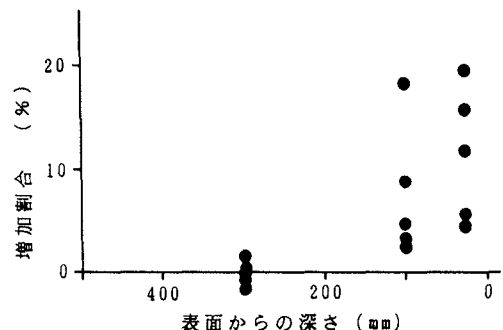


図-4 100~1 μ mの容積比の増加割合