

東北大学 正会員 ○堀 宗朗
 東北電力 正会員 齊藤 裕
 東北大学 正会員 三浦 尚

1. 序

寒冷地のコンクリート構造物は、水分の移動に伴い構造物表面から内部へと凍害による劣化を被る場合がある。凍害の種々の劣化診断法が実用されているが、表面深さによって異なる劣化の度合を診断することは困難である。この点に関して、著者らのグループは、十分深く構造物からコアを引き抜き、コアから適当な深さ毎に小型サンプルを採取し、サンプルの劣化度を室内実験において精密に測定する、という方法を提案している¹⁾。構造物の効率的な維持管理のためには、非破壊に近いこの方法は合理的と思われる。

凍害はコンクリート組織の緩みに起因する。凍結融解作用に対する耐久性試験では相対動弾性係数の低下が劣化の目安であるから、組織の緩みを細孔構造の変化とみなすことによって、細孔構造の変化を相対動弾性係数の低下に関連させることが試みられている^{1)・2)}。したがって、コアから採取されたサンプルの細孔構造の違いからこの関係を用いて相対動弾性係数の低下を推定し、深さ方向での構造物の凍害による劣化度を診断することが可能になると考えられる。

細孔構造は小型サンプルを粉砕せずに直接水銀圧入式ポロシメータに供して測定される。この測定では付加的な損傷が避けられるものの、サンプル内部にまで水銀が浸透しない可能性がある。一方、凍害による組織の緩みは力学的現象であるため、荷重下では同一の凍結融解作用を被っても劣化度が異なる。したがって、細孔構造の変化と動弾性係数の低下の間の関係も、作用する荷重によって変わる可能性がある。本研究は、この2つの点を解明し細孔構造の変化に基づく凍害劣化の診断法の妥当性を検討した。

2. 実験概要

上記の問題点に対応して、本研究は次の2つの実験を行なった。実験Iでは、直径2.0cm高さ3.5cmの円柱状のコンクリートサンプルに対する水銀の浸透状況を調べたため、同

表1 配合表

Gmax (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	S/a (%)	単体量(kg/m ³)			
				W	C	S	G
25	11±1	66	44	184	279	787	1134

一のコンクリート供試体から採取されたサンプルを2、4、8等分し、さらに粉砕したものに対して水銀圧入式ポロシメータによって細孔構造を測定した。実験IIでは、圧縮強度の0、10、20、30、40%の荷重が作用する場合に、+20~-40℃の凍結融解作用の繰り返しによって劣化したコンクリートの細孔構造を測定し、その変化と相対動弾性係数の低下の関係を調べた。使用されたコンクリートの配合を表1に示す。なお、ポロシメータによる細孔構造の測定方法や荷重作用下での凍結融解繰り返し実験の方法については、参考文献1)と3)に詳細が記されている。

3. 実験結果と考察

実験Iの結果を表2に示す。なお、含まれる粗骨材の体積がサンプル毎に異なるため、細孔構造は単位体積中の総細孔体積に対する適当な径までの細孔の体積の割合(累積体積比)によって表わされている¹⁾。4ないし8等分したサンプルの細孔構造はほぼ同一であるが、分割していないもの

表2 分割したサンプルの細孔構造の測定値

径範囲(μm)	サンプル	2分割	4分割	8分割	粉砕
100~5	2.5	2.7	3.7	3.6	6.2
100~1	5.2	5.9	7.9	8.0	11.5
100~0.04	93.7	93.8	93.7	93.6	95.7

や2等分したサンプルは大きい径での累積体積比が小さくなっている。これは、水銀が浸透する深さが圧入圧によって依存することが原因であると思われる。一方、粉碎されたものは累積体積比が大きくなっており、細孔構造に損傷が加わった可能性が示唆される。したがって、細孔構造の測定には、測定値を完全な浸透が行なわれる場合の値に表2の結果を用いて補正する必要があるが、粉碎は不適當であると考えられる。

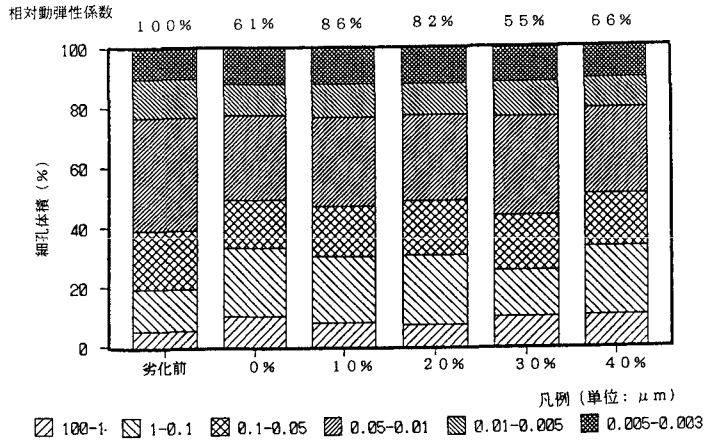


図1 荷重下で劣化したコンクリートの細孔構造

実験Ⅱにおいて各荷重下で劣化したコンクリートに対して、総細孔体積に対する適当な径範囲の細孔体積の割合（体積比）を図1に示す。劣化度の目安である相対動弾性係数は作用した荷重に依存するが、相対動弾性係数の低下の大きいものほど比較的大きな径範囲の細孔の増加と比較的小さい径範囲の細孔の減少が見うけられる。この傾向は他の場合でも示されている¹⁾。したがって、細孔構造の変化と相対動弾性係数の低下の関係は荷重にあまり影響されないと考えられる。

参考文献2)に示されるように、細孔構造の変化を大型細孔(50~1μm)と小型細孔(0.1~0.02μm)の体積比の変化XとY(%)によって表わし、(X、Y)と相対動弾性係数の低下Z(%)の相関を調べる。測定値Zと回帰計算から得られた推定値 $3.7X - 1.6Y + 1.2 = Z'$ の関係を図2に示す（線形回帰では表2に基づく細孔体積の補正は不要）。さらに、参考文献1)のデータも加えたものを図4に示す。両者とも十分高い相関が見られる。したがって、劣化要因や荷重条件が異なる場合でも、細孔構造の変化の測定によって相対動弾性係数の低下を精度良く推定できると考えられる。

4. 結論

細孔構造を水銀圧入式ポロシメータによって合理的に測定し、細孔構造の変化から動弾性係数の低下を推定して、凍害によるコンクリートの劣化度を診断する方法が十分可能である。

謝辞：本研究は、平成3年度吉田研究奨励金Aを受けて行なわれた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献：1)M. HORI, et al: Study of Diagnosys Method of Frost Damage of Concrete Based on Pore Structure Change, Trans. of JCI, (1991). 2)堀 宗朗, KOOI KAM SIEW, 三浦 尚：コンクリートの低温劣化の診断の一手法について、土木工学における非破壊評価シンポジウム講演論文集 (1991)。3)三浦 尚, 堀 宗朗, 松井 淳：載荷時に冷却されたコンクリートの劣化に関する研究、第45回セメント技術大会講演集, pp. 508-513 (1991)。

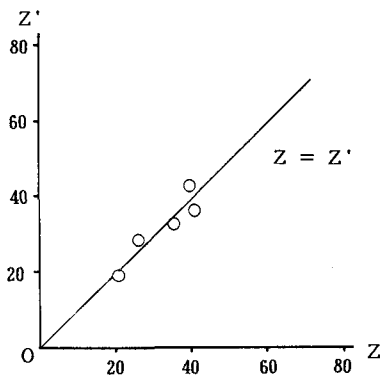


図2 測定値Zと推定値Z' (実験Ⅱ)

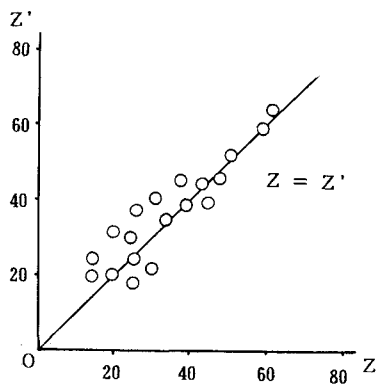


図3 測定値Zと推定値Z'