

V-141 凍結融解作用を受けたコンクリートの比抵抗・強制分極法による劣化評価

セリファ研究会	正会員	藤原 浩巳
東京大学	正会員	野口 貴文
釜慶大学		高 聖錫
University of California, Berkeley		P.J.Monteiro

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化は、今後の建設事業における地球環境負荷を低減する有効な手段であり、そのためには耐久設計手法・維持管理手法の確立が不可欠な要件となる。この中の維持管理技術を確立するためには、供用中のコンクリート構造物の劣化状態を迅速かつ正確に評価することができる非破壊検査技術を向上させる必要があり、近年多くの研究が行われている。本研究はコンクリート内部の劣化現象をコンクリート表面から探査する手法を得ることを目的に、地球物理学の資源探査分野で発展してきた電気探査技術中の比抵抗・強制分極法を、コンクリートの凍結融解による劣化現象の探索に適用することを試みたものである。

2. 比抵抗・強制分極法の原理

比抵抗法は、対象物表面から既知の電流（直流・交流）を入力し、それにより形成される電位から対象物内部の比抵抗分布を解析する手法であり、探査位置の構成物質の種類、間隙水のイオン濃度や量を推定することが出来る。一方、強制分極法も同様に対象物表面から既知の電流（直流・交流）を入力するものであるが、比抵抗法とは異なり、対象物の電気的な分極効果を出力電圧として観測し、物質の電気化学特性の違いを利用して、比抵抗だけでは周囲の物質と差が無い場合でも構成物質の種類を識別することが出来る。

図-1に示すように、均質等方の半無限物体の表面にある点電流源 C_1 から電流 I が全ての方向に均等に流れ出しているものとする、 C_1 を中心とする半径 r の半球面上の電位 V は

$$V = \rho I / 2 \pi r \quad \rho : \text{半無限物体の比抵抗}$$

と表わされる。

しかしながら、現実には1本の電極からは半無限物体に電流を流すことは出来ない、図-2に示すように出力電極 C_2 が必要となる。その場合、点 P_1 における電位 V_{P1} は次のように表わされる。

$$V_{P1} = (1/r_{C1P1} - 1/r_{C2P1}) \times \rho I / 2 \pi r \quad r_{CiPi} : \text{電流極 } C_i \text{ と電位極 } P_i \text{ の間の距離}$$

実際には、図-2に示すように、電位よりもむしろ電位差 ΔV が4本の電極を用いて測定される。

$$\Delta V = (1/r_{C1P1} - 1/r_{C1P2} - 1/r_{C2P1} + 1/r_{C2P2}) \times \rho I / 2 \pi r$$

したがって、物体の比抵抗 ρ は以下の式で与えられる。

$$\rho = K \times \Delta V / I \quad K : \text{電極配置係数}$$

物体が等方均質な場合には、 ρ は物体の真の比抵抗を与えるが、不均質な場合には、物体の見掛け比抵抗 ρ_a として計算され物体の構造を反映するものとなる。

3. 実験概要

本実験においては、表-1に示す4種類の配合のコンクリートの凍結融解作用による劣化の進行過程を見掛け比抵抗および相対動弾性係数の測定を通じてモニタリングした。試験体(10×10×40cm)の表面には電極として2.5cm間隔でステンレス釘を埋め込み、打込み後4週間標準養生を行った後、ASTM C666に準じて凍結融解作用を与えた。見掛け比抵抗の測定は、電極をダイポール・ダイポール配置で行った¹⁾。

4. 実験結果

図-3に凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係を示す。NNおよびHNは極初期のサイクルで劣化を示したが、NAおよびHAはそれより若干の耐久性を示した。次に図-4に0、26、171および365サイクルの凍結融解作用を受けた各コンクリート(NNは26、HNは171サイクルまで)の比抵抗分布を示す。これらの結果、相対動弾性係

キーワード：非破壊検査技術、比抵抗、強制分極法、内部劣化探査、凍結融解作用

連絡先：東京都江東区清澄1-2-23、太平洋セメント(株)清澄研究所内、Tel. (03)3642-7171、Fax. (03)3643-2047

表-1 コンクリートの種類および配合

配合 Name	仕様	スラブ (cm)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)			空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
				セメント	水	粗骨材		
NA	通常強度、AE	12±3	60.0	307	184	849	917	8.9
NN	通常強度、NonAE		60.0	342	205	868	917	1.2
HA	高強度、AE		35.0	486	170	734	917	6.3
HN	高強度、NonAE		35.0	486	170	841	917	2.2

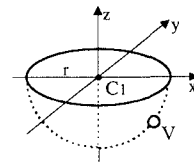


図-1 点電流源周りの電位

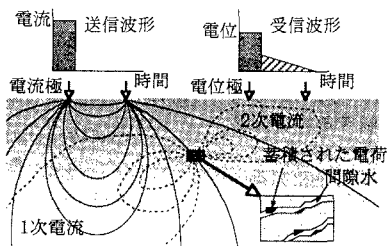


図-2 強制分極法の原理

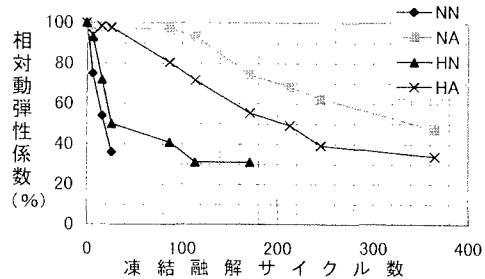


図-3 凍結融解作用による相対動弾性係数の変化

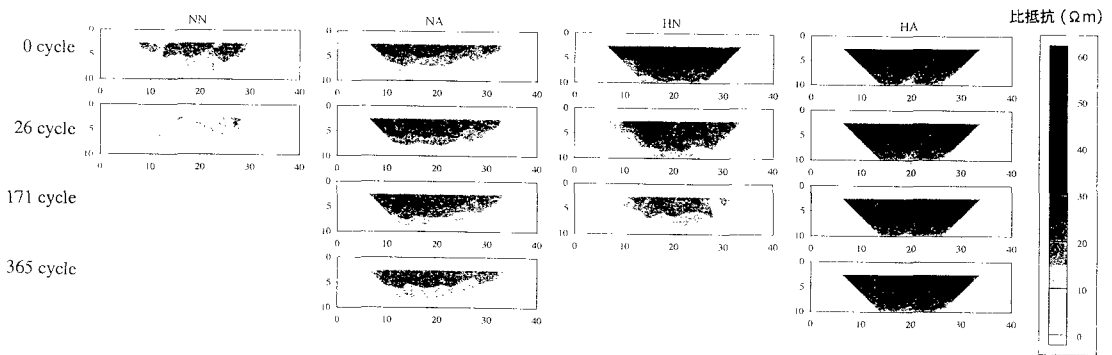


図-4 各種コンクリートの凍結融解作用による比抵抗分布の変化

数の低下に伴い、比抵抗も低下する傾向が認められた。これは凍結融解作用により内部組織が弛緩すると共に空隙内が水で満たされるために起こるものと考えられる。また、0サイクル時の比抵抗分布もコンクリート種類で大きく異なっている。水セメント比が大きいコンクリートは比抵抗が小さくなるが、これは水で満たされたキャピラリーの増大によるものと考えられる。また、空気の流れにより比抵抗は大きくなるが、これは空気泡の存在が伝導性を低下させたためと考えられる。

5. まとめ

本実験により、比抵抗・強制分極法を用いることで、コンクリートの内部の状況を非破壊的に探査することが可能であることが分かった。今後、本手法の実用化に向けて更に研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 野口、友澤、P. J. Monteiro、藤原：比抵抗・強制分極法によるコンクリート内部の状況探査、日本建築学会大会学術講演概要集、pp.1121-1122、1998