

V-7

セメントペーストの比抵抗値と細孔組織との相関性

金沢大学大学院学生員 三好政彦 金沢大学工学部正会員 鳥居和之
金沢大学工学部正会員 川村満紀 (株)国土開発センター 笹谷輝彦

1. まえがき

交流インピーダンス法によるコンクリートの比抵抗値の測定よりコンクリートの細孔構造および塩化物イオンなどの拡散・透過性を推定する試みがある¹⁾。交流インピーダンス法により求めた比抵抗値およびインピーダンス特性値にはセメントペースト組織の細孔構造や細孔溶液の組成の変化が敏感に反映されるので、本測定法はアルカリ骨材反応や塩害により劣化したコンクリート構造物の新しい非破壊検査法となり得る可能性もある²⁾。

本研究は、コンクリートの比抵抗の測定による新しい非破壊検査法の開発を目的として、セメントペーストおよびセメントフライアッシュペーストの比抵抗値と全細孔量、蒸発性および非蒸発性水分量との関係について検討を行ったものである。

2. 実験概要

本研究では、普通ポルトランドセメント（0社製、比重：3.13、ブレン値：3300cm²/g、略号：OPC）およびフライアッシュ（T火力産JIS適合品、比重：2.28、ブレン値：3960cm²/g、略号：FA）を使用した。ポルトランドセメントペーストおよびポルトランドセメントフライアッシュペーストの水／セメント（又は結合材）比は35%、45%、55%および65%の4種類とした。ポルトランドセメントフライアッシュペーストにおけるフライアッシュの容積置換率は20%および40%の2種類（略号：FA20%、FA40%）とした。供試体はφ5cm×h10cmの円柱体とし、脱型後直ちに飽和水酸化カルシウム溶液（温度20℃）中で所定材令（1日、3日、7日、28日および91日）まで養生した。測定項目は、圧縮強度、比抵抗値（交流インピーダンス法（1kHz））、細孔径分布（水銀圧入式ポロシメータ、凍結乾燥試料（-55℃で48時間乾燥））、蒸発性および非蒸発性水分量（常温～110℃および110～1000℃における減量値）である。尚、比抵抗値の測定は供試体の含水状態の影響を大きく受けることが知られており、測定はすべて完全飽水状態にて行った。

3. 実験結果および考察

3-1. 比抵抗値の経時変化

図-1にポルトランドセメントペーストおよびポルトランドセメントフライアッシュペーストの比抵抗値の経時変化を示す。ポルトランドセメントペーストの比抵抗値は、水／セメント比の減少にほぼ比例して増大し、材令に伴う変化は7日材令までの初期に顕著であり、水／セメント比の小さいもの（W/C=35および45%）ほど7日材令以後の比抵抗値の増加が小さい。一方、ポルトランドセメントフライアッシュペーストの比抵抗値は、ポルトランドセメントペーストと同様に水／結合材比の減少とともに増大するが、材令の経過に伴う比抵抗値の増加はFA20%よりもFA40%にてより顕著であり、FA40%ではフライアッシュのポゾラン反応が進行する28日材令以後における比抵抗値の増加が非常に大きい。

3-2. 比抵抗値と全細孔量、蒸発性水分量および非蒸発性水分量との関係

図-2に比抵抗値と全細孔量との関係を示す。ポルトランドセメントペーストおよびポルトランドセメントフライアッシュペースト（FA20%）では、比抵抗値と全細孔量との間に明確な相関性が見られ、全細孔量の減少に比例して比抵抗値が増大している。しかし、ポルトランドセメントフライアッシュペースト（FA40%）では両者の相関性は明確ではない。ポルトランドセメントフライアッシュペーストでは、フライアッシュの混入率が大きくなると、フライアッシュのポゾラン反応による細孔溶液中のOH⁻イオン濃度の減少が顕著になり、細孔溶液の組成の変化による影響が現われたものと思われる。

図-3に比抵抗値と蒸発性水分量との関係を示す。ポルトランドセメントペーストおよびポルトランドセメントフライアッシュペーストの蒸発性水分量は、水／セメント（又は結合材）比の減少および材令の経過とともに減少する。ポルトランドセメントペーストでは比抵抗値と蒸発性水分量

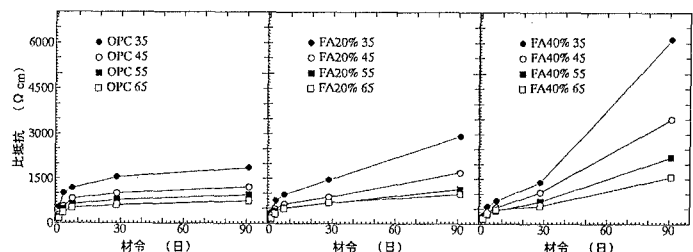


図-1 比抵抗値の経時変化

との間に比較的良好な相関性があり、蒸発性水分量の減少に比例して比抵抗値が増加する。しかし、ポルトランドセメントーフライアッシュペーストでは蒸発性水分量の減少による比抵抗値の増加がポルトランドセメントペーストよりも大きく、その相関性はフライアッシュ混入率の大きなものほど小さい。

図-4に比抵抗値と非蒸発性水分量との関係を示す。ポルトランドセメントペーストおよびポルトランドセメントーフライアッシュペーストともに、水/セメント（又は結合材）比の増加および材令の経過とともに非蒸発性水分量が増加する。ポルトランドセメントーフライアッシュペーストでは、比抵抗値と非蒸発性水分量との間に比較的良好な相関性があり、フライアッシュの混入率の増加とともに相関性が高くなる。

4. 結論

比抵抗値と全細孔量および蒸発性水分量との間の相関性は、表-1に示すようにポルトランドセメントペーストにおいて最も良好であり、フライアッシュの混入率の増加とともに相関性は低くなる。それに対して、比抵抗値と非蒸発性水分量との間の相関性はフライアッシュの混入率の増加とともに相関性は高くなる。

本研究の結果より、交流インピーダンス法により求めたセメントペーストの比抵抗値と全細孔量、蒸発性および非蒸発性水分量との間には明確な関係が存在し、ポルトランドセメントペーストでは比較的簡単な比抵抗値の測定によりセメントペーストの細孔構造を推定することが可能であると思われる。また、ポルトランドセメントーフライアッシュペーストにおいて比抵抗値による推定精度を高めるためには、細孔溶液の組成の変化による要因を取り込む必要がある。現在、塩化物イオンの拡散・透過性に関する実験を準備中であり、今後比抵抗値との関係についてさらに検討を行う予定である。

＜参考文献＞

- 1) 関 博 他、比抵抗によるコンクリートの緻密性に関する実験的一考察、土木学会論文集、No. 451、pp. 49-57、1992. 8
- 2) B.J.Christensen, et al., Influence of Silica Fume on the Early Hydration of Portland Cements Using Impedance Spectroscopy, J.Am.Cerm.Soc., 75(4), pp.939-945, 1992

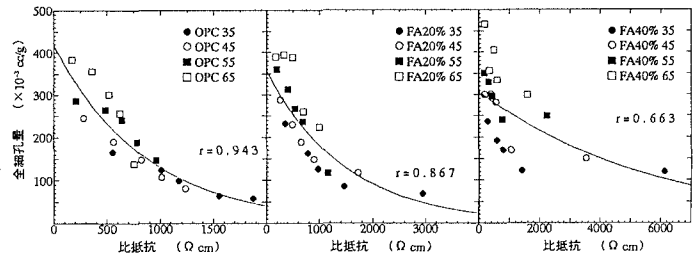


図-2 比抵抗値と全細孔量との関係

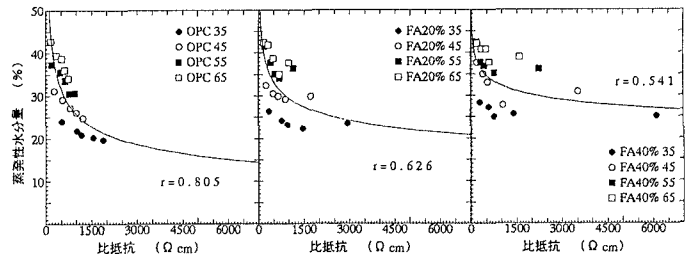


図-3 比抵抗値と蒸発性水分量との関係

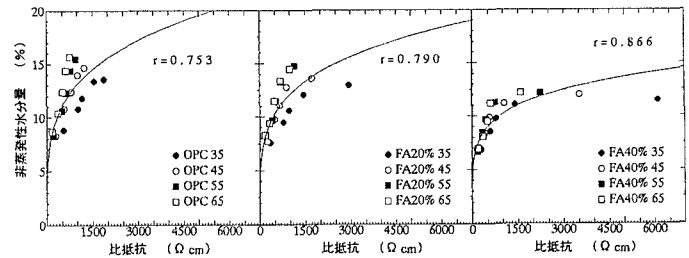


図-4 比抵抗値と非蒸発性水分量との関係

表-1 比抵抗値と細孔組織の特徴を表す指標との相関性

	全細孔量	蒸発性水分量	非蒸発性水分量
OPC	-0.943	-0.805	0.753
FA20%	-0.867	-0.626	0.790
FA40%	-0.663	-0.541	0.866