

セメントペーストの電気伝導率に及ぼす細孔組織の影響

金沢大学学生員 三好政彦、金沢大学正会員 鳥居和之
 ㈱国土開発センター 笹谷輝彦、金沢大学正会員 川村満紀

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ひびわれ性状、さらには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る劣化構造物の新しい非破壊検査法となり得る可能性もある。

本研究は、交流インピーダンス法による比抵抗値測定の基礎的資料を得ることを目的として、セメントペーストおよびセメントー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2、3の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ー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ー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種類とした（略号：FA20%、FA40%）。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）まで浸漬した。測定項目は、圧縮強度、比抵抗値（交流インピーダンス法、1kHz（10mV））、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）および細孔溶液の組成（高圧抽出法、細孔溶液中のNa⁺、K⁺、Ca²⁺およびOH⁻の濃度測定）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-1～3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ー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する。ポルトランドセメントペーストの材令に伴う比抵抗値の増加は7日材令までの初期に顕著であり、特に水／セメント比の小さいもの（W/C=35および45%）は7日材令以後の比抵抗値の増加が非常に小さい。一方、ポルトランドセメントー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%にてより顕著になる。ポルトランドセメントーフライアッシュペーストの比抵抗値はセメントの水和反応およびそれに伴うフライアッシュのポゾラン反応の進行過程で長期材令になるほど急速に増大するものと予想される。

3-2. 比抵抗値と全細孔量、蒸発性水分量との関係

セメントペーストの比抵抗値は、基本的にセメントペーストの骨格構造の密実さとその中に含まれる液相成分の電気伝導度によって決まる。図-4～6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ー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ー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ーフライアッシュペーストでは、フライアッシュのポゾラン反応の過程で液相成分の組成が変化することが知られており、その影響が現われたものと思われる。

図-7～9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）比が小さいものは蒸発性水分量の変化が小さく、それに伴う比抵抗値の変化も小さい。一方、水／セメント（又は結合材）比が大きいものは両者の間に対応関係があり、蒸発性水分量の減少に比例して比抵抗値が増加している。また、28日材令までの時点では比抵抗値と蒸発性水分量との関係は一本の直線上にあり、フライアッシュ混入の影響はあまり認められない。

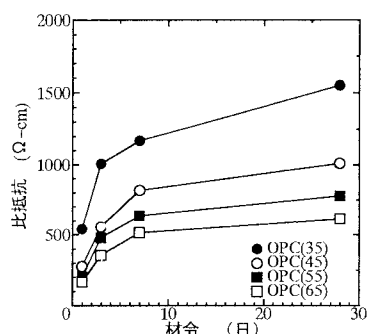


図-1 比抵抗値 (OPC)

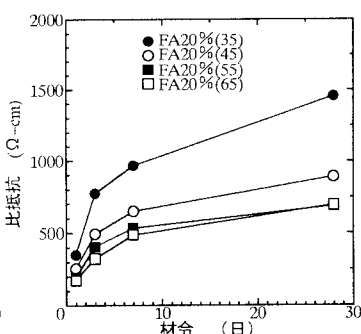


図-2 比抵抗値 (FA20%)

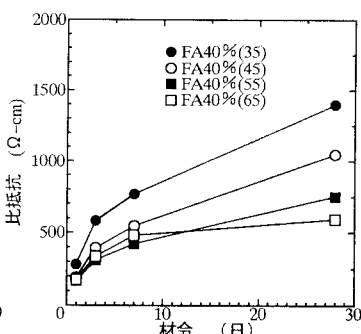


図-3 比抵抗値 (FA40%)

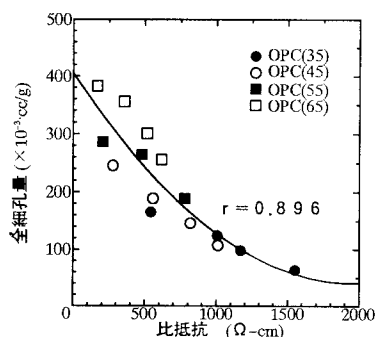


図-4 比抵抗値と全細孔量 (OPC)

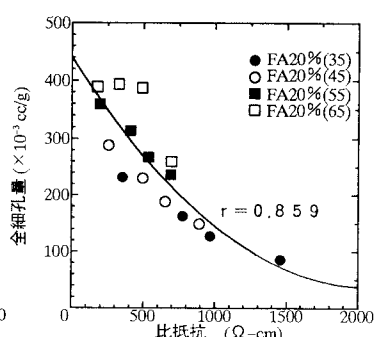


図-5 比抵抗値と全細孔量 (FA20%)

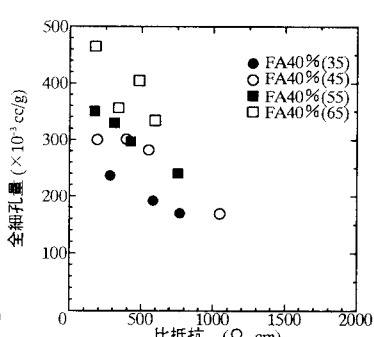


図-6 比抵抗値と全細孔量 (FA40%)

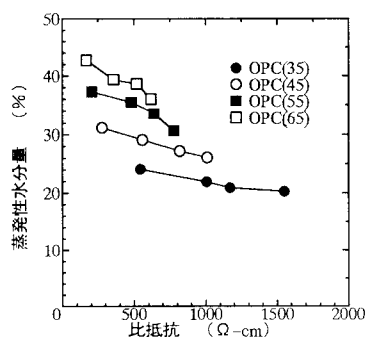


図-7 比抵抗値と蒸発性水分量 (OPC)

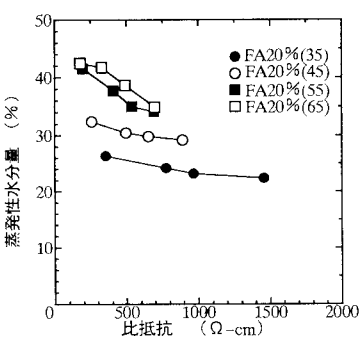


図-8 比抵抗値と蒸発性水分量 (FA20%)

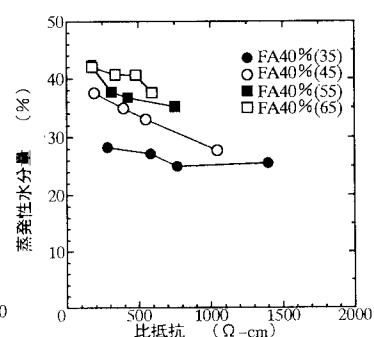


図-9 比抵抗値と蒸発性水分量 (FA40%)

4. 結論

本研究の結果により、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、蒸発性水分量との間には明確な関係が存在し、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。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