第Ⅴ部門　　炭素粒子添加モルタルの導電性に影響する配合要因の検討

摂南大学大学院　学生員　○藤原　正佑
摂南大学　正会員　熊野　知司
村本建設（株）　正会員　高井　伸一郎
鳥取大学大学院　フェロー　井上　正一

1. はじめに

コンクリートに関する技術開発は，これまで高い強度や耐久性の向上を中心に行われてきた．しかし，近年では，コンクリートに対するニーズも多様化し，新しい機能が求められている．例えば，コンクリートやモルタルに導電性や電磁波遮蔽性を付与できれば，コンクリート構造物にさらなる付加価値を与えることができる．このような観点から，筆者らは炭素粒子を添加したモルタルを用いた実験的な検討を行ってきた[1)2)]．本研究ではこれまでの実験結果を整理する事により，モルタルの導電性に影響を与える配合要因を分析するとともに，導電性に対する配合設計手法の検討を行った．本報文は一連の検討結果を報告するものである．

2. 実験方法

表-1 に使用材料の特性を示す．セメントには普通ポルトランドセメントを，細骨材には湖底砂を使用した．炭素粒子は 0.3mm 以下に粉砕したものを用いた．モルタルの配合は単位水量 W=316kg/m^3 を基準とし，水セメント比 W/C=50%，60%，70%と変化させた．また，W/C=60%に対して，炭素を添加しない基準となる配合で砂セメント質量比 S/C=2，3 となるように W=290，356kg/m^3 となる配合も加えた．炭素粒子はモルタルの体積比で 0～20%まで 5%毎に変化させた．供試体は 4×4×16cm とし，1 水準当たり 3 体作製した．**図-1** に実験のフローを示す．導電性の試験は定電圧装置（30V）を使用した直流回路を構成し，計測した電流値から比抵抗を算出した．

表-1　使用材料の特性

材料	種類・主成分
セメント	普通ポルトランドセメント 密度：3.15g/cm^3，　比表面積：3380cm^2/g
細骨材	湖底砂（S1）（W=316kg/m^{3}に使用） 表乾密度：2.62g/cm^3，　絶乾密度：2.60g/cm^3 粗粒率：2.43，　吸水率：0.67%
	野洲川産(S2)（W=290，356kg/m^{3}に使用） 表乾密度：2.61g/cm^3，絶乾密度：2.59g/cm^3 粗粒率：2.17，吸水率：0.85%
炭素粒子	0.3mm以下に粉砕したもの（W=316kg/m^{3}に使用） 密度：2.12g/cm^3，比表面積：1314cm^2/g
	0.3mm以下に粉砕したもの（W=290，356kg/m^{3}に使用） 密度：2.13g/cm^3，比表面積：1308cm^2/g
消泡剤	マイクロエア 404

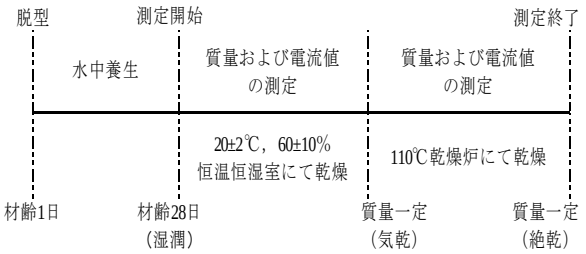

図-1　実験のフロー

3. 結果および考察

図-2 にモルタルの含水率と比抵抗との関係を示す．図より，含水率のわずかな変化に対して急激に比抵抗が増加し，絶縁体に近くなる含水率が存在する．この急激に比抵抗が増加する含水率は炭素粒子添加率が増加すると，小さくなる傾向にある．さらに，この境界より含水率が大きい場合は，含水率の変化による影響は比較的小さいといえる．そこで，本研究ではモルタルの含水状態を湿潤と気乾に分けて検討を行った．

図-3 に W/C=60%の S/C と比抵抗との関係を示す．図より，湿潤と気乾のいずれにおいても S/C が大きくなると比抵抗も大きくなる．ただし，この図では単位水量と単位セメント量が一定であるため，S/C の違いは炭素粒子添加率

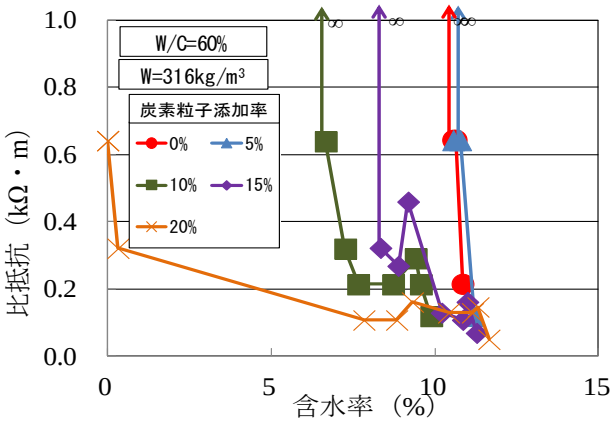

図-2　含水率と比抵抗の関係

Shosuke Fujiwara，Tomoji Kumano，Shin-ichiro Takai　and　Syoichi Inoue
091059fs@edu.setsunan.ac.jp

の違いに関係する．

図-4 に同一炭素粒子添加率の場合の S/C と比抵抗との関係の一例を示す．図より，湿潤状態と気乾状態ともに S/C が変化しても，また，W/C が変化しても比抵抗は概ね一定の値となった．同様の傾向はいずれの炭素粒子添加率においても見られた．このことから，モルタルの比抵抗に影響するのは S/C や W/C ではなく，炭素粒子の添加率が主な影響要因となっていると考えられる．

図-5 に湿潤状態における炭素粒子の添加量 CP（kg/m^3）と 比抵抗との関係を示す．図より，CP が大きくなると比抵抗は小さくなる傾向を示した．また，CP が小さい場合は単位水量によって比抵抗のばらつきが大きく， CP が大きくなると，ばらつきが小さくなる傾向となった．

図-6 に湿潤状態における単位水量と炭素粒子の質量の和（以下，W+CP）と比抵抗との関係を示す．図より，W+CP が増加すると**図-5** と同様に比抵抗が低下する傾向となるが，CP に W を加えた W+CP とすることで，図中に示すような曲線関係があると考えられる．

今後，炭素粒子を添加したモルタルの適用例として，アースの接地材料や風力発電の放電部材などが考えられる．一般的にこれらの部材は地中に設置されるため，湿潤状態が仮定できるとすると，抵抗の大きい地中への放電をスムーズに行うための緩衝材料として例えば 0.1kΩ・m の比抵抗をモルタルへの要求性能とした場合，**図-6** より，W+CP として 650kg/m^3 を確保すれば良いとの配合設計上の情報が得られる．

4.結論

（1）比抵抗に影響を与えるのは S/C や W/C ではなく，炭素粒子の添加量である．

（2）単位水量と炭素粒子の質量の和（W+CP）が大きくなると比抵抗が低下する．

（3）W+CP と比抵抗の関係から目標とする比抵抗の配合設計上の情報が得られる．

＜参考文献＞

1）高井伸一郎他：導電性の高い炭素粒子を添加したモルタルの各種物性に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，pp.1396-1401，2012.

2）陰山恵子他：炭素粒子を添加したモルタルの電気的特性および電磁波吸収性に関する実験的検討，土木学会全国大会第 67 回年次学術講演会，pp.1083-1084，2012.

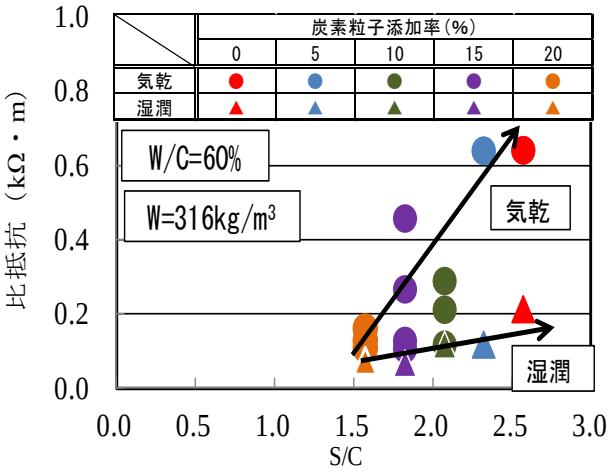

図-3　S/C と比抵抗の関係

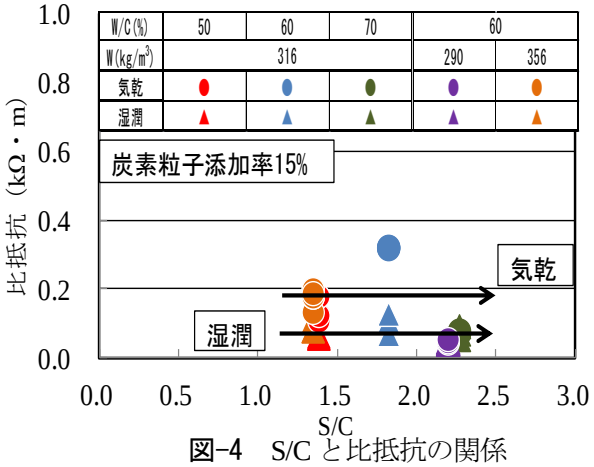

図-4　S/C と比抵抗の関係

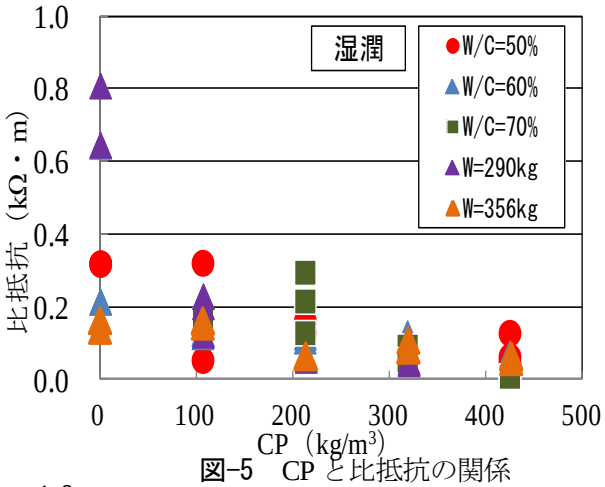

図-5　CP と比抵抗の関係

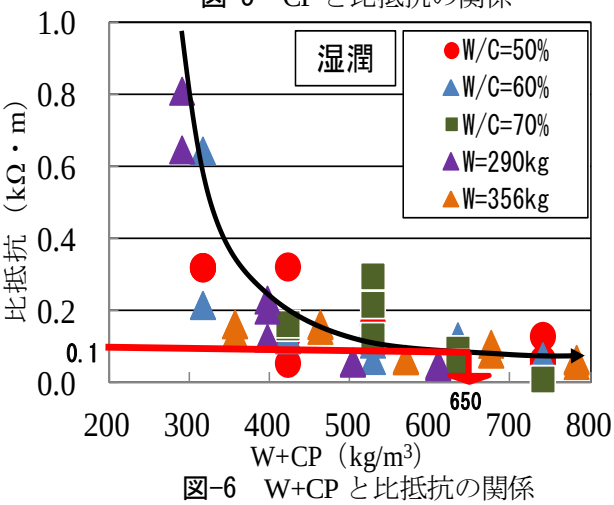

図-6　W+CP と比抵抗の関係