

高周波容量式水分計による粗骨材の表乾判定方法

岐阜工業高等専門学校 専攻科 学生会員 ○澤田 賢太郎
 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 岩瀬 裕之
 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 田内 友也

1. はじめに

コンクリート用骨材は、骨材資源の枯渇により、今まで使用されてこなかったものを骨材としての使用が検討されている。これらの骨材をコンクリートに使用する場合、物理的および化学的性質をあらかじめ把握しておく必要がある。その中の重要な性質として表乾状態における表乾密度があり、コンクリートの配合設計や表面水率の補正に影響を及ぼす。そのために、骨材の表乾判定が重要となっている。従来より細骨材の表乾判定にはフローコーン法が適用されてきた。また、粗骨材では吸水させた骨材を乾いた布で目に見える水膜をぬぐって表乾としてきた。しかし、使用が検討されている低品質の骨材は天然骨材とは異なり、表面性状がガラス質状や多孔質状であるため従来の方法を適用するのが困難であるか、相当の熟練が必要である。そのため、細骨材の場合、フローコーン法に代わるものとして、細骨材に食塩を混入し、表面水と食塩とが接触することにより直流電気抵抗が急激に変化することを利用した電気抵抗法¹⁾などが提案されている。筆者の属する研究室では、高周波容量式水分計を用いた細骨材の表乾判定方法を提案している²⁾。本研究は、高周波容量式水分計を用いる表乾判定方法を粗骨材にも適用できるか検討したものである。

2. 測定原理

高周波容量式水分計は、誘電率（真空を1としたときの電気のためやすさ）が80と他の物質に比べて大きな値を示す水の性質を利用している。材料に水分を含むと見かけ上の誘電率が増加し、この増加分をあらかじめ各種材料で求めておいた換算式で換算して水分量として表示するものである。実際には、誘電率そのものを簡単に測定することはできないため、誘電率と比例の関係にある高周波容量を測定しており、高周波容量と含水率は直線的な関係となる。高周波容量から含水率への換算率が登録されているモルタルなどを測定すれば含水量の数値を示す。使用した水分計には換算率が登録されていない材料に対しても、含水率と測定値との換算率を求められるように、換算前の数値（以後、表示値と呼ぶ）を表示することができる。表示値は、電極の大きさや間隔などの影響を受けるため、高周波容量の絶対値ではなく相対的な値である。表示値は0～2000の間で表示される。しかし、この測定器は、高周波容量分だけを純粋に表せず、高周波抵抗の影響を含んだ測定値を表すものである。すなわち、測定試料は電気をためるコンデンサーと電気抵抗が並列に結合した電気回路モデルとすることができる。電気抵抗が変化すれば表示値はその影響を受け変動する。表面水が存在する試料の場合、骨材内部の水分と表面水とを分けて考えれば、図-1に示すようにコンデンサーと抵抗が並列に結合したものが2つ直列につながった平面層状二層構造の系と考えることができる。ここで、イオン化物質を加えるなどして骨材に存在する水分の抵抗値を低下させれば、見かけ上大きな電流が流れることとなり大きな表示値を示すこととなる。高周波容量式水分計で細骨材の含水率を測定するに際し、イオン化物質（本研究では食塩とした）を混入させる。表乾状態よりも含水率が低い場合、骨材内部の水と食塩は接触しないため、骨材内部の水の抵抗は低下しない。しかし、表乾状

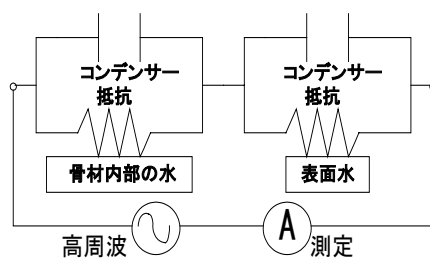


図-1 試料中水分の電気回路モデル

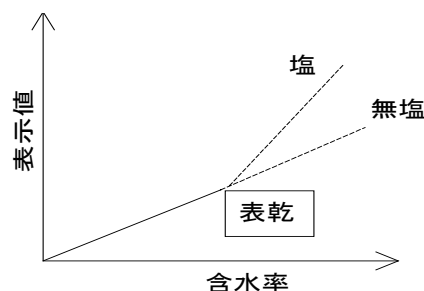


図-2 含水率と表示値の関係モデル

態より高い含水率の場合、骨材外部にある表面水と食塩が接触することにより表面水がイオン化し抵抗が低下することで見かけ上表示値が大きくなる。すなわち、図-2 に示すモデルのように、含水率と表示値との直線関係が、表乾状態を境に直線が折れ曲がり傾きが変化する。また、この折れ曲がり点の含水率を吸水率とすることができると考えられる。図-3 に過去に行った長良川産細骨材の測定結果を示す。含水率 1.6% において折れ曲がり点が現れ、電気抵抗法で求めた値と一致している。また、フローコーン法で測定できない細骨材でも測定できている。

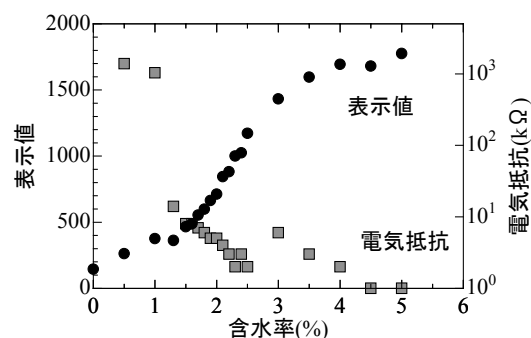


図-3 含水率と表示値及び電気抵抗の関係

3. 実験概要

実験に用いた骨材は長良川中流の最大骨材寸法 15mm の天然骨材を使用した。従来の方法で求めた吸水率は 1.2% であった。3ℓ のポリエチレン製円筒容器に絶乾試料 2kg と任意の含水率になるような水量を入れ攪拌し、骨材内部の含水状態が一樣になるよう 24 時間以上静置する。試料の含水率は 8～10 段階とした。静置した容器に食塩 50g を入れ、再び攪拌し、容器の側面に水分計を押し当て表示値を測定した。測定状況を写真-1 に示す。



写真-1 測定状況

4. 結果と考察

図-4 に長良川中流産粗骨材の含水率と表示値との関係を示す。高周波容量式水分計の電極だけをを用いた測定では、含水率が増加しても表示値はそれほど大きくならず、折れ曲がり点は現れなかった。細骨材の場合には、細骨材に薄い料理用ラップを敷き、その上に水分計を置いて測定していたが、今回は厚さ 2mm の容器越しに測定するために測定感度が低くなったと考えられる。そのため、電極の改良を行った。電極は厚さ 0.5mm のステンレス版 2 枚を長方形の形に切り、容器をはさむ形で円周方向に密着させ、端を水分計の電極に取付けた。電極の大きさは対象とする試料に応じて変化させる必要がある。同じ図-4 中に、改良した電極を用いて測定した結果を示す。測定した後、同じ試料を攪拌して合計 3 回測定を行った。いずれにおいても、含水率が 1.3～1.4% で折れ曲がる点が現れている。しかし、明確とはいえず、今後さらに測定感度を上げるために電極の改良が必要である。

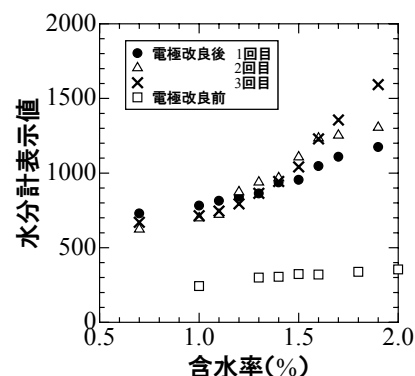
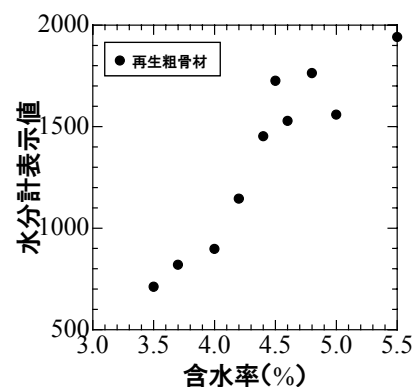
図-4 含水率と表示値の関係
(長良川)

図-5 に、再生粗骨材（最大寸法 25mm，原コンクリート不明）の含水率と表示値の関係を示す。再生骨材でも、明確ではないが折れ曲がり点が現れており、今後電極などの測定方法を改良することで、簡便に表乾判定ができると考えられる。

図-5 含水率と表示値の関係
(再生骨材)

参考文献

- 1) 土木学会：電気炉酸化スラグ骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針，コンクリートライブラリー110，pp.53-64，2003.3
- 2) 岩瀬裕之：高周波容量式水分計による細骨材の表乾判定に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No1，p.p49-54，2005