

コンクリートの含水率測定方法

コンクリートの含水率を、①セラミックセンサ、②小電極センサ、③乾燥度試験紙を用いて測定する方法です。

概要

コンクリート中に含まれる水分は、コンクリートの強度発現、収縮、クリープの進行、コンクリート構造物の中性化と密接な関係がある。また、塩害による鉄筋の腐食、凍結融解作用による劣化、アルカリ骨材反応の進行などの耐久性の低下、あるいは、コンクリートを下地とする各種内装及び外装仕上材料の剥離やふくれなどの劣化を引き起こす原因にもなっている。ここでは、埋め込みセラミックセンサによる含水率測定方法、埋め込み小電極による含水率測定方法、乾燥度試験紙を用いた水分蒸発速度試験方法を紹介する。

含水率測定方法の原理と既往の開発研究

コンクリートの含水率は、一般的に気乾質量と絶乾質量の差から求めている質量法が、構造体コンクリートの含水率を求める方法として、図-1に示すような非破壊試験による方法が提案されている。その原理から、水分を電氣的に測定する方法、コンクリートに設けた小孔内部の湿度および結露水を測定する方法、中性子の水による減衰を利用する方法などに大別される。当研究室では、これまで①セラミックセンサ、②小電極センサ、③乾燥度試験紙を用いた含水率測定方法を開発してきた。

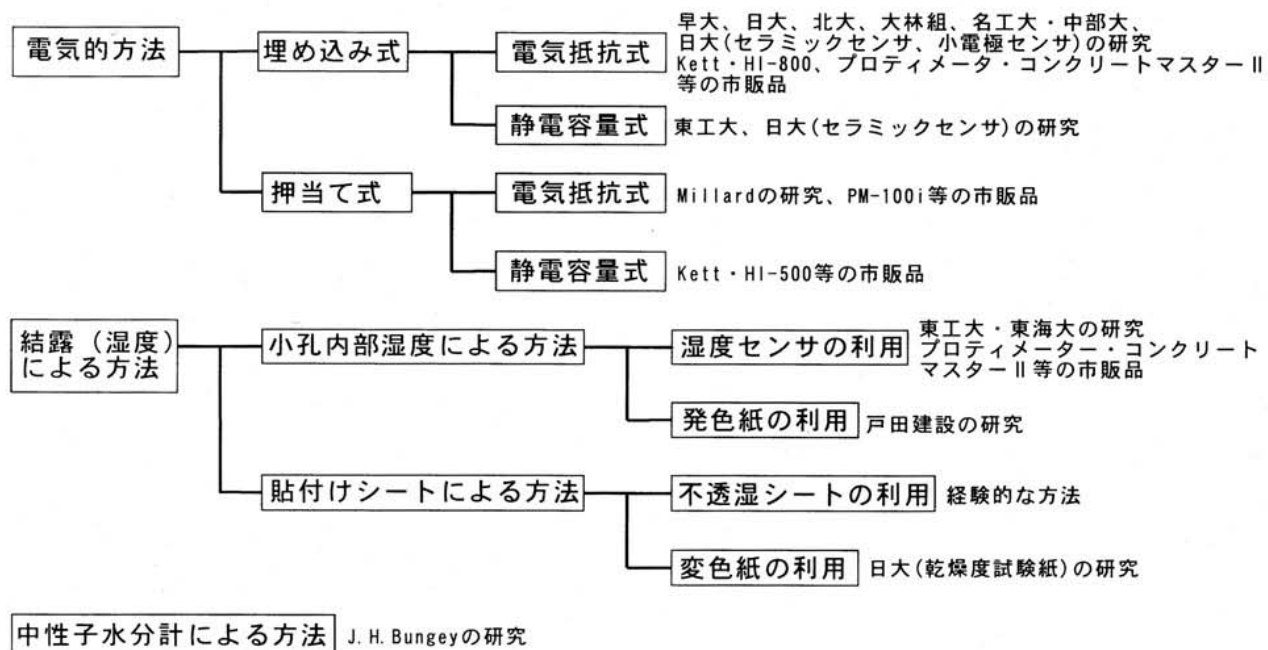


図-1 含水率測定方法の原理と既往の開発研究

① セラミックセンサ

一般に粘土などを焼成したセラミックは、吸・放水性に優れ、乾燥状態においては絶縁体であるが、吸水すると導電性を示し、誘電率は大きくなる。本方法は、この性質を利用し、図-2、写真-1に示すように、金電極を焼き付け、絶縁体で被覆したセラミックを予めコンクリート中に埋め込み、コンクリートと平衡な含水状態となったセラミックの電気抵抗あるいは静電容量を測定してコンクリートの含水率を求めるものである。

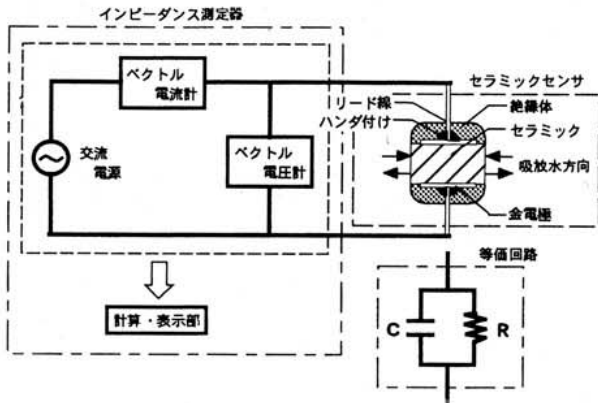


図-2 セラミックセンサと測定回路

センサの電気抵抗 (R)、静電容量 (C) の測定は、インピーダンス測定器 (LCRメータ) を用い、印加電圧は1V、測定周波数は1kHzで行う

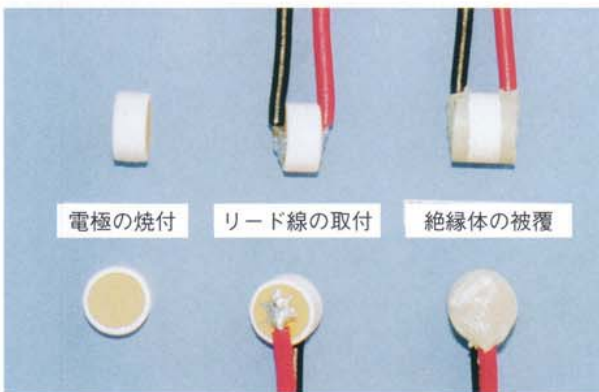


写真-1 セラミックセンサの作製

セラミックセンサは、セラミック (D社製の寸法φ10×5mm、吸水率20%)、焼付け金電極、リード線、絶縁体から構成されている

任意の温度で測定された電気抵抗、静電容量を20℃の温度における電気抵抗及び静電容量に補正する (図-3)。

次に、予め質量法によって求めておいたコンクリートの含水率と電気抵抗 (図-4) あるいは静電容量との関係に、補正した電気抵抗、静電容量を対応させ、コンクリートの含水率を求める。

本方法は、センサをコンクリート中の所定の位置に、予め埋め込んでおくことによって、最小表層深さ0.5cmから最小間隔1.0cmでコンクリート内部の含水率が測定できる。既知の空隙をもつセラミックを導体あるいは誘電体としているため、コンクリートの材料や調合の影響を受けにくい方法といえる。

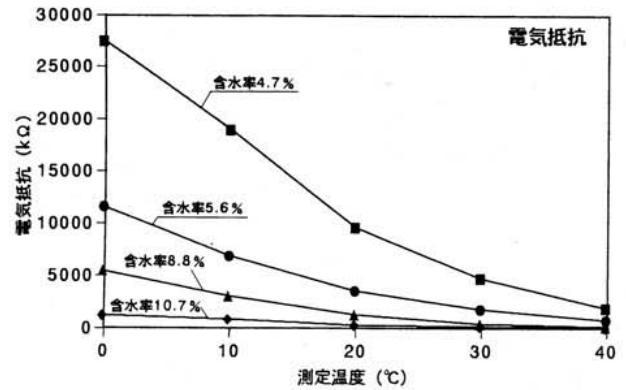


図-3 測定温度と電気抵抗との関係

この関係から求めた、任意の温度 (絶対温度T) で測定した電気抵抗 (R_T) を20℃ (293K) における電気抵抗 (R_{293}) にする補正式

$$R_{293} = R_T / \exp(6.21 \times 10^3 (1/T - 1/293))$$

によって電気抵抗を補正する

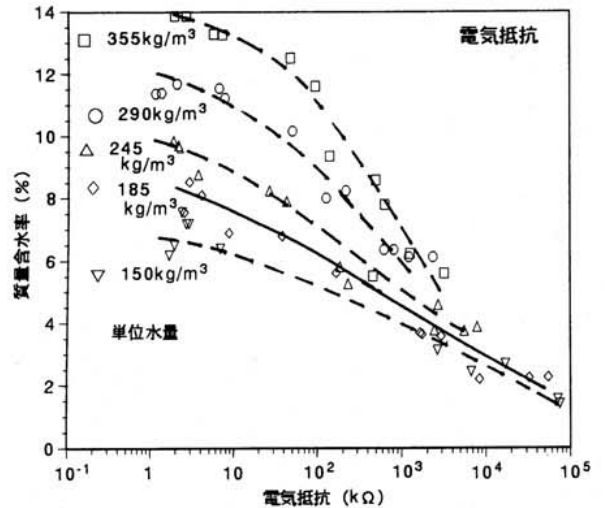


図-4 電気抵抗と質量含水率との関係

関連論文

湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：埋め込みセラミックセンサの電気的特性によるコンクリートの含水率の測定方法の提案、日本建築学会構造系論文集、第498号、pp.13-20、1997年8月

② 小電極センサ

埋め込み棒鋼電極間のコンクリートの抵抗を利用して含水率を測定する方法は、早大・十代田（昭和30年頃）、日大・笠井（昭和38年頃）が報告している。その後（昭和50年頃）、北大・鎌田らが完成度の高い方法を開発・提案している。ここで提案する小電極は、北大・鎌田らの提案の電極を小型化したもので、コンクリート中に埋め込み、図-5、写真-2に示すように任意の隣り合う一対の電極間の比抵抗を図-6の回路により測定してコンクリートの含水率を求めるものである。

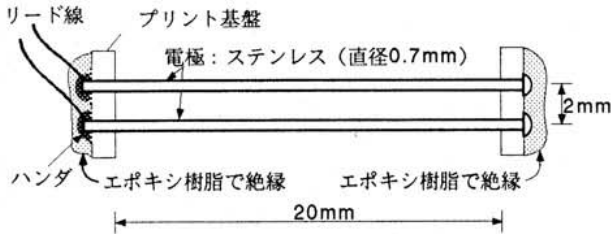


図-5 小電極センサ

小電極センサは、ステンレス（寸法 $\phi 0.7 \times 20\text{mm}$ ）、電子機器用プリント基盤、リード線、絶縁体から構成されている

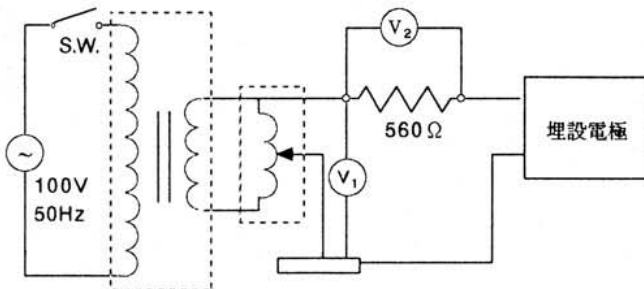


図-6 測定回路

電極間の比抵抗 (ρ) は、印加電圧 (V_1) = 3Vのときの既知抵抗 (R_0) = 560 Ω に対する測定電圧 (V_2) から求める

任意の温度で測定された比抵抗は、温度補正を行った後、これを、予め質量法によって求めたコンクリートの含水率と比抵抗との関係（図-7）に、対応させ、コンクリートの含水率を求める。

本方法は、センサをコンクリートの所定の位置に、予め埋め込んでおくことによって、最小表層深さ2mmから最小間隔2mmでコンクリート内部の含水率が測定できる。コンクリートを導体としているため、コンクリートの材料や調合により、キャリブレーションカーブを求める必要があるが、小型なため極めて局所的な含水率の測定が可能であるのが特徴である。

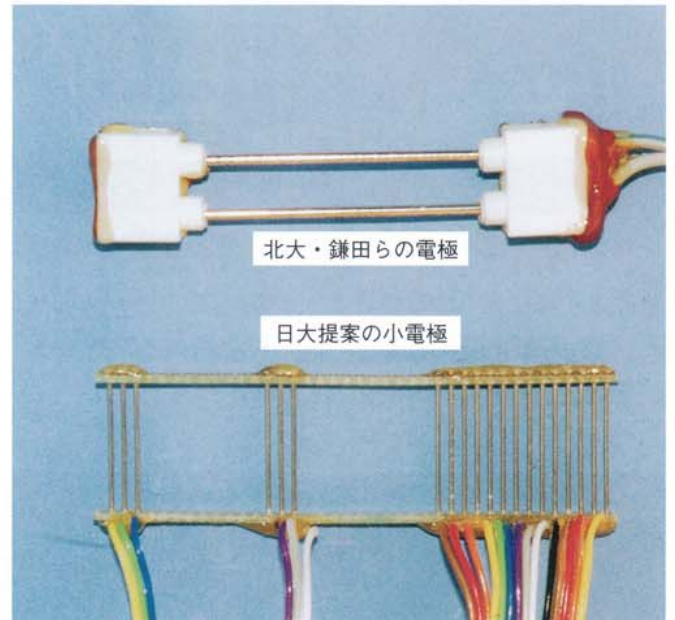


写真-2 電極の比較

本方法の電極は、小型であり、任意の隣りあう電極を一対の電極とする

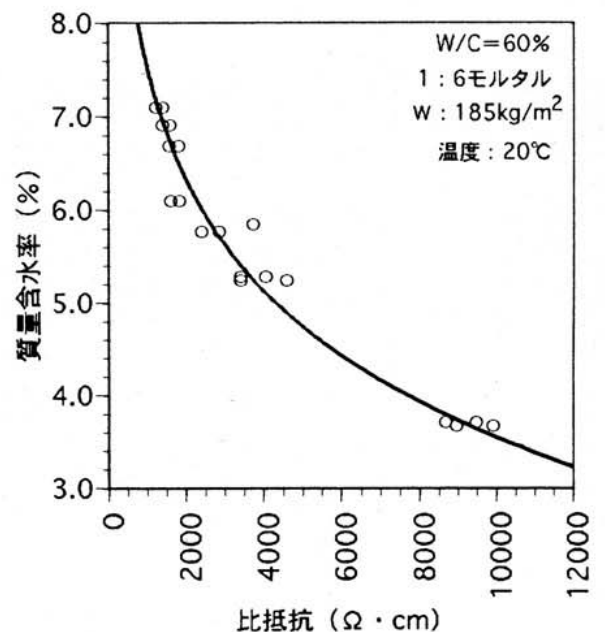


図-7 比抵抗と質量含水率との関係

関連論文

笠井芳夫、松井勇、湯浅昇、佐藤弘和：小ステンレス電極を用いたコンクリートの含水率測定、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17、pp.671-676、1995年6月

③ 乾燥度試験紙

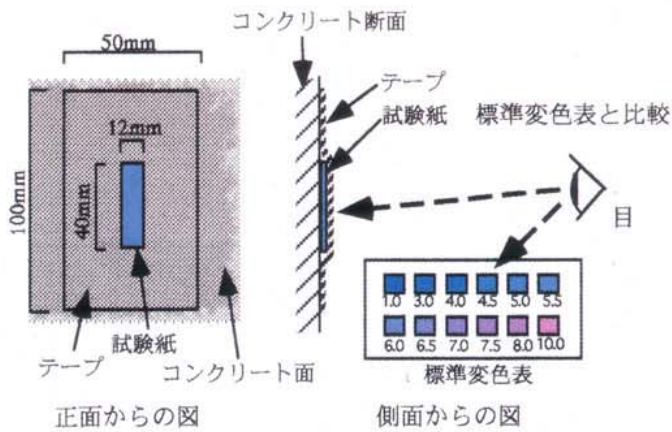


図-8 乾燥度試験紙の色の評価

乾燥度試験紙は、吸湿量に応じて青色から赤色に変色する

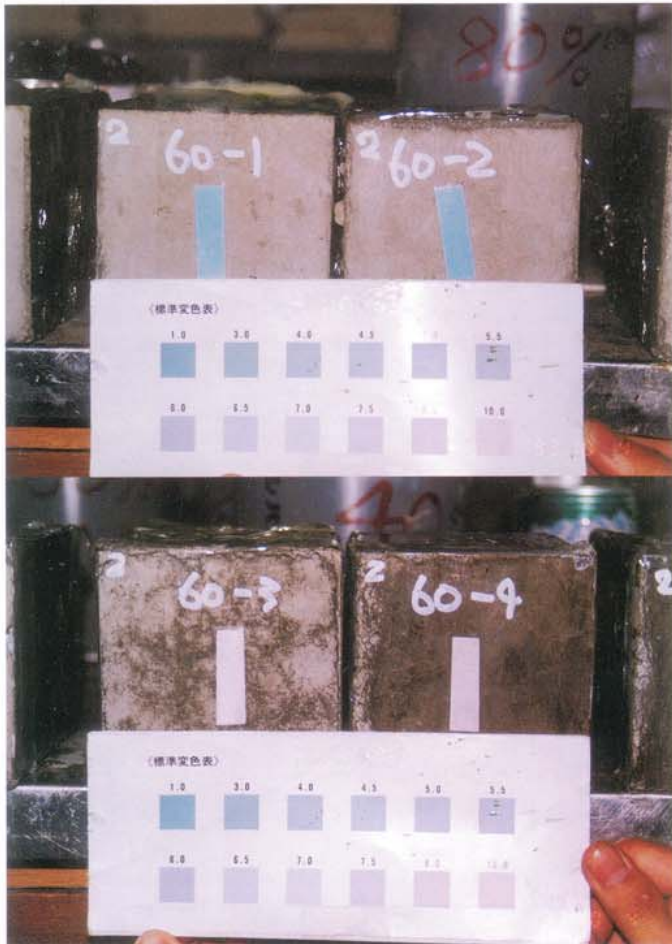


写真-3 乾燥度試験紙による試験の状況

これまで、建設現場では経験的にコンクリート表面を不透湿シートで覆い、内面に発生した結露水の有無によって、コンクリートの含水状態を評価し、屋根防水層、塗床などの施工可否の判断をしてきた。ここで紹介する方法は、この経験的な方法を発展させたもので、図-8、写真-3に示すように吸湿量に応じて青色から赤色に変色する試験紙をコンクリート表面に貼り付け、10分後の変色程度にもとづき、含水状態を客観的に評価するものである。

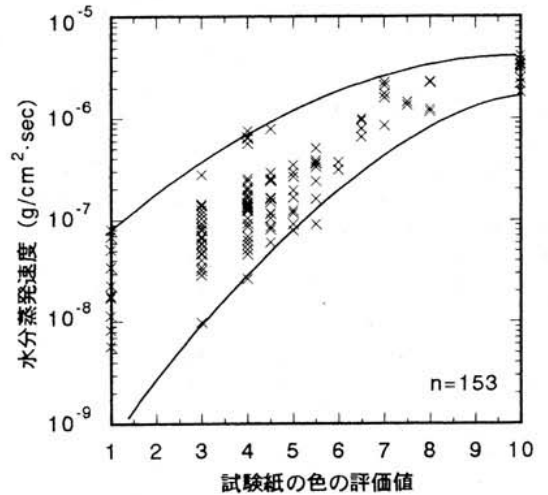


図-9 乾燥度試験紙の色の評価と水分蒸発速度との関係

図-9に示すコンクリート表面からの水分蒸発速度と乾燥度試験紙の色の評価との関係に、測定した貼り付け10分後の色の評価値を対応させ、コンクリートの水分蒸発速度を求める。

本方法は、コンクリート表層付近の含水状態の測定に限定されるが、コンクリートの材料、調合、材料部材寸法、測定温度に影響されず、前準備が不要で、極めて簡易で、安価に水分蒸発速度をおおよそ推定できる。表層深さ0.5cm部分の含水率の推定も可能である。

関連論文

湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、逸見義男、佐藤弘和：乾燥度試験紙によるコンクリートの含水状態の評価、日本建築工学会論文報告集、第5巻、第1号、pp.1-6、1998年3月

日本大学生産工学部建築工学科 建築材料研究室

〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 TEL 047-474-2508 FAX 047-474-2499

E-mail yuasa@arch.cit.nihon-u.ac.jp URL <http://133.43.55.26/index.html>