

印加電圧の残留値測定によるフレッシュコンクリートの感知方法について

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥

大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

東京測器研究所 宮城 哲夫

1. まえがき

目視で確認ができない箇所においてコンクリートの充填を確認する方法として、非接触方式では、サーモグラフィーを用いてコンクリートの打込み前後の型枠の温度変化を外部からモニタリングして判定する方法があり¹⁾、接触方式では、電極を設置し通電するとランプで知らせる方法や、高周波電源を用いてコンクリートの電気抵抗値を測定しコンクリートを感知する方法などがある。しかし前者の方法は、型枠近傍のコンクリートの有無しかモニタリングできないことや、後者の電極を用いる方法は、水とコンクリートはいずれも通電するため、ブリーディング水とコンクリートの区別ができない。また高周波電源を用いる方法では、水とコンクリートの判定は可能だが、高周波電源を用いるため計測が煩雑であるなどの問題点があった。

そこで本論文は、コンクリート中に与えた印加電圧の残留値から、容易にフレッシュコンクリートの有無を感知できる接触方式の計測方法（以下、印加電圧方式と呼称）を提案し、その試験結果について述べる。

2. フレッシュコンクリート感知の原理

フレッシュコンクリート中には、図-1に示すようにカルシウムイオン (Ca^{2+}) や水酸イオン (OH^-) など多数の陽イオン、陰イオンが存在する。このフレッシュコンクリート中に低電圧の電極を挿入すると、フレッシュコンクリート中のイオンがそれぞれ逆の電極方向に移動し、電極間が充電される。その後充電を終了すると、電極間に蓄積された電荷が放電される。この放電の過程は、材料中のイオンの量や、材料の濃度によって異なると考えられ、放電の過程で電極間に残留した電圧を測定することにより、フレッシュコンクリートの有無を判定することが可能と思われる。従って、コンクリートや水に挿入された電極に一定電圧で T_1 時間まで充電すると、図-2に示すように水およびコンクリートの電極間の電圧は V_3 となる。その後、 T_2 時間に電極間に残留していた電圧を計測するとコンクリートは V_2 、水は V_1 となり定量的に各材料固有の電圧を測定することが可能となる。

3. 実験概要

3.1 計測方法

計測方法の概念を図-3に示す。計測器は汎用のデータロガーを用い、2チャンネルを使用した。最初に印加電圧チャンネルを用いて材料に挿入した電極間を充電し、一定時間後、電圧測定チャンネルを用いて電

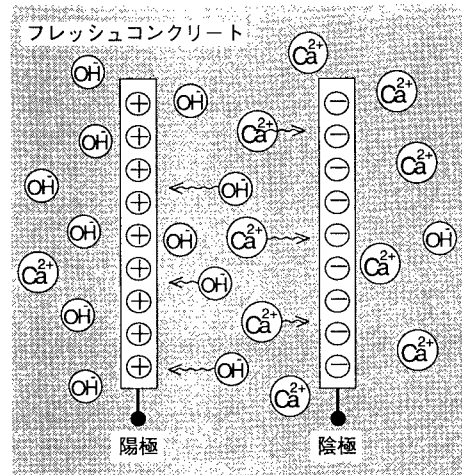


図-1 フレッシュコンクリート内の充電に伴うイオンの移動

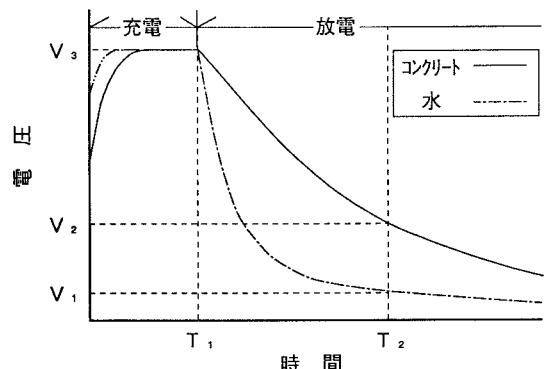


図-2 充・放電に伴う物質中の電圧変化

極間に残留した電圧を計測した。実験では、印加電圧を6Vとし、3mmsec間充電し、充電後17mmsecで電極間に残留した電圧を測定した。また計測ピッチは5分間とし、5日間計測を行った。電極は直径1mmのステンレス棒を用い、電極間の幅を10mm、電極の長さを15mmとした。

3.2 試験に供した材料

試験に供した材料を表-1に示す。これらの材料は、現場でのコンクリート施工において、型枠内に存在すると想定できる7種類の材料で、各材料につき3回試験した。

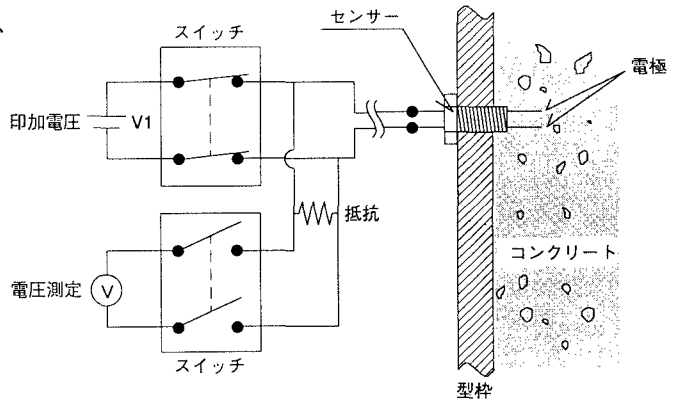


図-3 計測方法の概念

表-1 計測した材料

種類	摘要
空気	温度:20℃, 湿度:60%RH
剥離剤	鋼製型枠用油性剥離剤
水	水道水
人工海水	Cl ⁻ 濃度:1.8%
ブリーディング水	W/C:50%のペーストから抽出
セメントペースト	W/C:50%, 普通ポルトランドセメントを使用
コンクリート	W/C:34%, s/a:46%, 普通ポルトランドセメント, 高性能AE減水剤使用

4. 実験結果および考察

電極が各材料に接触した直後の出力電圧は、図-4に示すように材料の種類で異なった。空気および剥離剤の出力電圧はほぼ0mVとなった。この理由として、この2つの材料は低電圧では通電性が小さいため、電極間の物質に充電することができなかったと考えられる。次に、水、人工海水、ブリーディング水の出力電圧を比較すると、水の出力電圧は人工海水やブリーディング水の出力電圧と比べてかなり小さくなった。これは、各材料中のイオン量の違いによる影響と考えられる。またコンクリートの出力電圧は、ペーストの出力電圧より小さくなった。コンクリートの方がセメントペーストより小さい出力電圧となったのは、コンクリート中の骨材の通電性が低いためと考えられる。

一方、コンクリートおよびペーストの出力電圧の経時変化は、図-5に示すように1日後までに若干増加した後、1日以降減少する傾向を示した。これは、セメントの水和に伴い、コンクリートやセメントペーストが次第に通電しにくい材料に変化していくためと考えられる。

5. あとがき

この印加電圧方式により、予め想定される物質の固有出力電圧を計測し、また適切なしきい値を設定すれば、フレッシュコンクリートの感知は可能であると考えられる。今後、様々な計測条件に対してこの印加電圧方式が適用できるか検討してゆく予定である。

<参考文献>1) 渡部, 魚本: 型わく面の熱画像解析によるコンクリートの打設監視法に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 15, No. 1, pp. 583-588, 1993

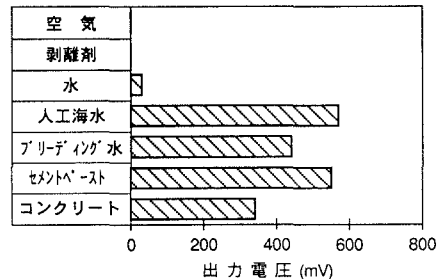


図-4 感知直後の出力電圧

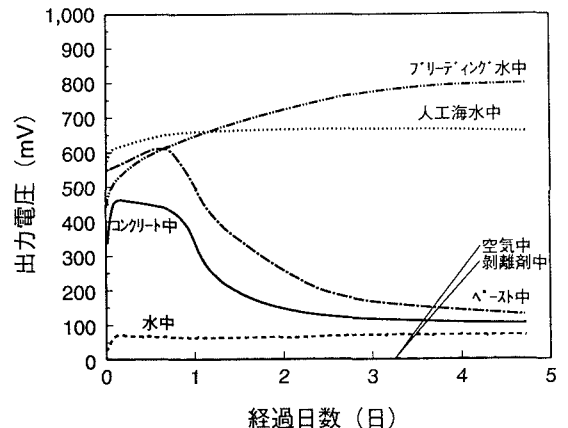


図-5 出力電圧の経時変化