

V-418

電圧印加方式による高流動コンクリートの打上り高さの計測方法の検討

大林組技術研究所 正会員 大山 茂男
 大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥
 東京測器研究所 正会員 末吉 良敏
 大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

1. はじめに

締固め作業を必要としない高流動コンクリートは、施工の合理化と省力化を目的として使用される場合が多い。従って、その施工管理においても合理化が求められ、高流動コンクリートの流動状況や打上り高さを、遠隔よりモニタリングして施工管理を行う方法が必要となっている。しかし、施工現場におけるコンクリートの打設管理が、短期間で、かつ多点計測を要するという条件により、従来の精密機械を用いた方法などでは使用環境による制約や経済性の面から適用が難しい場合が多かった。そこで、本研究では、コンクリート中に挿入した電極の充電特性から、打上り高さの計測を行う方法（以下、電圧印加方式^{1) 2) 3)}と呼称）により、容易に、かつ経済的にコンクリートの流動状況をモニタリングする方法について検討を行った。

2. 打上り高さの測定原理

フレッシュコンクリート中には多数のイオンが存在しており、低電圧の電極を挿入すると、電極間のコンクリートが充電される。このフレッシュコンクリートの充電のメカニズムは、一例として、図-1に示すような電気的回路で説明できる。即ち、鉛直方向に長い電極を型枠内に設置し、フレッシュコンクリートを打ち込んでゆくと、打上り高さが大きくなるにつれ、或る抵抗を有した電気容量の小さいコンデンサが並列に形成され増加し、その結果、電極間の静電容量が増加する。この性質を利用すれば、図-2に示す計測回路を用いて、次に示す順序で打上り高さが計測できる。まず、①一定低電圧を一定時間印加し、電極に電荷を与え、②電極に電荷が蓄積して充電されてコンデンサが形成され、③電極間の静電容量の変化を、計測時の電圧降下による電圧値の違いとして計測する。この時、計測による印加電圧と出力電圧の関係は、次の様な式になると見なすことができる。

$$V_{in} \approx E(t) \quad (\text{ただし、電極が完全に充電された場合}) \quad (1)$$

$$V_{out} = E(t) \cdot (R/R+2r) \quad (2)$$

ここに

V_{in} : 印加電圧 $E(t)$: 充電電圧
 V_{out} : 出力電圧 R : 固定抵抗
 r : 電極の抵抗

3. 実験概要

打上り高さを計測するセンサとして、水平に設置した塩化ビニール製の樋に、図-3に示すように電極を取り付け、

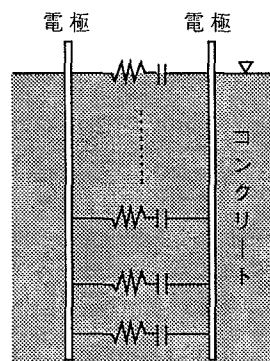


図-1 充電時の概念図

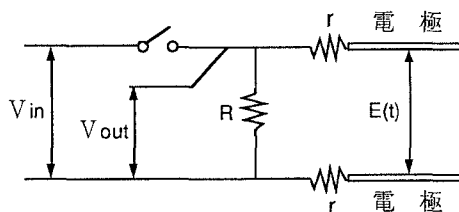


図-2 計測回路図

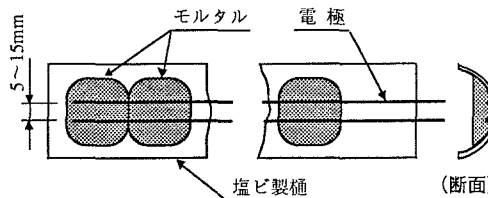


図-3 実験状況

キーワード：高流動コンクリート、情報化施工、モニタリング、レベル計、センサ

連絡先：〒204 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL:0424-95-0938 FAX:0424-95-0908

センサを試作した。このセンサ上に、水：セメント：細骨材が1：1：3の質量比で練り混ぜられたモルタルを、15分毎に20cm間隔に載せ、打上り高さが大きくなったと仮定して実験を行った。

計測は次の方法で行った。まず、汎用のデータロガーの連続した2チャンネルを用い、最初のチャンネルで電極間を印加電圧2Vで20msec間充電し、次のチャンネルを用いて電圧の印加から80msec及び180msec後の2種類の方法で電極間の電圧を計測した。なお、電極は直径1mmの錫メッキ銅線を用い、電極の長さを3mと4mの2種類、電極の幅を5mm、10mm、15mmの3種類として組み合わせて実験を行った。

4. 実験結果および考察

4.1 出力電圧とモルタル接触長さの関係

出力電圧とモルタルが電極に接触した長さの関係は、図-4に示すように出力電圧が350mV以上となると、接触長さが大きくなっても、出力電圧の増加の程度は小さく、500mV程度に漸近する結果となった。また、電極幅が大きくなると出力電圧は若干小さくなるが、大きな差は無かった。この様に、出力電圧と接触長さの関係が3次曲線に近い傾向を示した理由として、接触長さの増加に伴い、電極間の充電可能な電気容量は増加するものの、一定量の電荷しか電極に与えていないことによる充電不足が考えられた。そこで、さらにこれらの影響について検討を行った。

4.2 電圧印加回数と出力の関係

電極への電圧の印加回数を20回とし、さらに計測のタイミングを電圧印加後80msecから180msecに変えて実験を行った結果を図-5に示す。この場合、モルタルの電極接触長さが200cmの位置では、出力電圧が250mVとなり、電圧印加回数が1回で電圧印加から80msec後に計測した場合の450mVよりも半分程度の結果となった。これは印加回数を増して十分な電荷を与えたことと、計測のタイミングを長くしたことにより、放電過程での電圧が低下し、安定した時点で計測したためと考えられる。しかし、出力電圧とモルタルの電極接触長さの関係は、ほぼ線形に近づき、モルタルの接触長さを測定する精度が向上したと考えられる。

5. まとめ

電圧印加方式による計測では、コンクリートが次第に打上る高さを、汎用のデータロガーを用いて測定することができ、4m程度の高さを1本のセンサで測定できることが明らかとなった。この方法は、データロガーの使用チャンネル数も少なく、合理的に管理できるため、今後、実際の施工に即した条件で、この印加電圧方式によるコンクリートの打上り高さの計測が可能であるか検討してゆく予定である。

【参考文献】

- 1) 平田ほか：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、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集V、1995.9
- 2) 大山ほか：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充填モニタリング方法について、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集V、1995.9
- 3) 平田ほか：電圧印加方式によるコンクリートの充填感知に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、1996.7

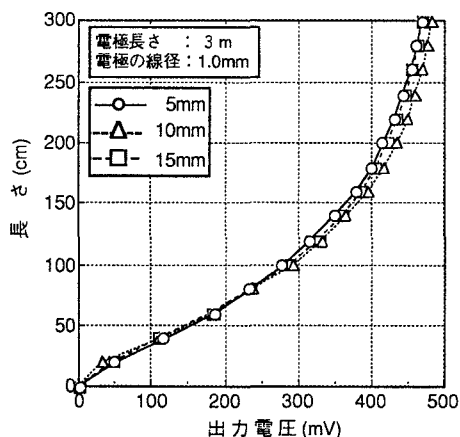


図-4 出力電圧と電極の接触長さの関係

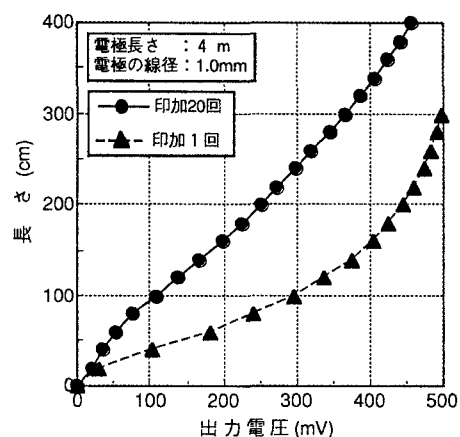


図-5 電圧印加回数と出力電圧の関係