

コンクリートの比抵抗による養生終了タイミングの推定

芝浦工業大学 正会員 ○伊代田 岳史
芝浦工業大学 学生会員 豊村 恵理

1. はじめに

コンクリート構造物を長寿命化させるためには、耐久性の高いコンクリートが望まれる。コンクリートの耐久性は、配合に代表される材料的要因と養生に代表される施工的要因の影響が大きいことが知られている。特にコンクリート表面から劣化因子が浸透する中性化や塩害は、表層コンクリートの耐久性を確保することが重要であり、養生による品質確保が課題となる。簡易的な養生として現場で多く用いられる手法として、急激な温度や湿度の変化がないことから水和反応を継続させることができる型枠存置が考えられる。しかしながら、型枠を外すタイミングは現状ではコンクリートが自立できる目安として 10N/mm^2 の圧縮強度に達した場合とされているのみであり、耐久性との関係性は語られていない。そこで本研究は、要求する耐久性を満足しうる型枠存置期間または養生期間をコンクリートの比抵抗から計測することを目的としたものである。比抵抗値はコンクリート中の水分量に依存していることが知られていることから、型枠存置期間内は水分が維持されることで水和反応を継続させ緻密な構造を形成できると考え、比抵抗を断続的に測定しその結果と耐久性とを関連付けることを目的とした。また、養生や周囲の乾燥の影響が深さ位置のどの範囲まで及ぶかを、同一の比抵抗測定において計測した。

2. コンクリートの比抵抗計測

2.1 試験概要

比抵抗の測定は直流電流の四電極法で行った。直流電流を用いた計測機器は交流電流を用いた計測機器に比べ小型であり電圧発生装置と計測が一台で可能であることから現場計測を想定できる。しかし直流電流はコンクリートへの帯電が考えられ、数値が安定しないという問題が生じることから、パルス波を利用することで帯電を抑制した。計測用

の試験体の概念図を図-1 に四電極法の測定概念図を図-2 に示す。比抵抗端子間は 50mm とし、乾燥や養生の影響範囲を計測するために、比抵抗の測定深さを測定位置のみ通電するよう電極をシールし、 $5, 10, 20, 30, 50, 70\text{mm}$ の深さ位置で計測した。また表-1 に示すようにコンクリートは $\text{W/C}55\%$ の普通ポルトランドセメント(N)と高炉セメント B 種(BB)を用いたコンクリートを打設し、試験体の二側面を型枠存置期間が終了した時点で脱型することで養生終了とした。型枠存置期間は $1, 3, 5, 7, 28$ 日と設定した。なお、試験結果の符合として「セメント種-型枠存置期間-計測深さ」の順で記載している。

2.2 試験結果

計測した比抵抗の計測結果のうち、一例として N コンクリートの型枠存置期間 5 日における各深さ位置での計測結果を図-3 に示す。脱型までの期間 (5 日間) はどの深さ位置においても同等の比抵抗を示している

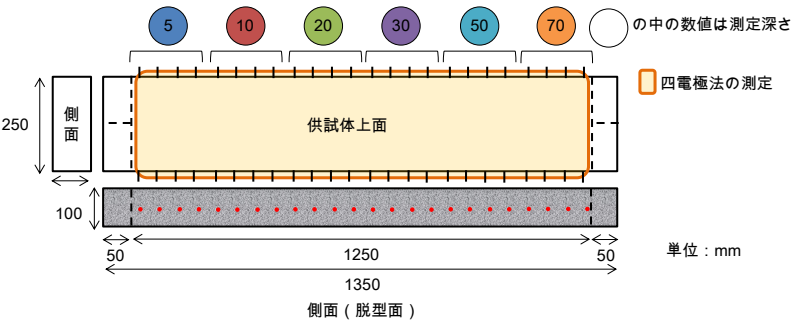


図-1 コンクリート試験体の緒元

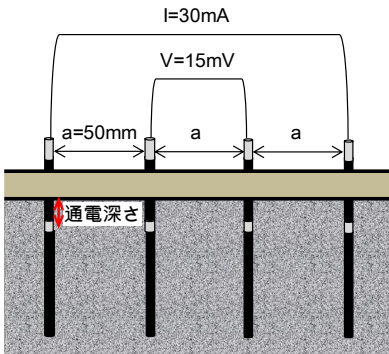


図-2 四電極法の測定概念図

表-1 コンクリートの配合と養生期間

セメント種	W/C (%)	W (kg/m ³)	型枠存置期間(日)				
N, BB	55	174	1	3	5	7	28

キーワード 比抵抗, 型枠存置期間, 中性化深さ, 養生終了タイミング

連絡先 〒153-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL03-5859-8356 E-mail:iyoda@shibaura-it.ac.jp

が、脱型後には、表層に近い比抵抗ほど数値が急激に大きくなっていることがわかる。これは乾燥に伴いコンクリート中の水分が逸散することで比抵抗値が上昇したものと考えられる。一方、50,70mm 位置では比抵抗値は徐々に大きくなるものの、急激な変化は認められない。これは水和の進行により水分が内部で消費されることで比抵抗値は上昇するが、表面からの水分逸散による影響は受けていないといえる。この傾向は BB を用いたコンクリートでも確かめられた。次に図-4 は N と BB の測定結果を比較したものであり、それぞれ型枠存置期間 7 日と 28 日を比較したものである。これより 28 日脱型で深さ 50mm 位置であれば N と BB には大差がないことがわかる。一方、表層 5mm 位置では BB の方が周囲の影響を顕著に受けていることが分かる。さらに図-5 は型枠存置期間の異なる N コンクリートの表層 5mm の比抵抗値を整理したものである。脱型直後から急激な比抵抗値の上昇が認められ、その傾向は型枠存置期間が短いものほど顕著に表れることがわかる。一方で型枠存置中の比抵抗値はほとんど同程度であることから、型枠内でのコンクリートの比抵抗は一定値を示すことがわかる。この傾向も BB コンクリートにおいても同等であった。

3. コンクリートの耐久性と比抵抗の関係

図-6 の縦軸は型枠存置期間を 1,5,7,28 日とした条件で別途実施した促進中性化試験 6 週での中性化深さの結果を示している。これより、型枠存置期間が短いほど中性化の進行が早いことがわかる。図の横軸には 2.での脱型直前の深さ 50mm 位置での比抵抗値を示し、中性化深さとの関係を示した。本研究の範囲内ではあるが、一定の関係を示すことがわかる。これより、要求される中性化深さ未達とするべく必要な型枠存置期間を推定することが可能である。実構造物において電極を配置して比抵抗値を計測することで、要求される耐久性能が発揮できる型枠脱型時期を推定することができることが示唆された。また、深さ位置毎に電極を配置することで周囲環境の影響を受ける深さを同定することが可能となり、深さ位置での耐久性を推測可能と考える。

4. まとめ

本研究により得られた結果を以下に示す。

- (1) コンクリートの比抵抗を測定することでコンクリートが周囲から受ける乾燥の影響を深さ位置ごとに定量評価できた。また、深さ 50mm 以深では乾燥の影響を受けないことを確認した。
- (2) 中性化深さと比抵抗値に相関関係が認められたことから、比抵抗の計測により要求性能を満足するための型枠存置期間を設定することが可能であることが示唆できた。

今後は配合の異なるコンクリートでも検討していく予定である。謝辞) 本研究を進めるに当たり芝浦工業大学卒業生の上原菜津葵君の協力を得た。ここに感謝の意を記す。

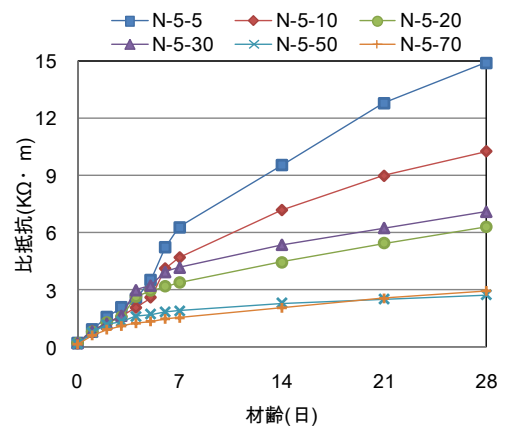


図-3 深さ位置における比抵抗測定結果

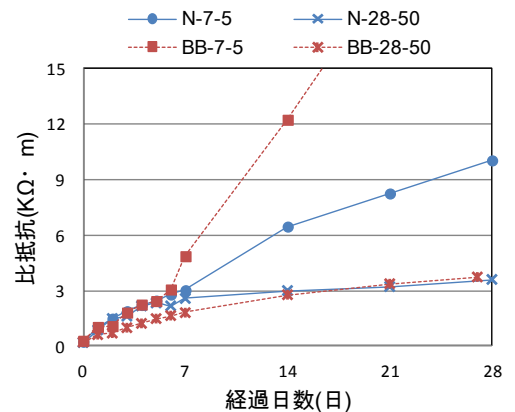


図-4 N と BB の比抵抗測定結果比較

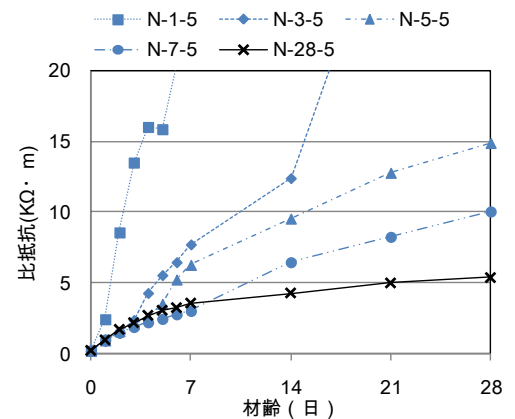


図-5 型枠存置期間ごとの比抵抗測定結果

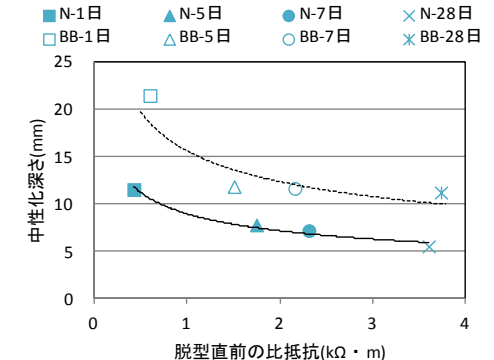


図-6 比抵抗値と中性化深さの関係