

電気抵抗を用いたフレッシュコンクリートの材料分離評価法の開発

芝浦工業大学 大学院 理工学研究科 建設工学専攻

元芝浦工業大学 工学部 土木工学科

戸田建設株式会社 土木技術推進部

芝浦工業大学 工学部 先進国際課程 (兼任 土木工学科)

○白石真由奈

八代うらら

山田勉

伊代田岳史

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートは一般的に、側壁部、肩部、天端部の順に施工されている。また側壁部や肩部とは異なり、天端部では吹上口から妻型枠までコンクリートを水平方向に打込む。そのためコンクリートに使用する材料の密度が異なることから材料分離が生じ、妻型枠付近の粗骨材量が減少することが報告¹⁾されている。このことから覆工コンクリートの材料分離を電気抵抗値でリアルタイムに把握する研究²⁾が行われているが、その判断機構は明らかでない。

そこで本研究では、天端部における材料分離を想定しコンクリート材料の構成割合を変化させ電気抵抗値の比較を行った。それによりコンクリート中のセメントペーストと骨材が電気抵抗へ及ぼす影響を把握し、電気抵抗を用いた材料分離評価手法を開発することを目的とした。

2. 試験概要

2. 1 セメントペーストが電気抵抗へ及ぼす影響

セメントペースト部分がコンクリートの電気抵抗特性に及ぼす影響を把握するため、骨材量を固定し、W/Cを変化させた場合における電気抵抗値の比較を行った。本検討で使用したコンクリートの計画配合を表-1 (A-1~3) に、コンクリートの構成比を図-1 (1) に示す。電気抵抗値の測定において、プラスチック製の円柱型枠(φ100mm×200mm)に普通ポルトランドセメント、砕砂、砕石を用いたフレッシュコンクリートを打設した。その後底面から高さ 10mm の位置に設置した電極 (φ1.2mm のステンレス線 (SUS304)) と、LCR メータを用いて電気抵抗値を測定した。LCR メータの電圧は 0.63V、測定周波数は 10kHz とし、接水から 20 分後に測定した。

2. 2 骨材が電気抵抗へ及ぼす影響

骨材がコンクリートの電気抵抗特性に及ぼす影響を把握するため、単位水量を固定し細骨材比 (s/a) を変化させた場合と、モルタルの構成比を固定し粗骨材量を変化させた場合において電気抵抗値の比較を行った。本検討で使用したコンクリートの計画配合を表-1 (B-1~C-3) に、コンクリートの構成比を図-1 (2) に示す。使用材料や電気抵抗値の測定方法は 2. 1 と同様に実施した。

表-1 コンクリートの計画配合

	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
A-1	40	45	155	387	793	1006
A-2	50		170	340		
A-3	60		182	303		
B-1	60	40	170	283	723	1126
B-2		45			814	1033
B-3		50			904	939
C-1		40	156	259	746	1162
C-2		45	170	283	814	1033
C-3		50	183	305	878	912

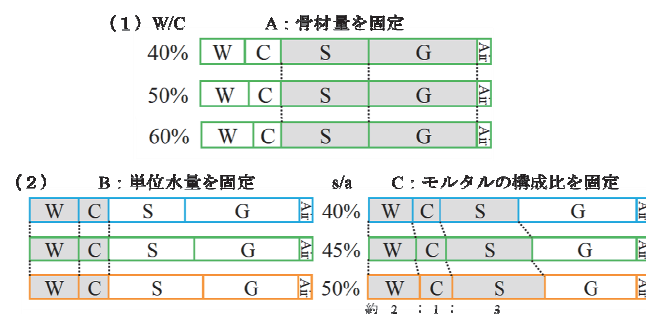


図-1 コンクリートの構成比

3. 試験結果

3. 1 セメントペーストが電気抵抗へ及ぼす影響

試験結果を図-2に示す。同一骨材量とし W/C のみ変化したコンクリートの電気抵抗値を比較した結果、測定された抵抗値はほぼ同程度であった。このことから、セメントペーストの W/C はコンクリートの電気抵抗特性に影響を及ぼさないことが示された。

3. 2 骨材が電気抵抗へ及ぼす影響

試験結果を図-3に示す。配合 B、配合 C のどちらも s/a が大きくなり粗骨材量が少なくなるほど電気抵抗値が大きくなる傾向が確認された。よって図-2、3より電気抵抗値は、粗骨材量が同一の場合は変化せず、粗骨材量が少なくなるほど値が大きくなることが示された。以上のことより、電気抵抗値は骨材の粒度と関係があると推測できる。

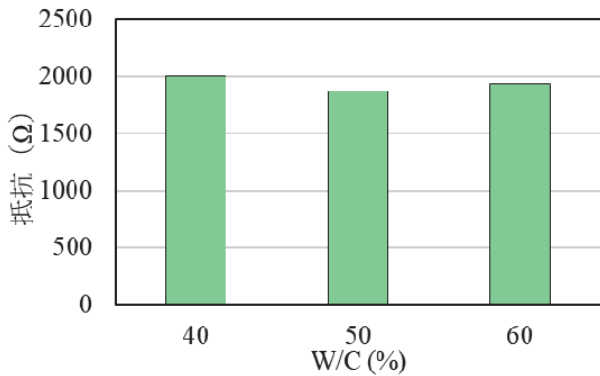


図-2 W/Cと電気抵抗値の関係

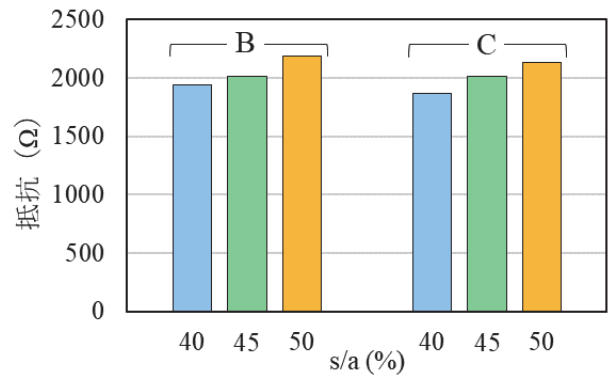


図-3 s/aと電気抵抗値の関係

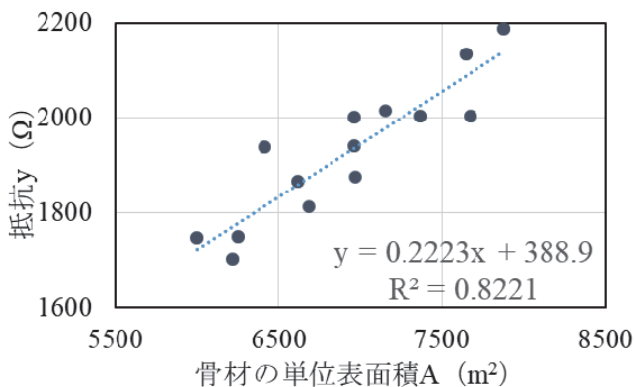


図-4 骨材の単位表面積と電気抵抗値の関係

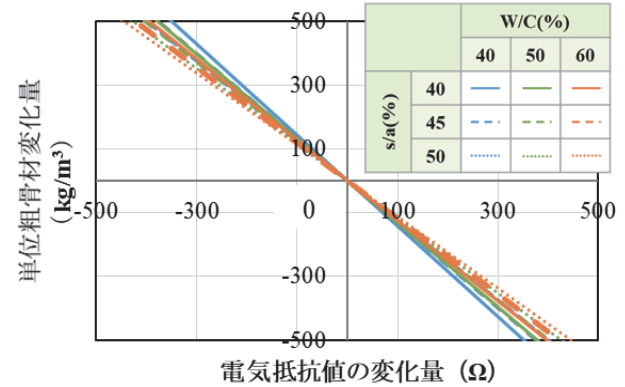


図-5 電気抵抗値の変化量と単位粗骨材変化量の関係

3. 3 骨材の単位表面積と電気抵抗値の関係

骨材の単位表面積は、骨材の単位量に比表面積を乗ずることで算出される。図-4は骨材の単位表面積と電気抵抗値との関係を示しており、これより両者には強い相関があることが確認された。ここで材料分離時に粗骨材のみ分離すると仮定すると、空気を含むモルタルの構成比は一定となることから、骨材の単位表面積が決定するとそのコンクリートにおける材料の構成割合を算出することができると考えられる。

4. 材料分離評価手法の提案

3. 3で示した結果と考察から、図-5に示すように、電気抵抗値の変化量と単位粗骨材変化量の関係が算出できる。これは、両者の関係はW/Cとs/aに依存する比例式で表すことが可能であることを示している。この関係を用いた、覆工コンクリート打込み時における材料分離評価手法の手順を以下に示す。

- (1) 計画配合から骨材の単位表面積を算出し、電気抵抗値を推定 (3. 3参照)
 - (2) コンクリートを打込み、電気抵抗値を測定
 - (3) 図-5の関係を用いて、推定抵抗値と実測抵抗値の変化量から単位粗骨材変化量を算出
 - (4) 算出した単位粗骨材変化量から材料分離評価
- 以上より、材料分離評価手法の確立が可能であると考

えられる。この評価手法を用いることにより、覆工コンクリートを打設する際に生じる材料分離を評価することが可能となり、現在の施工方法を見直すなど課題発見に繋がると思われる。

5. まとめ

- 1) コンクリートの電気抵抗特性に対し、セメントペーストのW/Cが変化することによる影響は小さいが、s/aが大きくなり粗骨材量が少なくなるほど電気抵抗値が大きくなることが確認された。
- 2) 材料分離発生の有無は、粗骨材の偏りによる単位表面積の変化を用いることにより評価することが可能であると考えられる。
- 3) 評価手法の確立へ向けた今後の課題として、複数配合での検証実験を行うことによる計測精度の向上が挙げられる。

【参考文献】

- 1) 小池悟ほか: 覆工コンクリート天端部の品質に関する実験的検討、安藤ハザマ研究年報、Vol.5 (2017)
- 2) 山田勉ほか: フレッシュコンクリートの電気的特性と振動伝播特性を利用した充填と締固め振動の見地に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.42、No.1、pp.935-940 (2020)