

気泡ソイルセメント安定液の電気伝導率を用いた性状管理手法について

早稲田大学 学生会員 ○若松 大幹

早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一

前田建設工業(株) 正会員 安井 利彰

(有)マグマ 国際会員 近藤義正

1. はじめに

我が国で行われている地中連続壁工法の一つに SMW 工法 (Soil Mixing Wall, 柱列壁ソイルセメント地中連続壁工法) がある。この工法に気泡掘削工法を適用したものが AWARD-Ccw や AWARD-Para 工法である。これは、気泡を吐出しながら地山の貫入掘削を行い、掘削土に気泡やセメントを添加して安定液を造成するものであり、ベントナイト安定液に比べて掘削土の分離抵抗性に優れていることが明らかになっている。

気泡ソイルセメント安定液の性状に影響する要因としてセメント添加量(kg/m^3), 気泡添加率(%), 加水量(ℓ/m^3)が考えられる。気泡安定液の分離抵抗性の経過時間による変化を把握することを目的とし、電気伝導率(以下 EC とする)による手法を検討した。はじめに、上記の要因が安定液の性状について気泡ソイルセメント安定液に電極を挿入し交流電圧を加えることによって得られた電気抵抗から算出された EC によって分析をできるか確認した。次に、気泡ソイルセメント安定液性状の経時変化を前述の電極式試験によって得られた EC によって把握できるか実験的検証を行った。

2. 実験手順

2-1 安定液の電気伝導率

セメント添加量(kg/m^3), 気泡添加率(%), 加水量(ℓ/m^3)が、EC に影響を及ぼしているかを調べた。

①所定量の試料土(東北珪砂 5 号:1900g, 木節粘土:100g, 水:200g)に表 1 に示す水、セメントおよび気泡を添加し、ホバートミキサーを用いて 5 分間攪拌混合した。ここで気泡は起泡剤を水で 20 倍に希釈した後、25 倍の体積に発泡させたものである。

②作製した安定液を箱型電極式試験容器(縦: 8cm, 横: 8cm, 高さ: 8cm)に投入した。また、この試験装置の電極は銅板である。試験装置を図 1 に示す。

③試験容器に交流電源により電圧を加え得られた抵抗値から①より電気伝導率を算出した。

④得られた結果を回帰分析することにより、安定液の電気伝導率への影響要因を検討した。

表 1. 気泡ソイルセメント安定液の配合表

ケース	1	2	3	4	5
セメントミルク	セメント量(g)	100	150	150	200
	水量(g)	100	225	225	400
気泡	添加率(%)	1.5	1.0	1.5	2.0
	添加量(g)	30	20	30	40

2-2 電極式試験

気泡ソイルセメント安定液内の沈降分離による密度変化と電気伝導率の経時変化から安定液の懸濁状況を調べた。

①安定液の作成

2-1 と同様の手順で安定液の作成を行った。安定液の配合を表 2 に示す。

②作製した安定液を図 2 に示す上下分割モールド(内径 9cm, 高さ 10×2=20cm)に投入し、初期密度を測定した。

③上下分割モールドの中心(上部モールドの上から 5cm)に電極となる 2 枚のアルミ板(幅: 5cm)を挿入し交流電源により電圧を加え得られた抵抗値から電気伝導率を算出した。また、上下分割モールド試験より得られた上部と下部の安定液の密度比(下部密度/上部密度)の結果と比較した。

表 2 気泡ソイルセメントの配合表

ケース	1	2	3
セメントミルク	セメント量(g)	121.82	121.82
	水量(g)	221.82	151.82
起泡	添加率(%)	1.0	1.0
	添加量(g)	20	20
W/C		1.82	1.25

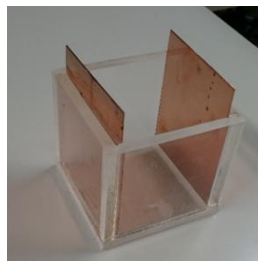


図 1 箱型電極式試験容器 図 2 上下分割モールド

キーワード 気泡掘削工法 セメントスラリー 懸濁性

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 58 号館 205 号室赤木研究室 Tel 03-5286-3405

3.実験結果と考察

3.1 安定液の電気伝導率

電気伝導率(EC)は以下の式で求めた.

$$EC = \frac{L}{R \times S} \quad \dots ①$$

ここに, EC: 電気伝導率(mS/cm), L: 電極間の距離(cm), R: 電気抵抗(Ω), S: 電極の面積(cm^2)

気泡ソイルセメント安定液の性状に影響する要因として, セメント添加量(kg/m^3), 気泡添加率(%), 加水量(l/m^3)が考えられる. これらを変数とし安定液の EC に対してどのように影響を及ぼしているか回帰分析を行い, 以下の式が得られた.

$$EC = 0.0126C - 0.00214W - 0.00759Q - 0.366 \dots ②$$

ここに, EC: 電気伝導率(mS/cm), C: セメント添加量(g), W: セメントミルクの水量(g), Q: 気泡添加量(g)

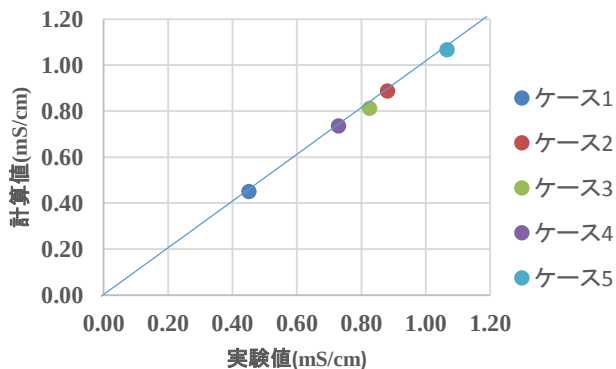


図3 実験値と計算値の関係

②式より EC に対してセメント添加量は増加, 加水量, 気泡添加量は減少に影響することが分かった. セメントは電荷を持つため正に, 水量は水道水の EC が 0.3mS/cm 程度であるため, 気泡添加量は気泡が増えると空気の絶縁効果により負に影響すると考えることができる. なお, 参考のために図3に実験値と関係を示している.

3.2 電極式試験

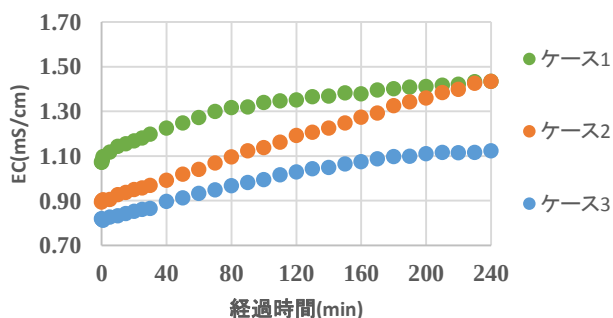


図4 経過時間と EC の関係

図4に電極式試験によって得られた経過時間と上部安定液の EC の関係を示す. 全ケースにおいて, 時間が経過するとともに EC の値が増加した. これは, 時間経過により砂粒子が沈降し, 上部モールド部分における砂粒子の割合が減少するからだと考えられる. また, W/C が高いケースほど EC は大きな値を示し, EC の上昇時間が短い. これは気泡ソイルセメント安定液の分離がより大きく, はやく進んでいるからだと考えられる.

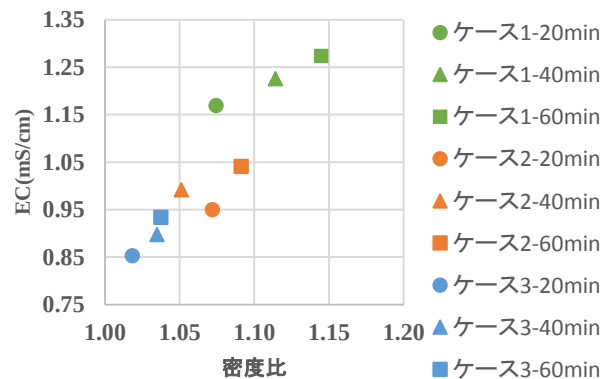


図5 密度比と EC の関係

図5は密度比と EC の関係を示す. 図から密度比と EC の値の間には相関関係があることが分かる. すなわち, 電極式試験によって EC の変化を測定することで, 安定液の懸濁性を評価できる可能性が確認できた.

4. まとめ

電極式試験によって得られた電気伝導率から安定液の懸濁性の変化を把握できることが分かった. また, 安定液内のセメント量は電気伝導率を増加, 加水量, 気泡添加量は電気伝導率を減少させる影響があることが分かった. 今後は試料土の量による電気伝導率への影響を検証し新たな管理手法を確立して行きたい.

5. 参考文献

- 1) 近藤義正, 仲山貴司, 赤木寛一: 掘削土砂に気泡と水を添加した地盤掘削用安定液の開発と適用, 土木学会論文集 Vol.64 No.3, pp505-518, 2008, 7
- 2) 平岡成明: 地中連続壁の安定液, 山海堂, 1991, 8