

電気伝導率によるフレッシュコンクリート内の材料分布状況の予測

西松建設株式会社 正会員 ○高木 雄介
岐阜大学 正会員 小林 孝一, 菱刈 智也

1. 目的

近年では、省力化、少人化の観点からも、補助的な締固めを必要とする高流動コンクリートの需要が高まっている。しかし、高い流動性を持つ半面、材料分離が問題とされており、材料分離を的確に評価することができる簡易的な手法が求められている。フレッシュコンクリートの分離抵抗性は、経験者による目視で判断、評価する場合が多く、定量的な評価方法の提案には至っていない。そこで、本研究では、リアルタイムに材料分離を評価する前段階として、センサ周辺の電気伝導率（以下、EC）を測定することができる小型のセンサを用い、EC の変化を材料割合の変化に置き換えることで、フレッシュコンクリート内の材料分布の推定を行った。

2. 試験方法

試験に用いた配合を表-1 に、測定に用いる容器とその寸法を図-1 に示す。公称径φ200mm の塩ビ管を試験容器とし、そこに、400mm の高さまでコンクリートを打ち込み、測定を行った。試験容器側面にはセンサ設置用に、上部・中部・下部の3箇所穴を開け、測定後に容器内の下部から試料を採取しやすくするために、底面から80mm の位置で容器を分断できるようにしている。試験フローを図-2 に示す。60秒間棒状バイブレータによる加振を行いながら、センサでEC の変化の測定を行った。本研究で用いたセンサはその周囲の一定領域内のEC の測定が可能であり、EC の変化を領域内の材料割合の変化と捉えて評価を行った。バイブレータはφ23mm、振動数235-285Hz のものを用い、試験容器内に底面から5cm の高さまで挿入した。EC の計測は1秒毎に行い、加振終了後、容器上部および下部からφ200mm×80mm の円柱容器分のコンクリートを採取し、5mm ふるい上で粗骨材を洗い出し、体積当たりの粗骨材率 V_g を求めた。

また、別途円筒貫入試験を建築学会の指針¹⁾に基づいて行い、流入モルタル値を各配合3回実施し、比較した。

3. 試験結果

普通ポルトランドセメントを用いて、W/C=40%のセメントペーストに骨材を徐々に添加し、体積当たりのセメントペースト率 V_p とEC の間に図-3 の関係性が得られたため、本試験での V_p の推測は式(1)を用いて行った。

$$V_p = 31.12 \times \log_e(EC) - 7.75 \quad \cdots \text{式(1)}$$

ここで、 V_p : ペーストの体積割合 (%)

EC : 電気伝導率 (mS/cm)

図-4 に加振中のEC の経時変化を例として示し、推定した各配合における加振後の上下位置での V_p および V_g ,

表-1 配合表および性状試験結果

試験要素	配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				SP (C×%)	AE (C×%)	Air (%)	SL (cm)	SLF (mm)	流入 モルタル値 (mm)	加振後伝導率 EC (mS/cm)		目視判断 (良・可・不可)
				W	C	S	G							上部	下部	
Non-Air(NA)	55-1	40	55	170	425	926	764	1.1	—	2.4	20.5	382	12.7	4.19	3.40	不可
NA + SLF ↑	55-2							1.3	—	1.3	22.5	424	12.8	3.97	3.43	不可
Base	55-3							1.1	0.005	5.3	23.5	443	19.0	4.72	2.90	良
Air ↑	55-4							0.8	0.008	11.0	24.0	450	16.0	4.63	3.79	良
SL ↓	55-5							0.5※1	0.002	3.7	6.0	—	0.7	4.11	3.49	(良)
NA + s/a ↓	50-1		50			842	848	1.0	—	0.7	22.0	514	27.8	4.56	2.93	不可
s/a ↓	50-2							0.8	0.004	5.7	22.0	413	19.2	5.58	3.65	可
NA + s/a ↑	60-1		60			1010	679	1.2	—	1.6	21.5	418	17.7	4.35	4.19	可

※1 “55-5” は比較用として、AE 減水剤を少量用いた低スランプの配合とし、それ以外は高性能 AE 減水剤を用いた。

キーワード フレッシュコンクリート, 材料分離, 電気伝導率

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門一丁目1-7番1号 西松建設(株)技術研究所 TEL. 03-3502-0247

すなわち加振後の材料分布状況を図-5 に示す。図中各配合の中段には、配合と空気量の実測値により求めた練上がりコンクリートの材料割合を示し、上下段には加振後の材料割合を示す。凡例の赤字は実測値を示し、予測値は黒字で表す。

各配合において、伝導率を用いて分布状況を予測した結果、目視で材料分離が少ない傾向にあった配合においては、加振後の分布状況は配合値に近い傾向にあり、本手法において、およその予測ができていと考えられる。また、空気を過剰に添加した配合“50-4”に対して加振を行った際には、加振直後から著しい分離が見られ、加振後の骨材沈降量も著しいものとなった。このように、目視では比較的良好であった配合であっても、加振を行うことにより分離を示す配合も存在し、これらを図-4 のような伝導率の変化を示すグラフで表現することで材料分離の状況の評価することができる。と考える。

円筒貫入試験により得られた流入モルタル量と比較した場合、最も流入量の大きい配合“50-1”においては、加振後の上下の粗骨材割合差は26%程度だが、最も粗骨材割合差の大きい配合である“55-4”では50%の差が生じている。他の配合の傾向を鑑みるに、空気量の差によるものと考えられる。骨材やペーストが静置されていることによって移動を評価している円筒貫入試験に対し、加振を行っている本試験では、空気の影響が顕著であり、空気が上部に移動することによって相対的に骨材の沈降が早まることを示している。

このように補助的な加振を行う必要があるとされる高流動コンクリートにおいては、静置して行う評価手法だけでは空気の影響を考慮することが難しく、外力を与えることによる評価手法が望ましいと考えられる。また、本稿のように、伝導率を用いることで、フレッシュコンクリート内の材料状況の推測を行うことができ、連続的な測定により、図-4 を元に、コンクリートの分離状況をリアルタイムに推測・判断することができる可能性が示された。

4. まとめ

範囲計測を行うことができる電気伝導率計を用いて、フレッシュコンクリート内の材料分布状況の予測を行った。

本試験方法にて、加振状況下においても連続的にペーストの移動量を推測でき、材料分離特性を評価することができる可能性がある。しかし、材料の特性によって伝導率が左右される可能性があり、実用にはさらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説, 日本建築学会, p.140, 1997.1

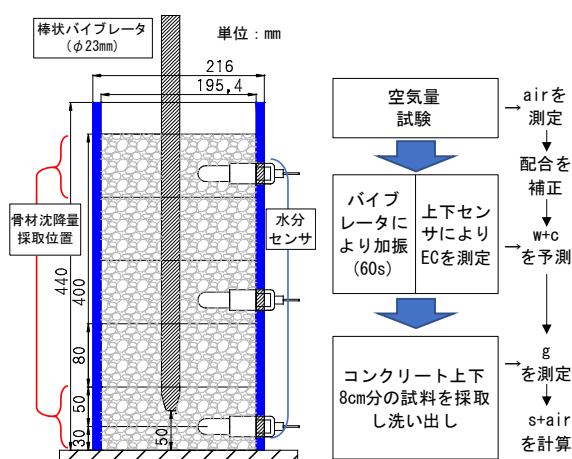


図-1 測定容器概要

図-2 試験フロー

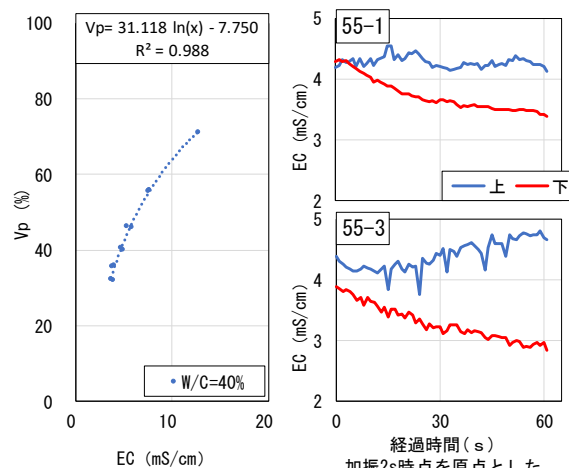


図-3 EC-Vpの関係

図-4 EC計測例

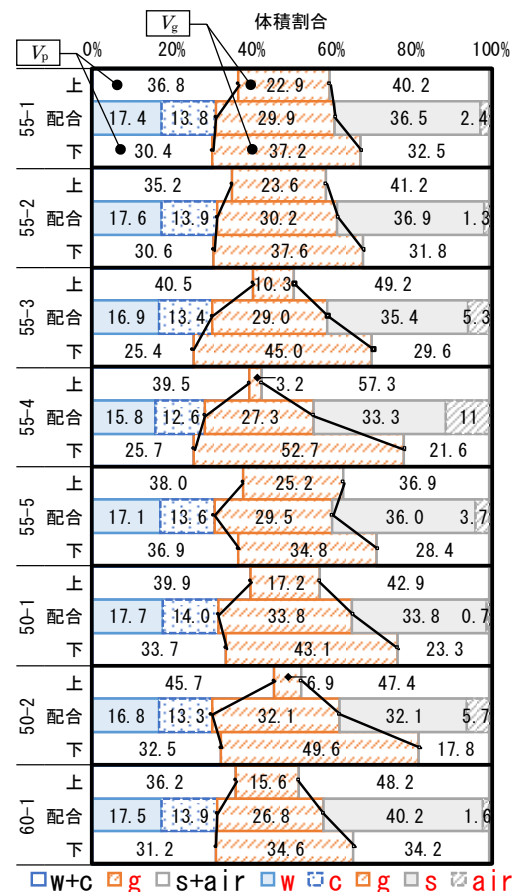


図-5 材料割合予測結果