

テーブルバイブレータの振動締固めによる空気量の減少に関する実験的検討

鹿島建設(株)

正会員○高木英知

正会員

橋本 学

正会員 林 大介

フェロー

坂田 昇

(株)ホクエツ

貝森英樹

上村大介

1. はじめに

既往の研究¹⁾により、振動締固めによってコンクリート中の空気量は減少することが報告されているが、気泡組織にまで着目した検討はあまり多くなく、硬化後の気泡分布を把握することは、凍結融解抵抗性を評価する上で重要と考えられる。本報では、2次製品の製作時に用いるテーブルバイブレータの振動締固めに着目し、振動締固めがフレッシュ時の空気量および硬化後の気泡分布に及ぼす影響について実験的検討を行った結果を示す。

2. 実験概要

写真-1に実験状況を、表-1に使用材料を、表-2にコンクリート配合のそれぞれを示す。スランブ 10cm（以下、SL10と表記）およびスランブフロー40cm（以下、SF40と表記）の2配合について検討を行った。

実験では、2軸強制練りミキサにて1.0m³を練り混ぜ、練上がり直後のスランブまたはスランブフローと、空気量を測定した。スランブおよびスランブフローはJIS A 1101およびJIS A 1150に従い、空気量についてはJIS A 1128に従い、実験開始時および実験終了後の2回測定した。また、試料を容器に詰め、突き棒で締め固めた後に、写真-1に示すテーブルバイブレータ（振動数：50Hz）を用いて0秒、5秒、30秒、60秒、120秒間の振動締固めを行い、フレッシュ時の空気量を測定した。

硬化後の空気量の測定では、φ150mm×h300mmの円柱供試体に試料を詰め、突き棒にて締め固めた後に、上記のテーブルバイブレータを用い0秒、5秒、30秒、120秒間の振動締固めを行い、供試体を作製した。材齢14日まで水中養生を行った後、供試体の中心部を厚さt=2cmにて切り出し、表面部の鏡面研磨を行った。測定はASTM C 457に準じて、2試料の平均値を硬化後の空気量とした。

3. 実験結果および考察

図-1に振動時間ごとのフレッシュ時の空気量を、図-2に振動前後の硬化後の空気量を示す。また、図-3に振動時間による空気量の変化を示す。練上がり直後のスランブ、スランブフローの値および空気量は、SL10で9.5cmおよび6.0%、SF40では39.0cm×36.0cmおよび4.9%であった。

図-1より、SL10およびSF40ともに振動時間が長くなるに従い、空気量が減少する傾向が認められる。

図-3の振動時間と空気量の変化の関係より、SL10お



写真-1 実験状況

表-1 使用材料

材料名	記号	適用
水	W	上水道水
セメント	C	早強ポルトランドセメント、密度:3.13g/cm ³
混和材	LP	石灰石微粉末、密度:2.71g/cm ³
	EX	膨張材(エトリンガイト系)、密度:2.95g/cm ³
細骨材	S	石灰砕砂、表乾密度:2.65g/cm ³ 、粗粒率:2.80
粗骨材	G	石灰碎石、表乾密度:2.70g/cm ³ 、粗粒率:6.60
混和剤	Ad1	高性能 AE 減水剤(主成分:カルボキシル基含有ポリエーテル系化合物)
	Ad2	空気調整剤(主成分:アニオン系界面活性剤)

表-2 コンクリートの配合

配合名	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	スランブまたはスランブフロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						Ad1	Ad2
					W	C	LP	EX	S	G		
SL10	44	44	10	4.5±1.5	150	340	20	—	802	1040	2.70	0.025
SF40	45	39	40	4.5±1.5	160	340	70	15	675	1080	3.40	0.011

キーワード：空気量、気泡分布、振動締固め、テーブルバイブレータ

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8008

よび SF40 とともに、振動時間 5 秒までの減少勾配が大きく、5 秒から 60 秒にかけて緩やかに減少し、60 秒以降ではほとんど減少しない傾向が認められた。SL10 と SF40 の減少量の違いについては、SL10 に比べ SF40 の流動性が高く、振動によって連行された空気が抜けやすい状態にあったものと考えられた。なお、実験後に測定した空気量は、SL10 は、4.3%で実験前に対し 1.7%減少し、SF40 では 3.7%で 1.2%の減少が認められた。今回の結果は、経時による空気量の減少も含まれており、今後それらを考慮して、検討する必要がある。

図-2 の硬化後の空気量の比較では、硬化後の空気量を全気泡として表し、既往の研究²⁾より、エントレインドエアを対象とした 0.30mm 未満の気泡とエントラップトエアを対象とした 1mm 以上の気泡に分類した。図-3 より、全気泡は、振動時間が長くなるに従い、減少する傾向が認められた。また、エントラップトエアについても、全気泡と同様に、振動時間が長くなるに従って、減少量が多くなる傾向であり、SL10 の振動時間 120 秒で 1.8%減少したことに対し、SL40 では 1.2%と SL10 の方が多くなった。この理由として、SL10 の方が供試体作製時の巻込みの空気量が多く連行されたことが原因の一つとして考えられた。一方で、エントレインドエアは、振動時間によらず同程度の値を示す結果であった。この理由として、配合条件やバイブレータの振動数等の様々な要因が考えられた。

今回の実験では、SL10 および SF40 とともに、フレッシュ時から硬化後にかけて空気量が 1.0%以上多い結果となった。その理由として、振動による硬化後の供試体内の気泡分布のばらつき等が考えられるが、引き続き検討が必要である。

4. まとめ

今回の実験の範囲では、振動締固めによって、エントラップトエアが減少する傾向が認められ、エントレインドエアについては、振動締固めの影響を受け難いことが確認された。今後は、凍結融解試験も併せて実施し、気泡分布と凍結融解抵抗性について更なる検討が必要と考える。

参考文献

- 1) 木沢久兵衛：初期コンクリート中における空気量の変動とその影響，セメント技術年報，pp372-380，1963.
- 2) 勝畑敏幸：コンクリートの施工がエントレインドエアに及ぼす影響，セメント・コンクリート論文集，Vol.68 No.1，p.291-298，2014

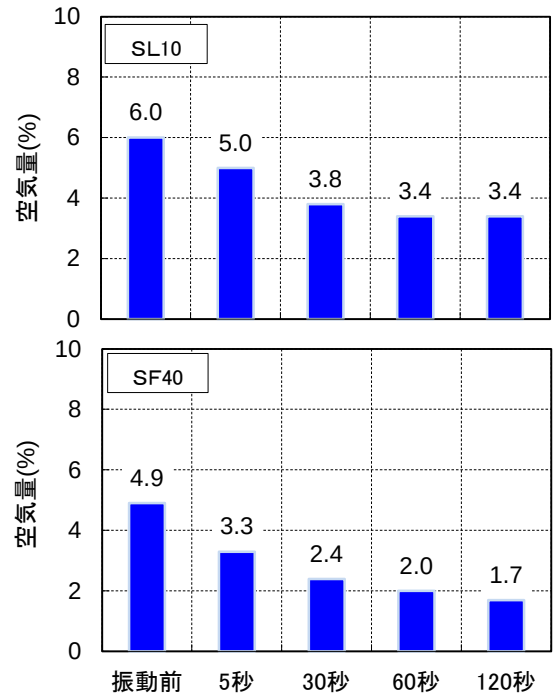


図-1 振動時間ごとのフレッシュ時の空気量の比較

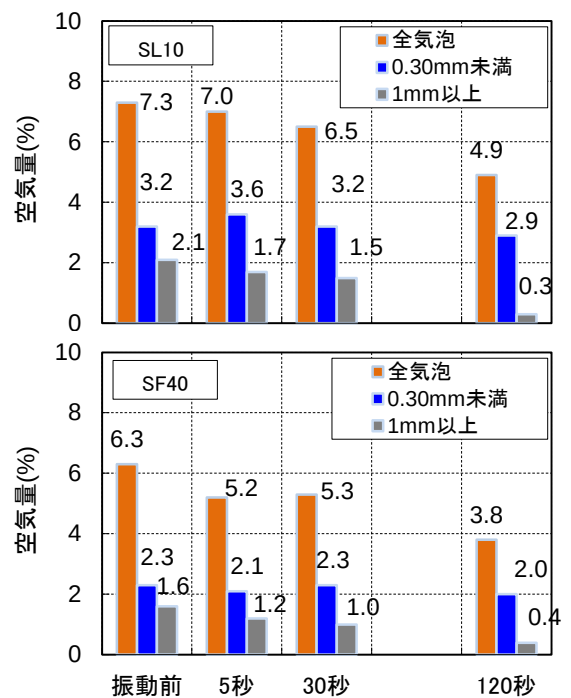


図-2 振動前後の硬化後の空気量の比較

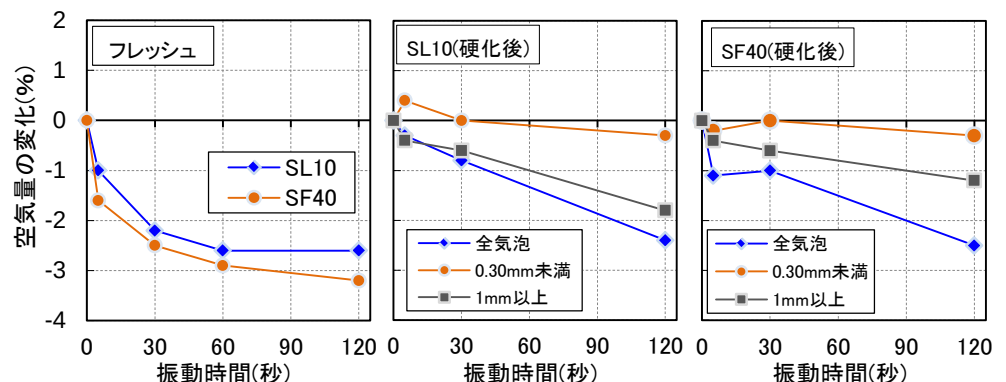


図-3 振動時間による空気量の変化