

テーブルバイブレータで締固めしたコンクリートの凍結融解抵抗性に関する検討

ホクエツ 正会員 ○湊 信之 貝森 英樹

1. はじめに

既往の研究¹⁾において、振動締固めによってコンクリート中の空気量が減少することが報告されている。また、昨年度の報告²⁾では、フレッシュ時の空気量を適切に確保することで、振動締固めによってエントラップトエアは減少するものの、エントレインドエアについては振動締固めによる影響が小さいことを確認した。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、振動締固めがコンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす影響を把握することを目的とした実験的検討を行った。

2. 実験概要

写真-1に実験状況を、表-1および表-2に使用材料およびコンクリートの配合(配合名 SL15)を示す。コンクリートの配合は、目標スランプ 15cm、フレッシュ時の空気量については、既往の研究²⁾の結果を参考に振動締固めによる空気減少量を考慮して、成形後でも 4.5%以上を十分に確保できるように設定した。

実験では、2軸強制練りミキサ(容量: 1.25m³)にて 1.0m³練り混ぜ、練上がり直後のスランプおよび空気量を測定した。スランプは JIS A 1101 に従い、空気量については JIS A 1128 に従って測定した。また、写真-1に示すテーブルバイブレータ(振動数: 50Hz)を用いて 60 秒、120 秒間の振動締固めを行い、気泡間隔係数測定用の供試体および凍結融解試験用の供試体を採取した。

気泡間隔係数の測定ではφ150mm×h300mm 円柱供試体を用い、材齢 14 日まで水中養生を行った後、供試体の中心部を t=2cm の厚さにて切断し、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および気泡間隔係数として算出した。凍結融解試験は JIS A 1148 (A 法)に従い 324 サイクルまで試験を実施し、供試体 3 本の平均値をサイクル毎の相対動弾性係数および質量減少率として算出した。また、材齢 28 日において JIS A 1108 に従い、圧縮強度の測定を行った。



写真-1 実験状況

3. 実験結果および考察

コンクリートのフレッシュ性状について、練上がり直後のスランプの値および空気量は、14.5cm、7.5%であった。また、振動締固めを実施する前に採取した圧縮強度 3 本の平均は 55.6N/mm²であった。表-3に振動時間による硬化後の空気量と気泡間隔係数の結果を、図-1に振動時間による各気泡径の硬化後の空気量の結果を示す。表より、硬化後の空気量は、練上がり直後に採取したリファレンスのケースでは、フレッシュ時の空気量が 7.2%に対し、

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
細骨材	S	石灰砕砂, 表乾密度: 2.65g/cm ³ , 粗粒率: 2.82
粗骨材	G	石灰碎石, 表乾密度: 2.70g/cm ³ , 粗粒率: 6.63
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	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					Ad1	Ad2
					W	C	LP	S	G		
SL15	44.0	44.0	15	4.5以上	150	340	20	802	1040	2.70	0.025

キーワード: 空気量, 気泡分布, 凍結融解抵抗性, テーブルバイブレータ

連絡先: 〒307-0029 茨城県結城市新矢畑 3-1 (株)ホクエツ 関東結城工場 TEL 0296-54-4101

表-3 振動時間による硬化後の空気量と気泡間隔係数

	硬化後の 空気量(%)	気泡間隔 係数(μm)
リファレンス	6.7	200
振動 30 秒	5.2	275
振動 60 秒	4.6	220

6.7%となり 0.5%減少する結果であった。振動締め固め時間を水準として測定した硬化後の空気量は、振動時間 30 秒で 5.2%、振動時間が 60 秒で 4.6%となり、振動が長くなるに従い空気量は減少し、既往の研究^{1),2)}と同様の傾向であることが確認された。図-2 に振動時間による各気泡径の硬化後の空気量の変化を示す。ここで、硬化後の空気量を全気泡として表し、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て整理した。全気泡は振動時間が長くなるに従って減少する傾向が認められ、振動時間 60 秒で 2%程度減少する結果であった。一方で、0.30mm 未満の気泡については、振動締め固めによって減少は認められるものの、その減少量は振動時間 30 秒で 1.0%程度であった。これは、振動による空気量の減少を考慮して、フレッシュ時の空気量を 4.5%以上と適切に確保されたため、振動締め固めによる空気減少量も少なくなったものと考えられた。

図-3 および図-4 に凍結融解試験の結果と質量変化率を示す。図-3 より、300 サイクル時の相対動弾性係数は、振動の有無、振動時間によらず 90%以上を示しており、高い凍結融解抵抗性を示す結果であった。また、図-4 より 300 サイクル時点で全てのケースにおいて質量減少は認められず、供試体外観の目視確認においてもスケーリング等の変状は認められなかった。この理由として、凍結融解抵抗性に寄与すると考えられる 0.30mm 未満の気泡が確実に確保されていることが理由の一つとして考えられた。

4. まとめ

土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕では、適切な空気量範囲として 4~7%と定められているが、今回の実験結果のように、フレッシュ時の空気量が 7.5%であっても、二次製品のように振動締め固めが十分に行われる条件では、振動締め固め後も 0.30mm 未満の気泡を確実に確保することができ、高い凍結融解抵抗性を示すことが確認された。

【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，pp.372-380，1963
- 2) 高木英知ほか：テーブルバイブレータの振動締め固めによる空気量の減少に関する実験的検討，土木学会第 71 回年次学術講演会，pp.723-724，2016

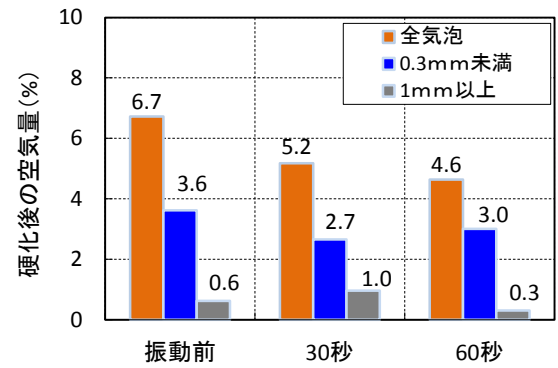


図-1 振動時間による各気泡径の硬化後の空気量

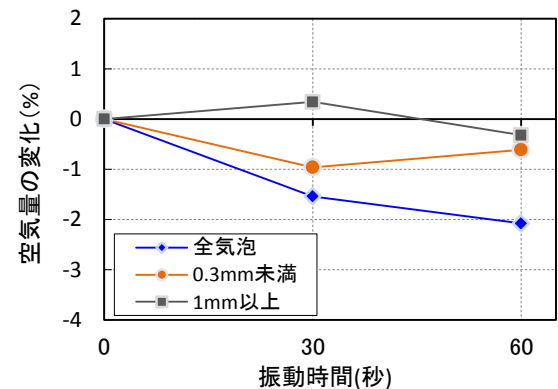


図-2 振動時間による各気泡径の硬化後の空気量の変化

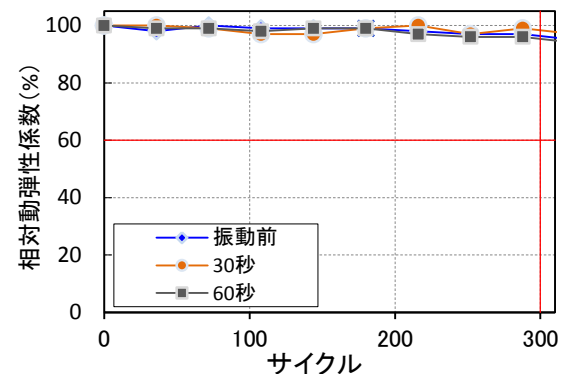


図-3 凍結融解試験結果

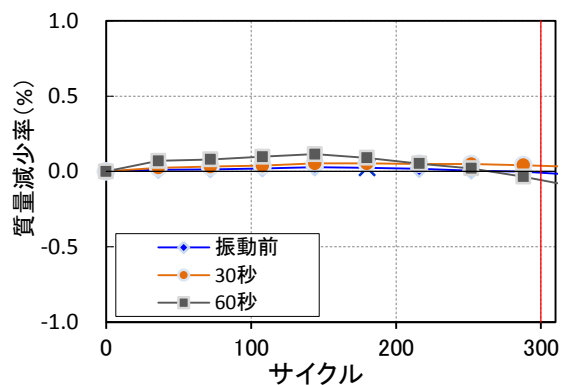


図-4 質量減少率の結果