コンクリート製品の空気量および凍結融解抵抗性に及ぼす影響
その１　振動機の締固め時間とフレッシュ時の空気量

三菱マテリアル建材(株)　正会員　○笠井　英志
三菱マテリアル建材(株)　清水　正弘
(株)青木建設　研究所　正会員　牛島　栄
(株)青木建設　研究所　正会員　坂ノ上　宏

１．はじめに

コンクリート製品工場では、型枠の寸法や形状に応じて、振動台や内部振動機あるいは型枠振動機を使用してコンクリートの締固めを行っている。これは、ジャンカなどの不具合を防止し、密実なコンクリート製品を製造するためである。コンクリート製品は、製品の受入れ検査時にあばた等の外観が過度に重視される傾向が一般にあり、工場では製造時に振動機を過剰に使用しがちであり、製品の早期凍害が古くて新しい問題として話題と考えられている。この問題に関して、振動締固めの際の振動時間などによりコンクリート中の空気量が20～50%程度減少することが大きく影響すると考えられるが[(1)(2)]、振動成形された製品の凍結融解抵抗性まで検討した文献は最近では少ないようである。コンクリート製品の場合、前述したように製品表面の美観を重んじられることから、凍害の可能性のない区域では、気泡を減じるために混和剤を使用しない例がある。そこで、混和剤を使用しない(プレーン)および練上がり時の空気量 6%程度までのコンクリートに関して、振動締固めがコンクリートの空気量および凍結融解抵抗性に及ぼす影響を検討した。本報告その１では、振動時間がフレッシュコンクリートの空気量減少に及ぼす影響について報告する。

２．実験概要

2.1　使用材料

使用材料を、表 1 に示す。混和剤は標準形 I 種のものを使用した。コンクリートの空気量は空気量調整剤の使用量で調整した。

表 1　使用材料

材料	産地、種類、品質など
セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)
細 骨 材	福島県伊達郡桑折産川砂(表乾密度 2.54 g/cm^3 吸水率 2.42%　FM2.86)
粗 骨 材	福島県伊達郡梁川産砕石(表乾密度 2.83 g/cm^3 吸水率 1.28%　FM6.72)
混 和 剤	ＡＥ減水剤(リグニンスルホン酸化合物)、空気量調整剤

2.2　コンクリートの配合

コンクリートの配合を表 2 に示す。目標スランプは全配合ともに 8±2.5cm である。

表 2　コンクリートの配合

No.	単位ｾﾒﾝﾄ量 (kg/m^3)	練上がり時の目標空気量 (%)	W/C (%)	s /a (%)	単位量(kg/m^3)			
					水	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
1	274	1.0	69.3	45.0	190	815	1109	0.000
2		2.5	62.0		170	820	1118	0.685
3		4.0	59.5		163	813	1104	0.685
4		5.5	58.4		160	798	1087	0.685
5	400	1.0	47.5	41.5	190	709	1115	0.000
6		2.5	42.5		170	714	1124	1.000
7		4.0	41.3		165	704	1107	1.000

キーワード　コンクリート製品、振動締固め、空気量、フレッシュ時、凍害
連絡先　〒160-0022　東京都新宿区新宿 2 丁目 3-10　新宿御苑ビル 4 階　ＴＥＬ03-5269-7830

2.3　試験方法

コンクリートの練混ぜは、容量 100L のパン型強制ミキサを使用し 1 バッチ当りの練混ぜ量を 60L とした。

フレッシュコンクリートの空気量測定は JIS A 1128 に準拠した。4 台のエアメータを使用し、練混ぜ直後の空気量を測定し、その平均値を練上がり時の空気量とした。その後、エアメータを速やかに振動台式振動機上に運び、コンクリートを少し余盛りした状態で振動締固めを行い、空気量を測定した。測定は各エアメータで振動時間を変えて行い、その振動時間は 30 秒、60 秒、90 秒および 120 秒の 4 水準とした。

なお、振動機の振動数は 3000rpm で全振幅は 0.9mm である。

３．実験結果

3.1　エアメータの精度

練上がり時に 4 台のエアメータで空気量を測定した結果、標準偏差は 0.1%~0.3%程度であったため、エアメータ間の誤差は無視し得ると判断した。

3.2　振動締固め時間と空気量

図 1 に、振動締固め時間と空気量の関係を示す。練上がり時の空気量が 3%以下の場合は振動時間 30 秒で空気量が約半分になりその後の変化は僅かであった。空気量が 4%以上の場合は振動時間にほぼ比例して除々に減少する傾向にあり、振動時間 90 秒～120 秒で練上がり時の空気量の約半分となった。

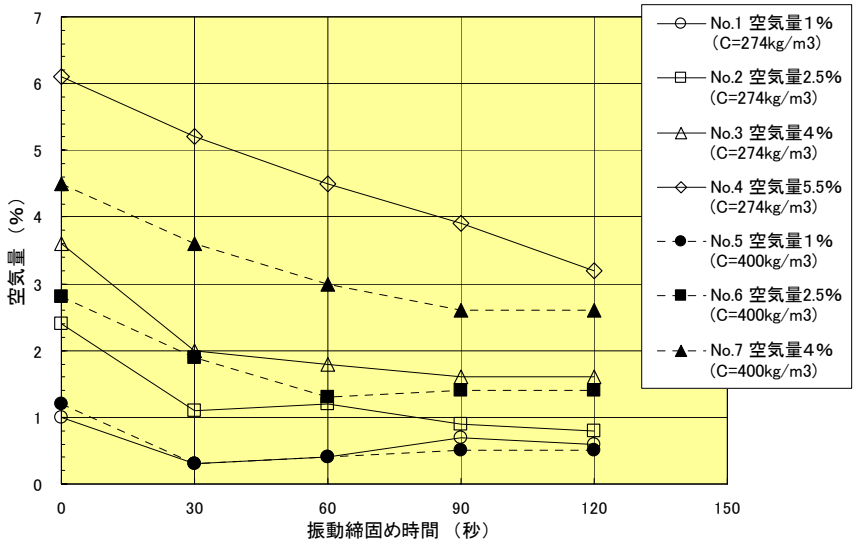

図 1　振動締固め時間と空気量の関係

表 3 に各振動締固め時間における空気量減少率を示す。貧配合(No.1~4)では空気量が 6%程度の場合に、また富配合(No.5~7)では空気量が 4%程度より少ない場合に、振動時間 60 秒で空気量は練上がり時の 50%以上となった。実際のコンクリート製品の場合には寸法効果により空気量減少率は低くなると予想されるが、小型の製品や形状等によっては、想定以上に空気量が減少する場合もあると考えられる。

表 3　振動締固めによる空気量の残存率(%)

No.	練上がり時	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒
1	100 (1.0)	30	40	70	60
2	100 (2.4)	46	50	38	33
3	100 (3.6)	56	50	44	44
4	100 (6.1)	85	74	64	52
5	100 (1.2)	25	33	42	42
6	100 (2.8)	68	46	50	50
7	100 (4.5)	80	67	58	58

※練上がり時の括弧内の数値は空気量(%)である

４．まとめ

振動時間がフレッシュコンクリートの空気量減少に及ぼす影響を検討した結果、本実験の範囲では、コンクリートの空気量は振動時間が長くなるほど減少し、練上がり時の 50%程度になることがわかった。製品の大きさや形状にもよるが、凍害の可能性のある区域に使用する場合には、空気量や振動時間の製造における設定に留意することが、ともすれば美観重視のコンクリート製品の品質管理において、凍害が古くて新しいコンクリート製品の基本的問題として再認識されている実情を憂う時、この問題を解く原点として重要であろう。

参考文献

・岡田、「コンクリートの再振動及び過振動について」セメント技術年報　昭 27　pp301-308
・木沢、「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　昭 38　pp372-380