

V-316

凍結融解試験供試体の形状および寸法の合理化に関する研究

浅野工学専門学校 正会員 ○加藤 直樹

防衛大学校 正会員 加藤 清志 日本大学生産工学部 正会員 河合 紘茲

1. ま え が き

コンクリートの気象作用に対する耐久性評価には、全世界的に“凍結融解試験法”が多用されており、供試体の冷却技術も「塩化カルシウム飽和溶液法」や「ブライン溶液法」から、最近の冷却技術の進歩により「気中凍結・水中融解法」が故障もほとんどなく、保守も容易で安定した装置となっている。しかしながら、供試体寸法および形状について、その合理性についての見直し・検討が行われていない実状にある。

本報では、供試体寸法と形状に関する基本的因子について実験・考察し、一提案を試みた。

2. 現 状 分 析

2.1 供試体寸法

従来から $10 \times 10 \times 42$ (または 40) cm が使用されているが、この長角柱型は縦振動法とたわみ振動法とによる動弾性係数測定を意図したものである。しかし、現場および研究上の大勢は縦振動法が主体となっている。一説によれば、角柱端部（小口）の劣化損傷が供試体側面中央部に影響を及ぼさない範囲を考慮されているともいわれているが、実際的には合理性がない。したがって、高さを $1/2$ とした短角柱型や円柱型とすれば、きわめて作製しやすく、また、取扱いが容易となり、装置そのものもコンパクトできる大きなメリットがある。

2.2 供試体形状

凍結融解作用による表面劣化は、角柱型については、一般に、その隅角部と表面はく離の損傷が顕著に現れる特徴がある。とくに、角柱の 8 辺のりょう（稜）は劣化を促進させすぎる傾向（促進試験法としての意義）もあるので、これを 2 りょうと 1 曲面（平面は半径無限大の 1 曲面）をもつ円柱供試体にすれば、強度管理供試体と併用でき、実務上、きわめて有利である。

3. 実験方法

凍結融解試験は ASTM-666 に準拠し、気中凍結・水中融解方式(B 式)で行ない、図 1 はその装置の外観を示す。

供試体寸法および形状を考慮し、 $10 \times 10 \times 42$ cm(長角柱型)、 $10 \times 10 \times 20$ cm(短角柱型)、 $\phi 10 \times 20$ cm(円柱型)の 3 種を採用した。配合は、デンスミックスとリーンミックスとを考慮し、表 1 の示方配合を用いた。温度 $+5 \sim -18^\circ\text{C}$ の繰返し 300 サイクルまで行ない、25 サイクルごとに動弾性係数と質量変化を測定した。

4. 実験結果と考察

図 2 はデンスミックスの場合の 300 サイクル暴露後の状況で、いずれも健全であるが、円柱型端部に一部

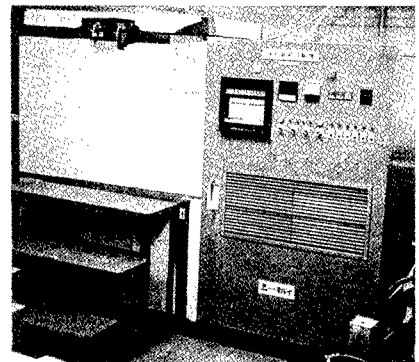


図 1 稼働中の凍結融解試験装置

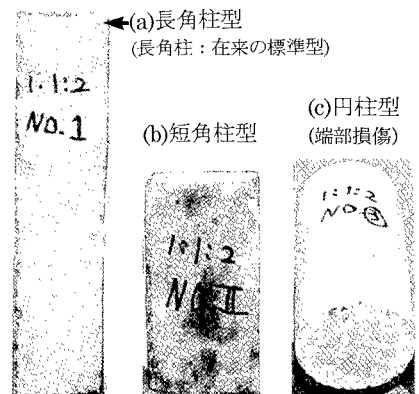


図 2 デンスミックスの表面劣化(300cycle)

表 1 示方配合（共通条件：普通セメント、粗骨材最大寸法 25mm、エステル系混和剤）

配合比	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
1 : 1 : 2	15(15.1~17.0)	1.0~1.5	41.5	33	217	523	523	1046	1.58
1 : 3 : 6	15(15.0~16.8)	0.0~1.0	87.0	33	188	216	649	1298	—

キーワード：耐久性、凍結融解作用、形状・寸法、品質管理供試体

〒221-0012 横浜市神奈川区区安台 1-3-1 TEL.(045)421-0403、FAX.(045)431-9724

損傷が見られた。図3はリーンミックスの場合で、長角柱・短角柱・円柱型の順に損傷が大きくなることが定性的に判断できる。

表2、3に、終局サイクルまでのデンスミックス(1:1:2)とリーンミックス(1:3:6)の質量および動弾性係数の変化率を示す。なお、Au法[Stress Wave Factor (SWF): 応力波係数]¹⁾測定値も併記した。

表2から、デンスミックスでは質量は吸水によりやや増大する傾向があるが、円柱型は鈍感である。動弾性係数変化率は角柱より円柱型が鋭敏である。表3から、リーンミックスでは質量も動弾性係数とも長角柱・短角柱・円角柱に特有かつ評価可能な変形率を示している。短角柱と円柱型とを比較すると、前者のほうが質量変化率については約4倍近く、また、動弾性係数変化率については約2倍以上も大きい。測定最終サイクルは、短角柱は190サイクル程度、円柱型は116サイクル程度で、後者が早期判定が可能である。

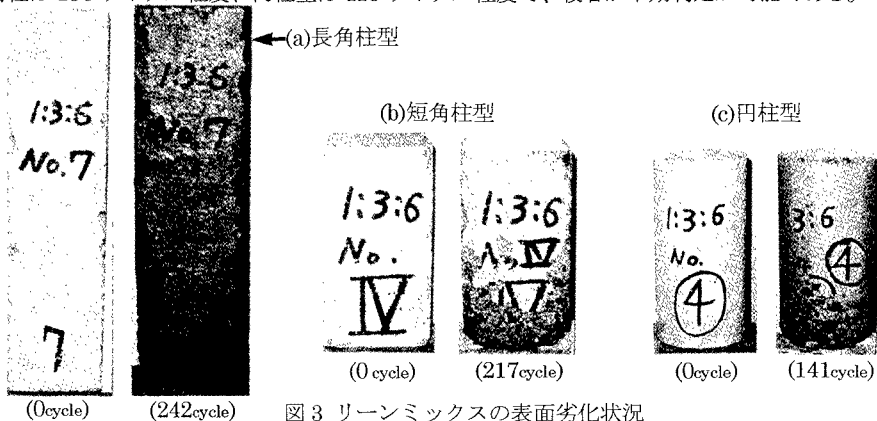


図3 リーンミックスの表面劣化状況

表2 デンスミックス(1:1:2)の物性変化率(300 cycle 経過)

供試体		質 量				動弾性係数				S W F			
形状(cm)	No.	W ₀ (kg)	W _f (kg)	变化率 (%)	平均 (%)	E ₀ (kN/mm ²)	E _f (kN/mm ²)	变化率 (%)	平均 (%)	F ₀	F _f	变化率	平均
10×10×42	1	10.00	10.04	+0.40	+0.46	35.0	34.9	-0.29	-1.01	504	503	0.998	1.001
	2	9.78	9.84	+0.61		36.5	36.1	-1.10		500	503	1.006	
	3	9.96	9.98	+0.20		39.1	38.7	-1.02		501	502	1.002	
	4	9.50	9.56	+0.63		37.1	36.5	-1.62		499	498	0.998	
10×10×20	I	4.72	4.74	+0.42	+0.42	37.7	37.3	-1.06	-1.06	490	499	1.018	1.012
	II	4.72	4.74	+0.42		38.1	37.7	-1.05		486	486	1.006	
φ 10×20	①	3.66	3.66	±0.00	±0.00	34.8	33.7	-3.16	-3.25	*			
	②	3.66	3.66	±0.00		35.1	33.6	-4.27					
	③	3.62	3.62	±0.00		34.5	33.7	-2.32					

表3 リーンミックス(1:3:6)の物性変化率(217~116 cycle 経過)

10×10×42	5	9.98	9.86	−1.20	−1.88	36.5	29.8	−18.36	−17.64	504	502	0.996	0.994
	6	9.96	9.84	−1.20		35.6	28.1	−21.07		505	501	0.992	
	7	9.86	9.60	−2.64		36.1	31.6	−12.47		504	502	0.996	
	8	9.64	9.40	−2.49		33.8	27.5	−18.64		503	499	0.992	
10×10×20	Ⅲ	4.70	4.50	−4.26	−4.25	32.3	27.5	−14.86	−8.84	504	502	0.998	1.002
	Ⅳ	4.76	4.64	−2.52		32.0	30.1	−5.94		503	502	0.998	
	Ⅴ	4.72	4.44	−5.93		36.0	24.7	−4.84		501	501	1.000	
	Ⅵ	4.66	4.46	−4.29		30.0	26.9	−9.73		474	479	1.011	
φ 10×20	④	3.64	3.62	−0.55	−1.25	25.9	24.9	−3.86	−4.00	*			
	⑤	3.72	3.68	−1.08		24.6	23.5	−4.47					
	⑥	3.76	3.68	−2.13		24.5	23.6	−3.67					

5. 結 論

(備考) *: 測定せず。曲面アタッチメントを要す。

通常の管理供試体を用い迅速評価には円柱型が、10×10×20cm 角柱の作製という手数を要し、かつ、約10日間遅れるが、より大きな評価を求める場合には短角柱型がよい。いずれにしても、試験槽容量は1/2でよく、その合理性は大きい。

【謝 辞】本研究には、浅野工専 田村 元学生、防大 青木 友彦事務官の尽力を受けた。

【参考文献】1) Kato, K., Evaluation of Physical Properties of Concrete by AE/Ultrasonic Test, Proc. 29th Japan Cong. Mat. Sci. Res. pp.159-166 (1986)