

岩手大学 学生員 ○ 加藤 幹夫
正 員 藤原 忠司

1. まえがき

骨材自体の凍結融解に対する耐久性を調べたところ、とくに軽量骨材の場合は、骨材に含まれる水量によってかなり異なる耐久性を示した。この骨材の特性がコンクリートの耐久性にどのような影響を及ぼすのを実験的に明らかにすること本研究の目的である。また、得られた結果は軽量コンクリートの凍害の機構を明らかにする基礎資料となることと思われる。なお、室内での実験結果と実際に屋外の気象条件にさらされた場合との相違性を求めるために、曝露実験も開始している。

2. 実験概要

コンクリートの配合を表-1に示す。軽量コンクリートの場合はコンクリート成形前の粗骨材に含まれる水量(初期含水量, w_0)を自然吸水および煮沸吸水により4段階に分けた。また、比較のため同一容積配合の普通コンクリートおよびペースト、モルタル供試体もそれぞれ作製した。供試体は28日間水中養生後、できるだけ乾燥させた状態を空気循環式熱サイクル試験機内に設置し、湿度範囲 -10°C ～ $+10^{\circ}\text{C}$ およびサイクル数2～3500で凍結融解のくり返しを与えた。

表 - 1

コンクリートの種類	供試体記号	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				粗骨材	w ₀	細骨材
				W	C	S	G			
軽 量 コンクリート	L ₀	60	507	196	325	878	383	メタル	0	川砂
	L ₉	"	"	"	"	"	418	"	92	"
	L ₁₇	"	"	"	"	"	447	"	16.6	"
	L ₂₅	"	"	"	"	"	471	"	23.0	"
普通コンクリート	N	"	"	"	"	"	842	川砂	25	"
モルタル	M	コンクリートの粗骨材をカットしたもの								
ペースト	P	W/C=60%のセメントペースト								

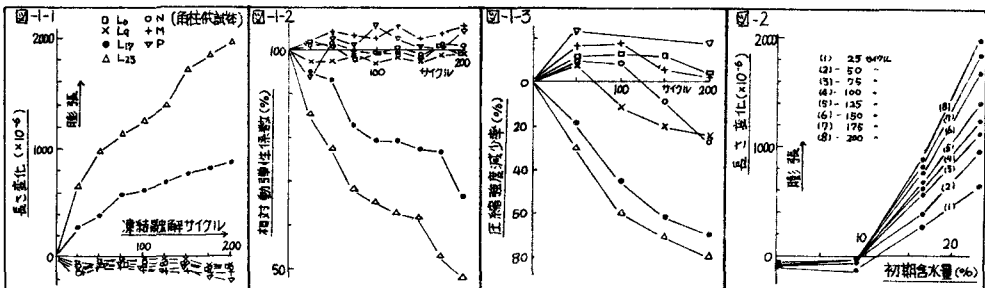
供試体寸法および測定項目を表-2に示す。角柱供試体の動弾性係数は10×10×40、長さ動弾性係数、重量25サリ、円柱供試体の長さ変化には円周上に貼付した電気抵抗線がずれにより測定した。

表-2

供試体寸法 (cm)	測定項目	測定間隔
10×10×40	長さ動弾性係数、重量	25 サリ
φ10×20	圧縮強度 (長さ)、重量	50 (25)

3. 結果および考察

図-1は凍結融解のくり返しにともなう長さ、相対動弾性係数および圧縮強度の変化を示したものである。また、図-2は軽量コンクリートの長さ変化と骨材の初期含水量との関係を示している。いずれの指標を見ても初期含水量の大きいものは劣化の受け方が大きいことがわかる。実際、L₂₅の供試体では50サイクルでクラックが発生し、とくに円柱供試体ではわずかに100サイクルで崩壊したもののあった。また、角柱供試体では崩壊はしなかったものの、最終的に、動弾性係数は60%以下に低下したため、崩壊とみなしてもよいように思われる。これに対し、初期含水量が10%程度を境として、それ以下では劣化の進行はそれほど顕著ではない。とくに、絶乾の骨材を用いたL₀では普通コンクリートNより耐久性的といえる結果を得た。これは、骨材が固固な水分を吸水しペーストの比が変化したことや含水量の減少から骨材自体が劣化しにくい状態にあることなどによるものと思



われるが、この結果は、軽量コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性の向上には骨材の初期含水量をなるべく低くおさえた方が望ましいことを示している。そして、純粋の骨材を使用する場合も、練り混ぜの際の骨材の吸水分をある程度の余分に加えるなどの配慮をすれば、コンクリートの流動性を維持しながらなお、耐久性を向上できるものと思われる。

次に、上述の諸現象の機構について若干の考察をしてみよう。図-3-1は耐久性が最も劣っているL₂₃および26サイクに巨の寸ずみの変化を示している。明らかに凍結とともに膨張さらには残留寸ずみが見られ、この残留寸ずみの蓄積によりコンクリートは次第に劣化するものと考えられる。一方、図-3-2はペーストおよびモルタルの1サイクに巨の寸ずみの変化を示したものであるが、両者ともに冷却とともに膨張は見られない。したがって、L₂₃に受付けられる膨張は骨材そのものの膨張に起因することと明らかであり、このことからコンクリートの耐久性に骨材の含水量が大きく関連していることが認められる。実際、骨材単独で同様の測定を行なった場合にも含水量が大きいときには著しい凍結膨張が見受けられた。

このL₂₃の長さ変化の測定値から並列モデルおよびLaméの厚肉球殻モデルを利用してコンクリートのモルタル部分に発生する凍結とともに膨張を単純に仮定のもとに計算してみると、1サイクに巨で約60~75%の引張応力となった。この値は明らかに過大であり、式の適用の仕方や供試体容積変化の測定などにまだ検討の余地があることを示しているが、いずれにしてもペーストあるいはモルタル部分にながりの引張応力が働き、それにより劣化が早く進行すると思われる。

一方、骨材の初期含水量が10%程度を境として、それ以下の場合にはコンクリートの耐久性がすぐれている原因としては、次のことを考えられる。初期含水量が10%程度でも氷の生成とともに膨張圧は当然発生するはずであり、それとともに膨張が生じなければならない。ところが図-3と同様の測定を行なったL₂₃の結果にはこの現象が見られなかった。また、骨材単独でも10%程度の含水量では凍結膨張しない。このことは膨張圧が骨材内部で内的に吸収されることを示しており、それは軽量骨材に含まれる粗大空隙の緩和作用による結果であろうと予想される。そして、この緩和作用は凍結融解をくり返すにより骨材内部の組織の破壊をまねくこととされる。事実、L₂₃は残留寸ずみがほとんどゼロであり、これに、圧縮強度がやや低下するのはこの内的破壊のためであろうと推察される。

このように、骨材の特殊性から耐久性指標間の相関が必ずしも良好とは言えない場合も存在するが、大局的に見て軽量コンクリートの凍害による破壊の目安をどの程度におけばよいかを知るため、各種指標の関係を求めてみたのが図-4である。従来通り、相対弾性係数が60%に低下した段階を破壊とすれば、これは図より圧縮強度の減少率約70%および残留膨張約1500 $\times 10^{-6}$ に相当する（しかしながら、この点に関しては資料不足であり、厳密な基準を決めるにはさらなる実験が必要であろう）。

おわりに、本研究は昭和52年度文部省科研費を受けて行なわれ、そのことを付記し、また、実験に御協力いただいた東北大学准三國成氏、加賀俊秀君に謝意を表す。

＜参考文献＞

- (1) 藤原 前地：骨材粒自体の耐久性に関する二、三の考察、土木学会第30回年次学術講演会講演概要集

