

静的および繰返し圧縮載荷を受けた軽量骨材コンクリートの塩化物イオン透過性

金沢工業大学 正会員 石森 広
 金沢工業大学 正会員 斉藤 満
 金沢工業大学大学院 角見隆広

1. はじめに

コンクリート構造物に加わる荷重の繰返しは、コンクリート内部に微細なひびわれを生じさせ、塩分環境下においてはひびわれを通過する塩化物イオンがコンクリート構造物の塩害を促進する可能性がある。Mehta¹⁾は、荷重繰返しや凍結融解作用によって生じたマイクロクラックのネットワークを通過するイオンおよびガスの移動が通常の拡散による移動に比べて極端に大きくなることを指摘している。本研究は、静的および繰返し圧縮載荷を受けた軽量骨材コンクリートの塩化物イオン透過性を明らかにし、すでに報告した普通骨材コンクリートにおける結果²⁾と比較検討したものである。

2. 実験概要

表-1 軽量骨材コンクリートの配合と圧縮強度

使用したセメントは、普通ポルトランドセメントである。骨材として、人工軽量砂（表乾比

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランパ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					圧縮強度 (kg/cm ²)	
					W	C	S	G	AE剤	材齢28日	材齢35日
15	6.0	5.0	55	41	174	316	535	601	0.126	246	255

重1.93、吸水率7.41%、粗粒率2.63)と非造粒型人工軽量粗骨材（表乾比重1.51、吸水率19.0%、粗粒率6.43)を使用した。コンクリートの配合と圧縮強度を表-1に示す。供試体寸法はφ10×20cmとし、材齢28日および35日まで温度20℃で水中養生を行った。静的載荷試験における塩化物イオン透過性試験は、荷重無載荷供試体と荷重レベルが材齢28日の圧縮強度の50、70、90および100%に達した後に除荷した供試体について実施した。なお、ここでいう荷重レベル100%は、試験中の供試体が最大荷重に達した直後に、供試体を崩壊させることなく除荷したことを意味する。繰返し載荷試験は、荷重波形を正弦波、荷重速度を5 Hz、上限荷重レベルを材齢28日の圧縮強度の80、70、60および50%の4種とし、下限荷重レベルはすべて6%とした。繰返し載荷試験の実施には長時間を要する場合がある。しかし、本実験で用いたコンクリートの圧縮強度は、材齢28日と35日の間で3.7%の差異があるにすぎないことから、本実験における繰返し載荷試験は、材齢28日と35日の間に行うものとした。静的および繰返し載荷試験いずれの場合においてもコンプレッソメータを用いて、載荷試験終了直後の供試体の残留ひずみを求めた。塩化物イオンの透過性の測定は、AASHTO T-277に定める急速塩化物イオン透過性試験方法に基づいて、載荷試験の終了した供試体の中央部分より切り出した厚さ5 cmの円盤型供試体について実施した。この試験は、円盤型供試体の両側面に透過セルをセットし、正極側に0.3規定NaOH水溶液を、負極側に3%NaCl水溶液を満たし、60Vの定電圧を6時間負荷するものである。供試体中を流れる電流を30秒ごとに記録し、これより電気量を求め、電気量の大小から塩化物イオンの透過性を評価した。

3. 実験結果および考察

静的圧縮載荷を受けた軽量骨材コンクリートの荷重レベルと電気量の関係を図-1に示す。図には、普通骨材コンクリートの結果をも示してある。図より、軽量骨材コンクリートでは、荷重レベル50%から100%の載荷を受けた供試体の電気量が荷重レベル0%、すなわち荷重無載荷供試体のそれとほとんど差異のないことが明らかであり、軽量骨材コンクリートの塩化物イオン透過性に及ぼす静的圧縮載荷の影響は認められない。普通骨材コンクリートでは、荷重レベル30%から90%までの供試体の電気量は軽量骨材コンクリートと同様に荷重無載荷供試体のそれと大差ないが、荷重レベル100%に達した供試体の電気量は荷重レベル90%の供試体に比べて、1400クーロン程度大きい電気量となり、この荷重レベルにおいて軽量骨材コンクリートとは異なる塩分透過特性を示す。普通骨材コンクリートは、圧縮載荷を受けると、荷重の増加とともに界面領域にボンドクラックを生じ、その後ボンドクラックからモルタル領域へモルタルクラックが進展することが知られている。一

方、圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートでは、最初にモルタルクラックが生じ、モルタルクラックの発生と同時に骨材クラックが生ずることが報告されている³⁾。荷重レベル100%における普通骨材コンクリートと軽量骨材コンクリートの塩分透過特性の相違は、両者間のひびわれ挙動の差異によるものと考えられる。静的圧縮载荷で生ずる軽量骨材コンクリートの上述のようなマイクロクラックは、塩化物イオンの透過性に影響しないことが明らかである。

繰返し圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートの荷重繰返し回数と電気量を表-2に示す。表より、繰返し圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートの電気量は、上限荷重レベルや荷重繰返し回数に関係なく、4940クーロンから6741クーロンという比較的狭い範囲にあり、この平均値(5878クーロン)は荷重無載荷供試体の電気量の平均値(5829クーロン)と差異のないこと

がわかる。この結果は、本研究で採用した実験条件の範囲では、軽量骨材コンクリートの塩化物イオンの透過性が繰返し圧縮载荷によって影響を受けないことを示すものである。この結果はまた、上限荷重レベル60%以上の繰返し圧縮载荷を受けた普通骨材コンクリートの電気量がいずれの繰返し回数においても荷重無載荷供試体の電気量を大きく上回る結果を示したことで大きく異なるものである。

図-2は、繰返し圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートの残留ひずみと電気量の関係を示すものである。図には、普通骨材コンクリートの結果をも示してある。図より、軽量骨材コンクリートでは、普通骨材コンクリートの場合と同様の条件下で実験したにもかかわらず、得られた最大の残留ひずみは 695×10^{-6} と普通骨材コンクリートのそれに比べて小さく、さらに残留ひずみの増加によって電気量は増加することのないことが明らかである。これに対して、繰返し圧縮载荷を受けた普通骨材コンクリートの電気量は残留ひずみの増加とともに急激に増加する。残留ひずみはコンクリートが繰返し圧縮载荷によって受けたダメージを表す指標と考えられるが、軽量骨材コンクリートの残留ひずみが小さくかつ残留ひずみによって電気量が影響を受けないという結果は、繰返し圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートのひびわれ挙動が繰返し圧縮载荷を受けた普通骨材コンクリートのそれと異なることによって生ずるものと考えられる。

《参考文献》1) P. K. Mehta, SP-109, American Concrete Institute, 1 (1988)。

2) M. Saito and H. Ishimori, Cement and Concrete Research, 25, 803 (1994)。

3) 小阪義夫, 谷川恭雄, 日本建築学会論文報告集, 231, 1 (1975)。

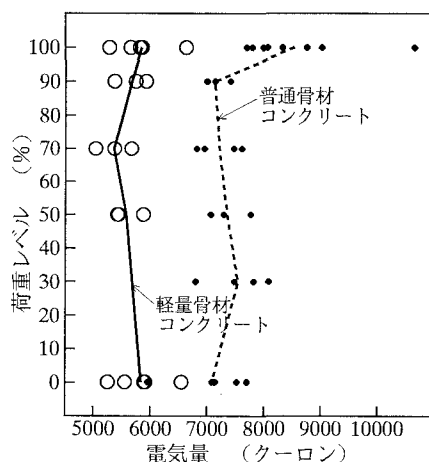


図-1 静的圧縮载荷を受けたコンクリートの荷重レベルと電気量の関係

表-2 繰返し圧縮载荷を受けた軽量骨材コンクリートの電気量

供試体 番 号	S = 50 %		S = 60 %		S = 70 %		S = 80 %	
	N	C	N	C	N	C	N	C
1	900	5,436	900	6,297	900	4,940	500	5,403
2	20,000	5,548	4,500	5,399	900	5,988	500	5,646
3	20,000	6,259	20,000	5,169	1,600	5,601	900	5,994
4	40,000	5,647	20,000	5,927	2,800	6,507	900	6,058
5	100,000	6,452	20,000	6,045	3,250	6,441	900	6,155
6	400,000	5,418	100,000	5,857	4,500	5,874	1,000	6,164
7	1,153,000	5,862	—	—	4,500	6,741	—	—

S : 上限荷重レベル, N : 繰返し回数, C : 電気量 (クーロン)

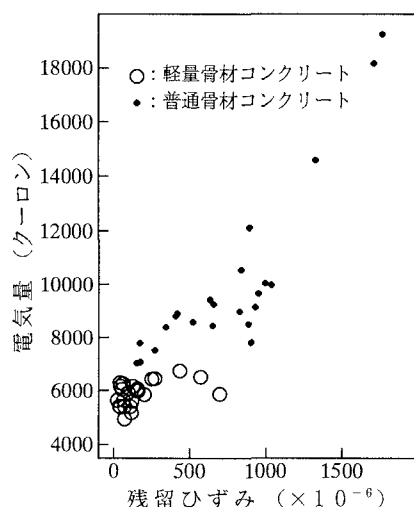


図-2 繰返し圧縮载荷を受けたコンクリートの残留ひずみと電気量の関係