

V-72

静的および繰返し圧縮荷重を受けたコンクリートの塩化物イオンの移動度

金沢工業大学 正会員 斉藤 満

金沢工業大学 正会員 石森 広

1. はじめに

コンクリート橋における荷重の繰返しは、コンクリート内部にマイクロクラックを生じ、融氷剤その他の塩化物の鉄筋位置への移動を容易にし、塩害による劣化を促進する可能性がある。Mehta¹⁾ は、コンクリート中の塩化物イオンの移動は拡散によるよりも繰返し荷重や凍結融解作用によって生じたマイクロクラックを通過することによるものの方がより早いことを指摘している。本研究は、静的および繰返し圧縮荷重を受けた普通骨材コンクリートにおける塩化物イオンの移動度を検討したものである。

2. 実験概要

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材および粗骨材として手取川産の川砂(比重2.58、吸水率1.92、粗粒率3.06)と碎石

表-1 コンクリートの配合と圧縮強度

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (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	A E 剤	材令28日	材令35日
25	6.0	4.2	60	42.3	167	278	757	1046	0.085	257.8	270.3

(比重2.61、吸水率1.61、粗粒率6.80)を用いた。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 $\phi 10 \times 20$ cmとし、材令28日および35日まで温度20℃の水中養生を行った。静的載荷試験における塩化物イオンの移動度の測定は、荷重無載荷供試体と荷重レベルが材令28日の圧縮強度の30、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。繰返し載荷試験は、荷重波形を正弦波、荷重速度を5Hz、上限荷重レベルを材令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。本実験で用いたコンクリートの圧縮強度は、材令28日と35日の間で4.8%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令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応力-ひずみ関係と残留ひずみを求めた。塩化物イオンの移動度の測定は、AASHTO T227に基づいて、静的および繰返し載荷試験の終了した供試体の中央部分より切りだした厚さ5cmの円盤形供試体について実施した。この試験は、円盤形供試体の両端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移動度を評価した。

3. 実験結果および考察

静的圧縮荷重を受けた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。図の結果は、荷重レベル30から90%の荷重を受けた供試体の塩化物イオンの移動度が荷重無載荷供試体のそれと大差のないことを示すものである。荷重レベル100%、すなわち破壊した供試体では、荷重レベル90%の供試体に比べて、1400クー程度大きい電気量となることがわかる。コンクリートは、圧縮荷重を受けると、荷重の増加とともにマイクロクラックを生ずることが知られている。本研究の結果

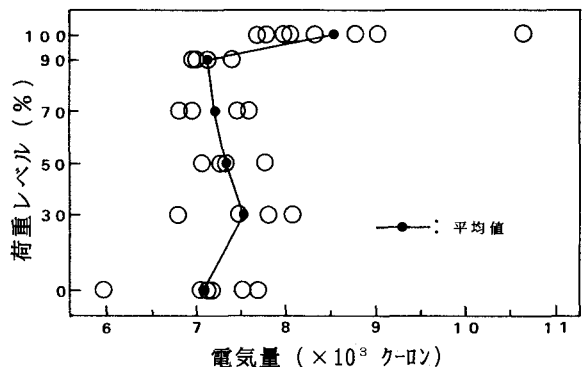


図-1 静的圧縮荷重を受けたコンクリートの荷重レベルと電気量の関係

は、ボンドクラックやモルタルクラックのようなマイクロクラックの発生がコンクリートの塩化物イオンの移動度に事実上影響しないことを示すものである。塩化物イオンの移動度の増加は、この種のマイクロクラックのかなりの部分が相互に連結したネットワークが形成されたときに生ずるもののようである。

繰返し圧縮荷重を受けたコンクリートの荷重繰返し回数とそのときの電気量を表-2に示す。表より、繰返し荷重を受けた供試体の電気量は、上限荷重レベル60%以上の場合では、いずれの繰返し回数の場合においても荷重無載荷供試体の電気量の平均値（7085クーロン）より明らかに大きい値となり、荷重繰返しがコンクリートの塩化物イオンの移動度を大きく増すことがわかる。荷重繰返しによって、荷重無載荷供試体の電気量の2.5倍以上もの電気量を示す場合がある。上限荷重レベル50%の場合では、荷重無載荷の場合に比べて必ずしも常に大きい電気量を示すものではなく、この程度の荷重レベルの荷重繰返しは、繰返し回数が100万回を越えても、塩化物イオンの移動度に大きく影響することはないようである。表-2はまた繰返し圧縮荷重を受けたコンクリートの塩化物イオンの移動度がきわめて複雑な結果となることを示している。たとえば、上限荷重レベルが60%で繰返し回数が20000回の場合、電気量が8393から12118クーロンの範囲となり、大きな変動が生ずる。さらに、上限荷重レベル70%において見られるように、繰返し回数の増加が必ずしも電気量の増加を生ずることはない。以上に述べた結果は、繰返し圧縮荷重によりダメージを受けたコンクリートの塩化物イオンの移動度は単に上限荷重レベルの大小や荷重繰返し回数の大小で表すことができないことを示すものである。

表-2 繰返し圧縮荷重を受けたコンクリートの電気量

上限荷重レベル (%)		供 試 体 番 号						
		1	2	3	4	5	6	7
80	N	50	200	220	300	370		
	C	8994	8896	8452	9652	9146		
70	N	1000	3300	4000	7000	20000	20000	20000
	C	7814	14596	18170	10553	8574	9983	19237
60	N	18000	20000	20000	20000	33000	33000	
	C	8509	8393	9420	12118	9256	10049	
50	N	20000	20000	20000	300000	1234000		
	C	7027	7069	7778	8801	7511		

N: 繰返し回数 (回)

C: 電気量 (クーロン)

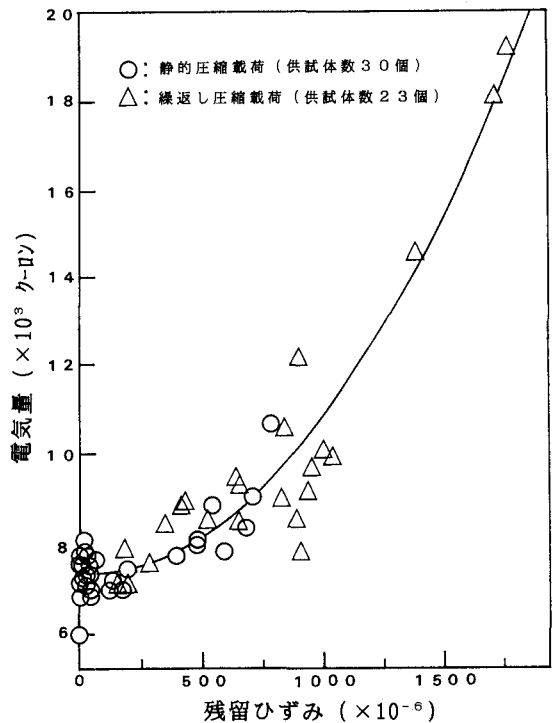


図-2 静的および繰返し圧縮荷重を受けたコンクリートの残留ひずみと電気量の関係

図-2は、静的および繰返し圧縮荷重を受けた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。図より、残留ひずみの増加とともに電気量が急激に増加することがわかる。この結果は、静的荷重、繰返し荷重いずれの荷重条件下においても、荷重荷重による塩化物イオンの移動度の増加は、コンクリートが受けたダメージを表す指標である残留ひずみによって推定できることを意味するものである。

参考文献

- 1) Mehta, P.K.: Durability of Concrete Exposed to Marine Environment - A Fresh Look, American Concrete Institute, SP 109-1, 1988, pp.1-29.