

アルカリ骨材反応性試験法へのカソード電気防食法の適用に関する研究

鳥取大学 正会員 西林新蔵
鳥取大学 正会員 林 昭富
新井組 正会員 岸田達郎
鳥取大学 学生員 ○鎌田隆志

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の防食法の一つに電気防食法がある。この電気防食法は主として海洋環境に架設されたコンクリート構造物のコンクリート部と鉄筋部に電気を流すことによって、鉄筋の防食を行なう手段である。しかし、コンクリートに使用された骨材が反応性であれば、アルカリ骨材反応を助長しかねない。それは電気化学的な影響でアルカリイオン (K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) の濃縮が起こり、通常ではアルカリ骨材反応が発生し得ない条件下であっても反応が起こったり、あるいはアルカリ骨材反応が生じている構造物ではさらに反応を促進させて、多大の損傷を与える可能性がある。本研究は、これらのことに着目して、コンクリートへの通電がアルカリ骨材反応の膨張挙動に及ぼす影響について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。図中に示す供試体記号は(粗骨材の種類)-(アルカリ量)-(水セメント比)-(電流密度)を表わす。図-1に供試体の概形を示す。

3. 結果と考察

図-2、3に電流密度 $50\text{mA}/\text{m}^2$ 、アルカリ量 1.5%における反応性、非反応性骨材を用いた供試体の膨張率の経時変化を示す。図-2において通電内(鉄筋と打設面間)の膨張が最も大きく、次は鉄筋沿(鉄筋に最も近い)であり、最も膨張が小さいのは通電外(鉄筋と底面間)である。これは、通電内は打設面の陽極材料と鉄筋間に位置し、電気の影響をかなり受けるためであり、鉄筋沿も電気の影響を受けているものの、鉄筋によって膨張が拘束されているため、膨張はやや小さくなったものと思われる。通電外においても膨張するがその量は小さい。

図-3において、膨張率が0.05%以下と非常に小さいので、通電しても非反応性骨材を使用した場合には膨張が生じないことがわかる。

図-4は電流密度と膨張率との関係を各材令別に示したものである。図の材令6カ月と9カ月より、通電内の膨張率は電流密度 $50\text{mA}/\text{m}^2$ で最も大きく、電流密度 $200\text{mA}/\text{m}^2$ で最も小さくなっており、電流密度別の影響によ

表-1 実験計画

試験条件	骨材	反応性粗骨材	T2	セメントのアルカリ量 (%)	0.50				
		非反応性粗骨材	NT	添加アルカリ	NaOH				
		非反応性細骨材	NS	全アルカリ量 (eq. Na_2O %)	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5				
	配合条件	単位セメント量 (kg/m^3)	450	反応性粗骨材混合割合 (%)	0, 100				
				細骨材率 (%)	40, 50				
				水セメント比 (%)	40, 45, 50				
				電流密度 (mA/m^2)	0, 25, 50, 100, 200				
スランブ (cm)	14~16 15~17 1~2 18~20	陽極材料	Ti - Pt単線, Ti - Ptメッシュ						
供試体寸法 (cm)	10×10×40	保存条件	40℃, R.H.100%						
測定項目			長さ変化, 鉄筋の電位, 縦音波伝播速度, ひびわれ特性						
打設計画	面	アルカリ量 (%)	反応性粗骨材混合割合 (%)	水セメント比	電流密度 (mA/m^2)				
					0	25	50	100	200
		0.5	100	0.45	○				○
		1.0	100	0.45	○				○
		1.5	100	0.40	○		○		
		1.5	0	0.45	●	●	●	●	●
		1.5	100	0.45	◎	◎	◎*	◎	◎
		1.5	100	0.50	○		○		
		2.0	100	0.45	○				○
		2.5	100	0.45	○				○

注) *: 陽極材料をTi-Ptメッシュに変更増設
○: $s/a=0.4$ を打設
●: $s/a=0.5$ を打設
◎: $s/a=0.4, 0.5$ を打設

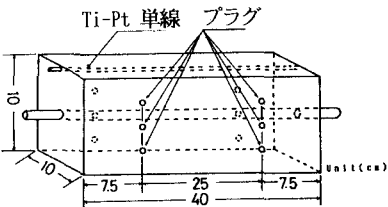


図-1 供試体完成図 (Ti-Pt 単線)

る膨張率の差はかなり大きい。0, 25, 100mA/m² では、通電内において材令6カ月で約0.15%膨張しているのに対して、50 mA/m² では約0.18%膨張し、さらに材令9カ月では約0.20%になっている。また、200mA/m²では材令6カ月で膨張が0.1%となりそれ以降は収束している。これは通電することによってアルカリイオンが鉄筋（負極）方向に移動して、イオンが濃縮し、そのためにアルカリ骨材反応が促進されたことを示している。しかし、電流密度が大きくなると、アルカリイオン（K⁺, Na⁺, Ca²⁺）の過剰な集中によってアルカリイオン濃度が上昇しすぎるために、反応生成物が流動化し、これが多量のカルシウムを含有している低膨張性の生成物となるので、その影響を受けて膨張が少なくなったと考えられる。

図-5に T2-1.5-0.45-50の各材令ごとのひびわれパターンを示す。図-5において、いずれの材令でも供試体の通電内側に多くのひびわれの発生が見られる。材令がたつにつれて通電内側から通電外の方にひびわれが進展して行くが、そのほとんどは通電内側で進行している。

以上のことから、反応性骨材を含む鉄筋コンクリートに電気を流すと、アルカリ骨材反応は促進されるが、電流密度50mA/m²で最も膨張し、それより大きな電流密度でそれほど膨張していない。従って、必ずしも電流密度を大きくすればそれだけ膨張率が大きくなるとは限らないと思われる。

4. まとめ

鉄筋を配置したAAR供試体に通電するとアルカリイオンが移動して濃縮されるのでAARは促進されるが、それが全て膨張量に関連付けられるとは限らない。また、実験要因の違いによって、最も大きな膨張率を示す電流密度は変化するとと思われる。

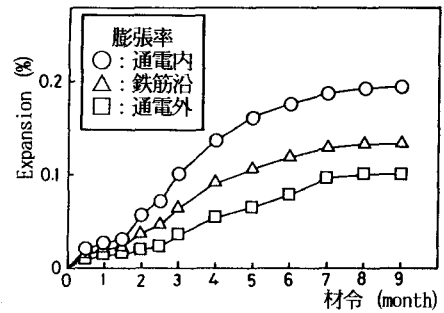


図-2 膨張率の経時変化 (T2-1.5-0.45-50)

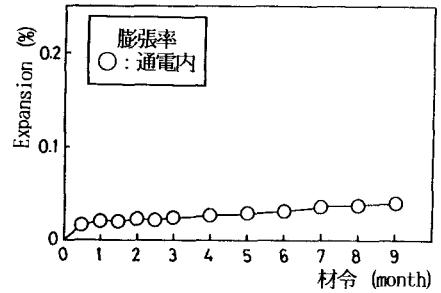


図-3 膨張率の経時変化 (NT-1.5-0.45-50)

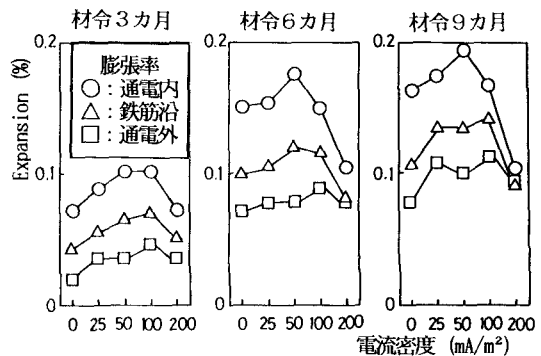


図-4 電流密度と膨張率の関係 (T2-1.5-0.45-50)

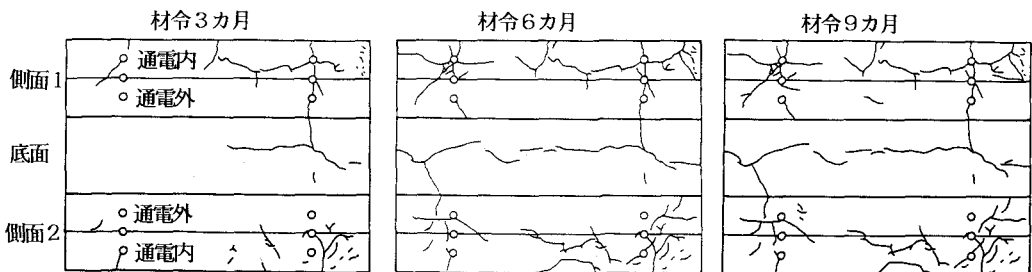


図-5 ひびわれパターン (T2-1.5-0.45-50)