

コンクリート部材の電気防食における陽極システムの性能評価

早稲田大学大学院
早稲田大学理工学部
早稲田大学教授
(株)ピーエス三菱

学生会員
学生会員
フェロー
正会員

○杉ノ上 大我
秋山康夫・内田雅隆
関 博
青山 敏幸

1. はじめに

電気防食工法の外部電源方式において陽極材の耐久性を評価する必要があるが、現在研究例が少なく、その多くが NACE の基準に基づいた陽極材のみに注目した耐久性評価であり、周辺のオーバーレイ材などを含めた陽極システムとしての耐久性を評価する必要がある。本研究では、チタンメッシュ方式を取り上げて、コンクリート供試体に設置した状態で急速試験を実施することにより、陽極システムの耐久性評価を試み、以前行った NACE の試験結果との比較を行った。

2. 実験概要

図 1 の形状で示されるチタンメッシュ方式による電気防食を施した供試体を、表 1 に示す条件で、実構造物の供用期間を想定した所定の積算電流密度が得られるまで急速化して通電を行った。通電中に陽極材の通電電位およびインスタントオフ電位を定期的に測定し、通電終了後に陽極材のアノード分極試験を行い陽極シ

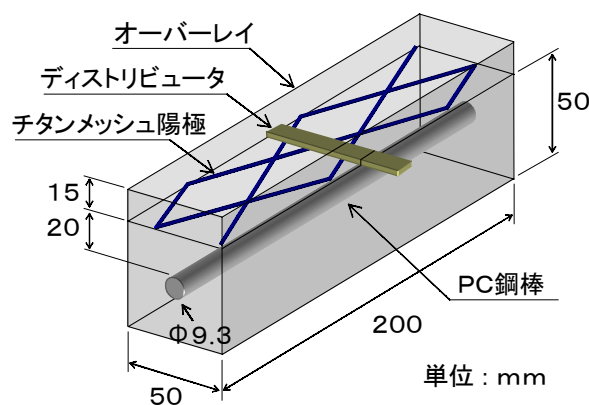


図 1 供試体形状

ステムの耐久性を評価した。

3. 実験結果

(1) 陽極電位測定結果

図 2 に通電電位およびインスタントオフ電位の経時変化の一例を示す。図 2 によると供試体 1-3AW, 1-3BW において鋼材のインスタントオフ電位と鋼材の通電電位はほぼ一定で大きな変化はないが、陽極材のインスタントオフ電位は積算電流密度の増加とともに、わずかな上昇傾向にある。また、1-3BW の陽極材の通電電位はほぼ一定で変化していないのに対し、供試体 1-3AW の陽極材の通電電位は上昇傾向にある。Cl⁻ の存在が陽極材周辺コンクリートの比抵抗上昇を抑え、電流を流れやすくしているためと考えられる。このよ

表 1 供試体一覧

供試体	測定期間 (日)	積算電流密度 (mA・h/m ²)	電流密度 (mA/m ²)	Cl ⁻ 量 (kg/m ³)	暴露環境		
0-0AS	0	0	0	0	高温高湿 (40℃ シャワー 噴霧)		
0-0BS				5.47			
1-1AS	28	14,723,000 (42mA/m ² ×40年)	21,909	0			
1-2AS				56		10,955	0
1-3AS				112		5,477	0
1-3BS						5.47	
1-4AS						182	3,371
1-4BS	5.47						
2-3AS	112	7,361,000 (21mA/m ² ×40年)	2,738	0			
2-3BS				5.47			
0-0AW	0	0	0	0		水中浸漬	
0-0BW				9			
1-1AW	28	7,008,000 (20mA/m ² ×40年)	10,429	0			
1-1BW				9			
1-2AW	56		5,214	0			
1-2BW				9			
1-3AW				112	2,607		0
1-3BW	9						
2-3AW	112	14,016,000 (40mA/m ² ×40年)	5,214	0			
2-3BW				9			
3-3AW				28,032,000 (80mA/m ² ×40年)	10,429		0
3-3BW	9						
1-4AW	180	38,544,000 (110mA/m ² ×40年)	8,922				0
1-4RW				9			

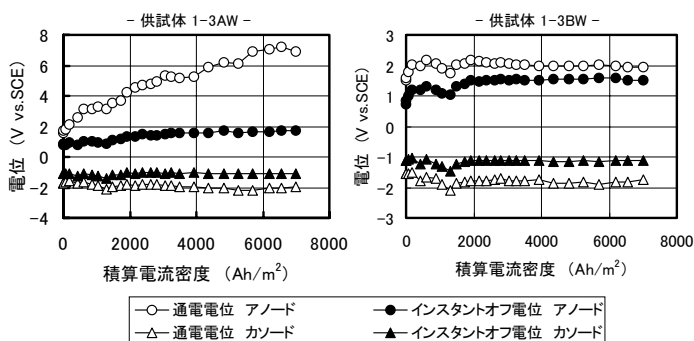


図 2 通電電位・インスタントオフ電位変化

キーワード：電気防食、陽極材、陽極システム、チタンメッシュ方式、急速試験

連絡先：〒169 - 8559 新宿区大久保 3 - 4 - 1 早稲田大学理工学部 51 - 16 - 09 関研究室

TEL 03 - 5286 - 3407 FAX 03 - 3208 - 8749

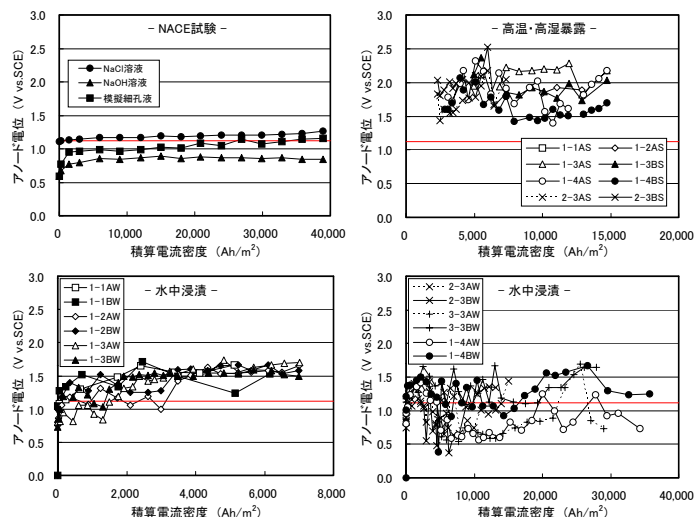


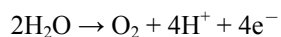
図3 アノードインスタントオフ電位

うな傾向はほぼ全ての供試体に共通して表れた。

図3にインスタントオフ電位の経時変化を示す。NACEの基準によると、陽極材電位が通電前の初期電位より4V以上高くなると、陽極材が劣化してその性能が得られなくなるといわれている。図3におけるNACE試験と比較した場合、本試験における陽極材の電位は大きい値を示しているが、通電開始前の陽極材の電位は、約-0.5～0 V(vs.SCE)の値であり、全ての供試体において初期電位に対する電位差は4Vを超えていない。

(2) 陽極材のアノード分極試験

図4に通電終了後に行った陽極材のアノード分極試験の結果を示す。陽極材周辺では水の電気分解による



の反応が起こり、陽極材周辺の局所的なpH低下を引き起こし、コンクリートを劣化させると考えられる。図4から約500～700mV(vs.SCE)付近に分極曲線の変曲点が見られることから、この電位付近で酸素発生反応が生じていると思われる。標準状態での水の電気分解による酸素発生反応の平衡電位は、ネルンストの式より

$$E_{\text{O}_2} = 0.994 - 0.0591\text{pH} \quad (\text{V vs. SCE})$$

で与えられ、これらの電位におけるpHはおよそ5～8であることから、陽極材周辺のpHは実際に低下していると考えられる。また、塩素ガス発生電位は1119mV(vs.SCE)であるが、塩化物を含む供試体において、この電位付近から曲線の挙動が異なり、実際に塩素ガスが発生しているのが確認できる。

曲線を同じ電位で比較した場合、劣化した陽極材は不動態化して曲線が左側に移行し電流が流れにくくなると考えられる。高温高湿暴露では大電流により試験を急速化したほど、水中浸漬では積算電流密度によらず

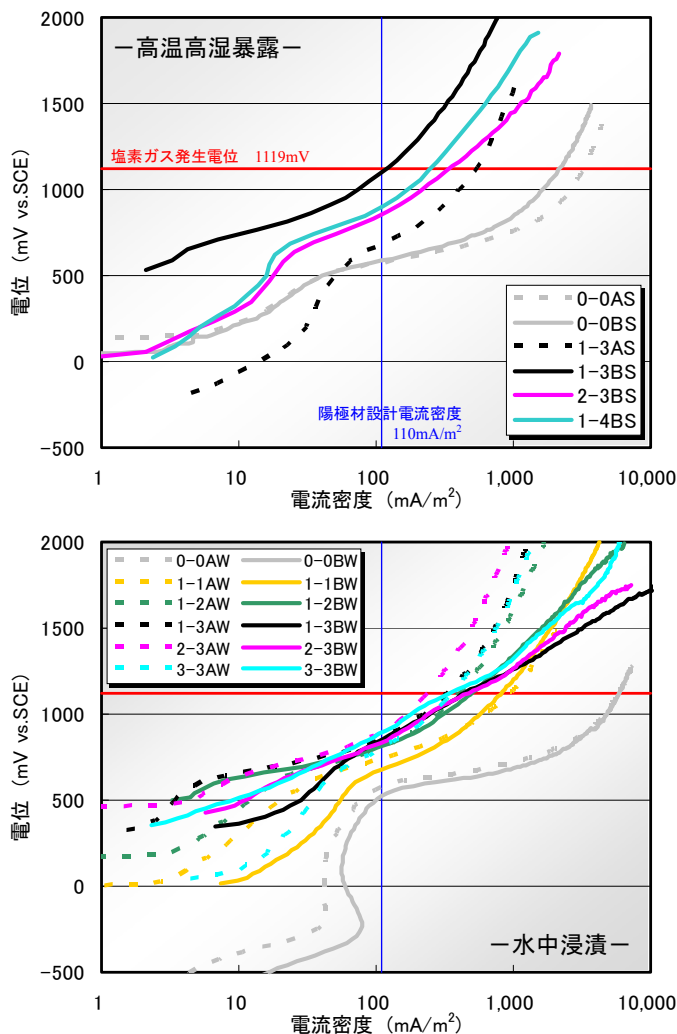


図4 陽極材のアノード分極曲線

通電時間が長いほど陽極材が劣化し、暴露環境によって異なる傾向が現われた。今回の実験結果では、陽極システムの耐久性能評価試験は水中浸漬試験より、実環境に近い高温高湿暴露条件での試験の方が、より実現に近い状態を再現できた。

4. まとめ

(1) 大電流印加により陽極周辺コンクリート比抵抗が徐々に増加したが、塩化物を含む供試体ではその割合が少なかった。

(2) チタンメッシュ陽極の初期電位に対するインスタントオフ電位は4Vを超えなかった。

(3) 水中浸漬よりも、高温高湿暴露環境での性能評価試験が実際に近い環境を再現できると考えられる。

参考文献

- 1) NACE Standard TM0294-2001 Item No.21225
- 2) 佐古武彦：コンクリート部材の電気防食における陽極材の性能評価方法について 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集 V-576