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

九州旅客鉄道株式会社	正 会 員	○佐 古 武 彦
早稻田大学理工学部	学生会員	杉ノ上大我
早稻田大学理工学部	学生会員	鈴木 哲
早稻田大学教授	正 会 員	関 博

1.研究の目的

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研究例が少ない。また、 新しい陽極材が開発される場合その性能を評価する 必要がある。本研究では、チタンメッシュ方式、チ タングリッド方式を取り上げて、急速試験を実施す ることにより、陽極材の性能を評価することを試み た。

2. 実験概要

チタンメッシュ工法、チタングリッド工法による 電気防食を施した供試体を材齢49日で劣化試験装 置(40℃、シャワー噴霧)に設置した。設定した



表一1 供試体一覧

-		ER #5 #0.88	结体表达内皮	这一步中心	赤 ヶ日	
供試体番号 陽極材	泰蕗别间	槓昇電 流密度	通電電流密度	電流重	塩化物の有無	
Martin B - 5	5 19/12/14	(日)	$(mA \cdot h/m^2)$	(mA/m^2)	(mA)	
TM 0-0A		0	0	0	0	無
TM 0-0B						有
TM 0-1A		28				無
TM 0-2A		56				無
TM 0-3A						無
TM 0-3B		112				9kg/m ³
TM 0-4A		100				無
TM 0-4B	チタンメッ	182				9kg/m^3
TM 1-1A	(TM) 28 56 112 182	28		5214	50.1	無
TM 1-2A			2607	25.0	無	
TM 1-3A		110	3504000 (10mA/m ² ×40年)	1304	12.5	無
TM 1-3B		112				9kg/m ³
TM 1-4A		102		802	7.7	無
TM 1-4B		102				9kg/m ³
TM 2-3A	112	112 1752000 652	6.2	無		
TM 2-3B		(5mA/m ² ×40年)	052	0.5	9kg/m ³	
TG 0-0A	チタング			0	0	無
TG 0-0B		0	0			有
TG 0-3A						無
TG 1-1A		28		5214	12.5	無
TG 1-2A		56		2607	6.3	無
TG 1-3A	リッド	リッド (TG) 112	3504000 (10mA/m ² ×40年)	1304	3.13	無
TG 1-3B	(TG)					9kg/m ³
TG 1-4A	182		000	1.00	無	
TG 1-4B		162		002	1.92	9kg/m ³
TG 2-3A	112	1752000	652	1.56	無	
TG 2-3B		(5mA/m ² ×40年)			$9 kg/m^3$	

*供試体はそれぞれの種類で3体ずつ用意する。(通電なしのものは1体) 積算電流密度となるまで通電し、通電電位およびイ ンスタントオフを測定し、陽極材の通電終了後にア ノード分極試験を行った。図-1に供試体の形状、 表-1に供試体一覧を示す。パラメータは、電気防 食の有無、通電期間、積算電流密度、通電電流密度、 塩化物の有無である。

3. 実験結果

(1) 通電電位測定結果

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によるとチタンメッ シュ、チタングリッド両供試体において陽極材、PC 鋼棒のインスタントオフ電位はほぼ一定で変化しな いのに対して、通電電位は日数の経過とともに増加 または減少しているのがわかる。これは、水和の進 行により空隙が減少したこと、通電したことにより コンクリート中に含まれる Ca²⁺や Mg²⁺が CaCO₃ や Mg(OH)₂ として空隙中に析出したと予想される

キーワード:電気防食、陽極材、チタンメッシュ方式、チタングリッド方式、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

こと、等によりコンクリートの緻密化が起こり抵抗 が上昇したためと考えられる。電流密度の大きな供 試体の数体は抵抗上昇が大きく、電源装置の性能か ら所定の電流密度の印加が不可能となった。



図-3 に陽極材の通電前の初期電位に対するイン スタントオフ電位の経時変化を示す。NACE Standard TM0294-94 Item No.21225 によると、陽 極材のインスタントオフ電位が通電前の初期電位よ り4.0V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をみると、 チタンメッシュ、チタングリッド両供試体とも電位 は4.0Vを超えておらず、両陽極材とも十分な性能が 得られているといえる。各パラメータの違いによる 傾向も特にあらわれていなかった。



図-3 陽極材の初期電位に対するインスタントオフ電位

(2) アノード分極試験結果

図-4 に通電終了後に行った陽極材のアノード分 極試験の結果の一例を示す。塩化物イオンを含むコ ンクリートに電気防食を施した場合、塩化物イオン が陽極付近に集積し、陽極の電位が約 1.2V (vs.

SCE)より貴になると、塩化物イオンが電子と結合 し塩素ガスが発生するといわれている。塩素ガスの 発生は、次亜塩素酸や塩酸の生成による pH の低下 をもたらし、陽極材の劣化や剥離を生じさせるおそ れがある。図-4において 1.2V (vs. SCE)付近で の電流密度に注目してみると、最も小さなもので TM1-3Bの約 30mA/m²となっている。実際の電気 防食で用いられる電流密度は 5~10mA/m² 程度であ り、防食中に塩素が発生するおそれはないと思われ る。各パラメータに注目してみると、塩化物イオン が含まれている、通電電流密度が大きいなどの場合 に 1.2V (vs. SCE) 付近での電流密度が小さな値と なっており、陽極材の性能が劣化していることがわ かる。

チタングリッドにおいて同じ積算電流密度で電流 印加日数をパラメータとした場合、TG1 - 2 と TG1 - 3 は同じ挙動を示し、TG1 - 1 は劣化傾向にあった。 すなわち、TG1 - 2 の電流印加日数の 56 日より長期 間で印加してもアノード分極曲線の挙動に変化がな いと思われる。したがって、チタングリッドをアノ ード分極試験で評価する場合、電流印加日数を 56 日 まで短期化することが可能であると思われる。なお、 チタンメッシュの場合、TM1 - 1、TM1 - 2 において 所定の電流量を流せなかったので、試験の短期化を 評価することができなかった。



4.まとめ

(1) 通電前の初期電位に対するインスタントオフ電 位測定から、陽極材の電位は 4.0Vを超えておらず、 チタンメッシュ、チタングリッド両陽極材とも NACE の基準によると 40 年の使用に耐えられる性 能を示した。

(2)通電暴露終了後におこなった陽極材のアノード 分極試験から、チタングリッドの場合、試験を56日 まで短期化することが可能であることがわかった。

謝辞 本実験の実施に当っては、石井浩司氏((株)ピー エス)、井川一弘氏((株)ナカボーテック)より種々御 指唆頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

1)NACE Standard TM0294-94 Item No.21225 2)電気化学的防食工法設計施工指針(案) 土木学会 コンクリートライブラリー107, 2001