電気防食用陽極材の耐久性に関する一考察

（株）ピーエス三菱　　正 会 員　○青山　敏幸
早稲田大学大学院　　学生会員　　杉ノ上大我
早稲田大学教授　　フェロー　　関　　博

１．はじめに

電気防食工法は，陽極材から陰極となる鋼材へ微弱電流を継続的に流すことで，コンクリート中の鋼材を電気化学的に防食することのできるコンクリート構造物の延命化対策工法である。外部電源方式の電気防食工法に使用されるチタン系陽極材料は耐食性に優れており，米国腐食防食協会（NACE）で確立されている促進試験を満足しているが，陽極材の電気化学的特性については不明な点もあり，明確な耐久性能が示されていなかった。

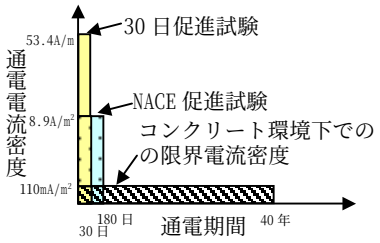
ここでは，チタン系陽極材料のひとつであるチタングリッド陽極を用いて NACE 規格である 180 日促進試験（以下，NACE 促進試験）と短期間で評価を得ることを目的とした 30 日促進試験（以下，30 日促進試験），陽極材の電気化学的特性を確認するために両試験終了後に実施したアノード分極試験の結果を報告する。

２．実験概要

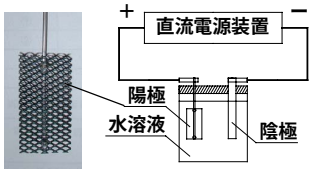
(１)NACE促進試験および30日促進試験

NACE 促進試験は，180 日間での促進通電によって陽極の耐久性を評価するものである（図－1)。本実験は，使用環境下での限界値 110mA/m^2（陽極単位表面積あたり）を 40 年間通電した積算電流密度 38500A・hr/m^2 と同等となるように，通電期間を 180 日間，通電電流密度を 8.9mA/m^2 に促進させた。NACE の合格基準は通電期間中の浴電圧と陽極電位の上昇を初期値から 4.0V 以内と定めている。実験に用いる水溶液は，NaCl 溶液，NaOH 溶液および模擬細孔液を含む砂の 3 種類である。実験概要を表－1 に，通電方法を図－2 に示す。

30 日促進試験は，通電電流密度を 53.4mA/m^2，通電期間を 30 日とし，NACE 促進試験をさらに 6 倍に促進させた試験である。



図－1　通電期間と通電電流密度



図－2　通電方法

(２)アノード分極試験

耐食性の評価方法のひとつにアノード分極試験がある。この試験は，一定電位あるいは一定電流を加えて，電流と電位の関係を測定することにより，対象となる試験片の耐食性を調べるものである。今回は，陽極電位の貴化の有無を確認するために，測定時期を通電前，NACE 促進試験終了後，30 日促進試験終了後の 3 回，全自動分極測定装置により掃引速度 20mV/min として実施した。

表－1　NACE 促進試験および 30 日促進試験の概要

	NACE促進試験	30日促進試験
通電電流密度	8.9A/m^2	53.4A/m^2
通電期間	180日	30日
積算電流密度	38500A・hr/m^2（110mA/m^{2}で40年間通電を想定）	
水溶液	「NaCl溶液」，「NaOH溶液」，「模擬細孔液を含む砂」	
合格基準	浴電圧※，陽極電位の上昇が初期値より4.0V以内：合格 浴電圧※，陽極電位の上昇が初期値より4.0V以上：不合格	

※ 浴電圧は，陽極－陰極間の電圧である。

キーワード：電気防食，チタングリッド陽極，促進試験法，耐久性
連絡先：〒104-8215　東京都中央区銀座七丁目16番12号 G-7ビル10F TEL:03-4562-3091　FAX:03-4562-3075

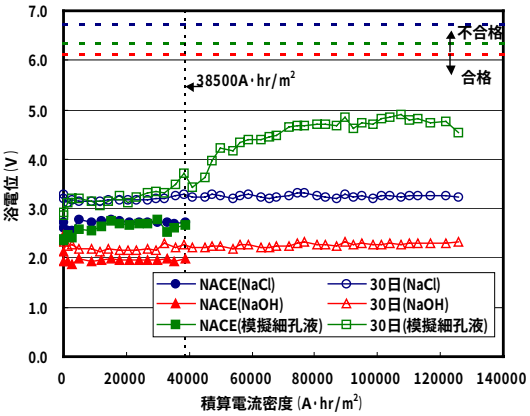
３．実験結果

(１)NACE促進試験および30日促進試験の結果

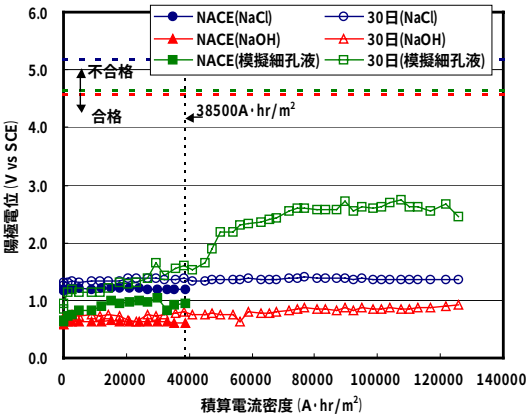
積算電流密度と浴電圧の関係を図－3 に，積算電流密度と陽極電位の関係を図－4 にそれぞれ示す。

NACE 促進試験の結果，NaCl 溶液，NaOH 溶液および模擬細孔液を含む砂の溶液中における全試験片は，積算電流密度 38500A・hr/m^2 以上の通電を行っても，浴電圧と陽極電位には 4V 以上の上昇傾向は認められなかった。

また，30 日促進試験は，125597A・hr/m^2（110mA/m^2 で約 130 年相当）まで通電を行ったが，全試験片とも陽極電位と浴電圧には 4V 以上の上昇傾向は認められなかった。NACE 促進試験の結果とほぼ同様の結果が得られたことから，30 日促進試験でも陽極材の耐久性能を適切に評価できることが確認された。しかし，模擬細孔液を含む砂については，積算電流密度が約 40000A・hr/m^2 を越えたあたりから陽極電位が上昇する傾向にあることが認められた。



図－3　積算電流密度と浴電位の関係



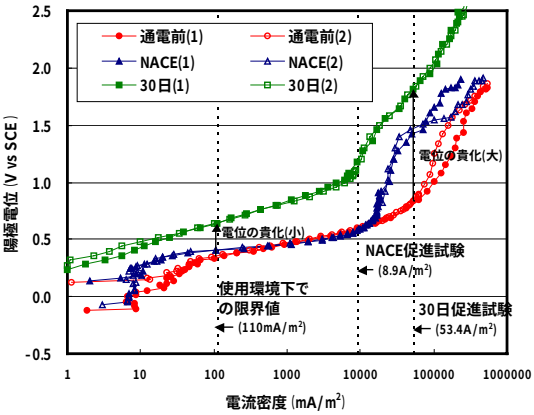
図－4　積算電流密度と陽極電位の関係

(２)アノード分極試験の結果

30 日促進試験の結果から，陽極電位の上昇する傾向が認められた模擬細孔液を含む砂の場合のアノード分極試験結果を図－5 に示す。

陽極電位は，高電流密度の領域である 10A/m^2 あたりから曲線が立ち上がる傾向が認められた。これは，陽極表面に被覆した酸化被膜が通電電流密度の増大にともなって消耗したためと考えられる。

また，使用環境下での限界電流密度 110mA/m^2 通電では陽極電位の貴化が小さく，30 日促進試験での電流密度 53.4A/m^2 通電では陽極電位の貴化が大きいことが認められた。この結果から，チタングリッド陽極の電気化学的特性は使用環境下での電流密度の通電範囲内では不変であるが，高電流密度を通電した場合には異なる可能性のあることがわかった。なお，NaCl 溶液，NaOH 溶液中では，通電前後に伴うアノード分極曲線の変化は認められなかった。



図－5　アノード分極試験の結果

４．まとめ

1) チタングリッド陽極は NACE 規格を十分満足しており，使用環境下での耐用年数は最低でも 40 年間あるものと思われる。

2) チタングリッド陽極の耐久性は短期間（30 日促進）でも適切に評価できることが確認された。ただし，あまりに極端な高電流密度での促進試験の場合は，陽極の電気化学的特性が著しく異なる可能性もあるので注意を要するものと考える。

3) チタングリッド陽極の耐食性は使用環境下では不変であることが確認された。また，高電流密度を通電した場合には陽極の電気化学的特性が異なる可能性のあることもわかった。