

電気防食 PI-Slit 工法 (ピーアイスリット工法)

技術本部	技術部	青山敏幸
技術本部	技術部	鴨谷知繁
技術本部	技術部	石井浩司

1. はじめに

塩害を受けたコンクリート構造物の補修方法のひとつに線状のチタングリッド陽極を用いた PI-Slit 工法がある。

陽極を横置きとするチタングリッド工法に対して、本工法は、陽極を縦置きとすることで切削手間の削減および溝修復の省力化施工によりコスト削減を図ってきた。本工法の更なる普及とコスト削減を図るためには、陽極設置に関わる合理化が必要不可欠である。

そこで本稿では、上記を目的として、①陽極のバリエーションの追加、②陽極設置方法の改良、についての取り組みと、②による防食効果を確認するための通電試験の結果について報告する。

2. PI-Slit 工法の改良項目

2.1 陽極のバリエーションの追加

従来は、15mm、20mm 幅のチタングリッド陽極を使用しており、陽極を設置する溝深さを 20~25mm で設定していた。今回、10mm 幅のチタングリッド陽極もバリエーションに追加することにより、溝切削深さを 15mm 程度に低減することができ、かぶりが小さい構造物への適用も可能となった。また溝切削深さの低減により、既設構造物への損傷ダメージを最小限に抑えること、溝切削深さの低減、陽極材料費、溝切削量の低減によるコスト削減が可能となった。

2.2 陽極の設置方法の改良

防食性能を確保させながら、溝切削深さ、溝切削量の低減を目的として、図-1 に示すように切削溝 1 本につき 2 枚の陽極を設置する方法を確立した。陽極設置方法は、切削溝 1 本につき設置する陽極の枚数に応じて、type-S (切削溝 1 本につき 1 枚 (Single) の陽極を設置)、type-D (切削溝 1 本につき 2 枚 (Double) の陽極を設置) とした。

ここで、線状陽極方式を用いた場合の陽極の設置間隔は、コンクリート内部の鋼材量や腐食程度をもとに、必要防食電流量を算出し、陽極から鋼材への電流の広がりを満足してかつ、陽極から発生する電流が限界電流量以内に収まるように決定する。陽極から鋼材への電流の広がりは、陽極と鋼材の間隔、コンクリートの比抵抗等により異なるが、一般的には 300mm 程度以下の間隔で陽極を設置すれば防食効果があるとしている。陽極の限界電流量については、過大な電流を流すことで陽極周辺の酸素発生反応、塩素発生反応により pH が低下し、陽極被覆材が劣化してしまう可能性があるため、米国腐食防食協会 (NACE) では限界電流密度を陽極材の表面積に対して 110mA/m² と設定している。

例えば、図-2 に示すように、PC 桁では、下フランジの鋼材量が多く、ウェブの鋼材量が少ないのが一般的である。そのため、下フランジでは陽極の限界電流密度が、ウェブでは電流の広がりが支配的となり、ウェブに設置する陽極の容量は過剰になる傾向にある。そこで、従来使用していた 15mm や 20mm 幅の陽極に対して、10mm 幅の陽極幅を使用し、ウェブのように鋼材量の少ない部位には type-S、下フランジのように鋼材量が多く、陽極の限界電流密度が支配的となる箇所では、type-D による設置を行えば、陽極設置の合理化が可能になるものと考えられる。

一方、RC 栈橋に線状陽極を設置する場合には、コンクリート内部の鋼材量が多いため、陽極の限界電流密度が支配的となるため、これまでは陽極の設置間隔を小さくすることで対応してきた。しかし、図-3 に示すように、鋼材量の多い部位は type-D による陽極設置を行うことで、陽極の限界電流密度を高めれば、溝切削量が削減し、陽極設置の合理化が可能になるものと考えられる。

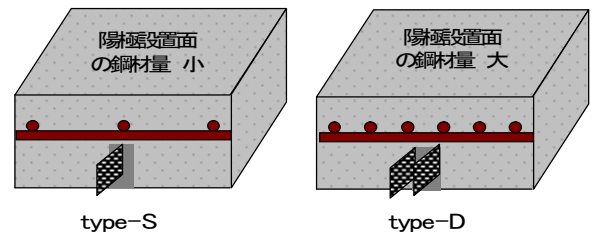


図-1 陽極設置方法の改良

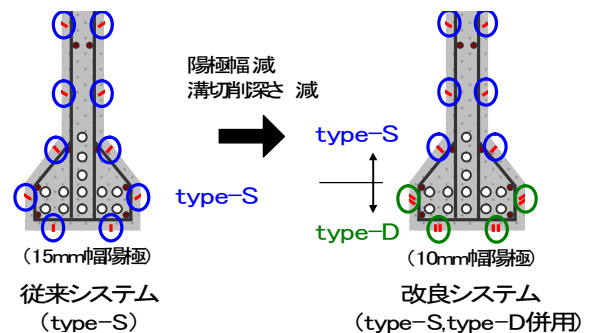


図-2 PC 桁の陽極設置イメージ

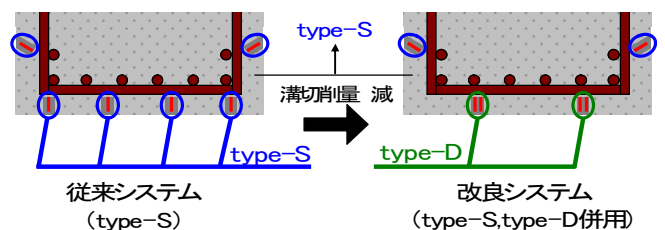


図-3 RC 栈橋の陽極設置イメージ

3. 陽極設置の改良方法に関する実験

3.1 実験概要

本実験では、ポストテンション方式のPC桁を模擬した供試体（以下PC供試体と称す）およびRC栈橋を模擬した供試体を用いた通電試験を実施した。ここではPC供試体の結果について報告する。

PC供試体の形状・寸法と陽極配置方法を図-4に示す。

PC供試体は、幅600mm、高さ800mm、全長3.3mのポストテンション方式のPC桁の下フランジおよびウェブの一部を模擬した。供試体の種類は、従来システム（type-S）と改良システム（type-S, type-D併用）の2種類とし、両システムとも同一位置に陽極を配置した。従来システムは、幅6mm程度、深さ20mm程度の溝を切削した後に、幅15mmの陽極をセットした。改良システムは、幅6mm程度、深さ15mm程度の溝を切削した後に、幅10mmの陽極を、ウェブと下フランジハンチ部には切削溝1本につき1枚、下フランジ側面と底面には2枚配置した。通電量は、通電開始時に実施した分極試験により、防食基準である100mVの分極量が得られる電流密度を目標とし、PC供試体は両システムとも10mA/m²（vs.コンクリート表面積）に決定し、暴露期間中も同一電流量にて通電を行った。

3.2 実験結果と考察

従来システムの通電期間全体において、埋め込み照合電極および可搬式照合電極により測定した鋼材の復極量の測定結果を図-5に、改良システムによる測定結果を図-6にそれぞれ示す。なお鋼材の復極量は、鋼材のインスタントオフ電位と電流遮断24時間後電位との差とし、一般的にはその値が100mV以上あれば防食効果があるとされている。また埋込電極および可搬式照合電極のウェブ①、②の位置は、図-4に示す位置である。

埋込照合電極による復極量の測定結果から、通電期間によらず改良システムは、従来システムより若干大きな復極量を有している。この理由は、改良システムではウェブ位置に10mm幅の陽極を1枚配置しており、15mm幅の陽極を使用した従来システムに比べてウェブ位置の陽極から発生する電流量が小さく、また、照合電極を設置した下フランジ底面で切削溝1本につき2枚の陽極を配置しているため、復極量が若干大きくなったものと考えられる。また改良システムは、下フランジとウェブの復極量のばらつきが小さくなっていることから、陽極設置面の鋼材量等に応じて、陽極の枚数と幅を適切に選定することで、より確実に経済的な防食が可能になるものと考えられる。RC栈橋を模擬した供試体においても、改良システムによる防食効果が認められた。

4. まとめ

PI-Slit工法における陽極設置の更なる合理化を目的として、陽極のバリエーションの追加と陽極設置方法の改良に取り組み、その効果を確認するために、RC栈橋、PC桁を模擬した供試体を用いた通電試験を実施した。その結果、陽極設置面

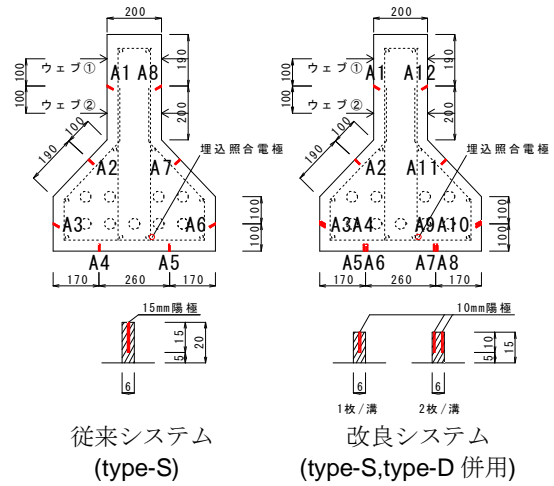


図-4 供試体の形状・寸法

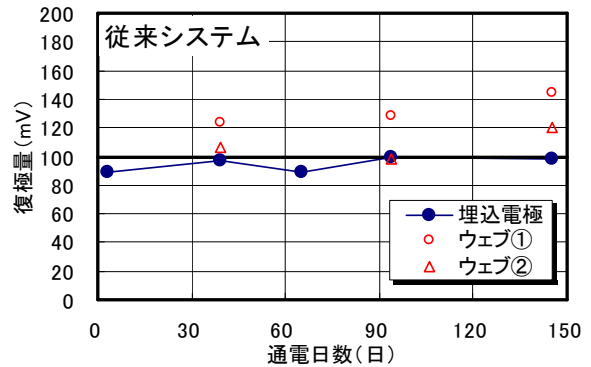


図-5 鋼材の復極量の測定結果（従来システム）

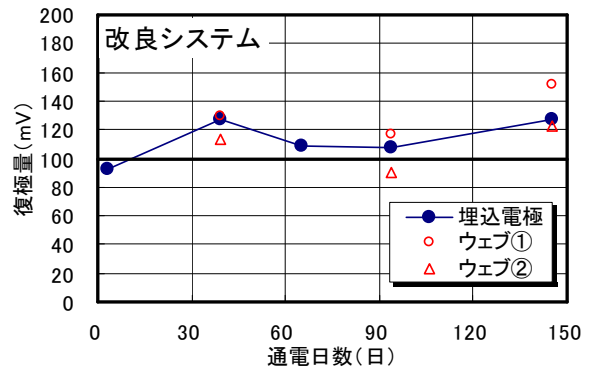


図-6 鋼材の復極量の測定結果（改良システム）

の鋼材量に応じて、陽極幅と切削溝1本に埋め込む陽極の枚数を適切に設定することで、より確実に経済的な防食が可能になるものと考えられた。なおPC桁を対象に、改良システム（type-S, type-D併用）による施工を1件実施している。

Key Words : 電気防食, 線状陽極, コスト縮減



青山敏幸



鴨谷知繁



石井浩司