

RC 構造物に適用する犠牲陽極方式電気防食の性能および防食評価に関する研究

香田, 真生

<https://doi.org/10.15017/1931887>

出版情報 : 九州大学, 2017, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 香田 真生

論 文 名 : RC 構造物に適用する犠牲陽極方式電気防食の性能および防食評価
に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、コンクリート(主に RC)構造物に適用する電気防食工法の犠牲陽極方式の性能に関して、また定量的な推定結果に基づく犠牲陽極方式の適用による防食評価に関して、実験的検討を行った。犠牲陽極方式として、亜鉛を主成分とする陽極材を点状配置し、陽極の周りに陽極被覆材(以降、被覆材と記す)を充填する方法に着目した。

第1章は、本研究の背景を述べ、コンクリート構造物を対象とした電気防食工法の現状を整理し、現在の技術的課題について述べた。また、その課題を踏まえ、本研究の目的について述べた。

第2章は、塩害劣化したコンクリート構造物に対する対策工法の一つとして電気防食工法が主に適用されている現状を踏まえ、塩害劣化について整理した。また、電気防食工法のうち、主に犠牲陽極方式に関する既往の研究について整理し、犠牲陽極方式の開発における留意点および検討課題を抽出した。

第3章は、コンクリート中鉄筋の腐食状態を評価するため、本研究では電気化学的測定手法を用いており、自然電位法、分極抵抗法および分極曲線法について述べた。特に、分極曲線法は測定方法などが規定化されていない現状であり、また本研究における防食効果の定量的な推定方法にも関連するため、アノード分極曲線の測定方法および測定結果の解釈方法に関して述べた。

本研究では2種類に大別される被覆材を用いた犠牲陽極方式の性能に関しての実験的検討を行っている。一般に、犠牲陽極方式は環境に応じた自己制御性があるといわれるが、鉄筋の腐食環境や腐食状態が厳しい場合、また陽極に対して鉄筋が多く配置される場合、陽極からの発生電流量が大きくなる傾向があり、一定程度の自己制御性を有していることが確認された。ただし、自己制御性の範囲を超える負荷が陽極にかかる場合、発生電流量が急激に低下する現象が確認され、特に鉄筋の腐食程度が高い場合などは、陽極配置に留意する必要があることが分かった。

第4章は、亜硝酸リチウム(以降、 LiNO_2 と記す)を添加した被覆材を用いた犠牲陽極方式について、コンクリート構造物への適用を想定した実験を行った。各種実験を行った結果、最長で約3年の測定結果からは、 LiNO_2 添加量を 260kg/m^3 (vs.モルタル)とした被覆材を用いることで、気中暴露および乾湿繰り返しの環境においては、防食効果を継続する性能を有していることが確認された。ただし、陽極の自然電位が経時的に貴化し、水分の供給によっても卑化し難い特性であったため、水に浸漬されるような環境においては、防食効果を得ることが難しいことが課題として確認された。

第5章は、水酸化リチウム(以降、LiOHと記す)を添加した被覆材を用いた犠牲陽極方式について、コンクリート構造物への適用を想定した実験を行った。本研究では、水への飽和度を超えるLiOHを添加した条件において各種の実験を行った。最長で約1年の測定結果から、第4章で得た結果よりも発生電流量は大幅に大きくなり、また陽極の自然電位はより卑な電位が維持されることが確認され、高い防食効果が得られることが確認された。また、LiOHの添加量は20mol/l以上が望ましいことが確認された一方で、発生電流量に対して水分の影響が顕著であり、陽極に水分が供給される環境への適用性が高いことが確認された。乾湿繰り返し環境では、陽極と鉄筋の表面積比が1:10までの条件においては、概ね100mV以上の復極量を得ることができる性能を有していることが確認されたものの、気中暴露環境では、陽極からの発生電流量が急激に低下した事例もあり、また陽極の自然電位は貴化していく傾向でもあるため、さらに長期的な挙動を確認する必要がある。

第6章は、第4章と第5章で用いた被覆材に対して、麻もしくは石灰石微粉末を追加し、保水性向上を試みる実験的検討を行った。LiNO₂添加の方式では、防食効果の一定程度の向上は確認されたが、陽極の自然電位を卑化させる程の効果は確認されなかった。LiOH添加の方式では、乾湿繰り返し環境では防食効果の向上は明確ではないが、十分な防食効果が得られた。一方、気中暴露環境においては防食効果の一定程度の向上が確認されたものの、陽極の自然電位が貴化する傾向を抑制できる程の効果は確認されなかった。以上より、さらに保水性を高めることで、防食効果を向上できる可能性があることが確認された。

第7章は、鉄筋のアノード分極曲線の測定によって、犠牲陽極方式の適用による防食効果を評価した。電位の掃引速度を50mV/min.とした動電位分極法によるアノード分極曲線に対し、ターフェル直線外挿法を適用して鉄筋の腐食速度を推定することで、電気防食による鉄筋の腐食環境の改善効果が定量的に確認された。また、分極抵抗法により得られた腐食速度とも概ね整合した結果となったことから、推定方法の妥当性が確認された。さらに、外挿線に復極による電位シフトを考慮して防食状態を推定した結果、通電時の腐食速度が0.2~0.3 μ A/cm²未満であれば、防食状態が確保されている状態に相当すると評価できることが確認され、CEBの腐食速度による判定とも概ね整合することが確認された。本推定方法を用い、劣化(鉄筋の腐食)が著しいRC梁に対して犠牲陽極方式を適用した結果、気中暴露環境において、復極量の加重平均(約1年8ヵ月)が20~30mVであっても、通電時の腐食速度は0.2~0.3 μ A/cm²未満と推定され、防食状態が確保されていたことを定量的に確認できた。

第8章は、本研究で得られた知見を述べ、さらに犠牲陽極方式の適用性についての考察を述べた。一方、本研究では、適用性検討の要点となる本犠牲陽極方式の耐久性(耐用年数)に関する検討に至らなかったことを、今後の検討課題として明記した。