

導電性モルタルを用いた無機系被覆工法の海洋環境下での暴露実験

東洋建設株式会社	正会員	○湯地 輝	鹿児島大学大学院	正会員	審良 善和
鹿児島大学大学院	学生会員	高 舒恒	鹿児島大学大学院	学生会員	成松 一樹
鹿児島大学大学院	正会員	山口 明伸	鹿児島大学大学院	正会員	武若 耕司
鹿児島大学大学院	正会員	小池 賢太郎	東洋建設株式会社	正会員	末岡 英二

1. はじめに

海洋鋼構造物の防食に適用される被覆防食工法として、混和材に導電性の高いカーボンを用いたセメントモルタル（以下、導電モルタル）被覆材の適用可能性について検討を行っている。この導電モルタルを海水中から連続する干満帯や飛沫帯、海上大気中の鋼材への被覆材として用いることにより、海水中の鋼材を電気防食する際の防食電流を干満帯や海上大気中の鋼材にも流入させることが可能となり、モルタルの環境遮断による物理的な防食効果に加え、電気防食効果を付与することにより、高い防食性能が期待できると考えている。そこで、本検討では、実物大の導電モルタル被覆を施した供試体を作製し、実環境に暴露することで、鋼材への流入電流密度や電位等を計測することにより防食効果の確認、評価を行った。

2. 大型供試体を用いた暴露試験の概要

2. 1 供試体概要

供試体の概要図を図-1に示す。供試体の形状は幅 25cm×高さ 500cm の鋼矢板を模擬した構造体とし、各深さ位置での電流の流入を把握するために、19×15(cm)の鋼板を鉛直方向に 24 枚並べたセル鋼板供試体とした。このうち L.W.L.-45cm 以深を電気防食範囲として、アルミ合金陽極（以下、Al 陽極）を設置することで電気防食を施し、それより上の鋼板 22 枚（No.1～22）に導電モルタルを 5cm 厚で被覆した。なお、この導電モルタルは、カーボン粉末を混和材として用いることで、モルタルの抵抗率を低減させたものである。この供試体を鹿児島湾内の海洋暴露場に設置し、実環境における海洋鋼構造物モデルとした。また、図-1に示す 6 箇所（No.1, 5, 9, 13, 17, 21）に鉛照合電極（RE）を埋設し、電位のモニタリングも実施した。

2. 2 検討項目

検討項目は、海水および導電モルタル中の抵抗の評価、モルタル被覆セル鋼板への電気防食特性の評価とした。前者は、Al 陽極-各鋼板セル間のインピーダンス（100Hz）を計測することで鉛直方向の変化を評価した。後者は、それぞれの鋼板にリード線を取り付け、各セル鋼板に流入する電流量および 6 箇所に埋設した照合電極を用いてセル鋼板の電位を 15 分間隔で連続計測し、電流分布や防食効果について評価した。

3. 試験結果および考察

図-2に干潮時、平均潮位時および満潮時における陽極-鋼材間の抵抗値の鉛直分布を示す。いずれの潮位においても海水に没する範囲については 10Ω 程度の非常に小さい値を示した。これは、海水を介した回路が形成されたためであると考えられる。一方、大気中の範囲においては、 $150\Omega/m$ 程度で抵抗が増加する傾向が確認された。この抵抗の増加は電気防食特性に影響を及ぼすと考えられるが、一般的なコンクリ

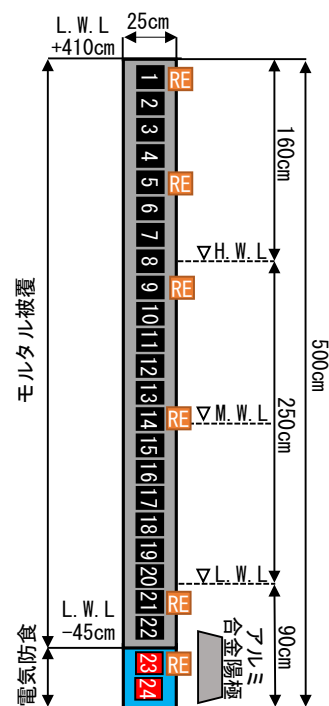


図-1 大型供試体概要

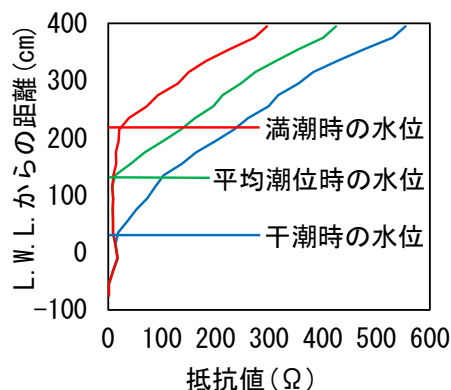


図-2 鉛直方向の抵抗分布

キーワード 導電モルタル、電気防食、無機系被覆工法

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株)美浦研究所 TEL 029-885-7511

ートの抵抗率は $200\Omega \cdot \text{m}$ 程度であり、 $15\text{k}\Omega/\text{m}$ 程度で抵抗が増加すると予想されるため、導電モルタルにより 1/100 程度まで抵抗を低減することができた。

無通電時および通電時のセル鋼板の電流密度の経時変化を図-3 に示す。無通電時は無被覆のセル鋼板のみがアノードとなり、導電モルタル中のセル鋼板がカソードとなるマクロセルを形成していることが確認された。一方、通電時に関しては、いずれの場所においてもカソード電流が流入していることが確認できる。ただし、すべての電流密度は波形となっており、潮汐の影響を受けて電流が激しく変化している。

次に、無通電時および通電時のセル鋼板の電位の経時変化を図-4 に示す。通電開始直後から、L.W.L.+235cm まで、卑側にシフトしており、電流は潮汐の影響で激しく変化しているのに対して、電位はあまり潮汐の影響を受けていないことを確認した。また、通電開始～暴露 20 日位まで大きな電流が供給されている影響で、電位の分極が急激に大きくなる傾向を示したが、20 日以降は、ほぼ安定した電位を推移していることが確認された。

通電 75 日目の各潮位時における鉛直方向の流入電流密度分布を図-5 に示す。なお、図中には通電後の電流密度と通電前の電流密度の差より得られた値を示しており、防食電流と位置付けられる。この結果から、海水中に水没している範囲の流入電流密度は概ね一定であり、良好な防食状態であると考えられる。一方、大気中にあるセル鋼板への流入電流密度は、海面から離れるにつれて、徐々に低下する傾向が認められた。これは、図-2 で示したように抵抗が増加することにより、流入電流密度が低下したためと考えられる。また、干潮時においても、L.W.L.+355cm まで防食電流の流入を確認している。一般的なコンクリート中の鋼材の腐食速度は、著しい腐食となった場合、 $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 程度となる。そこで、防食に必要な電流密度を $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ と仮定した場合、防食範囲は、現時点で L.W.L.+150cm 程度の位置までと推察される。

これらことから、現状では、L.W.L.+150cm 程度までを防食対象とした、鋼矢板護岸等に適用可能と推察される。

4. まとめ

導電性モルタル被覆工法は海中部の鋼材に適用される電気防食の効果を被覆防食範囲まで拡大し、良好な防食工を得ることが可能であると考えられる。現状では、L.W.L.+150cm 程度までを防食対象とした鋼矢板護岸などに適用可能と推察される。今後、長期的な通電試験を行うことにより、防食可能範囲が大きくなる可能性も高いと考えられるため、今後も継続してモニタリングを行い確認していく。

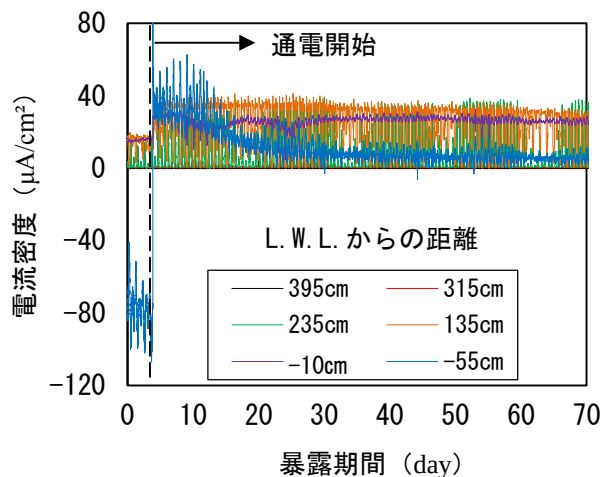


図-3 電流密度の経時変化

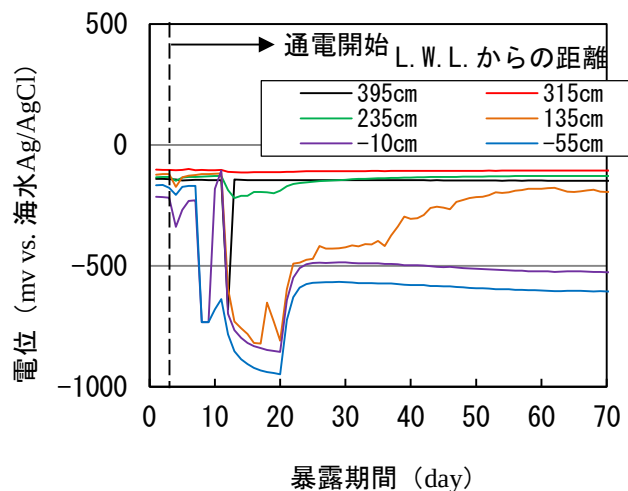


図-4 電位の経時変化

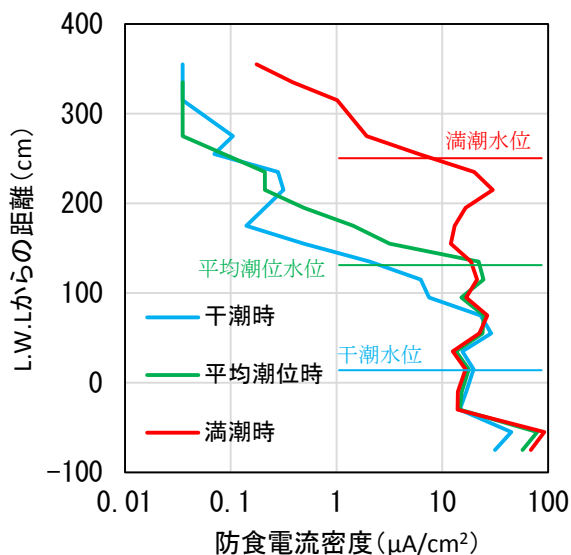


図-5 鉛直方向の流入電流密度分布
(通電 75 日目)