

導電性モルタルを用いた無機被覆工法の海洋暴露実験

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	審良 善和	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	山口 明伸	鹿児島大学大学院	正会員	小池 賢太郎
東洋建設(株)	正会員	末岡 英二	東洋建設(株)	正会員	湯地 輝

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、細骨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)被覆材として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海上大気中の鋼材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ると考えられるため、モルタル被覆による物理的な腐食因子の浸透抑制と電気防食の効果により、高い防食性が期待できると考えられる。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. 大型供試体の暴露試験の概要

2.1 供試体の概要

供試体概要図を図-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19cm×15cm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より上方向のセル鋼板22枚(No.1~22)に厚さ5cmの導電性を有するモルタルを被覆した。この導電モルタルは、カーボン粉末を大量に混和させることで、モルタルの抵抗率を $170\Omega\cdot\text{cm}$ 程度まで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を模擬した。なお供試体中には、図-1に示す6ヶ所の位置に鉛照合電極をモルタル中に埋設している。また、海水中にはアルミニウム合金陽極(以下、陽極)を設置し、海水中のセル鋼板(No.23~24)に対し電気防食も実施した。なお、通電期間は3週間である。

2.2 測定項目

陽極-セル鋼板間の海水および導電モルタル中の抵抗を評価するため、交流インピーダンス法(100Hz)により、鉛直方向の抵抗値の変化を測定した。モルタル被覆セル鋼板への電気防食効果を確認するため、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を電圧降下法(抵抗 1Ω)により15分おきに測定した。同時に、埋設した照合電極位置のON電位も電圧ロガーにより計測した。また、一週間ごとに通電を停止し、各セル鋼板のインスタントオフ電位および1時間後の復極電位を計測し復極量を確認した。

3. 試験結果および考察

図-2に干潮時、平均水位時および満潮時の陽極-セル鋼板間の抵抗値の変化を示す。いずれの潮位においても、海水に没水した範囲の抵抗は非常に小さく 10Ω 程度であった、これは、海水を介して回路が形成されたためである。一方、大気中にある範囲では $100\Omega/\text{m}$ 程度で

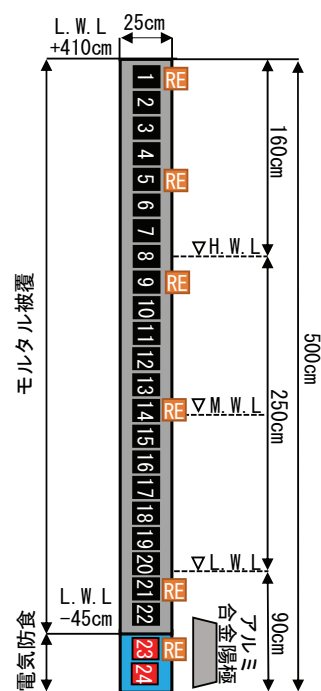


図-1 大型供試体概要

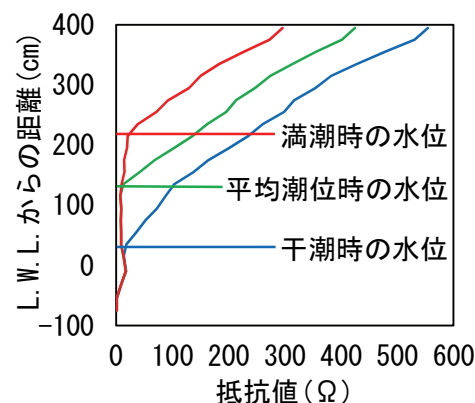


図-2 鉛直方向の抵抗値分布

抵抗が増加する傾向が得られた。良好な通電を確保するためには極力抵抗を小さくする必要がある。一般的なコンクリートの抵抗率は抵抗率 $200\Omega\cdot\text{m}$ 程度であり、 $15,000\Omega/\text{m}$ 程度の抵抗の上昇が考えられることから、導電モルタルを用いることで明らかに抵抗を低減させていることが分かる。

図-3 に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示す。無通電時の腐食傾向としては、裸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非常に大きなマクロセルを形成し、通常の10倍程度の著しい腐食が裸セル鋼板に生じていることが分かった。これは導電モルタルにより抵抗率が低下したことが原因であると想定されるため、供用期間中にわたり適切に電気防食管理を行う必要があることが確認された。一方、通電時には、いずれのセル鋼板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、いずれのセル鋼板も干満の水位変動に対応した電流の増減が認められ、モルタル被覆中のセル鋼板は間欠通電に近い状態であった。

各潮位時の鉛直方向の電流密度分布の経時変化を図-4、図-5、図-6にそれぞれ示す。いずれの水位においても、海水中にあるセル鋼板への流入電流密度は一定であった。これは酸素拡散限界の範囲にあると想定され、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確認された。これは、陽極から大気中のセル鋼板までの抵抗が増加することから、流入電流密度が低下したためであると考えられる。しかし、干潮時においても、L.W.L.+355cm まで電流が流入していることが確認された。ただし、一般的なコンクリート中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。そのため、将来的には塩化物イオンの浸透により腐食環境になることを想定すると、必要な防食電流密度は $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 程度が必要となることを考慮すると、3週間までの結果においてはL.W.L.+150cm 程度の位置までの範囲が防食性能として満足している状態であると考えられる。したがって、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が可能と推察される。

しかしながら、いずれの潮位の結果においても、時間の経過とともに大気中にあるセル鋼板への流入電流密度が増加する傾向が確認された。これは、海水中にあるセル鋼板の分極またはエレクトロコーティングの効果によって、より上方に分極が進んだためと考えられる。このことから、長期的には防食範囲は上方へ拡大することが予想され、適用範囲も拡大する可能性がある。これについては、今後、供試体への通電を継続し確認する必要があるが、今後の課題とする。

4. まとめ

導電性モルタルは一般のモルタル被覆材より高い導電性を有し、これを干満帯や海上大気中の被覆防食に適用することで、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広げることができる可能性があることを確認した。

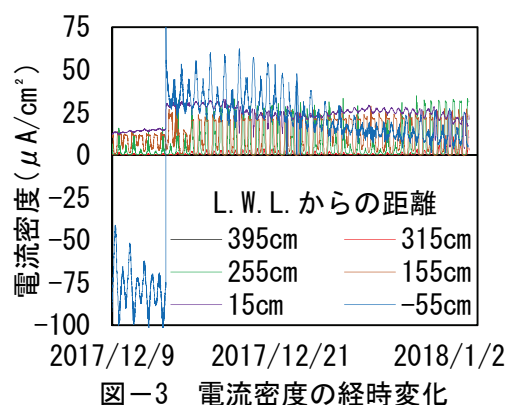


図-3 電流密度の経時変化

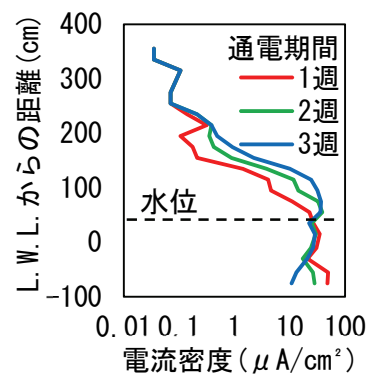


図-4 干潮時の電流密度分布

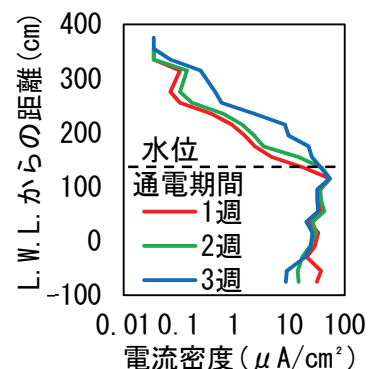


図-5 平均水位時の電流密度分布

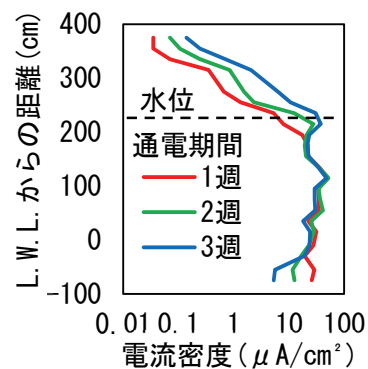


図-6 満潮時の電流密度分布