P-7

物質・材料

腐食のない社会の実現を目指して 鉄鋼材料のグラフェン被覆による防食評価

■ はじめに

鉄鋼材料は，建築材料や橋，機械や自動車など，身の回りの物やインフラ設備に広く用いられている．鉄は，容易に酸素と結合し，安定した酸化鉄になるため，通常はメッキ加工等を施し腐食を防いでいる．しかし，インフラ設備等の長期の使用の場合，現在の防食技術では鉄の腐食を完全に防ぐことは出来ていない．そのため，定期的に腐食した鋼材の交換が必要になり，毎年莫大なコストがかかっている．

炭素の層状材料であるグラフェンは，化学的に極めて安定であり，機械的強度，導電性，熱伝導性，透明度，不透過性などにおいても優れた物性を持っている．先行研究では原子半径の最も小さいヘリウム原子を透過させないことが報告されている[1]．もし欠陥の無いグラフェンで鉄鋼材料を完全に被覆することができれば，高い耐食性を持った防食膜の実現が期待できる．

本研究では塩酸を用いた腐食加速試験を行い，グラフェンの防食膜としての評価をしたので報告する．

■ 活動内容

評価試料として，汎用鉄鋼材料である冷間圧延鋼板（SPCC）を用いた．試験片は引張評価が可能なように 10 mm×10 mm，厚み 0.2 mm の材料を，平行部長さ 2.0 mm，平行部幅 1.5 mm に加工した．グラフェンの成膜方法は化学気相成長法（CVD 法）を用いた．

図 1 に塩酸腐食試験の概要図を示す．本試験ではグラフェン被覆鋼材と溶融亜鉛メッキを施した鋼材，無被覆鋼材の 3 種類の鋼材を比較した．腐食は 10~48 h 行い，塩酸の濃度を保つために実験開始の 1 h 後に塩酸の交換を行った．腐食試験後の質量変化と引張試験による強度変化は，腐食試験前の試料との比較で行った．

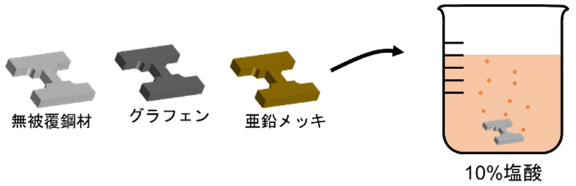

図 1　塩酸を用いた腐食加速試験

図 2 に腐食時間に対する質量比と引張強度比の結果を示す．24 h 腐食では無被覆鋼材と亜鉛メッキ鋼材の強度比が約 40%減少したのに対して，グラフェン被覆鋼材では 10%減少だった．質量比に関しては，無被覆鋼材と亜鉛メッキ鋼材が 2 %/h 減少したのに対して，グラフェン被覆鋼材では 0.9 %/h 減少だった．時間経過の結果から，グラフェン被覆鋼材試料は，他に比べて 2 倍以上の耐久性能があることが分かった．

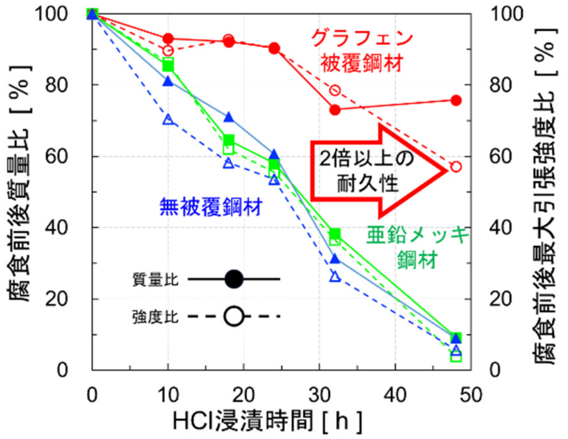

図 2　腐食時間に対する質量比と強度比の変化

図 3 に 48 h 腐食後の各試料試験片の光学写真を示す．無被覆鋼材や亜鉛メッキ鋼材の形状が崩れているのに対し，グラフェン被覆鋼材は形状が保たれているのがわかる．これらの結果よりグラフェン被覆鋼材の防食膜としての有用性が示された．

図3 48 h腐食後の各試料試験片

■今後の展開

海水に対する腐食耐性の評価など実用化に向けた各種の評価を行うと共に，大型の鉄鋼材料や形状を変化させた鋼材に被覆させる技術を確立する．

■参考文献

1) J. S. Bunch, *et al*., *Nano Lett.*, **62**, 1, (2013).

代表発表者　**米ノ井　優太（こめのい　ゆうた）**
所　　属　**千葉工業大学大学院　工学研究科**
産業技術総合研究所　ナノ材料研究部門
問合せ先　**〒275-0016　千葉県習志野市津田沼 2-17-1**
TEL：047-478-0507
Mail: komenoi.yuta5972@gmail.com

■キーワード： (1) グラフェン
(2) 化学気相成長法
(3) 防食膜

■共同研究者： 菅洋志（千葉工業大学）
岡田光博（産業技術総合研究所）
清水哲夫（産業技術総合研究所）
久保利隆（産業技術総合研究所）