

グラフェン被覆で腐食しない 鉄鋼の実現をめざして

SATテクノロジー・ショーケース2022

はじめに

鉄鋼は、高い強度と靱性をあわせ持ち、他の金属材料に比べて低価格で量産可能なため巨大構造物を支える鉄筋や橋げた、機械や自動車、耐久消費財に至るまで日常生活の様々な場面で大量に使用されている。本来、鉄材料はさびやすく腐食にも弱いいため、各種の防食処理や塗料による保護処理を行っている。しかし、多くのインフラ材は製造から数十年以上が経過しており、すでに初期の防食効果はなくなり、さびや腐食が激しく進行している。近年、これらの保守整備や更新のため膨大な手間とコストがかかり、大きな社会問題になっている。そのため長期にわたり保守が不要で、更新時期を大幅に延ばす耐腐食技術の開発（百年耐久技術）が強く望まれている。

本研究では、化学的に極めて安定で、原子や分子の完全不透過性を合わせ持ち、薄くても強靱なグラフェンを防食材料として用いることで、耐用年数の極めて長い防食コーティング技術の開発を目指している。高品質な成膜技術に関する結果と、耐食性の評価を行ったので報告をする。

活動内容

鉄基板へのグラフェン成膜は、高品質成膜が可能な化学気相成長（Chemical Vapor Deposition : CVD）法を用いて行った^{1,2)}。鉄基板は、1 cm角、0.3 mm厚を用い、基板上にグラフェンの直接成膜を行った。成膜時の基板温度は1100℃で、メタンとアルゴンの混合気体を100 sccmの流量で供給し、120分間成膜した後、冷却処理を行った。鉄基板上のグラフェン膜はラマン分光装置を用いて品質の評価を行った。表面の観察は走査電子顕微鏡（SEM）及び透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて行った。

図1に鉄基板上へのCVD成膜後の表面SEM像および断面像TEM像を示す。約10 μmサイズの結晶粒が密に成長している表面の構造が観察された（図1 a）。この粒塊は、断面TEM像から0.3 nmの間隔の層状構造である事（図1 b）、およびラマン分光測定においてグラフェンを示すピークが明確に観察されたことから、多層構造のグラフェンが、粒塊状に表面に成長したと結論づけられる。図には示さないが広領域の断面像からグラフェンの膜厚は数ミクロンに及び、防食膜としては十分な厚みである事も明らかになった。

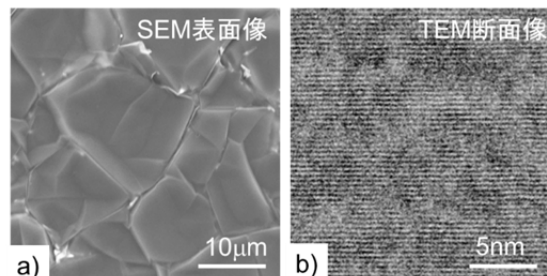


図1 成膜後の鉄基板の(a)表面像と(b)断面像

図2に酸性雨を想定した塩酸による基板の溶解速度の比較を示す。被覆のない鉄基板に比べて、グラフェン被覆材は、腐食の進行する速度が数倍以上、大きく抑制されていることが分かる。当日は、グラフェン被覆膜の詳細な構造や、防食効果に関して議論する。

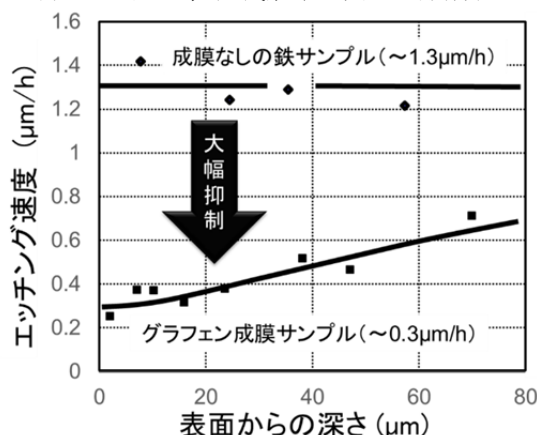


図2 10%塩酸溶液中での溶解速度の比較

今後の展開

被膜の品質を高めることで防食性をさらに上げると共に、実際の鉄鋼材料への成膜を行うなど実用化を意識した研究を実施し、インフラ防食を通じて日本社会に貢献したい。

参考文献

- 1) Yunzhou Xue, et al., *Nano Research*, **4**, 1208 (2011).
- 2) Hyosub An, et al., *Current applied Physics*, **11**, S81 (2011).

■キーワード: (1) グラフェン
(2) 鉄鋼材料
(3) 化学気相成長法

■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)

代表発表者 平橋 健太(ひらとち けんた)
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: hiratochikenta86@gmail.com