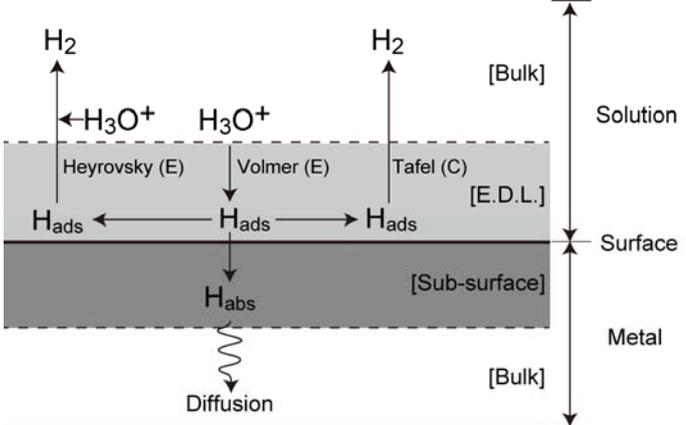


平成 24 年度 他機関から採用となった准教授  
(講師) への研究推進のための助成 採択者

〔研究者〕	
	氏名 多田 英司 (ただ えいじ) 所属 物質科学専攻 職名 准教授
〔タイトル〕	
電気化学インピーダンス法による鋼材中への水素吸収反応機構の解明	
〔研究の概要〕	
<p>近年、鉄鋼材料の高強度化が急速に進められている。これは、東京スカイツリーや東京ゲートブリッジに代表されるような超巨大鋼構造物の設計強度からくる要請と、省資源、省エネルギーの観点から素材量の減量化と軽量化からくる要請によるためである。しかし、鉄鋼材料が高強度化すると、水素による遅れ破壊の感受性が高くなり、材料の環境強度低下が問題となる。現に、高度成長期に作られたコンクリート橋梁の鉄骨部の割れや高力ボルトの破壊などのように、高強度鋼材に水素脆化によると思われる破壊事故が散見されている。これらは、鋼材表面における腐食反応にともない発生した水素が、鋼材内に吸収されたことが原因であると考えられている。よって、鉄鋼材料の高強度化に応えるためには、腐食による遅れ破壊機構の詳細を解明すること、特にその原因となる水素吸収機構の解明が極めて重要になる。</p> <p>図 1 は、金属材料への水素電極反応と水吸収反応の反応過程を示したものである。これまで、金属上の水素電極反応は多くの研究例があり、溶液中の <math>H_3O^+</math> や <math>H_2O</math> から還元反応 (Volmer 反応) によって吸着水素原子が生成されることが知られている。また、生成した吸着水素原子の大部分は、Tafel 反応過程もしくは Heyrovsky 反応過程によって水素ガスとなって、金属表面から脱離する。しかし、吸着水素原</p>	
	
	図 1 金属への水素発生および吸収反応過程.

子の一部は、表面から金属表面直下に吸収され、その後濃度勾配によって材料内部に拡散することになる。このとき、吸収された水素原子が材料内部の転位組織と反応して、遅れ破壊を引き起こすといわれている。

よって、水素による遅れ破壊機構を明らかにするには、表面の水素電極反応と水素吸収反応過程の詳細を明らかにする必要がある。Volmer 反応による表面吸着水素原子の生成反応は、表面電位および pH の関数となることは容易に予想され、吸着水素原子の表面濃度が変化するといえる。しかし、表面の吸着水素濃度に応じて、材料内部への吸収反応過程が、電位や pH とどのような関係となっているか十分に解明されていない。さらに、発生した吸着水素原子の表面濃度に対してどの程度吸収されるのか、またその電位、pH 依存性がほとんど調査されていない。そこで、遅れ破壊にとって最も問題となる鉄鋼材料を取り上げ、その表面における水素電極反応と水素吸収反応機構を解明することを本研究の目的とした。そのため、電極反応機構の解析に適用されている電気化学インピーダンス法を水素電極反応と水素吸収反応機構の解明に適用する。

〔オリジナリティ〕

先行研究の多くは金属表面における水素発生反応機構に着目したものであり、中間体である吸着水素原子の定量的評価や鋼材内部への吸収反応過程に着目したものはほとんどない。本研究は、後に述べる水素透過電流から、吸着水素濃度およびその吸収過程の速度論的解析解明することに特徴がある。

〔期待される成果〕

本研究によって、水素吸収反応機構の詳細が明らかになれば、実際の腐食反応において腐食電位や環境の pH に対して、吸着水素原子の表面濃度や材料内部への吸収量を推定できる。これにより、遅れ破壊寿命やその発生危険性などを予測することができる。また、水素吸収反応機構の詳細から水素吸収が生じにくい材料表面の特徴を明らかできると期待される。