

大気腐食環境下における鉄鋼材料中の透過水素の表面電位分布測定による可視化

勝村, 俊規 / KATSUMURA, Toshiki

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

58

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2017-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014136>

大気腐食環境下における鉄鋼材料中の透過水素の表面電位分布測定による可視化

VISUALIZATION OF HYDROGEN PERMEATED INTO STEELS

UNDER ATMOSPHERIC CORROSIVE ENVIRONMENT BY SURFACE POTENTIAL MEASUREMENT

勝村俊規

Toshiki KATSUMURA

指導教員 明石孝也

法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程

It is important to evaluate behavior of hydrogen penetration and permeation caused by corrosion reaction. Some methods such as thermal desorption methods and electrochemical methods can give information for the amount of permeated hydrogen. However, it is difficult to obtain the distribution of hydrogen permeation.

In this study, the possibility of the visualization by surface potential measurement was investigated. It was implied that hydrogen produced by corrosion reaction would affect surface potential and permeated hydrogen could be visualized as surface potential distribution.

Key Words: steel, corrosion reaction, hydrogen permeation, surface potential

1. 緒言

近年、CO₂排出削減や電気自動車のような環境対応車の普及により、高強度鋼板を用いた車体の軽量化が求められている。しかしながら、高強度鋼板は腐食により水素脆化が起りやすいことや高強度化するほど水素脆化の危険性が高くなるなどの問題が指摘されている。水素脆化に関する研究は数多くなされており、材料中を透過する水素を検出する評価法には昇温脱離法や電気化学的手法¹⁾などが用いられている。しかし、これらの手法では侵入・透過水素について、トータルの量の情報しか得ることが出来ず、透過する水素を直接観察することが困難である。高強度鋼板のさらなる普及のためには水素侵入および透過のメカニズムの解明が不可欠であり、透過する水素を可視化する技術は非常に重要なツールの一つになると考えられる。

そこで本研究では、新たな水素透過検出法の一つとして表面の状態を電位として非接触で検出することができる表面電位測定に着目し、腐食反応により透過した水素の経時的な可視化について、その可能性を検討した。

2. 実験

Fig.1 に本研究で用いた表面電位測定装置の概略図を示す。表面電位測定部である試料裏面および表面電位プロー

ブ(金プローブ)はアクリル製容器内にあり、湿度制御装置により容器内の環境は制御することが可能となっている。また、表面電位プローブはXY ステージにセットされており、プローブを走査することで、裏面の表面電位分布を測定することができる。

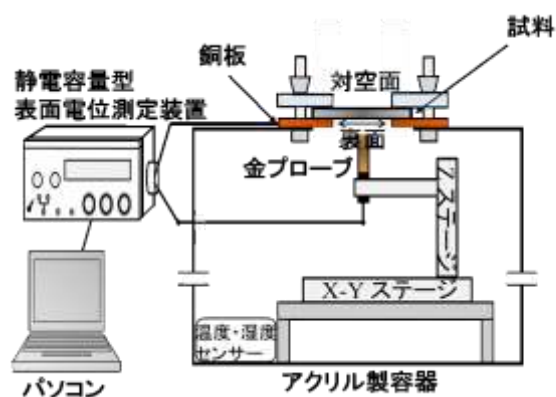


Fig.1 表面電位測定装置の概略図

試料には、両面を SiC の耐水研磨紙で 800 番まで湿式研磨した 50×50×0.5mm の純鉄板を用いた。エタノール脱脂後、試料裏面にニッケルめっきを行った。試料対空面では、

0.5 M の NaCl 水溶液を滴下することにより腐食反応を促進させ、試料裏面では、滴下直後から乾燥するまで、また乾燥後の表面電位分布の経時変化を測定した。2 サイクル目以降は、試料対空面に蒸留水の滴下、乾燥を繰り返し行い、表面電位分布の経時変化を測定した。図中の銅板の電位を基準(0V)として、試料裏面の中心に対して縦 20mm、横 20mm の範囲で表面電位分布測定を行った。アクリル容器内は大気中に解放されており、測定中の容器内の環境は、温度が 21℃~24℃、相対湿度が 40%~45%であった。

3. 結果と考察

液滴乾燥後、試料対空面では腐食生成物が観察された (Fig.2)。乾燥後、試料裏面の表面電位分布 (Fig.3) を測定したところ、液滴乾燥直後、卑に移行する電位の変化が観察された。さらに時間とともに表面電位の変化領域は拡大し、乾燥後 1 時間後に試料対空面の腐食生成物の形状 (Fig.2 の点線部) に近い分布が観察された。試料裏面では表面電位に影響を及ぼす可能性がある腐食などは観察されなかったことから、腐食反応によって試料中に侵入した水素が裏面に到達し、表面電位に影響を及ぼしていることが推察される。また、乾燥後 24 時間以降では、表面電位の変化領域は緩やかに消失し、乾燥後 72 時間後では、電位変化はほとんど観察されなかった。この結果は、腐食反応により侵入した水素が試料外に放出したことにより、表面電位に及ぼす水素の影響が徐々に小さくなったことを示していると考えられる。さらに 2 サイクル目以降では、表面電位変化の推移は各サイクルとも 1 サイクル目と類似の傾向を示した。表面電位分布については 1 サイクル目と同様に、腐食生成物の形状に近い電位分布や変化領域の消失が観察された。

表面電位の変化については、裏面に到達した水素が $H_2(ad)+3e^- \leftrightarrow 2H(ad)$ の解離的な化学吸着によって表面電位が卑な方向へ変化した²⁾ことや大気中の水分子との水素結合により負に帯電した酸素によって、卑に移行した³⁾ことが考えられる。

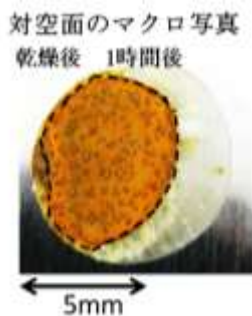


Fig.2 液滴乾燥後 1 時間後の対空面の腐食生成物 (点線部)

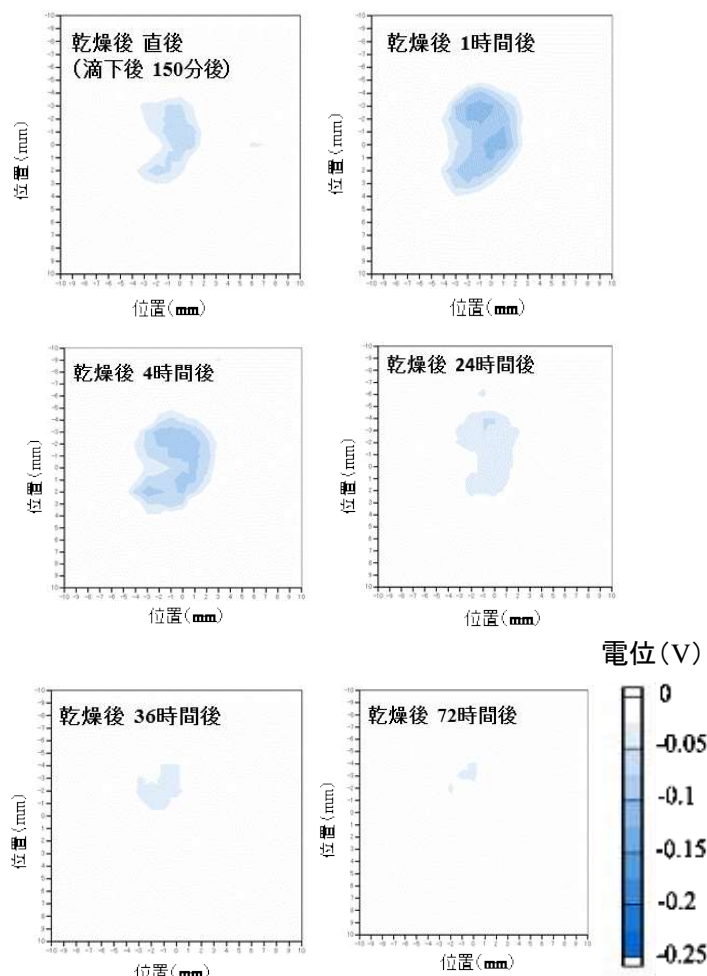


Fig.3 表面電位分布の経時変化

4. 結言

新たな水素透過検出法の一つとして表面電位測定に着目し、乾湿繰り返し腐食試験により侵入させた水素の透過挙動の可視化の可能性について検討した。その結果、試料裏面の表面電位が卑な方向へ変化するものが観察された。表面電位分布に関しては、対空面の腐食生成物の形状に近い卑な電位の領域が観察され、時間が経過するとともに、表面電位の変化領域は緩やかに消失した。

これらの結果から、透過水素分布の経時的な変化を可視化するツールとして、表面電位測定が非常に有用であることがわかった。

5. 参考文献

- 1) M. A. V. Devanathan and Z. Stachurski, J. Electrochem. Soc., 111, 619 (1964).
- 2) R. W. Pasco, P. J. Ficalora, Acta metal., 31, 541 (1983).
- 3) 土井教史, 山下正人, 長野博夫, 日本金属学会誌, 62, 64 (1998).