

氏 名	徳 広 祐 之 輔 とく ひろ ゆう の すけ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1386 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	高張力鋼の水素脆化に及ぼす添加剤の影響に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 吉 澤 四 郎 教 授 渡 辺 信 淳 教 授 遠 藤 吉 郎

論 文 内 容 の 要 旨

鉄鋼構造物の大形化や海洋開発などの極限技術の進展に伴い高張力鋼の使用頻度が高まっているが、それに付随して水素脆性割れ事故が発生するケースが多く経験されており、その防止対策の確立が望まれている。この論文はこの問題解決に対し、環境側の制御による鉄鋼材料の水素脆性割れ防止対策の確立に寄与しようとして、高張力鋼の水素脆化に及ぼす添加剤の影響について研究した結果をまとめたもので、緒論、6章及び総括とからなっている。

まず、緒論で水素による鉄鋼材料の割れに関する従来の研究を総括し、本研究の目的を明らかにした後、第1章では水素吸蔵量測定法としてのグリセリン置換法と電気化学的測定法との比較検討を行っている。その結果、前者において、水素拡散定数の大きい鉄鋼材料の場合、正しい水素の拡散定数及び吸蔵量の測定が困難であるが、後者では水素拡散定数の大小にかかわらず、正しい値が得られることを明らかにしている。さらに電気化学測定法は鉄鋼材料の水素吸蔵量測定法として、その手軽さ及び感度の両面から非常に優れた方法であることを実証している。

ついで第2章で、鉄鋼材料の水素吸蔵量に対する有機添加剤の効果について検討している。その結果、硫酸溶液中で有効なものとして、オイレルピコリニウムクロライドを初め数多くの有機添加剤を見出した。また3%食塩水中では高張力鋼の水素吸蔵量を抑制する添加剤として、 β -N-アルキルアミノプロピオン酸（アルキル基はやし油に由来するもの、以下同様）など少数の有機物質が有効であるとしている。

第3章では、高張力鋼の水素吸蔵量に対する無機添加剤の効果について検討している。その結果、3%食塩水中で腐食電位に保たれた高張力鋼の水素吸蔵量は亜硝酸ナトリウム、亜硝酸カリウムを $10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加することにより著しく抑制される。またヨウ素酸カリウム、リン酸ナトリウム、塩素酸カリウム及びケイ酸ナトリウムなども効果があることが認められ、その中からヨウ素酸カリウム、亜硝酸ナトリウムを選び実験し、 $2\text{mA}/\text{cm}^2$ のカソード電流通電下での高張力鋼の水素吸蔵量低下を確認している。

第4章は、上記の効果の機構を明らかにするために行った検討の結果をのべたもので、高張力鋼の腐食速度に及ぼす添加剤の影響をしらべ、亜硝酸ナトリウム及びケイ酸ナトリウムは、 $10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加により

3%食塩水中の高張力鋼を不働態化し、その腐食速度を著しく抑制することを明らかにしている。また、亜硝酸ナトリウムが人工海水中でも同様の効果があることを認めている。

第5章では、水素による高張力鋼の破断時間に対する添加剤の効果を検討し、亜硝酸ナトリウムとケイ酸ナトリウムは、 $10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加により、高張力鋼の水素脆性割れ寿命が著しく改善されることを明らかにしている。なお、3-N-アルキルアミノプロピオン酸に対しては期待される効果は得られなかった。

第6章では、割れ伝播速度に対する添加剤の効果を検討し、亜硝酸ナトリウム $5 \times 10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加により3%食塩水中における高張力鋼の割れ伝播速度が著しく抑制されること、すなわち水素脆性に対する臨界応力拡大係数 K_{Isc} は無添加の場合 $17\text{MN}/\text{m}^{3/2}$ であるが、 $5 \times 10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加により $80\text{MNm}^{3/2}$ となり、大気中での臨界応力拡大係数 K_{Ix} である $85\text{MNm}^{3/2}$ に近くなることを明確にしている。

最後に6章にわたって行った研究を総括している。

論文審査の結果の要旨

鋼構造物の大型化や海洋開発などの極限技術の進展に伴い高張力鋼の使用頻度が高まっているが、それに付随して、水素脆性割れの事故が発生する場合があります。水素脆性割れ防止対策の確立が望まれている。この論文は、鉄鋼材料の水素脆性割れを防止するために、環境側制御を行うことを目的として添加剤の影響について研究し、その防止対策の基礎を確立しようとしたもので、得られた主な成果は下記のとおりである。

1) 鉄鋼材料の水素吸蔵量測定法としてのグリセリン置換法と電気化学的測定法の比較を行った結果、後者の方が、水素拡散定数が正確に求められ、水素吸蔵量測定の感度も高く、また操作が簡単であることを明らかにした。

2) 鉄鋼材料の水素吸蔵量による有機添加剤の効果について検討し β -N-アルキルアミノプロピオン酸（アルキル基はやし油に由来するもの、以下同様）などが水素吸蔵を抑制することを見出した。

3) 無機添加剤のうち亜硝酸ナトリウムと亜硝酸カリウムは高張力鋼の水素吸蔵を抑制する上に著しい効果があることを明らかにした。その他ヨウ素酸カリウム、リン酸三ナトリウム、塩素酸カリウム、ケイ酸ナトリウムなども抑制効果を示すことを見出した。

4) 亜硝酸ナトリウム及びケイ酸ナトリウムの添加により、高張力鋼が不働態化して、腐食が抑制されることを明らかにした。

5) 水素による高張力鋼の破断時間に対する添加剤の効果を検討し亜硝酸ナトリウム及びケイ酸ナトリウムは僅か $10^{-1}\text{mol}/\ell$ の添加により水素脆性割れ寿命を著しく改善することを明らかにしたが、3-N-アルキルアミノプロピオン酸の添加により水素吸蔵は抑制するが、アノード部の固定化による割れ発生が生じ水素脆性割れ寿命に対し期待される効果はなかった。

6) 割れ伝播速度に対する添加剤を検討し、亜硝酸ナトリウムの添加は伝播速度抑制に著しく効果があることを明らかにした。すなわち、臨界応力拡大係数が無添加で $17\text{MN}/\text{m}^{3/2}$ と低い、 $5 \times 10^{-1}\text{mol}/\ell$ 添加により $80\text{MNm}^{3/2}$ と上昇した。

以上要するにこの論文は、高張力鋼の水素脆性割れ防止のために環境側に添加剤を加える効果を水素吸

蔵量，破断時間，割れ伝播速度の見地から研究し，割れ防止対策樹立の根拠を得たもので，学術上實際上寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。