

Title	油井環境における低合金鋼および高合金鋼の耐食性とその改善に関する研究
Author(s)	玉置, 克臣
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39494
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	たま 置 克 臣
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 6 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 1 月 2 8 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	油井環境における低合金鋼および高合金鋼の耐食性とその改善に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 向 井 喜 彦 教 授 松 田 福 久 教 授 柴 田 俊 夫 教 授 豊 田 政 男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は腐食性の油井環境に使用される鋼管の耐食性とその改善に関する研究成果をまとめたもので、緒論、SSC (Sulfide Stress Cracking) が重要な H₂S 環境用の低合金鋼に着目した第1編、全面腐食が重要な CO₂ 環境用の高合金鋼に着目した第2編、および総括よりなっている。

緒論では、腐食性油井環境に用いられる油井管およびラインパイプの現在までの研究成果を概説し、本研究の必要性および目的を述べている。

第1編は4章からなり、高強度耐 SSC 低合金鋼油井管の厚肉化および高強度化の研究成果をとりまとめている。

第1章では H₂S 環境の特徴および H₂S 環境用鋼に要求される性能について述べている。第2章では SSC 試験法の問題点を明確にし、再現性の良好な試験条件を明らかにしている。

第3章では、油井の大深度化に対し 45mm 厚の鋼管が製造可能であることを明らかにしている。またさらなる大深度化に対応すべく、耐 SSC 性の決定要因を検討し、最適 C 量、Nb、V、および Ti の最適複合添加量を求めることにより、耐 SSC 性に優れたより高強度の鋼の化学組織を明らかにしている。

第4章では第1編の結果を要約している。

第2編は5章からなり、CO₂ 環境用鋼の 13% Cr 鋼油井管の高性能化および 22% Cr 二相ステンレス鋼ラインパイプの最適溶接方法の研究成果をとりまとめている。

第1章では過酷 CO₂ 環境の特徴およびその環境に高合金鋼が使用される背景を明確にしている。

第2章では CO₂ 環境用鋼材の性能評価に必要な試験の種類および方法を明確にしている。

第3章では、現行の 0.2% C - 13% Cr 鋼は低温靱性と高温高 CO₂ 分圧環境での耐食性に問題があることを明らかにし、低温靱性に対してはオースフォージング法の適用で、また耐食性に対しては 0.025% C - 4% Ni - 1% Mo - 13% Cr 系とすることで、それぞれ解決できることを明らかにしている。

第4章では、二相ステンレス鋼溶接熱影響部の耐食性の劣化原因は相バランスの崩れではなく冷却中に α 相に析出する Cr 窒化物の周囲に生成される Cr 欠乏域であることを明らかにし、熱影響部の冷却速度が小さくなるような溶接方法

の採用により耐食性が顕著に向上することを明らかにしている。

第5章では第2編の結果を要約している。

総括で本研究で得られた結果をとりまとめている。

論文審査の結果の要旨

石油やガス資源の枯渇に伴い新たに開発される井戸環境の過酷化が顕著になっており、油井管やラインパイプに対する要求も厳しく、高性能な材料の開発が重要課題となっている。

本研究は湿潤 H_2S 環境用の低合金鋼および湿潤 CO_2 環境用の高合金鋼の耐食性の改善を目的として行った材料開発に関するもので、主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 油井の大深度化に伴う高圧力化に対応するため、従来の高強度耐SSC低合金鋼油井管（規格最小降伏強さ621MPa）の厚肉化をはかり、合金設計に理想臨界直径の考え方を導入してMoおよびBを有効活用することにより、従来の20mm厚に対し45mm厚の鋼管が製造可能であることを明らかにしている。
- (2) さらに大深度化に対応すべく、低合金鋼の耐SSC性の決定要因を検討し、高強度鋼の耐SSC性向上には焼入れ焼戻し後の必要強度を水素との相互作用の大きい転位ではなく析出物で維持することが重要であることを明らかにしている。このためにはNb、V、およびTiなどの炭化物生成元素の2次硬化現象を積極的に活用することが必須であり、これらの最適添加量を求めることにより、規格最小降伏強さが758MPaである高強度耐SSC低合金鋼油井管の最適化学組成を明らかにしている。
- (3) 湿潤 CO_2 環境用油井管として広く使用されている0.2% C - 13% Cr鋼が、低温靱性と高温高 CO_2 分圧環境の耐食性に問題があることを明らかにし、低温靱性についてはオースフォーミング法の適用により、また耐食性については0.02% C - 4% Ni - 1% Mo - 13% Cr鋼とすることで顕著に改善されることを確認している。
- (4) 湿潤 CO_2 環境の海底パイプラインに広く使用されている22% Cr二相ステンレス鋼における溶接熱影響部の耐食性の劣化原因は、 γ 相と α 相バランスの崩れではなく冷却中に α 相に析出するCr窒化物の周囲に生成されるCr欠乏域であることを明らかにし、熱影響部の冷却速度が小さくなるような溶接方法の採用により耐食性が顕著に向上することを確認している。

以上のように、本論文は、湿潤 H_2S 環境用の低合金鋼および湿潤 CO_2 環境用の高合金鋼の耐食性の改善を目的とし、新たな低合金鋼および高合金鋼の油井管の開発ならびに22% Cr二相ステンレス鋼の最適溶接方法を提案したものであり、その成果は溶接工学ならびに石油工業分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は、博士論文として価値のあるものと認める。