



Title	油井、パイプライン環境における鋼管の腐食挙動と耐食性に関する研究
Author(s)	木村, 光男
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43269">https://hdl.handle.net/11094/43269</a>
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	木村光男
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第16612号
学位授与年月日	平成14年1月25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、パイプライン環境における钢管の腐食挙動と耐食性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 齋藤 好弘
	(副査) 教授 馬越 佑吉 教授 西本 和俊 助教授 藤本 慎司

### 論文内容の要旨

本論文は、湿潤硫化水素環境、および湿潤炭酸ガス環境で使用される低合金钢管、および13Cr系钢管の耐食性改善に関する研究を緒論および4章に取りまとめたものである。

緒論では、油井管、ラインパイプのこれまでの開発経緯を概観し、解決すべき課題と、本研究の目的について述べた。

第1章では油井、ラインパイプ環境における钢管の腐食挙動について概説した。

第2章では高温、高炭酸ガス環境において、一般に広く用いられているAPI-13Cr钢管、および低C化し、Ni、Moを添加した改良型13Cr钢管の適用範囲を明らかにした。さらに、合金元素添加による耐食性向上メカニズム、サワー環境における硫化物応力腐食割れメカニズムを明らかにした。また、Mo添加が耐孔食性向上に加えて鋼中への水素侵入量を低下させ、耐硫化物応力腐食割れ性を向上させることができることを見い出した。これらの知見に基づき、耐炭酸ガス腐食性、耐硫化物応力腐食割れ性に優れる改良型13Cr钢管を開発した。

第3章では耐サワー性に優れるラインパイプの開発の成果について述べた。まずサワー環境の厳しさを水素透過速度にて定量化する方法を確立した。さらに、種々の環境因子と水素透過速度の関係を求め、水素誘起割れ(HIC)発生と、水素透過速度の相関関係を明らかにした。また、応力下における水素誘起割れ(SOHC)発生に及ぼす合金元素と鋼の組織の影響を調査し、SOHCのメカニズムと鋼組織の関係を求めた。さらに溶接継手部におけるSOHC感受性と合金元素、硬さの関係を明らかにした。次にSOHC発生、伝播に及ぼす鋼中への水素侵入挙動の影響を、パーコレーションモデルを用いることによって、定量化した。

第4章では耐スウィート腐食性に優れるラインパイプの開発について述べた。まず炭酸ガス腐食に及ぼす合金元素と環境条件の影響を調査し、耐炭酸ガス腐食性を向上させるにはCr添加が有効であることを見い出した。さらに、ラインパイプとしての溶接性、機械的性質をも満足できる钢管として0.5%Crラインパイプを開発した。

また、油井管で用いられている13Crマルテンサイト系ステンレス钢管の耐食性を劣化させずに溶接性、熱間加工性を改善する目的で、低C、N化し、Niを添加することにより、スウィート環境用11Cr钢管、およびスウィート+ライトサワー用12Cr钢管を開発し、その適用可能範囲を明確にした。

## 論文審査の結果の要旨

石油・天然ガスの生産に使われる油井管及びラインパイプにはその使用環境に応じて強度、韌性、耐食性、溶接性などの多様な特性が求められる。本論文は過酷な腐食環境下での耐食性に着目し、そのメカニズムを明らかにすることによって、他の特性を劣化させずに耐食性を向上させる製品の開発を目的としたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 13Cr マルテンサイト系ステンレス油井管について、湿潤炭酸ガス環境における腐食速度が腐食生成物による防食効果によって支配されることを見出し、適切な腐食生成物を鋼表面に生成させることによって優れた耐食性を持つ新材料を開発している。更に、サワー（湿潤硫化水素）環境における硫化物応力腐食割れが孔食を起点として水素脆性で伝播する機構を見出し、耐孔食性と耐水素侵入性を兼ね備えた成分系を開発している。
- (2) 耐サワー性に優れる低合金鋼ラインパイプについて、鋼中に侵入する水素を電気化学的に測定する手法を用いて、環境強度の定量化、合金元素添加効果の定量化に成功し、それにより環境に応じた適切な材料設計を可能にしている。更に応力下水素誘起割れの発生伝播メカニズムを解明し、その防止のための成分設計と組織制御方法を明らかにしている。
- (3) 耐炭酸ガス腐食性に優れるラインパイプについて、炭酸ガス腐食に及ぼす合金元素の影響を明らかにし、更に溶接性を考慮して、過酷な腐食環境に対する耐食性と溶接性を両立させた0.5%Cr ラインパイプと12Cr マルテンサイト系ステンレスラインパイプの2種類の钢管を世界で最初に開発している。

以上のように、本論文は過酷な炭酸ガス腐食環境またはサワー環境で使用される油井管およびラインパイプの腐食または腐食割れの発生機構を電気化学的及び材料学的に解明し、それに基づいてそれぞれの環境に対して優れた耐食性と共に加工性を有する材料を開発した成果をまとめたものであり、材料工学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あるものと認める。