



Title	油井・ガス井環境における金属材料の腐食生成物皮膜等の性質および防食機構に関する研究
Author(s)	高部, 秀樹
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49597">https://hdl.handle.net/11094/49597</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	高部 秀樹
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22945 号
学位授与年月日	平成21年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	油井・ガス井環境における金属材料の腐食生成物皮膜等の性質および防食機構に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤本 慎司 (副査) 教授 田中 敏宏 教授 山下 弘巳

### 論文内容の要旨

本研究は、油井・ガス井環境中の金属材料の腐食挙動に重要な影響を及ぼすと考えられる腐食生成物やコンデンセート吸着膜、黒色沈殿物等の性質と腐食挙動の関係を明らかにし、腐食機構の検討と、防食法や油井管材料の選択法を提案することを目的に行った。油井・ガス井環境中の腐食に関する個々の因子（腐食生成物、金属組織等）の影響は検討されていたが、これらの環境で生成される腐食生成物皮膜等の生成挙動や性質に注目した腐食挙動の系統的な研究が少ないことに着目して本研究を実施した。

油井・ガス井の腐食環境は、原油や天然ガス生産環境と、油井・ガス井仕上げ時の仕上げ流体環境の二つに大別できる。生産環境で深刻な腐食問題の一つとなっているのがCO<sub>2</sub>腐食である。そこで、CO<sub>2</sub>腐食に及ぼす炭素鋼とCr含有鋼の金属組織の影響等を腐食生成物の形成挙動や性質に着目して検討した。また、実際のガス・コンデンセート井中の腐食因子を検討するためにフィールド試験を実施した。さらに、仕上げ流体環境の腐食に関して、最近問題となった原油漏れの原因であるNaCl仕上げ流体中の黒色沈殿物の形成条件とその下の腐食機構について検討を行い、防食法を提案した。

第1章は序論であり、本研究が対象とした油井・ガス井環境中の腐食に関する従来の研究をまとめ、本研究の目的を示した。

第2章では、炭素鋼や低Cr鋼（Cr含有量が1～5%）の耐CO<sub>2</sub>腐食性に及ぼす金属組織の影響を明確にするために、腐食挙動と金属組織の関係、および腐食挙動と腐食生成物構造の関係を調査した。そして、腐食生成物に及ぼす層状セメントの役割が炭素鋼と低Crで異なるため、炭素鋼ではフェライト・パーライト組織がマルテンサイト組織よりも優れた耐局部腐食性を持ち、低Cr鋼ではマルテンサイト組織の方が優れた耐食性を持つことを示した。さらに、開発した3%Crマルテンサイト鋼について湿潤CO<sub>2</sub>環境中の耐食機構を考察した。

第3章では、ガス・コンデンセート井でフィールド試験を行い、室内試験では再現できないガス・コンデンセート井の腐食因子の検討を行った。その結果、ガス・コンデンセート井ではコンデンセート吸着膜が腐食保護膜として働くこと、コンデンセート吸着膜の形成挙動はガス・コンデンセート井内の流動様式に依存することを示し、油井管材料選択には井戸内の流動様式の影響を考慮する必要があることを指摘した。

第4章では、黒色沈殿物が局部的に発生するNaCl仕上げ流体中の条件を検討し、溶存酸素量が高くアルカリ性の環境で黒色沈殿物が形成されることを示した。また、黒色沈殿物下では、仕上げ流体と生産の両環境で腐食が促進されることを示し、それらの腐食促進機構を考察した。さらに、黒色沈殿物の発生を防止するには、溶存酸素

量を33ppb以下に低く管理することが重要であることを示した。

第5章では、本研究で得られた結果を総括した。

### 論文審査の結果の要旨

本研究は、油井・ガス井環境中の金属材料の腐食挙動に重要な影響を及ぼす腐食生成物や油膜を主体とするコンデンセート吸着膜、黒色沈殿物等の性質と腐食挙動の関係を明らかにし、腐食機構の検討と、防食法や油井管材料の選択法を提案することを目的としている。これまでに、油井・ガス井環境中の腐食に関する個々の因子（腐食生成物、金属組織等）の影響は検討されているが、本研究はこれらの環境で生成される腐食生成物皮膜等の生成挙動および性質に注目し、さらに腐食挙動を系統的に明らかにすることを目的としている。

油井・ガス井の腐食環境は、原油や天然ガス生産環境と、油井・ガス井完成時の仕上げ流体環境の二つに大別できるが、生産環境で深刻な腐食問題の一つとなっているのがCO<sub>2</sub>腐食である。本研究では、CO<sub>2</sub>腐食に及ぼす炭素鋼とCr含有鋼の金属組織の影響を腐食生成物の形成挙動や性質に着目して検討している。また、ガス・コンデンセート井中の腐食因子を検討するためにフィールド試験を実施している。さらに、仕上げ流体環境の腐食に関しては、最近問題となった原油漏れの原因であるNaCl仕上げ流体中の黒色沈殿物の形成条件とその下の腐食機構について検討を行い、防食法を提案している。本論文は以下のように構成されている。

第1章は序論であり、本研究が対象とした油井・ガス井環境中の腐食に関する従来の研究をまとめ、本研究の目的を示している。

第2章では、炭素鋼や低Cr鋼（Cr含有量が1～5%）の耐CO<sub>2</sub>腐食性に及ぼす金属組織の影響を明確にするため、腐食挙動と金属組織の関係、および腐食挙動と腐食生成物構造の関係を調査している。そして、腐食生成物に及ぼす層状セメントの役割が炭素鋼と低Cr鋼で異なるため、炭素鋼ではフェライト・パーライト組織がマルテンサイト組織よりも優れた耐局部腐食性を持ち、低Cr鋼ではマルテンサイト組織の方が優れた耐食性を持つことを示している。さらに、開発した3%Crマルテンサイト鋼について湿潤CO<sub>2</sub>環境中の耐食機構を考察している。

第3章では、ガス・コンデンセート井でフィールド試験を行い、室内試験では再現できないガス・コンデンセート井の腐食因子の検討を行っている。その結果、ガス・コンデンセート井ではコンデンセート吸着膜が腐食保護膜として働くこと、コンデンセート吸着膜の形成挙動はガス・コンデンセート井内の流動様式に依存することを示し、油井管材料選択には井戸内の流動様式の影響を考慮する必要があることを指摘している。

第4章では、黒色沈殿物が局部的に発生するNaCl仕上げ流体中の条件を検討し、溶存酸素量が高くアルカリ性の環境で黒色沈殿物が形成されることを示している。また、黒色沈殿物下では、仕上げ流体と生産の両環境で腐食が促進されることを示し、それらの腐食促進機構を考察した。さらに、黒色沈殿物の発生を防止するには、溶存酸素量を33ppb以下に低く管理することが重要であることを示している。

第5章では、本研究で得られた結果を総括している。

以上のように、本論文により得られた成果は油井・ガス井構造材料の健全性維持に広く貢献するとともに、優れた耐食材料開発への指針を与えており、材料工学への寄与が認められる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。