



| | |
|--------------|---|
| Title | LNG貯槽用9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂伝播停止性能の評価に関する研究 |
| Author(s) | 渡邊, 之 |
| Citation | 大阪大学, 1988, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/35724 |
| 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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

| | | | | |
|---------|---|----------|----------|---|
| 氏名・（本籍） | わた | なべ | いたる | 之 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 | 士 |
| 学位記番号 | 第 | 7963 | 号 | |
| 学位授与の日付 | 昭和63年 | 2月 | 1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 | LNG貯槽用9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂伝播停止性能の 評価に関する研究 | | | |
| 論文審査委員 | (主査) | 教授 佐藤 邦彦 | | |
| | 教授 向井 喜彦 | 教授 松田 福久 | 教授 中尾 嘉邦 | |

論文内容の要旨

本論文は、液化天然ガス（LNG）を貯蔵する貯槽用材料として用いられている9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂伝播停止性能の評価に関する研究成果を取りまとめたもので、6章よりなる。

第1章は序論で、貯槽の安全性確保のためには、貯液の槽外への漏洩を防止できる程度の比較的短い亀裂長さで脆性亀裂を停止させること、すなわちいわゆるShort Crack Arrestの見地から材料の脆性亀裂伝播停止性能の評価を行うことが重要であることを指摘し、本研究の目的と関連する従来の研究の問題点を述べ、本論文の構成を示している。

第2章では、まずShort Crack Arrestの考え方に基づいて亀裂伝播停止性能を求めるための試験法として、二重引張試験片の脆性亀裂伝播開始側に表面切欠きを付けた表面切欠付き二重引張試験法を提案している。次に -170°C 及び -196°C においてこの試験法による9%Ni鋼の実験を行うとともに、脆性亀裂伝播中の荷重・変形などの動的計測を行い、脆性亀裂はほぼ定変位条件下で伝播していること、亀裂が試験片の幅のおよそ $1/2$ を通過するまでは荷重の低下はきわめて小さいことを明らかにしている。また、脆性亀裂停止限界応力値及びこれから動的効果を見捨てて形式的に求められた脆性亀裂停止靱性値は、いずれも表面切欠きの端部付近を亀裂が通過するときの亀裂伝播速度が大きいほど小さくなることを明らかにしている。

第3章では、組成と熱処理法及び板厚の異なる12種類の9%Ni鋼とその溶接部の表面切欠付き二重引張試験を行い、脆性亀裂停止限界応力値を比較することにより、鋼中不純物元素であるP、Sの低減と直接焼入れ焼戻し熱処理の導入によって亀裂伝播停止性能はいちじるしく改善され、板厚の薄い鋼ほど亀裂伝播停止性能が向上することを明らかにしている。また、試験後の破面観察を行うことにより、

表面切欠き先端付近の板表層部に生じる塑性変形が脆性亀裂の伝播停止に関与していることを論考している。

第4章では、表面切欠付き二重引張試験による脆性亀裂伝播中における単位亀裂面積当りのエネルギー解放率を有限要素法による動的解析によって求めるとともに、第2章及び第3章で得られた実験結果と併せて検討・考察を行い、エネルギー解放率から形式的に求められる応力拡大係数の大小によって脆性亀裂の停止現象を論じる従来の考え方に対し否定的見解を与えている。

第5章では、第3章で使用した板厚32～35mmの9%Ni鋼について-170℃及び-196℃においてDT試験を実施し、吸収エネルギー及び延性破面率は表面切欠付き二重引張試験の脆性亀裂停止限界応力と良い相関があることを明らかにしている。

第6章は総括で、本研究で得られた主要な成果を取りまとめている。

論文の審査結果の要旨

LNG貯槽の破壊に対する安全性確保の見地から、近年、貯槽用材料である9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂伝播停止性能の重要性が認識され、国の内外において精力的な研究が進められている。

本論文は、貯液の槽外への漏洩を防止できる程度の比較的短い亀裂長さで脆性亀裂を停止させる、いわゆるShort Crack Arrestの考え方に基づいて脆性亀裂伝播停止性能の評価を行ったもので、次に述べる主要な成果を得ている。

- (1) 脆性亀裂伝播停止性能を求める試験法として表面切欠付き二重引張試験法を考案し、この試験法の有効性を実証するとともに、実験によって求められる脆性亀裂停止限界応力の大きさによって性能評価を行うことを提案している。
- (2) 表面切欠付き二重引張試験による脆性亀裂停止現象を破面様相とエネルギー解放率の動的解析結果に基づいて論考し、表面切欠き先端付近の板表層部に生じる塑性変形が脆性亀裂の停止に関与していることを示すとともに、エネルギー解放率から形式的に算定される応力拡大係数を用いて脆性亀裂伝播停止性能を評価する従来の手法に否定的見解を与えている。
- (3) 9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂停止限界応力を実験によって求め、鋼中の不純物元素であるP、Sを低減すること、及び熱処理法として直接焼入れ焼戻し処理を導入することにより、脆性亀裂伝播停止性能がいちじるしく改善されることを明らかにしている。
- (4) 9%Ni鋼の脆性亀裂伝播停止性能を相対的に評価するには、工業的に簡便なDT (Dynamic Tear) 試験が有効であることを実証している。

以上のように本論文は、Short Crack Arrestの考え方に基づいて9%Ni鋼とその溶接部の脆性亀裂伝播停止性能を評価する手法を確立するとともに、実用上有用な知見を与えたものであり、材料強度学及び溶接強度学上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。