

LNG用ローディングアームの健全性評価

<設備の安全性確保>

総合技術研究所 機械研究室

LNG受け入れに使用するローディングアーム（SUS304製）は、LNG受け入れの都度、極低温（ -160°C ）と常温が繰り返される過酷な条件下で使用される。このため材質劣化による変形等の問題が懸念されるので、設備の安全性確保の観点からローディングアームの健全性評価を行った。その結果、設計受け入れ回数2,000回（20年間使用に相当）後においても十分安全であることが分かった。

1 研究概要

第1図に、ローディングアームの外観を示す。

ステンレス鋼 SUS304は、過酷な極低温環境条件下での使用により変形を生じる場合がある。このため、実機を模擬した極低温下での歪負荷試験と破壊靱性試験（き裂伝播特性を把握する試験）を実施し、変形の原因とされるマルテンサイト析出量（結晶構造の変化量）やそれに伴う靱性（ねばり強さの度合）低下傾向を把握し、実機の健全性について評価した。



第1図 ローディングアームの外観

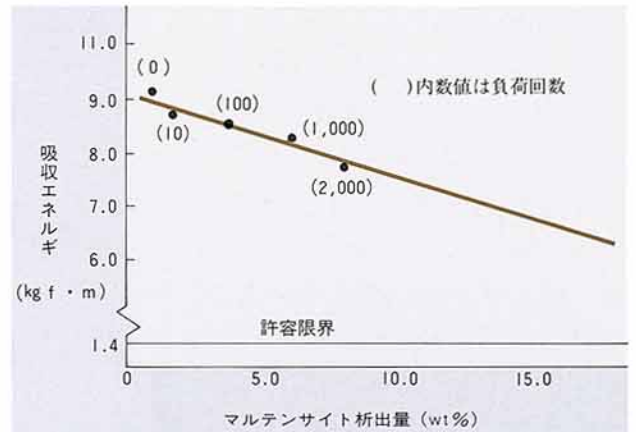
2 試験結果と健全性評価

(1) 歪負荷試験

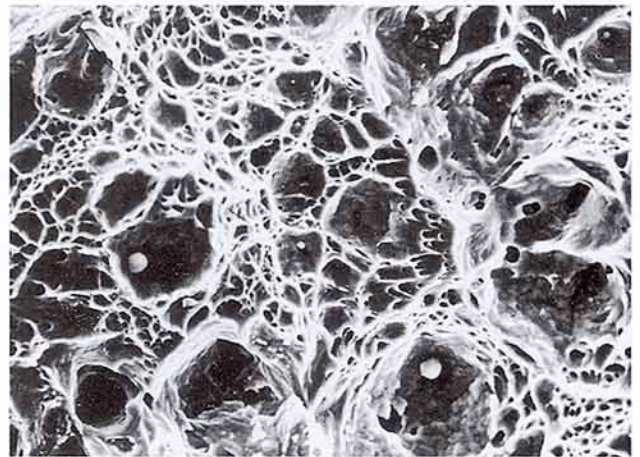
液体窒素（ -196°C ）中で実機相当熱歪を負荷した低サイクル疲労試験を行い、ステンレス鋼の劣化程度を目安とされるマルテンサイト析出量と析出により低下するとされる吸収エネルギー（試験片破断に要するエネルギー）との相関関係を求めた。

（第2図）

その結果、LNG受け入れ回数2,000回における吸収エネルギー量は $7.7\text{kg}\cdot\text{f}\cdot\text{m}$ で、これは技術基準に定める $1.4\text{kg}\cdot\text{f}\cdot\text{m}$ 以上であり、十分な裕度が認められた。また、同負荷回数後の衝撃試験片破面は第3図のとおり延性破面を示し、材質劣化は認められなかった。



第2図 マルテンサイト析出量と吸収エネルギーの相関



第3図 衝撃試験片破面（負荷回数2,000回）

(1) 破壊靱性試験

欠陥（き裂）を仮定し、破壊力学手法により破壊靱性試験を実施した結果、き裂が存在しても急激な破断の可能性がないことが判明した。

3 あとがき

本成果は、現在ローディングアームの設備保全上実施している簡易フェライトスコープによるマルテンサイト析出量測定が、健全性評価に適切な手段であることが確認でき、その測定結果の判定に有効に活用できる。