

(492) 低温タンク用鋼材選定の考え方とその9%Ni鋼への適用

- 9%Ni鋼の脆性破壊挙動 -

住友金属工業株式会社 中央技術研究所  
大阪本社

○ 有持和茂, 大森靖也  
加藤 豊

1. まえがき

最近のLPGタンクの脆性破壊事故を契機に, LPGやLNGタンク用鋼材に要求される性能は著しく苛酷なものとなりつつある。

本報では低温用タンクの破壊安全性に対する考え方と, それに基づく適正な低温用鋼材選定基準を提案し, その1つの適用例として, 9%Ni鋼のLNGタンク用鋼材としての破壊特性を実物タンクの稼動条件に照らして評価し, その安全性を検討したので報告する。

2. 低温用タンクの破壊安全性確保のための鋼材選定に関する考え方

表1. 低温用タンクの破壊安全性と, 低温用鋼材選定に関する考え方

規 制 段 階	衝 撃 値	脆性破壊発生特性	脆性破壊伝播停止特性	
	I	II	III	IV
内 容	従来の経験に基づく 衝撃値規制 (例) $Cv > 2.07 \text{ kg-m}$ 等	検査技術(検出可能な 欠陥寸法)と稼動条件 (設計応力等)により 必要靱性値を規制 (例)溶接部で $\delta_c > 0.1 \text{ mm}$	溶接部で脆性き裂が発生しても周 辺条件(残留応力, 硬度分布等) によりき裂が母材に突入・伝播を 停止 (例)母材で伝播停止し得る脆性き裂 長さ $2C=200 \text{ mm}$	現実的ではないが立溶接部全長に わたって脆性き裂が進展しても, 隣接母材に突入・伝播停止 (例)母材で伝播停止し得る脆性き裂 長さ $2C=2600 \text{ mm}$
LPGタンク	低温用A $\phi$ キルド鋼 特殊加工熱処理または調質型低温用A $\phi$ キルド鋼 特殊加工熱処理または調質型2.5~3.5%Ni鋼			
LNGタンク			9%Ni鋼	

3. 9%Ni鋼及びその溶接部の脆性破壊特性と, LNGタンク用鋼材としての安全性評価例

地上式LNGタンクの破壊安全性確保のために必要な靱性値を, 実物タンクの稼動条件に基づいて計算した結果を表2に示す。一方, 溶接ボンド部の脆性破壊発生特性をCOD試験により, 母材部の伝播停止特性を混成2重引張試験により調べた結果を表3, 図1に示す。いずれもLNG温度に於て必要靱性値を十分上回る特性を示し, 9%Ni鋼はLNGタンク用鋼材として十分な安全性を有することが証明された。尚, 9%Ni鋼の溶接部COD試験では低応力でPop-inの発生することがあるが, その無害性についても議論する。

表2. LNGタンク用鋼材の必要靱性値(設計応力想定)\*

溶接部に必要な靱性 値(発生特性)	母材部に必要な靱性値(伝播停止特性)	
	通常き裂 ( $2C=200 \text{ mm}$ )	長なき裂 ( $2C=2600 \text{ mm}$ )
限界COD, $\delta_c > 0.06 \text{ mm}$	$K_{Ic} > 300 \text{ kg-m}^{-3/2}$	$K_{Ic} > 1100 \text{ kg-m}^{-3/2}$

\* ASME SECⅡ Div 1.

\*\* 実際にはK値の飽和現象により必要K $_{Ic}$ 値は大幅に低下する。

表3. ボンド部COD  
試験結果

温 度	限界COD, $\delta_c$
-162℃ (LNG温度)	0.32 (mm) 0.40 (//) 0.65 (//)

X開先23kJ/cm<sup>2</sup>  
27mm原厚。

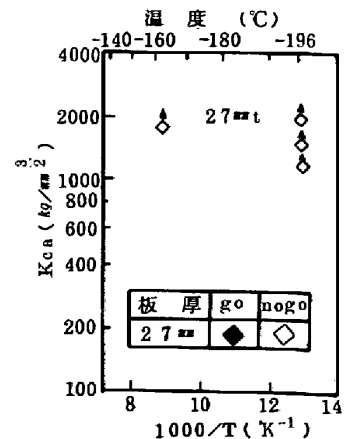


図1. 脆性破壊伝播停止特性