

LNG 地上式タンク向け T ヘッド工法鉄筋の低温性能確認試験

清水建設（株）正会員伊藤 暁

清水建設（株）正会員小谷 龍矢

清水建設（株）正会員○池田 昇平

石油資源開発（株）上井 一宏

石油資源開発（株）米倉 英輔

1. はじめに

現在、石油資源開発（株）は、福島県新地町相馬港に相馬 LNG 基地を建設しており、東北地方太平洋沿岸部への中長期的な天然ガス供給の確保、日本海側との連結による供給安定の確保という目的のもと、平成 27 年 1 月より同 LNG 基地の主要な設備の 1 つとなる貯蔵容量 23 万 kl の LNG 地上式貯槽 1 基（以下、LNG タンクと称す）の建設工事を進めている。

本稿は本 LNG タンクでせん断補強筋として施工性の向上に寄与する「T ヘッド工法鉄筋¹⁾」を採用するにあたり実施した低温性能確認試験の結果について報告する。

「LNG 地上式貯槽指針」（日本ガス協会、2012 年）²⁾ に示される鉄筋の機械定着（T ヘッド工法鉄筋）に求められる性能は、1) 静的耐力、2) 高応力繰返し耐力、3) 施工等に起因する信頼度、4) 低温に対する性能について所定の定着性能を満足すること、である。1) ～3) については、当社既往の試験¹⁾ によって所定の定着性能を満足していることを確認しており、4) 低温に対する性能を確認することを目的に、T ヘッド工法鉄筋の低温性能を確認することとした。

試験方法および試験項目は、「LNG 地上式貯槽指針」に示される要求事項を整理し、その要求性能を満たすよう定めた。試験項目および評価基準を表 1 に示す。なお、今回使用する T ヘッド工法鉄筋「TH25」は、拡張部端部（定着端部）と被拘束鉄筋との距離 h を $1.5d$ 以上と規定されているため（図 1 参照）、拡張部端部（定着端部）からの距離が $1.5d$ 以上の位置の破断であれば、鉄筋母材の破断であるとした。

表 1 試験項目および評価基準

試験項目	評価基準	備考
低温における定着性能	鉄筋端部よりも先に鉄筋母材で破断すること	・ 定着端部からの距離が $1.5d$ 以上の位置の破断であること ・ 試験温度は設計使用温度以下である -40°C 以下とする

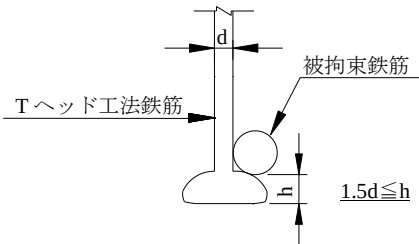


図 1 T ヘッド工法鉄筋の配置概略図

2. 使用材料および試験数量

試験体および試験方法について表 2 に示す。試験体は、本 LNG タンクで採用する株式会社伊藤製鐵所製の鉄筋で加工された T ヘッド工法鉄筋「TH25」D16（SD345）を用いる。試験体の数量は 3 本とした。

表 2 試験体および試験方法

試験体・機材・方法	備考
T ヘッド工法鉄筋	TH25, D16（SD345）, 3 本
試験機	2000kN 試験機（島津製作所製 UHF-2000KNIR）
引張試験方法	JIS Z 2241（2011） 金属引張試験方法
冷却方法	液体窒素



図 2 T ヘッド工法鉄筋（TH25）

キーワード LNG タンク, T ヘッド工法鉄筋, 機械定着, 低温試験
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株)土木技術本部設計第二部 TEL03-3561-3896

3. 試験概要

試験概要図を図 3 に示す。

試験体は、引張治具との接合部にグラウトを入れることで、引張治具による破断がないように処理した。試験体の冷却は、試験体を冷却槽に入れ、冷却槽上部に設置されている液体窒素ガス噴出ノズルから液体窒素ガスを冷却槽内に導入することにより行った。T ヘッド工法鉄筋と治具を固定するため、拡張部にガタツキ防止治具を取り付け、あらかじめグラウトで固定した。試験温度は、 -40°C 以下とし、この温度を 30 分以上保持した後、載荷試験を実施した。また、載荷にあたり、図 3 に示す A、C (両端部)、B (中央部) の 3 点に設置した熱電対により試験温度以下であることを常に確認した。

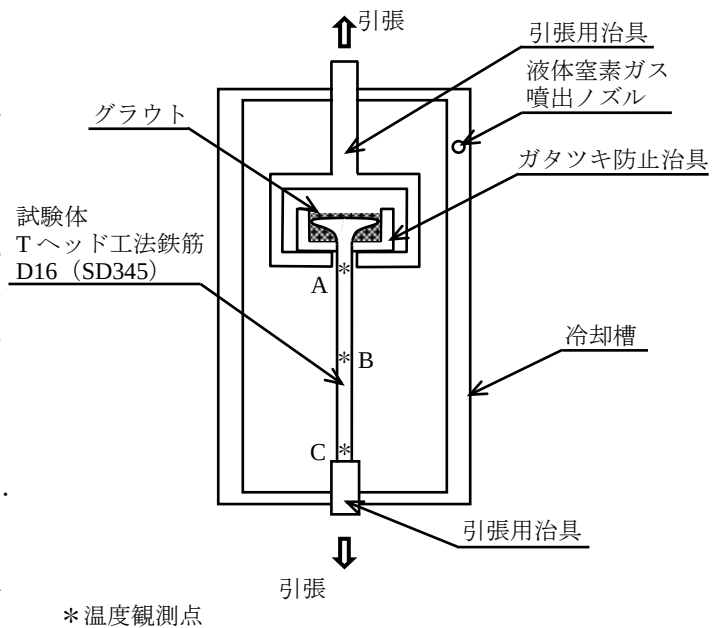


図 3 試験概要図

4. 試験結果

試験結果のまとめを表 3 に示す。 -40°C 以下において、すべての試験体でほぼ同等の引張強さで母材での破断を確認できた(図 4)。試験体 No.1, 2 と試験体 No.3 で、定着端部からの距離(mm)の結果に差が生じた。これは、液体窒素ガス噴出ノズルから放出される液体窒素ガスを冷却槽全体に充填させるタービンや定着部側の引張治具の影響により、 -40°C 以下の範囲で冷却槽内の温度にむらができたためだと推測される。



図 4 試験後の試験体

表 3 試験結果のまとめ

試験体 No.	破断時温度 ($^{\circ}\text{C}$)			引張強さ (N/mm^2)	破断位置	定着端部からの距離(mm) 1.5d 以上(24mm 以上)
	A	B	C			
1	-41.6	-52.5	-65.7	647	母材	70.7
2	-44.1	-51.0	-45.4	646	母材	73.8
3	-53.1	-54.3	-52.2	651	母材	632.0

5. まとめ

T ヘッド工法鉄筋 (D16・SD345) について、「LNG 地上式貯槽指針」の要求性能を満たすことを確認するため低温試験を実施し、設定した評価基準を満足する結果が得られた。現在、相馬 LNG 基地の LNG タンクは、杭打設を完了し、これから躯体構築が始まり 2018 年の施工完了を目指して順調に施工中である。

【参考文献】

- 1) T ヘッド工法鉄筋 建設技術審査証明報告書, 一般財団法人 土木研究センター, 平成 25 年 11 月
- 2) LNG 地上式貯槽指針, 日本ガス協会, 2012 年