

2 種純チタン船殻構造の座屈強度 Buckling Strength of CP Grade 2 Titanium Hull Structure

岩田知明、安藤孝弘、田中義照、松岡一祥
平成 14 年 11 月

日本チタン協会創立 50 周年記念大会展示会

高強度で海洋環境における優れた耐食性を持つチタンは、船体構造材料に適した材料である。しかし、漁船の構造部材としては既に使用されているが、認証基準の厳しい公用船や商船への適用はない。新形式船舶の設計・建造を行う場合には、安全性評価のため船体構造強度を直接計算により求める DBA (Design by Analysis) が主流である。そのため、使用する材料強度・構造強度特性を十分に把握しておくことが合理的な設計を行う上で重要となる。本研究では、座屈実験、有限要素法解析、簡易計算法および残留応力計測により座屈強度について検討を行い、アルミニウム合金の座屈強度と比較し、チタンの優位性を示した。

試験体はパネル、防撓材（アングル材またはフラットバー）および横部材から構成され、実船の上甲板または船底外板を模擬している。パネル板厚は 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 mm である。フラットバーを用いた試験体は防撓材が横倒れ座屈したが、アングル材を用いた試験体はオイラーモードの座屈に移行した。これは、アングル材の振り剛性がパネルの曲げ剛性と比べて極端に高すぎたためで、非効率な応力分布となっていることを現している。0.2% 耐力から計算される理想最大荷重と実験値との比は、フラットバーを用いたものが、0.886 であるのに対し、アングル材を用いたものは、0.641~0.698 であった。

有限要素法解析・簡易計算法により計算された有効応力を実験結果と比較すると、残留応力の影響を考慮した有限要素法解析が、実験結果と良好な相関が得られた。比較的早い荷重段階でオイラー座屈モードに移行した板厚の最も薄い 3.0mm の試験体では、簡易計算法は適用できないことがわかった。また、母材の機械的性質がほぼ同等の基準値を持つアルミニウム合金とチタンの最終強度を比較すると、アルミニウム合金は 123~132MPa であるのに対して、チタンの場合は 190~204MPa であった。

以下に本研究により得られた結論を要約する。

- (1) 機械的性質がほぼ同等の規準値を持つアルミニウム合金材料と比較して、オイラー座屈モードに移行する場合の座屈・最終強度に対するチタン材料の有効性を確認した。
- (2) パネル中央部の圧縮残留応力はパネルの弾性座屈強度を低下させるが、比較的早い荷重段階でオイラー座屈モードに移行する場合、溶接残留応力が最終強度に及ぼす影響はほとんどない。
- (3) 適正な設計を行うため、使用材料の機械的性質を考慮した最適なパネル及び防撓材の板厚比、防撓材間隔の検討が必要である。

(448)

Use of Hydrate for Natural Gas Transportation

--- Introduction of Research Project ---

天然ガス輸送を目的としたハイドレートの利用

--- 研究プロジェクトの紹介 ---

城田英之、疋田賢次郎、中島康晴、太田 進、
高沖達也、岩崎 徹、大垣一成

平成 14 年 7 月

Proceedings of Pacific Congress on Marine
Science and Technology (PACON 2002)

現在、日本で消費される天然ガスのほとんどは -150℃ 以下の低温で液化され、LNG キャリアによって貯蔵・輸送されているが、天然ガスの液化プロセスでは大量のエネルギーを消費する。もしガスハイドレートの高密度ガス包蔵性やその「自己保存性」を効果的に利用することができれば、従来の LNG 方式よりも高温・低圧で天然ガスを輸送できる可能性がある。(例えば、メタンハイドレートが大気圧下で安定的に存在する温度は -80℃ より低いとされているが、実際はそれよりかなり高い温度 (-5℃ 程度) でも準安定的に存在することが報告されており、この性質は「自己保存性」と呼ばれている。)

著者らは、ハイドレートの特質及び荷役形態等について予備検討を行い、ペレット状の天然ガスハイドレートが天然ガス海上輸送の媒体になり得るという明るい見通しを得た。このフィージビリティスタディの結果をもとに、海技研は 2001 年から 3 ヶ年計画で三井造船及び大阪大学とプロジェクト研究を実施している。本論文ではこの概要について紹介する。

また、研究成果の一例として、メタンハイドレートペレットの自己保存性に関する簡易実験の結果を紹介する。大気圧・温度 -5℃ の実験条件では、基準時刻から約 3 日でペレット包蔵ガスのほとんどすべてが抜ける結果となったのに対し、大気圧・温度 -20℃ の実験条件では、ペレットの分解挙動も緩やかであり（自己保存性）、基準時刻から約 3 週間経過したペレットであっても、包蔵ガス量の 90% 以上が残っていた。

以上の実験結果は、船舶輸送を考慮した時間規模（3 週間）においても、メタンハイドレートペレットの自己保存性が維持されることを示しており、天然ガスハイドレートペレットの海上輸送の可能性があることを示唆しているものと考えられる。