

2.1.4 液化天然ガス (LNG) の海上輸送

LNG タンカーは -162°C の LNG を大量に輸送する専用のタンカーで、現在は世界で約 180 隻が就航しています。主な形式は 4 基から 5 基の球形タンクを積載する自立球モス型と、メンブレンと称する薄板の箱型タンクを積載する 2 種類です。LNG タンカーは航海中に一部が蒸発するので、運航に必要な燃料に利用しています。受け入れ基地から近傍の需要地区に転送する小型のタンカーもあります。

1. LNG 船の基本要件

LNG の海上輸送は 1950 年代に始まり、最初は円筒形タンクの内側に保冷用のバルサ材を張ったのですが、LNG が漏洩して失敗しています。次は貨物船を改造した「メタン・パイオニア号」で、1959 年にアメリカのルイジアナからイギリスのキャンベイ島まで LNG を輸送しました。その次はメタンプリンセス号で、1964 年にアルジェリアからイギリスに LNG を輸送しました。LNG タンカーは、いずれも独立した専用タンクを積載する方式で、積荷量は 1 万 1000 トンから 1 万 2000 トンでした。

大型船による輸送が始まったのは 1969 年で、アラスカから日本に LNG を輸送しました。その後、現在に至るまで種々の設計が提案され、次々に建造されてきました。この間に設計と建造の技術だけでなく、運行や保守についても貴重な経験が蓄積されてきました。LNG 船の際立った特徴は積荷である LNG の特性で、第 1 に極低温(-162°C)であること、第 2 に比重が小さいこと(0.42~0.47)、第 3 に蒸発して空気と混合すると爆発する危険性があることです。この特性から LNG 船に求められる設計の要件は次の 5 項目になります。現在、この要件を満たす 3 種類の LNG 専用船 (LNG タンカー) が建造され、順調に運行しています。

- ① 大きなタンク容積を確保できること。
- ② タンクの材料が、 -162°C の極低温に耐えられること。
- ③ タンク自体に保冷構造が必要なこと。
- ④ 大きな温度差による変形に対して、船体の安全性が確保できること。
- ⑤ タンクから LNG が漏れた場合に、船体を LNG の低温と着火の危険性から守れること。

2. LNG タンカーの種類

現在、運航している代表的な LNG タンカーの形式を表 1 に示します。

表 1. 代表的な LNG タンカーの形式

タンカーの形式	開発国
自立球モス型 (MOSS 方式)	ノルウェー
メンブレン型 (GT 方式)	フランス
自立角型 (SPB 方式)	日本

自立球モス型 (MOSS 方式) のタンクは、図 1 に示すような独立した球形で、球形の赤道部を囲うスカートによって船体に固定されています。材質はアルミ合金や 9 %ニッケル鋼、またはステンレス鋼で、断熱材には硬質ウレタンフォームやグラスウールが使用されています。現時点で 15 万 m^3 クラスが多く就航していますが、最大規模のタンカーは 18 万 m^3 を超えています。

自立球モス型の特徴は下記です。

- ① タンクの表面積が小さいので入熱が少なく、LNG の蒸発ガス (BOG) 発生量が少ない。
- ② 力学的な構造解析が容易なので、安全性を確保しつつタンクの肉厚を薄くできる。

- ③溶接箇所が少ないので建造の工期が短い。ロボット溶接にも対応しやすい。
- ④船体が多少ひずんでもタンクは変形しないので、衝突や座礁時にも漏洩が起きにくい。
- ⑤荒波によるタンク内部のスロッシング（液揺れ）に強く、中間液位ぐらいいでも航海が可能。
- ⑥船倉に検査や保守のスペースを確保しやすい。
- ⑦突出部があるので、船の前方視界が悪くなる。
- ⑧球形なので船倉の空間利用率が低い。
- ⑨甲板上での球形タンク製造に高度な技術が必要。

メンブレン方式の特徴は下記です。

- ①船倉の空間利用率が高いため積載量が多く、甲板上の突出部を最小限に抑制できる。
- ②タンク自体の熱容量が小さいので、積卸し時の熱損失が少ない
- ③タンクの外部からは、検査や保守が行えない。
- ④メンブレン、防熱材、2次防壁の取り付けに技術的に高度な作業が必要になる。

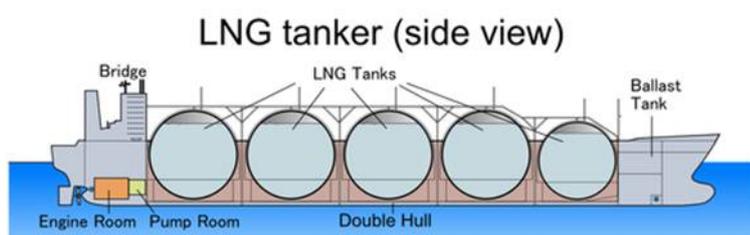


図 1. 自立球モス型 LNG タンカー

メンブレン型 (GT 方式) は図 2 に示す構造で、タンクはメンブレンと呼ばれる金属薄膜で造られています。GT 社のメンブレンは厚さが約 0.7mm で、36%のニッケル鋼を使用しています。一方、

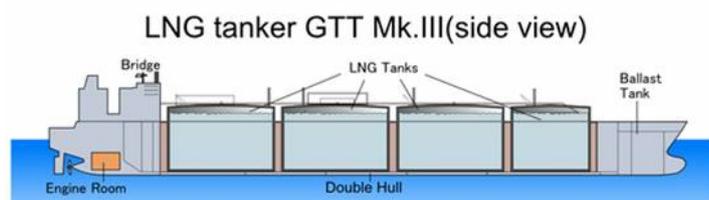


図 2. メンブレン型 LNG タンカー

テクニガス社 (現 GTT 社) のメンブレンは厚さが 1.5mm で、ステンレス鋼を使用しています。ステンレス鋼の場合は、タンクのメンブレンを 2 層にし、その間に断熱材を挟んでいます。断熱材には木板およびパーライトが広く使用されています。現在は約 15 m³ クラスが多く就航していますが、最大規模のタンカーは 26 万 m³ を超えています。

自立角型 (SBR 方式) は、複数の自立タンクを甲板の下に設置しています。このため、モス型に比較して風圧の影響が少なく中間液位での航行も可能で、衝突にも強い点が特徴です。タンクの構造としては、メンブレン型 (GT 方式) と大きな差はありません。

現時点で就航している LNG タンカーは、自立球型モス型とメンブレン型を中心に約 180 隻です。LNG タンカーは、航海中に 1 日あたり 0.15%~0.2% の LNG が蒸発し、蒸発総量は航海日数に比例します。このため、航海日数を短くできるように、巡航速度は約 19 ノットと通常の油槽船に比べて高速にしています。なお、蒸発ガス (BOG) は、運航用の燃料に利用しています。LNG の受入基地から、他の需要地に転送する容積の小さい短距離用のタンカーもあります。2 次輸送タンカーは、LNG の蒸発を少なくするために圧力を高めて運航します。このため蓄圧式 LNG タンカーとも呼ばれています。タンクは横置きのパネル型で、材質はアルミ合金です。断熱材はフェノール樹脂とウレタンを組み合わせたパネルタイプが使用されています。

(おわり)

参考 : Wikipedia(タンク画像)、他