

地下式LNGタンクでの重質LNG受入方法確立に向けた取組み

多種多様なLNGを安定的に受入れるための受入方法確立

Studies to Establish a Procedure for Storing Heavy LNG in Underground Storage Tank

Establishing Safety Guidelines for Storing Several Different LNG

(知多エル・エヌ・ジー株式会社 LNG事業本部 技術管理室)

当社の知多LNG事業所は、中部電力(株)の火力発電用燃料基地である。LNG貯蔵タンクとして地上式タンク6基と地下式LNGタンク1基が設置されている。この内、地下式LNGタンクで密度の高い重質LNGを受入れる場合、従来の受入方法では不具合が発生する可能性があることが判明した。そこで新たな受入方法確立に向けた取組みを行った。

(Technology Management Office, LNG Division, Chita L.N.G. Co., Ltd.)

The Chita LNG terminal of our company is one of fuel stations for thermal power plants with Chubu Electric Power Co., Inc. We have LNG storage tanks (6 ground tanks and an underground tank) in this terminal. Recently, we realized that some failures could occur when an underground storage tank containing LNG is further filled with a higher density LNG by conventional procedures. Therefore, we conducted a study in order to establish a new procedure for safely storing LNG with different densities.

1 はじめに

LNGとは、メタンを主成分とした天然ガスを液化したものであり、その組成や密度は産地によって異なる。

知多LNG事業所では、近年様々な産地からLNGを受入れるようになったため、貯蔵LNGと受入LNGの混合技術が非常に重要である。受入時の混合を適正に行わないと、後述する「層状化」および「ロールオーバー」といった現象が発生する恐れがある。

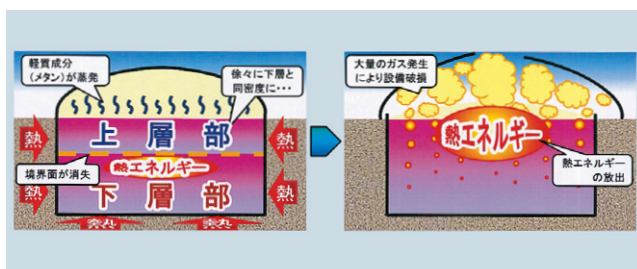
2 層状化とロールオーバーについて

重質LNGを受入れる場合に受入方法を誤ると、貯蔵している軽質LNGの下に受入れた重質LNGが入り込み、2つの層に分離してしまう。この状態を「層状化」という(第1図)。



第1図 層状化

層状化してしまうと下層部の熱は上層部へ伝わりにくい状態となるため、外部からの入熱が熱エネルギーとして下層部に蓄積されていく。一方上層部では外部からの入熱によりLNGの成分で沸点の低いメタンが蒸発していく。メタンはLNGの成分では密度が低い軽質成分であり、それが蒸発することにより上層部のLNGは徐々に密度が高くなり重質化していく。

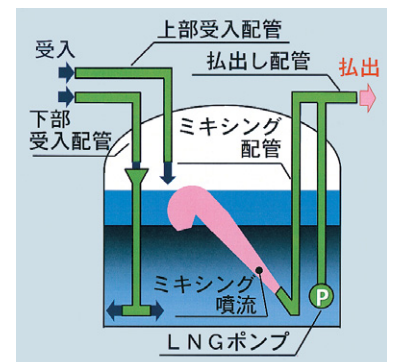


第2図 ロールオーバー

やがて上層部の密度が下層部の密度と同じになると、2つの層の境界面が無くなり、下層に蓄積されていた熱エネルギーが放出され大量のガスが発生し、最悪の場合は設備の破損を招く恐れがある。この現象を「ロールオーバー」という(第2図)。

3 従来の受入方法とその問題

従来のLNG受入方法は下部受入配管のみで受入れ、重質LNGを受入れる場合はLNGポンプによる攪拌(以下:ミキシング)を行っていた。この受入方法であれば重質LNGの受入れは問題無いと考えられてきたが過去のデータを調査した結果、従来の受入方法では層状化する可能性があることが判明した。これを受けタンクメーカーより上部受入配管の使用を推奨された。しかし上部受入配管は、本来液面にLNGを落下させてガスを発生させ、タンク内のガス層圧力を制御する目的で設置され



第3図 地下式LNGタンクの構造

たが、これまで試運転以来使用実績はない。そのため密度差を解消する目的での検討は行われていなかった。そこで上部受入配管を使用するにあたり、検討すべき事項を洗い出した結果、次の2項目の検討が必要となった。

- ① 上部からの受入れによるタンク底板への影響。
- ② 上部受入配管使用によるタンク内混合の可否。

この内①に関してはLNGタンク底板の強度評価を行うとともに、残留LNGのクッション効果による衝撃の緩和を算出し、問題無いことが確認できた。

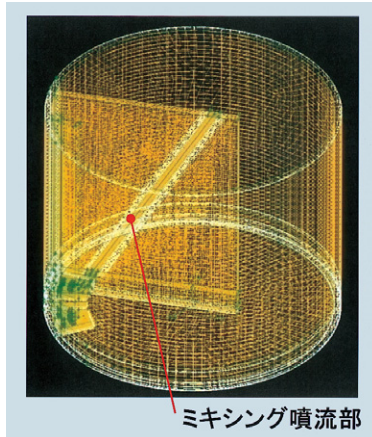
次に②については計算式などで容易に求められるもの

ではないことから、中電グループの(株)中電シーティーアイに委託してシミュレーションを実施した。

4 LNG混合シミュレーションの実施

(1)シミュレーションモデル作成

シミュレーションを行うには、まず対象物の形状を再現したモデルを作成し、メッシュを生成(六面体毎に分割)する。解析はメッシュごとに行っていくが、メッシュの細分化による精度向上と解析時間は相関関係となる。そこで今回採用したのが必要な部分のみメッシュを細かくする方法である。具体的には速度の早いミキシング噴流部分のみメッシュを細かくすることで高精度且つ短時間の解析が可能となった(第4図)。



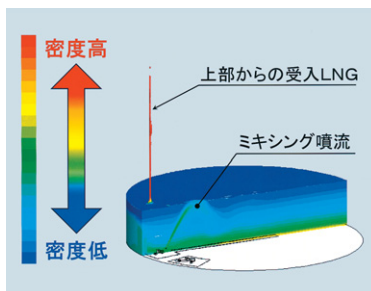
第4図 メッシュ全体図

(2)シミュレーション方法の検証

先に作成したシミュレーションモデルで、実機に即した解析ができるか確認するため、過去の下部受入の実績データと同条件でシミュレーションを行い、実績データと比較してシミュレーション方法の検証を行った。

(3)シミュレーションの実施

解析ケースとして、貯蔵LNGと受入れる重質LNGの密度差が5%、10%、14%の3ケースと、受入設備定期点検中の受入方法(定格受入量の2/3)で各ケース毎の、合計6ケースでシミュレーションを実施した。



第5図 シミュレーション実施例

(4)実施結果

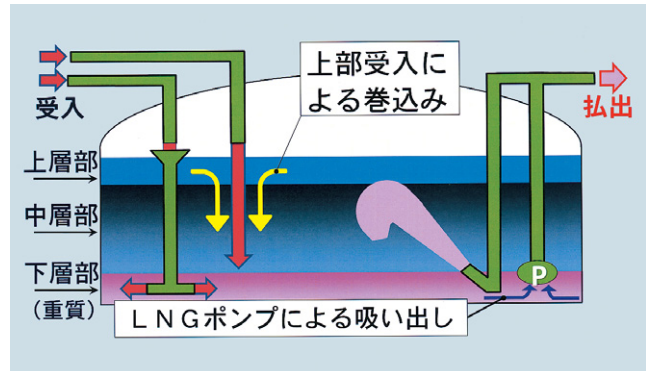
通常の方法では、5%・10%とも混合したが、14%は完全に混合するに至らなかった。しかし受入量が定格の2/3となる受入設備定期点検中の受入方法では全てのケースにおいて混合することが確認できた。

第1表 シミュレーション結果

密度差	通常の方法	定格受入量の2/3
5%	○(混合)	○(混合)
10%	○(混合)	○(混合)
14%	×(未混合)	○(混合)

(5)考察

受入系統は上部受入配管のみでは定格の受入量を受入れられないので、下部受入からも受入れる系統となる。そのためミキシングの効果が得られないミキシングノズルより下の層に重質LNGが溜まってしまふ。その層からLNGを吸い出してミキシングを行うため、受入LNGの密度が高いほどミキシングの噴流が液面まで届かなくなる。これにより上層・中層・下層の3層に層状化してしまふ。



第6図 シミュレーションの考察

これを解消していたのは上部受入による効果とLNGポンプによる吸い出しの効果であった。上部受入による効果は、上部受入配管から落下したLNGが液面到達後周囲のLNGを巻き込みながらタンク中・下層部へ流入しており、上層部と中層部の密度差を小さくしている。上部受入によって劇的に混合する結果にはならなかったが従来の受入方法では混合できない上層部のLNGを混合させる効果がある。次にLNGポンプの吸い出しにより下層部の重質LNGが解消され、ミキシングとして使用するLNGの密度が低くなることから、その噴流が高くなっていく。これら二つの効果によりタンク全体が混合する結果となった。

(6)まとめ

重質LNGの受入は、従来の下部受入に上部受入を併用し、ミキシングおよび払出しを十分行うことが重要である。また密度差14%の重質LNGを受入れる場合は上記対策に加え受入量を定格の2/3に抑えることが必要である。

5 今後の展開

シミュレーションでは良好な結果が得られたことから今後は実際に受入れを行い、シミュレーション結果の検証を行っていく。

原子力発電の先行きが不透明な中、LNG基地としての役割は今まで以上に重要になるとされるため、地下式LNGタンクへの重質LNG受入方法を確立させ、LNGの安定供給に努めていく。



執筆者/山本直紀