

LNGタンクの異種LNG受入方法確立に向けた取組み

シェールガス、CBMなど、超軽質LNG受入を見据えた安全受入の確立へ

Initiatives to establish an acceptance method for introducing different types of LNG into an LNG tank

Aiming at the establishment of safe acceptance for shale gas, CBM, and other ultra-light LNG

(知多エル・エヌ・ジー株式会社 技術部 製造課)

当社は中部電力(株)の火力発電用燃料基地であり、大量のLNGを受入れ貯蔵している。性状の異なるLNGを受入れる場合、タンク内の混合に懸念があるため、一部の受入を制約してきた。しかし、昨今のLNG需要増加により更に性状の異なるLNGの受入れが求められることから、それらを安全に受入れるため、当社で行った取組みを紹介する。

(Production & Supply Section, Technical Department, Chita L.N.G. Co., Ltd.)

As the fuel base for the thermal power generation of the Chubu Electric Power Co., Inc., Chita L.N.G. receives and stores an enormous quantity of LNG. Receiving LNG with different densities presents technical and safety issues when they are mixed together in a tank; therefore, restrictions have been in place for some types of LNG. Recently, however, the increasing demand for LNG requires the company to receive more types of LNG with different densities; to receive such LNG safely, the company has implemented an initiative as described below.

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。

従来は産地が限定されていたが、近年様々な産地からのLNGを受入れることから、貯蔵LNGと受入LNGの混合が非常に重要である。受入時の混合を適正に行わないと「層状化」および「ロールオーバー」といった現象が発生し大量のガス放出および設備破壊につながる恐れがある。

2 従来のLNG受入方法と問題点

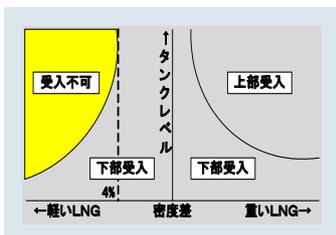
当社には地上式タンクが6基、地下式タンクが1基あり、それぞれ受入方法が異なる。

(1) 地上式タンク

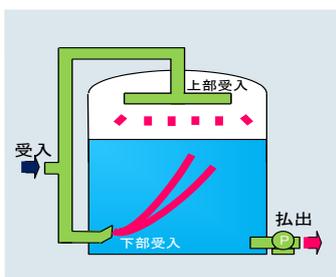
地上式タンクの受入れは、運開当初に実際の受入実績を基に作成した「受入基準カーブ」によって受入方法を判断している(第1図)。

貯蔵LNGより重いLNGの受入れは上部受入または下部受入、貯蔵LNGより軽いLNGは下部受入を行ってきた(第2図)が、密度が4%以上軽いLNGは受入実績がなく混合可否の確認ができていないため受入不可として運用してきた。

しかし、昨今のLNG軽質化に伴い、これまで受入不可としてきた領域での受入れが必要となってきた。



第1図 地上式タンク受入基準カーブ



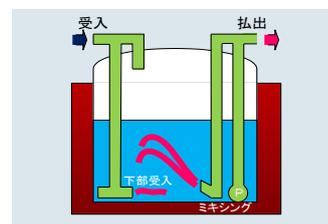
第2図 地上式タンク受入

(2) 地下式タンク

地下式タンクは、受入れる密度に関わらず下部受入を行ってきた。軽いLNGは、比重差により上昇しながら混合することから、これまで8%以上の密度差でも問題なく受入れできることを確認している。

一方、重いLNGの場合は、受入れたLNGが下層部に留まり上層部と混合しないことから、ジェットミキシングによる攪拌(以下、ミキシング)により強制的に混合させる受入を行ってきた(第3図)。

しかし、密度差が5%を超える重いLNGの受入れでは、ミキシングの噴流が上層部まで到達せずタンク内で上層部と下層部に層状化してしまう経験をした。



第3図 地下式タンク受入

そこで、新たな受入方法を確立すべく、地上式タンク同様、上部受入について検討したが、これまで使用した実績がないうえ、地下式タンクは全受入流量の50%しか上部受入できない設備となっている。

このため、上部と下部を組み合わせた上下部併用受入+ミキシングにて受入れする必要があるが、密度差が大きい場合の混合に懸念がある。

(3) 現状の受入方法および受入時の混合評価

地上式、地下式タンクとも、現状の受入れでは密度差が大きな受入時の混合には懸念があることから、混合方法の確立が求められる(第1表)。

第1表 現状の受入方法および受入時の混合評価

| タンク | 受入LNG | 受入方法 | 受入時の混合評価 |
|--------|-------|------------|--------------------|
| 地上式タンク | 軽いLNG | 下部受入 | 密度差4%以上は混合不明(受入不可) |
| | 重いLNG | 上部 or 下部受入 | 混合に問題なし |
| 地下式タンク | 軽いLNG | 下部受入 | 混合に問題なし |
| | 重いLNG | 下部受入+ミキシング | 密度差5%以上は混合不可 |

3 シミュレーションによる混合確認

地上式タンク、地下式タンクと、いずれも密度差が大きなLNGを、実機で受入れるにはリスクが大きいことから、シミュレーションによる混合可否の確認を行った。

(1) 地上式タンク

これまで受入不可としてきた密度差4%以上の軽いLNGの受入れ領域にてシミュレーションした。

その結果、密度差が大きくなるほど混合に時間がかかるものの、密度差10%の受入れにおいても、最終的には密度差1%以内に混合し、層状化しないことを確認した。

(2) 地下式タンク

地下式タンクは、受入実績のない上下部併用+ミキシングでの受入れにて、過去に混合しなかった密度差5%以上の重いLNG受入れを、シミュレーションした。

その結果、地上式タンク同様、密度差が大きくなるほど混合に時間がかかるものの、密度差10%の受入れにおいても、受入終了3時間後には密度差が1%以内となり混合することが確認できた。

また、密度差解消までにかかる時間は、受入密度差やタンクレベルに関わらず、ほぼ同じになることも確認できた。

この結果から、これまで受入不可としてきた密度差4%以上軽いLNGの受入領域においても確実に混合し、受入可能であるとの確証を得ることができた。

(2) 地下式タンク

地下式タンクは、密度差3%の重いLNG受入れから5%、7%と徐々に密度差の大きな受入確認を実施した結果、密度差が最も大きい7%の受入れにおいても受入開始6時間後には、密度差が1%以下となり、受入開始から早い時間で混合することが確認できた。

これにより、地下式タンクは、上下部併用+ミキシングの受入れが、重いLNG受入時の混合に有効であり、今後、実運用化できることが確認できた(第3表)。

第3表 地下式タンク受入確認結果(密度差の推移)

| 経過時間 | 受入ケース | シミュレーション | | 実際の受入確認 | | |
|-------|---------|----------|------|---------|------|------|
| | 受入密度差 | 5% | 10% | 3% | 5% | 7% |
| 最大密度差 | 受入中 | 5.8% | 23% | 2.9% | 5.2% | 7.0% |
| | 受入開始6h後 | 3.3% | 6.2% | 0.6% | 0.8% | 0.8% |
| | 受入終了時 | 1.2% | 3.9% | 0.5% | 0.6% | 0.8% |

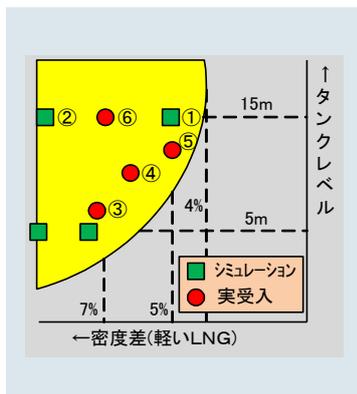
4 実際の受入れによる混合確認

シミュレーションにて、密度差が大きな受入れも混合可能であることが確認できたことから、実際の受入れにてタンク内の混合確認を実施した。

なお、実際の受入確認では、万が一、受入中に混合しない場合、直ちに受入れを中断し、層状化を早期に解消できるように、層状化の判定基準および層状化後の対応策を策定した上で受入れを実施した。

(1) 地上式タンク

これまで受入不可としていた領域にて、密度差、タンクレベルの異なる受入れを4回実施した結果、いずれも受入終了時には密度差が1%以内となり層状化することなく混合することが確認できた(第4図)(第2表)。



第4図 実際の受入確認

第2表 地上式タンク受入確認結果(密度差の推移)

| 経過時間 | 受入ケース | シミュレーション | | 実際の受入確認 | | | |
|-------|---------|----------|------|---------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| 最大密度差 | 受入中 | 4.6% | 8.2% | 2.9% | 2.8% | 1.9% | 2.8% |
| | 受入終了時 | 1.8% | 7.5% | 0.6% | 0.9% | 0.3% | 1.0% |
| | 受入終了5h後 | 1.2% | 3.5% | 0.5% | 0.3% | 0.4% | 0.5% |

(3) 今後の運用性拡大

地上式タンクについては、密度差、タンクレベルに関わらず受入れが可能なが確認できた。

一方、地下式タンクは、これまでLNG船を単独で受入れられる運用としており、受入時には、タンクレベルを運用下限の5mまで下げ、受入れをしてきた。

しかし、大型LNG船の受入れやLNG需要の増加による受入回数の増加により、LNG船を地下式タンクと地上式タンクに分割して受入れする運用が求められる。これにより、地下式タンクにおいても、これまで経験のない高レベルからの受入れが必要となることから、今後、高レベル受入時に関する検討を進め、混合範囲を明確にするとともに、運用性の拡大を進める。

5 まとめ

従来から懸念されていた、密度差の大きな異種LNG受入時の混合については、地上式タンク、地下式タンクともに受入時に混合されることが確認できた。

今後は、地下式タンクにおける高レベルでの受入れなど更なる検討と受入確認を重ね、将来、受入れが想定されているシェールガスやCBM(コールベットメタン)などメタン濃度が100%に近い超軽質LNGにおいても安全に受入れられることができるLNG基地運用のフロンティアを目指す。



執筆者/榊原紀之



執筆者/安藤憲一郎