



LNGプラントの大規模気流解析 —Hot Air Recirculation現象の解析—

研究・開発機関 : 日揮株式会社
 利用施設 : FOCUSスパコン Aシステム
 計算規模 : 解析時間 10348.8s (= 約 3hr)
 利用ソフトウェア : Helyx-SAS、OpenFOAM (Engys Edition)、ANSYSライブラリ

Before

- 空冷式熱交換器の性能は LNG の生産量に直結しています。空冷式熱交換器の高温排気が吸気側に巻き込まれることによって、熱交換性能が低下する問題があります。
- この問題を解決するためには、流体解析を用いて広大なプラント敷地全体を対象に解く必要があります。数多くの風向や風速でパラメータスタディを行うため、社内の計算機を使用すると多大な計算時間を要しました。

After

- FOCUSスパコンの利用によって、計算時間を約 1/20 に短縮させることが可能になり、流体解析のリードタイムを大幅に短縮することができました。
- これに伴い、高温空気の吸気を最小限に留めるための機器配置の最適化、設計マージンの調整を迅速に行えるようになりました。

背景と目的

採掘された天然ガスをマイナス 162℃まで冷却し、液化することによって初めて LNG(Liquefied Natural Gas) タンカーでの輸送が可能となります。

LNG を液化する際に利用する冷媒(プロパン、混合冷媒)は数百基の空冷式熱交換器を用いて冷却しますが、その排熱が再び熱交換器に吸い込まれて性能

低下を引き起こす問題(Hot Air Recirculation:HAR)があり、いかに冷たい外気のみを吸い込ませるか設計および運用上の重要なポイントになります。

そこで、事前に空冷式熱交換器および周辺装置の配置最適化や設計マージンの検討、あるいは風向・風速の変動や機器・構造物の配置変更が効率に与える影響を計算機シミュレーションにより把握することは非常に重要になります。



写真1 LNGプラント(1)

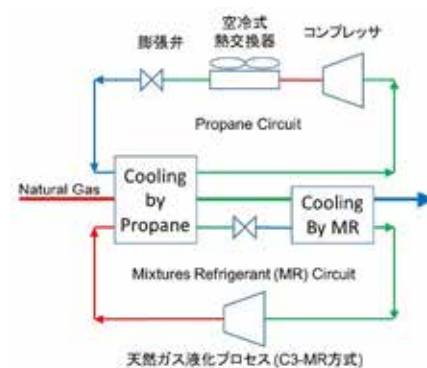


図1 LNGプロセス

利用成果

HAR が起こる原理を図2に示します。吸気側の冷風が空冷式熱交換器により LNG から熱を奪い高温排気として上昇します。しかし、風などの影響により排気の一部が、同一のあるいは隣の熱交換器吸気側に巻き込まれ、本来低温の吸気が昇温し熱交換の効率を悪化させ、最終的には LNG の生産量に影響を与えてしまいます。(図3)

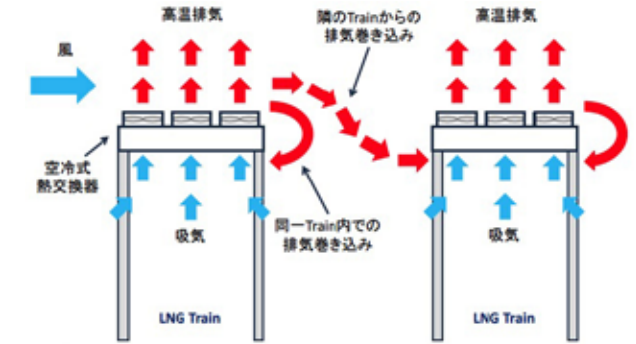


図2 HAR が起こる原理

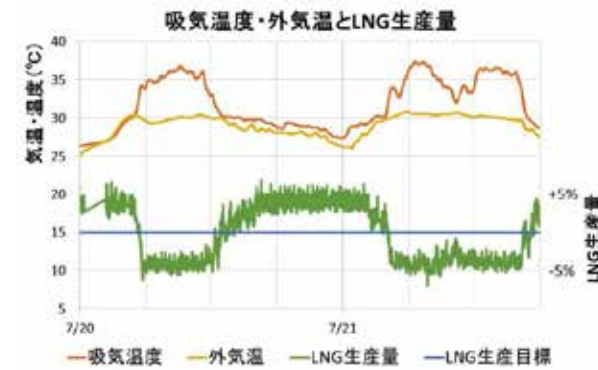


図3 吸気温度と LNG 生産量との関係(1)

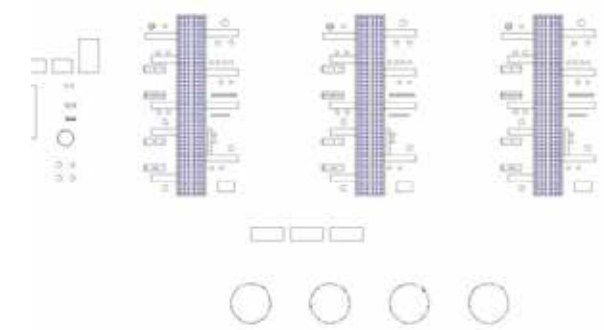


図4 LNGプラントのモデル化

計算機シミュレーション向けの LNG プラントのモデル化を図4に示します。機器、建物、タンクなどは円柱や直方体などの組み合わせでシンプルにモデル化しました。パイプは圧力損失を与えるために多孔質体を用い、空冷式熱交換器、ガスタービンの吸気・排気は流速境界条件を用いています。

図5は東南東の風 5m/s が吹いている場合の空冷式熱交換器の排気・吸気面からの流線を計算したものです。流線の色は温度を表しています。このようにさまざまな条件における流線や温度分布を求めることができます。

図6に風向きが変化した場合の吸気温度分布を示します。わずかの風向きの変化でも吸気温度分布が大きく変動していることが分かります。

従来、数日かかっていた計算が FOCUS スパコンを用いることにより数時間で解析可能となり利用が容易になりました。また、その結果と風向風速分布などを照らし合わせて、機器配置、設計温度マージンなどを最適化することが可能となりました。

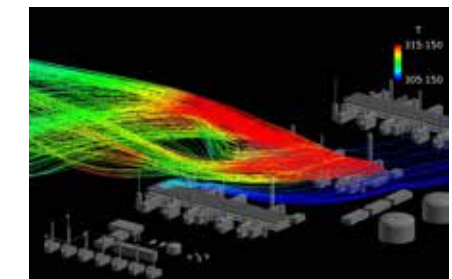


図5 計算結果(排気・吸気面からの流線)

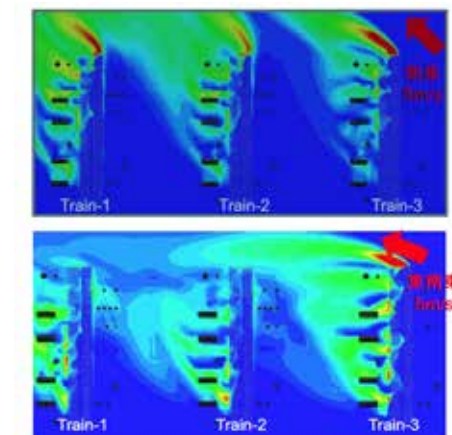


図6 計算結果(風向きによる温度分布変化)

出典:(1) S. Shaari, K. Kubota, "Understanding of Hot Air Recirculation Phenomena in Air-Cooled Base Load LNG Plant", LNG17 Conference, 16-19, Apr., 2013