

燃料ガス導管中の異物除去技術の開発

燃料ガス導管内での異物挙動の解析

Development of foreign particle matter removal technology for fuel gas pipeline

Analysis of foreign particle matter behavior in fuel gas pipeline

(電力技術研究所 機械G)

燃料ガス導管内の異物の挙動解析を行い、慣性集塵効果を利用して効率的に異物を除去する配管構造を開発した。これにより、燃料ガストレーナ^{*1}の閉塞に伴う発電設備の非常停止の回避を可能とした。以下にその概要を紹介する。

※1 内蔵しているスクリーンと呼ばれるメッシュ状の網により、配管内部を流れる燃料ガス中の異物を分離・除去する部品

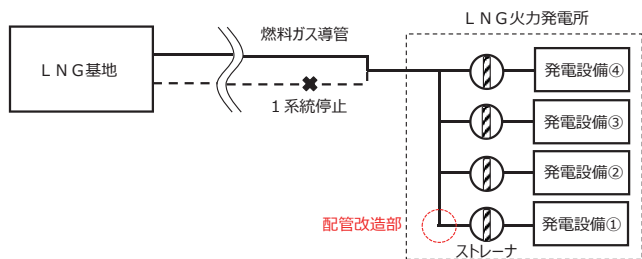
(Mechanical Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

We analyzed the behavior of foreign particle matter in fuel gas pipeline and developed a piping structure that efficiently removes foreign particle matter by inertial dust collection. This made it possible to avoid an emergency shutdown of the power generation equipment due to the blockage of the fuel gas strainer^{*1}. Below is an overview of this.

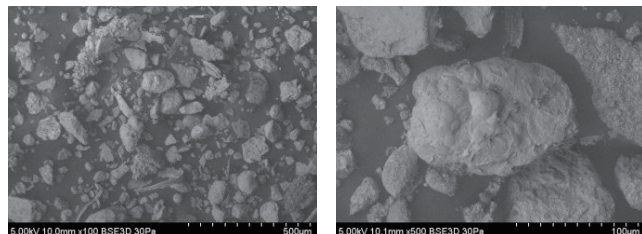
* 1 A part that separates and removes foreign particle matter in the fuel gas flowing inside the pipeline with a built-in screen.

1 研究の背景・目的

LNG火力発電所のガスタービン発電設備で使用する燃料ガスは、LNG基地から燃料ガス導管にて供給されている(第1図)。この燃料ガス導管は2系統あり、通常併用しているが、工事のため1系統ずつ停止する計画があった。そこで、1系統運用を事前に実施したところ、ガス流速の上昇により管内に付着・滞留していた異物(第2図)が剥離・流動し、燃料ガス導管の末端に位置する発電設備の入口燃料ガストレーナを急速に閉塞させ、ストレーナの差圧が急上昇して、発電設備を非常停止する事態が生じた。そこで、流体解析により燃料ガス導管内の異物挙動を解析し、ストレーナ上流側で異物を効率的に除去する配管構造の検討を行った。



第1図 燃料ガス導管の概略図

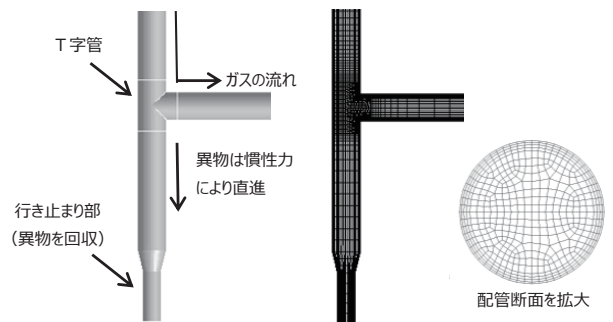


第2図 燃料ガス導管内の異物の外観
(右図は左図の一部を拡大した画像)

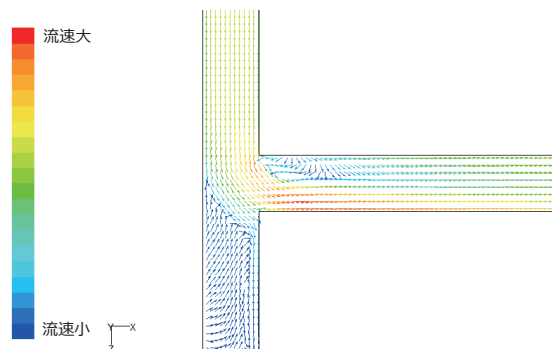
2 研究の概要

(1) 解析方法

第3図に解析対象とした配管構造(基準モデル)の概略形状とそのメッシュ図を示す。この基準モデルでは、簡易な配管改造で異物回収効果が期待できるようにするため、ストレーナ上流の垂直配管の曲がり部をT字管とし、慣性集塵効果により行き止まり部で異物を回収する構造とした。異物挙動の解析にあたっては、まず燃料ガスのみで流体計算を行い、T字管内の流れ場(流速ベクトルなど、第4図参照)を求めた後、その流れ場をもとに粒径別に異物挙動の計算を行った。なお、今回の解析には、流体解析で実績が豊富な汎用ソフトウェアを使用した。



第3図 基準モデルの概略形状(左)とメッシュ図(右)



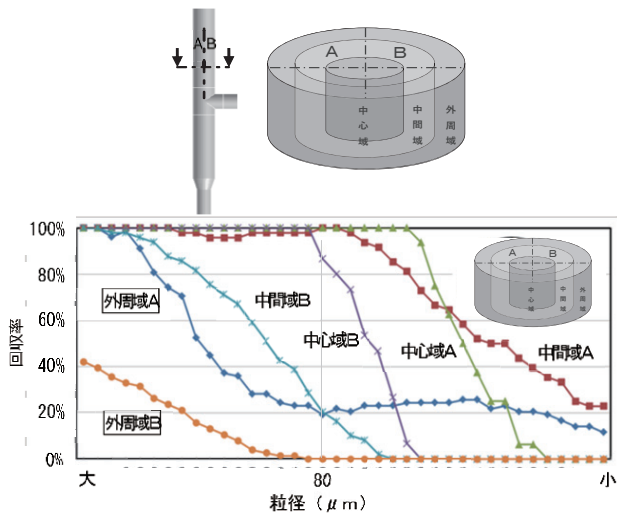
第4図 基準モデルの流速ベクトル図

(2) 基準モデルの解析結果

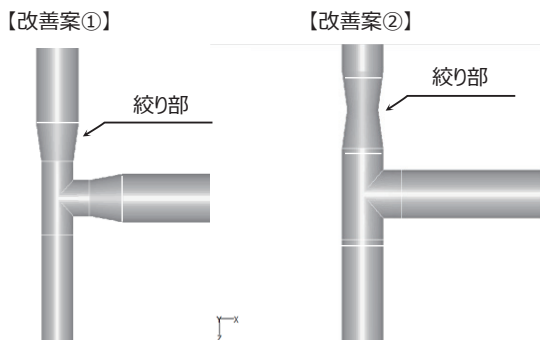
第1表に基準モデルの解析結果を示す。行き止まり部での全異物の回収率は39%とあまり高い値ではなかったが、ストレーナのメッシュ径よりも大きい異物（粒径 $80\mu\text{m}$ 以上）に対しては60%以上の回収率となった。このことから、垂直配管の曲がり部をT字管に改造することで一定程度の異物除去効果が期待できることを確認した。しかし、より確実な効果を得るためには、回収率向上を図る必要があると考え、配管断面を半径方向に3領域（中心域、中間域、外周域）、さらにそれぞれの左右を2領域（A、B）に分割し、各セクションの回収率を調査した。その結果（第5図）、粒径 $80\mu\text{m}$ 以上の範囲において外周域の回収率は中心域や中間域よりも低いことが判明した。これは、外周域を流動する異物の管内ガス流速が中心域や中間域よりも遅く、慣性力が小さいため、燃料ガスとともに異物がストレーナ側に流入しやすい傾向となるためと考えられた。そこで、外周域を流れる異物を中心域に集めることで回収率の向上が可能になると考え、T字管上流の配管径を絞った2つの改善案（第6図参照）についてさらに検討することとした。

第1表 基準ケースの解析結果

全異物の回収率	39%
$80\mu\text{m}$ 以上の異物の回収率	61%



第5図 配管断面での異物粒径と回収率の関係



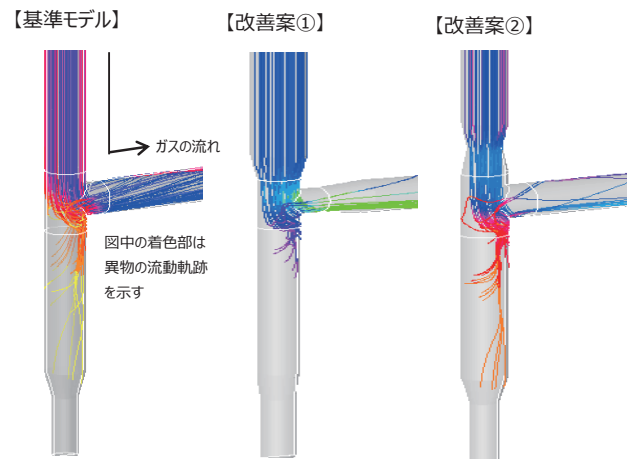
第6図 改善案①、②の概略形状

(3) 改善案の解析結果

第2表に各改善案の解析結果、第7図に異物の流動軌跡の例を示す。基準モデルと比較して、改善案①ではわずかに回収率が向上するものの大きな改善効果は得られず、また、絞り部の設置に伴う圧力損失も大きくなった。一方、改善案②では大幅に回収率を向上させることができ、かつ圧力損失の上昇も抑えられることを確認した。

第2表 解析結果

	基準モデル	改善案①	改善案②
全異物の回収率	39%	40%	54%
$80\mu\text{m}$ 以上の異物の回収率	61%	63%	85%
圧力損失	8.6kPa	30.2kPa	10.5kPa



第7図 異物の流動軌跡例

(4) 実機での効果検証

解析結果をもとに、ストレーナ上流の配管曲がり部を改善案②の配管構造に改造した。改造後、燃料ガス導管の1系統運用を行った結果、異物の回収率は90%となり、解析結果を上回る異物回収効果が得られた。

3 まとめ

簡便でかつ高い回収効果が得られる配管構造の開発により、ストレーナの急激な差圧上昇を抑制し、発電設備の非常停止を回避することができ、また1系統での安定運用が可能となった。

今回開発した配管構造は、今後の火力発電所建設工事等に採用することで異物流入対策を図ることが可能であり、より信頼性の高いプラント開発が期待できる。

参考文献

- 1) 特許第6007014号 (2016.9.16)