

富山新港火力発電所 2号機ガス焼き改造工事の概要

堀田 良和*¹

1. はじめに

富山新港火力発電所は、石炭を燃料とする石炭1、2号機（25万kW×2基）と重原油を燃料とする1、2号機（50万kW×2基）の計4基の電源構成で、北陸電力管内最大出力の火力発電所として30年以上の長期にわたり電力の安定供給を支えてきた。また近年では、電源の多様化と二酸化炭素排出量の更なる低減のため、経年化が進んだ石炭1号機の後継としてLNGを燃料とするコンバインドサイクル発電設備（LNG1号機、42.47

万kW）を建設した（2018年11月営業運転開始）（第1図、第2図）。

LNG燃料の導入により必要となったBOG^{注1}の処理、更に、燃料の多様化による安定供給、二酸化炭素排出量の低減による環境性の向上を目的とし、2号機ボイラを、BOGを含むLNG気化ガス（以下、ガス）燃焼が可能なボイラへと改造を行った。本稿では、工事内容の紹介とともに、試運転時に発生した燃焼振動を除去するまでの試みについて報告する。

2. 計画のあらまし

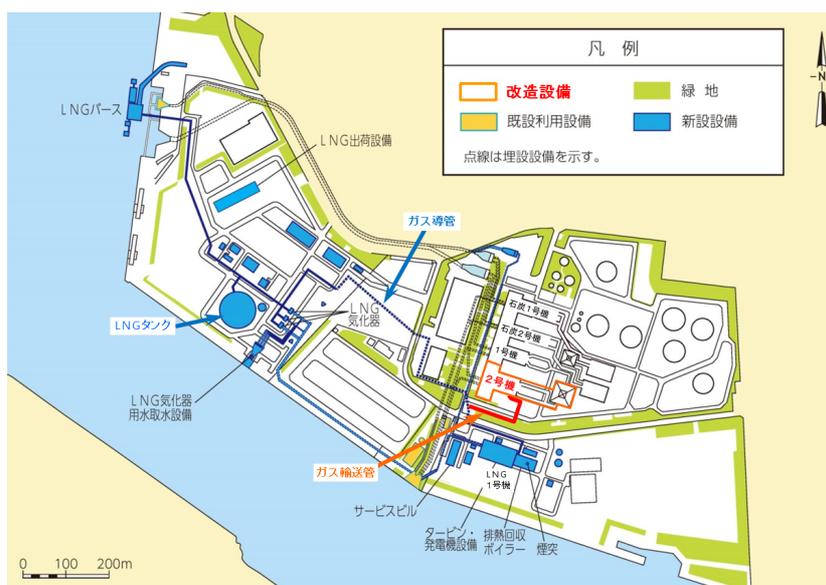
2号機は1981年に営業運転を開始したDSS運用可能プラントであり、本機を改造対象とし、以下の方針にて改造計画を進めた。

- ・燃焼の種類は3パターン
（重原油専焼、ガス専焼、ガス-重原油混焼）
- ・各燃焼パターンで改造前と同等の運用性確保
（最大負荷及び負荷変化率等）
- ・ガス、重原油の何れの燃料でも起動停止可能
- ・混焼時最低負荷でもBOGの処理可能

なお、改造前後の主要仕様の比較は第1表の通り。



第1図 富山新港火力発電所全景



第2図 富山新港火力発電所配置図

*1 北陸電力株式会社 火力部火力保守チーム

注1) Boil-Off Gas の略。LNG 燃料設備内でLNG が自然気化し発生するガス。

第1表 改造前後の設備仕様比較

製造者		株式会社IHI			
種類		貫流変圧型再熱式			
	単位	改造前	改造後*		
			重原油専焼	ガス専焼	
プラント性能	蒸発量	t/h	1,690	変更なし	
	最高使用圧力	kg/cm ²	274		
	最高使用温度	°C	541		
	加熱面積	m ²	3,000		
	過熱面積	m ²	8,940		
環境性能(MCRR)	排出ガス量(湿りガス)		m ³ N/h	1,470,000	1,610,000
	硫黄酸化物	濃度	ppm	117	0
	窒素酸化物	濃度	ppm	30	29
	ばいじん	濃度	mg/m ³ N	20	0

3. 工事概要

既設ボイラのガス焚きに向け実施した改造について、大きく5つに分けて紹介する。

(1) ガス輸送管・付属設備設置

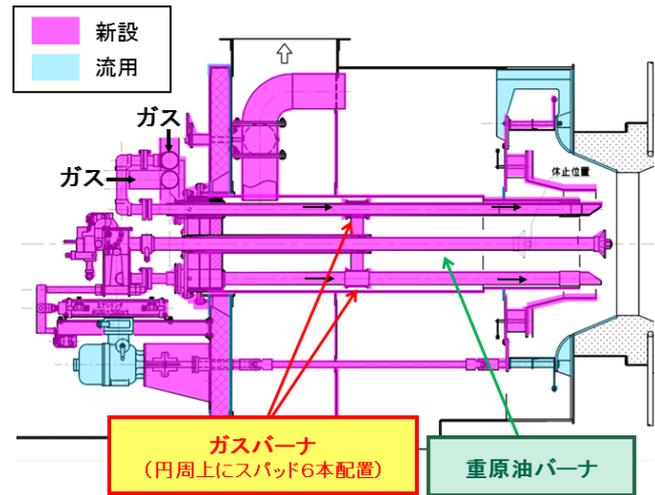
ガスはLNGタンクより気化器、導管等を経て、既設発電所構内へと導かれる。本工事では、構内の地上管取合(500A×1条)から、既設設備の点検補修に支障が生じないルートで、各バーナへ至る配管類を設置した。調節弁等のバルブステーションは、発電所敷地境界での騒音防止のため既設ボイラ架構の強度評価を行った上で、防音壁を有するボイラ建屋内に配置した。

(2) バーナ改造

既設の全バーナについて、従来の重原油バーナガン廻りにスパッド(ノズル付のガス管)6本を配置するガス-重原油一体型バーナ(第3図)へと改造を行った。低負荷時に燃焼する最下段のバーナには低流量燃焼が可能なスパッドカットタイプ^{註2)}を採用することで、ガス専焼での起動停止及び低負荷運転に対応した。

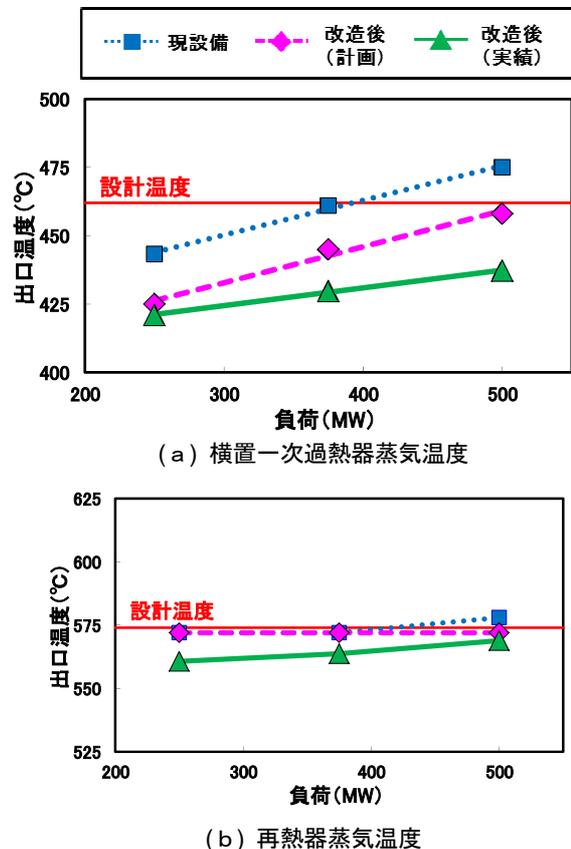
(3) 後部伝熱部改造

ガス燃焼は重原油燃焼と比較して火炎の輝度が低く輻射伝熱が小さい。このため、バーナ付近での収熱量が低下し、バーナから遠い位置にある後部伝熱部の収熱が増加する傾向となる。



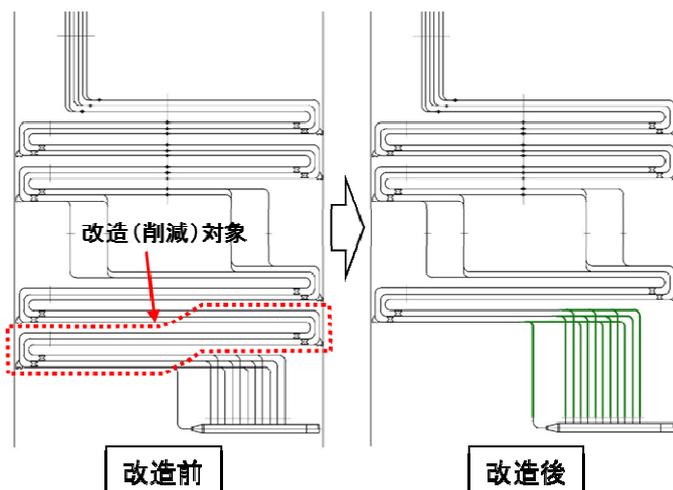
第3図 バーナ側面図(スパッドカットタイプ)

ガス焚き化への事前検討においては、第4図の通りガス専焼時の高負荷帯において、後部伝熱部(横置一次過熱器と再熱器)での設計温度超過が懸念されたため、下部1ループ分の伝熱面積を削減(第5図、横置一次過熱器:約20%、再熱器:約16%)し蒸気温度上昇を抑制することで、ガス専焼での定格運転を実現した。



第4図 後部伝熱部蒸気温度検証(ガス専焼)

註2) 6本のスパッドを3本ずつ2組構成としたガスバーナ。2箇所あるガス供給の片方を断つことで通常の半数での燃焼が可能。



※上図は横置一次過熱器の場合

第5図 後部伝熱部改造概略図

(4) 防災設備改造

既設ボイラ廻りの消火設備は泡消火方式であり、ガス火災に適合しないため、ガス火災と油火災双方に適合する粉末消火方式へ設備改造を行った。また、重原油の蒸発ガスとの比重の違いから、既設の可燃性ガス検知器でカバーできない範囲へ新たに検知器を設置した。更に、バーナ前床面が油だれを防止するため全面鋼板構造となっていることから、既設換気口へ導くダクトの追設や拡散用の貫通部を設けるなどガス滞留を防止する対策を実施した。

(5) 制御装置改造

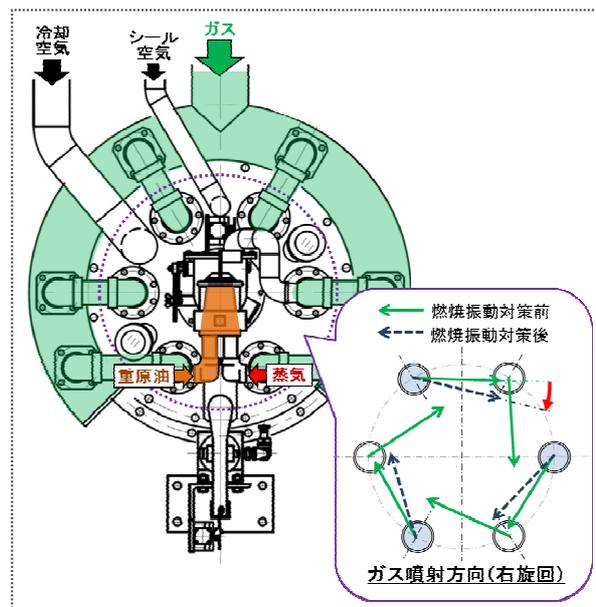
プラント制御装置及びバーナ制御装置について、ガスの燃料流量指令制御、ガスバーナ点消火などの機能追加と、経年使用に伴う制御装置更新の必要性から、一括更新とした。また、保護回路や監視項目の追加が必要なため、中央操作盤とユニット計算機の一部を改造した。

4. 燃焼振動と対策

設備改造後のガス専焼試運転時、45万kW以上の負荷帯においてボイラ本体に大きな低周波の振動が発生した。バーナ燃焼域の脈動に起因する燃焼振動であると推定し、燃焼調整と設備対策にて燃焼域の状態を変化させ、燃焼振動の抑制を図ることとした。

(1) 燃焼調整

今回の改造において、火炉のバーナ開口部などは既設流用であり、ガス燃焼ボイラとしてはボイラ容量が小さくバーナスロート流速が比較的速い



第6図 燃焼振動対策概略図

状態であった。このため、3つの運転調整により着火点の空気流速低減による燃焼域の安定化を図った。

調整①：全バーナを通過する総空気量の低減

(GI (ガスインジェクション) 量低減と OAP 開調整)

調整②：着火点近傍の流速ピークの相対的低減

(1次空気ダンパ・インナーベーン開度調整)

調整③：各バーナ通過空気量の平準化

(セパレートダンパ開度の全バーナ同一開度化)

上記調整確認の結果、②は燃焼振動増長の傾向となり、①③も明確な燃焼振動抑制効果は認められなかったため、次節の設備対策へと移行した。

(2) 設備対策

燃焼域の脈動に変化を与えるため、着火点の移動を目的にガス噴射方向の変更を行った。変更は全バーナに対し同様に行い、各6本のスパッドのうち、3本の噴射方向をバーナ中心寄りへと移動(第6図)させた。この変更は効果があり、その後の運転確認では、定格負荷を含む全負荷帯において燃焼振動は確認されなかった。

5. おわりに

BOG 処理等を目的とした既設プラントでのガス焚きの必要性から、重原油焚きボイラであった2号機の改造を行い、混焼を含む3つの燃焼パターンで改造前と同様の運用性を確認する等、改造方針を満足する所期の結果を得た。今回の工事は、電力供給における安定性と環境性の向上に大いに

第2表 工事实績工程

	2016				2017				2018		
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q
試運転調整											
①ガス輸送管・付属設備設置 (架構基礎設置他関連工事含む)											
②バーナ改造											
③後部伝熱部改造											
④防災設備改造											
⑤制御装置改造											

LNGタンク初受入

貢献するものであり、今後も高品質で低廉安定な電力供給にて地域の発展を支える富山新港火力発電所において、2号機はより重要な役割を担うものとする。

2016年夏の現地工事着手から試運転調整完了(2018年7月)まで約2年間の長期に亘る工事(第2表)であったが、関係者各位のご協力とご尽力により無事故無災害にて工事を完遂できた。改めて感謝を申し上げます。

(本論文は一般社団法人火力原子力発電技術協会の許諾を得て、火力原子力発電協会誌「富山新港火力発電所2号機ガス焼き改造工事の概要」(2019年5月号)より、転載しております。)