

フランジ接続作業における作業性向上用治工具の開発

ガスタービン燃焼器点検作業の効率化と作業品質向上を実現

Development of Jigs and Tools for Improving Work Efficiency in Flange Joints

Improving Efficiency and Work Quality of Gas Turbine Combustor Inspections

(火力部 技術G)

(Engineering Section, Thermal Power Department)

火力発電所におけるガスタービン燃焼器の点検時には、燃焼器にフランジ接続されている燃料配管の取外しと復旧作業がある。復旧時には燃料ガスの漏洩を防止するため、フランジ面間の調整作業と寸法検査が必要である。そこで、作業効率と品質向上に資することを目的に治工具の開発を行った。

Inspections of gas turbines in thermal power plants include the detaching and reattaching of fuel piping connected to combustors by flanges. When reattaching the fuel piping, it is necessary to adjust distances between flange faces and to measure dimensions, in order to prevent leakage of fuel gases. Therefore, Chubu Electric has developed tools and jigs with the aim of improving the efficiency and quality of inspection work.

1 開発の背景

火力発電所におけるガスタービン燃焼器点検時の復旧時には、燃料ガスの漏洩を防止するため、フランジ面間の調整作業と寸法検査が必要である。この作業は、フランジ箇所数が多く、フランジが作業性の悪い狭隘な場所に設置されていることから、作業姿勢に制約を受け、手間と時間を要している(第1図)。



第1図 燃料配管復旧作業

そこで、当社火力発電所の点検作業を請け負っている株式会社中部プラントサービスと共同にて、作業効率と作業品質の向上に資することを目的に、燃料配管のフランジ接続作業を、熟練者でなくても熟練者に近い作業時間で、同等の作業品質が得られる治工具(フランジ締付治具および面間測定器)の開発を行った。

2 研究の概要(治工具開発)

(1) 現状調査

ア. フランジ接続作業

ガスタービン燃焼器は、ガスタービンの同心円周上に複数配置され、各燃焼器に4箇所の燃料ガス配管接続用フランジ(25Aおよび32A)が取付けられている。このフランジと燃料配管側フランジ(フレキシブ

ル配管)の接続は、フランジ間にガスケットを挿入し、4本のボルト・ナットによりフランジの締付けを行う。

フランジ締付け時には、燃焼器側フランジと燃料配管側フランジの中心を合わせて締付けることと、燃料ガスが漏洩しないように、ガスケットを規定量押し潰すことが必要である。

そこで、フランジを仮締めする時に、フランジの中心を合わせ、その後、対角状にあるボルト・ナットを締付けながらボルト付近(4箇所)のフランジ面間寸法をデジタルノギスで測定して、規定の寸法に合わせる。

フランジ面間を規定寸法に合わせるために、面間寸法を測定し、各ボルト・ナットの締付け量を調整する。

フランジ面間を規定寸法にするまでに、面間寸法測定と締め付け作業を、数回から十数回繰り返している。

フランジ面間を規定寸法に調整後、トルクレンチを用いて全てのボルト・ナットが規定トルクで締付けられていることを確認し、再度フランジの中心ずれの有無を確認し、締め付け後のフランジ面間寸法(各フランジ4箇所)を記録し管理している。

イ. 現場作業調査

現状調査の結果、熟練者と熟練者以外の作業者は、作業時間に大きな差があることを確認した。

熟練者は、現在使用している作業工具を上手に使用して効率的に作業を行っており、治具等は不要である。しかし、熟練者以外の作業者は苦勞しながら熟練者の2~3倍の作業時間を要している。

このため、熟練者以外の作業者を対象とした治具の開発が、作業の効率化に有効であると考え、熟練者以外の作業者をターゲットとして治工具を検討した。

熟練者以外の作業者が、多くの作業時間を要している要因は次の2つである。

①ボルト締付け時にフランジの中心位置がずれることによるやり直し

②狭隘部でのフランジ面間調整(面間寸法を規定値に合わせる工程)

(2)フランジ締付治具の開発

ボルト締付け時に、フランジの位置がずれることによるやり直しを無くすこと、およびフランジ面間調整を簡単にすることを目的とした、治具の開発を行った。

ア. フランジ外径基準によるセンタリング

フランジ同士のセンタリングの基準になりうる部位はフランジ外径であり、外径寸法のバラツキを調査し、殆どのフランジは0.9mm以下の組合せであることを確認し、フランジ外径を基準とする「フランジ締付治具」(第2図)を開発した。



第2図 フランジ締付治具

イ. 治具の性能評価

(ア)フランジ位置決め機能

フランジ外径差以上の位置ずれを生じないことから、初心者でも熟練者と同等の品質が確保できる。

(イ)フランジ面間ストップ

本治具を使用した場合、従来と同様にフランジ締付けボルト・ナットを対角上に少しずつ締め上げることで、フランジ面間のバラツキが0.7mm以下にでき、治具取外し後の微調整が容易になり、フランジ面間の調整作業が効率的にできる。

(3)フランジ面間測定器の開発

狭隘部におけるフランジ面間測定時においても、簡単かつ精度よく測定できる面間測定器の開発を行った。

ア. ワンタッチ式面間測定器

片手で操作でき、ワンタッチで測定可能なものを目指して開発を進め、作業性だけでなく必要な測定精度が得られるよう構造を検討し、面間測定器の構想・設計・製作を行った。製作した面間測定器を第3図に示す。

この測定器は、操作部を押した状態で測定子部分をフランジ面間に挿入し、操



第3図 面間測定器

作部から手(指)を離すとバネの力で自動的に可動側測定子が上昇し、フランジ面間で測定子が突っ張った状態になり、面間寸法が表示されるものである。

この測定器は、従来使用しているノギスに比べ測定値のバラツキが小さく、ノギスでは測定しにくい部位も簡単に測定できる。

3 検証結果

検証結果(使用状況: 第4図、検証結果の一例: 第1表)、取付け作業全体の作業時間は、フランジ締付治具の使用により、熟練者の面間測定回数が減少すること、および面間測定が簡単になったことから、一箇所あたりの平均削減時間は4分(20%短縮)であった。

また面間測定器については安定した測定結果が得られ、品質の向上(安定)に寄与できることを確認した。



第4図 フランジ締付治具の使用状況

第1表 検証試験結果の一例(フランジ取付けに要する作業時間比較)

作業者	治具使用		治具不使用	
	作業時間(分)	面間測定回数(回)	作業時間(分)	面間測定回数(回)
熟練者	8	2	9	6
初心者A	18	8	26	8
初心者B	20	8	26	13

4 総合評価

フランジ締付治具および面間測定器の使用により、フランジ接続作業時間が約20%短縮でき、品質面では測定精度が飛躍的に向上する(測定値のバラツキ: 従来品0.4mm→開発品0.02mm)などの成果が得られた。

開発した治具は現場作業の効率化と品質向上に寄与できることから、現在、当社川越火力発電所をはじめとした現場への適用を進めている。

開発したフランジ締付治具については、各種流体の配管フランジに対しても適用が可能である。面間測定器については、間隙測定を必要とする様々な部位への応用が可能であり、汎用性が高いものである。開発品の導入促進により、他の作業の効率化と品質向上が期待できる。



執筆者/板倉 勝