

# 火力発電と熱効率の向上

fossil fuels power generation plants and improvement of thermal efficiency

内山 洋司 (うちやま ようじ) 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター会長 (筑波大学名誉教授)

火力発電は多くの国々で基幹電源として電力を供給している。化石燃料を燃料とする火力発電には石油火力、石炭火力、天然ガス (LNG) 火力があり、技術は熱効率向上と大型化を目指して発展してきた。ここでは、火力発電のしくみ、日本における熱効率の推移、そして高効率の各種火力発電技術を紹介する。

## 1. はじめに

現在の電力供給システムは、火力発電や原子力発電といった大型技術を遠隔地に建設し、そこから高压送電線を使って電気を大量に都市の需要地にまで送り届けている。それは電気の優れた輸送特性にあり、銅やアルミニウムなどの電線によってエネルギーを大量かつ容易に輸送できるためである。

火力発電は、現在、日本の発電電力量の大半を供給しており、基幹電源として大きな役割を担っている。1970年代の石油危機以降、火力発電の経済性は、石油、天然ガス、石炭の価格高騰によって大きな影響を受けてきたが、熱効率の向上によって多くの苦難を乗り越えてきた。

2011年に発生した福島第一原子力事故から原子力発電への逆風が吹いており、こういった情勢の下、火力発電の基幹電源として役割はさらに重要になっている。火力発電は社会に電力を安定かつ大量に供給できる電源であり、また電力需要の変動に対して負荷追従に優れていることから、これからも社会の基幹電源として役割を担うことに変わりはない。

しかし一方で、化石燃料の燃焼によって発生する二酸化炭素に対しては温暖化影響への批判が世界的に高まりつつある。また、石油や天然ガスの大半を日本に供給している中東地域やその輸送経路であるシーレーン周辺国における政治情勢も不安定な状況にあり、燃料の供給途絶への不安も懸念されている。こういった火力発電が抱えている問題を解決していく技術的な対策の一つに熱効率の向上がある。効率の向上は、燃料消費量の削減と同時に温室効果ガスの排出量を抑制することにもなる。ここでは、火力発電のしくみ、日本における熱効率の推移、そして熱効率の向上に取り組む内容を紹介する。

## 2. 火力発電のしくみ

石炭、石油、天然ガス、あるいはそれらを転換して得られた燃料を使って電気を造るエネルギー変換技術が火力発電である。火力発電の中で最も古くまた広く利用されている技術は、ボイラで蒸気を発生し蒸気タービンを駆動して発電する方式 (汽力発電方式) である。そのしくみは、まず石油や石炭などの燃料をボイラで燃焼し、その燃焼熱を利用して高温高压の水蒸気を発生させる。ボイラからの高温高压の水蒸気はタービンに送られ、その熱エネルギーはタービン動翼を回す。タービンを回転し仕事の役目を終って排出された水蒸気は、復水器で冷却されて水に戻される。その復水は、再び給水ポンプでボイラに送られ再び高温高压の水蒸気となる。

火力発電の熱サイクルは基本的にはラインキンサイクルである。しかし、実際の熱サイクルは熱効率の向上からランキンサイクルを改善した再熱再生サイクルである。ボイラからの過熱蒸気は高压タービンを回して仕事をすると、膨張により温度が低下して飽和蒸気または湿り蒸気となる。その状態で次の中圧タービンに蒸気を送るとタービンを回す能力が低下する。そこで高压タービンの排気蒸気は、ボイラ内の再熱器に送り込まれて加熱され、熱エネルギーを回復させて中圧タービンに送り中圧タービン動翼をまわすのが再熱サイクルである。また、タービンの排気蒸気を抽気しその熱を給水加熱器に供給するのが再生サイクルである。

図1に再熱再生サイクルのTS線図を描いている。図から熱サイクルで囲まれた面積の投入エネルギーに対する割合は、再熱再生サイクルの場合のほうがランキンサイクルよりも大きくなるのがわかる。すなわち再熱再生サイクルにすると熱効率が向上することになる。

次に火力発電の主要機器であるボイラとタービン技術について説明する。