

アンモニア・水混合流体による高効率発電

コンバインド発電の排熱回収サイクルの高効率化

High-efficiency Rankine Cycle Power Generation Using Ammonia-water Mixture as a Working Fluid
Increased Efficiency of Combined Plant Bottoming Cycle

(電力技術研究所 熱機械G)

コンバインド発電プラントの排熱回収サイクルでは、ガスタービンの排熱で水蒸気を作り、蒸気タービンにより発電を行っているが、水の代わりにアンモニアと水の混合流体を使用することにより、その低沸点などの特性から排熱回収サイクルの高効率化が期待できる。このアンモニア・水混合流体でサイクル発電システムについて、テストプラントで運転試験を行うと共に、アンモニア水の高温での安定性、材料腐食の有無に関して基礎試験を行っている。

Bottoming cycle of a combined plant has been utilized for steam turbine power generation where the waste heat of gas turbines is used to generate steam. If a mixture of ammonia and water is used to replace water in this cycle, characteristic of this fluid such as lower boiling would raise the efficiency of the bottoming cycle. We have been testing a power generation system employing an ammonia-water mixture as the working fluid with a test plant, along with experiments to obtain basic data on the high-temperature stability of the ammonia-water mixture and the possibility of material corrosion.

1

研究の背景

ガスタービンと蒸気タービンを組合せたコンバインド発電により、火力の発電効率は飛躍的に向上しており、今後ともコンバインド発電は増えていくと予想される。コンバインド発電の排熱回収サイクルの高効率化のひとつとして、アンモニア・水混合流体サイクルの適用が考えられ、昭和62年度から三菱重工業㈱と共同で研究を行っている。

2

アンモニア・水混合流体サイクルについて

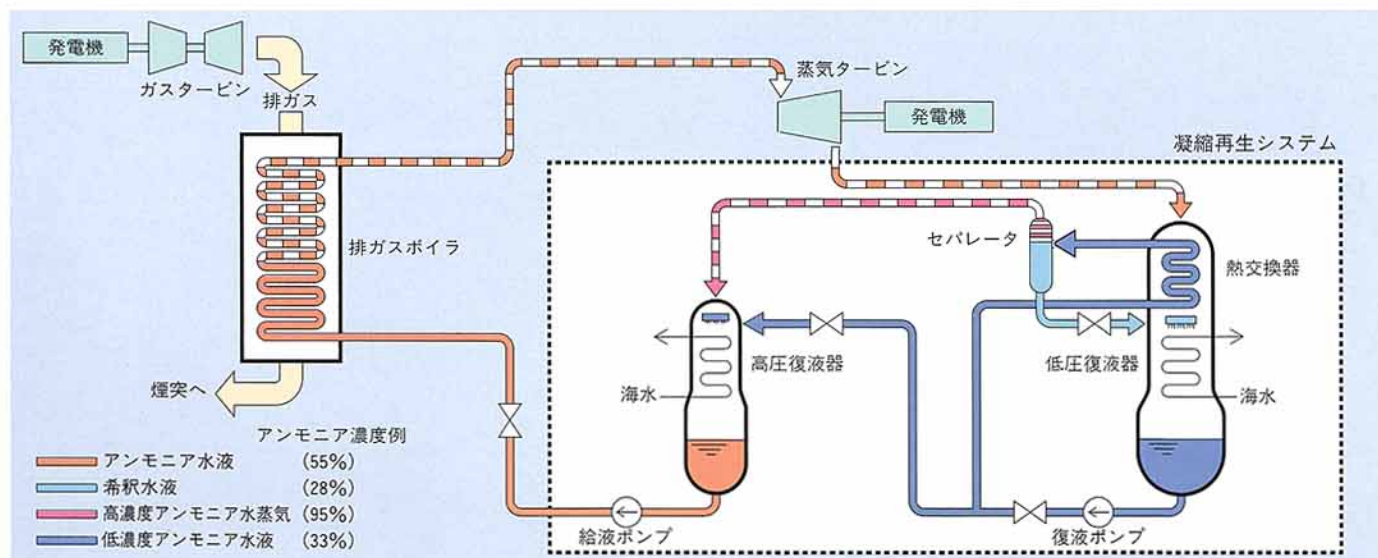
アンモニア・水混合流体サイクル発電は、ガスタービンで発電した後の排ガスを利用し排ガスボイラで50～70%濃度のアンモニア水液を蒸発させ、タービンを回して発電する方式である（第1図）。

3

本システムの特徴

(1) 排熱回収率の向上

アンモニア水は低沸点であるため、水より低い温度からアンモニア水の蒸気が得られる。すなわち、同じ排熱で、水よりも多くの蒸気を得られ排熱回収率が良くなる。



第1図 アンモニア・水混合流体サイクル発電システム

(2) アンモニア希釈によるタービン背圧の低下

蒸気タービン発電でタービンを回した蒸気は、一般に海水等で冷やされ、水（凝縮）となり再度ボイラへ送りこまれる。

アンモニア水は低沸点であると同時に、凝縮のための圧力が高く、そのまま凝縮させるとタービン背圧を高めてしまい、タービンの出力が低下してしまう。これを防ぐため蒸気タービンの排熱の一部を用い、熱交換器でアンモニア水を部分的に蒸発させ、セパレータで高濃度アンモニア水蒸気と希釈水液に分離する。この希釈水液をタービン出口蒸気と混合し、アンモニア水蒸気を希釈することによって、凝縮圧力すなわちタービン背圧を下げ、タービン出力の低下を防ぐ（第2図）。

4 研究の概要

(1) 設計の検討

昭和62年度にアンモニア・水混合流体のガスタービンコンバインドへの適用性の研究を行い、ガスタービン入口温度1150℃級のコンバインドプラントでは発電効率を、相対値として5%向上できる試算結果を得た。

(2) 凝縮再生システムの検証

昭和63年度からは、アンモニア・水混合流体サイクル発電システムのテストプラントによる運転研究を行っている。まず、昭和63年度、平成元年度は、テストプラントの一部である凝縮再生システムを試作・運転し、前述3(2)の有効性を検証した（第2図）。

(3) トータルシステムの試作・運転研究

平成2年度、3年度にはアンモニア水用排ガスボイラ、アンモニア水用蒸気タービンを試作し、これらを

凝縮再生システムに追加して、トータルシステムプラントとしての運転研究を行っている（第3図）。

アンモニア水用排ガスボイラの排熱回収率は、水の場合に比べ優れることが判り、定量的な把握が続けている。

(4) アンモニア水の高温安定性試験

一方基礎試験として、アンモニア水の300℃～600℃での、高温安定性を別の基礎試験装置で調べた。温度が高くなると若干分解するものの、量的には少なく、問題ないことが判った。

(5) 高温アンモニア水蒸気雰囲気中での材料試験

同様に400℃、500℃での高温アンモニア水蒸気がボイラ材料およびタービン材料に及ぼす影響を基礎試験装置で調べた。1ヶ月の暴露試験の結果、炭素鋼、低合金鋼は窒化による劣化が見られた。オーステナイト系ステンレス鋼もわずかながら劣化するものが見られた。

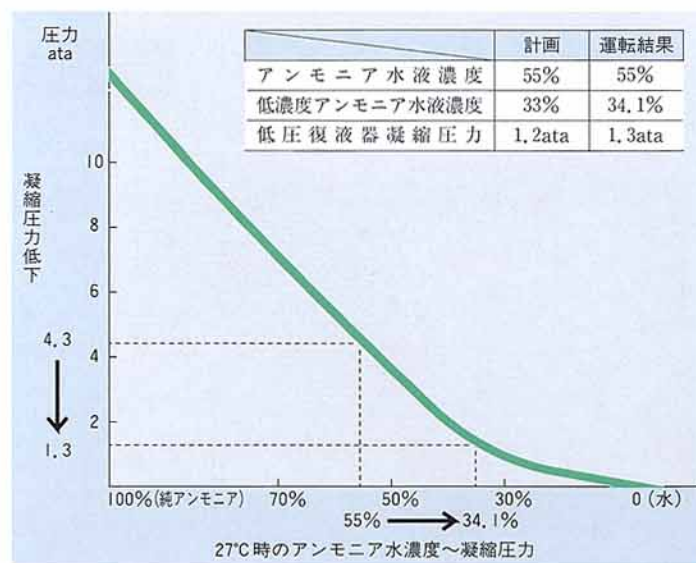
5 今後の展開

テストプラントの運転試験より、アンモニア・水混合流体サイクル発電のタービンも含めたトータルシステムとしての性能を検証する。

材料腐食性については、基礎試験の結果、一部にきびしいものがあったため、本テストプラントの運転試験終了後、解体し材料劣化の有無を調査する。

テストプラント仕様

アンモニア水蒸気圧力	50ata
蒸気温度	490℃
蒸気流量	1.2t/h



第2図 希釈による凝縮圧力の低下



第3図 テストプラント全景