

原子力発電所用大口径流量計の高精度校正設備

エネルギー問題と環境問題の一体的解決をめざして

原子力発電所の熱出力を計測するために使用される大口径給水流量計を高精度で校正するための技術を開発する。この技術開発により、原子力発電所の効率を向上させることができ、結果的に火力発電からの温暖化ガス排出量を抑えることができる。さらに、原子力分野におけるもっとも重要な計測器にトレーサビリティが導入されることにより、原子力発電の安全性や信頼性が格段に改善される。

We are developing ultra-large water flow rate standard up to Reynolds Number of 16 million. The facility can achieve real traceability for feed water flowmeters used at nuclear power plants, and the plants will be able to get uprated by reducing uncertainty of the flowmeter. This technology will contribute to the reduction of CO₂ emission from hydrocarbon fired power plants.

はじめに

経済発展を続けるアジアを中心にエネルギー需要が急激に増加しており、石油価格は90年代に比べて3.5倍以上に高騰している。一方、二酸化炭素などの温室効果ガス排出の削減を目的とした気候変動枠組み条約に基づく京都議定書が1997年に採択され、2005年に発効した。わが国に課せられた目標は、1990年の排出レベルから2008～2012年に6%削減することであり、この目標達成には国家レベルでの相当の努力が必要である。

このような状況下で、本年5月に経済産業省が発表した「新・国家エネルギー戦略」は、エネルギー問題と環境問題を一体として解決する重要な施策を掲げている。この中では、エネルギーの石油依存比率の低減推進策が強調されている。

当面の現実策としては、省エネルギーを進め、原子力への依存比率を高めることが先進国の主流になりつつある。原子力は温室効果ガスをほとんど排出しないことから、欧米でも原子力発電所の新設が計画されるようになっている。全世界では400基を超える原子力発電所が稼働しており、近い将来500基を超える見込みである。

わが国では現在55基の原子力発電所が稼働しているが、今後、この数をさらに増やすことは立地場所の選定等の理由で困難が予想される。しかし、新設が困難な場合でも、既設の原子力発電所の発電効率を上げられれば、原子力による電力供給量を増加させることができ、石油依存比率を低減することは可能である。

そこで、われわれは原子力発電所で使用されている計測器に着目し、計測器の精度を上げることにより、発電効率を改善することを目的とする研究プロジェクトを開始した。

原子力発電所での流量計の役割

原子力発電所において流量計がどのような役割をしているかを説明する。図1に沸騰水型の原子炉の例を示す。炉心内の制御された原子核反応による熱を利用して発生させた蒸気を発電

高本 正樹 たかもと まさき
m-takamoto@aist.go.jp
計測標準研究部門 流量計測科長
(つくばセンター)

産総研の我々流量グループは、国内では唯一の公的な流量に関する専門家集団である。エネルギー分野を初め、宇宙・航空から半導体・ナノテク分野まで広い範囲で流れの計測や標準化技術が求められており、グループ内で手分けして様々な分野からの研究要請に応えている。高本はCIPM/CCM/WGFF 議長として、世界の流量標準研究グループのとりまとめを行い、国際比較実験による標準の整合性確保に努めている。その他、国際シンポジウムなどにおいて最新の流量計測標準技術などについて毎年招待講演を行っている。

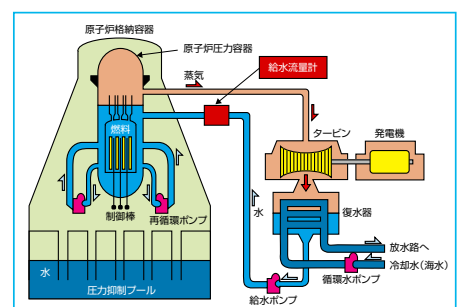
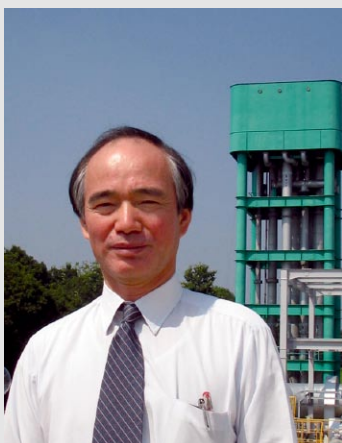


図1 沸騰水型の原子炉(例)

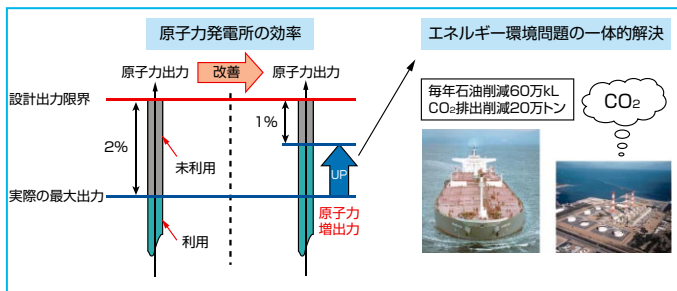


図2 原子力発電所の効率とエネルギー環境問題

タービンに導いて電力を得るメカニズムは、基本的にはどの原子力発電方式でも同じである。発電に利用された後の蒸気は冷却されて水になり、原子炉に再び戻される。このときの水の循環流量と水温を正確に測定することにより、原子炉の発熱量が求められている。ここで使用される流量計は給水流量計と呼ばれており、原子炉のメルトダウンのような重大事故を防ぐためにはきわめて重要な計測器である。

現在のところ、原子力発電所における発熱量の計測の不確かさは2%で、そのうち流量計の不確かさが約9割を占めている。そこで、図2に示すように、原子力発電所では安全のために設備の最大能力から2%下げた値が、実際の最大運転能力として使用されている。

プロジェクトの概要

今回のプロジェクトは、流量計の不確かさを格段に改善し、既存原子力発電所での未利用部分である2%を半分以下にすることを目標としている。平成16年から4年間でほぼ30億円を投入し、実際の原子力発電所と同じ規模の流れを発生できる設備を建造し、図3に示す方法で超音波流量計などの給水流量計を高精度で校正する技術を開発する計画である。現時点では、図4に示すような大型試験設備の建設がほぼ終了し、すでに大流量で世界最高精度の設備となっている。今後は測定の不確かさの評価、国際比較実験、給水流

量計の信頼試験などを実施して、給水流量計の不確かさを改善するための標準化を行う予定である。

プロジェクトのもたらす効果

開発の費用対効果の計算は単純ではないが、以下の計算からもきわめて効果の高いプロジェクトであることが分かる。原子力発電所の建設費は1基当たり3000～4000億円と言われており、この他に多額の関連費用も必要になる。また、原子力発電所の寿命も30年から2倍の60年程度まで延命されつつある。1%の効率アップにより日本全体では、火力発電所の年間石油消費量約1600万キロリットルのうち、約60万キロリットルを節約できる。また、CO₂の排出量も年間20万トン削減できる。

あとがき

原子力発電に関するトラブルや不祥事があり、国民の原子力の安全性への信頼が揺らいでいるが、エネルギー問題・環境問題への対応が急務であることに変わりはない。このような状況の中で、原子力分野において、高い

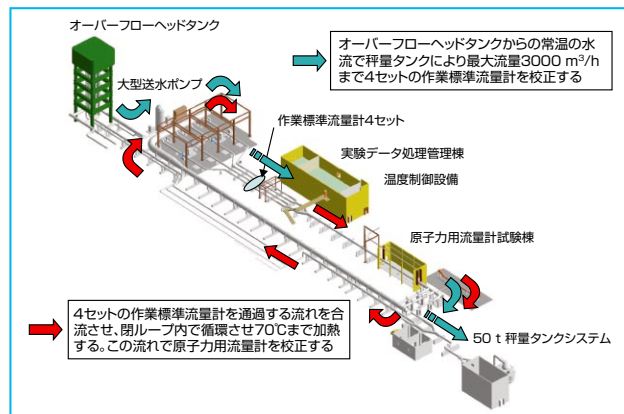


図3 給水流量計を高精度で校正する技術

精度で計測器の校正を行い、トレーサビリティの普及を図ることは、原子力発電事業の透明性、信頼性を確保するためにも重要である。効率化だけでなく、最近このような観点からも海外から本プロジェクトに対する関心が高まっている。国内では、すでに電力業界との共同研究を実施し、原子力学会からの支援も得ている。さらに、資源エネルギー庁や原子力安全保安院からも適宜指導や助言を得ながら研究を進めている。本プロジェクトは、産総研でしかできない本格研究であると考えており、産総研の総合力を生かした成果を効果的に出せるよう努力していきたい。



図4 大流量で世界最高精度の試験設備

関連情報:

- H. Sato, N. Furuichi, Y. Terao, and M. Takamoto : Proceedings of FEDSM2006, FL FEDSM2006-98500 (2006)