

## 復水器細管清掃用2連洗浄ガンの開発

清掃作業効率の向上をめざして

### Development of Double Cleaning Gun for Cleaning Condenser Capillary Tubes

Aiming at Efficient Cleaning Work

(電力技術研究所 原子力G)

火力・原子力発電所の復水器細管内面の清掃は、洗浄ガンを用いて水圧でブラシを打ち込み、細管を1本ずつ洗浄している。この作業効率を向上させるため細管2本を同時に洗浄できる高性能の洗浄ガンを開発し、中部プラントサービスと共同開発した。電力技術研究所に設置した模擬試験装置による確認の後、浜岡原子力発電所で実証試験を行い実用の見通しを得た。

(Electric Power Research & Development Center, Nuclear Power Group)

When cleaning the inside of condenser capillary tubes in thermal and nuclear power generation plants, each capillary is cleaned by a brush driven into it by water pressure from a cleaning gun. In order to enhance this cleaning work, we have developed a high-performance double cleaning gun which can clean 2 capillary tubes simultaneously through joint research with Chubu Plant Service Co., Ltd. After confirmation using a simulation test device installed in the Electric Power Research & Development Center, its demonstration test was conducted in the Hamaoka Nuclear Power Plant, and thereby prospects of practical application have been attained.

## 1 研究の背景

復水器の伝熱性能は、冷却水として使用している海水中の汚れや海生生物が細管内面に付着し、徐々に低下していくため、運転中はスポンジボールを細管内面に通して洗浄し、定期点検停止中に洗浄ガンによる水圧でブラシを打ち込み、強固なスケールや付着海生生物を除去して性能回復を図っている。

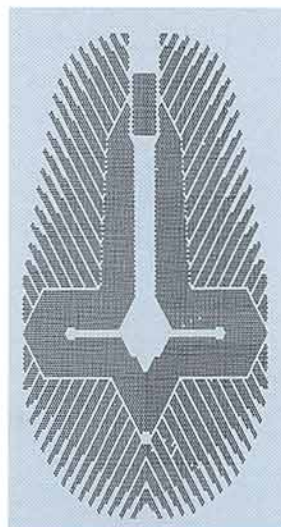
洗浄ガンによるブラシ打ちは、復水器の性能回復のほか、復水器細管の健全性を診断する渦流探傷検査の準備作業でもあり、定期点検に欠くことのできない重要な作業である。

この作業は全て人手によっており、110万kW級原子力発電所では細管本数は約7万本もあって、高温多湿、悪臭等の悪環境下で、多くの時間と労力を費やしている。110万kW級原子力発電所の復水器細管配列を第1図に示す。

ラシ速度の高速化が考えられるが、高速化には細管損傷等の影響があることから、ノズル数の複数化を選定し、構造設計、操作性の面から適正ノズル数である2本ノズルで、従来型洗浄ガンと同等の単体ノズル性能確保を目標とした。

従来ガンを基に2本ノズルとした場合の改良必要点を抽出し、改良を加えた数種類の試作品について、第3図に示す復水器細管と洗浄設備の模擬試験装置を電力技術研究所に設置し、確認試験を行った。

試験結果は第4図に示す。単体ノズル性能は、洗浄時間でみると従来型洗浄ガンより約20%長くなるが、細管1本当たり換算すると従来型洗浄ガンより約40%の短縮となった。開発した2連洗浄ガンの外観を第5図に、構造を第6図に示す。



第1図 復水器細管配列

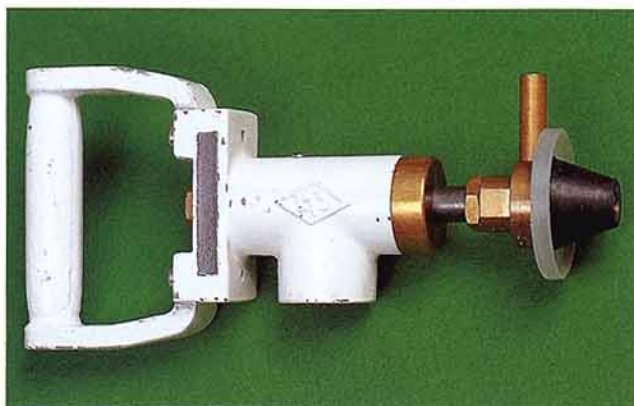
## 2 研究の概要

### (1) ガンの開発

復水器細管清掃作業の効率向上については、洗浄ロボットの開発やオゾンを利用した化学的防汚技術の研究を行ってきたが、前者はロボット据付搬出入に作業時間が掛かること、後者は研究途上であることなどから実用には至っていない。

本研究では実用化を優先し、自動化によらないでブラシ打ち作業の効率向上を低コストに実現できる洗浄ガンの高性能化を目指した。

1本ノズルの従来型洗浄ガンは第2図のとおりである。これを高性能化するには、ノズル数の複数化、ブ



第2図 従来型洗浄ガンの外観

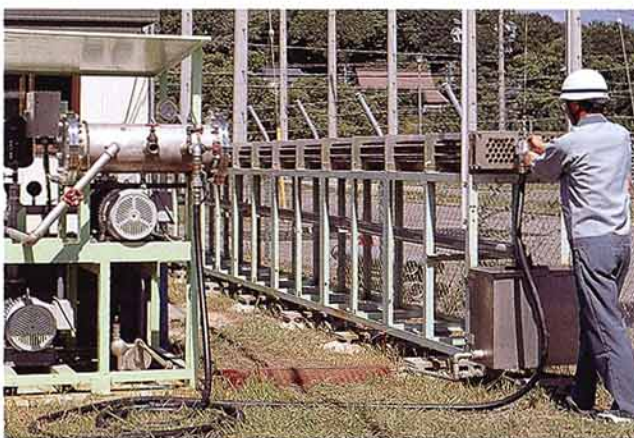


開発に当たって、従来型洗浄ガン構造から改良した点は、第1表に示すとおりである。開発した2連洗浄ガンの構造については特許出願中である。

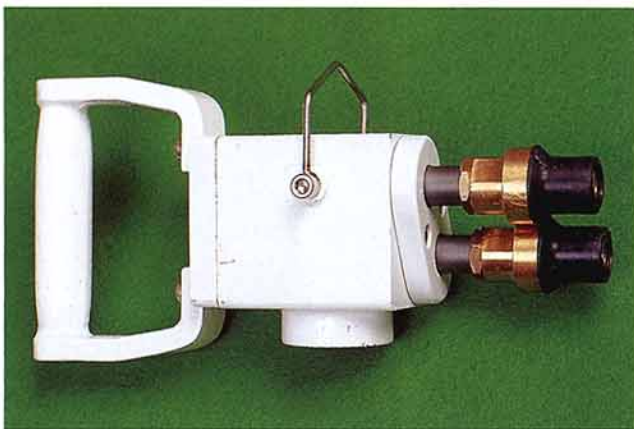
(2)実証試験

2連洗浄ガンについて、浜岡原子力発電所3号機復水器の1/2水室の操作性の良い位置にある細管4,080本を用いて実証試験を実施した結果、細管間の移動時間を含む1本当りの平均洗浄時間は4.4秒で、従来型洗浄ガンの6.7秒より約35%の短縮を達成した。

尚、復水器水室構造や足場等と干渉及び操作性の悪い箇所を除き、全数の70%を洗浄できることが確認できた。



第3図 模擬試験装置



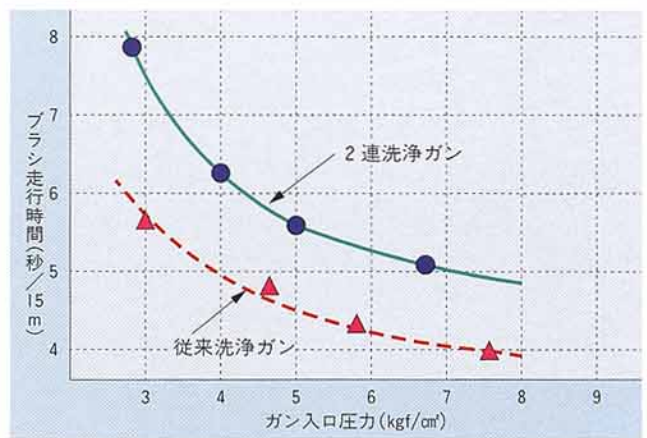
第5図 今回開発した2連洗浄ガンの外観

3 まとめ

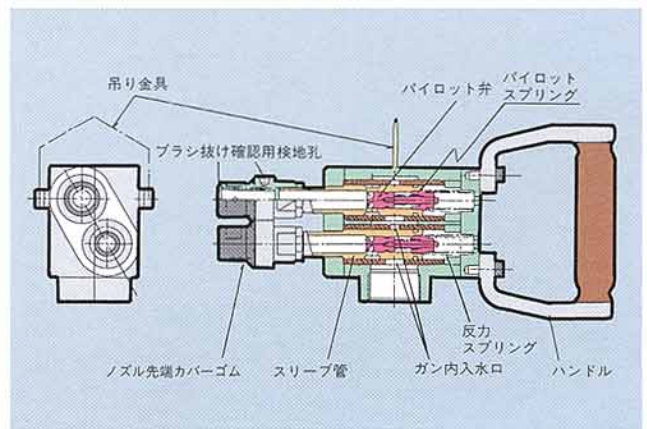
一連の試験により、従来型洗浄ガンと同等の操作で2本の細管を同時に洗浄でき、ほぼ当初目標を達成する2連洗浄ガンを開発できた。

実用上の効果については、浜岡3号機の実証試験結果に基づけば、全数の70%を2連洗浄ガンで洗浄した場合、約25%の作業時間の短縮が可能と推定される。

2連洗浄ガンは原子力のみならず火力にも適用が可能であり、更なる改良を加え実用に耐え得る製品化を図りたい。



第4図 模擬試験装置試験結果



第6図 2連洗浄ガンの構造

第1表 2連洗浄ガン開発に当たって従来型洗浄ガンからの改良内容

改良項目	改良内容
①ノズル位置決め容易化 (細管配列・ピッチとの適合)	・斜め(60°)方向の細管配列に合わせたノズル配置
②ノズル数倍加に伴い増加するガン押付け力の軽減	・反力スプリング力を軽くし反力の軽減
③必要水量が倍加し、本当たりのブラシ打抜き速度低下	・ガン内入水管路の断面積の拡大 ・拡大ホース口径(25A)の採用
④ブラシ打抜き時間差が生じ未洗浄側ノズルの水量減少	・細管内水圧の増減により開閉するパイロット弁取付け (洗浄終了管側の洗浄水を自動閉止する〈特許出願中〉)