

配管の内表面処理による放射能付着の抑制

原子力発電所の作業被ばく低減に向けて

Suppression of activity buildup by surface treatment of carbon steel piping

Effort to reduce radiation dose at nuclear power plants

(電力技術研究所 原子力・材料G 原子力T)

原子力発電所の配管への放射能付着を抑制する方法を検討した。主要な配管材の一つである炭素鋼表面を大気酸化処理することにより、原子炉水条件下で安定な酸化皮膜が形成され、放射能の付着を約1/2に抑制できる見通しを得た。

(Nuclear Power Engineering Team, Nuclear Power and Material Group, Electric Power Research and Development Center)

We have tried to suppress the buildup of radioactivity on piping at nuclear power plants. Then we found out carrying out air oxidation of the carbon steel piping can reduce radioactivity deposition on its surface. Because the process makes the oxide film that is stable under reactor water conditions.

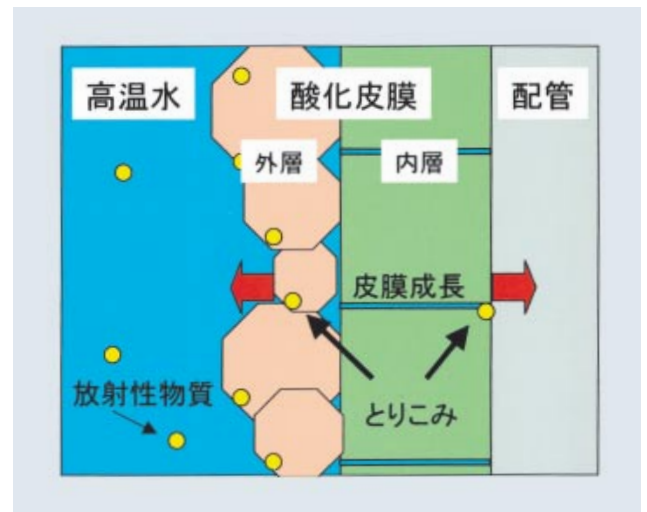
1 研究の背景

原子力プラントでは熱エネルギーを取り出すために純度の高い高温水が使われている。高温水の中には微量の放射性物質(放射能)が含まれ、配管の内表面に付着して、定期点検時の作業環境の放射線源となる。作業被ばくを低減するために、様々な対策が施され効果を上げてきているが、作業効率の観点からはさらなる低減が望まれている。

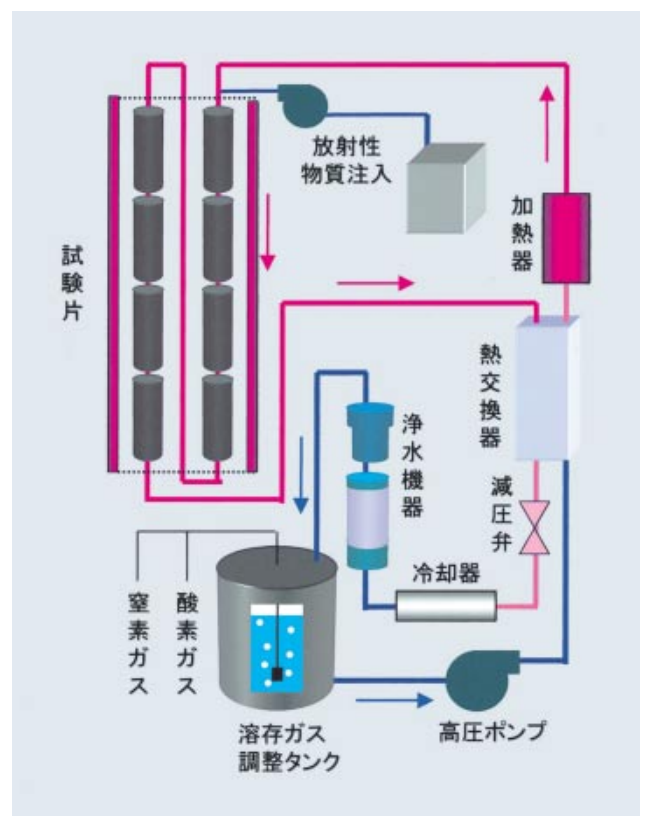
従来の対策は、放射線源量が多くなる原子炉再循環系(PLR)配管の材質であるステンレスを対象としたものがほとんどであり、原子炉冷却材浄化系(CUW)配管の材質である炭素鋼は、これまであまり着目されていない。そこで、より一層の被ばく低減を図るために、炭素鋼配管への放射能付着を抑制する方法について検討した。

2 抑制策の検討

放射能付着とは、水中に存在する放射性物質が、配管の内表面にできた酸化皮膜の成長にともなって取り込まれることである(第1図)。従って、放射能付着を抑制するためには、原子炉水中で安定な酸化皮膜を形成させて成長を抑えればよい。ステンレスを大気中で酸化処理することにより、安定な酸化皮膜が形成されることが知られているので、炭素鋼への放射能付着の抑制に応用することにした。



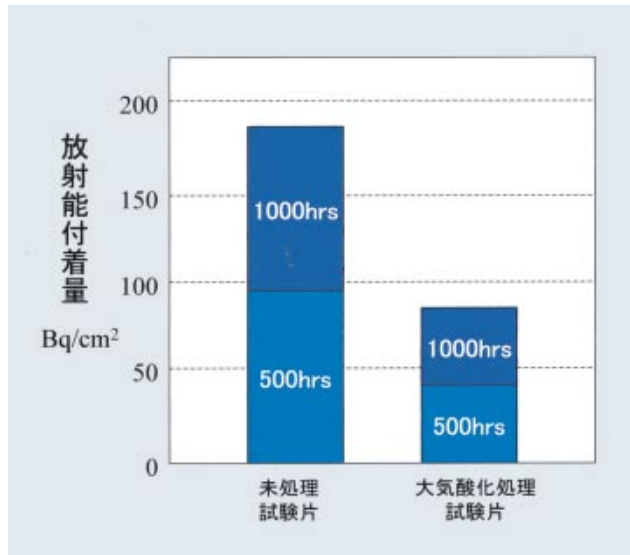
第1図 配管内表面における放射性物質の取り込み模式図



第2図 高温水ループ装置概要図

3 放射能付着試験

高温水ループ装置(第2図)を用いて、放射能を含む水中に大気酸化処理と未処理の試験片を、1000時間まで浸漬させた。試験片への放射能付着量を測定した結果、大気酸化処理することで放射能付着を約1/2に抑制できた(第3図)。



第3図 放射能付着量の比較

この抑制効果の要因を探るため、試験片表面の酸化皮膜を電子顕微鏡(SEM)とラマン分光装置で分析した。SEM写真を比較した結果、大気酸化処理により緻密な酸化皮膜が形成されていることが分かった(第4図)。また試験前後のラマンスペクトルから、この緻密な酸化皮膜がヘマタイトであることが分かった(第5図)。これらのことにより大気酸化処理でできたヘマタイトの緻密な酸化皮膜が、放射能付着抑制の効果の要因であるといえる。今回の試験は1000時間までしか行っていないが、ヘマタイトは原子炉水条件で非常に安定な物質であることが知られており、大気酸化処理による付着抑制効果は長期間持続するものと推測される。

4 適用効果

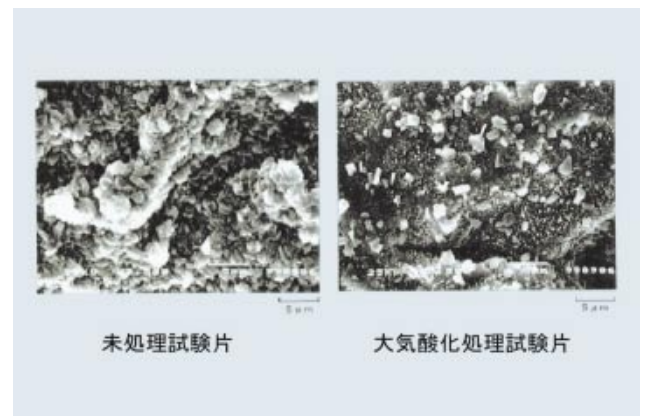
大気酸化処理を実機CUW配管に適用した時の効果を、試験結果をもとに浜岡4号機第1回定検時の配管線量率で試算してみると、約1/2に低減されるという評価ができた。

大気酸化処理は、新規の配管に一度処理を行っておけば効果が持続するので、運転中に高価な薬品を添加し続ける必要がないという特徴がある。また大

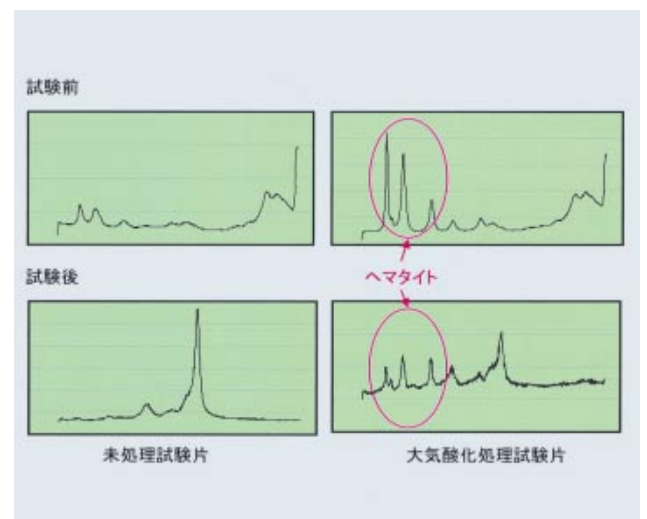
気中での加熱処理であるため複雑な形状の配管でも、水中でのような滞留部の影響がないため、各所で均一な効果が得られるというメリットもある。

5 今後の展開

実機適用に向けた課題として、最適な施工方法、機械強度やエロージョン・コロージョンなどへの影響評価や実機原子炉水での効果確認などがあげられる。これらを検討したうえで、浜岡5号機に採用される予定である。浜岡5号機はABWRで、PLR配管がなく作業被ばくに占めるCUW配管の割合が相対的に大きくなるため、被ばく低減において大気酸化処理が重要な役割を担うものと期待される。



第4図 電子顕微鏡(SEM)による酸化皮膜の分析結果



第5図 ラマン分光による酸化皮膜の分析結果



執筆者/稲垣博光
Inagaki.Hiromitsu@chuden.co.jp