

水蒸気改質処理試験装置における 主反応器耐火材の補修効果確認試験

Effect of Repairing Refractory Material of Main Reactor
in Steam Reforming System

木島 惇 小山 勇人 大和田 光宏 萩原 正義
青柳 義孝

Jun KIJIMA, Hayato KOYAMA, Mitsuhiro OHWADA, Masayoshi HAGIWARA
and Yoshitaka AOYAGI

核燃料・バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所
環境技術開発センター
廃止措置技術部

Decommissioning Technology Department
Nuclear Backend Technology Center
Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

July 2022

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。本レポートはクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の条件で利用してください。（<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>）
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（<https://www.jaea.go.jp>）より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課
〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).

Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under the same terms and conditions as CC-BY.

For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.

2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan

Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

水蒸気改質処理試験装置における主反応器耐火材の補修効果確認試験

日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所
環境技術開発センター 廃止措置技術部

木島 惇・小山 勇人・大和田 光宏・萩原 正義・青柳 義孝

(2022年4月6日受理)

過去の技術開発過程において発生した大量の難処理性有機廃液の処理については、処理設備の腐食やフィルタの閉塞を引き起こす等の理由により焼却処理が適さないことから、それら廃液の処理技術として、平成17年度から水蒸気改質処理法とその処理装置の開発を実施している。

処理装置の重要な構成要素である主反応器は内部が非常に高温となるため、主反応器外筒の内面に耐火材が施されているが、令和2年にこの耐火材の内表面全域に経年劣化によるひび割れや表層剥離を確認したため、令和3年度に主反応器全体を更新した。

一方、この主反応器内面表層のひび割れや表層剥離について補修が可能であれば、今後主反応器全体を更新する必要は無くなると共に、これまで使用していた主反応器も廃棄することなく、補修を行った後、予備品として再使用できる。

そこで、主反応器を更新する前に、劣化した耐火材表面を2種類の補修材候補を用いて補修し、実際の有機系廃棄物を模擬した試料の燃焼試験を実施し、それぞれの補修材の有効性を評価した。

模擬燃焼試験後において、補修材候補のうち1種について剥落や剥離及びひび割れがなかったこと、補修材が脆化することなく、耐火材と強固に密着していたこと、補修箇所的主反応器外筒の表面温度が設計温度上限を超過しなかったことから、補修材を用いた主反応器の補修は十分可能であると結論付けた。

Effect of Repairing Refractory Material of Main Reactor in Steam Reforming System

Jun KIJIMA, Hayato KOYAMA, Mitsuhiro OHWADA,
Masayoshi HAGIWARA and Yoshitaka AOYAGI

Decommissioning Technology Department,
Nuclear Backend Technology Center, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories,
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received April 6, 2022)

Steam reforming system has been developed for the treatment of organic wastes which are not suitable materials (halogenated oil) for the incineration due to generation of corrosive compounds and plugging materials.

The refractory material is cast inside the main reactor, which is a part of the steam reforming system. Since the surface of this refractory material has deteriorated over time, the main reactor was replaced.

If the refractory material surface of the used main reactor can be repaired, the used main reactor can be reused as a spare. The refractory material surface was repaired using two types of repair materials ("S" and "P"). Combustion tests were conducted on samples simulating organic wastes to evaluate each repair material.

As a result of the combustion test, it was concluded that the repair of the main reactor was possible to use the repair material "P" because no cracks or flakes were observed.

Keywords: Steam Reforming, Organic Waste, Refractory Material, Flaking, Crack

目 次

1. はじめに	1
2. 概要	1
2.1 SR 処理試験装置の概要	1
2.2 補修作業及び妥当性評価の概要	3
3. 補修方法の設定	4
3.1 補修材の選定	4
3.2 補修材を用いた主反応器の補修作業	5
3.3 補修材の熱硬化処理	5
4. 評価方法	7
4.1 補修材の剥落等の有無（主反応器内部確認）	7
4.2 腐食性ガス環境における補修材の脆化の有無 （デュロメーターを用いた硬さ測定）	7
4.3 補修材と既設耐火材の密着性（引張強度測定）	7
4.4 模擬燃焼試験時の主反応器外表面温度	8
5. 試験結果	9
5.1 補修材の剥落等の有無（主反応器内部確認）	9
5.2 腐食性ガス環境における補修材の脆化の有無 （デュロメーターを用いた硬さ測定）	9
5.3 補修材と既設耐火材の密着性（引張強度測定）	10
5.4 加熱時の主反応器外表面温度について	10
5.5 試験結果のまとめ	10
6. まとめ	11
参考文献	14

Contents

1. Introduction	1
2. Overview	1
2.1 Steam Reforming System	1
2.2 Repairing and Evaluation Methods	3
3. Repair Methods	4
3.1 Selecting Repair Materials	4
3.2 Repairing the Main Reactor Using Repair Materials	5
3.3 Heat Curing Treatment	5
4. Evaluation Methods	7
4.1 Flaking of Repair Materials	7
4.2 Embrittlement of Repair Materials in Corrosive Gas Environments	7
4.3 Bond Strength between Repair Material and the Refractory Material	7
4.4 Outer Surface Temperature of the Main Reactor	8
5. Result and Discussion	9
5.1 Flaking of Repair Materials	9
5.2 Embrittlement of Repair Materials in Corrosive Gas Environments	9
5.3 Bond Strength of Repair Material and the Refractory Material	10
5.4 Outer Surface Temperature of the Main Reactor	10
5.5 Summary of Results	10
6. Conclusion	11
References	14

表一覧

Table 1 SR 処理試験装置の主反応器および耐火材（現行品）の仕様	2
Table 2 補修材の選定条件及び既設耐火材の物性	4
Table 3 既設耐火材及び評価対象補修材の物性	5
Table 4 模擬燃焼試験前後の硬さ測定結果	13
Table 5 模擬燃焼試験前後の引張強度測定結果	13
Table 6 各補修材における測定結果の比較表	14

図一覧

Fig.1 SR 処理試験装置の装置構成	2
Fig.2 主反応器内部補修の作業工程	3
Fig.3 補修前後の主反応器内部状態	6
Fig.4 デュロメーターを用いた硬さ測定模擬図	8
Fig.5 プッシュプルゲージを用いた引張強度測定模擬図	8
Fig.6 主反応器外表面の測温箇所	9
Fig.7 熱硬化処理後及び模擬燃焼試験後における主反応器内部状態	12
Fig.8 熱硬化処理後における耐火材表面のひび割れ状態	13
Fig.9 擬燃焼試験時における補修した主反応器及び新規に導入した主反応器の外表面温度の比較	14

This is a blank page.

1.はじめに

日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）では、埋設処分に際して廃棄体への混入が禁止されている多量の危険物や有機物を含有し、焼却等の既存技術では分解・無機化処理することが困難、もしくは処理は可能であるが多量の放射性二次廃棄物を発生させることが予想される放射性有機系液体廃棄物を保管している¹⁾。

廃止措置技術部廃止措置技術課では、とくに難燃性の有機系液体廃棄物（フッ素系合成潤滑油（以下、「フッ素油」という。）等）を含む使用済み油（以下、「廃油」という。）の分解・無機化及び減容化を行う処理技術として、水蒸気改質（以下、「SR」という。）処理法を選定し、実用化に向けた技術開発を行っている。SR 処理法は、過熱水蒸気による改質と熱分解により有機系廃棄物の分解・ガス化を行う技術であり、諸外国においても放射性有機系廃棄物の減容化・安定化処理技術として開発が進められている²⁾。

当課が所有する SR 処理試験装置は 17 年以上に亘って使用しており、発生したガスを燃焼させる主反応部である主反応器の耐火材（アルミナキャストブル）に経年劣化が生じており、R3 年度に主反応器の更新を行った。

この経年劣化した主反応器の補修が可能であれば、今後の長期連続処理試験に向けて従来使用してきた主反応器は廃棄することなく予備品として再利用できる。また、更新した主反応器についても補修により長期運用が可能となる。

以上のような観点から、本試験では主反応器内の耐火材の補修を行い、健全性、断熱性等を評価し、その有効性について確認する。

2.概要

2.1 SR 処理試験装置の概要

SR 処理試験装置は、過熱水蒸気による改質と熱分解を組み合わせた有機系廃棄物の分解・ガス化を行うガス化装置、ガス化した有機系廃棄物の高温空気による酸化分解を行う主反応器、排ガス処理を行うスクラバ等で構成されている。本装置の構成図を Fig.1 に、主反応器および既設耐火材の仕様を Table 1 に示す。

廃油は、加熱されたガス化装置内で水蒸気と向流接触され、低分子の有機ガスと無機固体等に分解される。ガス化装置内で改質・分解された有機ガスは、放射性物質除去用フィルタを通して同伴した放射性物質や煤等を取り除いた後に主反応器に導入される。主反応

器に導入された有機ガスは、加熱された空気と混合されて、主に酸化反応により燃焼し、水及び炭酸ガス等に分解される。燃焼ガスは、主反応器下部に設置された急冷容器内で水中に噴出されて急冷される。急冷容器から排出された燃焼ガスは、水スクラバ、アルカリスクラバを介して煤等が除去され、装置外に排出される。アルカリスクラバの後段では、排ガスの一部をガス分析系に導入し、CO 濃度、NO_x 濃度等の連続的な測定を行っている。

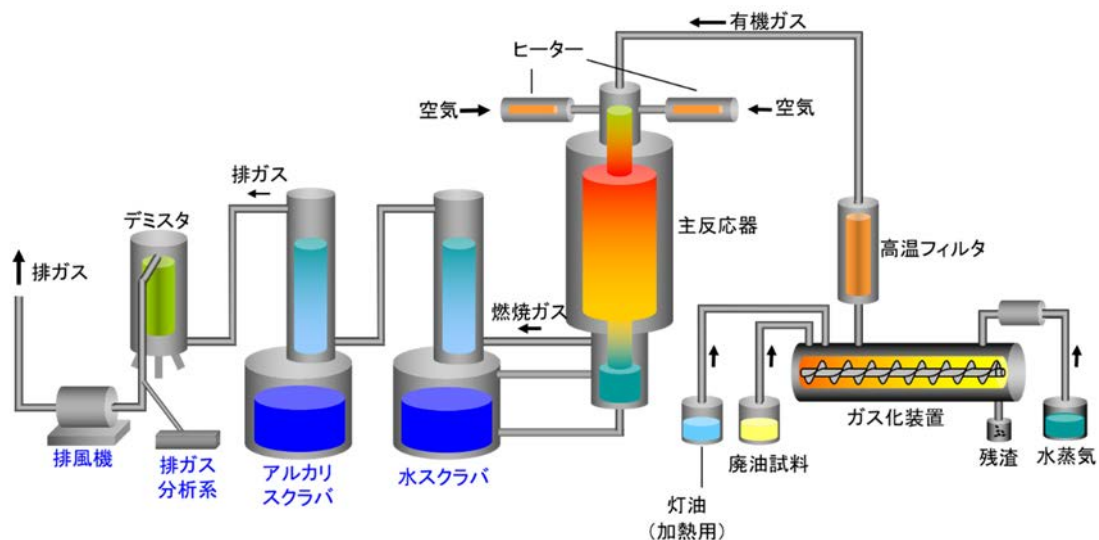


Fig.1 SR 処理試験装置の装置構成

Table 1 SR 処理試験装置の主反応器および耐火材（現行品）の仕様

機器名称	仕様
主反応器	型式：空気加熱式円筒型炉 容積：245 L 最高使用温度：1300 °C 構造材（鉄皮）：SUS316 耐火材（耐食相）：高アルミナキャストブル 耐火材（断熱層）：断熱キャストブル
耐火材（現行品）	型式：TOCAST-18G 耐火物の種類：キャストブル 最高使用温度：1850 °C 線変形率：0.0%（1300 °C） 組成：アルミナ 98wt%、二酸化ケイ素 0.1wt% 施行方法：流し込み

2.2 補修作業及び妥当性評価の概要

作業工程を Fig.2 に示す。主反応器の補修に適した補修材を選定し、施工した後、補修材の加熱乾燥を実施した。加熱乾燥後、デュロメーターを用いた補修材の硬さ測定及びプッシュプルゲージを用いた引張強度測定を実施した。その後、実際の SR 処理試験で供与する廃油試料を模擬した廃油試料（重量比を鉍物油：フッ素油=7:3 として混合させたもの）を用いた短時間の模擬燃焼試験を実施した。模擬燃焼試験中は熱電対を用いて主反応器外表面温度を測定した。模擬燃焼試験後に再度補修材の硬さ測定及び引張強度測定を実施した。

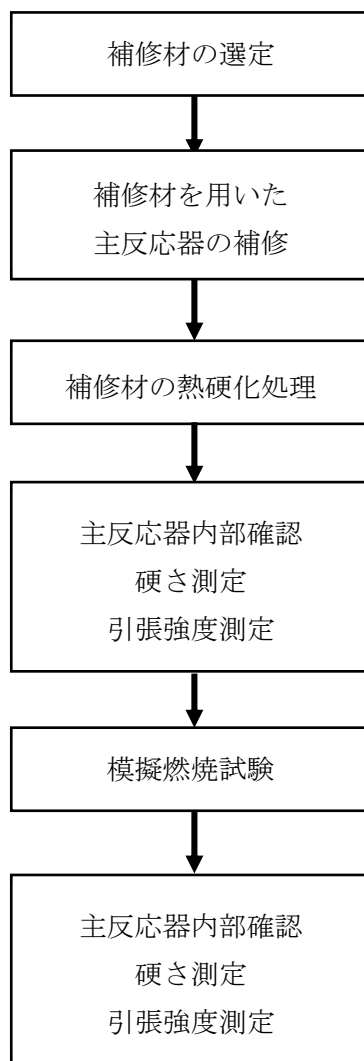


Fig.2 主反応器内部補修の作業工程

3. 補修方法の設定

3.1 補修材の選定

既設耐火材との親和性を確保するため、補修材は同等な組成のものを候補とし、最高使用温度、線変化率、二酸化ケイ素含有量及び施工方法を考慮して選定した。使用する補修材の選定条件及び既設耐火材の物性を Table 2 に示す。なお、既設耐火材の施工方法は流し込み施工であり、流し込み型枠といった特別な道具が必要であることから候補から除外した。

Table 2 に示す選定条件すべてに適合する補修材として以下の 2 製品を選定した。既設耐火材及び選定した補修材の物性について Table 3 に示す。

- ・補修材 S (東興ジオテック社製;プラスチック耐火物、主成分：アルミナ)
- ・補修材 P (東興ジオテック社製;リン酸塩耐火物、主成分：アルミナ)

Table 2 補修材の選定条件及び既設耐火材の物性

	選定条件	既設耐火材の物性
最高使用温度	廃油試料燃焼時において主反応器内部は最大 1,200℃となるため、それ以上の使用温度を持つ補修材を選定する。	1,850 °C
線変化率	加熱・冷却時における耐火材の体積変化が大きいとクラックの原因となることから、線変化率が 0 に近い補修材を選定する。	0.0% (1,300 °C)
二酸化ケイ素含有量	フッ素油の処理に伴って発生するフッ化水素は耐火材に含まれる二酸化ケイ素を侵し、耐火材を腐食させる。そこで二酸化ケイ素含有量が低く、フッ化水素に耐食性を有する補修材を選定する。	二酸化ケイ素： 0.1wt%
施工方法	流し込み型枠が不要で、左官コテを使用して補修部に塗りこんで補修可能な補修材を選定する。	流し込み

Table 3 既設耐火材及び評価対象補修材の物性

	既設耐火材	補修材 S	補修材 P
最高使用温度 (°C)	1,850	1,700	1,700
1,300°Cにおける 線変化率 (%)	0.0	-0.3	-0.9
二酸化ケイ素 含有量 (wt%)	0.1	7	8
施工方法	流し込み施工	コテ塗り施工	コテ塗り施工

3.2 補修材を用いた主反応器の補修作業

まず、補修材塗布前の処理として既設主反応器内部をナイロンブラシで擦り、浮き上がった耐火材を除去した。選定した補修材は水と混練させ、主反応器内面に左官コテで塗布した。さらに、補修材と既設耐火材との密着性及び補修材の硬さを測定するためのテストピースとして直径 1.5cm、厚さ 1cm の円柱状に補修材を押出成型して塗布した。補修部分を示した主反応器の模擬図及び補修前後の内面の写真を Fig.3 に示す。

3.3 補修材の熱硬化処理

補修材の施工要領書によると、選定した補修材は 350°C で 1 時間以上の加熱により完全硬化できる。そこで、空気加熱器による温風で主反応器内を 350°C まで昇温させ、350°C で 5.5 時間加熱し、熱硬化処理した。その後、実際の SR 処理試験で供与する廃油試料を模擬した廃油（重量比で鉍物油：フッ素油＝7：3 として混合させたもの）を試料とし、主反応器内温度が最大 1,200°C となるように 4 時間の模擬燃焼試験を実施した。

主反応器内表面状態



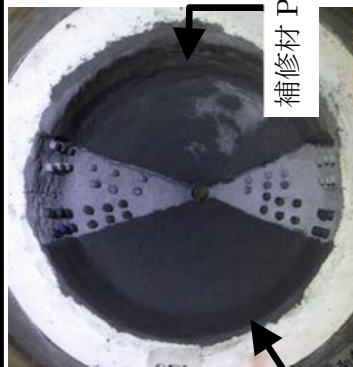
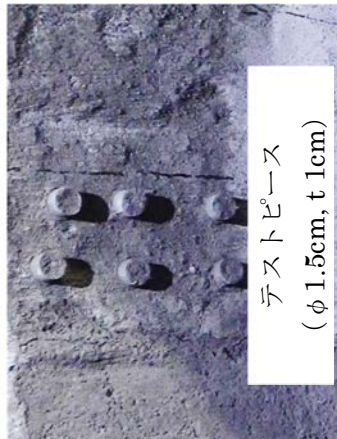
俯瞰写真



耐火材補修前

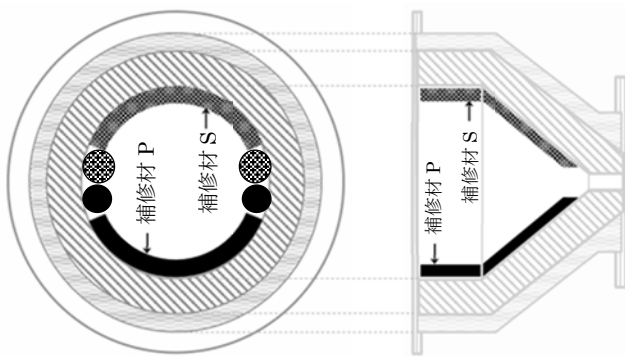


下地の塗布後



上塗り補修後

補修材 S



【凡例】

- 補修材 P テストピース
- 補修材 S テストピース

Fig.3 補修前後の主反応器内部状態

4.評価方法

以下の観点から補修の有効性を評価した。

4.1 補修材の剥落等の有無（主反応器内部確認）

模擬燃焼試験後に補修した箇所の剥落やひび割れ及び剥離の有無を目視にて確認した。補修材の剥落やひび割れ及び剥離がない場合は補修の有効性があったと評価する。

4.2 腐食性ガス環境における補修材の脆化の有無（デュロメーターを用いた硬さ測定）

模擬燃焼試験にて供与する試料に含まれるフッ素油は処理に伴って塩化水素やフッ化水素等の腐食性ガスが発生する。補修材は腐食性ガスによって腐食し、脆化することが考えられるが、補修材の腐食性ガス耐性に関するデータはない。今後処理する廃油試料中にはフッ素油が含まれていることが分かっており、補修材が腐食性ガスで脆化するならば補修の有効性が失われてしまう。そこで、模擬燃焼試験前後において補修材の硬さを測定することで、腐食性ガス耐性及び補修の有効性を評価した。

測定の簡便性から、硬さ測定にはデュロメーターを用いた。デュロメーターを用いた硬さ測定の模擬図を Fig.4 に示す。デュロメーターをテストピースに鉛直に押し付け、デュロメーターの押針がテストピース表面に与える力とテストピースの反発力が均等になったときの押針の押込み量を測定した。この値を模擬燃焼試験前後で比較することで、補修材の脆化の有無を確認し、短期的な腐食性ガス耐性及び補修の有効性を評価とした。

4.3 補修材と既設耐火材の密着性（引張強度測定）

補修材と既設耐火材との密着性が悪い場合、補修材が剥離及び剥落することで既設耐火材表面が露出し、劣化が進行してしまう。そのため、既設耐火材へ塗布した補修材の引張強度を測定することで密着性を評価した。耐火物の密着性基準は存在しないため、一般建築物の引張接着強度（0.4 N/mm²）を判定基準とし、補修材と既設耐火材の密着性を評価した。

測定の簡便性から、補修材と既設耐火材の密着性評価はプッシュプルゲージを用いた。引張強度測定の模擬図を Fig.5 に示す。テストピースに引張治具を取付け、プッシュプルゲージで鉛直に引っ張り、テストピースが耐火材から剥がれたときの力を測定した。

4.4 模擬燃焼試験時の主反応器外表面温度

SR 処理試験装置の主反応器外表面の設計温度は 200℃である。補修材の断熱性が低い場合、設計を超えた熱が主反応器外表面に伝わり、設計温度を超える可能性がある。そこで、模擬燃焼試験時において、主反応器補修部の外表面温度を熱電対にて測定し、処理試験時において新規に導入した主反応器と比較して、補修材の断熱性を評価した。主反応器外表面の測温箇所を Fig.6 に示す。主反応器斜面部は燃焼ガスの流路が狭まるため、燃焼ガスが補修材に当たり、最も熱せられる部分であると考えられることから、測温箇所は斜面部中央とした。

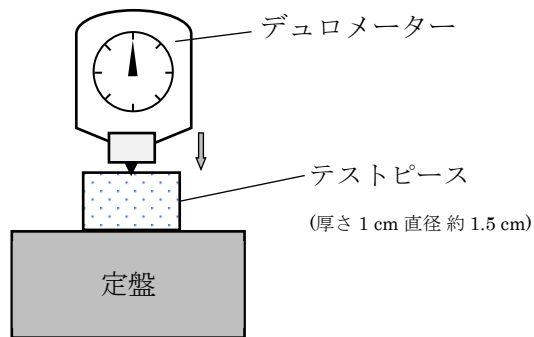


Fig.4 デュロメーターを用いた硬さ測定模擬図

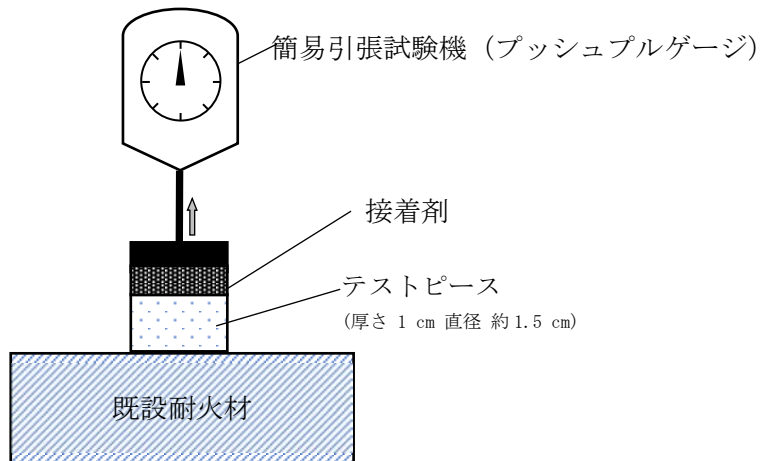


Fig.5 プッシュプルゲージを用いた引張強度測定模擬図

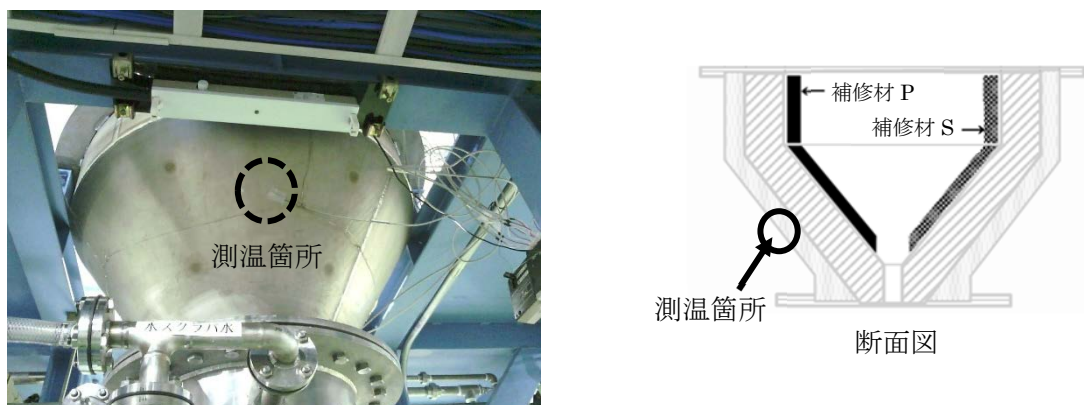


Fig.6 主反応器外表面の測温箇所

5. 試験結果

5.1 補修材の剥落等の有無（主反応器内部確認）

熱硬化処理後及び模擬燃焼試験後における主反応器内部状態を Fig.7 に示す。熱硬化処理後において、補修材 S での補修部は全体的なひび割れ、補修材の浮き上がりが見られた。補修材 P での補修部においてはひび割れが数箇所見られたのみで、補修材の浮き上がりは見られなかった。なお、補修材 S にひび割れや浮き上がりが生じた原因については、補修材 S の粘度が比較的高いため、補修材の混練不足もあったと考えられる。一方、補修材 P の方は混練が容易であり、施工しやすい利点を確認できた。

ひび割れの進展性を確認するため、補修材のひび割れ部に白色ペンでマークを施した後の主反応器内部の写真を Fig.8 に示す。模擬燃焼試験後において、ひび割れ部に施したマークを確認すると、どちらの補修材もひび割れや浮き上がりの進展はなかった。結果として、補修材のひび割れ部や浮き上がり部がないこと及び作業自由度に制限のある管理区域内での施工の容易さを考慮し、補修材 P が有効であると評価した。

5.2 腐食性ガス環境における補修材の脆化の有無（デュロメーターを用いた硬さ測定）

模擬試料の処理試験前後の硬さ測定結果を Table 4 に示す。デュロメーターで測定可能な硬さは相対的なものであるため、単位が無いことに注意する。補修材 S については模擬燃焼試験後に硬さが増加した。これは 350 °C、5.5 時間の熱硬化処理では硬化が不十分であったと考えられる。模擬燃焼試験後において硬さが増加したことから、補修材が脆化していないといえ、短期的であれば腐食性ガス環境においても補修材 S は使用可能であると評価した。

補修材 P については模擬燃焼試験前後で硬さに変化がないことから、補修材が脆化していないことがいえ、短期的であれば腐食性ガス環境においても使用可能であると評価した。

硬さ測定の見点からはどちらの補修材についても補修の有効性があると評価した。

5.3 補修材と既設耐火材の密着性（引張強度測定）

模擬燃焼試験前後におけるテストピースの引張強度測定結果を Table 5 に示す。前述の通り、耐火物の密着性基準は存在しないため、一般建築物の引張接着強度（ 0.4 N/mm^2 ）を判定基準とした。補修材 S は模擬燃焼試験前後で引張強度に変化はなく、 0.9 N/mm^2 だった。一般建築物の引張接着強度を超えているため、既設耐火材と補修材 S は強固に密着していると言える。補修材 P は模擬燃焼試験後に引張強度が低下したものの一般建築物の引張接着強度を超えているため、既設耐火材と補修材 P は強固に密着していると言える。

どちらの補修材も既設耐火材との密着性は良好であることから、密着性の観点からはどちらの補修材についても補修の有効性があるとした。

5.4 加熱時の主反応器外表面温度について

模擬燃焼試験時における補修材 P にて補修した主反応器外表面温度及び処理試験時における新規に導入した主反応器の外表面温度を Fig.9 に示す。横軸は SR 処理試験装置が定格運転となった時間を 0 min とし、そこからの経過時間とした。なお、補修材 S にて補修した箇所の外表面温度は熱電対の固定が悪く、十分なデータが得られなかったため、ここでは補修材 P 補修部のみで議論する。

補修した主反応器外表面の温度は最高 $168 \text{ }^\circ\text{C}$ である。なお、新規に導入した主反応器外表面温度は定格運転開始から 600 min 経過時に $140 \text{ }^\circ\text{C}$ で恒温となった。新規に導入した主反応器よりはやや高いものの、設計温度である $200 \text{ }^\circ\text{C}$ を下回っているため、補修材 P の耐熱性は良好であると言え、補修の有効性があると評価した。

5.5 試験結果のまとめ

各種測定結果をそれぞれの補修材にて比較した表を Table 6 に示す。

補修材の混練不足を原因としたひび割れ、浮き上がりが補修材 S に生じたことから、比較的容易に調製可能で、管理区域内での使用に適している補修材 P の方が望ましいと結論付ける。

また、模擬燃焼試験後において、外観確認の結果から補修材の剥落や剥離及びひび割れがなかったこと、硬さ測定及び引張強度測定の結果から模擬燃焼試験後においても補修材が脆化することはなく、既設耐火材と強固に密着していたこと、また、模擬燃焼試験中において補修箇所の外表面温度が設計温度を超過しなかったことから、補修材 P を用いた主反応器の補修は可能であると結論付ける。

6.まとめ

耐火材の補修方法を検討し、これまで使用していた主反応器を廃棄することなく予備品として再使用する、または、新規に導入した主反応器について部分補修による長期運用を可能とするため、物性や組成が既設耐火材と同等な 2 種類の補修材を用い、劣化した耐火材の補修を試みた。

短時間の補修効果確認試験を行い、選定した補修材 P が剥離等なく良好な密着性・断熱性能を示したことから、本報告における補修方法は短期的な復旧処置として有効であると評価した。

今後、補修が必要な状況が発生した場合には本方法を適用することを考えている。

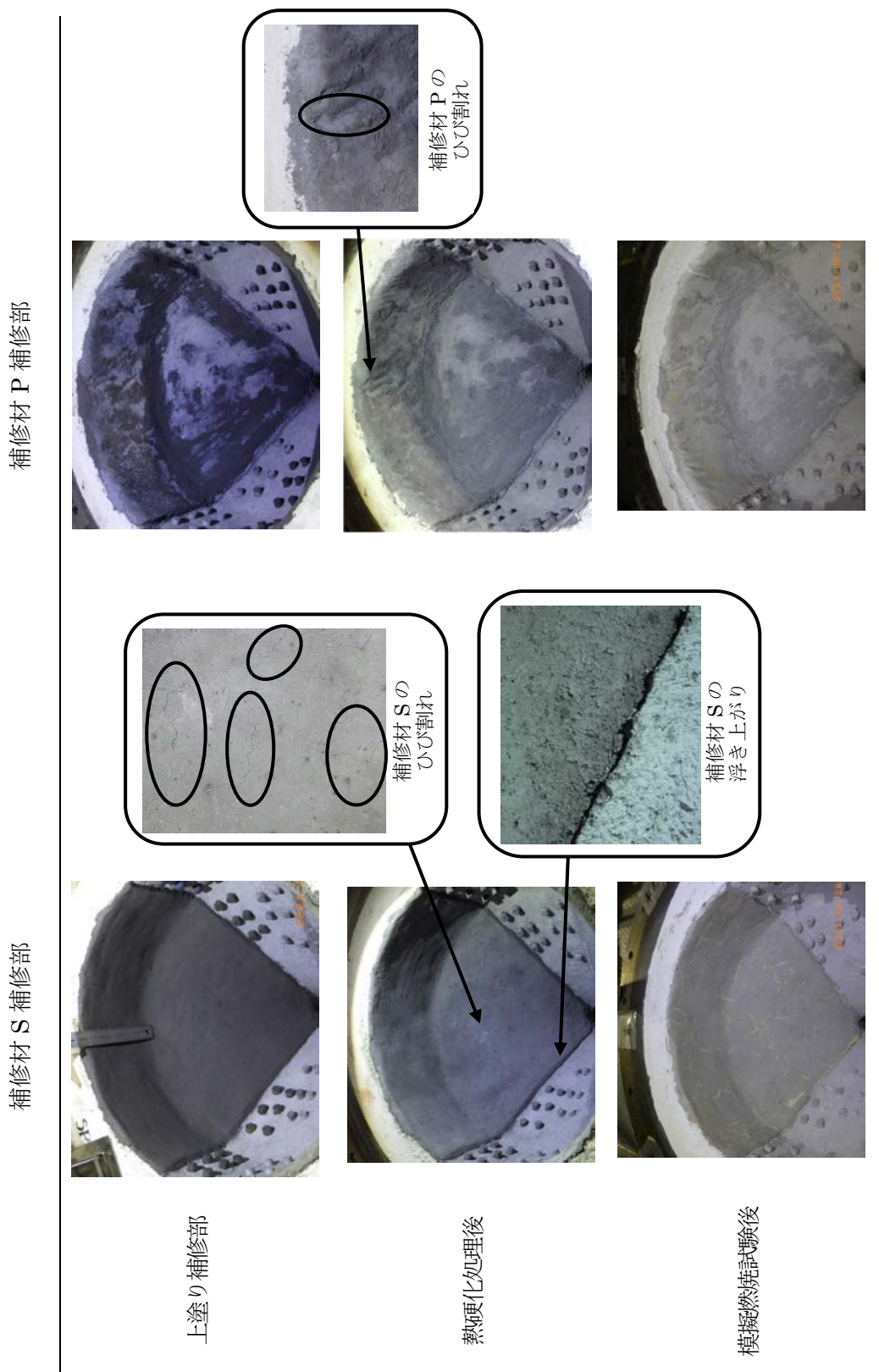


Fig.7 熱硬化処理後及び模擬燃焼試験後における主反応器内部状態

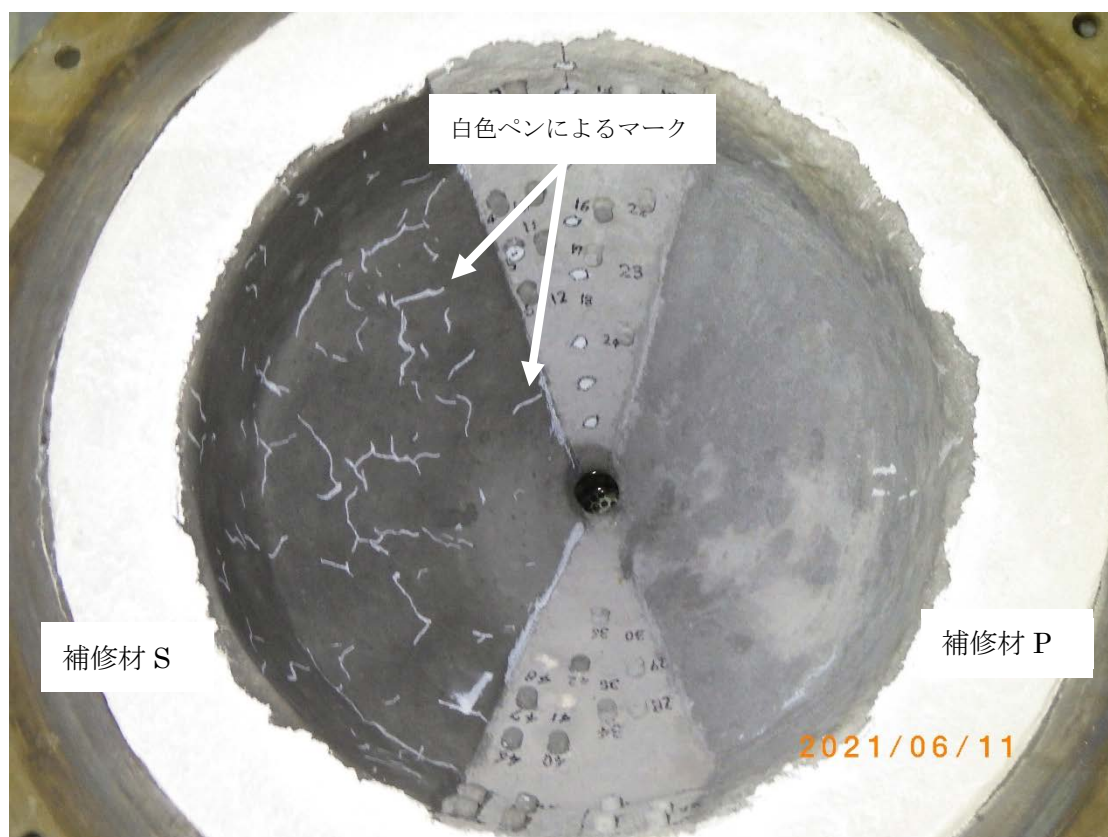


Fig.8 熱硬化処理後における耐火材表面のひび割れ状態

Table 4 模擬燃焼試験前後の硬さ測定結果

	補修材 S	補修材 P
模擬燃焼試験前	61	74
模擬燃焼試験後	86	74

Table 5 模擬燃焼試験前後の引張強度測定結果

	補修材 S	補修材 P
模擬燃焼試験前 (N/mm ²)	0.9	0.7
模擬燃焼試験後 (N/mm ²)	0.9	0.45

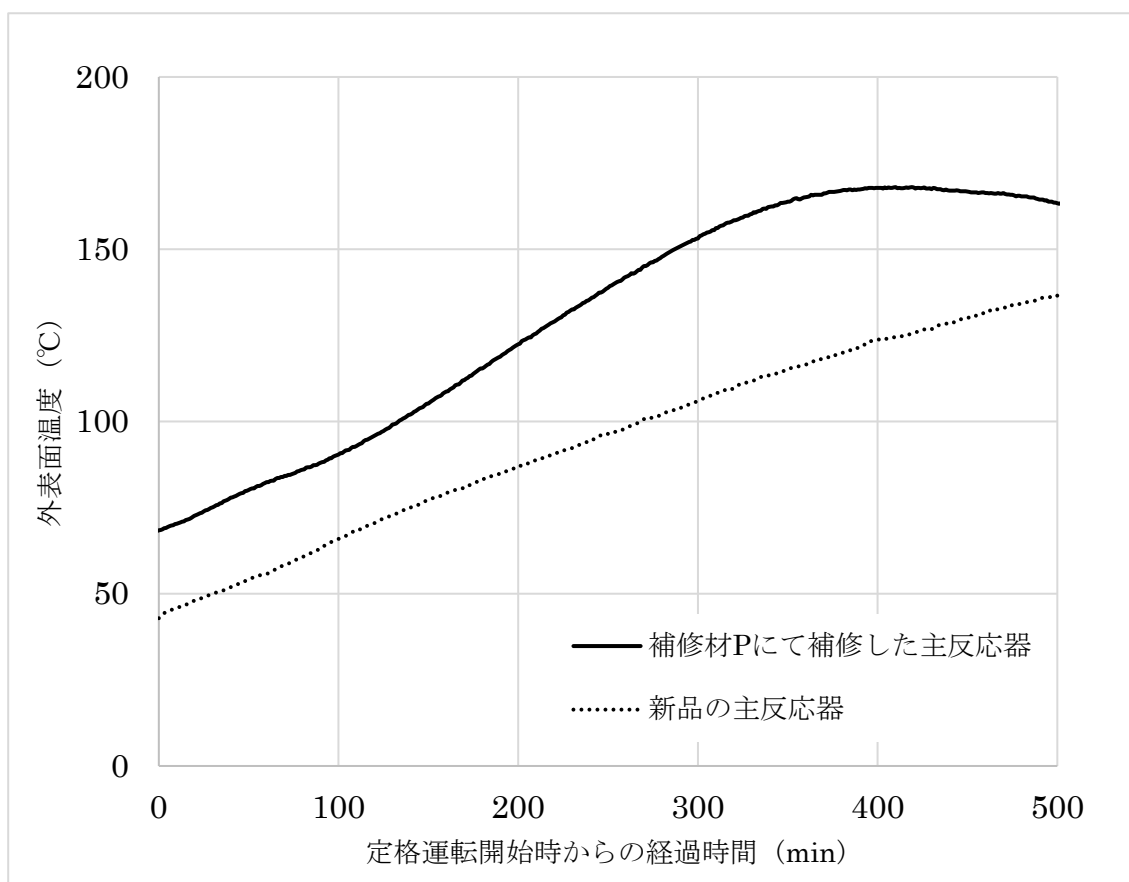


Fig.9 模擬燃焼試験時における補修した主反応器及び新規に導入した主反応器の外表面温度の比較

Table 6 各補修材における測定結果の比較表

	外観確認	硬さ測定	引張強度測定	外表面温度	判定
補修材 P	○	○	○	○	○
補修材 S	×	○	○	測定無し	-

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構, 低レベル放射性廃棄物管理プログラム, JNC TN1400 2001-019, 2002, 26p.
- 2) 鈴木寛一他, 過熱水蒸気技術集成, エヌ・ティー・エス, 2005, 242p.

