

長寿命の原子燃料(高燃焼度燃料)の開発

信頼性、経済性に優れた燃料の開発

Development of Long Life Nuclear Fuel (High Burn Up Nuclear Fuel)

Developing Fuel Designed Higher Reliability, Operability, and Economy

(原子力管理部 原子力技術グループ)

原子力では、プラント運転性向上等の観点から長寿命の燃料(高燃焼度燃料)の開発を進めている。本号にて高燃焼度燃料の概要を、次号にて開発研究の詳細、および今後の展開について紹介する。

(Nuclear Power Operations Dept., Nuclear Engineering Section)

Development of long life fuel (high burn up nuclear fuel) is underway at Nuclear Power Operations in view of enhancing the plant operating performance and others. We give here an outline of high burn up nuclear fuel in this issue, and details of research and development along with future plan on the next issue.

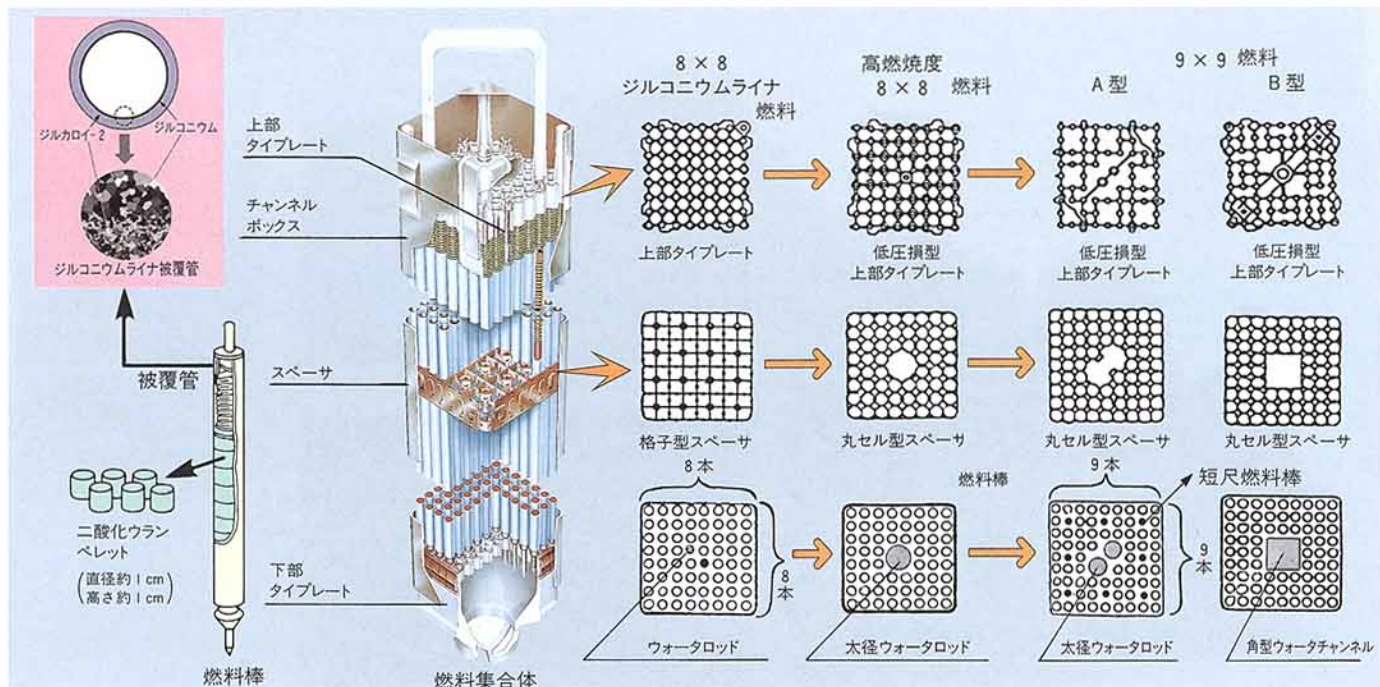
1 開発の背景

原子燃料は、一度原子炉に入ると3~4年間燃え続け、現行の8×8ジルコニウムライナ燃料では1体当たり石油ドラム缶約6万本分のエネルギーを発生する。3~4年間燃えた燃料を年に1回の定期検査において順次取り替えている。取替体数は原子炉に装てんされている全燃料の1/4~1/3程度である。この取替体数を減らすことにより、使用済燃料発生量の低減及び経済性の向上が図れる。この目的のためウラン235の濃縮度をわずかに高め、より長期間運転できるようにした高燃焼度燃料の開発を、1980年代より、軽水炉高度化の一環として進めてきた。

2 高燃焼度燃料について

BWR(沸騰水型軽水炉)の高燃焼度燃料には、既に実用化されている8×8ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度8×8燃料に加え、今後導入予定の9×9燃料がある。これらの燃料は、従来燃料(8×8燃料)と同様にウラン粉末を円柱状に焼き固めたペレットをジルコロイ-2合金のさやに密封した燃料棒を束ねて製造されるが、ウラン235の濃縮度をわずかに高め長期間運転できるようにしている点が特徴である。

また、次のような性能向上が図られている。いずれの高燃焼度燃料も、出力上昇時に燃料ペレットと被(ジルコニウム)を内張りした被覆管を採用している。

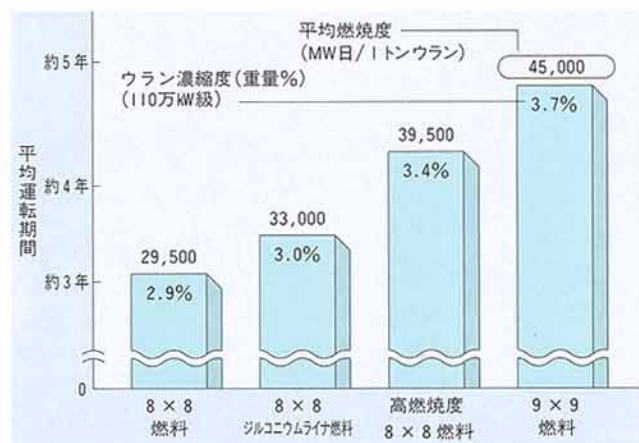


第1図 高燃焼度燃料の概要

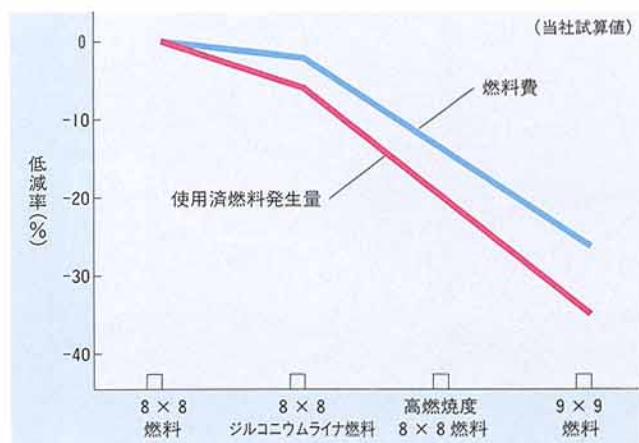
これにより、従来燃料よりも出力を早くあげることが可能になり、原子炉起動時間の短縮など運転性が向上した。また、高燃焼度 8×8 燃料や 9×9 燃料では、燃料から水への熱の伝わりをより良くするため、燃料棒を束ねるバンドの役を果たしているスペーサーの形状を変更したり、ウォーターロッドと呼ばれる水の流れる管を太くして中性子の減速を効率良く行うなどの工夫がなされている。さらに、9×9 燃料では、燃料棒の並びを従来の 8 行 8 列から 9 行 9 列に変更して燃料棒本数を増やし、燃料棒 1 本当たりの出力低減を図り運転性能を向上させた。第 1 図に各高燃焼度燃料の概要を、また、第 2 図にそれらの平均運転期間を示す。

3 高燃焼度化に伴う効果

高燃焼度化により 1 体の燃料でより多くのエネルギーを得ることが可能になったため、定検時の取替燃料体数の低減が図られ、これに伴い使用済燃料発生量及び電力量あたりの燃料費が低減された。第 3 図に示すように、使用済燃料発生量は 8×8 燃料と比較して各段階ごとに約 7～16%、燃料費は約 5～12% 低減される。



第 2 図 燃料タイプ別平均運転期間

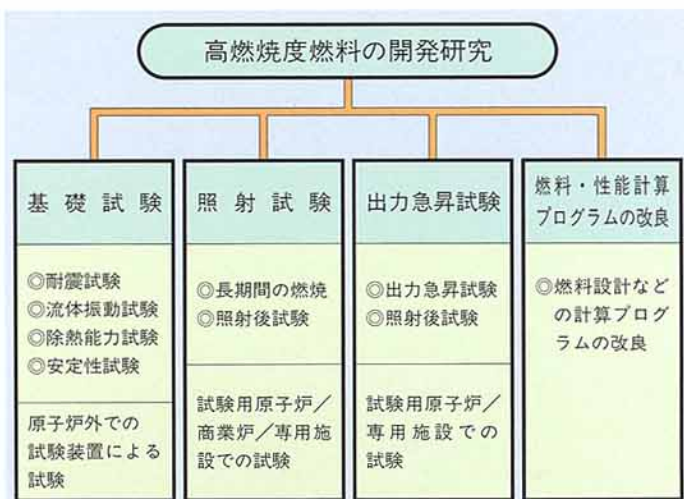


第 3 図 使用済燃料発生量と燃料費低減率

4 高燃焼度燃料の研究開発概要

高燃焼度燃料は、前述のように、ウラン濃縮度の増加に伴い燃料の構造を変更しているため、加振装置を用いた耐震試験、模擬燃料を用いた流体振動試験、除熱能力確認などの試験を行い、基本的な性能を確認している。また、原子炉内での滞在期間が、従来の燃料に比べ 1～2 年程長くなるため、燃料被覆管の耐食性や燃料ペレットのふるまい等を与える影響を調査する目的で、試験燃料を海外の試験炉や商業炉などで長期間燃やした後、専用の試験施設（ホットラボ）で燃料を解体、切断などして状態を詳細に調べる試験（照射後試験と呼ばれる）を行っている。また、出力の変動に対しても健全であることを確認するため、日本原子力研究所の試験炉などで出力を急激に上昇させる試験を行っている。このようにして、十分に性能が確認された後、本格利用に先立ち商業炉における少数体の燃焼を行い万全を期している。

このように、高燃焼度燃料は、5～7 年程の長期間にわたるさまざまな研究を経て、開発される。次号においては、高燃焼度燃料の開発研究の詳細、今後の展開について紹介する。



第 4 図 高燃焼度燃料の開発研究



写真-1 照射後試験施設