.....資料

原子力発電への新素材開発研究

富田弘平*, 徳田育三*, 中東重雄*

(1990年12月4日受理)

*R & D Activities on Advanced Materials
for Nuclear Power Plant*By Kohei TOMITA,
Ikuzo TOKUDA and Shigeo NAKAHIGASHI

Highly advanced technology related to LWRs can be achieved by improvement of reliability of components and parts, improvement of efficiency of periodic inspection, extension of operating period, optimization of operating cycle and simplified maintainability of plant facilities. The life extension of components and parts to extend replacing period and improvement of reliability thereof for easier maintenance together with improved and development for reduction of radiation exposure volume are essential. Accordingly positive use of new materials superior with physical and chemical stability to be speedily developed is strongly desired, in addition to improvement of quality of facility composing materials for existing components and parts.

To achieve the objectives, ANERI (Advanced Nuclear Equipment Research Institute) is responsible for (1) studying possibility of new materials application to components and parts for LWRs, (2) carrying out applicability evaluation tests of new materials to LWRs environment, (3) improvement, development and evaluation of new materials and (4) verification tests for components and parts employing new materials, and to develop components and parts for LWRs with high reliability and long durability.

KEYWORDS: *light water reactors, inspection, life extension, advanced materials, ANERI project, advanced metallic materials, fine ceramics, high polymer materials, reactor components, reactor materials, reliability, evaluation, economics, feasibility studies*

Ⅰ. はじめに

わが国における商業用原子力発電は、1990年11月1日現在、39基、約3,148万kWが運転中で、さらに建設中のものが11基、約1,089万kW、建設準備中のものが3基、約354万kWとなっている。1989年度の原子力発電による発電量は、約1,810億kWhで全発電電力量の27%以上を占めるに至り、わが国の電力供給において重要な役割を担っている。また、1989年度の年間設備利用率(稼働率)は総合平均70.0%で、1982年以降70%以上の高稼働率を維持している。しかし、これで満足ということではなく、軽水炉が一層長期にわたって原子力の主役を担うものと考えられる現状では、電力供給の主役にふさわしい、より高度の信頼性、運転性、経済性の追求を目指して、わが国独自にプラント全

体、プラントの全寿命期間を見通しつつ技術開発を進めていく必要がある。

本稿では、新素材適用により現用軽水炉の機器・部品のより一層の長寿命化、高稼働率化を実現するために設立された「技術研究組合原子力用次世代機器開発研究所」(Advanced Nuclear Equipment Research Institute; ANERI)の概要とこれまでに得られた成果の一部を紹介する。

Ⅱ. ANERI設立と現況⁽¹⁾⁽²⁾

1. ANERIの設立

1984年2月、総合エネルギー調査会原子力部会のも

* 技術研究組合 原子力用次世代機器開発研究所
(Adv. Nucl. Equip. Res. Inst.)

とに「軽水炉技術高度化小委員会」が設けられ、既存型軽水炉原子力発電所の技術高度化についての中間報告が同年8月にとりまとめられた。この報告書では、①より高度の信頼性、経済性の追求、②プラントの長寿命化、③保守性の向上および被曝の低減などが挙げられている。この中間報告に基づいて、通産省資源エネルギー庁に「原子力用次世代型機器開発検討委員会」が置かれ、新素材の原子力用機器・設備への適用に関する調査・研究について検討がなされた。

1985年8月、原子力用次世代型機器開発に関するブレ・フィージビリティスタディ報告がまとめられ、「研究開発基本計画」が示された。この報告書に基づき、技術研究組合 原子力用次世代型機器開発研究所の設立構想が具体化され、1985年10月7日、技術研究組合 原子力用次世代型機器開発研究所(ANERI)が正式に発足した。なお、研究開発期間は当面、1985～93年度の9年間となっている。

2. 研究開発テーマの選定

軽水炉技術高度化の主な目的の一つは、“より高度な信頼性と経済性の追求”にあり、この目標は運転サイクルの最適化、定期検査の効率化および運転継続期間の長期化やプラント設備の保守性の向上などにより達成されると考えられる。

ANERI プロジェクトでは、①次世代型機器・部品の開発・確証の具体的な目標を設定し、②電力・プラント側のニーズを調査して開発すべき機器・部品を絞り込み、③素材メーカー側からの適用可能な素材候補の絞り込みを行い、④電力・プラント側ニーズと素材側シーズとの調整を行なって、適用可能素材の評価(選定)基準の検討・総合評価を行なったうえでテーマを選定し、⑤開発基本計画と試験研究計画を策定した。第1表は、選定された研究開発目標についてまとめている^(a)。

3. 組織および研究体制

(1) ANERI の組織

研究開発の運営に係わる組織体系を第1図に示す。参加組員は、(財)金属系材料研究開発センター、(財)ファインセラミックスセンター、(財)高分子素材センターの3素材センターをはじめ(財)産業界創造研究所、(財)電力中央研究所の2中立機関、それに3プラントメーカーと22の素材メーカー合わせて30の法人によって構成されている。

(2) 研究体制

参加組員は、テーマに関連した専門部会(8セッ

第1図 ANERIの研究組織

ション)に所属するとともに、機器別分科会(17セッション)にも所属し、専門家とのディスカッションやユーザーである各電力会社からの意見、ニーズ等を定期的に聞き、またプラントメーカーとの意見交換などきめ細かい情報交換の場を持ち、効率的な研究開発を行っている。

Ⅲ. 研究成果

本プロジェクトで実施してきた全研究開発テーマ数は、発足年度の1985年度は8件、'86年度49件、'87年度52件、'88年度52件、'89年度51件、'90年度43件である。素材別の研究テーマ内訳を1988年度と'89年度について第2表にまとめる。セラミックス系素材の適用研究テーマが最も多く約半数を占めている。

本プロジェクトも発足後5年が経過し、研究テーマによってはすでに素材の基本特性試験段階を終了し、実機使用環境条件下における確証試験段階に入っている研究テーマもいくつかある。本プロジェクトの成果の一部である特許出願件数は1989年度末まで32件を数え、実用新案も3件出願中である。

本プロジェクトにおける開発研究は、現在が最も充実した時期であるとともに数多くの貴重なデータが得られている時期でもある。本章では、金属系、セラミックス系、高分子系素材に関し、データの一部を紹介する。

1. 金属系新素材

軽水炉における炉内構造材料として要求される重要な特性の一つに耐食性がある。特に主要構成材料とし

第 1 表 ANERI の 研 究 開 発 目 標

B: BWR
P: PWR

No.	機 種	機 器	部 品	現 用 材	炉 型	適 用 素 材
1	ボ ン プ	海水ポンプ	主軸・ケーシング・インペラ	ステンレス鋼 SCS14, SUS316	B/P	改良型ステンレス鋼、二相ステンレス鋼
			水中軸受	フェノール系樹脂 ニトリル系ゴム	B/P	Al ₂ O ₃ , SiC および Si ₃ N ₄ セラミックス 等
		原子炉冷却系ポンプ	メカニカル・シール	焼結カーボン (固定) 超硬合金 (回転)	B	C/Cコンポジット、短繊維FRM
				アルミナ (固定)・(回転)	P	SiC および Si ₃ N ₄ セラミックス
		ポンプ全般	パッキング・ガスケット Oリング	グラファイト アスベスト、EPゴム等	B/P	C/Cコンポジット、FRTP 改質EPゴム
2	弁	弁 全 般	シ ー ト	ステライト®6	B/P	Fe基・Ni基の表面硬化材、 セラミックスコーティング
		ゴムダイヤフラム弁	ダイヤフラムシート	EPゴム (付加補強繊維入り)	P	改質ゴム (EPDM) (ガラス繊維)
3	配 管	海水配管	管・継手等	炭素鋼 (ナライニング)	B/P	複合鋼管、FRP-FW
		RW系配管	管・継手等	SUS316L	B/P	セラミックスコーティング
4	伝 熱 機 器	熱交換器・加熱器等	伝熱管等 (耐塩素、長寿命化)	SUS316L, 304(L), チタン	B/P	セラミックスコーティング
5	制御棒駆動装置	C R D	ガイド・ローラー (改良CRD)	ステライト®3 低Co-Ni基合金	B	Si ₃ N ₄ ・SiCセラミックス Cr ₃ C ₂
			シール部材 (既設CRD)	焼結カーボン	B	Al ₂ O ₃ ・SiC 等
		CRDM	コイル・アセンブリー	H種シリコン樹脂砂入り	P	シリカ系セラミックス 等
6	炉 内 機 器	炉内構造物	炉内構造物材、ラファルシート等	オーステナイト系SUS (Co ≤ 0.2~0.05%)	B	低Co (スーパー) ステンレス
					P	Co溶出制御表面処理、セラミック コーティング、Cr-Ni基合金 コーティング
		締付け部材等	ボルト等	インコネルX-750等	P	結晶制御合金、分散強化合金
7	圧 力 容 器	スタッド・ボルト	スタッド・ボルト	高張力鋼 (無防錆)	B/P	表面処理鋼+多層電気メッキ 等
8	タービン	低圧タービン	ブレード	12Cr鋼、17Cr鋼 チタン合金	B	改良チタン合金 (Near β 合金)
			ブレード・エロージョン シールド	ステライト®6 チタン合金	B	Fe基・Ni基表面硬化材、セラミ ックスコーティング
					P	Ti合金 (Near β 合金)、 セラミックスコーティング
9	浄 化 系 (水処理)	原子炉冷却材 浄化装置	イオン交換体	イオン交換樹脂: 有機物 (スチレン系)	B/P	金属フィルターのセラミックスコー ティング
		復水浄化装置 廃棄物処理装置	イオン交換体 加熱蒸発器 (エバポレーター)	イオン交換樹脂、 ステンレス・インコネル	B/P	改良中空糸膜 高機能高分子分離膜 等
10	タ ン ク	RW潤滑液タンク	防食ライニング	ライニング (ビニル系等)	B/P	ライニング (ふっ素樹脂)
		補機・冷却系タンク	防食塗装	エポキシ塗装	B	高機能エポキシ塗装
11	格 納 容 器	ベネトレーション	電気ベネトレーションの絶縁体	エポキシ	B	ガラス、Al ₂ O ₃
12	電気計装品	ケーブル	ケーブル	塩化ビニル、 架橋ポリエチレン 等	B	ポリオレフィン、金属水和物等 芳香族化合物 等
		電子部品	半 導 体	シリコン	B	SiC、SOS、SOI 等
		中性子計装品	LPRMのシール	アルミナ	B	MgAl ₂ O ₄
			検出器案内管 (外側)	SUS316, 304	P	各種セラミックスコーティング

第2表 1989年度素材別の研究開発テーマ一覧

()内は1988年度分(件)

No.	機器別	金属	ファインセラミクス	高分子	計
1	ポンプ	2 (2)	5 (5)	2 (2)	9 (10)
2	制御用駆動装置		4 (4)	0 (1)	4 (5)
3	電気計装品 (含電気制御用)		5 (4)	1 (1)	6 (5)
4	タービン	3 (3)	1 (1)		4 (4)
5	配管	4 (4)	2 (2)	1 (1)	7 (7)
6	浄化装置		2 (1)	2 (2)	4 (3)
7	タンク			2 (2)	2 (2)
8	熱知炉		0 (1)		0 (1)
9	弁	3 (3)	2 (2)	1 (1)	6 (6)
10	炉内構造物	6 (5)	1 (1)		7 (6)
11	伝熱機器		1 (2)		1 (2)
12	圧力容器	1 (1)			1 (1)
合 計		19 (18)	23 (24)	9 (10)	51 (52)

て多く使用されているステンレス鋼やNi基合金中の不純物であるCoの溶出を抑えることは、定期点検時における作業従事者の放射線被曝低減の観点からも重要である。Co溶出を抑える方法としてANERIでは、①材料中のCo含有量を低減する方法、②表面処理を施してCoの溶出を抑制する方法について研究開発を進めている。

(1) 低Coステンレス鋼の開発

SUS316鋼をベースとして、現用材の諸特性をすべて満足するとともにCo含有量を<0.01%を目標として研究開発を実施している。

試作した低Coステンレス鋼は、C: 0.04~0.015, Si: 0.46~0.52, Mn: 1.47~1.51, Ni: 13.50~13.73, Cr: 17.08~17.48, Mo: 2.38~2.48, Co: 0.0036~0.005%の試作鋼である。第2図に、室温、250および300℃における引張特性を示す。いずれの温度においてもCoによる機械的性質への影響は認められない。また、溶接部においても第3図に示すように機械的性質への影響は認められない。

一方、腐食量に及ぼすCoの影響について、第4図および第5図にその結果の一例を示す。286℃高温純水中で溶存酸素濃度が20ppbの場合Coの影響はほとんど認められないが、溶存酸素濃度が0.2ppmになる

第2図 低Coステンレス鋼の機械的性質

とCo含有量の増加とともに腐食速度は増加傾向を示す。これは、第6図に示すように、IMMAによる表面皮膜分析の結果、膜中のCr濃度がCo含有量の増大とともに減少していることから、このCrの減少が耐食性の劣化に関与していると考えられる。以上の結果、Co含有量の低減は、機械的性質、耐食性の向上に優れた効果を示すことがわかった。

(2) 表面処理によるCo溶出抑制技術の開発

表面処理技術は、表面に付与する機能によって種々の方法が精力的に開発されている。表面に緻密で安定な皮膜を形成する方法、化学、電気等メッキによる皮膜形成、溶射によるコーティング法をはじめ、最近ではドライプロセスによる表面改質技術の発展も著しい。

第3図 低Coステンレス鋼の機械的性質(室温)

第4図 高温水中での腐食に及ぼすCo量の影響

ANERI プロジェクトにおいても表面処理技術として、①安定な酸化皮膜を積極的に形成させる方法、②電気メッキ、無電解メッキを併用した多層メッキ法、③

第5図 SUS 316L の高温水中での耐食性に及ぼすCo量の影響

第6図 SUS 316L の高温水中で生成した表面酸化皮膜中のCr濃度に及ぼすCo量の影響

電気メッキまたはプラズマ溶射により表面を被覆した後、レーザー光を照射して表面のみを合金化あるいはアモルファス化する方法、④PVDによる表面処理法、など多くの方法による表面改質技術の開発研究を進めている。1例として、高温加熱酸化処理による表面酸化皮膜形成によるCo溶出抑制技術について紹介する。

試料は現用材である SUS 304 鋼とステライト Na.6 を用いた。表面に水蒸気中、350°C×5h の酸化処理を行なった水蒸気酸化処理、400°C×1h の大気酸化処理をそれぞれ行なった後、炉水環境条件下で溶出抑制効果を調べた。その結果を第7図に示す。表面処理効果はいずれも顕著で、腐食溶出量は現用材の1/5程度に抑えられており、その効果は3ヵ月後も変わらなかった。また、1,510h 浸漬後の大気酸化処理材の溶液中の積算溶出元素量を調べた結果を第8図に示す。い

第7図 SUS304の表面処理による
腐食溶出抑制効果

れの元素も現用材に比べ処理材の溶出元素量は少なく、特に、Cr, Niの放出量が小さい。一方、本処理による機械的性質への影響について調べた結果、なんら影響は認められなかった。

2. セラミックス系新素材

セラミックス系材料は、硬さ、耐熱性、耐摩耗性において金属材料等には追従できない優れた特性をもっており、耐食性、断熱性、熱伝導性、軽さなどにおいても優れた特性を有している。特に、高温水中環境はセラミックス系材料の適用が大いに期待される使用環境の一つである。しかしこれまで、この条件下での化学的安定性についての報告はほとんどない。

本節では、セラミックス系材料の高温水中での溶出・腐食挙動についてANERIプロジェクトの研究成果を中心にその一部を紹介する。

第9図には、川久保らによって報告された各種セラミックスの高温(290℃)純水中における重量変化を示す⁽⁴⁾。供試材のセラミックスはいずれも市販材であり、チッ化ケイ素Ⅱだけは加圧焼結材であるが、他はすべて常圧焼結材である。いずれの供試材も粒度1μmのダイヤモンド・ペーストで表面研磨したものを用いている。大部分のセラミックスが腐食重量減を示すなか

第8図 SUS304表面処理材の高温純水中
における溶出元素の積算量

(320℃, 溶存酸素<5 ppb
500 ppm B+2 ppm Li
試験時間: 1,510 h)

で、チッ化アルミニウムと部分安定化ジルコニアは重量増を示している。腐食重量減が小さいのは炭化ケイ素と高純度(99.9%)アルミナⅣである。脱酸素水(20 ppb以下)中と酸素添加水(〜32 ppm)中とでは、酸化物系セラミックスでは差はほとんど見られなかったのに対し、非酸化物系セラミックスでは酸素添加水中で

第9図 290℃純水中で72h浸漬後の各種
セラミックス材の重量変化⁽⁴⁾

の重量変化が大きいものが多く、特に、炭化ケイ素では差が大きくなっている。アルミナの場合、高純度になるほど耐食性が增大している。これは不純物がガラス質やスピネルなどの粒界相を形成するため、粒界相が主に溶出していることによるものと考えられている。また、チタ化アルミニウムは厚いペーライト相の生成により大きな腐食増量を示している。

第10図には、 Si_3N_4 セラミックスの88℃熱水中における重量変化を示す。 $\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{HPM}$ は MgO を、 $\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{HPR}$ は Al_2O_3 と Y_2O_3 をそれぞれ焼結助剤として製造したセラミックスである。 Si_3N_4 は耐熱材料として従来より注目されてきたが、第9図に示したように、300℃付近の高温水では大きな浸食を受ける。しかし、88℃熱水環境においては焼結助剤によってはアルミナと同程度の耐食性を示すことがわかる。

第10図 88℃熱水曝露による Si_3N_4 セラミックスとアルミナ現用材の重量変化

HPMとHPRの浸漬後の試料とでは、試料表面の浸食深さに顕著な差異が認められ、前者の浸食深さは後者に比べて1桁以上大きいことがわかった。これは主成分である Si_3N_4 よりも助剤成分の方が溶出し易いことを示唆している。すなわち、 Si_3N_4 は、88℃の熱水条件下でも水と反応して溶出するものの、その速度は小さく、むしろ焼結助剤成分の選択的な溶出が生じている。特に粒界での選択的な溶出が起こっている。しかし、換言すれば粒界の組成(焼結助剤成分)、形態によりその耐食性が大きく異なることであり、今後の改良開発が期待される。

SiC セラミックスは高温純水中において良好な耐食性を有している(第9図)。このような良好な耐食性を示すのは、 SiC 自身が H_2O と反応し難いためと考えられている。 SiC と H_2O との反応は400℃以下では起こらないといわれている。これは表面に緻密なアモルファス SiO_2 層が形成されるため、 H_2O との反応が生じない

と考えられている。しかし、第9図に示すように、焼結法の違いにより耐食性が異なる。常圧焼結体(SiC II , III)に比べ反応焼結体(SiC I)の方が4倍も大きな腐食減量を示している。これも Si_3N_4 同様、焼結法の違いによる表面微細構造の違いによるものと考えられている。

一方、 SiC セラミックスは非酸化物系セラミックスであるがゆえに、溶存酸素濃度が高い場合には浸食速度が速まる可能性が考えられる。第11図には、CRDガイドローラ用としてその適用可能性調査を実施している SiC について、溶存酸素濃度が30, 200, 1,000 ppbの3種類の286℃純水中に浸漬した後の重量変化を示す。試料表面を鏡面仕上げしたものと同研磨面のままの2種類であるが、いずれの SiC もほとんど重量変化はなく、良好な耐食性を示している。なお、1,000 ppb溶存酸素の大きな変化量は、試験ループ構成材料からの腐食生成物の付着によるものと試験片の一部欠損に起因するもので、 SiC 自身の腐食によるものではない。しかし、第9図に示したように、 SiC は焼結法の違いや焼結助剤成分の違いによってその特性が変わることから、今後、多くの実験データの集積に伴い高温純水中における SiC の耐食性についての機構が明らかにされるであろう。

○：粗面加工材，▲：鏡面加工材
第11図 286℃純水中に浸漬した SiC セラミックスの重量変化

Al_2O_3 セラミックスは、高温純水中では比較的良好な耐食性を示すが、組成とくに Al_2O_3 純度による依存性が高い。第12図に、120～275℃の純水中に純度の異なる Al_2O_3 セラミックスを100 h浸漬(バッチ試験)した後の重量変化を示す。試料の Al_2O_3 含有率は92～99.5%までの4種類である。重量減少は Al_2O_3 含有率に依存し、 Al_2O_3 含有量の多いほど重量減少は小さい。これ

第12図 各種温度の純水中に浸漬後の重量変化

は粒界腐食を生ずるためと考えられており、第13図に示すように、主成分のAlよりも不純物であるSiが多く溶出し、その他Ca, Na, Kの溶出濃度もその組成比濃度に比べると大きくなっていることで説明されている。また、99.5%純度の Al_2O_3 そのものの重量変化はほとんどないことから、 Al_2O_3 自身の耐溶出性は高いものと考えられる。

第13図 275℃純水中に浸漬した Al_2O_3 含有率92%の Al_2O_3 セラミックスから放出された各種イオン濃度の浸漬時間依存性(小型ループ試験)

しかし、高純度 Al_2O_3 セラミックスでは溶出現象のはかに結晶形態の変化による劣化過程が見出されており、純度99.5%試料を275℃の純水中で100 h浸漬後、XRD回折の結果、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ から $\gamma\text{-AlOOH}$ に一部変化していることが確認されている。 Al_2O_3 セラミックスは酸化物であるため、 H_2O との反応により表面皮膜を形成することはないが、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ から $\gamma\text{-AlOOH}$ への結晶変態があると重量増加の要因となり、評価上考慮が必要となる。

3. 高分子系新素材

軽水炉プラントは高温高压純水系のシステムであることから、高分子系材料は、構造物材料としてではなく、むしろシステムを構成するための部品を提供する立場にあることから、材料の持つ性能や機能が極めて重要である。そこでANERIプロジェクトでは、次のような機能を有する高分子系素材のプラントへの適用可能性について研究開発を進めている。①テフロン、EPゴムなどを用いたパッキン、Oリングなどのシール用高分子材料の研究開発、②ポリエステル、エポキシなどを用いた防食用高分子材料の研究開発、③スーパーエンブラ、ポリオレフィンなどを用いた絶縁材料の研究開発、④ポリエチレン、テフロンなどを利用した分離用高分子材料の開発研究、等である。本節では、これらの研究成果の一部を紹介する。

1次冷却材ポンプの軸シールに使用されているOリングは、高温(70℃)、高压(157 kg/cm²)、高放射線(～10⁵ Gy)という厳しい環境下で使用されており、現状では約4年ごとに交換されている。そこで保守性向上の観点から、より長寿命でしかも信頼性の高いOリングの開発ニーズがある。開発目標はシール寿命が現用品対比で1.5倍以上、かつ300℃で短時間の使用が可能なこととした。

素材ゴム候補について圧縮永久歪み、耐熱性および耐 γ 線照射特性の評価を行い、ベースゴムとしてEPゴムを選定した。さらに、ゴムの特性を大きく左右する補強剤、加硫剤、老化防止剤等の種類と添加量を検討し、改質EPDMを開発した。第14図に、150℃熱水中における圧縮永久歪みの時間依存性の結果を示す。シール寿命のクリティカル特性である圧縮永久歪み特性に関して開発品は、現用品の1.5倍以上の耐久性を有していることがわかる。また、 γ 線照射環境下において

第14図 熱水中圧縮永久歪みの老化時間依存性

も、第15図に示すように、同様の結果を得ている。さらに、極限温度300℃熱水中における圧縮永久歪特性結果を第16図に示すが、熱水老化特性は開発品の方が現用品に比べて優れている。

熱水老化+γ線劣化時間 (days)

温度: 150℃, 圧縮率: 12.3%

γ線線量率: 4.6×10^3 R/h

第15図 γ線照射下熱水中圧縮永久歪の老化時間依存性

第16図 極限温度における開発品、現用品の圧縮永久歪

Ⅳ. おわりに

新素材の適用によって軽水炉技術の高度化を実現するための開発研究について、ANERIの活動とその研

究内容の極く一部を紹介した。誌面の都合でそのすべてを紹介することはできなかったが、それぞれ目標を定めて着実に研究開発を実施している。

「新素材」と称して世の中に広く活用されている優れた材料の中にも、当プロジェクトの研究を通じて実施される原子力発電所特有の環境中での使用を可能とするために要求される厳しい試験の結果、従来知られていなかった特性の一部が明らかになり一層の改良が必要となる場合もある。そのために、「より高純度な素材」を適用し、「高度な製造プロセス」を確立するなどの工夫・改善が行われ、さらに優れた「原子力発電用新素材」が開発されつつある。

一方、この研究を通じて得られた多くの知見やデータは、原子力発電のみならず他の関連技術への適用も予想され、その波及効果は大きいと考えられる。

また、「開発材料の評価試験がどのような条件で実施されたかを正確に記録しておくことが極めて重要」であり、数多くの「実験データ」や「製造実績」とともにその記録・活用が不可欠である。そして、研究がさらに進展し、新素材を適用した優れた機器・部品が次々に開発され、軽水炉技術の高度化に寄与することが期待されている。

本稿は通商産業省資源エネルギー庁より委託を受け原子力用次世代機器開発研究所が実施しているものをまとめているが、この研究に携わっている組合員研究担当者各位のご尽力に心から敬意を表するとともに、関係各位のご指導とご協力に厚く感謝する次第である。

なお、本件に関する詳細については技術研究組合までご連絡下さい(Tel.03-3504-2831)。

— 参考文献 —

- (1) 富田弘平, 寺林康治: 原子力工業, 34[9, 10], (1988).
- (2) 富田弘平: セーフティ21(平成元年度原子力発電安全月間報告会資料), (1990).
- (3) 富田弘平, 徳田育三, 伊藤富士夫: 火力原子力発電, 41[6], 693 (1990).
- (4) 川久保 隆, 他: 材料, 38[426], 300 (1989).