

原子燃料サイクルバックエンド技術の信頼性向上に向けて

巻頭言

東海大学工学部原子力工学科 教授 大江 俊昭 …2

電力中央研究所「原子燃料サイクルバック
エンド研究」のあゆみ ……3

はじめに

常務理事 横山 速一 …6

第Ⅰ部 原子燃料サイクルバックエンド研究の
全体像 ……7第1章 原子燃料サイクルバックエンド研究の
取組みについて ……7

- 1-1 原子燃料サイクルバックエンドをめぐる
我が国の動向 …… 8
 - 1-1-1 放射性廃棄物処分対策 …… 8
 - 1-1-2 使用済燃料等の輸送・貯蔵 …… 9
- 1-2 電力中央研究所におけるバックエンド
研究の取組み …… 10
 - 1-2-1 放射性廃棄物の処理・処分 …… 10
 - 1-2-2 使用済燃料等の輸送・貯蔵 …… 13
 - 1-2-3 電力中央研究所における基盤技術の
開発 …… 14
 - 1-2-4 電力中央研究所における国際研究
協力 …… 15
 - 1-2-5 本レビューの構成と内容 …… 15

第Ⅱ部 放射性廃棄物処理・処分技術 ……19

第2章 地質地下水環境調査評価技術 ……19

- 2-1 地質環境長期安定性評価技術 …… 20
 - 2-1-1 隆起・侵食評価技術 …… 20
 - 2-1-2 火成活動評価技術 …… 22
 - 2-1-3 活断層周辺地盤の変形評価技術 …… 24
- 2-2 地質地下水環境特性調査評価技術 …… 25
 - 2-2-1 コントロールボーリング掘削・調査
技術 …… 25
 - 2-2-2 地下水年代測定技術 …… 27
 - 2-2-3 地下水流動解析技術 …… 29
 - 2-2-4 物理特性情報の変換解析技術 …… 31
- 2-3 ニアフィールドの地質・地下水・溶質
移行特性の調査技術 …… 33
 - 2-3-1 坑道掘削影響領域評価技術 …… 33
 - 2-3-2 原位置トレーサ試験による溶質移行
特性評価技術 …… 33
- 2-4 天然バリア中の地化学・微生物影響調査・
評価技術 …… 36
 - 2-4-1 地下岩盤の地化学環境調査技術 …… 36

- 2-4-2 処分環境における微生物影響評価技術
…………… 37
- 2-5 概要調査における調査・評価手法の体系化
…………… 38
 - 2-5-1 概要調査の調査・評価フローの構築 …… 38

第3章 施設/材料特性評価技術 ……45

- 3-1 処分環境を考慮したベントナイト特性
評価技術 …… 46
- 3-2 セメント系材料の長期耐久性試験・評価
技術 …… 51
 - 3-2-1 余裕深度処分におけるセメント系
材料の長期耐久性評価に向けた
純水および計画サイト地下水模擬
溶液を用いた溶脱挙動の把握 …… 51
 - 3-2-2 高温負荷による普通・低熱ポルト
ランドセメント硬化体の細孔構造
変化とイオン拡散性に及ぼす影響
…………… 52
- 3-3 ベントナイト長期挙動試験・評価技術 …… 54
- 3-4 処分場の品質管理技術 …… 56
- 3-5 新しい人工バリア材料開発 …… 58
 - 3-5-1 高耐久性高結晶型コンクリートの
溶脱耐久性評価 …… 58
 - 3-5-2 アルカリ環境下でのサポナイトの
溶解速度 …… 60
- 3-6 地下空洞の長期安定性評価技術 …… 61
 - 3-6-1 ボーリングコアによる岩盤評価
技術 …… 61
 - 3-6-2 ニアフィールド岩盤の計測・評価技術
…………… 63
 - 3-6-3 熱-水-応力3連成解析技術 …… 65

第4章 安全評価手法 ……69

- 4-1 人工バリア長期挙動評価技術（ガラス・
セメント・粘土） …… 70
 - 4-1-1 セメント水和物の変質モデル開発 …… 70
 - 4-1-2 化学平衡・物質輸送連成計算コードの
開発 …… 71
 - 4-1-3 ガラス固化体処分時影響評価 …… 74
- 4-2 ニアフィールド中の核種移行評価技術 …… 75
 - 4-2-1 セメント系材料の核種収着挙動の評価
…………… 75
 - 4-2-2 セメント系材料バリア中の核種拡散
による移行抑制効果 …… 76
 - 4-2-3 セメント硬化体中での微量元素拡散
挙動測定への LA-ICP-MS の適用 …… 77

4-2-4	セメント水和物からのコロイドの発生とその特性評価	78
4-3	長期の放射性廃棄物処分における不確実性評価技術	80
4-3-1	リスク論的安全評価手法の開発	80
4-3-2	放射性廃棄物処分手業の体系的な品質保証概念の提案	83
4-3-3	放射性廃棄物処分における「技術的に最善の手段 (BAT)」の考え方の適用	83

第5章 関連技術87

5-1	プラズマ溶融処理技術	88
5-1-1	プラズマ溶融処理の特長	88
5-1-2	プラズマ溶融技術の低レベル放射性雑固体廃棄物処理への適用性評価	88
5-1-3	Cs (セシウム) 捕捉率の推定手法	88
5-1-4	アスベスト廃棄物の無害化・再資源化	89
5-2	減圧アーク除染技術	90
5-2-1	減圧アーク除染技術とその特長	90
5-2-2	減圧アーク除染技術の除染性能	91
5-3	検認技術	92
5-3-1	大型廃棄体中の放射能濃度分布評価手法の開発	92

第Ⅲ部 使用済燃料等の輸送・貯蔵技術95

第6章 金属キャスク貯蔵技術95

6-1	密封評価	96
6-1-1	航空機エンジンの衝突に対する閉じ込め性能評価	96
6-1-2	取扱中の落下事故に対する密封性能	97
6-1-3	長期密封性能の評価	99
6-2	除熱評価	101
6-2-1	貯蔵施設の除熱模型試験方法の提案	101
6-2-2	キャスクの伝熱特性検討ならびに除熱性能の改善	103

第7章 コンクリートキャスク貯蔵技術 ...107

7-1	キャニスタの応力腐食割れ (SCC) に対する評価および対策	108
7-1-1	SCC に対する長期健全性評価	108
7-1-2	SCC 対策に資する気中塩分量評価	111
7-1-3	SCC 対策に資する塩分流入低減装置の開発	113
7-2	耐震評価	115
7-2-1	実物大コンクリートキャスク耐震試験	115
7-2-2	地震時安定性評価手法の提案	116

7-3	遮へい評価	116
7-3-1	キャニスタ表面目視	117
7-3-2	キャスク表面状態の経年変化	117
7-3-3	遮へい性能	117

第8章 ボールト貯蔵およびトンネル貯蔵技術 119

8-1	浅地下ボールト貯蔵	120
8-2	トンネル貯蔵施設の熱流動解析	121

第9章 燃料健全性評価 125

9-1	使用済燃料の線源評価とペレットの酸化挙動評価	126
9-1-1	燃料の諸元と計算方法	126
9-1-2	使用済燃料の核種生成量と実測値との比較	126
9-1-3	感度解析を用いた生成量計算精度の向上方法の提案	126
9-1-4	まとめ	128
9-2	乾式貯蔵時の使用済燃料健全性評価	128
9-2-1	燃料被覆管軸方向の水素の再分布	128
9-2-2	燃料ペレットの酸化挙動	129
9-2-3	まとめ	130

第10章 輸送技術 131

10-1	輸送キャスク緩衝体用木材の高温圧漬特性	132
10-1-1	目的	132
10-1-2	緩衝材の圧縮試験	132
10-1-3	緩衝材の吸収エネルギーの温度・ひずみ速度依存性	133
10-1-4	既存のキャスクへの影響評価	133
10-2	輸送容器密封ゴムシールの耐久性試験・評価	133
10-3	海上輸送における仮想海没時の環境影響評価	135

第Ⅳ部 まとめ 139

第11章 研究成果の反映と今後の展望 ... 139

11-1	研究成果の反映	140
11-1-1	低レベル放射性廃棄物処分	140
11-1-2	高レベル放射性廃棄物処分	141
11-1-3	使用済燃料等の輸送・貯蔵技術	142
11-2	まとめと今後の展望	142

おわりに
地球工学研究所長 金谷 守 ...145

執筆分担146