

# 経年変化対応策平成10年度報告

( 調査報告 )

1999年4月

核燃料サイクル開発機構  
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ  
ください。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33

核燃料サイクル開発機構 東海事業所

運営管理部 技術情報室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Information Section,

Administration Division,

Tokai Works,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1194,

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1999

## 経年変化対応策平成10年度報告 (調査報告)

実施責任者 瓜生 満\*1  
里子 博幸\*2  
山崎 敏彦\*2  
橋本 美幸\*3

### 要 旨

本報告は、東海事業所施設経年変化対応策の一環として実施している経年変化対応業務の概要と平成10年度に行った施設建物経年変化の傾向評価、施設建物経年変化調査に係わるデータベース化の進捗状況、各種調査手法の実用性に対する総合的な再評価等について報告するものである。

平成10年度においては、過去7年間に蓄積した施設建物経年変化調査結果（再処理施設32施設、プル燃施設7施設、濃縮施設・その他の施設18施設）の各種データを用いて、総括的なトレンド把握を行うための経年トレンドグラフを再処理施設を主に作成し、経年化傾向の評価を行った。また、データベース化作業では、ビジュアル表現に配慮したシステムを構築するため、調査結果を判定色別する機能を付加させた。

再処理施設建物の経年トレンド評価では、全体的な傾向として標準的な経年劣化曲線に比べ進行速度が遅いことを再確認するとともに、複数のデータを複合化した経年トレンドグラフ等を作成した。

---

\* 1 建設工務管理部 建設Gr  
\* 2 建設工務管理部 建設Gr R&D技術計算チーム  
\* 3 原子力システム株式会社

目 次

1. 概要.....	1
2. 施設建物の経年変化対応策の現況.....	1
(1) 建物経年変化調査手法の整備状況.....	1
(2) 建物経年変化調査データのデータベース化の状況.....	1
(3) 建物予防保全対応策の整備状況.....	2
3. 平成 10 年度の成果.....	5
(1) 施設建物の経年変化の傾向評価.....	5
(2) 各種調査手法に対する総合的な評価.....	19
(3) 事業所内施設の経年変化データの取得.....	22
(4) 施設建物経年変化調査データベース化.....	22
(5) 建物維持保全計画策定手引（案）等の保全対応マニュアル類の見直し.....	25
4. まとめと今後の計画.....	26

図 表 一 覧

説明図 1. 施設建物経年変化調査実施位置図.....	3
表 1. 施設建物経年変化対応全体スケジュール.....	4
表 2. コンクリート構造物の強度特性及び内部検査の非破壊的試験方法に対する実用性の 評価.....	19
表 3. コンクリート構造物の中性化深さ測定及び塩分含有量測定のためのコンクリート 試料採取方法に対する実用性の評価.....	20
表 4. 構造物外装塗膜の健全性評価試験方法に対する実用性の評価.....	21

## 傾 向 グ ラ フ 一 覧

1. コンクリート強度関連グラフ	
図-1 再処理施設コア強度の分布図（年代別） .....	4
図-2 再処理施設設計基準強度に対するコア・コンクリート圧縮強度の比率の分布図 （年代別） .....	4
図-3 再処理施設反発度（シュミットハンマ）より求めた推定強度分布図（年代別） .....	4
図-4 第二ウラン貯蔵所におけるコンクリート強度の経年変化 .....	8
2. 鉄筋腐食度関連グラフ	
図-5 事業所施設目視観察による鉄筋腐食度のグレード別割合 （再処理施設，プル燃施設，その他ユーティリティ施設） .....	9
図-6 サイト別目視観察による鉄筋腐食度のグレード別割合 （再処理施設，プル燃施設，その他ユーティリティ施設） .....	10
図-7 再処理施設目視観察による鉄筋腐食度のグレード別割合（年代別） .....	11
図-8 再処理施設竣工経過年別の腐食グレード分布図 .....	12
図-9 再処理施設方位別腐食グレードの割合 .....	12
3. 鉄筋のかぶり厚さ関連グラフ	
図-10 再処理施設鉄筋のかぶり厚さ（はつり法）の分布図 .....	12
4. 中性化関連グラフ	
図-11 再処理施設経過年数と各施設の平均中性化深さの関係 .....	13
図-12 再処理施設方位別中性化深さの傾向（打放し） .....	13
図-13 再処理施設方位別中性化深さの傾向（外装材あり） .....	13
図-14 第二ウラン貯蔵所方位別中性化深さの経年変化 .....	14
図-15 第二ウラン貯蔵所中性化深さ分布図と経年傾向 .....	14
図-16 第二ウラン貯蔵所中性化進展予測グラフ .....	14
5. コンクリート塩分含有量関連グラフ	
図-17 再処理施設竣工経過年別コンクリート塩分含有量の分布図 （全塩化物・四方位全データ・0～2 cm，2～4 cm，4～6 cm） .....	15
図-18 再処理施設方位別コンクリート塩分含有量の経年変化 （全塩化物・0～2 cm，2～4 cm，4～6 cm） .....	16
図-19 第二ウラン貯蔵所方位別コンクリート塩分含有量の経年変化 （全塩化物・四方位・0～2 cm，2～4 cm，4～6 cm） .....	17
図-20 第二ウラン貯蔵所：深さ別コンクリート塩分含有量の経年変化 .....	18
図-21 第二ウラン貯蔵所：方位別コンクリート塩分含有量の経年変化 .....	18
6. 外装材関連グラフ	
図-22 経過年とひび割れ追従性の関係（外装材種別） .....	18

## 1. 概要

事業所内の核燃料施設として使用されている既存建物（竣工後 10 年程度経過した建物）の躯体を中心に、経年変化（劣化）状況を把握するとともに、信頼性、汎用性、経済性等の観点から経年変化調査手法の選定を行うための調査を、平成 3 年度より開始している。建物経年変化調査の調査項目、調査方法としては、建物外面（外壁部及び屋上部）のひび割れ、浮き等の各種劣化症状を調査する目視調査と、劣化症状を劣化現象として捉えた試料採取のともなう詳細調査（コンクリート強度劣化調査、鉄筋腐食調査等）に分けて実施している。

なお、調査した事業所内施設数は平成 10 年度（1 次～9 次調査、外壁調査等を含む）までで 57 施設、延べ 80 施設である。

## 2. 施設建物の経年変化対応策の現況

### (1) 建物経年変化調査手法の整備状況

日常的点検手法を段階的な手法（劣化診断チェックリスト、簡易診断、建物保全シート）に分けて整備し、事業所内建物所管課室での点検実施の定着を図るため、経年変化分科会活動等を通じ支援を行っている。

また、詳細診断（部材の物性・物理的診断）手法の信頼性、有効性を実証し、非破壊もしくは極力小さな破壊試験を中心とした幾つかの簡便な診断手法を整備した。その主な手法としては、サンプリング手法では小径コアの採取方法（コア径が 70 φ の採取方法）及びはつり粉を試料とする採取方法（小ドリル法：ドリル径が 10 φ の場合の採取方法）、外壁面の表層劣化を診断する手法では赤外線診断及びマルチスペクトル法、鉄筋の腐食度診断手法では自然電位測定、コンクリート抵抗率測定及びコンクリート分極抵抗を測定する方法、コンクリートかぶり厚さの測定方法では電磁波レーダ方式（RCレーダ）、電磁誘導方式（プロフォメータ）及び過流探傷方式（配管非破壊検査システム）、塗膜調査の表面劣化を定量的に診断する手法では外装材劣化診断チェックリスト法、白亜化測定法、色差測定法及び光沢度測定法、また現地で簡便に付着性を診断する手法としてクロスカットテープテスト法などがある。

### (2) 建物経年変化調査データのデータベース化の状況

経年変化調査で得られた調査データをデータベース化するため、事業所施設配置図の CAD データに各次調査で得られた目視データ（文書データ）を入力、統合化し、9 次調査までのデータを収納した。

画像データとして取扱う各種の記録写真については、外壁部の経年変化（劣化）写真、コア法による中性化状況写真、現地調査位置状況写真、調査作業状況写真等に分類し、経年変化調査1次データ、8次データ及び9次データの入力を終了している。

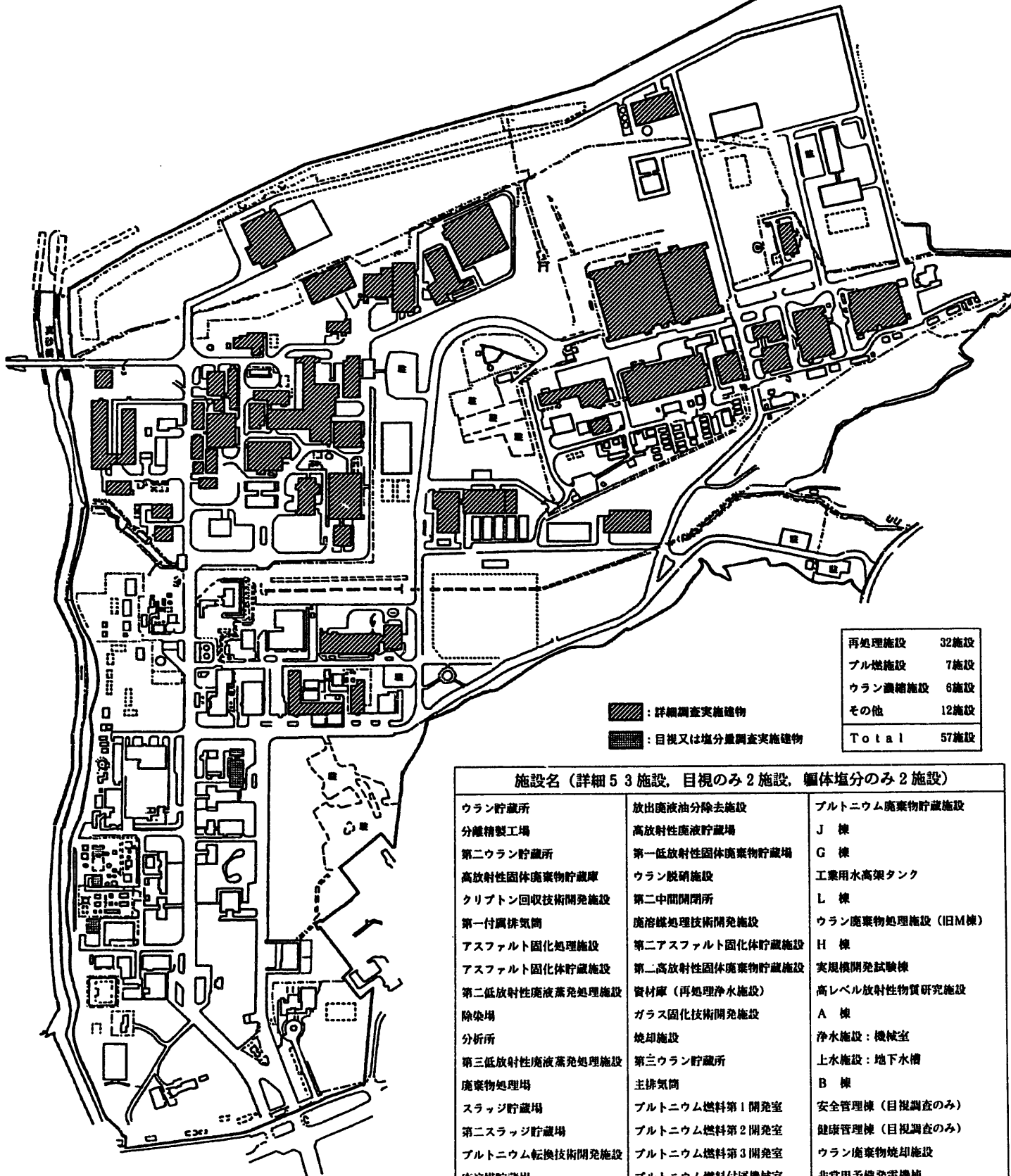
数値データとして取扱うコンクリートコア圧縮強度値、中性化深さ値、塩分含有量、鉄筋腐食度等は、各面平均値データまたはグレード分類を入力している。

### (3) 建物予防保全対応策の整備状況

建物ライフサイクルの考え方を整理し、計画保全、保全台帳の考え方や長長期、長期、中期、年次と各々の保全計画の策定方針（案）、主な部位の標準寿命、標準補修周期、建物の標準的な補修方法等を整備し、計画保全に対する特定建物の中長期保全計画（案）、年次計画表（案）をまとめるとともに、中間開閉所（屋上防水シート張り、外装改修等）をケーススタディとして保全計画策定手引き（案）及び建物維持保全計画書（案）をまとめた。

また、将来の外壁修繕時期を予測するために、外装材モニタリング表面劣化測定用部位と試験体（平滑な外壁面で光沢度等の計測用定点にも用いることができる物性測定用試験片）を製作し、分離精製工場（平成8年4月）、第二ウラン貯蔵所（9年4月）、及びプルトニウム廃棄物処理開発施設（10年4月）の外壁改修時に設け、第1次のモニタリング試験（MP、第2UO<sub>3</sub>）を平成9年11月に実施している。





再処理施設	32施設
プル機施設	7施設
ウラン濃縮施設	6施設
その他	12施設
<b>Total</b>	<b>57施設</b>

: 詳細調査実施建物  
 : 目視又は塩分量調査実施建物

施設名 (詳細 53 施設, 目視のみ 2 施設, 鹽分量のみ 2 施設)		
ウラン貯蔵所	放出廃液油分除去施設	プルトニウム廃棄物貯蔵施設
分離精製工場	高放射性廃液貯蔵場	J 棟
第二ウラン貯蔵所	第一低放射性固体廃棄物貯蔵場	G 棟
高放射性固体廃棄物貯蔵庫	ウラン脱硝施設	工業用水高架タンク
クリプтон回収技術開発施設	第二中間閉閉所	L 棟
第一付属排気筒	廃液煤処理技術開発施設	ウラン廃棄物処理施設 (旧M棟)
アスファルト固化処理施設	第二アスファルト固化体貯蔵施設	H 棟
アスファルト固化体貯蔵施設	第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設	実規模開発試験棟
第二低放射性廃液蒸発処理施設	資材庫 (再処理浄水施設)	高レベル放射性物質研究施設
除染場	ガラス固化技術開発施設	A 棟
分析所	焼却施設	浄水施設: 機械室
第三低放射性廃液蒸発処理施設	第三ウラン貯蔵所	上水施設: 地下水槽
廃棄物処理場	主排気筒	B 棟
スラッジ貯蔵場	プルトニウム燃料第1開発室	安全管理棟 (目視調査のみ)
第二スラッジ貯蔵場	プルトニウム燃料第2開発室	健康管理棟 (目視調査のみ)
プルトニウム転換技術開発施設	プルトニウム燃料第3開発室	ウラン廃棄物焼却施設
廃液煤貯蔵場	プルトニウム燃料付属機械室	非常用予備発電機棟
第二低放射性固体廃棄物貯蔵場	プルトニウム廃棄物処理開発施設	ウラン廃棄物貯蔵施設 (塩分調査のみ)
中間閉閉所	ユーティリティ棟 (プル)	中央運転管理室 (塩分調査のみ)

説明図 1 施設建物経年変化調査実施施設位置図 (H11.3.8 現在)

表1 施設建物経年変化対応全体スケジュール

項目	実績									予定(課題)		備考		
	平成3年度	平成4年度	平成5年度	平成6年度	平成7年度	平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度以降					
・施設建物経年調査の実施	H3.11 ▽1	H4.5 ▽2	H4.12 ▽3	H5.8 ▽4	H6.2 ▽5	H6.9 ▽6 (目視)	H7.1 ▽7 (強度)	H7.5 ▽7	H7.10 ▽7	H8.10 ▽8	H9.9 ▽9	H11.2 ▽	継続的なトレンド調査を実施していく (塩分) (トレンド) (トレンド) (トレンド)	▽ 内の"数字"は調査次数を示し、 ( )内の"目視"は外壁目視調査を "強度"は外壁強度調査を "塩分"は外壁塩分調査を "トレンド"はトレンド調査を示す
・建物経年調査手法の整備、確立	既存技術の調査	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	確立した調査手法に基づいて、建物経年変化トレンド調査等を実施していく
・建物経年調査データのデータベース化	(文書) ●	予備的検討	予備的検討	文書データの入力方法の検討	文書データの入力方法の検討	CADデータとの統合化	CADデータとの統合化	CAD図への文書(目視調査)データ入力終了	データ入力終了	データ入力終了	データ入力終了	データ入力終了	データ入力終了	データ入力終了
	(画像) ●	予備的検討	予備的検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討	画像データの入力方法、検索方法等の検討
	(数値) ●	予備的検討	予備的検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討	数値データの入力方法、トレンドグラフ化等の検討
・建物予防保全対応策の整備、確立			予備的検討	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	建物予防保全の観点に立った修繕計画の策定方法の検討、整備	体系的な計画的予防保全策の確立 (標準的な周期、評価基準、モニタリング方法等を確立する)
				日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	日常的点検方法の見直し、年次及び中長期保全計画策定(案)の検討等体系的な計画的予防保全方法の整備を実施	定期的なモニタリング調査の実施 (外装改修の標準的な周期を設定するために、外装材モニタリング試験体を用いた測定等を行う。また、鉄筋腐食電位を測定評価し、建物(鉄筋)の健全性モニタリング手法を確立する)
				建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	建物健全性モニタリング手法の検討	定期的なモニタリング調査の実施 (外装改修の標準的な周期を設定するために、外装材モニタリング試験体を用いた測定等を行う。また、鉄筋腐食電位を測定評価し、建物(鉄筋)の健全性モニタリング手法を確立する)

### 3. 平成 10 年度の成果

平成 10 年度施設経年変化対応では、平成 3 年度から順次実施してきた建物経年変化調査の各次ごとの評価を総合的に再評価するため、センター及び部別（以下「サイト別」という）の傾向と考察、竣工年代や方位別の傾向グラフの作成を開始するとともに、施設経年変化データの取得、予防保全対応を行うための手法の検討、蓄積した経年変化調査データ（強度、中性化、塩分等の数値データ）をデータベース化するための統一フォーマットの作成並びにデータ入力等を実施した。

#### (1) 施設経年変化の傾向評価

##### ① コンクリート強度

再処理施設 32 施設のコア強度試験値のヒストグラムでは、コア強度値の 3 分の 2 が  $240\text{kgf}/\text{cm}^2 \sim 360\text{kgf}/\text{cm}^2$  に分布し、年代別の設計基準強度に対するコア・コンクリート圧縮強度の比率も 3 分の 2 が 1.2～1.8 に分布し、平均も 1.6 で設計基準強度を十分上廻っている。経年変化の傾向は、竣工当初の強度データがないため調査時との比較はできないが、使用前検査記録等の 4 週圧強度値と比べれば  $20 \sim 50\text{kgf}/\text{cm}^2$  程度は増加しているものと思われる。

また、第二ウラン貯蔵所において、シュミットハンマ法により測定した反発度トレンドデータ（竣工経過年：14 年と 18 年）の推定強度分布の比較では 4 年経過後も殆ど変化はしていない。

##### ② 鉄筋腐食度

事業所全体のはつり法を用いた目視による鉄筋腐食グレードの割合では、90 数パーセントは腐食がない状態または表面にわずかな点錆が生じている状態であり、表面に点錆が広がっている状態は数パーセントである。また腐食グレードⅢ以上の面錆や浮き錆、断面欠損等の劣化は認められない。

再処理施設竣工年代別の傾向では、70 年代及び 80 年代の数パーセントにグレードⅡが存在し、90 年代にグレードⅡはない。方位による違いでは、北側でやや腐食が進んでいるような割合グラフの傾向になっているが、中性化深さや塩分の浸透結果から物理的な腐食変化の差ではなく目視観察による判定者の個人差によると考えられる。

##### ③ かぶり厚さ

再処理施設 32 施設のはつりによる実測値の分布から、平均値は約 6.3 cm、中央値は 6 cm である。標準偏差は約 2.6 cm と大きいですが、このばらつきは施設の違いによるものであり、同一の施設で大きくばらついているわけではない。

##### ④ 中性化深さ

再処理施設中性化深さの経過年数に対する傾向は、標準的な進展曲線に比べ殆どが下廻っており中性化速度は遅く、コンクリートの密実性が高いことを表わしている。

また方位による比較では、打放し若しくは10年以上打放し期間がある施設では、南・東・西・北の順で中性化が進行している。外装材がある若しくは外装材が10年未満に施こされた施設でも南・東・西・北の順に中性化が進行している。

第二ウラン貯蔵所の（竣工後約19年打放し）トレンドデータでは、1次データより2次データが小さな値を示している。それぞれの中性化データの分布から2次データより1次データの方がばらつきは大きくなっている。その理由として、記録写真を見ると調査位置を示す写真にはコンクリート表面に多くの巣穴やひび割れ等が認められることから、1次データの調査位置はコンクリートの品質が悪い位置のデータであると考えられ、1次データから求めた中性化進展曲線では14年から18年の4年間で約2mm進行すると予測できるが、実際の2次データは約6mm後退している。現時点でこれらのデータから総合的に評価するならば、1次データ曲線は中性化進行の上限ライン、2次データ曲線は中性化進行のほぼ平均的なラインになると思われる。

尚、グラフにプロットしたデータはコア採取表面測定法、コア採取割裂法、はつり測定法及び小径ドリル法で得られたデータの平均値を用いた。

#### ⑤ コンクリート塩分含有量

再処理施設経過年ごとの塩分含有量は、表層（0～2cm）では経過年ごとに塩分含有量が増加する傾向が、中層（2～4cm）と深層（4～6cm）では深くなるにつれて外装材等による浸透抑制効果ははっきりと認められるようになる。

再処理施設方位別の塩分含有量は、海側である東壁が多く、次に南・西・北の順になっている。この傾向は海塩粒子（飛来塩分）が付着していることを表している。また、打放しの場合にみられる方位のばらつきは、建物の立地環境や隣接する施設・建物のあるなし（特に東側の影響が大きく）による差と思われる。

第二ウラン貯蔵所のトレンドデータ（経過年：14年と18年）では、飛来塩分の付着、浸透傾向が東側ではっきりと認められる。また、この施設の深さ方向での特徴に、表層部より中層部が含有量の多い山型グラフの傾向を示している。これは表層の塩分が雨により流れたか、塩分の表層部移動等が考えられるが、2次データの中性化深さ（1cm弱）から判断すれば、雨により表層の塩分が流れたものと考えられる。方位による違いでは、再処理施設全体の傾向と同じ様に海側である東壁に多く含有量が付着、浸透している。

尚、グラフにプロットしたデータは、コア採取法及び小径ドリル採取法で得られた方位別の平均値を用いた。

#### ⑥ 外装材

外装材ごとのひび割れ追従性を経過年毎にプロットすると、アロンウォールの場合、経過年数の増加とともに追従性能の低下傾向が認められる。

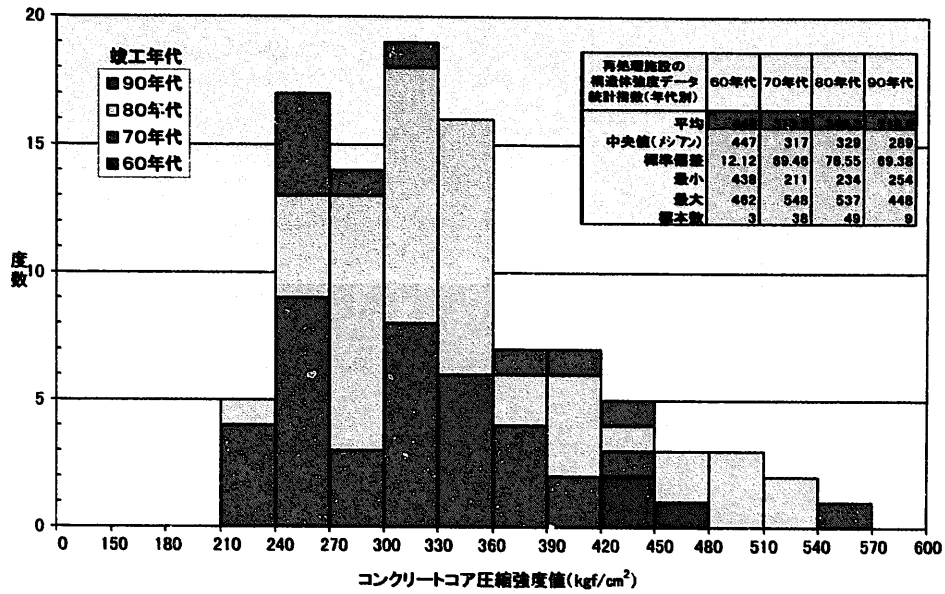


図-1 再処理施設:コア強度の分布図(調査施設:32施設)

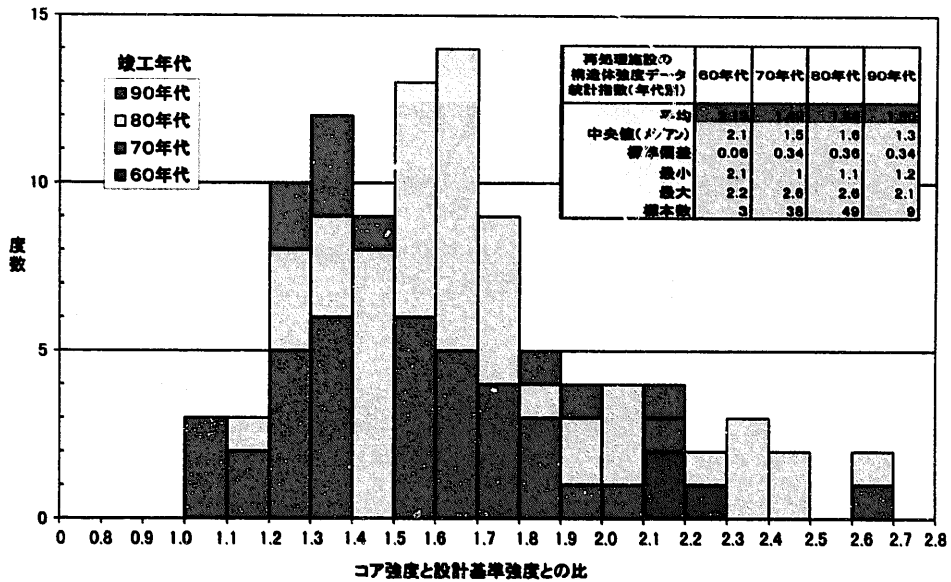


図-2 再処理施設:設計基準強度に対するコア・コンクリート圧縮強度の比率の分布図(調査施設:32施設)

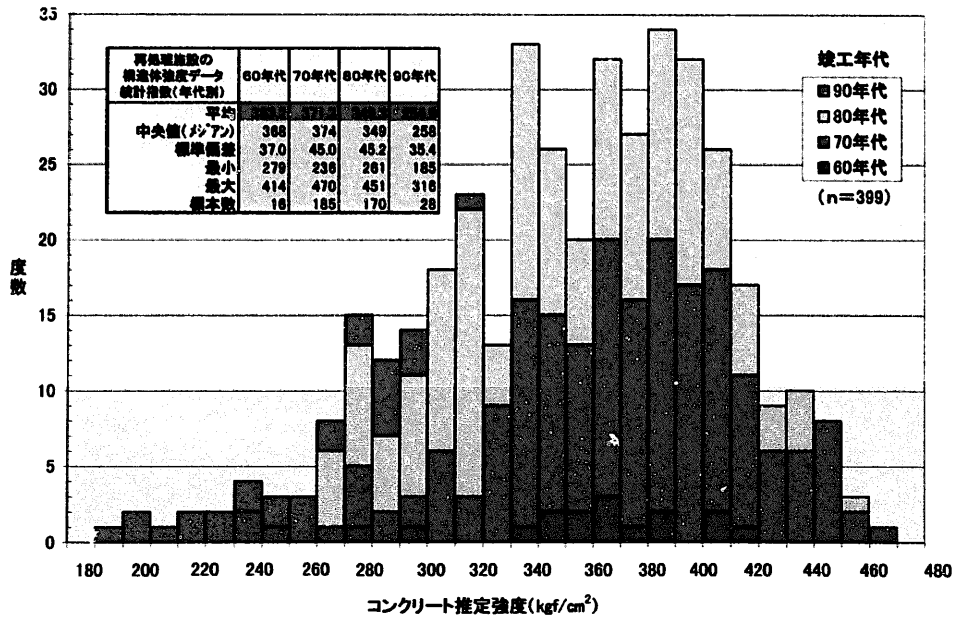


図-3 再処理施設:シュミットハンマ法の推定強度式(旧都材研)から求めた強度分布図(調査施設:32施設)

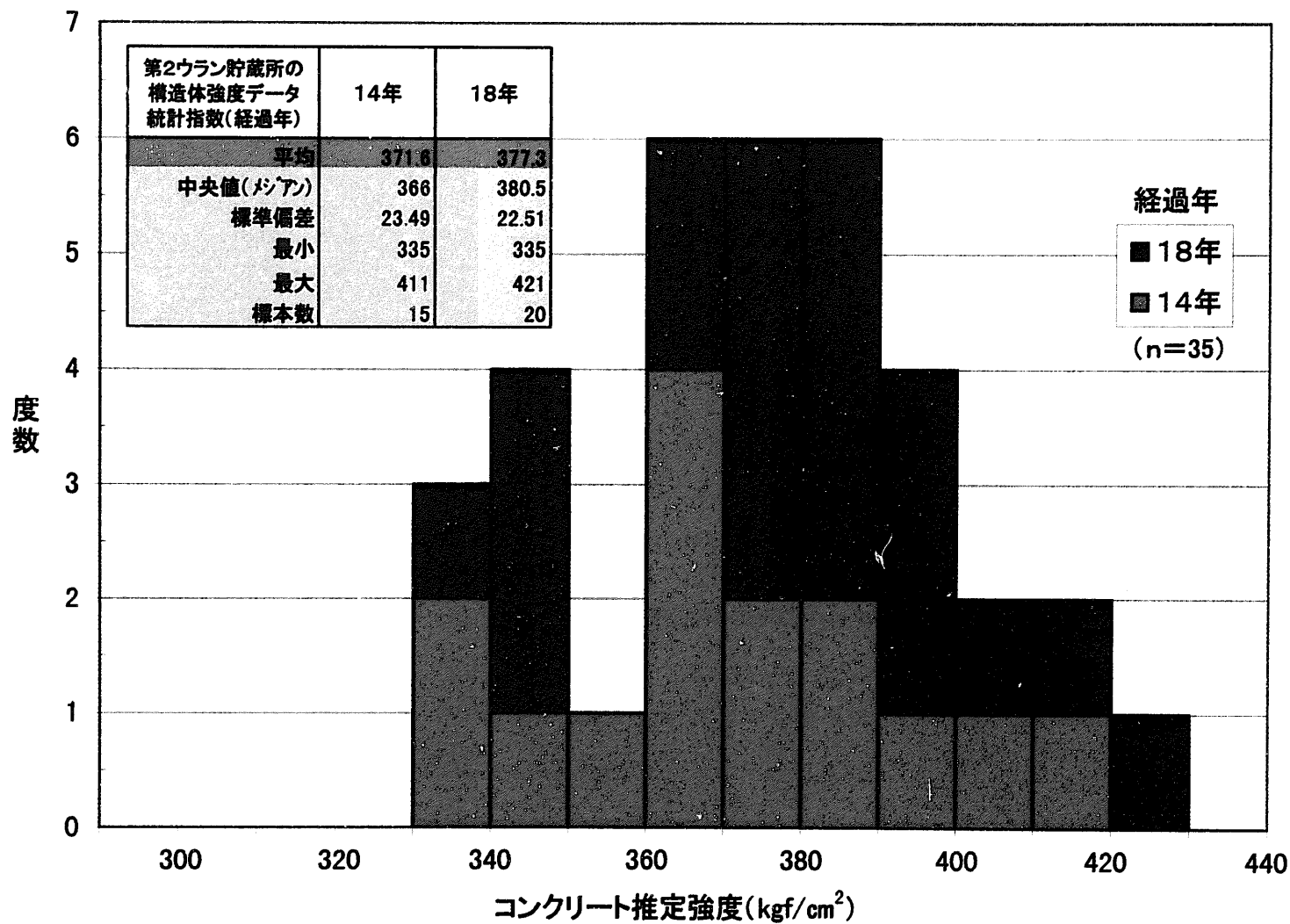


図-4 第二ウラン貯蔵所におけるコンクリート強度の経年変化

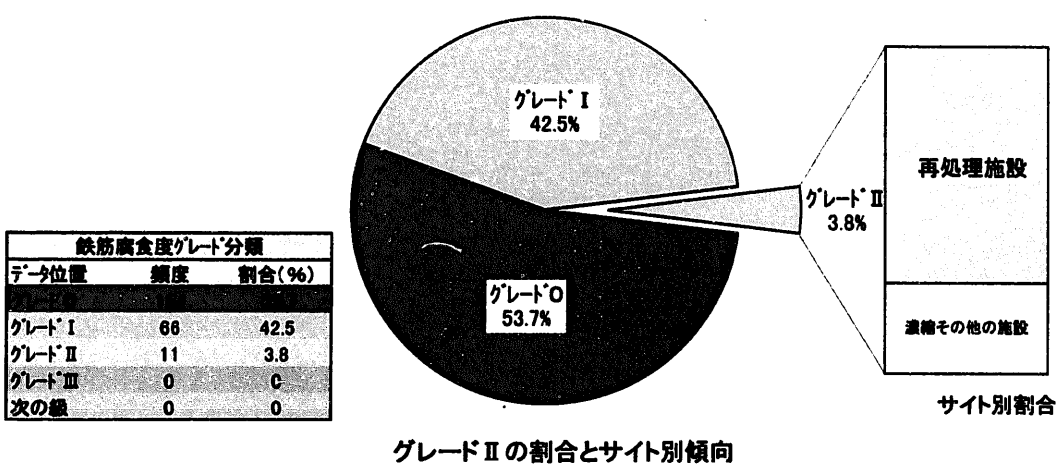
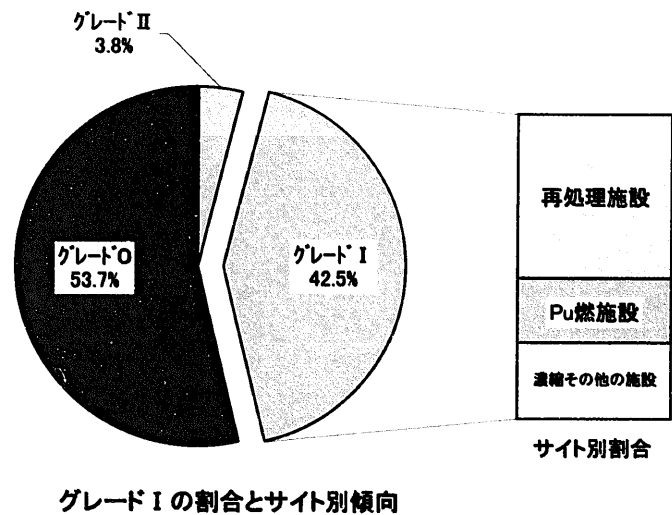
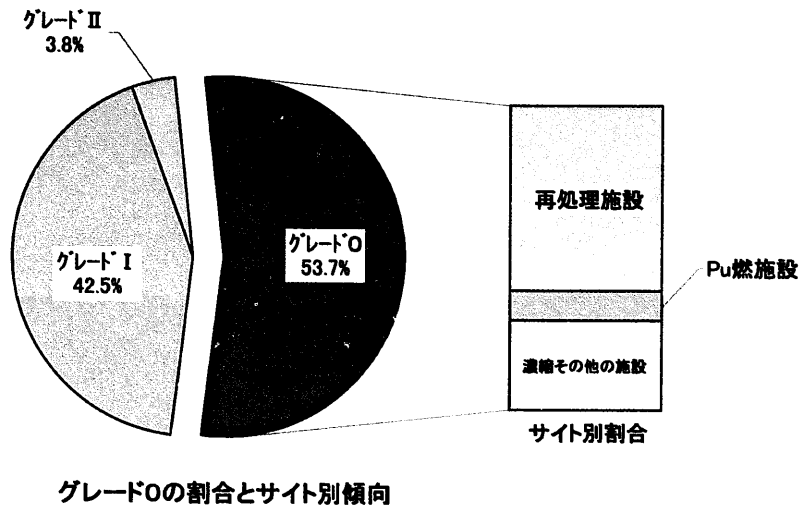
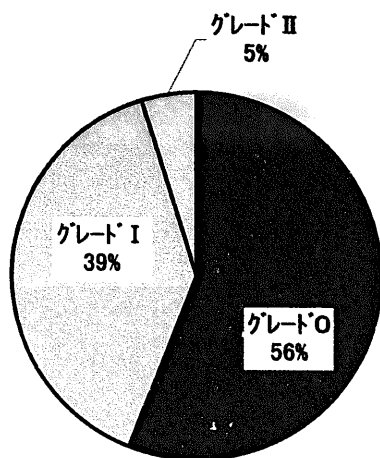
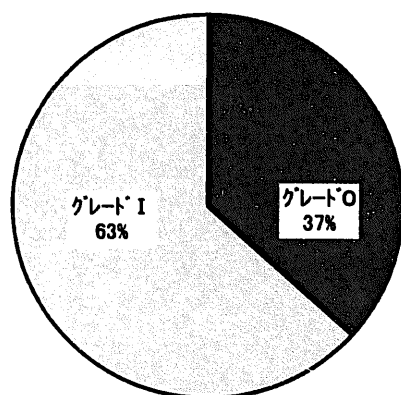


図-5 東海事業所: 施設建物鉄筋腐食度の割合(目視観察)



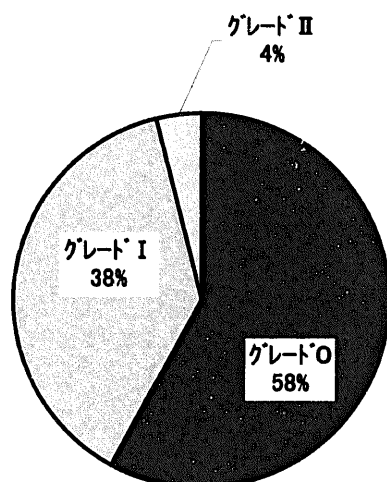
再処理施設の傾向

データ位置	頻度	割合(%)
グレード I	66	39
グレード II	8	5
グレード III	0	0
次の級	0	0



フル燃施設の傾向

データ位置	頻度	割合(%)
グレード I	26	63
グレード II	0	0
グレード III	0	0
次の級	0	0

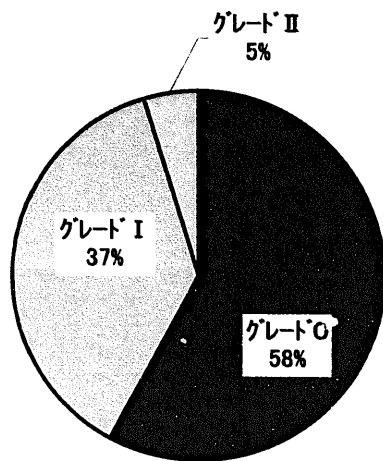


濃縮・ユーティリティ・その他の施設の傾向

データ位置	頻度	割合(%)
グレード I	30	38
グレード II	3	4
グレード III	0	0
次の級	0	0

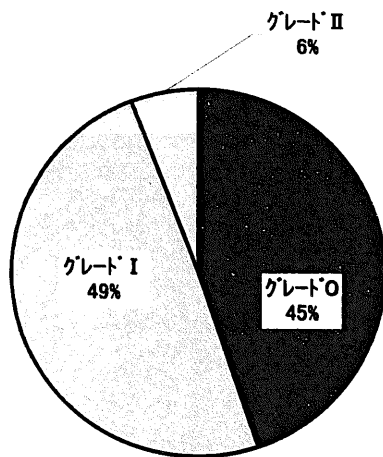
図-6 東海事業所:各サイト別施設建物鉄筋腐食度の状況(目視観察による鉄筋腐食度のグレード分類)





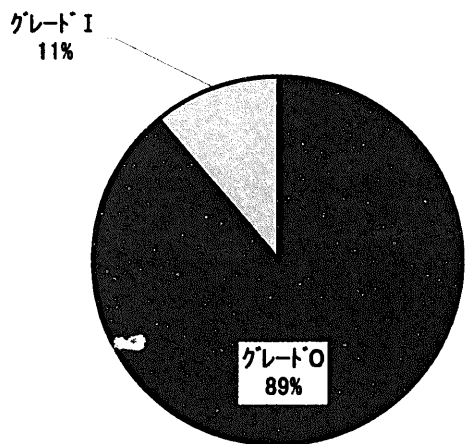
60～70年代の傾向

データ位置	頻度	割合 (%)
グレード I	31	37
グレード II	4	5
グレード III	0	0
次の級	0	0



80年代の傾向

データ位置	頻度	割合 (%)
グレード I	33	49
グレード II	4	6
グレード III	0	0
次の級	0	0



90年代の傾向

データ位置	頻度	割合 (%)
グレード I	2	11
グレード II	0	0
グレード III	0	0
次の級	0	0

図-7 再処理施設:施設建物鉄筋腐食度の竣工年代別傾向(目視観察による鉄筋腐食度のグレード分類)

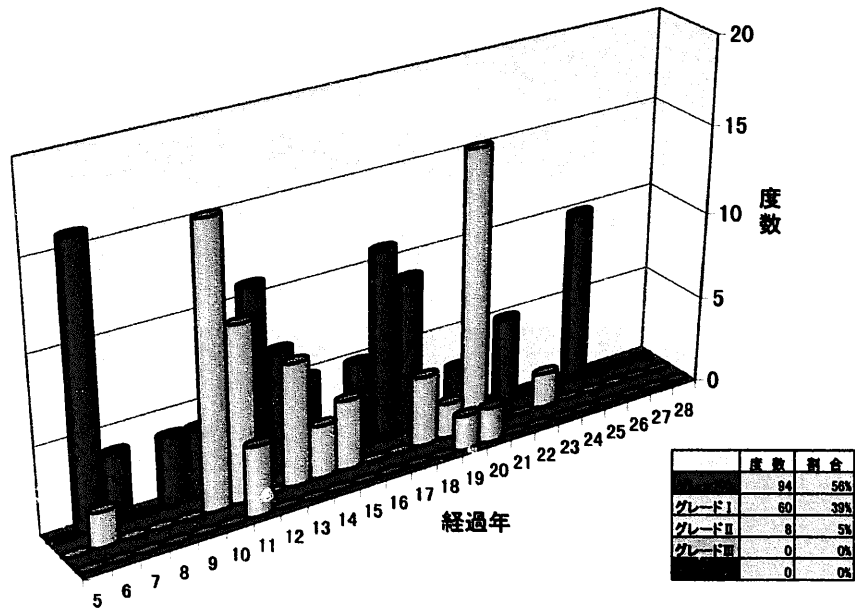


図-8 再処理施設：竣工経過年別の腐食グレード分布図(調査施設：32施設)

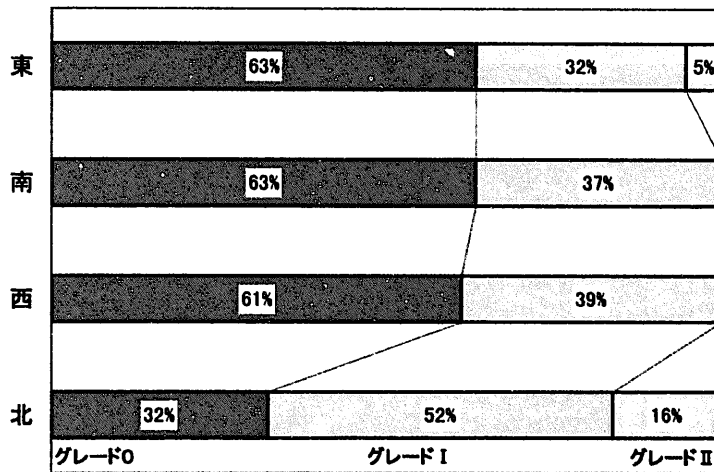


図-9 再処理施設：鉄筋腐食グレードの方位別傾向(調査施設：32施設)

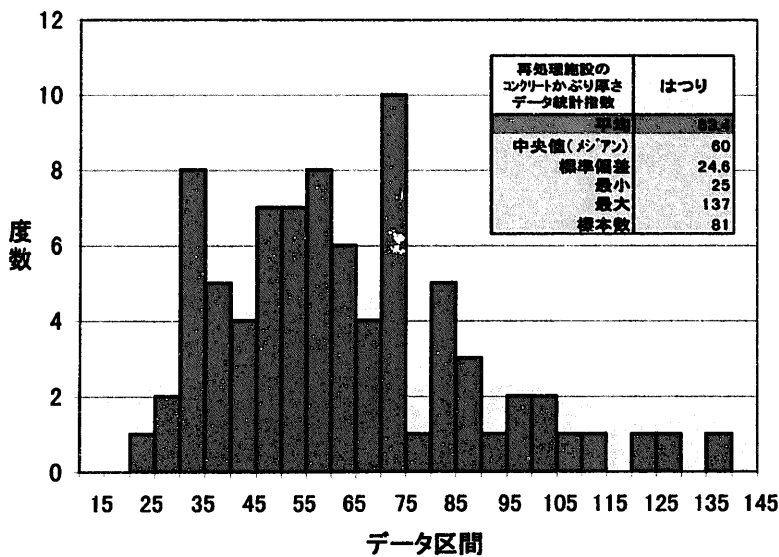


図-10 再処理施設：はつり法によるコンクリートかぶり厚さの分布図

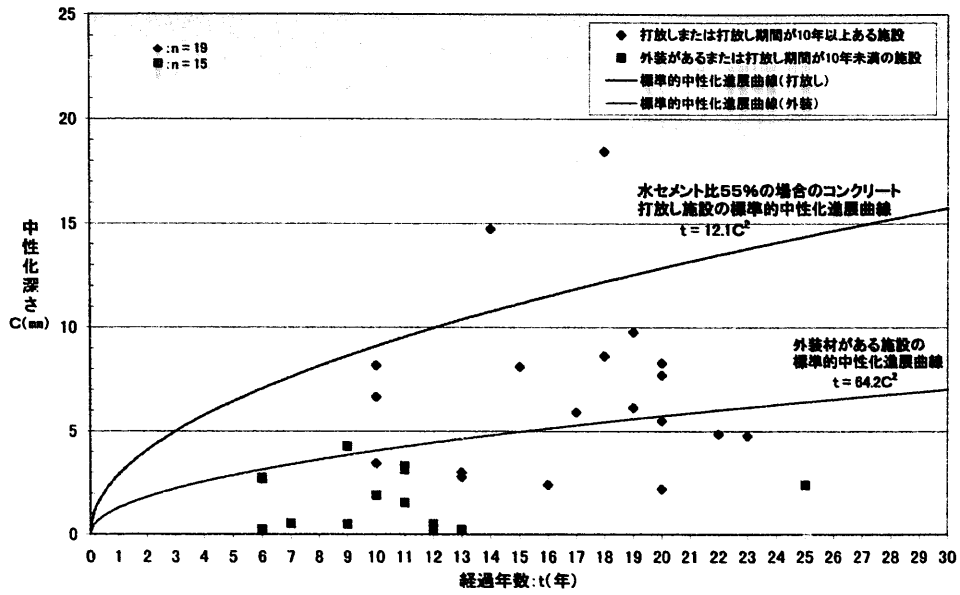


図-11 再処理施設: 経過年数と各施設の平均中性化深さの関係(調査施設: 32施設)

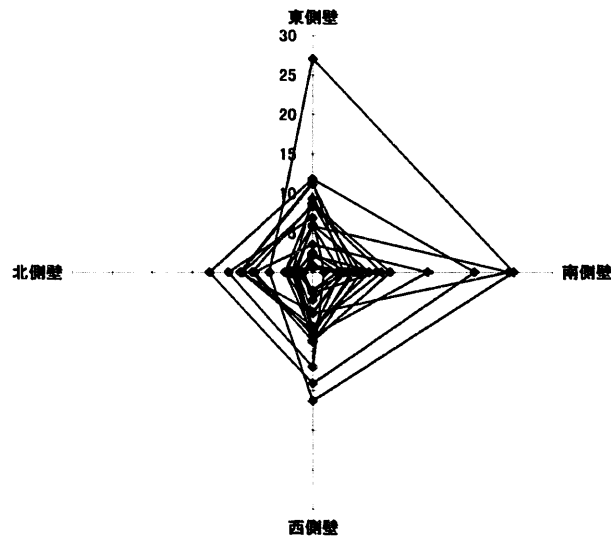


図-12 再処理施設: 方位別中性化深さ(打放し: n=18)

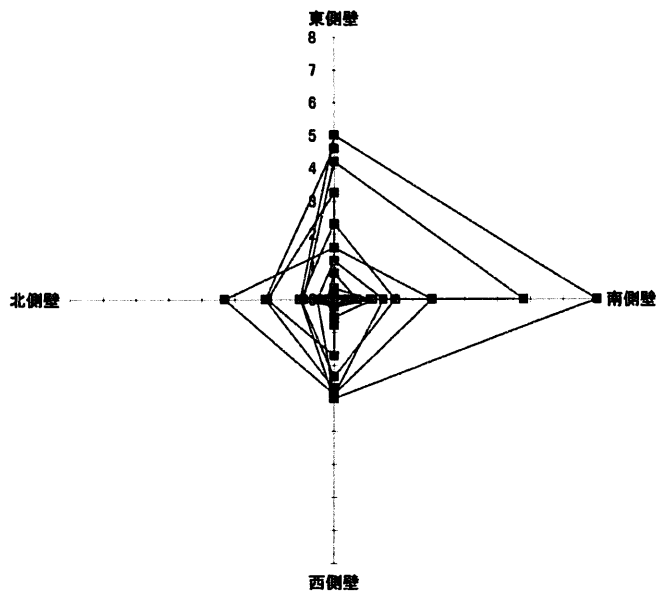


図-13 再処理施設: 方位別中性化深さ(外装材: n=14)

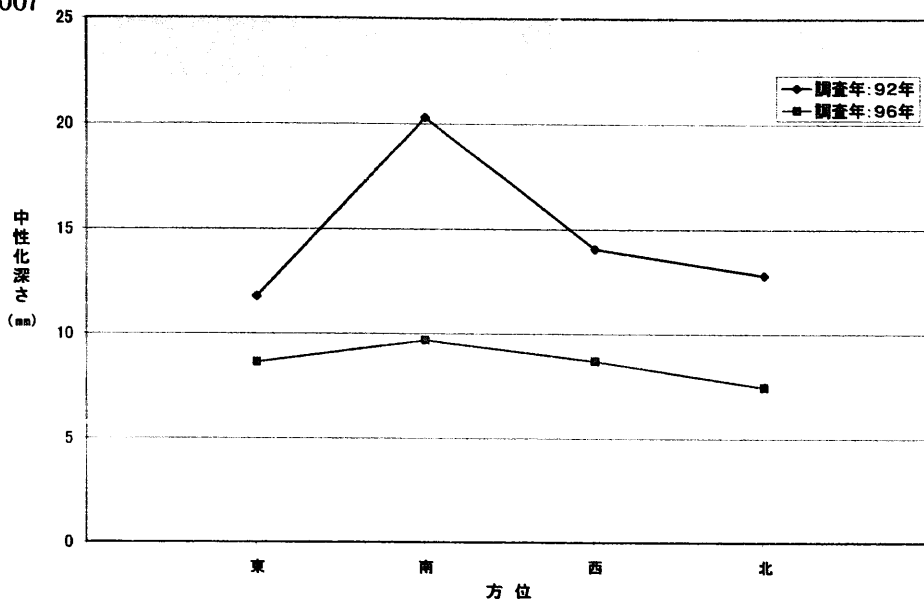


図-14 第二ウラン貯蔵所: 方位別中性化深さの経年変化

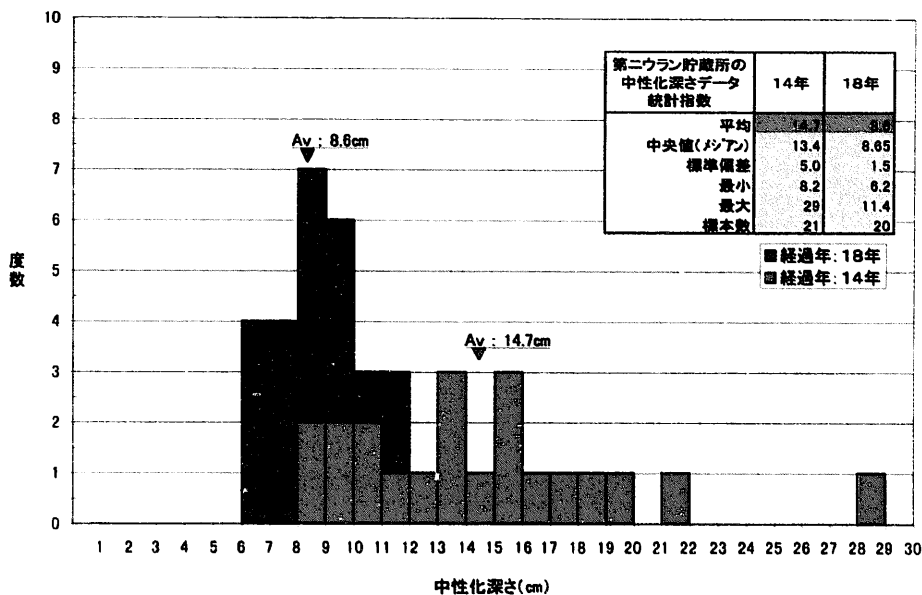


図-15 再処理施設第二ウラン貯蔵所: 中性化深さ分布図と経年傾向

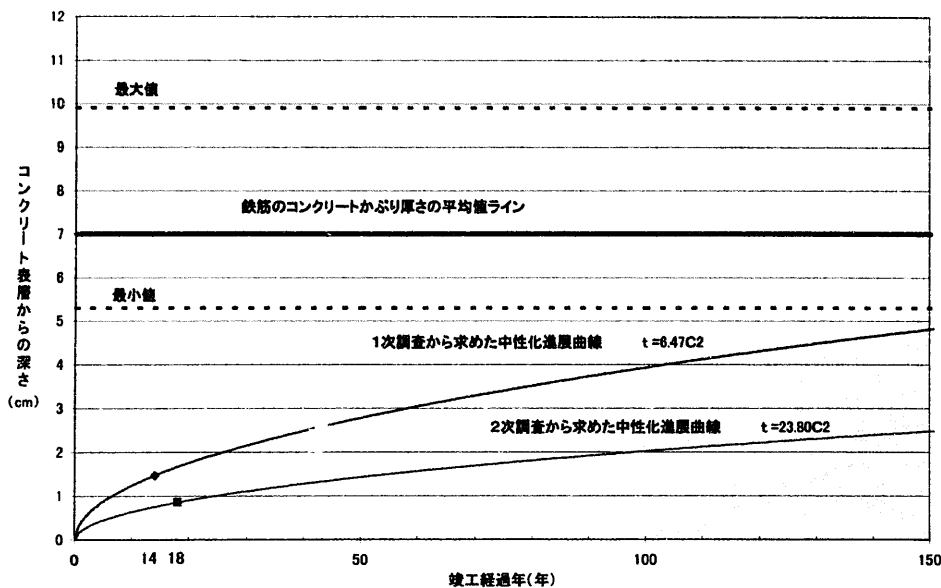


図-16 各次経年調査の結果に基づく第二ウラン貯蔵所の中性化進展曲線

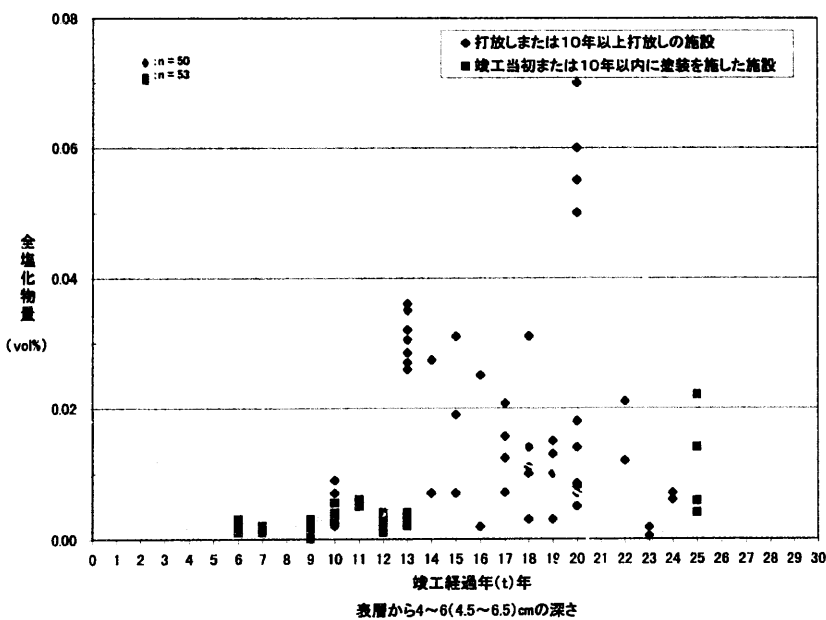
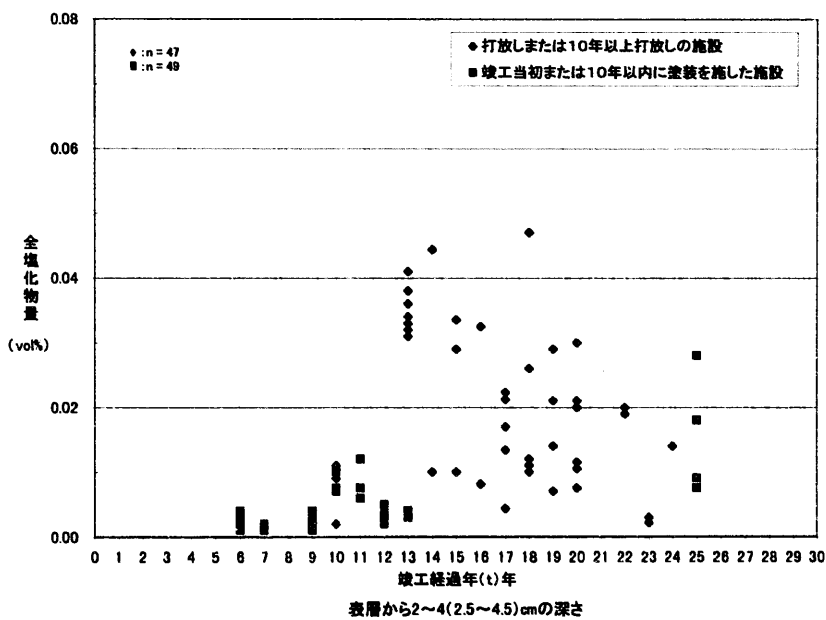
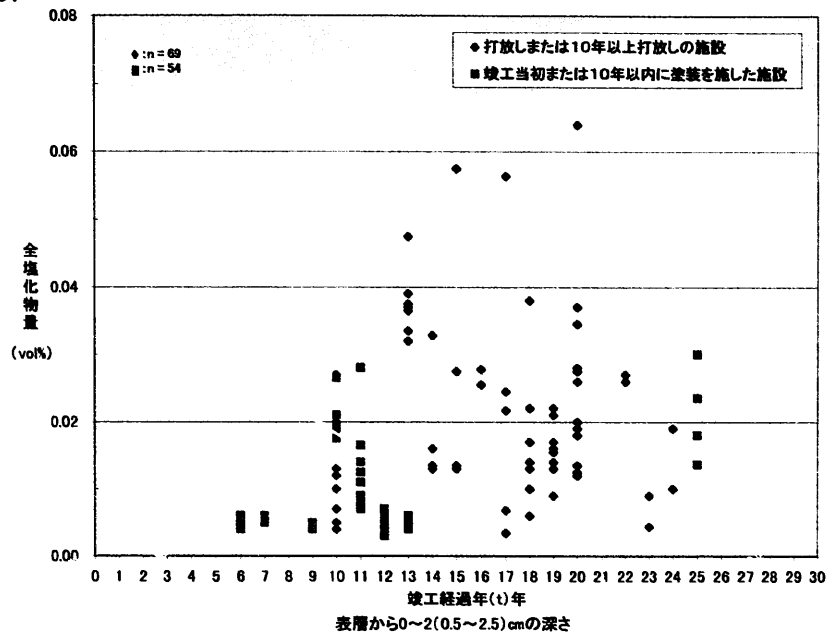
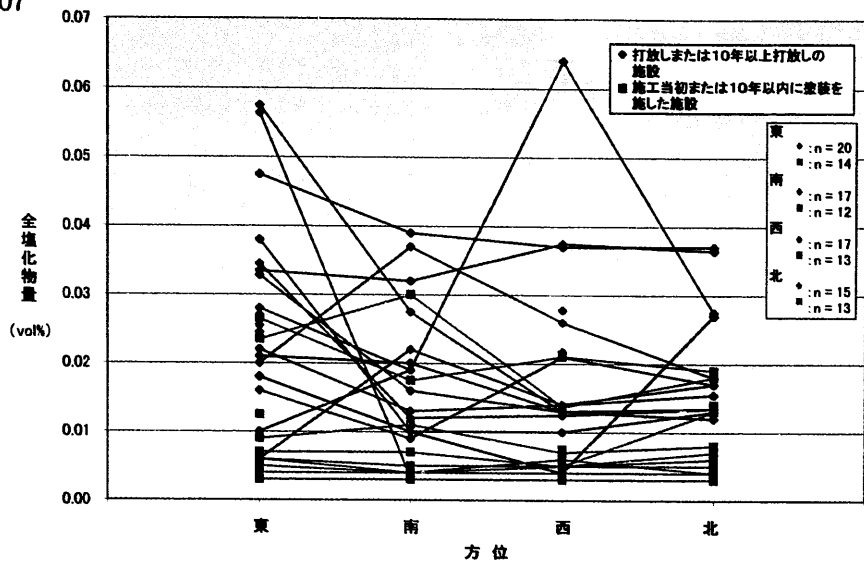
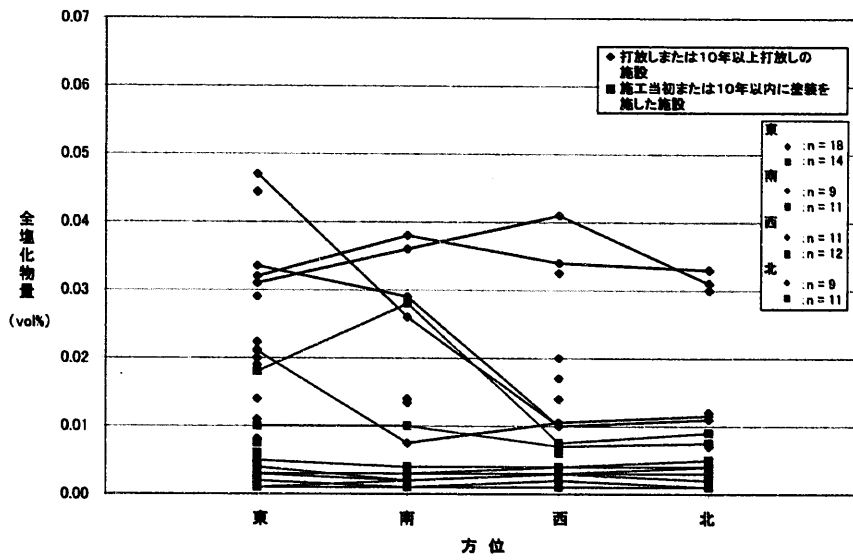


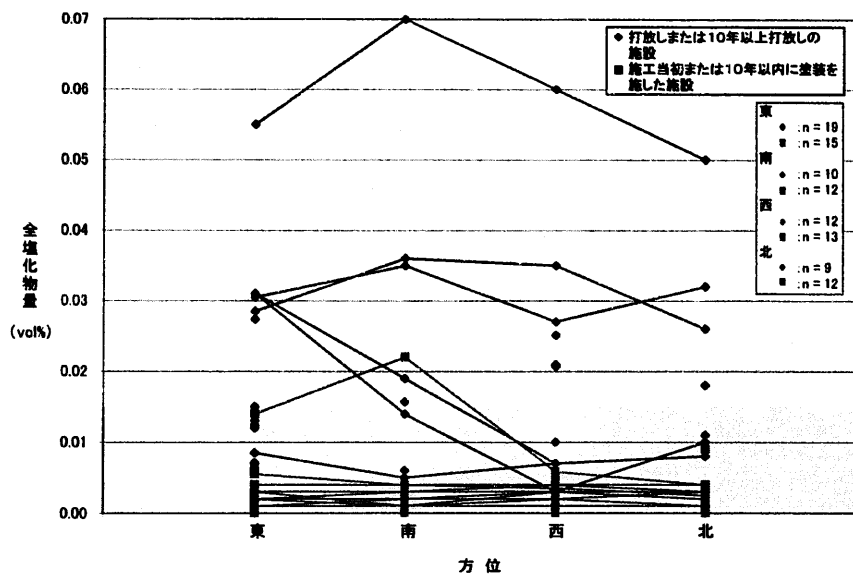
図-17 再処理施設: 竣工経過年別コンクリート塩分含有量の分布図(全塩化物: 四方位: 方位平均値/プロット)



表層から0~2(0.5~2.5)cmの深さ



表層から2~4(2.5~4.5)cmの深さ



表層から4~6(4.5~6.5)cmの深さ

図-18 再処理施設:方位別コンクリート塩分含有量

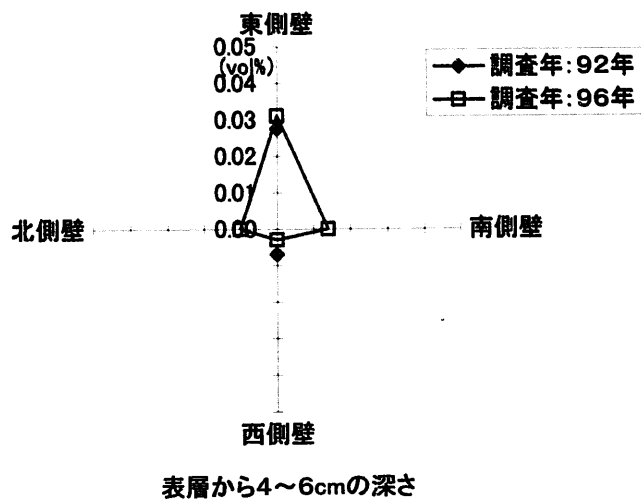
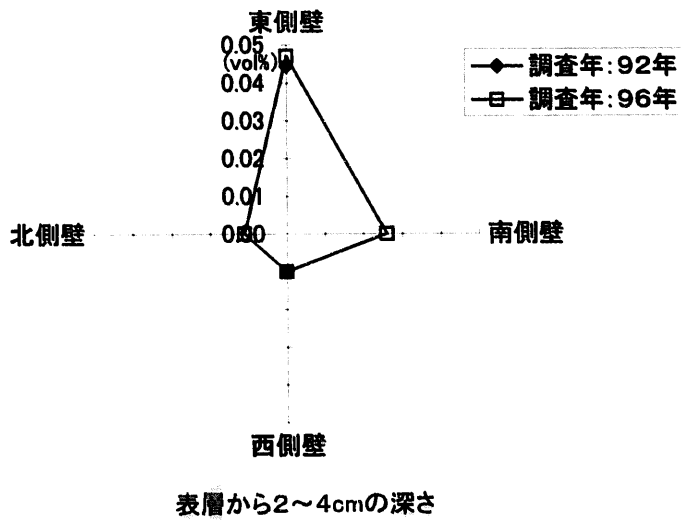
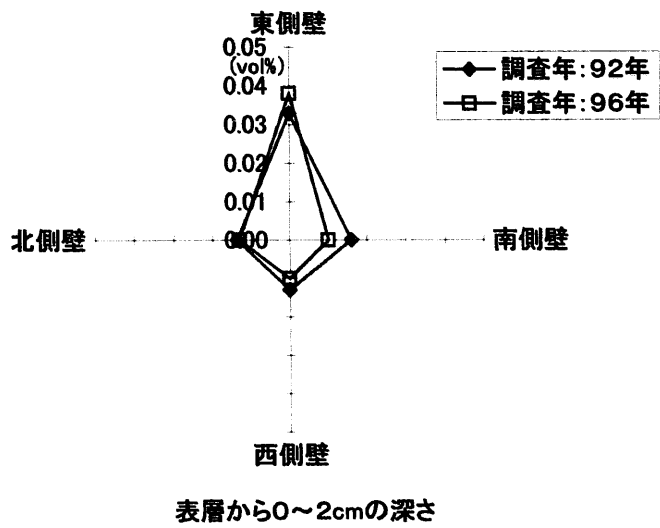


図-19 第二ウラン貯蔵所: 方位別コンクリート塩分含有量の経年

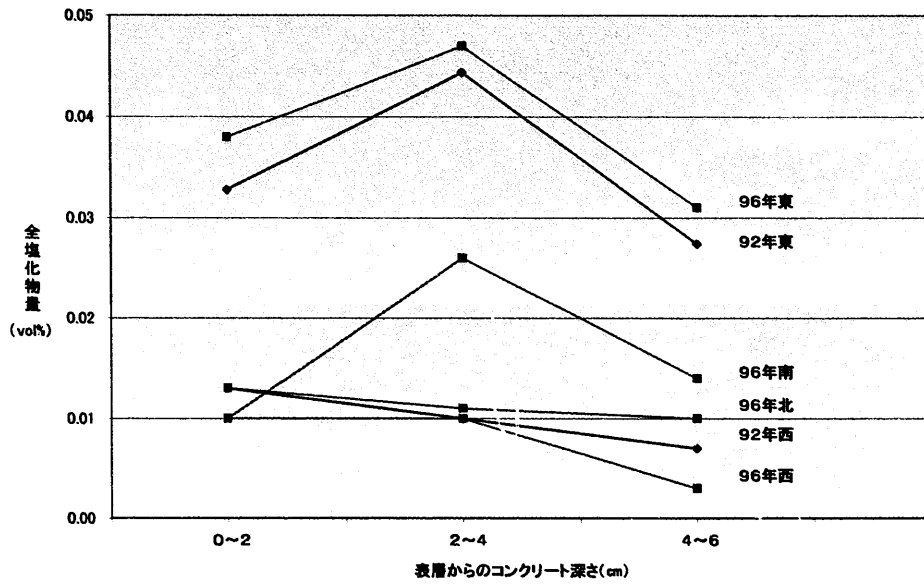


図-20 第二ウラン貯蔵所: 深さ別コンクリート塩分含有量の経年変化

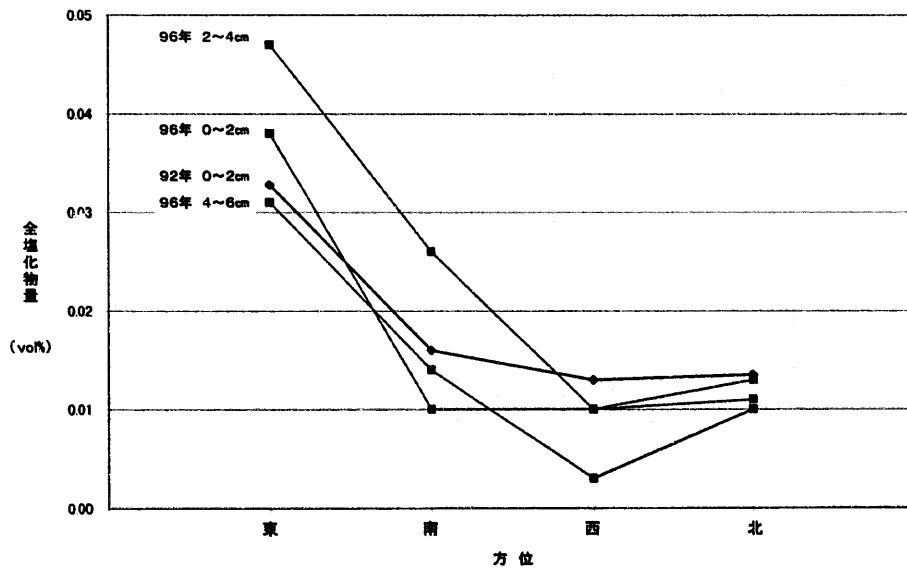


図-21 第二ウラン貯蔵所: 方位別コンクリート塩分含有量の経年変化

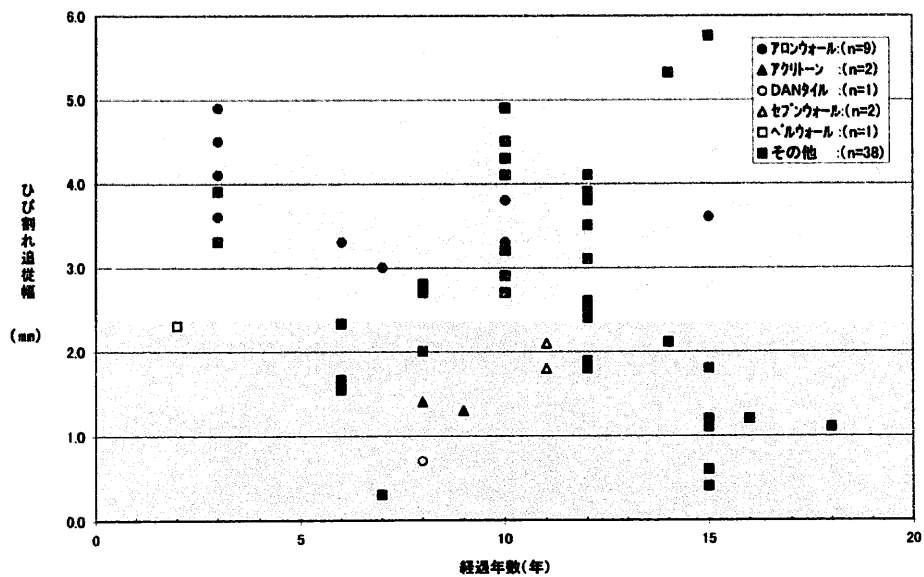


図-22 外装材ひび割れ追従性の分布図(東海事業所施設)



## (2) 各種調査手法に対する総合的な評価

コンクリート構造物の非破壊的試験方法に対する実用性の評価として、実績、簡便性、作業能率、精度、コストの項目に分けてランク付けを行い、非破壊的試験方法に対する現状の再評価を実施した。尚、ランク付け（試案）に際しては文献、技術資料等を参考にし、また当該経年調査結果も一部用いて検討を加えた。

表2 コンクリート構造物の強度特性及び内部検査の非破壊的試験方法に対する実用性の評価

目的	試験方法	実績	簡便性	作業能率	精度	コスト	現状評価	
強度特性	シュミットハンマ（反発度法）	A	A	B	B	A	AB	
	超音波法	B	B	B	B	B	B	
	シュミットハンマ超音波組合せ法	—	B	C	B	B	B	
	引抜き試験	—	C	C	B	C	C	
内部検査	寸法・厚さ	超音波法	B	B	B	B	B	B
		放射線透過法	—	C	C	B	C	C
	鉄筋位置	電磁誘導法	A	A	AB	B	A	A
		レーダー法	A	B	B	B	A	AB
		放射線透過法	—	C	C	B	C	C
	ひび割れ	赤外線法（分布）	B	C	B	B	B	B
		超音波法（深さ）	A	B	B	B	B	AB
	欠陥空隙等	超音波法	AB	B	B	B	B	AB
		赤外線法（表層のみ）	B	C	A	B	B	B
		レーダー法	B	B	B	B	B	B
		打音・振動法（壁面叩打）	—	B	A	B	C	B
		放射線透過法	—	C	C	B	C	C
	鋼材腐食	自然電位法	A	B	B	B	B	AB
		分極抵抗法	AB	B	B	B	B	AB
		コンクリート比抵抗法	AB	B	B	B	B	AB
		放射線透過法	—	C	C	B	C	C

表3 コンクリート構造物の中性化深さ測定方法及び塩分含有量測定のためのコンクリート試料採取方法に対する実用性の評価

目的	試験方法	実績	簡便性	作業能率	精度	コスト	現状評価
中性化深さ測定	はつり法	A	B	B	A	B	A
	小径ドリル法 (削り粉法)	C	A	A	AB	A	AB
	中性化用コア法 (表面、割裂面)	A	C	C	AB	B	B
	圧縮強度測定用 コア併用法 (割裂面)	B	C	C	AB	B	B
	塩分量測定用 コア併用法 (表面)	C	C	B	BC	B	BC
塩分含有量測定	塩分量測定用コア法	A	B	B	A	B	A
	小径ドリル法 (はつり粉法)	C	A	A	A	B	B

(評価案)

項目 ランク	実績*	簡便性	作業能率	精度	コスト	現状評価
A	有	良	良	良	安	有効
B	一部有	普通	普通	普通	普通	一部制限がある
C	無	悪	悪	悪	高	制限がある

※ 実績欄中の“—”は当該調査を実施していないため、また文献等の報告が少ないためランク付けは行っていない。

表4 構造物外装塗膜の健全性評価試験方法に対する実用性の評価

目的	試験方法	実績	簡便性	作業能率	精度	コスト	現状評価	
目視・目測による 写真記録	現地マクロ写真観察法	B	A	A	AB	A	A	
	採取試験室 観察法	光学顕微鏡	B	B	B	A	B	B
		電子顕微鏡	B	B	B	B	BC	B
白亜化測定	指触法	A	A	A	A	A	A	
	テープテスト法	B	A	B	A	A	AB	
視覚特性	光沢度測定法	A	B	B	BC	B	B	
	色差測定法	B	B	B	BC	B	BC	
付着性能	クロスカット テープテスト	A	A	A	B	A	A	
	建研式	A	A	A	A	B	A	
物性	下地ひび割れ 追従性試験	A	B	B	B	B	AB	
	引張試験	B	B	B	B	B	B	
	伸び試験	B	B	B	B	B	B	
透過性能	酸素	B	B	B	B	B	B	
	水蒸気	B	B	B	B	B	B	
	塩化物	B	B	B	B	B	B	

(評価案)

項目	実績	簡便性	作業能率	精度	コスト	現状評価
ランク A	有	良	良	良	安	有効
B	一部有	普通	普通	普通	普通	一部制限がある
C	無	悪	悪	悪	高	制限がある

(3) 事業所内施設の経年変化データ（外壁コンクリート塩分含有量）の取得

再処理施設高放射性廃液貯蔵場（HAW）東側壁、及びウラン廃棄物貯蔵施設（UWSF）北側腰壁、並びに新中央運転管理室（TUC）東側腰壁のコンクリート含有塩分量を調査した。いずれの建物もコンクリート内部の塩分量は少なくHAW及びTUCはセメントに含まれる塩化物物質量程度である。UWSFは表層部のみに微量の飛来塩分が認められるが、これは鉄筋腐食の有意値を十分下廻る値であり、塩化物イオンの浸透は殆どない。

(4) 施設建物経年変化調査データベース化

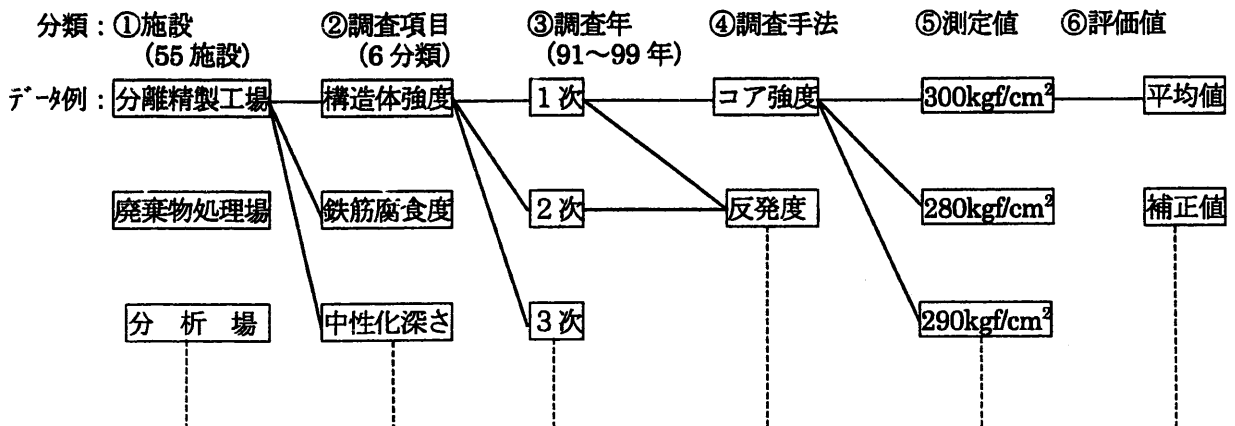
施設建物経年変化調査結果のデータベース化の進め方としては、各次各種調査ごとに行っている試験測定データを、文字や数値等に分類し、Windows 環境において既存のアプリケーションソフトを組合せてデータの入力を行う。データ項目として、文書入力には目視調査記録や外装材種別等があり、数値入力には構造体強度測定値、鉄筋腐食グレード、中性化深さ等を入力する。

また、写真データとして外観写真や調査試験状況写真等をデータベースの対象として進める。平成 10 年度は、建物経年変化各種調査試験結果（入力の対象とする施設：55 施設）を表計算ソフト Excel97 ワークシートにデータ入力し、躯体強度、中性化深さ等の試験 6 項目のデータと外装材モニタリングデータの入力作業を終了した。

また、各種調査試験結果ワークシート上で、測定データ（セル単位）ごとに評価を行うための評価基準判定値を設け、色別判定方法を考案し、構造体強度、鉄筋腐食度、中性化深さ等の判定を実施した。

尚、ワークシート面の色分けの評価対象となる試験項目は、構造体強度、鉄筋腐食度、中性化深さ、塩分含有量、かぶり厚さ及び外装材の耐久性、抵抗性等の 6 項目であり、概念的な色別として、青色系は健全または十分な耐久性性能があると判断し、黄色系では要注意、要観察、赤色系になると修繕対応レベルと判定する。

— Excel ワークシートの分類項目とデータ（イメージ） —



① 構造体強度データの場合

判定色	シュミットハンマ法による反発度	反発度から求めた推定強度	コア強度	コア強度と設計基準強度の比
青色	32 以上	210kgf/cm <sup>2</sup> 以上	210kgf/cm <sup>2</sup> 以上	1 以上
黄色	29 以上 32 未満	180kgf/cm <sup>2</sup> 以上 210kgf/cm <sup>2</sup> 未満	180kgf/cm <sup>2</sup> 以上 210kgf/cm <sup>2</sup> 未満	0.85 を超え 1 未満
赤色	29 未満	180kgf/cm <sup>2</sup> 未満	180kgf/cm <sup>2</sup> 未満	0.85 以下

② 鉄筋腐食度データの場合

判定色	はつりによる目視グレード	自然電位	抵抗率	分極抵抗の逆数 10 <sup>6</sup>
青色	グレード 0 またはグレード I	-300mV 以上 (より貴側)	20,000Ω・cm以上	0.06 以上
黄色	グレード II	-400mV 以上 -300mV 未満	20,000Ω・cm未満	0.04 以上 0.06 未満
橙色	グレード III	-500mV 以上 -400mV 未満	—	0.04 未満
赤色	グレード IV	-500mV 未満	—	—

③ 中性化深さデータの場合

判定色	中性化深さ	備考
青色	表面から 20 mm未満	小径ドリルは、5 点以上削孔した平均値とする。5 点平均と 17 点平均の両方のデータがある場合は 17 点平均を小径ドリル測定結果の判定データとして扱い、5 点平均値は参考値データとする。 また、モルタル部の中性化深さも参考値データとする。尚、参考値データの判定色は少し濃い灰色で示す。
黄色	表面から 20 mm以上 40 mm未満	
赤色	表面から 40 mm以上	

④ 塩分含有量データの場合

判定色	コンクリート中の塩分含有量	
	全塩化物量 (wt%)	可溶性塩化物量 (wt%)
青色	0.052wt%未満	0.03wt%以下
黄色	0.052wt%以上	0.03wt%を超える

① かぶり厚さデータの場合

判定色	かぶり厚さ (cm)
少し濃い青色	8.0 cm以上
黄色	3.0 cm以上 8.0 cm未満
黄色	2.5 cm以上 3.0 cm未満
赤色	2.5 cm未満

② 外装材データの場合

a. 経過年

判定色	外装材経過年数
青色	10 年未満
黄色	10 年以上 14 年未満
赤色	14 年以上

b. 指触・目視観察

判定色	指触・目視観察
	白亜化・ふくれ・われ・はがれ
青色	デグリー 2 未満
黄色	デグリー 2 以上デグリー 4 未満
赤色	デグリー 4 以上

c. 付着性能

判定色	付着性能	
	クロスカットテープテスト	建研式引張強度
青色	コマ数が 2/3 を超える	5kgf/cm <sup>2</sup> 以上
黄色	コマ数が 1/3 を超え 2/3 以下	3kgf/cm <sup>2</sup> を超え 5kgf/cm <sup>2</sup> 未満
赤色	コマ数が 1/3 以下	3kgf/cm <sup>2</sup> 以下

## d. ひび割れ追従幅

判定色	ひび割れ追従幅 (mm)	
	実測値	評価値
青色	1.92 mm以上	2.4 mm以上
黄色	0.96 mm以上 1.92 mm未満	1.2 mm以上 2.4 mm未満
赤色	0.48 mm未満	1.2 mm未満

## e. 透過性能

判定色	透過性能		
	酸素	水蒸気	塩化物
青色	0.05 mg/cm <sup>2</sup> ・day 以下	50g/m <sup>2</sup> ・day 以下	0.005 mg/cm <sup>2</sup> ・day 以下
黄色	0.05 mg/cm <sup>2</sup> ・day を超える	50g/m <sup>2</sup> ・day を超える	0.005 mg/cm <sup>2</sup> ・day を超える

## f. 樹脂量 (参考値)

判定色	樹脂量
青色	50%以上
黄色	30%以上 50%未満
赤色	30%未満

## (5) 建物維持保全計画策定手引き (案) 等の保全対応マニュアル類の見直し

建物保全計画策定手引き (案)、建物中長期及び年次計画補修表策定手引き (案)、建物維持保全計画書 (案) : 中間開閉所について、新しい文献との整合性や運転管理者側からの指摘により字句等の見直しを行った。

#### 4. まとめと今後の計画

平成 10 年度は、過去 7 年間に蓄積した経年変化データを用いてそれぞれのサイト（主に再処理センター）別に経年変化傾向を再評価するとともに、トレンドグラフの作成やデータの入力作業等を実施した。再評価した再処理サイトのトレンド傾向では、一部の施設建物を除き打放し期間が長く、また、立地条件から隣接する施設等が無い場合に、経年に伴って劣化が速くなる傾向が把握できた。トレンドグラフでは、再処理施設を主に年代別傾向グラフ、方位別傾向グラフ、中性化進展曲線を用いた将来予測グラフ等を作成した。データベース化作業では、経年調査の主要データとなる躯体強度、鉄筋腐食度、中性化深さ等のデータ入力を終了するとともに、測定データごとに評価を行うための評価基準判定値を設け、構造体強度、鉄筋腐食度等の判定を行った。各種調査手法に対する総合的な評価では、単年度ごとに実施している測定精度の検討等を蓄積した全データで再評価し、最近の文献や技術資料を参考に、99 年 3 月現在の技術評価をまとめ調査手法の現状評価を行った。

今後の計画としては、調査対象建物優先度判定法等により調査を実施した建物のうち、調査データ（腐食電位、中性化深さ、塩分量）の変化量が多く、多少進行している建物または竣工後経過年や打放し期間の長い建物等を対象にトレンド調査を実施し、経年傾向を把握、評価するとともに、建物モニタリング技術を整備確立するため、製作設置した鉄筋腐食電位測定プラグを用いた継続的な電位計測と外壁改修に合わせて作製設置した外装材モニタリング用試験体の物性試験を定期的実施する。

また、経年変化（劣化）情報のデータベースを構築するために、得られた経年変化調査結果の数値データ、画像データの入力を進めトレンドグラフの作成、充実を図るとともに、中長期保全計画及び年次計画を策定するための基礎資料となるシステムの体系的整備を行う予定である。