

11 環境シミュレーション試験棟

11.1 施設の概要

環境シミュレーション試験棟（STEM）では、放射性廃棄物の埋設処理に係る試験研究等において、人工バリア（セメント及びコンクリート材料）及び天然バリア（地層試料：土壌及び岩石）を対象に安全評価上重要な放射性核種の吸着・移行試験等を実施する目的で、昭和 58 年に建設され、供用運転を開始した。施設内には放射性同位元素を取り扱うグローブボックス（6 基）及びフード（4 台）を備え、それを支援する付属設備としてウェザールーム及び実験室等がある。

11.2 施設の被害状況

STEM では、平成 23 年 3 月 11 日の地震により試験ホールの管理区域境界壁の亀裂及び建家周辺の地盤沈下等の被害を受けたが、原子力科学研究所放射線障害予防規程で定める施設の事故、故障及び火災等の発生はなかった。STEM の被害状況一覧を Table 11-1 に示す。

11.3 施設の復旧対応

STEM では、地震発生後、速やかな施設の運転再開に向けて、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署の担当者を交え、復旧対応の実施時期、手順及び方法等について事前協議し、施設の復旧計画を平成 23 年 4 月 11 日に策定した。施設の復旧対応にあたっては、特に東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質が平成 23 年 3 月 15 日以降、管理区域内外で確認される状況となったことから、汚染を管理区域内に持ち込まないようにするため、管理区域入域時の身体保護具の着用及び汚染検査等に気を配りながら、復旧計画に基づく被害箇所の復旧作業を進めると同時に、保安上重要な設備・機器等の詳細な点検を実施した。また、復旧対応の進捗状況については、定期的な STEM 連絡会等を通じて関係部署と情報の共有化を図り、一元管理のもとで安全かつ効率的に実施した。

施設の供用再開は、点検により施設の運転に影響を及ぼす異常が確認されなかったため、平成 23 年 9 月 1 日から施設の供用を再開した。また、試験ホールの管理区域境界壁の被害箇所を除く復旧作業は、施設の運転に影響を及ぼす被害ではなかったため、供用再開後も継続して実施し、平成 25 年 3 月 14 日に施設の復旧対応が完了した。

STEM の復旧対応は、下記のとおりであり、施設の復旧対応実績を Table 11-2 に示す。

11.3.1 放射線管理設備の点検

放射線管理設備の点検は、放射線モニタ、ルーツブロワ及びサンプリング配管の点検から構成され、放射線モニタ及びルーツブロワの点検では外観点検、機能試験及び絶縁抵抗測定を、また、サンプリング配管の点検では外観点検を実施した。

点検について、放射線モニタは平成 23 年 4 月 15 日に、ルーツブロワは平成 23 年 6 月 29 日に、更にサンプリング配管は平成 23 年 6 月 30 日に完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

11.3.2 特定設備の点検

特定設備の点検は、受変電設備、一般系統を含む給排水設備、空気圧縮設備及びコールド系統を含む換気設備の点検から構成され、受変電設備の点検では外観点検、絶縁抵抗測定及び機能確認を、給排水設備の点検では外観点検、通水点検、機能確認及び作動確認を、空気圧縮設備の点検では外観点検、絶縁抵抗測定、機能確認及び作動確認を、また、換気設備の点検では外観点検、絶縁抵抗測定、機能確認、作動確認、排気系フィルタの装着状態点検及び捕集効率測定を実施した。

点検について、受変電設備は平成 23 年 3 月 25 日に、一般系統の給排水設備は平成 23 年 3 月 29 日に、空気圧縮設備は平成 23 年 4 月 20 日に、ホット系統の排水設備は平成 23 年 5 月 18 日に、更に換気設備は平成 23 年 6 月 30 日に完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

11.3.3 換気設備の運転再開

換気設備の運転再開は、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署との事前協議において、被災した試験ホールの管理区域境界壁の復旧作業が完了し、かつ安全警報設備、火災受信機、放射線管理設備及び特定設備の点検並びに本体施設が実施するグローブボックス等の給排気系フィルタの外観点検により全て「良」の結果が得られ、更に換気設備の試験運転時において施設の運転に影響を及ぼす異常が確認されないことを条件とした。

換気設備の運転再開にあたり、被災した試験ホールの管理区域境界壁の復旧作業を平成 23 年 6 月 21 日に完了するとともに、安全警報設備及び火災受信機の点検を平成 23 年 3 月 16 日に、更に放射線管理設備及び特定設備の点検並びに本体施設が実施するグローブボックス等の給排気系フィルタの外観点検を平成 23 年 6 月 30 日に完了し、結果は全て「良」であった。その後、換気設備の試験運転による総合確認を実施し、施設の運転に影響を及ぼす異常は確認されなかった。これを受けて、平成 23 年 7 月 1 日に施設の計画停電時の保安措置を解除するとともに、換気設備の運転を再開した。

なお、試験ホールの管理区域境界壁の復旧作業においては、作業に先立ち、補修設計を専門業者に依頼し、それに基づき補修工事を実施した。作業について、試験ホール内壁の亀裂箇所等においては、転倒防止対策を施した作業用足場を各所に仮設した後、応急措置として、亀裂箇所等にシール材充填による補修を実施し、平成 23 年 4 月 19 日に完了した。また、試験ホール外壁の亀裂箇所等においては、作業用足場を試験ホール外周に仮設した後、恒久措置として、亀裂箇所等に V 溝を切り込み、シール材充填による補修及び表面に既存と同仕様の防水塗装を実施し、平成 23 年 6 月 21 日に完了した。

11.3.4 施設の被災度区分判定調査

施設の被災度区分判定調査は、建設部が主体となり、建築物等全般の被災度及び損傷度の調査を平成 23 年 5 月 25 日に実施した。調査の結果、建家内壁の一部にひび割れが確認され、地階及び 1 階の短辺及び長辺方向が「軽微」、南棟 2 階が「小破」、北棟 2 階が「軽微」と判定された。なお、「小破」と判定された被害箇所は、震災建築物の復旧技術指針に基づく建家内壁のひび割れ補修工事を必要とするが、被害区域の継続的な使用は可能と診断された。

11.3.5 施設の復旧作業

施設の復旧作業は、供用再開前確認作業として、前述のとおり被災した試験ホールの管理区域境界壁の復旧作業並びに被災度区分判定調査、安全警報設備、火災受信機、放射線管理設備及び特定設備の点検、本体施設が実施するグローブボックス等の給排気系フィルタの外観点検を実施し完了した。更に暫定的な点検を含む法令に基づく点検を平成 23 年 8 月 25 日に完了し、結果は全て「良」であった。これを受けて、施設の供用再開前条件が満足された。

なお、法令に基づく点検のうち、専門業者の協力を必要とする排気設備の排気系フィルタの捕集効率測定等については、専門業者との役務契約手続き日数等を考慮すると、早期の点検が困難なため、担当課室にて暫定的な点検を実施した。

11.3.6 施設の運転に影響を及ぼさない復旧作業

施設の運転に影響を及ぼさない復旧作業は、Table 11-1 に示す試験ホールの管理区域境界壁の被害箇所を除く復旧作業を下記のとおり実施し、平成 25 年 3 月 14 日に完了した。

(1) 建家内壁の損傷について（本体施設）

建家内壁の復旧作業は、建設部より提示された「環境シミュレーション試験棟に関する補修設計報告書」に基づき補修工事を実施した。作業について、転倒防止対策を施した作業用足場を各所に仮設した後、ひび割れ箇所に十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修及び表面に既存と同仕様の塗装を実施し、平成 25 年 3 月 5 日に完了した。

(2) 建家周辺の地盤沈下について（本体施設）

地盤の復旧作業は、作業に先立ち、補修設計を設計業者に依頼し、それに基づき補修工事を実施した。作業について、地盤沈下部直下に埋設物がないことを確認した後、重機により沈下部を掘削して土砂等補充による埋め戻し及びアスファルト舗装を実施し、平成 25 年 3 月 14 日に完了した。

(3) 雨水用配水管の脱落及び支持金具の損傷について（本体施設）

雨水用配水管の復旧作業は、作業に先立ち、補修設計を設計業者に依頼し、それに基づき補修工事を実施した。作業について、転倒防止対策を施した作業用足場を建家外周に仮設した後、脱落した配水管及び損傷した支持金具の交換を実施し、平成 25 年 3 月 5 日に完了した。

11.3.7 法令に基づく点検

法令に基づく点検は、Table 11-3 に示すように原子力科学研究所放射線障害予防規程で定める定期自主点検を平成 24 年 2 月 24 日までに完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に必要な法的条件を満足していることを確認した。

11.3.8 実験設備及び機器の点検

実験室等に設置された実験設備及び機器の点検は、平成 23 年度実施計画を見据えて優先順位を定め、外観点検、絶縁抵抗測定、機能点検及び作動点検等を実施し、平成 23 年 8 月 31 日までに完了した。点検結果は、全て「良」であり、実験設備及び機器の運転に影響を及ぼす異常がな

いことを確認した。

また、各実験設備及び機器の運転再開については、施設の供用が再開され、かつ上述の実験設備及び機器の点検により全て「良」の結果が確認されたことを条件とした。運転再開後は、必要に応じて放射性同位元素の取扱いを順次再開するものとした。

11.3.9 施設の供用再開

施設の供用再開は、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署との事前協議において、供用再開前確認作業により施設の運転に影響を及ぼす異常が確認されないことを条件とした。供用再開前確認作業は、前述のとおり平成 23 年 8 月 25 日に完了し、これを受けて、平成 23 年 9 月 1 日から施設の供用を再開した。

11.4 まとめ

STEM では、地震により試験ホールの管理区域境界壁の亀裂及び建家周辺の地盤沈下等の被害を受けたが、原子力科学研究所放射線障害予防規程で定める施設の事故、故障並びに火災等の発生はなかった。

STEM の復旧対応に関しては、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署の協力を得て、施設の復旧計画を策定し、それに基づく被害箇所の復旧作業を進めると同時に、保安上重要な設備・機器等の詳細な点検を実施し、施設の運転に影響を及ぼす異常は確認されなかったため、平成 23 年 9 月 1 日から施設の供用を再開し、平成 23 年度実施計画に沿って研究開発業務を計画どおり実施した。また、試験ホールの管理区域境界壁の被害箇所を除く復旧作業は、施設の運転に影響を及ぼす被害ではなかったため、供用再開後も継続して実施し、平成 25 年 3 月 14 日に完了した。これを受けて、施設の復旧計画に基づく復旧対応は完了した。

Table 11-1 STEM の被害状況一覧

設備・機器名	被害状況	措置状況	状況写真
<p>建家壁</p>	<p>試験ホール内の管理区域境界壁（軽量成形セメント板）のうち、北側及び南側壁面に亀裂が4箇所発生した。なお、亀裂は貫通している。</p> <p>余震により試験ホールの管理区域境界壁（軽量成形セメント板）のうち、北側壁面の繋ぎ目外表面に欠けが発生した。</p>	<p>試験ホール内壁の亀裂箇所等について、転倒防止対策を施した作業用足場を各所に仮設した後、応急措置として、亀裂箇所等にシーリング材充填による補修を実施した。（平成23年4月19日完了）</p> <p>試験ホール外壁の亀裂箇所等について、作業用足場を試験ホール外周に仮設した後、恒久措置として、亀裂箇所等にV溝を切り込み、シーリング材充填による補修及び表面に既存と同様な防水塗装を実施した。（平成23年6月21日完了）</p>	<p>Photo. 11-1</p> <p>—</p>
<p>建家周辺の地盤</p>	<p>施設の被災度区分判定調査において、建家内壁の一部にひび割れが確認され、地階及び1階の短辺及び長辺方向が「軽微」、南棟2階が「小破」、北棟2階が「軽微」と判定された。</p>	<p>転倒防止対策を施した作業用足場を建家内各所に仮設した後、ひび割れ箇所には十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修及び表面に既存と同仕様の塗装を実施し復旧した。（平成25年3月5日完了）</p> <p>地盤沈下直下に埋設物が無いことを確認した後、重機により沈下部を掘削して土砂等補充による埋め戻し及びアスファルト舗装を実施し復旧した。（平成25年3月14日完了）</p>	<p>Photo. 11-2</p> <p>—</p>
<p>建家周囲の雨水用排水管</p>	<p>建家周囲の雨水用排水管支持金具が損傷し、配水管が脱落した。</p>	<p>転倒防止対策を施した作業用足場を建家外周に仮設した後、脱落した配水管及び損傷した支持金具の交換を実施し復旧した。（平成25年3月5日完了）</p>	<p>Photo. 11-3</p>

Table 11-2 STEM の復旧対応実績

実施項目	H22年度	H23年度												H24年度				
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	
被害状況把握(外観)	□ H23.3.11																	
応急措置	□ H23.3.11																	
放射線管理設備の点検				H23.3.11 ~ H23.6.30														
特定設備の点検				H23.3.11 ~ H23.6.30														
施設の被災区分判定調査				□	H23.5.25 調査													
換気設備の運転																		
施設の復旧作業																		
施設の運転に影響を及ぼさない復旧作業																		
法令に基づく点検																		
実験設備及び機器の点検																		
施設の供用																		

Table 11-3 原子力科学研究所放射線障害予防規程で定める定期自主点検（平成 23 年度）

設備等	検査項目	点検頻度	実施日		結果
			暫定点検	本点検	
施設の位置等 主要構造部等	地崩れ及び浸水のおそれ	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
	構造及び材料、外壁等の状況 区画、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
管理区域	気流	年2回以上	—	H23.7.11、H23.8.25 H23.11.15～H23.11.17、H24.1.13	良
作業室 廃棄作業室 放射性廃棄物 詰替室	床・壁等の構造及び表面仕上げ、流し等、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
	フードの面速、グローブボックス等の負圧及び気密	年1回以上	H23.7.11	H23.11.15～H23.11.17	良
汚染検査室	床・壁等の構造及び表面仕上げ、流し等、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
	構造及び材料、しゃへい物の状況、閉鎖設備、 保管量、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
貯蔵箱及び貯 蔵容器	構造及び材料、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良
	排風機、排気浄化装置	年2回以上	—	H23.7.11、H23.8.24、H23.8.25 H23.11.15～H23.11.17、H24.1.13	良
排気設備	排気系フィルタの捕集効率	年1回以上	H23.4.8～ H23.6.30	H23.11.15～H23.11.17 H24.1.12～H24.1.31	良
	排気管及び排気口、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.8.24、 H23.11.15～H23.11.17、H24.1.12、 H24.1.13	良
排水設備	排水浄化槽及びピットの漏水	年1回以上	H23.5.18	H23.7.11、H24.2.6、H24.2.7	良
	排水浄化槽及びピットの状況、排水管、バルブ 等、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.8.22～H23.9.2 H23.11.15～H23.11.17 H24.2.6～H24.2.24	良
保管廃棄設備	保管廃棄容器、区域等、標識	年2回以上	—	H23.7.11、H23.11.15～H23.11.17	良

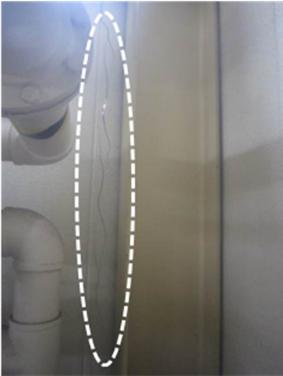
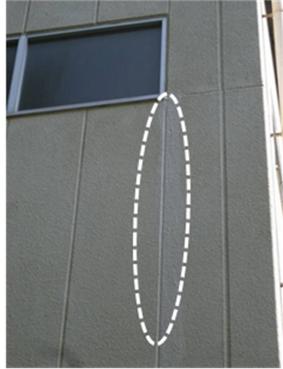
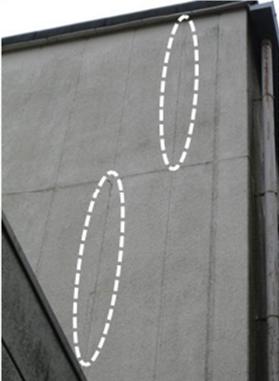
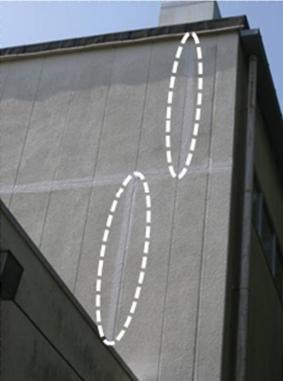
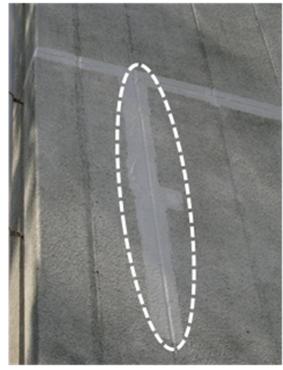
		措置前		措置後
		外壁	内壁 (管理区域)	外壁
建家南壁				
				
建家北壁				
				

Photo. 11-1 試験ホールの管理区域境界壁の亀裂

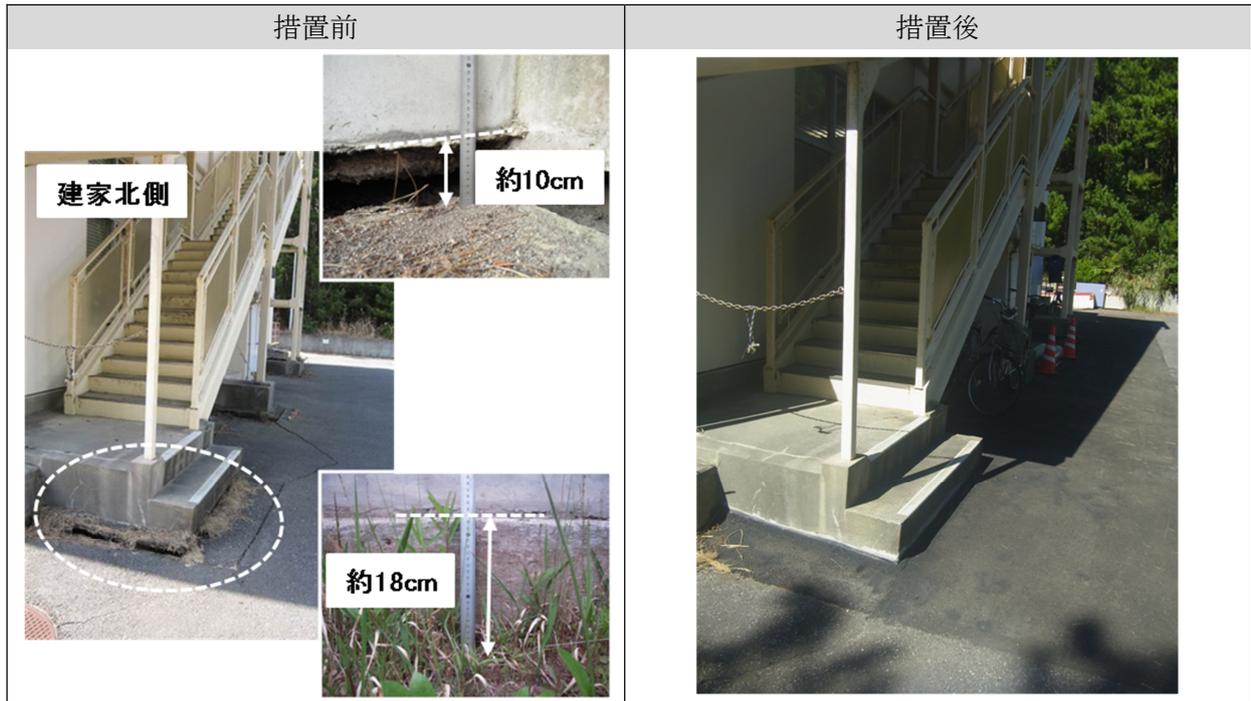


Photo. 11-2 建家周辺の地盤沈下



Photo. 11-3 雨水用排水管の脱落

12 ウラン濃縮研究棟

12.1 施設の概要

ウラン濃縮研究棟では、ガス拡散法によるウラン濃縮の研究開発を目的として昭和 47 年に建設された。その後、建家は濃縮技術の研究を目的とした利用が継続され化学交換法による同位体の分離、レーザーによる同位体の分離、更には原子法レーザーウラン濃縮技術開発に関する研究が行われた。平成 10 年に原子法レーザーウラン濃縮に関する研究が終了し、核燃料物質を使用した機器の整理を進め、現在は、レーザーを利用した高感度分析や大気中の有害物質などを遠隔検知する研究に使用されている。

建家は、鉄筋 2 階建てで一部が 3 階吹き抜け構造となり、総床面積は約 1300m² である。一般の実験室の他、吹き抜け構造部分には、建家と独立した構造の実験室（約 180m²）が設置されており、少量の核燃料物質を取り扱うことのできる第 1 種管理区域が設置されている。また、管理区域では、不要な核燃料物質（ウラン）を整理して保管容器に収納するためのフードが設置されている。このため、管理区域の空気を循環する給排気設備、及び手洗水を廃棄するための液体廃棄設備が付加されている。この他、建家に電力を供給する受変電設備、冷暖房設備、重量物品の搬出入を支援する天井走行クレーン等が付帯している。

12.2 施設の被害状況

ウラン濃縮研究棟では、平成 23 年 3 月 11 日の地震により施設内外に被害を受けたが、原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める施設の事故、故障及び火災等の発生はなかった。ウラン濃縮研究棟の被害状況一覧を Table 12-1 に示す。

12.3 施設の復旧対応

ウラン濃縮研究棟では、地震発生後、速やかな施設の運転再開に向けて、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署の担当者を交え、復旧対応の実施時期、手順及び方法等について、事前協議し、施設の復旧計画を平成 23 年 4 月 12 日に策定した。施設の復旧対応にあたっては、特に東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質が平成 23 年 3 月 15 日以降、管理区域内外で確認される状況となったことから、汚染を管理区域内に持ち込まないようにするため、管理区域入域時の身体保護具の着用及び汚染検査等に気を配りながら、復旧計画に基づく被害箇所の復旧作業を進めると同時に、保安上重要な設備・機器等の詳細な点検を実施した。また、復旧計画に基づく復旧対応の進捗状況は、定期的に連絡会等を通じて関係部署と情報共有を図り、安全かつ効率的な工程管理のもとで復旧対応を実施した。換気設備の運転については、平成 23 年 5 月 10 日より再開し、平成 23 年 6 月 14 日より施設の供用を再開した。供用再開後も引き続き復旧作業を実施し、平成 24 年 11 月 30 日にウラン濃縮研究棟の復旧対応が全て完了した。

ウラン濃縮研究棟の復旧対応は、下記のとおりであり、その復旧対応実績を Table 12-2 に示す。

12.3.1 放射線管理設備の点検

放射線管理設備の点検は、放射線モニタ等の外観点検、絶縁抵抗測定及び機能試験を実施する。点検について、放射線モニタ及びルーツブロワの点検では、外観点検、機能試験及び絶縁抵抗測定を、放射能測定装置の点検では、外観点検及び機能試験を、サンプリング配管の点検では、外観点検を実施し、平成 23 年 5 月 9 日に放射線モニタ等の点検が完了した。点検結果は、全て「良」であり、設備の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

12.3.2 特定設備の点検

特定設備の点検は、受変電設備、ホット系の排水設備を含む給排水設備、給排気設備を含む換気設備の点検を実施する。受変電設備では、外観点検、絶縁抵抗測定及び機能確認を、給排水設備では、外観点検、通水点検、機能確認及び作動確認を、換気設備では、外観点検、絶縁抵抗測定、機能確認、フィルタユニット内排気系フィルタの装着状態点検、作動確認及び排気系フィルタの捕集効率測定を実施した。

点検について、受変電設備は平成 23 年 3 月 16 日に、給排水設備は平成 23 年 6 月 1 日に、換気設備は平成 23 年 5 月 9 日に点検が完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

なお、ホット系の排水設備の点検においては、屋外に敷設されている埋設配管を点検するため、掘削エリアを設定し、一時的に第 1 種管理区域に指定して実施した。

12.3.3 換気設備の運転再開

換気設備の運転再開については、本体設備、特定設備及び放射線管理設備の点検において、全て「良」の結果が確認されたことを条件とし、運転再開の条件が全て満足されたため、平成 23 年 5 月 10 日より換気設備の運転を再開した。また、これを受けて平成 23 年 5 月 10 日に施設の計画停電時の保安措置を解除した。

なお、特定設備の点検のうち、ホット系の排水設備の通水点検においては、排水配管が損傷していた場合、通水による汚染拡大の恐れが懸念されることから、換気設備の運転再開及び埋設配管の点検後に実施した。

12.3.4 被災度区分判定調査

施設の被災度区分判定調査は、建設部が主体となり、施設の建築物等全般の被災度及び損傷度の調査を平成 23 年 5 月 27 日に実施した。調査の結果、多数の耐震壁に 0.2～1.5mm のひび割れが確認され、被災度区分は「中破」と診断された。

12.3.5 施設の復旧作業

施設の復旧作業においては、地震により被災した施設の安全警報設備、火災受信機、放射線管理設備及び特定設備の点検や法令に基づく点検等を実施する。なお、法令に基づく点検のうち、専門業者の協力を要する排気設備のフィルタ捕集効率測定等については、役務契約手続き等の観点から早期の実施が困難となるため、同等の暫定点検を実施した。

12.3.6 施設の運転に支障を及ぼさない復旧作業

施設の運転に支障を及ぼさない復旧作業においては、Table 12-1 に示す被災箇所の復旧作業を下記のとおり実施した。

(1) 天井走行クレーントロリ線の脱落について

ウラン濃縮研究棟では、大実験室に天井走行クレーン 10t が設置されており、地震による被害を受けた。

天井走行クレーンについて専門業者による安全点検を実施し、問題個所の摘出と補修を実施後（平成 23 年 11 月 25 日）、工務第 2 課による年次点検及び荷重試験を経て復旧した。（平成 23 年 12 月 21 日完了）。

(2) 建家外灯の電球カバーの破損について

建家の北東及び北西側に位置する建家外灯 2 灯の電球カバーの破損し落下したため、電球カバーを交換したが、絶縁不良が確認されたため（平成 23 年 7 月 19 日）、配線設備の点検を実施し、外灯を復旧した。（平成 23 年 9 月 29 日完了）

(3) ファックス&コピー機の故障について

現場指揮所の設置してある、ファックス&コピー機が地震により被害を受け使用不能になったため、更新した。（平成 24 年 2 月 28 日完了）

(4) 大実験室・天井筋（水平ブレード）の固定ボルト破断について

大実験室天井の水平ブレードの固定ボルト 1 箇所が地震により切断しブレードが吊下がる被害を受けた。建家構造躯体ひび割れ補修工事の一環として、ボルトを更新し復旧を完了した。（平成 24 年 11 月 30 日完了）

(5) 建家誘導灯の点灯不能について

誘導灯が絶縁劣化により点灯不能になったため、専門業者による点検を実施し復旧を完了した。（平成 23 年 6 月 8 日完了）

(6) 建家排気筒及び建家内壁の亀裂について

排気筒及び建家内壁の亀裂について建家構造躯体ひび割れ補修工事により亀裂に樹脂を注入し復旧した。（平成 24 年 11 月 30 日完了）

(7) 建家耐震壁の亀裂について

耐震壁の亀裂について、建家構造躯体ひび割れ補修工事により亀裂に樹脂を注入し復旧した。（平成 24 年 11 月 30 日完了）

12.3.7 法令に基づく検査・点検

法令に基づく点検状況においては、Table 12-3 に示す原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める定期自主点検を平成 24 年 3 月 2 日までに完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に必要な法的条件を満足していることを確認した。

12.3.8 実験機器の点検

実験設備機器の点検においては、外観点検、絶縁抵抗測定等を実施し、平成 23 年 3 月 23 日に完了した。点検結果は、全て「良」であり、実験機器の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

12.3.9 施設の供用再開

施設の供用再開は、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署との事前協議により、前述の作業項目のうち、施設の運転に支障を及ぼさない復旧作業を除く作業が完了し、全て「良」の結果が確認されたことを条件とし、供用再開の条件が全て満足されたため、平成 23 年 6 月 14 日より施設の供用を開始した。

12.4 まとめ

ウラン濃縮研究棟は、地震により天井走行クレーンや建家耐震壁の一部などに被害を受けたが、管理区域境界の破壊による閉じ込め機能の喪失や核燃料物質の飛散等、原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める施設の事故、故障及び火災の発生等はなかった。施設の復旧状況は、施設の復旧計画に沿って計画的に進められ、換気設備の運転を平成 23 年 5 月 10 日より再開し、施設の供用を平成 23 年 6 月 14 日より開始した。供用再開後も引続き復旧作業を実施し、平成 24 年 11 月 30 日にウラン濃縮研究棟の復旧対応が全て完了した。

Table 12-1 ウラン濃縮研究棟の被害状況一覧

設備・機器名	被害状況	措置状況	状況写真
天井走行クレーン (10t)	トロリ線の脱落及び建家とH鋼を固定するアンカーの浮上り	専門業者による安全点検を実施し、問題個所の摘出と補修を実施後（平成23年11月25日）、工務第2課による年次点検及び荷重試験を経て復旧した。（平成23年12月21日完了）	Photo. 12-1
建家外灯	建家の北東及び北西側に位置する2灯の電球カバーの破損・落下	電球カバーの設置後に、絶縁不良が確認されたため（平成23年度7月19日）、配線設備の点検を実施し、外灯を復旧した。（平成23年9月29日完了）	Photo. 12-2
ファックス&コピー機	送受信機能の喪失	機器を更新した。（平成24年2月28日完了）	Photo. 12-3
大実験室・天井筋交 (水平ブレース)	水平ブレースの固定ボルトが切断、ブレースが吊下がり	水平ブレースの固定ボルトを更新した。 (平成24年11月30日完了)	Photo. 12-4
建家誘導灯	誘導灯の絶縁劣化による、点灯不能	専門業者により点検を実施し復旧した。 (平成23年6月8日完了)	Photo. 12-5
建家排気筒	排気筒外壁部及び建家内壁に亀裂が発生	亀裂に樹脂を注入し復旧した。 (平成24年11月30日完了)	Photo. 12-6
建家耐震壁	耐震壁に亀裂が発生	亀裂に樹脂を注入し復旧した。 (平成24年11月30日完了)	Photo. 12-7 Photo. 12-8

Table 12-3 原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める自主検査(平成 23 年度)

設備等	検査項目	点検頻度	実施日		結果
			暫定検査	本検査	
気体廃棄設備	排風量の測定	年 1 回以上	—	H23.5.2	良
	フィルタの捕集効率の測定	年 1 回以上	—	H23.5.9	
液体廃棄設備	廃液タンク及びびピットの水張り試験、配管及びびピット等の目視検査	年 1 回以上	H23.6.1	H24.2.20～H24.2.28	良
電源設備	作動試験	年 1 回以上	H23.3.14	H23.8.31	良
警報設備	作動試験	年 1 回以上	H23.6.1	H24.2.24、H24.3.2	良
フード	フード表面の風速測定	年 1 回以上	H23.6.14	H24.2.22	良

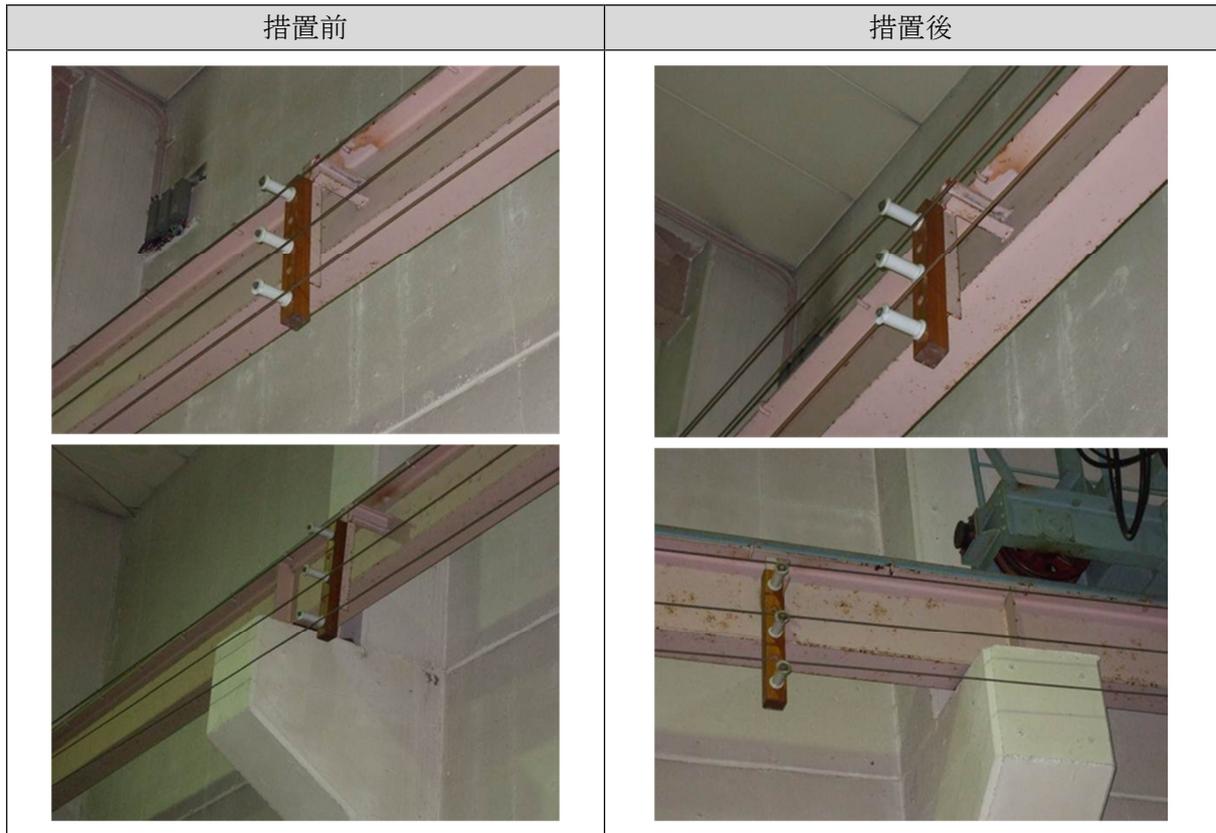


Photo. 12-1 天井走行クレーン（10t）のトロリ線脱落



Photo. 12-2 建家外灯電球カバーの破損・落下

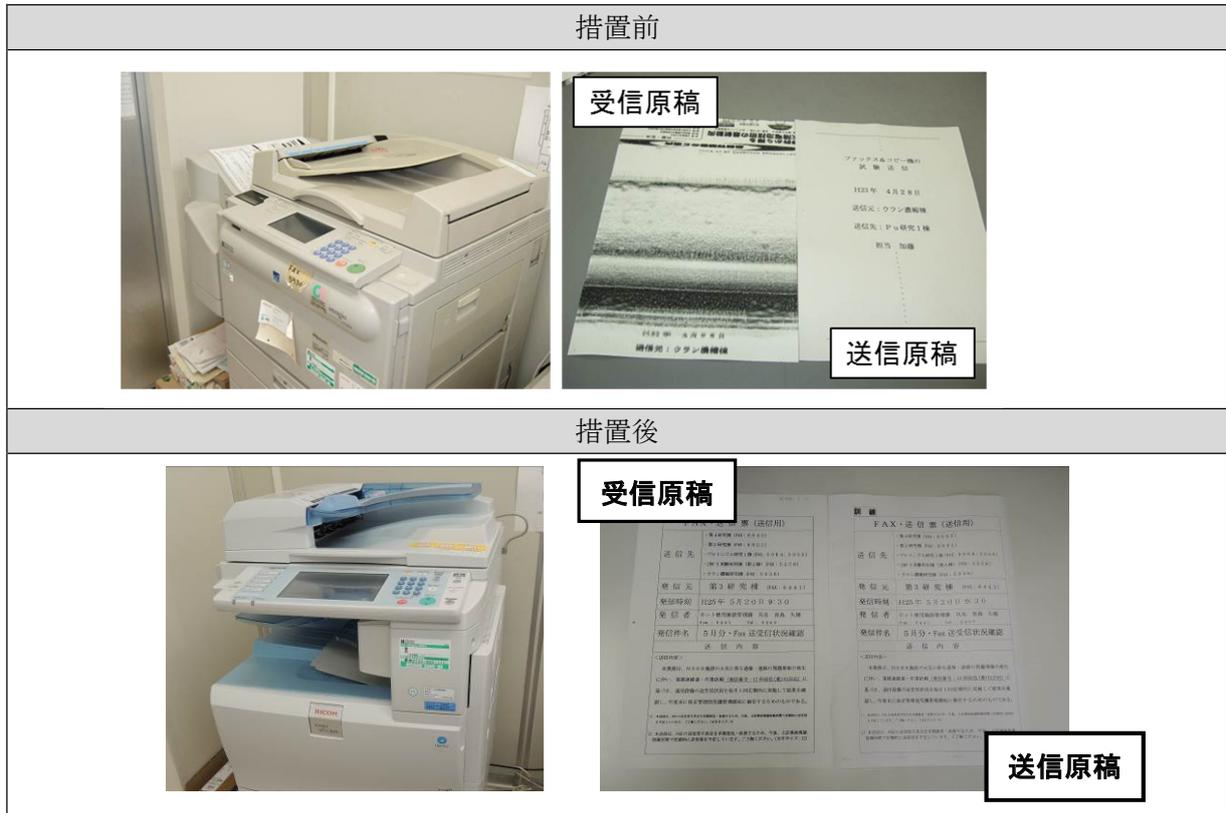


Photo. 12-3 ファックス&コピー機の送受信機能喪失

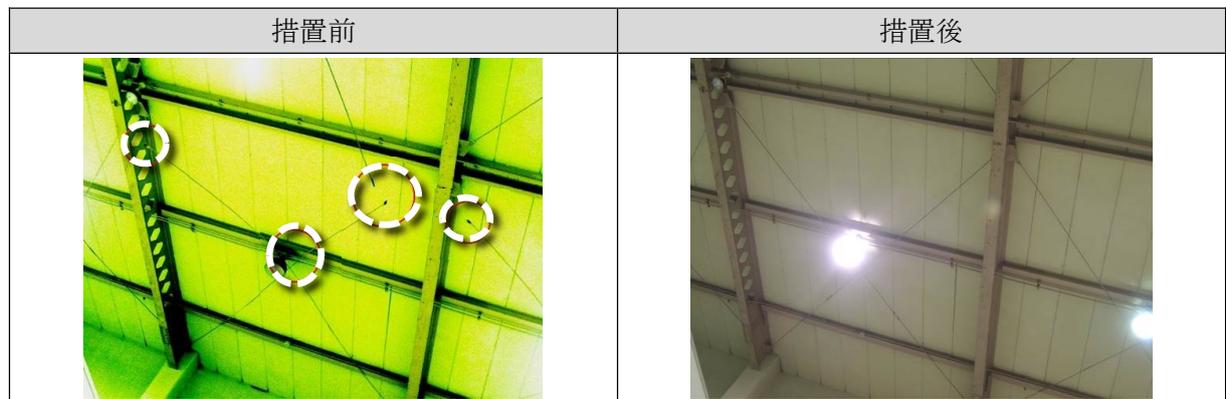


Photo. 12-4 大実験室・天井筋交いの水平ブレード固定ボルト破断

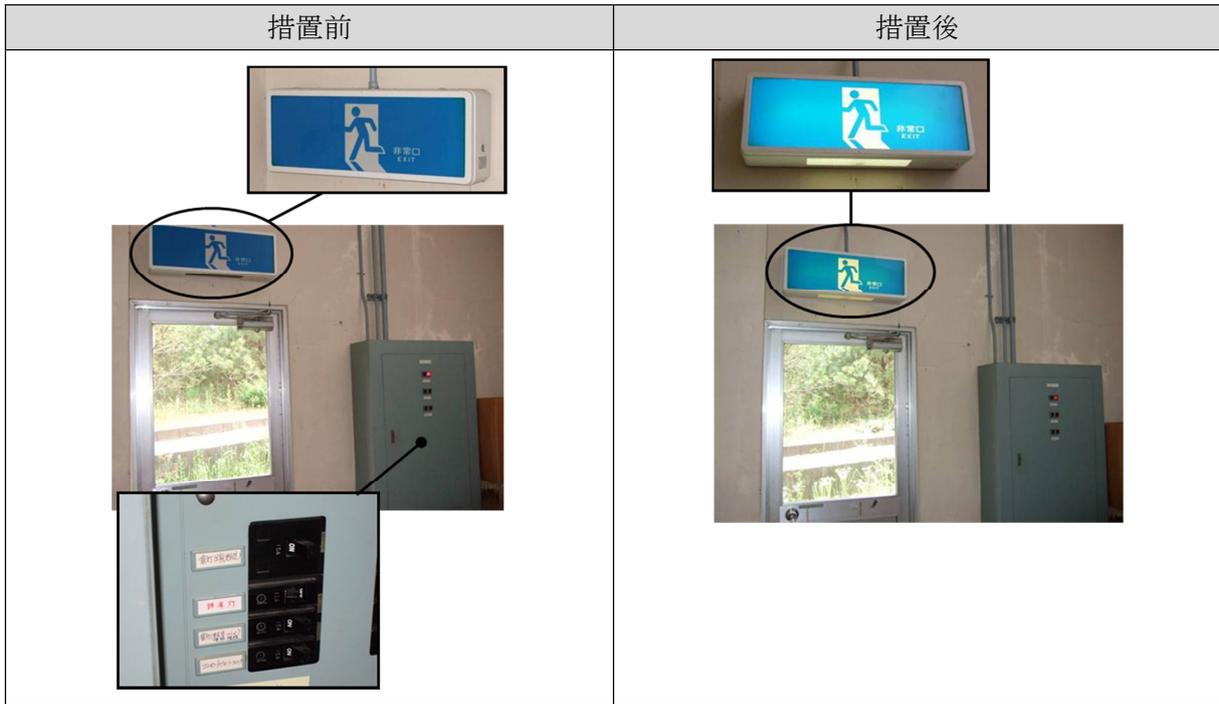


Photo. 12-5 建家誘導灯の絶縁不良

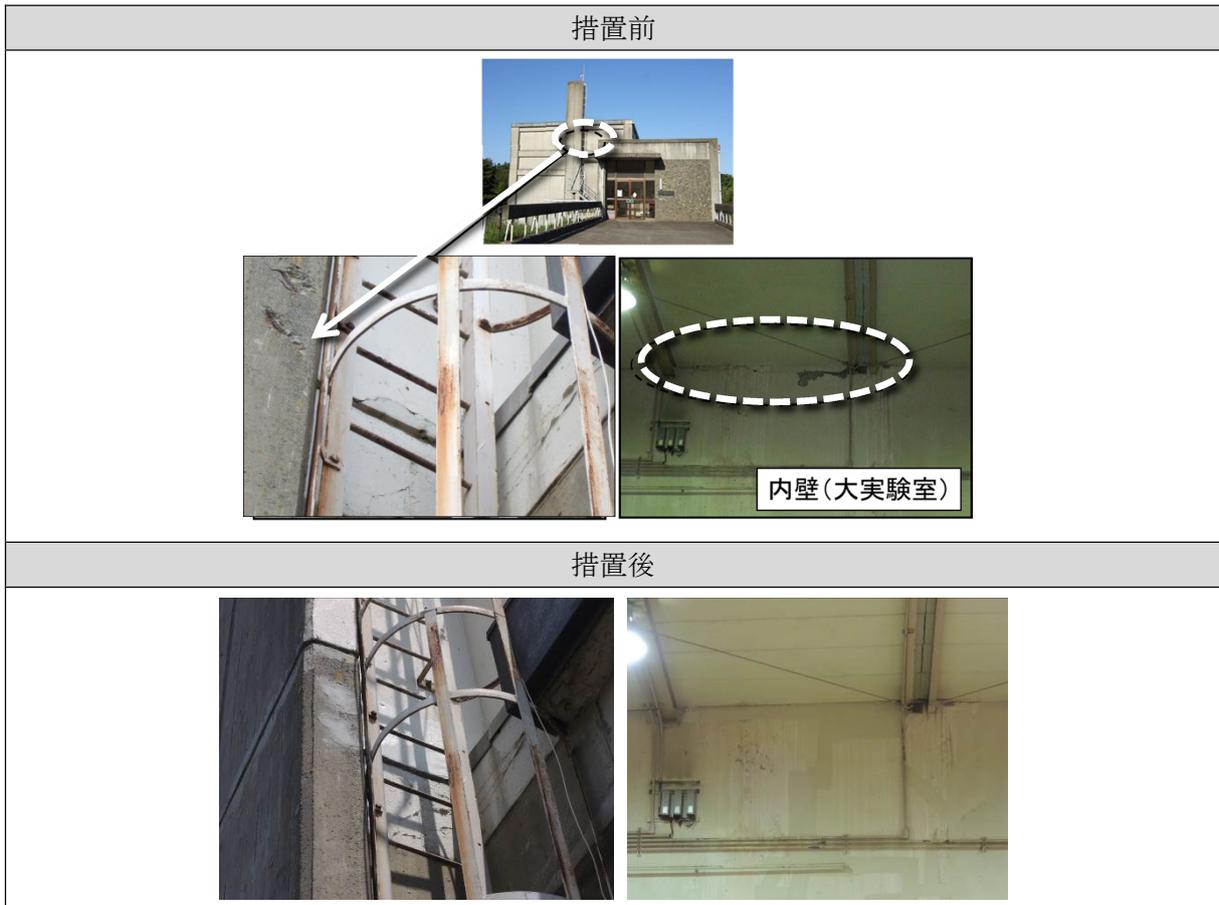


Photo. 12-6 排気筒の外壁及び建家内壁の亀裂

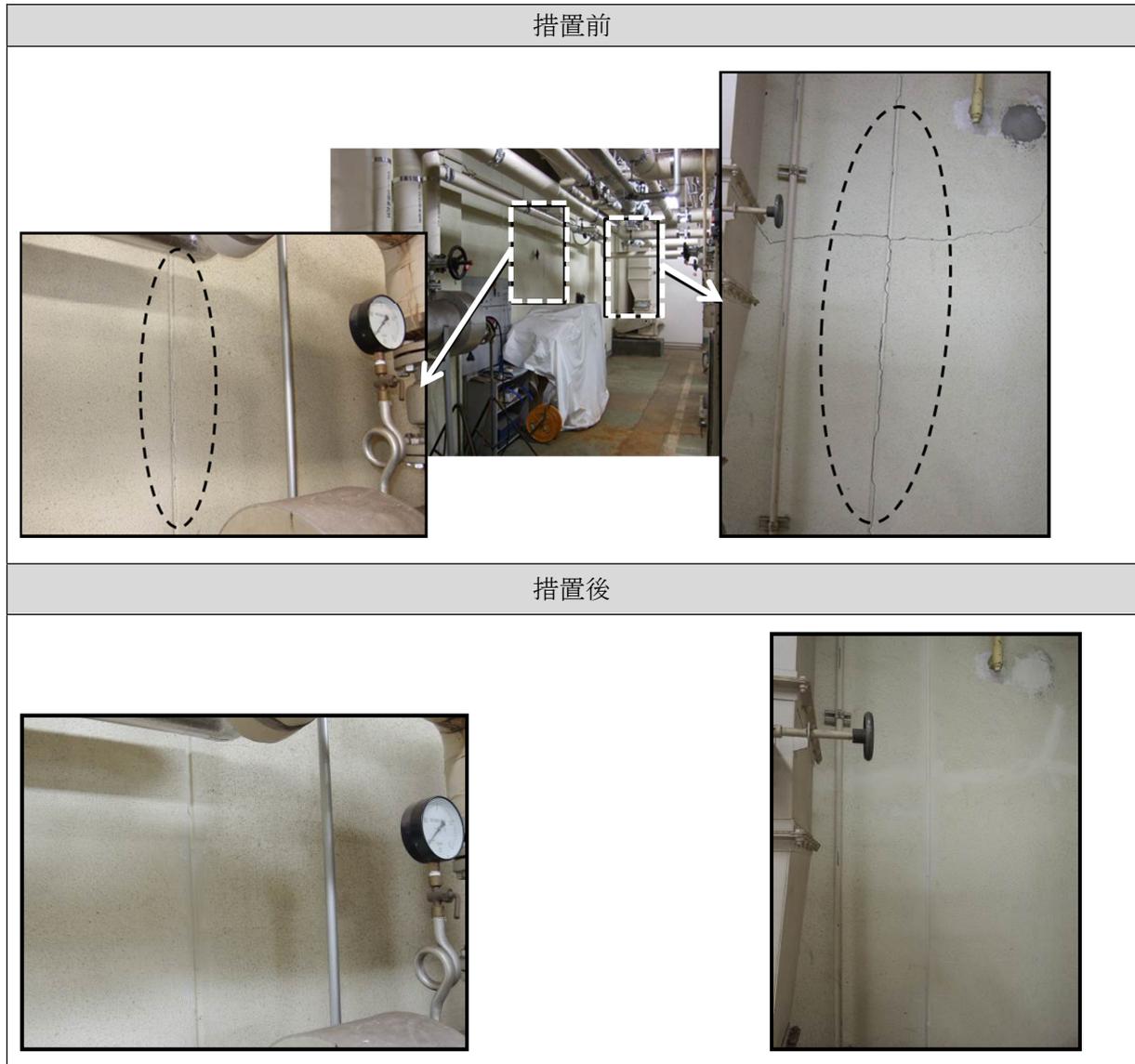


Photo. 12-7 機械室南側壁の亀裂

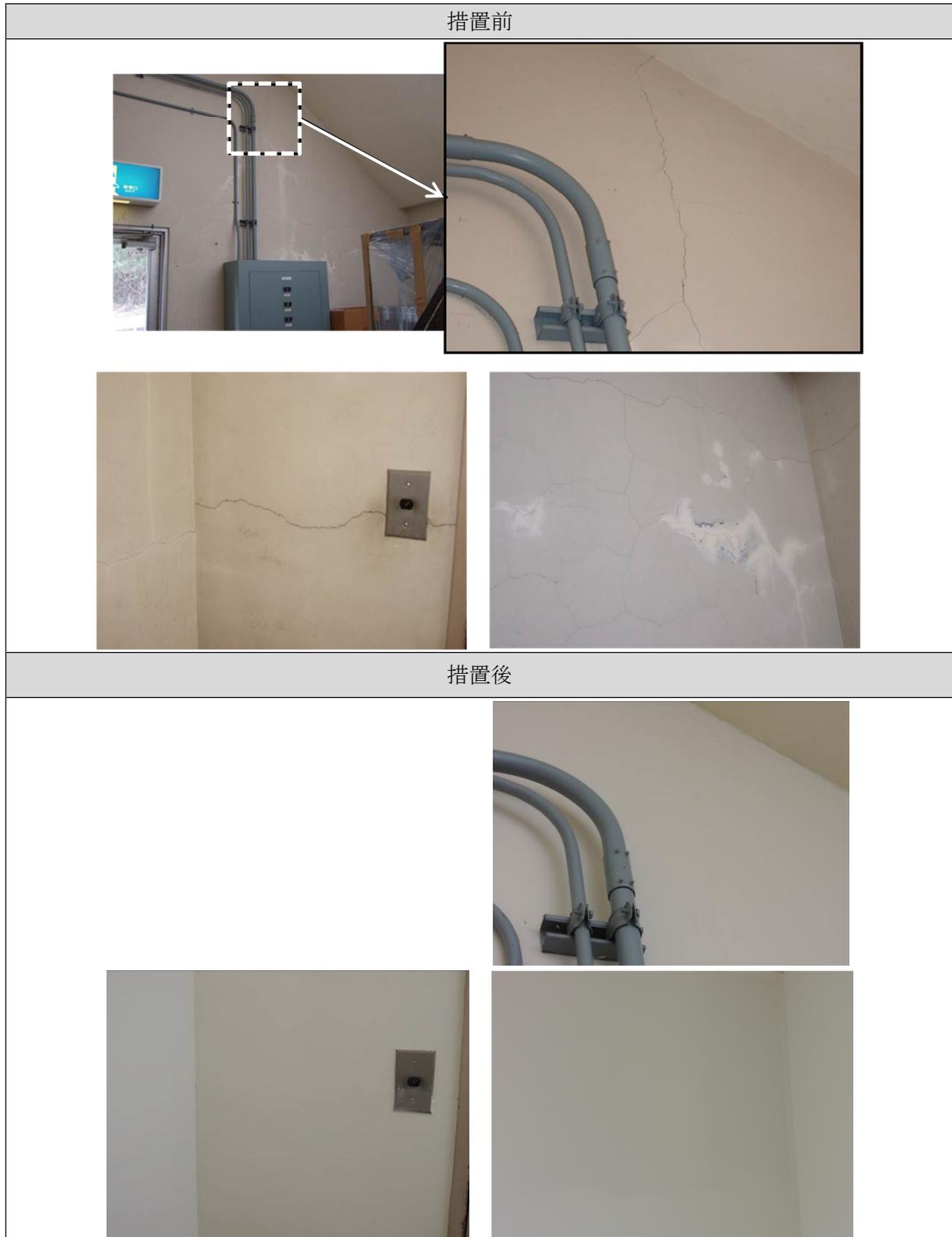


Photo. 12-8 一階階段付近の内壁の亀裂

13 核燃料倉庫

13.1 施設の概要

核燃料倉庫は、研究計画の終了等により利用計画が無くなった未照射の核燃料物質を一元的に保管・管理することを目的に、昭和 41 年に建設（その後昭和 63 年から平成元年にかけて核燃料物質取扱設備を含んだ建家の増改築を実施）された。核燃料倉庫の運転管理は、従来旧原研核燃料対策室（東海駐在）が行ってきたが、平成 17 年 10 月の二法人統合に伴い、未照射燃料管理課に管理が移管され、現在は、核燃料物質の確認、安全運転上の点検、安全衛生上のパトロール、自主検査等の本体施設に関する運転管理を担っている。

13.2 施設の被害状況

核燃料倉庫では、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により、旧館及び新館側において多少のひび割れ等の被害を受けたが、施設・設備及び貯蔵する核燃料物質に被害はなかった。しかし、平成 23 年 5 月 23 日に建設部が実施した核燃料倉庫の被災度判定調査結果において、旧館側が「中破」の判定を受け、施設としては恒久復旧するまで原則として使用禁止の措置を講じる必要が生じた。但し、「中破」の判定を受けた部屋は非管理区域であり、点検等で立ち入ること以外は常駐者がいない無人施設のため、通常の施設管理による対応を行っている。「小破」の判定を受けた新館側についても、点検等における施設内への立ち入りに際しての支障は全くない。核燃料倉庫の被害状況一覧を Table 13-1 に示す。

13.3 施設の復旧対応

核燃料倉庫では、地震発生後、速やかな施設の運転再開に向けて、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署の担当者を交え、復旧対応の実施時期、手順及び方法等について、事前協議し、施設の復旧計画を平成 23 年 4 月 7 日に策定した。施設の復旧対応にあたっては、特に東京電力㈱福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質が平成 23 年 3 月 15 日以降、管理区域内外で確認される状況となったことから、汚染を管理区域内に持ち込まないようにするため、管理区域入域時の身体保護具の着用及び汚染検査等に気を配りながら、復旧計画に基づく被害箇所の復旧作業を進めると同時に、保安上重要な設備・機器等の詳細な点検を実施した。また、復旧計画に基づく復旧対応の進捗状況は、定期的に施設内定例連絡会等を通じて関係部署相互で情報等の共有を図り、復旧計画に基づき実施した。施設の保安上重要な設備・機器等の点検を実施した結果、施設の運転に影響を及ぼす異常が確認されなかったため、平成 23 年 5 月 10 日から換気運転を再開した。換気運転再開後も引き続き復旧作業を継続し、平成 24 年 9 月 6 日に核燃料倉庫の復旧対応が全て完了した。

核燃料倉庫の復旧対応は、下記のとおりであり、施設の復旧対応実績を Table 13-2 に示す。

13.3.1 放射線管理設備の点検

放射線管理設備の点検は、放射線モニタ等の外観点検、絶縁抵抗測定及び機能試験を実施した。

外観点検では、放射線モニタ、ルーツブロワ及びサンプリング配管について、目視により変形等の異常がないことを確認した。絶縁抵抗測定及び機能試験については、放射線モニタ及びルーツブロワについて異常がないことを確認した。点検は4月7日に完了し、点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

13.3.2 特定設備の点検

特定設備の点検は、受変電設備、ホット系の排水設備を除く給排水設備、給排気設備を含む換気設備について実施した。

点検について、受変電設備は外観点検、絶縁抵抗測定及び機能確認を、給排水設備は、外観点検、通水点検、機能確認及び作動確認を、換気設備は、外観点検、絶縁抵抗測定、機能確認、フィルタユニット内排気系フィルタの装着状態点検、作動確認及び排気系フィルタの捕集効率測定を実施した。平成23年3月22日に受変電設備、4月6日にホット系の排水設備を除く給排水設備、5月9日に換気設備の点検が完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを確認した。

13.3.3 換気設備の運転

換気設備の運転再開については、本体施設、特定施設及び放射線管理施設を所管する関係部署との事前協議により、本体設備、放射線管理設備及び特定設備の点検が完了したのち、全て「良」の結果が確認されることを条件とした。

前述の運転条件が全て満足されたため、平成23年5月10日より換気設備の運転を再開した。また、これを受けて平成23年5月10日に施設の計画停電時の保安措置を解除した。

13.3.4 被災度区分判定調査

施設の被災度区分判定調査は、建設部が主体となり、平成23年5月23日に施設の建築物等全般にわたる被災度及び損傷度の調査を実施した。調査の結果、1階の新館側短辺が「小破」、旧館側長辺が「中破」との被災度区分の判定を受けた。なお、「小破」と判定された新館側は継続使用可能、「中破」と判定された旧館側は恒久復旧するまで原則として建家の使用禁止となったが、点検等で立ち入ること以外は常駐者がいない無人施設のため、通常の施設管理による対応を実施した。

13.3.5 施設の復旧作業

施設の復旧作業は、地震により被害を受けた施設の安全警報設備、火災受信機、放射線管理設備及び特定設備の点検や法令に基づく点検等を実施することで、施設の運転に影響を及ぼす異常がないことを総括的に確認した。前述の放射線管理設備及び特定設備の点検の他、専門業者による施設の安全警報設備について平成23年7月8日に点検が完了し、自動火災報知設備については、平成23年5月27日に点検が完了し、それぞれ異常なく復旧した。

13.3.6 施設の運転に支障を及ぼさない復旧作業

施設の運転に支障を及ぼさない復旧作業は、Table 13-1 に示す被害箇所の復旧作業を下記のと

おり実施した。

(1) 旧館側の耐震壁のひび割れについて

補修工事は、壁の亀裂箇所について十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修を実施した。更に建家外壁については表面に既存と同様の塗装を実施し防水対策を施し、平成 24 年 9 月 6 日に完了した。

(2) 新館側の鉄筋コンクリート構造柱のひび割れについて

補修工事は、柱部の亀裂箇所について十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修を実施し、平成 24 年 9 月 6 日に完了した。

13.3.7 法令に基づく検査・点検

法令に基づく検査・点検は、Table 13-3 に示す原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める自主検査を平成 24 年 3 月 14 日までに完了した。点検結果は、全て「良」であり、施設の運転に必要な法的条件を満足していることを確認した。

13.4 まとめ

核燃料倉庫では、建家耐震壁の一部などに被害を受けたが、管理区域境界の破壊による閉じ込め機能の喪失や核燃料物質の飛散等、原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則で定める施設の事故、故障及び火災の発生はなかった。また、施設の復旧作業は、余震の頻発、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故による影響等が重なる中、施設の復旧計画に沿って計画的に施設の点検を実施し被災箇所の復旧に努め、換気設備運転を平成 23 年 5 月 10 日から再開した。

被災度判定調査結果において、「小破」及び「中破」の判定を受けた被災箇所の復旧工事は、平成 24 年 9 月 6 日に完了し、全ての復旧作業が完了した。

Table 13-1 核燃料倉庫の被害状況一覧

設備・機器名	被害状況	措置状況	状況写真
旧館側	耐震壁に0.2mm～0.3mm のひび割れが発生した。	壁の亀裂箇所については、十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修を実施した。併せて、建家外壁については、表面に既存と同様の塗装を実施し防水対策を施した。 (平成24年8月27日～9月6日)	Photo. 13-1
新館側	鉄筋コンクリート構造柱に0.2mm～0.8mm のひび割れが発生した。	柱部の亀裂箇所について十分な強度を有するエポキシ樹脂注入による補修を実施した。 (平成24年8月27日～9月6日)	Photo. 13-2

Table 13-2 核燃料倉庫の復旧対応実績

実施項目	平成23年度												平成24年度					
	平成22年度 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	
被害状況把握 (概観)		H23.3.11																
放射線管理設備の点検		H23.3.24~ H23.4.7																
特定施設の点検		H23.3.22~ H23.5.9																
施設の被災度区分判定 調査					H23.5.23 調査													
換気設備の運転																		
施設の復旧作業		H23.3.11~H23.7.8																
施設の運転に支障を及 ぼさない復旧作業																	H24.8.27~ H24.9.6	
法令に基づく点検												H23.8.9~H24.3.14						
保管庫内の点検																		

Table 13-3 原子力科学研究所少量核燃料使用施設等保安規則で定める自主検査（平成 23 年度）

設備等	検査項目	点検頻度	実施日		結果
			暫定検査	本検査	
気体廃棄設備	排風量の測定	年1回以上	—	H23.11.24	良
	フィルタの捕集効率の測定	年1回以上	—	H23.8.9	
液体廃棄設備	廃液タンク及びびピットの水張り試験 配管及びバルブ等の目視検査	年1回以上	—	H24.2.2～H24.2.14	良
電源設備	作動試験	年1回以上	—	H24.3.1	良
警報設備	作動試験	年1回以上	—	H24.2.2～H24.2.15	良
フード	フード表面の風速測定	年1回以上	—	H24.3.14	良

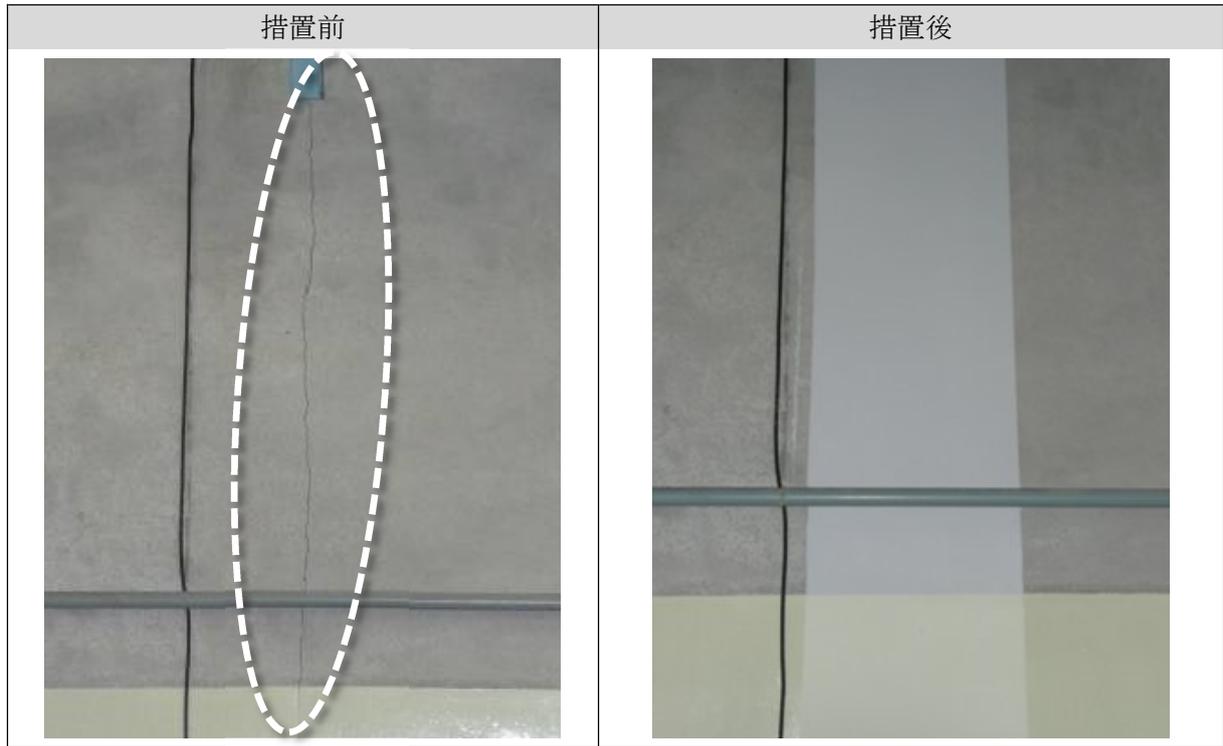


Photo. 13-1 耐震壁のひび割れ

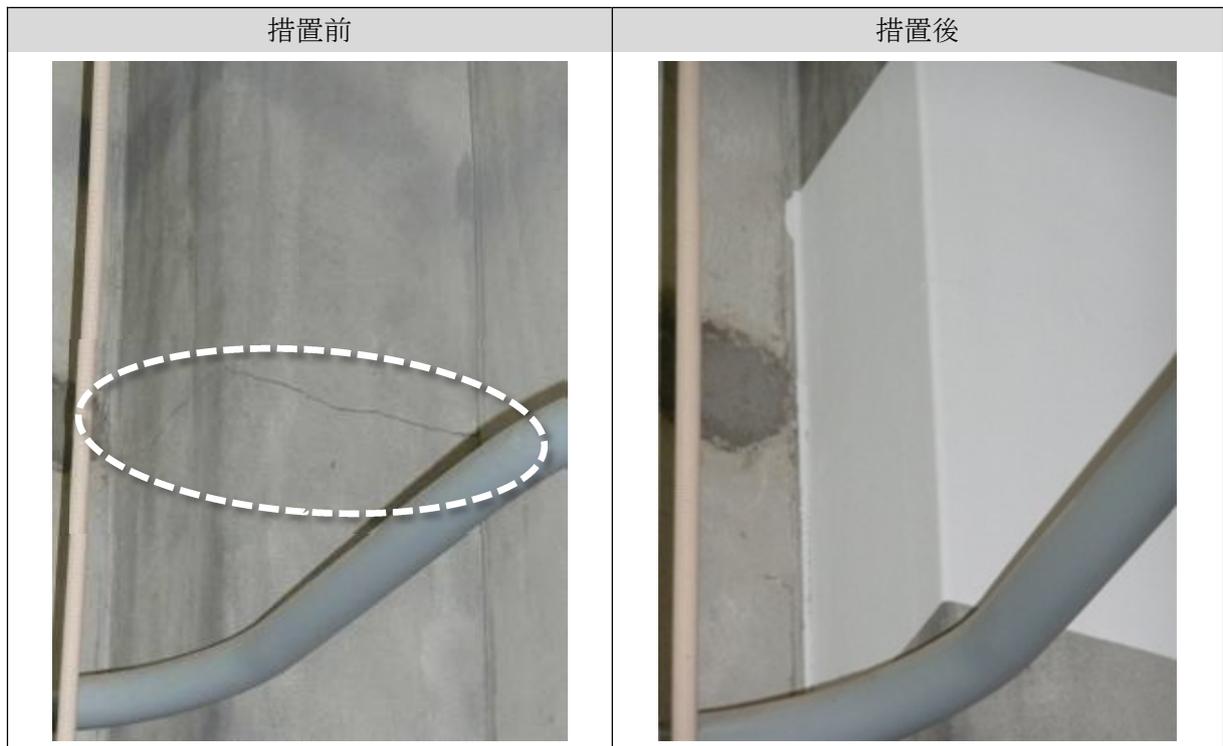


Photo. 13-2 鉄筋コンクリート構造の柱のひび割れ

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立法メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s
電荷, 電気量	クーロン	C	s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	Vs
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C	K
光照射度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)
放射線量	グレイ	Gy	J/kg
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq	s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg
酸素活性化	カタール	kat	s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の間には1:1の関係がある。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV.2002.70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s
表面張力	ニュートンメートル	N m
角速度	ニュートン毎メートル	N/m
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³
電表面電位	ジュール毎立方メートル	J/m ³
電束密度, 電気変位	ジュール毎立方メートル	J/m ³
誘電率	ジュール毎立方メートル	J/m ³
透磁率	ジュール毎立方メートル	J/m ³
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎キログラム	J/kg
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エル	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

