



## JMTR 一次冷却システムの圧力サージタンク、 脱気タンク及び処理水タンクの健全性調査

Investigation on Integrity of The Surge Tank, The Degas Tank and  
The Purify Water Tank for the Primary Cooling System of JMTR

根本 浩喜 海老沢 博幸 小笠原 靖史 越後谷 進一

Hiroyoshi NEMOTO, Hiroyuki EBISAWA, Yasushi OGASAWARA and Shinichi ECHIGOYA

大洗研究開発センター

照射試験炉センター

原子炉施設管理部

Department of JMTR Operation

Neutron Irradiation and Testing Reactor Center

Oarai Research and Development Center

July 2010

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,  
Japan Atomic Energy Agency  
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2010

J M T R一次冷却系統の圧力サージタンク、  
脱気タンク及び処理水タンクの健全性調査

日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター  
照射試験炉センター 原子炉施設管理部  
根本 浩喜・海老沢 博幸・小笠原 靖史・越後谷 進一

(2010年3月9日 受理)

2007年度から開始したJ M T R原子炉施設の改修工事に先立ち、J M T R再稼働後も長期的に使用する原子炉施設のうち一次冷却系統の塔槽類（圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンク）について健全性調査を実施した。

健全性調査では、目視による外観観察、浸透探傷試験（P T検査）について、それぞれ調査を行い、健全性が十分維持されていることを確認した。

圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの今後の継続的使用にあたっては、定期的な点検及び補修を計画的に実施することが、圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの健全性を維持する上で重要である。

Investigation on Integrity of The Surge Tank, The Degas Tank and The Purify Water Tank  
for the Primary Cooling System of JMTR

Hiroyoshi NEMOTO, Hiroyuki EBISAWA, Yasushi OGASAWARA and Shinichi ECHIGOYA

Department of JMTR Operation  
Neutron Irradiation and Testing Reactor Center  
Oarai Research and Development Center  
Japan Atomic Energy Agency  
Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received March 9, 2010)

An integrity investigation was carried out for the JMTR reactor installations, which were the primary cooling system tanks (the surge tank, the degas tank and the purify water tank) and they would be used for the long term after JMTR restart, before the renewal work for the JMTR on FY2007. The visual inspection and the liquid penetrate test (PT) were carried out as the integrity investigation to confirm the integrity of primary cooling system tanks.

In order to use the surge tank, the degas tank and the purify water tank continuously for long term, it is important for maintaining the integrity of the surge tank, the degas tank and the purify water tank by the periodical maintenance and the repairing work.

Keywords: JMTR, Refurbishment, Surge Tank, Degas Tank, Purify Water Tank, Primary Cooling System

目 次

1. はじめに.....	1
2. 圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの健全性調査の概要 .....	1
3. 調査内容 .....	2
3.1 調査前準備 .....	2
3.2 圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの開放検査 .....	2
4. 調査結果 .....	2
4.1 圧力サージタンク健全性調査 .....	2
4.2 脱気タンク健全性調査 .....	2
4.3 処理水タンク健全性調査.....	3
5. まとめ.....	3
5.1 圧力サージタンク健全性調査のまとめ .....	3
5.2 脱気タンク健全性調査のまとめ .....	3
5.3 処理水タンク健全性調査のまとめ .....	4
6. 考察.....	4
謝辞.....	5
参考文献.....	5

Contents

1. Introduction .....	1
2. Investigation on Integrity of The Surge Tank, The Degas Tank and The Purify Water Tank .....	1
3. Contents of the Investigation.....	2
3.1 Preparation .....	2
3.2 Inspection on opening of The Surge Tank, The Degas Tank and The Purify Water Tank .....	2
4. Investigation Results .....	2
4.1 Investigation on Integrity of The Surge Tank .....	2
4.2 Investigation on Integrity of The Degas Tank .....	2
4.3 Investigation on Integrity of The Purify Water Tank .....	3
5. Summary .....	3
5.1 Summary of Investigation on Integrity of The Surge Tank .....	3
5.2 Summary of Investigation on Integrity of The Degas Tank .....	3
5.3 Summary of Investigation on Integrity of The Purify Water Tank .....	4
6. Consideration .....	4
Acknowledgement .....	5
Reference .....	5

This is a blank page.

## 1. はじめに

日本原子力研究開発機構大洗研究開発センターの材料試験炉（以下「JMTR原子炉施設」という。）は、定格熱出力 50MW の試験研究炉である。動力炉国産化技術の確立と国産動力炉の開発のための原子炉材料及び燃料の照射試験と、放射性同位元素の生産を主な目的として、1965 年（昭和 40 年）に建設を開始、1968 年（昭和 43 年）3 月に初臨界を達成し、1970 年（昭和 45 年）より共同利用運転が開始され、2006 年（平成 18 年）8 月までにNo.165 サイクルの共同利用運転に参与してきた。JMTR原子炉施設は 2006 年（平成 18 年）に一旦停止し、その後、JMTR原子炉施設の利用者や文部科学省による JMTR 将来計画の検討が行われ、JMTR原子炉施設の改修と再稼動の方向付けがされた。その結果を受けて、平成 19 年度から本格的な改修工事を行い、平成 23 年度から再稼動して施設共用を開始することが決定された。

JMTR原子炉施設の更新工事における設備・機器の更新範囲については、これまで保全活動により実施してきた保守実績、交換部品の調達性、交換機器に関する最新技術の反映状況等を考慮し、「全更新する設備・機器」、「部分更新する設備・機器」、「継続使用する設備・機器」に分類した。また、「継続使用する設備・機器」については、平成 16 年に定めた「経年変化に関する技術評価」を基本とし、その健全性を再確認することとした。

本報では、JMTR原子炉施設の一次冷却系統設備のうち圧力サージタンク、脱気タンク及び処理水タンクの健全性調査の内容及びその結果について報告する。

## 2. 圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの健全性調査の概要

JMTR（Japan Materials Testing Reactor）に設置されている一次冷却系統は主循環系統及び精製系統から構成され、主循環系統は炉心の熱除去のために、一次冷却水を炉心と熱交換器との間を循環させるものであり、精製系統は原子炉压力容器内及び一次冷却系統内で発生した一次冷却水中に存在する腐食生成物、水の放射性分解ガス及び溶存ガスを除去し、一次冷却水の脱気及び水質の維持を行うためのものである。

この一次冷却系統には 3 種類のタンク（圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンク）があり、このうち圧力サージタンクは主循環系統に設置され、原子炉運転中に起こる圧力変動を原子炉入口圧力の制御範囲内に納める役割をもつタンクである。

また精製系統には 2 種類のタンク（脱気タンク、処理水タンク）があり、このうち脱気タンクは原子炉内で水の放射性分解によって発生した水素ガスと酸素ガス並びに冷却水中の溶存ガスの分離防止などを行う。また処理水タンクは精製系統で処理された一次冷却水を一時的に貯え、主循環系統を昇圧させるための充填ポンプを保護する役割を持つものである。

一次冷却系統の概略図を Fig. 2.1 に、圧力サージタンクの写真を Photo 2.1 に、脱気タンクの写真を Photo 2.2 に、処理水タンクの写真を Photo 2.3 にそれぞれ示す。また、圧力サージタンクの外形及び概略寸法を Fig. 2.2 に、脱気タンクの外形及び概略寸法を Fig. 2.3 に、処理水タンクの外形及び概略寸法を Fig. 2.4 にそれぞれ示す。

### 3. 調査内容

一次冷却システムの圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの3種類のタンクは、オーステナイト系ステンレス鋼を使用しており、一次冷却システムの温度、水質管理から応力腐食割れ、その他の腐食の進行はないと考えられる。

このうち圧力サージタンクは平成9年に更新され、定期的に点検を行っている。また、脱気タンク、処理水タンクのタンクは定期的に点検を行っているものの設置以来40年使用している。

今回のJMTTR改修工事後の長期使用を勘案して各タンクの開放検査を行い、健全性を調査した。

#### 3.1 調査前準備

圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの健全性調査を実施するにあたり、開放検査用足場とグリーンハウスをタンク外部とその周辺に設置した。タンク内の水抜きを行い、水抜き後、マンホールを開放し、タンク内の除染を実施した。タンク内の除染は、純水を通水することにより行った。また、タンク内部を濡れウエス等により除染し、タンク内部に検査を実施するための足場を組み立て、タンク内への出入りが可能な状態にした。

#### 3.2 圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの開放検査

##### (1) 外観の観察

圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクの内部を目視による外観の観察を行い、著しい傷などの異常の有無を確認する。

##### (2) 浸透探傷検査

脱気タンク及び処理水タンク内の溶接部について浸透探傷検査（以下、「PT検査」という）を行い、欠陥がないことを確認する。

### 4. 調査結果

#### 4.1 圧力サージタンク健全性調査

圧力サージタンク内部について目視による外観の観察を行い、異常がないことを確認した。Table 4.1に外観の観察結果を、Fig. 4.1に外観観察箇所を示す。また、Table 4.2に圧力サージタンク内部の外観観察箇所の写真を示す。

#### 4.2 脱気タンク健全性調査

##### (1) 外観の観察

脱気タンク内部を目視による外観の観察を行い、異常がないことを確認した。



(2) P T検査

溶接部のP T検査では、タンク内部の胴部突き合わせ溶接部などに発色が見られた。

Table 4.3に検査結果を、Fig. 4.2に検査箇所を示す。

このため脱気タンク内部の発色が見られた溶接部について表面処理等を実施した。表面処理等の後、発色が見られた溶接部について再P T検査を行った結果、全て異常がないことを確認した。

Table 4.4に脱気タンクにおいて発色が見られた溶接部の表面処理前及び表面処理後のP T検査時の写真をそれぞれ示す。

4.3 処理水タンク健全性調査

(1) 外観の観察

処理水タンク内部を目視による外観の観察を行い、異常がないことを確認した。

(2) P T検査

溶接部のP T検査ではタンク内部の胴部突き合わせ溶接部などタンクの溶接線の一部に発色が見られた。Table 4.5に検査結果を、Fig. 4.3に検査箇所をそれぞれ示す。

このため処理水タンク内部の発色が見られた溶接部について、表面処理等を別途実施した。表面処理等後、発色が見られた溶接部について再P T検査を行った結果、全て異常がないことを確認した。

Table 4.6に処理水タンク内において発色が見られた溶接部の表面処理前及び表面処理後のP T検査時の写真をそれぞれ示す。

## 5. まとめ

5.1 圧力サージタンク健全性調査のまとめ

平成9年に更新を行っていることもあり、今回は目視による内部の観察のみを実施したが、Table 4.1及びTable 4.2に示したとおり、圧力サージタンク内に異常はなく良好な状態であった。このことから圧力サージタンクはJ M T R再稼働後の長期使用が可能であると考えられる。

今後の取り組みとしては、毎年の外観検査及び漏えい検査を継続することで健全性及び信頼性の維持に努め、また、保全計画に則り、定期的に開放点検等の適切な予防活動を実施することで健全性を確認していく。

5.2 脱気タンク健全性調査のまとめ

脱気タンクの指示模様は、Table 4.4の写真に示したとおり、タンク内部の胴部突き合わせ溶接線の両側に幅約10mmの連続する線状（以下、「線状模様」という）に発色した。

目視検査では、発色のある部位と発色が無い部位との表面とは著しい差異はなかった。溶接ビード面に沿ってグラインダーにて肉厚が薄くならない程度に表面処理を行ったところ、線状模様はすべて無くなった。よって、線状模様の発色箇所は軽微なものであり、進展性の欠陥ではないものと考えられる。

今後の取り組みとしては、毎年の外観検査及び漏えい検査を継続することで健全性及び信

頼性の維持に努め、また、保全計画に則り、定期的に開放点検等の適切な予防活動を実施することで健全性を確認していく。

なお、脱気空気出口配管台座 (N-1) については、タンク内部の構造上により、外観検査及び P T 検査が不可能であった。

脱気空気出口配管台座 (N-1) は、タンク上部の負圧した気相部にあり、一次系冷却水と接液していないことから、使用について問題はないが、J M T R 再稼働後の長期使用を勘案して、平成 21 年度にタンク外部からの P T 検査を実施し、異常がないことを確認した。

### 5.3 処理水タンク健全性調査のまとめ

処理水タンクは、タンク内のほぼ全ての溶接線から指示模様の発色が見られたため、表面処理等を別途実施した。

指示模様の発色は、脱気タンクと同様にタンク内部の胴部突き合わせ溶接線に発色する線状模様であった。

線状模様の発色については脱気タンクと同様に溶接線表面の極めて浅いもので、表面処理を行う程度で発色はすべて無くなり、脱気タンクと同様に進展性の欠陥でないものと考えられる。

今後の取り組みとしては、毎年の外観検査及び漏えい検査を継続することで健全性及び信頼性の維持に努め、また、保全計画に則り、定期的に開放点検等の適切な予防活動を実施することで健全性を確認していく。

## 6. 考察

今回の健全性調査で一次冷却系統の 3 種類のタンク (圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンク) の現状を正確に把握することができた。これは今後の長期使用に際して有益な情報であった。

脱気タンク及び処理水タンクについては、P T 検査においてタンク内のほぼ全ての溶接線から線状の指示模様の発色が見られた。この線状模様の発色の原因は、製作時の溶接におけるスラグ等の巻き込み、オーバーラップなどが考えられるが、表面処理を行った程度で線状模様はすべて無くなったことから、軽微なもので、進展性の欠陥ではなく、J M T R 再稼働後の長期使用に耐えられると考える。

なお、脱気タンク及び処理水タンク等を含む精製系統の機器は、J M T R 原子炉施設の安全機能の重要度分類では、安全機能を有する重要機器ではないが、一次冷却水を内包する機器として PS-3 に位置付けられている。

今回の調査の結果、当面の使用について圧力サージタンク、脱気タンク、処理水タンクに問題はない。

今後の取り組みとしては、毎年の外観検査を継続することで健全性及び信頼性の維持に努め、また、保全計画に則り、定期的に開放点検等を行い、タンク内面の腐食等を確認していくこととする。

## 謝辞

本報告書の作成に際し、河村弘照射試験炉センター長をはじめとする、照射試験炉センターの諸氏、新見素二原子炉施設部長及び神永雅紀次長から有意義なご助言、ご指導を頂きました。ここに、深甚なる謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 材料試験炉部：「材料試験炉完成図 主循環系統」.
- 2) 材料試験炉部：「材料試験炉完成図 精製系統」.
- 3) 日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書（完本），（2001）.
- 4) 海老沢 博幸ほか：JMTR のコンクリート構造物、冷却設備及びユーティリティ設備等の健全性調査概要, JAEA-Technology2009-030, (2009).

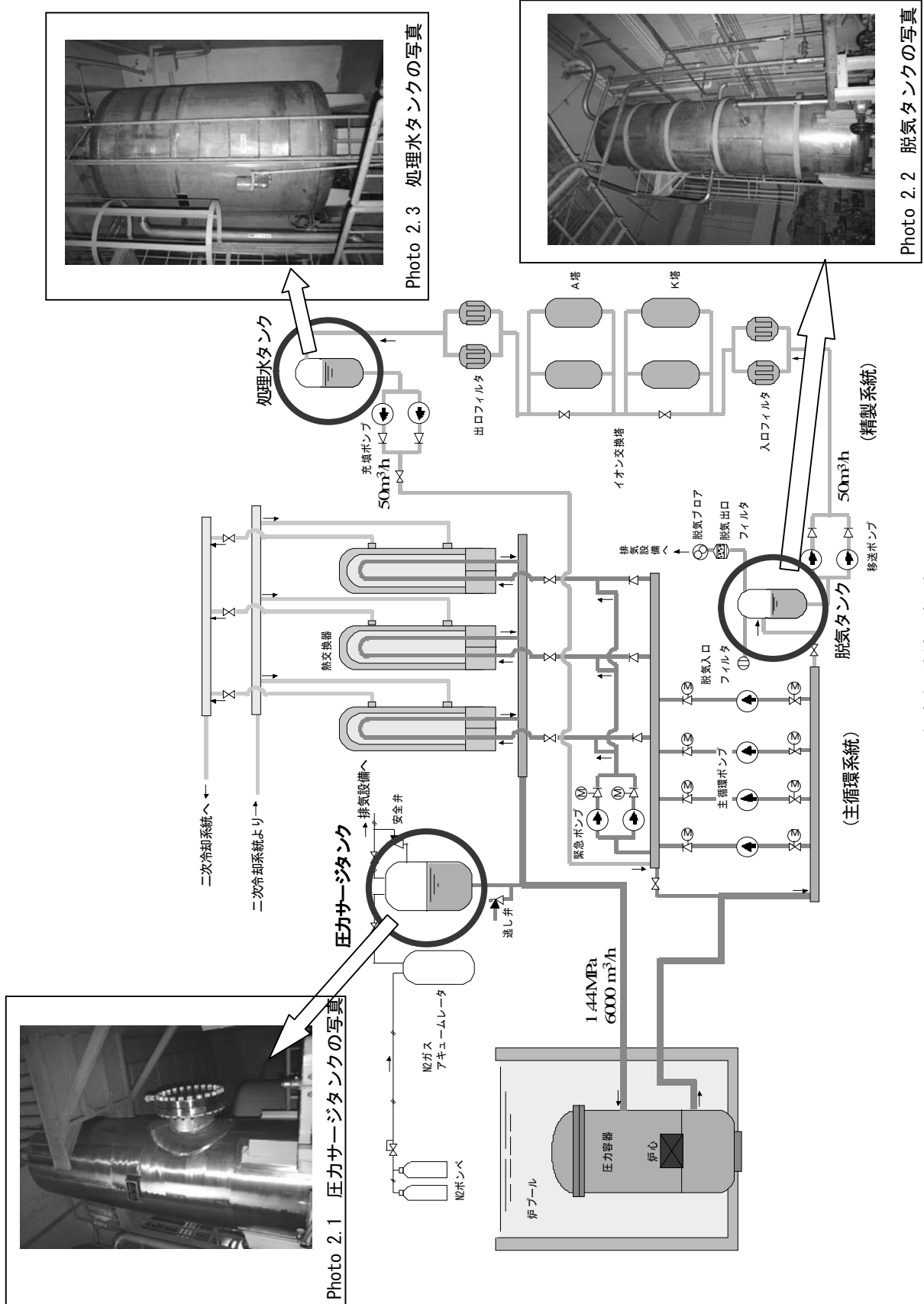


Fig. 2.1 一次冷却系統の概略

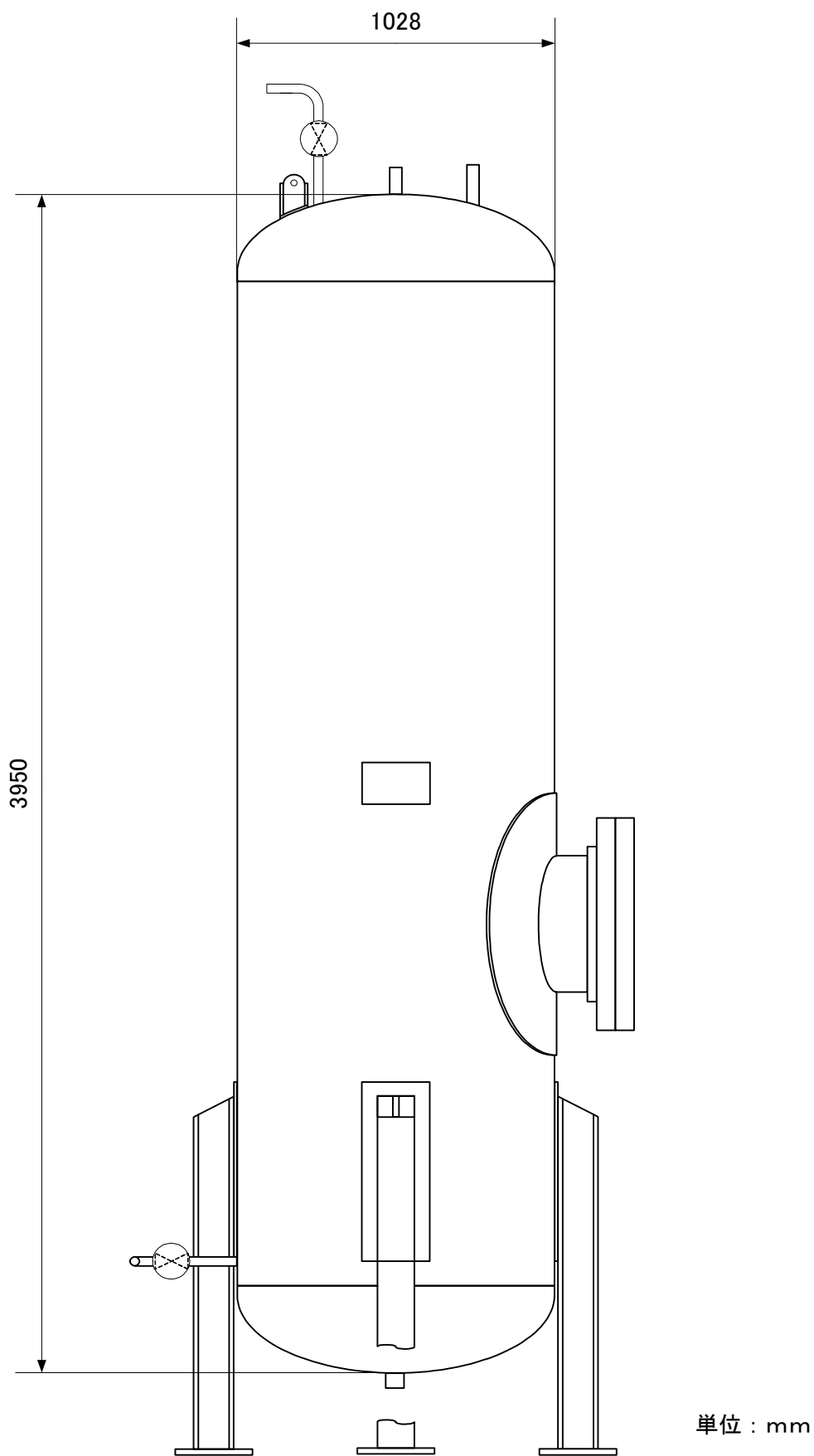
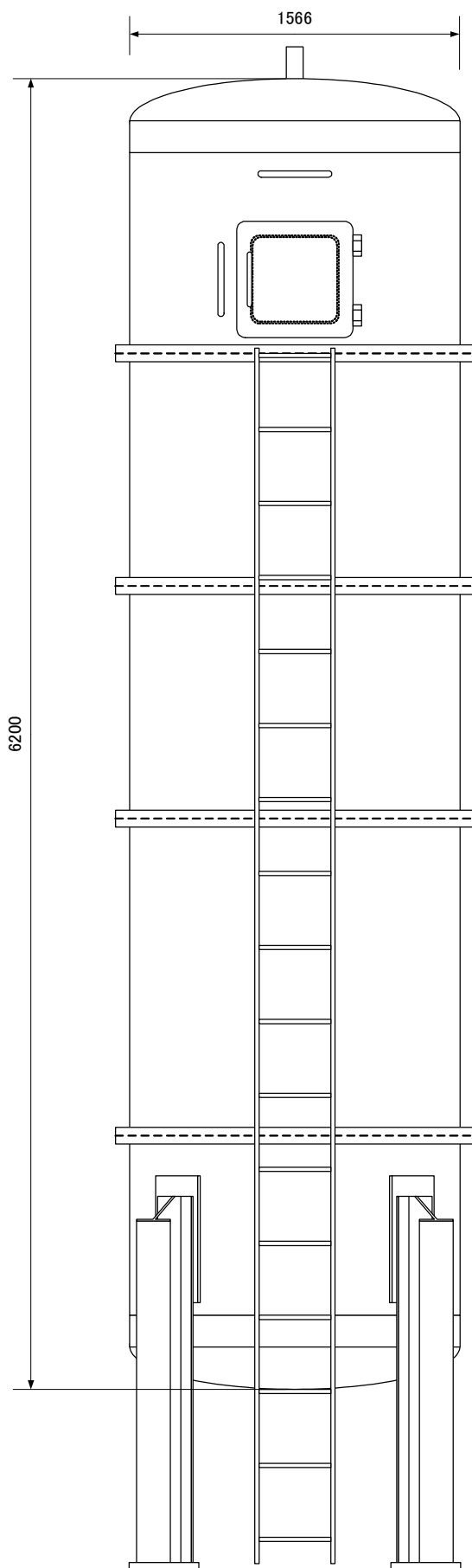


Fig. 2.2 圧カサージタンクの外形及び概略寸法



単位 : mm

Fig. 2.3 脱気タンクの外形及び概略寸法

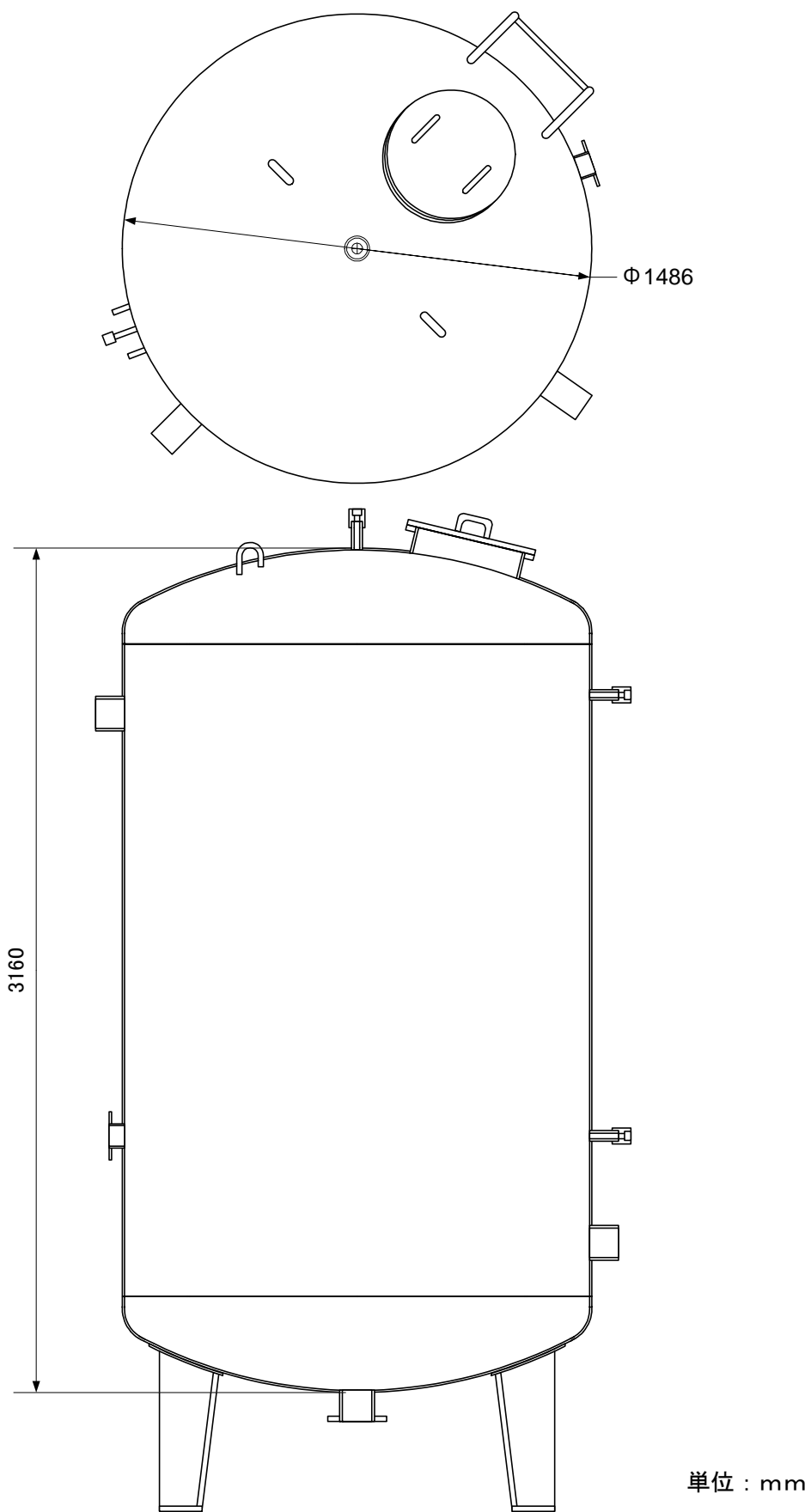


Fig. 2.4 処理水タンクの外形及び概略寸法

Table 4.1 圧カサージタンク内部の外観観察結果

外観観察箇所	外観観察結果	外観観察箇所No.
水平1段目	良	H-1
水平2段目	良	H-2
水平3段目	良	H-3
縦1段目	良	V-1
縦2段目	良	V-2
マンホール	良	M-1
一次系加圧配管用管台	良	N-1
N <sub>2</sub> ガス入口配管用管台	良	N-2
N <sub>2</sub> ガス出口配管用管台	良	N-3
逃し弁取付間	良	N-4
圧力計取付配管用管台	良	N-5
液面系取付用管台 (1)	良	N-6
液面系取付用管台 (2)	良	N-6

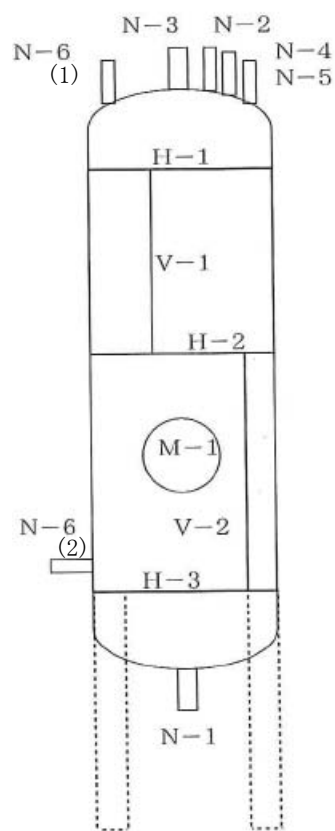


Fig. 4.1 圧カサージタンク内部の外観の観察実施箇所



Table 4.2 圧力サージタンク内部の外観観察箇所

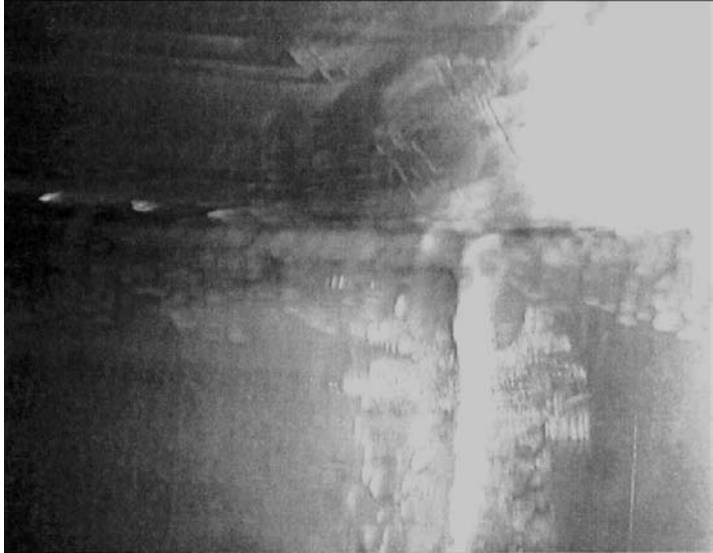

外観観察箇所	外観観察箇所No.	外観観察箇所の写真
水平 1 段目 縦 1 段目	H-1 V-1	 <p data-bbox="890 1034 1136 1070">(内面の状態は良好)</p>
水平 2 段目 縦 1 段目 縦 2 段目	H-2 V-1 V-2	 <p data-bbox="890 1908 1136 1944">(内面の状態は良好)</p>

Table 4.2 (続き)

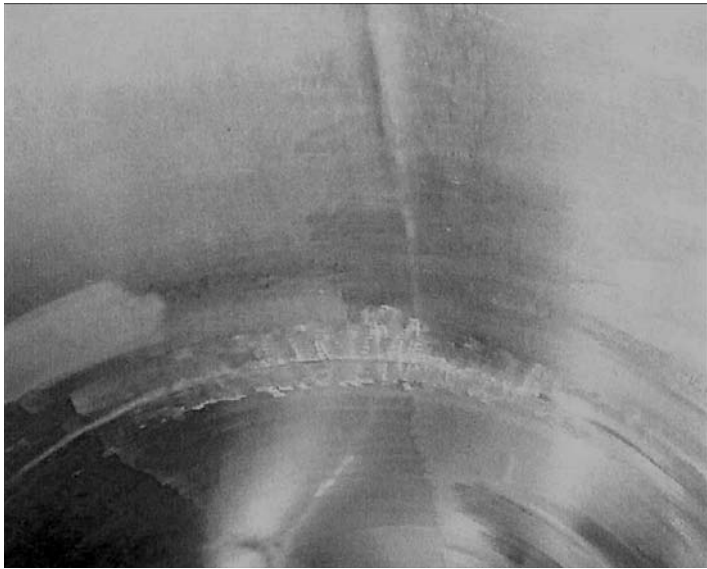

外観観察箇所	外観観察 箇所No.	外観観察箇所の写真
水平 3 段目 縦 2 段目	H-3 V-2	 <p data-bbox="890 987 1134 1021">(内面の状態は良好)</p>
マンホール	M-1	 <p data-bbox="890 1839 1134 1872">(内面の状態は良好)</p>

Table 4.2 (続き)


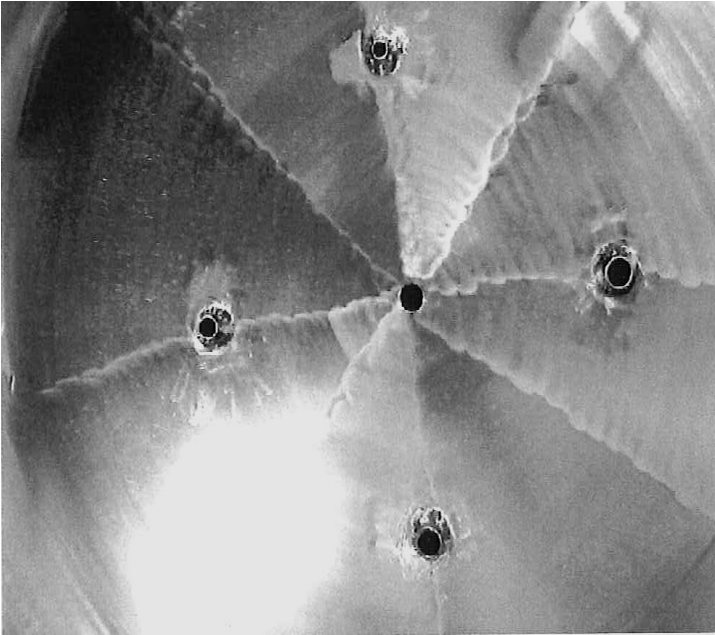
外観観察箇所	外観観察 箇所No.	外観観察箇所の写真
圧力サージタンク 底部 一次系加圧 配管用管台	N-1	 <p>(内面の状態は良好)</p>
N2 ガス入口 配管用管台	N-2	 <p>(内面の状態は良好)</p>
N2 ガス出口 配管用管台	N-3	
逃し弁取付間	N-4	
圧力計取付 配管用管台	N-5	
液面系取付用 管台上	N-6(1)	

Table 4.2 (続き)


外観観察箇所	外観観察 箇所No.	外観観察箇所の写真
液面系取付用 管台下	N-6(2)	 <p data-bbox="901 1030 1149 1070">(内面の状態は良好)</p>

Table 4.3 脱気タンク内部の外観の観察結果

検査箇所	検査箇所No.	外観観察結果	浸透探傷検査結果	
			表面処理前	表面処理前
水平1段目	H-1	良	良	良
水平2段目	H-2	良	不可	良
水平3段目	H-3	良	不可	良
水平4段目	H-4	良	不可	良
水平5段目	H-5	良	不可	良
縦1段目	V-1	良	不可	良
縦2段目	V-2	良	不可	良
縦3段目	V-3	良	不可	良
縦4段目	V-4	良	不可	良
脱気空気出口※1	N-1	検査不可	—	—
処理水入口	N-2	良	不可	良
圧力検出座	N-3	良	不可	良
水面計座	N-4	良	不可	良
空気入口座	N-5	良	不可	良
計器用レベル	N-6	良	不可	良
主循環系排水入口	N-7	良	良	良
温度計座	N-8	良	良	良
補給水入口	N-9	良	良	良
低水位発信器座	N-10	良	良	良
計器用レベル	N-11	良	不可	良
水面計座	N-12	良	不可	良
脱気タンク出口	N-13	良	良	良
原子炉ガス抜き	N-14	良	不可	良
脱気タンクオーバーフロー出口管	N-15	良	不可	良

※1：タンク内部の構造上内部より、外観観察及び浸透探傷検査が不可能であった。

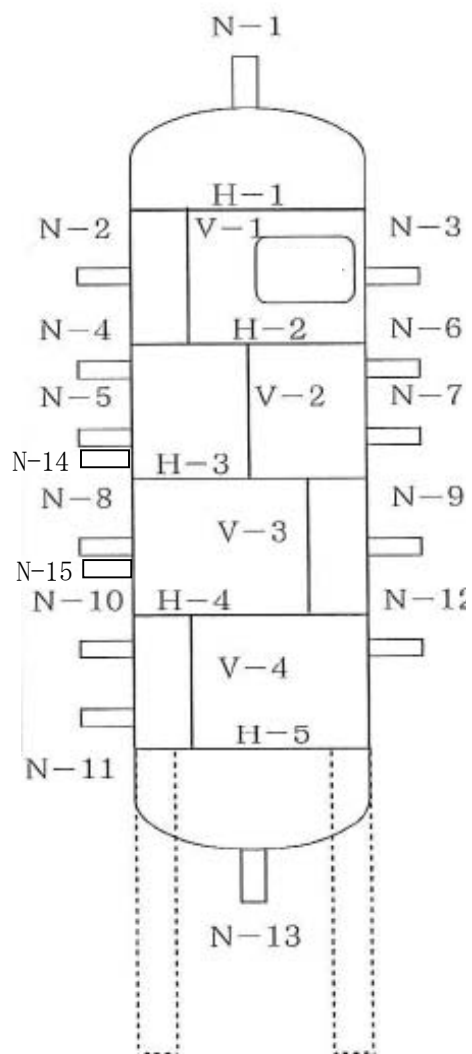


Fig. 4.2 脱気タンク内部の外観の観察実施箇所

Table 4.4 脱気タンク内の検査箇所



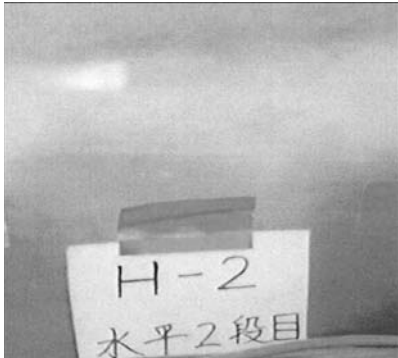
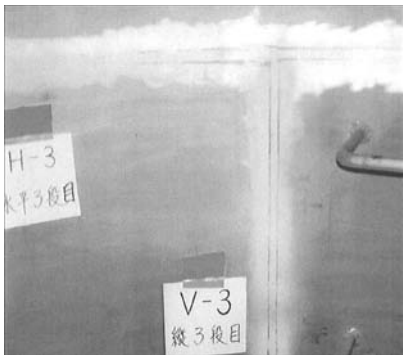
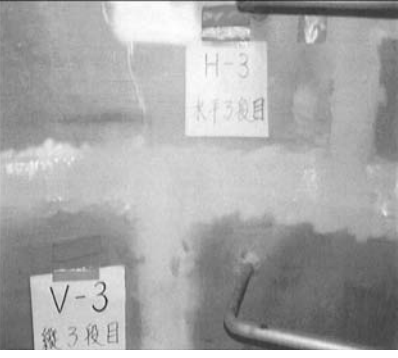
検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
水平 1 段目	H-1	 <p>(発色あり)</p>	<p>脱気タンク内部の構造上、発色の除去が不可。なお、発色箇所はH-2 などと同じく、溶接線表面の極めて浅いもので、使用については問題ない。</p>
水平 2 段目	H-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
水平 3 段目	H-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.4 (続き)







検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
水平 4 段目	H-4	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
水平 5 段目	H-5	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
縦 1 段目	V-1	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>



Table 4.4 (続き)

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
縦 2 段目	V-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
縦 3 段目	V-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
縦 4 段目	V-4	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.4 (続き)

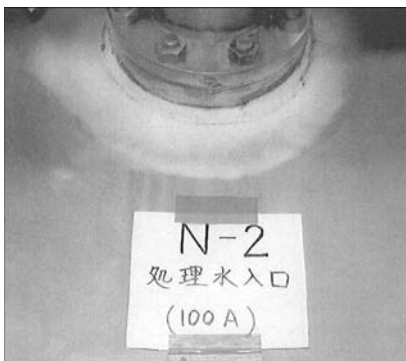
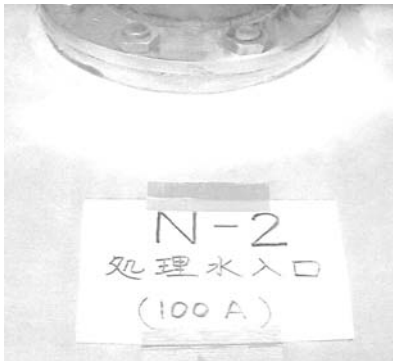
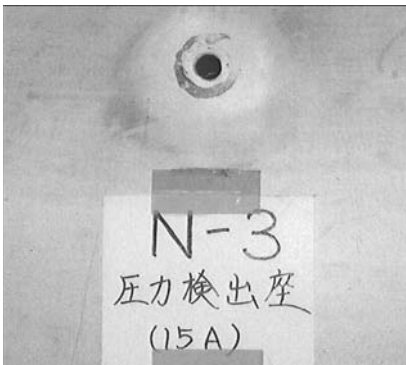

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
脱気空気 出口	N-1	<p>タンク内部の構造上内部より、外観検査及び浸透探傷検査が不可能であった。</p>	
処理水入口	N-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
圧力検出座	N-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格) ※</p>

Table 4.4 (続き)





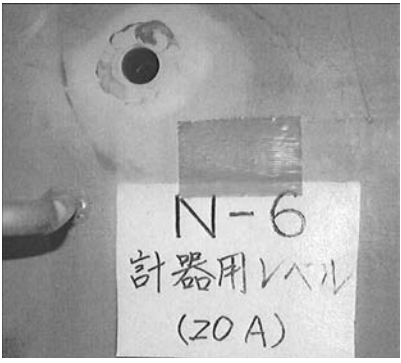

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
水面計座	N-4	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
空気入口座	N-5	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
計器用 レベル計	N-6	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.4 (続き)

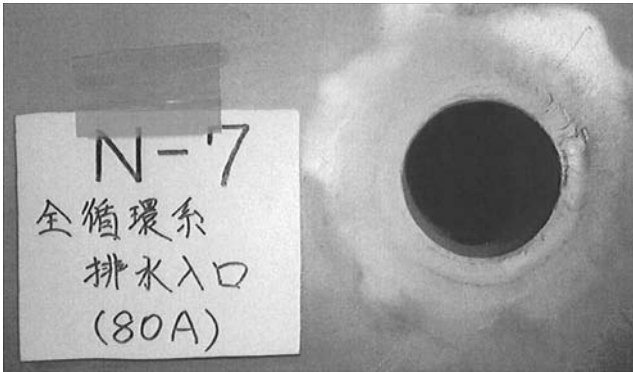

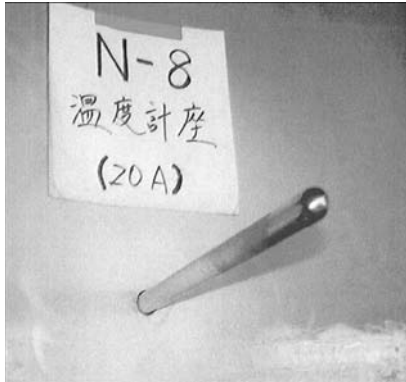

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
主循環系排水入口	N-7	 <p>(PT 検査合格)</p>	
温度計座	N-8	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
補給水入口	N-9	 <p>(PT 検査合格)</p>	

Table 4.4 (続き)




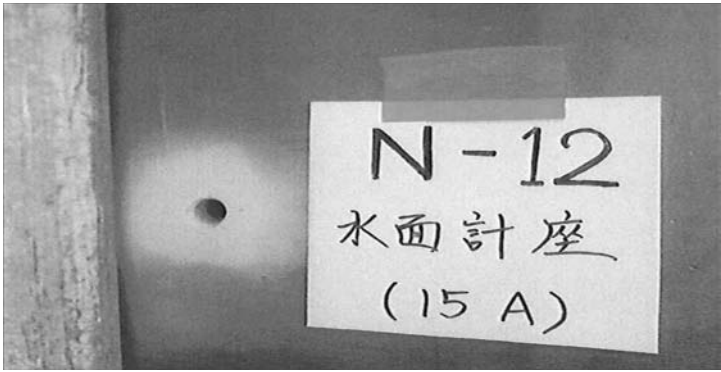


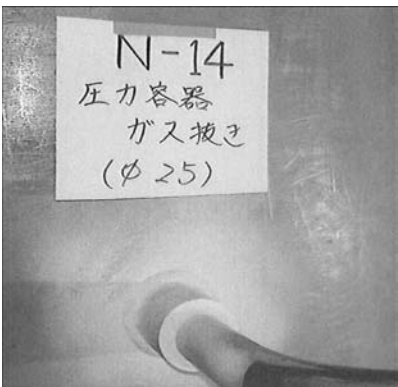
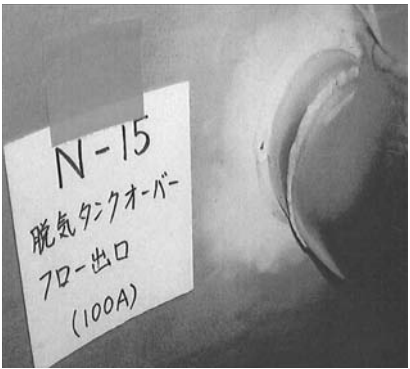
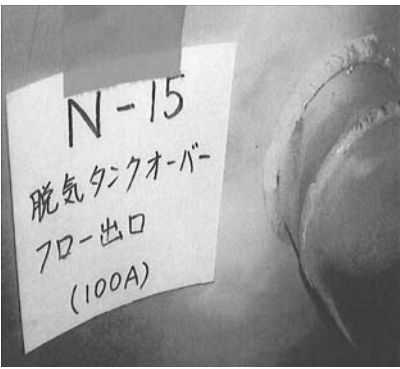
検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
低水位発信器座	N-10	 <p>(PT 検査合格)</p>	
計器用レベル計	N-11	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
水面計座	N-12	 <p>(PT合格)</p>	

Table 4.4 (続き)

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
脱気タンク 出口	N-13	 <p>(PT 検査合格)</p>	
原子炉ガス 抜き	N-14	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格) ※</p>
脱気タンク オーバーフ ロー 出口管	N-15	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

※：タンク外側の溶接部でPT検査を行い、欠陥がないことを確認した。

Table 4.5 処理水タンク内部の外観の観察結果

検査箇所	検査箇所No.	外観観察結果	浸透探傷検査結果	
			表面処理前	表面処理後
水平 1 段目	H-1	良	不可	良
水平 2 段目	H-2	良	不可	良
水平 3 段目	H-3	良	不可	良
縦 1 段目	V-1	良	不可	良
縦 2 段目	V-2	良	不可	良
縦 3 段目	V-3	良	不可	良
縦 4 段目	V-4	良	不可	良
ヘッド	h-1	良	不可	良
ボトム	h-2	良	不可	良
空気抜き	N-1	良	不可	良
レベル指示計オーバーフロー	N-2	良	不可	良
オーバーフロー	N-3	良	不可	良
レベル指示計取付座	N-4	良	不可	良
レベルスイッチ取付座	N-5	良	良	良
処理水入口	N-6	良	良	良
処理水出口	N-7	良	良	良
シール水	N-8	良	良	良

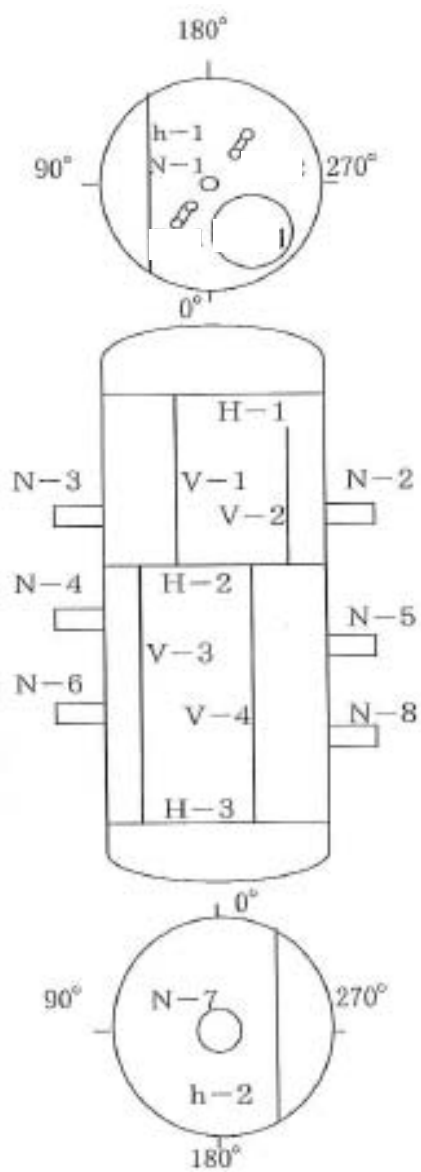


Fig. 4.3 処理水タンク内部の外観の観察実施箇所



Table 4.6 処理水タンク内の検査箇所


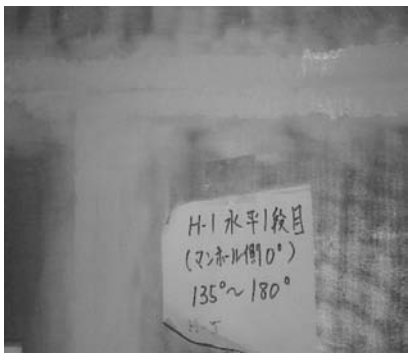
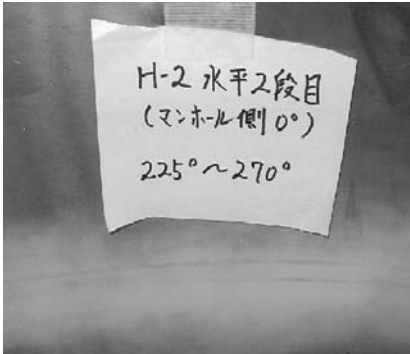
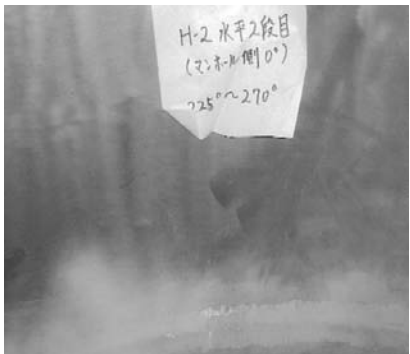
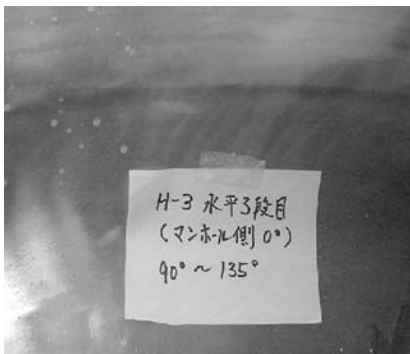
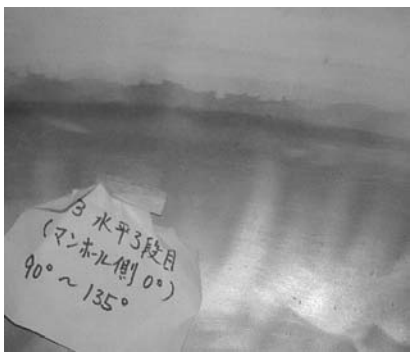
検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
水平1段目	H-1	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
水平2段目	H-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
水平3段目	H-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.6 (続き)


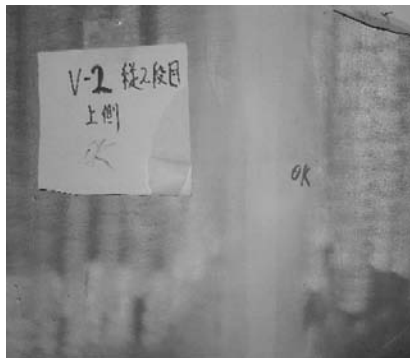
検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
縦1段目	V-1	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
縦2段目	V-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
縦3段目	V-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.6 (続き)

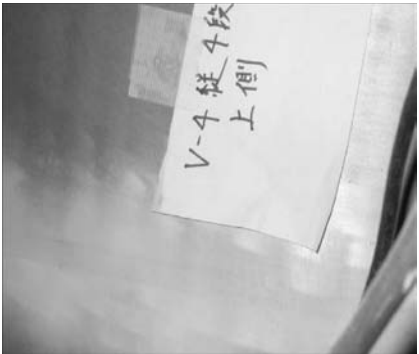
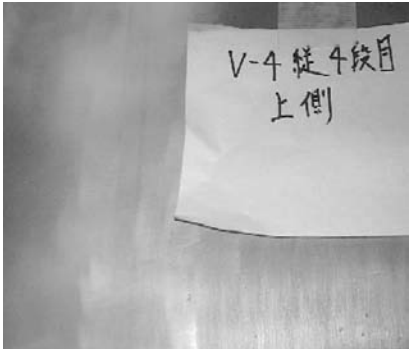
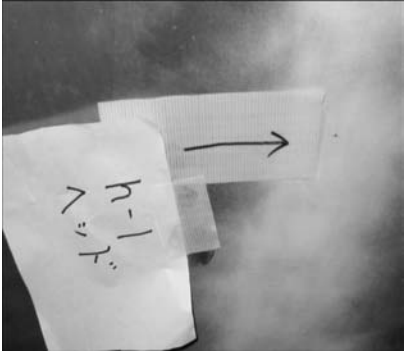

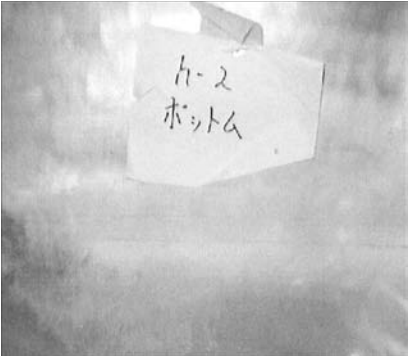

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
縦4段目	V-4	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
ヘッド	h-1	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 合格)</p>
ボトム	h-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.6 (続き)

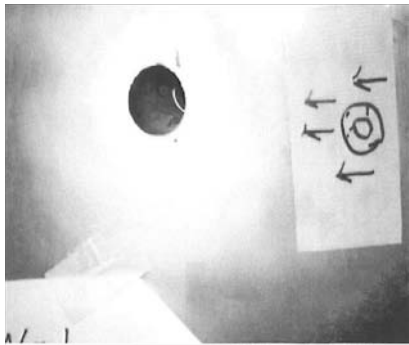
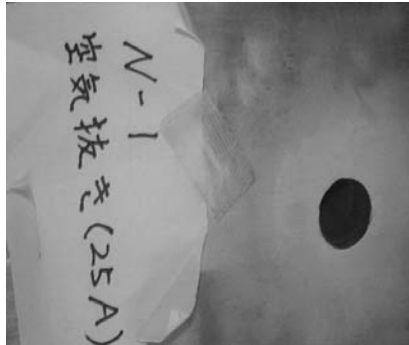
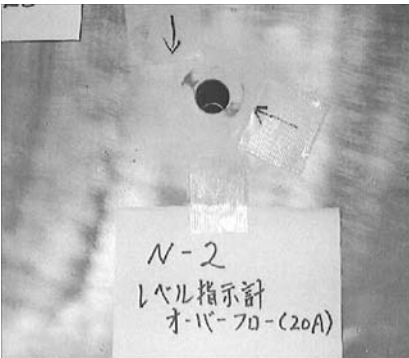
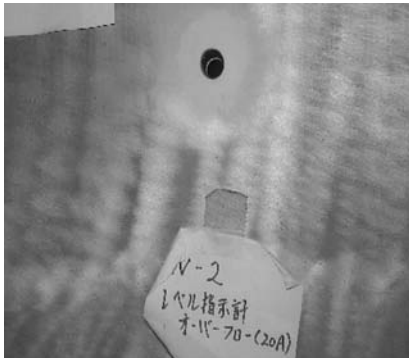
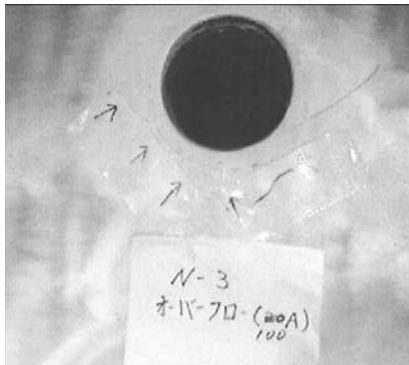

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
空気抜き	N-1	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
レベル指示計オーバーフロー	N-2	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
オーバーフロー	N-3	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>

Table 4.6 (続き)

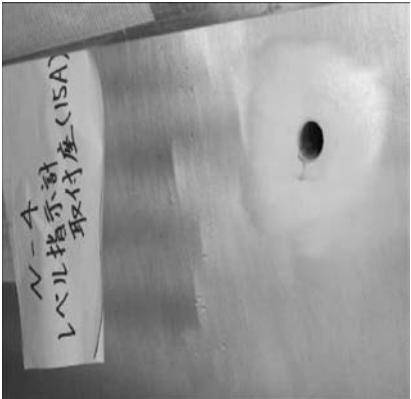




検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
レベル指示 計取付座	N-4	 <p>(発色あり)</p>	 <p>(PT 検査合格)</p>
レベルスイ ッチ取付座	N-5	 <p>(PT 検査合格)</p>	
処理水入口	N-6	 <p>(PT 検査合格)</p>	

Table 4.6 (続き)

検査箇所	検査箇所 No.	検査箇所の写真	
		表面処理前	表面処理後
処理水出口	N-7	 <p>(PT 検査合格)</p>	
シール水	N-8	 <p>(PT 検査合格)</p>	

# 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
物質的量	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 <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	毎メートル	m <sup>-1</sup>
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m <sup>2</sup>
比体積	立方メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 <sup>(a)</sup> , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率 <sup>(b)</sup>	(数字の)	1
比透磁率 <sup>(b)</sup>	(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	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>	m/m
立体角	ステラジアン <sup>(b)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	1 <sup>(b)</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
周波数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz		s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N		m kg s <sup>-2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
電荷, 電流量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
静電容量	ファラド	F	C/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C		K
光照度	ルーメン	lm		cd sr <sup>(c)</sup>
放射線量	ルクス	lx		lm/m <sup>2</sup>
放射線種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq		m <sup>2</sup> cd s <sup>-1</sup>
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
線量当量, 周辺線量当量, 方向線量当量, 個人線量当量	シーベルト <sup>(g)</sup>	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
酸素活性	カタール	kat		s <sup>-1</sup> 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、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大きさは同一である。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	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m <sup>1</sup> kg s <sup>-1</sup>
表面張力	ニュートンメートル	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s <sup>-2</sup>
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> =s <sup>-1</sup>
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s <sup>2</sup>	m m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> =s <sup>-2</sup>
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-3</sup>
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	m <sup>1</sup> kg s <sup>-2</sup>
電荷密度	ジュール毎平方メートル	J/m <sup>2</sup>	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> mol <sup>-1</sup>
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg <sup>-1</sup> s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup>
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> sr)	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =kg s <sup>-3</sup>
	カタール毎立方メートル	kat/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> mol

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼプト	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	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 <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1 t=10 <sup>3</sup> 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 <sup>-19</sup> J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 <sup>-27</sup> 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 <sup>11</sup> 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 <sup>5</sup> 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 <sup>-10</sup> m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm <sup>2</sup> =(10 <sup>-12</sup> cm <sup>2</sup> )/2=10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベベル	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
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm <sup>-2</sup> =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> =10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> cd m <sup>-2</sup>
ファ	ph	1 ph=1 cd sr cm <sup>-2</sup> 10 <sup>4</sup> lx
ガル	Gal	1 Gal=1 cm s <sup>-2</sup> =10 <sup>-2</sup> ms <sup>-2</sup>
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm <sup>2</sup> =10 <sup>-8</sup> Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> T
エルステッド <sup>(c)</sup>	Oe	1 Oe ≐ (10 <sup>3</sup> /4π) A m <sup>-1</sup>

(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 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
フェルミ	f	1 f=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 <sup>-4</sup> 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 <sup>-6</sup> m

