

配管減肉事象に係る点検に関する調査結果

平成 16 年 8 月

東京電力株式会社

1．調査方法

平成 16 年 8 月 11 日付け平成 16・08・11 原第 8 号「配管減肉事象に係る点検に関する報告徴収について」を受け、以下の方法により炭素鋼配管の減肉管理状況の調査を行った。

- (1)点検計画及び点検実績・記録の整理，減肉管理を実施している範囲の整理
- (2)対象範囲のアイソメ図による偏流発生箇所の確認・整理
- (3)(1)，(2)の結果を相互比較し，配管減肉管理未実施箇所の有無の確認
- (4)これらの調査結果のまとめ

上記作業フローを添付資料 - 1 に示す。

2．調査の実施体制

調査実施にあたっては，物量が膨大であること，調査対象が福島第一，福島第二，柏崎刈羽の 3 発電所にまたがることから，プロジェクト体制にて作業を実施。又，作業実施にあたっては，その妥当性を確認するため，品質保証部門も参加した。

調査の実施体制を添付資料 - 2 に示す。

3．調査結果

(1)これまで行ってきた点検内容

a.点検内容

給水・復水系，抽気系等の配管については，従来より減肉が生じることが知られており，適宜対策を行ってきた。具体的には，配管減肉のメカニズム，減肉の発生・進展に寄与する要因（流体環境，運転条件，配管形状，配管材質等）に関する当時の知見をもとに，配管内への水に対しては酸素注入による環境改善，配管材料に対しては，点検計画を策定・実施し，必要に応じてエロージョン/コロージョン対策材への取替へを行ってきた。

1986 年に発生したサリー 2 号機の配管破断事故については，事故調査結果から PWR プラントの給水・復水系に特有の水質管理に関する不具合が主要因と推定され，直接国内 BWR プラントでは，発生しにくい事例と考えられたが，類似系統配管に対して従来実施してきた肉厚測定箇所に対して流体性状に応じた見直し等を行い，以下のように計画し，健全性の確認を実施してきている。

(a)点検計画

配管減肉の発生は，配管の材質，配管内を流れる流体の種類及び流体の温度等の環境条件によって，その進行速度が変化することが知られている。そのメカニズムは，溶存酸素，温度，pH，湿り度等の条件により保護性のない酸化被膜が生成し，流速が大きい場合にその酸化被膜が剥離し，配管減肉が発生するものと推定されている。

それぞれの要因と配管減肉発生条件については，添付資料 - 3「配管減肉メカニズ

ムと管理フロー判定基準根拠」の通り、連続流動の水系配管では、溶存酸素 15ppb 以下、温度 60 以上、連続流動の蒸気配管では湿り度 1.5%以上の環境下では、配管減肉が発生しやすいと評価されている。これらの考えに基づき作成した、当社の配管減肉管理フローを図 - 1 に示す。

BWRの各系統の流体条件を考えると、主蒸気系は湿り度約 0.4%で 1.5%より低く、また復水系、給水系には酸素を注入して溶存酸素を 20~200ppb に管理している。また、酸素注入点より上流の配管は運転温度が 35~40 程度であることから、主蒸気系、復水系、給水系の配管においては、配管減肉の発生の可能性は低いと考えられる。

主蒸気系、復水系、給水系以外で配管減肉が発生しやすい環境の配管は、減肉対策材とすることが望ましいが、炭素鋼を使用している場合には、配管肉厚測定を実施し、減肉状況を監視することとしている。これらの配管については、肉厚測定の周期を定めて定期的に減肉測定を行い、余寿命評価により配管の健全性を確認している。具体的な点検においては、対象箇所の運転条件や配管形状の類似性に基づき点検範囲の選定を行うと共に、肉厚測定結果から点検対象、周期を見直しすることにより、重点的かつ効率的な監視を行っている。

また、減肉の発生の可能性が低いと考えられる環境下で炭素鋼を使用している場合、又は減肉対策材が使用されている場合は、減肉の可能性が低い、又は減肉速度が遅い部位であることから、健全性を確認する目的で、点検箇所をサンプリングして肉厚測定を実施している。

以上の通り、当社は配管内の流体の環境及び配管材質によってランク付けを行い、そのランクに応じた配管減肉管理を実施している。

なお、PWRの2次系配管肉厚の管理指針によれば、BWRの蒸気系配管湿り度 1.5%以上、水系配管温度 60 以上に対し、PWRでは、蒸気系配管においては湿り度 5%以上、水系配管においては温度 100 ~250 が減肉の発生しやすい環境であるとし、配管減肉の管理を実施するとしている。これらのことから、当社の配管減肉管理方針は、PWRの管理指針で規定する対象範囲を包含している。

(b)点検対象選定方法

点検対象箇所

配管減肉は、配管材質条件および内部流体の環境条件の下で、形状不連続部に発生する偏流により発生するものと考えられる。ここで、配管系統における偏流発生部は、エルボ、ティーズ、レジューサ、オリフィス、弁、曲管が考えられる。

-1.減肉監視点検（ランクA，B）

()点検の考え方

図 1 の配管減肉管理フローにおいて、配管減肉の可能性のある環境条件で、

材料による減肉対策が講じられていない範囲に対し、対策材への取替えまでの監視を目的として点検を行う。

()点検箇所の選定

各系統の中で減肉が厳しいと判断される箇所(流体の乱れが発生するオリフィス下流部、絞り弁下流部、エルボ部等)を選定し、その点検箇所に有意な事象(減肉)が確認された場合には点検周期等を見直す管理を行う。

-2. 健全性確認点検(ランクC, D)

()点検の考え方

図 1 の配管減肉管理フローにおいて、配管減肉の可能性が低い範囲では、健全性確認の観点からサンプリング点検を行う。

()点検箇所の選定 ランクC, Dの配管は減肉の可能性が低い, 又は減肉速度が遅い部位であることから, ランクA, Bのような監視点検をする必要はないが, 構造健全性確認の観点から, 各系統の中よりオリフィス下流部, 絞り弁下流部, エルボ部等から任意にサンプリングして点検を実施する。

(c)点検方法

配管の肉厚測定は「JISZ2355」超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に準拠し, 超音波厚み計により行う。

なお, 測定位置は測定を行うメーカーにより異なる。現在実施している測定位置は以下の通り。

メーカー	配管口径	測定長さ	軸方向ピッチ	周方向ピッチ
A	25A ~ 50A	300mm	20mm	15°
	65A ~ 125A	300mm	30mm	15°
	150A 以上	500mm	50mm	15°
B	100A 以下	1.5D	50mm	90°
	125A ~ 250A	又は	100mm	45°
	300A 以上	500mm の大きい方	100mm	100mm

(d)余寿命評価手法

原則として, 余寿命については以下の方法で算出する。

初回測定の場合には次式において前回測定肉厚を公称肉厚, 前回測定から今回測定までの運転時間をユニット運転時間に置き換える。

減肉率

$$\text{減肉率(mm/hr)} = \frac{\text{今回測定最小点での初回又は前回測定値との差(mm)}}{\text{初回又は前回測定時から今回測定時までの運転時間(hr)}}$$

寿命時間

$$\text{寿命時間(hr)} = \frac{\text{今回測定最小肉厚(mm)} - \text{必要肉厚(mm)}}{\text{減肉率(mm/hr)}}$$

余寿命

$$\text{余寿命(年)} = \frac{\text{寿命時間(hr)}}{8760(\text{hr/年})}$$

上記のように、配管減肉測定結果を基に減肉速度、余寿命を算出しその結果をふまえ、点検周期の評価や取替計画の立案を行う。又、取替にあたっては、使用環境等を考慮し減肉対策材あるいは同材を選択する。

(2)点検実施状況

添付資料 - 4「配管減肉に係る点検状況」に示すとおり、肉厚管理が未実施の部位はなかった。

(3)点検結果例

a.点検実施体制

点検実施体制を添付資料 - 5 に示す。

b.点検内容

点検結果の例を添付資料 - 6 に示す。

4 . 添付資料

(1)配管減肉管理状況調査フロー

(2)配管減肉管理の調査体制

(3)配管減肉メカニズムと管理フロー判定基準根拠

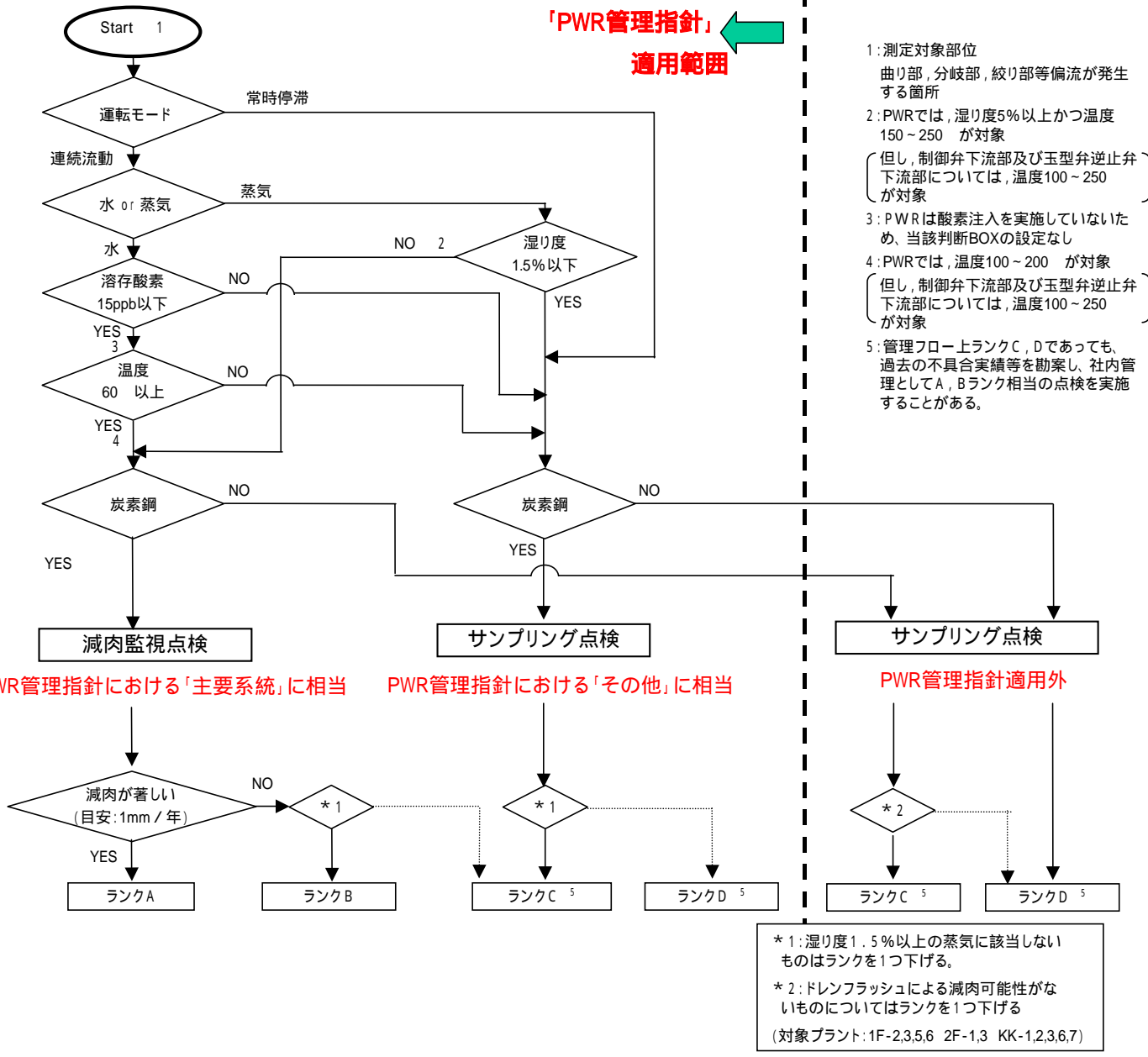
(4)配管減肉に係る点検状況

(5)点検実施体制

(6)点検結果例

(7)点検計画

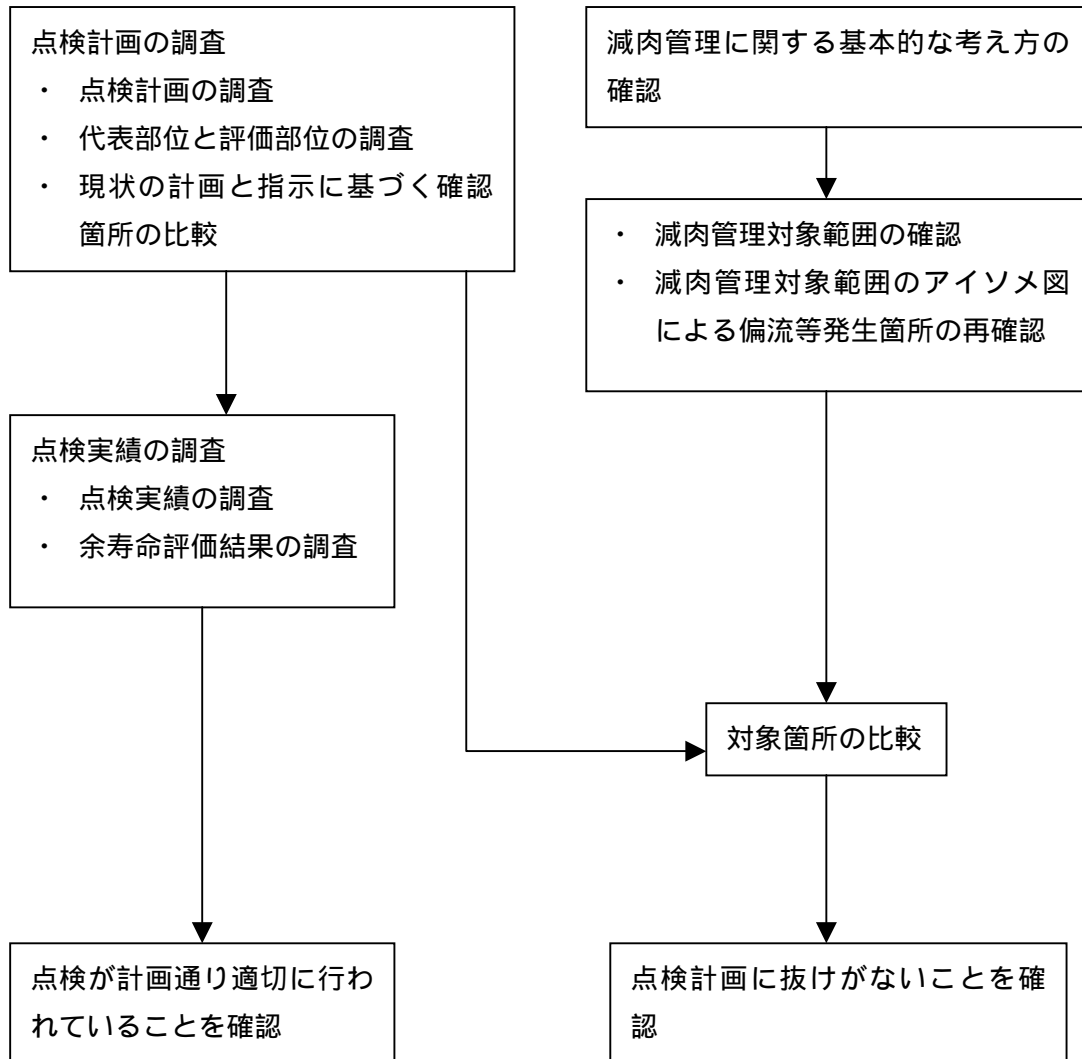
以 上



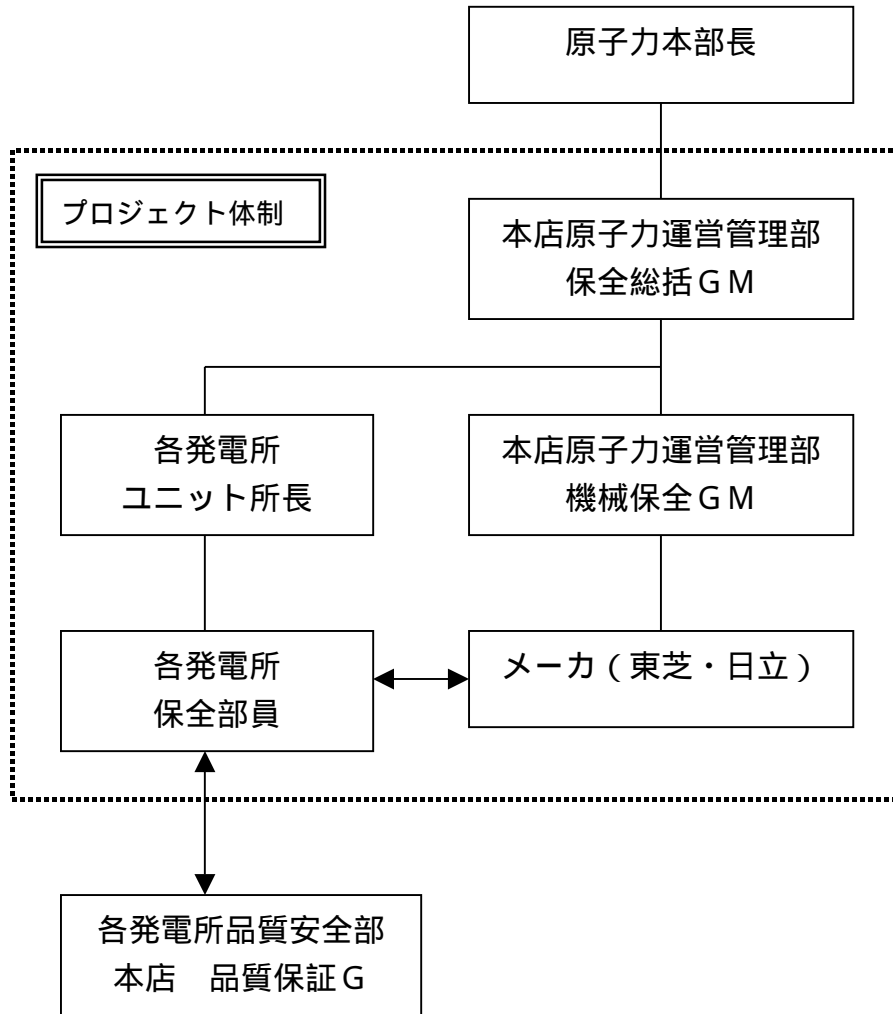
点検ランク	ランクの考え方	点検範囲の選定	基本的な点検周期
ランクA	早急な対策材への交換が望ましい配管	各系統の中で減肉が厳しいと判断される箇所(流体の乱れが発生するオリフィス下流部, 絞り弁下流部, ティーズ等)を選定	選定した箇所を毎定検時
ランクB	対策材への交換が望ましいものの減肉速度がランクAと比較して緩やかなため, 計画的な取替えを行う配管		選定した箇所を3定検毎 (1/3ずつ毎定検時) 減肉測定結果をふまえた評価に基づき点検周期を見直す
ランクC	配管の使用環境より配管減肉の可能性が低いと判断される配管	構造健全性確認の観点から, オリフィス下流部, 絞り弁下流部, ティーズ等から任意にサンプリング	選定した箇所を5定検毎(目安) (1/5ずつ毎定検時) 減肉測定結果をふまえ, 適宜点検周期及び点検範囲を見直す
ランクD	ランクCの中で対策材を使用すること等により, 配管減肉の可能性が更に低いと判断される配管		選定した箇所(減肉環境条件の厳しい箇所10%)を10定検毎(目安)

図 - 1 配管減肉管理フロー

減肉管理状況調査フロー



配管減肉管理の調査体制



報告書承認

プロジェクトマネージャー

報告書作成責任者、データ調査

記録類の整備

データ調査責任者

調査フローに基づく調査

データ調査状況確認

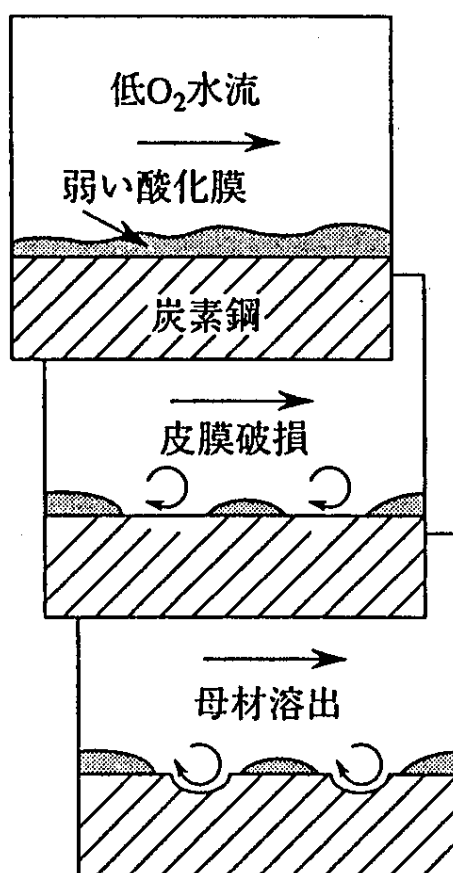
- 配管減肉メカニズムと管理フロー判定基準根拠 -

1. 配管減肉のメカニズム

BWR プラント先行機における減肉現象は、いずれも炭素鋼を使用した機器、配管に発生しており、減肉発生箇所および環境を詳細に調査した結果、以下の条件下で発生しやすいことが明らかになった。

- 溶存酸素が 15 ppb 以下と少なく、かつ中性純水の蒸気ドレンの流れる配管
- 運転温度が 60 ~ 230 の範囲にある機器・配管
- 湿り度が 1.5 % 以上の二相流配管
- 流体が連続的に流れる機器・配管

これらの知見から、減肉は、模式的に付図 1 に示すメカニズムで生じるものと考えられる。すなわち溶存酸素が少なく、中性の純水である湿り蒸気及びドレン環境下では、炭素鋼表面に保護性のない鉄酸化物スケールが生成する。水膜の流動や水滴の衝突により、この鉄酸化物スケールが強制的に剥離される。連続流動下で、この浸食が断続的に進行する。



付図 1 減肉現象メカニズム(推定)の模式図

2. 配管肉厚管理フロー各判定基準の設定根拠

(1) 運転モード

常時停滞する系統および短期運転であるため腐食代で対処することが可能な系統を区分する。これ以外の運転モードは連続流動として扱う。蒸気相の流速がない場合（蒸気は常時停滞するが、ドレンが流れるライン）についても区分する。

なお、PWR 管理指針では、運転モードによる選定は行っていない。

(2) 溶存酸素(水系)

溶存酸素が 15ppb 以上の場合には、腐食率は小さい(付図 2)。このため、溶存酸素 15ppb を超える条件の水環境は対象外とする。

なお、PWR 管理指針では、溶存酸素の記載は無い。

(3) 湿り度(蒸気系)

減肉現象が発生した実機事例を整理した結果、湿り度の下限値は 2% である(付図 3)ことから、湿り度が 1.5% 以上か否かを区分する。

なお、PWR 管理指針では、ドレンを巻き込む系統を除き湿り度 5% 以上をしきい値としている。

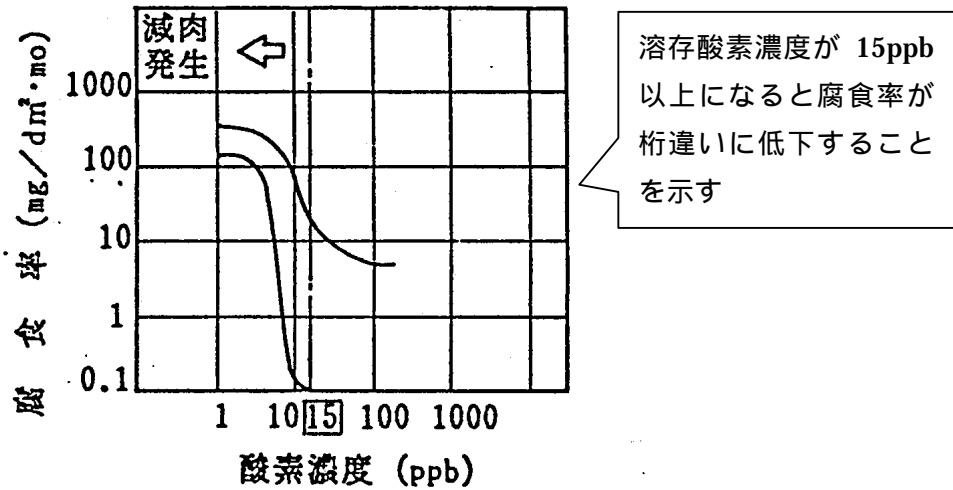
(4) 流体温度

実機における温度と最大減肉率との関係を調査した結果、温度 60 以下では、ほとんど減肉を生じていない(付図 4)ため、60 を水系の温度しきい値としている。

なお、PWR 管理指針では、水系では 100~200 (制御弁下流部および玉形逆止弁下流部は 100~250) を、蒸気系で 150~250 (ドレンを巻き込む系統は上限無し)を対象としている。

(5) 配管材質

減肉発生の可能性のある系統の機器、配管には、少量の合金成分を添加し耐減肉性を高めた 1・1/4 Cr - 1/2 Mo 鋼を基本としたいわゆる低合金鋼を採用し、機器、配管の健全性を確保している(付図 5)。従って、低合金鋼採用の有無で管理方法を区分する。



図C 溶存酸素の効果 (炭素鋼)

出典：H. Noda

IAEA Specialist's meeting(1988-9)

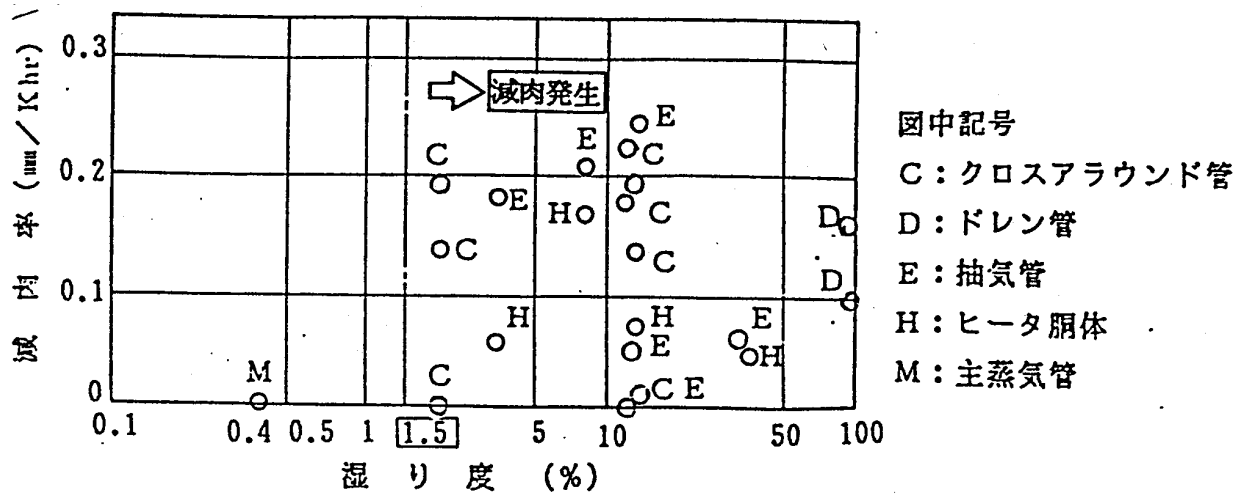
Corrosion and Erosion Aspects in Pressure Boundary Component of LWR

- 試験条件：
- ・温度 38～204
 - ・溶存酸素 1～200 ppb
 - ・流速 2～10 m/s

中性水中における炭素鋼の腐食データ

解説： 低溶存酸素環境下（15ppb 以下）においては、高溶存酸素環境下と比較して腐食速度が著しく大きくなる。したがって、減肉対策を検討する場合には、溶存酸素濃度の高、低により対策を分類する必要がある。

付図2 溶存酸素の効果



出典：H. Noda

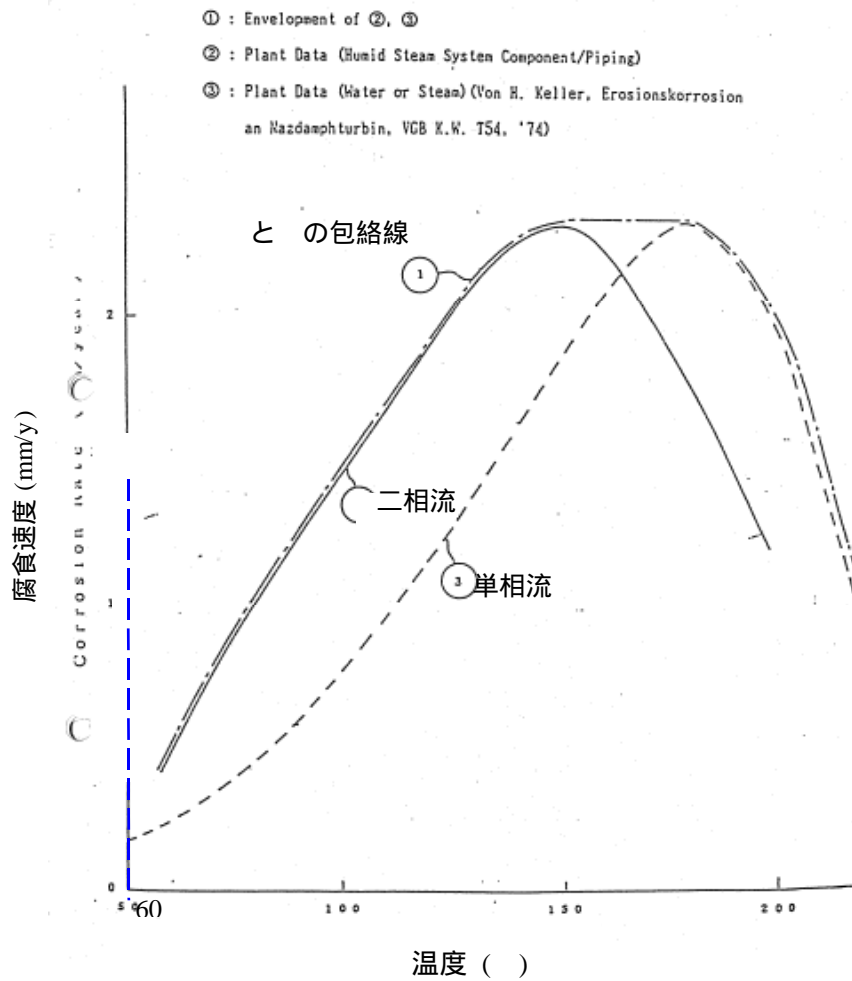
IAEA Specialist's meeting(1988-9)

Corrosion and Erosion Aspects in Pressure Boundary Component of LWR

解説： 実機の湿り度と最大減肉率との関係をプロットしたグラフである。

実機における減肉発生下限は湿り度 2%であるため、フロー図においては湿り度 1.5%をしきい値として設定する。

付図 3 湿り度の影響



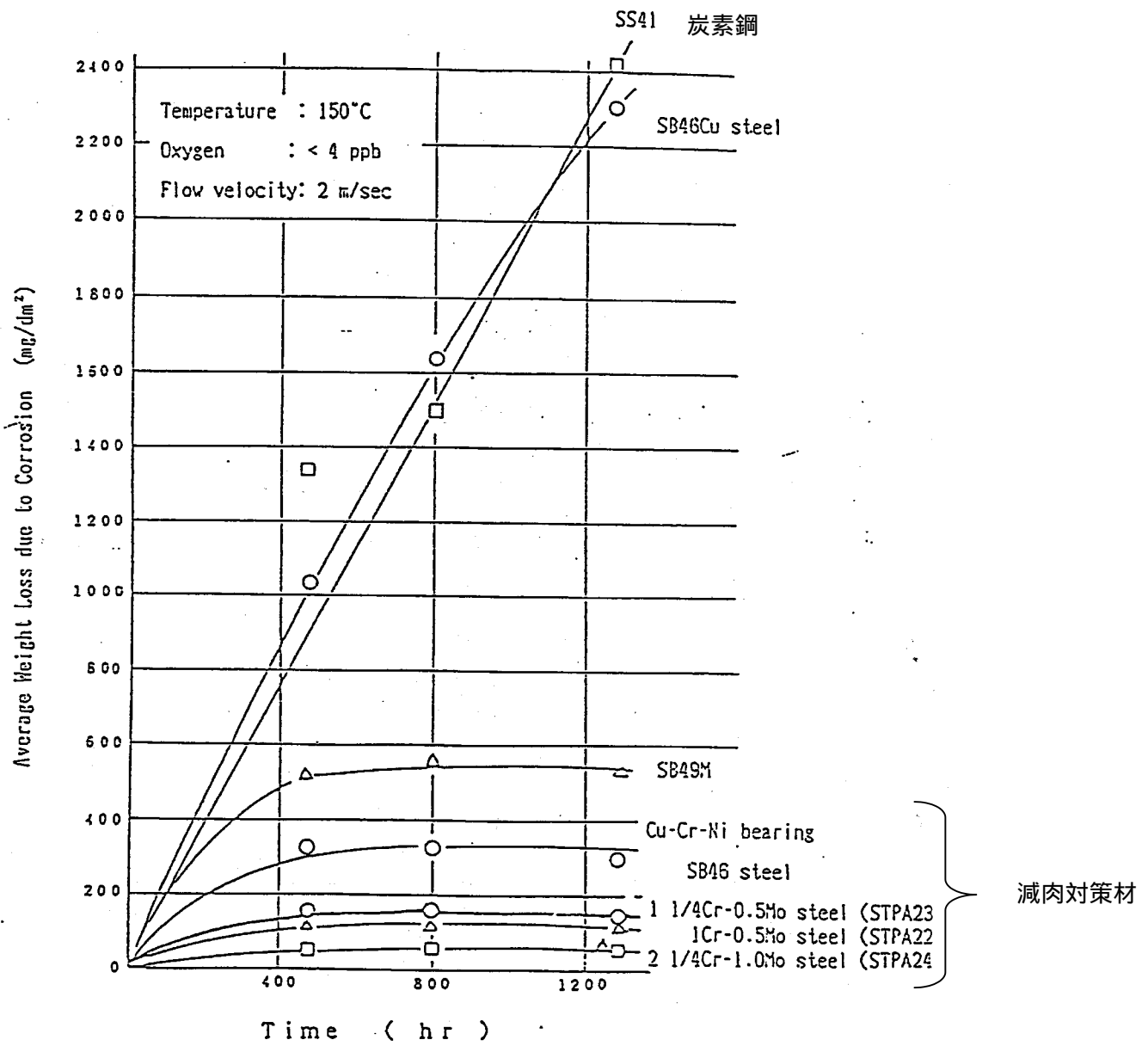
出典 : H. Noda

IAEA Specialist's meeting(1988-9)

Corrosion and Erosion Aspects in Pressure Boundary Component of LWR

解説 : 実機における温度と最大減肉率との関係をプロットし、これを、包絡線で結んだカーブである。温度 60 以下では、ほとんど減肉を生じていない。

付図 4 温度と減肉発生



出典 : H.Noda

IAEA Specialist's meeting(1988-9)

Corrosion and Erosion Aspects in Pressure Boundary Component of LWR

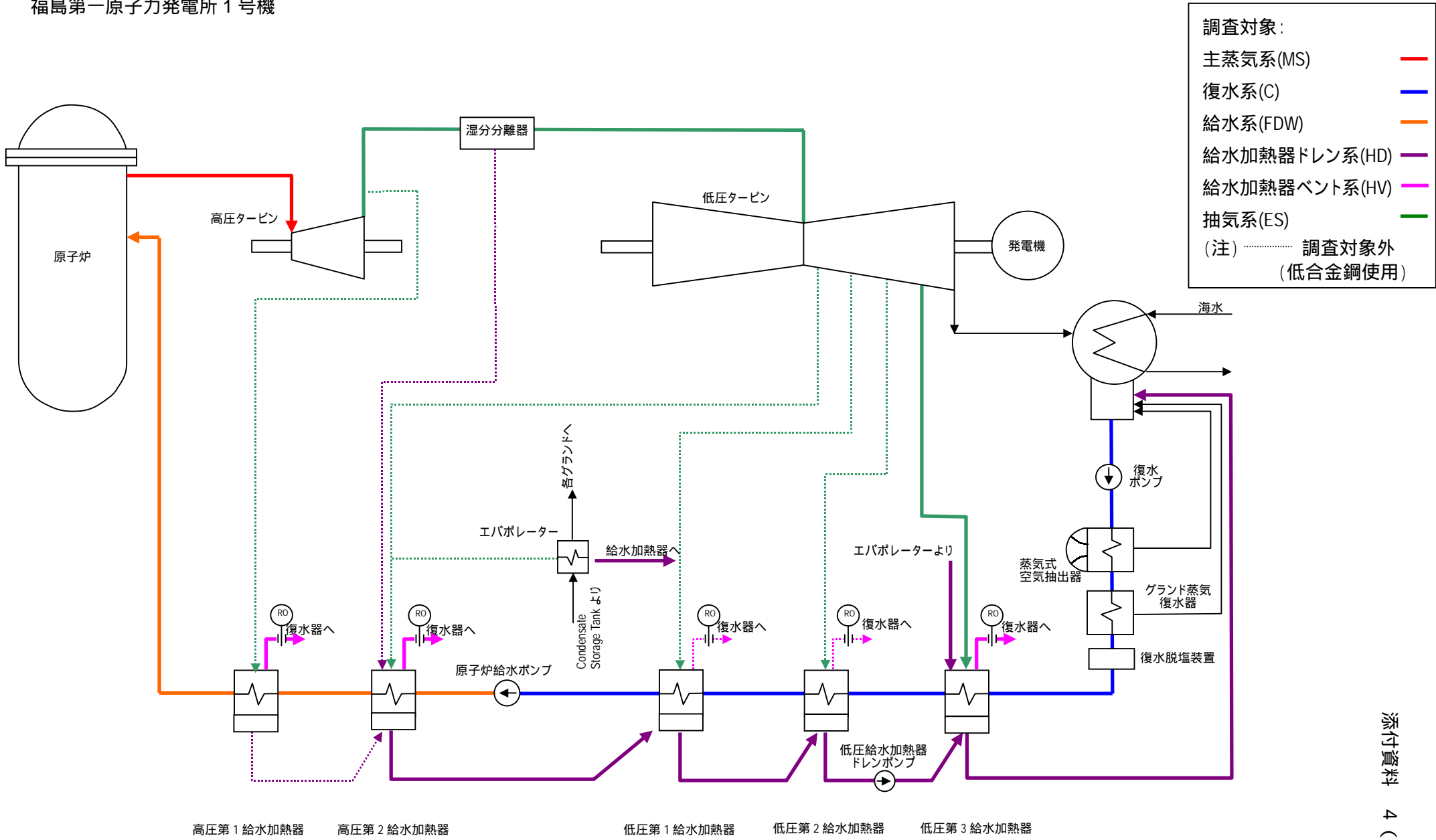
付図 5 各種材料の腐食速度

配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第一原子力発電所 1号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	425	425	102	323	0	
給水系統	223	223	168	55	0	
主蒸気系統	193	193	0	193	0	
抽気系統	16	16	0	16	0	
ドレン系統	209	209	18	191	0	ヒータベント, ドレン
合計	1066	1066	288	778	0	

福島第一原子力発電所 1号機

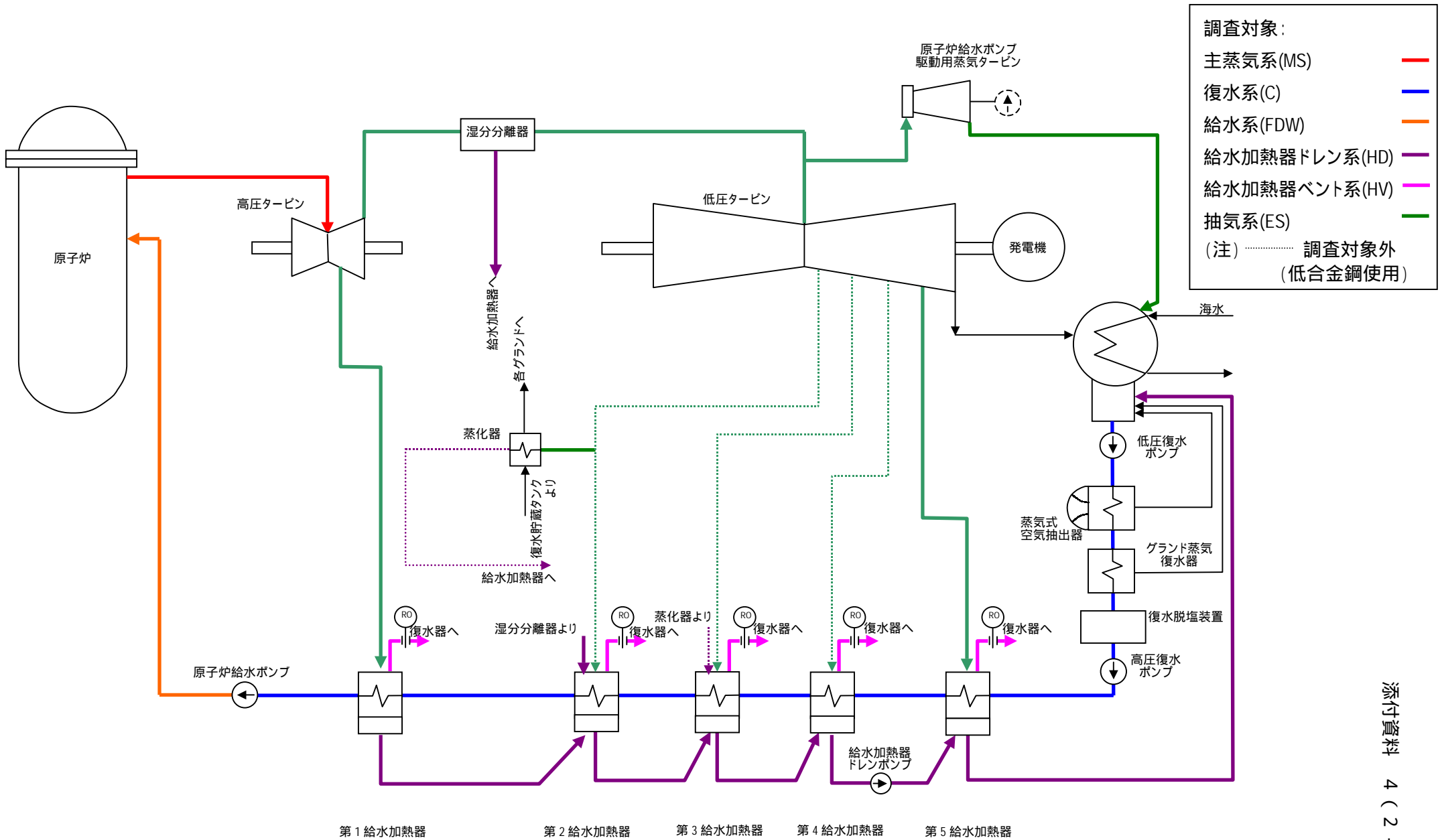


配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第一原子力発電所 2号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1024	1024	193	831	0	
給水系統	110	110	77	33	0	
主蒸気系統	137	137	20	117	0	
抽気系統	120	120	52	68	0	
ドレン系統	732	732	129	603	0	ヒータベント, ドレン
合計	2123	2123	471	1652	0	

福島第一原子力発電所 2号機

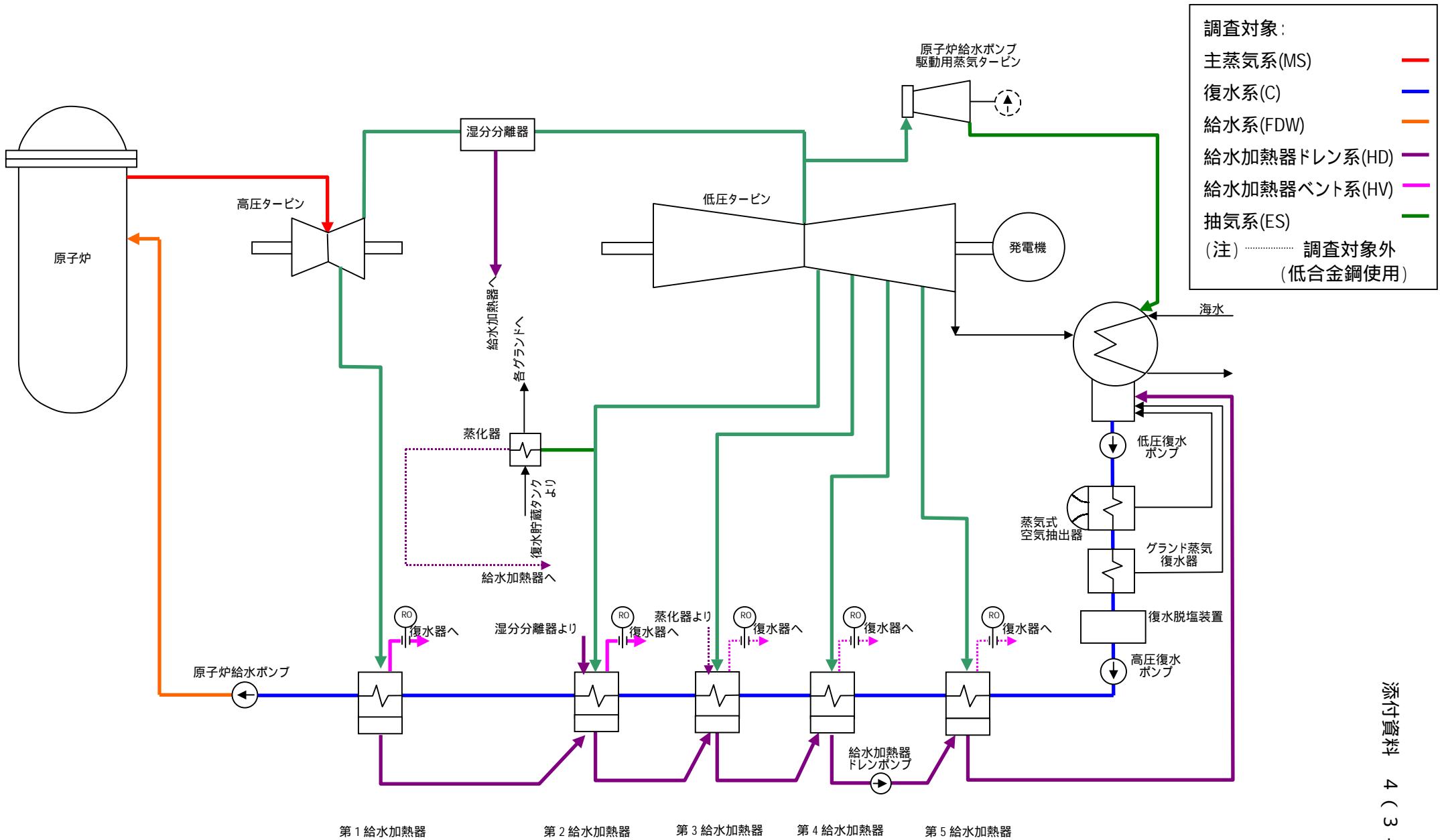


配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第一原子力発電所 3号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1158	1158	81	1077	0	
給水系統	179	179	62	117	0	
主蒸気系統	145	145	7	138	0	
抽気系統	241	241	82	159	0	
ドレン系統	580	580	107	473	0	ヒータベント, ドレン
合計	2303	2303	339	1964	0	

福島第一原子力発電所 3号機

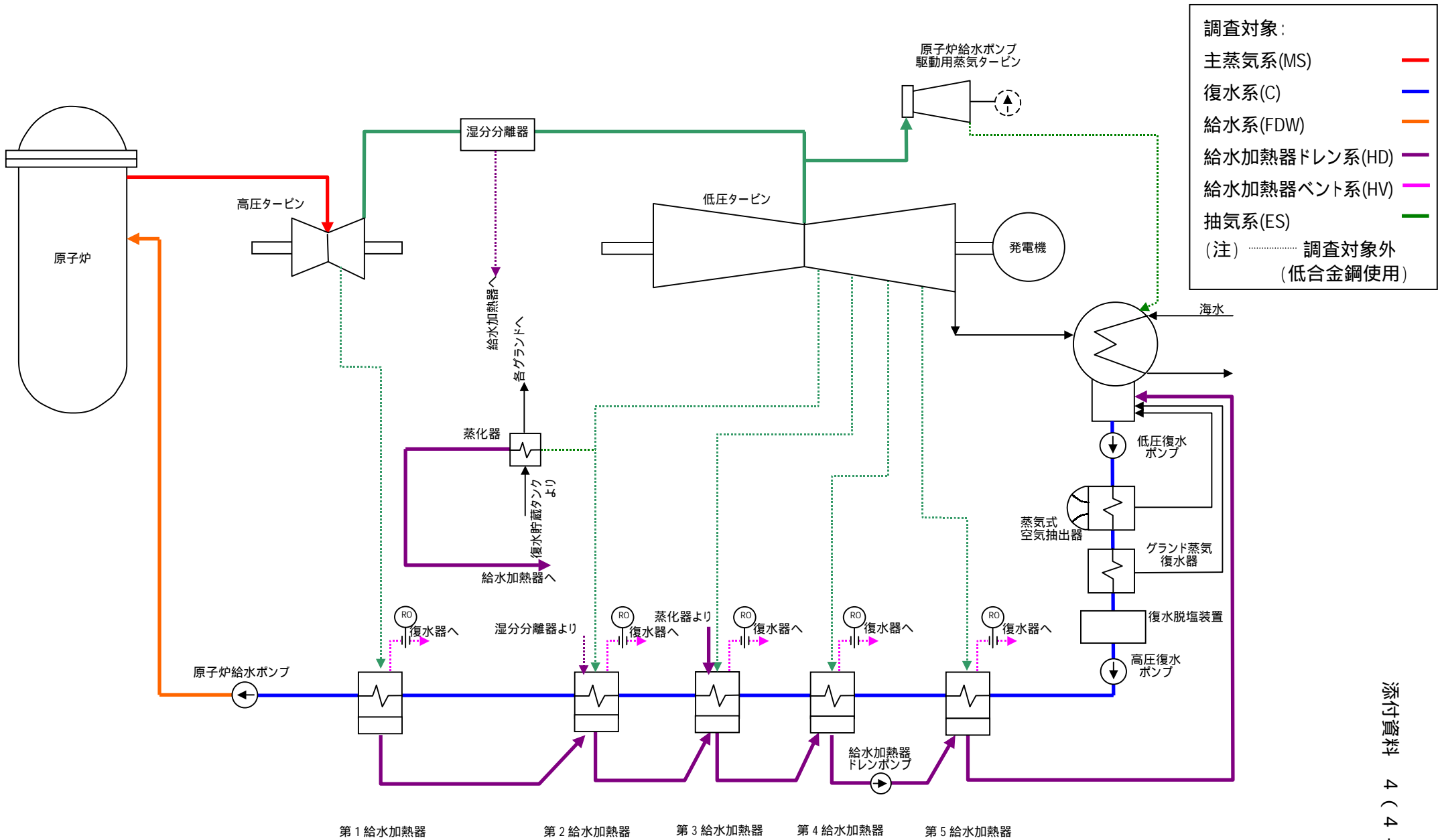


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 福島第一原子力発電所 4号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1001	1001	56	945	0	
給水系統	206	206	116	90	0	
主蒸気系統	187	187	0	187	0	
抽気系統	32	32	0	32	0	
ドレン系統	432	432	0	432	0	ヒータベント, ドレン
合計	1858	1858	172	1686	0	

福島第一原子力発電所 4号機

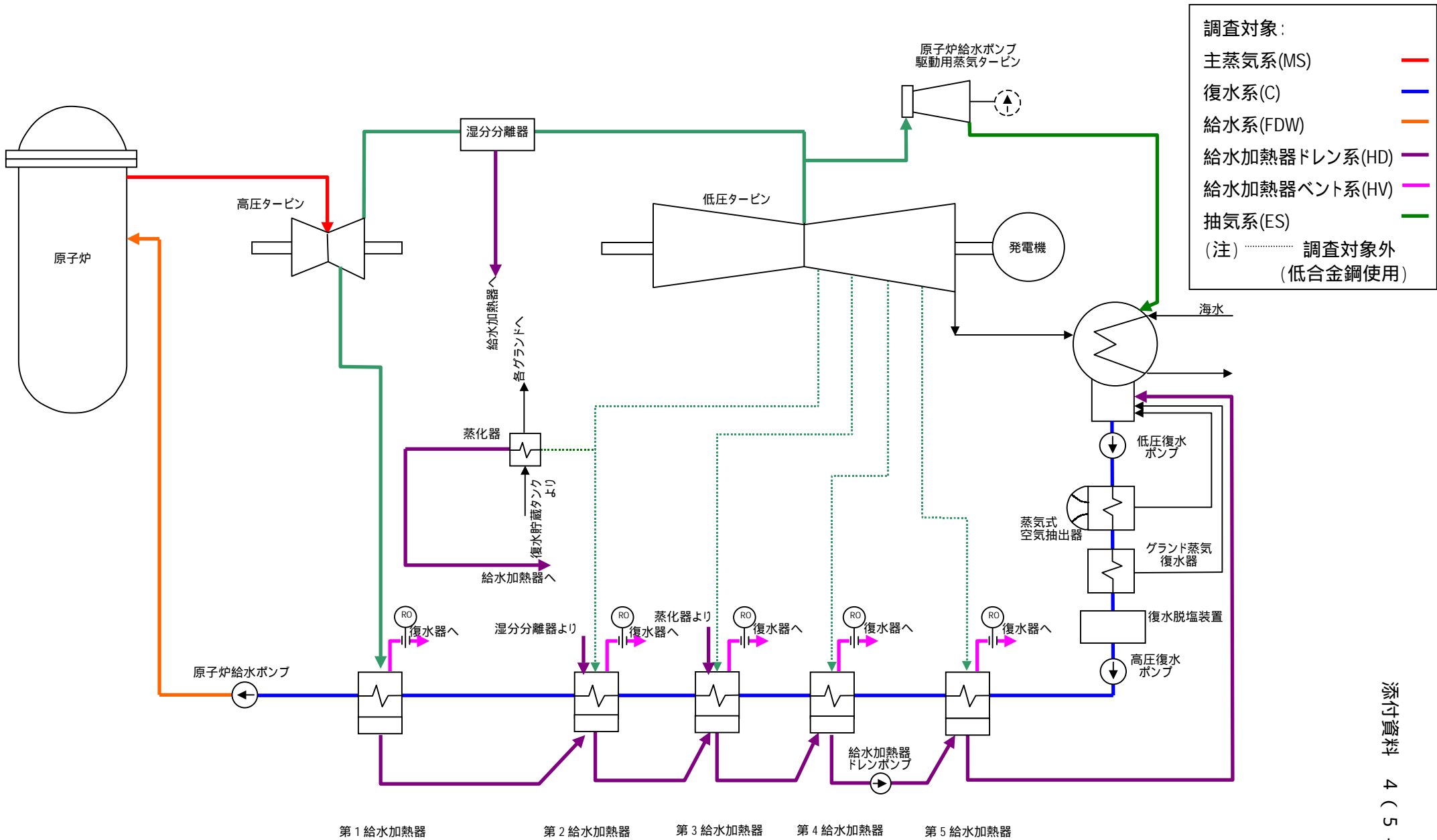


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 福島第一原子力発電所 5号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	945	945	190	755	0	
給水系統	235	235	136	99	0	
主蒸気系統	186	186	20	166	0	
抽気系統	261	261	94	167	0	
ドレン系統	778	778	222	556	0	ヒータベント, ドレン
合計	2405	2405	662	1743	0	

福島第一原子力発電所 5号機

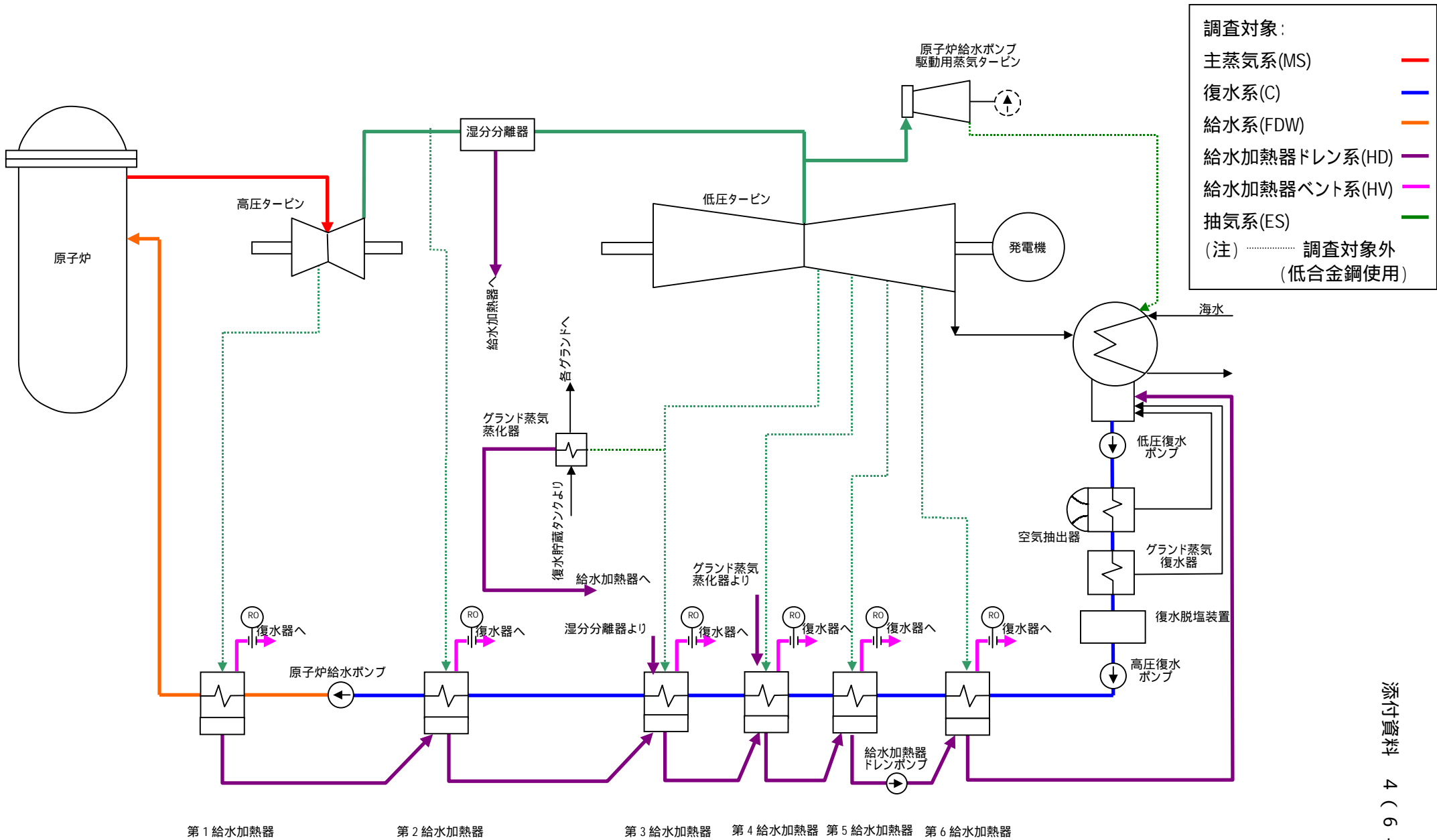


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 福島第一原子力発電所 6号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1379	1379	218	1161	0	
給水系統	277	277	187	90	0	
主蒸気系統	235	235	26	209	0	
抽気系統	64	64	12	52	0	
ドレン系統	778	778	155	623	0	ヒータベント, ドレン
合計	2733	2733	598	2135	0	

福島第一原子力発電所6号機

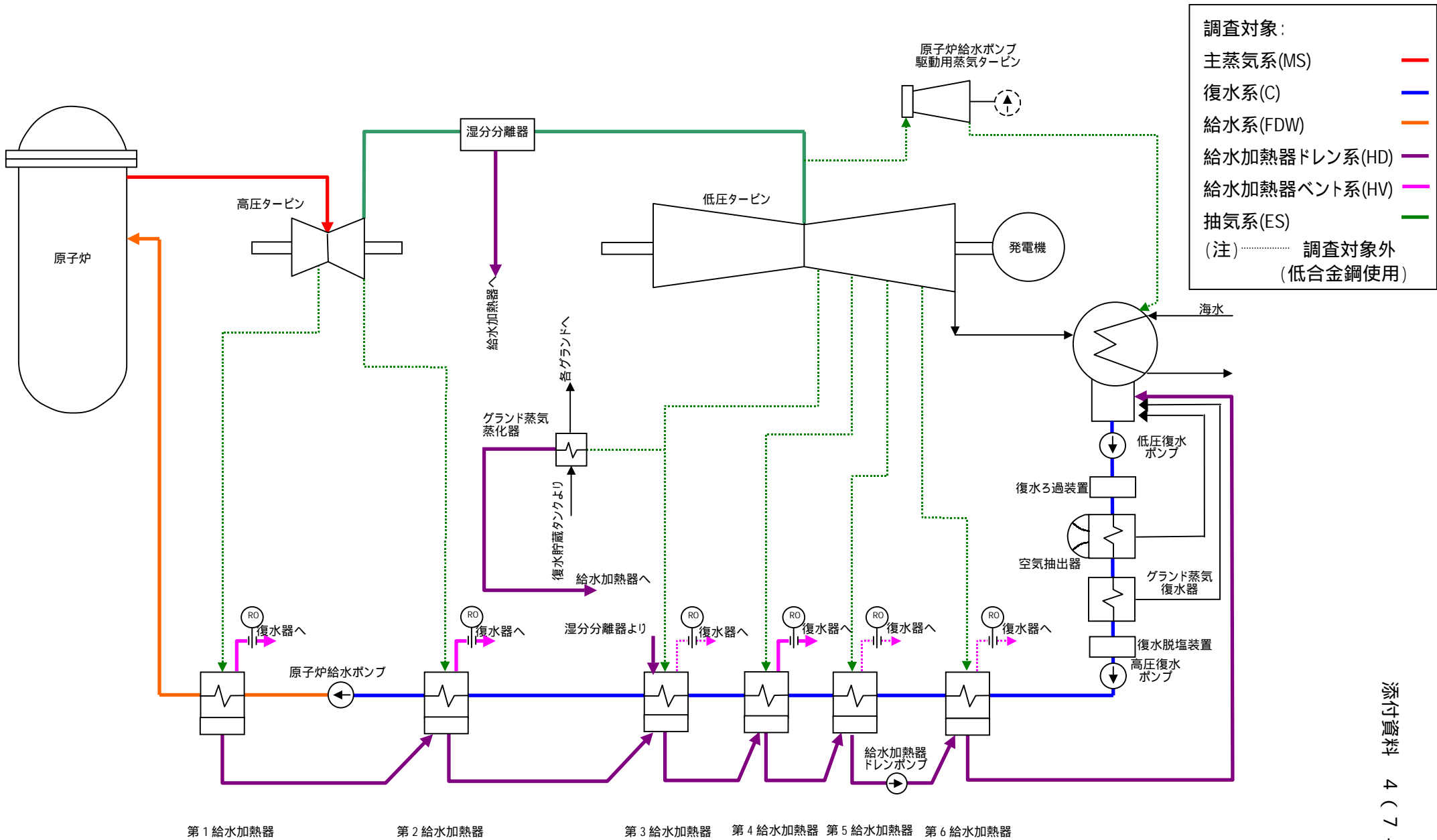


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 福島第二原子力発電所 1号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1551	1551	821	730	0	
給水系統	193	193	144	49	0	
主蒸気系統	244	244	64	180	0	
抽気系統	119	119	18	101	0	
ドレン系統	694	694	73	621	0	ヒータベント, ドレン
合計	2801	2801	1120	1681	0	

福島第二原子力発電所1号機

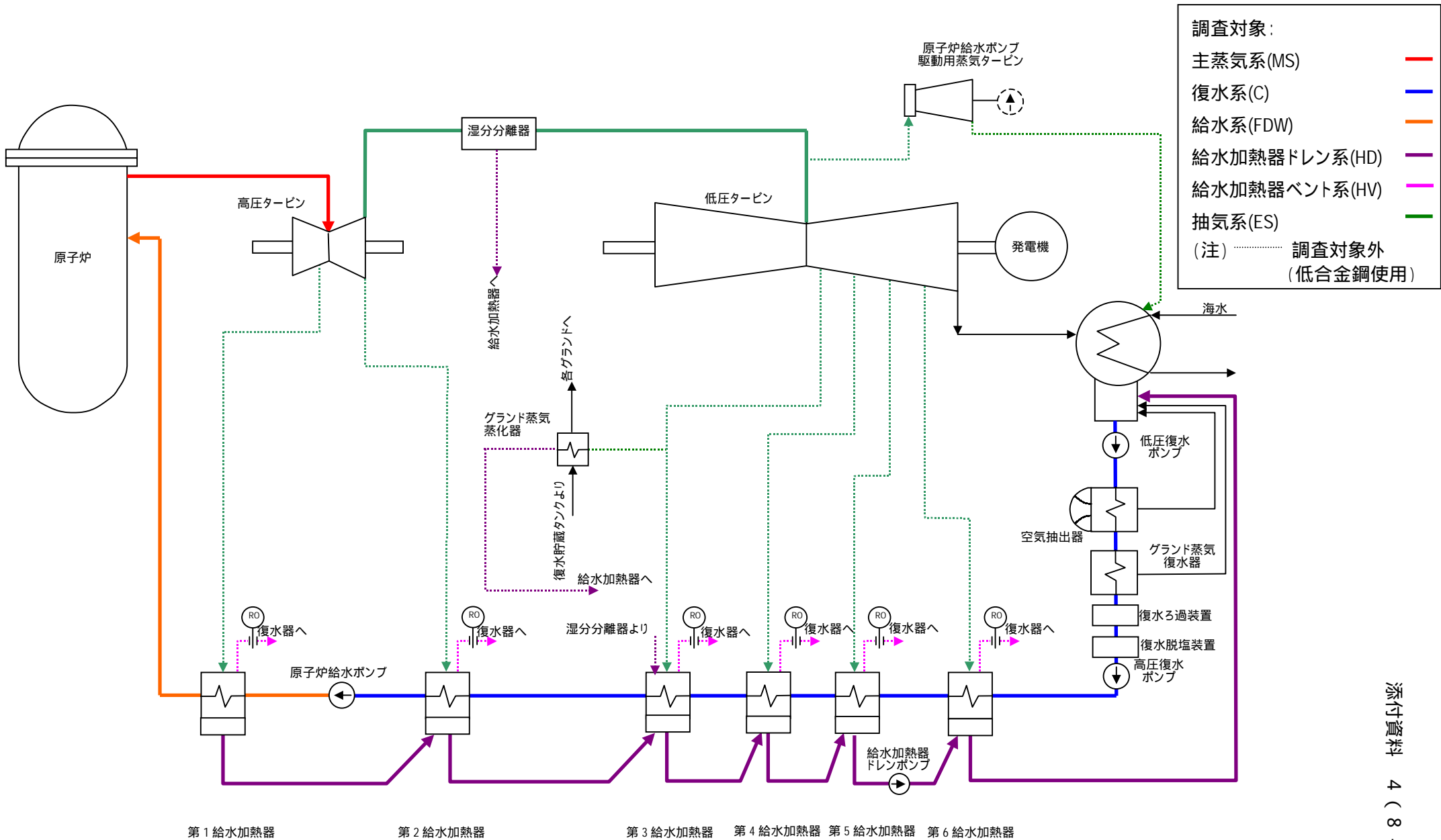


配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第二原子力発電所 2号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1663	1663	129	1534	0	
給水系統	307	307	78	229	0	
主蒸気系統	286	286	17	269	0	
抽気系統	21	21	0	21	0	
ドレン系統	856	856	0	856	0	ヒータベント, ドレン
合計	3133	3133	224	2909	0	

福島第二原子力発電所 2号機



調査対象:

- 主蒸気系(MS) —
- 復水系(C) —
- 給水系(FDW) —
- 给水加熱器ドレン系(HD) —
- 给水加熱器ベント系(HV) —
- 抽気系(ES) —

(注) 調査対象外
(低合金鋼使用)

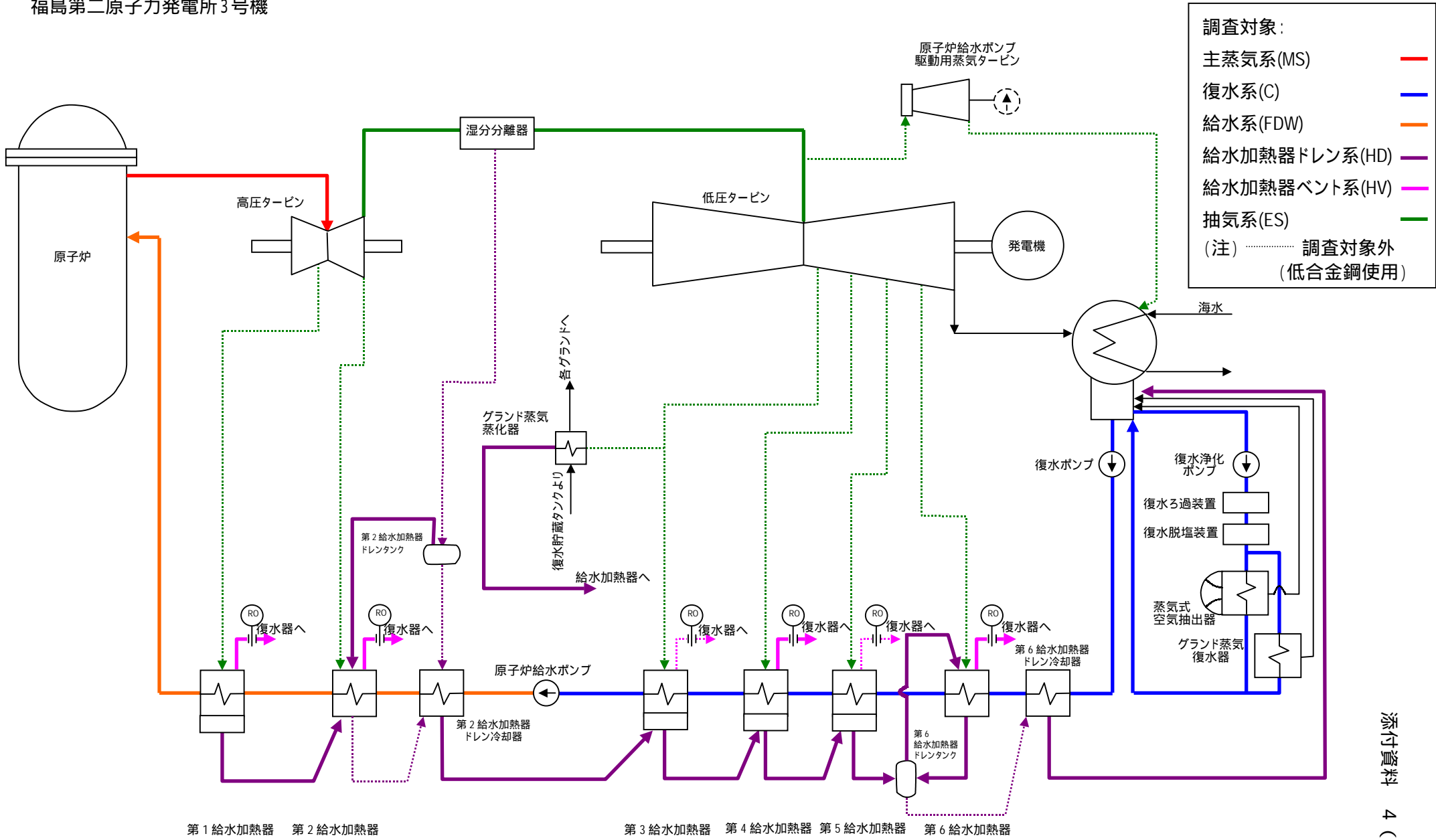
第1 给水加熱器 第2 给水加熱器 第3 给水加熱器 第4 给水加熱器 第5 给水加熱器 第6 给水加熱器

配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第二原子力発電所 3号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1594	1594	474	1120	0	
給水系統	201	201	177	24	0	
主蒸気系統	305	305	102	203	0	
抽気系統	81	81	12	69	0	
ドレン系統	656	656	79	577	0	ヒータベント, ドレン
合計	2837	2837	844	1993	0	

福島第二原子力発電所3号機



- 調査対象:
- 主蒸気系(MS) —
 - 復水系(C) —
 - 給水系(FDW) —
 - 給水加熱器ドレン系(HD) —
 - 給水加熱器ベント系(HV) —
 - 抽気系(ES) —
- (注) 調査対象外
(低合金鋼使用)

第1給水加熱器 第2給水加熱器

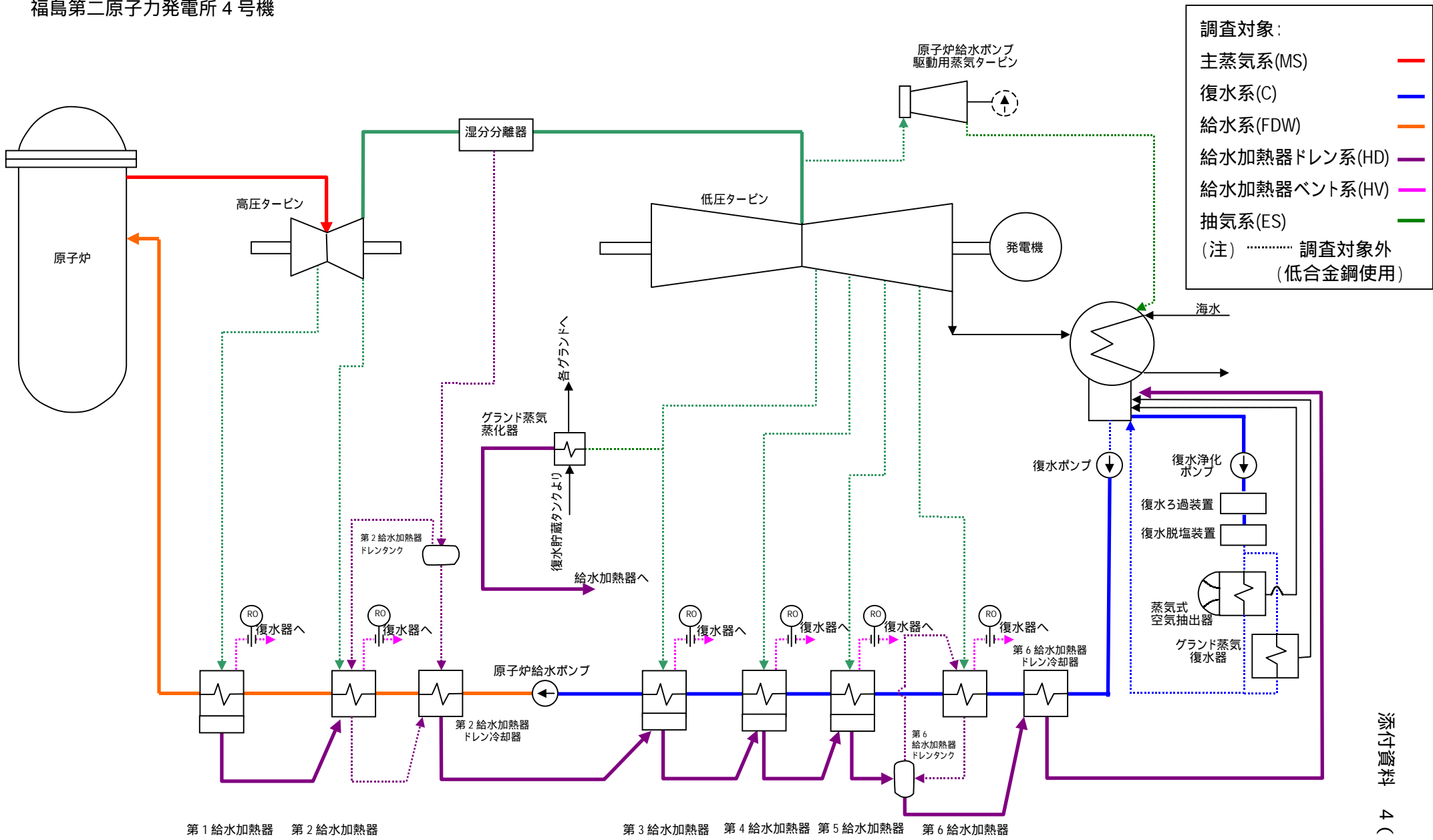
第3給水加熱器 第4給水加熱器 第5給水加熱器 第6給水加熱器

配管減肉に係る点検状況

プラント名:福島第二原子力発電所 4号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1451	1451	75	1376	0	
給水系統	345	345	62	283	0	
主蒸気系統	347	347	6	341	0	
抽気系統	44	44	0	44	0	
ドレン系統	440	440	1	439	0	ヒータベント, ドレン
合計	2627	2627	144	2483	0	

福島第二原子力発電所 4号機

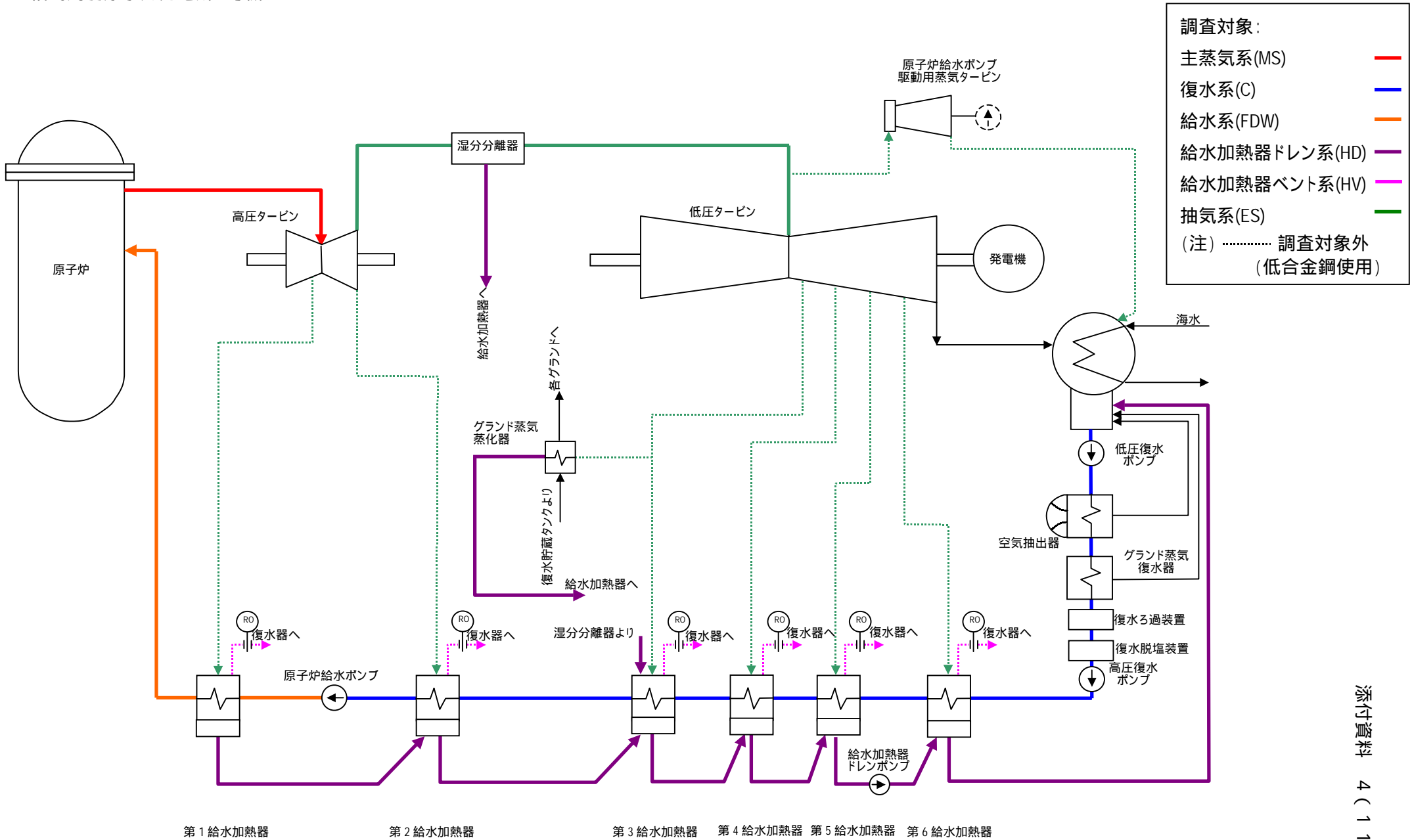


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 1号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1662	1662	424	1238	0	
給水系統	204	204	73	131	0	
主蒸気系統	217	217	97	120	0	
抽気系統	58	58	3	55	0	
ドレン系統	545	545	70	475	0	ヒータベント, ドレン
合計	2686	2686	667	2019	0	

柏崎刈羽原子力発電所1号機



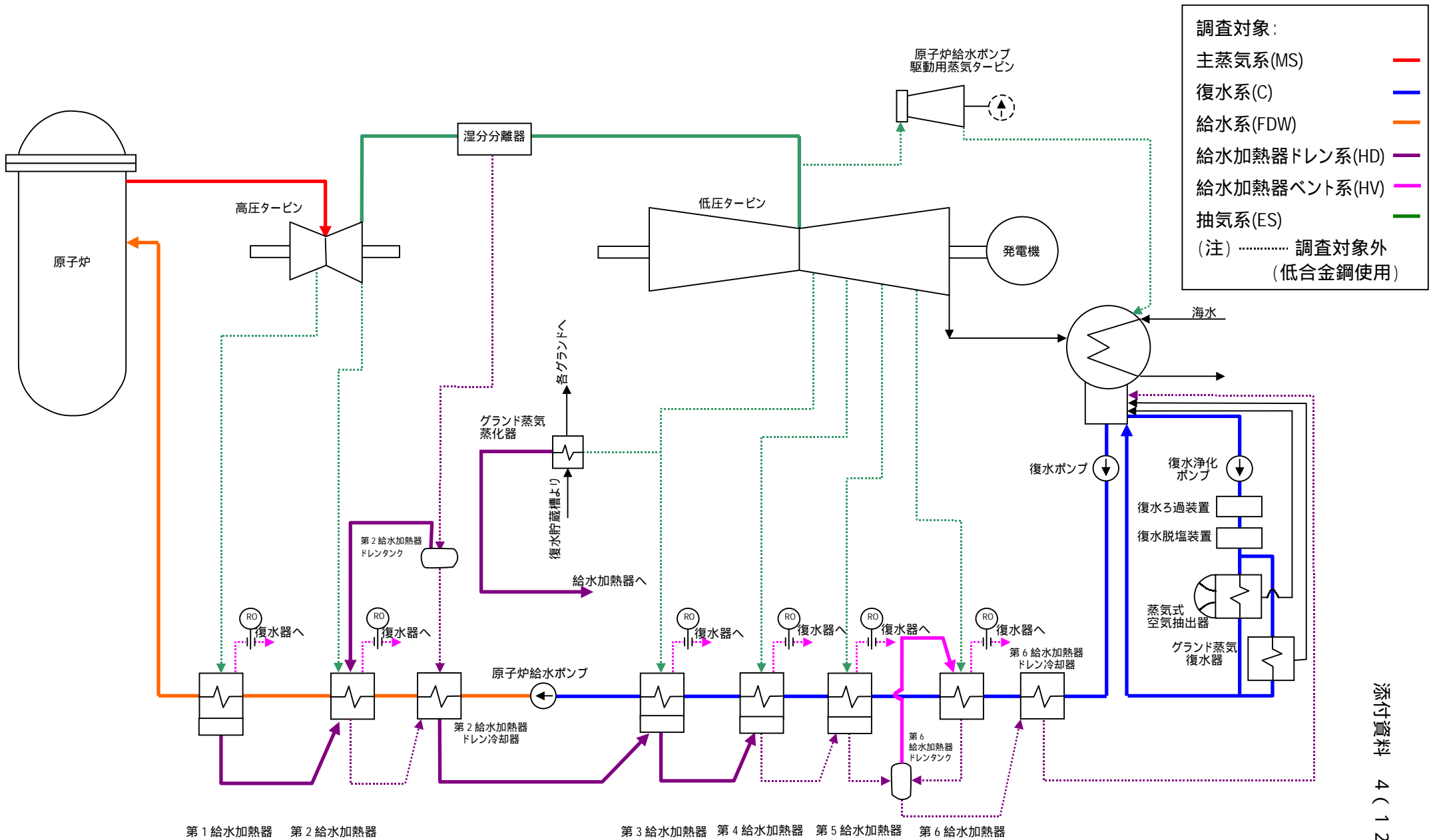
調査対象:
 主蒸気系 (MS) ————
 復水系 (C) ————
 給水系 (FDW) ————
 給水加熱器ドレン系 (HD) ————
 給水加熱器ベント系 (HV) ————
 抽気系 (ES) ————
 (注) 調査対象外
 (低合金鋼使用)

配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 2号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	2043	2043	294	1749	0	
給水系統	259	259	32	227	0	
主蒸気系統	228	228	17	211	0	
抽気系統	67	67	2	65	0	
ドレン系統	459	459	55	404	0	ヒータベント, ドレン
合計	3056	3056	400	2656	0	

柏崎刈羽原子力発電所第2号機

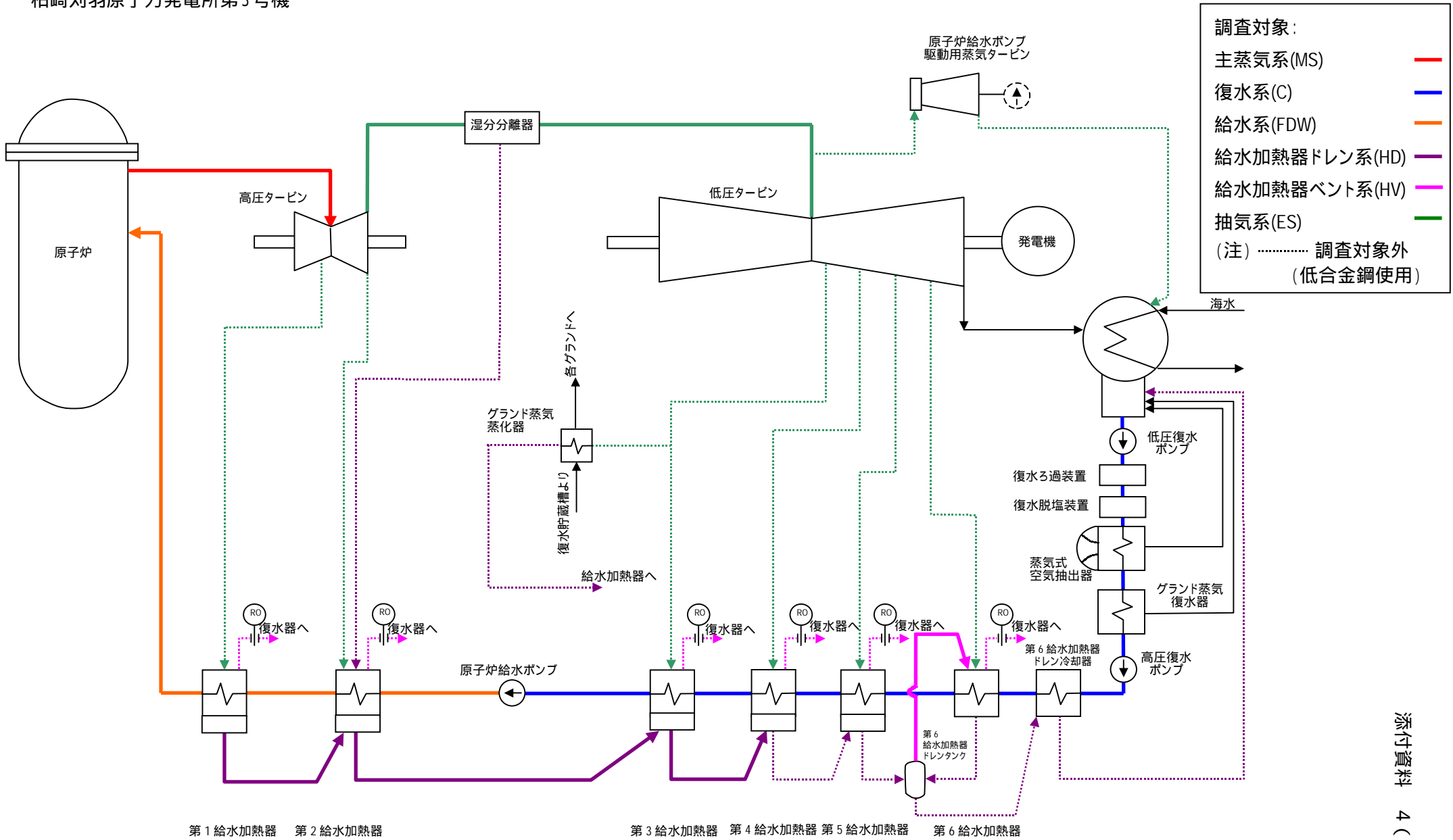


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 3号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1776	1776	68	1708	0	
給水系統	235	235	21	214	0	
主蒸気系統	153	153	16	137	0	
抽気系統	60	60	3	57	0	
ドレン系統	449	449	35	414	0	ヒータベント, ドレン
合計	2673	2673	143	2530	0	

柏崎刈羽原子力発電所第3号機

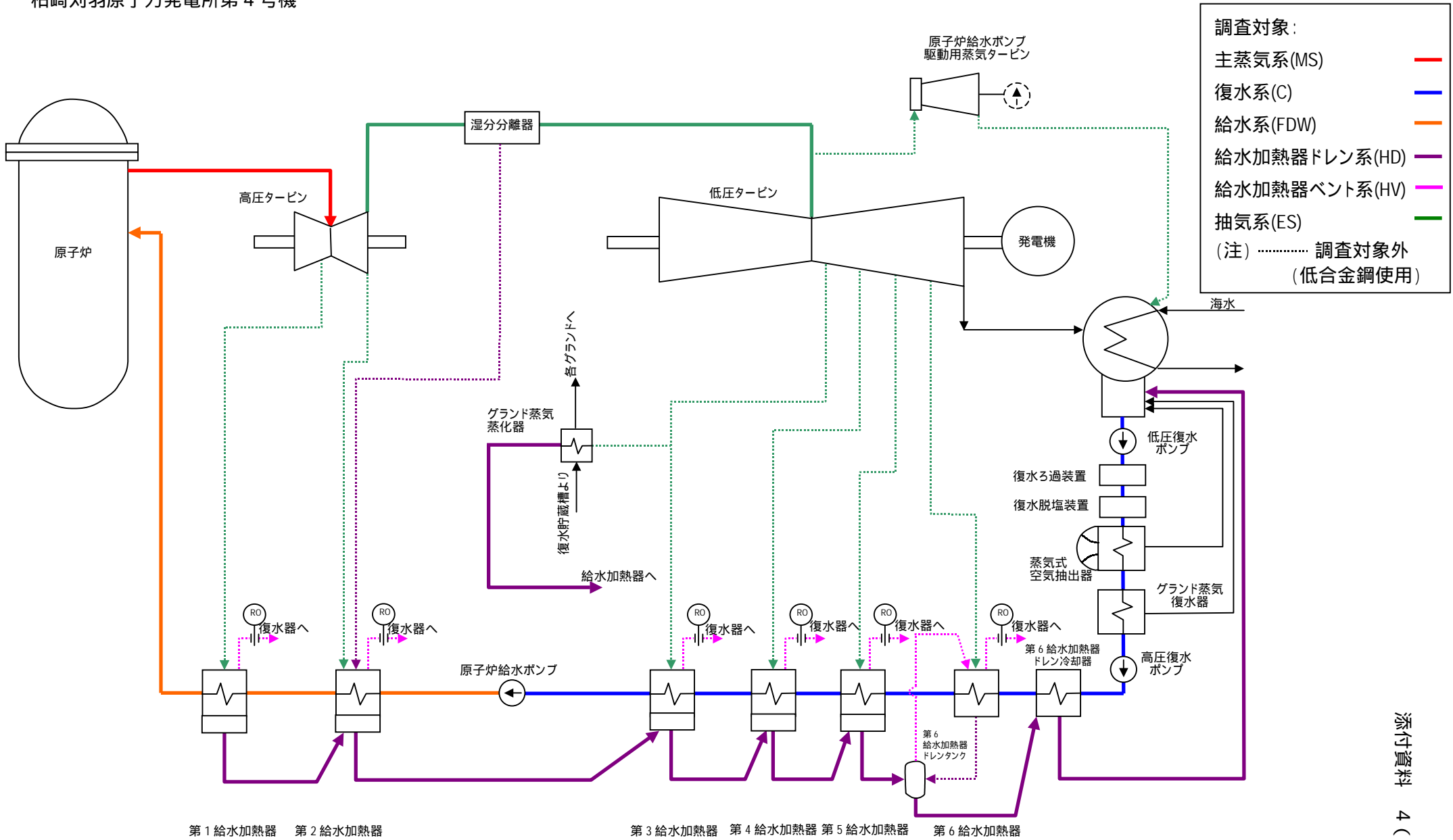


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 4号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1140	1140	65	1075	0	
給水系統	304	304	32	272	0	
主蒸気系統	214	214	4	210	0	
抽気系統	29	29	0	29	0	
ドレン系統	302	302	9	293	0	ヒータベント, ドレン
合計	1989	1989	110	1879	0	

柏崎刈羽原子力発電所第4号機

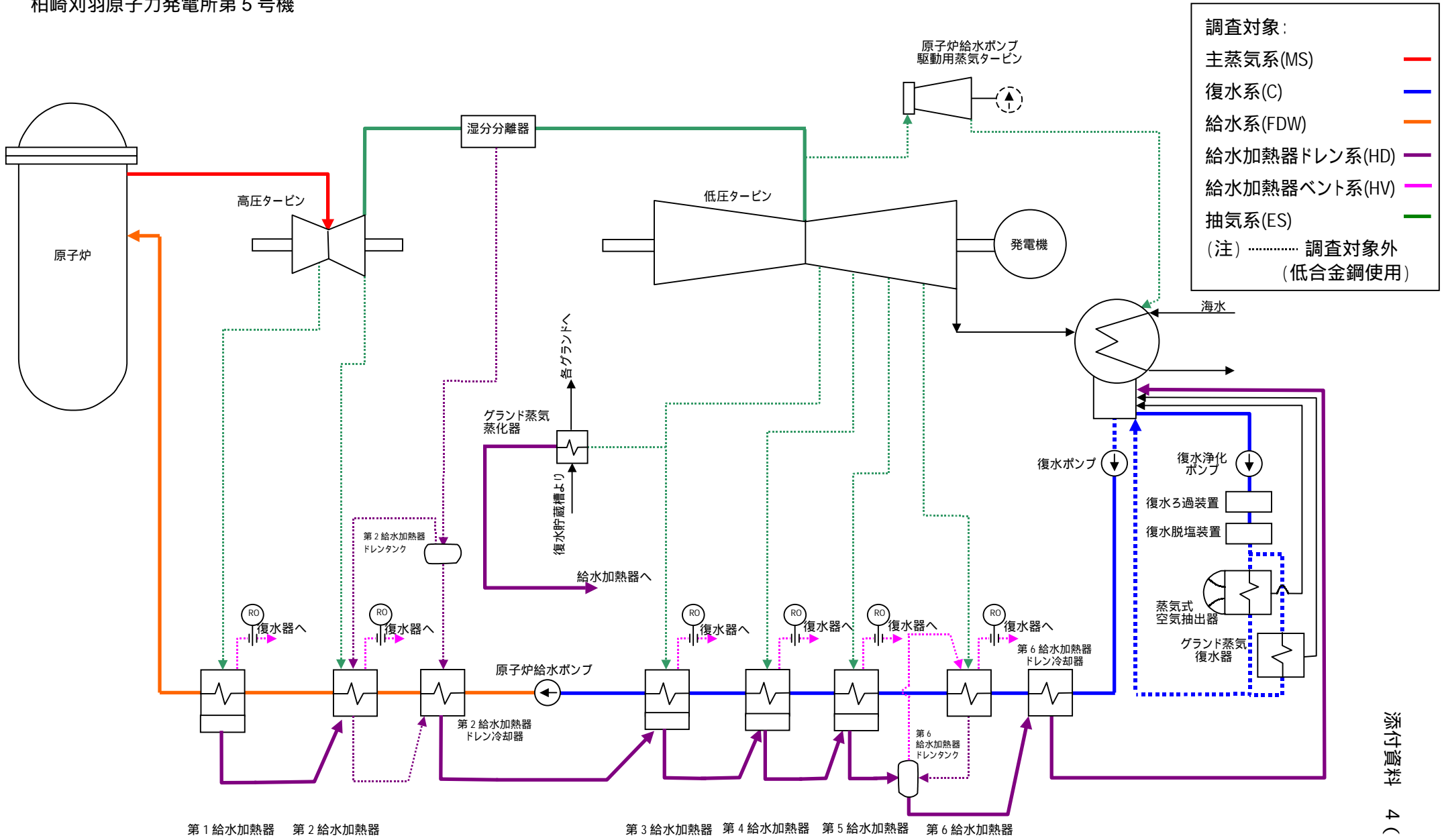


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 5号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1231	1231	67	1164	0	
給水系統	344	344	24	320	0	
主蒸気系統	339	339	27	312	0	
抽気系統	72	72	0	72	0	
ドレン系統	393	393	11	382	0	ヒータベント, ドレン
合計	2379	2379	129	2250	0	

柏崎刈羽原子力発電所第5号機

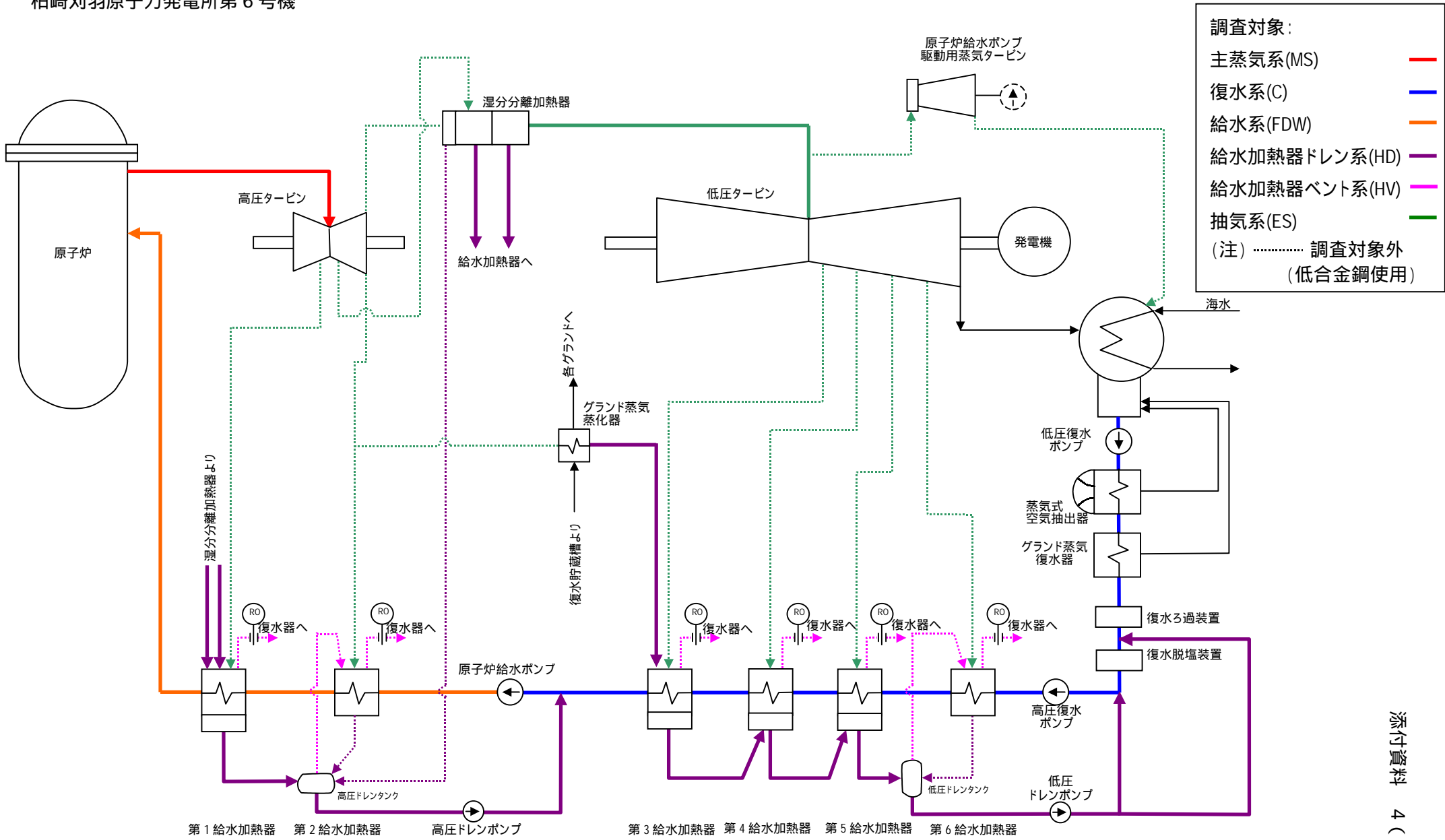


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 6号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1315	1315	3	1312	0	
給水系統	271	271	2	269	0	
主蒸気系統	174	174	5	169	0	
抽気系統	48	48	0	48	0	
ドレン系統	956	956	17	939	0	ヒータベント, ドレン
合計	2764	2764	27	2737	0	

柏崎刈羽原子力発電所第6号機

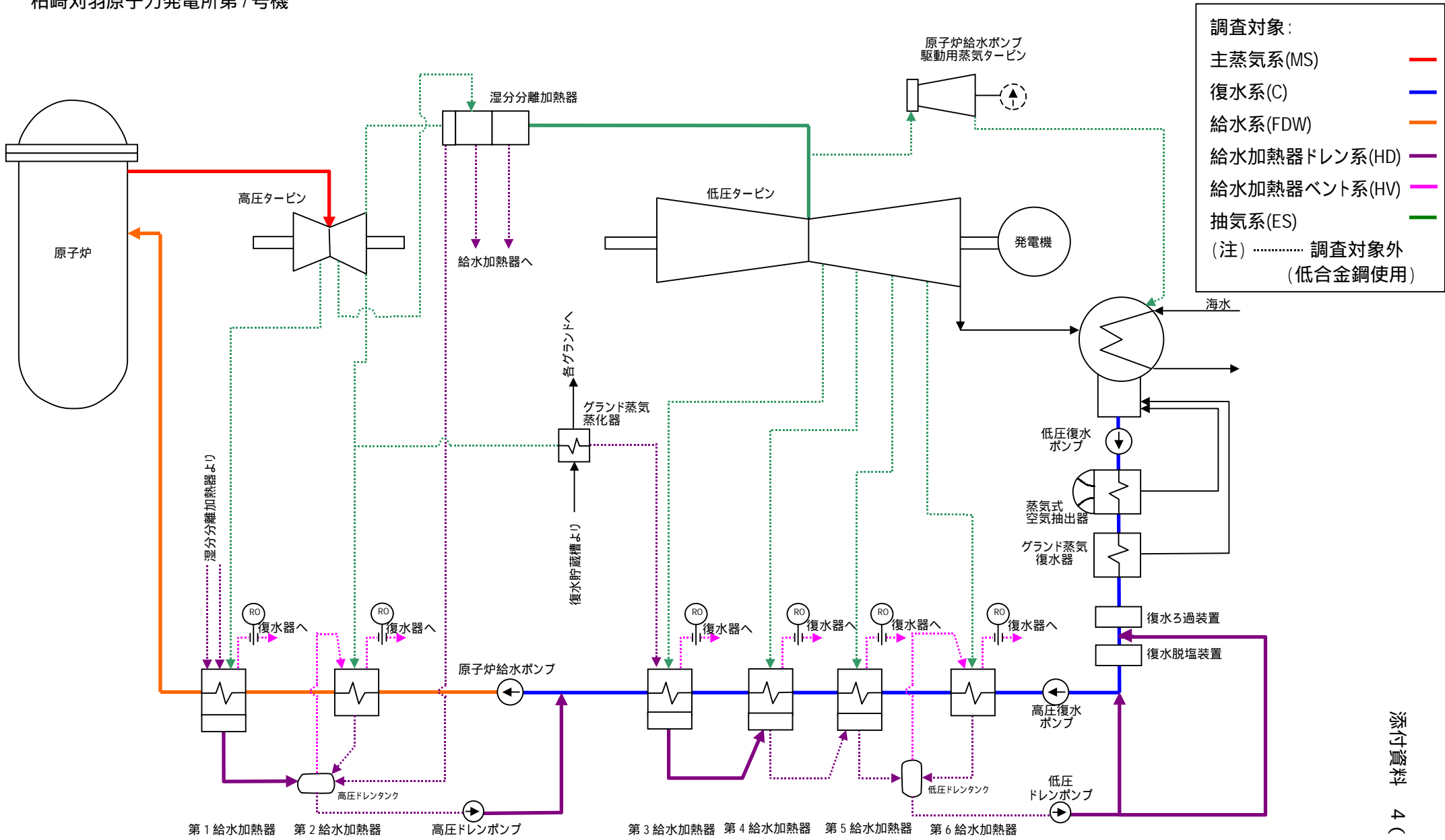


配管減肉に係る点検状況

プラント名: 柏崎刈羽原子力発電所 7号機

系統名	点検対象部位		肉厚管理実施部位		肉厚管理 未実施部位	備考
	当初計画	指示に基づく 確認後	点検済	点検未実施		
復水系統	1922	1922	61	1861	0	
給水系統	268	268	17	251	0	
主蒸気系統	220	220	0	220	0	
抽気系統	143	143	0	143	0	
ドレン系統	743	743	24	719	0	ヒータベント, ドレン
合計	3296	3296	102	3194	0	

柏崎刈羽原子力発電所第7号機



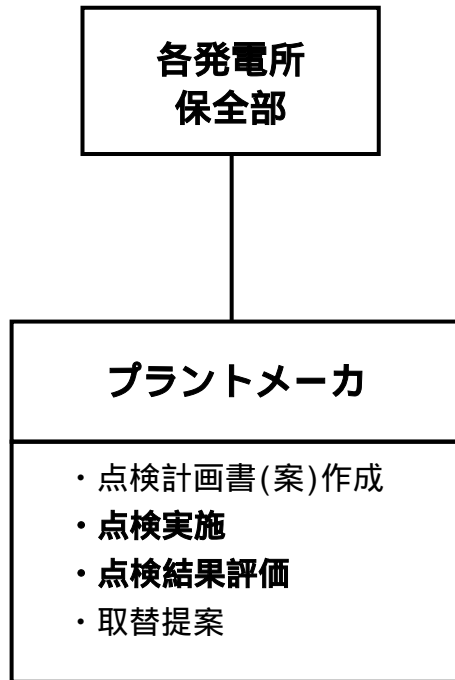
調査対象:

- 主蒸気系(MS) —
- 復水系(C) —
- 給水系(FDW) —
- 給水加熱器ドレン系(HD) —
- 給水加熱器ベント系(HV) —
- 抽気系(ES) —

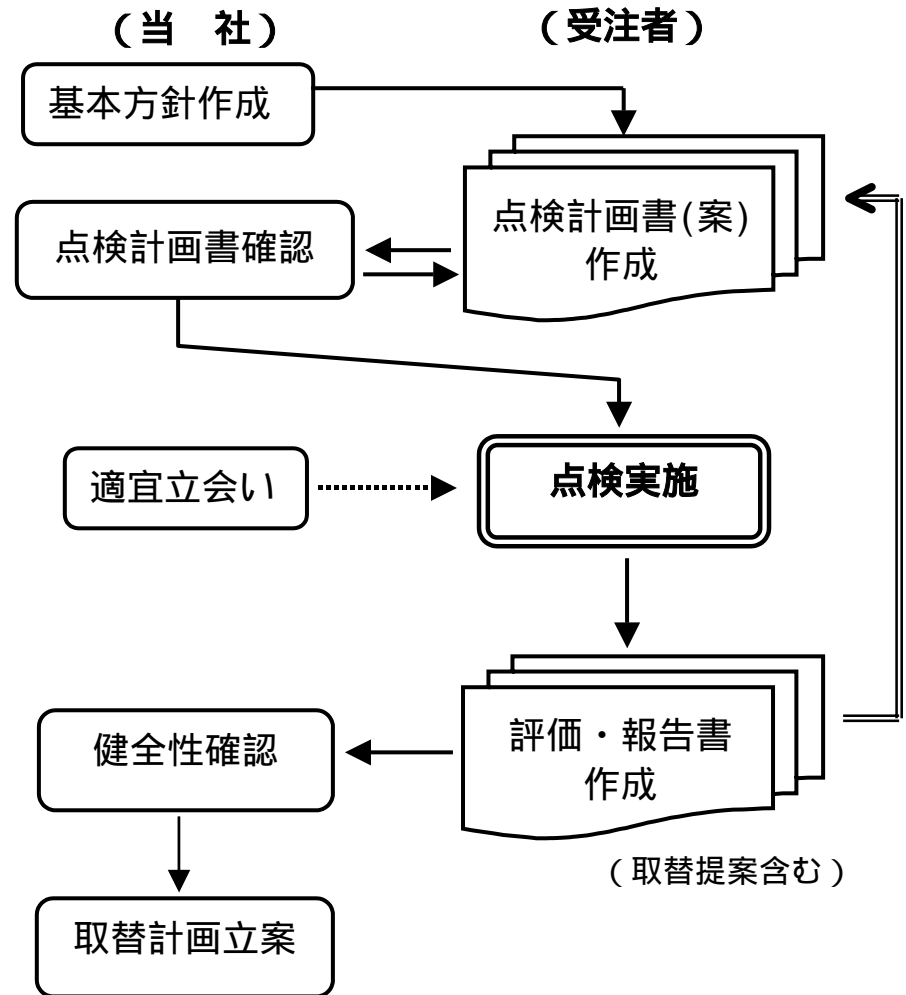
(注) 調査対象外
(低合金鋼使用)

点検実施体制

点検体制



肉厚管理フロー



点検結果例 福島第一原子力発電所 1号機

測定部位番号：C-SP-20-E

定期検査回数	第13回	第21回
測定値 (mm)	8.8	8.6
余寿命 (年)		34.2
累計運転時間 (khr)	87.3	158.4

部 位：原子炉給水ポンプ(A)入口エルボ
 材 質：SB49
 口 径：406.4 mm
 公称肉厚：9.5 mm
 必要最小肉厚：5.60 mm
 最高使用温度：149
 最高使用圧力：31.7 kg/cm²g

点検結果例 福島第一原子力発電所 2号機

測定部位番号：HD-P38-1-1

定期検査回数	第15回	第20回
測定値 (mm)	13.2	12.0
余寿命 (年)		3.6
累計運転時間 (khr)	142	189

部 位：湿分分離器ドレンライン

材 質：STPT42

口 径：355.6 mm

公称肉厚：11.1 mm

必要最小肉厚：3.80 mm

最高使用温度：205

最高使用圧力：17.6 kg/cm²g

点検結果例 福島第一原子力発電所 3号機

測定部位番号：FDW-P503-3

定期検査回数	第14回	第19回
測定値 (mm)	11.7	11.1
余寿命 (年)		6.1
累計運転時間 (khr)	118	166

部 位：復水浄化系ラインオリフィス下流

材 質：STPT38

口 径：318.5 mm

公称肉厚：10.3 mm

必要最小肉厚：3.80 mm

最高使用温度：66

最高使用圧力：3.6 kg/cm²g

点検結果例 福島第一原子力発電所 4号機

測定部位番号：FDW-SP-5-P

定期検査回数	第12回	第19回
測定値 (mm)	23.4	23.3
余寿命 (年)		115
累計運転時間 (khr)	102	168

部 位：M/DRFP (A) 出口ライン

材 質：STPT49

口 径：318.5 mm

公称肉厚：25.4 mm

必要最小肉厚：13.21 mm

最高使用温度：232

最高使用圧力：105.5 kg/cm²g

点検結果例 福島第一原子力発電所 5号機

測定部位番号：HD-P7-4

定期検査回数	第14回	第19回
測定値 (mm)	21.8	21.2
余寿命 (年)		1.96
累計運転時間 (khr)	119	168

部 位：給水加熱器ドレンライン
 材 質：A182F11
 口 径：216.3 mm
 公称肉厚：12.7 mm
 必要最小肉厚：0.38 mm
 最高使用温度：149
 最高使用圧力：3.6 kg/cm²g

点検結果例 福島第一原子力発電所 6号機

測定部位番号：GS-P103-3

定期検査回数	第 1 1 回	第 1 8 回
測定値 (mm)	8 . 4	7 . 9
余寿命 (年)		6 3
累計運転時間 (khr)	9 2	1 6 2

部 位：RFP タービンランド蒸気ライン

材 質：STPT42

口 径：1 6 5 . 2 mm

公 称 肉 厚： 7 . 1 mm

必要最小肉厚： 3 . 8 0 mm

最高使用温度：1 2 4

最高使用圧力： 3 . 6 kg/cm²g

点検結果例 福島第二原子力発電所 1号機

測定部位番号：C-SP-55

定期検査回数	第6回	第16回
測定値 (mm)	15.8	14.5
余寿命 (年)		5.7
累計運転時間 (khr)	52	146

部 位：HPCP(B)吸込ライン
 材 質：SB46
 口 径：762 mm
 公称肉厚：12.7 mm
 必要最小肉厚：7.56 mm
 最高使用温度：63
 最高使用圧力：23 kg/cm²g

点検結果例 福島第二原子力発電所 2号機

測定部位番号：C-SP-279-P

定期検査回数	第3回	第15回
測定値 (mm)	25.9	25.0
余寿命 (年)		94.9
累計運転時間 (khr)	25	140

部 位：M/DRFP 吸込ヘッダーライン

材 質：SB49

口 径：609.6 mm

公称肉厚：24.6 mm

必要最小肉厚：18.15 mm

最高使用温度：210

最高使用圧力：75 kg/cm²g

点検結果例 福島第二原子力発電所 3号機

測定部位番号：FDW-SPX-64

定期検査回数	第7回	第12回
測定値 (mm)	19.7	19.5
余寿命 (年)		132
累計運転時間 (khr)	63	109

部 位：M/DRFP (A) ミニフロー弁後弁下流

材 質：STPT49

口 径：267.4 mm

公称肉厚：21.4 mm

必要最小肉厚：14.47 mm

最高使用温度：154

最高使用圧力：138 kg/cm²g

点検結果例 福島第二原子力発電所 4号機

測定部位番号：C-SP-101-P

定期検査回数	第4回	第12回
測定値 (mm)	20.2	19.4
余寿命 (年)		78.6
累計運転時間 (khr)	37	112

部 位：第3給水加熱器(A)出口ライン

材 質：SB42

口 径：457.2 mm

公称肉厚：19.0 mm

必要最小肉厚：11.32 mm

最高使用温度：159

最高使用圧力：30 kg/cm²g

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 1号機

測定部位番号：C-P180-1

定期検査回数	第1回～第12回	第13回
測定値 (mm)		8.3
余寿命 (年)		52.2
累計運転時間 (khr)	113	122

部 位：HPCP (A) 吐出～給水ポンプシール水エルボ部

材 質：STPT38

口 径：139.8 mm

公称肉厚：9.5 mm

必要最小肉厚：3.80 mm

最高使用温度：63

最高使用圧力：67 kg/cm²g

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 2号機

測定部位番号：FDW-P28-3

定期検査回数	第1回～第9回	第10回
測定値 (mm)		26.8
余寿命 (年)		1.83
累計運転時間 (khr)	87	90

部 位：M/DRFP (A) ミニマムフロー弁下流レデューサ

材 質：SF50A

口 径：267.4 mm

公称肉厚：27.5 mm

必要最小肉厚：14.14 mm

最高使用温度：154

最高使用圧力：138 kg/cm²g

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 3号機

測定部位番号：C-P43-1-2

定期検査回数	第1回～第6回	第7回
測定値 (mm)		6.3
余寿命 (年)		7.1
累計運転時間 (khr)	5.9	6.9

部 位：復水回収ポンプ吐出流量調整弁下流レデューサ

材 質：STPT38

口 径：139.8 mm

公称肉厚：6.6 mm

必要最小肉厚：3.80 mm

最高使用温度：100

最高使用圧力：3.6 kg/cm²g

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 4号機

測定部位番号：C-238-B

定期検査回数	第1回～第4回	第5回
測定値 (mm)		10.4
余寿命 (年)		44
累計運転時間 (khr)	33	43

部 位：HPCP (A)(B) ミニマムフローラインエルボ部
 材 質：STPT42
 口 径：355.6 mm
 公称肉厚：11.1 mm
 必要最小肉厚：3.80 mm
 最高使用温度：70
 最高使用圧力：1.9 kg/cm²g & Vac

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 5号機

測定部位番号：FDW-1-P

定期検査回数	第1回～第2回	第3回
測定値 (mm)		24.5
余寿命 (年)		23.1
累計運転時間 (khr)	18.8	29.0

部 位：T/DRFP ミニフローライン FCV 下流

材 質：STPT49

口 径：318.5 mm

公称肉厚：25.4 mm

必要最小肉厚：18.20 mm

最高使用温度：165

最高使用圧力：146 atg

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 6号機

測定部位番号：ES-5-26-E

定期検査回数	第1回～第4回	第5回
測定値 (mm)		4.8
余寿命 (年)		34.1
累計運転時間 (khr)	38.4	48.5

部 位：クロスアラウンド管ドレンライン
 材 質：STPA23
 口 径： 60.5 mm
 公称肉厚： 5.5 mm
 必要最小肉厚： 0.49 mm
 最高使用温度：302
 最高使用圧力： 17.0 kg/cm²g & Vac

点検結果例 柏崎刈羽原子力発電所 7号機

測定部位番号：FDW-P2-13-1

定期検査回数	第1回～第4回	第5回
測定値 (mm)		16.8
余寿命 (年)		24.2
累計運転時間 (khr)	37.5	47.2

部 位：M/DRFP (B) ミニマムフローラインエルボ部

材 質：STPT480

口 径：267.4 mm

公称肉厚：18.2 mm

必要最小肉厚：10.82 mm

最高使用温度：207

最高使用圧力：102 kg/cm²g

本資料には、東京電力株式会社またはその他の企業の秘密情報が含まれている可能性があります。当社の許可なく本資料の複製物を作成すること、本資料の内容を本来の目的以外に使用すること、ならびに第三者に開示、公開する行為を禁止します。
東京電力株式会社

添付資料-7

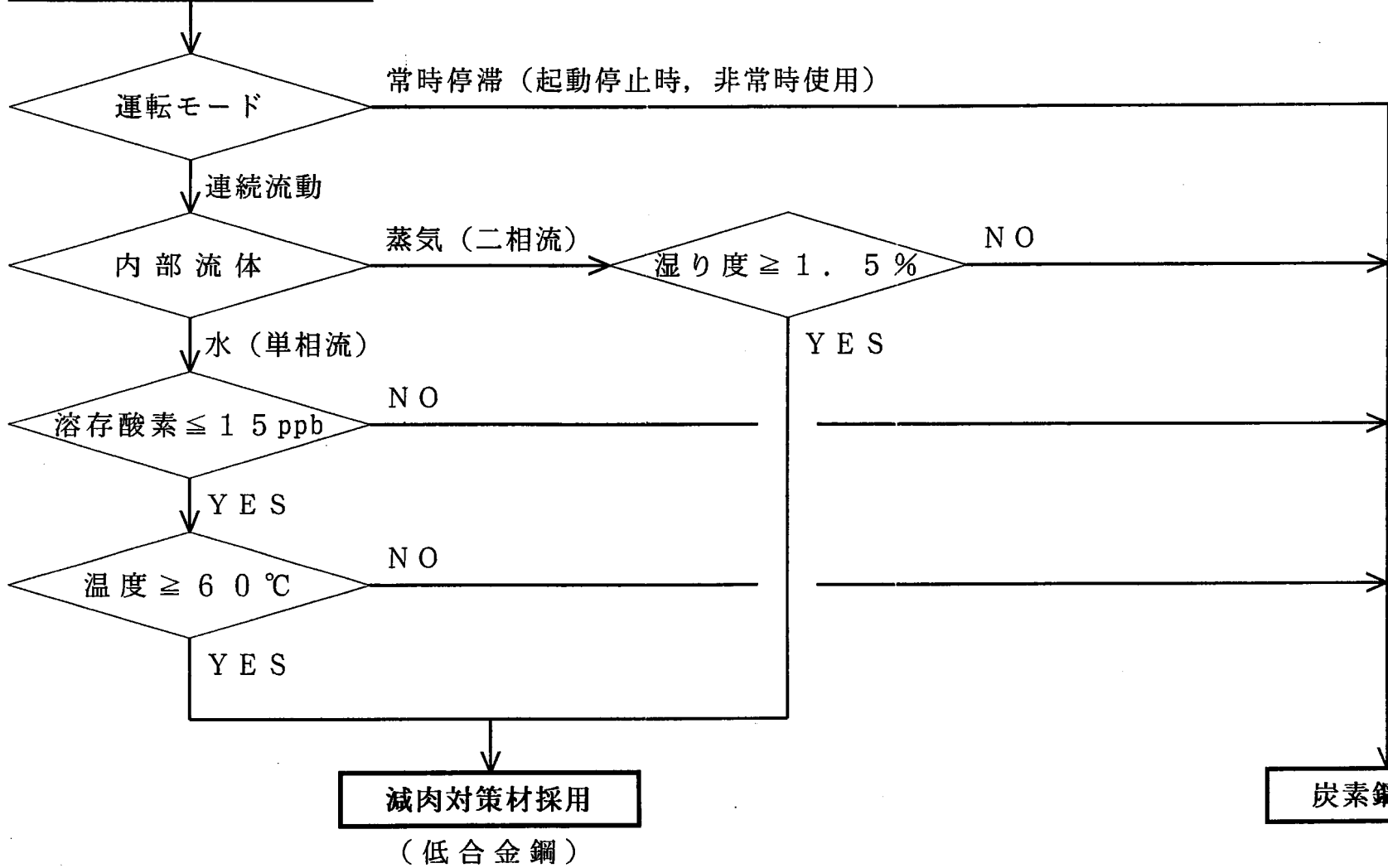
東京電力株式会社

配管肉厚測定データ整備業務

報 告 書

平成9年3月

原子炉冷却材内包配管



本資料には、東京電力株式会社またはその他の企業の秘密の情報が含まれている可能性があります。当社の許可なく本資料の内容を複製、改ざん、転載、公開、または第三者に開示することを禁じます。東京電力株式会社

減肉対策材採用フロー

減肉対策材採用 フローでの材質	当該配管 での現状	点検の考え方	ランク	減肉速度	点検ランク
対策材採用	炭素鋼	取替までの監視	1	1 mm / 年以上	A
				1 mm / 年未満	B
炭素鋼採用	対策材	代表箇所監視	2	/	C
	炭素鋼				
	対策材	代表箇所確認	3		D

[点検の考え方]

- 取替までの監視：減肉が見られるため、対策材への取替まで監視を続ける
- 代表箇所監視：減肉がわずかに見られるため、代表箇所を選定して減肉程度を適宜監視する
- 代表箇所確認：減肉はほとんど見られないが、予防保全として、サンプル的に減肉程度を確認する

配管点検ランクの考え方

本資料には、東京電力株式会社またはその他の
 企業の秘密情報が含まれている可能性があり
 ます。当社の許可なく本資料の複製物を作成す
 ること、本資料の内容を本来の目的以外に使用す
 ること、ならびに第三者に開示、公開する行為
 を禁止します。
 東京電力株式会社