

ガラス固化技術開発施設工事報告書  
遮蔽窓製作・据付工事

Construction Report of Tokai Vitrification Facility  
Radiation Shielding Window

1993年3月

動力炉・核燃料開発事業団  
東 海 事 業 所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section, Tokai Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, 4-33 O-aza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

ガラス固化技術開発施設建設工事報告書  
遮蔽窓製作・据付工事

Construction Report of Tokai Vitrification Facility  
Radiation Shielding Window

市野沢 仁<sup>\*2</sup>, 相沢 重樹<sup>\*3</sup>, 上野 勤<sup>\*3</sup>  
本橋 昌幸<sup>\*2</sup>, 室川 佳久<sup>\*3</sup>, 真道 隆治<sup>\*2</sup>  
新沢 幸一<sup>\*2</sup>, 石川 一富<sup>\*3</sup>, 小田内浅二<sup>\*3</sup>  
狩野 元信<sup>\*1</sup>, 瓜生 満<sup>\*2</sup>, 大山 康昌<sup>\*2</sup>  
三宮 都一<sup>\*2</sup>

要 旨

ガラス固化技術開発施設（以下「T V F」という。）の開発棟に設置した遮蔽窓（12基）及び遮蔽プラグ（1基）の設計・製作及び据付け工事の内容を取りまとめ報告する。

本報告の主要な内容は以下の通りである。

1. 工事の目的及び概要
2. 工事の仕様及び条件
3. 工事の方法及び手順
4. 施工上の技術的検討事項
5. 工事に関する反省と今後の課題

---

\* 1 : 本社 核燃料サイクル技術開発部業務課

\* 2 : 東海事業所 建設工務管理室

\* 3 : 東海事業所 環境施設部 処理第3課 (T V S)

## 目 次

1. 工事の目的及び概要 .....	1
2. 工事の期間 .....	1
3. 工事場所 .....	3
4. 工事の組織 .....	6
4. 1 建設工務管理室の工事管理組織 .....	6
4. 2 (株)岡部製作所の工事管理組織 .....	7
5. 工事管理 .....	8
5. 1 工程管理 .....	8
5. 2 安全管理 .....	8
5. 3 品質管理 .....	8
5. 3. 1 品質保証方針（動燃事業団） .....	8
5. 3. 2 品質保証方針（株)岡部製作所） .....	9
6. 工事の仕様及び条件 .....	11
6. 1 数量 .....	11
6. 2 遮蔽窓 .....	11
6. 3 遮蔽プラグ .....	14
6. 4 遮蔽窓枠 .....	15
7. 工事の方法及び手順 .....	47
7. 1 遮蔽窓枠据付 .....	47
7. 2 窓本体据付 .....	50
8. 遮蔽窓工事に係る人工数 .....	54
9. 施工上の技術的検討事項 .....	55
9. 1 事前調査 .....	55
9. 2 気密ガスケット及びリテーナ構造選定実験 .....	60
10. 検査 .....	67
10. 1 遮蔽窓枠 .....	67
10. 2 遮蔽窓本体 .....	70
10. 3 遮蔽プラグ .....	73
11. 工事に関する反省と今後の課題 .....	74
12. 謝辞 .....	75

## 1. 工事の目的及び概要

TVFの開発棟に設置した遮蔽窓13基（遮蔽窓12基・遮蔽プラグ1基）は、全て900kg以上（最大4.9トン）の重量物であるため、据付の事前準備として据付専用架台の取付を行い続いて外金枠、窓本体手順で据付を実施した。

### 1.1 固化セル（R001）内の遮蔽窓（G51M170～173）

固化セル内の観察、マスタースレーブマニプレータによる遠隔保守時の視認等を目的として設置した。但し、G51M173については、固化セル内における遠隔保守の主支援機器である固化セルクレーン及び両腕型マニプレータの保守、補修時のガータ及びブリッジの視認を主目的として設置した。なお、G51M170～172のセル内側カバーガラスは、遠隔保守を考慮して設計した。また、固化セルが高気密セルであるため、遮蔽窓は気密性を確保する設計とした。

### 1.2 分析セル（R103）内の遮蔽窓（G51M175～178）

分析セル内のマスタースレーブマニプレータによる遠隔操作、遠隔保守等の視認確保を目的として設置した。なお、セル内側のカバーガラスは、遠隔保守を考慮して設計した。

### 1.3 除染セル（R101）内の遮蔽窓（G51M180・181）

除染セル内と固化セル間の物品搬入及び除染セル内でのマスタースレーブマニプレータによる遠隔操作等の視認を目的として設置した。なお、セル内側のカバーガラスは、遠隔保守を考慮して設計した。また、除染セルが高気密セルであるため、遮蔽窓は気密性を確保する設計とした。

### 1.4 搬送セル（R102）内の遮蔽窓（G51M179）

搬送セル内のマスタースレーブマニプレータによる遠隔操作等を主目的として設置した。

### 1.5 搬送室（A221）の遮蔽窓

搬送室内の遮蔽窓は、見学者ホール（ホワイト区域2F）からの搬送室内観察用として設置した。

## 2. 工事の期間

本工事は、昭和63年12月15日に平成3年3月31日の納期で日本電気硝子㈱との間に契約を締結した。その後昭和63年12月末より設計を開始、材料発注から製作加工を経て現地検査までは、予定通り進行した。現地での据付施工に関しては、一部建築工程等の遅れにより据付時期の遅れが発生したが、他工事への影響は無く、平成3年3月29日をもって竣工した。

本工事の設計開始から工事完了に至るまでの全体工程を表-2.1に示す。

表-2.1 ガラス固化技術開発施設開発棟遮蔽窓工事全体工程表

◎科学技術庁立会 ●PNC立会 ○自主検査	1988	1989												1990												1991						
		12月	1月	2月	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	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
1. 遮蔽窓枠																																
承認申請																																
材料発注																																
材料検査																																
製作・加工																																
検査																																
梱包・出荷																																
掘付・施工																																
現地検査																																
2. 窓本体																																
(1) 金属枠・ガラス																																
材料・発注																																
材料・検査																																
製作・加工																																
検査																																
(2) ガラス加工検査																																
(3) 納込																																
(4) 完成品検査																																
(5) 現地履付施工																																
(6) 現地検査																																

### 3. 工事場所

本工事は、再処理施設内のクリプトン回収技術開発施設及び高放射性貯蔵場に隣接して設置したTVFの固化セル（R001）、分析セル（R103）、搬送セル（R102）、除染セル（R101）及び搬送室（A221）に合計13基の遮蔽窓及び遮蔽プラグを設置した。

TVFの事業所内配置を図-3.1に、建家内の遮蔽窓及び遮蔽プラグ据付場所を図-3.2に示す。

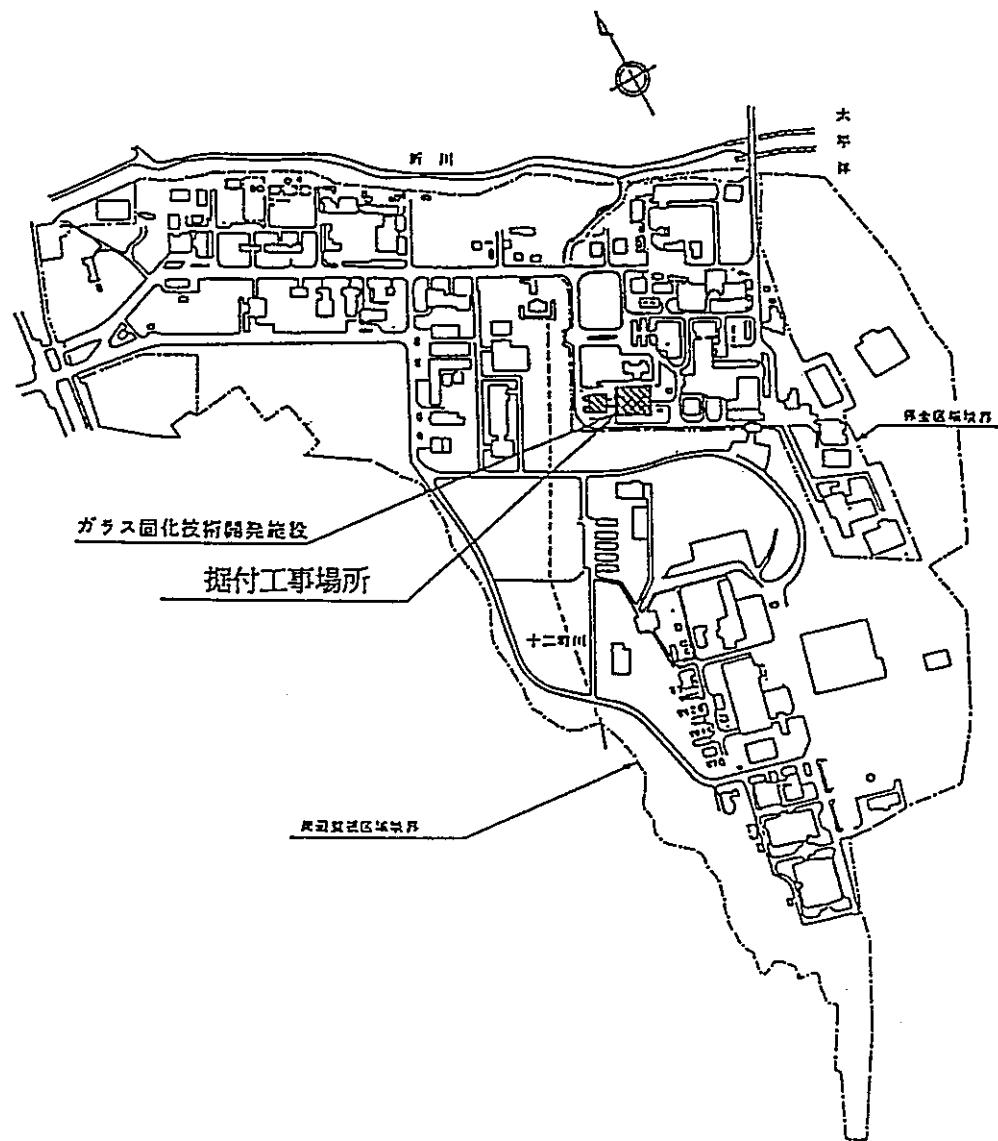


図-3.1 東海事業所敷地図

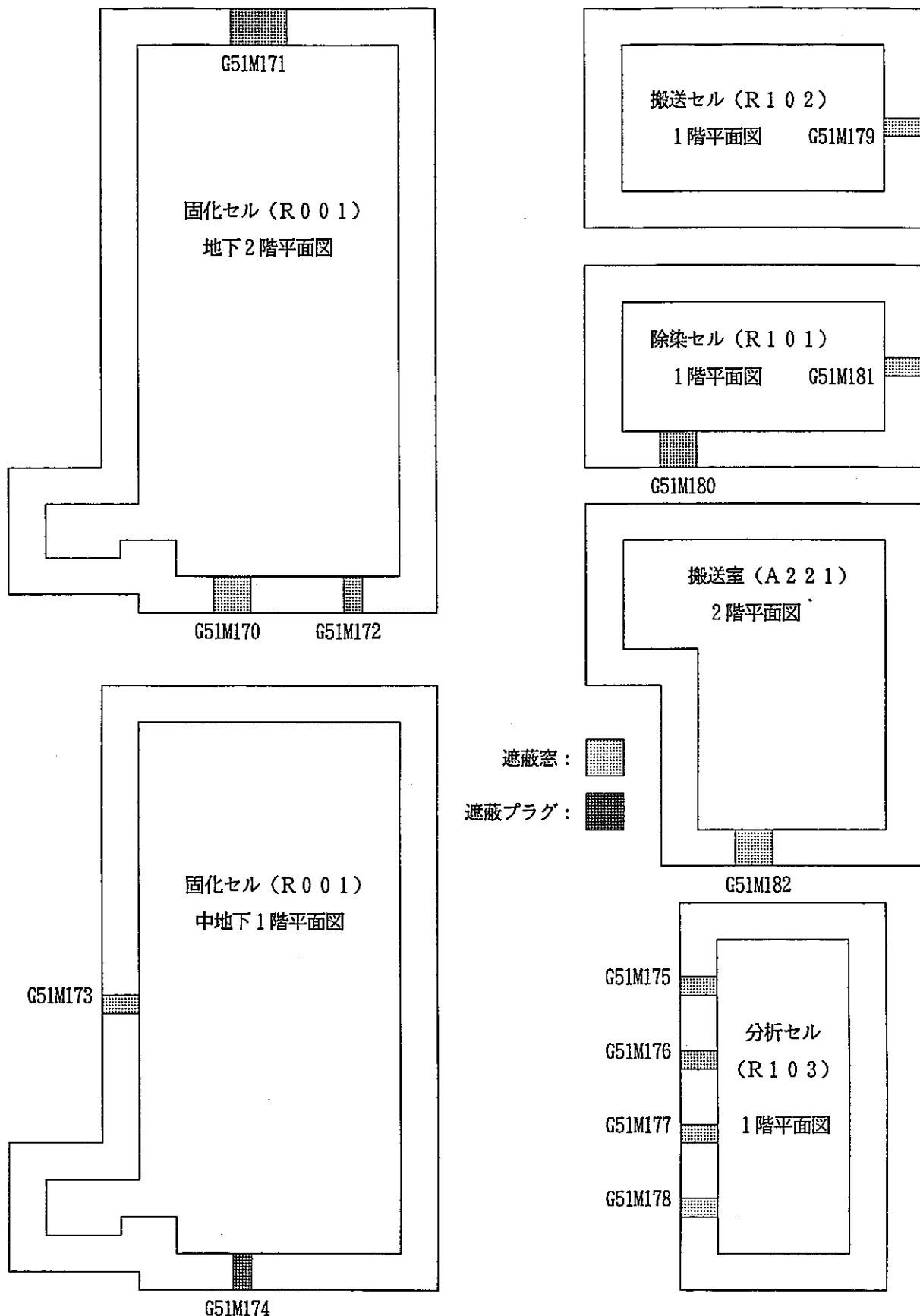
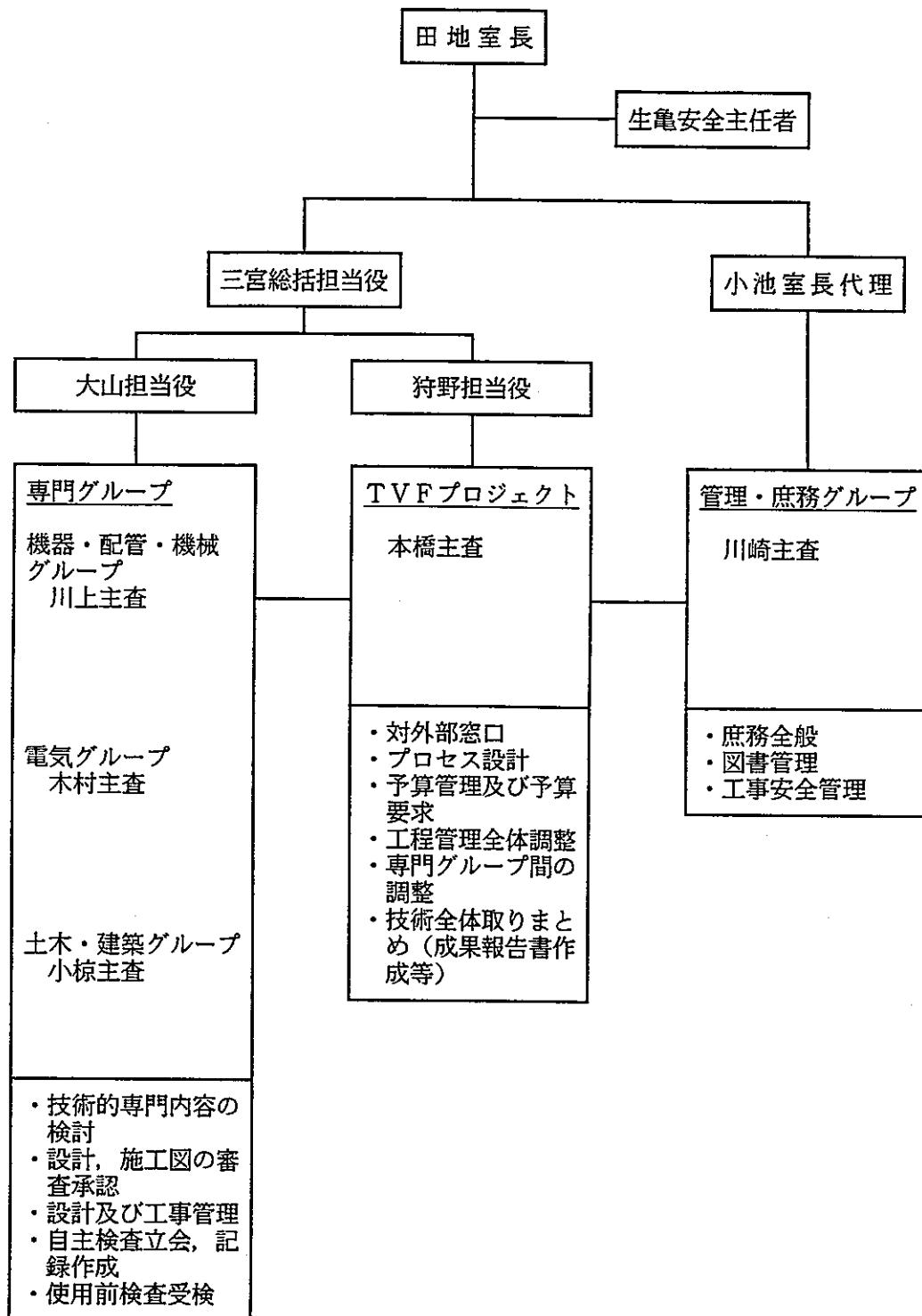


図 - 3. 2 遮蔽窓工事据付位置詳細図

#### 4. 工事の組織

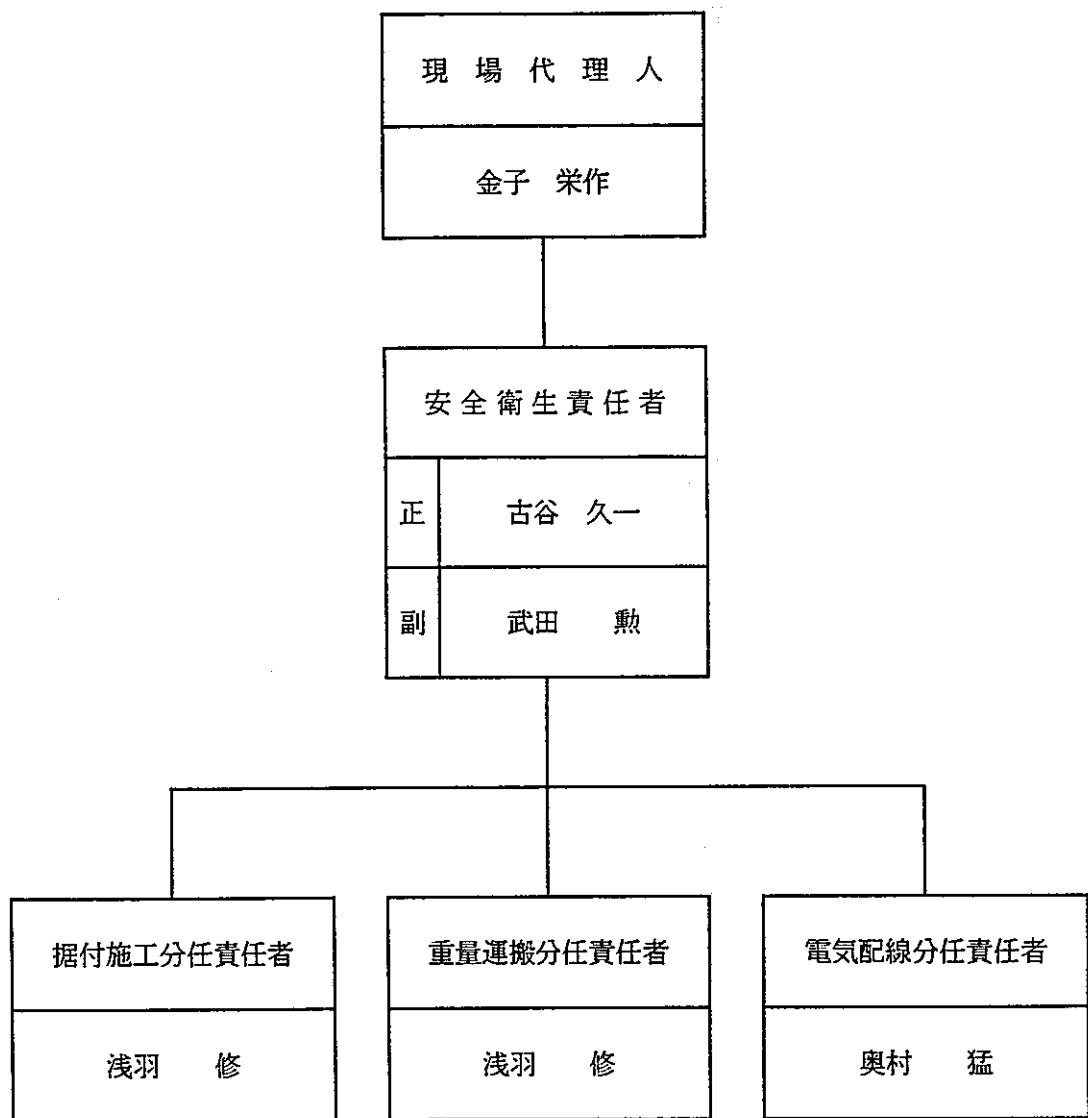
##### 4.1 建設工務管理室の工事管理組織



組織図

#### 4.2 岡部製作所の工事管理組織

岡部製作所の工事管理組織を以下に示す。



## 5. 工事管理

### 5.1 工程管理

#### 5.1.1 3ヶ月工程会議

3ヶ月工程表を作成し、全体工程会議開催日（毎月第2週の水曜日）の前週の金曜日に提出し、全体工程会議において、他社の進捗状況を把握した上で他社との調整を行い、工程に遅れが発生しないように管理した。

#### 5.1.2 3週間工程表の提出

3週間工程（実績及び予定）表を作成し、実績工程を記入することにより、進捗状況を把握し工程に遅れが発生しないよう管理した。

### 5.2 安全管理

#### 5.2.1 新規入場者の教育

新たに雇い入れた作業者には、構内遵守事項・安全衛生規則等に基づき、安全衛生責任者により安全教育を実施するよう指導した。

#### 5.2.2 ツールボックスミーティング（TBM）

日常、朝礼の後で安全作業指示書に作業内容・安全ポイントを記載し、これに基づき、作業者全員に作業内容を周知徹底させ、安全の確保に努めるよう指導した。

#### 5.2.3 危険予知ミーティング

日常、TBMの後、後日の作業内容に応じ、潜在危険の先取除去を目的として、作業者同士により危険予知ミーティングを実施するよう指導した。

#### 5.2.4 安全パトロール

日常、午前、午後に分け安全パトロールを実施し、不安全行為、不安全施設の撲滅に努めた。また、終業時には、火気の有無を確認するよう指導した。

### 5.3 品質管理

#### 5.3.1 品質保証方針（動燃事業団）

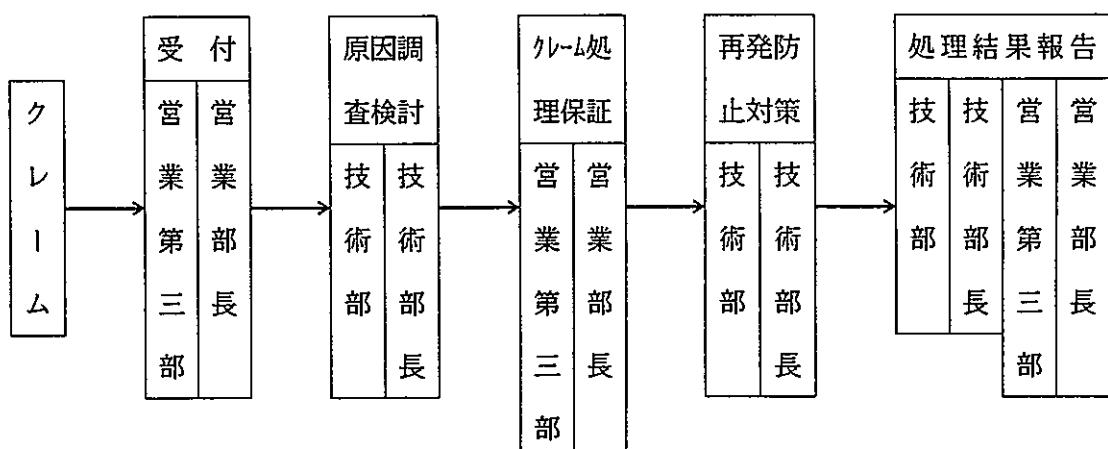
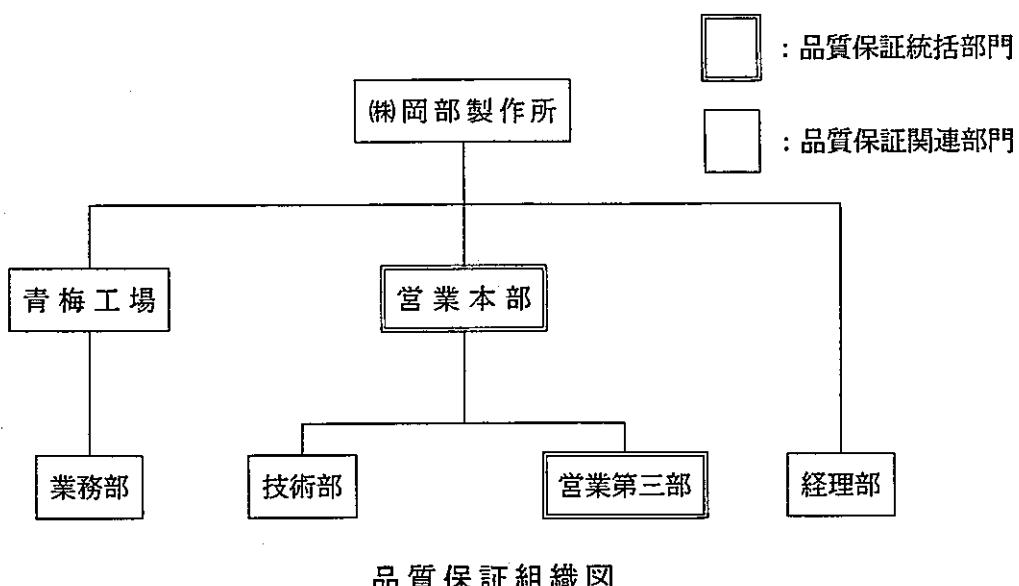
本工事を実施して行く上で、動燃事業団東海事業所QA活動基本計画に沿って具体的活動を実施してきた。

本QA活動の展開にあたっては、関係法令・QA計画書に基づく規則、要領、マニュアル類の遵守及びQAパトロール（毎月）の実施等積極的な取組がなされ品質保証活動を推進してきた。図-5.1に品質保証組織図を示す。

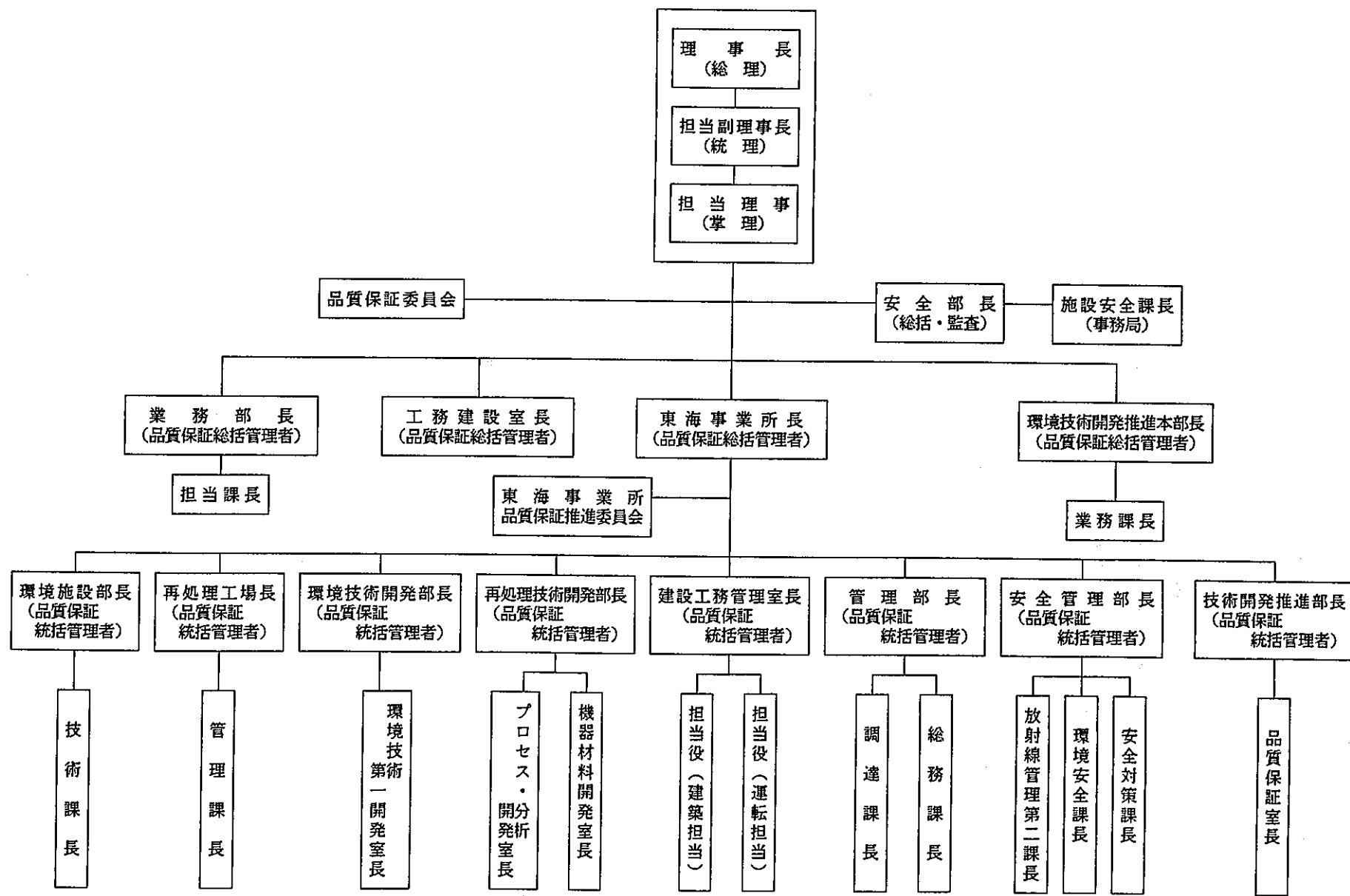
### 5.3.2 品質保証方針（㈱岡部製作所）

（㈱岡部製作所、営業本部長、営業第三部（部長・課長・担当者）、経理部（部長・課長）技術部（部長・課長・担当者）、青梅工場（工場長・業務部長）で構成し、遮蔽窓の受注状況、進行状況、各工程の状況、納入時における諸問題等を検討し、各部門ごとに問題及び状況を把握し、常に品質の向上を目指す。

下図にメーカの品質保証組織図及びクレーム処理表を示す。



クレーム処理フロー



## 6. 工事の仕様及び条件

## 6.1 数量

表 - 6.1 数量

遮蔽窓機器番号	遮蔽窓枠号	数量	参考図
G51M170	RWF170	1	図-6.1
G51M171	RWF171	1	図-6.2
G51M172	RWF172	1	図-6.3
G51M173	RWF173	1	図-6.4
G51M174	RWF174	1*	図-6.5
G51M175	RWF175	1	図-6.6
G51M176	RWF176	1	
G51M177	RWF177	1	
G51M178	RWF178	1	
G51M179	RWF179	1	図-6.7
G51M180	RWF180	1	図-6.8
G51M181	RWF181	1	図-6.9
G51M182	RWF182	1	図-6.10

\*: 遮蔽プラグとする

## 6.2 遮蔽窓

## 6.2.1 性能

- 1) ドライタイプとした。
- 2) 遮蔽窓取付壁の遮蔽担保厚と同等以上の遮蔽能力となるよう設計した。遮蔽担保厚は表-6.2 遮蔽窓仕様による。
- 3) 可視範囲は表-6.2 遮蔽窓仕様による。
- 4) 全てのガラス表面は無反射処理を行った。可視光線の透過率は40%以上とした。(表-6.2 参照)
- 5) 耐震上、充分な強度を持たせた。(遮蔽窓本体と遮蔽窓枠の固定ボルト) ボルトの強度は次の条件で設計した。

表-6.2 遮蔽窓仕様

設置場所		固化セル (R001)					分析セル (R103)				搬送セル (R102B)	除染セル (R101)	搬送室 (A221)	
機器番号		G51M170	G51M171	G51M172	G51M173	G51M174*2	G51M175	G51M176	G51M177	G51M178	G51M179	G51M180	G51M181	G51M182
取付遮蔽壁	材質	普通コンクリート					普通コンクリート				同左	同左	同左	
	厚さ (mm)	1700	1700	1700	1455	1700	1300	1300	1300	1300	1700	1600	1400	1000
	遮蔽担保厚さ (mm)	1600	1600	1600	1360	1600	1200	1200	1200	1200	1700	1350	1000	600
	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
窓ガラス寸法	セル内側 〔巾×高〕 (mm)	1000×1000	1000×1000	300×300	300×300	430×*3 430	1000×1000	1000×1000	1000×1000	1000×1000	1000×1000	1000×1000	1000×1000	1000×400
	セル外側*1 〔巾×高〕 (mm)	600×600	600×600	240×240	260×260	—	670×670	670×670	670×670	670×670	600×600	600×600	600×600	1000×400
軸上30cmの視野角 上下左右 (度以上)		上15下23 左右 25	上15下23 左右 25	6	10	6 *4	29	29	29	29	25	24	28	上 5下25 左右 30
最大偏軸視野角 上下左右 (度以上)		上30下40 左右 40	上30下40 左右 40	13	18	13 *4	50	50	50	50	40	40	45	上30下35 左右 50
光透過率 (Na-D線にて) (%以上)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
遮蔽窓枠	幅 (mm)	1800	1800	900	950	900	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1300
	高さ (mm)	1800	1800	900	950	900	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	700

\*1 セル外側窓ガラス寸法は参考値とする。(セル内側窓ガラス寸法と視角から求まる必要寸法とする。)

\*2 遮蔽プラグを取付ける。 \*3 カバーガラスの寸法を示す。 \*4 窓ガラスを入れた時の視野角を示す。

注) 本表数値は標準値とし、上記標準仕様に最も適合する製造標準とする。

機 器 番 号	水平震度	鉛直震度
G 5 1 M 1 7 0～ G 5 1 M 1 7 4	0.72	0.36
G 5 1 M 1 7 5～ G 5 1 M 1 8 2	0.36	0.18

### 6.2.2 ガラスの構造

1) 遮蔽ガラスの破損防止のため、セル内外にカバーガラスを取り付けた。

2) カバーガラスの取付けは気密タイプとし、気密の確保が出来る構造とした。

この内G 5 1 M 1 7 0～G 5 1 M 1 7 4及びG 5 1 M 1 8 0, G 5 1 M 1 8 1は、気密の確保が日常セル外側から確認出来る構造とした。

3) G 5 1 M 1 7 0～G 5 1 M 1 7 2, G 5 1 M 1 7 5～G 5 1 M 1 8 1のセル内側のカバーガラスの取付けは、遠隔保守を考慮し、ヒンジ構造とした。この内G 5 1 M 1 7 0～G 5 1 M 1 7 2は遠隔交換とするため、セル壁面と同一面上に設置した。

4) G 5 1 M 1 8 0のカバーガラスには、セル内除染作業時のくもり又は水滴の除去可能なワイヤーを取り付けた。

### 5) ガラス

(1)  $\gamma$ 線による着色の少ない耐放射線安定ガラスを使用した。

(2)  $\gamma$ 線による放電破壊は起こりにくいものを使用した。

(3) 泡、異物、脈理

(i) ガラスの厚さを100mmとしたとき、泡及び異物の研磨面への投影面積はガラス面積の0.01%以下とした。

(ii) 泡及び異物の最大径は下表による。

ガラス単体の面積 (m <sup>2</sup> )	泡・異物の最大径 (mm)
0.2 未満	0.8
0.2 以上 0.4 未満	1.5
0.4 以上	2.5

(iii) 通常の使用時に裸眼により観察することの出来る泡及び異物が 100 cm<sup>2</sup>あたり 0.6 個以下とした。

(iv) 実用上支障のある脈理をなくした。

#### (4) 精 度 (寸法及び研磨面)

(i) ガラス単体の厚さ精度は -0 ~ +4 mm とした。

(ii) ガラス単体の高さと幅の精度は最大長の +0 % ~ -1 % とした。

(iii) ガラス側面は荒摺仕上げを施し、傷は視界をさえぎらない程度とし、それ以上延びないようにした。

(5) セル内のカバーガラスは、停電後のプラント立ち上がり時の一時的なセル内負圧の過渡応答時 (-200 mmH<sub>2</sub>O) に対しても充分な強度及び気密を有した。

#### 6.2.3 金属枠の構造

- 1) ガラスブロックは金属枠に入れ、ガラスと枠の隙間には鉛毛を詰め込んで固定した。鉛毛は充填後の比重がガラスの比重以上となるよう充分に充填した。
- 2) 金属枠の外側には段差を設け放射線漏えいが規定以下となる構造とした。
- 3) セル内側のガスケットは放射線に強い材質（クロロプレン）とした。
- 4) ガラス表面の曇りを防止するために、金属枠本体又は遮蔽窓枠に乾燥剤を封入した。

#### 6.2.4 仕上げと塗装

炭素鋼材面はエポキシ樹脂塗装とした。

### 6.3 遮蔽プラグ

#### 6.3.1 性 能

遮蔽プラグ取付壁の遮蔽担保厚と同等以上の遮蔽能力となる設計とした。遮蔽担保厚は表-6.2 による。

### 6.3.2 材 料

使用材料は下記に示す。

一般構造用圧延鋼材 J I S G 3 1 0 1, S S 4 1 規格又は相当品

### 6.3.3 遮蔽プラグの構造

遮蔽プラグの外側には段差を設け、放射線漏えいが規定値以下となる構造とした。

### 6.3.4 仕上げと塗装

炭素鋼材面はエポキシ樹脂塗装とした。

## 6.4 遮蔽窓枠

### 6.4.1 材 料

使用材料は下記に示す。

一般構造用圧延鋼材 J I S G 3 1 0 1, S S 4 1 規格又は相当品

### 6.4.2 遮蔽窓枠の構造

遮蔽窓枠の構造、寸法は遮蔽窓の構造、寸法に相当したものとし、かつ、以下の条件を満たした。

- 1) 窓廻りより放射線漏えいのない構造とし、窓本体と同様に段を設けた。
- 2) カバーガラスと一緒にセル内外の気密を確保出来る構造とした。
- 3) セルはステンレスライニングを施すためライニング板を窓枠に気密溶接（X級）した。このため窓枠の製作にあたっては、建設工務管理室の溶接技術基準（現在の再処理施設に係る溶接技術基準）を遵守した。
- 4) セル内部ステンレス鋼ライニング板と接合される部分及び窓本体カバーガラスと接合される部分はステンレス鋼を使用した。
- 5) 遮蔽窓枠内の寸法精度は 0～+3 mm とした。

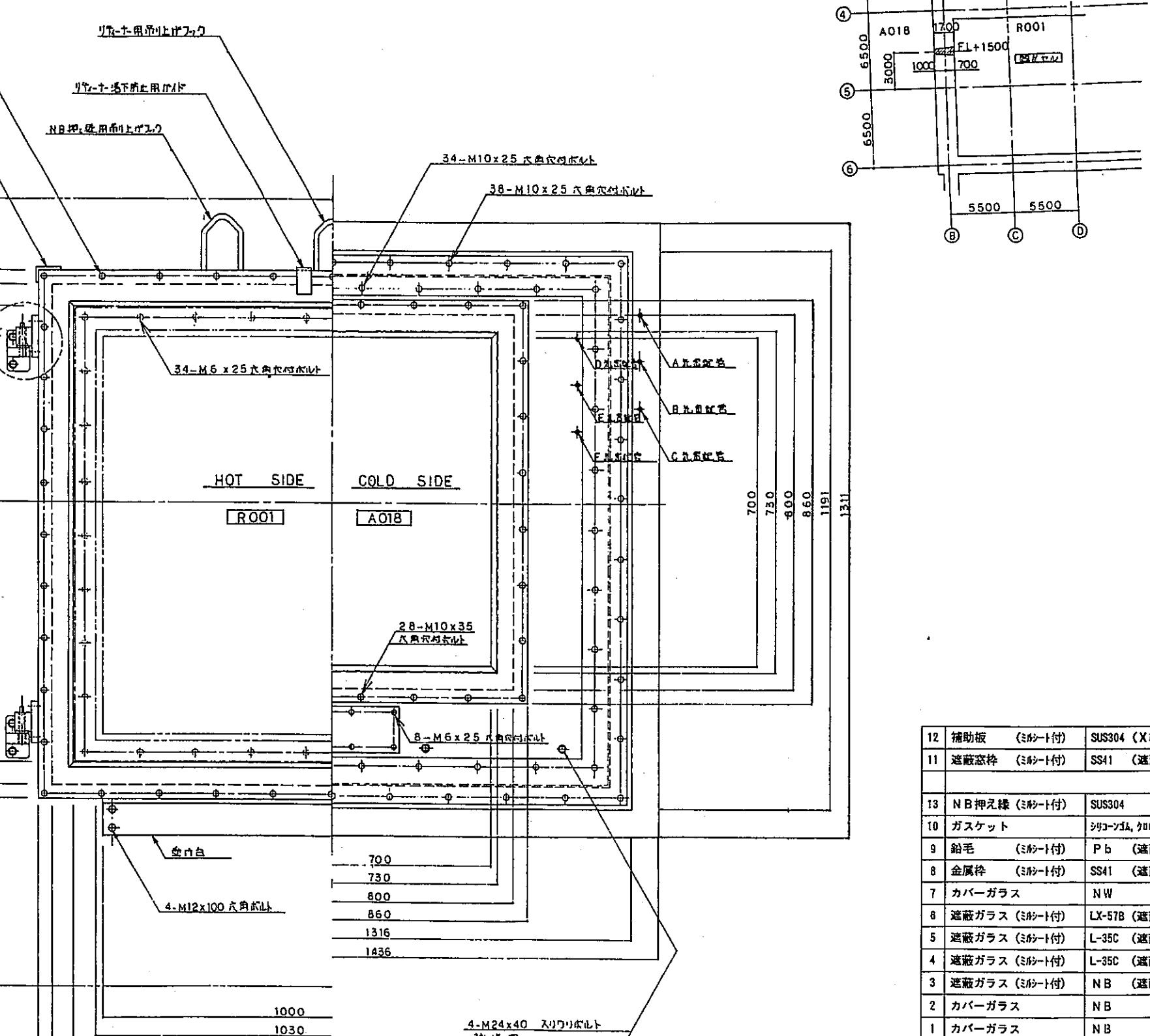
遮蔽窓と遮蔽窓枠の隙間を極力小さくすることにより、遮蔽欠損を最小限にいくとめる構造としたため、鉛毛等は挿入しなかった。

- 6) 補助遮蔽体の鉄の比重は 7.5 以上とした。

### 6.4.3 仕上げと塗装

炭素鋼材はエポキシ樹脂塗装とした。コンクリートに埋め込まれる面は塗装しなかった。塗装面は工場でプラスチックにより下ごしらえ、エポキシ系プライマ 1 回塗りを施した上で現場搬入した。

B	全体
C	COLD S
D	NW押
E	COLD S
F	乾燥部



8-19	補強バー(6)
8-18	補強バー(5)
8-17	補強バー(4)
8-16	補強バー(3)
8-15	補強バー(2)
8-14	補強バー(1)
8-13	金属枠(4)
8-12	金属枠(3)
8-11	金属枠(2)
8-10	金属枠(1)
8-09	COLD S
8-08	乾燥剤蓋
8-07	NW押え縁
8-06	スペーサー(1)
8-05	スペーサー(2)
8-04	スペーサー(3)
8-03	スペーサー(4)
8-02	スペーサー(5)
8-01	HOT S
13-02	リティナー
13-01	NB押え縁
部屋番号	名

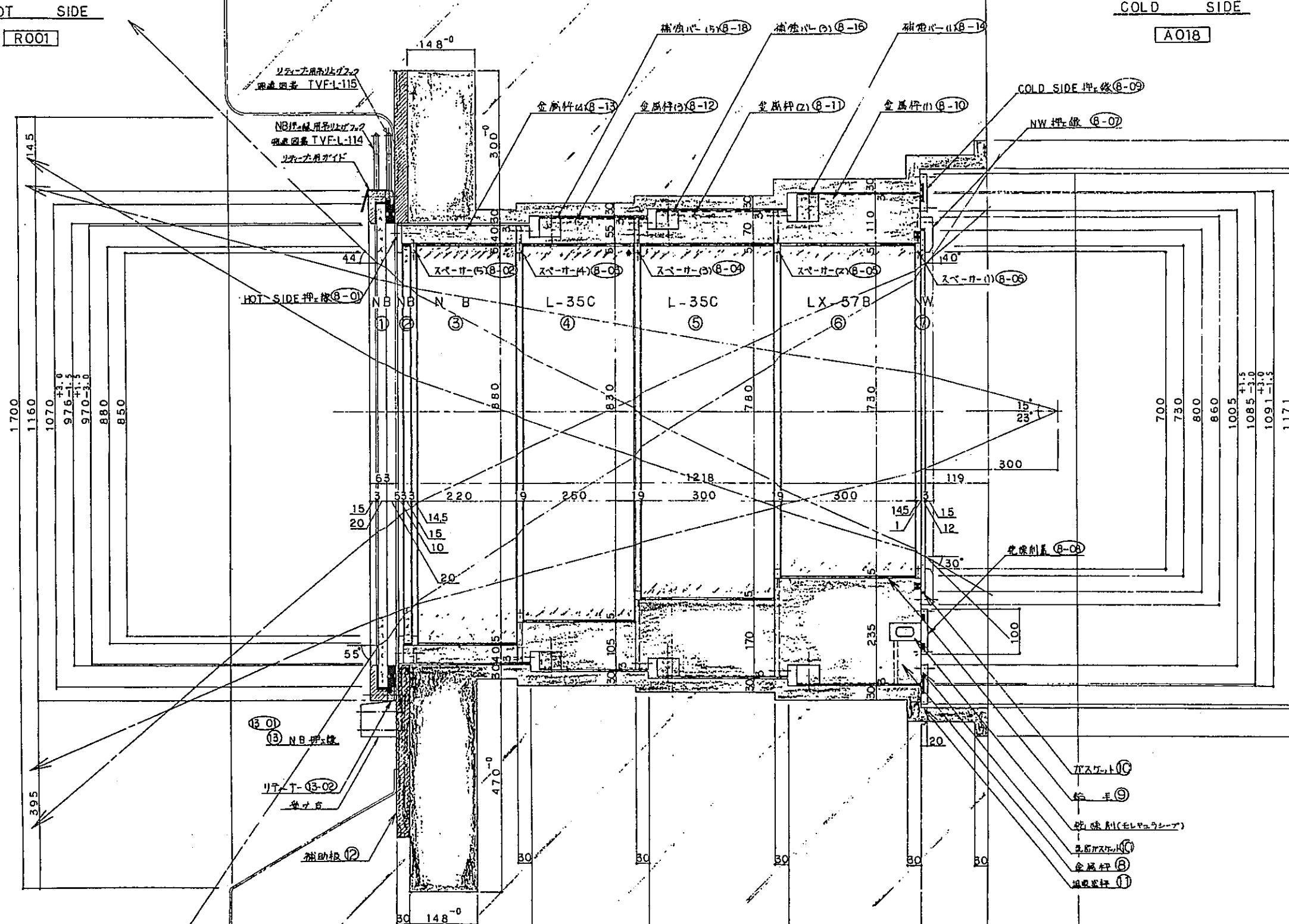
12	補助板 (ミシート付)	SUS304 (X級相当)	7.
11	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.
13	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	7.
10	ガスケット	シリコーンゴム, クロロブレンゴム	1,20.
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	11.
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.
7	カバーガラス	NW	800 × 800 × 12
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	730 × 730 × 300
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	780 × 780 × 300
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	830 × 900 × 250
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)	880 × 1030 × 220
2	カバーガラス	NB	880 × 1030 × 15
1	カバーガラス	NB	1070 × 1220 × 20

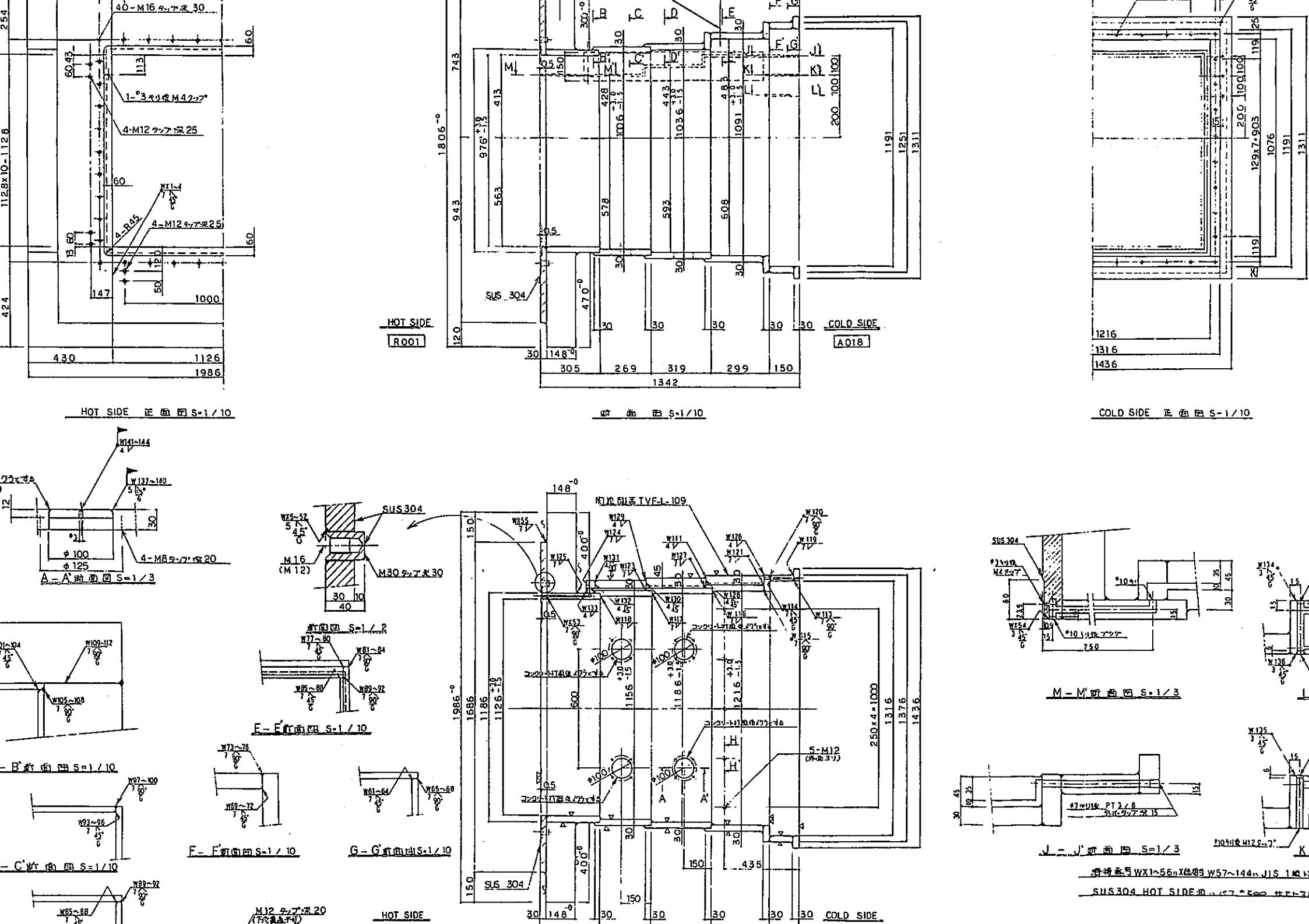
HOT SIDE

COLD SIDE

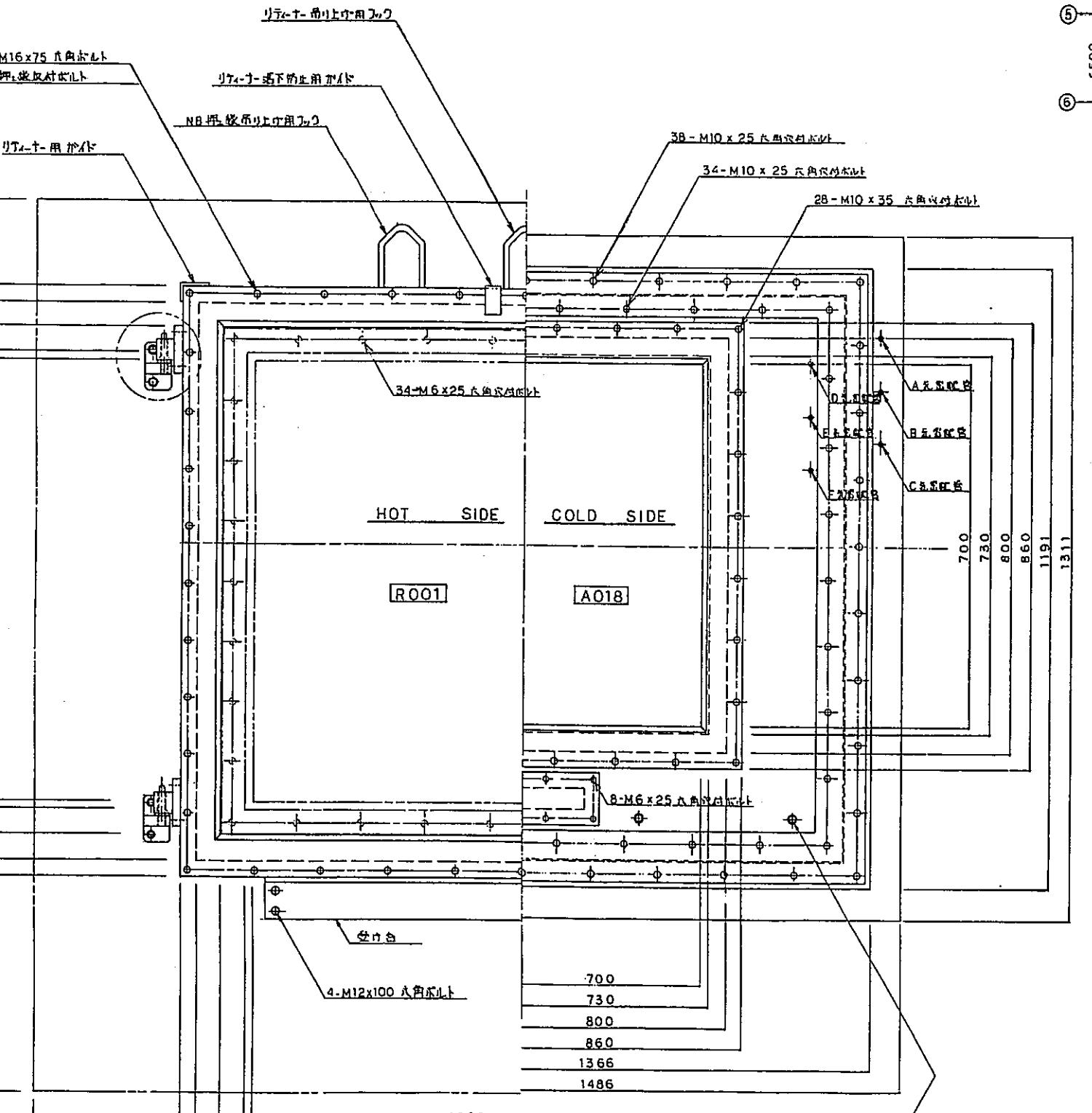
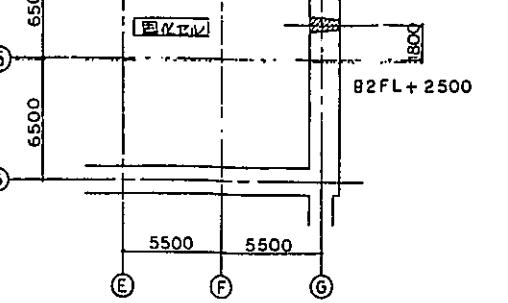
R001

A018





D	NW押え板
E	COLD SIDE
F	乾燥剤蓋



8-19	補強バー(6) (遮蔽)
8-18	補強バー(5) (遮蔽)
8-17	補強バー(4) (遮蔽)
8-16	補強バー(3) (遮蔽)
8-15	補強バー(2) (遮蔽)
8-14	補強バー(1) (遮蔽)
8-13	金属枠(4) (遮蔽)
8-12	金属枠(3) (遮蔽)
8-11	金属枠(2) (遮蔽)
8-10	金属枠(1) (遮蔽)
8-09	COLD SIDE
8-08	乾燥剤蓋
8-07	NW押え板
8-06	スペーサー(1)
8-05	スペーサー(2)
8-04	スペーサー(3)
8-03	スペーサー(4)
8-02	スペーサー(5)
8-01	HOT SIDE
13-02	リティーナー
13-01	NB押え板
部屋番号	名

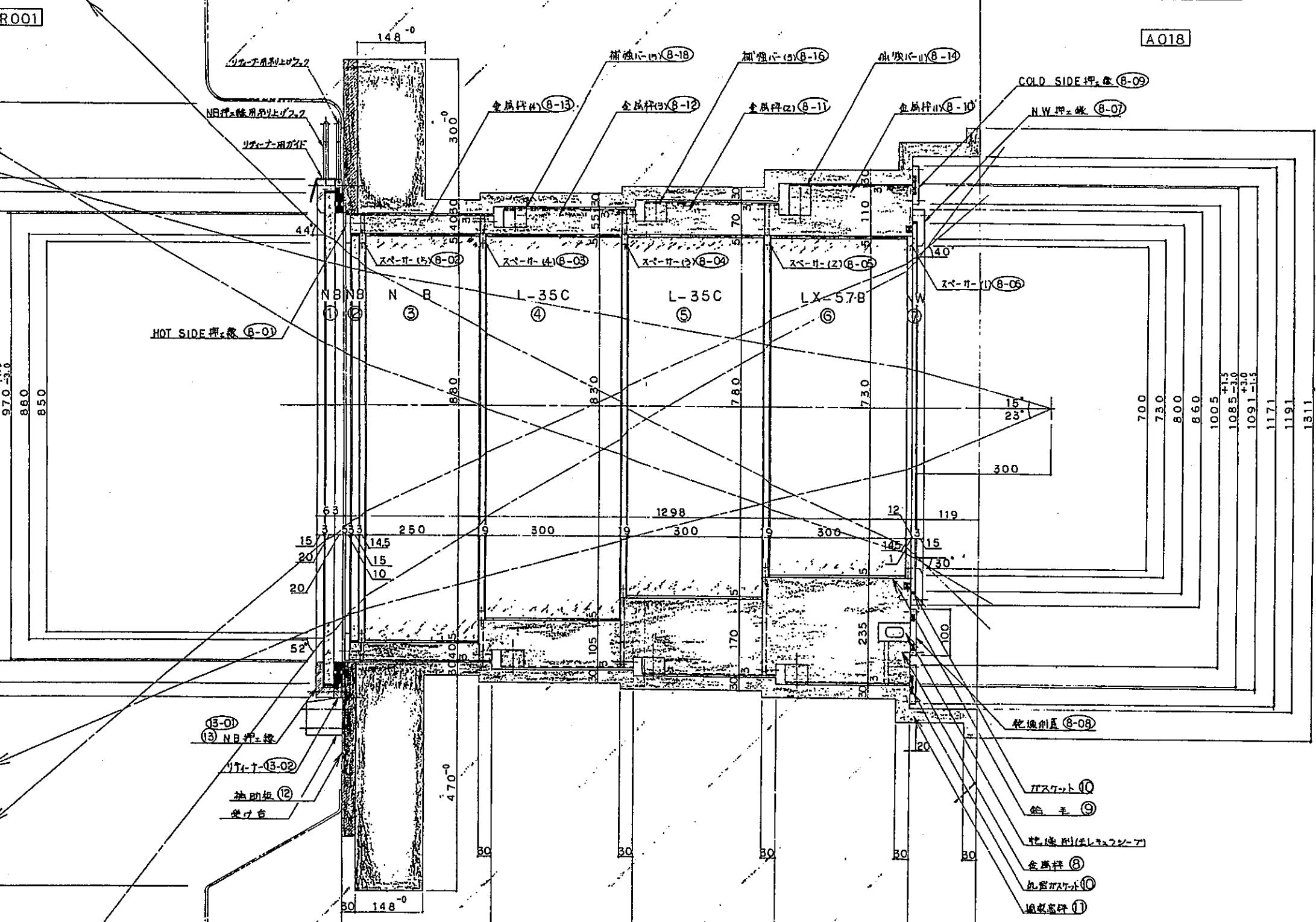
12	補助板 (ミシート付)	SUS304 (X級相当)	7.9
11	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.8
13	NB押え板 (ミシート付)	SUS304	7.9
10	ガスケット	シリコーンゴム, クロロブレゾン	1.20/1.
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	11.3
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.8
7	カバーガラス	NW	800 × 800 × 12
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	730 × 730 × 300
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	780 × 780 × 300
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	830 × 900 × 250
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)	880 × 1080 × 220
2	カバーガラス	NB	880 × 1080 × 15
1	カバーガラス	NB	1070 × 1270 × 20
No	名 称	材 質	寸 法 (mm) 比

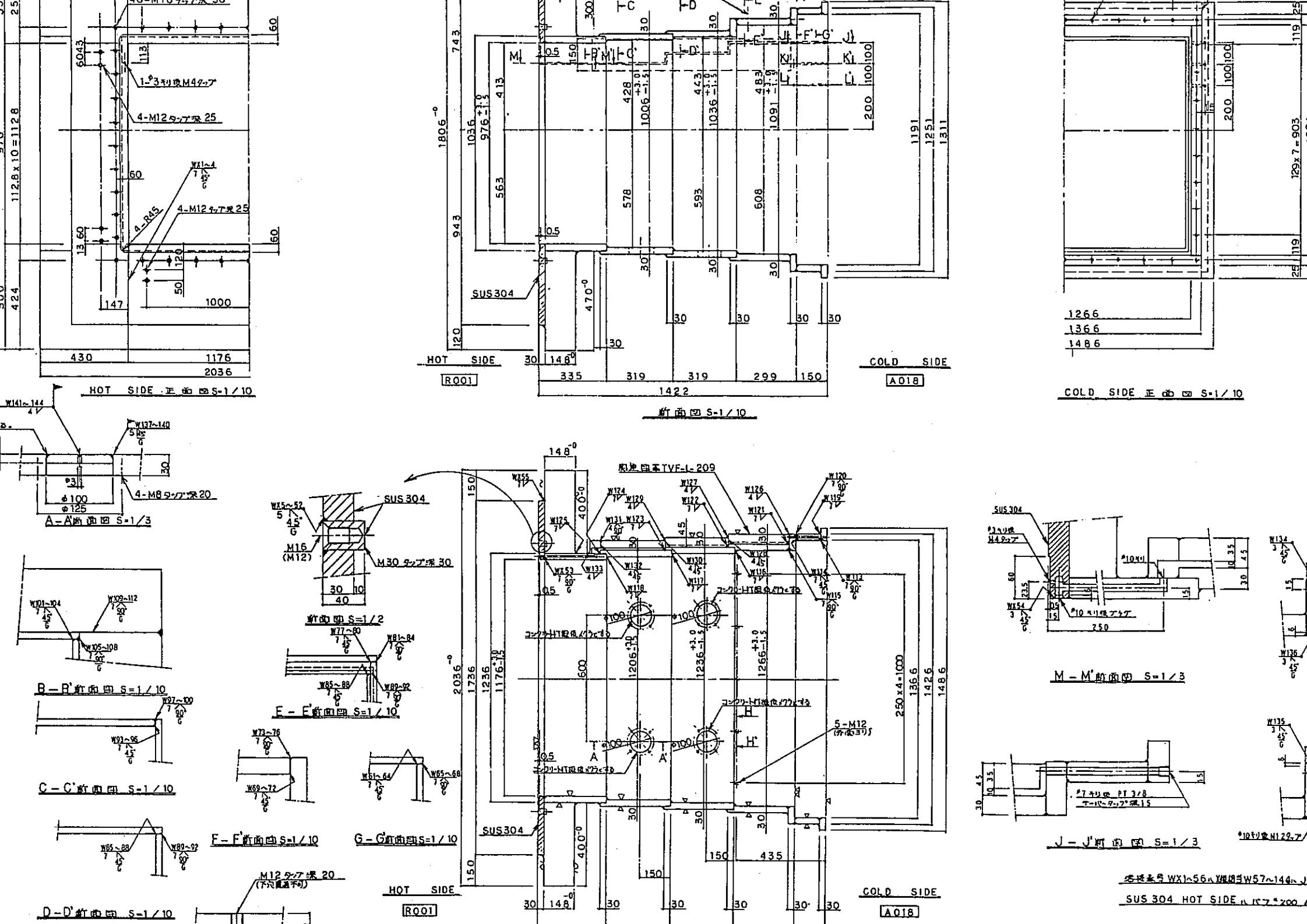
T SIDE

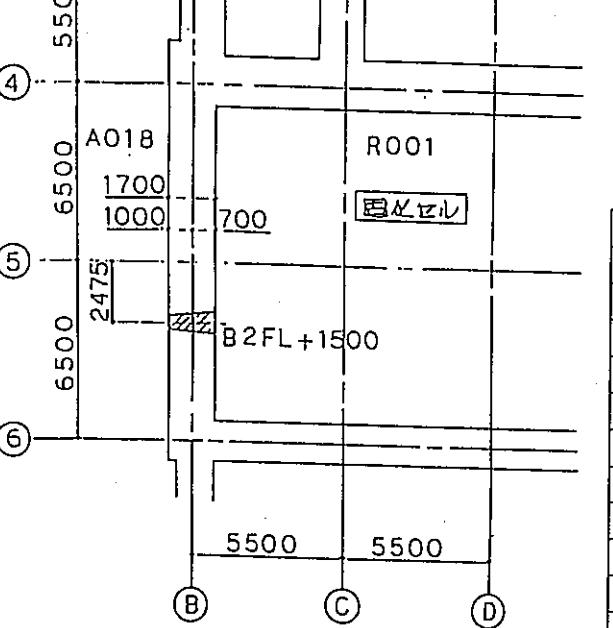
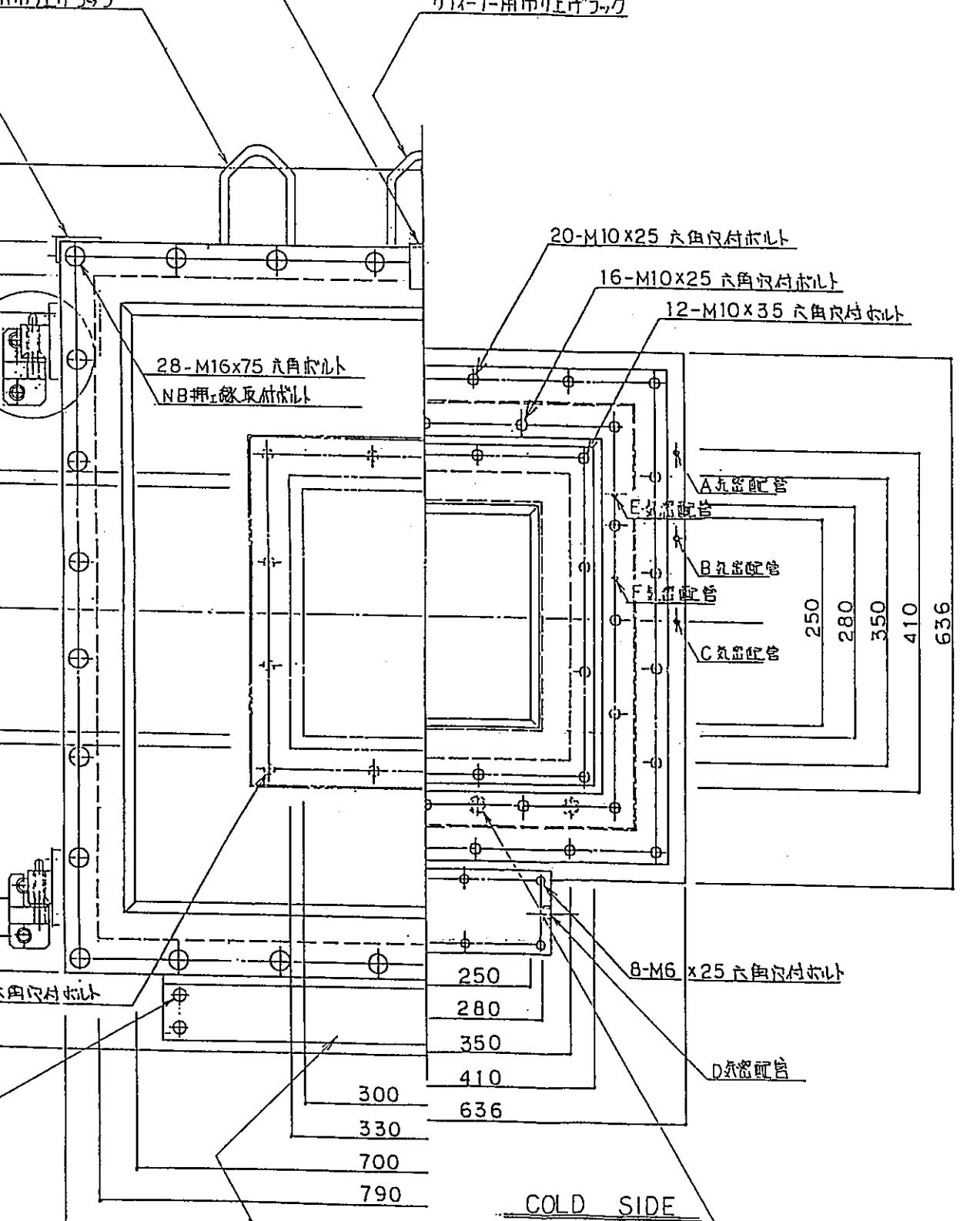
R001

COLD SIDE

A018





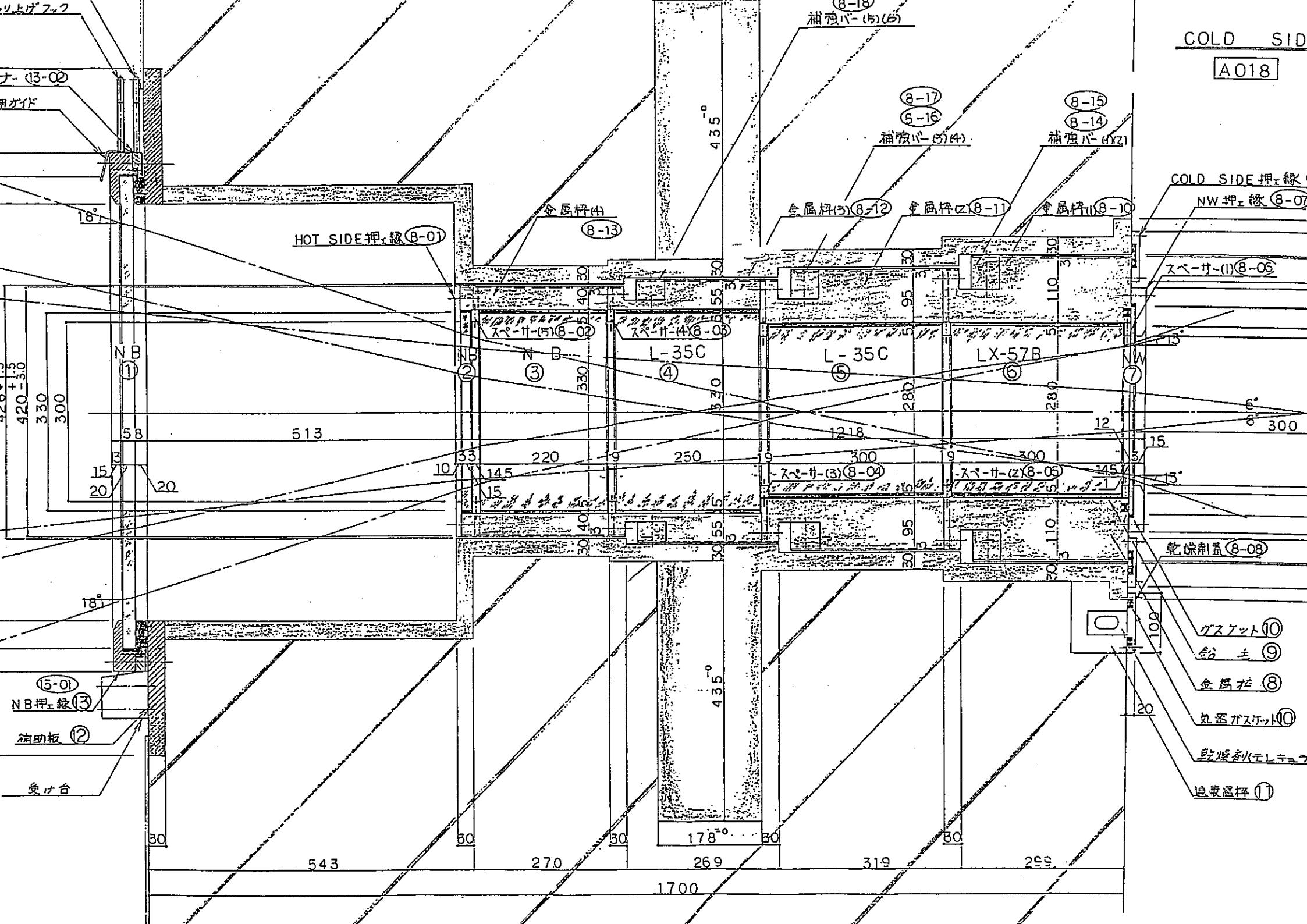


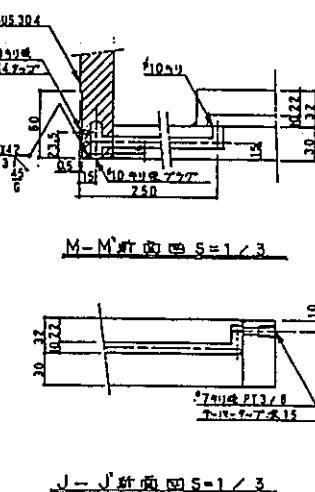
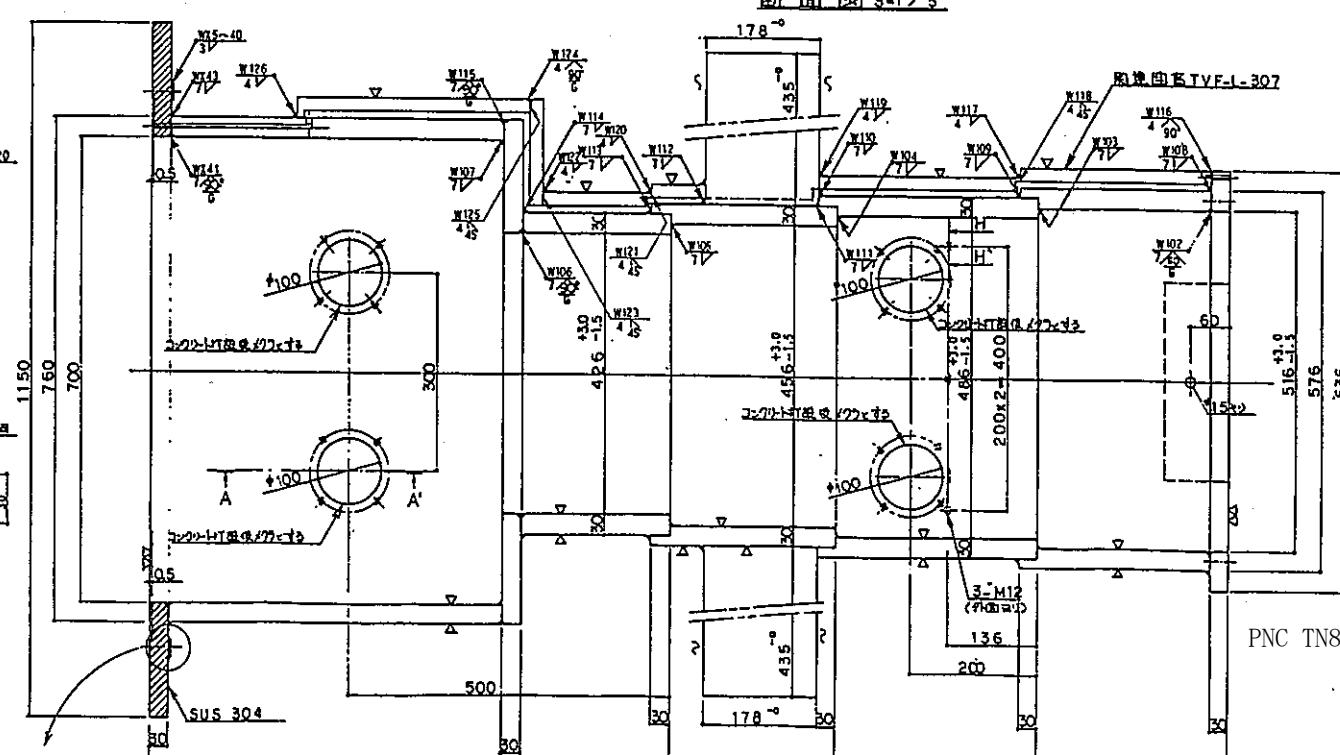
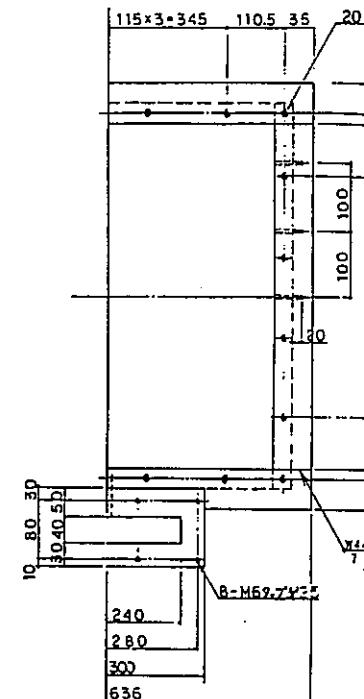
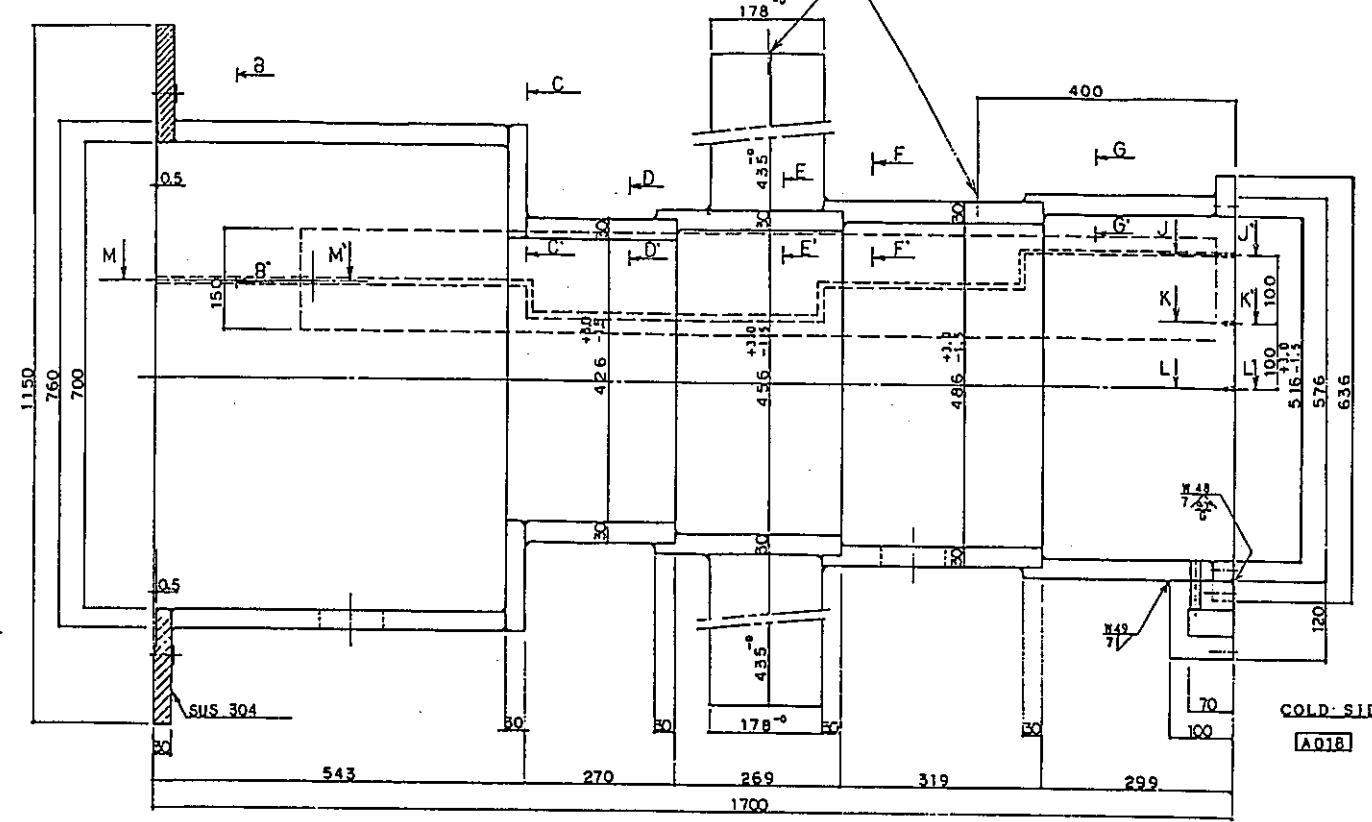
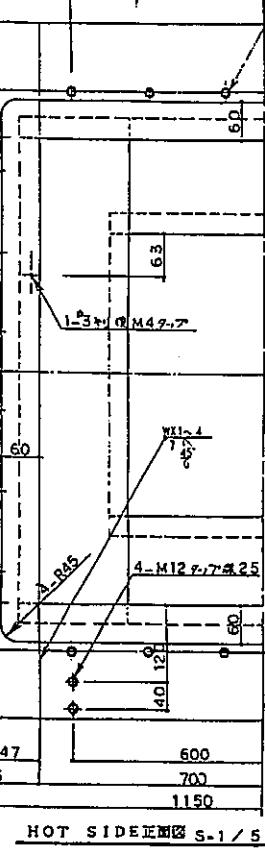
B	補強
C	補強
D	補強
E	補強
F	補強
8-19	補強
8-18	補強
8-17	補強
8-16	補強
8-15	補強
8-14	補強
8-13	金属
8-12	金属
8-11	金属
8-10	金属
8-09	CC
8-08	乾燥
8-07	NW
8-06	スペ
8-05	スペ
8-04	スペ
8-03	スペ
8-02	スペ
8-01	HO
13-02	リテ
13-01	NB
部屋番号	

12	補助板 (ミシート付)	SUS304 (X級相当)	—
11	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	—
13	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	—
10	ガスケット	シリコーンA, クロプロピジンA	—
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	—
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	—
7	カバーガラス	NW	350 × 350 × 1
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	280 × 280 × 30
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	280 × 280 × 30
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	330 × 330 × 25
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)	330 × 330 × 22
2	カバーガラス	NB	330 × 330 × 15
1	カバーガラス	NB	790 × 790 × 20

COLD SIDE

A018



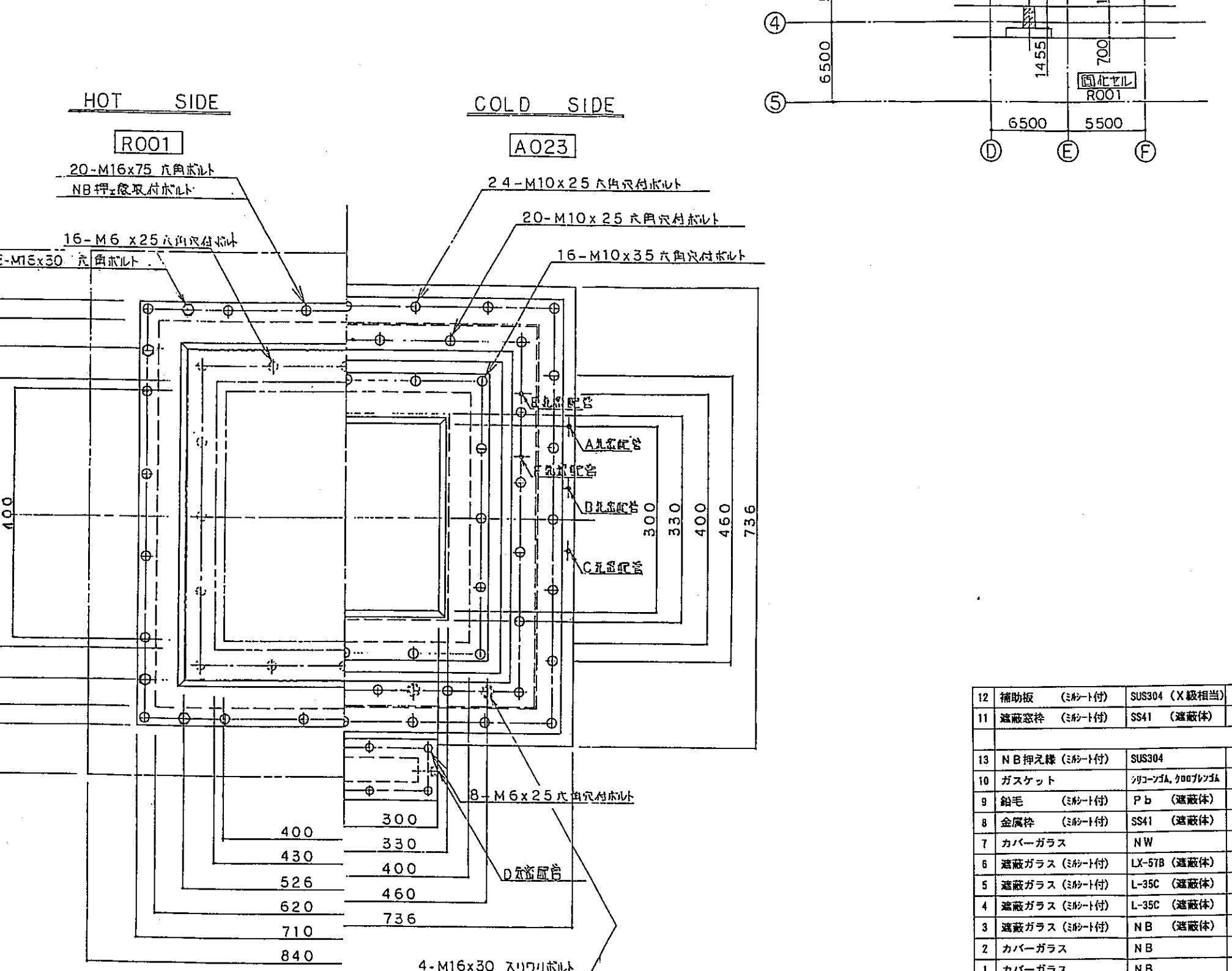


PNC TN8470 93-013

A018

ANSI W1~43 X 标准 Y44~137 JIS 15.13.1 / 17  
SUS 304 HOT SIDE

A	N B押
B	全体
C	COLD S
D	乾燥剤
E	N W押
F	COLD S

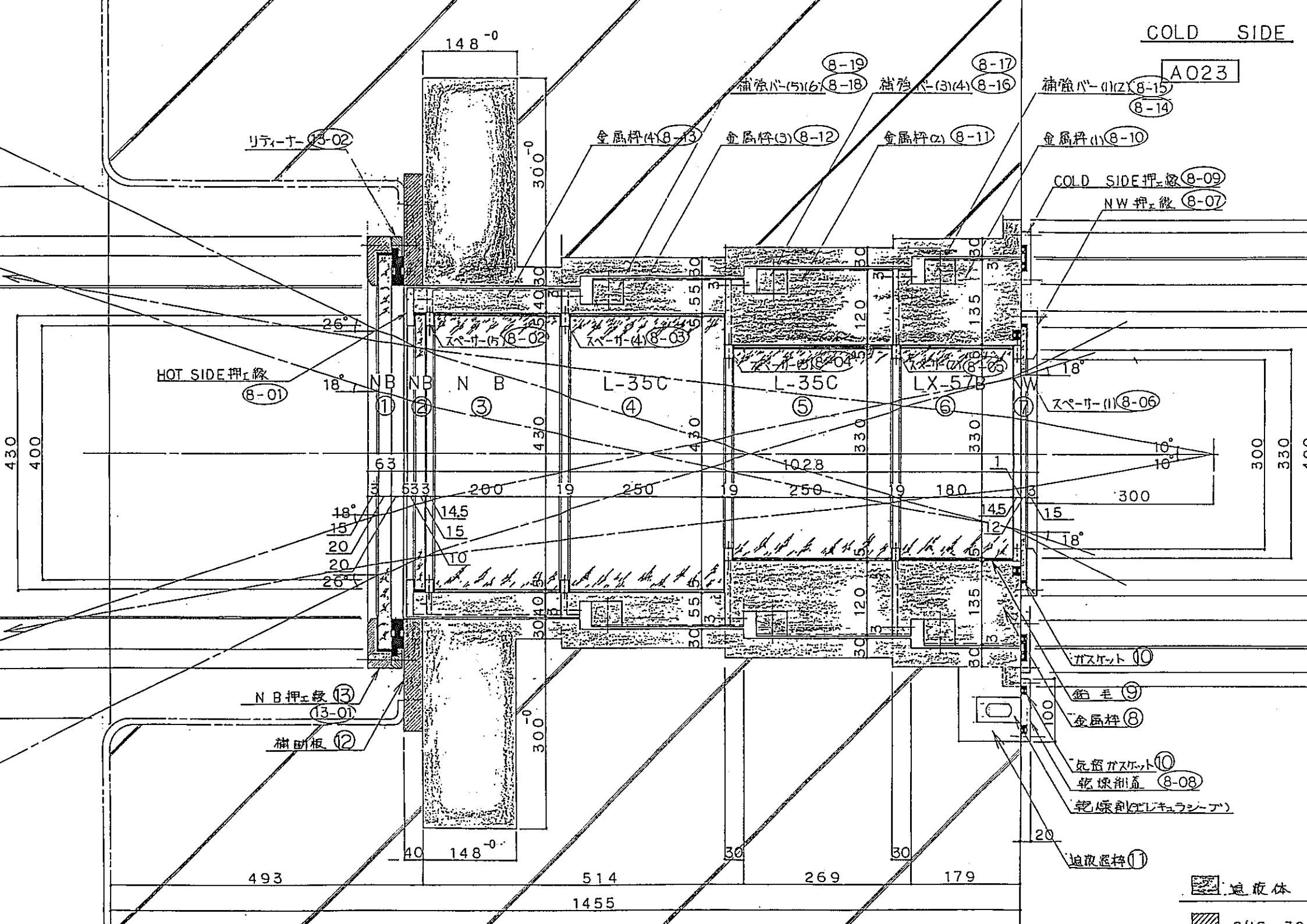


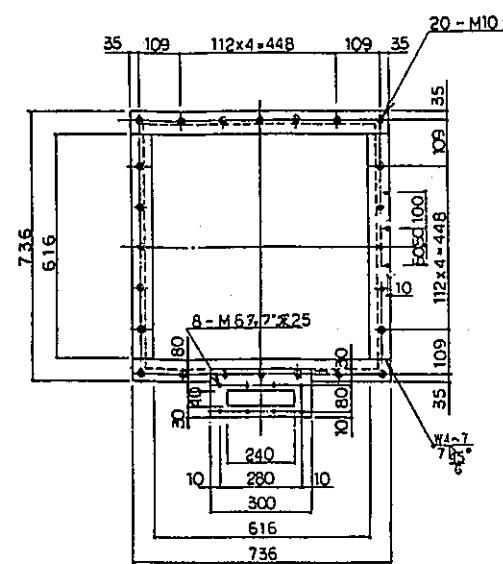
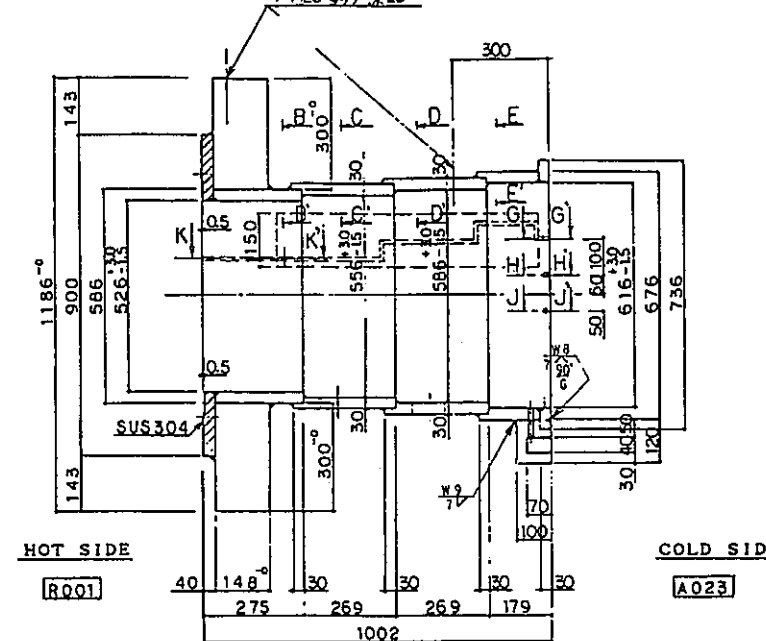
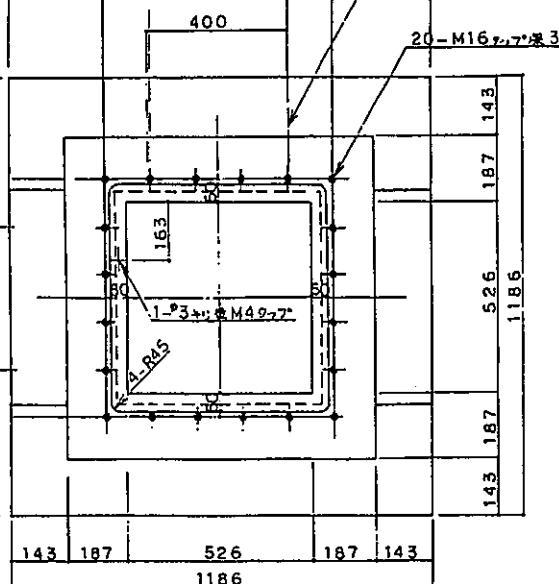
部屋番号	名
8-19	補強バー(6) (3)
8-18	補強バー(5) (3)
8-17	補強バー(4) (3)
8-16	補強バー(3) (3)
8-15	補強バー(2) (3)
8-14	補強バー(1) (3)
8-13	金属枠(4) (3)
8-12	金属枠(3) (3)
8-11	金属枠(2) (3)
8-10	金属枠(1) (3)
8-09	COLD S
8-08	乾燥剤蓋
8-07	N W押え縁
8-06	スペーサー(1)
8-05	スペーサー(2)
8-04	スペーサー(3)
8-03	スペーサー(4)
8-02	スペーサー(5)
8-01	HOT S
13-02	リティーナー
13-01	N B押え縁

12	補助板 (ミシート付)	SUS304 (X級相当)	7.
11	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.
13	N B押え縁 (ミシート付)	SUS304	7.
10	ガスケット	シリコーンゴム, クロロブレックゴム	1,20.
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	11.
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.
7	カバーガラス	NW	400 × 400 × 12
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	330 × 330 × 180
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	330 × 330 × 250
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	430 × 430 × 250
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)	430 × 430 × 200
2	カバーガラス	NB	430 × 430 × 15
1	カバーガラス	NB	620 × 620 × 20

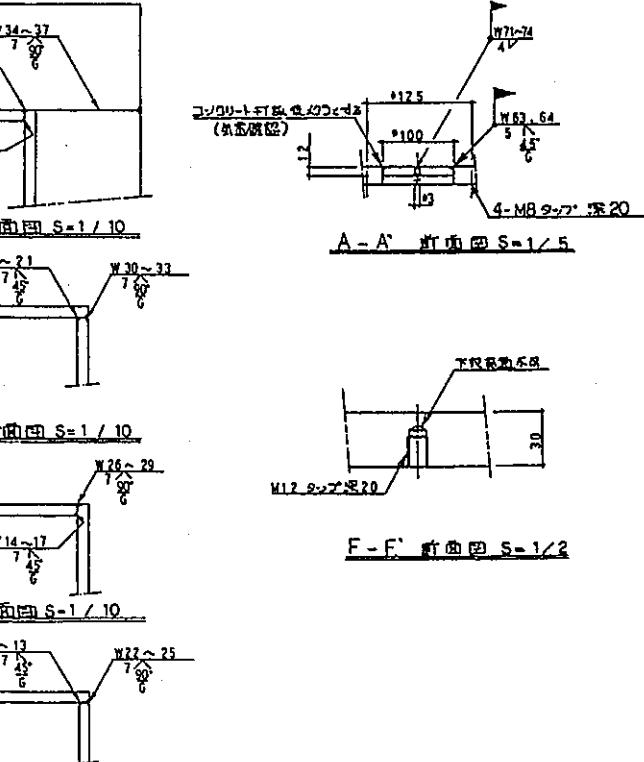
COLD SIDE

A023

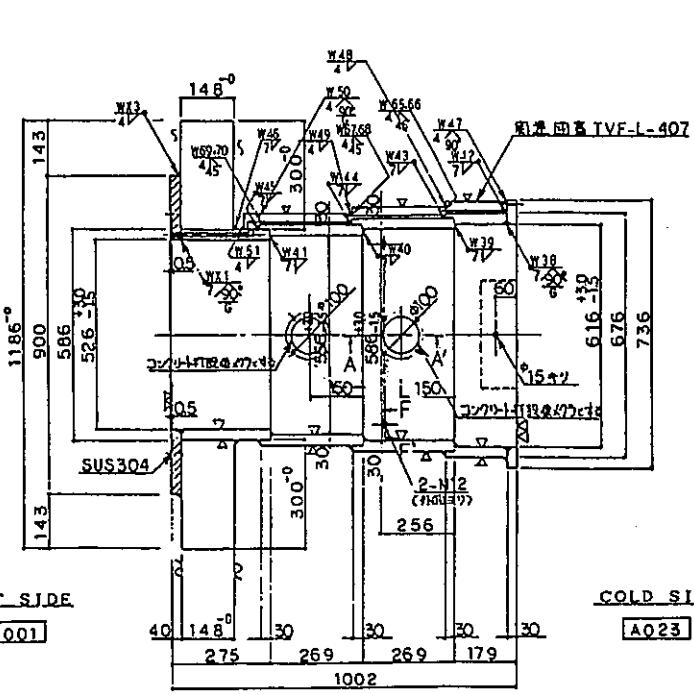




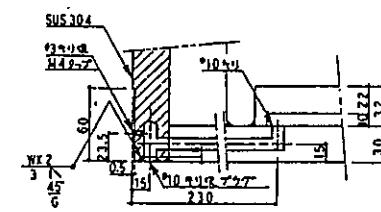
HOT SIDE S-1 / 10



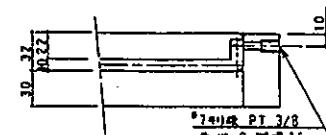
COLD SIDE S-1 / 10



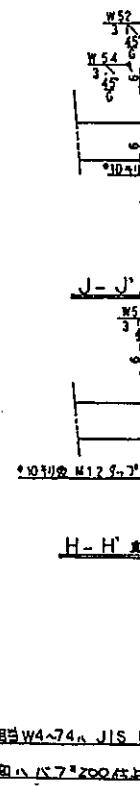
COLD SIDE S-1 / 10



K-K' 断面图 S-1 / 3

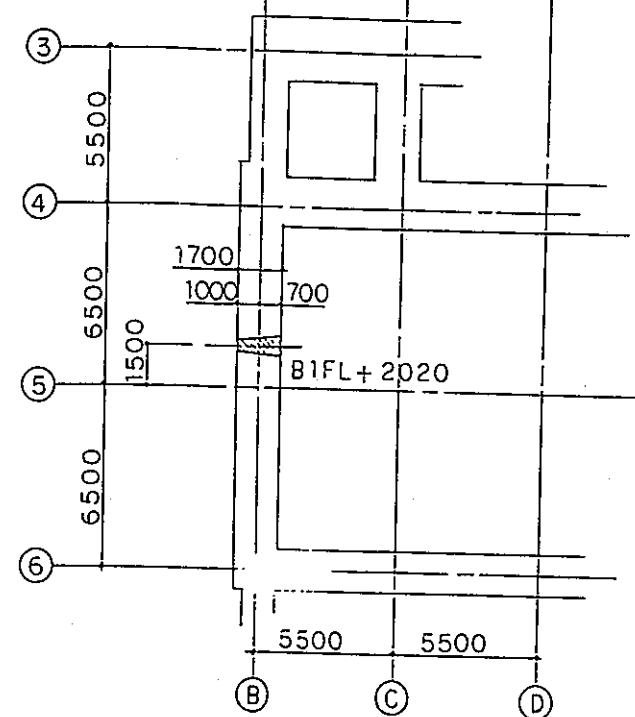
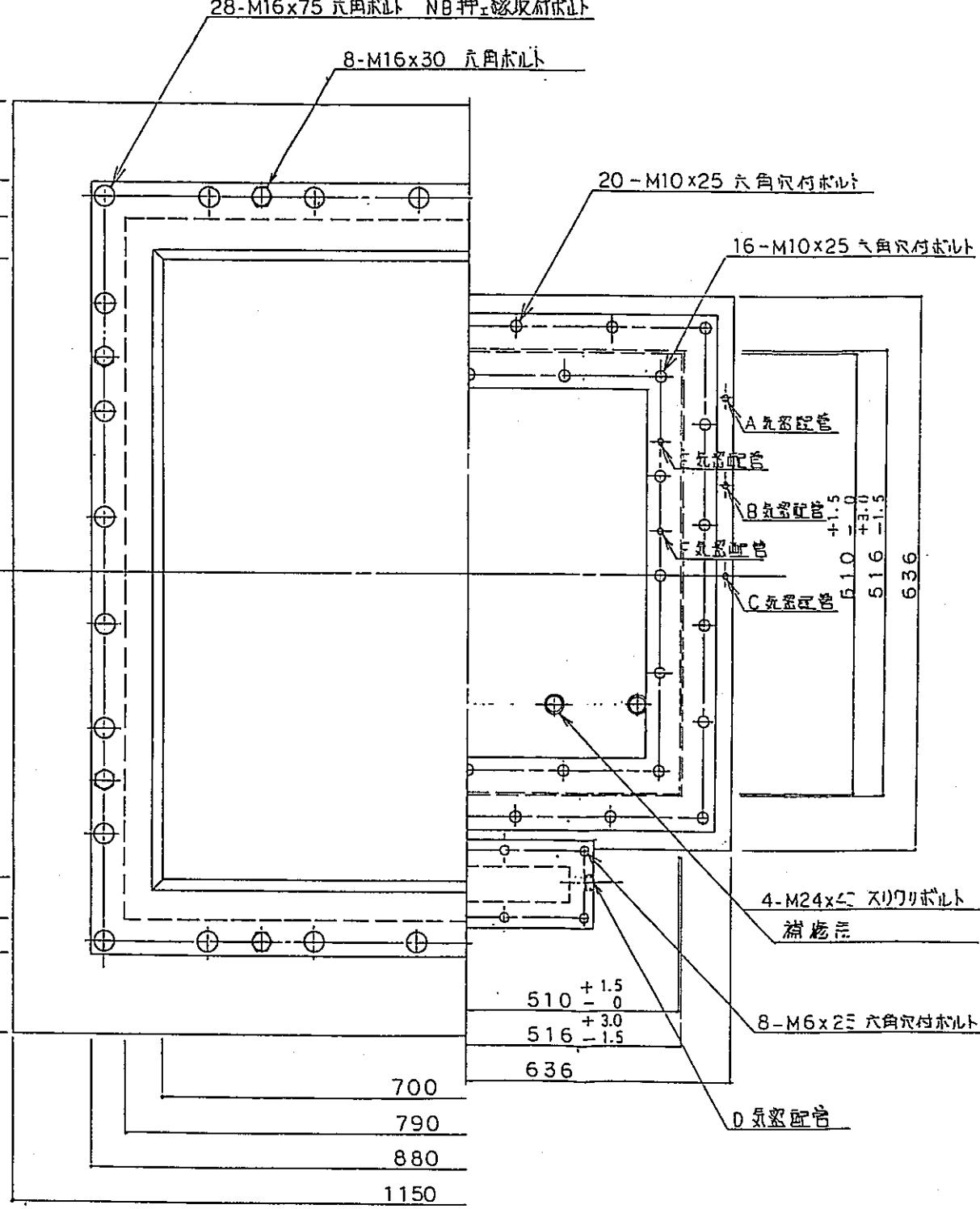


G-G' 断面图 S-1 / 3



R001

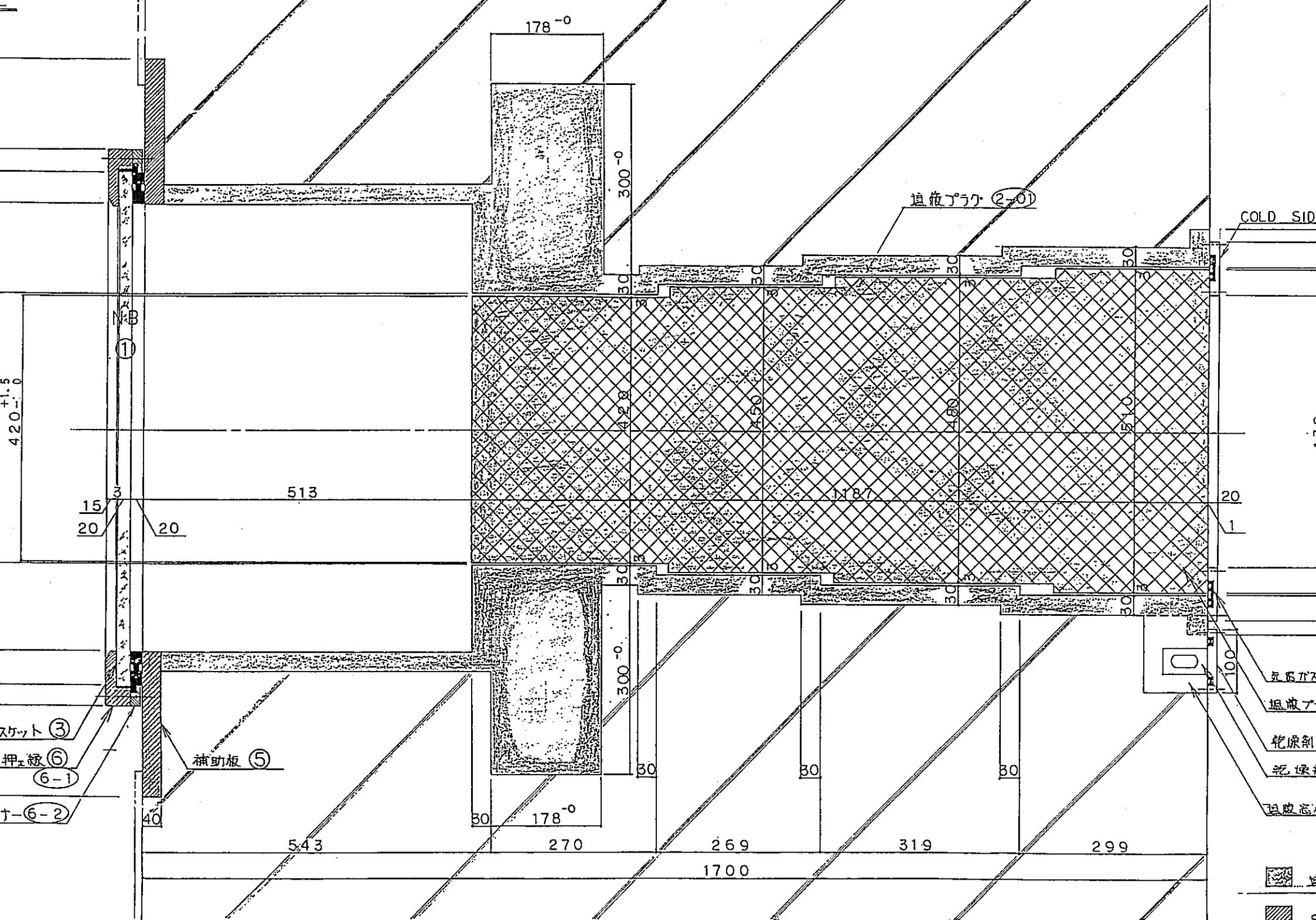
A028

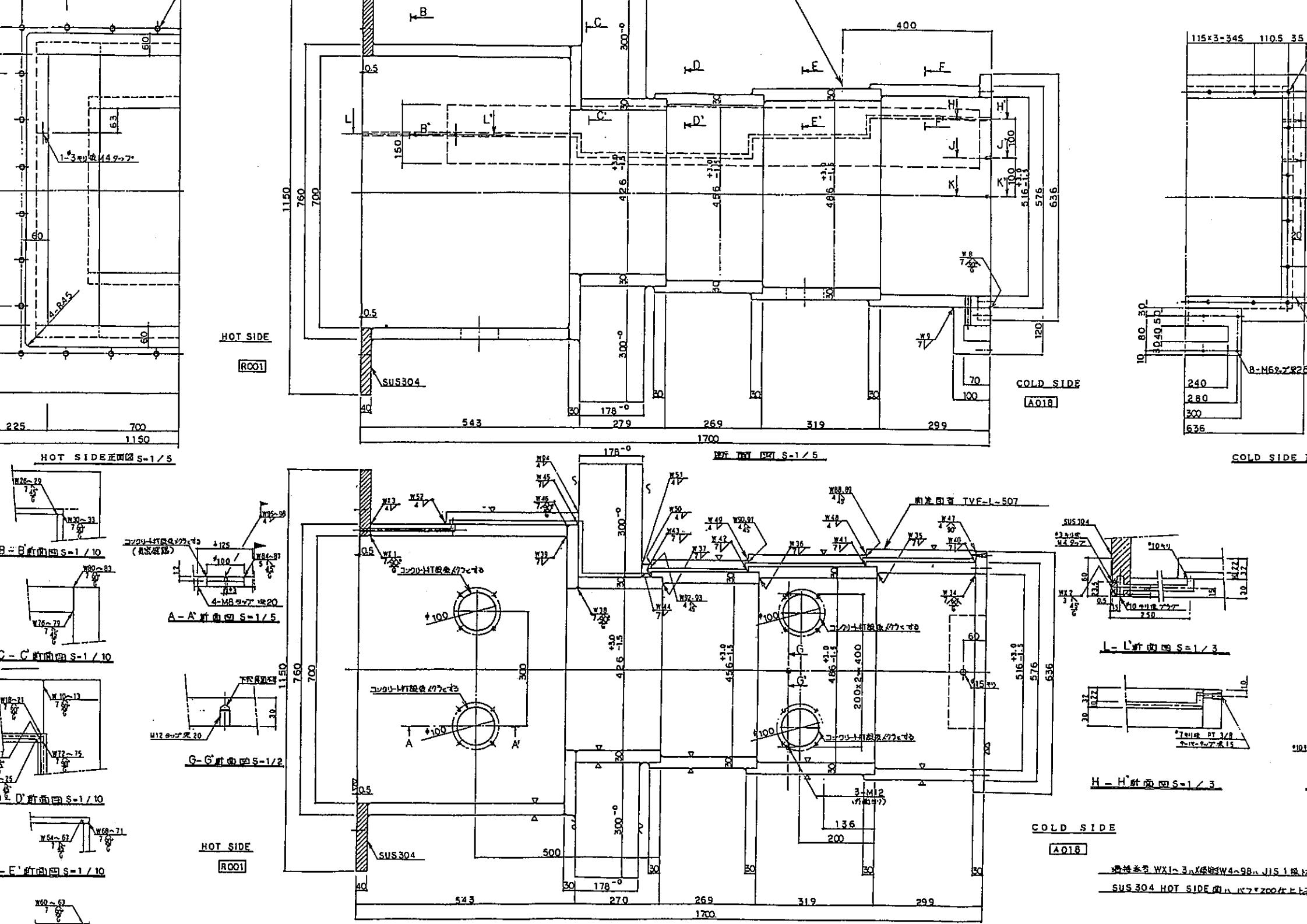


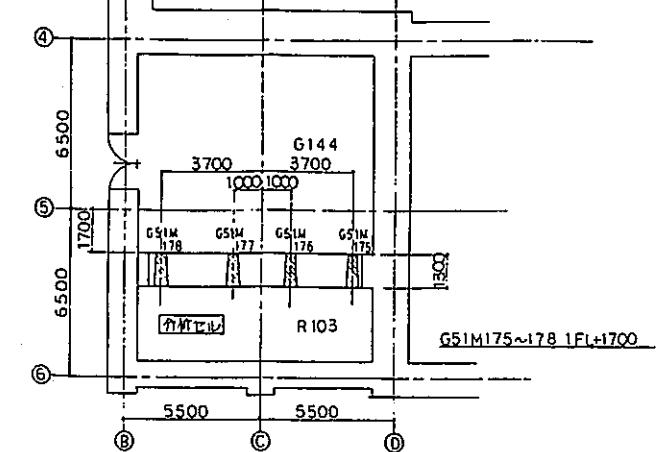
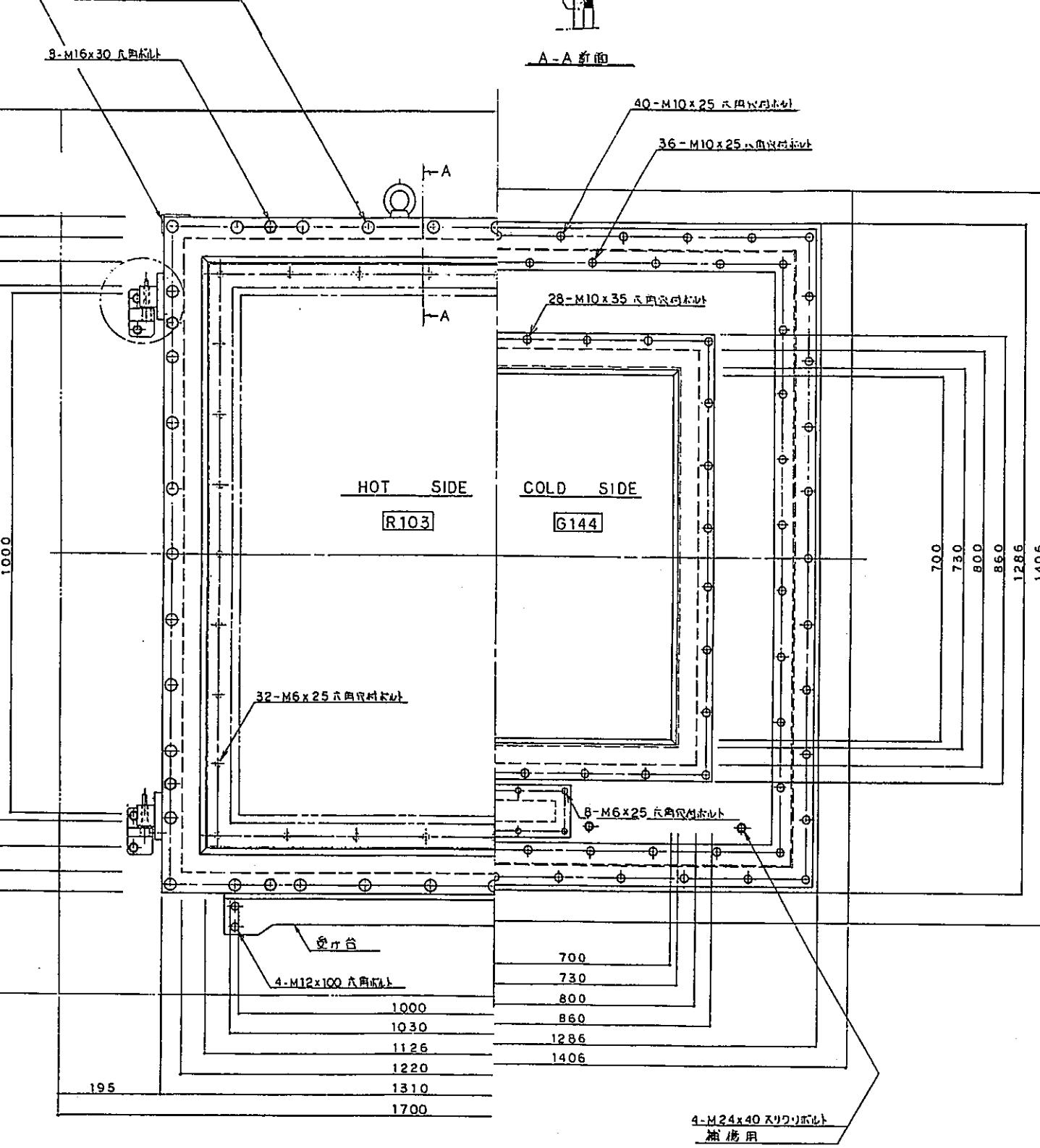
気密配管	
A	NB
B	全体
C	COLD
D	乾燥
E	(NW)
F	COLD

2-03	COLD
2-02	乾燥剤蓋
2-01	遮蔽プラグ
6-02	リティーナ
6-01	NB押え縫

5	補助板 (ミシート付)	SUS304 (X級相当)	
4	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	
6	NB押え縫 (ミシート付)	SUS304	
3	ガスケット	シリコーンゴム, クロロブレンドゴム	
2	遮蔽プラグ (ミシート付)	NB (遮蔽体)	
1	リティーナ	NB	700 × 700 × 20

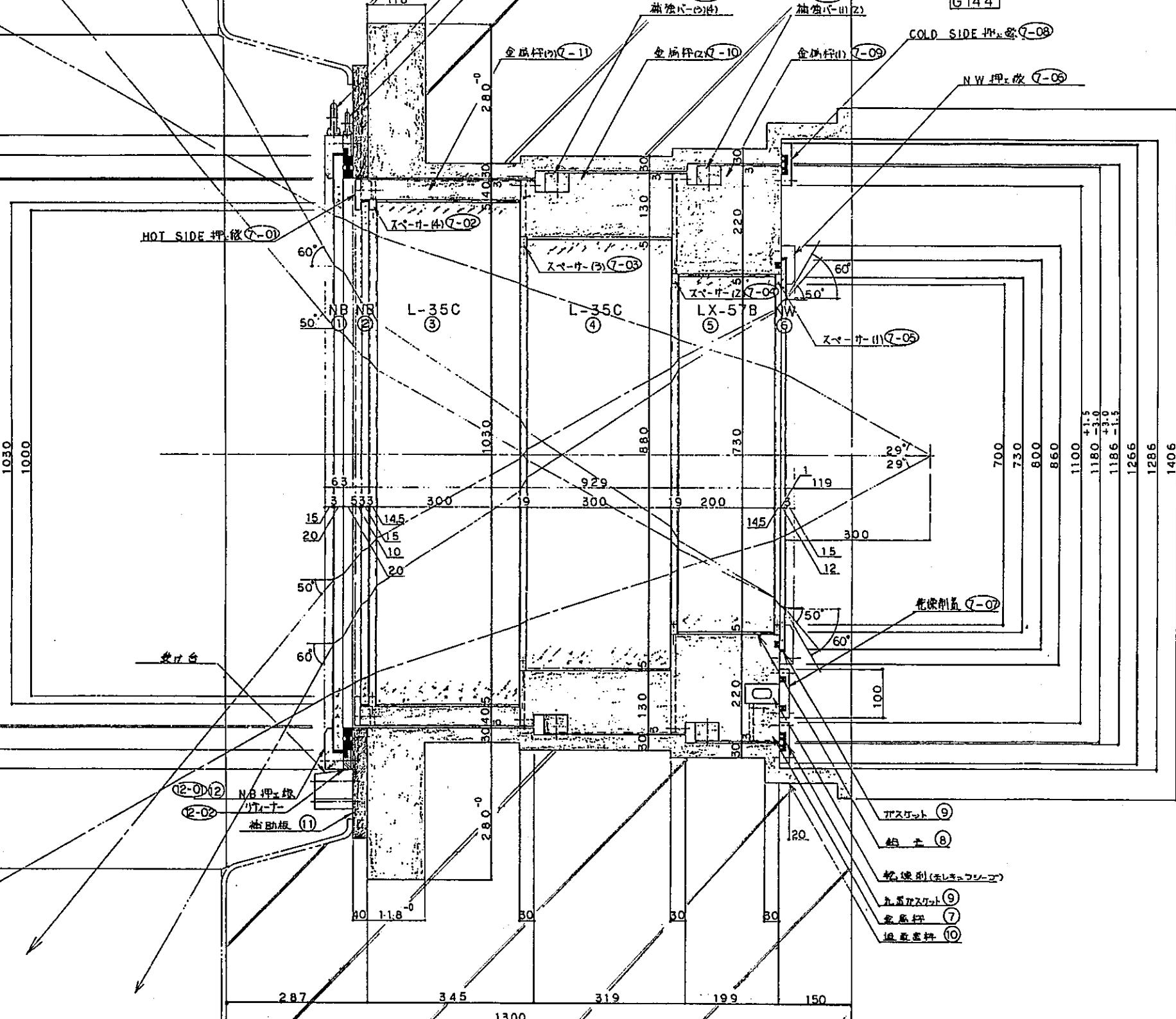


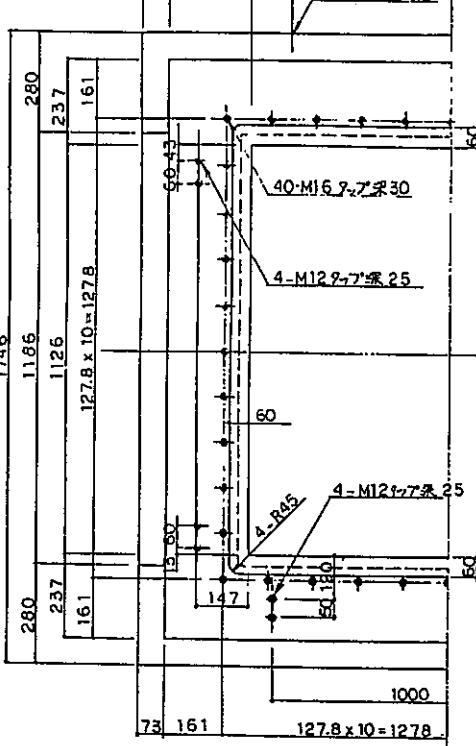




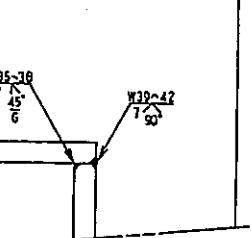
7-15	補強バー(4) (追)
7-14	補強バー(3) (追)
7-13	補強バー(2) (追)
7-12	補強バー(1) (追)
7-11	金属枠(3) (追)
7-10	金属枠(2) (追)
7-09	金属枠(1) (追)
7-08	COLD SIDE
7-07	乾燥剤蓋
7-06	NW押え縁
7-05	スペーサー(1)
7-04	スペーサー(2)
7-03	スペーサー(3)
7-02	スペーサー(4)
7-01	HOT SIDE
12-02	リティーナー
12-01	NB押え縁
部屋番号	名

11	補助板 (ミシート付)	SUS304 (Y級相当)	7.91	
10	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.83	
12	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	7.91	
9	ガスケット	シリコーンゴム, クロロブレンゴム	1.20/1.10	
8	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	11.30	
7	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.83	
6	カバーガラス	NW	800 × 800 × 12	2.50
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	730 × 730 × 200	4.36
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	880 × 880 × 300	3.22
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	1030 × 1030 × 300	3.22
2	カバーガラス	NB	1030 × 1030 × 15	2.65
1	カバーガラス	NB	1220 × 1220 × 20	2.65

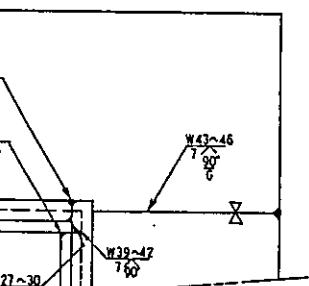




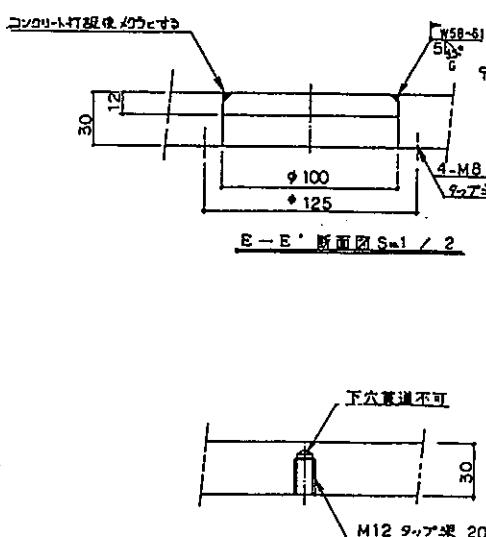
HOT SIDE 正面图 S=1 / 10



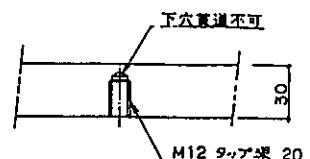
A-A' 断面图 S=1 / 5



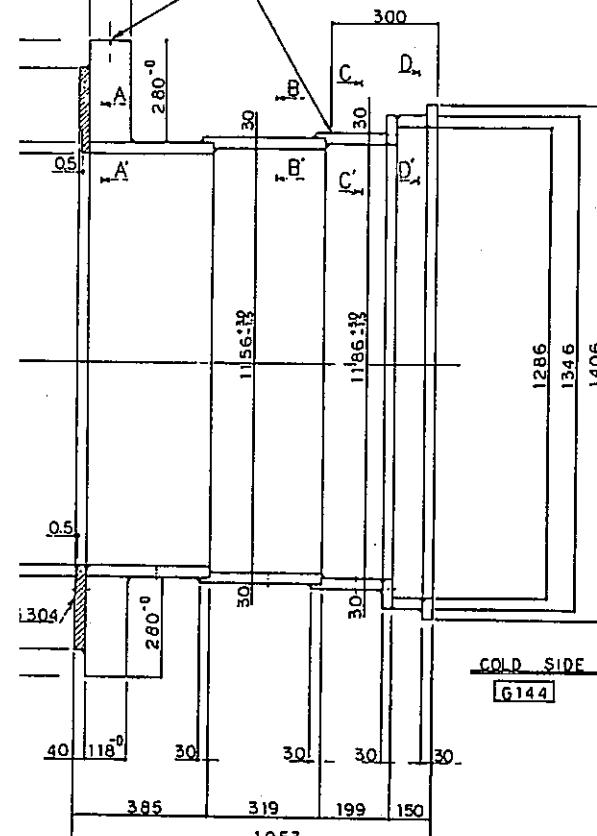
B 断面图 S=1 / 5



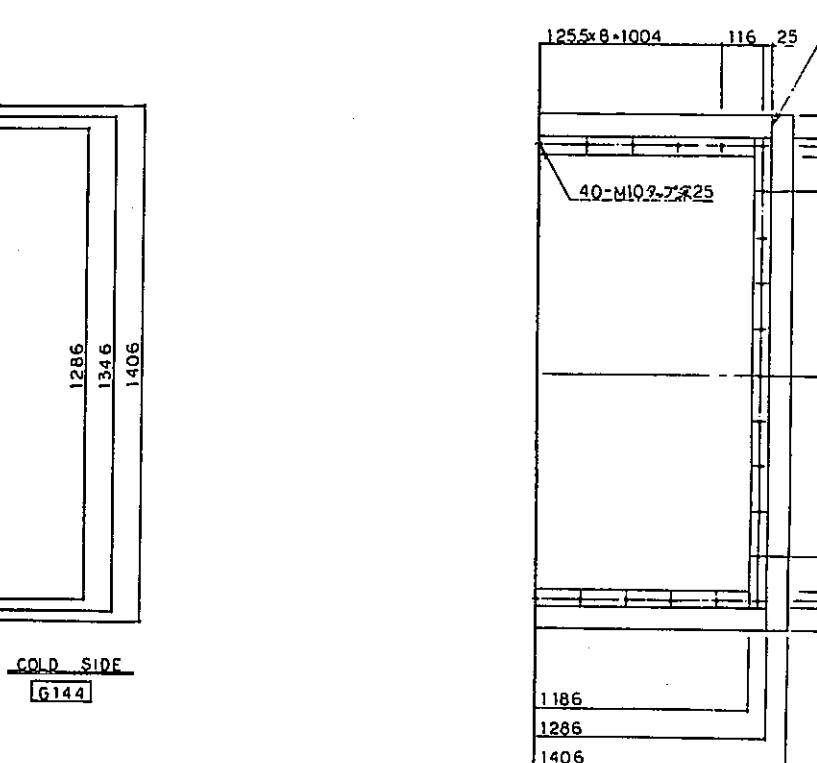
E-E' 断面图 S=1 / 2



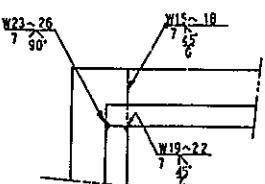
F-F' 断面图 S=1 / 2



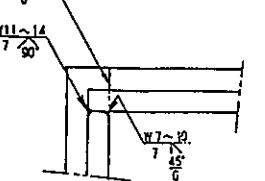
断面图 S=1 / 10



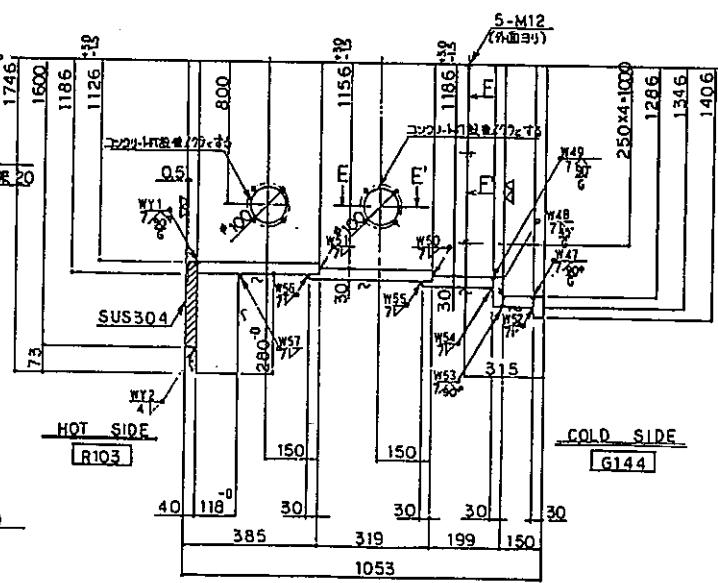
COLD SIDE 正面图 S=1 / 10



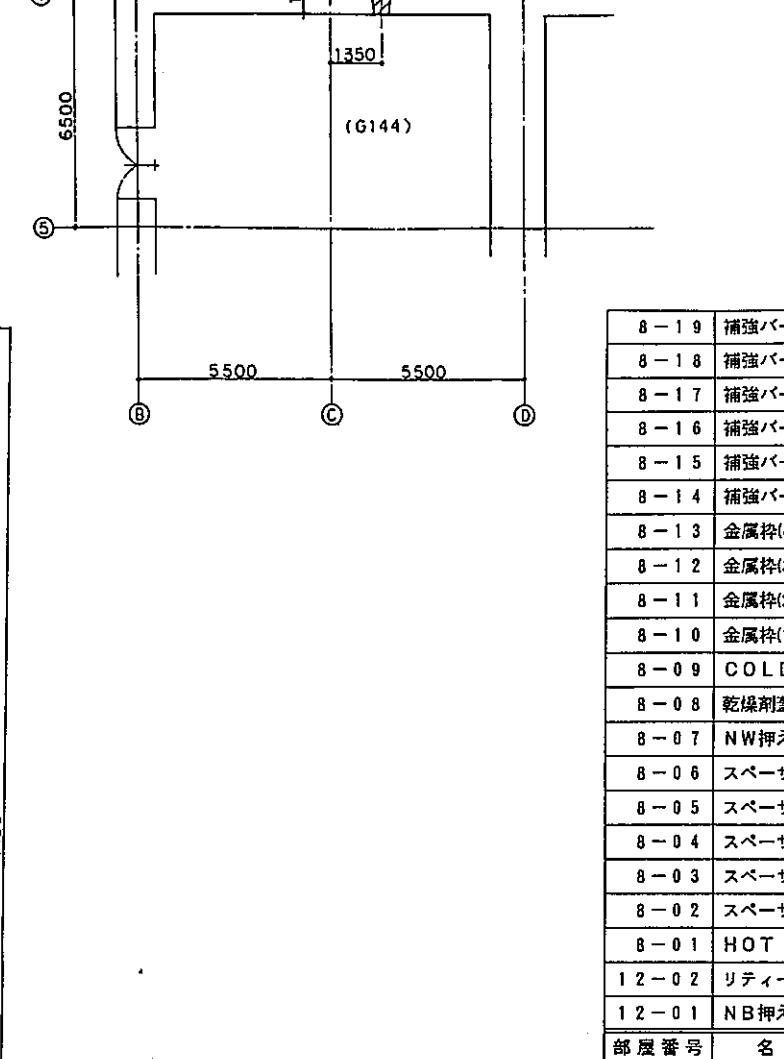
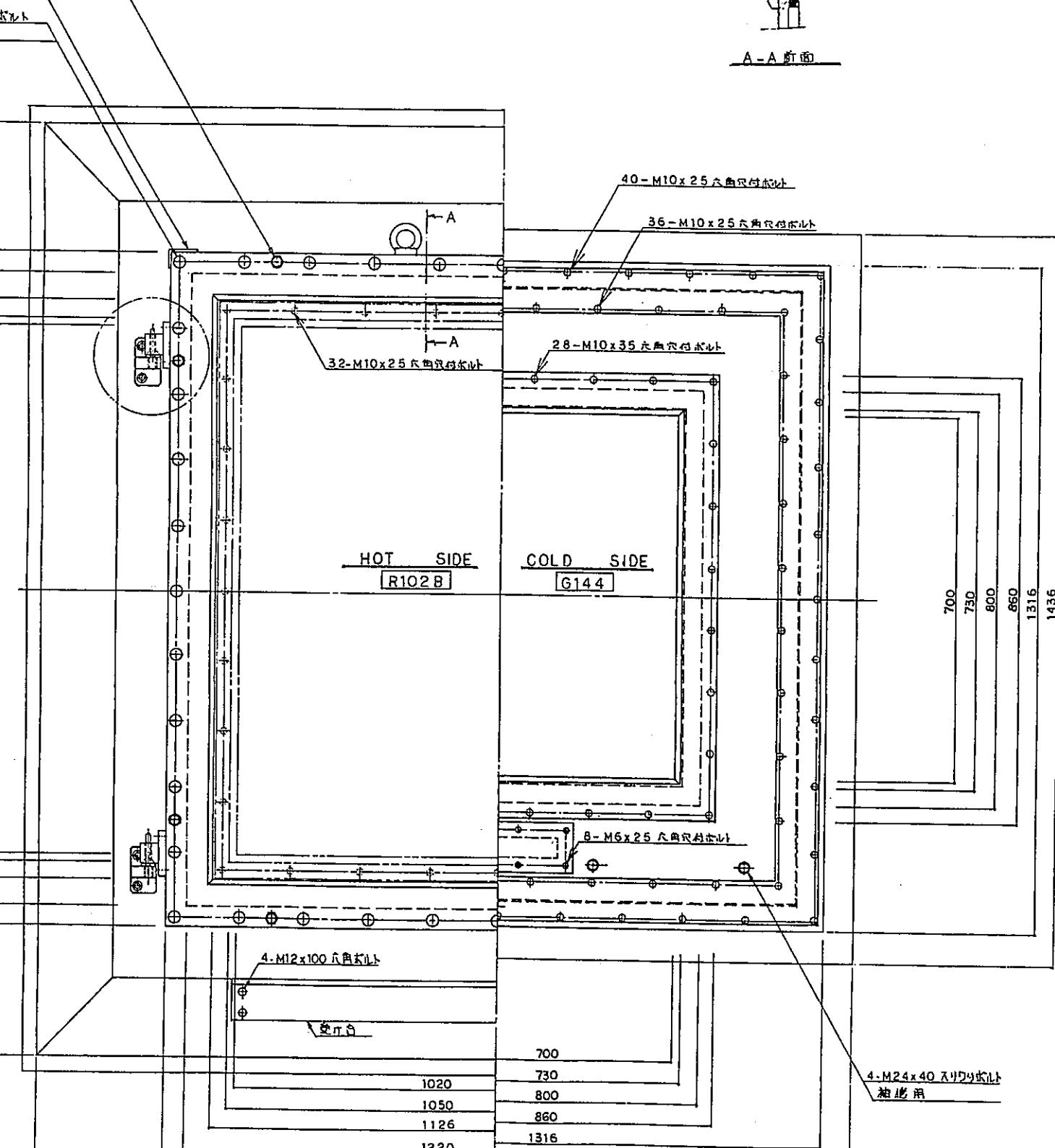
C-C' 断面图 S=1 / 5



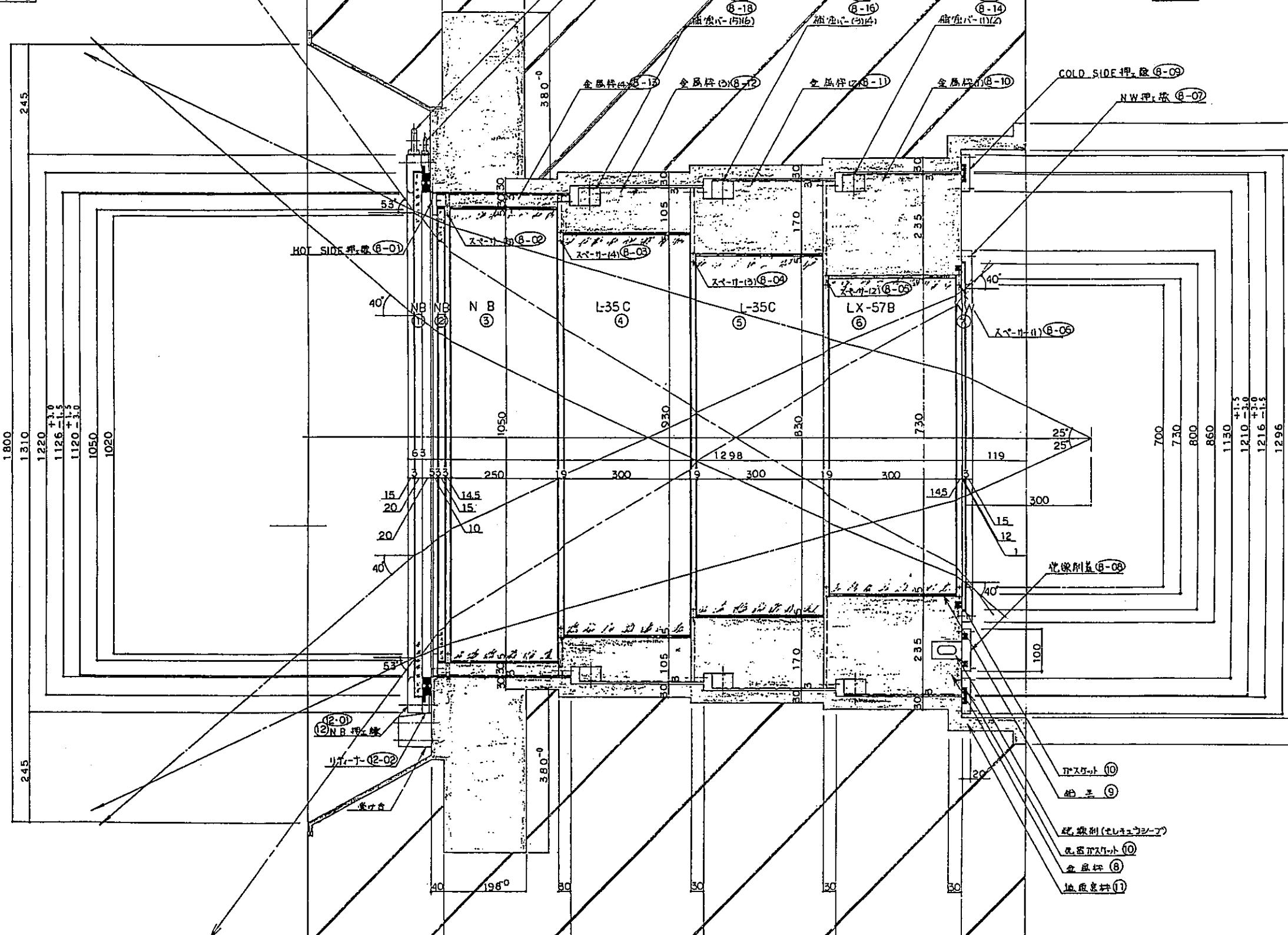
D-D' 断面图 S=1 / 5

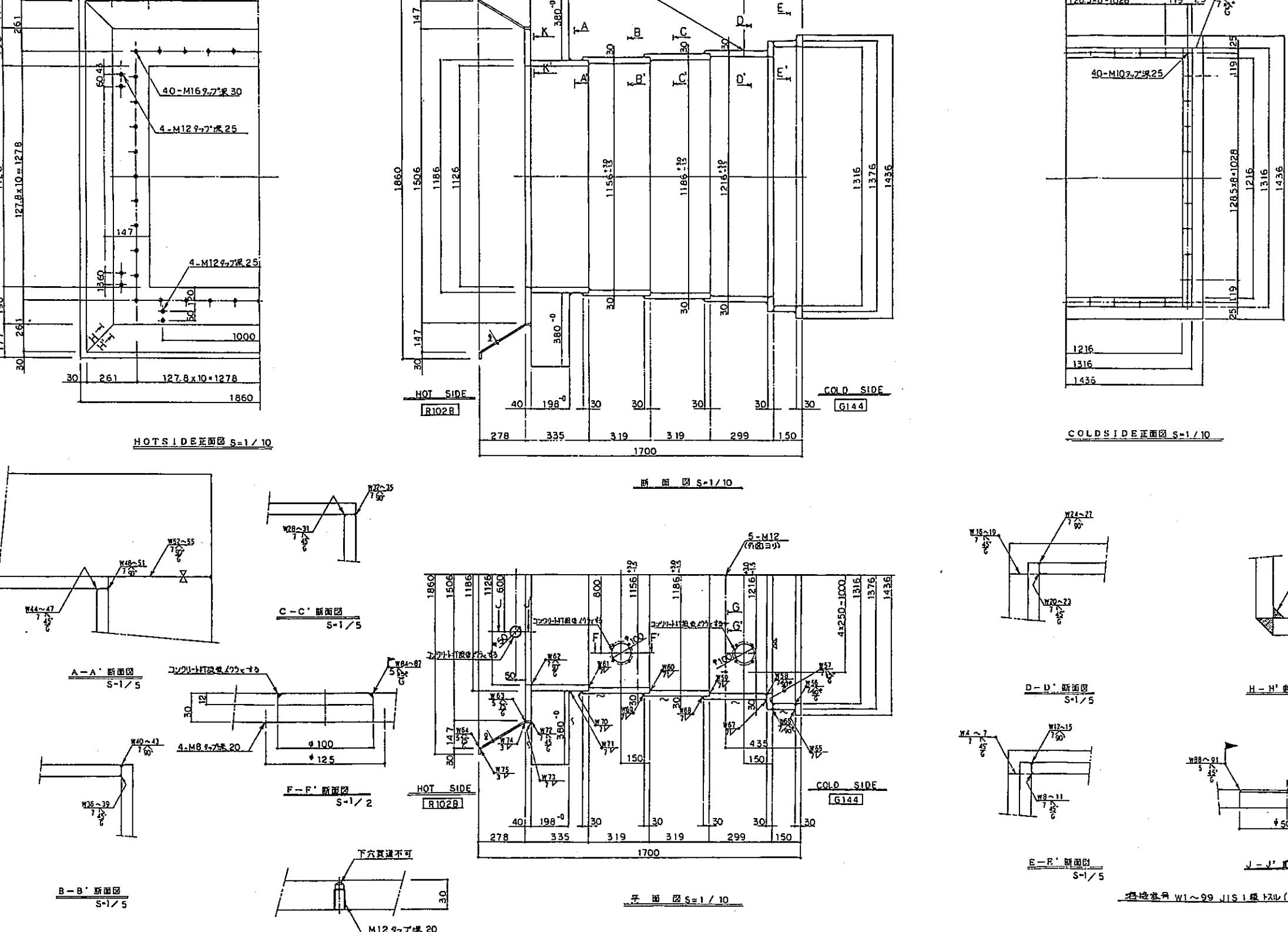


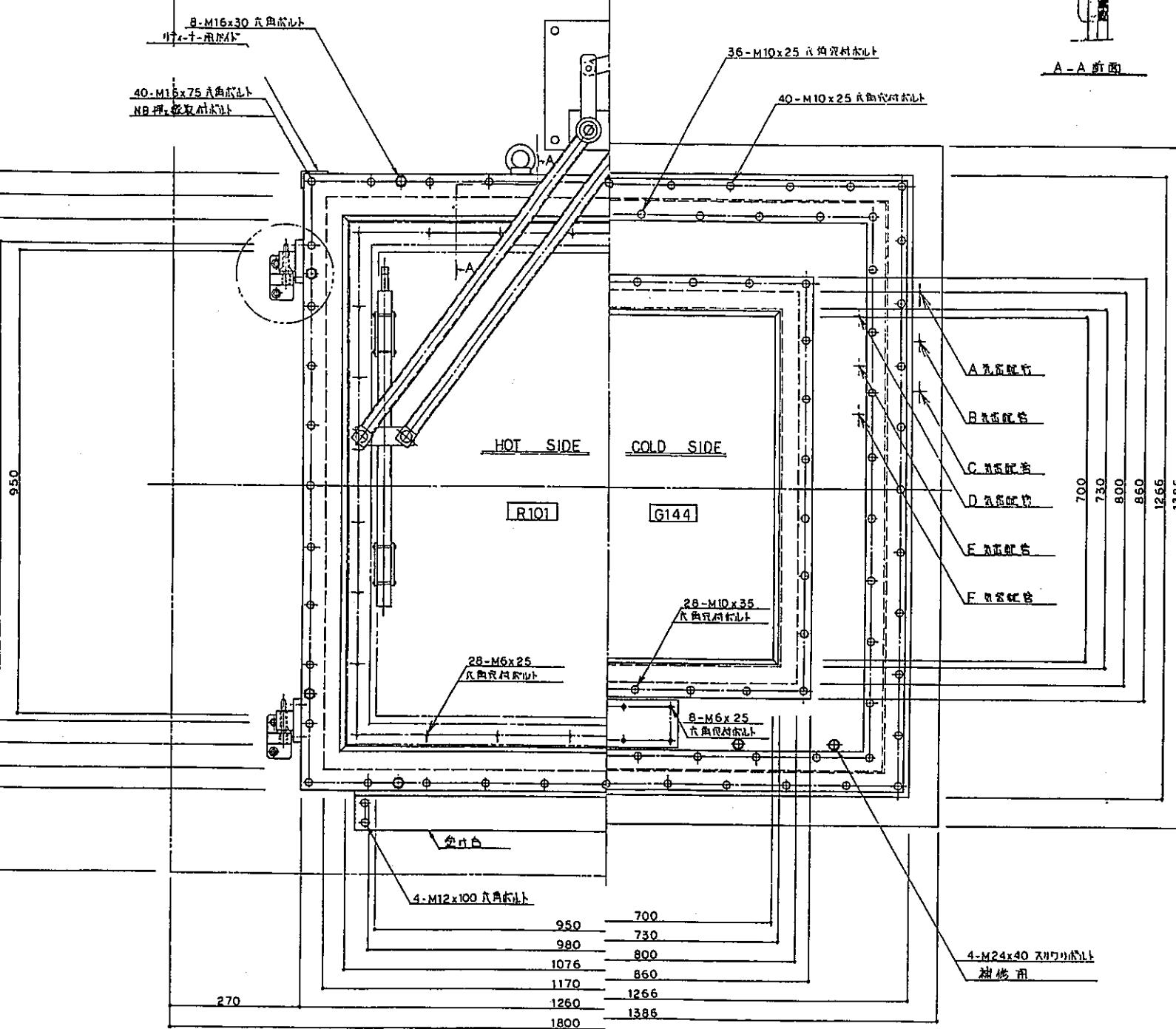
连接板厚 WY1~2 八 Y 架, W3~61 JIS T



部屋番号	名	寸法
11	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)
12	NB押え枠 (ミシート付)	SUS304
10	ガスケット	シリコーンゴム、クロロブレンゴム
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)
7	カバーガラス	NW
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)
2	カバーガラス	NB
1	カバーガラス	NB





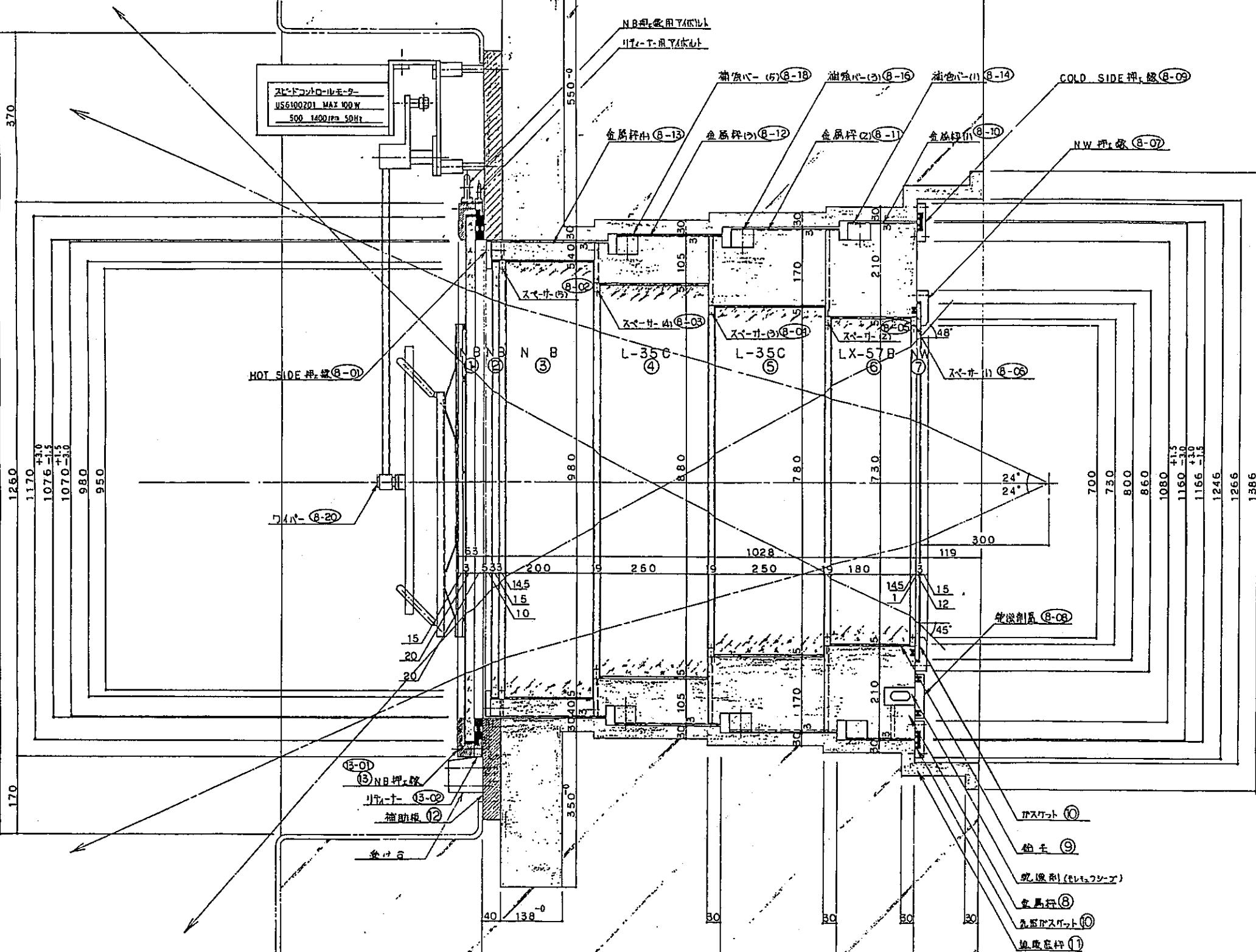


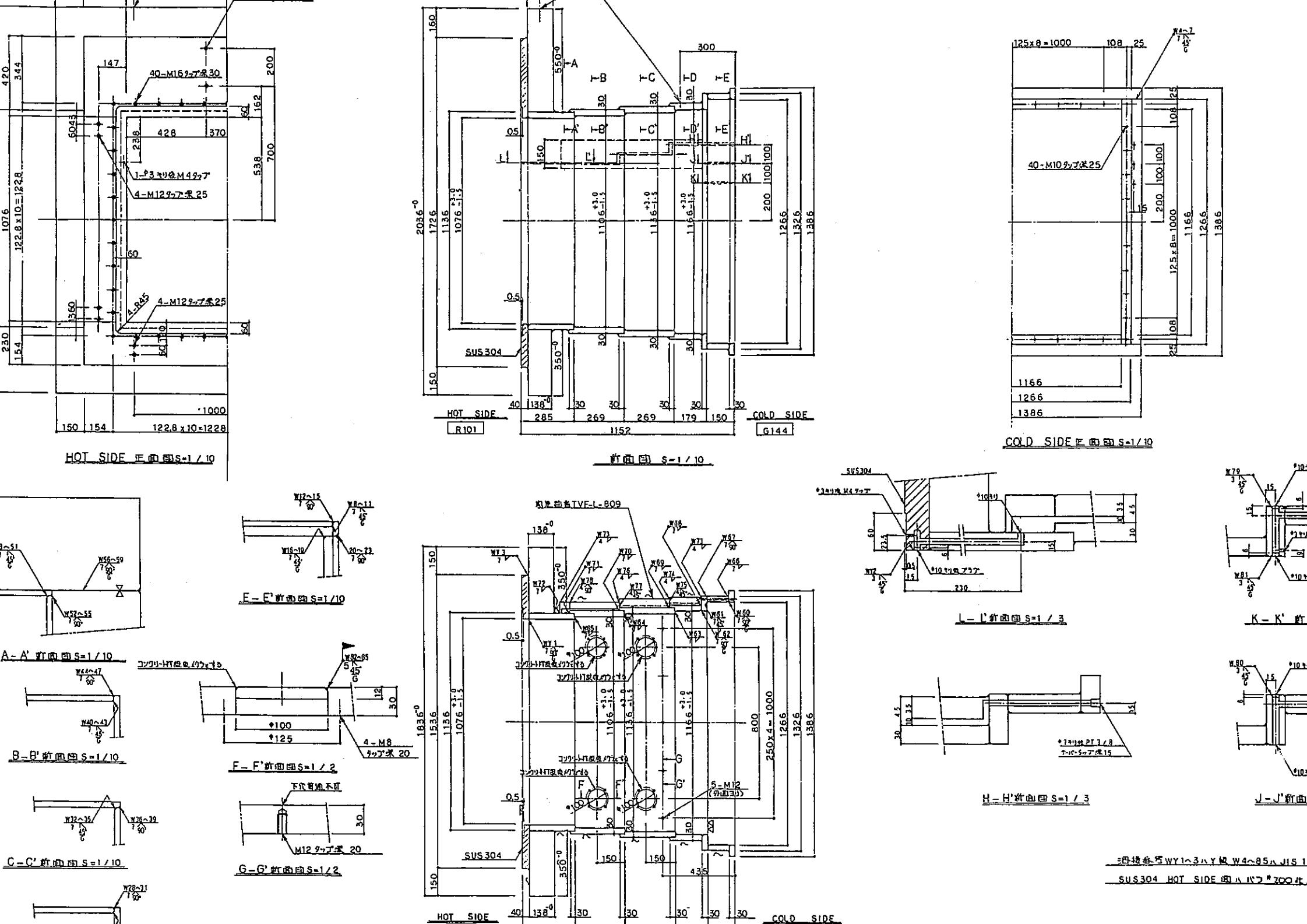
正面図

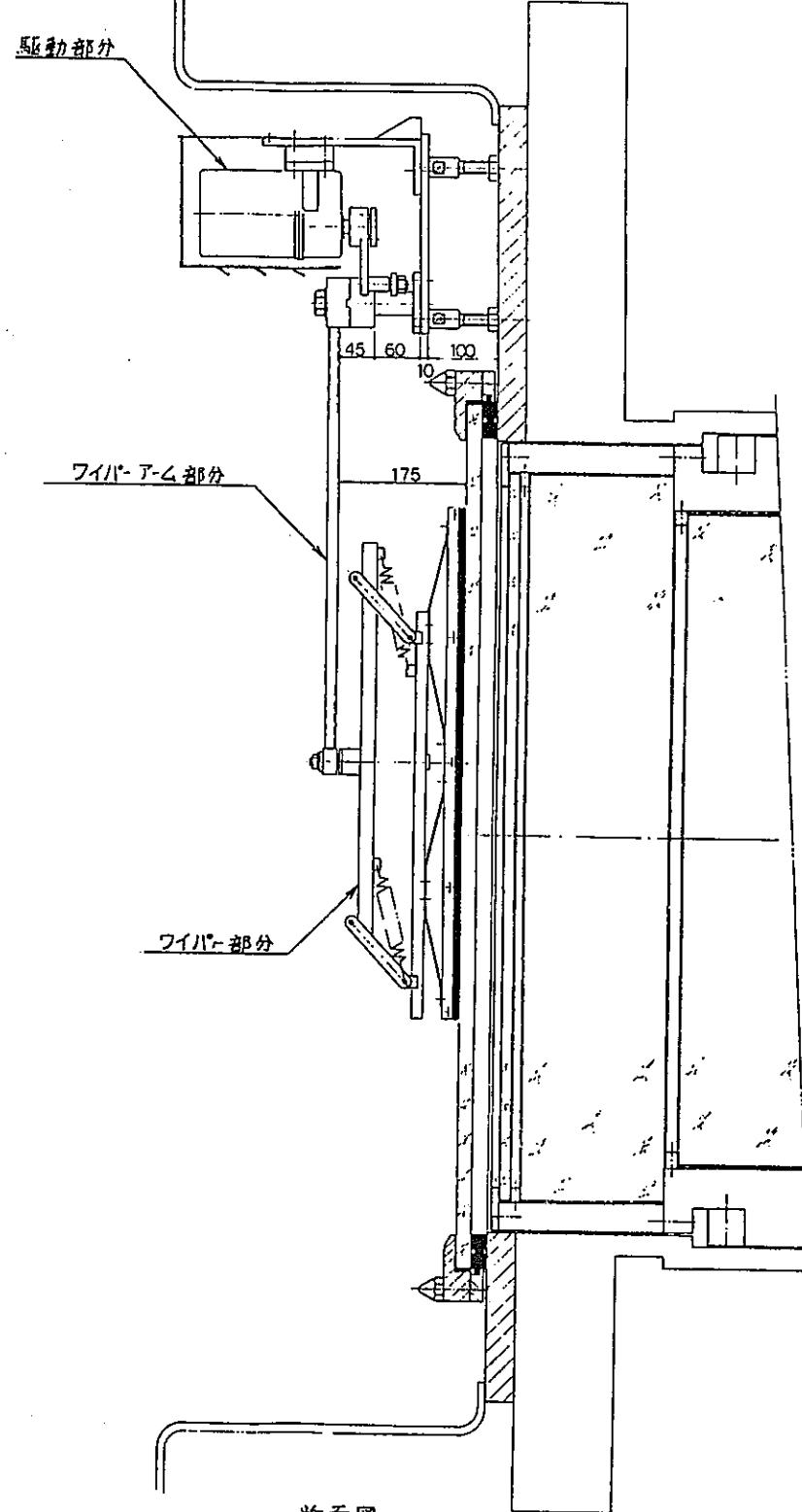
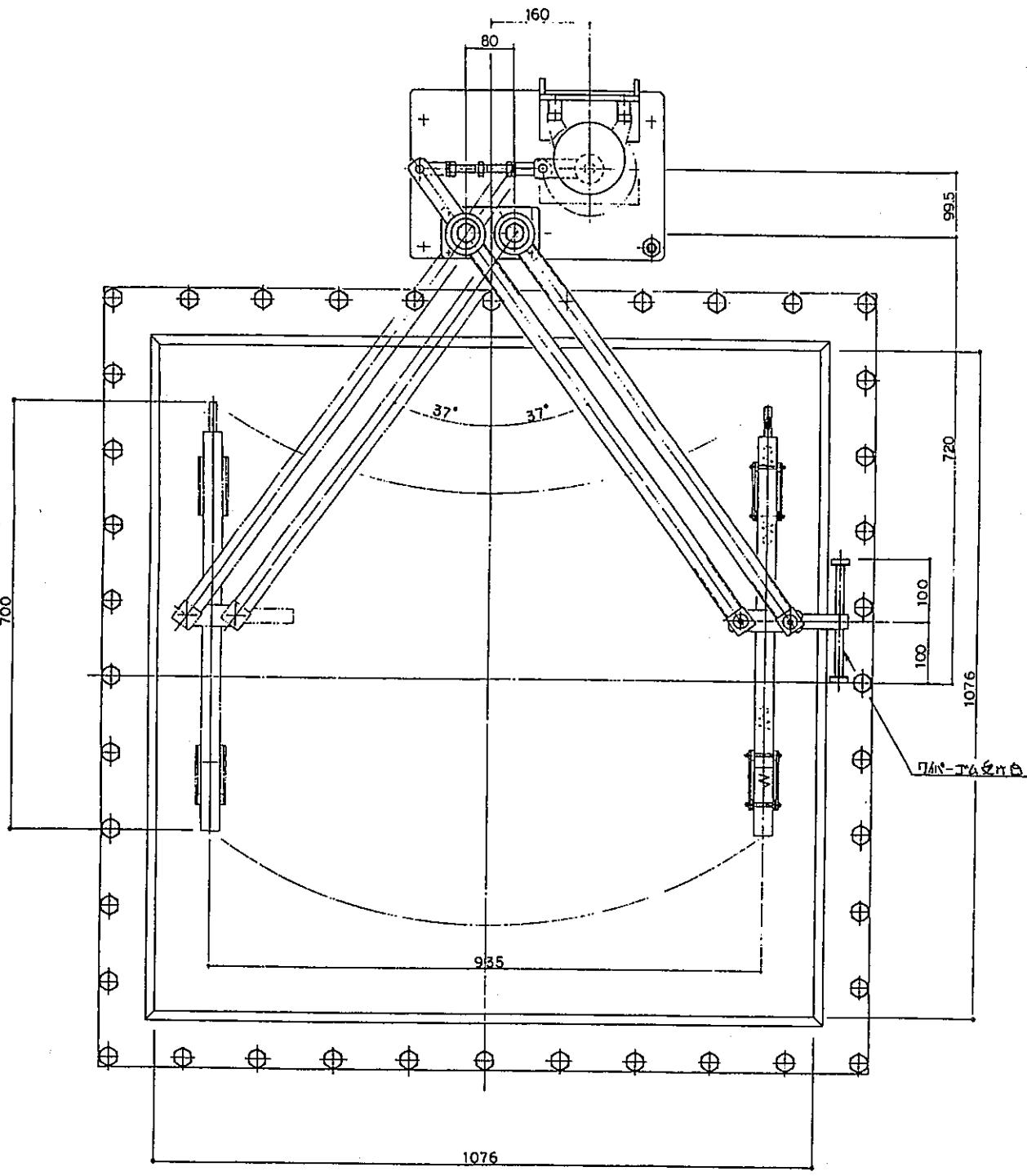
品名	用 途
A	NB押え縁ガスケット
B	全体
C	COLD SIDE 押え縁ガスケット(遮蔽板)
D	NW押え縁ガスケット
E	COLD SIDE 押え縁ガスケット(金属板)

8-20	ワイヤー
8-19	補強バー(6)(透)
8-18	補強バー(5)(透)
8-17	補強バー(4)(透)
8-16	補強バー(3)(透)
8-15	補強バー(2)(透)
8-14	補強バー(1)(透)
8-13	金属枠(4)(透)
8-12	金属枠(3)(透)
8-11	金属枠(2)(透)
8-10	金属枠(1)(透)
8-09	COLD SIDE
8-08	乾燥剤蓋
8-07	NW押え縁
8-06	スペーサー(1)
8-05	スペーサー(2)
8-04	スペーサー(3)
8-03	スペーサー(4)
8-02	スペーサー(5)
8-01	HOT SIDE
13-02	リティーナー
13-01	NB押え縁
部屋番号	名

12	補助板 (ミシート付)	SUS304 (Y級相当)	7.91
11	遮蔽板 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.83
13	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	7.91
10	ガスケット	シリコーンゴム, クロロプレンゴム	1.20/1.5
9	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	11.30
8	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	7.83
7	カバーガラス	NW	800 × 800 × 12
6	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-578 (遮蔽体)	730 × 730 × 180
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	780 × 780 × 250
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	880 × 880 × 250
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	NB (遮蔽体)	980 × 980 × 200
2	カバーガラス	NB	980 × 980 × 15
1	カバーガラス	NB	1170 × 1170 × 15

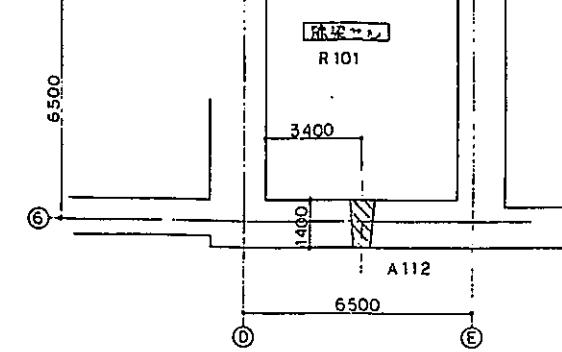
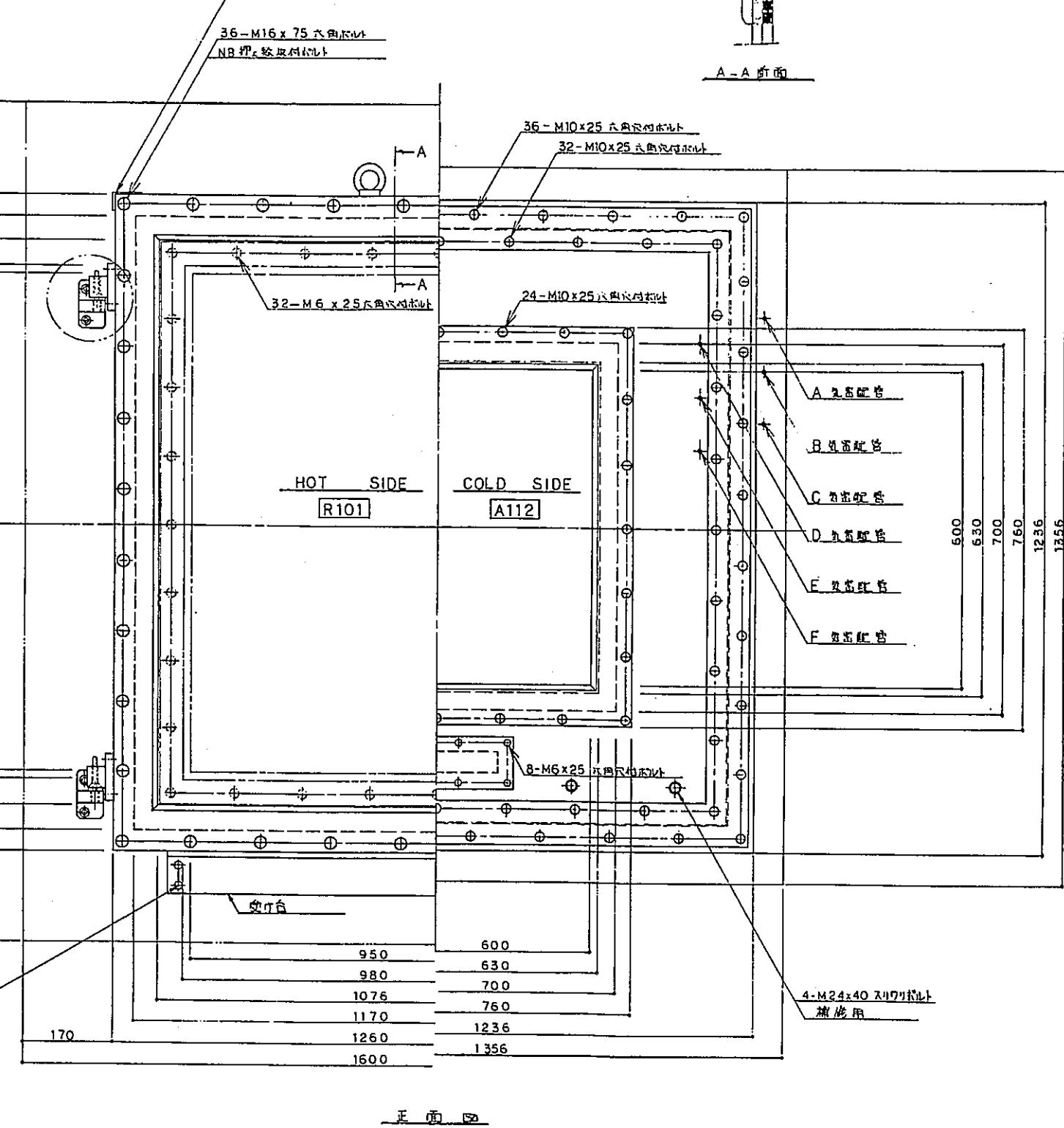






HOT SIDE 正面図

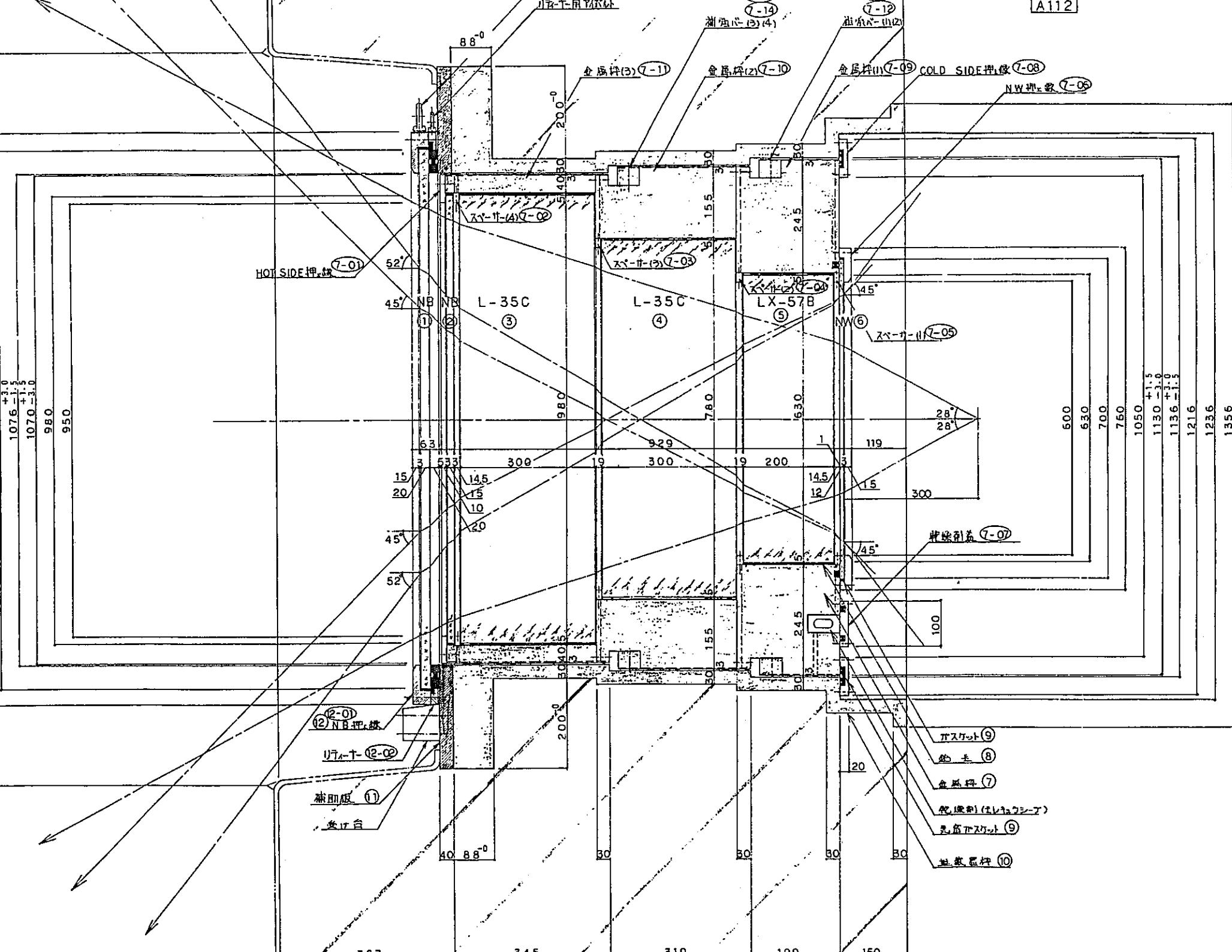
断面図

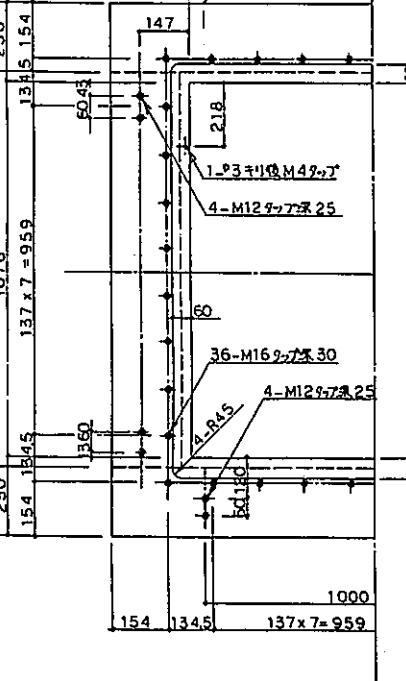


気密配管	
A	N
B	全
C	CO
D	N
E	CO
F	真

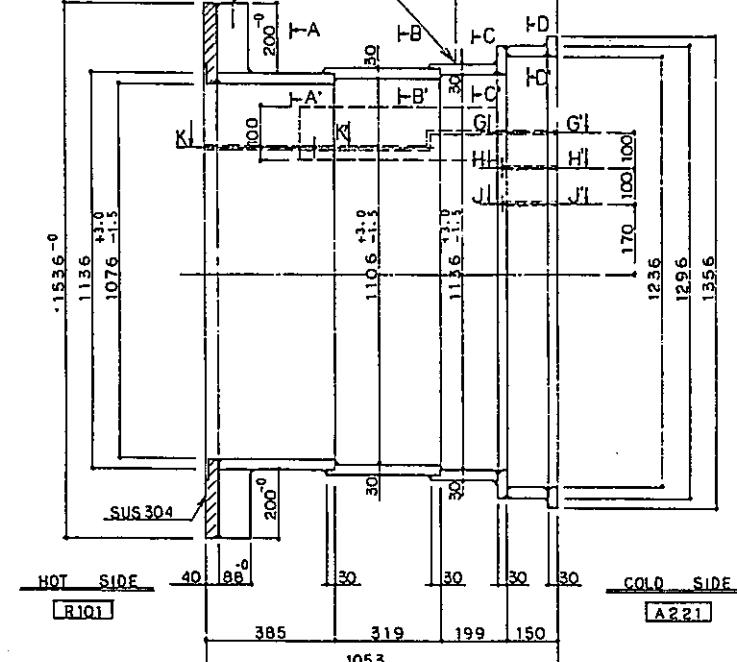
7-17	補強バー
7-16	補強バー
7-15	補強バー
7-14	補強バー
7-12	金属枠
7-11	金属枠
7-10	金属枠
7-09	COLD
7-08	乾燥剤
7-07	NW押
7-06	スペー
7-05	スペー
7-04	スペー
7-03	スペー
7-01	HOT
12-02	リティ
12-01	NB押
部屋番号	名

11	補助板 (ミシート付)	SUS304 (Y級相当)	
10	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	
12	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	
9	ガスケット	シリコンゴム, クロロブレンゴム	
8	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	
7	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	
6	カバーガラス	NW	700 × 700 × 12
5	遮蔽ガラス (ミシート付)	LX-57B (遮蔽体)	630 × 630 × 200
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	780 × 780 × 300
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	980 × 980 × 300
2	カバーガラス	NW	980 × 980 × 15

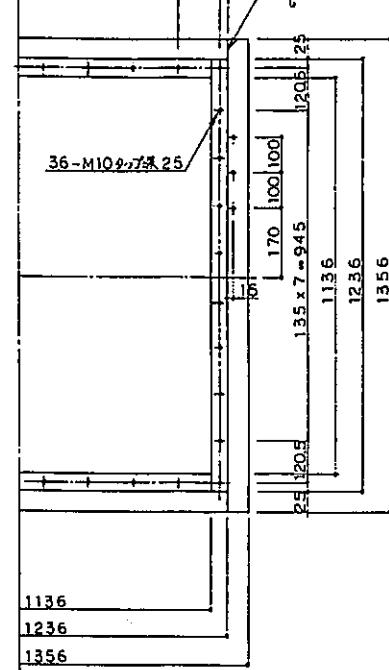




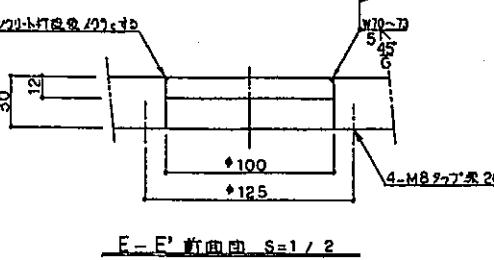
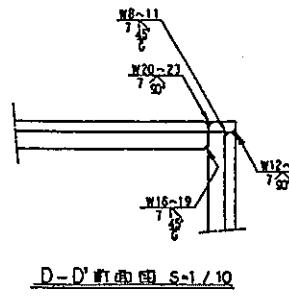
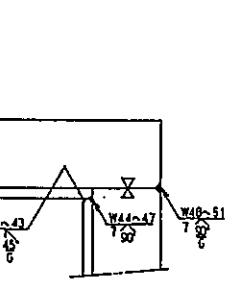
HOT SIDE 正面図 S=1 / 10



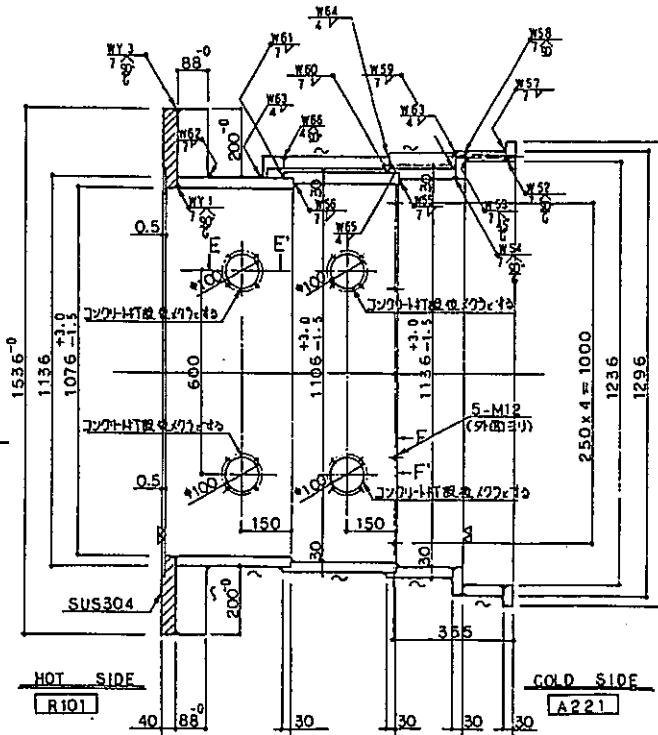
前面図 S=1 / 10



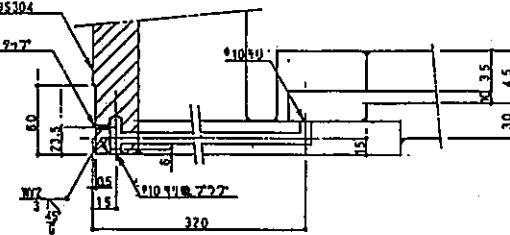
COLD SIDE 正面図 S=1 / 10



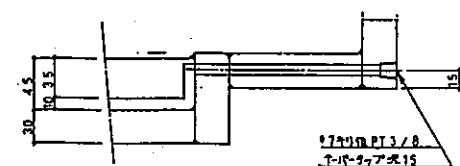
E-E' 前面図 S=1 / 2



G-G' 前面図 S=1 / 3



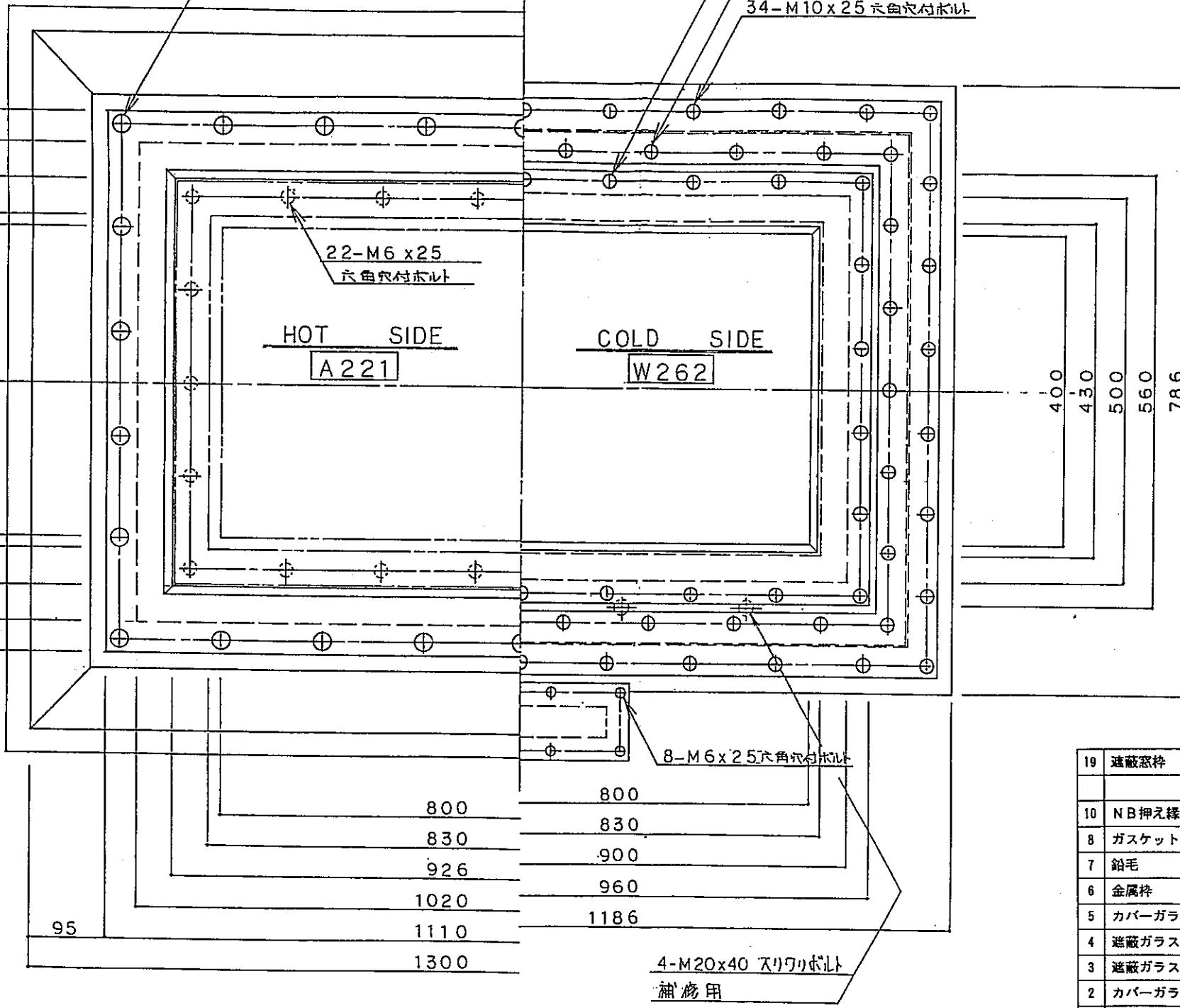
K-K' 前面図 S=1 / 3



H-H' 前面図



規格 W.Y 1~3, Y 4~73, JIS 1~171  
SUS 304 HOT SIDE 面ハバ 200 上下山

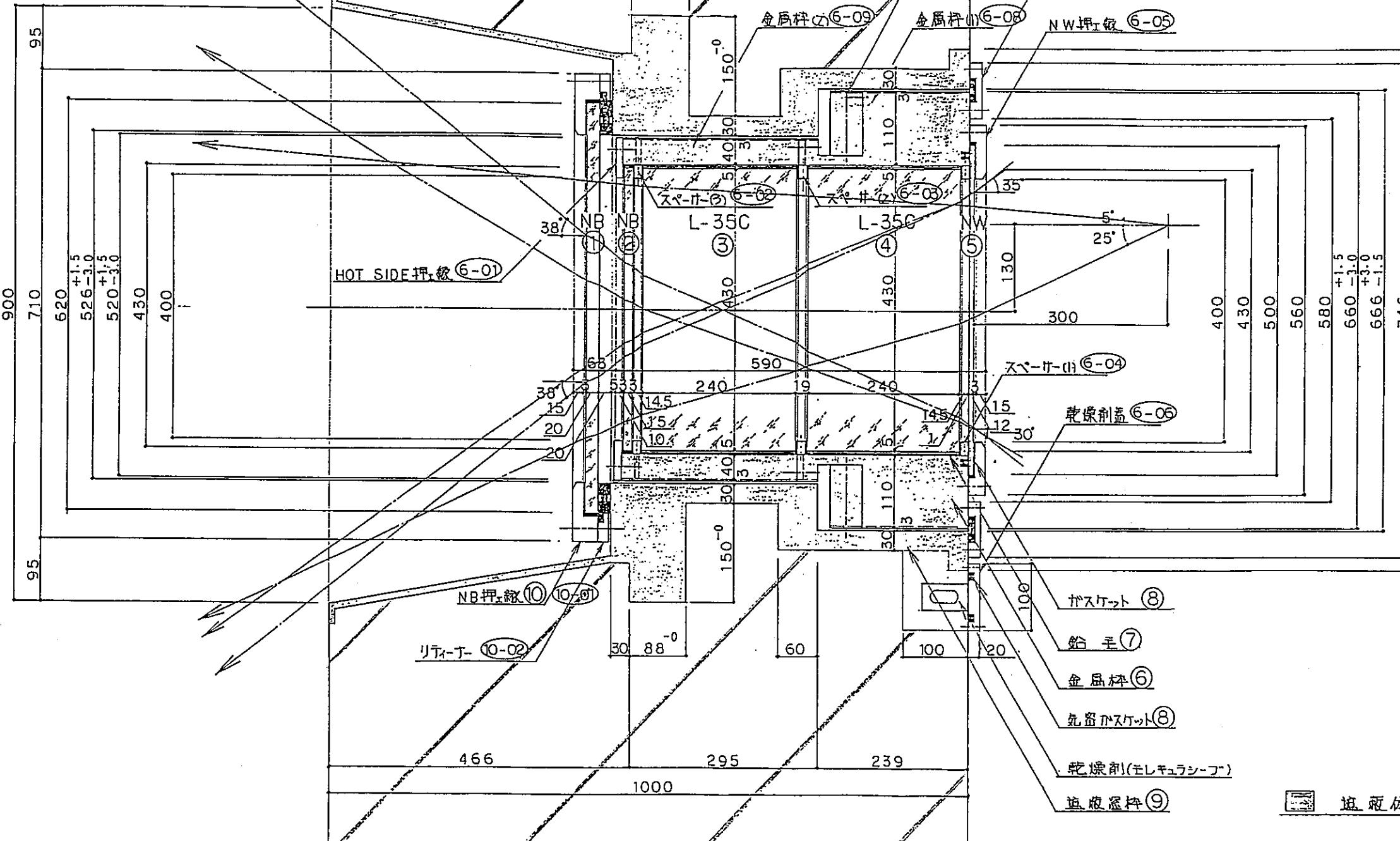


6-11	補強バー
6-10	補強バー
6-09	金属枠
6-08	金属枠
6-07	COL
6-06	NW押
6-05	スペー
6-04	スペー
6-03	スペー
6-01	HOT
10-02	リティ
10-01	NB押
部屋番号	名

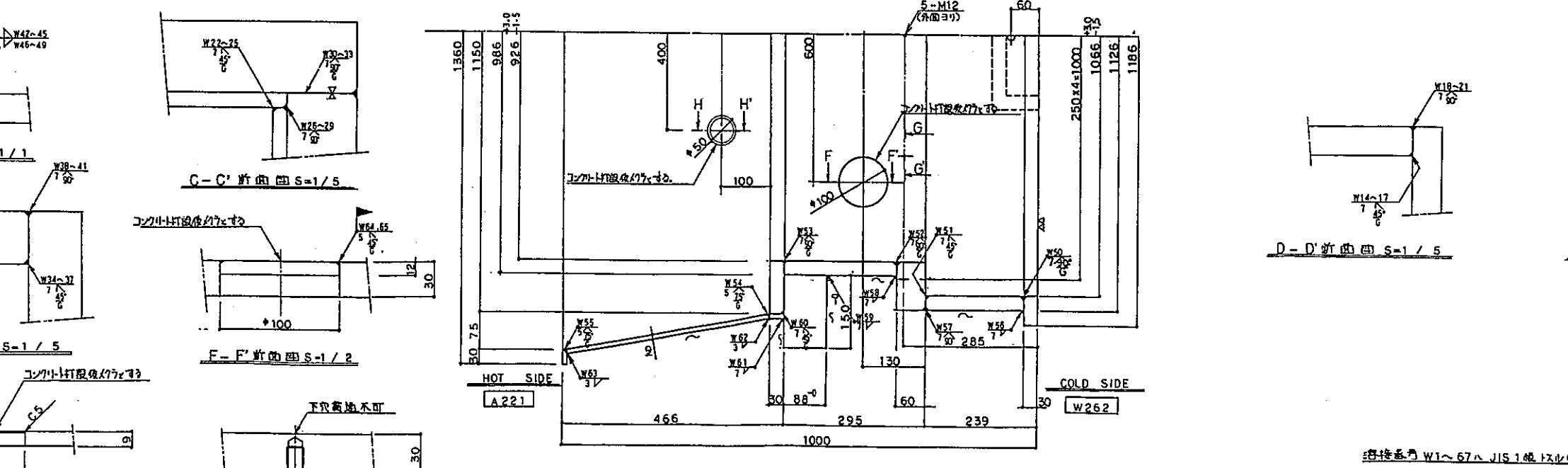
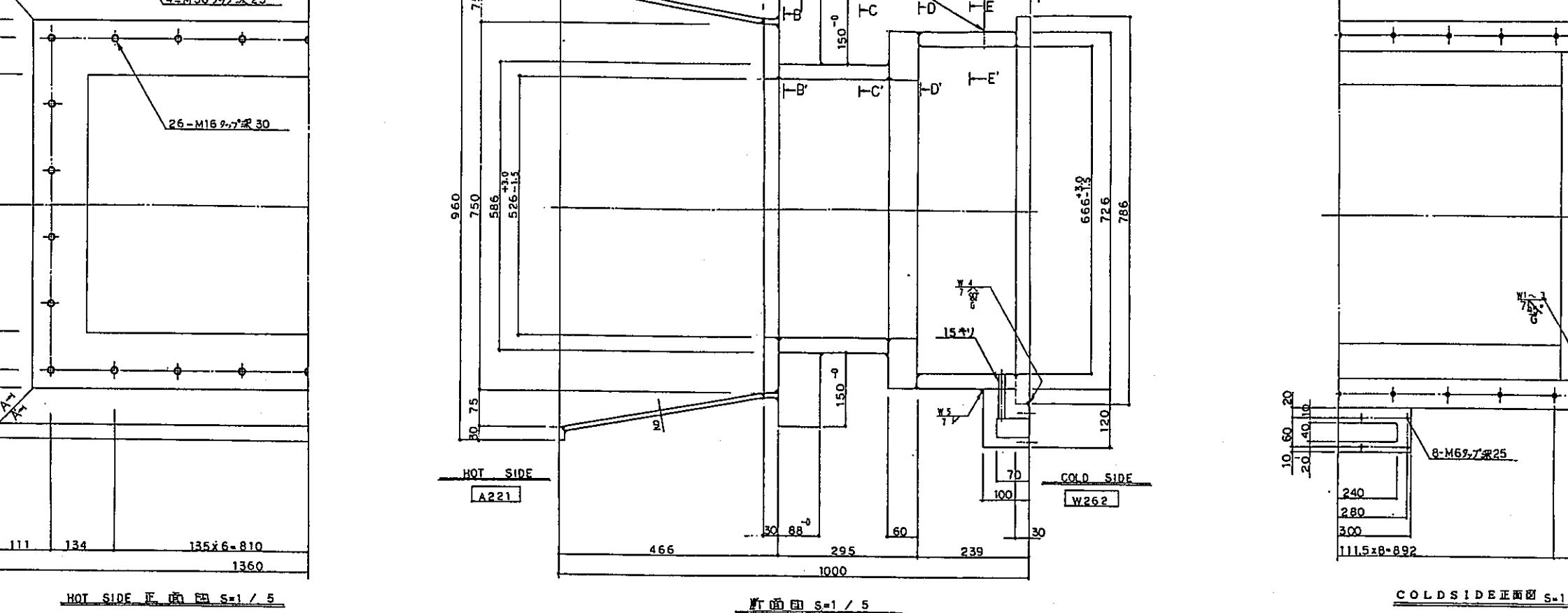
19	遮蔽窓枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	
10	NB押え縁 (ミシート付)	SUS304	
8	ガスケット	シリコンゴム, クロロブレンゴム	
7	鉛毛 (ミシート付)	Pb (遮蔽体)	
6	金属枠 (ミシート付)	SS41 (遮蔽体)	
5	カバーガラス	NW	500 × 900 × 12
4	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	430 × 830 × 240
3	遮蔽ガラス (ミシート付)	L-35C (遮蔽体)	430 × 830 × 240
2	カバーガラス	NB	430 × 830 × 15
1	カバーガラス	NB	620 × 1020 × 20
No	名 称	材 质	寸 法 (mm)

A221

W262



追 質



接合部厚 W1~67 JIS 1級 ISO 11040

## 7. 工事の方法及び手順

### 7.1 遮蔽窓枠据付（図-7.1参照）

#### 7.1.1 製品重量

1) RWF 170	3319.9 (kg)
2) RWF 171	3125.8 (kg)
3) RWF 172	1596.7 (kg)
4) RWF 173	1869.0 (kg)
5) RWF 174	1596.7 (kg)
6) RWF 175～RWF 178	3081.4 (kg)
7) RWF 179	4910.7 (kg)
8) RWF 180	3719.9 (kg)
9) RWF 181	1853.4 (kg)
10) RWF 182	920.4 (kg)

#### 7.1.2 搬入作業

タワークレーン及びレッカーカー車を利用して、据付位置まで荷降ろしを行う。

#### 7.1.3 据付作業

##### 1) 墨出し及び段取り

- (1) 基準通り墨より架台及び遮蔽窓枠据付位置の墨出しを行う。
- (2) 基準レベルより架台及び遮蔽窓枠据付位置の高さを求める。
- (3) 据付用機器及び工具の搬入準備を行う。
- (4) ガス切断機の準備を行う。
- (5) アーク溶接機及び100V電源の準備を行う。

##### 2) 架台据付

- (1) 架台固定用ホールインアンカーボルト（M12）を打ち固定アングルを取り付ける。
- (2) 架台を搬入する。
- (3) 据付け位置及び高さを調整する。
  - (i) 架台下部にライナーを入れ、架台天端のレベルを出す。  
(-3～-5mmにて設定する。)
  - (ii) 架台の芯を合わせる。
  - (iii) 再度架台の天端のレベル調整を行う。

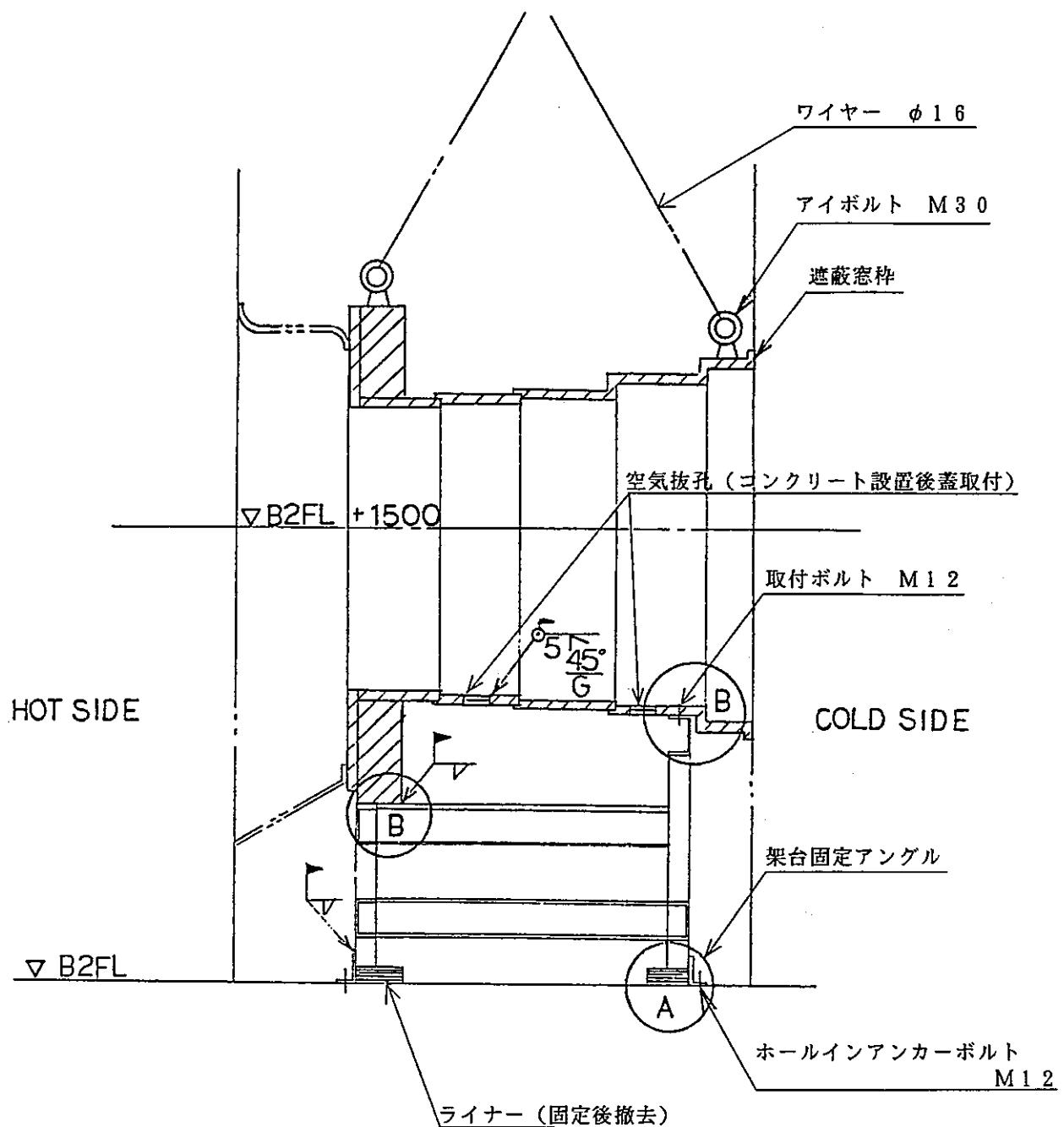


図-7.1 RWF170 据付要領図（他の外金枠も同様）

(4) 架台と固定用アングルを溶接し仮固定する。

3) 遮蔽窓枠据付

(1) タワークレーン、レッカー車等で遮蔽窓枠を仮固定する。

(2) 取付ボルトで架台と遮蔽窓枠を仮固定する。

(3) 遮蔽窓枠の据付位置及び高さを調整する。

(i) 遮蔽窓枠センターでレベルを出し、架台と遮蔽窓枠の間にライナーを入れ、微調整を行う。

(ii) 遮蔽窓枠センターで芯を微調整する。

(4) 固定アングルと架台及び架台と遮蔽窓枠を溶接し固定する。

(i) 架台と遮蔽窓枠をアングル（L - 40 × 40 × 30 L程度）にて仮止めを行う。

(ii) 固定アングルと架台を溶接し固定する。

(iii) 架台と遮蔽窓枠の仮溶接を行い、据付位置を再確認する。

(iv) 架台と遮蔽窓枠を溶接し固定する。

## 7.2 窓本体据付(図-7.2参照)

## 7.2.1 製品重量

機器番号	製品重量(kg)
G51M170	7069.9
G51M171	9220.4
G51M172	1485.2
G51M173	1637.8
G51M174	1239.3
G51M175	5647.4
G51M176	"
G51M177	"
G51M178	"
G51M179	8201.2
G51M180	3483.8
G51M181	5665.4
G51M182	1654.3

## 7.2.2 搬入作業

## 1) 準備

窓本体の搬入口前に仮架台を設置し、チルローラ(2.5ton)を窓本体底面のサイズに合わせ、4点に設置する。

## 2) 荷降ろし

トラッククレーンを使って、搬入口に設置しているチルローラ(2.5ton)の上に荷降ろしを行う。

## 3) 搬入

窓本体を手押しできる窓については据付位置まで手押しで搬入を行い、手押しができない窓についてはチルホールで引っ張り、据付位置まで搬入する。

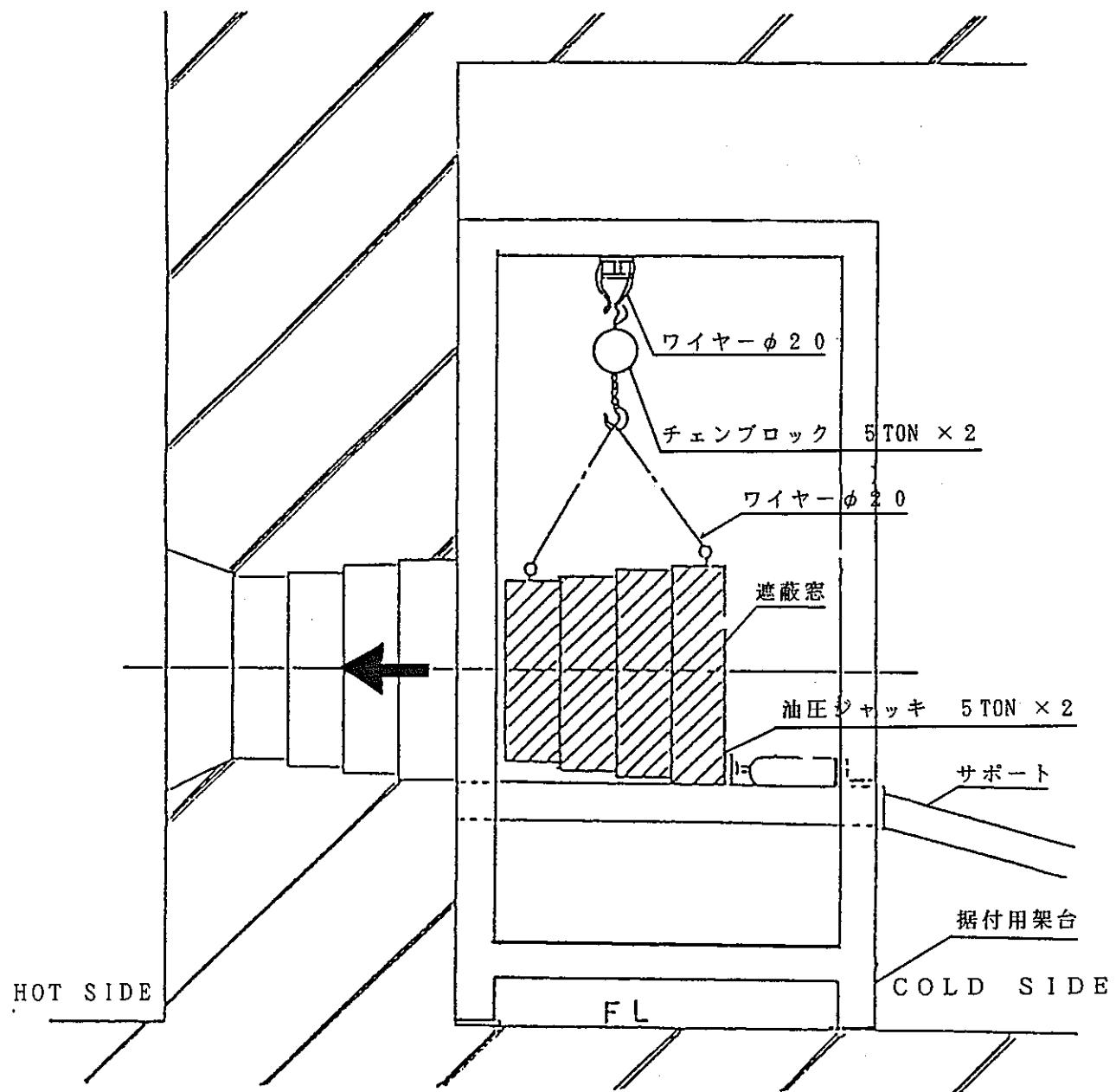


図-7.2 窓本体 据付要領図

### 7.2.3 据付作業

#### 1) 遮蔽窓枠の補修

- (1) 遮蔽窓枠の養生シートを撤去する。
- (2) 遮蔽窓枠に付着しているコンクリートのケレンを行う。
- (3) 空気抜き孔の蓋を取り付ける。
- (4) 遮蔽窓枠の塗装の修正を行う。

#### 2) 遮蔽窓の解梱

- (1) 据付場所で遮蔽窓の梱包の解体を行う。

#### 3) 遮蔽窓の吊り揚げ

- (1) 据付用架台を搬入し組立を行う。
- (2) 架台の梁にチェーンブロック（5 t）2台を取り付ける。
- (3) 窓本体にワイヤーをかけ、チェーンブロックで据付位置より約10cm上まで吊り揚げる。

#### 4) 据付用架台の組立

- (1) 据付用架台の中段部を組み立てる。
- (2) 架台のレベルを遮蔽窓枠の位置に調整する。
- (3) 架台の後部に固定用サポートを取り付ける。

#### 5) 遮蔽窓の据付

- (1) 据付用架台の上に遮蔽窓を乗せる。
- (2) 遮蔽窓本体の後部に挿入用油圧ジャッキを横向に取り付ける。
- (3) 油圧ジャッキの後部に止めアングルを取り付ける。
- (4) 吊り揚げ用アイボルトを撤去しボルト穴に鉛毛を充填する。
- (5) 油圧ジャッキをきかせて遮蔽窓を遮蔽窓枠に挿入していく。
- (6) 壁面まで遮蔽窓を挿入する。
- (7) 遮蔽窓枠と遮蔽窓の間にライナーを入れ調整を行う。
- (8) コールドサイド押さえ縁を取り付け遮蔽窓の固定を行う。
- (9) カバーガラスを取り付ける。

#### 6) 塗装の修正

- (1) 金枠の塗装をタッチアップする。

#### 7.2.4 養生作業

- 1) 検査完了後にガラス面のほこり等を再度調整する。
- 2) ホットサイド、コールドサイド両面に養生鉄板（SS-41-1.6t）を押さえ縁のボルトを利用して取り付ける。
- 3) ポリシートで遮蔽窓全体をカバーし、テープで止める。

## 8. PNC TN8470 93-013 数

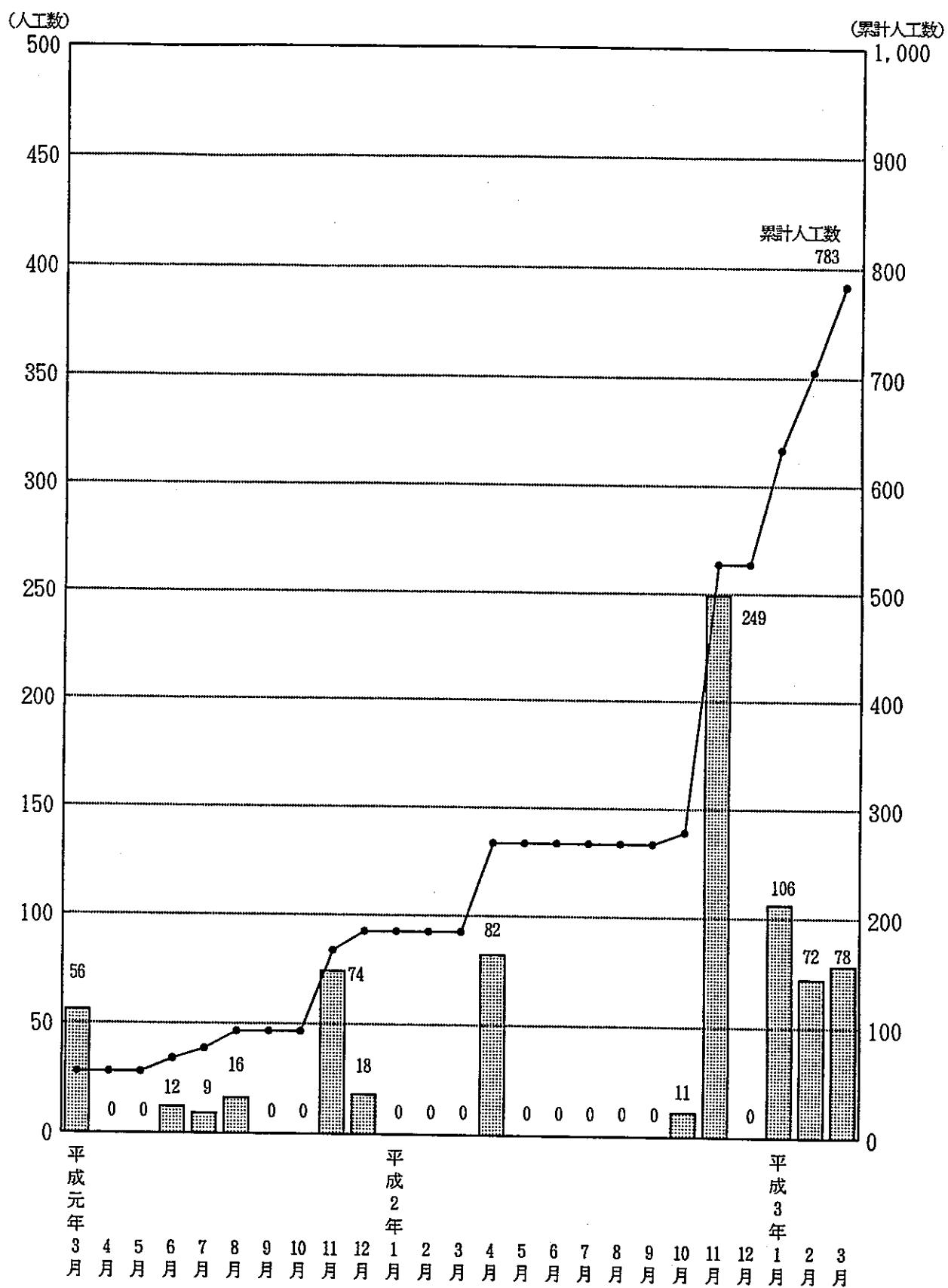


図-8 蔽窓工事人工数

## 9. 施工上の技術的検討事項「ホット側カバーガラス破損防止と気密保持対策」

遮蔽窓の現地据付工事において、気密保持が必要である7基の遮蔽窓中、2基の遮蔽窓のホット側カバーガラスが据付工事中のボルト締付時に破損した。ガスケット、リテーナ及び押エ縁詳細断面を図-9.1に示す。（遮蔽窓の構造：図-6参照）

この原因を調査したところ次の事が判明した。

- 1) カバーガラス押エ縁にセットされた遠隔ボルトを締め付けることにより、カバーガラスに曲げ応力が発生し、これが許容応力を上回ったために破損した。
- 2) 構造的観点及び気密ガスケットの弾性体特性の観点より、カバーガラスが最も破損しやすい場所は四隅のコーナー部分であり、特に四隅のボルトを最後に締め付けた場合に破損の危険率が高い。
- 3) カバーガラスの許容曲げ応力を基準として計算上得られた締め付け時の安全トルクは窓の辺の中央部付近で $2.0 \text{ kg f} \cdot \text{m}$ 、四隅部分で $1.0 \text{ kg f} \cdot \text{m}$ 以下である。

これらカバーガラスは、インパクトレンチを用い両腕型マニプレータ等により、遠隔操作で保守交換され、かつ、気密保持されることになっている。しかし、現状の遮蔽窓構造では、インパクトレンチ作動時の衝撃等によりカバーガラスの破損が発生するため、カバーガラスの遠隔保守は成り立たない。よって、カバーガラスの遠隔保守を考慮した上でカバーガラスの破損が発生せず、かつ、気密が保持できる構造を確率すべく後述する実験を実施し、その結果を設計にフィードバックすることにした。

### 9.1 事前調査

#### 9.1.1 気密保持とガスケットの圧縮量の関係

実機において、気密が保持されるまでの遠隔ボルト締め付け条件と気密ガスケットの圧縮量の関係を表-9.1に示す。この表において気密ガスケット圧縮量はリテーナと遮蔽窓枠の間隔をボルトの締め付け前後において測定しその差より求めた。また気密ガスケットの圧縮量を表す各位置の記号を図-9.2に示す。

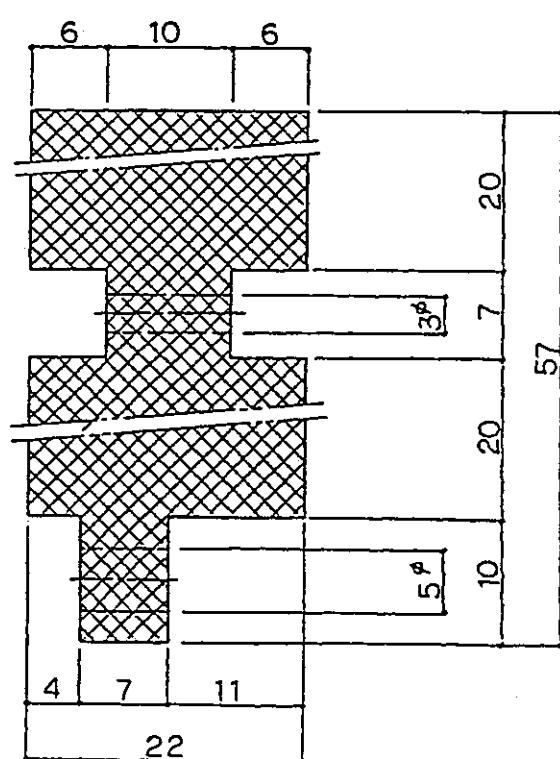
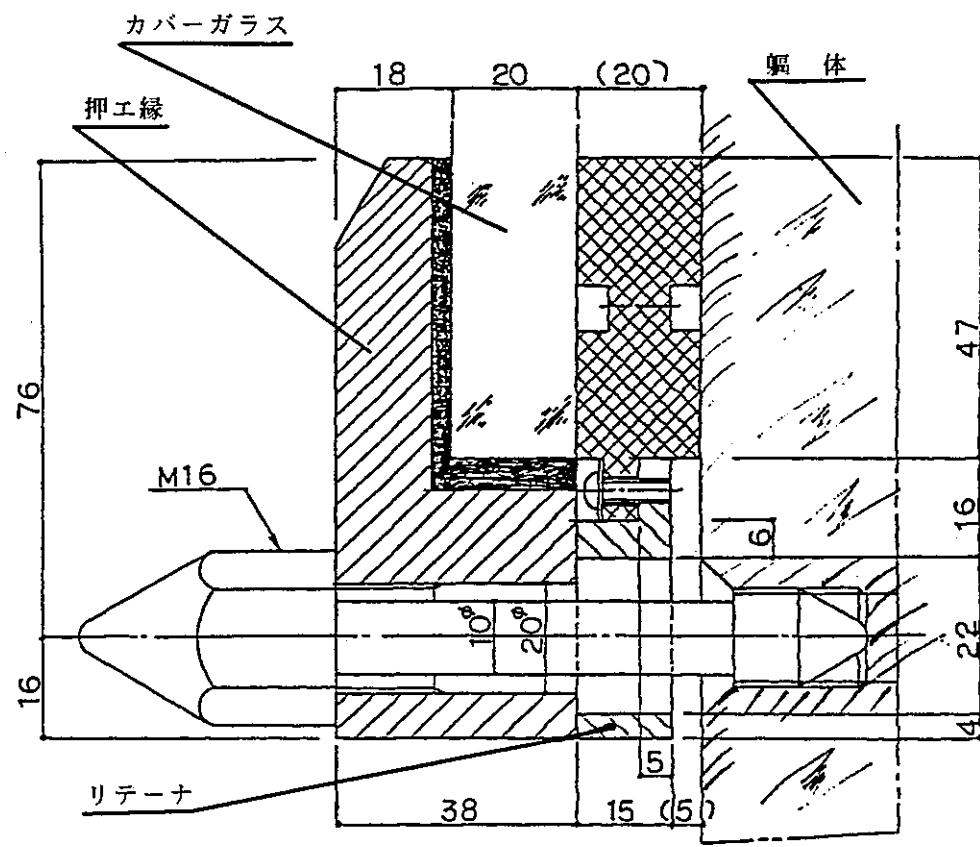
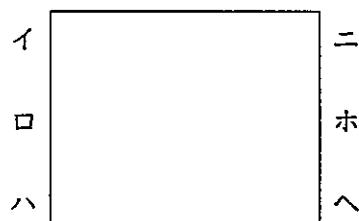


図 - 9. 1 気密保持部詳細図

表 - 9. 1

機器番号	締付条件	気密が保持されるまでのボルト締付け回数	気密ガスケットの圧縮量 (mm)								
			イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	四隅平均 ( $\bar{x}_1$ )	中央平均 ( $\bar{x}_2$ )	差 ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ )
G51M170	条件1 四隅 1kgf・m 他 2kgf・m	1回	1.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.5	1.1	1.0	0.1
G51M171		1回	1.0	1.0	1.0	1.5	0.5	0.5	1.0	0.8	0.2
G51M180		1回	1.5	0.5	1.0	1.5	1.5	2.5	1.6	1.0	0.6
G51M172	条件2 全て 4kgf・m	3回	1.0	1.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.0	2.0	0
G51M173		2回	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	1.8	1.3	1.5
G51M174		2回	2.5	2.0	2.5	3.0	2.0	3.0	2.8	2.0	0.8
G51M181		3回	1.5	1.0	2.0	2.0	1.5	3.5	2.3	1.3	1.0



ホット側正面図

図 - 9. 2 測定位置

表- 9. 1 より次の事が言える。

- 1) 条件 1 は条件 2 に比べて四隅と辺の中央部付近のガスケットの圧縮量の差 ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ ) が小さい。
  - 2) 気密が保持されるまでのボルトの締め付け回数は条件 1 の場合は全て 1 回であるのに対し、条件 2 の場合は 2 回ないし 3 回必要としている。この理由は 1 回のボルトの締め付けによって発生するガスケットの歪量（圧縮量）が、各締め付けボルトの配置位置毎に、よりバラツキが大きいことによると思われる。
- これらの事からボルトの締め付け力が、2.0 kgf · m以下であっても気密が保持できる可能性があることが推定出来る。

#### 9.1.2 ガスケットの種類、締め付け条件、圧縮量、気密保持状況の関係

- 1) ガスケットの特性及び形状と圧縮応力、圧縮量の関係

一般的にゴムの特性と形状及び圧縮応力、圧縮歪の間には次式の関係がある。

(参考図書：「防震ゴム」，発行所：社団法人 日本鉄道車輛工業会，製作：現代工学社)

$$E = \frac{\sigma_c}{\epsilon_c} = G (4 + 3.290 S^2) \quad \dots\dots\dots \quad ①$$

$$S = \frac{A_L}{A_F} = \frac{a}{2h} \quad \dots\dots\dots \quad ②$$

ここに各記号の意味は次の通りである。

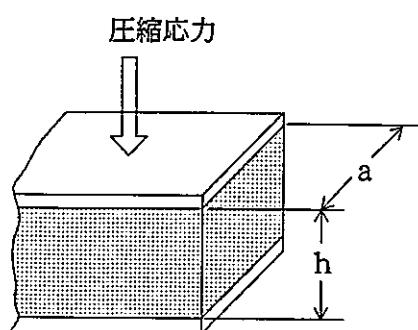
$E$  : ヤング率       $A_L$  : 受圧面積

$\sigma_c$  : 圧縮応力       $A_F$  : 自由表面積

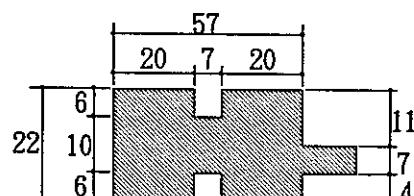
$\epsilon_c$  : 圧縮歪       $a$  : 形状が角形の時の断面の受圧部の辺の長さ

$G$  : 横断性係数       $h$  : 形状が角形の時の断面の受圧フリー(側面)の辺の長さ

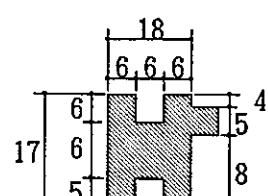
$S$  : 形状率



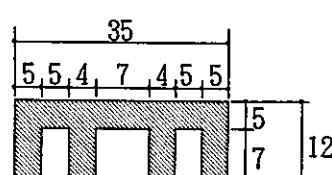
例として図-9.3に示す3つの断面形状のクロロプレンゴム(硬度60H<sub>S</sub>)を各々10%圧縮するのに必要な圧縮応力を①、②式に従って計算すると表-9.2に表す結果となり  
(a) タイプが最も大きな圧縮応力を必要とする。



(a) TVF ホット側カバーガラス用



(b) 既存PNC施設ホット側カバーガラス用



(c) TVF コールド側押エ縁用

図-9.3 各種ガスケット断面図

表 - 9. 2

ガスケットのタイプ	G (kg/cm <sup>2</sup> )	$\frac{A_L}{A_F}$	E (kg/cm <sup>2</sup> )	10%圧縮に要する応力 (kg/cm <sup>2</sup> )
a	7.7	0.59	39.6	4.0
b	7.7	0.21	31.7	3.2
c	7.7	0.27	32.6	3.3

## 2) 実験

①式においてヤング率はゴムの形状率の2乗と横断性係数に比例することが判る。

このことを考慮し、4種類のガスケットについて図-9.4に示す模擬装置を用いて、ガスケットの圧縮量と気密を確認する実験を行った。その結果を表-9.3に示す。

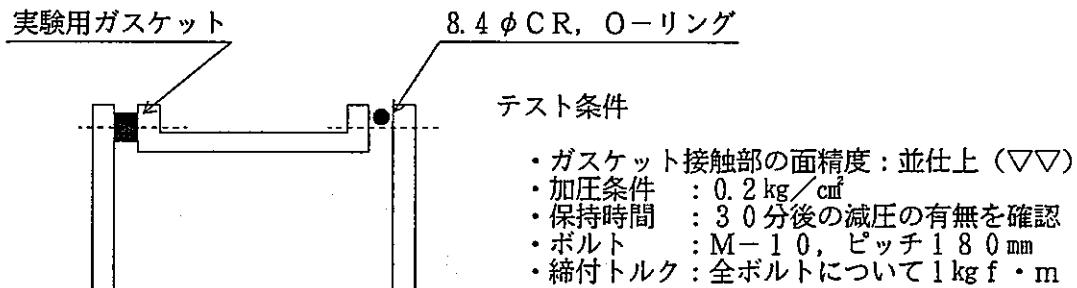


図 - 9. 4

表 - 9. 3

形式 No.	ガスケット形状	横弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	10%圧縮に必要な圧縮力(計算値) (kg/cm <sup>2</sup> )	圧縮量 実績 (mm)	気密保持 までの 締付回数
I		10.5	-	1.7	1
II		7.7	3.4	0.9	1
III		10.0	29.0	0.3	1
IV		11.8	59.3	0	1

表-9.3より、形式No.1のガスケット形状が同じ圧縮量を得るために、最も小さな圧縮応力で済むことが判る。よって、カバーガラスの破損防止上有利であると推定される。

## 9.2 気密ガスケット及びリテーナ構造選定実験

### 9.2.1 実験装置の仕様（図-9.8参照）

- 1) NBカバーガラス、NBカバーガラス押エ縁、リテーナ遮蔽窓（G 5 1 M 1 7 2）と同一寸法、材質の一式

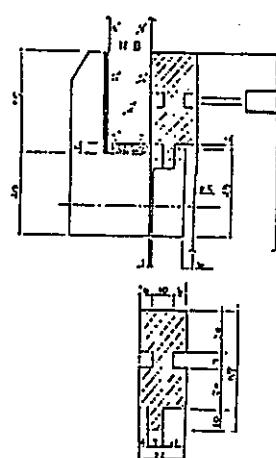
### 2) 遮蔽窓枠

遮蔽窓（G 5 1 M 1 7 2）を想定した模擬体一式

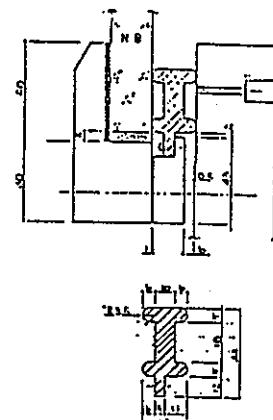
### 3) 気密ガスケット

図-9.5に示す3種類の形状品を現地使用品と同一特性を持つクロロプレン材質で準備

(a) 従来品



(b) テスト品1



(c) テスト品2

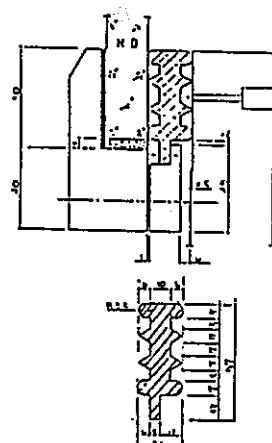


図-9.5

- 4) リテーナーと遮蔽窓枠の間隙にセットするストッパー：ガスケットの圧縮量が1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0mmになるような厚みのストッパー（ストッパーの厚みは6.0, 5.5, 4.5, 4.0mm）各一式。その平面形状を図-9.6に示す。

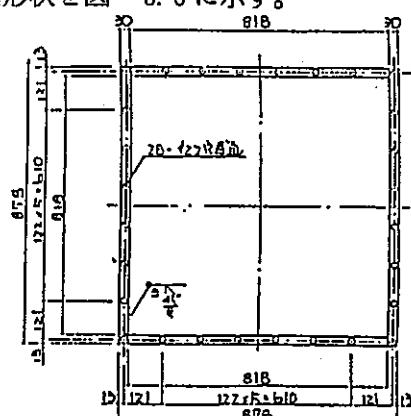


図-9.6 ストッパーの形状

### 5) インパクトレンチ

- (1) 本体 : マキタ4型インパクトレンチ, モデル6904, 最大締め付けトルク(2.0 kgf·m), 回転数(高速→2000 rpm, 低速1600 rpm)
- (2) タイマー : マキタDSM-01, 100V, 0~6秒
- (3) 電圧可変器 : 東芝製, SD205, 入口電圧(200V), 出口電圧(0~260V)

### 9.2.2 実験項目

- 1) 図-9.5に示す3種類の異形ガスケットについて, トルクレンチを用いてボルトを締め付け, 気密が保持できる締め付けトルクと圧縮されたガスケットの圧縮量を確認する。(0.5~4.0 kgf·mのトルク範囲)
- 2) 図-9.5のタイプ(a)のガスケットについて, 準備した各ストッパーをセットし, インパクトレンチの締め付けトルクを漸次変化させ, NBカバーガラスの破損の有無と気密保持の確認を行う。

### 9.2.3 実験方法

- 1) ガスケットの形状の違いによる締め付けトルクとガスケット圧縮量の調査手順
  - (1) 異形ガスケットをリテナーにセットし, NBカバーガラス押エ縁の遠隔ボルトを手締めにより締まるところまで締める。
  - (2) 遮蔽窓枠外表面からNB押エ縁の外表面までの距離をノギスにより測定する。測定位置を図-9.7に示す。
  - (3) 4隅を除く全ての遠隔ボルトを一定のトルクでコーナーに隣接のボルトを起点として, 対角の順番で締付ける。(トルク力は0.5~4.0 kgf·mの範囲で段階的に設定)
  - (4) 手順(2)と同じ方法で同じ箇所を測定し, 手順(4)と手順(2)で測定した値の差をガスケットの圧縮量とする。
  - (5) 気密確認配管孔より250~300 mmAqの圧力をかけ, 30分保持後の圧力を読み取り, 気密が保持されているかどうかを確認する。
  - (6) 全ての遠隔ボルトをボルトが全くフリーになるまで緩める。

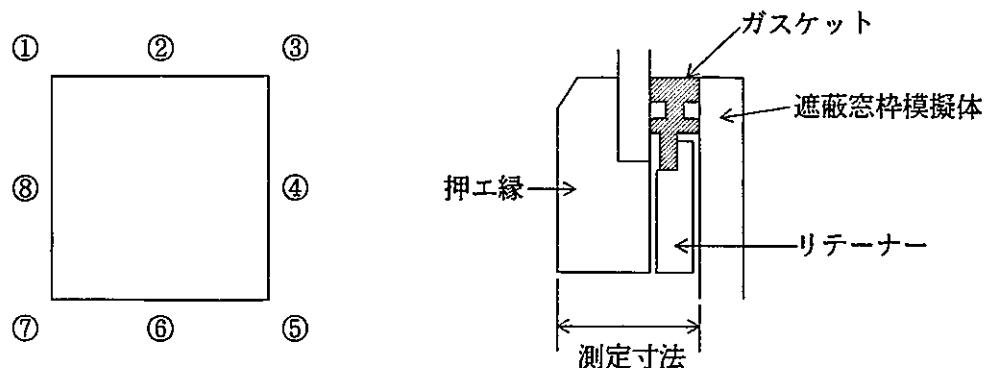


図-9.7 ガスケットの圧縮量測定箇所

2) ストップペーをセットし、インパクトレンチにより締付け、NBカバーガラスの破損の有無と気密保持の確認を行う調査手順

- (1) 図-9.5のaタイプの異形ガスケットを調査対象とし、リテナーと遮蔽窓枠模擬体との間隔に遠隔ボルトにより調査対象とするストップペーを保持する。
- (2) インパクトレンチにより窓のコーナー部分から対角に全てのボルトを同一条件で締付ける。(四隅も含む)
- (3) インパクトレンチの締付トルクの設定は、負荷電圧、締付時間、回転速度の選定により行う。尚、締付時間の設定は電圧が80V以上、高速の条件ではタイマーを使用し、電圧が70V以下、低速の条件においては、ストップウォッチを用いて手動で設定する。
- (4) ガスケットの圧縮量、気密確認方法については9.2.3の(1)と同じ。
- (5) 気密の確認後、トルクレンチを用いてボルトを緩める際に締付けられた時のトルク力を全てのボルトについて確認する。

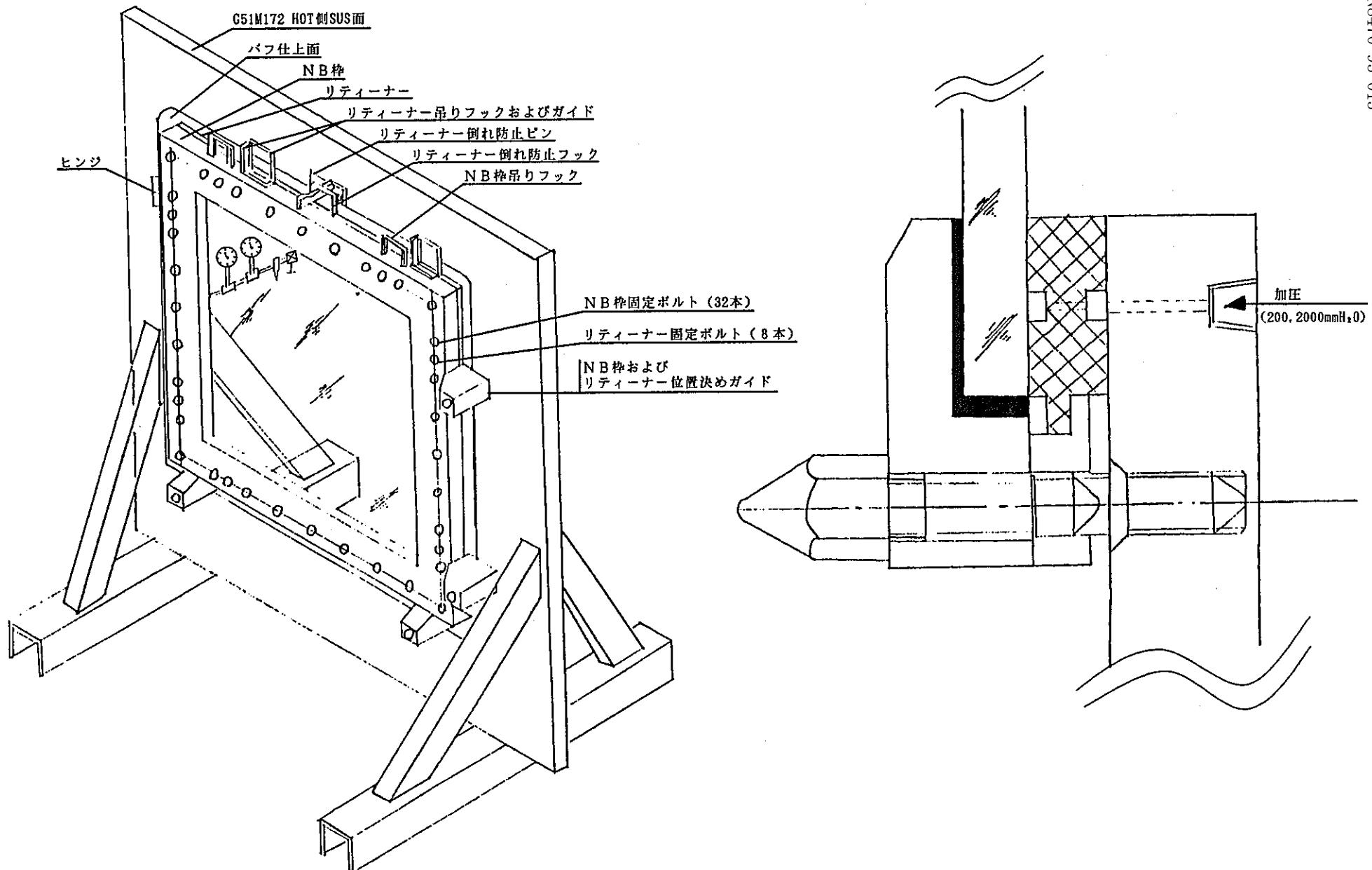


図-9.8 気密ガスケットの気密試験

## 9.2.4 実験結果

1) 3種類の異形ガスケットの気密保持とガスケットの圧縮量の調査結果を表-9.4に示す。

表-9.4 ガスケットの種類、締付トルク、ガスケット圧縮量、気密保持有無の関係

締付トルク (kg f · m)	図-9.5における ガスケットの種類	ガスケット圧縮量 (図-9.7における8ヶ所の平均値: mm)	気密性
0.5	a	—	—
	b	1.22	○
	c	0.98	×
0.8	a	—	—
	b	1.91	○
	c	1.28	○
1.0	a	0.70	×
	b	3.26	○
	c	2.05	○
2.0	a	1.16	○
	b	—	—
	c	—	—
4.0	a	3.26	○
	b	—	—
	c	—	—

表-9.4より次のことが言える。

- (1) 気密を保持するために必要な最小締付トルクはbタイプが最も小さく、aタイプが最も大きく、cタイプはこの中間である。
- (2) 同じ締付トルクの場合(締付トルク1.0 kg f · mの場合)のガスケットの圧縮量はbタイプが最も大きく(容易に圧縮される)、aタイプが最も小さく(圧縮が困難)、cタイプはこの中間である。このことは異形ガスケットのヤング率が、ガスケットの形状率= 
$$\left( \frac{\text{受圧面積}}{2 \times \text{側面積}} \right)$$
 の2乗に比例する結果と考えられる。

## 2) 締付がインパクトレンチによる場合の調査結果

a タイプのガスケットを使用して、リティーナーと遮蔽窓枠の間にストッパーを設け、インパクトレンチにより約2～14 kg f・mトルク以上（14 kg f・mトルク以上のトルクではトルクレンチによる測定不可）の範囲で、締付けた場合のインパクトレンチの締付条件、ガスケットの圧縮量、気密性確保の有無、締付トルク量を表-9.5に示す。

表-9.5より次のことことが言える。

- (1) ストッパーの厚みが6.0及び5.5mm（ガスケットの理論圧縮量が1.0及び1.5mm）の場合には、締付トルクが2～14 kg f・mの範囲で気密の確保が不可能である。
- (2) ストッパーの厚みが5.0, 4.5, 4.0mm（ガスケットの理論圧縮量が2.0, 2.5, 3.0mm）の場合には締付トルクが2～14 kg f・m（14 kg f・mを越える場合はトルクレンチでのトルク量の確認が不可能）の範囲で気密が保持出来る。
- (3) ストッパーを設けることにより、窓の四隅と中央部分におけるガスケットの圧縮量の差が0.13mm以下となっている。そのために14 kg f・m以上のトルクを負荷してもガラスに作用する曲げ応力が小さく、ガラスが破損しないと考えられる。

### 9.2.5 結論

本施設のホット側カバーガラスの気密ガスケットには前述した調査等の結果、以下の方針で改造することとした。

1) (a)タイプのガスケットを使用する。

2) リテーナーにストッパーを設ける。

ストッパーは、各機器に若干の特性差があると推定されるので、ガスケットの圧縮される歪量が2.0, 2.5, 3.0mmのいずれも対象として考慮するが、NBカバーガラスの破損防止上、圧縮歪量が小さいストッパーを優先的にセットする。即ち、ガスケットの圧縮歪量が2.0mmとなる様ストッパーの肉厚を5.0mmとし、これを優先的にセットする。



## 10. 検査

10.1~10.3に示す検査を実施した結果、構造、配置等の仕様変更の必要はなく、仕様通りの性能を有していることが確認できた。

### 10.1 遮蔽窓枠

#### 1) 据付け検査

項目	検査治具	検査方法	判定基準
位置	(J I S 製品) 鋼製巻尺	鋼製巻尺にて測定する。	± 0.5 mm
高さ	(J I S 製品) 鋼製巻尺 レベル	鋼製巻尺にて測定する。	± 0.5 mm
水平度	(J I S 製品) 鋼製巻尺	鋼製巻尺にて測定する。	± 0.5 mm

#### 2) 外観検査

検査方法	判定基準
目視にてキズ、 歪みを検査する。	有害なキズ、 歪みがないこと。

#### 3) 気密検査

コンクリート打設後、空気抜孔に溶接したプラグの溶接部の気密を確認する。

PNC TN8470 93-013

検査方法	判定基準
溶接部に試験液を塗布し、減圧装置にて、 - 2 0 cmHg の圧力に減圧後、10秒間 保持して発泡の無い事を確認する。	発泡のないこと。

## 4) 溶接検査

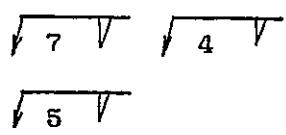
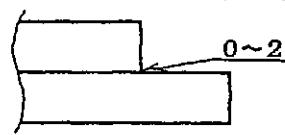
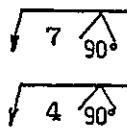
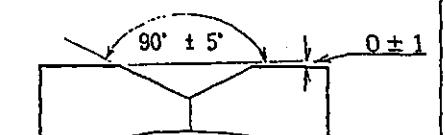
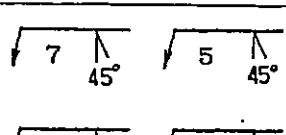
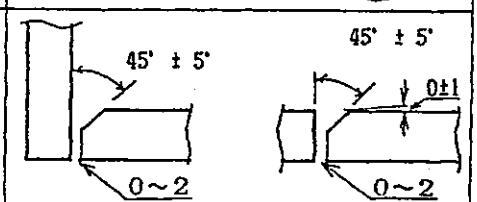
## (1) 開先検査

項目	検査治具	検査方法	判定基準
寸法	(J I S 製品) ノギス	ノギスにて開先寸法を測定する。	$\pm 0.5 \text{ mm}$
外観	目視	開先面の表面状態を目視にて検査する。	有害なキズ汚れがない事

## (2) 開先合せ検査

項目	検査治具	検査方法	判定基準
開先角度	分度器	分度器にて開先角度を測定する。	表-10.1
ルート間隔および隙間	隙間ゲージ	ノギスにてルート間隔および隙間を測定する。	表-10.1

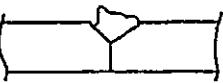
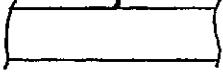
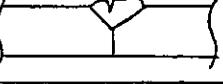
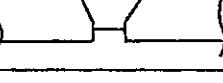
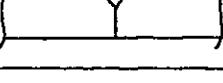
表-10.1 開先合せ検査の判定基準

製作図溶接記号	溶接種類	開先合せ公差 (mm)
	すみ肉溶接	
	V型グループ溶接	
	V型グループ溶接	

## (3) 外観検査

検査方法	判定基準
目視にて、アンダーカット、オーバーラップ、アーチストライク、外表面の穴、異物の混入、溶け込み不良、クラックを検査する。	表-10.2

表-10.2 外観検査の判定基準

溶接部の状態	形 状	基 準	
			ノンクラス
1 アンダーカット		0.5mm 以下	0.8mm 以下
2 オーバーラップ		0.5mm 以下	0.8mm 以下
3 アーチストライク			
4 外表面の穴			
5 異物の混入		無いこと	有害な欠陥 が無いこと
6 溶込み不良			
7 クラック			

## (4) 浸透探傷試験

検査方法	判定基準
J I S Z 2 3.4 3 による。	赤色欠陥指示模様が無いこと。

## 10.2 遮蔽窓本体

## 1) 据付け前検査

検査項目	検査治具	検査方法	判定基準
外観	目視	目視にキズ、発錆、埃等を確認する。	キズ、発錆、埃等がないこと。

## 2) 据付けボルト検査

検査項目	検査治具	検査方法	判定基準
種類	(JIS製品) 鋼製巻尺	ボルトの径及び長さを確認する。	組立図と合致していること。
数量	目視	組立図(部品図)に記載している数量であることを確認する。	組立図と合致していること。
ボルトの締まり	六角スパナ	六角スパナにて各ボルトの検査を行う。	ゆるみのないこと。

## 3) 外観検査

## (1) 鋼材

検査方法	判定基準
目視にてキズ、歪みを検査する。	有害なキズ、歪みがないこと。

## (2) ガラス

検査項目		検査治具	検査方法	判定基準							
泡 ・ 異 物	面 積	スポットサイズゲージ	スポットサイズゲージで泡・異物の面積を検査する。	ガラスの厚さを100mmとしたとき、異物の研磨面への投影面積は、ガラス面積の0.01%以下とする。							
	個 数	目 視	スポットサイズゲージで検査した泡・異物の個数を検査する。	通常の使用時に裸眼により観察することのできる異物が、100cm <sup>2</sup> あたり0.6個以下とする。							
	許 容 最大径	スポットサイズゲージ	スポットサイズゲージにて検査する。	<table border="1" style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>面 積</th> <th>径 ※</th> </tr> <tr> <td>2000cm<sup>2</sup> まで</td> <td>0.8 φ</td> </tr> <tr> <td>2000～4000cm<sup>2</sup></td> <td>1.5 φ</td> </tr> <tr> <td>4000cm<sup>2</sup> 以上</td> <td>2.5 φ</td> </tr> </table>	面 積	径 ※	2000cm <sup>2</sup> まで	0.8 φ	2000～4000cm <sup>2</sup>	1.5 φ	4000cm <sup>2</sup> 以上
面 積	径 ※										
2000cm <sup>2</sup> まで	0.8 φ										
2000～4000cm <sup>2</sup>	1.5 φ										
4000cm <sup>2</sup> 以上	2.5 φ										
脈 理	目 視	照度500ルックスの状態でガラス面から50cm以内より目視にて検査する。	実用上支障のある脈理がないこと。								
研 磨	目 視	目視にて傷及び砂目を検査する。	実用上支障のある傷及び砂目のないこと。								
欠 け 傷	目 視	目視にて欠け傷を検査する。	貫入する傷及び欠け傷は除去されていること。								
無反射処理	目 視	目視にて無反射処理面を検査する。	実用上支障のある未処理部分がないこと。								
側 面	目 視	目視にて側面状態を検査する。	ガラス側面は荒摺仕上りがされていること。及び、傷は視界をさえぎらない程度でそれ以上伸びない状態であること。								

※ 径とは長径と短径の和を2で除した値

## 4) 塗装検査

検査方法	判定基準
目視にて、塗装面のキズ、塗りむら、剥げ、空気孔、ハケの付着の有無を検査する。	有害なキズ、塗りムラ、空気孔、ハケの付着がないこと。

## 5) 気密検査

検査方法	判定基準
全体気密確認孔または個々の気密確認孔より、チッソガスを注入し $0.02\text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧力に昇圧後、昇圧を止め、30分間保持し、気密の必要な部分に試験液を塗布し、発泡の無いことを確認する。	発泡の無いこと。

## 6) 乾燥剤充填検査

検査方法	判定基準
窓本体据付後、乾燥蓋を取り、乾燥剤が所定量充填されていることを確認する。	乾燥剤が充填されていること。

## 7) ワイパー試験

## (1) ワイパー仕様確認

## (i) モータ

モータの負荷テストにおいて、負荷 100%以下の電流値が定格全負荷電流以下であることをメーカ発行の試験成績書により確認する。

## (ii) インバータ

インバータの保護動作、O.C., O.V., L.V.が正常に動作することをメーカ発行の試験成績書により確認する。

## (iii) 耐電圧試験

モータ及びインバータの耐電圧が異常ないか、メーカ発行の試験成績書により確認する。

## (iv) 絶縁抵抗試験

検査方法	判定基準
モータ及びインバータの外部導体を外した状態で、主回路と外箱間を 500 V メガにて測定する。	5 MΩ以上

## (v) 作動試験

検査方法	判定基準
窓本体据付後、ホット側カバーガラスに霧吹きで水を噴霧後、ワイパーを作動させ噴霧した水を拭き取り、コールド側よりワイパーの作動及びセル内を観察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワイパーがスムーズに動作すること。</li> <li>・設計通りの作動範囲が得られること。</li> <li>・作動速度の変更ができること。</li> <li>・実用上支障なくセル内が観察できること。</li> </ul>

## 10.3 遮蔽プラグ

## 1) 取付ボルト検査

10.2の2)と同じ

## 2) 外観検査

10.1の2)と同じ

## 3) 塗装検査

10.2の4)と同じ

## 4) 気密検査

10.2の5)と同じ

## 11. 工事に関する反省と今後の課題

### 1) ホット側カバーガラスの遠隔保守構造及び気密確認構造の設計について

T V F の遮蔽窓は、ホット側カバーガラスを遠隔保守対象とし、遠隔交換の可能な構造とした。建設工務管理、メーカー双方共、本件に関する設計経験がないため、これらの構造を確認するため動燃事業団内の他の施設を調査した結果、大洗工学センターの照射燃料集合体試験施設（F M F）に設置されている遮蔽窓のホット側カバーガラスに遠隔保守を採用している事が判明した。そこで、今回の遮蔽窓カバーガラスの設計を実施するにあたっては、F M F の設計、建設及び運転保守技術に関する情報収集、並びに設計者及び実務経験者から意見を収集し、これに基づき詳細の設計内容を展開していった。

また、T V F の固化セルには「低風量換気システム」を採用しているため、セルは完全気密構造とする必要がある。よって固化セル壁に設置する遮蔽窓は気密の確保出来る構造とし、かつ、気密の確保が日常セル外側から確認出来る構造とした。本件についてもやはりメーカには設計経験がなく、遠隔保守構造と同様にF M F の構造を参考に設計を進め据付け工事を開始した。

しかし、カバーガラス据付工事時にガラスの破損事故が発生した（詳細は第9項参照）。これは、当初、気密保持構造を中心に設計検討を進めており、本設計が遠隔保守構造上妥当であるかどうかの調査検討を怠ったがためにカバーガラスの破損事故が発生してしまったといえる。事故発生後、原因及び対策等について調査を実施した結果、設計段階で十分予想出来た事象であった。

これら遠隔保守構造及び気密確認構造の設計当時、P N C 担当者は他機器の遠隔保守試験の計画、実施等日本初のプロジェクトに参加するなど、業務内容が非常に多岐に渡っただけでなく、一方では他機器の設計、施工、検査及び他工事の工程調整等に優れた実務能力を要求された。最終的には、豊富な設計、施工経験を有する日本電気硝子株、(株)岡部製作所が積極的に実験、調査等を実施して下さったことにより、発注当時に考えた構造よりも優れた機能を持ち備えた遮蔽窓を完成させるに至った。

今後もより高度な性能を有する遮蔽窓の設計を要求されることが予想される。今回得られた遠隔保守等に関する設計のノウハウを有効、かつ効率的に活用し、今後の同様な施設設計の高度化に寄与していく。

## 12. 謝　　辞

ガラス固化技術開発施設（T V F）の遮蔽窓製作、据付工事の実施に当り、大洗工学センター燃料材料開発部照射燃料集合体試験室（F M F）、再処理工場管理課及び関係各課各位の多大な御指導と御協力に深く感謝の意を表します。

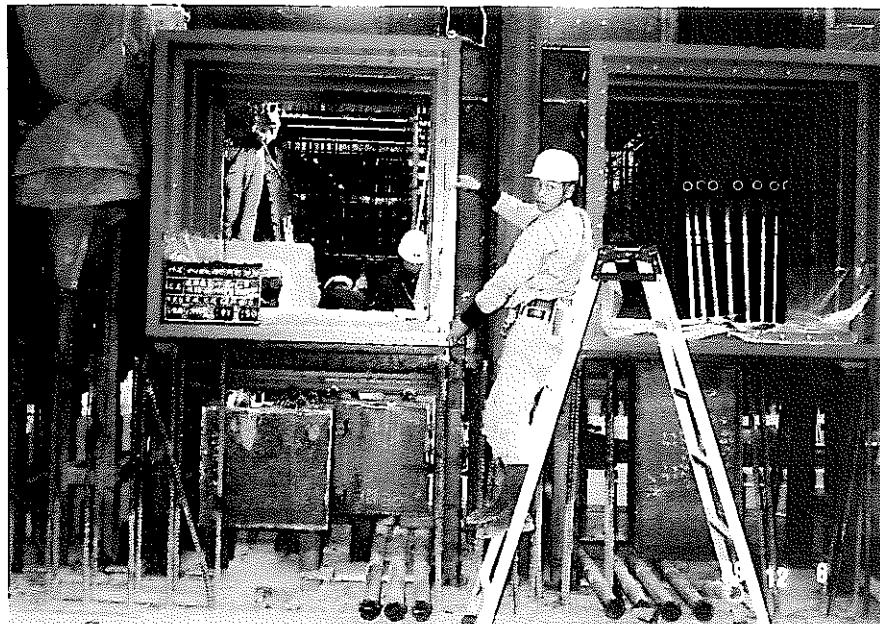


写真 1  
金属枠据付

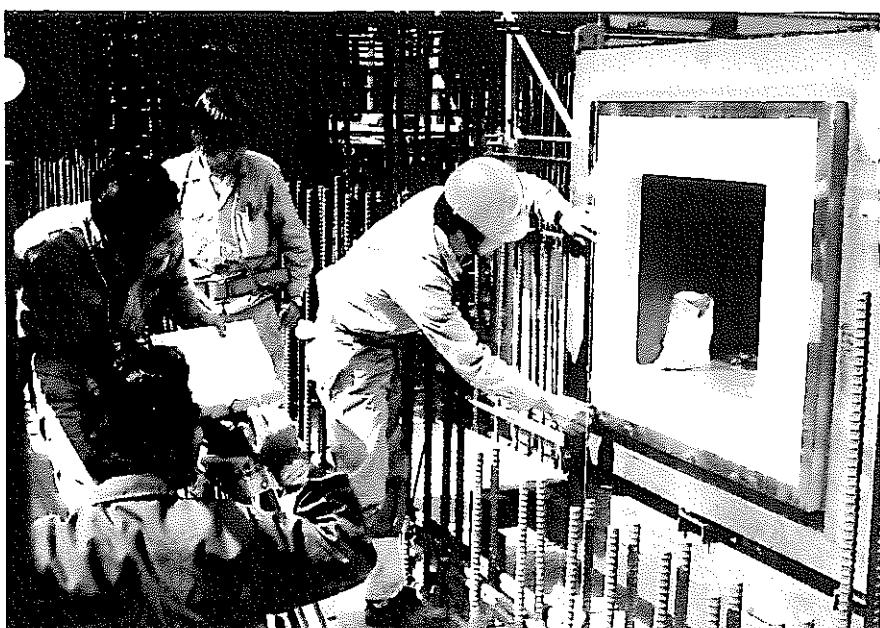


写真 2  
金属枠据付

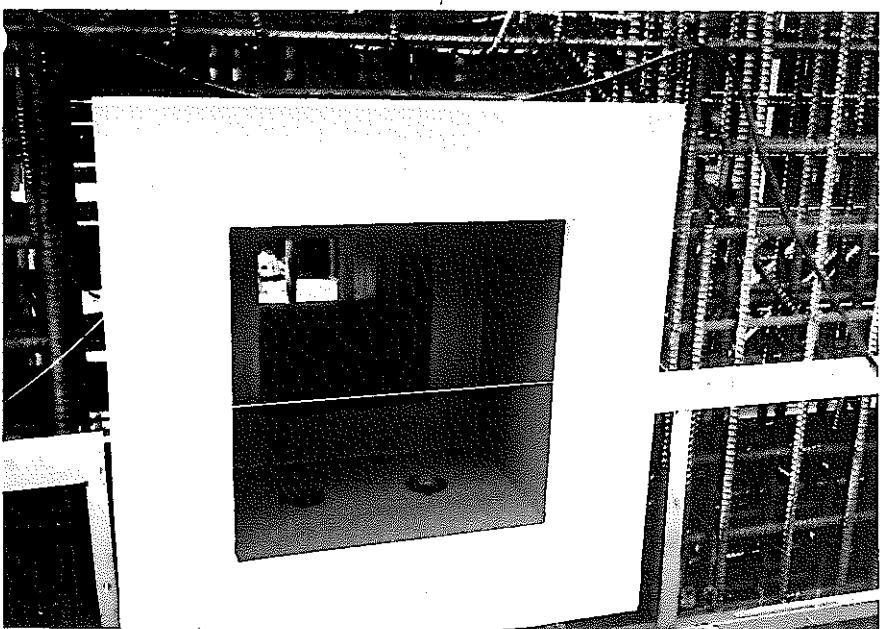


写真 3  
金属枠据付



写真4  
金属枠気密確認検査  
(コンクリート打設後)

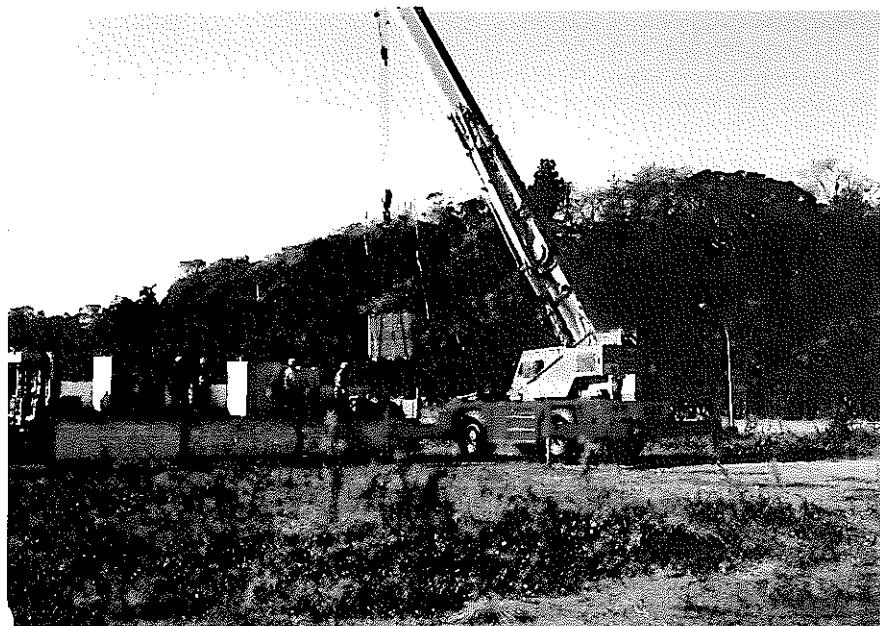


写真5  
搬 入

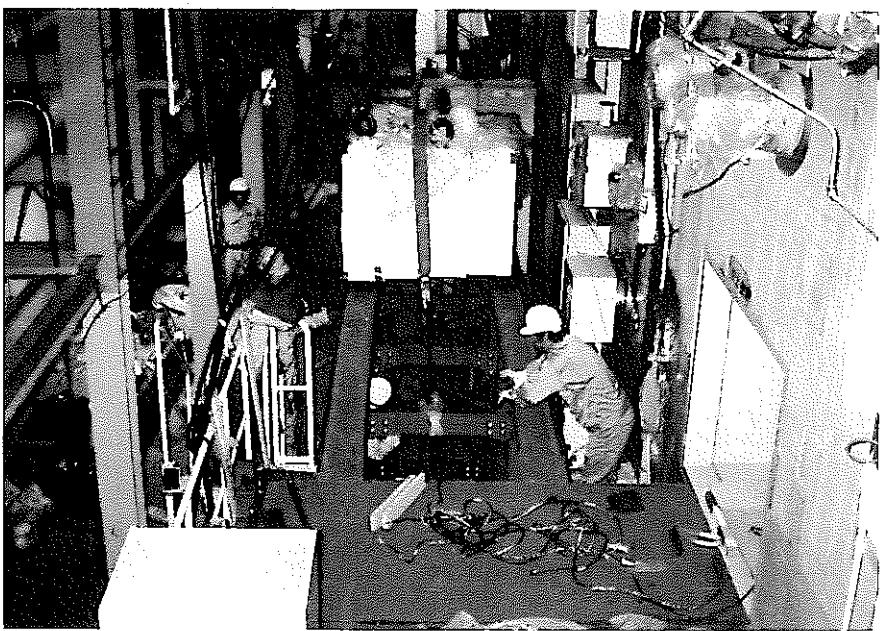


写真6  
搬 入

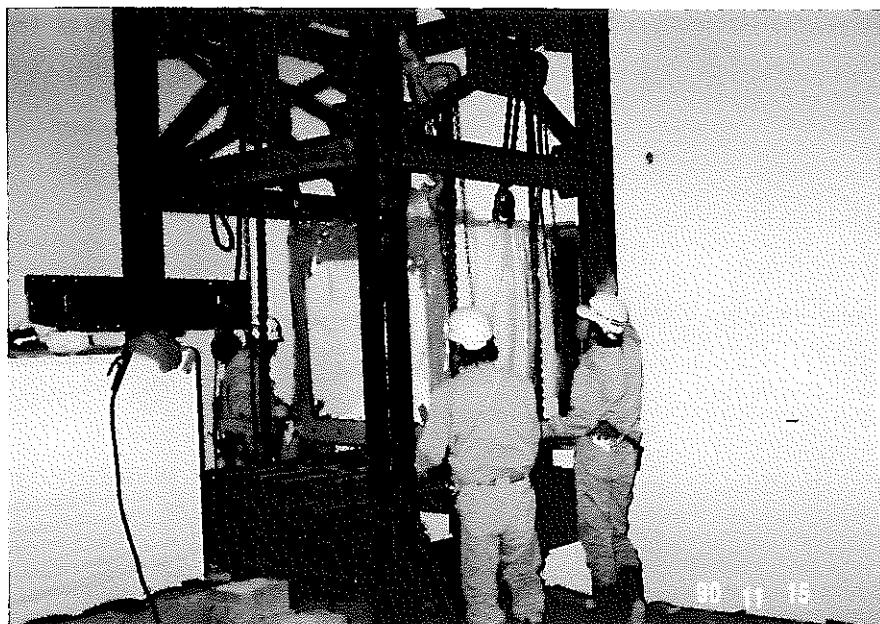


写真 7  
本体据付



写真 8  
本体据付

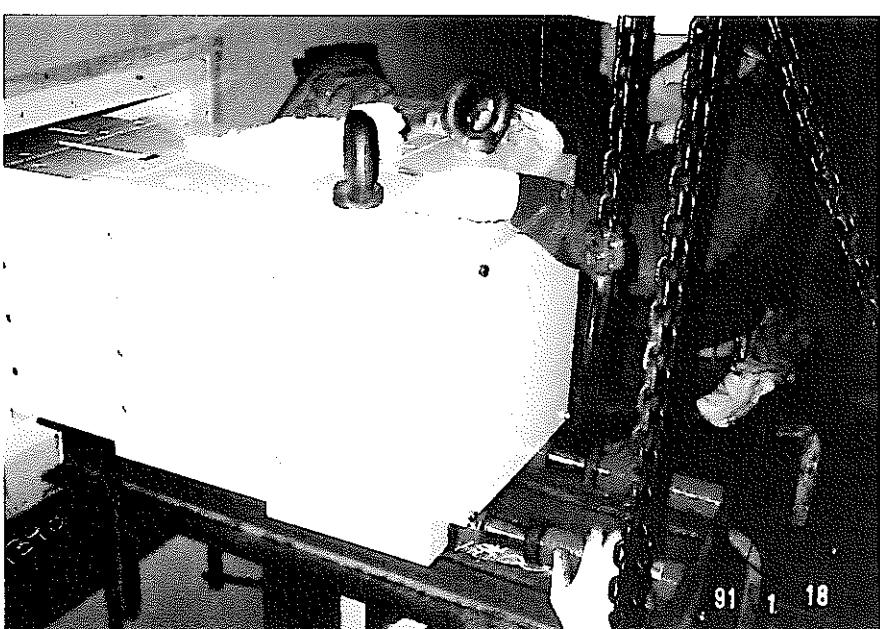


写真 9  
本体据付

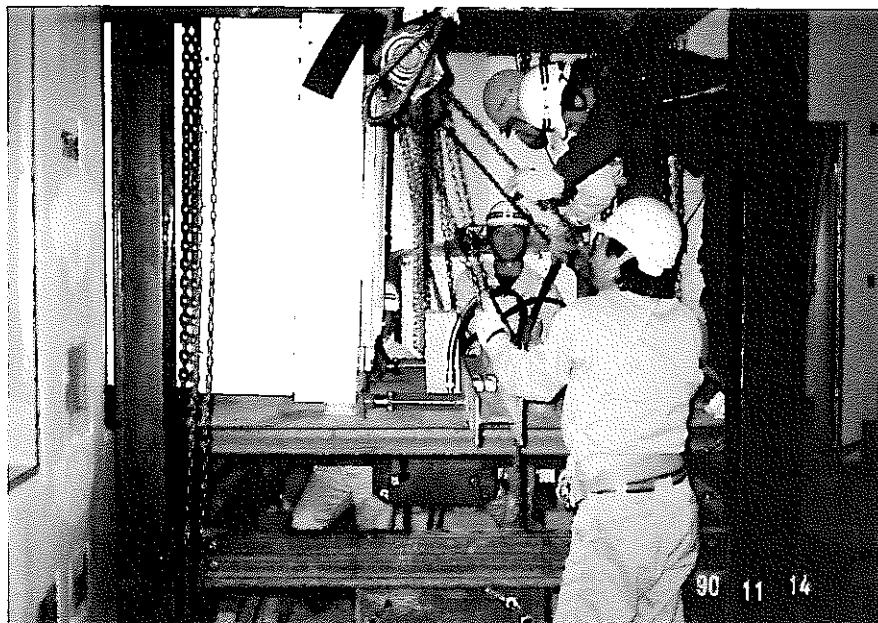


写真10  
本体据付



写真11  
本体据付

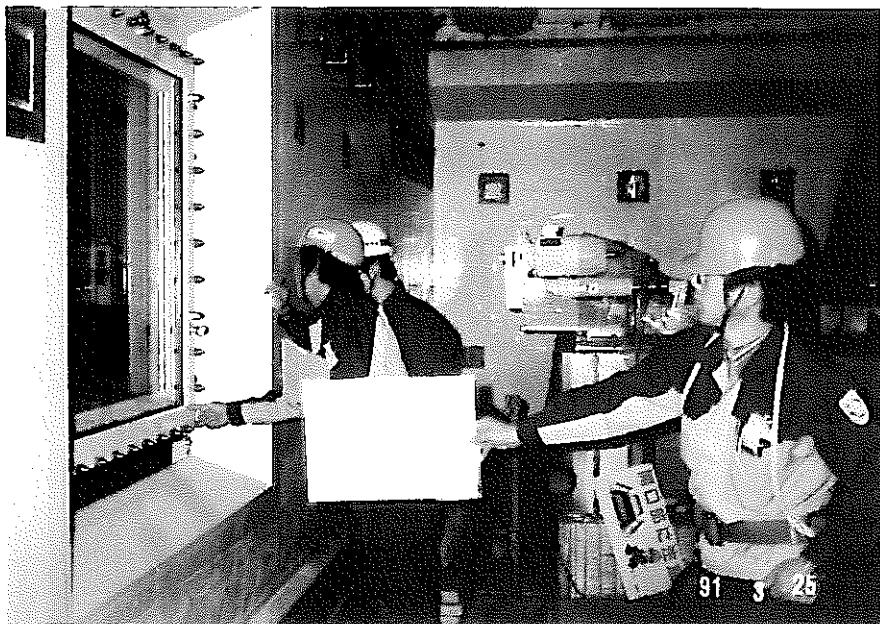


写真12  
外観検査

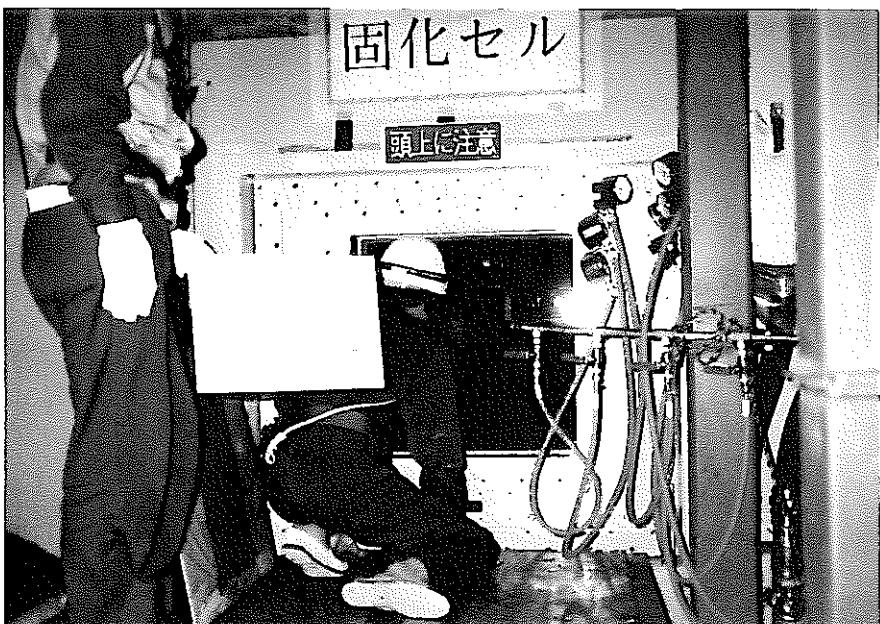


写真13  
外観検査

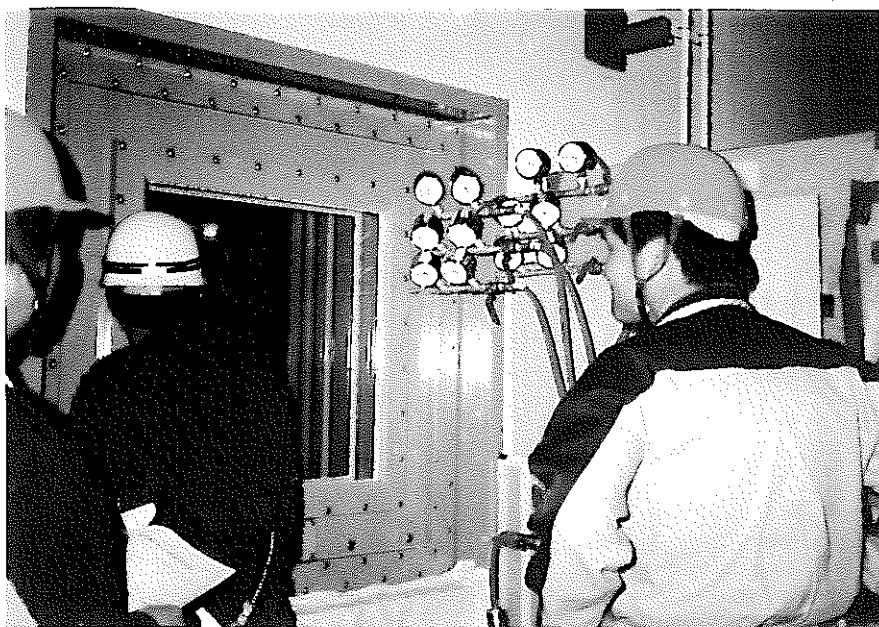


写真14  
気密確認検査

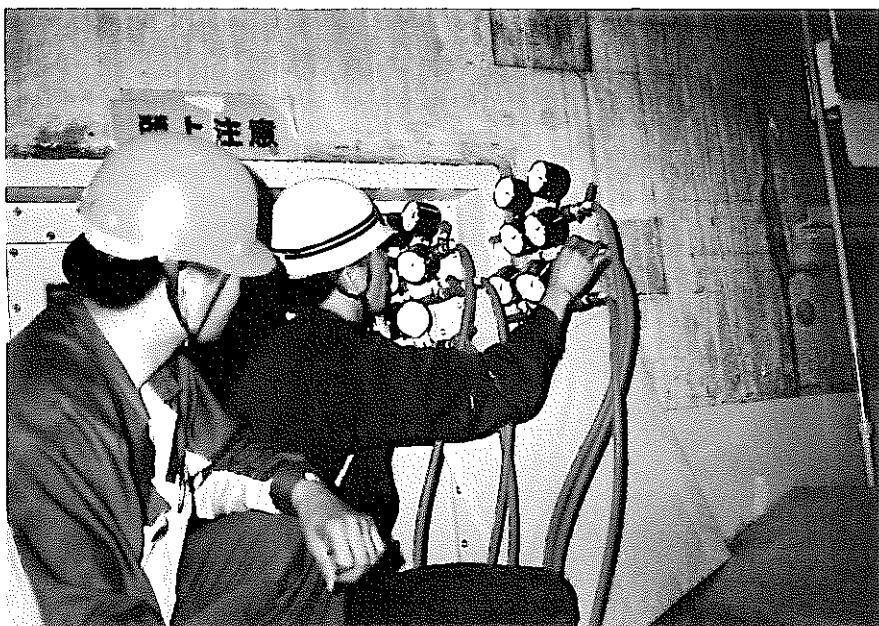


写真15  
気密確認検査