

燃料製造機器試験室における 試作機による試験報告書

(技術報告)

1998年11月

核燃料サイクル開発機構

東 海 事 業 所

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

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33
核燃料サイクル開発機構 東海事業所
運営管理部 技術情報室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technical Information Section,
Administration Division,
Tokai Works,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1194
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1998

(T)

燃料製造機器試験室における試作機による試験報告書
(技術報告)

三島 毅 *
 郡司 保利 * 菊野 浩 *
 岡本 成利 * 村上 隆 *
 佐藤 俊一 *

要旨

プルトニウム燃料加工施設（以下「Pu-3ATRライン」と言う。）については、平成2年度までに実施してきた設計及びプルトニウム燃料第三開発室FBRラインの運転経験に基づく知見を踏まえて、平成4年度から5年度にかけて調整設計を実施し、設備製作発注に備えることとしていた。この調整設計においては、ペレット製造工程設備の処理能力及び性能の向上を図るため、これまでに動燃事業団として実績のない(1)ロータリープレス機、(2)大型バッチ式焼結炉、(3)大型乾式研削設備について試作機による確認試験を実施し、Pu-3ATRライン設備の製作設計に反映する予定としていた。

これらの設備については、燃料製造機器試験室に据え付け、平成7年4月のプルトニウム燃料工場技術評価検討会にて承認された「燃料製造機器試験室における試作機による試験計画書」（焼結設備の試験は除く）を基本として、模擬原料及びウラン原料粉末を用いて性能、メンテナンス性及びホールドアップ対策確認等の観点から試験を実施した。なお、焼結設備については、運転上の安全性及びメンテナンス性の観点から試験の中止を技術評価検討会の了承を得たものの、プルトニウム燃料工場燃料製造施設建設室の判断にて可能な範囲で試験を実施した。

本報告書は、コールド試験結果と一部実施したウラン試験の結果についてまとめたものであり、大型バッチ式焼結炉については導入が不可能であるものの、ロータリープレス機及び研削設備については、課題は残っているもののMOXを使用した試験により性能を確認した上で導入を図るべきとの結論に至った。

* プルトニウム燃料工場 燃料製造施設建設室

目 次

1. 試験の概要	1
1. 1 試験概要	1
1. 1. 1 成型・整列設備の試験	1
1. 1. 2 焼結設備の試験	1
1. 1. 3 研削設備の試験	2
1. 2 試験場所	2
1. 3 試験実績	2
2. 試作機による試験	6
2. 1 成型・整列設備の試験	6
2. 1. 1 メンテナンスにおける課題の把握	6
2. 1. 2 レシプロ式プレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験	9
2. 1. 3 乾式回収粉末添加試験	21
2. 1. 4 ホールドアップ対策の確認試験	29
2. 2 焼結設備の試験	32
2. 2. 1 炉内均熱測定試験	32
2. 2. 2 焼結皿変形量測定試験	34
2. 2. 3 ヒータ及びリフレクタ変形量測定試験	35
2. 2. 4 不具合事象について	36
2. 3 研削設備の試験	37
2. 3. 1 ホールドアップ対策の確認試験	37
2. 3. 2 メンテナンスにおける課題の把握	38
2. 3. 3 熱影響確認試験	39
3. まとめ	42
3. 1 成型・整列設備の試験	42
3. 2 焼結設備の試験	42
3. 3 研削設備の試験	44
別添参考資料集 1 : 成型・整列設備の試験	45
別添参考資料集 2 : 焼結設備の試験	138
別添参考資料集 3 : 研削設備の試験	174

1. 試験の概要

1.1 試験概要

1.1.1 成型・整列設備の試験

ロータリープレス機は、従来型の成型機（レシプロ方式）と比較して、設備がコンパクトで処理能力に優れている。しかし、ウランメーカーでは実績を有しているものの、PNC（MOX燃料製造）では実績がなく、粉末特性が様々なMOX粉末を使用した場合のペレット品質（ペレットの径歪み及び高さのバラツキ等）の面、メンテナンス（パンチ及びダイス交換）時の被ばくの面及び粉末の装置内滞留の面で懸念があった。

そこで、成型装置の試作機を製作し、MOX燃料製造への適応性評価を実施すべく、本試験を行った。特にペレット品質の確認については、MOX燃料の製造方法を模擬するため、ウラン原料粉末に焼結ウランペレットより製造した模擬乾式回収粉を（0～40 wt%）混ぜた粉末を使用するとともに、レシプロ式プレス機との成型性を確認するため、Pu-2ATRラインの設備を活用し、試験を実施した。

主な試験項目を以下に示す。

- (1)メンテナンスにおける課題の把握
- (2)レシプロ式プレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験
- (3)乾式回収粉末添加試験
- (4)ホールドアップ対策の確認試験

1.1.2 焼結設備の試験

Pu-3ATRラインでは、連続焼結炉はヒータ故障時の交換等に長期を要し操業に与える影響が大きい等の問題があること、Pu-3FBRライン横型大型バッチ式焼結炉の実績から、均熱性の問題やメンテナンス（ヒータの交換に長時間を要すること及びリフレクタが交換不可であること）の問題点を考慮して、FBRラインの新バッチ式焼結炉と同様に、縦型で分割式の焼結炉を基本に設計を進めていた。この方式の炉は、従来から実績があるものの、処理能力を向上させるために大型化を図る必要が生じており、炉の均熱性、炉体の耐荷重性、ヒータ・リフレクタの熱変形度合及びヒータ・リフレクタの交換の容易さ等について確認するため、試作機による確認試験を実施した。

また、焼結時に使用する皿についても、その熱変形度合、耐荷重性及び皿同士の溶着の問題について、本試験の一環として確認した。

主な試験項目を以下に示す。

- (1)炉内均熱測定試験
- (2)焼結皿変形量測定試験
- (3)ヒータ及びリフレクタ変形量測定試験

1.1.3 研削設備の試験

Pu-3 ATRラインでは、大量生産と全面研削による品質の向上を要求されていることから、乾式方式の研削機を採用することとした。しかし、Pu-3 FBRラインのものと比較して研削代が大きく、研削粉発生量が多いことから、ダイヤモンド砥粒にかかる負荷の軽減を図った外径の大きな砥石の導入及び粉末の滞留対策を考慮した装置が必要となるため、本試作機の製作を行い、研削砥石等の熱膨張によるペレット研削精度への影響確認、砥石の重量化に伴う砥石の交換性の確認を行った。

主な試験項目を以下に示す。

- (1)ホールドアップ対策の確認試験
- (2)メンテナンスにおける課題の把握
- (3)熱影響確認試験

1.2 試作試験の場所

燃料製造機器試験室（試作試験機器の配置図を図-1に示す）

1.3 試験実績

本試験は、平成7年4月6日のプルトニウム燃料工場技術評価検討会にて承認された試験計画に基づき試験を開始した。途中、焼結炉リフレクタ等の不具合への対応、アスファルト固化処理施設火災爆発事故が発生したことにより、その対応に多くの人員がとられ、更に十分な保安体制がとれない状態であったことによる自主的な試験停止、ウラン系廃棄物のズサンな管理問題に端を発した行政処分による施設使用停止による試験中断があり、計画どおりには試験が遂行できなかったものの、各設備における試験項目については、一通りの試験を実施した。

試験のマスタースケジュールと実績を試験項目毎に整理したものを表1に示す。

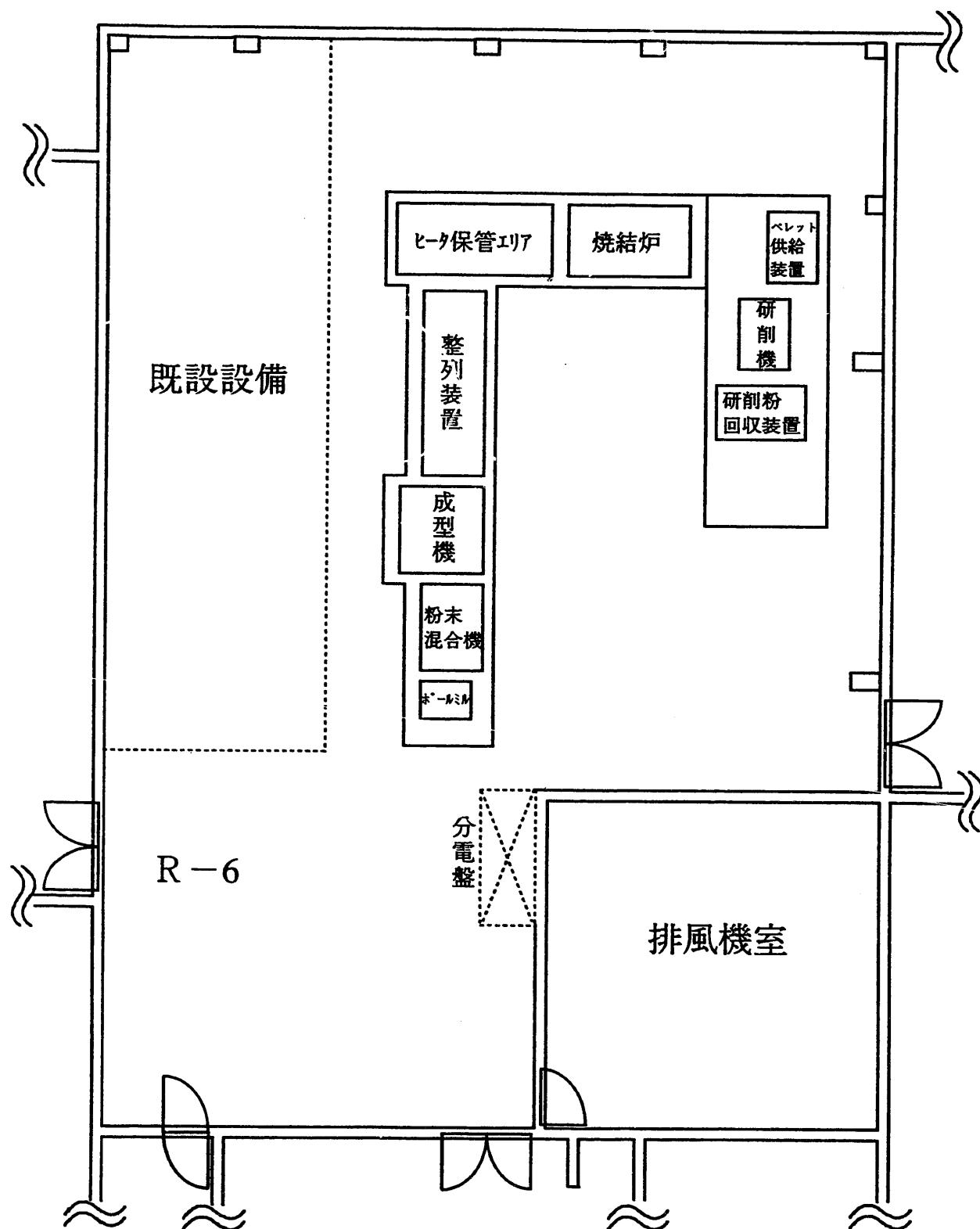


図-1 燃料製造試作試験機器レイアウト

表-1 試作試験スケジュール(実績)-1

項目	H7/2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	H8/1	2	3	4	5	6	7	
マスター スケジュール				試運転	メンテナンス試験	試運転	先行試験	成型性比較試験	乾式回収粉添加試験	ホールドアップ試験									
				(試験計画なし)															
				試運転、メンテナンス試験															
1. マイルストーン	△2/24技術評価検討会		△4/6 技術評価検討会 (試験計画)					△10/25 炉不具合発生				△2/27 技術評価検討会(炉不具合)							
2. 成型整列設備 (1)試験準備 (2)メンテナンスにおける課題の把握 (3)ホールドアップ対策確認試験 (4)成型性比較試験				○	○		○												
2. 焼結設備 (1)試験準備 (2)炉内均熱測定試験 (3)焼結皿変形量測定試験 (4)ヒータ、リフレクタ変形量測定試験										○	不具合事象原因調査・対策検討			設計・製作・据付					
3. 研削設備 (1)試験準備 (2)ホールドアップ対策確認試験 (3)メンテナンスにおける課題の把握 (4)熱影響確認試験	模擬ペレット製作					○	ボロンレス砥石の製作		○	研削粉集塵方法の改善 (背面排気)			研削機油漏修理	模擬ペレット製作				吸引ノズル製作	

表-1 試作試験スケジュール(実績)-2

項目	H8/8	9	10	11	12	H9/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	H10/1
1. マイルストーン				焼結炉故障 ○—○			焼結炉故障 ○—○	A s p 事故に伴う自主的停止 ○—○				A s p 事故に伴う自主的停止 ○—○			行政処分施設停止 ○—○			
2. 成型整列設備						ラン試験 ○—○						再開準備 ○○						
(1)試験準備						コールド試運転 ○—○	先行試験 ○—○		成型性比較試験 ○—○									
(2)メンテナスにおける課題の把握																		
(3)ホールドアップ 対策確認試験																		
(4)成型性比較試験																		
(5)乾式回収粉 添加試験																		
2. 焼結設備				昇温確認試験 ○—○								ウラン試験(成型試験に伴う焼結) ○—○			ウラン試験(成型試験に伴う焼結) ○—○			
(1)試験準備																		
(2)炉内均熱測定 試験																		
(3)焼結皿変形量 測定試験																		
(4)ヒータ、リフレクタ 变形量測定試験																		
3. 研削設備				模擬ペレット製作 ○—○				ホールドアップ対策改造 ○—○										
(1)試験準備																		
(2)ホールドアップ 対策確認試験																		
(3)メンテナスにおける課題の把握																		
(4)熱影響確認試験																		

2. 試作機による試験

2.1 成型・整列設備の試験

2.1.1 メンテナンスにおける課題の把握

1) 試験概要

Pu-3 ATRラインの成型・整列設備では、処理能力の向上を図るために、成型装置にロータリープレス機を採用している。本方式の成型装置は、Pu-3 FBRラインの造粒・整粒設備においてタブレット ($\phi 15\text{mm} \times 1\text{~}2\text{mm}$) を成型するために採用されており、現在も稼働中である。今回、試作したロータリープレス機は、本仕様のペレット成型に対応させるために、最大成型圧力が10tタイプ (Pu-3 FBRラインは5tタイプ) のものを採用している。そのため、Pu-3 FBRラインのプレス機と比較して、本体及びそれらを構成している付帯装置は大型化しており、それらを収納するグローブボックスは幅方向で1500mmにもなる。このことから、本ロータリープレス機は、メンテナンス性の悪化が懸念される。そこで、本試験において、メンテナンスにおける課題を抽出すると共に、実機製作に向けた対策を検討する。

2) 試験方法

実際の運転で想定される部品の交換作業を、グローブ作業（グローブボックス内はコールド状態）で行い、メンテナンスを行うまでの課題を抽出すると共に、対策を検討する。また、参考までに作業時間の計測を行う。

尚、メンテナンス項目については、以下の通りであり、本試験を実施した、ロータリープレス機とグローブボックスとの位置関係を別添参考資料集1（以下「別添」という）図1.1-1に示す。

[メンテナンス項目]

1. 共通事項（作業）

2. 定常作業

- ① プレス機からの上パンチの着脱
- ② プレス機からの下パンチの着脱
- ③ プレス機からのダイスの着脱
- ④ 上パンチとホルダの着脱
- ⑤ 下パンチとホルダの着脱
- ⑥ 回転盤の回転（手動操作）
- ⑦ 攪拌フィードシュ本体の着脱
- ⑧ 攪拌羽根の着脱

3. 非定常作業

- ① 攪拌フィードシュ下面テフロン樹脂の交換
- ② 押上げレールの着脱
- ③ 低下器の着脱
- ④ 分量レールの着脱
- ⑤ 分量器（分量レール下部）の着脱
- ⑥ 上ロール給油フェルトの交換
- ⑦ オイル交換
- ⑧ 半月盤（全面）の交換
- ⑨ 下ロール（一式）交換
- ⑩ 集塵機フィルタの交換

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

試験結果を別添表1.1に、写真による記録を別添資料1.1に示す。

(2) 考察

本試験において、本ロータリープレス機のメンテナンス性に関する基本的なデータは取得できたと思われる。その結果、作業時間だけで判断すると、本プレス機は、Pu-3 FBRラインの実績と比較して同等以上であった。しかし、本試験は、コールド試験であり、装置がほぼ未使用状態である等の理由によりFBRラインよりメンテナンス性が良い状態といえる。本プレス機を実際に燃料製造の場で使用した場合、本試験で調査した結果が、どの程度悪化するかについては不明な点である。この様なことから、作業時間だけでは、単純にメンテナンス性の良否の評価は行えない。

本ロータリープレス機のメンテナンス性を総合的に評価すると、装置が大型化したことにより、作業性は全般的に悪化しているといえる。これは、以下の原因によるところが大きい。

原因1) 装置の大型化に伴い、各部品も大型化したため、部品の着脱作業及び移動が困難である。

原因2) 大型部品を取り扱うため、大きなスペースが必要となる。しかしグローブボックス内には、限られたスペースしか確保できないため作業に支障をきたす。

原因3) 装置の大型化に対応して、それを収納するグローブボックスも大型化する必要があり、それに伴い、グローブ作業では手が届きにくい箇所が発生する。

一方、装置が大型化したことにより、（P u - 3 F B R ラインで採用されている）小型のロータリープレス機では手が入り難かった箇所のメンテナンスが容易になる場合があった。

このようなことから、本ロータリープレス機の性能をメンテナンス性の観点から評価すれば、従来ロータリープレス機と比較して一長一短があり、本試験のみで判断するのは困難である。しかし、本試験で摘出されたメンテナンス性の課題箇所に改善を施すことにより、十分、実機として採用できると思われる。

尚、本試験において検討された主な対策は、以下に示す通りであり、それらを考慮したロータリープレス機の概略図を別添図1.1-2に示す。

対策 1) ロータリープレス機周辺の全ての面をアクリルパネル化し、4面からグローブを介して、メンテナンス箇所にアクセスできるようにする。

対策 2) パネル面とロータリープレス機との位置（距離）を適正化するため、グローブボックスの寸法及びグローブボックス内の機器配置を改善する。

対策 3) メンテナンスが必要な箇所に合わせて、適切にグローブポートの位置を配置する。

対策 4) 着脱式の作業台を重量物等を取り扱う箇所に配置する。また、機器の移動等で作業台が障害となる場合は、容易に取り外せる構造とする。

対策 5) ロータリープレス機前面の支柱を着脱式とし、メンテナンスの障害となる場合は、取り外せる構造とする。

対策 6) 大型な構造物で、グローブボックス内ではメンテナンスすることが不可能であると推測される、主モータ及びその駆動力を回転盤に伝達するウォームギヤをカップリングと軸封を用いてグローブボックス外に設置する。

2.1.2 レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験

1) 試験概要

プルトニウム燃料工場においてロータリープレス機は、造粒設備のタブレット成型装置としての実績しかなく、ペレットの成型装置としては、データが少なく未知な部分が多い。そこで、MOX燃料製造加工施設に採用する前に、MOX粉末にその性状が近いと思われる、ウラン粉末を使用して、基本的な性能を評価することとした。

ロータリープレス機の性能を評価するに当たっては、「ふげん」の燃料製造において実績があるPu-2ATRラインのレシプロプレス機を比較対象としている。

2) 試験方法

ロータリープレス機の性能を評価するため、「ふげん」の燃料製造において実績があるPu-2ATRラインのレシプロプレス機と性能を比較することとした。本試験に当たっては、先行試験を実施し、本試験仕様のペレットを製作するための、成型条件（成型圧力）の選定を行っている。

(1) 先行試験（成型圧力の選定試験）

本先行試験は、ペレット仕様を満たすために、最適な成型圧力の選定を行うことを主な目的として実施した。ロータリープレス機において、成型圧力を調整する方法は複数あるが、本試験では、各成型圧力に対して、成型後のペレット寸法をほぼ同一にできる粉末充填量を調整する方法を採用した。

本試験では、十分な原料が確保出来なかったことと、相次ぐ中断により、十分な試験期間が確保できなかったため、当初の計画を縮小して行う必要があった。そこで、試験内容を極力変更することなく、目的を達成するために試験の精度は多少犠牲にして、試験計画を変更している。実施した試験は、2バッチから構成されており、1バッチ目の試験は、最適な成型圧力の目安を得ることを目的としている。そのため、成型圧力の水準を 0.5 t/cm^2 刻みで1.0から 3.0 t/cm^2 まで幅広く設定している。2バッチ目の試験では、1バッチ目の試験結果の検証（再確認）を目的としている。そのため、水準を絞り込み、且つ、各水準毎の処理量（サンプル数）を増やし、評価（検定）の精度を上げている。

本試験の詳細仕様は、別添資料1.2.1に示す。

(2) レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験

レシプロプレス機及びロータリープレス機の各々で、先行試験の結果から得られた、最適な成型圧力でペレットを成型し、その製作されたペレットを測定し、各成型装置の性能を評価した。尚、本試験に当たっては、成型装置間の差を純粹に評価するため、ペレットを製作する工程のうち成型工程以外は、同一条件となるように試験を計画し実施した。

本試験の詳細仕様は、別添資料 1. 2. 2 に示す。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

① 先行試験 I

本試験で製作したペレットの測定データを別添表 1. 2. 1 - 1, 2 に示す。これらのデータについて、成型圧力が焼結ペレット密度に影響を及ぼしているか確認するため F 検定を行った。（表 2. 1. 2 - 1 参照）

尚、本分散分析には参考値データは用いていない。

表 2. 1. 2 - 1 先行試験 I / 分散分析表

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比	検定
A (成型圧力)	18.97	4	4.74	15.67	* *
e (誤差)	14.84	49	0.30		
計	33.81	53			

以上の結果から、成型圧力が焼結ペレット密度に影響を及ぼしていることが明らかになった。よって、各水準（成型圧力）毎の焼結ペレット密度の母平均及び信頼率 95 %における母平均の信頼限界を求める。

その結果を表 2. 1. 2 - 2 及び図 2. 1. 2 - 1 に示す。

表 2. 1. 2 - 2 先行試験 I / 焼結ペレット密度データまとめ

成 型 圧 力	有 効 データ 数	焼結ペレット密度 (% T D)					
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界 *1	
1.0 t/cm ²	12	93.23	95.16	93.99	0.53	93.67	94.31
1.5 t/cm ²	11	93.76	95.50	94.83	0.47	94.50	95.16
2.0 t/cm ²	11	94.37	95.59	95.17	0.34	94.84	95.50
2.5 t/cm ²	12	93.98	95.96	95.07	0.52	94.75	95.39
3.0 t/cm ²	8	94.95	97.73	95.89	0.89	95.50	96.28

* 1) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

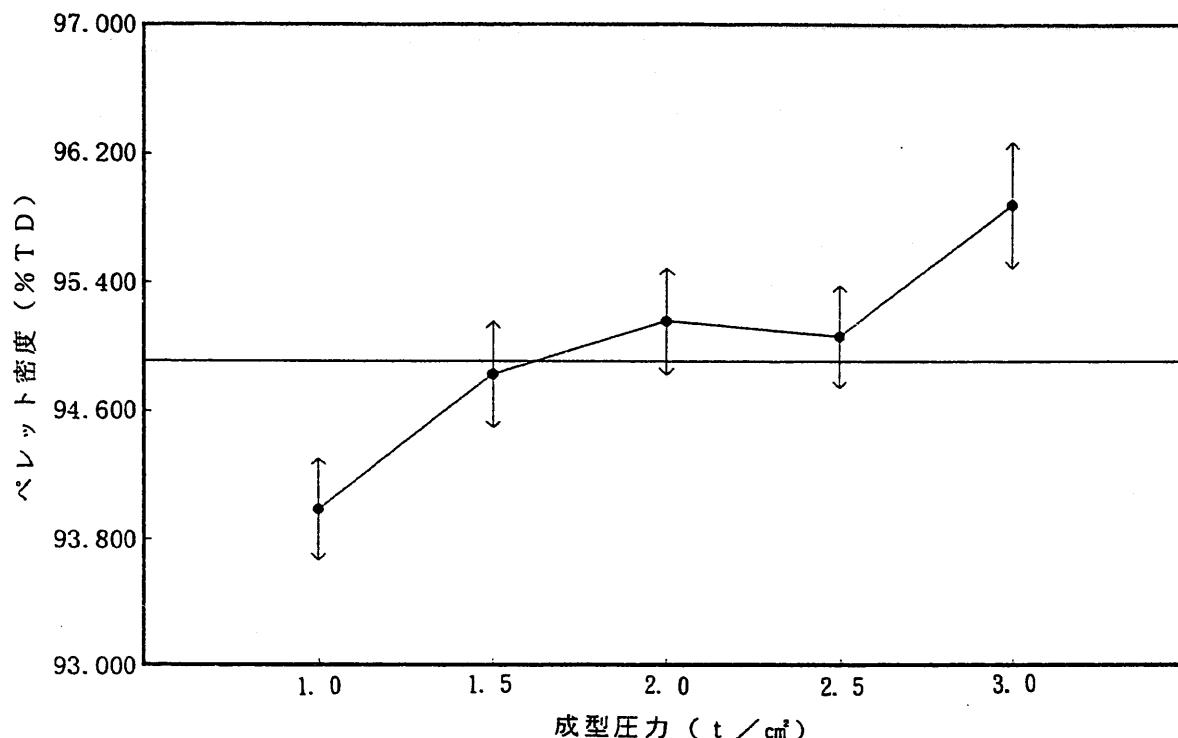


図 2.1.2-1 先行試験 I / 焼結ペレット密度推定値グラフ

このグラフから、1.5, 2.0, 2.5 t/cm²について、余り差が見られなかつたため、1 s d によりその差を判定することとした。その結果、1.5 t/cm²と 2.0 t/cm², 1.5 t/cm²と 2.5 t/cm², 2.0 t/cm²と 2.5 t/cm²の間では、有為な差とはならなかった。

以上の結果から、焼結ペレット密度の信頼率 95 % の母平均の信頼限界が 95.0 % TD をまたぐ各水準 (1.5 t/cm², 2.0 t/cm², 2.5 t/cm²) を先行試験 II の水準として選定し、更に試験を行い再評価することとした。

② 先行試験Ⅱ

本試験で製作したペレットの測定データを別添表2.1.2-3~8に示す。これらのデータについて、成型圧力が焼結ペレット密度に影響を及ぼしているか確認するためF検定を行った。(表2.1.2-3参照)

表2.1.2-3 先行試験Ⅱ／分散分析表

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比	検定
A (成型圧力)	1.71	2	0.86	5.20	**
e (誤差)	29.17	177	0.17		
計	30.88	53			

以上の結果から、成型圧力が焼結ペレット密度に影響を及ぼしていることが明らかになった。よって、各水準(成型圧力)毎の焼結ペレット密度の母平均及び信頼率95%における母平均の信頼限界を求める。

その結果を表2.1.2-4及び図2.1.2-2に示す。

表2.1.2-4 先行試験Ⅰ／焼結ペレット密度データまとめ

成 型 圧 力	有 効 テーク 数	焼結ペレット密度 (%T D)					
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界* ²	
1.5 t/cm ²	60	94.36	95.96	95.13	0.26	95.03	95.24
2.0 t/cm ²	60	93.98	97.49	95.23	0.53	95.13	95.33
2.5 t/cm ²	60	94.56	96.57	95.37	0.39	95.27	95.47

* 2) 信頼限界：信頼率95%の母平均の信頼限界

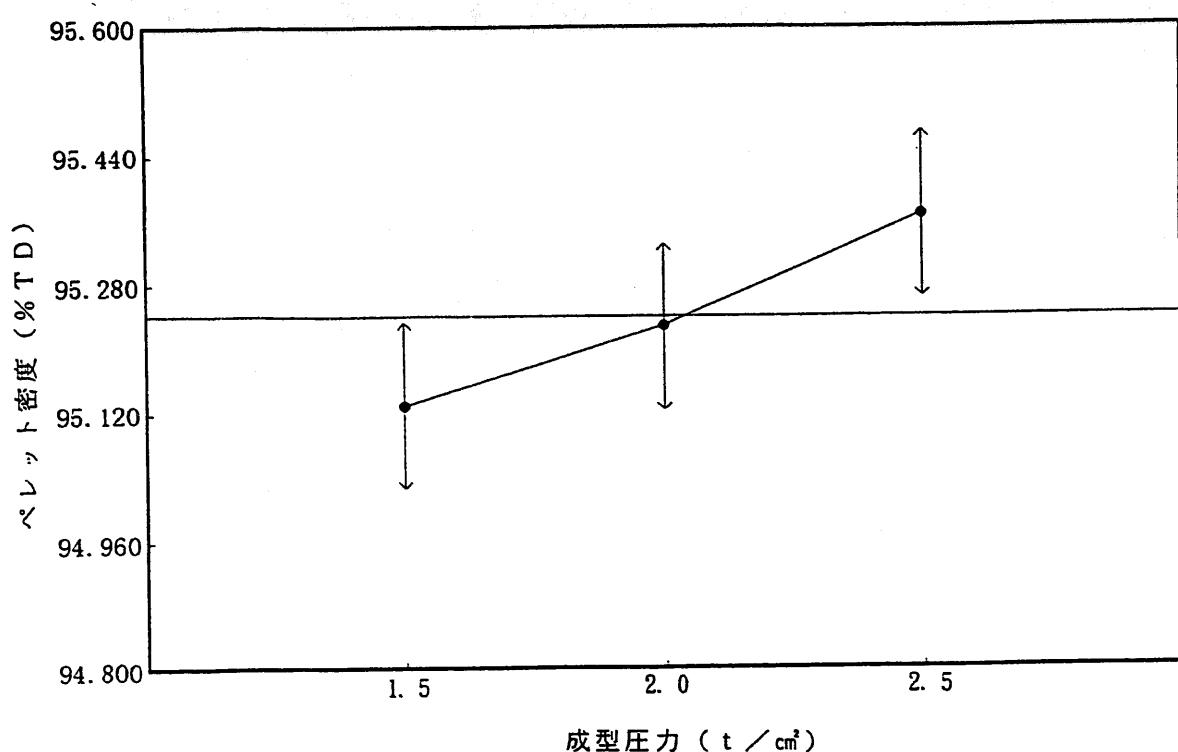


図 2.1.2-2 先行試験Ⅱ／焼結ペレット密度推定値グラフ

母平均の区間推定の結果、 $1.5 \text{ t}/\text{cm}^2$, $2.5 \text{ t}/\text{cm}^2$, $2.0 \text{ t}/\text{cm}^2$ とも目標とするペレット密度の仕様 ($95 \pm 1.7 \% \text{TD}$) を満たす可能性が高いことが確認できた。また、これらのデータについて、差を 1 s.d. により検定した結果、 $1.5 \text{ t}/\text{cm}^2$ と $2.5 \text{ t}/\text{cm}^2$ の間でのみ、有為な差があると判定された。

最終的に、レシプロプレス機とロータリープレス機との性能比較試験で採用する成型圧力は、 $1.5 \text{ t}/\text{cm}^2 \sim 2.5 \text{ t}/\text{cm}^2$ の間で選定すれば全て、ペレット仕様を満たすことが予想されるが、本試験では、 $1.5 \text{ t}/\text{cm}^2 \sim 2.0 \text{ t}/\text{cm}^2$ の間で、選定することとし、 $1.7 \text{ t}/\text{cm}^2$ とした。

③ レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験

本試験で製作したペレットの測定データを別添表 1. 2. 2 - 1 ~ 4 に示す。

これらのデータについて、各評価項目に従って評価を行った。

(a) ペレット密度

ペレット密度に関して行った基本統計量の計算結果を表 2. 1. 2 - 5, 6 に、ヒストグラムを図 2. 1. 2 - 3, 4 に示す。

表 2. 1. 2 - 5 性能比較試験／グリーンペレット密度計算結果

	有効 データ数	グリーンペレット密度 (% T D)				
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界 ^{*3}
レシプロプレス	60	49.31	50.12	49.84	0.13	49.80
ロータリープレス	57	48.74	51.65	50.23	0.70	50.04

* 3) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

表 2. 1. 2 - 6 性能比較試験／焼結ペレット密度計算結果

	有効 データ数	焼結ペレット密度 (% T D)				
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界 ^{*4}
レシプロプレス	60	95.47	96.18	95.87	0.14	95.83
ロータリープレス	57	95.47	96.60	96.00	0.70	95.92

* 4) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

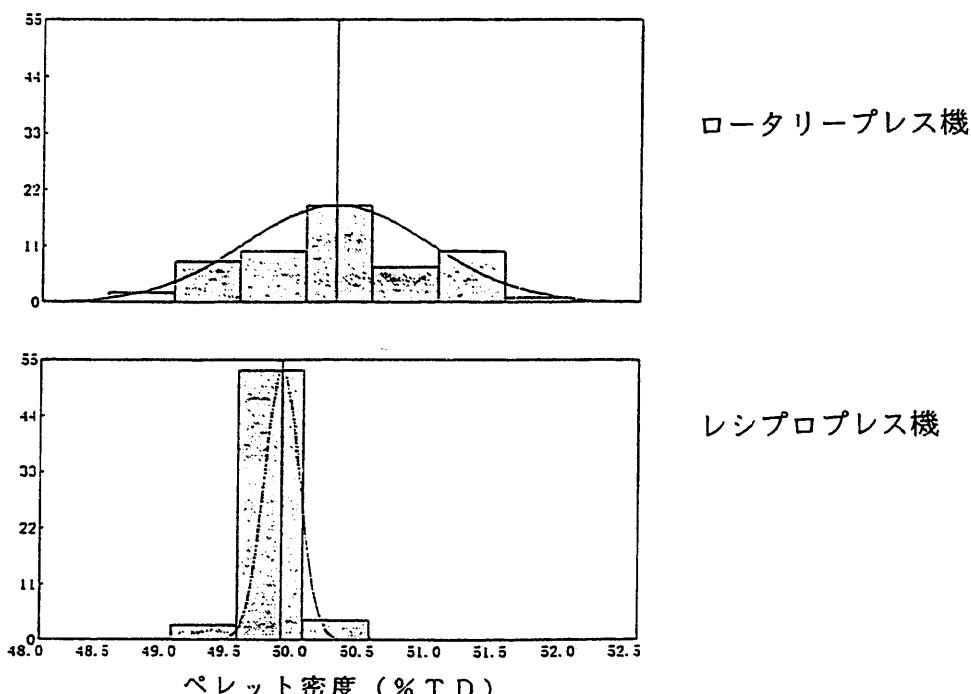


図 2. 1. 2 - 3 グリーンペレット密度ヒストグラム

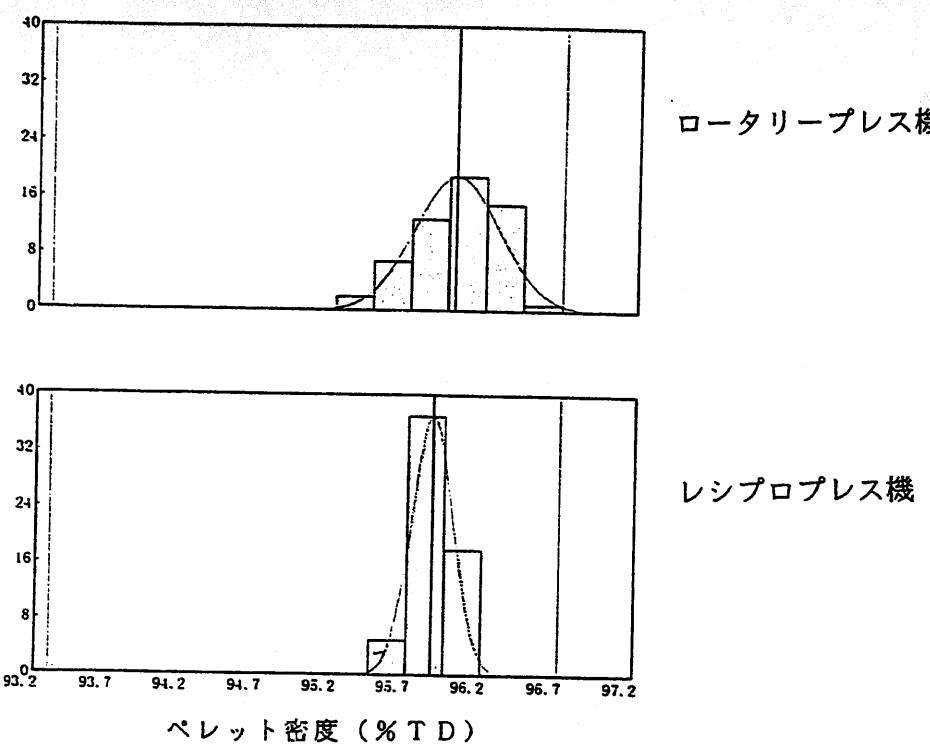


図 2.1.2-4 焼結ペレット密度ヒストグラム

ヒストグラムから、グリーンペレット密度及び焼結ペレット密度共、明らかにロータリープレス機のばらつきが大きいことがわかる。そこで、母分散に関して、F検定により比較評価を行った。その結果、グリーンペレット密度及び焼結ペレット密度共、有意水準5%において、そのばらつきに違いがあると評価された。

(b) ペレット形状

焼結ペレットに関して行った各寸法の測定データを表2.1.2-7に示す。

表2.1.2-7 性能比較試験／焼結ペレット各寸法計算結果

	有効 データ数	焼結ペレット寸法データ					
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界* ⁵	
レシプロプレス	直径上 mm	60	12.25	12.29	0.01	12.28	12.25
	直径中 mm	60	12.22	12.27	0.01	12.26	12.23
	直径下 mm	60	12.23	12.28	0.01	12.25	12.23
	高さ mm	60	12.96	13.39	0.07	13.20	13.17
	重量 g	60	15.88	16.48	0.10	16.19	16.16
ロータリープレス	直径上 mm	57	12.17	12.38	0.05	12.23	12.31
	直径中 mm	57	12.17	12.39	0.05	12.22	12.30
	直径下 mm	57	12.21	12.41	0.05	12.27	12.34
	高さ mm	57	13.08	13.51	0.11	13.24	13.32
	重量 g	57	15.82	17.01	0.30	16.36	16.43

* 5) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

焼結ペレットの形状の特徴として、レシプロプレス機は、直径の上、中、下点での寸法変化が少なく、また、若干ではあるが下に行くほど小さくなる傾向がある。一方、ロータリープレス機は、直径の寸法変化がレシプロプレス機と比較して大きく、また、直径の中点の寸法が一番小さく、下点が一番大きい鼓型の形状をしている。

また、ばらつきに関しては、ロータリープレス機はレシプロプレス機と比較すると全ての測定項目で大きく、F検定により比較評価を行った結果では、有意水準 5 %において、そのばらつきに違いがあると評価された。

(c) 収縮率

ペレット収縮率の計算結果を表2.1.2-8に示す。尚、ペレット収縮率は、以下の計算式を用いた。

$$(収縮率) = \frac{(グリーンペレット寸法) - (焼結ペレット寸法)}{(グリーンペレット寸法)} \times 100$$

表2.1.2-8 性能比較試験／ペレット収縮率計算結果

		有効 データ数	ペレット収縮率 (%)					
			最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界 ^{*6}	
レシプロ プレス	直徑	60	19.86	20.10	20.00	0.05	19.98	20.01
	高さ	60	19.49	20.57	19.84	0.19	19.79	19.89
ロータリー プレス	直徑	57	19.02	20.37	19.75	0.34	19.66	19.84
	高さ	57	19.15	20.87	19.82	0.32	19.74	19.91

* 6) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

ペレットの収縮率は、レシプロプレス機もロータリープレス機も、約 20 %である。ばらつきは、ロータリープレス機のほうが大きく、F 検定により比較評価を行った結果では、有意水準 5 %において、そのばらつきに違いがあると評価された。

(d) パンチ毎の焼結ペレット密度の比較

ロータリープレス機のばらつきがレシプロプレス機のそれと比較して、全般的に大きい原因を調査するため、パンチ毎（パンチNo 1～12）に、焼結ペレット密度データを層別して解析することとした。

その結果を表2.1.2-9及び図2.1.2-5に示す。

表2.1.2-9 性能比較試験／パンチ毎の焼結ペレット密度の比較

パンチNo	有効 データ数	焼結ペレット密度 (% TD)					
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界*7	
1	5	95.53	96.36	95.99	0.31	95.72	96.26
2	5	95.53	96.36	96.04	0.33	95.77	96.31
3	5	95.52	96.60	96.16	0.41	95.89	96.44
4	5	95.77	96.32	96.03	0.24	95.76	96.31
5	5	95.23	96.23	95.98	0.42	95.71	96.25
6	5	95.63	96.23	96.01	0.26	95.74	96.29
7	5	95.56	96.22	95.91	0.25	95.64	96.18
8	5	95.74	96.39	95.99	0.29	95.72	96.26
9	5	95.39	96.32	95.90	0.37	95.63	96.18
10	3	95.52	96.02	95.83	0.27	95.48	96.19
11	4	95.86	96.35	96.09	0.20	95.79	96.40
12	5	95.84	96.11	95.98	0.12	95.71	96.26

* 7) 信頼限界：信頼率 95 % の母平均の信頼限界

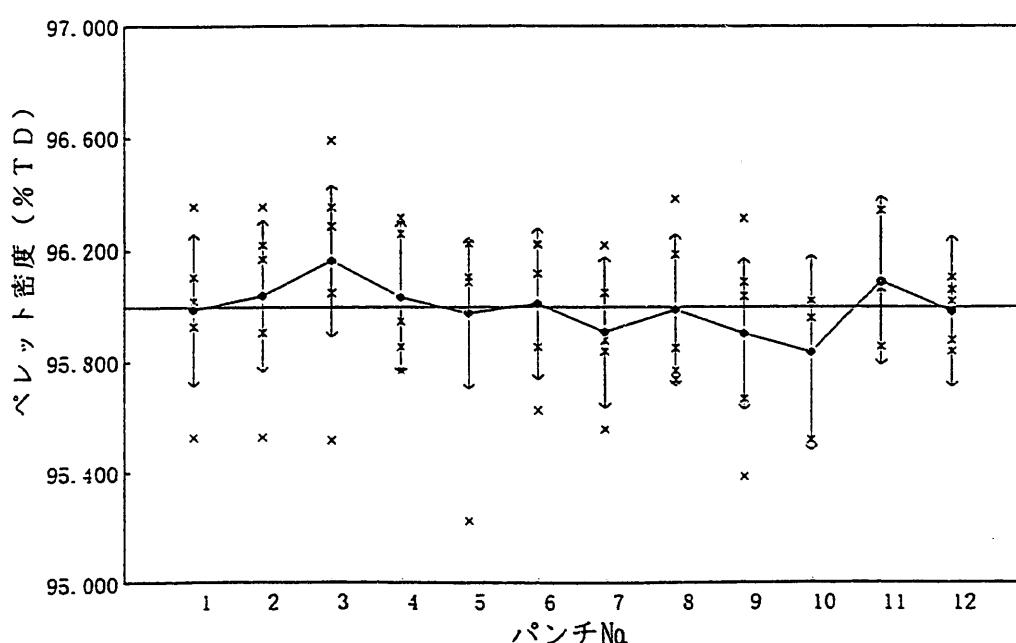


図2.1.2-5 パンチ毎の焼結ペレット密度

パンチ毎の焼結ペレット密度のばらつきをF検定により比較評価した結果では、有意水準5%においてそのばらつきに有為な違いがあるはいえなかった。また、母平均の差に関する検定では、信頼率95%において有為な差は確認されなかった。

(2) 考察

レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験では、目標としているペレット仕様に対して、ペレット密度及び高さは十分満足できるものであった。但し、直径に関しては、どちらも目標値を下回っており、この点については、今後、ペレットの収縮率及び研削機による研削シロを考慮してダイス径の見直しが必要である。

レシプロプレス機とロータリープレス機との性能を比較評価してみると、全般的に、ロータリープレス機の方が、製品（ペレット）のばらつきが大きいことが上げられる。この原因としては、ペレット形状のデータからも明らかのように、重量（充填量）のはらつきによるところが大きい。本試験で採用したロータリープレス機は、充填量の変化が直接成型圧力に影響を及ぼしてしまうため、成型圧力は常に変動していたことが考えられる。これは、成型圧力により変動するペレット収縮率のデータのばらつきからも判断できる。また、本試験では、ロータリープレス機の各パンチ間のばらつきも評価したがこちらについては、有為な違いとは判定されなかった。この理由としては、各パンチ間のばらつきよりも、1つのパンチ内での変動の方が大きかったためである。

また、ロータリープレス機で成型したペレットの特徴として、外観の不良が多いことである。これは、成型後のペレットを取り出す際の、ペレットとダイスとの摩擦力による剪断力が主な原因であると推測される。一方、P u - 2 A T Rのレシプロプレス機では、上パンチと下パンチで微量の圧力を加えながらペレットを取り出す機構が設置されているため、成型したペレットは、その剪断力によって壊れることはなく、同様の不良は発生しにくい。尚、ロータリープレス機においても、レシプロプレス機と同様の効果を生み出す機構を設置するとは可能であり、そのことにより、ペレットの不良はほぼ発生しなくなると思われる。

本試験では様々な制約があり、大量の粉末を使用した連続運転が行えなかった。そのため、連続運転時に生じるであろう品質のばらつき及び歩留り等を評価出来なかった。この点については、今後、ロータリープレス機を評価する際の課題として残った。

一方、本試験結果から判断すると、現状のペレット仕様であれば、ロータリープレス機の性能は、採用できるレベルにあると思われる。しかし、現状採用しているレシプロプレス機と比較した場合、成型速度は格段に優るもの、製品の品質には、有意な差があるといつていい。

尚、本試験に関して考えられる、ロータリープレス機の課題とその対策は、表2.1.2-10の通りである。

表2.1.2-10 ロータリープレス機の課題と対策

課題	対策
粉末充填量がばらつく	<ul style="list-style-type: none"> ① 流動性のよい原料を用いる。（造粒処理） ② 攪拌フィードシュへの原料の定量供給を行う。 ③ 攪拌フィードシュ形状の最適化。 ④ 成型圧力を監視し、粉末充填量調整機構にフィードバックさせ充填量を制御する。
粉末充填量が成型圧力に影響を及ぼす	<ul style="list-style-type: none"> ① 充填量の変動によって生じる成型圧力のばらつきを抑えるため、本圧ロールを油圧等により可動式とする。この機構により、本圧ロールに過剰な圧力が発生した場合は、本圧ロールを油圧で逃がし、ペレットにかかる余剰な圧力（設定値以上の圧力）を吸収する。また逆に、圧力不足の場合は本圧ロールの油圧で不足分の圧力を補う。
ペレットの剥離が多い	<ul style="list-style-type: none"> ① ペレットをダイスから取り出す際、上パンチ及び下パンチで押さえながら取り出す、ホールドダウン機構及びホールドアップ機構を取り付ける。 ② ダイスとペレットの潤滑をよくする。 (潤滑方法の再検討)

2. 1. 3 乾式回収粉末添加試験

1) 試験概要

実際の運転を想定した場合、原料粉末には不良ペレットを乾式処理した粉末（乾式回収粉末）を添加し、利用することが予想される。このような、乾式リサイクルの処理形態は、現在、Pu-2ATRライン、Pu-3FBRライン及びウラン燃料加工メーカーでも確立されている。

一般に乾式回収粉末を原料に添加すると、ペレット密度が低下することが知られているが、成型性という観点からは、その悪影響は予想できない。特に、乾式回収粉末の添加率を高くしていった場合、その影響が懸念される。そこで本試験では、乾式回収粉末の添加率をパラメータにし、その影響を調査するものである。

2) 試験方法

乾式回収粉末の添加率は、実際の運転で想定される0%～40%の間で5水準（0%，5%，15%，30%，40%）を取り、2.1.2の試験で選定された条件のもと、各水準で1バッチ（約15kgUO₂）ずつ処理し、ペレット密度、形状及び収縮率を評価し、乾式回収粉末の添加による影響を調査する。

本試験の詳細仕様は、別添資料1.3に示す。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

本試験で製作したペレットの測定データを別添表1.3-1～10に示す。これらのデータについて、各評価項目に従って評価を行った。

(a) ペレット密度

焼結ペレット密度に関して行った基本統計量の計算結果を表2.1.3-1に示す。

表2.1.3-1 乾式回収粉末添加試験／焼結ペレット密度データまとめ

乾回粉 添加率	有効 データ数	焼結ペレット密度 (%T D)					
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界 ^{*1}	
0%	60	86.00	87.43	86.74	0.31	86.62	86.86
5%	60	84.74	86.46	85.58	0.38	85.46	85.70
15%	60	82.35	82.35	83.49	0.50	83.38	83.61
30%	60	78.87	80.73	79.97	0.34	79.85	80.09
40%	60	75.66	78.40	77.04	0.69	76.92	77.16

* 1) 信頼限界：信頼率 95% の母平均の信頼限界

添加率 0 % のときのばらつきに対して、他の水準のばらつきが大きくなっているか F 検定により評価した。その結果、すべての水準で、有意水準 5 %において有為な違いがあると判定された。これにより、乾式回収粉末が添加されると焼結ペレット密度のばらつきが大きくなることがわかる。但し、添加率とばらつきの間には相関は見られない。

F 検定により、分散は一様ではないと判定されたが、乾式回収粉末の添加率と焼結ペレットの密度の間に直線関係（負の相関）が成り立つと推測されたため、等分散と仮定して、単回帰分析を行うこととした。

分散分析表の結果を、表2.1.3-2に示す。

表2.1.3-2 乾式回収粉末添加試験／分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定
直線回帰	3864.15	1	3864.15	15069.16	**
残差	76.42	298	0.26		
計	3940.57	299			

以上の結果から、直線回帰は、高度に有意となり、乾式回収粉末の添加率と焼結ペレットの密度の間に、直線関係が成り立つと考えられる。そこで回帰式を求め、その結果を、図2.1.3-1に示す。

尚、求められた回帰式について、回帰診断を実施した結果、特に、異常は認められなかったため、本式は、ロータリープレス機における乾式回収粉末の添加率と焼結ペレットの密度の関係をよく表しているといつていいだろう。

[回帰式1]

$$Y = 86.863 - 0.239X$$

Y : ペレット焼結密度 (%TD)

X : 乾式回収粉末添加率 (%)

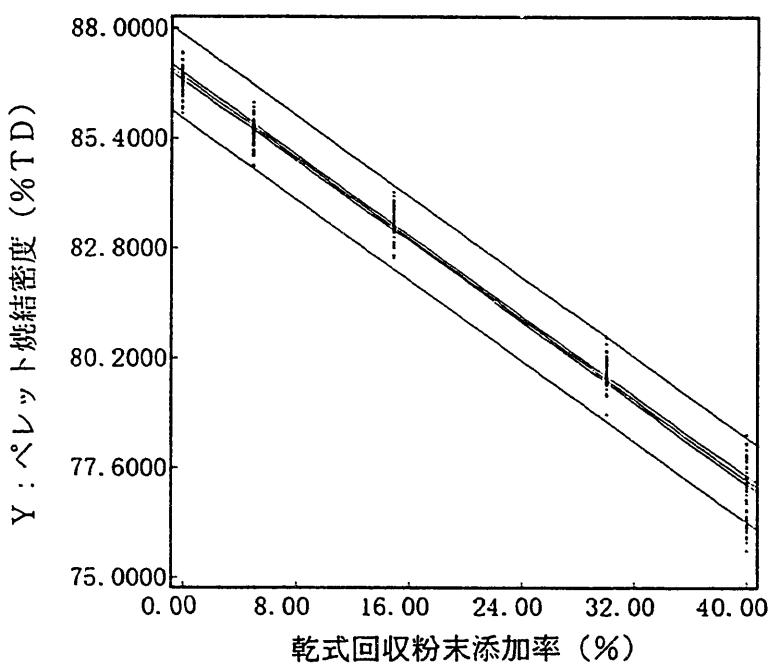


図2.1.3-1 乾式回収粉末添加率と焼結ペレット密度の関係

(b) ペレット形状

焼結ペレットに関して行った各寸法の測定データを基に算出した基本統計量を表 2.1.3-3 に示す。

表 2.1.3-3 乾式回収粉末添加試験／焼結ペレット各寸法計算結果

	有効 データ数	焼結ペレット寸法データ						
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界*2		
0 %	直径上 mm	60	12.64	12.69	12.66	0.12	12.66	12.67
	直径中 mm	60	12.61	12.65	12.63	0.01	12.63	12.63
	直径下 mm	60	12.62	12.67	12.64	0.01	12.64	12.64
	高さ mm	60	13.98	14.21	14.13	0.05	14.12	14.15
	重量 g	60	16.48	16.93	16.73	0.12	16.70	16.76
5 %	直径上 mm	60	12.71	12.75	12.73	0.01	12.73	12.74
	直径中 mm	60	12.69	12.73	12.71	0.01	12.71	12.72
	直径下 mm	60	12.69	12.74	12.72	0.01	12.71	12.72
	高さ mm	60	14.14	14.29	14.20	0.03	14.20	14.21
	重量 g	60	16.56	17.01	16.79	0.11	16.76	16.82
15 %	直径上 mm	60	12.88	12.97	12.91	0.02	12.91	12.92
	直径中 mm	60	12.86	12.94	12.88	0.02	12.88	12.89
	直径下 mm	60	12.86	12.94	12.88	0.02	12.88	12.89
	高さ mm	60	14.15	14.32	14.22	0.03	14.21	14.23
	重量 g	60	16.57	17.46	16.84	0.13	16.81	16.87
30 %	直径上 mm	60	13.15	13.23	13.19	0.02	13.19	13.20
	直径中 mm	60	13.15	13.20	13.16	0.01	13.16	13.16
	直径下 mm	60	13.14	13.20	13.16	0.01	13.16	13.17
	高さ mm	60	14.37	14.54	14.46	0.04	14.45	14.47
	重量 g	60	16.81	17.29	17.12	0.09	17.09	17.14
40 %	直径上 mm	60	13.28	13.37	13.34	0.02	13.33	13.35
	直径中 mm	60	13.32	13.36	13.35	0.01	13.34	13.35
	直径下 mm	60	13.31	13.38	13.33	0.01	13.33	13.34
	高さ mm	60	14.47	14.62	14.56	0.03	14.55	14.57
	重量 g	60	16.70	17.41	17.04	0.18	16.99	17.08

* 2) 信頼限界 : 信頼率 95 % の母平均の信頼限界

焼結ペレットの形状の特徴として、乾式回収粉末の添加率が 40 % の時を除き、上が一番大きく、下が小さくなるという傾向がある。これは天然ウランを使用した成型性の比較試験の時とは逆の傾向となった。また、全体的に中が一番小さく鼓型の形状をしている。一方、添加率が 40 % の場合は、上・中・下とも余り寸法の差がなかった。

次に、添加率 0 % のときのばらつきに対して、他の水準のばらつきが大きくなっているか、F 検定により評価した。その結果を表 2.1.3-4 に示す。

表 2.1.3-4 乾式回収粉末添加試験／分散比の検定結果

		乾式回収粉末添加率			
		5 %	15 %	30 %	40 %
%	直径上	○	×	×	×
	直径中	○	×	×	○
	直径下	○	×	×	×
	直径平均	○	×	○	○
	高さ	○	○	○	○
	重量	○	×	○	×

凡例) ○ : 有意水準 5 %において有意な違いがあるとはいえない

× : 有意水準 5 %において有意な違いがある

以上の結果から、乾式回収粉末の添加率が 5 % の場合は、添加率 0 % とほぼ同じばらつきをもっていることがわかるが、他の水準では、添加率とばらつきに相関は無さそうである。

(c) 収縮率

ペレット収縮率の計算結果を表2.1.3-5に示す。尚、ペレット収縮率は以下の計算式を用いた。

$$(収縮率) = \frac{(グリーンペレット寸法) - (焼結ペレット寸法)}{(グリーンペレット寸法)} \times 100$$

表2.1.3-5 性能比較試験／ペレット収縮率計算結果

		有効 データ数	ペレット収縮率 (%)					
			最小値	最大値	平均値	標準偏差	信頼限界*3	
0	直径	60	17.60	17.86	17.74	0.06	17.73	17.76
	高さ	60	15.96	16.83	16.32	0.19	19.79	19.89
5	直径	60	17.10	17.33	17.22	0.05	17.21	17.24
	高さ	60	15.26	15.99	15.60	0.13	19.79	19.89
15	直径	60	15.71	16.28	16.11	0.10	16.10	16.13
	高さ	60	15.41	16.27	15.80	0.17	19.79	19.89
30	直径	60	14.14	14.37	14.27	0.05	14.25	14.28
	高さ	60	13.89	14.78	14.31	0.21	19.79	19.89
40	直径	60	13.04	13.35	13.19	0.06	13.17	13.20
	高さ	60	10.04	13.22	12.58	0.38	19.79	19.89

* 3) 信頼限界 : 信頼率 95 % の母平均の信頼限界

ペレットの収縮率は、各水準とも直径と高さで異なっており、添加率が30 % の時を除き、直径の収縮率が大きくなっている。これは、天然ウランを用いた成型性の比較試験の場合と異なる傾向であり、比較試験時の収縮率20 % と比較すると小さな値である。また、乾式回収粉末添加率とペレット収縮率の関係をみると、負の相関が有りそうである。

次に、添加率0 % のときのばらつきに対して、他の水準のばらつきが大きくなっているか、F検定により評価した。その結果を表2.1.3-6に示す。

表2.1.3-6 乾式回収粉末添加試験／分散比の検定結果

		乾式回収粉末添加率			
		5 %	15 %	30 %	40 %
0	直径	○	×	○	×
	高さ	○	○	×	×

凡例) ○ : 有意水準 5 % において有意な違いがあるとはいえない

× : 有意水準 5 % において有意な違いがある

以上の結果から、乾式回収粉末の添加率が 5 % の場合は、添加率 0 % とほぼ、同じばらつきをもっていることがわかるが、他の水準では、添加率とばらつきに相関は無さそうである。

F 検定により、分散は一様ではないと判定されたが、乾式回収粉末の添加率と焼結ペレットの密度の間に直線関係（負の相関）が成り立つと推測されたため、等分散と仮定して、単回帰分析を行うこととした。その結果次の式が導き出された。（図 2.1.3-2, 3 参照）

[回帰式 2]

$$Y = 17.783 - 0.115X$$

Y : ペレット収縮率／直径 (%)

X : 乾式回収粉末添加率 (%)

[回帰式 3]

$$Y = 16.442 - 0.084X$$

Y : ペレット収縮率／高さ (%)

X : 乾式回収粉末添加率 (%)

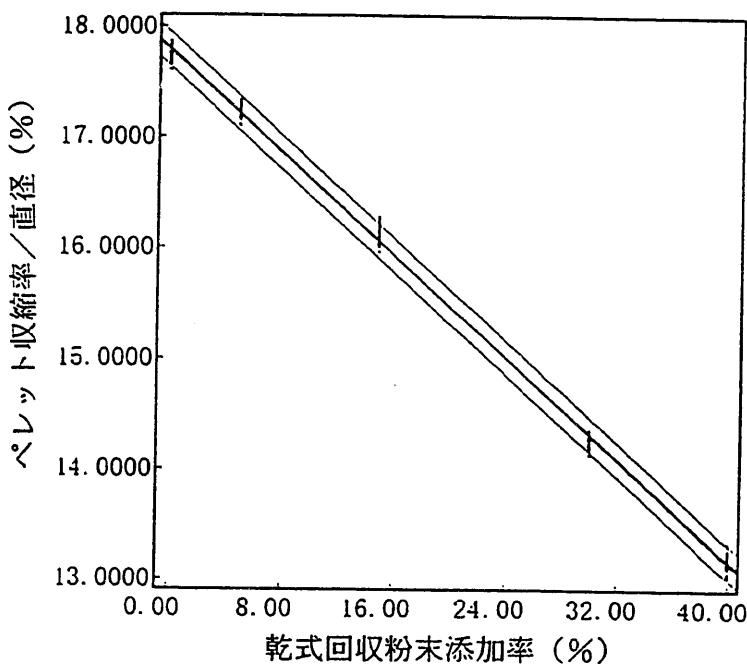


図 2.1.3-2 乾式回収粉末添加率とペレット収縮率（直径）

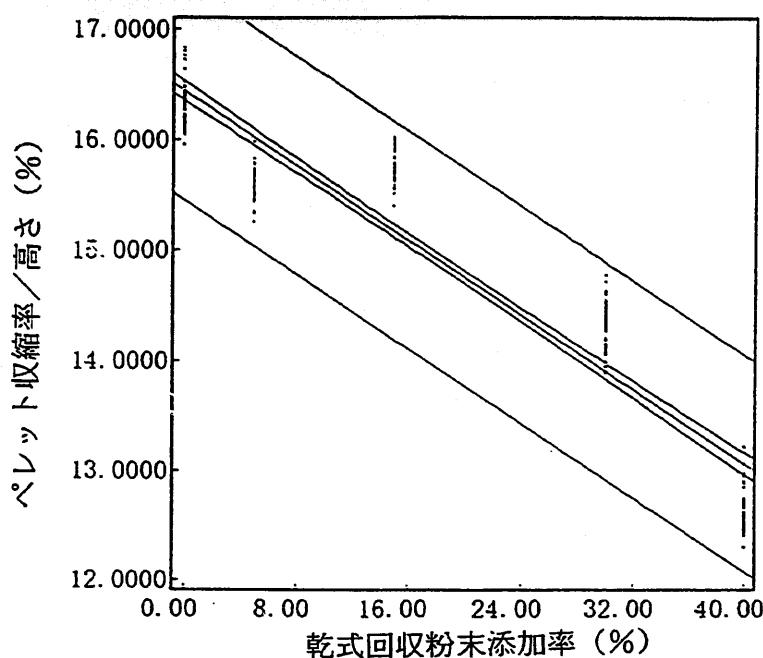


図 2.1.3-3 乾式回収粉末添加率とペレット収縮率(高さ)

(2) 考察

本試験の結果だけでは、乾式回収粉末の添加率とロータリープレス機の成型性に相関があるのかは判断できない。但し、添加率 0 % と 5 % のときの製品（ペレット）のばらつきが他の水準と比較して、小さいと判定されているため何らかの影響を及ぼしている可能性はある。しかし、それが成型性に影響しているものなのか、または、焼結性に影響しているものなのかわからない。一方、ペレットを製作するという観点だけから評価すれば、乾式回収粉末を添加しても何ら問題はない。

本試験の目的とは異なるものであるが、予想した通り乾式回収粉末の添加率が、焼結ペレットの密度に大きく影響することが確認された。これは、乾式回収粉末の比表面積が小さいことに起因するものであり、そのことにより焼結が進まず、密度が下がる現象である。試験条件を同一にしたにも関わらず、乾式回収粉末の添加率が 0 % のときの焼結ペレットの密度が、天然ウランを用いた成型性の比較試験のそれと比べて低く、ペレット仕様を満たさなかったのも、原料として採用した劣化ウランの比表面積が小さく、且つ、粒子径が大きかったためと考えられる。

2.1.4 ホールドアップ対策の確認試験

1) 試験概要

燃料製造工程では、プルトニウムのホールドアップが大きな問題となるため、設備の設計に当たっては、常にそれらを考慮する必要がある。特に、粉末を取り扱う工程では、粉末の飛散に起因したホールドアップが発生し易く、問題となることが予想される。粉末の原料から、ペレットを製作するロータリープレス機もこの例外ではなく、粉末充填時、成型時及びペレット搬送時に発生する粉末飛散によりホールドアップが懸念される。そこで本試験では、性能確認試験終了後に各装置におけるホールドアップ状況の確認を行うと共に、粉末回収作業を行いその量を測定し、今後のホールドアップ対策のデータを収集する。

2) 試験方法

レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験終了後に、各装置毎に刷毛を使用して粉末の回収を行いその重量を測定すると共に、その原因の調査と対策を検討する。また、その際、粉末滞留が著しい箇所等は、その状況をデジタルカメラにより撮影し記録する。

本試験の詳細仕様は、別添資料1.4-1に示す。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

各装置毎の粉末回収重量の結果を表2.1.4-1に、デジタルカメラによる記録をまとめたものを、別添資料1.4-2に示す。

表2.1.4-1 粉末回収重量一覧

		回 収 粉 末	
		重 量 (g)	割 合 (wt%)
成 型 裝 置 本 體	粉末投入ホッパ内	0	0. 0
	攪拌フィードシュ内	1, 450	51. 5
	上パンチ上面	0	0. 0
	粉末充填面	攪拌フィードシュに含む	
	ダストシール面	14	0. 5
	作業テーブル面	0	0. 0
	下部ベース面	0	0. 0
	回転盤部吸塵ダクト内	0	0. 0
	ターンテーブル面	13	0. 5
整 列 裝 置	床面	18	0. 6
	直進フィーダ上	22	0. 8
	小 計	1, 517	53. 9
	供給コンベア	3	0. 1
	ターンテーブル	25	0. 9
	整列コンベア	1	0. 0
	不良品回収容器内	94	3. 3
	ペレット送りモータ下	0	0. 0
集 塵 裝 置	チャッキングロボット	0	0. 0
	床面	5	0. 2
	小 計	128	4. 5
	粉末回収容器	1, 132	40. 2
	集塵装置内面	0	0. 0
	フィルタ	38	1. 4
	集塵ホース	回 収 不 能	
	小 計	1, 170	41. 6
	合 計	2, 815	100. 0

(2) 考察

本試験において、合計で 2, 815 g の粉末が回収された。性能確認試験では、総量（天然ウラン I, II）で 116, 739 g が処理されているので、約 2.4 % が、成型・整列設備から回収されることになる。

この量を各装置毎にみていくと、成型装置では攪拌フィードシュ内に滞留している粉末が 1, 450 g と最も多く、全体量の 51.5 % を占めている。この粉末の滞留は、ホールドアップとは性質の異なるもので、攪拌フィードシュの構造上避けられないものであり、現行の設計では分解清掃を行って回収が可能である。しかし、分解清掃時には、他装置への粉末飛散が懸念される。また、この粉末滞留量は攪拌フィードシュ内の容積に比例するものであり、（容積以上の粉末は滞留しないため）処理量が変化しても極端に増減するものでもなく、本試験の結果から 1, 500 g 前後の粉末が常に滞留するものと推測される。この部位に対する対策としては、①攪拌フィードシュの容積を小さくする、②攪拌フィードシュ内面（粉末と接する部分）には表面処理を施し粉末の付着を低減化する、③粉末の回収作業を容易にする等が考えられる。また、他部位の粉末滞留は、成型装置で成型されたペレットを整列装置に受け渡すための直進フィーダ及び取出ダンパ付近で発生した粉末が落下し飛散しが主要因である。その対策としては、直進フィーダ及び取出ダンパの構造を変更するのは勿論、この付近には、局所集塵ノズル及び粉受け等を設置し、他部位への 2 次粉末滞留を防止する必要がある。

整列装置では、取り扱う形状がペレット（固体）ということもあり、粉末飛散に起因した滞留が少ないため、全体的に粉末回収重量は少なかった。不良品回収容器を除き粉末滞留の主な原因是、ペレット表面に付着した微粉末と不良ペレット（成型圧力が足らず形にならなかったペレット）である。この対策としては、①整列装置に搬入される前に事前にこれらを除去する機構を設ける、②粉末と接する部分には表面処理を施し粉末の付着を低減化する、③粉末が滞留し易い箇所には局所集塵ノズル及び粉受け等を設置する等が考えられる。また、不良品回収容器内に滞留した粉末は、チャッキングロボットの動作不良を防止するため、不良品を意図的に除去・回収するためのものであり、本試験においてその量は問題ではない。

粉末飛散防止対策については、集塵装置の粉末回収容器に 1, 132 g 回収されていることから一応の効果はあったものと思われる。しかし、フィルタ及び（本試験では粉末回収が不可能であった）集塵ホースに 2 次粉末滞留が確認された。この点については、局所集塵ノズルの配置の見直し、回転盤部吸塵ダクト形状の最適化及び集塵装置能力の向上と合わせて改善する必要がある。

2. 2 焼結設備

2. 2. 1 炉内均熱測定試験（コールド試験）

1) 試験概要

焼結炉の性能として最も重要である均熱性を確認するため、焼結皿14枚に50kgのMOXペレット模擬体であるモリブデンの塊を積載したものを1山とした焼結体を2山装荷し、焼結温度1700°C（制御温度）をキープした状態において、炉体の上部より焼結体を囲むように熱電対を平面方向10ポイントに挿入し、高さ方向5ポイントについて、熱測定を実施した。また、ヒータ材としてタンゲスチンの他にTEM材（改良型モリブデン材：東京タンゲスチン製）についても試験を実施した。

2) 試験方法

焼結皿を14枚を2山装荷し、焼結皿上にモリブデン製のMOX模擬重量各々50kgを装荷した状態で昇温を開始した。試験は1700°Cにおいてキープし、焼結皿を取り囲むように熱電対を炉体上部より挿入し、平面方向に10ポイント、高さ方向に5ポイントについて測定を行った。

また、ヒータは6枚で構成されているが本試験では、

① 6枚共タンゲスチンヒータによる場合

② 6枚のうち1枚をTEMヒータに交換した場合

について試験を実施した。試験測定概要図を別添参考資料集2（以下「別添」という）図2.2.1-1に示すとともに、試験機及び測定機器の仕様については、別添に示す。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

炉内均熱測定試験の①6枚共タンゲスチンヒータによる場合、②6枚のうち1枚をTEMヒータに交換した場合の試験結果をそれぞれ別添図2.2.1-2及び別添図2.2.1-3に示す。

(2) 考察

① 焼結皿を4つのゾーンに分割した場合、B～Cゾーンが温度のバラツキが最も小さく $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ である。次にC～D、D～E、A～Bゾーンとなる。これはヒータの中心位置付近であること及び下部から供給される混合ガスが十分に温められていることが考えられる。

② 焼結皿7枚装荷（高さは175mm）範囲における温度のバラツキについては、B～Dが最も小さく $\Delta T = 33^{\circ}\text{C}$ である。メーカにより実施した工場における評価試験ではB～Cゾーンの温度バラツキは $\Delta T = 38^{\circ}\text{C}$ であったため、均熱性向上が図

られいる。これは評価試験後に混合ガスの影響を極力抑えるためにガス予熱箱を設置（ガス保温箱）したためであると考えられ、ガス予熱箱については若干の効果があることが確認できた。

- ③ 最大ゾーンであるA～E（焼結皿14枚装荷：高さは350mm）に対する温度バラツキは $\Delta T = 48^{\circ}\text{C}$ であるが、本来、A～Bについては、設計上も均熱性を要求しておらず、本設計における均熱ゾーンC～Eにおける $\Delta T = 41^{\circ}\text{C}$ となる。

これは測定箇所Eの温度が低いことに起因しており、ガス予熱箱を設置しているものの、測定位置Eの箇所では十分に予熱されないと考えられ、ガスの対流による影響により、温度のバラツキが大きくなったものと考えられる。

皿中心部⑥を除いて、皿の上部より下部の温度バラツキが大きいことからも裏付けできる。

- ④ 高さ方向の温度分布については、C点を中心とした山形の温度分布である。C点はヒータ長のほぼ中心に位置している。また上下の熱損失の比率は同等であることから、C点を頂点とした山形の温度曲線になった。

一方、制御用熱電対はD点の位置（当初の設計要求である焼結皿7枚の中心位置）に設置しており、この場合の温度バラツキは $\Delta T = 41^{\circ}\text{C}$ となり、B～Cよりも温度バラツキが大きい。この事により、制御用熱電対はヒータ長さの中心部に設置するとともに焼結体の中心はヒータ長さの中心とすべきである。

【制御用熱電対の位置については、別添表2.2.1参照】

- ⑤ 平面方向の温度分布については、ヒータのコーナー部（①③⑩等）の温度が高い。コーナー部はヒータからの熱放射による入熱量が大きいため、温度は炉の中心部よりも高くなる傾向となる。

- ⑥ コーナー部については、⑧⑩の温度よりも①③のほうが高いが、混合ガスの導入口はワークの下に設けられているが、排出口は中心位置より距離が離れているため左右ではガスの流線は対称ではない可能性がある。

- ⑦ Wヒータの代替としてTEMヒータ（ヒータ番号①）の均熱性試験では、均熱ゾーンであるB～Dにおいて温度バラツキは $\Delta T = 27^{\circ}\text{C}$ であり、A～Eにおいては $\Delta T = 46^{\circ}\text{C}$ である。TEMヒータの製作にあたっては、タンクステンヒータと同じ抵抗値に成るように設計してあるため、均熱性はタンクステンと同様な結果となった。（ヒータ番号①による影響は測定位置④⑨⑩にでると考えられるが、Wヒータの場合とほとんど差はない。）

よって、TEMヒータでもWヒータと同等の均熱性能を出すことは可能である。

- ⑧ 測定位置Aにおける皿中心部⑥の温度は $T = 1676^{\circ}\text{C}$ （図2）であり、他部の平均温度 $T_{av.} = 1696^{\circ}\text{C}$ と比較して約 20°C 程度低い。温度が低い理由として焼結皿14段目の上部を測定しているため、測定位置A点は、B～E点とは異なり

皿（熱容量）の影響を受けにくく、同時に放射により加熱された混合ガスの回り込みにくい点が要因と推測できる。

2.2.2 焼結皿変形量測定試験

1) 試験概要

焼結炉内に装荷される焼結皿は、焼結温度が1700°Cと高温であり、更に焼結炉体の受ける荷重は約100kgとなるため、焼結皿の変形が懸念される。

本試験は、2.2.1項の試験の一環として、試験終了後に炉から焼結皿を取り出し、変形量の測定を行う。これを繰り返し行い、焼結回数における変形量の進行度合いを確認する。

2) 試験方法

2.2.1項の試験方法に基づく、炉への装荷状態において、焼結後炉から焼結皿を炉から取り出し、上段、中段、下段の任意の皿について変形量を測定した。測定器具はダイヤルゲージを用い、焼結皿を定盤の上へ載せ測定した。焼結皿の仕様を別添資料及び別添図2.2.2-1に示すとともに、試験測定概要図を別添図2.2.2-2に示す。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

焼結皿変形量測定試験の試験結果を別添図2.2.2-3に示す。

(2) 考察

- ① 20回の繰り返し試験では、全体的に変形量は安定していく傾向にある。昇温試験初期の頃は皿変形量は増加傾向にあるが、さらに試験を続けるとやがて変形量は安定の方向に向かう（皿No.9のポイント15を除く）。
- ② 昇温後、皿形状は必ず変形する。高温状態においては、皿の強度はかなり低下し、荷重による変形や上下の皿の変形に影響を受け、変形が容易になる。
- ③ 上部の皿（No.3）の変形はマイナス方向で推移している。特にセンター部分の変形量が大きい。上部の皿は皿に受ける荷重がペレット重量のみであるためと考えられる。
- ④ 真ん中より下段の皿（皿No.9以降）の変形は+方向で推移している。その変形量は下段の皿の方が大きい。焼結皿を支持している試料台（受台）は皿寸法よりも小さい（180×230）ため、高温状態においてその影響により上に反った変形となる。なお、実機設計は試料台は大きくする必要がある。

- ⑤ ポイント③、及び⑪の変形量に比べポイント⑦及び⑯の変形量が大きい。試料台の寸法は $180 \times 230\text{ mm}$ であるため、焼結皿の変形量は、試料台からはみ出す寸法が大きいほど変形量が大きくなる。
- ⑥ 皿No.14のセンターの変形量は他の皿に比べ著しく大きい。一番下段（皿No.14）に装荷された皿は試料台の寸法の影響を最も受け、変形量も大きい。

2.2.3 ヒータ及びリフレクタ変形量測定試験

1) 試験概要

ヒータ及びリフレクタは消耗品であるものの、その変形及び損傷は焼結炉のシャットダウンに繋がることから、その影響は無視できない。特に本試作機においては、ヒータ及びリフレクタが板状であり、更に長く大きいため、その変形及び損傷は懸念されていた。

試験方法として、2.2.1項の試験終了後、炉の上蓋を開け、テスタ及び測定治具（T型金尺）を使用してヒータ及びリフレクタの変形量を測定した。

2) 試験方法

ヒータ及びリフレクタの変形量については、本試験前にメーカ工場試験等で昇温を何回も行っており、その時点でリフレクタはかなりの変形があることが確認されている。更に測定点は、測定器具及び炉内スペースの制約上測定ポイントは限られたため、可能な範囲で測定を実施した。

ヒータ及びリフレクタの仕様を別添図2.2.3-1に示し、ヒータ変形量の測定概要図を別添図2.2.3-2に、リフレクタの変形量の測定概要図を別添図2.2.3-3に示す。

3) 試験結果及び考察

(1) 試験結果

ヒータ及びリフレクタ変形量測定試験の試験結果を別添図2.2.3-4及び別添図2.2.3-5に示す。

(2) 考察

- ① ヒータの変形量については大きな変形の進行はなかった。
- ② 下部の変形量が上部に比べて大きいことが、測定結果から理解できる。これは測定の際、無理な姿勢にて行ったことによる測定誤差が原因と考えられ、従って全体を通してヒータの変形量は同程度と判断できる。

- ③ 変形量の大きい箇所はG部に集中しているが、下部測定ポイントにより、スケールを直角に当てることが困難で、正確に数値を読み取れなかったことが大きな要因である。
- ④ TEMヒータの変形量は昇温前（工場製作時点）でも目視で変形していることが明らかであったが、昇温後は加熱による影響と自重の効果で変形が少なくなった。その後の繰り返し試験においても加熱による影響は全く見られない。
- ⑤ リフレクタの変形量については大きな変形進行はなかった。

2.2.4 不具合事象について

1) 概要

平成7年10月に焼結炉の性能評価試験を実施中に焼結炉に不具合事象が発生した。その後、この不具合事象について原因の調査及び対策の検討を行い、技術評価検討会を実施し、このような経験のない大型角形炉の燃料製造ラインの導入にはひとつ、ひとつ技術的問題をクリアする必要があったが、今回はその技術的なステップを踏まずに導入を図ろうとしたことが大きな反省点である旨の結論であった。

不具合箇所を別添図2.2.4に示し、不具合事象の原因を別添表2.2.4に示す。

2) 対策結果

不具合箇所を新たに設計し直し、修理を行い昇温確認試験をウラン試験開始までに9回実施した。昇温後の点検によると、不具合事象が生じる前の設計に比較すると、技術的な問題も克服している部分があったものの、リフレクタの欠け、割れの発生及びフレームの熱歪み等が発生し、運転に支障は生じないまでも問題を完全に解決できなかったと言える。

また、今回の不具合事象の詳細については、「焼結試作設備の不具合事象報告書」（神戸製鋼作成）を参考にされたい。

2.3 研削設備

2.3.1 ホールドアップ対策の確認試験（コールド試験）

1) 試験概要

ホールドアップに関しては、「乾式研削機の試作」試験において、研削機のケーシング部及びホッパー部の滞留粉末量は、連続研削試験の中で発生した研削粉量の25%が滞留することが確認されている。〔別添参考資料集3 写真-2.3.1-1 参照（以下別添という。）〕

本試験は、大量の研削粉を発生させる乾式研削設備について、Pu-3ATRラインに導入する前に、試作機として製作された乾式研削機（残留粉末の低減化対策実施済）を使用した模擬ペレット（フェライト製）の連続研削試験を実施し、残留粉末の低減化策の効果の確認をする。（別添写真-2.3.1-2 参照）

2) 試験方法

フェライト製の模擬ペレットを用いて、乾式による連続研削試験を実施する。試験条件は、別添表2.3.1-1に示す。本試験では、フェライト製模擬ペレットの研削代を $200\ \mu\text{m}$ と $100\ \mu\text{m}$ の2点に設定し、9,500個連続研削する。連続研削試験終了後に装置を分解、清掃し、各部（サイクロンの粉末容器、ケーシング内、フィルター、配管内、配管分岐点、アクリルバー、その他）に残留した粉末量について重量を量り、回収研削粉と未回収研削粉量の算出、回収率を算出する。また、残留粉末の低減化を図った施策の効果の確認をする。

3) 試験結果と考察

(1) 試験結果

本試験で得られた測定データは、別添表2.3.1-2及び別添表2.3.1-3に示すとおり、 $200\ \mu\text{m}$ 研削では、研削粉発生量に対して分解、清掃して得られたケーシング部の研削粉量は、約15%， $100\ \mu\text{m}$ 研削では、約24%であった。

(2) 考察

ケーシング部のホールドアップ率は、研削粉発生量に対して「乾式研削機の試作」試験では25%の堆積があったが、本試験では、約15%と約24%であった。ケーシング部の堆積が少なかった試験1を例とした場合でも、不明重量（飛散粉末）は、71gとけっして少ない量ではない。これは、ペレットを研削している間、フィルターの目詰まりを防止するため、圧縮空気によるフィルター（4本）の逆洗を間欠的（5秒間隔で1本毎）に実施していることにより、ケーシング内に浮遊している研削粉及びケーシングから研削粉回収装置までの配管内で浮遊している研削粉が圧縮空気とともに研削機外へ放出されるためと考えられる。

その理由として、

①プロワの吸引風量は一定であるが、逆洗時は吸引力が小さくなり、配管内の空気及び研削粉の流れは速くなったり遅くなったり脈動することになる。より配管内の空気が脈動し、遅くなった時に粉末が配管内表面に付着するとともに徐々に堆積する。

②フィルターを逆洗する位置とペレットを研削する位置が、配管の長さで3mと短いため、圧縮空気による逆洗時の噴出力の影響が直接である。

と考えられる。

試験的に圧縮空気の量（放出時間）を短くし、研削してみた結果は、飛散する量は少なくなっているが、飛散することに変わりはないことから、フィルターの逆洗方法を検討する必要がある。

本試験に用いた研削機の試験結果から、実機の乾式研削機について備えるべき機能等について下記に述べる。

- ・ダイヤモンドの砥粒は、製品ペレットに要求される品質にあった必要最小限の粒径のものを使用する。（表面粗さ等の要求規格がなければ、粗い砥粒で十分）
- ・砥石形状は、研削粉の巻き込み量を小さくするため、砥石側面に凸凹がない仕様にする。
- ・ペレット外径寸法の安定化を図るには、磨耗した研削砥石の形状を正常に維持する必要があるため、ドレッシング、ツールイング等ができるダイヤモンドローラークリードレッサ等の設置が必要である。また、コストダウンを図るには、高価な研削砥石の寿命を長くする必要があり、そのためにも、ダイヤモンドローラークリードレッサ等の設置が必要である。

2.3.2 メンテナンスにおける課題の把握（コールド試験）

1) 試験概要

Pu-3FBRラインのペレット仕上げ工程で使用されている乾式研削機とPu-3ATRラインに導入されようとしている乾式研削機の構造は同じで、外形のみが大きくなる。そのため、メンテナンスにおける課題の把握では、重量物である研削砥石と調整車、消耗品である研削粉回収装置のフィルターについて、グローブ作業による確認を行う。（別添図2.3.2-1に研削砥石を示す。別添図2.3.2-2及び別添図2.3.2-3に砥石交換用治具の概略図を示す。）

2) 試験方法

本試験に用いられている乾式研削機は、基本的にPu-3FBRラインの乾式研削機と構造的に同じものであることから、重量物である研削砥石と調整車、消耗品である研削粉回収装置のフィルターについて、グローブ作業による交換作業を行い、メンテナンスにおける課題の把握と実機に向けた対策を検討する。

〔メンテナンス項目〕

- ①研削砥石の着脱作業
- ②調整車の着脱作業
- ③フィルターの着脱作業

3) 試験結果と考察

乾式研削機は、Pu-3FBRラインの乾式研削機と構造的に同じもので、全体的に大型化した処が異なる点である。交換方法についてもPu-3FBRラインと同じ方式を採用していることから問題なく交換できることが確認された。

研削砥石について特記すべき項目は、ガラス質のセラミックボンド砥石を採用しているため、衝撃に対して十分な配慮と注意が必要となることから、研削砥石を込み込む軟質のビニル製のケース等の使用が必要と考えられる。調整車についても、ペレット寸法精度に対して重要な部品であることから、研削砥石と同様に慎重な作業が必要である。研削粉回収装置のフィルター交換は、図2.3.2-4に示すような方法で行うことから、フィルター交換時の前処理作業として、フィルター表面に付着している粉末をブラシで除去・清掃する作業があり、グローブボックス内への粉末飛散が発生するため、粉末飛散を防止する方法について検討する必要がある。

(フィルター表面の粉末付着防止策等)

2.3.3 熱影響確認試験（コールド試験）

1) 試験仕様

(1) 試験概要

メタルボンド砥石を使用した模擬ペレットの連続研削試験において、研削熱により砥石が膨張し、ペレット外径の仕上がり寸法が設定値に対して、約70 μm 減少し設定値から外れることが、「乾式研削機の試作」試験の中で明らかとなっている。本試験は、ペレット外径寸法の減少量を抑えることを目的として、熱膨張係数の小さいセラミックボンド砥石を使用した模擬ペレットの連続研削試験を実施するが、ホールドアップ対策の確認試験の結果、研削機のホッパー部に研削粉発生量の約15～24%が堆積したため、次の改善項目を実施し、試験を実施することとした。①吸引ノズルの開口面積を極力小さくする。

②フィルターの逆洗は、研削終了後に実施する。

2) 試験方法

研削砥石にセラミックボンド砥石を使用した、模擬ペレット（5000個）の連続研削試験を実施し、ペレット外径の変化量を500個毎にマイクロメータで確認する。また、各部（研削砥石、調整車、油タンク）の温度変化を放射温度計等を用いて確認する。下記に確認項目を示す。

- ①ペレット外観 : 目視によるチッピングの有無
- ②外径寸法 : ペレット中央部を測定し、設定値からの減少量
- ③砥石表面等の温度 : 表面の温度の変化量
- ④研削機各部における研削粉の堆積量
- ⑤ペレットの表面粗さ（研削開始時、3000個研削時、5000個研削時に実施する。試験条件は、別添表2.3.3-1に示す。

3) 試験結果と考察

本試験で得られたデータは、別添表2.3.3-2～別添表2.3.3-6に示す。〔試験3～試験6〕

①ペレット外観

ペレットの外径で200 μm 研削したもの及び100 μm 研削した後のペレットの外観は、懸念していたチッピングの面積は小さく（最大で $0.3 \times 1 \text{ mm}$ ）数量も少ないため、従来の外観検査において、規格外品になるとは考えられない。ペレットの表面粗さについては、別添表2.3.3-2に示すとおり、 $0.82 \sim 1.26 \mu\text{mRa}$ であり、目標値である $1.2 \mu\text{mRa}$ （規格値は、 $1.6 \mu\text{mRa}$ ）をほぼ満足する値である。

②外径寸法（外径減少量）

別添表2.3.3-3～別添表2.3.3-6、別添図2.3.3-1～別添図2.3.3-4に示すように、設定値からの増減は、プラス側で $6 \mu\text{m}$ 、マイナス側で $12 \mu\text{m}$ と目標値の $\pm 20 \mu\text{m}$ 内に入っていることが確認できる。プラス側に $6 \mu\text{m}$ 振れた理由は明確ではないが、範囲が $18 \mu\text{m}$ と小さくなったのは、研削中にフィルターの逆洗を行わなかったことが最大の理由と考えている。また、研削部の吸引速度が大きく、連続で砥石の冷却が行われるため研削砥石表面の温度が、ホールドアップ対策の確認試験時よりも上がらなかつたためと考えられる。

③砥石表面等の温度

研削砥石等（研削砥石、研削砥石軸、調整車、油タンク）の表面温度変化は、別添表2.3.3-3～別添表2.3.3-6、別添図2.3.3-5及び別添図2.3.3-6に示す。別添図2.3.3-5を例にした場合、研削砥石及び調整車の表面温度は、研削直後に急激な温度上昇が発生し、（ペレットを500個研削した時点で、 $8 \sim 11^\circ\text{C}$ 上昇）その後は、ゆるやかな上昇曲線を描くことが確認された。

研削砥石等の温度上昇によるペレット外径への影響については、ペレットを連続で500個研削した試験において、直接的な影響はないと推定される。この理由の一つとして、セラミックボンド砥石の熱膨張によるペレット外径の減少値よりも、研削粉回収装置のプロワ等から放出される温風の影響

による研削機本体の熱膨張による研削砥石と調整車の間隔を広げた数値が上回ったことによるペレット外径増の可能性が考えられる。

④その他

ホールドアップ対策の確認試験では、研削機ホッパー部に研削粉発生量の約15～24%が堆積することが確認されたが、更なる改善の結果は、別添表2.3.3～3～別添表2.3.3～6の回収粉の内訳に示すように、サイクロン回収粉は、研削粉発生量の約94～97%で、ほぼ満足する数値を得ることが出来た。

2.3.4 実機に備えるべき機能等

本試験に用いた研削機の試験結果から、実機の乾式研削機及び研削粉回収装置について備えるべき機能等について下記に述べる。

①研削機

- ・研削粉の回収効率を向上させるため、吸引口を研削粉が発生する位置に出来るだけ近づけるとともに、調整車側へ回り込んだ研削粉まで吸引できる構造にする。（今回試験に用いた一体型の吸引ノズルを更に改良する必要がある。）
- ・研削粉の回収効率を向上させるため、研削粉の吸引口を必要最小限の大きさにして、吸引速度を10m/sec以上を確保する。また、研削粉のケーシング内への巻き込み防止を図るために、前カバーを取り付ける。（プロワ吸引能力の向上策も要）
- ・ケーシングの外形は、研削砥石及び調整車の寸法を考慮して、メンテナンスで必要な最小限の寸法にする。
- ・ケーシングの内側表面は、研削粉の付着防止を図るために、メッキ等の表面処理を施す。

②研削粉回収装置

- ・研削粉回収装置の構成は、研削粉の捕集・回収の能力を考慮して、焼結金属等のフィルタ、ゴアテックスフィルターを内蔵したサイクロン型を基本とする。
- ・焼結金属等のフィルタは、表面を脱粉性のよいゴアテックスフィルタで包む構造にする。（ゴアテックスフィルタは、消耗品であるため交換時に粉末が飛散しにくい構造にする必要がある。）
- ・脱粉性を考慮して、ゴアテックスフィルタのろ過精度は、原料粉の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 程度であることから $3\mu\text{m}$ とする。
- ・研削粉の回収効率を向上させるためには、研削作業の終了時点で配管内に粉末が堆積しないような流速を確保する必要があることから、プロワの初期吸引風量は、 $4\text{ m}^3/\text{min}$ 以上とする。（研削作業の途中で逆洗をしない

研削試験結果で、プロワの吸引風量が $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ 程度低下するため。)

- ・逆洗方法は、圧空を用いる方法にする。
- ・研削粉を通す配管は、滞留防止を図るため、内表面を#400 以上の仕上げにする。
- ・研削粉の回収効率向上と粉末飛散を防止させるため、フィルタの逆洗は、ペレットの研削終了後に行う必要がある。

3.まとめ

3.1 成型・整列設備の試験

本試験では様々な制約があり、ロータリープレス機の性能について十分な評価を行えなかった。しかし、その処理能力の高さは、MOX燃料加工施設に要求されている大量生産及びコストダウンには必要不可欠なものであり、現在の成型装置に代わる次世代機として開発を継続していく価値があるものである。

今回の試験では、幾つかの課題が残ってしまったが、今後の技術開発によっては十分克服できる課題であり、ロータリープレス機を導入できない致命的な課題は、発見できなかった。

今後、ロータリープレス機を導入するに当たっては、本試験で摘出した課題に対して、対策を施すことは勿論のこと、本試験で評価出来なかった、大量の原料を連続して処理した場合の性能及びMOX粉末を処理した場合の性能について評価を行うべきである。

3.2 焼結設備の試験

本試作機の試験は、技術評価検討会において試験の中止が了承されたものの、可能な範囲においては試験を実施し、データを取得すべきとの判断から、プルトニウム燃料工場燃料製造施設建設室の判断により試験を実施した。

本試作機は、設計時点から懸念していたヒータ及び側部リフレクタよりも、予想していなかった上蓋リフレクタ及び上部リフレクタの変形、損傷が大きく、本試験中において不具合事象が発生し、試験を中断したが、不具合事象発生前後を合わせて約40回の焼結を行った。

試験の結果及び本試作機の据付調整時における経験により、①リフレクタの変形及び損傷が大きいことにより信頼性が低いこと、②ヒータ及びリフレクタが重量物となり、グローブボックス作業による交換は危険性が高いことの観点から、本試作の実用化は不適合であるとの見解に至った。

今後、MOX燃料加工施設に要求される量産性及び品質の均一性の観点からは、連続焼結炉のメンテナンス性、運転性の向上及びコスト低下を目指した開発が必要不可欠であり、その開発を進めるべきである。但し、施設が求められる処理能力によっては、バッチ式焼結炉も有効であり、使い分けが必要である。

一方、焼結皿については、最下段部の変形量は他の皿と比べて著しく大きいものの、この原因は2.2.2項の試験結果と考察でも述べたように試料台の寸法が焼結皿の寸法と比較して小さすぎるためであり、その寸法を見直せば変形量はかなり小さくなると予想され、実用化については、問題はないと考えれる。しかし、世間の技術は進歩しており、更に改良された材料も開発されていることから、実機製作時においては、世間技術動向を鑑みながら材料の選定を行うべきである。

3. 3 研削設備の試験

本試験では諸般の事情により、多くの試験を実施することは出来なかった。しかしながら、研削粉の回収率の向上策を実施した試験結果として、研削粉が多く（1.3 kg／ロット）発生した場合でも高い回収率を得ることが確認できたことから、更なる向上策を検討し実施することにより研削粉の高回収率が可能と考えている。また、セラミックボンド砥石等を用いることにより、製品ペレットの寸法精度の安定化が可能になるとを考えている。

今後の乾式研削機の導入に当たっては、本試験で得た結果を考慮して、実機設備に対して、研削粉回収率の向上策を施し、大量のペレットを連続研削した場合の性能及びMOXペレットを処理した場合の性能について評価を行う必要がある。

別添参考資料集 1

成型整列設備の試験

別添資料

1. 成型整列設備の仕様

1) 基本仕様

- (1)最大加圧 一圧 : 3 t, 二圧 : 3 t, 本圧 : 10 t
 (2)圧縮方式 3段圧縮方式
 (3)杵立数 12本立(上下杵共セット式)
 (4)処理能力 72~216個/分
 (5)製品最大直径 $\phi 25\text{ mm}$
 (6)粉末充填深さ 0~7mm, 25~40mm, 35~50mm (低下器の切替えによる)
 (7)粉末充填方式 搅拌フィードシュー
 (8)本体寸法 $800 \times 940 \times 2500\text{H}$ (mm)
 (9)装置重量 3000kg

2) 特徴

(1)ペレット密度の安定化策

- ①ダイス穴にMOK粉末を強制充填する搅拌フィードシュー(フィーダ中の搅拌羽根によりダイス穴に強制充填する機構)の採用
- ②ダイス穴の中で粉末に搖さぶりをかけ、更に脱気作用を向上させ、より均等に圧力をかけて成型できる3段圧縮方式(予圧1, 予圧2, 本圧)の採用

(2)メンテナンス性の向上策

- ①プレス機の下部にターンテーブルを取り付け、プレス機を 90° 回転させる機構の採用
- ②ダイスと下パンチのクリアランス部の粉噛みを低減させるため、局所集塵ノズルの設置
- ③上パンチの粉噛みを低減させるため、パンチ先端に粉噛み防止用ジャバラを設置
- ④パンチのホルダ(杵)への取付けが、従来はネジ溝をきったカバーにより固定していたが、ボルト1本で止められるボルト止式を採用
- ⑤各圧力ロールの給油方式は、従来はロールに直接給油する方式であったが、この方式では粉末がロールに付着して、ロールの磨耗、齧りの要因となるため、フェルト付ワンタッチ交換型に構造を変更

(3)粉末滞留対策

- ①プレス機からの粉末飛散を防止するため、プレス機のフレームを利用して全面（4面）にアクリルカバーを設置
- ②プレス機の回転盤周囲に分割式の集塵カバー（回転盤部吸塵ダクト）を設置し、カバー内を集塵機により吸引させ、粉末の飛散を低減させる機能の設置
- ③粉末飛散が滞留しやすい場所には、ノズル付の局所集塵機を設置
- ④集塵機の能力を向上させるため、フィルタ内蔵サイクロン式集塵機を設置
- ⑤本集塵機は集塵力の向上、装置のコンパクト化及びコスト低減を考慮し、ブラシレスプロアモータを2式並列に配置し、フィルタのろ過面積を大きくするため、プリーツ型のポリエステル系のフィルタを採用

メンテナンスにおける課題の把握

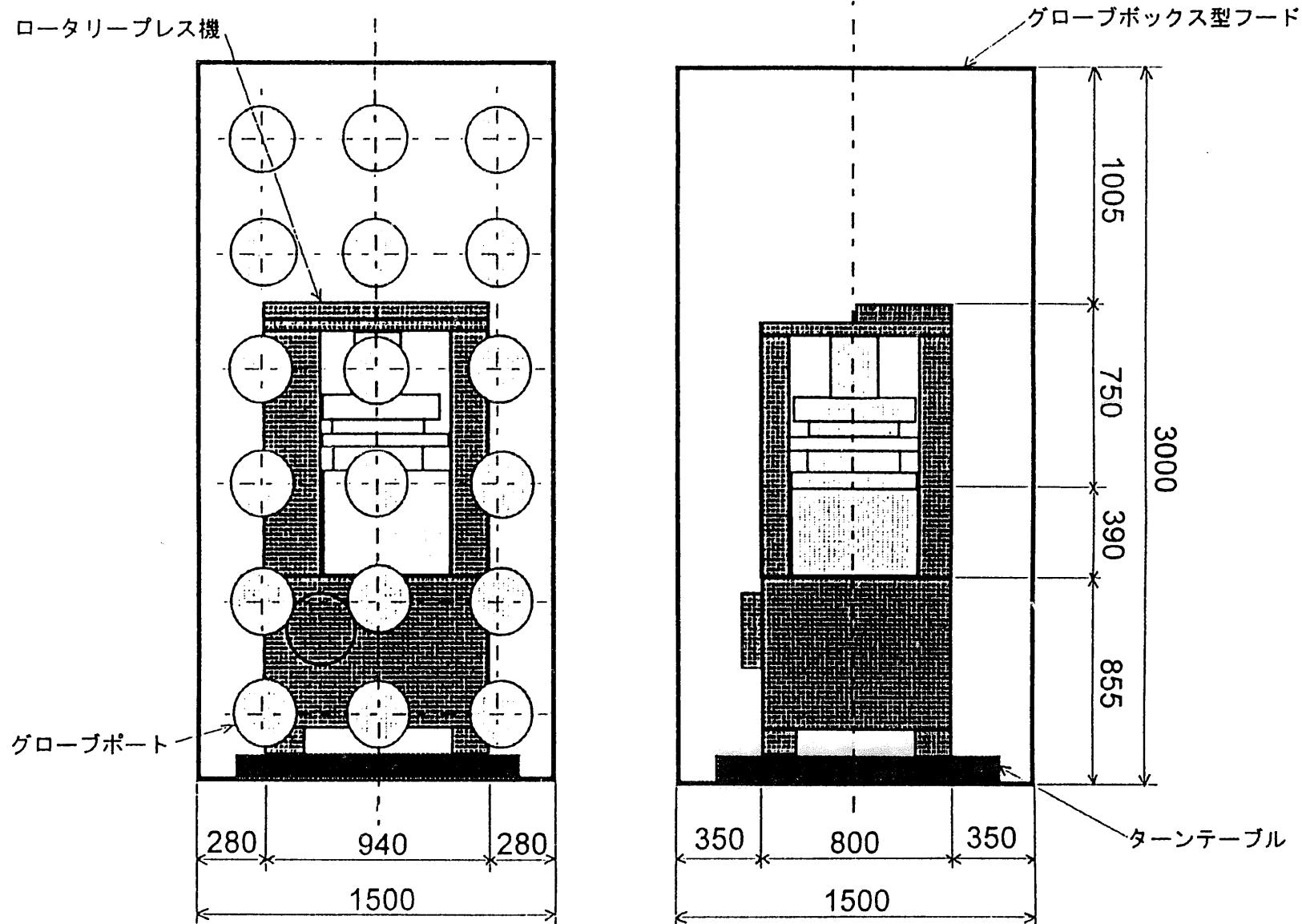
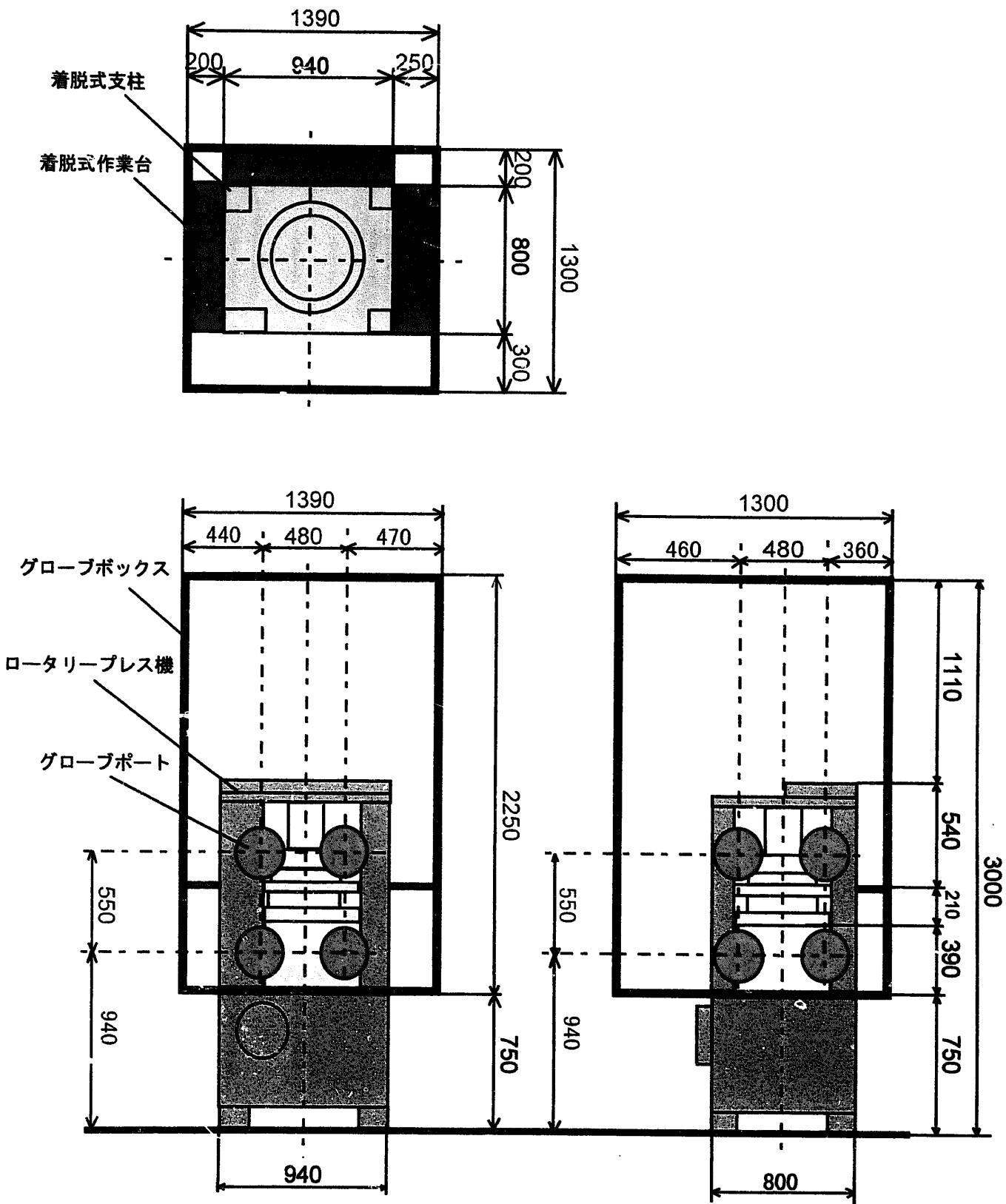


図 1.1-1 ロータリープレス機概略レイアウト

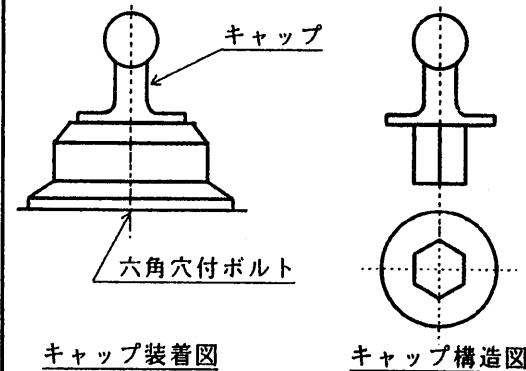


注：赤字の寸法は見直した箇所

図 1.1-2 メンテナンス性を考慮したロータリープレス機概略図

共通 (1)

表 1.1 メンテナンスにおける課題と改善案

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
1. 共通事項		<p>(1) パネルの位置が悪い為にメンテナンス性が悪い。</p> <p>(2) 六角穴付ボルトは、六角穴の中に粉末及びオイル等が入り込み、レンチが入りにくくなる。</p> <p>(3) プレス機の4本の前面支柱や、各種部品が邪魔になり既成の工具ではメンテナンスしづらい。</p> <p>(4) プレス機前面のアクリルパネルは、大型の為G. Box 内での取扱が困難である。又、プレス機側面を一枚のパネルで覆っているために、上部での粉末回収作業及びメンテナンス中に下部の装置に粉末が飛散する恐れがある。</p>	<p>(1) 本メンテナンス試験での結果を基に理想的なパネルの配置を検討する。 (別添図1.1 - 2 参照)</p> <p>(2) 六角穴付ボルトには、下図の様な樹脂又はゴム製のキャップを取り付ける。</p>  <p>(3) レンチの長さや形状を工夫してメンテナンスがしやすい専用工具を作成する。</p> <p>(4) プレス機前面のアクリルパネルは、粉末カバー面を境界とし、全て上下分割式とする。又、プレス機本体及び上下パネルが接触する面は、シリコンゴム等を設置して密封性を持たせるようにする。</p>	<input checked="" type="checkbox"/> × <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

共通 (2)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
		<p>(5) プレス機本体から、各部品を取り外した後の保管場所及び、その部品のメンテナンス場所がない。</p> <p>(6) ボルトの固定には、座金を使用しているがG. Box内では、落下等により紛失し原料粉末中に混入する恐れがある。</p>	<p>(5) プレス機の回転盤面には、作業台が設置できる構造とする。但し、部品及び工具の移動等を考慮して、作業台は取り外しが出来る構造とする。(別添図1.1-2参照)</p> <p>(6) 座金付きボルトを採用し、座金を使用しないようにする。</p>	<input type="radio"/> <input type="radio"/>

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

定常作業(1)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
2. プレス機からの上パンチの着脱 (12本) 脱着 4.5分	<p>〔作業内容〕 上パンチをプレス機回転盤の上部より着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① 回転ハンドルをまわして、上パンチを1本ずつ抜いていく。(合計12本)</p> <p>(取り付け作業は逆手順)</p>	<p>(1) パネルの位置が悪い為に作業性が良くない。(写真1, 2参照)</p> <p>(2) 局所集塵用の配管が、メンテナンスの障害になる。(写真4参照)</p> <p>(3) 回転ハンドルが下に付いているため、回転しながら、上パンチを抜くという作業が一人では出来ない。</p> <p>(4) 取り外した上パンチを、安全に仮置きする場所がない。</p>	<p>(1) 別添図1.1-2参照</p> <p>(2) 局所集塵用の配管は、メンテナンス箇所との干渉を考慮し設置する。</p> <p>(3) 回転盤と同じ高さに取り外し式の予備ハンドルを設置する。</p> <p>(4) 上パンチ12本を仮置きできる場所を確保すると共に、専用の収納箱を設置する。</p>	<input checked="" type="checkbox"/> × <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○
3. プレス機からの下パンチの着脱 (12本) 脱着 7.5分	<p>〔作業内容〕 下パンチをプレス機回転盤下部の下パンチ取出口より着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① 下パンチ取出レールを開ける。 ② 回転ハンドルをまわして、下パンチを1本ずつ抜いていく。(合計12本)</p> <p>(取り付け作業は逆手順)</p>	<p>(1) パネルの位置が悪い為に作業性が良くない。(写真1, 2, 3参照)</p> <p>(2) 下パンチは引き抜く時、ダストシール面を過ぎるまでは激しく、それを過ぎると急に抵抗が無くなる為に、下パンチを下ロールベース面に激しく打ちつける恐れがある。(写真5参照)</p> <p>(3) 下パンチの装着は、重量物の下パンチを片手で支えながら、レール上に載せるため危険である。(写真3参照)</p> <p>(4) 取り外した下パンチを、安全に仮置きする場所がない。</p> <p>(5) 下パンチ取出レールのリミットスイッチは、現状の設置位置では交換作業は出来ない。(写真6参照)</p>	<p>(1) 別添図1.1-2参照</p> <p>(2) 案1) 下パンチ取出口の下ロールベース面には、下パンチを打ちつけても、損傷が無いように干渉材等を設置する。 案2) 下パンチ抜き治具を作成する。</p> <p>(3) 案1) 両手作業ができるようポート位置を考慮する。 案2) ラボジャッキ等の補助台を設置する。</p> <p>(4) 下パンチ12本を仮置きできる場所を確保すると共に、専用の収納箱を設置する。</p> <p>(5) リミットスイッチの設置位置をメンテナンス性を考慮した位置に変更する。</p>	<input checked="" type="checkbox"/> × <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○ <input checked="" type="checkbox"/> ×

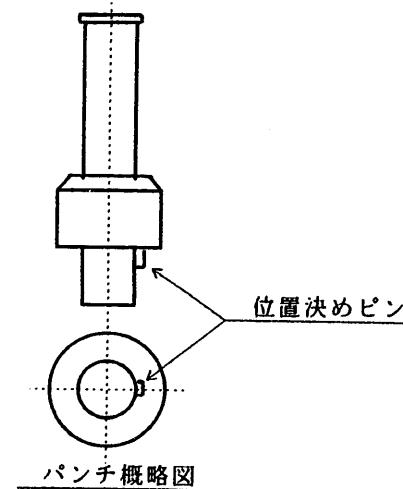
× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

定常作業(2)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
4. プレス機からの ダイスの着脱 (12本) 脱 19.0 分 着 24.0 分	<p>〔作業内容〕 回転盤側面よりダイスの固定ネジを着脱し、回転盤にはめ込まれたダイス本体を着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① 回転ハンドルをまわして、ダイスの固定ネジを1本ずつ抜いていく。(合計12本) ② 全ての固定ネジが抜き終わったら、回転ハンドルをまわして、下記の手順によりダイスを抜いていく。 (合計12本) </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> i. 下パンチ取出口を開ける。 ii. 凹叩き棒を使用し、ダイスを下から突き上げる。 iii. ダイスが回転盤面より上に出たら、抜き取る。 </div> <p>(取り付け作業は逆手順)</p>	<p>(1) パネルの位置が悪い為に作業性が悪い。 (写真1, 2参照)</p> <p>(2) ダイスの固定ネジは、既成のレンチでは外しづらい。</p> <p>(3) ダイスの装着は、片手作業になる為、ダイスの水平を出すのが難しく、ダイスが穴に噛み込む原因になる。(写真7参照)</p> <p>(4) 回転盤の側面にNoの表記が無いため、ダイスを間違った位置に入れる恐れがある。</p> <p>(5) 凹叩き棒は重量物の為、取り扱いが困難である。</p> <p>(6) 局所集塵用の配管が、メンテナンスの障害になる。(写真4参照)</p> <p>(7) ダイスの固定ボルトを着脱する際、タブレット排出シート及び直進フィーダの架台が障害となる。 (写真8, 9参照)</p>	<p>(1) 別添図1.1-2参照</p> <p>(2) 柄の長さが200mmのT型のレンチを作成する。</p> <p>(3) 案1) 両手作業ができるようポート位置を考慮する。 案2) 穴に対しダイスを水平に装着できるよう、治具を作成する。</p> <p>(4) 回転盤側面には、上下パンチに対応したNoを表記する。</p> <p>(5) 材質の変更及び、構造の変更等により、軽量化を図る。</p> <p>(6) 局所集塵用の配管は、メンテナンス箇所との干渉を考慮し設置する。</p> <p>(7) タブレット排出シートは、実機において設置する予定に無いため特別な対策を施すことは不要。 直進フィーダの架台については、レール上に設置しスライドさせ移動出来るようにする。</p>	× ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

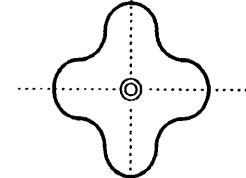
× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

定常作業(3)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
5. 上パンチ・ホルダの着脱 (12本) 脱 19.0 分 着 24.0 分	<p>〔作業内容〕 パンチとホルダを固定しているネジを着脱し、パンチ先とホルダを着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① パンチ・ホルダの固定ネジを緩める。(合計12本) ② パンチ・ホルダを分離し、保管箱に収納する。 (合計12本)</p> <p>(取り付け作業は逆手順)</p>	<p>(1) パンチとホルダをセットする際、位置決めが困難である。</p>	<p>(1) 位置決めピン等を設けて容易に位置決め出来るような構造とする。</p> 	○
6. 下パンチ・ホルダの着脱 (12本) 脱 19.0 分 着 24.0 分		<p>(2) パンチの形状が丸いため、転がりやすくまた、重量物であるため作業がしづらい。</p>	<p>(2) 安定した状態で作業が行なえるように、パンチ固定台を作成する。</p>	○
7. 回転盤の回転	<p>〔作業内容〕 回転盤回転用のハンドルを回して、回転盤を回転させる。</p>	<p>(1) 回転盤回転用のハンドルは、手が滑りやすく危険である。(写真10参照)</p>	<p>(1) ハンドルには、ゴム又は樹脂製の保護テープを巻き、滑りを防止する。</p>	○

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

定常作業(4)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
8. プレス機からの フィードシュ本体の着脱 脱着 1.0 分 着 2.0 分	<p>〔作業内容〕 上部のホッパ及びプレス機との接続を外し、フィードシュ本体をプレス機から着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 (プレス機は 90° 回転) ① ゲート弁を閉じる。 ② フィードシュベースとフィードシュ本体を固定している 2 本のノブ付ボルトをゆるめる。 ③ 搅拌羽根回転用モータとの伝達軸カップリングを外す。 ④ ゲート弁とフィードシュ本体との接続を外す。 ⑤ フィードシュ本体をプレス機から取り外す。 (取り付けは逆手順)</p>	<p>(1) パネルの位置が悪いため作業性が悪い。 (写真 1 1, 1 2 参照)</p> <p>(2) ノブ付ボルトのノブ部の縦の切れ込みは力作業を行なう時、グローブを損傷する恐れがある。(写真 1 3 参照)</p> <p>(3) ゲート弁とフィードシュ本体との接続は、片手作業では困難である。また、構造上も粉末の密閉性が良くない。 (写真 1 4, 1 5 参照)</p> <p>(4) フィードシュを取り外した時、仮置き(又はメンテナンス)する場所がない。</p> <p>(5) 搅拌フィードシュ本体が重量物であるため、取り扱いが困難である。</p>	<p>(1) 別添図 1. 1 - 2 参照</p> <p>(2) ノブ部は下図の様な水道の蛇口タイプにする。</p>  <p>(3) ゲート弁とフィードシュとの接続部の構造を変更する。</p> <p>(4) フィードシュベースと同じ高さで G, B パネル面までの作業台を設置する。(作業台は必要ない場合は取り外し出来る構造とする)</p> <p>(5) 余分な肉厚を削ったり、ギヤ等の材質を変更して、軽量化を図る。</p>	<input checked="" type="checkbox"/> × <input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○ <input checked="" type="checkbox"/> × <input type="checkbox"/> ○
9. 搅拌羽根の着脱 脱着 1.0 分 着 1.0 分	<p>〔作業内容〕 フィードシュ本体から、搅拌羽根を着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① フィードシュ本体と、搅拌羽根を固定している六角穴付ボルトを外す。 ② フィードシュ本体から搅拌羽根を外す。 (取り付けは逆手順)</p>	<p>(1) 2 枚の羽根には左右の区別があるが、パネル越しに確認するのは困難であり、誤って装着した場合、羽根同志が接触し故障の原因になる。</p> <p>(2) 六角穴付ボルトの締め付け方向は、搅拌羽根の回転方向に対して、逆方向になっていないため、F B R ラインでは、ボルトが緩み脱落した事例がある。</p>	<p>(1) 羽根には左右の確認が出来るよう、刻印等を設ける。</p> <p>(2) 六角穴付ボルトの締め付け方向は、羽根の回転方向とは、逆向きにする。</p>	<input type="checkbox"/> ○ <input type="checkbox"/> ○

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
10. フィードシュ下面 テフロン樹脂の交換 脱着 9.5 分 着 16.0 分	<p>[作業内容] フィードシュ下面のテフロン樹脂は回転盤との摩擦の為、磨耗してしまう、そこで新しいテフロン樹脂を加工し、古いテフロン樹脂と交換する。</p> <p>[作業手順]</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 一ドライバを使用し溝からテフロンを引っ張り出す。 ② +ドライバで、すりきり部の皿ネジを外し、すりきり部のテフロンを取り外す。 ③ 新しいテフロンをハンマで叩きながら、溝に押し込んでいく。(写真16参照) ④ 余分な長さのテフロンは、カッターを使用しカットする(写真17参照) ⑤ すりきり部のテフロンを装着する。 	<p>(1) 現行のレイアウトでは、プレス機周囲ではメンテナンスする場所がない。</p> <p>(2) テフロンを外す際は、一ドライバで力一杯作業をしないと、溝から引き抜けないため、グローブを損傷する恐れがある。</p> <p>(3) すりきり部の+皿ネジは、山が潰れるとG. B内で取り外すのは困難になる。</p> <p>(4) 新しいテフロンを装着する際、ハンマの叩き方で、テフロンの高さにムラができる、粉末漏れの原因になる。</p> <p>(5) 余分な長さのテフロンを加工するためには、G. B内でカッターを使用しなくてはならないため、グローブを損傷する恐れがある。</p> <p>(6) 溝の形状により、テフロンが入りにくい場所がある。(写真18参照)</p> <p>(7) フィードシュ下面のテフロン樹脂の交換作業はフィードシュ本体を逆さにした状態で行うが、フィードシュ上部には、凹凸があるため固定して作業ができない。</p>	<p>(1) 作業スペースは、ポート1面(1000mm)奥行き600mmが必要。</p> <p>(2) テフロンを外す専用治具を作成する。またテフロンの設置には、接着剤は使用しない。</p> <p>(3) 六角穴付ボルト等で固定する方式に変更する</p> <p>(4) テフロンの装着方法及び構造に見直しが必要である。</p> <p>(5) 予め、必要寸法にカットしてあるテフロンをG. B内にバッginし、G. B内の加工作業を削除する。</p> <p>(6) R加工等を施し、テフロンが入り易い構造とする。</p> <p>(7) フィードシュを下面の状態で安定して固定できるように、作業台を作成する。</p>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

* : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

非定常作業(1)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
11. 押上げレール 脱着 8.0 分 着 2.5 分	〔作業内容〕 ベット取出口下部の押上げレールを着脱する。 〔作業手順〕 ① 押し上げレールを固定している2本のM8の六角穴付ボルトを外す。 ② 押し上げレールを取り外す。 (取り付けは逆手順)	(1) パネルの位置が悪いため作業性が悪い。 (2) 六角穴付ボルトはパネルに向かって正面についているため、既成のレンチではメンテナンスしづらい。(写真19参照)	(1) 別添図1.1-2参照 (2) 柄の長さが250~300mmのT型の専用レンチを作成する。	×
12. 低下器 脱着 23.0 分 着 11.5 分 ※2本のM10六角ボルトが外れなかった為に脱時間が23分かかりました。	〔作業内容〕 押上げレールと分量レールの間の低下器を着脱する。 〔作業手順〕 (プレス機は90°回転) ① 専用レンチで2本のM10六角穴付ボルトを外す。 ② ラボジャッキを低下器下面に設置し、低下器を引き出す。 ③ ラボジャッキ上から、低下器を移動する。 (取り付けは逆手順)	(1) パネルの位置が悪いため作業性が悪い。 (2) 専用レンチは柄が短い為に、プレス機の前面支柱が障害になり、力が入りにくい。(写真20参照) (3) 低下器本体の重量があるため、取り扱いが困難である。	(1) 別添図1.1-2参照 (2) 柄の長さが300mmのL型の専用レンチを作成すると共に、前面支柱が障害にならないように着脱式とする。 (3) 材質の変更及び構造の変更等により、軽量化を行なう。	○
13. 分量レール 脱着 上部 12.0 分 下部 18.0 分 着 上部 5.0 分 下部 12.5 分	〔作業内容〕 フード下の分量レールを着脱する。 〔作業手順〕 (プレス機は90°回転) (上部) ① M8の六角穴付ボルトを2本外す。 ② 上部分量レールを取り外す。	(1) パネルの位置が悪いため作業性が悪い。 (2) 分量器本体を固定しているM8ボルトはその位置が悪く、且つ前面支柱が障害となるため、本体を45°回転しないとメンテナンスできない。 (写真21参照)	(1) 別添図1.1-2参照 (2) 2面からのメンテナンスを考慮したレイアウトとする。また、前面支柱を取り外し式とする。 分量器本体を固定している奥側2本のM8ボルトは、予め成型機本体のベースに固定しておき、分量器本体に切り欠きを設けて固定する方式とする。	○

* : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

非定常作業(2)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
13. 分量レール	(下部) ① フレキシブルの調整ハンドルを固定しているイモネジを外してハンドルを抜き取る。 ② 充填側のベースを固定している、2本のM 8 ボルトを外す。 ③ プレス機を45°成型回転方向と逆向きに回転する。 ④ 予圧ロール側のベースを固定している、2本のM 8 ボルトを外す。 ⑤ 分量器本体を抜き取る。 (取り付けは逆手順)	(3) 集塵ダクト用の接続ノズルがメンテナンスの障害となる。(写真22参照) (4) 予圧の調節ノブがメンテナンス位置の正面にあるため、障害になる。(写真23参照)	(3) 現在は使用していないので、実機では最初から削除しておく。 (4) 予圧の調節ノブは軸に対して90°の向きに設置してあるが、軸方向と同方向に設置する。	○ ○
14. 分量器 (分量レール下部)	※FBRラインにおいて分量器ウォームギヤの交換作業があったために、本プレス機についても行えるかどうか、分解作業を行った。 (構造上の問題点) FBRラインで、分量器内への粉末の噛み込みが原因と思われる故障があったために、本プレス機において対策を検討するため、分量器の分解を行なった。	(1) 試作機においてもエリアさえ確保できれば同様のメンテナンスは行える。しかし、分量機は重量物であるため取り扱いが困難でありグローブ又はパネルの破損等の危険が伴う。 (1) 分量レールを押し上げる2本のシャフトは、粉末が入り込み動きが渋くなる恐れがある。(写真24参照) (2) 分量器の側面は、片面にはカバーが付いているが、他面には付いていないので、粉末が入り込む恐れがある。(写真25, 26参照) (3) 分量調節用のフレキシブルシャフトと本体シャフトとの接続はイモネジで行っているため、大きな負荷が掛かると空回りしてしまう。	(1) 材質の変更及び構造の変更等により、軽量化を行なう。 (1) シャフトにはOリング及びダストシールを設置し、粉末の噛み込みを防止する。 (2) 側面はシール付カバーで密封し、粉末が入り込まない構造とする。 (3) ピン等で固定し、空回りの無いような構造とする。	○ ○ ○ ○

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

非定常作業(3)

JNC TN8410 98-007

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
15. 上ロール給油フェルトの交換 (予圧2, 本圧1) 脱着 5.0分	[作業内容] 上ロール表面にオイルを供給しているフェルトを交換する。 [作業手順] ① 予圧1, 2の給油フェルトを固定している、六角穴付ボルトを緩める。 ② 予圧1, 2の給油フェルトを抜き取りる。 ③ プレス機を90°回転し、本圧の給油フェルトを固定している、六角穴付ボルトを緩める。 ④ 本圧の給油フェルトを抜き取る。 (取り付けは逆手順)	(1) 予圧2の給油フェルトは、プレス機の前面支柱が障害となり、メンテナンスしづらい。(写真27参照)	(1) プレス機前面支柱は、着脱式とする。	○
16. オイル交換 抜き取り 3ℓ 4.5分 6ℓ 13.0分 8ℓ 27.0分 全量254.0分 (約9ℓ) 投入 6.0分 ※ 全量排出時間が長時間になったのは、オイルの排出を完全に行うためで、ホースからオイルの雰気が落ちなくなるまで待ったためである。	[作業内容] プレス機本体のリード用のオイルを交換する。 [作業手順] (抜き取り) ① プレス機本体下部のカバーを外す。 ② G. Box外にポリ容器を設置し、オイルホースにて、ポリ容器にオイルを回収する。 ③ ポリ容器(3ℓ)が一杯になつたら空容器を設置し、再びオイルを回収する。 (投入) ① プレス機本体のオイル投入口に漏斗を設置し、オイルを投入する。	(1) オイル排出用ホースは、プレス機本体下部側面のフックに固定する為その着脱が困難である。また、オイル排出用ホースは、栓又はバルブ等のオイル流出防止機構がないため、ホースの移動程度で、オイルがホース口から溢れてしまう。 (写真28参照) (2) オイルの給油は、投入口が側面に設置してあるために、漏斗を設置しないとできない。(写真29参照)	(1) オイルの流出を防止するため、バルブ付のオイル排出管を設置し、バルブの開閉によりオイルの流出を制御出来るようにすると共に、オイル排出口には、オイル漏れを防止するための栓等を設置する。 また、オイル排出管のバルブ及び排出口は、操作性を考慮した位置に設置する。 (2) オイル投入口は、上向きに設置し、オイルがこぼれにくい構造とする。	× ○

×：対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題、○：対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

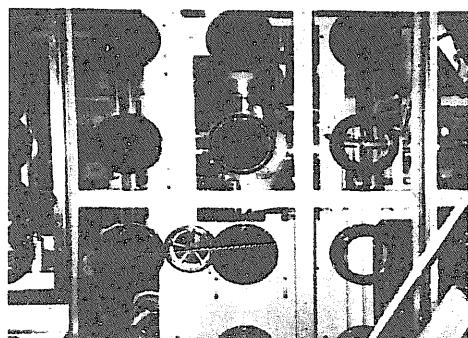
非定常作業(4)

作業項目及び作業時間	作業内容と手順	課題	改善案	評価
17. 半月盤の交換 (全面) 脱着 7.0 分	<p>〔作業内容〕 回転盤下の回転盤を着脱する。</p> <p>〔作業手順〕 ① 予圧側の集塵ダクトを取る。 ② 回転ハンドルを回して、半月盤固定ネジをパネル正面に持ってくる。 ③ M5の固定ネジを緩める。 ④ 半月盤を抜き取る。 (写真30参照) (取り付けは逆手順) </p>	(1) パネルの位置が悪い為に作業性が悪い。	(1) 別添図1.1-2参照	×
18. 下ロールの交換 (1式) 分解 3.0 時間 組立 1.0 時間	<p>※ 下ロールの交換作業は、FBRラインでは、実施した経験はないが、ロールは消耗品のため、メンテナンス把握試験において、そのメンテナンス性を十分確認しておく必要がある。</p>	(1) ロールの交換は、中心軸を抜かないと出来ないために、下ロールをプレス機本体から外し、殆ど全ての部品を取り外さなければならない。 (2) 下ロールベース本体は重量物なため、取り扱いが困難である。 (3) 予圧2の下ロールは、前面支柱があるために、交換は困難である。	(1) 下ロールベース本体の構造を変更して、中心軸を抜くことなく、ロールの交換ができるようにする。 (2) 材質の変更等により、軽量化を図る。 (3) プレス機前面支柱は着脱可能とする。	× ○ ○
19. 集塵機フィルタ 交換 (2本) 脱着 3.0 分	<p>〔作業内容〕 集塵機内の2本のフィルタを交換する。</p> <p>〔作業手順〕 ① 集塵機上蓋固定用のパッチン錠を外す。 ② チェーンブロックにより上蓋を吊り上げる。 ③ フィルタを固定している4枚の固定板を緩める。 ④ フィルタを抜き取る。 (取り付けは逆手順) </p>	(1) 集塵機上蓋固定用のパッチン錠は、小さいために、取り扱いが困難である。 (写真31参照) (2) フィルタ固定板を固定している、2本の蝶ネジは、小さいために取り扱いが困難である。(写真32参照) また、固定板の締め付け方にムラがあると、フィルタと集塵機本体との密封性を失う原因になる。	(1) 集塵機上蓋固定用のパッチン錠は、大きなサイズを用い、グローブ作業においても持ち易い構造とする。 (2) フィルタ固定方式を変更し、六角穴付ボルトで固定する方式とする。	○ ○

× : 対策を施さなければメンテナンスに支障をきたす課題, ○ : 対策を施すことによりメンテナンス性が向上する課題

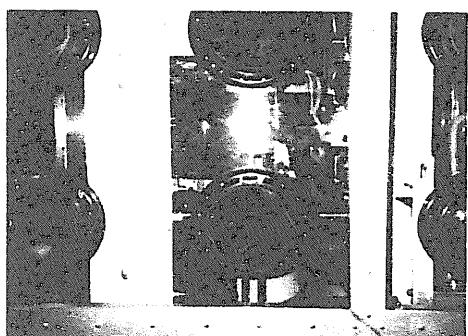
資料 1.1 メンテナンスにおける課題の把握試験結果（写真集）

No. 1 ペレット取出口パネル



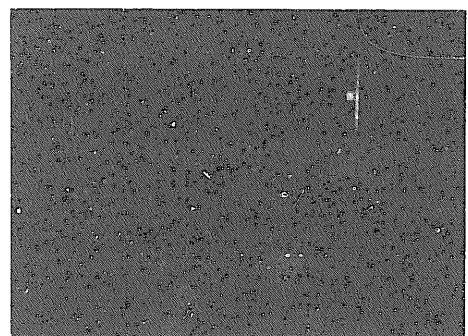
ポートの位置が悪いため、メンテナンス箇所に手が届きにくく、作業性が悪い。

No. 2 ペレット取出口パネル（拡大）



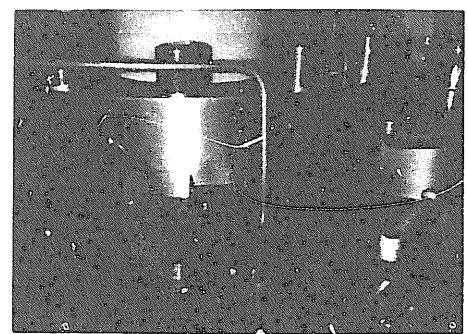
ポートの位置が悪いため、メンテナンス箇所に手が届きにくく、作業性が悪い。

No. 3 下パンチの着脱



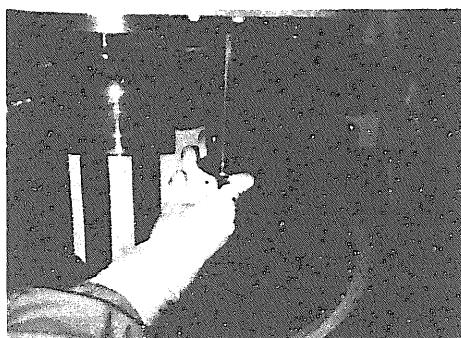
ポートの位置が悪いため、無理な体勢で作業を行わなければならず、下パンチの装着は、重量物の下パンチを片手で支えながらレール上に載せるため、危険である。

No. 4 局所集塵用配管



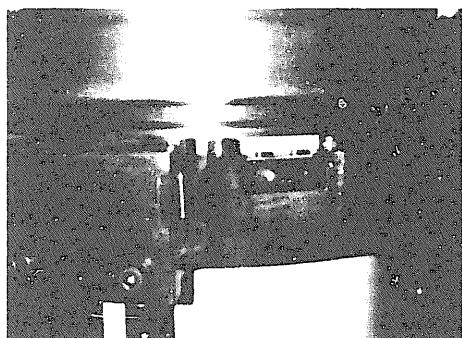
上パンチの着脱時及びダイスの着脱時、局所集塵用配管が障害となる。

No. 5 下パンチの抜き取り



下パンチを抜き取る時、下パンチを下ロールベースに打ちつける恐れがある。

No. 6 下パンチ取出口リミットスイッチ



下パンチ取出口リミットスイッチは、手が届きにくい場所に設置してあるため、交換が出来ない。

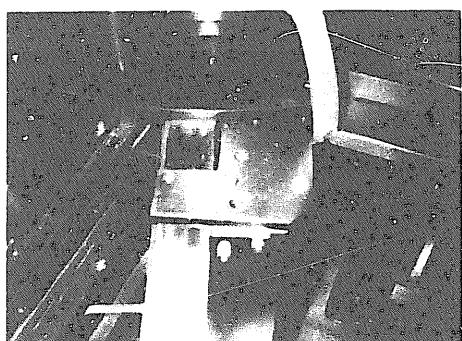
No. 7 ダイスの着脱



ダイスの着脱は、片手作業になるため、ダイスを水平に保ちながら作業を行うのは、困難である。

ダイスの水平を出さないとダイスがダイス穴に噛み込み、取れなくなる。

No. 8 タブレット排出シート／直進フィーダ架台（1）



左右にあるタブレット排出シート及び直進フィーダ架台が障害になり、ダイス固定ボルトの着脱が困難である。

No. 9 タブレット排出シート／直進フィーダ架台（2）



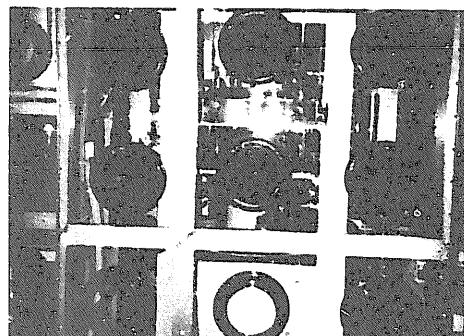
左右にあるタブレット排出シート及び直進フィーダ架台が障害になり、ダイス固定ボルトの着脱が困難である。

No. 10 回転盤回転用ハンドル



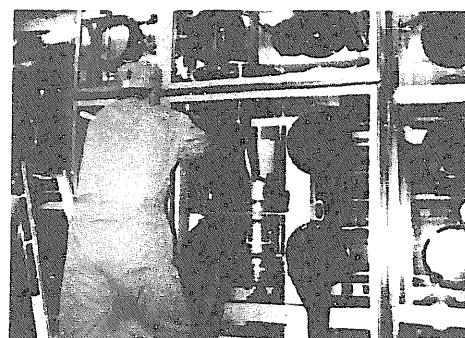
回転盤の回転用ハンドルは、金属がむき出しのため、力を入れて回転させると手が滑りやすく、グローブの損傷が懸念される。

No. 11 予圧1 予圧2パネル（1）



ポートの位置が悪いため、メンテナンス作業箇所に手が届きにくく、作業性が悪い。

No. 12 予圧1 予圧2パネル（2）



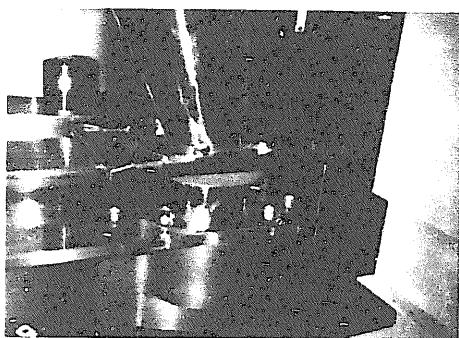
ポートの位置が悪いため、メンテナンス作業箇所に手が届きにくく、作業性が悪い。

No. 1 3 フィードシュ・ノブ付ボルト



フィードシュ本体はベースプレートに固定しているノブ付ボルトは、すべり防止策として、縦の切り込みがあるため、グローブを損傷する恐れがある。

No. 1 4 ゲート弁



ホッパ下部のゲート弁とフィードシュ本体との接続は、着脱が困難な上、密封性が悪い。

No. 1 5 ゲート弁



ホッパ下部のゲート弁とフィードシュ本体との接続は、着脱が困難な上、密封性が悪い。

No. 1 6 テフロン樹脂の交換 (1)



新しいテフロン樹脂を溝に挿入する場合は、均等な力で叩かないと高さにムラができ、粉末漏れの原因になる。

No. 17 テフロン樹脂の交換（2）



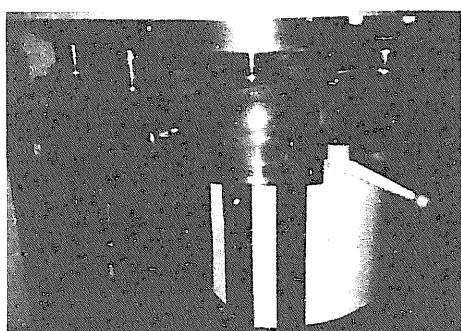
余分な長さのテフロン樹脂を加工するため、カッターを使用するが、その際グローブを損傷する恐れがある。

No. 18 テフロン樹脂の交換（3）



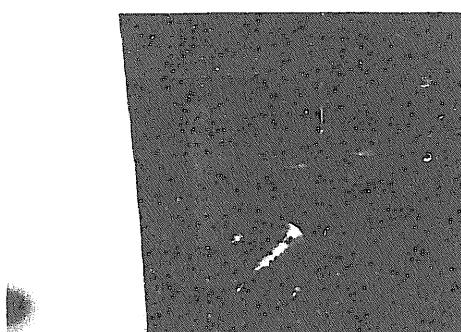
左写真の様な連続的に角と弧が続くような箇所は、テフロンが入れにくく。

No. 19 押上げレール固定ボルト



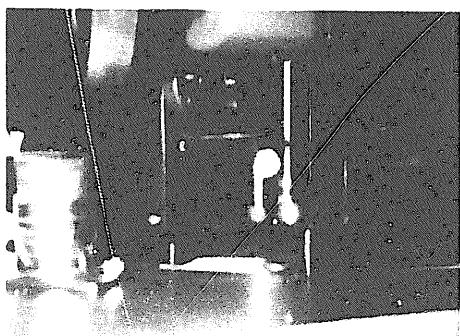
押し上げレールを固定している六角穴付ボルトは、パネルに向かって正面についているため、既成のレンチでは、作業がしづらい。

No. 20 低下器固定ボルト



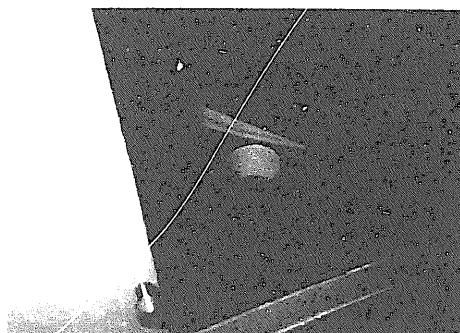
低下器を固定している六角穴付ボルトは、プレス機前面支柱が障害になり、着脱がしづらい。

No. 2 1 分量器固定ボルト



分量器本体を固定している六角穴付ボルトは、他の部品が障害になり、着脱できない。

No. 2 2 集塵ダクト用接続ノズル跡



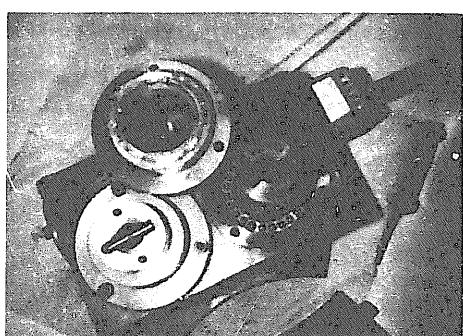
集塵ダクト用接続ノズル跡（使用していない）が、メンテナンスの障害になる。

No. 2 3 予圧調節ノブ



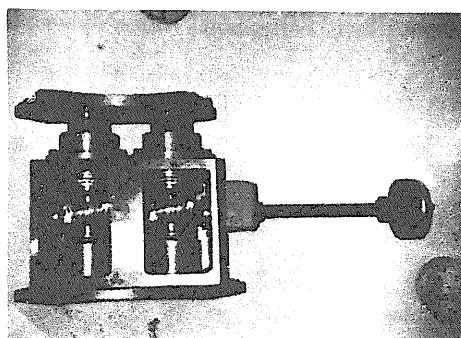
予圧調整ノブは、メンテナンス位置の正面にあるため、他機器のメンテナンス時、障害になる。

No. 2 4 分量器（1）



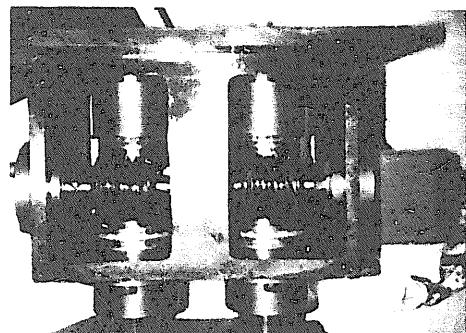
分量レールを押し上げる 2 本のシャフトには、Oリング及びダストシール等が設置していないので、粉末が噛みこむ恐れがある。

No.25 分量器（2）



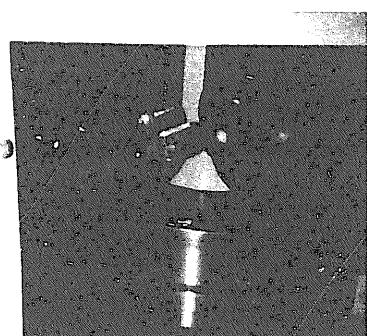
分量器の側面は、カバーが付いていないので、粉末が入り込む恐れがある。

No.26 分量器（3）



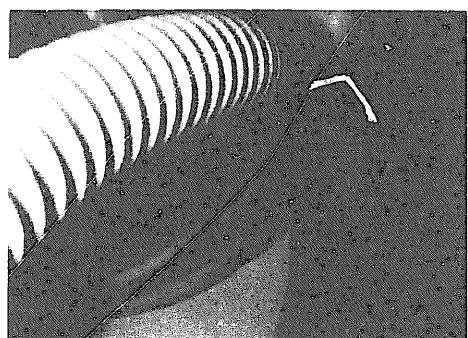
分量器の側面は、カバーが付いていないので、粉末が入り込む恐れがある。

No.27 上ロール給油フェルト



予圧2の給油フェルトは、プレス機の前面支柱が障害となり、メンテナンスが困難である。

No.28 オイル排出用ホース



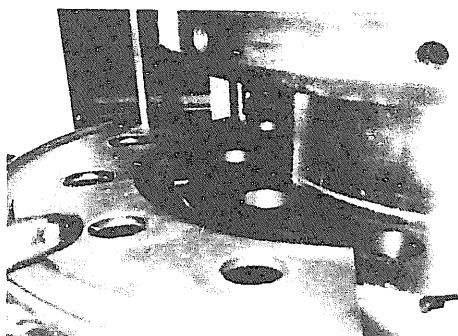
オイル排出用ホース（写真右側）は、右上に見えるフックにて固定するが、G. BOX作業では、はめ込みにくい。

No. 29 オイル給油



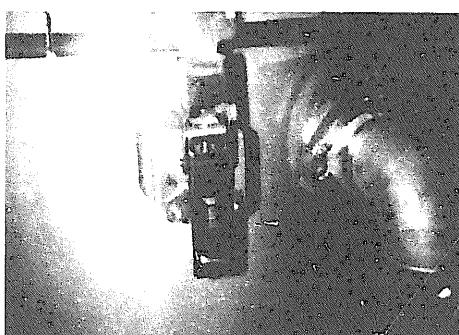
オイルの投入口が、側面に設置されているため、漏斗等を用いないと給油作業が出来ない。

No. 30 半月盤の交換



半月盤の交換作業は、特にメンテナンスに障害をきたす問題はない。

No. 31 集塵機上蓋固定錠



集塵機上蓋固定用のパッキン錠は、小さいため、グローブでの取り扱いが困難である。

No. 32 集塵機フィルタ固定



フィルタ固定板を固定している2本の蝶ねじは小さいため、グローブでの取り扱いが困難である。

レシプロプレス機とロータリープレス機 との成型性の比較試験

表1.2.1-1 先行試験 I グリーンペレット測定データ

	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1.0t/cm ²	1	15.24	15.21	15.23	15.23	16.17	15.18	5.22	47.61	
	2	15.23	15.25	15.25	15.24	16.22	15.48	5.30	48.29	
	3	15.29	15.23	15.23	15.25	16.22	15.40	5.27	48.00	
	4	15.25	15.24	15.24	15.24	16.27	15.71	5.36	48.86	
	5	15.25	15.25	15.28	15.26	16.36	16.04	5.43	49.50	欠け
	6	15.26	15.27	15.25	15.26	16.27	15.73	5.35	48.81	
	7	15.24	15.24	15.27	15.25	16.16	15.45	5.30	48.34	
	8	15.24	15.23	15.24	15.24	16.18	15.31	5.26	47.92	
	9	15.26	15.26	15.26	15.26	16.26	15.62	5.32	48.50	
	10	15.27	15.25	15.24	15.25	16.31	15.82	5.38	49.01	
	11	15.25	15.25	15.26	15.25	16.23	15.62	5.34	48.63	欠け
	12	15.26	15.25	15.26	15.26	16.26	15.12	5.15	46.97	
	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1.5t/cm ²	1	15.23	15.20	15.18	15.20	16.38	16.39	5.58	50.89	
	2									測定不能
	3	15.19	15.20	15.19	15.19	16.37	16.20	5.53	50.40	
	4	15.23	15.23	15.19	15.22	16.49	16.76	5.66	51.60	
	5	15.23	15.26	15.24	15.24	16.51	16.43	5.52	50.34	欠け
	6	15.24	15.25	15.19	15.23	16.42	16.37	5.55	50.55	
	7	15.23	15.22	15.23	15.23	16.36	16.14	5.49	50.02	
	8	15.22	15.22	15.21	15.22	16.38	16.25	5.53	50.37	
	9	15.23	15.22	15.23	15.23	16.18	15.91	5.47	49.86	
	10	15.22	15.21	15.21	15.21	16.29	15.93	5.45	49.67	
	11	15.25	15.24	15.20	15.23	16.49	16.77	5.65	51.54	欠け
	12	15.25	15.26	15.25	15.25	16.48	16.69	5.61	51.17	
	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
2.0t/cm ²	1	15.31	15.29	15.28	15.29	16.63	17.27	5.73	52.19	
	2	15.30	15.30	15.29	15.30	16.72	17.56	5.79	52.75	
	3	15.29	15.30	15.28	15.29	16.66	17.28	5.72	52.15	
	4	15.27	15.27	15.27	15.27	16.56	16.84	5.62	51.26	
	5	15.30	15.29	15.28	15.29	16.78	17.67	5.81	52.94	欠け
	6	15.30	15.29	15.29	15.29	16.63	17.15	5.69	51.83	
	7	15.34	15.29	15.28	15.30	16.57	16.96	5.64	51.37	
	8	15.27	15.29	15.28	15.28	16.71	17.56	5.80	52.90	
	9	15.29	15.29	15.27	15.28	16.76	17.55	5.78	52.69	欠け
	10	15.32	15.31	15.30	15.31	16.62	17.55	5.81	52.95	
	11	15.29	15.29	15.28	15.29	16.62	17.14	5.69	51.87	
	12	15.31	15.29	15.29	15.30	16.66	17.42	5.76	52.52	
	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
2.5t/cm ²	1	15.29	15.28	15.27	15.28	16.59	17.08	5.69	51.83	欠け
	2	15.30	15.30	15.28	15.29	16.71	17.67	5.83	53.14	欠け
	3	15.29	15.28	15.29	15.29	16.78	17.95	5.90	53.80	欠け大
	4	15.25	15.29	15.29	15.28	16.78	17.67	5.82	53.03	欠け
	5	15.27	15.29	15.28	15.28	16.70	17.41	5.76	52.48	欠け
	6	15.30	15.31	15.28	15.30	16.84	17.60	5.76	52.49	欠け
	7	15.32	15.32	15.27	15.30	16.89	18.16	5.92	53.95	欠け
	8	15.30	15.30	15.32	15.31	16.72	17.53	5.77	52.60	
	9	15.29	15.28	15.28	15.28	16.77	17.42	5.73	52.27	欠け大
	10	15.29	15.28	15.30	15.29	16.87	18.01	5.89	53.67	
	11	15.26	15.25	15.25	15.25	16.79	17.79	5.87	53.52	欠け大
	12	15.28	15.28	15.26	15.27	16.57	17.14	5.72	52.12	
	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
3.0t/cm ²	1	15.29	15.29	15.28	15.29	16.63	17.18	5.70	51.96	
	2	15.34	15.29	15.30	15.31	16.91	18.08	5.88	53.61	測定不能
	3	15.31	15.30	15.30	15.30	16.34	17.88	6.03	54.93	測定不能
	4	15.30	15.28	15.28	15.29	16.78	17.65	5.80	52.90	
	5	15.29	15.29	15.28	15.29	16.69	17.33	5.73	52.23	欠け
	6	15.32	15.32	15.31	15.32	16.83	18.14	5.91	53.91	欠け
	7	15.33	15.31	15.31	15.32	16.87	17.94	5.84	53.27	測定不能
	8	15.32	15.32	15.30	15.31	16.48	17.87	5.96	54.36	測定不能
	9	15.30	15.30	15.30	15.30	16.82	17.94	5.87	53.55	欠け
	10	15.30	15.30	15.30	15.30	16.89	18.13	5.91	53.89	欠け
	11	15.30	15.30	15.29	15.30	16.91	18.28	5.96	54.29	欠け
	12	15.29	15.29	15.27	15.28	16.74	17.65	5.82	53.05	欠け

表1.2.1-2 先行試験 I 焼結ペレット測定データ

パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	12.10	12.06	12.05	12.07	12.89	14.99	10.26	93.57	1.0t/cm ²
2	12.16	12.17	12.13	12.15	12.95	15.28	10.27	93.64	
3	12.12	12.13	12.00	12.08	12.99	15.21	10.31	94.00	
4	12.20	12.18	12.18	12.19	13.03	15.51	10.31	93.95	
5	12.22	12.24	12.22	12.23	13.09	15.81	10.39	94.71	
6	12.21	12.20	12.16	12.19	13.05	15.53	10.30	93.88	
7	12.18	12.14	12.11	12.14	12.95	15.25	10.27	93.61	
8	12.14	12.12	12.12	12.13	12.92	15.11	10.23	93.23	
9	12.21	12.13	12.16	12.17	13.01	15.42	10.30	93.86	
10	12.21	12.20	12.19	12.20	13.05	15.62	10.34	94.27	
11	12.13	12.11	12.05	12.10	12.98	15.42	10.44	95.16	欠け
12	12.23	12.20	12.20	12.21	12.49	14.92	10.31	93.96	剥離
パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	12.31	12.26	12.26	12.28	13.24	16.18	10.43	95.04	1.5t/cm ²
2	12.28	12.25	12.25	12.26	12.68	15.17	10.24	93.33	
3	12.29	12.22	12.17	12.23	13.18	16.00	10.44	95.18	
4	12.32	12.33	12.34	12.33	13.36	16.55	10.48	95.50	
5	12.33	12.32	12.32	12.32	13.36	16.23	10.29	93.76	
6	12.31	12.26	12.30	12.29	13.24	16.16	10.39	94.72	
7	12.29	12.21	12.25	12.25	13.15	15.94	10.39	94.68	
8	12.29	12.24	12.24	12.26	13.20	16.04	10.40	94.81	
9	12.23	12.19	12.13	12.18	13.14	15.70	10.35	94.35	
10	12.20	12.16	12.15	12.17	13.11	15.71	10.40	94.83	欠け
11	12.39	12.32	12.33	12.35	13.35	16.54	10.45	95.26	欠け
12	12.40	12.33	12.35	12.36	13.31	16.48	10.42	95.00	
パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	12.47	12.42	12.40	12.43	13.53	17.05	10.49	95.59	2.0t/cm ²
2	12.52	12.48	12.48	12.49	13.64	17.33	10.47	95.40	
3	12.47	12.45	12.43	12.45	13.55	17.06	10.44	95.20	
4	12.39	12.36	12.36	12.37	13.42	16.63	10.41	94.92	
5	12.58	12.50	12.45	12.51	13.70	17.39	10.43	95.05	
6	12.46	12.41	12.42	12.43	13.51	16.93	10.43	95.06	
7	12.43	12.38	12.35	12.39	13.45	16.74	10.43	95.07	
8	12.53	12.43	12.49	12.48	13.65	17.33	10.47	95.48	
9	12.55	12.49	12.52	12.52	13.73	17.33	10.35	94.37	剥離
10	12.55	12.48	12.51	12.51	13.60	17.33	10.46	95.38	
11	12.46	12.42	12.41	12.43	13.46	16.92	10.46	95.36	
12	12.51	12.46	12.44	12.47	13.58	16.16	9.84	89.69	参考値
パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	12.45	12.39	12.41	12.42	13.47	16.84	10.43	95.04	剥離
2	12.52	12.49	12.50	12.50	13.67	17.37	10.45	95.26	剥離
3	12.58	12.54	12.52	12.55	13.82	17.63	10.42	94.97	剥離
4	12.55	12.51	12.48	12.51	13.74	17.44	10.42	95.00	剥離
5	12.50	12.45	12.44	12.46	13.62	17.19	10.45	95.22	剥離
6	12.58	12.48	12.48	12.51	13.84	17.38	10.31	93.98	剥離
7	12.63	12.52	12.55	12.57	13.88	17.63	10.34	94.25	剥離
8	12.53	12.48	12.48	12.50	13.64	17.31	10.45	95.24	剥離
9	12.51	12.45	12.41	12.46	13.63	17.20	10.46	95.31	剥離
10	12.58	12.48	12.48	12.51	13.82	17.60	10.46	95.31	剥離
11	12.56	12.49	12.47	12.51	13.72	17.45	10.45	95.29	剥離
12	12.44	12.36	12.37	12.39	13.47	16.93	10.53	95.96	
パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	12.46	12.39	12.35	12.40	13.49	16.96	10.51	95.83	2.5t/cm ²
2	12.65	12.56	12.60	12.60	13.48	16.83	10.11	92.14	
3	12.62	12.58	12.62	12.61	13.41	17.65	10.65	97.08	
4	12.51	12.38	12.42	12.44	13.68	17.43	10.59	96.54	
5	12.48	12.44	12.42	12.45	13.58	17.10	10.45	95.26	
6	12.61	12.59	12.58	12.59	13.88	17.90	10.45	95.29	
7	12.61	12.56	12.58	12.58	13.86	17.68	10.36	94.41	
8	12.66	12.61	12.65	12.64	13.38	17.64	10.61	96.74	
9	12.57	12.48	12.49	12.51	13.79	17.66	10.51	95.84	剥離
10	12.63	12.59	12.59	12.60	13.90	17.89	10.42	94.95	剥離
11	12.63	12.61	12.61	12.63	13.43	17.86	10.72	97.73	剥離
12	12.54	12.49	12.47	12.50	13.66	17.42	10.49	95.65	剥離

表1.2.1-3 先行試験Ⅱ 成型圧力1.5t/cm² グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	15.26	15.26	15.18	15.23	16.65	17.45	5.81	52.93	
2	2	15.27	15.20	15.23	15.23	16.61	17.29	5.77	52.57	
3	3	15.27	15.27	15.25	15.26	16.68	17.43	5.77	52.57	
4	4	15.30	15.28	15.26	15.28	16.70	17.50	5.77	52.60	欠け
5	5	15.26	15.25	15.25	15.25	16.74	17.63	5.82	53.05	欠け
6	6	15.27	15.30	15.29	15.29	16.73	17.70	5.82	53.06	欠け
7	7	15.27	15.28	15.26	15.27	16.64	17.35	5.75	52.41	
8	8	15.28	15.28	15.27	15.28	16.71	17.63	5.81	52.98	欠け
9	9	15.28	15.25	15.26	15.26	16.60	17.28	5.74	52.37	
10	10	15.26	15.28	15.27	15.27	16.69	17.49	5.78	52.67	欠け
11	11	15.29	15.29	15.30	15.29	16.67	17.40	5.74	52.30	
12	12	15.30	15.29	15.28	15.29	16.61	17.34	5.74	52.34	欠け
13	1	15.29	15.28	15.28	15.28	16.68	17.40	5.74	52.34	欠け
14	2	15.28	15.29	15.28	15.28	16.66	17.36	5.74	52.28	
15	3	15.29	15.30	15.28	15.29	16.73	17.51	5.76	52.47	欠け
16	4	15.30	15.29	15.28	15.29	16.73	17.45	5.74	52.29	欠け
17	5	15.28	15.29	15.28	15.28	16.70	17.44	5.75	52.40	
18	6	15.30	15.30	15.27	15.29	16.70	17.43	5.74	52.32	
19	7	15.31	15.31	15.29	15.30	16.73	17.43	5.72	52.14	欠け
20	8	15.29	15.28	15.28	15.28	16.72	17.59	5.79	52.78	欠け
21	9	15.29	15.28	15.27	15.28	16.68	17.39	5.74	52.33	
22	10	15.30	15.29	15.29	15.29	16.70	17.34	5.71	52.03	
23	11	15.28	15.29	15.29	15.29	16.69	17.52	5.78	52.65	
24	12	15.28	15.28	15.28	15.28	16.66	17.42	5.76	52.49	欠け
25	1	15.28	15.29	15.29	15.29	16.69	17.46	5.76	52.47	欠け
26	2	15.29	15.29	15.28	15.29	16.60	17.19	5.70	51.94	欠け
27	3	15.30	15.29	15.29	15.29	16.78	17.42	5.71	52.02	欠け
28	4	15.31	15.29	15.29	15.30	16.74	17.37	5.70	51.97	欠け
29	5	15.30	15.30	15.28	15.29	16.71	17.31	5.69	51.91	欠け
30	6	15.29	15.30	15.30	15.30	16.27	17.20	5.81	52.96	欠け
31	7	15.30	15.30	15.30	15.30	16.74	17.45	5.72	52.19	欠け
32	8	15.30	15.31	15.28	15.30	16.24	17.46	5.91	53.86	欠け
33	9	15.29	15.30	15.29	15.29	16.66	17.18	5.67	51.67	
34	10	15.30	15.30	15.29	15.30	16.54	17.03	5.66	51.58	
35	11	15.30	15.29	15.29	15.29	16.74	17.43	5.72	52.17	
36	12	15.30	15.30	15.29	15.30	16.66	17.42	5.75	52.37	欠け
37	1	15.28	15.30	15.28	15.29	16.69	17.48	5.76	52.53	欠け
38	2	15.29	15.28	15.28	15.28	16.67	17.48	5.77	52.61	欠け
39	3	15.30	15.29	15.29	15.29	16.74	17.34	5.69	51.90	欠け
40	4	15.29	15.28	15.28	15.28	16.64	17.21	5.69	51.89	
41	5	15.27	15.29	15.27	15.28	16.70	17.47	5.76	52.53	欠け
42	6	15.27	15.28	15.28	15.28	16.68	17.31	5.72	52.12	
43	7	15.29	15.28	15.28	15.28	16.65	17.17	5.68	51.74	
44	8	15.28	15.28	15.29	15.28	16.72	17.61	5.80	52.84	
45	9	15.30	15.28	15.25	15.28	16.70	17.44	5.75	52.44	
46	10	15.29	15.27	15.28	15.28	16.69	17.41	5.74	52.36	欠け
47	11	15.28	15.29	15.28	15.28	16.68	17.48	5.77	52.58	欠け
48	12	15.28	15.28	15.26	15.27	16.69	17.55	5.80	52.83	欠け
49	1	15.30	15.27	15.24	15.27	16.64	17.34	5.75	52.38	
50	2	15.29	15.28	15.26	15.28	16.59	17.32	5.75	52.43	
51	3	15.17	15.21	15.27	15.22	16.77	17.75	5.88	53.57	欠け
52	4	15.26	15.28	15.17	15.24	16.71	17.53	5.81	52.96	
53	5	15.14	15.23	15.28	15.22	16.79	17.54	5.80	52.87	
54	6	15.29	15.32	15.25	15.29	16.73	17.62	5.79	52.82	
55	7	15.30	15.30	15.28	15.29	16.79	17.64	5.77	52.64	欠け
56	8	15.29	15.29	15.30	15.29	16.74	17.73	5.82	53.07	
57	9	15.25	15.29	15.22	15.25	16.70	17.45	5.77	52.63	
58	10	15.28	15.31	15.20	15.26	16.72	17.50	5.78	52.65	欠け
59	11	15.28	15.30	15.27	15.28	16.63	17.35	5.74	52.35	
60	12	15.24	15.29	15.26	15.26	16.68	17.44	5.77	52.60	欠け

表1.2.1-4 先行試験Ⅱ 成型圧力2.0t/cm² グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	15.32	15.32	15.30	15.31	16.67	17.33	5.70	51.96	
2	2	15.33	15.32	15.30	15.32	16.67	17.37	5.71	52.06	
3	3	15.32	15.32	15.30	15.31	16.69	17.35	5.70	51.96	
4	4	15.32	15.31	15.30	15.31	16.62	17.11	5.65	51.48	
5	5	15.32	15.32	15.29	15.31	16.68	17.24	5.67	51.68	
6	6	15.32	15.32	15.32	15.32	16.66	17.23	5.67	51.65	
7	7	15.32	15.32	15.30	15.31	16.74	17.50	5.73	52.25	剥離
8	8	15.34	15.32	15.30	15.32	16.53	16.79	5.56	50.73	
9	9	15.32	15.31	15.30	15.31	16.55	16.81	5.57	50.79	
10	10	15.32	15.32	15.30	15.31	16.52	16.66	5.53	50.41	
11	11	15.31	15.31	15.30	15.31	16.48	16.62	5.53	50.45	
12	12	15.31	15.30	15.28	15.30	16.49	16.65	5.55	50.58	
13	1	15.32	15.32	15.30	15.31	16.73	17.58	5.76	52.52	剥離
14	2	15.33	15.34	15.30	15.32	16.76	17.72	5.79	52.77	剥離
15	3	15.33	15.33	15.30	15.32	16.80	17.72	5.78	52.67	剥離
16	4	15.32	15.31	15.29	15.31	16.75	17.51	5.74	52.29	
17	5	15.32	15.32	15.30	15.31	16.78	17.70	5.78	52.72	
18	6	15.34	15.34	15.32	15.33	16.80	17.81	5.80	52.84	剥離
19	7	15.33	15.33	15.31	15.32	16.75	17.66	5.77	52.62	
20	8	15.34	15.34	15.31	15.33	16.71	17.32	5.67	51.69	剥離
21	9	15.32	15.32	15.30	15.31	16.74	17.50	5.73	52.25	
22	10	15.35	15.32	15.31	15.33	16.76	17.64	5.76	52.51	
23	11	15.33	15.34	15.30	15.32	16.71	17.53	5.74	52.36	
24	12	15.32	15.33	15.31	15.32	16.72	17.53	5.74	52.35	
25	1	15.32	15.33	15.30	15.32	16.79	17.64	5.76	52.48	
26	2	15.32	15.32	15.30	15.31	16.76	17.69	5.79	52.75	
27	3	15.33	15.33	15.31	15.32	16.76	17.58	5.74	52.35	欠け
28	4	15.33	15.34	15.30	15.32	16.76	17.61	5.75	52.44	
29	5	15.33	15.33	15.31	15.32	16.80	17.78	5.79	52.82	欠け
30	6	15.33	15.34	15.33	15.33	16.80	17.75	5.78	52.66	欠け
31	7	15.34	15.33	15.31	15.33	16.73	17.60	5.76	52.49	
32	8	15.33	15.33	15.31	15.32	16.74	17.63	5.77	52.57	
33	9	15.33	15.33	15.30	15.32	16.75	17.59	5.75	52.44	欠け
34	10	15.32	15.33	15.31	15.32	16.77	17.65	5.77	52.55	欠け
35	11	15.33	15.32	15.30	15.32	16.69	17.47	5.74	52.29	
36	12	15.33	15.32	15.30	15.32	16.71	17.64	5.79	52.74	
37	1	15.32	15.32	15.30	15.31	16.68	17.29	5.68	51.81	
38	2	15.31	15.32	15.29	15.31	16.61	17.14	5.66	51.62	
39	3	15.31	15.33	15.30	15.31	16.72	17.47	5.73	52.22	
40	4	15.32	15.32	15.30	15.31	16.74	17.56	5.75	52.43	
41	5	15.32	15.32	15.31	15.32	16.75	17.50	5.73	52.19	
42	6	15.32	15.32	15.20	15.28	16.65	17.25	5.71	52.01	
43	7	15.33	15.33	15.31	15.32	16.79	17.72	5.78	52.68	欠け
44	8	15.34	15.33	15.31	15.33	16.83	17.97	5.84	53.27	欠け
45	9	15.32	15.32	15.31	15.32	16.81	17.88	5.83	53.13	欠け
46	10	15.32	15.33	15.31	15.32	16.65	17.01	5.60	51.02	
47	11	15.33	15.34	15.31	15.33	16.87	17.76	5.76	52.52	欠け
48	12	15.32	15.32	15.30	15.31	16.76	17.76	5.81	52.96	欠け
49	1	15.32	15.31	15.30	15.31	16.61	17.13	5.66	51.57	
50	2	15.32	15.31	15.30	15.31	16.65	16.93	5.58	50.84	
51	3	15.32	15.32	15.29	15.31	16.24	17.14	5.79	52.79	
52	4	15.32	15.31	15.29	15.31	16.67	17.26	5.68	51.79	
53	5	15.32	15.32	15.30	15.31	16.73	17.49	5.73	52.25	
54	6	15.33	15.33	15.31	15.32	16.69	17.36	5.70	51.92	
55	7	15.33	15.23	15.31	15.29	16.66	17.35	5.73	52.21	
56	8	15.32	15.32	15.30	15.31	16.59	17.01	5.62	51.25	欠け
57	9	15.33	15.32	15.31	15.32	16.73	17.52	5.74	52.29	欠け
58	10	15.32	15.32	15.30	15.31	16.59	16.99	5.62	51.19	
59	11	15.32	15.32	15.29	15.31	16.53	16.89	5.61	51.09	
60	12	15.32	15.31	15.29	15.31	16.51	16.78	5.58	50.85	

表1.2.1-5 先行試験Ⅱ 成型圧力2.5t/cm² グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	15.33	15.33	15.32	15.33	16.83	17.94	5.83	53.18	
2	2	15.32	15.32	15.32	15.32	16.81	17.82	5.81	52.93	
3	3	15.32	15.33	15.32	15.32	16.82	17.85	5.81	52.97	
4	4	15.33	15.33	15.31	15.32	16.58	17.48	5.77	52.63	剥離
5	5	15.33	15.33	15.32	15.33	16.75	17.57	5.74	52.33	
6	6	15.33	15.33	15.33	15.33	16.75	17.57	5.74	52.31	
7	7	15.33	15.33	15.31	15.32	16.73	17.46	5.71	52.09	
8	8	15.33	15.33	15.32	15.33	16.78	17.54	5.72	52.15	
9	9	15.32	15.33	15.31	15.32	16.79	17.70	5.77	52.64	欠け
10	10	15.32	15.32	15.31	15.32	16.73	17.47	5.72	52.17	
11	11	15.32	15.33	15.32	15.32	16.80	17.88	5.83	53.12	欠け
12	12	15.33	15.33	15.32	15.33	16.85	18.37	5.97	54.39	
13	1	15.32	15.33	15.31	15.32	16.82	17.73	5.77	52.63	
14	2	15.32	15.33	15.31	15.32	16.82	17.76	5.78	52.72	欠け
15	3	15.33	15.32	15.30	15.32	16.83	17.88	5.82	53.07	
16	4	15.32	15.33	15.31	15.32	16.83	17.88	5.82	53.05	欠け
17	5	15.33	15.33	15.31	15.32	16.90	17.89	5.80	52.83	
18	6	15.33	15.34	15.33	15.33	16.81	17.72	5.76	52.54	欠け
19	7	15.33	15.33	15.31	15.32	16.82	17.71	5.76	52.55	欠け
20	8	15.33	15.33	15.32	15.33	16.85	18.15	5.89	53.74	欠け
21	9	15.33	15.34	15.32	15.33	16.92	18.11	5.85	53.37	欠け
22	10	15.33	15.33	15.32	15.33	16.86	17.56	5.70	51.96	欠け
23	11	15.33	15.33	15.33	15.33	16.90	18.36	5.94	54.17	剥離
24	12	15.33	15.33	15.32	15.33	16.71	17.79	5.83	53.12	欠け
25	1	15.33	15.33	15.31	15.32	16.84	18.02	5.86	53.41	
26	2	15.33	15.33	15.31	15.32	16.81	17.83	5.81	52.94	
27	3	15.33	15.32	15.30	15.32	16.89	17.95	5.82	53.09	
28	4	15.32	15.32	15.31	15.32	16.88	17.78	5.77	52.62	
29	5	15.33	15.33	15.31	15.32	16.89	17.86	5.79	52.77	欠け
30	6	15.34	15.34	15.33	15.34	16.87	17.92	5.81	52.92	剥離
31	7	15.33	15.33	15.32	15.33	16.89	17.75	5.75	52.43	剥離
32	8	15.33	15.33	15.32	15.33	16.91	18.06	5.84	53.28	剥離
33	9	15.32	15.33	15.32	15.32	16.79	18.00	5.87	53.51	
34	10	15.33	15.33	15.31	15.32	16.80	17.86	5.82	53.06	剥離
35	11	15.33	15.33	15.31	15.32	16.79	17.83	5.81	53.00	剥離
36	12	15.33	15.33	15.32	15.33	16.83	17.91	5.82	53.09	剥離
37	1	15.32	15.33	15.31	15.32	16.87	17.89	5.81	52.95	
38	2	15.33	15.32	15.30	15.32	16.81	17.82	5.81	52.96	
39	3	15.33	15.33	15.31	15.32	16.90	17.91	5.80	52.89	
40	4	15.33	15.33	15.31	15.32	16.91	18.08	5.85	53.36	
41	5	15.33	15.33	15.31	15.32	16.87	17.91	5.81	52.99	剥離
42	6	15.33	15.33	15.33	15.33	16.86	17.78	5.77	52.59	欠け
43	7	15.33	15.33	15.32	15.33	16.80	17.80	5.80	52.86	
44	8	15.33	15.33	15.31	15.32	16.89	18.04	5.85	53.31	欠け
45	9	15.33	15.33	15.31	15.32	16.82	17.68	5.76	52.46	剥離
46	10	15.33	15.32	15.31	15.32	16.75	17.65	5.77	52.62	
47	11	15.33	15.33	15.31	15.32	16.83	18.01	5.86	53.41	
48	12	15.33	15.33	15.31	15.32	16.79	18.07	5.89	53.72	剥離
49	1	15.32	15.33	15.31	15.32	16.78	17.76	5.80	52.85	
50	2	15.31	15.32	15.31	15.31	16.78	17.55	5.73	52.27	
51	3	15.32	15.34	15.31	15.32	16.80	17.73	5.78	52.67	剥離
52	4	15.32	15.33	15.31	15.32	16.79	17.74	5.79	52.76	欠け
53	5	15.32	15.33	15.34	15.33	16.79	17.99	5.86	53.43	
54	6	15.33	15.34	15.31	15.33	16.80	17.67	5.76	52.47	
55	7	15.33	15.33	15.31	15.32	16.85	17.68	5.74	52.37	
56	8	15.33	15.33	15.31	15.32	16.85	17.79	5.78	52.69	
57	9	15.32	15.34	15.31	15.32	16.86	17.69	5.74	52.37	剥離
58	10	15.33	15.34	15.32	15.33	16.89	18.01	5.83	53.17	欠け
59	11	15.32	15.34	15.32	15.33	16.69	17.64	5.78	52.73	欠け
60	12	15.34	15.33	15.31	15.33	16.78	17.74	5.79	52.74	欠け

表1.2.1-6 先行試験Ⅱ 成型圧力1.5t/cm² 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	12.52	12.47	12.47	12.49	13.62	17.23	10.43	95.09	
2	2	12.49	12.43	12.45	12.46	13.55	17.08	10.44	95.21	
3	3	12.49	12.45	12.46	12.47	13.61	17.21	10.46	95.35	
4	4	12.52	12.47	12.48	12.49	13.53	17.28	10.53	95.96	欠け
5	5	12.53	12.49	12.49	12.50	13.68	17.22	10.35	94.36	欠け
6	6	12.55	12.51	12.52	12.53	13.69	17.43	10.43	95.09	剥離
7	7	12.49	12.45	12.47	12.47	13.57	17.13	10.44	95.14	欠け
8	8	12.53	12.49	12.50	12.51	13.75	17.40	10.40	94.81	欠け
9	9	12.48	12.43	12.44	12.45	13.56	17.06	10.44	95.13	
10	10	12.53	12.46	12.48	12.49	13.60	17.27	10.47	95.40	欠け
11	11	12.51	12.45	12.48	12.48	13.56	17.16	10.45	95.23	欠け
12	12	12.51	12.45	12.47	12.48	13.54	17.12	10.44	95.20	欠け
13	1	12.52	12.46	12.48	12.49	13.62	17.17	10.40	94.76	剥離
14	2	12.49	12.49	12.46	12.48	13.57	17.14	10.43	95.05	
15	3	12.51	12.46	12.49	12.49	13.63	17.29	10.46	95.35	欠け
16	4	12.51	12.45	12.48	12.48	13.61	17.23	10.45	95.26	欠け
17	5	12.51	12.46	12.48	12.48	13.58	17.22	10.46	95.37	
18	6	12.50	12.46	12.49	12.48	13.57	17.21	10.46	95.38	
19	7	12.50	12.45	12.49	12.48	13.63	17.19	10.41	94.90	欠け
20	8	12.54	12.48	12.52	12.51	13.68	17.35	10.41	94.93	欠け
21	9	12.50	12.44	12.47	12.47	13.58	17.17	10.45	95.29	
22	10	12.50	12.44	12.45	12.46	13.63	17.13	10.40	94.82	
23	11	12.52	12.46	12.50	12.49	13.62	17.28	10.45	95.27	欠け
24	12	12.53	12.47	12.49	12.50	13.59	17.22	10.43	95.10	剥離
25	1	12.51	12.45	12.48	12.48	13.60	17.22	10.45	95.28	欠け
26	2	12.48	12.42	12.45	12.45	13.53	16.96	10.40	94.78	欠け
27	3	12.51	12.44	12.47	12.47	13.55	17.15	10.46	95.35	欠け
23	4	12.49	12.43	12.46	12.46	13.56	17.15	10.47	95.48	欠け
29	5	12.49	12.43	12.47	12.46	13.55	17.09	10.44	95.16	欠け
30	6	12.48	12.42	12.46	12.45	13.48	16.98	10.44	95.20	欠け
31	7	12.52	12.45	12.49	12.49	13.63	17.23	10.42	95.02	欠け
32	8	12.53	12.45	12.52	12.50	13.64	17.24	10.40	94.80	剥離
33	9	12.46	12.40	12.44	12.43	13.55	16.97	10.42	94.95	
34	10	12.37	12.31	12.34	12.34	13.32	16.39	10.39	94.71	
35	11	12.50	12.45	12.48	12.48	13.60	17.20	10.45	95.22	
36	12	12.51	12.49	12.49	12.50	13.60	17.19	10.41	94.86	剥離
37	1	12.51	12.45	12.49	12.48	13.63	17.24	10.44	95.13	欠け
38	2	12.52	12.46	12.49	12.49	13.66	17.25	10.41	94.87	欠け
39	3	12.50	12.43	12.48	12.47	13.62	17.13	10.40	94.79	欠け
40	4	12.46	12.42	12.42	12.43	13.53	16.99	10.44	95.20	
41	5	12.51	12.45	12.48	12.48	13.63	17.23	10.43	95.12	欠け
42	6	12.48	12.43	12.47	12.46	13.55	17.09	10.45	95.21	
43	7	12.47	12.39	12.44	12.43	13.47	16.95	10.47	95.41	
44	8	12.54	12.47	12.52	12.51	13.67	17.32	10.41	94.88	欠け
45	9	12.50	12.44	12.47	12.47	13.64	17.22	10.44	95.15	
46	10	12.49	12.44	12.47	12.47	13.52	17.19	10.52	95.88	欠け
47	11	12.53	12.48	12.51	12.51	13.59	17.25	10.43	95.11	剥離
48	12	12.52	12.48	12.49	12.50	13.62	17.26	10.43	95.10	隔離
49	1	12.49	12.44	12.47	12.47	13.58	17.12	10.43	95.07	
50	2	12.48	12.43	12.47	12.46	13.56	17.10	10.44	95.20	
51	3	12.55	12.48	12.54	12.52	13.70	17.42	10.42	95.02	剥離
52	4	12.52	12.45	12.50	12.49	13.69	17.31	10.42	94.99	
53	5	12.52	12.45	12.48	12.48	13.71	17.30	10.41	94.90	欠け
54	6	12.54	12.49	12.52	12.52	13.68	17.38	10.43	95.04	剥離
55	7	12.54	12.47	12.51	12.51	13.67	17.37	10.44	95.21	欠け
56	8	12.55	12.49	12.53	12.52	13.75	17.50	10.43	95.10	欠け
57	9	12.50	12.44	12.49	12.48	13.62	17.23	10.45	95.24	
58	10	12.52	12.47	12.50	12.50	13.59	17.27	10.46	95.37	欠け
59	11	12.50	12.43	12.48	12.47	13.53	17.13	10.47	95.43	
60	12	12.52	12.47	12.49	12.49	13.58	17.22	10.45	95.22	剥離

表1.2.1-7 先行試験Ⅱ 成型圧力2.0t/cm² 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	12.49	12.43	12.44	12.45	13.56	17.11	10.46	95.36	
2	2	12.50	12.42	12.45	12.46	13.54	17.15	10.50	95.67	
3	3	12.50	12.42	12.45	12.46	13.55	17.11	10.46	95.38	欠け
4	4	12.45	12.37	12.42	12.41	13.51	16.90	10.44	95.15	
5	5	12.47	12.40	12.44	12.44	13.48	17.02	10.50	95.68	
6	6	12.47	12.41	12.45	12.44	13.53	17.01	10.44	95.16	
7	7	12.52	12.43	12.48	12.48	13.62	17.29	10.48	95.57	剥離
8	8	12.40	12.34	12.39	12.38	13.36	16.58	10.42	94.96	
9	9	12.40	12.33	12.37	12.37	13.39	16.60	10.42	95.01	
10	10	12.37	12.31	12.36	12.35	13.37	16.45	10.38	94.60	
11	11	12.37	12.31	12.37	12.35	13.29	16.41	10.41	94.89	
12	12	12.38	12.31	12.34	12.34	13.30	16.38	10.39	94.75	剥離
13	1	12.52	12.46	12.50	12.49	13.62	17.35	10.49	95.65	剥離
14	2	12.56	12.48	12.52	12.52	13.70	17.49	10.47	95.45	剥離
15	3	12.55	12.48	12.54	12.52	13.72	17.50	10.46	95.31	剥離
16	4	12.51	12.44	12.48	12.48	13.65	17.29	10.46	95.36	
17	5	12.55	12.47	12.51	12.51	13.73	17.45	10.44	95.17	欠け
18	6	12.57	12.49	12.55	12.54	13.74	17.54	10.44	95.19	剥離
19	7	12.54	12.46	12.53	12.51	13.66	17.43	10.48	95.55	
20	8	12.52	12.46	12.50	12.49	13.67	17.11	10.31	93.98	剥離
21	9	12.51	12.44	12.49	12.48	13.51	17.28	10.56	96.25	
22	10	12.54	12.47	12.51	12.51	13.72	17.42	10.44	95.13	
23	11	12.52	12.45	12.50	12.49	13.62	17.31	10.47	95.48	
24	12	12.53	12.45	12.49	12.49	13.62	17.28	10.46	95.32	欠け
25	1	12.54	12.48	12.50	12.51	13.74	17.41	10.41	94.93	
26	2	12.55	12.47	12.52	12.51	13.71	17.47	10.46	95.37	
27	3	12.53	12.46	12.50	12.50	13.67	17.35	10.45	95.25	剥離
28	4	12.53	12.47	12.50	12.50	13.85	17.39	10.33	94.17	欠け
29	5	12.56	12.48	12.53	12.52	13.77	17.53	10.44	95.13	欠け
30	6	12.56	12.51	12.55	12.54	13.78	17.39	10.32	94.05	剥離
31	7	12.53	12.45	12.46	12.48	13.67	17.37	10.49	95.61	
32	8	12.54	12.47	12.52	12.51	13.64	17.39	10.47	95.48	欠け
33	9	12.53	12.47	12.53	12.51	13.73	17.36	10.39	94.68	欠け
34	10	12.54	12.47	12.51	12.51	13.65	17.43	10.50	95.68	欠け
35	11	12.52	12.45	12.47	12.48	13.58	17.25	10.49	95.59	
36	12	12.55	12.48	12.51	12.51	13.67	17.42	10.46	95.38	
37	1	12.48	12.42	12.45	12.45	13.51	17.07	10.48	95.54	
38	2	12.46	12.40	12.43	12.43	13.52	16.92	10.41	94.93	
39	3	12.50	12.43	12.46	12.46	13.56	17.22	10.51	95.82	欠け
40	4	12.53	12.44	12.47	12.48	13.60	17.34	10.52	95.94	
41	5	12.52	12.45	12.49	12.49	13.63	17.28	10.45	95.30	
42	6	12.46	12.41	12.45	12.44	13.53	17.03	10.46	95.33	
43	7	12.57	12.50	12.54	12.54	13.38	17.49	10.70	97.49	剥離
44	8	12.60	12.54	12.57	12.57	13.74	17.64	10.45	95.23	剥離
45	9	12.58	12.50	12.54	12.54	13.75	17.65	10.49	95.66	欠け
46	10	12.43	12.37	12.40	12.40	13.51	16.80	10.40	94.78	
47	11	12.60	12.53	12.59	12.57	13.79	17.51	10.33	94.13	剥離
48	12	12.58	12.50	12.53	12.54	13.72	17.48	10.42	95.00	剥離
49	1	12.45	12.40	12.41	12.42	13.51	16.92	10.44	95.16	
50	2	12.42	12.37	12.39	12.39	13.41	16.72	10.44	95.15	
51	3	12.45	12.38	12.42	12.42	13.51	16.92	10.44	95.21	
52	4	12.47	12.40	12.45	12.44	13.56	17.04	10.44	95.17	
53	5	12.52	12.43	12.47	12.47	13.66	17.27	10.45	95.23	
54	6	12.49	12.42	12.47	12.46	13.57	17.14	10.46	95.35	
55	7	12.49	12.41	12.46	12.45	13.60	17.13	10.44	95.18	
56	8	12.43	12.37	12.42	12.41	13.46	16.80	10.43	95.04	欠け
57	9	12.52	12.46	12.50	12.49	13.72	17.30	10.39	94.67	欠け
58	10	12.43	12.38	12.41	12.41	13.47	16.78	10.41	94.85	
59	11	12.41	12.35	12.40	12.39	13.40	16.67	10.43	95.03	
60	12	12.41	12.35	12.37	12.38	13.31	16.57	10.45	95.26	

表1.2.1-8 先行試験Ⅱ 成型圧力2.5t/cm² 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直徑(上)	直徑(中)	直徑(下)	直徑	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	12.60	12.54	12.56	12.57	13.77	17.67	10.45	95.23	欠け
2	2	12.58	12.51	12.53	12.54	13.62	17.57	10.55	96.15	欠け
3	3	12.57	12.50	12.53	12.53	13.72	17.50	10.44	95.16	剥離
4	4	12.54	12.46	12.52	12.51	13.59	17.15	10.37	94.56	剥離
5	5	12.56	12.46	12.50	12.51	13.65	17.33	10.44	95.13	欠け
6	6	12.53	12.46	12.51	12.50	13.61	17.35	10.49	95.62	
7	7	12.53	12.45	12.49	12.49	13.65	17.24	10.41	94.88	剥離
8	8	12.52	12.45	12.50	12.49	13.63	17.32	10.47	95.47	
9	9	12.56	12.48	12.54	12.53	13.72	17.39	10.38	94.66	欠け
10	10	12.51	12.44	12.48	12.48	13.65	17.26	10.44	95.20	
11	11	12.58	12.51	12.57	12.55	13.76	17.63	10.45	95.28	欠け
12	12	12.67	12.58	12.62	12.62	13.90	18.13	10.52	95.92	
13	1	12.55	12.48	12.51	12.51	13.72	17.47	10.45	95.30	欠け
14	2	12.58	12.50	12.53	12.54	13.69	17.51	10.46	95.38	剥離
15	3	12.57	12.50	12.55	12.54	13.76	17.65	10.49	95.59	
16	4	12.57	12.50	12.54	12.54	13.75	17.53	10.43	95.06	剥離
17	5	12.56	12.50	12.54	12.53	13.75	17.66	10.51	95.82	
18	6	12.56	12.50	12.53	12.53	13.76	17.49	10.41	94.88	欠け
19	7	12.55	12.49	12.51	12.52	13.71	17.49	10.47	95.43	欠け
20	8	12.64	12.55	12.60	12.60	13.89	17.92	10.45	95.28	欠け
21	9	12.62	12.55	12.58	12.58	13.90	17.84	10.42	94.99	欠け
22	10	12.53	12.47	12.50	12.50	13.66	17.32	10.43	95.10	欠け
23	11	12.65	12.59	12.62	12.62	13.88	17.85	10.38	94.63	剥離
24	12	12.57	12.50	12.53	12.53	13.69	17.54	10.49	95.59	欠け
25	1	12.59	12.53	12.56	12.56	13.76	17.79	10.54	96.05	
26	2	12.58	12.50	12.54	12.54	13.74	17.60	10.47	95.46	
27	3	12.60	12.50	12.54	12.55	13.76	17.72	10.52	95.87	
28	4	12.54	12.48	12.53	12.52	13.77	17.54	10.45	95.28	欠け
29	5	12.56	12.50	12.54	12.53	13.77	17.63	10.48	95.52	欠け
30	6	12.60	12.55	12.58	12.58	13.84	17.69	10.39	94.70	剥離
31	7	12.57	12.50	12.55	12.54	13.74	17.49	10.41	94.87	剥離
32	8	12.60	12.53	12.58	12.57	13.77	17.69	10.45	95.29	剥離
33	9	12.59	12.53	12.56	12.56	13.80	17.77	10.49	95.66	
34	10	12.59	12.50	12.54	12.54	13.74	17.52	10.42	94.98	剥離
35	11	12.57	12.50	12.55	12.54	13.57	17.46	10.52	95.90	剥離
36	12	12.60	12.53	12.55	12.56	13.79	17.65	10.43	95.08	剥離
37	1	12.58	12.53	12.55	12.55	13.76	17.65	10.46	95.39	
38	2	12.57	12.50	12.53	12.53	13.74	17.60	10.48	95.56	
39	3	12.58	12.51	12.54	12.54	13.79	17.61	10.43	95.12	剥離
40	4	12.61	12.54	12.56	12.57	13.83	17.81	10.48	95.51	欠け
41	5	12.58	12.51	12.55	12.55	13.75	17.62	10.47	95.40	剥離
42	6	12.56	12.50	12.54	12.53	13.73	17.48	10.42	94.98	剥離
43	7	12.56	12.49	12.52	12.52	13.66	17.52	10.51	95.84	
44	8	12.59	12.52	12.57	12.56	13.77	17.75	10.50	95.76	欠け
45	9	12.53	12.48	12.51	12.51	13.70	17.40	10.44	95.16	剥離
46	10	12.56	12.47	12.51	12.51	13.65	17.37	10.45	95.25	
47	11	12.60	12.53	12.57	12.57	13.76	17.77	10.51	95.84	欠け
48	12	12.62	12.55	12.57	12.58	13.81	17.78	10.46	95.34	剥離
49	1	12.57	12.50	12.53	12.53	13.68	17.54	10.49	95.66	欠け
50	2	12.52	12.47	12.50	12.50	13.58	17.33	10.51	95.77	
51	3	12.55	12.48	12.51	12.51	13.65	17.41	10.47	95.46	剥離
52	4	12.56	12.49	12.51	12.52	13.71	17.48	10.46	95.32	欠け
53	5	12.60	12.53	12.55	12.56	13.81	17.76	10.48	95.53	
54	6	12.54	12.48	12.52	12.51	13.70	17.45	10.46	95.33	
55	7	12.55	12.49	12.52	12.52	13.52	17.46	10.59	96.57	
56	8	12.57	12.50	12.54	12.54	13.74	17.57	10.46	95.35	
57	9	12.55	12.48	12.52	12.52	13.70	17.44	10.45	95.23	剥離
58	10	12.61	12.54	12.56	12.57	13.82	17.77	10.46	95.37	欠け
59	11	12.54	12.49	12.51	12.51	13.66	17.34	10.42	95.01	剥離
60	12	12.57	12.51	12.54	12.54	13.68	17.52	10.47	95.45	欠け

表1.2.2-1 性能比較試験 ロータリープレス機(グリーンペレット測定データ)

No.	パンチNo.	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	15.30	16.59	16.80	5.56	50.70	
2	2	15.30	16.51	16.46	5.48	49.92	
3	3	15.30	16.58	16.14	5.35	48.74	
4	4	15.30	16.59	16.72	5.54	50.46	
5	5	15.30	16.48	16.16	5.39	49.10	
6	6	15.30	16.56	16.64	5.52	50.31	
7	7	15.30	16.57	16.63	5.51	50.25	
8	8	15.30	16.51	16.45	5.47	49.89	
9	9	15.30	16.51	16.36	5.44	49.62	
10	10						測定不能
11	11						測定不能
12	12	15.30	16.45	16.29	5.44	49.59	
13	1	15.30	16.55	16.65	5.53	50.37	
14	2	15.30	16.54	16.56	5.50	50.13	
15	3	15.30	16.56	16.57	5.50	50.10	
16	4	15.30	16.62	16.69	5.52	50.28	
17	5	15.30	16.60	16.72	5.53	50.43	
18	6	15.30	16.56	16.63	5.52	50.28	
19	7	15.30	16.51	16.41	5.46	49.77	
20	8	15.30	16.46	16.21	5.41	49.31	
21	9	15.30	16.44	16.02	5.35	48.79	
22	10						測定不能
23	11	15.30	16.43	16.21	5.42	49.40	
24	12	15.30	16.43	16.11	5.39	49.10	
25	1	15.30	16.57	16.68	5.53	50.40	
26	2	15.30	16.52	16.53	5.50	50.10	
27	3	15.30	16.64	16.93	5.59	50.94	
28	4	15.30	16.59	16.68	5.52	50.34	
29	5	15.30	16.57	16.61	5.51	50.19	
30	6	15.30	16.52	16.43	5.46	49.80	
31	7	15.30	16.49	16.20	5.40	49.19	
32	8	15.30	16.45	16.19	5.41	49.28	
33	9	15.30	16.46	16.13	5.38	49.07	
34	10	15.30	16.45	16.19	5.41	49.28	
35	11	15.30	16.47	16.37	5.46	49.77	
36	12	15.30	16.49	16.49	5.49	50.07	
37	1	15.30	16.56	16.64	5.52	50.31	
38	2	15.30	16.59	16.78	5.56	50.64	
39	3	15.30	16.60	16.78	5.55	50.61	
40	4	15.30	16.60	16.61	5.50	50.10	
41	5	15.30	16.68	17.09	5.63	51.30	
42	6	15.30	16.66	16.98	5.60	51.03	
43	7	15.30	16.61	16.85	5.57	50.79	
44	8	15.30	16.62	16.96	5.60	51.09	
45	9	15.30	16.54	16.49	5.48	49.92	
46	10	15.30	16.61	16.82	5.56	50.70	
47	11	15.30	16.54	16.66	5.53	50.43	
48	12	15.30	16.52	16.58	5.51	50.25	
49	1	15.30	16.51	16.47	5.48	49.95	
50	2	15.30	16.64	17.00	5.61	51.15	
51	3	15.30	16.69	17.02	5.60	51.06	
52	4	15.30	16.68	16.96	5.58	50.91	
53	5	15.30	16.70	17.12	5.63	51.32	
54	6	15.30	16.71	17.24	5.67	51.65	
55	7	15.30	16.58	16.55	5.48	49.98	
56	8	15.30	16.66	16.98	5.60	51.03	
57	9	15.30	16.69	17.08	5.62	51.24	
58	10	15.30	16.57	16.60	5.50	50.16	
59	11	15.30	16.60	17.00	5.62	51.27	
60	12	15.30	16.59	16.92	5.60	51.06	

表1.2.2-2 性能比較試験 レシプロプレス機(グリーンペレット測定データ)

No.	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	15.31	16.37	16.32	5.47	49.86
2	15.31	16.42	16.35	5.46	49.80
3	15.31	16.43	16.38	5.47	49.86
4	15.31	16.55	16.55	5.49	50.00
5	15.31	16.53	16.52	5.48	49.97
6	15.31	16.53	16.52	5.48	49.97
7	15.31	16.18	16.09	5.46	49.74
8	15.31	16.43	16.35	5.46	49.76
9	15.31	16.56	16.54	5.48	49.94
10	15.31	16.34	16.27	5.46	49.80
11	15.31	16.53	16.54	5.49	50.04
12	15.31	16.35	16.31	5.47	49.89
13	15.31	16.38	16.32	5.47	49.83
14	15.31	16.36	16.31	5.47	49.86
15	15.31	16.40	16.30	5.45	49.70
16	15.31	16.32	16.26	5.47	49.83
17	15.31	16.59	16.49	5.45	49.70
18	15.31	16.53	16.30	5.41	49.31
19	15.31	16.38	16.31	5.46	49.80
20	15.31	16.37	16.32	5.47	49.86
21	15.31	16.56	16.42	5.44	49.58
22	15.31	16.38	16.31	5.46	49.80
23	15.31	16.37	16.31	5.47	49.83
24	15.31	16.40	16.35	5.47	49.86
25	15.31	16.45	16.39	5.47	49.82
26	15.31	16.44	16.36	5.46	49.76
27	15.31	16.63	16.67	5.50	50.12
28	15.31	16.51	16.47	5.47	49.88
29	15.31	16.54	16.37	5.43	49.49
30	15.31	16.43	16.38	5.47	49.86
31	15.31	16.48	16.40	5.46	49.76
32	15.31	16.53	16.49	5.47	49.88
33	15.31	16.41	16.35	5.47	49.83
34	15.31	16.47	16.39	5.46	49.76
35	15.31	16.43	16.36	5.46	49.79
36	15.31	16.38	16.32	5.47	49.83
37	15.31	16.51	16.42	5.46	49.73
38	15.31	16.41	16.35	5.47	49.83
39	15.31	16.38	16.30	5.46	49.77
40	15.31	16.41	16.34	5.46	49.80
41	15.31	16.39	16.36	5.48	49.92
42	15.31	16.40	16.37	5.48	49.92
43	15.31	16.46	16.39	5.46	49.79
44	15.31	16.54	16.37	5.43	49.49
45	15.31	16.57	16.56	5.48	49.97
46	15.31	16.42	16.37	5.47	49.86
47	15.31	16.44	16.42	5.48	49.95
48	15.31	16.40	16.36	5.47	49.89
49	15.31	16.40	16.38	5.48	49.95
50	15.31	16.36	16.33	5.48	49.92
51	15.31	16.44	16.38	5.47	49.83
52	15.31	16.47	16.44	5.48	49.92
53	15.31	16.52	16.50	5.48	49.94
54	15.31	16.48	16.47	5.48	49.98
55	15.31	16.44	16.40	5.47	49.89
56	15.31	16.69	16.69	5.49	50.00
57	15.31	16.36	16.32	5.47	49.89
58	15.31	16.45	16.40	5.47	49.86
59	15.31	16.41	16.37	5.47	49.89
60	15.31	16.39	16.35	5.47	49.89

表1.2.2-3 性能比較試験 ロータリープレス機(焼結ペレット測定データ)

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度	備考
1	1	12.29	12.31	12.33	12.31	13.32	16.52	10.52	95.93	
2	2	12.24	12.22	12.30	12.25	13.23	16.19	10.48	95.53	
3	3	12.17	12.17	12.21	12.18	13.12	15.87	10.48	95.52	
4	4	12.27	12.27	12.31	12.28	13.33	16.45	10.52	95.86	
5	5	12.19	12.18	12.23	12.20	13.14	15.89	10.45	95.23	
6	6	12.28	12.26	12.31	12.28	13.29	16.36	10.49	95.63	
7	7	12.27	12.25	12.31	12.28	13.27	16.36	10.52	95.88	
8	8	12.24	12.23	12.26	12.24	13.21	16.18	10.51	95.77	
9	9	12.21	12.21	12.25	12.22	13.20	16.16	10.54	96.04	
10	10									測定不能
11	11									測定不能
12	12	12.21	12.20	12.24	12.22	13.16	16.09	10.53	96.02	
13	1	12.25	12.26	12.29	12.27	13.29	16.44	10.57	96.36	
14	2	12.25	12.25	12.28	12.26	13.25	16.35	10.56	96.22	
15	3	12.24	12.24	12.27	12.25	13.27	16.36	10.56	96.29	
16	4	12.27	12.26	12.32	12.28	13.30	16.48	10.56	96.26	
17	5	12.28	12.27	12.31	12.29	13.32	16.51	10.56	96.23	
18	6	12.27	12.27	12.30	12.28	13.27	16.43	10.56	96.23	
19	7	12.23	12.22	12.26	12.24	13.21	16.21	10.54	96.05	
20	8	12.19	12.19	12.24	12.21	13.14	16.01	10.51	95.85	
21	9	12.17	12.17	12.22	12.19	13.09	15.82	10.46	95.39	
22	10									測定不能
23	11	12.22	12.19	12.25	12.22	13.11	16.01	10.52	95.86	
24	12	12.18	12.18	12.22	12.19	13.08	15.90	10.51	95.84	
25	1	12.28	12.26	12.31	12.28	13.32	16.48	10.54	96.11	
26	2	12.26	12.24	12.31	12.27	13.22	16.33	10.55	96.17	
27	3	12.30	12.30	12.34	12.31	13.38	16.72	10.60	96.60	
28	4	12.27	12.26	12.31	12.28	13.29	16.47	10.57	96.32	
29	5	12.26	12.25	12.31	12.27	13.28	16.40	10.54	96.09	
30	6	12.26	12.24	12.27	12.26	13.21	16.23	10.52	95.86	
31	7	12.20	12.18	12.27	12.22	13.15	16.00	10.48	95.56	
32	8	12.21	12.19	12.23	12.21	13.14	16.00	10.50	95.74	
33	9	12.19	12.19	12.21	12.20	13.12	15.93	10.50	95.67	
34	10	12.23	12.22	12.25	12.23	13.12	16.00	10.48	95.52	
35	11	12.23	12.22	12.28	12.24	13.17	16.18	10.54	96.07	
36	12	12.24	12.25	12.27	12.25	13.23	16.28	10.54	96.06	
37	1	12.27	12.32	12.33	12.31	13.31	16.43	10.48	95.53	
38	2	12.29	12.31	12.35	12.32	13.34	16.56	10.52	95.91	
39	3	12.30	12.28	12.33	12.30	13.35	16.56	10.54	96.05	
40	4	12.26	12.26	12.32	12.28	13.31	16.40	10.51	95.77	
41	5	12.34	12.35	12.39	12.36	13.45	16.87	10.56	96.23	
42	6	12.34	12.32	12.37	12.34	13.40	16.76	10.55	96.22	
43	7	12.32	12.31	12.37	12.33	13.37	16.63	10.51	95.84	
44	8	12.34	12.32	12.38	12.35	13.38	16.74	10.55	96.19	
45	9	12.24	12.24	12.26	12.25	13.24	16.28	10.54	96.09	
46	10	12.30	12.29	12.37	12.32	13.35	16.60	10.53	96.02	
47	11	12.27	12.27	12.30	12.28	13.27	16.45	10.57	96.35	
48	12	12.26	12.27	12.31	12.28	13.27	16.37	10.52	95.88	
49	1	12.24	12.25	12.27	12.25	13.22	16.26	10.53	96.02	
50	2	12.34	12.32	12.35	12.34	13.41	16.78	10.57	96.36	
51	3	12.34	12.31	12.34	12.33	13.44	16.80	10.57	96.36	
52	4	12.33	12.32	12.37	12.34	13.42	16.73	10.53	95.95	
53	5	12.36	12.34	12.38	12.36	13.49	16.90	10.54	96.11	
54	6	12.38	12.39	12.40	12.39	13.51	17.01	10.54	96.12	
55	7	12.26	12.24	12.27	12.26	13.25	16.34	10.55	96.22	
56	8	12.34	12.32	12.35	12.34	13.39	16.76	10.57	96.39	
57	9	12.33	12.34	12.38	12.35	13.45	16.86	10.57	96.32	
58	10	12.26	12.26	12.30	12.27	13.29	16.39	10.53	95.96	
59	11	12.35	12.33	12.41	12.36	13.39	16.78	10.54	96.09	
60	12	12.32	12.34	12.38	12.35	13.36	16.70	10.54	96.11	

表1.2.2-4 性能比較試験 レシプロプレス機(焼結ペレット測定データ)

No.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	12.25	12.26	12.23	12.25	13.18	16.10	10.47	95.47
2	12.26	12.24	12.26	12.25	13.18	16.14	10.49	95.60
3	12.28	12.23	12.23	12.25	13.17	16.17	10.53	95.96
4	12.26	12.26	12.28	12.27	13.30	16.33	10.49	95.64
5	12.27	12.25	12.23	12.25	13.29	16.31	10.51	95.85
6	12.26	12.25	12.25	12.25	13.28	16.31	10.52	95.87
7	12.26	12.24	12.24	12.25	12.96	15.88	10.51	95.78
8	12.25	12.24	12.23	12.24	13.17	16.14	10.52	95.88
9	12.26	12.24	12.24	12.25	13.29	16.33	10.53	96.02
10	12.25	12.22	12.23	12.23	13.11	16.06	10.53	95.95
11	12.26	12.25	12.24	12.25	13.29	16.29	10.50	95.73
12	12.25	12.23	12.23	12.24	13.12	16.10	10.54	96.06
13	12.25	12.23	12.24	12.24	13.14	16.11	10.52	95.92
14	12.26	12.24	12.23	12.24	13.10	16.09	10.54	96.05
15	12.26	12.23	12.24	12.24	13.14	16.09	10.50	95.75
16	12.25	12.23	12.23	12.24	13.10	16.04	10.52	95.85
17	12.25	12.24	12.23	12.24	13.28	16.27	10.51	95.85
18	12.25	12.23	12.23	12.24	13.13	16.09	10.52	95.93
19	12.25	12.25	12.23	12.24	13.13	16.10	10.52	95.89
20	12.25	12.23	12.24	12.24	13.15	16.11	10.51	95.85
21	12.27	12.26	12.26	12.26	13.19	16.22	10.51	95.84
22	12.25	12.24	12.24	12.24	13.12	16.09	10.52	95.90
23	12.25	12.24	12.23	12.24	13.11	16.10	10.54	96.09
24	12.25	12.24	12.23	12.24	13.15	16.13	10.53	95.97
25	12.28	12.25	12.24	12.26	13.20	16.18	10.49	95.64
26	12.27	12.25	12.25	12.26	13.15	16.16	10.52	95.89
27	12.27	12.26	12.27	12.27	13.33	16.46	10.55	96.18
28	12.26	12.25	12.24	12.25	13.21	16.26	10.55	96.14
29	12.26	12.24	12.26	12.25	13.18	16.16	10.50	95.72
30	12.26	12.23	12.24	12.24	13.18	16.17	10.52	95.93
31	12.27	12.25	12.23	12.25	13.19	16.19	10.52	95.88
32	12.29	12.27	12.25	12.27	13.24	16.28	10.50	95.73
33	12.26	12.24	12.24	12.25	13.13	16.13	10.53	96.01
34	12.27	12.26	12.25	12.26	13.16	16.17	10.51	95.82
35	12.27	12.25	12.23	12.25	13.17	16.15	10.51	95.78
36	12.26	12.25	12.23	12.25	13.14	16.11	10.51	95.82
37	12.27	12.24	12.24	12.25	13.22	16.21	10.51	95.77
38	12.26	12.25	12.24	12.25	13.17	16.14	10.50	95.73
39	12.27	12.24	12.23	12.25	13.14	16.09	10.50	95.70
40	12.25	12.25	12.24	12.25	13.15	16.13	10.52	95.87
41	12.27	12.25	12.23	12.25	13.14	16.15	10.53	96.01
42	12.27	12.25	12.24	12.25	13.16	16.16	10.52	95.87
43	12.27	12.24	12.24	12.25	13.18	16.17	10.51	95.83
44	12.26	12.25	12.24	12.25	13.17	16.16	10.51	95.84
45	12.27	12.25	12.23	12.25	13.30	16.35	10.53	96.01
46	12.26	12.26	12.25	12.26	13.19	16.16	10.49	95.59
47	12.26	12.25	12.23	12.25	13.20	16.21	10.53	95.97
48	12.26	12.25	12.23	12.25	13.15	16.15	10.53	95.98
49	12.26	12.25	12.24	12.25	13.19	16.16	10.50	95.70
50	12.26	12.24	12.25	12.25	13.14	16.11	10.51	95.77
51	12.26	12.25	12.24	12.25	13.18	16.17	10.51	95.83
52	12.28	12.26	12.23	12.26	13.22	16.23	10.51	95.79
53	12.27	12.25	12.23	12.25	13.25	16.28	10.53	95.97
54	12.26	12.24	12.23	12.24	13.23	16.26	10.54	96.10
55	12.26	12.24	12.23	12.24	13.20	16.18	10.51	95.85
56	12.28	12.25	12.26	12.26	13.39	16.48	10.52	95.91
57	12.26	12.25	12.23	12.25	13.12	16.11	10.53	95.97
58	12.25	12.24	12.24	12.24	13.19	16.19	10.53	95.98
59	12.27	12.24	12.24	12.25	13.17	16.16	10.51	95.84
60	12.27	12.25	12.23	12.25	13.15	16.14	10.52	95.87

資料 1. 2. 1 先行試験仕様

(1) 試験装置仕様

① 成型装置

成型方式	3段ロール式ロータリープレス
最大成型圧力	10 t (総圧)
柱立数	12本
処理能力	72～216個／分
充填方式	攪拌フィードシュ
装置重量	3000 kg

② その他

i. 原料秤量装置

秤量方式	電子天秤
最大秤量	24100 g
読取限度	1 g

ii. 混合装置 (バインダ混合, ルブリカント混合)

混合方式	デルタ型ミキサ
容積	約100 ℥

iii. 脱脂・焼結炉

方式	角形内熱式バッチ炉
雰囲気ガス	N ₂ - H ₂ (5%)
最高使用温度	約1800 °C

(2) 測定装置仕様

① 重量測定装置

秤量方式	電子天秤
最大秤量	240 g
読取限度	0.01 g

② 高さ・直径測定装置

測定方式	レーザー測定装置
読取限度	0.01 mm

(3) ウラン粉末仕様 (表1.2.1-1 参照)

① 天然ウランI

試験開始当初、使用を予定していた天然ウランは、購入から約20年を経過しており、O/M値及び水分含有率が上昇していた。そのため、焼結後の重量変動（減少）が大きく、目標の密度（ $95 \pm 1.7\%$ TD）まで上がらなかった。そのため、本ウラン粉末は、約60kg UO₂処理した時点で、試験には不適と判断し、新たな試験粉末（天然ウランII）の供給を受けた。尚、本粉末を用いた試験ではロータリープレス機の性能に関するデータが取得出来なかったため、本報告書での報告は、行わないこととする。

② 天然ウランII

天然ウランIの粉末物性値が試験粉末としては、不適であったため、新たに試験粉末の供給を受けた。本報告書で報告する試験結果は、全て本粉末を使用したものである。

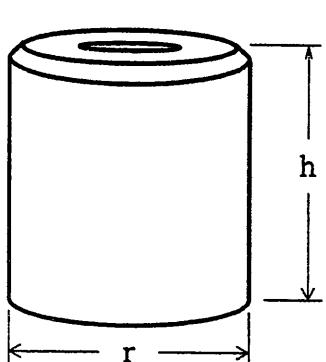
表1.2.1-1 ウラン粉末仕様

	天然ウランI	天然ウランII
ロットNo.	F 0 0 1	F C 1 2 0 2
品名	UO ₂ 粉末	UO ₂ 粉末
ウラン含有率	86.70%	87.71%
ウラン濃縮度	0.71%	0.71%
O/M	2.28	2.05
水分含有率	1.31%	0.19%
平均粒子径	0.7 μm	0.7 μm
高密度	データなし	2.0 g/cm ³
タップ密度	データなし	3.3 g/cm ³
比表面積	3.7 m ² /g	3.7 m ² /g

(4) 試作ペレット仕様

本試験で製作するペレットは、ふげん燃料用ペレット（36本タイプ）を模擬したものである。尚、各寸法は、表1.2.1-2に示す。

表1.2.1-2 ペレット仕様



	グリーンペレット	焼結ペレット
直径 (r)	約15.3mm	12.4mm±30μm
高さ (h)	——	13±1.7mm
密度	——	95±1.7%TD ^{*1}
備考	両端面部：ディッシュ付 (上端面部：パンチNo.刻印) 両端面周辺部：チャンファ付	

* 1) UO₂ ペレットの理論密度： 10.97 g / cm³

(5) 試験方法

① 試験方法の概要

本先行試験は、ペレット仕様を満たすために、最適な成型圧力の選定を行うことを主な目的として実施した。本成型装置において、成型圧力を調整する方法は複数あるが、本試験では、各成型圧力に対して、成型後のペレット寸法をほぼ同一にできる粉末充填量を調整する方法を採用した。

本試験では、十分な原料が確保出来なかったことと、相次ぐ中断により、十分な試験期間が確保できなかったため、当初の計画を縮小して行う必要があった。そこで、試験内容を極力変更することなく、目的を達成するために試験の精度は多少犠牲にして、表1.2.1-3の通り、試験計画を変更している。実施した試験は、2バッチから構成されており、1バッチ目の試験は、最適な成型圧力の目安を得ることを目的としている。そのため、成型圧力の水準を0.5 t / cm²刻みで1.0から3.0 t / cm²まで幅広く設定している。2バッチ目の試験では、1バッチ目の試験結果の検証（再確認）と、成型圧力の最終的な選定を目的としている。そのため、水準を絞り込み、且つ、各水準毎の処理量（サンプル数）を増やし、評価（検定）の精度を上げている。

表 1.2.1-3 試験計画変更一覧

	実際の試験	試験計画書
試験バッチサイズ (kgUO ₂)	1バッチ目 (I) : 10 2バッチ目 (II) : 30	15
水 準 (t/cm ²)	I : 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 II : 1.5, 2.0, 2.5	1.0, 1.5, 2.0
水準の取り方	1バッチ多水準*2	1バッチ1水準
繰り返し数	1	3
処理総量 (kgUO ₂)	40 10 (I) + 30 (II)	135 15kgUO ₂ × 3水準 × 3回
造粒処理	無し*3	有り

* 2) 1バッチ多水準

1バッチ目 (10 kgUO₂) : 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 (t/cm²)

2バッチ目 (30 kgUO₂) : 1.5, 2.0, 2.5 (t/cm²)

* 3) 造粒処理

天然ウラン I を用いた試運転において、造粒処理を行わなくても、粉末はダイス内に良好に充填できることが判ったため、本試験においては、造粒処理は行わないこととした。

② 試験フロー

本試験のフローを図 1.2.1-1 に示す。

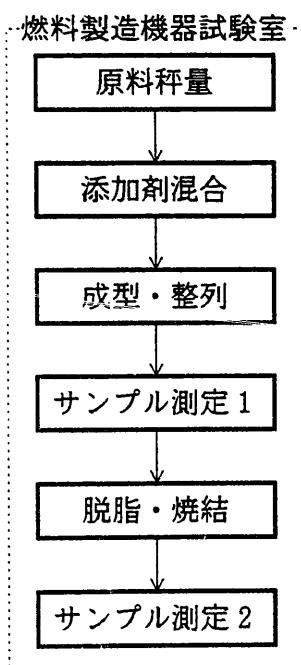


図 1.2.1-1 試験フロー (先行試験)

③ 試験条件

本試験の試験条件の一覧を表1.2.1-4に示す。

表1.2.1-4 試験条件一覧

処理名称	処理装置	設定項目	条件
原料秤量	電子天秤	1回目	1.0 kg UO ₂
		2回目	3.0 kg UO ₂
添加剤混合	デルタ型ミキサ	添加剤名称	ステアリン酸亜鉛
		添加剤添加率	0.4 wt%
		本体回転数	25 rpm
		攪拌羽根回転数	50 rpm
		混合時間	15分
成型・整列	ロータリープレス機	杵立数	12本
		ダイス径	約 15.2mm
		成型速度	約 90 個／分
		粉末充填深さ	任 意
		成型圧力	約 1.0 ~ 3.0 t / cm ²
		攪拌羽根回転数	任 意
		ホッパブレーカ回転数	任 意
		予圧1杵深さ	上10.00mm 下27.89mm
		予圧1上杵移動量	0.0mm
		予圧2杵深さ	上2.00mm 下18.83mm
		予圧2上杵移動量	0.0mm
		本圧杵深さ	上10.00mm 下24.26mm
		予圧上杵移動量	0.0mm
脱脂・焼結	角形内熱式バッチ炉	脱脂温度	800 °C
		昇温速度	200 °C / 時
		保持時間	2 時間
		焼結温度	1600 °C
		昇温速度	400 °C / 時
		保持時間	2 時間
		雰囲気ガス種類	N ₂ - H ₂ (5%)

④ サンプリング方法

本ロータリープレス機は、試作機のため成型圧力を一定に保つ制御機構が付加していない。そのため、運転を開始してから成型圧力が安定するまでに数分間の調整運転を行わなければならない。そこで、サンプルの採取は、成型圧力を成型装置制御盤によりモニタリングし、安定した状態のときに行うこととする。

サンプリングに当たっては、各パンチ間のばらつきを調査するため、12パンチ分（上端面部刻印No.1～12）を1組として、（成型された時間による誤差を小さくする目的で）できるだけ同一周回に成型されたサンプルを採取するようにする。

各水準毎のサンプルの採取数は、処理量の違いにより、1バッチ目が1組（12個）、2バッチ目が5組（60個）とする。

⑤ 測定方法

成型処理後及び焼結処理後（成型処理後と同様のサンプル）に採取されたサンプルは、直径（3点）、高さ及び重量の測定を行う。また、目視にて外観の検査も行い、有意なカケ等が発生していないか検査する。

（表1.2.1-5参照）

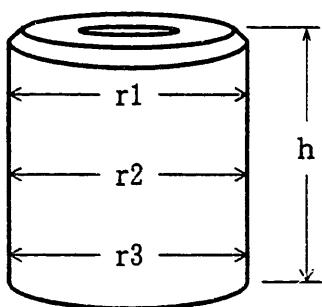


表1.2.1-5 ペレット測定項目一覧

測定項目	測定装置	備考
直径 r	レーザー測定装置	上、中、下
高さ h		中央
重量 w	電子天秤	—
外観検査	目視検査	—

⑥ 評価方法

焼結後のペレットの各測定データから、密度を求め、成型圧力がペレット焼結密度に影響を及ぼしているかF検定により確認した後、各成型圧力における焼結ペレット密度の区間推定を行い、 $95 \pm 1.7\% TD$ を満たす最適な成型圧力を選定する。

資料1.2.2 レシプロプレス機とロータリープレス機との成型性の比較試験仕様

(1) 試験装置仕様

① 成型装置

表1.2.2-1に、Pu-2ATRラインで使用しているレシプロプレス機と試作したロータリープレス機との仕様を比較した一覧を示す。

表1.2.2-1 成型装置仕様一覧

	Pu-2ATRライン	試作成型装置
加圧方式	カム式レシプロプレス	3段ロール式ローリープレス
最大成型圧力	5t(総圧)	10t(総圧)
杵立数	1	12
粉末充填方式	往復シェイカー方式	攪拌フィードシュ方式
製品直径	約15.3mm	約15.3mm
成型能力	7~28個/分	72~216個/分
本体寸法	約780×1,260×2,282mm	約800×940×2,250mm

② その他

i. 原料秤量装置

秤量方式	電子天秤
最大秤量	24100g
読み取限度	1g

ii. 混合装置(バインダ混合、ルブリカント混合)

混合方式	デルタ型ミキサ
容積	約100ℓ

iii. 予備焼結炉(Pu-2ATRライン)

方式	丸形外熱式バッチ炉
雰囲気ガス	N ₂ -H ₂ (5%)
最高使用温度	約900℃

iv. 焼結炉(Pu-2ATRライン)

方式	丸形内熱式バッチ炉
雰囲気ガス	N ₂ -H ₂ (5%)
最高使用温度	約1750℃

(2) 測定装置仕様

① 重量測定装置 (P u - 2 A T R ライン)

秤量方式 電子天秤

最大秤量 300 g

読取限度 0.01 g

② 高さ・直径測定装置 (P u - 2 A T R ライン)

測定方式 レーザー測定装置

読取限度 0.0001 mm

(3) ウラン粉末仕様

天然ウランⅡ (別添資料1.2.1参照)

(4) 試作ペレット仕様

先行試験と同様 (別添資料1.2.1参照)

(5) 試験方法

① 試験方法の概要

レシプロプレス機及びロータリープレス機の各々で、先行試験の結果から得られた、最適な成型圧力でペレットを成型し、その製作されたペレットを測定し、各成型装置の性能を評価した。

尚、本試験に当たっては、成型装置間の差を純粹に評価するため、ペレットを製作する工程のうち成型工程以外の工程は、同一条件となるように試験を計画し実施した。

② 試験フロー

成型工程以外の工程を同一条件とするため、原料秤量及び添加剤混合迄を燃料製造機器試験室で行い、その混合済みの原料を2分割し、ロータリープレス機及びレシプロプレス機の各々に供給しペレットに成型している。更に、成型処理された各ペレットはPu-2ATRラインで寸法及び重量を測定した後、同じ焼結皿上に整列し、予備焼結炉及び焼結炉に装荷し処理を行っている。

(図1.2.2-1参照)

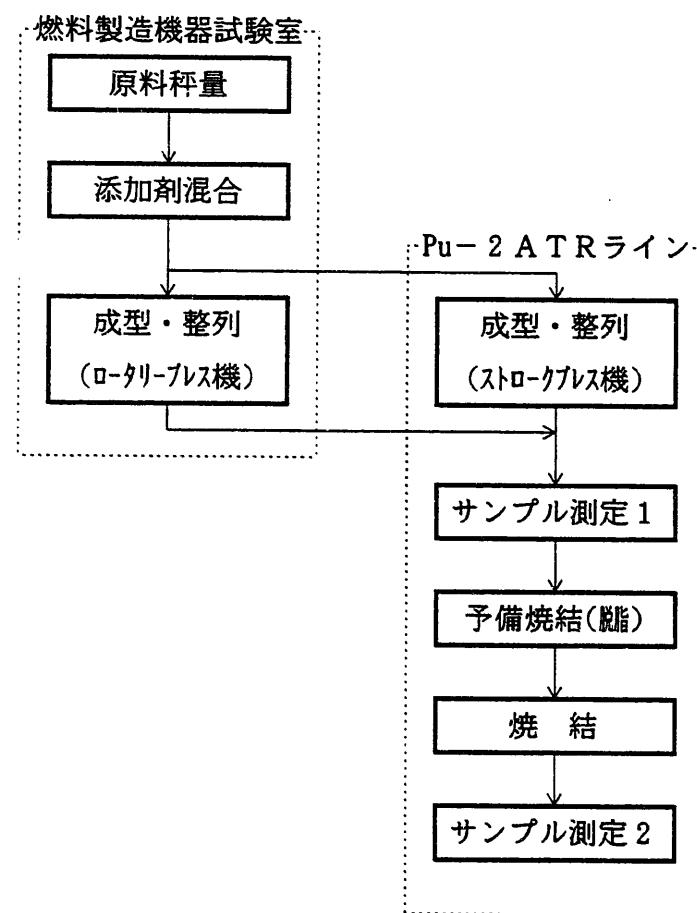


図1.2.2-1 試験フロー（成型性の比較試験）

(3) 試験条件

本試験の試験条件の一覧を表1.2.2-2に示す。

表1.2.2-2 試験条件一覧

処理名称	処理装置	設定項目	条件	
原料秤量	電子天秤		約17kgUO ₂ (総量)	
添加剤混合	デルタ型ミキサ	添加剤名称	ステアリン酸亜鉛	
		添加剤添加率	0.4 wt%	
		本体回転数	25 rpm	
		攪拌羽根回転数	50 rpm	
		混合時間	15分	
成型・整列	ロータリープレス機 (左側) レシプロプレス機 (右側)	柱立数	12本	1本
		ダイス径	約15.2mm	約15.2mm
		成型速度	約90個/分	約12個/分
		充填深さ	37.00 mm	
		成型圧力	約1.7 t/cm ²	
		攪拌羽根回転数	先行試験と同様	—
		ホッパブレーカ回転数	先行試験と同様	—
		予圧1柱深さ	先行試験と同様	—
		予圧1上柱移動量	先行試験と同様	—
		予圧2柱深さ	先行試験と同様	—
		予圧2上柱移動量	先行試験と同様	—
		本圧柱深さ	先行試験と同様	—
予備焼結 (脱脂)	丸形外熱式バッチ炉	脱脂温度	約700℃	
		昇温速度	200℃/時間	
		保持時間	1時間	
		雰囲気ガス種類	N ₂ - H ₂ (5%)	
焼結	丸形内熱式バッチ炉	焼結温度	約1740℃	
		昇温速度	400℃/時間	
		保持時間	3時間	
		雰囲気ガス種類	N ₂ - H ₂ (5%)	

④ サンプリング方法

ロータリープレス機におけるサンプリング方法は、先行試験時と同様とし
5組（60個）採取する。また、レシプロプレス機は、成型が安定して行え
る状態から任意に60個を採取する。

⑤ 測定方法

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

⑥ 評価方法

焼結後のペレットの各測定データから、以下の項目について比較評価する。

[評価項目]

- i. ペレット密度
- ii. ペレット形状
- iii. 収縮率
- iv. パンチ毎の焼結ペレット密度の比較

乾式回收粉末添加試驗

表1.3.1-1 乾式回収粉末添加試験 添加率0% グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	15.37	15.37	15.35	15.36	16.82	16.73	5.42	49.39
2	2	15.37	15.36	15.35	15.36	16.86	16.85	5.45	49.64
3	3	15.37	15.37	15.36	15.37	16.86	16.95	5.47	49.89
4	4	15.37	15.37	15.36	15.36	16.89	16.93	5.46	49.77
5	5	15.39	15.38	15.36	15.37	16.93	16.96	5.45	49.66
6	6	15.38	15.39	15.37	15.38	16.91	17.18	5.52	50.34
7	7	15.38	15.38	15.36	15.37	16.90	17.15	5.52	50.31
8	8	15.38	15.38	15.36	15.38	16.92	17.05	5.48	49.97
9	9	15.37	15.37	15.35	15.36	16.88	16.91	5.46	49.73
10	10	15.39	15.38	15.37	15.38	16.90	16.96	5.45	49.72
11	11	15.37	15.38	15.37	15.37	16.82	16.92	5.47	49.90
12	12	15.37	15.37	15.35	15.36	16.84	16.85	5.45	49.68
13	1	15.38	15.38	15.36	15.38	16.82	16.79	5.43	49.47
14	2	15.38	15.37	15.37	15.37	16.89	16.94	5.45	49.72
15	3	15.37	15.38	15.36	15.37	16.91	17.01	5.47	49.87
16	4	15.37	15.37	15.36	15.37	16.92	16.98	5.46	49.77
17	5	15.37	15.37	15.37	15.37	16.93	16.90	5.43	49.50
18	6	15.38	15.39	15.38	15.38	16.90	17.16	5.51	50.27
19	7	15.38	15.37	15.38	15.38	16.91	17.14	5.51	50.24
20	8	15.37	15.38	15.37	15.38	16.92	17.10	5.50	50.11
21	9	15.37	15.38	15.37	15.37	16.95	17.02	5.46	49.81
22	10	15.38	15.38	15.39	15.38	16.92	16.97	5.45	49.68
23	11	15.37	15.38	15.36	15.37	16.89	16.97	5.47	49.85
24	12	15.36	15.37	15.35	15.36	16.85	16.82	5.44	49.59
25	1	15.37	15.38	15.36	15.37	16.80	16.74	5.42	49.42
26	2	15.37	15.37	15.35	15.37	16.82	18.83	6.09	55.55
27	3	15.37	15.37	15.35	15.37	16.92	17.01	5.47	49.90
28	4	15.38	15.39	15.35	15.37	16.92	16.99	5.46	49.79
29	5	15.38	15.39	15.37	15.38	16.91	17.00	5.47	49.84
30	6	15.39	15.38	15.38	15.38	16.94	17.18	5.51	50.22
31	7	15.39	15.39	15.37	15.38	16.91	17.12	5.50	50.12
32	8	15.37	15.37	15.36	15.37	16.92	17.18	5.52	50.35
33	9	15.37	15.38	15.36	15.37	16.94	17.04	5.48	49.93
34	10	15.37	15.37	15.36	15.37	16.90	16.91	5.44	49.63
35	11	15.38	15.37	15.36	15.37	16.86	16.96	5.48	49.92
36	12	15.37	15.37	15.36	15.37	16.80	16.74	5.43	49.47
37	1	15.36	15.37	15.35	15.36	16.81	16.79	5.44	49.60
38	2	15.38	15.38	15.35	15.37	16.89	16.90	5.44	49.63
39	3	15.37	15.38	15.36	15.37	16.91	17.04	5.48	49.97
40	4	15.37	15.39	15.35	15.37	16.89	17.03	5.49	50.02
41	5	15.37	15.38	15.36	15.37	16.92	17.02	5.47	49.90
42	6	15.38	15.39	15.38	15.38	16.92	17.11	5.49	50.09
43	7	15.38	15.38	15.38	15.38	16.91	17.05	5.48	49.98
44	8	15.38	15.38	15.37	15.38	16.89	17.13	5.52	50.28
45	9	15.40	15.36	15.36	15.37	16.96	17.12	5.49	50.04
46	10	15.38	15.37	15.36	15.37	16.86	16.81	5.43	49.48
47	11	15.37	15.38	15.37	15.37	16.84	16.96	5.48	49.92
48	12	15.39	15.37	15.36	15.37	16.81	16.79	5.44	49.55
49	1	15.37	15.38	15.36	15.37	16.86	16.77	5.41	49.35
50	2	15.37	15.37	15.35	15.36	16.85	16.90	5.46	49.78
51	3	15.38	15.38	15.36	15.37	16.94	17.03	5.47	49.84
52	4	15.37	15.37	15.35	15.36	16.92	17.03	5.48	49.98
53	5	15.37	15.38	15.36	15.37	16.90	17.05	5.49	50.05
54	6	15.39	15.40	15.39	15.39	16.93	17.06	5.47	49.84
55	7	15.37	15.37	15.36	15.37	16.92	17.00	5.47	49.84
56	8	15.37	15.38	15.36	15.37	16.94	17.05	5.48	49.92
57	9	15.37	15.37	15.36	15.37	16.93	17.13	5.51	50.22
58	10	15.39	15.39	15.36	15.38	16.88	16.90	5.44	49.60
59	11	15.38	15.38	15.37	15.38	16.87	16.87	5.44	49.57
60	12	15.37	15.38	15.35	15.37	16.81	16.89	5.47	49.85

表1.3.1-2 乾式回収粉末添加試験 添加率5% グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	15.37	15.36	15.34	15.36	16.79	16.96	5.50	50.18
2	2	15.37	15.37	15.34	15.36	16.78	16.86	5.48	49.92
3	3	15.37	15.36	15.34	15.36	16.83	17.03	5.51	50.26
4	4	15.37	15.37	15.35	15.37	16.88	17.15	5.53	50.43
5	5	15.36	15.37	15.34	15.36	16.87	17.12	5.53	50.40
6	6	15.37	15.39	15.36	15.37	16.83	17.09	5.52	50.34
7	7	15.38	15.38	15.35	15.37	16.84	17.14	5.54	50.48
8	8	15.38	15.38	15.35	15.37	16.84	17.26	5.58	50.85
9	9	15.36	15.36	15.35	15.36	16.82	16.93	5.48	49.99
10	10	15.38	15.38	15.35	15.37	16.83	16.93	5.47	49.90
11	11	15.38	15.37	15.35	15.37	16.81	17.08	5.54	50.46
12	12	15.37	15.36	15.35	15.36	16.81	17.19	5.57	50.80
13	1	15.37	15.38	15.35	15.37	16.86	16.84	5.44	49.57
14	2	15.37	15.37	15.35	15.36	16.78	16.81	5.46	49.74
15	3	15.38	15.37	15.35	15.37	16.87	17.12	5.53	50.38
16	4	15.37	15.37	15.35	15.36	16.87	17.13	5.53	50.43
17	5	15.37	15.37	15.35	15.36	16.86	17.11	5.53	50.40
18	6	15.37	15.38	15.37	15.38	16.86	17.13	5.53	50.37
19	7	15.37	15.38	15.35	15.37	16.82	17.03	5.51	50.23
20	8	15.37	15.38	15.35	15.37	16.82	17.06	5.52	50.36
21	9	15.38	15.37	15.36	15.37	16.85	17.11	5.53	50.38
22	10	15.37	15.38	15.35	15.36	16.80	16.84	5.46	49.76
23	11	15.38	15.37	15.36	15.37	16.76	16.92	5.50	50.09
24	12	15.37	15.37	15.35	15.36	16.82	17.11	5.54	50.52
25	1	15.37	15.37	15.34	15.36	16.79	16.82	5.46	49.79
26	2	15.38	15.37	15.34	15.36	16.81	16.80	5.44	49.63
27	3	15.37	15.38	15.35	15.37	16.84	17.07	5.52	50.29
28	4	15.38	15.38	15.35	15.37	16.90	17.05	5.49	50.06
29	5	15.38	15.38	15.35	15.37	16.86	16.98	5.48	49.98
30	6	15.38	15.38	15.37	15.38	16.85	17.05	5.50	50.14
31	7	15.38	15.39	15.36	15.38	16.85	17.15	5.53	50.43
32	8	15.38	15.39	15.35	15.37	16.83	17.20	5.56	50.67
33	9	15.38	15.37	15.35	15.37	16.86	17.03	5.50	50.13
34	10	15.37	15.37	15.35	15.36	16.84	16.95	5.48	49.97
35	11	15.38	15.37	15.35	15.36	16.79	16.95	5.50	50.14
36	12	15.37	15.37	15.35	15.36	16.78	17.07	5.54	50.51
37	1	15.38	15.37	15.35	15.37	16.82	16.95	5.49	50.01
38	2	15.37	15.38	15.35	15.37	16.80	16.88	5.47	49.85
39	3	15.38	15.38	15.35	15.37	16.88	17.18	5.54	50.50
40	4	15.37	15.38	15.35	15.37	16.87	17.10	5.52	50.33
41	5	15.37	15.38	15.35	15.37	16.83	17.01	5.50	50.14
42	6	15.38	15.39	15.37	15.38	16.88	17.03	5.48	49.98
43	7	15.38	15.38	15.36	15.37	16.84	17.16	5.54	50.51
44	8	15.37	15.38	15.35	15.37	16.83	17.21	5.56	50.71
45	9	15.37	15.37	15.35	15.37	16.86	17.10	5.52	50.31
46	10	15.38	15.38	15.36	15.37	16.83	16.96	5.48	49.99
47	11	15.37	15.37	15.35	15.37	16.81	17.12	5.55	50.55
48	12	15.37	15.38	15.34	15.36	16.80	17.12	5.55	50.57
49	1	15.38	15.37	15.36	15.37	16.79	16.91	5.48	49.97
50	2	15.38	15.37	15.36	15.37	16.80	16.88	5.47	49.83
51	3	15.38	15.38	15.35	15.37	16.88	17.21	5.55	50.59
52	4	15.37	15.37	15.34	15.36	16.85	17.06	5.51	50.26
53	5	15.38	15.38	15.36	15.37	16.84	17.08	5.52	50.29
54	6	15.38	15.40	15.37	15.39	16.86	17.11	5.51	50.23
55	7	15.38	15.39	15.35	15.37	16.86	16.98	5.48	49.94
56	8	15.40	15.39	15.35	15.38	16.82	16.96	5.48	49.96
57	9	15.38	15.37	15.34	15.36	16.84	16.98	5.49	50.07
58	10	15.37	15.38	15.35	15.37	16.81	16.85	5.45	49.72
59	11	15.39	15.38	15.35	15.37	16.76	16.96	5.50	50.16
60	12	15.36	15.37	15.34	15.36	16.78	17.06	5.54	50.51

表1.3.1-3 乾式回収粉末添加試験 添加率15% グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	15.37	15.37	15.35	15.37	16.88	17.05	5.50	50.12
2	2	15.38	15.37	15.35	15.36	16.89	17.07	5.51	50.19
3	3	15.37	15.37	15.35	15.36	16.93	17.12	5.51	50.24
4	4	15.38	15.37	15.35	15.37	16.91	17.08	5.50	50.10
5	5	15.36	15.38	15.36	15.37	16.90	17.07	5.50	50.13
6	6	15.39	15.38	15.38	15.38	16.91	17.08	5.49	50.02
7	7	15.38	15.37	15.36	15.37	16.89	16.98	5.47	49.85
8	8	15.37	15.38	15.35	15.37	16.80	16.79	5.44	49.61
9	9	15.37	15.37	15.34	15.36	16.87	17.00	5.49	50.05
10	10	15.37	15.37	15.36	15.36	16.87	16.95	5.47	49.88
11	11	15.37	15.38	15.36	15.37	16.84	17.02	5.50	50.14
12	12	15.36	15.37	15.34	15.36	16.87	17.09	5.52	50.33
13	1	15.37	15.37	15.35	15.37	16.97	17.96	5.76	52.54
14	2	15.36	15.37	15.35	15.36	16.86	17.08	5.52	50.31
15	3	15.38	15.37	15.36	15.37	16.91	17.09	5.50	50.15
16	4	15.38	15.38	15.36	15.37	16.87	17.02	5.49	50.01
17	5	15.36	15.37	15.36	15.36	16.92	17.11	5.51	50.23
18	6	15.38	15.38	15.37	15.38	16.91	17.09	5.50	50.10
19	7	15.38	15.38	15.36	15.37	16.88	16.96	5.47	49.85
20	8	15.38	15.38	15.35	15.37	16.84	16.91	5.46	49.79
21	9	15.38	15.37	15.35	15.37	16.88	16.88	5.44	49.63
22	10	15.38	15.38	15.36	15.37	16.89	16.97	5.46	49.79
23	11	15.38	15.38	15.36	15.37	16.87	17.07	5.51	50.19
24	12	15.38	15.36	15.34	15.36	16.86	17.12	5.53	50.42
25	1	15.37	15.37	15.34	15.36	16.86	16.97	5.49	50.02
26	2	15.37	15.38	15.36	15.37	16.86	16.98	5.48	49.96
27	3	15.37	15.37	15.34	15.36	16.89	17.17	5.54	50.51
28	4	15.37	15.37	15.36	15.36	16.87	16.97	5.48	49.92
29	5	15.38	15.38	15.36	15.37	16.92	17.11	5.50	50.16
30	6	15.39	15.38	15.37	15.38	16.90	17.09	5.49	50.08
31	7	15.39	15.37	15.36	15.37	16.89	16.95	5.46	49.77
32	8	15.37	15.38	15.35	15.37	16.93	17.39	5.59	50.97
33	9	15.38	15.36	15.35	15.36	16.94	16.98	5.46	49.79
34	10	15.37	15.38	15.36	15.37	16.89	17.01	5.48	49.94
35	11	15.38	15.38	15.36	15.37	16.88	17.12	5.52	50.28
36	12	15.37	15.37	15.36	15.37	16.87	17.11	5.52	50.31
37	1	15.37	15.37	15.35	15.36	16.87	16.97	5.48	49.93
38	2	15.37	15.37	15.34	15.36	16.87	17.00	5.49	50.03
39	3	15.38	15.37	15.35	15.37	17.02	17.10	5.47	49.85
40	4	15.39	15.38	15.35	15.37	16.87	17.00	5.48	49.96
41	5	15.38	15.38	15.35	15.37	16.91	17.08	5.50	50.11
42	6	15.39	15.39	15.37	15.38	16.90	17.10	5.50	50.12
43	7	15.38	15.38	15.37	15.38	16.91	17.07	5.49	50.02
44	8	15.37	15.38	15.35	15.37	16.87	16.87	5.44	49.62
45	9	15.37	15.38	15.36	15.37	16.91	17.07	5.49	50.07
46	10	15.37	15.38	15.36	15.37	16.91	17.07	5.49	50.06
47	11	15.38	15.38	15.36	15.37	16.87	17.18	5.54	50.50
48	12	15.38	15.37	15.34	15.37	16.84	17.03	5.51	50.19
49	1	15.36	15.38	15.36	15.37	16.85	17.00	5.49	50.06
50	2	15.39	15.37	15.36	15.37	16.93	16.93	5.44	49.58
51	3	15.39	15.38	15.36	15.38	16.89	17.01	5.48	49.91
52	4	15.37	15.38	15.35	15.37	16.91	17.03	5.48	49.98
53	5	15.37	15.38	15.36	15.37	16.91	17.07	5.50	50.10
54	6	15.38	15.39	15.36	15.38	16.91	17.15	5.51	50.25
55	7	15.38	15.38	15.36	15.37	16.89	16.97	5.46	49.81
56	8	15.38	15.37	15.35	15.37	16.85	17.09	5.52	50.30
57	9	15.37	15.37	15.35	15.36	16.90	17.22	5.55	50.57
58	10	15.38	15.38	15.36	15.37	16.89	17.10	5.51	50.20
59	11	15.37	15.38	15.36	15.37	16.80	17.11	5.54	50.51
60	12	15.40	15.38	15.35	15.37	16.89	17.44	5.61	51.18

表1.3.1-4 乾式回収粉末添加試験 添加率30% グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	15.36	15.37	15.36	15.36	16.81	17.02	5.52	50.29
2	2	15.37	15.36	15.35	15.36	16.85	17.19	5.56	50.69
3	3	15.38	15.37	15.35	15.37	16.91	17.43	5.61	51.15
4	4	15.36	15.36	15.36	15.36	16.90	17.35	5.59	50.99
5	5	15.37	15.37	15.36	15.37	16.87	17.47	5.64	51.40
6	6	15.39	15.37	15.37	15.38	16.87	17.46	5.63	51.31
7	7	15.38	15.37	15.34	15.36	16.88	17.37	5.60	51.06
8	8	15.38	15.36	15.35	15.37	16.87	17.32	5.59	50.97
9	9	15.36	15.37	15.36	15.36	16.88	17.30	5.58	50.87
10	10	15.37	15.37	15.36	15.37	16.87	17.28	5.58	50.85
11	11	15.36	15.37	15.37	15.37	16.82	17.19	5.56	50.71
12	12	15.38	15.36	15.33	15.36	16.78	17.12	5.56	50.71
13	1	15.37	15.37	15.34	15.36	16.79	17.16	5.57	50.80
14	2	15.36	15.36	15.36	15.36	16.89	17.39	5.61	51.13
15	3	15.39	15.36	15.34	15.36	16.85	17.35	5.61	51.14
16	4	15.37	15.36	15.35	15.36	16.89	17.39	5.61	51.13
17	5	15.37	15.37	15.35	15.36	16.89	17.38	5.61	51.12
18	6	15.37	15.39	15.37	15.38	16.88	17.47	5.63	51.30
19	7	15.40	15.39	15.38	15.39	16.86	17.42	5.61	51.14
20	8	15.39	15.38	15.36	15.38	16.85	17.22	5.56	50.65
21	9	15.36	15.36	15.35	15.36	16.90	17.30	5.58	50.86
22	10	15.37	15.36	15.36	15.36	16.87	17.21	5.56	50.65
23	11	15.37	15.37	15.35	15.36	16.82	17.19	5.57	50.76
24	12	15.38	15.36	15.35	15.36	16.83	17.14	5.55	50.57
25	1	15.36	15.36	15.33	15.35	16.82	17.29	5.61	51.13
26	2	15.36	15.36	15.35	15.36	16.84	17.38	5.63	51.32
27	3	15.37	15.36	15.34	15.36	16.88	17.40	5.62	51.21
28	4	15.37	15.36	15.35	15.36	16.91	17.32	5.58	50.85
29	5	15.36	15.37	15.35	15.36	16.88	17.36	5.61	51.10
30	6	15.41	15.38	15.39	15.39	16.89	17.51	5.62	51.25
31	7	15.40	15.37	15.38	15.38	16.91	17.37	5.58	50.87
32	8	15.39	15.37	15.37	15.38	16.90	17.36	5.59	50.93
33	9	15.36	15.37	15.35	15.36	16.93	17.33	5.58	50.83
34	10	15.37	15.37	15.35	15.36	16.86	17.34	5.60	51.05
35	11	15.37	15.37	15.35	15.36	16.84	17.39	5.63	51.28
36	12	15.37	15.37	15.34	15.36	16.84	17.30	5.60	51.04
37	1	15.36	15.36	15.36	15.36	16.90	17.33	5.59	50.94
38	2	15.37	15.36	15.35	15.36	16.83	17.34	5.61	51.17
39	3	15.38	15.38	15.34	15.36	16.88	17.37	5.60	51.08
40	4	15.37	15.36	15.36	15.36	16.90	17.25	5.56	50.68
41	5	15.36	15.36	15.34	15.36	16.87	17.39	5.62	51.26
42	6	15.38	15.38	15.39	15.38	16.95	17.42	5.58	50.91
43	7	15.35	15.38	15.35	15.36	16.88	17.40	5.62	51.20
44	8	15.37	15.37	15.35	15.37	16.84	17.15	5.55	50.56
45	9	15.37	15.37	15.34	15.36	16.92	17.32	5.58	50.84
46	10	15.37	15.39	15.35	15.37	16.85	17.22	5.56	50.71
47	11	15.37	15.37	15.35	15.36	16.85	17.44	5.64	51.40
48	12	15.37	15.35	15.37	15.36	16.85	17.40	5.62	51.25
49	1	15.37	15.37	15.34	15.36	16.85	17.31	5.60	51.01
50	2	15.37	15.37	15.35	15.36	16.91	17.32	5.58	50.84
51	3	15.38	15.37	15.35	15.37	16.90	17.39	5.61	51.09
52	4	15.37	15.36	15.33	15.35	16.88	17.31	5.59	51.00
53	5	15.37	15.37	15.38	15.38	16.92	17.35	5.57	50.80
54	6	15.39	15.39	15.36	15.38	16.85	17.40	5.61	51.14
55	7	15.39	15.37	15.37	15.38	16.87	17.24	5.56	50.64
56	8	15.38	15.38	15.36	15.37	16.87	17.42	5.62	51.20
57	9	15.36	15.38	15.38	15.37	16.88	17.32	5.58	50.88
58	10	15.39	15.38	15.35	15.37	16.89	17.28	5.56	50.71
59	11	15.37	15.37	15.35	15.36	16.86	17.35	5.61	51.09
60	12	15.37	15.38	15.35	15.37	16.81	17.36	5.62	51.27

表1.3.1-5 乾式回収粉末添加試験 添加率40% グリーンペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	15.38	15.38	15.35	15.37	16.70	16.93	5.52	50.30
2	2	15.37	15.37	15.34	15.36	16.62	16.92	5.55	50.56
3	3	15.38	15.37	15.35	15.37	16.71	16.99	5.54	50.47
4	4	15.37	15.38	15.35	15.37	16.67	16.89	5.52	50.29
5	5	15.38	15.37	15.36	15.37	16.74	17.05	5.54	50.53
6	6	15.40	15.40	15.37	15.39	16.69	17.07	5.55	50.61
7	7	15.41	15.38	15.36	15.38	16.64	16.95	5.53	50.44
8	8	15.39	15.38	15.37	15.38	16.71	17.13	5.57	50.80
9	9	15.37	15.36	15.35	15.36	16.70	17.03	5.56	50.65
10	10	15.37	15.37	15.35	15.36	16.74	17.04	5.54	50.54
11	11	15.37	15.38	15.36	15.37	16.75	17.01	5.53	50.39
12	12	15.37	15.36	15.34	15.36	16.64	16.98	5.56	50.67
13	1	15.36	15.36	15.36	15.36	16.70	17.45	5.69	51.91
14	2	15.37	15.39	15.36	15.37	16.65	17.45	5.71	52.01
15	3	15.39	15.36	15.35	15.37	16.67	17.46	5.70	51.98
16	4	15.37	15.39	15.34	15.37	16.68	17.44	5.69	51.87
17	5	15.38	15.36	15.35	15.37	16.68	17.47	5.70	51.98
18	6	15.40	15.39	15.37	15.39	16.69	17.59	5.72	52.16
19	7	15.40	15.37	15.37	15.38	16.69	17.48	5.69	51.90
20	8	15.39	15.38	15.35	15.37	16.66	17.57	5.74	52.29
21	9	15.37	15.37	15.34	15.36	16.71	17.61	5.74	52.35
22	10	15.37	15.36	15.35	15.36	16.67	17.47	5.71	52.04
23	11	15.37	15.37	15.37	15.37	16.68	17.53	5.72	52.11
24	12	15.37	15.36	15.34	15.36	16.63	17.07	5.60	51.03
25	1	15.37	15.36	15.34	15.36	16.70	17.28	5.64	51.42
26	2	15.38	15.36	15.35	15.36	16.65	17.30	5.66	51.60
27	3	15.38	15.37	15.34	15.36	16.67	17.32	5.66	51.58
28	4	15.37	15.37	15.34	15.36	16.68	17.27	5.64	51.43
29	5	15.37	15.36	15.36	15.36	16.68	17.36	5.67	51.67
30	6	15.38	15.38	15.36	15.38	16.69	17.37	5.66	51.60
31	7	15.38	15.37	15.37	15.37	16.69	17.38	5.66	51.63
32	8	15.38	15.37	15.35	15.37	16.66	17.42	5.69	51.88
33	9	15.38	15.37	15.36	15.37	16.71	17.39	5.67	51.62
34	10	15.38	15.36	15.35	15.36	16.67	17.40	5.69	51.84
35	11	15.42	15.36	15.41	15.40	16.18	17.38	5.83	53.12
36	12	15.37	15.36	15.30	15.34	16.63	17.33	5.69	51.89
37	1	15.38	15.36	15.34	15.36	16.61	17.14	5.62	51.27
38	2	15.37	15.37	15.34	15.36	16.61	17.22	5.65	51.52
39	3	15.37	15.36	15.34	15.36	16.62	17.08	5.60	51.07
40	4	15.37	15.40	15.35	15.37	16.65	17.24	5.63	51.36
41	5	15.38	15.37	15.36	15.37	16.58	16.97	5.57	50.82
42	6	15.40	15.39	15.37	15.38	16.67	17.30	5.64	51.38
43	7	15.39	15.38	15.35	15.37	16.66	17.28	5.64	51.44
44	8	15.38	15.38	15.35	15.37	16.65	17.25	5.64	51.42
45	9	15.37	15.41	15.35	15.38	16.69	17.33	5.64	51.44
46	10	15.39	15.36	15.35	15.37	16.65	17.29	5.65	51.54
47	11	15.39	15.37	15.36	15.37	16.59	17.17	5.63	51.36
48	12	15.37	15.37	15.36	15.37	16.62	17.29	5.67	51.65
49	1	15.37	15.37	15.34	15.36	16.60	17.11	5.62	51.19
50	2	15.37	15.37	15.35	15.36	16.58	17.04	5.60	51.04
51	3	15.38	15.37	15.35	15.37	16.64	17.15	5.61	51.15
52	4	15.39	15.36	15.34	15.36	16.70	17.07	5.57	50.77
53	5	15.38	15.38	15.35	15.37	16.70	17.04	5.55	50.61
54	6	15.37	15.38	15.36	15.37	16.67	17.26	5.63	51.35
55	7	15.38	15.36	15.35	15.37	16.65	17.10	5.59	50.97
56	8	15.38	15.38	15.35	15.37	16.61	17.16	5.62	51.27
57	9	15.39	15.37	15.38	15.38	16.72	17.22	5.60	51.03
58	10	15.37	15.37	15.35	15.37	16.65	17.11	5.60	51.02
59	11	15.36	15.37	15.35	15.36	16.60	17.16	5.63	51.35
60	12	15.37	15.36	15.33	15.35	16.60	17.13	5.63	51.31

表1.3.1-6 乾式回収粉末添加試験 添加率0% 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	12.65	12.62	12.62	12.63	14.06	16.48	9.45	86.15
2	2	12.64	12.63	12.64	12.64	14.09	16.60	9.48	86.42
3	3	12.66	12.63	12.64	12.65	14.15	16.70	9.49	86.51
4	4	12.66	12.62	12.63	12.64	14.14	16.68	9.49	86.52
5	5	12.68	12.63	12.63	12.65	14.13	16.71	9.50	86.62
6	6	12.67	12.65	12.67	12.67	14.21	16.93	9.55	87.02
7	7	12.68	12.65	12.65	12.66	14.19	16.90	9.55	87.06
8	8	12.67	12.64	12.66	12.66	14.16	16.80	9.52	86.78
9	9	12.65	12.62	12.63	12.64	14.13	16.66	9.49	86.49
10	10	12.66	12.63	12.63	12.64	14.12	16.71	9.52	86.80
11	11	12.65	12.63	12.64	12.64	14.11	16.67	9.51	86.65
12	12	12.65	12.62	12.62	12.63	14.09	16.60	9.49	86.53
13	1	12.66	12.64	12.63	12.64	14.10	16.54	9.43	86.00
14	2	12.66	12.63	12.64	12.64	14.11	16.69	9.51	86.70
15	3	12.66	12.63	12.64	12.64	14.14	16.76	9.53	86.89
16	4	12.67	12.63	12.63	12.64	14.16	16.72	9.50	86.61
17	5	12.65	12.62	12.63	12.63	14.10	16.65	9.51	86.69
18	6	12.68	12.65	12.66	12.66	14.18	16.89	9.55	87.04
19	7	12.67	12.64	12.66	12.66	14.18	16.89	9.56	87.13
20	8	12.68	12.64	12.66	12.66	14.13	16.89	9.59	87.39
21	9	12.66	12.63	12.64	12.65	14.15	16.85	9.57	87.26
22	10	12.66	12.63	12.64	12.64	14.07	16.77	9.59	87.43
23	11	12.66	12.63	12.64	12.64	14.11	16.72	9.54	86.94
24	12	12.66	12.61	12.62	12.63	14.08	16.72	9.57	87.23
25	1	12.65	12.62	12.62	12.63	14.08	16.49	9.44	86.09
26	2	12.64	12.63	12.63	12.63	14.10	16.58	9.48	86.38
27	3	12.66	12.63	12.63	12.64	14.13	16.76	9.54	86.94
28	4	12.66	12.63	12.63	12.64	14.16	16.74	9.51	86.71
29	5	12.66	12.62	12.65	12.64	14.15	16.75	9.52	86.78
30	6	12.68	12.65	12.66	12.67	14.19	16.92	9.55	87.08
31	7	12.69	12.64	12.65	12.66	14.18	16.87	9.54	86.95
32	8	12.69	12.65	12.65	12.67	14.20	16.92	9.55	87.06
33	9	12.66	12.64	12.64	12.65	14.17	16.79	9.52	86.79
34	10	12.65	12.62	12.64	12.64	14.13	16.66	9.49	86.47
35	11	12.67	12.63	12.63	12.64	14.12	16.72	9.52	86.76
36	12	12.65	12.62	12.62	12.63	14.05	16.50	9.46	86.24
37	1	12.64	12.62	12.63	12.63	14.09	16.55	9.46	86.25
38	2	12.67	12.62	12.63	12.64	14.06	16.65	9.53	86.89
39	3	12.67	12.65	12.64	12.65	14.17	16.79	9.52	86.78
40	4	12.66	12.64	12.63	12.65	14.18	16.78	9.52	86.75
41	5	12.66	12.63	12.64	12.64	14.17	16.77	9.52	86.79
42	6	12.67	12.65	12.66	12.66	14.19	16.86	9.53	86.90
43	7	12.67	12.64	12.65	12.65	14.15	16.80	9.53	86.88
44	8	12.68	12.64	12.65	12.66	14.18	16.88	9.55	87.08
45	9	12.68	12.63	12.64	12.65	14.19	16.87	9.55	87.02
46	10	12.65	12.62	12.62	12.63	14.10	16.57	9.47	86.29
47	11	12.67	12.62	12.64	12.64	14.12	16.71	9.51	86.72
48	12	12.65	12.61	12.63	12.63	13.98	16.55	9.53	86.90
49	1	12.65	12.61	12.62	12.63	14.10	16.53	9.45	86.16
50	2	12.65	12.62	12.63	12.64	14.12	16.65	9.49	86.52
51	3	12.68	12.63	12.64	12.65	14.17	16.78	9.51	86.67
52	4	12.66	12.63	12.64	12.64	14.18	16.77	9.51	86.69
53	5	12.67	12.63	12.63	12.65	14.17	16.80	9.53	86.84
54	6	12.69	12.65	12.65	12.66	14.16	16.80	9.51	86.73
55	7	12.66	12.63	12.64	12.65	14.14	16.75	9.52	86.78
56	8	12.66	12.63	12.64	12.64	14.16	16.80	9.55	87.02
57	9	12.67	12.63	12.65	12.65	14.18	16.85	9.54	86.94
58	10	12.65	12.62	12.63	12.63	14.13	16.65	9.49	86.50
59	11	12.66	12.63	12.64	12.64	14.07	16.62	9.50	86.64
60	12	12.66	12.62	12.63	12.64	14.10	16.64	9.50	86.62

表1.3.1-7 乾式回収粉末添加試験 添加率5% 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	12.73	12.72	12.71	12.72	14.16	16.72	9.38	85.54
2	2	12.72	12.70	12.70	12.71	14.14	16.62	9.36	85.28
3	3	12.73	12.73	12.72	12.72	14.21	16.79	9.38	85.50
4	4	12.73	12.72	12.71	12.72	14.22	16.91	9.44	86.06
5	5	12.73	12.72	12.72	12.73	14.23	16.87	9.41	85.80
6	6	12.74	12.73	12.73	12.73	14.20	16.84	9.40	85.73
7	7	12.74	12.73	12.72	12.73	14.22	16.90	9.43	85.96
8	8	12.75	12.73	12.74	12.74	14.25	17.01	9.45	86.14
9	9	12.73	12.70	12.71	12.71	14.19	16.69	9.36	85.29
10	10	12.72	12.71	12.71	12.71	14.19	16.69	9.35	85.23
11	11	12.74	12.71	12.72	12.72	14.18	16.84	9.43	85.98
12	12	12.75	12.71	12.72	12.73	14.20	16.94	9.46	86.25
13	1	12.72	12.71	12.70	12.71	14.16	16.60	9.33	85.01
14	2	12.73	12.71	12.70	12.71	14.17	16.57	9.30	84.78
15	3	12.74	12.71	12.72	12.72	14.25	16.88	9.41	85.75
16	4	12.73	12.71	12.72	12.72	14.25	16.89	9.42	85.83
17	5	12.73	12.71	12.72	12.72	14.24	16.87	9.41	85.79
18	6	12.73	12.72	12.73	12.73	14.23	16.88	9.42	85.87
19	7	12.74	12.70	12.71	12.72	14.22	16.78	9.38	85.53
20	8	12.74	12.72	12.71	12.73	14.15	16.82	9.43	86.00
21	9	12.74	12.71	12.71	12.72	14.21	16.86	9.43	85.95
22	10	12.71	12.70	12.71	12.70	14.16	16.60	9.34	85.11
23	11	12.71	12.71	12.71	12.71	14.16	16.68	9.38	85.47
24	12	12.74	12.71	12.72	12.72	14.19	16.86	9.44	86.05
25	1	12.71	12.70	12.70	12.70	14.21	16.58	9.30	84.74
26	2	12.72	12.69	12.69	12.70	14.16	16.56	9.32	84.99
27	3	12.74	12.72	12.72	12.73	14.24	16.82	9.37	85.46
28	4	12.74	12.72	12.71	12.72	14.24	16.81	9.37	85.46
29	5	12.73	12.70	12.70	12.71	14.22	16.74	9.36	85.36
30	6	12.73	12.72	12.72	12.73	14.20	16.81	9.40	85.64
31	7	12.73	12.73	12.73	12.73	14.25	16.90	9.41	85.81
32	8	12.74	12.72	12.73	12.73	14.23	16.96	9.45	86.12
33	9	12.74	12.70	12.72	12.72	14.23	16.79	9.38	85.47
34	10	12.72	12.70	12.71	12.71	14.20	16.71	9.35	85.27
35	11	12.72	12.71	12.71	12.71	14.16	16.71	9.39	85.59
36	12	12.74	12.71	12.73	12.73	14.19	16.82	9.41	85.77
37	1	12.74	12.72	12.72	12.73	14.20	16.70	9.34	85.15
38	2	12.74	12.71	12.71	12.72	14.17	16.64	9.33	85.02
39	3	12.74	12.72	12.73	12.73	14.26	16.94	9.42	85.86
40	4	12.74	12.71	12.72	12.72	14.29	16.86	9.37	85.41
41	5	12.72	12.70	12.71	12.71	14.22	16.76	9.38	85.47
42	6	12.74	12.73	12.72	12.73	14.21	16.79	9.37	85.45
43	7	12.75	12.72	12.72	12.73	14.24	16.91	9.42	85.86
44	8	12.74	12.72	12.73	12.73	14.18	16.96	9.48	86.46
45	9	12.73	12.71	12.71	12.72	14.23	16.85	9.41	85.80
46	10	12.75	12.71	12.71	12.72	14.19	16.72	9.36	85.32
47	11	12.74	12.72	12.73	12.73	14.19	16.88	9.43	85.97
48	12	12.74	12.71	12.71	12.72	14.19	16.87	9.44	86.06
49	1	12.73	12.71	12.71	12.72	14.19	16.67	9.34	85.14
50	2	12.73	12.70	12.72	12.72	14.18	16.64	9.33	85.01
51	3	12.74	12.72	12.73	12.73	14.25	16.97	9.44	86.06
52	4	12.73	12.71	12.72	12.72	14.24	16.82	9.38	85.52
53	5	12.74	12.72	12.72	12.73	14.20	16.84	9.41	85.76
54	6	12.74	12.72	12.73	12.73	14.23	16.86	9.40	85.69
55	7	12.73	12.70	12.71	12.72	14.22	16.73	9.36	85.30
56	8	12.73	12.71	12.71	12.72	14.20	16.72	9.35	85.25
57	9	12.73	12.70	12.71	12.71	14.19	16.74	9.38	85.53
58	10	12.73	12.70	12.70	12.71	14.16	16.61	9.33	85.05
59	11	12.72	12.71	12.72	12.71	14.15	16.71	9.39	85.59
60	12	12.75	12.72	12.73	12.73	14.19	16.82	9.40	85.66

表1.3.1-8 乾式回収粉末添加試験 添加率15% 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	12.89	12.86	12.88	12.88	14.18	16.83	9.20	83.87
2	2	12.89	12.87	12.87	12.88	14.19	16.85	9.21	83.95
3	3	12.89	12.87	12.87	12.88	14.21	16.90	9.22	84.04
4	4	12.89	12.87	12.87	12.88	14.22	16.85	9.19	83.76
5	5	12.90	12.89	12.87	12.89	14.24	16.85	9.16	83.49
6	6	12.93	12.90	12.90	12.91	14.25	16.86	9.13	83.22
7	7	12.94	12.89	12.89	12.90	14.22	16.76	9.10	82.92
8	8	12.91	12.89	12.87	12.89	14.15	16.57	9.06	82.57
9	9	12.91	12.88	12.87	12.89	14.22	16.77	9.13	83.23
10	10	12.91	12.88	12.87	12.88	14.20	16.73	9.12	83.17
11	11	12.90	12.87	12.88	12.88	14.20	16.80	9.16	83.54
12	12	12.90	12.87	12.87	12.88	14.20	16.87	9.20	83.83
13	1	12.95	12.93	12.93	12.94	14.31	17.46	9.37	85.44
14	2	12.90	12.86	12.86	12.87	14.18	16.86	9.22	84.04
15	3	12.90	12.87	12.87	12.88	14.21	16.87	9.20	83.85
16	4	12.89	12.86	12.86	12.87	14.22	16.79	9.16	83.54
17	5	12.90	12.87	12.87	12.88	14.24	16.89	9.19	83.79
18	6	12.92	12.92	12.91	12.91	14.24	16.87	9.13	83.24
19	7	12.92	12.90	12.89	12.90	14.21	16.74	9.10	82.95
20	8	12.91	12.89	12.88	12.90	14.20	16.69	9.09	82.85
21	9	12.91	12.89	12.87	12.89	14.22	16.66	9.06	82.63
22	10	12.91	12.87	12.87	12.88	14.20	16.74	9.13	83.27
23	11	12.90	12.88	12.88	12.89	14.17	16.85	9.20	83.88
24	12	12.91	12.87	12.87	12.89	14.18	16.90	9.23	84.12
25	1	12.89	12.88	12.86	12.88	14.16	16.75	9.17	83.58
26	2	12.88	12.86	12.86	12.87	14.17	16.76	9.18	83.67
27	3	12.90	12.87	12.87	12.88	14.26	16.95	9.21	83.93
28	4	12.88	12.87	12.86	12.87	14.22	16.75	9.14	83.32
29	5	12.91	12.88	12.87	12.89	14.26	16.88	9.17	83.55
30	6	12.93	12.90	12.90	12.91	14.25	16.87	9.13	83.20
31	7	12.93	12.90	12.90	12.91	14.21	16.73	9.08	82.79
32	8	12.97	12.94	12.94	12.95	14.32	17.16	9.18	83.70
33	9	12.92	12.89	12.88	12.90	14.24	16.76	9.09	82.90
34	10	12.91	12.88	12.88	12.89	14.19	16.78	9.15	83.45
35	11	12.91	12.88	12.89	12.89	14.19	16.89	9.21	83.94
36	12	12.91	12.88	12.87	12.89	14.22	16.89	9.20	83.82
37	1	12.89	12.87	12.87	12.88	14.18	16.74	9.16	83.49
38	2	12.89	12.87	12.87	12.88	14.19	16.77	9.16	83.52
39	3	12.91	12.87	12.87	12.88	14.25	16.87	9.17	83.61
40	4	12.89	12.87	12.87	12.88	14.23	16.78	9.14	83.32
41	5	12.91	12.87	12.88	12.89	14.28	16.86	9.14	83.33
42	6	12.93	12.90	12.90	12.91	14.24	16.89	9.15	83.38
43	7	12.93	12.91	12.90	12.91	14.25	16.84	9.11	83.06
44	8	12.93	12.90	12.89	12.91	14.23	16.65	9.03	82.35
45	9	12.92	12.89	12.89	12.90	14.24	16.84	9.14	83.32
46	10	12.92	12.88	12.89	12.90	14.21	16.85	9.16	83.50
47	11	12.92	12.88	12.89	12.90	14.21	16.95	9.22	84.06
48	12	12.90	12.88	12.87	12.89	14.16	16.81	9.19	83.75
49	1	12.91	12.88	12.87	12.89	14.22	16.78	9.13	83.25
50	2	12.90	12.87	12.88	12.88	14.18	16.71	9.13	83.23
51	3	12.90	12.87	12.88	12.88	14.22	16.79	9.14	83.31
52	4	12.90	12.87	12.87	12.88	14.25	16.81	9.14	83.32
53	5	12.91	12.88	12.88	12.89	14.25	16.85	9.15	83.37
54	6	12.92	12.90	12.91	12.91	14.26	16.93	9.15	83.45
55	7	12.93	12.89	12.89	12.91	14.22	16.75	9.09	82.86
56	8	12.95	12.90	12.90	12.92	14.22	16.86	9.14	83.28
57	9	12.94	12.89	12.90	12.91	14.28	16.99	9.18	83.65
58	10	12.91	12.89	12.88	12.90	14.24	16.87	9.16	83.52
59	11	12.91	12.89	12.89	12.90	14.19	16.89	9.19	83.80
60	12	12.93	12.90	12.90	12.91	14.25	17.21	9.31	84.90

表1.3.1-9 乾式回収粉末添加試験 添加率30% 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	13.15	13.15	13.16	13.16	14.43	16.81	8.65	78.87
2	2	13.17	13.15	13.15	13.16	14.46	16.99	8.73	79.56
3	3	13.18	13.15	13.17	13.17	14.52	17.22	8.80	80.20
4	4	13.18	13.15	13.15	13.16	14.52	17.15	8.77	79.95
5	5	13.18	13.15	13.16	13.17	14.52	17.26	8.82	80.39
6	6	13.20	13.16	13.17	13.18	14.52	17.26	8.80	80.19
7	7	13.20	13.16	13.16	13.17	14.54	17.16	8.75	79.73
8	8	13.23	13.17	13.16	13.19	14.49	17.12	8.73	79.59
9	9	13.20	13.15	13.16	13.17	14.50	17.09	8.73	79.61
10	10	13.20	13.17	13.16	13.17	14.51	17.08	8.72	79.48
11	11	13.20	13.16	13.15	13.17	14.41	16.99	8.74	79.65
12	12	13.20	13.15	13.15	13.17	14.41	16.92	8.71	79.37
13	1	13.20	13.15	13.14	13.16	14.41	16.96	8.73	79.59
14	2	13.18	13.16	13.18	13.17	14.44	17.18	8.81	80.35
15	3	13.20	13.15	13.17	13.17	14.47	17.13	8.77	79.92
16	4	13.23	13.17	13.16	13.19	14.51	17.19	8.76	79.83
17	5	13.19	13.16	13.15	13.16	14.50	17.18	8.79	80.13
18	6	13.22	13.19	13.17	13.19	14.49	17.27	8.80	80.21
19	7	13.21	13.17	13.18	13.19	14.47	17.21	8.80	80.21
20	8	13.22	13.16	13.16	13.18	14.42	17.01	8.73	79.57
21	9	13.22	13.16	13.16	13.18	14.45	17.09	8.75	79.79
22	10	13.18	13.16	13.16	13.17	14.42	17.01	8.74	79.71
23	11	13.20	13.15	13.16	13.17	14.39	16.99	8.75	79.77
24	12	13.19	13.15	13.14	13.16	14.37	16.94	8.75	79.74
25	1	13.20	13.15	13.15	13.17	14.43	17.10	8.78	80.04
26	2	13.20	13.16	13.16	13.17	14.46	17.18	8.80	80.24
27	3	13.18	13.16	13.20	13.18	14.51	17.19	8.77	79.92
28	4	13.20	13.16	13.16	13.17	14.47	17.11	8.76	79.86
29	5	13.20	13.16	13.16	13.17	14.46	17.16	8.79	80.10
30	6	13.20	13.17	13.18	13.18	14.48	17.29	8.84	80.55
31	7	13.20	13.17	13.18	13.18	14.45	17.16	8.79	80.11
32	8	13.22	13.17	13.16	13.18	14.46	17.16	8.78	80.02
33	9	13.20	13.17	13.16	13.18	14.44	17.12	8.78	80.07
34	10	13.20	13.16	13.17	13.18	14.44	17.13	8.79	80.09
35	11	13.21	13.16	13.16	13.18	14.43	17.18	8.82	80.38
36	12	13.20	13.15	13.16	13.17	14.39	17.09	8.80	80.22
37	1	13.19	13.15	13.17	13.17	14.43	17.11	8.79	80.13
38	2	13.17	13.16	13.15	13.16	14.43	17.13	8.81	80.28
39	3	13.18	13.16	13.16	13.17	14.47	17.17	8.80	80.22
40	4	13.17	13.16	13.17	13.17	14.45	17.05	8.75	79.75
41	5	13.19	13.16	13.17	13.17	14.50	17.19	8.78	80.06
42	6	13.21	13.18	13.18	13.19	14.50	17.21	8.77	79.96
43	7	13.20	13.17	13.17	13.18	14.46	17.19	8.79	80.17
44	8	13.20	13.17	13.17	13.18	14.42	16.94	8.70	79.30
45	9	13.19	13.15	13.16	13.17	14.45	17.11	8.78	80.05
46	10	13.19	13.16	13.15	13.17	14.40	17.02	8.77	79.90
47	11	13.21	13.17	13.18	13.18	14.46	17.23	8.81	80.33
48	12	13.19	13.15	13.15	13.16	14.40	17.19	8.86	80.73
49	1	13.17	13.16	13.15	13.16	14.42	17.10	8.80	80.26
50	2	13.19	13.16	13.16	13.17	14.42	17.12	8.81	80.27
51	3	13.18	13.17	13.18	13.18	14.46	17.19	8.80	80.25
52	4	13.17	13.16	13.15	13.16	14.45	17.11	8.79	80.09
53	5	13.17	13.17	13.19	13.18	14.53	17.14	8.73	79.59
54	6	13.19	13.19	13.18	13.19	14.48	17.14	8.75	79.80
55	7	13.20	13.17	13.17	13.18	14.43	17.03	8.73	79.59
56	8	13.20	13.20	13.17	13.19	14.48	17.20	8.78	80.03
57	9	13.19	13.18	13.17	13.18	14.49	17.11	8.74	79.70
58	10	13.21	13.17	13.15	13.18	14.43	17.07	8.76	79.85
59	11	13.19	13.16	13.15	13.17	14.41	17.14	8.82	80.37
60	12	13.17	13.15	13.15	13.16	14.40	17.16	8.85	80.68

表1.3.1-10 乾式回収粉末添加試験 添加率40% 焼結ペレット測定データ

No.	パンチNo.	直径(上)	直径(中)	直径(下)	直径	高さ	重量	密度	理論密度
1	1	13.34	13.33	13.32	13.33	14.52	16.74	8.35	76.08
2	2	13.33	13.33	13.32	13.33	14.53	16.73	8.33	75.93
3	3	13.33	13.33	13.33	13.33	14.58	16.80	8.34	75.98
4	4	13.35	13.33	13.31	13.33	14.56	16.70	8.30	75.66
5	5	13.35	13.34	13.33	13.34	14.58	16.86	8.36	76.17
6	6	13.36	13.35	13.34	13.35	14.57	16.88	8.36	76.19
7	7	13.34	13.35	13.34	13.34	14.54	16.76	8.32	75.85
8	8	13.28	13.35	13.34	13.33	14.56	16.94	8.42	76.78
9	9	13.32	13.33	13.33	13.33	14.57	16.83	8.36	76.21
10	10	13.32	13.34	13.33	13.33	14.57	16.85	8.37	76.26
11	11	13.33	13.35	13.34	13.34	14.53	16.82	8.37	76.26
12	12	13.34	13.32	13.32	13.32	14.52	16.78	8.37	76.26
13	1	13.36	13.34	13.33	13.34	14.59	17.26	8.54	77.88
14	2	13.35	13.34	13.32	13.34	14.56	17.25	8.56	78.05
15	3	13.33	13.35	13.35	13.34	14.60	17.26	8.54	77.86
16	4	13.34	13.34	13.33	13.34	14.60	17.24	8.53	77.76
17	5	13.33	13.35	13.34	13.34	14.61	17.27	8.54	77.89
18	6	13.34	13.36	13.36	13.35	14.62	17.39	8.58	78.21
19	7	13.34	13.35	13.36	13.35	14.61	17.28	8.54	77.81
20	8	13.35	13.36	13.34	13.35	14.61	17.37	8.58	78.18
21	9	13.34	13.34	13.34	13.34	14.62	17.41	8.60	78.40
22	10	13.33	13.35	13.34	13.34	14.60	17.27	8.55	77.92
23	11	13.36	13.36	13.34	13.35	14.58	17.33	8.57	78.15
24	12	13.35	13.33	13.32	13.33	14.49	16.88	8.42	76.79
25	1	13.34	13.34	13.33	13.34	14.55	17.08	8.49	77.38
26	2	13.33	13.34	13.34	13.34	14.55	17.10	8.49	77.43
27	3	13.35	13.34	13.31	13.33	14.59	17.12	8.48	77.34
28	4	13.34	13.34	13.34	13.34	14.57	17.08	8.47	77.21
29	5	13.33	13.35	13.34	13.34	14.58	17.16	8.50	77.52
30	6	13.34	13.35	13.36	13.35	14.60	17.18	8.49	77.38
31	7	13.33	13.35	13.34	13.34	14.60	17.18	8.50	77.51
32	8	13.34	13.36	13.34	13.35	14.57	17.22	8.53	77.74
33	9	13.34	13.34	13.34	13.34	14.58	17.19	8.51	77.61
34	10	13.35	13.35	13.34	13.35	14.59	17.20	8.51	77.59
35	11	13.34	13.35	13.34	13.35	14.56	17.18	8.52	77.66
36	12	13.35	13.33	13.33	13.34	14.54	17.14	8.52	77.65
37	1	13.36	13.35	13.32	13.34	14.53	16.95	8.42	76.77
38	2	13.35	13.35	13.34	13.35	14.54	17.03	8.46	77.08
39	3	13.35	13.34	13.34	13.34	14.56	16.89	8.38	76.42
40	4	13.35	13.35	13.32	13.34	14.57	17.04	8.45	77.05
41	5	13.33	13.35	13.34	13.34	14.47	16.78	8.38	76.39
42	6	13.34	13.36	13.36	13.35	14.58	17.10	8.46	77.14
43	7	13.33	13.35	13.35	13.34	14.56	17.09	8.47	77.25
44	8	13.36	13.36	13.38	13.37	14.56	17.05	8.43	76.84
45	9	13.33	13.35	13.34	13.34	14.57	17.13	8.49	77.43
46	10	13.34	13.36	13.35	13.35	14.56	17.09	8.47	77.19
47	11	13.33	13.34	13.33	13.33	14.52	16.99	8.46	77.13
48	12	13.34	13.33	13.33	13.33	14.54	17.10	8.50	77.49
49	1	13.36	13.35	13.33	13.35	14.53	16.91	8.40	76.57
50	2	13.35	13.34	13.34	13.34	14.51	16.85	8.39	76.44
51	3	13.36	13.35	13.33	13.35	14.56	16.96	8.41	76.63
52	4	13.35	13.35	13.34	13.35	14.55	16.88	8.38	76.36
53	5	13.35	13.35	13.34	13.35	14.56	16.85	8.35	76.15
54	6	13.37	13.35	13.34	13.35	14.57	17.06	8.45	76.99
55	7	13.36	13.35	13.34	13.35	14.54	16.91	8.39	76.46
56	8	13.36	13.35	13.33	13.35	14.53	16.96	8.42	76.79
57	9	13.37	13.34	13.33	13.35	14.57	17.02	8.43	76.86
58	10	13.37	13.34	13.33	13.35	14.53	16.92	8.40	76.58
59	11	13.37	13.34	13.32	13.34	14.53	16.97	8.43	76.87
60	12	13.36	13.36	13.33	13.35	14.51	16.93	8.42	76.77

資料1.3 乾式回収粉末添加試験仕様

(1) 試験装置仕様

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

(2) 測定装置仕様

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

(3) ウラン粉末仕様（表1.3-1参照）

① 劣化ウラン

本粉末は、乾式回収粉末を添加するベースの原料であり、「もんじゅ」取扱用劣化ウラン原料を本試験用に転用したものである。

② 乾式回収粉末

本粉末は、「もんじゅ」初装荷ブランケット燃料集合体製造時に発生した不良ペレットを日本核燃料コンバージョン株式会社にて、焙焼・還元処理したものである。

表1.3-1 ウラン粉末仕様

	劣化ウラン	乾式回収粉末
ロットNo	L1U010	PRR-D-95001
品名	UO ₂ 粉末	UO ₂ 粉末
ウラン含有率	87.79%	87.99%
ウラン濃縮度	0.20%	0.20%
O/M	2.04	2.03
水分含有率	0.15%	0.03%
平均粒子径	2.6 μm	3.5 μm
嵩密度	2.1 g/cm ³	2.4 g/cm ³
タップ密度	3.1 g/cm ³	4.4 g/cm ³
比表面積	2.8 m ² /g	0.7 m ² /g

(4) 試作ペレット仕様

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

(5) 試験方法

① 試験方法の概要（表1.3-2参照）

乾式回収粉末の添加率は、実際の運転で想定される0%～40%の間で5水準を取り、各水準で1バッチ（約15kgUO₂）ずつ処理している。尚、本試験においても、試験期間及び供給された粉末量の制約より、繰り返しの試験が出来なかった。

表1.3-2 試験概要一覧

項目	実績
試験バッチサイズ	約15kgUO ₂
乾式回収粉末添加率	0%, 5%, 15%, 30%, 40%
水準の取り方	1バッチ1水準
繰り返し数	1
総処理量	75kgUO ₂ (15kgUO ₂ × 5水準)
造粒処理	無し

② 試験フロー

本試験のフローを図1.3-1に示す。

尚、当初の計画では、添加剤混合処理の前に粉碎混合（均一化）処理を行う予定であったが、本粉末を使用した試運転において、有為な差が確認されなかったため、粉碎混合処理は行わないこととした。

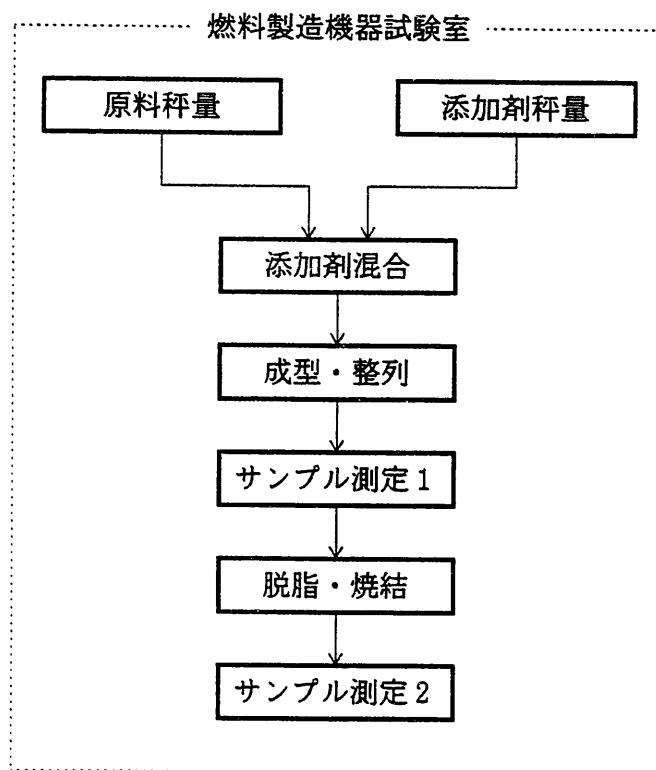


図1.3-1 試験フロー

③ 試験条件

本試験の試験条件の一覧を表1.3-3に示す。

表1.3-3 試験条件一覧

処理名称	処理装置	設定項目	条件
原料秤量	電子天秤		15 kg UO ₂
添加剤混合	デルタ型ミキサ	添加剤名称	ステアリン酸亜鉛
		添加剤添加率	0.4 wt%
		本体回転数	25 rpm
		攪拌羽根回転数	50 rpm
		混合時間	15分
成型・整列	ロータリープレス機	杵立数	12本
		ダイス径	約15.2mm
		成型速度	約90個/分
		粉末充填深さ	35.5mm
		成型圧力	約1.7 t/cm ²
		攪拌羽根回転数	任意
		オーバブレーカ回転数	任意
		予圧1杵深さ	上10.00mm 下27.89mm
		予圧1上杵移動量	0.0mm
		予圧2杵深さ	上2.00mm 下18.83mm
		予圧2上杵移動量	0.0mm
		本圧杵深さ	上10.00mm 下24.26mm
		予圧上杵移動量	0.0mm
脱脂・焼結	角形内熱式バッチ炉	脱脂温度	800°C
		昇温速度	200°C/時
		保持時間	2時間
		焼結温度	1600°C
		昇温速度	400°C/時
		保持時間	2時間
		雰囲気ガス種類	N ₂ - H ₂ (5%)

④ サンプリング方法

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

⑤ 測定方法

先行試験と同様（別添資料1.2.1参照）

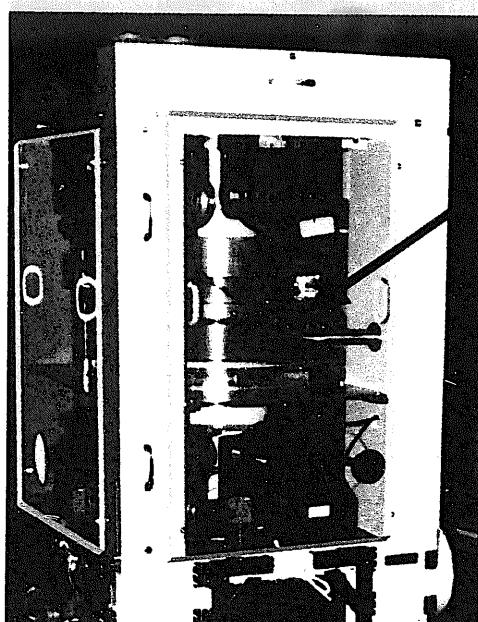
⑥ 評価方法

焼結後のペレットの各測定データから、以下の項目について比較評価する。

〔評価項目〕

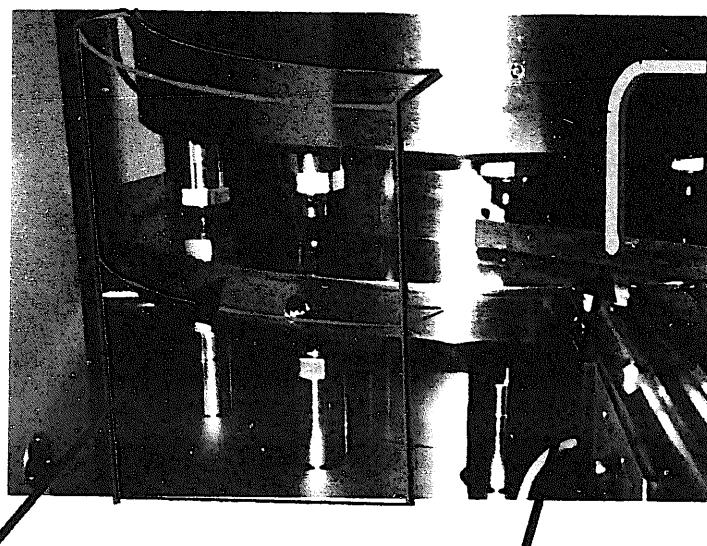
- (a) ペレット密度
- (b) ペレット形状
- (c) 収縮率

ホールドアップ対策の確認試験



成型部密封カバー

ロータリープレス機の4面を4枚のアクリル製の板で覆い、成型部から発生する粉末の飛散を防止する。



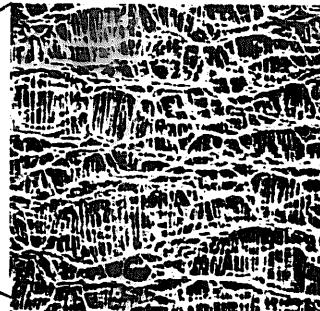
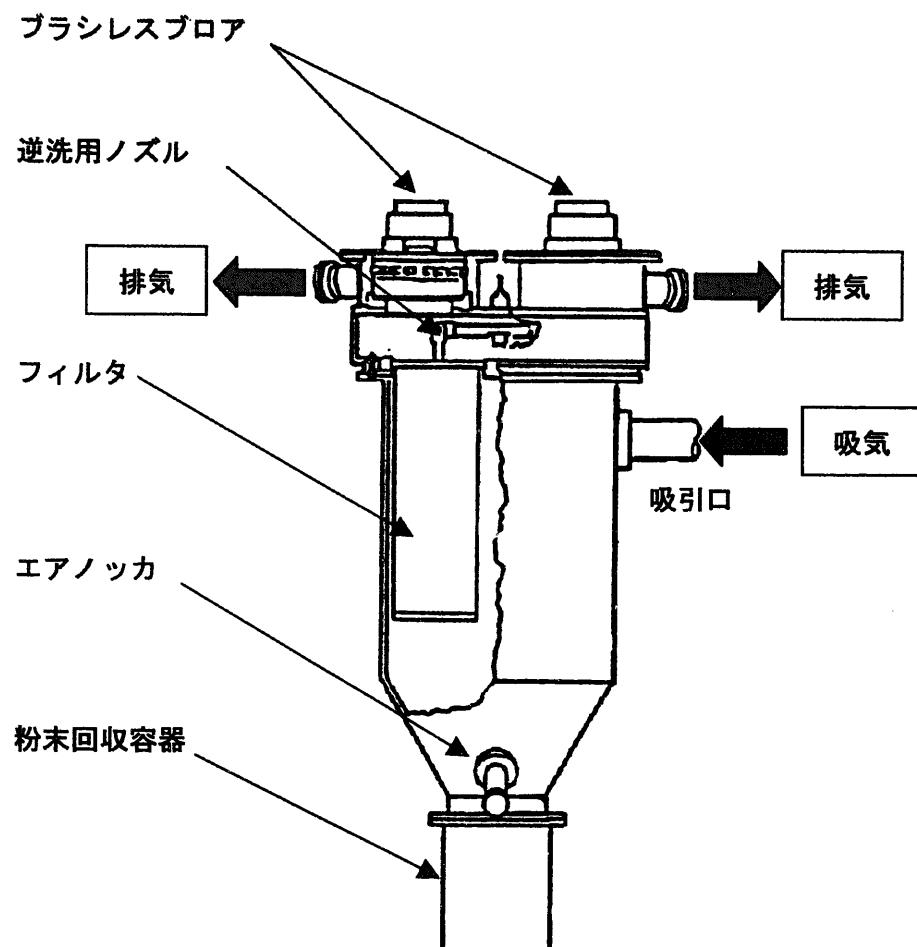
回転盤部吸塵ダクト

局所集塵ノズル

ロータリープレス機の回転盤部の周囲約3／4を分割式の塩化ビニール製のカバーで覆い、更に、その内部を集塵装置で吸引することにより、回転盤部から発生する粉末の飛散を防止する。

粉末の飛散が著しいと思われる箇所（ロータリープレス機：3箇所、整列装置：1箇所）に集塵ノズルを設置し、運転中常時、吸引することにより、粉末の飛散を防止する。

図1.4-1 粉末飛散対策（ロータリープレス機）



100 μ m

フィルタ表面拡大写真

プリーツ構造フィルタ

図 1.4-2 粉末飛散対策（集塵装置）

資料1.4-1 ホールドアップ対策の確認試験仕様

(1) 試験装置仕様

本ロータリープレス機には、粉末飛散が予想される箇所には、予め防止対策を施している。それらの仕様については、以下に示す通りである。

① 成型部密封カバー（図1.4-1参照）

成型部の4面をアクリル製のカバーにより密封し、成型部より発生する粉末が成型装置外へ飛散するのを防止する。

② 回転盤部吸塵ダクト（図1.4-1参照）

成型部の中でも特に粉末飛散が著しい回転盤部に吸塵ダクトを設置し、更にその内部の空気を集塵装置で吸引することにより、粉末の飛散を防止する。

③ 局所集塵ノズル（図1.4-1参照）

粉末飛散が予想される箇所及び粉末滞留が予想される箇所に集塵ノズルを設置し、局所的な粉末飛散防止対策を行う。

④ 集塵装置（図1.4-2参照）

回転盤部吸塵ダクト及び局所集塵ノズル付近で発生した粉末を吸引し、フィルタにより固気の分離を行い、粉末のみを専用容器に回収する。

集塵方式	逆洗機能付フィルタ内蔵型集塵装置
------	------------------

プロア仕様

員数	2式（並列設置）
----	----------

最大風量	6 m ³ /分 (3 m ³ /分×2式)
------	--

最大真空度	2050 mmH ₂ O
-------	-------------------------

フィルタ仕様

員数	2本（並列設置）
----	----------

構造	プリーツ構造
----	--------

濾過面積	1.2 m ² (0.6 m ² ×2本)
------	---

材質	ポリエスチル繊維（表面テフロンコートィング）
----	------------------------

捕集性能	0.5 μmの粉末に対して 99.96%
------	----------------------

	(at. 風速: 3 m/分, 圧力損失: 20.8 mmH ₂ O)
--	--

(2) 測定装置仕様

重量測定装置（別添資料1.2.1参照）

(3) 模擬（回収）粉末仕様

天然ウランI, II（別添資料1.2.1参照）

資料1.4-2 ホールドアップ対策の確認試験結果（デジタルカメラによる記録集）

目次

1. 本記録集の見方
 1. 1 成型装置
 1. 2 整列装置及び集塵装置

(図面集)

—— 成型装置 ——

- 図1.2.1 ペレット取出口面
- 図1.2.2 ペレット取出口面詳細(1)
- 図1.2.3 ペレット取出口面詳細(2)
- 図1.2.4 ペレット取出口面詳細(3)
- 図1.2.5 ペレット取出口面詳細(4)
- 図1.3.1 攪拌フィードシュ面
- 図1.3.2 攪拌フィードシュ面詳細(1)
- 図1.3.3 攪拌フィードシュ面詳細(2)
- 図1.3.4 攪拌フィードシュ面詳細(3)
- 図1.4.1 予圧1ロール面
- 図1.4.2 予圧1ロール面詳細(1)
- 図1.4.3 予圧1ロール面詳細(2)
- 図1.5.1 本圧ロール面
- 図1.5.2 本圧ロール面詳細(1)
- 図1.5.3 本圧ロール面詳細(2)

—— 整列装置及び集塵装置 ——

- 図2.1.1 整列装置及び集塵装置
- 図2.2.1 整列装置詳細(1)
- 図2.2.2 整列装置詳細(2)
- 図2.2.3 整列装置詳細(3)
- 図2.3.1 集塵装置詳細

1. 本記録集の見方

デジタルカメラにより記録した画像を整理するため、以下の様な基準で番号を付け、分類する。

1. 1 成型装置

成型装置の画像は、以下の様な基準で番号を付ける。

No.成型・大分類・小分類・枝番・名称
 (略称) (略称)

(1) 大分類

本分類は、成型装置の側面により分類する。尚、各大分類の名称と略称は、以下の通りである。

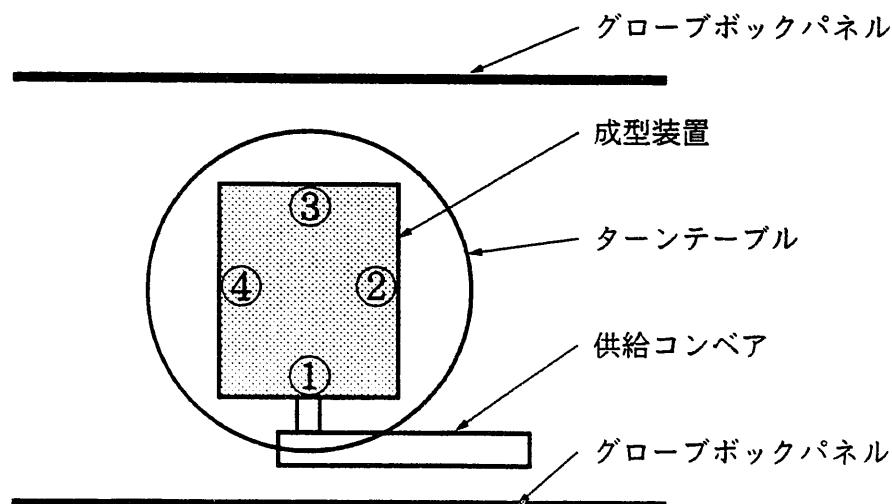


図 1. 1. 1 成型装置・大分類

表 1. 1. 1 成型装置・大分類

場所	名 称	略 称
①	ペレット取り出し口面	ペ
②	攪拌フィードシュ面	攪
③	予圧 1 ロール面	予
④	本圧ロール面	本

(2) 小分類

本分類は、成型装置の高さにより分類する。尚、各小分類に含まれる部位の名称と略称は、以下の通りである。

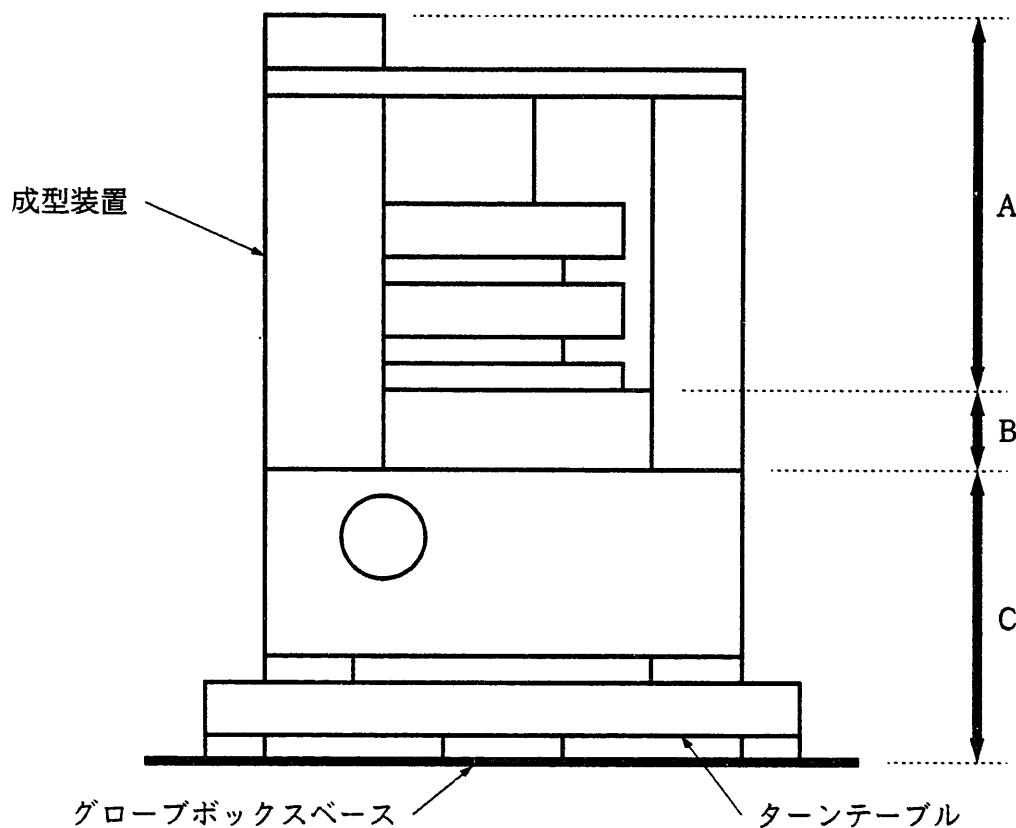


図 1.1.2 成型装置・小分類

表 1.1.2 成型装置・小分類

場所	小分類に含まれる主な部位	略 称
A	粉末投入ホッパ 攪拌フィードシュ 上パンチ 粉末充填面 ダストシール 作業テーブル 直進フィーダ 回転盤部吸塵ダクト 他	A
B	下部ベース	B
C	ターンテーブル 床 他	C

1. 2 整列装置及び集塵装置

整列装置及び集塵装置の画像は、以下の様な基準で番号を付ける。

(整列装置) No.整列・枝番・名称

(集塵装置) No.集塵・枝番・名称

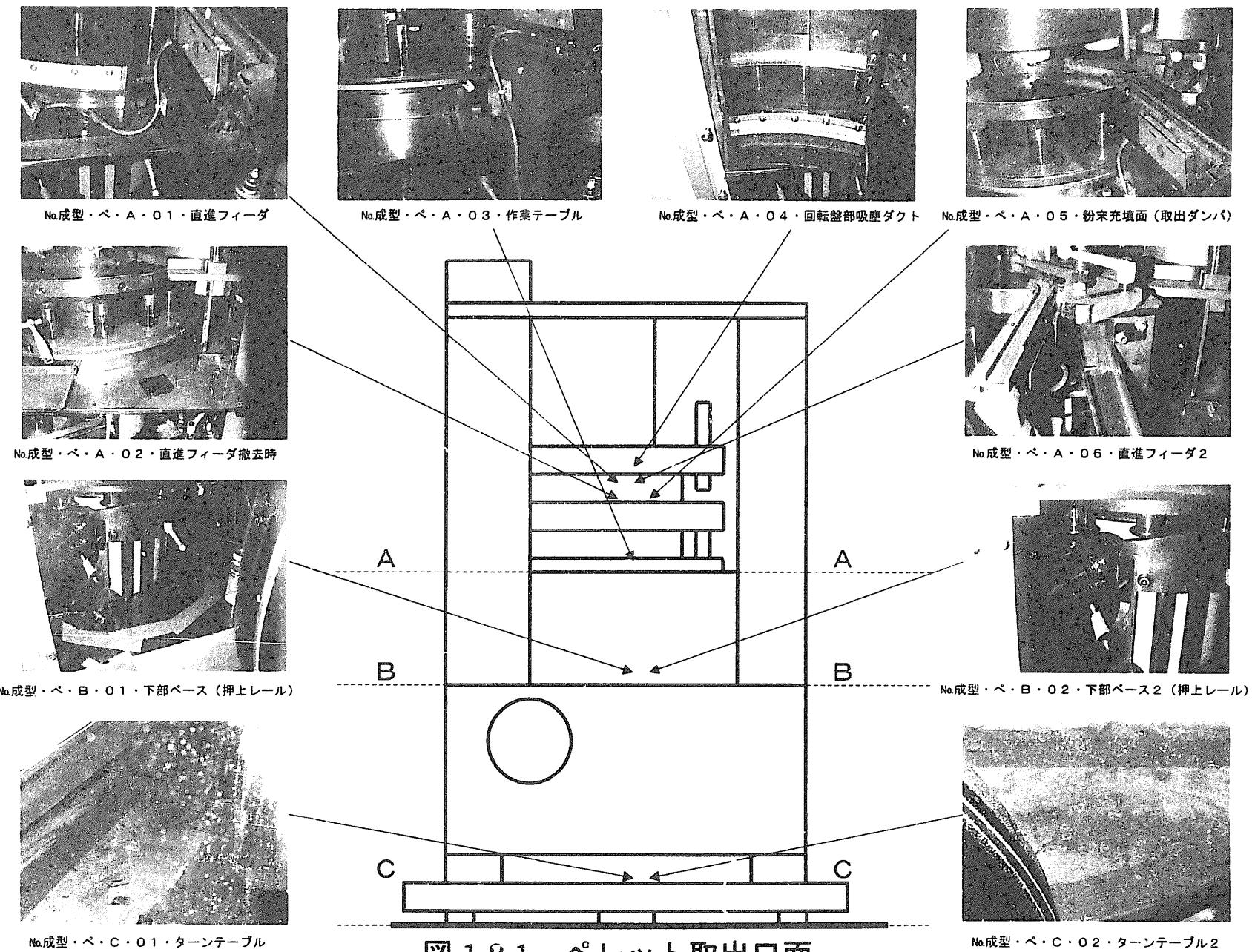


図 1.2.1 ベレット取出口面

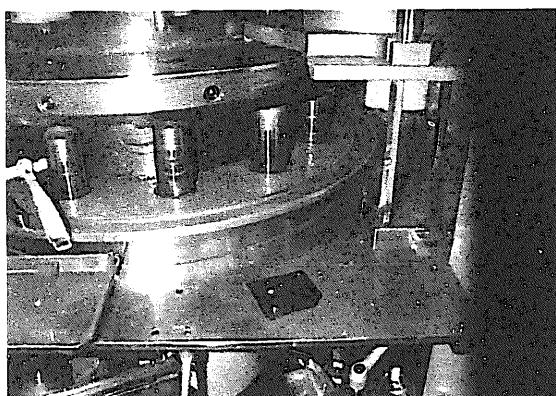
No.成型・ペ・A・O 1・直進フィーダ



直進フィーダは、振動でペレットを移動するため、トラフ部は粉末の付着が多かった。

直進フィーダと回転盤の間には回転盤部吸塵ダクトが設置できないため、隙間より落ちた粉末はA段の広範囲に飛散した。

No.成型・ペ・A・O 2・直進フィーダ撤去時



(No.成型・ペ・A・O 1の直進フィーダを取り外した写真)

No.成型・ペ・A・O 3・作業テーブル



(No.成型・ペ・A・O 1の回転盤部吸塵ダクトを取り外した写真)

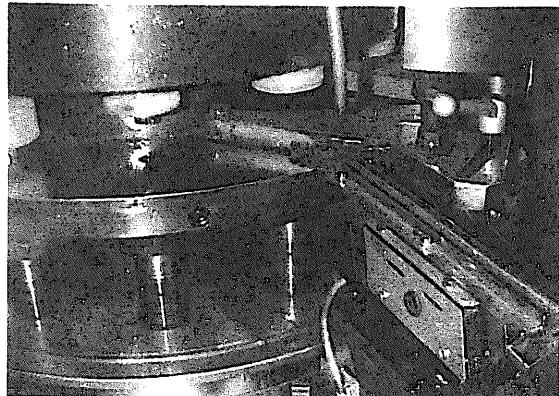
No.成型・ペ・A・O 4・回転盤部吸塵ダクト



(No.成型・ペ・A・O 1の回転盤部吸塵ダクト内部の写真)

図 1.2.2 ペレット取出口面詳細（1）

No.成型・ペ・A・05・粉末充填面（取出ダンパ）



取出ダンパには、粉末の充填不足でペレットにならなかった粉末や不良ペレットが直進フィーダに渡れず滞留していた。

No.成型・ペ・A・06・直進フィーダ2



取出ダンパと回転盤面との間に隙間が開いている為、シートに粉末が流れてしまう。

シートに流れた粉末は、成型機の振動により落下してターンテーブル上に飛散した。

No.成型・ペ・B・01・下部ベース（押上レール）



押上レールは、粉末の飛散は確認できなかつた。

No.成型・ペ・B・02・下部ベース2（押上レール）



No.成型・ペ・B・01と同様

図 1.2.3 ペレット取出口面詳細（2）

No.成型・ペ・C・O 1・ターンテーブル



ターンテーブル上には、直進フィーダから落
下したと思われる粉末が確認できた。

No.成型・ペ・C・O 2・ターンテーブル2

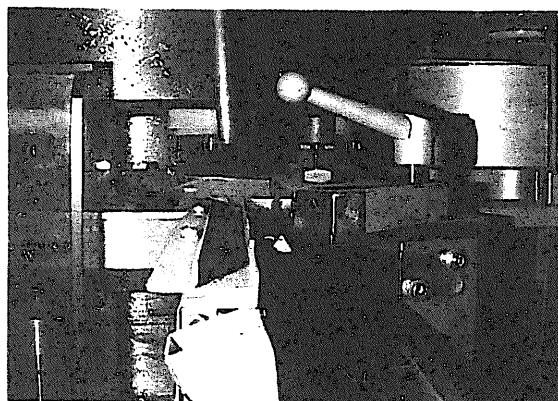


No.成型・ペ・C・O 1と同様

図 1.2.4 ペレット取出口面詳細（3）

(補足写真)

補足 1



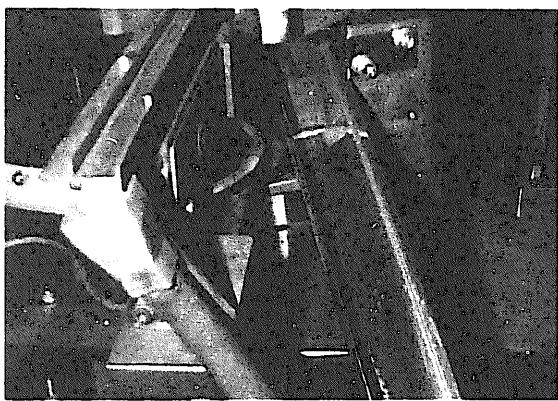
直進フィーダを別の角度で撮影した写真

補足 2



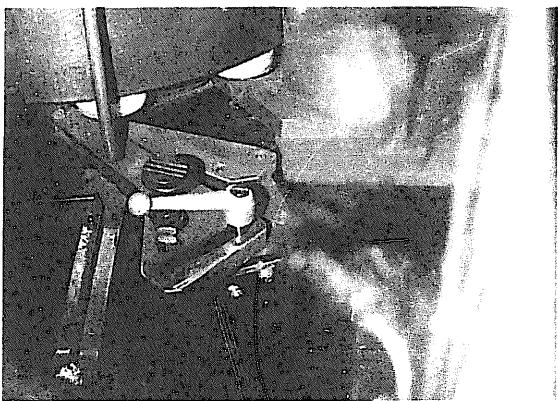
直進フィーダを別の角度で撮影した写真

補足 3



直進フィーダを別の角度で撮影した写真

補足 4



取出ダンパを別の角度で撮影した写真

図 1.2.5 ペレット取出口面詳細 (4)

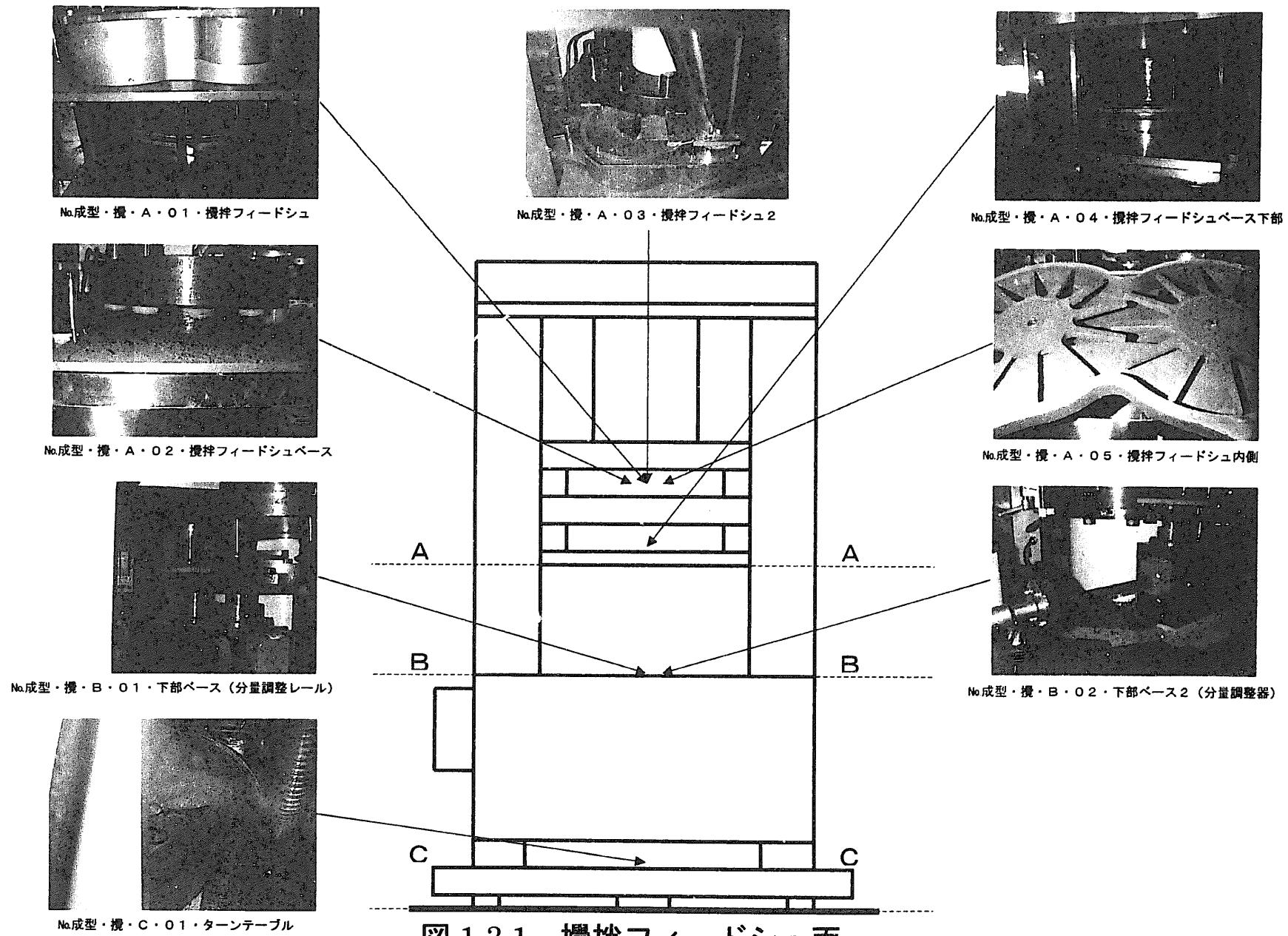
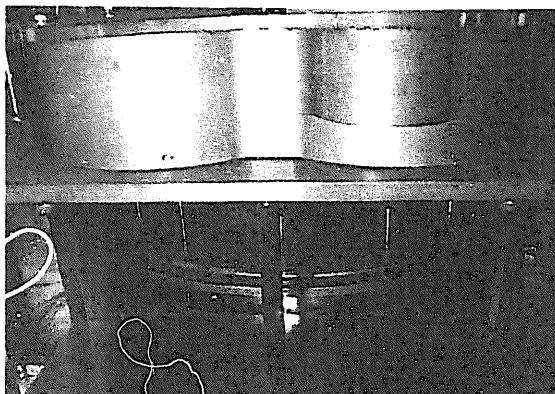


図 1.3.1攪拌フィードシュ面

No.成型・攪・A・01・攪拌フィードシュ



攪拌フィードシューベース上段には粉末の飛散は見られなかつたが、下段は直進フィーダからの粉末飛散の影響で少量の粉末が確認できた。

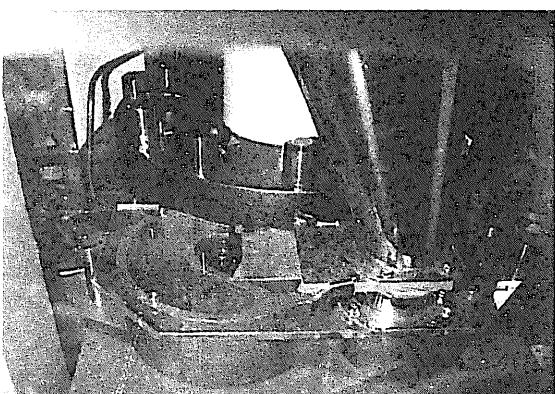
No.成型・攪・A・02・攪拌フィードシュベース



(攪拌フィードシュを取り外した写真)

大量の粉末が攪拌フィードシュ内に残っていた。

No.成型・攪・A・03・攪拌フィードシュ2



(攪拌フィードシュを上部より撮影した写真)

攪拌フィードシュと粉末供給ホッパの接合部があるゲート弁の後ろ側（回転盤側）に粉末の漏れが確認できた。

No.成型・攪・A・04・攪拌フィードシュベース下部

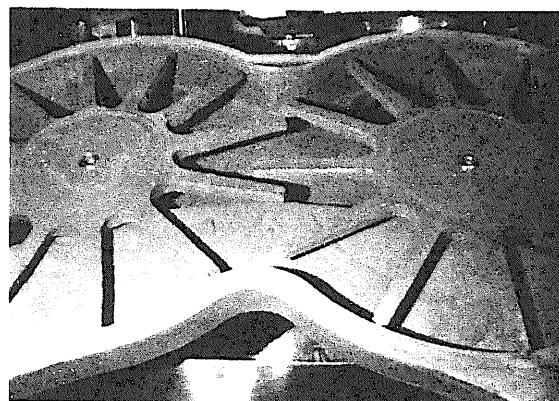


(攪拌フィードシュを設置するベース)

直進フィーダからの粉末飛散の影響で少量の粉末が確認できた。

図 1.3.2 攪拌フィードシュ面詳細 (1)

No.成型・攪・A・05・攪拌フィードシュー内側



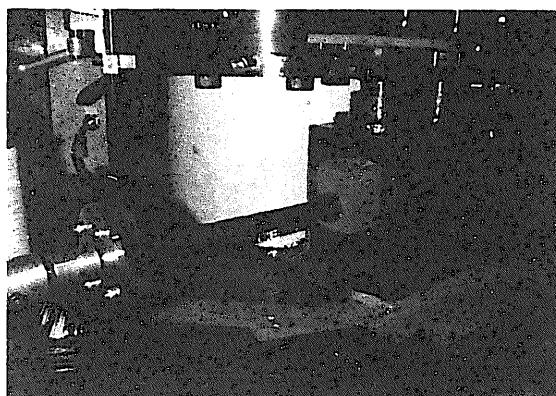
攪拌フィードシューの内側の全域に粉末が付着していた。

No.成型・攪・B・01・下部ベース（分量調整レール）



分量調整レールは、粉末の飛散は確認できなかつた。

No.成型・攪・B・02・下部ベース2（分量調整レール）



No.成型・攪・B・01と同様

No.成型・攪・C・01・ターンテーブル

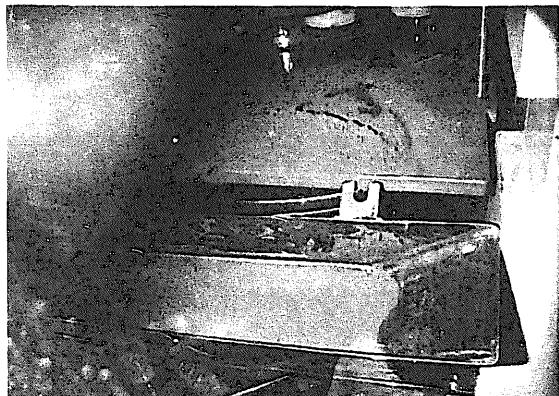


ターンテーブル上には、少量の粉末が確認できた。

図 1.3.3攪拌フィードシュ面詳細（2）

(補足写真)

補足 1



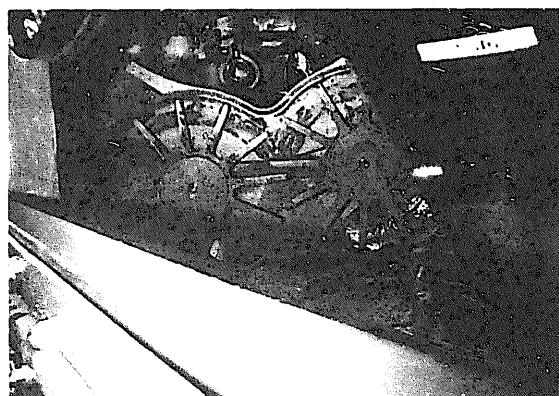
No.成型・攪・A・O 2を別の角度で撮影
した写真

補足 2



No.成型・攪・A・O 5を別の角度で撮影
した写真

補足 3



No.成型・攪・A・O 5を別の角度で撮影
した写真

図 1.3.4攪拌フィードシュ面詳細（3）

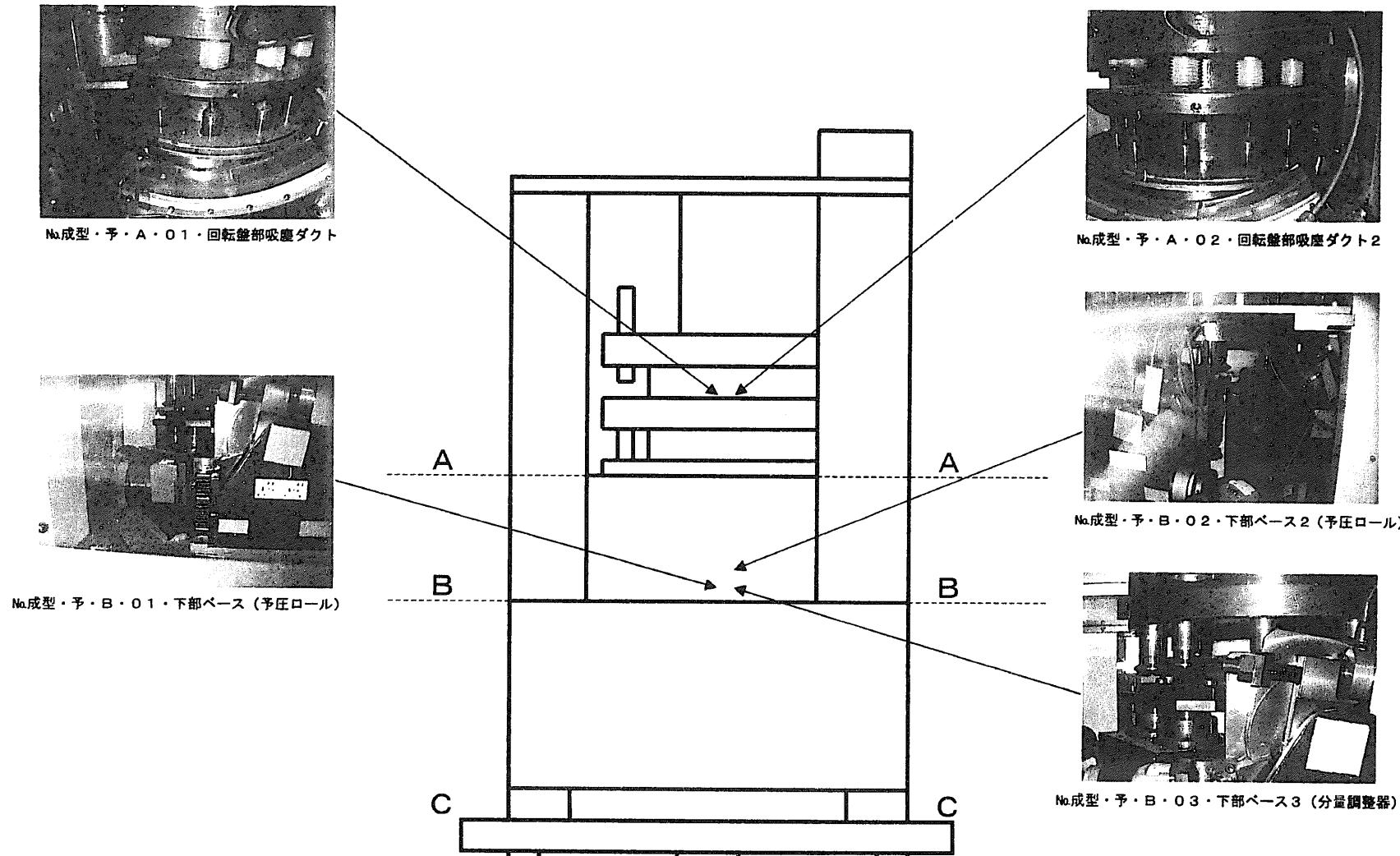
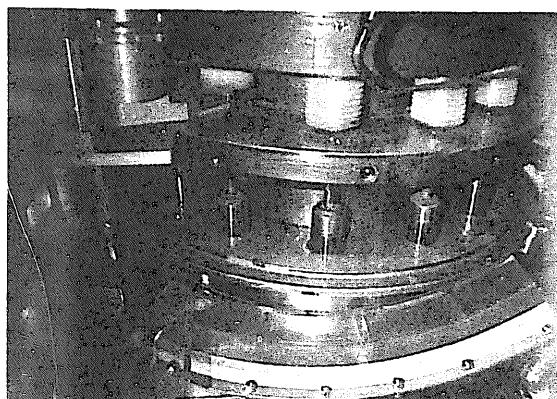


図 1.4.1 予圧 1 ロール面

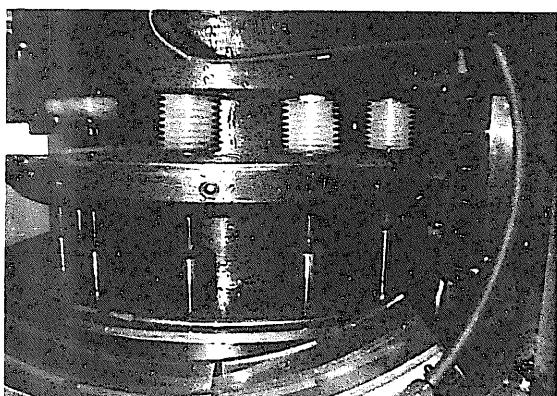
No.成型・予・A・O 1・回転盤部吸塵ダクト



攪拌フィードシューより、少量の粉末の漏れが見られた。

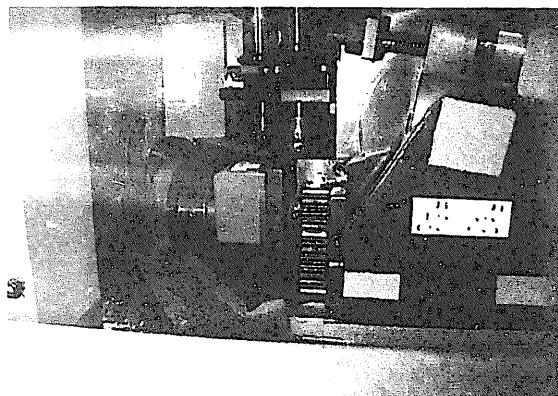
回転盤下部のダストシール面は、直進フィーダからの粉末飛散の影響で少量の粉末が確認できた。

No.成型・予・A・O 2・回転盤部吸塵ダクト2



(成型・予・A・O 1を別のアングルで撮影した写真)

No.成型・予・B・O 1・下部ベース(予圧ロール)



予圧1ロールは、粉末の飛散は確認できなかった。

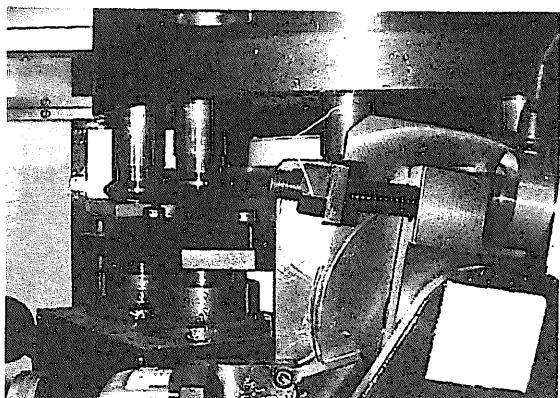
No.成型・予・B・O 2・下部ベース2(予圧ロール)



予圧2ロールは、粉末の飛散は確認できなかった。

図 1.4.2 予圧1ロール面詳細 (1)

No.成型・予・B・O 3・下部ベース 3（分量調整器）



分量調節器は、粉末の飛散は確認できなかつた。

図 1.4.3 予圧 1 ロール面詳細 (2)

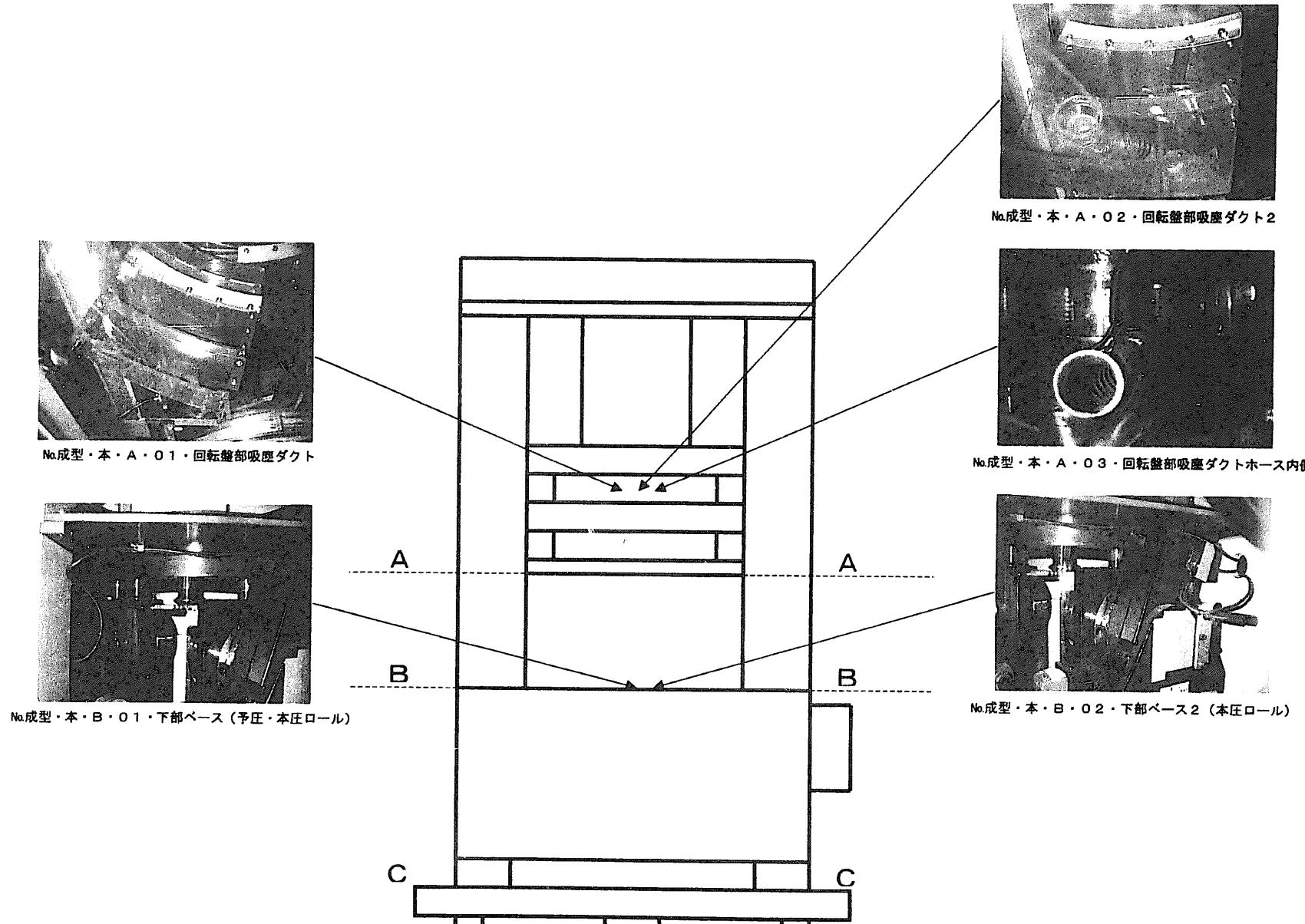
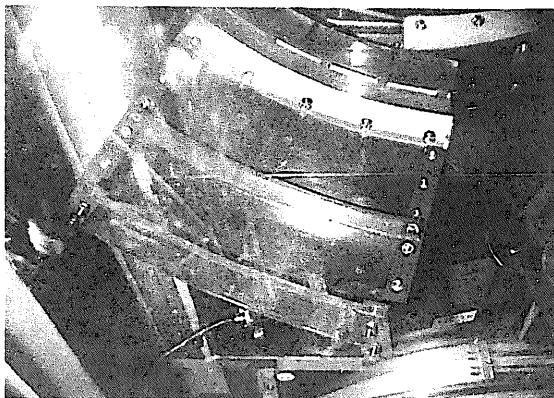


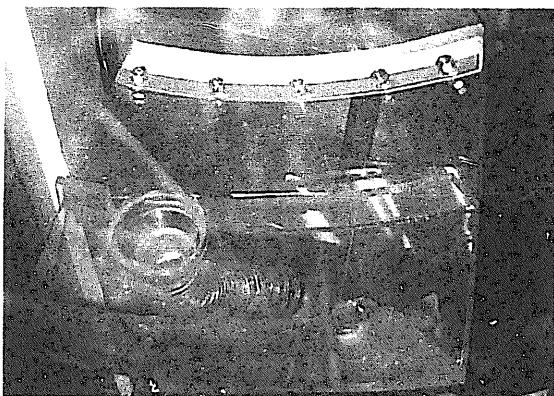
図 1.5.1 本圧ロール面

No.成型・本・A・O 1・回転盤部吸塵ダクト



回転盤部吸塵ダクト内は、粉末の付着は確認できなかった。

No.成型・本・A・O 2・回転盤部吸塵ダクト2



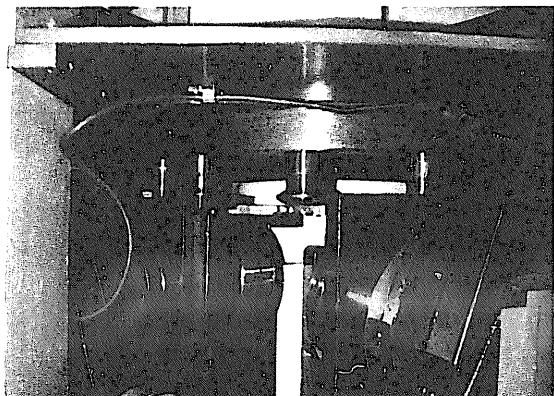
回転盤部吸塵ダクトの吸引口付近は、粉末の付着は確認できなかった。

No.成型・本・A・O 3・回転盤部吸塵ダクトホース内側



ホース内全域にわたって粉末の付着が確認できた。

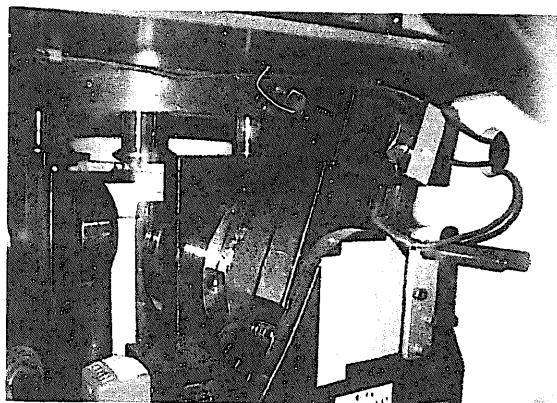
No.成型・本・B・O 1・下部ベース（予圧2・本圧ロール）



予圧2及び本圧ロールは、粉末の飛散は確認できなかった。

図 1.5.2 本圧ロール面詳細（1）

No.成型・本・B・O 2・下部ベース 2 (本圧ロール)



本圧ロールは、粉末の飛散は確認できなかつた。

図 1.5.3 本圧ロール面詳細 (2)

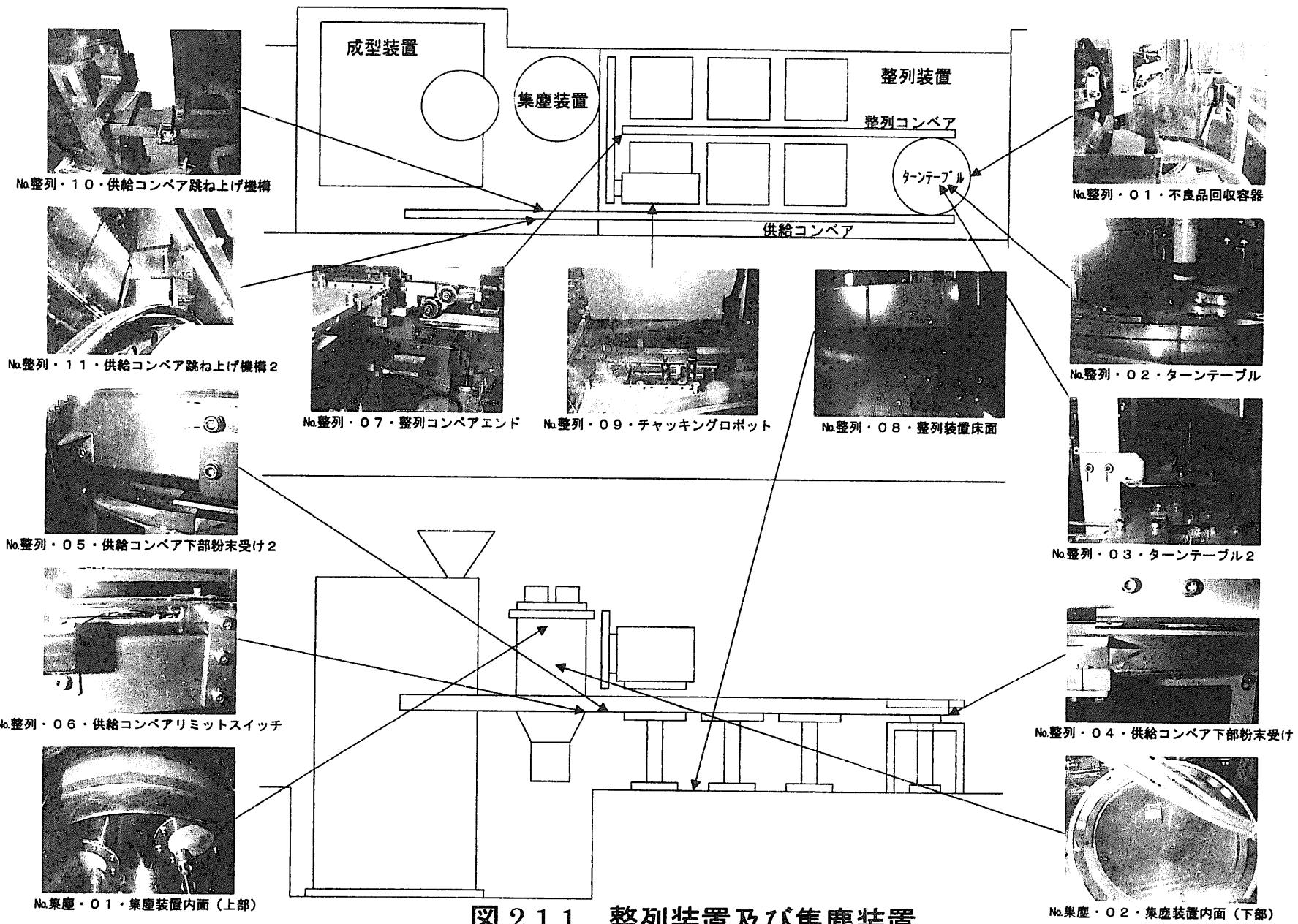


図 2.1.1 整列装置及び集塵装置

No.整列・O 1・不良品回収容器



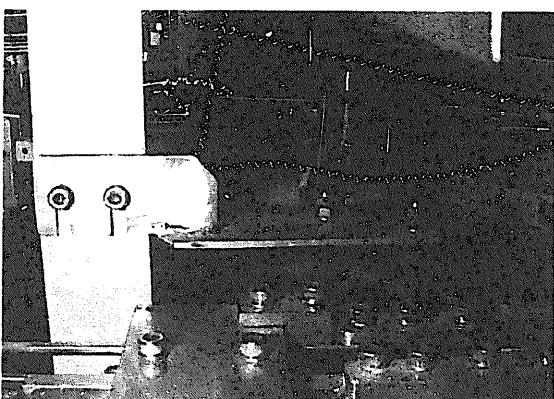
不良品回収容器内には、不良ペレット、小片及び粉末等が確認できた。

No.整列・O 2・ターンテーブル



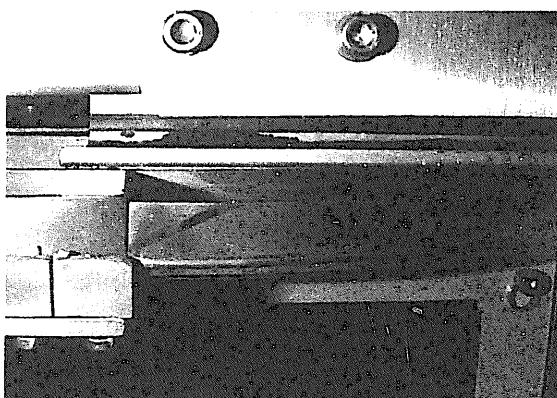
ターンテーブル回転盤面及び外周部に粉末の付着が多く見られた。

No.整列・O 3・ターンテーブル2



(No.整列・O 2を別の角度より撮影した写真)

No.整列・O 4・供給コンベア下部粉末受け



供給コンベアからターンテーブルにペレットを受け渡す隙間に粉末が多く見られた。

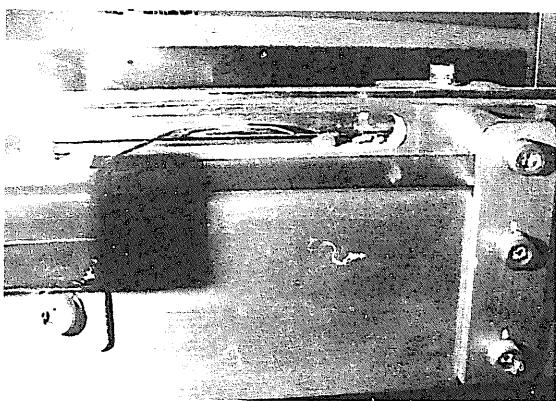
図 2.2.1 整列装置詳細 (1)

No.整列・05・供給コンベア下部粉末受け2



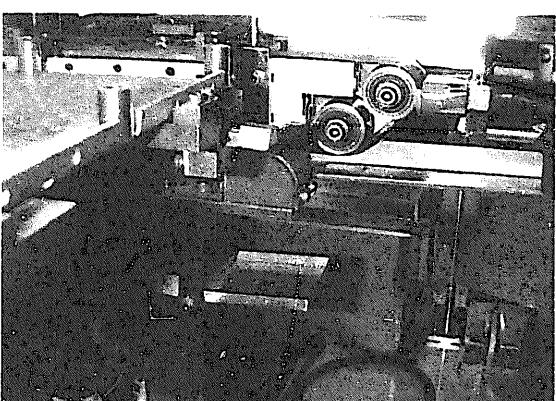
粉末受けには、広範囲で少量ではあるが粉末の付着がみられた。

No.整列・06・供給コンベアリミットスイッチ



センサーレバー部の開口部にペレットのカケが少量見られた。

No.整列・07・整列コンベアエンド



集塵装置の吸い口を設置してあるが、整列コンベアエンドの粉末受け及びベルトクリーナー、ベルトクリーナーの粉末受けに少量の粉末が見られた。

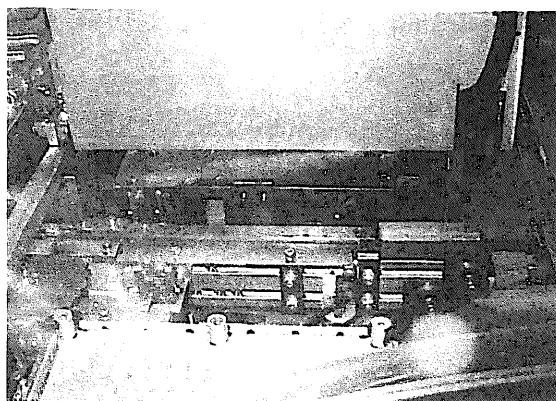
No.整列・08・列装置床面



整列時に落ちたペレットやそのカケが数個見られた。

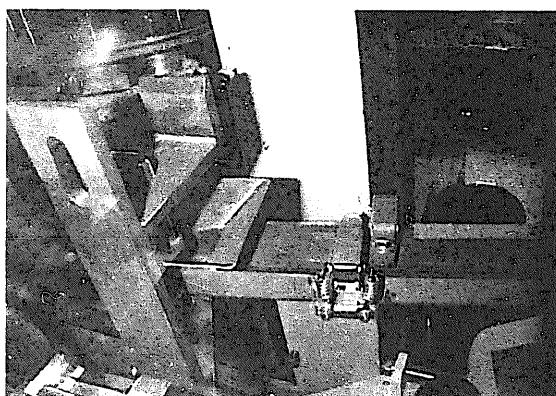
図 2.2.2 整列装置詳細（2）

No.整列・09・チャッキングロボット



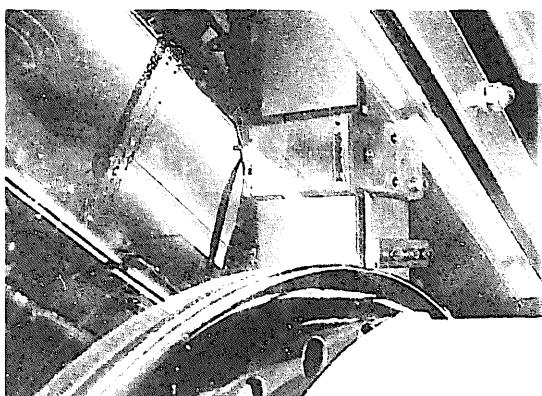
ペレットを堰き止めるガイト部に粉末の付着が見られた。

No.整列・10・供給コンベア跳ね上げ機構



供給コンベア跳ね上げ機構の下に粉末の落下した痕が見られた。

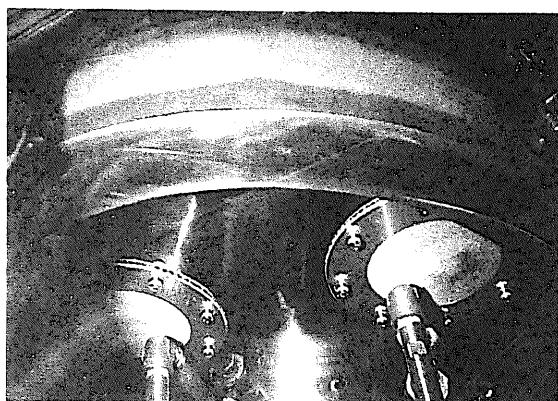
No.整列・11・供給コンベア跳ね上げ機構2



(供給コンベアが跳ね上がっている状態)

図 2.2.3 整列装置詳細（3）

No.集塵・O 1・集塵装置内面（上部）



粉末の付着は確認できなかった。

No.集塵・O 2・集塵装置内面（下部）



内側の表面に薄く粉末が付着している。

図 2.3.1 集塵装置詳細

別添参考資料集 2

焼結設備の試験

別添資料

1. 焼結設備の仕様

1) 基本仕様

(1)炉形	上部装荷角形バッチ式焼結炉
(2)最高使用温度	1800°C
(3)均熱	±10°C
(4)装荷重量	75kgMOX／炉
(5)昇温速度	400°C／hr
(6)使用ガス	N ₂ (95%) - H ₂ (5%) 混合ガス
(7)ガス量	10Nm ³ ／hr
(8)本体寸法	1150×750×1100H (mm)

2) 特徴

(1)処理能力

Pu-3ATRラインの処理能力(150kgMOX×2ロット)を考慮して、75kgMOX／炉の能力を持たせるとともに、高温・重荷重下における焼結皿の変形量を抑制するため、2山装荷を可能とした角形タイプ

(2)均熱性の向上

- ① 1800°Cの高温まで昇温可能なように、ヒータの材質をタンクステンとし、リフレクタについても、焼結体の近傍の数枚はタンクステン材を採用
- ② 焼結炉内の均熱性を高めるため、ヒータを長くし、焼結体の上下にも均熱ゾーンを広げた構造を採用
- ③ 霧囲気ガスによる影響を緩和するため、焼結皿の受け台座の下にガス保温箱を設置し、霧囲気ガスをその中で暖めてから炉内に放出する構造を採用

(3)ヒータ及びリフレクタの変形対策

- ① ヒータおよびリフレクタの一部に高温でも適用するタンクステン材を採用
- ② ヒータの変形を抑制するため、1枚のヒータ内におけるヒータの巻き方を交互逆向きにした構造を採用
- ③ リフレクタの枚数を通常よりも厚く、更に多くした構造
- ④ ヒータとリフレクタ、炉体とリフレクタが変形による接触を防止するため、アルミニナ製のガイドを設置
- ⑤ 上蓋部リフレクタの変形による損傷を防止するため、2分割構造を採用

(4)メンテナンス性の向上

- ①焼結炉の構造を縦型タイプとし、ヒータ及びリフレクタの交換を上部より、ホイストクレーン等を利用して交換できる構造を採用
- ②焼結皿の受け台座と皿の接着を防止するため、受け台座の上面にアルミナ製の円盤を埋め込んだ構造を採用

2. 焼結皿の仕様

- ・外形寸法： $270 \times 280 \times 26.5$ H mm, $t = 3$ mm (図 2.2.2—1 参照)
- ・材質：スーパーモリブデン（東邦金属製）

3. 測定装置の仕様

- ・熱電対 山里産業(株)製 WRe 5/26% 12本

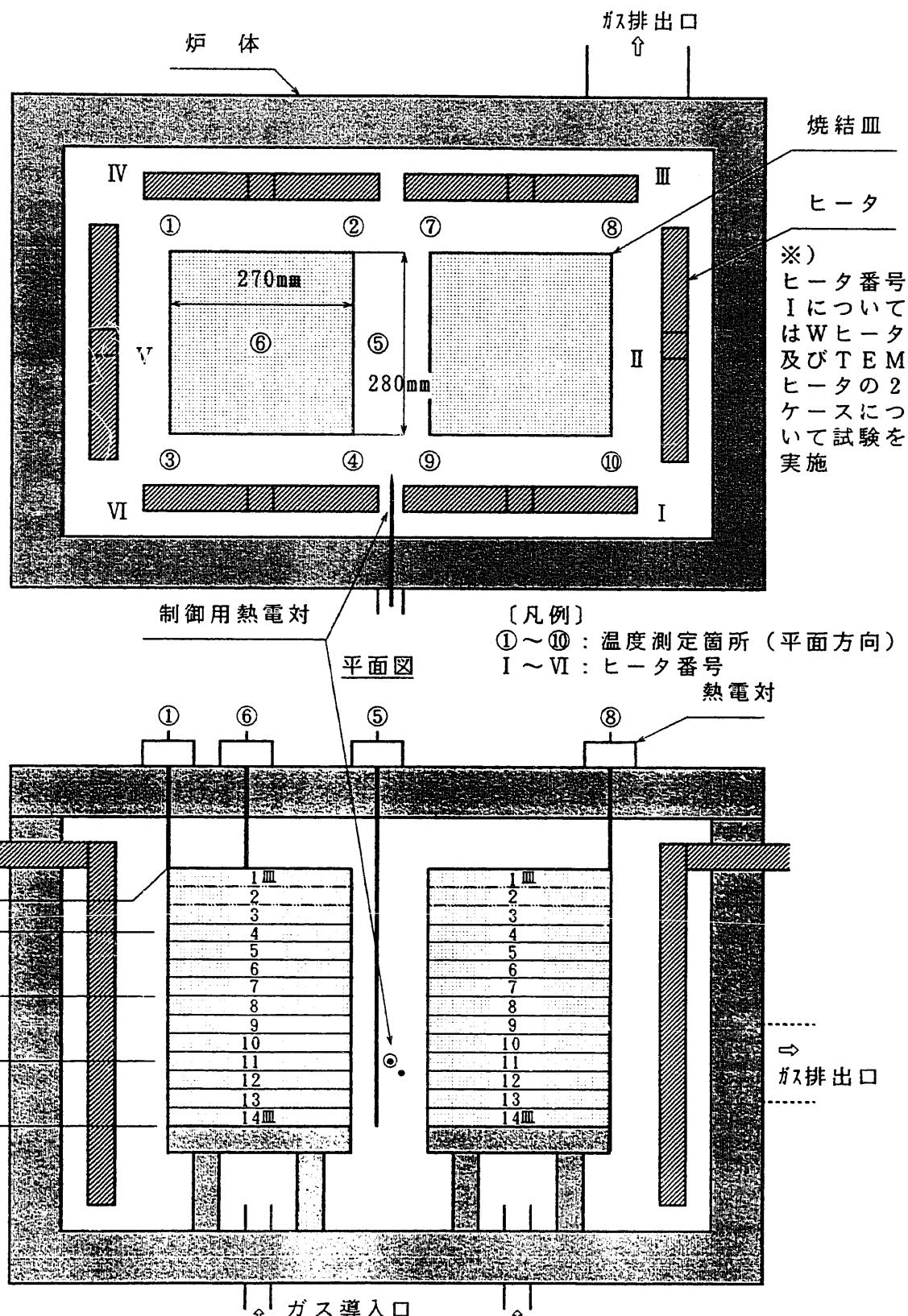


図2.2.1-1 炉内均熱測定概念図

均熱性試験結果(タンクステンヒータ)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	1698	1693	1701	1695	1689	1676	1695	1698	1695	1701
B	1720	1708	1717	1709	1704	1710	1707	1710	1705	1709
C	1724	1708	1719	1713	1706	1719	1708	1711	1705	1715
D	1717	1701	1714	1709	1700	1718	1705	1705	1691	1707
E	1705	1690	1697	1697	1691	1707	1694	1693	1683	1702

■測定ポイント①～⑩の位置関係は、図1 均熱性試験概要図を参照のこと。

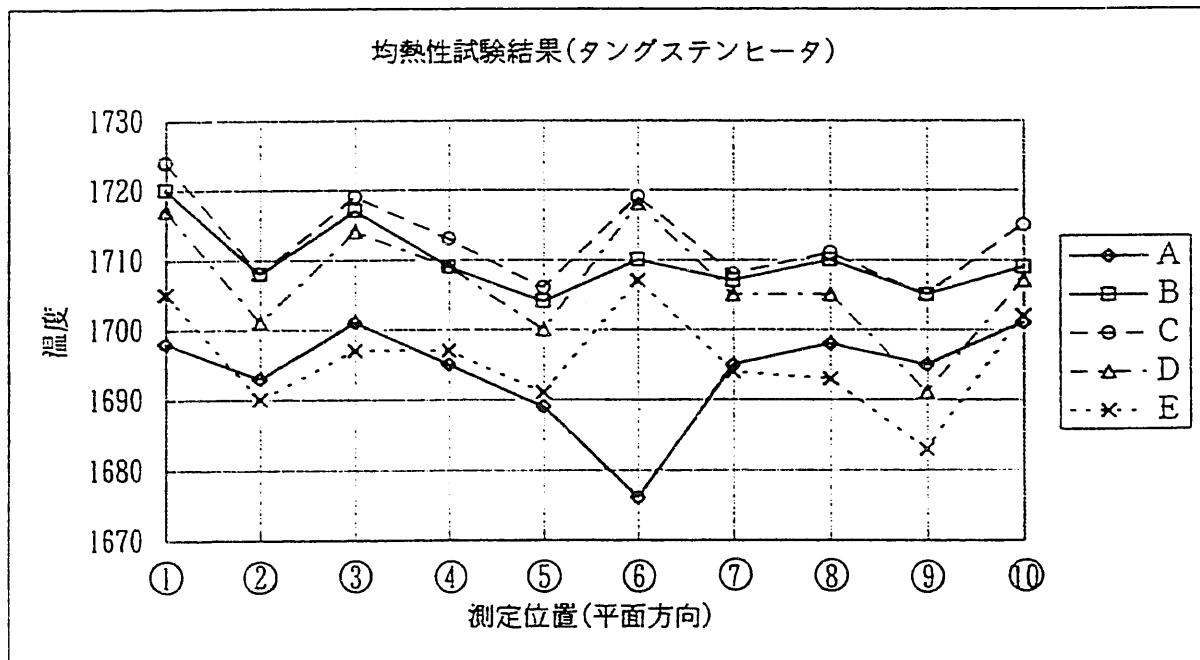
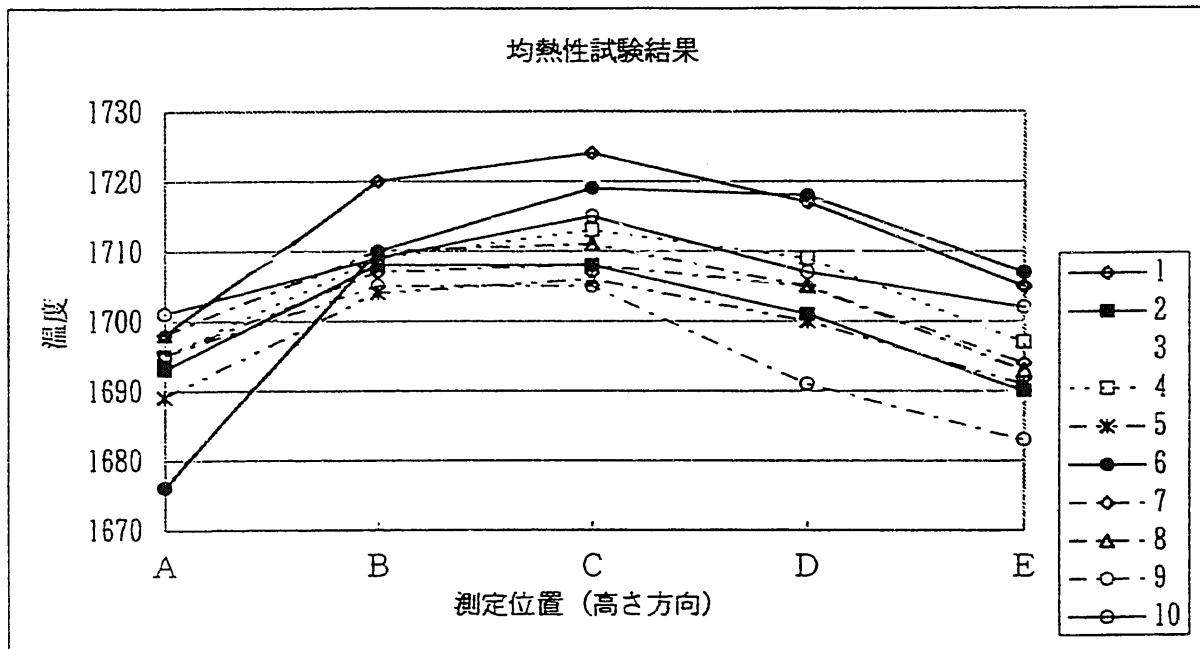


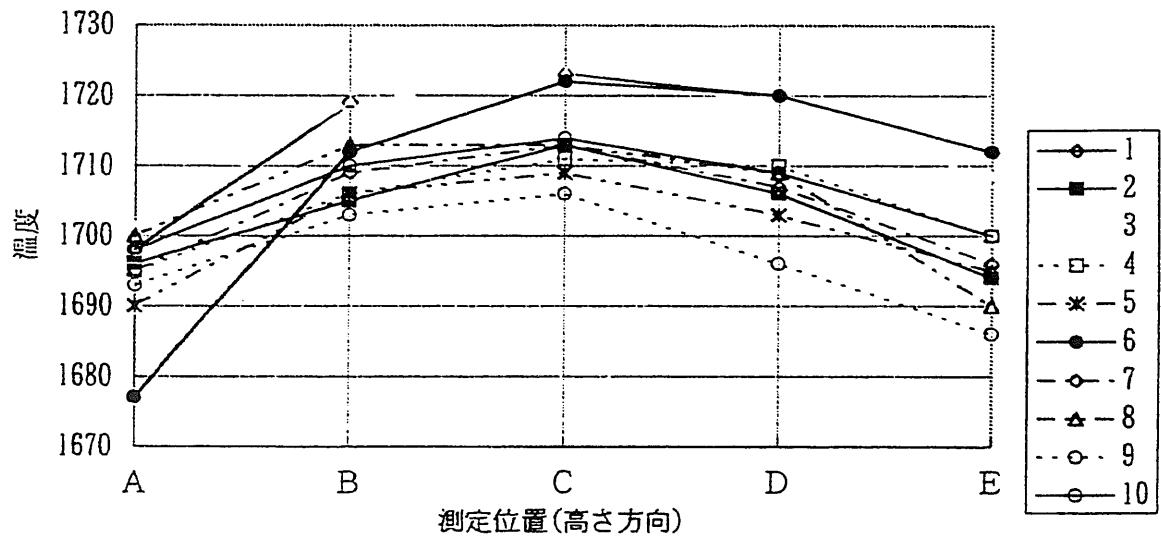
図2.2.1-2 均熱性試験結果 (タンクステンヒータ)

均熱性試験結果(一部TEMヒータ)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	1698	1696	1701	1695	1690	1677	1695	1700	1693	1698
B	1719	1705	1719	1706	1706	1712	1709	1713	1703	1710
C	1723	1713	1723	1711	1709	1722	1713	1713	1706	1714
D	1720	1706	1719	1710	1703	1720	1707	1709	1696	1709
E	1712	1694	1708	1700	1695	1712	1696	1690	1686	1700

■測定ポイント①～⑩の位置関係は、図1 均熱性試験概要図を参照のこと。

均熱性試験結果(TEMヒータ)



均熱性試験結果(TEMヒータ)

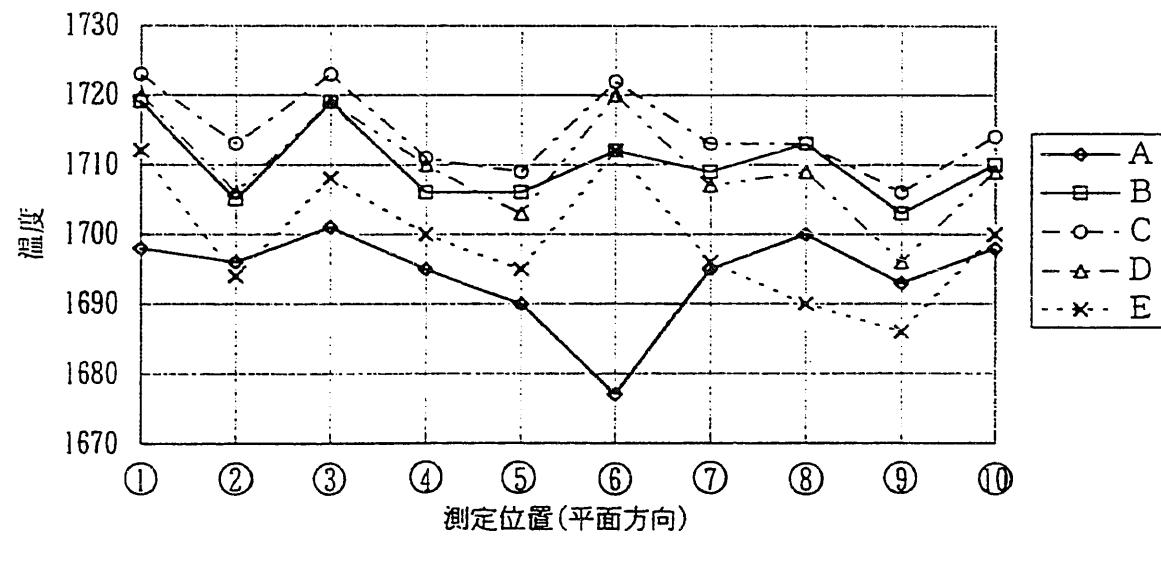


図2.2.1-3 均熱性試験結果 (TEMヒータ)

【制御用熱電対の位置について】

表2.2.1 制御用熱電対の位置について

1 設計段階での均熱ゾーン	2 試験段階での均熱ゾーン
<p>炉内側面図</p> <p>設計温度曲線</p>	<p>実際の温度曲線</p>
<p>【設計条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 焼結皿無装荷、ガス流し無考慮 (2) 焼結皿7枚であるため、中心部D点位置に配置 (3) 上部と下部の熱損失の比率を1.5 : 1であるため、ヒータ長もその比率としている。 (4) 設計上の温度曲線は上図のように考えていた。 	<p>【試験条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 焼結皿装荷、混合ガス流し (N_2-H_2)状態 (2) 焼結皿装荷枚数14枚 (3) 上部と下部の熱損失の比率はほぼ1 : 1である。(上記の(1)(2)の影響が大きいと考える) (4) 設計上の温度曲線は上図のような結果となった。

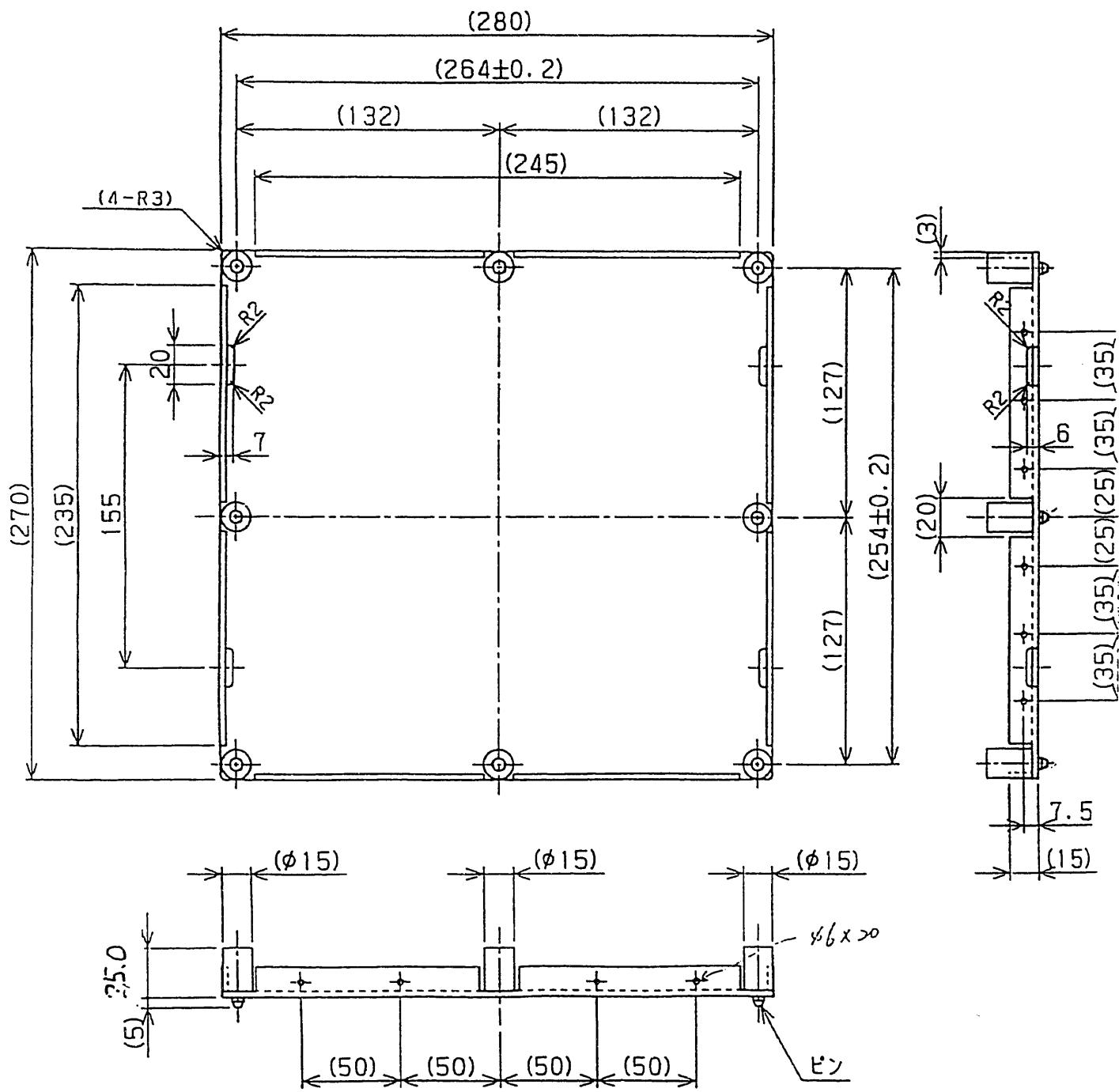
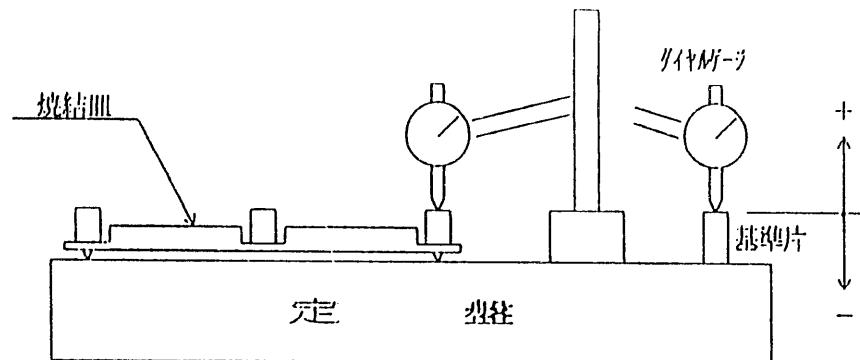


図2.2.2-1 焼結皿外形図

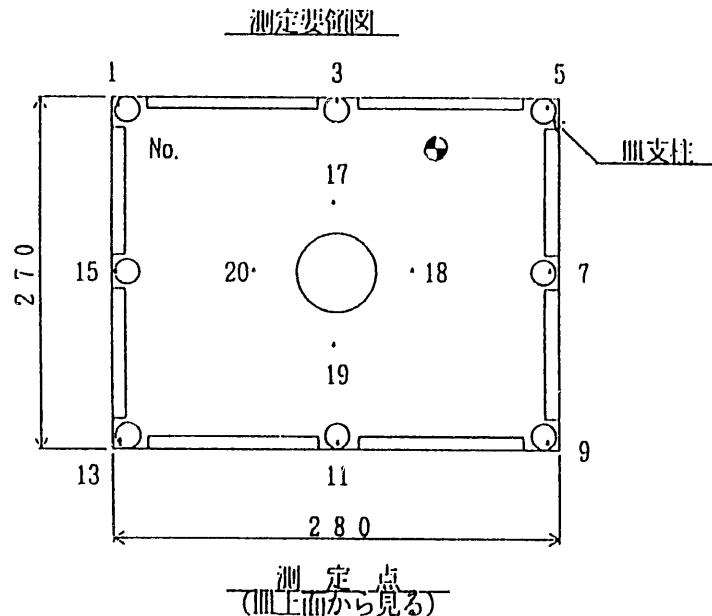


测定要领

- ①定盤上にて基準片高さを0にする様ダイヤルゲージを調整する。
 - ②測定する皿を定盤上に置き●印にガタ付防止用にウェイトを置く。
 - ③ダイヤルゲージを固定し皿を移動し測定点を測定する。

上記①～③をピン上、側板、底板について行う。

(基準片高さ
　　ピッタ測定用 31. 67 mm
　　側板測定用 18. 37 mm
　　底板測定用 9. 81 mm)



III變形評估方法

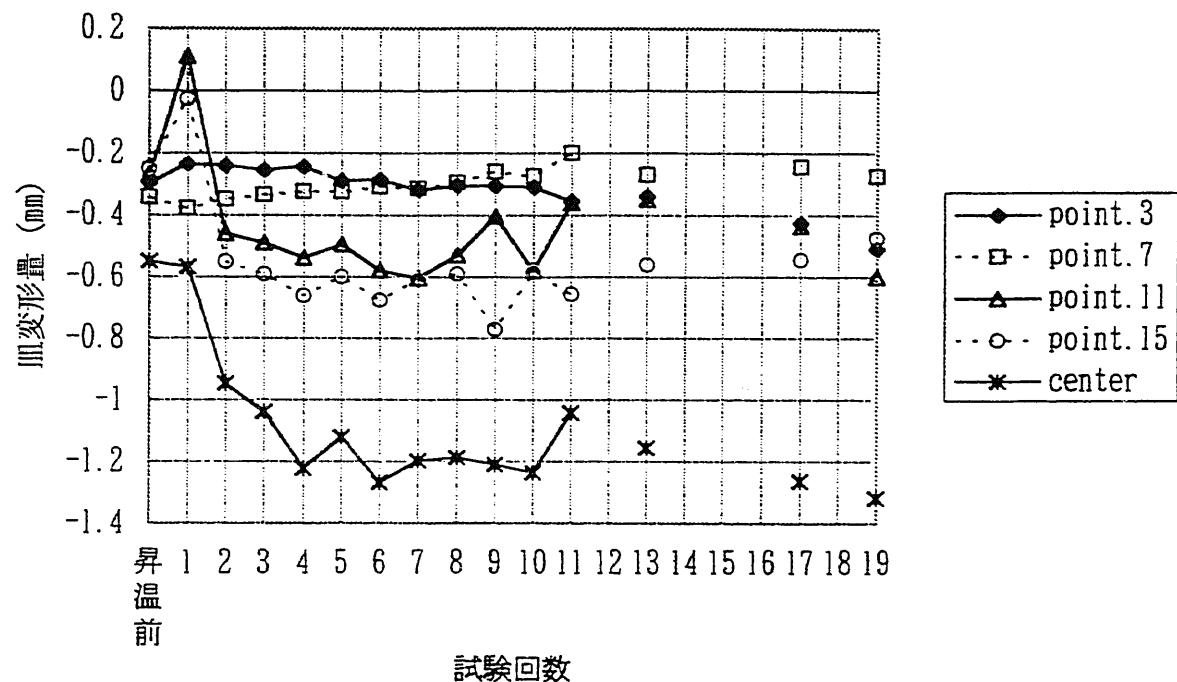
- ・図の対角線及び4辺のうちのそれぞれ1辺ずつに着目し、1辺の両端点（コーナ部）と中心点との相対変位量を算出した。即ち+方向に変位していれば凸形の変形に、一方方向に変位していれば凹形の変形となる。

例：Point 3 = 测定点 3 - ((测定点 1 + 测定点 5) / 2)

$$C_{\text{e}n\text{t}\text{e}r = \left(\frac{\text{(测定点17+18+19+20)}}{4} \right) - \left(\frac{\text{(测定点5+测定点13)}}{2} \right)}$$

図2.2.2-2 焼結皿変形量測定概念図

皿N0.3



皿N0.9

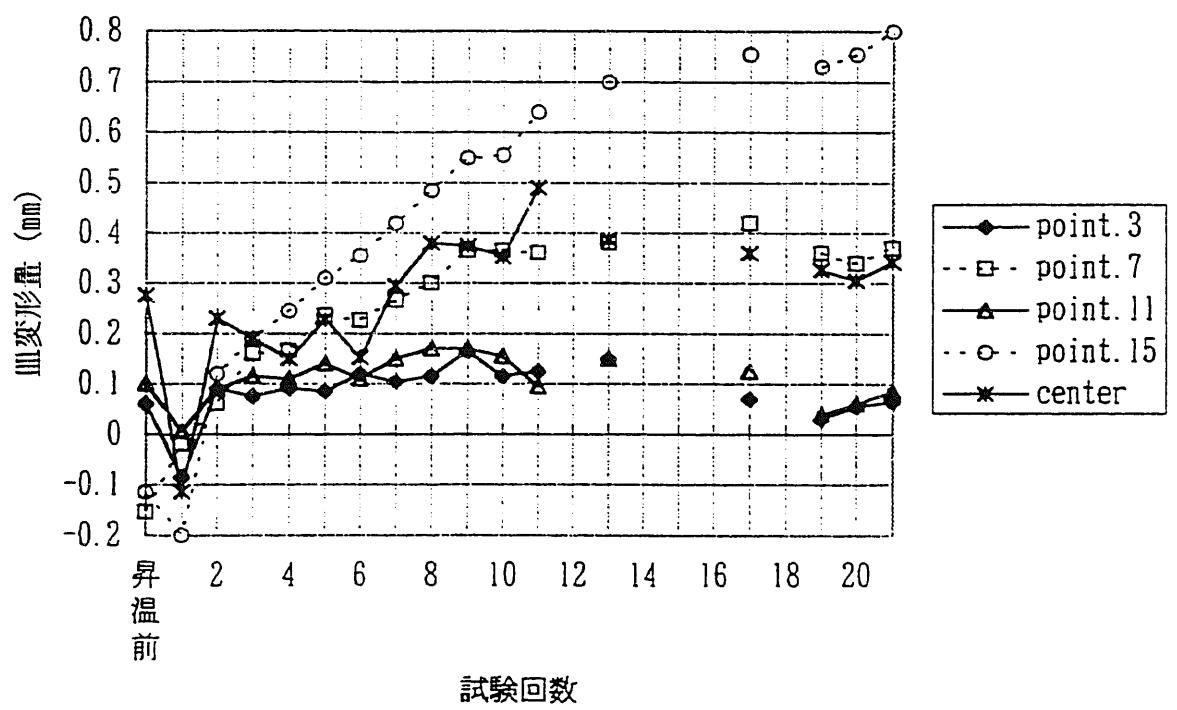


図2.2.2-3 焼結皿変形量測定結果(1/3)

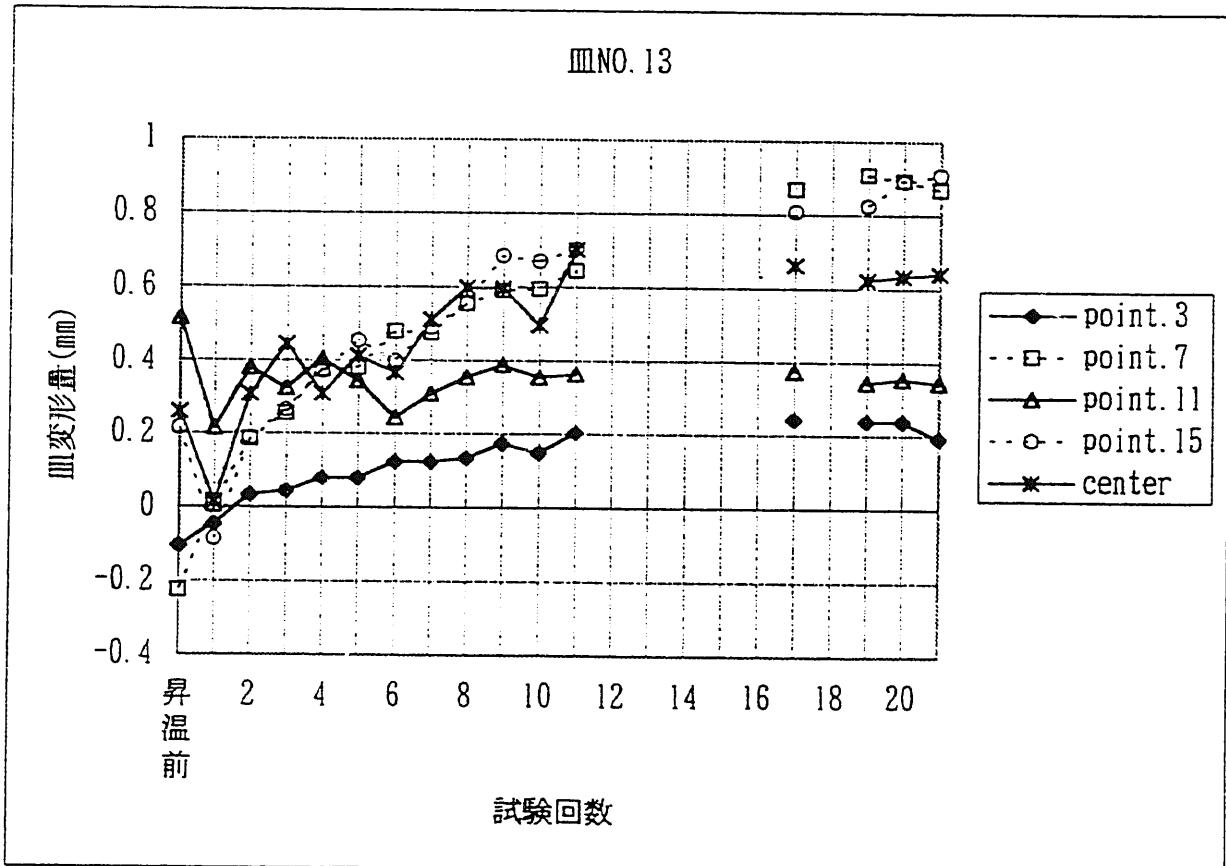
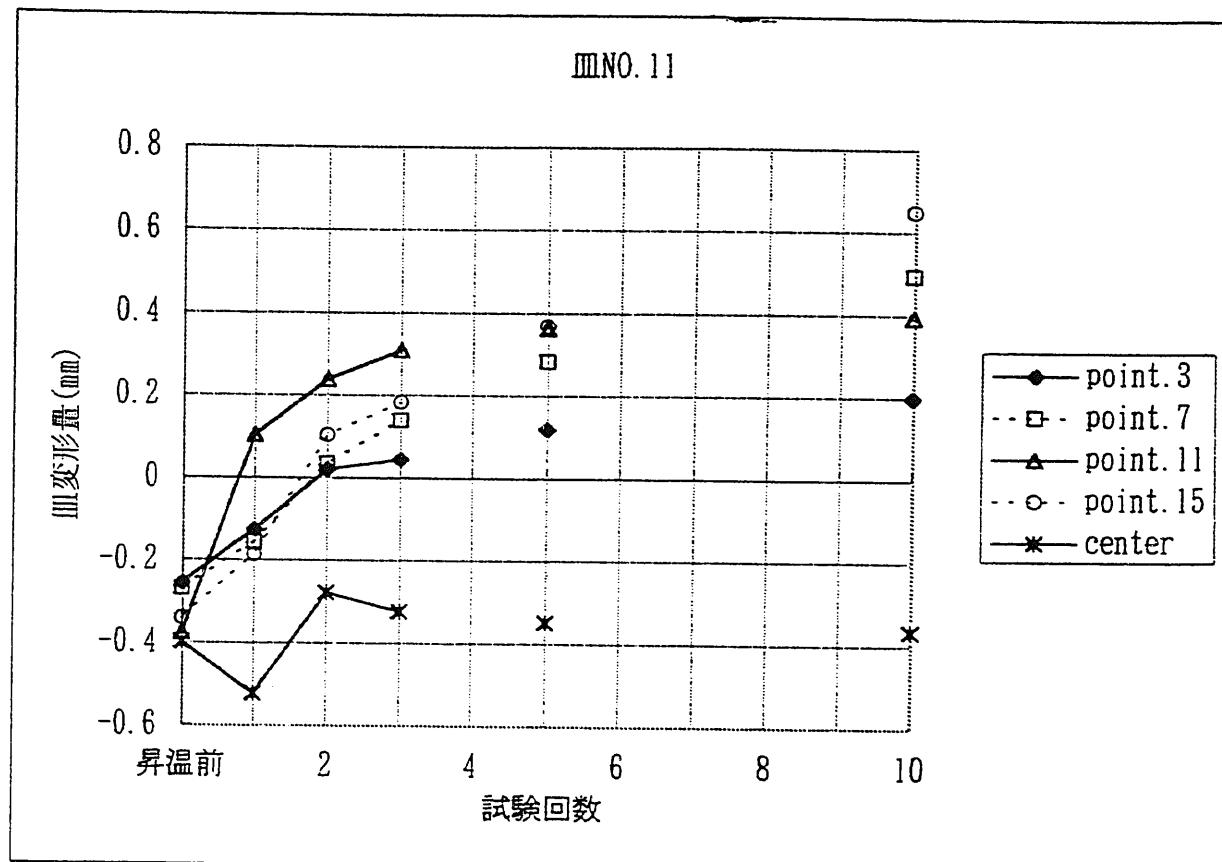


図2.2.2-3 焼結皿変形量測定結果(2/3)

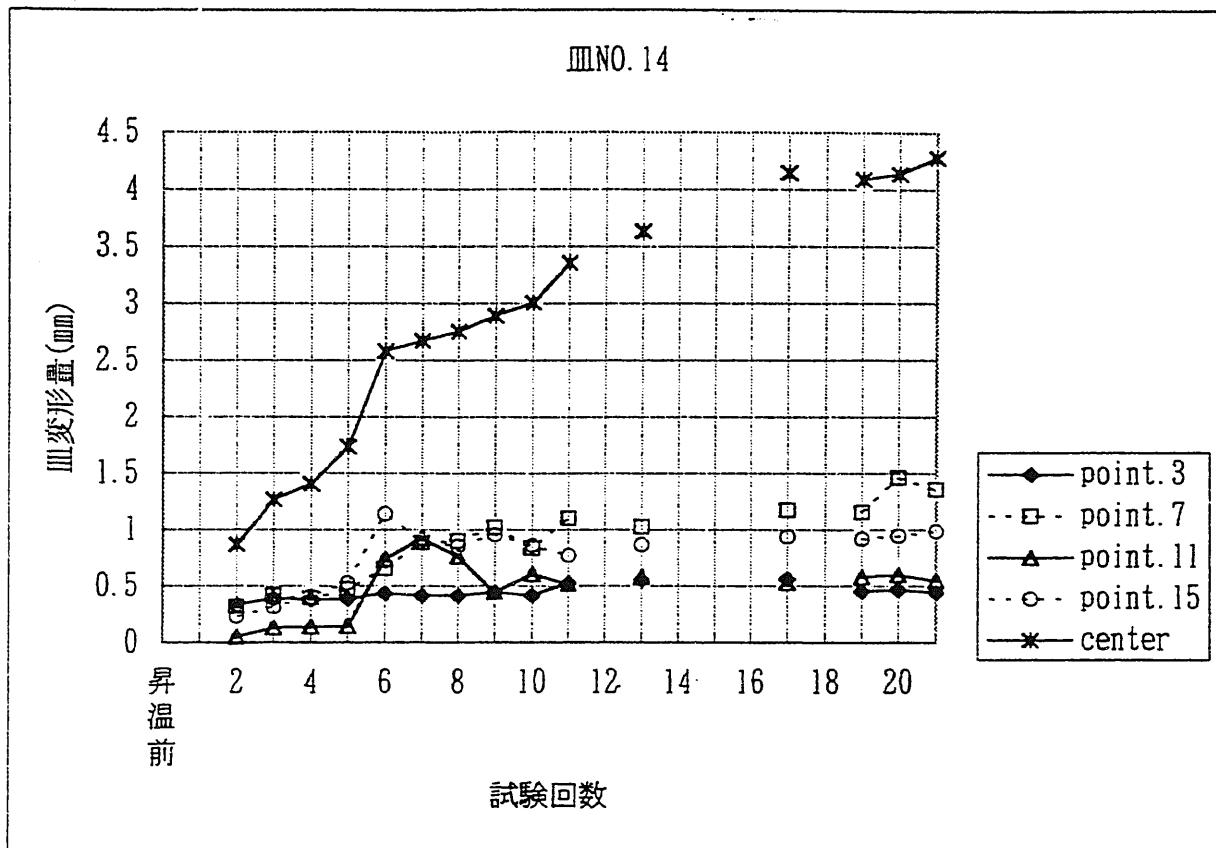


図2.2.2-3 焼結皿変形量測定結果(3/3)

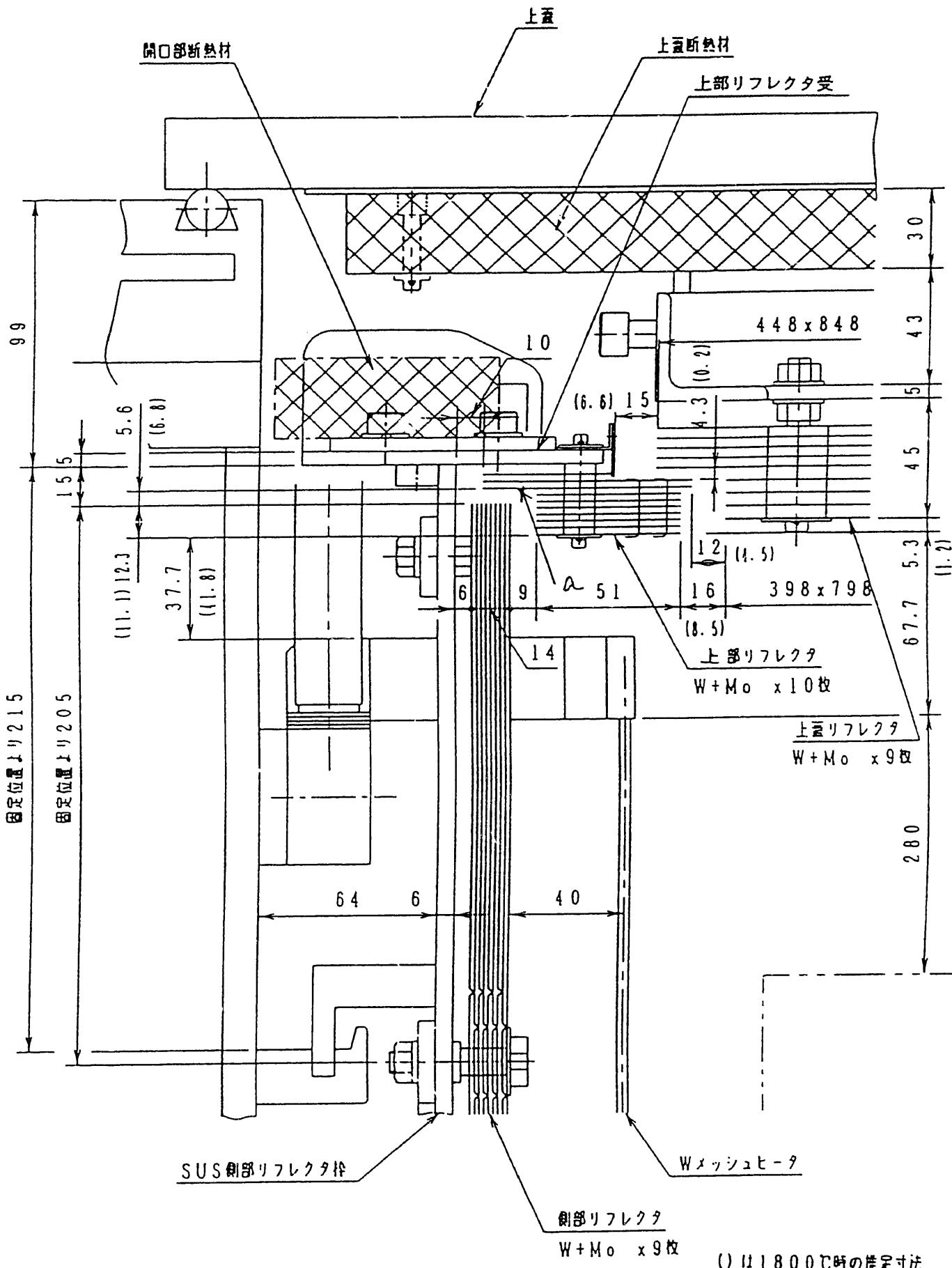
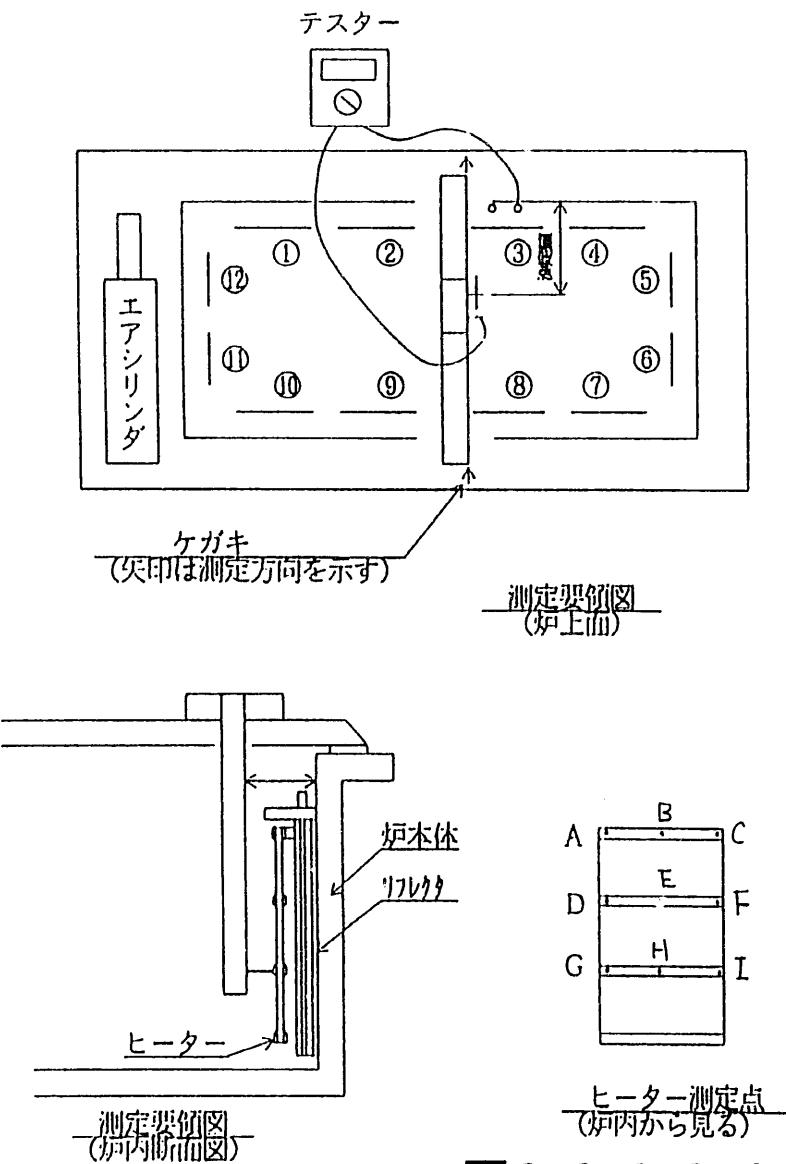


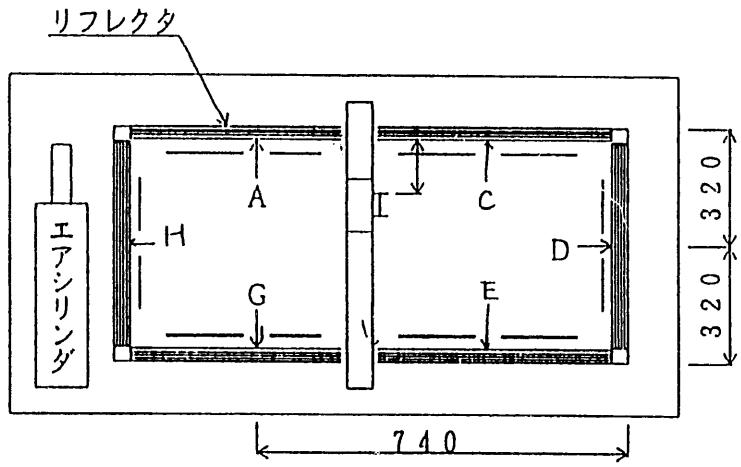
図2.2.3-1 焼結炉ヒータ及びリフレクタ詳細図

測定要領

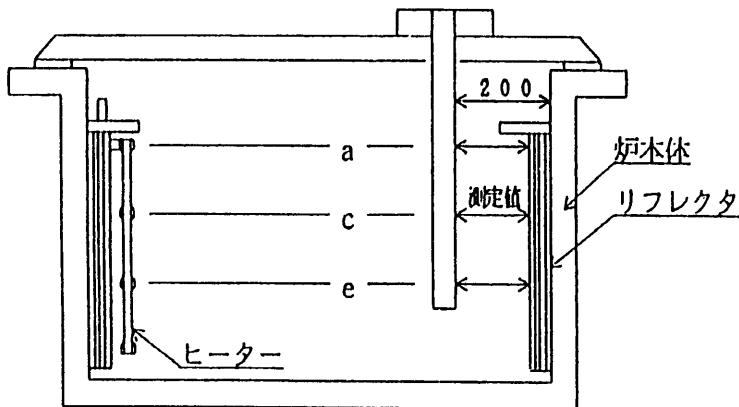
- ①治具（ブリッジ）を本体フランジ上のケガキに合わせて置く。
- ②T型治具をブリッジ上にセットする。
- ③テスターを導通モードにしT型治具とヒーター電極にセットする。
- ④T型治具をスライドしテスターの導通プラーが鳴るまでヒーターに接近させる。
- ⑤本体フランジ内面～T型治具内側までの寸法を測定する。

上記①～⑤を各測定点について繰り返し行う。

図2.2.3-2 ヒータ変形量測定要領

測定要領

- ①治具（ブリッジ）を本体フランジ上の定めた寸法位置に置く。
- ②T型治具をブリッジ上にセットする。
- ③T型治具を本体フランジ内面～T型治具内側寸法が200mmになる様調整する。
- ④T型治具内側～リフレクタまでの寸法を測定する。

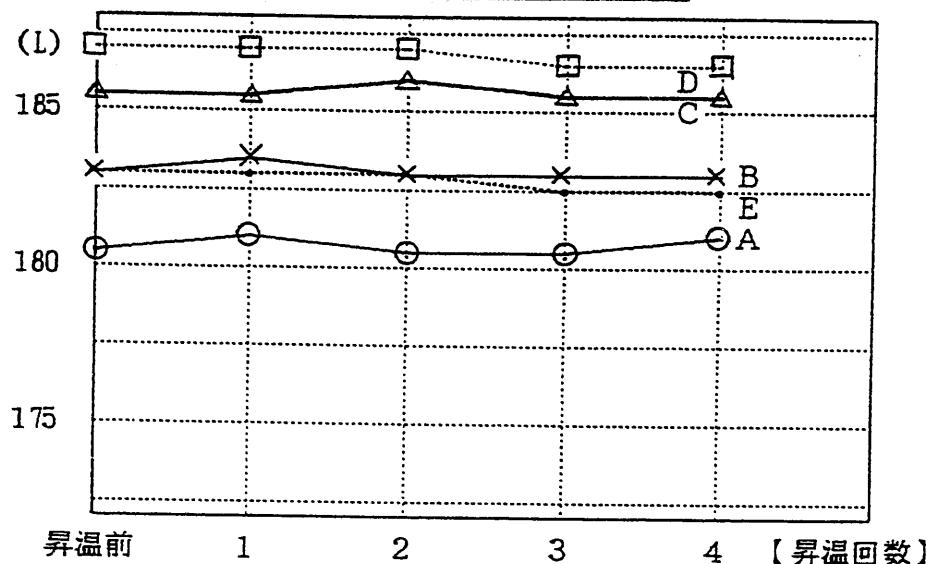


上記①～④を各測定点について繰り返し行う。

測定要領図
(測定点)

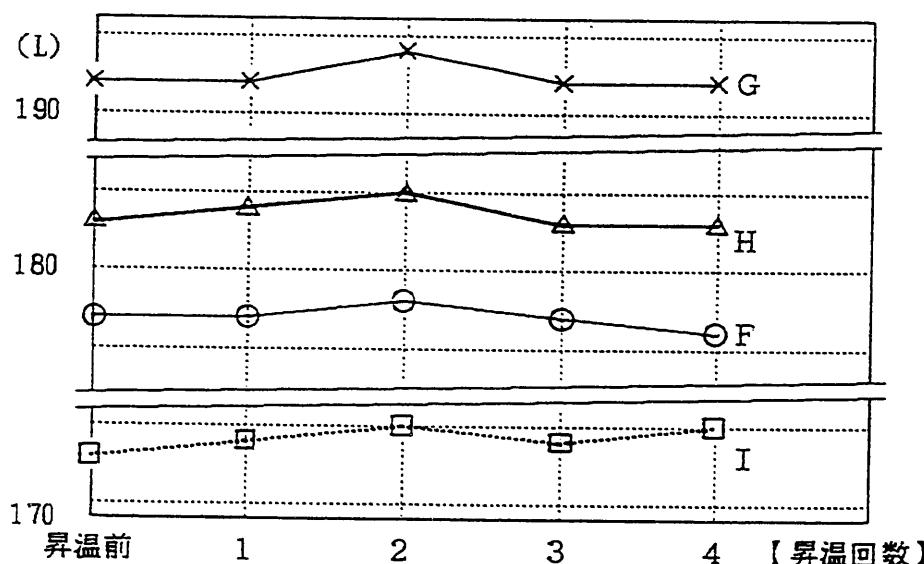
図2.2.3-3 リフレクタ変形量測定要領

■ヒーター変形量 (NO. 1)



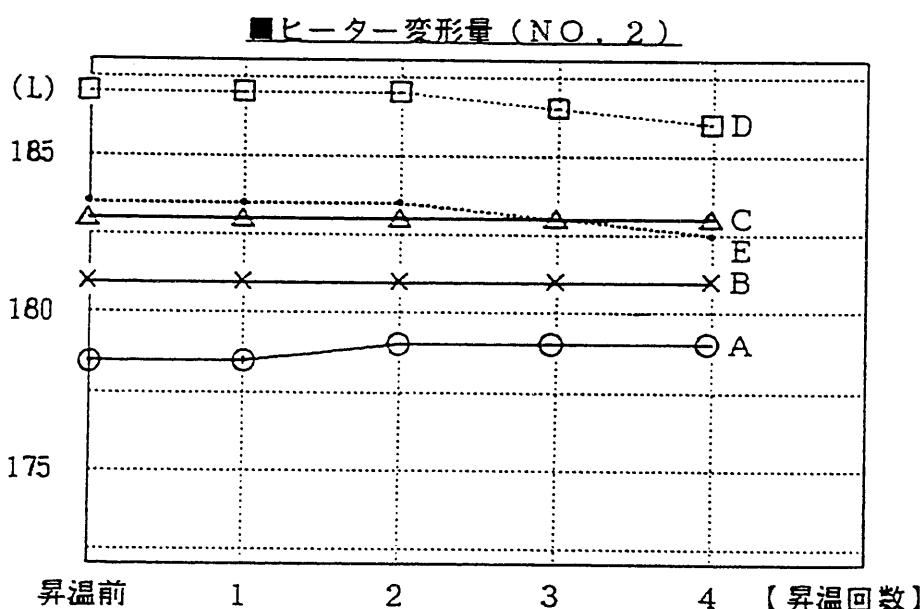
【 $^\circ\text{C}$ 】

- A(上左): ○ —○—
- B(上中): × —×—
- C(上右): △ —△—
- D(中左): □ —□—
- E(中中): · · · · ·



【 $^\circ\text{C}$ 】

- F(中右): ○ —○—
- G(下左): × —×—
- H(下中): △ —△—
- I(下右): □ —□—

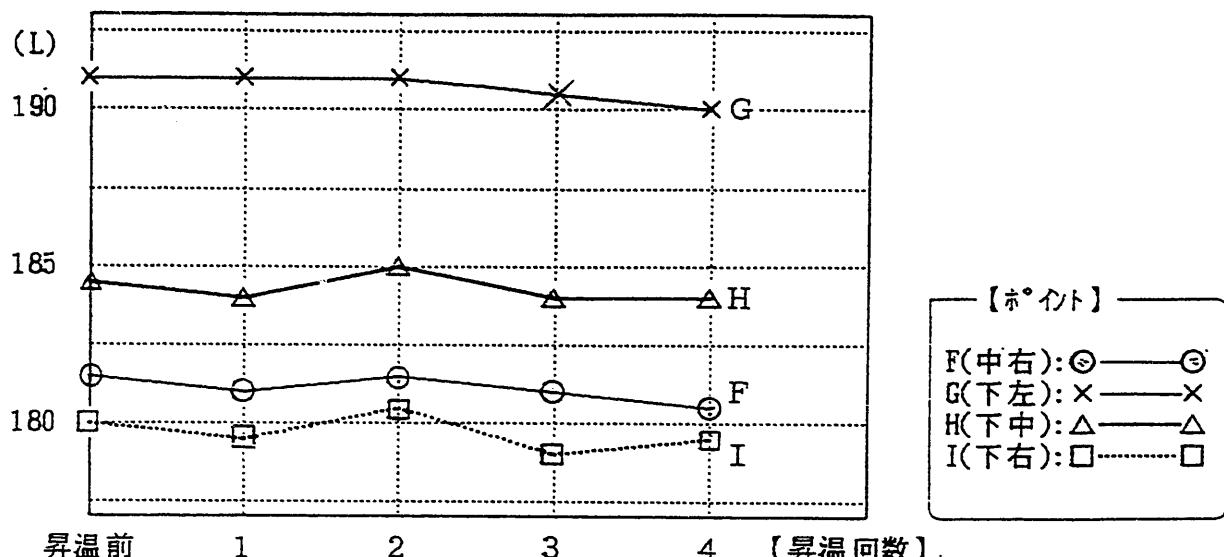


【 $^\circ\text{C}$ 】

- A(上左): ○ —○—
- B(上中): × —×—
- C(上右): △ —△—
- D(中左): □ —□—
- E(中中): · · · · ·

図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(1/9)

■ヒーター変形量 (NO. 2)



■ヒーター変形量 (NO. 3)

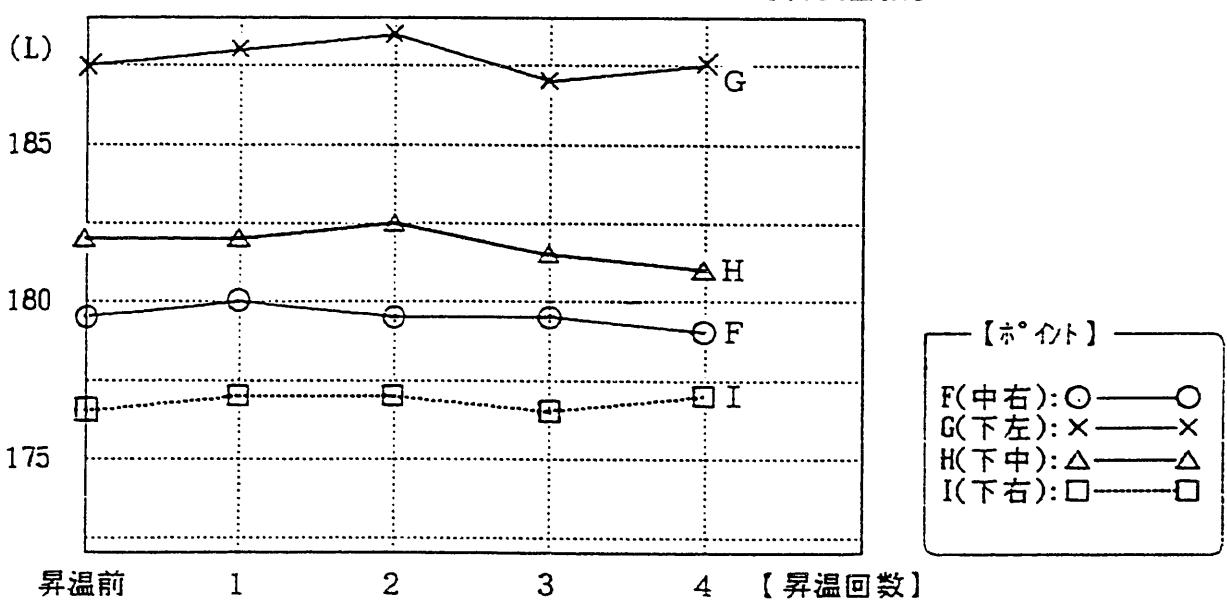
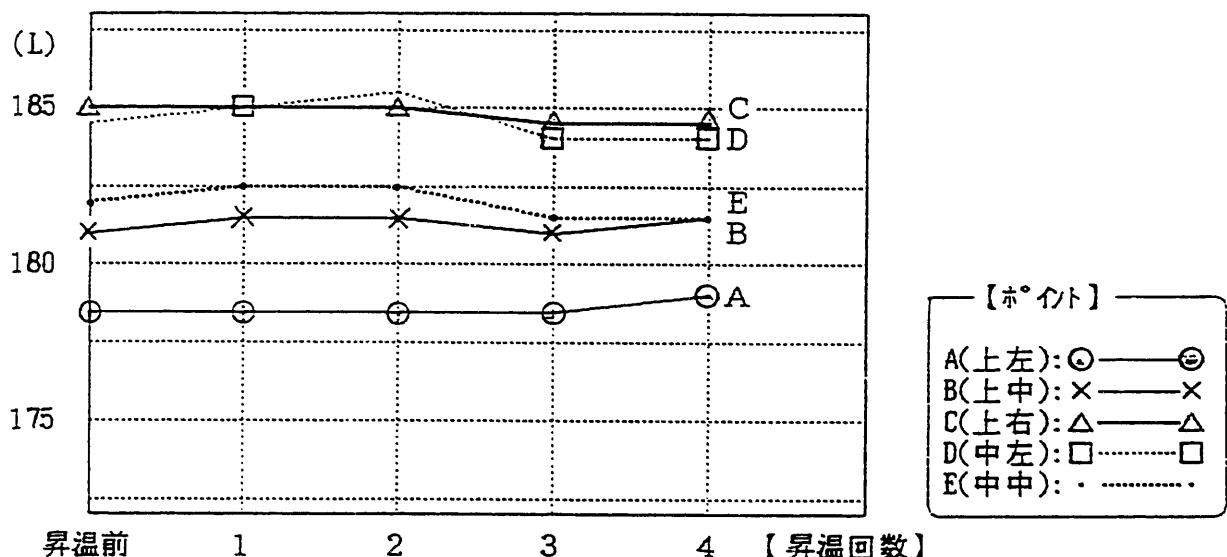
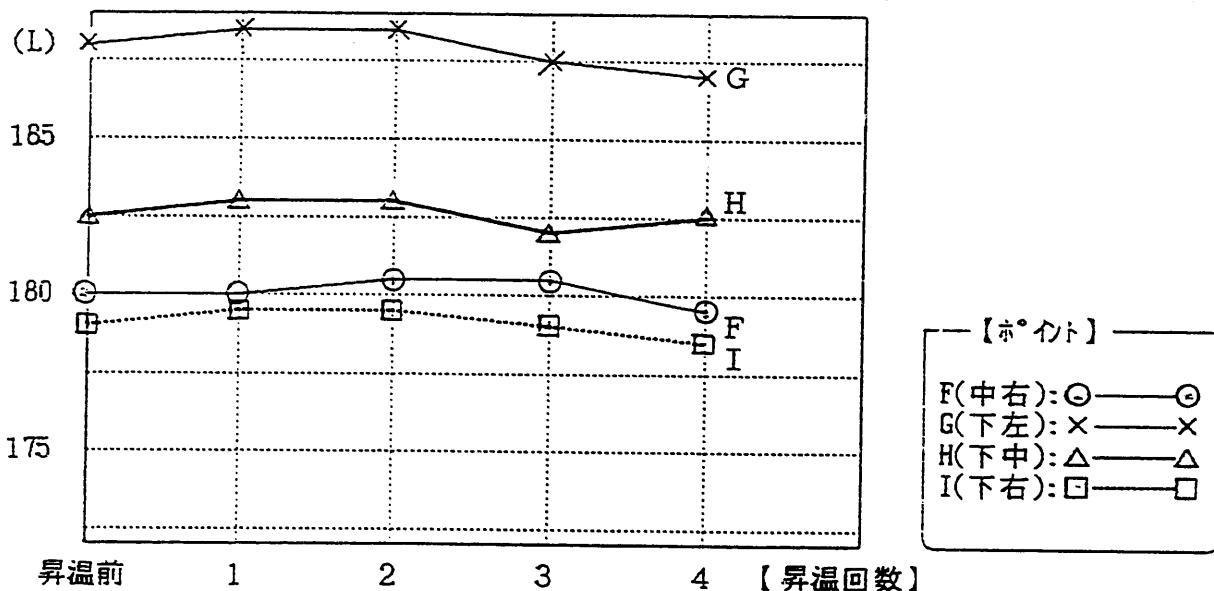
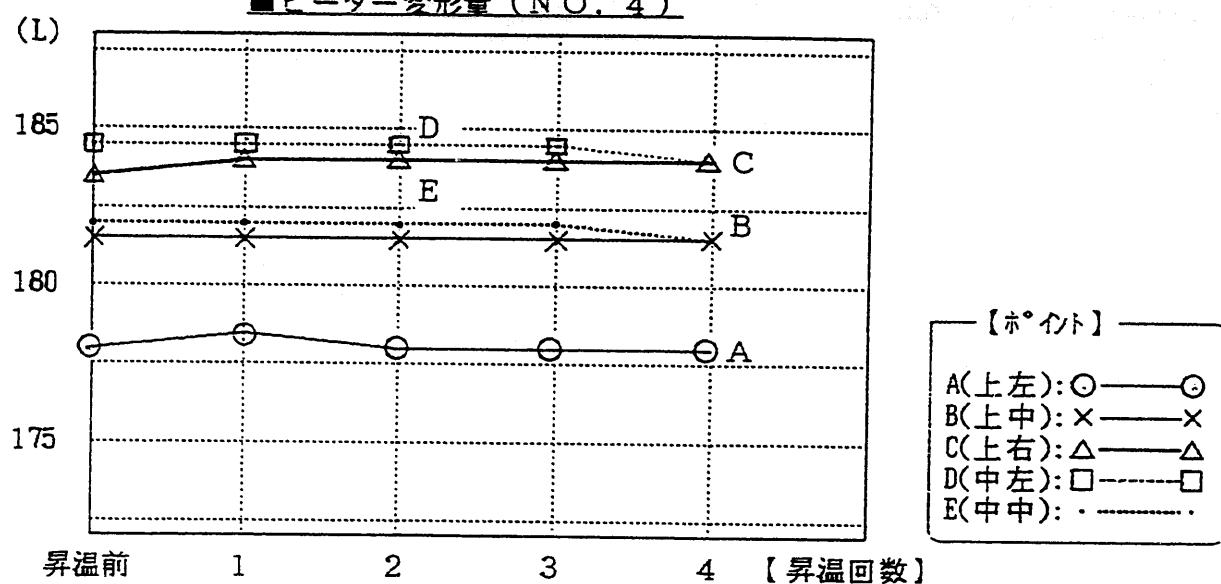


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(2/9)

■ヒーター変形量 (NO. 4)



■ヒーター変形量 (NO. 5)

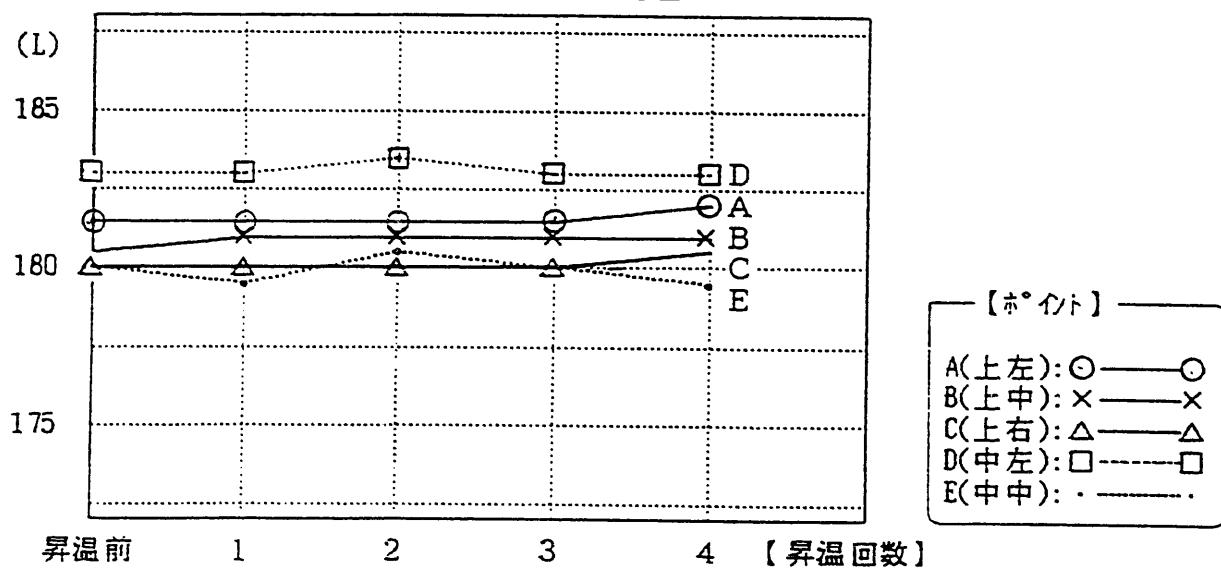
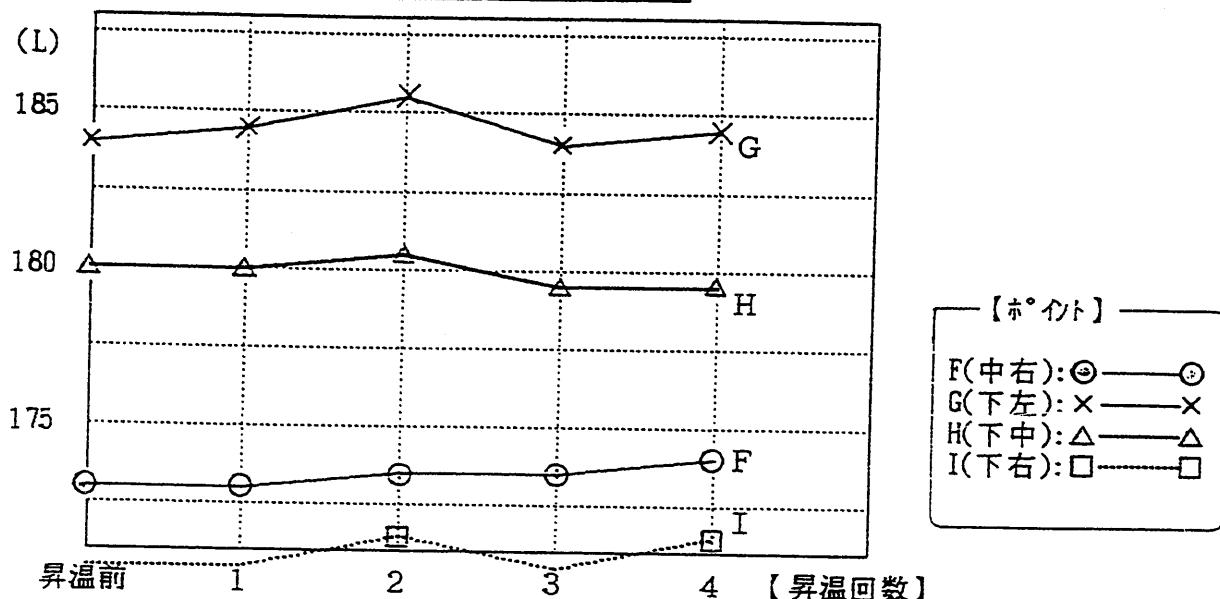


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(3/9)

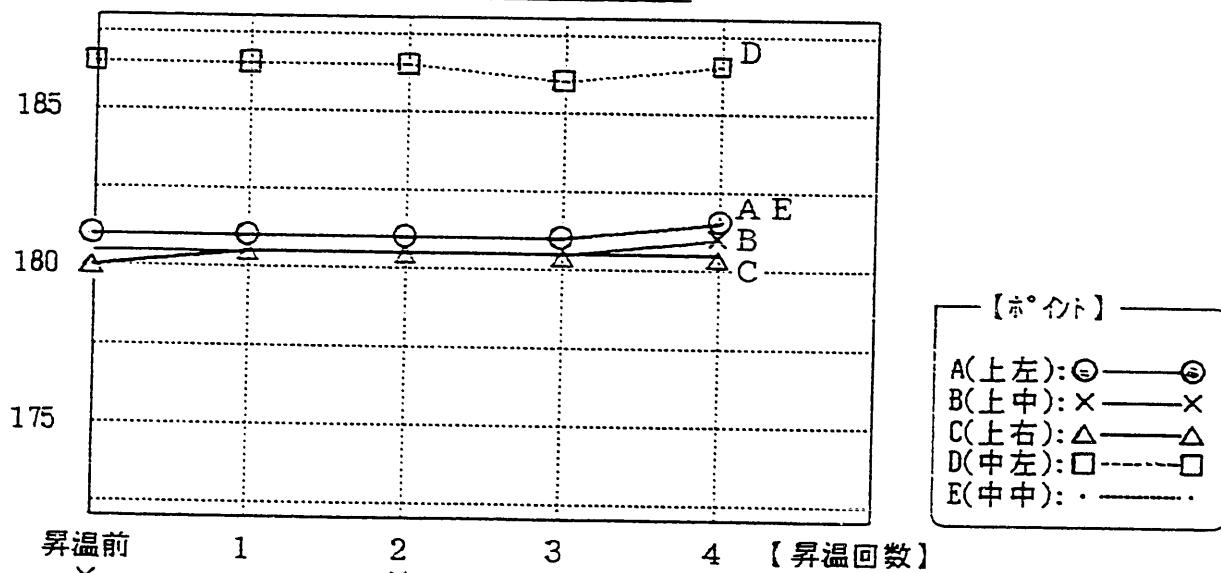
■ヒーター変形量 (NO. 5)



【ホイント】

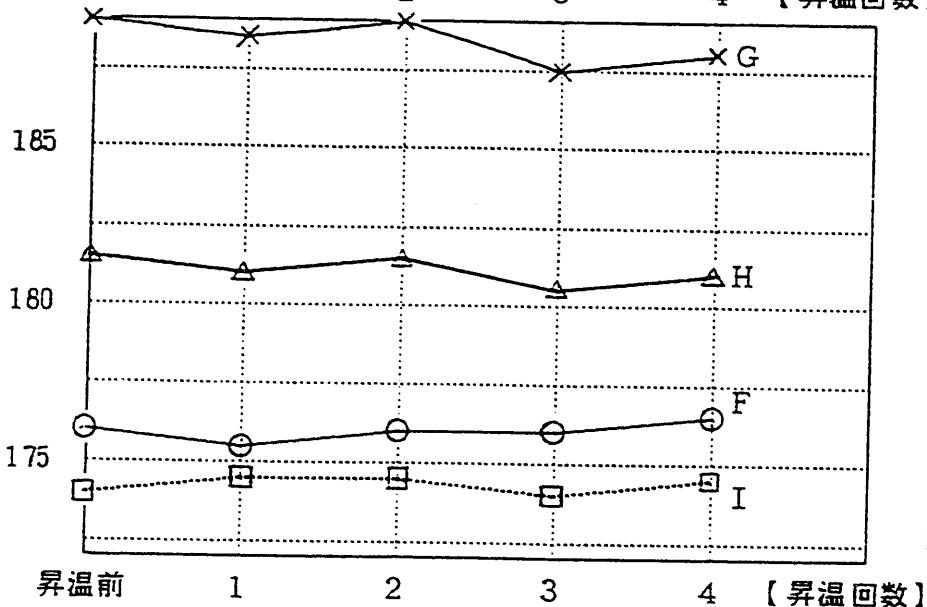
- F(中右): ○
- G(下左): ×
- H(下中): △
- I(下右): □

■ヒーター変形量 (NO. 6)



【ホイント】

- A(上左): ○
- B(上中): ×
- C(上右): △
- D(中左): □
- E(中中): ·



【ホイント】

- F(中右): ○
- G(下左): ×
- H(下中): △
- I(下右): □

図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(4/9)

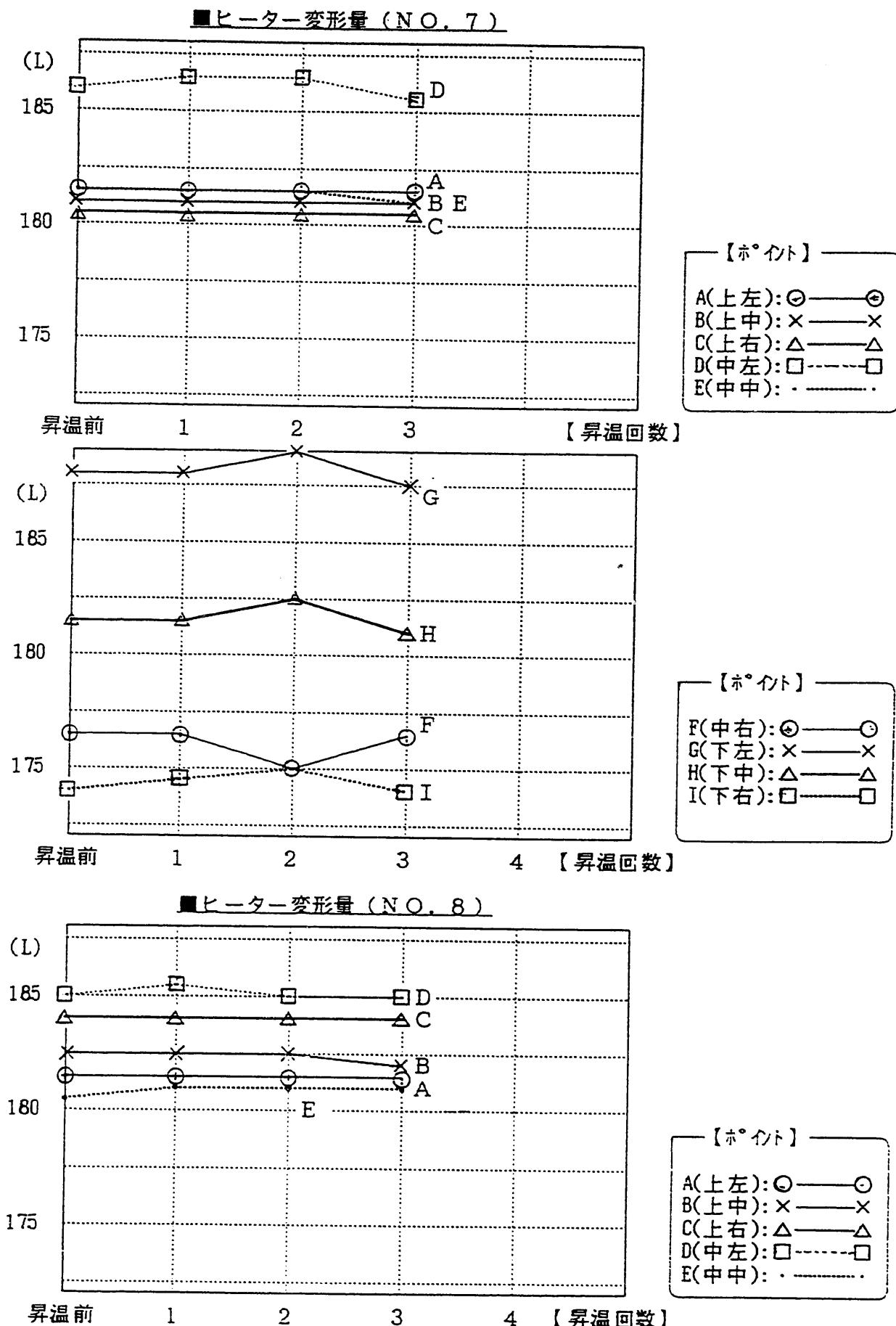
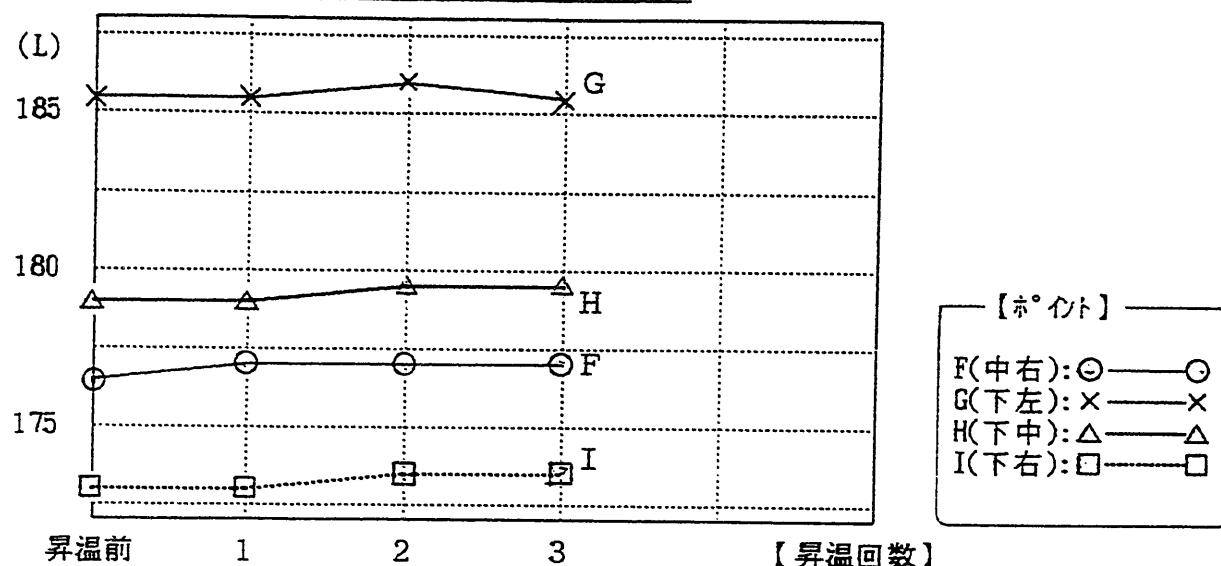


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(5/9)

■ヒーター変形量 (NO. 8)



■TEMヒーター変形量 (NO. 8)

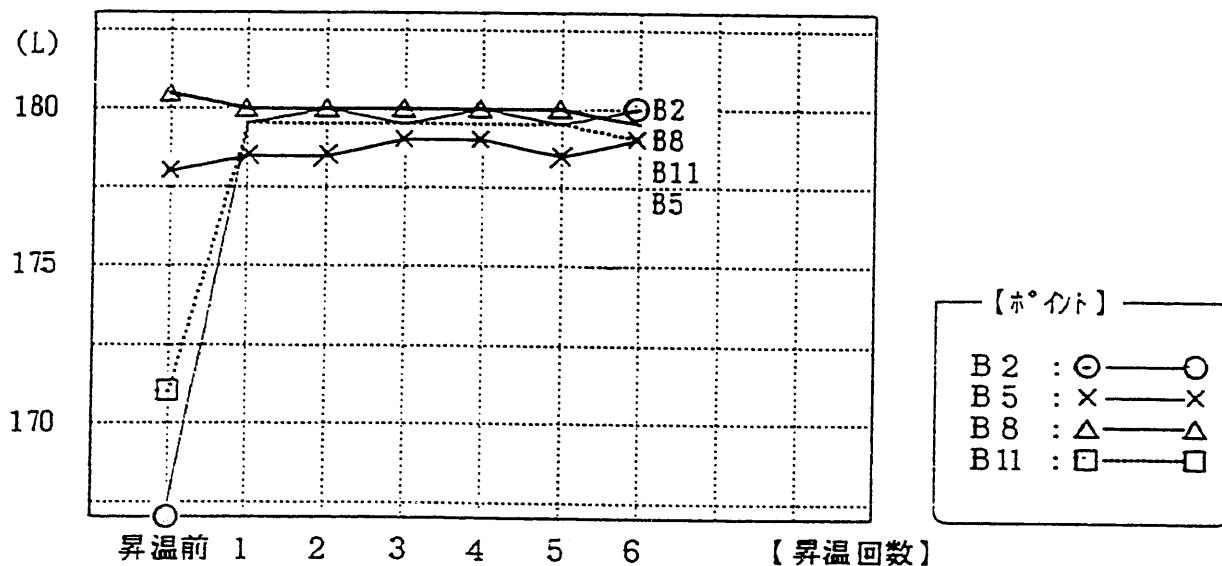
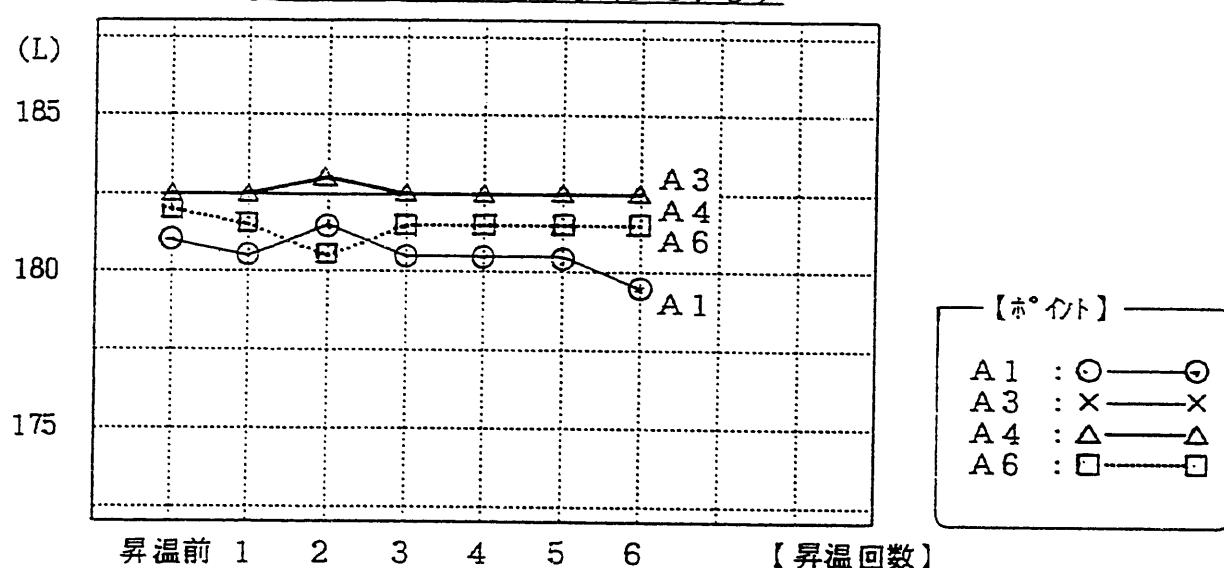
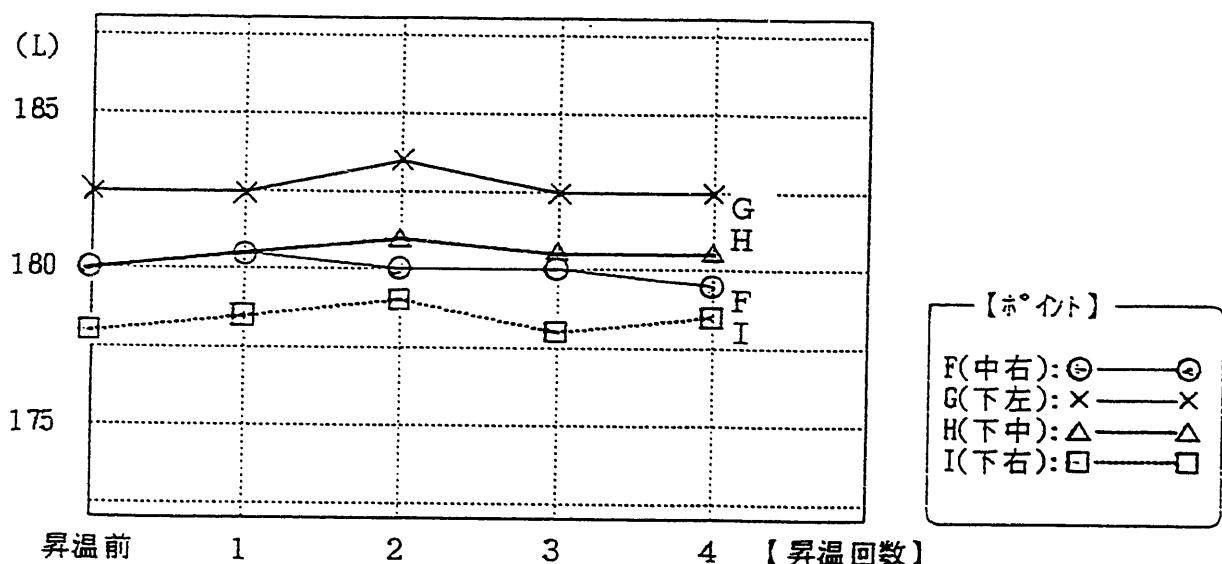
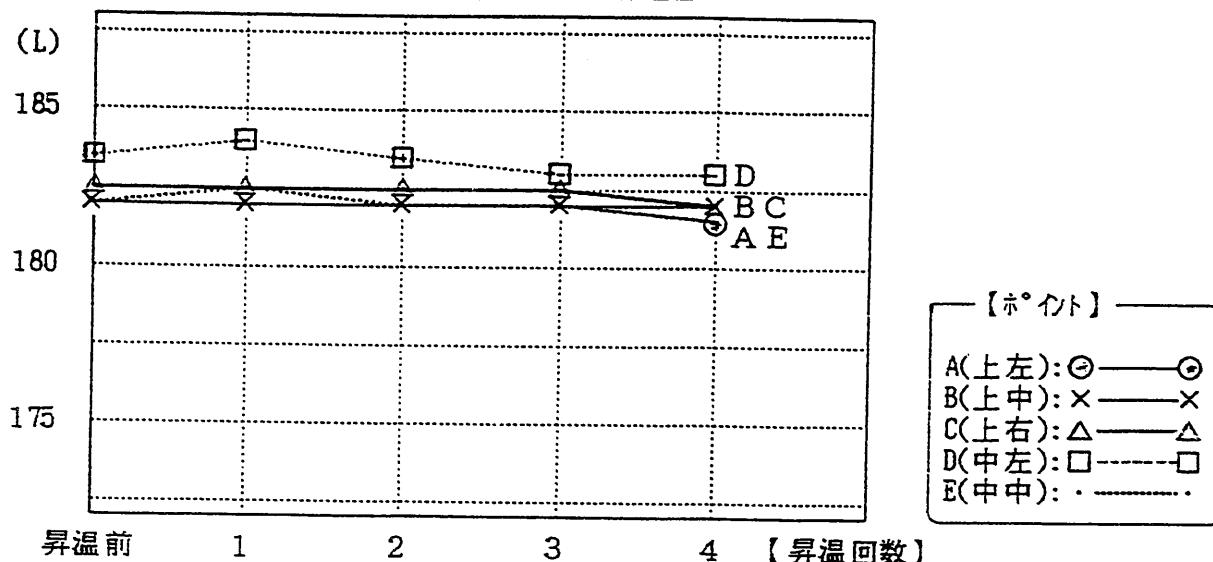


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(6/9)

■ヒーター変形量 (N.O. 9)



■ヒーター変形量 (N.O. 10)

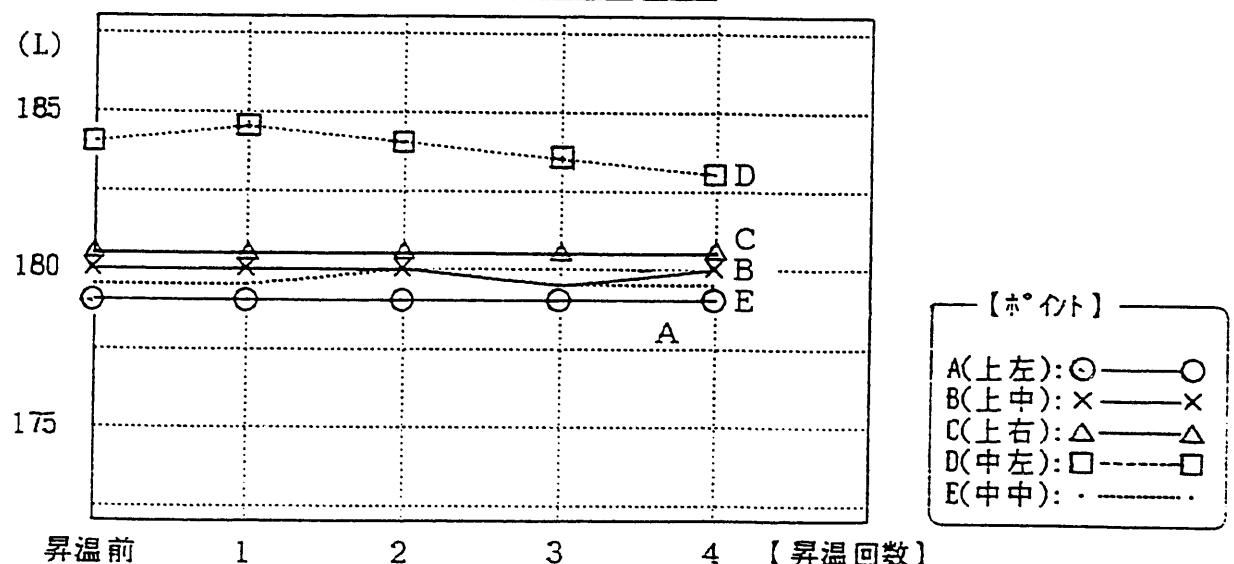


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(7/9)

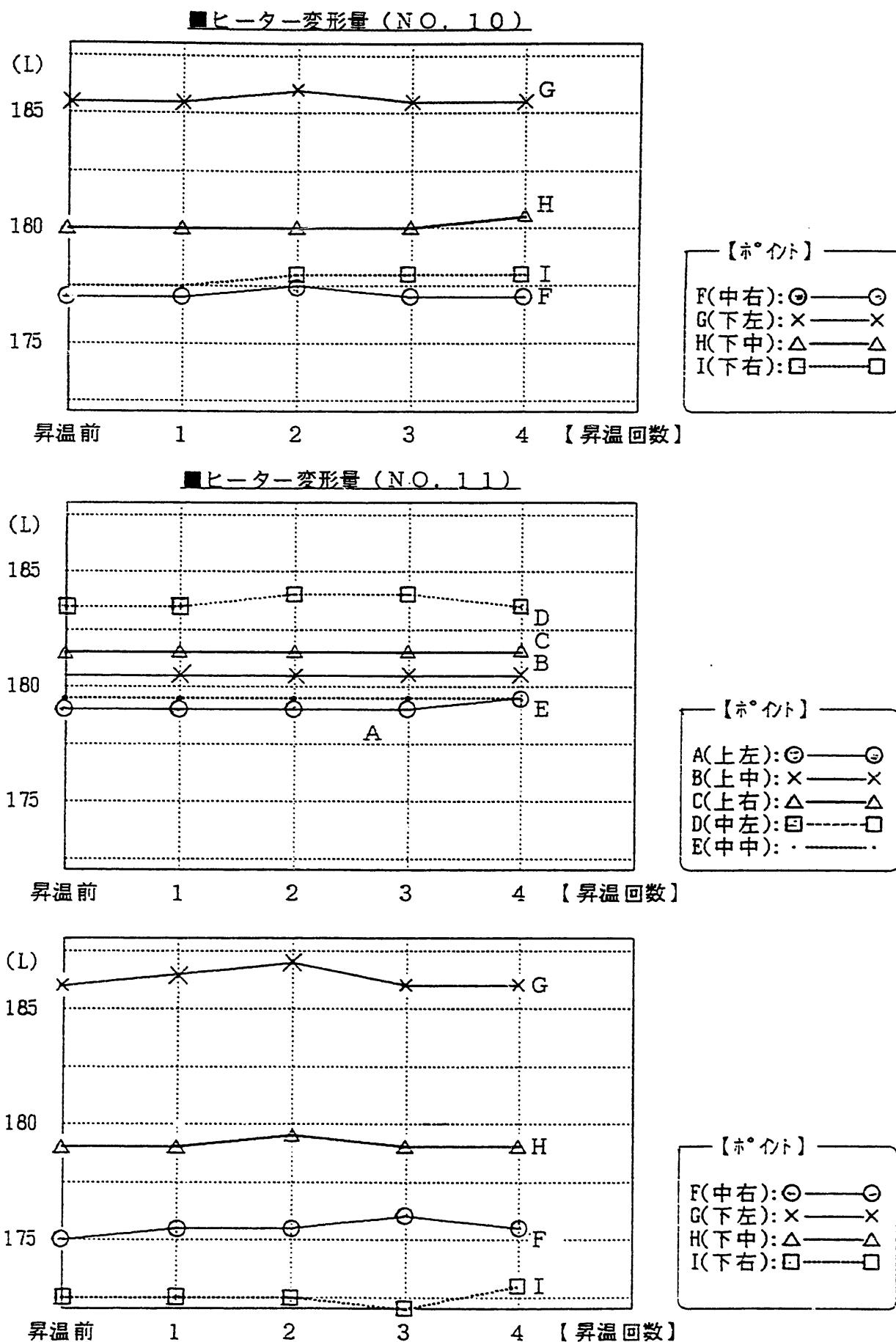


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(8/9)

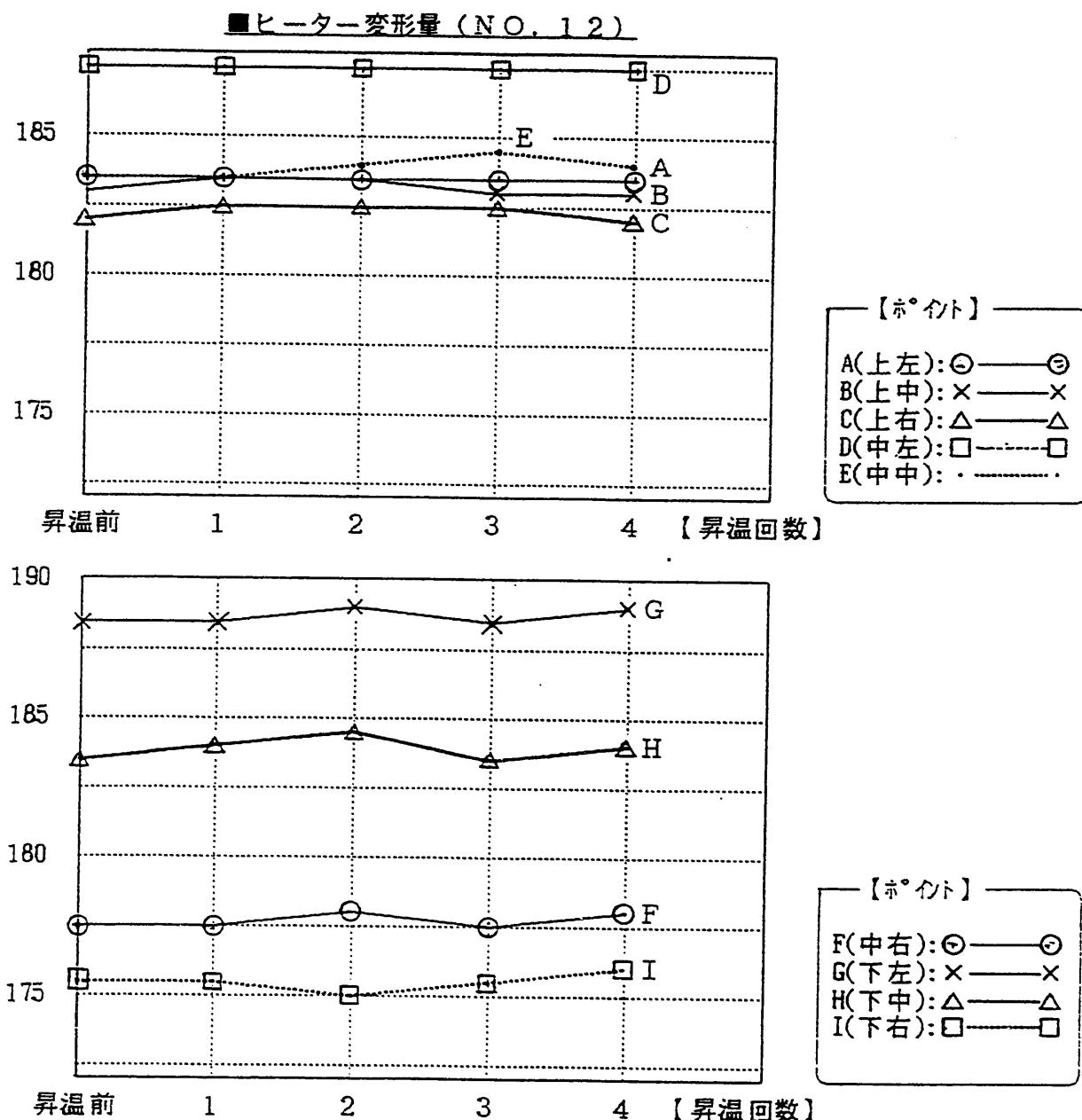


図2.2.3-4 ヒータ変形量結果(9/9)

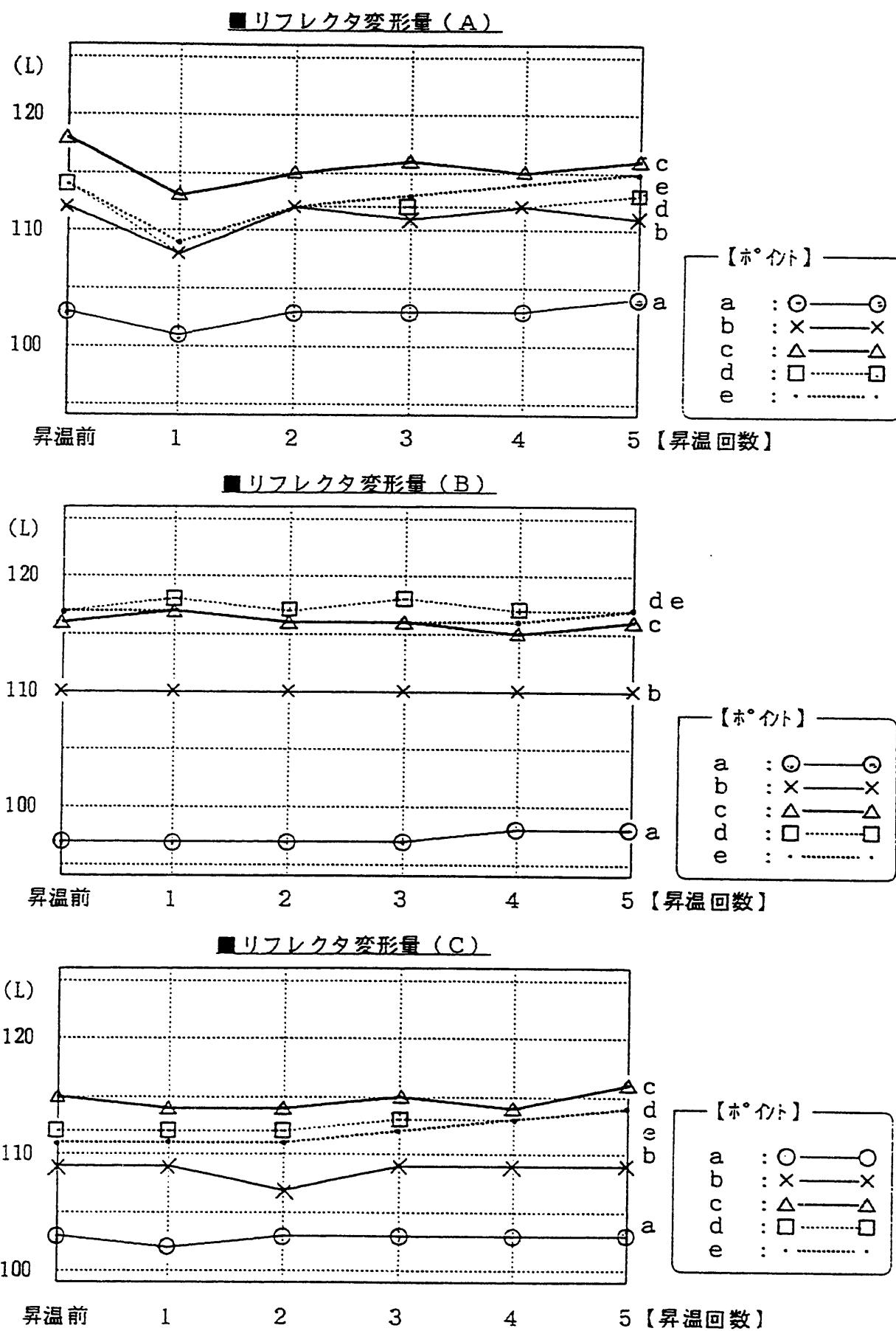
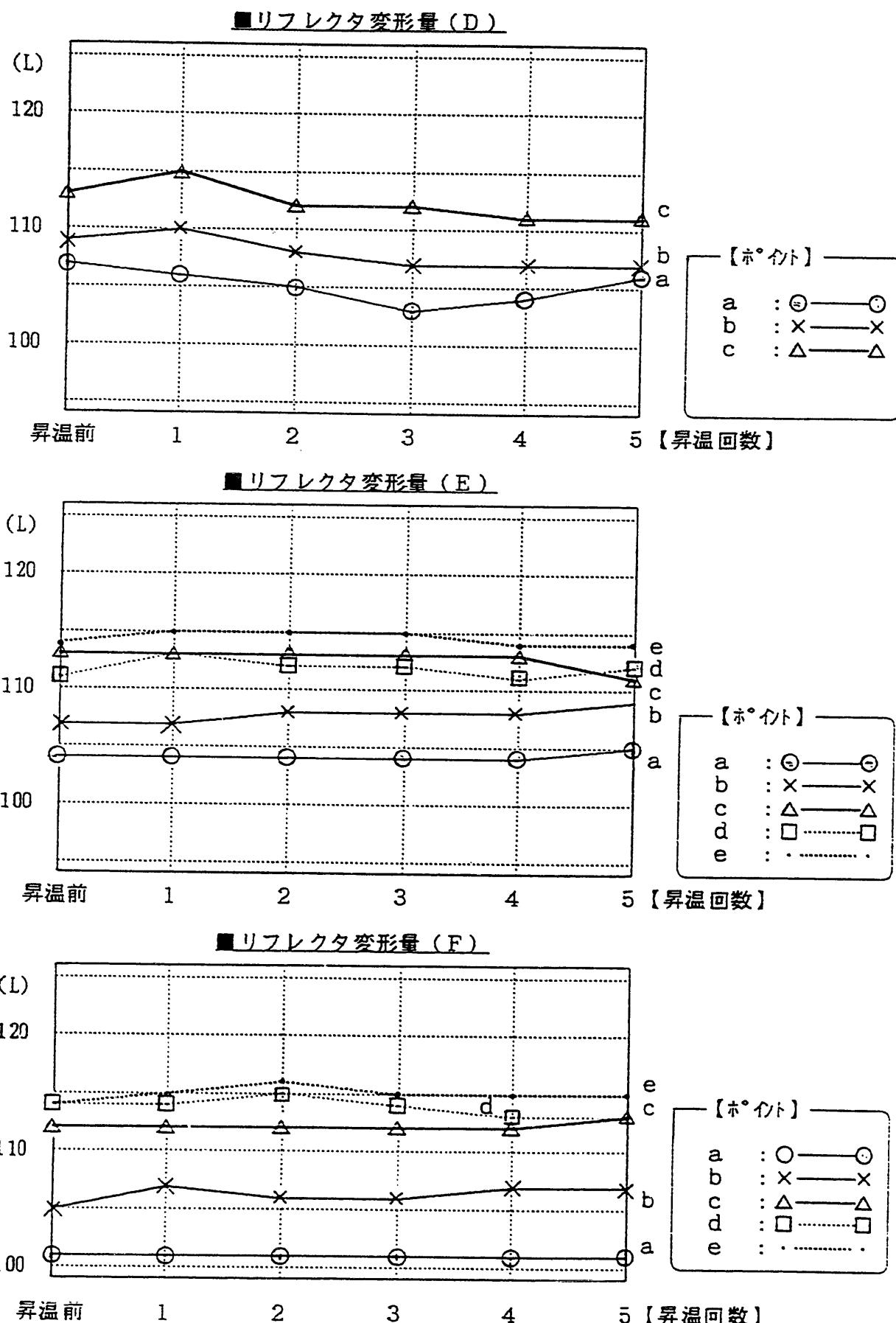


図2.2.3-5 リフレクタ変形量結果(1/3)

**図2.2.3-5 リフレクタ変形量結果(2/3)**

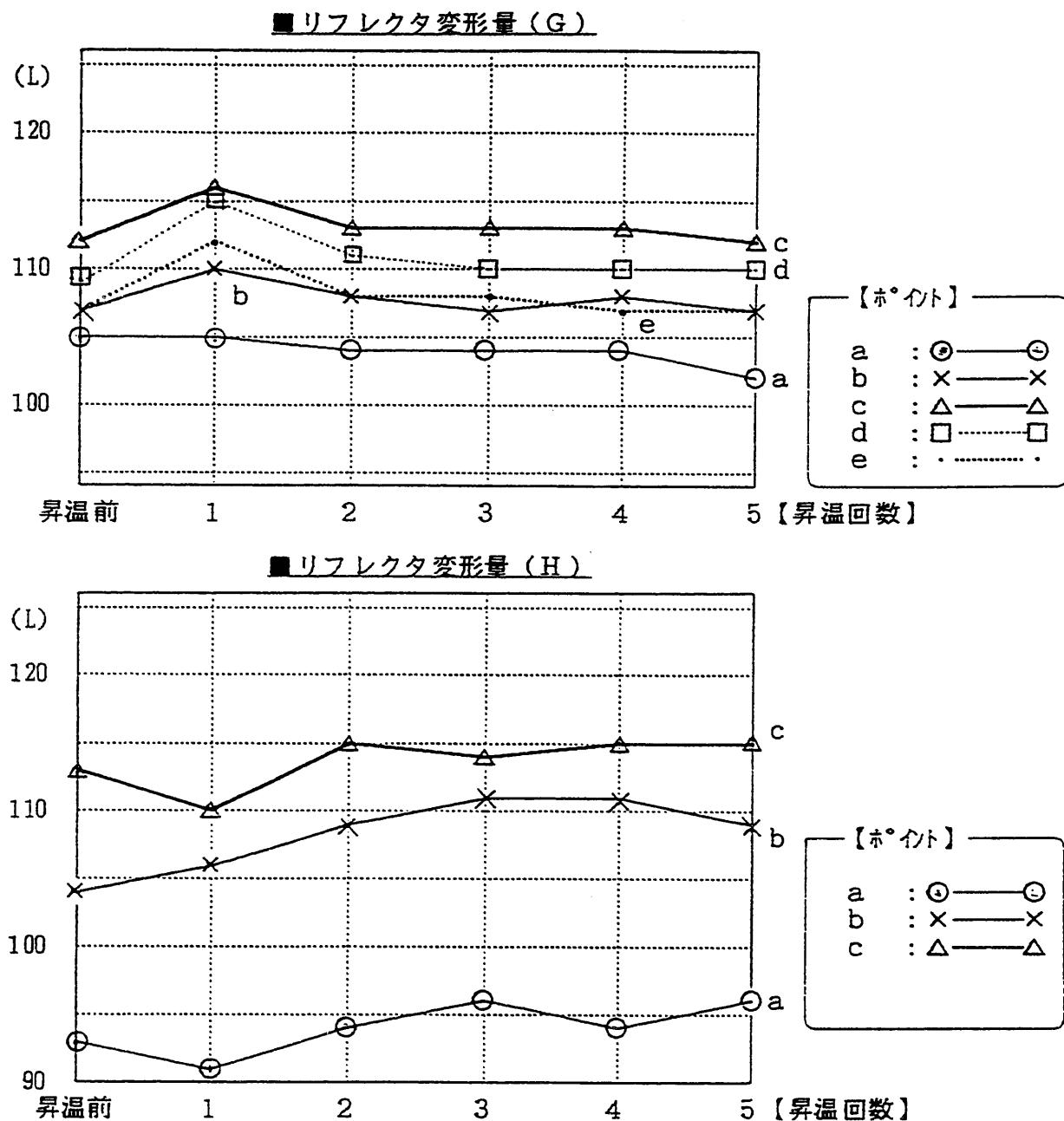
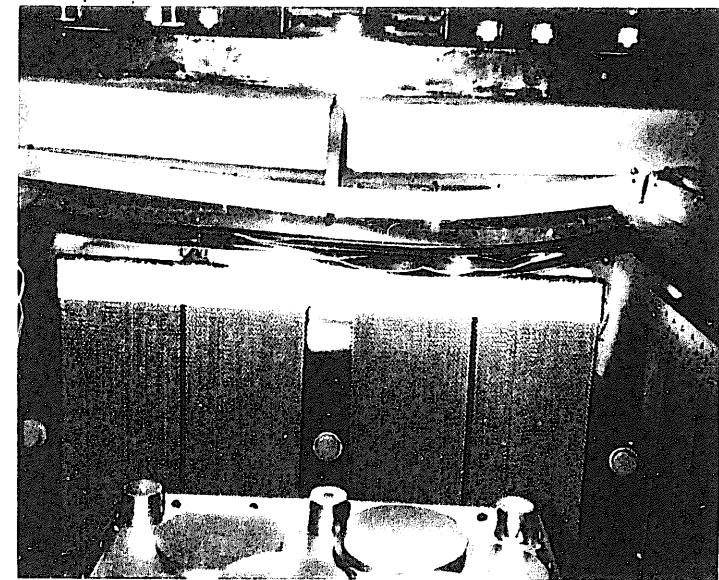
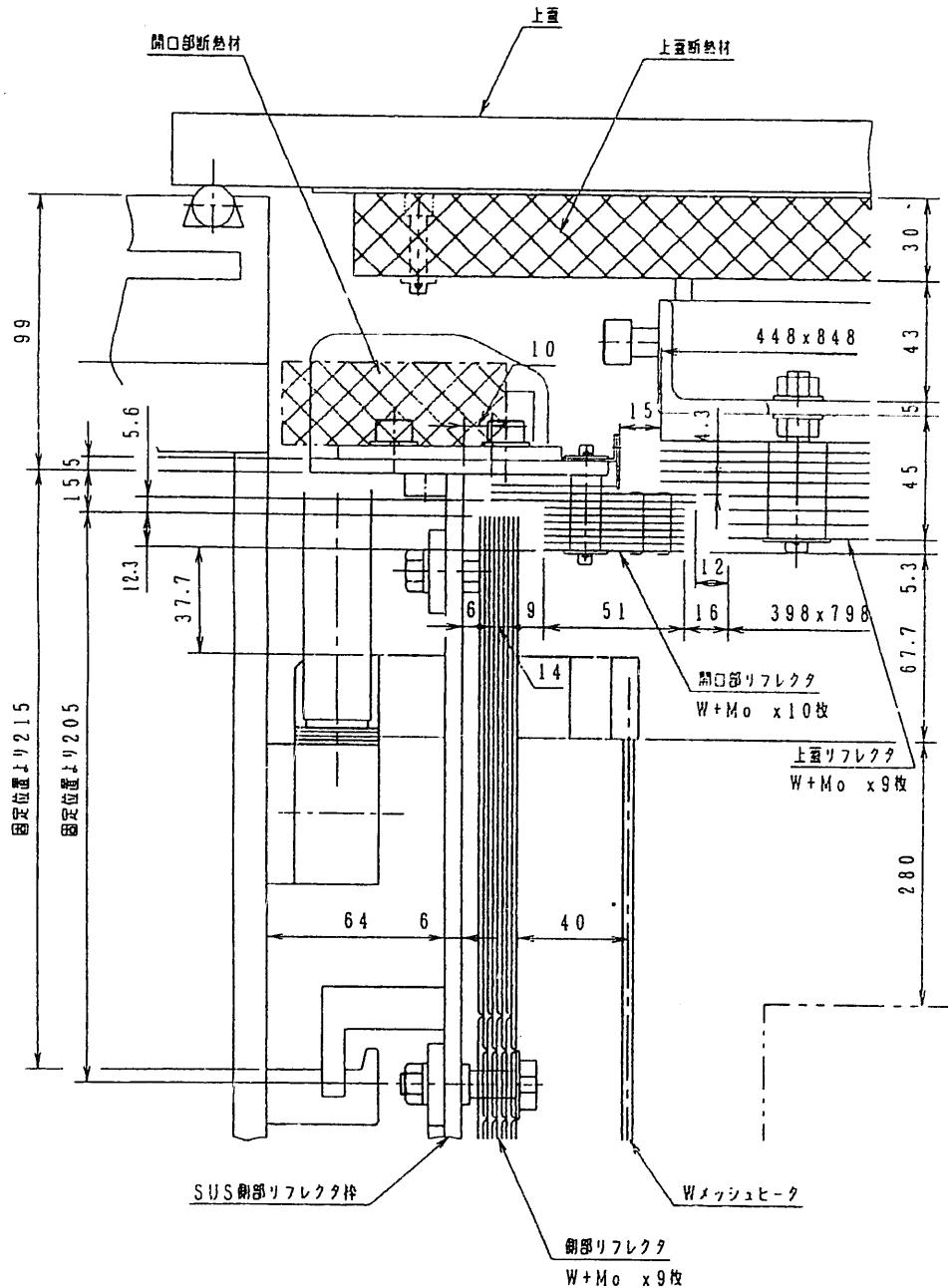


図2.2.3-5 リフレクタ変形量結果(3/3)



7年10月26日

- ・焼結炉トラブル発生（上部リフレクタ、ヒータの接触）
- ・上部リフレクタ支持板、固定金具の変形・破断

図 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合箇所(1/3)

リフレクタ概略図

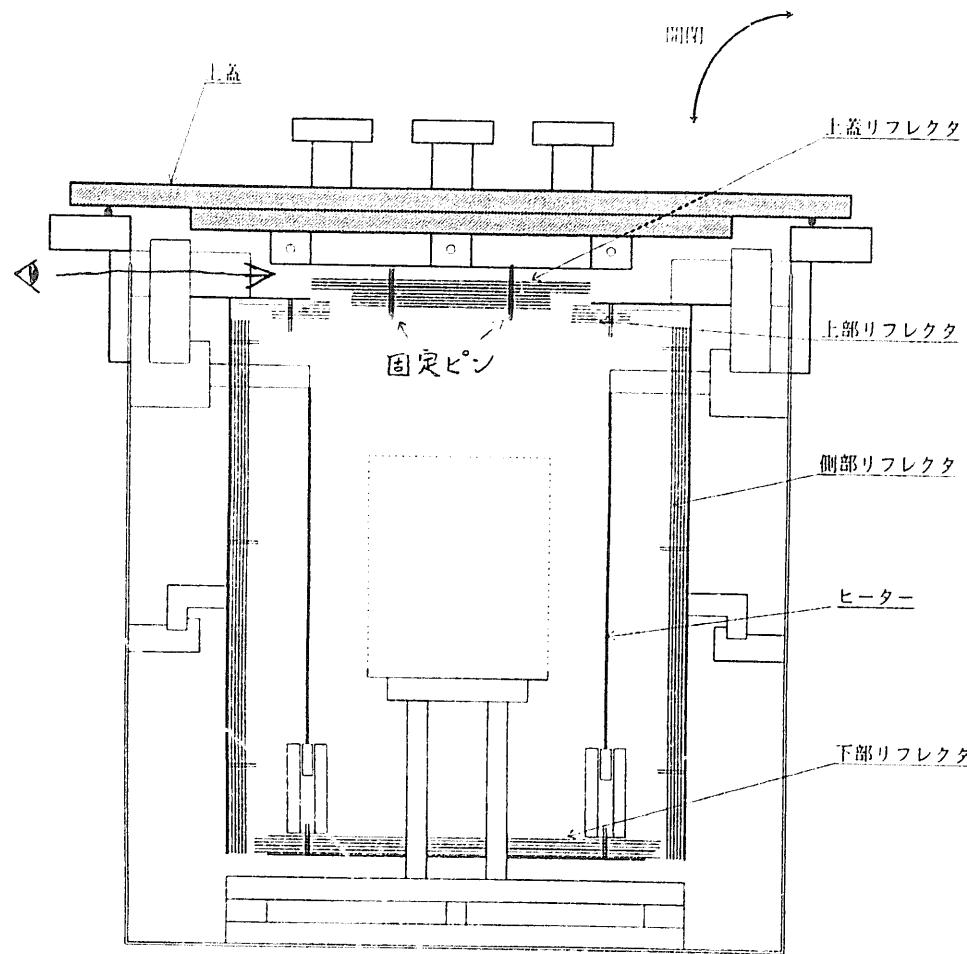
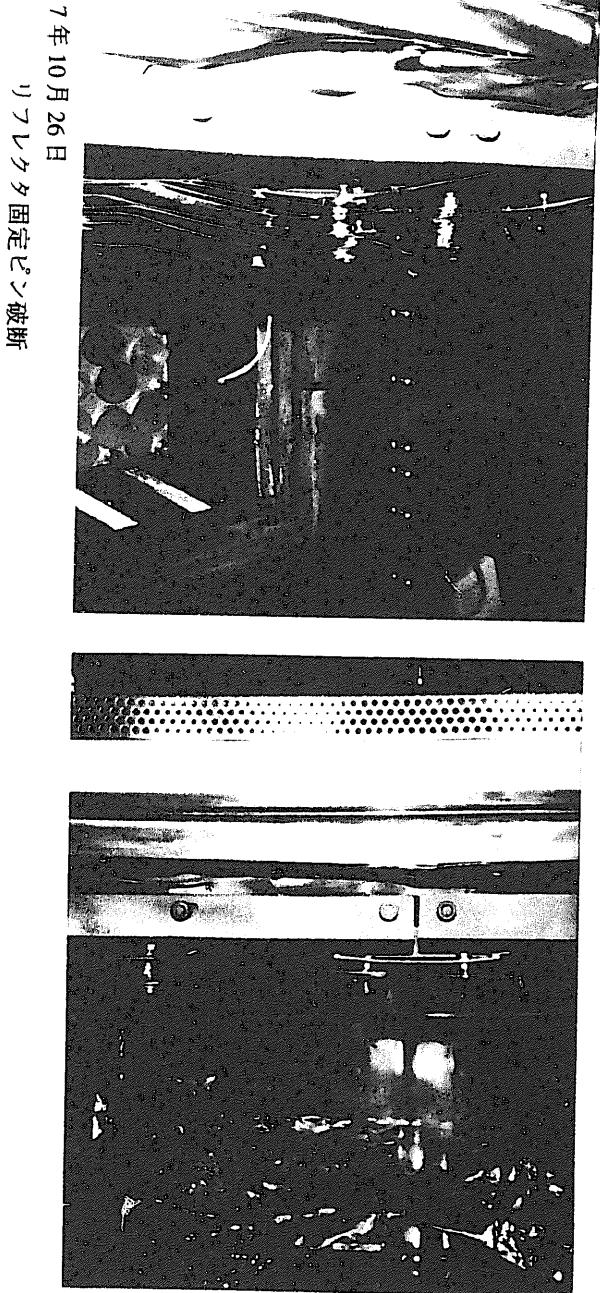


図 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合箇所(2/3)



リフレクタ概略図

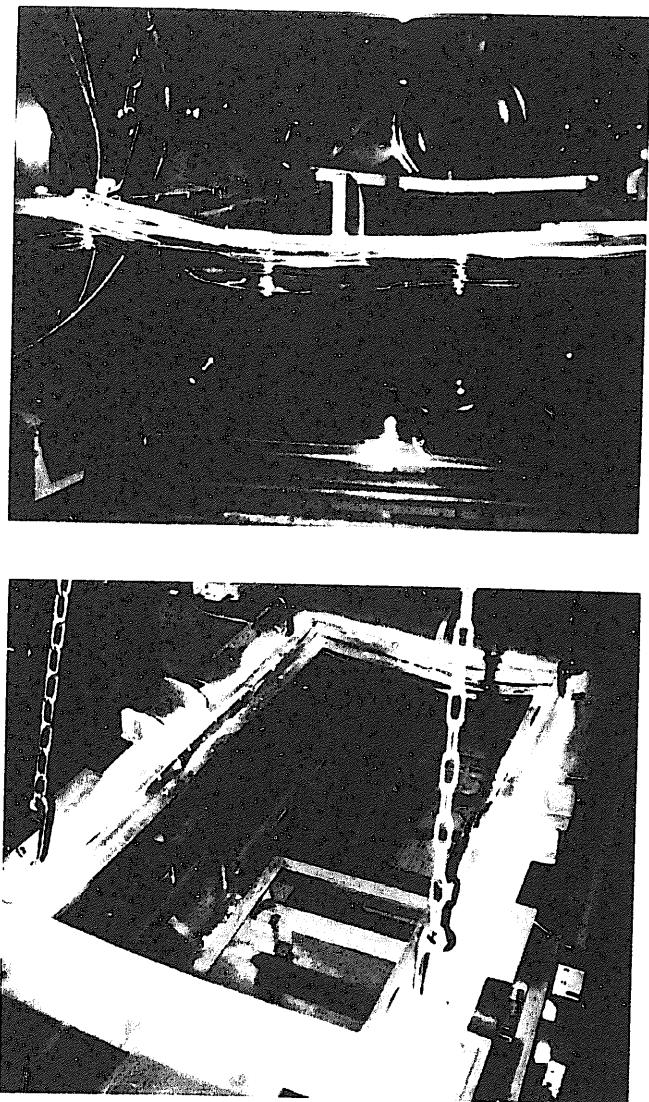
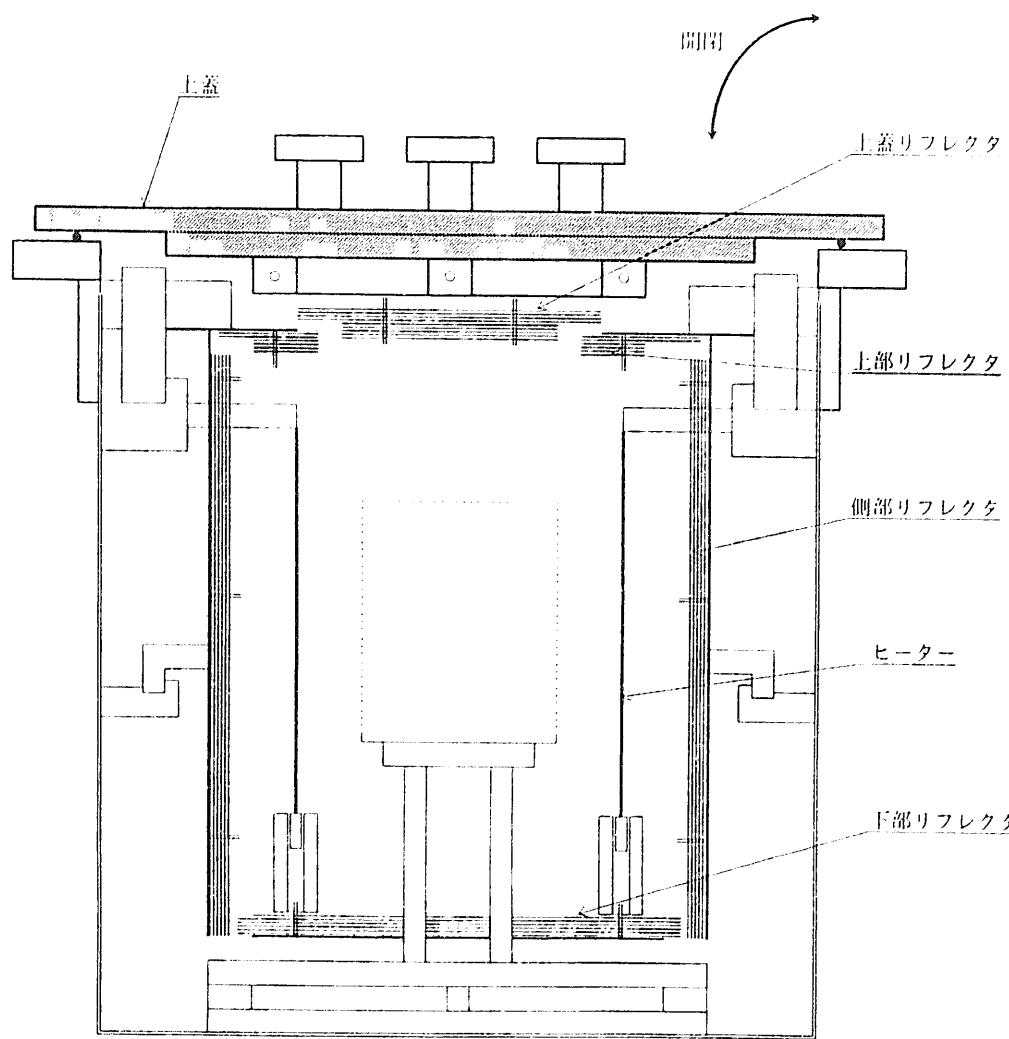


図 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合箇所(3/3)

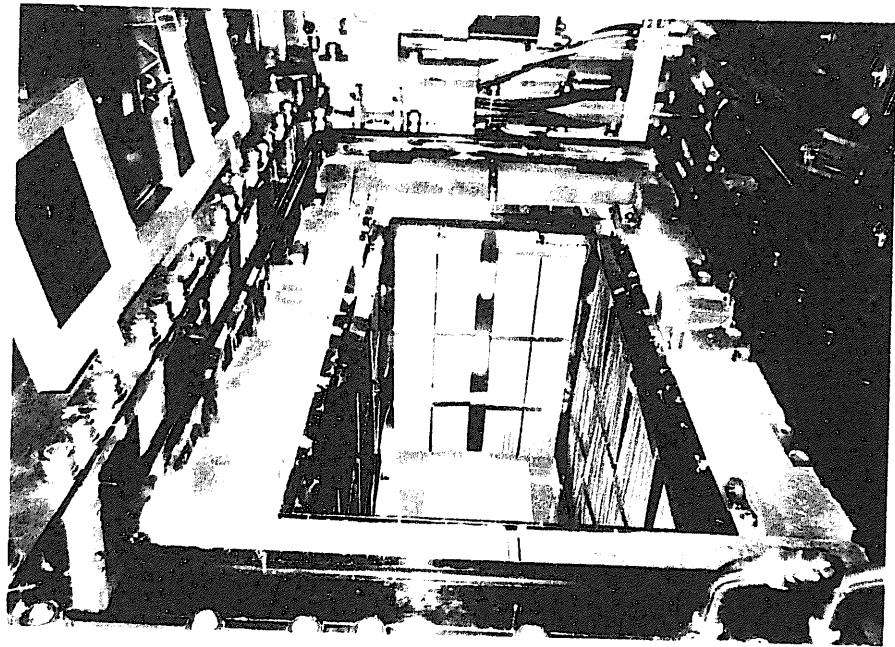
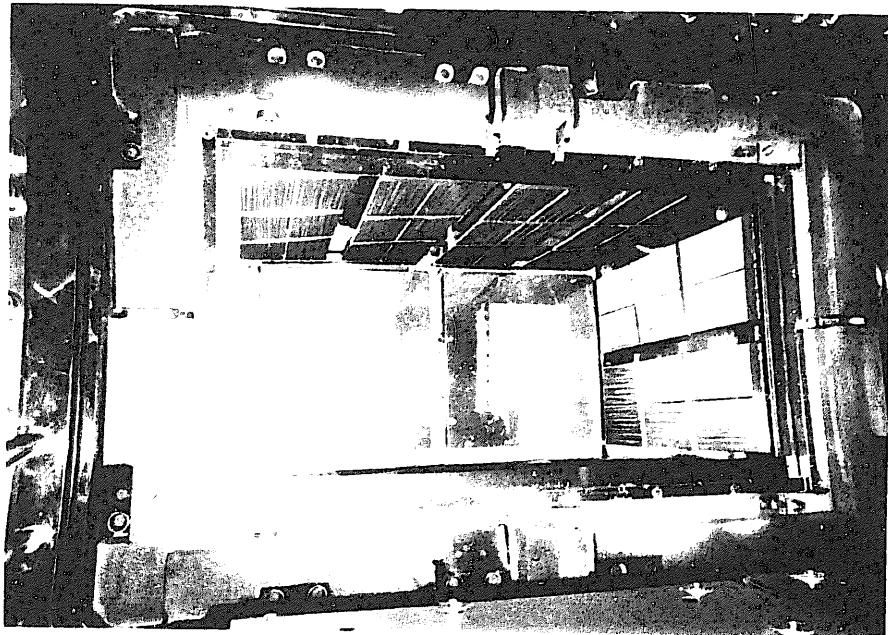


図 2. 2. 4 モックアップ焼結炉不具合箇所[修理後] (1/2)

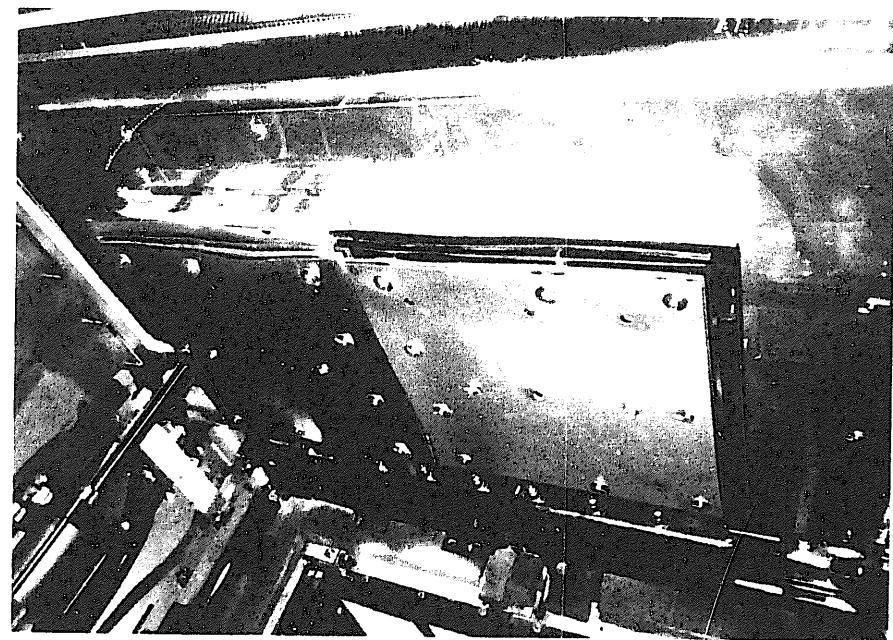
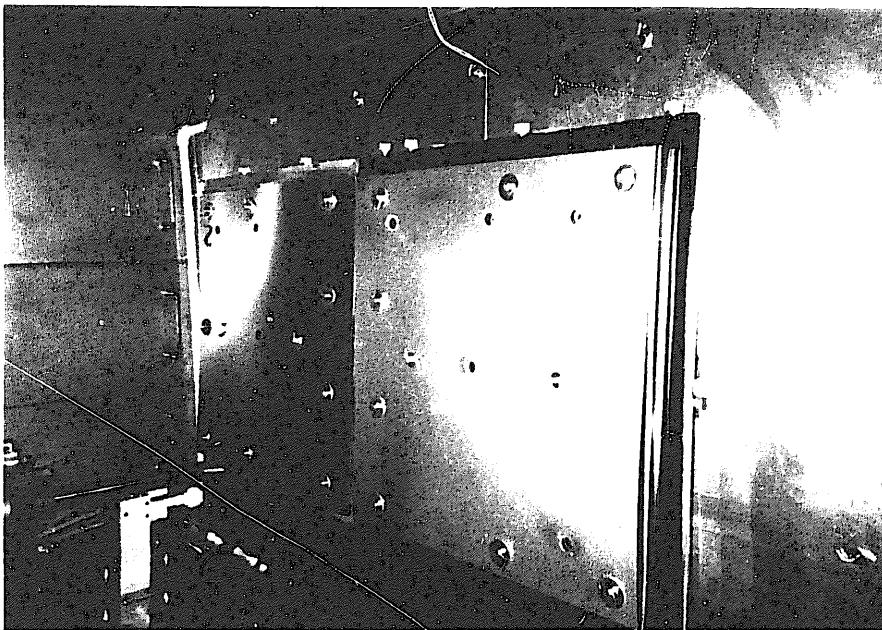


図 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合箇所[修理後] (2/2)

表 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合事象原因(1/4)

NO	不具合事象発生経緯	推定要因	Pu-3 FBR焼結炉との比較
1	<p style="text-align: center;">上部リフレクタ変形と固定ピンの溶断</p> <pre> graph TD A["上部リフレクタを支持している側部枠の支持間隔が大きい"] --> B["上部リフレクタ固定ボルト及びワイヤ取付け位置が不適当"] A --> C["上部リフレクタと側部リフレクタの隙間部分のリフレクタ枚数少"] B --> D["上部リフレクタ先端部がバラけヒータからの熱輻射が増大"] C --> D D --> E["上部リフレクタ固定板の温度上昇"] E --> F["上部リフレクタ固定板がクリープ変形し、中央部が垂れ下がる"] E --> G["上部リフレクタ固定板の先端部が偏荷重によりクリープ変形し、先端部が垂れ下がる"] F --> H["隙間からの熱の入射が増大し変形が進行"] G --> H H --> I["垂直部リフレクタが熱膨張により変形"] H --> J["上部リフレクタとヒータが接触"] H --> K["上部リフレクタと側部リフレクタが接触"] I --> L["不具合事象1 上蓋リフレクタと接触し、上蓋リフレクタの欠け、割れ発生"] J --> M["不具合事象2 上部リフレクタ固定ピン溶断"] K --> N["不具合事象3 側部リフレクタが上部リフレクタから押さえつけられ変形"] M --> O["固定ピン部のリフレクタの垂れが更に増大"] </pre> <p>上部リフレクタ変形と固定ピンの溶断</p> <p>推定要因(4)(5) 上部リフレクタを支持している側部枠の支持間隔が大きい</p> <p>推定要因(1) 上部リフレクタ固定ボルト及びワイヤ取付け位置が不適当</p> <p>推定要因(2) 上部リフレクタと側部リフレクタの隙間部分のリフレクタ枚数少</p> <p>上部リフレクタ先端部がバラけヒータからの熱輻射が増大</p> <p>上部リフレクタ固定板の温度上昇</p> <p>上部リフレクタ固定板がクリープ変形し、中央部が垂れ下がる</p> <p>上部リフレクタ固定板の先端部が偏荷重によりクリープ変形し、先端部が垂れ下がる</p> <p>隙間からの熱の入射が増大し変形が進行</p> <p>垂直部リフレクタが熱膨張により変形</p> <p>上部リフレクタとヒータが接触</p> <p>上部リフレクタと側部リフレクタが接触</p> <p>不具合事象1 上蓋リフレクタと接触し、上蓋リフレクタの欠け、割れ発生</p> <p>不具合事象2 上部リフレクタ固定ピン溶断</p> <p>不具合事象3 側部リフレクタが上部リフレクタから押さえつけられ変形</p> <p>固定ピン部のリフレクタの垂れが更に増大</p>	<p>(1)上部リフレクタを固定している固定ピンの取付け位置が悪く、取付け位置前後のリフレクタのバランスが安定せずに、リフレクタ先端部が垂れた。また、リフレクタ先端部を結束しているモリブデンワイヤも一部で破断し、先端部の垂れが加速した。これは、内部構造の構造部材の寸法の決定の際の設計上の配慮が不足していた。(ATR炉はFBR炉に比べ、ヒータと側部リフレクタ間の距離が長く、ヒータからの輻射熱を遮断する為に、上部リフレクタ先端部を長めに設計した。)</p> <p>上部リフレクタ固定板 上蓋リフレクタ 上部リフレクタ 側部リフレクタ ヒータからの熱の入射 【固定ピンからのリフレクタ長さ a, b が均等でない】</p> <p>(2)上部リフレクタの隙間の部分のリフレクタ枚数に対する設計上の考慮が不足していた。(隙間部分からの熱輻射により、固定板隙間部分は、局所的に高温になるが、固定板に温度勾配が生じるため、熱伝導により温度分布は均一になる。しかし、この点についての定量的な検討は困難であり、隙間部分のリフレクタ枚数は経験的な判断による。)</p> <p>(3)固定板が平板であり、また熱膨張による影響を考慮して6分割構造にしているため、クリープ変形に対して拘束力がなく、また上部リフレクタ荷重による曲げモーメントが加わり変形した。これは高温領域における機械的強度に関するデータ不足に加え、強度的に弱い平板形状に対しての設計上の配慮が不足していた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 固定ピンはリフレクタが安定するようバランス良く取り付けられている。 <p>・上部リフレクタと側部リフレクタとの隙間部分のリフレクタ枚数はATR炉が3層に対し、FBR炉は5層ある。</p> <p>・固定板はドーナツ形であるため、強度的に強い形状である。従って、クリープ変形に対しても拘束力がある。</p> <p>矢印の方向に曲げモーメントが働いても変形は起きにくい</p>

表 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合事象原因(2/4)

No	不具合事象発生経緯	推定要因	P u - 3 F B R 焼結炉との比較
1		<p>(4)下記の2点を考慮して、側部枠を支持フレーム方式にしたため、固定板の支持接触面が不足した。</p> <p>①側部枠を平板にすると熱変形が顕著に表れ、側部リフレクタの変形を増大させる。</p> <p>②ヒータの交換性（ヒータのみを上部に引き出す）を考慮して、ヒータ電極リード部（12カ所）を避けることが必要。</p> <p>(5)上部リフレクタ固定板のクリープ変形について、設計上の配慮が不足していた。</p> <p>①高温域における固定板の機械的特性データがないため、たわみ量及びクリープ変形量を算出することが不可能</p> <p>②固定板の厚さ（5mm）はこれまでの製作実績から決定した。</p> <p>【上部リフレクタを点で支持している】</p> <p>(6)垂直部リフレクタの熱変形に対する設計上の配慮が不足していた。</p> <p>①垂直部リフレクタは熱膨張を考慮して3分割しているが、リフレクタを止めるワイヤ部に緩みを設けていないため、垂直部リフレクタの熱膨張の伸びを、ワイヤの締めつけで拘束しているため変形した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 上部リフレクタを支える側部リフレクタ枠は円筒であるため、ヒータ電極リード部（6カ所）を除く、ほぼ全周で上部リフレクタを支持している。 <p>【上部リフレクタを線で支持している】</p> <p>・垂直部リフレクタは存在しない。</p>

表 2.2.4 モックアップ焼結炉不具合事象原因(3/4)

NO	不具合事象発生経緯	推定要因	Pu-3FBR焼結炉との比較
2	<p>上蓋リフレクタ固定ボルト破断</p> <p>上蓋リフレクタの分割部からの入射する熱が高い 推定要因(1)</p> <p>上蓋リフレクタ連結部（SUS部）が熱膨張により反り、上蓋リフレクタを押した。 推定要因(2)</p> <p>連結部からの熱伝導により、上蓋リフレクタフレーム縦梁が熱膨張を起こし、反りを起こした。 上蓋リフレクタフレーム縦梁（SUS）と固定ボルトナット（タンゲステン）との熱膨張の差によりボルトに応力が加わった 推定要因(3)</p> <p>連結部及び縦梁の反りにより、連結部周辺のボルトに応力が加わる</p> <p>ボルト破断</p>	<p>(1) 上蓋リフレクタの隙間部分から入射する熱の影響に対する設計上の配慮が不足していた。 ① リフレクタが9層部におけるリフレクタ枠（SUS部）の最高到達温度は約850°Cと算出していたが、リフレクタ構成枚数が少ない隙間部分に対しての到達温度及びその影響については配慮が不足していた。</p> <p>(2) 热膨張を考慮し、上蓋リフレクタ枠の取付けボルト穴を長穴にしたが、連結部に発生した熱膨による伸びを、長穴では吸収できず拘束力を生じてしまった。</p> <p>上蓋リフレクタ平面図</p> <p>A-A' 矢視</p> <p>設計時における枠の伸び方向</p> <p>上蓋リフレクタ枠取付けボルト穴</p> <p>上蓋リフレクタ連結部</p> <p>設計時における枠の伸び方向</p> <p>上蓋リフレクタ</p> <p>上蓋リフレクタ連結部</p> <p>B-B' 矢視</p> <p>上蓋リフレクタ平面図</p>	<ul style="list-style-type: none"> モックアップ炉にくらべて、上蓋リフレクタが小さいため、熱による膨張も小さく、分割構造にする必要がない。

表 2. 2. 4 モックアップ焼結炉不具合事象原因(4/4)

NO	不具合事象 不具合事象発生経緯	推定要因	Pu-3 FBR焼結炉との比較
2		<p>(3)上蓋リフレクタ枠 (SUS316) にリフレクタを固定する固定ボルトをタンゲステン製にしているため、高温領域における熱膨張の差が生じボルトに引張り応力が生じた。これは、固定ボルトの取付け方法についての設計上の配慮が不足していた。</p> <p>①上蓋リフレクタ枠をタンゲステンナットにより挟み付けている。 ②線膨張係数はSUSの方が大きいため、ナットの拘束力が働き、ボルトに応力が発生する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • FBR炉ではこの様な取付け方法は行っていない。

別添参考資料集 3

研削設備の試験

別添資料

1. 研削設備の仕様

1) 基本仕様

(1) 研削装置

別添図2.3.1-1に概略図を示す。

- | | | |
|-----------|---|---|
| a 型式 | : | センターレスグライング (シンコ-精機 SKS 350) |
| b 研削方式 | : | 乾式 |
| c 加工能力 | : | Φ 20mm (最大) |
| d 研削砥石 | : | Φ 350 × 110 mm (セラミックボンド, ダイヤモンド 3 ⁺) |
| e 調整車 | : | Φ 230 × 140 mm |
| f 研削砥石回転数 | : | 1,900 rpm (最大) |
| g 送り速度 | : | 1,500 mm/min (最大) |
| h 研削代 | : | 300 μm (最大) |
| i 被削材 | : | フェライトペレット |

(2) 研削粉回収装置

別添図2.3.1-2に概略図を示す。

- | | | | |
|---------------|---|--|-------------------|
| a 焼結等金属内蔵サクロン | | | |
| b フィルタメント | : | 焼結金属, ゴアテックスフィルター | |
| c 公称ろ過粒度 | : | 10 μm (焼結金属)
: | 3 μm (ゴアテックスフィルタ) |
| d プロワ風量 | : | 3.5 m ³ /min (MAX, 60Hz, インバータ制御) | |
| e 概略寸法 | : | 450L × 450W × 2,375H mm | |
| f フィルタ逆洗 | : | 圧空 4.5 kg/cm ² , 間欠 | |

(3) ペレット供給装置

別添図2.3.1-3に概略図を示す。

- | | | |
|--------|---|------------------------|
| a 送り方式 | : | リニアフィーダ |
| b 供給速度 | : | 2,300 個/h (500 mm/min) |

④ グローブボックス

別添図2.3.1-4に概略図を示す。

- | | | |
|--------|---|-----------------------------|
| a 主要材質 | : | SUS304, 4 ⁺ |
| b 架台材質 | : | SS400 (L鋼, H鋼) |
| c 概略寸法 | : | 4,500L × 1,200W × 3,650H mm |

2) 特長

(1) 研削性能の向上

①研削代が大きく、ペレットを連続して研削すると研削熱により砥石が膨張してペレット外径に影響を与えるため、従来のメタルボンド砥石から熱膨張係数の小さいセラミックボンド砥石を採用した。また、研削砥粒への負担を小さくするため砥石の外径を350mmと従来より100mm大きくした。

②ペレット外径寸法及び外観の安定化を図るため、ワークレストの材質を超硬製からダイヤモンドチップ製に変更した。

(2) メンテナンス性の向上

①研削砥石を大きくすることにより、重量が重くなるとともに取扱いも悪くなるため、計量化を図るため砥石フランジの材質を鋳鉄製からアルミニウム製に変更した。

(3) 研削粉滞留防止策

①研削砥石と調整車の真下に直接粉受けを設置し、集塵機により吸引する構造を採用した。

②研削砥石ケーシング部に邪魔板及び前カバーを設置し、粉の巻き込みを抑制するとともに、エア一吹き出しノズルにより巻き込んだ粉を浮遊させ背面排気口より研削粉回収装置へ送り込む機構を採用した。

③研削粉回収装置は、粉末の集塵効率の向上を図るため、フィルター内蔵型のサイクロンとし、金属焼結フィルターにポリエステル系のバグフィルターを取付ける構造を採用した。

2. 測定装置仕様（試験共通）

①マイクロメータ：ミツトヨ製デジマチックMD-25MT

測定精度： $\pm 0.001\text{ mm}$

②表面温度計：オプテックス製PT-3LD（放射温度計）

測定精度：表示温度の $1\% \pm 2^\circ\text{C}$

③表面温度計：安立計器製 HFT-40（接触型）

測定精度：表示温度の $0.05\% \pm 0.2^\circ\text{C}$

④環境計測器：テストーム製FC-452

測定精度

風速： $\pm 0.2\text{ m/s}$ ， 温度： $\pm 2\%$

⑤粗さ計：ミツトヨ製MST-301

3. 模擬ペレット仕様

① ϕ 約 $13 \times 13\text{ mm}$ （ディッシュチャンフ付，フェライト製）

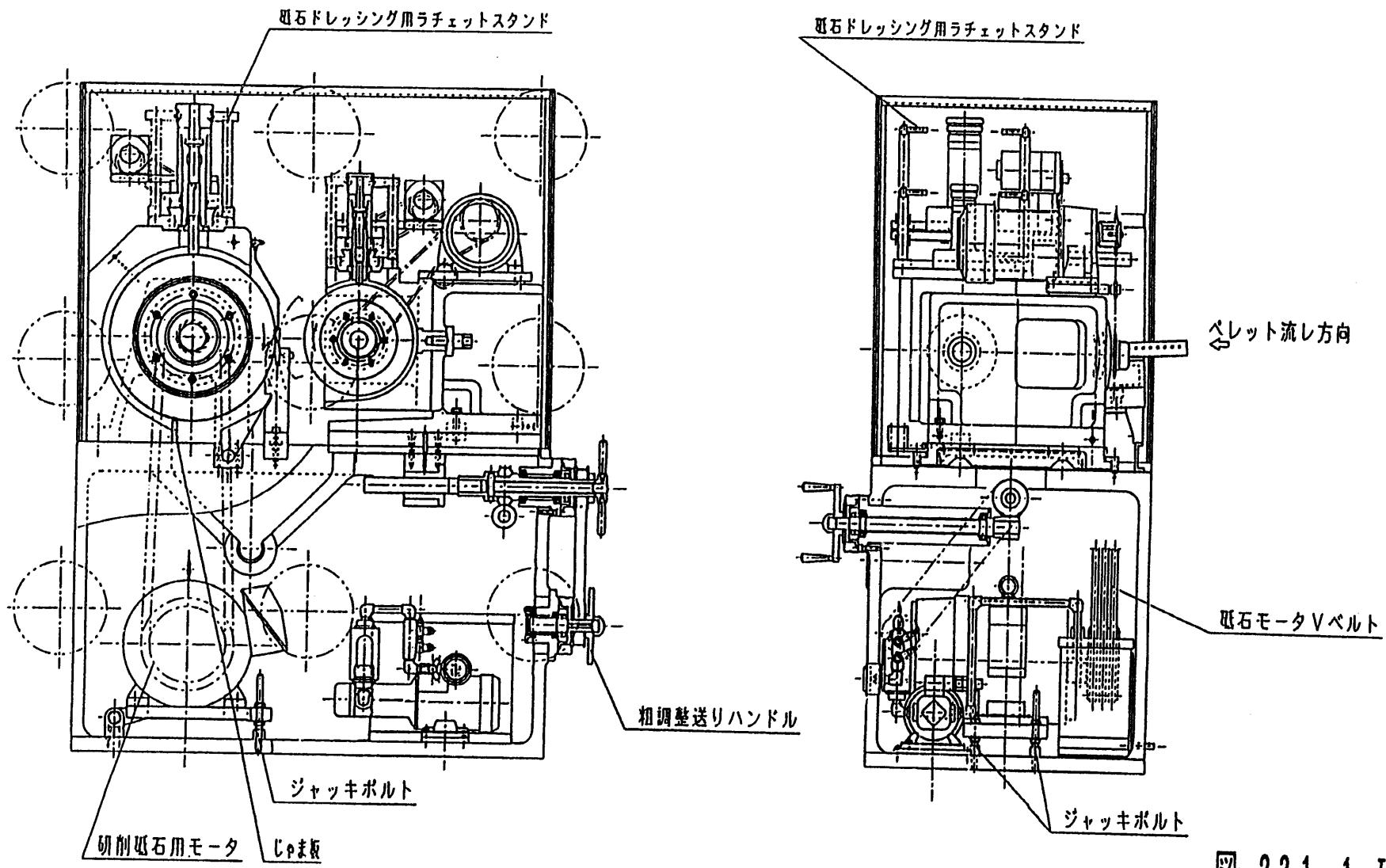
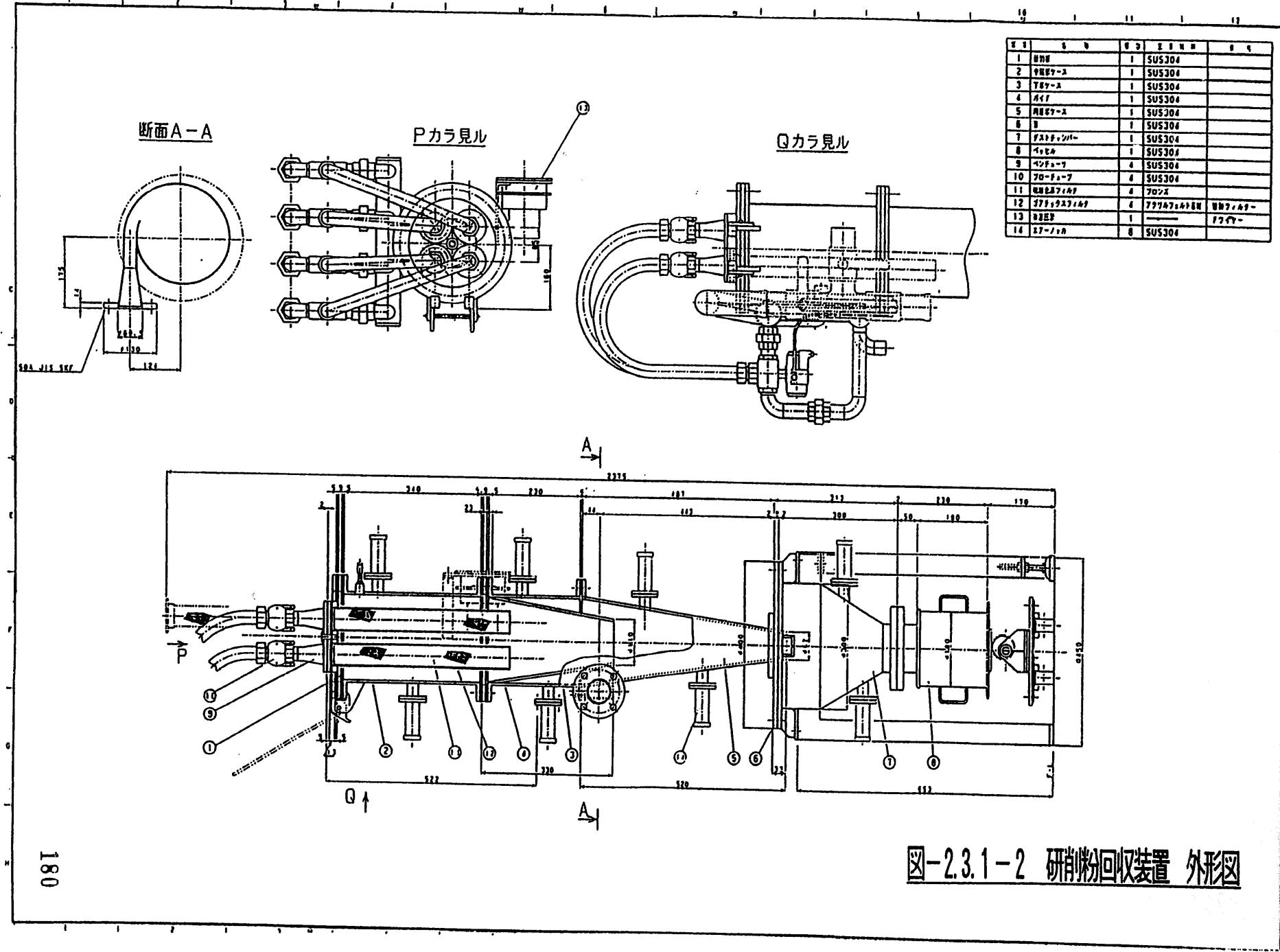


図-2.3.1-1 研削機全体図



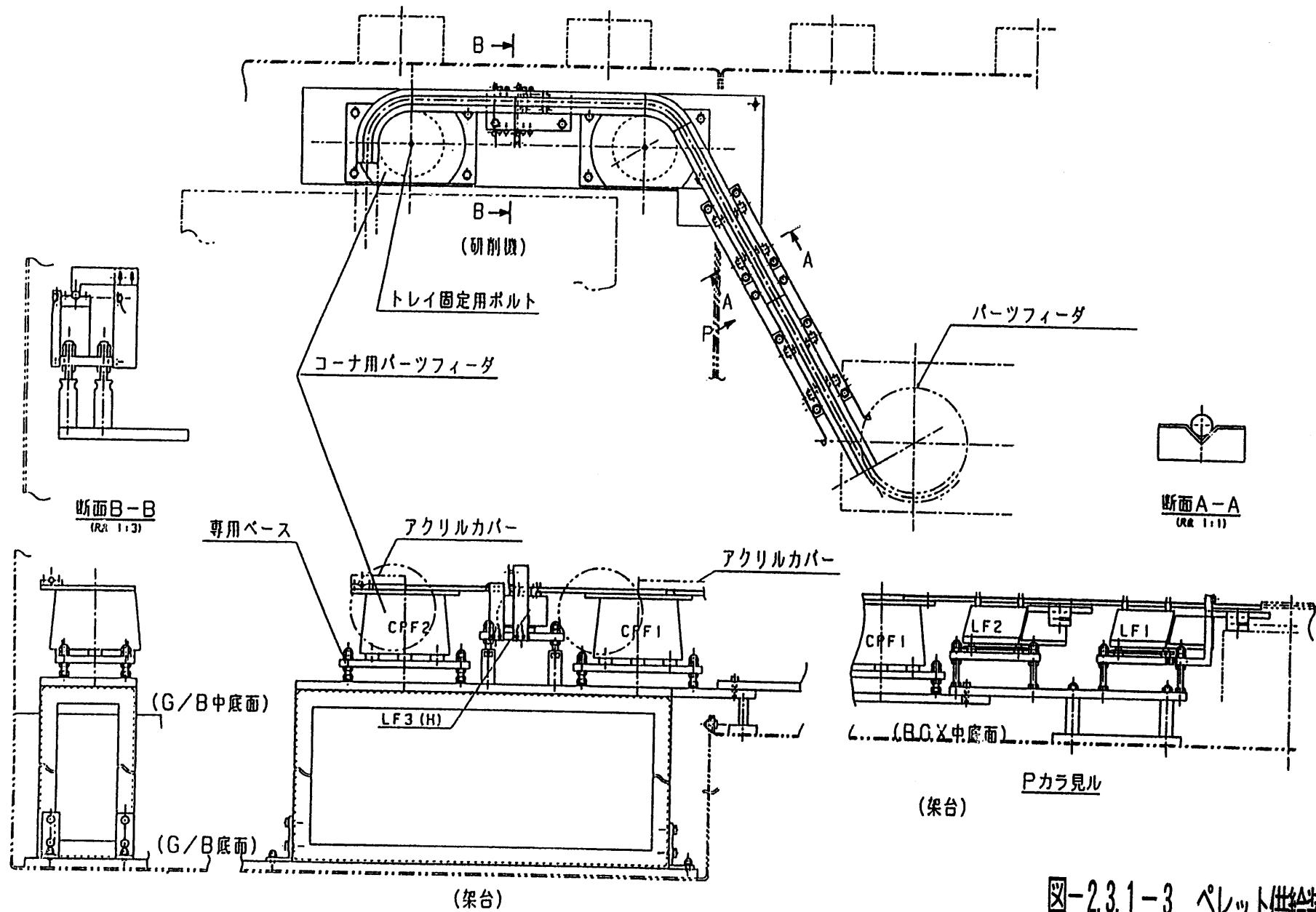


図-2.3.1-3 ペレット供給装置

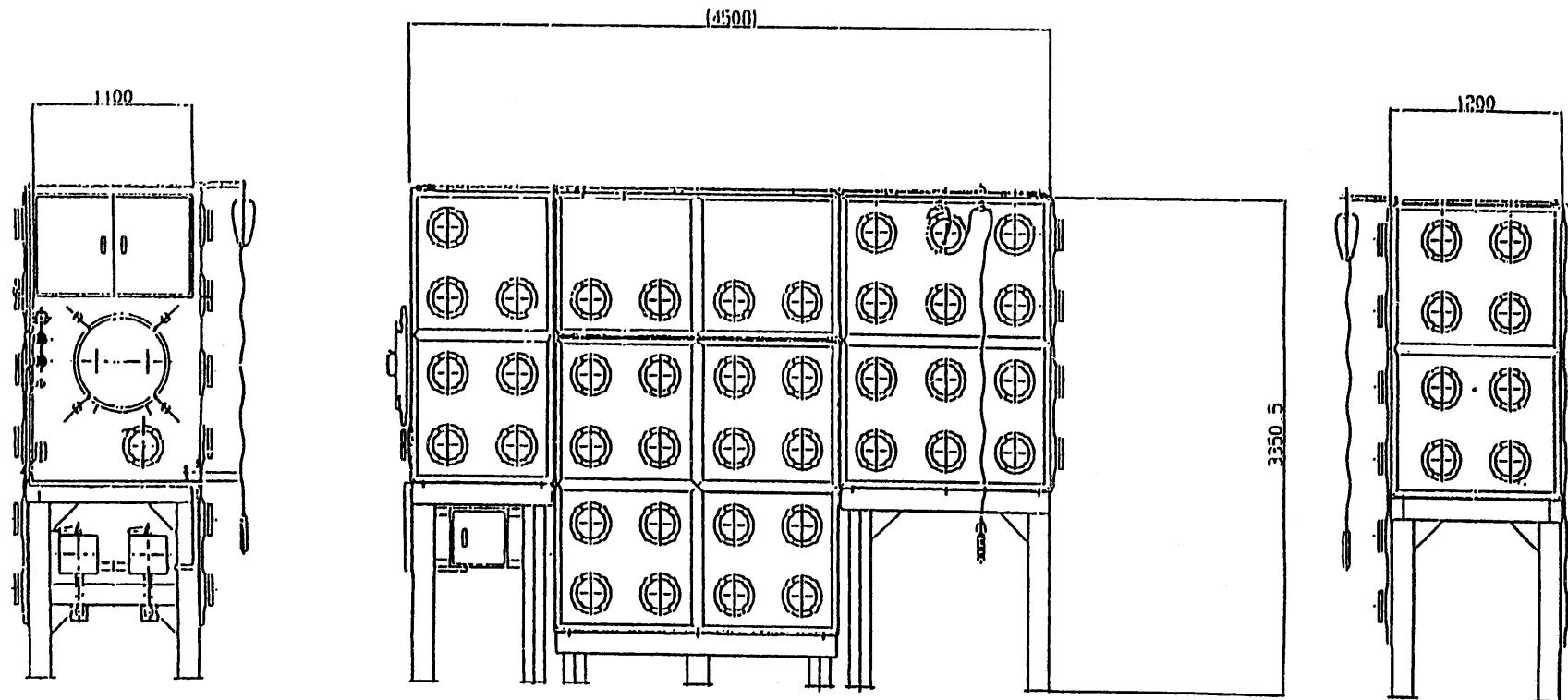


図-2.3.1-4 グローブボックス

表2.3.1-1 研削試験条件表 (ホールドアップ対策の確認試験)

項目	試験No.			
	試験1	試験2		
研削個数(個)	9,500	同左		
研削代(μm)	200	100		
研削装置	研削砥石回転数(rpm)	1,500	同左	
研削装置	回転数(rpm)	40	同左	
研削装置	送り角度(deg)	2.0	同左	
研削装置	送り速度(mm/min)	1,000	同左	
設定機	窒素ガス	研削部(ℓ/min)	50	同左
設定機	窒素ガス	砥石部(ℓ/min)	50	同左
条件件	研削粉回収装置	使用フィルター	焼結金属+ゴアテックスフィルタ	
条件件	暖機運転時間(min)	3.0	同左	
条件件	バ尔斯イフ周期(s)	約5	同左	
条件件	バ尔斯イフ吹出時間(s)	約0.1	同左	
	模擬ペレットの外径(mm)	$\phi 12.9 \times 13$	$\phi 12.8 \times 13$	
その他	暖機運転時間(min)	10	同左	
その他	背面排気	有り	同左	
その他	砥石下部じゃま板	有り	同左	
その他	砥石下部粉受け	有り	同左	

表-2.3.1-2 ホールドアップ対策の確認試験データ(試験1)

(a) 研削重量(装荷量)

袋No.	重 量(g)
1	4321(g)
2	4305(g)
3	4309(g)
4	4318(g)
5	4325(g)
6	4319(g)
7	4315(g)
8	4300(g)
9	4304(g)
10	4311(g)
11	4304(g)
12	4310(g)
13	4305(g)
14	4307(g)
15	4306(g)
16	4308(g)
17	4305(g)
18	4323(g)
19	4314(g)
20	(g)
TOTAL	81909(g)

(b) 研削後(搬出重量)

袋No.	重 量(g)
1	4890(g)
2	4491(g)
3	7054(g)
4	4433(g)
5	4711(g)
6	5387(g)
7	6160(g)
8	6706(g)
9	7412(g)
10	3976(g)
11	5941(g)
12	5415(g)
13	5556(g)
14	6063(g)
15	876(g)
16	(g)
17	(g)
18	(g)
19	(g)
20	(g)
TOTAL	79071(g)

(200 μm研削)

(c) サイクロン回収粉体重量(g)

2180.9(g)

(d) ケーシング内粉体重量(g)

409.6(g)

(e) フィルタ付着粉体重量(g)

77.57(g)

(f) 配管内粉体重量(g)

48..4(g)

(g) 配管分岐点粉体重量(g)

29.1(g)

(h) アクリルカバー付着粉体重量(g)

1.2(g)

(i) その他粉体重量(g)

20.9(g)

回収粉末の内訳

サイクロン	2180.9 g	(回収率78.8%)
ケーシング	409.6 g	(回収率14.8%)
フィルタ付	77.5 g	(回収率 2.8%)
配管内	76.2 g	(回収率 2.8%)
その他	22.1 g	(回収率 0.8%)

(j) 装荷重量(g) - 製品重量(g) - 研削粉体重量(g) = 不明重量(g)

(81909) - (79071) - 2766.3(g) = 71.3(g)

(回収率97.5%)

表-2.3.1-3 ホールドアップ対策の確認試験データ(試験2)

(a) 研削前

袋No.	重量(g)
1	4129(g)
2	4134(g)
3	4135(g)
4	4133(g)
5	4137(g)
6	4131(g)
7	4134(g)
8	4134(g)
9	4132(g)
10	4135(g)
11	4132(g)
12	4136(g)
13	4130(g)
14	4134(g)
15	4132(g)
16	4136(g)
17	4138(g)
18	4134(g)
19	4137(g)
20	(g)
TOTAL	78543(g)

(b) 研削後

袋No.	重量(g)
1	3464(g)
2	5694(g)
3	5070(g)
4	7070(g)
5	5608(g)
6	6645(g)
7	5918(g)
8	1789(g)
9	5301(g)
10	5046(g)
11	6277(g)
12	1520(g)
13	3991(g)
14	4546(g)
15	3372(g)
16	5041(g)
17	813(g)
18	(g)
19	(g)
20	(g)
TOTAL	77165(g)

(100 μm研削)

(c) サイクロン回収粉(g)

862.4 (g)

(d) ケーシング内粉体重量(g)

312.8 (g)

(e) フィルタ付着粉体重量(g)

92.9 (g)

(f) 配管内粉体重量(g)

17.4 (g)

(g) 配管分岐点粉体重量(g)

10.1 (g)

(h) アクリルカバー付着粉体重量(g)

0.4 (g)

(i) その他粉体重量(g)

12.7 (g)

回収粉末の内訳

サイクロン回収粉	862.4	(回収率65.9%)
ケーシング内	312.8	(回収率23.9%)
フィルタ付着	92.9	(回収率7.1%)
配管内	27.5	(回収率2.1%)
その他	13.1	(回収率1.0%)

(j) 装荷重量(g) - 製品重量(g) - 研削粉体重量(g) = 不明重量(飛散粉末)(g)

$$(78543) - (77165) - \underline{1308.7} (g) = \underline{69.3} (g)$$

(回収率95.0%)

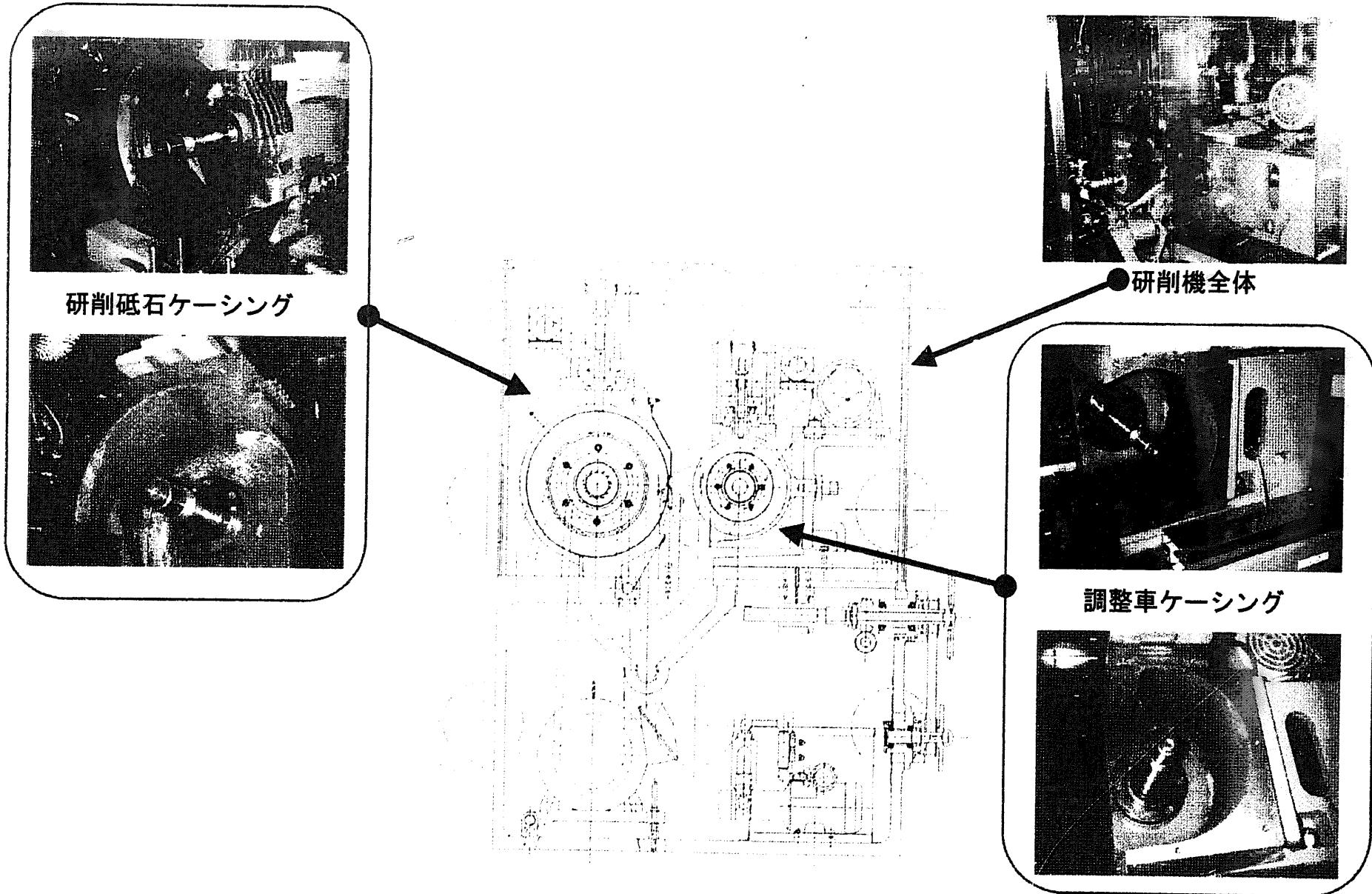


写真-2.3.1-1 乾式研削機の試作試験

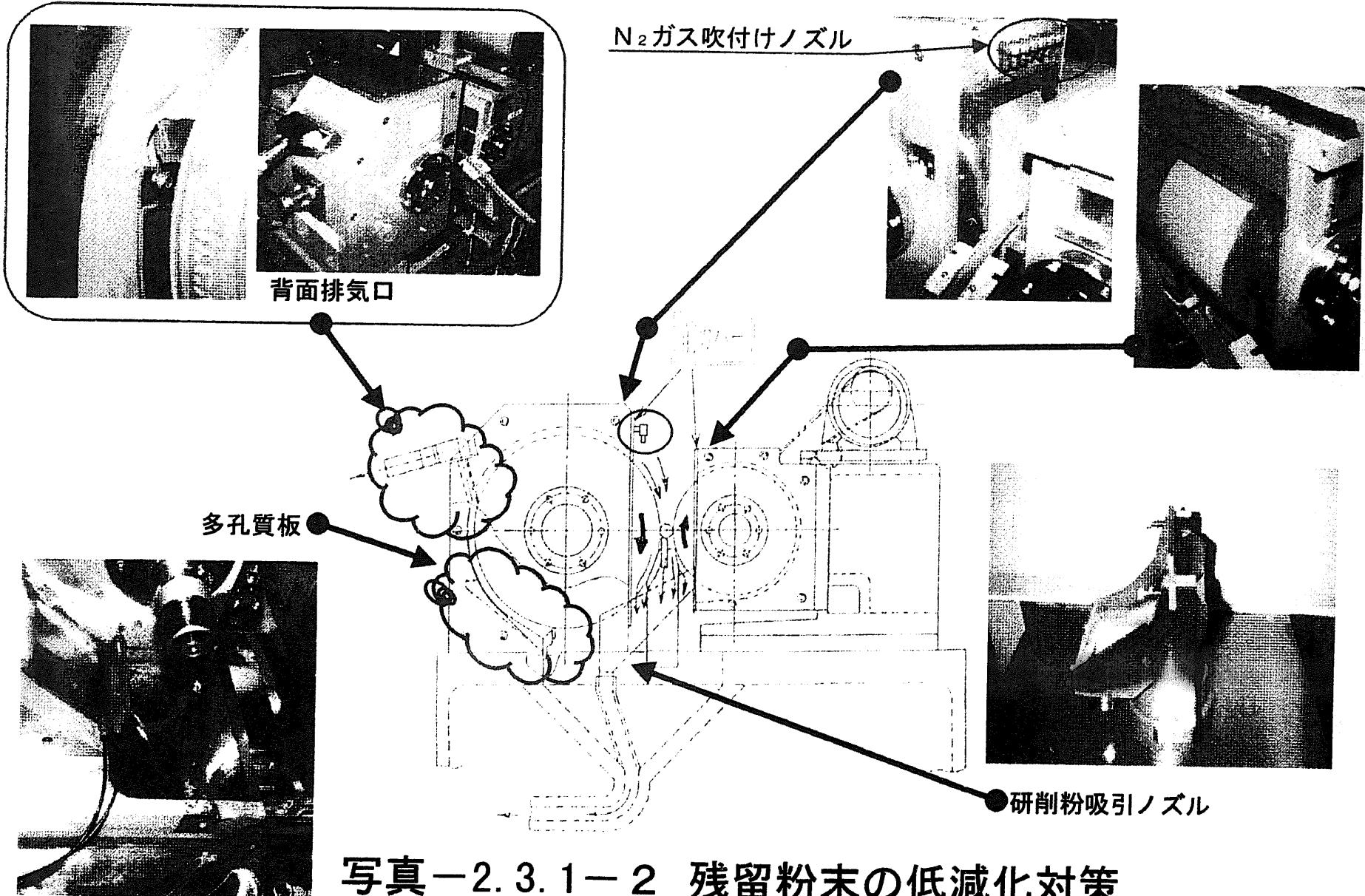
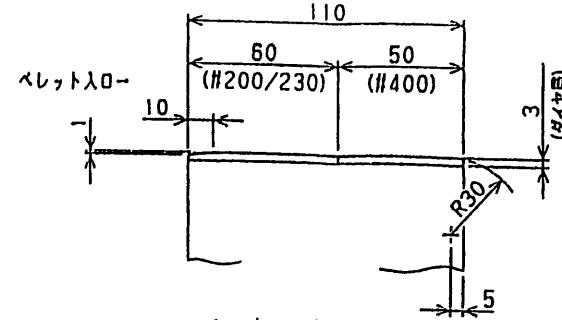
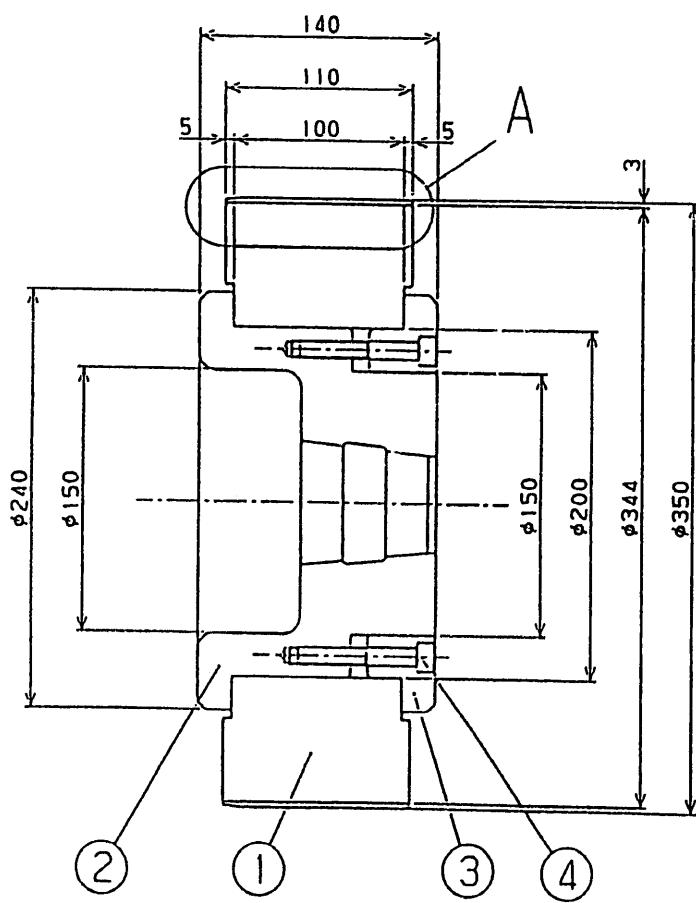


写真-2.3.1-2 残留粉末の低減化対策



A部詳細
(尺度 1:2)

部品表				
番号	名体	個数	主要材質	備考
1	研削砥石本体	1	セラミック	大阪ダイヤモンド
2	砥石フランジ本体	1	AC7A	
3	砥石フランジサエ	1	AC7A	
4	六角穴付ボルト	6	ステンレス	

〈研削砥石仕様〉

1. 結合剤: セラミックボンド
2. 密中度: 100
3. 結合度: J
4. 粒度: #200/230 (幅60mm)
#400 (幅50mm)
5. ダイヤモンド厚: 3mm

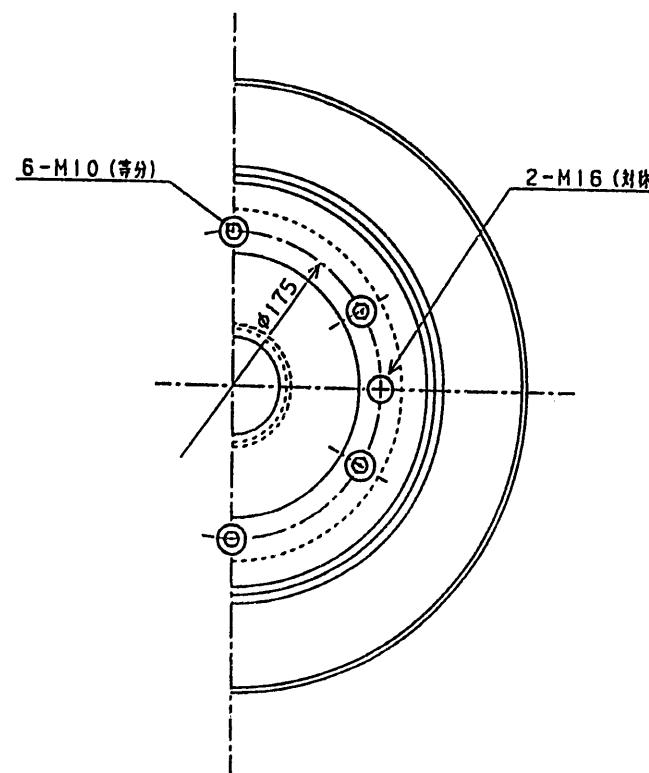


図-2.3.2-1 研削砥石(セラミックボンド砥石)

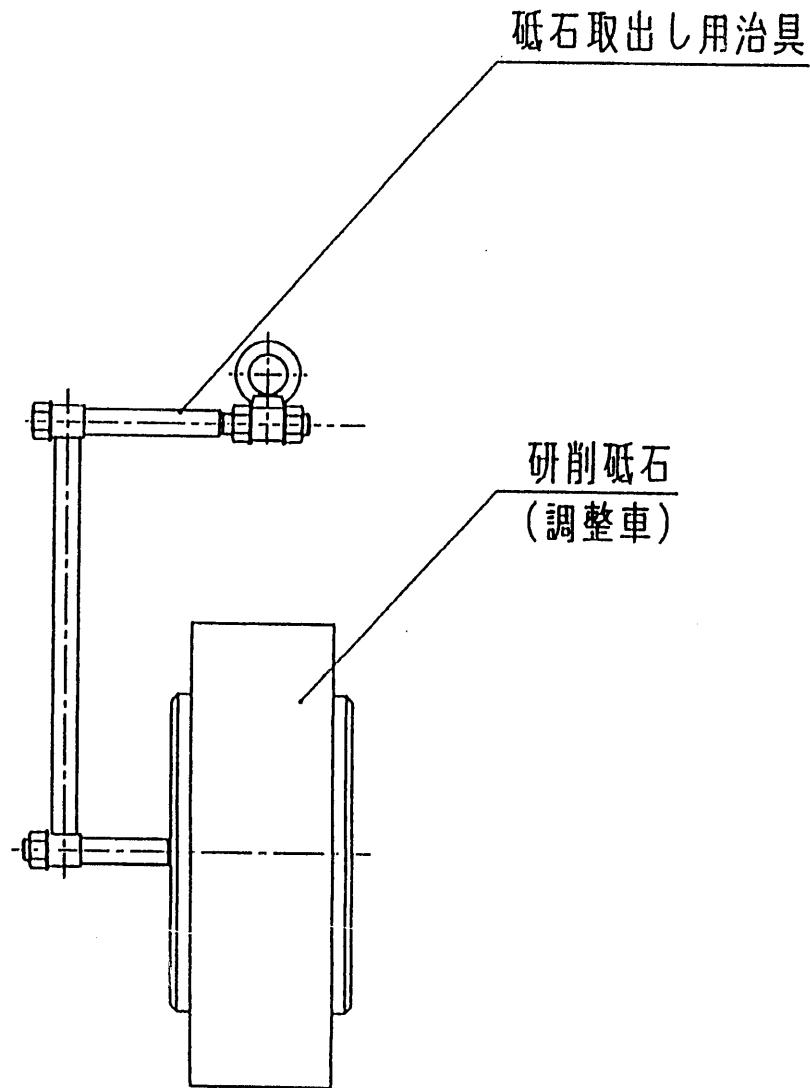
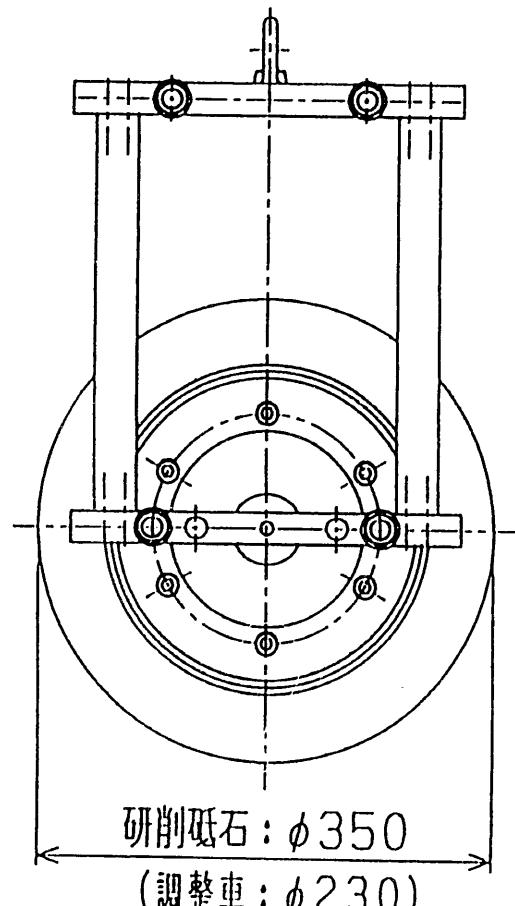
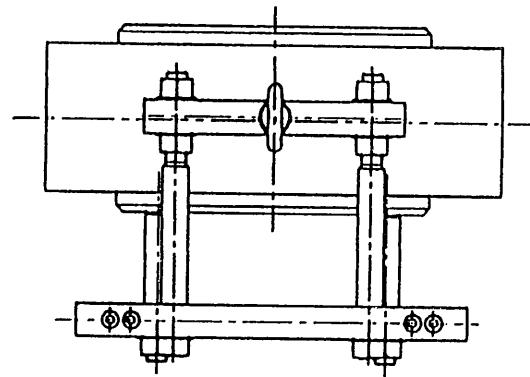


図-2.3.2-2 砥石交換用治具

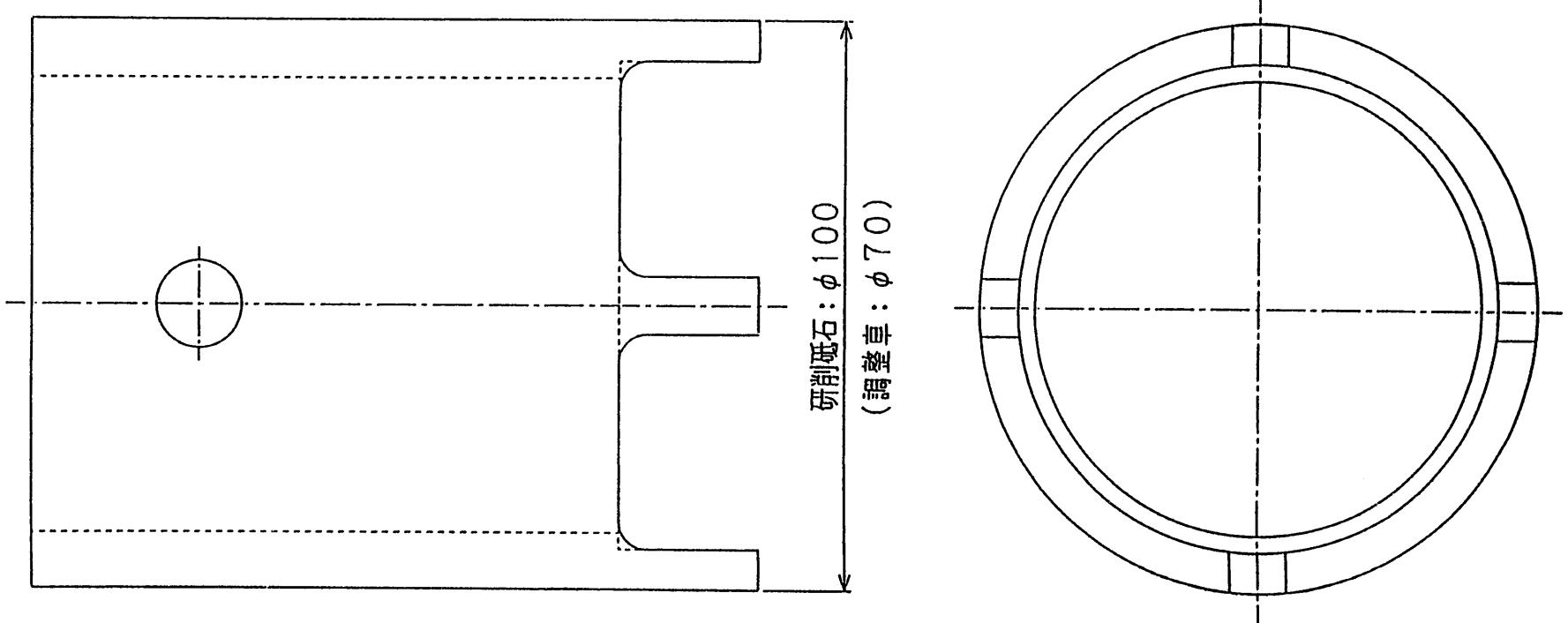


図-2.3.2-3 砥石交換用治具

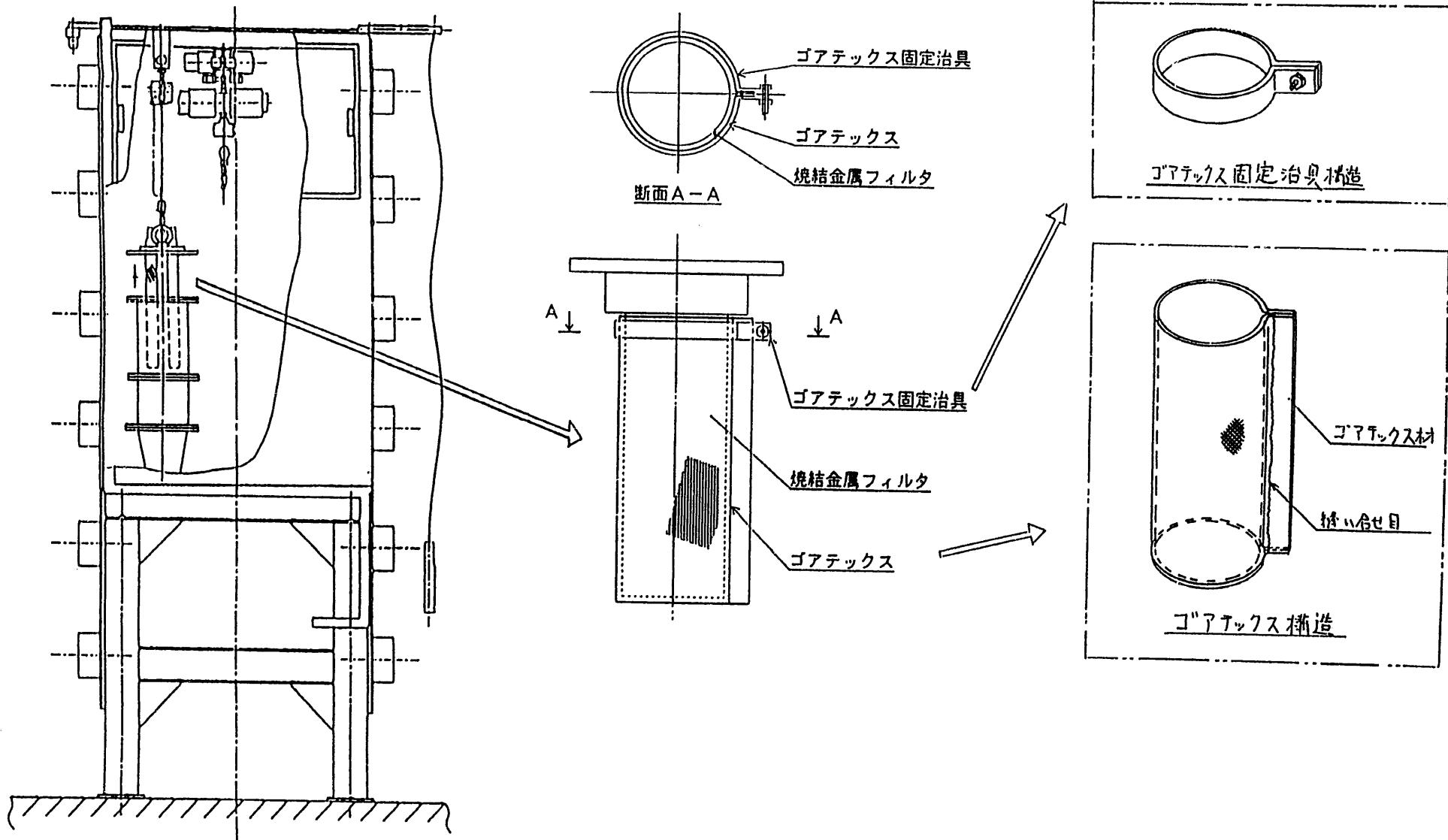


図-2.3.2-4 研削粉回収装置のフィルタ

INC TN8410 98-007 表2.3.3-1 研削試験条件表 (熱影響確認試験)

項目	試験No.	セラミックボンド砥石			
		試験 3	試験 4	試験 5	試験 6
研削個数(個)		5, 000	同左	同左	同左
研削装置設定条件	研削代(μm)		199	207	190
	研削砥石回転数(rpm)	1, 500	同左	同左	同左
		40	同左	同左	同左
		送り角度(deg)	2.0	同左	同左
	送り速度(mm/min)	1, 000	同左	同左	同左
		窒素ガス	50	同左	同左
	研削部(ℓ/min)	50	同左	同左	同左
		50	同左	同左	同左
	使用フィルター		焼結金属+ゴアテックスフィルタ		
	プロワ風量(m^3/min)		3.2	3.2	3.2
その他	バルスエア 周期(s)		約5	同左	同左
	バルスエア 吹出時間(s)		約0.2	同左	同左
模擬ペレットの外径(mm)		$\phi 13.84 \times 13$	$\phi 13.65 \times 13$	$\phi 13.45 \times 13$	$\phi 12.86 \times 13$
その他	暖機運転時間(min)		10	同左	同左
	背面排気		有り	同左	同左
	砥石下部じゃま板		有り	同左	同左
	砥石下部粉受け		有り	同左	同左

表-2.3.3-2 热影響確認試験データ(表面粗さ、試験3)

(研削代 200 μm)

ペレットNo.		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均値	備考
測定間隔	開始時	0.88	0.82	1.11	0.83	0.81	1.07	研削条件は 試験3
	4000個	0.84	1.26	1.03	0.92	1.07	1.02	
	9000個	0.98	1.20	1.03	1.06	1.23	1.10	
測定間隔	開始時	0.74	1.00	0.94	1.00	1.12	0.96	〔参考〕 静電気除去 装置使用
	4000個	0.79	1.27	1.18	1.08	0.95	1.05	
	9000個	0.83	1.02	1.10	1.00	1.03	1.00	

※ 目標表面粗さ : 1.2 μmRa , 規格値 : 1.6 μmRa 〔単位 : μmRa 〕

表-2.3.3-3 热影響確認試験データ(試験3)

		外 径	研削代	707 風量	サクロン 壓損	研削砥石 温度	調整車 表面温度	GB内温 度	油タック 温度	時 刻	備 考
	元 径	13.840									
	調整後	13.641	199	3.2	630	25	24	24.9	24.9	13:25	
研 削 個 数	500	13.647	193	2.9	780	35	25	27.6	26.9	13:50	
	1000	13.643	197	2.9	840	35	26	27.2	27.7	14:05	
	1500	13.642	198	2.8	900	35	28	27.5	29.2	14:15	
	2000	13.645	195	2.8	940	38	29	28.0	30.2	14:30	
	2500	13.645	195	2.7	1000	41	30	28.3	31.0	14:40	
	3000	13.646	194	2.6	1050	39	31	28.8	31.7	14:50	
	3500	13.645	195	2.6	1100	45	33	29.0	32.1	15:05	
	4000	13.642	198	2.5	1130	46	34	28.4	32.3	15:15	
	4500	13.642	198	2.4	1170	51	34	28.1	32.6	15:30	
	5000	13.645	195	2.4	1210	51	34	27.8	33.0	15:45	

単位：外径 (mm), 研削代 (μm), 707 風量 (m^3/min), サクロン 壓損(mmAq), 温度 ($^{\circ}\text{C}$)

物質收支 = 研削前重量 - 研削後重量 - 回収粉末重量

(未回収粉)

$$3.4 \text{g} = 48595.5 \text{g} - 47218 \text{ g} - 1374.1 \text{g} \\ (\text{回収率 } 99.7 \%)$$

回収粉末の内訳

サクロン 回収粉	1334g	(回収率 97.1 %)
PIAB	28g	(回収率 2.0 %)
逆洗粉	4.2g	(回収率 0.3 %)
配管内	7.9g	(回収率 0.6 %)

表-2.3.3-4 热影響確認試験データ(試験4)

		外 径	研削代	707 風量	サイクロン圧損	研削砥石温度	調整車表面温度	GB内温度	油タック温度	時 刻	備 考
	元 径	13.650									
	調整後	13.443	207	3.2	630	30	23	25.7	24.9	13:50	
研 削 個 数	500	13.444	206	3.1	670	33	25	26.7	26.9	14:05	
	1000	13.442	208	3.0	740	34	27	27.1	27.7	14:15	
	1500	13.442	208	2.9	900	36	27	27.3	29.2	14:25	
	2000	13.440	210	2.9	940	38	28	27.8	30.2	14:35	
	2500	13.441	209	2.8	990	39	39	28.3	31.0	14:45	
	3000	13.440	210	2.7	1050	39	29	28.8	31.7	14:55	
	3500	13.440	210	2.6	1080	38	29	28.3	32.1	15:10	
	4000	13.441	209	2.6	1130	43	32	28.4	32.3	15:20	
	4500	13.441	209	2.5	1160	36	30	28.2	32.6	15:30	
	5000	13.438	212	2.4	1200	34	28	28.2	33.0	15:40	

単位: 外径 (mm), 研削代 (μm), 707 風量 (m^3/min), サイクロン圧損(mmHg), 温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$$\text{物質収支} = \text{研削前重量} - \text{研削後重量} - \text{回収粉末重量}$$

(未回収粉)

$$67\text{g} = 47208.5\text{g} - 45838.6\text{g} - 1302.9\text{g}$$

(回収率 95.1 %)

回収粉末の内訳

サイクロン回収粉	1252.5g	(回収率 96.1 %)
PIAB	27.6g	(回収率 2.1 %)
逆洗粉	20.3g	(回収率 1.6 %)
配管内	2.5g	(回収率 0.2 %)

表-2.3.3-5 热影響確認試験データ(試験5)

		外 径	研削代	707 風量	サイクロン 圧損	研削砥石 軸温度		GB内温 度	油タク 温度	時 刻	備 考
	元 径	13.446									
	調整後	13.256	190	3.2	700	26.9		27.6	23.4	14:15	
研 削 個 数	500	13.250	196	3.1	700	26.9		27.6	23.4	14:30	
	1000	13.251	195	3.0	860	29.9		28.2	25.2	14:40	
	1500	13.251	195	2.9	950	32.3		28.5	26.6	14:50	
	2000	13.248	198	2.9	1000	34.2		28.9	27.9	15:05	
	2500	13.249	197	2.8	1070	35.7		28.7	28.8	15:15	
	3000	13.248	198	2.7	1140	36.9		28.7	29.4	15:25	
	3500	13.249	197	2.6	1190	37.8		28.6	30.0	15:35	
	4000	13.249	197	2.6	1150	38.6		28.6	30.8	15:50	
	4500	13.251	195	2.5	1290	39.4		28.9	31.1	16:00	
	5000	13.244	202	2.4	1330	39.9		29.5	31.9	16:10	

単位：外径 (mm), 研削代 (μm), 707 風量 (m^3/min), サイクロン 圧損(mmHg), 温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$$\text{物質収支} = \text{研削前重量} - \text{研削後重量} - \text{回収粉末重量}$$

(未回収粉)

$$35.9\text{g} = 45831.7\text{g} - 44569.9\text{g} - 1225.9\text{g}$$

(回収率 97.2 %)

回収粉末の内訳

サイクロン 回収粉	1153.8g	(回収率 94.1 %)
PIAB	14.6g	(回収率 1.2 %)
逆洗粉	37.1g	(回収率 3.0 %)
配管内	20.4g	(回収率 1.7 %)

表-2.3.3-6 热影響確認試験データ(試験6)(研削終了後に分解清掃)

		外 径	研削代	プロア 風量	サイクロン 圧損	研削砥石 軸温度		GB内温 度	油タック 温度	時 刻	備 考
	元 径	12.860									
	調整後	12.658	202	3.4	670	25.1		23.3	23.1	14:54	
研 削 個 数	500	12.654	206	3.2	780	29.1		23.4	25.0	15:15	
	1000	12.660	200	3.2	800	31.2		23.1	26.0	15:25	
	1500	12.659	201	3.2	810	33.2		22.8	26.8	15:40	
	2000	12.658	202	3.1	850	34.8		22.8	27.9	15:50	
	2500	12.661	199	3.1	880	35.8		22.9	28.7	16:00	
	3000	12.660	200	3.0	910	37.1		23.1	28.7	16:10	
	3500	12.660	200	3.0	950	37.7		23.3	30.1	16:20	
	4000	12.658	202	2.9	980	38.4		23.3	30.4	16:35	
	4500	12.658	202	2.9	1020	39.1		23.0	30.4	16:45	
	5000	12.662	198	2.8	1050	39.3		23.0	31.1	16:55	

単位: 外径 (mm), 研削代 (μm), プロア 風量 (m^3/min), サイクロン 圧損(mmHg), 温度 ($^{\circ}\text{C}$)

物質収支 = 研削前重量 - 研削後重量 - 回収粉末重量

(未回収粉)

8.3g = 41870.7g - 40715.0g - 1147.4 g
(回収率 99.3 %)

回収粉末の内訳

サイクロン 回収粉	489.4g	(回収率 42.7 %)
ノカのみ	214.6g	(回収率 18.7 %)
逆洗+ノカ	292.2g	(回収率 25.5 %)
配管内	11.1g	(回収率 1.0 %)
サイクロン フィルタ	64.7g	(回収率 5.6 %)
ケーシング + 配管	63.7g	(回収率 5.5 %)
PIAB	11.7g	(回収率 1.0 %)

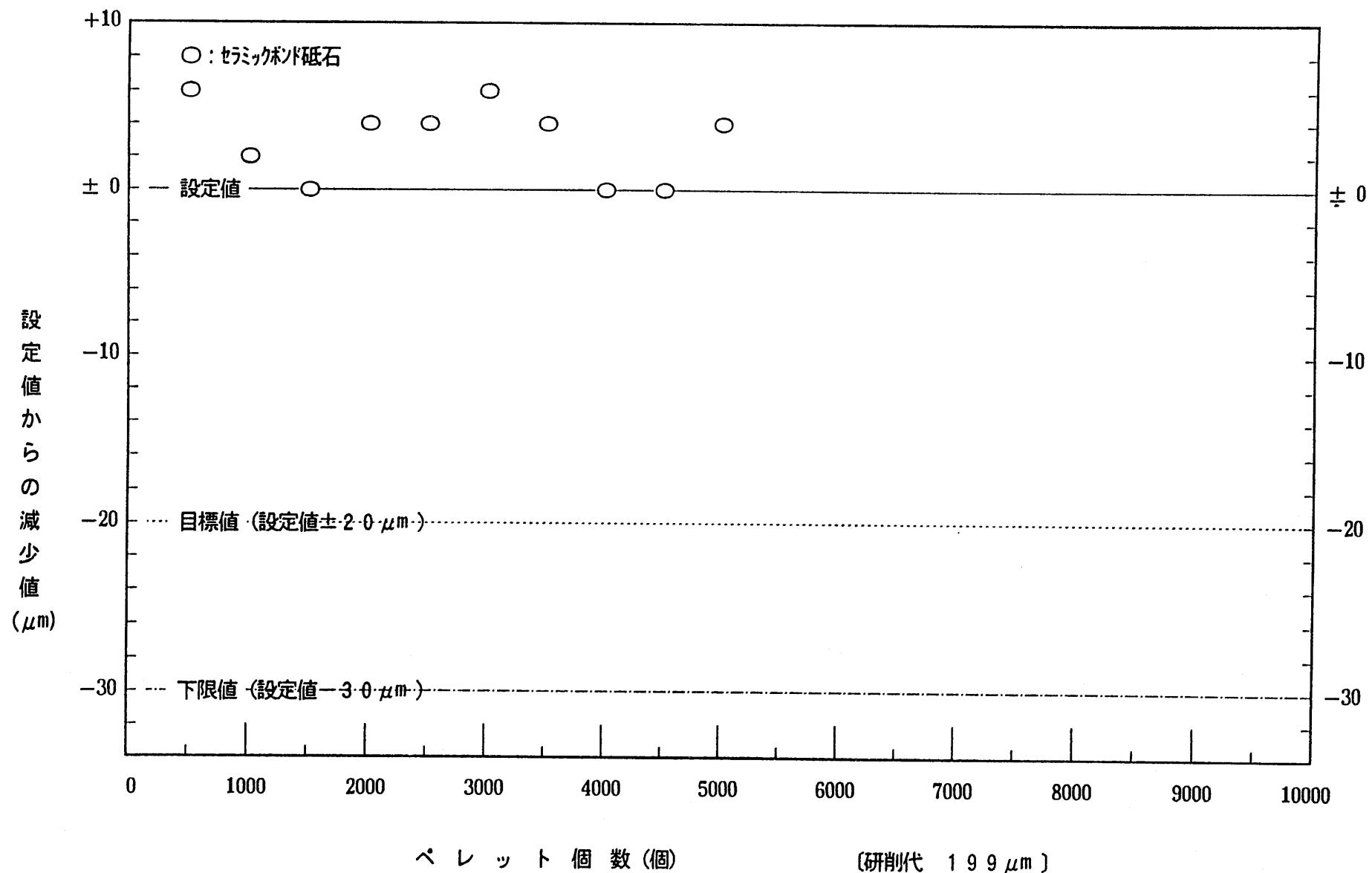


図-2.3.3-1 ペレット外径変化量(試験3)

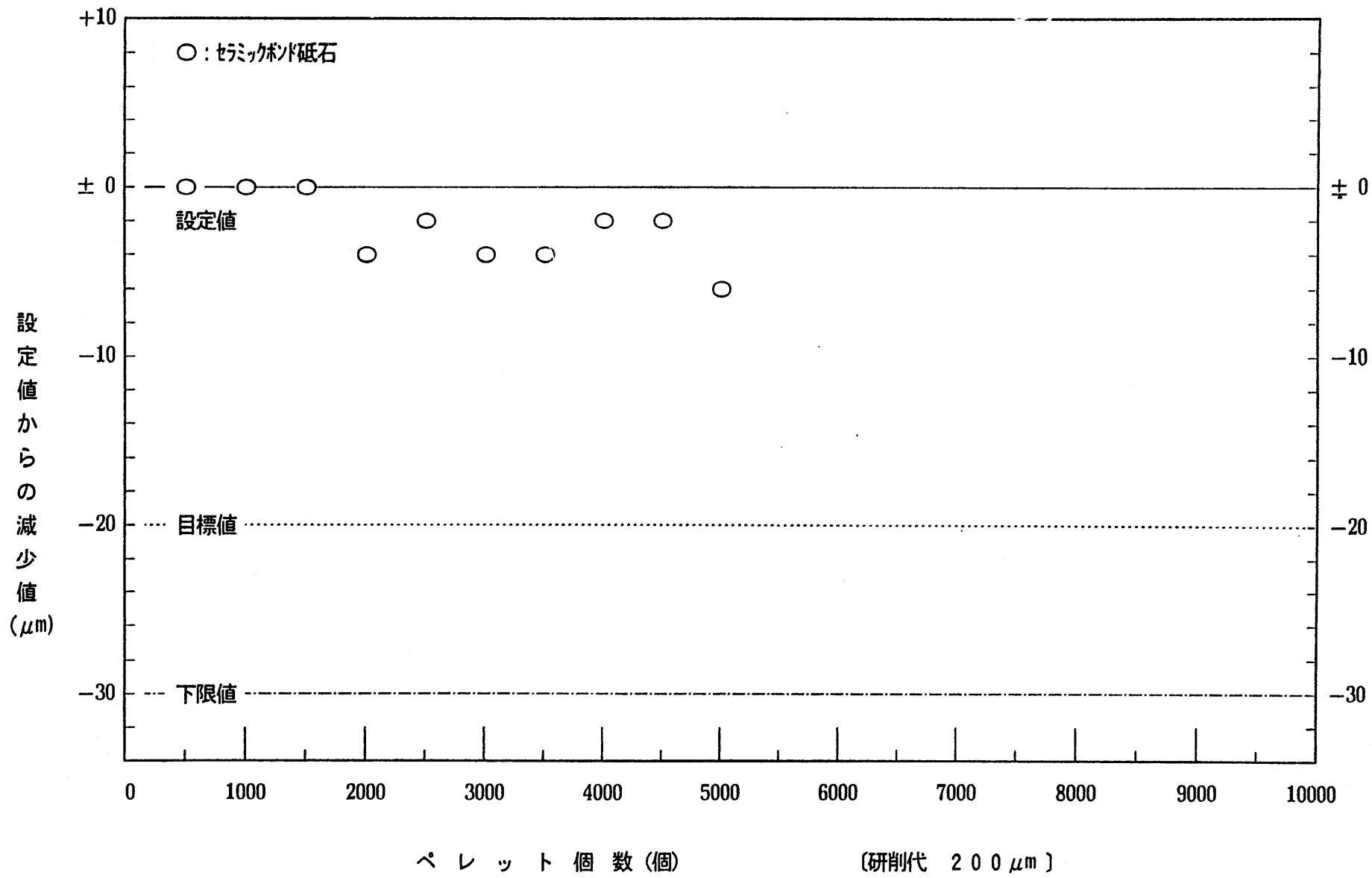


図-2.3.3-2 ペレット外径変化量(試験4)

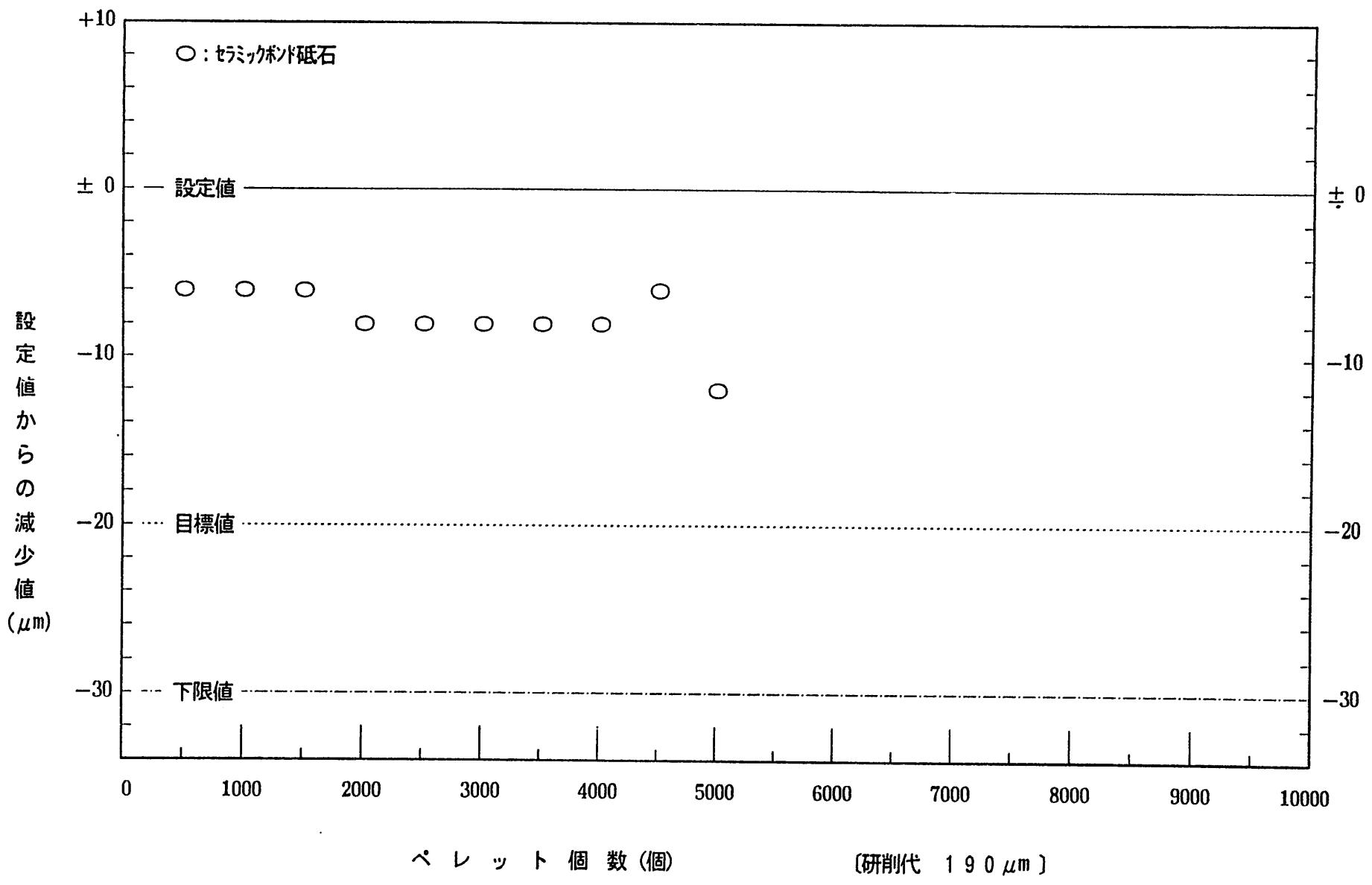


図-2.3.3-3 ベレット外径変化量(試験5)

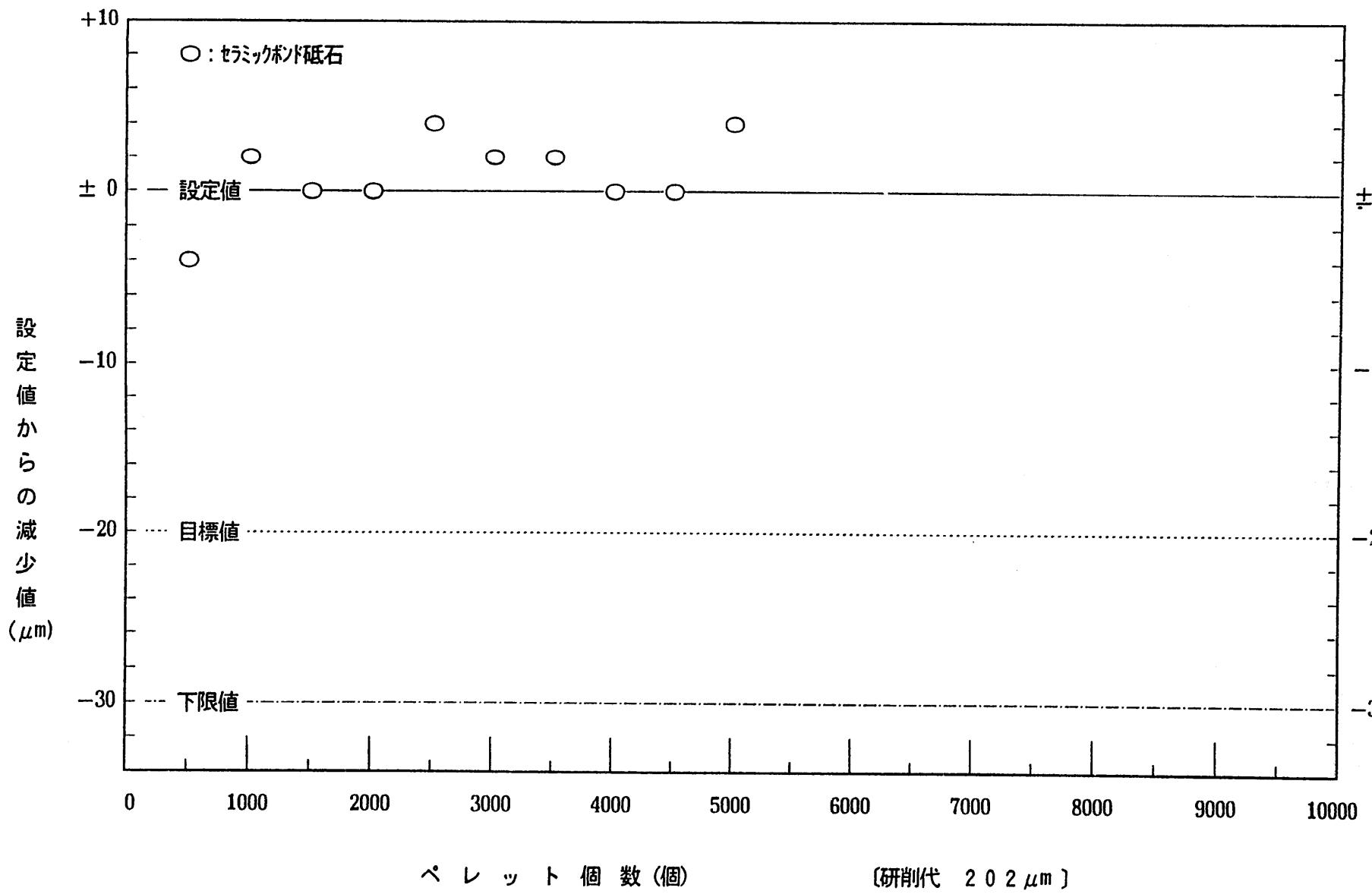


図-2.3.3-4 ペレット外径変化量(試験6)

