

TN8410 88-087

PNC ~~18410 88-024~~

内部資料

本資料は 年 月 日付けて登録区分、

変更する。

2001. 6. 20

[技術情報室]

せん断試験装置(Ⅱ)試験報告書

—61年度, 62年度, 成果報告—

1988年6月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

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

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

TN8410 88-087

内 部 資 料

PNC ~~18410 88-021~~

1 9 8 8 年 6 月



せん断試験装置(II)試験報告書

— 61年度、62年度、成果報告 —

林 正太郎

小島久雄、中川林司

要 旨

目 的

リサイクル機器試験施設（RETF）用せん断機の開発の為、第2応用試験棟内のせん断試験装置（II）を用いて種々の評価試験を実施した。

方 法

供試体として、アルミナのペレットを充てんした高速炉「もんじゅ」模擬ピン束（炉心およびブランケット仕様）を用い、解体機からのピン束の搬送や、組枠およびピン束のせん断試験を行った。

結 果

その結果、ピン束の搬送については、プレナム部にラッパ管の一部を残し、これによりピン束を拘束することで首尾よく出来た。また、炉心およびブランケット燃料の組枠部もせん断除去可能であることを確認した。またブランケットピン束のせん断には約47トンの推力を必要とした。

これらの試験と並行して、シリンダ部の汚染防止機構について新たな概念を構築し、装置の改造を実施した。機能の確認および遠隔保守性について試験を行い、良好な結果を得た。

結 論

本試験データおよびこれまでに取得してきた諸データを合わせ考えることにより、RETF用せん断機の詳細設計を遂行することが可能になった。

目 次

はじめに	1
I 章 ピン束組杵部のせん断試験	3
1. 目的及び概要	3
2. 試験条件	4
2-1 試験方法	4
2-2 試験供試体	4
2-3 評価項目	4
3. 試験結果	5
3-1 「もんじゅ」ブランケット模擬燃料ピン束組杵部, せん断	5
3-1-1 せん断の状況	5
3-1-2 組杵部のせん断力	5
3-2 「もんじゅ」炉心模擬燃料ピン束組杵部, せん断	6
3-2-1 せん断の状況	6
3-2-2 組杵部のせん断力	6
4. 組杵せん断試験の考察およびまとめ	7
4-1 せん断時の燃料ロス	7
4-2 組杵部のせん断力について	7
5. 結論	9
II 章 「もんじゅ」ブランケット模擬燃料ピン束せん断試験	11
1. 目的	11
2. 試験条件	11
2-1 試験方法	11
2-2 試験供試体	11
2-3 計測項目	11
3. 試験結果	12
3-1 せん断力	12
3-2 せん断片の長さ	12
3-3 せん断片の開口率	12
3-4 粉塵の発生量	13

3-5 送り込み長さ	13
3-6 その他	13
4.まとめ	15
4-1 せん断力	15
4-2 せん断片長さ	15
4-3 せん断片の開口率	15
4-4 粉塵の発生量	15
4-5 その他	15
5.結論	16
 Ⅲ章 一部ラッパ管付きピン束の搬送及びせん断試験 17	
1.概要及び目的	17
2.試験条件	18
2-1 試験方法	18
2-2 試験供試体	18
2-3 計測項目及び確認事項	18
3.試験結果	19
3-1 搬送(解体機 → せん断機装荷台)	19
3-2 せん断	19
3-2-1 せん断力	19
3-2-2 せん断片長さの分布状況	19
3-2-3 粉塵の発生量	19
3-2-4 その他	20
4.まとめ	22
4-1 搬送	22
4-2 せん断	22
4-3 せん断片	22
4-4 粉塵	22
5.改良せん断方法の提案	23
 Ⅳ章 油圧系汚染防止機構の改良 25	
1.目的	25
2.既設せん断機の汚染防止機構	26
3.汚染防止機構の改良	27

4. 防塵機構の遠隔保守性評価試験	28
5. 結 論	29
 <関連する一覧表>	31
 <図 表 集>	
表 I - 1 解体及びせん断の機能分担	33
図 I - 2 - 1 「もんじゅ」 ブランケット模擬燃料ピン束概要図	35
図 I - 2 - 2 「もんじゅ」 炉心模擬燃料ピン束概要図	37
図 I - 3 - 2 せん断力の計測記録	53
写真 I - 1 - 1	39
写真 I - 2 - 1	45
図 I - 4 - 2 せん断状況模式図	54
表 I - 4 - 付 - 1 組杵せん断のこれまでのデータ	55
表 I - 4 - 付 - 2 炉心・ブランケット模擬支持構造部のせん断条件と結果(試験Ⅱ)	56
表 I - 5 - 1 組杵せん断試験データ一覧表	57
 図 II - 3 - 1 ブランケット模擬燃料ピン束せん断油圧記録	59
図 II - 3 - 2 (1/57), (57/57)せん断片長さ分布表	61
図 II - 3 - 3 「もんじゅ」 ブランケット模擬燃料ピン束せん断における ミート部せん断片長さ分布集計表	90
表 II - 3 - 4 せん断片長さの比較	91
図 II - 3 - 5 ブランケットピン束せん断片の開口率	92
表 II - 3 - 6 ピン束せん断時における粒度分布	93
図 II - 3 - 7 送り込み長さの計測記録	95
写真 II - 3	97
 図 III - 1 - 1 集合体くり抜き解体の概要図	109
写真 III - 2 - 1 試験供試体	111
写真 III - 3 - 1 搬送状況	113
図 III - 3 - 2 ミート部せん断油圧記録	115
図 III - 3 - 3 プレナムせん断油圧記録	119
図 III - 3 - 4 せん断片長さ分布	121

図Ⅲ-3-5	せん断片長さの比較	122
表Ⅲ-3-6	ピン束せん断時における粉塵の発生量とその粒径	123
表Ⅲ-3-7	部位毎に回収した粉塵の量とその粒径	124
図Ⅲ-5-1	考えられるせん断法の一例	125
写真Ⅲ-3-8		127
図Ⅳ-2-1	既設せん断機の汚染防止機構	147
図Ⅳ-3-1	(1/2) 改良防塵機構概要図	148
図Ⅳ-3-1	(2/2) 防塵ブーツの呼吸システム概要図	149
図Ⅳ-4-1	(1/2) 遠隔取り扱い機器セル内配置図	150
図Ⅳ-4-1	(2/2) MS架台設置図	151
図Ⅳ-4-2	せん断機油圧シリンダー部の防塵機構概要図	152
表Ⅳ-4-3	遠隔保守所要時間	153
別添記録	試験記録用紙	154
表Ⅳ-4-4	(1/3)～(3/3) 問題点とその対策	171
別添写真	改造工事状況写真集	175

はじめに

<せん断装置開発の経緯>

高速炉燃料再処理技術開発の一環であるせん断装置の開発は、1977年より続けて来ている。おまかにこれまでの成果を下記に記す。

第1期；1977年～1982年^{(1)～(2)}

試験機としてせん断刃垂直駆動方式、燃料水平送り、せん断刃駆動用シリンドラは水圧（水に特殊な薬品を添加する）、シリンドラセル内配置、なるせん断試験装置を設計、製作し、次の評価試験を実施した。

- I. せん断特性 …… 刃形状、ギャグ形状、刃間クリアランス、速度等の影響
- II. せん断方法 …… 組立せん断、ラッパ管ごとの一括せん断、等の特性
- III. 保守 …… 遠隔保守性等の評価

これらの試験の結果

- ① 一括せん断は、せん断力大、ラッパ管細片化の確実性に対する不安、等から採用を見送る。
- ② 組立部よりせん断を始めた方がミートのロスは少ない。
- ③ この型式のせん断機では、せん断刃の保守が非常に難しい。
- ④ 階段刃が最もせん断力を少なく出来る。

等のデータを得るに至った。尚、これらはいずれも模擬体を用いたコールドでの評価である。

第2期；1983年～1985年

この様な結果から、遠隔保守上有利と考えられるシリンドラロッド壁貫通、水平せん断方式、せん断刃は階段刃を用いるせん断機を実施設で採用する方が有効との結論に至った。そこで1983年までにこのような特徴を有するせん断試験装置(II)を設計、製作し、第2応用試験棟(EDF-II)に設置し、現在まで多くの評価試験を実施中である。1983年～1985年までに実施した試験についてはすでに報告済みであるが、その概要を示せば下記の通りである。

① せん断試験装置(III) 機能試験⁽³⁾

装置完成後の最初の試験であり、模擬燃料ピン束を用いて、せん断の所要時間、せん断力、粉塵の発生量、等の基礎データを取得した。

この結果、ピン束のせん断は充分可能であり、1時間以内に“もんじゅ”炉心ピン束1体のせん断処理が出来た。

② プロセス機器モックアップ試験⁽⁴⁾

解体 → せん断 → 溶解槽への燃料装荷までを含めた一連の試験。主に装置の運転、操作性、

等を評価した。

この結果、工程の運転、操作はほぼ良好に行えた。しかし、ピン束の搬送時において若干の改善点等も摘出された。

③ 遠隔保守試験⁽⁵⁾

EDF-IIに設置したパワマニプレータ、MSマニプレータ、インセルクレーンセル窓、等を用いての遠隔保守性評価。尚、機器配置は、「高速炉燃料リサイクル試験施設概念設計(Ⅲ)」での配置条件、等としている。

この結果、装置の遠隔保守は充分可能であり、分解、組立てに要する作業時間は約50時間であった。

④ せん断試験⁽⁶⁾

せん断特性の評価を模擬燃料ピン束を用いて行ない、せん断片長さ分布等のデータを取得するとともにせん断片長さ一定化、等についても試験評価。

その結果、ピン束のせん断力は約35tonであり、ストッパー付きせん断刃を用いる事でせん断片長さのバラツキを軽減出来た。

以上、述べたように、1985年度までのせん断試験装置(Ⅱ)による評価試験により実機設計のための基本的なデータを取得したが、より合理的なせん断装置を設計する上でさらにいくつかの確認すべき項目や、検討評価すべき項目があった。

本報告書は、これらの項目について1986年度、1987年度の2年間に渡って実施した評価試験の内容を取りまとめたものである。

評価した項目は、せん断特性に関する事項、ピン束搬送に関する改善、装置の改良に関する事項である。

これらを評価試験毎に章として区分け以下のように取りまとめた。

I 章 ピン束組立部のせん断試験

II 章 ブランケット燃料ピン束のせん断試験

III 章 一部ラッパ管付きピン束の搬送～せん断試験

IV 章 油圧系汚染防止機構の改良

I 章

ピン束組枠部のせん断試験

1. 目的及び概要

高速炉燃料再処理の前処理工程は高速炉燃料集合体（以下「集合体」と言う。）を構成しているラッパ管やエントランスノズル等のハードウェアを除去する解体工程と、ピン束を細片化するせん断工程とからなる。

この集合体の一連の機械処理に対して、各工程に必要な装置の性能は、解体及びせん断の機能分担によって決定される。

表、1-1、に種々考えられる機能の分担を示す。従来採用を考えてきたのは、表中の Case 1-1、でありこれは非接触で作業を実施できるレーザビームを利用する解体機において多くの作業を行った方が装置寿命の延長が期待できること、及びせん断機の小型化が可能となり保守性も容易との観点からであった。

しかしながら、別途実施してきている「レーザビーム解体工学試験装置による評価試験⁽⁷⁾」の結果、既設レーザ解体機による組枠部の切断除去は、レーザ発振器の出力不足のため非常に困難であることが明らかとなった。この為、せん断機において組枠部のせん断特性を評価する必要が生じ本試験を実施するに至った。

2. 試験条件

前処理工程では「常陽」、「もんじゅ」の炉心、及びブランケットの燃料集合体を処理する。その為、組枠部のせん断についても、これら各集合体毎に評価すべきであるが、「常陽」の集合体は「もんじゅ」に較べ小さいため「もんじゅ」の組枠せん断評価により「常陽」の組枠せん断については充分類推可能であるとの観点より本試験は「もんじゅ」模擬ピン束（炉心及びブランケット）を使用した。尚、試験条件は以下の通りである。

2-1 試験方法

せん断試験装置（Ⅱ）（以下「せん断機」と言う。）を用い、「もんじゅ」模擬燃料ピン束（金属部分は、寸法、構造とも完全模擬、材質はSUS 304、燃料は Al_2O_3 焼結ペレットにて模擬）の組枠部せん断を実施した。

せん断位置をピンの端栓部（せん断時の燃料ロスが最も少ないと考えられる為）とする為に、せん断位置決め（燃料ピン束の送り込み停止位置）は目視とした。

（写真、3-1-1、No.1、No.2及び写真、3-2-1、No.1参照）

せん断片長さ一定化のために考案されたストッパー付きせん断刃はピン束のみの端栓部せん断も不可だったため⁽⁶⁾、本試験では通常の4段刃を用いた。

2-2 試験供試体

① 「もんじゅ」ブランケット 模擬燃料ピン束（組枠付き） 一体

既設レーザビーム解体工学試験装置により所定の手順で集合体を解体したもの。

図、I-2-1、に概要を示す。

② 「もんじゅ」炉心 模擬燃料ピン束（組枠付き） 一体

既設レーザビーム解体工学試験装置により所定の手順で集合体を解体したもの。

図、I-2-2、に概要を示す。

2-3 評価項目

炉心及びブランケット相方の組枠せん断におけるせん断状況とせん断力を評価する。

3. 試験結果

3-1 「もんじゅ」ブランケット模擬燃料ピン束組枠部せん断

3-1-1 せん断の状況

ブランケット模擬燃料ピン束の組枠部は、せん断機によりせん断除去できた。

写真、I-1-1, №3～№5にせん断された組枠部を示す。エントランスノズルの一部と組枠は、せん断分離している。組枠部はギャグによる押しつぶしとせん断によって元の六角形が変形している。組枠部には若干のペレットが残留しており、せん断によってペレットの粉塵も発生した。

粉塵は、せん断機の端末受け取り装置底面を格子状にする事で溶解槽へ装荷できると考え、組枠回収に伴う燃料のロスは、組枠部への残留量であるとして組枠部に付着（残留）しているペレットを回収しその重量を計測した。その重量は、 Al_2O_3 として 54 g であった。

ブランケット模擬ピン束一体のペレット重量は、

ペレットの外径： $\phi 1.04 \text{ cm}$

ペレットの充填長さ： 158 cm

ピンの本数： 61 本

ペレットの比重： 3.7 g/cm^3 (Al_2O_3)

$$\frac{\pi (1.04)^2}{4} \times 158 \times 3.7 \times 61 = 30293 (\text{g})$$

であるので、ブランケット組枠せん断による燃料のロス率は、

$$54 \div 30293 \times 100 = 0.18 \%$$

3-1-2 組枠部のせん断力

図、I-3-2, Ⓐに組枠せん断時の油圧波形を示す。

この油圧波形は、せん断刃駆動用油圧シリンダ油圧系統に設けた圧力変換器により計測したものである。

せん断力は油圧力 (kg/cm^2) \times 受圧面積 (cm^2) で計算でき、図から油圧力は約 200 kg/cm^2 、又本せん断機の受圧面積は 333 cm^2 であるため、ブランケット模擬ピン束組枠部のせん断力は最大約 70 ton となる。

尚、図中のⒷは、ブランケットピン束のせん断油圧波形であり、このデータは、本報告書の後章で記載のブランケットピン束せん断試験より抜粋した。

図中のⒶとⒷを比較した場合、特徴的なのはピン束せん断よりも組枠部の方がせん断力が高い事である。

この理由は、ギャグによるクランプでも組枠部を有する為に充分にピン束は形態を変化しない為、ピン束の場合階段刃各刃がせん断にそれぞれ作用したのに対し、組枠部では、最初に接する刃によってのみ組枠が押され、組枠の移行に伴って、ピンのせん断が進行する為と考えられる。このことは、4段刃を使用しながら油圧変化のピークが一つしか現われていないことからも類推できる。

3-2 「もんじゅ」炉心模擬燃料ピン束組枠部せん断

3-2-1 せん断の状況

写真、I-2-1, №2, №3にはギャグでクランプした組枠部の状態を示す。№3に示すように組枠部はクランプによってあまりその形状を変化しない。

この状態よりせん断を開始したが、第1回目のせん断刃前進は、せん断がせん断完了位置まで停止した。油圧はこの時、 300 kg/cm^2 を示しておりせん断が不可であった。この時点でせん断刃を後退させ状況を観察した所、数本のピンのみせん断されていた。

そこで再度せん断刃を前進 ⇄ 後退を繰り返し実施した。

この繰り返しを3回実施した所でからうじてせん断刃はせん断完了位置まで進み、組枠のせん断が成された。

№5にせん断された組枠部を示す。特徴的なのは、組枠部よりほとんどの端栓が抜け出している事である。前項で述べたブランケット組枠部せん断では端栓の抜け出たものはほとんど無かった。この違いは組枠部の構造の違いに起因するものである。

№10～12に端栓部に残留したペレットを示す。これらのペレット重量は30gであった。

又この端栓の最長のものは7cmを記録している。

組枠から抜け出した端栓部は前項で述べたように端末受け取り装置の底面を格子形状にする事で溶解槽へ装荷できるので、炉心燃料の組枠せん断に伴う燃料のロス率は0%と考えられる。

3-2-2 組枠部のせん断力

上述したように組枠部せん断には3回のせん断刃の移動を必要とした。この時の圧力変換器での記録ではピークが明確に現われなかった為、せん断力の推定はできなかった。

4. 組枠せん断試験の考察およびまとめ

4-1 せん断時の燃料ロス

今回の試験では、せん断位置として燃料ロスの無い端栓部を設定した（ブランケット、炉心とともに）。

にもかかわらず、いずれも組枠又は端栓部への燃料残留があった。

この原因は、組枠がある事でピン束をクランプした際せん断位置が変化する為と考えられる。写真、3-2-1、No.3にはその状況が明確に示されている。従って、組枠せん断によって端栓部のみをせん断するためには、ピン束組枠形状と同じギャグ等によるクランプでピン束の変化を無くすることが有効と言える（この事は、せん断装置（I）の試験でも評価されている）⁽²⁾。

しかしこの場合、もんじゅ、常陽それぞれに専用のギャグが必要である。

尚、組枠せん断によって発生した粉塵の量等は本試験では溶解槽へ装荷可能との判断より計測せず、又、ロスとして考えなかったが、開発が進められている連続溶解槽の型式によっては、ノックバーや長もの端栓等を供給出来ない場合も考えられる。この場合組枠せん断によって発生する全てを溶解槽へ装荷せずにせん断機にて回収するとすればそのロス率は以下のように推定される。

① ブランケット燃料の時

本報告書Ⅱ章で述べるがブランケットピン束のミート部せん断において $7.864 \text{ kg} / 57 \text{ カット}$ の粉塵（ペレット分）が発生している。 $138 \text{ g} / 1 \text{ カット}$ である。組枠せん断時の粉塵発生量をこの値とし、さらに 54 g が組枠に残留しているので、組枠せん断によって発生する全ての燃料分を回収するとロス率は、 $(138 + 54) \div 30293 \times 100 = 0.64 \% / 1 \text{ 集合体}$ となる。

② 炉心燃料の時

同様に炉心の場合を推定する。ピン束のミート部せん断におけるペレット粉体の発生量は前回の報告書⁽⁶⁾に示すように $1300 \text{ g} / 57 \text{ カット}$ である。今回の試験では端栓部に付着したペレットが 30 g であるから $(30 + 1300 \div 57) \div 20029 \times 100 = 0.26 \%$ となる。

ロス率は $0.26 \% / 1 \text{ 集合体}$ となる。

4-2 組枠部のせん断力について

ピン束等のせん断において、4段刃を有効に作用させ極力小さなせん断力でせん断するには、ギャグの押しつぶしが有効なことはすでに述べている。組枠部が付随することでこの押しつぶしが充分にされず、従って4段刃も作用せず結果としてピン束に比べかなり高いせん断力を必要とする。

この状況を図、I-4-2に模式した。

今回の試験では、ブランケット燃料の組枠部は容易にせん断除去できたが炉心燃料の場合は難しかった。この理由として炉心燃料とブランケット燃料の構造の違いによるものと考える。すなわち炉心燃料では、組枠除去のためのせん断位置が金属性の端栓部であるのに対しブランケット燃料のときには比較的ペレットに近い所をせん断しているためである。炉心燃料の場合においてペレットに近い所をせん断すれば組枠の除去は、より容易になると考えられる。しかしながら、この場合には組枠に同伴される燃料の量に注意しなければならない。燃料のロスを極力低減させるためには、せん断力を高くする事が必要と考える。

他に有効にせん断する方法として解体方法の工夫により対応する事も考えられる。これは図、I-2-2に示す試験供試体が解体後のピン束であり、組枠部がエントランスノズルの一部の他、ラッパ管の一部も6角のまま付随しているため、ギャグのクランプ時又はせん断時において組枠部の変形を阻害する要因となっていると考えられる。従って、解体時に少なくとも、このラッパ管部分を除去しておけばギャグのクランプによってより効果的な変形が期待できる。ただし、このラッパ管部分の除去によりノックバーの脱落等も考えられるため、搬送（解体→せん断）時の不安要素になる可能性もある。

なお、せん断試験装置-I⁽²⁾を用いた試験結果⁽²⁾は、炉心燃料の組枠せん断力が約80tonであった。今回の試験では、100tonでかろうじてせん断出来た。これらの相違は、供試体の構造上の相違に起因するものと考えられる。表、I-4-付-1及びI-4-付-2に装置(I)の試験データを参考までに添付した。

5. 結論

表、I-5-1に試験データをとりまとめた。

既設せん断機での組枠せん断結果ではせん断力(100 ton)では余裕があまり無い事と、燃料ロスを0%には出来ない事が判る。

せん断能力については、実機において充分余裕ある物とする事で対応は可能であるが、せん断機本体ケーシング等は、せん断反力を保持しなければならず必然的に構造面でも強度上の検討を必要とする。

組枠に残留することによる燃料ロスについては、その許容範囲が施設設計側からの要求に対応出来ていれば問題はないが、許容範囲を大幅に少なくされた場合、燃料ロス率0%のせん断方法等検討を必要とする。尚、燃料のロス率は第1せん断位置によっても大きく変化すると考えられるため装置の制御システム等についてもこの場合充分に検討しなければならない。

いずれにしても、第1せん断位置を人為的に設定して得られた本試験結果の燃料ロス率(Max 0.64%)以下とすることは、難しい問題だと考える。

Ⅱ 章

“もんじゅ”ブランケット模擬燃料ピン束せん断試験

1. 目的

炉心燃料ピン束については、これまでの試験により必要なデータを取得済みである。本試験では、ブランケット燃料ピン束のせん断特性及びせん断片形状について試験評価し、炉心ピン束のせん断データとともに施設設計に反映させるものである。

2. 試験条件

2-1 試験方法

既設せん断機を用い「もんじゅ」ブランケット模擬燃料ピン束(図、I-2-1参照)のせん断を実施した。

せん断操作は、装置制御盤による自動運転とした。すなわちピン束所定長さの送り込み → せん断 → ピン束所定長さの送り込み、の繰り返しを自動で行った。

せん断片は、せん断機下部に設けた袋で各カット毎に回収した。

せん断刃は階段刃(4段刃)を用い、ギャグの後退位置は調整せず、送り込み設定値30mmとした。

2-2 試験供試体

既設のレーザビーム解体装置により「もんじゅ」ブランケット模擬燃料集合体を解体し取り出したピン束を用いた。

解体されたピン束には組枠部があるが、この組枠部は前、I章の組枠せん断試験で除去した。従って、本試験供試体は組枠せん断後のピン束を用いたものである。

2-3 計測項目

- ① ミート部、プレナム部のせん断力 シリンダ油圧
- ② せん断片の長さ 寸法計測
- ③ せん断片の開口率 目視及び寸法計測
- ④ 粉塵の発生量 粒径及びその量(重量)
- ⑤ ピン束の送り込み長さ 指示値記録

3. 試験結果

3-1 せん断力

ブランケット模擬燃料ピン束のせん断は、炉心燃料ピン束の場合と同様に、特に問題なく可能であった。

図、II-3-1にせん断時の油圧波形を示す。

1～57カットまでが燃料部のせん断であり、波形の最大値は約 140 kg/cm^2 を示している。せん断刃油圧シリンダの受圧面積は 333 cm^2 であるため、燃料部のせん断は最大47ton要したことになる。又、せん断までのシリンダ前進中に若干の油圧上昇が見られるが、これは刃物台車の摺動抵抗であり約 20 kg/cm^2 (約6.7ton)を記録している(前回の炉心ピン束せん断試験時は 25 kg/cm^2 (約9ton)を記録)。尚、燃料部せん断における油圧波形のピークは、1～57カットまで見た場合、 $100\text{ kg/cm}^2 \sim 120\text{ kg/cm}^2$ (33ton～40ton)の範囲にある。

58カット～60カットまでが、プレナム部のせん断油圧波形を示す。尚、本試験ではミート部のせん断特性を主に評価対象とした為、プレナム全長に渡るせん断は実施しなかった。

ミートのせん断力に比べ若干少ないせん断力($80\text{ kg/cm}^2 \sim 100\text{ kg/cm}^2$, (26ton～33ton)}でせん断されている。

3-2 せん断片の長さ

ミート部全せん断片の長さ計測(目視)を各カット毎に実施し図、II-3-2,(1/57)～(57/57)に示した。

一カット当たり61個のせん断片が発生し、57カットでは3477個のせん断片が発生した事となる。これらの全せん断片の長さ分布をまとめ、図、II-3-3に示した。

送り込み設定値30mmに対し、最長のせん断片長さは約48mm、最短は15mmであった。長さ分布の標準偏差： σ は3.66となる。

表、II-3-4, にこれまでに得られた種々の試験データと今回の試験データをとりまとめた。

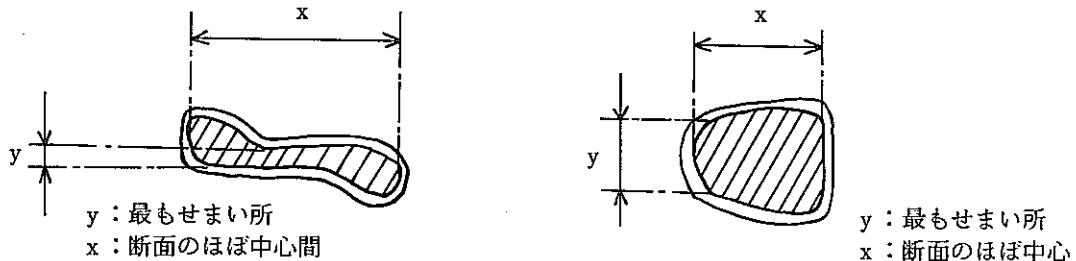
3-3 せん断片の開口率

せん断片両端面の開口状態を全ミート部せん断片(3477個)について目視観察したが完全に閉塞したものはなかった。

全ミート部せん断57カット中より2カットを無作為に選定し、そのせん断片($61 \times 2 = 122$ 個)の両端面の開口率を計測した。

端面の寸法計測は、平均的と思われる横と縦の寸法とし開口面積は、横×縦により算出している。

下図に計測の一例を示す。



これは、異形に変形した端面の面積は正確に把握出来ない事と、かなりの数の計測を実施する為、作業時間の制限等を考慮したからである。尚、計測に当たっては、人為的な影響を出来るだけ少なくする為に一人の人間が計測した。

以上のように計測したせん断片端面の開口面積を変形前のピン断面積との比率として開口率を求めた。

$$\text{開口率 (\%)} = [\text{計測した端面の面積}] \div [\text{元のピン断面積}] \times 100$$

せん断片開口率の分布状況を図、II-3-5に示す。尚、比較の意味で炉心せん断片の開口率も同図に記載した。

3-4 粉塵の発生量

ミート部により発生した粒径毎の粉塵発生量を表、II-3-6に示す。

金属片の発生量は、0.4 kgでありペレットの発生量は7.864 kg (Al_2O_3 として)であった。

特にペレット粉体に着目すると、一集体にしめるペレット総重量の約28%が粉体となっている。

前回の炉心ピン束せん断においてペレット粉体の発生率は、約6.5%となっているから、ブランケット燃料ピン束の方が多く粉塵を発生する。尚、写真、II-3、No.12～No.17に粉塵を示した。

3-5 ピン束送り込み長さ

繰り返し自動せん断における燃料ピン束の送り込み長さの計測結果を図、II-3-7に示す。

送り込み設定値30 mmに対し-5 mm～+2 mm程のバラツキが見られる。

従って、既設せん断機の送り機構では設定値に対し7 mm程の公差が生ずる。

3-6 その他

写真II-3、No.1～No.11までに本試験状況の一部を示す。

No.1、No.2はせん断片の一例を示す。

No.3, No.4, No.5に示すように、せん断片のかたまりが一例だけ発生した。言わゆる「バリ」により複数のピンが固着しているもので炉心ピン束せん断時には同様の事象はなかった。この様なせん断片の発生は、溶解槽内での詰まり等の原因になると推定される為、溶解槽に与える影響について検討を必要とする。

No.6は、ピン束プレナム部最終端で最終せん断位置を示す。せん断片のバラツキの蓄積は、この様な各ピンに対するせん断位置の違いとなって現われてくる。ピン束の安定な搬送を考える時、有効と思われるプレナム端部ヘラッパ管を一部付随させる方法は、ピンのバラツキを抑制すると考えられる。

No.7, No.8には全60カット終了後(ミート部57カット+プレナム部3カット)のせん断機内部状況を示す。プレナム部でのせん断では、この様に端面が完全に閉塞する(いわゆる開口率0%)。尚、No.8に示すように完全にせん断されず固定刃に付着しているものが見られる。この事は、長物せん断片発生の可能性を示している。本事象の原因には固定刃 \leftrightarrow 移動刃間のクリアランス増加、又は、移動刃の前進距離不足等が推定される。従って、実機では移動刃の前進距離を充分に有する事と、摩耗の極力少ないせん断刃材質の選定等(現在の刃材質は、SKH-51)を検討する必要がある。

No.9には、せん断刃とせん断刃カートを示す。本せん断試験装置では、せん断片等が極力せん断機内の底面へ堆積しないようにするため、せん断刃カートのせん断刃取り付け位置には傾斜のあるガイドを設けている。通常の燃料部せん断ではせん断時に発生するせん断は、このガイドにそって装荷口まで導かれている。本試験特にプレナム片については、写真に示すようにガイド内に堆積してしまっている。この事象は、次以降のせん断が不可能になる可能性を有している。この原因として、プレナムピン部は中空のため、せん断片はほぼ板状となり、ガイド内をすべりやすい事、プレナム部のせん断片は一様に数十本分のかたまりとして発生しやすい事、さらに炉心よりもブランケットのピン径が大きい為、プレナムせん断片のかたまりはブランケットの場合、炉心のそれに較べ前述したガイド内を、さらにすべりやすい形状である事から、本事象が発生した物と推定される。

この様な事象に対しては、ガイドを削除する事が有効と考えられる。この場合、そもそもガイドが機内底面へのせん断片等の堆積を防止する為に設けた物である事から、底面の傾斜を充分大きくする事を合わせて実施する必要がある。又、ガイドの削除に伴ってせん断刃カートの摺動部材も伴って短くなる事から、せん断時の反力受圧強度等も充分検討しなければならない。尚、前回の炉心ピン束せん断試験結果⁽⁶⁾に摺動部材の摩耗対策の一例を示しているが、この対策も合わせて検討する事で、本事象は充分改善可能と考えられる。

No.10, No.11には、せん断機内底面への粉塵類の堆積状態を示す。この様な堆積を防止する為には、前述したように底面の傾斜を充分大きくする事で対応可能と考えられる。

4. ま　と　め

以上の様に、ブランケットピン束のせん断試験結果をまとめると以下の通りである。

4-1 せん断力

ブランケットピン束の燃料充填部のせん断力は、最大 47 ton であり、プレナム部のせん断力は最大 33 ton であった。尚、炉心ピン束のせん断力は、燃料部及びプレナム部とともに最大 35 ton だった。

4-2 せん断片長さ

発生するせん断片の最長物は 48 mm であり、せん断片のバラツキ度合いは、 $\sigma = 3.66$ である。
炉心ピン束の時は、同一せん断条件下で $\sigma = 4.56$ であった。

4-3 せん断片の開口率

ミート部せん断片で開口率 0 % のものは発生しない。又、炉心の開口率分布と比較しても大差はない。

プレナムせん断片は炉心プレナムせん断片と同様に開口率 0 % であり、多くのものが集合したかたまり片として発生する。

このプレナム片は、せん断刃カートのガイド内に堆積し、正常に装荷口へ落下していない。

4-4 粉塵の発生量

せん断に伴って発生した粉塵は金属物が 0.4 kg、酸化物 (Al_2O_3) で 7.864 kg であった。炉心ピン束のせん断に比べ数倍多い粉塵が発生した。

又、せん断機内底面、特にせん断位置真下部への堆積量が非常に多い。

4-5 その他

プレナムせん断において完全にせん断しきってない物があった。

5. 結論

本試験によりブランケット模擬燃料ピン束のせん断は、充分可能である事が判った。

但し、3項で記載の通り、せん断刃カートのガイド部でのプレナムせん断片の詰りや、プレナム部の一部せん断不良等に対しては、ガイドの削除や底面傾斜角の増大、せん断刃の前進距離増大、などの対策を必要とする。

しかし、これらの対策は、実せん断機設計時に充分可能であると考える。

尚、せん断機に要求される機能は、ピン束の燃料部とプレナム部の切り分け精度も考慮に入れての燃料ロスの低減も含め決定する必要がある。特にプレナムせん断片については、せん断し溶解槽へ装荷する、せん断し容器に回収する、あるいはせん断せずに回収する等いくつかの方法が考えられている。これらの設計に本試験データを反映することで対策の要否が決定されてくると考えている。

III 章

一部ラッパ管付きピン束の搬送及びせん断試験

1. 概要及び目的

先に実施した前処理工程モックアップ試験⁽⁴⁾において、ピン束搬送時にピン束搬送機の開閉蓋にピンがかみ込むと言う一部不具合が発生した。

又、前章で報告したプランケットピン束せん断試験のための準備作業において、解体機からせん断機までのピン束の搬送を実施したが、同様の不具合が認められた。

この原因はピン束搬送機の構造そのもの及びピン束の拘束力が弱いためにピンがバラバラになることがあるのは明らかである。

この様な不具合の改善策として装置改良又は集合体解体方法の変更が考えられる。本章においては、集合体の解体方法を変更した場合について試験評価した結果を述べる。

解体方法の変更の概要を図、III-1-1に示した。従来の解体方法が集合体のハードウェアを全て除去してピン束のみ（組枠は付随する。）せん断機へ移送すると言う方法に対し、ラッパ管の一部を除去せずに（ピンのプレナム部近辺）ピン束を拘束してせん断機へ移送すると言う方法である。

2. 試験条件

2-1 試験方法

以下の手順で試験を実施し、必要な項目についての計測を実施した。

- i) 既設解体機に設置したピン束を既設搬送機で受け取りせん断機まで搬送する。
- ii) ピン束に付随している組枠をせん断除去するため目視観察で第1せん断位置にピン束を停止させる。
- iii) 組枠をせん断し回収（端末受け取り装置）する。
- iv) ピン束を順次せん断する。せん断片はせん断機下部に設けた袋で回収する。
- v) ミート部のせん断終了後、プレナムを行なう。
プレナム部のせん断片はミート部のせん断片とは別の袋に回収する。
- vi) ラッパ管に覆われているプレナム部分は、切り残し部とし、これをマガジンより引き戻して回収し観察する。

尚、せん断条件は、以下の通りとした。

- i) せん断刃 4段刃（組枠部のせん断が必要な為）。
- ii) ギャグの位置 ギャグの後退位置は調整せず。
- iii) 運転操作 繰り返し自動せん断。

2-2 試験供試体

写真、III-2-1に本試験用に組立てた模擬体を示す。ピン束は「もんじゅ」炉心模擬集合体をレーザビーム解体装置で解体試験を行った結果として得られたものであり所々に損傷が見られる。特に組枠端栓部の損傷が著しい。このピン束を図、III-1-1のようにラッパ管の一部を切り取った（くり抜いた）物に再度挿入して組立てたものである。尚、ラッパ管くり抜き時の熱応力による変形のためと考えられるが、ピン束はラッパ管内に所定の位置まで完全に挿入しきれなかった。

2-3 計測項目及び確認事項

- i) 解体後のピン束搬送 搬送の安定性評価
- ii) せん断力 ピン束のみのせん断との比較
- iii) せん断片長さの分布 同 上
- iv) 粉塵の発生量 同 上

3. 試験結果

3-1 搬送(解体機 ↔ せん断機装荷台)

解体機からせん断機装荷台までのくり抜き集合体の搬送状況を写真、Ⅲ-3-1に示した。

従来のピン束のみの搬送時に発生した、燃料ハンドリング装置開閉蓋へのかみ込み事象は発生せず安定な搬送を行うことが出来た。

3-2 せん断

3-2-1 せん断力

図、Ⅲ-3-2にミート部せん断時の油圧波形記録、図、Ⅲ-3-3にプレナム部せん断時の油圧波形記録を示す。

ミート部せん断時の最大油圧は、20～24カットまでの間にあり約 180 kg/cm^2 を示している。これは推力として約60tonとなる。

ピン束のみのせん断力は約35tonのため⁽⁶⁾、ラッパ管の一部コーナー部をせん断するために25ton程余分に必要であった。

又、同様にプレナム部のせん断は、最大油圧は 190 kg/cm^2 、すなわち約64tonのせん断力を示しており、ピン束のみのプレナム部せん断力に約35ton⁽⁶⁾必要であったから約30ton程余分にせん断力が必要であった。

しかしながら、組枠部除去に必要とされるせん断力(約100ton)よりは、小さなせん断力で十分にせん断可能であることがわかった。

3-2-2 せん断片長さの分布状況

送り込み設定値30mmとして繰り返し自動せん断により得られた全せん断片の長さの分布をⅢ-3-4に示す。これらの分布の標準偏差は $\sigma = 2.88$ となる。これまでに得られてきたデータをとりまとめ表、Ⅲ-3-5に示すがピン束の一部にラッパ管を付随させたままでせん断するとピン束のみのせん断に比べ「Test-1」⁽⁶⁾(ギャグの後退位置を調整してマガジン内でのピンの送り込みバラツキ量を少なくするせん断方法)程度までせん断片長さのバラツキ低減に効果のあることが判る。

3-2-3 粉塵の発生量

本せん断試験においてミート部のせん断回数は57カットであり、この時に発生した粉塵の量とその粒径を計測した結果を表、Ⅲ-3-6に示す。尚、粉塵はせん断機内、シュート内等にも堆積しており、これらの堆積量とせん断片に含まれていた粉塵の量を調査した結果を表、

III-3-7に示す。

ミート部(57カット)せん断により発生した粉塵は、金属粉塵で328g、ペレット粉塵は1590gであった。

ペレットのみに着目した場合、粉塵の発生率は8%である。写真、III-3-8 №24～№29に各粒径毎の粉塵を示す。

尚、ピン束のみのせん断時に発生した粉塵は、金属粉塵で136g、ペレット粉塵で1303gであった⁽⁶⁾。従って、本試験によって発生した粉塵の方がピン束のみのせん断よりも多く発生したことになる。特に金属粉塵を比較した場合約2.4倍本試験の方が多い発生している。

この原因としては、ラッパ管のコーナー部をせん断した事による金属粉塵量の増加、解体時のドロス(酸化鉄を主成分とする)がピン束内に有り、せん断によってこれらも金属粉塵となつた事による増加の2点が考えられる。

3-2-4 その他

i) 組枠のせん断状況

試験供試体はレーザ解体試験で解体した簡易ピン束に、加工したラッパ管を再挿入して組立てた事は前述してあるが、完全に挿入しきれなかったため組枠の位置までラッパ管が到達していない。この為、組枠のせん断位置には、ピンのミート部を選定した(写真、III-3-8、№1、№2参照)。

せん断によって発生した組枠と粉塵を写真、III-3-8、№4～№6に示す。実燃料ピン束組枠との構造上の相違や、通常では組枠端栓部をせん断するのに対しミート部で組枠せん断を実施した事から、前Ⅰ章の組枠せん断試験結果と較べた場合状況に大差がある。

参考までに組枠部に残留していたペレットを取り出しその重量を計測した結果164gであった。

尚、組枠部より脱落しているピンはせん断片と見なした。

ii) せん断時におけるピン束端部(押し込み側)のバラツキ

ミート部せん断終了時におけるピン束端部の状況を写真、III-3-8、№12に示す。尚、同写真№16、№17も参考されたい。

各ピン毎にバラツキがあり、特にギャグで押しつぶされる側のピンは、かなり引き込まれている。前Ⅱ章、ブランケットピン束せん断時のピン束端部の状況(写真、II-3、№6)では、不規則なバラツキ状態であるのに対し、本試験では、ギャグで押しつぶされる側のピンが一様に引き込まれているのが特徴的である。

この様なピン束端部にバラツキが発生する原因是、ピン束せん断時のピン束送り込みとギャグのクランプ時におけるピン束の形態変化に起因すると推定される。

特に、今回の試験のようにピン束をラッパ管で拘束しておくと、せん断時のピン束の形態

変化は特定の箇所で（ギャグで押しつぶされる側）大きく変化するため、上述したような状態に至ったと推定される。

iii) プレナム＋ラッパ管のせん断

写真、III-3-8、No.13～No.15までにプレナム＋ラッパ管のせん断片を示す。

ラッパ管は細片化されていない。この事は、仮りにプレナム＋ラッパ管のせん断片を溶解槽へ装荷するとした場合、装荷経路途中で詰る可能性があると推定される。

iv) せん断終了後のせん断機内状況

写真、III-3-8、No.19～No.21には、せん断終了後のせん断機内部状況を示す。

粉塵の堆積の他、長物せん断片（約10cm程の長さ）も観察される。このせん断片は損傷が目立つ。これは試験供試体に用いたピン束が、レーザ解体試験によりかなり著しい損傷をしている物を用いた事でせん断位置以外でも容易に破断し、ピン束送り込み時、又は、切り残しのプレナム部を引き抜きして回収した際のいずれかにより落下した物と推定される。

本試験時においては、せん断機内に堆積していたが仮りにせん断片とともに落下した場合には、装荷路中の詰り等も考えられる。又、マガジン部に残っているせん断片等は、つぎのせん断に伴うピン束送り込み時に装荷路へ落下する事も考えられる。

v) ラッパ管コーナー部のせん断片

写真、III-3-8、No.9にコーナー部のせん断片を示す。コーナー部が有ることによるせん断不良やせん断不可といった状況は特に観察されず良好なせん断片形状と言える。

4. ま と め

一部ラッパ管付きピン束のせん断試験結果を要約すると以下の通りとなる。

① 搬 送

ピン束のみの搬送に比べ安定した搬送を行う事が出来た。

② せん断

ピン束のみのせん断よりもせん断力がより必要であるが、これはラッパ管コーナー部のせん断に起因する。

又、ラッパ管ごとプレナム部をせん断すると 65 ton 必要である。

③ せん断片

ラッパ管によりピン束の一部を拘束する事で、せん断片長さのバラツキを軽減化できる。

尚、ラッパ管ごとプレナム部をせん断すると、ラッパ管は細片化されない為、溶解槽への装荷は出来ない。

④ 粉 塵

ピン束のみのせん断に較べ特に金属粉塵の量が多い。この原因としてラッパ管のコーナー部せん断、解体時のドロスの混入の 2 点が考えられる。

以上の様に、ピン束のせん断では、従来のピン束搬送方法では、搬送時に不具合が発生していたが、ピン束の一部にラッパ管を付随させた状態で搬送する事によりこの様な不具合を改善することができた。

又、ある程度のせん断片長さバラツキの軽減と言う効果も確認された。

5. 改良せん断方法の提案

前4項のまとめで記載した通り、ピン束の一部にラッパ管を付随させる事で安定な搬送が可能であった反面、ラッパ管コーナー部のせん断及びプレナム+ラッパ管のせん断、においてせん断力が高い点を指摘できる。

さらには、マガジン内部でのいくつかのせん断片残留についても、何らかの対策を必要とする。

図、III-5-1には、これらの対策を含めて、より効果的なせん断方法の一例を示した。

ラッパ管残存長さは、ピン束搬送時の拘束力が保持できる程度まで極力短くする。この長さは約300mm程度で十分であると考える。又、ラッパ管のコーナー部については拘束力保持への寄与よりも以下のデメリットの方が大きいと考えられるため本改良案では削除した。

- I) レーザビーム解体装置での長手方向切断によるピン損傷量の増大
- II) コーナー部せん断に要するせん断力の増加（刃具の寿命等を短くする。）
- III) 溶解槽への不要な金属片（コーナー部せん断片等）の装荷

本改良案に示すようなピン束は次の手順でせん断していくこととする。

- ① 組枠をせん断し回収する。
- ② ミート部（燃料部）は、せん断片長さの一定化に有効なストッパー付きせん断刃によって繰り返しせん断を行う。尚、ミート部とプレナム部の切り分け精度を考慮して若干のプレナム部もせん断し溶解槽へ装荷する。
- ③ プレナム部は、せん断し端末受け取り容器等で回収する。尚、プレナムせん断片は、ミート部せん断にストッパー付きせん断刃を用いる為同一長さとなる。
- ④ プレナム+ラッパ管部は、せん断せず、そのまま送り込み端末受け取り容器等でそのまま回収する。

IV 章

油圧系汚染防止機構の改良

1. 目的

既設のせん断試験装置（Ⅱ）は、ギャグやせん断刃等の駆動に油圧シリンダを用い、特に油圧シリンダ部については、保守性の観点からセル外に配置し、摺動（往復）するシリンダロッドはセル壁を貫通している。

この型式のせん断機では、燃料ピン束せん断時に発生する粉塵がシリンダロッドに付着し、経年的に次第にセル外の油圧系へ混入する可能性を有している。

高速炉燃料の再処理施設で特に考慮する必要があるのは、高速炉燃料ピンのせん断粉塵には、軽水炉のそれに較べPuの量やFPの放射能が多い事である。

従って、油圧系への汚染防止機構は、より機能を充実させておかなければならぬ。

本章は、これらの課題に対し、既設装置の見直し改良を実施し、実機にも充分使用可能な「油圧シリンダ防塵機構」について、取りまとめたものである。

2. 既設せん断機の汚染防止機構

既設せん断機の汚染防止機構を図、IV-2-1に示す。

せん断刃の前進によって燃料ピン束は所定の長さにせん断される。この作業を繰り返し行うためせん断刃は、前進、後退を繰り返す。この駆動はシリンダで行う。せん断時には粉塵が多量に発生し、せん断機内で往復するエクステンションロッド表面に付着する。この付着物がセル外の油圧系へ移行しないように防塵ブーツで保護してある。

この様な機構には以下の欠点があった。

- i) 防塵ブーツの伸縮に伴うブーツ内容積の変化に対応する呼吸システムが必要であり機構が複雑である。
- ii) 防塵ブーツの健全性を絶えず監視出来ない為、ブーツの破損等が仮りに生じた場合、汚染の防止が出来なくなる。
- iii) エクステンションロッドの表面（せん断機ケーシング内の）へは粉塵が付着するためセル壁部に設置してある軸受の摩耗が著しい。
- iv) 防塵ブーツの交換作業は、既設のままだとセル外部へ抜き出すため実機を想定すれば作業時の被曝量が心配される。

これらの欠点を改善するために、既設せん断機の改造を実施した。

次項でこれらの改造の詳細について述べる。

3. 汚染防止機構の改良

本改良の概要を図、N-3-1、(1/2)、(2/2)に示す。

図、N-3-1、(1/2)には、改良した汚染防止機構（以下「防塵機構」と言う。）の全体概要を示す。

基本的には、従来の防塵機構に加えせん断機ケーシング内で摺動するエクステンションロッド表面への粉塵の付着を防止するためにメタル製防塵ブーツを付加したものである。特徴的な事は、このブーツの健全性を常時監視できる事とこの防塵ブーツのみを遠隔保守できる事である。

図、N-3-2、(2/2)には、このようなブーツの健全性監視方法の概要を示した。以上の概念を検証すべく既設装置の改造を実施した。別添の写真集に改造の状況を示した。

<防塵機構の説明>

メタル製防塵ブーツ（ゴム等の有機物では耐放射線性に難があるためメタル製ブーツとした。）は、山谷形状をしており、伸縮時に異物があればブーツを破損させる可能性が高い。特に高速炉燃料ピン束のようにラッピングワイヤーを有する物ではせん断時に針金状の細片化物が多く発生し前述したブーツ破損の可能性が高い。そのため、これらの異物に対しても何ら問題なく伸縮可能なスクリューカバーでブーツを保護している。

メタル製ブーツは、伸縮に伴って内容積が変化するため伸縮に伴う呼吸システムが必要である。開放型とするとセル内の汚染のおそれのある雰囲気がシリンドロッド表面と接触するため好ましくない。そこで、この改造ではブーツ内部に連結したベローズをせん断機外部に配置して、呼吸システム兼防塵ブーツの健全性検知を行えるようにした。

このような機構の作動性については、せん断機の空運転操作によりスムーズに作動することが確認できた。

4. 防塵機構の遠隔保守性評価試験

本遠隔保守性評価試験に用いた、遠隔取り扱い機器（マスタースレーブマニピレータ 1 対、インセルクレーン 1 台、パワーマニピレータ 1 台、セル内監視 N 一式、セル窓 1 基）とせん断機との配置関係を図、N-4-1, (1/2), (2/2) に示す。

本試験で分解組立てを対象とした部品の概要を図、N-4-2 に示す。

これらの遠隔取り扱い機器により防塵機構構成部品の分解組立てを実施した。作業手順、所要時間、不具合等を取りまとめ、別添「試験記録用紙」に示す。

以上の試験の結果、以下の結果を得た。

i) 作業所要時間

表、N-4-3 に分解、組立てに要した所要時間を取りまとめた。せん断刃からエクステンションロッドまでを含め

分解の所要時間：約 2 時間 30 分

組立の所要時間：約 2 時間

であった。

ii) 不具合事項

表、N-4-4, (1/3), 2/3, (3/3) に摘出した問題点と考えられる対策を取りまとめた。

これらの問題点はいずれも遠隔取り扱い機器とせん断機との配置上の関係より治工具類の工夫に関する事項であって、本改造による防塵機構の致命的欠陥ではないと考える。

これらの問題点は表中に示した対策で充分対応可能と推定する。又、実せん機設計時にこれらの要項をも含めて検討をすれば、より簡単確実な保守を行うことが出来るような防塵機構を設計する事が可能と考える。

5. 結論

以上のようにシリンダロッド部への粉塵付着を防止する為に既設せん断機を改造して付加した防塵機構は良好に作動することを確認した。

しかしながら、粉塵付着量低減に関する定量的評価は未実施であり今後の課題である。

遠隔保守性については、いくつかの改良すべき点が指摘されたが、いずれも対応可能な問題であると考えている。

尚、実機設計時には、遠隔取り扱い機器の仕様や、せん断機のセル内設置位置等に応じて保守用治具や保守手順について充分検討する必要がある。すなわち、本改造は防塵機構の基本的な要素について確認したにすぎず既設と言う制約から充分な改良を加えるに至っていない点もある為、より有効な工夫を実機設計時に検討する必要がある。

＜関連する報告書一覧表＞

<関連する報告書一覧表>

- (1) 高速炉燃料再処理せん断試験 SJ 122 81-01
- (2) せん断試験装置(Ⅰ) 試験(Ⅱ) SJ 122 82-01 (1)
- (3) せん断試験装置(Ⅱ) 機能試験 PNC-ZJ 122 83-02 (1)
—成果報告書—
- (4) 高速炉燃料再処理・前処理工程モックアップ試験(1) PNC SN 841 84-57
—燃料ハンドリング機能試験—
- (5) せん断試験装置(Ⅱ) PNC SN 841 85-05
—遠隔保守試験報告書—
- (6) せん断試験装置(Ⅱ) PNC SN 8410 86-15
—せん断試験報告書—
- (7) レーザビーム解体装置の開発(Ⅰ) PNC SN 8410 86-31
—レーザビーム解体工学試験装置機能試験成果報告—

図 表 集
< I 章 関連 >

表 I-1 解体及びせん断の機能分担

	case - 1	case - 2	case - 3	case - 4	case - 5
受渡しの形態 (解体装置 →せん断装置)					
解体装置の 作業範囲	エントランスノズル、ラッパ管等のハードウェア除去及び組枠部除去	ハードウェア除去	エントランスノズルとハンドリングヘッド及び組枠部除去	エントランスノズルとハンドリングヘッド除去	解体不要
せん断装置の 作業範囲	ピン束のみ	組枠せん断後 ピン束せん断	ラッパ管+ピン束の せん断	ラッパ管+組枠せん断 の後 ラッパ管+ピン束せん断	エントランスノズル or ハンドリングヘッドせん 断除去後、ラッパ管+ピ ン束せん断し、ハンドリ ングヘッド or エントラ ンスノズル回収
せん断機 (せん断力 刃具の損耗)	低	高			
搬送の安定性及 び工程の簡素化	良	最良			
その他の	・搬送がむずかしい。 ・せん断機は最もコンパクトになる。	軽水炉燃料処理と類似	ラッパ管の細片化が難しい。	同 左	同 左 ・せん断装置の寿命→短 ・せん断力→高
採用の可能性	高	高	低	低	低

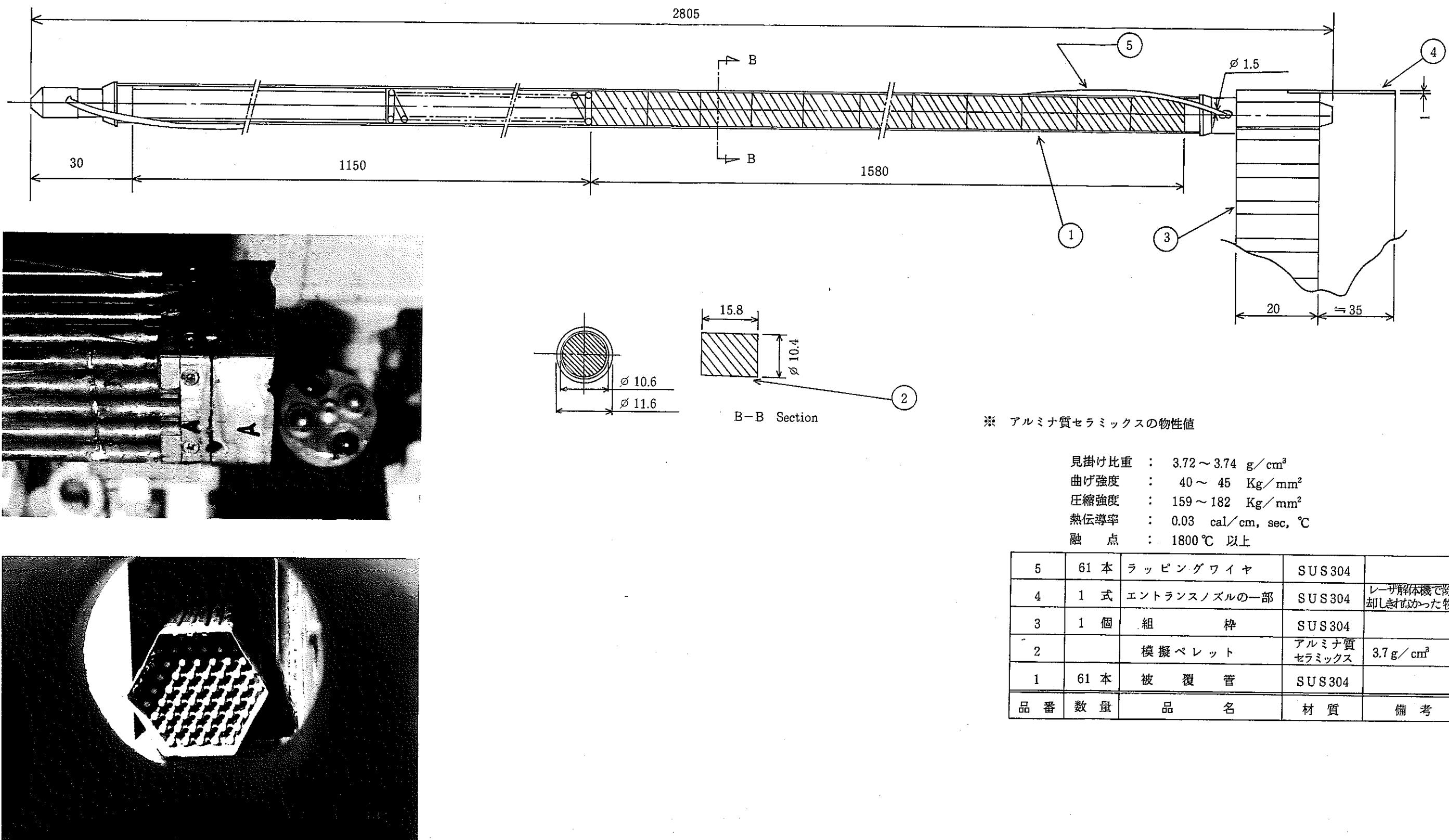
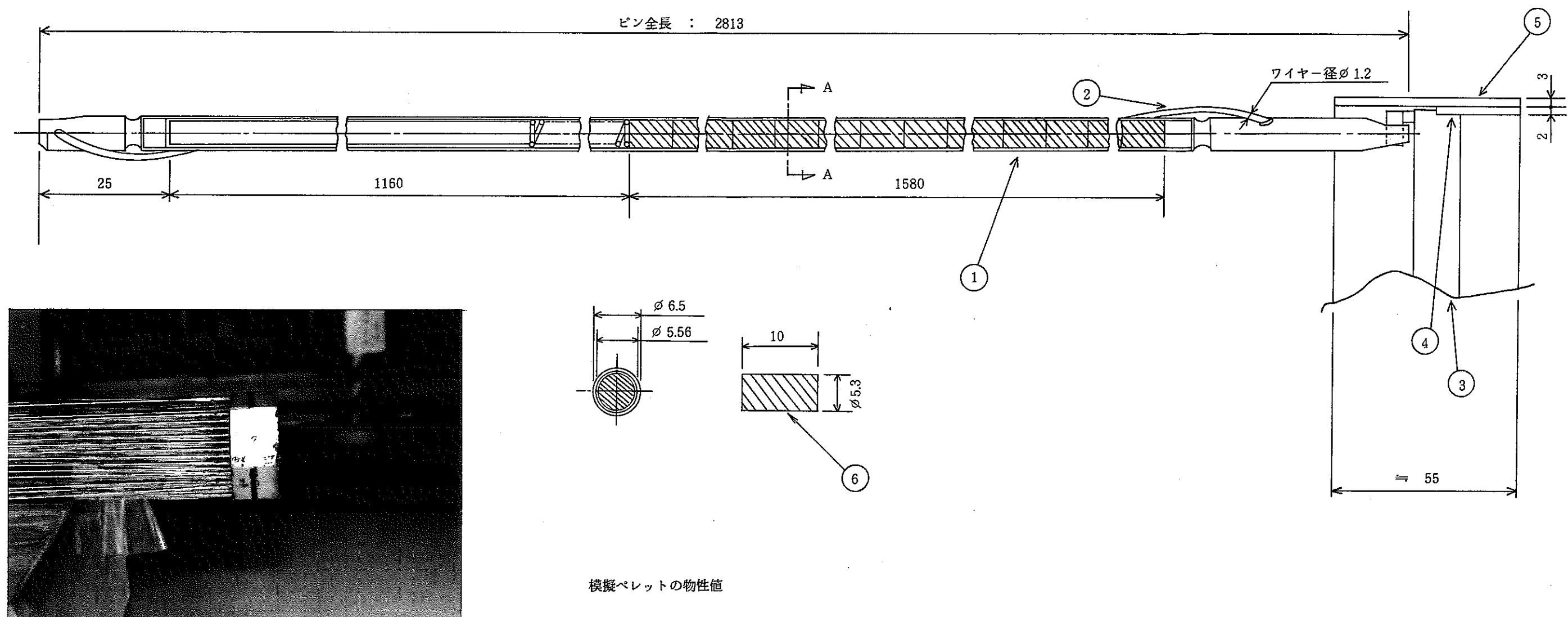


図 I - 2 - 1 「もんじゅ」 プランケット模擬燃料ピン束概要図



成 分 : Al_2O_3 , 82% · 残 SiO_2 他
 見掛比重 : 3.4 g/cm^3
 曲げ強さ : 15 kg/mm^2
 圧縮強度 : $50 \sim 100 \text{ kg/mm}^2$
 熱伝導率 : 20°C において, $0.04 \text{ cal. cm/cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$
 融 点 :

品番	数量	品名	材質	備考
6	/	模擬ペレット	アルミナ質セラミックス	
5	一式	ラッパ管の一部	SUS316	レーザ解体により除却しなかったもの
4	一式	エントランスノズルの一部	SUS304	同上
3	7個	ノックバー	SUS304	
2	169本	ラッピングワイヤー	SUS304	
1	169本	被覆管	SUS304	

図 I - 2 - 2 「もんじゅ」炉心模擬燃料ピン束概要図

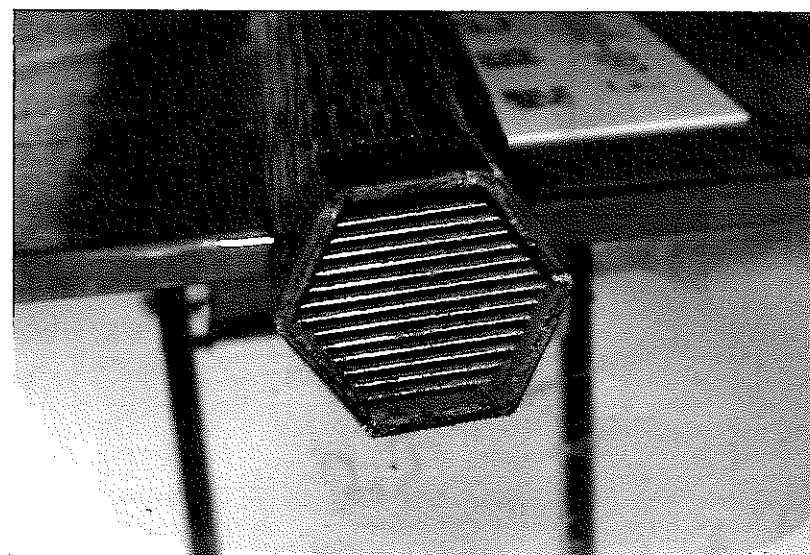
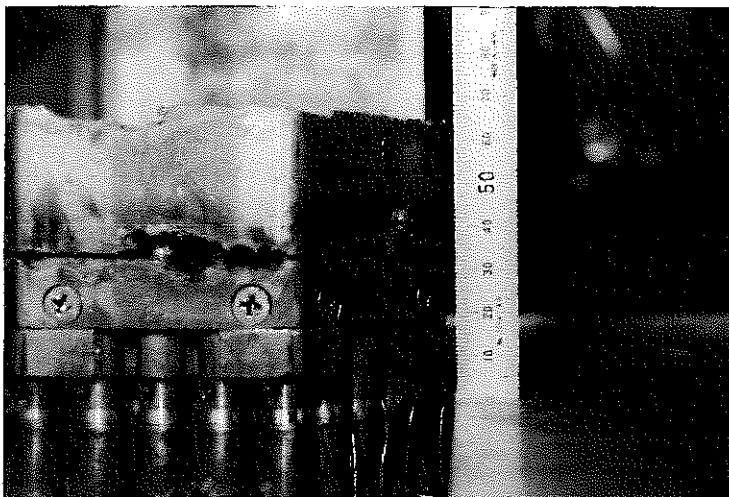
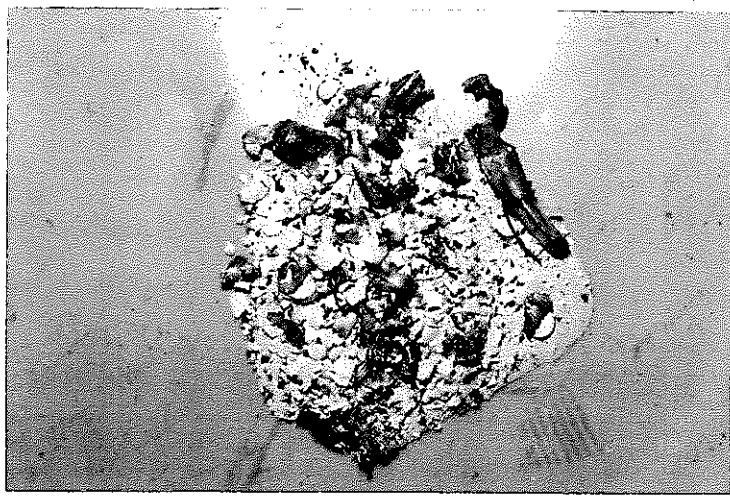
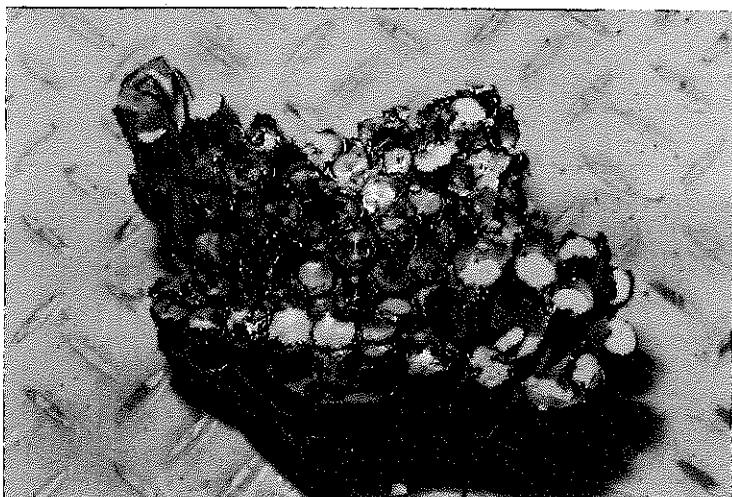
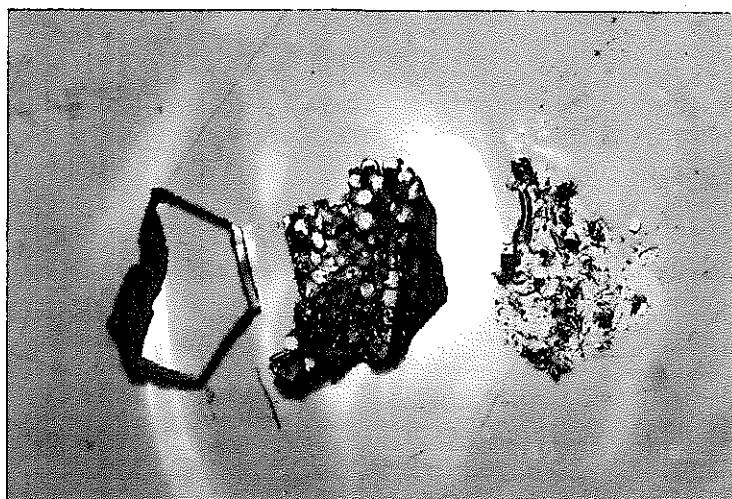


写真 I - 1 - 1

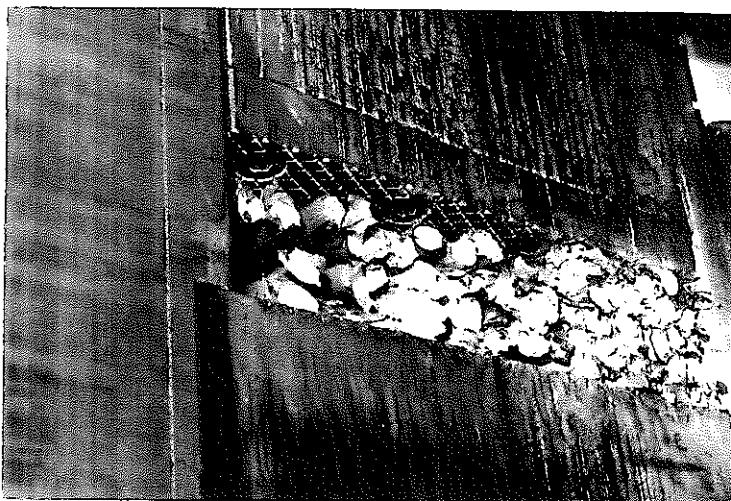
せん断位置決め状態



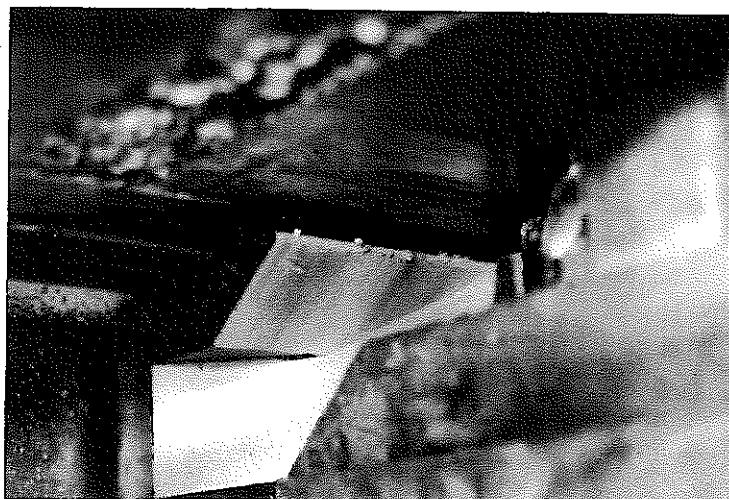
せん断された組枠



組枠せん断後のピン束の状態



組枠せん断直後のせん断刃下部

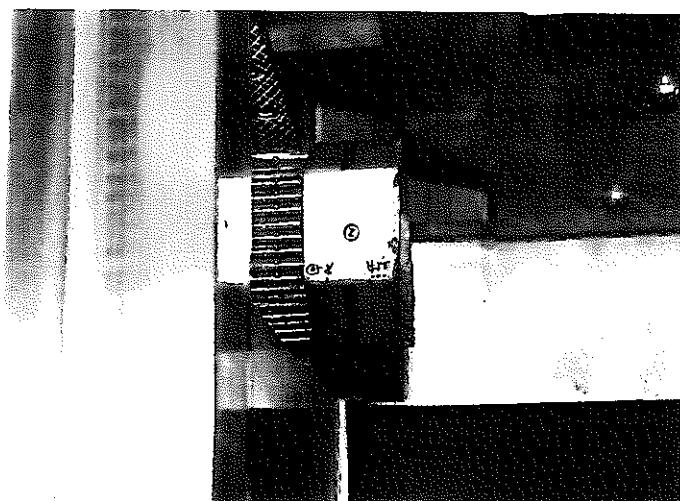


組枠せん断直後の底面

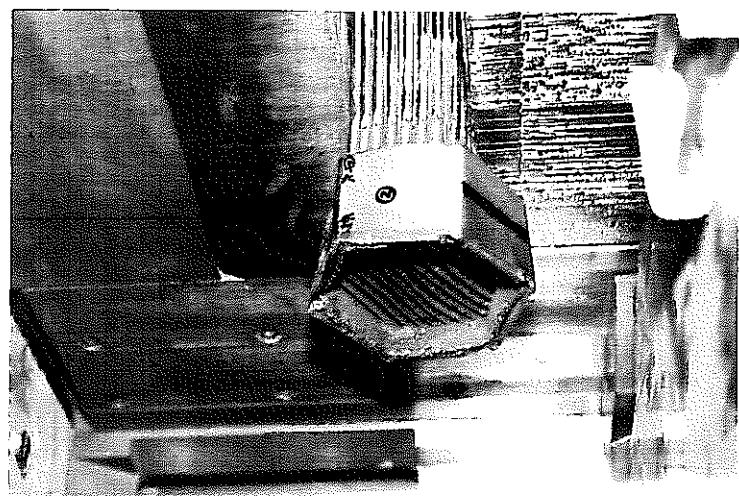


写真 I - 2 - 1

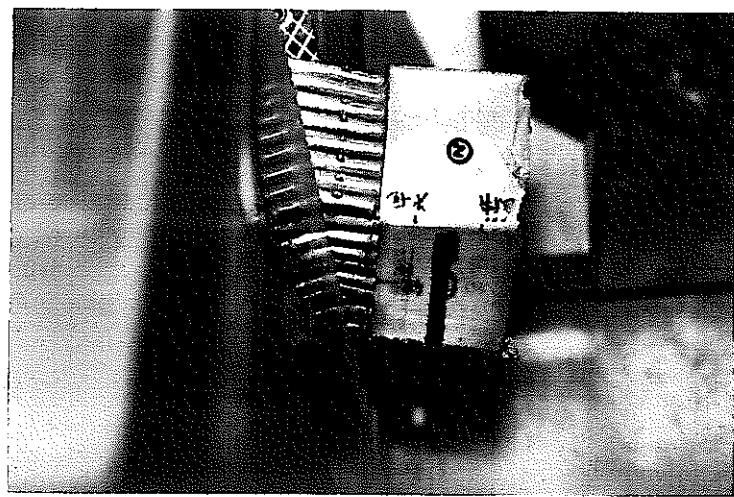
ビン束組枠せん断位置



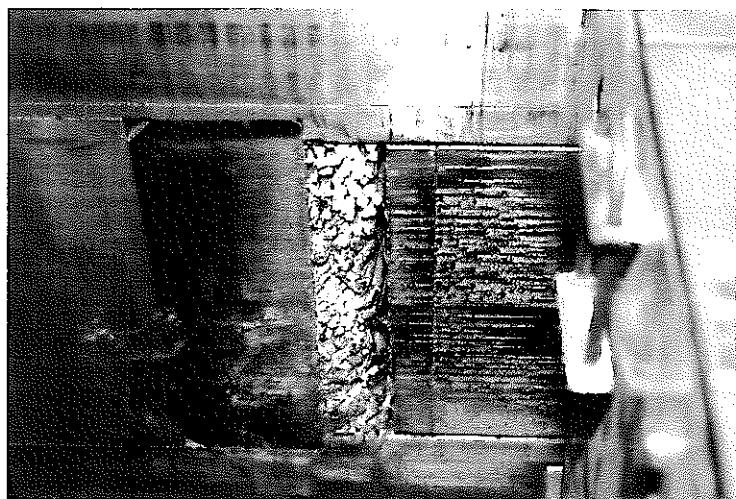
ギャグでクランプした状態



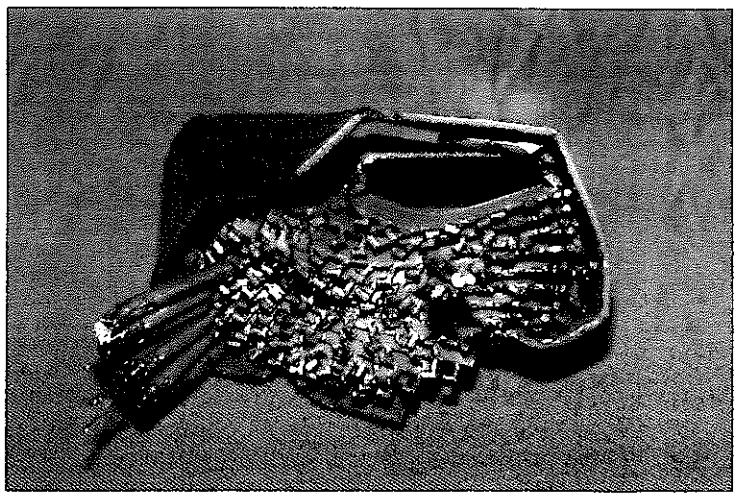
同 上

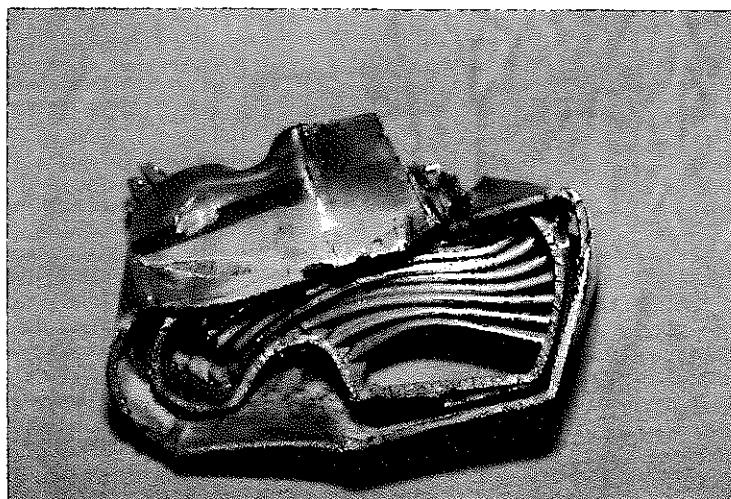


組枠せん断直後のピン束



せん断された組枠部等





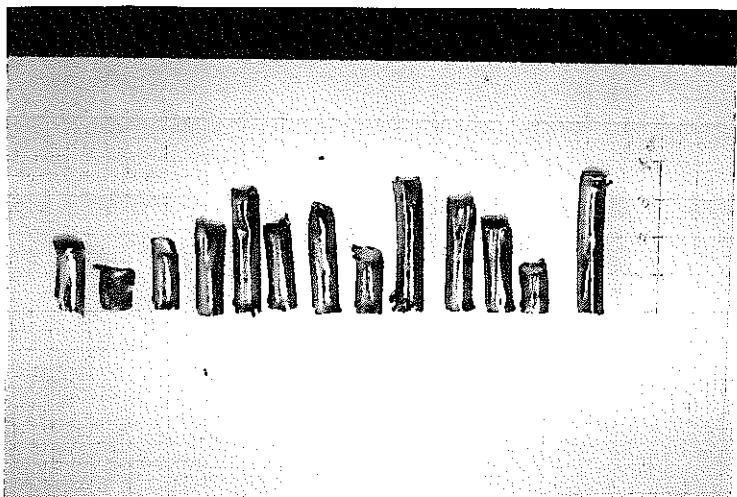
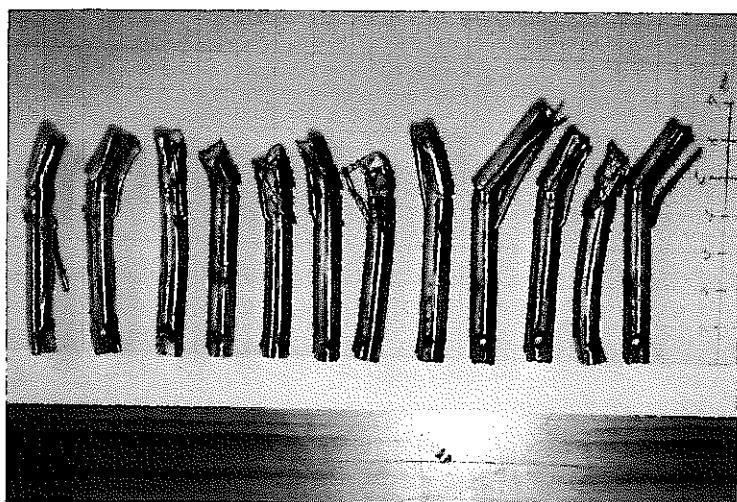
せん断に伴ってバラケた端栓



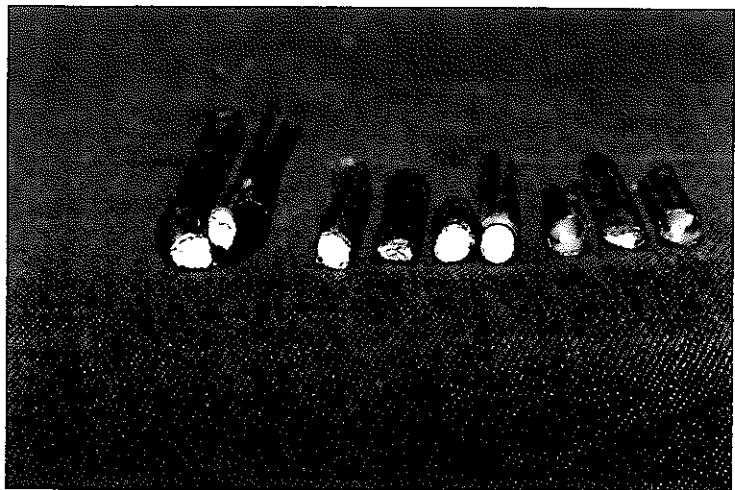
せん断した端栓のせん断面

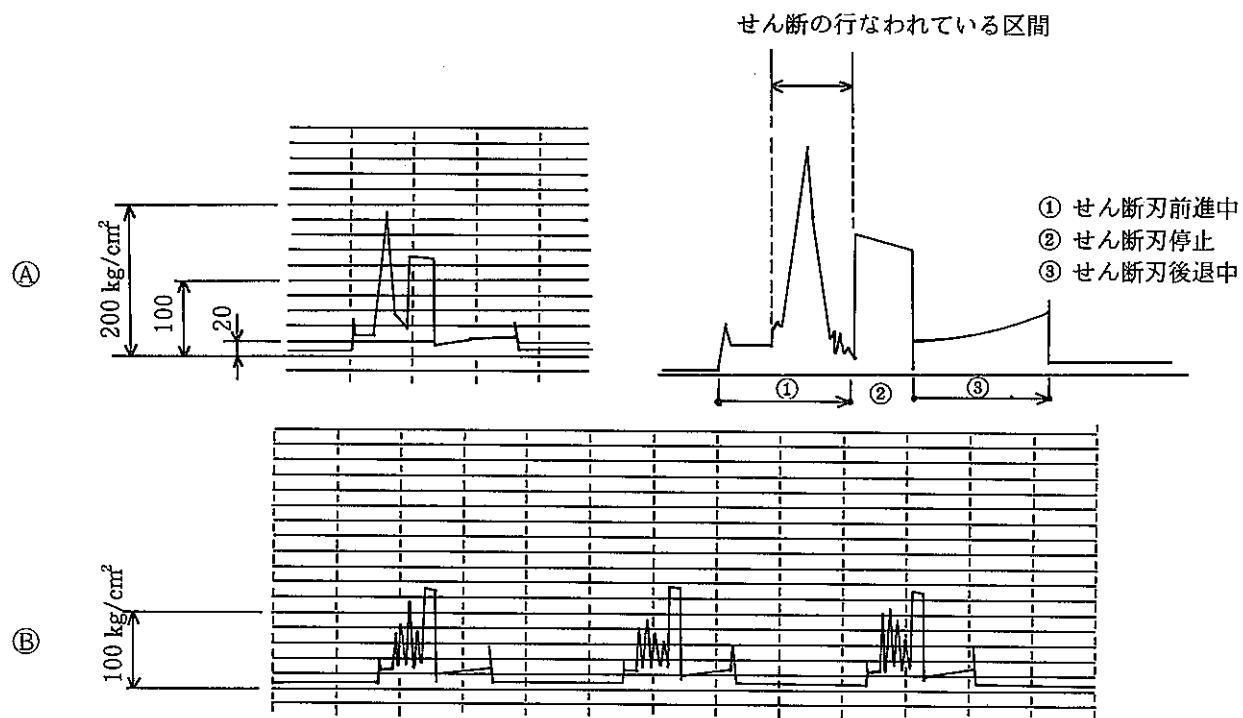


ミートの残留している端栓



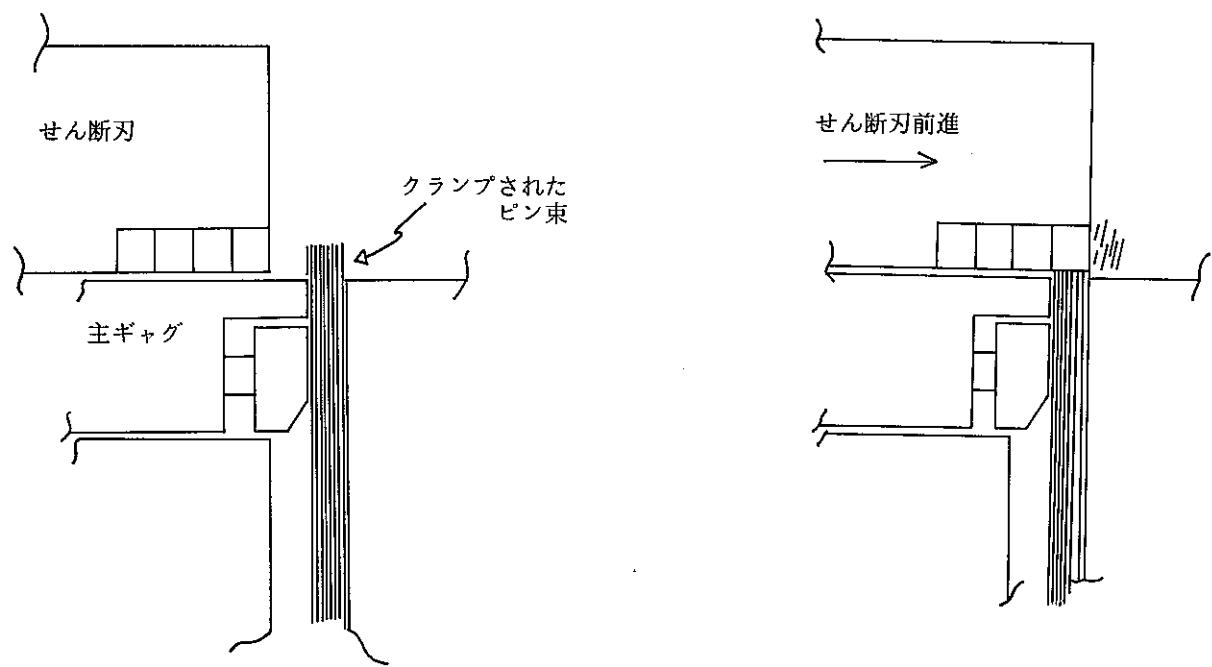
ミートの残留している端栓
の端面



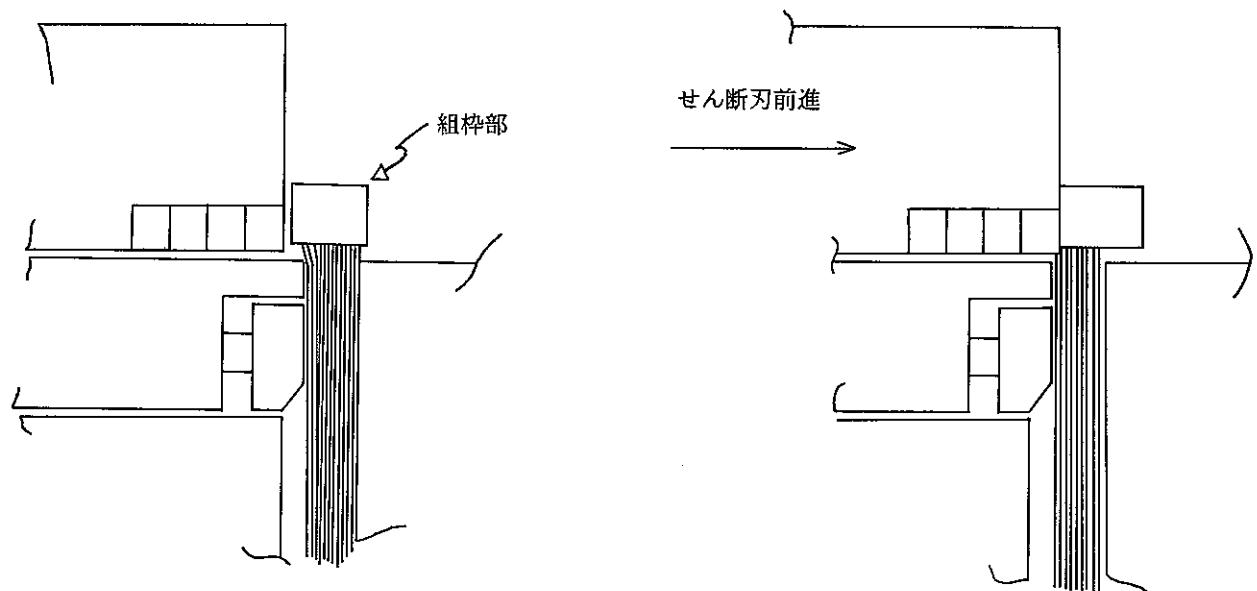


A. もんじゅブランケット 組替せん断時
B. もんじゅブランケット ピン束せん断時

図 I - 3 - 2 せん断力の計測記録



<ピン束のせん断状況>



<組枠部のせん断状況>

図 I - 4 - 2 せん断状況模式図

表 I - 4 - 付 - 1

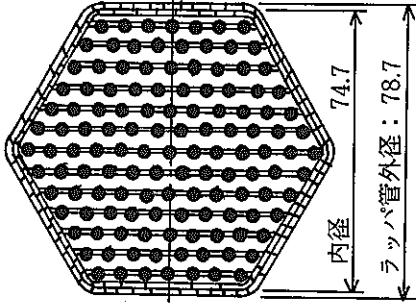
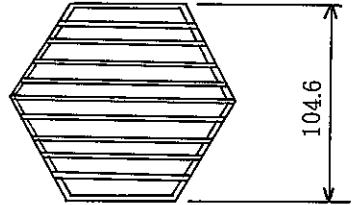
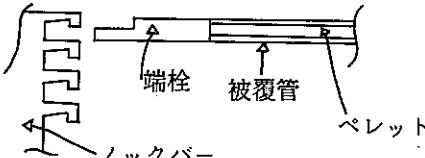
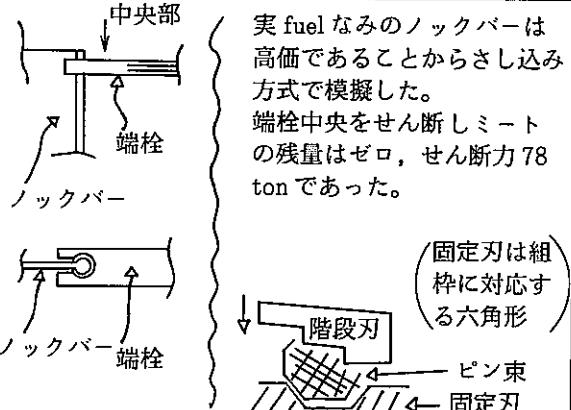
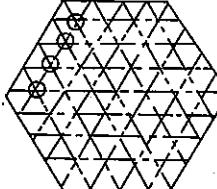
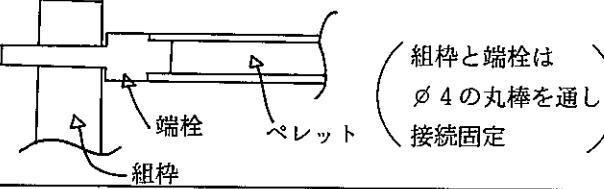
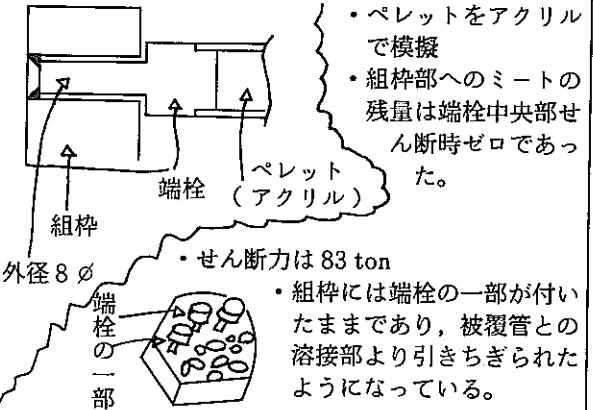
実燃料ピン束の組枠部形状		
常 陽	 <ul style="list-style-type: none"> ・ピン数, 127本 ・端栓外径, ϕ 4.5 ・ノックバー方式 	<p>せん断試験装置-I) 試験</p> <p>装置仕様 : 垂直せん断方式</p> <p>: 最大せん断能力, 145トン</p> <p>組枠せん断実施せず</p> <p>(もんじゅよりも小型であるため もんじゅがせん断可であれば 特に検証する必要はない。)</p>
もんじゅ 炉 心	  <ul style="list-style-type: none"> ・ピン数, 169本 ・端栓外径, ϕ 6.5 ・ノックバー方式 	 <p>実fuelなみのノックバーは高価であることからさし込み方式で模擬した。 端栓中央をせん断しミートの残量はゼロ, せん断力78tonであった。</p> <p>(固定刃は組枠に対応する六角形)</p>
もんじゅ ブランケット	  <ul style="list-style-type: none"> ・ピン本数, 61本 ・端栓外径, ϕ 7 ・組枠部はブロック <p>(組枠と端栓は ϕ 4の丸棒を通して接続固定)</p>	 <p>・ペレットをアクリルで模擬</p> <p>・組枠部へのミートの残量は端栓中央部せん断時ゼロであった。</p> <p>・せん断力は 83 ton</p> <p>・組枠には端栓の一部が付いたままであり, 被覆管との溶接部より引きちぎられたようになっている。</p>

表. I-4-付-2, 炉心・ブランケット模擬体支持構造部のせん断条件と結果(試験Ⅱ)

テストNo.	燃料集合体	せん断刃		クランプ位置	せん断設定距離	ノックバーの方向	せん断力	開口率(Min.)	備考
		上刃	下刃						
1	炉心燃料			燃料ピン側	$\ell = 15 \text{ mm}$ (下部端栓上)	水平に対し 0°	78 TON	(下部端栓部切断)	
2	"	"	"	"	$\ell = 0 \text{ mm}$ (下部端栓境界)	"	34	11.9	
3	"	"	"	"	$\ell = -5 \text{ mm}$ (ピン上)	水平に対し 60°	36	12.4	
4	"	"	"	"	$\ell = 20 \text{ mm}$ (下部端栓上)	"	72	(下部端栓部切断)	(ミート部と下部端栓との境界)
5	"	"	"	支持構造部側	任 意	水平に対し 0°	32		ピン先端部から 30 ~ 50 mm ピッチで数回せん断
6	ブランケット燃料	"	"	燃料ピン側	$\ell = -5 \text{ mm}$ (ピン上)	-	29	37.9	
7	"	"	"	"	$\ell = 15 \text{ mm}$ (下部端栓上)	-	53	45.0	
8	"	"	"	"	$\ell = -15 \text{ mm}$ (ピン上)	-	33	23.3	
9	"	"	"	"	$\ell = 17 \text{ mm}$ (下部端栓上)	-	83	24.2	(ミート部と下部端栓との境界)
10	"	"	"	"	$\ell = 0 \text{ mm}$ (下部端栓境界)	-	21		押し切り

表、I-5-1 組枠せん断試験データ一覧表

試験	試験測定値			推定値※-3	
	せん断力	組枠に残留したミート量	ロス率※-1	組枠せん断時の粉塵もロスとする	ロス率
プランケット組枠	70 ton	54 g	0.18 %	192 g	0.64 %
炉心組枠	100 ton×3回	組枠への残留はなし (但し端栓部では 30g)	0 % (0.15 %)	53 g	0.27 %

※-1 ロス率とは、

組枠部を溶解槽へ装荷せず、廃棄物缶等で回収するとすれば、組枠部に残留しているミートはロスと考える。

このロスを1集合体にしめる燃料の重量比で表示した。

・プランケットの一集合体にしめるミート重量

ペレット面積×ピン内への充填長さ×ピンの本数(61本)×ペレットの比重(3.7)÷30kg

・炉心の一集合体にしめるミート重量

ペレット面積×ピン内の充填長さ×ピンの本数(169本)×ペレットの比重(3.4)÷20kg

※-2 推定値について

組枠せん断時に発生する粉塵、端栓、組枠の全てを回収するようなシステムを採用するとした場合、これらのペレット量が全てロスとなる。本文でも記述の通り、本試験時の組枠せん断に伴うミート粉塵は、計測対象外としたため、ミートせん断に伴って発生した粉塵を全カット数で除して、1カット当たりに発生すると推定される粉塵量をもとめ、それに組枠及び端栓に残留したミート重量を加えた。

プランケットのとき

$$\text{全粉塵ペレット分} (7.864 \text{ kg}) \div 57 \text{ カット} + 54 \text{ g} = 192 \text{ g}$$

炉心のとき

$$\text{全粉塵ペレット分} (1.300 \text{ kg}) \div 57 \text{ カット} + 30 \text{ g} = 53 \text{ g}$$

図 表 集
＜Ⅱ章 関連＞

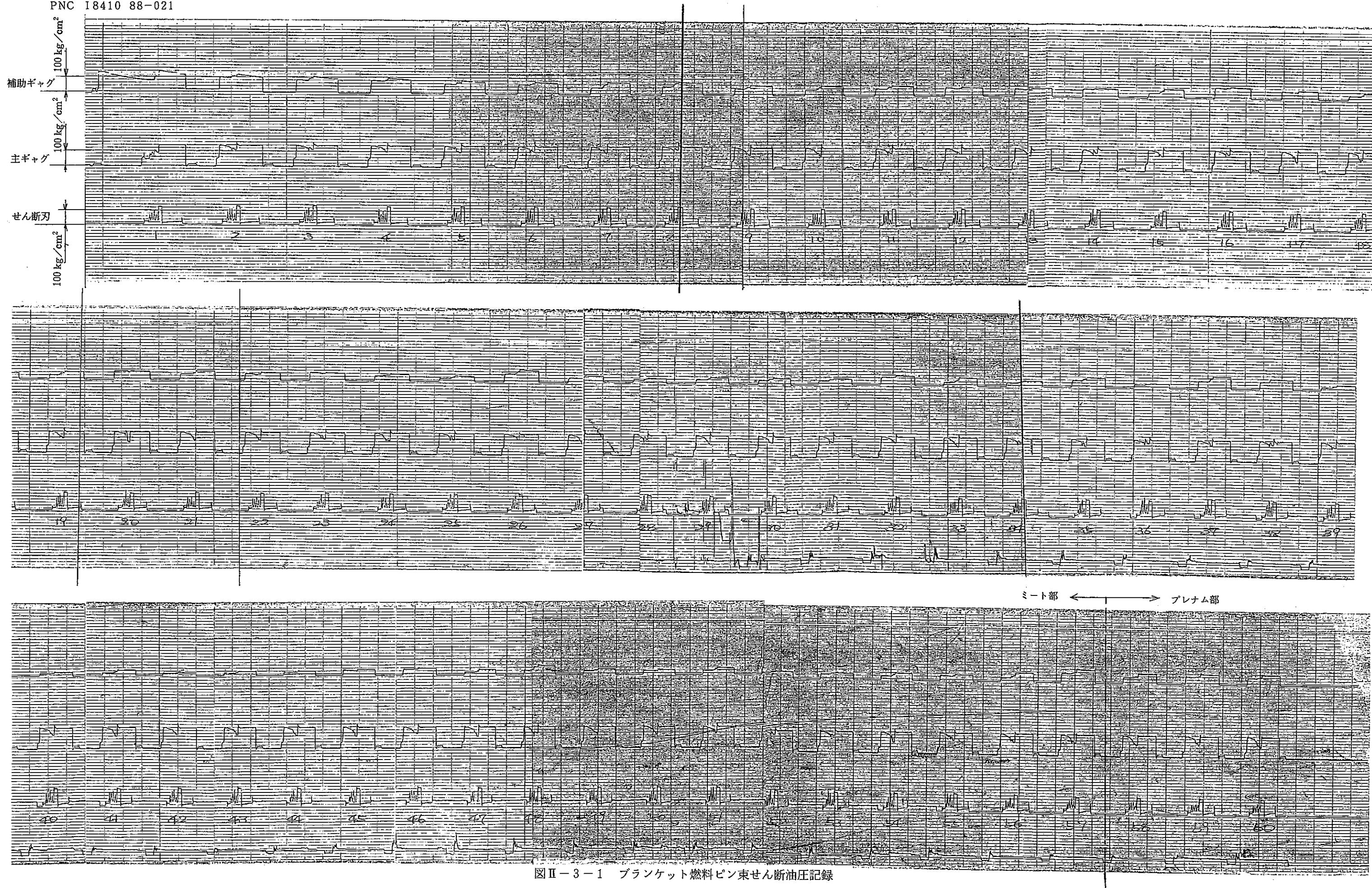


図 II-3-1 ブランケット燃料ピン束せん断油圧記録

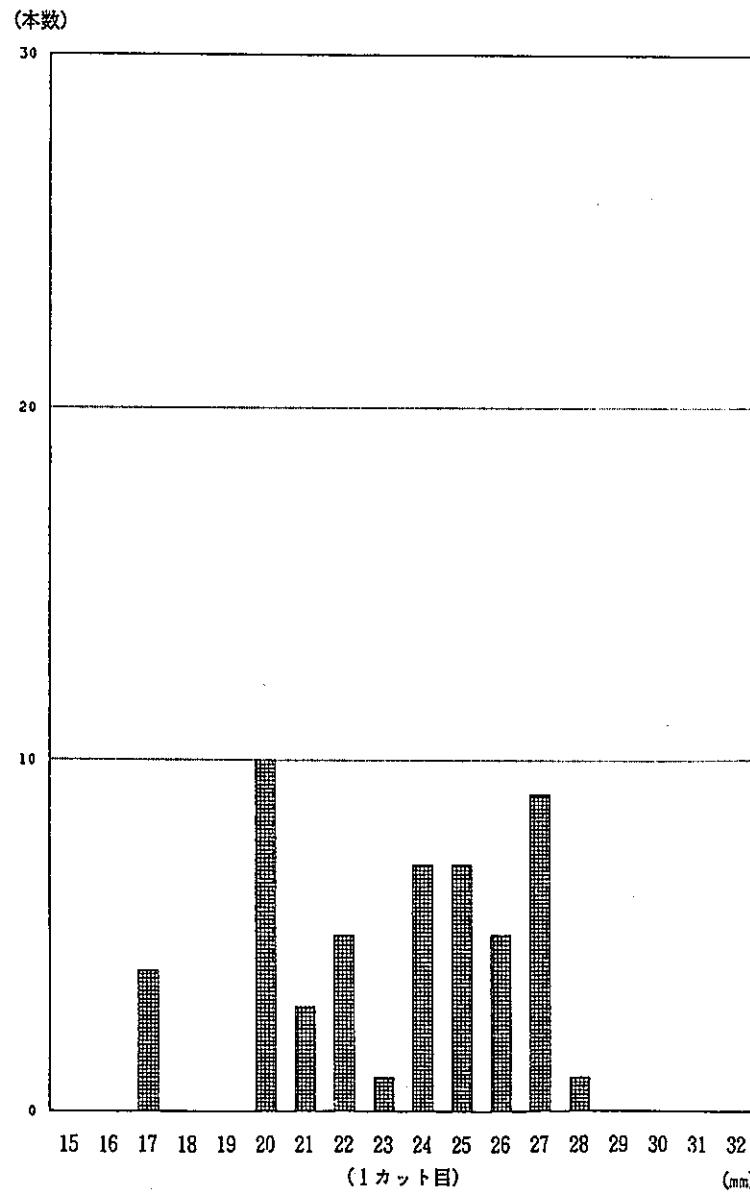


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (1/57)

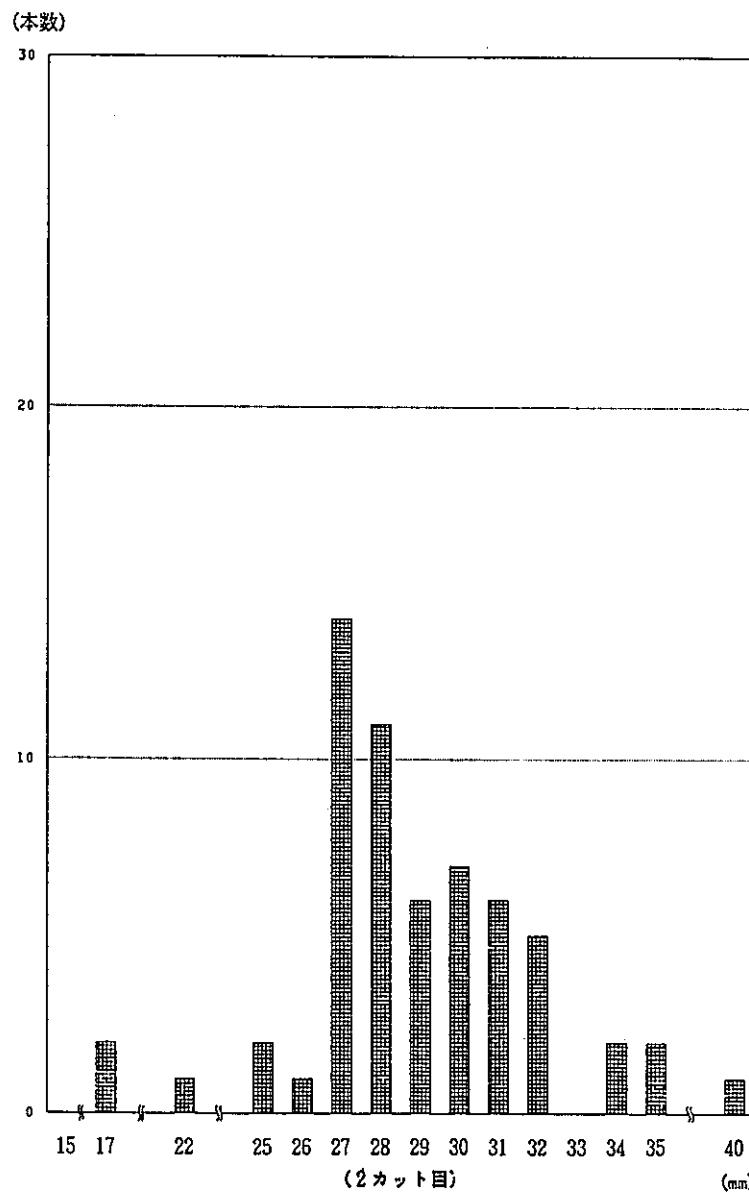
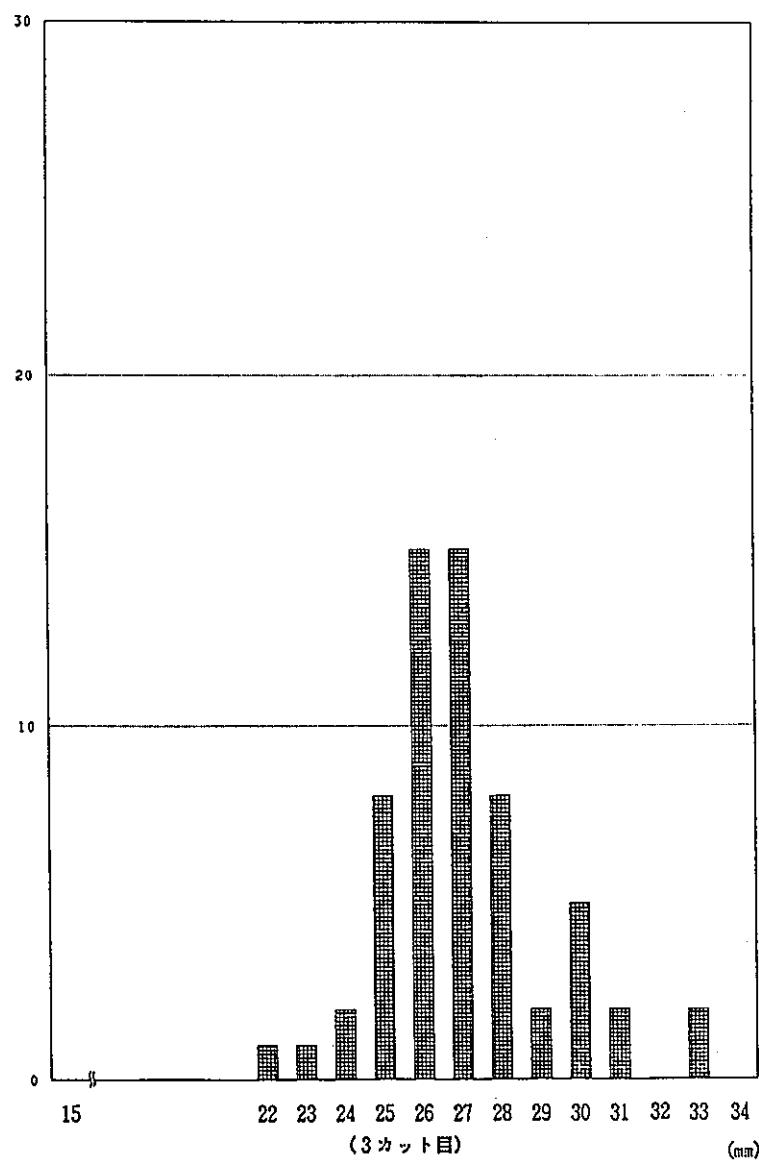
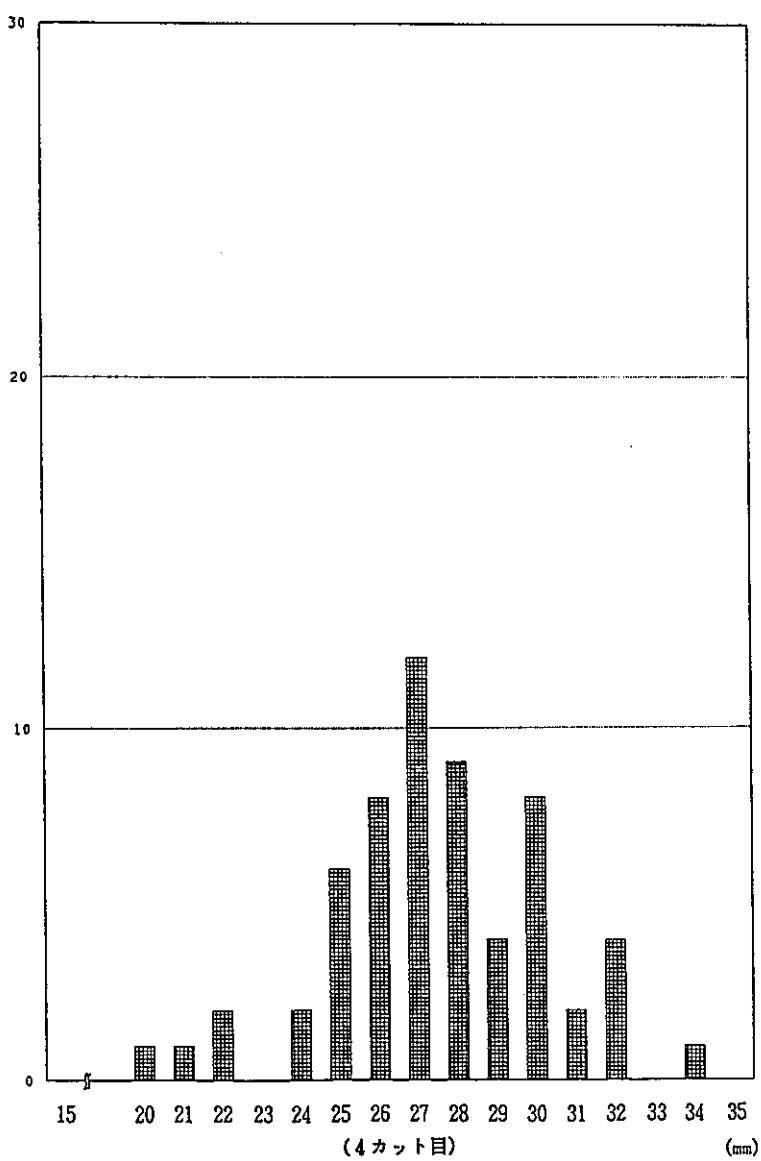


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (2/57)

(本数)



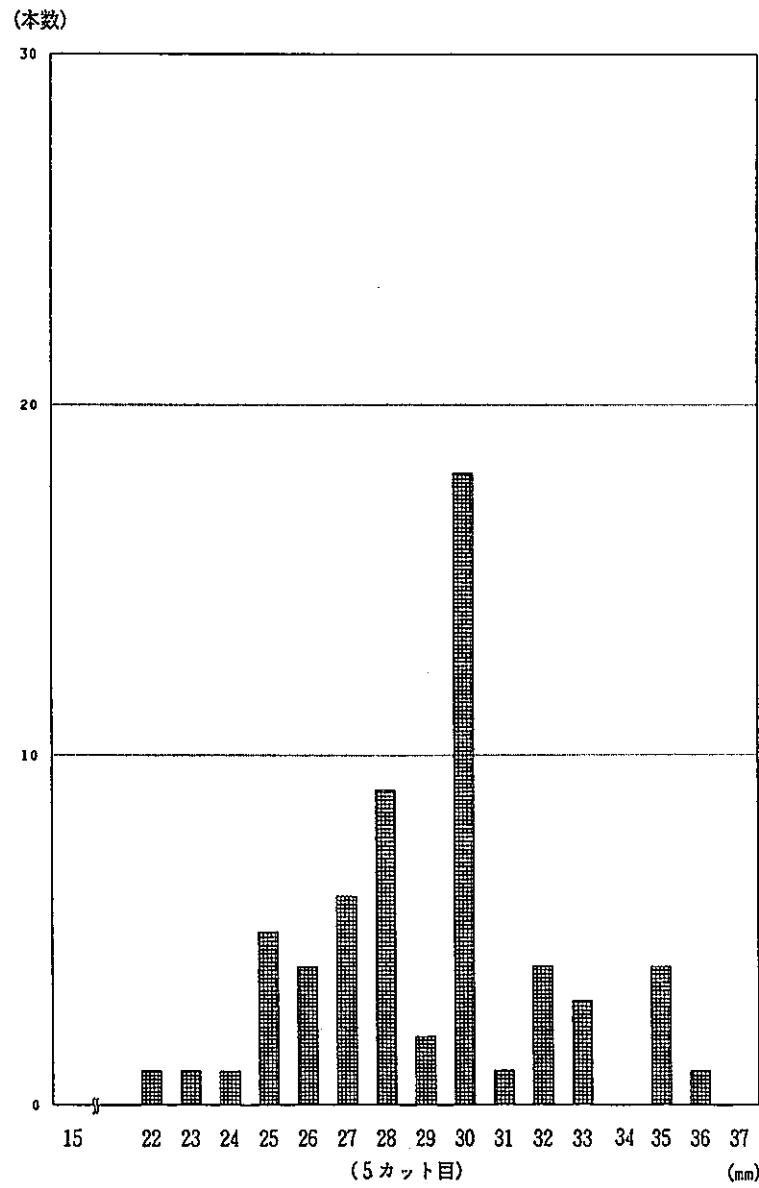
(本数)



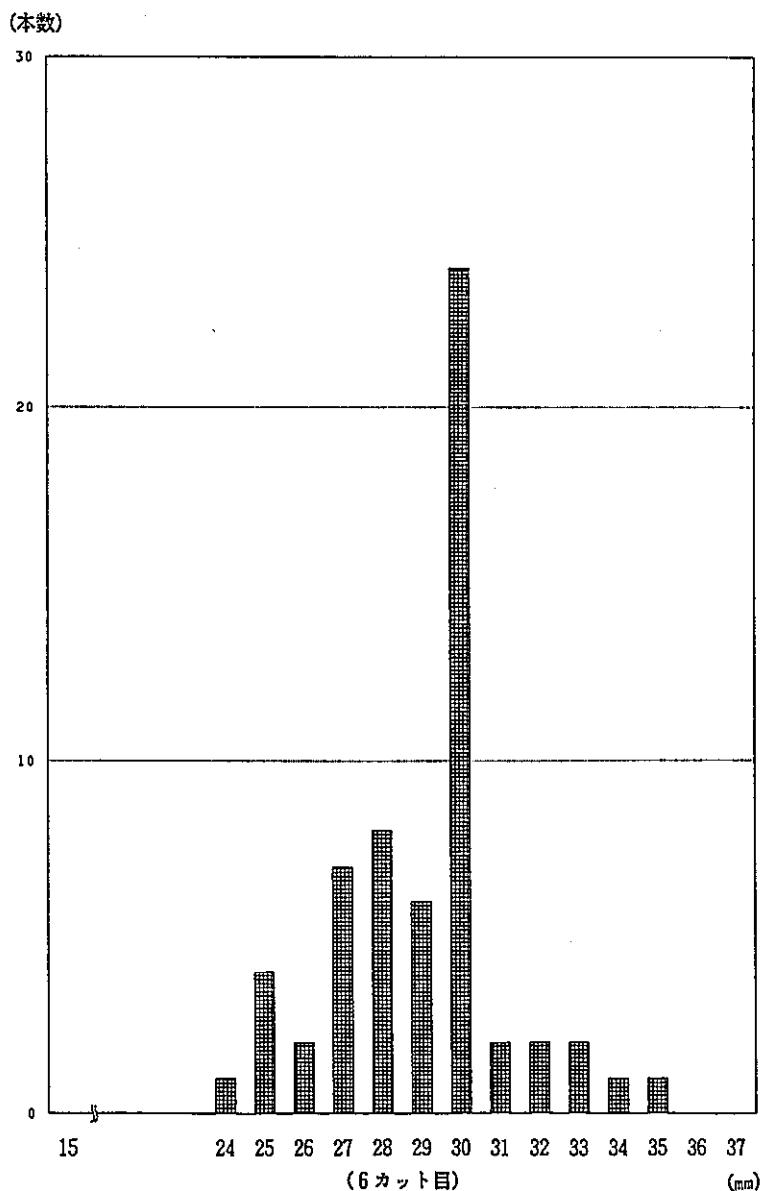
図II-3-2 剪断片長さ分布表(3/57)

図II-3-2 剪断片長さ分布表(4/57)

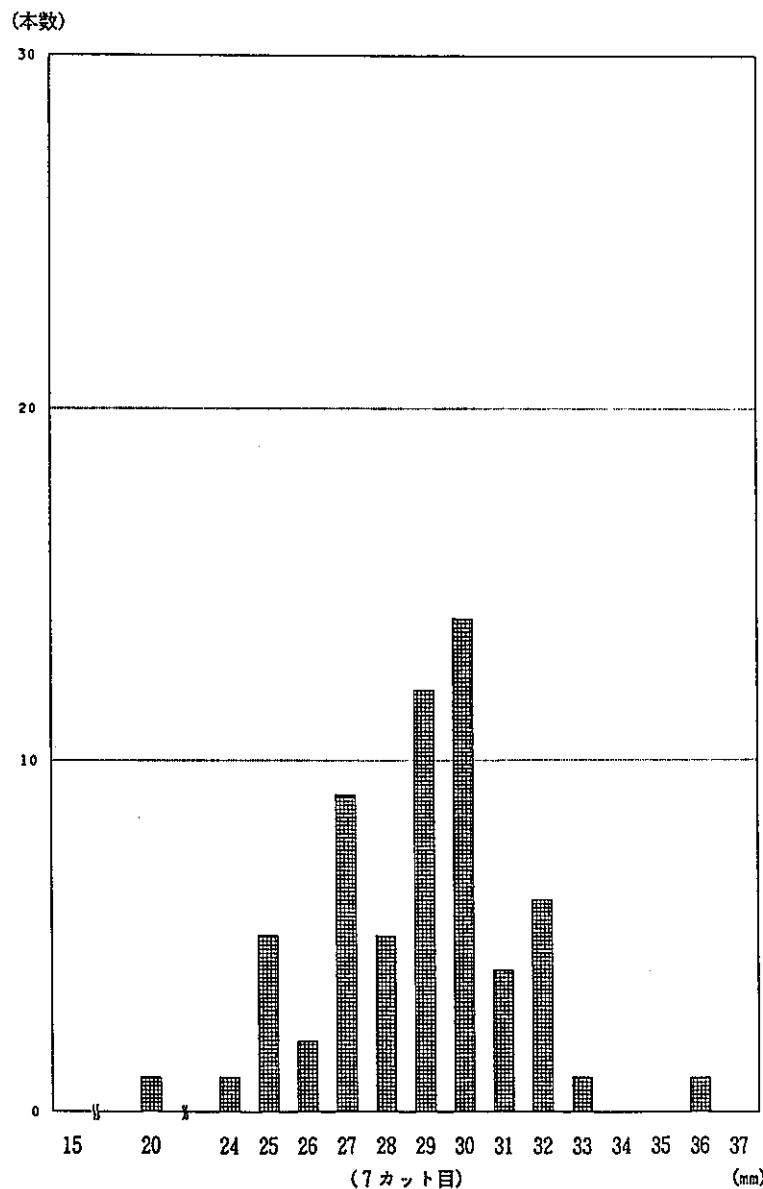
- 63 -



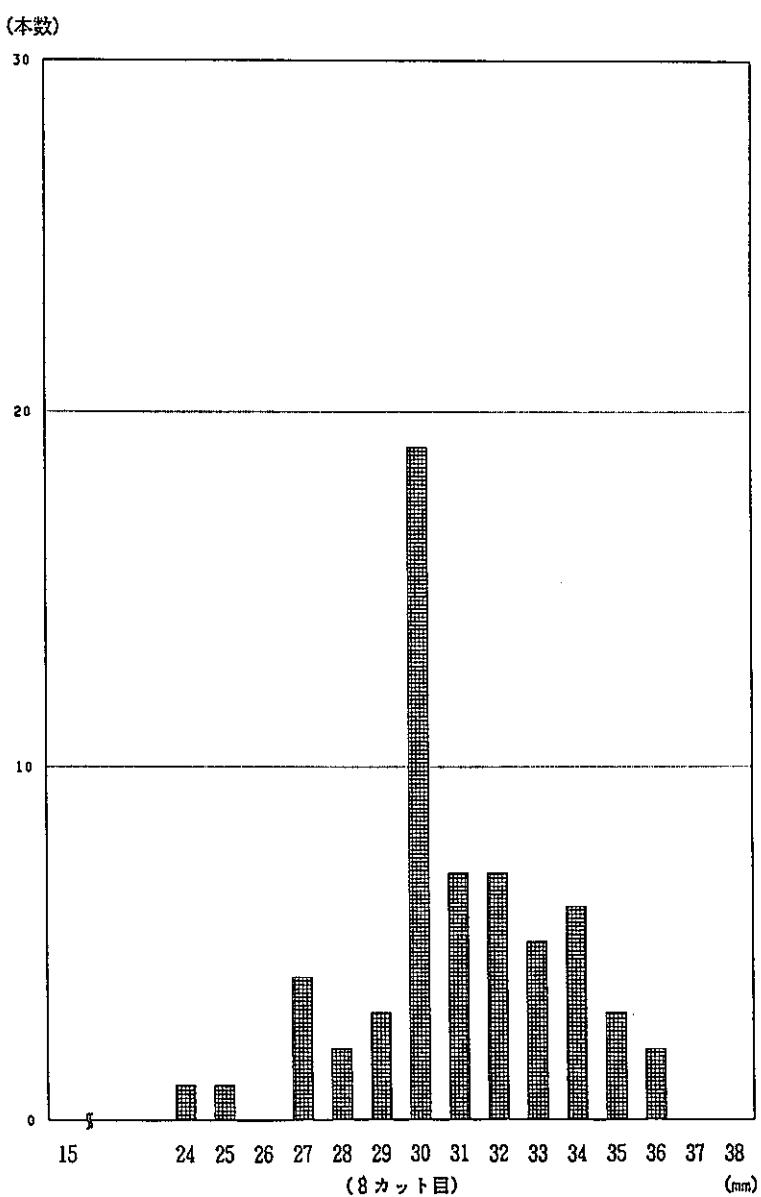
図II-3-2 剪断片長さ分布表 (5/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (6/57)

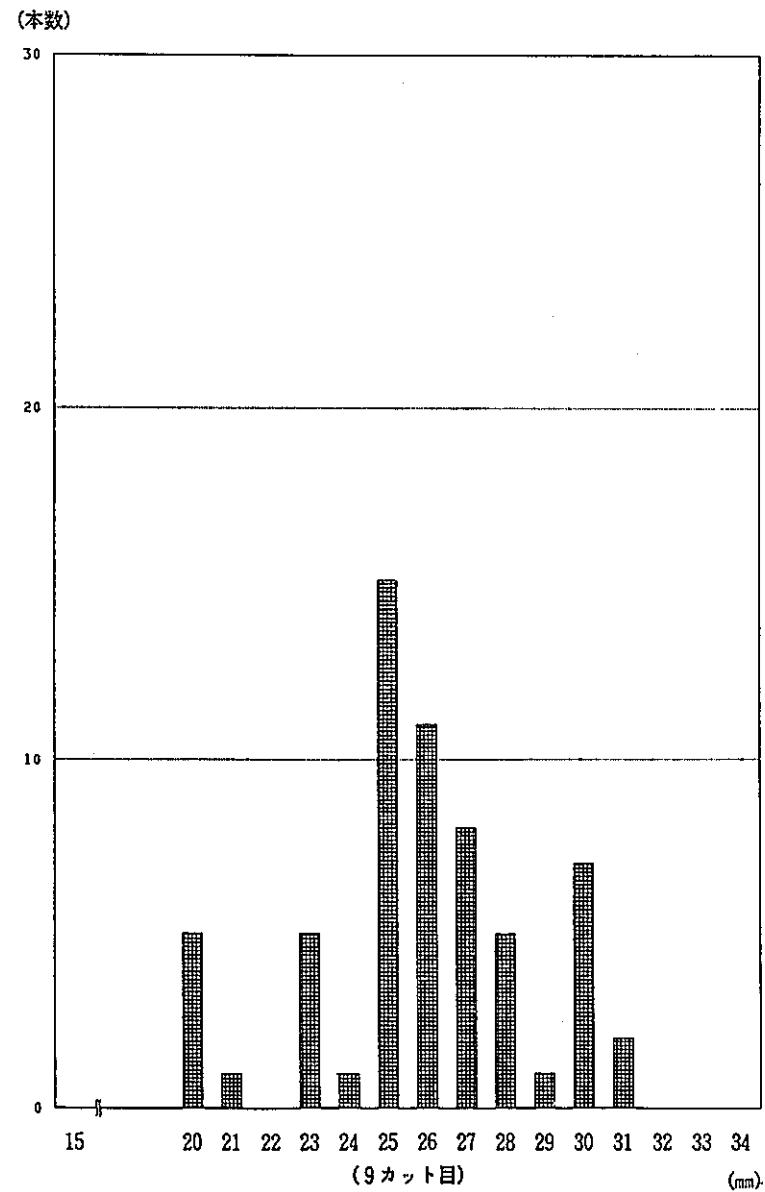


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (7/57)

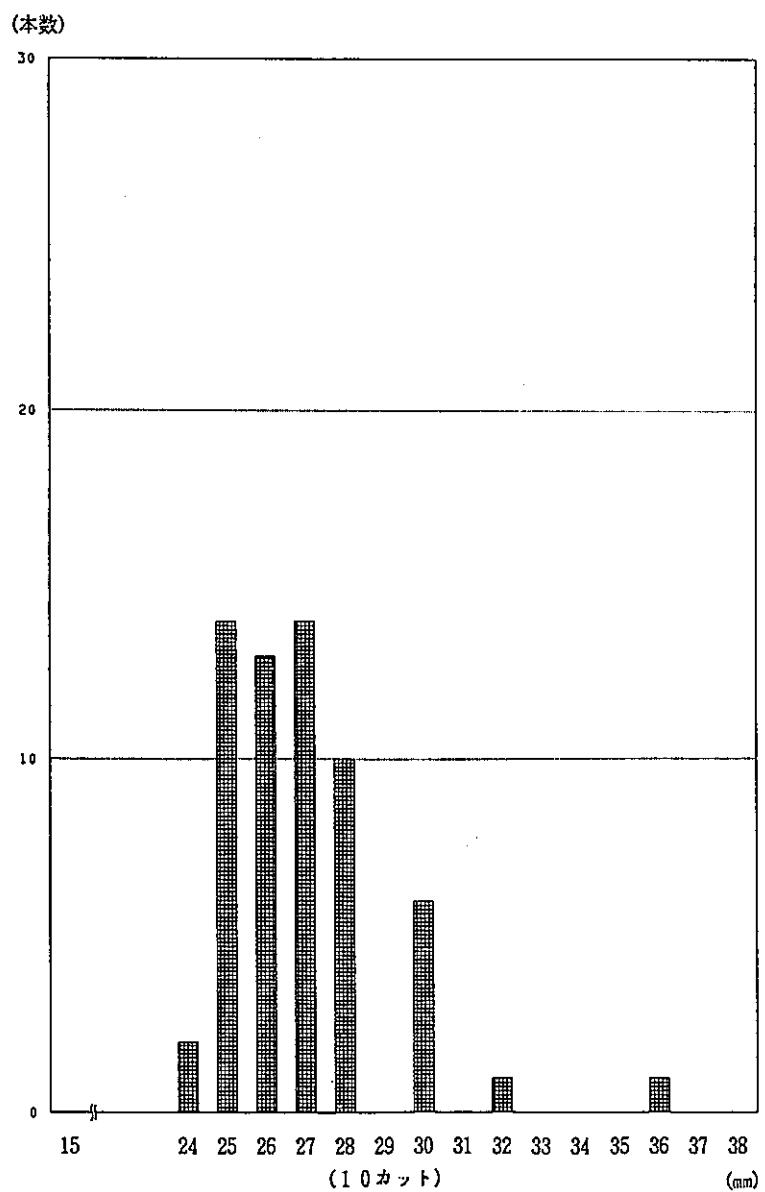


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (8/57)

- 65 -



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (9/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (10/57)

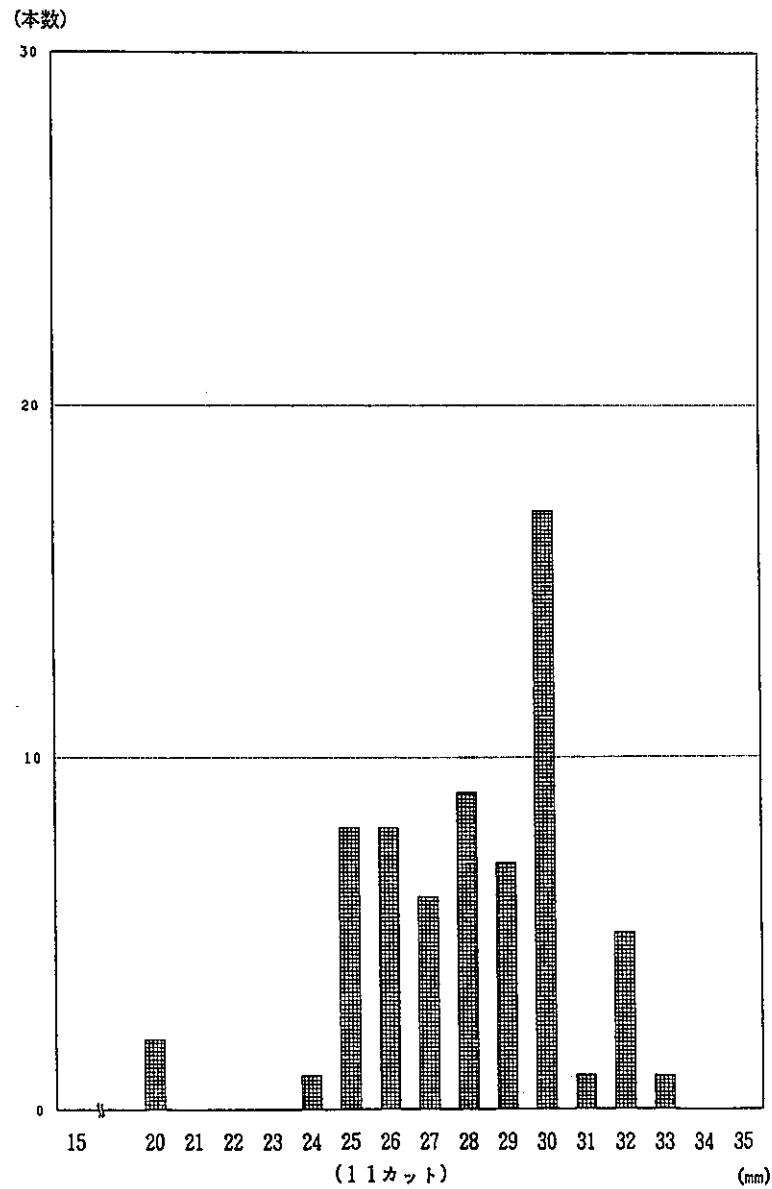


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (11 / 57)

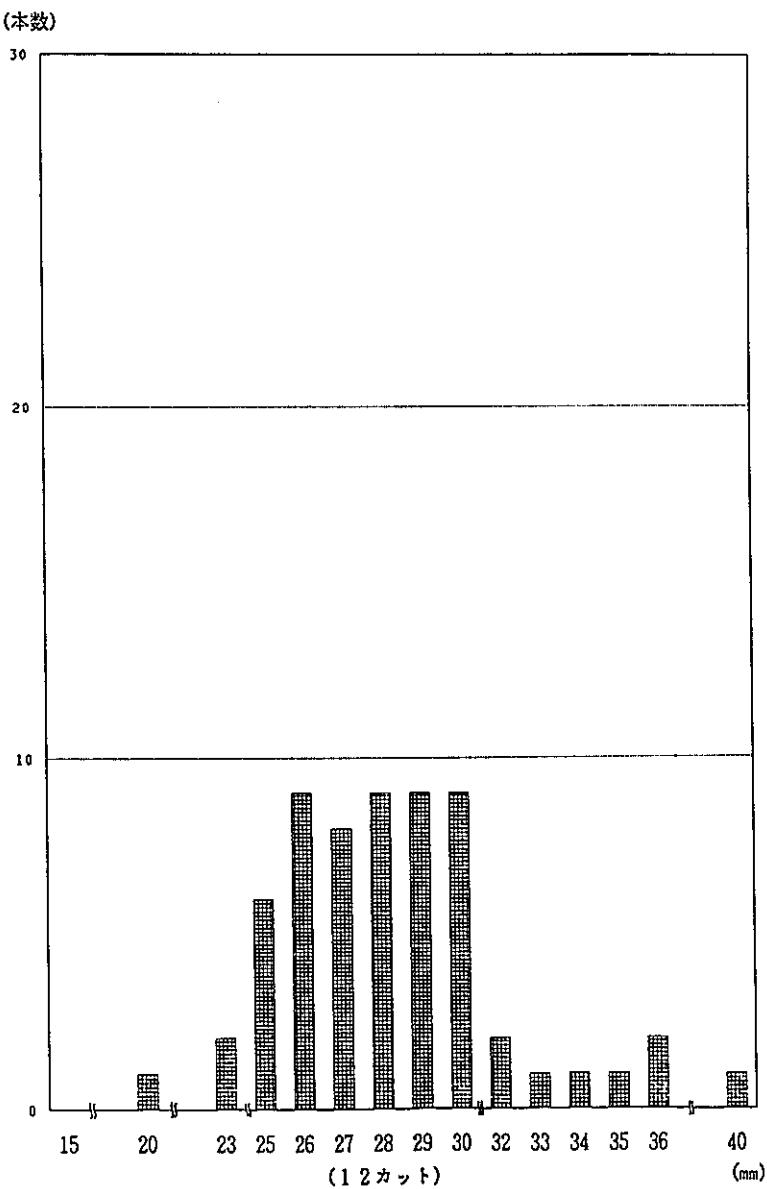
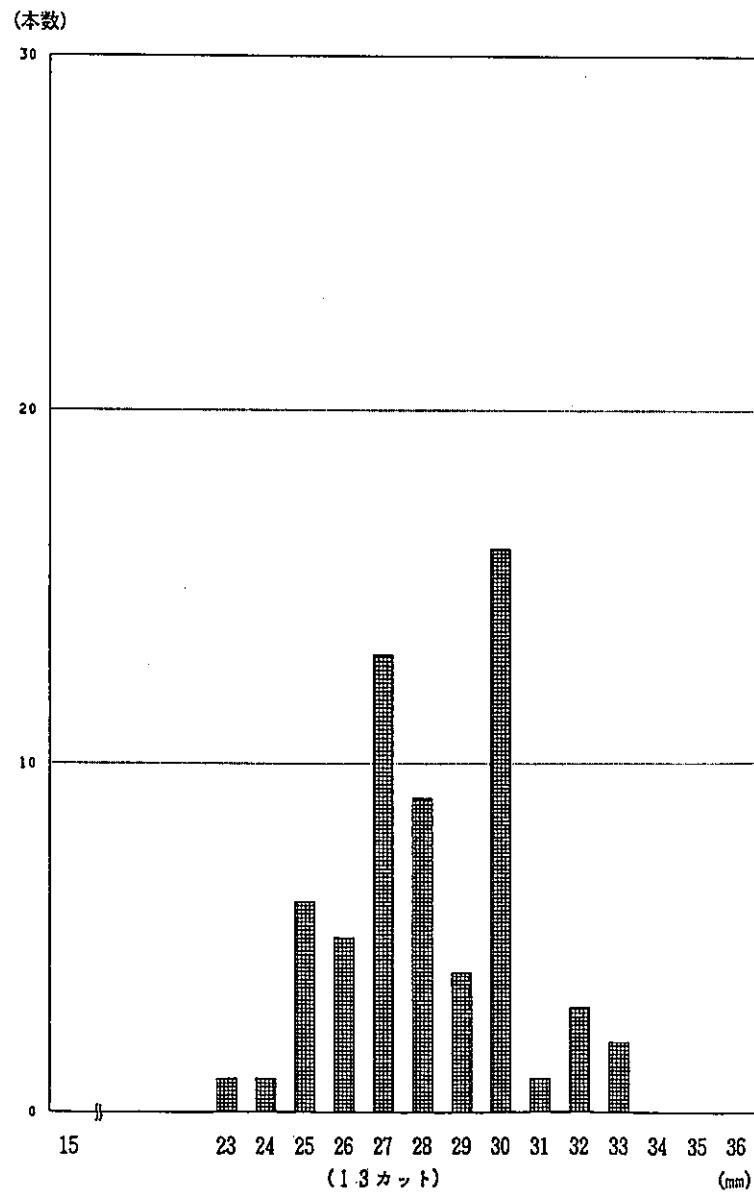
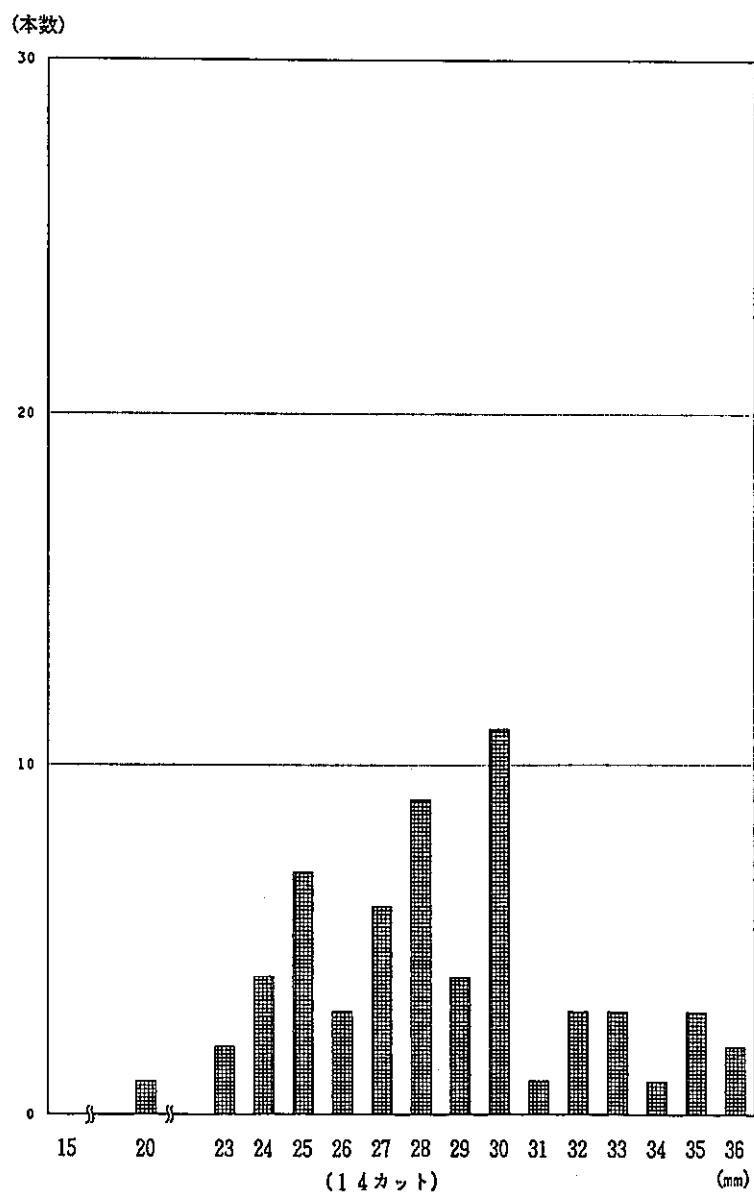


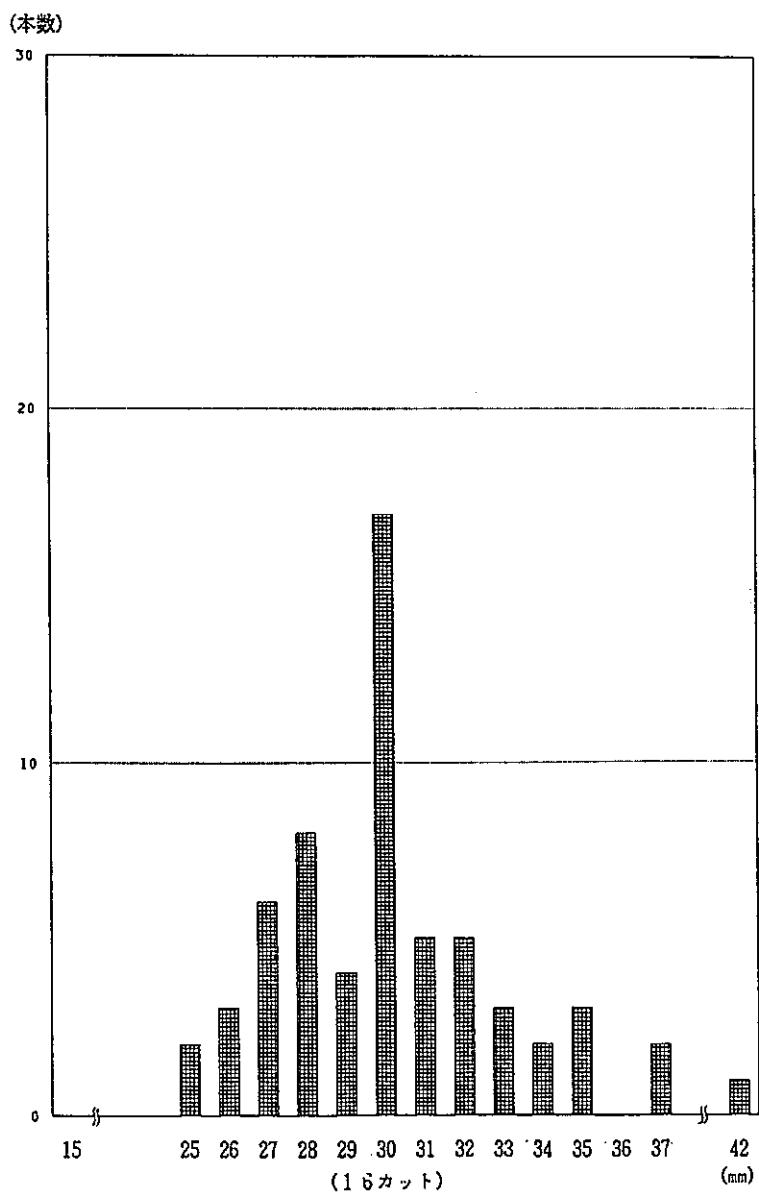
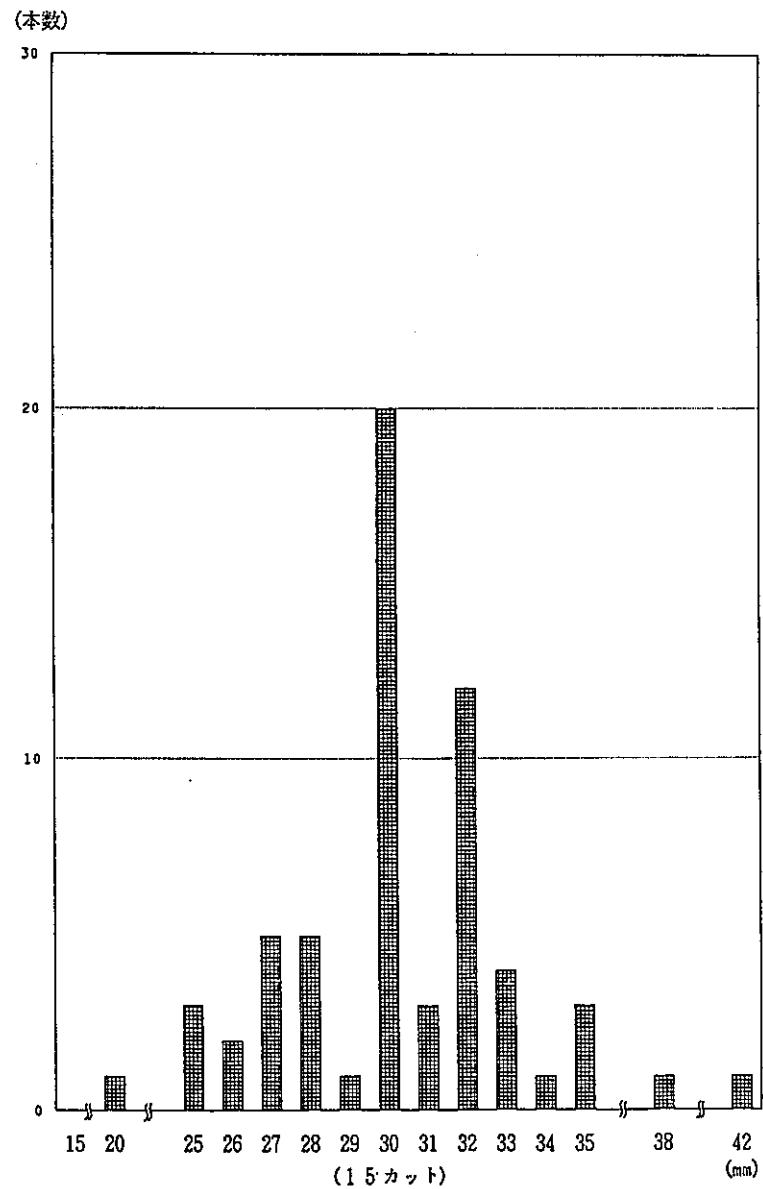
図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (12 / 57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表(13/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表(14/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (15/57)

図II-3-2 剪断片長さ分布表 (16/57)

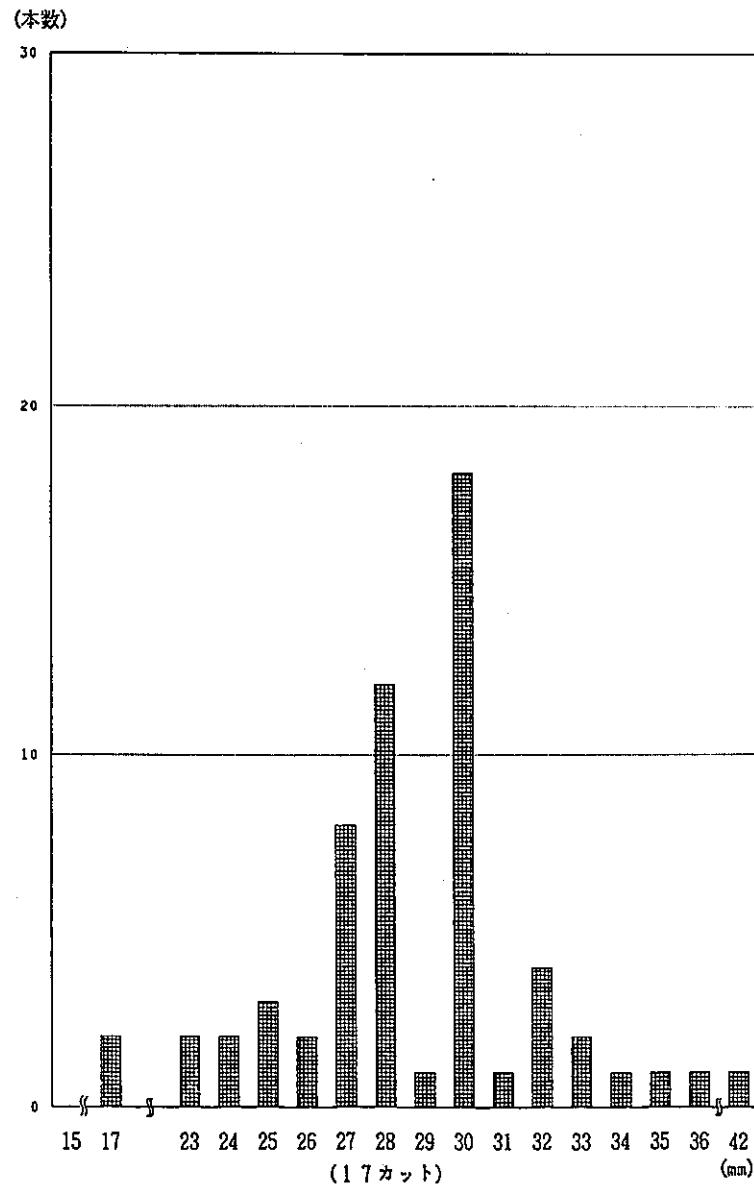


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (17 / 57)

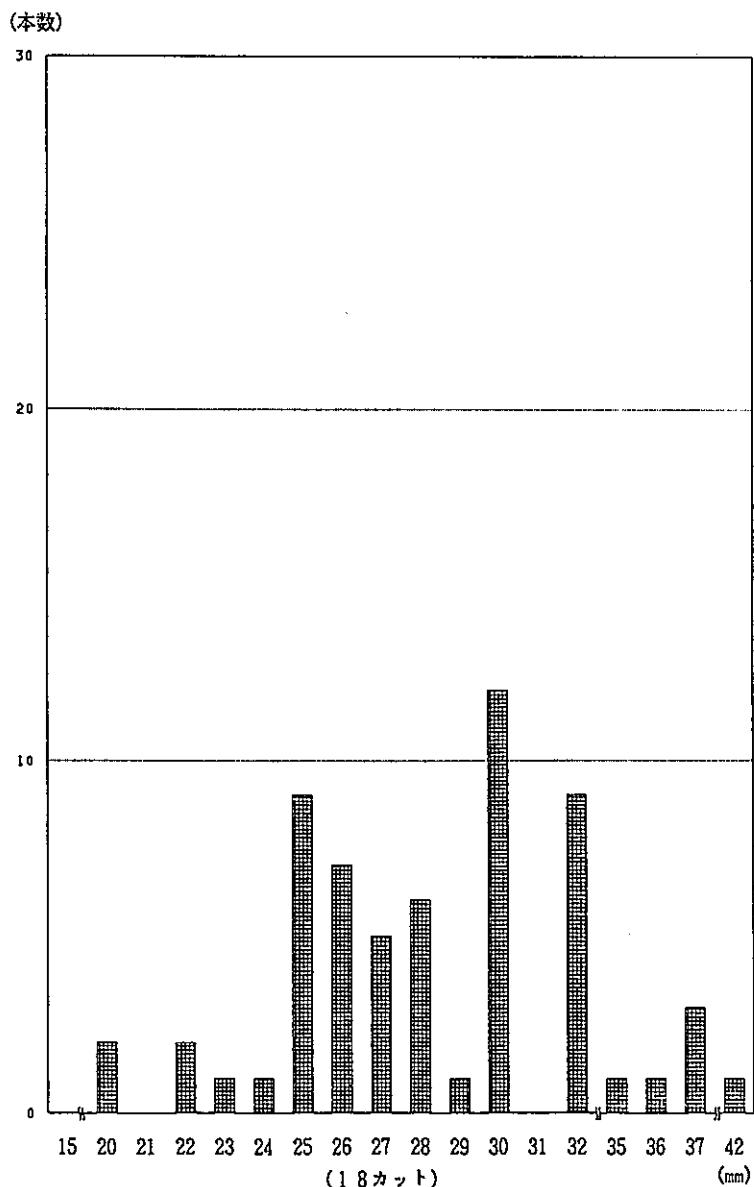


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (18 / 57)

- 70 -

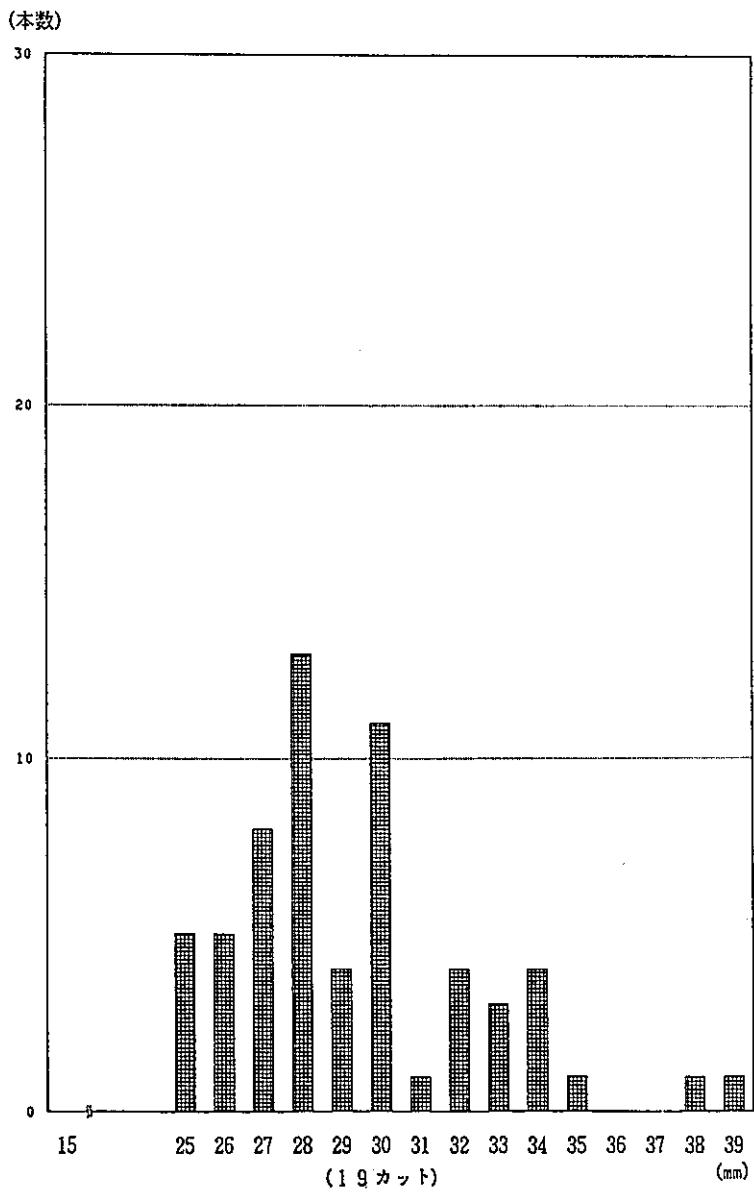


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (19 / 57)

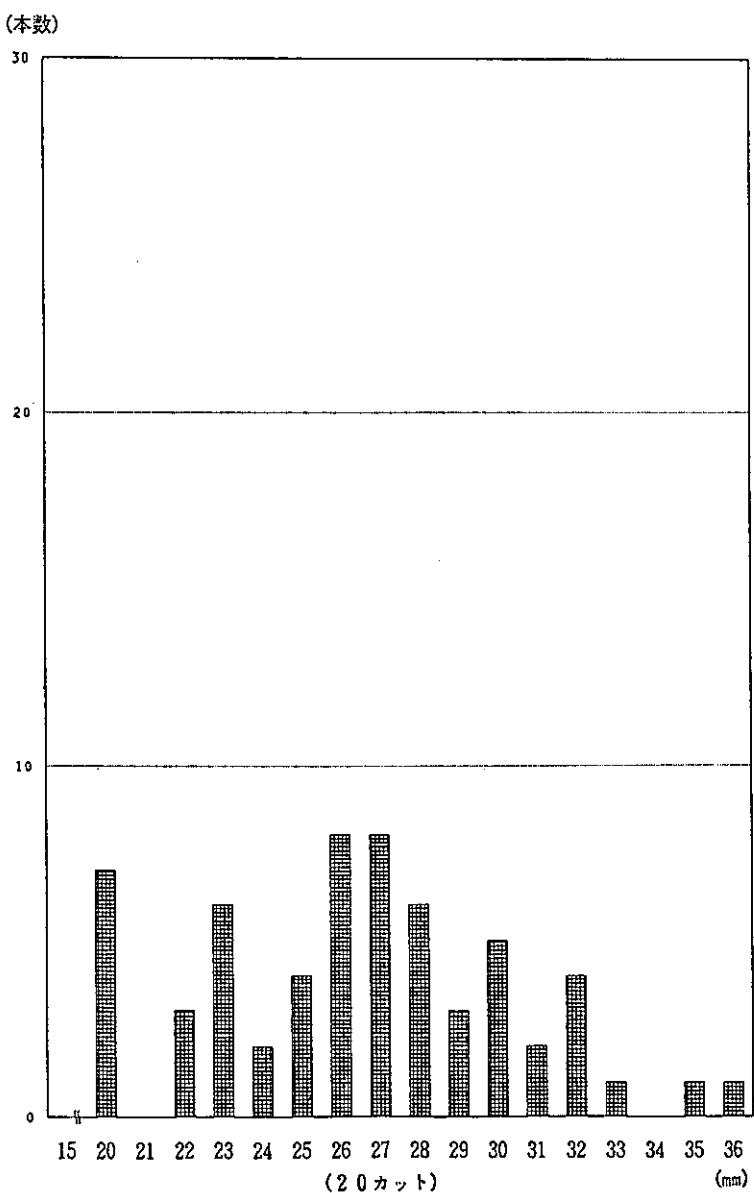
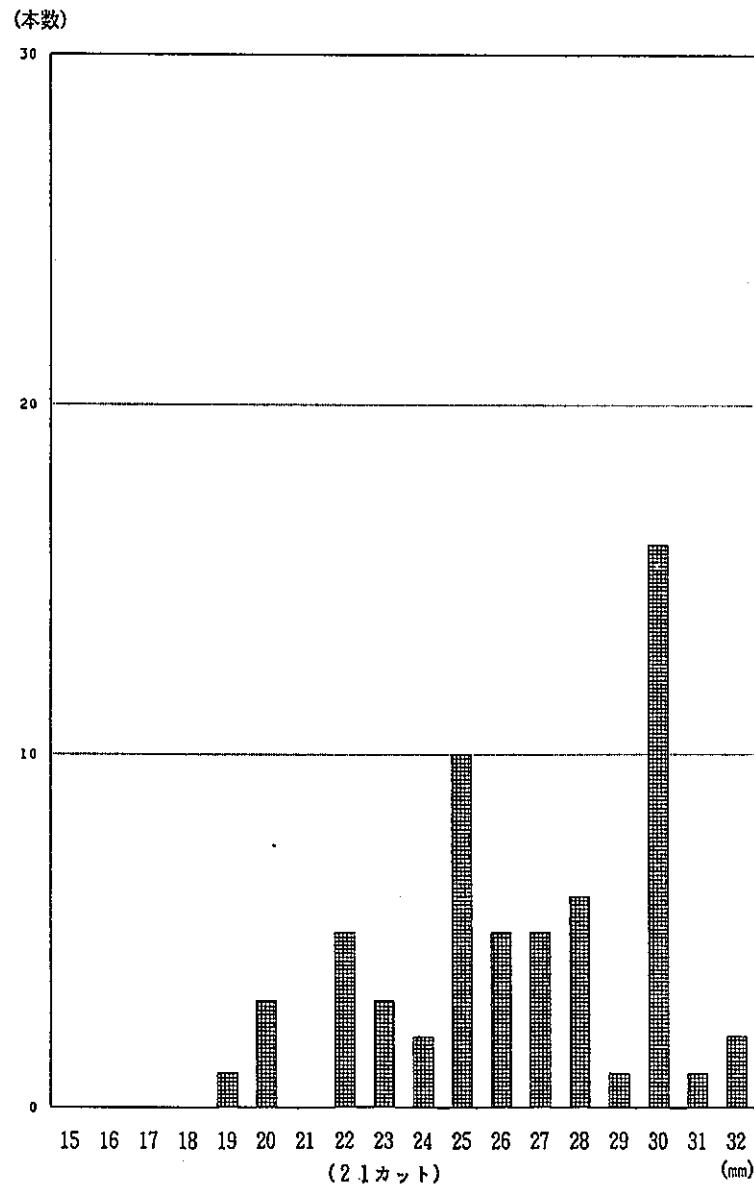
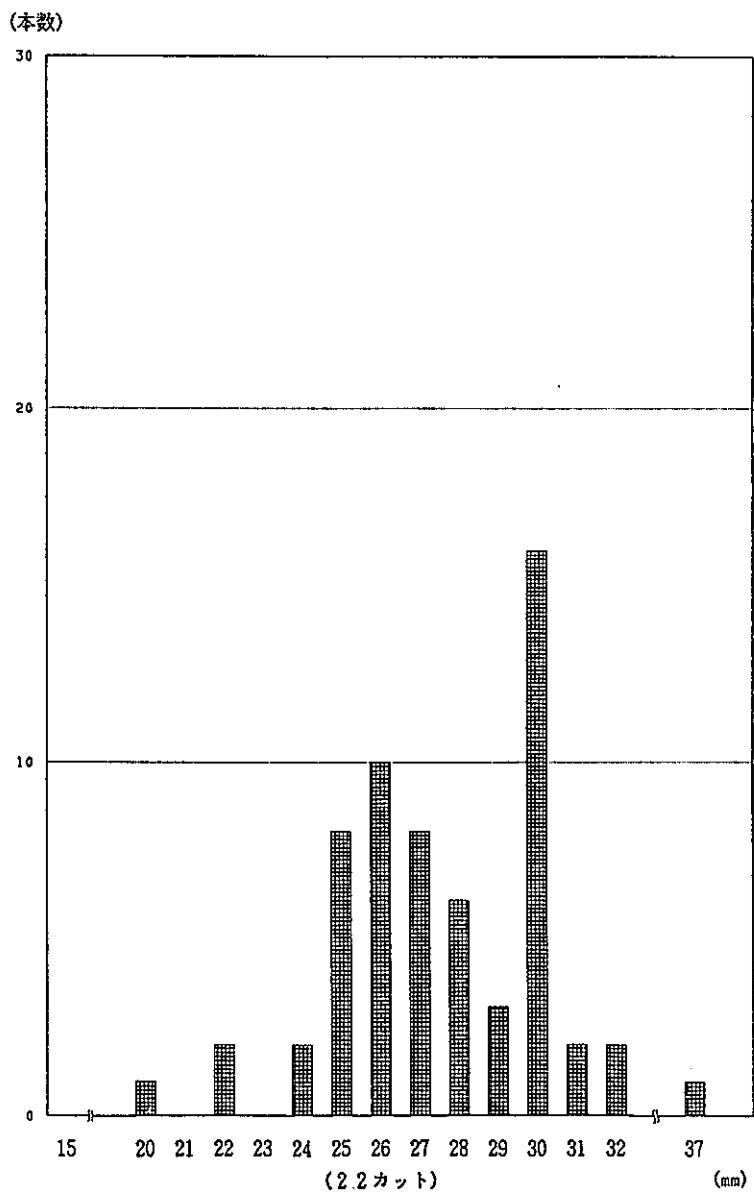


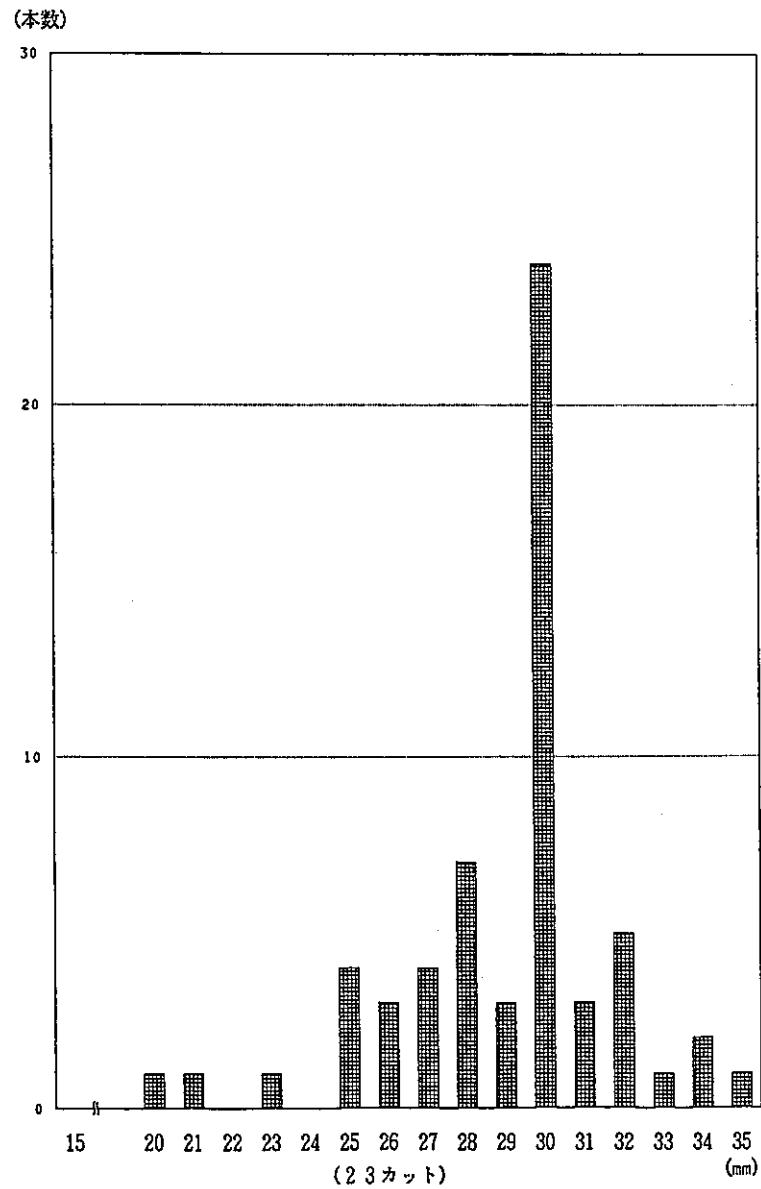
図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (20 / 57)



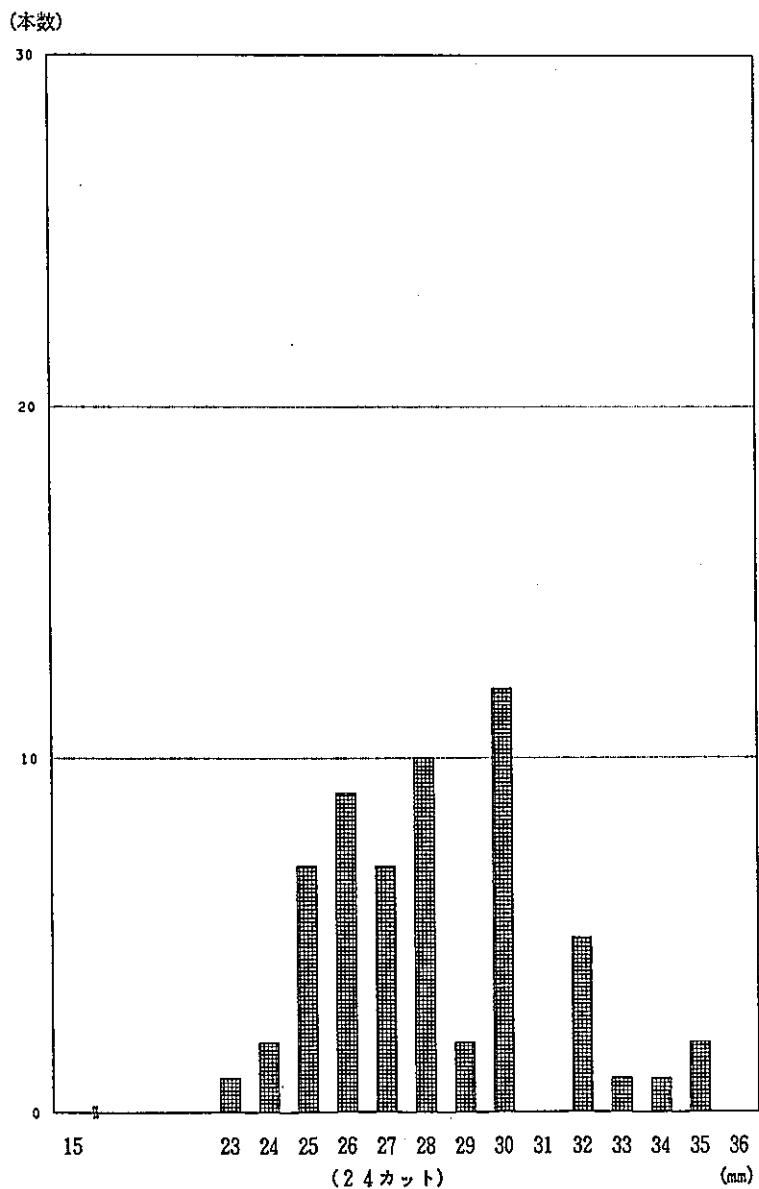
図II-3-2 剪断片長さ分布表 (21 / 57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (22 / 57)

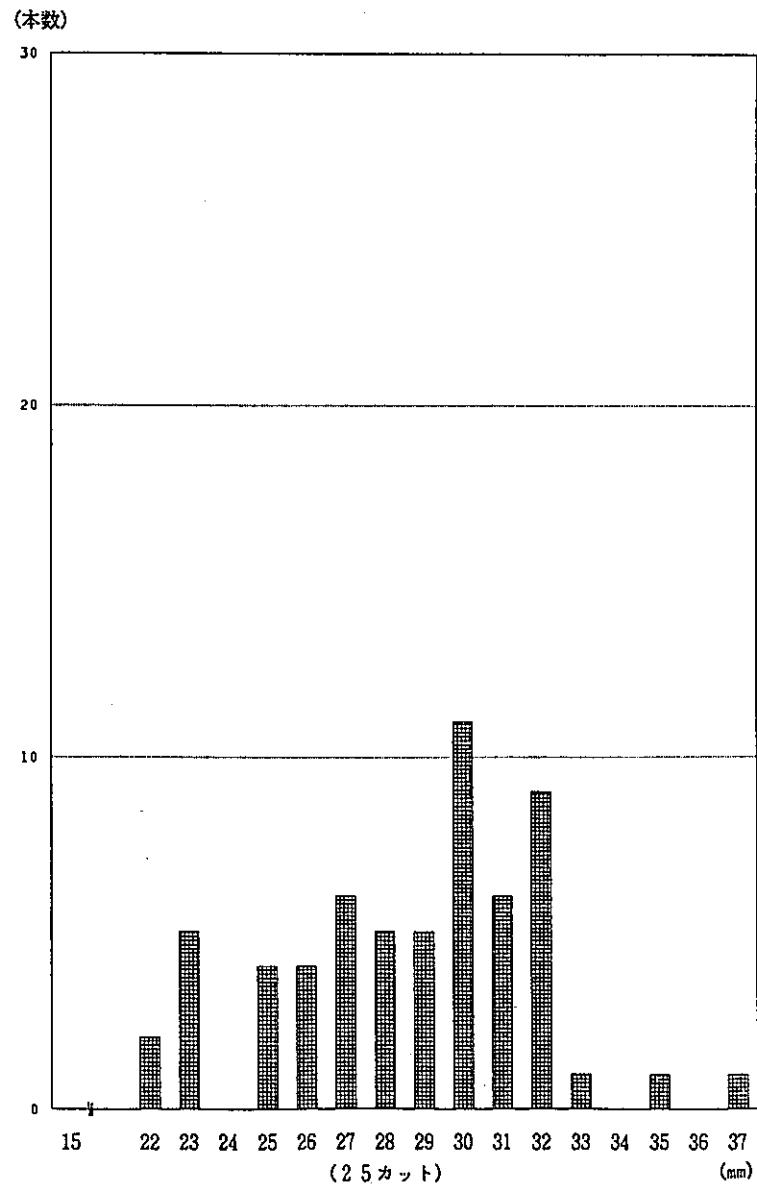


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (23 / 57)

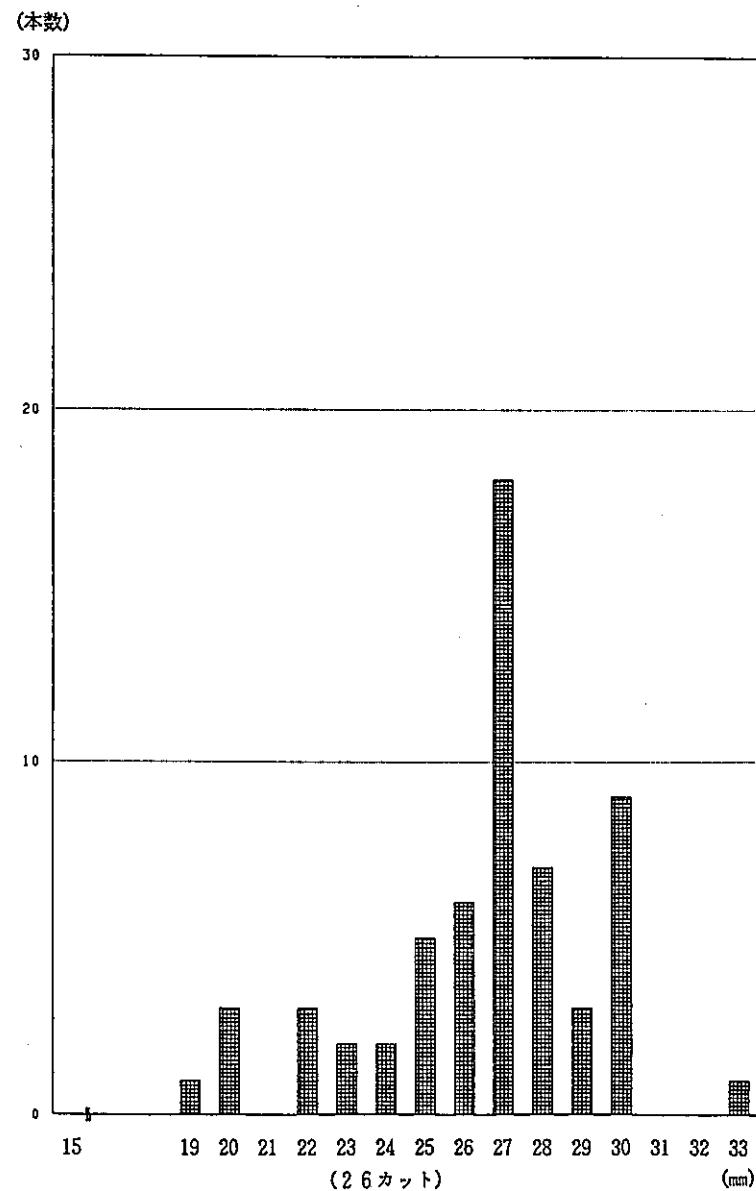


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (24 / 57)

- 73 -

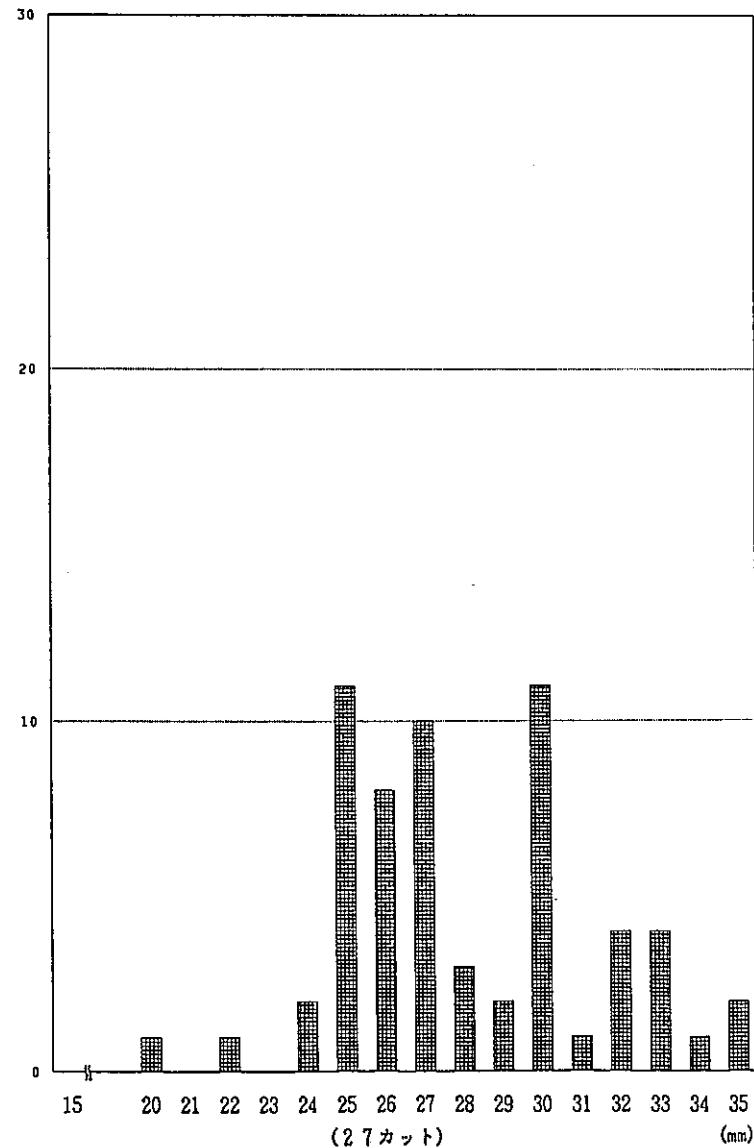


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (25 / 57)

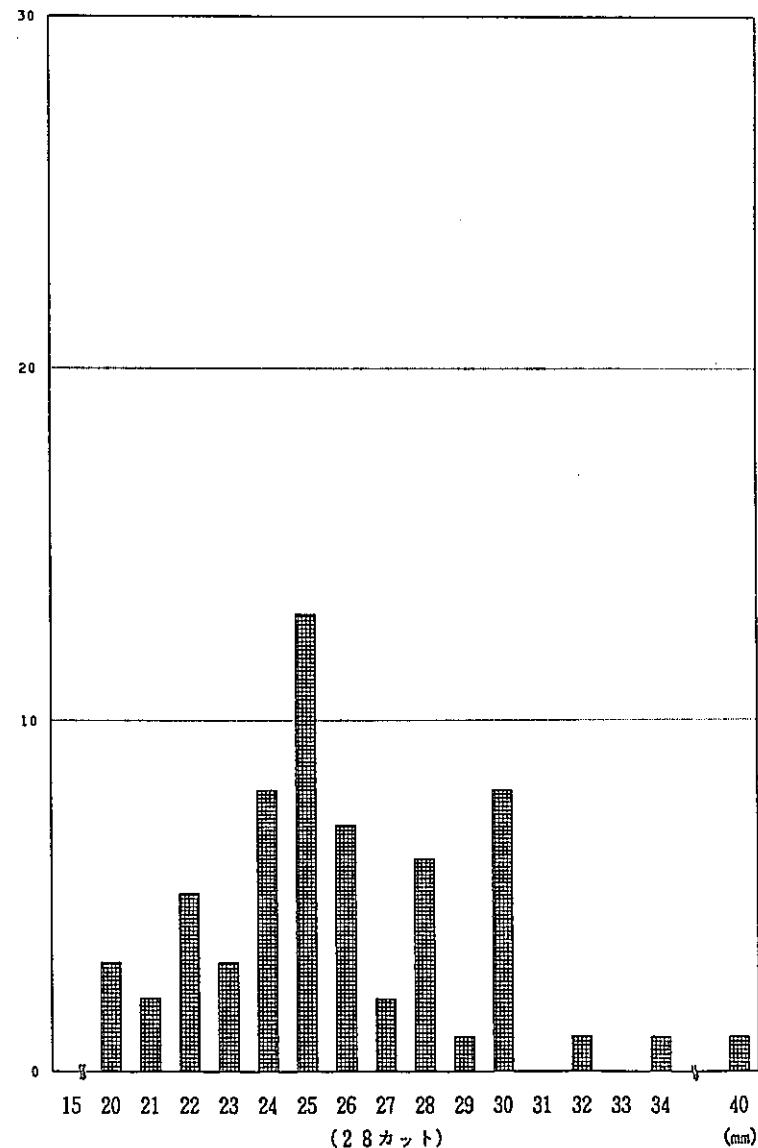


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (26 / 57)

(本数)



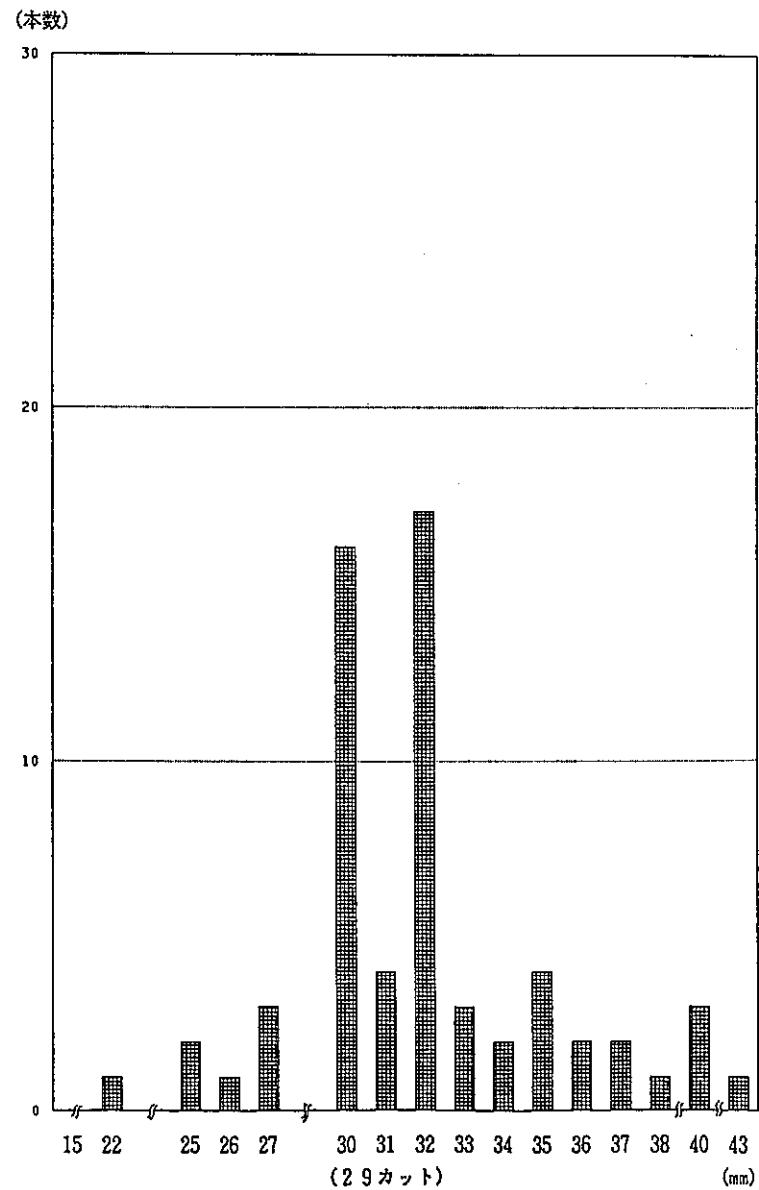
(本数)



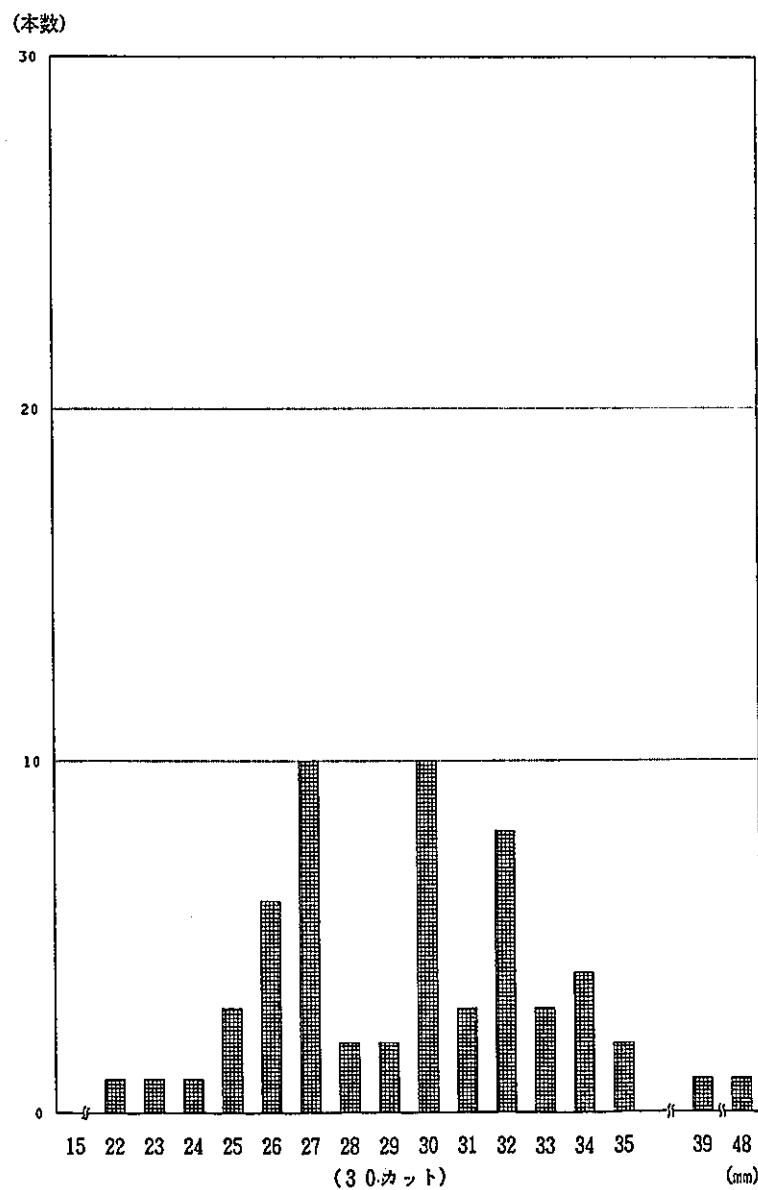
図II-3-2 剪断片長さ分布表(27/57)

図II-3-2 剪断片長さ分布表(28/57)

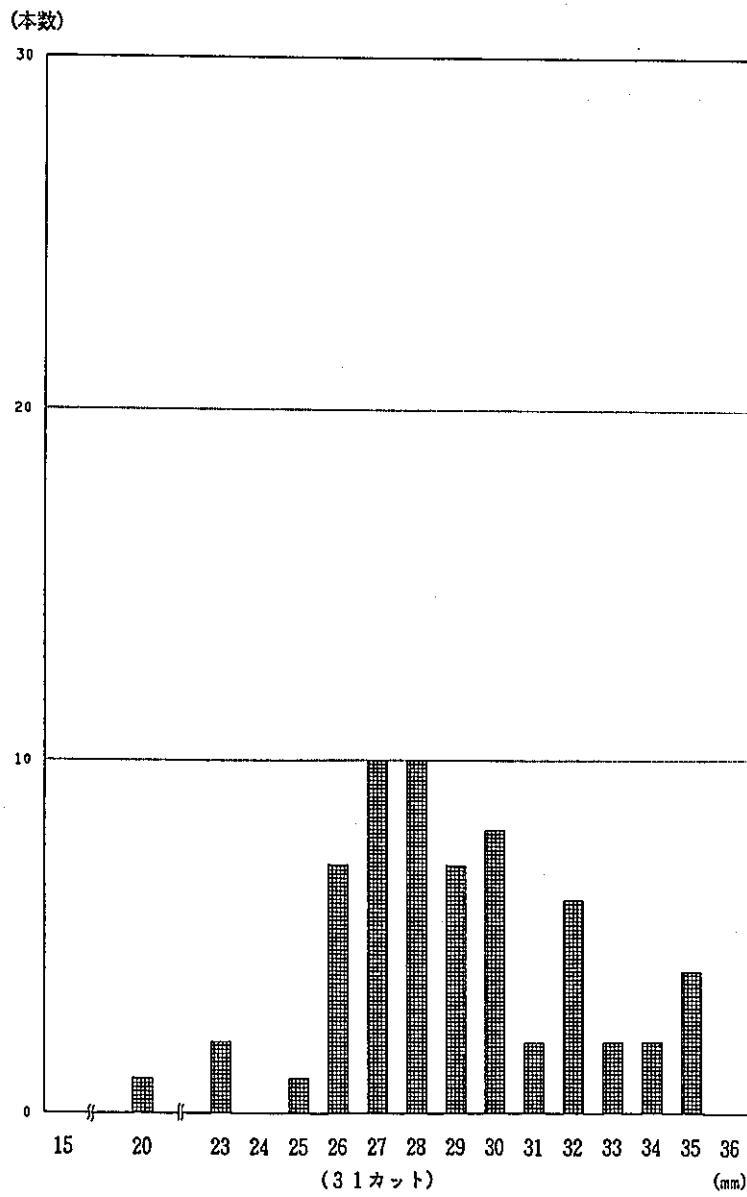
- 75 -



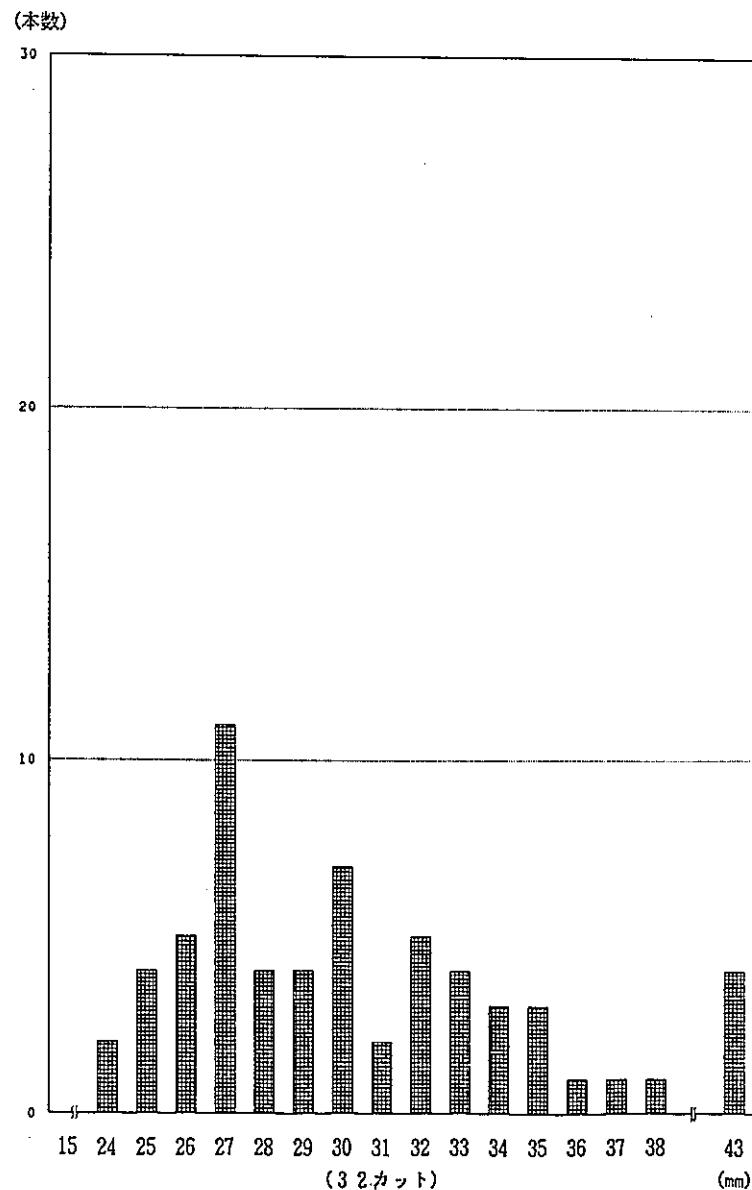
図II-3-2 剪断片長さ分布表 (29/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (30/57)

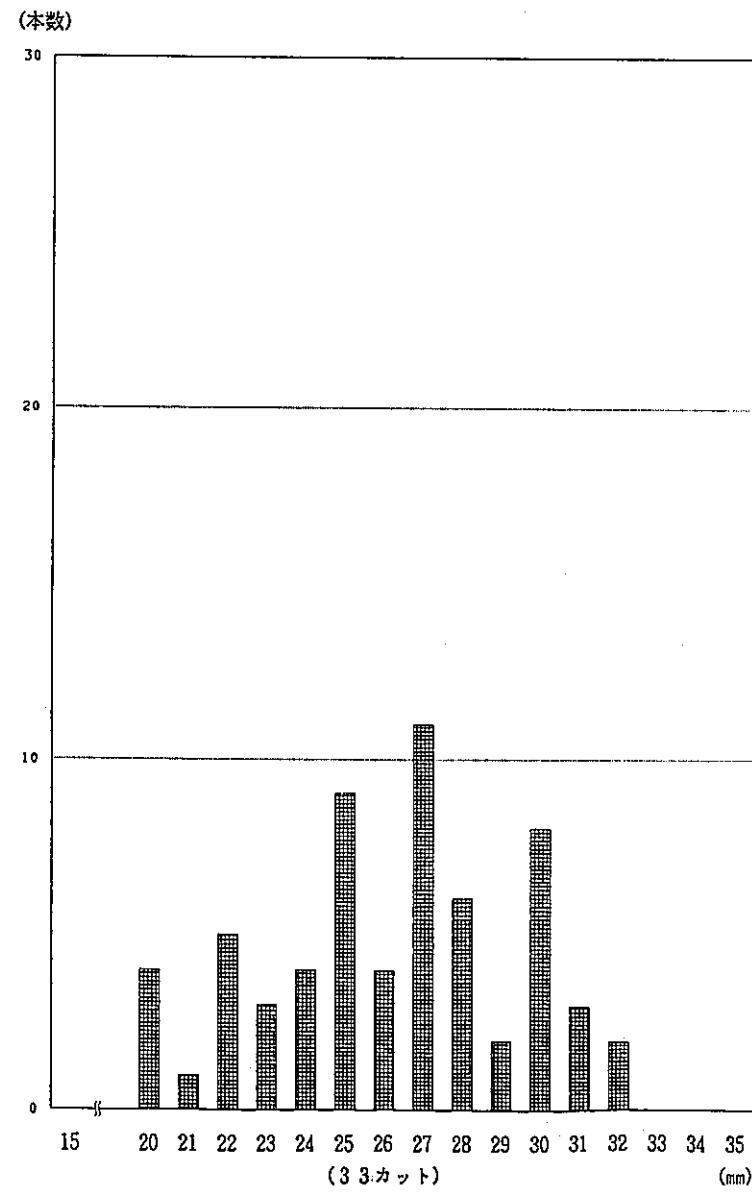


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (31/57)

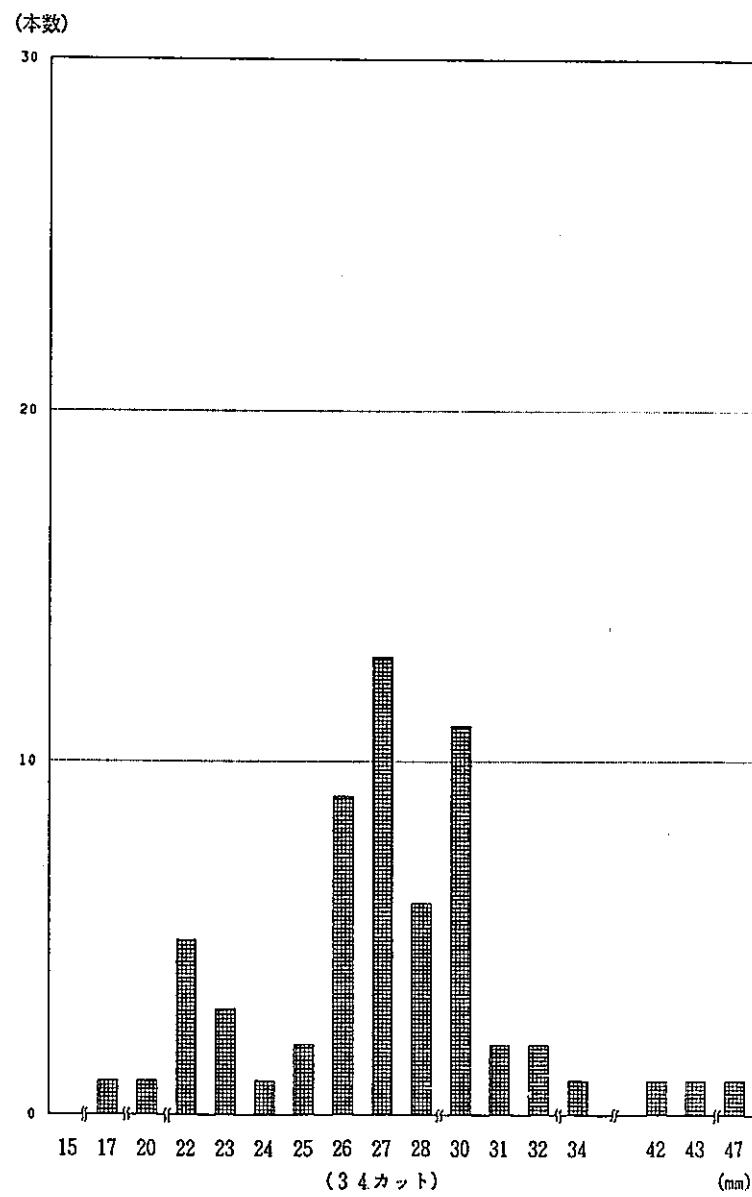


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (32/57)

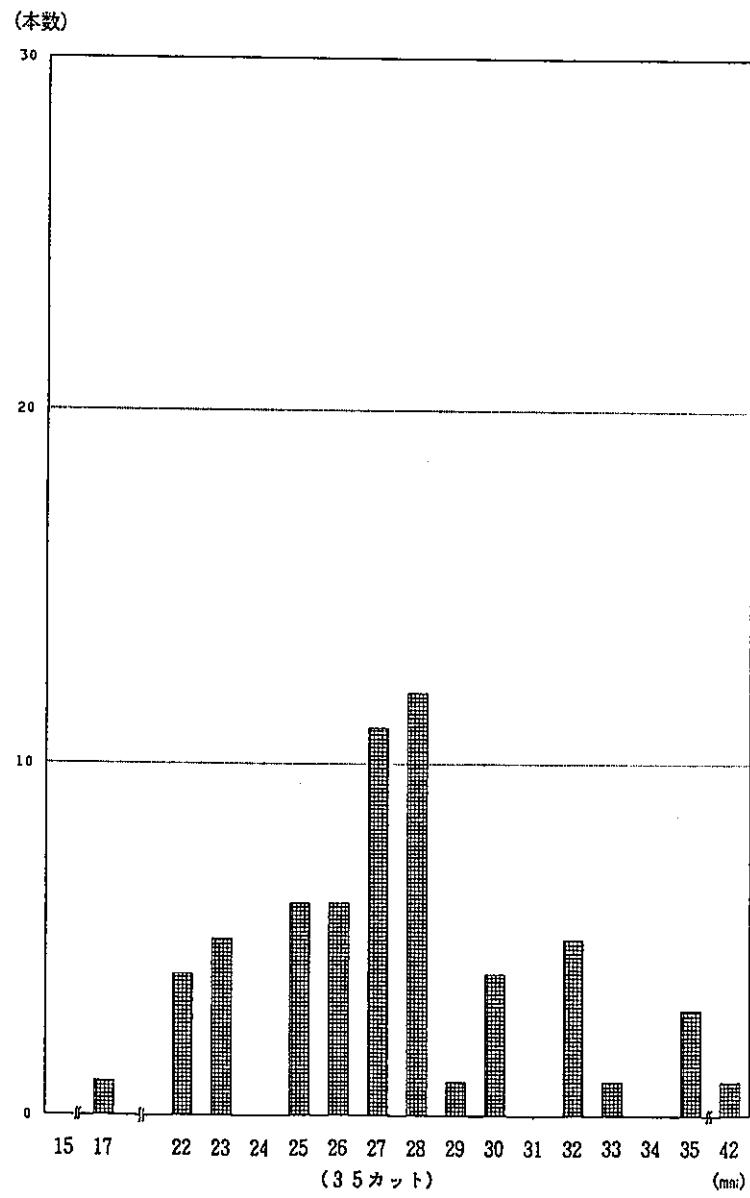
- 77 -



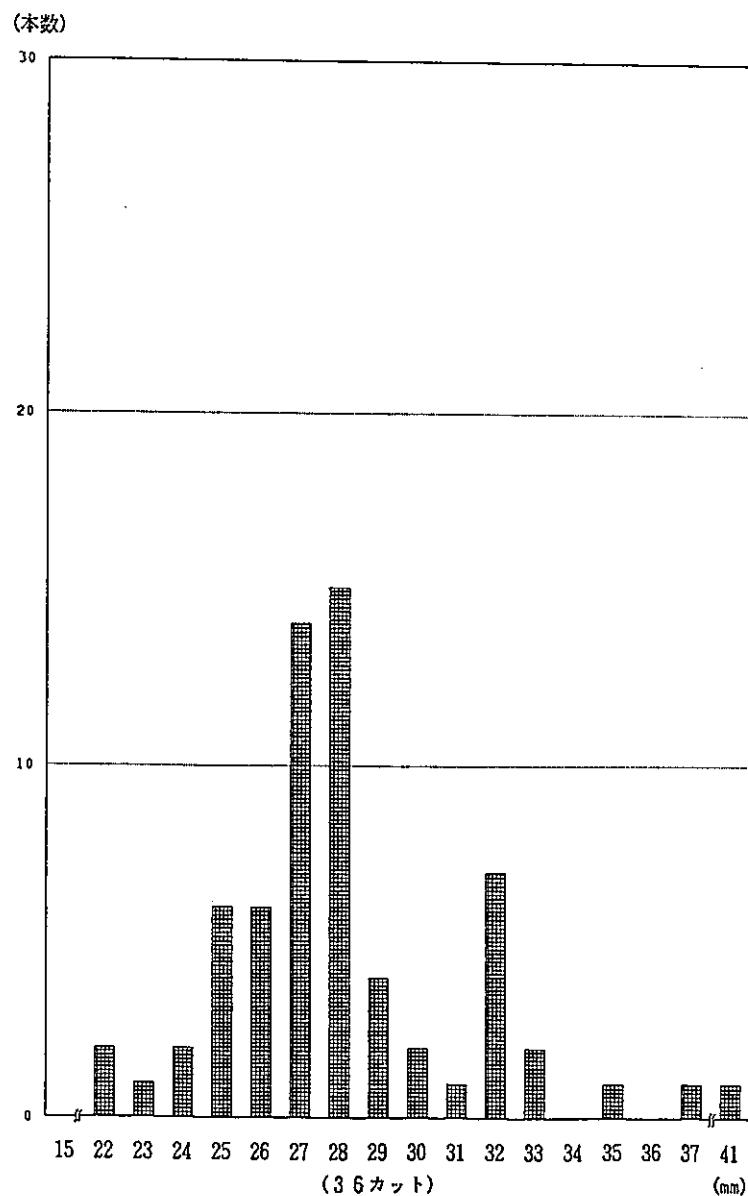
図II-3-2 剪断片長さ分布表 (33/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (34/57)

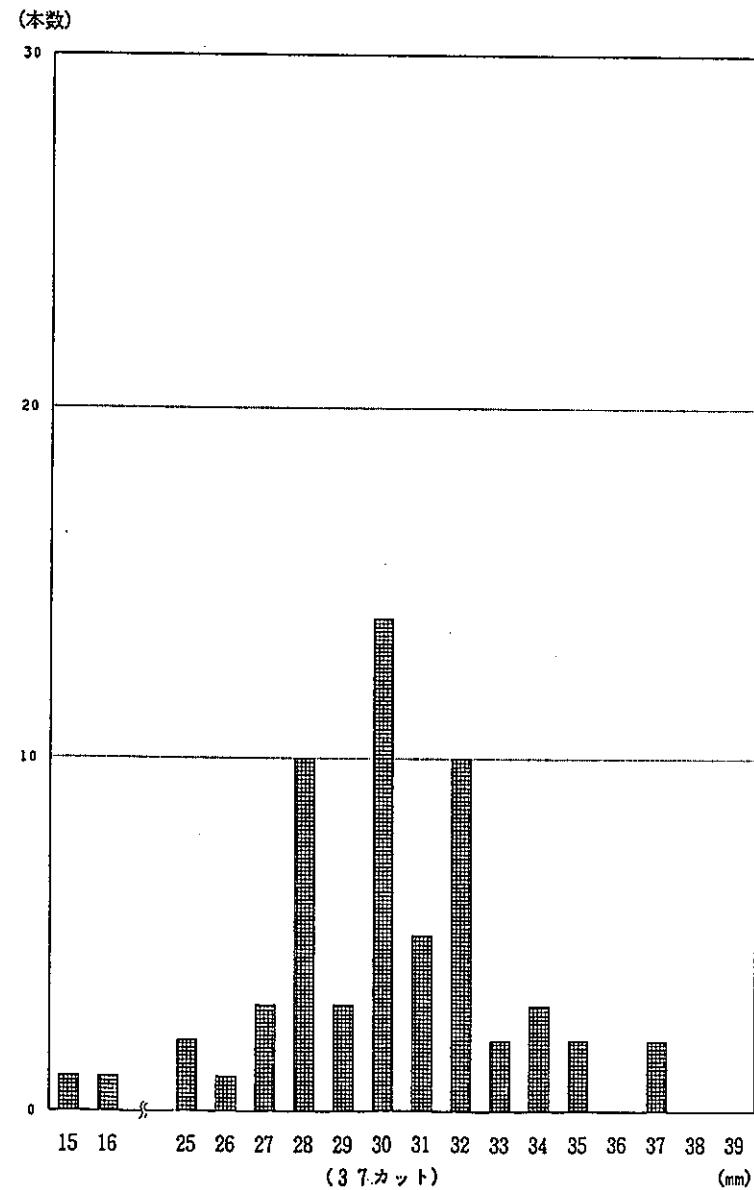


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (35/57)

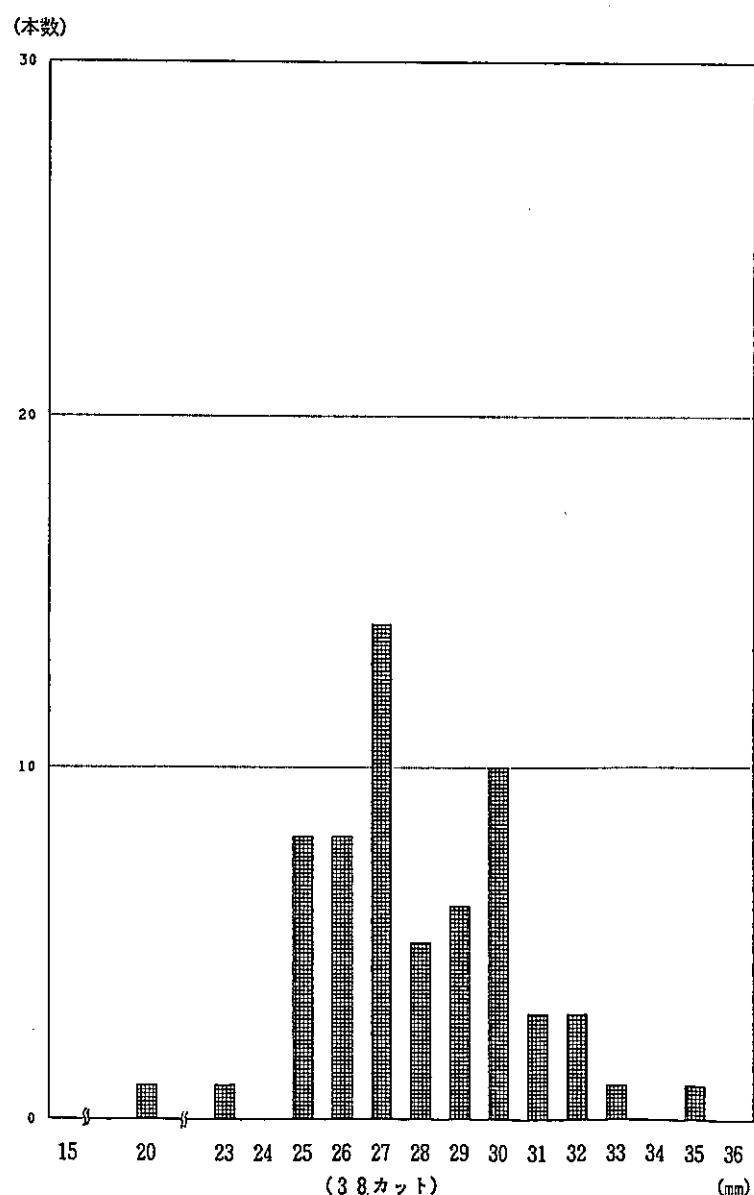


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (36/57)

- 79 -

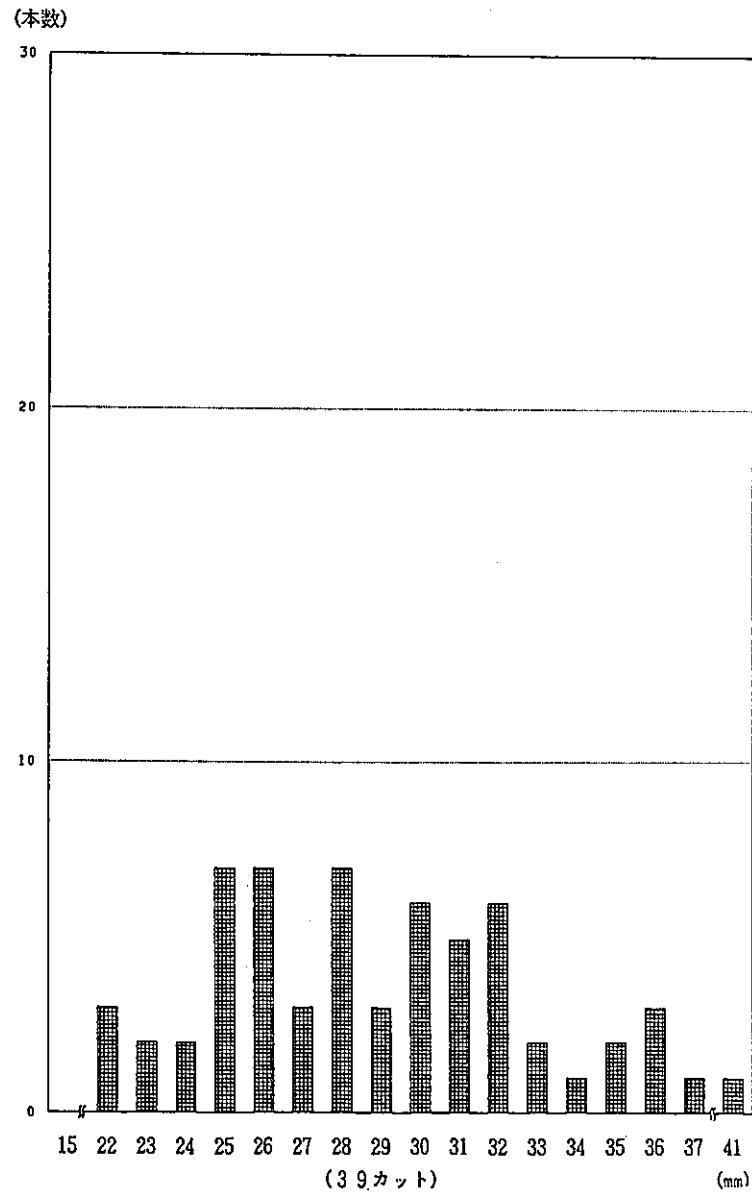


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (37 / 57)

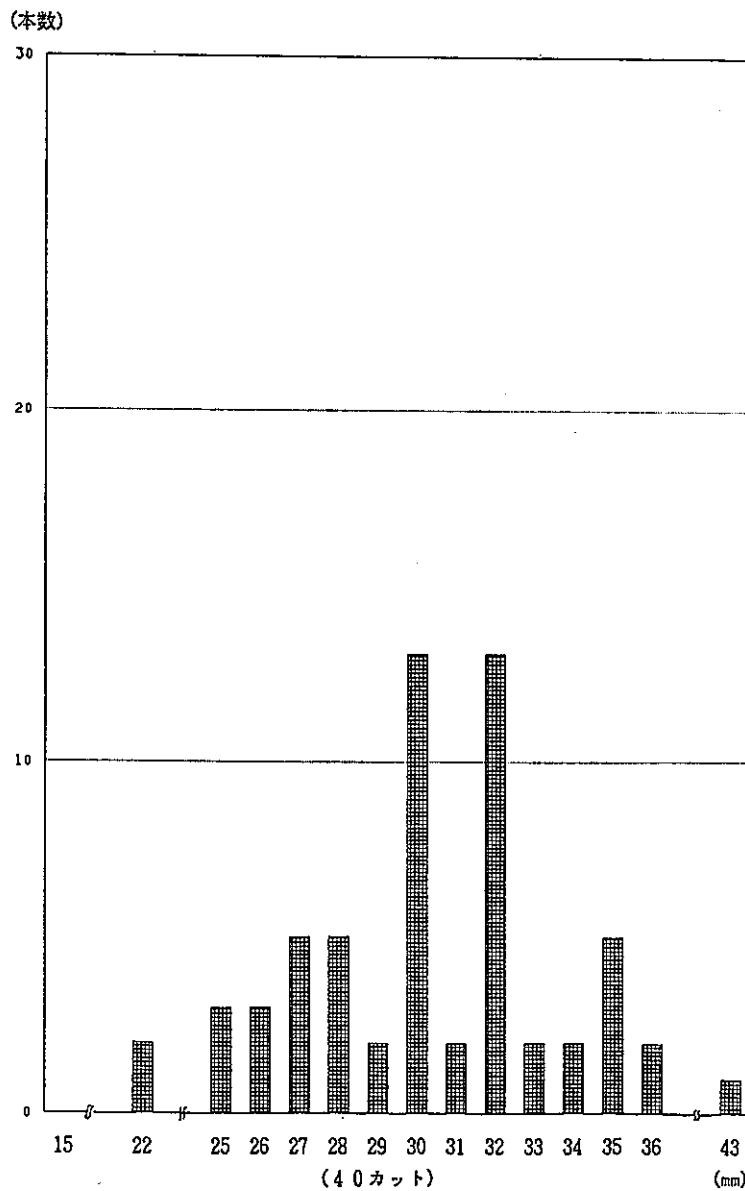


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (38 / 57)

- 80 -



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (39/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (40/57)

- 81 -

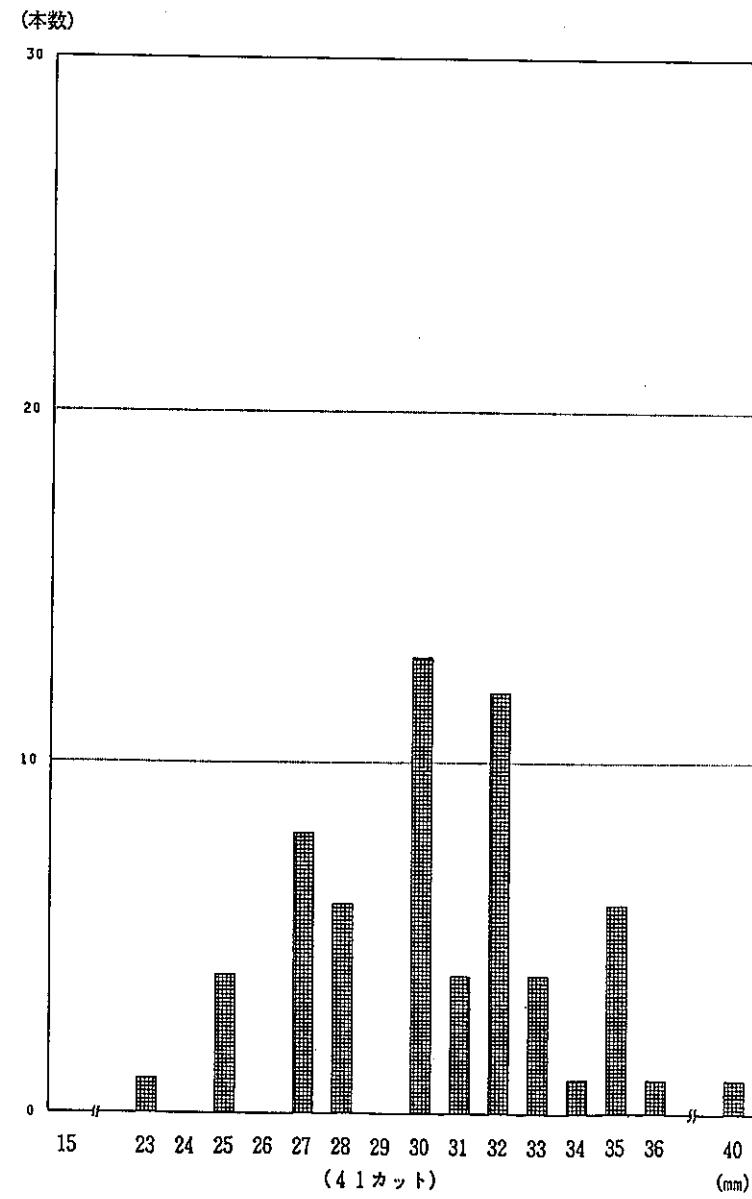


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (41 / 57)

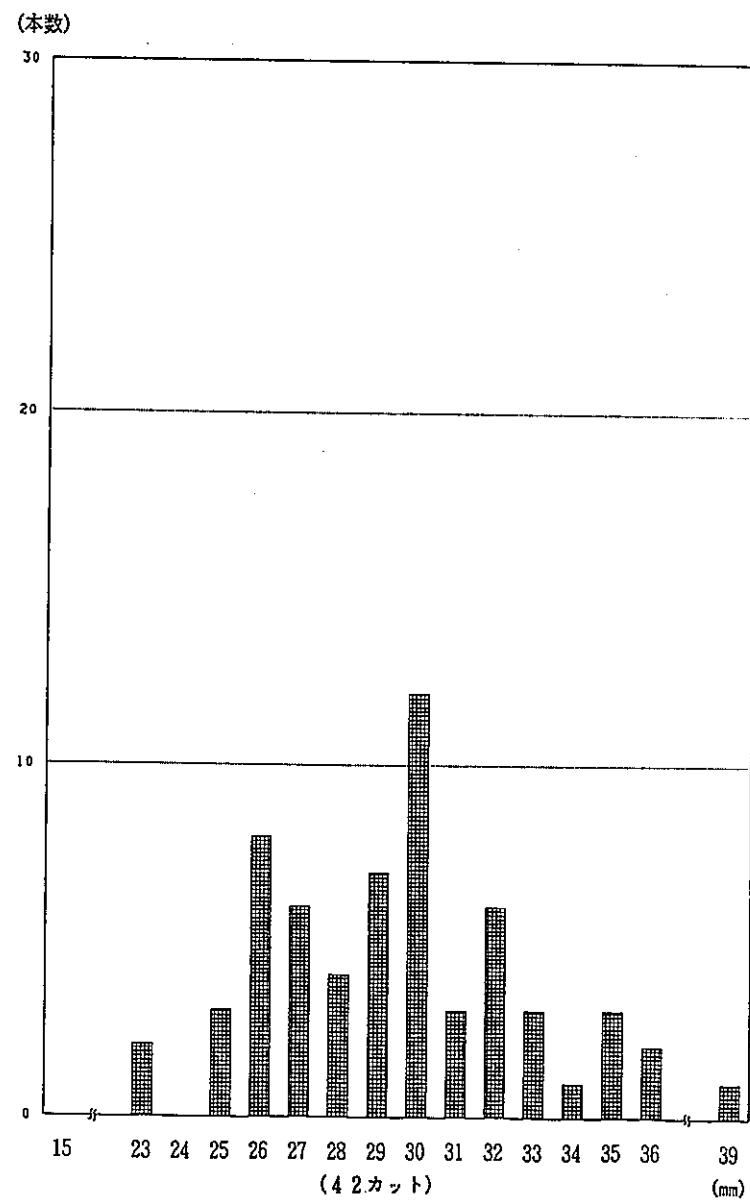
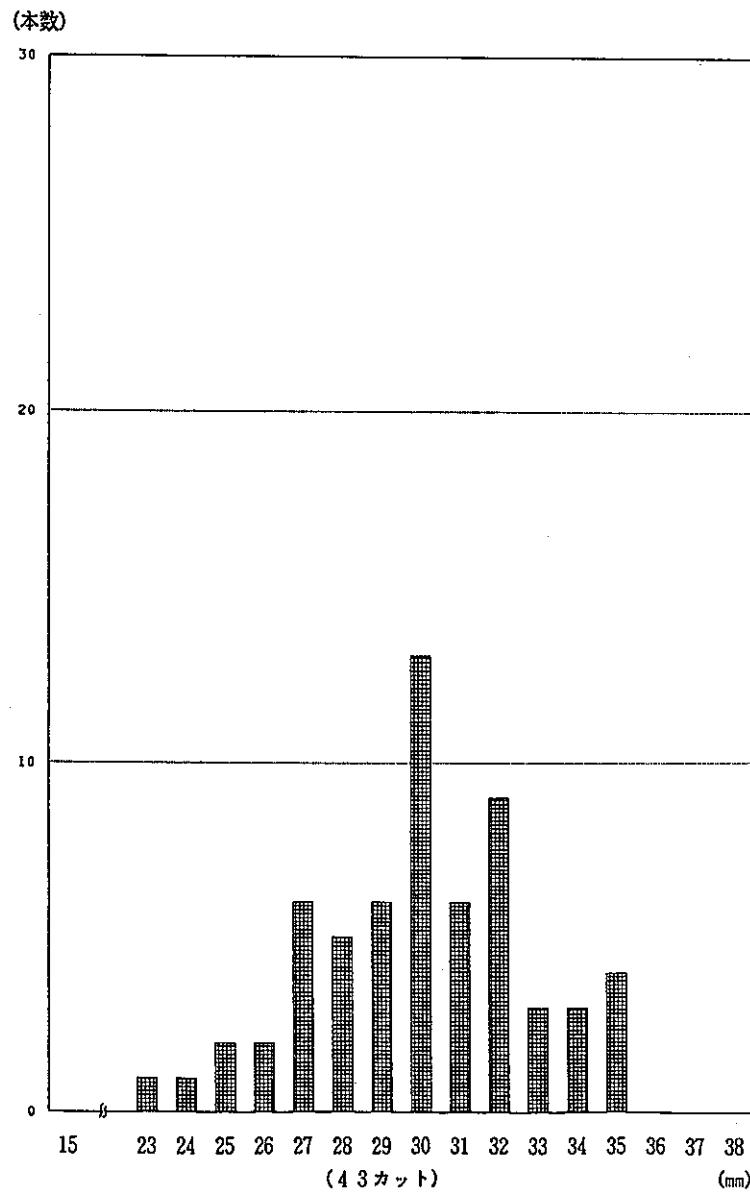
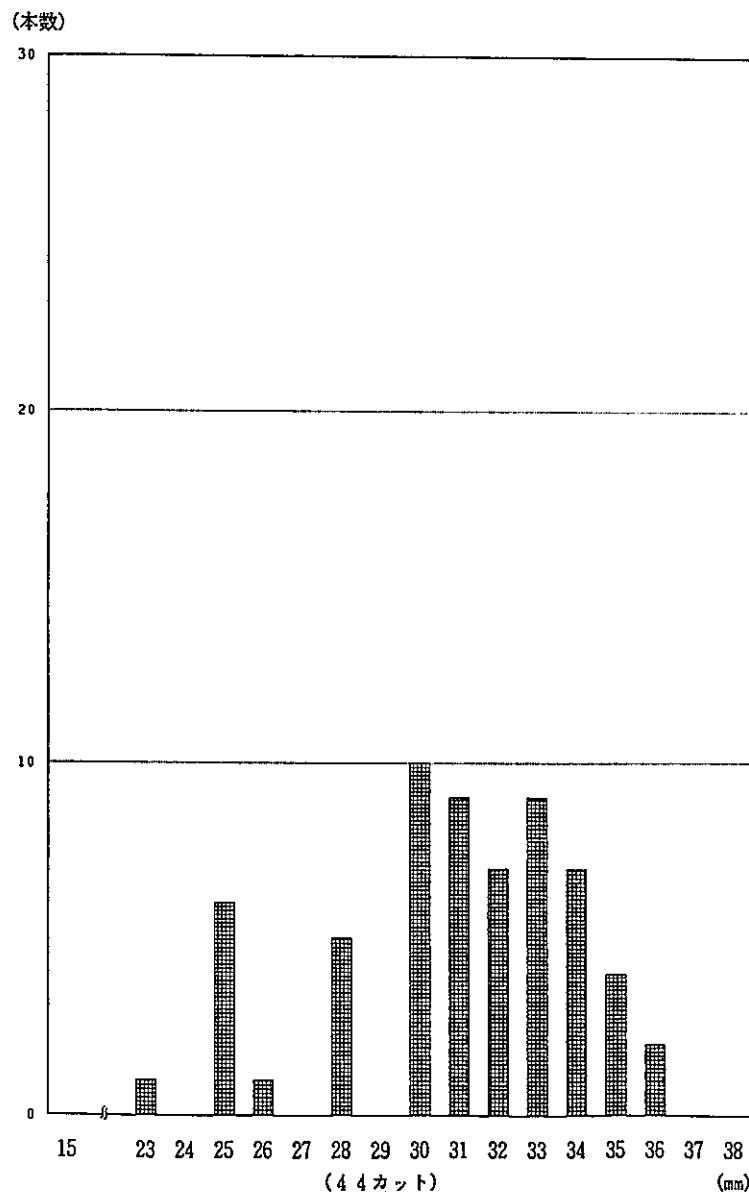


図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (42 / 57)

- 82 -

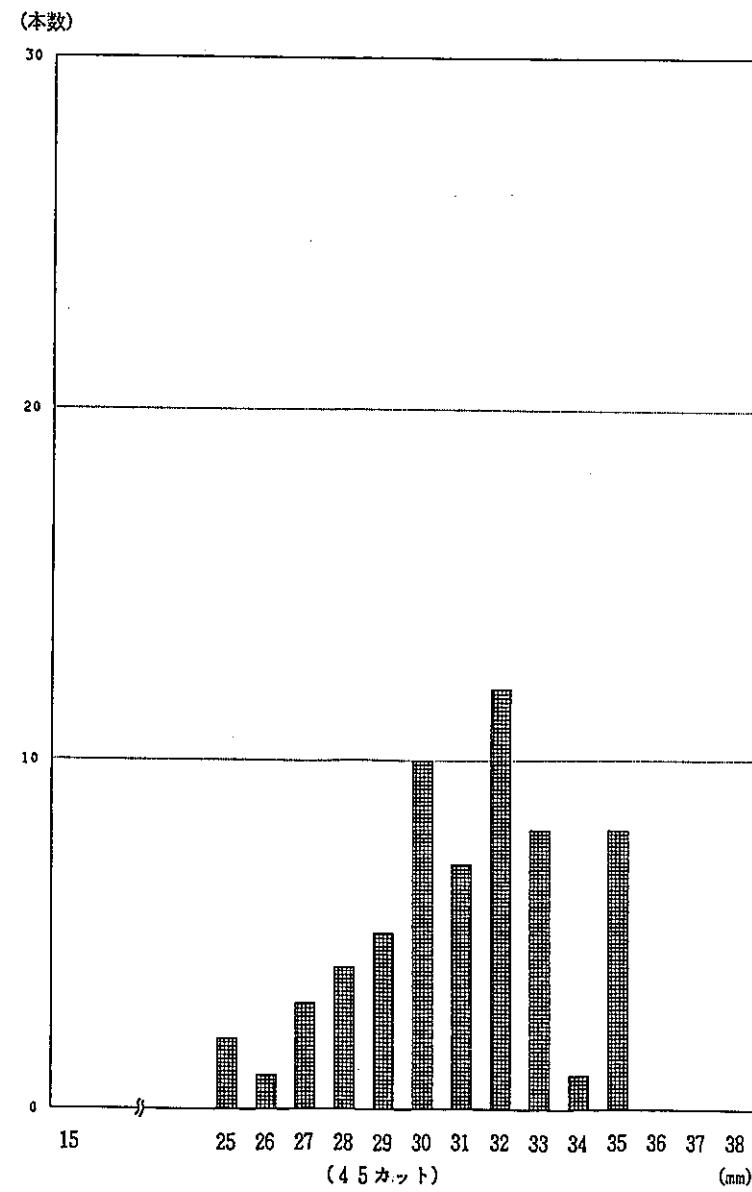


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (43/57)

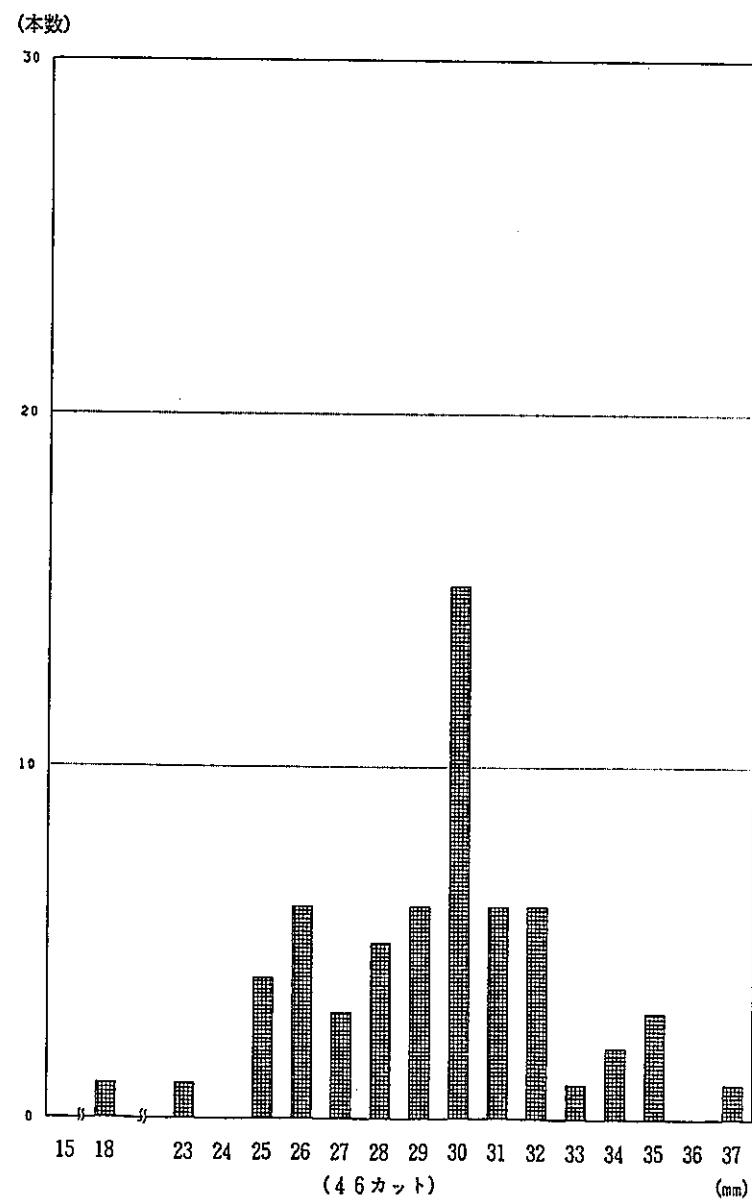


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (44/57)

— 38 —

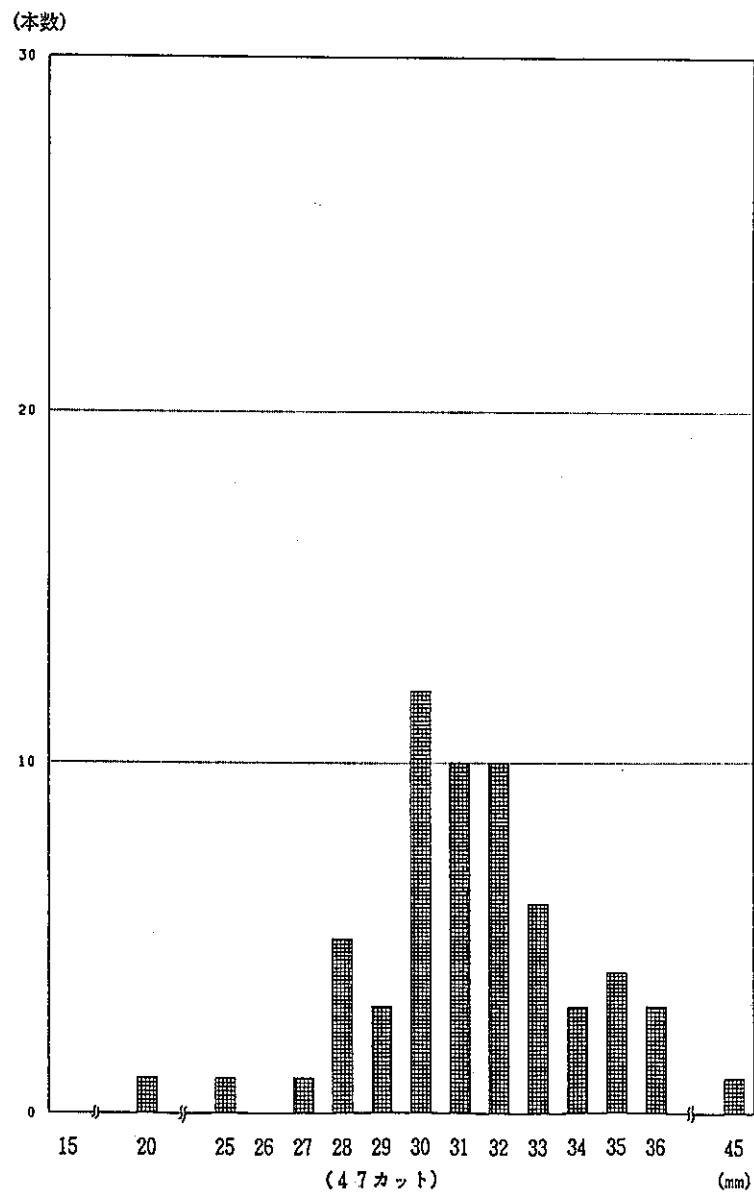


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (45/57)

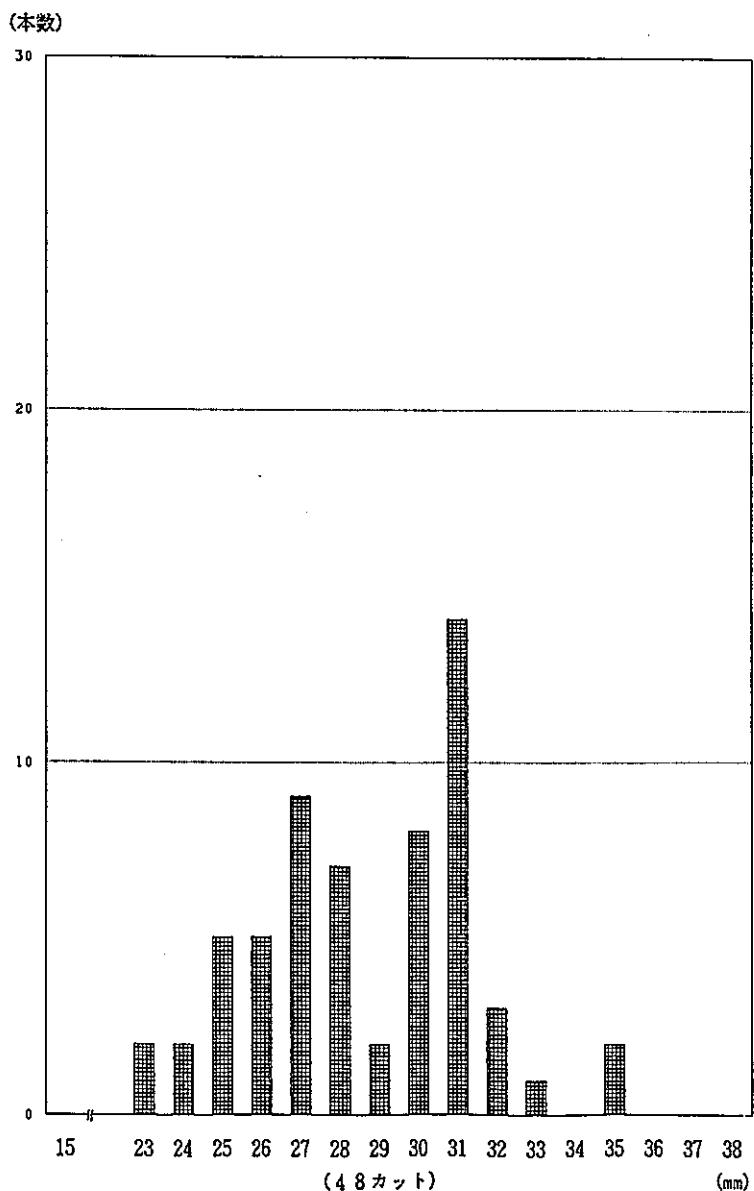


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (46/57)

- 84 -

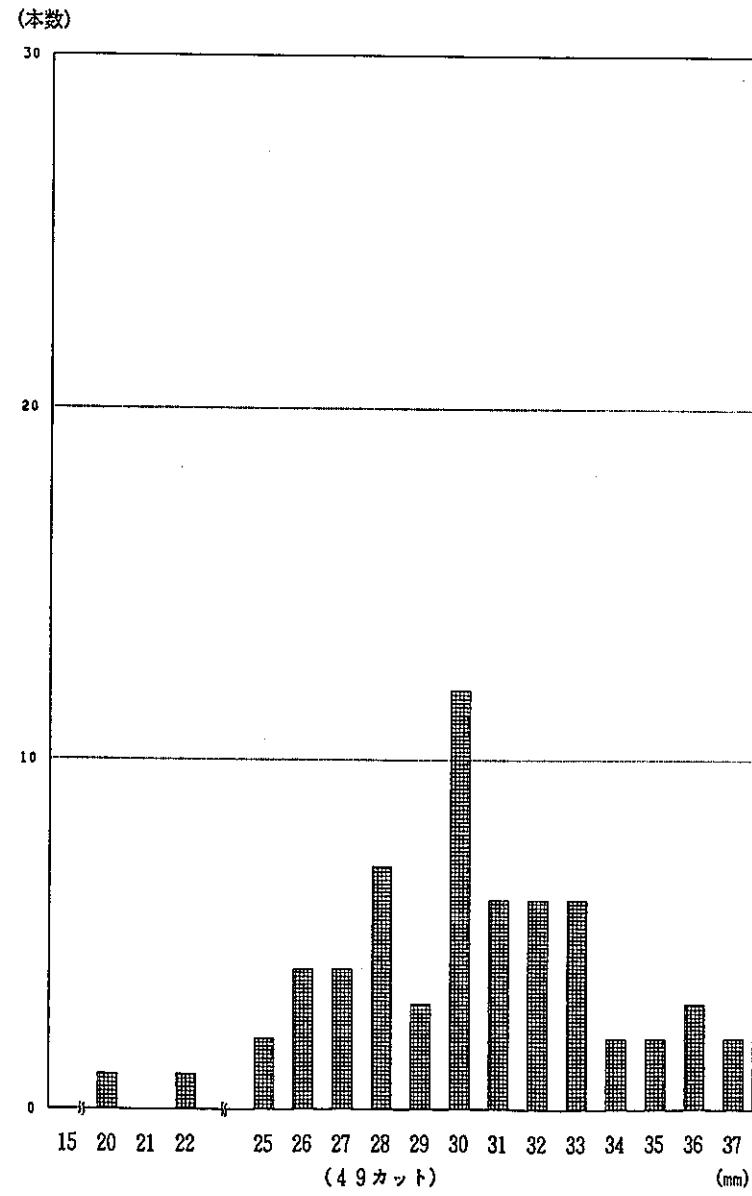


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (47/57)

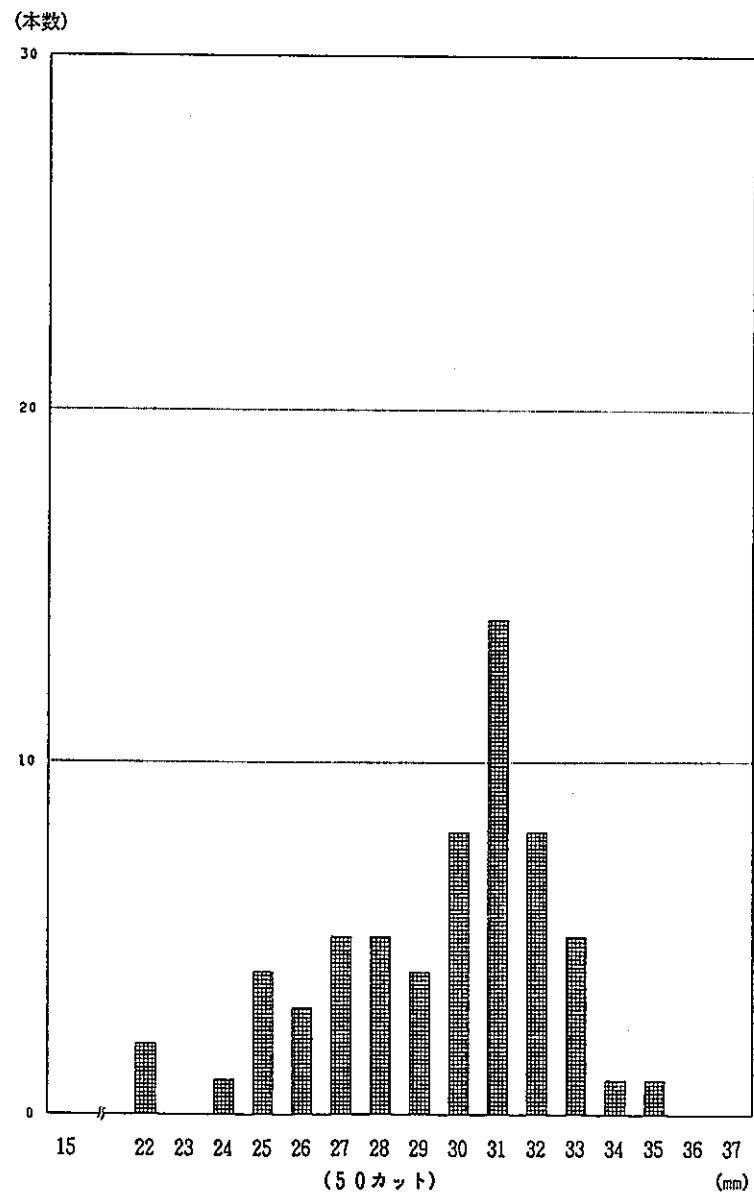


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (48/57)

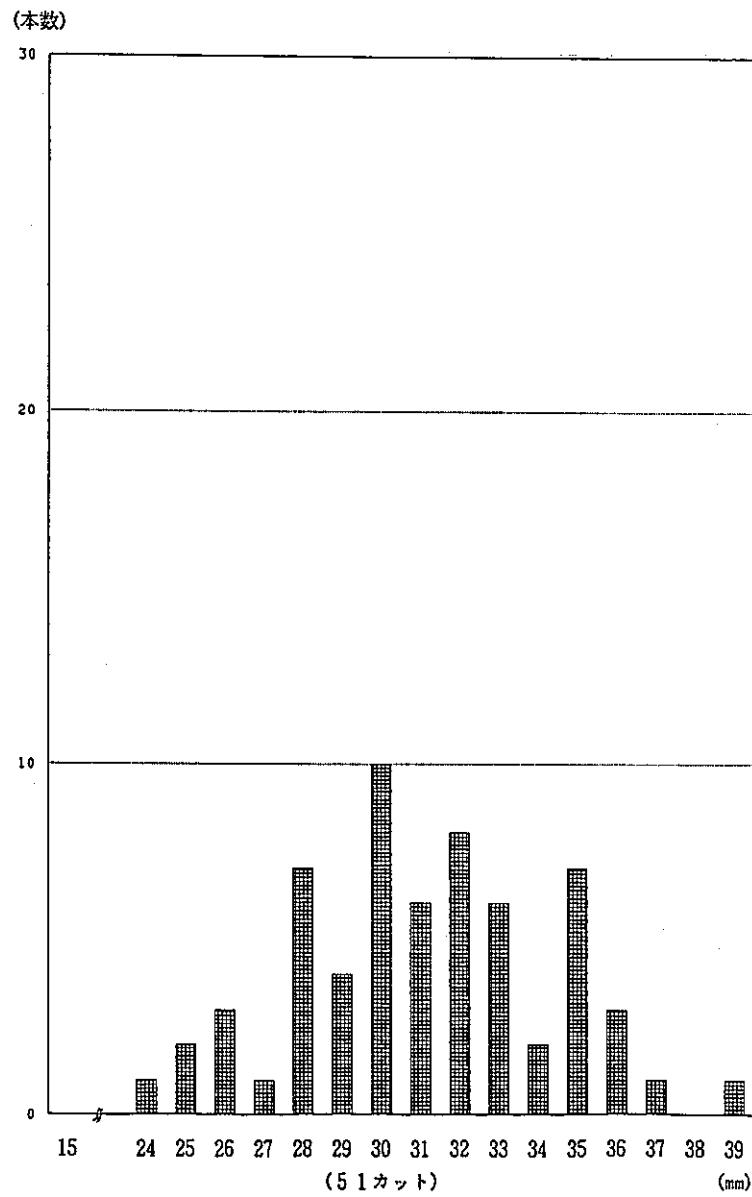
- 85 -



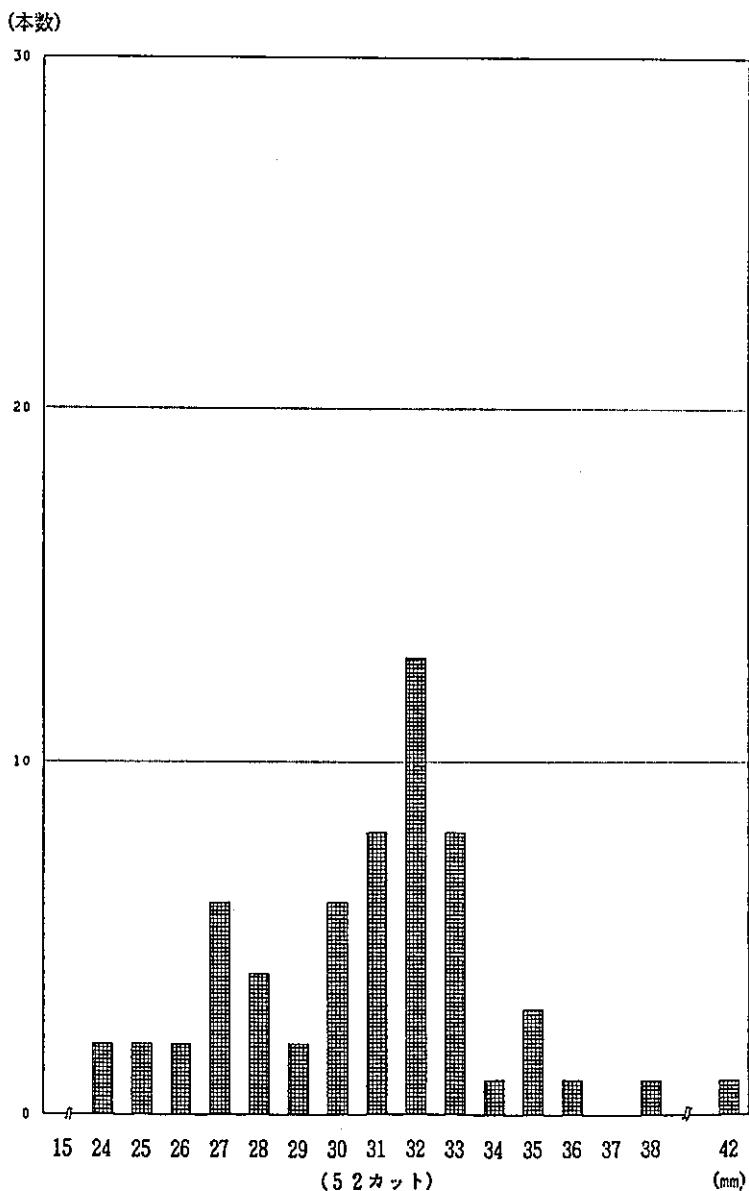
図II-3-2 剪断片長さ分布表 (49/57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (50/57)

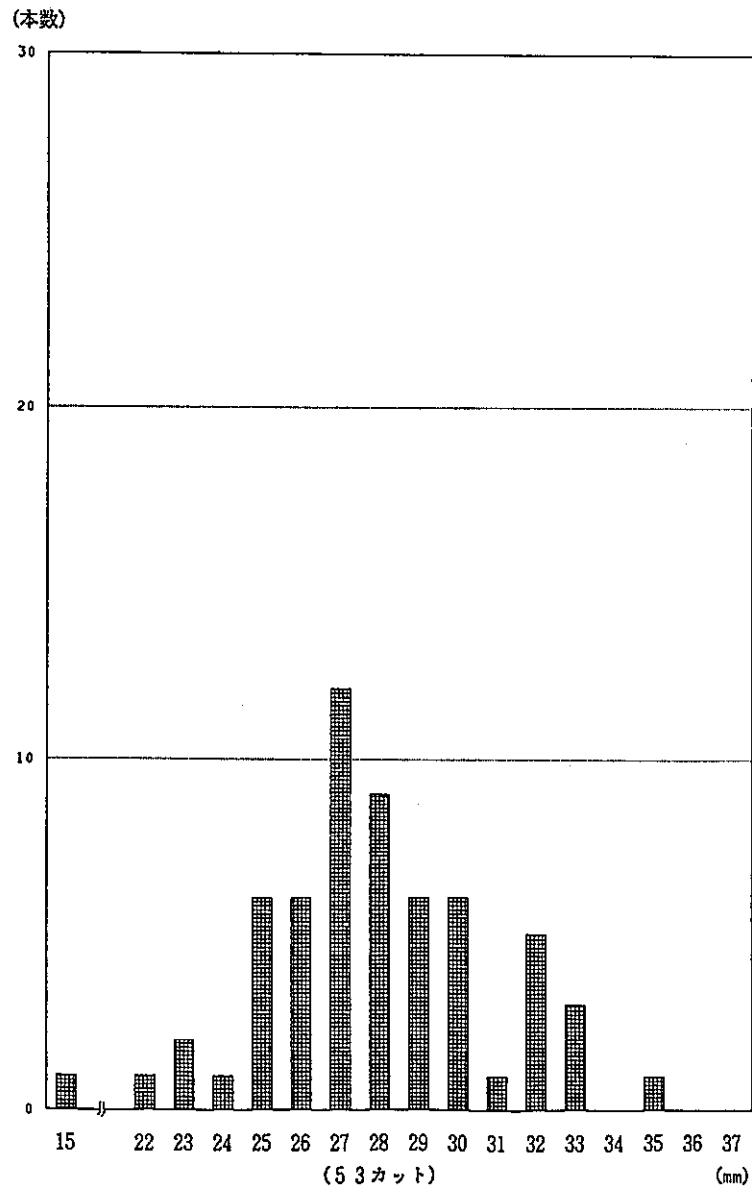


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (51/57)

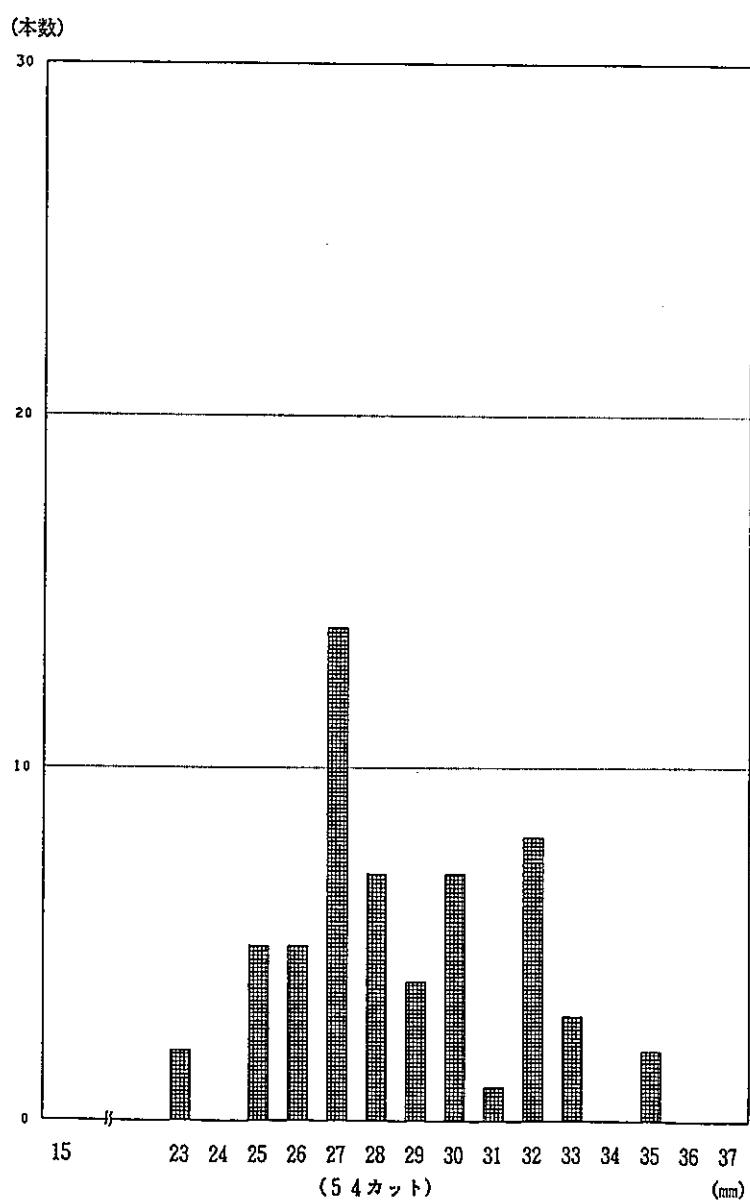


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (52/57)

- 87 -

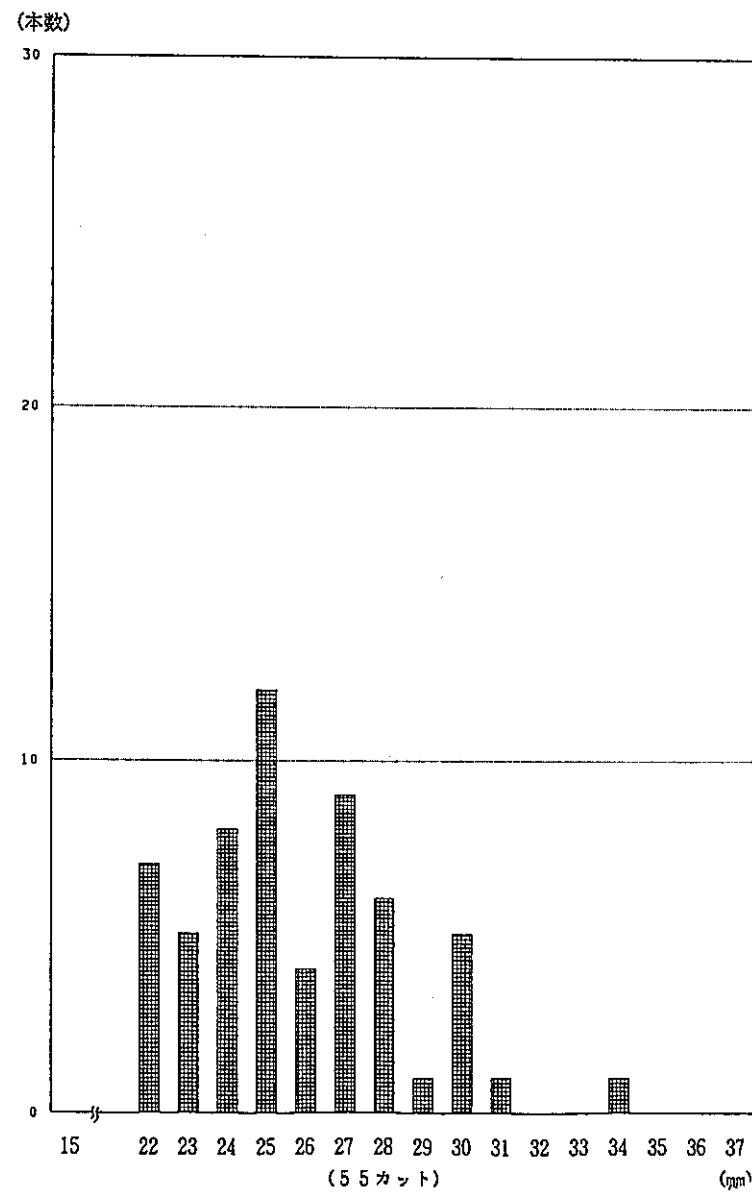


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (53/57)

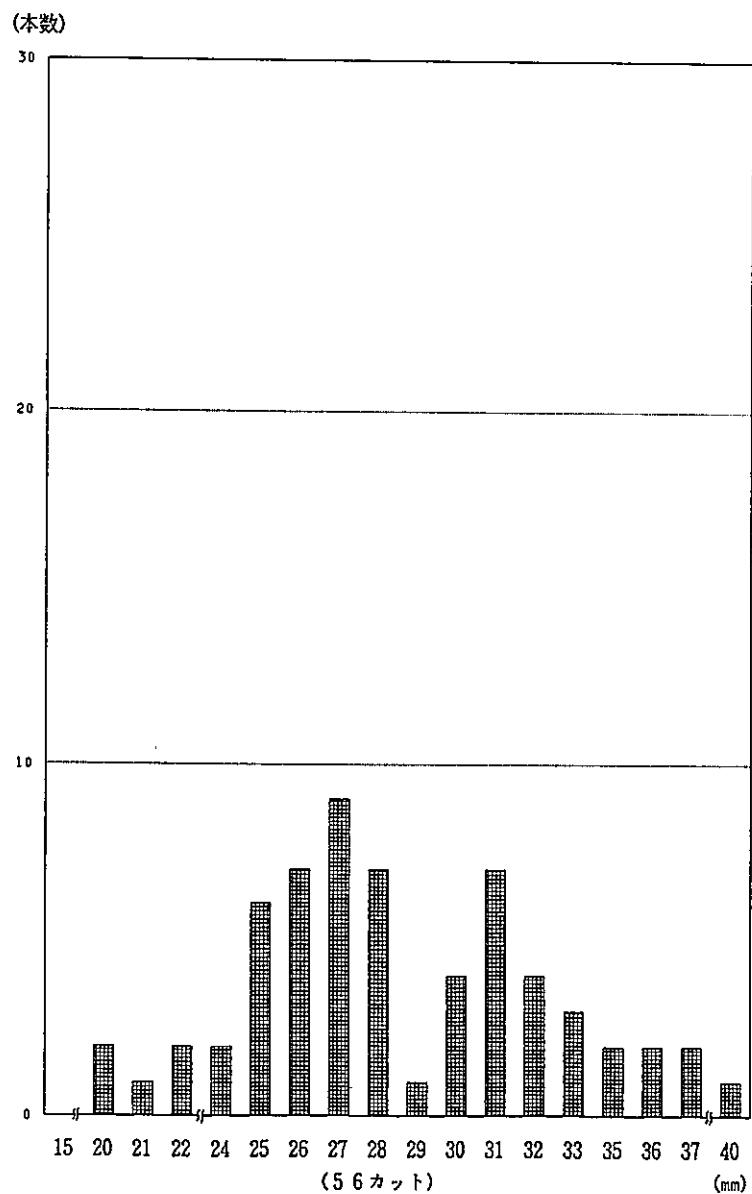


図II-3-2 剪断片長さ分布表 (54/57)

- 88 -



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (55 / 57)



図II-3-2 剪断片長さ分布表 (56 / 57)

- 89 -

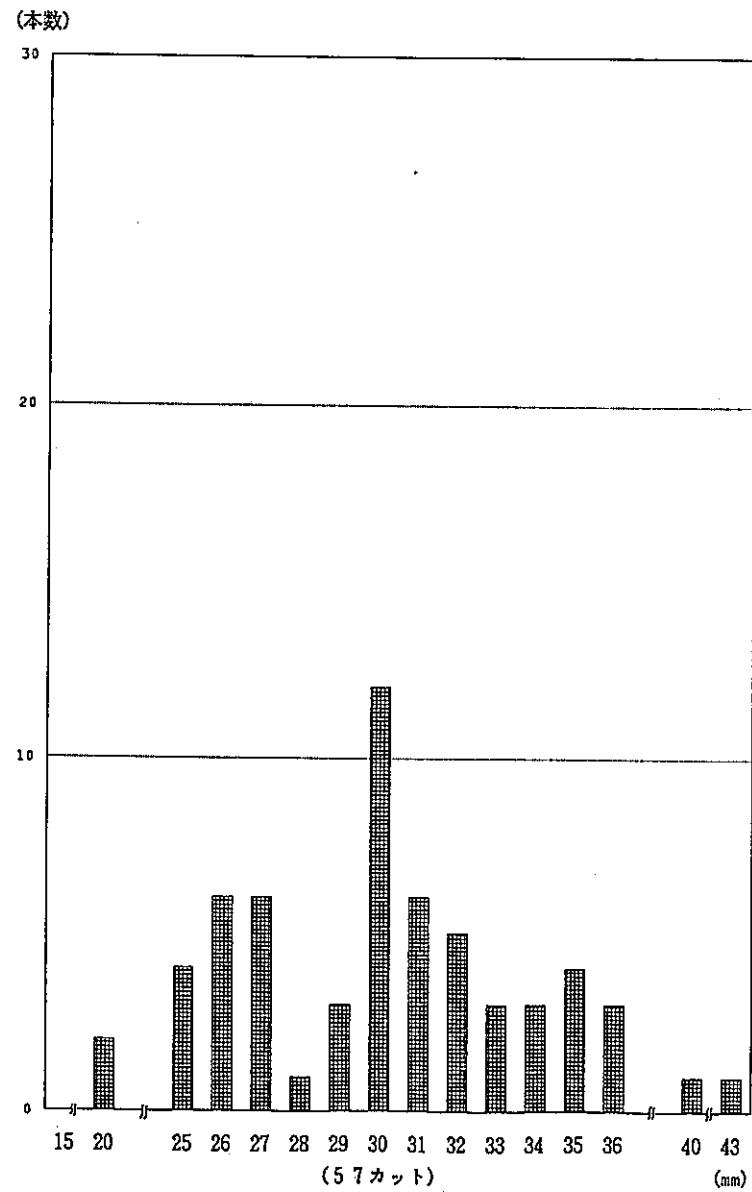
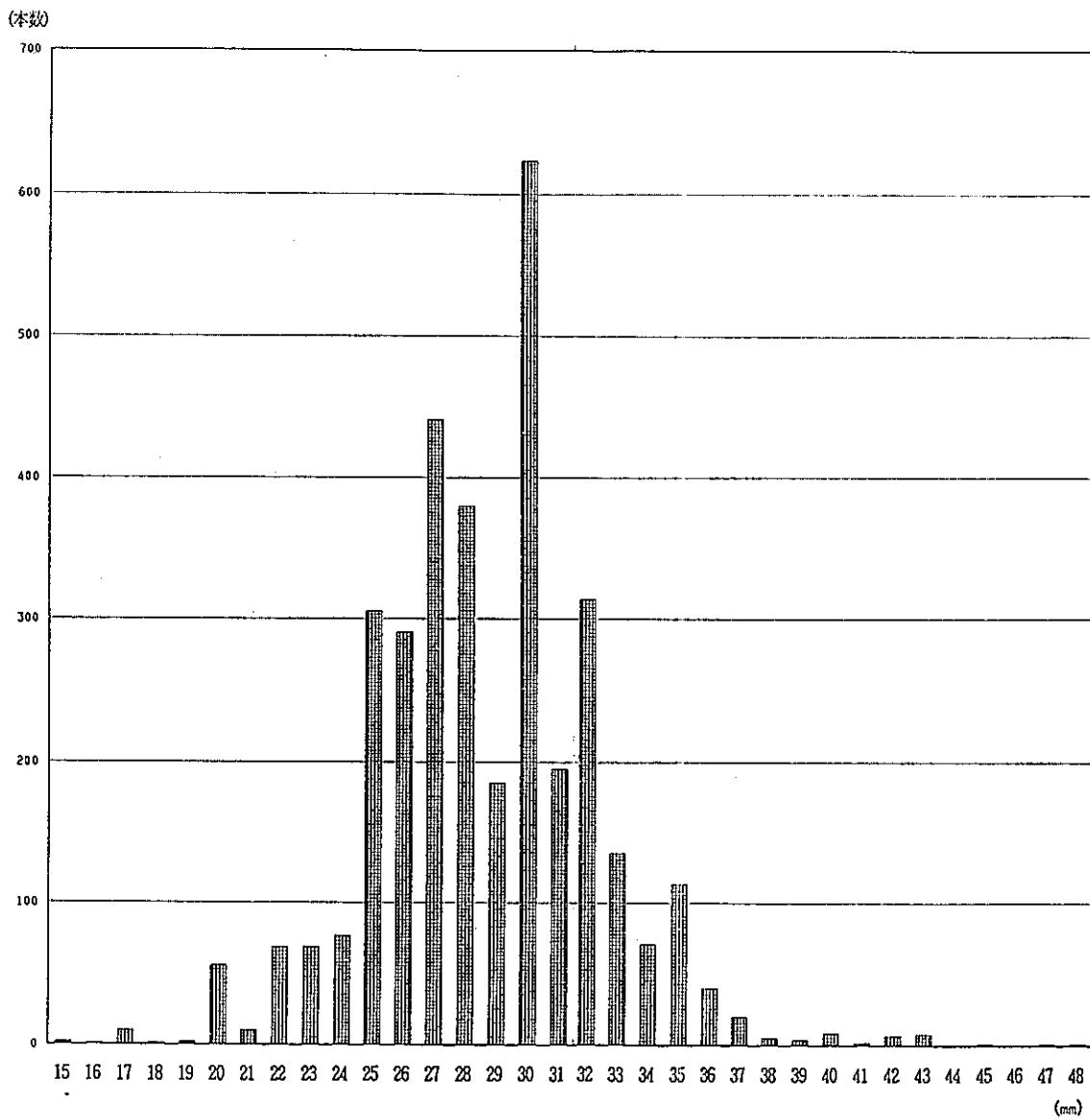


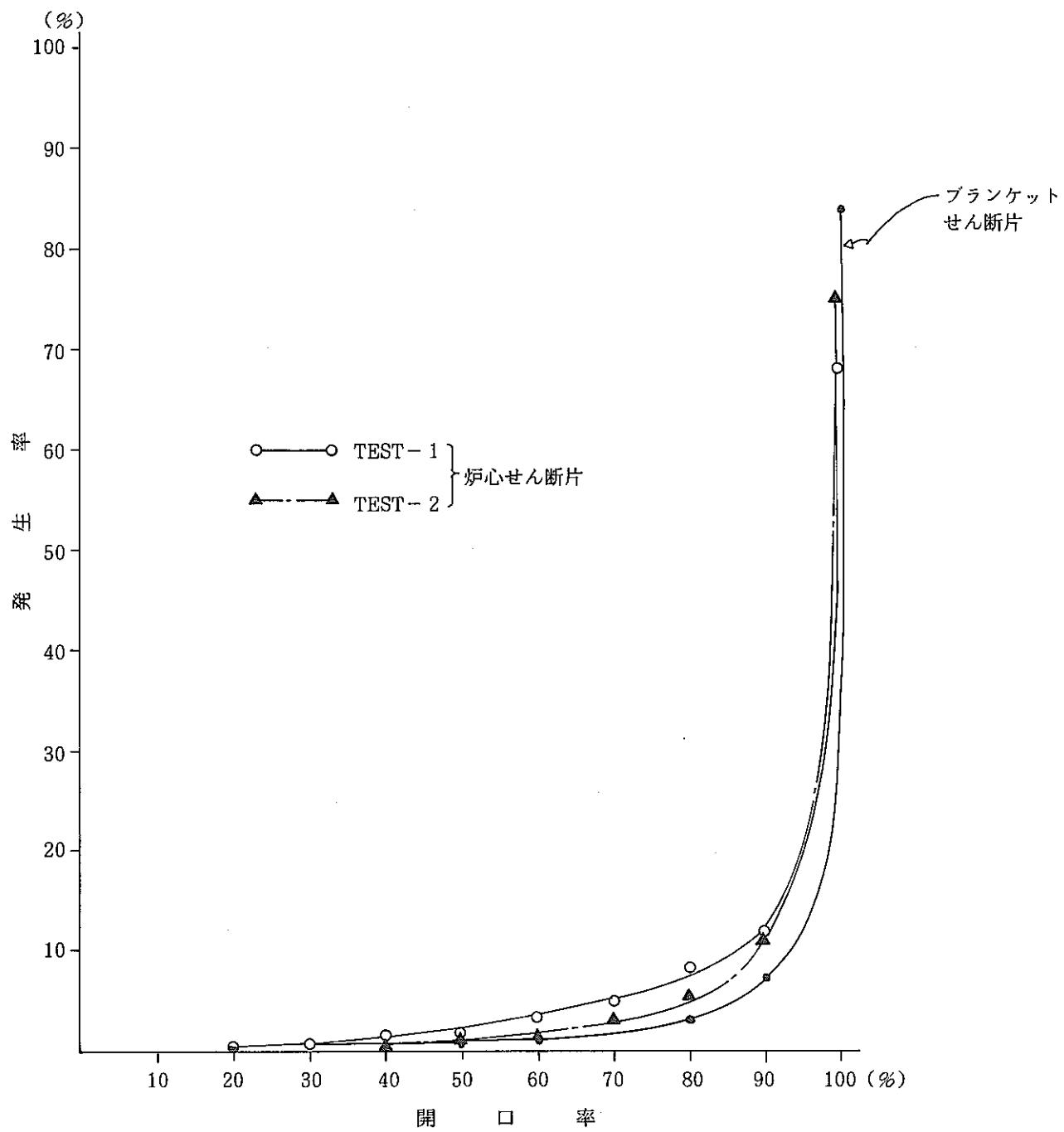
図 II-3-2 剪断片長さ分布表 (57/57)



図II-3-3 「もんじゅ」ブランケット模擬燃料pin束剪断における
ミート部剪断片長さ分布集計表

表. II-3-4 せん断片長さの比較

	せん断片 設定長さ	発生せん断片長さ		設定長さに対する \pm 側の バラツキ	σ (標準偏差)	備 考
		最短長さ	最長長さ			
試験装置(I) せん断試験	25 mm	± 15 mm	± 50 mm	$\pm +25$ mm	± 6 mm	<ul style="list-style-type: none"> ギャグ形状、せん断刃形状を種々変更し、せん断試験を行なった。 試験装置(I)は垂直せん断方式。 データ採取サンプルは3カット分。
試験装置(II) 機能試験	25 mm	15 mm	44 mm	+19 mm	4.56 mm	<ul style="list-style-type: none"> 試験装置(II)は水平せん断方式。 模擬ピン束全50カット中、最初、中間最終の各部より2カット分(全6カット分)を回収し、データ採取。
TEST - 1	30 mm	5 mm	48 mm	+18 mm	2.68 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施。 ギャグ後退位置調整
TEST - 2	30 mm	10 mm	37 mm	+ 7 mm	1.68 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施。 ギャグ後退位置調整+ストッパー刃使用
プランケット 模擬燃料ピン束 せん断	30 mm	15 mm	48 mm	+18 mm	3.66 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施。 61本×57カット分=3477本



図II-3-5 ブランケットピン束せん断片の開口率

表, II-3-6 ピン束せん断時における粒度分布

金属片の発生量(ミート部せん断, 全57カット)

模擬燃料集合体一体における金属部分の総重量		標準 フルイ 目開き	105 μm 未満	105 250 μm	250 500 μm	500 1000 μm	1000 2000 μm	2000 μm 以上	計
模擬燃料集合体せん断における金属破片の発生質量	0.402kg	被覆管	10.29	10.85	10.22	15.0	53.63	302.19	402.18
		粒径別 発生率	2.5	2.7	2.6	3.7	13.4	75.1%	
		金属破片の発生率							
金属破片の発生率									

破碎粒子量(ミート部せん断, 全57カット)

集合体一体あたりの模擬ペレットの総重量	30.3kg	標準 フルイ 目開き	105 μm 未満	105 250 μm	250 500 μm	500 1000 μm	1000 2000 μm	2000 μm 以上	計
模擬燃料集合体せん断におけるペレット粉体の発生質量	7.864kg	粒径別 重 量	558.92	1030.1	1262.75	1658.07	1608.79	1745.36	7863.99
		粒径別 発生率	7.0	13.0	16.0	21.0	21.0	22.0%	
		ペレット粉体の発生率							
ペレット粉体の発生率									

アルミニナペレットの比重: 3.7 g/cm³

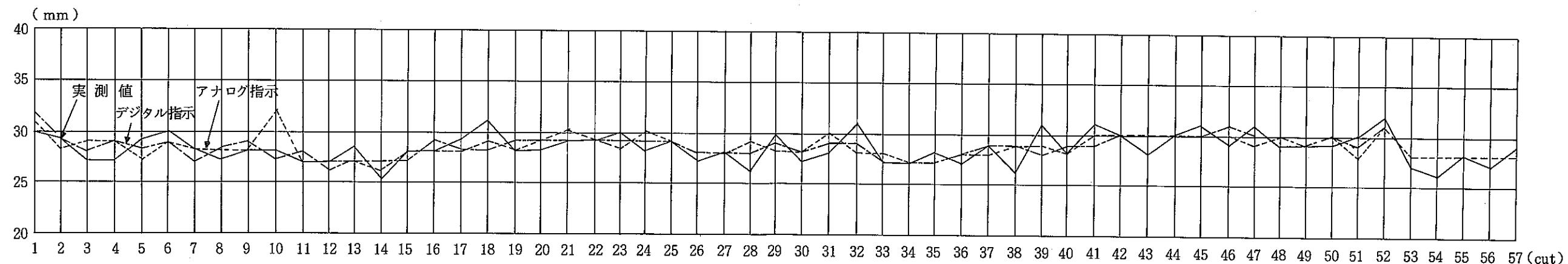
1集合体のピン束に充填してあるペレットの重量

$$\frac{\pi (1.04)^2}{4} \times 158 \times 61 \text{本} \times 3.7 \div 30.3 \text{ kg}$$

燃料送り長さ計測記録

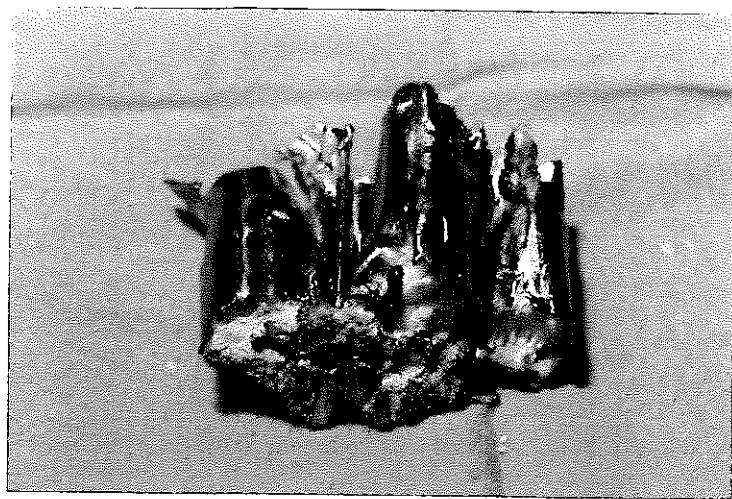
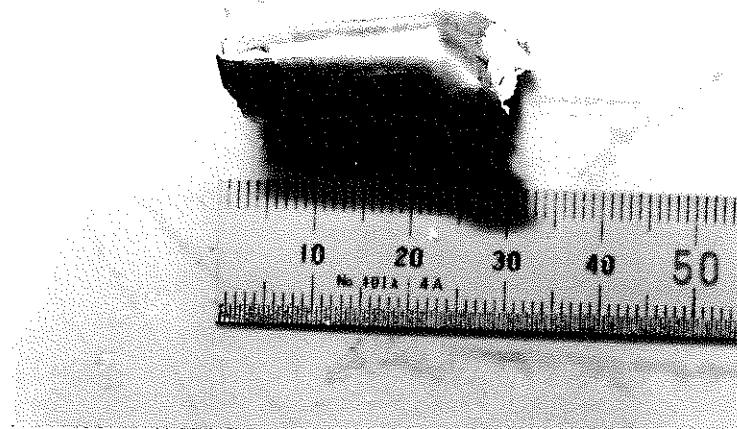
各カット毎の送り長さ

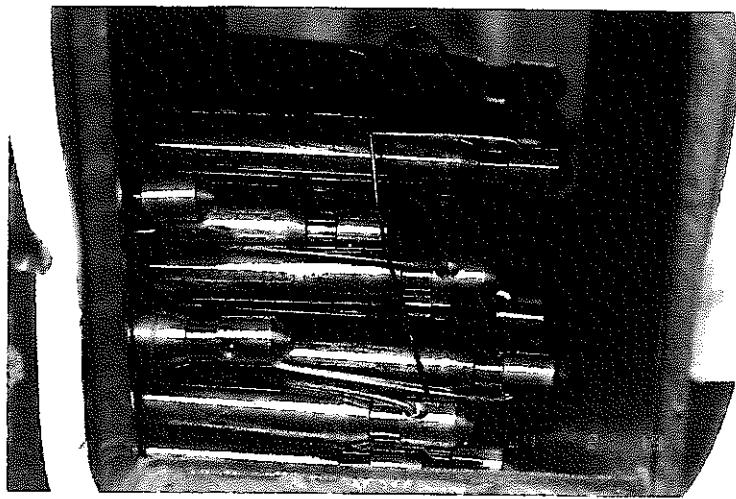
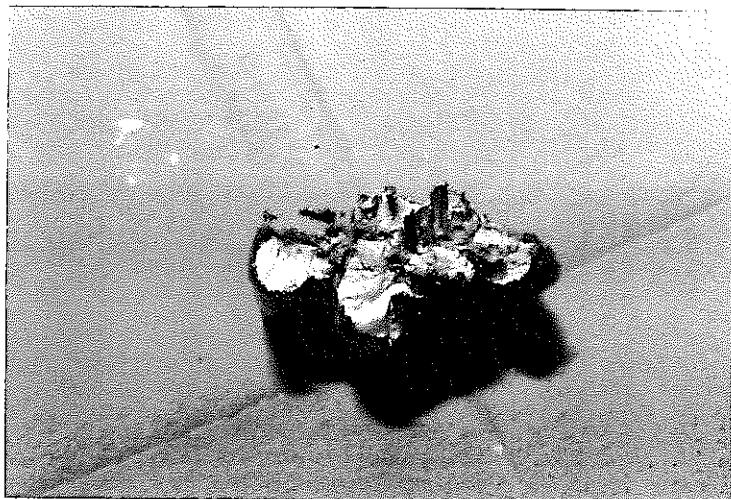
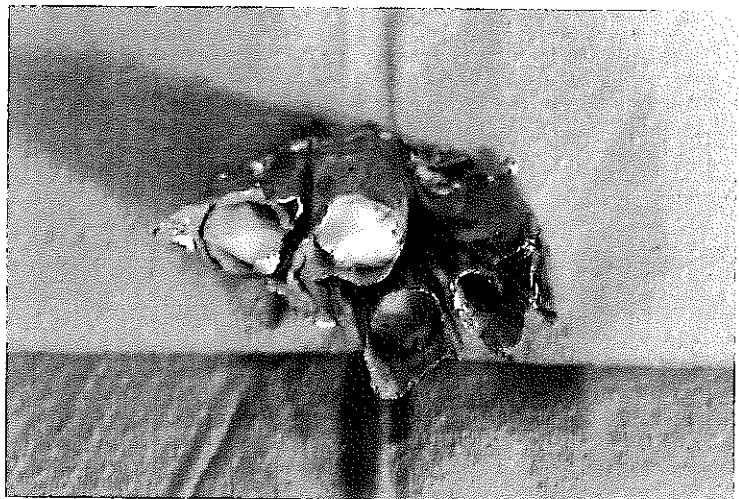
CUT数	実測値	アナログ	デジタル
0	1,520	0	1,221 0
1	1,550	30	1,252 31
2	1,579	29	1,280 28
3	1,606	27	1,309 29
4	1,633	27	1,338 29
5	1,662	29	1,365 27
6	1,692	30	1,394 29
7	1,720	28	1,422 28
8	1,747	27	1,450 28
9	1,775	28	1,478 28
10	1,803	28	1,506 32
11	1,830	27	1,533 27
12	1,857	27	1,560 27
13	1,885	28	1,587 27
14	1,910	25	1,613 26
15	1,938	28	1,641 28
16	1,966	28	1,669 28
17	1,995	29	1,697 28
18	2,026	31	1,726 29
19	2,054	28	1,754 28
20	2,082	28	1,783 29
21	2,111	29	1,813 30
22	2,140	29	1,842 29
23	2,170	20	1,870 28
24	2,198	28	1,900 30
25	2,227	29	1,929 29
26	2,254	27	1,956 27
27	2,282	28	1,984 28
28	2,309	27	2,013 29
29	2,339	30	2,041 28
30	2,366	27	2,069 28
31	2,394	28	2,099 30
32	2,425	31	2,127 28
33	2,452	27	2,155 28
34	2,479	27	2,182 27
35	2,507	28	2,209 27
36	2,534	27	2,237 28
37	2,563	29	2,265 28
38	2,589	26	2,294 29
39	2,620	31	2,323 29
40	2,648	28	2,351 28
41	2,679	31	2,381 30
42	2,709	30	2,411 30
43	2,737	28	2,441 30
44	2,767	30	2,471 30
45	2,798	31	2,501 30
46	2,827	29	2,531 30
47	2,858	31	2,560 29
48	2,887	29	2,590 30
49	2,916	29	2,620 30
50	2,945	29	2,650 30
51	2,975	30	2,678 28
52	3,007	32	2,709 31
53	3,034	27	2,737 28
54	3,060	26	2,765 28
55	3,088	28	2,793 28
56	3,115	27	2,821 28
57	3,144	29	2,849 28

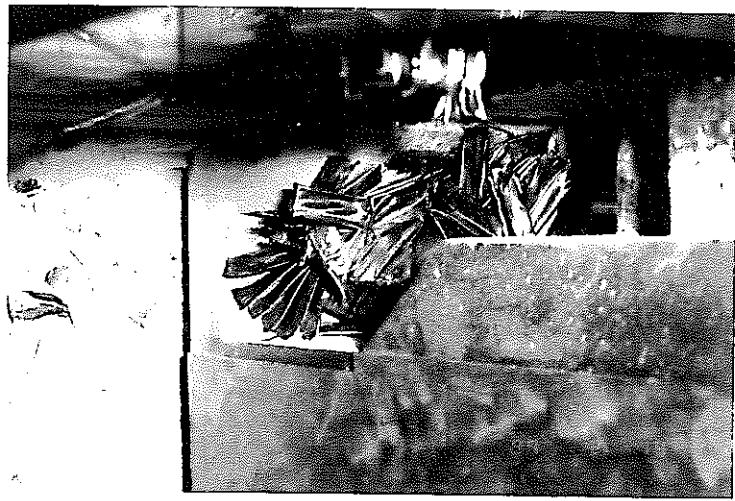
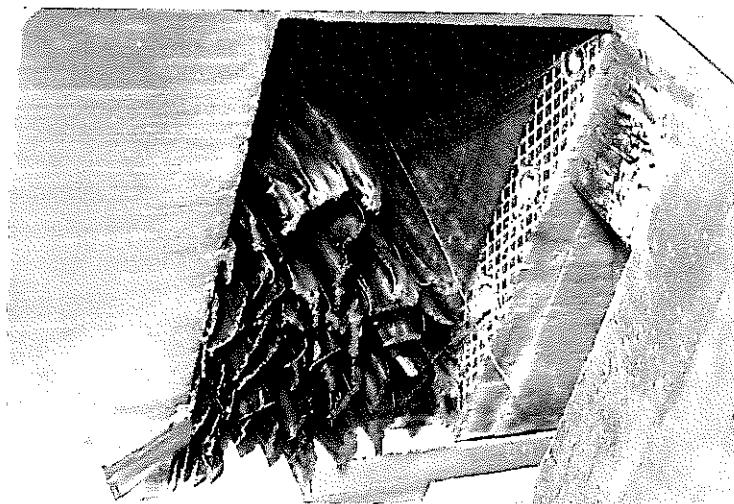
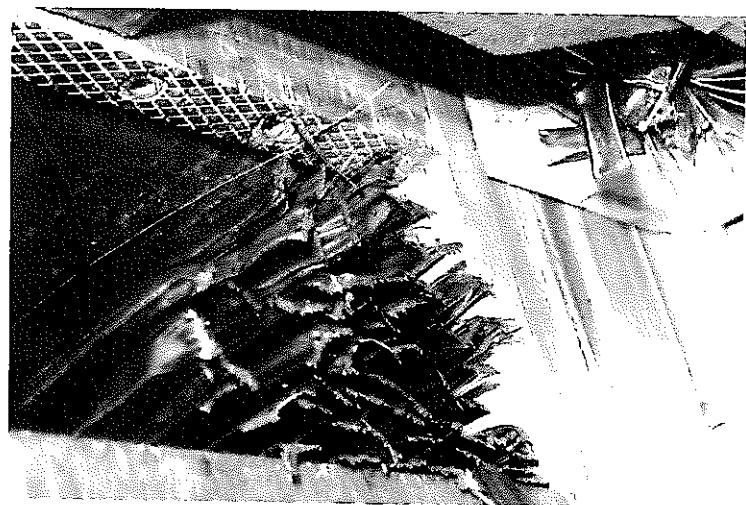


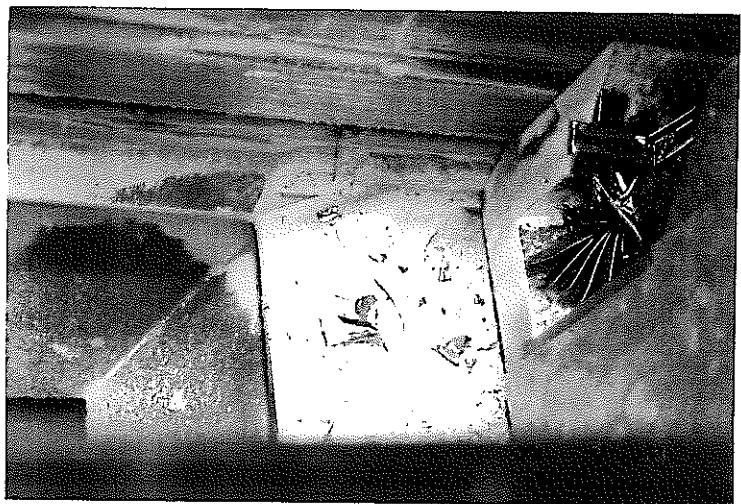
図II-3-7 送り込み長さの計測記録

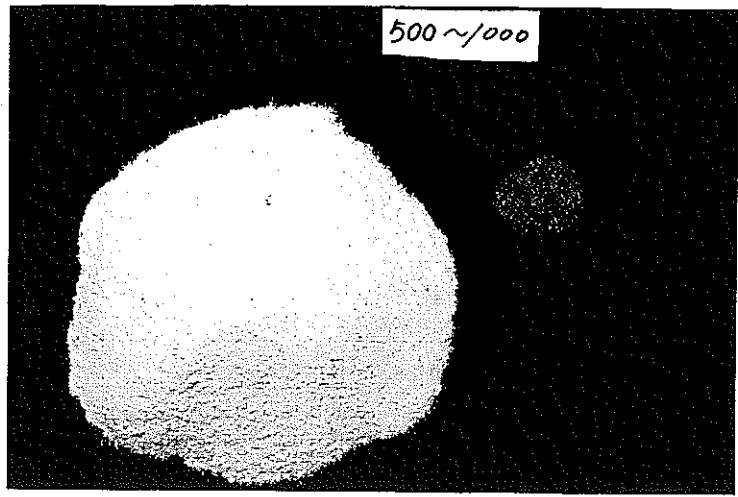
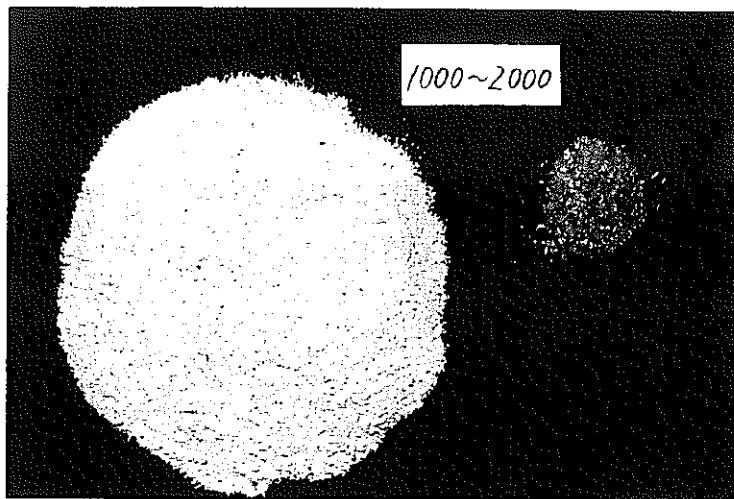
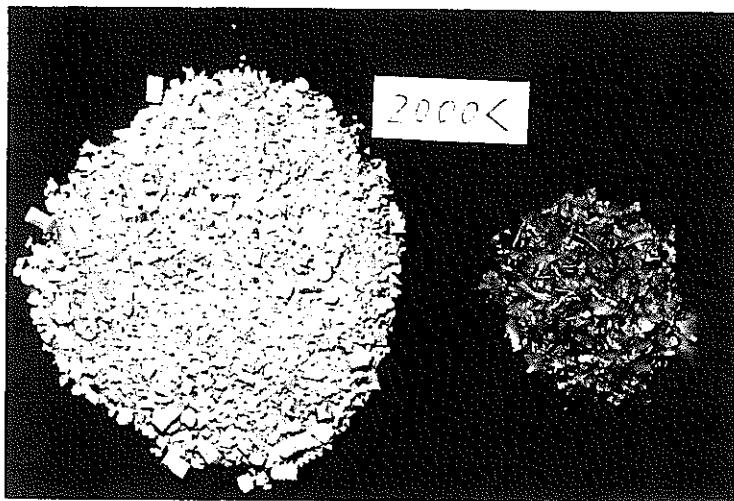
写真 II - 3











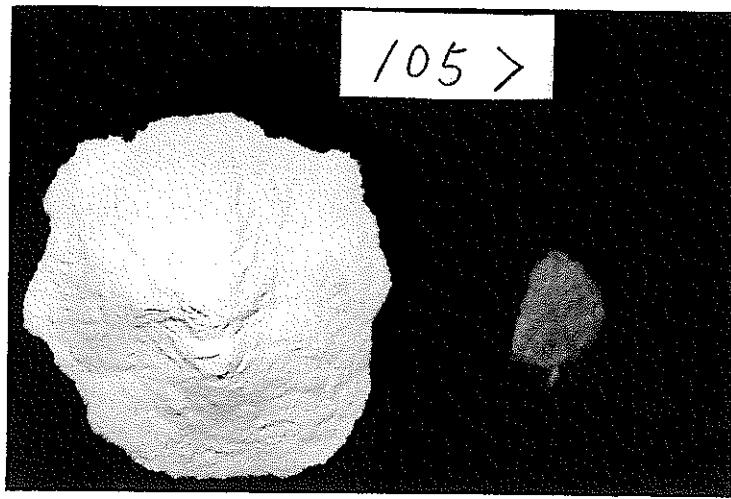
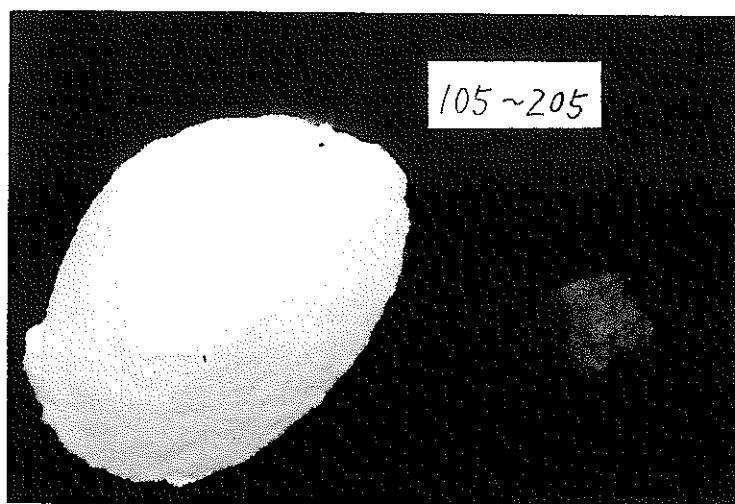
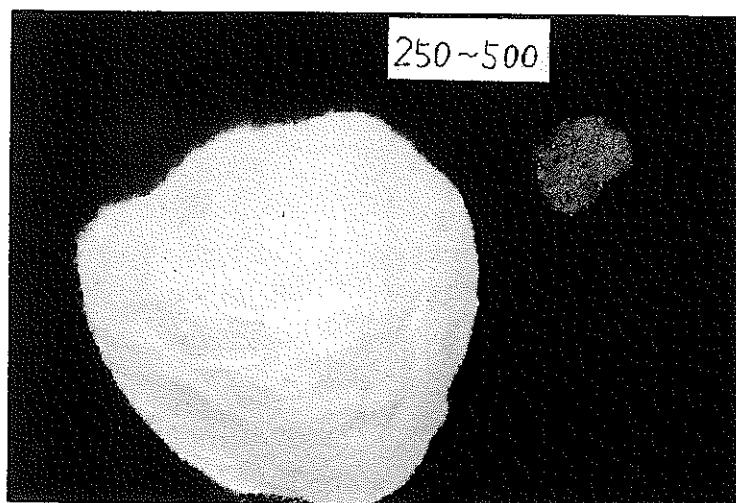
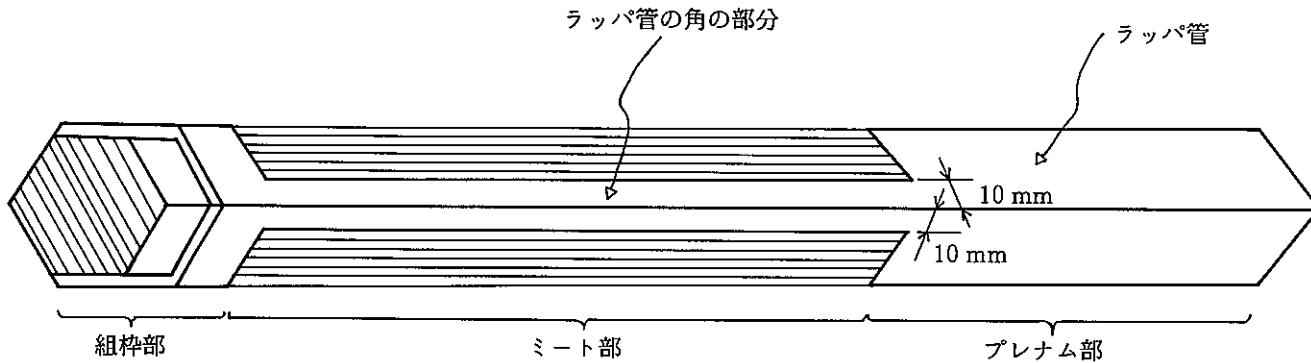


図 表 集
＜Ⅲ章 関連＞



せん断荷に必要なミート部のみラッパ管を解体除去した物。
 (エントランスノズル及びハンドリングヘッド部は、従来通り除去する)
 ピン東からラッパ管が抜ける事を防止する為組立部とラッパ管はラッパ管の角
 でつながっている。(ORNLではプレナム部にのみラッパ管を付けている。)

図III-1-1 集合体くり抜き解体の概要図

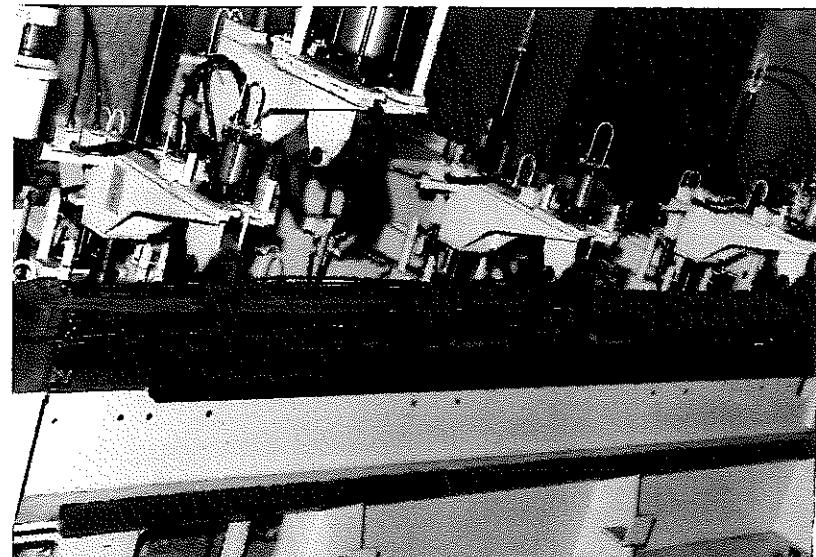
この頁は PDF 化されていません。

**内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所で原本冊子を参照して下さい。**

解体後のピン束

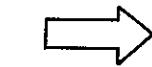
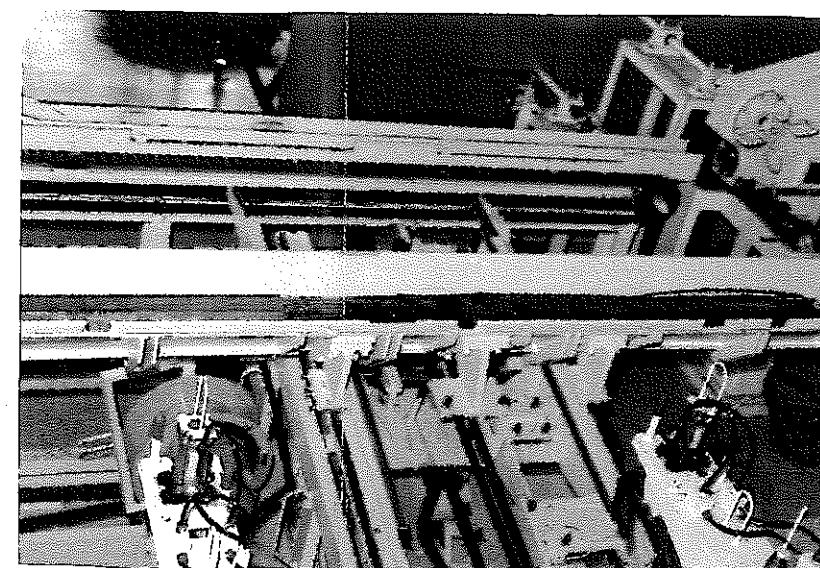
既設解体機では、写真の様な解体を実施出来ない為、人為的にくり抜き集合体を組み立て、解体機にセットした状態を示す。

本搬送試験では、この状態からせん断機装荷台までの安定性を調べた。



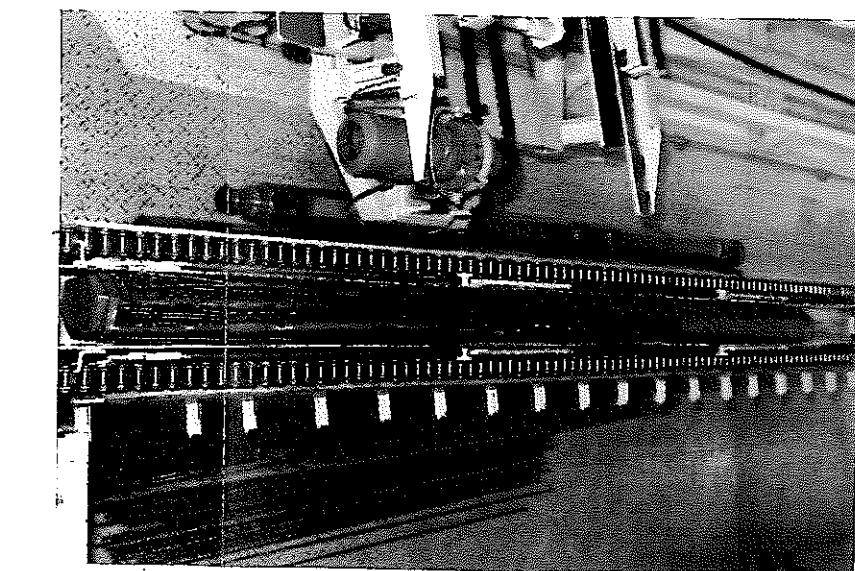
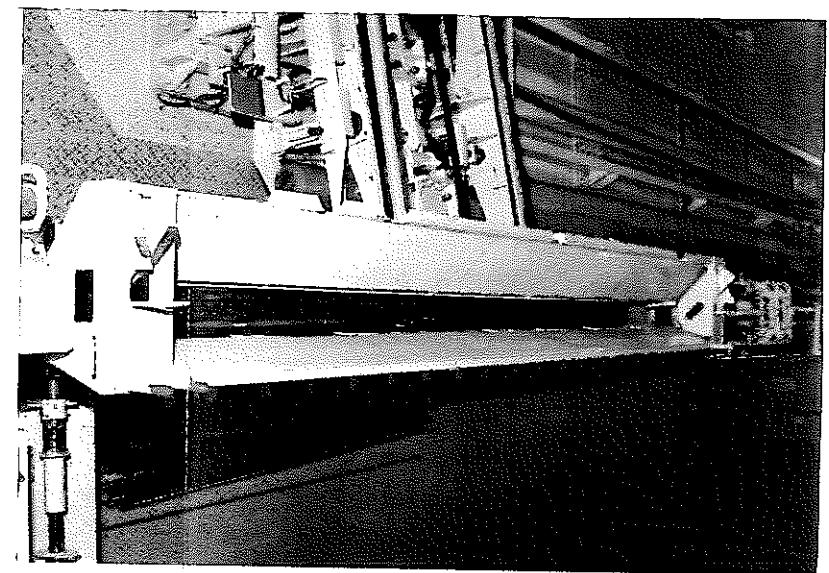
解体機 せん断機装荷台への搬送状況

燃料ハンドリング装置にくり抜き集合体を受け取り、同ハンドリング装置がせん断機装荷台へ搬送中の状況を示す。

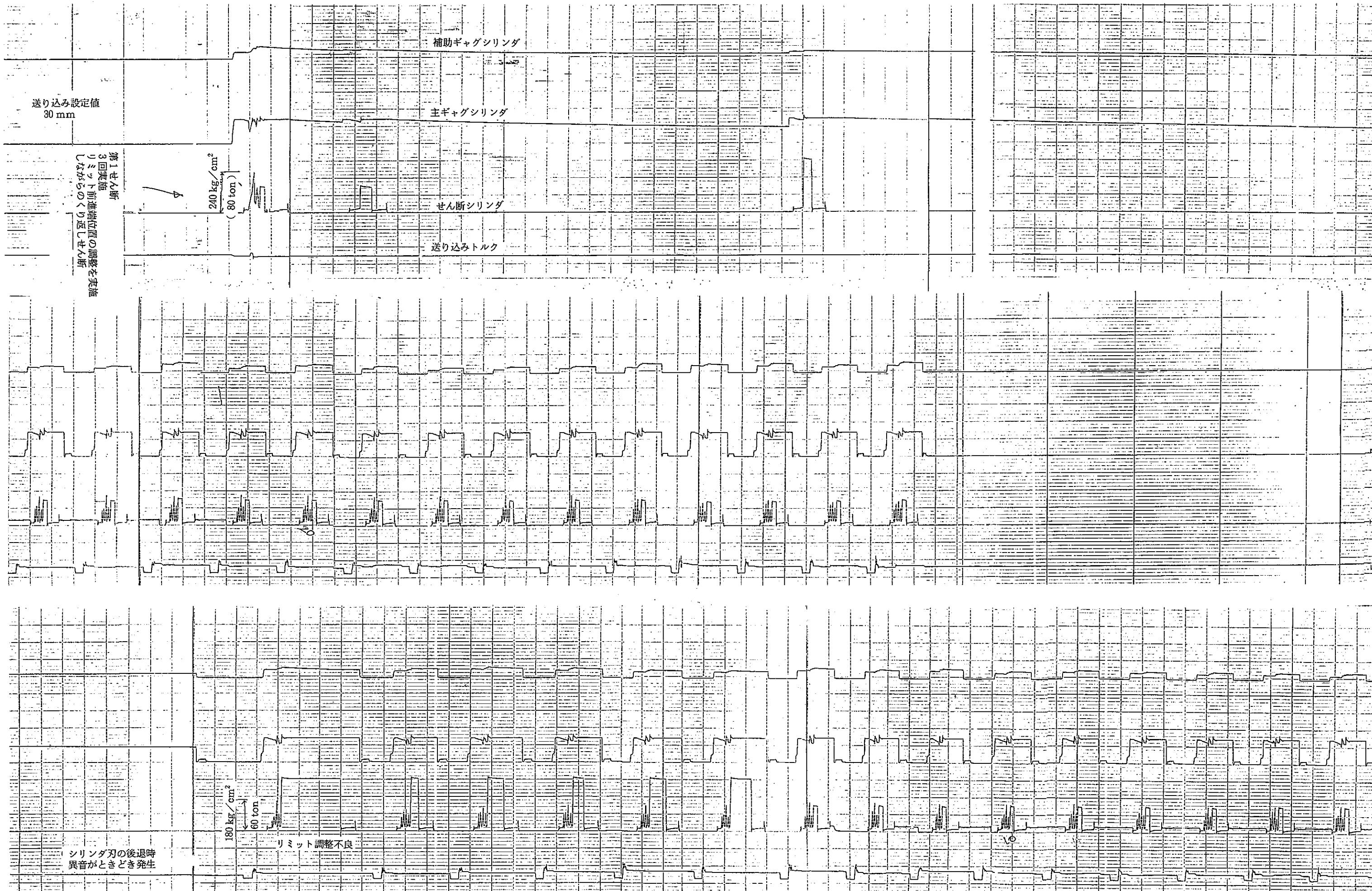


装荷台へのくり抜き集合体の受け渡し

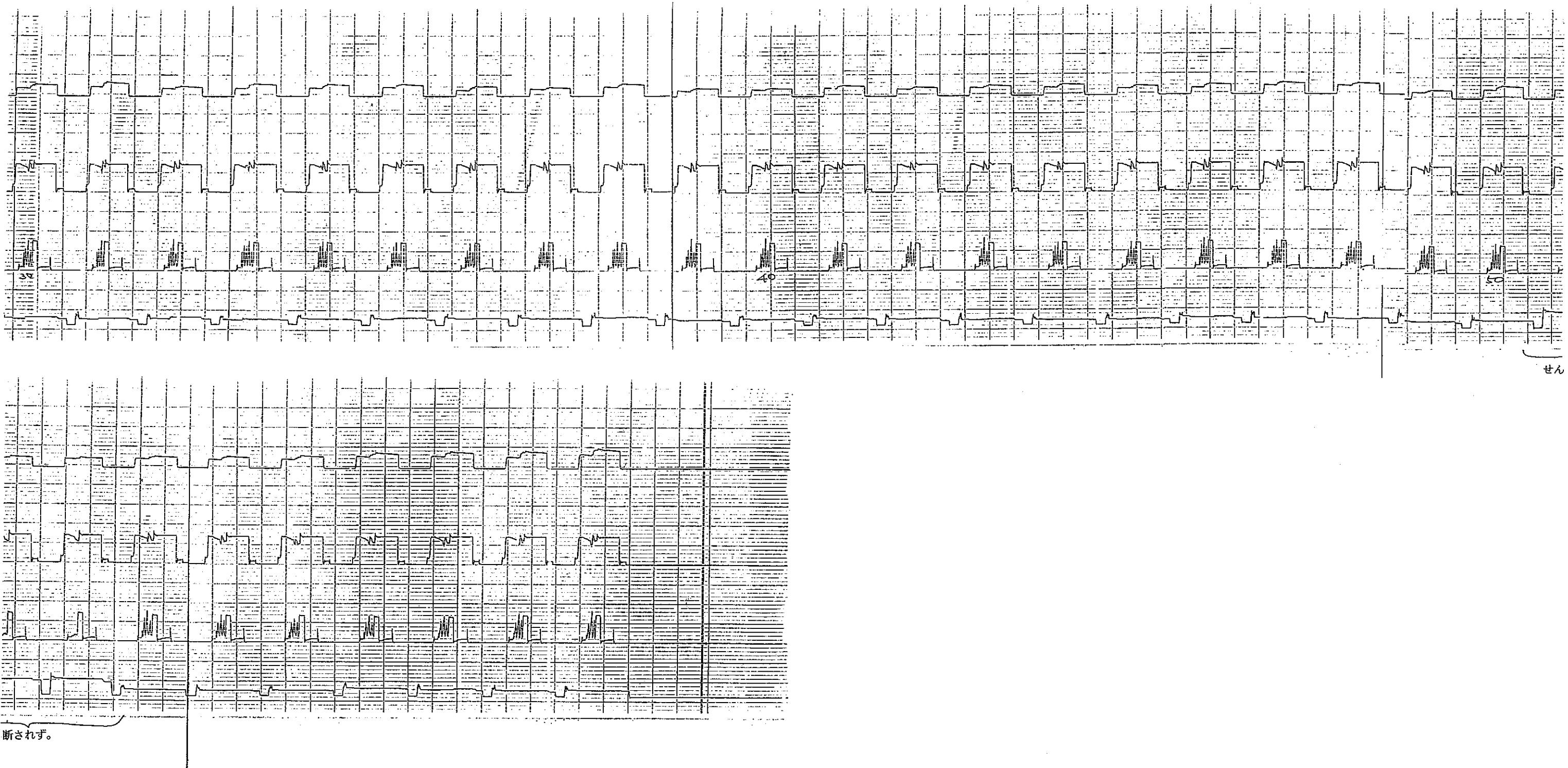
解体機より搬送してきたくり抜き集合体が、装荷台内に収納された状況を示す。



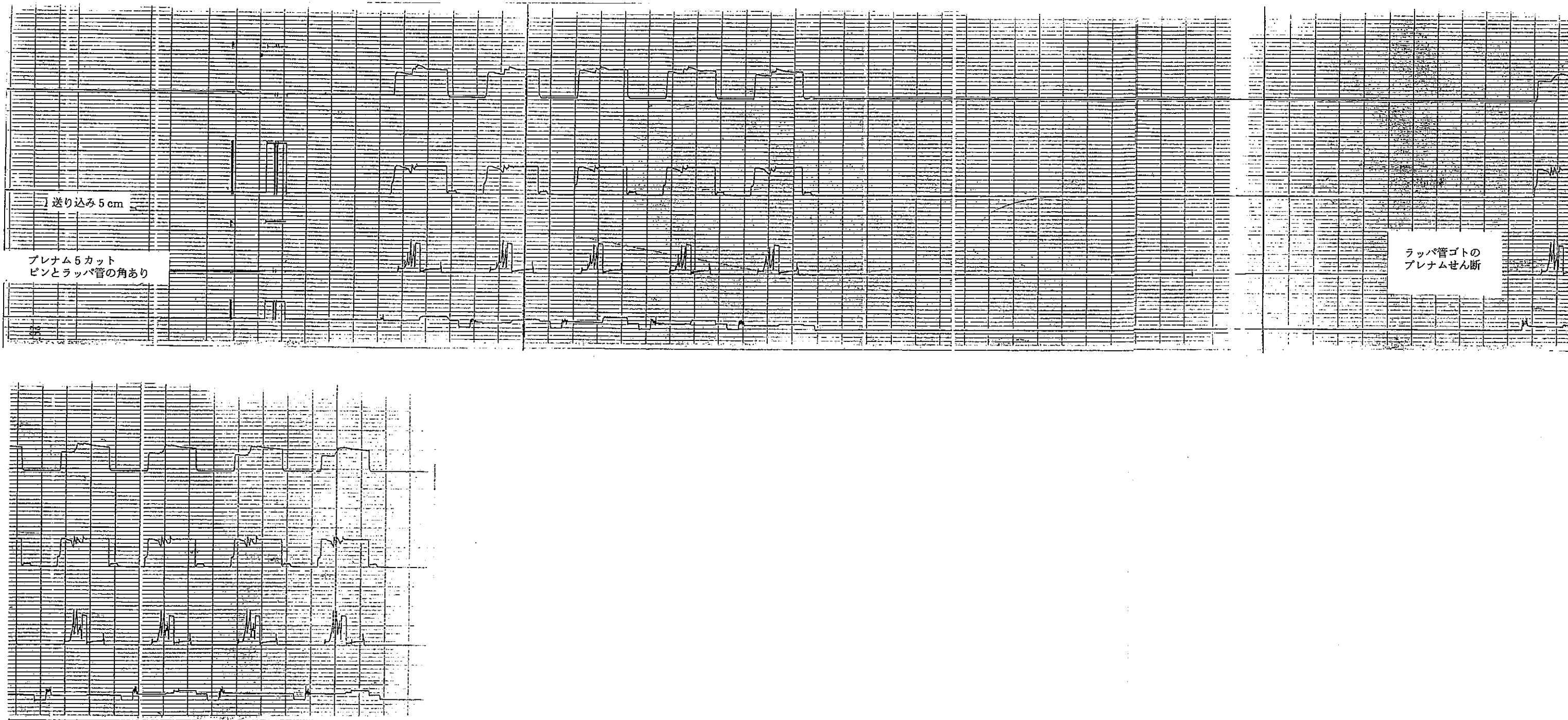
写真III-3-1 搬送状況



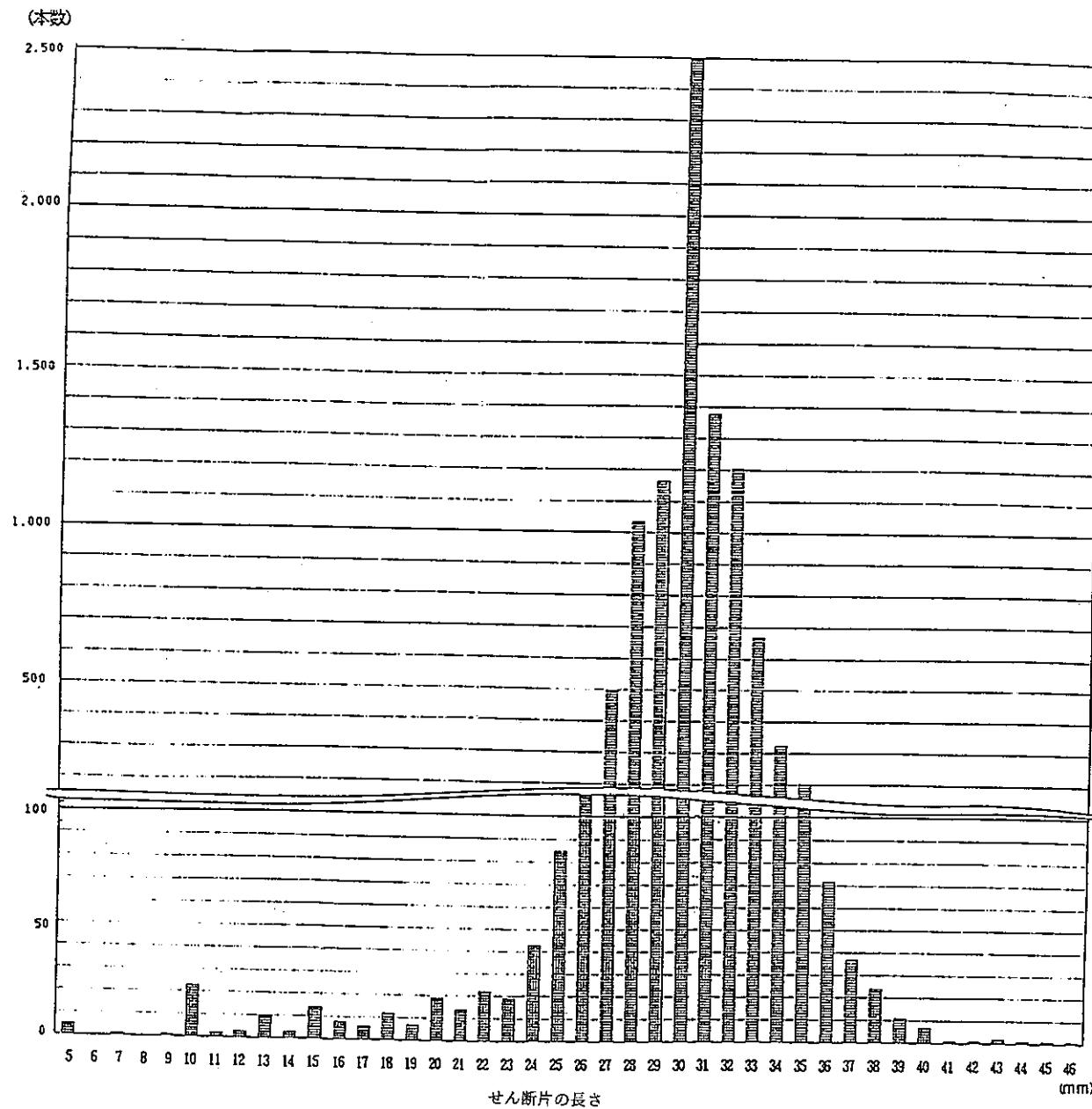
図III-3-2 ミート部せん断油圧記録



図III-3-2 ミート部せん断油圧記録



図III-3-3 プレナムせん断油圧記録



図III-3-4 剪断片長さ分布

表 III-3-5 せん断片長さの比較

	せん断片 設定長さ	発生せん断片長さ		設定長さに対する \pm 側の バラツキ	σ (標準偏差)	備 考
		最短長さ	最長長さ			
試験装置(I) せん断試験	25 mm	± 15 mm	± 50 mm	$\pm +25$ mm	± 6 mm	<ul style="list-style-type: none"> ギャグ形状、せん断刃形状を種々変更し、せん断試験を行なった。 試験装置(I)は垂直せん断方式。 データ採取サンプルは3カット分。
試験装置(II) 機能試験	25 mm	15 mm	44 mm	+19 mm	4.56 mm	<ul style="list-style-type: none"> 試験装置(II)は水平せん断方式。 模擬ピン束全50カット中、最初、中間最終の各部より2カット分(全6カット分)を回収し、データ採取
TEST-1	30 mm	5 mm	48 mm	+18 mm	2.68 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施
TEST-2	30 mm	10 mm	37 mm	+ 7 mm	1.68 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施
プランケット 模擬燃料ピン束 せん断	30 mm	15 mm	48 mm	+18 mm	3.66 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施 61本×57カット分 = 3477本
炉心模擬 燃料ピン束 せん断	30 mm	5 mm	46 mm	+16 mm	2.88 mm	<ul style="list-style-type: none"> データ採取サンプルはミート部全せん断片について実施 169本×57カット分 = 9633本

表, III-3-6,

ピン束せん断時における粉塵の発生量とその粒径

金属片の発生量(ミート部せん断, 全57カット)

模擬燃料集合体せん断における金属破片の発生質量	0.328kg	標準 フルイ 目開き	105 μm 未満	105 250 μm	250 500 μm	500 1000 μm	1000 2000 μm	2000 μm 以上	計	
		被覆管	9.16	12.27	10.71	26.85	67.65	201.32	327.96	単位 (g)
		粒径別 発生率	2.79	3.74	3.27	8.19	20.63	61.38%		

破碎粒子量(ミート部せん断, 全57カット)

模擬燃料集合体せん断におけるペレシト粉体の発生質量	1.590kg	標準 フルイ 目開き	105 μm 未満	105 250 μm	250 500 μm	500 1000 μm	1000 2000 μm	2000 μm 以上	計	
		被覆管	334.07	389.30	307.40	266.12	150.60	142.05	1589.54	単位 (g)
		粒径別 発生率	21.02	24.49	19.34	16.74	9.47	8.94%		

アルミナペレットの比重: 3.4 g/cm³

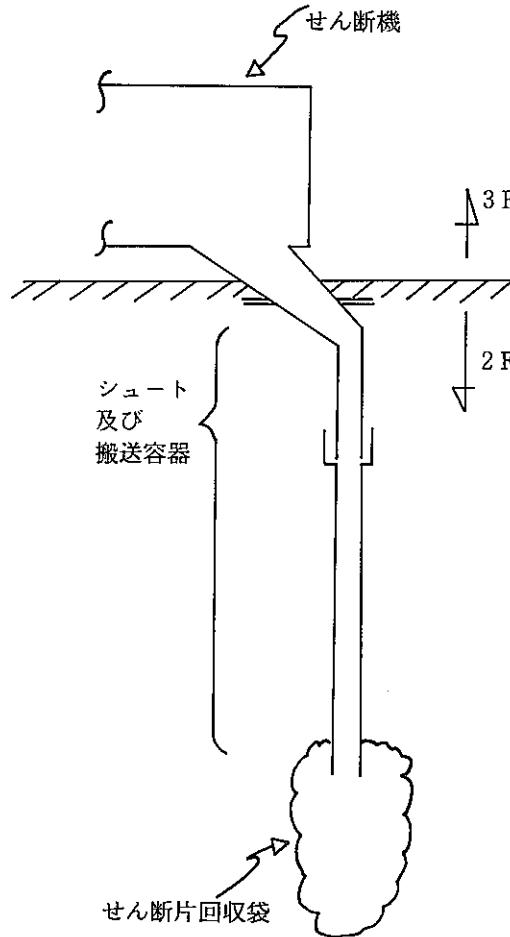
アルミナペレットの一集合体全体量

$$\frac{\pi (0.53)^2}{4} \times 158 \times 169 \text{ 本} \times 3.4 \div 20 \text{ kg}$$

ペレットの粉塵化した割合

$$1.59 \div 20 \times 100 \div 8 \%$$

表 III-3-7 部位毎に回収した粉塵の量とその粒径



回収位置	粒径*	μm						TOTAL
		2000 以上	1000 ~ 2000	500 ~ 1000	250 ~ 500	105 ~ 250	105 以下	

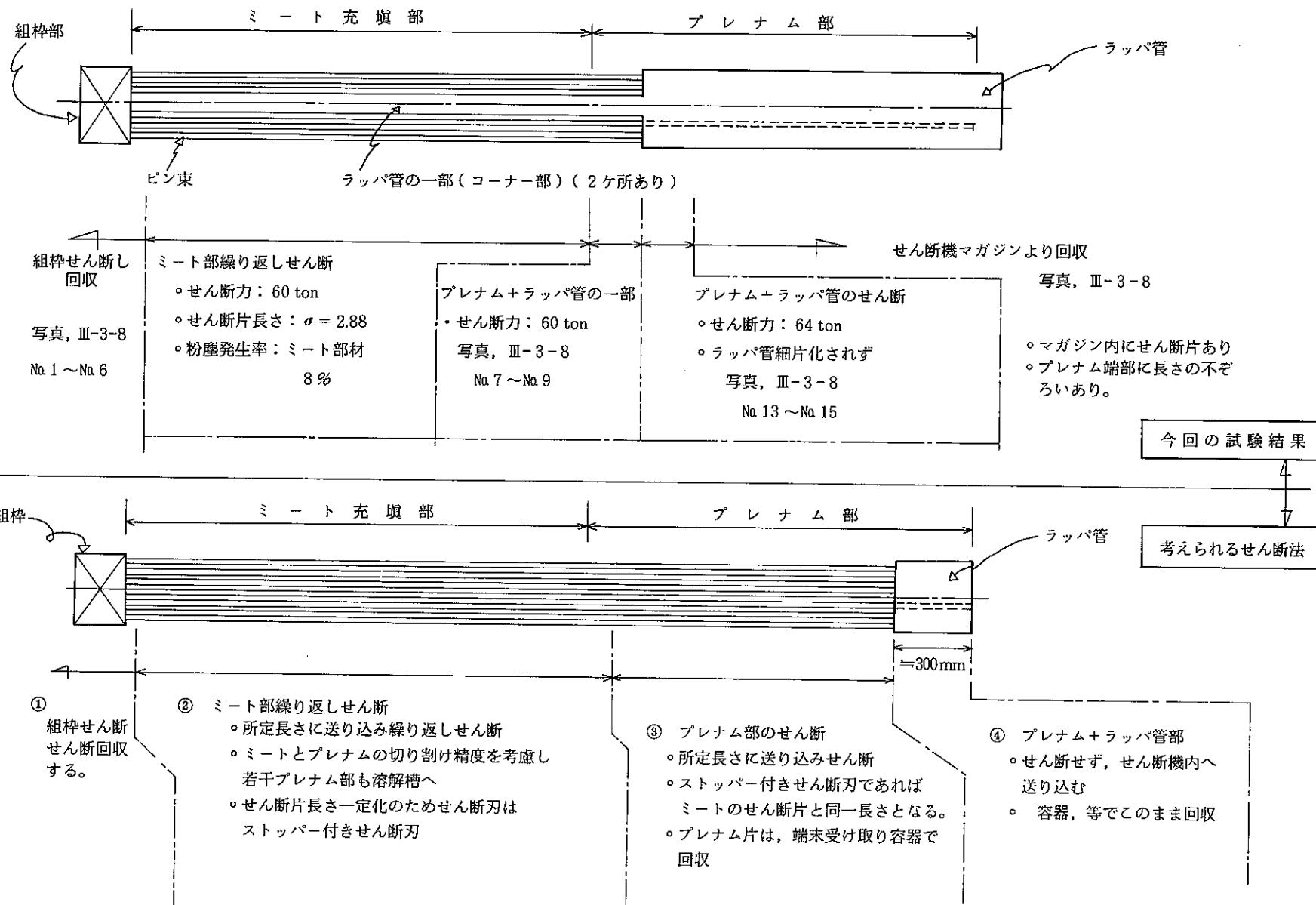
		(単位: g)								
		せん断機 内堆積	25.89	16.91	28.61	42.43	54.7	75.3	243.84	ペレット
		53.55		9.78	6.53	5.23	5.1	3.9	84.09	金 属

		(単位: g)								
		シート 内堆積	49.19	3.28	5.45	7.98	18.41	52.97	137.28	ペレット
		78.14		1.59	0.69	0.48	0.63	0.98	82.51	金 属

		(単位: g)								
		せん断片	66.97	130.41	232.06	256.99	316.19	205.8	1208.42	ペレット
		69.63		56.28	19.63	5.0	6.54	4.28	161.36	金 属

合 計	142.05	150.6	266.12	307.4	389.3	334.07	1589.54	ペレット
	201.32	67.65	26.85	10.71	12.27	9.16	327.96	金 属
	343.37	218.25	292.97	318.11	401.57	343.23	1919.5	粉 塵

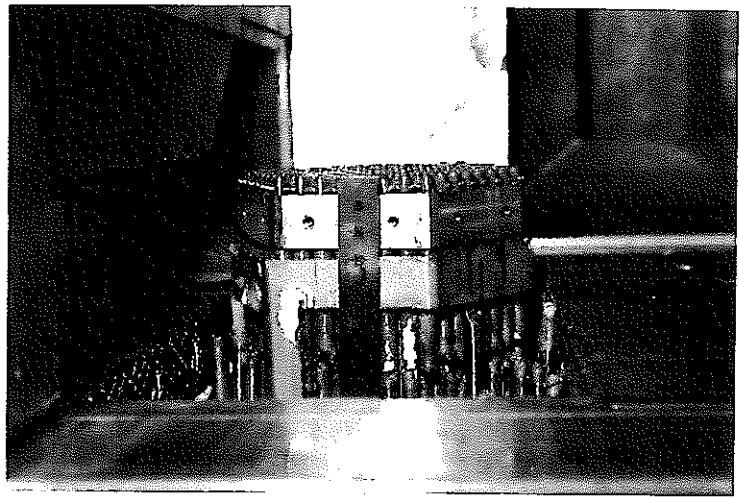
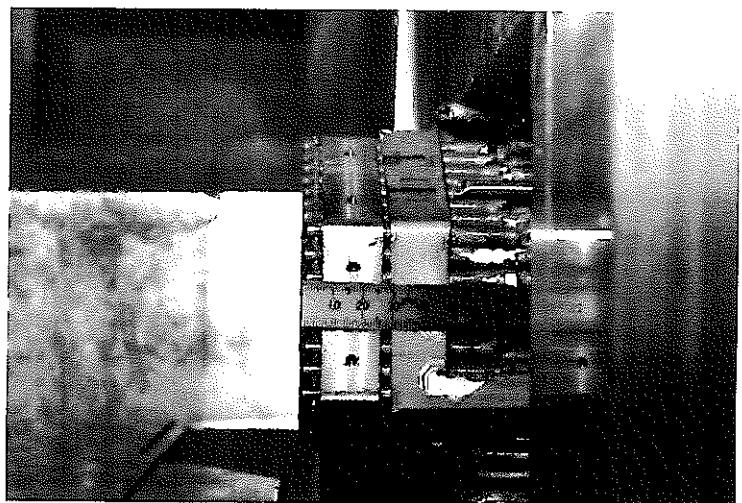
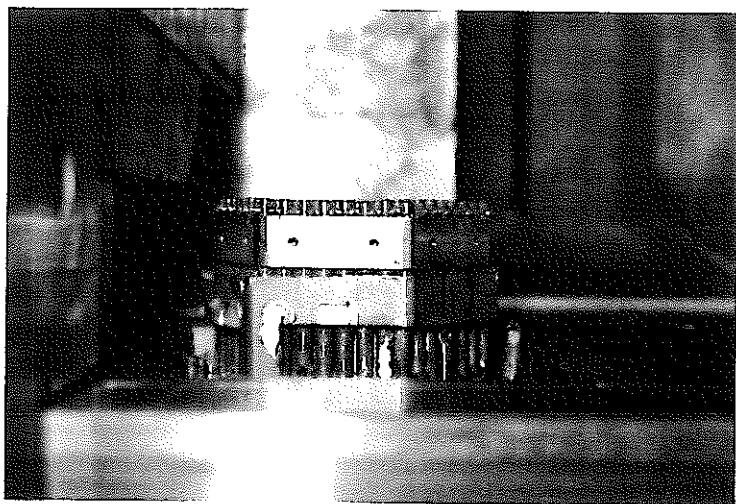
※ 粒径は標準フルイ目開きである。



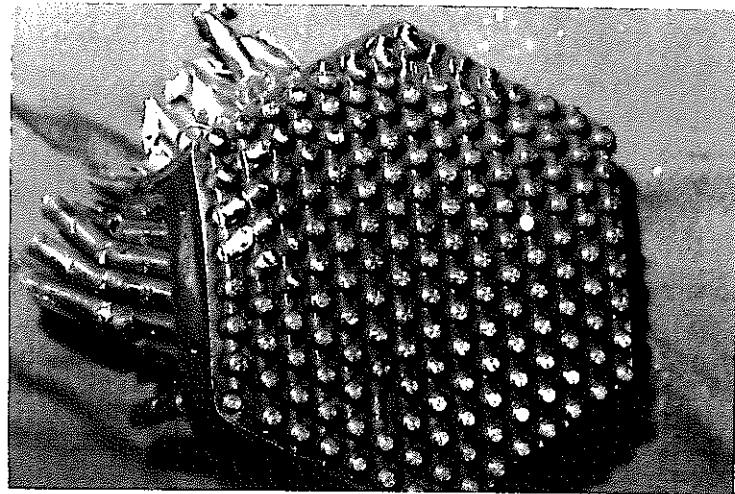
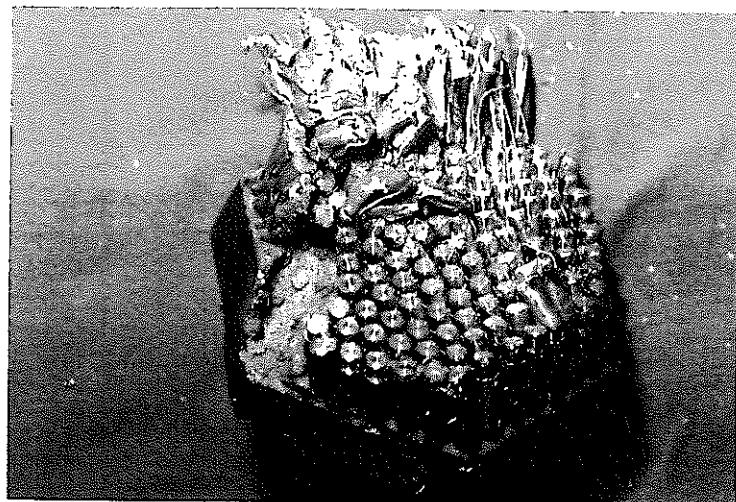
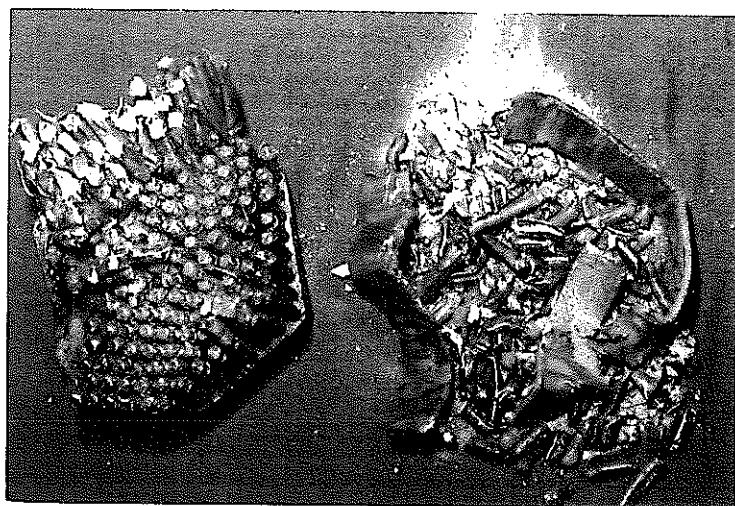
図III-5-1 考えられるせん断法の一例

写真III - 3 - 8

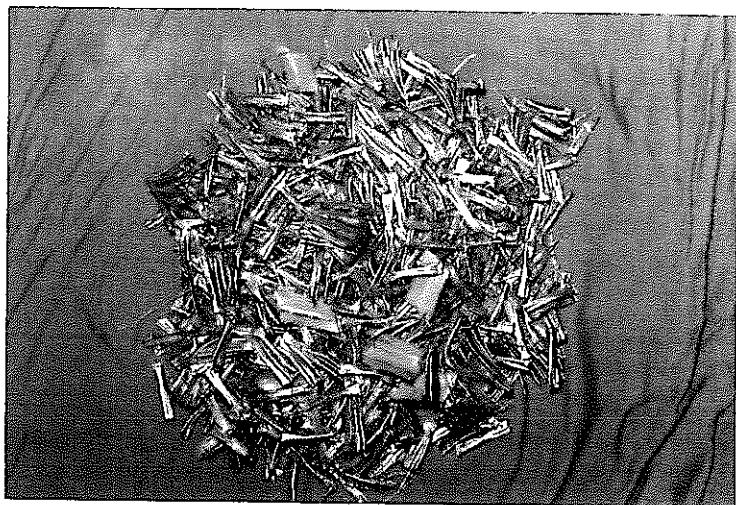
組枠のせん断位置



せん断された組桿部

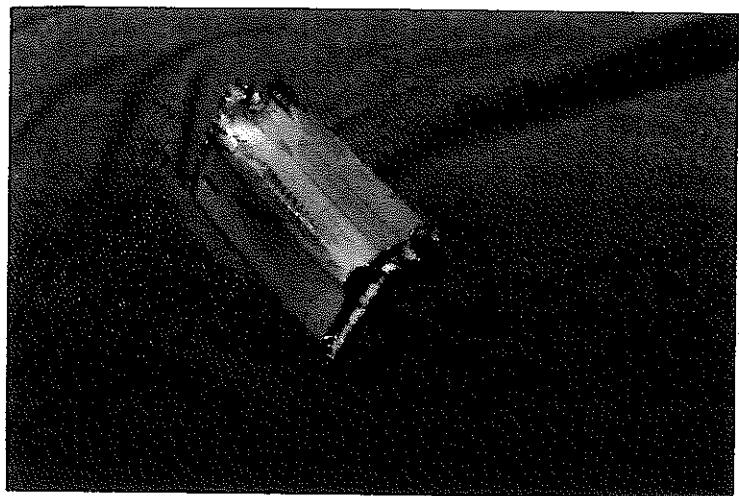
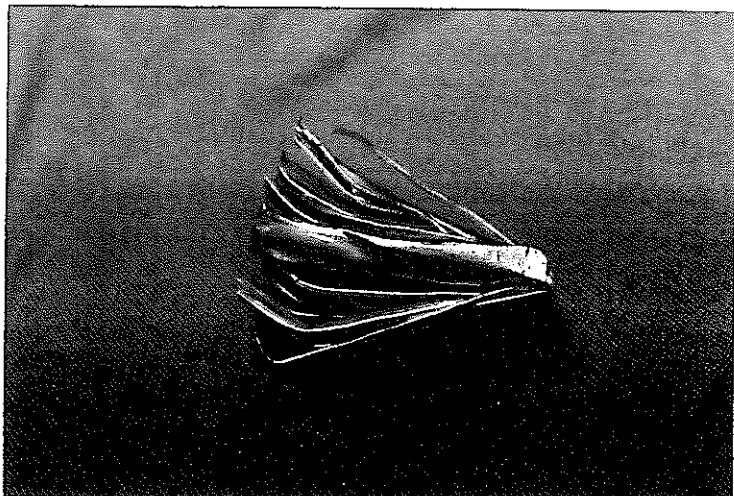


プレナム部のせん断片

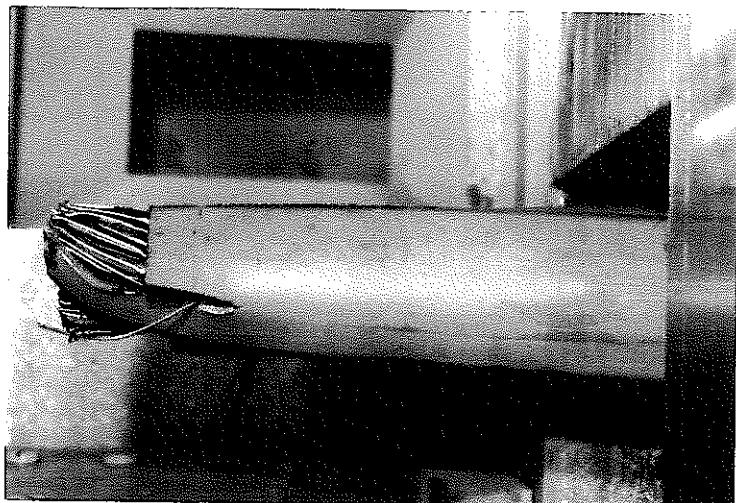
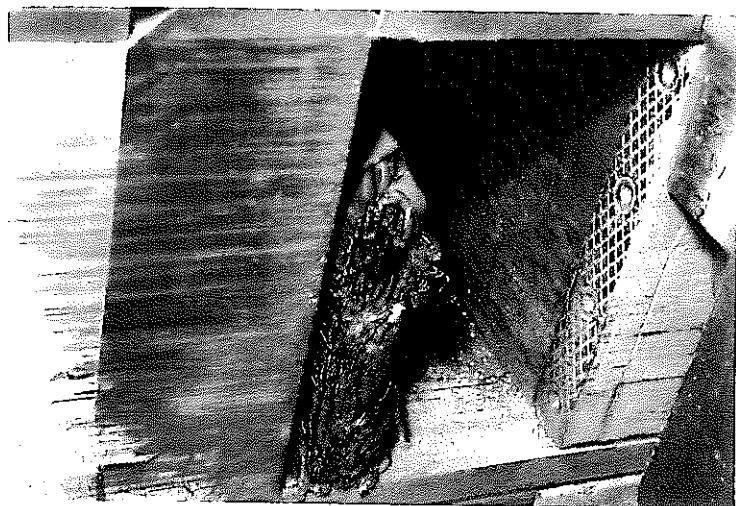


プレナムせん断片のかたまり

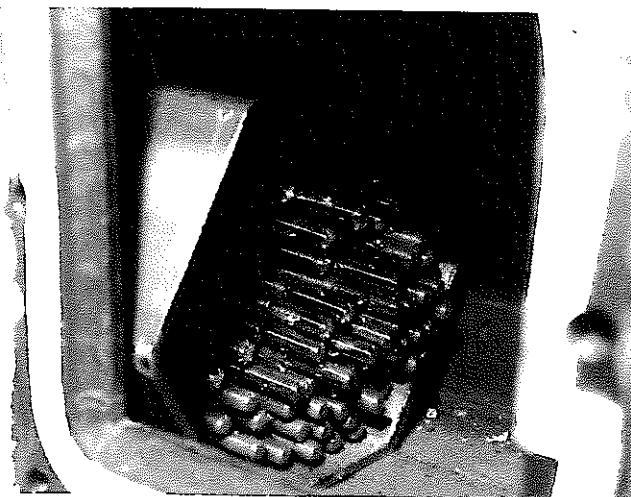
炉心ピン束のみのせん断時に
も同様のかたまりせん断片が
発生している。



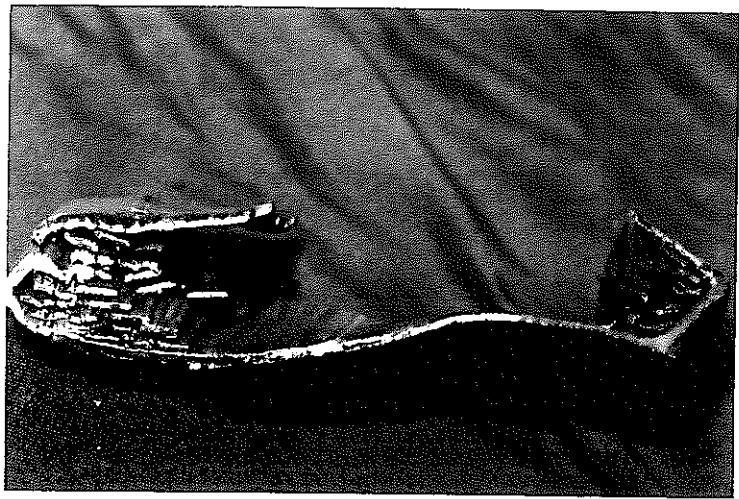
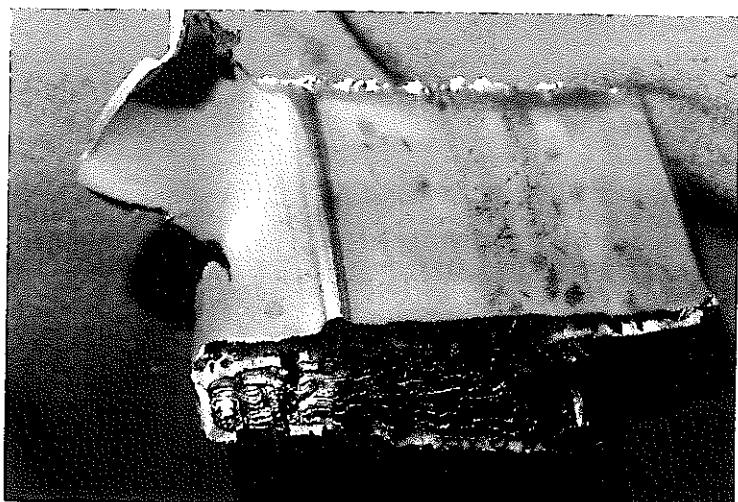
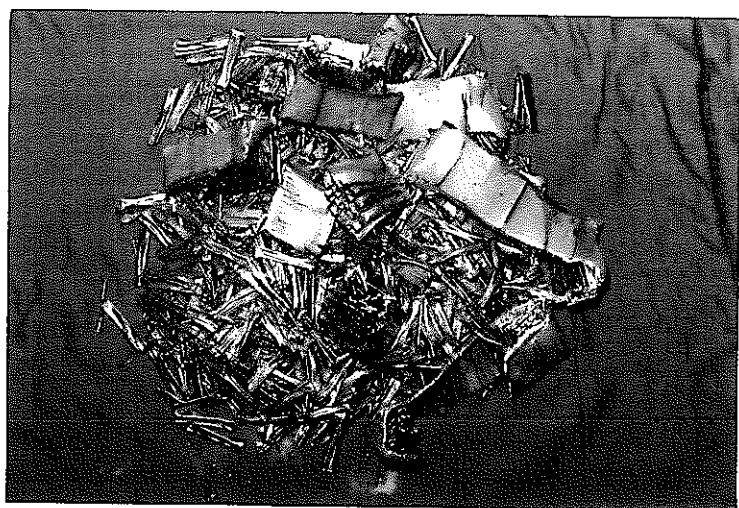
ミート部せん断終了後のブ
レナムせん断概要



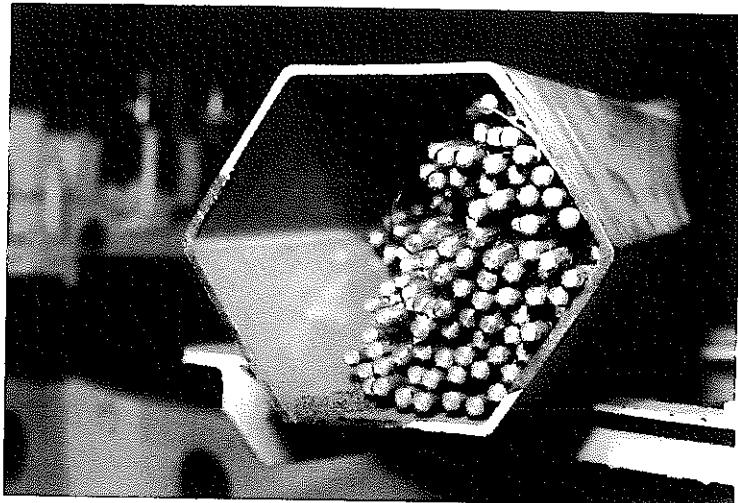
ピン末端部のふぞろい状況



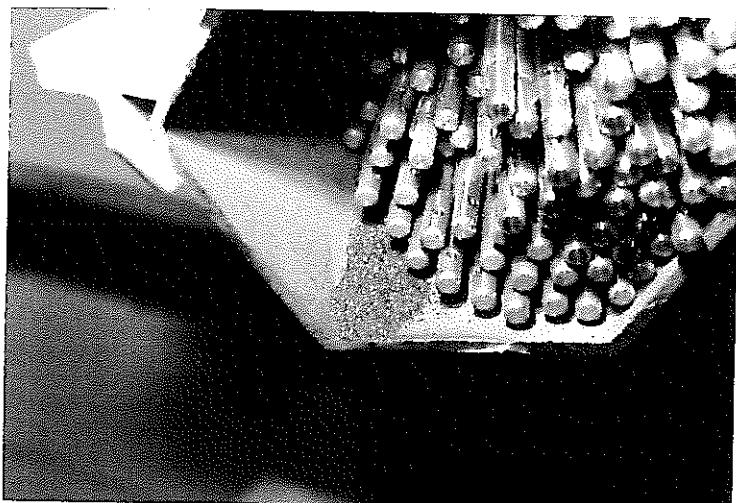
プレナム+ラッパ管の一括
せん断片



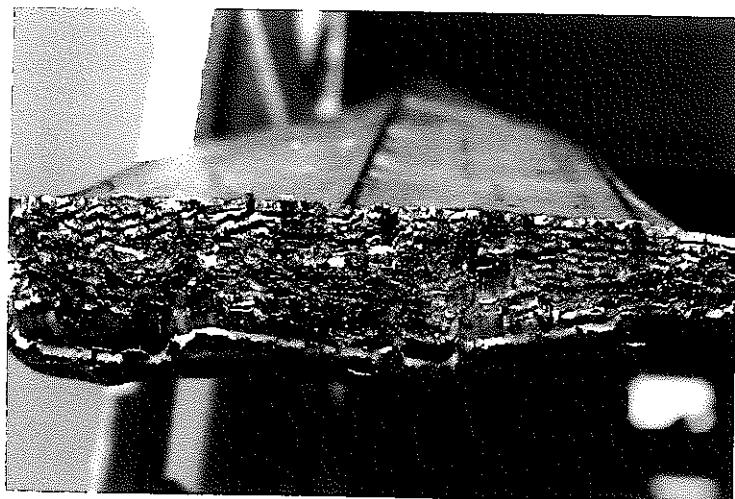
せん断機より回収したラッパ
管付きプレナム部



粉塵が堆積している。



せん断された端面

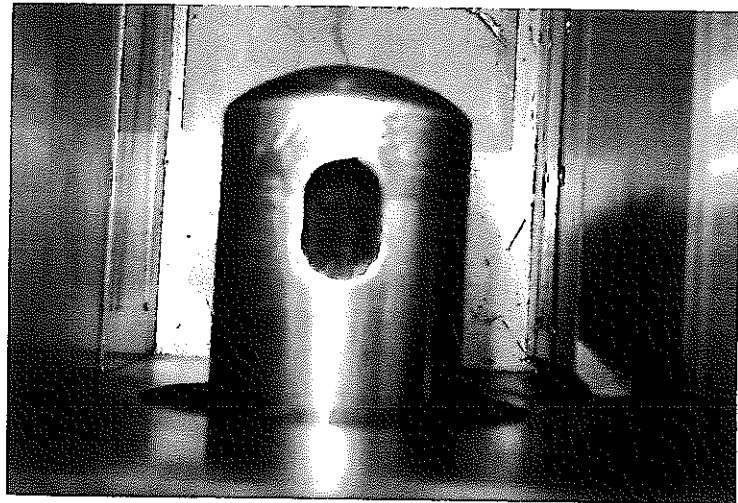


せん断終了後のせん断機内状況
(せん断片や粉塵等の堆積がある。)



マガジン内に堆積している粉塵
及びピン

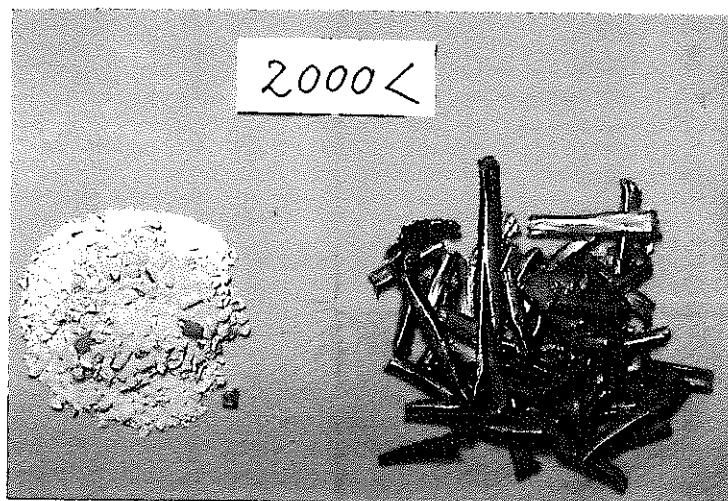




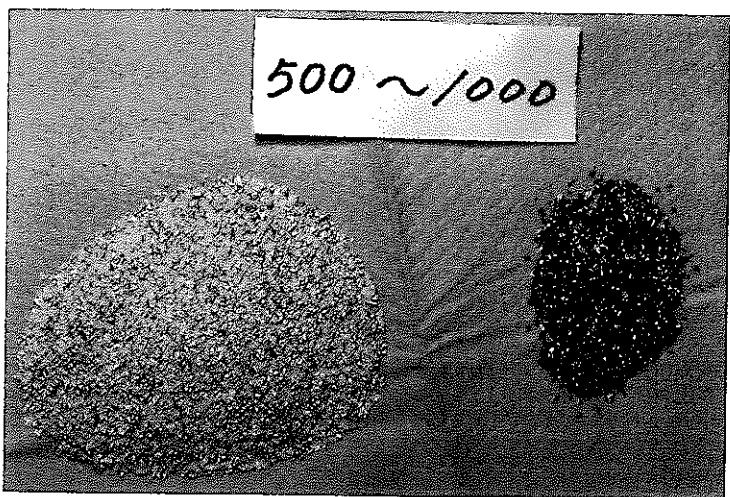
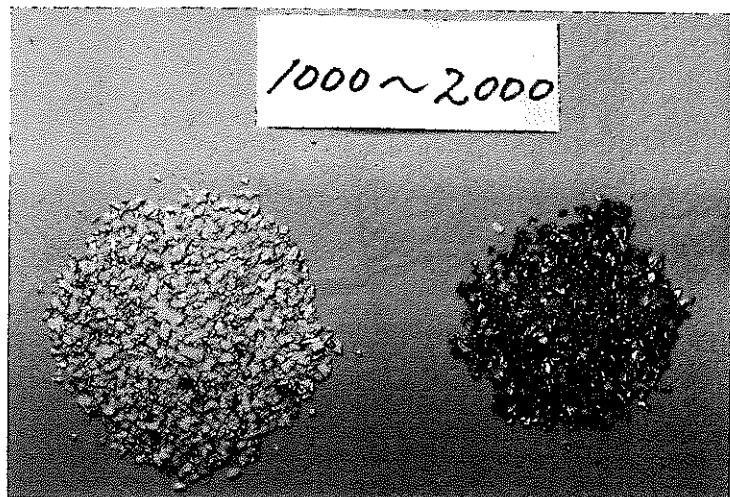
ラッパ管より回収した粉塵



せん断機内に堆積していたペ
レット及びピン



せん断によって発生した粉塵



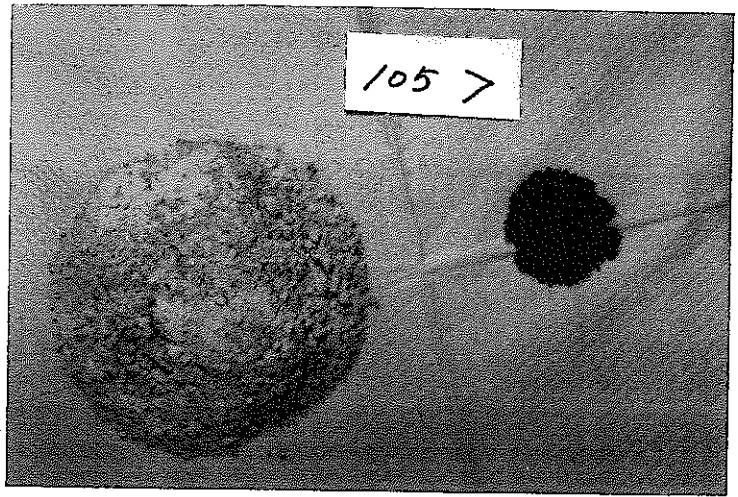
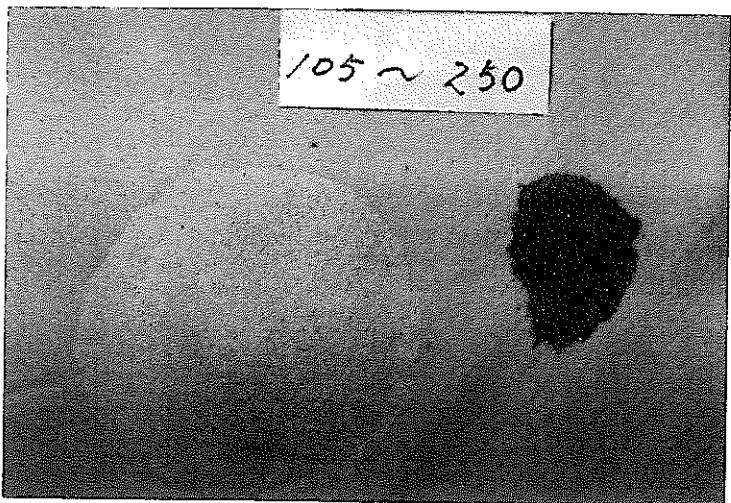
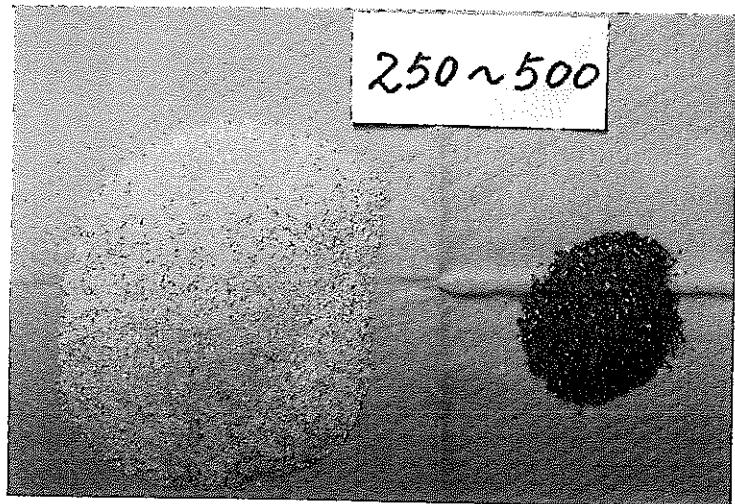
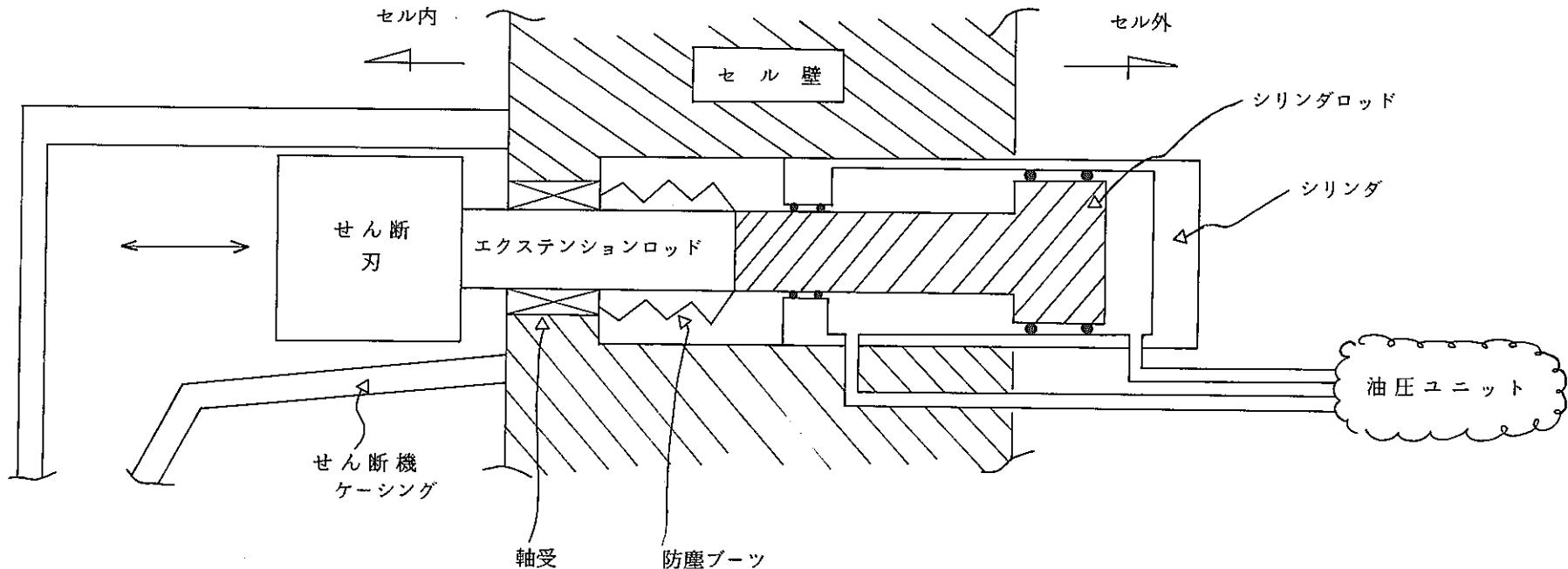
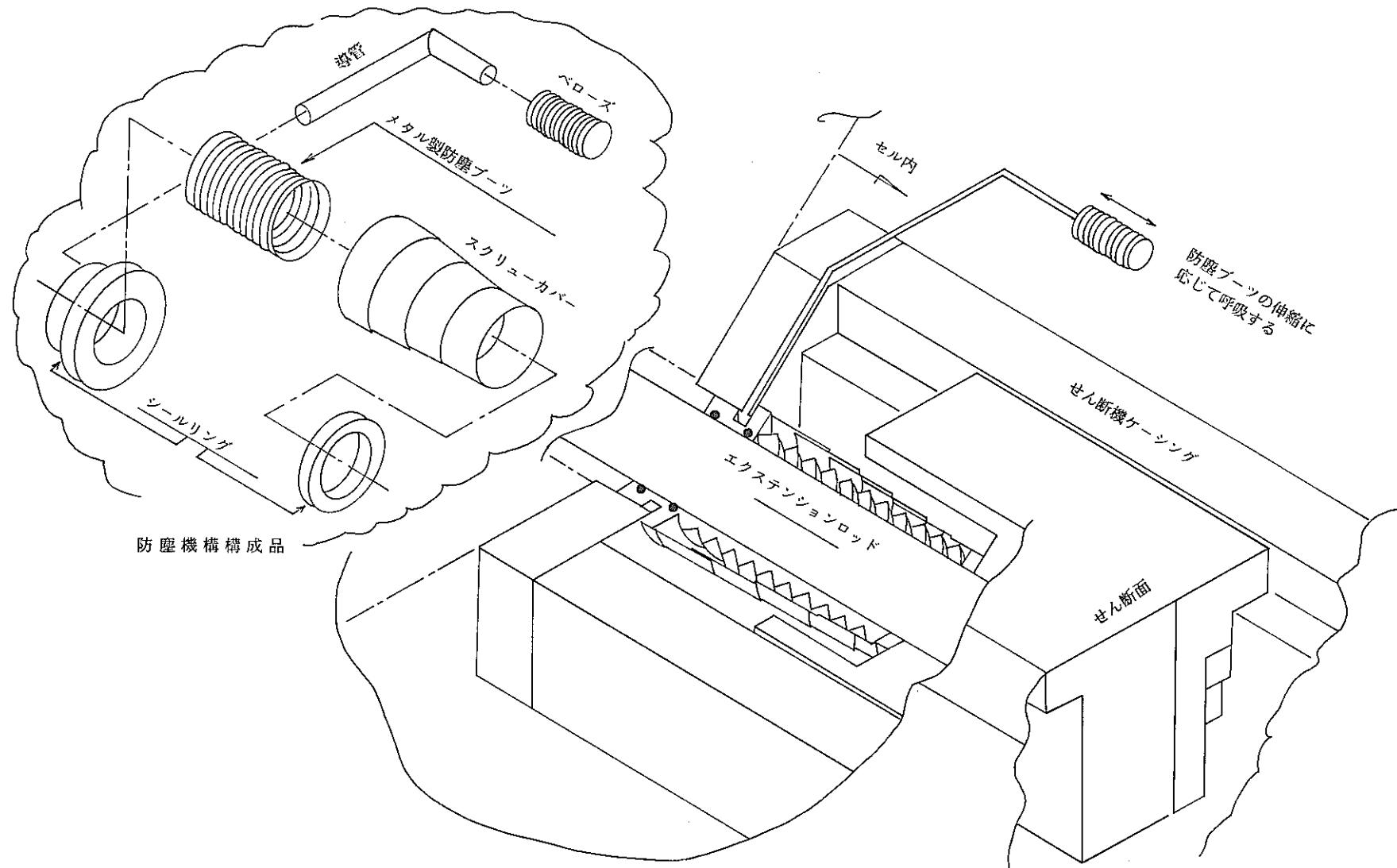


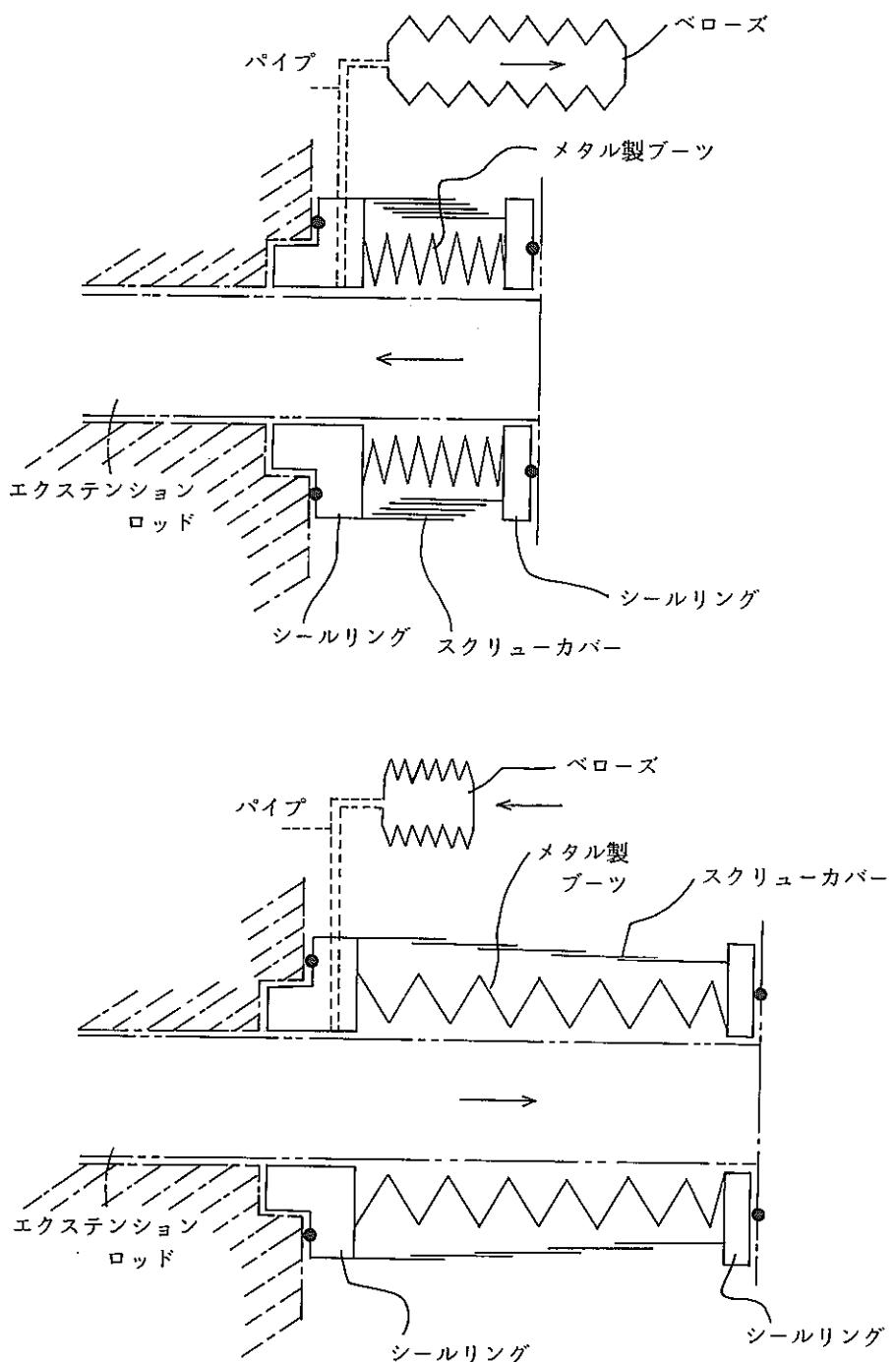
図 表 集
<IV 章 関連>



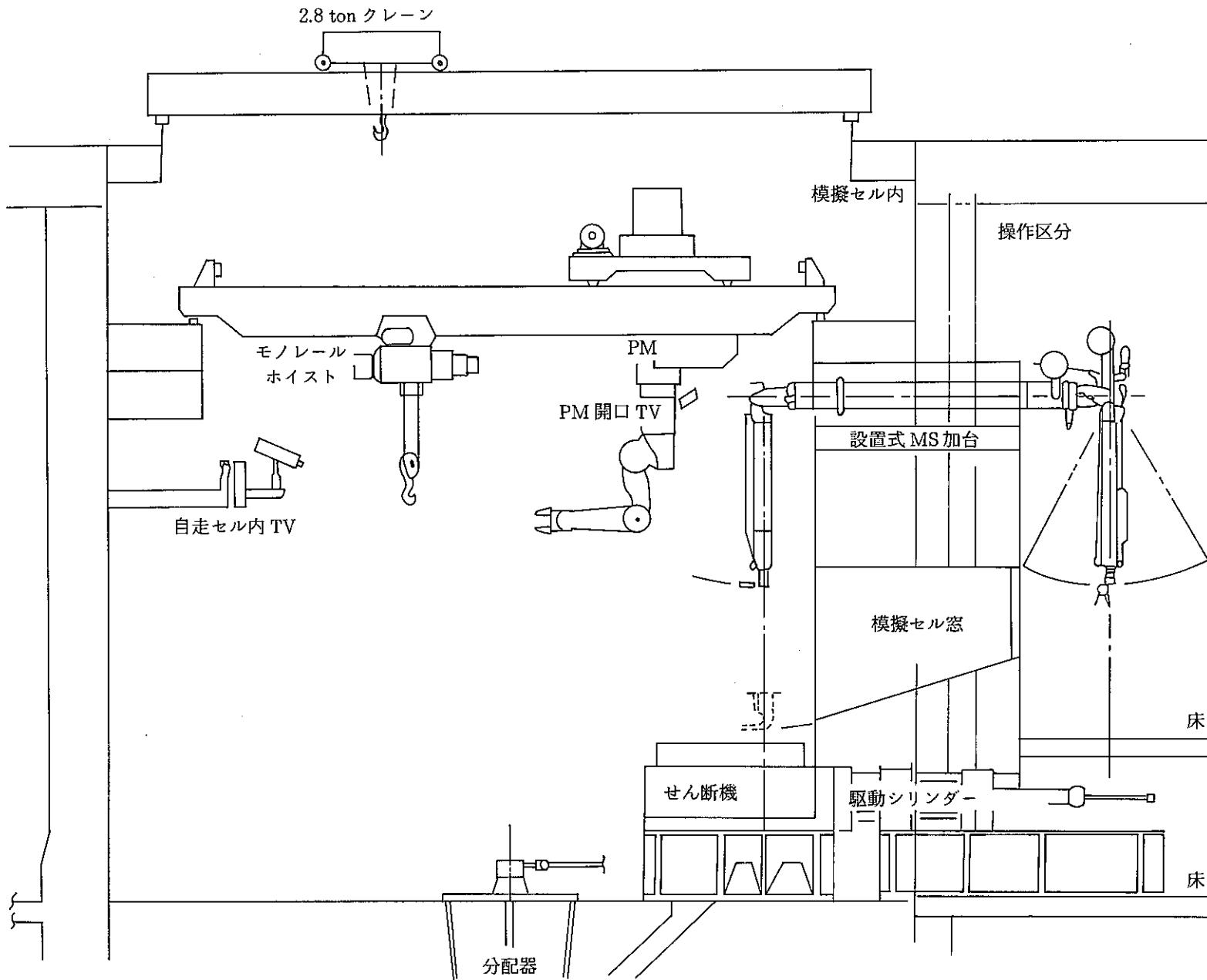
図IV-2-1 既設せん断機の汚染防止機構



図IV-3-1(1/2) 改良防塵機構概要図

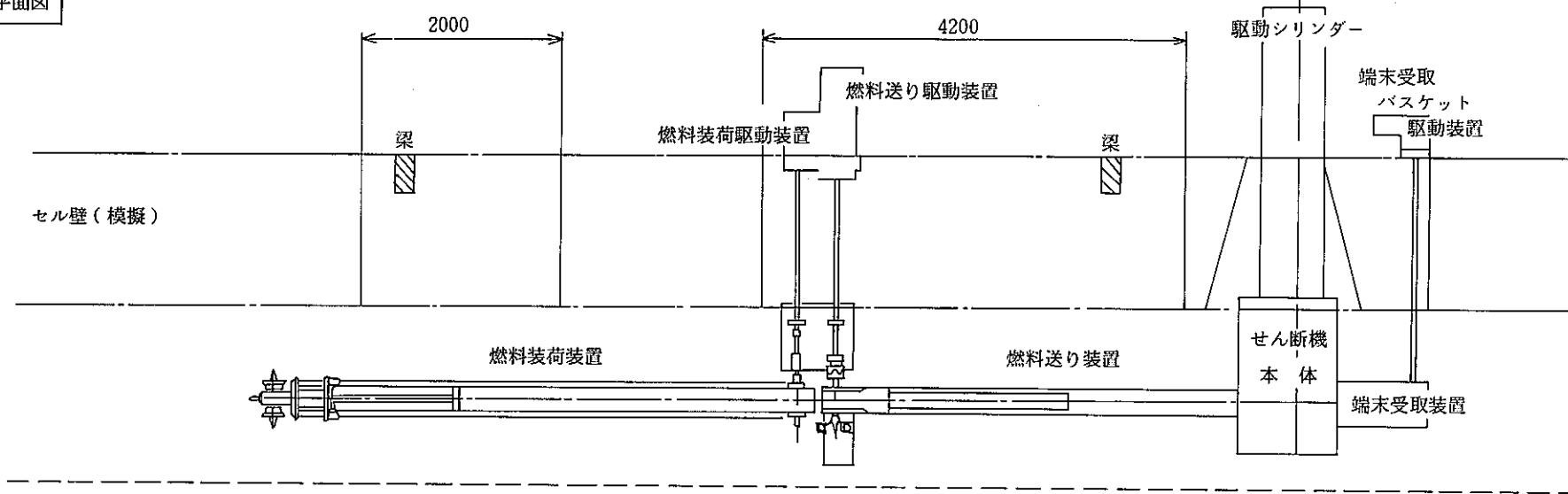


図IV-3-1(2/2) 防塵ブーツの呼吸システム概要図



図IV-4-1(1/2) 遠隔取り扱い機器セル内配置図

平面図

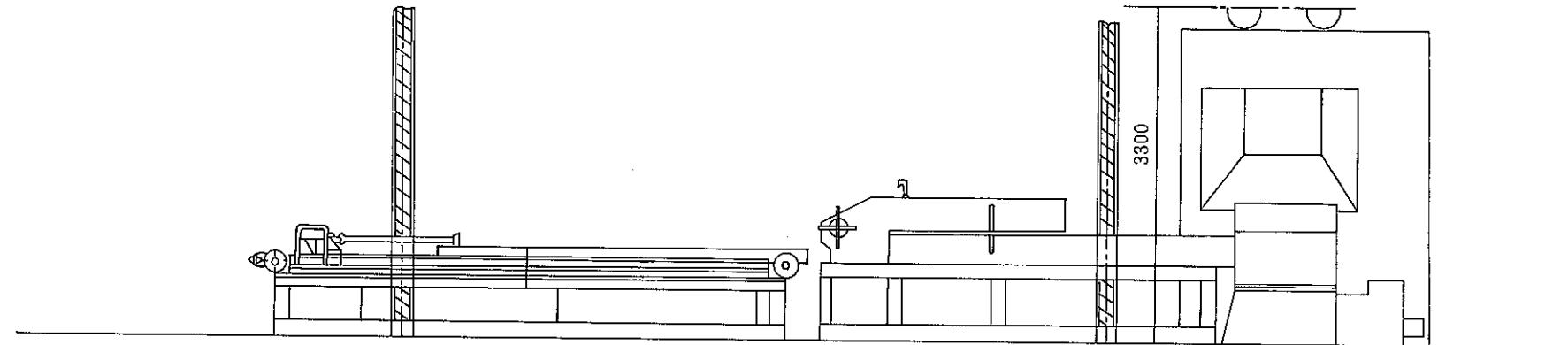


- 151 -

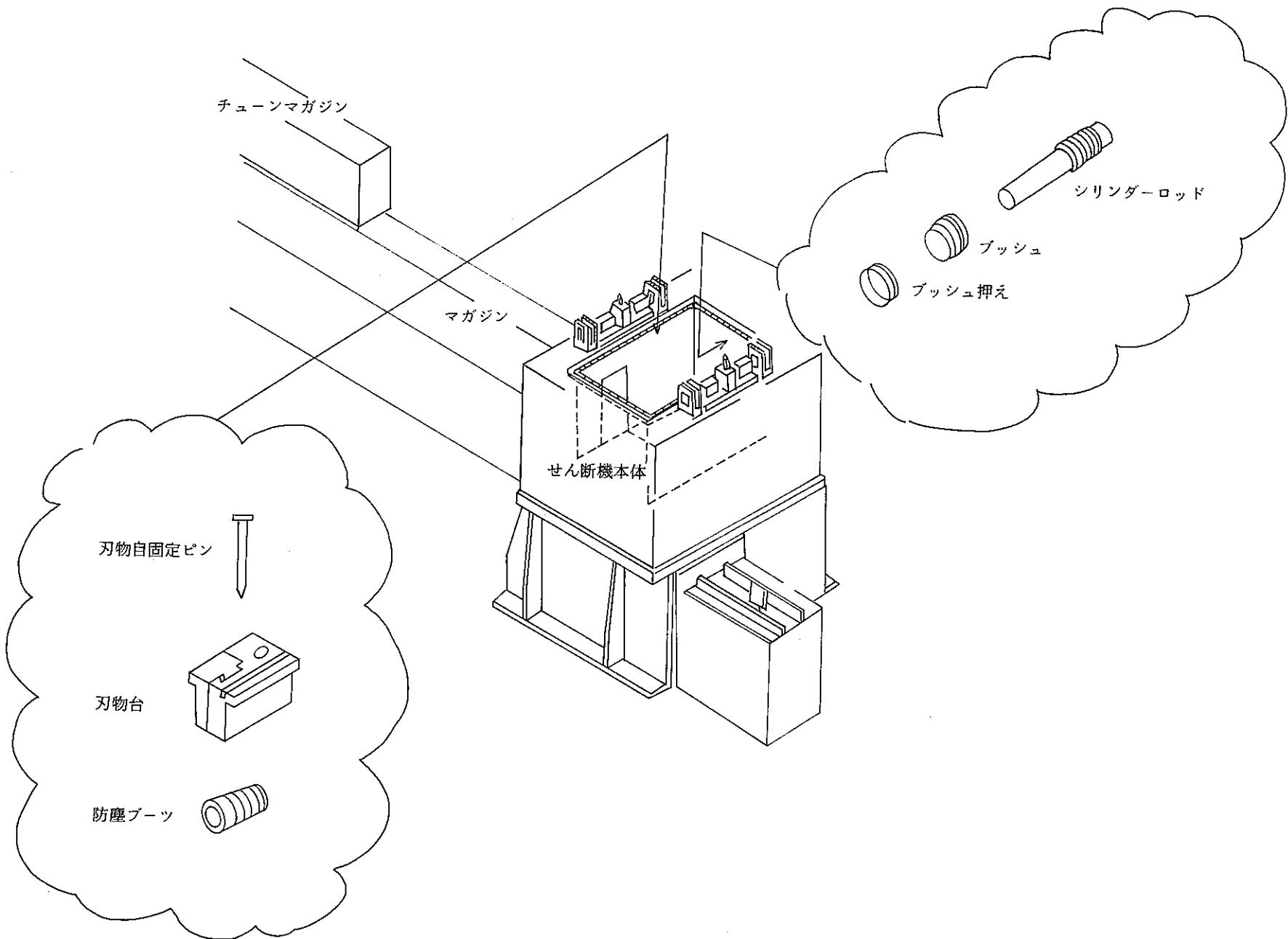
立面図

↑ 東

西 →

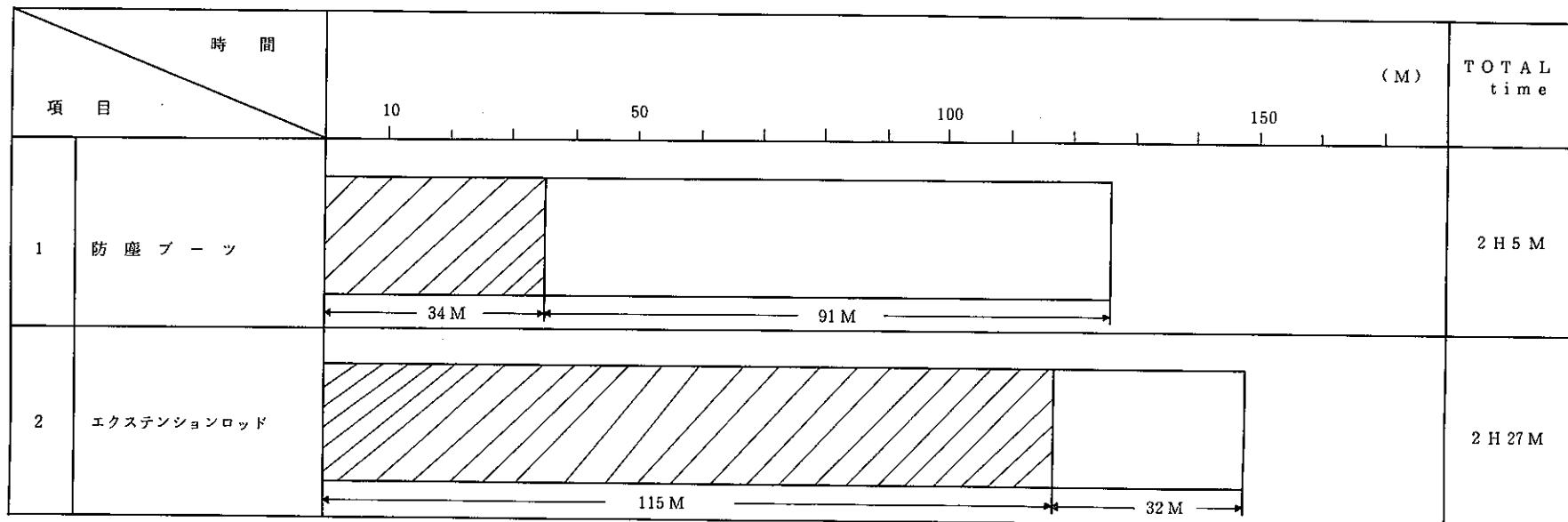
設置式 MS 架台
(模擬窓)

図IV-4-1 (2/2) MS 架台設置図



図IV-4-2 せん断機油圧シリンダー部の防塵機構概要図

表IV-4-3 遠隔保守所要時間

 分解.
 組み立て


分解, 149 M

作業時間の
総計

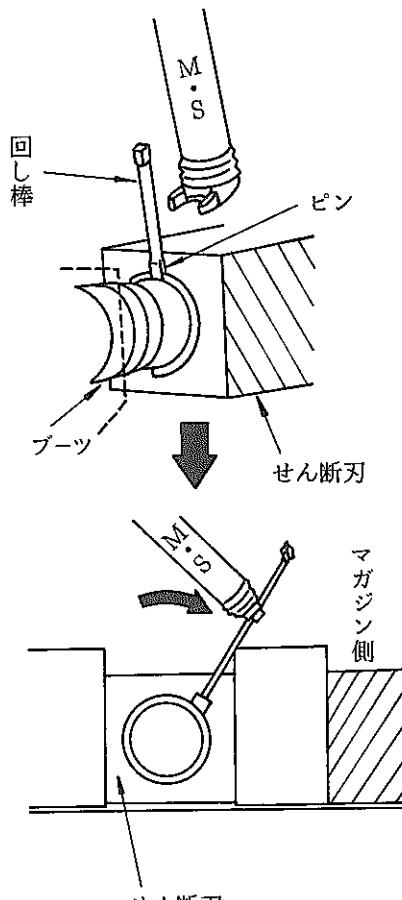
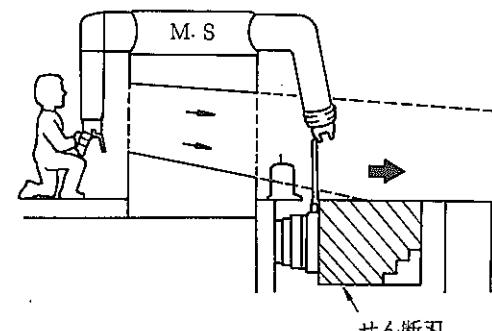
組み立て, 123 M

対象装置名称

防塵ブーツ取り外し

試験記録用紙

PNC 18410 88-021

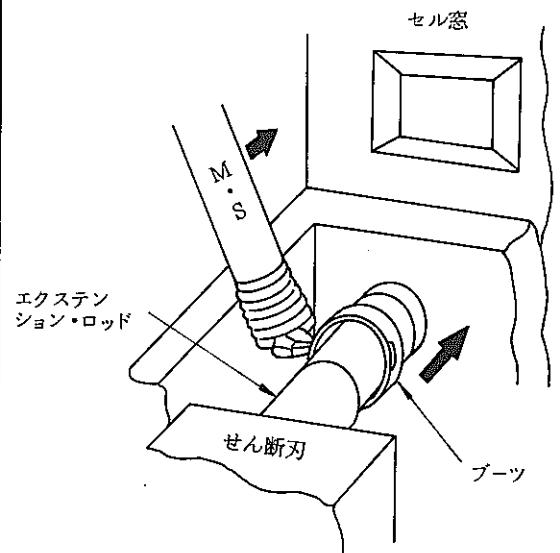
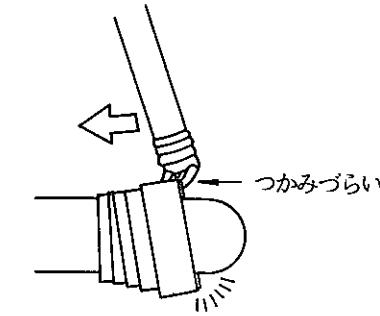
作業項目	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計(TOTAL)	
せん断刃の取り外し		<p>① MSで刃物台とブーツを留めてい る。ロックpinに回し棒を取り付け る。(※-1) 図-1 参照</p> <p>② 回し棒を取り付けたのち、MSで、 マガジン側に回して、ロックを解除 し、回し棒を取り外す。 図-2 参照</p>		2分	<p>※-1 (気づいた点) ロックpinに回し棒を取り付ける際に、TV 観視のみで行うよりせん断刃を前進してセル窓 より目視出来る位置で、ロック解除作業を実施 すると、より作業は簡単である。Fig-1 参照</p> 

対象装置名称

防塵ブーツ取り外し

試験記録用紙

PNC I 8410 88-021

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
防塵 ブーツ ロック 解除		<p>③ ロック解除の後、ブーツを MS で手前に移動する。(※-2) 図-3 参照</p>	8 分		<p>※-2 ブーツを手前に引く際、ブーツをつかむのに手間だった。Fig.-2</p> 

対象装置名称

防塵ブーツ取り外し

試験記録用紙

PNC I 8410 88-021

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ロック・ピンの取り外し		<p>④ 刃物台とシリンダーロッドを留めている固定ピンをコッター抜き治具を使用して引き抜き、シリンダーを後退する。(※-3) 図-4 参照</p>		18分	<p>※-3 固定ピンを引き抜く際に、シリンダーをゆっくり、前進・後退をしながら、ピンをたたくとぬきやすい。Fig.-3 参照</p> <p>ひっかかっている ひっかかっていない</p>

対象装置名称

防塵ブーツ取り外し

試験記録用紙

PNC I8410 88-021

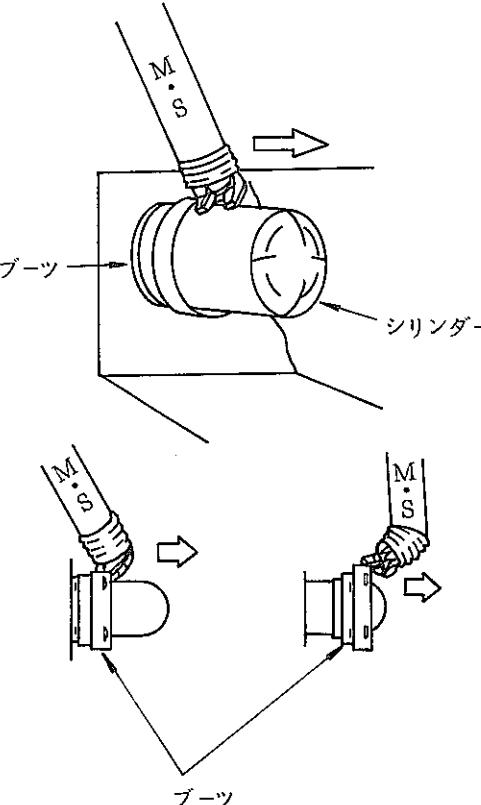
作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
せん断刃取り外し		<p>⑤ 4本吊りチェーンスリングを28t クレーンに取り付け MS を使用して 刃物台のアイボルト 3 本に、チュー ニングスリングを取り付けて吊り上げ移 動する。</p> <p>図-5 参照</p>		5 分	

対象装置名称

防塵ブーツ取り外し

試験記録用紙

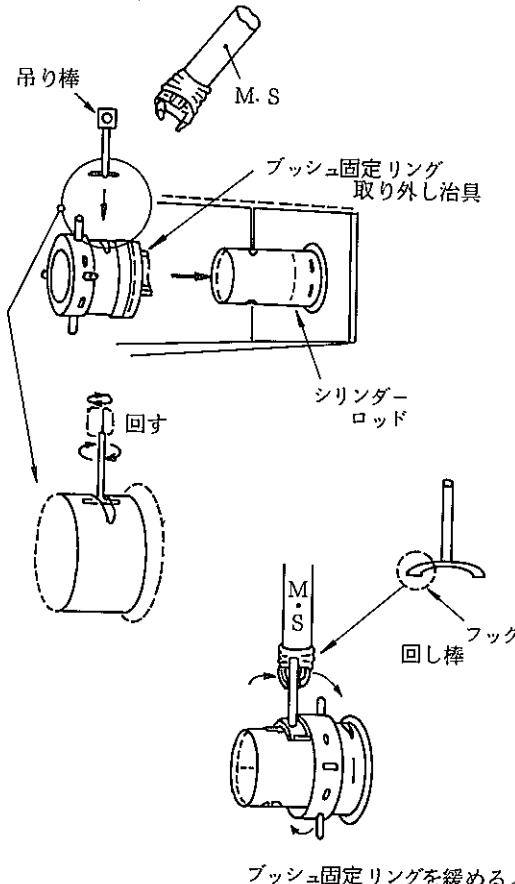
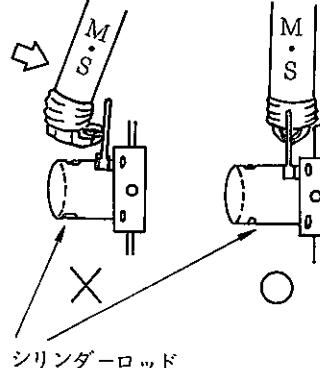
PNC I 8410 88-021

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ブーツ取り外し		<p>⑥ MSを使用してブーツを取り外す。 * ブーツを取り外す際には、セル窓より目視出来る位置まで引き出すと作業はしやすい。(※-4) 図-6 参照</p>	1分		<p>※-4 防塵ブーツのセル壁側の固定を解除するには、専用のブーツ回し治具を用いる必要があるが、本試験では、せん断刃とブーツのロック解除作業時に、同時に解除されたため、当初予定のセル壁部とブーツのロック解除作業は省略した。</p>

対象装置名称

シリンダーロッドの取り外し

試験記録用紙

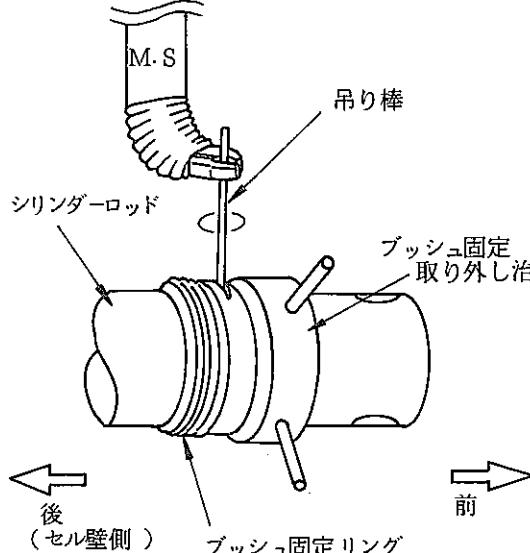
作業要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計(TOTAL)	
ブッシュ固定リングのロック解除	 <p>ブッシュ固定リングを緩める。</p>	<p>⑦ ブッシュ固定リング取り外し治具を吊り棒で吊り、シリンダーロッドに挿入する。(※-5) 図-7参照 吊り棒を取り外し、ブッシュ固定リング取り外し治具を MS でセル壁面へ引き寄せる。 (TV観察) MSで、ブッシュ固定リング取り外し治具を左回転させ、ブッシュ固定リングと取り外し治具がセットされたことを確認する。</p> <p>* ブッシュ取り外し治具を MSのみで回転できないため、回し棒を MSで持ち、取り外し治具を左回転し、ブッシュ固定リングをゆるめる。 図-8 参照、(※-6)</p>	70分		<p>※-5 ブッシュ取り外し治具のシリンダーロッドに通る部分(内径)が、いくらか歪んでおりシリンダーロッドに挿入しづらかったため、ブッシュ取り外し治具の内面をヤスリで削り調整した。</p> <p>※-6 MSで回し棒を取り付け、回そうとしたが持ち方がわるく、うまく回転させる事が出来なかった。Fig.-4 b 参照</p> 

対象装置名称

シリンダーロッド取り外し

試験記録用紙

PNC I 8410 88-021

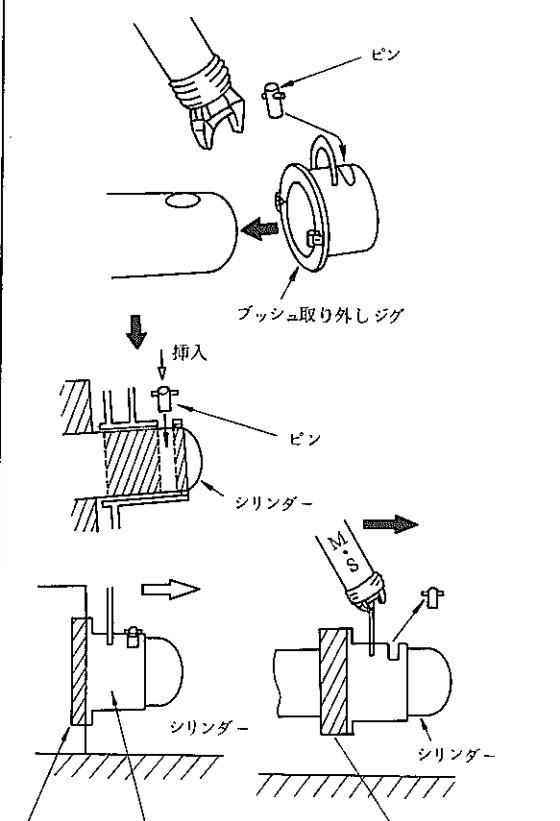
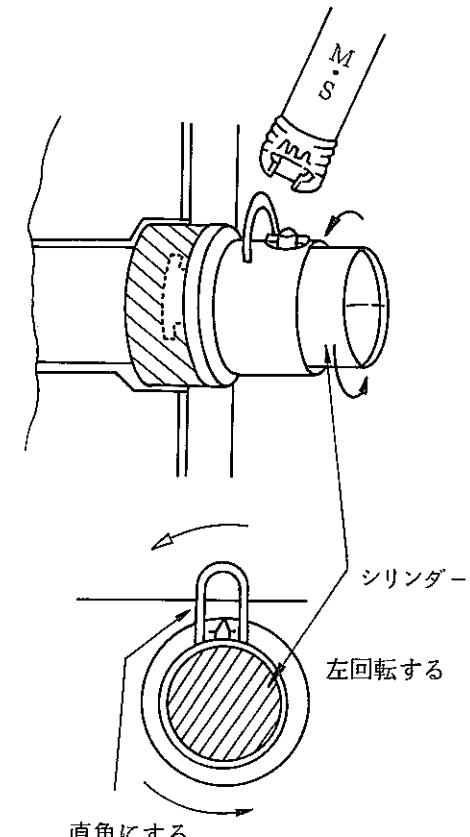
作業 項目	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ブッシュ固定リング取り外し		<p>⑧ ブッシュ固定リングを緩め終ったら、回し棒を取り外してブッシュ固定リング取り外し治具をゆっくり前におしだし、TV観視及び、セル窓からの目視で、ブッシュ取り外し治具に吊り棒を取り付け、シリンドラー ロッドより取り外す。</p> <p>図-9 参照</p>		4 分	

対象装置名称

シリンダーロッド取り外し

試験記録用紙

PNC I 8410 88-021

作業要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計(TOTAL)	
ブッシュ取り外し	 <p>⑨ ブッシュ取り外し治具をシリンダーロッドに挿入し、セル壁部まで引き寄せた後、回転してブッシュと治具をロックする。 図-10 参照</p> <p>⑩ シリンダーロッドを下げる、ブッシュ取り外し治具とロッドの固定ピン用穴の位置を合わせ、ピンを挿入する。</p> <p>⑪ シリンダーロッドを前進させ、ブッシュをセル壁より引き抜く。 図-11 参照</p> <p>シリンダーロッドを前進させた状態 (取り外し治具にブッシュが付いた状態で、壁面より取れる)</p>	<p>⑨ ブッシュ取り外し治具をシリンダーロッドに挿入し、セル壁部まで引き寄せた後、回転してブッシュと治具をロックする。 図-10 参照</p> <p>⑩ シリンダーロッドを下げる、ブッシュ取り外し治具とロッドの固定ピン用穴の位置を合わせ、ピンを挿入する。</p> <p>⑪ シリンダーロッドを前進させ、ブッシュをセル壁より引き抜く。 図-11 参照</p> <p>シリンダーロッドを前進させた状態 (取り外し治具にブッシュが付いた状態で、壁面より取れる)</p>	9分		

対象装置名称

シリンドーロッド取り外し

試験記録用紙

作業項目	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計(TOTAL)	
ブッシュ取り外し		<p>⑯ シリンドーロッドにあるピンと、 ブッシュ取り外し治具を取り外す。</p> <p>⑰ 4本吊りチェーンスリングで、ブ ッシュ取り外し架台を吊り上げせん 断機内にセットする。 図-12 参照</p> <p>⑯ シリンドーロッドを前進させ治具 取り外し架台の取り外し、位置との 合わせを行なう。 図-13 参照</p> <p>⑮ MSでロックをし、シリンドーロ ッドを戻す。(後退させる) 図-13 参照(※-7) ※ この状態で、ブッシュは取り外し 架台に残る。</p>			<p>※-7 ブッシュをロックした際、TVモニターか ら、ロックした事を確認できなかった。</p>

対象装置名称

シリンドーロッド取り外し

試験記録用紙

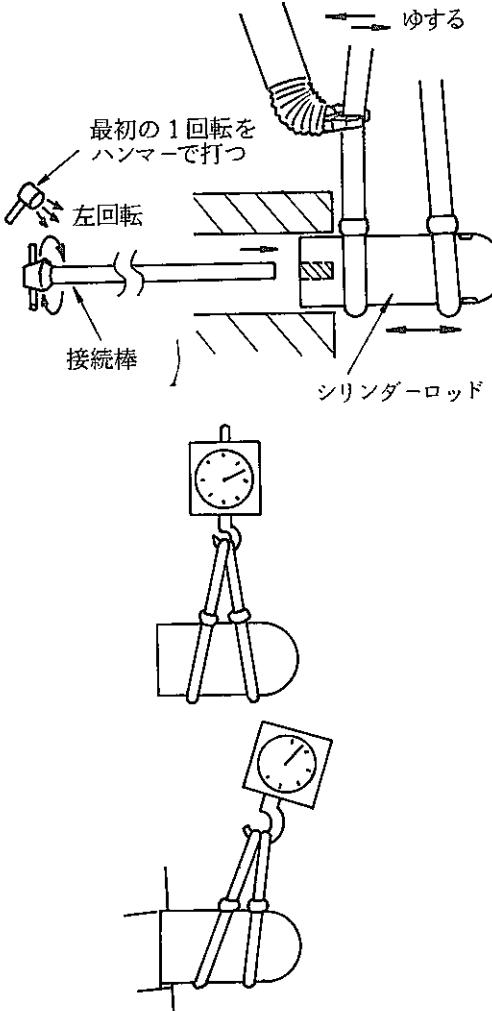
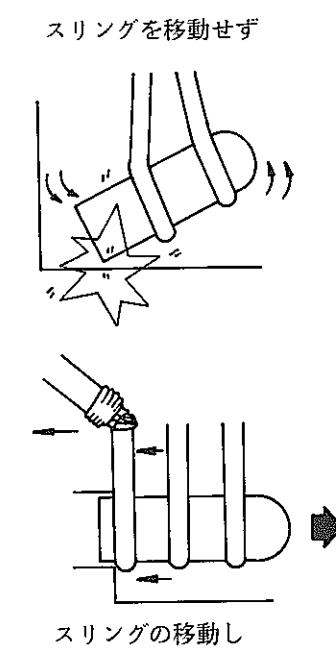
PNC I8410 88-021

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
シリンドー の取 り外 し	<p>秤り ワイヤー スリング</p>	<p>⑯ MSで、クレーンに秤りとスリング、2本を取り付ける。(※-8) 図-14参照 帯ロープ小、2本 ワイヤーロープ小、1本 秤り、500kg 1コ</p> <p>※ 秤りはシリンドーロッドをセル壁より取り外す際むりに吊り上げ荷重を加えない為に使用した。</p>			<p>※-8 せん断機内が暗くTVでよく観察できないため、照明機器を取り付けた。Fig.-5参照</p> <p>M.S. セル窓 ライト マガジン側 シリンドーロッド</p>

対象装置名称

シリンダーロッド取り外し

試験記録用紙

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
シリンダーロッド取り外し		<p>⑯ セル外のシリンダー部にあるシリンダーとシリンダーロッドを接続している接続棒を左回転させ、ゆるめる。 図-15 参照</p> <p>⑰ シリンダーロッドに、スリング2本を取り付け吊り上げる。この時、秤りの指示に注意、吊り上げは、シリンダーロッドを水平にする為に行なう操作</p> <p>⑱ シリンダーロッドを前進させ、MSでスリングをゆすって、シリンダーロッドをセル壁より引き抜く。 図-15 参照(※-9)</p> <p>* シリンダーの重さ、120kg</p> <p>** シリンダー取り外し時の指示値 70kg</p>	32分	合計 32分	<p>※-9 シリンダーの取り外しの際は、スリングをバランスのよい位置に必ず移動する。</p> <p>Fig.-6</p> 

対象装置名称

シリンドラッド組立て

試験記録用紙

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
シリンドラッドの取り付け	 	<p>① クレーンに2本吊りスリングを取り付け、シリンダーをせん断機内部にセットする。(この時、秤りも取り付けておく) このセットの際、MSを使用して、スリング(シリンダーを吊り上げている)を右左に動かしながら手前に引くと入りやすい。ただし、スリングは図のようにすこしづつ吊りの位置を変えていき、1/3程度入ったら1本吊りにして入れる。</p> <p>図-16 参照</p> <p>② シリンダーを前進させシリンダーとシリンドラッドを当てセル外の接続棒を右回転させ接続する。</p> <p>図-17 参照</p>		13分	

対象装置名称

シリンドーロッド組立て

試験記録用紙

PNC I 8410 88-021

作業項目	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ブッシュ取り付け		<p>③ クレーンに4本吊りチェーンスリングを取り付け、ブッシュ取り付け架台を吊り、せん断機内にセットする。図-18参照</p> <p>セットしたのち、シリンドーロッドを前進させブッシュの穴とシリンドーロッドを合わせる。</p> <p>(※-10), 図-18 参照</p>		9分	<p>※-10</p> <p>シリンドーロッドとブッシュの穴がFig-7に示すように、うまく合わず、挿入がスムーズにいかなかった。(治具に改善を要する。)</p> <p>以降の試験を行なうため、本作業は手作業で実施した。</p> <p>Fig.-7 参照</p>

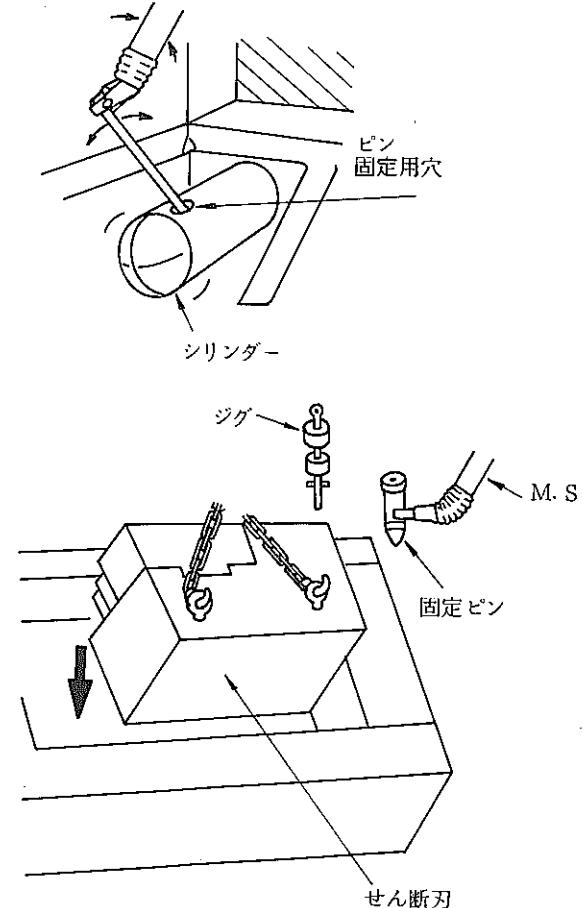
対象装置名称

シリンダーロッド組立て

試験記録用紙

PNC I8410 88-021

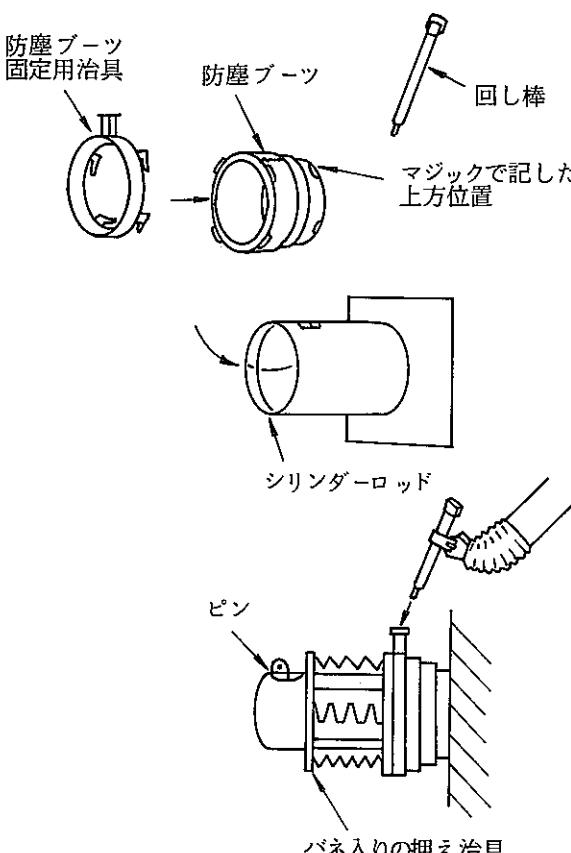
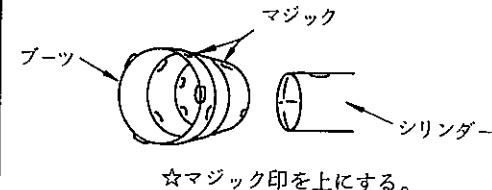
作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ブッシュ固定リング・取り付け		<p>④ ブッシュ固定リングをブッシュ取り付け治具にセットし、シリンダーロッドに、MSで挿入する。 図-19 参照</p> <p>⑤ セル壁面まで引きつけて、治具を右回転し、セル壁部へ固定リングを取り付ける。 図-20 参照、(※-11)</p>		9分	<p>※-11 ブッシュ押さえを回し棒で(MS使用)、硬くなるまで右回転したが、TVでは完全にロックした事を確認出来なかった。そこで、セル内に入り、直接確認した所、まだ2~3回転残っており、完全にロックされていない事が判った。 回し棒をもう少し長くする事で回転力を大きくする事が有効と考えられる。</p>

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ピン固定穴位置合わせ		<p>⑥ シリンドーロッドのピン固定用穴と、せん断刃のピン穴とを合わせるために、まず MS で棒を用い、ある程度シリンドーロッドのピン固定用穴を垂直にする。</p> <p>図-21 参照</p> <p>⑦ せん断刃をセットし固定ピンを入れて、位置合わせする。</p> <p>図-22 参照, (※-12)</p>		10分	<p>※-12</p> <p>シリンドーロッドを前後にゆっくり動かしながら、固定ピンを入れると入りやすい。</p>

対象装置名称

ブーツ組立て

試験記録用紙

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
ブーツの取り付け	 <p>防塵ブーツ固定用治具 防塵ブーツ 回し棒 マジックで記した上方位置 シリンドーロッド ピン バネ入りの押さえ治具</p>	<p>⑧ せん断刃を取り外し、MSで防塵ブーツをシリンドーロッドに挿入し手前に寄せ、防塵ブーツ固定治具を取り付ける。 図-23 参照</p> <p>⑨ シリンドーロッドに、図-24に示すバネ入り押さえ治具を挿入しロッドのピン固定用穴にピンを入れる。 図-24 参照</p> <p>⑩ シリンドーを後退して、防塵ブーツを壁面に押しつけ、押し棒を防塵ブーツ固定用治具に入れて右回転させ、せん断機壁面へ固定する。 (※-13)</p>	6分 38分 47分	91分	<p>※-13 ブーツ取り付けの際、ブーツにあらかじめ上側に、マジックで印をしていたが、印がきていたのに気がつかずに、取り付けを行なっていたところ、ブーツカバーがはずれてしまい取り付けに手間どった。</p> <p>Fig.-8</p>  <p>☆マジック印を上にする。</p>

作業 要項	概要状況図	作業手順	所要時間		備考(不具合等)
			単位毎	計 (TOTAL)	
せん 断 刃 取 り 付 け	<p>せん断刃取り付け</p>	<p>① ※-14 4本吊りチェーンスリングを使用してせん断刃を取り付ける。 図-25 参照</p> <p>② せん断刃とシリンダーを留める固定ピンを入れる。</p> <p>③ せん断刃にブーツを取り付け、ロックする。(※-14) 図-26 参照</p>	8分	3分	<p>※-14 せん断刃にある防塵ブーツ固定用のボルトが破損しており、完全にブーツをセットすることができないと判断し修理のため、試験を一時中断した。</p> <p>※ 固定用ボルト補修後、再度評価する。</p>

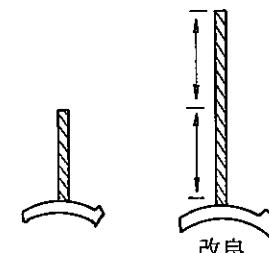
表 IV-4-4 (1/3)

問題点とその対策

本試験で摘出した問題	考えられる原因	具体的案
<p>シリンドーロッド組立てのブッシュ取り付けにおいて ブッシュ取り付け架台を用いたシリンドーロッドへのブ ッシュ取り付けが出来なかった。</p> <p>A - 171 -</p>		

表 IV-4-4 (2/3)

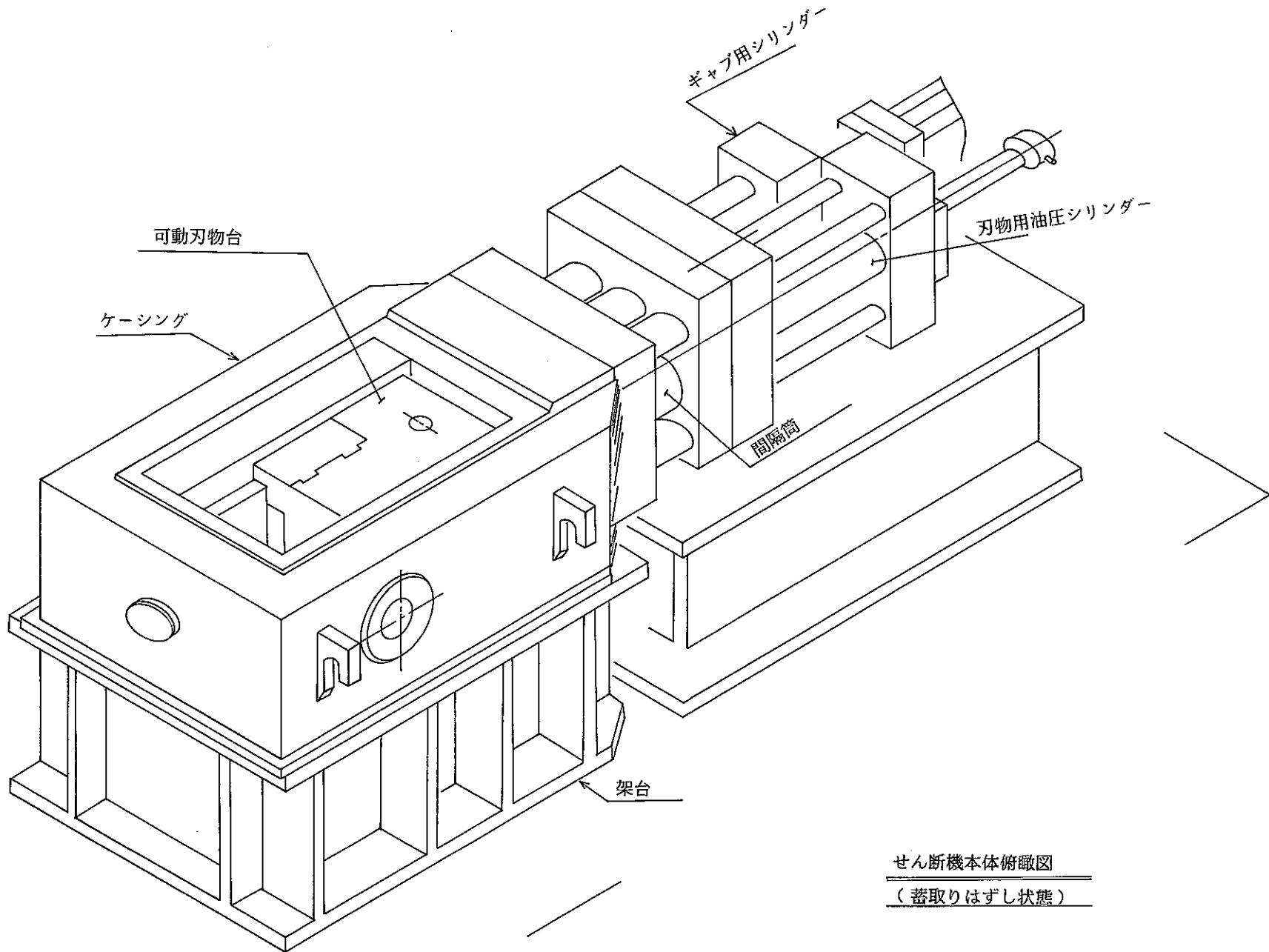
問題点とその対策

本試験で摘出した問題	考えられる原因	具体的案
ブッシュ押さえを回し棒で(MS使用)硬くなるまで右回転したが、TVでは完全にロックした事を確認出来なかった。	<p>MSで回し棒を回す時に力がよく入らない為回転力が不足していると考えられる。</p> <p>力がよく入らないのは、回し棒の長さが短かい為にセル窓よりよく観察出来ない事と、棒の長さが短かいのでMSでよくつかめない事が原因と思われる。</p>	<p>回し棒をもう少し長くする事で、回転力を大きくする事が有効と考えられる。</p> <p>図-2 参照</p> 

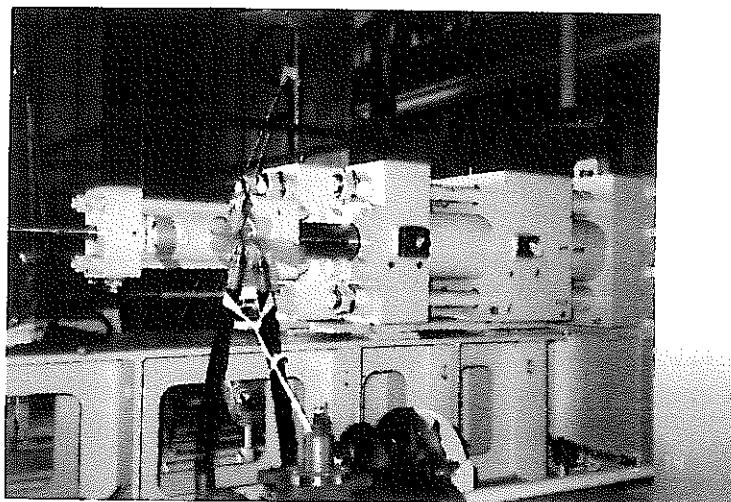
表、IV-4-4 (3/3)

問題点とその対策

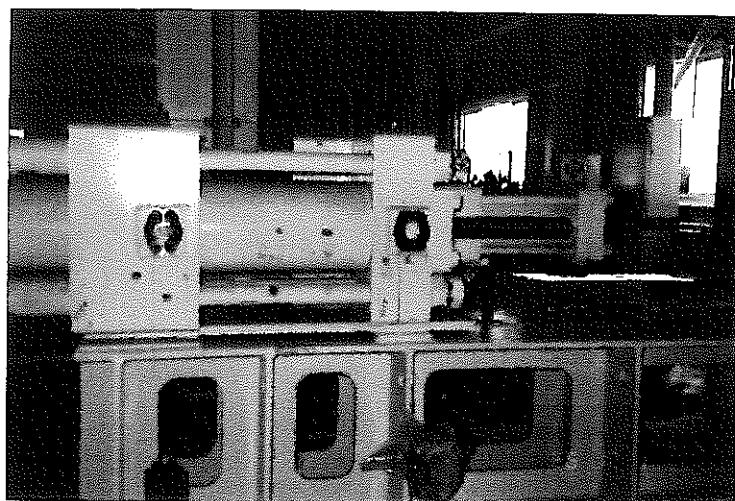
本試験で摘出した問題	考えられる原因	具体的案
<p>ブーツの固定位置として、上位置にマジックでマーキングをしている。</p> <p>このマーキングによって、ロック時の固定確認を行なうが、マジックが消えかかっており固定位置が判らず手間取った。</p> <p>その際、ブーツカバー（スクリューカバー）が外れてしまった。</p>	<p>セル窓より観察しても黒マジックは見づらく、又、消えかかるとより見づらくなる。</p>	<p>① せん断刃側のブーツロック部に 2mm~3mm のみぞを作る。 図-3 参照</p> <p>② 黒マーキングをやめ、白色マーキング等、目立つ色を使用する。</p>



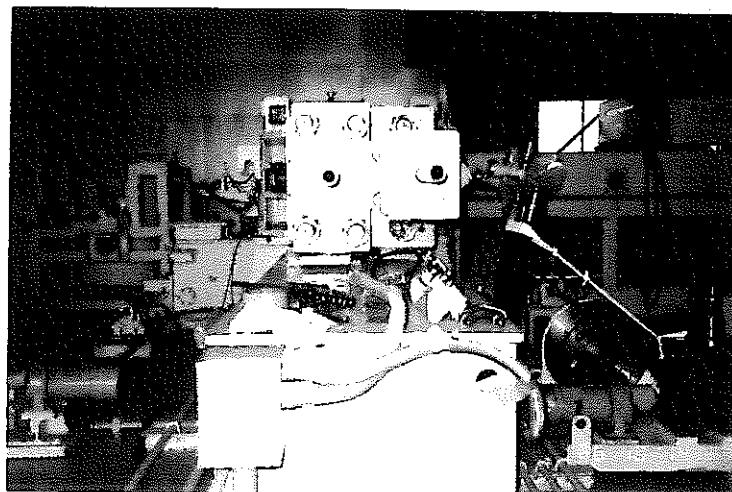
高圧油管取外し及び高圧ホース
取外し



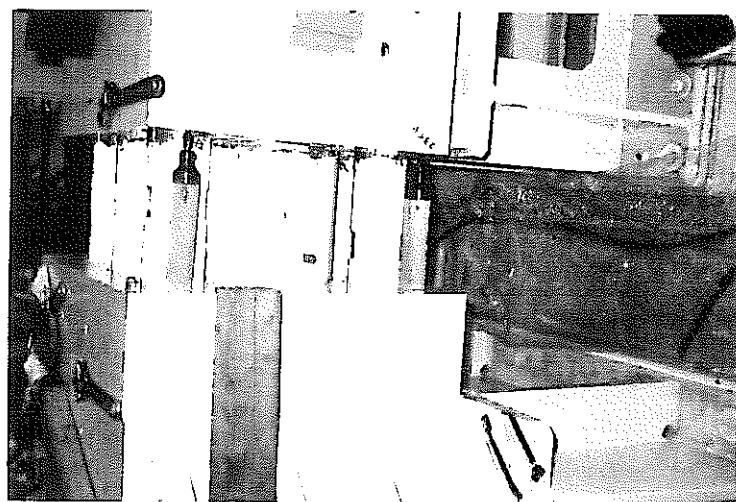
高圧油管取外し及びリミット取
外し



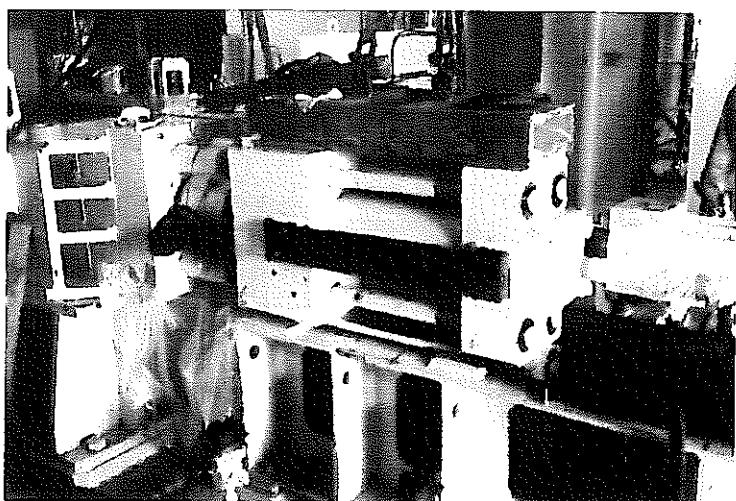
補助ギャク用エクステンション
ロッド及び刃用テンションロッ
ド取外し



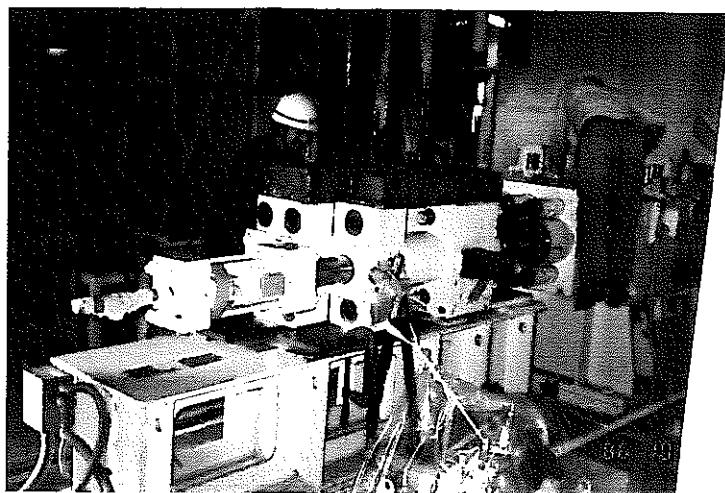
間隔筒取外しの為塗装剥離



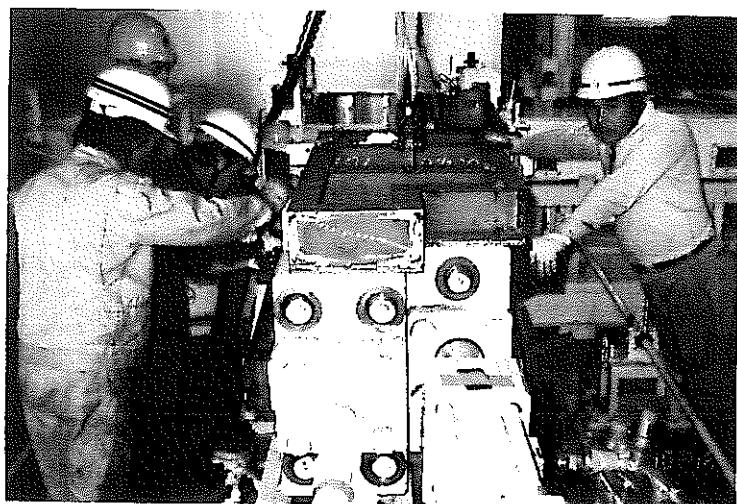
解体治具取付



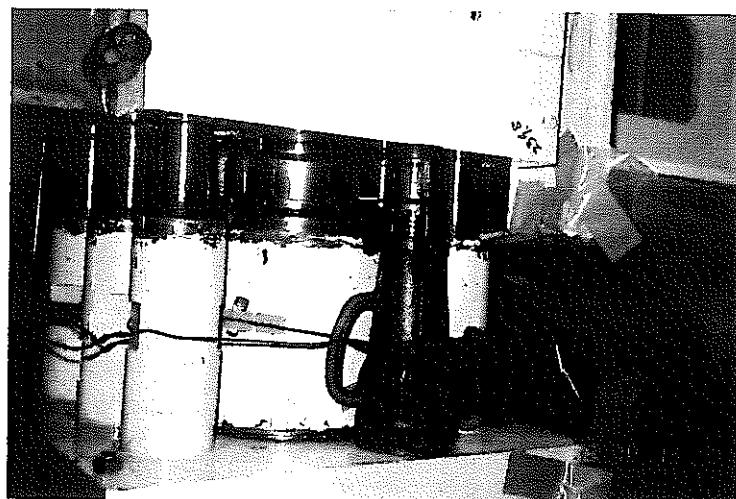
油圧シリンダー部移動



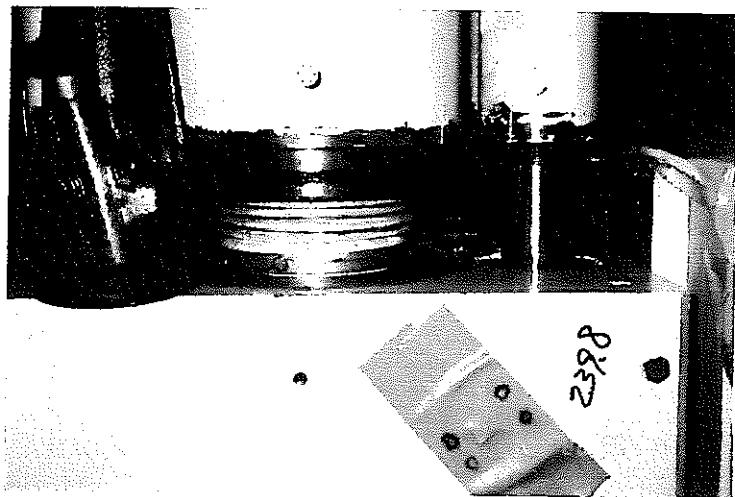
油圧シリンダー部移動



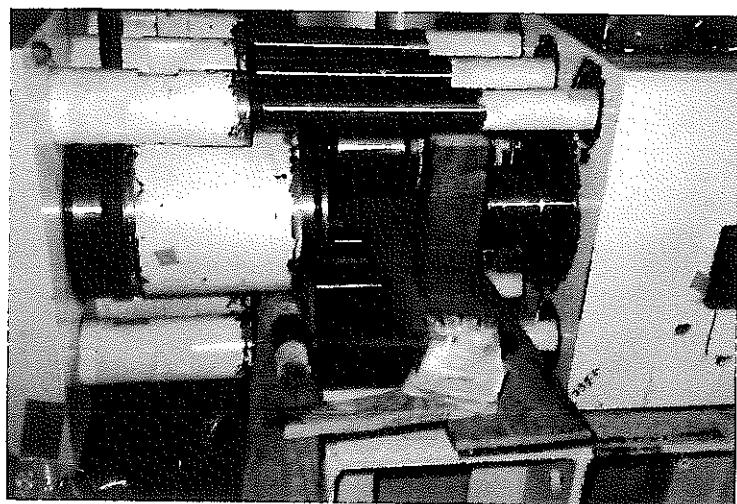
ガイドリング止メネジ取外し



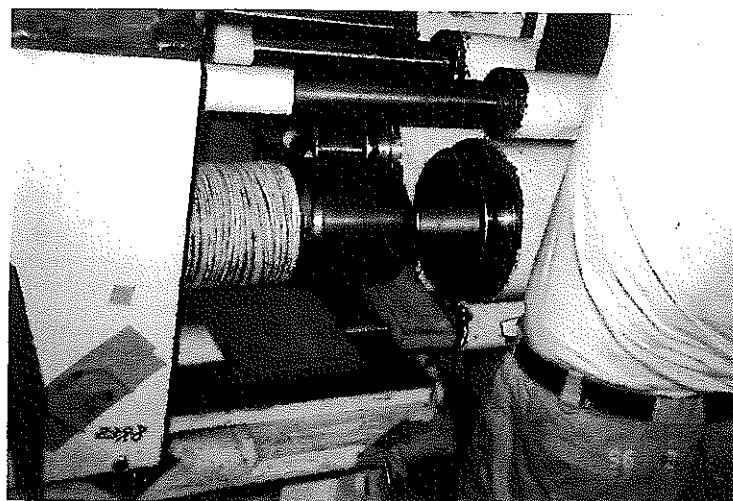
ロード用ブーツ



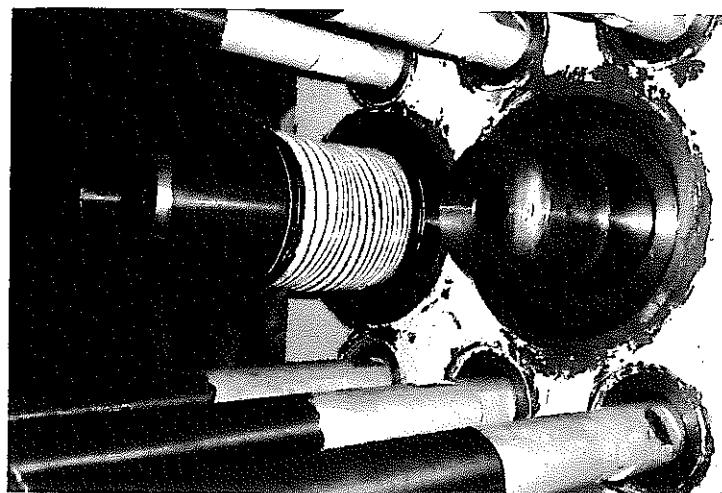
エクステンションロッド及びロードブーツ、リング取外した状態



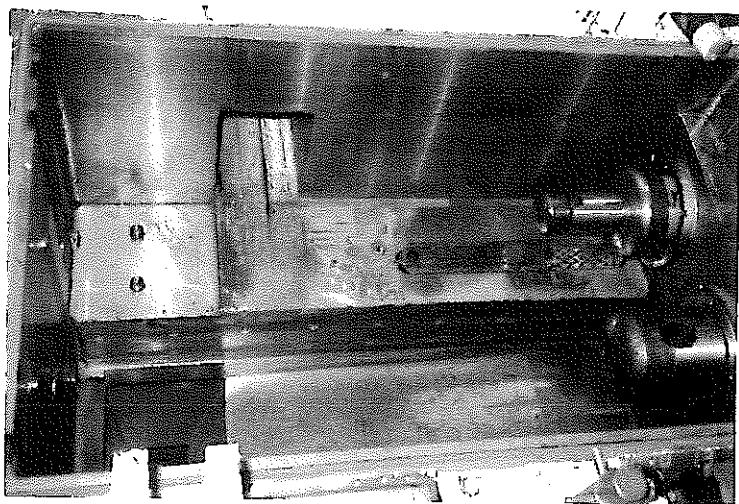
補助ギャク用エクステンション
ロッド取外した状態



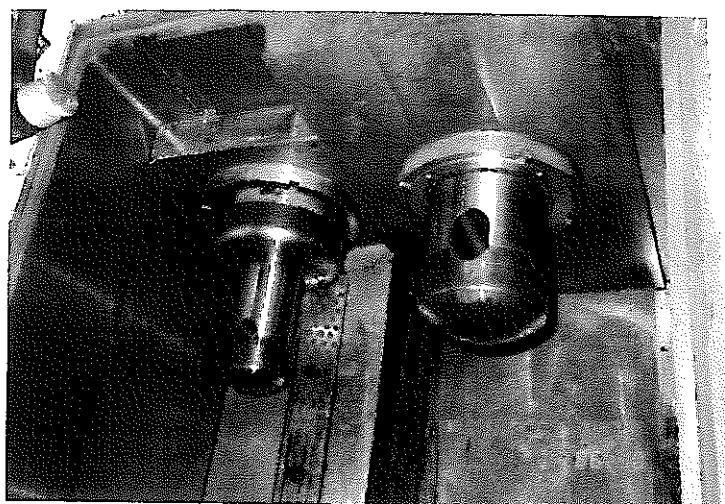
両エクステンションロッド取外
した状態



エクステンションロッド取外
し前



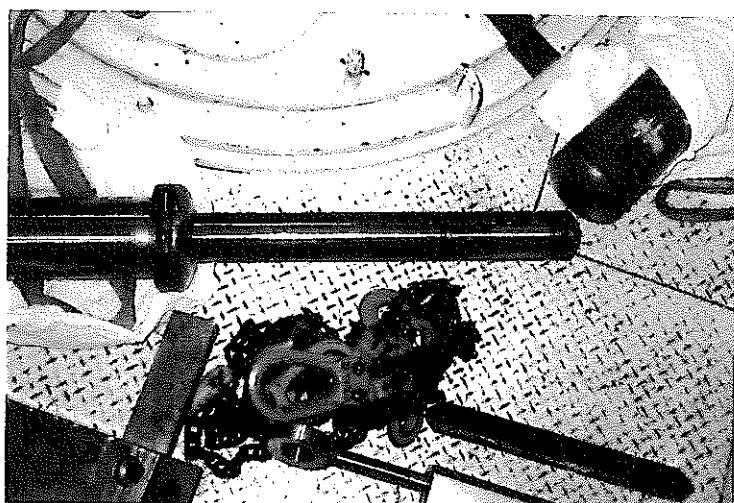
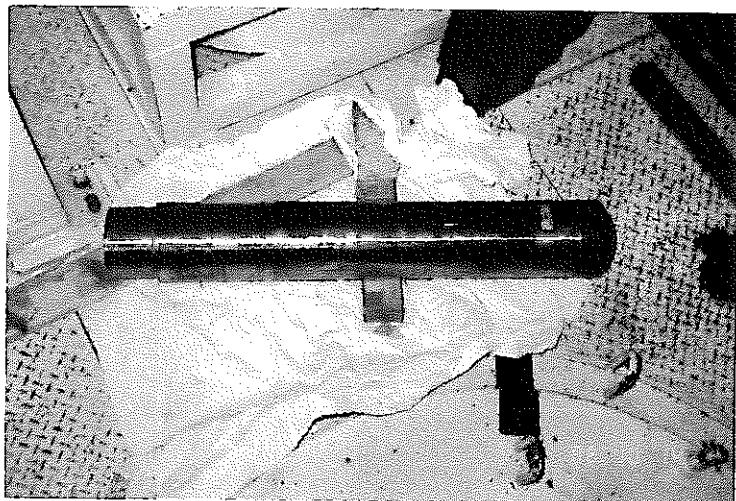
エクステンションロッド取外
し前



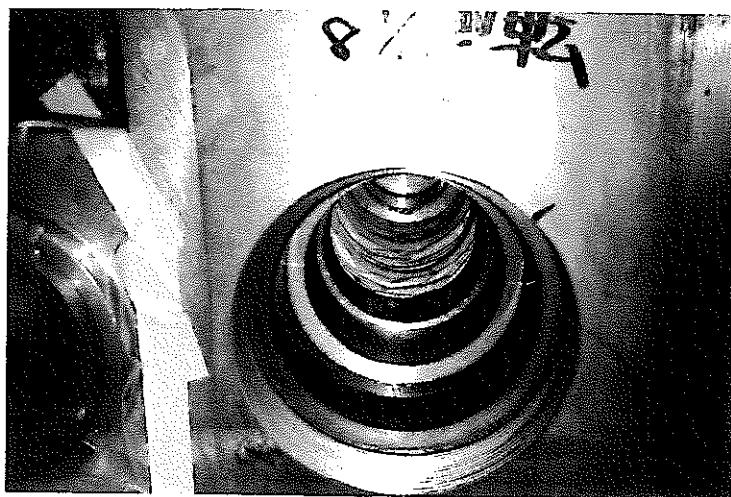
主ギャク、補助ギャク用エク
ステンションロッド



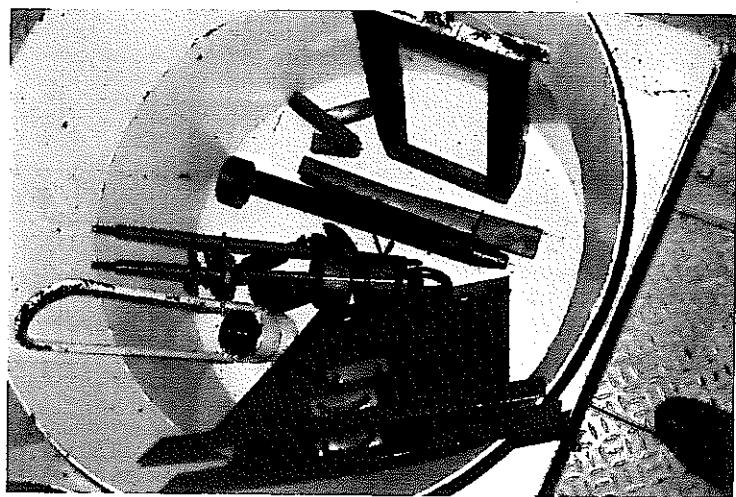
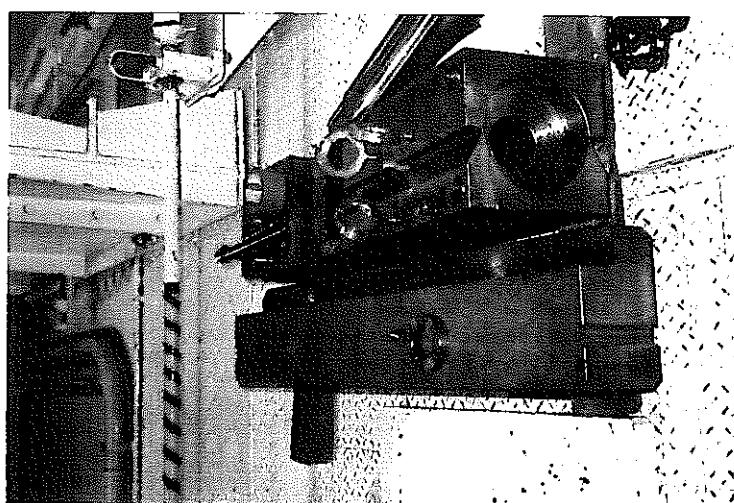
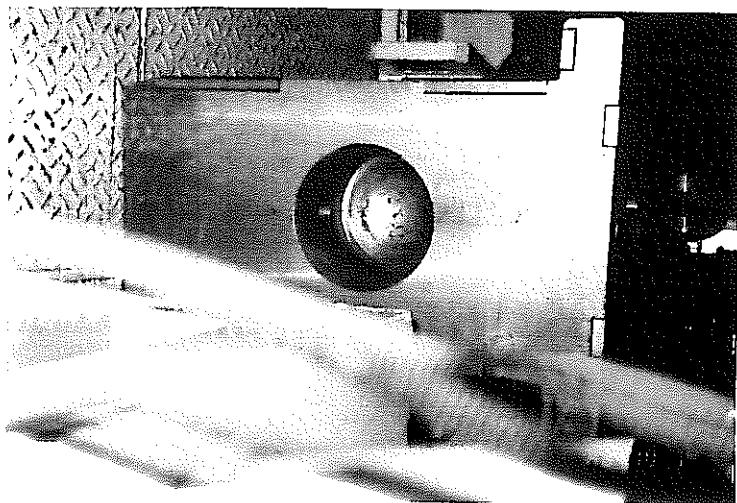
エクステンションロッド



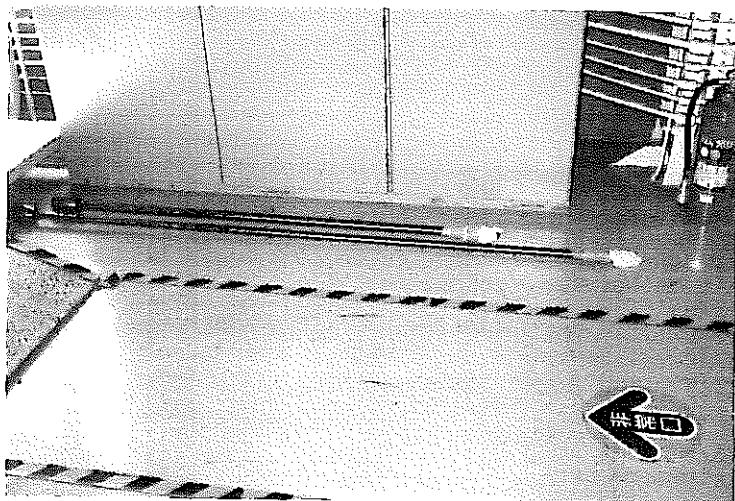
エクステンションロッドを取外
した。間隔筒の中の状態



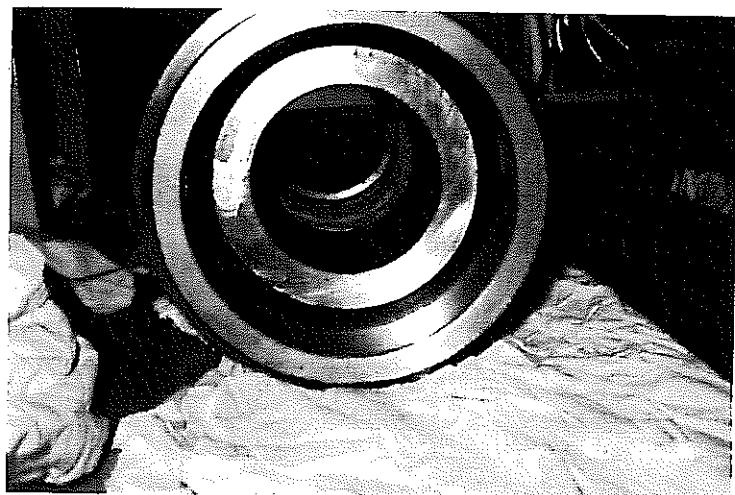
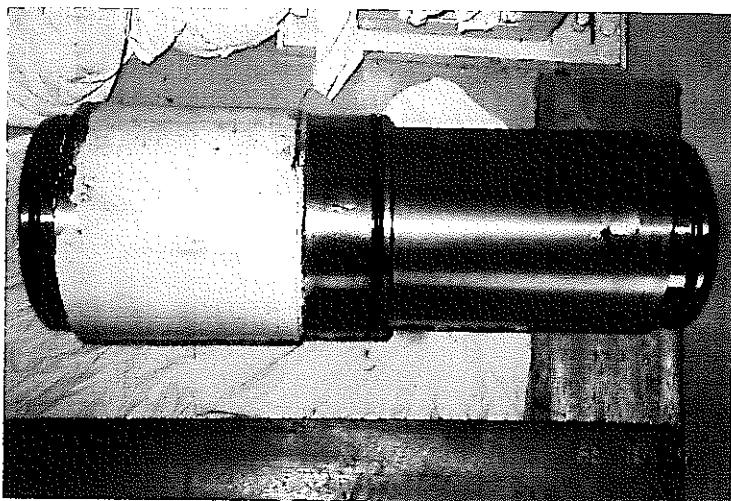
刃物台(可動刃)加工前



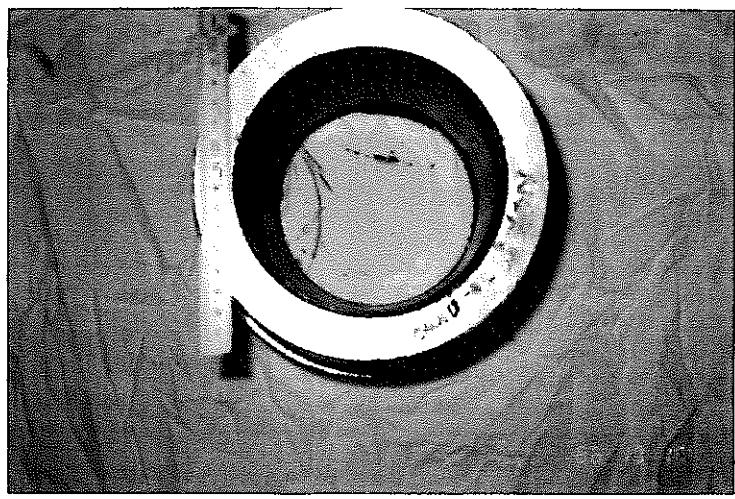
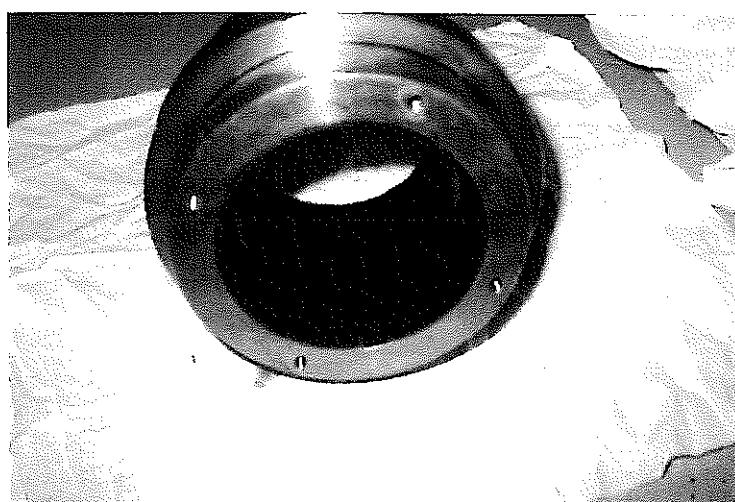
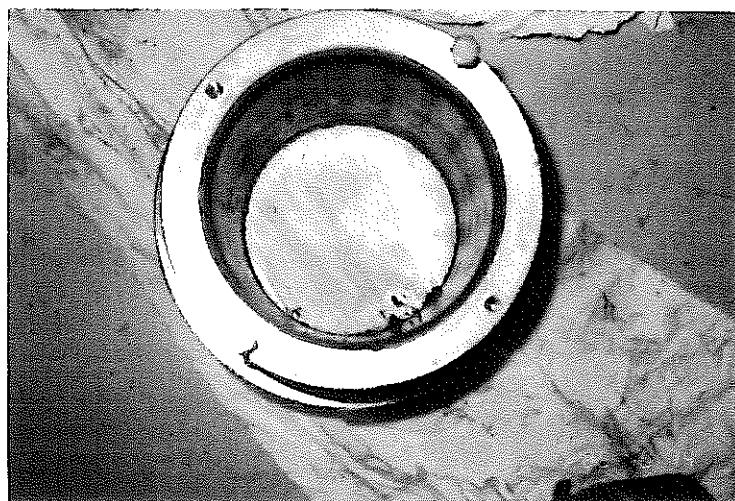
刃用テンションロッド及び補助
ギャグ用テンションロッド



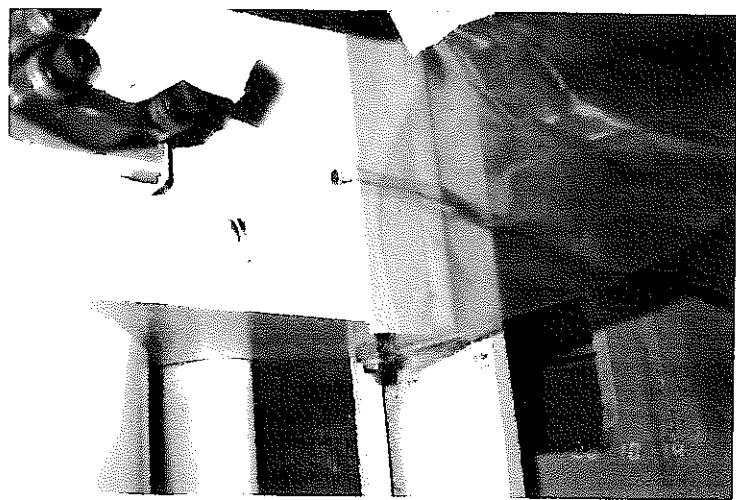
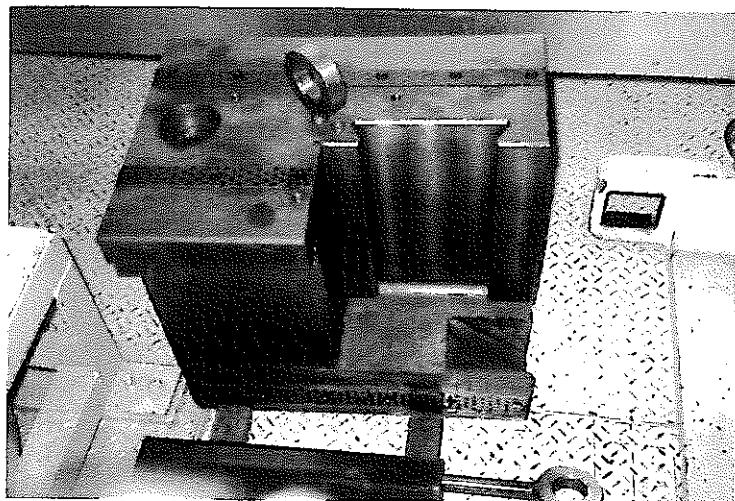
間 隔 筒



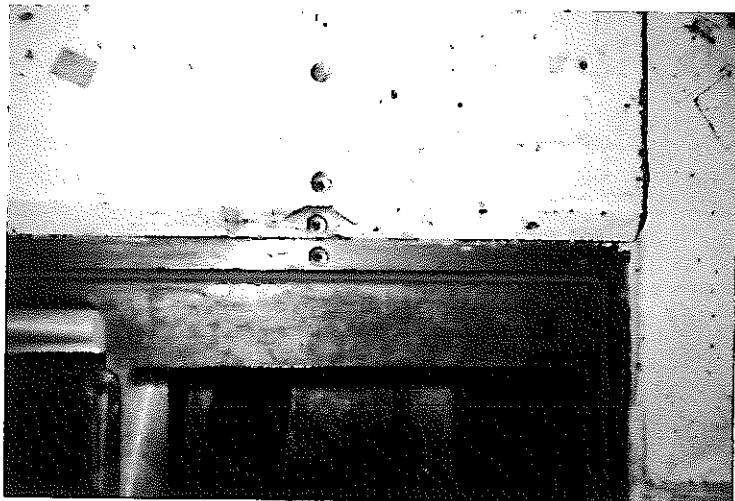
旧 ブッシュ



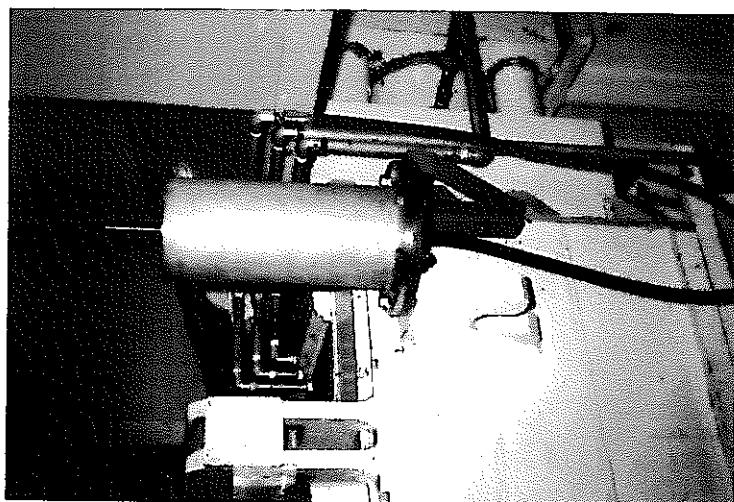
旧ブッシュ及びブッシュ押え



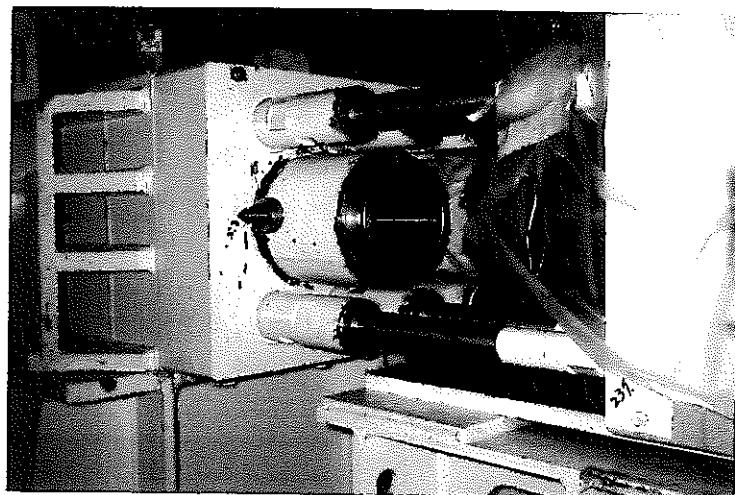
エヤー配管用穴開加工



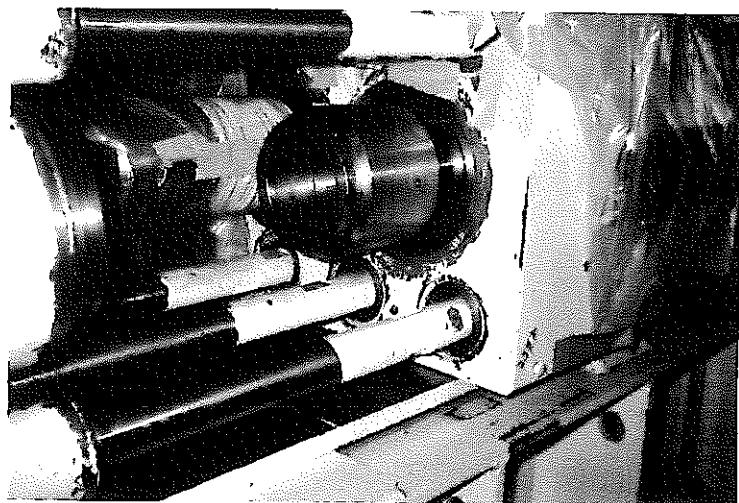
エヤー配管及び検知ベ
ロ-取付状態



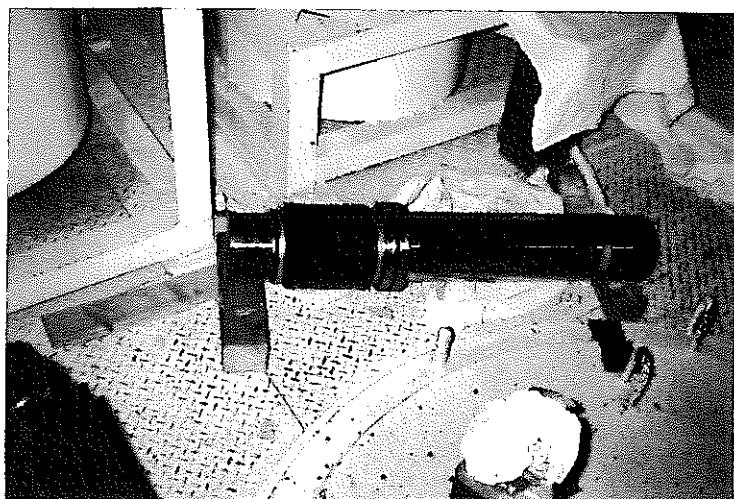
間隔筒取付



ガイドリング取付



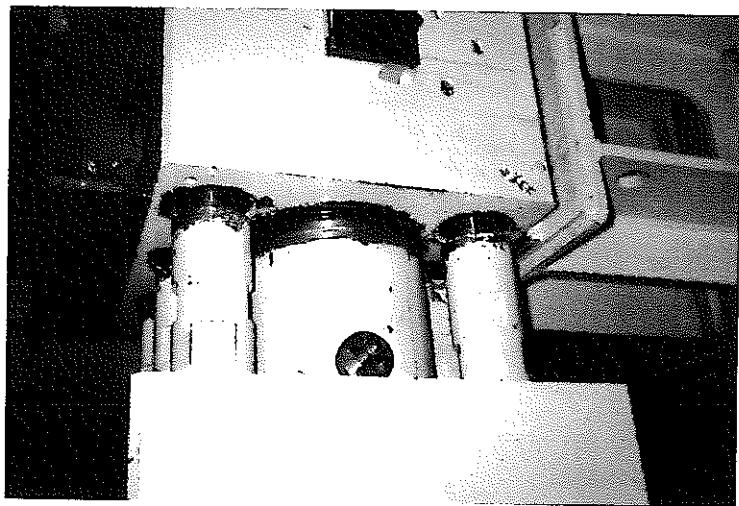
エクステンションロッドに新
作ブーツリング及び保護ブー
ツ取付けた状態



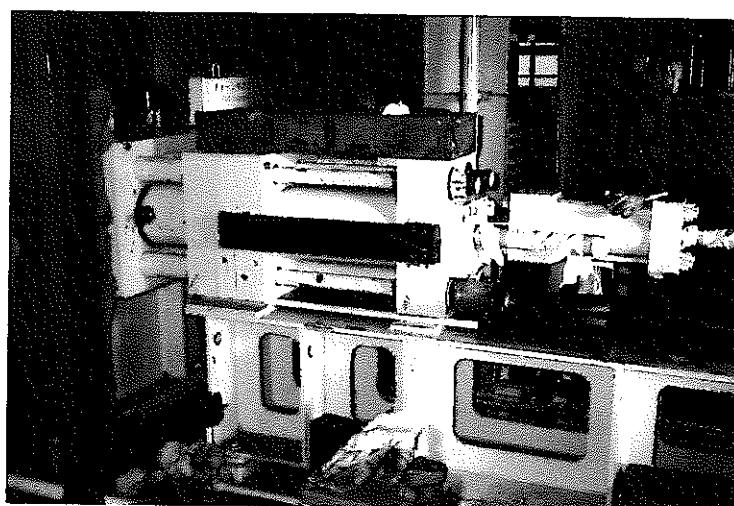
エクステンションロッド取付



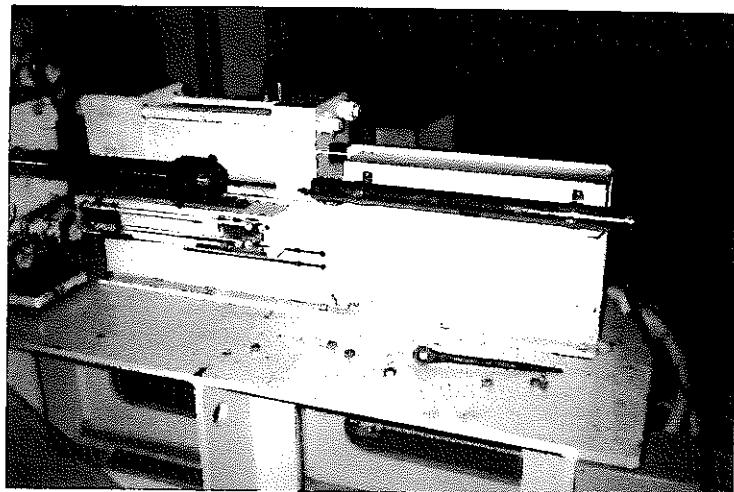
油圧シリンダー部間隔筒セット



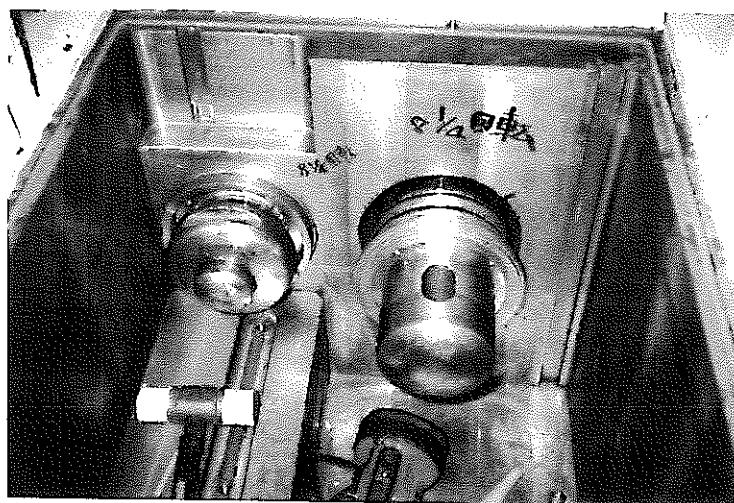
油圧シリンダー部間隔筒間ナット
トで締める。



テンションロッド取付



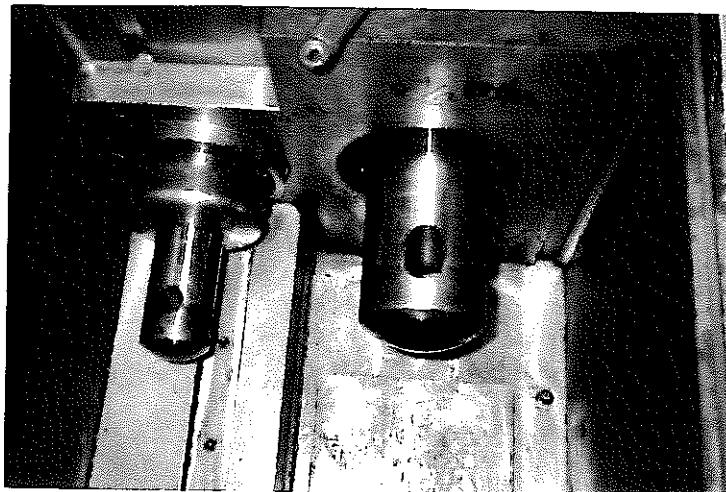
新作ブッシュー取付



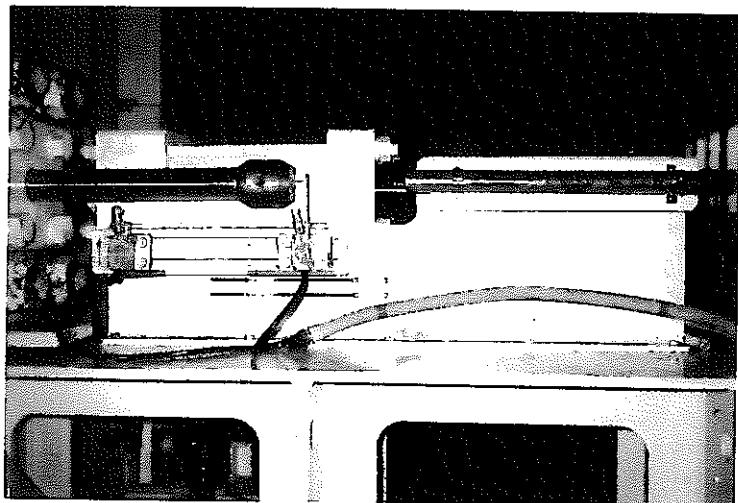
新作押え金具取付



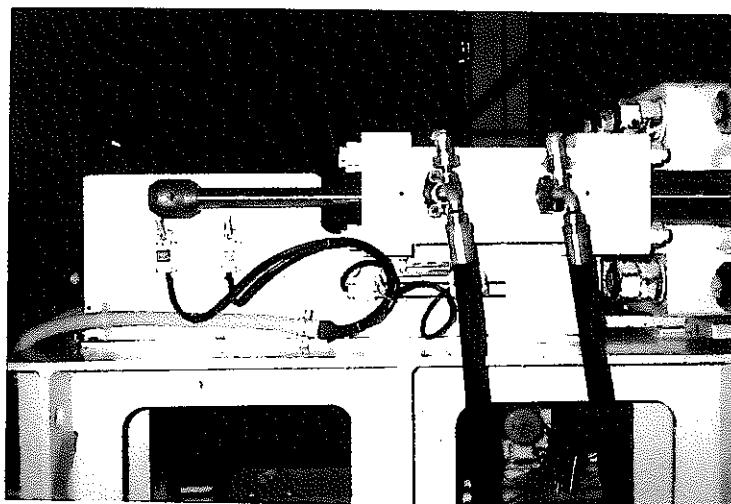
押え金具セット



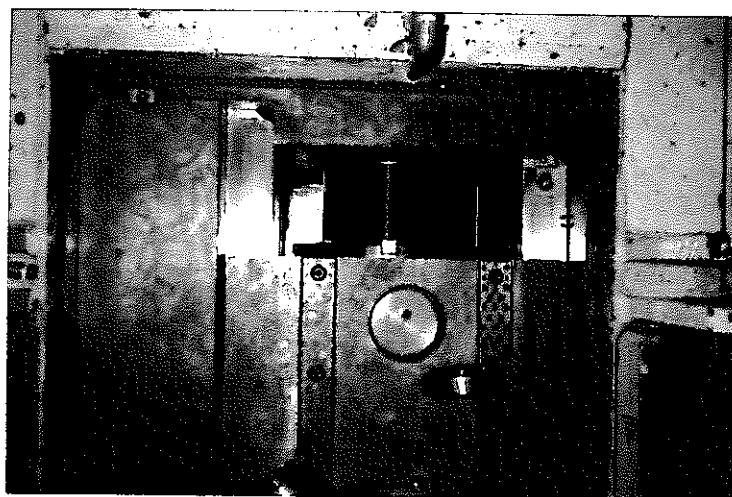
リミット取付

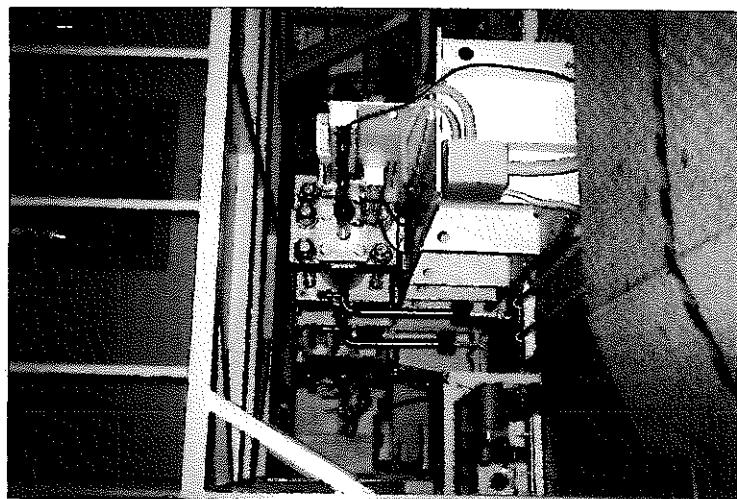


高圧ホース取付



新作ベローズ取付





マニピレータ操作架台上から

