

産業安全研究所技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1981

携帯用グラインダカバーの 取付部の構造と防護効果

——オフセット形砥石用カバーの場合——

糸川 壮一

携帯用グラインダカバーの

取付部の構造と防護効果^{*}

——オフセット形砥石用カバーの場合——

桑 川 壮 一^{**}

The Influence of Mounting Method of Safety Guard for Portable Grinder on the Protective Effect

——Cases on Safety Guards for Depressed Center Wheels——

by Soichi Kumekawa^{**}

Mounting methods of safety guards for portable grinders are divided roughly into two methods.

One of them is that a safety guard is just mounted on the grinder with bolts. And another one is that a mounting set plate fixed as one body on the safety guard is mounted on the grinder with tightening bolts.

In the case of the latter mounting method, the safety guard slips off from the grinder or moves from the fixed position to guard when the grinding wheel of portable grinder comes to burst.

Then broken pieces of depressed center wheels with safety guards mounted by several methods are observed with a high speed moving picture camera and the influence of mounting methods of the safety guards on the protective effect are investigated.

The following becomes clear from the results of our experiments.

- 1) Mounting method of a safety guard for a portable grinder should provide for prevention to slip off from the grinder.
- 2) In the case of mounting method with the set plate, the mounting mechanism of the set plate influences sensitively on moving angle of the safety guard from the fixed position. Especially, the safety guard of set plate type with a hinge joint moves largest angle when a grinding wheel comes to burst.
- 3) When a grinding wheel comes to burst, the larger is moving angle of the safety guard from the fixed position, the bigger is total weight of broken pieces which fly out into the area to guard.
- 4) In order to keep the protective effect of the safety guard, it should prevent for large moving angle of the safety guard that broken pieces which remained within the safety guard fly out for the area to guard.
- 5) For a grinder operator in the guarded area, area of angle 30° from the edge of the safety guard in the wheel rotating direction is most dangerous from flying broken pieces.

^{*} 1981年11月 機械学会仙台地方講演会にて一部発表

^{**} 機械研究部 Mechanical Engineering Research Division

1. ま え が き

回転中の研削砥石との接触防止や、砥石破壊の際の破片飛散から作業者を防護するための重要な安全装置として、我が国の研削盤等構造規格¹⁾では、グラインダカバーに関する安全上の要件として「材料」「防護個所」「厚さ」などが規定されている。

そして、携帯用グラインダカバーは、その使用上の目的から軽量であることが必要でありカバーの厚さについても一般用のカバーに比べ特例が認められており、特にオフセット形砥石用カバーにあつては、厚さの特例と防護領域は、180度以上あればよく、かつ、砥石取りはずし側の側面は、5mm以上の折り曲げを有するだけでよいという、非常に開口部分の広い条件が認められている²⁾。

ところで、携帯用グラインダカバーのグラインダ本体との取付けについては、加工物の形状あるいは作業者の作業姿勢などの変化に対応するため、取付け位置を変えることのできる構造のものが多いが、事業場における砥石破壊事故や当研究所の依頼試験業務において砥石破片の衝突によってカバーが取付部ごと脱落したり、脱落しないまでも所定の設置位置から回転移動してしまう現象が生じている。

しかるに、こうしたカバー取付部における現象が、カバー本来の防護効果にどのように影響を与えるかについては、未だ明確にされておらず、研削盤等構造規格あるいは海外のグラインダ安全規格にも、グラインダカバーの取付部の構造等に関する安全上の要件を具体的に規定したものは、今のところ見あたらない。

そこで、本報では、グラインダカバーの取付部の構造が、砥石破壊の際にカバーの防護効果にどのような

影響を与えるかについて、携帯用グラインダとしては最も数多く使用されているオフセット形砥石用カバーの場合に関して高速度写真撮影を用いて実験的検討を行ったものである。

2. 実 験

2-1 供 試 品

本研究で用いた供試品は、オフセット形砥石用エアーグラインダ（JIS呼称：空気ディスクグラインダ）として現在市販されているものに装備されているカバーであり、その材料、防護個所及び厚さなどは、前記の研削盤等構造規格の規定に適合したもので、最高使用周速度4,300m/minの砥石用のカバーである。

供試品の取付部の構造については、カバーと一体となった取付け用バンドによってグラインダ本体へ取付けるものと、カバーを直接グラインダ本体へボルトにより取付けるもの（タイプE：写真1参照）とに2大別されるが、以下本報では、前者を「バンド締付式」、後者を「ボルト取付式」と称する。そして、バンド締付式のものには、リング状のバンドを2つ割りにして2個所をそれぞれボルトで締付けるもの（タイプA：写真2参照）、リング状のバンドの1個所を1本のボルトで締付けるもので、取付けを容易にするためバンドの一部をヒンジで結合したもの（タイプB：写真3参照）、また同じく1本のボルトで締付けるものでボルト締付部分に支え爪を有しないもの（タイプC：写真4参照）と支え爪を有するもの（タイプD：写真5参照）などがあるが、供試品の詳細は、表1及び図1に示すとおりである。

バンド締付式カバーの寸法等については、表2に、

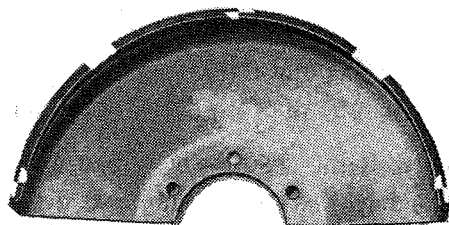


写真1 ボルト取付式の例

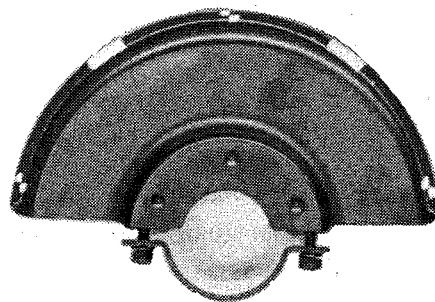


写真2 バンド締付式の例(ボルト2本)

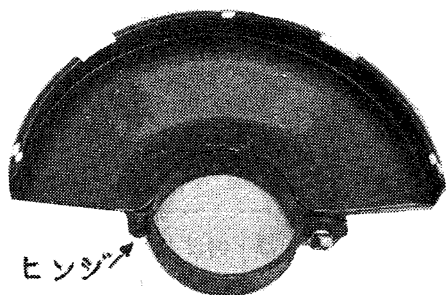


写真3 バンド締付式の例（ヒンジ付）

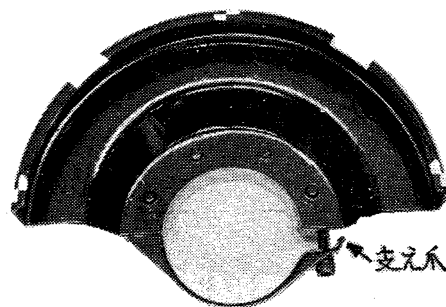


写真5 バンド締付式の例（支え爪アリ）

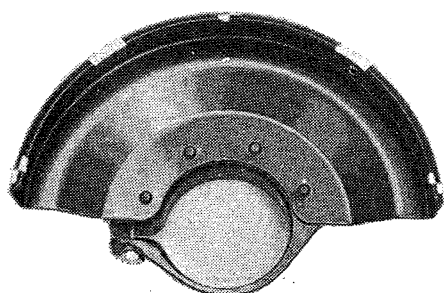


写真4 バンド締付式の例（支え爪ナシ）

表1 供試品一覧表

取付部の構造	構造のタイプ	供試品記号	適用砥石径 (mm)
バンド締付式	A	Ⓐ	φ180
	B	Ⓑ	φ180
	C	Ⓒ	φ180
		Ⓒ	φ100
	D	Ⓓ-1, Ⓓ-2	φ180
		Ⓓ	φ100
ボルト取付式	E	Ⓔ-1, Ⓔ-2	φ180
		Ⓔ	φ100

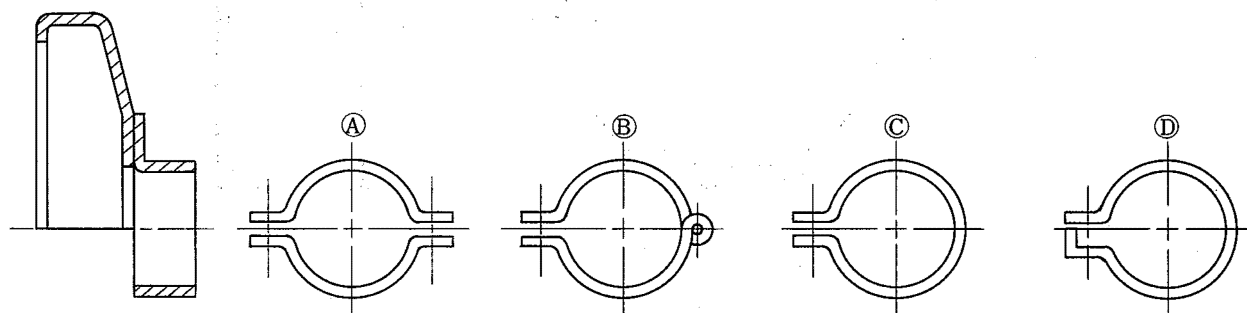


図1-(a) バンド締付式の取付部

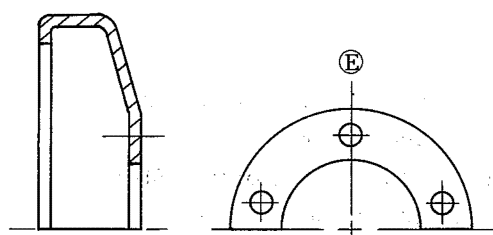


図1-(b) ボルト取付式の取付部

また、ボルト取付式カバーの寸法等については、表3に示すとおりである。

なお、実験に用いた砥石は、補強入りオフセット形砥石であり、 $\phi 180$ 型用カバーには、

$\phi 180 \times 6 \times \phi 22$ (A-24-P)

また、 $\phi 100$ 型用カバーには、

$\phi 100 \times 6 \times \phi 15$ (A-36-Q)

の砥石を用いた。

表2 バンド締付式カバーの寸法等

供試品	カバー本体の 厚さ t_1 (mm)	バンド部の厚さ t_2 (mm)	t_2/t_1	バンド部の幅 b (mm)	締付ボルト の径 d (mm)
Ⓐ	1.6	2.5	1.56	13	$\phi 6$
Ⓑ	1.6	3.0	1.88	19	$\phi 6$
Ⓒ	1.6	3.2	2.00	18	$\phi 6$
Ⓓ-1	2.0	3.0	1.50	14	$\phi 6$
Ⓓ-2	2.0	2.8	1.40	18	$\phi 6$
Ⓒ	1.6	2.3	1.44	13	$\phi 6$
Ⓓ	1.6	3.2	2.00	15	$\phi 6$

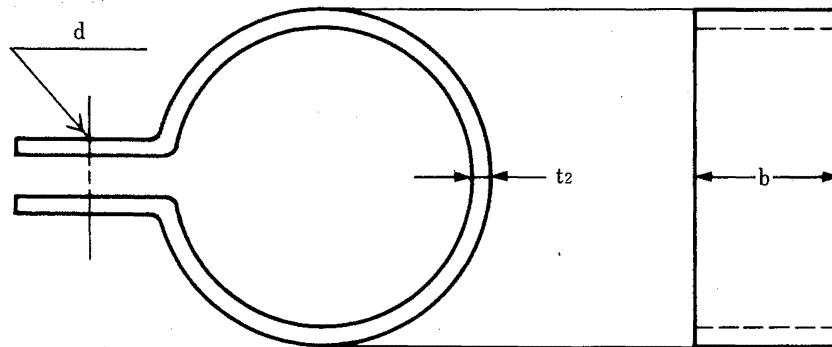


表3 ボルト取付式カバーの寸法等

供試品記号	カバー本体の 厚さ t (mm)	取付ボルト の径 d (mm)	取付ボルト の本数 n (本)
Ⓔ-1	1.6	$\phi 6$	3
Ⓔ-2	2.3	$\phi 6$	4
Ⓔ	1.6	$\phi 4$	3

2-2 実験装置および実験方法

実験装置の概要は、図2に示すとおりである。この実験装置は、大別して回転試験機と高速度撮影装置から構成されている。

回転試験機は、当所に既設のもので、動力は 2.2kW

の超分巻型ASモータを使用しており、試験機砥石軸の最高回転数は、20,000r.p.m. である。高速度撮影装置は、日立社製16mm高速度カメラ (HIMAC-16HD) で、撮影速度能力は、100~8,000f.p.sである。

供試品のグライндаカバーは、回転試験機の防護覆の内部にグライнда本体のカバー取付部を模擬した取

付治具を介して、実際に使用される場合と同じ状態で取付け、供試品グラインダカバーの内部の所定の位置に破壊用オフセット形砥石をフランジで回転軸に取付けた。砥石の破壊回転速度は、供試品カバーが最高使用周速度4,300m/min の砥石用のものであったので、この25%増の周速度 5,375m/min 相当とし、次のように破壊回転数を設定した。

$\phi 180$ 型用の場合 9,500r.p.m.

$\phi 100$ 型用の場合 17,100r.p.m.

回転中の砥石の破壊は、6号瞬発式電気雷管を使用した。起爆時発生する硝煙が被写体を覆ってしまう影響を少なくするため、砥石の撮影面の裏側のカバー取付治具に雷管発射管を取付けて、砥石の裏側から衝撃を加え破壊させた。但し、 $\phi 100$ 型用カバーの場合に

は、砥石径が小さい為に裏側より衝撃を加えることが出来ず、雷管発射台を使用して表側より衝撃を加えた。本実験では、撮影速度が速いため、砥石の破壊時期と撮影時期との同期が重要な点であるが、これは高速度撮影カメラに内蔵の同期装置によって行った。

まず、可変速モータによって、回転試験機の回転軸に取付けた砥石を所定の実験速度まで増速しておき、高速度撮影カメラとの同期により、電気雷管を起爆させ、その衝撃により、回転中の砥石を破壊させて、その状態を撮影し、飛散する砥石破片やグラインダカバーの挙動を観察した。

実験時の撮影速度は、約6,500f.p.s であり、高速度撮影フィルムの解析は、写真解析装置GRADICONを用いて行った。

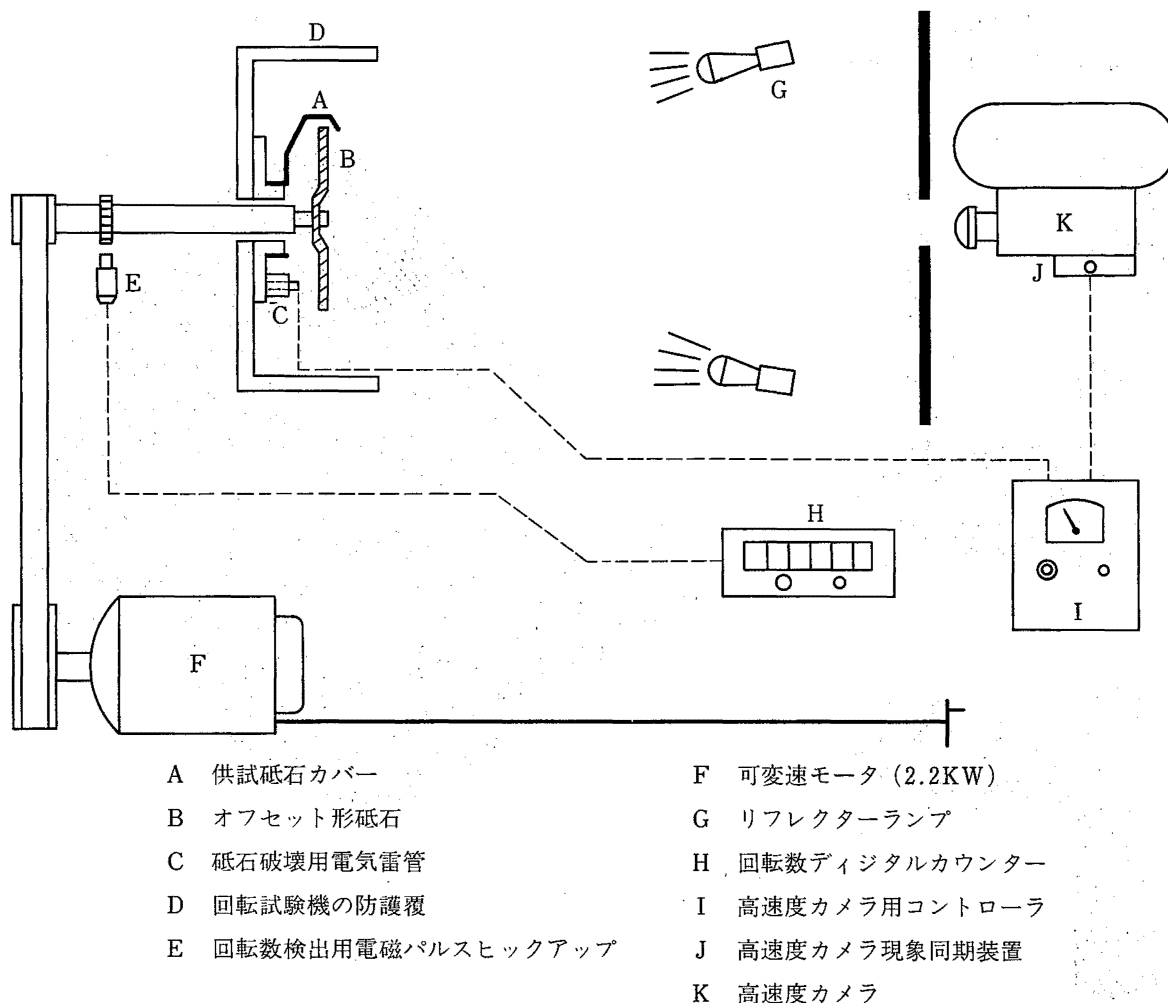


図2 実験装置の概要

3. 実験結果

供試品のグラインダカバーの取付条件に関しては、ボルト取付式のものは単に所定のボルトによって直接取付けをしたが、バンド締付式のものについては、次のように3通りの条件を設定した。

- (1) 通常締付——取付バンドの締付用ボルトを、締付トルク $60\text{kgf}\cdot\text{cm}$ のトルクで締付けた。
- (2) 回転自由（脱落防止付）——供試カバーが破片の衝突によって、取付治具から脱落することなく取付バンド部で回転のみ自由に出来るように、図3に示す如く、ワッシャーとネジによって脱落防止を施した。また、この場合の取付バンドの締付用ボルトは、(1)通常締付の場合の約 $\frac{1}{3}$ の $21\text{kgf}\cdot\text{cm}$ のトルクで締付けた。
- (3) 30° 回転制限（脱落防止付）——これは、(2)回転

自由の場合の条件に、供試カバーの回転移動角度が、 30° を超えないように、突起状のストッパーを取付治具に設けたものであり、締付ボルトの締付トルクは、(2)と同じく $21\text{kgf}\cdot\text{cm}$ とした。

3-1 供試カバー

砥石破片の衝突による供試カバーの回転移動などの状態は、表4に示したとおりであり、全ての供試カバーの外周部内面には、砥石破片の衝突によるスリキズが認められた。また、開口部両端がわずかに変形したものがあったが、殆ど原形に近い状態であった。

なお、適用砥石径 $\phi 100\text{mm}$ の供試カバーの実験では、砥石破壊用電気雷管の設定位置が、寸法的制約を受けたため雷管起爆時に発生する硝煙が多量となり撮影フィルムの解析は不可能となった。従って、本報の以下の記述は、適用砥石径 $\phi 180\text{mm}$ の供試カバーに関するものである。

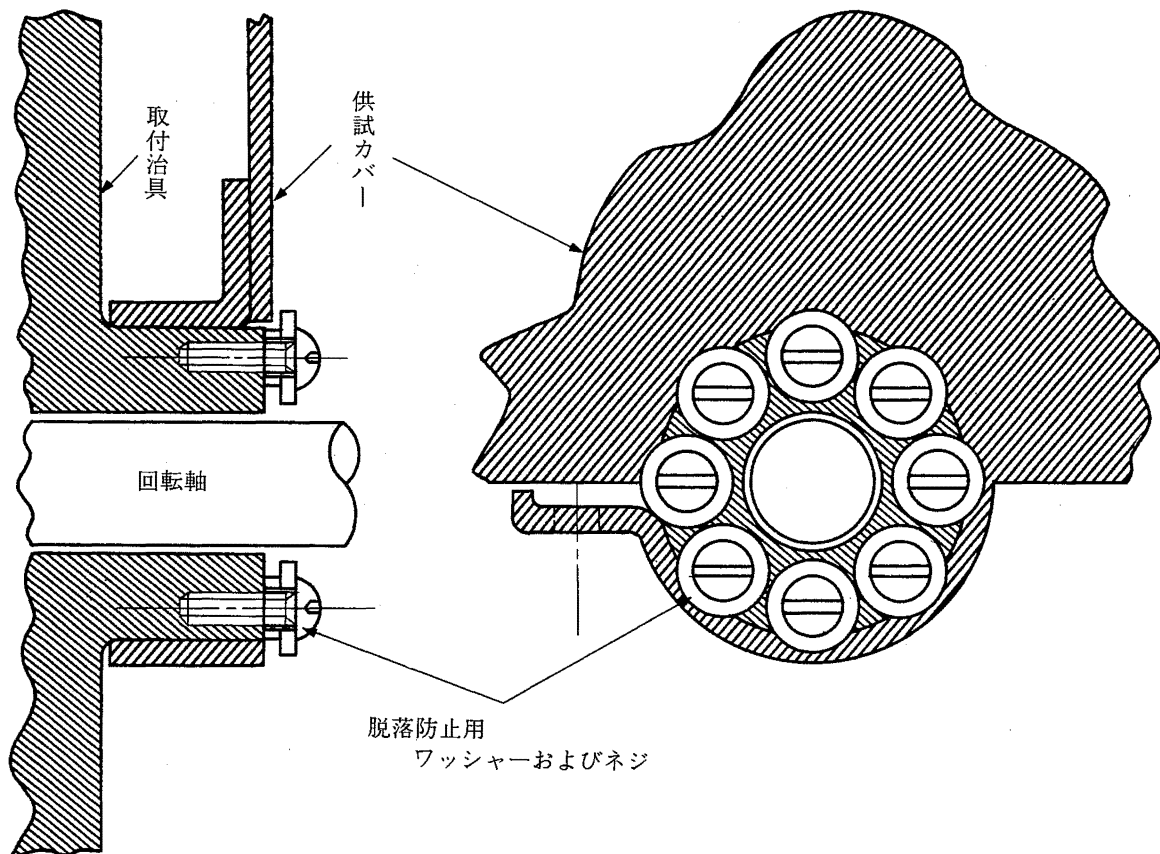


図3 脱落防止方法

表4 実験後のカバーの状態

取付方式	取付条件	供試品 記号	実 験 結 果
バ ン ド 締 付 式	通 常 締 付	A	砥石回転方向へ35°回転した。
		B	” 180° ”
		C	” 63° ”
		D-1	” 20° ”
		D-2	カバーが、取付バンドごと脱落した。
		c d	} 共に回転せず
	回 転 自 由 (脱落防止付)	A	砥石回転方向へ40°回転した。
		B	” 260° ”
		C	” 160° ”
		D-1	” 80° ”
		D-2	” 110° ”
	30° 回 転 制 限 (脱落防止付)	A	砥石回転方向へ30°回転した。
		B	” 20° ”
		C	” 30° ”
		D-1	” 20° ”
		D-2	” 30° ”
			但し、B及びDは、回転制限用ストッパ(30°)に 当たった後、少し戻ったものである。
ボ 取 付 式	—————	E-1	取付用ボルトなどに異常なし
		E-2	同 上
		e	同 上

3-2 砥石の破壊とその破片

回転中の砥石に電気雷管の起爆による衝撃を与えると、2個ないし数個に分離して飛散するが、これらの分離した破片のいくつかはカバーに衝突し、さらに大小様々な破片に細分化してしまう。本報においては、前者のカバーに衝突する以前の破壊を1次的破壊と称し、この1次的破壊の破片がカバーに衝突して生ずる破壊を2次的破壊と称することとする。

図4は、高速度撮影フィルムの解析から、全実験における1次的破壊によって生じた砥石破片について、その中心角の大きさの分布を示したものであるが、中心角90度以上の破片が86%を占めており、中心角180度以上の破片だけでも33%も占めている。そして、中心角180度以上の中には、210度を超える大きさの破片

も観察されている。このように1次的破壊では、殆んどがかなり大きな破片に分離していることが分かる。

なお、本研究では供試カバーの設定位置に対し、一定位置で回転中の砥石に電気雷管による衝撃を加えたが、フィルム解析から観察された各実験における初期亀裂発生位置は、図5に示すとおりであり、砥石の回転角で20~280°の遅れが見られた。すなわち、電気雷管の起爆位置が一定であるにもかかわらず、砥石の初期亀裂の発生位置はカバーの位置に対して大きく分布していることが分かる。また、この初期亀裂の発生場所は、砥石が電気雷管によって衝撃を受けた部分であることが多かったが、雷管の衝撃を受けた部分以外の場所のものが、4例あった。

次に、1次的破壊後の破片がカバーに当たった後の2次的破壊を含めた破片の飛散についてであるが、全実

験におけるカバーを設定した防護側(実際の場合には作業者が存在する側の180°の範囲:写真6参照)に飛散したものと、非防護側に飛散したものを破片の長径別に分布を示すと図6のごとくなり、防護側には小さな破片が多く飛散し、非防護側には大きな破片が多く飛散していることが分かる。これについては、非防護側は1次的破壊のまま飛散するものが多いが、防護側は1次的破壊では大きかった破片もカバーに当たって2次的破壊により細分化して飛散する状況が、高速度撮影フィルムから観察されている。

写真7の(a)~(c)は、2次的破壊後の主だった破片の例であるが、(a)に示したものは、上述した電気雷管の衝撃を受けた部分(矢印で示した部分が雷管の衝撃痕)以外で亀裂が発生して破壊した場合の例であり、(b)に示したものは、矢印で示した雷管の衝撃痕の部分で亀裂が発生して破壊した場合である。

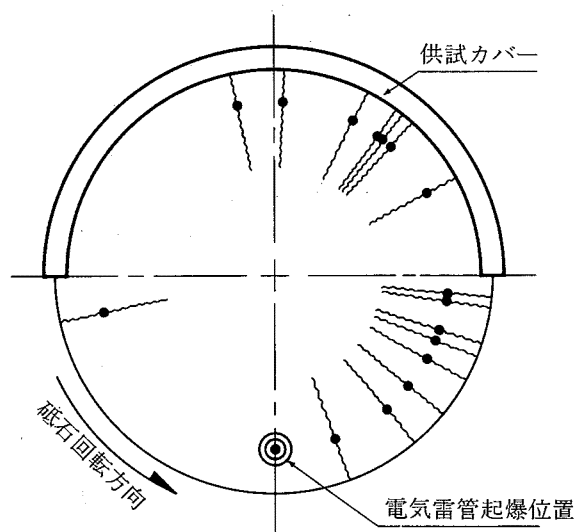


図5 雷管起爆位置と初期亀裂発生位置

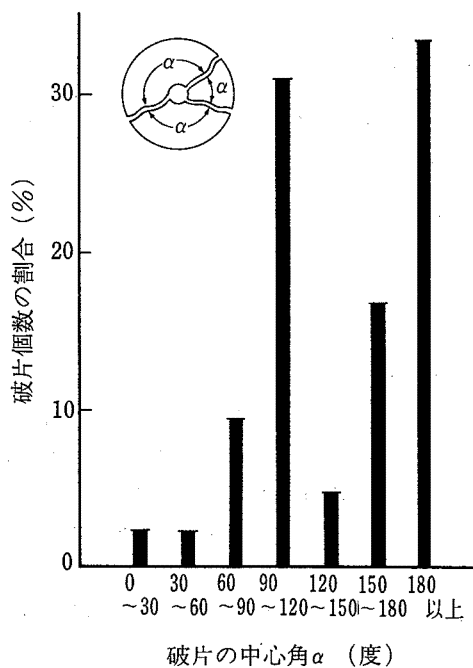


図4 砥石の1次的破壊の破片

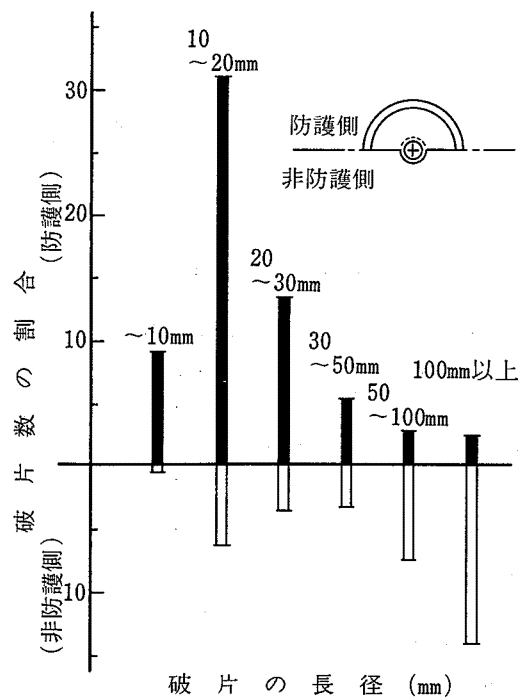
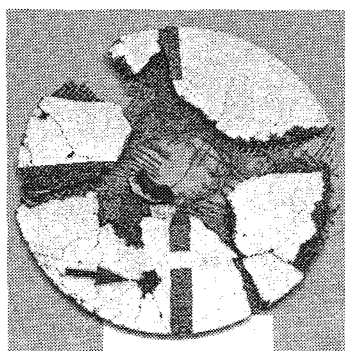


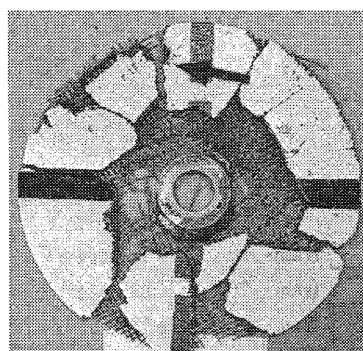
図6 砥石の2次的破壊後の破片



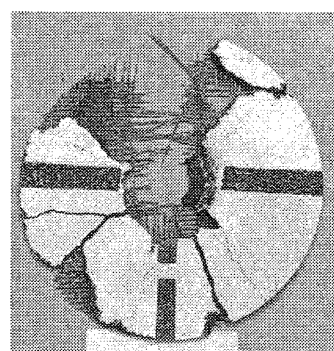
写真6 グラインダと作業者



(a)



(b)



(c)

写真7 2次的破壊後の破片の例

3-3 取付部の構造と破片飛散

取付部の構造と破片飛散の状況について、バンド締付式の締付ボルトが1本の場合(供試品記号 D-1)を高速度撮影フィルムの解析から示すと、図7～図9のごとくである。各カットに3シーン(初期亀裂発生後のフィルムのframe数で示してある)を重ねて示し破片の動きが判るようにした。また、各カットのカバーの位置は、そのカット内の最終frameにおけるカバーの位置を示している。図7は、通常締付の場合であり、最終的なカバーの回転移動量は、20度であるが、主な破片は、カバーの外周部内面に沿って動き非防護側へ飛び出している。図8は、回転自由の場合であり、最終的なカバー回転移動量は、80度であるが、この場合には、カバー開口部の端に比較的大きな破片が当たって2次的破壊後その1部の破片が、防護側方向へ飛散しており、また、frame 46あたりまでカバー内に残留して

いた破片が、反転してframe 50以後カバーの外へ飛び出している。図9は、30°回転制限の場合であり、最終的なカバーの回転移動量は、30度であるが、ストッパーに当たった後に少々戻って約20度の位置で止まっていた。この場合は、frame 16あたりで、カバー開口部の端で2次的破壊した破片の1部が、やや防護側に飛び出しているが、その他の破片は殆どが、カバー外周部内面に沿って動き非防護側へ飛散している。

各種カバー取付部構造別に飛散破片の大きさ(破片の長径)の分布を防護側と非防護側に分けて表示すると、図10のごとくになる。これを見ると、通常締付、回転自由、30°回転制限そしてボルト取付式の各々の場合に共通して、防護側には小さな破片の飛散が多く、非防護側には大きな破片の飛散が多いことが分かるが、この傾向はボルト取付式の場合に特に著しくなっている。

次に、カバーを設定した防護側に飛散した破片の状

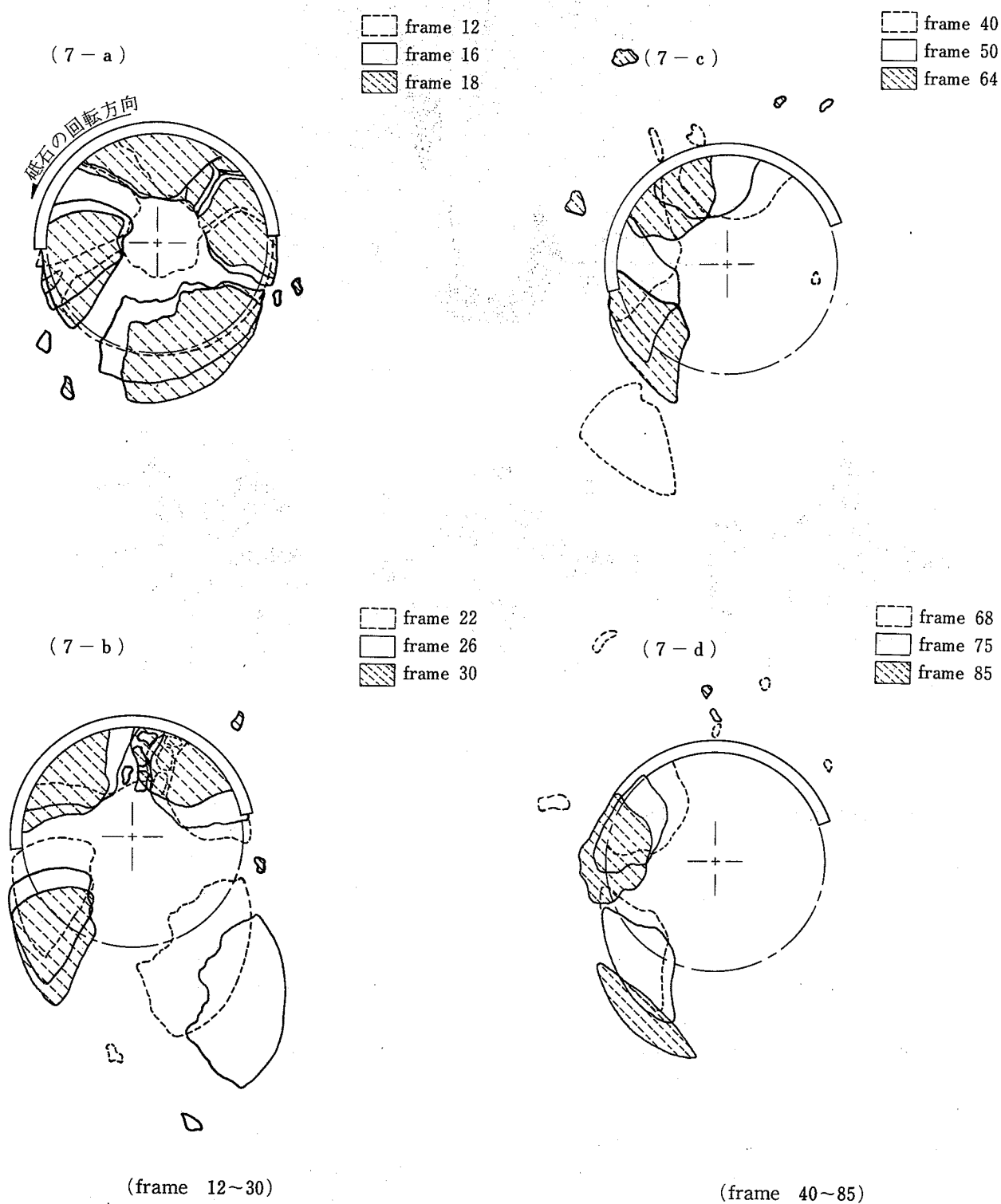


図7 通常締付の場合の破片飛散の例

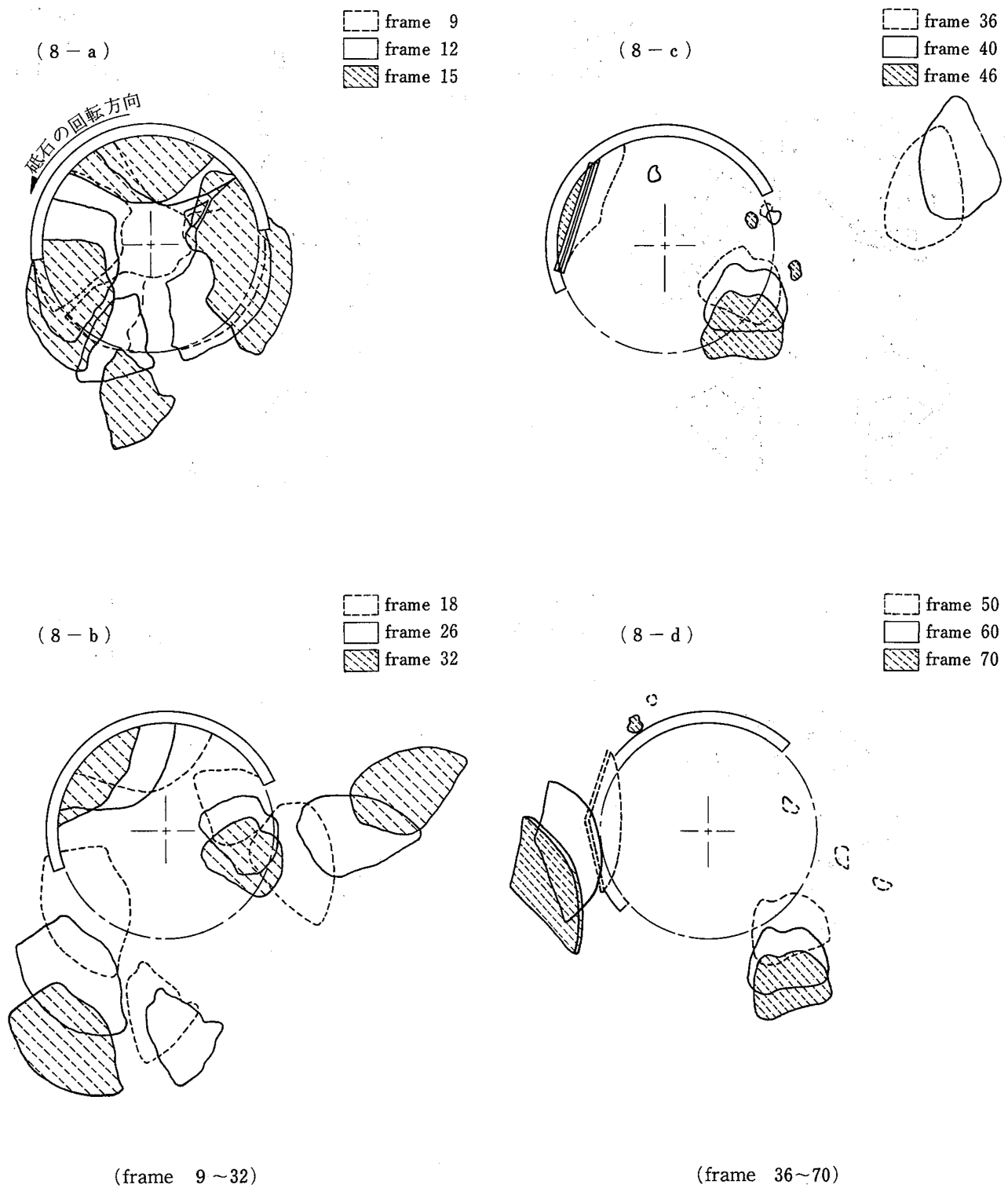


図8 回転自由の場合の破片飛散の例

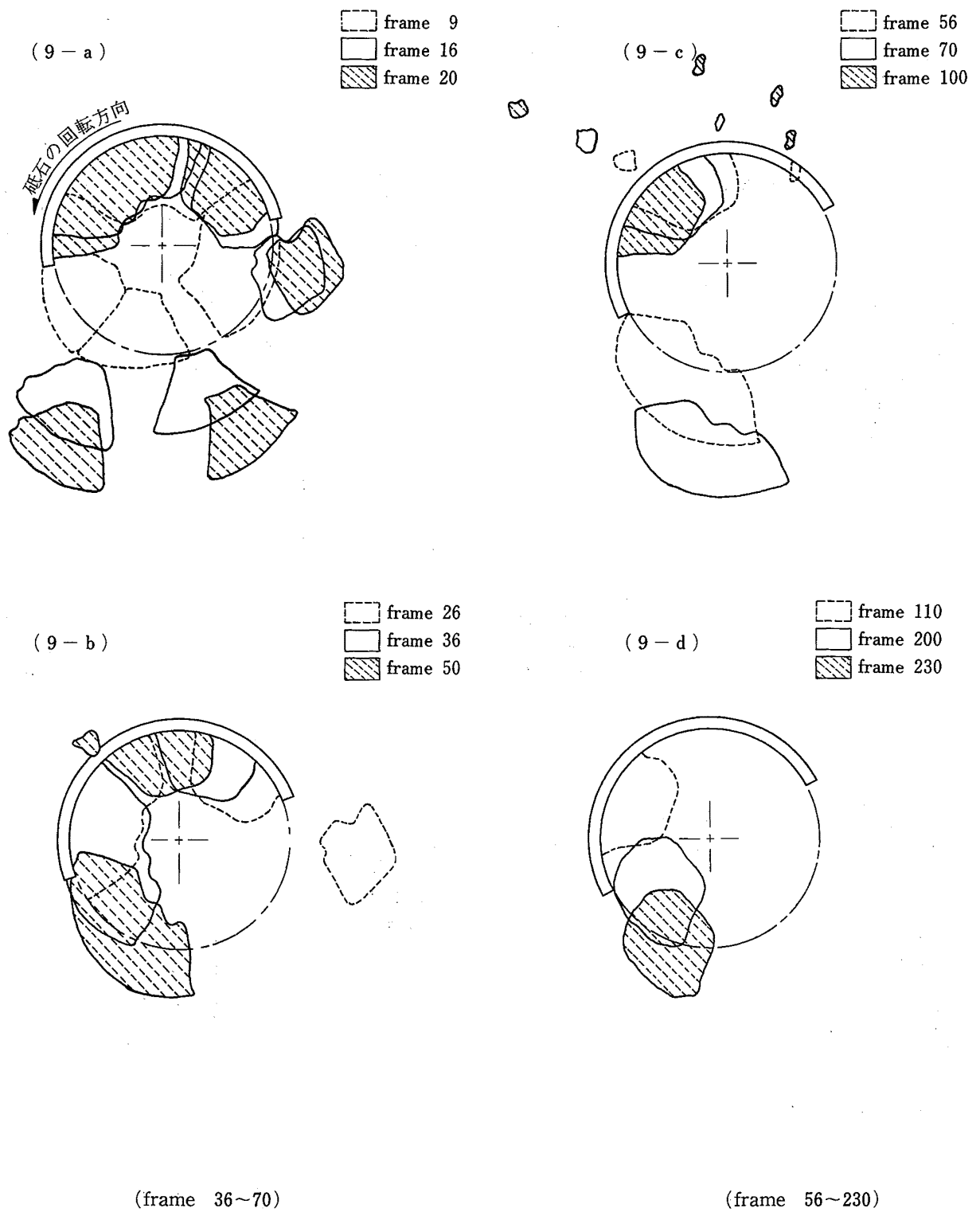


図9 30°回転制限の場合の破片飛散の例

況についてであるが、本実験の高速度撮影フィルムで解析できた最小の破片の長径は、5 mmであったが、この長径5 mm以上の破片について、取付部構造別に全範

囲（防護側及び非防護側）の飛散破片個数に対する、防護側へ飛散した破片個数の割合を、砥石回転方向に30度ごとの範囲で示したものが図11である。

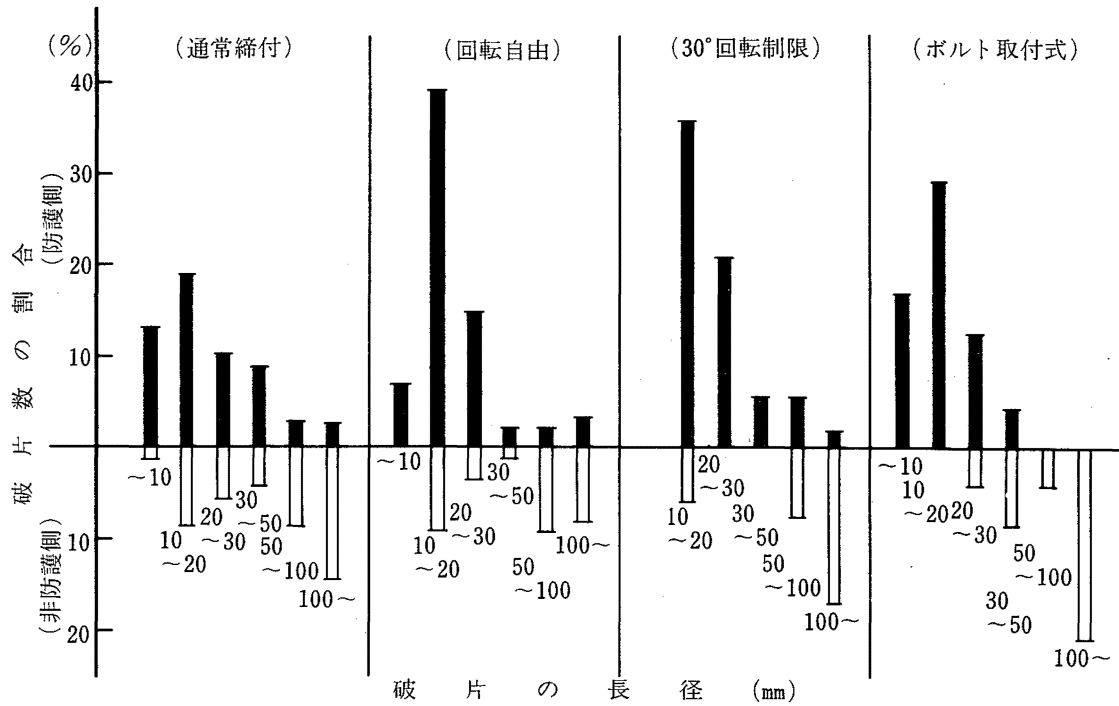


図10 カバーの取付け条件と飛散破片の大きさ

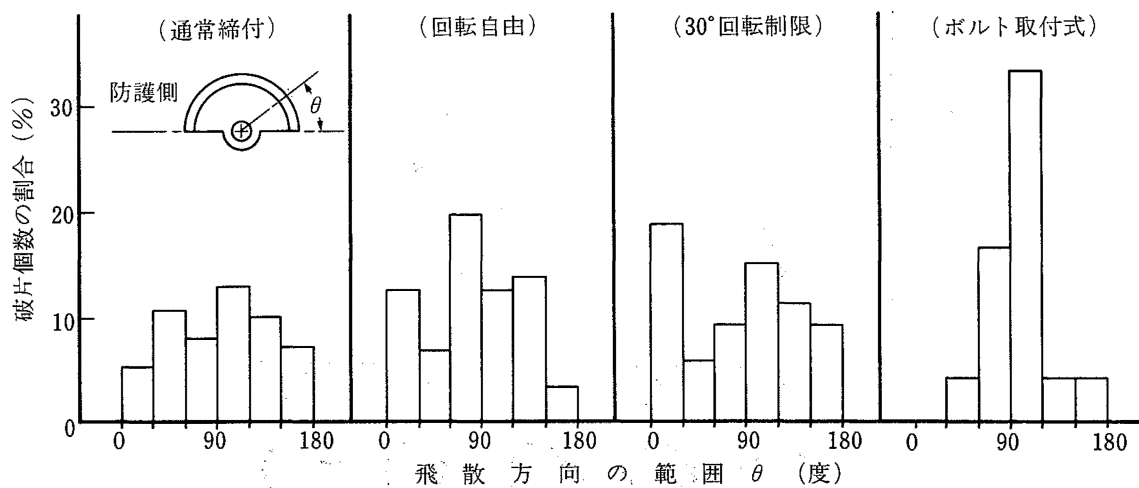


図11 取付部構造と防護側の飛散破片個数

4. 考 察

本実験においては、回転中の砥石に電気雷管の起爆によって衝撃を与え破壊させたわけであるが、図5に示した初期亀裂の分布状態や、写真5の(a)にみられるように、電気雷管の衝撃痕より破壊していないものがある状況から判断して、電気雷管による衝撃は、砥石の破壊に過大すぎて破片の挙動に著しい影響を与えるほどではなかったものと考えられる。しかしながら、電気雷管の硝烟は、かなり多量に発生し、被写体を覆ってしまうため、排煙のための処理を実施したにもかかわらず、撮影状態が不鮮明になってしまったが、今後の同様な実験に際しては、電気雷管の減煙化を図ることが重要である。

また、砥石の1次的破壊の状態については、以前筆者らが行った補強材を含まない平形ビトリファイド砥石を用いた実験³⁾においては、電気雷管の衝撃を受けた部分から初期亀裂が発生し、砥石の中心を通る直径に

沿って2個の破片に分離するものが多かったが、本実験の場合は、中心角が180度未満の破片もかなりあり、また逆に大きい場合としては、中心角が210度を超える大きさの破片も観察されているが、これは本実験に使用したオフセット形砥石は、補強材としてグラスファイバーのクロス状のものを含んでいるため、その影響によって、複雑な破片形態になったものと考えられる。

供試カバーの取付部の構造と回転移動量については、表4の実験結果から分るように、ボルト取付式のものは、当然回転移動はなく、また、バンド締付式の中の30°回転制限では、ストッパーの位置である30度までの回転となっているが、通常締付と回転自由について、供試カバーごとの回転移動量をプロットすると、図12に示すようになる。通常締付は、バンド締付用のボルトの締付トルクが60kgf・cmであり、回転自由の場合のボルトの締付トルクは、約 $\frac{1}{3}$ の21kgf・cmであったが、図12にみられるように各供試カバー間の移動量の傾向がよく似た関係となっている。

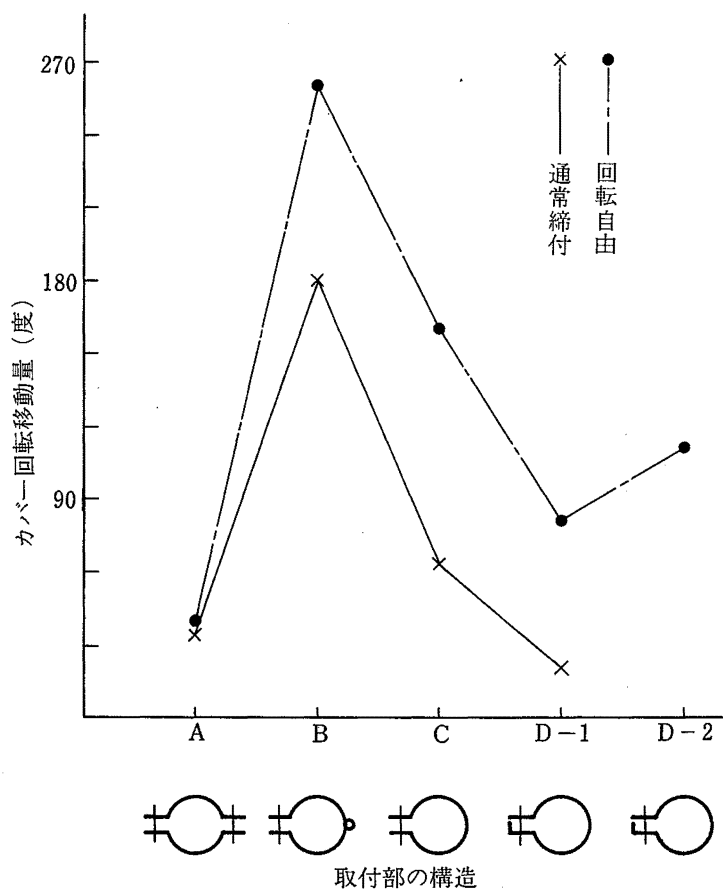


図12 取付部の構造とカバー回転移動量

すなわち、2つ割バンドタイプのAは、2本のボルトで締付けるため、締付効果が比較的良好で回転移動量が小さかったものと考えられる。B、C及びDは、すべて1本のボルトで締付けるタイプであるが、Bはボルト締付側の反対側がヒンジで結合されたものであり、このヒンジの部分が砥石破片のカバーへ当たった衝撃を受けて変形していることが認められたが、このヒンジ部分の変形がバンドの締付効果を低下させ、ヒンジを有しないものに比べ、通常締付の場合も回転自由の場合においても最大の回転移動量をもたらしたものである。また、ヒンジを有しない1本ボルト締付タイプのC及びD-1、D-2であるが、D-1、D-2には、ボルト締付部分に支え爪があり、支え爪のないCに比べて同じボルトの締付トルクであってもバンドの締付効果が高く、回転移動量がCより小さかったものと考えられる。

ところで、通常締付での実験では、市販の状態と同様に脱落防止の処置はしていなかったため、D-2がバンド部分ごと取付治具からはずれ脱落したわけであるが、脱落にいたらないまでも、カバーの回転移動の結果バンド部分が取付治具からはずれる寸前で止まっていたものもあり、カバーの脱落は基本的に予防すべきものとする。

次に、取付部の構造と破片飛散についてであるが、防護側へ飛散した破片をその大きさに関係なく破片個数のみについて図11を見ると、防護側へ飛散した破片

個数の場合は、30°回転制限の場合が69.8%、回転自由の場合が69%、ボルト取付式が62.5%、通常締付が56.5%の順となっている。また、飛散方向の30度ごとの範囲の分布については、ボルト取付式の場合において90°～120°の範囲に飛散破片個数が多い状態が見られるほか著しい差はない。すなわち、防護側へ飛散した破片について、その個数のみを考えると、カバーの回転を制限したものと、回転自由のものとの条件の違いが余り影響がないということになる。

しかしながら、飛散破片は図6あるいは図10に示したように様々な大きさのものがあるので、次に破片飛散による危険性の度合を破片の長径と個数とから求めた飛散破片の累積重量について考えてみる。破片の重量を求めるにあたり、長径 l の破片の大きさは $\frac{l}{2}$ の半径を有する円板の半分の大きさであるものと仮定し、砥石の比重は実測値 $2.3\text{g}/\text{cm}^3$ を用いた。

取付部構造別に全範囲へ飛散した破片重量に対する防護側へ飛散した破片重量の割合を、砥石回転方向に30度ごとの範囲で示したものが図13である。すなわち、バンド締付式では、防護側の砥石回転方向0°～30°の範囲に飛散した破片の累積重量が大きく、図11の破片個数についての分布では判然としなかったが、この範囲は、危険性が高いことが明らかとなった。このことは、図8および図9に見られるように紙面に向かって右側のカバー端部での2次的破壊後の破片の動きからも推測されるところである。そして図13の通常締付の場合

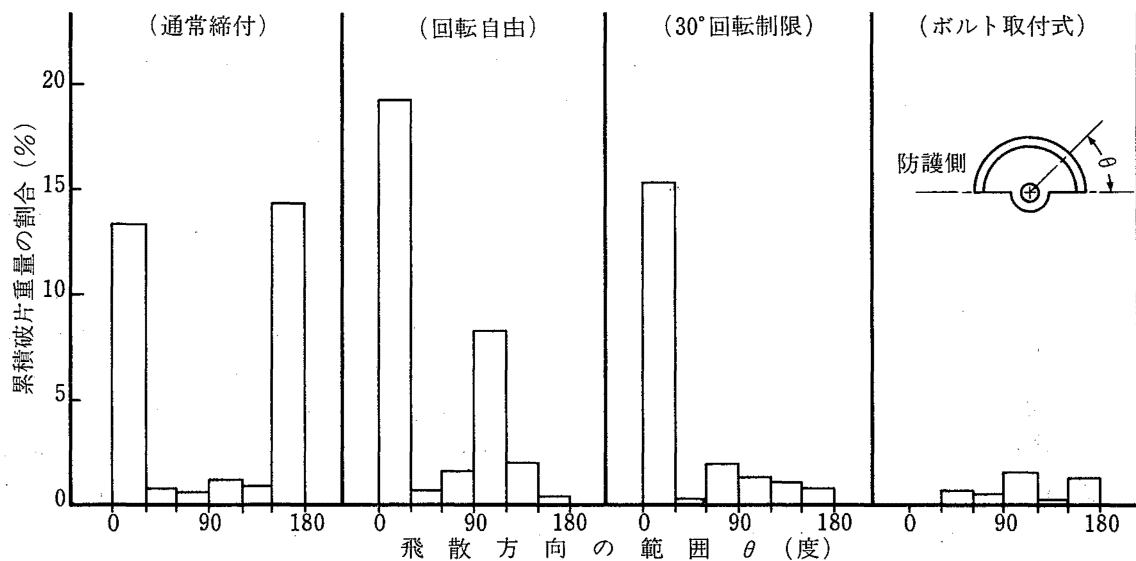


図13 取付部構造と防護側の累積破片重量

合において150～180°の範囲で破片の累積重量が著しく多くなっているが、これは脱落したD-2の供試カバーの実験における破片飛散の状態によるものであり、脱落する過程における供試カバーと衝突した破片との相互関係によるものと思われる。

また、防護側へ飛散した破片の累積重量の割合は、回転自由の場合が32.6%、通常締付の場合が31.2%、30°回転制限の場合が20.7%、ボルト取付式の場合が4.8%の順となっている。そして、各実験における供試カバーの回転移動量と防護側へ飛散した破片の累積重量との関係をプロットすると図14のごとくなり（回転移動量0度におけるプロットは、ボルト取付式カバーの場合を示す）、カバーの回転移動量の大きいものほど防護側へ飛散した破片累積重量の割合が大きくなる傾向が認められ、両者の間の相関係数を算出すると、0.78の値が得られた。

なお、本実験の供試品としたオフセット形砥石用カバーは、開口部が広く防護箇所は狭い形態のカバーではあるが、そのカバーの存在による防護効果の有効性について考えてみると、砥石の2次的破壊後の飛散した破片個数の状況を示した図6からも分かるように、非防護側への飛散破片は大きいものが多く、防護側への飛散破片は小さくなっている。また、図6に対応して全実験における飛散破片の累積重量を防護側及び非防護側について示したものが図15であるが、非防護側へ飛散した破片の累積重量の割合は80.1%であり、特に長径100mm以上の破片だけでも68.6%を占めていることから、カバーの存在による防護効果の有効性が明白である。そして、一方、非防護側への危険性が大きいことから、周囲の第3者に対する防護対策が重要であることも明らかとなった。

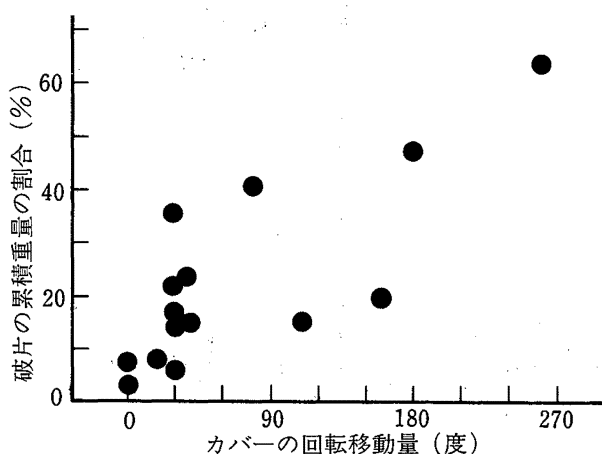


図14 カバーの回転移動量と防護側破片の累積重量

以上の考察では、供試カバーの防護効果を検討するにあたり、主として2次的破壊後の飛散破片の重量の大小について考えていたが、実際には、飛散破片の運動エネルギーが危険性の大小を決定する最も重要な因子であり、各々の飛散破片を固体の運動として考えると、破片はその重心が移動する線運動と、その重心のまわりで回転するスピン運動をしながら飛散し、この時の破片の運動エネルギーEは、次式で求められることになる。

$$E = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} I_G \omega^2$$

ここに、M：破片の質量

v：破片の線速度

I_G：破片の重心に関する慣性モーメント

ω：破片のスピン速度

そして、各々の飛散破片について運動エネルギーを求め、供試カバーの防護効果を検討すればよい訳であるが、高速度撮影フィルム上の破片の全てを定量的に解析することは、実験技術上、非常に困難である。

そこで、本実験における破片の運動エネルギーと破片の重量との関係を調べるため、解析可能な主な破片について、両者の関係をプロットしたものが、図16である。解析を行った破片の数は56個であるが、その中の29個の破片については、破片重量 5×10^{-3} kg 未満で、その破片の運動エネルギーは、0.35kgf・m 未満であり、プロットが重複し判別が困難となるため図示を省略した。また、●印は、線運動エネルギーの値（第1項）を示し、○印は、スピン運動エネルギー（第2項）を含めた破片の運動エネルギーの値を示している。

スピン運動については、解析可能な破片が少なかったが、図16で見られるように線運動エネルギーが全運動エネルギーの大部分を占めるので、飛散破片の重量と運動エネルギーとの関係は、図16によって判断され得るものと考ええる。

すなわち、破片のカバーとの衝突などの状況により2次的破壊後の破片の運動エネルギーは、複雑に変化するものと思われるが、本実験においては、図16にあるように重量の小さい破片に比べ重量の大きい破片は、その運動エネルギーの値が大きい可能性が強い傾向があると言える。従って、このことから、前記の考察において、破片飛散の危険性を破片重量を中心として考え、供試カバーの防護効果について検討したことの妥当性が得られた。

また、高速度撮影フィルムへの解析例（図17）にみられるように、カバーの回転移動量が多い場合、残留していた破片が、カバーの回転移動が停止に近づくとき、カバーから防護側へ飛び出す現象が観察されており、

カバーの防護効果を保持するためには、残留破片が防護側へ飛び出すことのない条件が必要であることも判明した。

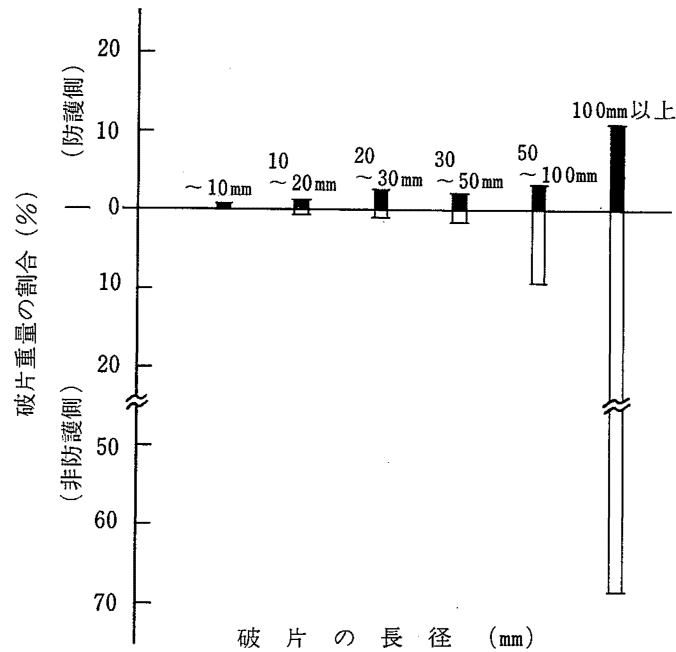


図15 破片の大きさ別の累積破片重量

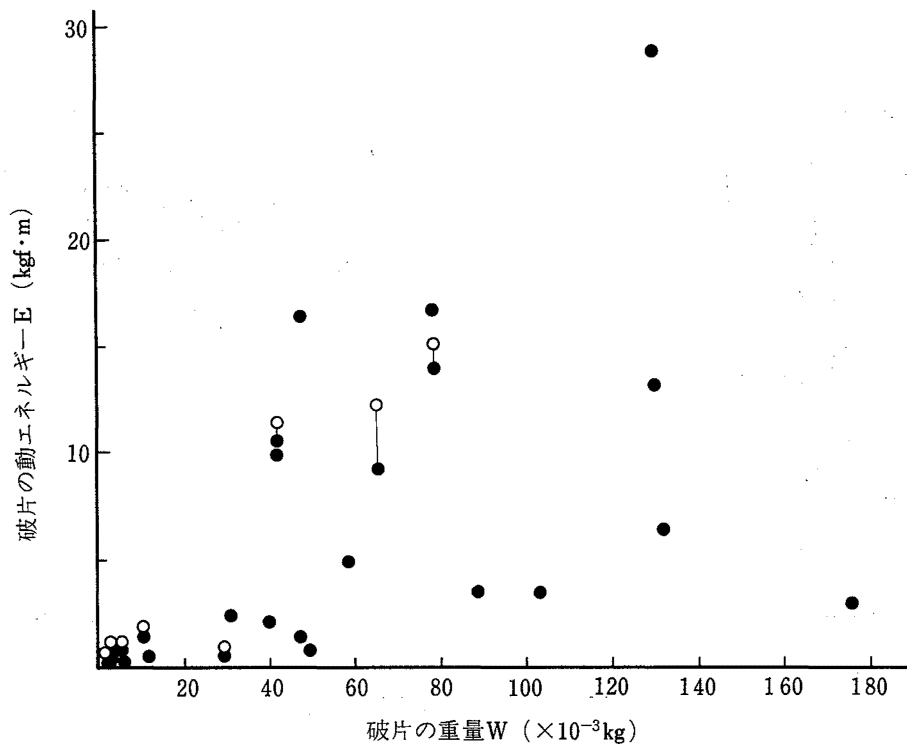


図16 飛散破片の重量と運動エネルギー

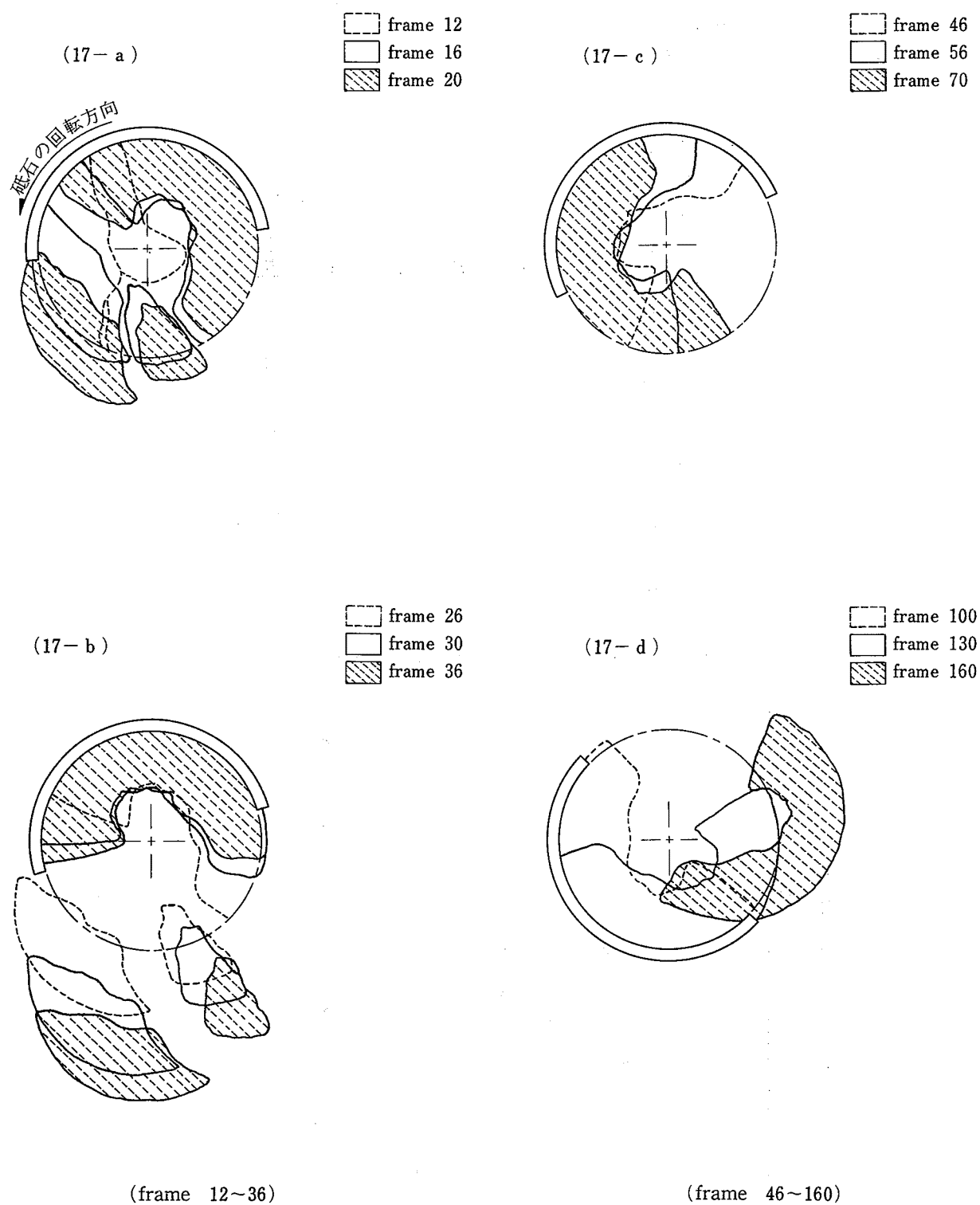


図17 残留破片の防護側飛出しの例

5. ま と め

本報では、携帯用グラインダカバーの取付部の構造が、砥石破壊の際にカバーの防護効果にどのような影響を与えるかについて、オフセット形砥石用カバーの場合に関して高速度撮影を用いて実験的検討を行ったものであるが、以上の実験結果から次の事柄が明らかとなった。

- 1) カバーの取付部は、脱落防止の構造が、必要である。
- 2) バンド締付式のカバーの回転移動量は、取付部の構造により、かなりの影響を受け、特にヒンジ結合部を有する構造の場合は、砥石破片の衝撃を受けて締付効果が低下しやすく回転移動量が大きくなる。
- 3) カバーの回転移動量の大きい取付部構造のもののほど、防護側へ飛散する破片累積重量の割合が大きくなる傾向がある。
- 4) カバーの防護効果の保持のため、残留破片が防護側へ飛び出す程のカバーの回転移動は、防止する必要がある。
- 5) 防護側では、砥石回転方向の0～30°の範囲は、破片飛散による危険性が特に高い。

以上、本報において明らかとされた事柄は、今後の携帯用カバーの防護効果に関する評価、あるいは、グラインダメーカーにおける設計上の資料として、またユーザにおいては、安全作業上のカバーの要件確保の重要性等、実用的な面で、携帯用グラインダ作業の安全化のために有効に活用され得るものと考ええる。なお、本報では、直接検討し得なかったカバーの材料、形状を含めた省資源時代に適応するための基礎的問題に関しては、今後の研究に待たれるところである。

6. 謝 辞

本研究を行うにあたり、実験用供試品ならびに取付治具製作等について積極的な御協力を下さいました、日本ニューマチック工業(株) 間瀬純良氏はじめ、不二空機(株)、瓜生製作(株)、(株)東洋空機、油谷鉄工(株)、横田工業(株)、日東工器(株)の各担当の方々に対して、ここに深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 昭和46年3月18日労働省告示第8号、一部改正
昭和47年9月30日労働省告示第85号
- 2) 同上規格第24条
- 3) 秋山、糸川、産業安全研究所研究報告、RIIS-RR-19-5
(昭和56.11.9.受付)

付録 その他のオフセット形砥石用グラインダカバーについて

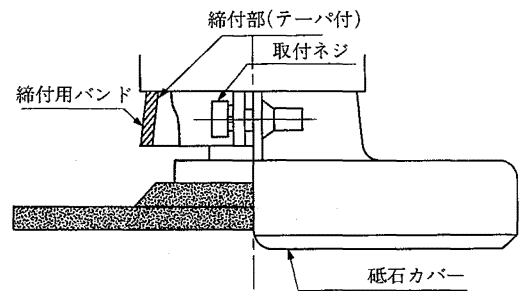
本報の研究を進める過程において、日本電機工業会電動工具関係のメンバーの御協力により、電気式オフセット形砥石用グラインダ（JIS呼称：電気ディスクグラインダ）のカバー取付部の構造についての実態調査を行ったが、本報をまとめるにあたり、関連した事柄について、ここに付録として記すこととした。

まず、取付部の構造については、バンド締付式のものとしては、本報の図1-(a)に示したものの以外で、図付-1に示すタイプのもがあった。また、ボルト取付式のものとしては、本報の図1-(b)に示したものの以外では、カバー本体にはボルト穴をもたず、押え円板によって挟みつけるタイプで、かつ回転移動については移動用スリットによって最大約170°の移動量に制限しているものがあった。

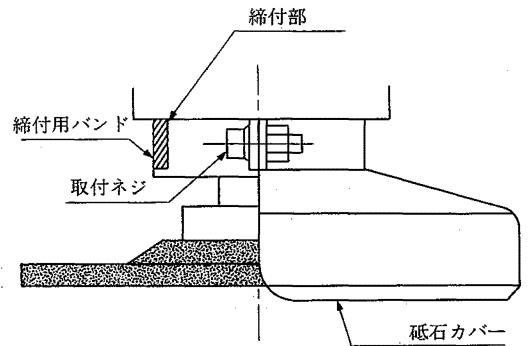
そして、本報で前述したバンド締付式のもので、取付部ごとカバーが脱落することを防止する処置に関しては、すでに実用化しているものが数例あったので、ここにそれらを紹介する。図付-2に示したものは、締付部をテーパにしてカバーの締付用バンドの脱落を予防している。図付-3に示したものは、締付部に溝を設け、カバーの締付用バンドがその溝部にはまり込むことにより脱落を予防している。また、図付-4に

示したものは、締付部に溝を設け、カバーの締付用バンドに内側に向けた突起を数個所に設け、この突起が溝にはまり込むことにより脱落を予防している。

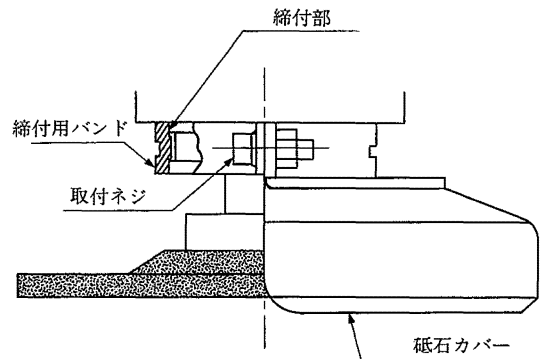
なお、本報の供試品のバンド部の厚さ等に比べ、実態調査を行ったもののバンド部の寸法は、やや小さいものが多かった。



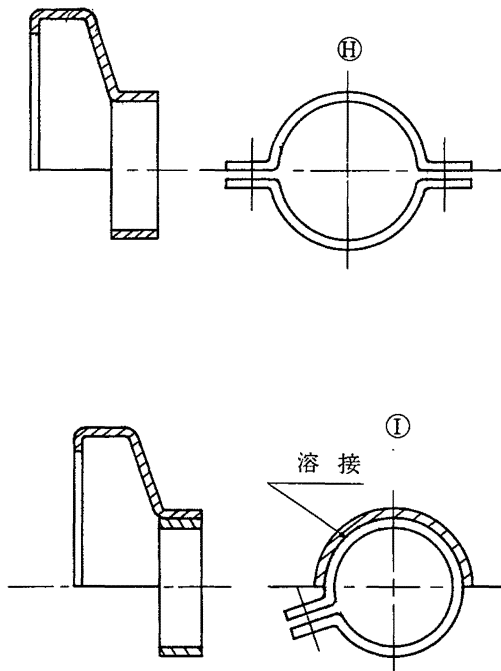
図付-2 脱落防止の例（その1）



図付-3 脱落防止の例（その2）



図付-4 脱落防止の例（その3）



図付-1 その他のバンド締付式の例

産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-81-2

昭和 57 年 2 月 25 日 発行

発行所 労働省産業安全研究所

〒 108 東京都港区芝 5 丁目 35 番 1 号

電話 (03) 453-8441 番 (代)

印刷所 有限会社三和プランニング

UDC 621.924

携帯用グラインダカバーの取付部の構造と防護効果

——オフセット形砥石用カバーの場合——

糸 川 壮 一

産業安全研究所技術資料

RIIS-TN-81-2

携帯用グラインダカバーの取付部の構造が、砥石破壊の際にカバーの防護効果にどのような影響を与えるかについて、オフセット形砥石用カバーの場合に関して高速度撮影を用いて実験的検討を行った。

カバーの取付部は、脱落防止の構造が必要なこと、バンド締付式のカバーの回転移動量は、取付部の構造により、かなりの影響を受けること、またカバーの回転移動量の大きい取付部構造のものほど、防護側へ飛散する破片累積重量の割合が大きくなることなどが明らかとなった。

(表4, 図21, 写7, 参2)

UDC 621.924

The Influence of Mounting Method of Safety Guard for Portable Grinder on the Protective Effect

—Cases on Safety Guards for Depressed Center Wheels—

by S. KUMEKAWA

Technical Note of the Research Institute of Industrial Safety

RIIS-TN-81-2

In the case of a mounting method that a mounting set plate fixed as one body on the safety guard is mounted on a grinder with bolts, the safety guard slips off from the grinder or moves from the fixed position for guard when the grinding wheel of portable grinder comes to burst.

Then broken pieces of depressed center wheels with safety guards mounted by several methods are observed with a high speed moving picture camera and the influence of mounting methods of the safety guards on the protective effect are investigated.

(4 tables, 21 figures, 7 photos, 2 references)