

グラインダーカバーに関する研究(第一報)

§1 序 言

グラインダー砥石の回転中に於ける破壊は重大な事故の原因となることは申す迄もない。昭和25年に於ける愛知、大阪に於けるグラインダー災害(重傷以上)原因別統計^{*1}によれば、定置式グラインダーに於ては、全災害の16.5%を、又移動式グラインダーに於ては実に全災害の46.5%を占めている。此の種の飛散砥石片による災害を防ぐには安全なカバーをつけることが必要であるが、現在確実な基準がない。因に上記砥石の破壊による災害の中、カバーをつけていない場合が3分の1(不明も含む)で、つけて居る中で破壊したものとししないものとの比は4:3であつた。

砥石の破壊の原因としては砥石の内部欠陥(割れ・偏心)・機械の不適正(がた・過速)・不良な作業方法があり、砥石の破壊を絶対的に防ぐことは目下のところ困難であるから、消極的ではあるがカバーをつけ砥石片の飛来を防護する方法を採ることが必要である。

カバーの形状・寸法に関しては、殆んど旧来のASA規格が唯一の根拠として使用されているが、それを直ちに適用するに当つては尙部分的に疑問の点がある。

このような理由から、安全カバーについて一連の研究を行つたのであるが、此処に発表する報告はその第1回のものである。

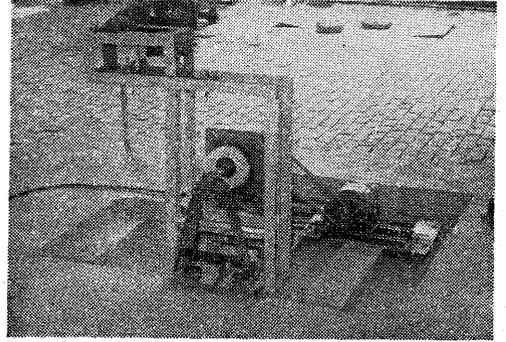


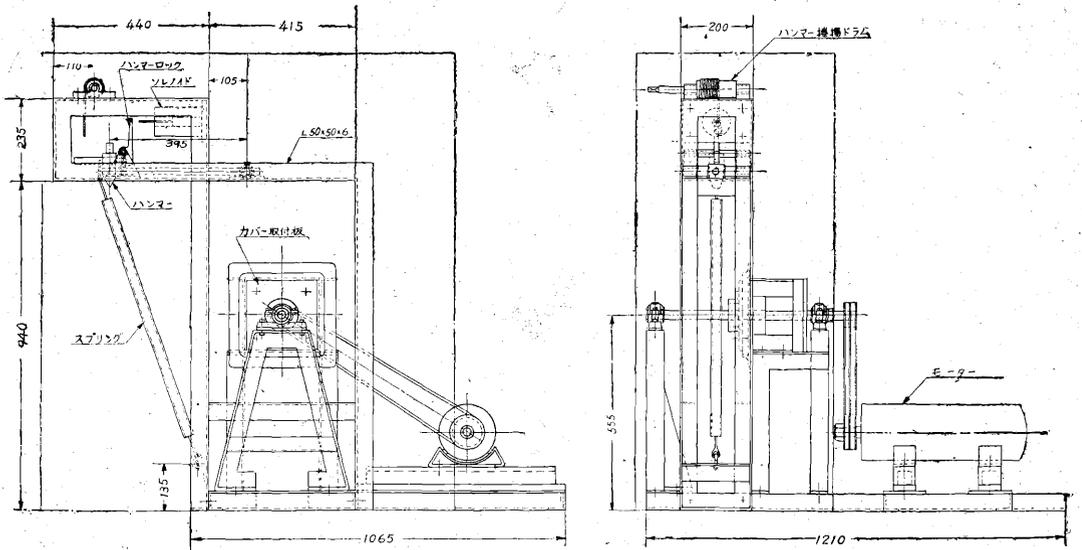
写真 1

§2 実験装置及び方法

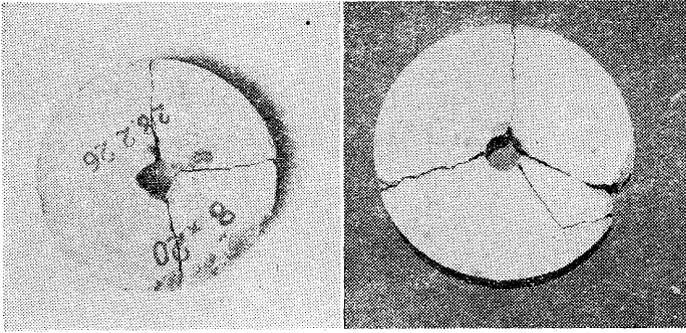
実験装置の大部は既設の装置を改良して用いた。(第1図参照)構造を略述すれば、フレームは50×50のアンクル、シャフトは25φロッド、ハンマーは軸が20φヘッドが35φで先端は楔型をなす。スプリングは2.7φピアノ線を30φに50回巻いたもの、ベアリングはNSK単列ボールベアリング、モーターは3馬力である。

試験カバーはメーカー製及び当所試作品で、4吋内至14吋迄のもの、試験用砥石は砂を1:2に固く混ぜ合せ成型したモルタル製ブロックであるが、硬度・密度とも研削砥石と大差はない^{*2}。

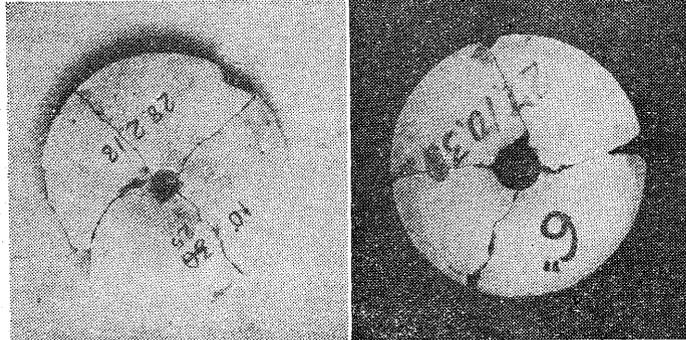
実験装置



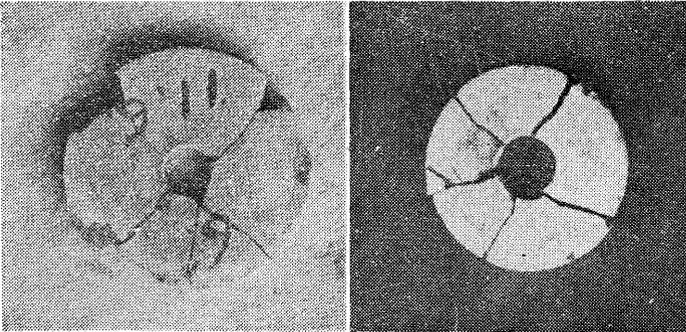
第 1 図



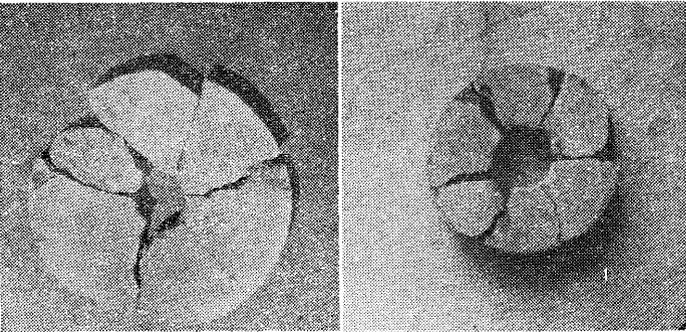
3ケに割れたるもの



4ケに割れたるもの



5ケに割れたるもの



6ケに割れたるもの

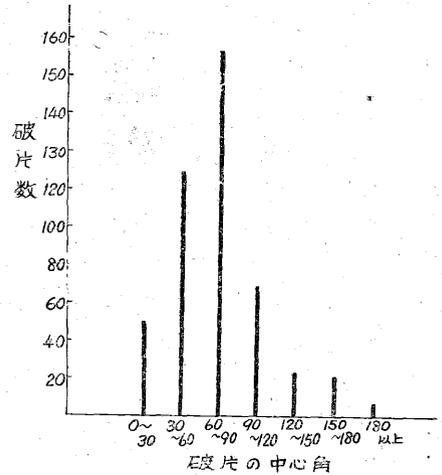
尙ブロックの飛散状況は、東京大学植村助教授指導の下に、Fostax 高速度カメラを使用して撮影した。駒の速さは4,000枚/秒、露出時間は1/20,000秒でスポットラ

イト数個と映寫用アーク燈を交流電源で使用した。試験は準備完了の後ハンマーのロックを電磁石を使つて外し、スプリングで加速したハンマーでモルタルブロックの周面を（水平中心線上）打撃し破壊した。

§ 3 砥石の破壊と飛散

回転中の砥石に打撃を与えて破壊させると2個乃至数個に割れ、カバーのない場合は回転しながら切線方向に飛ぶ。

（第6図参照）又カバーがある時はそれらがカバーや床・フレーム・囲い等に当つて大小様々に細分化するが一定の法則はない。概して最初から粉々に割れてしまうことは殆んどない。これは研削砥石に関しても同様である。寫真2は之等の割れ方を示すものである。第2図は割れ方はブロック片の大きさを中心角で示した場合の図表である。又第3図はブロックの割れ方を分裂個数について調べた図表である。これらから中心角 $\frac{\pi}{3}$ ブロック片について研究するのが略妥当であると言えよう。

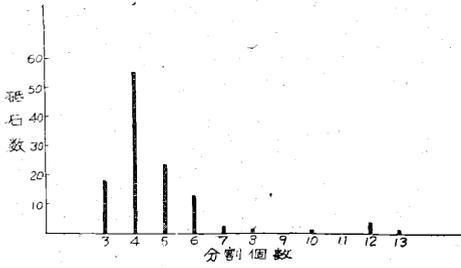


第 2 図

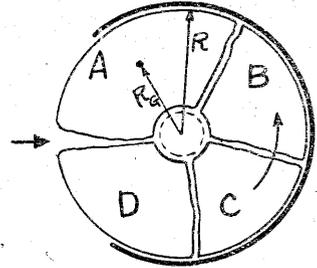
高速度寫真による砥石片の飛散状況は第4図の如くであつて、先ずカバーに当つて回転エネルギーを消失し、特にAはその後直線運動をしてカバー外へ飛び出

すが、速度は大したことはない。（第5図参照）

ブロックB及びC等のカバー内におけるその後の運動は、一度止つたブロックは回転シャフトの摩擦により、



第 3 図



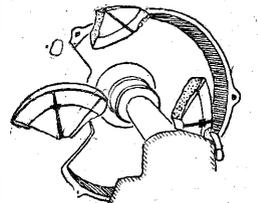
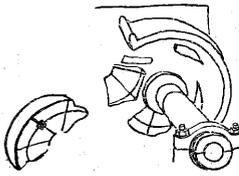
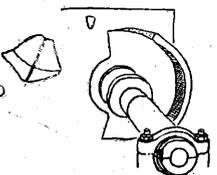
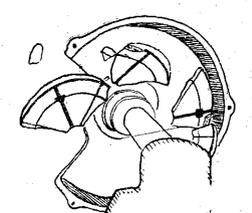
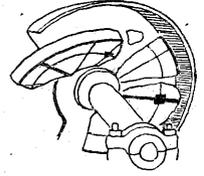
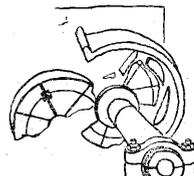
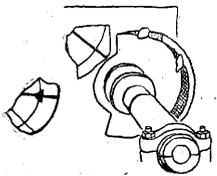
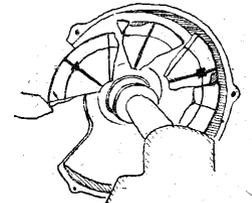
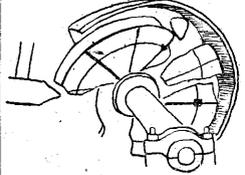
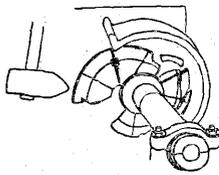
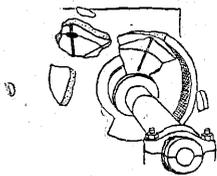
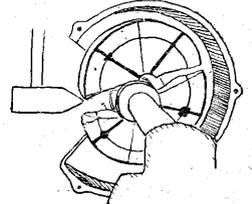
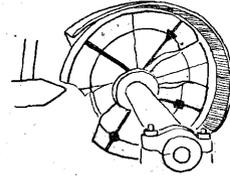
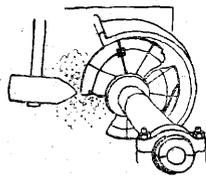
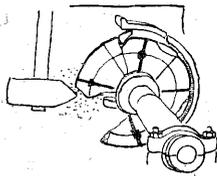
第 4 図

カバー 6吋用鑄鉄製
砥石の寸法 外径×内径×巾
6"×1"×3/4"
試験回転数 4,500 r.p.m.

カバー 6吋用鑄鉄製
砥石の寸法 外径×内径×巾
6"×1"×1"
試験回転数 4,500 r.p.m.

カバー 10吋用鋼板製
砥石の寸法 外径×内径×巾
8"×1"×3/4"
試験回転数 2,200 r.p.m.

カバー 10吋用鑄鉄製
砥石の寸法 外径×内径×巾
7"×1"×3/4"
試験回転数 2,200 r.p.m.



第 5 図

順次矢印の方向へ移動するが、研削砥石の場合は芯金が入っているためかかる現象は少い模様である。

この事実より、安全上、破壊した砥石片は一先ずカバ

ーに当つて、そのエネルギーの大部分を失うように、カバーの開口部の寸法を定める必要がある。開口部の寸法は砥石の回転速度、割れ方、砥石面とカバーの半径方向

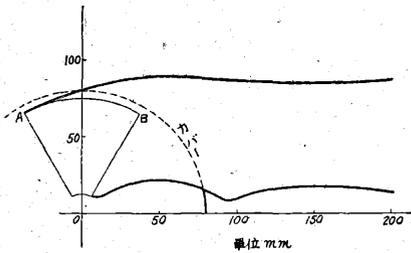
の距離、砥石径・シャフトの径等によつて相違する。例えば10吋径砥石、回転数1,700r. p. m 半径差5耗の場合

分	割	1/3	1/4	1/3
最大角度(約)		62°	118°	129°

最大角度は、仕事台(強固な)のある場合は、開口部上端と仕事台との間の角度と考えてよい。そして前述の理由によつて、この場合角度は60°以下が妥当である。開口角が問題になる更に緊要な例はポーターブルグラインダーに対する場合であつて、その場合は作業中における接地点と開口部の一端となす角が大切である。 $\pi/3$ ブロックについての最大安全開口角は、

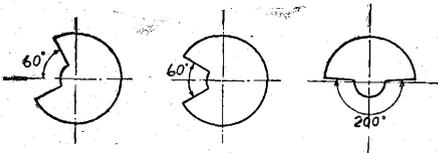
砥石径	6吋	砥石径	4吋
カバーとの間隙	5耗	カバーとの間隙	5耗
回転数	3,600r. p. m.	回転数	4,800r. p. m.
開口角	216°	開口角	212°

ポーターブルグラインダーの上記開口角は第6図において作業点A点が破壊点となつてABブロックが飛ぶ場合について計算したものである。



第 6 図

以上の事実から比較的的安全と見做されるカバーの形状は第7図の示す如きものである。



第 7 図

§ 4 カバーの強度

飛散ブロックのもつ運動エネルギーは既述の如く直線運動によるエネルギーと回転運動によるエネルギーとがある。その割合は $\pi/3$ ブロック片については近似的に4.4である。従つて直線運動による部分は著しく強く作用するためカバーの径が砥石の径より大きくなるに従つてカ

バーにはより酷な衝撃荷重が作用することになる。(ブロック片の重心と中心との距離を R_G 、カバーの半径を R とすれば、ブロック片の廻転を考えぬ時、ブロック片はカバーに $\text{Sin}^{-1} \frac{R_G}{R}$ の割合で垂直方向に撃突する)。(第5図参照)

カバーの安全率は砥石の安全率が2乃至8であるところを考へて、少くとも2.5乃至3位は必要であるとする。かかる安全率をもつカバーは計算よりつくことは困難であつて、実験にまつのが早い。破壊試験に此の安全率を負荷するための一方法としては、砥石の回転速度を1.5倍程度にあげれば達せられる。

偶々電機工業会の依頼により同会と協力して次のグラインダーカバーの試験基準をつくりそれに基いて凡ての試験を行つた。アイデアはカバーに2.5の安全率(60~の場合には1.5)を与える他破壊したブロック片の不整に対する対策として試験を一個のカバーについて3回行うことと規定寸法の砥石とそれより2吋少ない砥石との2種類で行ふこと等が主な点である。

尙試験基準は下記の通りである。

グラインダーカバー試験基準

労働省産業安全研究所

1. 試験装置及び方法

回転中の砥石を装置に取りつけたハンマーで打撃し之を破壊させてカバーの強度を試験する。

- (1) 打撃は砥石の中心線上に与える。
- (2) カバーは砥石に対し正規の所に取りつける。試験機に直接取り付けられないカバー(例えば取付孔のない場合等)はなるべく強度が低下しないように加工し装置にとりつける。
- (3) 試験用砥石としては、ポルトランドセメント及び砂を1:2の割合に混ぜ、4週間以上水中に浸漬したる均一なるモルタルブロックを使用する。

モルタルブロックの基準寸法は第一表とする。

第 1 表

外径	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	14"
孔径	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
厚	実用砥石の寸法に合せる。不能の時は証明書備考欄に記載。								

(4) 試験回転数

周波数50サイクルの場合は無負荷回転数の1.5倍
周波数60サイクルの場合はその1.25倍で行う。コミューターモーターの場合は、無負荷最大回転数の1.25倍で行う。

(5) 試験回数

試験カバーは同種のもの2個につき各3回づつ試

験する。即ち試料 No. 1 は正規寸法のモルタルブロックで3回繰返し試験する。試料 No. 2 は外径が上記のものより2吋小さいモルタルブロックで3回繰返し試験する。

但し4吋用カバーに関しては試料 No. 1 は外径4吋のブロックで、試料 No. 2 は外径3吋のブロックで試験する。

尚カバーが2回目までに破壊した場合は次の試験を省略する事が出来る。

2. 試験成績証明書様式

省略

3. 試験結果の判定及び表示

試験結果は次の4段階に分けて記載する。

A……変化なし B……変形

C……ひび割れ D……破壊

尙変形の著しいものは破壊と見做す。

C, Dの表れたるものは不合格とする。但し第三回目に初めてCの表れたるものは合格とする。(第2表参照)

第2表

試験回数	合格	不合格
1	A, B	C, D
2	A, B	C, D
3	A, B, C	D

尙便宜のためにA. S. A. 規格を載せておく。

砥石車の直径厚さに対する保護覆の厚さ

ASA 規格表

保護覆に使用する材料	砥石車の最大厚さ(吋)	砥石車の直径(吋)														
		3~6		7~12		13~16		17~20		21~24		25~30		31~48		
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
砥石車の周速 7,000 吋/分	鑄鉄	2	1/4	1/4	3/8	5/16	1/2	3/8	5/8	1/2	7/8	5/8	1	3/4	1 1/4	1
		4	5/16	5/16	3/8	5/16	1/2	3/8	3/4	5/8	1	5/8	1 1/8	3/4	1 3/8	1
		6	3/8	5/16	1/2	7/16	5/8	1/2	1	5/8	1 1/8	3/4	1 1/4	7/8	1 1/2	1 1/8
以下のものに 使用する材料	可鍛鑄鉄	2	1/4	1/4	3/8	5/16	1/2	3/8	5/8	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1	7/8
		4	5/16	5/16	3/8	5/16	1/2	3/8	5/8	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1 1/8	7/8
		6	3/8	5/16	3/8	5/16	5/8	1/2	3/4	5/8	7/8	5/4	1	3/4	1 1/4	7/8
砥石車の周速 10,000 吋/分	鑄鋼	2	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	1/2	7/16	5/8	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4
		4	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	1/2	7/16	5/8	1/2	3/4	5/8	1	3/4
		6	3/8	1/4	3/8	1/4	1/2	3/8	5/8	1/2	3/4	5/10	7/8	3/4	1 1/8	3/4
以下のものに 使用する材料	普通鋼	2	1/8	1/16	3/16	1/8	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	1/4	3/8	5/16	1/2	3/8
		4	1/8	1/16	3/16	1/8	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	1/4	3/8	5/16	1/2	3/8
		6	3/16	1/16	1/4	1/8	1/4	3/16	3/8	1/4	3/8	1/4	7/16	5/16	5/8	3/8
切断用砥石車 周速 14,000 吋/分 以下	普通鋼	1/2 以下	12~16		17~20		21~24		25~30		31~36					
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
			1/8	1/8	1/8	1/8	3/16	1/8	3/16	1/8	1/4	3/16				

〔註〕 Aは円周覆の厚さ, Bは側板の厚さ。

カバーの破壊試験結果は次の如くになった。

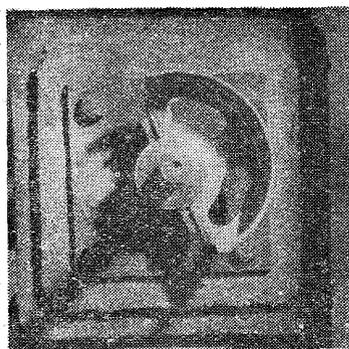
1. 鋼板製

試験番号 カバー寸法 A B 結果 1 2 3 4 5 6 備考

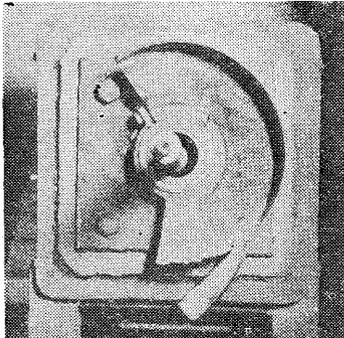
3 6"用 5 6 AAA BBB 熔接構造

1	8"用	3 3	ACD	CD一	//
2	10"用	6 4.5	AAA	AAA	//
21	6"用	2 2	---	AAA	鍛造品
22	6"用	3.5 3.5	---	AAA	// (軽減孔つき)

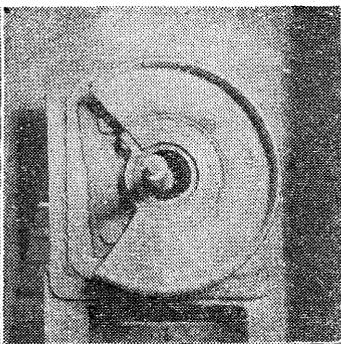
寫 真 3



22-6

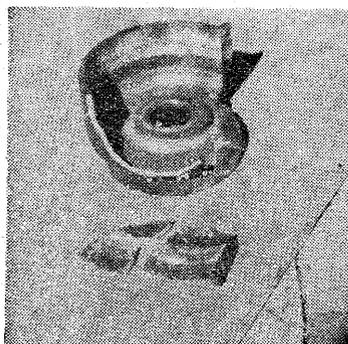


1-5

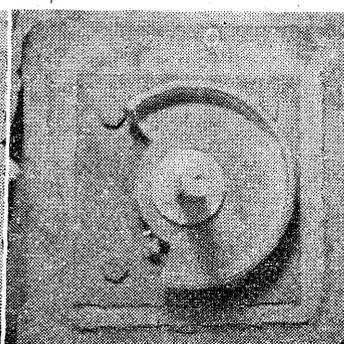


2-6

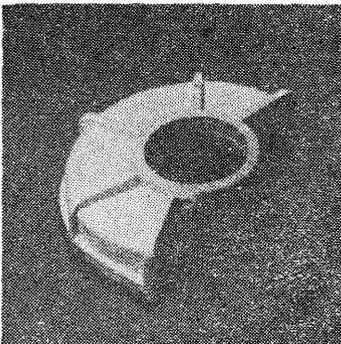
寫 真 4



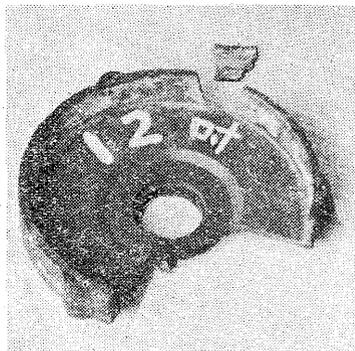
4-5



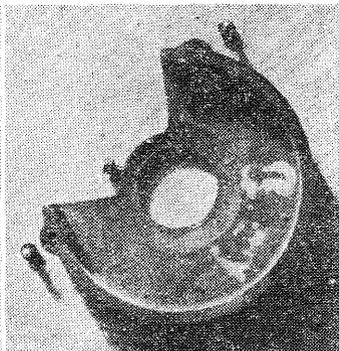
27-6



26-6



31-2

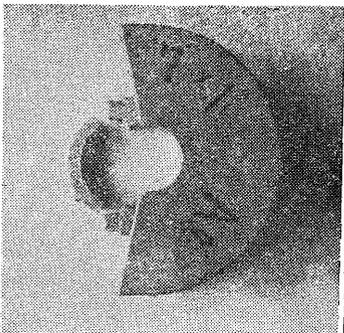


29-6

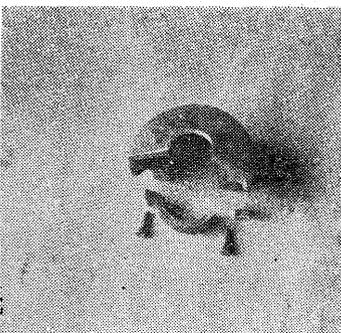
寫 真 5



6-3



18-1



19-1

2. 鑄鉄製

試験番号	カバー	寸法		結果			備考
		A	B	1	2	3	
4	6"用	5	6	AAA	AD	—	側板リブなし
14	10"用	8	5	—	—	—	—
27	6"用	6.4	6.4	—	—	—	A.S.A 規格品
17	8"用	6.5	6.0	D	—	—	側板つき
16	10"用	8	5	—	—	—	ADA
29	8"用	9.5	8	AAA	AAA	—	—
30	10"用	8	6.5	AAA	AAA	—	(材質FC-23)
31	12"用	9.5	8	AD	—	—	—
26	6"用	6	4	AAA	AAA	—	補強リブ6本
5	6"用	6	5.5	AAA	D	—	— 4本

3. 可鍛鑄鉄

試験番号	カバー	寸法		結果			備考		
		A	B	1	2	3		4	5
6	5用	3	4	AAA	—	—	—	—	—

4. アルミニウム鑄物

試験番号	カバー	寸法		結果			備考		
		A	B	1	2	3		4	5
18	7"用	—	—	—	—	—	D	—	—
19	4"用	—	—	AAA	—	—	D	—	—

、寫真の番号の最初の数は試験番号、後の番号は結果番号を示すものである。

我が国で普通研削砥石は周速 4000 乃至 8000 呎/分 で使用されている。以上の結果をASA規格と比較して論ずると、

1. 鋼板製のもの、注意した溶接構造を含めて殆んどASA寸法以上であるため破壊しない。

2. 鑄鉄製のものASA規格寸法以上のものは概ね良好であるが、尙全体につき1耗乃至2耗の余裕が望ましい。排気孔がカバーについているもの、或は8吋砥石で周速7,000呎/分以上で使うものについては、別の考慮が必要で後者についてはASAにおいても鋼板に依ることを規定している。鑄鉄製カバーは出来不出来があり、強度上信頼性が少いように思われる。

3. 可鍛鑄鉄・鑄鋼・アルミニウム鑄物については資料が少いため確言出来ない。特に末尾のものについては上記の寸法では不足である。故に他のものに使用換えした方がよい。

換言すれば此の試験によりASAの安全度が判定される。

カバーの細部について言えば、その弱点とする所はカバーの開口部、殻への取付部排気孔等で、カバーを作る場合にはこれらの点を考慮する必要がある。

§ 5 結 語

本研究は継続中のものであるが、第一報に於ては砥石破損の傾向と安全開口角を述べ、現用メーカー品を試験基準に従つて実験し、ASA規則との比較により、試験基準の妥当性とASA規格の安全度を示した。

*1

A. 定置式研磨盤

原因	件数	比率
1. 回転中の砥石により	129	48.5%
2. 材料(又は一部)が飛び散り	13	4.9%
3. 粉が眼に入り	51	19.2%
4. 落下する品物により	12	4.5%
5. ベルト、ギヤー、シャフトに巻かれ	6	2.3%
6. 破壊した砥石片により	44	16.5%
7. その他	11	4.1%
小計	266	100.0%

B. 移動用研磨盤

	件数	比率
1. 回転中の砥石により	11	25.6%
2. 粉が眼に入り	3	7.0%
3. 品物の落下、倒壊	1	2.3%
4. 電気	4	9.3%
5. 破壊した砥石片により	20	46.5%
6. その他	4	9.3%
小計	43	100.0%

*2

	硬 度	密 度	強 度
モルタルブロック	P	145 lb/ft ³	750 lb/ft ²
研削砥石	O	175 lb/ft ³	1100 lb/ft ²