621.9.004.6 : 628.581 : 621.94-216.5

焼損による工作機械の精度の変化について*

(第 1 報, 総論およびベッドについて)

賀 勢 晋**

Study on the Accuracy of the Fire-Damaged Machine Tools

(Part I, General Remarks and Machine Beds)

by Susumu KASEI

Changes of the accuracy and performance of the fire-damaged machine tools were investigated in this paper.

First, we measured the intact accuracy of the lathe bed of the fire-damaged machines, and found out the considerable change in its shape. Because we understood the cause of this change depends on the difference of the fire conditions, we made researches on the model lathe beds in the variation of the temperature, time and the various aftertreatment of the heated beds.

The result of experiments revealed that the shape changes were no so conspicuous at the temperature up to 600°C, but were remarkable at the temperature ranging from 600°C to 800°C. The further temperature rise caused the rapid degradation of accuracy and the water jet upon the heated parts caused the marked deformation.

1. 総 論

1.1 工場火災と焼損機械 工場火災の特色はその作業が多様で出火の危険が多く火気伝ば材料が充満しているために、きわめて大事に至りやすい点にある。建築は大規模であり価格が集積されているために損害が大きく、さらに重大なことは他の消費財の焼失と異なって生産財を失うものであるから、その間接的損害は計り知れないものがある。

工場の機械が不幸にもかかる火災によって焼けた場合は、その生産の回復のために大部分が修復再使用されるものである。わが国では戦災による焼損機械が多数現在でも使用されており、また毎年平均 3 000 件、420 000 m²(¹)の工場火災によって焼損する機械も相当台数に達している実情である。

本研究はこれらの火災焼損機械はその精度や性能がどのように変わっているかについて罹災機械についての測定と、模型などによる実験をあわせて行なったもので、焼損機械を修理回復する場合の目安としたものである。

研究の対象として工作機械を選んだが、これは工作機械が精度を生命とし、工作機械の精度の変化はこれによって生産される製品の価値を直接左右するからであって、精度と性能を各方面から検討して焼損による影響を研究した。

1.2 焼損実験条件の設定 焼損機械の精度研究の基礎は火災の本質をはあくするにあるが、火災という現象は非常に複雑で数々の因子に影響されて数理的取扱いができないものである。しかし、それでは火災状況を再現して諸種の実験や計算を行なうには不便である。この不便を除くために建築学会が数多くの実験値を総合して火災温度と時間の関係を標準化した曲線を定めた。これがいわゆる「火災温度時間標準曲線」(²)である。

焼損機械の精度を研究するとき、最も重要な因子である機械表面付近の温度はこの標準曲線に準じて考えるべきであり、床上の機械の付近は火災温度よりも若干低下した温度経過をとるはずである。第 1 図は木造建築の火災温度標準曲線を基本にして引き直した機械表面に近接した箇所の温度(本研究では焼損温度と称することにし、実験では機械の上方 3 cm の位置でとった)の時間的推移を示す。

しかし火災温度がどこでも同じわけではなく、場所によって状況を異にする。このような場合、とくに耐

* 昭和 31 年 4 月 2 日 第 33 期通常総会講演会, 昭和 31 年 11 月 15 日 岡山臨時大会講演会, 昭和 32 年 4 月 2 日 第 34 期通常総会講演会および昭和 35 年 4 月 3 日 第 37 期通常総会講演会において講演, 原稿受付 昭和 35 年 9 月 15 日.

** 正員, 徳島大学工学部(徳島市南常三島町).

火性の試験のための必要から火災温度時間標準曲線を単純化した「試験用火災温度標準曲線」⁽²⁾が作られている。第2図はこれを示し、最高温度が防火壁面の温度曲線を基準として1級と定め、1級の各時間の3/4, 1/2をそれぞれ2級, 3級とし260°C(木材発火点)を最高温度としたものを4級と規定してある。

機械の受ける焼損温度も条件によって違って来るから、精度変化を研究するときはこの試験曲線に合うような実験をしたほうが比較の点でも合理的である。ゆえに実験のとき、火災に相当する焼損は加熱炉(電気式)に入れて第2図に対応する程度の焼損温度変化を与えたが実験最高温度は次のように定めた。

900°C(曲線1級相当), 800°C(曲線2級相当)

720°C(鉄のA₁変態点), 600°C(曲線3級相当)

400°C(補間のため追加), 200°C(曲線4級相当)

本研究の実験は木造建築の工場火災を想定して条件を立ててあるので最高温度に保つ時間は火災の実情を考えて2分と10分にしたが、2分は割合に簡単なブラック式建築, 10分は本格的な木造建築のときの実情となる。加熱炉内で最高温度に規定時間保った後は炉内で放冷するが、これは実際の火災で全然消火活動を行なわなかった場合になって、一般の戦災機械はこのような経過をとったものである。

しかし一般の工場火災では消火作業に多量の水を使用する関係上、焼損加熱によって赤熱された機械の面上に注水急冷されるから、このときは精度の状態が放冷された場合とは異なることが予想される。

ゆえに実験では焼損加熱後の処理として標準曲線に合わせた「放冷」のものと、噴射水流を吹付けた「注水」のものとを行なった。

すなわち、この実験的研究を通じて与える焼損の要領は第1表のとおりである。

測定の要領は部品の精度性能をまず最初にしらべてから、加熱炉内に入れて所定の焼損を与えて後に、全然同一の実験をして焼損実験前後の差を焼損による変化とみなした。

第1図 機械表面に近接した箇所の温度の推定

1.3 屋外火災実験による機械内部の温度推移と面

の変形 機械の表面に近い箇所で測った焼損温度は第1図のように推定されるが、機械内部の温度はこれとは異なった経過をとるであろう。いちおうこれを調べて置く必要から屋外の火災実験によって確かめた。実験材料である定盤(500×500×105 mm, 75.5 kg)のすり合わせ面の下に穴をあけ、これに熱電対をそう入して肉質内部の温度を測定した結果を第1図に点線でプロットしてある。機械表面近辺の温度に比較して機械内部は温度上昇と下降にだいぶずれのあることがわかる。

また第3図はこの定盤すり合わせ面の焼損前後の変形の模様である。測定はサインバーの中央に1/1000 mmのインジケータを取付け、バーの両端を測定線上に順次移動させて読みをとり、連鎖させる方法⁽³⁾を採用した。焼損前のこの定盤は経年の中古品で相当の凸面であったが、焼損させると図の右のように面が陥没して中央部分における最大変形量は160μに達している。がんらい定盤というものは面の変形が極少になるように厚肉ががん丈に作られた機器である。しかも実際

第1表 実験による焼損の要領

焼 損 温 度 °C	その温度に保った時間 min	保 熱 後 処 理
200	10	炉 外 放 冷
400	"	炉 中 放 冷
* 500	60	"
600	10	"
◎ 720	"	"
800	"	"
900	"	"
1100	"	"
600	2	"
800	"	"
200	10	注 水 急 冷
600	"	"
720	"	"
800	"	"
900	"	"

* 装置故障のため予定外の実験となったもの

◎ 720°Cは鉄のA₁変態点である。

第2図 試験用火災温度時間標準曲線

第 3 図 実物定盤 (中古) の面の変化

第 4 図 工具旋盤

の火災に近い屋外火災実験で得た焼損変形がこの程度であることは他を推測する有力な手がかりになる。

1・4 実際の火災で焼けた機械の精度 実験ではなくて実際に火災で焼けた工作機械の精度を測定した結果は次のようである。

火災は不測のうちに発生するものであるから、焼損直前の記録が残らぬ限り焼損前後の精度の変化を的確に知ることは不可能である。しかし焼ける前に新品か、これに準ずる機械で精度値の見当がつけられる機械の各構成要素の焼損後の精度を測ることによって、焼損による変化を見当づけることができるので、これらの機械について実測した。

その一つとして心高 135×ベッド長 1150、中心距離 420mm の工具旋盤 3 台の戦災焼損機械についての詳しい精度検査の例を示す。第 4 図はこの旋盤の外観を示す。この機械は総実動約 2200 時間で同一場所を焼けた。焼損後は機械としていちおう動く程度にしたもので、特記を除いては精度回復のための削正や手直しは行っていない。精度検査の結果は第 2 表 a (部品検査)、同 b (組立検査) として示してある。焼損前の測定が大河内・大越著「旋盤の検査法」⁽⁴⁾ によったから焼損後もこの方法で測定して比較に便にした。これに相当する JIS 番号も示してある。焼けたとき

第 5 図 修理によるベッド面精度の向上

第 6 図 焼損ベッド面の測定例

既に若干使用したものであるから、焼損前後の値をそのまま比較できないとしても、表を詳細に検討するならば焼損の影響は歴然としていて、面の平行度やねじれに相当の変化を生じていることがわかる。

なおこの研究で行なった模型実験は、この旋盤を原型とするものである。

2. 焼損工作機械のベッド

工作機械のベッドすり合わせ面はその機械の精度の基準になるものである。実際に焼けたベッドを測った結果では、たとえば第 4 図の工具旋盤のベッドのそりとねじれの状態を縦方向、横方向に精密水準器 (精度

0.02 mm/m) を用いて連鎖して行なったものを第5図に示す。図の上は2号盤ベットの測定結果で、手前面は18 μ の凹面となり、後面はねじれて差が42 μ もできている。このベットの修理するときはプレーナ加工の上、すり合わせ定盤にあてて面を正しくしたが、その結果が第5図下であって、80時間をかけた削正修理によって面はりっぱに更生している。第6図は実験用旋盤(焼ける前は新品)と英式4ft旋盤(使用品)

のベットすり合わせ面の測定例である。これだけ変形が出ればもはやすり合わせ面としては価値はなく、修理のとき必ず削正しなければならない。以上のほかいろいろの工作機械のベット面を測定したが、程度の差はあっても相当ないしけたはずれの変形を起していた。これらの面は火災前は少なくとも長さ1mについて15 μ 程度の精度はもっていたはずである。それがこのように相当な変形をしているということに留意し

第2表(a) 焼損工具旋盤の部分検査

(1) ベ ッ ト

区 分		焼 損 前 新 品	焼 損 後			JIS 相当番号
			1 号 盤	2 号 盤	3 号 盤	
水平すべり面上下方向のそり	mm	9/600	19/600	18/600	4/600	1
ベットすべり面の平行度	mm	8/550	34/550	115/550	33/550	2
ベットすべり面のねじれ	mm	5/175	26/175	54/175	28/175	1
ベットすべり面のかたさ(ショア)		38~40	32	31	32	

(2) 主 軸 台

主軸穴の片寄り程度	口元 5 先端 10	口元 8 先端 27	口元 30	口元 22	4
主軸の軸方向の動き	5	12	8	7	
センターの片寄り程度	10	15	60	48	9
主軸くび部の片寄り程度	5	3	35	15	3
主軸フランジ端面と主軸中心線の直角度	10	25	20	18	8
主軸軸受部発熱程度	50 °C 以内		24°	42°	

(3) 心 押 し 台

心押し台の横調整面の上下方向のそり	mm	6/165	290/165	575/165	75/165	
-------------------	----	-------	---------	---------	--------	--

(4) 往 復 台

横送り台すべり面の上下方向のそり	mm	7/220	12/220	32/160	68/170	
------------------	----	-------	--------	--------	--------	--

(5) 親 ね じ

ビ ッ チ	m	25/300	+31/300		+39/300	17
-------	---	--------	---------	--	---------	----

注. 1号盤スピンドル, メタル, および3号盤水平すべり面はいちおう削正修理

第2表(b) 焼損工具旋盤の組立検査

検 査 事 項		許 容 差 μ /測定長さ	焼 損 旋 盤 測 定 結 果			JIS 相当番号
			1 号 盤	2 号 盤	3 号 盤	
主軸中心線と往復台の縦方向の運動との平行度	垂直面内	10/300	48/300	30/300	10/300	5
	水平面内	10/300	67/300	35/300	80/300	
主軸中心線と工具台の縦方向の運動との平行度	垂直面内	10/150		170/130	200/130	6
	水平面内	10/150		880/130	50/130	
心押し軸中心線と往復台すべり面との平行度	垂直面内	20/150	54/120	62/120	100/120	10
	水平面内	10/150	32/120	90/120	75/120	
往復台の縦方向の運動と心押し軸穴の中心線の平行度	垂直面内	15/300	340/200	180/200	670/200	11
	水平面内	15/300	110/200	70/200	260/200	
主軸台, 心押し台との両心の高さの差		20	11	16	90	12
横送り台運動と主軸中心線の直角度		15/300	54/180	38/180	107/180	13
親ねじ両端軸受中心線と往復台すべり面との平行度	垂直面内	100		120	50	14
	水平面内	100		38	82	
親ねじ両端軸受の中心線とハーフナット中心線の一致程度	垂直面内	100		60	50	15
	水平面内	100		12	120	
親ねじの軸方向の動き		7		95	15	16

なければならない。

3. 模型ベッドの焼損実験 I

(ベッド単独実験のとき)

上述のように焼損機械のベッドの精度は相当に悪化し、しかも量がまちまちである。これはその機械がうけた焼損条件が大きく関係するものと考え、第 4 図の工具旋盤ベッドの 1/4 の模型を作って実験した。

第 7 図は模型ベッドの寸法である。鋳造後ベッド面の荒ひきを行なったのち屋外で 1~2 年間シーズニングを行ない、鋳造内力による変形を出させてからホイットウォースの原理により相互すり合わせて作った基準平面に当りをつけて平面に仕上げ、この平面が焼損によってどのように狂うかについて精密に測定した。この実験は要するに焼損前後の平面を精密に測定することであって、まず信頼しうる基準平面を作り、この平面上にベッドの模型を置いて 1/1000 mm のインジケータを基準平面上にすべらせて面の高低を測定し、

二点連鎖法⁽⁵⁾によってベッド面の形状を明らかにした。この実験でベッドすべり面の縦方向、横方向の変形、幅の変化を測定した。以下はこの要領で行なった実験結果である。

第 8 図は模型ベッドを 720°C で焼損し 10 分間保熱後放冷したものであって、焼損前後の面の当りを示す。焼損前のベッド面上に点々と示されているのは基準定盤とすり合わせて光明丹でつけた当りの跡で、全面的に数が多いほど平面に近いことを示す。これが焼損後になると強い当りが集中して変形が大であったことを思わせる。第 9 図は測定の結果をグラフ化したもので、焼損前が基準平面からの振れは最大 8μ 程度であったものが焼損後は最大 54μ となり、心押し台部分の後のベッド面のねじれが著しい。

以上のほか第 1 表の条件のベッド面の焼損変形についても調べて、おのおのが比較できるように整理した。すなわち変形のぐあいを示すため最も信頼できる平面を作り、この平面から実際面までの距離を測定してそ

第 7 図 模型旋盤ベッド (実物の 1/4, 重量 2.4 kg, ベッド面上の ● 点は測定点である)

第 8 図 720°C 放冷のベッド面

縦目盛 焼損前後 とも	測定線番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	焼損前		0	-2	-3	-1	-6	-4	-3	-3	-2	0	-0	-3	-2	-5
+ 上側	後外側		0	-2	-3	-1	-6	-4	-3	-3	-2	0	-0	-3	-2	-5
	後内側		+2	-2	-3	-2	-3	-3	-2	-1	-6	0	-1	-2	-5	-4
- 下側	手前内側		-1	-2	-2	-4	-2	-3	-4	-5	-5	-7	-7	-8	-7	-7
	手前外側		0	-1	-1	+1	+2	+1	+1	+2	+3	+3	+2	+2	+1	0
単位 μ	焼損後		0	+13	+15	+11	+23	+23	+38	+38	+38	+36	+28	+15	+24	+22
	後外側		+19	+17	+27	+26	+29	+34	+40	+45	+47	+51	+48	+53	+54	+42
	後内側		-18	+9	+3	+2	-10	+5	+8	+10	+11	+13	+9	0	-4	-6
	手前内側		0	10	-20	-7	-13	+2	+7	+11	+15	+16	+13	+7	+7	0

焼損条件 720°C, 10 分後 放冷

第 9 図 試験旋盤 4-1 号

の値を調べたのであるが、一つの測定線上については、その位置においてベッド面の高低が折線グラフで示されるから、第10図のように、これと基準平面で囲まれる面積の変化をもって面の精度状況の変化と考え、これを各面について比較した。このとき図のようにベッド面上に三つの点を選び、これを基点0としてこの3点が基準平面に含まれると考えた。このように総合して考え各測定線を別々に両端を基点として比較しなかったのは面のねじれ変形を数値の中に含めるためである。各測定面内で面積(第10図の細線)を測定した結果を放冷の場合について示したのが第3表である。

第10図 測定の要領

る。この表からわかるように焼損温度が高いほど加速度的に面に大きい変形を呈している。

焼損前後のこの面積の差でベッド面変形の程度を示すものとすれば第11図はこれを示し、焼損温度、加熱時間、後の処理による変形の違いなどが明らかに示されている。

第11図の関係を片対数方眼紙上にプロットすると点は図上でほぼ直線にのると考えても実用的にはさし

第11図 変形の比較

第3表 ベッドのみ放冷のときの変形

(単位 mm²)

ベッド番号	処 理	区 別	焼 損 前				焼 損 後			
		箇所	後 外 側	後 内 側	手 前 内 側	手 前 外 側	後 外 側	後 内 側	手 前 内 側	手 前 外 側
3—1	200° 10分 放冷		0.61	0.44	0.44	0.20	0.53	0.60	0.41	0.57
			0.53		0.36		0.58		0.49	
			0.45				0.53			
1—1	500° 60分 放冷		0.38	0.55	0.64	0.48	1.68	2.21	1.64	0.94
			0.46		0.56		1.95		1.29	
			0.51				1.62			
4—3	600° 2分 放冷		0.61	0.73	0.44	0.48	1.69	1.96	2.65	2.52
			0.67		0.46		1.83		2.59	
			0.57				2.21			
1—2	600° 10分 放冷		0.59	0.38	0.48	0.44	1.91	1.06	1.30	1.08
			0.48		0.46		1.49		1.19	
			0.47				1.34			
4—1	720° 10分 放冷		0.65	0.66	1.20	0.41	6.22	10.01	1.71	2.55
			0.66		0.81		8.12		2.13	
			0.73				5.12			
2—3	800° 2分 放冷		0.37	0.50	0.49	0.14	8.54	9.74	5.30	3.12
			0.44		0.37		9.14		4.21	
			0.40				6.68			
2—1	800° 10分 放冷		0.44	0.31	0.92	0.36	15.31	24.45	17.70	21.70
			0.38		0.64		19.88		19.70	
			0.51				19.79			

つかえなく、このとき焼損温度 $t^{\circ}\text{C}$ と変形面積差 $m\text{ mm}^2$ の関係は

$$\text{放冷されたとき} \quad m = 0.0005e^{0.013t}$$

$$\text{注水されたとき} \quad m = 0.001e^{0.013t}$$

となり、精度は指数関数的に低下して行き、注水すると放冷の 2 倍の変形を生じている。数字は焼損平面の状態によって変化してくることが考えられる。いま実情から考え合わせて変形面積差 0.5 mm^2 までは焼けたベッドは単に分解洗浄だけで修復できるとすると、放冷の場合で 540°C 、注水のときで 480°C がその限界となる。また変形面積差 5 mm^2 以上のベッドは必ず削正修理を必要とすると放冷は 715°C 、注水は 655°C の焼損が修理の境界となる

4. 模型ベッドの焼損実験 II

(全装備実験のとき)

前項ではベッド単独で諸種の焼損条件を与え、面の変形を調べたが、実験を実際に近づけるために第 7 図のベッド模型に主軸台、心押し台、往復台の模型を締付けた状態（これを便宜上全装備と称する）で焼損実験を行なった。第 12 図は 600°C で 10 分間焼損されたのちに注水をうけたベッドの測定結果である。基準面からの最大変形は焼損前の 7μ より焼損後は 25μ となった。主軸台部と心押し台部が基準面より下がった状態になっていて、実質的には相当大きい変形になっている。また変形のように設備物の影響が現われている。すなわち主軸台などを締付けられたところはベッドの変形が妨げられている。

以上のほかの例について調べた結果を総合すると注

水による急冷の場合の変化がベッドのみで自由に變形させた場合に比してわずかである点が注目された。これは設備物によって注水時の変形が妨害されること、および設備物の関係でベッド面に直接水がかかる割合が少ないためである。

5. ベッドすべり面の経年変形

工作機械のベッドのすり合わせすべり面が焼損条件によって種々に変形して精度を低下させることは、いままででわかった。しかし、これらの焼損面は以後不変なわけではなく、日時の経過によって変って行くものである。これを明らかにするために、既に測定したベッド模型について 30~42 箇月ののちに全く同じ測定を繰返し面がどのように変っているかを調べて比較してみた。

第 13 図は鉄の A_1 変態点をこえて 800°C で焼損したベッドの変形である。比較の便利のために放冷と注水をならべてあるがともに 42 箇月後の測定では焼損直後にくらべると放冷で 8μ 、注水で 16μ くらい変化し、面はいずれも正しい状態に帰る傾向があった。この方法で各種のベッドの焼損直後と数箇年後の測定から経年変形を知り、平均の変化量を計算してみると第 14 図のようになった。

6. 焼損部品の残留応力

ここに考えなければならないことに残留応力の問題がある。火災のとき消火水が機械にかかる高温に加熱された面は急冷され、後述のようにかたさが上昇するが、これは一種の焼入れ現象であり組織内部に応力

焼損条件 600°C , 10分後注水

第 12 図 試験旋盤 4-9 号

第13図 模型旋盤のベッド単独焼損のときの経年変形

を残留せしめる。このような応力が残ると変形がさらに続くと考えられる。第13図の点線はベッド面に切込みをつけ(第7図の斜線の箇所)変形を解放して内力の残存状態を調べたものである。すなわち放冷の場合は切断しても面にはほとんど変化がなく反対に注水されたものは面が相当に動いていることがわかる。これは高温で焼損放冷された機械は焼なまし品と同じで内力も除去され、これに反して注水された機械は相当長期にわたりひずみが残って変形がつづくことを覚悟しなければならない。

7. 結 論

屋外の火災実験と実際火災で焼けた機械について精度検査の結果では

- (1) 焼損機器の内部温度は焼損温度とはだいぶ時間的ずれがある。
- (2) 定盤のような肉厚が寸丈なものでも焼けると相当に変形をしている。
- (3) 焼損後の変形量のだいたいの知るためには受けた焼損温度を知る必要がある。
- (4) ベッドすり合わせ面については変化のようすがまちまちであるが、いずれも相当量の変形を生じ、ねじれが大きくなっている。
- (5) 焼損機械はこのように精度的に低下しているから単なる分解洗浄組立では修理したことにはならない。その程度に応じ精度回復の手段を講ずべきである。

つぎにベッド単独で焼損実験した結果では

第14図 平均経年変化

- (1) 200°C 以下での焼損ならば精度低下はない。
- (2) 200°C~600°C の焼損をうけたとき精度的には多少低下するからこれを顧慮しないならば分解して動くようにすれば十分に使用に耐える。
- (3) しかし 600°C でも注水されると精度低下があるから削正修理すべきである。
- (4) 600°C~800°C の焼損は高温加熱と鋳鉄の変態の影響で変形がはなはだしい。削正修理すべきである。
- (5) 火災の場合に機械に消火水がかかるのは禁物である。周囲の可燃物に注水してできる限り火災温度の低下を計るべきである。

つぎに全装備模型ベッドについての実験では

- (1) 全装備の模型実験ではベッドの変形に取付物の影響が現われる。
- (2) 注水と放冷の場合の変形差がベッド単独よりも小である。

さらにベッドの経年変形については

- (1) ベッドの経年変形も高温焼損ほど大きくなるが数年間の測定の範囲では放冷注水両者の差はわずかである。

- (2) 焼損により大きく変形した面は経年変形によって正しい状態に回復する傾向がある。
- (3) しかし残留応力をみると高温放冷のものは応力がほとんどなく、ひずみが出ついていると思われるに反し、高温注水では相当の応力を残し長期にわたる徐々の変形を予想させる。

文 献

- (1) 国家消防本部 昭 29~昭 34 年度統計より。
- (2) 安田火災保険編, 工場防火の実務(昭 28), 34, ダイヤモンド社。
- (3) 宮崎, 機械学会論文集, 20, 90(昭 29-2), 78; 20, 98(昭 29-10), 631, 636。
- (4) 大河内, 大越, 旋盤の検査法(昭16), 1~34, 科学主義工業社。
- (5) 海老原, 機械工作用精密測定機械器具(昭 27), 108~121, 誠文堂新光社。

621.9.004.6 : 628.581 : 621.822

焼損による工作機械の精度の変化について*

(第 2 報, 軸 受 に つ い て)

賀 勢 晋**

Study on the Accuracy of the Fire-Damaged Machine Tools

(Part II, Bearings)

by Susumu KASEI

In this paper, we studied the changes of the accuracy and the performance of the ball bearings.

As a result of experiments, we have obtained the following empirical formula:

$$p = ae^{bt}$$

in which p : the decrease of the accuracy, t : the fire temperature, a and b : constants.

We discovered that the fire damaged bearings could not be used under the heavy load, but unless strict accuracy is required, the bearing that has been exposed to the heat not higher than 600°C can be used again as it is. However in this case the load on the bearing should be limited to a light load and the factor of safety must be big enough, say 5 or even more. We have verified the above by the endurance tester.

We made a similar researches as to the plain bearing, and we discovered that the changes of the performance were not so rapid as compared with the ball bearing.

1. 焼損したころがり軸受

1.1 まえがき ころがり軸受は工作機械に広く用いられており機械の高速化と精度の向上のために、主軸まわりなどの要所には P 級, SP 級などの精密級が使われるようになってい。これら高級軸受はきわめて高価なものであって、工作機械価格の相当のパーセンテージを占めている。

機械が火災によって焼けた場合にその軸受をどう取扱うかに問題が生じる。ころがり軸受は専門工場で作られるものであって自分で修理更生はでき難い。使用不能の軸受は新品と交換すればよい。その点はきわめ

て簡単であるが、焼損軸受をそのまま使うか交換するか限界をどこに引くかが問題である。そのために軸受の精度と性能が火災焼損によってどのように変るかについて明らかにする必要があるので実験によって調べた。供試軸受は 6204 番の玉軸受である。軸受はベDESTAL に納めて軸を入れ、台板に取付け加熱炉内で条件に従って焼損させた。

1.2 軸受の寸法精度 軸受が火災焼損することにより寸法精度がどのように変るかを調べた。JIS B1542 に規定されている検査法により焼損前後の軸受を検査して焼損の影響を調べてみた。焼損前後の外輪外径の平均直径の差を寸法差として図示してみると第 1 図のごとく放冷注水ともに高温焼損ほど外径の減少をきたしている。720°C の変態点までは寸法減少の傾向があるが、800°C 焼損ではやや増加している。これは組織

* 昭和 33 年 11 月 14 日 徳島地方講演会, 昭和 34 年 4 月 2 日 第 36 期通常総会講演会および昭和 34 年 12 月 10 日 関西支部第 206 回講演会において講演, 原稿受付 昭和 35 年 9 月 15 日。

** 正員, 徳島大学工学部(徳島市南常三島町)。