

Fig. 4. Relation between the rolling torque and the rolling temperature at No. 1 stand.

Fig. 3, Fig. 4 は No.1 スタンドの圧延温度と荷重およびトルクの関係を示したものであるが、圧延温度の上昇にともなつて荷重とトルクがほぼ直線的に減少するのがわかる。ただし圧延荷重に比べて圧延トルクの方がバラツキが大きい。

IV. 結 言

このような連続鋼片圧延機の各スタンドの圧延荷重およびトルクは、圧下の調整仕方および鋼片嚙込状態によつてかなり変動するが、トルクの方がその影響が大きい。

diamond 孔型と square 孔型とは非常に類似した孔型であるので平均圧延圧力はほとんど同じであり、鋼の高温変形抵抗値に近い値をとる。またトルクアーム係数は 0.7~0.8 程度になるものと考えられる。

(126) ブレーカーボックスに関する  
三次元光弾性実験

日本鋼管技術研究所

○加藤 健三・籠田 三郎

Three-Dimensional Photoelastic  
Experiment of the Breaker Box.

Kenzo KATO and Saburo KOMOTA

I. 結 言

圧延機安全装置の目的は過大な圧下、低熱材や異物の嚙込みなどの原因により、大きな圧延荷重がロールに急激に生じた場合にロール折損事故を防止することであるが、安全装置としてはブレーカーボックスによるもの、

駆動軸安全カップリングによるものおよび駆動電動機を停止させる場合などがあり、最新式の圧延機では直流電動機を急停止させる形式が増加したが、従来から使用されて来たブレーカーボックスによる場合も多い。ブレーカーボックスは圧下スクリューとロール軸受箱との間に装置し、ロールを折損するような過大な圧縮荷重が圧下スクリューに作用した場合は破損しなければならない。ブレーカーボックスの形式としては張力ボルト式のものもあるが、大部分は円筒型のものであるので、今回の実験においてはこの形式のみに限定し、力学的には非常に厚い円板の曲げとして取扱い得ると考え、三次元光弾性実験法により研究を行なつた。

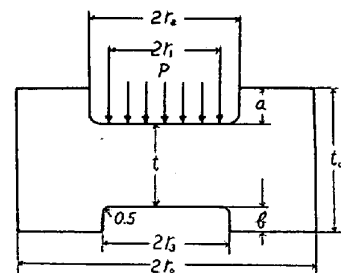
II. 実 験 方 法

光弾性実験用ブレーカーボックス模型は Fig. 1 に示すごとく 4 種類を用いた。A 型、B 型は底部孔径が頭部孔径よりも小なるものであり、D 型、E 型は孔径が等しいもので、A、D は中央部板厚が大なるものであり、B、E は中央部板厚が小なるものである。光弾性材料としてはエポキシ樹脂を使用し、荷重装置を加熱炉中に入れ、ブレーカーボックスの立体模型に高温軟化状態 (150°C) において荷重を加え、そのままの状態常温に下げて応力状態を凍結したのち、薄板に切断して二次元光弾性実験法により立体の各層の二次主応力差を求めた。すなわち実験法としては三次元凍結法によつた。

III. 実 験 結 果

1. 光弾性測定結果

三次元凍結法による光弾性写真の A 型の場合を Fig. 2 に示す。最上の全体写真は立体のままの縮写真であり、中央の写真は中央部の薄層の厚さを 5.18mm にした場



Style	2r <sub>0</sub>	2r <sub>1</sub>	2r <sub>2</sub>	2r <sub>3</sub>	t <sub>0</sub>	t	a	b
A	42φ	25φ	30φ	19.5φ	18.8	15.3	3	0.5
B	42φ	25φ	30φ	19.5φ	18.8	9.8	3	6.0
D	42φ	25φ	30φ	30φ	18.8	15.3	3	0.5
E	42φ	25φ	30φ	30φ	18.8	9.8	3	6.0

(mm)

Fig. 1. Photoelastic model of the breaker box.

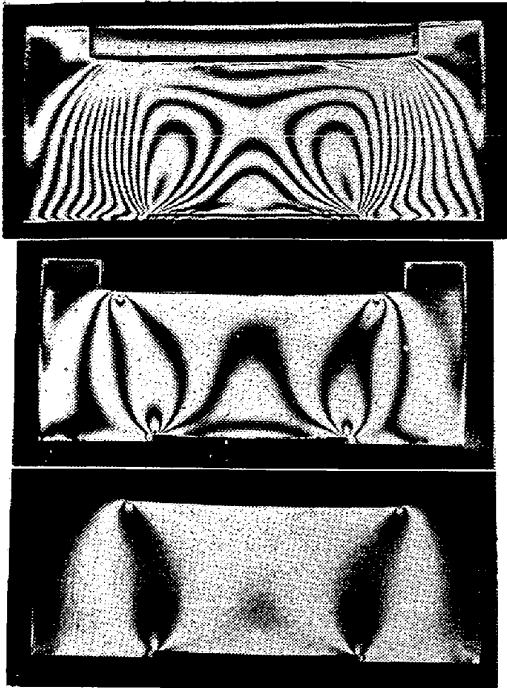


Fig. 2. Photoelastic stress patterns.

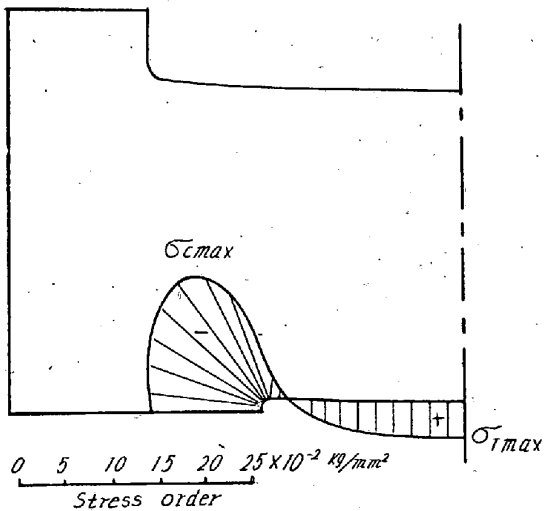


Fig. 3. Stress distribution.

合の縮写真であり、下の写真は薄層の厚さを 1.96mm にした場合であり、順次、板厚を薄くして板厚 0 の場合の二次主応力差を求めることができ、表面は一方向の応力が 0 であるからただちに応力分布を求めてプロットすることができる。このようにして求めた底部の応力分布を Fig. 3 に示す。底部中央には  $\sigma_{T \max}$  なる最大引張応力が作用し、周辺支持部においては圧縮応力が生じ、とくに半径部で最大圧縮応力  $\sigma_{C \max}$  が作用している。A, B, D, E の各型について荷重を 20 kg に統一して求めた  $\sigma_{T \max}$ ,  $\sigma_{C \max}$  および両者の比を

Table 1. Result of photoelastic experiment.

Style	A	B	D	E
Load $W_p$ (kg)	20	20	20	20
$\sigma_{T \max}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	0.034	0.089	0.049	0.147
$\sigma_{C \max}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	0.159	0.198	0.110	0.181
$\sigma_{C \max}/\sigma_{T \max}$	4.71	2.38	2.24	1.23

Table 1 に示す。この形式のブレーカーボックスにおいては底部中央の最大引張応力によつて破損を生ずるのであるが、Table 1 によるとその大きさの順序は E, B, D, A であり、中央板厚の大なるほど、底部支点距離(底部孔径)の小なるほど、引張応力は小となつている。A, B 型と D, E 型を比較してみると、 $\sigma_{C \max}/\sigma_{T \max}$  の値は同一厚さでも A, B 型より D, E 型の方が小さい結果を示しており、D, E 型は A, B 型よりも  $\sigma_{C \max}$  で破損する確率が少ないことを意味し、また、中央の厚みが大になると  $\sigma_{C \max}$  で破損しやすくなる。しかし実物のブレーカーボックスの材質は鑄鉄であり、鑄鉄の抗圧力と抗張力の比は強度の低い場合で 4~4.5, 高い場合で 2.5 であるからブレーカーボックス底部中央の最大引張応力  $\sigma_{T \max}$  で破損することになる。

2. 実物に適用した場合

光弾性実験は模型実験であるが実物に適用する場合には材質に無関係に次式により実物での応力値を求めることができる。

$$\sigma = (W/W_p)(1/\alpha)^2 \sigma_p$$

$\sigma$ : 実物での応力,  $W$ : 実物での荷重,

$\sigma_p$ : 光弾性応力測定値,  $W_p$ : 光弾性実験での荷重,

$\alpha$ : 実物の形状の大きさと模型の形状の大きさの比  
本研究においては  $\alpha=6.61$  のごとき実物につき、圧延荷重 800 t ( $W=400$  t) の場合の結果を Table 2 に示した。最大応力値から使用材質または使用条件を明かにすることができる。

3. 弾性理論による計算値との比較

ブレーカーボックスの応力問題は近似的に等分布荷重をうける円板の曲げとして考えることとし、支持条件としては周辺自由支持の場合と周辺固定の場合を考え、光

Table 2. Stress of the real breaker box.

Style	$2r_0$ (mm)	$2r_1$ (mm)	$2r_2$ (mm)	$2r_3$ (mm)	$t_0$ (mm)	$t$ (mm)	$W=400$ t	
							$\sigma_{T \max}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{C \max}$ (kg/mm <sup>2</sup> )
A	279	153	200	130	125	102	15.4	72.5
B	279	153	200	130	125	65.3	40.8	99.5
D	279	153	200	200	125	102	22.3	50.0
E	279	153	200	200	125	65.3	67.2	82.5

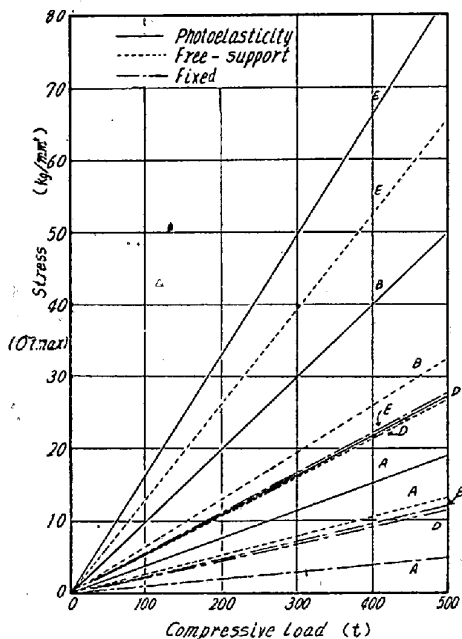


Fig. 4. Comparison between photoelastic stress and calculated stress.

弾性実験測定結果と比較して計算を行ない、Fig. 4 のとき結果を得た。近似計算値はいずれの場合も光弾性実験値よりも低い値を示し、周辺自由支持の場合の方が固定の場合よりも光弾性実験値に近いことが判明した。

#### IV. 結 言

従来から使用されて来た圧延機安全装置としてのブレーカーボックスに対して三次元光弾性凍結法実験を行ない、力学的につぎの点を明かにした。

1. ブレーカーボックス底部中央には最大引張応力、周辺支持半径部には最大圧縮応力が存在し、鑄鉄材料の場合はほとんど最大引張応力で破損する。
2. 光弾性実測結果を実物に適用して使用条件および形状を研究するに役立てることができた。
3. 弾性計算としては周辺自由支持の円板の曲げとして考えれば光弾性実測結果と近似値を示すことが明かとなった。

## (127) リング状試験片の冷間加工について

(タービン発電機用非磁性鋼の研究—II)

神戸製鋼所中央研究所

西原 守・中野 平・○後藤督高

〃 岩屋工場 佐野正治

### Cold Working of Ring Specimens.

(Study of non magnetic steel for turbo-generators—II)

Mamoru NISHIHARA, Taira NAKANO,

Tadataka GOTŌ and Masaharu SANO

#### I. 結 言

大型タービン発電機に用いられる非磁性保持環はオーステナイト系の非磁性鋼が用いられているが、高い耐力を得るために冷間加工が必要とされる。前報りではこの種の代表的なオーステナイト鋼3鋼種の引張加工および板状試験片の圧縮加工による冷間加工特性を報告したが、今回はリング状試験片に冷間加工を行なった場合の機械的、および磁氣的性質、並びに残留応力分布について報告する。

#### II. 供 試 材

供試材は Table 1 に示すとき 8Mn-8Ni-4Cr, 18Mn-4Cr 鋼の2鋼種を塩基性高周波炉により 450 kg 鋼塊に溶製、拡散焼鈍を行なったのち、外径 335 mm, 厚み 60~80 mm, 長さ 140 mm のリングに鍛造した。溶体化処理は 1050°C の温度から前者は空冷、後者は水冷し、機械加工後、1000 t 水圧プレスにより冷間加工を行なった。

#### III. 実 験 方 法

冷間加工は加工率を 8Mn-8Ni-4Cr 鋼に対しては 20, 26, 32% の3通り、18Mn-4Cr 鋼に対しては 17, 28% の2通りに変化させ、いずれの場合も冷間加工温度は 500~300°C 間とし、外径 400 mm, 厚み 32~60 mm, 長さ 130 mm のリング状試験片を製作した。各試験片は全て 350°C/10 h の歪取焼鈍を行なったのち、ストレーンゲージによる残留応力測定、リング各部分の切線方向の引張試験およびシャルピー衝撃試験、並びに導磁率の測定を行ない、冷間加工後の諸性質を調べた。

#### IV. 機 械 的 性 質

冷間加工後のリング状試験片の各位置における機械的性質のバラツキを試験した結果、円周方向については一様な冷間加工を行なうことによりバラツキをかなり小さくすることができ、軸方向については中央部は端部に較べて強度が低い傾向にあるがその差は小さい。一方肉厚