

配布先

# 技術報告 ( )

報告番号

開発区分:

発行: 西暦 年 月 日

題目

## 蛍光灯管壁内の応力分布の解析プログラム

報告者

(所 属) (氏 名)

### 岸井 貫

検印

機密保持期限 西暦 年

報告年月日

西暦 1989年 3月 1日

内容  
葉数

本文: ページ, 表: , 図面(写真を含む):

要

(目的・ポイント・方法・結果・結論を簡潔に記入)

管壁ガラス内で軸方向応力が一定、および外表面からの深さの一次関数、という假定で光路差曲線の形を計算した。

強化ガラスコップの場合と異なり、内表面近くに極値も変曲点も現われなかった。

旨

特許

(特許出願状況、他社特許との関連)

特記事項

### 旭硝子(株)関連事項

キーワード

### Photoelasticity, Stress, Tubes, lamps

蛍光灯管壁内の応力分布を観察するために EMG-258, -304 に記した方法が適用できる。しかし細部にわたっては次のような問題点があることがわかった。

大気圧の効果が観察にかかるはずである。

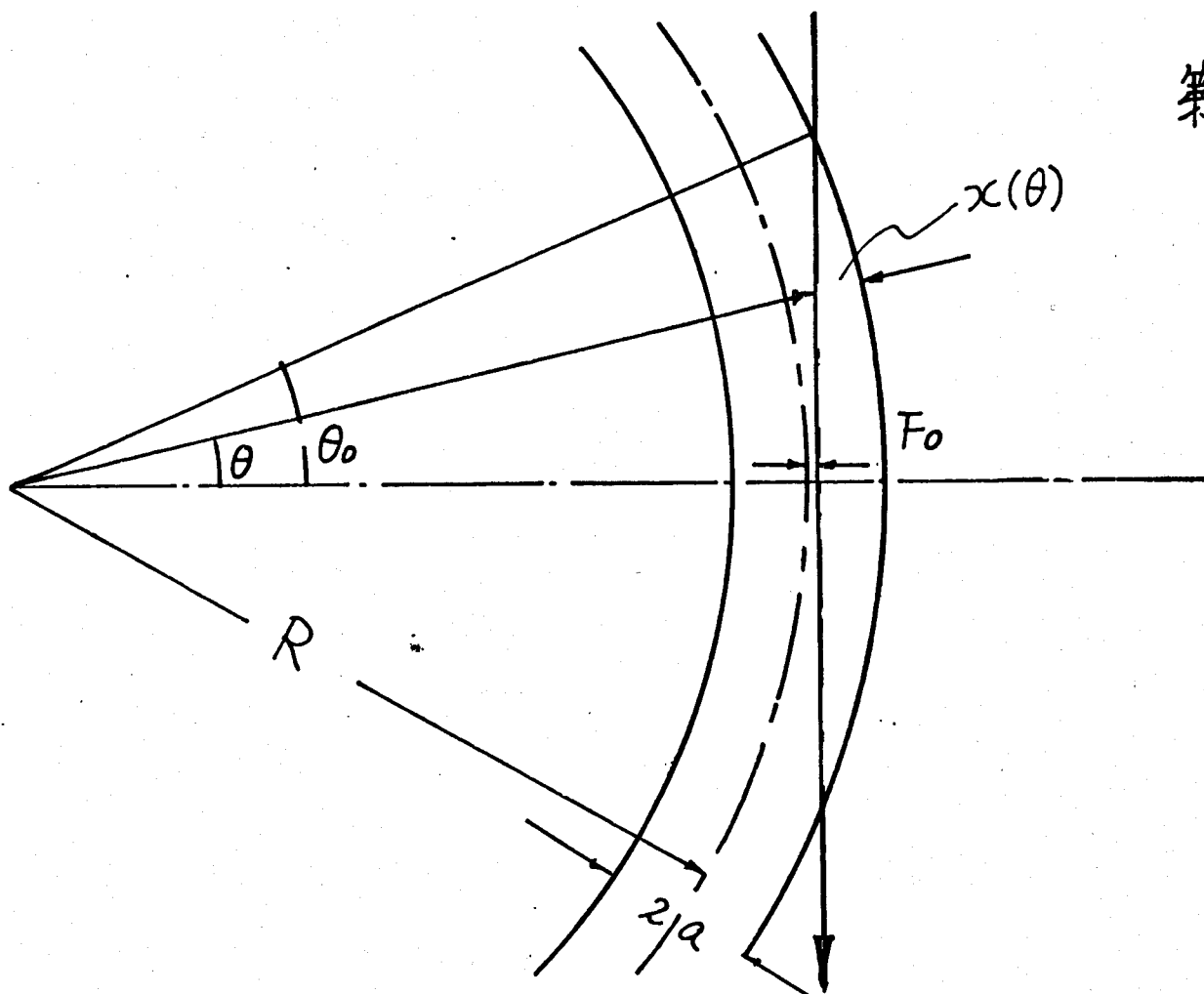
熱強化ガラスコップでは経験されなかったような光路差分布が現われる。従って深さ方向の応力分布の形がコップに比べて多様なものと推測される。

それゆえ、各種の応力分布を想定し、これに対応する光路差分布を計算することで、逆に光路差分布から応力分布を求めるための経験則を得ようとした。

第1図は蛍光灯の軸に垂直に切った断面である。管壁中央の曲率半径を  $R$ 、管壁の厚さを  $2a$  とする。

管壁の中央から  $F_0$  の距離の所を通過する光に生ずる光路差を計算する ( $-a \leq F_0 \leq +a$ )。

管壁内の応力の分布は、厚さ方向の座標の関数だとする。厚さ方向の座標として管外面からの深さ  $x$  を採る ( $-2a \leq x \leq 0$ )。



第1図

光の経路が管外面と交わる点が曲率中心に対して張る角を  $2\theta_0$  とすると、

$$\cos \theta_0 = \frac{R+F_0}{R+a} = \frac{R+a+F_0-a}{R+a} = 1 - \frac{a-F_0}{R+a}$$

$\theta_0$  が小さい時の近似式

$$\cos \theta_0 = 1 - \frac{1}{2} \theta_0^2$$

と比べて

$$\theta_0 = \sqrt{\frac{2(a-F_0)}{R+a}}$$

の関係が得られる。

光の経路上で角座標が  $\theta$  である点の  $x$  座標は

$$\begin{aligned} x &= \frac{R+F_0}{\cos \theta} - R \doteq (R+F_0) \left(1 - \frac{1}{2} \theta^2\right)^{-1} - R \\ &\doteq F_0 \left(1 + \frac{1}{2} \theta^2\right) + \frac{1}{2} \theta^2 R = \frac{1}{2} \theta^2 (F_0 + R) + F_0 \quad \dots\dots (1) \end{aligned}$$

光の経路に沿う長さを  $s$  とし

$$ds \doteq R d\theta$$

と近似できると仮定する。

光路差は

$$2\delta \times \int_{-\theta_0}^{+\theta_0} [\text{応力}(x)] R \cdot d\theta, \quad x = x(\theta)$$

ここで  $x$  に式(1)を代入して得られる。

各種の応力分布形を假定して光路差分布を求めた結果と、プログラムの形計算の部分を第2~8図に示す。プログラム中で280行のSTが応力、260行のSEKが光路差である。ST中のFは  $x$  と同じである。  $R=15$ ,  $A=0.5 \text{ mm}$  とした。

第2図：管内が真空に近いため、管壁は軸に垂直な方向の大気圧 ( $0.01 \text{ kg/mm}^2$ ) を受ける。この力による光路差を求めている。光路差は無視できる。

第3図：管の端面にかかる大気圧を管壁の断面積が支えている。このような軸方向圧縮力による光路差を求めた。内表面で20 nmの光路差を発生する。

第4図：管壁内に  $1 \text{ kg/mm}^2$  で一定の軸方向応力がある場合で、外表面で光路差が零から立上り、内表面で300 nmの光路差に達する。応力と光路差とは比例する。

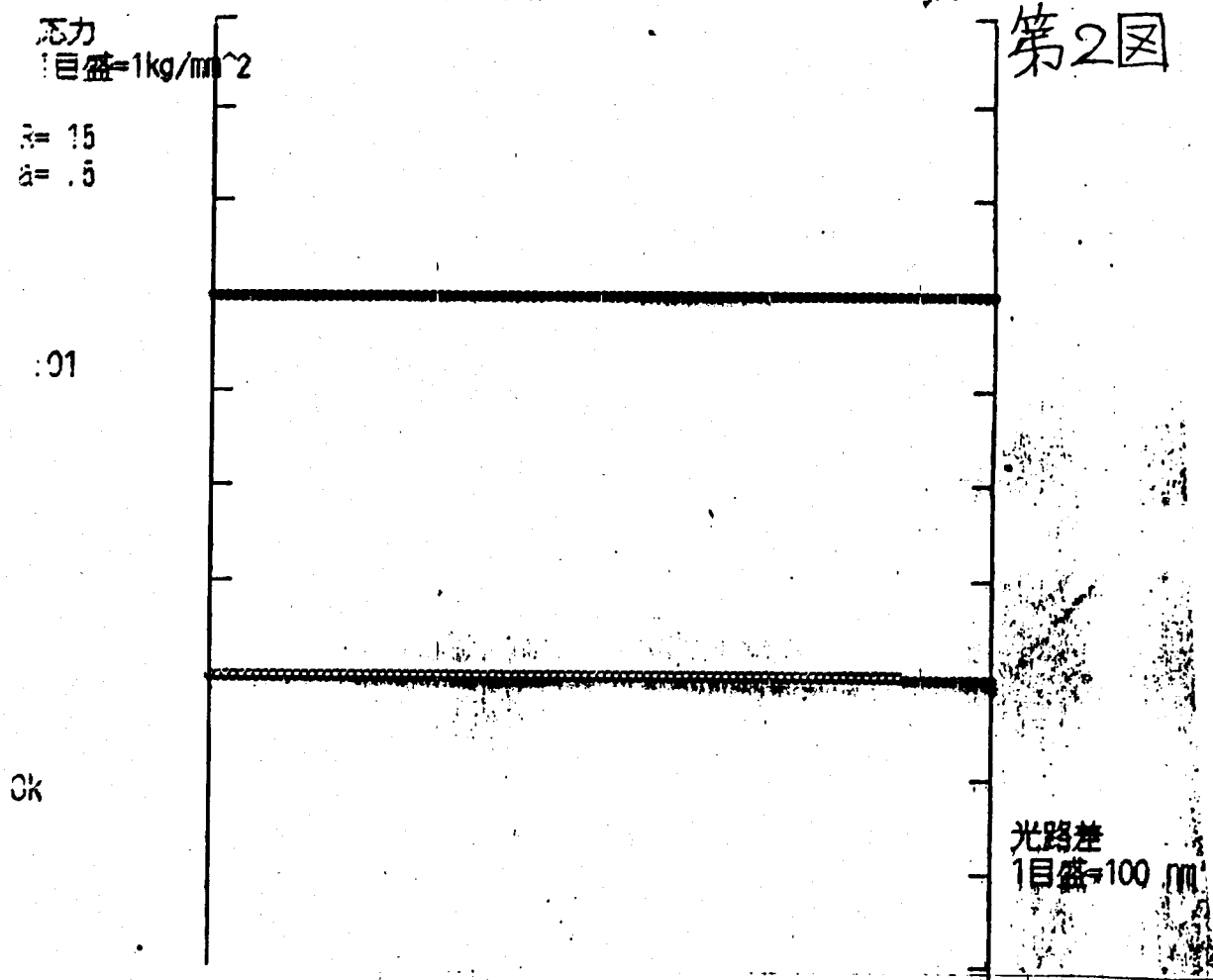
第5図： 内表面で応力は定値，外表面で応力零，中間は一定勾配である。光路差は外表面で零から水平に進んでから内表面に近づくにつれて立上る。

第6図： 応力の勾配は一定であるが，応力が零になる点が内表面から外表面までの値で変っている。光路差の外表面での立上り方は外表面の応力が零か，大きい，小さいかによって決まる。

第7図： 外表面で応力は定値，内表面の応力が変わっており，勾配は直線的な場合である。

第8図： 内表面で応力零，外表面で定値，勾配は直線的な場合である。外表面の応力が  $1\text{kg}/\text{mm}^2$  の時，光路差は  $150\text{nm}$  くらいの極値を持つ。

今回調べたような応力分布では，放物線分布と異なって，極値が外表面附近と内表面附近とに2個合計現われる例が見つからなかった。

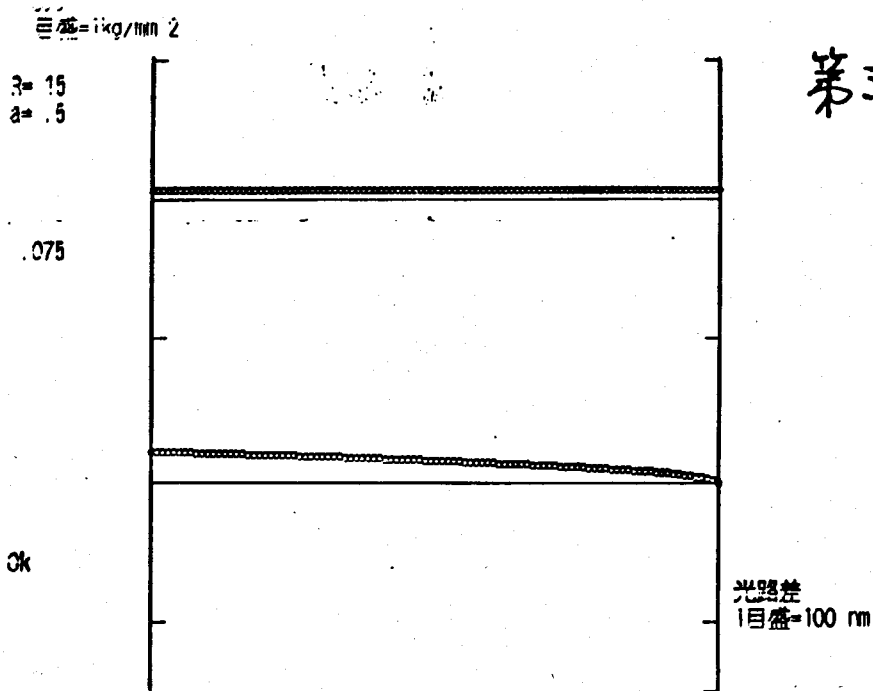


```

140 C3=.01
150 LOCATE 10,1:PRINT C3
200 -----
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
228 ST(F)=C3
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=C3*(R+A)*2*SIN(TZ)
270 KRS(F)=26*SEK
280 NEXT F

```

'theta zero  
'SEKIBU  
'koarosa



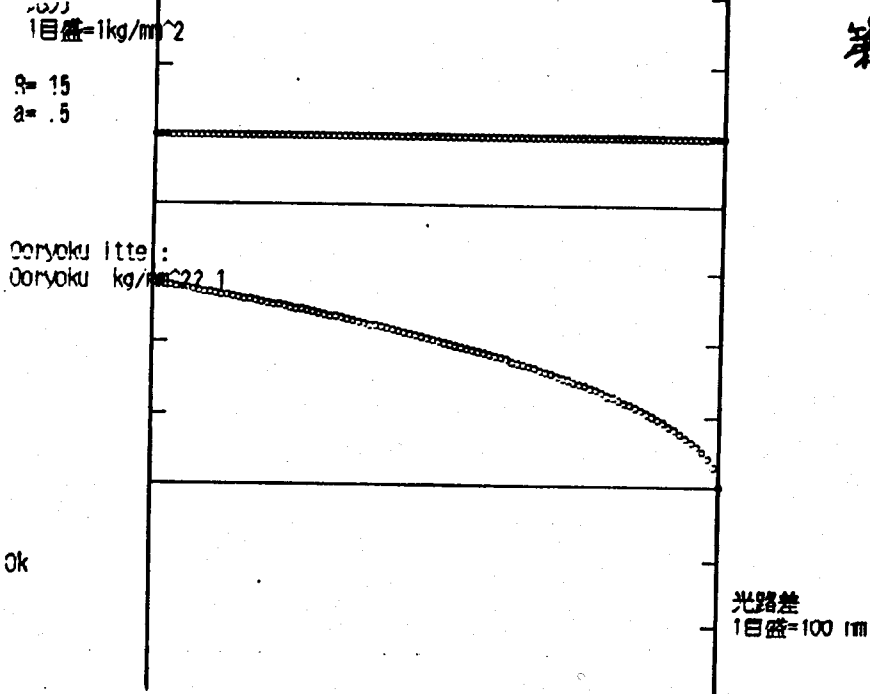
第3図

```

140 C1=.01*R/(4*A)
150 LOCATE 10,1:PRINT C1
200 '-----
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
225 ST(F)=C1
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=C1*(R+A)*2*SIN(TZ)
270 KRS(F)=26*SEK
280 NEXT F

```

'theta zero  
'SEKIBUN  
'koorosa



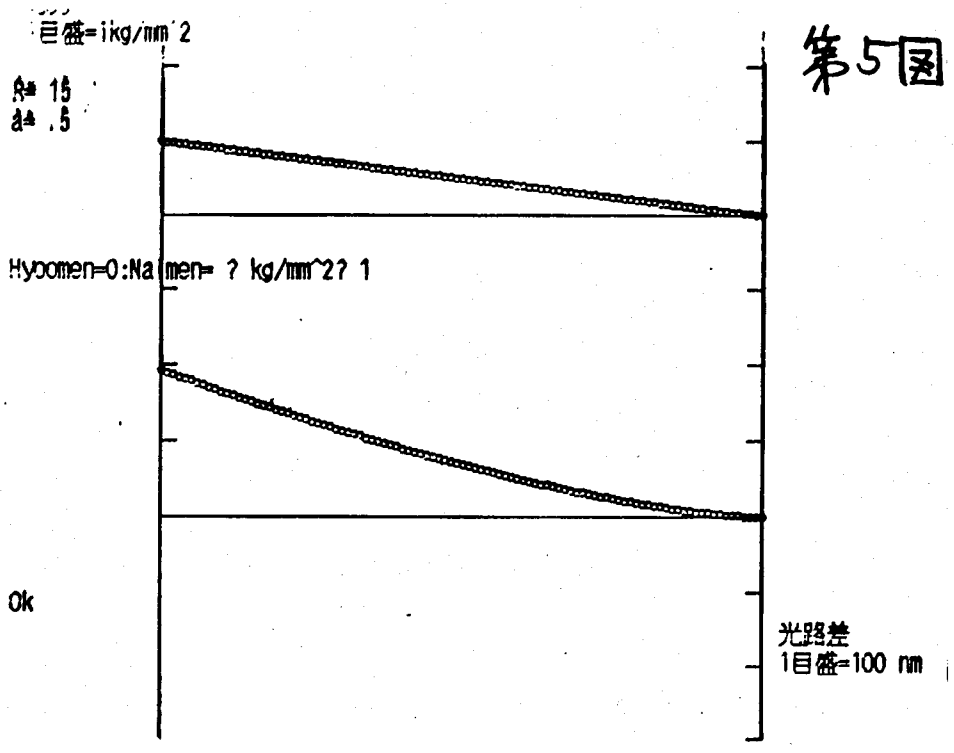
第4図

```

135 LOCATE 10,1:PRINT "Ooryoku Itte:"
140 INPUT "Ooryoku kg/mm^2:IC1" Ooryoku
200 '-----
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=2*C1*(R+A)*SIN(TZ)
265 KRS(F)=26*SEK
280 ST(F)= C1
290 NEXT F

```

'theta zero  
'SEKIBUN  
'koorosa

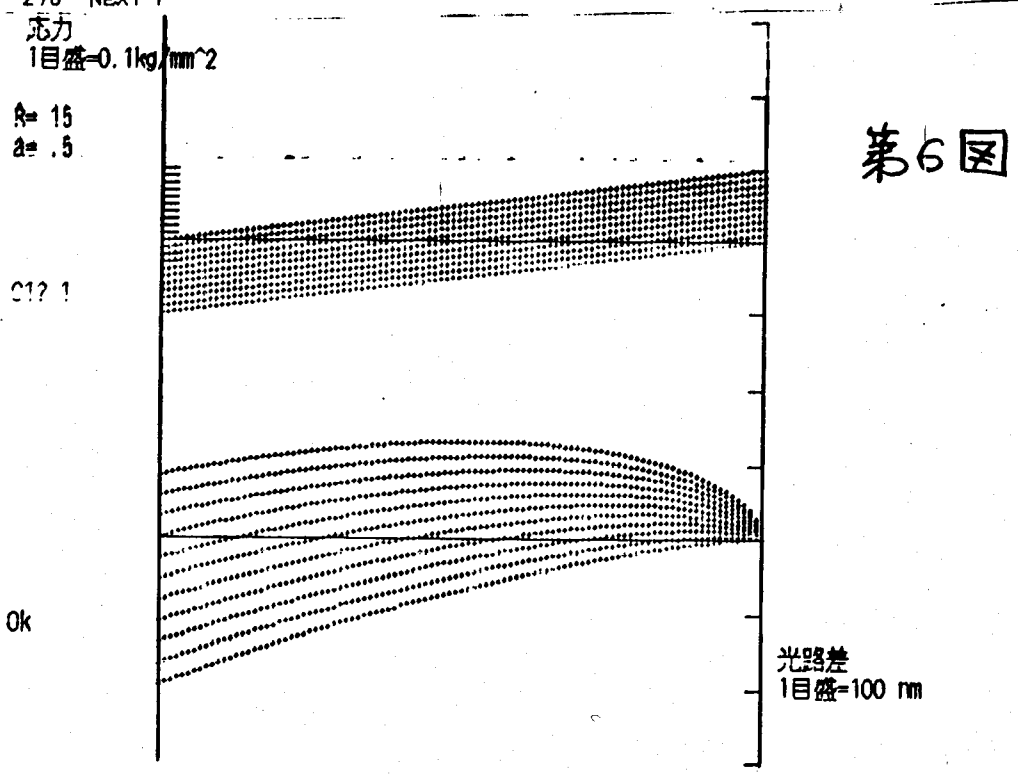


```

150 INPUT "Hyoome=0:Naime= ? kg/mm^2" C1
160 C2=C1/(2*A)
200 '-----
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=-R*C2*(.33*TZ^3*(FO+R)+(FO-A)*2*TZ)
265 KRS(F)=26*SEK
280 ST(F)= -C2*(FO-A)
290 NEXT F

```

'theta zero  
'SEKIBUN  
'koorosa



```

140 LOCATE 10,1
150 INPUT "C1" C1
200 '-----
210 FOR B=-20 TO 0 STEP 2
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=C1*(.33*TZ^3*(FO+R)+(FO-A*B/10-A)*2*TZ)*R
265 KRS(F)=26*SEK
280 ST(F)= C1*(FO-A-A*B/10)
290 NEXT F

```

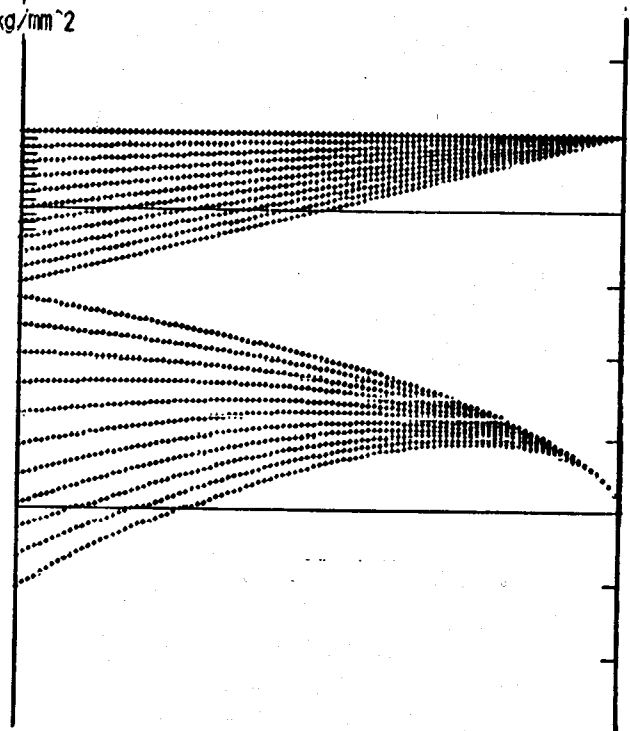
'Ooryaku  
'theta zero  
'SEKIBUN  
'koorosa

光力  
1目盛=0.1kg/mm<sup>2</sup>

R= 15  
a= .5

C1? 1

Ok



第7图

```

140 LOCATE 10,1:
150 INPUT "C1"
160 C2=C1/A
200 '-----
210 FOR B=0 TO +10
211 B1=B/10
215 DIM ST(200) ,KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK=R*(2*TZ*C1+C2*B1*(.33*TZ^3*(R+FO)+2*TZ*(FO-A)))
265 KRS(F)=26*SEK
280 ST(F)= C1+C2*B1*(FO-A)
290 NEXT F

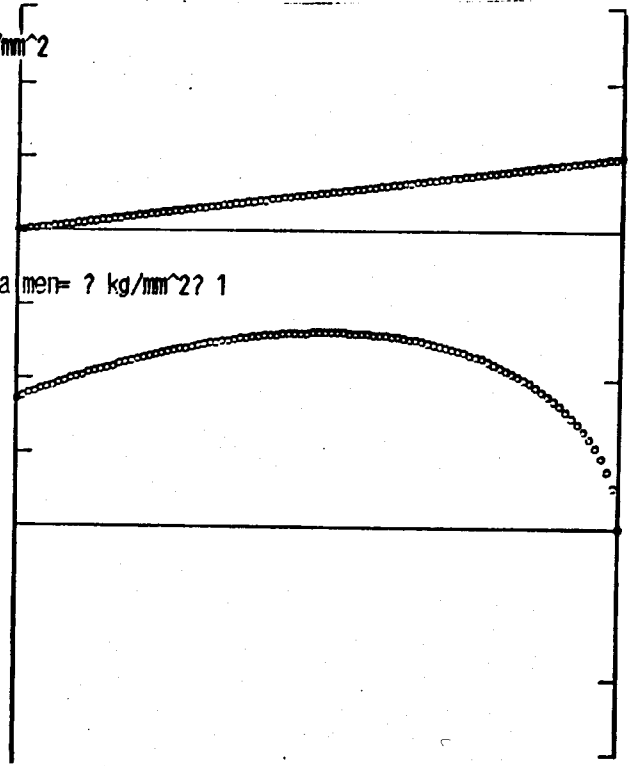
```

光力  
1目盛=1kg/mm<sup>2</sup>

R= 15  
a= .5

Naiomen=0:Gai men=? kg/mm<sup>2</sup>? 1

Ok



第8图

```

140 LOCATE 10,1:
150 INPUT "Naiomen=0:Gai men=? kg/mm^2" :C1
160 C2=C1/(2*A)
200 '-----
215 DIM ST(200),KRS(200)
220 FOR F=0 TO 200 STEP 2
230 FO=-A+.01*F*A
245 TZ=SQR(2*(A-FO)/(R+A))
260 SEK= R*C2*(.33*TZ^3*(FO+R)+2*TZ*(FO+A))
265 KRS(F)=26*SEK
280 ST(F)= C2*(FO+A)
290 NEXT F

```