



構造物の實驗解法〔六〕

青 木 楠 男

變形測定の結果は第川七圖及第非八圖の如くである。第川七圖は鉛直及水平の方向の變形を圖示したものであつて鉛直線に沿つて描かれた水平變形曲線を見るに腕部に於ては外側部に壓縮を、内側に伸張を示し其變化は大體に於て直線的である。然るに内側凹角の頂點 A 及 B 附近に於ては甚だしく不則な伸張壓縮を示し曲線は著しく波形を呈してゐる。水平線に沿つての鉛直變位も大體同様の傾向を示してゐる。

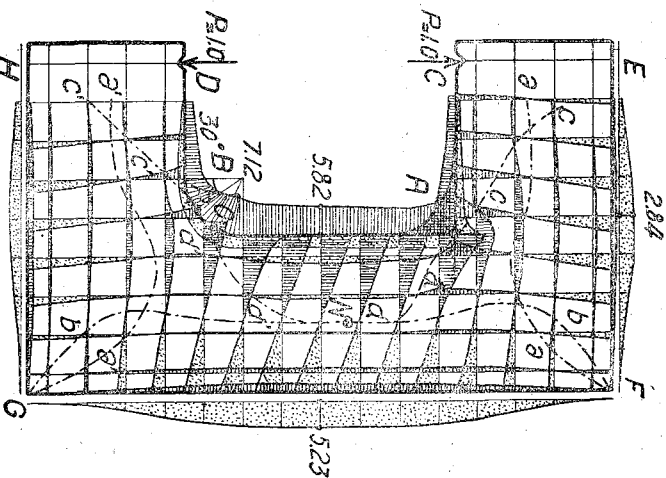
更に内側邊維の變形を見るに O A 線に沿つての水平變

位は O 點からしばらくは均等に増加してゆくが、頂角 A に近づき漸近線的に増してをる、又 AB 線に沿へるものを見る A 點附近にては漸近線的に減少し、やがてほぼ均一の伸張を示すに至るが、B に近き直線部より曲線部に移る點にて再び最大伸張を示してをる。この點の伸張の増大は曲線部の曲率半径の小となるに従つて著しく、曲率半径が零となれば A 點と同一の形をとることゝなる。

次に鉛直水平兩變形の零となる點の軌跡について考へて見たい。水平變形の零點は $a-a$, $d-d$, $a'-a'$, $d'-d'$ に

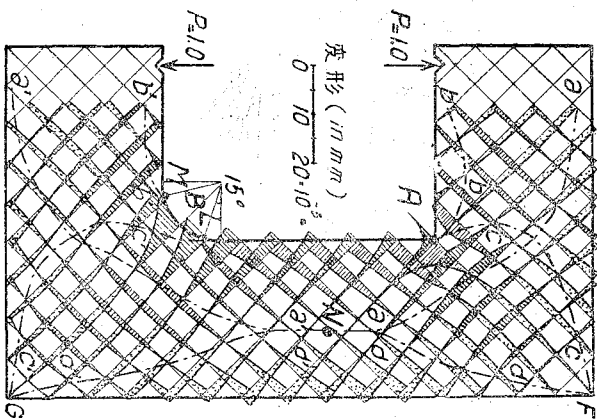
て示され、

鉛直變形の零點は o 、 c 、 $b-b$ 、 e' 、 e' にて表はされてをる。又内側曲線邊維部に O 及 P の 2 點が求められる、これは水平及鉛直變形零の點の軌跡と邊縁との交點である



第卅七圖 鉛直及水平方向の變形圖

兩點はこの部分に曲線部を入れたことによつて生じたもの



第卅八圖 對角線方向の變形圖

第卅八圖は對角線方向の變形曲線であつて、特に注意す

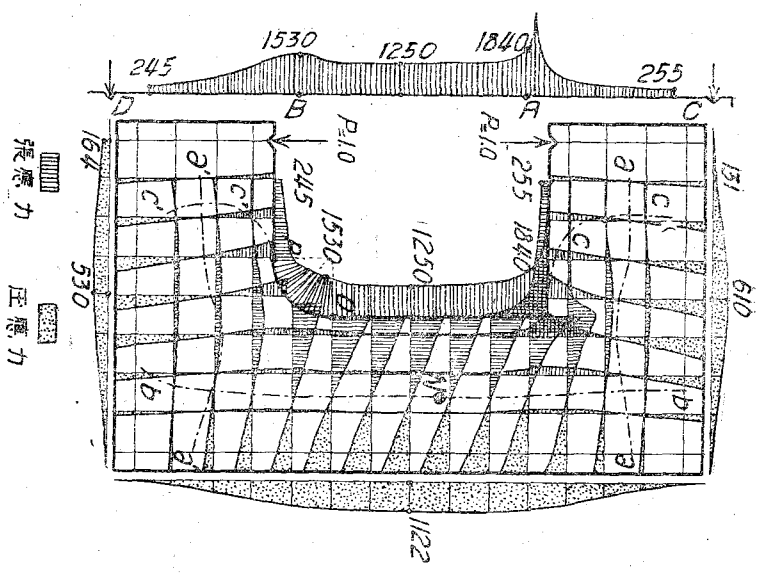
で、曲率半徑の縮小と共に互に接近し遂には A 點に於けるが如く一致するに至るべきものと考へられる、兩點を通る曲率半徑は水平と 30° 及 6° を保つことも興味ある點である。

べきは AF 及 BG 線に沿つた、これに垂直方向の變形である、A 點に於ける變形の急激なる増加が認められ、曲線部を入れることによる緩和がよく認められる。

この變形圖にもやはり第卅七圖と同様に幾紐かの中立線が描かれてをる、BG 方向の變形零の軌跡としては a-a, d'-d', e'-e, b-b これに直角の方向の變位零の軌跡は a'-a', d-d, c-c, b-b である、B點附近の曲線部に M.L の 2 點が生じてをることは鉛直、水平變位の場合同様である。

以上の變形測定の結果から、

第 卅 九 圖

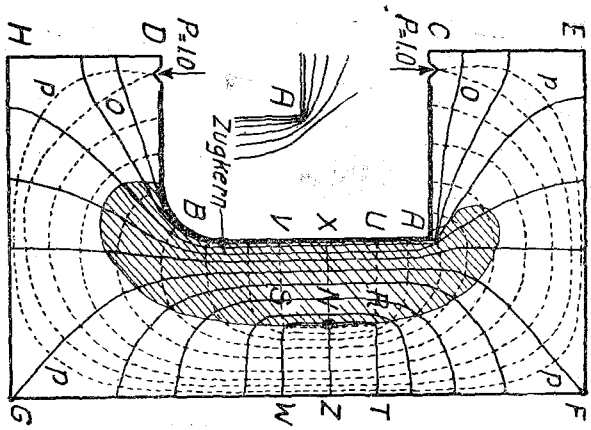


第卅九圖 鉛直及水平應力分布圖

(10)乃至(13)式によつて主應力の方向を決定しうべく(17)式にて主應力、(18)及(19)式によつて水平、鉛直の應力を算定することが出来る。

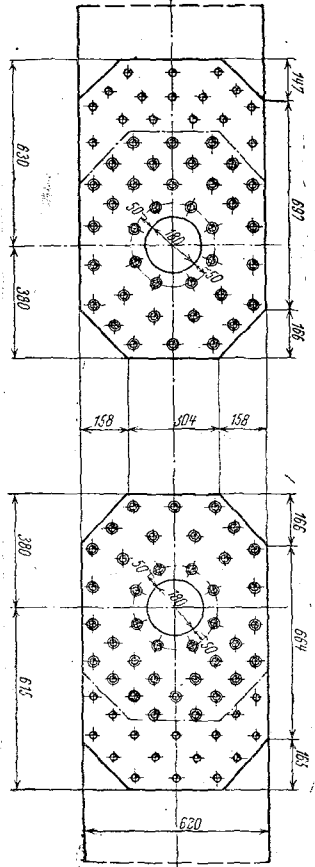
第卅九圖は斯くの如くして算出した鉛直及水平應力を圖示したものである。上下腕部に於ける水平應力、腰部 AB 間の鉛直應力は規則的で直線變化を示してをるが、頂點 A 及 B 附近は應力の不規則なことが認められこの傾向が曲線部を有する B 附近にては A 附近よりも遙かに緩和されてをる。

又内側邊維應力を見るに、A 點にて急激な増長があり、これ

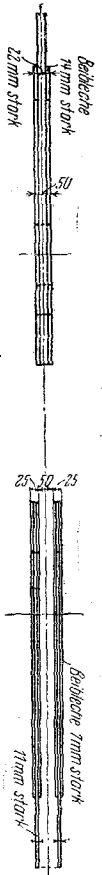


第四十圖 主應力曲線

をすぎて均等の分布を示すが、B 點にて再度の増加を見せ
てをる。この點の最大値は其曲率半徑の大小によつて變化



第四十一圖 試驗用眼録

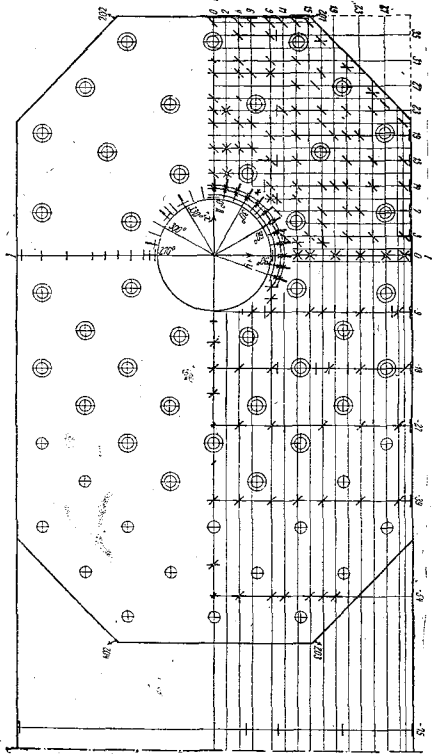


水平應力の中立軸として上下腕部にほゞ水平なる a-a

及 $\sigma'-\sigma'$ 線が求められ、鉛直應力の中立線としては腹部にほゞ鉛直の $b-b$ 線が現はれてをる、このほかに $e-o$ 線及 $\sigma'-\sigma'$ 線が求められる $\sigma'-\sigma'$ 線は曲線部と P 點に交はりこの點が曲率半径の縮小と共に移動することは變形量の場合と同様である。

第四十圖は計算によつて求めた主應力の方角に基いて描いた主應力曲線である。

兩共扼主應力線は特異點 N を中心に互に交又してをる、今實線のものをも P-P 組、點線のものをも $o-o$ 組とするならば P-P 組は N-Z 及 CABD の二つの限界線の間分布し、左半のものは A 點附近にて急



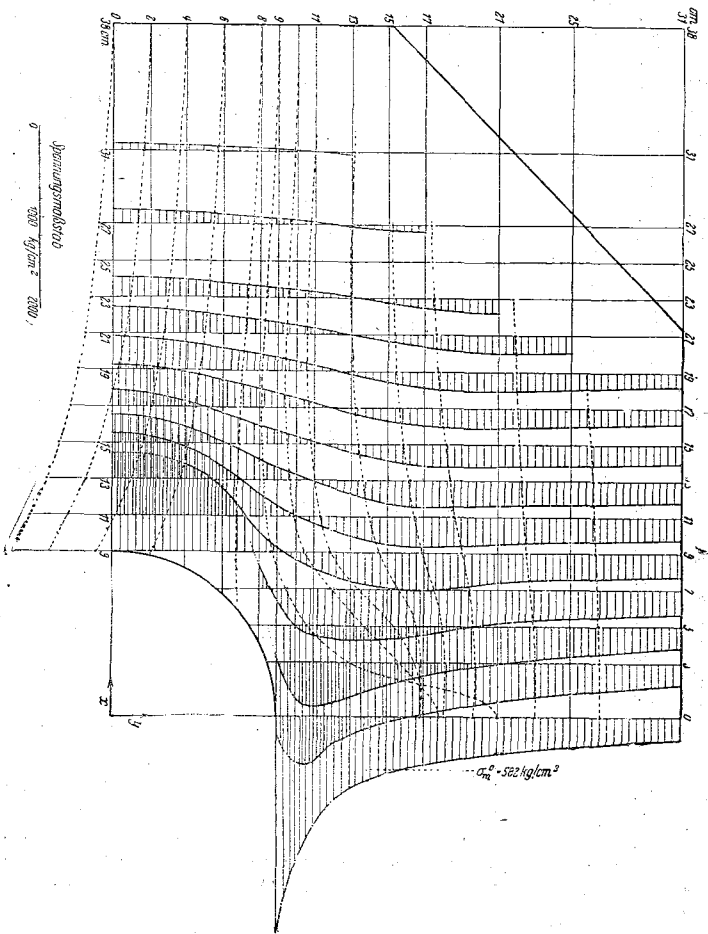
第四十二圖 變位測定點

な曲率を示してをる、これはこの附近の應力の變化の著しいことを物語るものであり、これに對應する B 點附近は曲線部を有するため、なだらかな曲率を見せてをる。右半のものは左半とは反對に右向に凹形を呈し限界線 NZ に近くにつれ曲率が急となつてをる。主應線 $o-o$ 組のものは皆左向きの凹形を呈してをる。尙同圖に示した斜線を施した部分は兩主應力共に張力なる部分である。

以上は WYSS によつてなされた隅角點の應力に關する實驗の概略で、上述の結果のほかに内側頂點附近の應力測定が極めて詳細に行はされてをる。

2 眼鋼頭部應力

前例と同一の方法によつてなされた實驗に G. Bioret 氏の眼鋼頭部應力の研究がある、これは同氏が吊橋主索用眼鋼の働きの關して行つた各種の實驗中の一部であつて、使用した眼鋼は米國流のものでなく頭部にピン鉤を鉸結した第四



第四十三圖 水平應力分布圖

十一圖に示せるが如き實大の試験片についての實驗である

右方のものゝ表面について變形の測定を行つてをる、鉤孔

多くの眼鋼の實驗は一眼鋼をとり兩端鉤孔を試験機に取りつけて抗張試験を行ふのであるが、それでは應力分布の測定が困難なので第四十一圖の如き二組の眼鋼頭部を用ひ左方のものを右方のものゝ間に挿入し

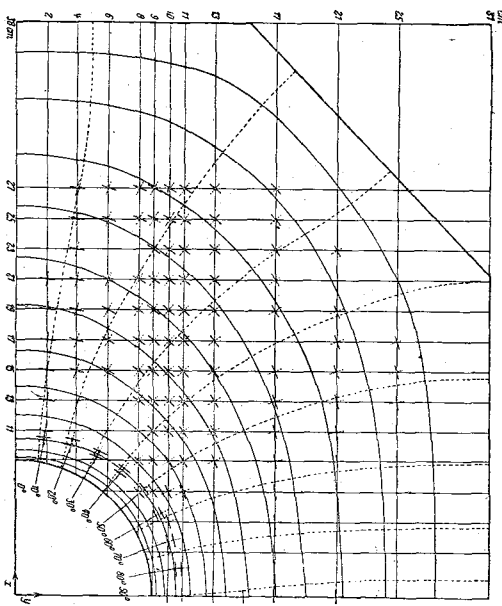
は径18種で、これに對して $\frac{1}{10}$ 耗即 $\frac{1}{18 \cdot 10}$ の誤差を許す程度に精密な工作が行はれてゐる。

變形測定點は第四十二圖の示すごとくであつて、精細な

測定は片側の眼錐についての
み行はれ、他側では照査用に
觀測をなしたにすぎぬ。又測
定側でも主に上半について觀
測が行はれ下半では鉋孔の廻
りと最少斷面線に沿つての變
形が測定されたのみである。

變形測定は、眼錐の方向、
これに垂直な方向及び兩者に
 $\frac{\pi}{4}$ の傾斜をなす方向につい
て行はれ、多くの點は8方向
重要點で4方向、場合によつ
ては1方向だけの測定を行つてをる。鉋孔の廻りでは切線
方向と半徑方向の測定が行はれてをる。

この變形測定で困難を感じたことは銀の影響である、測
定はなるべく銀から離れた點が選んであるがごく接近して
測定した結果には其影響をまぬがれないものがあつた。



第四十四圖 主應力曲線

で示される。

實測の結果から算出せられ

た眼錐の方向の應力の分布
状態は第四十三圖の如くであ
る、銀附近の應力算定には附
近の觀測點の變形から推算し
た其點の變形を用ひてをる。

又主應力曲線は第四十四圖
の如き方向を示してをる。

基線に沿つての變形量の變化
による方法 今 ξ と η とを主
軸 x 及 y の方向の變位とす
れば xy 軸方向の應力は次式

$$\sigma_x = \frac{mE}{m^2-1} \left[m \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right] \dots\dots\dots(22)$$

$$\sigma_y = \frac{mE}{m^2-1} \left[m \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \xi}{\partial x} \right] \dots\dots\dots(23)$$

$$\tau = G \left[\frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \right] \dots\dots\dots(24)$$

従つてξとηとのx y軸に沿つての變化がわかればσ_x σ_y τは求められ、これ等を用ひて更に主應力の方向及大さを決定することが出来る。

ξとηとの變化は、x y軸に沿つての變位曲線を描き、問題の點に於ける傾斜角を算定すればよいこととなる、従つて變位の測定は一點についてx yの二方向のみでよい得點があるが、變位の變化が緩な場合にのみ適用が容易であつて、一般の場合に正確な結果を求めらるゝとは云へない。

この方法の最初の應用は Ruhl 氏による2つの鉄餅で伸張された鋼の應力についての研究がある。

變形測定装置 前掲2方法とも一點に於ける數方向の變形の測定を行はねばならぬ。この變形測定は其標點距離の

出來うる限り短いものが喜ばれることは概説に於て述べた如くであるが、この目的に適合した測定器として今日用ひられてをるものは Okhuisen Dehnungsmesser 又は Huggenberger Tensometer 等であつて、普通 20 種又は 10種の標點距離を有するものである。

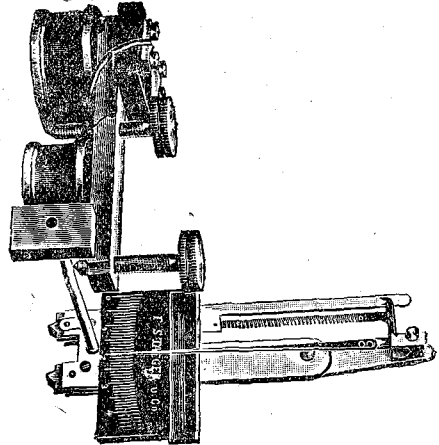
兩者殆んど同一の原理によつたもので第四十五圖は Okhuisen, 第四十六圖は Huggenberger 測定器を示したものである。

今後者についてのその構造と精度とを略述するに同器には A 型乃至 F 型の 6種が販賣せられ各々測定の目的に應じて標點距離、倍率等を異にしてをる、次表は各型の大體の性能を示したものである。

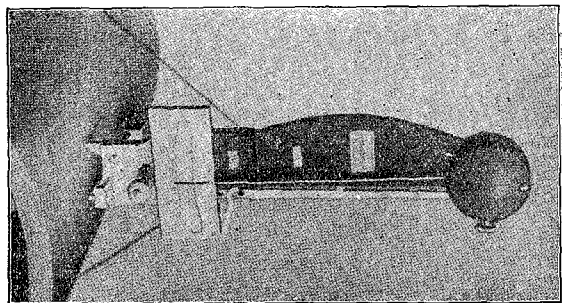
Huggenberger 歪測定器			
型	標點距離 mm	目盛 mm	最大測定變形 mm
A型	1200	20(又は10)	鏡付 1 ± 0.1
B型	1000	20	鏡無 1 ± 0.125
C型	300	20	" 1 "
D型	1000	20	" 1 ± 0.1

型式	1000	20(又は10)	鏡付	1	± 0.1
F型	2000	10	”	1	± 0.1

第四十六圖は A型を示したもので、B型は第四十七圖の如く更に簡単な構造となつてをり、圖の如く附屬装置にて標點距離を延ばすことが出来る。
この測定器の*



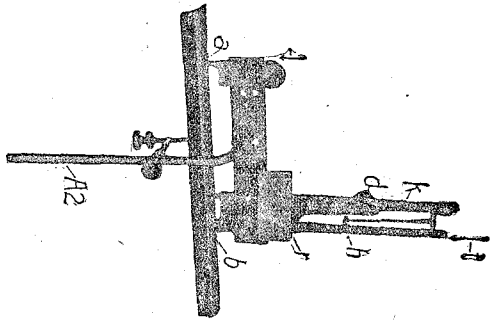
第四十五圖 Okhuisen 至測定器



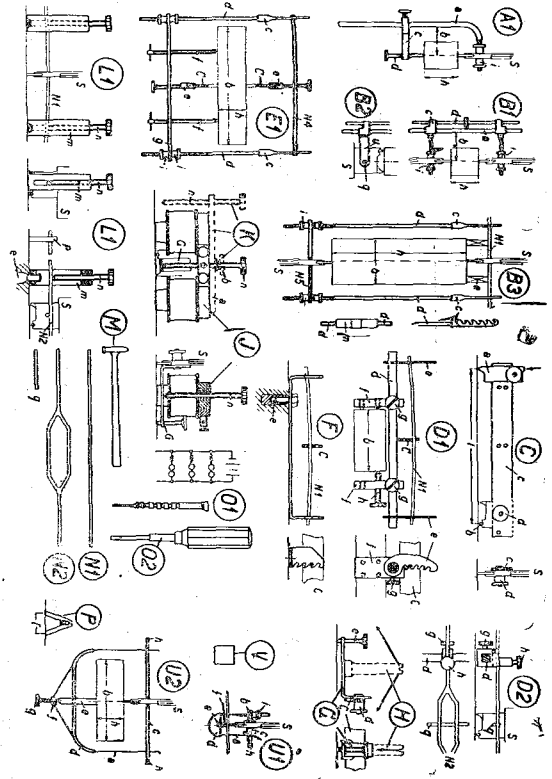
第四十六圖 Huggenberger 至測定器 (A型)

四十五圖は Okhuisen 測定器が同法にて取付けられてをる圖である。(未完)

*最も離れた點は取付装置を多數に附屬さしてをる點で、殆んどあらゆる場合を豫想して十數種の附屬品を有してをる、第四十八圖はこれを示したものであるが其中最も便利に感ずるものは鉄の平たき面へ電磁石を用ひて測定器を取付けうることである。第四十八圖の J 及 K がこれを示してをる第



第四十七圖 Huggenberger 歪測定器 (B型)



第四十八圖 歪測定器取付装置