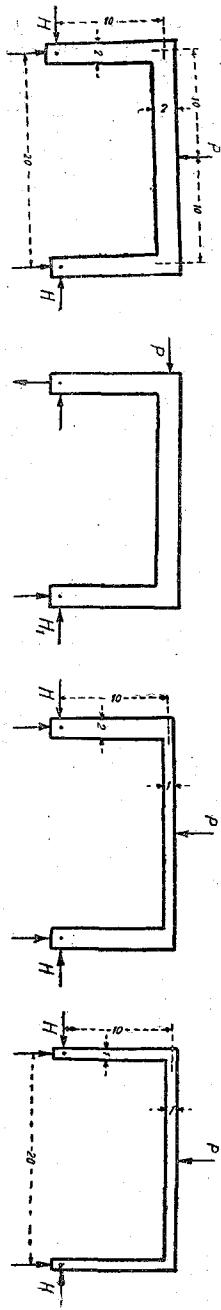


# 技術

## 構造物の實驗解法〔三〕

青木楠男

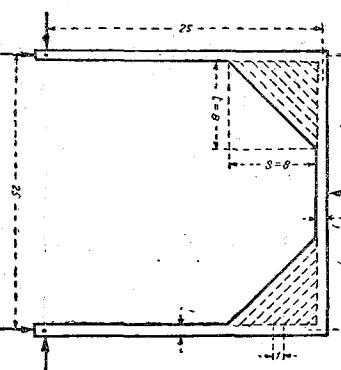
F. Kann 氏の法 Begg の法と其理論は全く同一である、Begg 氏が水平に置かれた模型の變形を micrometer にて測定せるに對し Kann 氏は厚紙製の模型を垂直にをき、變形を精密水準儀にて約 30 倍に擴大して觀測してゐる。



第十五圖 構築水平反力の測定  
( $H$  : 實驗値  $H_1$  : 理論計算値)

1924 年 Beton und Eisen 紙上で発表された同氏の實験は主に樁構及連續桁への

應用であつて、實驗値と理論計算値との比較を行つてをる。第十五圖に示したもののは鉸端を有する單徑開樁の柱と桁の厚さを種々に變化した場合の實験の結果を示したもので實驗の誤差は最大 5 %にも達してをらぬ。



第十六圖 持ち送りを有する樁構

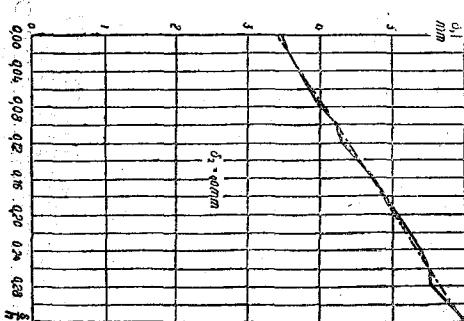
高さ  $S$ 、径間  $t$  の間に

$$\frac{t}{1} = \frac{s}{h}$$

を保たしてをる、 $\delta_1$  の變化は第十七圖の圖表に明かなるが如く大體  $\frac{s}{h}$  と一次の關係を示してをる、實驗の結果につき最少二乗法を用ひて求めた關係式は

$$\delta_1 = 7.782 \left( \frac{s}{h} \right) + 3.439$$

て、この關係式から水平反力と  $\frac{s}{h}$  の關係を求めると



第十七圖 持ち送りの大きさと  
撓みとの關係

$$H = 0.195 \left( -\frac{s}{h} \right) + 0.086$$

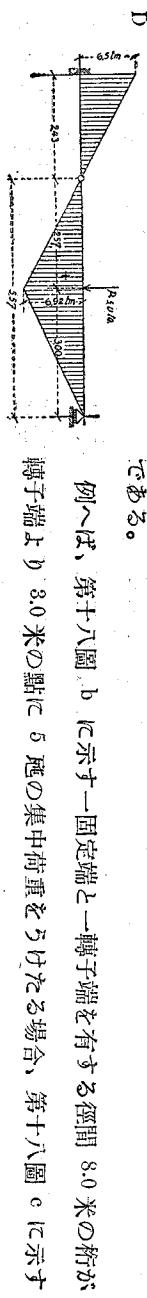
となり持ち送りを有せざる場合と  $\frac{s}{h} = \frac{1}{3}$  のもの有する場合とでは後者が 75 % 増の H を生ずることとなる。

Chr. Rieckhof 氏の Nupubest 装置 "Nupubest" は Nullpunkt-Bestimmung の 約であつて、この實験解法が不靜定構造物部材に於ける反向點の位置の決定を 主眼としてすることを示すものである。

一般に構造物が荷重をうけた場合そこに部材の撓みと、格點の旋回と變位を 起し、部材は所謂彈性曲線をなして釣り合ふ。

この場合部材のあるものには必ず彎曲率の零なる點即ち反向點を生ずる。

この部材彈性曲線中の反向點は一つの鉛と見做し得べく、此點によつて高次の不靜定構造物を分ち何箇かの靜定構造物の集團として取り扱ひ得るに至る である。



例へば、第十八圖 b に示す一固定端と一轉子端を有する徑間 8.0 米の船が 軸子端より 3.0 米の點で 5 百の集中荷重をうけたる場合、第十八圖 c に示す 弾性曲線を呈すべく、固定端と載荷點との間に一反向點を生ずる。

今この反向點が固定端より 2.43 米の位置にあることを知るとき、反向點を

第十八圖

境として右の部分は一單軸として取扱ひうべく其最大

彎曲率は

$$M = \frac{5.0 \times 2.57 \times 3.0}{5.57} = 6.92 \text{ 斤米}$$

として與へられ第十八圖 d に於けるが如き彎曲力率圖  
が得られる、反向點より左の部分は、右の部分の反向  
點に於ける反力

$$A = \frac{5.0 \times 3.0}{5.57} = 2.69 \text{ 斤}$$

をもくる実測として取扱かはれ端彎曲率並に端反力

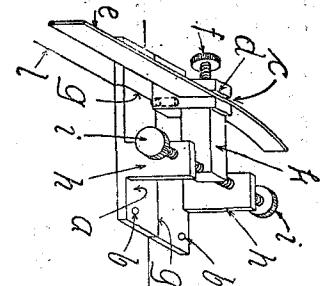
$$M = 2.69 \times 2.43 = 6.53 \text{ 斤米}$$

$$A = 2.69 \text{ 斤}$$

となる。

上記の載荷點及端彎曲率の理論計算値は +6.96 斤米及 -6.44 斤米で前記の數値との間に多少の相違が認められる、  
この原因は實驗的に求めらるべき反向點の位置 2.43 米に幾分の誤差のあつたことに存する。

Nupubst 装置はこの反向點の位置を決定するに便宜なる特殊の組立模型を用ひ極めて簡易なる方法にて其位置を決定し  
うるものである。



1. 構造物部材を成形すべき鋼帶、鋼帶は幅 1 磅、厚 0.5 乃至 1.0 斤の發條で、簡易な彎折器で適宜の長さに切斷出来、小型のロールで曲り直し、或は所要の曲率を與へるこれが出来る。

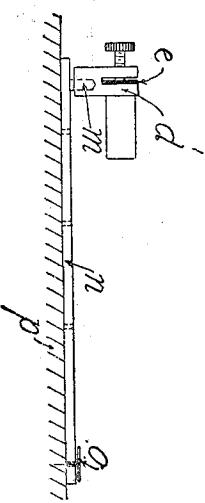
2. 支點装置、鋼帶にて形成せられる模型の支點を實構造物の夫れに應じて、固定、鉸、可動端として動きをなさしめるために特別な裝置が工夫せられてゐる。

#### 第二十圖 固定支點

先づ固定端を與へるものから説明すると、構造は第二十圖に示す通りで支釘 a はこれに刻まれた刻線 g によつて模型取付臺上に描かれた模型見取圖の示す方向に正しく螺子 b にて固定せられる、部材を形成する鋼帶は支釘に取付けられた尖軸を中心旋回する鋼帶支持金物 d の有する間隙 c にて挿入せられ螺子 f にて固定せられる、模型の組立を了し、鋼帶の位置の調節を終りたる時、支持金物 d は螺子 i によつて旋回を止められ、こゝに固定端が形成せられる、形成後鋼帶の方向の調節を要する場合は螺子 i の働きによつて自由にこれを行ひうる。

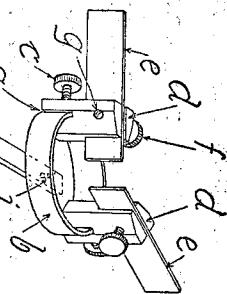
鉸支點の形成は前記固定支點の螺子 i を使用しないだけであつて全く同一である。

可動端は第二十一圖で明かなるが如く、固定端と同様の鋼帶支持金物 d が長約 20 磅の支釘 n の一端の尖軸に取付けられ、支釘は他端の畫鋸で軽く模型取付板へ止められる、支釘は可動端の移動方向と直角の方向に



第二十一圖 可動支點

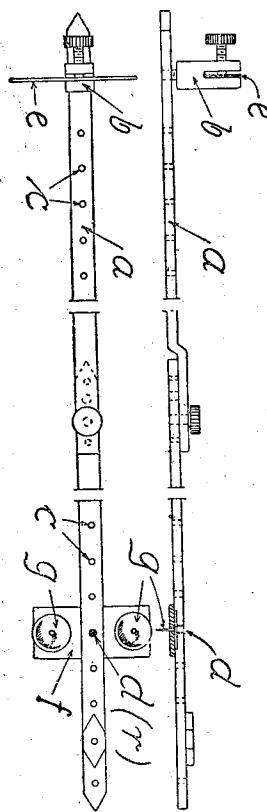
取付けられ、支點は畫鉄の廻りに回轉移動することとなる。



3. 格點装置、數箇の部材が集まる剛格點に接するため第廿二圖の装置が用ひられる支鉄の環金物 *b* に任意の位置で締付けられる鋼帶支持金物 *d* によつて望みの方向に數箇の部材を集中固定することが出来る、特に直角に集る部材の固定には別に格點装置が備へてある。

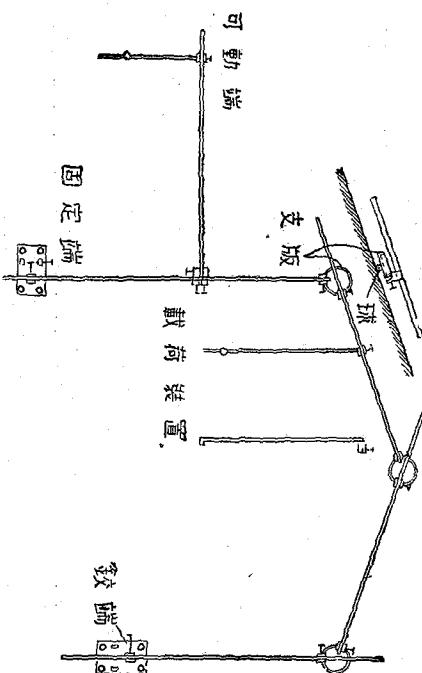
4. 載荷装置、第廿三圖の *e* へ模型部材の載荷點を捕み *a* 鉄を荷重の方向に牽きて載荷點の變位を起さしめる、*a* 鉄に數多の穴を有し其適當なるものを豫め模型取付板上に畫鉄にて固定せる *f* 鉄上の *d* 尖軸にはめ込み、*d* 點を中心にして廻轉する様になつてをる。

5. 曲度計、鋼帶の曲率を測定して反向點の位置を求むに使用するものであつて、レンズ用のものと同じ時計型の測定器である *g* の觸針中の中央のものの位置により鋼帶の呈する曲率に應じた目盛が現はれる *g* 觸針一線上にあるとき、即ち反向點にては目盛は零を示す。反向點の決定には、曲度計を當てたために鋼帶の變形を起さる様、又必ず鋼帶の兩側より測定して反向點の位置に誤りなきこと等に心掛けねばな



第二十三圖 載荷鉄

らぬ。



第二十四圖 組立られたるNupubest模型の一例

斯くして組立てられた構造模型の一例を示す。

斯く模型の組立てを了し各支點、格點に於て部材に初應力の存在なきを確めたる後載荷點に既述の裝置を用ひて、荷重を加へる、模型は其荷重に應じた彈性曲物を形成して平衡状態を呈する、此時の荷重の大きさは、實構造物に於ける荷重、模型の縮尺等には全く無關係に任意の大きさで部材が相當の大きさで觀測に不便のない變形をなす程度のものであればそれで充分である。この事は架構が單一なる集中荷重をうくるとき其變曲率、挠み等すべて荷重  $P$  と一次の關係にあつて、反向點の位置は荷重の大きさに無關係であることに基くものである。

上記の諸裝置を利用して實驗を行はんとするに際して先づは模型支持板として、水平なる畫版を選び、畫板上の製圖用紙に適當なる縮尺にて原構造物を描き、この縮圖に一致せしめて鋼帶の組合せをねす、この場合鋼帶の厚さは厚構造物の各部材斷面の實性能率の比例に應じて適當のものを選定し、支點、格點等は上記の裝置中の適宜のものに依つて、原構造物の夫れに出来うる限り對應せしむる。各格點の變位を自由ならしむるがために格點支版の下に鋼球を挿む。第廿四圖は

以上の如く架構が單一荷重を

有する場合は其載荷點に荷重裝置を取付けて模型に變形を生ぜしむれば可なりと雖も、部材が

多數の集中荷重又は等布、等變荷重等を有する場合に於ては特

殊なる工夫を必要とする、Rieckhof

は與へられた注意の荷重

と同一效果を示すべき—集中荷

重の加力點の表を示して見る、

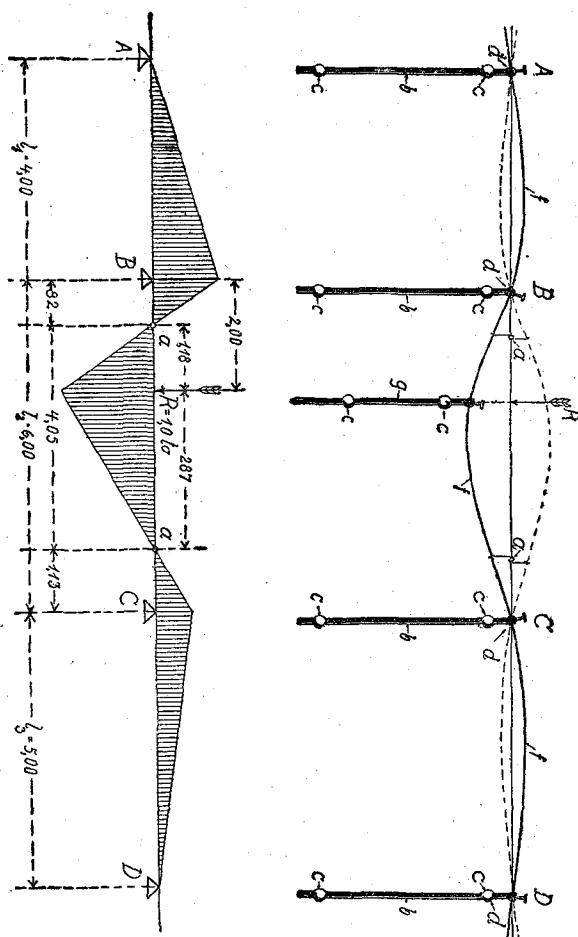
一般的に云へば如何なる種類の荷重でも對稱荷重の場合は部材

の中心へ集中荷重を與へて反向

點の位置を決定すればよい、又架構の數部材に荷重を有するときは各々について別々に測定を行へばよい。

かくの如くにして載荷の結果彈性曲線を呈した鋼帶について曲度計を用ひて彎曲率の零なる點即反向點の位置を求め、其反向點をもつて構造物を何箇かの靜定構造物に分割すればよいことは既述の通りである。

第廿五圖 Nupubest による三徑間連續筋の解



こゝに測定に際しての便宜上部材に起るべき反向點の數について大體の傾向を記述して見様、一般に荷重をもたぬ部材では反向點は只一つか又は皆無のことが多い、後者は支點が鉸又は可動點の場合に起る、荷重を有する部材では可動端又は鉸端を有するとき一反向點を生ずるのみであるが一般的には二反向點を生ずるものと考へられる。

Rieckhof は反向點の決定に曲度計を用ひず二つの平行接線による方法も説いてゐるが曲度計の方が簡単正確であると考へる。

曲度計は更に無載荷徑間に於ける彎曲率の決定に用ひられ。載荷徑間の二反向點間の計算から求めた彎曲率と曲度計の読みと關係を知れば他の點の彎曲率は  $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$  の關係から單なる比例で算出しがわかる。無載荷徑間の彎曲率は一般に直線的の變化を求めるから二點の彎曲率又は一點の彎曲率と反向點との位置かわかれれば彎曲率圖を描ぐことが出来る。

筆者は更に上記の装置によつて求められた實驗例について説明したいと思ふ。

第廿五圖に示したものは 3 徑間連續桁の中央徑間に一集中荷重を有する場合の例である、徑間長  $l_1 = 4.0$  米  $l_2 = 6.0$  米  $l_3 = 5.0$  米、集中荷重  $R = 1.0$  魁は支點 B の右 2.0 米の點に加へられるものとする、各徑間の桁は等断面積を有するものと假定する。

先づ畫板上に約  $\frac{1}{15}$  の縮尺の模型を描く、縮尺は  $\frac{1}{10}$  程度が望ましい、 $\frac{1}{20}$  では稍小さすぎる傾がある、四支持點には可動端裝置を用ひ左右の移動を妨げる目的で支鉸を畫紙にて 2 鏡所固定する、鋼帶握金物は其尖端で回轉自由である、先づ厚 0.7 精程度の鋼帶を各支點の鋼帶握金物に挿し込み蝶子は締めつけないでをき圖面に沿つて一直線に正し、載

荷錠を取りつけ鋼帯を變形せしめたる後載荷點の位置が指定の通りになる様に固定する、この操作によつて鋼帯は荷重に應した彈性曲線を呈する、こゝで支點に於ける各鋼帯支持金物の螺旋を締めつけて鋼帯の位置を固定する、載荷錠による鋼帯の變形は徑間の  $\frac{1}{10}$  程度を適量と考へられる。

變形の固定せる鋼帯について既述の曲度計を用ひ鋼帯の兩側から別々に反向點の位置を測定してこの彈性曲線上の位置から製圖紙上の模型圖形上に其位置を正確に示す、鋼帯は初變形のないものを充分選ぶわけであるが、局部的の缺點等のある場合がないとは限らぬ、その影響をなるべく減ずる目的で、載荷の方向を第廿五圖でわかる様に上下二回行つて兩回の觀測の結果から反向點の位置を決定する。

この實驗に於ては中央徑間 B.C に 2 點の反向點が求められ各の位置は圖示の通りである、この結果からまづ中央徑間の最大彎曲率を求まるに 2 反向點間を一單折と見做し

$$M = \frac{P.a.b}{l} = \frac{1.00 \times 2.87 \times 1.18}{4.05} = 0.836 \text{ 魁メ}$$

左右反向點に於ける剪力

$$Q_{4E} = \frac{1.0 \times 2.87}{4.05} = 0.71 \text{ 魁}$$

$$Q_{4L} = \frac{1.0 \times 1.18}{4.05} = 0.29 \text{ 魁}$$

中間支點に於ける彎曲率は

$$M_B = 0.71 \times 0.82 = 0.582 \text{ 魁}$$

$$M_c = 0.29 \times 1.18 = 0.328 \text{ 頭}$$

支點 B に於ける反力は

$$\text{反力 } B = \frac{0.71 \times 4.82}{4.0} = 0.855 \text{ 頭}$$

この結果から描いた彎曲力率圖は第廿五圖の下圖で、彎曲率の正負は彎曲線の凹凸度によつて容易に決定しうべく、從つて部材兩側に起る應力の正負も直ちに判斷出来る。(未完)