第1章　構造の靜定條件

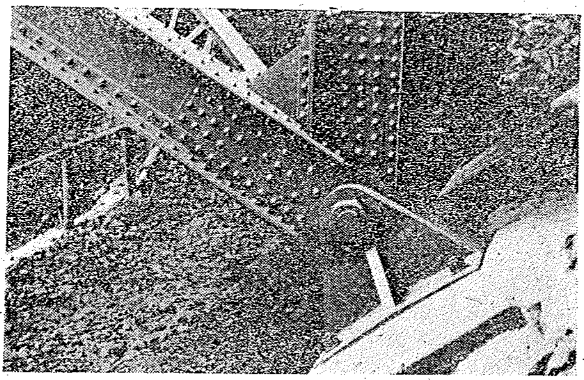
§1. 反力條件

構造物，例へば橋梁の支點構造は，力學的に之れを3種類に分つことが出來る。

可動支點　*Movable support*

鉸 支 點　*Hinged support*

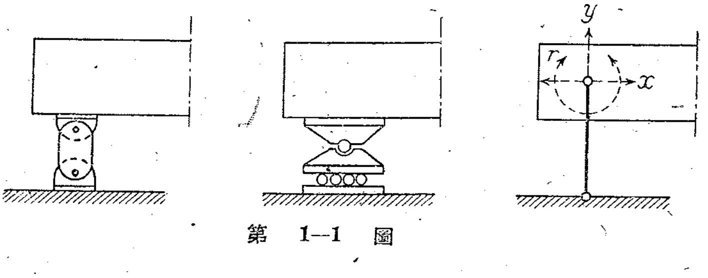
固定支點　*Fixed support*



寫眞 1—1　鉸 支 點

1)　可動支點

可動支點は，第 1—1 圖に其の數例を示せるが如き構造より成り，支面に沿ひ自由に移動し得るものを謂ふ。かくの如き構造は，1 本の反力棒より成るものと考へ得べく，茲に反力棒とは其の兩端に鉸（ヒンヂ）を有し，棒の應力は軸應力のみなりと假定し得るものである。この支點は，移動の方向より論ずれば，x 及び r の方向に自由に動き得るが y の方向には x 方向移動量の微少なる限りに於て移動せざるものと爲すことが出來るのであつて，反力は y 方向のみに起る。即ち可動支點はこの性質より反力條件 1 個を有すと稱す。

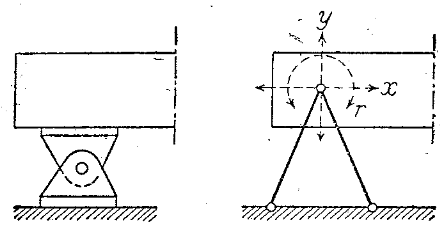


第　1—1　圖

2)　鉸 支 點

鉸を中心として構造物が自由に回轉し得る第 1—2 圖の如き支點は，鉸支點と謂ひ屋根

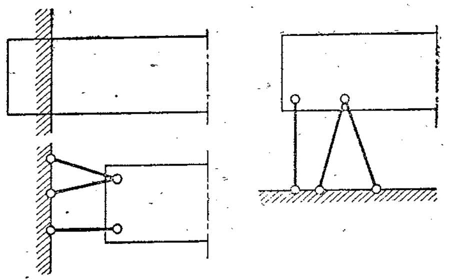
形をなす2本の反力棒に依つて置き換へることが出來る。かくの如き支點は移動の方向より論ずれば，r の方向には回轉し得るが x, y の方向には移動することが出來ない。依つて反力は x, y の方向に分力を持つて居る。鉸支點は2個の反力條件を有すと稱す。



第 1—2 圖

3) 固 定 支 點

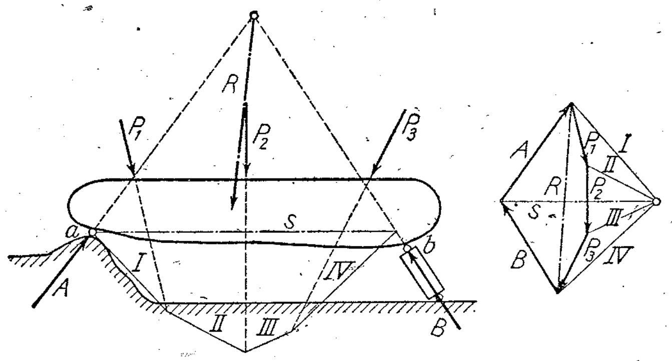
梁或は柱の一端が剛壁の中に埋込まれてゐる第 1—3 圖の如き支點は，固定支點と謂ひ，3 本の反力棒に依つて置き換へることが出來る。かくの如き支點は，移動を何れの方向にもすることが出來ない。反力は x, y の方向に分力を有し，且つ r の方向に反力モーメントを生ず。固定支點は3個の反力條件を有すと稱す。



第 1—3 圖

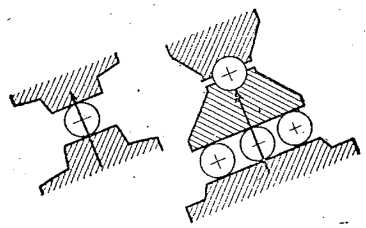
4) 反 力 方 向

構造物の支點に生ずる反力の方向は，支點の性質，換言すれば其の支點の反力棒の數によつて變化する。



第 1—4 圖

第 1—4 圖に示す平面構造に於て集中荷重 P は任意の方向に向けられて作用するものとし，支點 a はヒンヂ支承（反力棒2個），支點 b は可動支承（搖支承，反力棒1個）であるとする。P_1, P_2 及び P_3 の合力 R は力多角形から直にその大きさと方向が求められ連力圖からその作用線が決定される。反力 B は反力棒の方向に作用する事當然で



第 1—5 圖

あるから此の線と連力圖 IV 線との交點を定めて閉塞線を畫き，之を力多角形に移して反力 B の方向線と S 線との交點を定めれば，之によつて反力 A 及び B の大さ並に A の方向が決定される。

ローラー支承（第 1—5 圖）は反力が1個ある支承であるから，支面が傾斜してゐるとき，之に對する反力はローラーの滑動面に直角に作用し滑動面に平行の反力はない。

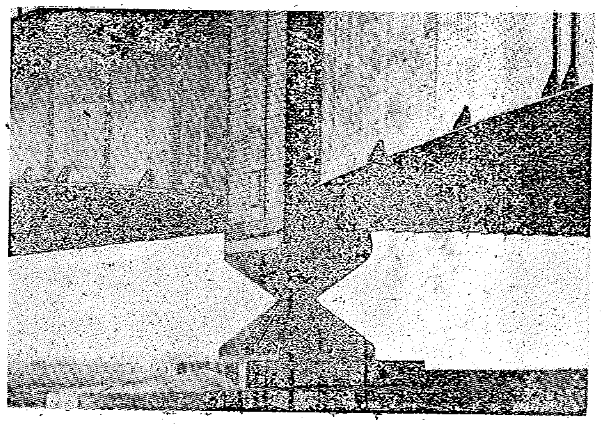
§2. トラスの靜定條件

平面トラスが釣合を保てる限りに於ては，その各々の格點も亦同時に釣合を保つのである。格點に作用する力は，外力（荷重，反力）と內力（應力）とに分つことが出來る。即ち1格點に作用する力には

荷　　重…………P

反　　力…………R

部材應力…………S　　の3種がある。



寫眞 1—2　搖 支 承

任意軸 x, y をとり，P, R, S の2軸の方向の分力を夫れ夫れ P_x, R_x, S_x 及び P_y, R_y, S_y とすれば，1格點が釣合を保つてゐる限りに於て

$$\left.\begin{aligned}\Sigma P_x+\Sigma R_x+\Sigma S_x=0\\ \Sigma P_y+\Sigma R_y+\Sigma S_y=0\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (1-1)$$

が成立し，普通とるやうに，x 軸を水平，y 軸を鉛直とすれば，

$$\left.\begin{aligned}\Sigma(\text{水平分力})=\Sigma H=0\\ \Sigma(\text{鉛直分力})=\Sigma V=0\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (1-2)$$

の成立すること明である。トラスが釣合を保つてゐるとすれば，總ての格點に於ても此の2式が成立するから，格點數を p 個とすれば，トラスには $2p$ 個の靜力學的釣合條件方程式の成立することが分る。

更に任意點 0 に於て P, R, S に對してモーメントをとり，之を M とすれば，

$$\Sigma M=0 \quad \cdots\cdots (1-3)$$

なる釣合條件方程式を得。即ち全體としては構造が靜力學的に釣合を保てる限りに於て

$$\Sigma H=0\;;\;\Sigma V=0\;;\;\Sigma M=0$$

の3條件等式が存在する。茲に第三の條件等式 $\Sigma M=0$ は $\Sigma H=0$; $\Sigma V=0$ の存在に伴つて從屬する條件を示し，何等別個のものではないから，靜力學的釣合の基本條件方程式は第 1—2 式に示す 2 式である。

作用力 P, R, S に就いて考察するに，P は荷重であるから既知量に屬し，R は反力棒の數に依つて左右せられ，一般には其の大さ及び方向は未知である。S は方向は既知であるが其の大さは未知である。依つて之等の未知量は之を含める條件方程式より解かなければならない。

茲に今 R 及び S を通じて $r+m$ 個の未知量ありとせよ。若し $r+m$ 個の條件方程式が在れば，$r+m$ 個の未知量を解き得ること論を俟たない所であるから，あるトラスが靜力學釣合條件のみに依つて解けるか否かに關しては一般に

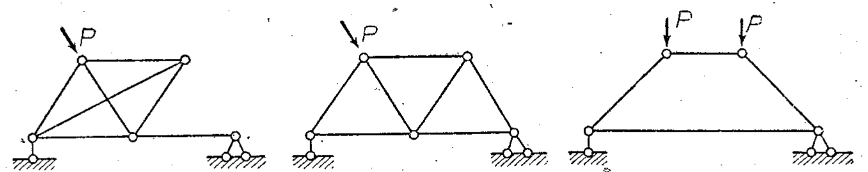
$$n_1 \equiv r+m-2p \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1\text{—}4)$$

から之を決定することが出來る。茲に

$r=$ 反力棒の數；$m=$ 部材の數；$p=$ 格點の數

$n_1=0$ の場合

$r+m=2p$ 即ち力の數と條件方程式の數とが同一であるから總ての力を靜力學的釣合條件式のみに依つて解くことが出來る。斯くの如きトラスは一般に安定 (*stable, stabil*) なり



(a) 不安定　(b) 安定　(c) 特殊の場合(安定)

第 1—6 圖

と謂ふ。但しこの場合トラスの r 及 m は安定に必要なる數を有するを示すだけであつて，その構成の如何に依つては必ずしも安定とはならない (第 1—6 圖)。

第 1—6 圖 (*b*) は $n_1=0$ であつて安定な構造である。同 (*a*) 圖は同様に $n_1=0$ ではあるが，此の構造は部材の組合せが不適當である爲に不安定となる。よつて $r+m$ の數と $2p$ の數が等しくても，安定なりや否やに就いては別の判斷が必要である。

$r+m$ 個の聯立條件方程式に於て注意すべき事は，各式は互に獨立してゐる事及び互に矛盾せざる事であつて，例へば $x+y=2$; $3x+3y=6$ の如きは獨立してゐないから 2 個の聯立式とはならず，$x+y=1$; $2x+2y=3$ は互に矛盾してゐるから解き得ないのである。

$n_1<0$ の場合

$r+m<2p$ であつて，トラスは靜力學的釣合に必要なる r 及び m の數を持つて居ない，從つて構造は不安定 (*unstable, labil*) である。但し P の特別なる配置にある場合は，$2p$ 個の式のうち或るものは他のものと同じくなり，$n_1=0$, 即ち安定となることがある (第 1—6 圖 *c*)。

$n_1>0$ の場合

$r+m>2p$ である。$n_1=0$ の場合に於て構造は丁度安定を保つことから考へれば，この場合には，構造は安定を保つに必要なる以上の部材或は反力棒のあるものと言ふことが出來るから，構造は必要以上に安定であつて (超安定 *super-rigid*), $r+m$ の總和より n_1 個の部材或は反力棒を除去しても尙ほ安定を保ち得るのである。依つて，$n_1>0$ の構造は，n_1 個だけの餘分の部材 (棒)，換言せば n_1 個だけの**剩材** (*redundant member*) を有するものと稱し，剩材に作用する力を**剩應力**と謂ふ。

$n_1>0$ なる構造の R 及び S を解くに當りては，n_1 個だけの條件方程式が不足し，即ち $2p$ 個だけの靜力學的釣合條件方程式 ($\Sigma H=0$; $\Sigma V=0$) だけでは R 及び S の總てを解く能はず。この關係よりかゝる構造を靜力學的には解くこと能はざる構造—**不靜定構造** *statically indeterminate structure*—と稱し，之れに反して $n_1=0$ の構造を**靜定構造** *statically determinate structure* と稱す。*

若し構造が彈性體より成り，或は支點が彈性支承ならば，構造は外力の影響に依つて彈性變形をなし，その格點は變位を行ふ。構造が不靜定に屬し，一般に n_1 個だけの剩應力ありとすれば，彈性變形の現象より n_1 個の條件方程式を新に設けるときは，剩應力の總てを解くことが出來る。この目的のために彈性變形より得られる條件方程式を**彈性方程式**と稱す。而して n 個の剩材或は剩應力を有する構造を n **次の不靜定構造**と云ふ。

不靜定構造に於て r だけは單獨に $\Sigma H=0$；$\Sigma V=0$ の條件から解き得ることがある。かかる構造は外的靜定構造と呼ぶ。又あるものは R が既知なる限り S を $\Sigma H=0$；$\Sigma V=0$

* 不靜定構造とは正しく言へば，靜力學的釣合條件のみに依りては解き得ざるを意味し，決して靜力學に依りて解き得ない事を意味してゐるのではない。

第 1—1 表

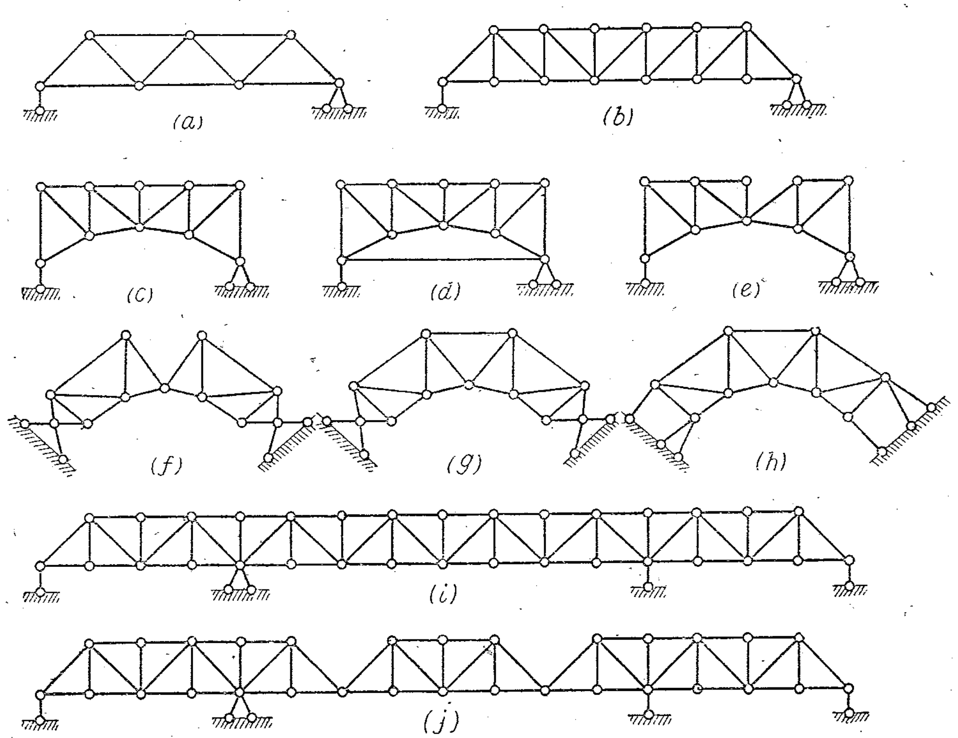


圖	r	m	p	n_1	構造種別	呼稱
(a)	3	11	7	0	靜定	單桁
(b)	3	25	14	0	靜定	〃
(c)	3	17	10	0	靜定	〃
(d)	3	18	10	1	一次不靜定；外的靜定	繫拱
(e)	3	16	10	−1	不安定	
(f)	4	14	9	0	靜定	三鉸拱
(g)	4	15	9	1	一次不靜定；內的靜定	二鉸拱
(h)	6	15	9	3	三次不靜定；內的靜定	無鉸拱
(i)	5	61	32	2	二次不靜定；內的靜定	連續桁
(j)	5	55	30	0	靜定	ゲルバー桁

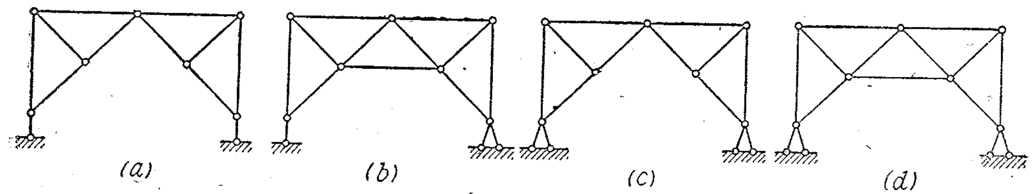
の條件から解き得ることがある。かゝる構造は內的靜定構造と呼ぶ。

次に，トラスが靜定なるか不靜定なるかの判別に關しその數例を第1−1表に示す。

トラスの靜力學的釣合條件について更に吟味するに，第1—7圖 (a) は，$r=2$；$m=10$；

$2p=14$, $n_1=-2$ なるを以て不安定に屬し，r 或は m 又はその兩者のうち2本の部材の不足を示す。此の構造は一般的に論ずれば，r 又は m 或はその兩者に對して任意に2部材を補給すれば安定構造を得るのであるが，此の場合は2支點共に可動であるから必ず r を1本補給するを要し，殘りの1本は r に增しても又は m に增しても差支へない。第1—7圖 (b) (c) は其の場合を示し，何れも靜定構造である。

然るに (d) は，r に2本 m に1本を增加したから，$n_1=1$ 即ち一次不靜定構造となる。(d) に於て r のうちの1本或は m の1本の何れかは剩材に屬し，その1本を除去すれば靜定構造となること論を俟たない所である。

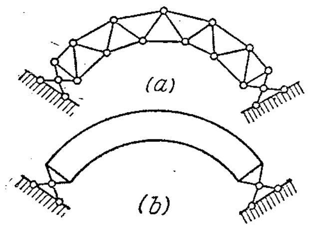


第 1—7 圖

§3. 充腹構造の靜定條件

充腹構造とは，梁の如く *solid-web* (*vollwandig*) の構造を有するものの假語であつて，軸應力，曲げ應力，剪斷應力に併せて抵抗することが出來る。*

充腹構造の靜定なるか或は不靜定なるかの判別に對しては，§2. のトラスに對する判別條件を適宜用ゐ得るのである。第1—8圖 (a) は，既に例示せる如く內的に靜定にして，外的に一次不靜定であるが，(b) の充腹構造は單に (a) の靜定トラス部と置換せられたるに留るから等しく外的一次不靜定なりと定め得るのである。



第 1—8 圖

靜力學的に釣合狀態を保つ充腹構造に對しては，$\Sigma H=0$；$\Sigma V=0$；$\Sigma M=0$ の3條件が成立する。若しその內部にヒンヂがあれば，ヒンヂの數 h だけ $\Sigma M=0$ の條件式が成立する。依つて釣合條件式の數 q は

$$q=3+h \qquad \text{(1—5)}$$

未知量たるべき反力の數は反力棒の數に等しく之を r となし且つ剩材の數を i とすれば，

* 力學的には *disc* 或は *Scheibe* にして抗曲材は之に相當す。

上記の理由より充腹構造の靜定なるか不靜定なるかは次式から判別することが出來る。

$$n_2 = r + i - q \quad \cdots\cdots(1-6)$$

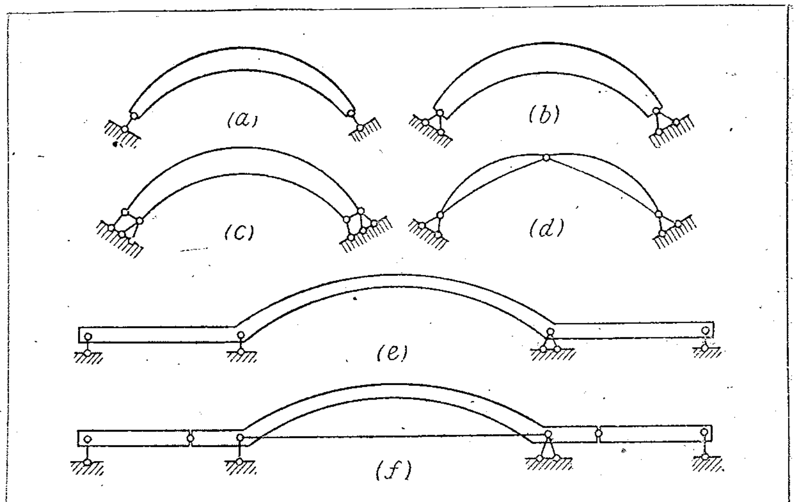
$n_2 < 0$ の場合　　不安定

$n_2 = 0$ の場合　　安定且つ靜定

$n_2 > 0$ の場合　　超安定且つ不靜定

之れを例示すれば，第 1—2 表の通りである。

第 1—2 表

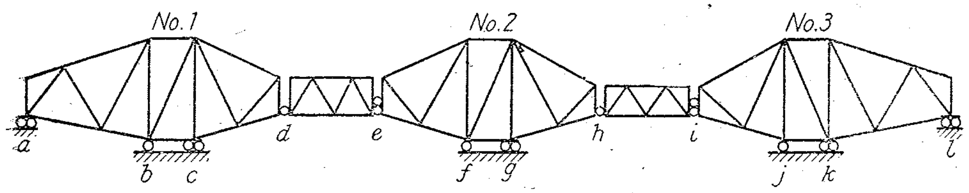


	r	h	q	i	n_2	構造種別	呼稱
(a)	2	0	3	0	−1	不安定	
(b)	4	0	3	0	1	一次不靜定	二鉸拱
(c)	6	0	3	0	3	三次不靜定	無鉸拱
(d)	4	1	4	0	0	靜定	三鉸拱
(e)	5	0	3	0	2	二次不靜定	三徑間連續梁
(f)	5	2	5	1	1	一次不靜定（内的不靜定）	繋拱

［例　題］

英國スコットランドのフオース橋はゲルバー形式に類似した構橋であつて 1890 年の建造にかゝり，その工法は既に舊式に屬するが今日尚ほ世界的巨橋の一つである。その構造は第 1—9 圖に示す如く，

a, c, g, k, l ……………………可動支點 ($r=1$)



記號　○…ヒンヂ支點　　∞, 8…可動支點

第 1—9 圖　フオース橋概念圖

b, f, j ……………………ヒンヂ支點 ($r=2$)

e, i ……………………可動支點 ($r=1$)

d, h ……………………ヒンヂ支點 ($r=2$)

である。今之を吟味するに，

(I)　橋脚橋臺上の反力棒數 $= r = 11$，橋桁各部を充腹構造として考ふるに，内部に 2 個のヒンヂあり，又 2 個の可動支承があつて，之から 4 個の條件式を得べきに依り $q = 3 + 2 + 4 = 9$；$n_2 = r - q = 2$，即ち全體は 2 次の不靜定構造である。

(II)　No. 1 及 No. 3 の橋脚上に斜材なきものと假定すれば，此の部分に於て，$M_b = M_c$，$M_j = M_k$ なる 2 個の新條件式を得るから，全體は $n_2 = 0$ なる靜定構造となる。

(III)　更に No. 2 橋脚上の斜材も亦無きものと假定すれば，條件式が更に 1 個得られ，然るときは $n_2 = -1$ となりて不安定となり，横方向の安定を缺くに至る。

(IV)　原構造に還りて a, l の支點なしと假定するときは，或は c, k の支點なしと假定するときは，何れに於ても $r=9$ となりて全體は靜定構造となる。この狀態は所謂ゲルバー形式に屬す。

(V)　前記の如きゲルバー式構造なるに際して更に橋脚上の斜材を撤去せば撤去せる數だけ不安定の度を増加す。

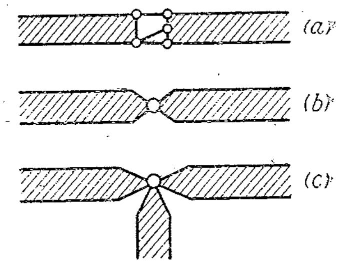
以上は全體を一個の構造と看做して取扱つたのであるが，第 1—9 圖は de 及び hi の各區間によつて完全に 3 分されてゐるから，實際問題としては，3 分して取扱つた方が良く，然る時は，No. 2 は靜定，No. 1 及 No. 3 は各 1 次不靜定（全體としては 2 次不靜定）である。

§4.　複合構造の靜定條件

數個の充腹構造が一點に會してゐるやうな複合構造では，連結點に作用する力（モーメ

ントを含む）を明にする必要がある。

1 個の充腹構造は軸應力 N, 剪斷力 Q, モーメント M の 3 力に抵抗できるから，この 3 力が構造中に存在する。從つて，2 個の充腹構造が第 1—10 圖 (a) に示したやうに剛結合されてゐるときは，この點に前記 3 力が存在し，もし同圖 (b) のやうにヒンヂで結合されてゐるときは，この點では $\Sigma M=0$ であるから N 及び Q だけの力卽 2 力が存在するのである。(c) 圖に示すやうに 3 個の構造が 1 個のヒンヂで結合されてゐる場合は，上記 2 力に更に 2 力が加はる結果として 4 力が存在し，1 個のヒンヂに n 個の構造が集つてゐる場合には，



第 1—10 圖

$$2+2(n-2)=2(n-1)$$

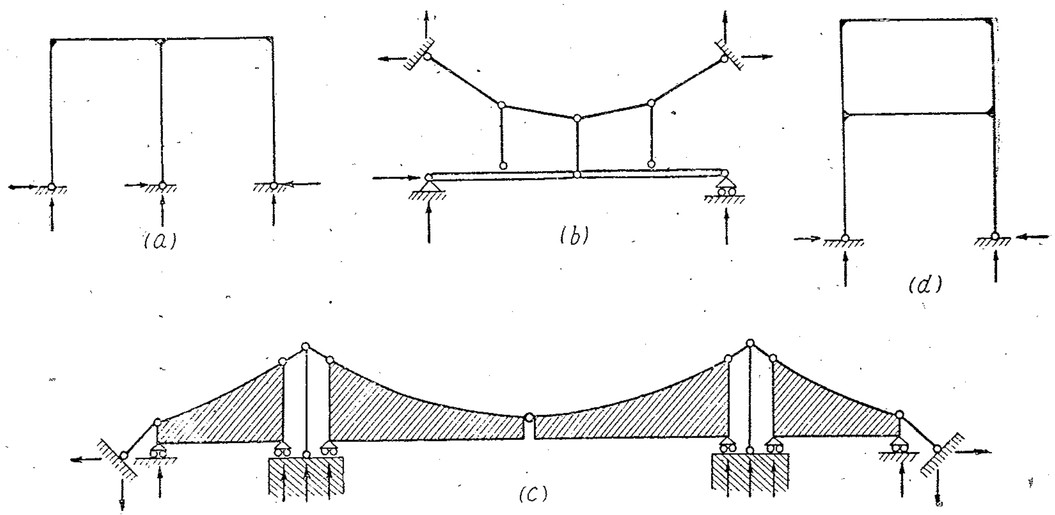
の力が存在するのである。

今，剛結合或はヒンヂ結合の節點に作用する力の數を k，反力總數を r とすれば，未知力總數は $k+r$ である。然るに各充腹構造に對して $\Sigma V=0$, $\Sigma H=0$, $\Sigma M=0$ の 3 式が成立するから構造數が p なるときは $3p$ の條件方程式が得られる。よつて，

$$n_3 \equiv k+r-3p \quad \cdots\cdots(1-7)$$

によつて靜定，不靜定を判明することが出來る。

$n_3<0$ の場合　不安定



第 1—11 圖

$n_3=0$ の場合　安定且つ靜定

$n_3>0$ の場合　超安定且つ不靜定

試みに第 1—2 表 (c) を判定すれば，$k=0$, $r=6$, $p=1$，依つて 3 次不靜定，同圖 (d) は，$k=2$, $r=4$, $p=2$，依つて $2+4-3\times2=0$，卽ち靜定である。

第 1—11 圖 (a) …… $r=6$；何所か 1 個所で部材を切斷すれば，その個所は剛結合節點であるから $k=3$；假想剛結合節點の爲に構造は 2 分されるから $p=2$；斯くして $n_3=6+3-2\times3=3$，3 次不靜定である。

第 1—11 圖 (b) …… $r=7$；3 部材集るヒンヂ=4，2 部材集るヒンヂ=2，依て $k=4\times4+2\times2=20$；$p=9$；斯くして $n_3=7+20-3\times9=0$，靜定構造である。

第 1—11 圖 (c) ……反力は圖示せるものの外に橋脚上の各柱の下に各 1 個の水平反力あり，卽ち，$r=14$；$k=22$；$p=12$，之より靜定構造である事が分る。

第 1—11 圖 (d) …… $r=4$；中間水平部材で 1 個所切斷して之を剛結合節點と考へれば $k=3$；$p=1$；$n_3=4+3-3\times1=4$，卽ち 4 次不靜定である。

§5. 立體トラスの靜定條件

鐵塔，構脚の類に用ひる立體トラスに於て，

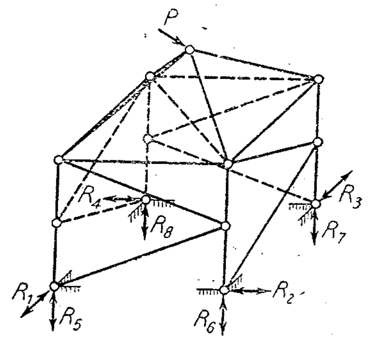
r=反力棒の數　　m=部材數

p=格點總數（各格點に 3 條件式あり）

j=作用力が一平面內に在る格點の數

とすれば，構造が靜定なるか或は不靜定なるかは次式から判別することが出來る。

$$n_4 \equiv r+m-(3p-j) \quad \cdots\cdots(1-8)$$



第 1—12 圖

$n_4<0$ の場合　不安定

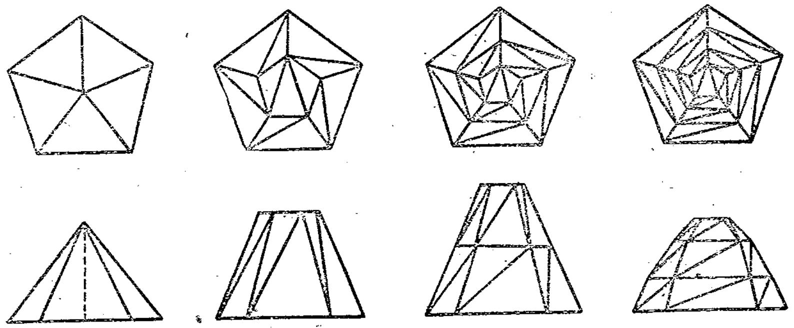
$n_4=0$ の場合　安定且つ靜定

$n_4>0$ の場合　超安定且つ不靜定

平面トラスの安定を保つに必要なる反力棒數は 3 個であるが，立體トラスが安定を保つ爲には，鉛直反力に抵抗し得るもの 3 個，水平反力に抵抗し得るもの 3 個合計 6 個の反力棒を必要とするのである。之を第 1—12 圖に就いて言へば鉛直反力，水平反力を何れか各 1 個づゝ缺除する構造としても安定を保ち得るのである。但し，立體トラスの表面は總て

3 角形より成つてゐるを必要とする。第 1—12 圖のトラスは，$r=8$，$m=25$，$p=13$，$j=4$，$n_4=r+m-(3p-j)=-2$ であるから不安定である。若し R_1, R_2, R_3, R_4 を夫れ夫れ同圖と直角の方向に働くやう裝置すれば，$j=8$ となつて 2 次不靜定となるから，之より鉛直及び水平反力棒を各 1 個づゝ除去するやうにすれば靜定となる。

第 1—13 圖に示す諸構造は何れも靜定造構である（但し，鉛直反力=5，水平反力=3）。

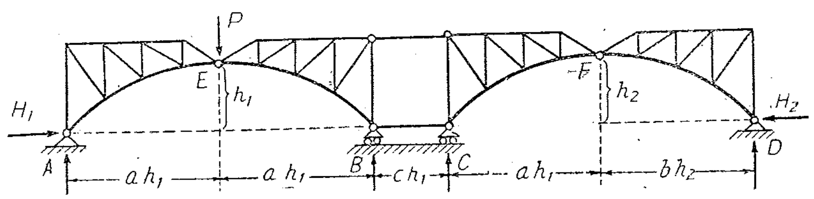


$r=8$	$r=8$	$r=8$	$r=8$
$m=10$	$m=22$	$m=37$	$m=52$
$p=6$	$p=10$	$p=15$	$p=20$
$j=0$	$j=0$	$j=0$	$j=0$
$n_4=0$	$n_4=0$	$n_4=0$	$n_4=0$

第 1—13 圖

§6.　安定不安定の照査

既に述べた通り $2p=r+m$ の條件を供へてゐるだけでは決して安定なりとは斷じ得ないのであつて，例へば第 1—14 圖は其の一例を示し，此の構造は



第 1—14 圖

反　力　　$A,\ B,\ C,\ D,\ H_1,\ H_2$

條件式　　$\Sigma V=0,\ \Sigma H=0,\ \Sigma M=0;\ \Sigma M_E=0,\ \Sigma M_F=0,\ \Sigma Q_{BC}=0$

を有し安定なりと考へ得られるが，併し乍ら中央の平行四邊形は不安定であるから果して

全體が安定であるか否かは照査を必要とするのである。玆に $E,\ F$ は同高，$A,\ B,\ C$ の各支點も亦同高なりとする。

今，上記の 6 條件式を列記して之から 6 個の反力を求めるに際し，デタアミナントを使用するものとする。

$$\Sigma V=0 \cdots\cdots A+B+C+D-P=0$$

$$\Sigma H=0 \cdots\cdots H_1-H_2=0$$

$$\Sigma Q_{BC}=0 \cdots\cdots D+C=0$$

$$\Sigma M_E=0 \cdots\cdots A\cdot ah_1-H_1\cdot h_1=0 \qquad \therefore\ A\cdot b-H_1=0$$

$$\Sigma M_F=0 \cdots\cdots D\cdot bh_2-H_2\cdot h_2=0 \qquad \therefore\ D\cdot b-H_2=0$$

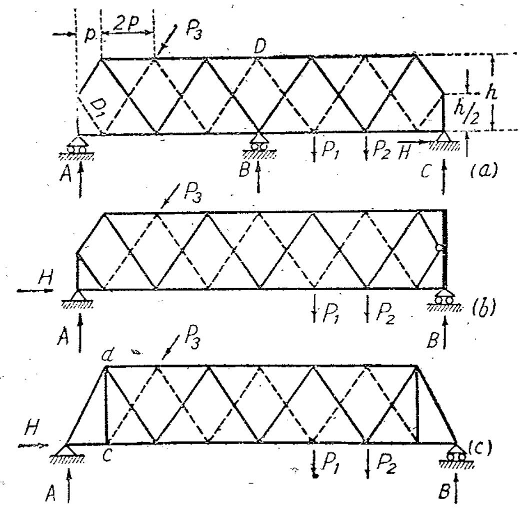
$$\Sigma M_D=0 \cdots\cdots A(3ah_1+ch_1+bh_2)+B(ah_1+ch_1+bh_2)$$
$$+C(ah_1+bh_2)+H_1(h_2-h_1)-P(2ah_1+ch_1+bh_2)=0$$

此の 6 個の聯立方程式を解くデタアミナント分母の Δ は，整理すれば

$$\Delta=ah_1(a-b)$$

となる。よつて $a=b$ のとき反力は無限或は不定となるのであつて，構造は不安定であり，$a\neq b$ なるとき安定となるのである。

本書第 7 章 第 7—16 圖に示すやうな菱形 (*Rhomboid*) を含むトラスは不安定の如く見えるが，$2p=m+r$ の條件を充たし靜定である。但し寸法の割合如何によつて不安定となる。



第 1—15 圖

第 1—15 圖に示す二重ワーレン・トラス(*Rhomben*, 或は *Lautenträger*) は，(*a*) 圖に於て中央支承なきとき m 或は r が 1 個不足して不安定であるが，支點 B を增して r を加へるか或は DB の如き部材を 1 個增加すれば丁度安定となる。(*b*) 圖の場合は右側端柱が普通のトラスの骨組から出來てゐるときは部材 1 個を缺いて不安定であるが，圖示通りに端柱を剛性

ある抗曲材として之に腹材をヒンヂで取付ければ，此の部材の抗曲性が1條件を追加するから安定となる。(c) 圖の二重ワーレン・トラスは1次不靜定であつて，右左孰れかの鉛直材を取除いたとき安定となる。

§ 4. に對する補遺　複合構造の安定吟味の一般式は，各部材を單位にして，次のやうに書くことが出來る。先づ各部材を考へると，

(a) 片持部材は，固定端（剛結端）に H, V, M の3力あり。

(b) 兩端ヒンヂ部材は，各端に H, V あり，合計4力あり。

(c) 一端ヒンヂ，他端固定の部材は，ヒンヂ端に H 及び V, 固定端に H, V, M あり，合計5力あり。

(d) 兩端固定の部材は，各端に H, V, M あり，合計6力あり。

然るに各部材に對して，$\Sigma H=0$, $\Sigma V=0$, $\Sigma M=0$ の3條件式が成立するから未知力として殘る斷面力は，上記の (a)～(d) の各部材に對して夫々 0, 1, 2, 3 となる。よつて (b), (c), (d) の各部材數を m_1, m_2, m_3 とすれば，全構造物に於ける未知力數は，

$$(m_1+2m_2+3m_3+r) \text{ である。}$$

この未知力を決定するものは，各格點（節點）に於ける釣合條件であるが，格點がヒンヂであれば $\Sigma H=0$, $\Sigma V=0$ の2條件あり，格點が剛結されてゐれば $\Sigma H=0$, $\Sigma V=0$, $\Sigma M=0$ の3條件があるから，ヒンヂ格點（滑節）數を p_1, 剛結格點（剛節）數を p_2 とすれば，全構造に於ける條件方程式數は，$(2p_1+3p_2)$ である。よつて，

$$n_4 \lesseqgtr (m_1+2m_2+3m_3+r)-(2p_1+3p_2) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1-8)$$

から安定不安定を判定することが出來る。

$n_4<0$ の場合	不安定
$n_4=0$ の場合	安定且つ靜定
$n_4>0$ の場合	超安定且つ不靜定

判別を例示すれば第 1—3 表の通りである。

第 1—3 表

圖	m_1	m_2	m_3	r	p_1	p_2	n_4	構造判別
第 1—1 表 (a)	11	0	0	3	7	0	0	靜定
第 1—2 表 (e)	0	2	1	5	2	2	2	2 次不靜定
第 1—11 圖 (d)	0	2	4	4	2	4	4	4 次不靜定
第 1—1 表(a)の格點が剛結合された場合	0	0	11	3	0	7	15	15次不靜定