

# 建築結構講義

第一回

504614-1



社團法 人 考友社 出版發行

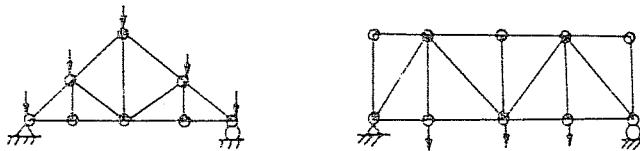
# 第一講 概 說

## 命 題 重 點

### 壹、結構物種類

一般之結構物大致可區分成桁架 ( *truss* )、樑 ( *beam* ) 及剛架 ( *frame* ) 三類。

#### (壹) 桁 架



(a)

(b)

(圖 1.1)

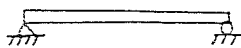
桁架之特性為：

1. 所有載重均應作用於節點上 ( *joint* )
2. 所有桿件均為二力肢 ( *two-force member* )，亦即只會產生軸向張力或壓力，而不致產生其它的應力。
3. 節點均為鉸接 ( *Pin-connectioned* )，不能承受彎矩。
4. 主要應力為軸力 ( *tension or compression* )。

#### (貳) 樑

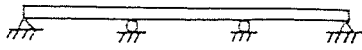
樑主要分成下列幾種：

1. 簡支樑 ( *simple support beam* )



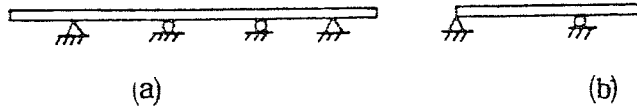
(圖 1.2)

2. 連續樑 ( *continuous beam* )



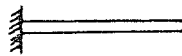
(圖 1.3)

3. 外伸樑 ( *over-hanged beam* )



(圖 1.4)

4. 懸臂樑 ( *cantilever beam* )

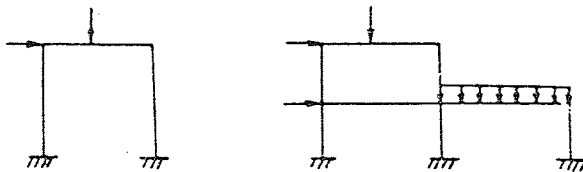


(圖 1.5)

樑之主要特性為：

1. 主要應力為彎矩及剪力 ( *moment and shear* )
2. 樑之軸力效應很小，通常可以忽略不計。

(參) 剛架、構架



(圖 1.6)

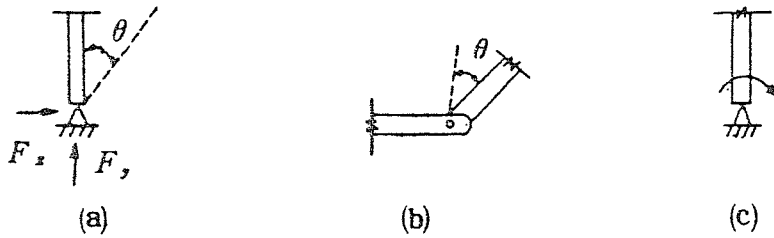
剛架之特性為

1. 節點至少有一部份為 *rigid joint* ( 剛性接點 ) 。
2. 必須使結構物保持穩定性。
3. 主要之應力為彎矩，次要應力為剪力與軸力。
4. 剛架可承受各方向之載重。

## 貳、支承力之種類

一般支持結構物之支承，大致可分成下列幾種，而這些支承與吾人解題時之邊界條件 ( *boundary condition* ) 一如最小功法，及矩陣解法之自由度，均有所關聯，故必須先能了解各支承之特性。

## (壹) 鉸支承



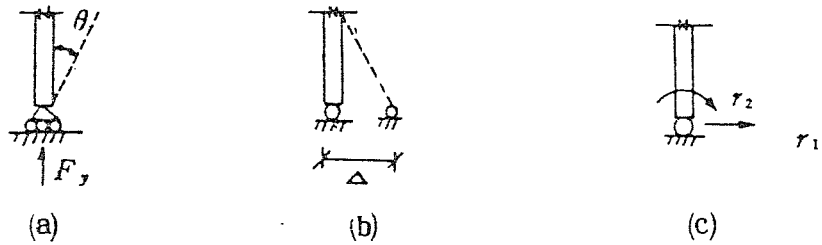
(圖 1.7)

1. 只能抵抗水平力或垂直力，不能抵抗彎矩。

即  $F_x \neq 0$  ,  $F_y \neq 0$  ,  $M = 0$

2. 節點有一轉角之自由度  $r$ 。

## (貳) 輓支承



(圖 1.8)

1. 只能抵抗與 *roller* 垂直方向之反力，其餘方向及彎矩均不能抵抗，即

$F_x = M = 0$  ,  $F_y \neq 0$ 。

2. 有側位移 (*sidesway*) 及轉角產生，故於 *roller* 處有 2 個自由度  $r_1$  及  $r_2$ 。

3. 輓支承對於抵抗溫度膨脹等之所發生之二次應力，甚具效果。

## (參) 固定支承



(圖 1.9)

1. 固定支承可以抵抗水平力、垂直力及彎矩，而不會發生轉角、水平變位與垂直變位。

2. 因固定支承處不產生變位，故無自由度。

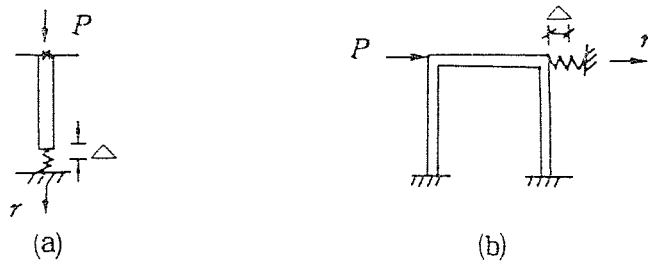
(肆) 抗彎輓支承



(圖 1.10)

1. 能抵抗彎矩及與滑動垂直方向之反力。
2. 只有滑動方向一個自由度。

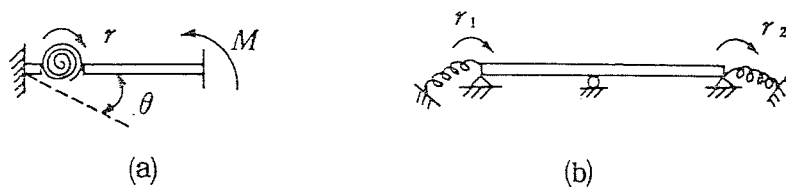
(伍) 彈性支承



(圖 1.11)

1. 彈性支承，承受外力後，會產生 $\Delta$ 之變形量，但無法承受彎矩，故猶如一個有 $\Delta$ 側位移之 *roller* 支承一樣。
2. 彈性支承猶如一壓縮彈簧，在節點處有一  $r$  之自由度。

(陸) 扭轉彈簧



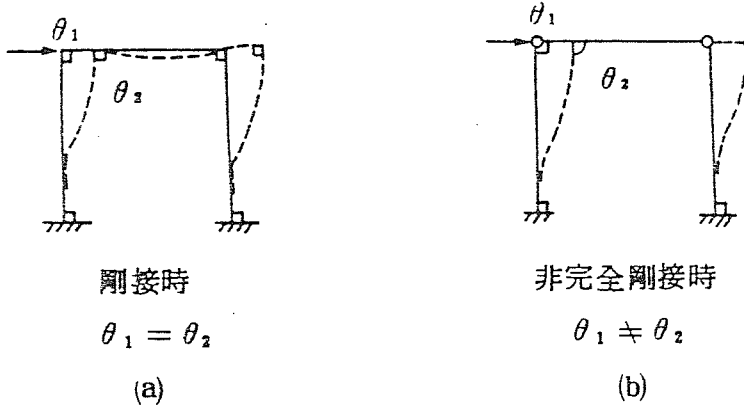
(圖 1.12)

1. 在結構物之基本假設中，均視節點為剛接 (*fixed-end, rigid joint*)，但實際上之結構却不是如此而為非完全剛接。此時就可以以 *torsion spring* 之方式來模擬分析之。

2. 扭轉彈簧承受外加彎矩後，會產生轉角，故有一個  $\tau$  之轉動自由度。

(柒) 剛接的意義

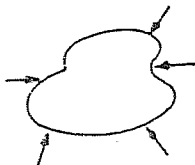
在結構分析上均假設節點為剛接，此剛接之意義，即該節點具有甚大的剛性可以使受力前後節點夾角保持不變。如(圖 1.13)所示。



(圖 1.13)

參、結構物之平衡

任何結構物無論對整體，或是切開之自由體 (free body) 而言，均必須要符合下列六個平衡之方程式。



(圖 1.14)

$$\left\{ \begin{array}{ll} \sum F_x = 0 & \sum M_x = 0 \\ \sum F_y = 0 & \sum M_y = 0 \\ \sum F_z = 0 & \sum M_z = 0 \end{array} \right.$$

若為平面結構則須滿足右列三個平衡方程式

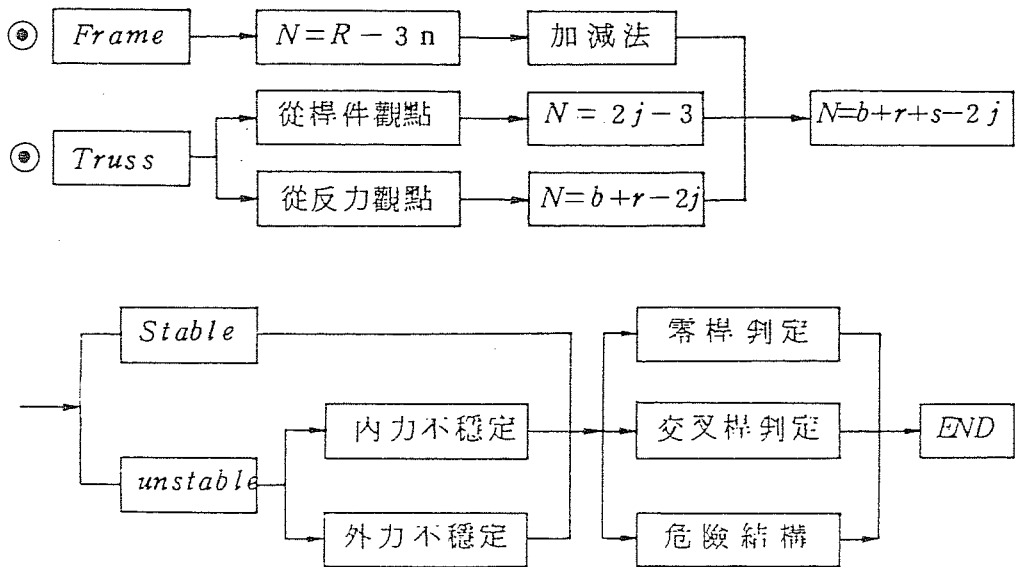
$$\begin{array}{l} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{array}$$

肆、結構穩定、不穩定、靜定、靜不定之判別

(壹) 引言

一般判定結構物之穩定、不穩定，靜定、靜不定主要是在判斷結構物是否

安全，及解此類問題時應如何假設贅力 (*Redundant force*)，故對於任何題目均應先加以判斷其結構的穩定情形，以避免發生不合理之錯誤結果。判定時，一般將其分成桁架及剛架（含梁）兩大類，其主要之判定流程及方法則如下列所示。



至於詳細判定方法及符號將在下節中討論之。

### (貳) 不穩定之判別

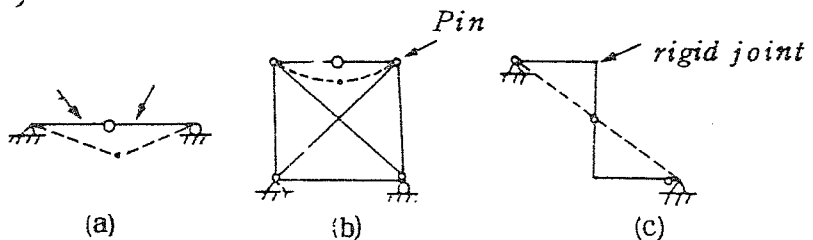
產生 *unstable*，一般而言，有下列兩種 *unstable* 之形成原因。

#### 一、內力不穩定

此乃桿件內無法抵抗外力之所形成的 *unstable*

##### 1. 構件安排不當

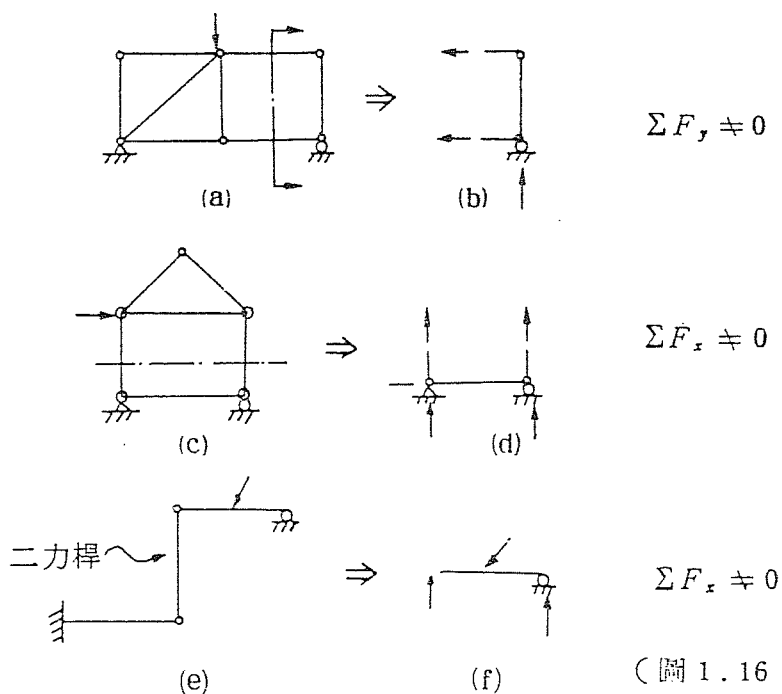
如 3 個 *hinge* 共處一綫上，而產生大變位（結構分析均假設處於小變位之狀況下）



##### 2. 構件無法抵抗外力

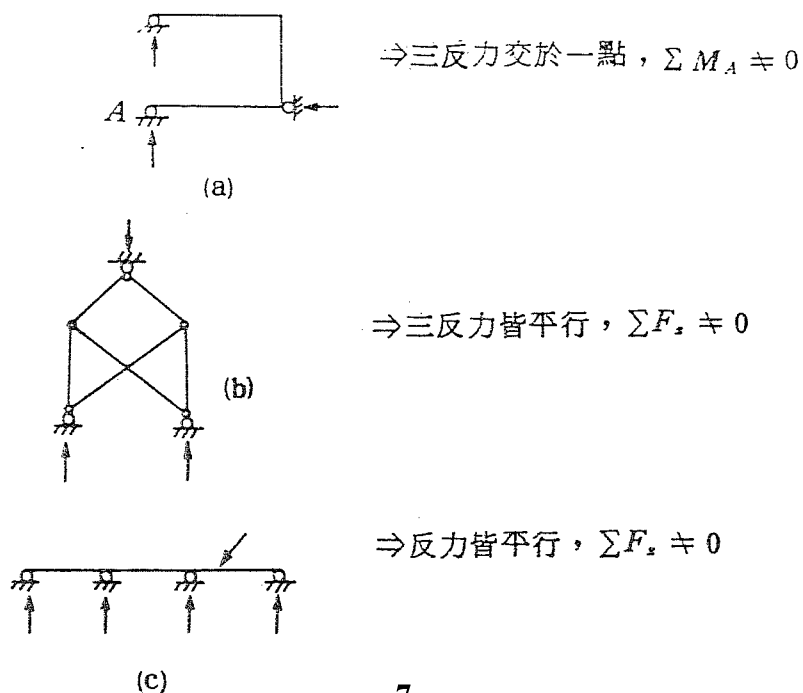
(圖 1.15)

此即構件之組成無法滿足  $\Sigma F_x = 0$  ,  $\Sigma F_y = 0$  ,  $\Sigma M = 0$  之三平衡方程式，如（圖 1.16）所示。

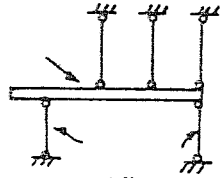


## 二 外力不穩定

此乃支承之安排無法抵抗外力而致使形成之 *unstable*，如（圖 1.17）所示

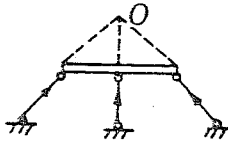






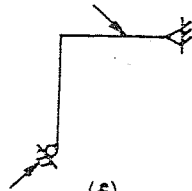
(d)

⇒反力皆平行， $\sum F_x \neq 0$   
 (注意：Link 或二力桿只受軸力，其作用均相當於一個 roller)



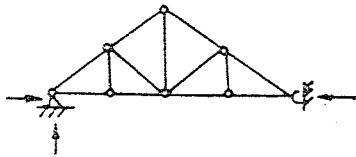
(e)

⇒三力交於一點， $\sum M \neq 0$



(f)

⇒三力交於一點， $\sum M \neq 0$



(g)

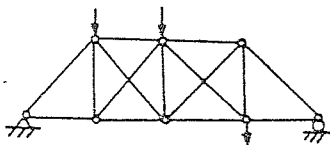
⇒三力交於一點， $\sum M \neq 0$

(圖 1.17)

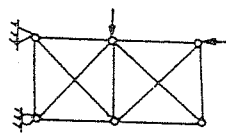
### (參) 桁架交叉桿與零桿之判別

若吾人在分析一個結構物時，若可先知道何者為零桿，何者為交叉桿所形成之零桿，此時可將此根桿件拿掉，而使得超靜定之次數減少，對於解題有很大之助益。

#### 一、交叉桿



(a)



(b)

(圖 1.18)

交叉桿有兩種抵抗外力之基本設計，一為交叉桿僅能抵抗張力，而不能抵

抗壓力（如很細的鐵絲或是 *Cable*），則一旦承受壓力，此根桿件就變成零桿。  
 另一種為只能抵抗壓力而不能抵抗張力者，此種桿件在張力作用下必為零桿。  
 何者為零桿，何者不為零桿則與外力之大小、位置、方向有關，須將結構物  
 做一分析後才可以決定之。

至於桿件承受何種之力量則須視設計上之需求，或題目給予我們之條件而  
 定。

## 二 零桿

某些桿件由於安排不當，致使與外力或其它桿件傳來之應力無法抵抗，而  
 造成零桿之現象，此種零桿可在分析題目時將其拿掉，以簡化計算步驟及過程  
 桁架零桿種類一般而言分成下列幾項

1. 節點只有兩桿，而此節點不受力



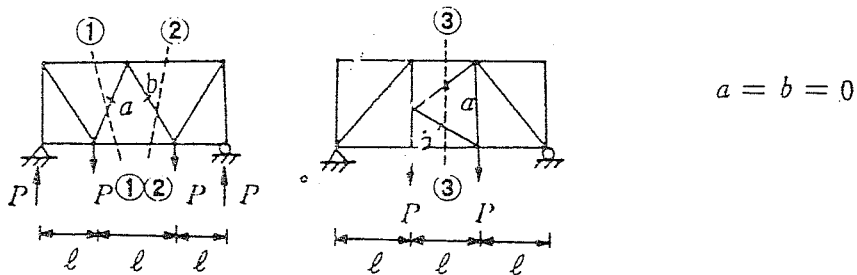
2. 各桿共線，惟一不共線之桿件應力為零



3. 桿件不能伸長縮短，其應力恒為零（對桁架而言，其應力來自桿件之伸縮）



4. 桁架某截面之剪力為零，則通過該截面之腹桿應力為零



## （肆）桁架之穩定、不穩定、靜定、靜不定

桁架之判定，一般可從桿件應力及反力兩個觀點來決定之。此兩種方法可

504614-1(1/2)

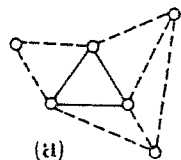
詳細分析桁架之超靜定在桿件或是在反力，最後再綜合判斷決定之。

一、從桿件應力之觀點

桁架之基本靜定構成爲一個節點需兩根桿件，每多一個節點則多一根桿件，若增加之桿件多於兩根則形成靜不定，若桿件數少於兩根則形成不穩定。

若令  $j =$  節點數目 ( *no. of joint* )

$b =$  桿件數目 ( *no. of bar* )



(11)

(圖 1-19)

若符合靜定，則必須滿足下表之條件。

$j$	$b$
3	3
+ 1	+ 2
+ 1	+ 2
⋮	⋮
⋮	⋮

故  $b = 2j - 3 \dots\dots (1-1)$

若令  $N = b - 2j + 3, \dots\dots\dots (1-2)$

則 (1)  $N = 0$ ，爲靜定 (亦有可能爲不穩定)

(2)  $N > 0$ ，爲超靜定 (亦有可能爲不穩定)

(3)  $N < 0$ ，必爲不穩定

二、從加入反力因素之觀點

靜定時，反力數目必爲 3，若將反力數目視爲未知，則若

$j =$  節點數目 ( *no. of joint* )

$b =$  桿件數目 ( *no. of bar* )

$r =$  反力數目 ( *no. of reaction* )

若  $N = b + r - 2j, \dots\dots\dots (1-3)$

(1)  $N > 0$ ，爲超靜定 (有可能不穩定)

(2)  $N = 0$ ，爲靜定 (有可能不穩定)

(3)  $N < 0$ ，爲不穩定

(伍) 剛架之穩定、不穩定、靜定、靜不定