

# 土木結構基本概念

## 桁架結構解析



# 什麼是結構設計

- 金字塔到大教堂，從彈弓到水車都是結構
- 結構設計的目標：安全、優美與經濟
- 如何蓋一棟房子不會垮
- 如何建一座橋而無倒塌之虞
- 就是建造符合其需求的結構物



# 什麼是結構？

- 物體有一體兩面：
  - 具備機能的部分，是為機構
  - 具備支撐的部位，是為結構
- 人體有那些機構和結構？
- 那人工的產品呢？
- 自然界裡，有那些生物建造結構體？



# 結構的基本條件

- 材料有足夠的**強度**來支撐載重。
  - 材料強度為單一材料的強度  
受選用的材質和材料形狀、大小影響
- 結構有足夠的**勁度**來維持形狀。
  - 結構勁度為整體的強度  
受結構的形狀與組合方式影響



# 結構是載重傳遞部位

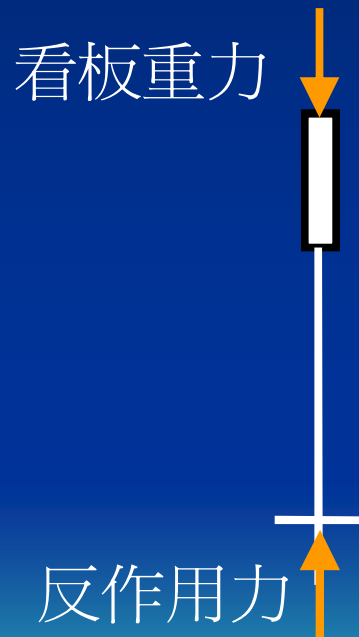
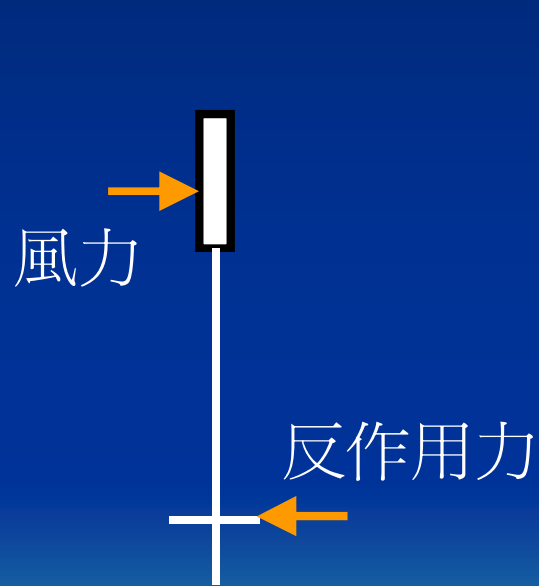
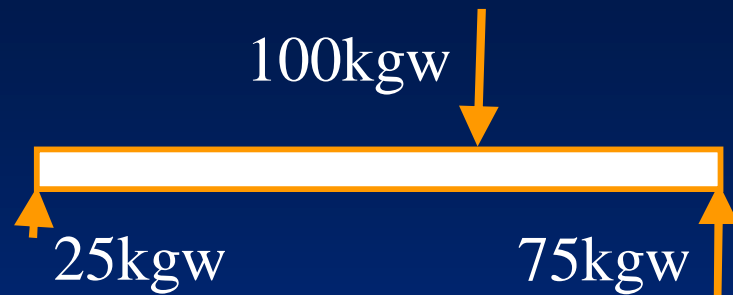
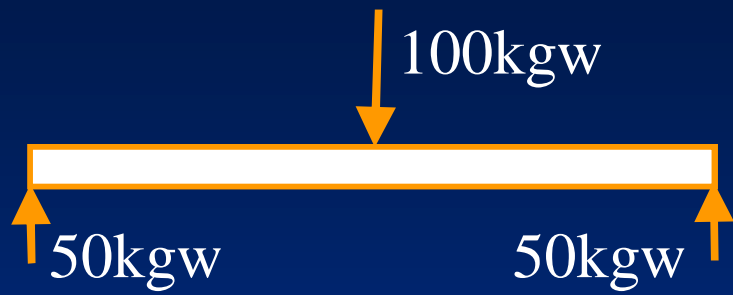
- 結構是個沿著不同方向承受載重的物體。
- 可將載重從一個位置移轉到另一個位置
- 例如：  
下圖的木板可將載重由施力點傳遞到支撐點，該木板即可視為結構物。



# 作用力與反作用力

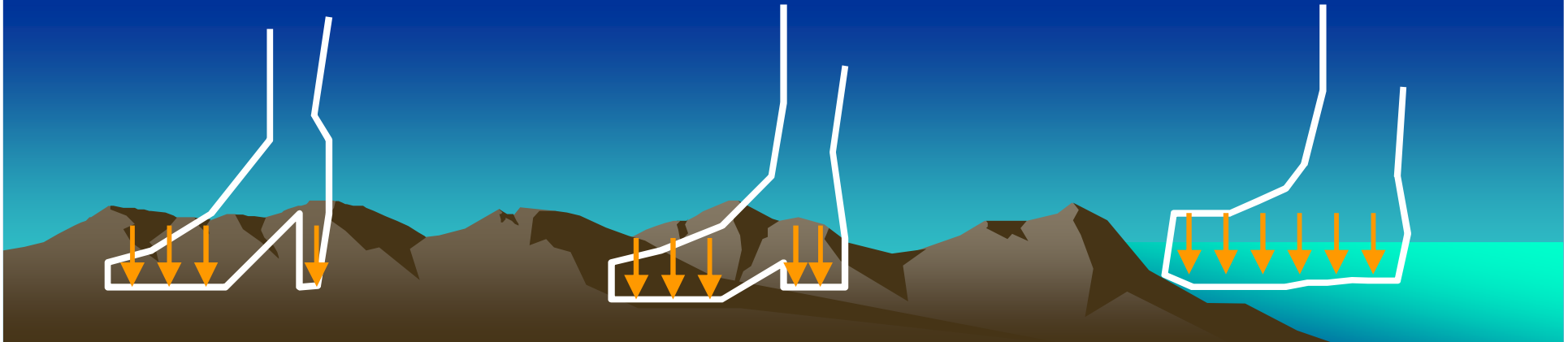
- 載重作用於物體，稱為作用力
- 牛頓第三運動定律：每個作用力，必有一個與其大小相等而方向相反的作用力存在
- 對每一個穩定的結構而言：  
垂直載重的總和=垂直反作用力的總和  
水平載重的總和=水平反作用力的總和  
載重所形成的力矩=反作用力所形成的力矩
- 因此，...





# 內力與應力

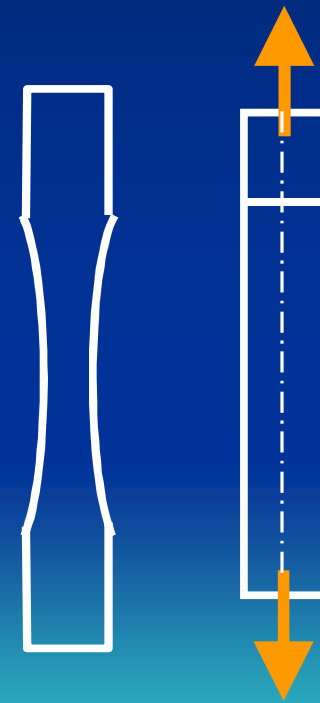
- 載重是藉由結構內的力量來傳遞，稱為「內力」
- 材料單位面積承受的內力，稱為「應力」
- 應力即材料抵抗外力而產生的破壞力
- 應力的作用會使結構材料產生形變
- 單位長度產生的形變量，稱為「應變」





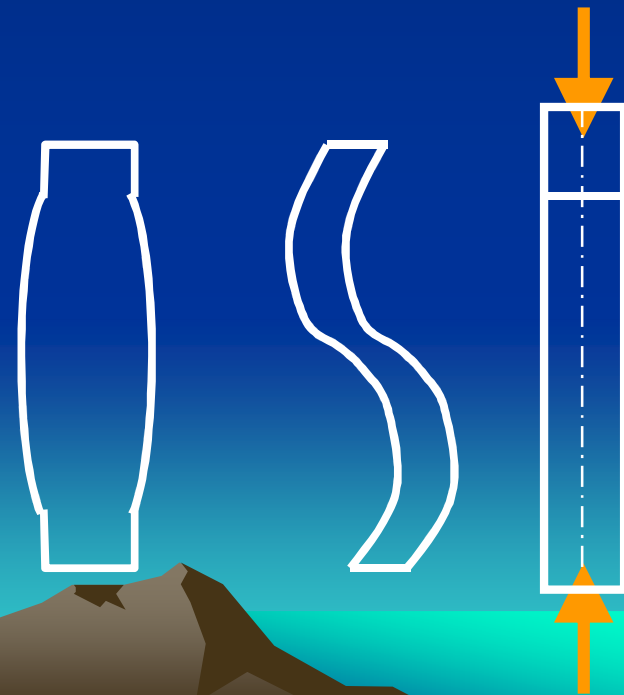
# 內力的種類

- 拉力：  
沿著材料軸線往四周作用力  
垂直材料斷面



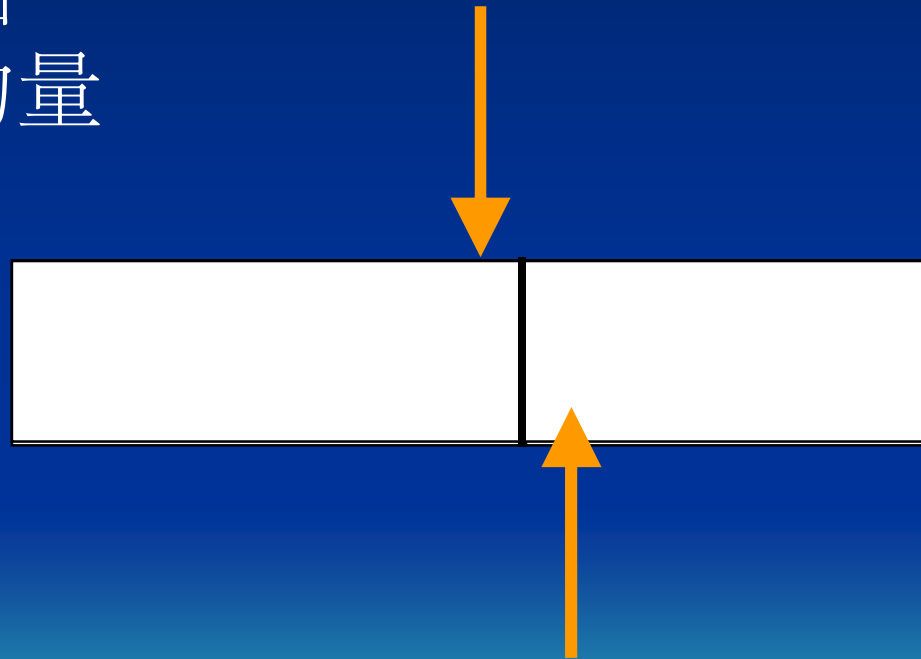
# 內力的種類

- 壓力：  
沿著材料軸線  
向中間集中作用力  
直材料斷面  
與拉力合稱為「軸力」



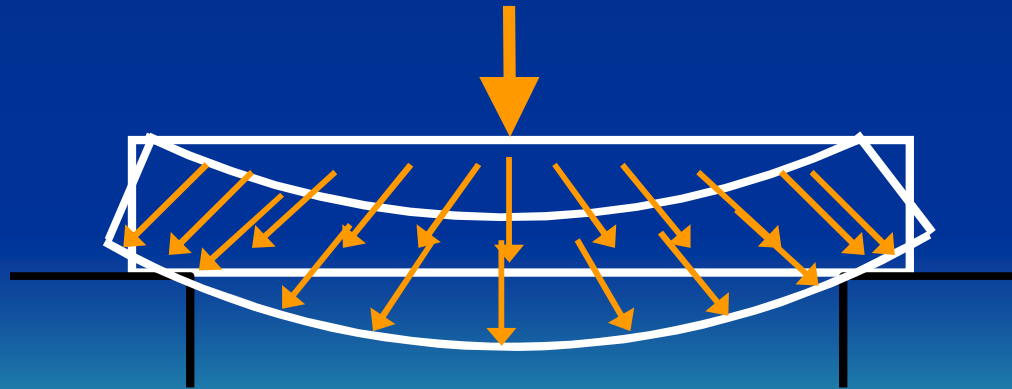
# 內力的種類

- 剪力：  
平行材料斷面  
相互交叉的力量



# 內力的種類

- 彎矩：  
即為力矩  
具有力臂加乘的作用，比軸力破壞更大



# 內力的種類

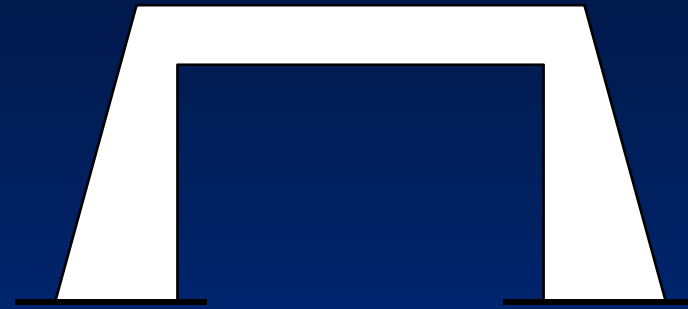
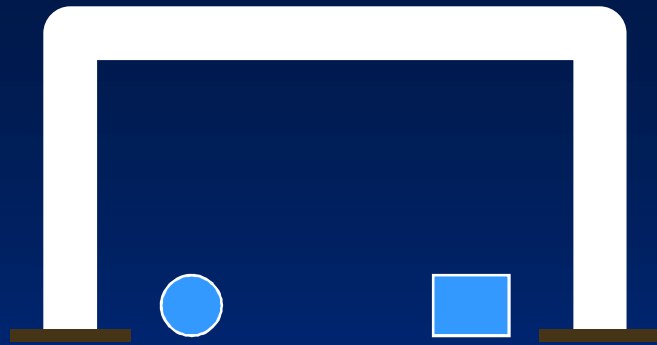
- 扭矩：  
即為轉矩  
與轉軸徑度有關  
直徑越大，扭矩越嚴重。



# 結構系統的基本觀念：

- 結構的功能是爲了傳遞載重。
- 對於每一種載重，其載重傳遞路徑就是結構本身。
- 結構藉著在結構內的力量來傳遞載重。
- 結構內的力量可被視爲軸力、剪力與彎矩的組合。
- 結構必須有整體的穩定性。





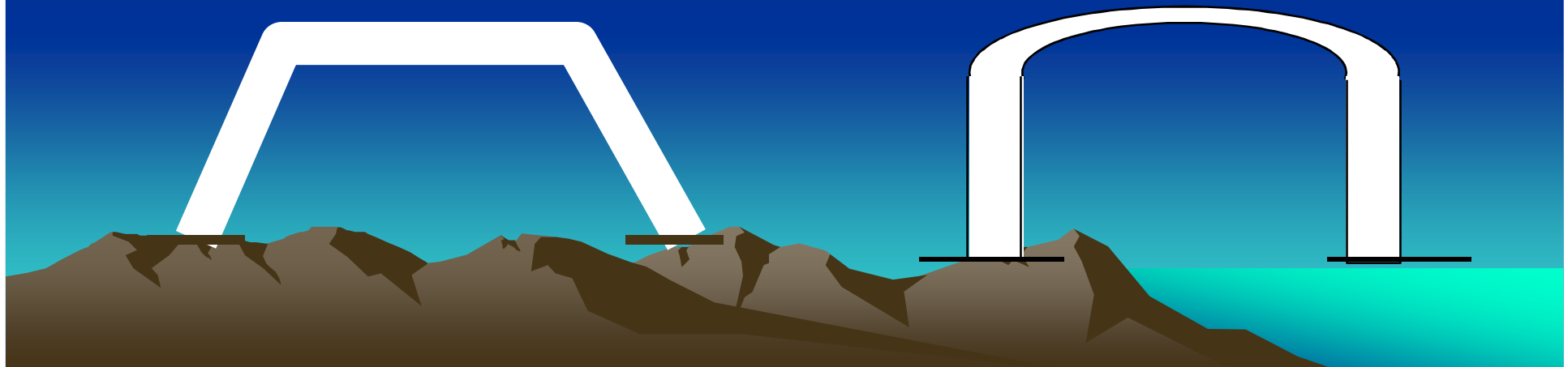
結構的型態變化無窮，以球門為例....

其立柱及橫梁的斷面形狀可以有不同的選擇，例如：

斷面形狀可是長方形、圓形或其它形狀

立柱與橫梁可以整個長度等斷面或變斷面(如：錐狀等)

可以將立柱傾斜或橫梁的曲線化改變其基本的幾何形狀



# 結構型態的種類

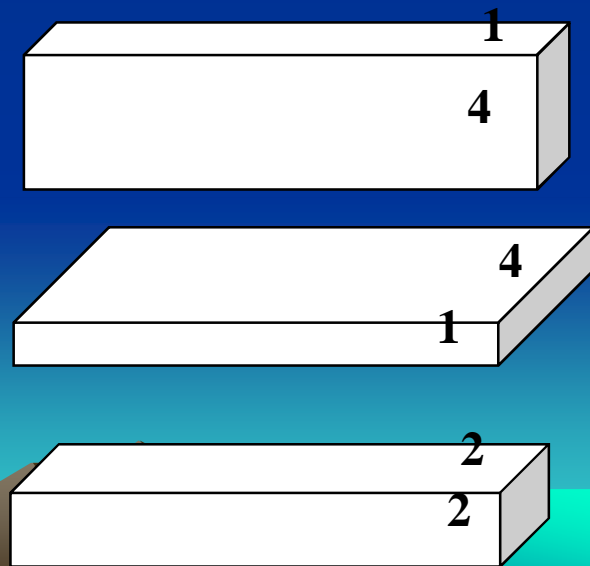
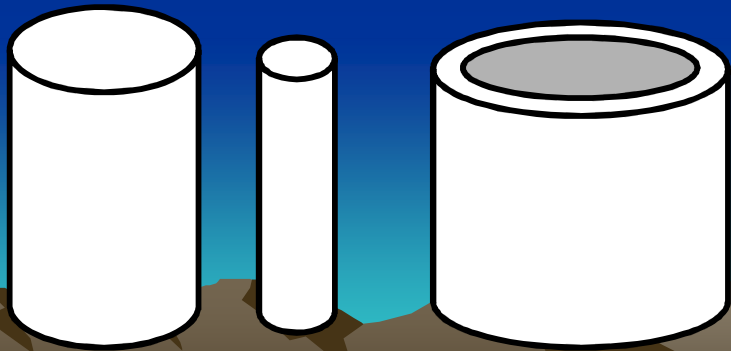
- 存在真實世界的結構，必須有一個幾何形狀
- 天然的：沒有數學基礎的，如樹葉、人體造形
- 定義的：可用數學去演算得到的，如矩形、拱形





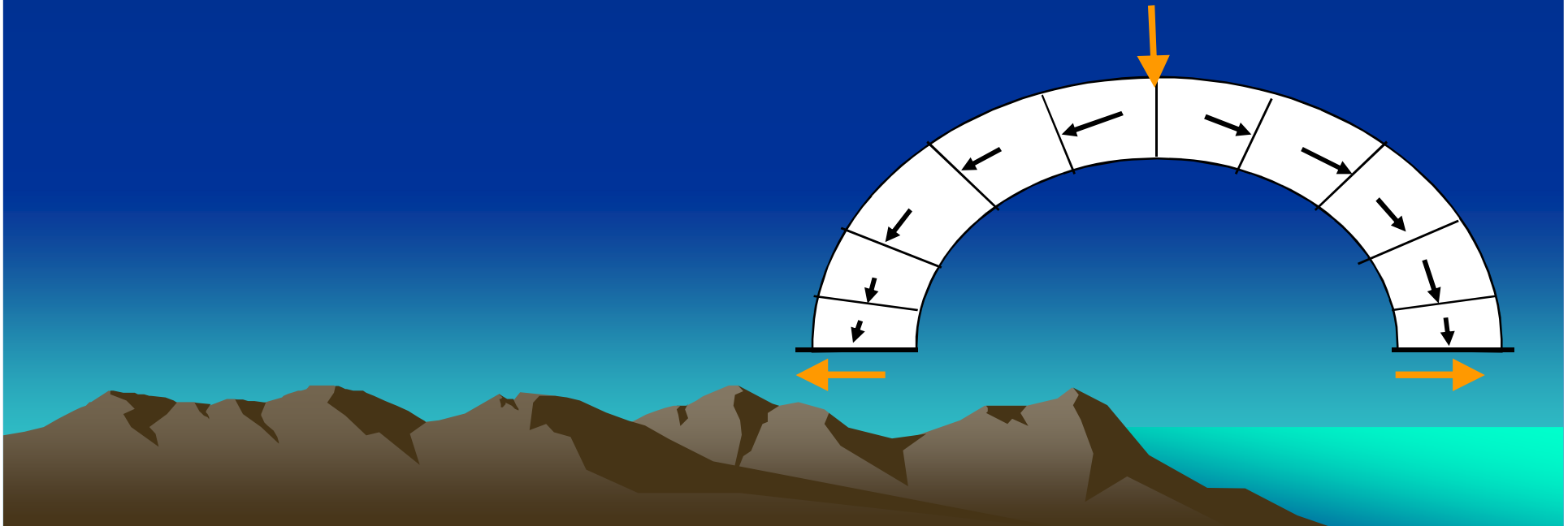
# 直線型結構

- 梁柱 (beam & column) :  
梁的外型多為橫躺，主要是承載橫向載重(彎矩)的外力，且其承重強度與寬度×高度<sup>3</sup>成正比  
柱的外型多為垂直，主要是承載軸向載重(壓力)的外力，其強度與斷面面積和徑度成正比
- 梁柱的強度與長度成反比



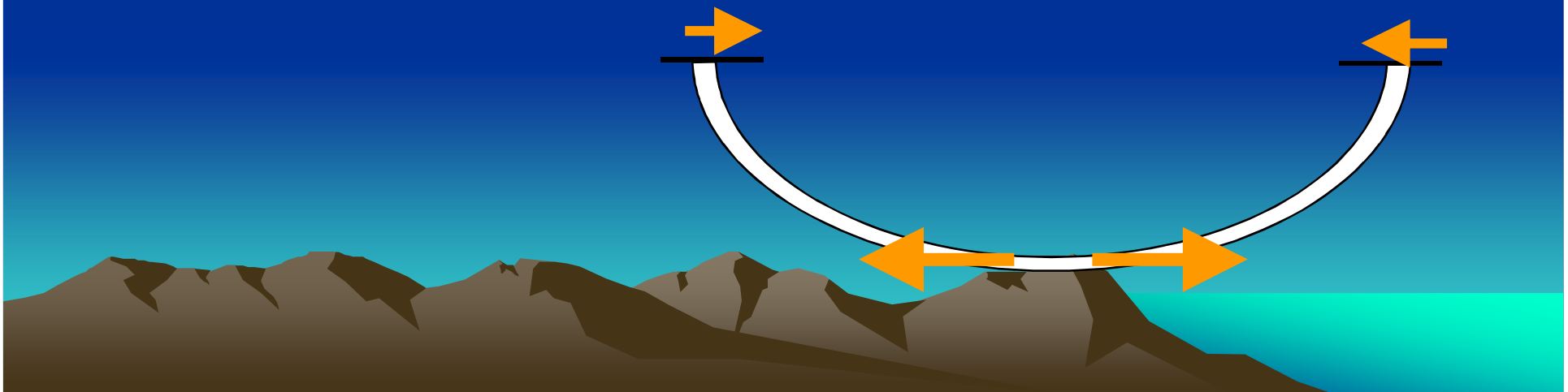
# 曲線型結構

- 拱(Arch)：  
利用結構本身的彎曲度，將載重產生的彎矩化爲  
壓力的方式傳遞外力  
在支撐點會承受很大的水平拉力  
需著重兩側的支撐



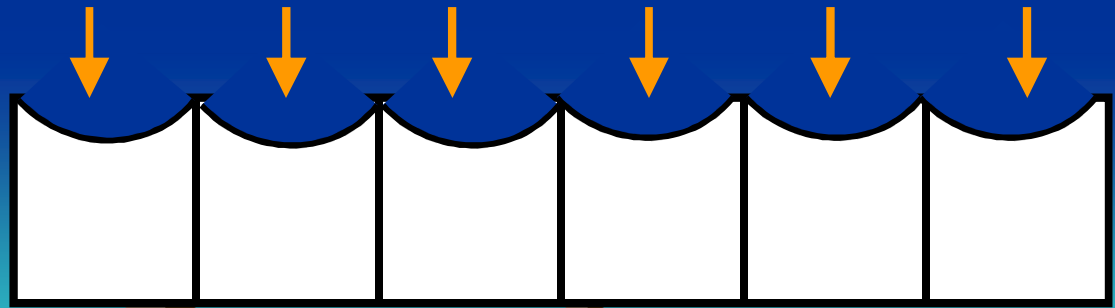
# 曲線型結構

- 吊索(Cable)：  
主體以纜索連結  
承重的方式和拱結構相反，以承受張力的方式  
傳遞載重  
是一種較經濟的型態

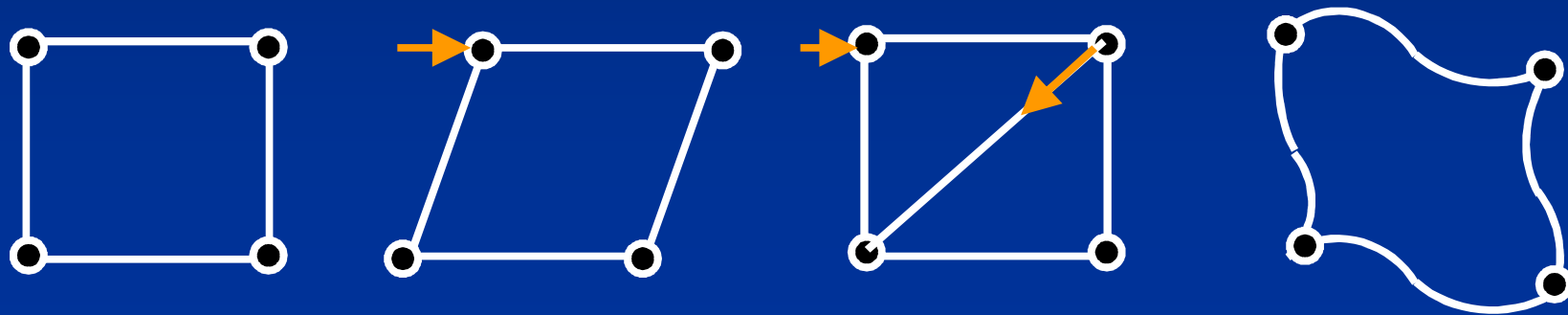


# 框架結構

- 鋼架(rigid frame)  
四角形框架型，串接一起的結構  
常用於房屋構造的骨架  
受力時，基本假設外力作用於桿件上  
，材料須承受彎矩的作用  
是一種材料強度要求較高的結構型態

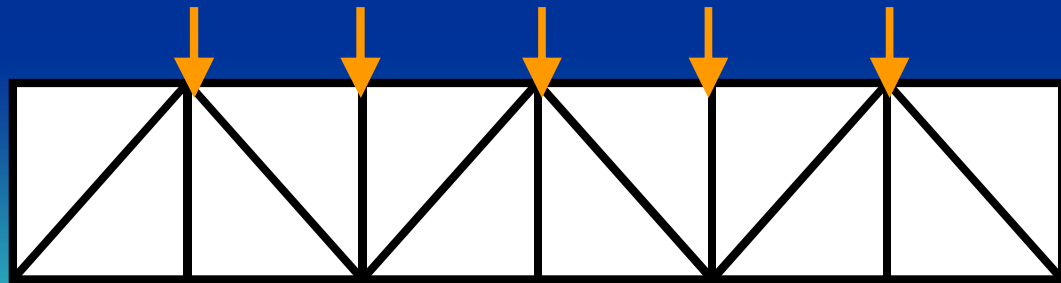


節點的勁度可以防止框架的鬆弛，  
但當外力過大時，以勁度接合的材料將會  
產生挫屈



# 框架結構

- 桁架(truss)  
利用桿件連接成三角形，再加以串接而成  
適用於一些需要長跨度而且空間設計不是很重要的構造，如橋樑、高塔、起重機吊臂等
- 受力時，基本假設外力作用於節點上，桿件只傳遞拉力和壓力



# 桁架結構分析

- 結構分析是計算結構受力後，每一構件的受力情形。

