

橋樑專題簡報大綱：斜張橋

小組成員：雅筑、宏恩、香玲、于凡
第五堂課

軒翰於9/10進行同儕評量

什麼是斜張橋？

- 斜張橋是當代主要橋樑設計之一，由一堅固的橫樑與中央一個或多個橋塔所組成。
- 鋼索斜斜地連接橫樑與橋塔
 - 這些鋼索支撐著橫樑組成的橋面
- 這些鋼索是固定在橋塔上，而非末端。

註解 [J1]: 我認為這份簡報裡唯一缺少的部分是一張投影片，能夠說明支持你選擇這種橋樑設計的「有力證據」。你們並沒有很具體的說明斜張橋的設計，以及解釋為何斜張橋適合蓋在某些地方。你們也沒有在這份大綱中放上圖片。

註解 [J2]: 我想如果能放上圖片，並指出斜張橋的各個構造的話，會更有幫助！

註解 [J3]: 我不太清楚這個意思，你們可以解釋得更清楚些嗎？

斜張橋的兩大構造

- 依據鋼索與橋塔間不同的連接方式作區分
 - 平行連接型
 - 各鋼索固著在橋塔上不同高度的各點，而每條鋼索互相平行。

平行連接型的斜張橋圖片

斜張橋的兩大構造

- 依據鋼索與橋塔間不同的連接方式作區分
 - 放射狀連接型
 - 係將鋼索自橋面上不同的數點銜接至橋塔，集中固著於橋塔頂端一處。

放射狀連接型的斜張橋圖片

註解 [J4]: 你們所設計的橋樑是哪一種構造？為什麼你們覺得你們所選的構造會比另外一種好？

如何建造一座斜張橋？

- 數學計算：
 - 從橋塔到連結點的水平距離
 - 橋樑水平以上的連結點高度
 - 鋼索的延伸長度
 - 鋼索與橋塔間的連接角度
- 實驗考量：
 - 必須先測試鋼索從不同角度到垂直的延伸情形
 - 以實驗確定鋼索支撐物體時的延伸長度

如何建造一座斜張橋？

- 橋塔垂直於橋樑上，構成直角三角形的垂直邊。
 - 鋼索連接於橋塔上的各點距離應該一致。
 - 同樣地，鋼索連接於橋面橫樑上的各點距離也應該等距。
- 在第一條鋼索固定之後，你可以利用畢氏定理或等比例原理計算其他的鋼索長度。

如何建造一座斜張橋？

註解 [J5]: 你們可以說明如何計算嗎？

- 建造斜張橋時，工程師為了確定鋼索的長度，他們會使用原物比例圖或利用畢氏定理，以計算出所需的鋼索長度、鋼索和垂直線的角度。

註解 [J6]: 如果有範例的話會更好！

張力與收縮力 — 重要！

- 橋上的橋塔負責吸收和處理鋼索的收縮力
- 鋼索會形成張力
- 鋼索的張力與收縮力發生於橋樑各部分的移動載重不平均時，亦即，當一部份的鋼索收縮時，便會引發對角線鋼索的張力。

張力與收縮力的示意圖

讓我們看看斜張橋的形狀

- 鋼索連結點和橫樑構成三角形的形狀 — 當橋樑的移動載重發生時，這個形狀可以讓鋼纜傳送張力。
- 在斜張橋上，鋼索到橋塔上的垂直距離和橋塔到橫樑連結點的水平距離是相等的，而且橋塔與橫樑所夾的角度是90度。
- 鋼索所構成的三角形可以降低震盪幅度。
- 橋塔與橫樑的交會點會構成一個矩形，讓橋樑更加穩固。

註解 [J7]: 你們可以解釋這是什麼意思嗎？

斜張橋形狀的圖片

斜張橋大觀

各種斜張橋的圖片

註解 [J8]: 你們認為哪種斜張橋的設計比較好？

斜張橋的各邊總和

- 紅色三角形的兩邊長度是1，對邊長度是 $1\frac{1}{2}$ ，如果你利用我們所學到的三角形定理：

$$a + b > c; \quad 1 + 1 > 1\frac{1}{2}.$$

- 黃色三角形的兩邊長度是 $1\frac{1}{4}$ ，對邊長度是 $1\frac{3}{4}$ ，所以 $1\frac{1}{4} + 1\frac{1}{4} > 1\frac{3}{4}$
- 上述兩個三角形都很接近等邊三角形，也就是正三角形。等邊三角形是最穩固的三角形。

測量橋樑的圖片

斜張橋的優點

- 只用了一種支撐方式
- 施力均衡
- 鋼索可以分開建造、組裝
- 橋樑構造包含水平負載
 - 這種設計很適合較脆弱的河岸
 - 例如：當河岸屬於沖積泥層時
- 鋼索可以將負載分散到各個區域
- 鋼索從橋塔連結點與橋面上的各點也會構成另一個三角形

註解 [J9]: 什麼是沖積泥層？

- 斜張橋的三角形構造提供更好的內在鋼性。

註解 [j10]: 這段話是什麼意思？

數學 — 幫助我們更瞭解世界

- 工程師需要結合幾何學來建造更堅固的橋樑
- 對工程師來說，更重要的是在必要時進行技術層面的運算，規劃橋樑工程。
 - 如果運算錯誤的話，橋樑甚至會倒塌。
- 對於建造500到2800英尺的中等長度橋樑而言，斜張橋很快地成為橋樑首選。
 - 現代化的外觀— 幾何形狀 (同時滿足視覺享受與橋樑堅固上的要求)
 - 成本效益

註解 [j11]: 這部分適合放在這張投影片嗎？也許放在前面會比較好？

參考文獻

基本資訊

- **Bridge from *Fact Monster***
www.factmonster.com/ce6/sci/A0808901.html
我們從中了解橋樑的基本資料。
- **Basic Bridge Types from *Matsuo Bridge***
www.matsuo-bridge.co.jp/english/bridges/index.shtm
我們從中了解不同類型橋樑的資料。
- **Super Bridge from *PBS NOVA Online***
www.pbs.org/wgbh/nova/bridge
我們從中了解四大類型橋樑的資料。

註解 [j12]: 文獻這部分看起來很棒！我喜歡你們使用的分類方式。

橋樑設計

- **Bridge Basics: A Spotter's Guide to Bridge Design**
<http://pqhbridges.com/basics.htm>
我們研究有關不同類型橋樑的圖及說明。
- **Knowhere: Bridges**
<http://www.polymorf.net/engineer23.htm>
我們從中學習不同類型橋樑的穩定度和結構。
- **Building Big: All About Bridges**
www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/index.html
我們從中學習到橋樑的力、負重、材質和形狀。
- **PBS “Build a Bridge” Game**
<http://www.pbs.org/wgbh/nova/bridge/build.html>
模擬建造橋樑。
- **Understanding: Cable Stay Bridge Design**
<http://videos.howstuffworks.com/tlc/28818-understanding-cable-stay-bridge-design-video.htm>
此影片協助了解斜張橋設計原理。

圖表與照片

- **Brantacan: Cable-Stayed Bridges**
http://www.brantacan.co.uk/cable_stayed.htm
- **Figg Engineering Group**
<http://www.figgbridge.com>