

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱： 達文西橋

一、摘要

達文西橋是一種快速且環保的橋樑結構，常用於童軍斥候工程。本研究旨在探討達文西橋的承載極限是否可以預測。實驗過程中，逐步增加靜載重並觀察橋體下沉高度之間的關係。結果顯示，承載量越大，下沉高度越多，且兩者間呈線性關係，表示達文西橋的承載極限可以換算出來。

關鍵字:達文西橋、橋體載重、承載極限

二、探究題目與動機

達文西橋為一種交叉式拱橋，其原理為摩擦力及重力的基礎原理，不需繩索或黏著劑來固定，較為環保且便於搭建(李等，2019)。

雖然此種橋於日常生活中並不常見，但其搭建快速，可做為緊急使用，亦為目前國內外童軍團常見之斥候工程，筆者本身曾多次搭建達文西橋，引起筆者探究其之動機，故欲藉由此實驗為探討承載物重對達文西橋之影響，以了解是否可預測其承載極限，供日後製作達文西拱橋之風險管理。

三、探究目的與假設

文獻查證

一、影響橋體承載極限之因素

交通部高速公路局[高公局]2020 年 5 月之報告表示，橋梁及結構工程設計注意事項，載重規定可知，橋梁結構須考量靜載重、活載重、溫度變化及梯度、乾縮及潛變、沉陷、地震、風力、施工載重、預力效應等不同因素。

二、達文西橋之搭建方式

搭建達文西拱橋時須先排出一井字形結構，並於中間再放上一根主梁，抬起一側下方之木棍，插入兩根副梁，使其被夾在上下兩根木棍之間，對側亦同，持續重複相同步驟，使橋體不斷架，即可完成其搭建(李等，2019；陳等，2020)。

探究假設

綜上所述，假設靜載重對橋面下降高度之影響有固定關係，可作為預測承載極限使用。

四、探究方法與驗證步驟

實驗設計

一、實驗步驟

- 1.組裝達文西橋並測試達文西橋的初始狀態。
- 2.測量每種物品的重量。
- 3.將物品放置於橋面上，並依次放上等重的物品。
- 4.記錄重物放上後橋面下降的數據。
- 5.測試結束後，修復達文西橋，確保實驗的準確性。

二、實驗器材

冰棒棍若干 (10mm*150mm)、重物若干、電子秤、捲尺。

探究過程

首先搭建達文西橋後，測量橋面固定點之高度 (橋面固定點之高度為 4.8cm)，將電子秤歸零，並分別測量重物 (此次實驗選用硬幣飲料及手機) 之重量，後將重物逐次放上，接著每次測量橋面固定點之高度，並進行紀錄。

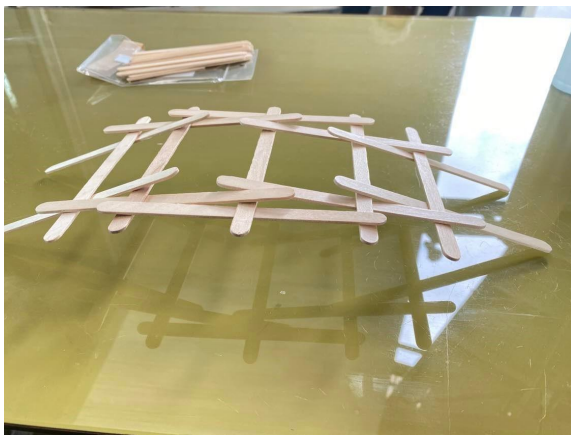


圖 1：達文西橋側面圖

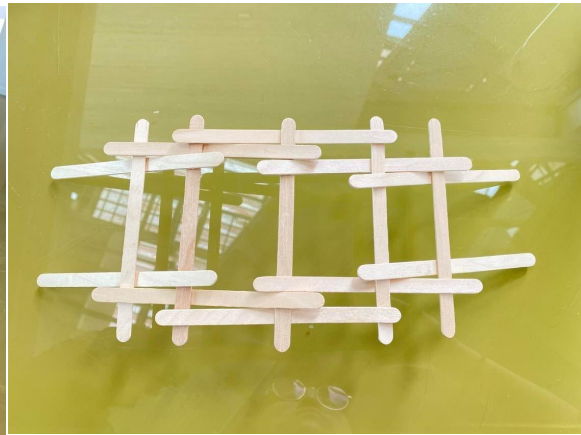


圖 2：達文西橋正面圖

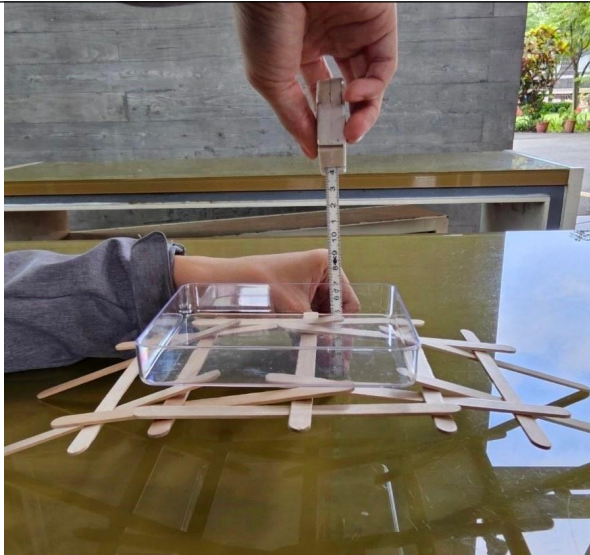


圖 3：測量橋面固定點之高度

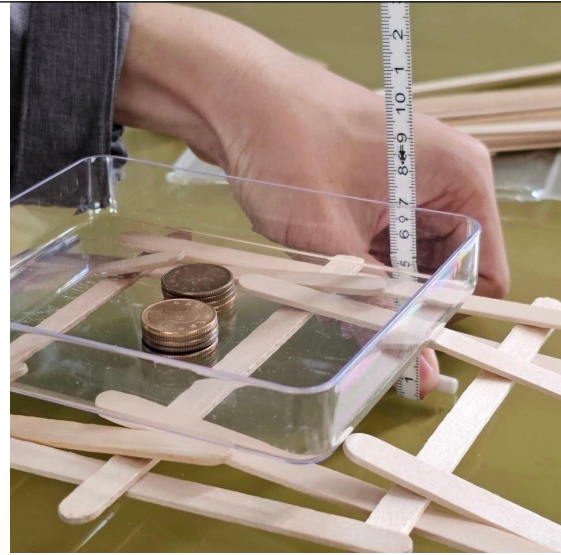


圖 4：放上重物並測量橋面固定點之高度

靜載重物品	重量(gw)
1 元	4.0
5 元	4.5
10 元	7.5
50 元	1.0
手機 iphone11 pro	217.5
舒跑	269.5

表 1：靜載重物品之重量

探究結果

重量(gw)	橋面高度(cm)	下降高度(cm)
0	4.8	0.0
20	4.7	0.1
40	4.6	0.2
60	4.5	0.3
80	4.4	0.4
100	4.3	0.5
120	4.2	0.6
140	4.1	0.7
160	4.0	0.8
200	3.8	1.0
540	2.4	2.4
760	1.0	3.8

表 2：載重量與橋體下降高度之關係

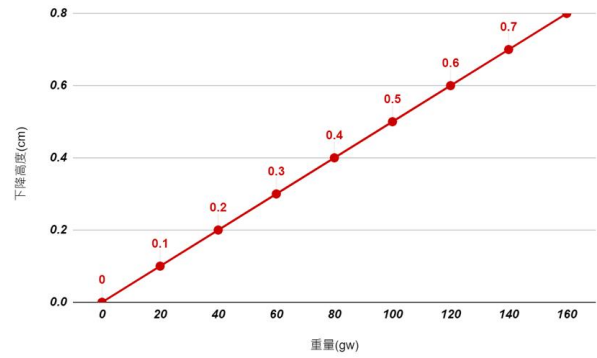


表 3：增加等重與橋體下降高度之關係

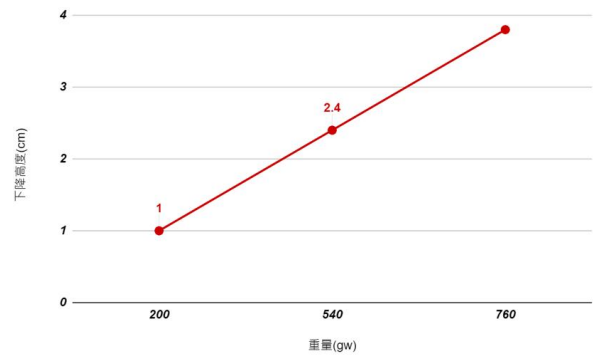


表 4：增加不等重與橋體下降高度之關係

五、結論與生活應用

討論與結論

經實驗結果可知若只改變靜載重，其餘因素皆固定之情況，會改變橋體之結構強度，與高公局之報告內容相符。

橋面上物品重量每增加 20 公克，橋面則會下降 0.1 公分，橋面高度與物品重量呈線型下降。經由此實驗結果，便可知曉靜載重對達文西橋之載重能力為可預測的，便可換算其乘載極限，以了解可承受多安全之重量。

因第一次搭建達文西橋時，未實測達文西橋之承載極限，後續想起，經過搭建後，發現因搭設角度不同，達文西橋的橋面高度也有所差異。下次製作時，應直接測至橋體坍塌。

限制與困難

本次實驗遭遇之較大限制與困難為材料之取得不易，原先使用竹筷搭建，但因竹筷易滾動，故僅採用單一尺寸冰棒棍做測試，而未比較不同尺寸之冰棒棍及實際搭建之大型達文西橋是否有相同之正比關係，亦無採用其他材質之物品做測試，建議未來可變換多種尺寸及材質之材料（例如：金屬），以得到更有效之實驗結果。

改進與建議

實驗方法：本次實驗僅使用單一尺寸木條，未探討不同尺寸或材質對達文西橋承載極限的影響。未來可以將實驗範圍擴展至多種尺寸和材質的木條，以獲得更全面的結果。

資料分析：本研究僅探討了靜載重對達文西橋的影響。未來研究可以考慮其他影響橋樑承載極限的因素，如溫度變化、乾縮、潛變、沉陷、地震、風力等，以更全面地了解達文西橋的性能。

應用範疇：本研究主要針對童軍斥候工程中的達文西橋，未來可以將研究範疇擴大至其他應用場景，如緊急搭建橋樑、臨時橋樑等，以瞭解達文西橋在這些情況下的性能表現。

生活應用

達文西橋為目前國內外童軍團常見之斥候工程，此實驗結果可供日後童軍團搭設達文西橋時，預測承載力極限之參考。

跟據文獻資料查證後，位於土耳其博斯普魯斯海峽口的金角灣，目前尚存有以達文西橋為基礎結構設計之橋梁真實案例，因其強大之結構，至目前為止仍尚未坍塌，由此可知，達文西橋之強大的承載力，若不考慮其餘因素，方可利用本實驗計算出橋梁之承載極限(李等，2019)。

參考資料

交通部高速公路局(2020年5月)·橋梁及結構工程設計注意事項。

[https://www.freeway.gov.tw/Upload/DownloadFiles/發文附件2_橋梁設計注意事項\(初版\)%20109.05.04\(頒定稿\)_250654.pdf](https://www.freeway.gov.tw/Upload/DownloadFiles/發文附件2_橋梁設計注意事項(初版)%20109.05.04(頒定稿)_250654.pdf)

李紹陽、林弘軒、吳惠雯、廖小萍(2019)·達文西橋·中華民國第59屆中小學科學展覽會作品說明書·082902。

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-082902.pdf>

陳郁云、王雪蓉、劉惠玲、葉于璇(2020)·美「力」新視界·高雄市立第39屆國民中小學科學園遊會。

https://nsf.wfjh.kh.edu.tw/sf/writable/uploads/workfile/2020_553609.doc