

2023 iBridge 盃橋梁載重暨創新設計競賽計畫書

一、目的：

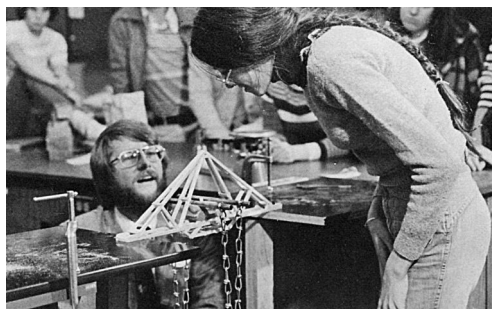
為強調獨立思考與動手做的精神，本活動以設計木條為基礎設計各種創意橋梁，並藉由數位化測量的方式提升學生多元科技教育，藉由動手操作來激發學生之創意為目標，最終達到推廣橋梁結構與其科學相關教育之目的。

二、簡介：

長久以來，橋梁系統為國家基礎建設之重點，影響整體經濟之發展，扮演貨物暢通之樞紐。且由於台灣地區屬於多山環境，東西向河川分布各地，於鐵路與公路路網開發過程中，實需佈設橋梁以跨越河川等天然障礙，因此台灣地區現有六公尺以上橋梁逾二萬座；基於橋梁之於民生經濟重要性而言，對此如何利用有限的經濟資源，對橋梁設計上能確保橋梁之安全性並發揮其最大效益，便成為我國最重要的課題之一。

隨著科技進步與橋梁設計需兼具環境與美感的提升，如何設計並建造富含美學與安全兼具的橋梁為現今工程師的一大挑戰，透過與成功大學土木工程學系主辦與廣天國際有限公司協辦之方式，並以增加學生對於橋梁結構之認識與理解，以及對於其國際觀與國際接軌能力之提升為目標。

第一個 Vernier 盃橋梁載重競賽起始於 1986 年美國克里夫蘭市，後來則在奧瑞岡州舉辦，早期採用吊掛水桶的方式慢慢增加重量並在破壞橋梁時記錄下重量，之後一直在美國延續迄今，老師或學生都對此深深著迷。



圖A 1986年「首屆Vernier 橋梁載重競賽」

(資料來源：<https://www.vernier.com/2019/08/05/celebrating-dave-verniers-50-years-in-education/>)

鑒於許多老師都表達其深具科學教育之意義。2023 年由成功大學及廣天國際共同規劃，以成功大學土木工程學系為核心，主辦亞太區 2023 年橋梁載重暨創新設計競賽，將邀請香港、菲律賓、日本及中國等亞洲國家共同參與。

三、 辦理單位：

- (一) 指導單位：中國土木水利工程學會、國家實驗研究院國家地震工程研究中心
 (二) 主辦單位：國立成功大學土木工程學系
 (三) 協辦單位：Vernier、廣天國際有限公司、小史塔克科學工作坊

四、 競賽活動內容：

- (一) 競賽時間：
- 高中職組：112 年 6 月 3 日（六）
 - 國中小組：112 年 6 月 4 日（日）
- (二) 競賽地點：國立成功大學土木系館
 701401 台南市東區大學路 1 號

賽程時間(暫定)：視報名隊伍數調整，多於 40 隊以上，賽程時間會調整。

時間	比賽項目
9:00~9:30	選手報到
9:30~10:00	開幕典禮及裁判規則說明
10:00~12:30	競賽施作
12:30~13:30	休息時間
13:30~16:30	各隊評分並進行量測
16:30~16:50	成績統計及公布
16:50~17:30	頒獎及閉幕典禮

(三) 比賽隊伍

組別	隊伍限制
國中小組	48 隊
高中職組	48 隊

(四) 競賽獎勵辦法：

各組別比賽獎勵，依成績高低錄取，成績為 0 者，不列入。

- 第 1 名 1 隊：頒發成大土木系獎狀一紙。
- 第 2 名 1 隊：頒發成大土木系獎狀一紙。
- 第 3 名 1 隊：頒發成大土木系獎狀一紙。
- 優勝 10 隊：頒發成大土木系獎狀一紙。(優勝隊數量將依實際報名隊伍數調整。)

得獎隊伍指導教練頒發指導證明狀一紙。

若有贊助獎項，於賽前公布。

(五) 競賽規則：詳如附件一所示。

五、報名方式

(一) 請依競賽組別報名，每隊須選定一名隊長。

(二) 限網路報名，報名時間自即日起至 5 月 31 日 (三) 17:00 時止。6 月 1 日 17:00 時前未完成匯款者視為未完成報名。

(三) 報名網址：<https://forms.gle/byVTaomTDyoL6pby7>

(四) 競賽報名與材料費用

大會提供場地及展示背板，進入比賽當天後，大會提供材料包，組裝用各式膠水與切割用具請自備，每隊報名與材料費用為 NT\$900 元整，包含材料包、保險與當天隊員午餐。材料包內容包括：

- 巴爾沙木：2.5*2.5*750mm，14 條



圖 B: 比賽材料包照片

六、活動成果發表

將此次活動的作品及比賽精彩過程之影音光碟記錄，將公布於活動網站，並可作為主辦、協辦、承辦與贊助單位以非營利之目的使用，以作為日後教學及活動上的參考。

2023 iBridge盃橋梁載重暨創新設計競賽規則

一、總則

(一)活動名稱

『2023 iBridge盃橋梁載重暨創新設計競賽』(以下簡稱為本競賽)。

(二)競賽規則適用說明

適用於本活動進行期間，若有未盡事宜或規定，將於競賽說明會宣佈。

(三)參賽資格

全國各公私立國小、國中、高中(職)在校學生，符合參加資格者均可報名組隊參加。

- 國中小組: 國小四年級至國中三年級學生 (GRADE 4-9)，每組 3 人。
- 高中職組: 高中一年級至高中三年級學生 (GRADE 10-12)，每組 3 人。
- 可跨校組隊參加，不得混組別，例如：小六生和國三生屬於國中小組，可組隊參加；但國三生和高一生分別為國中小組和高中職組，故不得一起報名。指導老師為 1 名。

二、創意設計競賽規則

作品成品必須可自行站立，並於現場由參賽者口頭報告並說明他們設計的橋梁結構設計理念和想法。在此部分，學生可以透過創新和想像力來展現他們的創造力和技術水平，並且詳細地解釋其設計的過程和思路，以評審參賽者對於橋梁的載重和結構設計能力，以及對於新穎的設計理念和想法的掌握程度。

三、科學競賽規則

(一)使用器材說明

1. 限使用本競賽指定之材料包。
2. 除規則另有說明外，參賽隊伍若未使用上述指定之材料包，主辦單位將有權取消該隊參加競賽之資格。
3. 參賽隊伍需自備以下比賽用文具器材以利製作修整: 例如美工刀、切割墊、剪刀、AB膠或3秒膠(以快乾黏著劑為必要選項)、鉛筆、直尺、圓規、量角器、砂紙等以利裁切、黏合。
4. 參賽隊伍於進場時應自行斟酌所需的備用文具器材(如黏著劑)。
5. 現場不提供電源，如有需求，請自備筆記型電腦(含電源)、手機網路或隨身電源。

6. 除指定要項外其他材料不拘，設計作品必須可放上材料結構測試儀(如圖 1)測試方可參加競賽。
7. 創意設計海報可事先製作，並帶至現場張貼於審核區(海報大小不得大於 A1 尺寸)。
8. 參賽隊伍需自備護目鏡，並在製作橋梁時，每位成員需全程使用，如被裁判提醒，屢勸不聽者，將取消參賽資格。

(二) 橋梁材料說明：

1. 每個參賽隊伍必須擁有自己的材料包。您將不被允許修改另一個參賽隊伍的橋梁後並將其用於測試。各參賽隊伍間也不能共享一個材料，並只更換部份部件的方式來參加測試。
2. 橋梁必須僅由材料包中官方提供的巴爾沙木(飛機木)和任何常用黏合劑所構成。
3. 官方巴爾沙木(飛機木)可以以任何方式開槽、切割、打磨或層壓，但仍必須可識別為原始官方巴爾沙木。
4. 不得使用其他材料，橋梁除美勞顏色使用外，不得以額外方式沾染、塗漆或塗上任何異物。
5. 您不允許使用預先製造出的任何橋梁部件。
6. 您的橋梁必須能獨立自行站立，主辦單位不會提供任何支架。
7. 金屬、有機玻璃和類似的刀片材料將被嚴格放上測試儀測試，同時也嚴禁使用訂書針、圖釘、釘子等尖銳物於組件中。

(三) 結構規格說明：

1. 本競賽載重測試將使用 Vernier Go Direct 結構測試儀測試(如圖 1)，本測試儀規格如下：
 - 測試儀尺寸：45 cm × 50 cm × 20 cm
 - 測試儀重量：10 Kg
 - 載重感應器：範圍 0 至 1,000 N / 解析度 0.1 N
 - 位移感應器：範圍 0 至 7 cm / 解析度 1.0 μm



圖1 Go Direct 結構測試儀示意圖

- 橋的重量不得超過 **25 公克**。
- 橋梁（見圖 2）必須具有 **30 cm** 的跨度 (S)，長度 (L) 不超過 **40 cm**，高度 (H) 不超過支撐面上方 **18 cm**，且寬度 (W) 不得大於 **7 cm**，其水平負載平面的最大高度 (P) 不得超過支撐面上方的 **8 cm**，且橋梁結構不得向下突出支撐面以下。
- 橋必須建造成在三個可能的負載位置各自提供一個水平支撐面，以便於中點和中心偏左右 6 cm 的位置進行負載測試，這三個位置會在測試之檢查前由參賽者從橋的任一端清晰且連續地標示為「1, 2, 3」。橋梁結構必須允許從加載平面的上方安裝載重板，並向下鎖固螺桿。
- 橋必須在支撐面上方至少有 **6 cm** 的空間 (C1) 以供穿過，此間隔最短長度 (C2) 為 **16 cm**，並在橋的中點處居中。橋結構的任何部分都不得建造在此間隔區域內，且一個 **6 cm** 高、**16 cm** 寬的長方塊必須能夠在橋下方輕鬆通過。

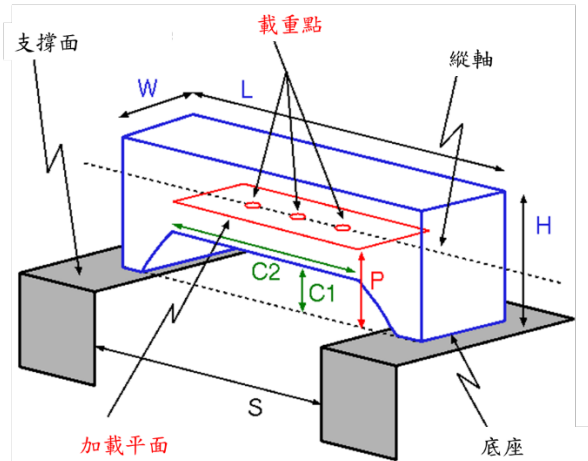


圖2 橋梁結構規範示意圖(未照比例繪製)¹

- 橋梁的建造必須在正中心可能的載重位置中為載重提供水平支撐。加載平面上方結構的任何部分都必須為加載板和延伸到板下方的螺栓提供空隙。

(四) 橋梁載重說明：

- 載重將通過一個 **50 mm** 正方形板（見圖 3）向下從下方施力，加載板的厚度(t)至少為 **5 mm**，並在其中心以下有一個標準 **5.83 mm** 直徑的螺桿與吊環螺栓，加載板將水平放置，其兩側與橋的縱軸平行。
- 三個載重位置將位於水平載重面(P)上。中心位置（標號為“2”）將位於橋的中心點。另外兩個載重位置（標號為“1”和“3”）將從中心向橋的兩端各 **60 mm** 處。
- 在比賽當天，所有隊伍開始測量前，裁判將抽籤決定使用三個編號載重位置點中的哪一個，並對所有橋梁都使用相同載重位置點。

¹ 圖中標示的尺寸如下：S = 30 cm(固定值)；L = 40 cm(最大值)；H = 18 cm(最大值)；W = 7 cm(最大值)；P = 8 cm(最大值)；C1 = 6 cm(最小值)；C2 = 16 cm(最小值)。

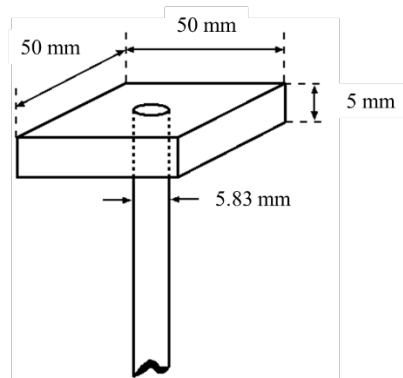


圖 3 加載板規格示意圖(未照比例繪製)²

(五) 測試儀測試說明：

1. 隊伍到達後，先進行橋梁總重量與尺寸大小量測並由裁判紀錄，接著您隊伍將有一分鐘時間在結構測試儀上放置您的橋梁。
2. 參賽者須在支撐面上將其橋梁置中，並使螺栓從指定的載重點下伸。
3. 加載板將在裁判選定的載重點位置，使螺栓從指定的載重點下伸，載重板的兩個邊緣需平行於橋的縱軸，載重將向下施加。
4. 一旦您的橋梁架設於結構測試儀上並連接到數據收集系統，測試裁判將詢問您的團隊是否要對此破壞測試進行測試。如果您的隊長說是，裁判將要求您的隊員開始轉動 Vernier 結構測試儀的加載輪，並收集您的橋梁三分鐘或三分鐘內破壞時的載重(N)與位移(mm)數據。
5. 如果您的橋梁在開始測試後斷裂或翻倒，裁判會詢問是否完成此次測試，如您隊長回答是，將會以測得的測試數據為成績。如回答否，將仍會完成三分鐘之測試數據收集。
6. 測試開始後，需於三分鐘內，自行穩定轉動下面轉動輪直到橋梁失效(破壞)為止。
7. 如果載重達到 50 kg，橋梁仍未失效(破壞)，比賽載重將停止在 50 kg。
8. 橋梁失效時如超過 50 kg，仍以 50 kg 作為有效載重來計算。
9. 橋梁失效的定義為橋梁無法承受額外的載重而損壞，或載重位置下的位移超過 25 mm，也將判定橋梁失效，兩者以先發生者為準。
10. 您的數據輸出將使用 Vernier 數據記錄系統計算，該系統可同時收集載重和位移數據。
11. 完成測試後，將會由裁判即時印出兩張輸出成績表，請隊長簽名後繳回一份，並帶回一份做為參考。

(六) 其他注意事項：

1. 在測試之前，裁判將檢查所有結構和材料要求。不符合這些要求的橋梁將被取消資格。
2. 如果在測試過程中出現明顯的情況（即發現使用不合格的材料、無法支撐加載板、僅設置一個載重位置點等），這違反了規則該橋梁將被取消資格。

² 加載板為邊長 50mm 正方形，厚度為 5mm，中心附有一個 5.83 mm 直徑的螺紋栓。

3. 此項競賽需用到自行準備的刀片、剪刀等裁切工具、黏著劑及測試中散落飛射等零件都具有危險性，請替欲參賽學生報名的導師、家長及學生自行衡量是否有能力參加並注意自身安全。
4. 每位參賽選手必須自備護目鏡，並於全程競賽中掛戴，眼鏡不能視為護目鏡，違者等同放棄競賽。
5. 現場須遵守大會人員指示及安排指定位置、操作方式，否則取消該隊參賽資格。
6. 表定選手報到時間截止後 30 分鐘內仍未完成報到該隊將視同棄權。
7. 當日每隊報到參與競賽人數未滿三人時該隊以棄權論。
8. 比賽期間，除選手外其他人等不得進入比賽場地。
9. 裁判對裁決和爭議有最終決定權。

四、 競賽總成績計算方式

本次成績將分兩部分評分：科學競賽(60%)與創新設計(40%)。

(一) 科學競賽評分說明

將使用數據記錄軟體收集您的橋梁在三分鐘測試內的最大載重量並計算結構有效值(E)，其公式如下：

$$\text{結構有效值}(E) = \frac{\text{最大載重量(最大值 } 50,000g, \text{ 單位}g)}{\text{橋梁重量(單位}g)}$$

備註：如量測超過 50 kg，以 50 kg 計。

各參賽隊伍的結構有效值(E)輸出將相對於其他競爭者的排名，排名數據將利用 T 學生分布轉化百分比，另每個參賽隊伍將獲得與其排名相對應的積分。

(二) 創新設計評分說明

評分委員會將在競賽施作與測試過程中對您隊伍的橋梁設計進行檢查。參賽隊伍由評審進行 5-10 分鐘的訪談是為了更好地了解您隊伍在設計和測試橋梁時所經歷的過程。您應該準備好討論並說明您在設計中加入的選擇。

裁判可能詢問參賽隊伍之問題如下：(不限此內)

1. 在製造橋梁時，您遇到了哪些障礙或挑戰？
2. 您是如何平衡系統的？
3. 您如何確定要使用的材料數量？您做過任何實驗嗎？
4. 您使用了哪些技術來增加橋梁的載重？
5. 結構上面臨最大的挑戰是什麼？
6. 討論您的設計想法與理念，包括創意，經濟或環境決策。
7. 如何減輕結構物的重量？

8. 你的設計最大的特色和別人最不一樣的地方是什麼？

五、橋梁載重測試範例圖

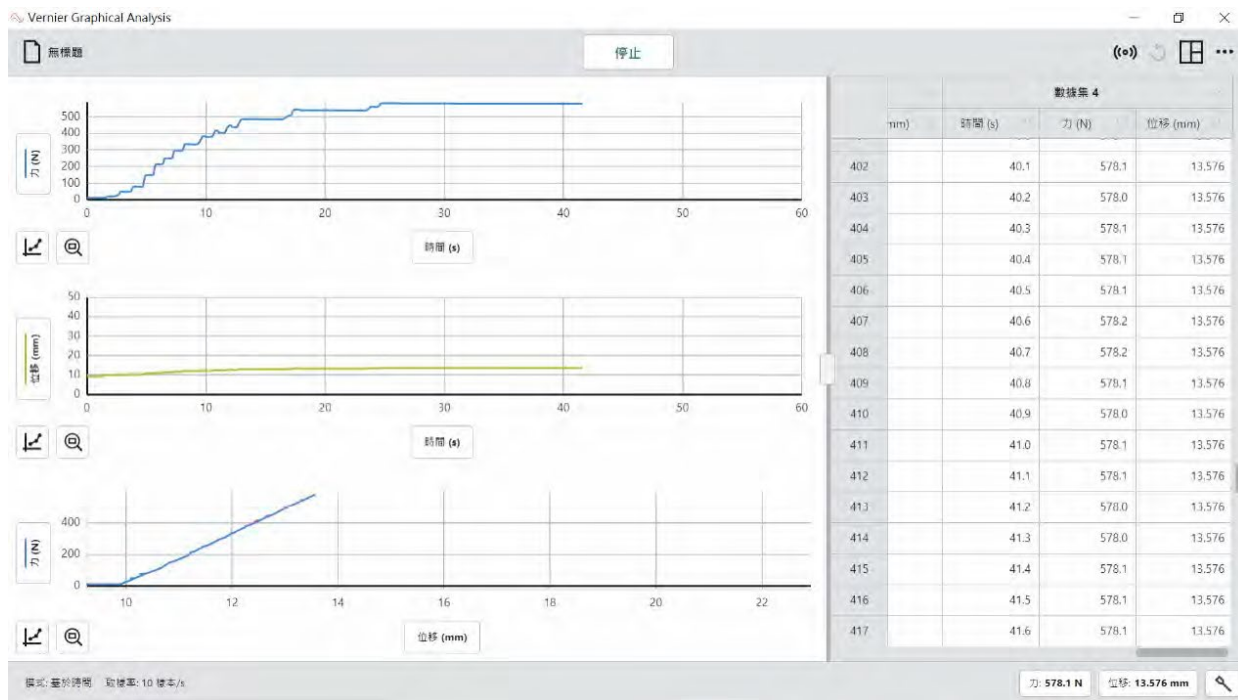


圖4 橋梁載重測試範例圖