

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

### 題目名稱：土壤液化地層下討論穩定的地基結構

#### 一、摘要

本研究是為了測試自製地震模擬裝置是否成功運行，地震模擬水平搖晃，成功之後我們開始改變本研究想透過模擬地震實驗，找出發生土壤液化時，最穩固、最不容易坍塌的地基結構。實驗透過記錄施力加速度、土壤液化所需時間和各式地基搖晃所需時間，找出最穩固的地基結構。

研究發現地基長度長的比短的穩固，地基方向柱狀地基比向外地基穩固，而向外地基比向內地基穩固，柱狀地基我們做了三角形、正方形和六邊形，六邊形地基比正方形地基穩固，正方形地基比三角形地基穩固，而柱狀地基排列方式四角排列比三角排列穩固。

#### 二、探究題目與動機

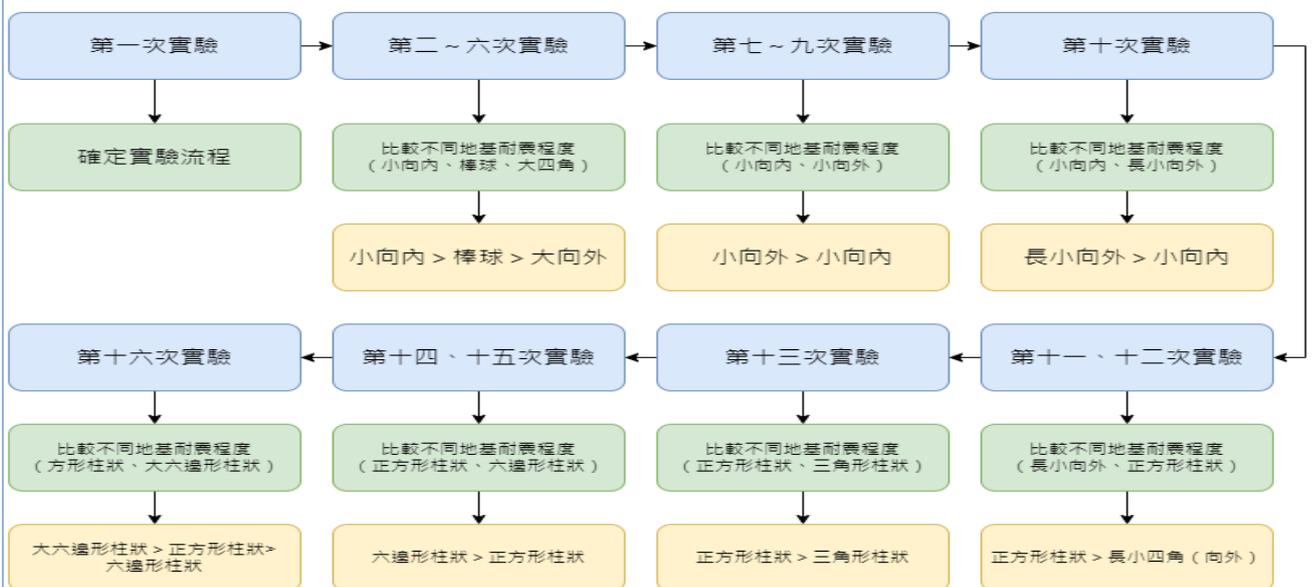
在民國 112 年 9 月時，發生可怕的台北大直崩塌案，我們看到新聞時感到非常震驚，無法想像建築物會在一瞬間從地面上消失。於是開始尋找造成大直崩塌案的原因，才發現是工地在開挖地基時沒先做好打底，加上現場土質鬆軟，才會在持續開挖後地基變形，最後整棟崩塌。我們知道當土質鬆軟且含水量過多的時候，非常容易發生土壤液化，而且還會影響地基的穩定度。但發生劇烈搖晃時，土壤的地下水位夠高，都可能發生土壤液化，我們要找出土壤液化下最不容易倒塌的地基形狀及排列方式。

#### 三、探究目的與假設

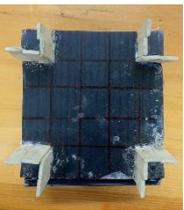
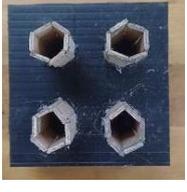
我們尋找在土壤液化下最穩固的地基結構，透過不同地基模型的比較，找出簡單又穩固的地基結構，讓我們的建築，能以最安全、最堅固的形式，保護我們房屋安全。

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### (一)研究架構



## (二)研究設備及器材

名稱	用途	名稱	用途	
壓克力箱、土、乒乓球、黑色鐵盤	進行實驗	冰棒棍、美工刀、熱熔膠、麥克筆、PP 版	製作地基	
大向外地基	棒球地基	小向內地基	小向外地基	長小向外地基
				
正方形柱狀地基	三角形柱狀地基	六邊形柱狀地基	大六邊形柱狀地基	
				

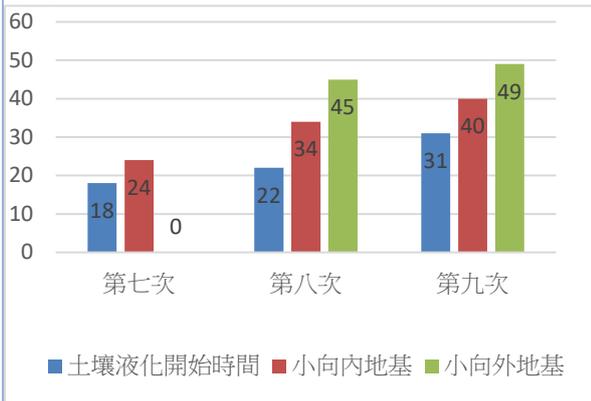
## (三)實驗設計



我們在壓克力箱裡面加水、土，接著把地基模型安插在土上。壓克力箱下方放置乒乓球，使裝置能順利搖晃。

我們水平搖晃土壤液化裝置，直到出現明顯結果，並錄製影片，觀察土壤液化時間，和地基搖晃時間，算出搖晃的地震強度。

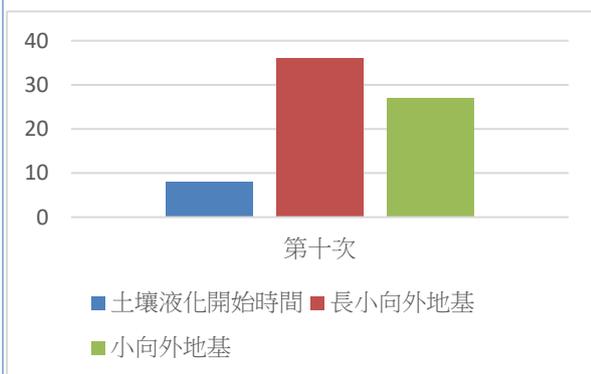
#### (四)實驗結果



第七到九次實驗要比較向外地基和向內地基穩定度的差異，小向內地基模型先開始搖晃最後倒塌，小向外地基有發生搖晃，但沒有倒塌。我們確定了地基方向向外較穩固，所以我們想找其他的變因。想到了做實驗時我們都把地基完全插入土中，因為這樣比較穩固，那如果我們把地基長度增加，更深入土中，會不會更穩固？下次的實驗我們要來比較地基長度對穩定度的影響。



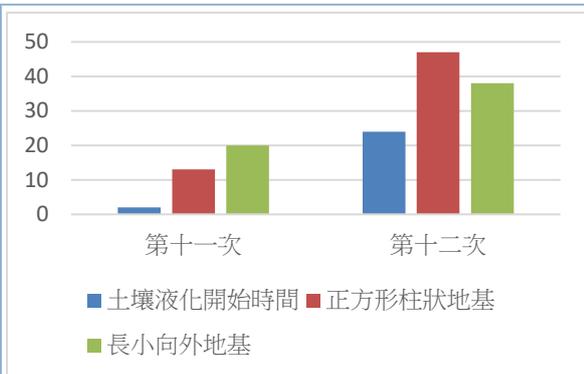
左圖的實驗是要比較地基方向向內和向外對穩定度的影響，左圖中向外地基崩塌，甚至整個顛倒。向外地基只有右邊隆起，所以向外地基比向內地基穩固。



第十次實驗要比較地基長度對穩定度的影響土壤液化後，小向外地基模型先開始搖晃，過了 9 秒後長小向外地基才開始搖晃，最後只有小向外地基模型鬆脫後飛出。確定了地基長度較長確實比較穩固，我們就想到支撐我們房子的是梁柱，地基如果是柱狀會不會更穩固？所以我們製作了正方形柱狀地基。



左圖的實驗要比較正方形柱狀地基和長小向外地基的穩定度，向外地基（左邊）脫離土層，靠牆傾倒，正方形柱狀地基上方小部分脫離，所以正方形柱狀地基（右邊）比長小向外地基穩固。

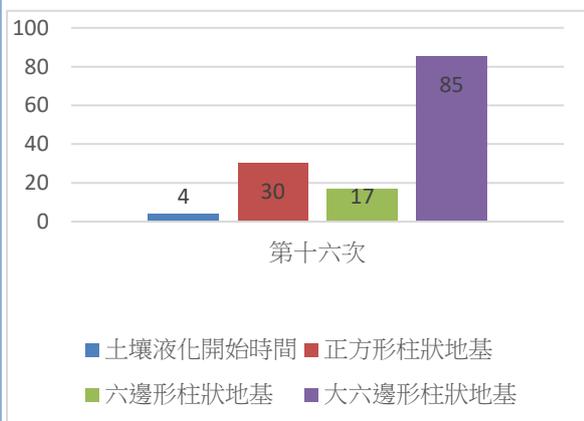


第十一次實驗長小向外地基比較穩固，我們發現正方形柱狀地基並未完全插入土壤，且地基內也沒有土壤殘留，我們推測地基中空部分原有的空氣壓縮了土壤，使土壤無法進入地基。

第十二次實驗，我們在地基柱上戳了小孔，讓空氣可以排出，最後長小向外角地基模型徹底飛出，而正方形柱狀地基還有一部分留在土裡。正方形柱狀地基中間沒有空氣且完全插入土壤時，抓地力比較強。



左圖實驗室要比較地基長度對穩定度的影響，小向外地基（右邊）整個傾斜，只剩一小部分的地基在支撐，長小向外地基，只有些微轉向，所以長小向外地基比小向外地基穩固。



確定了柱狀地基是較穩固的排列方式，想來做其它形狀的柱狀地基，在想的時，看到 p p 版側面為六邊形，聯想到蜂巢也是六邊形，覺得一定又他的道理，所以就做了六邊形柱狀地基，和大六邊形柱狀地基。此次實要比較六邊形柱狀地基和大六邊形柱狀地基跟正方形柱狀地基穩定度的比較，其中六邊形鬆脫最嚴重，而位於中間的正方形柱狀地基較六邊形柱狀地基穩固。但位於側邊的大六邊形則幾乎沒有鬆脫，這說明大六邊形柱狀地基最穩固。



左圖實驗要比較正方形柱狀地基、六邊形柱狀地基，和大六邊形柱狀地基的穩定度，六邊形柱狀地基鬆脫最嚴重，在來是正方形柱狀地基，大六邊形柱狀地基則幾乎沒有鬆脫，所以大六邊形柱狀地基是最穩固的。

前面的實驗結果都非常明顯，搖晃和崩塌程度都非常嚴重，很快就能淘汰掉不良的地基，但到了最後一次實驗結果非常不明顯，要仔細的觀察才有辦法比較出哪個地基較穩固，這也代表，我們的地基是朝好的方向發展，有越來越進步的趨勢。



## 五、結論與生活應用

### (一)、結論

1. 地基間距過大會導致無法穩定整個房屋。
2. 地基建構方向：柱狀 > 向外 > 向內。
3. 地基長度：長 > 短。
4. 柱狀地基形狀：六邊形 > 正方形 > 三角形。
5. 柱狀地基排列方式：四方形排列 > 三角形排列。
6. 晃動力度不同會造成土壤液化狀況不平均。
7. 柱狀地基的內角角度越大，就越不能把土掃出空間，就越穩固。
8. 地下水位越高，土壤就越容易液化。

### (二)、生活應用

我們希望能將我們的研究推廣給社會大眾，盡可能減少土壤液化帶來的災難，讓社會大眾的人身安全獲得保障，未來如果要在土壤液化高潛勢區建房子，就可以選用我們的地基。

### 參考資料

書名：觀念地球科學 .II, 地殼. 地震，作者：Frederick K. Lutgens、Edward J. Tarbuck、Dennis Tasa，譯者：蔡菁芳、王季蘭，出版日期：2012/10/12，ISBN：9789863200383

書名：臺灣的土壤，作者：陳尊賢，版本：第一版，ISBN：9868015448

書名：這樣買房子最安全，作者：曾慶正，版本：第一版，ISBN：9789868618169

土壤液化潛勢查詢系統 <https://www.liquid.net.tw/cgs/public/>