

2023 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：別假「樁」地震——地樁對房屋抗震效果之探討			
一、摘要			
<p>本實驗旨在探討地震時地樁深度和地層土壤對耐震效果的影響。我們利用手邊器材模擬地震，將分別進行改變地樁深度與改變地層土壤的實驗，觀察不同條件下的耐震效果並進行比較。</p> <p>結果顯示，地樁深度越深，其耐震效果較好，而校園土壤耐震效果較海沙好。在實驗討論時也發現房屋倒塌前，皆有地基裸露現象，但不需要所有地基揭露出地表，露出約 1/3~1/2 地基便會倒塌。</p>			
二、探究題目與動機			
<p>台灣因為位於環太平洋地震帶上，地震頻繁發生。且每次一有較大的地震，總會看見身旁環境出現災情，為了減少地震的破壞力，我們想要研究如何讓建築物更加耐震。</p> <p>在查閱相關文獻後，我們改變地樁的深度和土壤種類，觀察它們的耐震效果。透過這次的研究，我們希望能對於房屋抗震效果有更大的了解與認識。</p>			
三、探究目的與假設			
<ol style="list-style-type: none">1. 不同地基樁深度對於房屋耐震效果的研究 預測結果地基越深越不易倒塌、越耐震2. 不同地層對於房屋耐震效果的研究 預測結果不同土壤的抗震效果不同，校園土壤與細沙比起來更耐震			
四、探究方法與驗證步驟			
文獻探討			
標題	研究目的與研究結果	對我們的幫助	出處
搖一搖，天崩地裂	<ul style="list-style-type: none">● 利用簡易結構建造房屋● 除了觀察倒塌時間外也可以觀察倒塌時的現象● 利用搖擺機器當作震源	<ul style="list-style-type: none">● 模擬地震的器材除了自己手做外，也可以利用現有健身器材	全國科展第 52 屆， 國小組 地球科學科
震「骨」鏢「筋」- 模擬鋼骨結構、剪力牆等 抗震效果	<ul style="list-style-type: none">● 地震模擬有 P 波與 S 波● 教具頂點珠與造型棒方便連結，但具有彈性與現實相差甚遠	<ul style="list-style-type: none">● 地震時有 P 波與 S 波，雖然 P 波不易造成破壞，但會造成地層結構變鬆散● 教具可以讓實驗更方便，但會遠離現實，控制便因要控好。	全國科展第 60 屆 高級中等學校組 工程學(二)科

實驗設計、不同地基深度對房屋抗震效果的影響

器材架設：

自製地震平台	說明
	由震動按摩器，足部搖擺器以及公文籃組成的地震平台

實驗步驟：

步驟一、利用造型棒與頂點珠製作出相同的三層樓高塔並分別加入 3 公分、5 公分、7 公分的樁地基

步驟二、將樁地基 3 公分高塔地基插入海沙土中

步驟三、以 P 波震動 5 秒後停止 3 秒，開始錄影同時啟動 S 波第一檔位震動

步驟四、達「終止條件」將影片放入 TRACKER 追蹤軟體中分析

步驟五、將樁地基改為 5 公分、7 公分重複步驟二~四

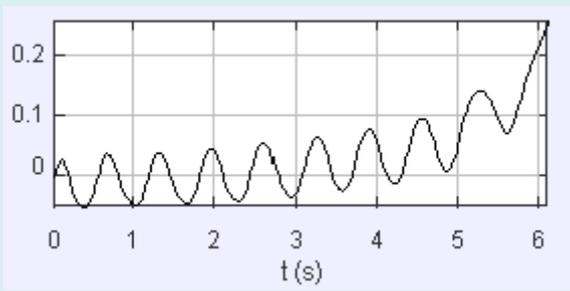
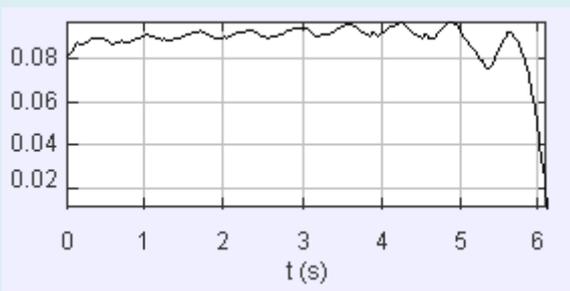
步驟六、將步驟二的海沙替換成校園土壤，重複步驟二~五

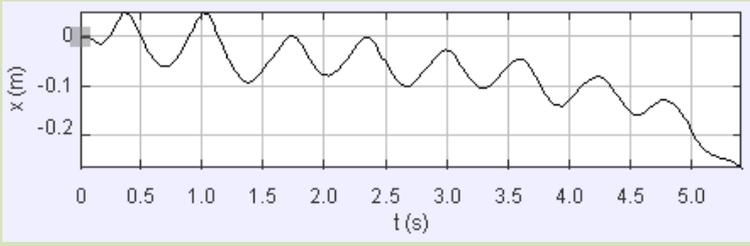
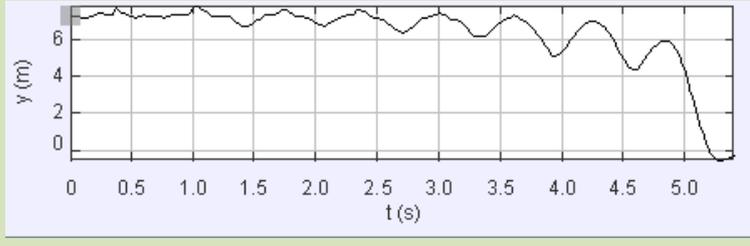
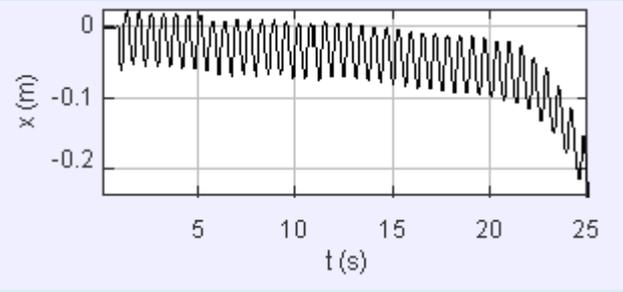
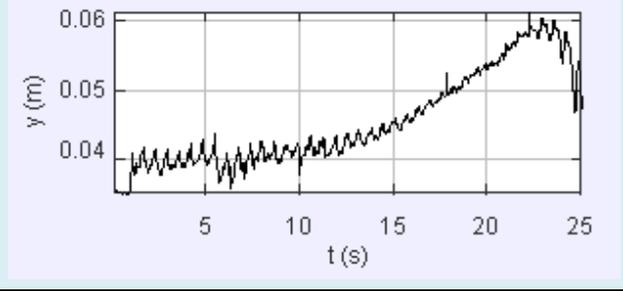
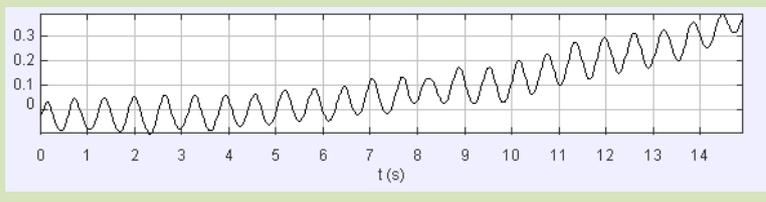
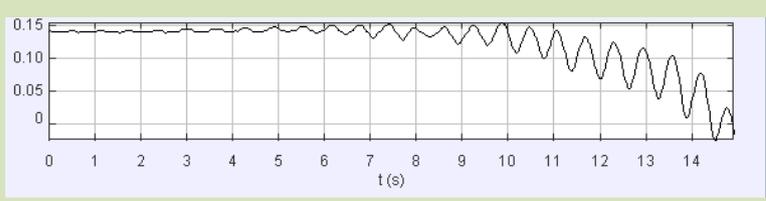
終止條件：

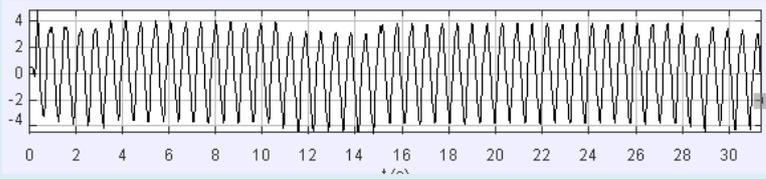
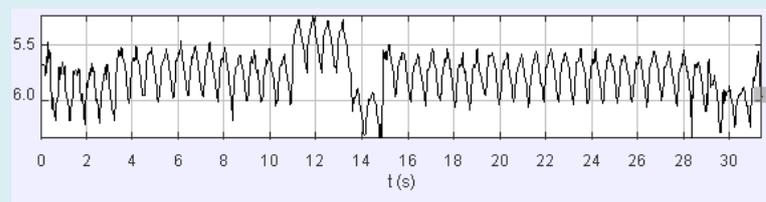
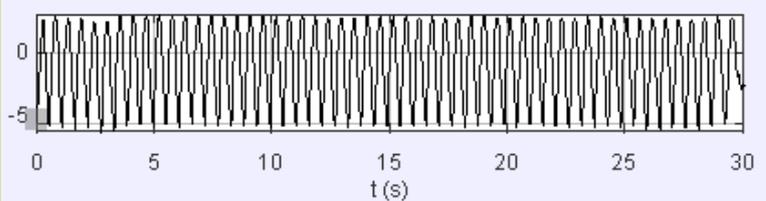
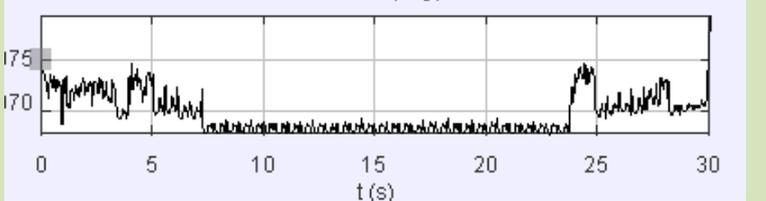
若沒有完全倒塌，則搖晃 30 秒後將 S 波震動調至 2 檔再震動 30 秒即停止

若於搖晃中完全倒塌，分析至倒塌時間

實驗數據與分析：

名稱	狀態	分析		說明
樁_3公分	海沙	水平分析		震動漸漸偏右邊，六秒即倒塌
	垂直分析		可以看出整體先經過振動抬升，最後才倒塌	

	土壤	水平分析		地震一開始便剩下兩根地基扎根，大樓逐漸偏左傾。
		垂直分析		地基並無抬升便倒塌
樁_5公分	海沙	水平分析		震動漸漸偏左邊，約23秒倒塌
		垂直分析		可以看出整體先經過振動抬升，最後才倒塌
	土壤	水平分析		整體逐漸右傾，最後碰到教具盒而終止。
		垂直分析		上下盪幅度漸增，且可以看出一開始地基抬升

樁_7公分	海沙	水平分析		追蹤點搖晃程度並未改變，且最終沒有倒塌
		垂直分析		追蹤點平均高度無升高，最終未倒塌(其中間的起差異達1公分，是追蹤點的大小)
	土壤	水平分析		整體未倒塌
		垂直分析		上下變動差異約0.5公分，是追蹤點的大小

討論：

1. 以上實驗結果表明，樁式基腳的長度與耐震效果呈現正比關係，這與我們的預測相符。進一步探討可發現，隨著基腳插入地層的深度增加，基腳受到的支撐力也會增加，從而提高了整個建築物的抗震性能。
2. 經過對土壤與海砂進行比較後，我們發現在相同地基長度的情況下，土壤表現出更好的耐震性能，這與預測結果一致。環境因素可能是影響土壤與海砂差異的關鍵因素之一，包括顆粒大小、含水量和黏性等因素，這些因素對於地基的承載能力有著重要的影響，值得進一步探討。
3. 實驗中觀察到的倒塌現象提供了有價值的教訓。經過進一步分析，我們發現倒塌房屋整體先抬升再倒塌，且抬升量約為地基長度的 $1/3$ 到 $1/2$ 之間。比較土壤和海砂的抬升速度後，我們發現海砂的抬升速度較快，這也與實驗結果相符。值得注意的是，我們的分析僅考慮了 S 波的影響，未考慮 P 波的影響，但後續討論發現，P 波可能對地層產生了

變化，因此未來研究可在此基礎上進一步深入探討。

五、結論與生活應用

結論

樁式地基越長、抗震效果越佳；土壤抗震效果較海砂佳。
樁式地基倒塌前均會抬升特定比例。
地層質地也會影響地基穩固程度。

生活應用

用於防止地震災害。
可以對於地基露出之建物有警惕效果。
建造新建物時，先行改變當地地層質地，或許可以增加抗震能力。

參考資料

1. 國立科學工藝博物館-地震體驗屋網路資訊。
<https://slc.nstm.gov.tw/Teaching/Details.aspx?Parser=99,4,54,,,,116>
2. 搖一搖，天崩地裂-白玫瑰、吳庭亞、陳宇芹、蘇曉馨。全國科展第 52 屆，國小組地球科學科
3. 震「骨」鑱「筋」- 模擬鋼骨結構、剪力牆等抗震效果-林郁芹、王弘禹、吳恕葆。
全國科展第 60 屆，高級中等學校組工程學(二)科