【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：震時房屋倒塌之主因與地震防護

一、摘要：

從古到今，沒有精確的儀器可以偵測地震波，所以地震至今仍是最難預測的災害。只要一發生大規模的地震就會使災情嚴重，但真正造成死亡人數大幅增加的原因，是房屋倒塌。因此，我們這次想探討的主題是地震時，導致房屋倒塌的因素。假設除了和斷層及地震帶有關以外，房屋內部結構（分為 SS（SC）鋼骨結構、SRC 鋼骨鋼筋混凝土、RC 鋼筋混凝土、木構造）、土壤液化的問題、氣溫也會造成影響。

我們的研究方法是上網搜尋資料，並將造成原因分成四項，分別為氣溫、火山活動、房屋內部構造及土壤液化。地震來臨時，氣候的變遷、地質的差異、建造房屋時偷工減料都是可能導致房屋倒塌的因素。地震不再只是普通的板塊錯動，因為人為破壞，也變得日益嚴重。近年來暖化的議題逐漸抬頭，使大眾更進一步的去思考間接引發的災害。雖說現今科學家們不能保證地震和火山、氣溫有一定的關聯，但也不能掉以輕心，畢竟地球上所有的事、物或人都息息相關。

二、探究題目與動機：

2016 年 2 月 6 日上午 3 時 57 分台南市永康區一處住商混和社區大樓-維冠大樓，因 6.6 級地震而倒塌，死亡人數高達 115 人、受傷人數 96 人，成為臺灣史上因單一建築物倒塌而造成傷亡最慘重的災難事件。為何地震會導致房屋倒塌呢?最關鍵的因素是什麼?是土壤的特性、氣溫、火山活動，還是建材偷工減料而致使房屋倒塌？因此，我們想藉此探討地震時，造成房屋倒塌的因素有哪些，以及如何避免此現象。

三、探究目的與假設：

研究目的：

（一）了解地震發生時，主要造成房屋倒塌的原因。

（二）使大眾知曉如何在地震來臨前做好預防，以及地震來臨時如何保護自己。

假設：

地震是因活動的板塊相互擠壓、碰撞、磨擦、分離而導致岩石斷裂、破碎產生的地殼變動，但是只有板塊的錯動和斷層的分布才會造成地震嗎？我們假設引發地震的誘因為氣溫、火山活動、房屋內部構造、土壤液化的問題有相對的關聯性，而加以探討。

四、探究方法與驗證步驟：

1.氣溫:

中研院地科所研究員汪中和先生表示，依歷年氣候變遷與地震統計結果來看，全球氣溫變高促使地殼穩定度降低，形成更多地震。全球暖化使空氣中的涵養水量大幅增加，土壤濕度降低，許多地區發生乾旱，造成地殼能量快速流失，影響地殼的穩定度。但氣溫和地震頻率的關係還待進一步的研究，若真的有關聯，未來在氣溫的加劇下，不斷增高及增強的地震頻率和強度則可能愈加明顯。

2.火山活動：

火山多位於地震活動頻繁地區—環太平洋火山帶（Ring of Fire），全世界地震紀錄中，有 90%

是在這個區域發生的，而世界上 75%的活火山也都位於此地區。

地震和火山爆發的關聯有些複雜，也不好觀察。不過，德國波茲坦地理研究中心(GFZ Potsdam)的地震與火山物理研究組之團隊領導人艾利歐諾拉．瑞弗塔，卻暗示現今的人似乎逐漸相信地震與火山之間的關聯，是可能存在的。然而她強調，目前仍欠缺確鑿的證據，特別是如何才能清楚證明特定火山是被特定地震觸發。科學家認為某些火山噴發是遭到地震的觸發，那麼火山噴出來的碎片可能保有噴發前岩漿庫的線索。這也許能揭露火山在地震前後是否真有重大差異，又或者火山本來就即將爆發，地震只是加快火山噴發的速度。

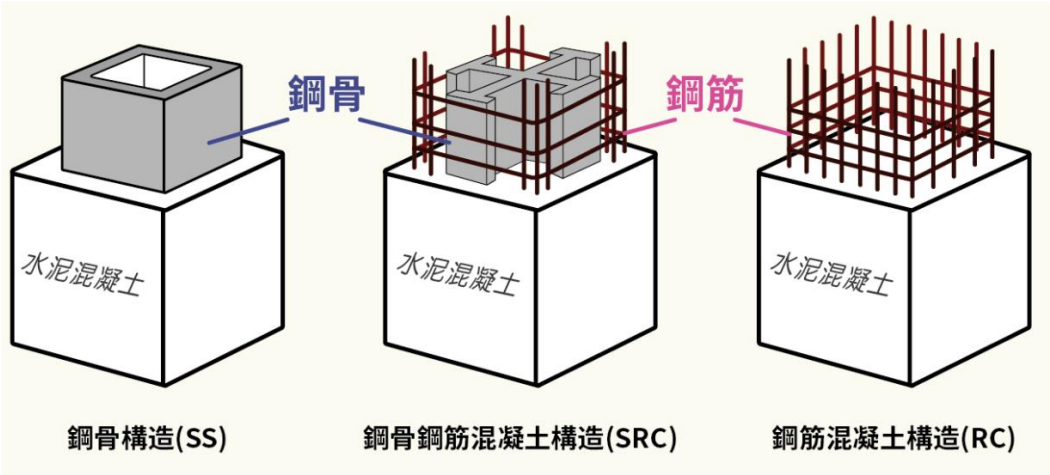
3.房屋內部構造：

（一）SS（SC）鋼骨結構：SS 骨架修長、柔軟度高，尺寸及重量都較混凝土來得輕巧。受到地震、風力作用時，雖有一定程度擺動，但耐震效果較高，適用於超高層建築。因彈性較大，主要運用於辦公室建築。實例:921 之後，台灣高樓建築雖大量採用，但不佳的施工品質不佳卻成為此結構的最大問題。

（二）SRC 鋼骨鋼筋混凝土：振動及隔音效果較 SS 鋼骨結構好，超高層建築適用，耐震效果也較高。多運用於高樓層住宅，除耐震及變位量較小外，舒適性高。

（三）RC 鋼筋混凝土：為目前技術最成熟且最常見的建築結構。中低樓層建築適用。分為全 RC 構造（所有的樑柱、隔間牆、樓梯、還有浴廁一體成型）、RC 加強磚造（把隔間牆或部分外牆以砌磚代替）和 RC 加強構造（為減輕內部隔間重量，改用輕隔間來代替）一體成型可使耐震效果最佳。實例:921 地震時，在所有的倒塌房屋中，找到最多的建築結構卻是 RC 鋼筋混凝土構造。原因為並非結構不穩，而是偷工減料或施工品質不佳所致。

（四）木構造：現今大多用於休閒住宅或需特殊材料製造的建物。



圖一 三大建築結構比較圖(資料來源:https://kingarchit.com.tw/QA.php?Know=42)

表一　三大建築結構比較表(資料來源:https://kingarchit.com.tw/QA.php?Know=42)

	SS(SC) 鋼骨構造	SRC 鋼骨鋼筋混凝土	RC 鋼筋混凝土
適用建築	高樓及超高大樓	中、高樓建築 (適用於高樓及超高大樓的低樓層部分)	低、中、高樓建築
建築成本	高	高	低

表二　三大建築結構比較表(資料來源:https://kingarchit.com.tw/QA.php?Know=42)

主結構材料	鋼骨	鋼骨、鋼筋、混凝土	鋼筋、混凝土
主結構重量	輕	中	重
因風及地震 晃動程度	稍大	小	小

表三三大建築結構比較表(資料來源:https://kingarchit.com.tw/QA.php?Know=42)

抗震方式	鋼骨韌性消能	鋼筋、鋼骨與核心 混凝土同時消化能量	鋼筋與核心混凝土 消化地震能量
建築造型	外形可多變化	介於二者中間	變化較小
施工時間	短	長	長
施工複雜度	中	極高	高
施工技術性	高	高	中
防火性	稍差	佳	佳
隔音效果	稍差	佳	佳

備註｜這裡所稱的建築高度大致為:5層樓以下建築稱低樓,6-18層樓建築稱中樓,18-30層樓建築稱高樓,30層以上的建築稱超高大樓,這些樓層高度劃分僅為參考,並非絕對值。

4.土壤液化：

指土壤受地震作用，引起地盤受到破壞，由固態暫時轉變為液態，並出現噴砂、噴泥水、地陷、地裂的現象稱為土壤液化（soil liquefaction）。就一般情形而言，於深度較淺的疏鬆細砂和粉土質砂層中，土壤顆粒排列鬆散，即使充滿於孔隙中的水呈飽和，顆粒間仍會保持接觸。一旦受地震作用，產生反復剪動變形時，土壤顆粒會因被壓縮而排列的較緊密，造成孔隙水壓上升。若無法在一定時間內排出水壓，則土壤顆粒間的接觸作用力會降低。當地震作用力較大或作用時間夠長時，累增的孔隙水壓讓土壤間的接觸作用力完全消失，使土壤顆粒懸浮在水中，互不接觸，也會使土壤失去原有的摩擦強度。地震後，孔隙中的水壓力逐漸消散，土壤恢復較緊密的排列，造成地盤發生下陷。

土壤液化所引致的災害往往造成大範圍的建築物與維生管線系統損壞。主要可依地盤受地震引起不同的變位型態分為兩類：水平地盤中，常會引發噴砂、地盤沉陷等現象，使得房屋下陷或傾斜，以及地下管線斷裂或上浮等；在傾斜地盤中，由於被液化的土壤失去原有強度，上方覆土層因重力而產生側潰（建築物往較低的一方側向流動），造成橋墩傾斜下陷、道路與農田開裂或塌陷、擋土牆和堤防及河岸邊建築崩塌。

5.保護及預防(參考消防署消防防災館資料)：

一、地震來臨前：

（一）家具之固定：

（1）L 型金屬固定架：固定家具和牆、柱子或地板。

（2）二段式家具連結：使用 I 型金屬片及螺絲等零件，固定上下疊放的家具。

（3）鏈條：和鋼鏈連接吊掛式器具，防止照明燈具或風扇掉落。

（4）櫥櫃門防止開啟器具：以金屬器具固定櫥櫃的門，以防止櫥櫃門隨意打開或櫥櫃內物品掉落。

（5）支柱式固定：其並非用螺絲固定家具，而是設置在家具和天花板之間的空隙。

（6）裝卸式移動防止帶：將牆壁和有腳輪的家具連接，防止移動。

（7）固定墊片：在家具下部與地面間的細縫塞入固定墊片，使家具向牆壁方向傾斜。

（8）書架橫桿：防止書架上的書因震動激烈而掉落。

（二）防災食物及防災用品：

（1）食物：可準備礦泉水、罐頭、泡麵、餅乾、點心（巧克力等）、營養補充食品等無需加熱即可食用的食品；而有特殊需要的族群，如老人及嬰兒，則可以多備常備藥品、紙尿褲、濕紙巾、奶粉等。

（2）醫療及清潔用品：優碘、棉花棒、紗布、酒精、溫度計、口罩、乾洗手液、濕紙巾、

（3）禦寒保暖衣物：輕便外套、內衣、襪子、毛巾、手套（橡膠手套）、雨衣、小毛毯、暖暖包等，若小型睡袋在可背負範圍內，也可一併帶出。

（4）貴重物品：身分證、健保卡及存摺影本，或其他合法證明證件影本。另需少許現金、零錢，因可能使用公共電話或自動販賣機等投幣設施。

（5）鞋子：防止被路上碎石及玻璃刺傷。

（6）其他生活用品：包含衛生紙、生活用水、塑膠袋、生理用品、乾電池、手電筒、哨子、防災地圖（可至內政部消防署或各直轄市、縣（市）政府網站下載）、可攜式收音機、打火機、瑞士刀、行動電源、充電器材等。以上物資大約需準備 3 天的份量。

（三）家庭防災計畫：與家人約定震後緊急集合地點（空曠區域）、查詢避難收容住所及避難路徑及災後連絡彼此的方式。

二、地震來臨時：

（一）家中：

（1）客廳、餐廳、廚房：若附近有桌子（非玻璃桌面），則可作為掩蔽物。將身體完整藏於桌面下，並抓穩桌腳。遠離玻璃窗、吊燈、吊扇、櫥櫃、冰箱以及可能移動的大型家具。

（2）床上：轉身趴下，並拿起枕頭保護頭及頸部。

（3）廁所裡：不要急著離開廁所，把身體壓低，以手邊的物品(如臉盆)或雙手保護頭頸部，並保持彎腰狀態直到地震停止搖晃。

（二）公共場所（室內）：

（1）電影院裡：直接俯身躲進前後排座椅中間的走道。若空間不夠則彎腰、抱頭，盡量俯身到與椅背中段同高。若行進在走道旁時發生地震，則可尋找堅固的牆柱蹲下暫避。

（2）辦公室裡：盡量全身躲在辦公桌下，以柔軟的物品保護頭部及頸部。

（3）電梯旁：勿走進電梯內，可在電梯外牆旁趴下，掩護頭、頸部。

（三）空曠地區：剛好經過較高的建物、大樹、高架橋下，可拿著隨身物品保護頭部，快步經過，並隨視注意是否有掉落的招牌、花盆或磁磚等。切勿跑入建築物內。

（四）行進的車輛上：馬上安全的減速，並開啟警示燈，於路邊空曠處停車。

五、結論與生活應用：

綜上所述，整理要點如下:

（一）、暖化使空氣中的涵養水量大幅增加，土壤濕度降低，許多地區發生乾旱，造成地殼能量快速流失，影響地殼的穩定度。但氣溫和地震頻率的關係還待進一步的研究。

（二）、地震和火山爆發的關聯有些複雜，也不好觀察。目前仍欠缺確鑿的證據，特別是如何才能清楚證明特定火山是被特定地震觸發。

（三）、SS（SC）鋼骨結構耐震效果高，因彈性較大，主要運用於辦公室建築。問題多為施工品質不佳；SRC 鋼骨鋼筋混凝土耐震效果高，多運用於高樓層住宅；RC 鋼筋混凝土為目前技術最成熟且最常見的建築結構，中低樓層建築適用。問題多為偷工減料或施工品質不佳；木構造多用於休閒住宅或需特殊材料製造的建物。

（四）、當地震作用力較大或作用時間夠長時，累增的孔隙水壓讓土壤間的接觸作用力完全消失，使土壤顆粒懸浮在水中，也會使土壤失去原有的摩擦強度。地震後，孔隙中的水壓力逐漸消散，土壤恢復較緊密的排列，造成地盤發生下陷。土壤液化所引致的災害往往造成大範圍的建築物與維生管線系統損

壞。

（五）、地震來臨前，固定家具，擬定家庭防災計畫，並準備無需加熱即可食用的食物、醫療及清潔用品、保暖衣物、合法證明證件及少許現金和零錢；地震來臨時，若有大型桌子，可將身體完整藏於桌面下，並抓穩桌腳。遠離玻璃窗、吊燈、吊扇、櫥櫃、冰箱以及可能移動的大型家具。若無桌子，則將身體壓低，以手邊的物品或雙手保護頭頸部，並注意是否有掉落物。

經過這次的討論，我們了解到地震來臨時，氣候的變遷、地質的差異、建造房屋時偷工減料都是可能導致房屋倒塌的因素。地震不再只是普通的板塊錯動，因為人為破壞，也變得日益嚴重。近年來暖化的議題逐漸抬頭，使大眾更進一步的去思考間接引發的災害。雖說現今科學家們不能保證地震和火山、氣溫有一定的關聯，但也不能掉以輕心，畢竟地球上所有的事、物或人都息息相關。

參考資料：

https://kingarchit.com.tw/QA.php?Know=42

君鑑機構

https://www.0423870020.com.tw/news-detail-756753.html

瑩右、瑩成企業有限公司

https://www.natgeomedia.com/

國家地理頻道

https://twtybbs.com/thread-9126-1-1.html

台灣颱風論壇

https://www.tfdp.com.tw/cht/index.php?code=list&ids=74

內政部消防署消防防災館

https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=35c64e9c-b7b2-48ba-aa60-77b6f127af95

地震防災：地震引致的土壤液化與側潰現象