

# 海安路上的一條水泥船—地下街的隱憂

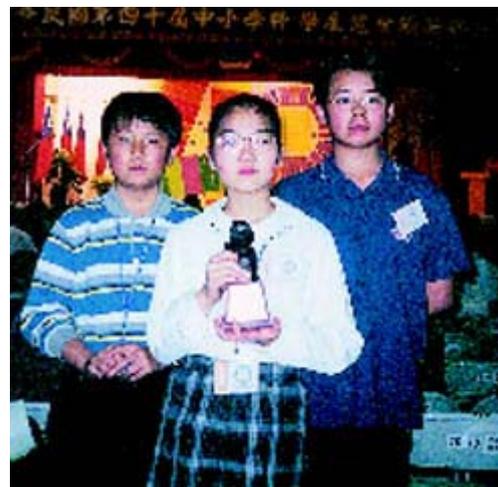
高小組 第二名

縣 市：台南市

校 名：忠義國小

作 者：黃冠程、吳孟穎、蘇麒權

指導教師：吳美花、鄭德茂



黃冠程：

民國七十六年十一月十六日出生，個性開朗、活潑好動，擁有許多好朋友。平日喜歡做科學實驗、畫畫、打電腦、打球、看電視、看書…。將來想當畫家、科學家、運動員、夢想家…，期待自己能成為文武雙全的快樂人。

吳孟穎：

民國七十七年一月十九日生於台南市，現在就讀台南市忠義國小六年級。平日喜好閱讀課外讀物和做自然實驗，也深受書中的影響，對各種事物充滿好奇。最愛與同學分享學習經驗和實驗的成果。

蘇麒權：

我出生於民國七十六年十二月四日，個性溫和內向，不愛出風頭。從小喜歡操作積木、組合玩具汽車、研究機械構造和打電動；卻不太愛看書，所以比較缺乏想像力，語文表達能力也較差。媽媽常說我是個實事求是、不懂生活情趣的人。

關鍵詞：根據史料、模型實驗、解釋資料

## 一、研究動機

「九二一大地震」的那晚，地震後，來了一通爸爸的電話。爸爸聽了之後馬上出門，不久之後，爸爸回來了，說：「還好連續壁沒有破。」我聽了之後就有疑問：連續壁破了之後會怎樣？會泥土流失，還是會發生其他的事呢？於是我便找了幾個同學一起來研究。

## 二、研究目的

(一)觀察地下街挖出的泥沙和曾文溪採集的泥沙，比較其特徵，發現兩地泥沙是相同的，推想地下街的泥沙來自曾文溪。

(二)從台南市的古地圖中，發現五條港流經地下街，現在仍然存在，只是被建築物覆蓋及阻斷。

(三)從鄉土教材的探索中，發現不同時期的臨水線，推想地下街在道光三年以前是台江內海。

(四)從一些模擬實驗中，發現雨季來臨時，地下街兩旁的地下泥沙會流失，導致地下街的連續壁容易破洞，造成建築物的傾倒。

(五)從我們的實驗和資料的探討中，給地下街興建的一些建議。

## 三、研究問題

## 四、研究材料

## 五、參考資料：

(1)從史蹟、俚諺看府城歷史發展（台南師範學院徐雪霞教授著）。

(2)台南市安南區四年級鄉土教學活動。

(3)台灣鄉土全誌（第七冊）。

(4)情歸故鄉。

(5)台江的歷史。

(6)第三十七屆科展作品「上學的路上」。

(7)台南歷史散步（上）

## 六、研究過程

研究一

地下街在那裡？

1.地下街的位置：

(1)地下街位在台南市西區，公道六海安路上。

起點：是府前路→友愛街→中正路→民生路→民權路→民族路。

(2)全長：816m、寬：40m、高度：16.5m。

(3)是鋼筋水泥的建築，在地下中有二層，兩邊牆的厚度為0.7m，中間的隔牆厚度:0.2m；底牆的厚度為：2m，上層厚度：0.3m

2.地下街興建的時間：

(1)開工日期：民國82年8月開工

(2)預定完工日期：90年6月

(3)工程一再延誤，不能如期完工。

3.地下街工程的困難：

(1)地下街工程在遇到困難時，由我爸爸去接受這個重任。

(2)從訪問爸爸後，知道興建地下街有下面的困難。

甲·地下街為南北走向，長816m，正好和地下水的流向垂直，受水流的衝擊大。

乙·地下街附近地下水很淺，夏季雨季來臨時，在1.3m（約），容易滲入地下街。

丙·地下街的體積龐大，比重小，容易受到水的浮力影響而上浮。

丁·地下街的連續壁在開挖時容易破洞，造成大量泥漿從洞口流出，使附近房屋傾斜，或倒塌的危險。

戊·地下街大部份在新生的陸地上，有大量的泥沙，造成附近地層的流空。

研究二

觀察、比較地下街挖出的泥沙和曾文溪採集的泥沙。

1.採集地下街的泥沙：(請爸爸幫我們取樣)

2.採集曾文溪的泥沙：(請媽媽開車帶我們去採集泥沙)

3.討論：

(1)從地下街0-2m挖出的泥沙，大部份是黏土層，顏色灰白，大部份的顆粒細夾雜著一些粗細的沙子，帶著濃厚的消毒水的氣味，pH值13強鹼性。從觀察的資料，可以發現這一層的泥沙有一部份不是原來這兒的泥沙，是從外地載運來填充的。有些黏土層是地層形

成時，細而輕的泥土會在上層沈澱。

(2)從地下街2-10m挖出的泥沙，顏色、粗細、顆粒、氣味、比重、Ph值……性質相近，也和曾文溪畔的泥沙性質非常相近，所以可以推想地下街2-10m的地層是道光三年、二十二年曾文溪氾濫，大量泥沙流進台江，淤積而成的陸地。可是為何有部份的黏土層呢？我們認為在泥沙的流進時，河水使泥沙沖刷旋轉，比較重的沙會先沈下去，在地層的下層；比較輕的泥土會在上層，泥土輕比較細，受到多年的擠壓會變成黏土層。

(3)從挖出的泥沙，在地層中2-4m、8-10m的泥沙性質更相近，並且也和曾文溪的泥沙非常相近；4-6m、10-12m的泥沙均含有部份的黏土層，所以可以推想在內海台江的形成陸地的過程中，可以經過2-3層不同的泥沙性質。

(4)在地層中10-12m的這一層，泥沙的顏色是灰藍色，也有泥土層(參考：台南市政府工務局地下街地質探測資料)，推想台江在清道光以前地下街地方的深度約在10-12m，所以在這一層是較古老的沈積作用形成的地層。

(5)在地層中12-14m的地層是另外的沈積地層，比10-12m層更古老的地層。

#### 4.發現：

從上面的觀察和推想，在台南市西門路以西的地方，在清朝道光以前是內海-台江，而在道光三年、二十二年台灣南部的大水災，曾文溪河水暴漲，大量泥沙流入台江，造成淤積形成沙丘，海終於變成陸地，所以海安路在以前是海，形成陸地的地形也是在近百年的事。

#### 研究三

海安路上的地下街，以前是內海—台江。

1.從四個不同時期的台南地圖，比較臨水線的位置。

(資料來源：台南市安南區四年級鄉土教學活動第十一單元乾淨的科技工業區—台江內海變陸地)

(1)從地圖上，我們發現在清代康熙時期以前台南市有個內海-台江。位在 赤嵌樓（永福路）以西到安平、四草之間，是商船、漁船往來停泊的 地方，所以在這個時期西門路以西是海。地下街的地方—海安路更在 西門路以西，所以也是海。

(2)地圖中的日據時期，曾文溪氾濫，大量泥沙流進台江，造成淤積形成 沙丘，海變成陸地，西門路以西變成陸地，海安路一帶的陸地形成。

2.從台南市廟宇的興建知道臨水線的遷移。

3.(資料來源：從史蹟、俚諺看府城歷史發展台南師範學院徐雪霞教授著)

(1)臨水線甲：是荷據時期的臨水線：

赤嵌樓→大井頭→小南天舊址→將軍祠。

就是現在的：赤嵌街→正義街→永福路。

(2)臨水線乙：是明鄭時期的臨水線：

北起開基天后宮→廣安宮→大天后宮→開基武廟→開山宮→沙淘宮→總趕宮→良皇宮。

就是現在的：自強街→新美街→三義街→正義街→中正路（138巷、131巷）。

(3)臨水線丙：是清朝康雍嘉時期的臨水線：

金華路四段、康樂街一帶水仙宮→西羅殿→藥皇廟→保安宮

(4)臨水線丁：是道咸同光時期的臨水線：

北在安平の安北路，西在安平小砲台以西。

(5)從上面不同時期的臨水線，知道在清朝道光以前台南市，在西門路以西是內海台江，整個市區的發展隨著臨水線的西移而前進，在地下街(海安路)旁的市場內，水仙宮是當時海邊的廟宇。興建的時間是清朝。

4.從古蹟大井頭的遺跡來推想：

在台南是民權路和永福路的交角，馬路上有一個鐵蓋的古井，叫大井頭。台南歷史散步（上）上面記載著：大井頭是明宣宗年間，台江內的船隻到裝載淡水飲用，可見當時西門路還是台江，當然海安路也是台江的內海。

5.從民權路興建房屋挖出船錨，推想這裡以前是海。（資料來源：參觀台南市歷史文物館）在文物館內有一部巨大的船錨，是民權路上在興建房屋，挖地下室時出土的。是以以前的船錨被拋棄在海中，後來被泥沙淤積覆蓋在地下。從記載上知道，這裡（民權路）以前是內海台江，當然海安路也是內海台江。

6.從台南城的興建和遺跡，知道西門路以西是內海台江。（資料來源：台南師範學院徐雪霞著）

台南城的興建是在清朝雍正年間，城的東邊城垣是現在的勝利路；西邊城垣是沿著西門路；大西門位在民權路和西門路口；城的北邊是沿著公園北路；南邊是沿著樹林街，從地圖上的設施可以推想，在這個時間西門路以西是內海台江。《資料來源：台南歷史散步（上）》

#### 研究四

從台南的地勢、溪流，來探討地下街的地下水。

1.從高速公路邊的台南縣遠眺台南市：

(1)台南市是一個小山丘，地勢東高西低。

(2)台南市虎尾寮的復興國中是最高點，與台南縣之間形成一個大斜坡，是向東傾斜。

2.從南邊的高雄縣遠眺台南市。

(1)台南市是一個明顯的小山丘，地勢東高西低。

(2)在台南市德高國小附近是高地，向西邊傾斜。

3.從台南實小的一件科展作品：第三十七屆「上學的路上」來看台南市（作者：王宣右、嚴亮宇）

(1)我們更深入瞭解台南市區的幾條重要東西向道路，都是東邊高西邊低，而且落差都在10m以上。

(2)我們知道南北向的重要道路：

從東邊起是公園路、忠義路、永福路、西門路、海安路。

東西向的重要道路：

從南起是健康路、府前路、中正路、民權路、民生路、民族路、成功路和公園南路。

東西向的道路從公園路起逐漸下坡，到西門路為最低點，往西則是一片平原。

4.從台南市的主要河川走向，看水的流向。

(1)參考資料：台南市安南區、中區、西區、北區、南區鄉土教學活動三年級教材（台南的河川）

甲·我們知道安南區的主要河川有北邊的曾文溪，由嘉義縣流經台南縣，在土城西邊入海。

乙·鹿耳門溪、鹽水溪都是由東流向西邊注入海。

丙·在中區有德慶溪，南區有二仁溪等都是由東往西流，注入台灣海峽。

(2)參考資料：（資料來源：台南師範學院徐雪霞著）

甲·在海安路地下街附近有五條港：其實是五條溪流，是台江淤積後，船隻運送貨物到市區的主要交通路線。

乙·五條港流經地下街的地段，溪流雖然不大，但是溪水還是東向西流。

丙·五條港流經現在仍然存在，只是變成地下溪流而已，上面加蓋，或上面蓋房屋。

5.海安路地下街的地下水：（資料來源：台南市政府海安路地下街工務所）台南市海安路地下街段的地下水深度：

鑽孔日期	82.5.30-82.6.1	82.6.12-82.6.14	82.5.3-82.5.6
地下水	1.3m	1.7m	1.5m

(1)台南市海安路地下街附近地下水的深度在1.30m-1.80m。

(2)地下段街地下水很淺，只要從地面向下挖1.50m就會出現地下水。

(3)地下水的流向：由東邊向西邊流。

我們的發現：

地下水在地底下流動，由地勢高的地方往地勢低的地方流動，所以在台南市的地下水，因為地勢東高西低，所以地下水由東邊流向西邊，也就是由公園路方向流向西門路海安路（地下街）流入海邊。

研究五

利用地下街的模型，做沈浮實驗。

實驗1

地下街模型在淡水中會不會浮起來？

討論：

甲.模型在水中倒入泥沙會下沉，倒入越多的泥沙下沉得越深，因為泥沙很重，才會使模型越重。

乙.每加入一杯泥沙，模型都會下沉一些，這些增加的高度都相差非常相近。

丙.要使模型不會浮起來，就必須在模型中加入更多的泥沙，使整個模型變得很重。

丁.模型加多少泥沙才適當呢？

實驗2

地下街模型在地下水的沙中會浮起來嗎？

討論：

甲.先把模型箱放在水槽中央；在箱子外面的水槽慢慢的倒滿沙，模型箱中也裝滿了23杯的沙子。（每杯700ml）

乙.在裝沙的水槽中注滿水，使全部的泥沙浸在水中，再用木條把沙穿插，水和泥沙充分混在一起。

丙.當我們把模型箱的泥沙一杯一杯的取出來時，剛開始，模型箱沒有上浮，只有一點點的搖動，一直到取出8杯的泥沙，模型箱開始上浮了。

丁.模型箱上浮一開始時是有規律的，慢慢的；可是當泥沙取的量增加時，會突然上浮了許多。

戊.哇！地下街真的會上浮耶。如果地下街周圍的泥沙在雨季來臨時，地下水和附近五條港的水會上漲，只要在地面以下1.3m的地方便有豐富的地下水，而且水會快速流動，使地下街接受到浮力變大。

己.地下街模型受到地下的泥沙擠壓，所以浮力會比在水中小，也就是比在水中不容易上浮。

## 研究六

利用地下街的模型，做流水衝擊的實驗。

### 實驗1

地下街被地下水沖擊的情形。

討論：

甲.地下街透明的模型箱放入沙槽中，模型箱外裝滿了沙後，會看見模型箱的塑膠布有些鼓起來；用手摸摸看，有壓迫的感覺。

乙.從洞口10cm的地方注入水，在5-10秒間箱中的泥沙，會如湧泉般的噴出泥沙。

丙.加入水後，水會漸漸的流到水溝的地方，沙子先變濕了，從模型箱可以看見塑膠布邊的沙由下往上變濕了；手摸摸看會覺得涼涼的，有一些壓迫感，水往上衝的感覺。

丁.當水管靠近模型時（20cm）水槽的水裝得愈多，從透明的模型可以看見泥沙把塑膠布壓得鼓起來，而且越來越大；可是在水流另一邊的塑膠布變化比較少，只鼓起一些而已。用手摸摸看，水流的那一邊會感覺水和沙的衝力很大，有點要衝破的感覺。

戊.當水的衝力越大時，模型箱的塑膠布破了，水流進模型箱內；當用手摸摸看時，有水和沙衝擊的感覺。

## 研究七

從地下街連續漏洞的實驗，推想兩邊房屋的情形。

### 實驗1

連續壁破了一個洞洞，地下街旁邊的房子是否會傾斜？

方法1：

連續壁破洞的上下位置不同

方法2：

連續壁破洞的左右不同。

討論：

甲.在離21cm的洞最容易傾斜，因為中間的洞是房屋的正下方，所流失的泥沙也是房屋正下方的泥沙最多，形成掏空狀態，承受不了房屋的重量，使地層下陷，房屋傾斜。

乙.靠兩端最近的洞，因為流失的泥土是房屋的側面，使地層掏空，房屋就會側面傾倒，所以角度也不一樣。

丙.在離21cm的地方挖空，泥漿噴出的量較多，因為他的釋放點在中間，兩邊的壓力較平均，靠近兩邊的洞因為壓力一大一小，所以流出來的量較少。

## 實驗 2

連續壁破洞愈多，地下街旁邊的房子傾斜更多。

討論：

甲.連續壁破洞了，泥漿會從洞洞跑出來，而旁邊的裂縫，也會使泥漿大量湧出來，所以先擋土、修補裂縫，使泥漿不會從裂縫出來。

乙.連續壁的破洞愈多，流出的泥漿會愈多，使地下的泥沙掏空，造成地層下陷，房屋傾倒。

丙.連續壁破洞，流出的泥漿力量很大，不容易阻擋，也使破洞愈來愈大。

丁.我們在離地面4cm的地方穿洞，會看見泥漿從洞口滲出來，流量小。流了幾分鐘就停下來了，因為流出的泥漿不多，所以實驗屋沒有傾斜。

戊.在離地面8cm的地方穿洞，看見大量泥漿流出，因為流出的泥漿多，所以實驗屋傾斜的角度比離地面4cm處穿洞，傾斜的角度大了許多。

己.當連續壁的洞離地面越長的地方，因為壓力越高，所以由洞裡噴出來的力量越大，而且量也愈多。

庚.在地下街附近的泥沙越細，被水帶出來的沙也越多，而被噴射出來的泥漿也越多。

## 研究八

給地下街興建時的一些建議。

地下街的危機	我們的意見
<p>地下街橫臥在海安路下，長816m南北走向，伸入地下約16.5m，寬40m，阻礙東西流向的地下水，會造成地下街東邊牆壁邊的泥沙流失、掏空，引起地層陷，使房下屋慢慢傾斜。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.在地下街不同的區段，埋設水管或設置水溝，使地下水能東西流通。</li> <li>2.在地下街東邊建一條排水溝，使地下水順著溝渠流到兩邊。</li> </ol>
<p>地下街是空心的鋼筋水泥牆建築物，體積大；地下水又含多量鹽分，比重大，所以地下街會受水的浮力，慢慢的往上浮。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.把地下街的下層水泥地加厚，使重量增加。</li> <li>2.在上層加蓋小碎石，使重量增加。</li> <li>3.地下街兩邊（東、西邊）的牆壁，會伸出樑架，和兩邊泥沙造成阻力。</li> </ol>

<p>地下街兩邊的連續壁擋土牆容易破洞，使地下的泥漿大量從洞口流入地下街裡面，造成兩邊地下泥沙和地下水的流失，使部份地層下陷，上面的建築物傾斜。</p>	<p>1.增強地下街兩邊的牆壁厚度，使它不容易破洞。</p> <p>2.水是無孔不入，只要有細縫或小洞，水就會從這兒流出來，而且洞會越來越大，所以兩邊牆的外圍增建保護牆。</p> <p>3.要有防震設備，以免把兩牆震裂泥漿流入，整個地下街會毀滅。</p>
--	---

## 七、結論

(一)台南市西門路以西在三百年前是內海---台江。所以海安路以前是內海，在道光三年、二十二年嘉南水患，山洪爆發，曾文溪河水氾濫，大量泥沙流入台江，淤積成沙丘，漸漸變成陸地。

(二)台南市的地勢東高西低，溪流由東邊流向西邊的台灣海峽，地下水在夏季雨季來臨時，約在1.30m。地下水的流向也是向西流。

(三)地下街是海安路中的一條水泥船，體積大，地下水上漲時，當比重小於1時，容易浮上來。

(四)地下水的流向由東到西，衝擊著地下街兩邊的牆，一旦破洞，大量泥漿流入地下街，造成部份地層的下陷，上面的房屋容易傾斜。

(五)我們的研究只是小朋友的玩意，希望我們的建議能給爸爸帶來一些啓示。

## 評語

文獻探討完備，模型模擬甚為合理，可將地球科學知識與日常生活結合，誠為可貴。

[回到目錄頁../Index.htm](#)