

地工技術

台南都會區地質概況

李德河* 許琦**

一、前言

曾經是台灣『一府、二鹿、三艋舺』的台灣第一良港的台南，自台江內海淤積，港灣機能喪失後，由昔日台灣的政治、經濟、軍事、文化中心的地位降到如今列於台北、高雄、台中之後的台灣第四大城。雖然往日盛景不再，工商不發達，人口外流，但以台南市為中心配合鄰近鄉鎮所構成的台南都會區內尚有人口約一百萬，形成一個具有適中的人口密度之中型經濟生活圈。

由於不是政治中心，亦不具港灣之利，又無各種重、化工業，在可見的將來台南不可能成為一個國際性的都市，但此區地處平原，古跡眾多，又少工業污染，將來必可發展成一兼具居住及觀光的區域性都會。更因冬季溫暖乾燥，腹地廣闊，人力充沛，足可發展成一處以技術密集為主的尖端工業城或農漁加工及輕工業的好地方。

雖然台南都會區的開發腳步不如台北、高雄、台中一般的勇猛豪邁，但也給她留下較佳的整體規劃的空間。遠眺未來，了解此都會區的整體地層狀況對將來進行都會區的開發及工程建設有莫大的助益，同時緬懷過去，探討此地區地層變化可以知曉地質時代以及荷據、明鄭以來台南附近的地理環境變遷，感觸到先人移民拓土的艱辛苦甘，並可由昔日戰艦幢幢的台江如今淤成萬畝田野的事實，感悟到世事變幻的無常與時間轉化之速。

* 成功大學土木工程系教授

** 成功大學土木工程研究所博士課程學生

由於已往台南的建設大多集中在老市區中，所以本文所能蒐集到的地層資料亦大多屬於台南市區內。以此數量不多的資料進行台南都會區地質的探討定有偏頗，唯願以此不熟之作，墊為研究台南地區地質的引玉之磚，祈待學者專家先進不吝指正。

二、台南的地形、地勢及地理環境

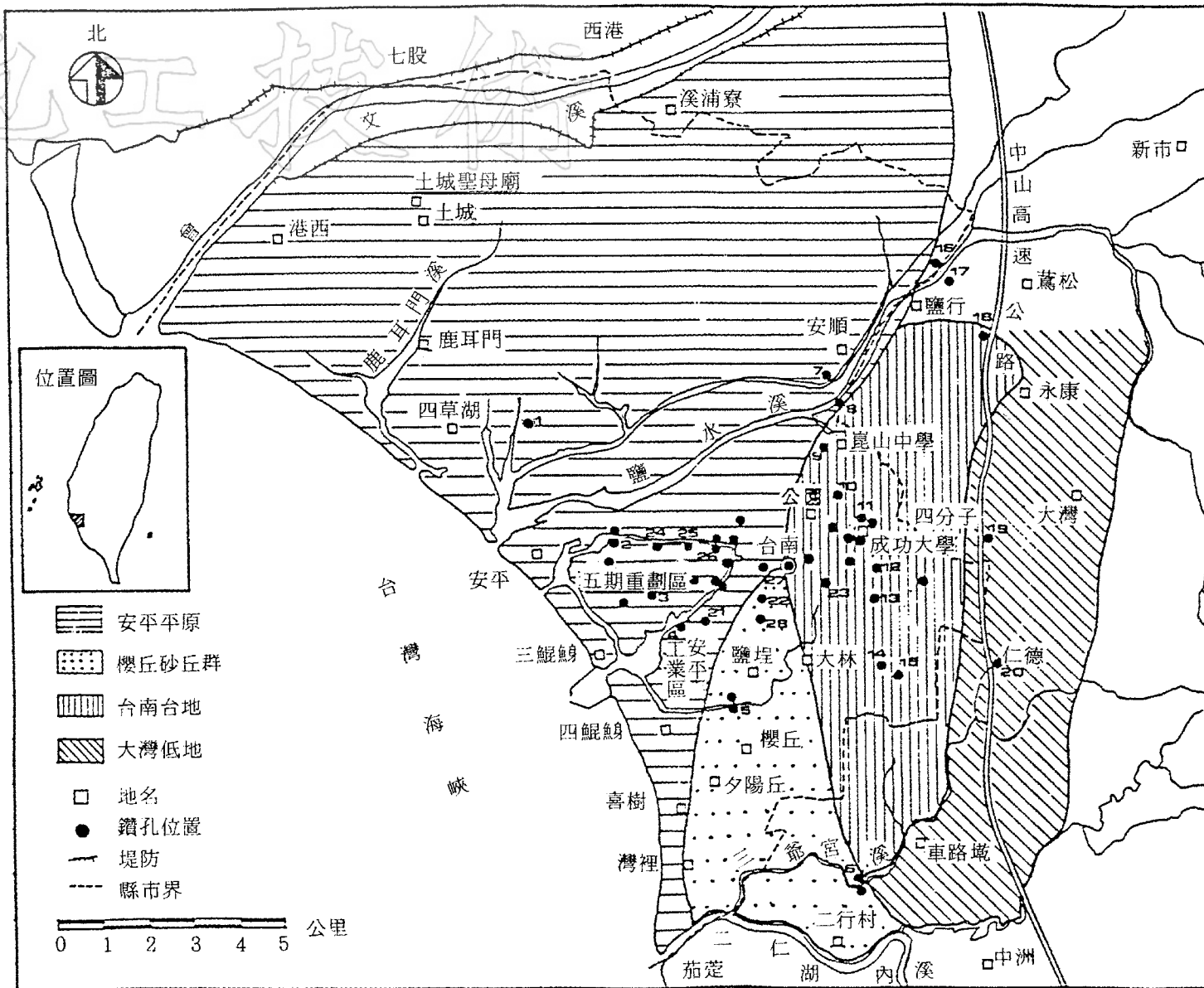
2.1 位置

台南都會區的中心台南市位於台灣西南部嘉南平原上，南北長約20公里，東西向最寬處約17.5公里（參照圖一）。北以曾文溪與台南縣的七股鄉、西港鄉隔水相望，東北方與安定鄉、新市鄉接壤，東方及東南方分別和永康鄉、仁德鄉為鄰，南方以二仁溪的出海段與高雄縣的茄萣鄉及湖內鄉相連，西側面臨台灣海峽。

由於都市之擴展，本市已與台南縣的永康、仁德、歸仁、新化及高雄縣的茄萣等鄉鎮構成一個經濟、文化等社會活動上相互依賴的都會生活圈。

2.2 地形

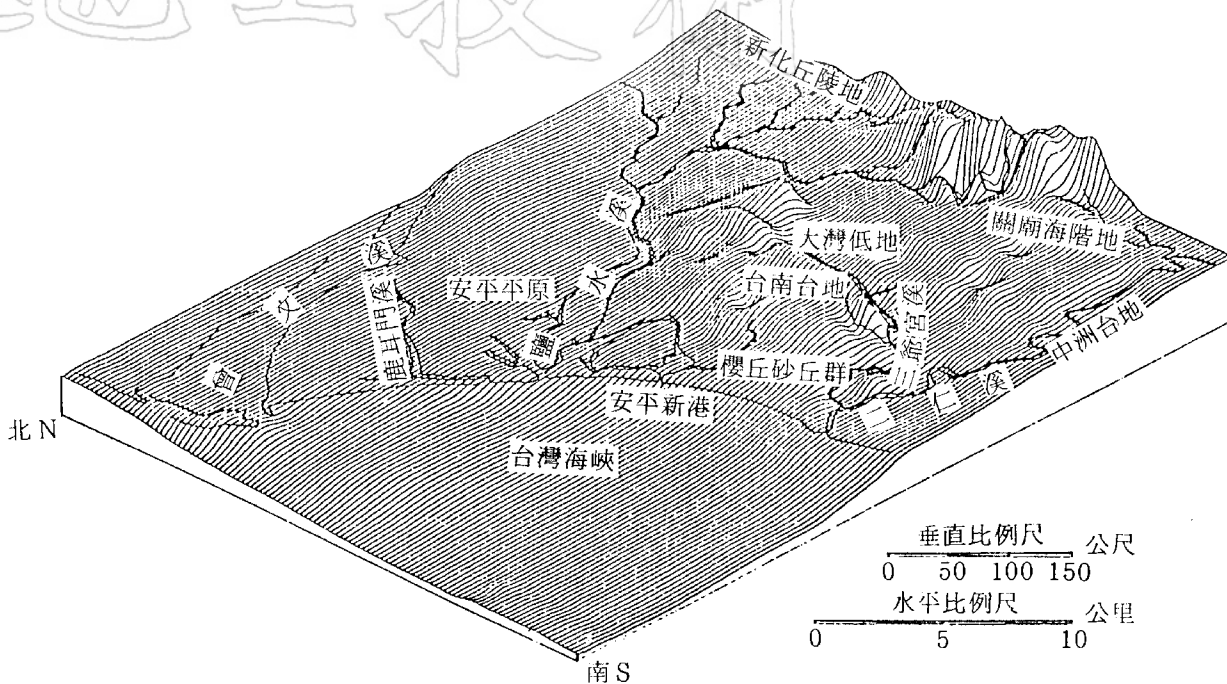
本地區如圖二所示，乃是一處地勢低平、起伏不大的地方。依成大鍾廣吉教授之調查（鍾廣吉,1979）主要是以隆起的海成砂質切割台地為主，輔以其他尚屬地形作用中的低地、平原及砂丘。若將之細分則如圖一所示，由東向西可分成四個地形區：(1)大灣



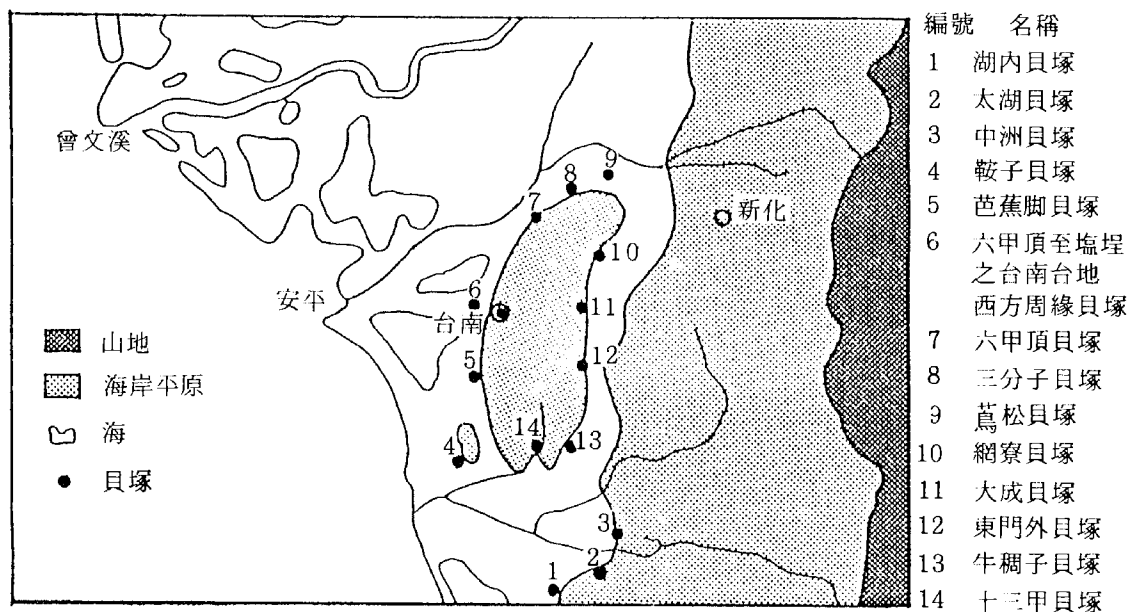
- | 編號 | 鑽孔地點 |
|-------|---------|
| 1 | 台灣製鹽總廠 |
| 2~4 | 五期重劃區 |
| 5 | 永安街橋樑 |
| 6 | 大同路五空橋 |
| 7~8 | 安順太平橋 |
| 9 | 安平路加油站 |
| 10 | 開元路陸橋 |
| 11 | 成大醫學院 |
| 12 | 成大學人宿舍 |
| 13 | 東門路加油站 |
| 14 | 中華路東加油站 |
| 15 | 崇善路加油站 |
| 16~17 | 中州寮 |
| 18 | 永康油庫 |
| 19 | 大灣加油站 |
| 20 | 仁德台紡廠 |
| 21 | 五期重劃區 |
| 22 | 逢甲路加油站 |
| 23 | 東門陸橋 |
| 24~26 | 五期重劃區 |
| 27 | 中正路 |
| 28 | 果菜市場 |

圖一 台南都會區地質分區及鑽孔位置圖

地工技術



圖二 台南都會區立體地形圖 (許琦, 1988)



圖三 台南都會區之貝塚與當時之海陸分佈圖 (林朝榮, 1957)

低地(2)台南台地(3)櫻丘砂丘群和(4)安平平原。

(1)大灣低地：在關廟海階地與台南台地之間，西緣以南北向之台地崖與台南台地相接，二者以10公尺之等高線為界線，低地南北長約12.5公里，寬約3公里，標高大部份在10公尺以下，在地質時代中曾有被海水淹沒之跡象。

(2)台南台地：由圖三(林朝榮, 1957)貝塚時代的海陸分佈圖，可見當時浮在海面的台南台地呈現一孤立之橢圓形。此台地北以鹽水溪，南以二仁溪支流三爺宮溪為界，東側以明顯的台地崖與大灣低地相接，西方則有海拔2.5公尺左右之安平平原。本台地之長軸約12公里，東西寬4公里餘，北端尖

而狹，並向東北方向突出。台地之最高部偏東，稜線最高點為海拔40公尺，稜線大部分均維持在海拔25公尺至30公尺左右，此稜線以北偏東——南偏西方向延伸約8公里，並向南北兩端逐漸降低，其距台地東緣只有七百至八百公尺。稜線以西台地面逐漸減小其高度，以海拔7.5公尺至10公尺的等高線附近為其西緣。今此台地面已被許多小溪切割，自北向南有蔦松溪（下游為鹽水溪）、洲子尾溪、柴頭港溪、竹溪寺溪、十三甲溪、牛稠子溪等。所切割的溪旁兩岸呈陡崖，河床亦甚狹，呈準幼年期之地形面。唯近年來人為建設的破壞則遠超過天然河川之切割。新化丘陵離本台地東緣尚有6.5公里，是故本台地宛如嘉南平原上之一島嶼，此島嶼的形狀及地形呈現出台灣本島的縮影。

(3)櫻丘砂丘群：此地形位在台南台地的西南側，由孔子廟附近向南延伸至二仁溪北岸附近，全長約7公里，最寬處為3公里，是由許多長形的平行砂丘群所構成，主要有日新里（鹽埕）東方砂丘、櫻丘、夕陽丘砂丘、二行村砂丘，皆呈南北延伸狀態，砂丘的最高點在海拔10公尺至26公尺不等。

(4)安平平原：為最新隆起的海岸平原，北起曾文溪南岸，南至二仁溪口，東與台南台地及櫻丘砂丘群相接。由盧嘉興（1965）改繪荷據時代安平古地圖（圖四），並參考圖一和圖三，可知安平平原乃位於當時台江瀉湖的南半部。瀉湖外圍由南向北有安平（古稱大員）所在之鯤鯓沿海洲、北線尾沿海洲和隙子港沿海洲等所組成之砂丘線。當時之曾文溪出口則位在瀉湖東緣的中心處，所以可知安平平原大部分是由隆起的瀉湖所構成。西緣附近為隆起沙洲，隆起沙洲線之西側則為最新期的海埔新生地。由於此區地勢平坦低下，以往多使用為鹽田及魚塢，近年來更以海砂回填築成安平工業區及五期重劃區，新增不少都市用地。安平平原北寬南窄，北端曾文溪南岸處寬20公里以上，中央部分台南、安平間約6公里，南端喜樹、灣裡附近只有500公尺左右，除外圍沙洲線外，

平均高程在海拔2~3公尺左右。

2.3 台南附近地理環境變化

地形、地質之形成與地史有關，鍾廣吉教授（1979）指出台南區的地史由老到新可劃分成先台南期、蓬萊時階的造山運動、台南期、台南時階的造山運動、十三甲期、大湖期貝塚時代、造陸運動及歷史時代等時期。

(1)先台南期：由圖五（周瑞燬，1973）知道新第三紀中新世時，在台灣西部由北港以南的深海斜坡上沉積了厚約4000公尺之泥岩，此地層相當於北部的桂竹林層。上新世時又在其上形成厚約5000公尺的泥岩層，此層稱為古亭坑層。進入第四紀前期之頭崙山期之後，台灣地殼開始動搖，東寧造山循環之胚芽褶皺已變為明顯，此段時期稱為先台南期。

(2)蓬萊時階之造山運動：此時階為東寧造山運動之劇烈時期，形成關廟向斜、中洲背斜、大灣向斜和台南背斜。

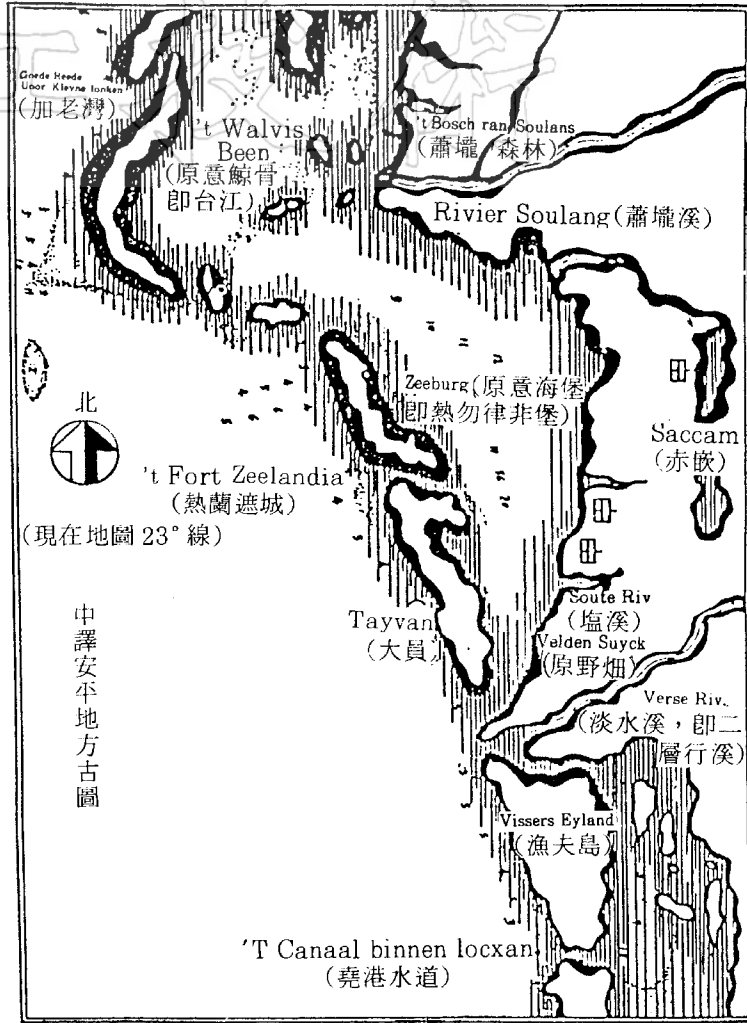
(3)台南期：在此時期之初期台南台地一帶為安靜之瀉湖，台南沿海有大規模之砂堤線。此時沉積了台南層之第一段。後來瀉湖逐漸為泥砂所填或瀉湖外圍砂堤破壞形成受波浪直接影響的外海環境，此時沉積形成台南層的第二段。台南層的第三段沉積時台南台地一帶似為強風直接打擊的海岸沙灘環境，地層中化石甚少。台南層第四段為淘選甚佳呈砂丘性的沉積物，以塊狀的粉砂及細砂為主。

(4)台南時階之造山運動：此時造山運動所形成之構造線大致呈南北走向，形成中洲台地、大灣低地及台南台地、台南台地東緣之斷層崖似在本時階形成。

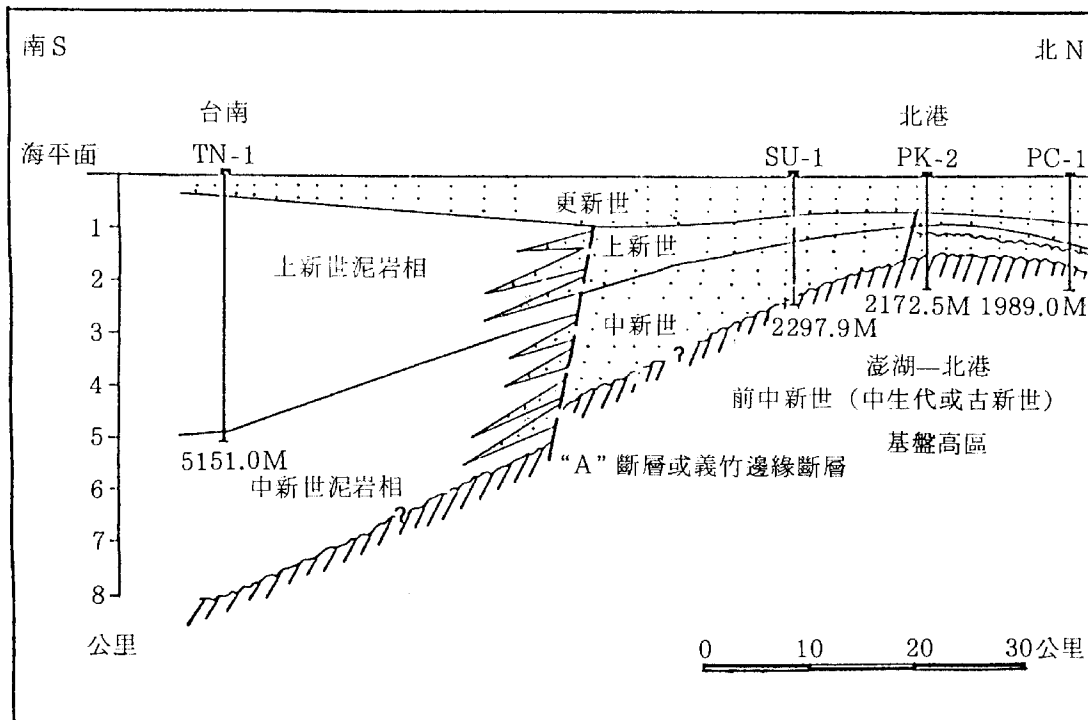
(5)十三甲期：十三甲層之形成期為一侵蝕期，在台南時階時台南台地南段尚為低平，由於十三甲溪的切割使得台地得以繼續隆起至現在的高度。

(6)大湖期貝塚時代：根據林朝榮（1957）的調查及研究，確定在貝塚人類時代（即石器繩紋、櫛目紋陶器時代）台南台地四周

地



圖四 安平地方古圖 (盧嘉興描繪, 1965 許琦重繪, 1988)



圖五 台灣西部上部新生代地層之地質剖面圖 (周瑞燾, 1974)

有人類居住的遺跡，依照當時所留下的貝塚遺跡可以決定海岸線的位置。所以由圖三可知台南台地的貝塚幾乎全部分佈在台地周緣附近，尤其偏在台地西側邊緣，所以當時海水似乎繞台地的西緣。在台地東緣附近，由成功大學通往大灣公路附近亦有小貝塚遺址，東門城外及車路墘（南台南）附近亦有貝塚發現，表示台地的東緣亦可能被海水包圍。

(7)歷史時代：到了十七世紀荷蘭人爲了拓展其東亞貿易，於是在明天啓四年（西元1624年）自澎湖入台江（荷蘭人稱之爲鯨骨（'t Walvis Been）），佔領一鯤鯓亦稱大員（Taijouwan），即今安平）及赤嵌（Saccan）地方，將之隸屬於東印度公司。由圖四可知此稱大員的沙洲北隔一水道與稱作北線尾（Baxemboy）的沙洲相望，此沙洲北端水道稱鹿耳門灣（'t Gat van Lacjemue），其南相連數個沿海洲，名稱由一鯤鯓至七鯤鯓。這些沿海洲列是爲赤嵌地區的外圍屏障。

明崇禎三年（西元1630年）荷蘭人爲保護其經濟利益，防止外敵入侵，於是在一鯤鯓築熱蘭遮城（'t Fort Zeelandia）（今安平古堡址），並於明永曆四年（西元1650年）在赤嵌的海邊建普魯民遮城（'t Fort Proventie）（今赤嵌樓址）爲政務廳，以治理台灣（盧嘉興,1981）。當時兩城隔台江內海遙遙相對，台南耆舊傳說，此兩城有地道相通。明永曆15年（西元1661年）四月一日鄭成功率兵艦抵台灣外沙線，避開熱蘭遮城所控制的大員與北線尾沙洲間的水道，改由北線尾北方的鹿耳門灣，進入台江內海，直攻赤嵌，所以當時應是『台江，汪洋浩瀚，可泊千艘』。而後由清朝內府所藏『鄭氏台灣軍備圖』中對台江內海記載著『……一帶可拋泊船千百隻，但北風時其船甚搖擺，至僞承天府前尚有壹里淺地，若海水大潮則直到僞承天府前。……』。承天府乃荷蘭人所建普魯民遮城，在荷據時代，其在海邊，鄭氏據台後不久即已離岸一里之遠，可見台江內海淤積之速。

到了康熙中年已變爲『灣之津頭水淺，用牛車載人下船，鎮之澳頭淺處則易小舟登岸，其餘各港可沿溪而入。』之狀態（林謙光台灣紀略）。

乾隆末年與嘉慶年間，此等沿海洲已與台灣本島相連，在夏獻綸全台輿圖中稱『安平前阻汪洋，非船莫渡，今已積沙成地，建告輿梁』。

道光三年（西元1823年）七月大風雨，曾文溪改道向西港南流，注入台江內海。洪水挾帶大量泥沙淤塞台江內海，使之變爲陸地，鹿耳門變爲廢口。此由道光九年（西元1829年）姚瑩所撰『東槎紀略』中提到：『道光三年七月，台灣大風雨，鹿耳門內海沙驟長，變爲陸地，……』。另據『台案彙錄甲集』第二冊中，道光十三年十一月閩浙總督程祖洛奏酌籌台灣善後事宜摺記：『……府城爲全台根本重地。……從前四面濱臨內海而險可恃，故未包羅入城。道光三年以後內海之濱，沙日淤墊，北自嘉義之曾文溪，南至郡城小北門外四十餘里，東自洲仔尾海岸，西至鹿耳門內十五、六里，俱已漲成陸埔，……』。

同治十二年（西元1873年）丁紹儀撰『東瀛識略』。卷五海防條記：『台灣孤峙海東，非舟莫達。初止鹿耳門一口，砂堅如鐵，港道紆迴。……，兩舟不能並駛，稍不慎衝攔沙線，舟立碎。……，百餘年來，淤沙擁塞，安平至郡已可陸行。……』，可知此時台南安平間原有內海已經淤填，可以陸行（盧嘉興,1965）。

日據之後，以西元1904年台灣土地調查局測量結果與西元1916年陸地測量部之地形圖比較對照，發現台南市經曾文溪口及其北岸一帶有陸地隆起，而台南附近其他地區大致有地面下降之現象。此外，在西元1935年亦發現台南市南方之灣裡海岸有海進之事實。

近年來更在灣裡附近及台南運河南岸先後進行大規模抽砂回填工程，形成大片新生地，更加速台江內海殘跡的消逝。

地 質 概 況

三、台南都會區地質概況

3.1 地質構造及地層敘述

台南都會區之新第三紀泥岩呈現北北東、南南西向之褶皺構造。其中台南台地下方呈背斜構造，稱為台南背斜。台地東方之大灣低地有大灣向斜，關廟附近有關廟向斜，此等褶皺構造是形成於蓬萊時階之東寧造山運動劇動期，是由古亭坑層與頭嵙山群崎頂層受劇烈褶皺作用而造成（鍾廣吉, 1979）。

此地區之主要地層，依各層層位之先後關係，由上而下排列，在下者為老地層，在上者為新地層，其關係如表一所示（鍾廣吉, 1979）。今分別敘述於下：

(1)先台南期地層：回顧圖五可知，台南地區地質構造單純，除了表層更新世沖積層較複雜外，其下部主要為新第三紀泥岩所構成。依形成時期的不同而可分為上新世泥岩層及中新世泥岩層，中新世泥岩層位處地表下4000~5000公尺以下，形成時期相當於北部的桂竹林層，是由連繼不斷的深灰色海相頁岩、泥岩和粉砂岩所組成，只含少量的砂岩夾層（何春蓀, 1975），厚度約為3000公尺。至於上新世泥岩，何春蓀教授指出此層

沉積物厚度可達5000公尺，是由一深灰色泥岩系所組成，此一泥岩系，稱為古亭坑層，其形成時期相當於北部、中部之錦水頁岩及卓蘭層，此時台灣西部之沉積環境大部分可能屬於淺海，而在台南一高雄區之沉積環境則屬於外淺海至上部半深海。在部分地區之泥岩層上方有崎頂層，形成於上新一更新世以黃褐色乃至灰黃色粗鬆砂岩為主，夾有礫頁岩及礫岩薄層，由其岩性可對比於頭嵙山群之通霄層底部。

(2)台南層：鍾廣吉教授指出，廣義的台南層乃是位處古亭坑層以上的所有的地層皆屬之，包括狹義的台南層、十三甲層、新舊期砂丘層及新期潟湖沉積層、隆起沙洲層等。狹義的台南層則指分佈於台南台地、虎頭埤、關廟深坑子等地，含海棲化石的第四紀層，乃是林朝榮教授在1932年命名的。依據林朝榮教授之研究，在台南台地的台南層大致可以分成四段，各段間完全整合。最下段以青灰色泥岩與灰色細砂（或粉砂）的互層組成，含有豐富貝類化石。第二段以細粒至中粒之砂構成，呈黃棕色亦偶現黃色，含有豐富的貝類及有孔蟲化石，局部呈現交錯層理，厚度約2公尺左右。第三段以黃棕色之粗粒砂所成，化石甚少，厚度約為2至4公

表一 台南都會區地層層序（鍾廣吉, 1979）

時 間	各地層及上下關係
全 新 世	8. 沖積層
非整合.....
	7. 新期潟湖沉積層及隆起砂洲堆積層
非整合.....
	6. 新期砂丘層
微弱不整合.....
	5. 大湖期貝塚時代沉積層
非整合.....
	4. 舊期砂丘砂層
 ?
3. 十三甲層	
~~~~~不整合~~~~~	
2. 臺南層	
~~~~~ 顯然的不整合 ~~~~~	
1. 先臺南期地層	

尺。第四段為1至2公尺之塊狀泥質淤泥層，呈黃色，普通分佈於無砂丘砂的台面上，可能為第三段受風化而變成者。

(3)十三甲層：局部發育於台南台地南端附近之十三甲村（台南縣境內），以含礫泥質砂所構成，其中含淡水棲及海水棲貝類化石，不整合蓋於台南層之上。可能是切割台地河谷之河床堆積物，或可與花蓮米崙層對比。

(4)舊期砂丘層（櫻丘砂丘砂層）：發育於台南台地西南側，形成了南北向平行砂丘群，如日新里東方砂丘、夕陽丘砂丘、櫻丘砂丘及二行村砂丘。主要為鬆軟之灰色或淡黃色細粒砂所構成。

(5)新期砂丘砂層：發育於現今海岸之鯤鯓鉤形砂嘴上、四草湖附近及曾文溪南岸。均以灰色之細砂或粉砂所構成。

(6)新期潟湖沉積層及隆起沙洲層：此乃構成安平平原之表層地層，前者為台江潟湖乾涸隆起者，以灰色之壤質砂、砂質壤土、粉砂質黏土、黏質壤土、粉砂等構成。後者在安平沙洲線部份的組成，為灰色之細粒砂與粉砂。

(7)沖積層：主要分佈於曾文溪岸及河口，一部份分佈於二仁溪及鹽水溪岸，並在曾文溪口形成廣大三角洲沖積扇。主要為壤質細砂、砂質壤土、砂質黏土、黏質壤土、粉砂質黏壤土所構成。

3.2 台南都會區地層剖面及工程特性

根據成功大學土木系土壤試驗室從民國六十年至民國七十六年間在本都會區內47個不同工地（如圖一所示）所進行之土層鑽探結果，描繪出台南都會區的地層柵狀圖如圖六所示。從地質剖面圖可知本都會區之土層主要為細砂層、沉泥層、黏土層及泥岩層等。若依美國統一土壤分類法，則細砂層屬於泥質砂土（SM），沉泥層為無機質沉泥（ML），黏土層則屬低塑性或中等塑性之黏土（CL），泥岩層依其顆粒粒徑則可歸類為沉泥（ML）或中低塑性黏土（CL）。

至於礫石除在地表層中偶爾出現外，在較深層處幾乎很少見到。另外，從顆粒粒徑分析知道，本都會區之土壤95%以上其粒徑均小於0.42mm（40號篩），同時其孔隙率小，一般平均約在35~45%之間，因此推測本都會區並無豐富地下含水層。由於土壤顆粒細小經壓實後容易達到緊密狀態，可為良好之承載層。

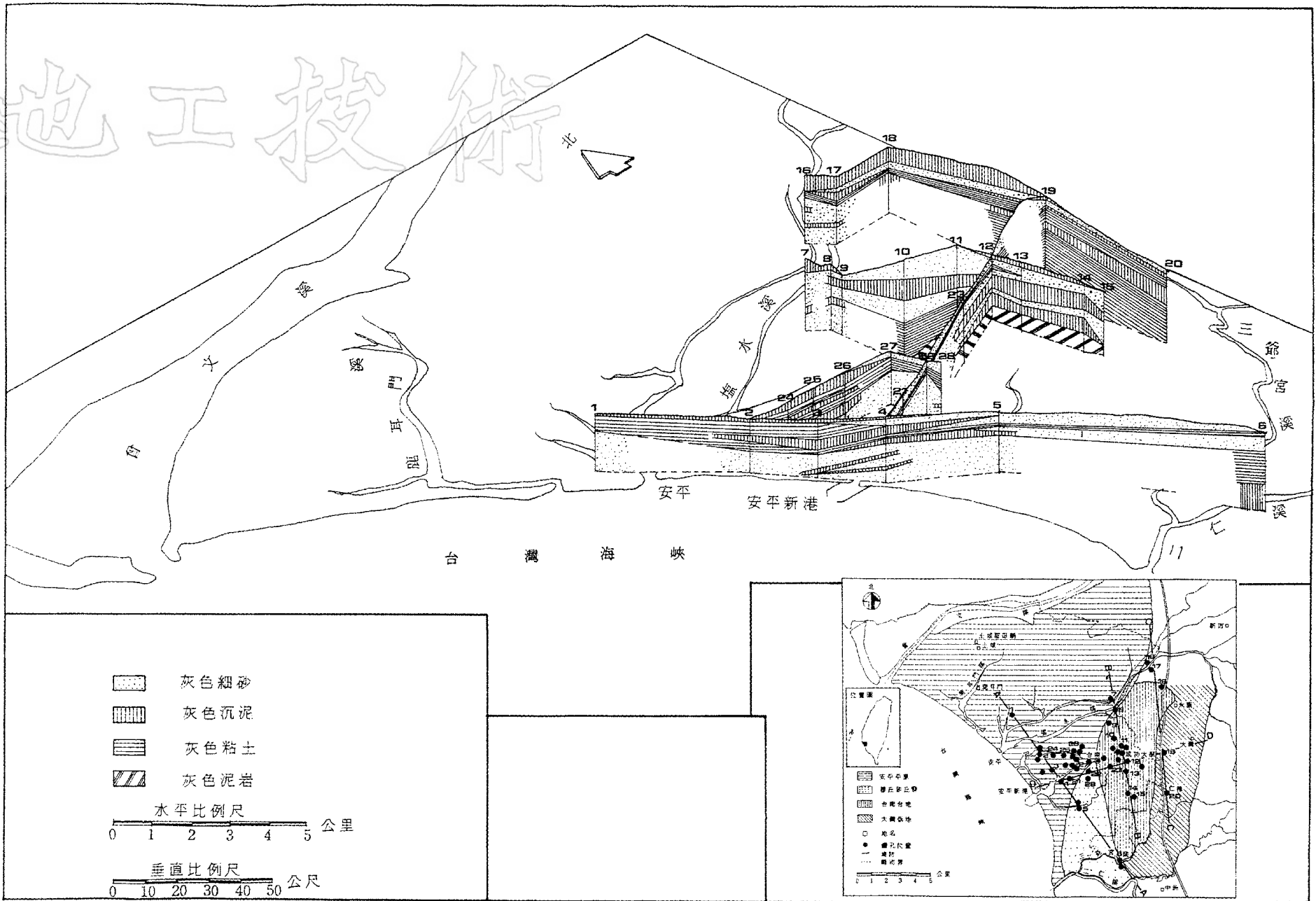
為了探討安平平原、櫻丘砂丘群、台南台地及大灣低地四大地形分區之土層狀況及工程性質。將圖六所示A—A（安平平原、櫻丘砂丘剖面）、B—B（台南台地剖面）、C—C（大灣低地剖面）和D—D（橫切剖面）等四個地層剖面，分別繪於圖七~十中，同時並將各剖面內土層特性列於表二~五。

(1)安平平原區

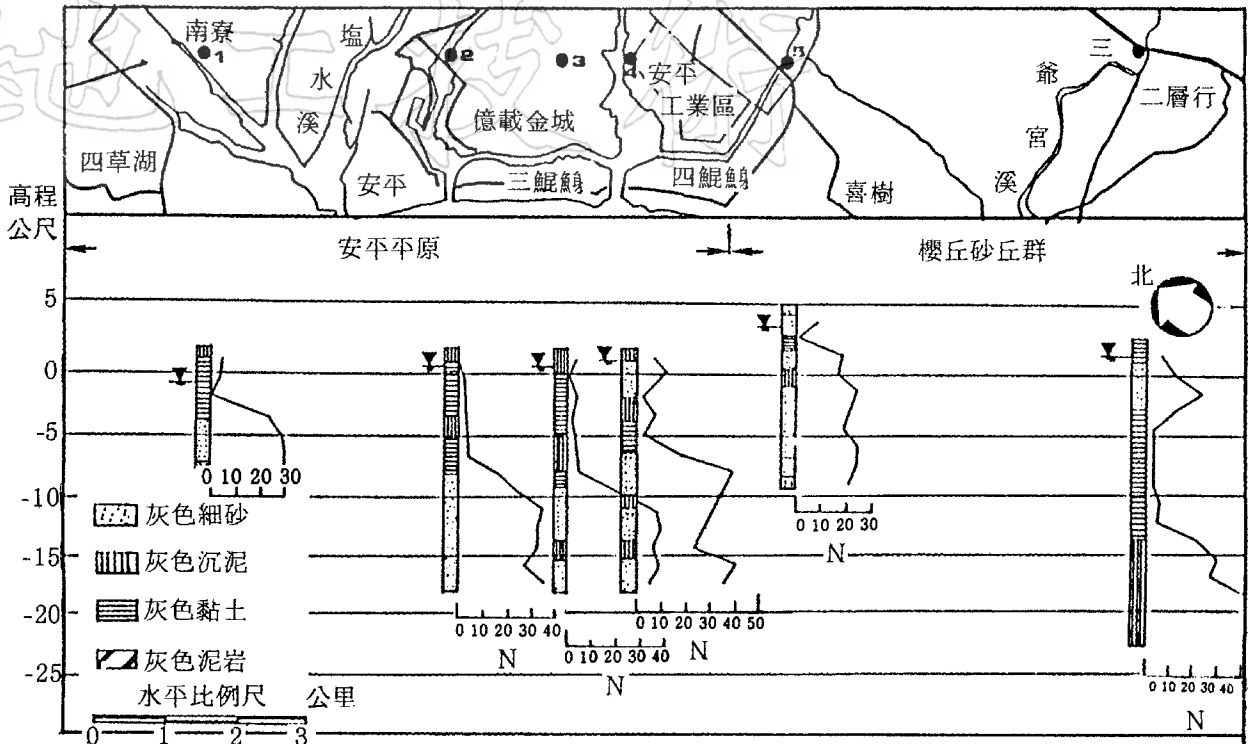
本平原大部分為隆起潟湖，西緣附近為隆起沙洲，地形呈北寬南窄，除沙洲線外均維持在平均海拔2至3公尺高度。由於本區域屬潟湖沉積或隆起堆積層，土層分佈極為複雜，土質性質差異極大。一般而言，在本區地表下1~2公尺為褐色沉泥層，依統一土壤分類屬於沉泥（ML），在其下有厚度為5~10公尺之低塑性或中等塑性黏土（CL），其中偶夾一些薄層沉泥（ML）。本黏土層孔隙比相當大（0.62~0.96），自然含水量高達25~50%，塑性指數大多超出17%，壓縮性指數最大者達0.43，當外加應力稍微增加時極易導致壓密沉陷現象。黏土層下為一緊密之灰色細砂層，砂粒極細，砂土顆粒含量多且孔隙比小，其標準貫入抵抗N值均在30以上，屬良好承載層。

鍾廣吉教授（1979）指出，鄭成功主台時期（西元1662年）台江內海雖逐漸淤積，但水深仍在6公尺左右，當時軍艦可自由出入所以吃水在4~5公尺之間。此外，在清乾隆三十八年朱景英撰『海東札記』卷二，記揚澳條記：『……鹿耳門，全郡之門戶也，四周皆海，海底鐵板沙線，排列如鑄。……商舶率銜尾出入，不敢並權，潮長水深丈

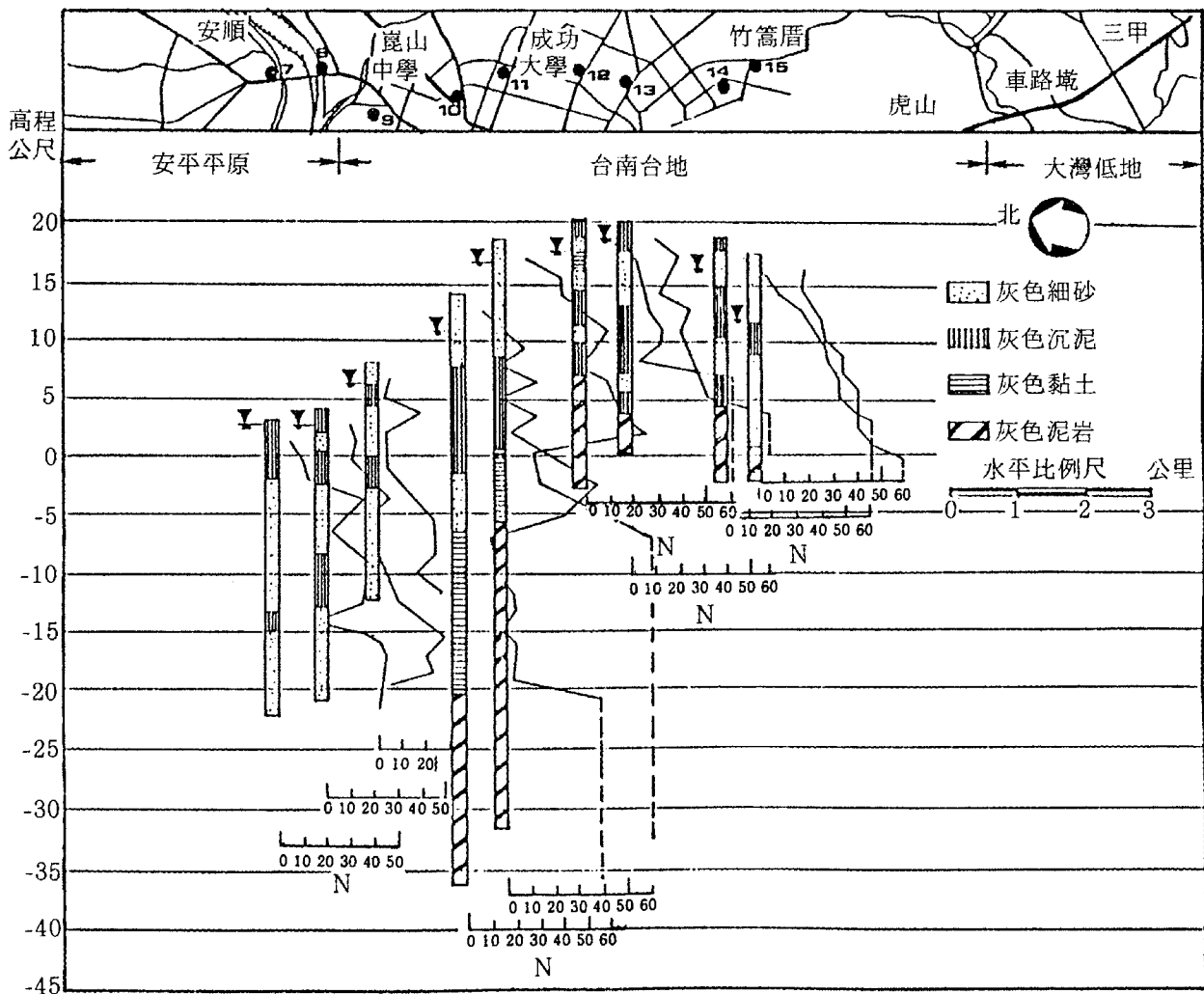
地工技術



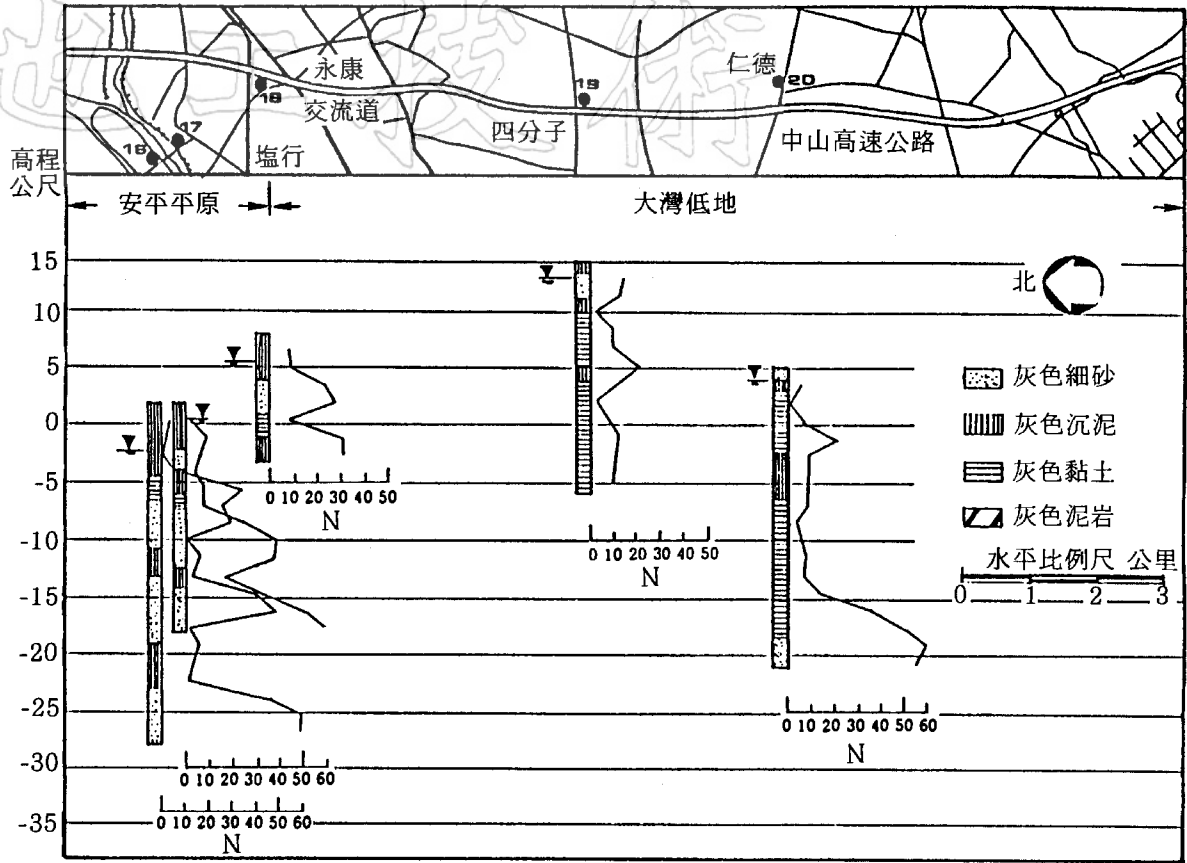
圖六 台南都會區地層柵狀圖



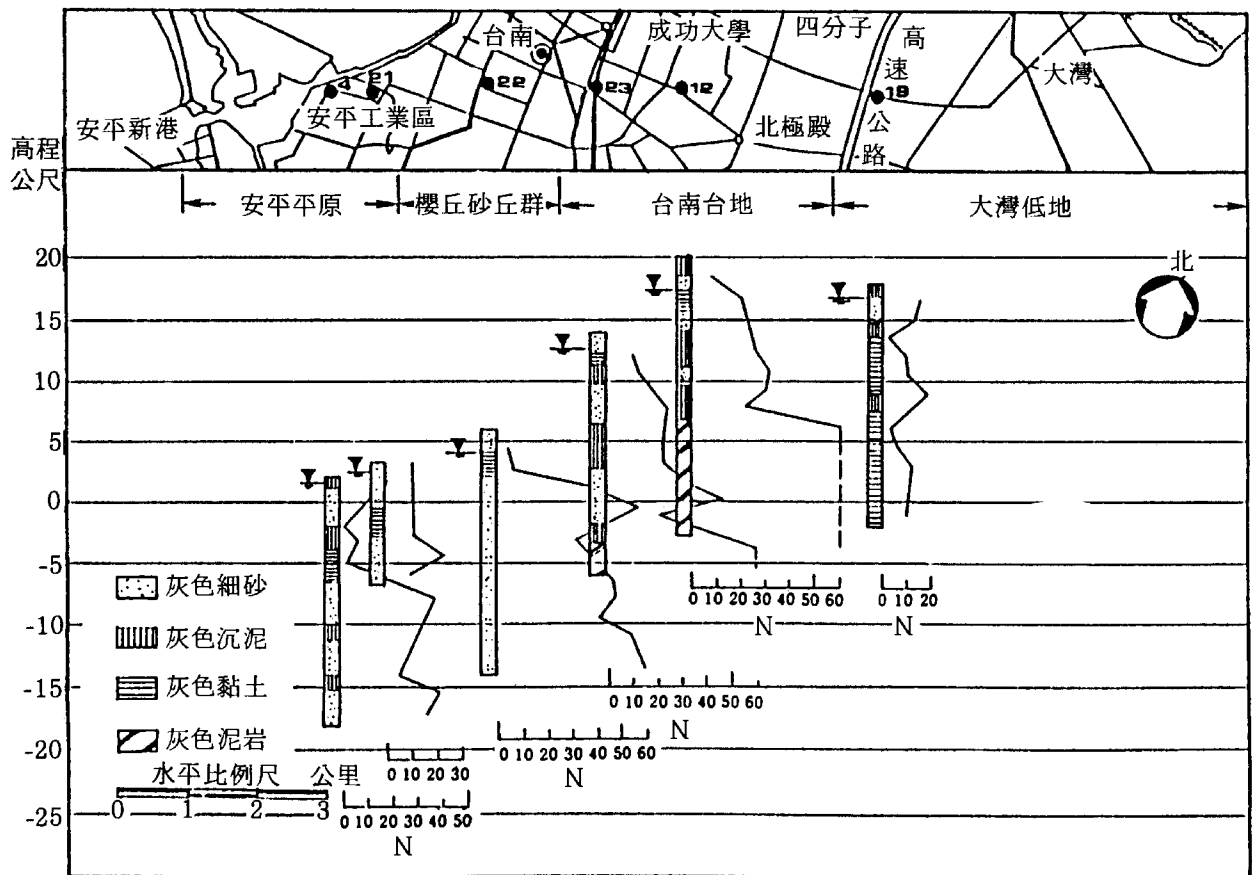
圖七 A-A 地層剖面圖



圖八 B-B 地層剖面圖



圖九 C-C 地層剖面圖



圖十 D-D 地層剖面圖

表二 安平平原土層性質

地層	厚度 (m)	土層	物理性質										力學性質					
			統一土壤分類	自然含水量 (%)	比重	當地密度 gmf/cm^3	孔隙比	液性限度 (%)	塑性限度 (%)	顆粒組成 (%)			一軸抗壓強度 kgf/cm^2	標準貫入值 N	剪力參數*		壓密係數**	
										0.42-0.074 mm	0.074-0.005 mm	< 0.005 mm			c kgf/cm^2	ϕ (度)	c c	P_v kg/cm^2
地表層	1.0 } 2.0	褐色沉泥	ML	15.4 } 27.2	2.68	1.84	0.83	—	NP	6 } 10	86 } 90	4 } 6	—	0 } 3	—	—	—	—
瀉湖沉積層或隆起堆積層	5.0 } 10.0	灰色黏土	CL	28.2 } 37.7	2.68	1.88 } 2.08	0.64 } 0.96	33.1 } 53.1	17.8 } 21.3	2 } 4	78 } 80	16 } 20	0.1 } 0.4	1 } 4	0.05 } 0.12	2.80 } 3.81	0.13 } 0.23	1.1 } 1.2
				灰色沉泥		ML	23.5 } 37.4	2.68	1.93 } 2.08	0.62 } 0.91	—	NP	5 } 18	70 } 80	12 } 15	—	3 } 5	0.08 } 0.15
		灰色黏土	CL		28.0 } 50.7		2.68 } 2.70		1.73 } 2.07	0.63 } 0.89	34.2 } 58.8	20.4 } 32.7	3 } 5	59 } 75	20 } 38	0.4 } 0.7	1 } 4	0.11 } 0.17
				灰色細砂	SM	21.1 } 28.7		2.67 } 2.68	2.00 } 2.02	0.61 } 0.72	—	NP	75 } 80	5 } 25	0 } 4	—	20 } 50	—
灰色沉泥	ML	23.5 } 27.1	2.68			2.04 } 2.18	0.44 } 0.63		—	NP	20 } 24	71 } 76	4 } 5	—	18 } 36	—	—	—
		灰色細砂		SM	15.8 } 24.5	2.67	2.00 } 2.20	0.41 } 0.67	—	NP	70 } 72	26 } 28	0 } 4	—	35 } 50	—	—	—

* c, ϕ 值為直接剪力試驗 (Qu-Test) 所求得之結果

** C_c : 壓縮性指數, P_v : 前期壓密應力

表三 櫻丘砂丘群土層性質

地層	厚度 (m)	土層	統一土壤分類	物理性質							力學性質			
				自然含水量 (%)	比重	當地密度 γ_{mf}/cm^3	孔隙比	液性限度 (%)	塑性限度 (%)	顆粒組成 (%)			一軸抗壓強度 kgf/cm^2	標準貫入值 N
										0.42-0.074 mm	0.074-0.005 mm	<0.005 mm		
地表層	1.0 } 3.0	灰色細砂	SM	15.5	2.63	1.58	0.62	—	NP	61	28	2	—	0
				21.0	2.67	1.97	0.92			68	32	4		
砂丘層	—	灰色黏土	CH	23.2	2.68	1.67	0.62	27.6	21.5	2	56	25	0.32	4
				42.4	2.70	2.04	1.28	51.1	33.5	10	65	42	0.68	6
		灰色細砂	SM	20.4	2.66	1.80	0.48	—	NP	76	8	0	—	20
				28.2	2.67	2.11	0.87			92	11	3		

四、五尺，潮退，不及一丈，舟人必懸舵始能出入。港路紆迴，舟觸沙線立碎。……。」(盧嘉興,1965)。由上所述可知當年為台江內海的安平平原在水平面以下4~6公尺之土層是在近三百年來所堆積而成的。由於台江內海外圍有沙洲環繞，泥砂進入此半封閉性的沉積環境中必然無法進行良好的淘選作用，是以形成沉泥、黏土層相互交錯。同時由於沉積時間不久，孔隙較大，容易產生壓密沉陷現象。

此外，由上文可知當時台江內海的海底有一稱為『鐵板沙』的土層存在，舟船一碰此砂層則易破碎沉沒，可見此砂層的堅硬。由於當時台江水深6公尺左右，所以在水平面6公尺以下的砂層必屬之。由實際鑽探資料，即圖七之第1、2號鑽孔柱狀圖及表二，可證明此『鐵板沙』層確實存在，其N值相當的高，具有摧毀舟船的能力。由於所用鑽探資料中，鑽孔深度有限，最深處僅20餘公尺，無法判斷此堅硬砂層之厚度並探討古亭坑層泥岩在本區的深度。

(2) 櫻丘砂丘群區

櫻丘砂丘砂層，發育於台南台地之西南側，構成日新里東方砂丘、夕陽丘砂丘、櫻丘砂丘及二行村砂丘(參照圖一)等南北平行砂丘群。由本區之地質剖面圖(如圖七第5孔所示)及表三可知，本砂丘群主要由灰色之細砂所構成，一般在地表下2~3公尺夾有一厚度1公尺左右之高塑性黏土層，雖

然孔隙比及塑性均大，但屬薄層，應不足以形成工程上的難點。此層下之細砂層非常緊密，N值大於20以上，有些甚至超過60，屬於緊密細砂，可為良好的承載層。根據鑽探資料，本砂丘群在安平工業區附近、喜樹、灣裡一線與安平平原之潟湖沉積或隆起沙洲層呈非整合關係。

(3) 台南台地區

台南台地之地層，主要以台南層為主，其下為古亭坑層。台南層之土層由圖八鑽探資料而觀，依序為：表層是1~3公尺之褐色細砂或1公尺左右之褐色沉泥，其下為2~7公尺之灰色細砂，接著下方為厚度約7~10公尺之沉泥，在此層內有些地方夾有2~3公尺之細砂。從圖八中成大醫學院(第11號鑽孔)和開元路陸橋(第10號鑽孔)資料，發現古亭坑層泥岩層之上方有一厚度在7~15公尺之低塑性灰色黏土層，其壓縮性指數Cc在0.2以上，屬於易壓密土層。由圖十及鑽探資料可知台南台地之泥岩層，在長榮路成大段以東，一般在地表下約16公尺之深度處，直至勝利路成大段以西泥岩層即急劇下降至地表下30公尺左右。至於南北向泥岩層的分佈由圖八可看出是以第12號孔(成大學生宿舍)為最高點，並分別向南北方向下降，尤其是北向之泥岩層有急速隱沒的現象。在成大學生宿舍工地之鑽孔(第12號鑽孔)中泥岩層約在水平面上7公尺處出現，而在開元路陸橋處(第10號鑽孔)泥岩層

表四 台南台地土層性質

地層	厚度 (m)	土層	統一土壤分類	物理性質							力學性質								
				自然含水量 (%)	比重	當地密度 ρ_{mf} /cm ³	孔隙比	液性限度 (%)	塑性限度 (%)	顆粒組成 (%)			一軸抗壓強度 kgf/cm ²	標準貫入值 N	剪力參數		壓密係數		透水係數 K cm/sec
										0.42-0.074 mm	0.074-0.005 mm	< 0.005 mm			c kgf/cm ²	ϕ (度)	c c	Pv kgf/cm ²	
地表層	1.0	褐色細砂	SM	5.6	2.67	1.76	0.70	—	NP	72	15	0	—	8	—	29.1	—	—	1.85×10 ⁻³
	3.0			28.8		1.99	0.96			85	18	10		22		34.3			2.44×10 ⁻³
台南台層	13.0	灰色細砂	SM	24.7	2.67	1.82	0.70	—	NP	23	55	7	—	23	—	34.3	—	—	1.36×10 ⁻³
				27.7		1.98	0.87			35	70	10		38		6.87×10 ⁻⁵			
	30.0	灰色沉泥	ML	21.6	2.68	1.86	0.53	—	NP	6	76	5	—	20	(0)	(14.5)	0.12	1.15	1.14×10 ⁻⁴
				28.9		2.13	0.84			8	89	16		43	(0.14)	(21.6)	0.16	3.5	6.05×10 ⁻⁵
	30.0	灰色細砂	SM	22.1	2.67	1.85	0.69	—	NP	25	19	5	—	48	—	39.0	0.03	2.6	8.59×10 ⁻⁴
				25.1		1.94	0.81			56	30	6		60		41.9	0.10	4.9	1.20×10 ⁻⁵
30.0	灰色黏土	CL	25.1	2.68	1.19	0.69	27.6	18.7	2	40	25	0.10	10	(0.02)	(5.5)	0.202	1.10	1.12×10 ⁻⁶	
			32.4		2.04	0.75	38.8	25.8	5	70	58	0.88	14	(0.23)	(28.5)	0.303	5.4	4.77×10 ⁻⁷	
古亭坑層	—	灰色泥岩	ML	13.7	2.68	1.92	0.34	20.1	18.1	2	48	15	0.59	>60	—	39.0	—	—	—
				22.4		2.18	0.75	38.8	25.3	23	55	50	7.50			41.9			

* 剪力參數欄中，()內之 c, ϕ 值為三軸 CU 試驗所求得結果，屬總應力強度參數，其餘為直接剪力試驗 (Qu-Test) 的試驗結果。

** C_c：壓縮性指數，P_v：前期壓密應力。

表五 大灣低地土層性質

地層	厚度 (m)	土層	統一土壤分類	物理性質									力學性質	
				自然含水量 (%)	比重	當地密度 g/cm^3	孔隙比	液性限度 (%)	塑性限度 (%)	顆粒組成 (%)			一軸抗壓強度 kgf/cm^2	標準貫入值 N
										0.42-0.074 mm	0.074-0.005 mm	< 0.005 mm		
地表層	2.0 ∩ 6.0	灰色沉泥	ML	6.91 ∩ 23.51	2.68	1.60 ∩ 1.94	0.60 ∩ 0.74	—	NP	25 ∩ 30	52 ∩ 70	2 ∩ 5	—	0 ∩ 7
台南層		灰色細砂	SM	23.32 ∩ 27.68	2.67	1.80 ∩ 1.94	0.62 ∩ 0.82	—	NP	60 ∩ 75	25 ∩ 32	0 ∩ 8	—	3 ∩ 16
				25.10 ∩ 30.96		1.78 ∩ 1.94	0.67 ∩ 0.81			5 ∩ 12	72 ∩ 85	10 ∩ 16		2 ∩ 13
		灰色黏土	CL	23.64 ∩ 30.18	2.68	1.78 ∩ 2.10	0.61 ∩ 0.78	38.2 ∩ 47.9	22.46 ∩ 25.13	2 ∩ 8	60 ∩ 72	20 ∩ 38	0.35 ∩ 1.05	2 ∩ 10
				22.91 ∩ 27.18		1.90 ∩ 2.00	0.69 ∩ 0.90	28.00 ∩ 33.20	16.50 ∩ 21.81	2 ∩ 6	82 ∩ 84	10 ∩ 16	—	15 ∩ 22
		灰色黏土	CL	20.98 ∩ 35.38	2.68	1.76 ∩ 2.23	0.68 ∩ 0.94	27.40 ∩ 41.20	16.50 ∩ 24.87	0 ∩ 5	60 ∩ 75	20 ∩ 40	0.14 ∩ 0.89	3 ∩ 11

在水平面下20公尺左右處遇到，在相距1.5公里的距離內，泥岩層面起伏如此大，可推測本台地之泥岩層在台南層未形成前可能曾經被沖蝕成「惡地地形」。

在台地與大灣低地接壤處之台地斷層崖附近泥岩層急劇下降，其深度皆在地表下20公尺以外。

(4)大灣低地區

大灣低地位於台南台地與關廟海階地之間，過去曾被海水淹沒。低地西側有台南台地為屏，東側丘陵上河流短促，是以無大量飛砂或河砂堆積，因此本區在地表下20公尺深度內細砂層很薄，一般僅2~3公尺，其餘土層大部份屬於沉泥層或黏土層。由於本區黏土層厚達15~20公尺，標準貫入N值大多小於10，孔隙比大，且自然含水量高達20~35%，為一軟弱土層，極易造成壓密沉陷，此乃是在本區進行建設工程時所必需注意之處。

此外根據鑽探資料，本都會區地下水位約在地表下2~4.5公尺處，含水層有3~5層，層中雜有黏土，厚度亦甚薄，僅在0.3

~0.6公尺左右（薛履坦，1971）。同時，本都會區溪流短促，山麓之流域面積有限，沖積層中大部分為細粒砂或沉泥，透水係數低，地下水含量不甚豐富，補給量亦不多，因此在開發本都會區時，用水的問題亦值得重視。

四、結 論

由上述數節可知，台南都會區地形平坦，起伏少，整區可分成安平平原，櫻丘砂丘群，台南台地及大灣低地等四區。區內地質構造不複雜，在古亭坑層泥岩上隨著地形的演變及沖積環境的變化覆蓋著不同的第四紀沖積土層。其中在安平平原的地表下5至8公尺內為軟弱土層，易產生壓密沉陷，其下有堅硬砂土層古稱鐵板砂層，為一良好的承載層。在櫻丘砂丘群區內，雖然在地表下2至3公尺處有一厚度約一公尺的高塑性黏土層，但其下亦為堅實的砂土層，N值有的高達60以上，可以加以利用。在台南台地內，泥岩層較接近地表，重大工程構造物可利用其作為承載層，唯須注意泥岩遇水膨脹，強度降低之特性，在進行基礎施工時應儘量避

免水的不當進入。至於大灣低地，由於地表附近軟弱黏土層厚度達15到20公尺左右，所以在此地區興建重要建築物時沉陷問題應加以重視。同時此黏土層為海相沉積物，因此在地下水位較高處的建築物內也應注意鹽分析出的現象。此外，由圖一可知三爺宮溪及鹽水溪的上游分別穿過本低地的南北部，加上低地西方有台南台地阻擋，所以豪雨時若河水暴漲，此地區必將遭受淹水之害。因此對本低地區域性的排水功能及各建築物的水害防止措施，應不可掉以輕心。

誌 謝

本文在進行期間承蒙成功大學土木系土壤力學實驗室提供台南地區的土層資料，使本文能夠圓滿完成，作者謹表衷心的感謝。同時對成功大學地球科學系鍾廣吉教授在台

南地層的分類上所給予的指導以及礦業石油系陳時祖教授在地形資料的提供、土木系岩石力學實驗室諸同仁在文稿整理上所給予的幫助，敬表萬分謝意。

參 考 文 獻

- 鍾廣吉（民國68年）台南市志卷一土地志地理篇，台南市政府。
- 林朝榮（民國46年）台灣省通志稿卷一土地志地理篇，第一冊地形，台灣省文獻委員會，363～366頁。
- 盧嘉興（民國54年）鹿耳門地理演變考，中國學術著作獎助委員會。
- 林朝榮，周瑞燾（民國63年）台灣地質，台灣省文獻委員會，50頁。
- 盧嘉興（民國70年）輿地纂要，台南縣政府。
- 何春蓀（民國64年）台灣地質概論，中華民國經濟部。
- 薛履坦（民國60年）台灣地下水資源之開發，台灣水利，地下水與鑿井專集，台灣水利，125頁。