

美濃地震台南震害區之 大地環境特性

李德河

成功大學 土木工程研究所

2018年4月19~20日

一、前言

- 2016年2月6日早上3點57分發生芮氏規模6.4地震，震央在高雄美濃，但遠在20多公里外的台南卻發生嚴重的土壤液化，學校、民房震損，高樓倒塌及橋樑錯位等災情。

1

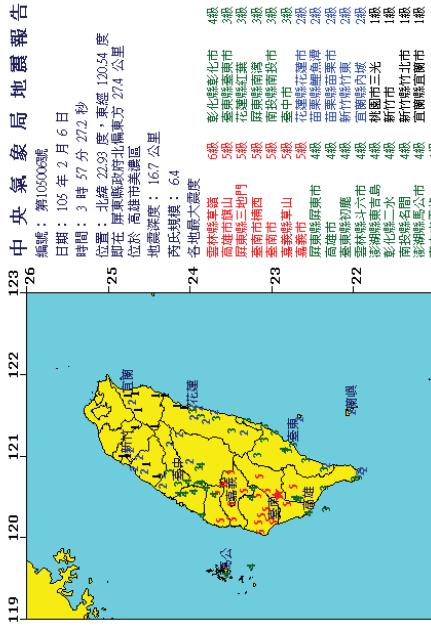
內容綱要

- 一、前言
- 二、震害與震害區
- 三、震害區之大地環境
- 四、結論

2

2016.02.06 高雄美濃地震

- 台灣時間2016年02月06日凌晨03時57分27.2秒（世界時間2月5日19時57分27.2秒）於台灣高雄市美濃區（屏東縣政府北偏東方27.4公里）發生一起芮氏規模M_L 6.4之地震，雲林草嶺觀測到6級震度。
- 震央位置在北緯22.93度、東經120.54度，震源深度為16.7公里。



說明：★表示震央位置，阿拉伯數字表示該站點所測得之震度。

NARL

(中央氣象局)

3

二、震害與震害區

主要的震害

1. 土壤液化災害
2. 結構物震損



5

1. 土壤液化災害

安南區府安路、惠安街



6

7

8





10

台南市府安路162巷底液化後傾



12

液化噴砂



9

台南市府安路162巷底2樓樓房液化下陷



11

液化噴砂

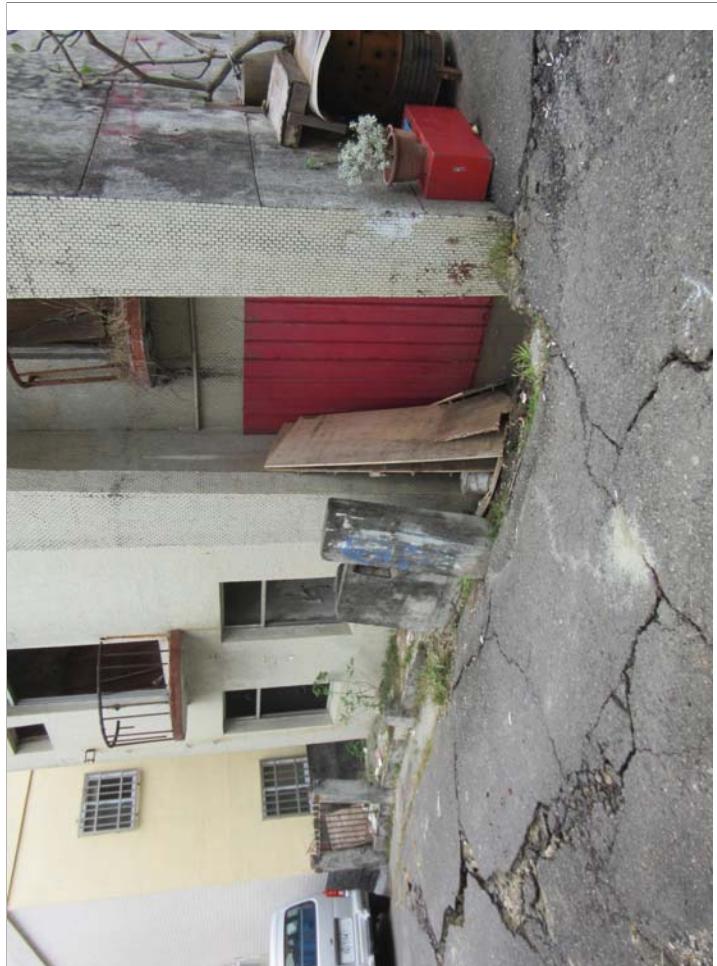
16



14



15



13



惠安街161巷液化房屋傾斜、路面拱起破裂



惠安街161巷液化下降傾斜



惠安街161巷液化後車庫拱起破裂



中西區文和街、文祥街



22



21



府安路169巷液化痕跡

23



臺南市中西區文和街84號南側液化沈陷後巷道積水

24



26

中西區文和街液化沈陷自來水管拉斷修補



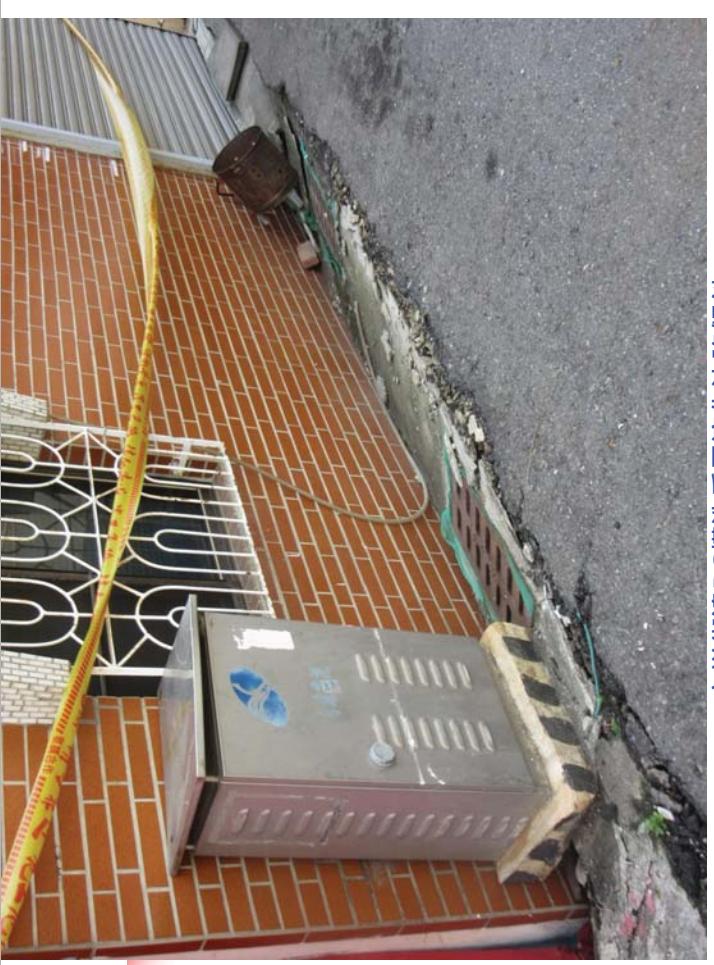
28

文祥街RC構造房屋向北傾斜約5°



25

文和街84號側巷液化不均沈陷



27

文祥街邊RC構造房屋液化沈陷傾斜



新市區三民街



文祥街RC構造房屋液化沈陷傾斜

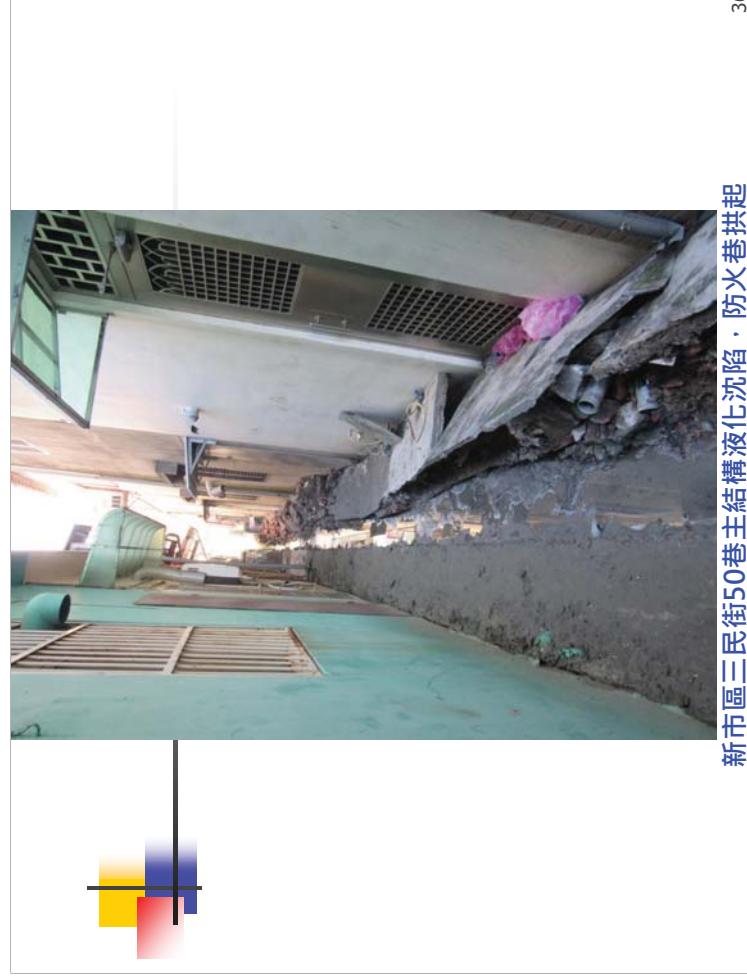


文和街72號之1屋內客廳地板拱起



34

新市區三民街50巷液化路面拱起



35

新市區三民街50巷主結構液化沈陷，防火巷拱起



33

新市區三民街50巷液化噴砂，連棟房屋沈陷，附屬構造物扭曲龜裂



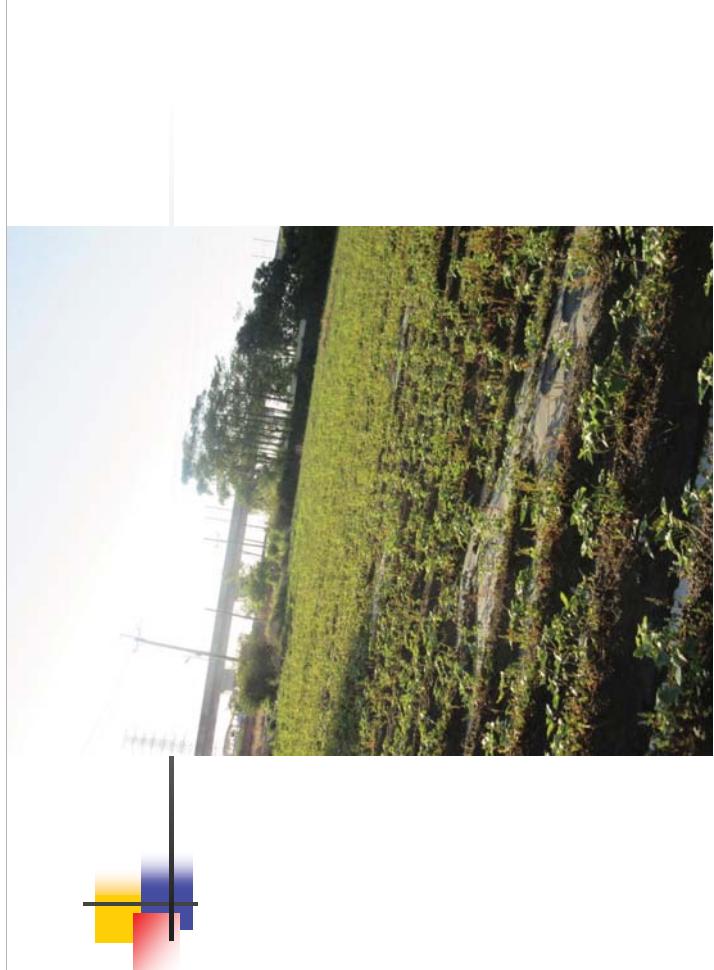
35

新市區三民街50巷主結構液化沈陷，防火巷拱起



新市區三民街50巷液化，污水管拉斷廁所堵塞，必須使用臨時廁所

38



新化區北勢里高鐵東側農地再度液化(甲仙地震曾經液化)

40



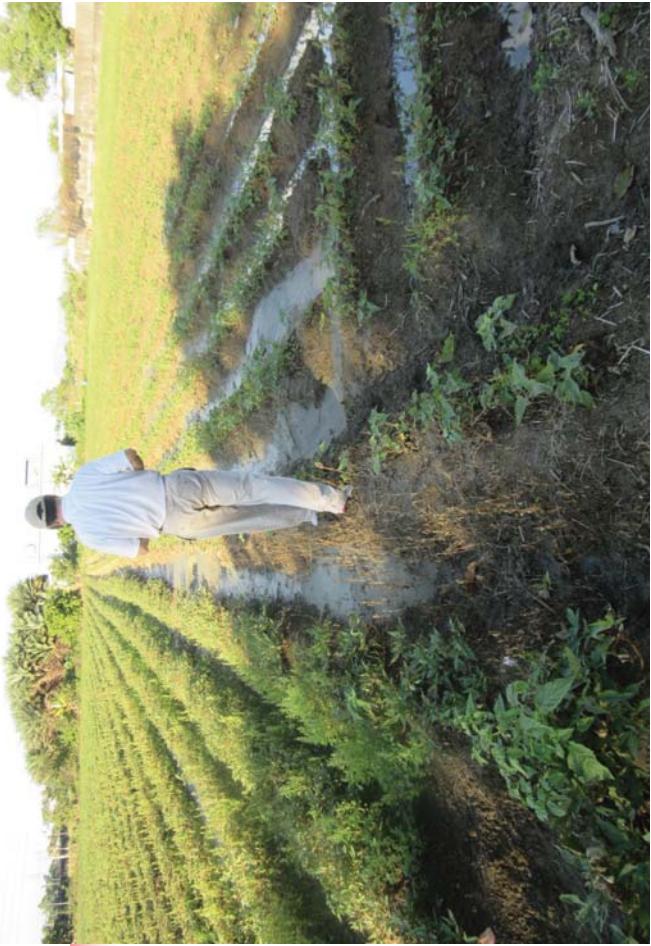
新市區三民街50巷液化，主結構沈陷，自來水管拉脫

37

新化區北勢里



39



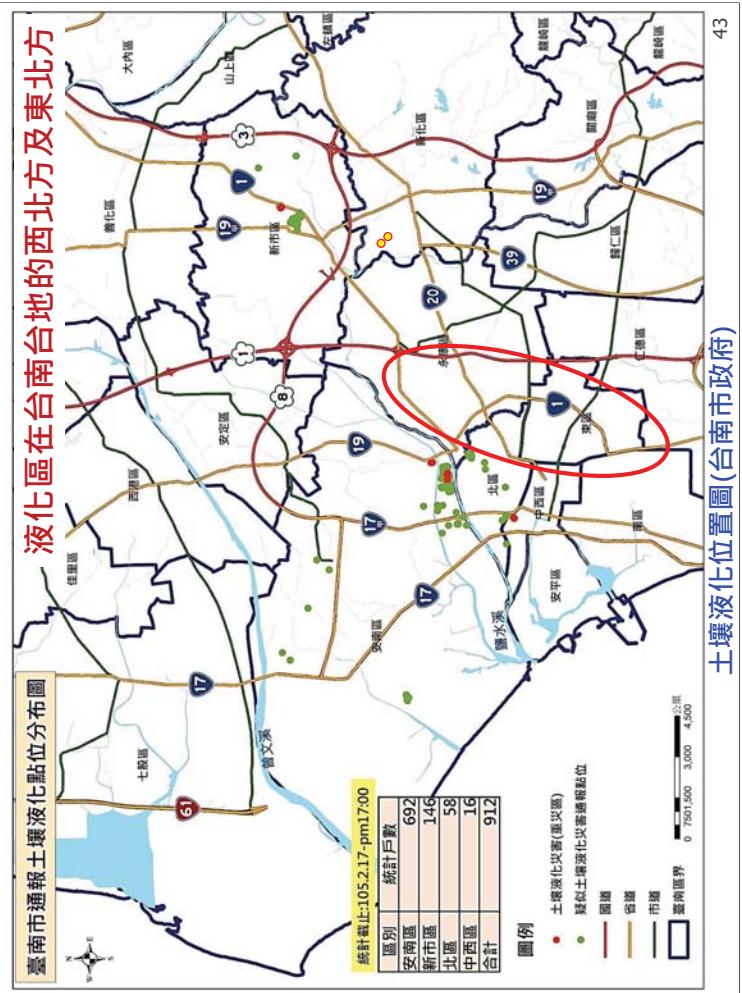
42

2. 結構物震損



41

新化區北勢里高鐵東側農地再度液化(甲仙地震時曾經液化)



43



46

南側(H、A部份)



48

北側(I、G部份)



45

臺南市永康區維冠金龍大樓南側(H、A部份)



47

客廳、臥室間之隔間牆剪裁



新化區中山路京城銀行後巷



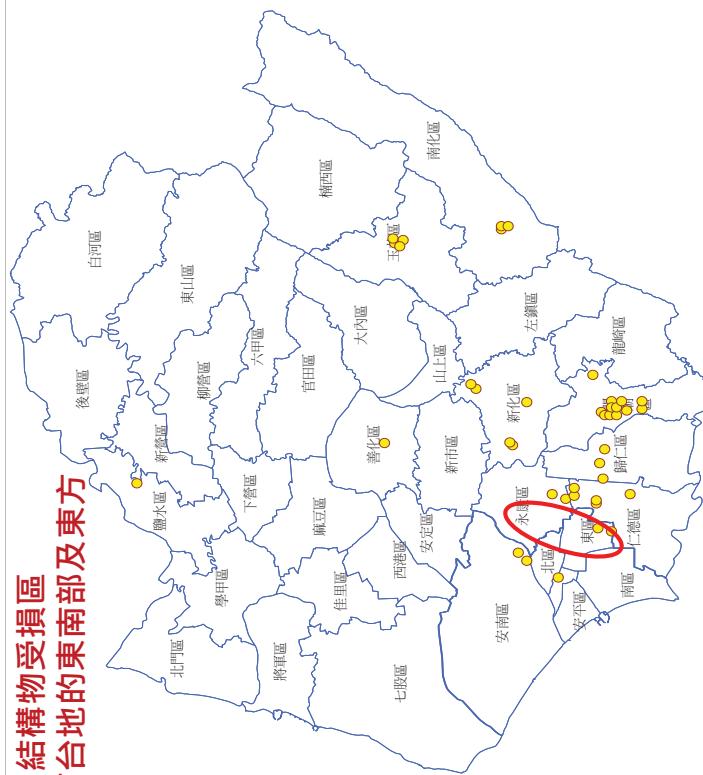
玉井區仁愛街
街屋外部結構尚稱完整



新化區中山路京城銀行傾斜並壓損鄰房，拆除中



結構物受損區 在台南台地的東南部及東方



54

三、震害區之大地環境

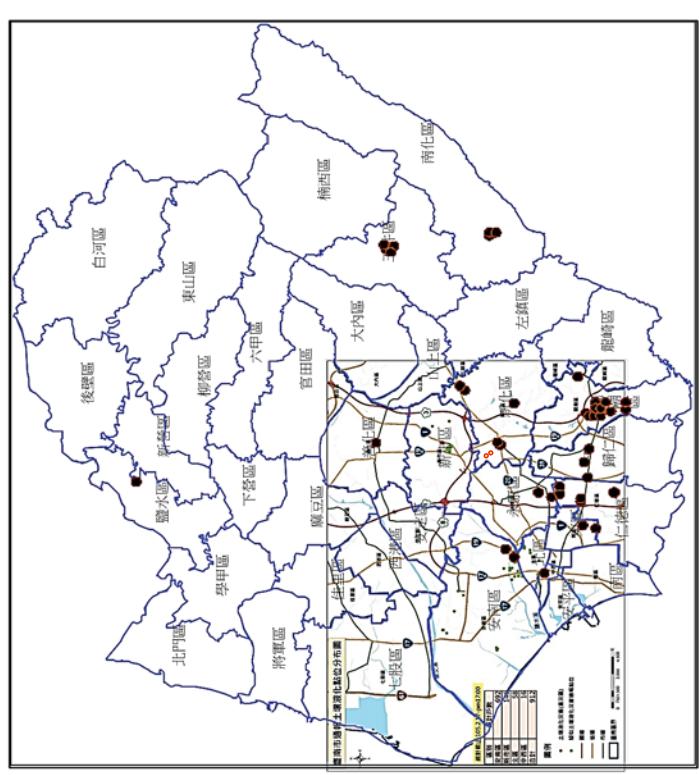


結構物受損位置圖(地震中心)



53

餐廳與廚房隔間牆破損

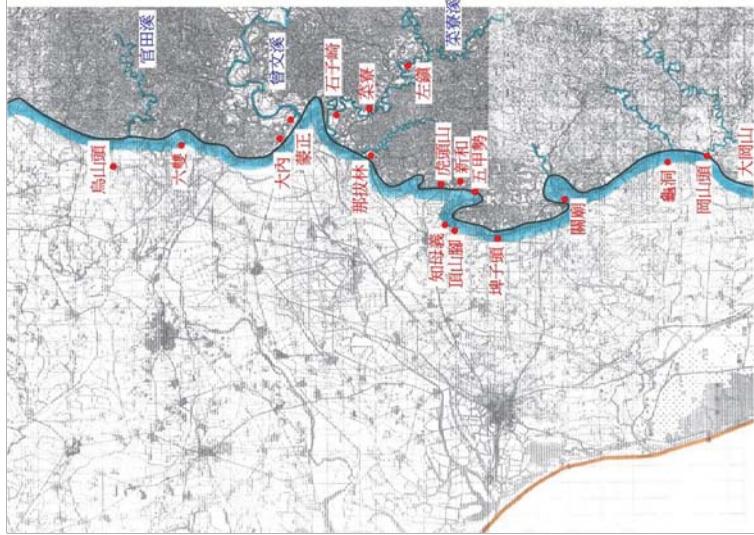


55

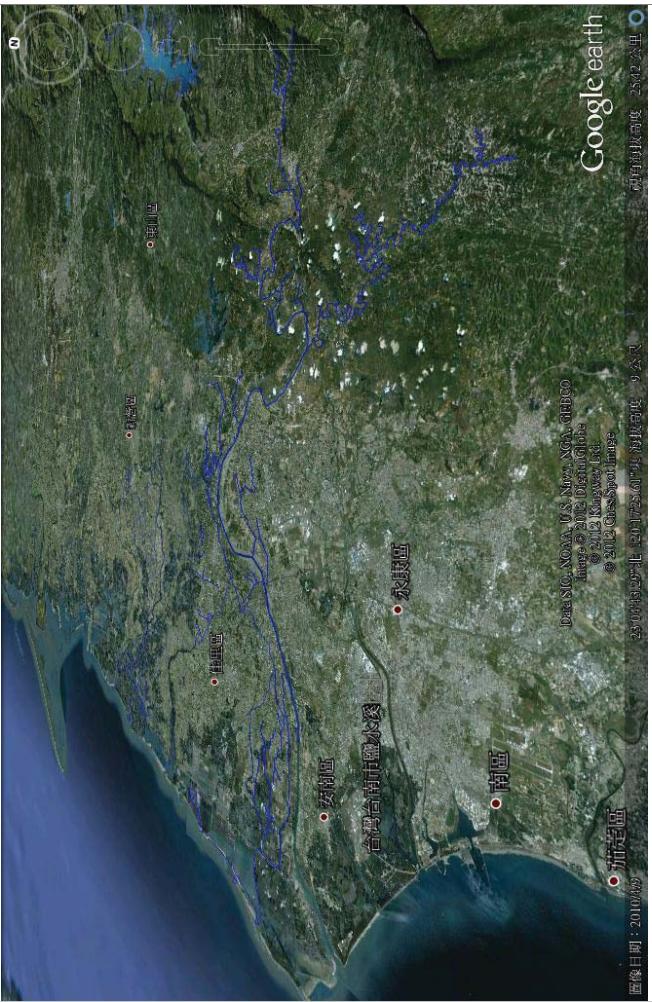
口 台灣史前時期



58



60

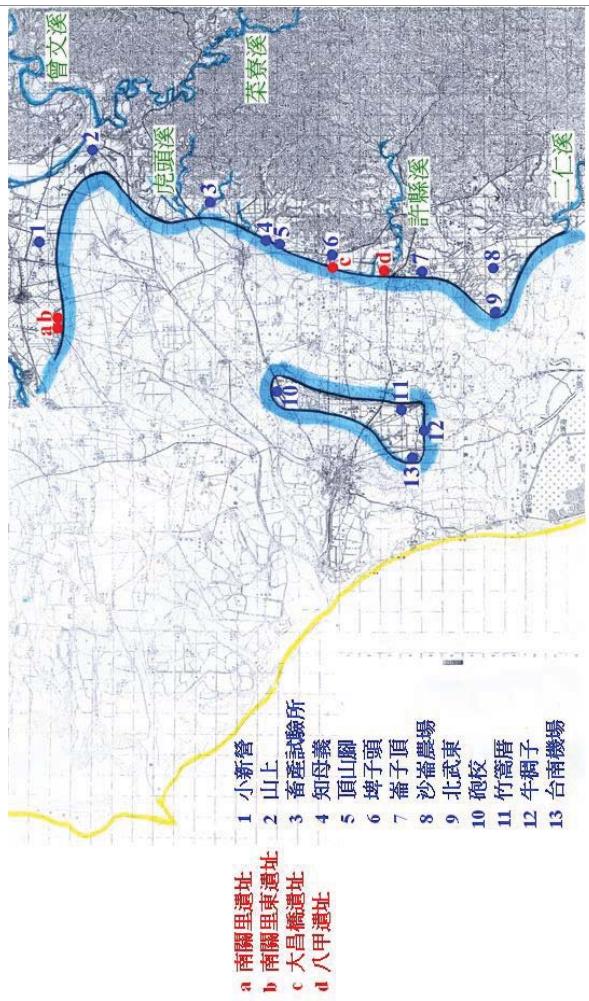


57

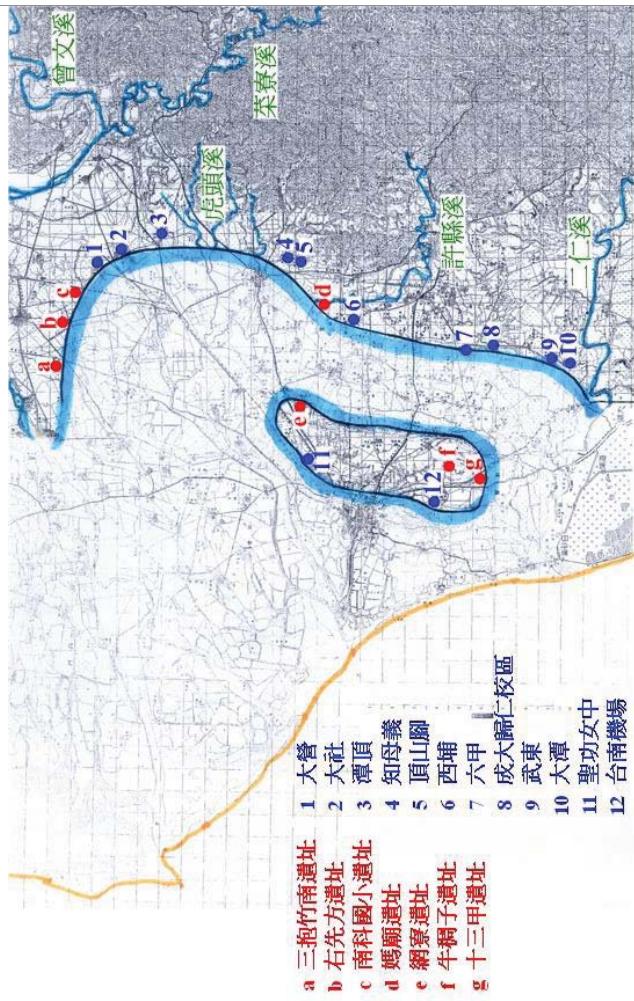
口 台灣歷史時期



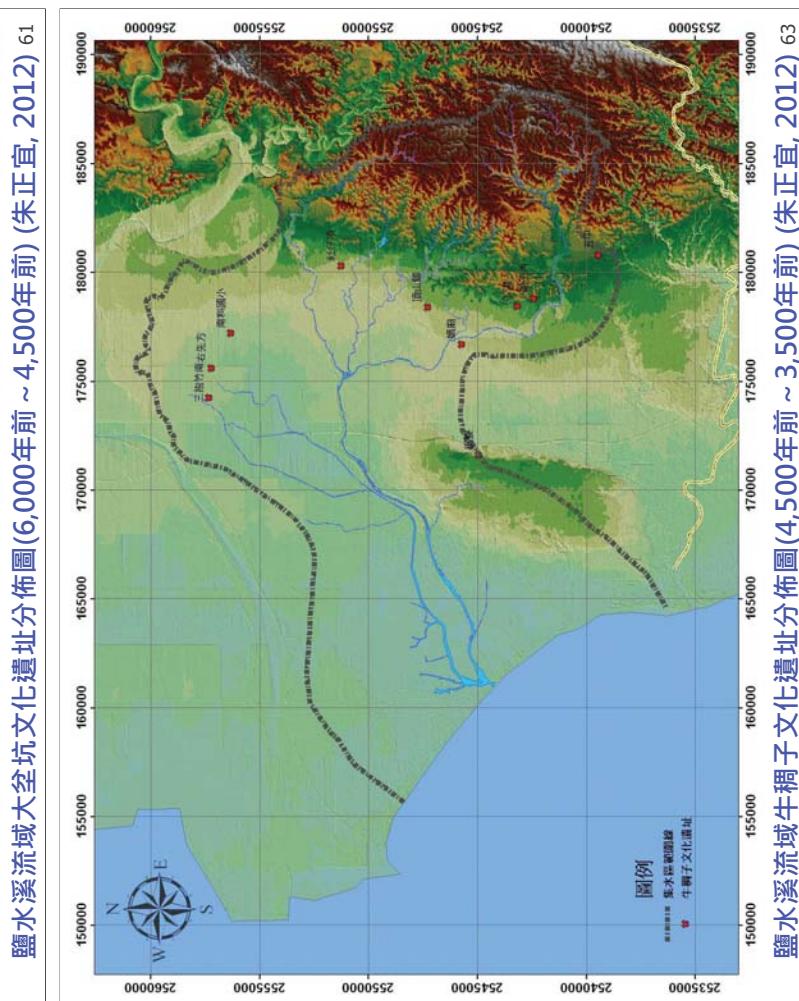
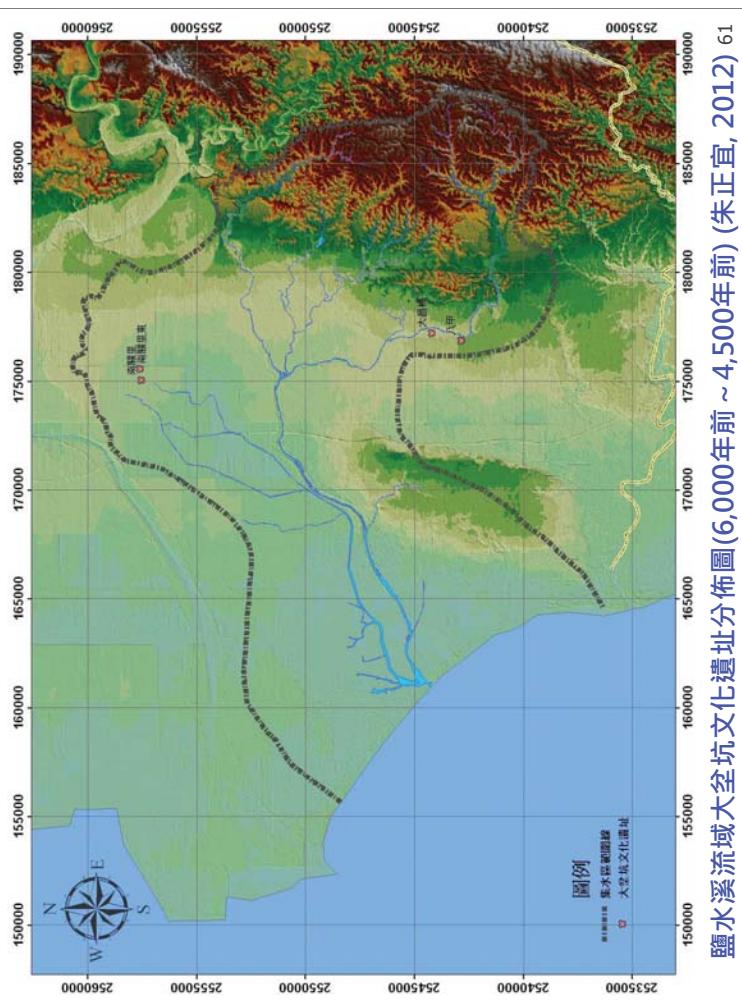
59



大坌坑文化時期推測海岸線位置圖(6,000年前~4,500年前) 62



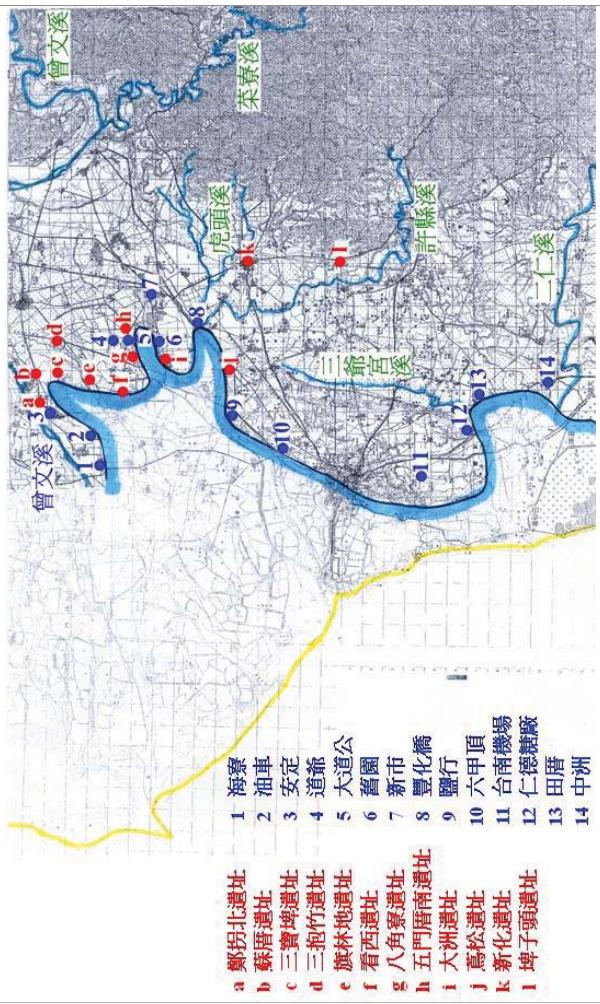
牛稠子文化時期推測海岸線位置圖(4,500年前~3,500年前) 63



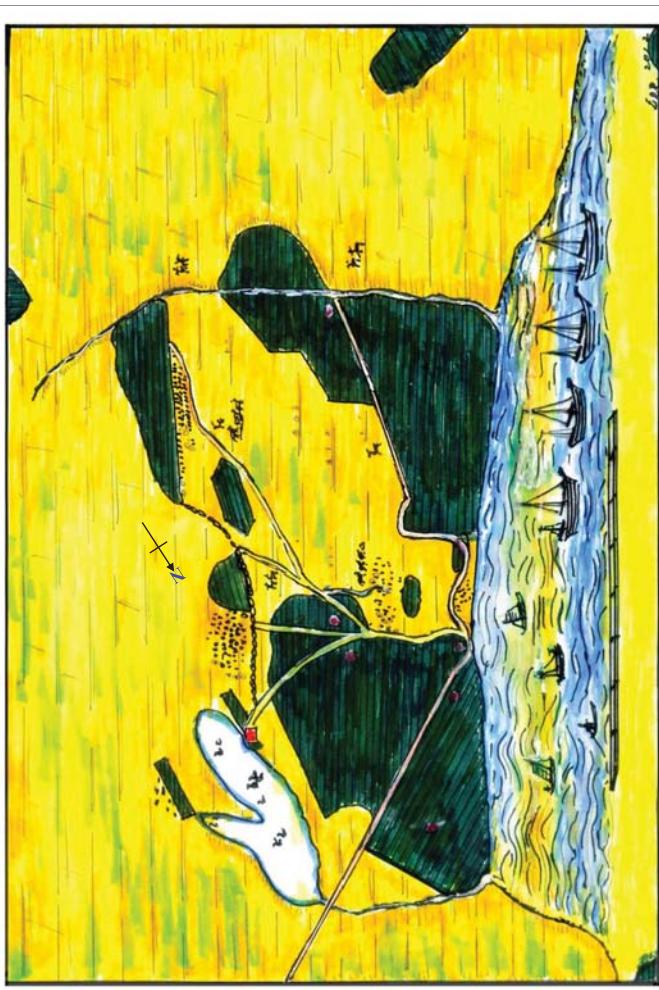
鹽水溪流域大坌坑文化遺址分佈圖(6,000年前~4,500年前) (朱正宜, 2012) 61

鹽水溪流域牛稠子文化遺址分佈圖(4,500年前~3,500年前) (朱正宜, 2012) 63

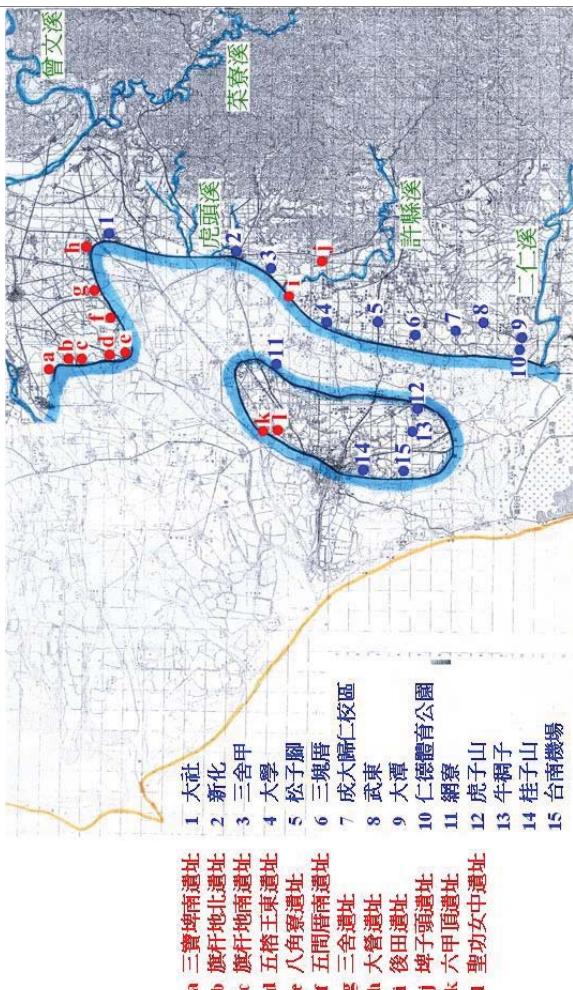
鹽水溪流域牛稠子文化遺址分佈圖(4,500年前~3,500年前) (朱正宜, 2012) 63



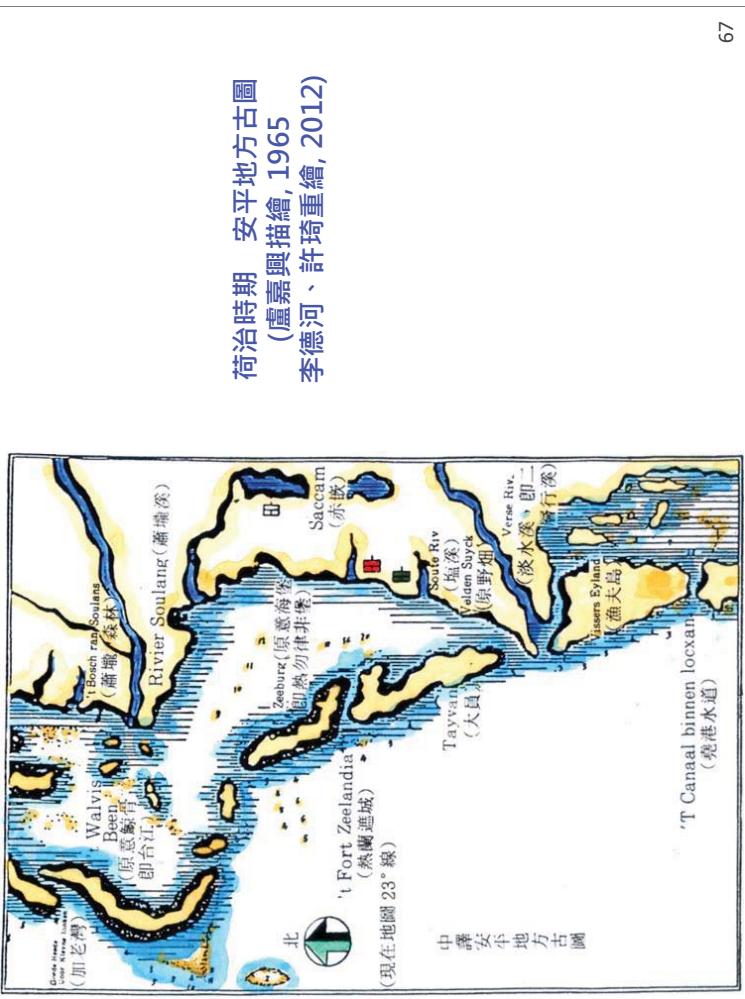
66
萬松文化時期推測海岸線位置圖(2,000年前~400年前)



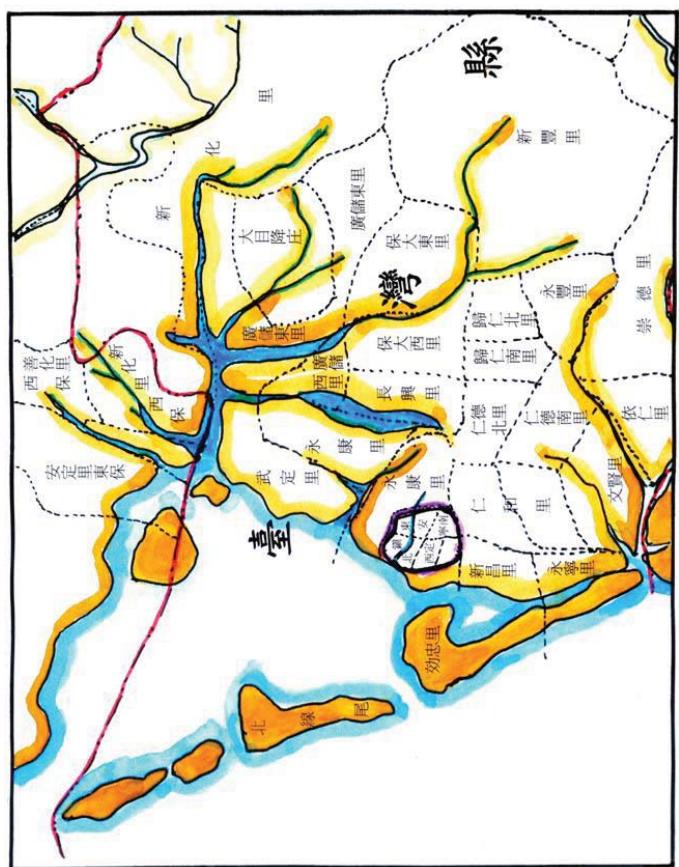
1644年荷蘭東印度公司所繪新港溪到二寶行溪之赤崁田園圖
(李德河重繪, 2012)



65
大湖文化時期推測海岸線位置圖(3,500年前~2,000年前)

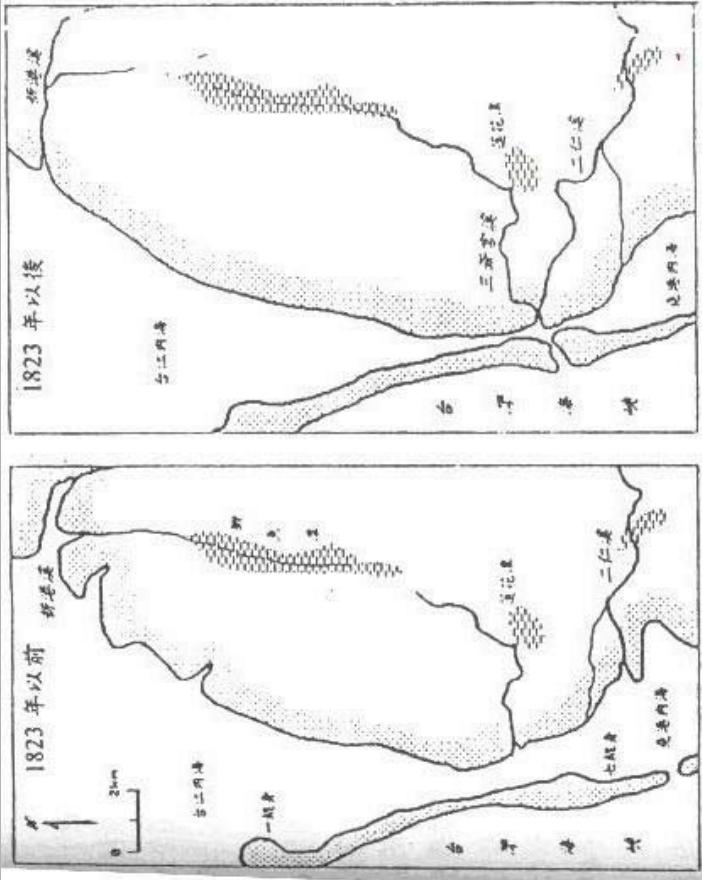


67



70

乾隆時期府城周圍圖(李德河重繪, 2012)



71

1823年三爺宮溪上游河道變遷圖(張瑞津, 1996)

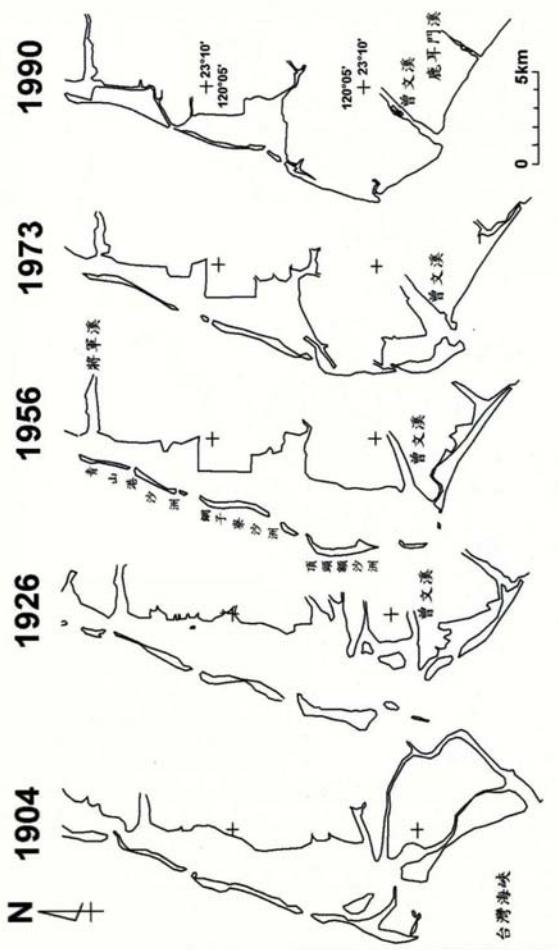


69

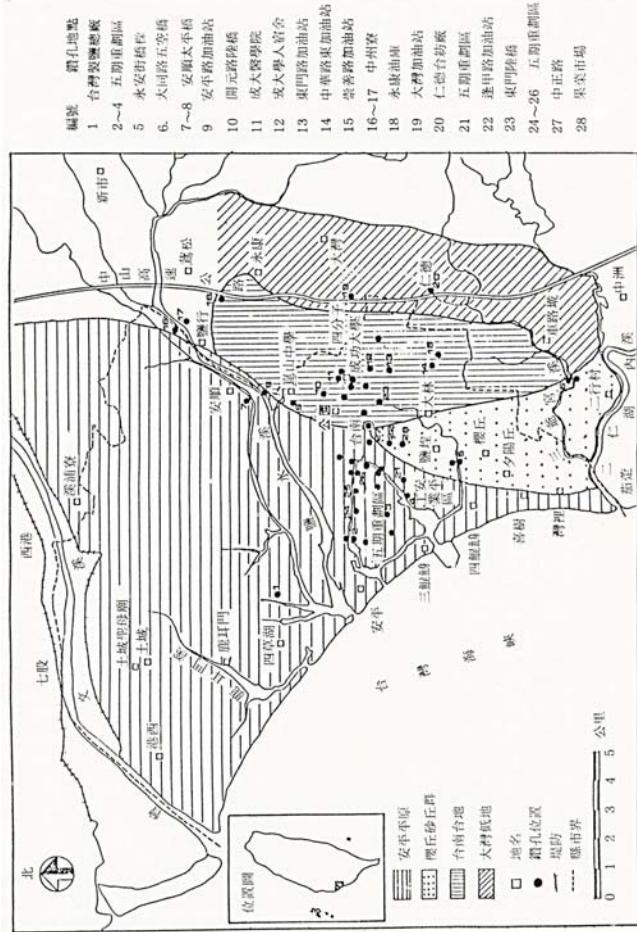
康熙時期府城周圍圖
(李德河重繪, 2012)

71

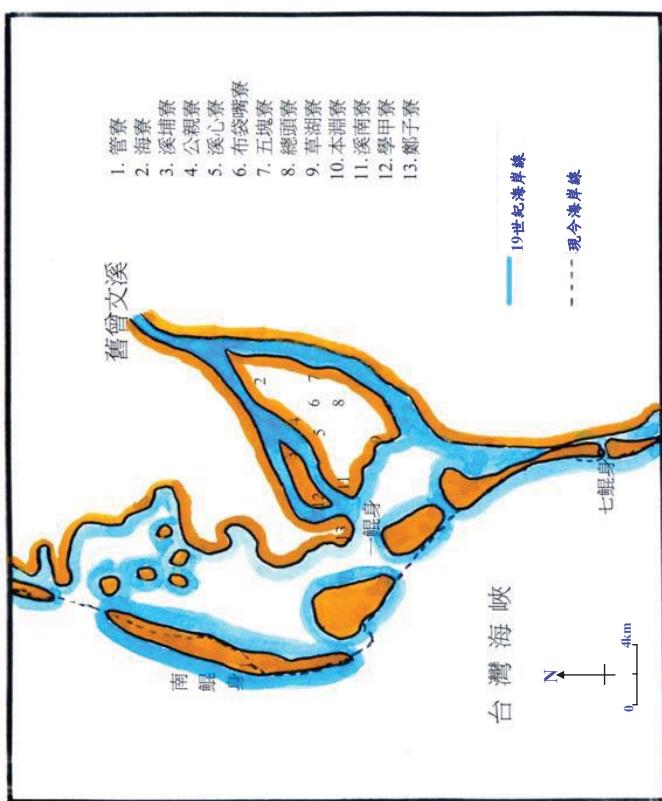
道光時期府城周圍圖(李德河重繪, 2012)



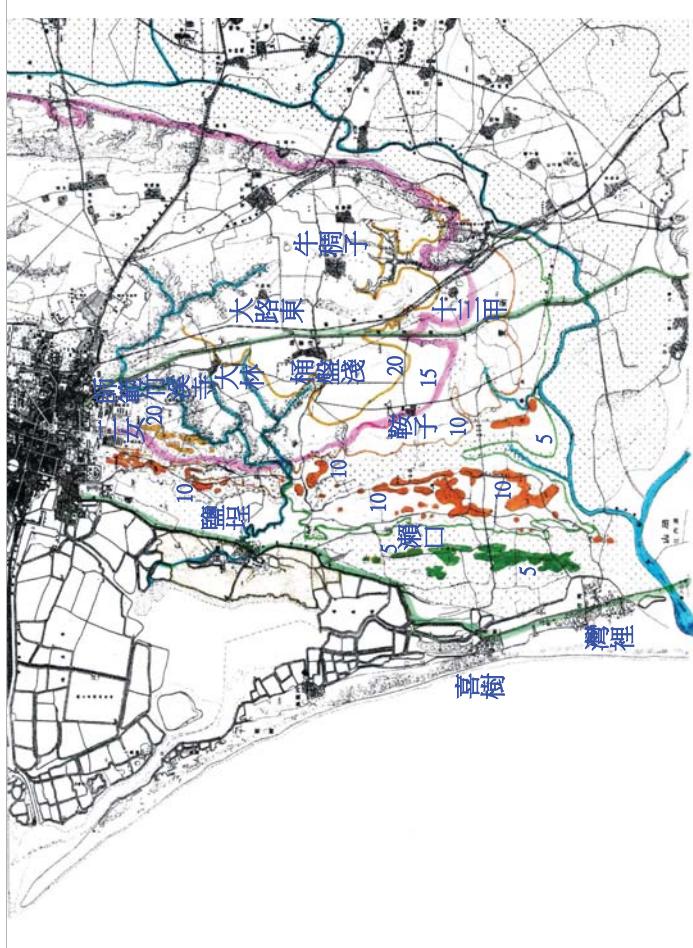
20世紀台灣西南海岸變遷圖(張等, 1996) 74



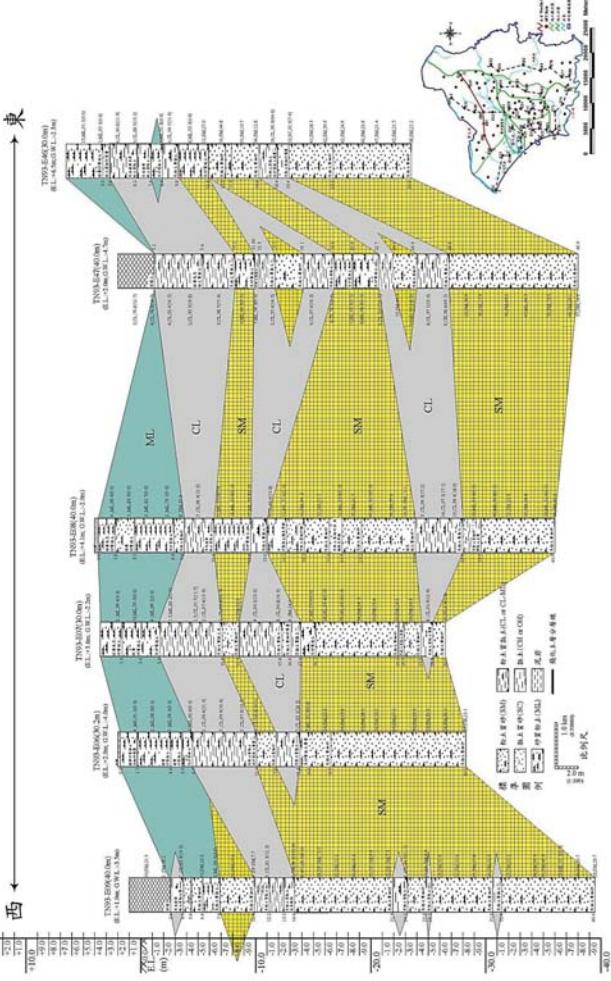
19世紀臺灣西南海岸示意圖(李德潤重繪, 2012) 73



19世紀臺灣西南海岸示意圖(李德潤重繪, 2012) 73

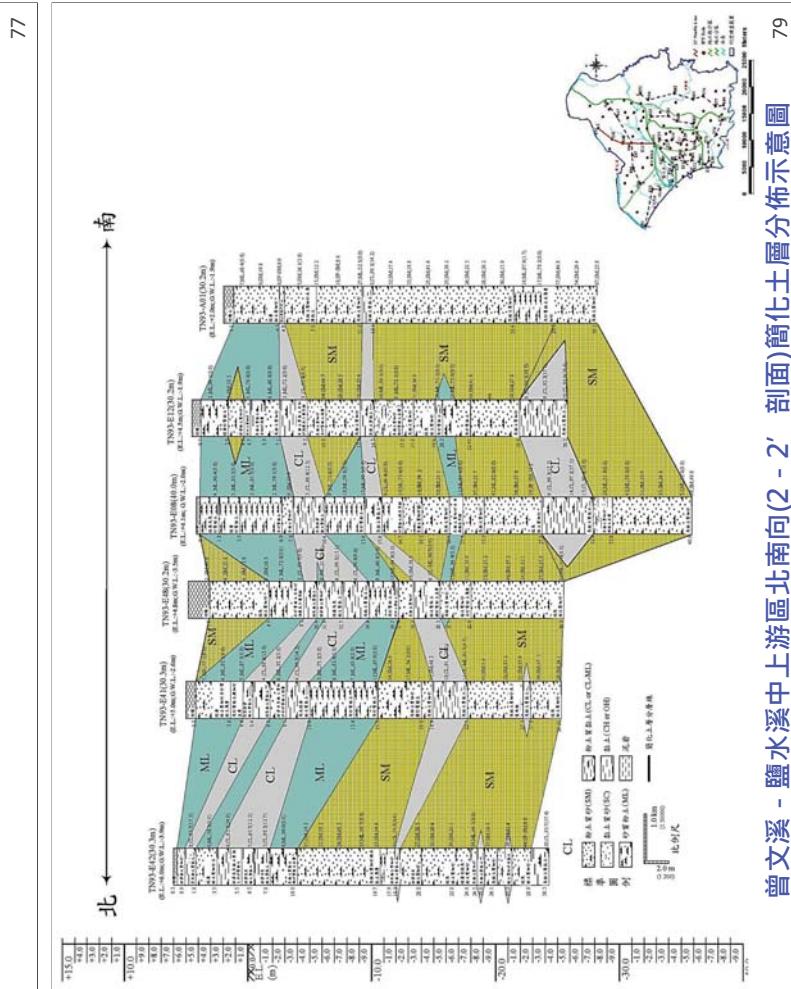


台南市南側到三爺宮溪之間地形圖(1927年)

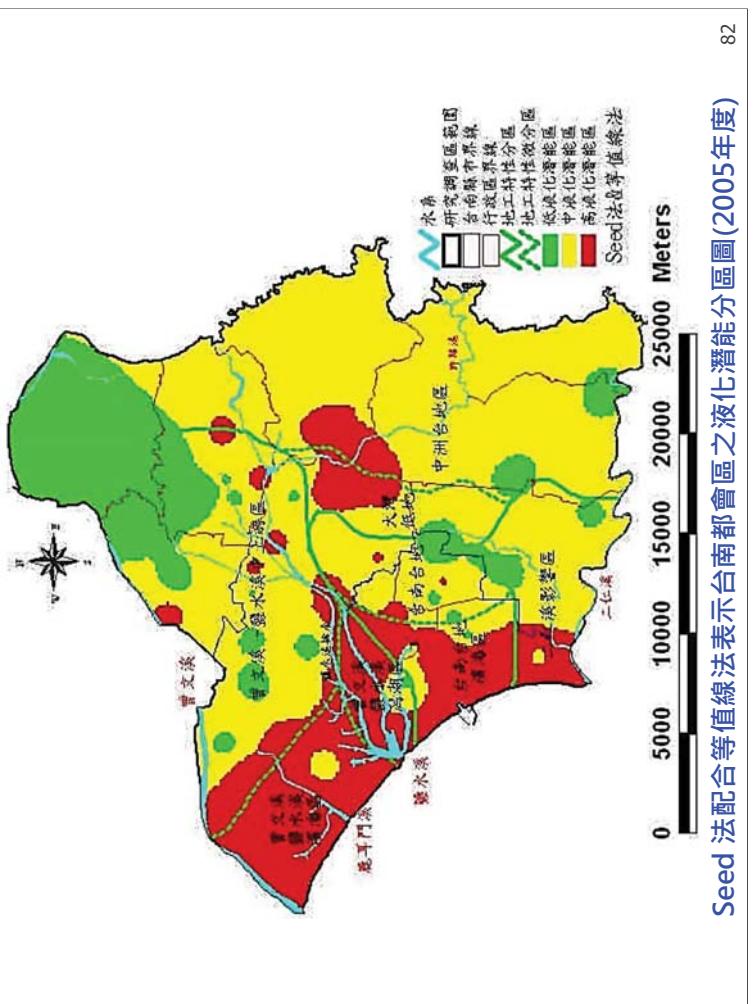


曾文溪 - 鹽水溪中上游區域西東向(A - A'剖面)簡化土層分佈示意圖

液化區之地層特性 (台南台地西北方及東北方)

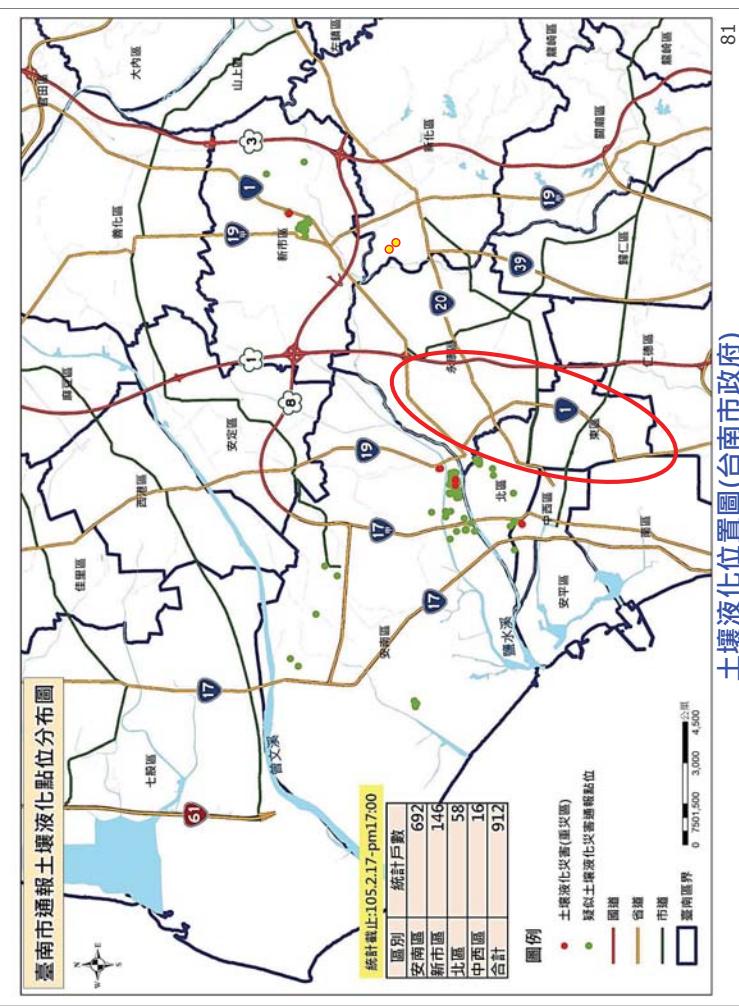
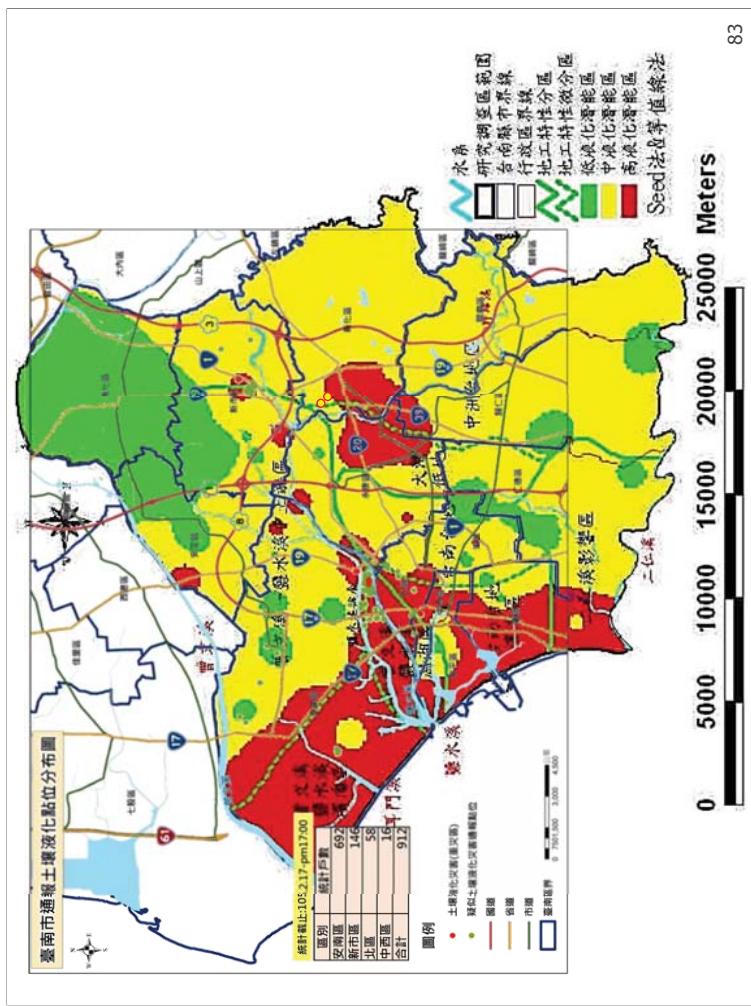


曾文溪 - 鹽水溪中上游區域北南向(2 - 2' 剖面)簡化土層分佈示意圖



結構物倒塌區之地層特性

(台南台地東南部及東方)



1. 台南台地南側 櫻丘砂丘群—大灣低地南D-D'

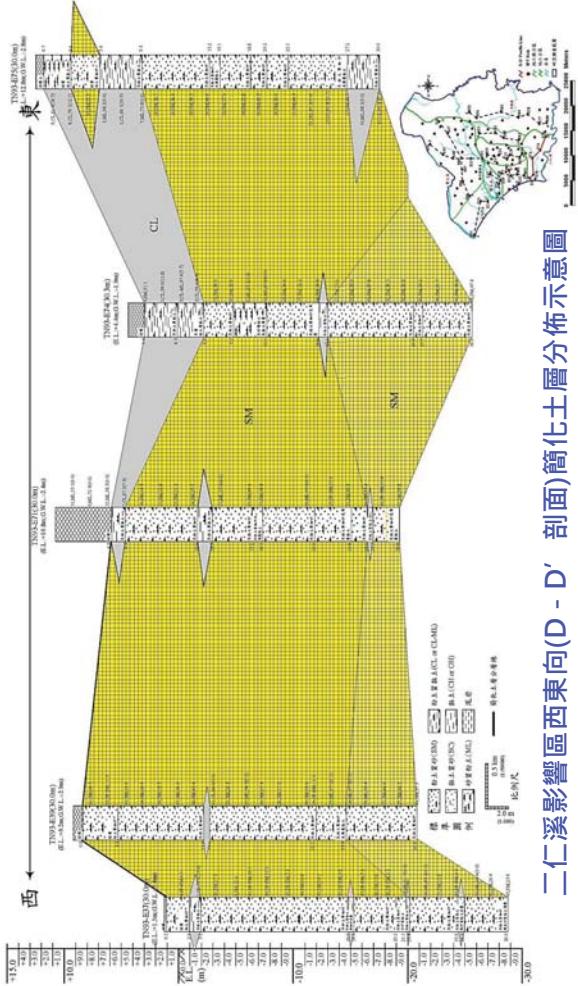


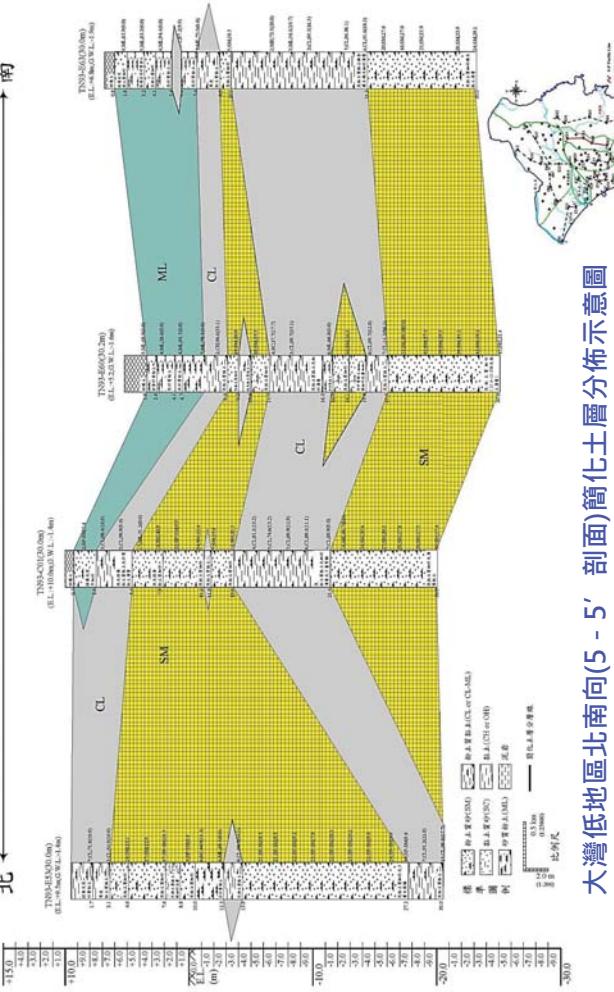
圖 2-1-3 影響東西向(D-D')剖面)簡化作圖示意圖

• 口維冠金龍太樓倒塌的可能原因

1. 偷工減料。
 2. 地下層太少。
 3. 低樓層隔間牆太少。
 4. 結構系統不佳。
 5. ?



2. 大灣低地 5-5'



臺灣低地區北南向(5'-5')剖面簡化十層分佈示意图

偷工減料，地下層太少



南側(H、A部份)



左侧(I、G部份)

結構系統不佳

維冠金龍大樓 倒場前 (google 街景)



90

Weikuan Jinlong (維冠金龍) Building

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

16-story RC building

Year: 1994

Before earthquake Front side (Google)



91

低樓層隔間牆太少



89

NARLabs

維冠金龍大樓 倒場前 (google 街景)

第六屆 - Google 地圖 - Avenir Browser

繁體 (繁) - 新版地圖 (A) 工具 (T) 說明 (H)

http://www.google.com.tw/maps/@23.005504,120.260953,39.96z,14.59y@0.5m@14.59y@QmN75J+1

全螢幕 系統

第六屆
台中市
- 低樓層二段
◎ - 最後更新: 5月 2015



91

Weikuan Jinlong (維冠金龍) Building

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

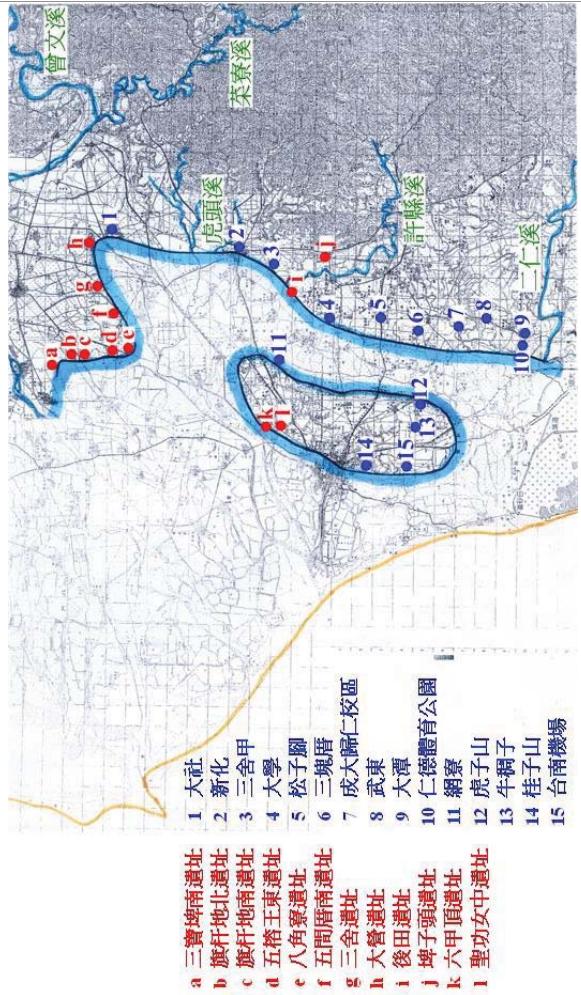
16-story RC building

Before earthquake

Back side (Google)



93



大湖文化時期推測海岸線位置圖(3,500年前~2,000年前)

94

2. 地盤軟硬程度、建築物基本振動周期與所受地震力大小的關係：
(即加速度反應譜與地盤關係)

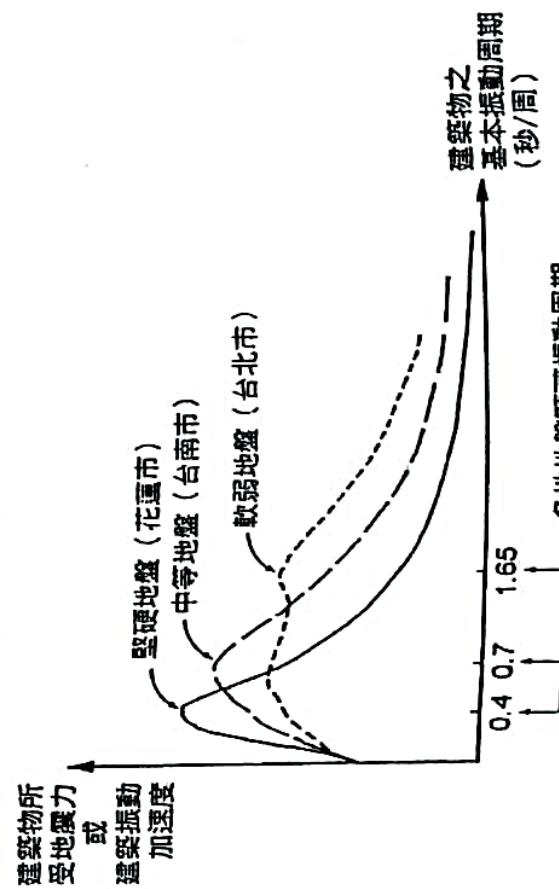


圖 2-23 成功大學校本部不同建築物之地震力反應譜

95

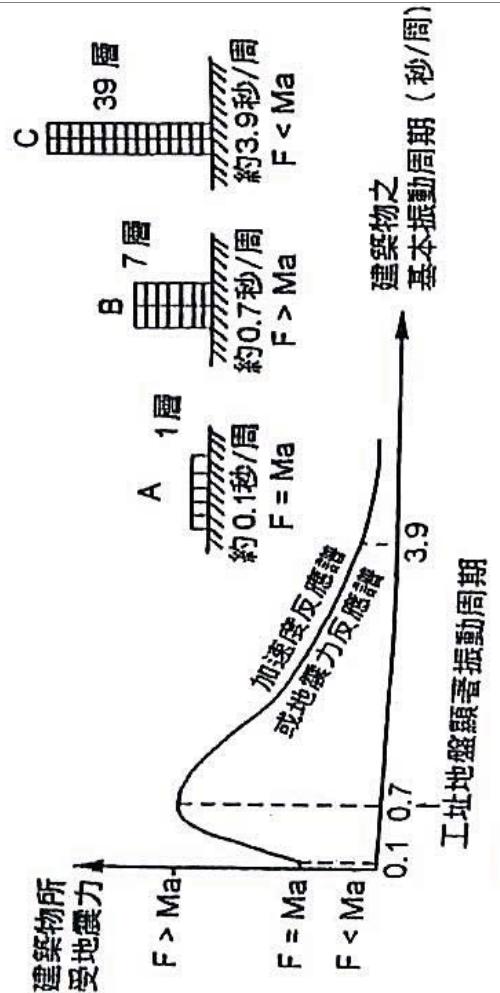
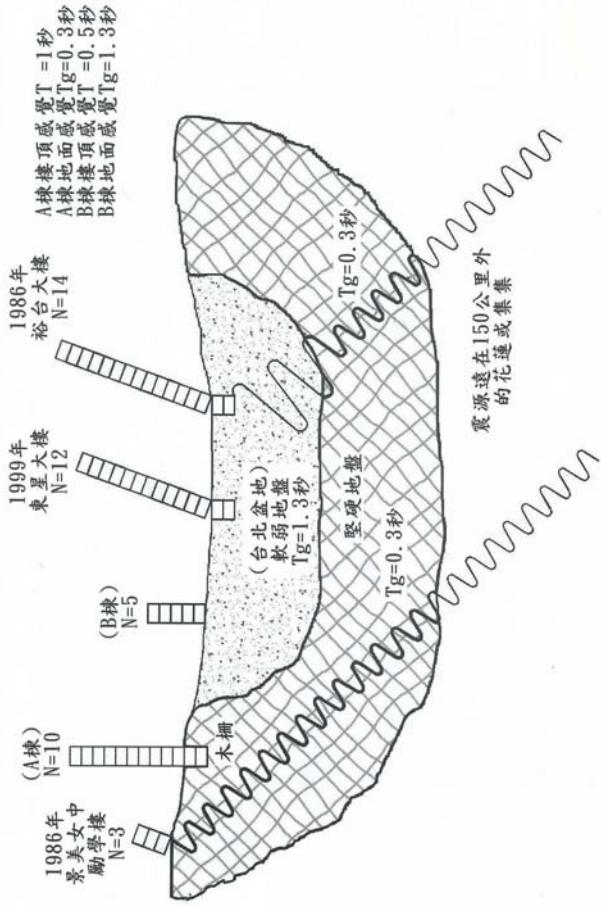


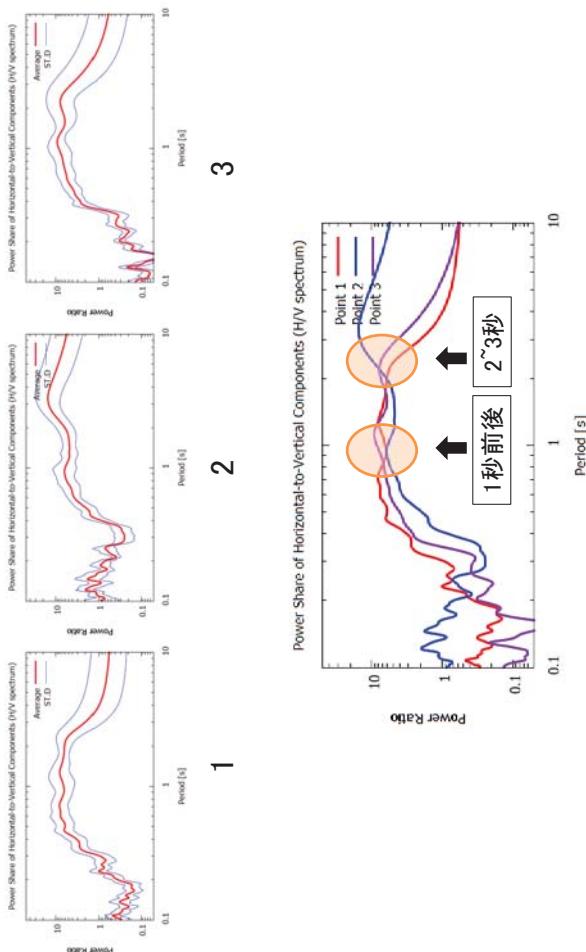
圖 2-23 不同地盤之地震力反應譜

96



98

(a) 台北盆地的共振風險
台北盆地的震波放大效應(黃錦旗, 2013)

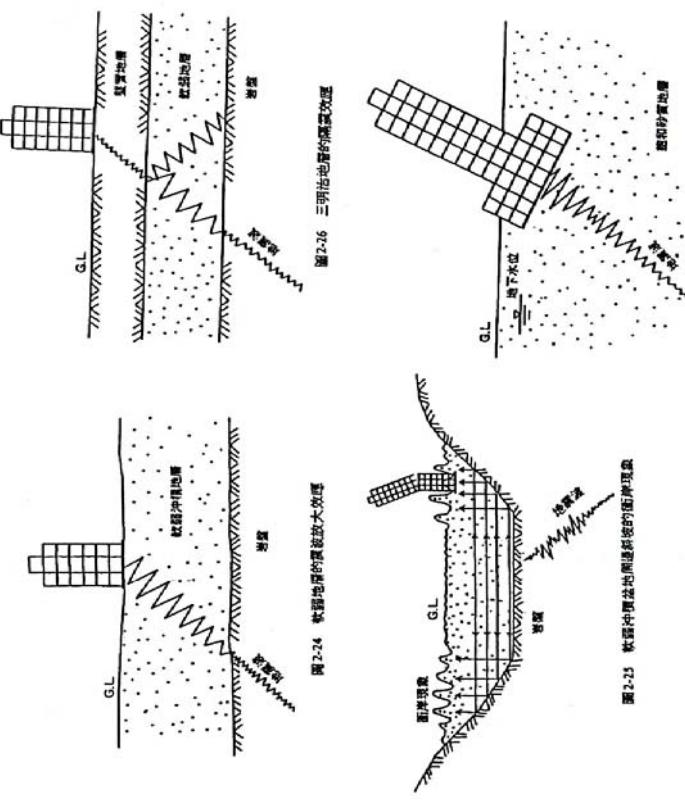


地点番号1～3 倒壊ビル付近

97

図2-27 緩和砂質地盤等易発生液化の底盤倒壊現象

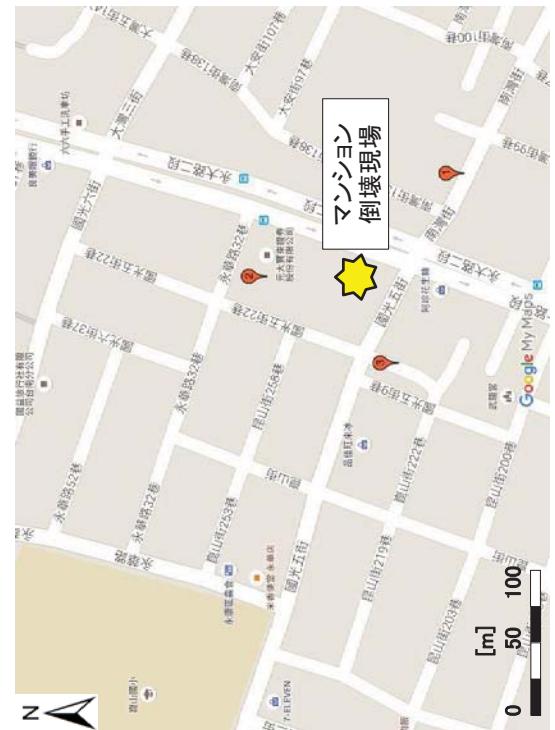
図2-25 検討冲積盆地周辺地盤の震波放大現象



97

観測点の位置(マンション倒壊現場)

観測点 | H/Vのピーク[s] | 卓越周期
1～3 倒壊マンション付近 | 1秒前後, 2～3秒 | 2秒





102

報告完畢
感謝聆聽



臺南市永康區維冠金龍大樓南側(H、A部份)

101

四、結論

1. 液化潛勢分區圖雖然可以掌握0206地震發生液化之災區，但並未能涵蓋所有震害發生處。
2. 0206地震台南液化災害區多分佈於臺南台地的西北方及東北方，而結構物震損多發生於台南台地之東南部及東方，震災形式與大地環境有關。
3. 大灣低地略呈南北長條形為盆地堆積，地震時盆地內會產生長週期震動，有1秒前後及2~3秒者，高樓會產生共振現象。
4. 地層會產生土壤液化，除了地層本身軟弱、含厚砂層外，尚須有高地水位及有足夠的外力(地震力)的作用，方能產生液化。

103

104