

臺中市中級土壤液化潛勢暨建築安全技術研討會 2019

臺中市中級土壤液化潛勢地圖 製作與系統說明

楊智堯

中華民國108年10月25日

CECI



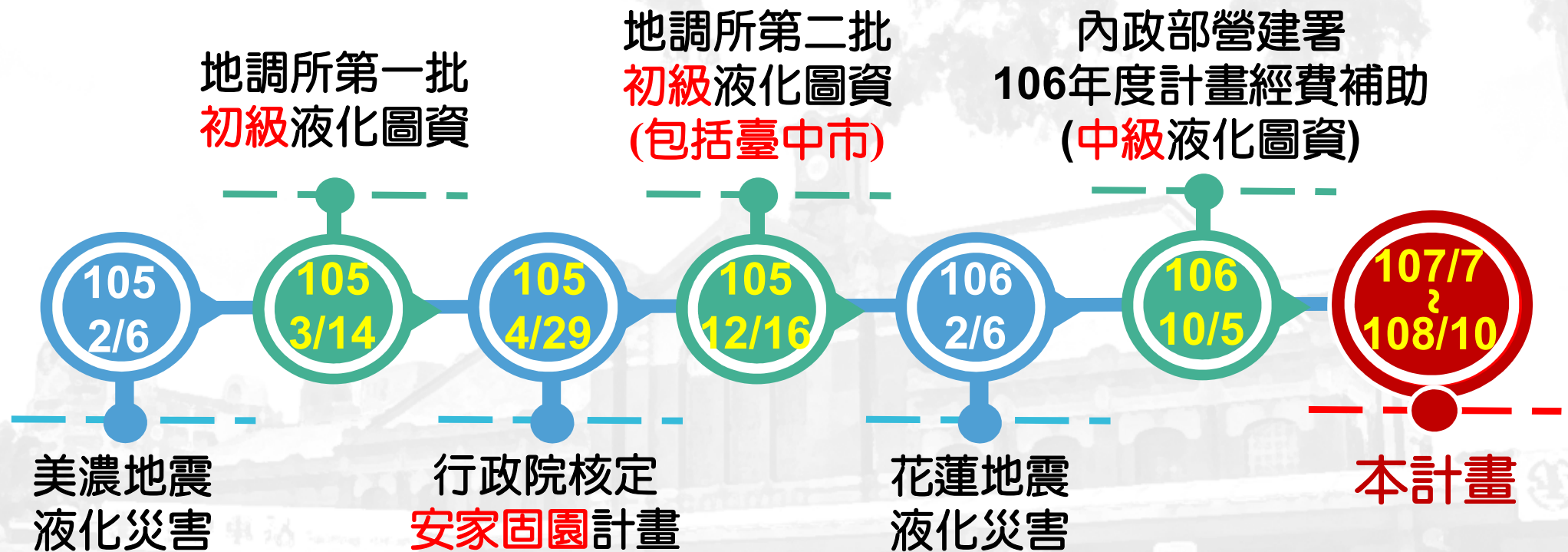
台灣世曦工程顧問股份有限公司

CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

簡報內容

- 一、計畫背景
- 二、補充地質鑽探調查
- 三、土壤液化潛勢地圖製作
- 四、查詢系統使用說明

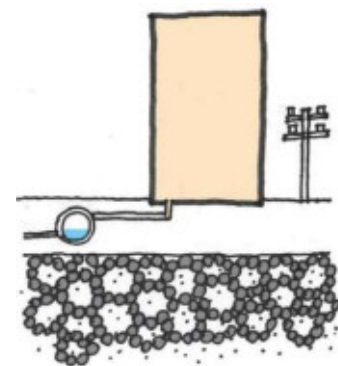
一、計畫背景



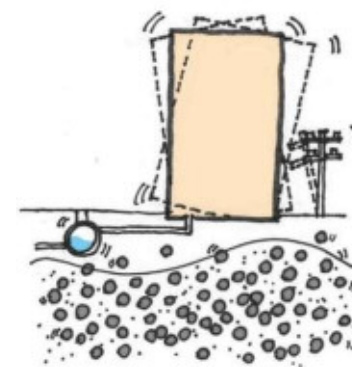
土壤液化

飽和鬆散砂 + 高地下水位 + 大的地震力

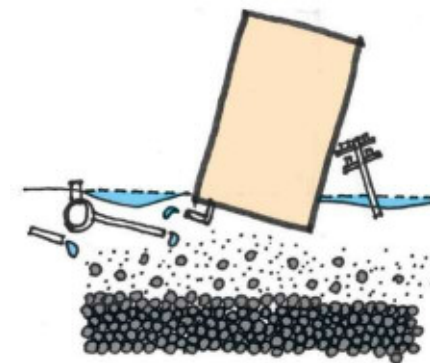
■ 初始液化、反覆流動



地震前



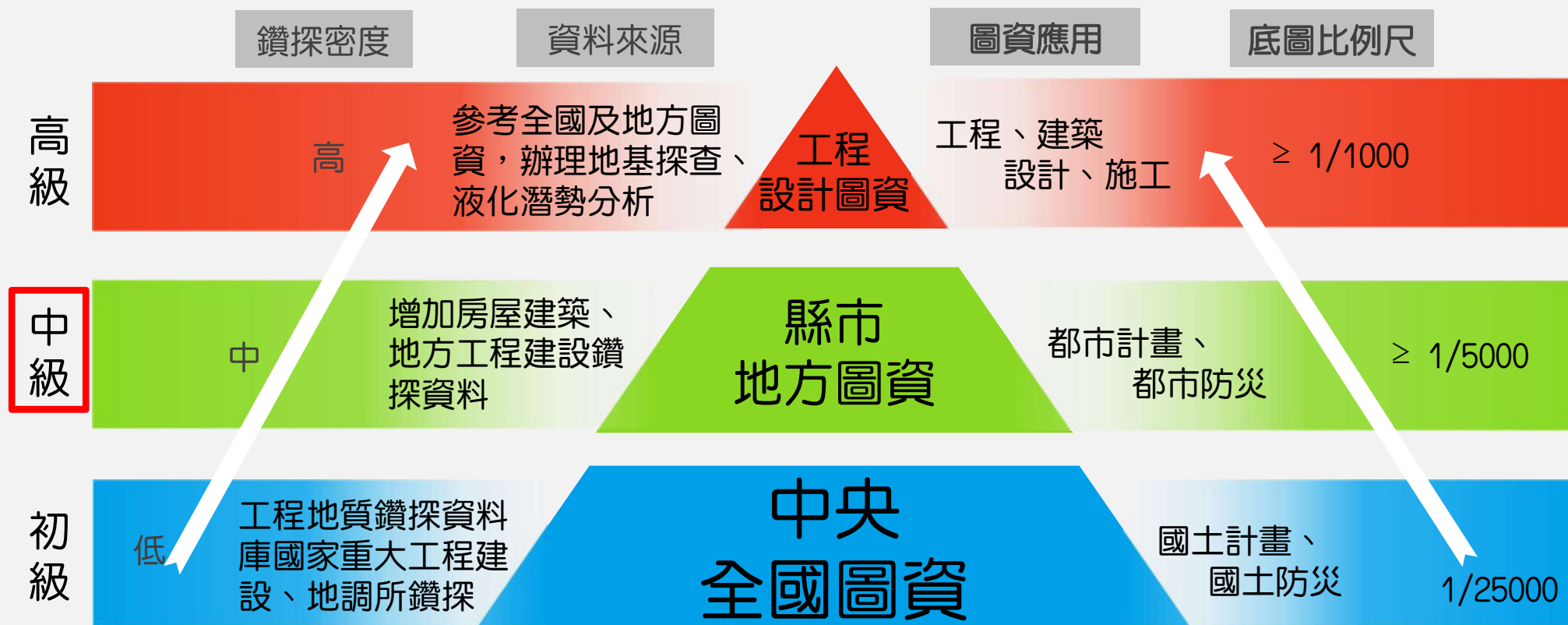
地震時(液化發生)



地震後

潛勢地圖定位及應用

- 初級：中央政府負責，國土計畫及防災規劃之參考。
- 中級：地方政府負責，地方都市計畫、都市防災之參考。
- 高級：開發業者負責，個別工程設計與施工之依據。

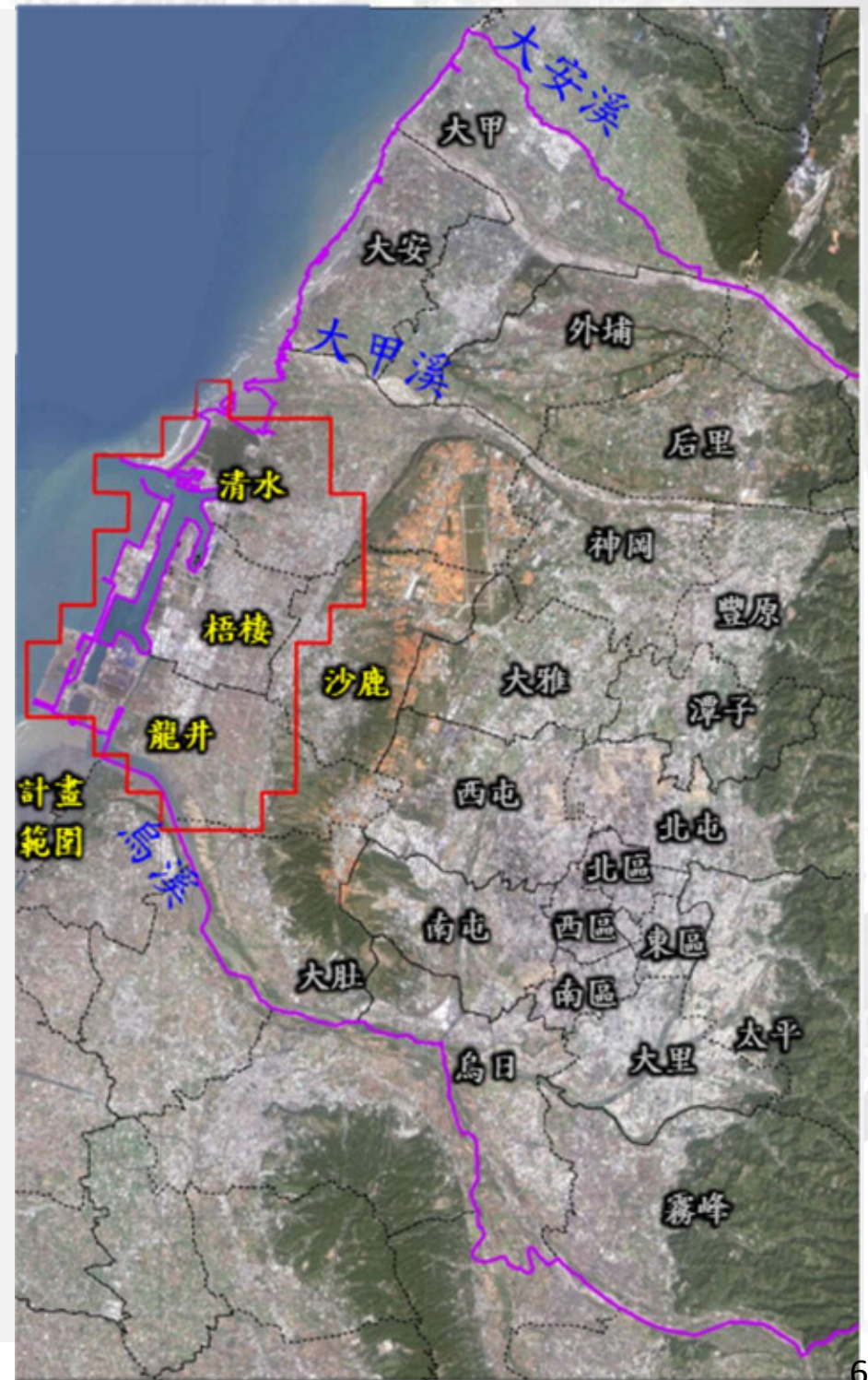


計畫範圍

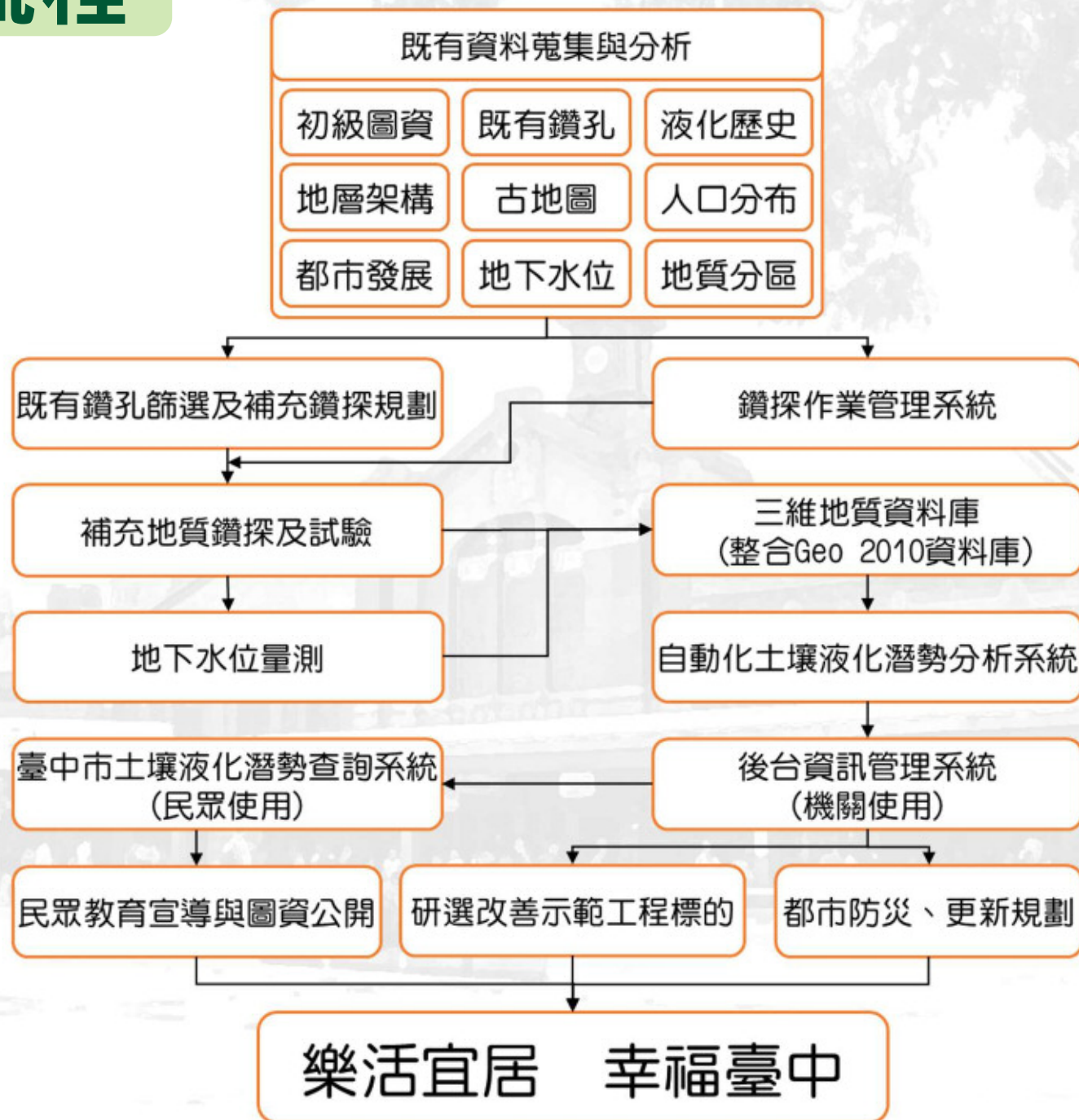
■ 本市分五期，分年分區

106年度中級土壤液化潛勢地圖

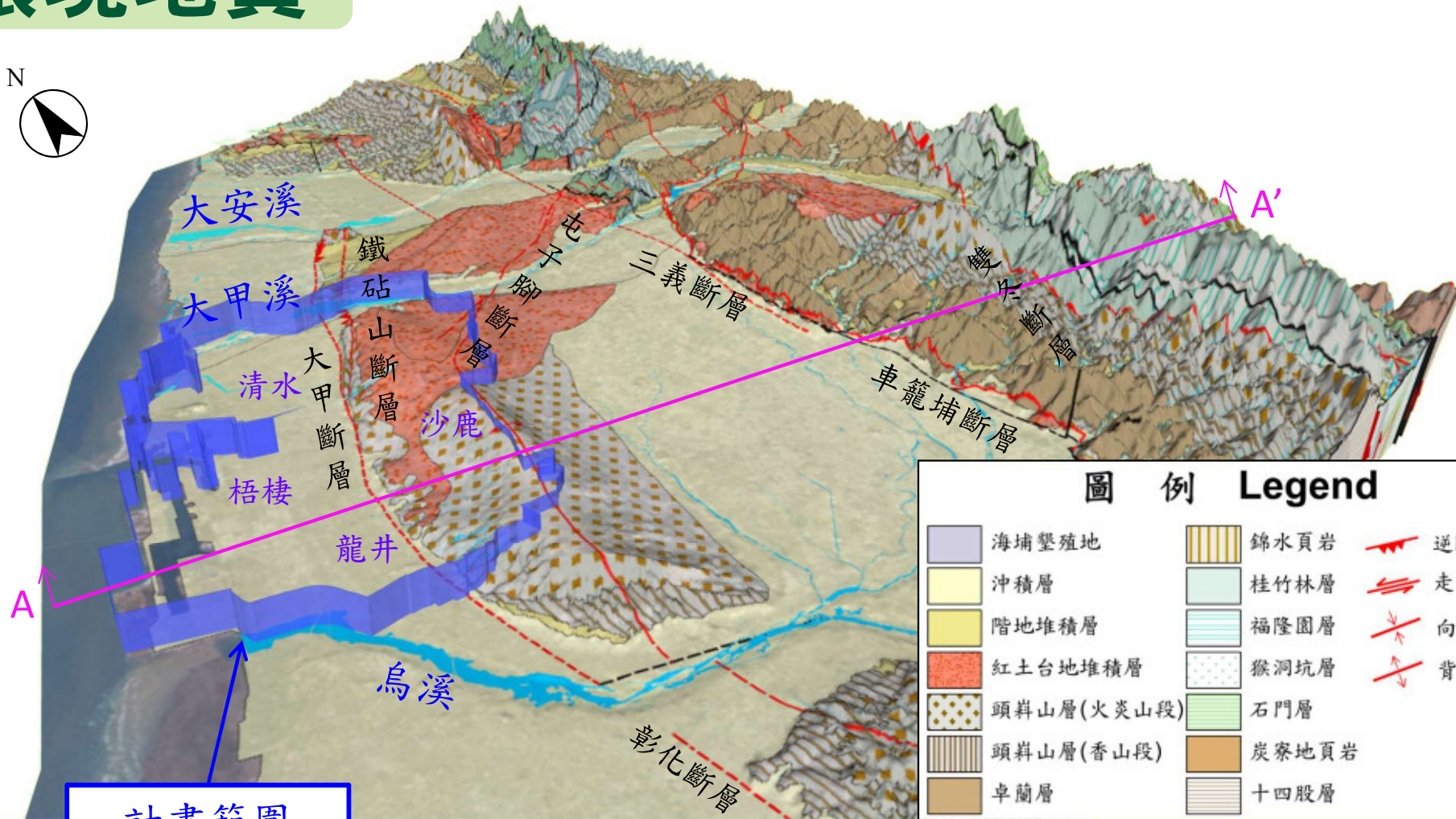
- 清水、梧棲、龍井及沙鹿
- 鑽探資料蒐集比對
- 地質鑽探試驗
- 液化潛勢地圖
- GIS查詢系統開發
- 圖資資料庫建置
- 民眾教育宣導與公開



作業流程



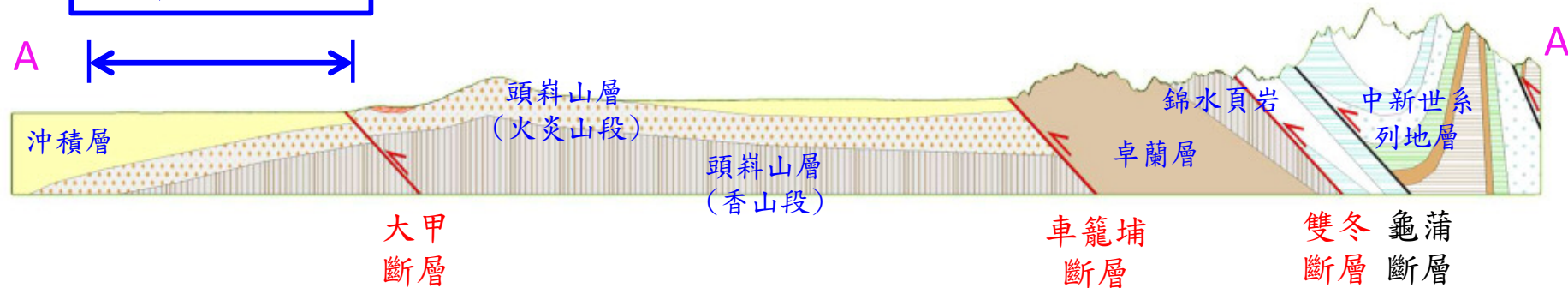
環境地質



圖例 Legend

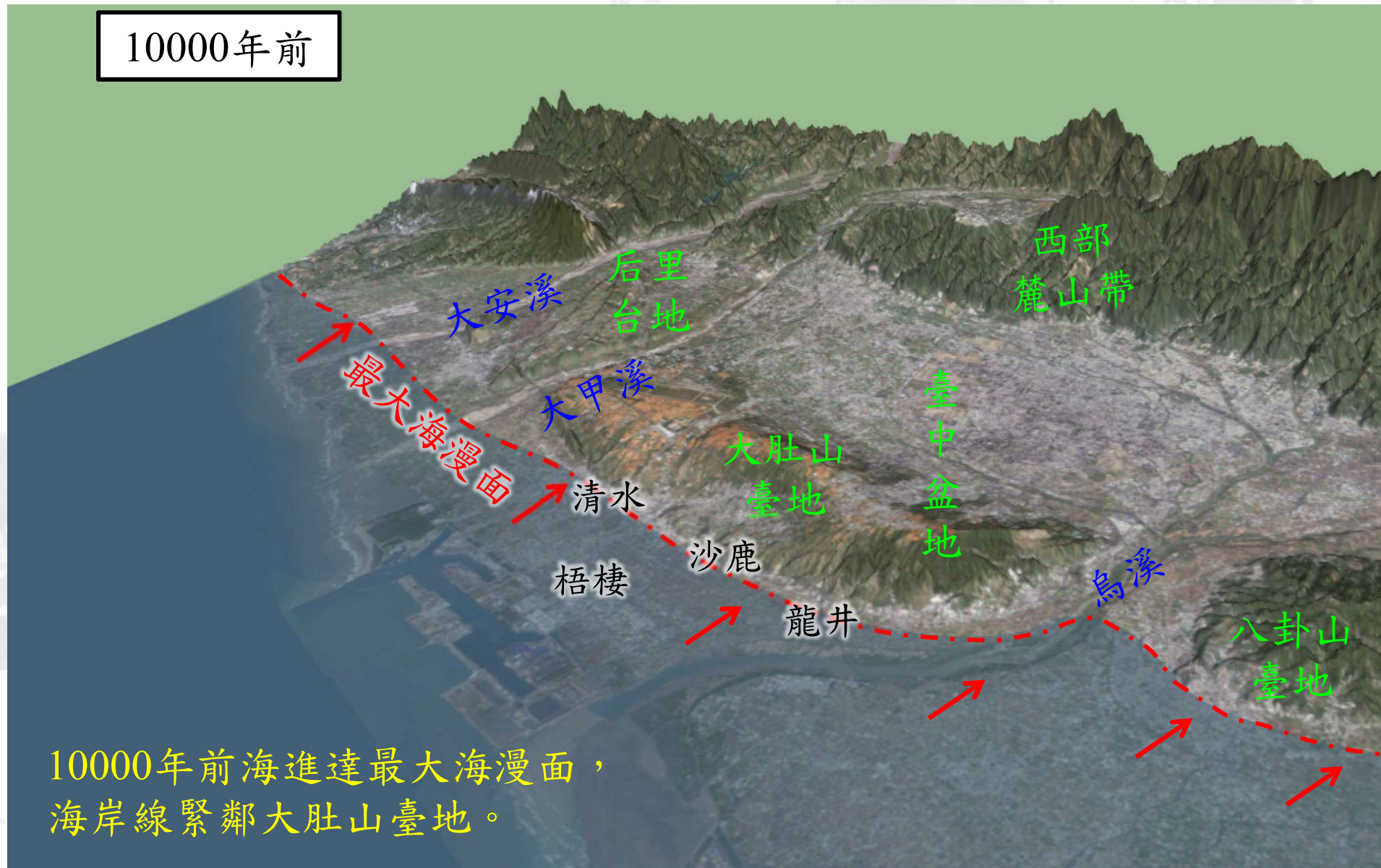
海埔墾殖地	錦水頁岩	逆斷層
沖積層	桂竹林層	走向斷層
階地堆積層	福隆園層	向斜軸
紅土台地堆積層	猴洞坑層	背斜軸
頭嵙山層(火炎山段)	石門層	
頭嵙山層(香山段)	炭寮地頁岩	
卓蘭層	十四股層	

計畫範圍

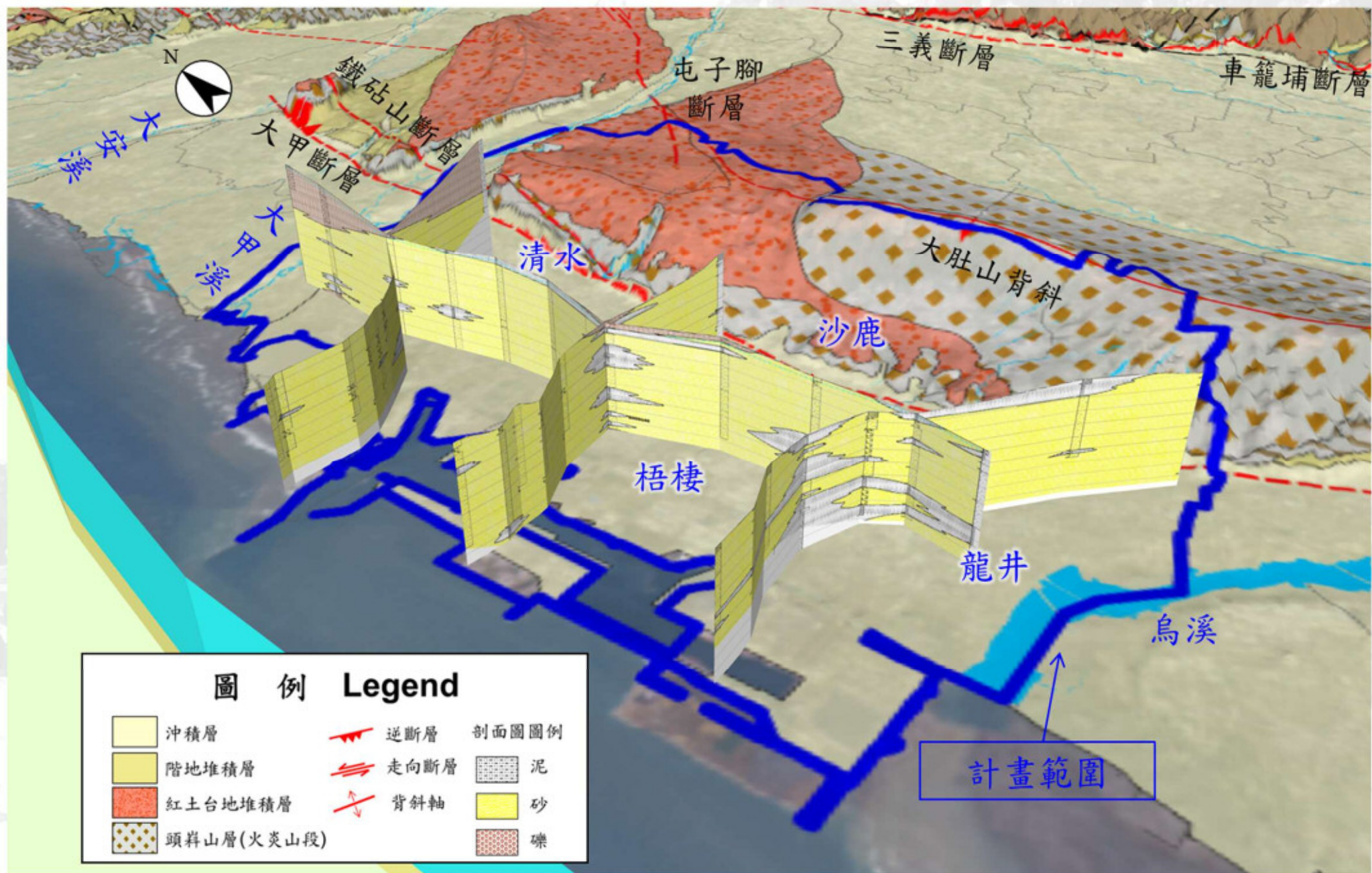


地質環境演變

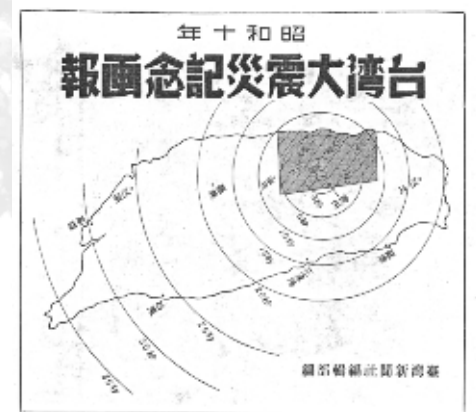
■ 海岸線變化，造成沉積環境與地質條件差異



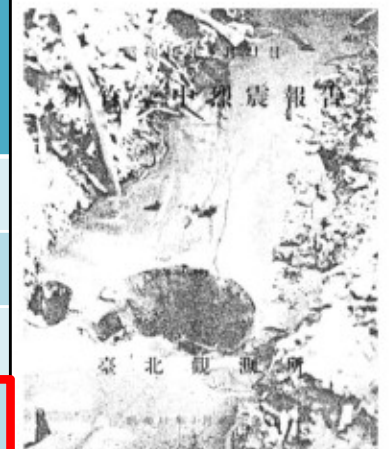
平原區地層分布



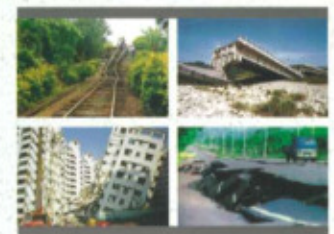
臺中地區地震災害歷史



日期	地點	震源深度(km)	規模	死亡(人)	屋毀(棟)	備註
1909/05/23	南投埔里		5.9		10	
1913/01/08	花蓮附近		6.4		2	有地裂
1916/08/28	濁水溪上游	45	6.8	16	614	南投地震
1935/04/21	新竹關刀山	5	7.1	3276	17907	新竹臺中烈震
1939/11/07	新竹卓蘭	10	5.8		4	
1941/12/17	嘉義中埔	12	7.1	358	4520	中埔烈震
1999/09/21	日月潭西方9公里	8	7.3	2415	51711	集集大地震
2000/05/17	日月潭東北41公里	3	5.3	3		中橫公路中斷
2000/06/11	玉山北方47公里	10.2	6.7	2		埔霧公路坍方
2009/11/05	南投名間	24.1	6.2			
2013/06/02	南投縣政府附近	14.5	6.5	4	19	南投地震

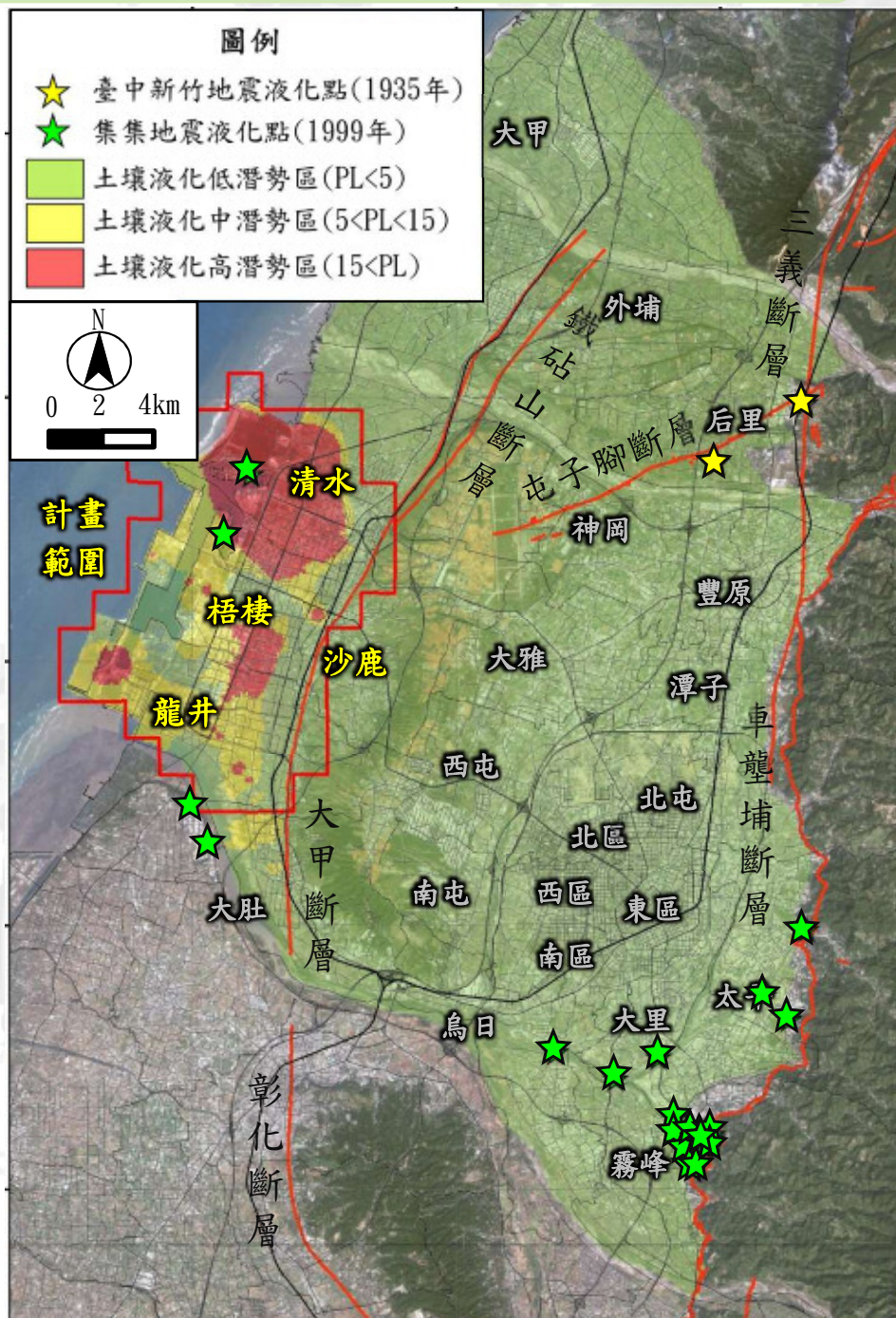


921集集大地震專輯再版



中興中華顧問工程司
中華民國八十六年四月

臺中地區土壤液化災害歷史



二、補充地質鑽探調查

強烈地震



砂質土壤

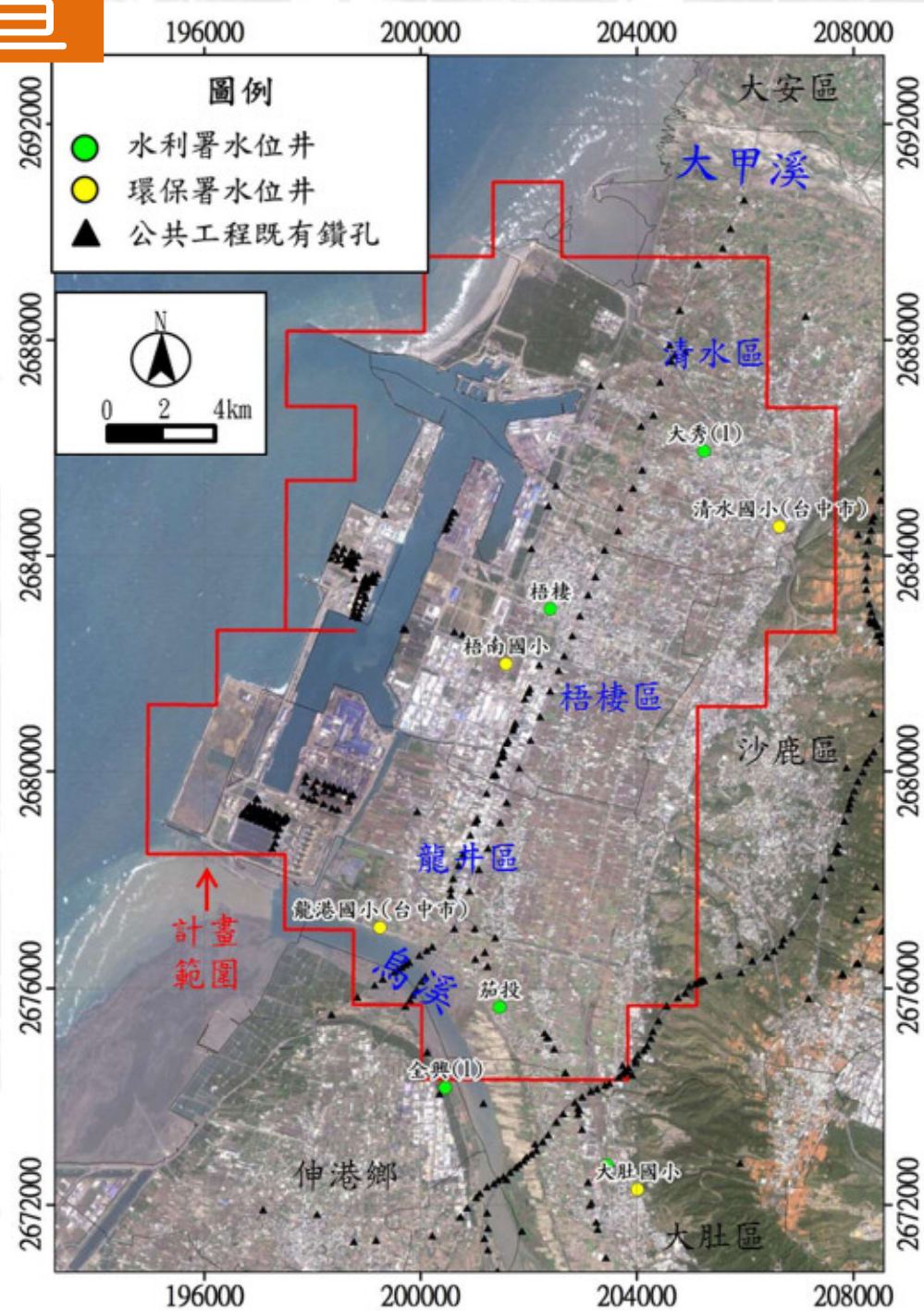


高地下水位



■ 為什麼要補充調查？

- 地層變異大
- 地質鑽孔密度不足
- 地質鑽孔分布不均
- 地下水位資料不足



液化調查方法探討

調查方法	SPT法	CPT法	PDC法	Vs法
優點	■ 迴歸資料最豐富 ■ 土層變異性判別能力佳 ■ 有土壤取樣	■ 迴歸資料豐富 ■ 品質較一致 ■ 判別土層變異 ■ 連續調查	■ 品質較一致 ■ 判別土層變異 ■ 機動性高	■ 品質控制與重覆性佳 ■ 非破壞檢測
缺點	■ 品質控制與重覆性尚可	■ 無法進行長期水位觀測 ■ 無土壤取樣 ■ 無法於卵礫石層等堅硬地盤進行試驗 ■ 於硬鋪面施作事先引孔	■ 深度不足 ■ 規範未採納 ■ 迴歸資料較少 ■ 無土壤取樣 ■ 貫入反力較低 ■ 於硬鋪面施作事先引孔	■ 迴歸資料較少 ■ 土層變異性判別能力尚可 ■ 無土壤取樣

既有鑽孔篩選

第一階段

塑性指數
對照USCS

孔深
大於20m

SPT-N
須完整

細料含量
需紀錄

γ_t
無異常

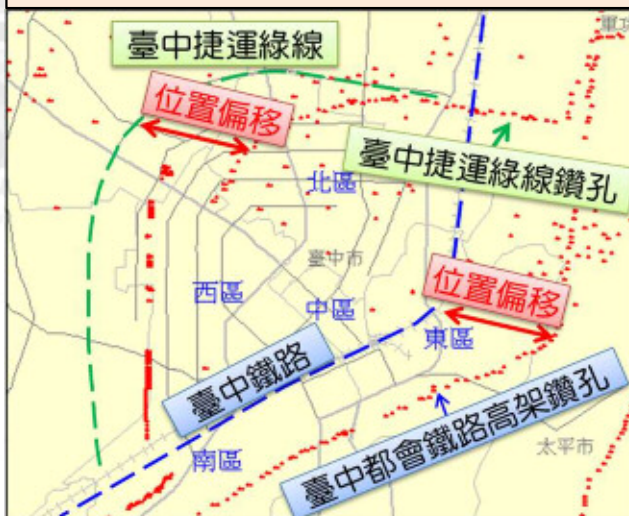
USCS
鄰孔比對

工址
位置

第二階段

程式自動篩選

輸入座標偏移



未依格式輸入

計畫編號: 830641150089015									
試驗編號: S									
鑽孔編號	試驗編號	土質	土質	土質	土質	土質	土質	土質	土質
B-1	2-1	1.00	1.00	CL	E	1	74	17	22.6
B-1	2-2	1.00	1.00	CL	E	1	69	17	20.7
B-1	2-3	1.00	1.00	CL	E	1	71	17	20.4
B-1	2-4	1.00	1.00	CL	E	1	77	17	20.2
B-1	2-5	1.00	1.00	CL	E	1	69	17	20.5
B-1	2-6	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.1
B-1	2-7	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-8	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-9	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-10	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-11	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-12	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-13	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-14	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-15	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-16	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-17	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-18	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-19	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-20	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-21	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-22	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-23	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-24	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-25	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-26	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-27	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-28	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-29	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-30	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-31	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-32	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-33	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-34	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-35	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-36	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-37	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-38	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-39	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-40	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-41	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-42	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-43	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-44	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-45	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-46	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-47	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-48	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-49	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-50	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-51	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-52	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-53	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-54	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-55	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-56	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-57	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-58	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-59	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-60	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-61	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-62	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-63	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-64	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-65	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-66	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-67	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-68	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-69	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-70	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-71	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-72	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-73	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-74	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-75	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-76	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-77	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-78	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-79	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-80	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-81	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-82	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-83	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-84	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-85	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-86	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-87	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-88	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-89	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-90	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-91	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-92	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-93	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-94	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-95	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-96	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-97	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-98	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-99	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2
B-1	2-100	1.00	1.00	CL	E	1	72	17	20.2

人工補正後仍可視為有效鑽孔，增加分析母體

資料來源

鑽孔數

公共工程

289

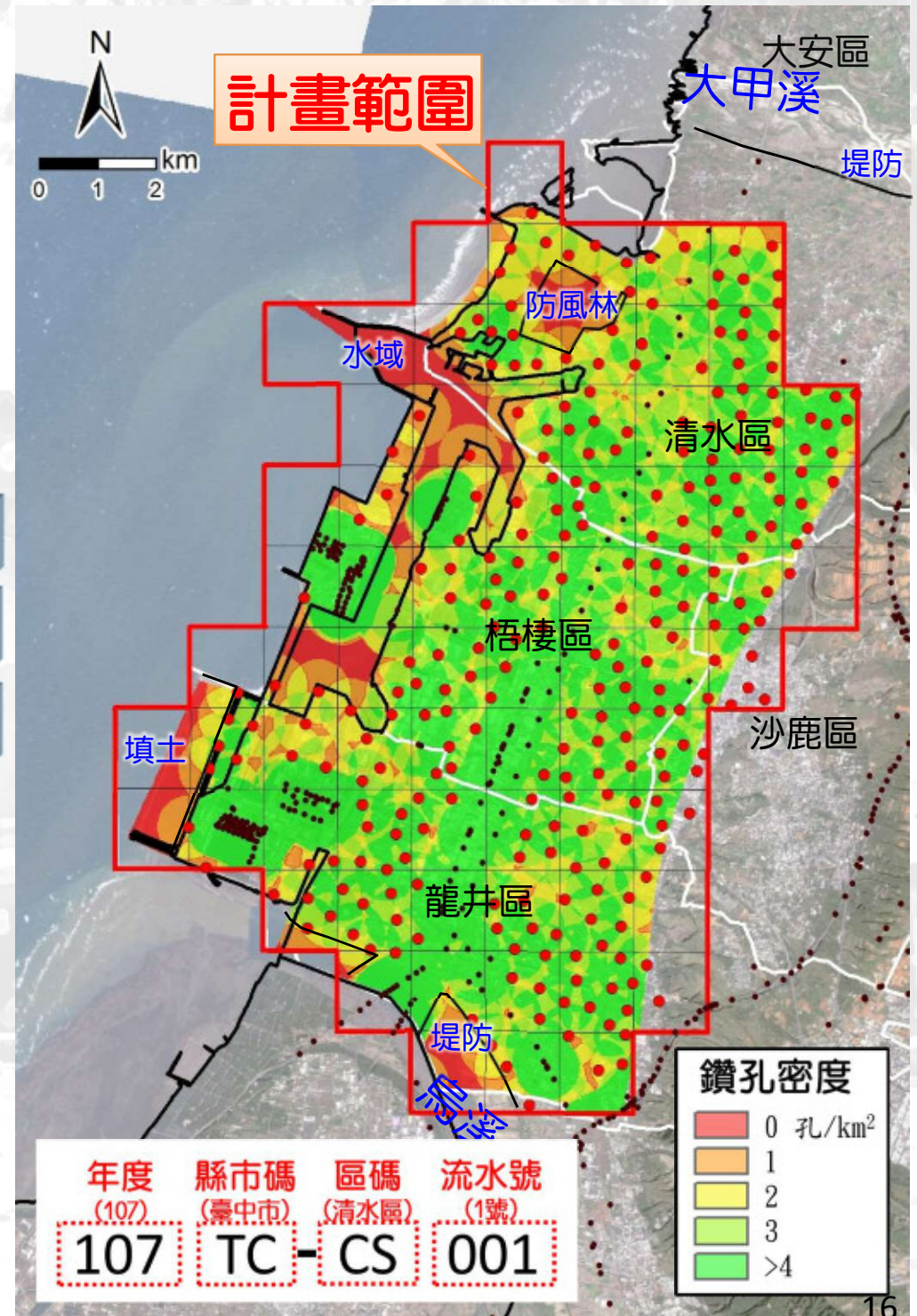
民間建案

55

總計

344

補充鑽探規劃



補充鑽探及試驗作業

● 地質探查

- 自動落錘
- 能量檢測
- 全程攝影監工



- 鑽探作業標準化
- 高品質鑽孔
- 降低人為誤差

● 室內試驗

- 合格認證試驗室
- 建置Geo2010資料庫



- 提高試驗品質
- 回饋地調所



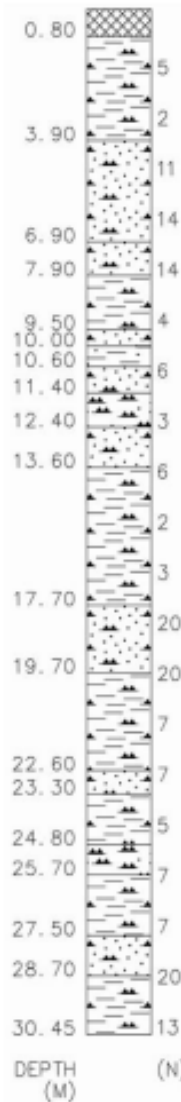
地層比對

砂性土壤N值與相對密度之關係

標準貫入試驗 N值	判別	相對密度Dr
0~4	極疏鬆 (Very Loose)	<0.20
4~10	疏鬆 (Loose)	0.20~0.40
10~30	中等 (Medium)	0.40~0.60
30~50	緊密 (Dense)	0.60~0.80
15~30	極緊密 (Very Dense)	0.80~1.00

黏性土壤N值與單壓強度之關係

標準貫入試驗 N值	判別	單壓強度 q_u (ft/ft ²)
<2	極軟弱 (Very Soft)	<0.25
2~4	軟弱 (Soft)	0.25~0.50
4~8	中等 (Medium)	0.50~1.00
8~15	堅硬 (Stiff)	1.00~2.00
15~30	極堅硬 (Very Stiff)	2.00~4.00
>30	堅實 (Hard)	>4.00



計畫名稱 106年度推動土壤液化潛勢區防治
表示計畫技術服務工作

計畫編號 07103

鑽孔編號 LJ-045 總深度 30.45 地面標高

開始日期 107.11.30 完成日期 107.11.30

地下水面標高或深度 2.10 工程地點 青島

每日進度 · 水位及 套管深度	地層 深度 (m)	地層 自 至 m	地層 時間	樣號	N 值			岩心 長度 (cm)	>10cm 岩心長 度	迴水率 (%)	土壤地質描述
					6"	6"	6"				
0-2.10	1.05	1.50	31-3	2	2	3					0-0.80 白砂填土及粉土層
2.10-3.90	2.85	3.00	32-3	5	5	1					0.80-3.90 粉土填土及粉土層
3.90-6.90	4.05	4.50	33-3	4	5	6					3.90-6.90 粉土填土及粉土層
6.90-7.90	5.55	6.00	34-3	4	5	9					6.90-7.90 粉土填土及粉土層
7.90-9.50	7.05	7.50	35-3	5	6	8					7.90-9.50 粉土填土及粉土層
9.50-10.60	8.55	9.00	36-3	1	2	2					9.50-10.60 粉土填土及粉土層
10.60-11.40	10.05	10.50	37-3	2	2	4					10.60-11.40 粉土填土及粉土層
11.40-12.40	11.55	12.00	38-3	2	1	2					11.40-12.40 粉土填土及粉土層
12.40-13.60	13.05	13.50	39-3	2	2	4					12.40-13.60 粉土填土及粉土層
13.60-17.70	14.55	15.00	40-3	1	1	1					13.60-17.70 粉土填土及粉土層
17.70-19.70	16.05	16.50	41-3	2	1	2					16.05-16.50 粉土填土及粉土層
19.70-22.60	17.55	18.00	42-3	2	8	12					17.55-18.00 粉土填土及粉土層
22.60-23.30	19.05	19.50	43-3	6	9	11					19.05-19.50 粉土填土及粉土層
23.30-24.80	20.55	21.00	44-3	2	3	4					20.55-21.00 粉土填土及粉土層
24.80-25.70	22.05	22.50	45-3	3	3	4					22.05-22.50 粉土填土及粉土層
25.70-27.50	23.55	24.00	46-3	3	1	4					23.55-24.00 粉土填土及粉土層
27.50-28.70	25.05	25.50	47-3	3	3	4					25.05-25.50 粉土填土及粉土層
28.70-30.45	26.55	27.00	48-3	2	3	4					26.55-27.00 粉土填土及粉土層
	28.05	28.50	49-3	4	7	13					28.05-28.50 粉土填土及粉土層
	30.00	30.45	50-3	4	7	6					30.00-30.45 粉土填土及粉土層

現場施工人員 林文明、林家龍、陳振文

主任技師

工地工程師

地層比對

台灣世曦工程顧問股份有限公司鑽探紀錄表

TYPE 2

計畫名稱	106年度推動土壤液化潛勢區防治 展示區計畫技術服務工作		計畫編號	07103
鑽孔編號	LJ-070	地深度	30.7	地面標高
開始日期	107-12月29日	完成日期	107-12月29日	
地下水面標高或深度	1.90	工程地點	新6井	

每日速度 ·水位及 套管深度	地層 深度 (m)	地層深度 自 至	操作 時間	樣號	N 值			岩心 長度 (cm)	>10cm 岩心長 度	迴水率 (%)	土壤性質描述
					6"	6"	6"				
4.3.1											0-0.80 黃褐色土層
2.50	10.5	15.0		61-3	2	2	3				土層不穩定
水位	25.5	30.0		62-2	2	3	3				0.80-3.80 褐色砂土
1.80	44.5	45.0		63-3	1	2	P				砂土層
3.80	55.5	60.0		64-3	1	2	>				砂土層
3.00	67.0	68.0		65-0	10	100					砂土層
2.40	82.5	90.0		66-3	5	7	P				砂土層
1.250	100.5	105.0		67-3	8	13	15				砂土層
	115.5	120.0		68-3	9	12	15				砂土層
	130.5	135.0		69-3	3	6	7				砂土層
	144.5	150.0		70-3	3	3	4				砂土層
	160.5	165.0		71-3	8	8	8				砂土層
	175.5	180.0		72-3	P	13	13				砂土層
	190.5	195.0		73-3	P	10	12				砂土層
	205.5	210.0		74-3	13	14	16				砂土層
	220.5	225.0		75-3	6	6	14				砂土層
	235.5	240.0		76-3	3	5	7				砂土層
	250.5	255.0		77-3	5	7	12				砂土層
	265.5	270.0		78-3	5	7	P				砂土層
	280.5	285.0		79-3	8	7	11				砂土層
	300.0	304.5		80-3	3	3	4				砂土層

現場施工人員 林明、林永、陳明	主任技師	工地工程師
--------------------	------	-------

台灣世曦工程顧問股份有限公司鑽探紀錄表

TYPE 3

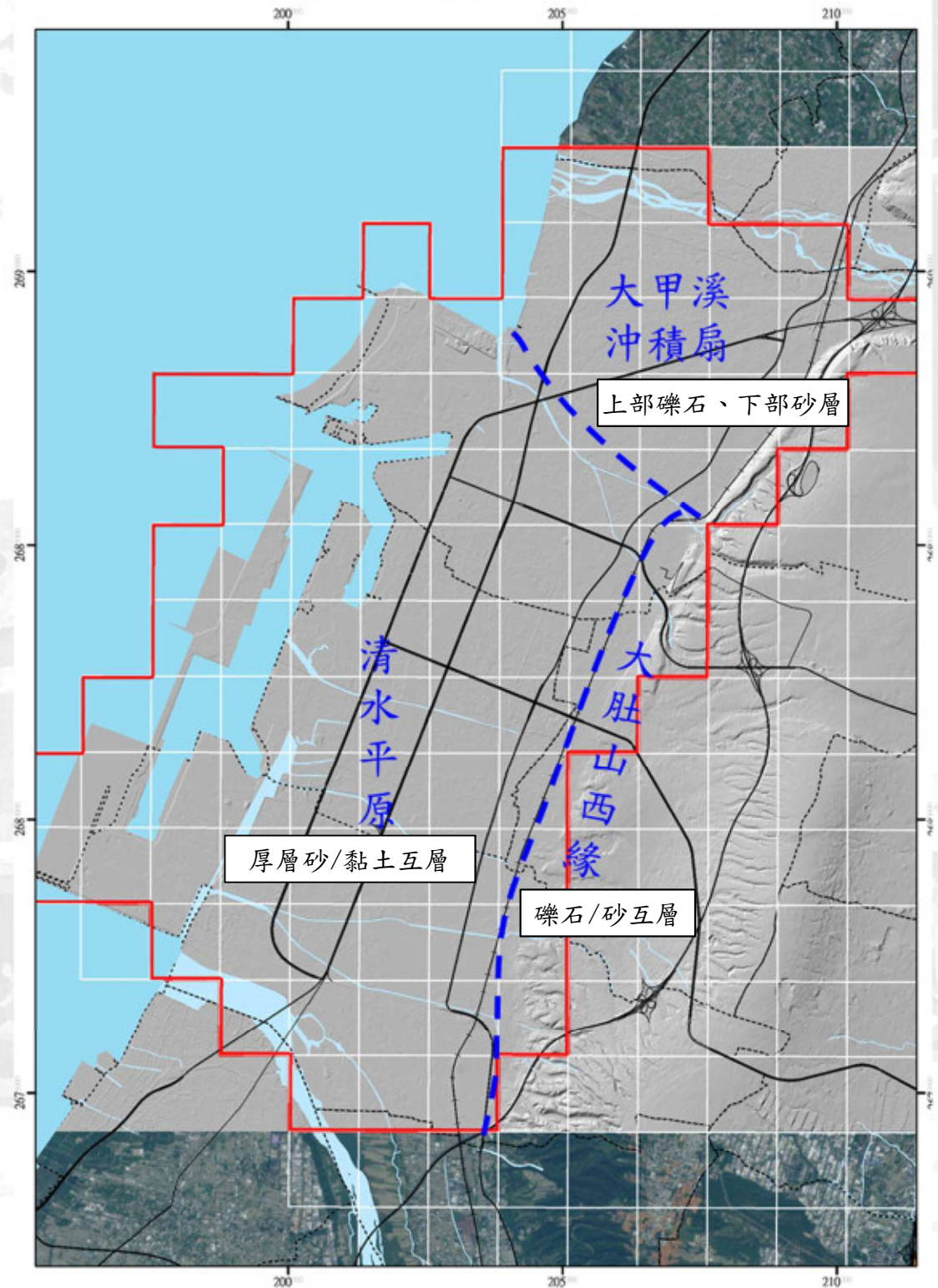
計畫名稱	106年度推動土壤液化潛勢區防治改善示範計畫技術服務工作		計畫編號	07103
鑽孔編號	CS-012	總深度	地面標高	
開始日期	107.12.27	完成日期	107.12.28	
地下水面標高或深度	10.30	工程地點		

每日速度 · 水位及 套管深度	地层 深度 (m)	地鑽深度 自 m 至 m	地時 時間	振號	N 值			岩心 長度 (cm)	>10cm 岩心長 度	迴水率 (%)	土壤地質描述
					6"	6"	6"				
102.12.27 15~ 133" 10.30~ 133" 15~	253 280	555 589	520	100/14							0 ~ 120 圓墳土。砂礫石 120 ~ 300 砂礫石夾砂 砂
	855 868	530	100/13								
	1155 1181	540	53	62/11							
	1455 1456	550	100/1								
119 12.28 15~ 133" 10.30~ 133" 30~	1055 1072	560	63	37/5							
	208 2057	570	100/2								
	235 2359	580	100/4								
	265 2660	590	100/5								
	300 3020	600	67	37/5							

現場施工人員 林身元 梁政盛 蔡明輝	主任技師	工地工程師
--------------------------	------	-------

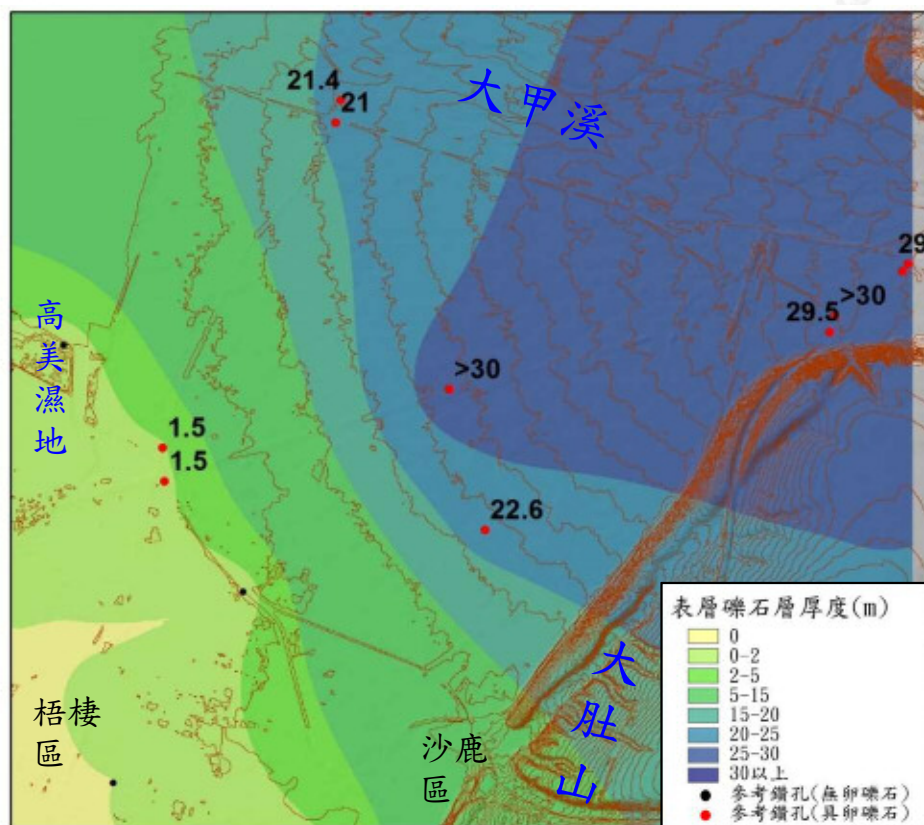
地質分區

- ◆ 大肚山西緣
砂及礫石互層，地層強度佳，土壤液化潛勢不高，但地層分布較為不均。
- ◆ 清水平原
地質疏鬆軟弱，以砂質地層為主，局部間夾軟弱黏土層，地下水位高，人口密度高。
- ◆ 大甲溪沖積扇
地層條件相當單純，地表淺層皆為堅硬的卵礫石層，強度佳且表層皆為不易發生土壤液化之卵礫石層。

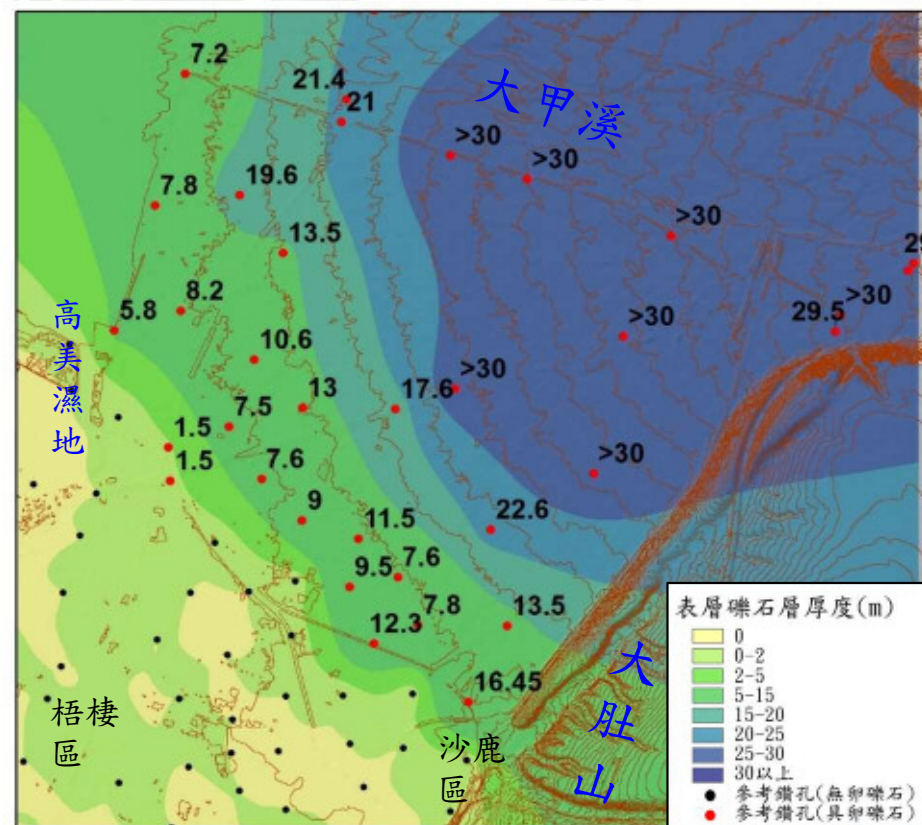


大甲溪沖積扇礫石分布範圍

補充鑽探前



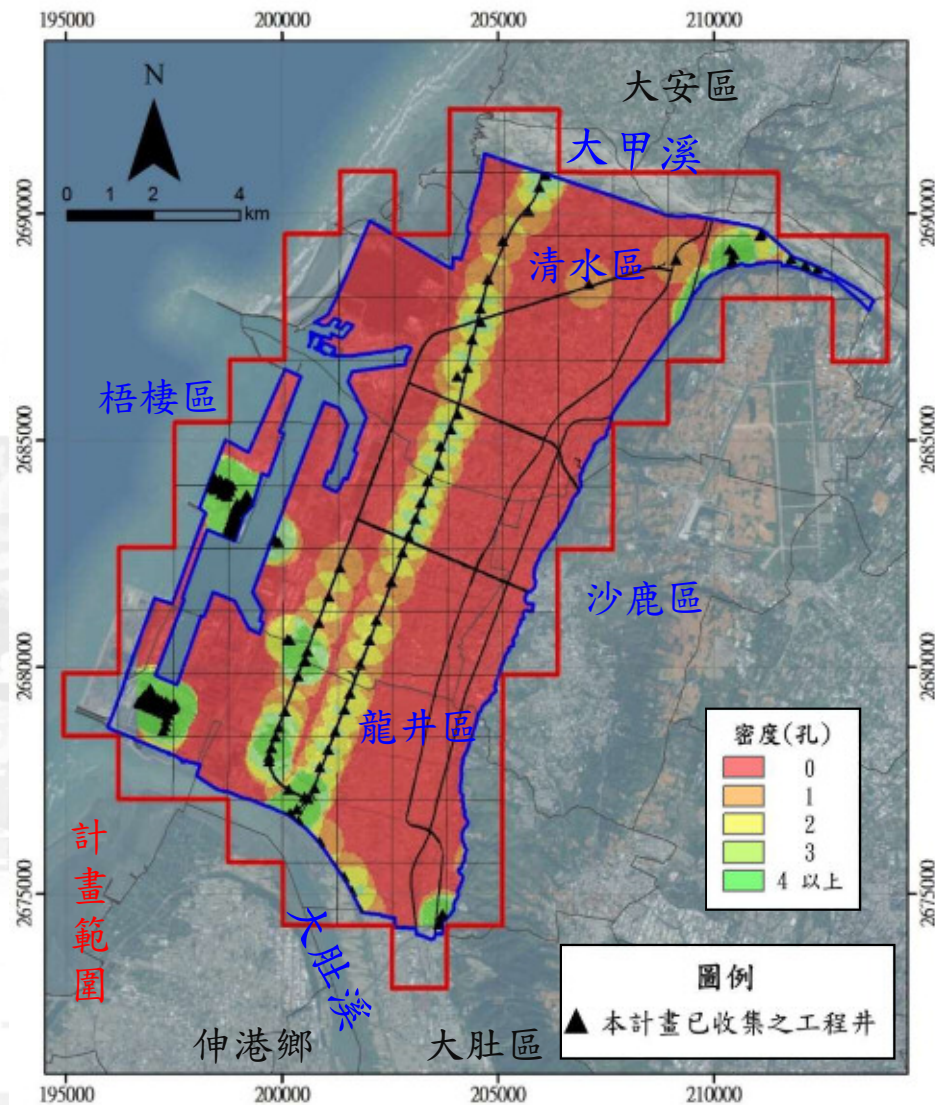
補充鑽探後



補充調查成果

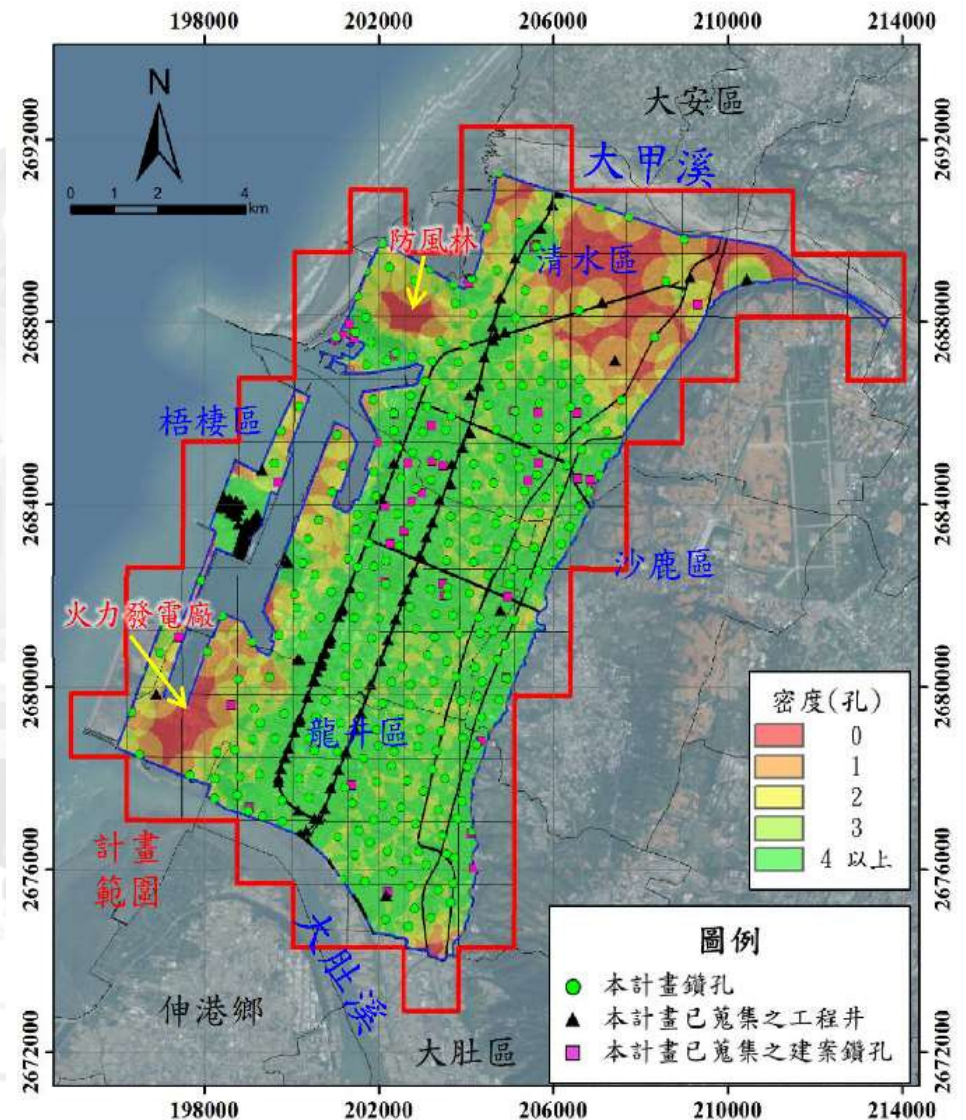
補充調查前

密度	比例%
0~2	80
2~4	14
4以上	6



補充調查後

密度	比例%
0~2	18
2~4	31
4以上	51

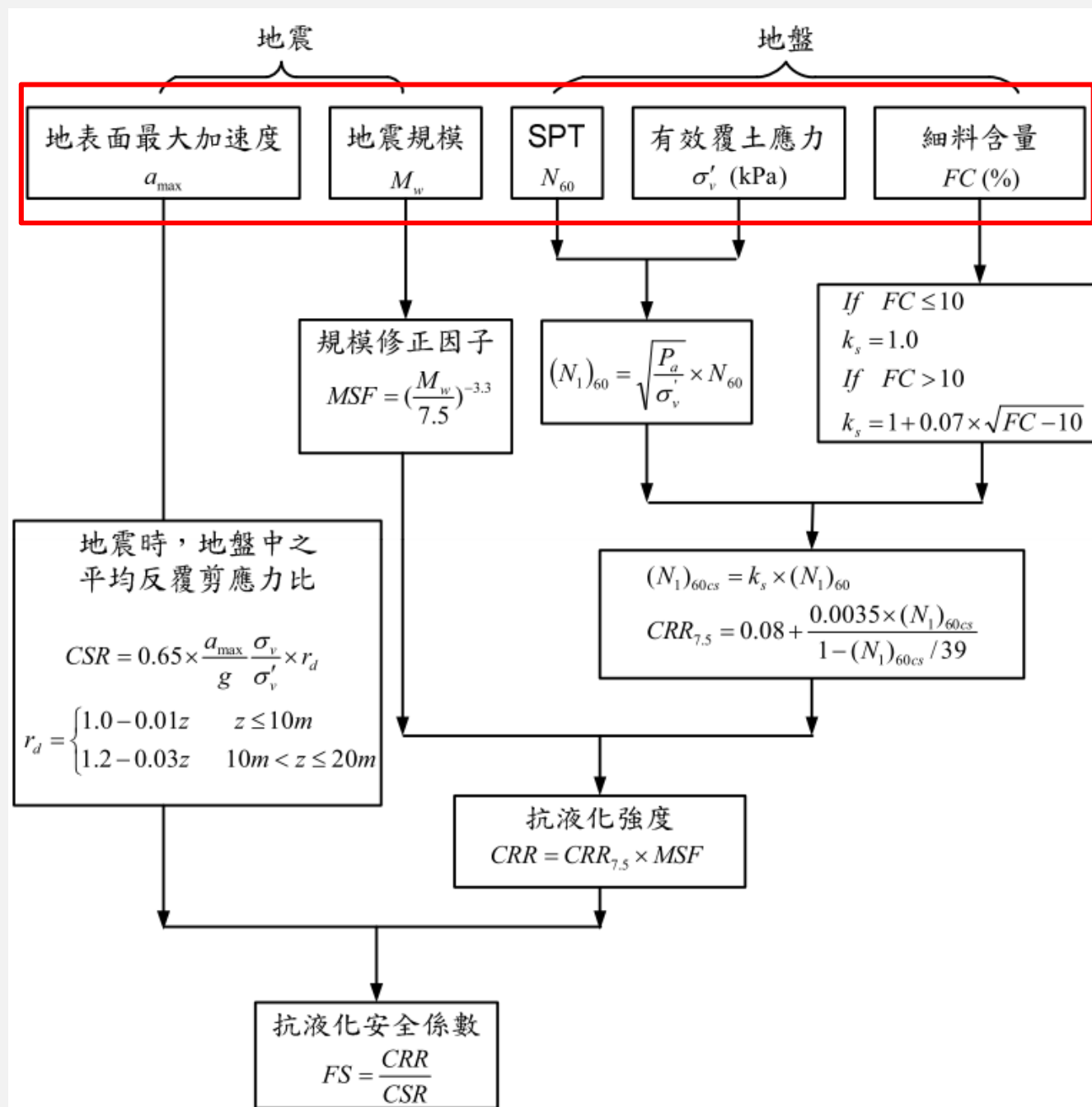


三、土壤液化潛勢地圖製作

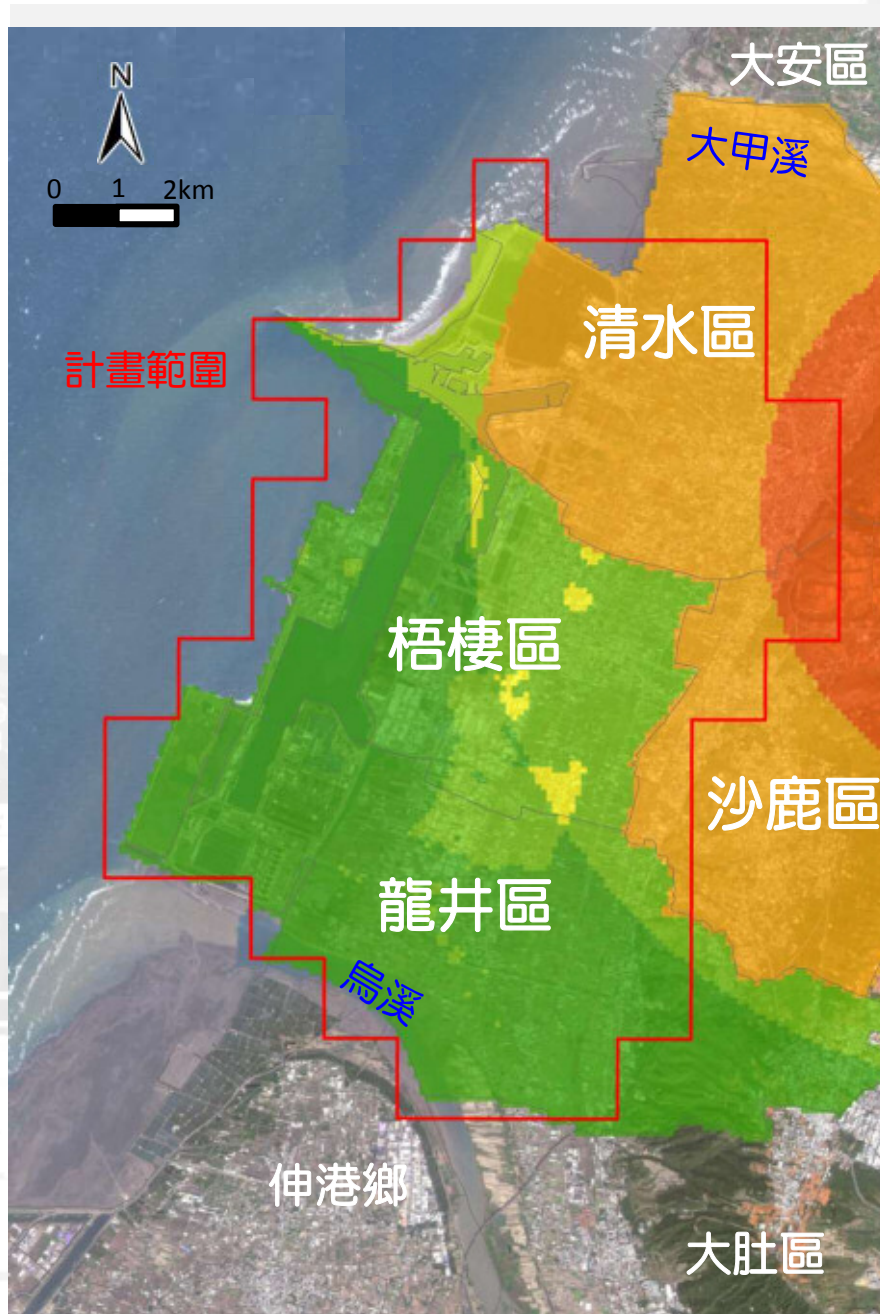
分析方法		T&Y (1983)	JRA (1996)	NCEER (1997)	HBF(2017)
研究背景/ 案例來源		日本地震案例	日本地震案例 阪神地震修改	修改自Seed法 M=7.5地震案例	修改自Seed法 增加臺灣案例
應力	加速度	平均	最大	平均	平均
	地震規模	修正0.1(M-1)	不修正	不修正	不修正
	應力折減	$1-0.015z$	$1-0.015z$	多項式迴歸	$1-0.01z(\leq 10\text{m})$ $1.2-0.03z(10\sim 20\text{m})$
強度	地震規模	不修正	不考量	$(10^{2.24}/M^{2.56})$	$(M_w/7.5)^{-1.8}$
	能量比(%)	80	72	60	60
	有效覆土 應力修正	$\frac{1.7N}{1 + \sigma_v'}$	$\frac{1.7N}{1 + \sigma_v'}$	$\sqrt{Pa/\sigma_v'}$	$\sqrt{Pa/\sigma_v'}$
	細粒料	$N_a = N_1 + \Delta N_f$	$N_a = c_1 N_1 + c_2$	$(N_1)_{60CS} = + (N_1)_{60}$	$(N_1)_{60CS} = k_s \times (N_1)_{60}$
考量		● 考慮細料含量之貢獻。 ● 考量地震規模之影響。	● 唯一考慮低塑性土壤 (PI<15) 液化 ● 採用最大地表加速度評估。	● 深度應力折減修正為多項式迴歸。 ● 考量地震規模之影響。	● 考量淺層及深層土壤之應力折減差異。 ● 考量地震規模之影響。 (招標規定)

HBF簡易評估法

- 地表加速度：建築物耐震設計規範
- 地震規模：國震中心建議
- SPT- N_{60} : $N \times E_m / 60$
- 有效應力 σ'_v : 考量地下水位
- 細料含量: 視試驗成果



地表加速度



近斷層效應

- 車籠埔斷層
- 屯子腳斷層

地表水平加速度

$$A = 0.4S_{DS} \times g$$

$$= 0.4S_S^D \times F_a \times N_a \times g$$

工址放大係數

近斷層調整因子

0.280	0.339
0.308	0.352
0.320	0.384

地震規模

縣、市	中小震度之 地震規模	設計震度之 地震規模	最大考量震 度之地震規 模
基隆市、新北市、台北市、宜蘭縣市、花蓮縣市、台東縣市	7.1	7.3	7.5
桃園市、 台中市 、彰化縣市、南投縣市、雲林縣、嘉義縣市、台南市、高雄市	6.9	7.1	7.3
新竹縣市、苗栗縣市、屏東縣市	6.7	6.9	7.1
澎湖縣、金門地區、馬祖地區	6.5	6.7	6.9

475年回歸期 控制地震規模



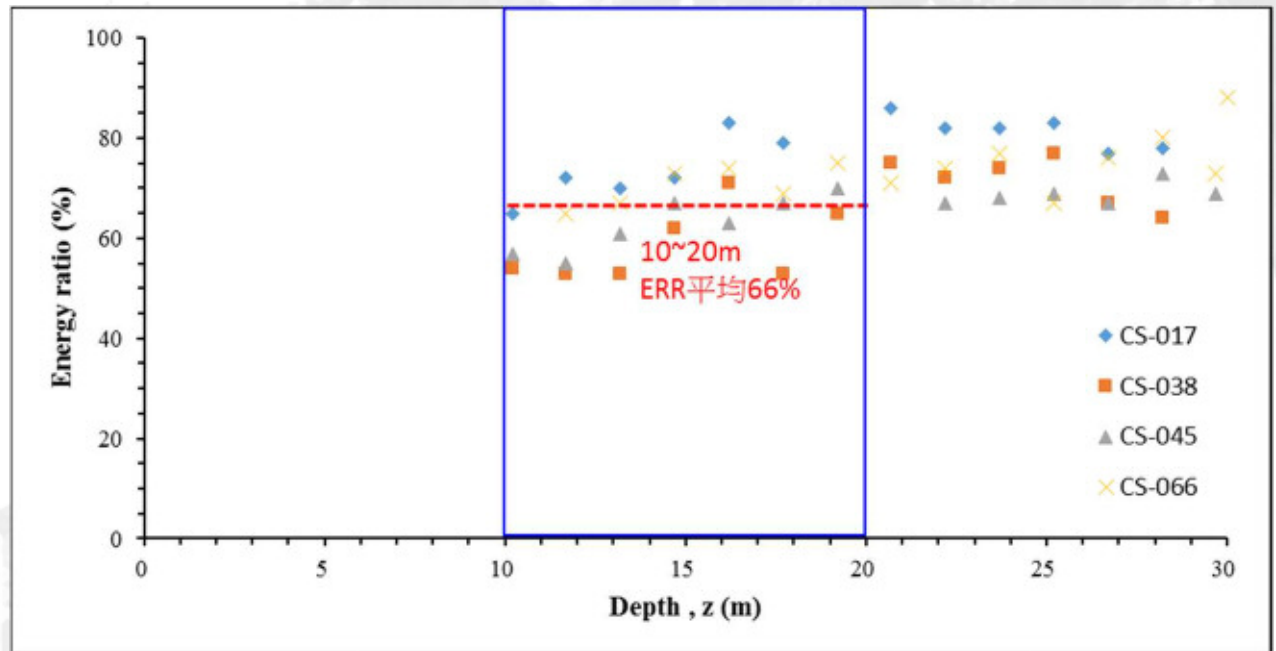
能量修正

參考 ASTM D4633

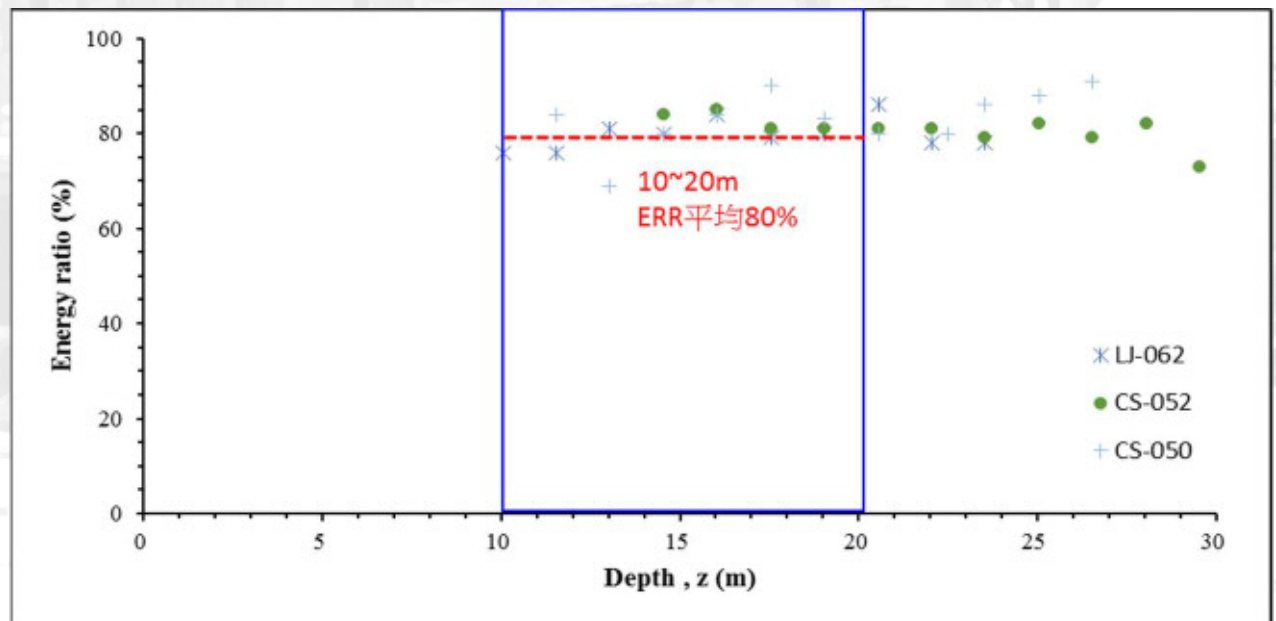
鑽桿長度大於9~12m時，能量檢測結果較為可靠

- 本計畫鑽孔採用66%
- 蒐集既有鑽孔採用60%

傳統
鑽機



鑽
堡

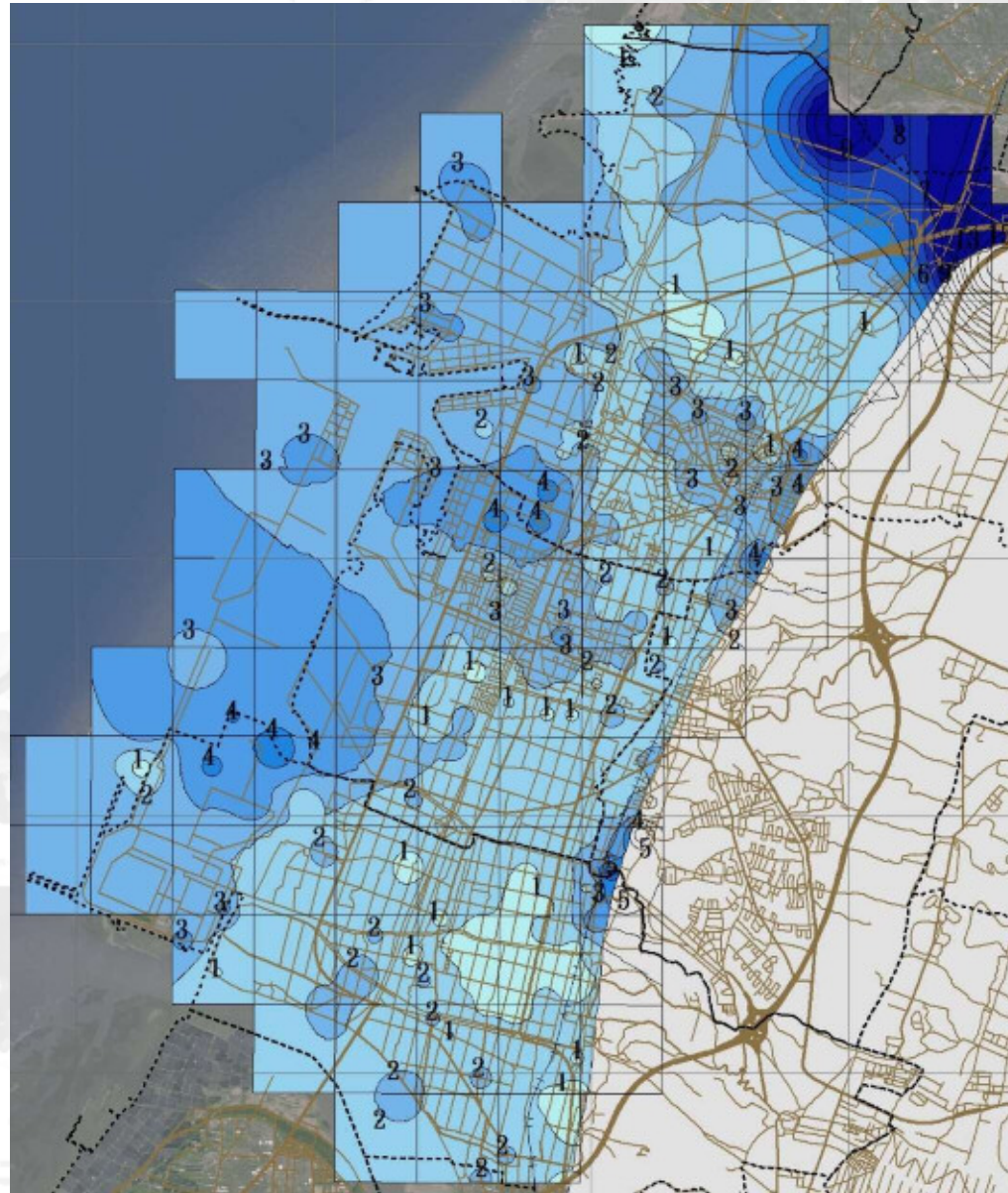


地下水位

平均水位+1倍標準差

鑽探水位

- 國震中心107年7月9日「地下水用於土壤液化簡易評估法之檢討座談會」
- 地震反覆剪應力比(CSR)採用設計水位
- 土壤反覆抗液化強度比(CRR)採用鑽探水位



MDB地質資料庫
中鑽探期間水
位

土壤液化潛勢分析

- 建立GEO2010資料庫 (鑽孔座標、試驗資料、地下水位等)，
批次計算單孔土壤液化潛能指數 P_L 值

→ 計算報表輸出，提供後續 檢核及研判

→ 產出潛能指數點圖層，進行 平面內插計算(克力金法)

井錄模式分析

土壤液化模式(JRA)

土壤液化模式(HBF)

地表加速度預設參數：

中小地震：

設計地震：0.4* S_d s

最大地震：0.4* S_m s

自訂參數：

井錄模式土壤液化圖繪製：

中小地震圖 設計地震圖

最大地震圖 自訂地震圖

☐ 分區計算

內插參數設定

自動化分析界面

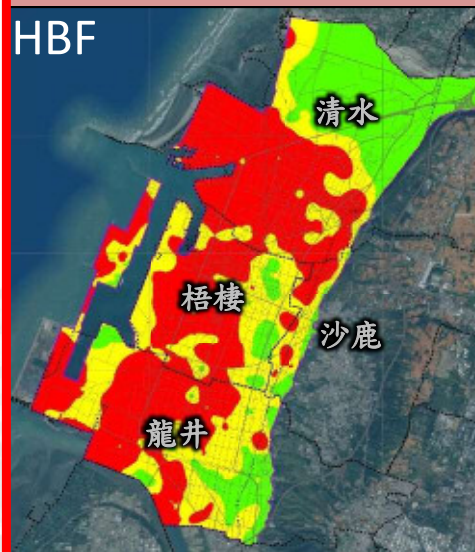
孔號：	107TC-CS002		Em (鑽桿傳遞貫入能量的效率) (%)			65		X座標：	202092.37	Y座標：	2689713.75	鑽探水位=GL ~ 2.7		設計水位=GL ~ 3.493529		Amax=	0.32	地震規模=		7.1	P _L =	27.6		
SPT-N試驗範圍 (m)			土層深度 (m)	土層厚度 (m)	土層中點 (m)	分析點 (m)	統一土壤分類	γ _t (t/m ³)	σ _v (t/m ²)	σ _v (鑽時) (t/m ²)	σ _v (t/m ²)	N值	C _N	Em/ 60	規模尺度因子MSF	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60CS}	FC (%)	PI	應力折減因子γ _d	CSR	CRR _{7.5}	CRR	FS (CRR/CSR)
1.05	-	1.50	2.03	2.03	1.01	1.01	SW-SM	1.75	1.77	1.77	1.77	13	1.70	1.08	1.10	23.94	26.11	11.68	0	0.99	-	-	-	3
2.55	-	3.00	3.53	1.50	2.78	3.51	SP-SM	1.67	6.01	5.21	6.02	7	1.41	1.08	1.10	10.67	10.67	7.65	0	0.96	0.20	0.13	0.15	0.72
4.05	-	4.50	5.03	1.50	4.28	4.28	SP-SM	1.98	6.75	5.96	7.53	6	1.32	1.08	1.10	8.56	8.56	6.2	0	0.96	0.22	0.12	0.13	0.59
5.55	-	6.00	6.53	1.50	5.78	5.78	SP-SM	1.97	8.21	7.42	10.50	4	1.18	1.08	1.10	5.11	5.11	9.6	0	0.94	0.25	0.10	0.11	0.44
7.05	-	7.50	8.03	1.50	7.28	7.28	SP-SM	1.98	9.68	8.88	13.46	16	1.08	1.08	1.10	18.69	18.69	5.4	0	0.93	0.27	0.21	0.23	0.85
8.55	-	9.00	9.53	1.50	8.78	8.78	SP-SM	1.99	11.15	10.36	16.44	12	1.00	1.08	1.10	12.98	12.98	8.1	0	0.91	0.28	0.15	0.16	0.58
10.05	-	10.50	11.03	1.50	10.28	10.28	SP-SM	2.02	12.66	11.87	19.44	12	0.93	1.08	1.10	12.13	12.13	8.5	0	0.89	0.28	0.14	0.16	0.55
11.55	-	12.00	12.53	1.50	11.78	11.78	SP-SM	1.96	14.15	13.35	22.43	10	0.88	1.08	1.10	9.53	9.53	8.6	0	0.85	0.28	0.12	0.14	0.49
13.05	-	13.50	14.03	1.50	13.28	13.28	SM	1.99	15.61	14.82	25.39	10	0.83	1.08	1.10	9.05	11.13	20.8	0	0.80	0.27	0.13	0.15	0.55
14.55	-	15.00	15.53	1.50	14.78	14.78	SP-SM	1.97	17.08	16.29	28.36	12	0.80	1.08	1.10	10.35	10.35	9.1	0	0.76	0.26	0.13	0.14	0.55
16.05	-	16.50	17.03	1.50	16.28	16.28	SP-SM	1.89	18.47	17.68	31.26	13	0.76	1.08	1.10	10.76	11.48	10.9	0	0.71	0.25	0.14	0.15	0.60
17.55	-	18.00	18.53	1.50	17.78	17.78	SM	2.02	19.91	19.11	34.19	19	0.74	1.08	1.10	15.13	17.61	15.5	0	0.67	0.24	0.19	0.21	0.89
19.05	-	19.50	20.00	1.48	19.26	19.26	ML	1.98	21.40	20.60	37.16	20	0.71	1.08	1.10	15.34	23.95	74.2	0	0.62	0.22	0.30	0.33	1.46

HBFA分析報表輸出示意圖

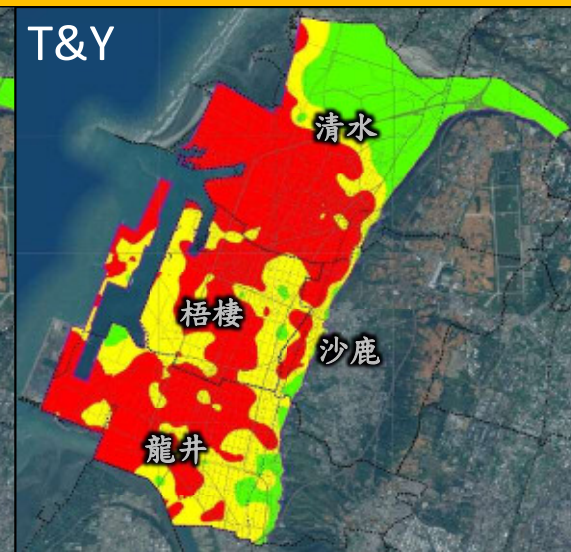
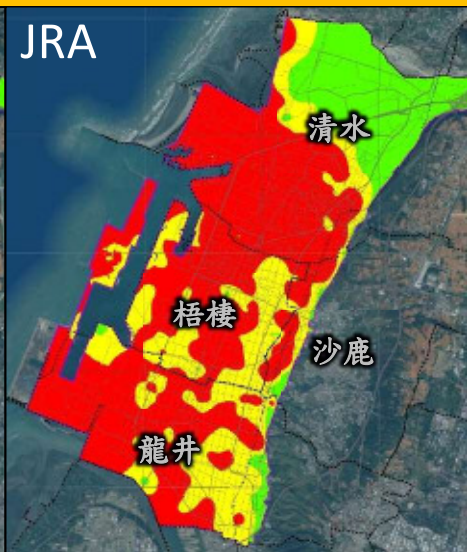
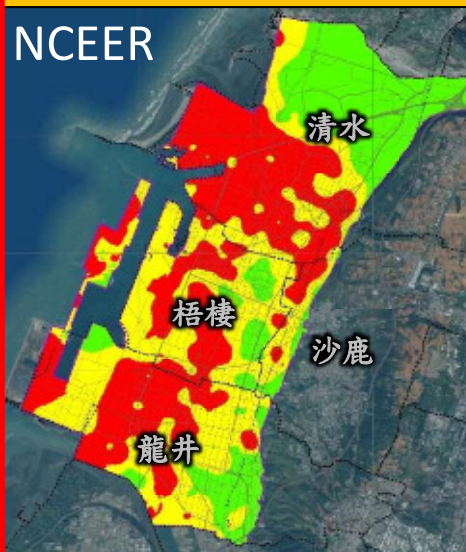
分析結果

- 計畫範圍約110km²
- 分析鑽孔共501孔
(本計畫275孔，公共工程167孔，建案59孔)
- 趨勢大致相同，以JRA法相對較為保守

招標規定



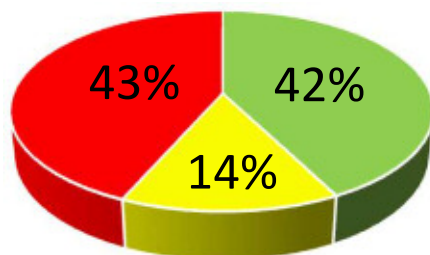
建築物耐震設計規範規定



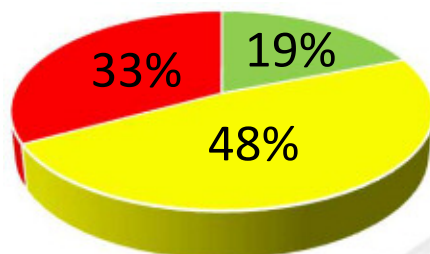
潛勢	HBF	NCEER	JRA	T&Y
高	47%	38%	56%	50%
中	28%	35%	25%	29%
低	25%	27%	19%	21%

各行政區比較

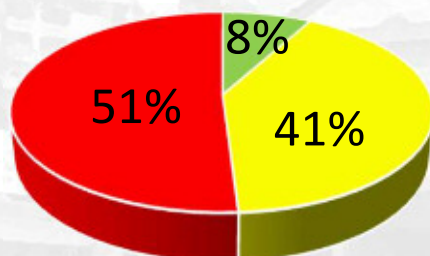
清水



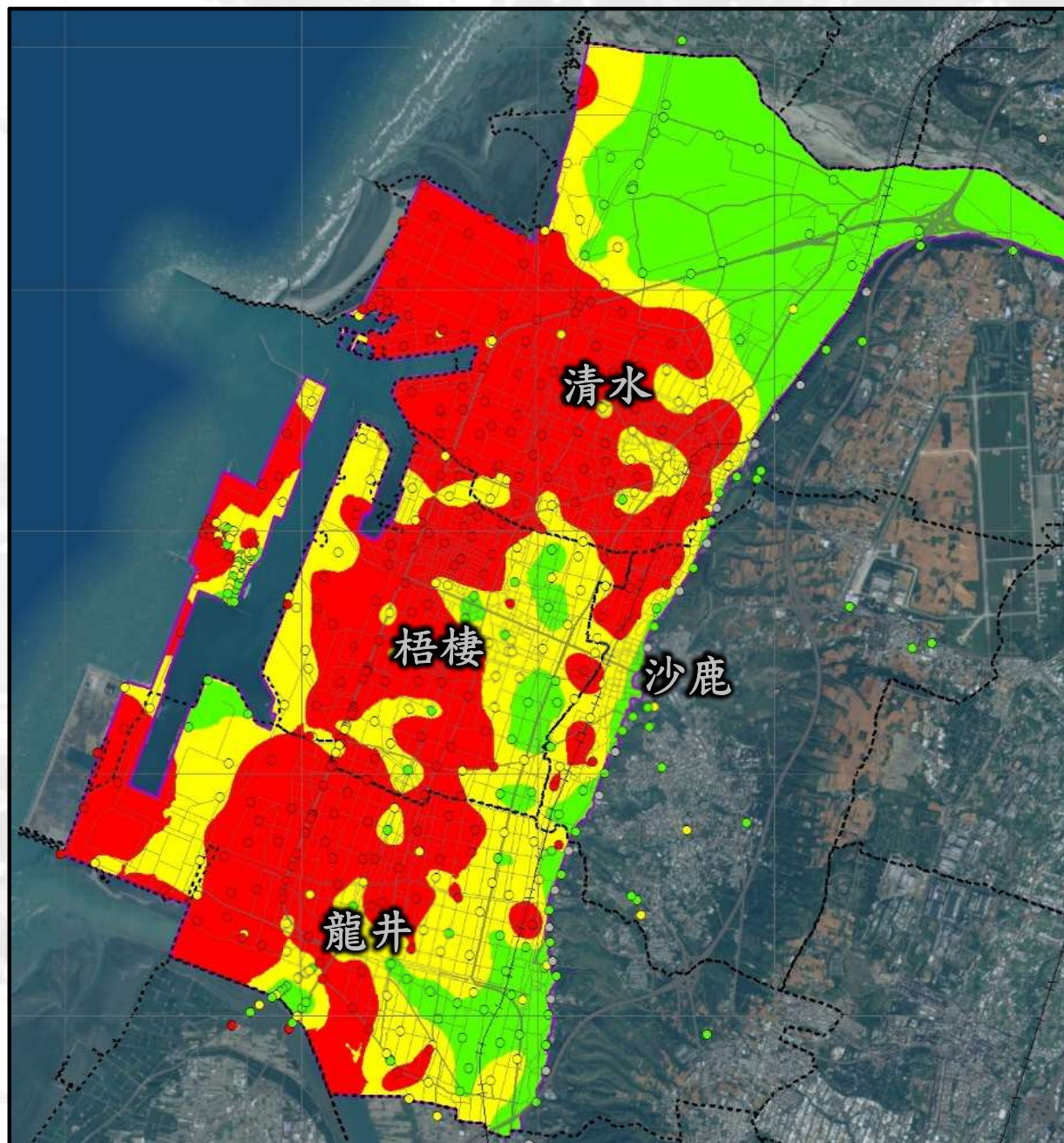
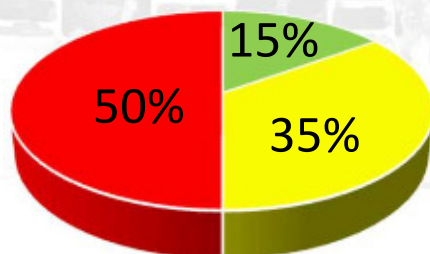
沙鹿



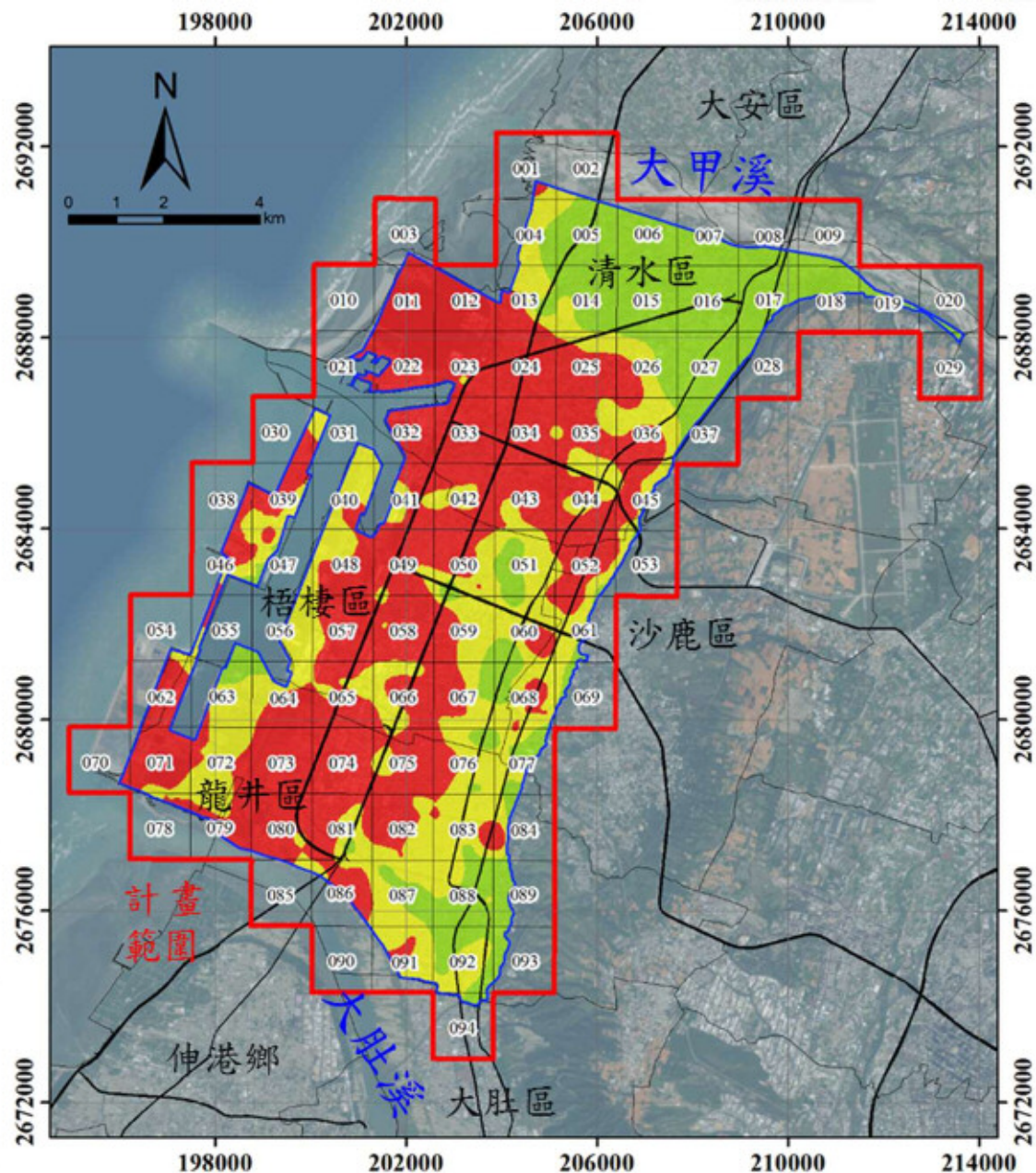
梧棲



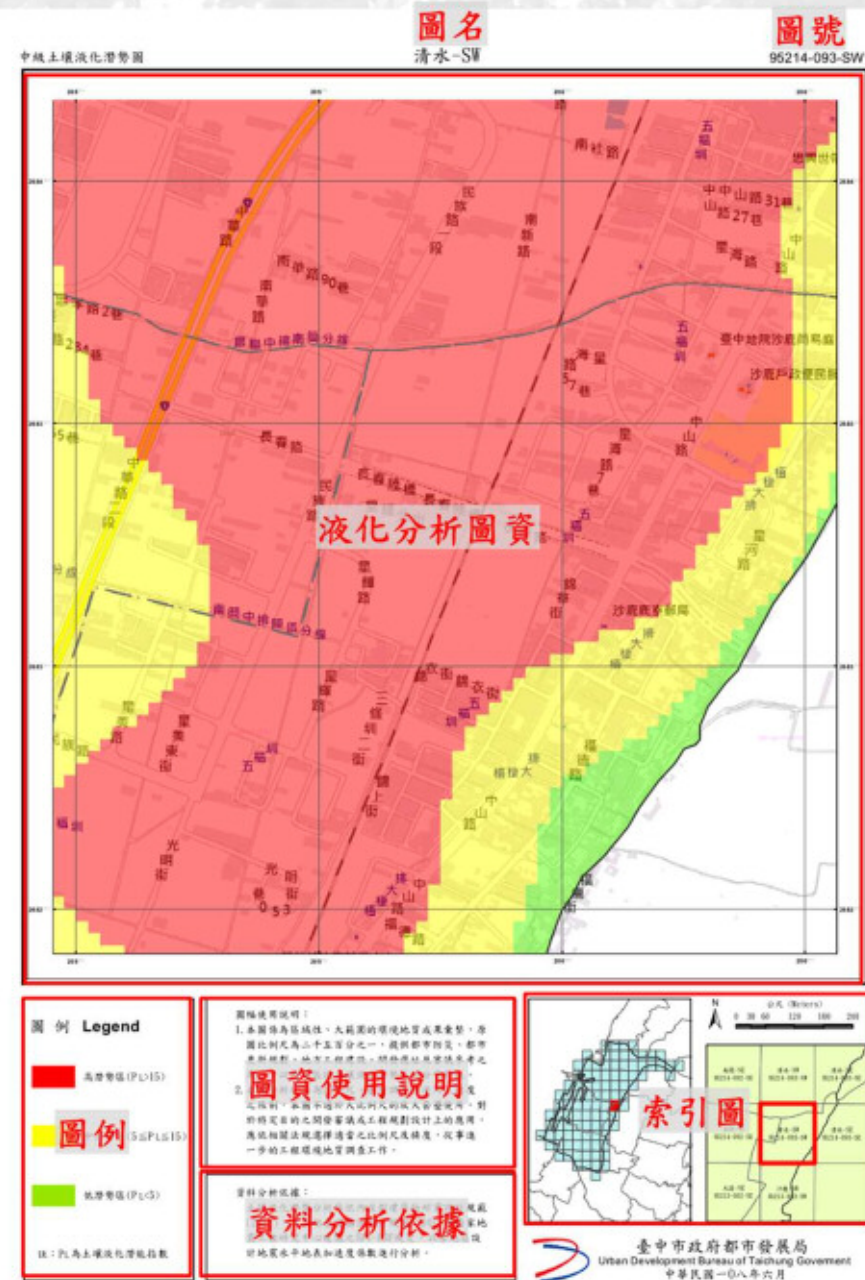
龍井



成果圖幅



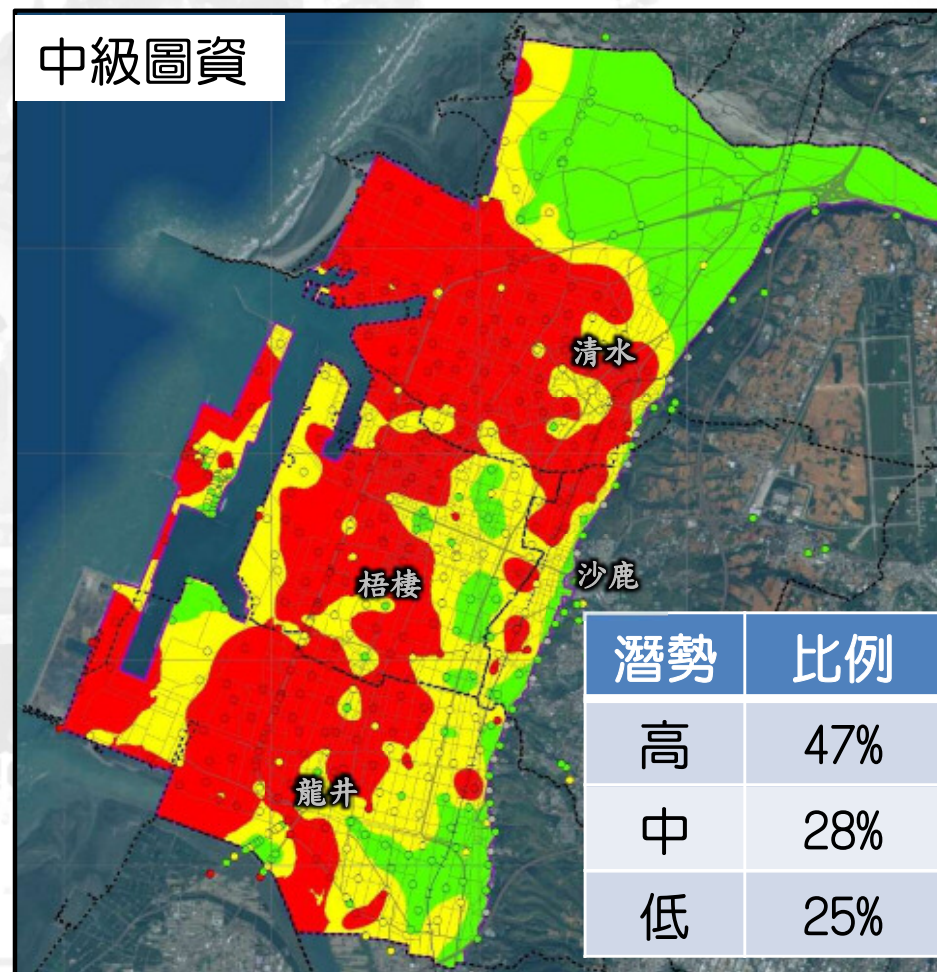
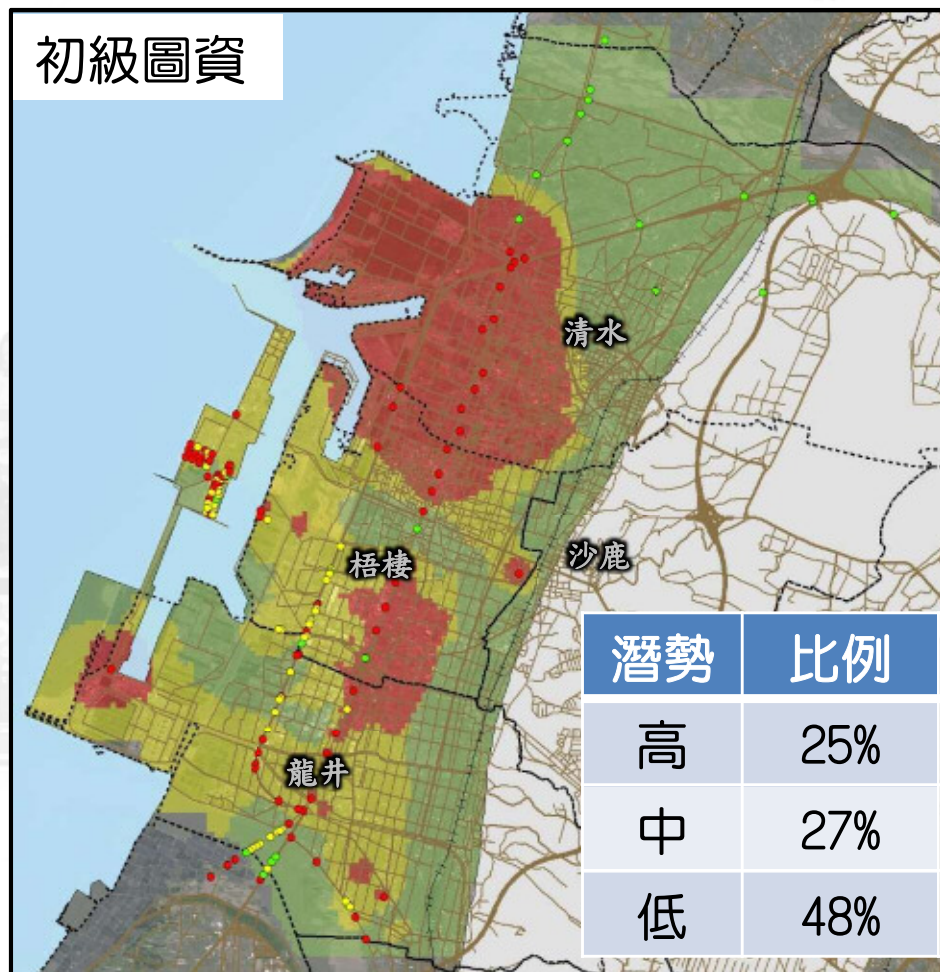
● 測繪成果及圖幅分布



● 圖幅版面配置

初級與中級比較

- 趨勢大致相同，以清水北側大甲溪沖積扇及沙鹿、龍井山麓側為低潛勢區
- 高潛勢比例由25%提升為47%，中潛勢比例大致相同
- 初級圖資分析鑽孔不足，導致邊界虛擬孔影響範圍較大



民眾教育宣導

● 海報、場次



臺中市政府
TAICHUNG CITY GOVERNMENT

臺中市106年度推動土壤液化潛勢區防治改善示範計畫

民眾教育宣導活動

活動場次

108.7.11 (四) 14:00 | 清水區公所 第一會議室
15:30 | 梧棲區公所 大禮堂

108.7.12 (五) 14:00 | 沙鹿區公所 大禮堂
15:30 | 龍井區公所 三樓會議室

活動流程

- 致詞與開場 臺中市政府都市發展局、大地工程技師公會
- 地震及土壤液化災害瞭解與防治 台灣世曦工程顧問
- 民眾意見交流與諮詢 台灣世曦工程顧問

主辦單位


臺中市政府都市發展局

宣導單位


大地工程技師公會

台灣世曦
 工程顧問股份有限公司

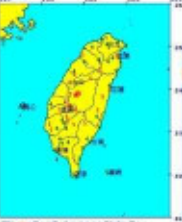
● 摺頁

地震及土壤液化 防災小常識



臺中市政府
Taichung City Government
臺中市政府都市發展局
Taichung Urban Development Bureau

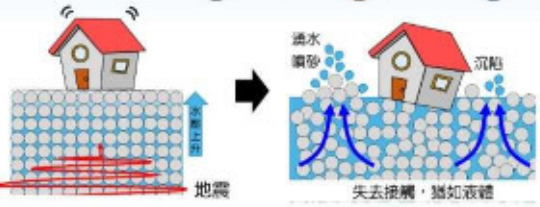
如何解讀地震報告?



- 震央位置及深度**：通常震央距離越近，地震深度越淺，影響越大。
- 地震規模**：代表地震所釋放的能量，規模越大相對影響越大，規模數字後面不加「級」，地震規模每加「1」，釋放能量相差約33倍。
- 地震震度**：代表地震時的震動加速度以及人對地震的感受程度，共分7級。

什麼是土壤液化?

強烈地震 + 砂質土壤 + 高地下水位

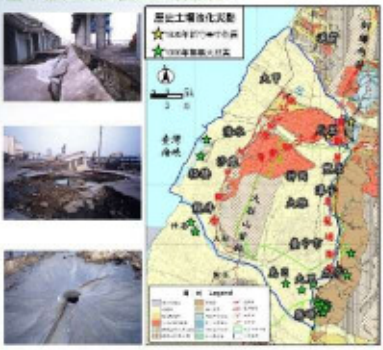


地震 → 失去接觸，猶如液體

相關防災參考網站

- 內政部營建署 <https://www.opm.gov.tw/>
- 經濟部中央地質調查所 <https://www.moeasg.gov.tw/>
- 交通部中央氣象局 <https://www.cwb.gov.tw/>
- 國家災害防救科技中心 <https://www.ndr.ntu.gov.tw/>
- 國家地震工程研究中心 <https://www.ncree.org/>

臺中哪裡曾經發生土壤液化?





專業技師團體

大地工程技師公會
 中華民國大地工程技師公會中部聯事處
 地址：臺中市北屯區文心路3段1053號3樓
 電話：04-22599236
 傳真：04-22598555
 網址：<http://www.ogo.org.tw/>

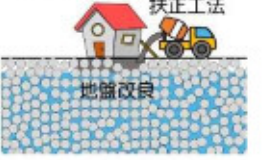
土壤液化怎麼防制?

新建防制



淺式基礎 → 液化土壤 → 樁基礎

既有改善



扶正工法 → 地盤改良

民眾教育宣導

日期	時間	地點	參加人數
108/7/11	下午14:00~15:00	清水區公所第一會議室	69
	下午15:30~16:30	梧棲區公所大禮堂	65
108/7/12	下午14:00~15:00	沙鹿區公所大禮堂	63
	下午15:30~16:30	龍井區公所三樓會議室	29

共226人



● 清水區



● 梧棲區



● 沙鹿區



● 龍井區

四、臺中市高級土壤潛勢查詢系統

<https://www.liquid.net.tw/taichung>



土壤液化潛勢查詢系統



土壤液化潛勢查詢系統

圖資查詢

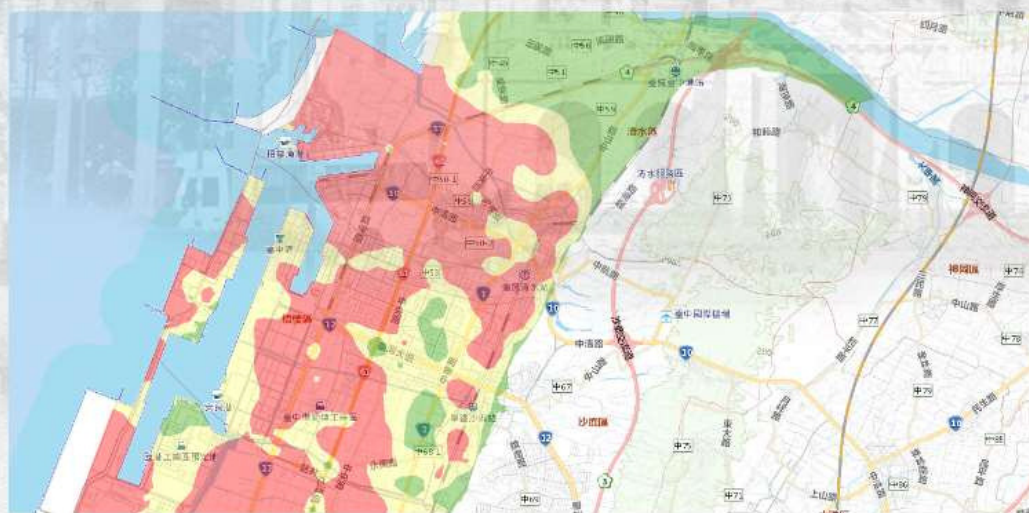
開放資料下載

土壤液化問與答

影音專區

相關資料

回首頁

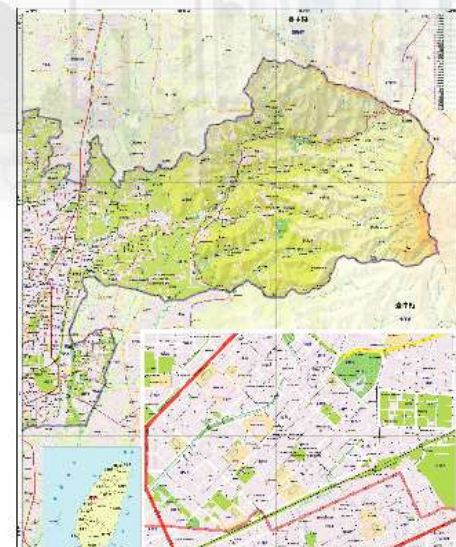


關於土壤液化
圖資查詢

土壤液化潛勢越高，代表液化可能產生的影響越大，除了保障民眾知的權利，同時也作為都市規劃和防災參考使用。

立即前往→

全市概況



民眾查詢系統架構

歷史圖資

地籍定位

門牌定位

地標定位

行政區定位

土壤液化及GIS
資料庫



圖資上線公開

分流 備援



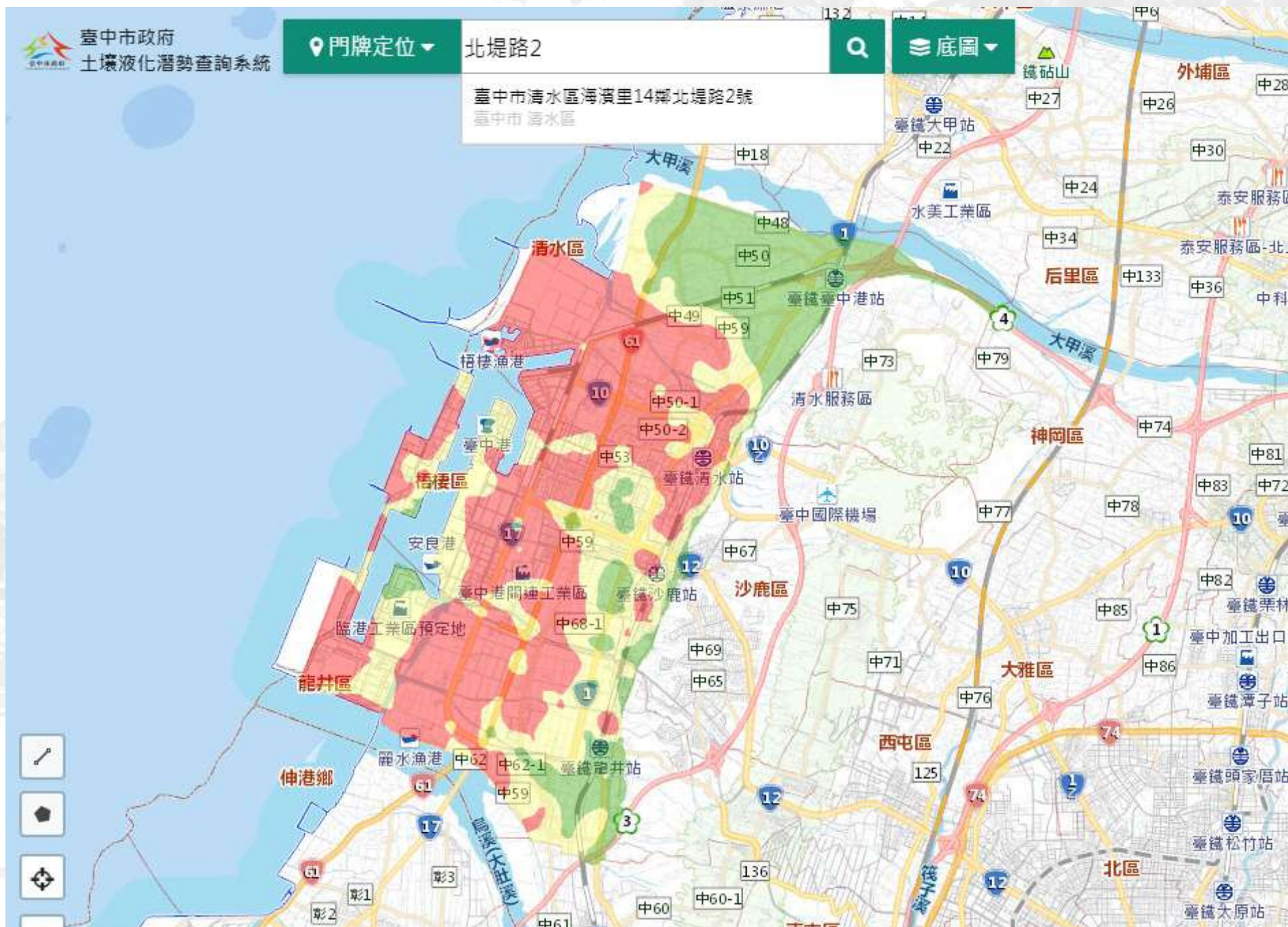
TGOS資料群集

中華電信雲端機房



<https://www.liquid.net.tw/taichung>

門牌定位查詢



地籍定位查詢

臺中市政府
土壤液化潛勢查詢系統

地籍定位

行政區 清水區

銀聯段

0001 0000 查詢

清除 關閉

AA48:4602 AA49:00010000

中清路九段

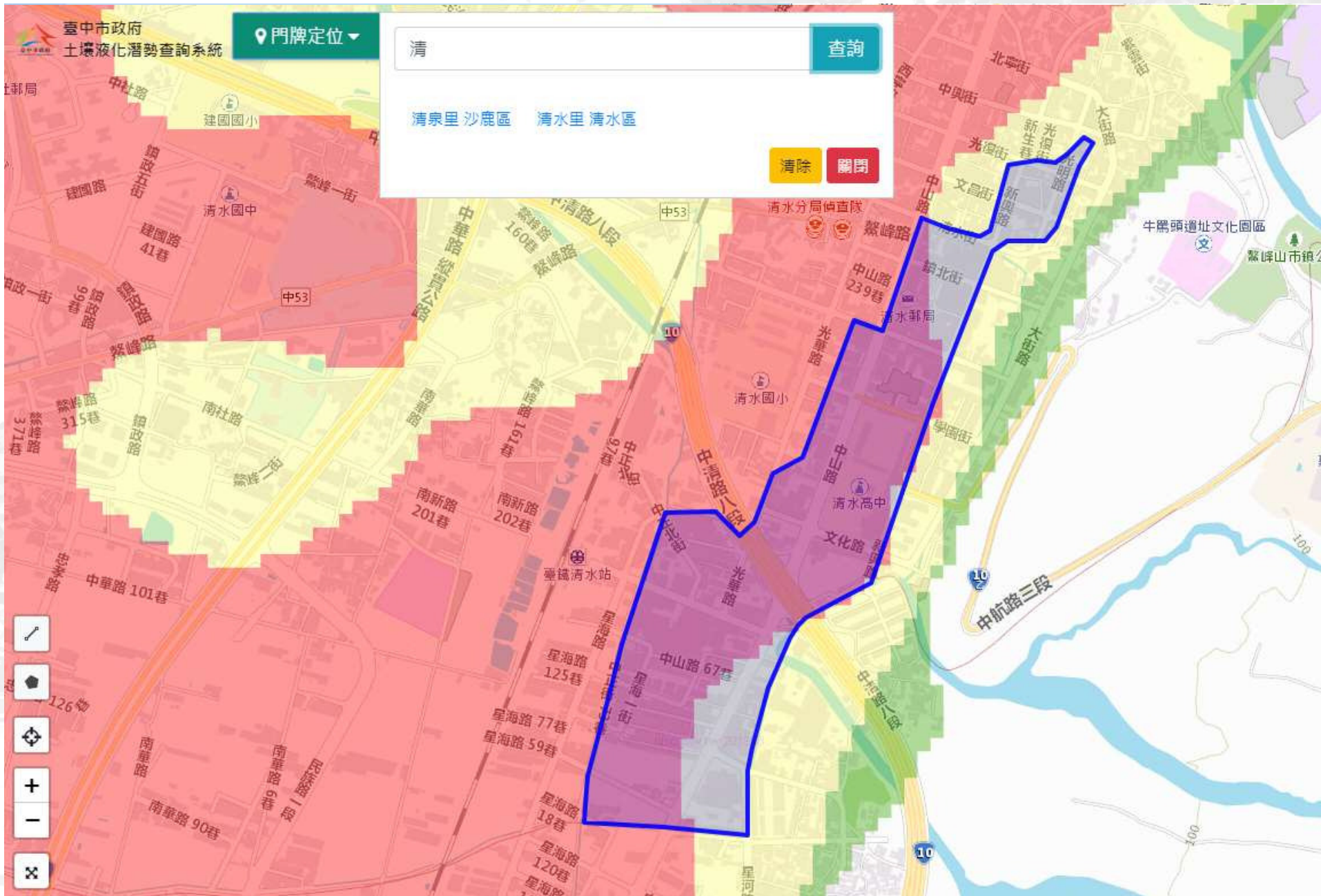
李仔山公園

西社路

中清路

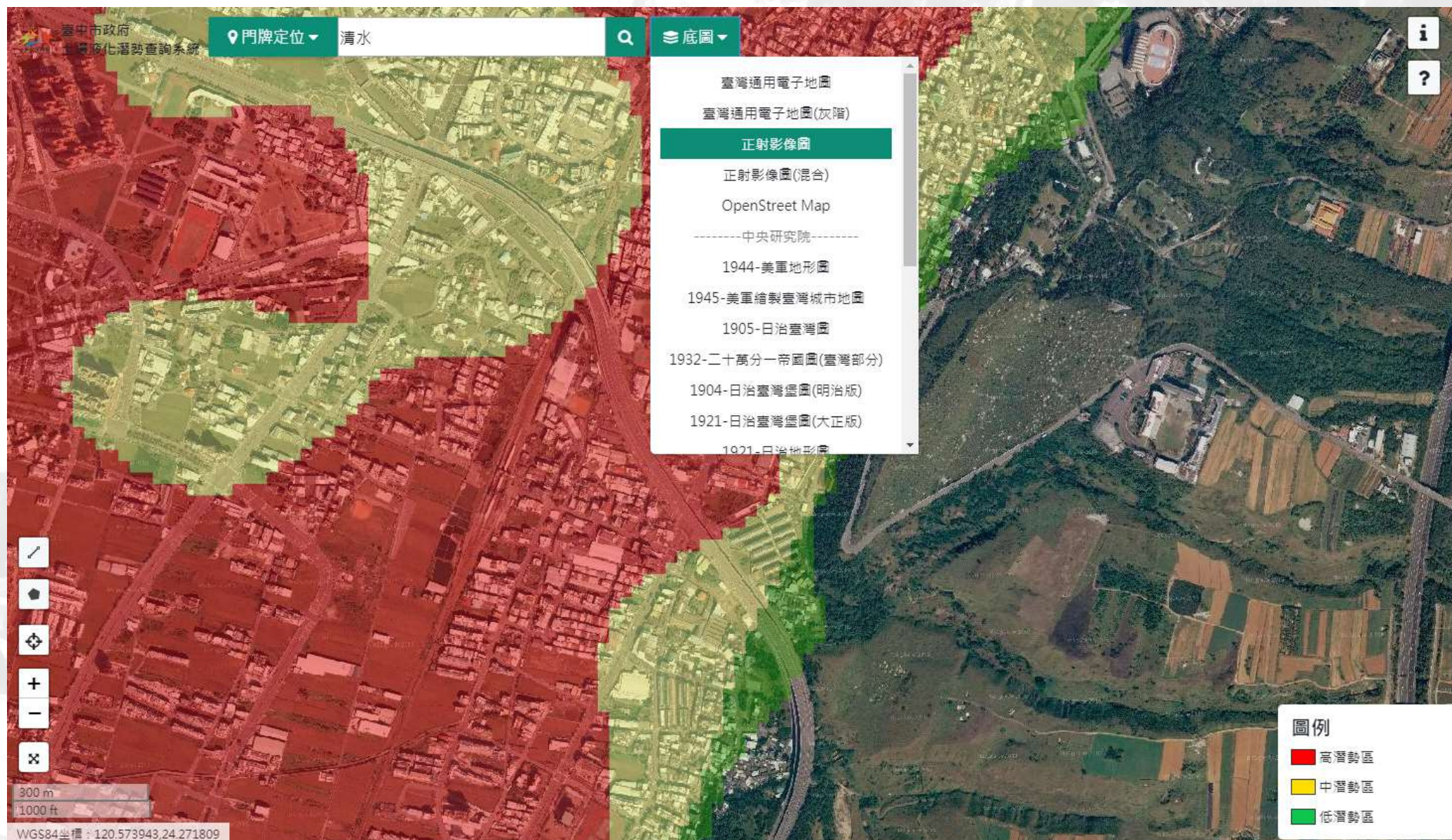
中清路九段

行政區定位查詢



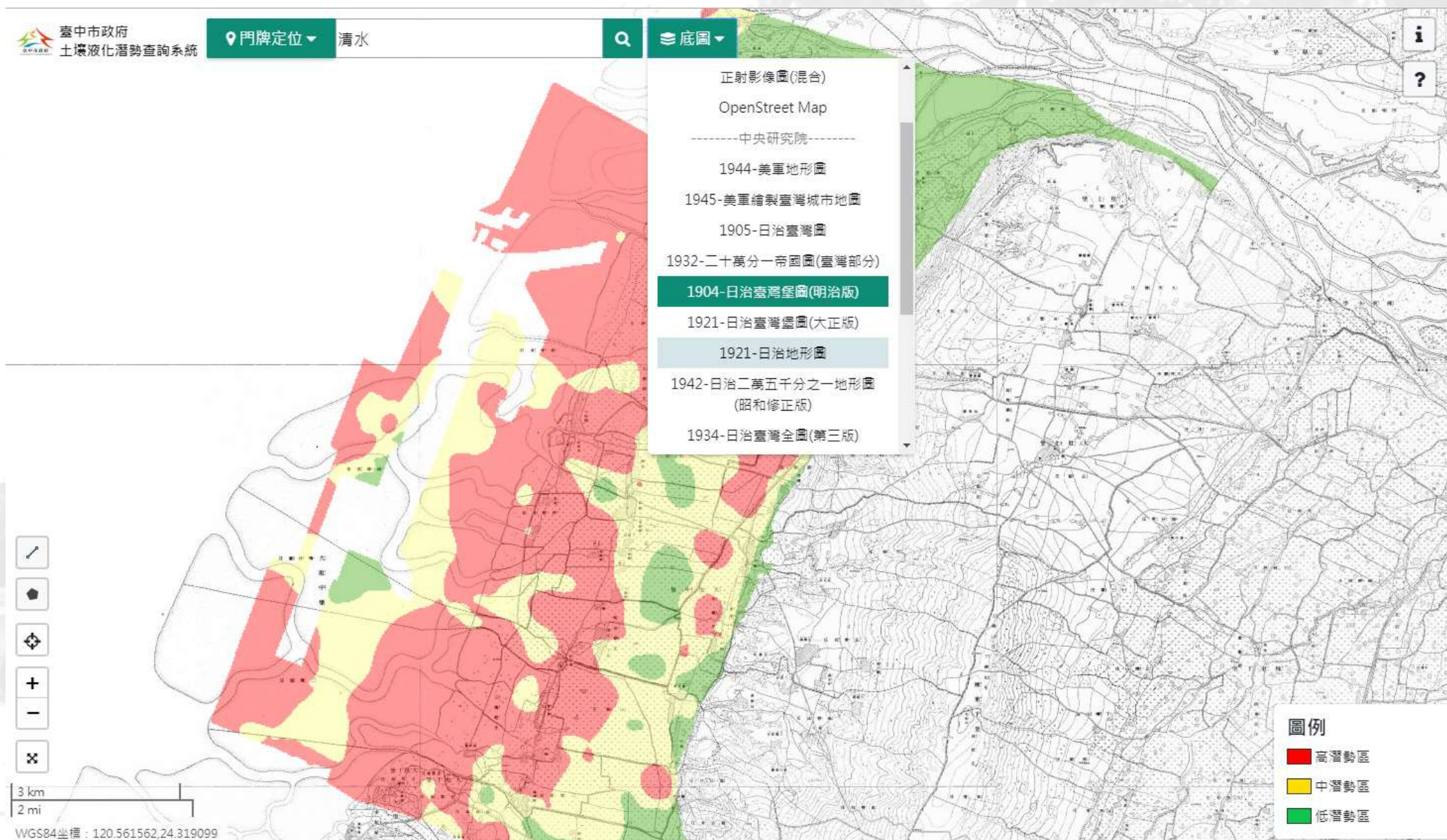
影像地圖查詢

通用版電子地圖、通用版電子地圖(灰階)、正射影像圖、正射影像圖(混合)、OpenStreet Map、
-----中央研究院-----
1944-美軍地形圖
1945-美軍繪製臺灣城市地圖
1905-日治臺灣圖
1932-二十萬分一帝國圖(臺灣部分)
1904-日治臺灣堡圖(明治版)
1921-日治臺灣堡圖(大正版)
1921-日治地形圖



歷史影像查詢

早期地形圖(1899-1987)、美軍地形圖、日治時期歷史地圖等



行動裝置查詢

- RWD設計，相容各種設備
- 提供手機GPS位置定位功能



民眾簡易自評

介接市府建管資料庫查詢建物資訊及
簡易自我評估功能

臺中市政府
土壤液化潛勢查詢系統

門牌定位 梧棲區中和街66號

自主檢查評估表

查詢之建物於年興建，建照執照:(076)建管字第06147號，地上2層地下0層，開工日期:年月日，竣工日期:076年12月24日(資料來源:臺中建管資料庫)

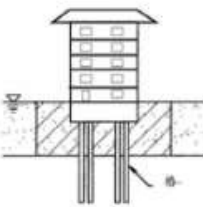
建物建造年：☒ 89年前 ☐ 89年(含)以後

建物樓層：☒ 3樓(含)以下 ☐ 3樓以上

建物地下室層數：☒ 3層(含)以下 ☐ 3層以上

建物基礎型態(選擇項目)：

☒ 不選擇 ☐ 樁建築 ☐ 筏式建築 ☐ 版式建築

評估 關閉

簡易評估結果：

本簡易自主評估僅提供初步研判資訊，仍應以專業技師分析結果為準

您的房屋樓層較低，若基礎穩固，則土壤液化影響不大，建議進一步諮詢建管單位或專業技師

圖例

- 高潛勢區
- 中潛勢區
- 低潛勢區

100 m
300 ft

WGS84坐標：120.533340,24.257182

地圖量測功能



影音專區

提供100秒懂土壤液化動畫及宣導影片

臺中市政府
TAICHUNG CITY GOVERNMENT

土壤液化潛勢查詢系統

 圖資查詢	 開放資料下載	 土壤液化問與答	 影音專區	 相關資料	 回首頁
---	---	--	---	---	--

首頁 / 影音專區

 100秒懂土壤液化

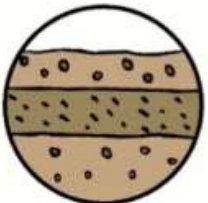
 稍後觀看

 分享

土壤液化



強烈地震 + 砂質土壤 + 高地下水位



土壤液化Q&A

認識土壤液化、土壤液化潛勢圖、土壤液化防治改善三大主題

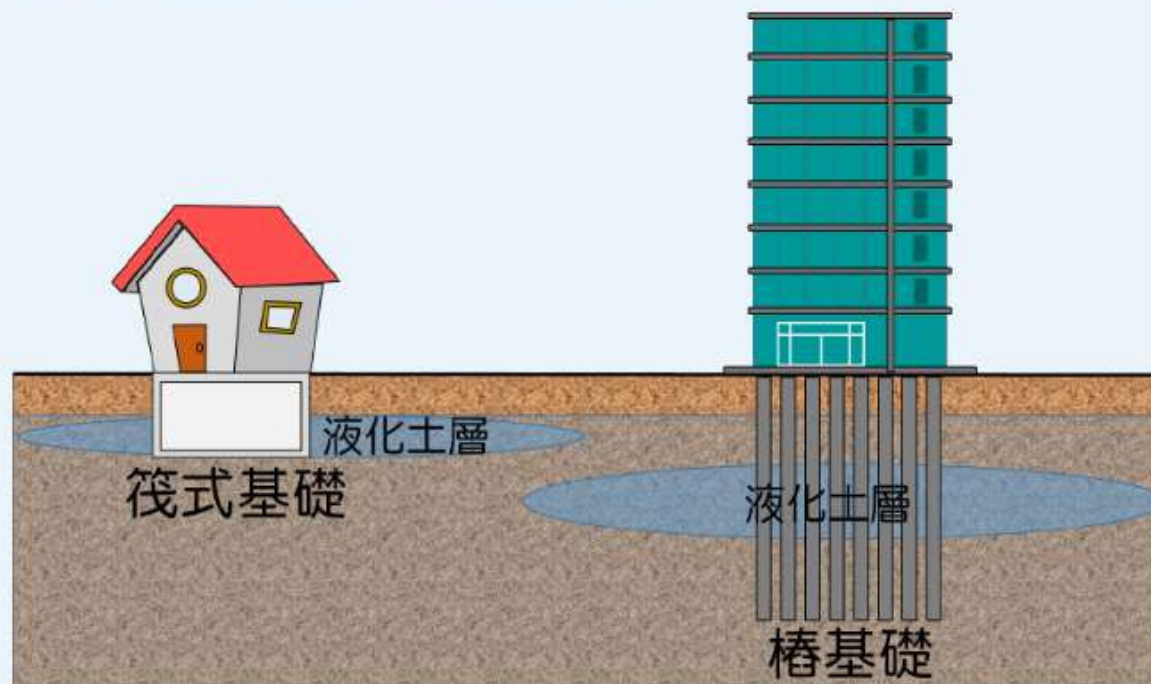
土壤液化防治改善



土壤液化怎麼防治？



在蓋房子之前，如果辦理地質調查發現基地有土壤液化的潛勢，必須依據規範加以防治，而防治的方法包括以地盤改良強化土壤性質或是採用合適的基礎形式，以樁基礎或筏式基礎將建築物載重傳遞到液化土層之下，避免土壤液化影響。



土壤液化可以改善嗎？



如果舊房子擔心有土壤液化影響，可以利用地盤改良或基礎加固等方式，加強房屋基礎強度，如果已經因為土壤液化而造成房屋傾斜或龜裂，可以利用頂升或扶正工法加以改善，再以結構補強方式修補損壞房屋。

開放圖資下載

提供分區圖幅下載、GeoJson圖資下載
功能(TWD97、WGS84)、詮釋資料查詢

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "name": "TAICHUNG_Soil_97",
  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::3826" } },
  "features": [
    { "type": "Feature", "properties": { "class": "1" }, "geometry": { "type": "MultiPolygon", "coordinates": [ [ [ [ 202174.486298053816427,
    2675473.571552628651261 ], [ 202174.486298053816427, 2675448.5715526281856 ], [ 202199.486298054369399, 2675448.5715526281856 ], [ 202199.486298054369399,
    2675423.571552627719939 ], [ 202199.486298054369399, 2675398.571552629116923 ], [ 202199.486298054369399, 2675373.571552628651261 ], [
    202199.486298054369399, 2675348.5715526281856 ], [ 202199.486298054369399, 2675323.571552627719939 ], [ 202199.486298054369399, 2675298.571552629116923 ], [
    202199.486298054369399, 2675273.571552628651261 ], [ 202174.486298053816427, 2675273.571552628651261 ], [ 202174.486298053816427, 2675248.5715526281856 ], [
    202174.486298053816427, 2675223.571552629582584 ], [ 202174.486298053816427, 2675198.571552629116923 ], [ 202149.486298053263454, 2675198.571552629116923 ],
    [ 202149.486298053263454, 2675173.571552628651261 ], [ 202149.486298053263454, 2675148.5715526281856 ], [ 202124.486298052681377, 2675148.5715526281856 ], [
    202124.486298052681377, 2675123.571552629582584 ], [ 202124.486298052681377, 2675098.571552629116923 ], [ 202099.486298054340295, 2675098.571552629116923 ],
    [ 202099.486298054340295, 2675073.571552628651261 ], [ 202099.486298054340295, 2675048.5715526281856 ], [ 202099.486298054340295, 2675023.571552629582584 ],
    [ 202074.486298053787323, 2675023.571552629582584 ], [ 202074.486298053787323, 2674998.571552629116923 ], [ 202074.486298053787323, 2674973.571552628651261
    ], [ 202049.48629805323435, 2674973.571552628651261 ], [ 202049.48629805323435, 2674948.5715526281856 ], [ 202024.486298052681377, 2674948.5715526281856 ],
    [ 202024.486298052681377, 2674923.571552629582584 ], [ 201999.486298054340295, 2674923.571552629582584 ], [ 201999.486298054340295, 2674898.571552629116923
    ], [ 201974.486298053758219, 2674898.571552629116923 ], [ 201949.486298053205246, 2674898.571552629116923 ], [ 201949.486298053205246,
    2674873.571552628651261 ], [ 201924.486298052652273, 2674873.571552628651261 ], [ 201899.486298054311192, 2674873.571552628651261 ], [
    201899.486298054311192, 2674848.5715526281856 ], [ 201874.486298053758219, 2674848.5715526281856 ], [ 201849.486298053176142, 2674848.5715526281856 ], [
    201849.486298053176142, 2674823.571552629582584 ], [ 201824.486298052623169, 2674823.571552629582584 ], [ 201799.486298054282088, 2674823.571552629582584 ],
    [ 201774.486298053729115, 2674823.571552629582584 ], [ 201774.486298053729115, 2674798.571552629116923 ], [ 201749.486298053176142, 2674798.571552629116923
    ], [ 201724.486298052594066, 2674798.571552629116923 ], [ 201724.486298052594066, 2674823.571552629582584 ], [ 201699.486298054252984,
    2674823.571552629582584 ], [ 201699.486298054252984, 2674848.5715526281856 ], [ 201699.486298054252984, 2674873.571552628651261 ], [ 201674.486298053700011,
    2674873.571552628651261 ], [ 201674.486298053700011, 2674898.571552629116923 ], [ 201674.486298053700011, 2674923.571552629582584 ], [
    201649.486298053147038, 2674923.571552629582584 ], [ 201649.486298053147038, 2674948.5715526281856 ], [ 201649.486298053147038, 2674973.571552628651261 ], [
    201624.486298052594066, 2674973.571552628651261 ], [ 201624.486298052594066, 2674998.571552629116923 ], [ 201624.486298052594066, 2675023.571552629582584 ],
    [ 201599.486298054252984, 2675023.571552629582584 ], [ 201599.486298054252984, 2675048.5715526281856 ], [ 201599.486298054252984, 2675073.571552628651261 ],
    [ 201574.486298053670907, 2675073.571552628651261 ], [ 201574.486298053670907, 2675098.571552629116923 ], [ 201574.486298053670907, 2675123.571552629582584
    ], [ 201574.486298053670907, 2675148.5715526281856 ], [ 201599.486298054252984, 2675148.5715526281856 ], [ 201624.486298052594066, 2675148.5715526281856 ],
    [ 201624.486298052594066, 2675173.571552628651261 ], [ 201649.486298053147038, 2675173.571552628651261 ], [ 201674.486298053700011, 2675173.571552628651261
    ], [ 201699.486298054252984, 2675173.571552628651261 ], [ 201699.486298054252984, 2675198.571552629116923 ], [ 201724.486298052594066,
    2675198.571552629116923 ], [ 201749.486298053176142, 2675198.571552629116923 ], [ 201774.486298053729115, 2675198.571552629116923 ], [
    201799.486298054282088, 2675198.571552629116923 ], [ 201799.486298054282088, 2675223.571552629582584 ], [ 201824.486298052623169, 2675223.571552629582584 ],
    [ 201849.486298053176142, 2675223.571552629582584 ], [ 201849.486298053176142, 2675248.5715526281856 ], [ 201874.486298053758219, 2675248.5715526281856 ], [
    201899.486298054311192, 2675248.5715526281856 ], [ 201899.486298054311192, 2675273.571552628651261 ], [ 201924.486298052652273, 2675273.571552628651261 ], [
    201924.486298052652273, 2675298.571552629116923 ], [ 201949.486298053205246, 2675298.571552629116923 ], [ 201949.486298053205246, 2675323.571552627719939 ],
    [ 201974.486298053758219, 2675323.571552627719939 ], [ 201974.486298053758219, 2675348.5715526281856 ], [ 201999.486298054340295, 2675348.5715526281856 ], [
    201999.486298054340295, 2675373.571552628651261 ], [ 201999.486298054340295, 2675398.571552629116923 ], [ 202024.486298052681377, 2675398.571552629116923 ],
    [ 202024.486298052681377, 2675423.571552627719939 ], [ 202049.48629805323435, 2675423.571552627719939 ], [ 202074.486298053787323, 2675423.571552627719939
    ], [ 202074.486298053787323, 2675448.5715526281856 ], [ 202099.486298054340295, 2675448.5715526281856 ], [ 202099.486298054340295, 2675473.571552628651261
    ], [ 202124.486298052681377, 2675473.571552628651261 ], [ 202149.486298053263454, 2675473.571552628651261 ], [ 202174.486298053816427,
    2675473.571552628651261 ] ] ] ], [ [ [ 203849.4862980536127, 2677898.571552627719939 ], [ 203849.4862980536127, 2677873.571552629116923 ], [
    203874.486298054165673, 2677873.571552629116923 ], [ 203899.486298052506754, 2677873.571552629116923 ], [ 203899.486298052506754, 2677848.571552628651261 ],
    [ 203924.486298053059727, 2677848.571552628651261 ], [ 203949.486298053641804, 2677848.571552628651261 ], [ 203949.486298053641804, 2677823.5715526281856 ],
    [ 203974.486298054194776, 2677823.5715526281856 ], [ 203974.486298054194776, 2677798.571552629582584 ], [ 203999.486298052535858, 2677798.571552629582584 ],
```

相關資訊查詢



土壤液化潛勢查詢系統



圖資查詢



開放資料下載



土壤液化問與答



影音專區



相關資料



回首頁

[首頁](#) / [最新消息](#)

日期

內容

108年7月11~12日

臺中市政府都市發展局於清水、梧棲、沙鹿、龍井辦理「地震及土壤液化災害瞭解與防治民眾教育宣導」

108年10月25日

臺中市政府都市發展局於中興大學社管大樓辦理「2019臺中市中級土壤液化潛勢暨建築安全技術研討會」

臺中市政府版權所有

建議使用IE11+、Chrome、Firefox最新版本瀏覽器，以獲得最佳瀏覽體驗
最近更新日期：2019/06/10

臺中市高級土壤液化潛勢暨建築安全技術研討會 2019

敬請指教

