

臺中市政府環境保護局

109 年臺中市清水及大雅等 2 區垃圾掩埋場增設  
地下水監測井計畫

成果報告

承包廠商：泉隆鑿井工程有限公司

中 華 民 國 一 一 〇 年 二 月



# 目 錄

計價表.....	1
一、前言.....	2
二、場區背景資料蒐集.....	2
三、工作執行方法.....	10
A.地下水監測井建置.....	10
B.微水試驗.....	17
C.井體攝影.....	20
D.座標高程測量.....	21
四、工作主要施工項目及數量.....	22
五、施工及試驗結果.....	22
1.監測井增設.....	22
2.微水試驗.....	24
3.衛星定位結果.....	27
4.井體攝影結果.....	27
5.設井作業基本資料.....	27
附件一、監測井報表	
附件二、井體攝影報告	
附件三、監測井完工確核表	
附件四、施工照片	

## 圖目錄

圖(一)臺中市清水區掩埋場位置及場區配置圖 .....	2
圖(二)臺中市大雅區掩埋場位置及場區配置圖 .....	3
圖(三)神圳(1)站地下水觀測站 108 年月平均地下水水位變化曲線圖 ....	5
圖(四)神圳(2)站地下水觀測站 108 年月平均地下水水位變化曲線圖 ....	5
圖(五)區域地質圖(摘錄自地調所地質資料整合查詢系統) .....	8
圖(六)區域地質圖(摘錄自地調所地質資料整合查詢系統) .....	9
圖(七)清水掩埋場監測井井體設計示意圖(未按比例繪製) .....	14
圖(八)大雅掩埋場監測井井體設計示意圖(未按比例繪製) .....	15
圖(九)部份貫入自由含水層微水試驗示意圖 .....	19
圖(十)井體攝影儀器連接圖 .....	20
圖(十一)清水掩埋場監測井埋場微水試驗計算圖 .....	25
圖(十二)大雅掩埋場監測井微水試驗計算圖 .....	26

## 表目錄

表(一)神圳(1)站地下水觀測站 108 年水文資料年報 .....	6
表(二)神圳(2)站地下水觀測站 108 年水文資料年報 .....	7
表(三)地下水標準監測井設井流程表 .....	16
表(四)施作項目及數量表 .....	22
表(五)清水掩埋場監測井土壤取樣資料表 .....	23
表(六)大雅掩埋場監測井土壤取樣資料表 .....	23
表(七)微水試驗成果表 .....	24
表(八)監測井衛星定位成果 .....	27
表(九)清水掩埋場及大雅掩埋場監測井設井作業基本資料 .....	28

## 計價表

「109 年臺中市清水及大雅等 2 區垃圾掩埋場增設地下水監測井計畫」案計價表

項次	工料項目及說明	單位	數量	單 價	總 價	備 註
一	監測井修繕工作	m	260.35	5,600	1,457,960	包含監測井配件、洗井、報告、機具整地、包商稅捐、利潤保險等直接費用及間接費用
1	機具搬運費	式	1	218	218	清水區上游、大雅區上游 監測井設置： 1. 井深以枯水期採得到地下水為主，清水區上游為 87.75 公尺(4 吋井)、大雅區上游為 172.6 公尺(2 吋井)，井篩長各 12 公尺。 2. 本區域地質以礫石層為主，應以適當機具或鑽堡進行監測井開鑿作業。  銘牌設置：依地下水質監測井設置作業原則設置  掩埋場監測井基座設置： 1. 水泥基座修繕尺寸原則配合空間，預計長寬約 1m*1m、高約 0.2m。 2. 頂蓋需上鎖，鎖頭須以地下水質監測井設置作業原則為設置標準，並於驗收時移交及測試鎖頭鑰匙
2	鑽孔費(地面下) (大雅上游 170m、清水上游 80m)	m	1	3,818	3,818	
3	2 吋 PVC 井管 sch80 (大雅上游 164m)	m	1	308	308	
4	4 吋 PVC 井管 sch80 (清水上游 74m)	m	1	305	305	
5	2 吋 PVC 篩管 sch80 (大雅上游 6m)	m	1	13	13	
6	4 吋 PVC 篩管 sch80 (清水上游 6m)	m	1	14	14	
7	防水井頂蓋	口	1	22	22	
8	石英砂及皂土	口	1	22	22	
9	水泥	口	1	22	22	
10	8 吋保護鋼管+水泥平台(含油漆)及(含鎖、警示柱 4 支及地面上之井管)	口	1	44	44	
11	10 吋保護鋼管+水泥平台(含油漆)及(含鎖、警示柱 4 支及地面上之井管)	口	1	55	55	
12	不銹鋼標示名牌(20*15)及 4 只螺栓固定(連工帶料)	式	1	18	18	
13	微水試驗(含洗井)	口	1	63	63	
14	井體攝影	口	1	73	73	
15	場地整理費	式	1	22	22	
16	成果報告書撰寫(詳工作說明書)	式	1	16	16	
	小計(1~16 項)				5,033	
17	廠商利潤及保險費(約 6%)	式	1	300	300	
	小計(1~17 項)				5,333	
18	營業稅(約 5%)	式	1	267	267	
	本項(1~18 項)合計=				5,600	

## 一、前言

依據「109年臺中市清水及大雅等2區垃圾掩埋場增設地下水監測井計畫」案之工作規範需求說明書進行監測井增設項目施作，預定於臺中市清水區掩埋場(臺中市清水區海風段 765 地號)之地下水上游及臺中市大雅區掩埋場(臺中市大雅區清雅段 459 地號)之地下水上游增設監測井，增設之標準監測井位置由機關指定，並於監測井設置完成後進行相關試驗工作及依據施工規範提送新設地下水監測井成果報告書。

## 二、場區背景資料蒐集

### 1.場區位置說明

#### 臺中市清水區掩埋場

本案工作場址其一位在臺中市清水區掩埋場，座落住址為清水區海風段 765 地號，於大甲溪南側，如圖(一)。



圖(一)臺中市清水區掩埋場位置及場區配置圖

## 臺中市大雅區掩埋場

本案另一工作場址位在臺中市大雅區掩埋場，座落住址為大雅區清雅段 459 地號，於大肚台地上，如圖(二)。



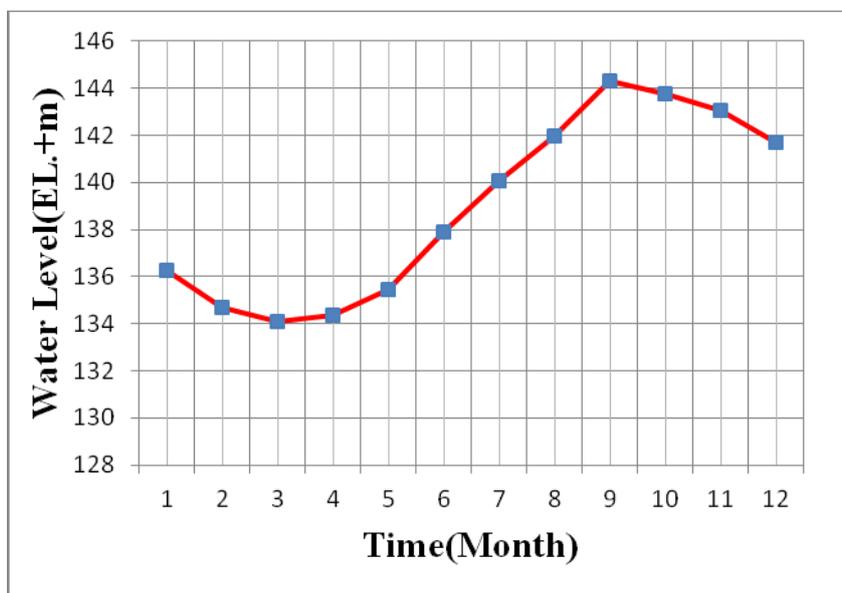
圖(二)臺中市大雅區掩埋場位置及場區配置圖

## 2. 場區配置

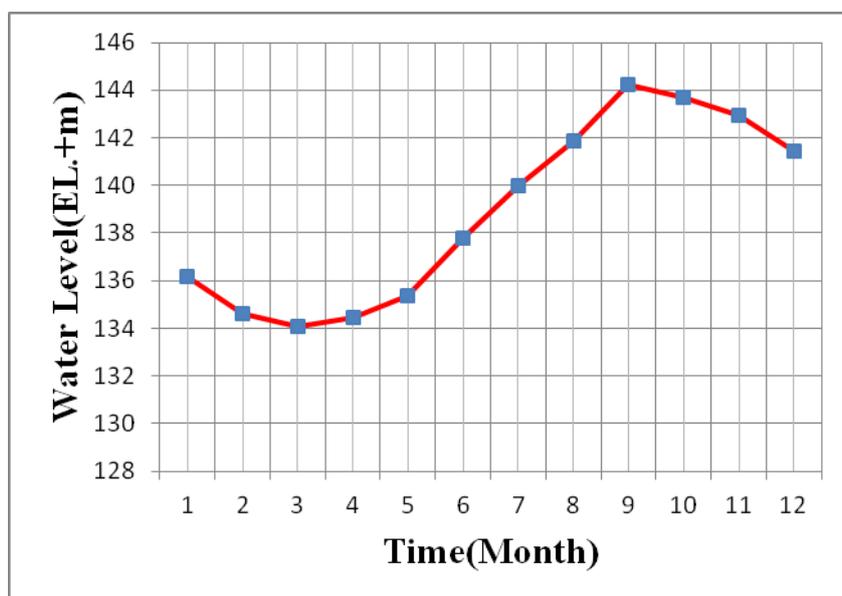
本案清水掩埋場地下水監測井預計設井深度為 80 公尺，參酌監測井施工當時所觀測水位與設井規範，實際設井深度為地表下 87.75 公尺。大雅掩埋場地下水監測井預計設井深度為 170 公尺，參酌監測井施工當時所觀測水位與設井規範，實際設井深度為地表下 172.6 公尺。

查閱經濟部水利署神圳(1)、(2)站(神圳國中，井號 06070111 及 06070121，井頂高程皆為 EL.+ 174.55 m，井深分別為 60.9 m 及 93.7 m)地下水觀測站之水文資料年報紀錄，如圖(三)、圖(四)與表(一)、表(二)。民國 108 年神圳(1)站年平均地下水位為海平面上 138.95 公尺，地下水位最高為 9 月，平均地下水位為海平面上 144.31 公尺，最低為 3 月，水位為海平面上 134.09 公尺，年高低水位差約 10.22 公尺。神圳(2)站年平均地下水位為海平面上 138.91 公尺，地下水位最高為 9 月，平均地下水位為海平面上 144.22 公尺，最低為 3 月，水位為海平面上 134.07 公尺，年高低水位差約 10.15 公尺。

清水掩埋場與大雅掩埋場監測井設置總深度分別為地表下 87.75 與 172.6 公尺，此深度既不影響監測目的情況下，又可滿足觀測豐水期(高地下水位情況)與枯水期(低地下水位情況)水位變化情況之要求。



圖(三)神圳(1)站地下水觀測站 108 年月平均地下水水位變化曲線圖



圖(四)神圳(2)站地下水觀測站 108 年月平均地下水水位變化曲線圖

表(一)神圳(1)站地下水觀測站 108 年水文資料年報

民國 108 年自記地下水位年報表(公尺)

地下水分區 Groundwater Basin	井號 Well No.	地下水井名稱 Well	井頂高程 Well Level	井深 Well Depth	管理單位 Management
040 臺中地區 Taichung Area	06080211	神圳(1)	174.55	60.90	第三河川局

Month—月 Day—日	一月 Jan.	二月 Feb.	三月 Mar.	四月 Apr.	五月 May	六月 June	七月 July	八月 Aug.	九月 Sept.	十月 Oct.	十一月 Nov.	十二月 Dec.
1	137.13	135.34	134.04	134.16	134.66	136.46	139.62	140.41	144.42	144.03	143.41	142.42
2	137.08	135.29	134.02	134.17	134.71	136.51	139.68	140.43	144.45	144.01	143.39	142.36
3	137.02	135.23	134.00	134.17	134.75	136.56	139.70	140.45	144.44	144.00	143.38	142.30
4	136.96	135.17	133.98	134.19	134.82	136.61	139.74	140.49	144.44	143.98	143.38	142.24
5	136.91	135.11	133.96	134.20	134.89	136.67	139.78	140.52	144.54	143.97	143.36	142.17
6	136.84	135.06	133.94	134.23	134.97	136.72	139.84	140.54	144.53	143.96	143.34	142.12
7	136.78	135.01	133.91	134.23	135.03	136.79	139.89	140.50	144.46	143.93	143.30	142.05
8	136.72	134.97	133.82	134.22	135.07	136.88	139.95	140.51	144.43	143.93	143.27	141.99
9	136.66	134.94	133.93	134.23	135.12	136.98	139.98	140.52	144.47	143.92	143.25	141.93
10	136.61	134.90	133.96	134.24	135.15	137.06	139.87	140.52	144.42	143.91	143.24	141.89
11	136.55	134.85	134.00	134.24	135.19	137.15	139.90	140.55	144.41	143.91	143.23	141.84
12	136.48	134.81	134.06	134.25	135.22	137.24	139.94	140.65	144.40	143.90	143.20	141.78
13	136.42	134.76	134.11	134.25	135.25	137.34	139.98	140.73	144.37	143.89	143.17	141.72
14	136.35	134.71	134.15	134.28	135.28	137.62	140.02	140.90	144.35	143.86	143.14	141.66
15	136.29	134.66	134.17	134.29	135.31	137.84	140.06	141.09	144.32	143.84	143.11	141.60
16	136.23	134.61	134.19	134.30	135.34	138.04	140.08	141.25	144.31	143.81	143.06	141.53
17	136.17	134.56	134.20	134.33	135.37	138.21	140.11	141.49	144.29	143.79	143.02	141.46
18	136.12	134.51	134.20	134.36	135.41	138.35	140.15	141.84	144.28	143.77	142.99	141.39
19	136.06	134.47	134.19	134.39	135.45	138.50	140.15	142.22	144.27	143.73	142.95	141.33
20	136.01	134.43	134.16	134.41	135.52	138.64	140.15	142.59	144.26	143.71	142.92	141.27
21	135.95	134.38	134.17	134.41	135.57	138.75	140.17	142.99	144.24	143.69	142.89	141.21
22	135.89	134.34	134.16	134.44	135.67	138.85	140.18	143.35	144.21	143.67	142.87	141.16
23	135.83	134.29	134.14	134.48	135.82	138.93	140.19	143.61	144.19	143.65	142.83	141.09
24	135.77	134.24	134.13	134.51	135.90	138.99	140.22	143.82	144.16	143.61	142.78	141.03
25	135.71	134.20	134.14	134.56	136.01	139.08	140.25	143.93	144.14	143.58	142.74	140.98
26	135.65	134.16	134.15	134.61	136.06	139.15	140.29	144.02	144.11	143.54	142.69	***
27	135.59	134.11	134.16	134.66	136.16	139.25	140.31	144.10	144.09	143.52	142.65	***
28	135.54	134.08	134.18	134.72	136.24	139.38	140.33	144.17	144.06	143.48	142.59	***
29	135.49		134.16	134.80	136.30	139.46	140.35	144.23	144.04	143.46	142.53	***
30	135.44		134.15	134.72	136.33	139.53	140.36	144.27	144.06	143.45	142.47	***
31	135.40		134.15		136.39		140.39	144.32		143.43		***
月平均	136.25	134.69	134.09	134.37	135.45	137.92	140.05	141.97	144.31	143.77	143.04	141.70*
最大日平均	137.13	135.34	134.20	134.80	136.39	139.53	140.39	144.32	144.54	144.03	143.41	140.98
最小日平均	135.40	134.08	133.91	134.16	134.66	136.46	139.62	140.41	144.04	143.43	142.47	142.42
年度統計—Annual Summary												
平均日水位	最大瞬時水位/發生時間		最小瞬時水位/發生時間		最大日水位/日期			最小日水位/日期				
138.95*	144.56 09/05 14:00		133.90 03/07 18:00		144.54 09/05			133.91 03/07				
歷年統計 Statistics For Recorded Years (統計年數：2年)												
月平均 Mo. Avg	136.25	135.22	134.72	134.84	135.49	137.26	138.78	139.99	141.83	141.62	141.19	139.88*
月最大平均 Mo. Avg Max	136.25 2019	135.78 2018	135.36 2018	135.32 2018	135.53 2018	137.92 2019	140.05 2019	141.97 2019	144.31 2019	143.77 2019	143.04 2019	141.70* 2019
月最小平均 Mo. Avg Min	136.25 2019	134.69 2019	134.09 2019	134.37 2019	135.45 2019	136.60 2018	137.50 2018	138.01 2018	139.36 2018	139.47 2018	139.35 2018	138.05 2018
最大日平均 Day Max	137.13 2019	136.30 2018	135.40 2018	135.37 2018	136.39 2019	139.53 2019	140.39 2019	144.32 2019	144.54 2019	144.03 2019	143.41 2019	142.42 2019
最小日平均 Day Min	135.40 2019	134.08 2019	133.91 2019	134.16 2019	134.66 2019	136.02 2018	137.08 2018	137.78 2018	139.09 2018	139.29 2018	138.90 2018	137.19 2018
歷年平均日水位	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

備註：

表(二)神圳(2)站地下水觀測站 108 年水文資料年報

民國 108 年自記地下水位年報表(公尺)

地下水分區 Groundwater Basin 040 臺中地區 Taichung Area	井號 Well No.	地下水井名稱 Well	井頂高程 Well Level	井深 Well Depth	管理單位 Management
	06080221	神圳(2)	174.55	93.70	第三河川局

Month—月 Day—日	一月 Jan.	二月 Feb.	三月 Mar.	四月 Apr.	五月 May	六月 June	七月 July	八月 Aug.	九月 Sept.	十月 Oct.	十一月 Nov.	十二月 Dec.
1	137.08	135.28	133.99	134.20	134.57	136.35	139.46	140.41	144.29	143.98	143.35	142.35
2	137.03	135.22	133.97	134.21	134.61	136.40	139.52	140.42	144.32	143.98	143.32	142.28
3	136.97	135.16	133.95	134.22	134.64	136.46	139.54	140.45	144.33	143.96	143.32	142.23
4	136.91	135.11	133.93	134.24	134.70	136.50	139.58	140.47	144.32	143.94	143.31	142.17
5	136.85	135.05	133.91	134.25	134.77	136.55	139.62	140.51	144.36	143.93	143.29	142.11
6	136.78	135.00	133.89	134.27	134.85	136.61	139.68	140.53	144.37	143.92	143.27	142.05
7	136.72	134.96	133.87	134.29	134.91	136.67	139.71	140.45	144.33	143.89	143.23	141.98
8	136.66	134.91	133.87	134.30	134.96	136.75	139.76	140.44	144.31	143.89	143.20	141.93
9	136.60	134.88	133.88	134.33	135.01	136.83	139.81	140.45	144.33	143.88	143.18	141.87
10	136.55	134.84	133.91	134.35	135.04	136.92	139.80	140.44	144.31	143.88	143.17	141.82
11	136.49	134.79	133.94	134.35	135.08	137.01	139.84	140.47	144.30	143.87	143.15	141.77
12	136.43	134.75	134.00	134.34	135.11	137.10	139.88	140.55	144.31	143.86	143.12	141.71
13	136.36	134.70	134.05	134.33	135.14	137.19	139.92	140.62	144.29	143.84	143.09	141.65
14	136.29	134.65	134.09	134.36	135.17	137.45	139.97	140.78	144.28	143.81	143.06	141.59
15	136.24	134.60	134.11	134.37	135.20	137.65	140.01	140.96	144.25	143.78	143.04	141.54
16	136.17	134.55	134.13	134.37	135.24	137.85	140.04	141.14	144.24	143.76	142.99	141.47
17	136.11	134.50	134.14	134.40	135.27	138.03	140.06	141.38	144.23	143.74	142.94	141.41
18	136.06	134.46	134.15	134.43	135.31	138.15	140.11	141.73	144.22	143.71	142.91	141.34
19	136.00	134.41	134.16	134.46	135.35	138.29	140.12	142.11	144.21	143.67	142.87	141.27
20	135.95	134.37	134.18	134.48	135.41	138.42	140.13	142.48	144.19	143.65	142.85	141.22
21	135.89	134.32	134.18	134.51	135.46	138.53	140.17	142.88	144.17	143.63	142.82	141.17
22	135.83	134.28	134.18	134.55	135.55	138.64	140.17	143.24	144.15	143.61	142.80	141.12
23	135.77	134.23	134.16	134.58	135.69	138.74	140.18	143.52	144.13	143.59	142.75	141.05
24	135.71	134.19	134.15	134.61	135.76	138.81	140.21	143.73	144.11	143.55	142.71	140.99
25	135.65	134.15	134.15	134.63	135.88	138.89	140.24	143.84	144.09	143.52	142.66	140.93
26	135.60	134.10	134.16	134.69	135.93	138.97	140.28	143.95	144.06	143.48	142.62	140.86
27	135.54	134.06	134.18	134.72	136.04	139.09	140.29	144.03	144.03	143.45	142.57	140.76
28	135.48	134.02	134.20	134.74	136.12	139.21	140.30	144.09	144.01	143.42	142.51	140.70
29	135.43		134.20	134.77	136.18	139.30	140.34	144.15	143.99	143.40	142.46	140.63
30	135.38		134.19	134.68	136.22	139.36	140.37	144.18	144.01	143.39	142.40	140.58
31	135.33		134.20		136.28		140.40	144.23		143.37		140.50
月平均	136.19	134.63	134.07	134.43	135.34	137.76	139.98	141.89	144.22	143.72	142.97	141.45
最大日平均	137.08	135.28	134.20	134.77	136.28	139.36	140.40	144.23	144.37	143.98	143.35	140.50
最小日平均	135.33	134.02	133.87	134.20	134.57	136.35	139.46	140.41	143.99	143.37	142.40	142.35

年度統計—Annual Summary				
平均日水位	最大瞬時水位/發生時間	最小瞬時水位/發生時間	最大日水位/日期	最小日水位/日期
138.91	144.40 09/08 16:00	133.85 03/08 13:00	144.37 09/06	133.87 03/07

歷年統計 Statistics For Recorded Years (統計年數：2 年)												
月平均 Mo. Avg	136.19	135.15	134.66	134.82	135.37	137.14	138.70	139.92	141.75	141.59	141.13	139.72
月最大平均 Mo. Avg Max	136.19 2019	135.67 2018	135.26 2018	135.21 2018	135.41 2018	137.76 2019	139.98 2019	141.89 2019	144.22 2019	143.72 2019	142.97 2019	141.45 2019
月最小平均 Mo. Avg Min	136.19 2019	134.63 2019	134.07 2019	134.43 2019	135.34 2019	136.52 2018	137.42 2018	137.95 2018	139.28 2018	139.45 2018	139.30 2018	137.99 2018
最大日平均 Day Max	137.08 2019	136.21 2018	135.30 2018	135.24 2018	136.28 2019	139.36 2019	140.40 2019	144.23 2019	144.37 2019	143.98 2019	143.35 2019	142.35 2019
最小日平均 Day Min	135.33 2019	134.02 2019	133.87 2019	134.20 2019	134.57 2019	135.91 2018	137.01 2018	137.73 2018	139.01 2018	139.28 2018	138.83 2018	137.14 2018
歷年平均日水位	69.46	138.91 2019	138.91 2019	144.40 2019/09/08 16:00	133.85 2019/03/08 13:00	144.37 2019/09/06	133.87 2019/03/07					

備註：

### 3.場區地形及地質

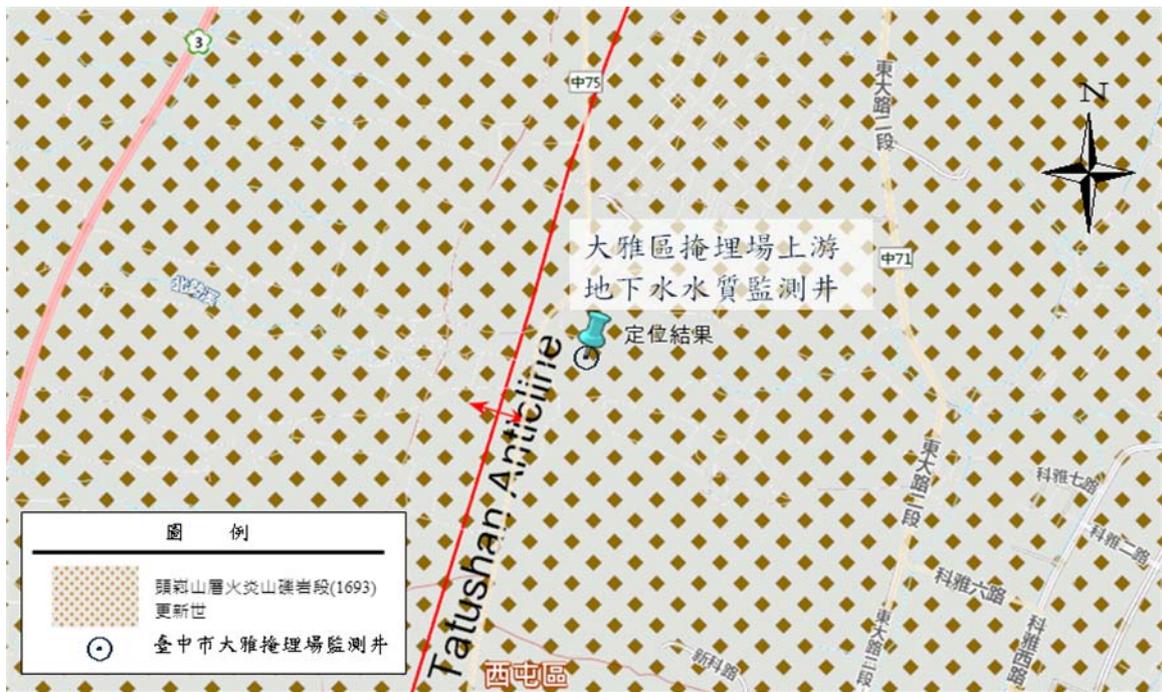
臺中市東西狹長，背山面海，地勢由東向西傾降，由高山、丘陵以至平原。大體上可分成山地、丘陵、盆地、台地和海岸平原五種地形。臺中市清水區掩埋場及大雅區掩埋場皆位於大肚台地範圍內，如圖(五)及圖(六)所示。

清水區掩埋場地下地質為更新世紅土台地堆積層，以紅化的土壤為基質及顆粒支持的礫岩為主。紅土呈深紅棕色，大部分為原地礫石與膠結物受劇烈風化後所殘跡之土壤。

大雅區掩埋場地下地質為更新世頭嵛山層火山礫岩，主要以礫岩為主並夾有砂岩其間成互層，偶有粉砂岩、頁岩。



圖(五)區域地質圖(摘錄自地調所地質資料整合查詢系統)



圖(六)區域地質圖(摘錄自地調所地質資料整合查詢系統)

### 三、工作執行方法

1. 本案工作項目為標準監測井建置。
2. 標準監測井位於臺中市清水區掩埋場及大雅區掩埋場之上游位置(由機關會同廠商確認施作位置)，監測井將依據「地下水水質監測井設置規範」進行設井作業。施工之井徑清水區掩埋場為 4 吋，大雅區掩埋場則為 2 吋，井深以採至地下水為主，清水區掩埋場監測井之井篩設置於地表下 75.75~87.75 公尺(井頂下深度為 76.15~88.15 公尺)，大雅區掩埋場監測井之井篩設置於地表下 160.6~172.6 公尺(井頂下深度為 161.0~173.0 公尺)。施工過程以鑽堡進行監測井建置作業，包括：水文試驗(微水試驗)、監測井設置報告書、高程量測及監測井標示牌設置等。
3. 施工過程中，填寫監測井施工自主檢查記錄表、地下水位紀錄表、監測井構造紀錄表、現場施工要事紀錄表、完井紀錄表。
4. 工作作業流程、用具及注意事項說明
  - A. 地下水監測井建置
    - (1) 使用器具
      - a. 鑽堡
      - b. 空壓機
      - c. 衛星定位儀
      - d. 自記式水位計
      - e. 水準儀

f.發電機

g.洗井設備

(2)使用材料

- a.井管及井篩：Schedule 80，螺紋式 flush threaded 接頭之 PVC 材質。
- b.內牙井蓋及外牙井蓋：螺紋式公牙底座部分需有 O-ring 防漏。公母牙旋接時不可用任何溶劑或塗料，但可用鐵氟龍膠帶纏繞公牙。
- c.不鏽鋼保護套管：2 吋監測井之保護套管為 8 吋，4 吋監測井之保護套管為 10 吋，保護套管為不鏽鋼 304 材質，長 1 公尺，露出水泥平台 40 公分，頂度加設鎖頂蓋；不使用時，頂蓋需鎖。
- d.井頂蓋：井管頂部安裝井頂蓋；不使用時，井頂蓋必須蓋緊嚴防雜物進入井管。
- e.石英細砂：0.1~0.2 公釐石英細砂。
- f.皂土：1/4 至 1/2 英吋直徑丸狀或扁粒狀(pellets 或 tablets)的皂土粒。
- g.水泥：波特蘭一號水泥(Portland Type I Cement)。
- h.濾料：濾料必須乾淨(由清水或蒸氣清洗)，淘選良好(均勻係數介於 1.5 至 2)圓形顆粒之石英砂。均勻係數定義為  $D_{60}/D_{10}$ ， $D_{60}$  代表 60% 的土壤顆粒能通過的粒徑， $D_{10}$  代表 10% 的土壤顆粒能通過的粒徑。
- i.警示柱：1.5 吋，Schedule 40 之碳鋼 1 公尺長，漆成黃色黑色相間。

- j.永久性標示牌：標示牌為長 20 公分，寬 15 公分，厚 0.2 公分之不鏽鋼板，記載相關資料(站名、井號、井址座標、井徑、井深、井頂高程、井篩位置及長度、置井廠商、設置日期、管理單位及聯絡電話)。
- k.貝勒管：材質以 PVC 為主，微水試驗時依需要使用單止逆閥式(Single check valve bailers)貝勒管。

### (3)施工方法

標準監測井增設於臺中市清水區掩埋場及大雅區掩埋場地下水上游處，監測井增設作業將依據契約附錄二「監測井設置工作規範」進行設井作業。施工之井徑清水區掩埋場為 4 吋，大雅區掩埋場則為 2 吋，井篩深度以採至地下水為主，清水區掩埋場監測井之井篩設置於井頂下深度為 76.15~88.15 公尺，大雅區掩埋場監測井之井篩設置於井頂下深度為 161.0~173.0 公尺。由於本區域地質以礫岩為主，施工過程以鑽堡進行監測井增設作業，結構設計將依照「工作說明書」內井體設計示意圖及地下水標準監測井設井作業流程如表(三)所示，將依據監測井設置需求選擇適合之鑽井方式，再以現場土質狀況進行調整，且於設置時填寫相關監測井記錄表(如附件一)，監測井設置作業之重點如下：

#### a.井篩長度之決定

依據現場實際情況考量枯豐水期地下水位變化調整監測井深度及井開篩位置，非受壓含水層之井篩長度採用 12 公尺。清水掩埋場

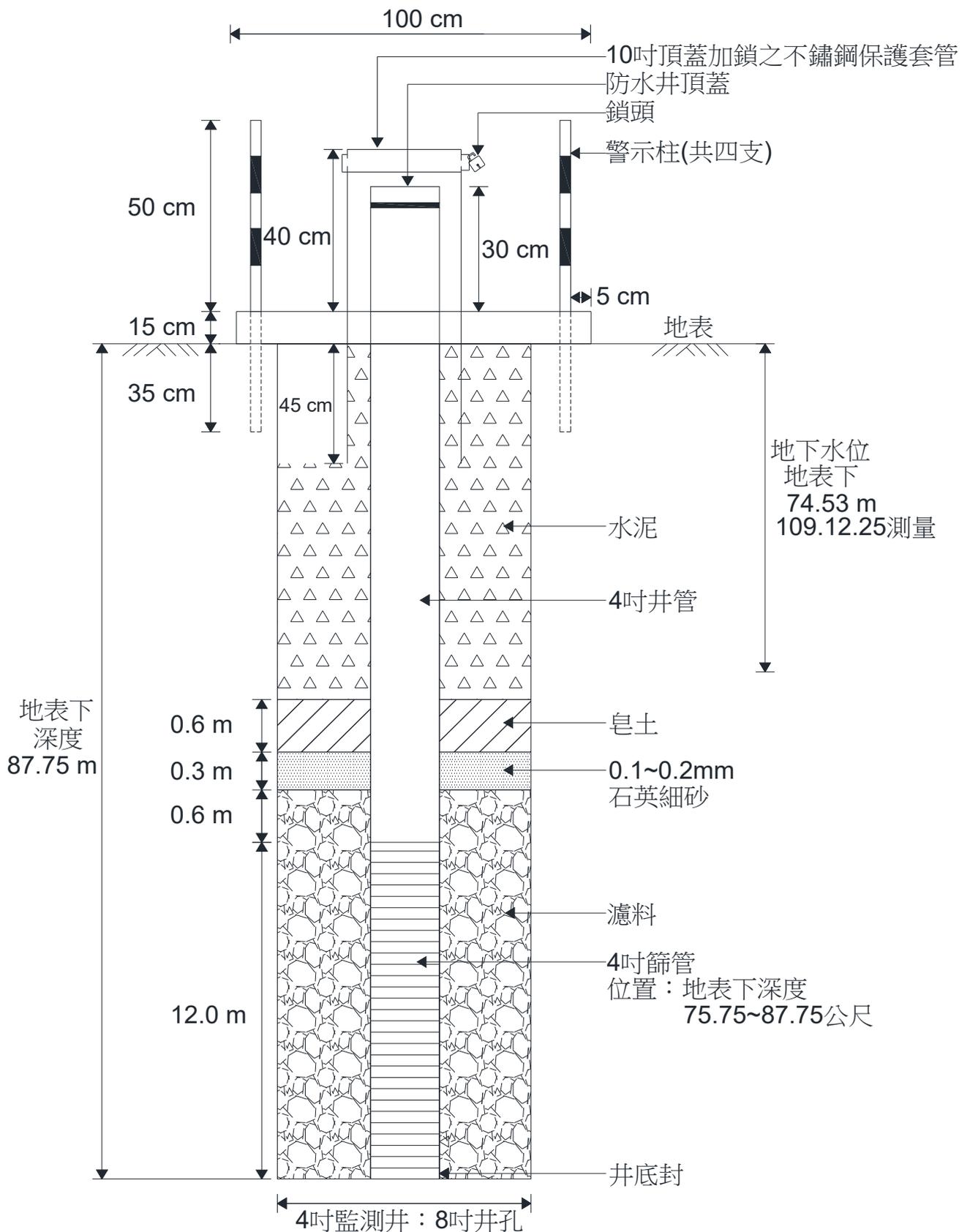
與大雅掩埋場監測井安裝井底封蓋後，其上銜接篩管 12 公尺，再分別銜接井管 76.15 與 161 公尺(含地表上井管 0.4 公尺)，清水掩埋場與大雅掩埋場監測井分別設置總深度為地表下 87.75 與 172.6 公尺(井頂下 88.15 公尺與 173 公尺)。

#### b. 完井與高程測量

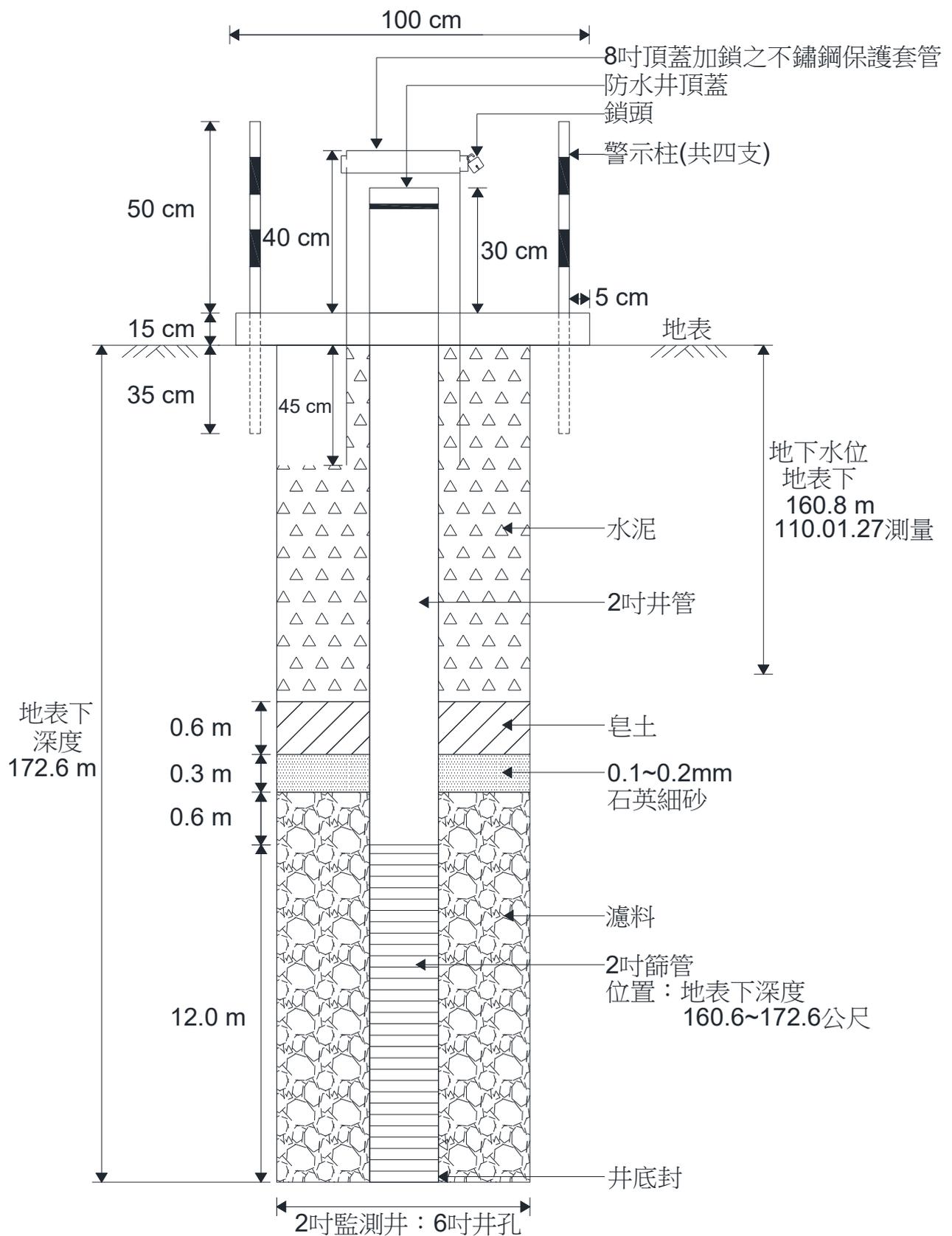
監測井設置過程中，現場人員將井體構造及完井過程記錄於「監測井構造記錄表」。而完井標準為總懸浮固體(TSS) 5 mg/L 以下或濁度 5 NTU 以下。若遇地質因素(如坭土土質顆粒較細)無法將濁度降至 5 NTU 以下時，則至水樣外觀接近清澈時即停止完井，並於「完井記錄表」中註明。設井完成後，將以 DGPS 進行井位測量與地下水位量測。上述量測結果將記錄於「地下水位記錄表」中。且施工過程之現場重要事項或突發狀況，將記錄於「現場監工要事記錄表」中。

#### c. 製作標示牌

在完成所有工作後，現場人員將監測井上鎖，避免被破壞，同時將會製作標示牌，以利後續管制。



圖(七)清水掩埋場監測井井體設計示意圖(未按比例繪製)



圖(八)大雅掩埋場監測井井體設計示意圖(未按比例繪製)

表(三)地下水標準監測井設井流程表

現場作業流程		
步驟	工作項目	內容
一	選點	1.協同業者或相關人員確定監測井位置。 2.選點時應確認地下無管線、RC 結構物或其他設施，以避免誤擊。
二	土壤取樣	1.每一口監測井在鑽孔過程中必須進行土壤取樣以研析土樣後填寫土樣柱狀圖。 2.依據土壤取樣結果(如土壤含水層程度)研判監測井開篩位置。
三	鑽井	使用鑽堡進行鑽井
四	置入井篩	規範建議非受壓含水層之井篩長 6 公尺，並可掌握地下水豐枯水期之水位變化。或為符合監測目的，得置於含水層中合適深度決定開篩區間。本案預設井篩長 12 公尺。
五	濾料回填	井篩及其上端井管 60 公分處之外圍需用濾料填實。濾料必須乾淨(由清水或蒸氣清洗)，淘選良好圓形顆粒之石英砂。濾料頂部在填入至少 20 公分厚之 0.1 至 0.2 公釐石英細砂。
六	皂土回填	細砂上 60 公分用 1/4 至 1/2 英吋直徑丸狀或扁板狀的皂土粒填實。皂土層至地表用波特蘭 1 號水泥填封以固定井管及防止地表滲漏影響監測。
七	完井	設井完畢後，需用完井及人工清除井篩周邊之細小顆粒。完井方式採用氣提法(air jetting)。完井標準為總懸浮固體(TSS) 5mg/L 以下或濁度 5 NTU 以下為標準。
八	監測井平台	規劃選擇平台式監測井，重點如下： 1.監測井頂端設井頂蓋。 2.平台四周必須設有警示柱。 3.警示柱漆成黃黑兩色相間 4.平台尺寸：平台為一厚>15 公分，邊長 100 公分之正方形。
九	測量及製作標示牌	1.量測座標及井頂高程。 2.製作標示牌。

## B.微水試驗

### (1)試驗原理

微水試驗的原理，係利用一個定量水體積(slug)的水量在瞬間抽離或加入孔內的地下水層中，使孔內水位產生變化，經由紀錄孔內水位高程之變化，採用適當之公式計算出地下水層之滲透係數，進而瞭解在孔位附近之含水層的透水性質。

一般而言，量測水位變化之頻率，必須考慮較完整水位反應曲線之取得，因此，微水試驗水頭變化量以 0.33 公尺至 1 公尺較為適當。現場採用電子自動記錄儀器與壓力感應計，可將水位變化清晰明確記錄之。

### (2)微水試驗儀器及設備

- a.取水汲筒
- b.水位壓力傳訊器(TRANSDUCER)
- c.資料收集記錄器(DATA TAKER)
- d.手提筆記型電腦
- e.水位計
- f.軟體：Determinal 連線手提電腦與記錄器

AQTWSOLV 分析微水試驗數據

### (3)微水試驗步驟

- a.量測監控孔內之地下水水位。

- b.放入壓力感應計於孔內飽和水面以下適當深度，設定與計算地下水面之相對深度。
- c.連接壓力感應計自動資料記錄儀器。
- d.設定記錄儀器之參數及設定記錄時間。
- e.開始微水試驗，以 bailer 管抽水，使孔內產生水位變化。
- f.記錄變化產生之時間與水位下降及上升的變化。
- g.待水位平復至原有水位或水位變化甚為緩慢時(洩降約為最大洩降之 20%至 40%)，停止自動資料紀錄儀器。
- h.將自動記錄儀器中之記錄資料輸入電腦內作水文資料分析，以應用於求取試驗段地層之滲透係數。

#### (4)試驗結果解析

微水試驗結果之解析法，依水層的種類不同而有所差異，主要應用於自由含水層，但理論上亦可應用於受壓水層。在應用水文學中將水井力學的解析法分為兩種，其一為平衡公式(equilibrium equation)，又稱西姆公式(Thiem equation)；另一為不平衡公式(nonequilibrium equation)又稱泰斯方程式(Theis equation)，自由含水層之微水試驗結果的解析法係應用平衡公式進行。

Bouwer 及 Rice 認為在瞬間抽離或加入一定的水量時，在孔內造成之流量可用下列公式計算出來(Thiem equation)：

$$Q = 2\pi kL_c(y/\ln(R_c/r_w))$$

而在孔內水位與時間之變化(dy/dt)則可由下列公式表示：

$$dy/dt = - Q/\pi r_c^2$$

$$k = r_c^2 \frac{\ln(R_e/r_w)}{2L_e} \frac{1}{t} \ln \frac{y_0}{y_t}$$

$r_c$ ：管材之半徑

$r_w$ ：由孔中心至未受擾動含水層之距離(即為設孔前之擴孔半徑)

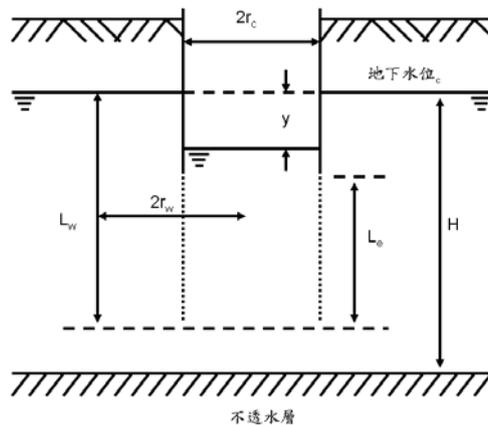
$R_e$ ：水位變化之影響半徑

$L_e$ ：管材之開孔長度

$y_0$ ：在  $t_0$  之水位

$y_t$ ：在  $t(t > t_0)$  時間之水位

將上式整理，則可計算出透水係數  $k$  值。上述三式中所引用各項參數，可參考圖(九)。

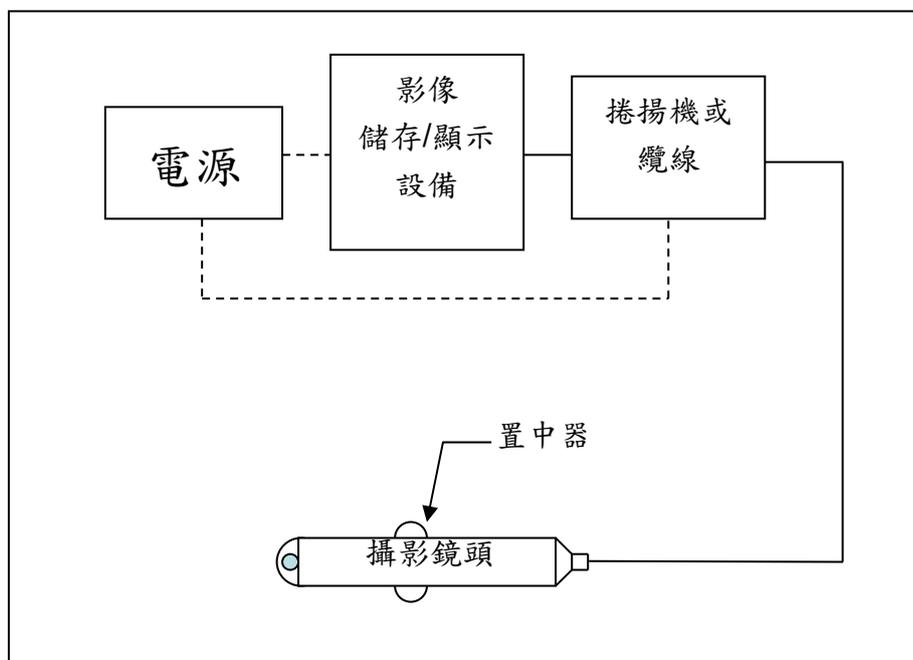


圖(九)部份貫入自由含水層微水試驗示意圖

### C. 井體攝影

井體攝影使用 GeoVISION 所生產之孔內攝影檢測系統，它能即時提供地下影像資訊，並外接電腦或視訊設備直接擷取影像錄製，提供井體維護人員所需之孔內資訊，包括孔內的表面破損情形、積垢種類、管底淤砂，並觀察孔內濾水管的情形。

本攝影檢測系統可提供最深地下 300 公尺以內深度的影像資訊，包括井體的表面破損情形、井體積垢種類、井底淤砂，並觀察井體濾水管的破裂情形。



圖(十) 井體攝影儀器連接圖

## D.座標高程測量

監測井設置完成後，以衛星定位系統(GPS)測量井位坐標，並採用即時動態 GPS 法(RTK)測量高程。

井位與高程測量採用 VBS-RTK 定位技術，透過網際網路及無線數據通訊傳輸溝通 GPS 衛星定位基準網及虛擬基準站(Virtual Base Station, VBS)，即時解算進行 GPS 即時動態定位 (RTK)。GPS 衛星定位基準網分別有國土測繪中心設置的 e-GPS 即時動態定位系統與森泰公司所設置的 Civil-NET™雙星 eGPS 定位雲端服務系統。

VBS-RTK 定位技術的基本觀念既是由多個 GPS 基準站全天候連續地接收衛星資料，並經由網路或其它通訊設備與控制及計算中心連接，彙整計算產生區域改正參數資料庫，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料，所以在基準站所構成的基線網範圍內，RTK 使用者只需在移動站上擺設衛星定位接收儀，並將相關定位資訊，透過以網際網路及無線數據通訊傳輸至控制及計算中心，並計算虛擬基準站之模擬觀測量後，再以差分 GPS 標準格式回傳至移動站衛星定位接收儀，進行"超短距離"之 RTK 定位解算，即可即時求得精準測量結果。本工作採用 Civil-NET™雙星 eGPS 定位雲端服務系統所提供數據進行同步解算。

#### 四、工作主要施工項目及數量

表(四)施作項目及數量表

項目	施作項目	單位	數量
一	地下水監測井增設		
1	標準監測井增設	口	2
2	微水試驗	口	2
3	高程量測	口	2
4	井體攝影	口	2

#### 五、施工及試驗結果

##### 1. 監測井增設

本工作分別於 109 年 12 月 19 日及 110 年 1 月 23 日於清水掩埋場及大雅掩埋場設置監測井，兩者皆為平台式監測井，土壤採樣結果與監測井構造資料如表(五)、表(六)與附件三所示。

本工程採用鑽堡進行施工，井孔直徑清水掩埋場為 8 英吋，井管型式為 4 英吋 PVC Schedule 80，井管接頭為螺紋接頭，井篩型式為 PVC 直徑 4 英吋，井底封型式為 4 英吋；大雅掩埋場井孔直徑為 6 英吋，井管型式為 2 英吋 PVC Schedule 80，井管接頭為螺紋接頭，井篩型式為 PVC 直徑 2 英吋，篩孔尺寸皆為 0.01 英吋，井篩長皆為 12 公尺，井底封型式為 2 吋螺紋式底蓋，濾料粒徑約為 0.425mm~0.85mm，完井方式為氣提式。設井過程從井管放置、濾料填封置完井及平台設置，詳如附件四。

表(五)清水掩埋場監測井土壤取樣資料表

清水掩埋場監測井	
至地表下深度(m)	土壤特徵描述
0.00~1.20	卵礫石與黃棕色粘土
1.20~16.50	卵礫石與粉土
16.50~87.75	卵礫石夾黃棕色中細砂與粉土

表(六)大雅掩埋場監測井土壤取樣資料表

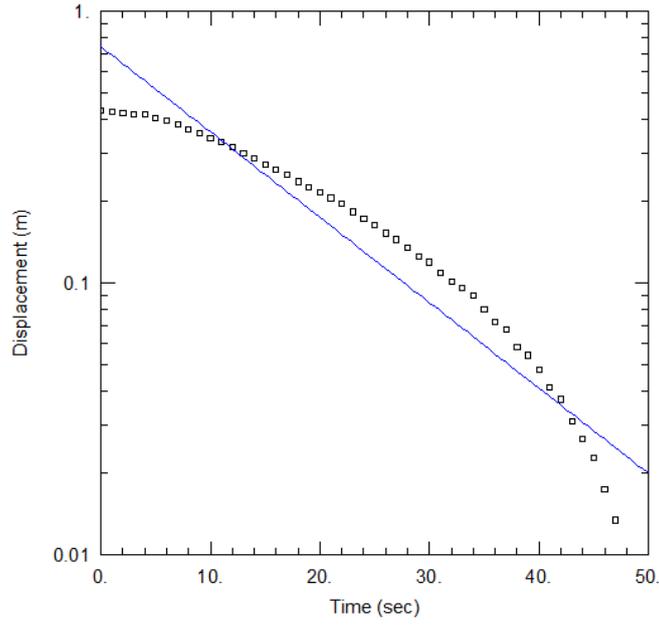
大雅掩埋場監測井	
至地表下深度(m)	土壤特徵描述
0.00~10.00	垃圾、雜物
10.00~152.00	卵礫石夾黃棕色中細砂與粉土
152.00~170.00	黃棕色粘土偶夾礫石
170.00~172.60	礫石夾黃棕色粉土

## 2.微水試驗

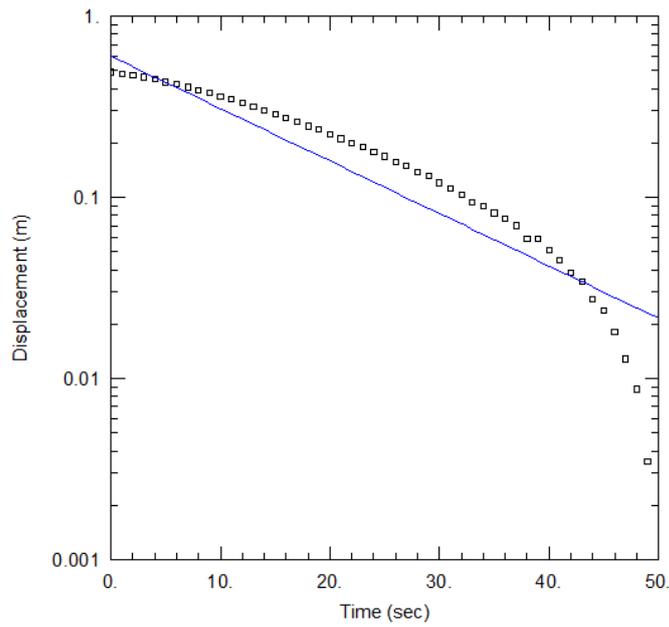
清水掩埋場監測井微水試驗於 109 年 12 月 25 日完成、大雅掩埋場監測井微水試驗於 110 年 1 月 27 日完成。微水試驗解算方式是使用 AQTESOLV 軟體來進行解算，輸入計算公式所需的各項參數，AQTESOLV 將透過輸入參數以 Bower and Rice 計算式去繪製水位變化曲線來比對出滲透係數(K)值。監測井之滲透係數成果彙整下表。

表(七)微水試驗成果表

站名	試驗成果		平均值(m/sec)
	第一次(m/sec)	第一次(m/sec)	
清水區掩埋場上游	$2.91 \times 10^{-5}$	$2.68 \times 10^{-5}$	$2.795 \times 10^{-5}$
大雅區掩埋場上游	$5.572 \times 10^{-6}$	$5.935 \times 10^{-6}$	$5.7535 \times 10^{-6}$

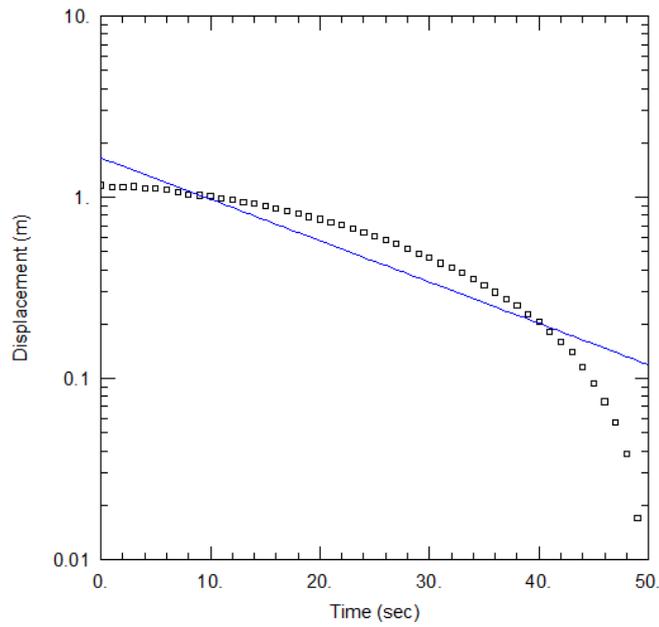


SOLUTION	
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Bouwer-Rice</u>
K = <u>2.91E-5</u> m/sec	y0 = <u>0.7419</u> m

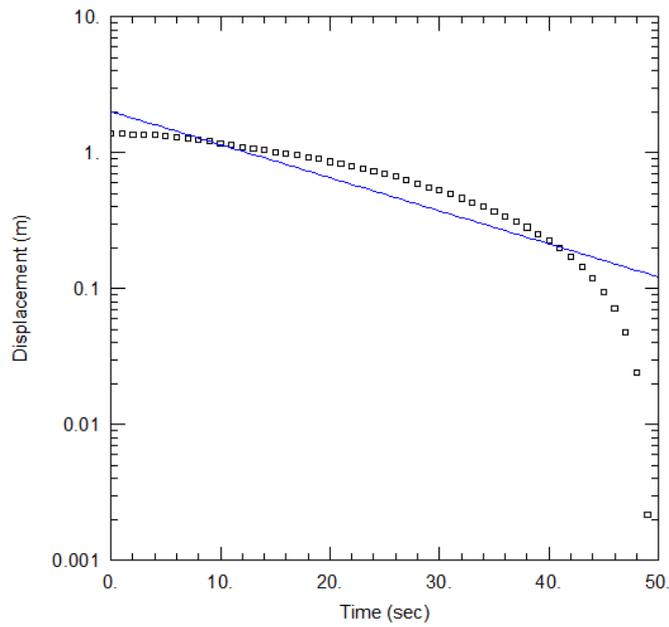


SOLUTION	
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Bouwer-Rice</u>
K = <u>2.681E-5</u> m/sec	y0 = <u>0.6012</u> m

圖(十一)清水掩監測井埋場微水試驗計算圖



SOLUTION	
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Bouwer-Rice</u>
K = <u>5.572E-6</u> m/sec	y0 = <u>1.649</u> m



SOLUTION	
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Bouwer-Rice</u>
K = <u>5.935E-6</u> m/sec	y0 = <u>1.999</u> m

圖(十二)大雅掩埋場監測井微水試驗計算圖

### 3. 衛星定位結果

本工作分別於 109 年 12 月 25 日及 110 年 1 月 27 完成新設監測井之座標與高程量測。監測井坐標測量採用衛星定位系統(GPS)，高程測量採用即時動態 GPS 法(RTK)。衛星定位儀(CN-90)於監測井所接收訊號，配合 Civil-NET™雙星 eGPS 定位雲端服務系統所提供數據進行同步解算。

監測井之座標及高量成果彙整下表。

表(八)監測井衛星定位成果

井名	井址座標(TWD97)		高程(井頂)
	縱座標 N	橫座標 E	(EL, m)
清水區掩埋場上游	2688201.671	211816.158	180.053
大雅區掩埋場上游	2679577.162	209838.690	281.998

### 4. 井體攝影結果

本工作分別於 109 年 12 月 25 日及 110 年 1 月 27 完成新設監測井之井體攝影工作，井體攝影報告詳附件二。

### 5. 設井作業基本資料

清水掩埋場及大雅掩埋場現已竣工並整理其設井作業基本資料如表(九)，井體構造則如「附件一 監測井構造紀錄表」、「附件一 標準監測井資料卡」所示。

表(九)清水掩埋場及大雅掩埋場監測井設井作業基本資料

工作場址	清水區掩埋場	大雅區掩埋場
井名	清水掩埋場上游	大雅掩埋場上游
井號	10912-01(上游)	10912-01(上游)
設置日期	109.12.19	110.01.23
座落位置	臺中市清水區海風段 765 地號	臺中市大雅區清雅段 459 號
監測井形式	平台式	
設井工法	鑽堡	
井深	88.15 公尺 (距井頂深度)	173.0 公尺 (距井頂深度)
井篩區間	76.15 公尺至 88.15 公尺 (距井頂深度)	161.0 公尺至 173.0 公尺 (距井頂深度)
井管型式	直徑 4 吋、螺牙式接頭 PVC、Schedule 80	直徑 2 吋、螺牙式接頭 PVC、Schedule 80
井篩型式	直徑 4 吋、螺牙式接頭 PVC、Schedule 80	直徑 2 吋、螺牙式接頭 PVC、Schedule 80
井頂高程	180.053 公尺 (海拔高程)	281.998 公尺 (海拔高程)
地下水位	74.93 公尺 (距井頂深度) (109 年 12 月 25 日)	160.8 公尺 (距井頂深度) (110 年 01 月 27 日)
二度分帶 座標	TWD97 E(X) 211816.158 N(Y) 2688201.671	TWD97 E(X) 209838.690 N(Y) 2679577.162

## 六、結論

本案依據工作說明書進行監測井增設項目施作，已於臺中市清水區及大雅區掩埋場之地下水上游處分別新設一處平台式監測井、設置監測井標示牌、高程與座標量測、微水試驗等相關工作。

清水區掩埋場上游平台式監測井(TWD97 座標，E(X) 211816.158，N(Y) 2688201.671)設置深度為地表下 87.75 公尺(井頂下 88.15 公尺)，篩管設置深度為地表下 75.75 至 87.75 公尺(井頂下 76.15 至 88.15 公尺)，地下水位為地表下 74.53 公尺(井頂下 74.93 公尺)(109.12.25 量測)，井頂高程為 EL+ 180.053 m。微水試驗調查結果顯示卵礫石夾黃棕色中細砂與粉土之平均水力傳導係數(K)值為  $2.795 \times 10^{-5}$  m/sec。

大雅區掩埋場上游平台式監測井(TWD97 座標，E(X) 209838.690，N(Y) 2679577.162)設置深度為地表下 172.6 公尺(井頂下 173 公尺)，篩管設置深度為地表下 160.6 至 172.6 公尺(井頂下 161 至 173 公尺)，地下水位為地表下 160.8 公尺(井頂下 161.2 公尺)(110.01.27 量測)，井頂高程為 EL+ 281.998 m。微水試驗調查結果顯示礫石夾黃棕色粉土之平均水力傳導係數(K)值為  $5.7535 \times 10^{-6}$  m/sec。