

第三章 排水設施說明及水理計算

第一節 排水設施說明

本案專用排水設施規劃路線經過高雄市路竹區新園段 2012、2012-7、2014、2016-3、2017、2045、2069、2071 等地號土地上，排水設施設置路線自國峰產業園區基地北側 A 點至營前排水之銜接處 G 點，其土地取得方式說明如下：

一、土地取得：

- (一) A-B 段：7.5 公尺寬之交通用地，面積 1,193 平方公尺，位於國峰公司基地，已由國峰公司向台糖公司承租使用。
- (二) B-C 段：7.5 公尺寬之交通用地，面積 1,277 平方公尺，位於英鈿公司基地，已由英鈿公司向台糖公司承租使用。
- (三) C-D 段：7.5 公尺寬之交通用地，面積 2,852 平方公尺，位於震南公司基地，已由震南公司向台糖公司承租使用。
- (四) D-E 段：道路開挖 2.5~3 公尺寬設置涵管，使用面積約 42 平方公尺，位於高 12 線道路，由四家產業園區共同向高雄市政府申請施設，並自負費用。
- (五) E-G 段：承租 3 公尺寬之排水設施用地，面積 2,665 平方公尺，為慈陽基地北側至營前區域排水，由四家產業園區共同向台糖公司承租施設，並自負費用。
- (六) 排水設施路線圖：詳圖 3-1 專用排水設施路線圖（套繪地籍圖）。

二、施工方式

本案考量基於保護整體生態，排水設施應減少使用混凝土的比例，非主要排水設施可以草溝施設，進而降低整體排水系統混凝土的使用量，由於聯外排水設施之現地高程皆高於兩側農地約 0.5~0.6 公尺，故本案以現地高程設置草溝底部內襯透水織

布，避免草溝因水流淘刷而崩毀；並視地形需要予以墊高，避免農地排水流入，於連接至營前區域排水處設置石籠襯底，避免營前排水淘刷。

另有關涵管前後水路接續，採用集水井進行銜接及緩衝，降低排水渠道之淘刷潛勢。整體排水縱斷面設計及配置，詳 P.17~P.21 圖 3-2 縱斷面圖。

三、排水設施規劃位置及面積：

本案之排水設施以梯形草溝設計，搭配圓形涵管進行規劃，規劃設計如下，演算依據詳第三章：

- (一) 草溝：A-D 段，規劃頂寬 160~282 公分，底寬 100~180 公分，溝深為 100~170 公分，作排水溝使用，長度約 722.04 公尺。
- (二) 涵管：D-E 段，埋設於高 12 線道路下，採圓形涵管設計，內徑為 180 公分，長度為 16.5 公尺。前後以 2*2*2.25m(W*B*H) 之集水井與草溝相接，減緩前後淘刷潛勢。
- (三) 草溝：E-G 段，位於高 12 以西至營前區域排水間，規劃頂寬 294 公分，底寬 180 公分，溝深為 190 公分，長度約 889.95 公尺。

四、排水設施規劃型式：

(一) 草溝型式：

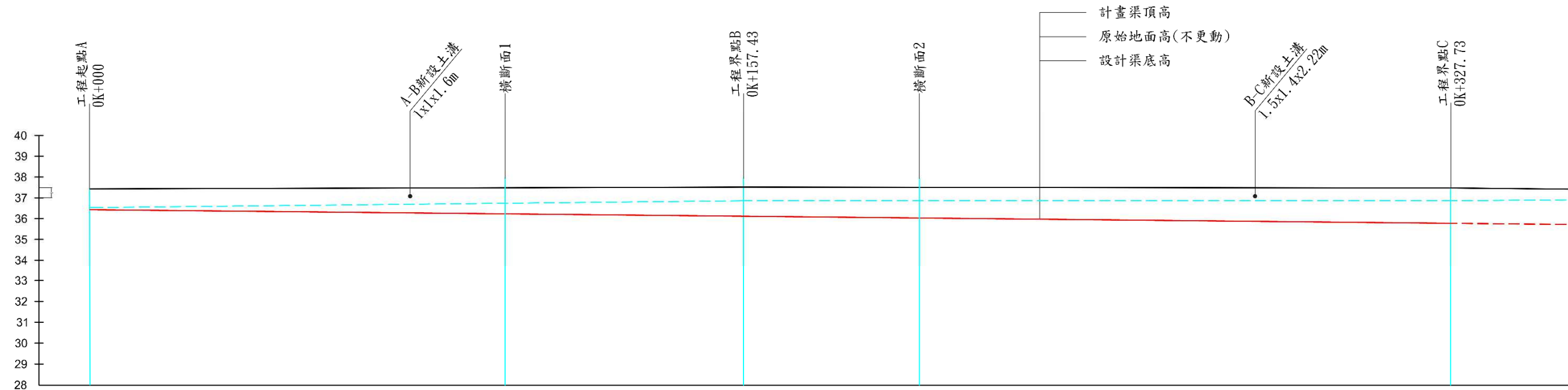
- 1.A-D 段：規劃頂寬 160~282 公分，底寬 100~180 公分，溝深為 100~170 公分。
- 2.E-G 段：頂寬 294 公分，底寬 180 公分，溝深為 190 公分。

(二) 涵管型式：

- 1.涵管採用內徑約 180 公分之混凝土管，以避免涵管破碎造成路面塌陷，影響交通及人車安全，管頂距離路面層 50 公分。
- 2.涵管出入口集水井設置攔污柵，以避免雜物流入堆積而阻塞涵管，出口則銜接本案聯外排水設施之草溝。



申請單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-1	
開發單位	公鼎開發企業股份有限公司	圖名	本案專用排水設施路線圖 (套繪地籍圖)	
規劃單位				
申請單位				

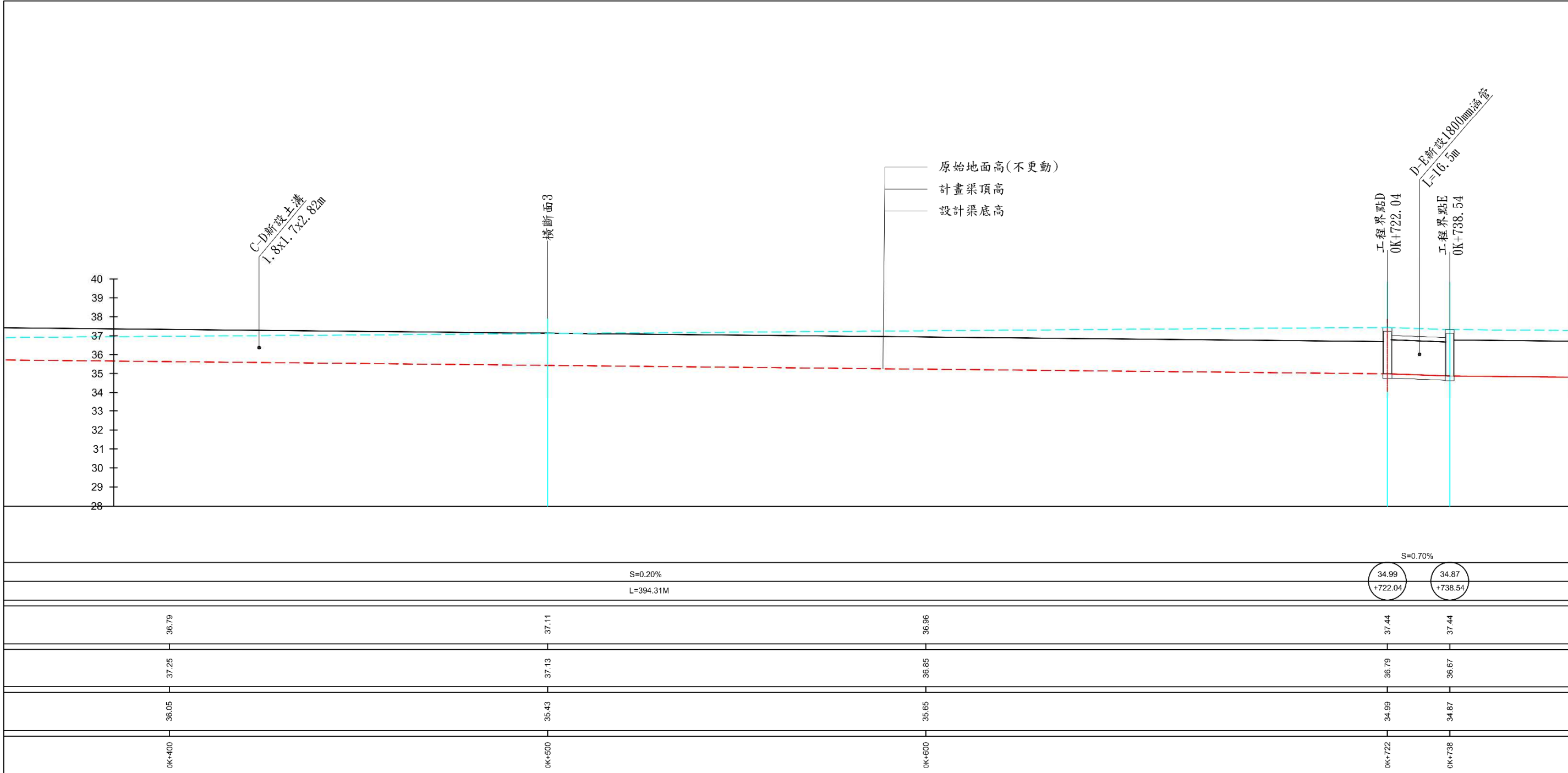


坡度	37.43 0K+000	S=0.20% L=157.43M	36.12 157.43	S=0.20% L=170.30M	36.12 +327.73
地面高	37.43	36.73	36.86	36.86	36.86
計畫渠頂高	37.43	37.25	37.52	37.85	36.97
設計渠底高	36.45	36.25	36.12	36.03	35.77
樁號	0K+000	0K+100	0K+157.43	0K+200	0K+327.73

工區縱斷面圖 { H:S=1:1000 單位：公尺
V:S=1:200

備註：新設土溝1x1x1.6m代表〈設計底寬x設計渠高x設計頂寬，單位公尺〉

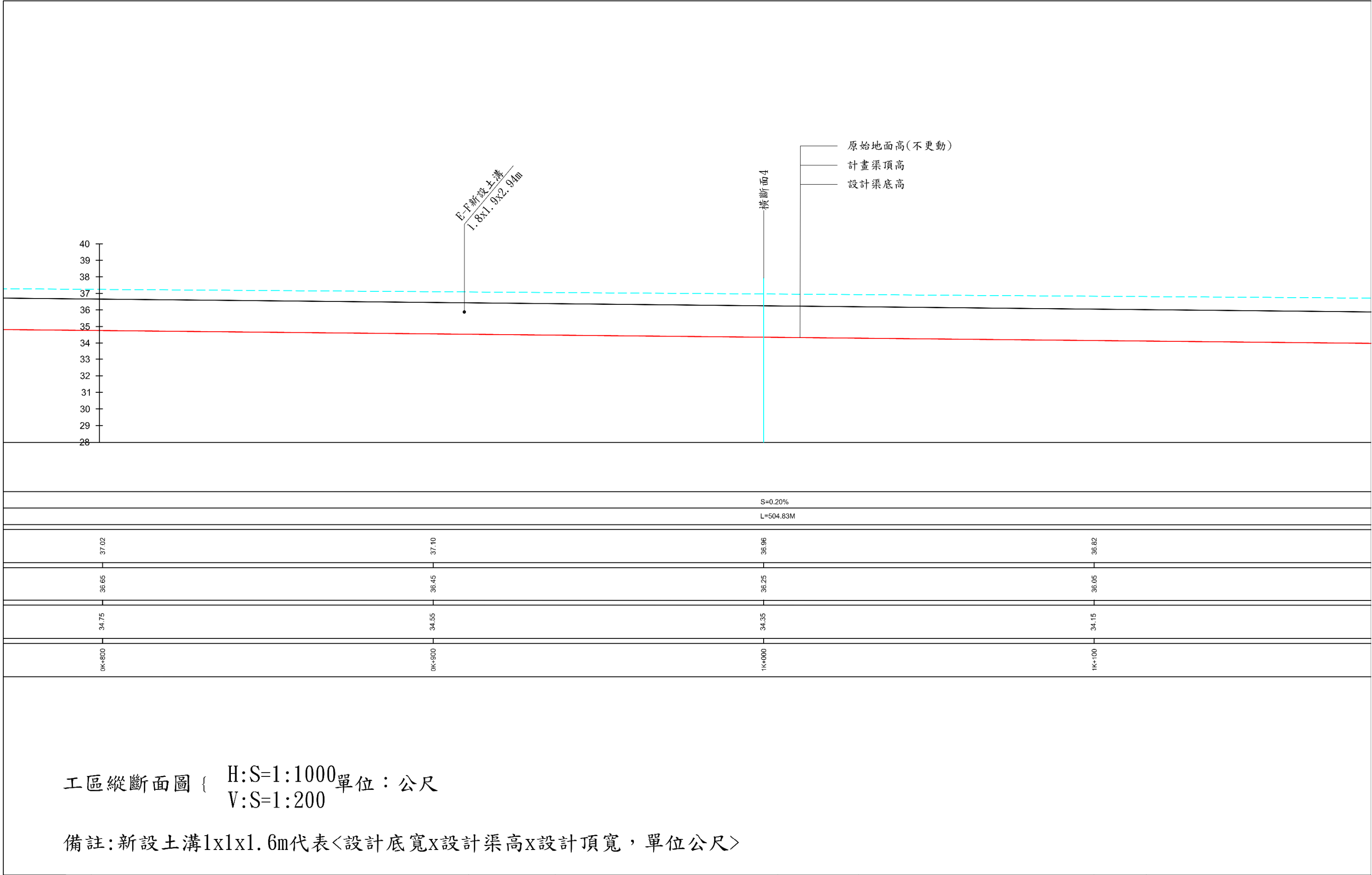
主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖 號	圖3-2 縱斷面圖(1/5)	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖 名	縱斷面圖				



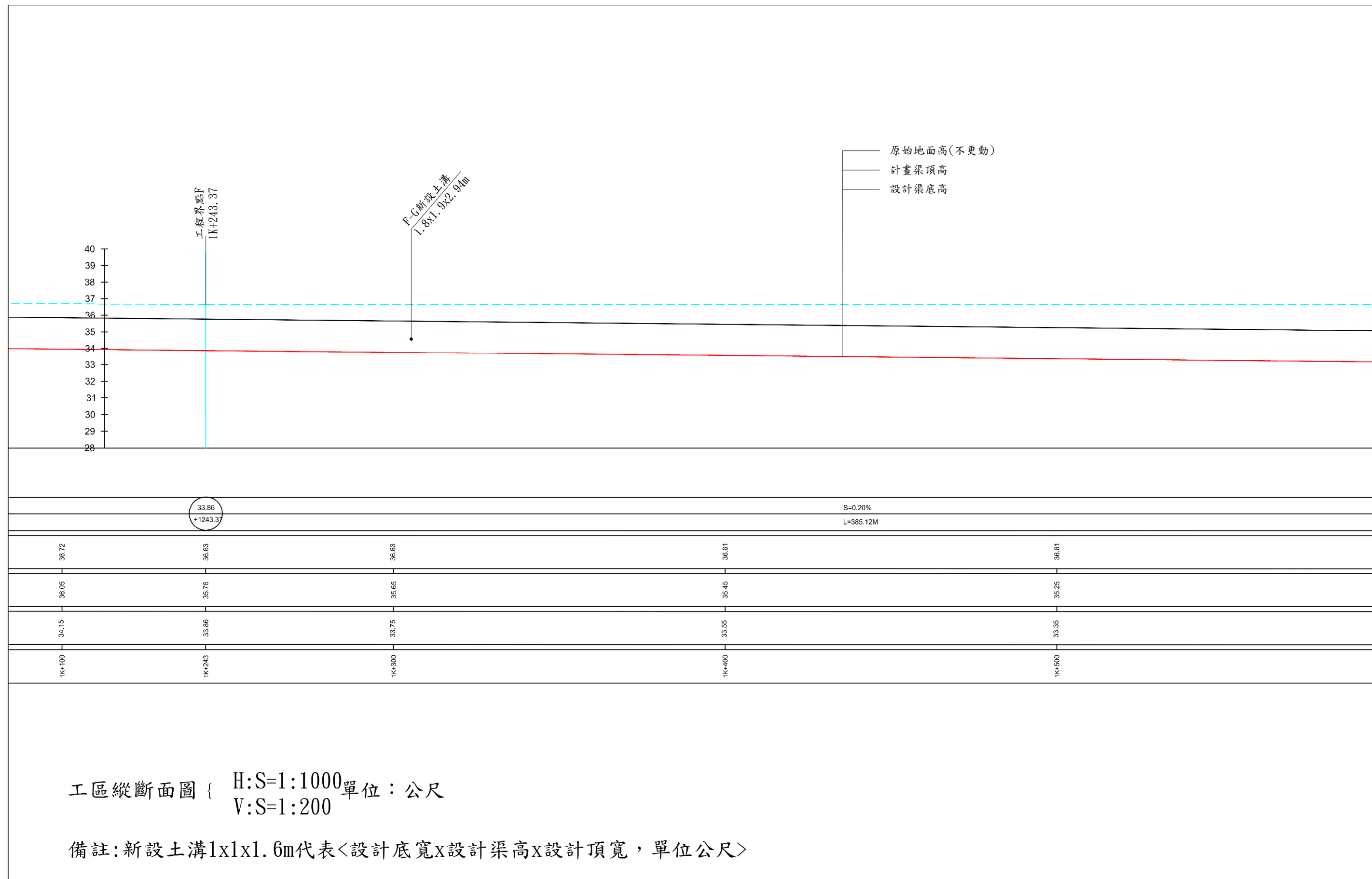
工區縱斷面圖 { H:S=1:1000 單位：公尺
V:S=1:200

備註：新設土溝1x1x1.6m代表〈設計底寬x設計渠高x設計頂寬，單位公尺〉

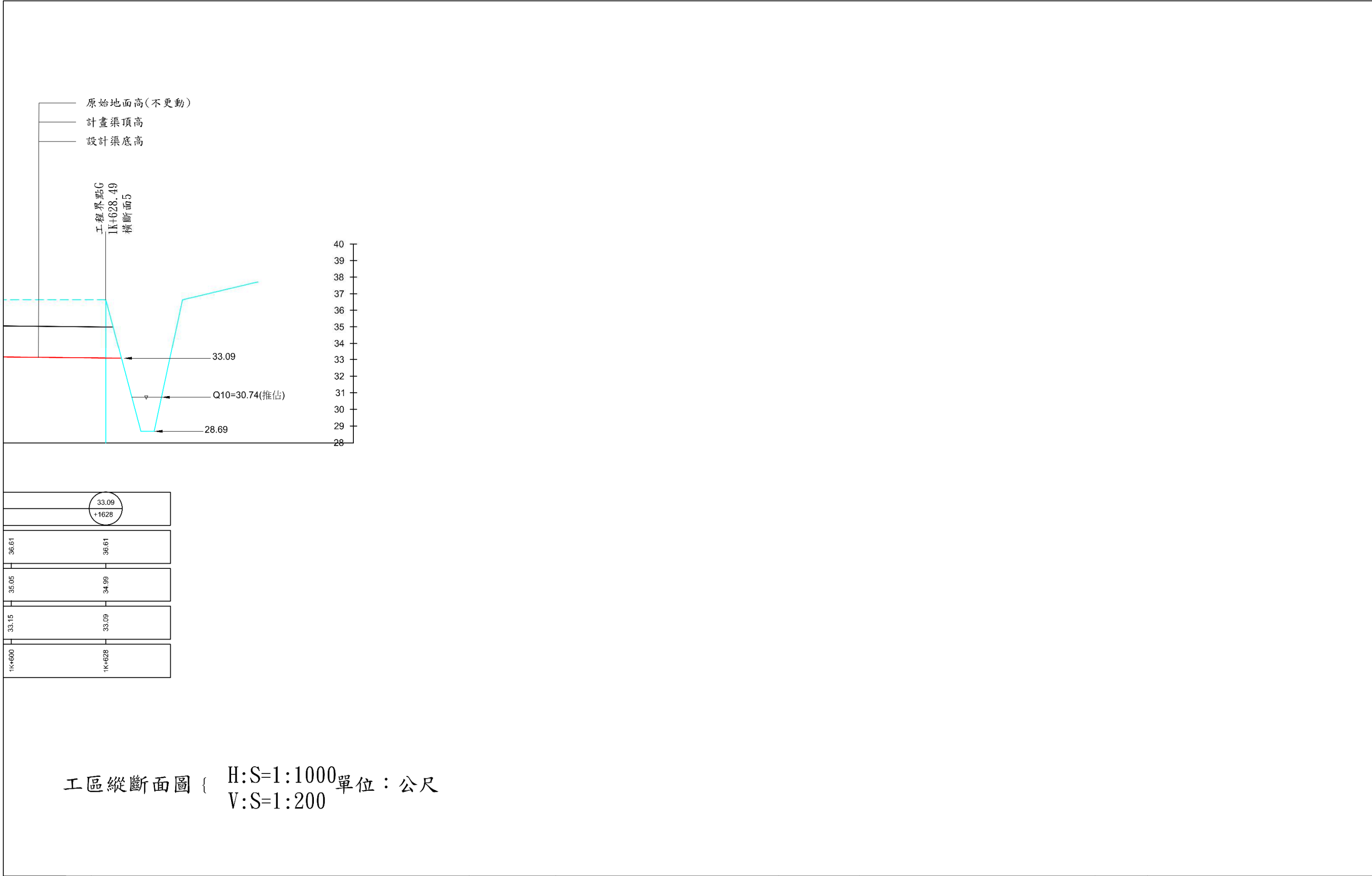
主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-2 縱斷面圖(2/5)	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖名	縱斷面圖				



主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-2 縱斷面圖(3/5)	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖名	縱斷面圖				

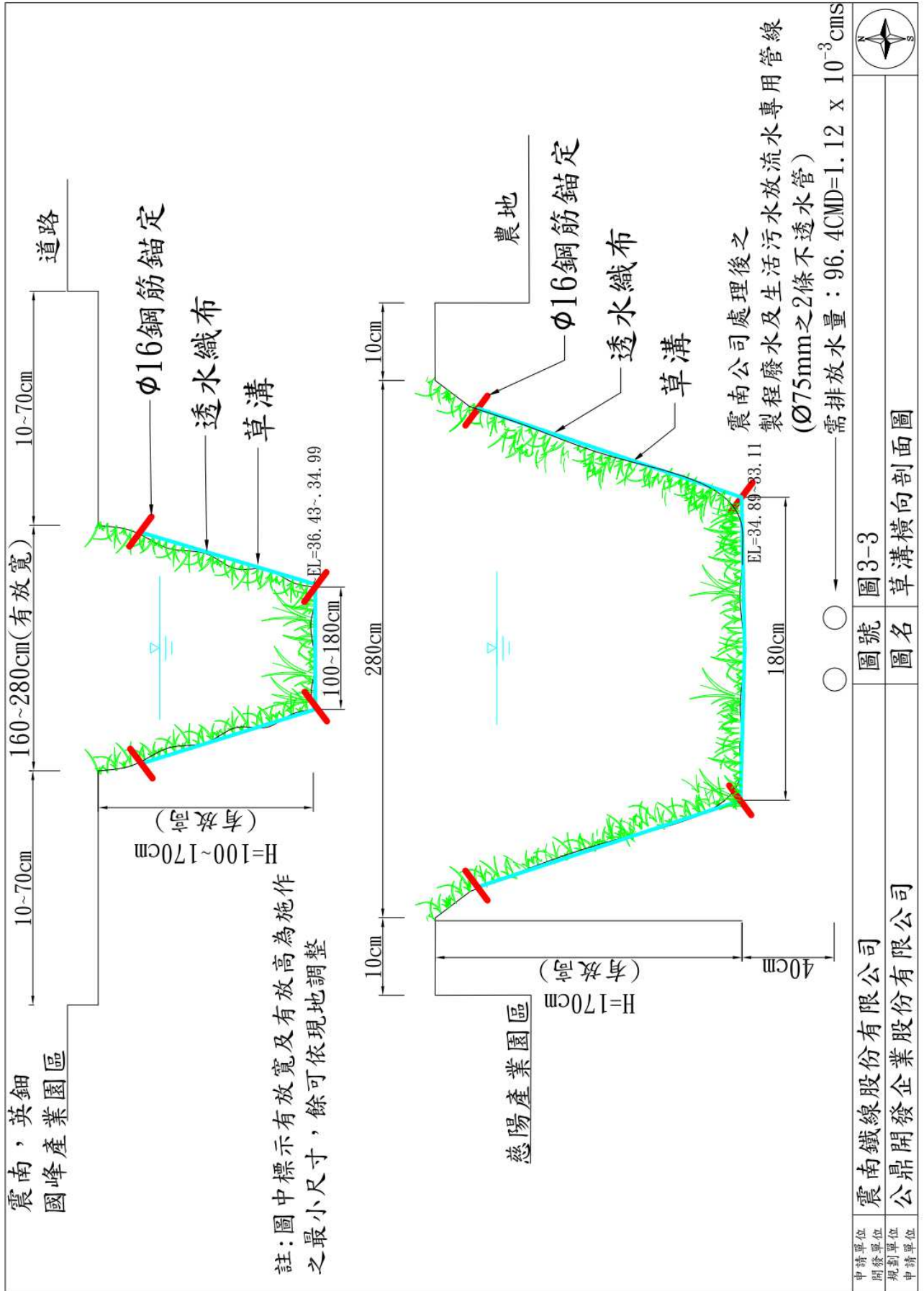


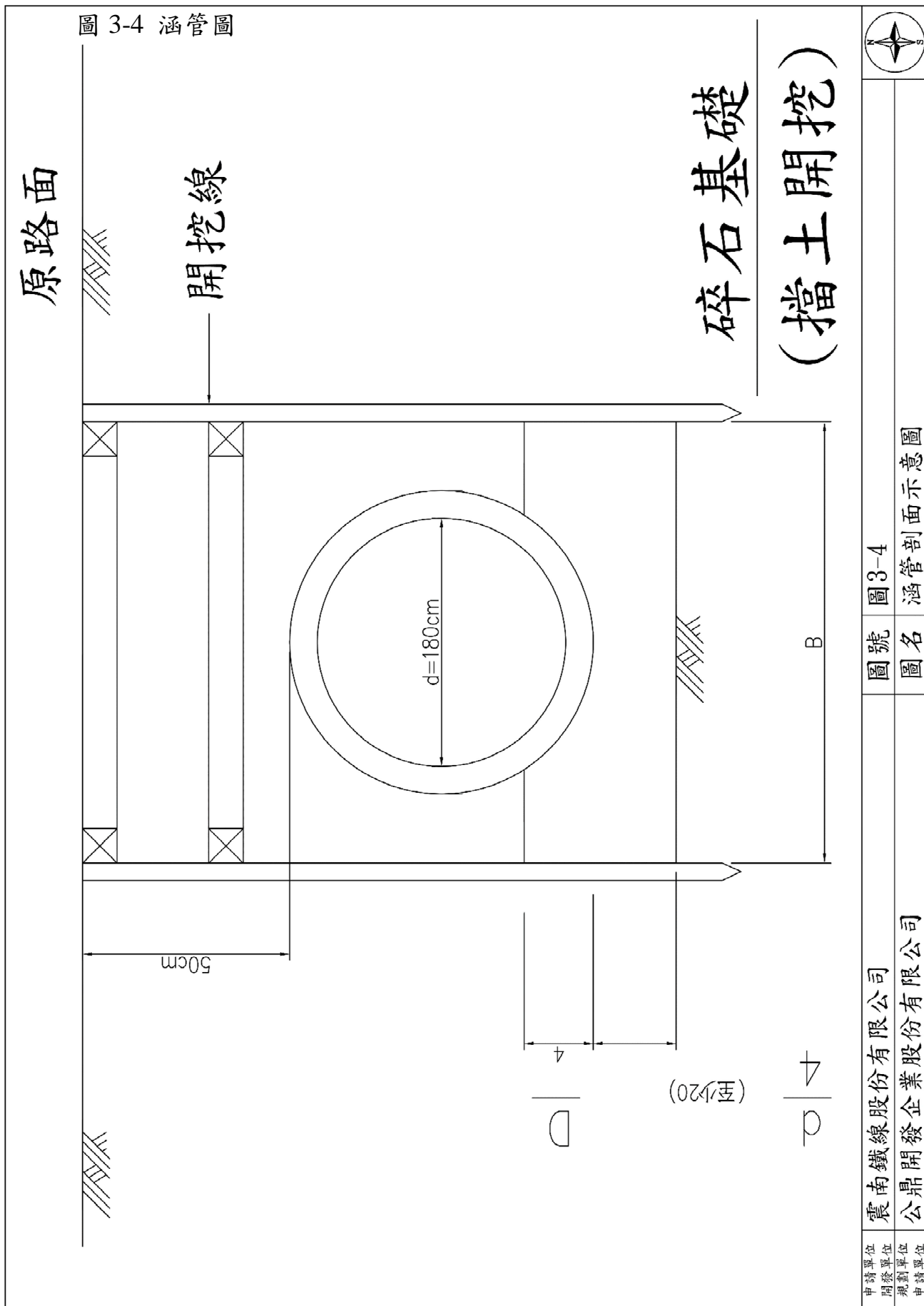
主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-2 縱斷面圖(4/5)	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖名	縱斷面圖				

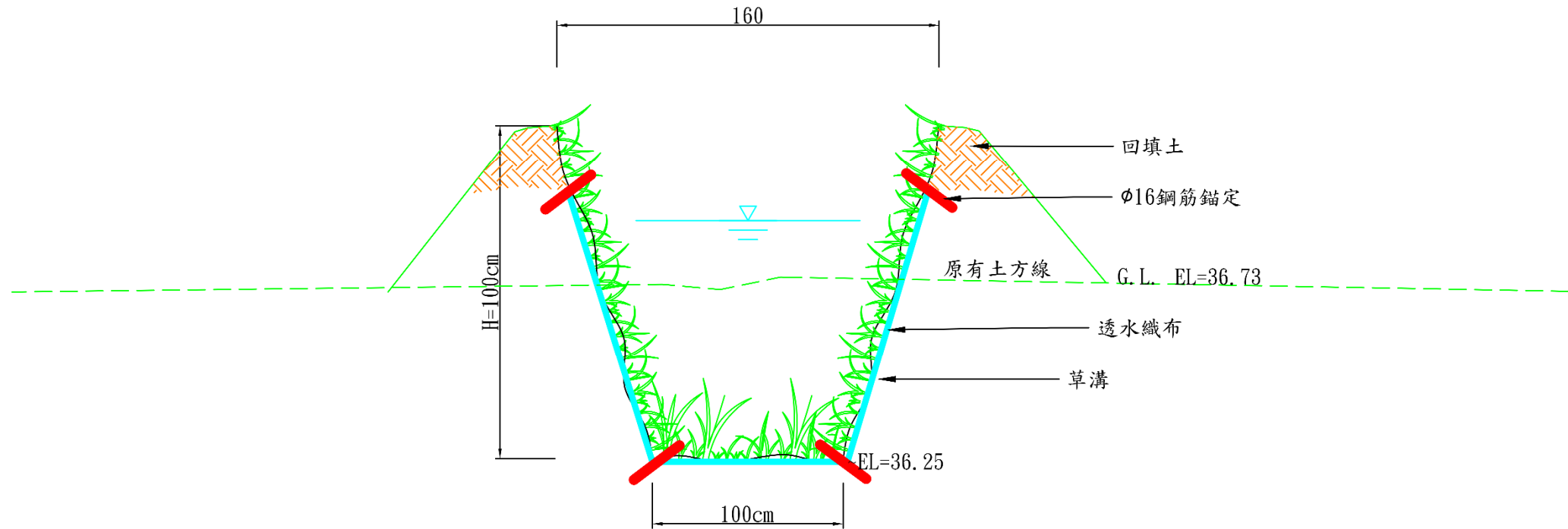


工區縱斷面圖 { H:S=1:1000 單位：公尺
V:S=1:200

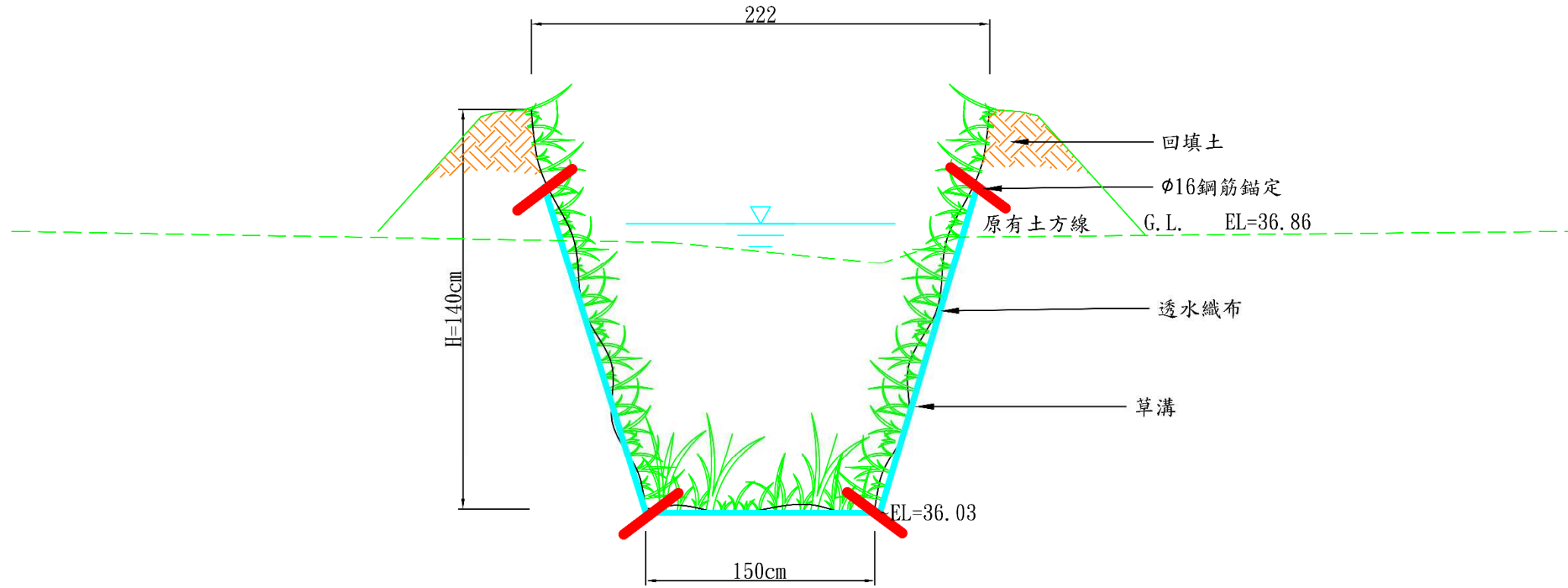
主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-2 縱斷面圖(5/5)	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖名	縱斷面圖				







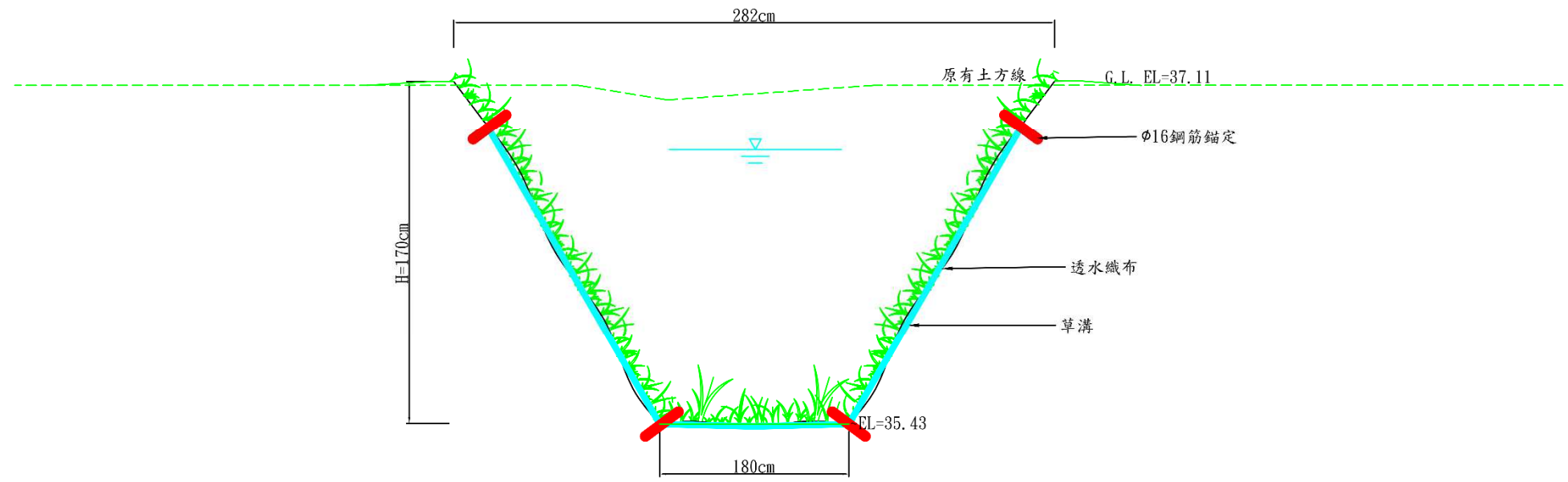
橫斷面1
A-B



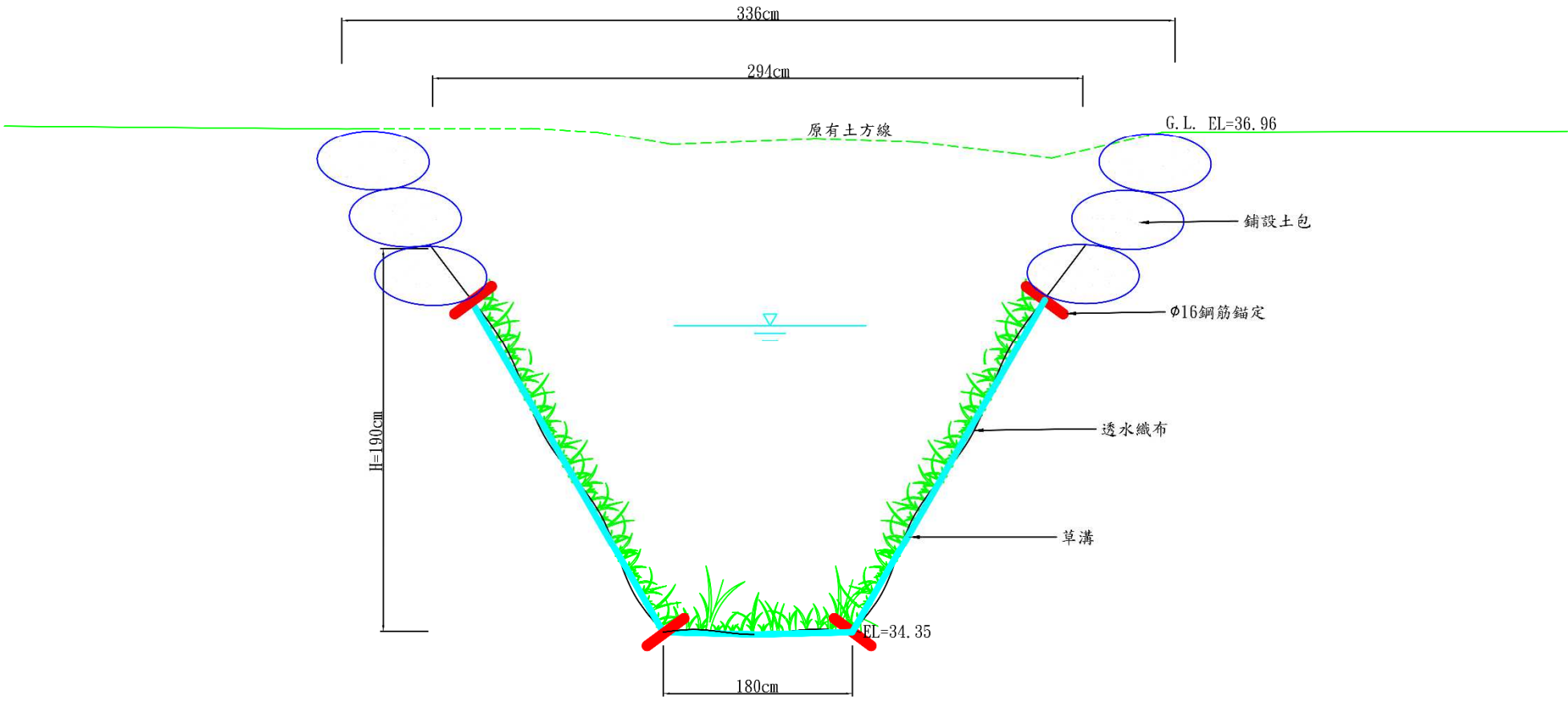
橫斷面2
B-C

申請單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-5
開發單位		圖名	橫斷面一
規劃單位	公鼎開發企業股份有限公司		
申請單位			






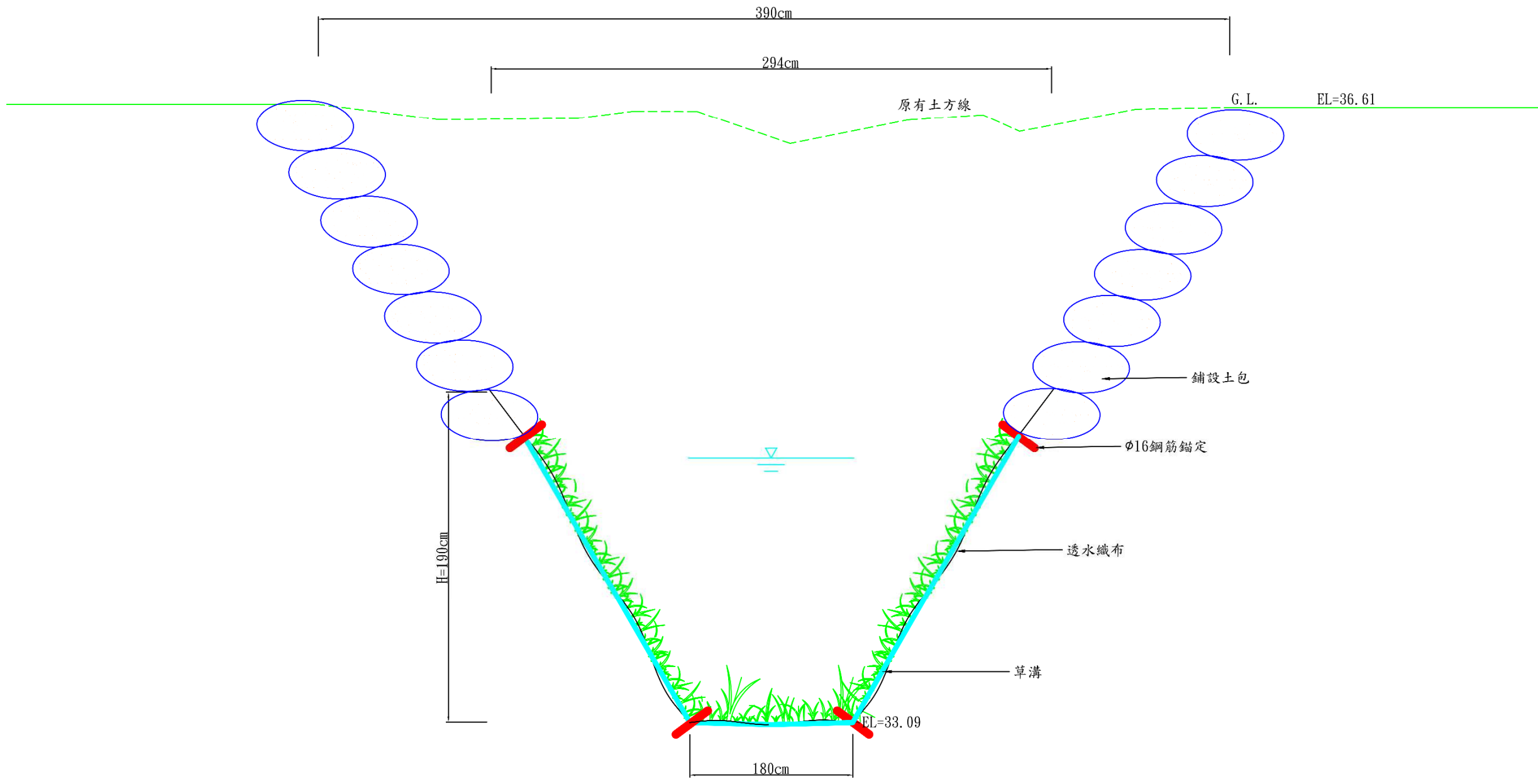
橫斷面3
C-D



橫斷面4
E-G

備註：水利用地超出300cm時需
辦理用地協調。

申請單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-6	
開發單位	公鼎開發企業股份有限公司	圖名	橫斷面二	

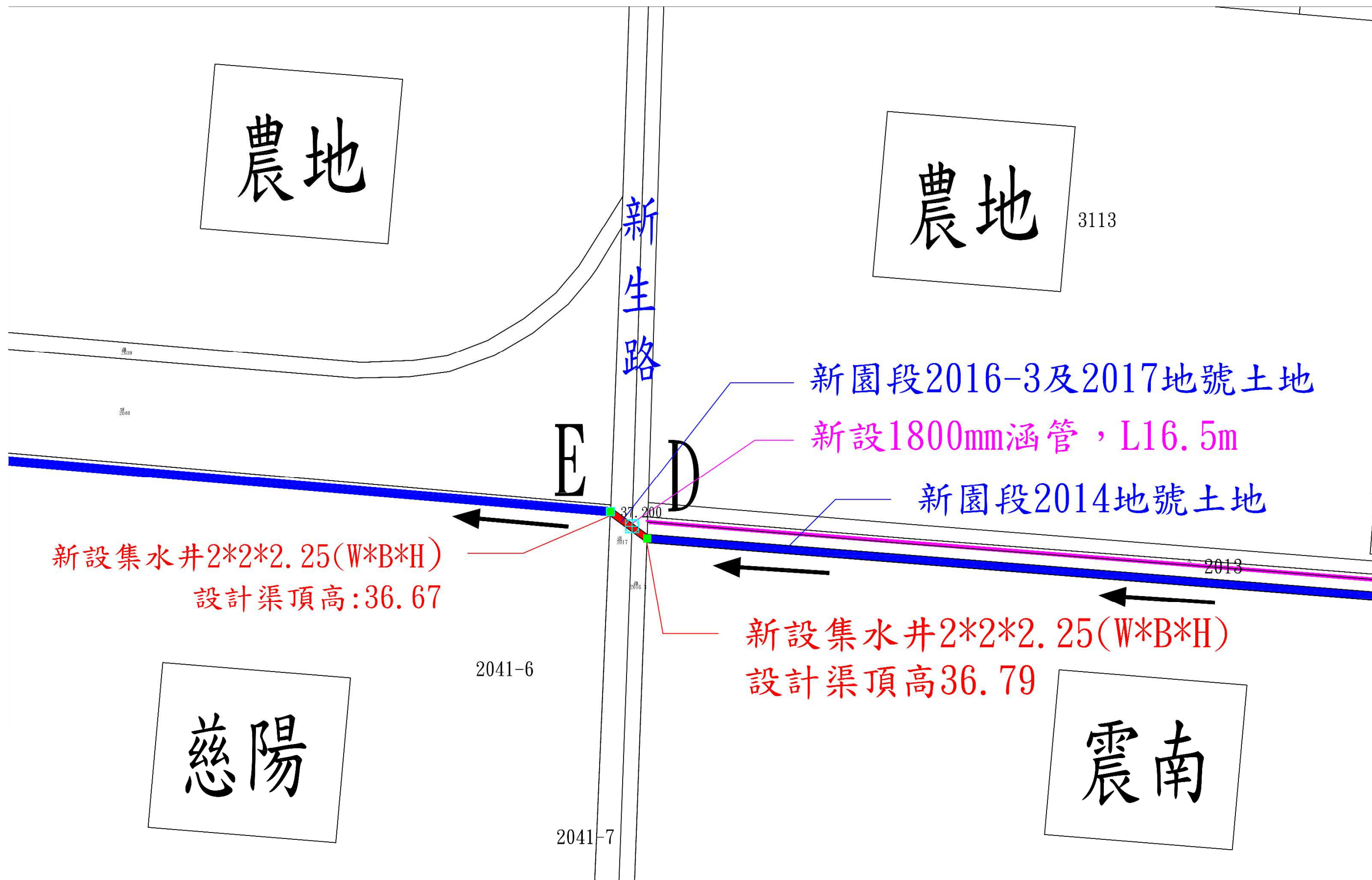


橫斷面5
E-G

備註:水利用地超出300cm時需
辦理用地協調。

申請單位	震南鐵線股份有限公司	圖號	圖3-7
開發單位	公鼎開發企業股份有限公司	圖名	橫斷面三
規劃單位			
申請單位			





主辦單位	震南鐵線股份有限公司	圖 號	3-8	工程名稱	「新園農場產業園區震南、慈陽、英鈿、國峰等4家公司專用排水」	規劃單位	永鉅技術顧問有限公司
		圖 名	集水井及涵管平面配置圖				

第二節 水文水理分析

一、本案排水設施規劃原則

- (一) 排水路線：自國峰產業園區基地北側 A 點至營前排水之銜接處 G 點，總長度共 1,629.02 公尺，如圖 3-1。演算時以 G 點作為管制點。
- (二) 集水面積：震南、慈陽、英鈿及國峰等產業園區之開發基地、道路及排水設施用地，共計 357,704.00 平方公尺；其中產業園區內之逕流量依法須匯集至滯洪設施再對外排放，出流量採核定之出流量，集水面積共計 354,997.00 平方公尺；其餘道路及排水路面積為 2,707.00 平方公尺。
- (三) 重現期距：25 年
- (四) 逕流係數：道路採 0.95 (根據內政部頒「市區道路及附屬工程設計規範」道路之最大值)。
- (五) 年平均降雨量：本案位於高雄市路竹區台糖新園農場境內，依據水利局新園農場排水系統規劃檢討報告之年平均降雨量 1,784mm 作為雨量站平均降雨量參考值。
- (六) 逕流計算：集水分區內分為核定產業園區，依核定之出流量作為演算依據，道路逕流部分採 25 年計算逕流量。
- (七) 保護標準：開發工業區保護標準，由於設置滯洪池故可達其原計畫標準即 100 年保護標準，道路部分可達 25 年保護標準，整體保護標準大於 25 年。

二、震南、慈陽、英鈿及國峰等產業園區滯洪設施及排水口

(一) 產業園區實設滯洪量大於法規應設滯洪量

依據《非都市土地開發審議作業規範》總編第 22 條規定，產業園區開發為避免開發中及開發後對鄰近及下游地區造成淹水，基地內應提供滯洪設施，以阻絕因基地開發增加之逕流量，故產業園區內之雨水須匯集至滯洪設施再對外排放。

另依震南、慈陽、英鈿及國峰等產業園區之高雄市非都市土地使用分區及使用地變更專責審議小組會議結論，利用加大滯洪池方式，可延遲園區內雨水排放時間，避免於洪峰期間排放而增加營前區域排水之負荷。另亦可將雨水儲存於滯洪沉砂池內，並配合設置抽水泵浦作為園區內綠地灌澆使用，以達節約水資源之功效，故各產業園區皆以高於法規標準提供滯洪設施，其實設滯洪量皆大於法規應設滯洪量約 1.2~1.4 倍，有關產業園區滯洪沉砂設施核定明細表詳表 3-1。

表 3-1 產業園區滯洪沉砂設施核定明細表

公司名稱		慈陽	震南	英鈿	國峰
開發總面積		98,037.00	137,511.00	61,825.00	57,624.00
水利用地面積		5,100.00	6,900.00	3,180.00	3,348.00
總池高		2.50	1.50	2.50	2.70
核定計畫出流量(cms)		1.34	3.31	1.27	0.94
出水高(溢流口高)		0.50	0.60	0.50	0.50
池深	緩衝區調整	0.10	(+0.4)	0.20	-
	有效池深	1.5~1.9	0.90	1.6~1.8	1.5~2.0
實設	滯洪沉砂量體	7,918.00	5,501.80	5,184.00	4,197.60
	滯洪量體	7,650.00	4,314.00	5,088.00	4,017.60
	沉砂量體	268.00	1,187.80	96.00	180.00
備註：以上摘錄自各產業園區開發計畫及整地排水計畫核定內容					
法規應設	滯洪沉砂量體	5,631.47	4,739.70	3,808.86	3,043.65
	滯洪量體	5,410.47	4,120.90	3,669.75	2,914.00
	沉砂量體	221.00	618.80	139.11	129.65

(二) 利用活動式閘門調整出口流量

本案設置之專用排水設施屬排水分線，各產業園區對外排放量，均不大於計畫出流量（詳表 3-1）。

依震南、慈陽、英鈿及國峰等產業園區之高雄市非都市土地使用分區及使用地變更專責審議小組會議結論，滯洪設施排水口以活動式閘門設計，本案利用閘門高度調整出口流量，避免於洪峰時間排放而增加營前排水負荷，並由各產業園區於非洪峰時間視其需要分別排放，有關排水口經活動式閘門調節後之面積如表 3-2。

綜合上述，震南、慈陽、英鈿及國峰等產業園區滯洪設施及排水口之出流量均小於計畫出流量。

表 3-2 各產業園區活動式閘門調節流量明細表

項目		慈陽	震南	英鈿	國峰
排水口	型式	圓形	矩形	圓形	圓形
	尺寸	直徑 0.8	0.7*3.2	直徑 0.75	直徑 0.7
	面積	0.5	2.24	0.44	0.39
活動式 閘門調節	型式	圓形	矩形	圓形	圓形
	尺寸	直徑 0.8	0.25*3.2	直徑 0.75	直徑 0.7
	面積	0.5	0.8	0.44	0.39

三、排水設施水理計算：

(一) 集流時間

開發後集水區水流集中於 G 點出流，流路長度約為 1629 公尺，道路坡度預定為 2%，渠道流其設計渠道坡度採 0.2% 進行設計；渠道曼寧係數採用 0.02。

由於開發後基地為一規劃完成之工業區，逕流將由規劃渠道排出，因此集流時間之推估於起始流入採用漫地流時間推算，進入渠道後採平均流速推算。其中漫地流流速採 0.6m/s(水土保持手冊上限值)，渠道流流速採各段實際計算值計算。演算結果集流時間約為 16.56min。

表 3-3 開發前後集流時間演算表

排水編號	漫地流長	主流長	漫地流流速	渠道流流速	漫地流時間	渠道流時間	總集流時間
	m	m	m/s		min	min	min
A-B	7.5	157.43	0.600	1.1524	0.21	2.28	2.49
B-C	7.5	170.30	0.600	1.4086	0.00	2.02	2.02
C-D	7.5	394.31	0.600	1.7291	0.00	3.80	3.80
D-E	3.0	16.50	0.600	3.6987	0.00	0.07	0.07
E-F	3.0	504.83	0.600	1.8129	0.00	4.64	4.64
F-G	3.0	385.12	0.600	1.8129	0.00	3.54	3.54
						總和	16.56

(二) 降雨強度：

在降雨強度推估部分，本計畫採用與排水計畫書相同之演算公式，以水土保持技術規範進行推估。以 G 點作為管制點，推估結果詳表 3.4 所示。結果顯示降雨強度為 123.19mm/hr，與前規劃不同之原因，為本計畫管制點按實際出流點選取，導致集流時間差異所致；比流量為 0.32cms/ha，即 32cms/km²，遠大於二仁溪高速公路橋大斷面之 Q25 比流量 10.4 cms/km²(莫拉克風災後二仁溪河道淤積疏濬與防洪排淤計畫，經濟部水利署第六河川局，100，12)。演算及比較成果顯示，於後續營後排水規畫時，應注意末端逕流控制問題，避免造成二仁溪排水衝擊。

表 3-4 降雨強度與道路逕流量推估表

集水區面積A(公頃)	重限期距T(年)	降雨延時t(分)	年平均降雨量P(公釐)	A	B	C	G	H
0.8012	25	60	1784	24.1	55	0.65	0.55	0.31
Q _p 洪峰流量(CMS)	逕流係數C'	降雨強度I(mm/hr)	集流時間tc(min)	比流量(cms/ha)		備註		
0.26	0.95	123.19	16.56	0.32		道路部分		

表 3-5 總逕流量推估表

排水編號	集水面積-開發面積(1)	集水面積-道路面積(2)	核定出流量	道路逕流	累積逕流量	備註
	ha	ha	cms	cms	cms	
A-B	5.7624	0.1193	0.9400	0.0382	0.9782	國峰
B-C	6.1825	0.1277	1.2700	0.0409	2.2890	英鈿
C-D	13.7511	0.2852	3.3100	0.0913	5.6903	震南
D-E	9.8037	0.0025	1.3400	0.0008	7.0311	慈陽
E-F	0.0000	0.1510	0.0000	0.0483	7.0794	
F-G	0.0000	0.1155	0.0000	0.0370	7.1164	
合計		0.8012	6.8600	0.2564	7.1164	

(三) 逕流量：

本開發計畫逕流量計算開發工業區部分採計畫出流量；道路部分採《水土保持技術規範》第 17 條之規定，採用合理化公式 (Rational Formula) 計算逕流量，演算結果道路部分逕流量為 0.2564cms，詳表 3-4，園區逕流量為 6.86cms；總逕流量推估詳表 3-5。合理化公式如下：

$$Q_p = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

其中：

Q_p ：洪峰流量 (立方公尺/秒)

C ：逕流係數

I ：降雨強度 (公厘/小時)

A ：集水面積 (公頃)

四、排水設施水力計算：

本案由於採用草溝配合透水織布施作，演算除檢核流量之涵容能力，另外亦演算流速是否超過草溝容許流速，根據水土保持手冊之建議，草溝容許流速應為 1.5~2.5m/s，在以透水織布覆蓋及加勁之情形下，採用 2.0m/s 作為容許流速，應為合理檢核值。設計演算成果詳表 3-6 所示，設計高程關係詳表 3-7，縱斷面圖詳 P.17~P.21 之圖 3-2，相關說明如下述：

(一) 排水面積：指梯形草溝或涵管之通水斷面積。

(二) 曼寧糙度：

本案規劃是採梯形自然草溝之設計，依《水土保持技術規範》及水土保持手冊相關規定屬渠線順直、斷面均勻之草溝，曼寧糙度 n 為 0.016~0.020，平均值為 0.018，本案採最大值 0.020 計算，另涵管之曼寧糙度 n 為 0.015。

(三) 水力半徑： $R=A/P$

A ：通水斷面積 (平方公尺)

P ：潤周長，即與水接觸週邊之長度 (公尺)

(四) 坡度：本案規劃排水渠道坡度皆採 0.02% 計算。

(五) 設計流量：即排洪水量，依據設計排水溝斷面所得 A 及 V 求得排洪水量，公式如下：

$$Q_0 = A \times V$$

式中：

Q_0 ：排洪水量（立方公尺／秒）。

A：通水斷面積（平方公尺）

V：平均流速（立方公尺／秒）

平均流速採曼寧公式計算： $v_2 = n^{-1} R^{2/3} S^{1/2}$

其中：

n ：曼寧粗糙係數

R ：水力半徑（公尺）

S ：水力坡降，可用溝底坡降代之。

五、聯外排水水位推估

本開發計畫逕流排入營前排水，營前排水屬二仁溪流域，流量控制點為高速公路橋大斷面，Q25 比流量 10.4 cms/km²，於二仁溪治理計畫內，並無相關治理計畫及演算；營前排水屬市管區排，目前亦無定稿之規劃報告。為推估排入點之水位，選取排入點為演算控制點，將上游集水區繪出，集水區面積為 2.5 平方公里詳圖 3-8。Q25 之逕流量採比流量進行推估，水深則依正常水深模式進行推估，則推估出入流點之逕流量為 26cms，水深為 2.05m，水位為+30.74m，外水位與渠道水位及地面線之關係，詳 P.21 圖 3-2 縱斷面圖(5/5)。

表 3-6 排水設施水力計算表

演算位置	計畫流量	計畫水深	出水高	設計高	底寬	水面寬	頂寬	通水斷面	濕周	水力半徑	計畫坡度	曼寧係數	計畫流速	設計流量	流速判定	流量判定
	cms	m	m	m	m	m	m	m ²	m	m			m/sec	cms		
A-B	0.9782	0.80	0.20	1.00	1.00	1.48	1.60	0.99	2.67	0.37	0.002	0.02	1.1524	1.1432	OK	OK
B-C	2.2890	1.00	0.20	1.20	1.50	2.10	2.22	1.80	3.59	0.50	0.002	0.02	1.4086	2.5355	OK	OK
C-D	5.6903	1.50	0.20	1.70	1.80	2.70	2.82	3.38	4.93	0.68	0.002	0.02	1.7291	5.8357	OK	OK
D-E	7.0311	1.350	0.45	1.80	-	-	-	2.05	3.77	0.54	0.007	0.015	3.6987	7.5720	OK	OK
E-F	7.0794	1.70	0.20	1.90	1.80	2.82	2.94	3.93	5.35	0.73	0.002	0.02	1.8129	7.1193	OK	OK
F-G	7.1164	1.70	0.20	1.90	1.80	2.82	2.94	3.93	5.35	0.73	0.002	0.02	1.8129	7.1193	OK	OK

表 3-7 排水設施高程一覽

演算位置	計畫流量	計畫水深	出水高	設計高	溝長	高差	設計渠底	地面高
	cms	m	m	m			36.43	37.43
A-B	0.9782	0.80	0.20	1.00	157.43	0.3149	36.12	36.86
B-C	2.2890	1.00	0.20	1.20	170.30	0.3406	35.77	36.86
C-D	5.6903	1.50	0.20	1.70	394.31	0.7886	34.99	36.37
D-E	7.0311	1.350	0.45	1.80	16.50	0.1155	34.87	36.86
E-F	7.0794	1.70	0.20	1.90	504.83	1.0097	33.86	36.63
F-G	7.1164	1.70	0.20	1.90	385.12	0.7702	33.09	36.61

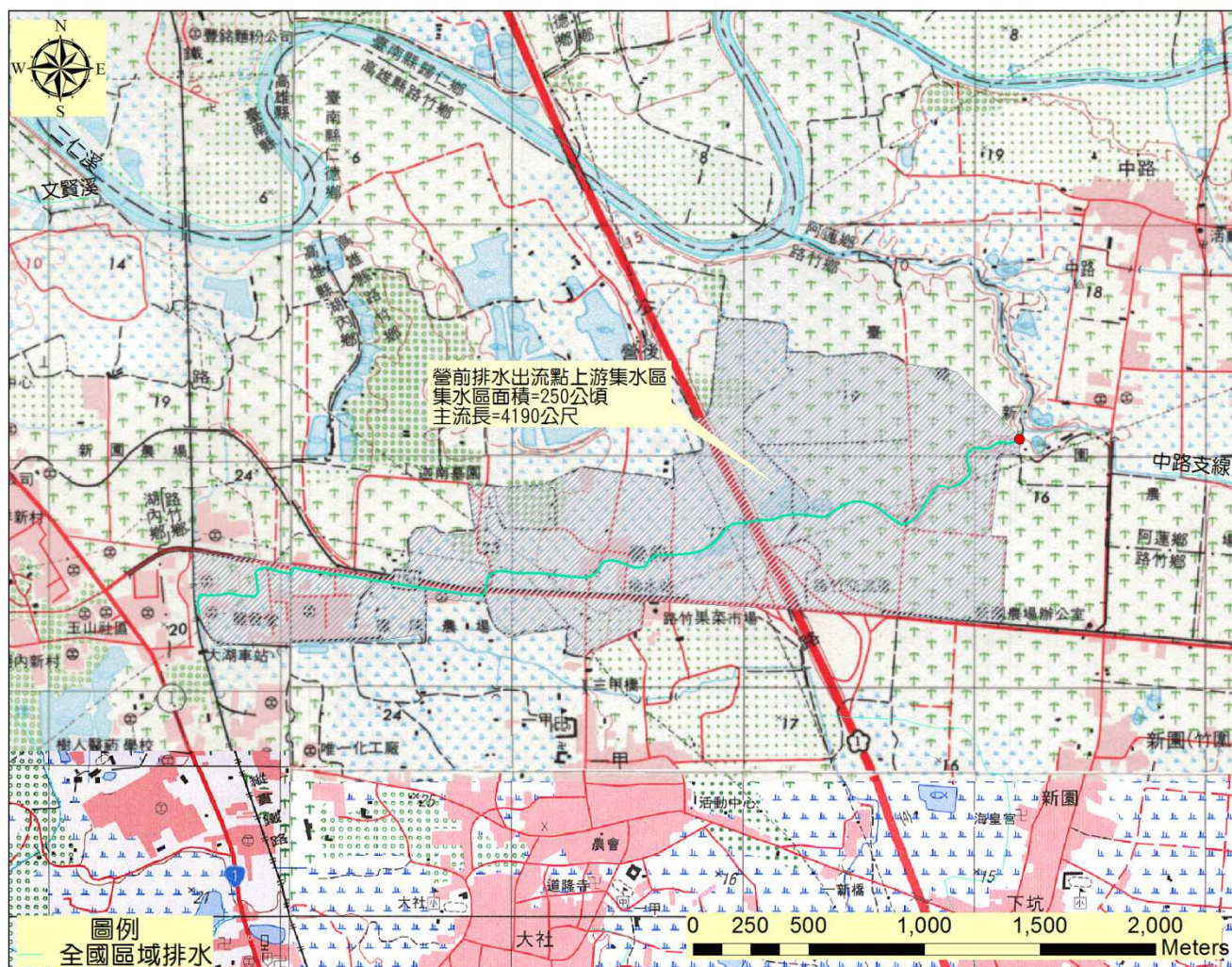


圖 3-8 聯外水系集水區圖

表 3-8 營前排水排入點水位推估

曼寧係數n	通水斷面A(m ²)	濕周P(m)	水力半徑R(m)	設計流速V(m/sec)	推估流量Qd
0.030	10.40	9.39	1.11	2.53	26.32
設計水深Y(M)	邊坡比N	渠底寬B(M)	頂寬T(M)	設計渠道坡度S	計畫流量
2.05	1.50	2.00	8.15	0.0050	26.00