

第六章 水土保持設施

6.1 水土保持設施規劃及配置

由於計畫申請開發範圍（苗栗縣銅鑼鄉銅科段 1-1、1-3、30、24、54、67、78 地號等 7 筆土地）現因需配合『銅鑼科學園區石虎生態廊道工程』之工程需求將本工程分為工區一~工區二，有關基地內水土保持設施配置詳細說明，請詳附圖 S-15、S-33 水土保持設施配置圖。

6.2 排水設施

(一)逕流量分析

逕流量計算係根據集水區之集流時間、平均降雨強度、集水面積及集水區內土壤、覆蓋、地形、地勢等因子有關之逕流係數相乘而得。

依水土保持技術規範第 83 條規定，排水系統設計洪峰逕流以重現期距 25 年之降雨強度計算，逕流量之推估採合理化公式估算。

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

式中 Q_p ：洪峰流量(cms)

C ：逕流係數

I ：降雨強度（mm/hr）

A ：集水區面積

(二)排水系統設計

(1)設計容量及出水高

排水設施設計容量應大於總逕流量，其中

$$Q_d = A \times V$$

式中，V=平均流速(m/s)

A=通水斷面積(m²)

此外，依據「水土保持技術規範」第 86 條，排水設施(溝)設計之出水高依設計水深之 25% 計算之，其最小值為 20 公分。

(2)平均流速

依「水土保持技術規範」第 84 條採用曼寧公式計算：

$$V = \frac{Q_d}{A} = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$
$$R = \frac{A}{P}$$

式中 V=平均流速(m/sec)

Q_d =設計容量(m³/sec)

n =曼寧粗糙係數

R =水力半徑(m)(= A/P)

A =通水斷面積(m²)

P =潤周長(m)

S =水力坡降

此外，排水系統之平均流速應小於最大流速，依據「水土保持技術規範」第 85 條規定，於無常流水之最大容許流速：鋼筋混凝土，採最大容許流速為 12 公尺/秒。

(3)曼寧粗糙係數 n 值

本計畫曼寧粗糙係數 n 值，參依「水土保持手冊」工程篇內表工 2-18-1 規定，箱涵段採用 0.014，草溝段採用 0.05。

6.2.1 水土保持排水設施

有關基地集水區洪峰逕流量估算表詳如表 6-1。集水分區配置圖詳見圖 S-17-18、S43。

表 6-1 集水區洪峰逕流量估算表

集水分區	重現期距	施工階段	逕流係數	降雨強度	集水區面積	洪峰流量	備註
	(年)			(mm/hr)	(ha)	(cms)	
工區一-植栽廊道-1	25	施工前 Q1	0.95	148.56	0.0477	0.0187	P=2073.74
	50	施工中 Q2	1	162.61	0.0477	0.0215	
	50	施工後 Q3	0.95	162.61	0.0477	0.0205	
工區一-植栽廊道-2	25	施工前 Q1	0.95	148.56	0.0446	0.0175	
	50	施工中 Q2	1	162.61	0.0446	0.0201	
	50	施工後 Q3	0.95	162.61	0.0446	0.0191	
工區一-土石攤平	25	施工前 Q1	0.95	147.11	0.1952	0.0758	
	50	施工中 Q2	1	161.02	0.1952	0.0873	
	50	施工後 Q3	0.95	161.02	0.1952	0.0829	
工區一-箱涵埋設	25	施工前 Q1	0.95	148.88	0.0149	0.0059	
	50	施工中 Q2	1	162.96	0.0149	0.0067	
	50	施工後 Q3	0.95	162.96	0.0149	0.0064	
工區二-生態廊道-1	25	施工前 Q1	0.95	137.37	0.2611	0.0946	
	50	施工中 Q2	1	150.36	0.2611	0.1091	
	50	施工後 Q3	0.95	150.36	0.2611	0.1036	
工區二-生態廊道-2	25	施工前 Q1	0.95	137.37	0.2973	0.1078	
	50	施工中 Q2	1	150.36	0.2973	0.1242	
	50	施工後 Q3	0.95	150.36	0.2973	0.1180	
集水分區	重現期距	施工階段	逕流係數	降雨強度	集水區面積	洪峰流量	備註
	(年)			(mm/hr)	(ha)	(cms)	
工區一-植栽廊道-1	25	施工前 Q1	0.95	146.79	0.0477	0.0185	P=1881.7
	50	施工中 Q2	1	160.73	0.0477	0.0213	
	50	施工後 Q3	0.95	160.73	0.0477	0.0202	
工區一-植栽廊道-2	25	施工前 Q1	0.95	146.79	0.0446	0.0173	
	50	施工中 Q2	1	160.73	0.0446	0.0199	
	50	施工後 Q3	0.95	160.73	0.0446	0.0189	
工區一-土石攤平	25	施工前 Q1	0.95	145.31	0.1952	0.0748	
	50	施工中 Q2	1	159.11	0.1952	0.0863	
	50	施工後 Q3	0.95	159.11	0.1952	0.0819	
工區一-箱涵埋設	25	施工前 Q1	0.95	147.11	0.0149	0.0058	
	50	施工中 Q2	1	161.08	0.0149	0.0067	
	50	施工後 Q3	0.95	161.08	0.0149	0.0063	
工區二-生態廊道-1	25	施工前 Q1	0.95	135.41	0.2611	0.0933	
	50	施工中 Q2	1	148.27	0.2611	0.1075	
	50	施工後 Q3	0.95	148.27	0.2611	0.1022	
工區二-生態廊道-2	25	施工前 Q1	0.95	135.41	0.2973	0.1062	
	50	施工中 Q2	1	148.27	0.2973	0.1224	
	50	施工後 Q3	0.95	148.27	0.2973	0.1163	

註：

1.本案申請計畫範圍均位於前期原核定水土保持計畫之開挖整地範圍內，故本計畫開發前、開發後之逕流係數 C 值均為 0.95。

2.本案申請計畫範圍均在原核定「園區四期銅鑼基地基地開發工程水土保持計畫」計畫範圍內，原核定計畫採用之年平均降雨量 1881.7mm，另本計畫檢討採近 15 年平均降雨量 2073.74mm 為水理計算比較依據。

6.3 滯洪及沉砂設施

6.3.1 滯洪設施

(1)滯洪設施

滯洪量計算主要依據「水土保持技術規範」第 96 條之規定，採三角形單位歷線法計算。設計滯洪設施需採用 50 年重現期距之降雨強度值計算，係將施工後 50 年重現期距暴雨之洪峰流量調節置施工前 25 年重現期距暴雨之洪峰流量排放，滯洪量以下列公式估算；

$$V_{S1} = \frac{tb'(Q2-Q1)}{2} * 3600$$
$$V_{S2} = \frac{tb'(Q3-Q1)}{2} * 3600$$

式中 Q1：施工前之洪峰流量(cms)，25 年一次降雨頻率

Q2：施工中之洪峰流量(cms)，50 年一次降雨頻率

Q3：施工後之洪峰流量(cms)，50 年一次降雨頻率

tb'：基期 (hr)=2.67T_p，不足一小時，採一小時計算

$$T_p = 0.6t_c + \sqrt{t_c}$$

V_{S1}：臨時滯洪量 (m³)；V_{S2}：永久滯洪量 (m³)

滯洪量計算結果

1.臨時性滯洪設施 V_{sd}=1.3V_{S1}

2.永久性滯洪設施 V_{sd}=1.1V_{S2}

由於本案申請基地位於銅鑼科學園區內，本案原「園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫」業經行政院農業委員會水土保持局於 95 年 1 月 2 日府農授水保字第 0941853076 號函核定在案，已依規定於 96 年 3 月 3 日中銅科工字第 012 號函核發水土保持施工許可證後正式開工，其中第一期工程已施工完成並於民國 102 年 10 月 1 日由竹科管理局核發完工證明在案；第二期~第四期工程亦已施作完成，並於民國 104 年 3 月 3 日、民國 104 年 11 月 18 日、民國 107 年 10 月 9 日分別取得第二期~第四期完工證明。(行政院農業委員農授水保字第 1041803627

號、1041818963 號及 1071832579 號函)。

※工區一

經查銅鑼科學園區原核定計畫(園區四期銅鑼基地基地開發工程水土保持計畫,詳附錄三摘錄內容),本案申請基地工區一位於「牛角坑」集水區流域之 b2 集水區範圍內,其中 b2 集水區面積約 16.55 公頃,依據原核定計畫表 6.3-2 及其附錄資料之 b2 滯洪防砂壩水理計算成果查知:b2 集水分區之滯洪設計需求為 $8,492\text{m}^3$ (滯洪量 $7,747\text{m}^3$ +沉砂量 745m^3 +中水道體積 0m^3),而實際設計量體則為 $9,842\text{m}^3$,因此 b2 滯洪防砂壩實際設計量體之餘裕量為 $1,350\text{m}^3$ 。

本案基地(工區一)申請計畫面積為 0.37 公頃,僅約佔 C5 滯洪防砂壩集水區面積(約 74.23 公頃)之 0.407%,因此推估本案基地(工區一)依據採集水分區面積所佔比例分配計算之可用滯洪餘裕量為 $1,350 \times 0.407\% = 5.498\text{m}^3$ 。經前揭滯洪量計算公式核算得知,本案工區一於開發前後所增加之滯洪量僅約 0.13m^3 ,仍小於本案基地(工區一)依據採集水分區面積所佔比例分配計算之可用滯洪餘裕量 5.498m^3 (詳如表 6-2),因此經檢討本案並無需再增設滯洪設施。

表 6-2 永久性滯洪設施容量計算(工區一)

集水區編號	集水分區面積 (ha)	開發前之逕流係數 C1	開發後之逕流係數 C2	開發前 25 年之洪峰流量 Q1(cms)	開發後 50 年之洪峰流量 Q3(cms)	基期 tb'(hr)	推估滯洪量 VS(m³)	設計需求量 Vd(m³)	備註
工區一-植栽廊道-1	0.0477	0.95	0.95	0.0187	0.0205	1	3.24	3.56	P=2341.43mm
工區一-植栽廊道-2	0.0446	0.95	0.95	0.0175	0.0191	1	2.88	3.17	
工區一-土石攤平	0.1952	0.95	0.95	0.0758	0.0829	1	12.89	14.18	
工區一-箱涵埋設	0.0149	0.95	0.95	0.0059	0.0064	1	1.00	1.10	
工區一-植栽廊道-1	0.0477	0.95	0.95	0.0185	0.0202	1	3.16	3.47	P=1881.7mm
工區一-植栽廊道-2	0.0446	0.95	0.95	0.0173	0.0189	1	2.95	3.25	
工區一-土石攤平	0.1952	0.95	0.95	0.0748	0.0819	1	12.79	14.07	
工區一-箱涵埋設	0.0149	0.95	0.95	0.0058	0.0063	1	0.99	1.09	
滯洪增加量 ΔVd=3.56+3.17+14.18+1.10-3.47-3.25-14.07-1.09=0.13m³<5.498m³.....OK									

註:

Q1：基地內開發前 25 年頻率洪峰流量 (cms)

Q3：基地內開發後 50 年頻率洪峰流量 (cms)

滯洪增加量: 15 年平均降雨強度與原核定計畫降雨強度核算設計需求量之差異。

※工區二

經查銅鑼科學園區原核定計畫（園區四期銅鑼基地基地開發工程水土保持計畫，詳附錄三摘錄內容），本案申請基地工區二位於「旱坑」集水區流域之 c3-1 集水區範圍內，其中 c3-1 集水區面積約 74.23 公頃，依據原核定計畫表 6.3-2 及其附錄資料之 c3-1 滯洪防砂壩水理計算成果查知：c3-1 集水分區之滯洪設計需求為 $22,603\text{m}^3$ （滯洪量 $17,063\text{m}^3$ + 沉砂量 $3,340\text{m}^3$ + 中水道體積 $2,200\text{m}^3$ ），而實際設計量體則為 $23,812\text{m}^3$ ，因此 c3-1 滯洪防砂壩實際設計量體之餘裕量為 $1,209\text{m}^3$ 。

本案基地（工區二）申請計畫面積為 0.548 公頃（ $0.2497+0.2983$ ），僅約佔 c3-1 滯洪防砂壩集水區面積（約 74.23 公頃）之 0.738%，因此推估本案基地（工區二）依據採集水分區面積所佔比例分配計算之可用滯洪餘裕量為 $1,209 \times 0.738\% = 8.925\text{m}^3$ 。經前揭滯洪量計算公式核算得知，本案工區二於開發前後所增加之滯洪量僅約 0.38m^3 ，仍小於本案基地（工區二）依據採集水分區面積所佔比例分配計算之可用滯洪餘裕量 8.925m^3 （詳如表 6-3），因此經檢討本案並無需再增設滯洪設施。

表 6-3 永久性滯洪設施容量計算(工區二)

集水區編號	集水分區面積(ha)	開發前之逕流係數 C1	開發後之逕流係數 C2	開發前 25 年之洪峰流量 Q1(cms)	開發後 50 年之洪峰流量 Q3(cms)	基期 tb'(hr)	推估滯洪量 VS(m³)	設計需求 量 Vd(m³)	備註
工區二-生態廊道-1	0.2611	0.95	0.95	0.0905	0.0991	1	15.41	16.95	P=2341.43mm
工區二-生態廊道-2	0.2973	0.95	0.95	0.1081	0.1184	1	18.41	20.25	
工區二-生態廊道-1	0.2611	0.95	0.95	0.0892	0.0977	1	15.25	16.78	P=1881.7mm
工區二-生態廊道-2	0.2973	0.95	0.95	0.1066	0.1167	1	18.22	20.04	
滯洪增加量 ΔVd=16.95+20.25-16.78-20.04=0.38m3<8.925m3.....OK									

註:

Q1：基地內開發前 25 年頻率洪峰流量 (cms)

Q3：基地內開發後 50 年頻率洪峰流量 (cms)

滯洪增加量: 15 年平均降雨強度與原核定計畫降雨強度核算設計需求量之差異。

6.4 植生工程

當相關工程完成回填至整地高程後，空地裸露面均採撒播植生(撒草籽)，以快速達成植生覆蓋。草籽使用百慕達草種，植生工程完成後，需即展開養護，務使植物於短期內達到覆蓋該地區之效果，以防止雨水大量沖刷，以收水土保持之效，有關草籽草坪的播種和養護方法請詳以下說明：

- (1) 選擇優良種籽，不得含有雜質，播種前應做發芽試驗和催芽處理，確定合理的播種量。
- (2) 播種時應先澆水浸地，保持土壤濕潤，稍幹後將表層土耙細耙平，進行撒播，均勻覆土 0.30 至 0.50 公分後輕壓，然後噴水。
- (3) 播種後應及時噴水，水點宜細密均勻，浸透土層 8 至 10 公分，除降雨天氣，噴水不得間斷。亦可用草簾覆蓋保持濕度，至發芽時撤除。
- (4) 由於成坪後不可能再次在土壤根區大量施肥，而土壤的質地與肥力好壞直接影響到草坪草的根系生長與發育，從而又影響到建成草坪的品質與壽命。因此在建坪前應施入足夠的有機肥，保證草坪的正常生長和長效性。有機肥必須是經過充分沤熟的糞肥以防止將雜草種子和病蟲源帶入土壤，每平方公尺有機肥的用量為 10 公斤，使肥料與土壤充分混勻。

注意事項

- (1) 控制種子的密度。
- (2) 肥料要埋到土層裡面。先施肥與泥土拌勻，然後覆上一層薄土，以避免沾到種子。

(3) 播種之前，結合施肥將泥土與肥料拌勻；大塊的泥土用鏟敲碎；泥土鬆翻至蠶豆大小的均勻顆粒。種子播下後，要覆上很薄的一層細土。

(4) 用花灑噴管灑水，禁止用水管直接灌水，以免將種子沖出土面，嚴重影響發芽率。需等到種子發芽，草葉已經長出，根部已經牢固的紮入土層，才能用較大的水流澆水。

(5) 泥土要保持濕潤，不要乾燥脫水，否則，發芽的種子，很容易被曬死。

(6) 暴雨來臨前，當種子還未發芽或者剛發芽，要採取適當遮雨措施，否則，在大雨沖刷下會造成嚴重損失。

6.5 工程項目及數量

本水土保持計畫之工程項目及數量統計詳表 6-3 所示。

表 6-3 水土保持工程項目及數量統計表

項次	項目及說明	單位	數量	構造	備註
1	灑草籽	m ²	9,152		