

110 線 32k+700 納莉颱風災害崩坍修復工程 - 生態工法簡介

*王韻瑾

前 言

本工程位於台北縣三峽鎮 110 線 32k+700，原路段邊坡種植檳榔，八十九年十月象神颱風侵襲，導致山坡地滑動坍塌，經施作重力式擋土牆並加設鋼軌防落石柵欄修復，於九十年三月完工。九十年九月再遭納莉颱風侵襲，坡面再度坍塌擋土牆毀損。為有效整治坍塌邊坡，考量加勁擋土牆具有適合自然生態工法、外表可植生綠化、節省天然材料及消化剩餘土石方、配合生態環保、施工簡易快速、可延長使用及服務年限等優點（註 1），遂採景觀加勁噴植植生擋土牆及複合式加勁格網毯邊坡植生之生態工法辦理修復。

一、施工概述

設計單位：山河工程顧問有限公司	承包廠商：十億營造股份有限公司
工程地點：台北縣三峽鎮	工程總價：11,852,000 元
施工總長：72 公尺	工程期限：八十日曆天
開工日期：91 年 6 月 15 日	預定完工日期：91 年 9 月 2 日
實際完工日期：91 年 8 月 20 日（提前十三天完工）	

主要工程項目及數量

項次	工程項目	單位	數量	備註
1	基礎挖方	M ³	2515	
2	基礎挖軟石	M ³	1078	
3	回填	M ³	3258	
4	土石方遠運	M ³	335	
5	景觀加勁噴植植生擋土牆	M	72	
6	複合式加勁格網毯邊坡植生	M ²	7090	
7	鋪設圓型式排水速排籠	M	2570	

*公路總局第一區養護工程處中和工務段副工程司兼副段長

二、施工材料介紹（註 2）

2.1 加勁格網材料（表 2.1）

加勁格網應採用外型呈格網之加勁材，材質為高密度聚乙烯（HDPE）、聚脂纖維、聚丙烯等，其製程中，需添加日光安定劑於纖維主體中或被覆層添加抗氧化劑或碳黑，以防止日光照射而老化刺穿。為確保加勁擋土牆整體穩定性，則可採用縱、緯雙向同樣強度之格網材料。

表 2.1 加勁格網材料規範

項 目	內 容	檢 驗 標 準
縱向極限強度 (KN/M)	150	ASTM D4595 或 GRI-GG1
緯向極限強度 (KN/M)	150	ASTM D4595 或 GRI-GG1
格網材質	聚酯 PET 並外覆 添加碳黑之 PVC	
網目尺寸	2CM × 2CM 以上	游標尺
結點強度	符合 AASHTO	TASK Force27
生產廠商品質認證標準	ISO 9000 系列	
確保加勁擋土牆整體穩定性、故採用縱、緯雙向同樣強度之格網材料。		

2.2 規則型植生網毯

1. 網毯材料規範：

- (1) 材質：聚醯胺（Polyamide）之尼龍 6 號纖維。
- (2) 顏色：經添加碳黑之抗紫外線穩定劑處理，顏色為黑色。
- (3) 構造：以聚醯胺之尼龍（6 號）單纖交織融結，機械生產製造，其底部需呈平面狀，上部呈金字塔型三度立體網狀結構。網目與網目之間，正視為菱形相接，側視則排列整齊，為規則狀。
- (4) 搭接上層網毯鋪設時，要與下層完全密合，突出與突出之三度立體網狀結構須對準，不得產生擠壓現象，使網毯線條壓扁，而不能達到三度立體網狀結構效果。
- (5) 厚度：2cm 以上。
- (6) 網目大小：3.0cm×3.0cm 以上呈菱形狀。
- (7) 凸出網毯與網毯之間須等高，間距 3cm 以上。

2. 網毯材料規範及試驗方法（表 2.2）：

表 2.2 網毯材料規範及試驗方法

項 目	內 容		試 驗 方 法	備 註
1 單位重量 (g/M ²)	550 以上		天平秤重換算	樣品尺寸 1M × 1.3M
2 融點 ()	220 以上		熱力分析儀測試	
3 抗拉強度 (N/m)	縱向	1300 以上	GRI - GG1	條式法： 拉速 200mm/min
	橫向	930 以上		
4 最大伸長率 (%)	縱向	60 以上	GRI - GG1	
	橫向	45 以上		

2.3 複合式加勁植生格網毯：

1. 加勁複合式格網毯：

- (1)構造：係以加勁格網做底材，並於格網外部，以聚醯胺之尼龍（6號）單纖交織融結，機械生產製造，完全複合，一體成型，其底部需呈平面狀，上部呈三度立體網狀結構。
- (2)網毯須完全包裹加勁格網，網毯線條經機器生產熔結時，與加勁格網完全複合，一體成型，網毯之線條應上下左右完全包裹加勁格網形成一體。
- (3)加勁格網與網毯之結合須依上述機械熔結而成，不可使用粘膠或其他方式成型。

2. 加勁格網材料規範：

- (1)材質：聚酯（PET）纖維束外覆 PVC 保護膜加工而成之加勁材。
- (2)縱向抗拉力強度：大於 60KN/M，檢驗規範（GRI-GG1 或 ASTM 4595）。
- (3)橫向抗拉力強度：大於 60KN/M，檢驗規範（GRI-GG1 或 ASTM 4595）。
- (4)縱橫向斷裂極限延伸率：小於 15%以下，檢驗規範（GRI-GG1 或 ASTM 4595）。
- (5)網目大小：2.0cmx2.0cm 以上。

3. 網毯材料規範：

- (1)材質：聚醯胺（Polyamide）之尼龍 6 號纖維。
- (2)顏色：經添加碳黑之抗紫外線穩定劑處理，顏色為黑色。
- (3)厚度：2cm 以上。
- (4)凸出網毯之熔點：215 以上（熱力分析儀測試）。

2.4 速排龍：

1. 材料規格（表 2.3）：

表 2.3 速排龍材料規格

型 式	本工程採用	規 格	長 度
圓型式		80mm（實心）	200cm 以上
		125mm（空心）	200cm 以上
	~	150mm（空心）	200cm 以上
扁型式		20cm（寬）x 3cm（厚）	200cm 以上
		30cm（寬）x 5cm（厚）	200cm 以上
	~	50cm（寬）x 5cm（厚）	200cm 以上

2. 材質及特性：

材質為熱塑性聚丙烯（P.P），密度為 0.9g/cm²，平均孔隙率 90 % 以上，並具有下列特性：

- (1)高開孔率

- (2)高抗壓強度
- (3)透排水量大
- (4)施工輕便
- (5)高耐酸鹼度

3. 各型式速排龍材料規範 (表 2.4) :

表 2.4 速排龍材料規範及檢驗方法

項目	測試項目	圓型式 A	圓型 B	圓型式 C	扁型式 A	扁型式 B	檢驗方法	
1	透水係數	21.5cm/sec	23.4cm/sec	24.5cm/sec	14.07cm/sec	23.24cm/sec	CNS10460 I3201	
2	直徑或厚度	80mm	125mm	150mm	30.00mm	50.00mm		
3	抗壓破壞強度	6160kgf/m	6487kgf/m	6670 kgf/m	48000 kgf/m	35000 kgf/m	CNS 10044 A3180	
4	扁平率 (kgf)				抗壓率(kgf/m) ²			ASTM D2412
	2%	69	61	56	10%	4000	2500	
	3%	107	87	77	20%	7000	5200	
	4%	143	114	99	30%	8800	7000	
	5%	175	135	114	40%	10500	8000	
	10%	309	251	219	50%	12700	9200	
5	抗化學性 30 天重量變化 (%)							CNS 10044 A3180
	碳酸鈉	0.013	0.012	0.011	0.011	0.012		
	碳酸鈉	0.012	0.012	0.012	0.012	0.011		
	硫酸	0.020	0.002	0.020	0.020	0.021		

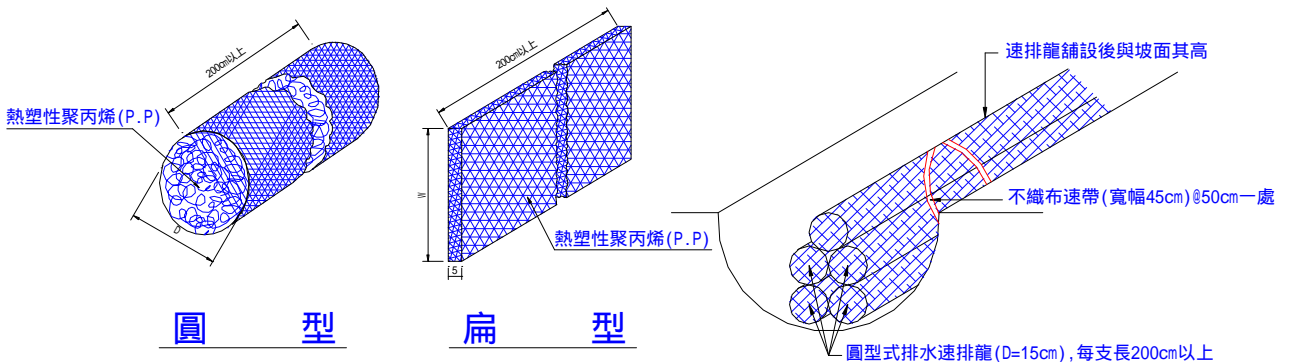


圖 2.1 速排龍示意圖

3. 以模板支撐架工法(圖 3.2)施設加勁格網擋土牆

包括鋪設加勁格網及模板架設預留格網回包、鋪設規則型植生網毯、回填沃土及夯實、鋪設夯實土料等。

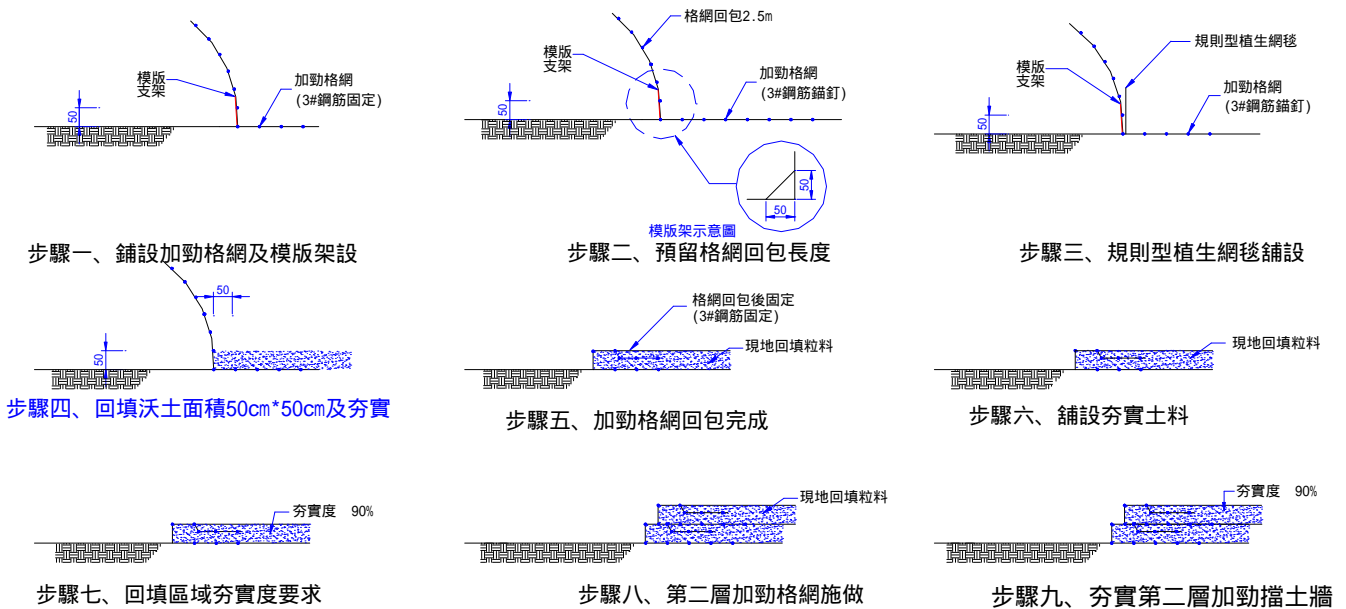


圖 3.2 擋土牆加勁格網施工步驟示意圖
(模板支撐架工法)

施工須注意：

- (1) 格網搭接時，其疊接至少 10cm，格網轉角及末端回包，其回包長度為 2.5m (圖 3.3 及 3.4)，格網回包後，應與上層加勁格網以結合桿結合，或埋入一定深度，並利用適當方式拉緊固定，使回包處之格網平整美觀。
- (2) 每層鬆土填高厚度不得超過 30 公分，回填粒料應撒佈均勻，並採階段式沿面板方向，由外向內分層整平、夯實、每層夯實完成後，應依據 ASSHTO T180 規定進行試驗，其最大乾密度在 90% 以上。
- (3) 鋪設整平與夯實回填料時，不可損害加勁材料與牆面，施工機具或車輛嚴禁直接輾壓加勁材料。
- (4) 每日收工前，應推平表面之填土，夯實表層，並安排臨時排水路徑，可鋪設防水布，以減少降雨時表面逕流入滲，於次日施工時，再行刮鬆回填料之表面。
- (5) 施工中或施工後，於結構本體或表面不得產生積水現象。
- (6) 施工期間應定檢查有無如：沉陷量、牆面或坡面有無水平位移、排水設施、金屬材料之腐蝕或回填料之裂縫 等。

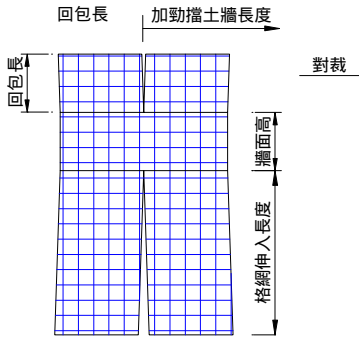


圖3.3格網轉角及末端回包示意圖

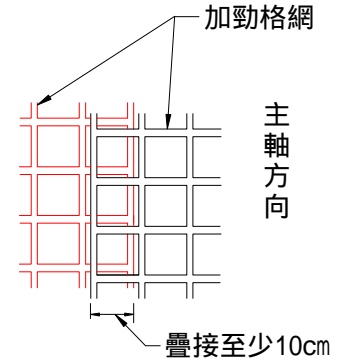
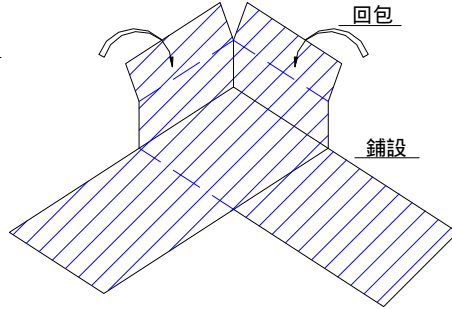


圖3.4格網搭接詳圖

3.2 排水速排龍

分為圓型速排龍施工及扁型速排龍施工（圖 3.5 及 3.6），於加勁噴植植生擋土牆背牆排放扁型式排水速排龍，並於加勁擋土牆之第一層及第六層底部排放圓型式排水速排龍（施工時須注意以不織布來包覆）。

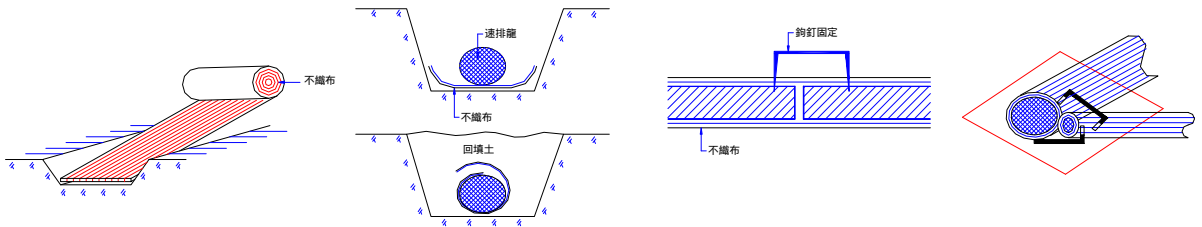


圖3.5圓型速排龍基本施工法

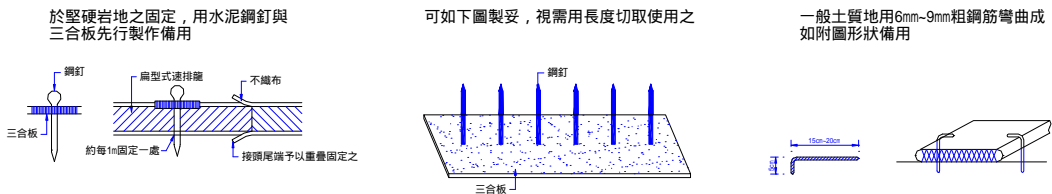


圖3.6扁型速排龍基本施工法

3.3 複合式加勁植生格網毯施工

包括：

1. 依現場狀況整地,須注意將枯枝、石頭等雜物去除。
2. 於坡頂約 1M 處鋪設複合式加勁植生格網毯，搭接不得小於 10cm，並於每平方公尺以#3 鋼筋固定一點。

3. 景觀噴植植生，灑水養生。
 設計及施工詳圖 3.7、3.8、3.9。

3.4 坡面植生綠美化

景觀噴植植生採用混合花種及草種施作方式，並添加有機及化學肥料、粘著劑、純正土壤改良劑等，必須完全覆蓋網毯，噴植草種為百慕達、類地毯、律柏、塞芻豆（每平方公尺用量 0.02kg），噴植花種包括大波斯菊、霍香薷、紫繁縷、金盞花、雞冠花、翠菊、矢車菊、桂竹香、醉蝶花 等（每平方公尺為 0.003kg），其噴植厚度為 3 公分。

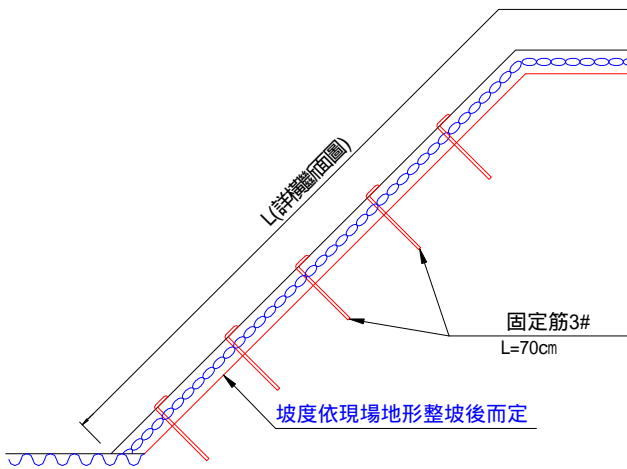


圖3.7複合式加勁植生格網毯標準圖

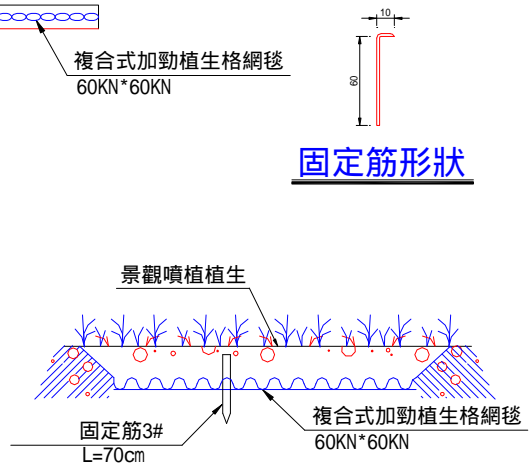
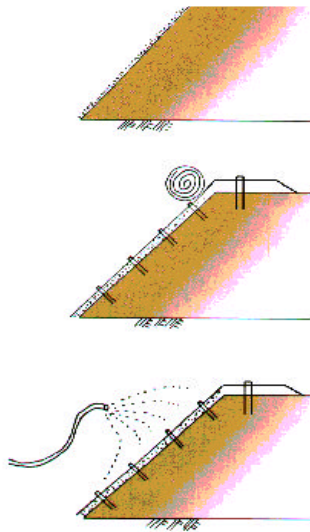


圖3.8複合式加勁植生格網毯剖面圖



依現場狀況整地，須注意將枯枝、石頭等雜物去除

於坡頂約 1M 處鋪設複合式加勁植生格網毯，搭接不得小於 10cm，並於每平方公尺以#3 鋼筋固定一點

景觀噴植植生，灑水養生

圖 3.9 複合式加勁植生格網毯施工圖

四、結 語

加勁格網擋土牆施工，利用聚合物原料加勁工程製造成網狀的地工格網，於施工時隨著回填土的鋪填夯壓，地工格網分層回包鋪設，並利用地工格網回包及張拉錨定的方式，循序施工，經由本身結構之柔性，來穩定擋土牆，並於擋土牆排放排水設施，增加結構物之疏水性，來避免基礎土壤可能因不均勻沉陷或排水不良等影響減至最少，並儘量利用挖填平衡式施工，減少資源土石方之運棄，並於加勁擋土牆及複合式加勁格網毯，以噴植生等來改善質防止邊坡滑動坍塌並達到綠美化功能。

由於地工格網廣泛應用於加勁擋土結構，除作為加勁功能同時為裹覆土壤，可避免土壤流失，而加勁擋土牆之施工步驟簡單、快速，不需要重型機具即可施工；惟各項工法的選擇仍需考量當地地質、地形、水文、植生狀況、生態環境需求（如特定物種培育、保護）、材料取得等當地因素，期望藉此生態工法施工，作為未來考量綠營建及生態工法之思維模式並尊重環境的生態規劃。

五、參考資料

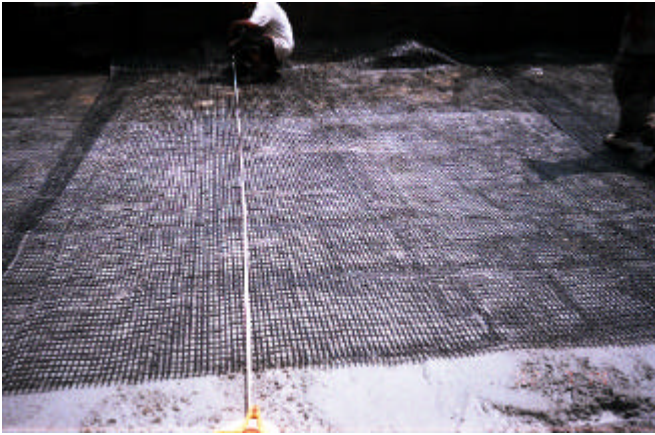
1. 註 1：公路總局九十一年五月二十一日李博士維峰主講『加勁土壤於公路工程之應用』
2. 註 2：山河工程顧問公司規劃設計『110 線 32k+700 納莉颱風災害崩場地修復工程』之預算書及設計圖



施工前照片



基礎開挖



第一層加勁格網鋪設



第二層加勁格網回包



圓型式排水速排龍鋪設



扁型式排水速排龍鋪設



複合式加勁格網毯



噴植草種植生



完工後植生情形 91.12



完工後植生情形 91.12



完工後植生情形 92.01



完工後植生情形 92.05



完工後植生情形 92.05



完工後植生情形 92.05