

人工林作業道設計及施工原則

一、定義

人工林作業道係以營造健康的森林為目的，專供林業機械車輛運行，為降低林木經營成本而開設。

二、基本原則

- (一)作業道有別於道路系統，並未考慮車行速度之安全規格，主要係配合林業機械車輛之運行，朝向開設及維護成本低，且不易損壞的設施加以規劃設置。
- (二)作業道應選擇於穩定的地點開設，考量造林地現場地質、地形等條件及使用林業機械車輛種類，採最小限度的挖土、填土，力求挖填平衡，並儘可能利用現地自然資材完成。

三、設計規範

- (一)最大寬度：以 2.5 公尺為原則，倘地質及地形條件良好，則可放寬至 3 公尺。
- (二)平曲線最小半徑：以 6.5 公尺為原則。
- (三)最大縱坡：以 30%為限，其在 20~30%坡段長度不得超過 30 公尺為原則。
- (四)倘因造林地現場條件、伐採作業方式、所使用林業機械車輛及搬出木材的長度等狀況，無法依上述規範設計時，應評估開設作業道對林地水土保持的影響，並考量通行安全，依林道相關規定審慎辦理。

四、注意事項

(一)選線

1. 作業道開設前可藉由等高線地形圖與航照圖等圖資判讀，將危險及安全區域，預先以顏色標定後，再決定作業道經過的範圍，最後以現地踏勘來決定路線。
2. 路網是為了更有效率的作業道系統而設置，可依據造林地的經營型態做彈性的選擇，並依施業的優先順序，進行相對應之規劃設置，但於不安定的地質及地形，路網是否有其危險性須慎重考量。
3. 線形

- (1)作業道幹線是主要的搬出路徑，為能取得到鄰近林道或土場之最短距離，通常在安定的稜線部分描繪出 S 形，並審慎配置迴頭彎。支線則為主要的集材路徑，可從幹線迴頭彎的外側依等高線來配置。
- (2)須考量伐採等施業計畫之區域，路線形狀是否相互連結、是否為有效率的線形、預定的林業機械車輛之運行是否會有障礙。
- (3)路線形狀須考量等高線分布及降低挖填坡面高度，儘可能以少設置路側構造物之路線為宜。
- (4)作業道開設為現地主義，實際施工時若有崩塌之可能性，必須立即修正路線形狀。

4. 縱坡

- (1)作業道的縱斷坡度與中心線的路線形狀一樣，必須重視挖填高度、控制挖填土量，並防止災害發生。
- (2)必須考量縱斷坡度及挖土、填土，不要有須剩餘土方處理之作業道開設。
- (3)不要讓固定的縱斷面坡度持續太長，途中可製作逆向坡。
- (4)為了車輛能安全行駛，陡坡的前後須適度設置緩坡區間，尤其應特別注意車輛下坡行駛是否安全。

5. 迴頭彎

- (1)作業道從坡面的下端到上端相通的主幹線，在陡坡面常設迴頭彎，選取迴頭彎的位置至為重要。迴頭彎通常為另一支線之起點。
- (2)稜線或凸型地形之坡面，因坡度較小及地質較山坡坡面安定，地表逕流不易集中，通常為迴頭彎設置之適當地點。
- (3)通常設置迴頭彎的地點為安定形狀之圓形稜線，且為 5%左右傾斜的外低路體(彎曲路段外側較內側低)，可有效發揮排水功能。
- (4)迴頭彎的最小轉彎半徑係以 2 噸卡車能輕易迴轉的半徑 6.5 公尺來設計，坡度控制在 20%以下。

6. 考量終點位置是否能確保車輛迴轉，沿線是否須要加寬及施設避車道等。

(二)材料

1. 儘可能應用障礙木及石礫等現地自然的資材，以降低作業道開設成本。

2. 開設時所掘取的小徑木根株，可供為填土部分的補強材料。
3. 闊葉樹的根株可萌芽更新，對填土的強化及邊坡綠化皆有幫助。
4. 伐採枝條鋪壓在路面上，可防止沖蝕，對林業機械車輛行走，亦具有安定的效果。

(三)路面

1. 作業道路面原則上不施做混凝土或瀝青混凝土路面，必要時得鋪設碎石級配。
2. 路基的強度不穩定時，可在土中放入石礫，或將原木放入土中掩埋，藉以增加路面強度。
3. 為路面沖蝕防止及保護等目的，可將枝條鋪壓在路面上，對林業機械行走，具有安定的效果。
4. 填土坡面接近計畫填土高度時，須再考量計畫坡度、路幅進行調整，同時進行挖土坡面的整形及路面整理。
5. 路面形成後，使用履帶機械車輛進行路面的輾壓，履帶做不到的地方，可以挖土機鏟斗輾壓。
6. 路體要能開設強固，路肩的安定化不可或缺，木製構造物為快速有效地短期安定工法，對路肩部分的補強亦為優良之工法。

(四)排水

1. 開設作業道配合自然地形之波浪型路線形狀（凹凸路線形狀），可以讓路面分散排水。
2. 無常流水之小谷地，因容易聚集水流，須抬高路面。稜線處及有常流水之水際處，也須將路面稍為抬高。
3. 縱斷為陡坡時，路面水流的流勢會增加，而容易發生淘刷沖蝕，橫斷坡面須用心處理，做好適當排水對策。
4. 稜線處有湧水或常有逕流水時，可設計路面外側下傾，讓斜坡前後之排水可安全流下。
5. 整條路線在數公尺到數十公尺之間隔區內，利用地形的變化，就地分散排水。
6. 活用障礙木等簡易的材料，在與橫斷方向相對，埋入原木，設置橫向排水，埋入方向不與作業道垂直，而採 30 度左右斜向，讓水流容易流向下坡。另在水流末端，堆放現地伐取的根株或碎石，以防止淘刷

產生。

7. 谷地之排水，不使用鋼筋混凝土管，而利用原木及石礫之過水路面工法，過水路面使用現場的石礫時，石礫與土壤須緊實固定。
8. 作業道排水將障礙木做最大利用，即使破損，也容易利用現地材料重做。

(五) 邊坡

1. 坡面**坡度**愈大，挖土量、填土量會愈多，不僅土方量會增加，而且必須做填土路面及路肩的保護，從成本面及保全面考量，儘可能在緩坡面開設，使開設的效率提高，並降低成本。
2. 上下邊坡不**設置**混凝土構造物，以現地產生原木及挖除根系等**自然資材加強處理**。

3. 上邊坡

- (1) 挖土坡面高度從伐開寬幅及掘削土砂量的抑制等考量，原則在 1.4 公尺以下，並以降水不會直接打到坡面的直切為原則，但谷地流路之堆積土則為 0.7 公尺以下，有霜崩及軟弱土質處，施行原木擋土工法。
- (2) 若碰到邊坡坡度 33 度以上或垂直開挖高度大於 1.4 公尺時，則使用原木擋土工法，亦即利用疏伐下來或開路伐開之原木對上邊坡進行保護。
- (3) 可保留挖方上邊坡之穩定立木，期待根系緊縛力來安定坡面，儘可能加以留存。

4. 下邊坡

- (1) 填土的基礎部分掘削及鋪平，可防止填土滑落。填土基礎部分以下的坡面，也須考量坡度及土質，抑止填土的崩壞發生。
- (2) 填土基礎有關之障礙木，可從地表起 30 公分左右高度處伐採。
- (3) 若碰到邊坡**坡度** 39 度以上則使用原木擋土工法，亦即利用疏伐材或開路伐開之原木對下邊坡進行保護。
- (4) 開設時所掘取的小徑木根株，可供為填土部分的補強材料，伐採根株設置於填土處，可提高填土的高度，設置於填土基礎部分時，可強化基礎，闊葉樹的小伐根株也可萌芽更新，對填土的強化及綠化皆有幫助。

5. 實施坡面的綠化工程，坡面綠化為長期性安定工法。
6. 完成之作業道經由半年後將會慢慢自然綠化至有植生的狀態，以綠化方式來強化邊坡的穩定，形成安定的路網。
7. 障礙木伐倒時產生的樹幹及枝條，可以放置在填土基礎部分的下側，做為防止土砂流出等利用。

(六) 施工

1. 作業道施工使用之小型土木工程機械，可以挖掘的岩石粒徑較小，遇較大的岩塊儘可能迴避。挖掘時產生的石塊，可做為路肩補強用，亦可做為路盤材料。
2. 填土與地面的接合部份，除須將有機物與表土除去外，應注意填土與地面的密著良好。
3. 障礙木的根基部伐除木材不能棄置於林內，路體開設時，可作為路面擋土材料加以活用，防止粗大垃圾產生。
4. 開設作業道之具體作法為半挖半填，做到鄰接地挖土、填土量的平衡，希望儘量減少土砂搬運及棄土產生。
5. 施工須極力避開雨季，降雨時及降雨剛過不宜進行開設作業。
6. 原則上填土每一層為 30 公分左右，並反覆填高、充分碾壓後再往上堆積，確實完成緊固壓實。
7. 填土材料以利用所挖取土壤為主。表土部分因有很多有機質及種子之故，在填土外側(路面側)加以配置為宜，藉以期待填土坡面儘速綠化。
8. 土砂掘削時，儘可能將表土部分及表土以外的土砂加以區分。
9. 原木擋土工法：基礎部的形成，碾壓、設置橫木，並以錨釘固定，將掘削土壤回填。再設置縱向原木，間隔為 1 公尺左右，進行回填，可將期待會萌芽的小型伐採根株，放置於填土側。進而再設置橫木，並以錨釘固定，到預定計畫高度前，一再反覆的施工。原木組合時，以鏈鋸在兩根原木相接處做個切口，較容易組裝。為路肩部分的補強及抑制路盤土砂移動，可從路盤起稍為高出一些的位置設置橫木。
10. 障礙木邊做邊伐開，避免因路線可能變更而造成先前之伐木浪費，以最低限伐開為原則。

(七) 維護與管理

1. 作業道開設完成後，應定期及不定期進行巡檢，並做必要維護及修整

- 工作，避免發生損壞，以充分發揮作業道的功能。
2. 檢查排水是否已適切的處理，可於降雨後立即巡視，以確認排水對策有無不妥當之處。
 3. 林業機械車輛使用造成路面輪跡，會使雨水滯留，成為通行的障礙，必須實施必要的修補。
 4. 為林業作業機械車輛設計之作業道，不適通行一般車輛，故應禁止其他車輛進入作業道，以防止事故發生。
 5. 於造林或伐木作業完成後，所施行之作業道應即封閉，並完成植生復育。

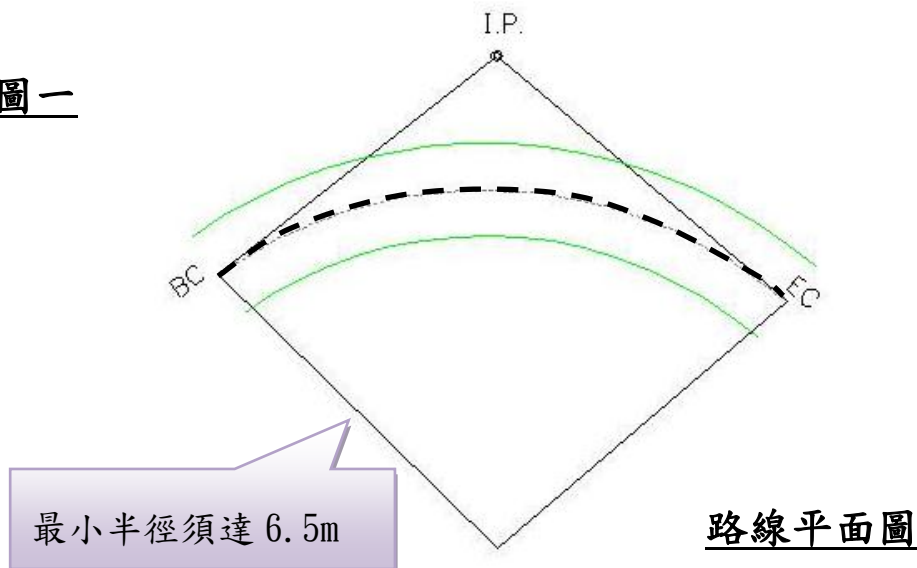
五、其他事項

- (一) 作業道之設施，應符合森林法第九條第二項「地質穩定、無礙國土保安及林業經營」規定，且對林政、保林無影響。
- (二) 作業道應依水土保持計畫審核監督辦法之規定，依開設規模擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書，送請水土保持主管機關審查核可後，始得申報開工。

六、參考圖例

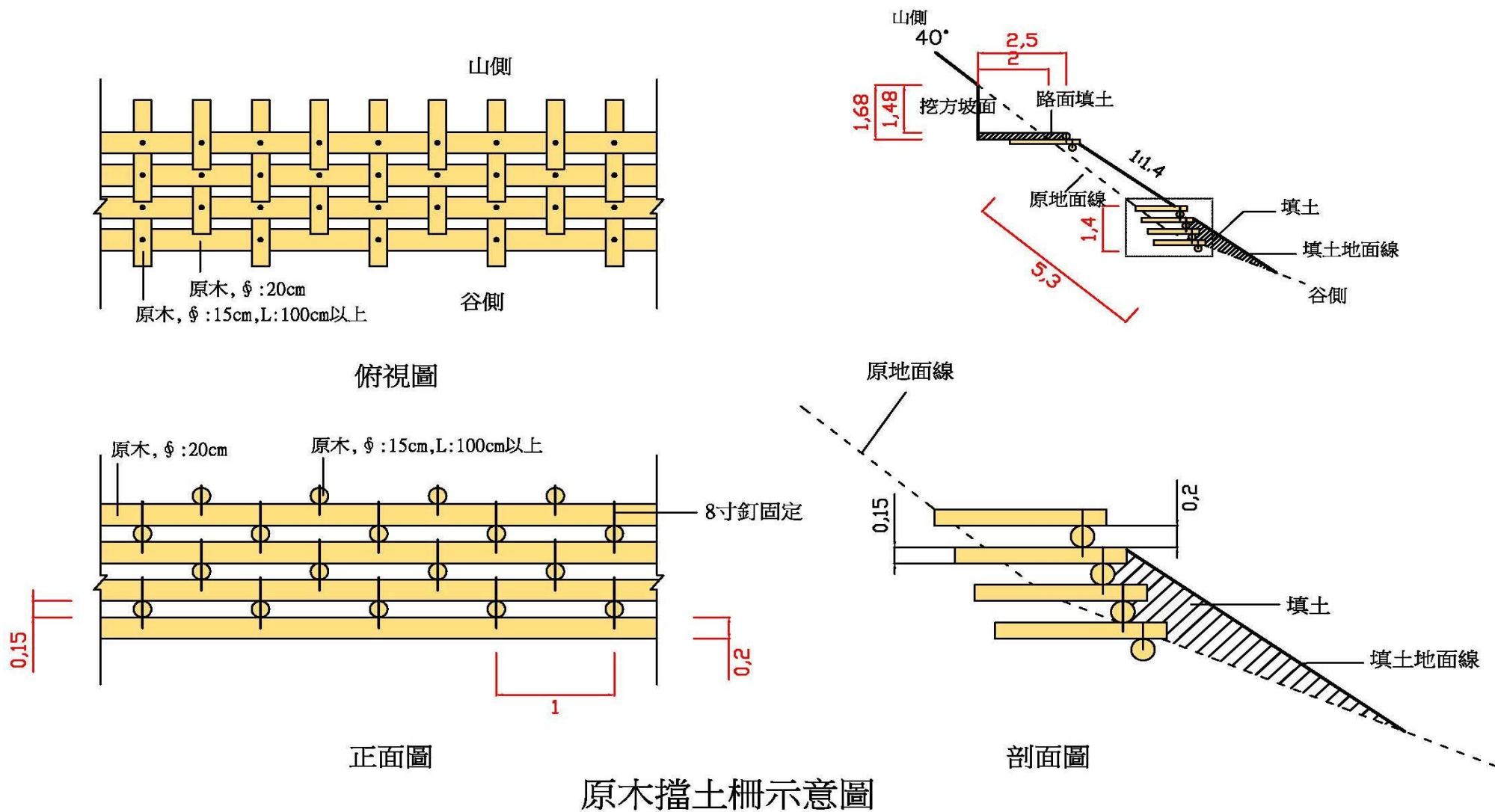
- (一) 路線平面圖 (如附圖一)
- (二) 原木擋土工法示意圖 (如附圖二)
- (三) 人工林作業道路面處理示意圖 (如附圖三)

附圖一



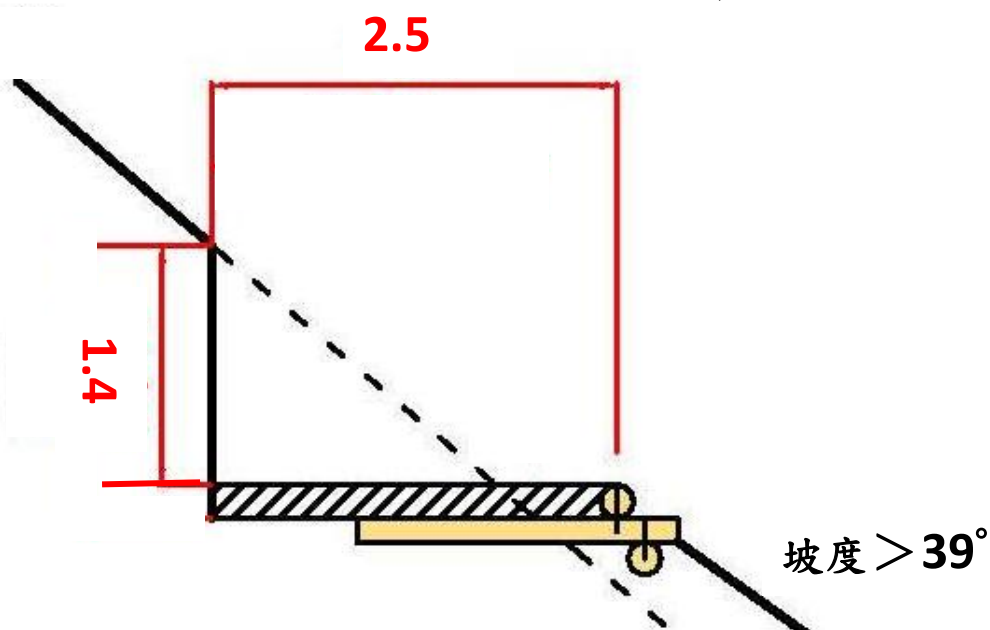
附圖二

單位:公尺(m)



附圖三

單位：公尺 (m)



人工林作業道路面處理示意圖

七、參考資料

- (一)造林地作業道之規劃研究(103年1月)
- (二)林道設計規範
- (三)水土保持手冊(參考園內道規定)
- (四)租地造林作業道設置規範及審核注意事項
- (五)申請農業用地作農業設施容許使用審查辦法(參考林業經營設施)