

# 森林土木工程等使用木材材料綱要（草案）

## 目 次

<b>1. 通則</b> .....	<b>3</b>
1.1 本綱要之目的.....	3
1.2 適用範圍.....	3
1.2.1 森林土木工程用材.....	3
1.2.2 本局建築物及森林育樂設施用材.....	3
1.2.3 建築物室內裝修用材.....	3
1.2.4 家具用材.....	3
<b>2. 材料</b> .....	<b>3</b>
2.1 木材.....	3
2.2 竹材.....	4
<b>3. 材料施作注意事項</b> .....	<b>4</b>
3.1 森林土木工程用材.....	4
3.1.1 土木工程及設施所使用木竹材之強度性能要求.....	5
3.1.2 本綱要所使用木材基準強度值，容許應力值均以含水率 12% 為基準值.....	7
3.1.3 土木工程及設施所使用木竹材之含水率為 18% 以下.....	7
3.1.4 土木工程及設施依使用場合所使用之木竹材形狀及尺度。.....	8
3.1.5 土木工程及設施之木材尺度測定與尺度許可差。.....	9
3.1.6 土木工程及設施所使用之木材應進行防腐處理。.....	11
3.1.7 土木工程及設施所使用木材之檢驗.....	13
3.2 木構造建築及涼亭之用材.....	15
3.2.1 木構造建築及涼亭所使用木竹材之強度性能要求.....	15
3.2.2 木構造建築及涼亭等設施使用結構材之含水率應在 15% 以下.....	18
3.2.3 木構造建築及涼亭等設施使用結構材之形狀及尺度.....	20
3.2.4 木構造建築及涼亭等設施使用結構材應進行防腐處理.....	21

3.2.5	木構造建築及涼亭等設施使用結構材應符合防火規定.....	21
3.2.6	木構造建築物設計及施工技術.....	22
3.3	建築物室內裝修用材 .....	22
3.3.1	室內裝修用材含水率應在 15%以下；家具用材含水率應在 13%以下.....	22
3.3.2	室內裝修所使用之木竹材形狀及尺度.....	22
3.3.3	室內裝修所使用之木竹材應進行防腐處理.....	23
3.3.4	室內裝修所使用之木竹材應進行耐燃處理.....	23
<b>4.</b>	<b>維護管理 .....</b>	<b>23</b>
4.1	維護管理之必要性 .....	23
4.2	檢查項目 .....	24
4.3	檢查方法 .....	24
4.4	修復、交換 .....	25
<b>5.</b>	<b>參考案例 .....</b>	<b>26</b>
5.1	木格框擋土牆 .....	26
5.1.1	施工.....	27
5.2	木格框節制壩.....	28
5.2.1	施工.....	29
5.3	木製步道.....	31
5.4	木磚 .....	32

## 1. 通則

### 1.1 本綱要之目的

說明適用於行政院農業委員會林務局（以下簡稱本局）及各林區管理處管轄內，有關森林土木工程、森林育樂設施、建築物等之建造及建築物室內外裝修、家具之製造等，應使用國產木竹材之要求條件、材料施作注意事項等相關規定。

### 1.2 適用範圍

#### 1.2.1 森林土木工程用材

包含本局各林區道路之擋土牆、柵欄、步道、溪流之節制壩等土木工程。

#### 1.2.2 本局建築物及森林育樂設施用材

包含本局各林區內之木構造建築及涼亭等用材。

#### 1.2.3 建築物室內裝修用材

包含門扇、門框、門檻、門楣、窗台、窗框、地板、牆壁板、天花板、線條等

#### 1.2.4 家具用材

本局及森林遊樂區建築物室內所需各式家具製造。

## 2. 材料

### 2.1 木材

本綱要所使用之木材應為國內人工林疏伐及主伐木之扁柏、紅檜、巒大杉（香杉）、柳杉、杉木、臺灣杉、臺灣二葉松、相思樹、欖木、光蠟樹、

大葉桃花心木、小葉桃花心木、樟樹、楠木類等，並通過本局推動之國產木竹材產銷履歷農產品驗證（TAP 標章），或優良農產品林產品之驗證（CAS 標章）者。

## 2.2 竹材

本綱要所使用之竹材應為國內人工林疏伐及主伐木之桂竹、麻竹、刺竹、長枝竹、綠竹及孟宗竹等，並通過本局推動之國產木竹材產銷履歷農產品驗證（TAP 標章），或優良農產品林產品之驗證（CAS 標章）者。

## 3. 材料施作注意事項

### 3.1 森林土木工程用材

本局各林區道路之擋土牆、柵欄、步道、溪流之節制壩等土木工程，其規模及設置場所，應注意到能確保適當性能或機能之維持進行計畫。惟須考量到下述之情況。

A、土木工程之規模，即使由於超過想像的原因，造成構造物發生破壞，但因其所造成的被害或影響會較小，而有必要達到一定規模時、可分成數個構造物，並對各個之規模較小者進行檢討。

B、就具有下述條件之場所，檢討可積極的採用木製構造物。

- (1) 需要衝擊緩衝效果、吸音效果等木材之特有物理及工程特性者。
- (2) 溪流環境之創造及保護等需要考量到環境之影響者。
- (3) 木材之使用可期待會引起使用者心理、生理產生良好感受者。
- (4) 土石流潛勢較低之小溪流所設置之壩工。
- (5) 土壓較小之填方工程、擋土牆工程等之木製構造物，在構材腐朽之前可能藉由植生根系穩定土方工程之情況。但在陡峭之長邊坡山腹工程計畫中，可考慮木構造與混凝土及鋼結構相互搭配的使用。
- (6) 木材設置在不易腐朽之水中或土中，可期待發揮其長期工程機

能者。

- (7) 設置在冷涼之氣候，且經常有流水之場所者。
- (8) 設置在周遭被樹木覆蓋，且日射少之場所者。
- (9) 道路之排水溝等之簡易構造物，修補容易者。
- (10) 工程用之假設防護柵，應急復舊工程之構造物等，可提供作為臨時工程設施者。

C、具有下列所述情況之場所，應避免使用木製構造物。

- (1) 木製構造物之設置有可能對於生命造成不良影響者。
- (2) 大規模之衝擊力有可能作用在木製構造物之危險情況者。
- (3) 設計上長期強度需達標準要求，且其檢查修補較為困難者。

### 3.1.1 土木工程及設施所使用木竹材之強度性能要求

土木工程結構設計用之木材長期容許應力，係以無等級材，即不進行等級區分木材之長期容許應力為依據，如表 1 所示。

表 1、木材之長期容許應力

樹種			長期容許應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )					彈性模數 (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
			抗壓	抗拉	抗彎	抗剪	壓陷	
針 葉 樹	IV 類	柳杉、杉木、臺灣杉、臺灣二葉松等	45.0	36.0	75.9	6.0	15.0	70
	II 類	相思樹、欖木、光蠟樹等	55.0	46.0	78.0	10.0	29.0	80
闊 葉 樹	III 類	大葉桃花心木、小葉桃花心木、樟樹、楠木類等	55.0	43.0	70.0	6.0	26.0	70

註 (1) 上表中之數值係參考「木構造建築物設計及施工技術規範」及「日本森林土木木製構造物施工マニュアル」(平成 24 年版)，計算無等級材常處於濕潤狀態之長期載重之容許應力。

- (2) 抗壓、抗拉、抗彎及抗剪等應力為作用在木材纖維方向之值。
- (3) 壓陷係在木材纖維之直角方向加壓時之應力值。
- (4) 短期容許應力與長期容許應力之推導係依下述(1)式及(2)式推導
- $$\text{短期容許應力} (s_f) = \text{基準強度} \times \text{變異係數} \times \text{安全率} \times \text{缺點折減係數} \alpha \quad (1)$$
- $$\text{長期容許應力} (l_f) = \text{短期容許應力} (s_f) \times \frac{1}{2} \quad (2)$$

上式中，①木材基準強度係以無缺點小試體（含水率為12%）進行試驗所求得值，並取樹種群中，數值最小者作為該樹種群之基準強度。如表2所示。②變異係數取4/5。③安全率取2/3；在抗彎、抗壓係為比例限度對於破壞強度之比；抗拉、剪斷係具有對於破壞強度之2/3之意義係數，對於破壞具有3/2的安全率。④缺點折減係數  $\alpha = K_N(\text{節}) \times k_w(\text{弧邊}) \times k_g(\text{纖維方向之傾斜})$ 。 $\alpha$  值各取上等材為抗彎（ $\alpha = 0.56$ ），抗壓（ $\alpha = 0.75$ ），剪斷（ $\alpha = 0.50$ ）。普通材為抗彎（ $\alpha = 0.45$ ），抗壓（ $\alpha = 0.62$ ），剪斷（ $\alpha = 0.50$ ）。

例：抗彎長期容許應力之推導

$$\text{上等材：} 650 \times 4/5 \times 2/3 \times 0.56 \times 0.5 = 97.1 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$97.1 \times 0.7 = 68 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$\text{普通材：} 650 \times 4/5 \times 2/3 \times 0.45 \times 0.5 = 78.0 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$78.0 \times 0.7 = 54.6 (\text{kgf/cm}^2)$$

例：抗壓長期容許應力之推導

$$\text{上等材：} 350 \times 4/5 \times 2/3 \times 0.75 \times 0.5 = 70.0 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$70.0 \times 0.7 = 49.0 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$\text{普通材：} 350 \times 4/5 \times 2/3 \times 0.62 \times 0.5 = 57.8 (\text{kgf/cm}^2)$$

$$57.8 \times 0.7 = 40.5 (\text{kgf/cm}^2)$$

表 2、木材之基準強度（含水率為 12%時）

樹種			基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )			抗彎彈性模數 MOE (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
			抗壓	抗彎	抗剪	
針 葉 樹	II 類	扁柏、紅檜、巒大 杉等	425	750	80	90
	IV 類	柳杉、杉木、臺灣 杉、臺灣二葉松等	350	650	70	70
闊 葉 樹	II 類	相思樹、檫木、光 蠟樹等	430	850	110	80
	III 類	大葉桃花心木、小 葉桃花心木、樟 樹、楠木類等	410	750	70	70

3.1.2 本綱要所使用木材基準強度值，容許應力值均以含水率 12%為基準值。當含水率改變時，其強度值、容許應力值均會變動，含水率每增減 1%，會減增百分率各為縱向抗壓強度及容許應力 6%，抗彎強度及容許應力 4%，抗拉強度 1%，剪斷強度及容許應力 3%，壓陷強度及容許應力 5.5%，彈性模數 2%。

3.1.3 土木工程及設施所使用木竹材之含水率為 18%以下

木材含水率與其強度之關係

例：柳杉圓木棒之含水率 12%之抗彎強度  $MOR_{12}$  為  $650\text{kgf/cm}^2$ ，如含水率增至 18%時，抗彎強度  $MOR_{18} = ?$

$$A: MOR_{18} = MOR_{12} [1 - (18 - 12)4\%] = 650 [1 - 0.24] = 650 \times 0.76 = 494 \text{ kgf/cm}^2$$

(1) 土木工程及設施所使用木材的含水率應在 18%，因此依前述需將含水率 12%時之值，調整成含水率 18%時之值，如表 3 所示。

表 3、含水率 18% 木材之基準強度值

樹種			基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )			抗彎彈性模數 MOE (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
			抗壓	抗彎	抗剪	
針 葉 樹	IV 類	柳杉、杉木 臺灣杉、臺灣二 葉松等	224	494	57.4	61.6
	II 類	相思樹、檫木、 光蠟樹等	275.2	646	90.2	70.4
闊 葉 樹	III 類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	262.4	570	57.4	61.6

(2) 在現場所使用之木材的強度，可由次述進行推導，即將表 3 所示值，乘上木材變異係數 4/5 所得值，如表 4 所示。而該值亦可作為檢測木材之強度值是否符合設計所需值。

表 4、木材之現場檢核強度值 (含水率 18%)

樹種			基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )			抗彎彈性模數 MOE (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
			抗壓	抗彎	抗剪	
針 葉 樹	IV 類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松等	179.2	395.2	45.9	49.3
	II 類	相思樹、檫木、 光蠟樹等	220.2	516.8	72.2	56.3
闊 葉 樹	III 類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	209.9	456.0	45.9	49.3

3.1.4 土木工程及設施依使用場合所使用之木竹材形狀及尺度。

3.1.4.1 木格框建造之擋土牆及節制壩

(1) 係將原木或山造角材以圓木棒切削機加工成圓木棒，其直徑



為 9cm 或 12cm。

- (2) 橫材長度為 200cm 或 100cm。
- (3) 控材長度為 100cm，或 150cm。並在控材長度各距兩端 10cm 處，上下側加工成 2cm 凹痕。
- (4) 擋土牆在道路較窄，節制壩寬度較窄時，其控材長度為 100cm，而寬度較寬時，控材長度為 150cm。
- (5) 其他尺度可依設計之要求

#### 3.1.4.2 木製階梯

原木或將原木加工成圓柱，階梯木材直徑為 10cm，長度 150cm，埋入地中之圓木樁，直徑 10cm，長度 70cm，入土端削成尖端長度約 10cm，埋入地中深度約 50cm。其他尺度可依設計之要求。

#### 3.1.4.3 木製步道

地板樑為 10cm×10cm(斷面)，100cm(長)，地板欄柵為 6cm(寬)×9cm(厚)×400cm(長)。地板材(面板)為 10.5cm(寬)×4cm(厚)×100cm(長)。

#### 3.1.4.4 道路或步道欄柵

原木或將原木削成圓棒，直徑 9cm，長度 150cm，底端 10cm，削成尖端，埋入地中 15cm，上端 10cm 削成 45° 傾斜面，避免下雨時，上端部位積水。其他尺度可依設計要求。

### 3.1.5 土木工程及設施之木材尺度測定與尺度許可差。

- 3.1.5.1 厚度：圓木棒及製材品於長度之兩端部位與中央部位共三處，使用精度 1mm 之 CNS7343 角尺或 CNS3860 鋼製捲尺，測定其直徑(圓木棒)及短邊(製材品)。厚度以公分(cm)為單位，單位以下止於 1 位，餘數刪除，所測定之三處平均值作為其直徑或厚度。山造角材測定最小鋸口之厚度。

- 3.1.5.2 寬度：圓木棒及製材品於長度之兩端部位與中央部位共三處，使用精度 1mm 之角尺或鋼製捲尺測定其直徑（圓木棒）及長邊（製材品）。寬度以公分（cm）為單位，單位以下止於 1 位，餘數刪除。以所測定之三處平均值作為其直徑或寬度。山造角材，測定最小鋸口之寬度。
- 3.1.5.3 長度：使用具有精度 1mm 之角尺或鋼製直尺，測定圓木棒，製材品及山造角材之兩端面的垂直距離，作為圓木棒及製材品之長度。長度以公尺（m）為單位，單位以下止於 1 位，餘數刪除。
- 3.1.5.4 木材尺度許可差如表 5 所示。

表 5、木材尺度許可差（CNS14630）

單位:mm

區分				許可差
橫斷面短邊 及長邊	施以人工乾燥處理者	整修材	未滿 75	+1.5~0
			75 以上	+2.0~0
		未整修材	未滿 75	+1.5~0
			75 以上，未滿 105	+2.0~0
			105 以上	+5.0~0
		未施以人工乾燥處理者	未滿 75	+2.0~0
	75 以上，未滿 105		+3.0~0	
	105 以上		+5.0~0	
	材長			
備考：圓棒材係以直徑替代其橫斷面長邊及短邊者。				

- 3.1.5.5 土木工程及設施所使用之圓木棒之尺度係以整修後直徑及長度表示。製材品係以整修後橫斷面邊長及長度表示。材積各以下列計算式算出

$$(1) \text{ 圓木棒：} V = d^2 \times \frac{\pi}{4} \times L \times (1/10,000)$$

V：材積（m<sup>3</sup>）；d：直徑（cm）；L：長度（m）

- (2) 製材品： $V=T \times W \times L$  (1/10,000 )  
 $V$ ：材積 ( $m^3$ )； $T$ ：厚度 (cm)； $W$ ：寬度 (cm)； $L$ ：長度 (m)
- (3) 山造角材： $V=T \times W \times L \times (1/10,000)$   
 $V$ ：材積 ( $m^3$ )； $T$ ：厚度 (cm)； $W$ ：寬度 (cm)； $L$ ：長度 (m)
- (4) 製材之厚度、寬度以公分 (cm) 為單位，單位以下止於 1 位，餘數刪除，製材長度以公尺 (m) 為單位，計至單位以下 1 位為止，餘數刪除。
- (5) 山造角材之厚度，係指最小鋸口之邊的缺口補足成方形之短邊，山造角材之寬係指方形之長邊，山造角材測定厚度、寬度時應測定最小鋸口，測定讀數止於公分，餘數刪除 (例 21.9，捨作 21 公分)，但計算材積時應換算成公尺。
- (6) 材積計算：材積以  $m^3$  為單位，計算至單位以下 3 位，餘數四捨五入，惟每根 (塊) 之材積計算至單位以下三位均為零者，則計至單位以下四位，第五位四捨五入。 $1m^3 \div 360$  才進行換算成公制單位。

### 3.1.6 土木工程及設施所使用之木材應進行防腐處理。

3.1.6.1 為延長其使用年限，可依 CNS3000 規定使用 ACQ 或 CuAz 防腐藥劑進行加壓注入處理，使防腐劑能均勻進入木材內部。

(1) 加壓注入法 (CNS3000) 係將圓木棒置入防腐處理注藥罐內，先進行前排氣，即減壓 0.08MPa 以上，所需時間依處理材而異，後注入處理液 (濃度為 8%~10%)、再加壓 0.4MPa~2.2MPa，所需時間依處理材而異，當達到預定藥劑吸收量後、再進行減壓 0.08MPa 之後排氣、再取出處理材。

(2) 加壓注入處理後，亦需要乾燥至含水率約 20% 以下，養護約一週，使藥劑能固著在木材細胞內，減低藥劑之淋洗量。

3.1.6.2 防腐劑吸收量須達 CNS3000 規定之 K4 危害分級。木材防腐劑吸

收量基準，如表 6 所示。

表 6、木材防腐處理材之危害分級，及其藥劑吸收量之適合基準

危害分級	藥劑名稱	藥劑代號	吸收量之適合基準	有效成分之最低吸收量
K3	銅烷基銨化合物	ACQ	以ACQ計，在2.6 kg/m <sup>3</sup> 以上	ACQ-1 CuO : 1.16 kg/m <sup>3</sup> ; Quat : 0.92 kg/m <sup>3</sup> ACQ-2 及 ACQ-3 CuO : 1.38 kg/m <sup>3</sup> ; Quat : 0.70 kg/m <sup>3</sup>
	銅唑化合物系	CuAz	以CuAz計，在1.7kg/m <sup>3</sup> 以上	Cu : 1.31 kg/m <sup>3</sup> ; Azole : 0.053 kg/m <sup>3</sup>

危害分級	藥劑名稱	藥劑代號	吸收量之適合基準	有效成分之最低吸收量
K4	銅烷基銨化合物	ACQ	以ACQ計，在5.2 kg/m <sup>3</sup> 以上	ACQ-1 CuO : 2.33 kg/m <sup>3</sup> ; Quat : 1.83 kg/m <sup>3</sup> ACQ-2 及 ACQ-3 CuO : 2.77 kg/m <sup>3</sup> ; Quat : 1.39 kg/m <sup>3</sup>
	銅唑化合物系	CuAz	以CuAz計，在3.3kg/m <sup>3</sup> 以上	Cu : 2.54 kg/m <sup>3</sup> ; Azole : 0.103 kg/m <sup>3</sup>

- (1) 加壓注入處理木材之品質，係藉由藥劑滲透度與吸收量作為指標。滲透度係以藥劑浸潤部分之面積（或深度）與單位面積（或深度）之比表示之。吸收量係在一定部分之單位體積之藥劑量，由化學分析求出。滲透度及吸收量之規定係依處理木材之用途，藥劑種類在 CNS3000 有規定。
- (2) 處理材之藥劑滲透度及吸收量係依 CNS14730 之規定進行取樣，自每批量處理材中，以切斷方式（自各試樣之長度近中央部位附近，保持試樣之厚度及寬度狀態）或生長錐方式（自各試樣之長度及寬度近中央部位附近，選取刺縫或割裂等缺點影響最少之部位，使用內徑為（4.3~5.2）mm 之生長錐與材面成垂直向內）再進行藥劑滲透度與吸收

量檢測、以判定是否符合要求。

- 3.1.6.3 木材供作木格框架擋土牆或節制壩等土木工程使用者，則需在其控材各距兩端約 10cm 處，在其上下均加工成 2cm 凹痕後、再進行上述防腐處理。
- 3.1.6.4 所使用之五金配件、鐵釘、螺釘、螺栓等應選用不銹鋼材質（SUS304）或熱浸鍍鋅處理者。

參考①：柳杉因其細胞壁孔閉塞率在心材為 75%，邊材為 43%，此影響防腐藥劑進入木材內部，因此其圓木棒在含水率 30% 以上，至生材狀態，即送入八面壓縮專用機械進行滾輪之壓縮加工（此稱為 O&D 工法，壓縮率 10~20%），直徑 9cm 圓木棒壓縮量達 1.8cm（即 20%），直徑 12cm 圓木棒壓縮量應達 2.4cm（即 20%），此可破壞邊材之閉塞壁孔，使藥劑能容易且均勻進入細胞壁內。壓縮加工後，即可送入防腐處理注藥罐，依 CNS3000 進行真空加壓注入處理，處理後，圓木棒回復率可達 97% 以上。

②：杉木、臺灣杉及台灣二葉松等圓木棒需進行乾燥至含水率 30% 以下、再送入防腐處理注藥罐，依 CNS3000 進行真空加壓注入處理。

### 3.1.7 土木工程及設施所使用木材之檢驗

#### 3.1.7.1 含水率試驗。

供含水率試驗之用材，從每批量用材隨機採取下述支數。試驗方法、取樣方式及合格標準依 CNS14630 規定，採用絕乾法進行。

(a) 施以人工乾燥處理者，為 5 支。

(b) 施以天然乾燥處理者，為 10 支。

惟上述試樣需進行再試驗時，取樣需加倍，即 (a) 為 10 支；(b) 為 20 支。

#### 3.1.7.2 防腐處理試驗。

供防腐處理之滲透度及吸收量之用材，依表 7 及表 8 之規定、自左欄所示，從每批量用材支數，隨機抽出右欄相對應試樣用材支數。試驗方法、取樣方式依 CNS14730 之規定，合格標準依表 6 之規定。

表 7、以切斷方式取樣支數表

每批量製材品（或原木）之支數	試樣之支數	
1,000 以下	2	進行再試驗時、採取左欄取樣支數之 2 倍試樣
1,001 以上，2,000 以下	3	
2,001 以上，3,000 以下	4	
3,001 以上，4,000 以下	5	
4,001 以上，6,000 以下	6	
6,001 以上，8,000 以下	7	
8,001 以上，10,000 以下	8	
備考：每批量超過 10,000 支時、將每批量分割成 10,000 支或 10,000 支以下。		

表 8、以生長錐方式之取樣支數

每批量製材品（或原木）之支數	試樣之支數	
1,000 以下	8	進行再試驗時、採取左欄取樣支數之 2 倍試樣
1,001 以上，2,000 以下	12	
2,001 以上，3,000 以下	16	
3,001 以上，4,000 以下	20	
4,001 以上，6,000 以下	24	
6,001 以上，8,000 以下	28	
8,001 以上，10,000 以下	32	
備考：每批量超過 10,000 支時、將每批量分割成 10,000 支或 10,000 支以下。		

### 3.1.7.3 抗彎試驗。

供抗彎試驗之試樣用材，係從每批量用材隨機採取 5 支。惟進行再試驗時，採取 10 支試樣用材。試驗方法依 CNS14630 之規定，採用中央集中載重方法進行。合格標準依表 4 之規定。

### 3.1.7.4 含水率、木材防腐滲透度及抗彎試驗，試驗結果之判定

從每批量用材所採取之試樣進行試驗時，各項之試驗結果合格之數目為總數 90% 以上時，該批量視為該項試驗合格；如未滿總數之 70% 者，該項試驗視為不合格。（如為總數之 70% 以上，未滿 90% 時，則該批量應重新採取試樣進行再試驗，再試驗之結果，合格率達該批量之 90% 以上者視為合格，否則即為不合格。）

## 3.2 木構造建築及涼亭之用材

建築物結構用材依等級區分為上等結構材及普通結構材

### A、上等結構材

所使用木材之品質，需以 CNS14630 針葉樹結構用製材所列之 1 等材，或 CNS14631 框組壁工法結構用製材所列之特級材、1 級材或結構級材為主。

### B、普通結構材

所使用木材之品質，需以 CNS14630 針葉樹結構用製材所列之 2 等材、3 等材，或 CNS14631 框組壁工法結構用製材之 2 級材、3 級材或標準級材、普通級材為主。

### 3.2.1 木構造建築及涼亭所使用木竹材之強度性能要求

(1) 木材平行纖維方向之長期容許應力：適用於柱、樑、斜撐之上等結構用及普通結構用之長期容許應力，如表 9 所示。

表 9、木材平行纖維方向之長期容許應力

樹種			長期容許應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )							
			上等結構材				普通結構材			
			抗壓	抗拉	抗彎	抗剪	抗壓	抗拉	抗彎	抗剪
針 葉 樹	II類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	85	65	110	9	70	55	90	7
	IV類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松	75	55	95	7	60	45	75	6
闊 葉 樹	II類	相思樹、欖木、 光蠟樹等	-	-	-	-	70	60	100	10
	III類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	-	-	-	-	70	50	90	6

(2) 木材垂直纖維方向之長期容許應力：適用於地檻材等橫向構材之纖維垂直方向之長期容許壓縮（壓陷）應力，如表 10，部分壓縮（壓陷）應力之調整係數，如表 11 所示。

表 10、木材垂直纖維方向之長期容許壓縮（壓陷）應力

樹種			長期容許應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
			部分壓縮（壓陷）應力	全面壓縮應力
針 葉 樹	II類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	25	9.0
	IV類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松等	20	7.5
闊 葉 樹	II類	相思樹、欖木、 光蠟樹等	35	14
	III類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	30	14



表 11、木材垂直纖維方向之長期容許部分壓縮（壓陷）應力之調整係數

樹種	容許部分壓縮（壓陷）應力之調整係數	
針葉樹	1.00	0.80
闊葉樹	1.00	0.75
應力狀態	木材中間部分之壓陷	木材端部之壓陷

(3) 木材纖維方向之彈性模數：取表 12 所示之值

表 12、木材纖維方向之彈性模數

樹種			$E_{//}$ ( $\times\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	
			普通結構材	上等結構材
針 葉 樹	II類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	90	100
	IV類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松等	70	80
闊 葉 樹	II類	相思樹、檫木、 光蠟樹等	80	90
	III類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	70	80

## (4) 木材長期容許應力之推導

依 3.1.1 節 (1) 之表 1 之註(4)的 (1) 及 (2) 式方式進行。其係以表 2 之木材基準強度值(含水率為 12%) 乘上變異係數(4/5)  $\times$  安全率 (2/3)  $\times$  缺點折減係數 $\times 1/2$  所得值。

例：針葉樹 II 類，長期容許應力（抗彎）

$$\text{上等材：} 750 \times \frac{4}{5} \times \frac{2}{3} \times 0.56 \times 0.5 = 112(\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

$$\text{普通材：} 750 \times \frac{4}{5} \times \frac{2}{3} \times 0.45 \times 0.5 = 90(\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

長期容許應力（抗壓）

$$\text{上等材：} 425 \times \frac{4}{5} \times \frac{2}{3} \times 0.75 \times 0.5 = 85(\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

$$\text{普通材：} 425 \times \frac{4}{5} \times \frac{2}{3} \times 0.62 \times 0.5 = 70(\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

## 3.2.2 木構造建築及涼亭等設施使用結構材之含水率應在 15% 以下

(1) 前述之木材長期容許應力值均為含水率 12% 所得值，須依 3.1.2 節所示含水率改變時，對木材強度之影響進行調整。

例：將結構用木材含水率 12% 之抗壓長期容許抗壓應力

$$f_{c//(12)} = 85 \text{ kgf}/\text{cm}^2, \text{ 調整為含水率 15\% 時之值。}$$

$$A : f_{c//(15)} = f_{c//(12)} [1 - (15-12) 6\%] = 85 [1 - 0.18]$$

$$= 85 \times 0.82 = 69.7 \text{ kgf/cm}^2$$

其他均依此方法進行調整至含水率 15% 時之值，如表 13 所示。

表 13、木材纖維方向之長期容許應力（含水率 15%）

樹種			長期容許應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )							
			上等結構材				普通結構材			
			抗壓	抗拉	抗彎	抗剪	抗壓	抗拉	抗彎	抗剪
針 葉 樹	II 類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	69.7	63.1	96.8	8.2	59.0	53.4	79.2	6.4
	IV 類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松等	61.5	53.4	83.6	6.4	49.2	43.7	66	5.5
闊 葉 樹	II 類	相思樹、檫木、 光蠟樹等	-	-	-	-	45.1	44.6	68.6	9.1
	III 類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	-	-	-	-	45.1	41.7	61.6	5.5

(2) 前述之木材基準強度亦須由含水率 12% 時之值，調整成含水率 15% 時之值，如表 14 所示。

表 14、木材之基準強度值（含水率為 15% 時）

樹種			基準強度值 (kgf/cm <sup>2</sup> )			
			基準強度			抗彎彈性模數 MOE (×10 <sup>3</sup> )
			抗壓	抗彎	抗剪	
針 葉 樹	II 類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	348.5	660	72.8	84.6
	IV 類	柳杉、杉木、臺灣 杉、臺灣二葉松等	287	572	63.7	65.8
闊 葉	II 類	相思樹、檫木、光 蠟樹等	352.6	748	100.1	75.2

樹	III 類	大葉桃花心木、小 葉桃花心木、樟 樹、楠木類等	336.2	660	63.7	65.8
---	----------	-------------------------------	-------	-----	------	------

(3) 現場所使用木材之強度，可由次述進行推導，即將表 14 所示值，乘上木材變異係數 4/5 所得值，如表 15 所示。而該值亦可作為檢測木材之強度值是否符合設計所需值。

表 15、現場所使用木材之強度（含水率 15%）

樹種			木材強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )					
			上等結構材			普通結構材		
			抗壓	抗彎	抗剪	抗壓	抗彎	抗剪
針 葉 樹	II 類	扁柏、紅檜、巒 大杉等	278.8	528.0	58.2	228.6	422.4	58.4
	IV 類	柳杉、杉木、臺 灣杉、臺灣二葉 松等	229.6	457.6	51.0	183.7	366.1	51.0
闊 葉 樹	II 類	相思樹、欖木、 光蠟樹等	282.0	578.4	80.1	234.1	462.7	80.1
	III 類	大葉桃花心木、 小葉桃花心木、 樟樹、楠木類等	269.0	528.0	51.0	220.6	422.4	51.0

### 3.2.3 木構造建築及涼亭等設施使用結構材之形狀及尺度

3.2.3.1 結構用材種區分為板材（橫斷面長邊較短邊大 4 倍以上者）及角材（橫斷面長邊較短邊小於 4 倍者），其尺度雖在 CNS14630 及 CNS14631 均規定有標準尺度，但國內均為客製化製品，其尺度可依建築設計而定，但其尺度許可差則須符合表 5 及或表 16 之規定。用材尺寸之量測及材積之計算方法，可依 3.1.5.5 規定。

表 16、木材尺度許可差（CNS14631）

標示尺度	許可差
厚度及寬度	± 1.5
長度	+無限制 -0

3.2.3.2 建築物結構用材類型也可採用結構用集成材(GLT)及直交集成板(CLT),其使用之集成元(鋸板),需符合本綱要之產品要求規定。

### 3.2.4 木構造建築及涼亭等設施使用結構材應進行防腐處理

3.2.4.1 原木類結構用材：使用於基礎、地檻、靠近水管周邊之用材、地板角材及內牆角材、屋簷及外牆雨淋板、窗框等易受到水分之侵害，為提高結構用材之耐久性，用材須依 CNS3000 規定進行 ACQ 或 CuAz 等防腐藥劑進行加壓注入處理，達到 K3 或 K4 危害分級之藥劑吸收量。

3.2.4.2 集成類結構用材：為提高 GLT 及 CLT 之耐久性，須將集成元依 CNS3000 規定進行 ACQ 或 CuAz 等防腐藥劑進行加壓注入處理後，再進行膠合熱壓成防腐 GLT 或 CLT。其品質均須符合 CNS11031 結構用集成材，或 CNS 直交集成板之規定。

### 3.2.5 木構造建築及涼亭等設施使用結構材應符合防火規定

3.2.5.1 原木類結構用材：須施以防火設計，柱、樑、間柱、橫撐材等所使用材，可依燃燒炭化深度設計其斷面尺寸，實木 1 小時防火時效之炭化尺寸為 60mm 以上，半小時為 30mm 以上。

3.2.5.2 集成類結構用材：須施以防火設計，GLT 可依燃燒炭化尺寸之規定、防火時效 1 小時及 30 分鐘之炭化深度各設定為 50mm 以上及 25mm 以上，而 CLT 之防火設計，可依內政部營建署公告之新材料新工法之規定。

3.2.5.3 梁柱構架系統及框組壁式系統等主要構造，在壁體、樓板及屋頂

等主構材的防火設計上，須以防火被覆用板材與填充材等被覆，使於防火時效（1 小時或 30 分鐘）內能維持壁體或樓板，或屋頂之防火性能。

### 3.2.6 木構造建築物設計及施工技術

建築物設計及施工技術應依內政部營建署公告之「木構造建築物設計及施工技術規範」之規定

## 3.3 建築物室內裝修用材

裝修用材種區分板材及角材，其品質應依 CNS15563 針葉樹裝修用製材分等或 CNS15581 闊葉樹製材分等之規定。

3.3.1 室內裝修用材含水率應在 15% 以下；家具用材含水率應在 13% 以下

3.3.2 室內裝修所使用之木竹材形狀及尺度

3.3.2.1 裝修用材區分成板材及角材，尺度雖在 CNS15563 及 CNS15581 均有標準尺度規定，但國內均以客製化製品為主，甚少有規格品，因此，其尺度可依廠商所需訂定，但需符合表 17 針葉樹材或表 18 闊葉樹材之尺度許可差規定。用材尺寸之量測及材積之計算方法，可依 3.1.5.5 規定。

表 17、針葉樹裝修用製材之尺度許可差（CNS15563）

單位：mm

區分		許可差		
橫斷面短邊及其長邊	整修材	未滿 75	+1.0	0
		75 以上	+1.5	0
	未整修材	未滿 75	+2.0	0
		75 以上	+3.0	0
	未乾燥材		+不限制	0
材長		+不限制	0	

表 18、闊葉樹裝修用製材之尺度許可差 (CNS15581)

區分	許可差	
橫斷面短邊及長邊	+無限制	0
材長	+無限制	0

### 3.3.3 室內裝修所使用之木竹材應進行防腐處理

3.3.3.1 為延長用材之耐久性，地板、壁板、天花板等之支撐角材、橫撐材、踢腳板、線條等用材需進行防腐、防蟲、防蟻處理。以 ACQ 或 CuAz 防腐處理時需達到 CNS3000 規定之危害分級為 K2，以硼化合物處理時，需達至 K1，或以硼酸處理至  $3\text{kg}/\text{m}^3$  之吸收量。但在水管周遭、浴室、廁所、廚房等容易接觸水分位置之木材及地氈材等則需處理至 K3。

### 3.3.4 室內裝修所使用之木竹材應進行耐燃處理

3.3.4.1 室內在距地板上方 1.3 公尺以上部位，所使用之裝修用材，須進行耐燃處理至耐燃 3 級，其可採用耐燃塗料進行塗布處理。

## 4. 維護管理

### 4.1 維護管理之必要性

木製構造物，因其材料是木材，既使施以防腐處理提高其耐久性，亦很難與混凝土或鋼材期待有同等之效果。因此，為維持設施之機能，在適當時期進行維護是必要的。目前有關利用木材之土木設施之耐用年數的資料尚少，因此今後實施維護管理作業，將可獲得更多有關耐用年數之資料。

## 4.2 檢查項目

設施之機能相關之主要檢查項目如次述

- 腐朽 ○變色
- 乾裂 ○變形，折彎
- 搖晃 ○接合之不良（脫落、破損、鬆動等）
- 劈裂 ○有無替代機能（植生等之回復狀況）

## 4.3 檢查方法

- (1) 檢查時期有定期進行之「定期檢查」，與災害發生時施行之「緊急檢查」。
- (2) 定期檢查會依設施所期待之耐用年數而定，但建議能經年的實施。檢查方法有使用 PILODYN、超音波、阻抗圖譜儀等測定用機器之方法，亦有使用藥劑之方法等，但最簡單的方法是利用目視觀察，觸診的方法。變色、乾裂等藉目視亦可確認，另外利用螺絲起子進行穿刺，藉鐵鎚敲擊結果，亦大致能確認其腐朽狀況。
- (3) 有關利用目視進行腐朽狀之判定方法。可參考表 19 之基準。

表 19、木材危害度與評價基準

被害度	觀察狀態	抗壓強度減少率 (%)
0	健全	—
1	部分輕度蟲害或腐朽	10~20
2	全面有輕度蟲害或腐朽	20~30
3	2 之狀態再加上部分嚴重蟲害或腐朽	40~50
4	全面嚴重蟲害或腐朽	50 以上
5	蟲害或腐朽造成塌陷	—

- (4) 有關被害度之判定方法，利用目視觀察，觸診之簡易方法進行木材之腐朽狀況評價，依日本森林綜合研究所建議如表 19 所示，將其區分成 6 個層級。該方法若在野外進行木樁試驗判定木材耐用年數



時亦可使用。在野外之木材或土木設施耐用年數評價時，此法被採用情形較多。

- (5) 有關危害度 (0~5 )與耐用年數之關係，是將危害度達 2.5 (強度減低率 30~40%) 以上，視為實用上已不堪使用之狀態，即該設施被評價為達到耐用年限。而「危害度 4~5 者」，木樁以鐵鎚輕輕敲擊，即會產生崩塌之情形。
- (6) 該方法是藉觀察全表面之危害程度加以判斷之方法，因此在判定耐用年數之際，材料大小 (直徑等) 之差異所引起之影響並不大，且為減少誤差，由複數之觀察者進行評價較為適當。

#### 4.4 修復、交換

- 4.4.1 由檢查可確認設施某種程度之損壞，則需配合進行部材、設施之修復或抽換。研磨、藥劑之塗布、樹脂填充間隙等之修復可期待能抑制部材劣化之進行。
- 4.4.2 部材之抽換或修補可期待能復元因劣化所引起部材強度降低的效果。有關維護管理之構想，如圖 1 所示。

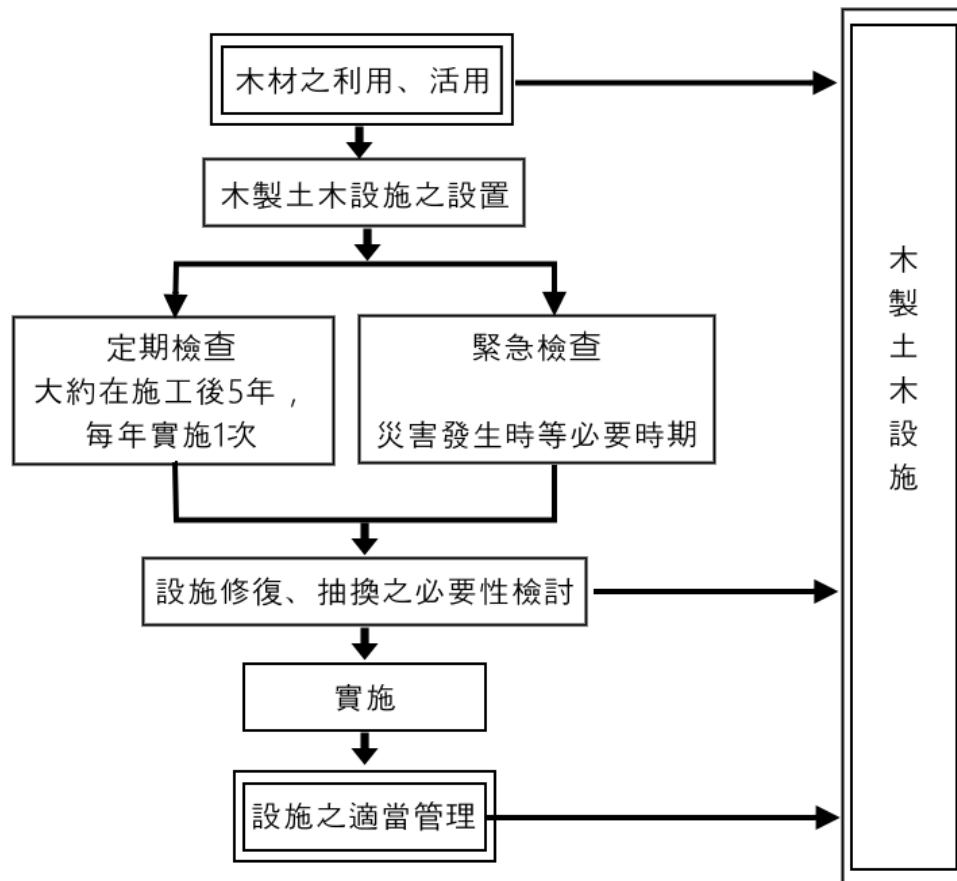


圖 1、木製土木設施維護管理之構想

## 5. 參考案例

自 93 年~96 年期間，在羅東林區管理處轄區內，陸續以國產柳杉疏伐木經 ACQ 防腐處理（K4 危害分級、藥劑吸收量為  $5.2\text{kg/m}^3$ ）之圓木棒，所建造之木格框擋土牆及節制壩等，完工超過 10 年，但均保持良好，其耐久性值得信賴。各提出一個案例

### 5.1 木格框擋土牆

- (1) 地點：羅東林區管理處仁澤溫泉附近
- (2) 尺度：木格框尺度：寬 1m，高 1.5m，長 20m，混凝土體積為  $30\text{m}^3$ 。
- (3) 用材：柳杉疏伐木，切削成圓木棒，數量如表 20 所示

表 20、木格框擋土牆之圓木棒尺度、支數、材積

構材種類	直徑(cm)	長度(cm)	支數(支)	材積(m <sup>3</sup> )
橫材	12.0	200.0	84	2.149
控材	12.0	100.0	309	4.450
	12.0	150.0	56	0.968

### 5.1.1 施工

- (1) 施工之際，先沿著地面開挖或清理基地土石其寬度約 100cm，接著擋土牆基礎可以圓木棒打樁，或沿著坡面平行的澆灌混凝土（RC）基礎，再於基礎上方以 3 支 100cm 長之控材（圓木棒）其凹痕向上，相互平行且間隔 80cm 進行埋樁、以螺栓固定在基礎上面。再將 2 支 200cm 長之橫材，其中央及各距兩端 10cm 位置，分別放置在基礎之 3 支 100cm 長控材之凹痕上面。
- (2) 接著將 3 支 100cm 長之控材凹痕分別放置在 200cm 長之 2 支相互平行之橫材的中央處，及各距兩端部 10cm 處之後，再將另兩支 200cm 長之橫材分別放置在 3 支控材之凹痕上面，使成井字形，其後依此類推、以延長其長度，或寬度與高度，直至預定之長度，寬度與高度。
- (3) 最後於護坡及岩層間逐層回填良質土壤，並壓實至 80~85%，並進行植栽植物，或育林、鞏固邊坡與擋土牆，完成擋土牆護坡工程。本座擋土牆於 93 年 12 月 15 日開始施工，於 93 年 12 月 21 日完工，共耗時 7 日。如照片 1 所示。



照片 1、木格框擋土牆（羅東處仁澤溫泉附近）

## 5.2 木格框節制壩

(1) 地點：羅東林區管理處太平山森林遊樂區宜專一線 1.77 公里道路旁，如照片 2~4 所示。

(2) 尺度：節制壩有兩座，分成 1 號壩與 2 號壩。2 號壩又分成 A、B、C 三區

1 號壩：寬 1m，高 3m，長 9m，圓木棒材積為  $3.87\text{m}^3$ 。混凝土體積為  $22.70\text{m}^3$ 。

2 號壩：A 區：寬 1m，高 4.8m，長 9m。B 區：寬 1m，高 2.57m，長 4m。C 區：寬 1m，高 0.77m，長 4m。圓木棒材積共  $12.53\text{m}^3$ 。混凝土體積共  $44.30\text{m}^3$ 。

(3) 用材：柳杉疏伐木，切削成圓木棒，數量如表 21 所示。

表 21、木格框節制壩之圓木棒尺度、支數、材積

節制壩 編號	構材種類	直徑(cm)	長度(cm)	支數 (支)	材積 ( $\text{m}^3$ )
1 號壩	橫材	12.0	200	45	3.87
		12.0	210~300	17	
		12.0	90~190	41	
	控材	12.0	100	159	

2 號 壩	A 區	橫材	12.0	200	90	8.66
			12.0	220~300	20	
			12.0	120~195	20	
			12.0	100	28	
	控材	12.0	100	233		
		B 區	橫材	12.0	200	
	12.0			100	26	
	C 區	橫材	12.0	200	12	
			12.0	100	8	
		橫材	12.0	100	32	

### 5.2.1 施工

- (1) 依建設基地之狀態，將節制壩區分成 1 號壩與 2 號壩，又區分成 A、B、C 三區，就各別之基地，沿著地面清理基地，土石或挖土，挖深至岩層，並挖寬至適當寬度，接著在節制壩基礎將 3 支 100cm 長之控材（圓木棒）凹痕向上，相互平行，且間隔 80cm，進行打樁，使用螺栓固定在在基礎上面，再將 2 支 200cm 長之橫材，其中央及各距兩端 10cm 位置分別放置在基礎之 3 支 100cm 長之控材之凹痕上面。
- (2) 接著，將 3 支 100cm 長之控材凹痕分別放置在 200cm 長之 2 支相平行之橫材的中央處，及各距兩端部 10cm 處，之後，再將另兩支 200cm 長之橫材分別放置在 3 支控材之凹痕上面，使成井字形，其後，依此步驟、以延長其長度，或寬度及高度，直至預定之長度、寬度及高度。
- (3) 最後，於節制壩木格框間回填現場土石，鞏固節制壩使之穩定、並利於排水，完成木格框節制壩工程。
- (4) 現場施作時間，於 94 年 11 月 24 日挖土機挖深挖寬整地開始，至 94 年 12 月 2 日組立完工為止，歷時 9 日完成此兩座節制壩之施工。

- (5) 依上述工法之原理，可應用於河川護坡堤，多段堆積木工沉床工程、攔砂壩、河床護基等工程、以改善各種坡地之水土保持工程，使能近於自然狀態，並且可固定  $\text{CO}_2$  於木材內部，有助於  $\text{CO}_2$  之減量。



照片 2、宜專 1.72km 之木格框節制壩



照片 3、八面壓縮圓木樁之防腐處理材



照片 4、2 號節制壩基礎丈量

### 5.3 木製步道

5.3.1 適用於有坡度之步道，可減低土壤流失，應用於使用率低的，或是施工不便之步道。

(1) 優點：步行面為木材，步行心情良好。

(2) 缺點：因被要求高的耐久性，所以必須進行防腐處理。



照片 5、木製步道

5.3.2 木材之使用方法：鼓形材、弧邊材、圓柱加工材等。以步道寬 100cm，地板梁間距 1.2m，欄柵間距 40cm 之參考案例。其木材使用量估計，如表 22。

表 22、木材數量表

名稱	規格尺寸 (cm)	數量	單位	木製步道每 15m 材積 (m <sup>3</sup> )
地板梁	10×10×100	12	支	0.120
地板欄柵	6×9×400	12	支	0.259
地板材	10.5×4×100	143	支	0.600
合計				0.979



正面圖 (單位:m)

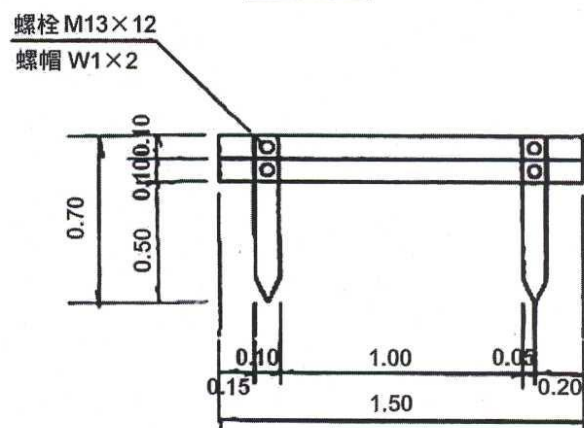


圖 2、簡易圓木鋪地步道設計參考案例

#### 5.4 木磚

5.4.1 適用於濕地、低溼地、不破壞植生之步道，減低對植生衝擊。木材須



經 ACQ 防腐處理。

5.4.2 施工目的：○步道之表面保護 ○步行性的改善 ○自然環境、景觀之兼顧。

5.4.3 特徵

(1) [構造]

○原木之切斷面（橫切面）會成爲鋪裝表面，將原木鋪滿。

○在現場，素材之加工容易，能依地形狀況彈性施作。

(2) [機能]

○因有適度之彈力，所以步行感性柔軟。

○透水性良好，雨水等不會由鋪裝材流出。

○從步道之反光少。

5.4.4 耐久性

被設置在容易腐朽之地際部的設施，考慮到利用者之安全性，爲能得到高的耐久性，是進行防腐處理。爲對於部材全體能均一的防腐處理，希望能進行加壓注入處理。



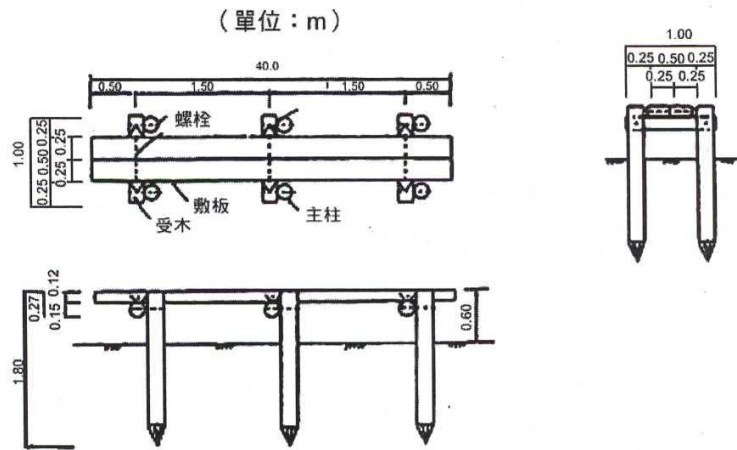


圖 3、簡易架高式步道設計參考案例



照片 5、木製圍欄



照片 5、木製告示牌