

**NAR Labs**

國家實驗研究院

# 木構造建築物結構安全耐震能力 初步評估之評估內容及評分表

林敏郎 沈文成 林維欣 邱亭瑄

邱聰智 翁樸文 鍾立來

2018.5.18



都市危險及老舊建築物鋼構造、木構造及磚  
構造結構安全耐震能力初步評估表講習會

# 大綱

---

1. 前言
2. 木構造建築物耐震能力初步評估表
3. 木構造建築耐震初評理論
4. 案例說明
5. 結論與建議

木構造建築物耐震能力初步評估方法

# 1. 前言

# 前言

---

- 都市危險及老舊建築物結構安全性能評估辦法附表一之結構安全耐震能力初步評估之評估內容及評分表，僅適用於鋼筋混凝土構造建築物，對於鋼構造建築物、磚構造建築物及木構造建築物等構造形式建築物皆無法適用，為研議處理方式，爰擬辦理**木構造建築物耐震能力初步評估表**研發製作。

# 初步評估表適用範圍

---

- 本初步評估表適用對象為以牆體為主要抵抗地震力之日式木造建築結構
- 本計畫時程緊湊，無法蒐集大量木造建築樣本供統計分析，建議後續應再多蒐集樣本，強化評估參數的可信度
- 歸屬文化資產保存法之國定古蹟、縣市古蹟、歷史建築等木構造建築物，不適用本方法

# 初步評估表之主要評估對象

- 日式木造宿舍



臺東市鐵花路174巷





# 木構造建築物案例蒐集

項次	縣市	建物名稱	地上 樓層數	地下 樓層數	興建年代 (西元)	樓地板面積 (m <sup>2</sup> )	構造別
1	臺中市	原臺中刑務所浴場	1	0	1921	106.34	木
2	臺中市	林森路75號日式宿舍	1	0	1932	154.12	木
3	臺中市	朝陽街日式宿舍群	1	0	1935	123.75	木

## 參考文獻：

黃俊銘，余怡萍，游惠婷，陳立武，鍾翠霞，賴欣釧，曾鴻程，林佳慧，黃翊涵，臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2014。

林宜君，陳拓男，孫仁鍵，卓雯雯，董印亮，臺中市歷史建築「林森路75號日式宿舍、大屯郡守官舍及朝陽街日式宿舍群」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2015。

## 原臺中刑務所浴場

---



### 參考文獻：

黃俊銘，余怡萍，游惠婷，陳立武，鍾翠霞，賴欣釗，曾鴻程，林佳慧，黃翊涵，臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2014。



## 林森路75號日式宿舍

---



參考文獻：

林宜君，陳拓男，孫仁鍵，卓雯雯，董印亮，臺中市歷史建築「林森路75號日式宿舍、大屯郡守官舍及朝陽街日式宿舍群」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2015。

## 朝陽街日式宿舍群

---



參考文獻：

林宜君，陳拓男，孫仁鍵，卓雯雯，董印亮，臺中市歷史建築「林森路75號日式宿舍、大屯郡守官舍及朝陽街日式宿舍群」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2015。



# 日式宿舍建築常見壁體及屋瓦

- 瓦：
  - 水泥瓦
  - 文化瓦
- 牆：編竹夾泥牆



木構造建築耐震能力初步評估表

本表適用對象為牆系統之日式木造建築結構

建物基本資料			評估日期:	
委託單位			耐震需求參數	
建築物名稱			$S_{DS}$	
建築物地址			$S_{D1}$	
興建年代			$T_u^D$	
經緯度座標	N		$S_{aD}$	
	E		$R_a$	
評估者			$F_u$	
證號			$(S_{aD}/F_u)_m$	
樓層數 $N_f$			用途係數 $I$	
樓地板面積 $A(m^2)$			屋頂種類	屋頂層單位面積重量 $w_g(kg/m^2)$
R	1.6		<input type="checkbox"/> 木屋架+屋瓦+天花板+半層牆	220
是否位於台北盆地(Y/N)			<input type="checkbox"/> 其他: _____	
建築物高度/層高 $H(m)$			$W(kg) = A \times [w_g \cdot (N_f - 1) \times 240]$	
結構物基本振動週期 $T = 0.05 \times H^{0.75}$				

基本結構耐震性能調查項目			牆長度(m)		強度(kgf)	
	抗側力構件種類(厚度 $t$ )	單位長度的強度(kgfm)( $T_{wt}$ )	X向牆長度 (m)( $L_{wx}$ )	Y向牆長度 (m)( $L_{wy}$ )	X向(kgf) ( $T_{wx} = T_{wt} \times L_{wx}$ )	Y向(kgf) ( $T_{wy} = T_{wt} \times L_{wy}$ )
			一樓牆量			
	編竹夾泥牆( $t < 5cm$ )	170				
	編竹夾泥牆( $5cm \leq t < 7cm$ )	220				
	編竹夾泥牆( $7cm \leq t < 9cm$ )	350				
	編竹夾泥牆( $t \geq 9cm$ )	390				
	木板條夾泥牆	220				
	其他: 註:參閱附表					
	牆體種類無法判斷者	200				
X向牆體強度(kgf) $T_{AwX} = \Sigma(T_{wx})$						
Y向牆體強度(kgf) $T_{AwY} = \Sigma(T_{wy})$						

木構造建築物耐震能力初步評估方法

## 2. 木構造建築物耐震能力初評表

調整因子調查項目		調查結果		調整因子 $Q = q_1 \times q_2 \times q_3 \times q_4$	
項目					
構造材料性能 $q_1$	<input type="checkbox"/> 良(1.0) <input type="checkbox"/> 差(0.5)				
變形程度 $q_2$	<input type="checkbox"/> 無(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.5)				
構件、接合部及基礎損壞程度 $q_3$	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.5)				
屋頂損壞程度 $q_4$	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.5)				

基本耐震性能 $E$	$E_x = T_{AwX} / ((S_{aD}/F_u)_m \times I \times W) < 70$		$E_y = T_{AwY} / ((S_{aD}/F_u)_m \times I \times W) < 70$	
耐震指標	$= E_x \times Q$		$= E_y \times Q$	
木構造建築耐震指標	$= \text{Min}(E_x \times Q, E_y \times Q)$		是否有疑慮:	

備註:	負責評估者簽章
	12

# 初評表格(1/3)

建物基本資料			評估日期:	
委託單位			耐震需求參數	
建築物名稱			$S_{DS}$	
建築物地址			$S_{D1}$	
興建年代			$T_0^D$	
經緯度座標	N		$S_{aD}$	場址參數
	E		$R_a$	
評估者			$F_u$	
證號	基本資料		$(S_{aD}/F_u)_m$	
樓層數 $N_f$			用途係數 $I$	
樓地板面積 $A(m^2)$			屋頂種類	屋頂層單位面積重量 $w_{rf} (kgf/m^2)$
R	1.6		<input type="checkbox"/> 木屋架+屋瓦+天花板+半層牆	220
是否位於台北盆地(Y/N)			<input type="checkbox"/> 其他: _____	
建築物高度/簷高 $H(m)$			$W(kgf)=A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$	
結構物基本振動週期 $T = 0.05 \times H^{0.75}$				

建築物全部靜載重  $W$



# 初評表格(2/3)

基本結構耐震性能調查項目						
一樓牆量	抗側力構件種類(厚度t)	單位長度的強度(kgf/m)(Twi)	牆長度(m)		強度(kgf)	
			X向總長度(m)(Lwxi)	Y向總長度(m)(Lwyi)	X向(kgf) (Twxi=Tw <sub>i</sub> ×Lwxi)	Y向(kgf) (Twyi=Tw <sub>i</sub> ×Lwyi)
	編竹夾泥牆(t<5cm)	170				
	編竹夾泥牆(5cm≤t<7cm)	220				
	編竹夾泥牆(7cm≤t<9cm)	350				
	編竹夾泥牆(t≥9cm)	390				
	木板條灰泥牆	220				
	其他: _____ 註:參閱附表					
	牆體種類無法判斷者	200				
	X向牆體強度(kgf)TAwx=Σ(Twxi)					
	Y向牆體強度(kgf)TAwy=Σ(Twyi)					

牆量

X向  
Y向

牆體強度

# 初評表格(3/3)

調整因子調查項目				
項目	調查結果	因子 $q_i$	調整因子 $Q=q_1 \times q_2 \times q_3 \times q_4$	
結構系統完整性 $q_1$	<input type="checkbox"/> 良(1.0) <input type="checkbox"/> 差(0.9)		調整因子	
變形程度 $q_2$	<input type="checkbox"/> 無(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.9)			
構件、接合部及基礎損壞程度 $q_3$	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.8)			
屋頂損壞程度 $q_4$	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.8)			
基本耐震性能 E	$E_x = T A w_x / ((S_{aD}/F_u)_m \times I \times W) \times 70$		$E_y = T A w_y / ((S_{aD}/F_u)_m \times I \times W) \times 70$	
耐震指標	$= E_x \times Q$		$= E_y \times Q$	
木構造建築耐震指標	$= \text{Min} (E_x \times Q, E_y \times Q)$		是否有疑慮：	

耐震性能E

耐震指標

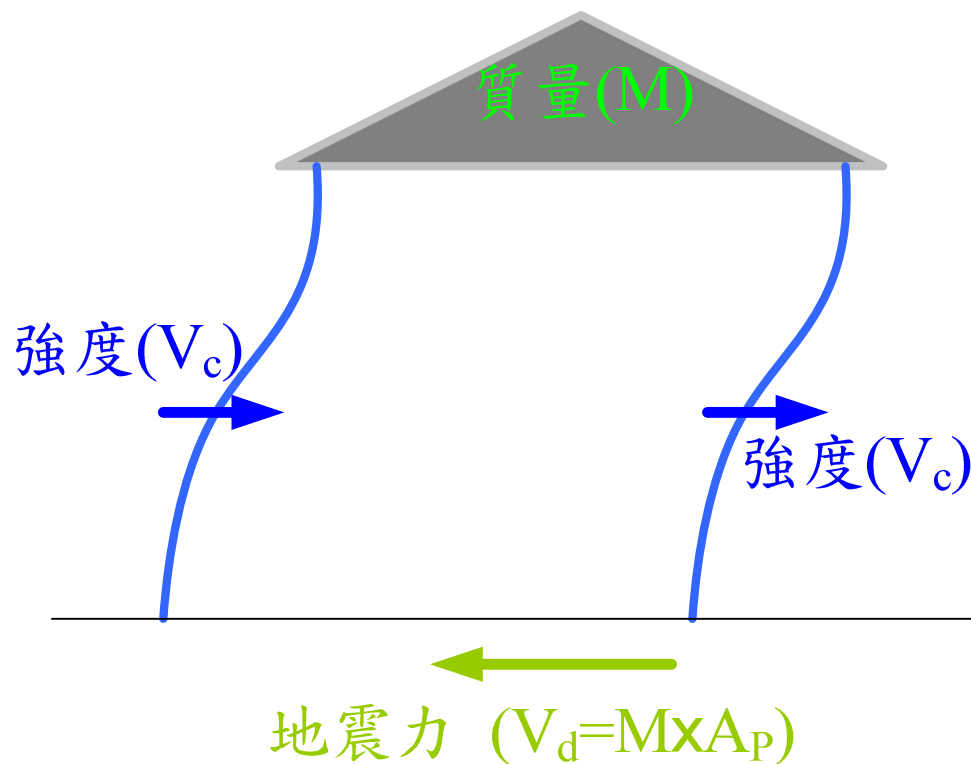
木構造建築物耐震能力初步評估方法

### 3. 木構造建築物耐震能力初評理論

# 如何初步評估低矮建築物之耐震性能？

- 主控構件:柱、牆

$$\frac{Capacity}{Demand} = \frac{\text{柱強度} \times \text{柱面積} + \text{牆強度} \times \text{牆面積}}{\text{設計地表加速度} \times \text{重量}}$$



1. 日本建築防災協會「既有鋼筋混凝土建築物之耐震診斷基準」(1990)
2. 日本建築防災協會「木造住宅の耐震診断と補強方法」(2012)
3. 國震中心學校建築耐震能力初步評估表(2008)

皆屬相同原理

# 初評理論

---

## 地震之最小設計水平總橫力

$$V = \frac{S_{aD} I}{1.4 \alpha_y F_u} W \quad (\text{耐震規範2.2})$$

$S_{aD}$ : 工址設計水平譜加速度係數

$I$ : 用途係數

$W$ : 建築物全部靜載重

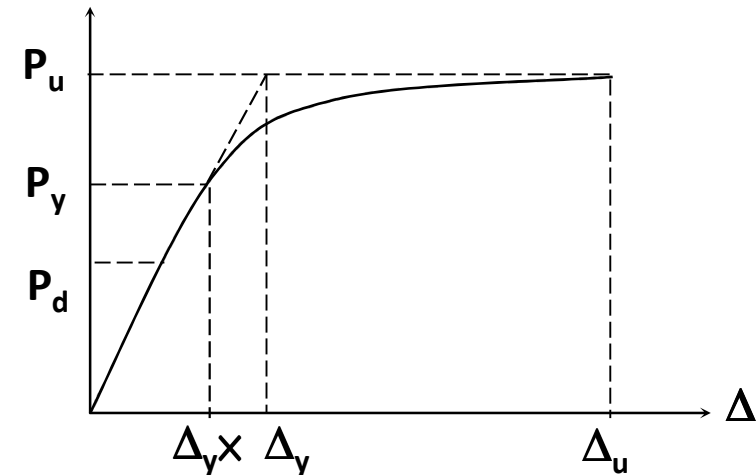
$\alpha_y$ : 起始降伏地震力放大倍數

$F_u$ : 結構系統地震力折減係數



# 初評理論

設計地震力： $V$   
降伏地震力： $\alpha_y V$   
極限地震力： $1.4\alpha_y V$



極限基底剪力強度：

$$V_{bs} = \sum_i V_{pi} = 1.4\alpha_y V$$

# 初評理論

---

$$V_{bs} = \sum_i V_{pi} = (1.4\alpha_y)V \geq \frac{S_{aD}IW}{F_u}$$

*capacity*  $\geq$  *demand*

基本耐震性能  $E$ :

$$E = \frac{\text{capacity}}{\text{demand}} = \frac{\sum_i V_{pi}}{S_{aD}IW / F_u}$$

# 初評理論—評估基準

## 都市危險及老舊建築物結構安全性能評估辦法

附表二 結構安全耐震能力初步評估基準及等級基準表

單項評估	評估類別	等級	說明	評估基準	評估結果
結構安全耐震評估	初步評估	甲級	尚無疑慮	評估分數 <sup>(1)</sup> $\geq 70$ (即危險度總評估分數 $R \leq 30$ )。	
		乙級	尚有疑慮	$70 > \text{評估分數}^{(1)} \geq 40$ (即 $30 < \text{危險度總評估分數 } R \leq 60$ )，建議辦理耐震能力詳細評估。	

備註：(1)「評估分數」之定義為「 $100 - \text{危險度總評估分數 } R$ 」。

## 初評理論

基本耐震性能 $E$ :

$$E = \frac{\text{capacity}}{\text{demand}} = \frac{\sum_i V_{pi}}{S_{aD}IW / F_u} \times 70$$

木構造建築物之耐震指標:

(結構現況調整因子 $Q=q_1 \times q_2 \times \cdots \times q_4$ )

$E \times Q \geq 70$ , 尚無疑慮

$E \times Q < 70$ , 尚有疑慮

表 1-3 結構系統韌性容量 R

基本結構系統	抵抗地震力結構系統敘述	R	高度限制 (m)
一、承重牆系統	1.輕構架牆		
	(1)具剪力嵌版	3.2	12
	(2)具對角斜撐	2.4	20
	2.鋼筋混凝土牆配置鋼筋混凝土邊界構材	3.2	50
二、構架系統	1.輕構架牆		
	(1)具剪力嵌版	3.2	12
	(2)具對角斜撐	2.4	20
	2.剪力牆		
	(1)鋼筋混凝土牆配置鋼筋混凝土邊界構材	3.6	50
	(2)鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	3.6	50
	(3)鋼板牆配置鋼造或鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.2	50
	(4)鋼板鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.0	50

老舊日式木構造宿舍，建議取 $R=1.6$



# 初評理論-demand

$$\frac{S_{aD}IW}{F_u}$$

$$F_u$$

地震力折減係數

$$F_u = \begin{cases} R_a & ; T \geq T_0^D \\ \sqrt{2R_a - 1} + (R_a - \sqrt{2R_a - 1}) \times \frac{T - 0.6T_0^D}{0.4T_0^D} & ; 0.6T_0^D \leq T \leq T_0^D \\ \sqrt{2R_a - 1} & ; 0.2T_0^D \leq T \leq 0.6T_0^D \\ \sqrt{2R_a - 1} + (\sqrt{2R_a - 1} - 1) \times \frac{T - 0.2T_0^D}{0.2T_0^D} & ; T \leq 0.2T_0^D \end{cases}$$

# 初評理論結構系統地震力折減係數 $F_u$

計算 $T$ 與 $T_0^D$

$$\frac{S_{aD}IW}{F_u}$$

中，表 2-5(a)與表 2-5(b)中之短週期與中、長週期的分界 $T_0^D$ 與 $T_0^M$ 分別滿足

$$T_0^D = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} ; T_0^M = \frac{S_{M1}}{S_{MS}} \quad (2-8)$$

建築物之基本振動週期 $T$ ，單位為秒，可依下列經驗公式計算之：

1. 剛構架構造物，無非結構剛性牆、剪力牆或加勁構材者：

鋼構造建築物

$$T = 0.085h_n^{3/4} \quad (2-9)$$

鋼筋混凝土建築物、鋼骨鋼筋混凝土建築物及鋼造偏心斜撐建築物

$$T = 0.070h_n^{3/4} \quad (2-10)$$

其中， $h_n$ 為基面至屋頂面高度，單位為公尺。

2. 其他建築物：

$$T = 0.050h_n^{3/4} \quad (2-11)$$

基本振動週期得用其他結構力學方法計算。但所得之 $T$ 值不得大於前述經驗公式週期之 1.4 倍。

# 初評理論：工址設計水平譜加速度係數 $S_{aD}$

表 2-1 震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 $S_s^D$ 與 $S_1^D$ ，與震區短週期與一秒週期之最大考量水平譜加速度係數 $S_s^M$ 與 $S_1^M$

縣市	鄉鎮市區	$S_s^D$	$S_1^D$	$S_s^M$	$S_1^M$	臨近之斷層
	中正區	0.6	0.35	0.8	0.5	

表 2-2(a) 短週期結構之工址放大係數 $F_a$ (線性內插求值)

地盤分類	震區短週期水平譜加速度係數 $S_s$ ( $S_s^D$ 或 $S_s^M$ )				
	$S_s \leq 0.5$	$S_s = 0.6$	$S_s = 0.7$	$S_s = 0.8$	$S_s \geq 0.9$
第一類地盤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
第二類地盤	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
第三類地盤	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0

假設為第三類地盤

表 2-2(b) 長週期結構之工址放大係數 $F_v$ (線性內插求值)

地盤分類	震區一秒週期水平譜加速度係數 $S_1$ ( $S_1^D$ 或 $S_1^M$ )				
	$S_1 \leq 0.30$	$S_1 = 0.35$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.45$	$S_1 \geq 0.50$
第一類地盤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
第二類地盤	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
第三類地盤	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4

表 2-5(a) 一般工址或近斷層區域之工址設計水平譜加速度係數 $S_{aD}$

較短週期	短週期	中週期	長週期
$T \leq 0.2 T_0^D$	$0.2 T_0^D < T \leq T_0^D$	$T_0^D < T \leq 2.5 T_0^D$	$2.5 T_0^D < T$
$S_{aD} = S_{DS}(0.4 + 3T/T_0^D)$	$S_{aD} = S_{DS}$	$S_{aD} = S_{D1}/T$	$S_{aD} = 0.4 S_{DS}$

$$\frac{S_{aD} IW}{F_u}$$

$$S_{DS} = F_a S_s^D$$

$$S_{D1} = F_v S_1^D$$

# 初評理論：建築物全部靜載重W

- $W(\text{kgf}) = A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$

A：樓地板面積(m<sup>2</sup>)

$w_{rf}$ ：屋頂層平均單位重量

$N_f$ ：樓層數

- 屋頂層  $w_{rf}$  平均單位重：220 kgf/m<sup>2</sup>

(木屋架+屋瓦+天花板+半層牆)

- 一般樓層 平均單位重：240kgf/m<sup>2</sup>

(整層牆+樓板)

$$\frac{S_{aD} IW}{F_u}$$

# 初評表格：建築物全部靜載重W

- $W(\text{kgf}) = A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$

- 本方法共分析3棟木構造建築物案例求出半層牆平均單位重量 ( $89\text{kgf/m}^2$ ) + 木屋架單位重量 ( $45\text{kgf/m}^2$ ) + 天花板單位重量 ( $15\text{ kgf/m}^2$ ) + 屋瓦投影面積之單位重量求得各屋瓦種類之屋頂層平均單位重

屋瓦種類	屋頂層平均單位重( $\text{kgf/m}^2$ )
水泥瓦屋頂	$= 89 + 45 + 15 + 49.18 = 198.18$
文化瓦屋頂	$= 89 + 45 + 15 + 65.57 = 214.57$

此種型式屋頂之 $w_{rf}$ 屋頂層平均單位重量取 $220\text{kgf/m}^2$



## 初評表格：建築物全部靜載重W

- $W(\text{kgf}) = A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$

- 若評估案例為兩層樓以上之木構造建築物，依據「木造住宅の耐震診断と補強方法」樓板之單位面積載重採計60 kgf/m<sup>2</sup>；依據3棟木構造建築物案例求出半層牆平均單位重量(89kgf/m<sup>2</sup>)，一般樓層之平均單位重經計算為  $(89 \times 2 + 60) = 238(\text{kgf/m}^2)$ ，保守採計為240(kgf/m<sup>2</sup>)。

案例	屋頂層半層牆單位重量(kgf/m <sup>2</sup> )
臺中刑務所浴場	82.51
林森路75號宿舍	72.04
朝陽街日式宿舍群	112.73
平均	89.00

# 初評理論-capacity

---

$$E = \frac{\text{capacity}}{\text{demand}} = \frac{\sum_i V_{pi}}{S_{aD} IW / F_u} \times 70$$

極限基底剪力強度：

$$V_{bs} = \sum_i V_{pi} = \text{牆體強度} \times \text{牆長}$$

## 初評表格：牆體強度

---

- X向總牆體強度( $TA_{wx}$ )=  $\Sigma(L_{wxi} \times T_{wi})$
- Y向總牆體強度( $TA_{wy}$ )=  $\Sigma(L_{wyi} \times T_{wi})$
- $L_{wxi}$  : X向之牆體總長度
- $L_{wyi}$  : Y向之牆體總長度
- $T_{wi}$  : 牆體強度



2004(平成16年)



2012(平成24年)

# 初評表格：牆體強度

- X向總牆體強度( $TA_{wx}$ )=  $\Sigma(L_{wxi} \times T_{wi})$
- Y向總牆體強度( $TA_{wy}$ )=  $\Sigma(L_{wyi} \times T_{wi})$

表 3.5 工法と壁強さ倍率

工法の種類		壁強さ倍率 (kN/m)
土塗り壁	塗厚 50mm 未満	1.7
	塗厚 50mm 以上～70mm 未満	2.2
	塗厚 70mm 以上～90mm 未満	3.5
	塗厚 90mm 以上	3.9
筋かい鉄筋 9φ		1.6
筋かい木材 15×90 以上	端部金物あり	1.6
	端部金物なし	1.6
筋かい木材 30×90 以上	端部金物あり	2.4
	端部金物なし	1.9
筋かい木材 45×90 以上	端部金物あり	3.2
	端部金物なし	2.6
筋かい木材 90×90 以上	端部金物あり	4.8
	端部金物なし	2.9
木ずりを釘打ちした壁		1.1 (1.1)
構造用合板		5.2 (3.0)
構造用パネル (OSB)		5.0 (3.0)
硬質木片セメント板		4.1 (3.0)
フレキシブルボード		3.5 (2.8)
石綿パーライト板		3.4 (2.8)
石綿ケイ酸カルシウム板		2.9 (2.5)
炭酸マグネシウム板		2.8 (2.5)
パルプセメント板		2.7 (2.4)
シーリングボード		2.0 (2.0)
ラスシート		2.7 (2.4)
モルタル塗り壁		1.6
窯業系サイディング張り		1.7 (1.7)
石膏ボード張り		1.2 (1.2)
化粧合板 (厚 5.5 : 大壁)		1.4 (1.4)
構造用合板 (非耐力壁仕様)		2.5 (2.3)
化粧合板 (厚 5.5 : 真壁)		1.0 (1.0)

( ) 内は胴縁仕様の場合

←(2004)「木造住宅の耐震診断と補強方法」表3.5

抗側力構件種類 (厚度t)	調整前 単位長度的強度 (kgf/m)( $T_{wi}$ )	調整後 単位長度的強度 (kgf/m)( $T_{wi}$ )
編竹夾泥牆( $t < 5\text{cm}$ )	173	170
編竹夾泥牆( $5\text{cm} \leq t < 7\text{cm}$ )	224	220
編竹夾泥牆( $7\text{cm} \leq t < 9\text{cm}$ )	357	350
編竹夾泥牆( $t \geq 9\text{cm}$ )	398	390
木板條灰泥牆	224	220
其他: _____ 註: 參閱附表一		
牆體種類無法判斷者	200	200

# 初評理論：調整因子Q

項目	調查結果
結構系統完整性q1	<input type="checkbox"/> 良(1.0) <input type="checkbox"/> 差(0.9)
變形程度q2	<input type="checkbox"/> 無(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.9)
構件、接合部及基礎損壞程度q3	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.8)
屋頂損壞程度q4	<input type="checkbox"/> 無、輕微損壞(1.0) <input type="checkbox"/> 嚴重損壞(0.8)

結構現況調整因子 $Q=q1 \times q2 \times q3 \times q4$

# 初評理論：調整因子 $q_1$

---

- $q_1$ 結構系統完整性

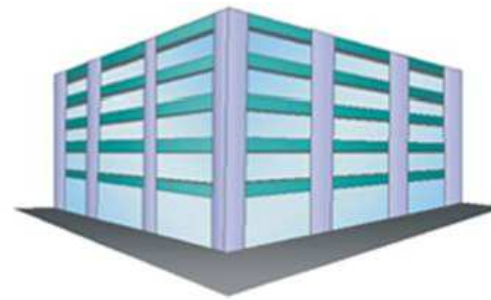
- 結構系統是否完整、對稱，或有無缺角

- 調查結果：良( $q_1=1.0$ )，差( $q_1=0.9$ )

- 良：無平面及立面不規則，不會造成額外彎矩
- 差：建築物有明顯缺角，或平面、立面不對稱



差



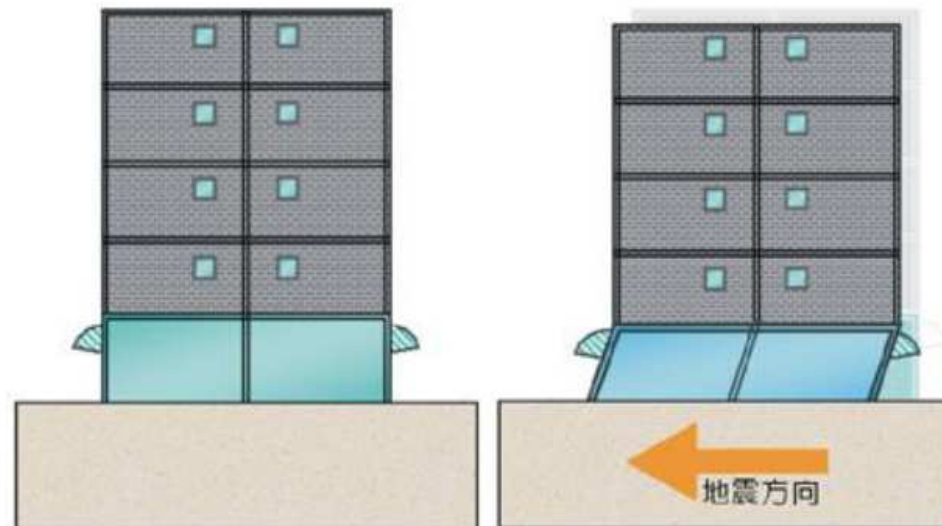
良



# 初評理論：調整因子 $q_2$

- $q_2$ 變形程度

- 結構體基礎若有明顯的差異沉陷、結構變形
- 調查結果：良( $q_1=1.0$ )，差( $q_1=0.9$ )
  - 良：經勘查後結構整體無明顯變形
  - 差：目測發現結構物整體變形嚴重或基礎有明顯差異沉陷



# 初評理論：調整因子 $q_3$

---

- $q_3$ 構件、接合部及基礎損壞程度
  - 木構件是否產生蛀蝕腐朽、滲水、剝落、劣化及鬆脫變位等破壞情形；接合部鐵件是否生鏽、鬆脫；基礎是否受損
  - 調查結果：無、輕微損壞( $q_3=1.0$ )，嚴重損壞( $q_3=0.8$ )
    - 無、輕微損壞：結構體無損壞，或損壞情形輕微
    - 嚴重損壞：嚴重損壞，使其耐震能力降低

# 初評理論：調整因子 $q_4$

---

- $q_4$ 屋頂損壞程度

- 屋頂是否已發生嚴重塌陷或屋架已明顯受損
- 調查結果：無、輕微損壞( $q_4=1.0$ )，嚴重損壞( $q_4=0.8$ )
  - 無、輕微損壞：屋頂無明顯損壞，或損壞情形輕微
  - 嚴重損壞：屋頂已發生嚴重塌陷，屋架已明顯受損



## 初評理論：耐震性能E

---

- 耐震性能E

$$E_x = \frac{T_{AwX}}{S_{aD}IW/F_u} \times 70$$

$$E_y = \frac{T_{AwY}}{S_{aD}IW/F_u} \times 70$$

- $T_{AwX}/T_{AwY}$ ：X向/Y向之牆體總強度
- $S_{aD}$ ：工址設計水平譜加速度係數
- $I$ ：用途係數
- $W$ ：建築物全部靜載重
- $F_u$ ：結構系統地震力折減係數

# 初評表格－耐震指標

- 耐震指標 =  $\text{Min} (E_x \times Q, E_y \times Q)$ 
  - X、Y方向基本耐震性能E乘以調整因子後取最小值
  - 尚無疑慮：耐震指標大於或等於70
  - 尚有疑慮：耐震指標小於70

附表二 結構安全耐震能力初步評估基準及等級基準表

單項評估	評估類別	等級	說明	評估基準	評估結果
結構安全耐震評估	初步評估	甲級	尚無疑慮	評估分數 <sup>(1)</sup> $\geq 70$ (即危險度總評估分數 $R \leq 30$ )。	
		乙級	尚有疑慮	$70 > \text{評估分數}^{(1)} \geq 40$ (即 $30 < \text{危險度總評估分數 } R \leq 60$ )，建議辦理耐震能力詳細評估。	

←都市危險及老舊建築物  
結構安全性能評估辦法

備註：(1)「評估分數」之定義為「100－危險度總評估分數R」。

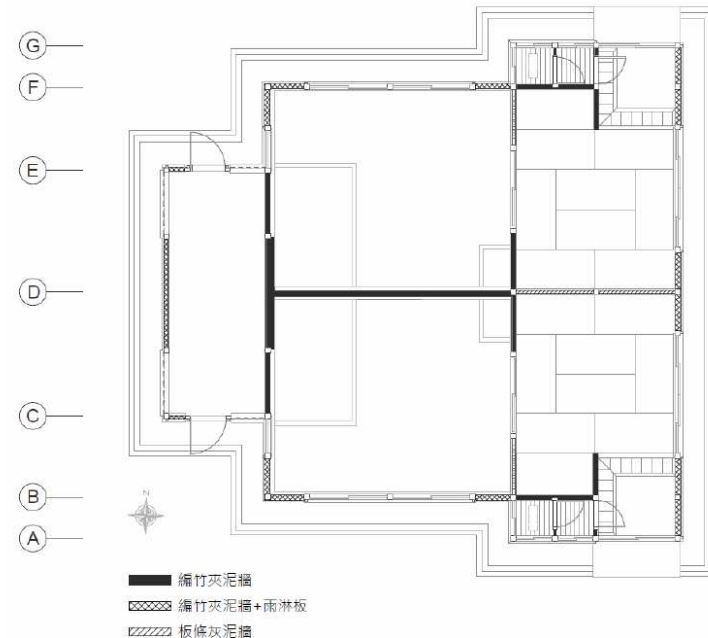
木構造建築物耐震能力初步評估方法

## 4. 案例說明



# 原臺中刑務所浴場

名稱：原臺中刑務所浴場  
地址：臺中市自由路一段89巷28號  
興建年代(西元)：1921年  
樓地板面積A：106.34(m<sup>2</sup>)  
簷高：6 m  
屋瓦種類：水泥瓦



## 參考文獻：

黃俊銘，余怡萍，游惠婷，陳立武，鍾翠霞，賴欣釗，曾鴻程，林佳慧，黃翊涵，臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫成果報告書，台中市文化資產處，2014。



# (一)基本資料

本表適用對象為牆系統之日式木造建築結構

建物基本資料			評估日期:	
委託單位	法務部矯正署臺中監獄		耐震需求參數	
建築物名稱	原臺中刑務所浴場		$S_{DS}$	0.86
建築物地址	臺中市西區自由路一段89巷28號		$S_{D1}$	0.77
興建年代	1921		$T_0^D$	0.90
經緯度座標	N	24.1340597	$S_{ad}$	0.86
	E	120.6716913	$R_a$	1.40
評估者			$F_u$	1.34
證號			$(S_{ad}/F_u)_m$	0.48
樓層數	1		用途係數I	1.25
樓地板面積 $A(m^2)$	106.34		屋頂種類	屋頂層單位面積重量 $w_{rf}$ (kgf/m <sup>2</sup> )
R	1.6		<input type="checkbox"/> 木屋架+屋瓦+天花板+半層牆	220
是否位於台北盆地(Y/N)	否		<input type="checkbox"/> 其他:_____	
建築物高度/檐高 H(m)	6.07		$W(kgf)=A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$	23,395
結構物基本振動週期 $T=0.05 \times H^{0.75}$	0.19			

- 建物基本資料參考臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫
- 耐震需求參數依據建築物耐震設計規範查得

## (二)結構重量計算

本表適用對象為牆系統之日式木造建築結構

建物基本資料			評估日期：	
委託單位	法務部矯正署臺中監獄		耐震需求參數	
建築物名稱	原臺中刑務所浴場		$S_{DS}$	0.86
建築物地址	臺中市西區自由路一段89巷28號		$S_{D1}$	0.77
興建年代	1921		$T_0^D$	0.90
經緯度座標	N	24.1340597	$S_{aD}$	0.86
	E	120.6716913	$R_a$	1.40
評估者			$F_u$	1.34
證號			$(S_{aD}/F_u)_m$	0.48
樓層數	1		用途係數I	1.25
樓地板面積 $A(m^2)$	106.34		屋頂種類	屋頂層單位面積重量 $w_{rf}$ (kgf/m <sup>2</sup> )
R	1.6		<input type="checkbox"/> 木屋架+屋瓦+天花板+半層牆	220
是否位於台北盆地(Y/N)	否		<input type="checkbox"/> 其他：_____	
建築物高度/簷高 H(m)	6.07		$W(kgf)=A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$	23,395
結構物基本振動週期 $T=0.05 \times H^{0.75}$	0.19			

➤ 本案例屋頂型式屬木屋架+屋瓦+天花板+半層牆，屋頂層平均單位重 $w_{rf}$ 為220 (kgf/m<sup>2</sup>)。

➤ 本案例為1層樓建築物

$$W(kgf) = A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240] = 106.34 \times 220 = 23,395 \text{ kgf}$$

# (三)耐震能力評估

基本結構耐震性能調查項目						
	抗側力構件種類(厚度t)	單位長度的強度(kgf/m)(Tw <sub>i</sub> )	牆長度(m)		強度(kgf)	
			X向總長度(m)(Lw <sub>xi</sub> )	Y向總長度(m)(Lw <sub>yi</sub> )	X向(kgf)(Tw <sub>xi</sub> =Tw <sub>i</sub> ×Lw <sub>xi</sub> )	Y向(kgf)(Tw <sub>yi</sub> =Tw <sub>i</sub> ×Lw <sub>yi</sub> )
一樓牆量	編竹夾泥牆(t < 5cm)	170				
	編竹夾泥牆(5cm ≤ t < 7cm)	220				
	編竹夾泥牆(7cm ≤ t < 9cm)	350	1.83	7.12	640.50	2492.00
	編竹夾泥牆(t ≥ 9cm)	390	10.21	12.77	3981.90	4980.30
	木板條灰泥牆	220	1.89	0.00	415.80	0.00
	其他: _____ 註: 參閱附表一					
	牆體種類無法判斷者	200				
	X向牆體強度(kgf)TA <sub>wx</sub> = Σ(Tw <sub>xi</sub> )				5,038	
	Y向牆體強度(kgf)TA <sub>wy</sub> = Σ(Tw <sub>yi</sub> )				7,472	



編竹夾泥牆

破損情形過於嚴重，則不計入有效抗側力之構件長度計算



# 基本耐震性能評估結果

本表適用對象為牆系統之日式木造建築結構

建物基本資料			評估日期:	
委託單位	法務部矯正署臺中監獄		耐震需求參數	
建築物名稱	原臺中刑務所浴場		$S_{DS}$	0.86
建築物地址	臺中市西區自由路一段89巷28號		$S_{D1}$	0.77
興建年代	1921		$T_0^D$	0.90
經緯度座標	N	24.1340597	$S_{aD}$	0.86
	E	120.6716913	$R_a$	1.40
評估者			$F_u$	1.34
證號			$(S_{aD}/F_u)_m$	0.48
樓層數	1		用途係數I	1.25
樓地板面積 $A(m^2)$	106.34		屋頂種類	屋頂層單位面積重量 $w_{rf} (kgf/m^2)$
R	1.6		<input type="checkbox"/> 木屋架+屋瓦+天花板+半層牆	220
是否位於台北盆地(Y/N)	否		<input type="checkbox"/> 其他: _____	
建築物高度/簷高 H(m)	6.07		$W(kgf)=A \times [w_{rf} + (N_f - 1) \times 240]$	23,395
結構物基本振動週期 $T=0.05 \times H^{0.75}$	0.19			

X向牆體強度(kgf) $T_{AwX} = \sum(T_{wXi})$	5,038
Y向牆體強度(kgf) $T_{AwY} = \sum(T_{wYi})$	7,472

# 調整因子Q

調整因子調查項目			調整因子 $Q=q1 \times q2 \times q3 \times q4$
項目	調查結果	因子 $q_i$	
結構系統完整性 $q1$	■良(1.0)    □差(0.9)	1	0.8
變形程度 $q2$	■無(1.0)    □嚴重(0.9)	1	
構件、接合部及基礎損壞程度 $q3$	□無、輕微損壞(1.0)    ■嚴重損壞(0.8)	0.8	
屋頂損壞程度 $q4$	■無、輕微損壞(1.0)    □嚴重損壞(0.8)	1	



牆體土壁剝落



植物氣根侵入牆體



基牆有白華現象

# 初評結果

耐震指標	$= E_x \times Q$	20	$= E_y \times Q$	30
木構造建築耐震指標	$= \text{Min} (E_x \times Q, E_y \times Q)$	20	是否有疑慮：	尚有疑慮

X 向為  $0.36 < 0.7$ ，其診斷結果為『有嚴重破壞或傾倒危險』。

Y 向為  $0.41 < 0.7$ ，其診斷結果為『有嚴重破壞或傾倒危險』。

擷取臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫

評估結果與「臺中市市定古蹟「原臺中刑務所典獄官舍、原臺中刑務所浴場」調查研究及修復再利用計畫」結果相符。



木構造建築物耐震能力初步評估方法

## 5. 結論與建議

## 結論與建議

---

- 本研究完成之木構造建築耐震能力初步評估表，係根據所蒐集の木造建築案例之結構資料，以統計分析方式建立關鍵評估參數值。基於研究樣本特性，做以下結論與建議：
  - (1) 本初步評估表適用對象為以牆體為主要抵抗地震力之日式木造建築結構。歸屬文化資產保存法之國定古蹟、縣市古蹟、歷史建築等木構造建築物均不適用本方法。
  - (2) 本計畫時程緊湊，無法蒐集大量木造建築樣本供統計分析，建議後續應再多蒐集樣本，強化評估參數的可信度。

簡報結束，敬請指教