

附錄 A 紅磚牆之抗剪能力計算法

A.1 適用範圍

本附錄之目的用來計算紅磚牆之面內抗剪強度與剛度，俾供整棟建築物耐震評估之用。適用之建築物包括加強磚造與鋼筋混凝土構架內填充紅磚牆之建築物。紅磚牆之配置原則應遵守本規範第三章之相關規定；紅磚牆之牆身長、厚度與高度應遵守本規範第四章之相關規定，否則應先檢核該磚牆在面外地震力、風壓力與其他意外載重作用下不會崩塌，才能進行本附錄面內抗剪強度與剛度之計算。

A.2 磚牆之臨界破裂角 θ

由於磚牆達水平極限載重時，其破壞裂縫將沿對角中心線附近之磚縫間擴展，若磚牆之破裂路徑能在最短水平距離內，完全藉由水平及垂直灰縫產生梯級狀裂縫而不致造成紅磚之劈裂破壞時，將此破裂角度定義為臨界破裂角 θ ，其值會隨各種砌法而變。

A.3 磚牆之破壞路徑與計算剪力之基本參數

由於磚牆水平極限強度主要由對角壓力斜撐之破壞所控制，而其破裂路徑有沿牆體對角主應力產生之趨勢，爰將此影響水平極限強度之主要破裂路徑定義為破壞路徑，若此破壞裂路徑能完全沿著紅磚灰縫間之介面移動就能夠產生對角破壞，而不必產生紅磚劈裂破壞，其劈裂強度為 f_{bt} ，則可形成最小破壞面強度，亦即當砌築磚體之對角線角度小於或等於其磚牆之臨界破裂角時，就不必產生紅磚劈裂破壞，此時磚牆之抗剪強度將由水平破裂面之介面磨擦強度 τ_f ，與垂直面之砂漿介面劈裂強度 f_{mbt} ，兩者所共同承擔。上述之 τ_f 、 f_{mbt} 與 f_{bt} 按下式計算之：

$$\tau_f = 0.0337(f_{mc})^{0.885} + (0.654 + 0.0005047 f_{mc}) \sigma_N \quad (A.1)$$

$$f_{mbt} = 1.0797(f_{mc})^{0.338} \quad (A.2)$$

$$f_{bt} = 0.22 f_{bc} \quad (A.3) \text{ <註 1>}$$

A.4 磚牆之水平剪力極限強度

(1) 四邊圍束磚牆之水平剪力極限強度

當 $\tan \theta \geq (H_b / W_b)$

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_b \times 0.45 f_{mbt}) \quad (A.4a)$$

當 $\tan \theta < (H_b / W_b)$

$$V_n = T_b \times [W_b \times \tau_f + H_1 \times 0.45 f_{mbt} + (H'_b - H_1) \times (0.45 f_{mbt} + 0.45 f_{bt}) / 2] \quad (A.4b)$$

上式中， $H_1 = W_b \tan \theta$ ， $H'_b = \min(H_b, W_b)$

(2) 三邊圍束磚牆之水平剪力極限強度計算

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_2 \times 0.45 f_{mbt}) \quad (A.4c)$$

(3) 無側邊圍束磚牆之水平剪力極限強度計算

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f) \quad (\text{A.4d})$$

(4) 窗台磚牆之水平剪力極限強度計算

$$V_n = T_b \times (W_b \times 0.7\tau_f + H_2 \times 0.45f_{mbt}) \quad (\text{A.4e})$$

A.5 磚牆極限點之割線彈性模數

$$E_u = 61.29 \eta_1 \eta_2 f_{bc}^{0.7} f_{mc}^{0.3} \quad (\text{A.5a})$$

$$\eta_1 = 1.67 - 0.64 \left(\frac{H_b}{W_b} \right), \quad 0.5 \leq \left(\frac{H_b}{W_b} \right) \leq 2.0 \quad (\text{A.5b})$$

η_2 ：磚牆在三邊圍束及窗台磚牆試體可取 0.367，四邊圍束試體可取 0.556。

A.6 磚牆極限點水平位移

$$\Delta_u = \left[\left(\frac{5}{4} + \frac{3}{2}\nu \right) \frac{W_b}{H_b} + \left(2 + \frac{7}{4}\nu \right) \frac{H_b}{W_b} + \left(2 + \frac{3}{2}\nu \right) \frac{H_b^3}{W_b^3} \right] \frac{V_n}{E_u \times T_b} \quad (\text{A.6})$$

$$(\text{A.6}) \text{ 式中 } 0.5 \leq \left(\frac{H_b}{W_b} \right) \leq 2.0 \quad \text{且 } \nu = 0.15$$

A.7 磚牆之水平力與位移曲線

(1) 磚牆極限位移以前之水平力與位移曲線

(A) 三邊圍束或窗台磚牆：

$$\frac{V}{V_n} = 3 \left(\frac{\Delta}{\Delta_u} \right) - 3 \left(\frac{\Delta}{\Delta_u} \right)^2 + \left(\frac{\Delta}{\Delta_u} \right)^3 \quad (\text{A.7a})$$

(B) 四邊圍束磚牆：

$$\frac{V}{V_n} = 2 \left(\frac{\Delta}{\Delta_u} \right) - \left(\frac{\Delta}{\Delta_u} \right)^2 \quad (\text{A.7b})$$

(2) 磚牆極限點以後之 P- Δ 曲線

極限點至最終殘餘水平位移點之間，可以直線連結之。磚牆之最終殘餘水平位移為牆高之 2.0%。殘餘水平剪力強度以下列二式計算之：

(A) 非窗台磚牆之殘餘強度為：

$$V_r = \tau_f \times T_b \times W_b \leq 0.6 V_n \quad (\text{A.8a})$$

(B) 窗台磚牆之殘餘強度為：

$$V_r = 0.7 \times \tau_f \times T_b \times W_b \leq 0.6 V_n \quad (\text{A.8b})$$

A.8 符號說明

τ_f ：紅磚塊與砂漿之介面磨擦強度 (kgf/cm²)。

σ_N ：作用於破壞介面之垂直應力 (kgf/cm²)。

f_{mc} ：砂漿塊抗壓強度 (kgf/cm²)。

f_{bc} ：紅磚之單軸抗壓強度 (kgf/cm²)。 <註 1>

f_{bt} ：紅磚自體之劈裂強度 (kgf/cm²)。

f_{mbt}	: 紅磚與砂漿介面劈裂強度 (kgf/cm ²)。
V	: 紅磚牆水平剪力 (kgf)。
V_n	: 水平剪力極限強度 (kgf)。
V_r	: 磚牆殘餘水平剪力強度 (kgf)。
T_b	: 磚牆厚度 (cm)。
W_b	: 內砌磚牆單元之淨寬度 (cm)。
H_b	: 內砌磚牆單元之淨高度 (cm)。
H'_b	: 內砌紅磚牆單元之有效淨高度 (cm)。
H_1	: $H_1 = W_b \tan \theta$ (cm)。
H_2	: $H_2 = 0.5 W_b \tan \theta \leq H_b$ (cm)。
η_1	: 磚牆剛度修正係數。
η_2	: 磚牆剛度修正係數。
θ	: 磚牆臨界破裂角。
ν	: 波松比。
Δ	: 磚牆之水平位移 (cm)。
Δ_u	: 磚牆之極限點水平位移 (cm)。

[解說]

本附錄公式係以陳奕信博士論文之公式為依據[A.1]。

詳細解說如下：

1.前言

國外對於磚牆之論著雖多，但由於我國紅磚結構慣用構法與國外磚牆構法並不一致，且其磚塊、砂漿等砌疊材料與國外相較亦不相同，故較難以直接應用於國內之磚牆結構。另一方面，國內外有關磚牆的極限強度常採用回歸公式計算，對磚牆的強度往往缺乏合理之物理特性描述。目前國內磚牆之試驗研究以台大地震工程研究中心及成大建築系為主，爰採用前述相關研究及試驗結果，以破壞路徑原則建立磚牆單元之抗剪極限強度並探討磚牆之破壞特性與破壞模式。同時整合以往試驗結果，並架構個別材料與磚牆砌體間之相互影響關係，提供磚牆的極限強度計算公式，並使其與磚牆個別材料之力學行為有一致性。由於含磚牆之 RC 構架分別由磚牆牆版及 RC 構架兩種不同材料特性與性質之元素所組成，在分析之實務與應用上可將其分解為鋼筋混凝土空構架及磚牆元素兩部分，兩者間雖有互制作用，但在分析上可將互制行為的貢獻併入磚牆部分進行分析，以簡化設計流程，如圖 RA.1 所示，如此可與一般程式之分析元素取得一致性，並同時簡化磚牆之分析方法。2.磚牆之臨界破裂角 θ

臨界破裂角之大小受磚砌工法之不同而異，若紅磚塊之長寬厚分別為 l 、 w 、 h ，水平及垂直磚縫寬分別為 g_h 及 g_v ，(RA.1) 式分別表示因不同的磚砌工法所計算的臨界破裂角。一般慣用砌法之臨界破裂角可分別表示如圖 RA.2 所示。

(1) 英國式砌法 (English Bond，俗稱一順一丁砌法) 之臨界破裂角 θ 為：

$$\tan \theta = \frac{h + g_h}{w + g_v} \quad (\text{RA.1a})$$

(2) 法國式砌法 (Flemish Bond, 亦稱梅花丁砌法) 之臨界破裂角 θ 為:

$$\tan \theta = \frac{2(h + g_h)}{w + l + 2g_v} \quad (\text{RA.1b})$$

(3) 二順一丁砌法之臨界破裂角 θ 為:

$$\tan \theta = \frac{3(h + g_h)}{2(w + g_v)} \quad (\text{RA.1c})$$

(4) 順砌法 (Stretching Bond) 之臨界破裂角 θ 為:

$$\tan \theta = \frac{2(h + g_h)}{l + g_v} \quad (\text{RA.1d})$$

上述砌法中除順砌法主要用於 0.5B 磚者外, 其餘砌法普遍用於 1B 或 1B 以上之磚牆, 根據建築技術規則建築構造編第 140 條修正前對砌疊接縫之規定要求應採英國式或法國式之砌法, 而根據高健章等教授對台北市含磚牆建築之調查 [A.2], 則有相當比例建築物採用二順一丁砌法。此些砌法之臨界破裂角計算若依據過去我國國家標準 CNS 382 [A.3] 對建築用普通磚之尺寸規定, 磚之長、寬 (闊)、厚尺度應各為 230mm、110mm、60mm, 當灰縫寬為 10mm 時, 則英國式砌法、法國式砌法、二順一丁砌法與順砌法之臨界破裂角度分別為 30.26 度、21.25 度、41.19 度及 30.26 度。然而在工程實務使用上, 普通磚大多無法符合過去 CNS 結構用磚尺度規定。例如, 長、寬、厚分別為 200mm、95mm、53mm (民國 96 年 1 月 17 日新修訂之紅磚尺寸, 詳見 CNS 382), 水平及垂直灰縫平均寬為 10mm, 當磚砌築採法國式砌法, 則其臨界破裂角為:

$$\tan \theta = \frac{2(53 + 10)}{95 + 200 + 2 \times 10} = 0.4, (\theta \approx 21.8^\circ)$$

3. 磚牆之破壞路徑

由於磚牆水平極限強度主要由對角壓力斜撐之破壞所控制, 而其破裂路徑有沿牆體對角主應力方向產生之趨勢, 本附錄將此影響水平極限強度之主要破裂路徑定義為破壞路徑 (Failure Path), 若此破壞裂路徑能完全沿著紅磚灰縫間之介面移動就能夠產生對角破壞, 而不必產生紅磚劈裂破壞, 則可形成最小破壞強度, 如圖 RA.3 所示, 亦即當砌築磚體之對角線角度小於或等於其磚牆之臨界破裂角時, 就不必產生紅磚劈裂破壞, 此時磚牆之抗剪強度將由水平破裂面之介面磨擦強度與垂直面之砂漿介面劈裂強度兩者所共同承擔。

當磚牆之對角線角度大於臨界破裂角且具邊界束制時, 其反對稱破壞路徑仍須沿牆體對角線產生, 此時破壞路徑無法全由較弱之灰縫產生, 而需對部分紅磚產生劈裂破壞, 如圖 RA.4 (a) 所示, 由於紅磚之劈裂強度較高, 故具有較高抗剪強度, 圖 RA.4 (a) 之破壞路徑可以分解簡化為圖 RA.4 (b), 圖中 AB 與 CD 兩區間係以臨界破裂角度沿灰縫產生之梯級狀破裂, 而 BC 間則為紅磚自體及紅磚與砂漿間介面劈裂 (豎縫) 破壞各半之情形, 此類型之實際磚牆破壞可以圖 RA.5 為代表。反之, 當牆體之對角線角度小於臨界破裂角時, 其破壞路徑只要

沿水平及垂直灰縫產生，就能夠達成連接牆體對角兩點的任務。此時抗剪強度由水平之磨擦強度與垂直之介面劈裂強度共同組成，屬劈滑型破壞，其破壞路徑如圖 RA.6 (a) 所示，圖 RA.6 (a) 之破壞路徑可簡化如圖 RA.6 (b)，雖然壓力斜撐之作用使磚牆破壞路徑有由對角產生之趨勢，但若牆體之高寬比過小則斜撐壓力作用較難以直接由對角傳遞，故僅能使壓力集中於兩端部角隅而產生梯級狀破壞，磚牆中央部分則僅產生水平橫縫破壞，亦即如圖 RA.6 (b) 之破壞路徑，此類型之實際磚牆破壞可以圖 RA.7 為代表。圖 RA.6 此類破壞路徑因不產生紅磚劈裂破壞，其極限抗剪強度可能比同高度但寬度較小的圖 RA.4 磚牆為低。這種現象在張文德[A.4]的磚牆試驗中即反應出此一行為。

4.單片磚牆之水平剪力強度計算

獲知紅磚與砂漿水平介面磨擦強度、紅磚與砂漿垂直介面劈裂強度、紅磚塊自體劈裂強度後，如再獲知牆體破壞路徑，則可計算磚牆之水平剪力強度。可是由於磚牆之水平剪力強度受不同高寬比、不同 RC 構架束制條件而有不同破壞路徑，故在分析上首先就其邊界束制條件做下列區分：

(a) 四邊圍束磚牆之水平剪力強度

當內砌磚牆之高寬比與磚牆臨界破裂角一致如圖 RA.3 時，其對角破壞即與臨界破裂角相同，此時磚牆之破壞強度係由磚縫水平磨擦強度 τ_f 與垂直縫之紅磚與灰漿劈裂強度 f_{mbt} 所提供。當磚牆之對角線角度小於臨界破裂角如圖 RA.6 時，超出臨界破裂角之水平長度範圍外者，其額外強度全由水平磨擦強度 τ_f 提供。若磚牆之對角線角度大於臨界破裂角如圖 RA.4 時，由於對角破壞無法全部藉由磚縫產生，故其對角破壞之路徑須藉由部分紅磚自體劈裂破壞來完成。由磚牆的隔皮相錯的砌法而言，圖 RA.4(b) BC 部分強度取 f_{mbt} 與 f_{bt} 的平均值計算。依據前述破壞路徑之特性，其磚牆水平剪力強度 V_n 可依下列公式計算：

當 $\tan \theta \geq (H_b / W_b)$ ，如圖 RA.6：

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_b \times 0.45 f_{mbt}) \quad (A.4a)$$

當 $\tan \theta < (H_b / W_b)$ ，如圖 RA.4：

$$V_n = T_b \times [W_b \times \tau_f + H_1 \times \alpha f_{mbt} + (H'_b - H_1) \times (0.45 f_{mbt} + 0.45 f_{bt}) / 2] \quad (A.4b)$$

上式中， $H_1 = W_b \tan \theta$ ， $H'_b = \min(H_b, W_b)$

W_b ：內砌磚牆單元之淨寬度。

H_b ：內砌磚牆單元之淨高度。

T_b ：磚牆厚度。

α 、 β ：強度修正係數，建議取 α 、 β 值為 0.45。

θ ：磚牆臨界破裂角。

由於紅磚與砂漿水平介面磨擦強度於受力初期即迅速提昇至 τ_f ，且裂縫形成後，仍可維持一定強度值，而無明顯強度衰減現象。而磚體、紅磚與灰漿之垂直劈裂強度雖較高，但其行為卻呈現脆性破壞現象。由於磚牆破壞時， f_{mbt} 及 f_{bt} 在破壞介面處易受先前產生之同向及反向裂縫影響而喪失部分強度，且在破壞路徑上之各點之應力不同而無法同時達最大值，故對 f_{mbt} 與 f_{bt} 所提供之強度應分

別做適度折減修正，因此參考試驗結果建議取 0.45。

此外在 (A.4b) 式中若內砌磚牆之高寬比達一定程度後繼續增加牆高，將使對角斜撐作用逐漸減弱，此時沿用圖 RA.4 對角破壞機制將過度高估磚牆之實際剪力強度，而且在高寬比越大的情況下，其構架－磚牆之整體行為將逐漸轉變為撓曲變形機制，但因受到 RC 框架之拘束，即使磚牆上下端部產生撓曲開裂，仍能提供部分斜撐作用。而磚牆之強度亦會受磚牆左右兩側與框架接觸面之摩擦作用影響，故其破壞行為與純磚牆的撓曲強度破壞行為有所不同。由於此類尺寸比例的磚牆破壞機制較為複雜，且缺乏試驗之佐證，因此參考磚牆試體之高寬比範圍，對此類牆體之強度計算式建議取高寬比=1.0 作為限制，亦即在 (A.4b) 式中以有效牆高上限 H'_b 值取代實際牆高 H_b 。

(b) 三邊圍束磚牆之水平剪力強度計算

若磚牆上下兩側有 RC 梁或 RC 版束制，但左右兩側僅具單邊束制時，一旦承受水平外力，磚牆已經不是反對稱結構，其破壞路徑經磚牆中心點向無束制端進行時，因束制力的喪失而無法形成階梯狀的對角斜撐機制，故在磚牆中心線向束制端一側將形成沿臨界破裂角之破壞路徑，而由磚牆中心線開始向無束制端方向將以最小之水平磨擦強度形成水平破壞介面，如圖 RA.8 (a) 所示。故三邊圍束磚牆水平剪力強度可以下式表之：

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_2 \times 0.45 f_{mbt}) \quad (\text{A.4c})$$

上式中， $H_2 = 0.5 W_b \tan \theta \leq H_b$

(c) 無側邊圍束磚牆之水平剪力強度計算

若磚牆兩側皆無邊界構材形成圍束作用，則磚牆無法形成階梯狀對角破壞且其破壞路徑通常為一條貫通的水平裂縫（圖 RA.8 (b)），其由水平磨擦強度提供之。故僅上下二邊圍束磚牆之水平極限抗剪強度為：

$$V_n = T_b \times (W_b \times \tau_f) \quad (\text{A.4d})$$

(d) 窗台磚牆之水平剪力強度計算

根據康繼仁[A.5]的補強試驗，窗台磚牆可以式 (A.4c) 之三邊圍束磚牆計算其水平抗剪強度，但因窗台磚牆缺乏牆頂束制作用，故在側向力作用下所產生之傾覆力矩（Overturning Moment）無法由 RC 框架承擔。因此水平介面摩擦強度將因垂直向拉應力的介入而降低。由於窗台磚牆試體較少且為簡化分析之目的，爰根據試驗結果建議將 (A.4c) 式中之水平介面摩擦強度取 70% 計算，故窗台磚牆之水平剪力強度為：

$$V_n = T_b \times (W_b \times 0.7 \tau_f + H_2 \times 0.45 f_{mbt}) \quad (\text{A.4e})$$

上式中， $H_2 = 0.5 W_b \tan \theta \leq H_b$

本規範屬條列式規定，規範有規定者，設計者得依該規定，不須另行結構設計；規範無規定或無法提供完整規定者，仍應以合理模式或實驗設計之。規劃完成之磚造或加強磚造建築結構，設計者宜按照表 RA.1 所示逐項檢核各項尺度，以確保設計品質符合本規範之最低規定。茲按本規範之條列規定，設計之純

磚造二層樓獨棟住宅、連棟式沿街店鋪住宅、幼稚園與派出所等四幢範例如圖 RA.9a、圖 RA.10a、圖 RA.11a 與圖 RA.12a。又按本規範之條列規定，設計之加強磚造三層樓獨棟住宅、連棟沿街店鋪住宅、幼稚園與派出所等，示於圖 RA.9b、圖 RA.10b、圖 RA.11b 與圖 RA.12b。

茲以本規範附錄 A 提供之方法，計算圖 RA.9 至圖 RA.12 之各樓層崩場地表加速度結果彙於表 RA.2 及表 RA.3。由表中可見依本規範條例規定設計之二層純磚造或三層樓加強磚造，其崩場地表加速度至少可達 0.33g。計算上述 8 個範例時，所須之鋼筋混凝土柱斷面與配筋如圖 RA.13 所示，另所須材料強度如下：

$$\text{紅磚長期抗壓強度 } f_{bc} = 150 \text{ kgf/cm}^2 = 14.7 \text{ MPa} \text{ }^{<\text{註 1}>}$$

$$\text{砂漿長期抗壓強度 } f_{mc} = 100 \text{ kgf/cm}^2 = 9.8 \text{ MPa}$$

$$\text{混凝土長期標稱強度 } f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 = 20.6 \text{ MPa}$$

$$\text{鋼筋長期降服強度 } f_y = 2800 \text{ kgf/cm}^2 = 274 \text{ MPa}$$

<註 1>

公式(A.3)引用之紅磚抗壓強度係以如下之試驗方法所得：

將試樣磚沿長度之中點平分切斷為兩半，再按切斷面相對方向互相重疊，其疊縫及上下兩面皆薄敷卜特蘭水泥一層，置於濕氣槽內七日，使水泥凝固。取出後在常溫下乾燥之，即行抗壓試驗。試驗時加壓速度每秒 5 至 10kg/cm²。其加力面應為原最大面積之面，測定其崩壞之荷重。依下式計算抗壓強度：

$$\text{抗壓強度, kg/cm}^2 = \frac{\text{崩壞之荷重, kg}}{\text{受壓面之平均面積, cm}^2} \quad (\text{RA.2})$$

式(RA.2)的試驗方法與現行國家標準 CNS 382 中對紅磚的抗壓試驗方法不同。依內政部建築研究所之試驗結果建議：前者紅磚的抗壓試驗數值約為國家標準 CNS 382 中對紅磚抗壓試驗數值的 40%至 50%左右。附錄 A 中述及之紅磚抗壓強度皆以式(RA.2)之試驗結果。

- A.1 陳奕信，「含磚牆 RC 建築結構之耐震診斷」，國立成功大學建築研究所博士論文，許茂雄教授指導，台南（2003）。
- A.2 陳清泉、高健章、蔡益超、陳國顯，「紅磚與磚牆力學特性之試驗研究，行政院國家科學委員會」，防災科技研究報告 73-12 號，台北（1984）。
- A.3 中國國家標準，「CNS 382 R2002 建築用普通磚」，經濟部中央標準局（1978）。
- A.4 張文德，「磚牆及含磚牆 RC 構架之耐震試驗分析與應用」，國立成功大學建築研究所博士論文，許茂雄教授指導，台南（1997）。
- A.5 康繼仁，「鋼筋混凝土構架震後之補強試驗及其效果分析－包覆工法」，國立成功大學建築研究所碩士論文，許茂雄教授指導，台南（1996）。
- A.6 劉白梅，「中低層磚構造建築物耐震能力之探討」，國科會九十一年度補助專題研究計畫，計畫編號 NSC91-2211-E-244-00291。

表 RA.1 計算檢核表（以純磚造獨棟建築為例）

主要檢核項目	規定值	案例值	備註
1、總高度	$\leq 9\text{m}$	6.5m	
2、簷高	$\leq 7\text{m}$	6.5m	
3、層高	$\leq 4\text{m}$	1F：3.5m 2F：3.0m	
4、建築物高寬比	≤ 2.2	1.3	高度以簷高為準，寬度以最小寬度為準
5、平面上由各牆壁中心線區劃之各部分面積	$\leq 60\text{m}^2$	max.=50 m ²	
6、每片磚牆牆身長度	$\leq 10\text{m}$	max.=10m	牆身長度為支持牆身兩端之垂直相交牆、撐牆或鋼筋混凝土牆之中心距離
7、磚牆牆身厚度(cm)	樓層數 牆體寬度	同左	
	在5m以下		
	超過5m而在10m以下		
8、單片牆壁牆身開口長度之總和÷該牆身長度	≤ 0.5	max.=0.5	含非承重牆
9、各樓層牆壁開口長度之總和÷該樓層牆身長度總和	$\leq 1/3$	1F：0.33 2F：0.32	含非承重牆及該樓層東西向、南北向所有磚牆 1F X向總長度：20m X向總開口：10m Y向總長度：10m Y向總開口：0m 2F X向總長度：20m X向總開口：9.5m Y向總長度：10m Y向總開口：0m
10、各開口部彼此之間或開口部邊緣與相交牆等支撐物間之距離	$\geq$ 牆身厚度2倍 且 $\geq 60\text{cm}$	min.=100cm $\geq$ (46×2)cm $\geq 60\text{cm}$	
11、開口長度在 1 m 以上者，開口部上緣	應設置RC楣梁	設置RC楣梁	
12、開口長度在1m以下者，開口部上緣	應設置平拱或弧拱	設置平拱或弧拱	
13、樓版及屋頂	建築物高兩層樓以上時，除最下層之樓版以外，皆應為RC造樓版	建築物高兩層樓以上時，除最下層之樓版以外，皆為RC造樓版	
14、過梁	各樓層之牆頂，應設置有效連續之RC過梁	各樓層之牆頂，設置有效連續之RC過梁	
15、過梁寬度	不得小於其臨接之牆厚	等於其臨接之牆厚	
16、過梁深度	應不小於1.5倍梁寬	$\geq$ 梁寬*1.5	

表 RA.2 純磚造設計範例之崩塌地表加速度（一樓崩塌） [A.6]

類型 構造別	崩塌地表加速度 (g)			
	二層樓 獨棟住宅	二層樓 沿街店鋪住宅	二層樓 幼稚園	二層樓 派出所
純磚造	0.66	0.41	0.54	0.48

表 RA.3 加強磚造設計範例之崩塌地表加速度（一樓崩塌） [A.6]

類型 構造別	崩塌地表加速度 (g)			
	三層樓 獨棟住宅	三層樓 沿街店鋪住宅	二層樓 幼稚園	二層樓 派出所
加強磚造	0.76	0.61	0.49	0.57

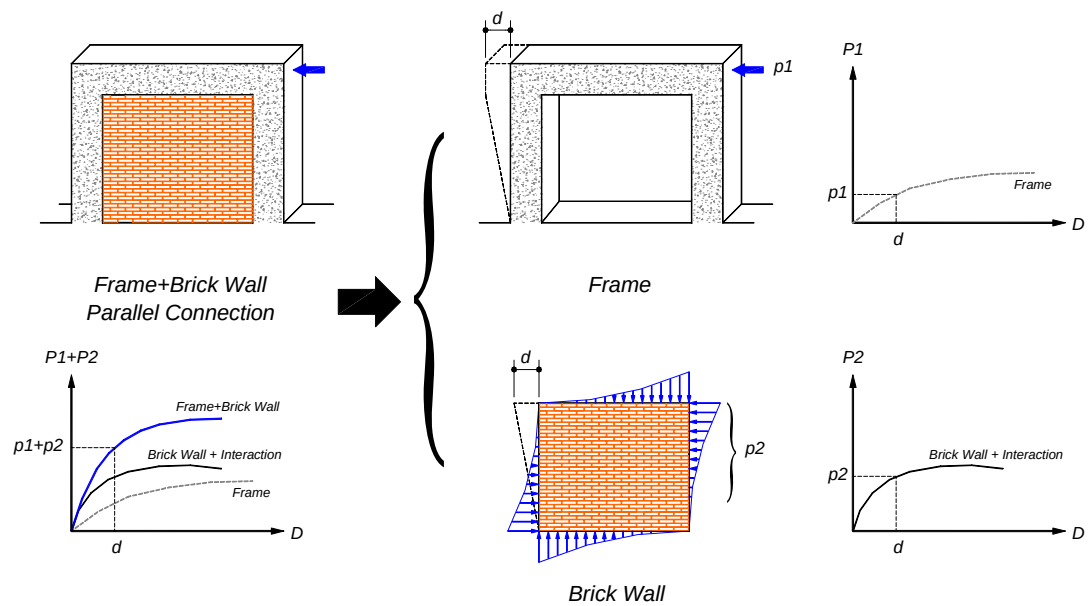
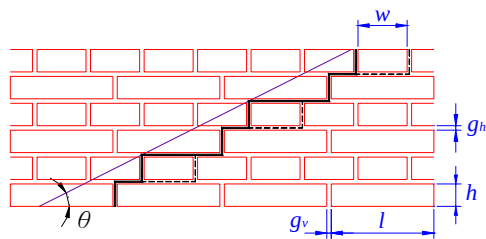
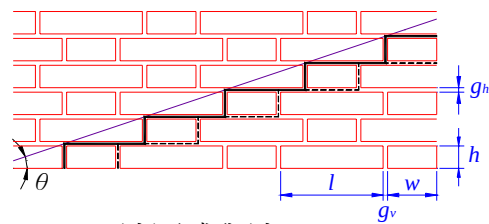


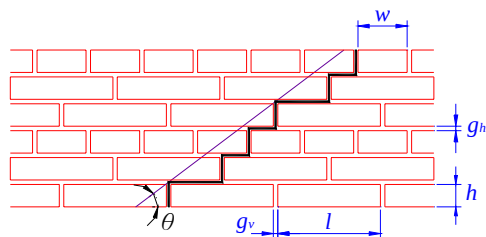
圖 RA.1 鋼筋混凝土構架內磚牆分析模式



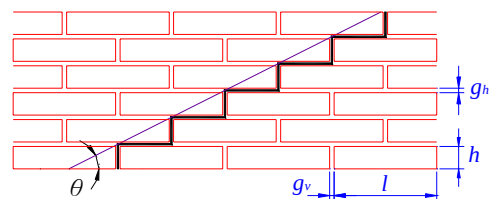
(a). 英國式砌法
(English Bond)



(b). 法國式砌法
(Flemish Bond)



(c). 兩順一丁砌法



(d). 順砌法
(Stretching Bond)

圖 RA.2 各式磚牆砌法之臨界破裂角

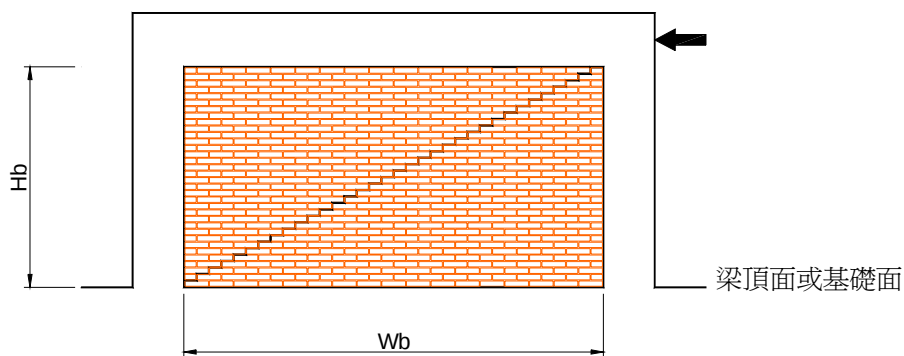
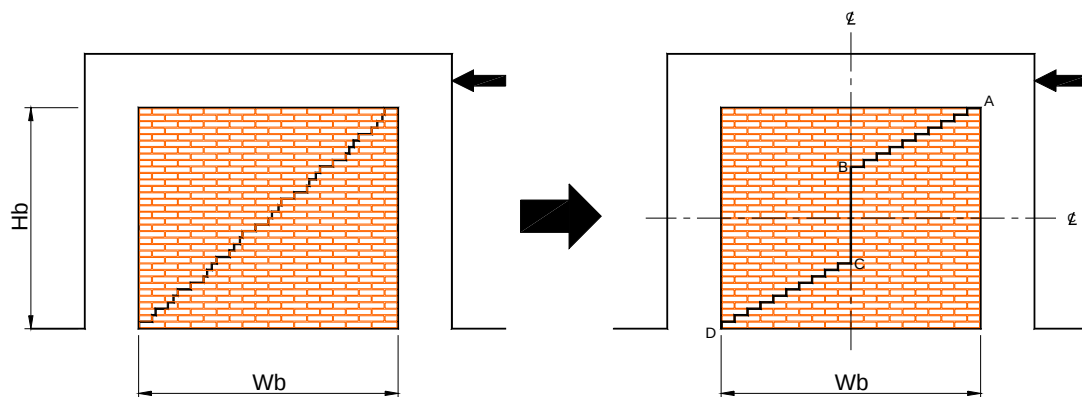


圖 RA.3 磚牆沿紅磚灰縫產生之對角破壞路徑圖



(a). 實際破裂路徑

(b). 重新歸納破裂路徑

圖 RA.4 磚牆對角線角度大於臨界破裂角之破壞路徑示意圖

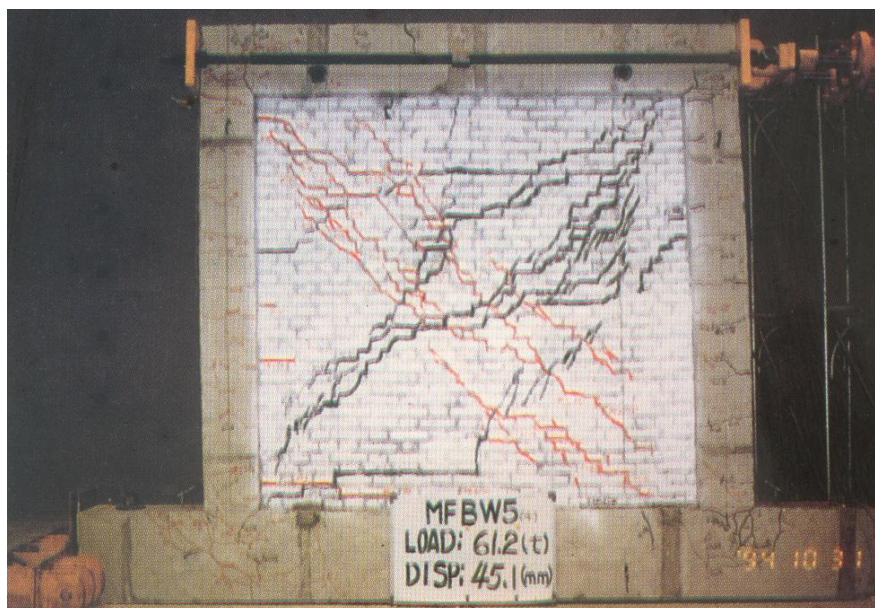
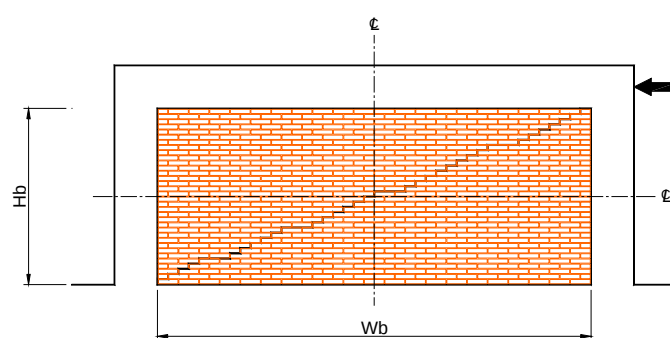
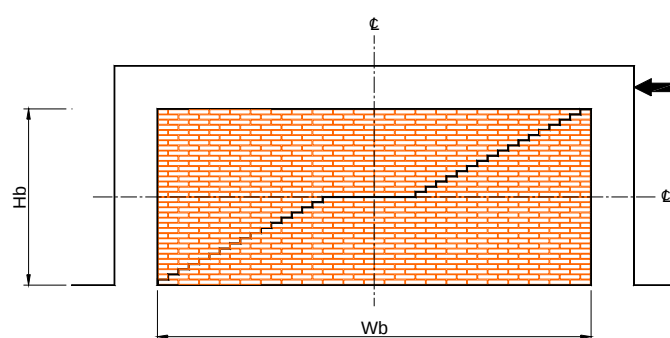


圖 RA.5 磚牆對角線角度大於臨界破裂角之破壞照片[張文德博士提供]



(a). 實際破壞路徑



(b). 相當之破壞路徑

圖 RA.6 磚牆對角線角度小於臨界破裂角之破壞路徑圖（劈滑破壞）



圖 RA.7 (a) 磚牆對角線角度小於臨界破裂角之破壞照片

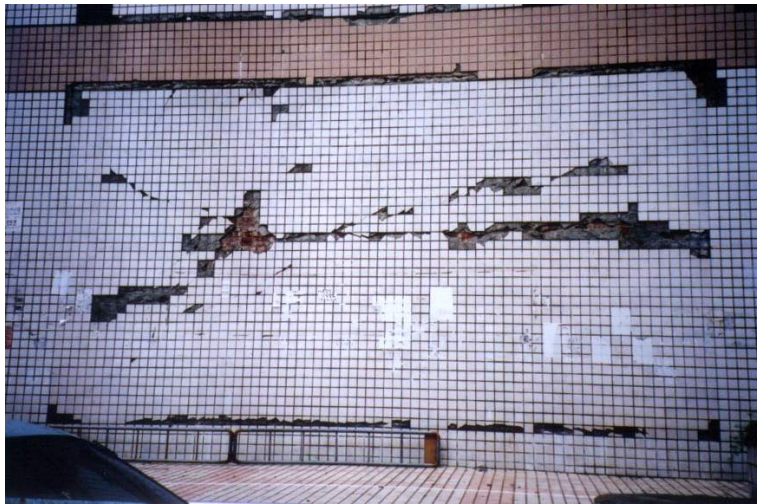


圖 RA.7 (b) 磚牆對角線角度小於臨界破裂角之破壞照片[許茂雄教授提供]

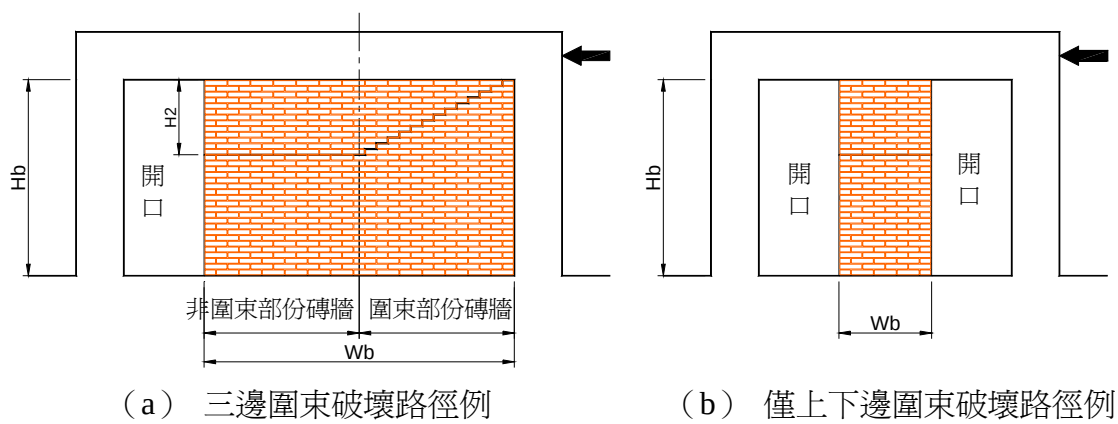


圖 RA.8 非四邊圍束破壞路徑圖

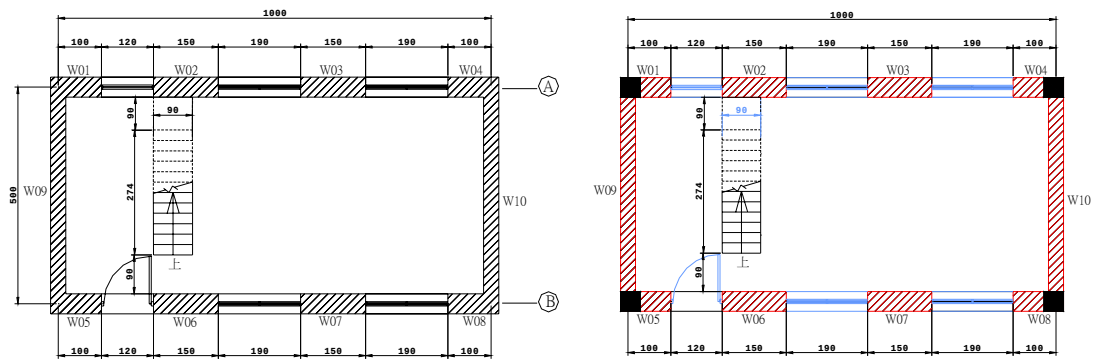


圖 RA.9a 純磚造獨棟住宅一樓平面圖 圖 A.9b 加強磚造獨棟住宅一樓平面圖

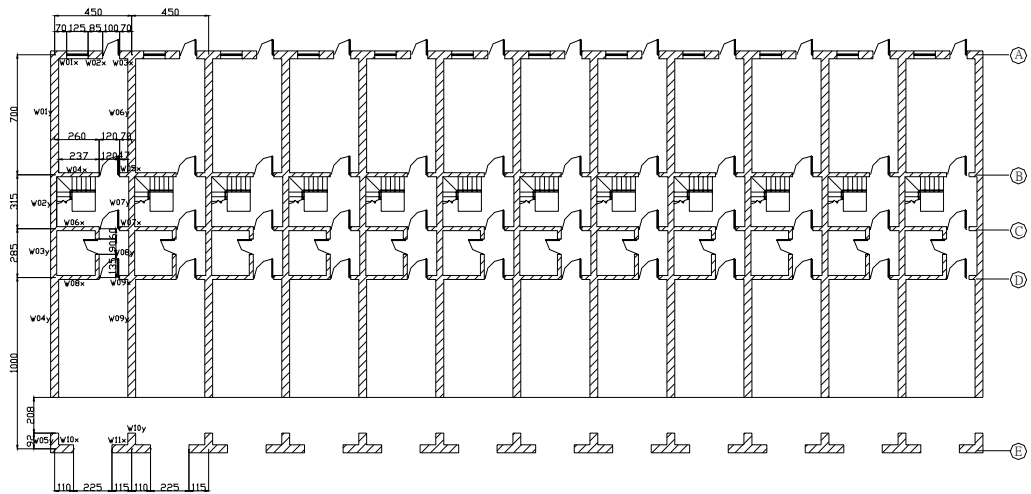


圖 RA.10a 純磚造沿街店舖住宅一樓平面圖

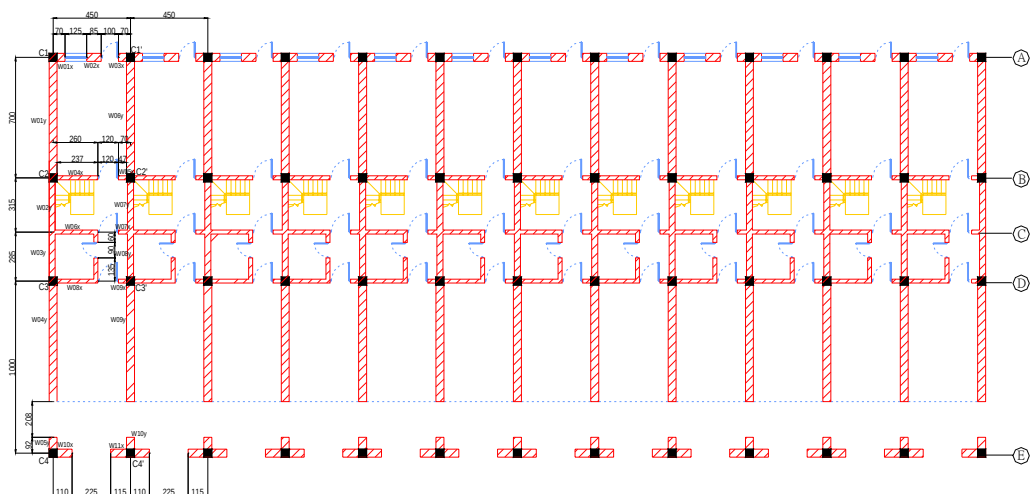


圖 RA.10b 加強磚造沿街店舖住宅一樓平面圖

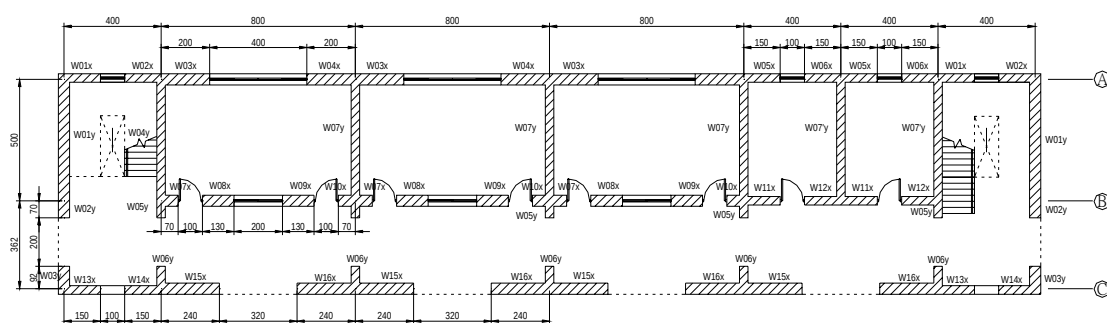


圖 RA.11a 純磚造幼稚園一樓平面圖

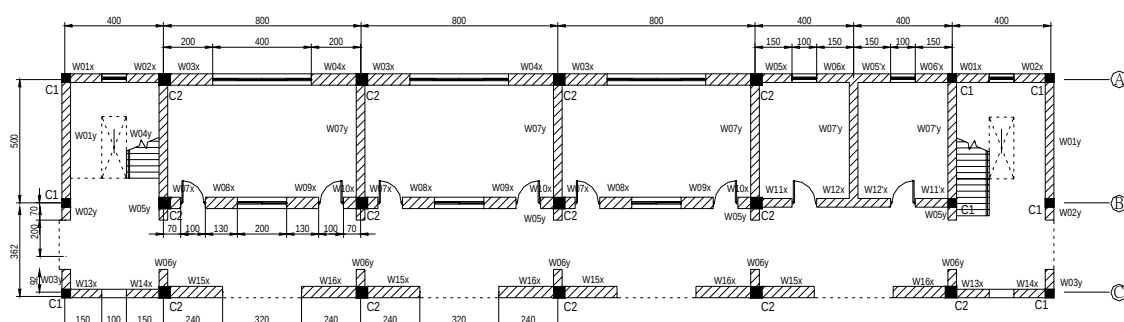


圖 RA.11b 加強磚造幼稚園一樓平面圖

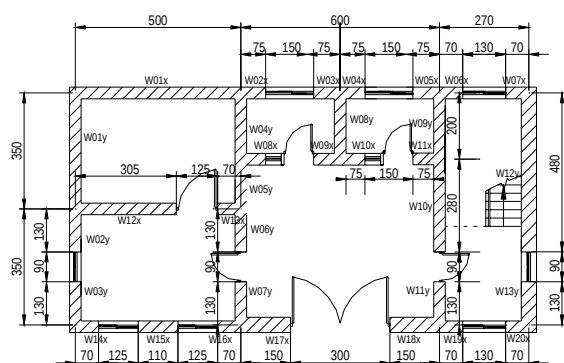


圖 RA.12a 純磚造派出所一樓平面圖

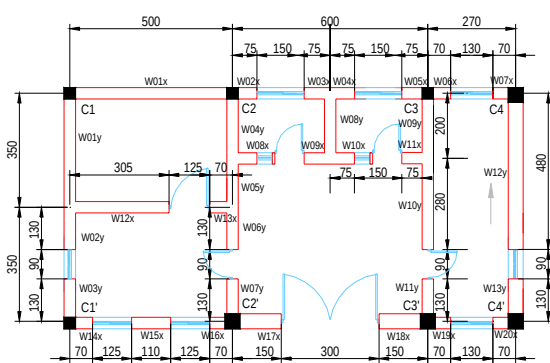


圖 RA.12b 加強磚造派出所一樓平面圖

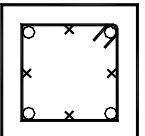
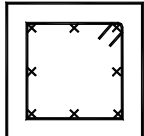
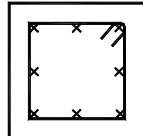
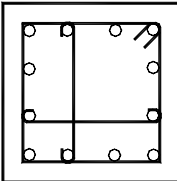
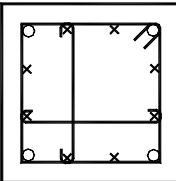
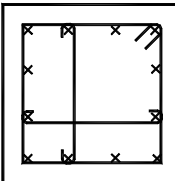
斷面積 (cm×cm)		1F	2F	3F
23×23	圖例		無	無
	配筋	× 4— #5		
	配筋比 (%)	1.5		
35×35	圖例			
	配筋	× 4— #5 ○ 4— #6	× 8— #5	× 8— #5
	配筋比 (%)	1.58	1.29	1.29
46×46	圖例			
	配筋	○ 12— #6	○ 4— #6 × 8— #5	× 12— #5
	配筋比 (%)	1.69	1.34	1.17

圖 RA.13 加強磚造柱配筋圖