

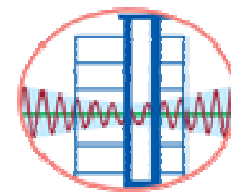


建照快篩及單棟大樓階段性補強作業 講習會

單棟大樓階段性補強 介紹及操作方式

邱聰智 博士

國家地震工程研究中心副研究員



時間：107年5月18日

地點：內政部營建署5樓大禮堂

NAR Labs
國家實驗研究院

www.narlabs.org.tw

簡報大綱

- 前言
- 階段性補強技術
- 補強工法
- 示範案例
- 結論

前言

軟弱層破壞案例



永康維冠金龍大樓

0206美濃地震

- 2016 年 2 月 6 日凌晨 3:57
- 芮氏規模：6.4
- 死亡：115 人

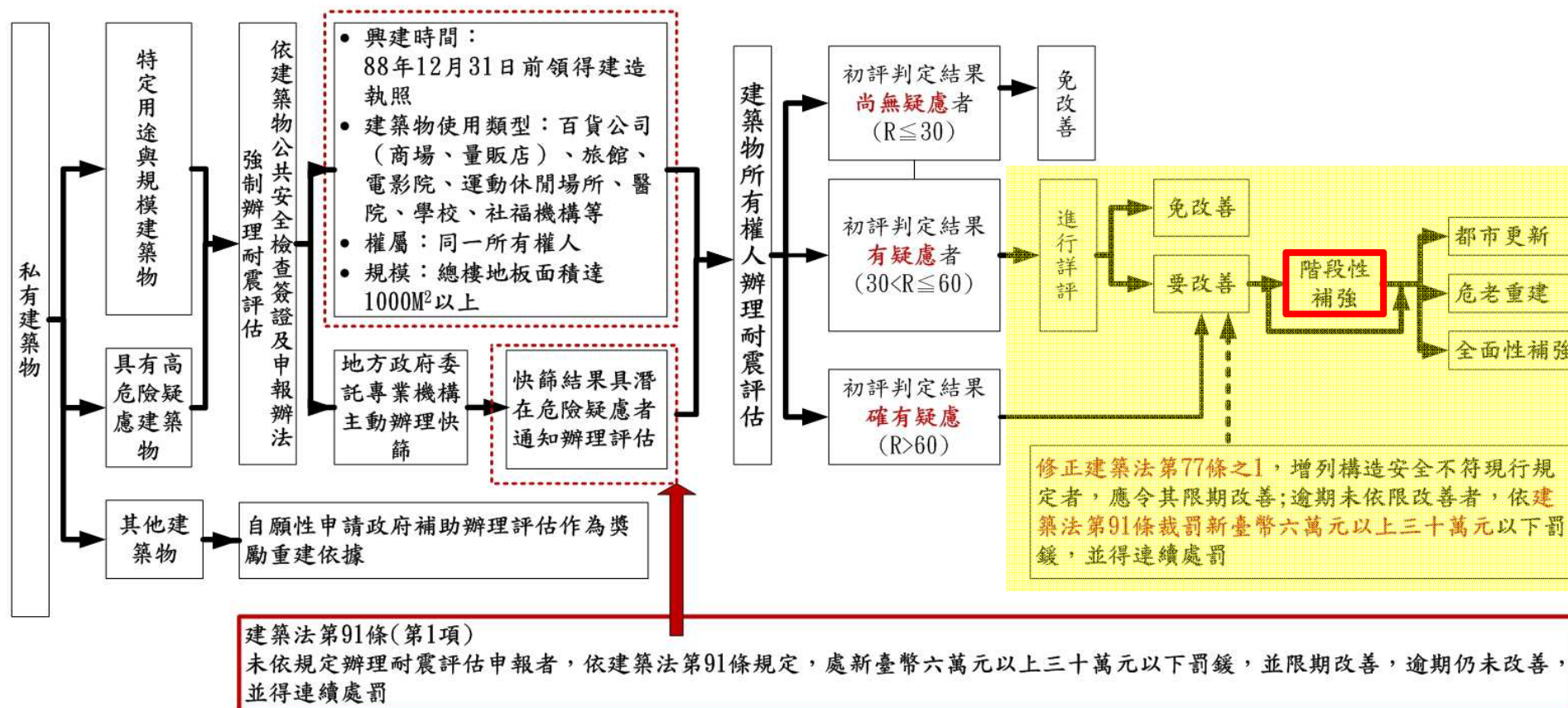


花蓮雲門翠堤大樓

0206花蓮地震

- 2018 年 2 月 6 日午夜 23:50
- 芮氏規模：6.26
- 死亡：17 人

全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強



如何防止軟弱底層倒塌

- 2016年2月台灣0206美濃地震



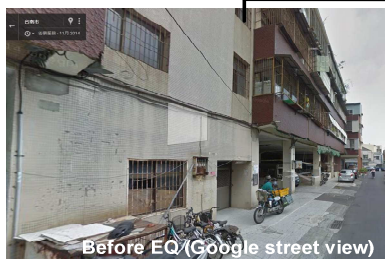
南化區公有市場於2010年甲仙地震後設置臨時支撐，於2016年美濃地震後未倒塌，具有抗倒塌效果



山上區公有市場底層開放空間，二層為居室或辦公室，於2016年美濃地震後底層完全倒塌

簡易補強案例-大智市場旁臨棟建築

大智市場，美濃地震時受損倒塌



臨棟建築騎樓局部增設柱，美濃地震未倒塌，但有結構性損壞



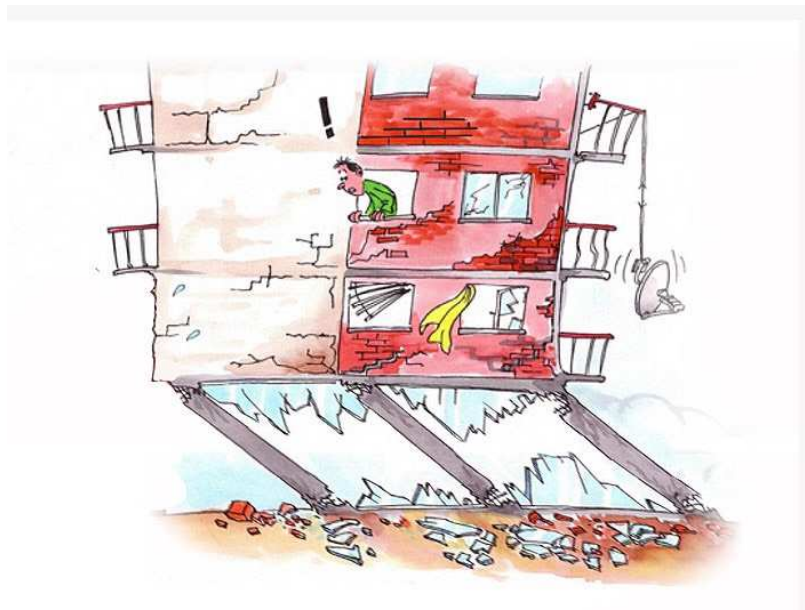
階段性補強性能技術

階段性補強性能目標

第一階段 補強

- **排除軟弱層**為主，以樓層剪力強度檢討結構弱層，以樓層勁度檢討結構軟層，軟弱層的檢核可輔以初步評估方法為之。

補強完成後，僅能排除軟弱層破壞的不利因子，仍有可能造成其他破壞模式產生，甚至有可能倒塌(倒塌機率已大幅降低)。



未補強



第一階段補強

階段性補強性能目標

第二階段 補強

- **破壞控制**為主，需以側推分析結果檢視是否有任一垂直承載構件喪失軸向承載能力，以達到防止倒塌為目的。

補強完成後，僅能保證設計地震來臨時整棟結構物不會有任何一根桿件發生崩塌之現象，然而，整體結構物仍會發生嚴重受損，但不至於倒塌，爭取逃命時間，對生命有所保障。



鋼框構架、鋼斜撐及H型
鋼柱補強(花蓮地震,2009)

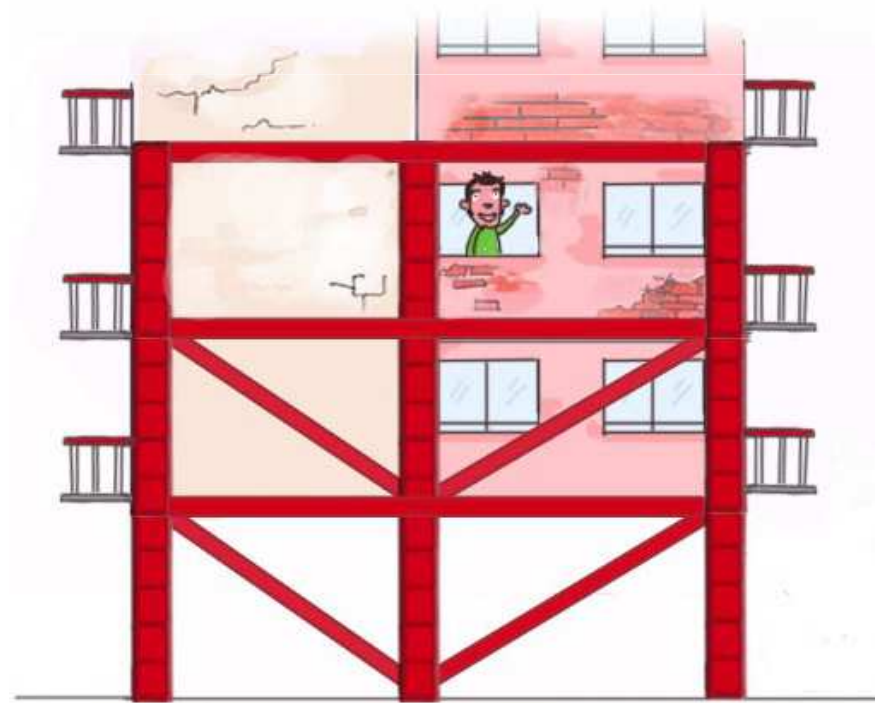
階段性補強性能目標

第三階段 補強

- 整幢完整補強，應**滿足設計地震的性能水準**，需進行非線性靜力側推分析或更高階的動力分析。

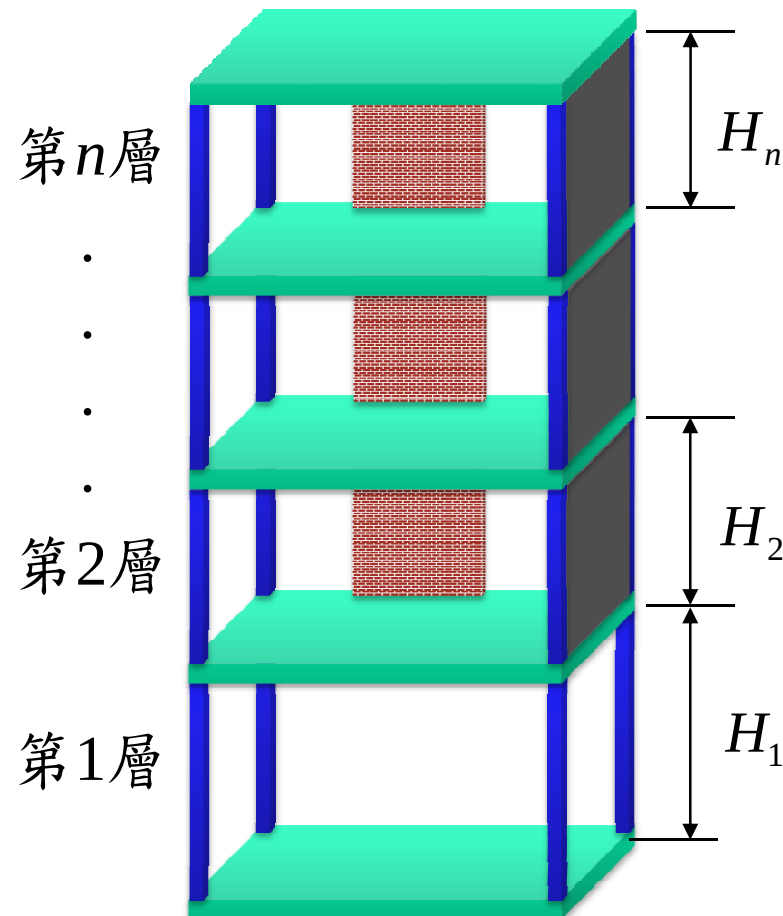
補強完成後，滿足設計地震作用下應有的性能水準，建築物在中度或嚴重損壞以內(業主可擇一為之)，對生命及財產有所保障。

此階段補強設計須整幢進行詳細結構計算、材料取樣及檢測，補強規劃需變更到專有空間。



第一階段補強設計檢核

- 第一階段補強主要為排除軟弱層，以樓層剪力強度檢討結構弱層，以樓層勁度檢討結構軟層。



第一階段補強設計檢核

- **檢討弱層**：評估層之樓層剪力強度不應低於其上標準層之樓層剪力強度的**90%**。

$$V_i = \alpha_1 \tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + \alpha_2 \tau_{bw} \sum A_{bwi} + \alpha_3 \tau_c \sum A_{ci} + \alpha_4 \tau_{lc} \sum A_{lci}$$

τ_{rcw} ：RC牆單位面積抗側力強度

τ_{bw} ：磚牆單位面積抗側力強度

τ_c ：一般柱單位面積抗側力強度

τ_{lc} ：長柱單位面積抗側力強度

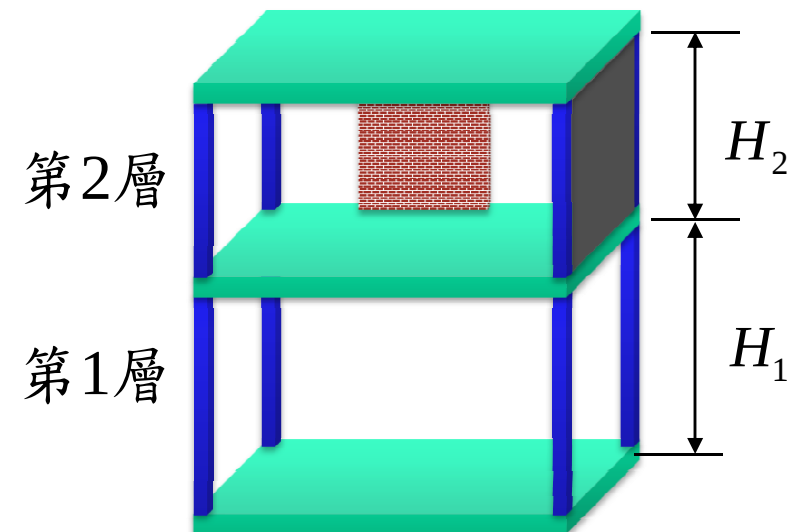
$\sum A_{rcwi}$ ：第*i*層之RC牆面積總合

$\sum A_{bwi}$ ：第*i*層之磚牆面積總合

$\sum A_{ci}$ ：第*i*層之一般柱面積總合

$\sum A_{lci}$ ：第*i*層之長柱面積總合

α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 ：各種構件的強度參與係數



第一階段補強設計檢核

• 單位面積抗側力強度

- 柱之高深比未達8者，定義為一般柱；若高深比在8以上者，定義為長柱
- 開口RC牆之強度值約為無開口者之0.8倍；三面圍束磚牆之強度值約為四面圍束者之0.67倍

$$\sum A_{rcwi} = \sum A_{rcw4i} + 0.8 \sum A_{rcw3i}$$

$$\sum A_{bwi} = \sum A_{bw4i} + 0.67 \sum A_{bw3i}$$

單位面積抗側力強度 單位：kgf / cm ²		五層樓以下	十層樓以上
柱	一般柱	9	20
	長柱	5	10
RC牆	無開口	22	30
	有開口	18	25
磚牆	四面圍束	5.5	5.5
	三面圍束	3.8	3.6

第一階段補強設計檢核

- 五層樓以下

RC牆破壞主控:

$$V_i = \tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + 0.90\tau_{bw} \sum A_{bwi} + 0.75\tau_c \sum A_{ci} + 0.55\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

磚牆破壞主控:

$$V_i = 0.95\tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + \tau_{bw} \sum A_{bwi} + 0.80\tau_c \sum A_{ci} + 0.65\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

一般柱破壞主控:

$$V_i = 0.80\tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + 0.80\tau_{bw} \sum A_{bwi} + \tau_c \sum A_{ci} + 0.80\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

- 十層樓以上

RC牆破壞主控:

$$V_i = \tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + 0.90\tau_{bw} \sum A_{bwi} + 0.90\tau_c \sum A_{ci} + 0.70\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

磚牆破壞主控:

$$V_i = 0.85\tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + \tau_{bw} \sum A_{bwi} + 0.95\tau_c \sum A_{ci} + 0.75\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

一般柱破壞主控:

$$V_i = 0.65\tau_{rcw} \sum A_{rcwi} + 0.95\tau_{bw} \sum A_{bwi} + \tau_c \sum A_{ci} + 0.85\tau_{lc} \sum A_{lci}$$

- 建築樓層數介於五層樓與十層樓之間，使用線性內插求得樓層強度評估公式
- 取三種主控破壞模式中之最大強度值為樓層強度

第一階段補強設計檢核

- **檢討弱層**：評估層之樓層剪力強度不應低於其上標準層之樓層剪力強度的**90%**。
- 利用樓層強度評估公式求得各樓層之剪力強度：

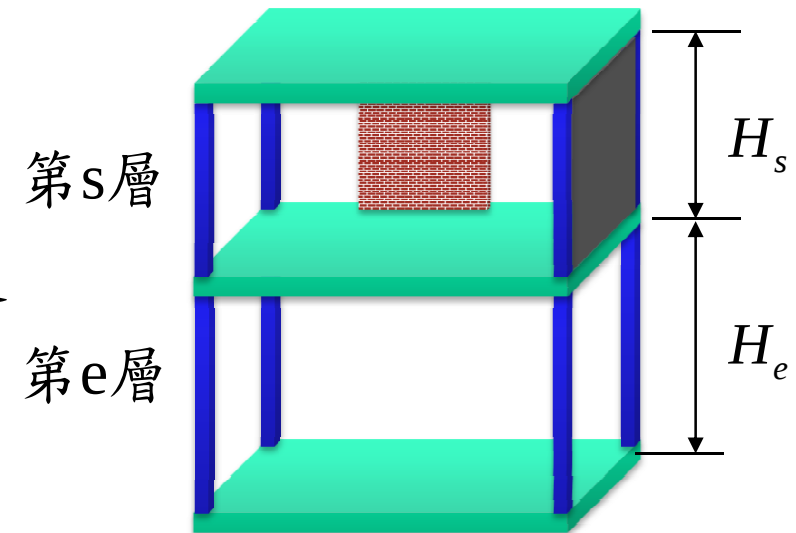
$$V_e' = V_e + \Delta V_w \geq 0.9V_s$$

V_e ：評估層(evaluation story)剪力強度

V_s ：標準層(standard story)剪力強度

ΔV_w ：排除弱層所需補強量

V_e' ：評估層經排除弱層後之剪力強度



第一階段補強設計檢核

- **檢討軟層**：評估層經排除弱層後的樓層勁度不應低於其上標準層的樓層勁度之**80%**。
- 若結構滿足下式，即有軟層現象。

$$\frac{K_e}{K_s} < 0.8$$

假設 $K \propto \frac{V}{H}$

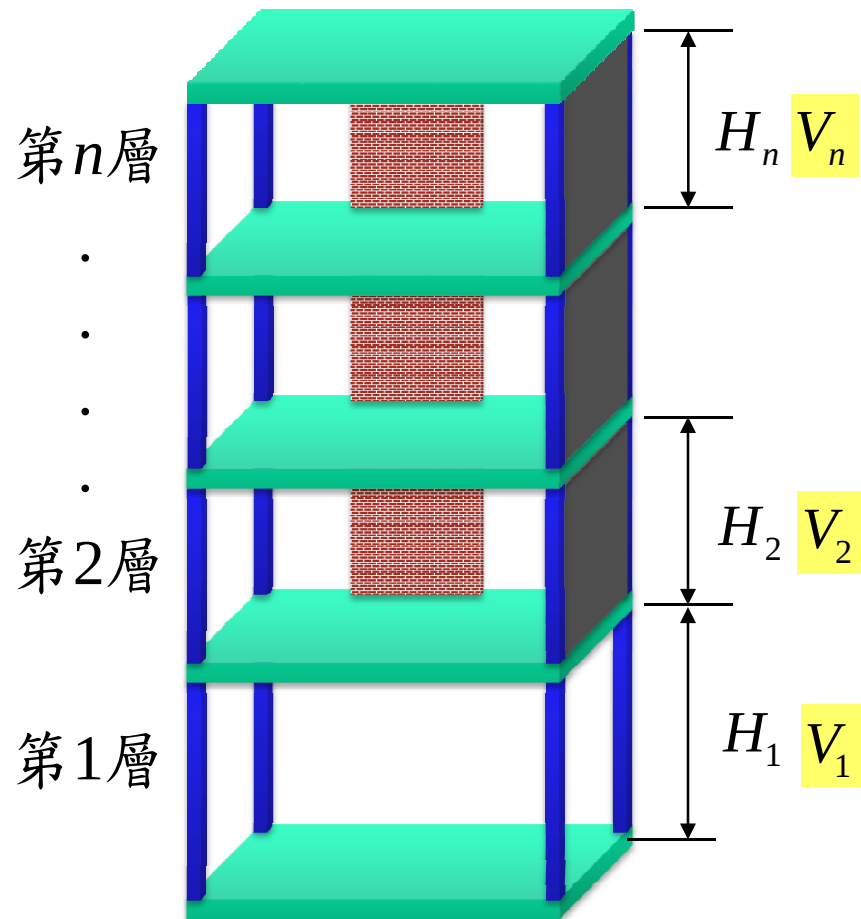
$$\frac{K_e}{K_s} = \frac{V_e' / H_e}{V_s / H_s} < 0.8$$

- 排除軟層

$$\frac{K_e}{K_s} = \frac{(V_e' + \Delta V_s) / H_e}{V_s / H_s} \geq 0.8$$

ΔV_s ：排除軟層所需額外補強量

第一階段補強設計檢核



- 弱層樓層剪力補強需求：

$$\Delta V_w = V_s - V_e$$

- 軟層所需額外剪力需求：

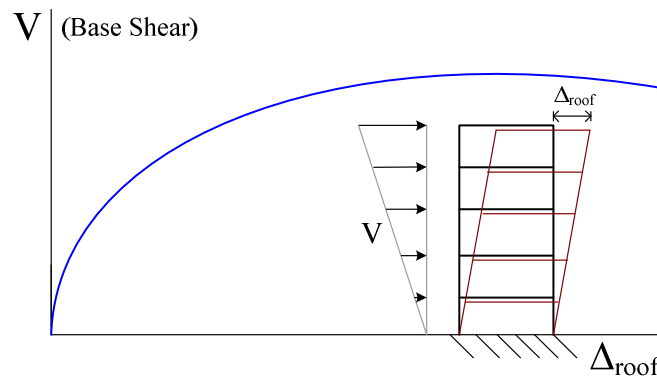
$$\Delta V_s$$

- 軟弱層補強需求：

$$\Delta V = \Delta V_w + \Delta V_s$$

第二階段補強設計檢核

- 補強後的整幢結構在設計地震之等效最大地表加速度(EPA)作用下，不會有任一垂直承載構件發生軸向破壞之虞，以達到防止倒塌為目的。

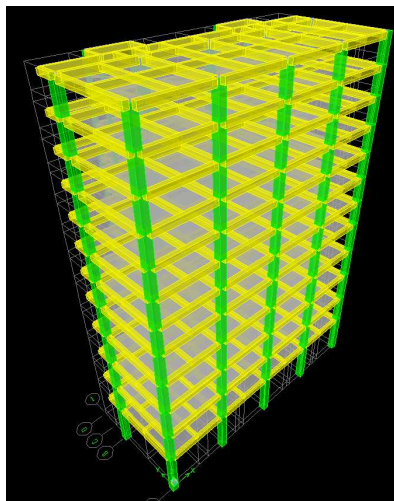


$$A_p \geq A_T$$

用途分組	A_p	A_T
第一類及第二類建築 ($I = 1.5$)	垂直承載 構件發生 軸向破壞	$0.4S_{DS}$
第三類建築 ($I = 1.25$)		
第四類建築 ($I = 1.0$)		

註：

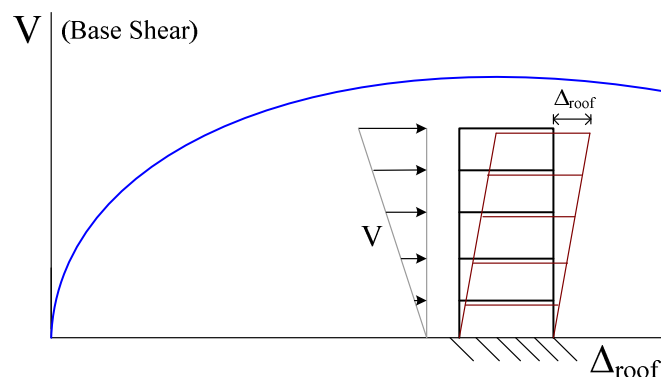
- 垂直承載構件發生軸向破壞係指各側推分析步中有任一柱構件之非線性變形到達 Δ_a 。



第三階段補強設計檢核

- 整幢耐震補強後之性能目標地表加速度，可滿足設計地震之等效最大地表加速度(EPA)。

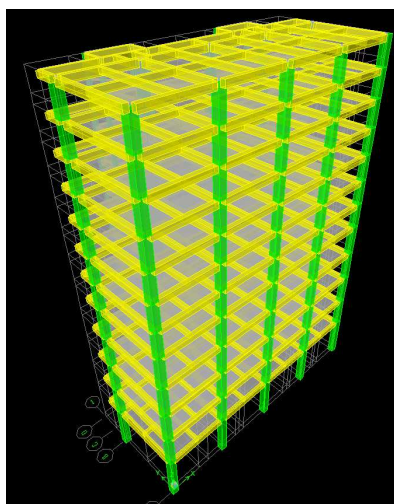
$$A_p \geq A_T$$



用途分組	A_p			A_T
第一類及第二類建築 ($I = 1.5$)	$0.80V_{\max}^-$	$D_r^T = 1\%$	垂直承載 構件發生 軸向破壞	$0.4S_{DS}$
第三類建築 ($I = 1.25$)	$V_{\max}$	$D_r^T = 2\%$		
第四類建築 ($I = 1.0$)	$0.85V_{\max}^+$	$D_r^T = 2.5\%$ (待訂)		

註：

1. 基底剪力 $0.80V_{\max}^-$ 位於容量曲線上升段，並為最大值($V_{\max}$) 的 0.80 倍。
2. 基底剪力 $0.85V_{\max}^+$ 位於容量曲線下降段，並為最大值($V_{\max}$) 的 0.85 倍。
3. 垂直承載構件發生軸向破壞係指各側推分析步中有任一柱構件之非線性變形到達 Δ_a 。

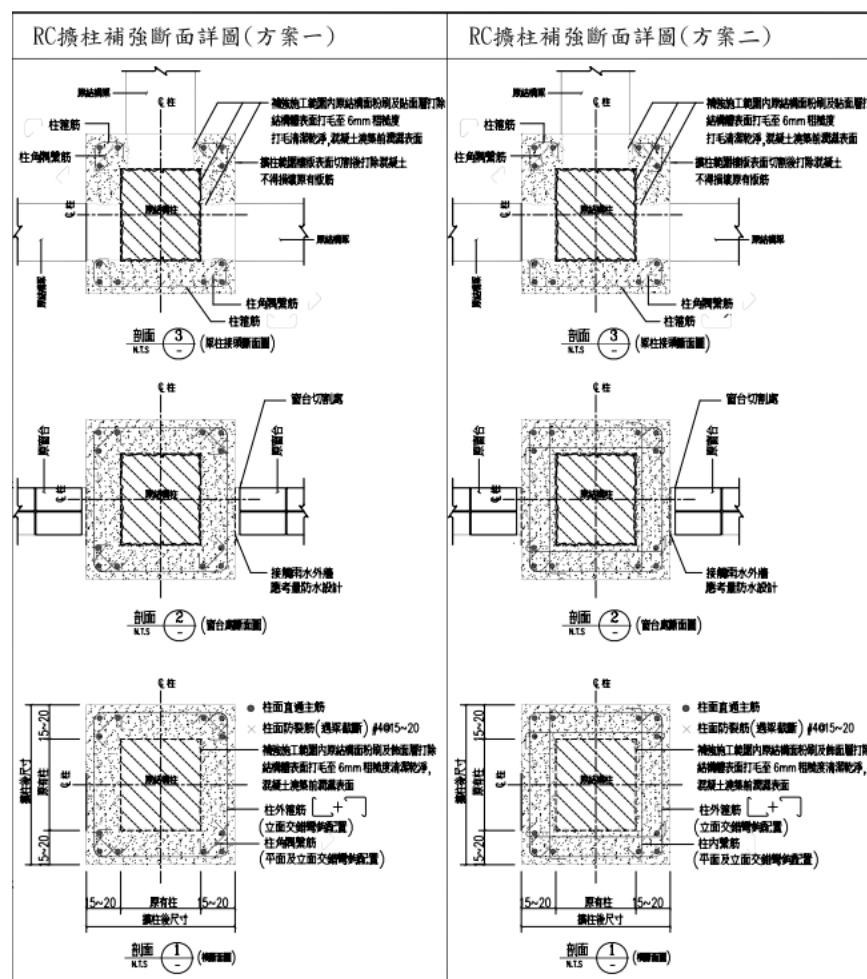
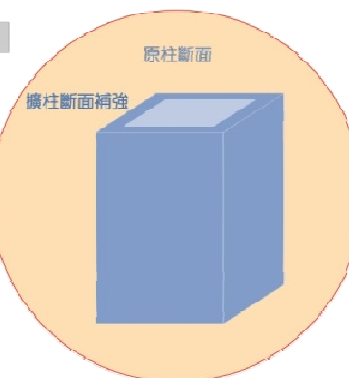


檢核方式及適用範圍

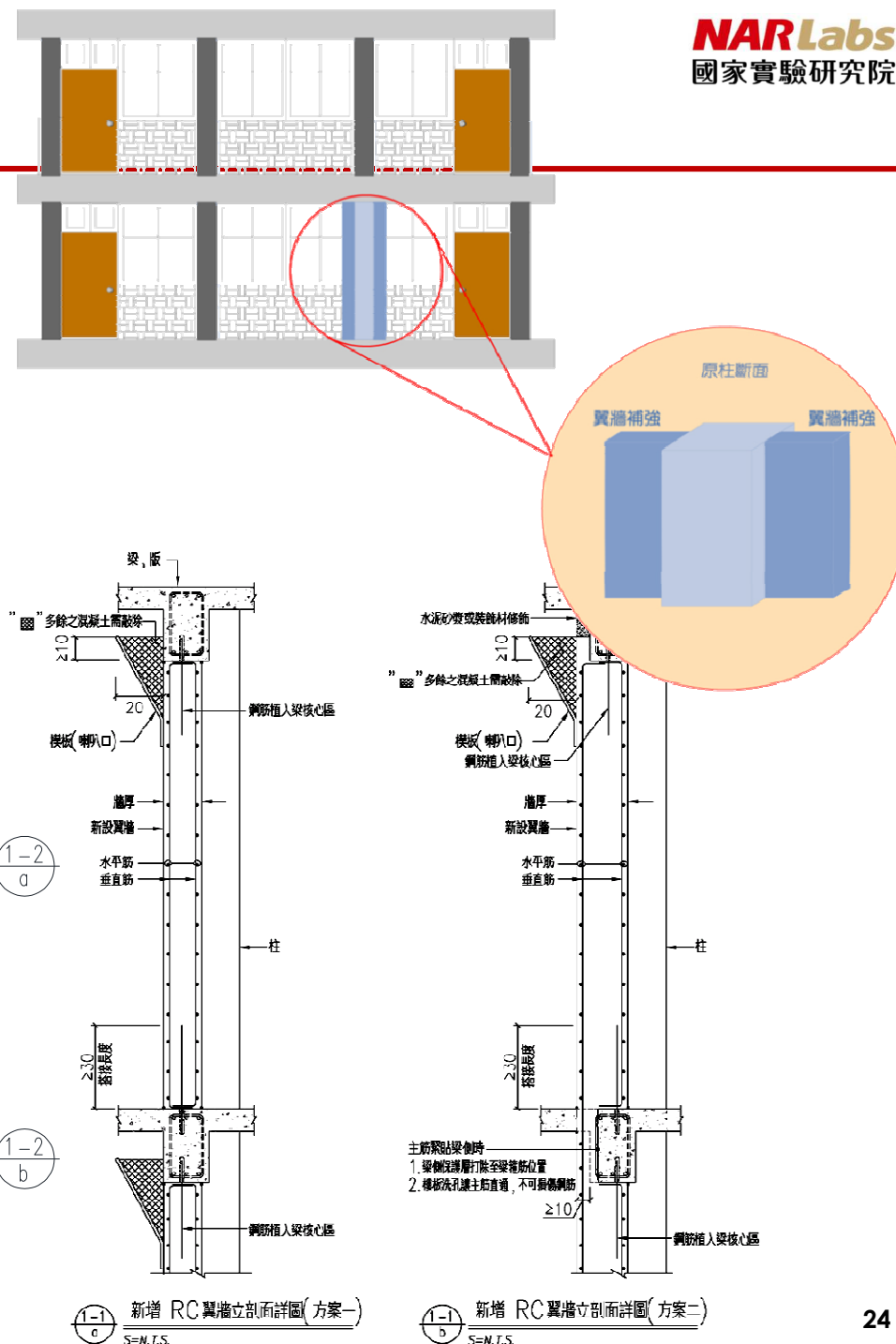
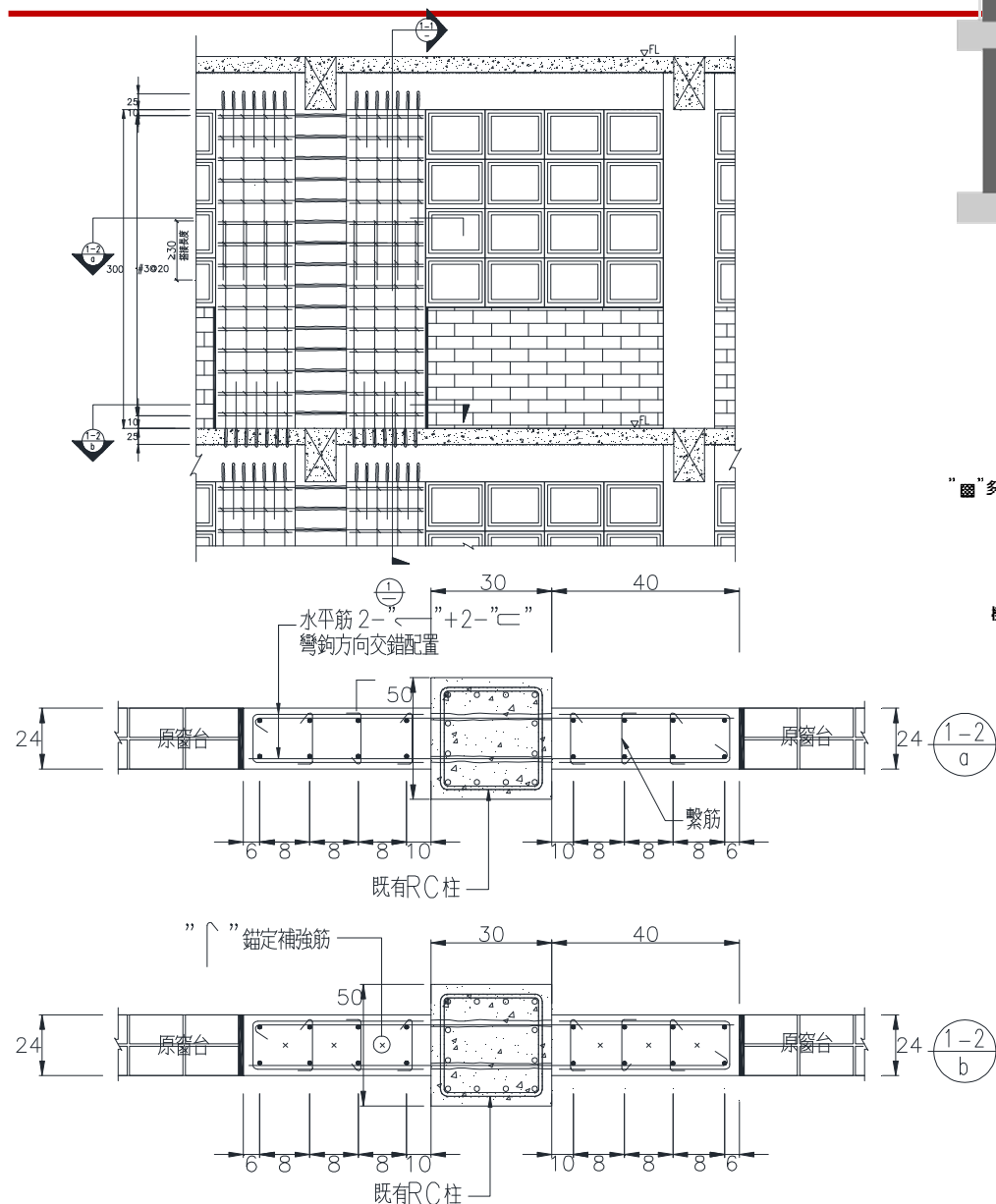
- 階段性補強檢核方式：
 - 第一階段補強：柱牆量比及樓層高度
 - 第二階段補強：側推分析
 - 第三階段補強：側推分析
- 適用範圍：
 - 耐震規範所稱適用於靜力分析的建築物，即高度小於50公尺且未達15層，且須為規則性建築物或不須進行動力分析之不規則性建築物者。

補強工法

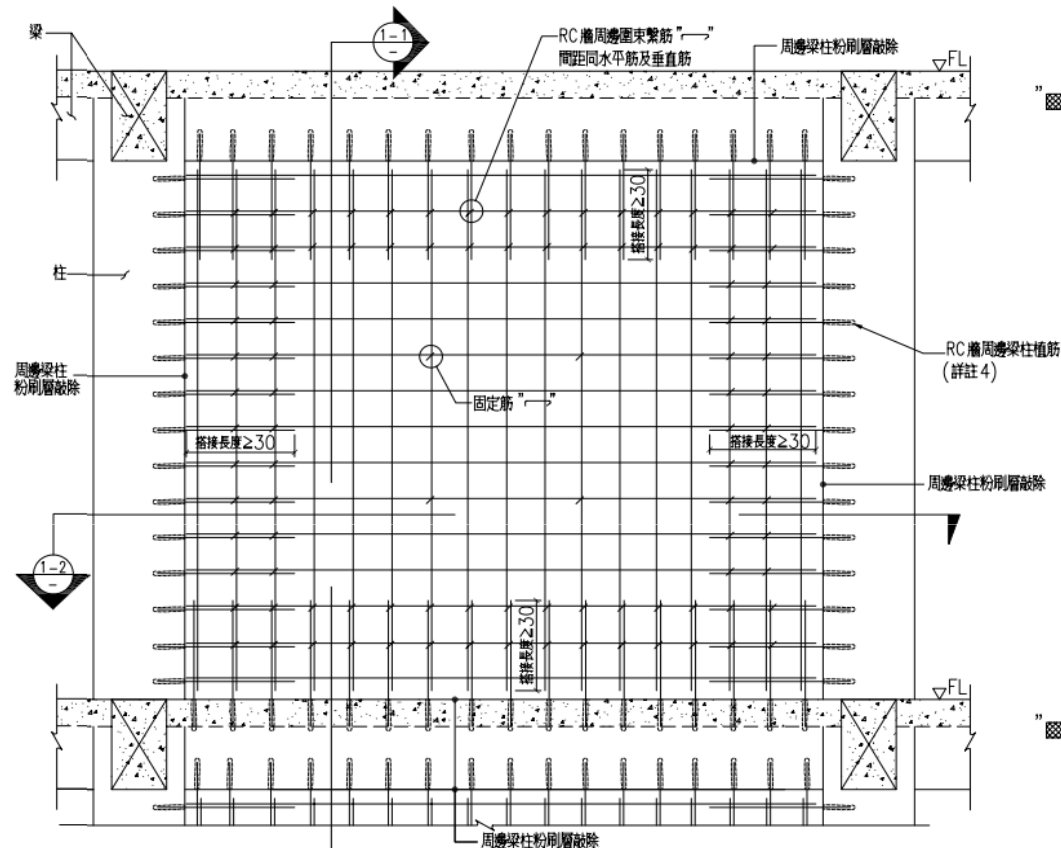
NAR Labs
國家實驗研究院



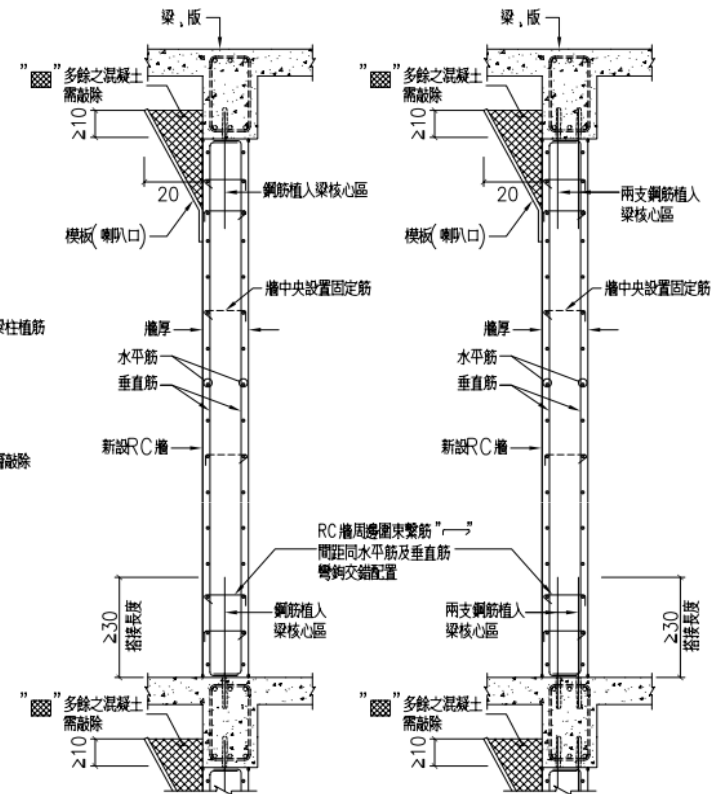
翼牆補強



RC牆補強

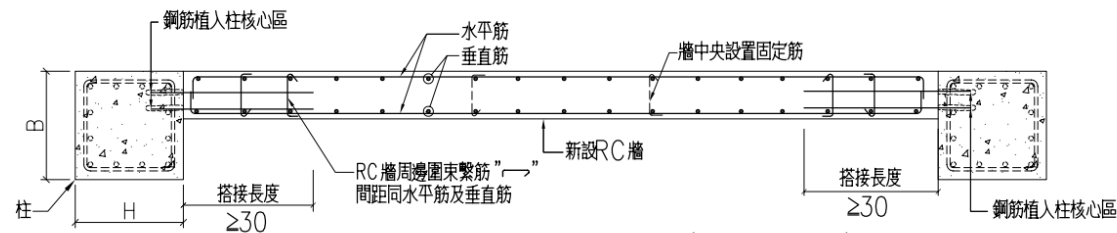


1 新增 RC 牆立面詳圖
S=N.T.S.



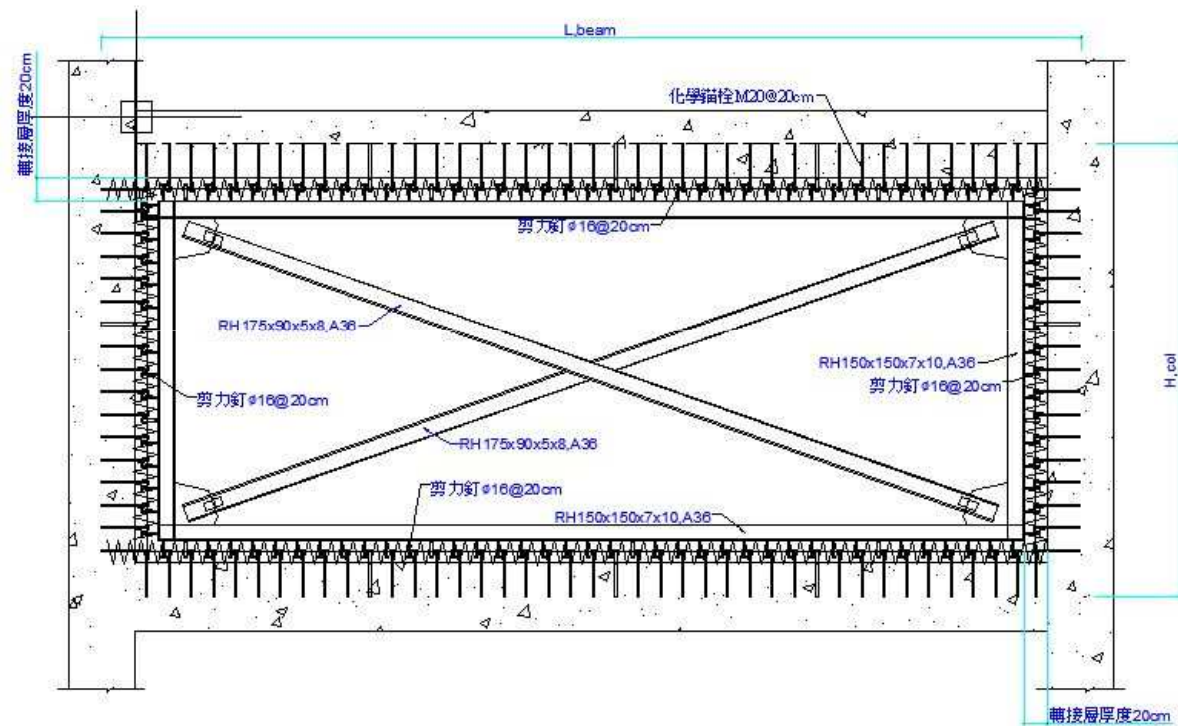
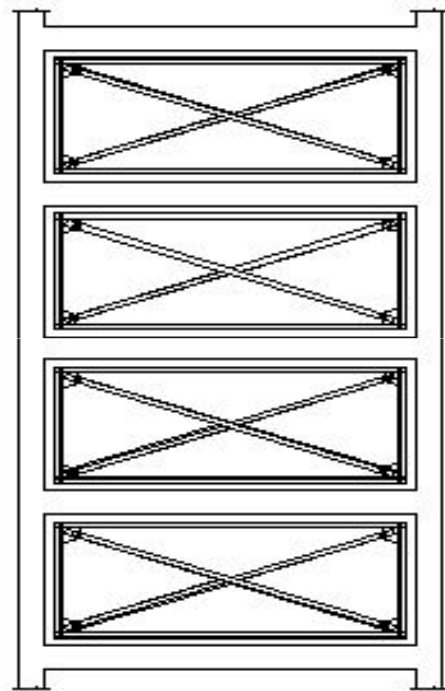
1-1 新增 RC 牆立面詳圖(方案一)
S=N.T.S.

1-1-b 新增 RC 牆立面詳圖(方案二)
S=N.T.S.



1-2 新增 RC 牆平面詳圖(方案一, 方案二)
S=N.T.S.

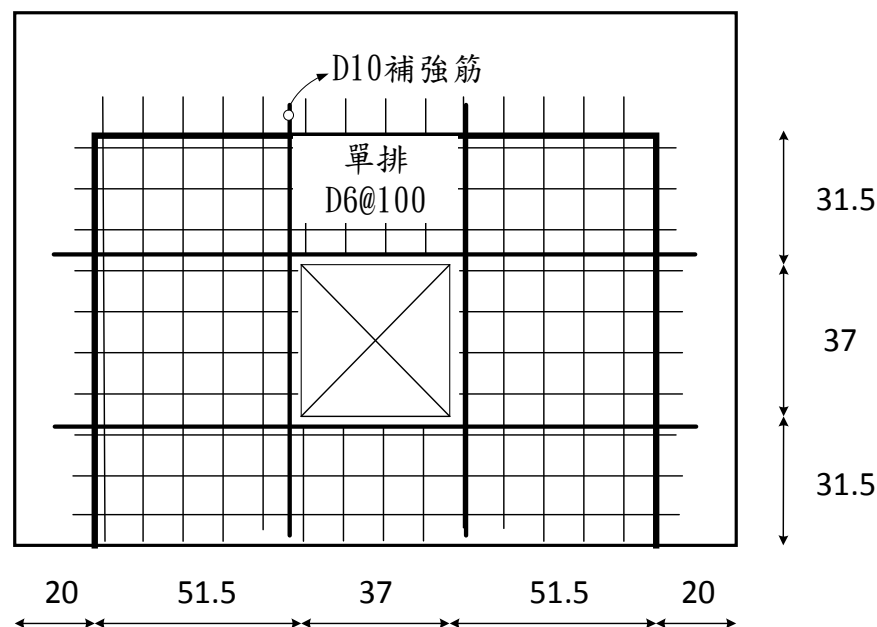
鋼框斜撐補強



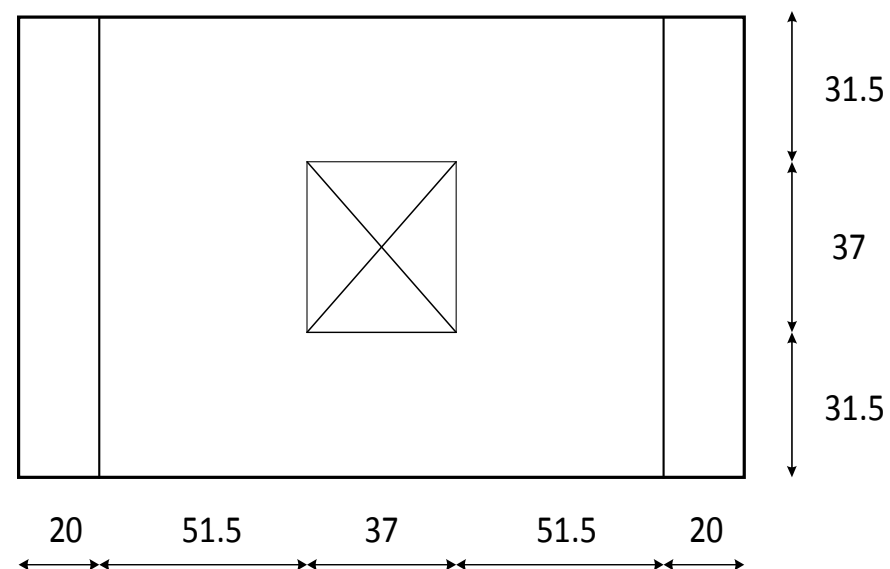
鋼框架斜撐補強設計圖

鋼框架斜撐補強單層圖

開口RC牆補強



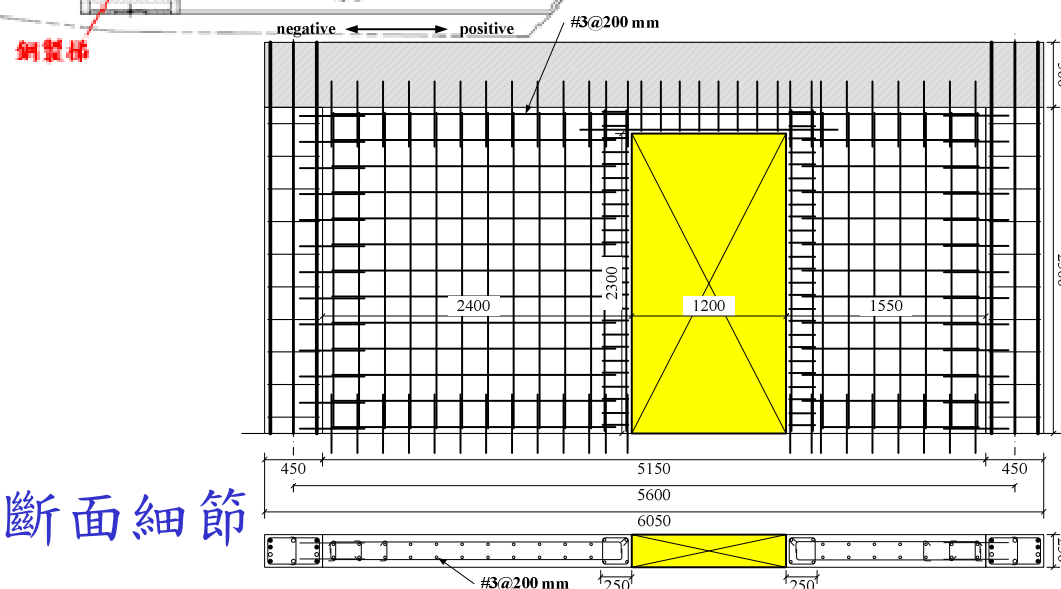
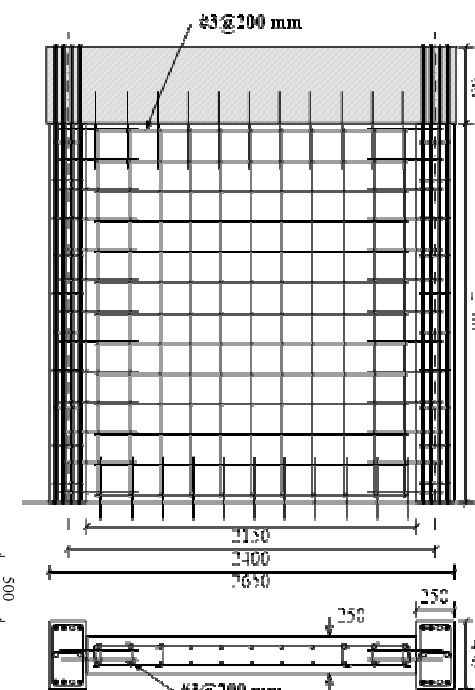
門型開口牆與牆筋示意圖



開口牆模擬範圍

外加電梯核心RC牆補強

SWX牆補強斷面細節



SWY1牆補強斷面細節

受壓斜撐自行接合補強



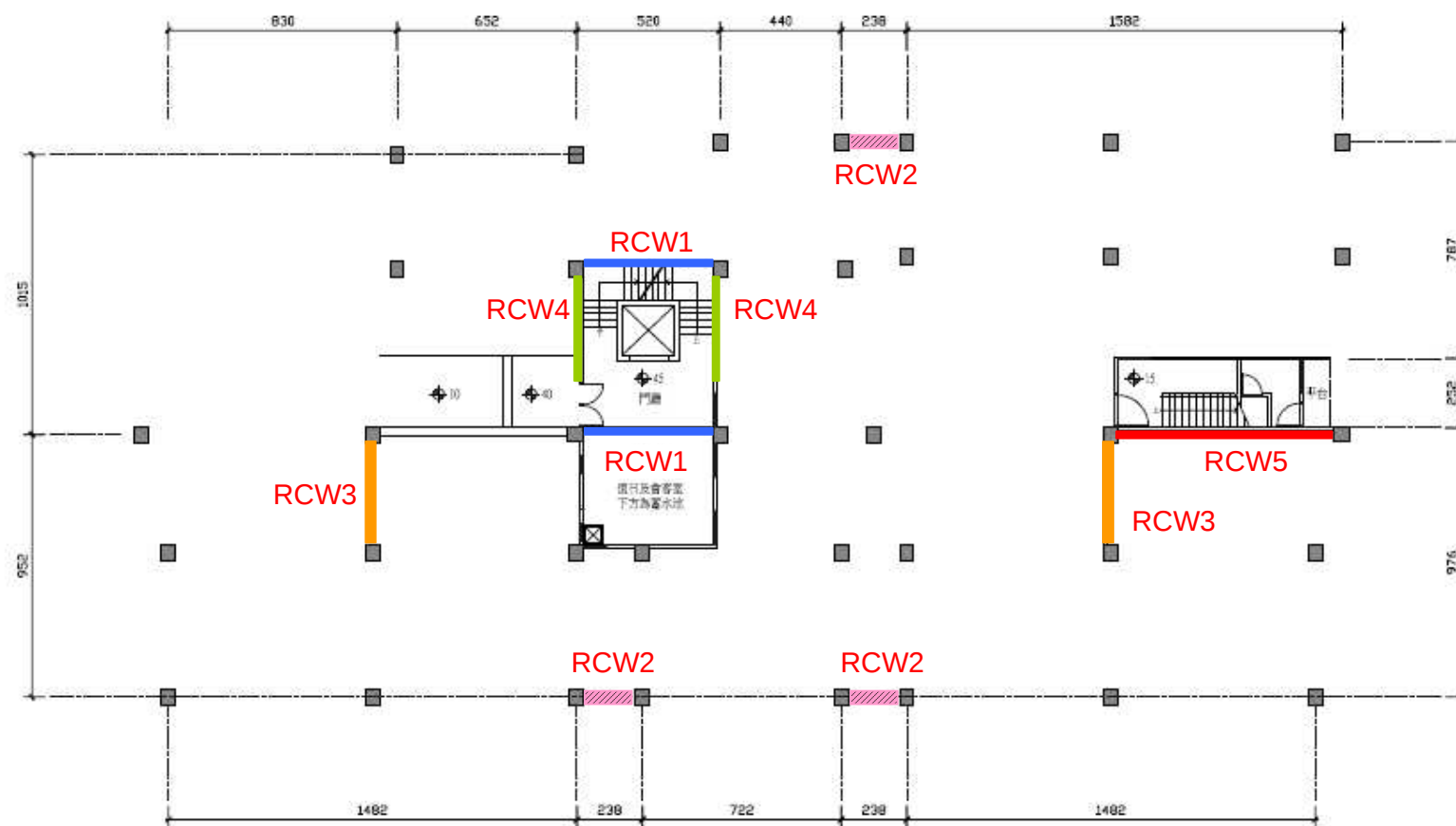
示範案例

示範案例

- 建築物：案例A
- 樓層：7F
- 總樓地板面積：4549.52m²

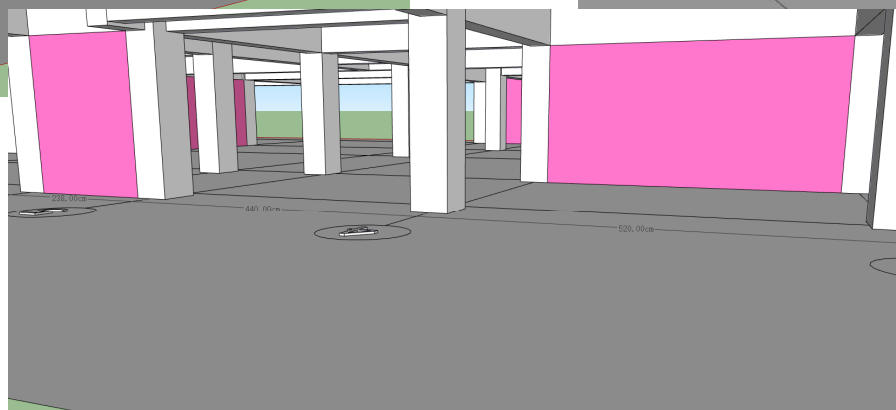
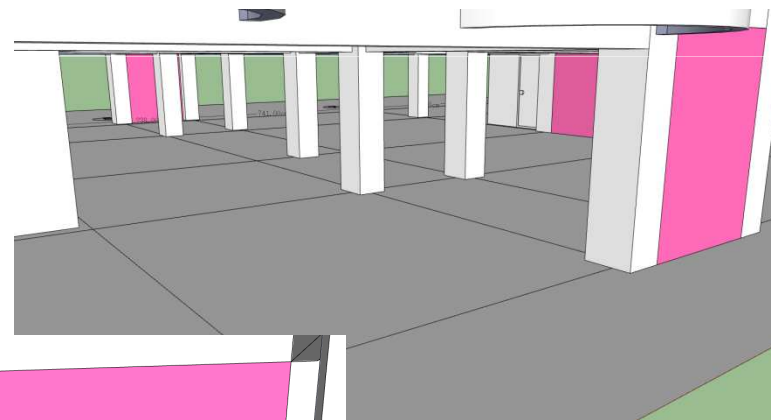
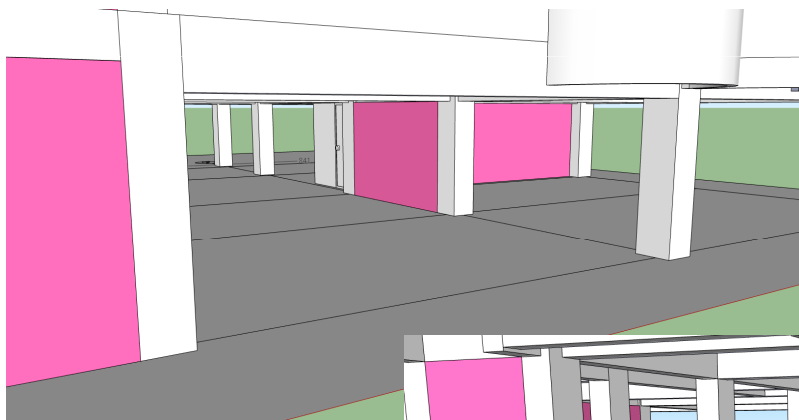
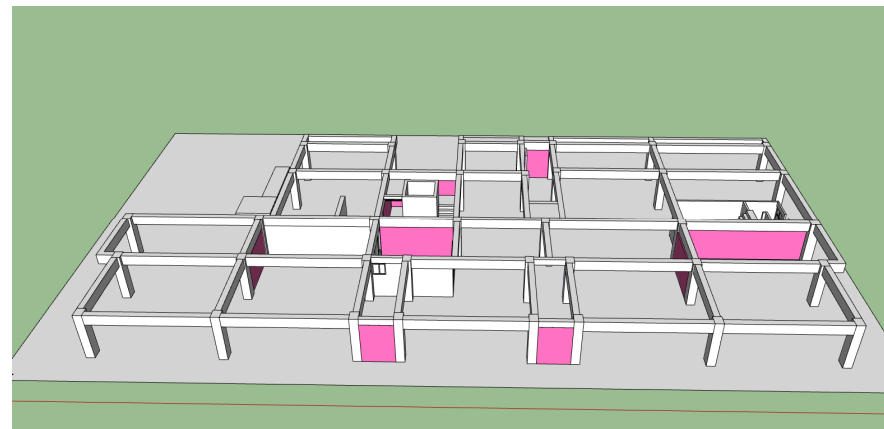


第一階段規劃設計

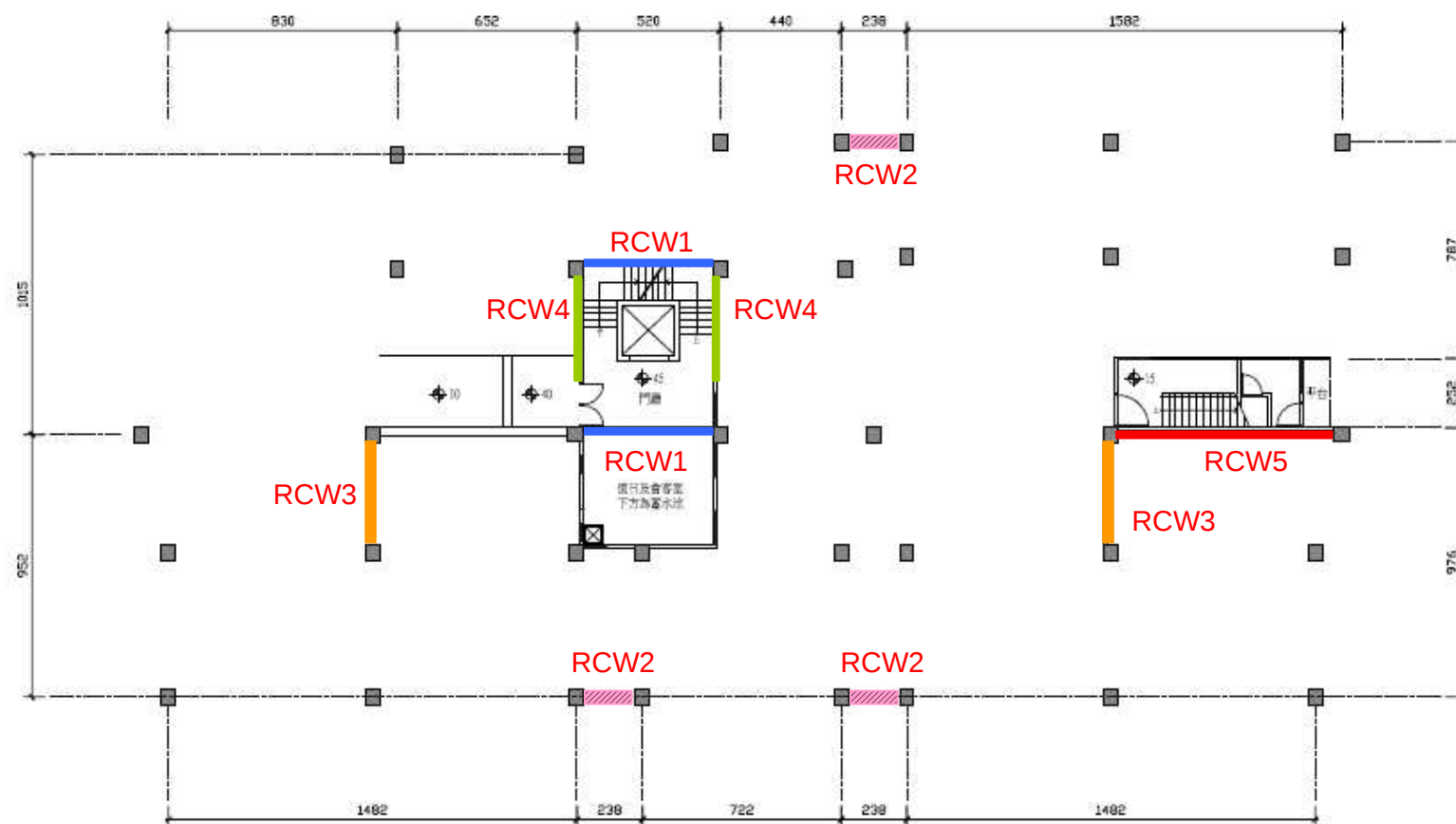


一層平面圖

第一階段規劃設計

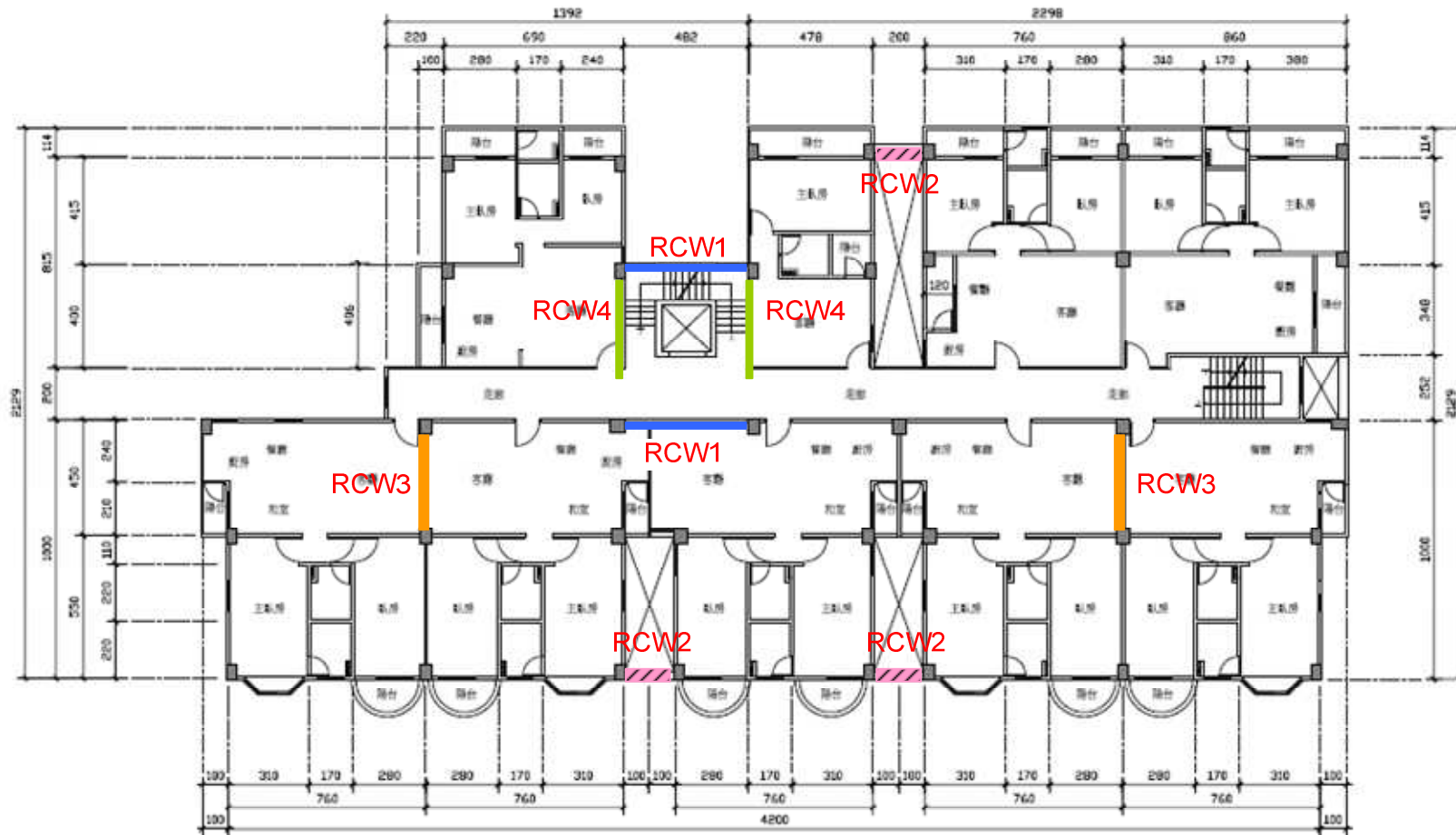


第三階段規劃設計



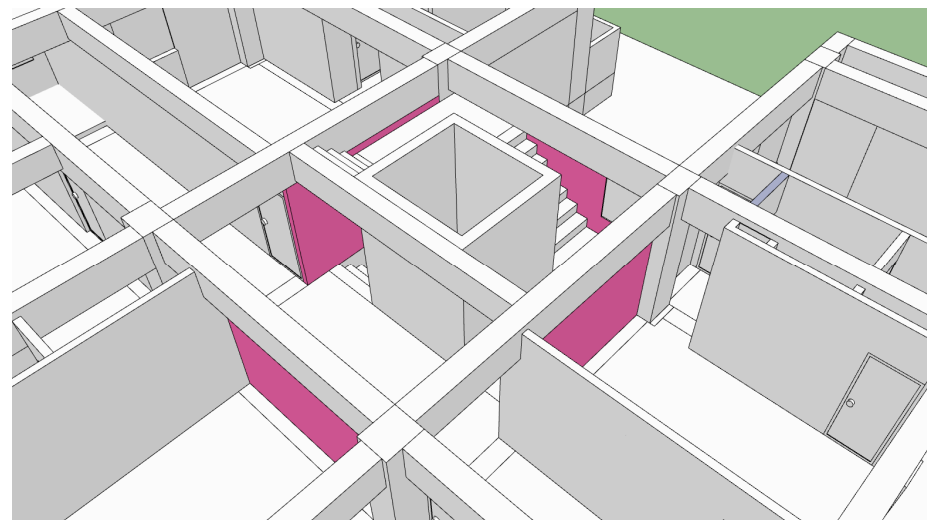
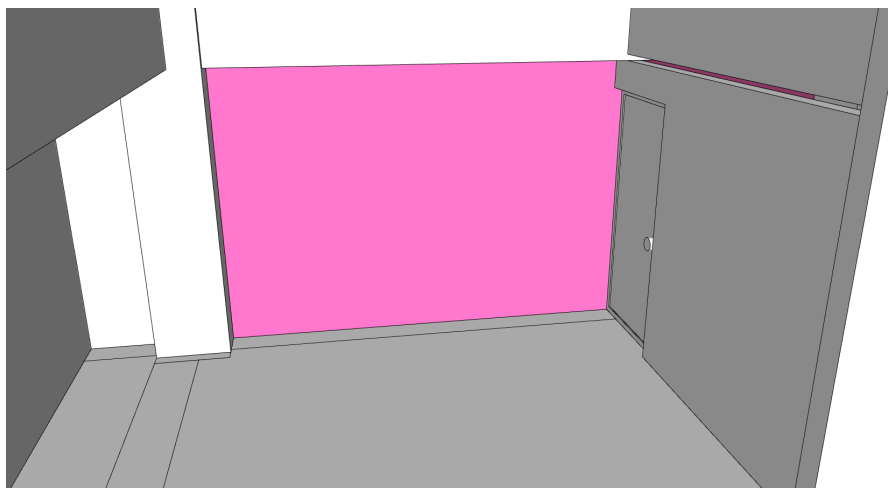
一層平面圖

第三階段規劃設計



二至六層平面圖

第三階段規劃設計



結論

結論



此類建築若無法儘速
找出並加以改善耐震
能力，下次地震出現
在媒體版面的只會是
換了名字的同樣畫面
而已。

謝謝聆聽
敬請指教