

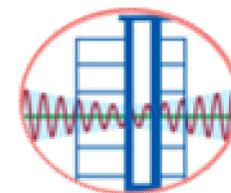


建築物結構快篩及階段性補強作業 講習會

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



NAR Labs
國家實驗研究院

www.narlabs.org.tw

時間：108年5月8日

地點：內政部營建署5樓大禮堂

簡報大綱

- 前言
- 政府政策
- 階段性補強經費補助執行作業要點
- 階段性補強性能目標
- 補強示範案例
- 結論

前言

前言

“ 921地震中有多棟**典型校舍及私有住宅**發生倒塌或嚴重損毀



公有建築於美濃地震之耐震表現



- ” 山上區公所
- ” 未補強
- ” $PGA=0.283g$
- ” 多處柱與牆剪力破壞



公有建築於美濃地震之耐震表現



- ” 歸仁區公所
- ” 剪力牆補強
- ” $PGA=0.323g$
- ” 無損壞情形

經濟、有效
、快速解決
耐震問題



私有建築耐震問題

住宅大樓結構系統不佳、軟弱層破壞、施工品質不良.....等

” 1999集集地震



蔡萬來(2014)

” 2016美濃地震



王仁佐(2016)

三角窗建築倒塌

” 1999集集地震



蔡萬來(2014)

” 2016美濃地震



杜怡萱(2016)

軟弱底層

” 1999集集地震



蔡萬來(2014)

” 2016美濃地震



杜怡萱(2016)

不規則結構系統：底層破壞、傾倒

” 1999集集地震



蔡萬來(2014)

” 2018花蓮地震



私有建築推動耐震補強問題

“ 推動完整耐震補強問題困難重重

1. 補強範圍常牽涉私有空間
2. 施工期間安置問題
3. 經費自籌
4. 產權複雜導致意見整合不易

“ 為了使補強工程易於推動，建議可先採取階段性補強提供短期緊急性之處理措施，以期在下次大地震來臨時，能降低建築物因軟弱底層破壞而倒塌之風險

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-大智市場旁鄰棟建築



鄰棟建築騎樓局部
增設柱，美濃地震
時雖有結構性損
壞，但未倒塌

有吃有行氣
有補有保庇



大智市場，美濃
地震時受損倒塌

政府政策

安家固園計畫

“美濃地震後，政府推出「安家固園計畫」，自105年至110年止，共計6年，逐年分階段執行：

一. 推動老舊建築物耐震評估補強措施

- . 769,000件私有老舊住宅耐震初步評估
- . 33,000件私有老舊公寓大廈耐震詳細評估
- . 90件補強或拆除重建作業
- . 10,000件補強工程修繕
- . 經費總計約38,869,300(千元)

二. 土壤液化潛勢區防治改善措施

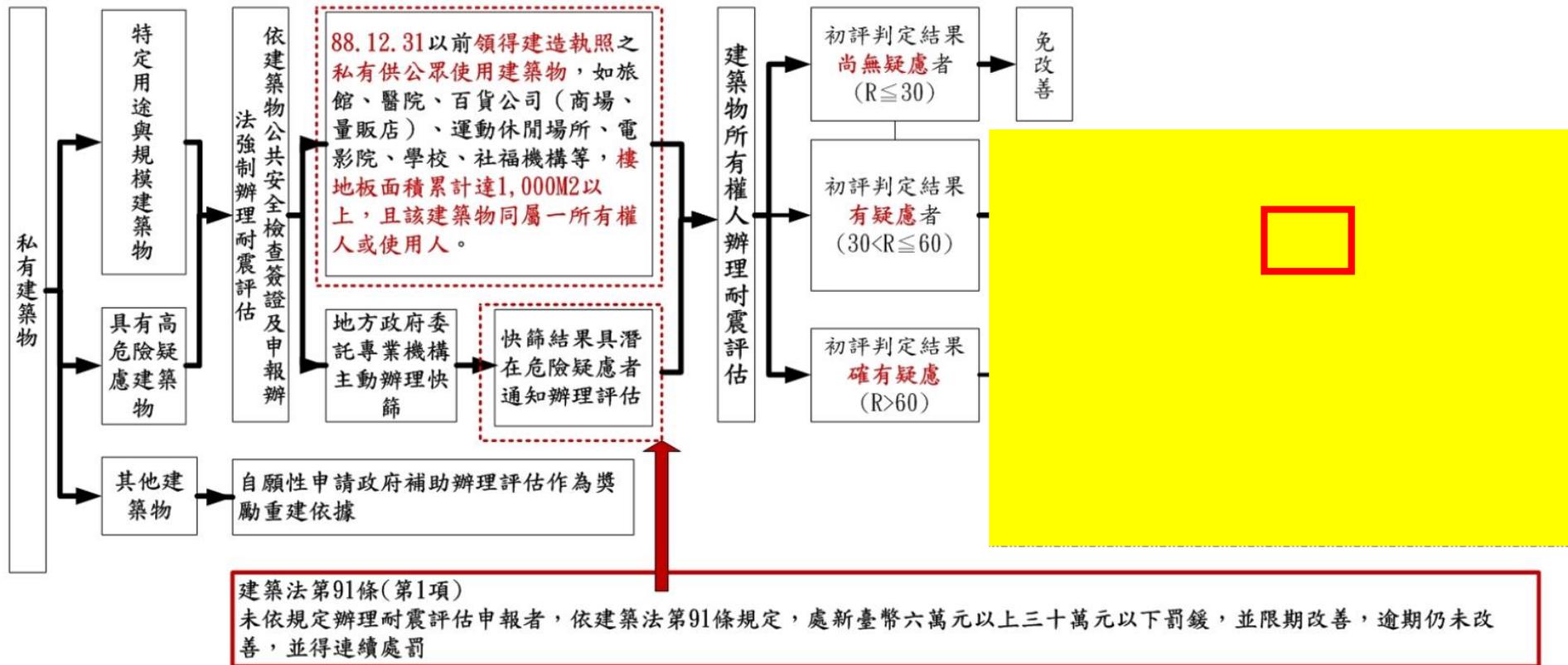
安家固園計畫

” 計畫執行困難：

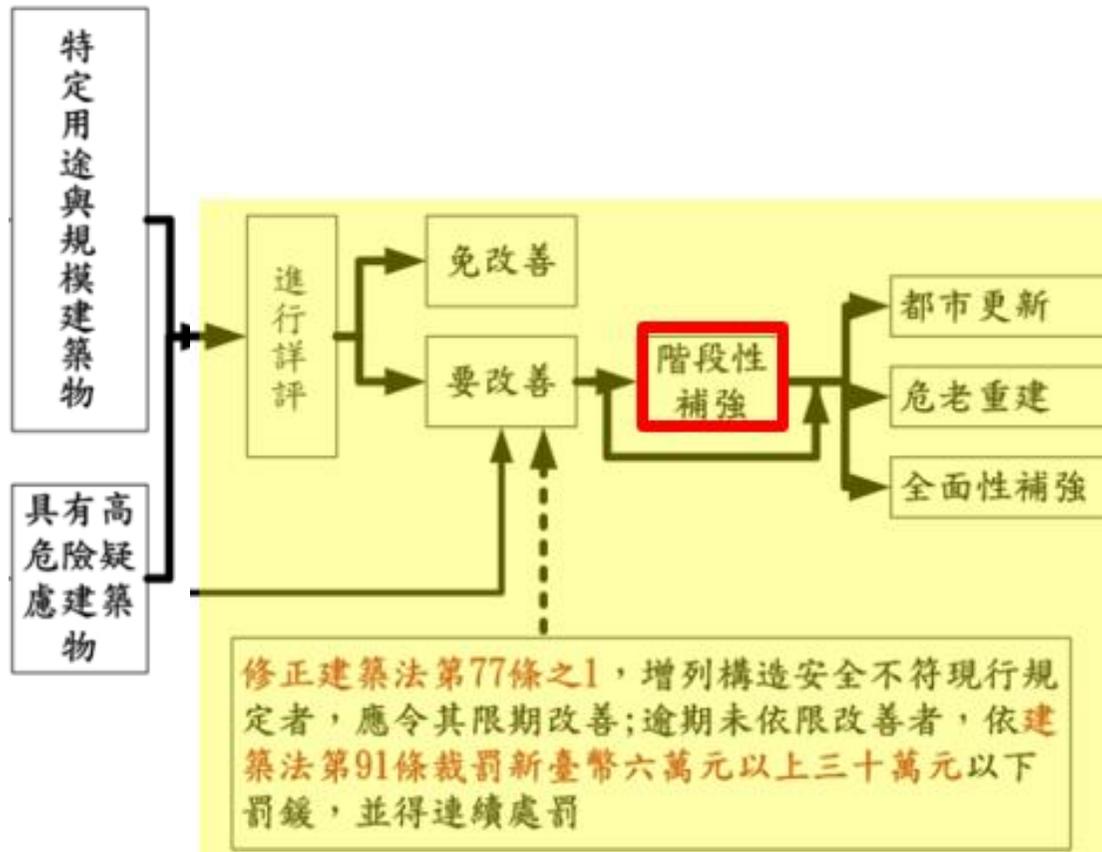
1. 民眾防災意識薄弱
2. 缺乏補強工程示範案例
3. 侷限於完整補強或拆除重建

” 政府於107年另推出「全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強計畫」，加速建築物耐震安檢措施以及危老重建，並將推動階段性補強列為工作項目之一

全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強



全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強



“ 經評估後判定為須強制改善之建築物，在等待全數區分所有權人意見進行完整補強或拆除重建之前，可採取階段性補強提供短期應急的保護措施

全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強

“內政部營建署委託國震中心辦理「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造」委託技術服務：

- 研議單棟大樓階段性補強之設計與施工方法
- 輔導實際公寓大廈作為階段性補強示範案例
- 補強期間提供工法、單價表及相關資訊，讓住戶可以進行正向溝通，作為後續改善措施之參考

階段性補強經費補助 執行作業要點

作業流程

資格審查階段

受理申請

補助資格審查

不通過

核發補助核准函

通知補件或退件

補強設計階段

階段性補強設計

提送委託機構進行設計審查

取得審查證明文件

施工前應取得建築主管機關圖說審核許可證明

不通過

補強施工階段

階段性補強施工

取得建築主管機關竣工查驗合格證明

請款階段

檢送相關文件辦理請款作業

書面或現場審查

通過

撥款作業

不通過

限期改善

符合

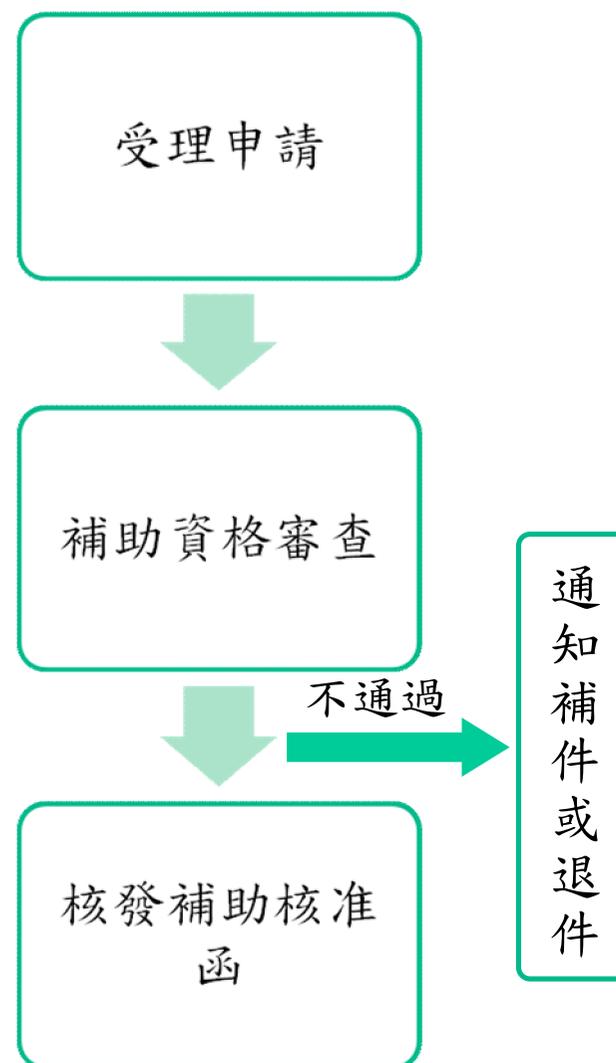
資格審查階段

階段性補強補助之建築物資格應符合下列條件之一(第七點):

一. 耐震能力初步評估評估結果危險度總分大於三十分者。

二. 耐震能力詳細評估結果為須補強或重建者。

資格審查階段



資格審查階段

階段性補強補助之申請人資格(第八點)：

一. 有成立管理組織

- 區分所有權人會議紀錄
- 管理組織主任委員或管理負責人為申請人。

二. 未成立管理組織

- 區分所有權人數及區分所有權比率逾二分之一同意(但區分所有權同意比率逾三分之二者，其人數不予計算)，
- 推派一人代表為申請人。

補助金額及補助比率 (第六點)

類型	施作層面積	補助金額及補助比率
階段性補強 A	未滿五百平方公尺	補助上限為新臺幣一百十萬元，並以不超過總補強費用百分之四十五為限。
	五百平方公尺以上	基本補助上限新臺幣一百十萬元，每增加五十平方公尺部分，補助增加新臺幣十萬，不足五十平方公尺者，以五十平方公尺計算。 補助上限不超過新臺幣二百二十萬元，並以不超過總補強費用百分之四十五為限。
階段性補強 B	不限	補助上限為新臺幣二百二十萬，並以不超過總補強費用百分之四十五為限。

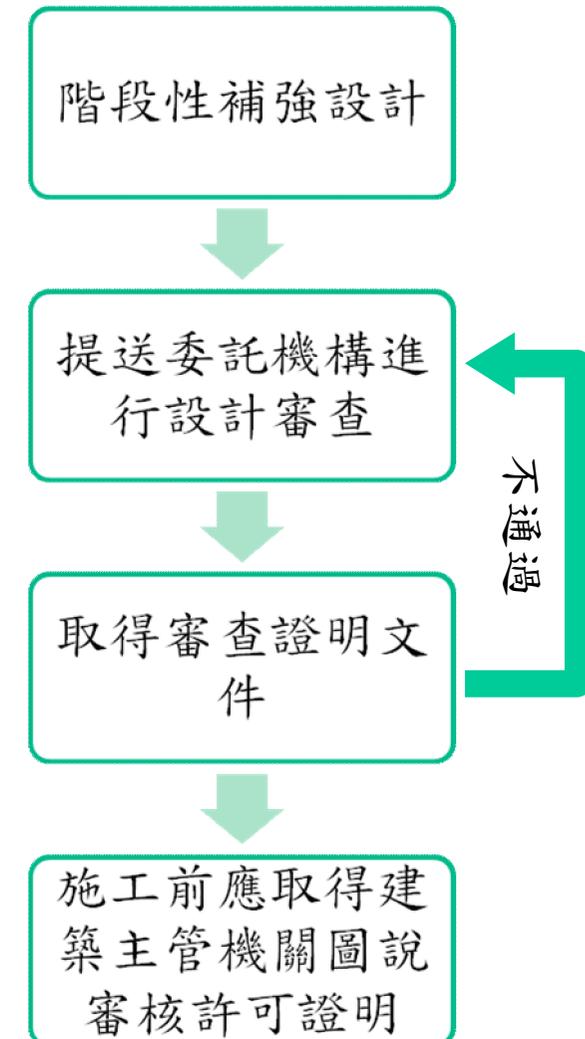
補強設計階段 (第十點)

(一)檢具第九點所定文件向建築物坐落之執行機關提出申請，經審查通過後執行機關核發補助核准函；核定補助之申請人應於三個月內執行下列事項，逾期未辦理者，撤銷其補助資格，但經執行機關同意者，不在此限。

(二)階段性補強設計監造作業，應委託依法登記開業建築師或執業之土木技師、結構技師辦理。

(三)完成階段性補強設計圖說及預算書，於施工前應提送至本部委託機構進行審查作業，並取得該機構審查通過證明文件。

補強設計階段



補強施工階段(第十點)

(四)階段性補強施工應委託依法登記開業之營造業進行工程施工。

(五)階段性補強設計監造與施工作業，應符合建築法等相關法令規定，並取得執行機關許可證明文件。

(六)辦理階段性補強設計監造之依法登記開業建築師、執業之土木技師或結構技師及營造業應取得政府認可之階段性補強講習會參訓證明文件。

補強施工階段

階段性補強施工

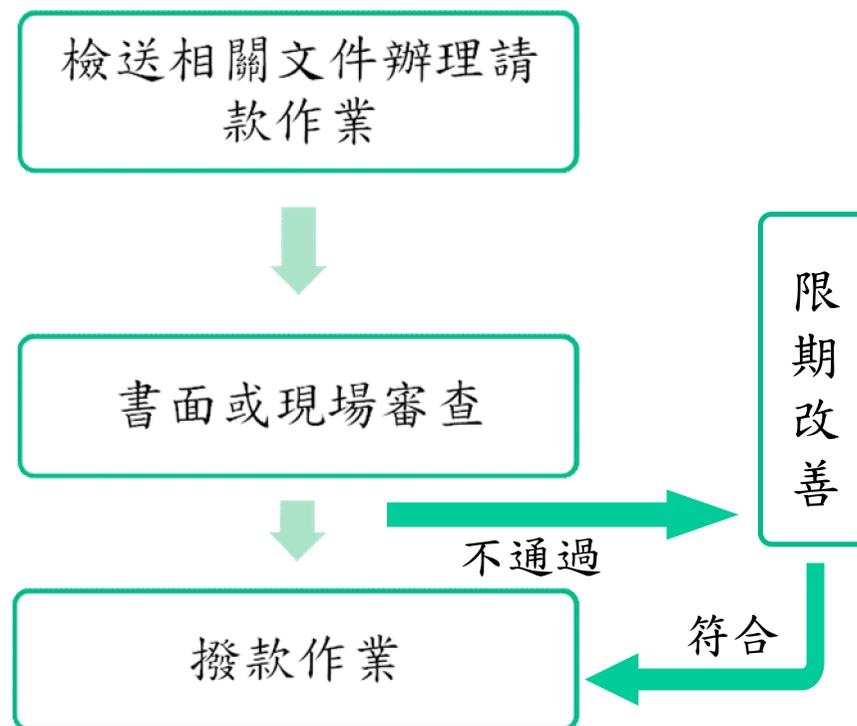


取得建築主管機關竣工查驗合格證明

請款階段(第十點)

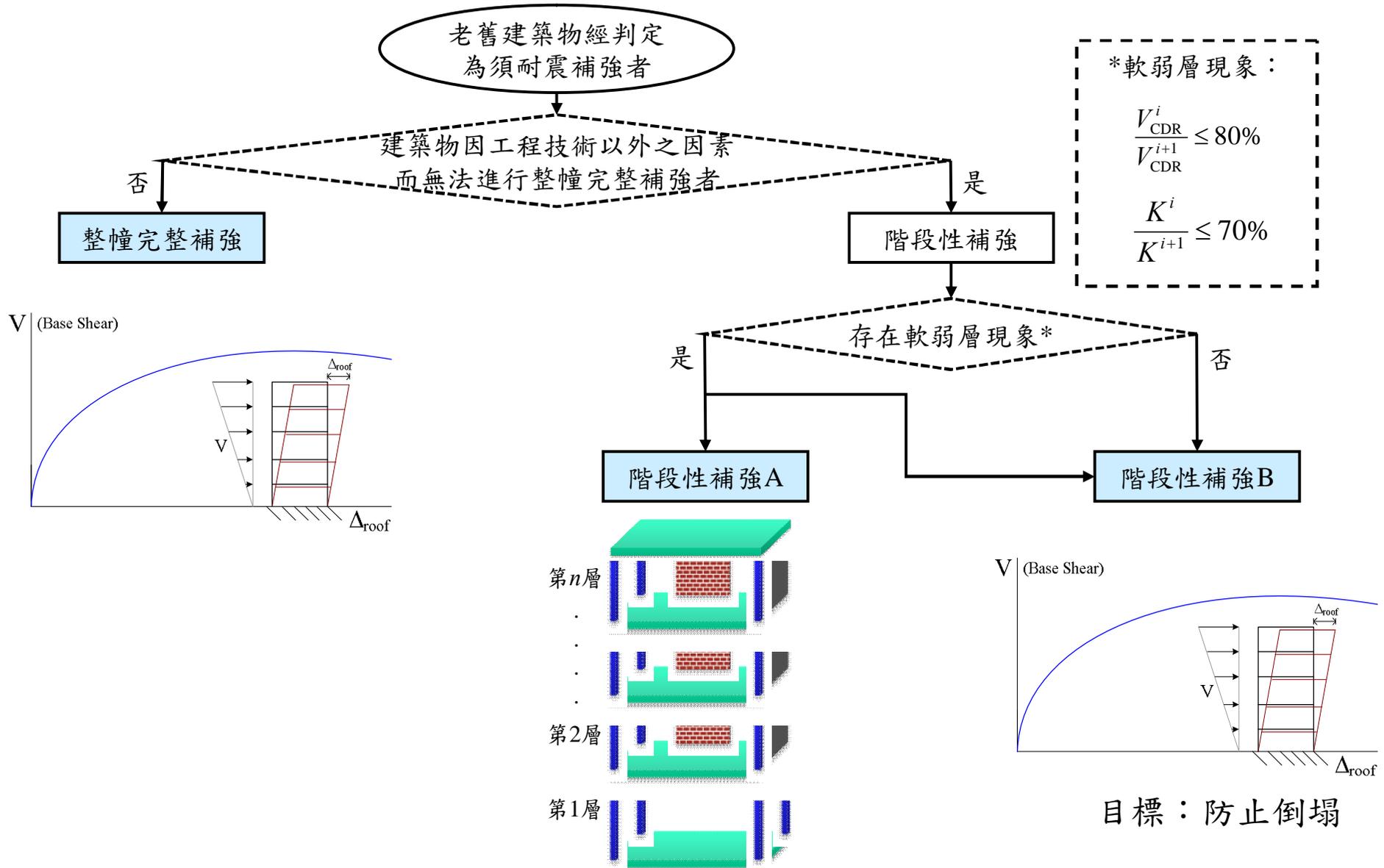
(七)階段性補強竣工後，經執行機關書面或現場審查通過後，一次撥付補助經費。

請款階段



階段性補強性能目標

階段性補強性能目標



目標：降低補強施作層發生軟弱層集中式破壞風險

耐震設計規範對軟弱層之定義

1. 弱層為該層極限層剪力強度與該層設計層剪力的比值低於其上層所得比值之**80%**者：

$$\frac{V_i^{CDR}}{V_{i+1}^{CDR}} < 80\%$$

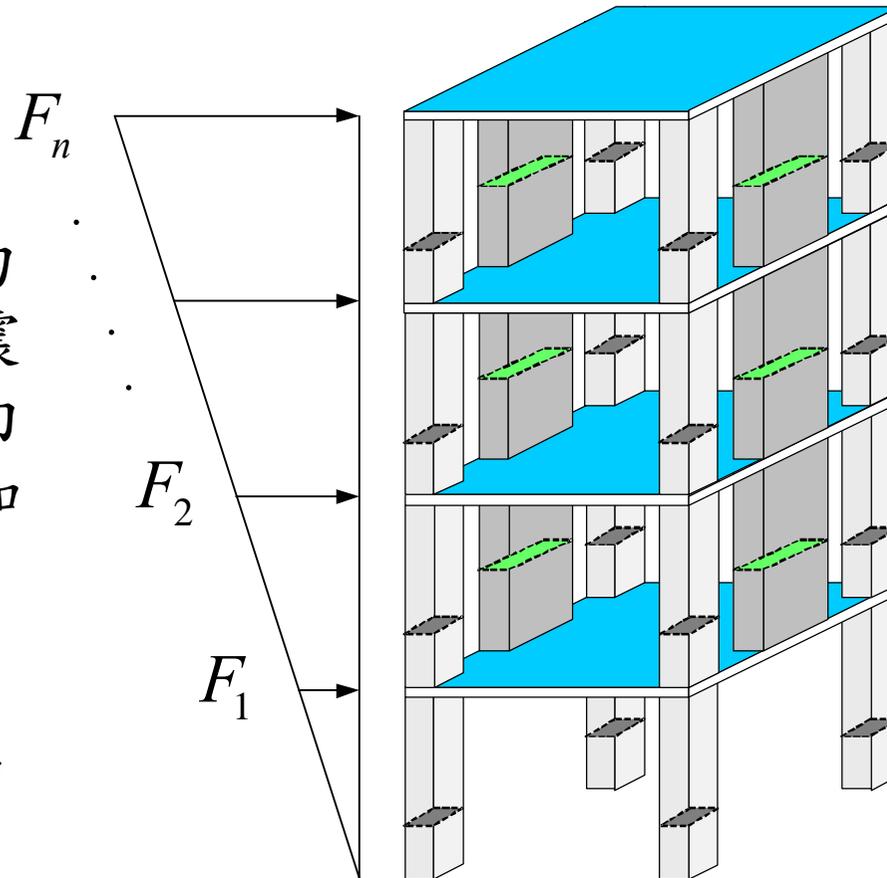
2. 軟層為該層之側向勁度低於其上一層者之**70%**或其上三層平均勁度之**80%**者：

$$\frac{K_i}{K_{i+1}} < 70\% \text{ 或 } \frac{K_i}{\frac{1}{3} \sum_{j=i+1}^{j=i+3} K_j} < 80\%$$

耐震設計規範對軟弱層之定義

設計層剪力
由設計地震
力經過豎向
分配後疊加
而得：

$$V_i^D = \sum_{j=i+1}^{j=n} F_j$$



V_3, K_3

V_2, K_2

V_1, K_1

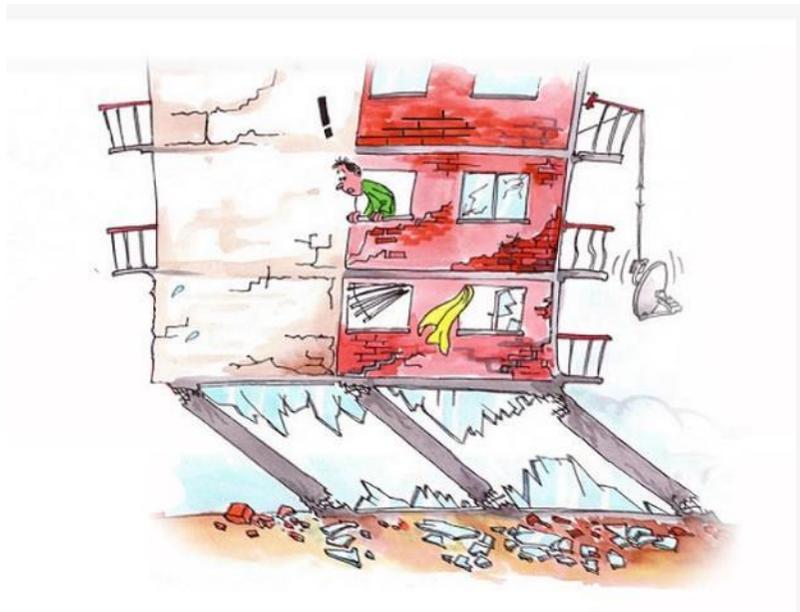
極限層剪力
強度與側向
勁度可由模
型分析或初
步評估方法
進行評估

階段性補強A性能目標

階段性補強A

- 降低補強施作層發生軟弱層集中式破壞風險之補強設計，以極限層剪力強度檢核結構弱層；以樓層勁度檢核結構軟層

補強完成後，倒塌機率已大幅降低，仍有可能造成其他破壞模式產生。若要達到耐震設計地震之合格標準，未來仍需進行整幢完整補強。



未補強



階段性補強A

階段性補強A性能目標

基準一

- 依據建築物耐震設計規範與解說第2.17節之規定，以極限層剪力強度與其設計層剪力的比值檢討弱層，且為方便起見，對軟層之檢核僅比較該層與其上一層之勁度
- 目標層以下各層之極限層剪力強度與其設計層剪力的比值不得低於其上一層者之**80%**，且該層之側向勁度不得低於其上一層者之**70%**：

$$\frac{V_i^{\text{CDR}}}{V_{i+1}^{\text{CDR}}} \geq 80\% \quad \text{且} \quad \frac{K_i}{K_{i+1}} \geq 70\% , \quad i = 1 \sim m$$

階段性補強A性能目標

基準二(模型分析法)

- 採取簡化做法，直接以極限層剪力強度檢討弱層，樓層側向勁度則以建模分析求得
- 目標層以下各層之極限層剪力強度不得低於其上一層者之**90%**，且該層之側向勁度不得低於其上一層者之**70%**：

$$\frac{V_i}{V_{i+1}} \geq 90\% \quad \text{且} \quad \frac{K_i}{K_{i+1}} \geq 70\% , \quad i = 1 \sim m$$

階段性補強A性能目標

基準二(簡易設計法)

➤ 假設軟弱層經補強後，該層側向行為將以剪力主控，則側向勁度可再進一步簡化為剪力勁度，其與極限層剪力強度成一次方正比並與樓層高度成一次方反比：

$$K_i \propto \frac{V_i}{H_i}$$

➤ 目標層以下各層之極限層剪力強度不得低於其上一層者之**90%**，且該層之剪力勁度不得低於其上一層者之**80%**：

$$\frac{V_i}{V_{i+1}} \geq 90\% \quad \text{且} \quad \frac{K_i}{K_{i+1}} \geq 80\% , \quad i = 1 \sim m$$

階段性補強B性能目標

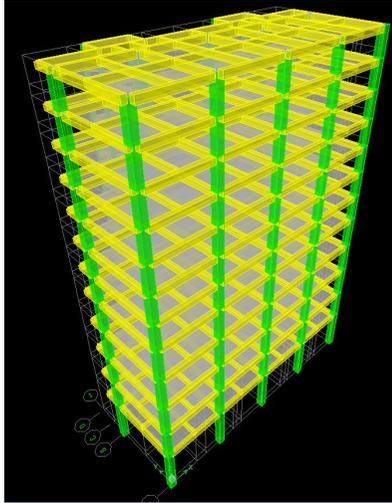
階段性補強B

- **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。

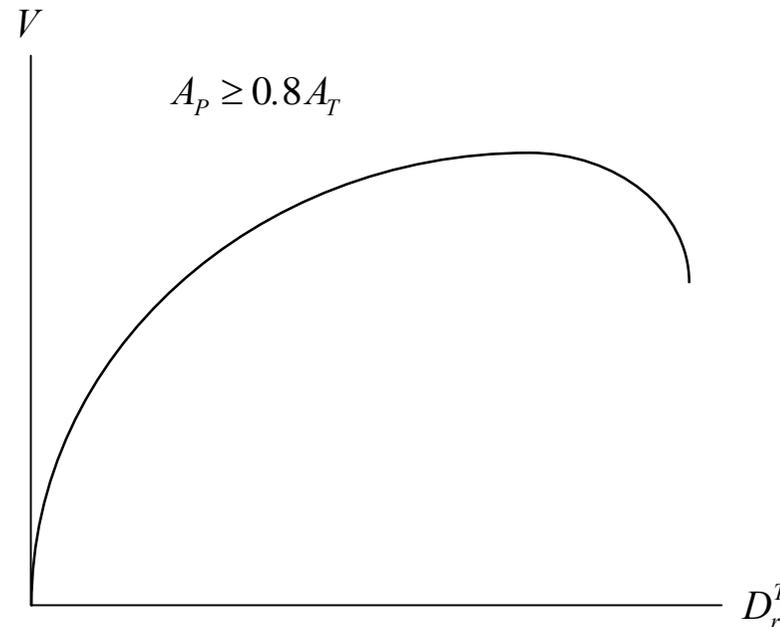
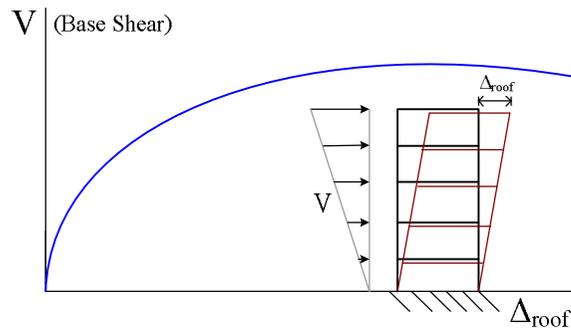
補強完成後，僅能保證設計地震來臨時整棟結構物不會有任何一根桿件發生崩塌之現象，然而，整體結構物仍會發生嚴重受損，但不至於倒塌，爭取逃命時間，對生命有所保障。



階段性補強B性能目標



選取的性能點，不會有任一垂直承載構件發生軸向破壞或完全喪失側向強度之虞，其性能點 A_p 值須大於補強前者，且不低於0.8倍 A_T 值($0.4S_{DS}$)



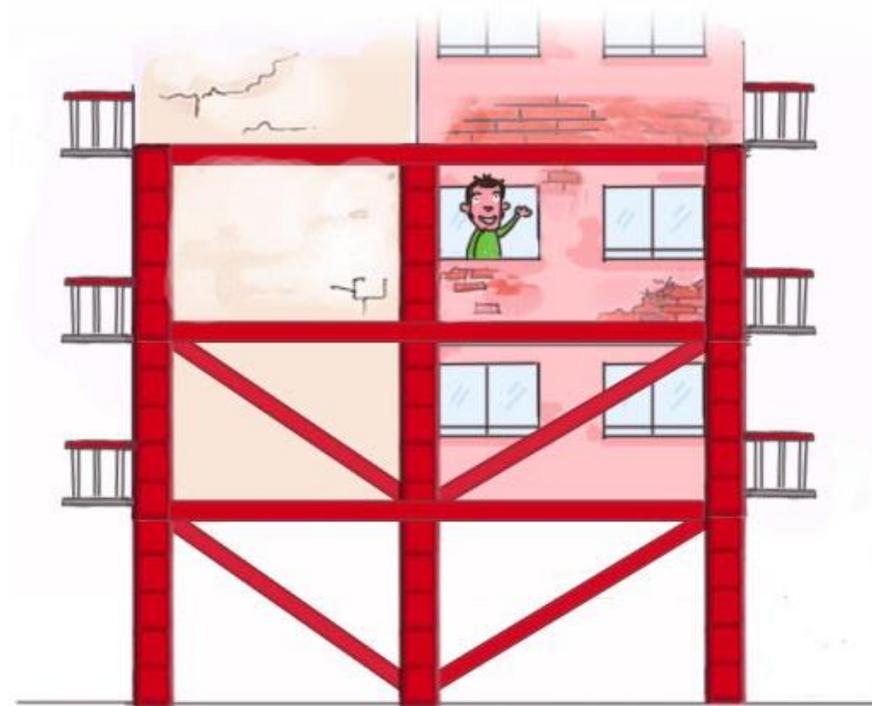
整幢完整補強性能目標

整幢完整 補強

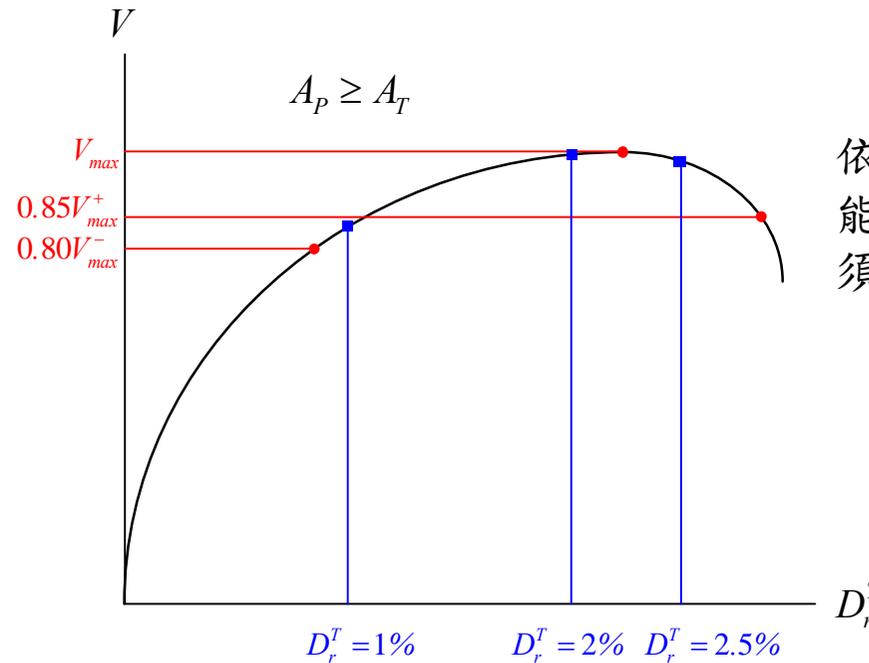
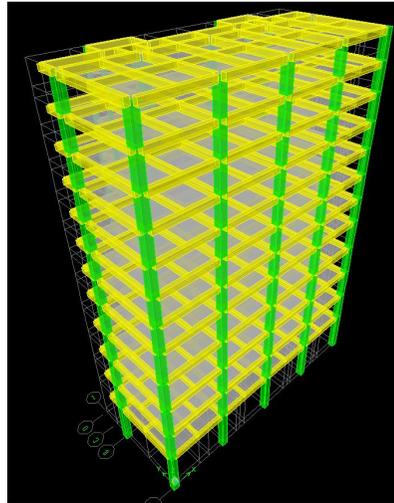
- 應**滿足設計地震的性能水準**，需進行非線性靜力側推分析或更高階的動力分析。

補強後滿足設計地震作用下應有的性能水準，即結構物不會產生**嚴重損壞**，對生命及財產有所保障。

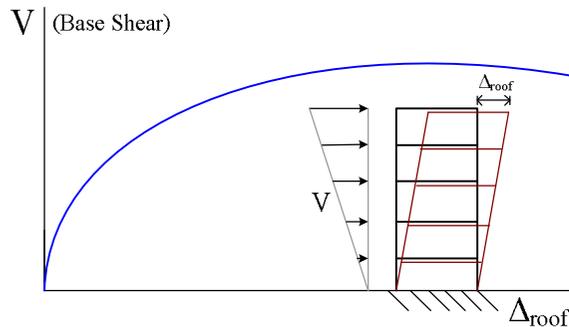
此階段補強設計須整幢進行詳細結構計算、材料取樣及檢測，補強規劃需變更到專有部分。



整幢完整補強性能目標



依用途分類選取之性能點，其性能點 A_p 值須滿足 A_T 值($0.4S_{DS}$)

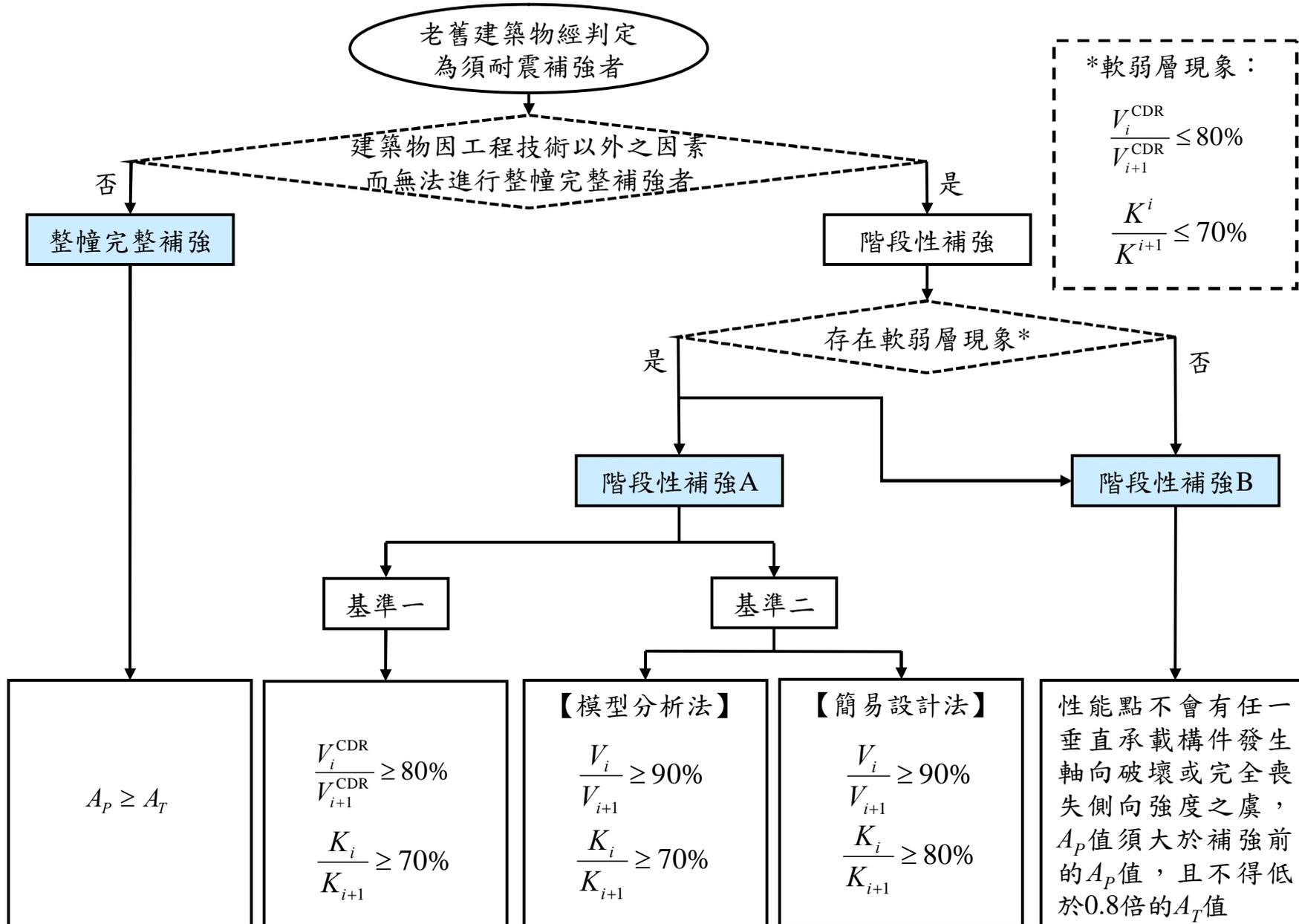


用途分組	A_p		A_T
第一類及第二類建築 ($I=1.5$)	$0.80V_{max}^-$	$D_r^T=1\%$	垂直承載 構件發生 軸向破壞 $0.4S_{DS}$
第三類建築 ($I=1.25$)	V_{max}	$D_r^T=2\%$	
第四類建築 ($I=1.0$)	$0.85V_{max}^+$	$D_r^T=2.5\%$	

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 。

階段性補強性能目標

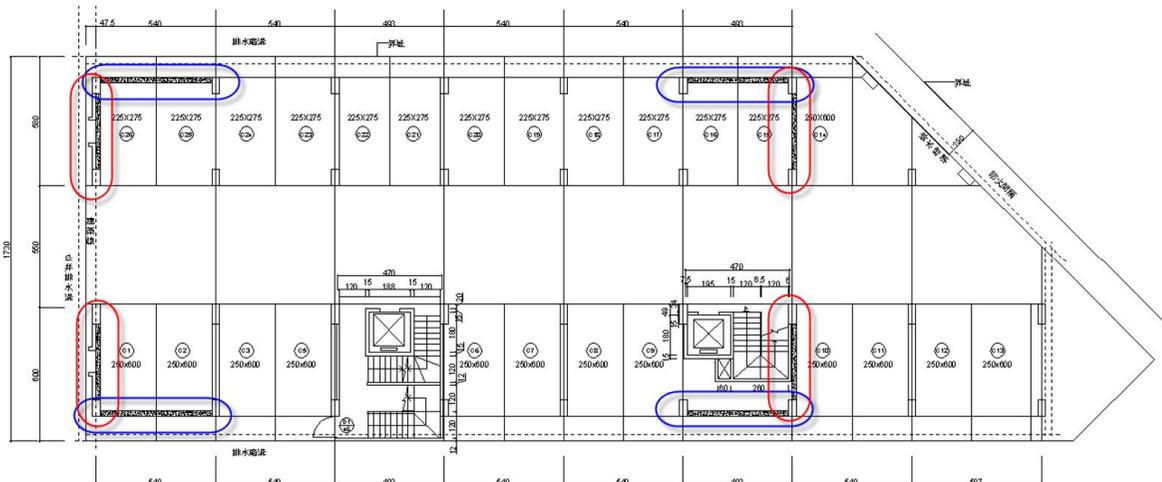


補強示範案例

編號	縣市	建築物名稱	規劃設計意願說明會	設計同意書	補強工程意願說明會	施工同意書
1	花蓮縣	案例一	107/03/02	已取得	107/06/02	已取得
2	花蓮縣	案例二	107/02/28	已取得	107/05/19	已取得
3	花蓮縣	案例三	107/04/11	已取得	107/12/19	已取得
4	台北市	案例四	107/03/14	已取得	-	-
5	台南市	案例五	107/05/05	已取得	108/1/28	已取得

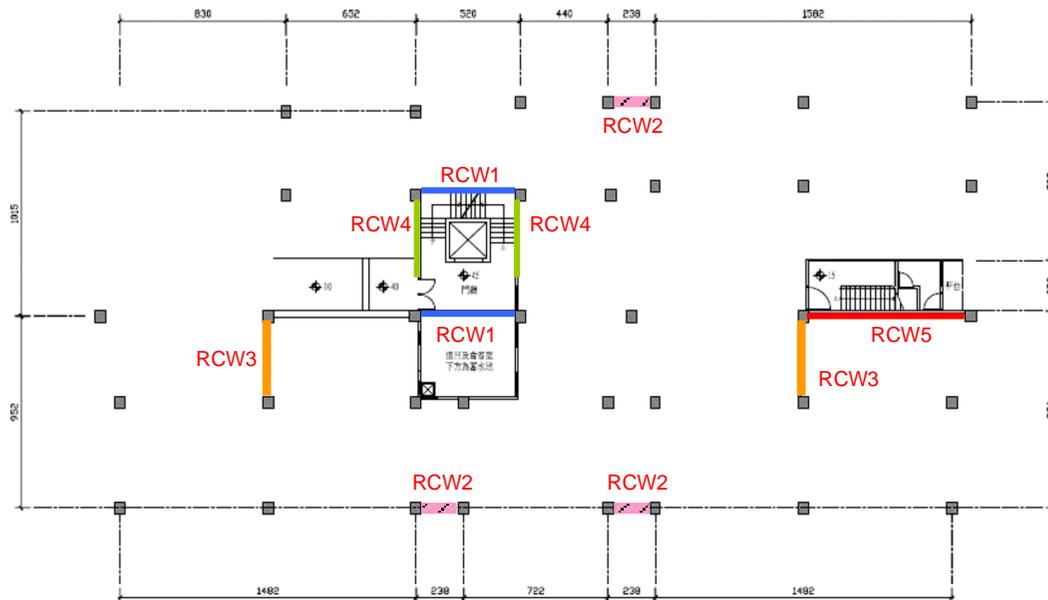
1. 案例一(花蓮縣)

- ” 樓層：地上6層
- ” 樓地板面積：3,663.13 m²
- ” 施作層：1F(531.44 m²)
- ” 補強方案：階段性補強A
- ” 工程預算：1,530,873 元



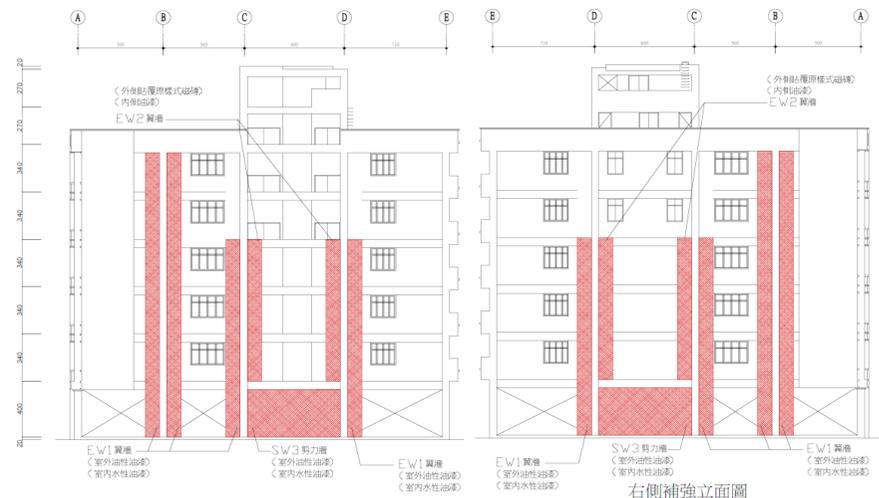
2. 案例二(花蓮縣)

- 樓層：地上6層(含一夾層)、地下1層
- 樓地板面積：4899.33 m²
- 施作層：1F(690.5 m²)
- 補強方案：階段性補強A
- 工程預算：2,552,795 元



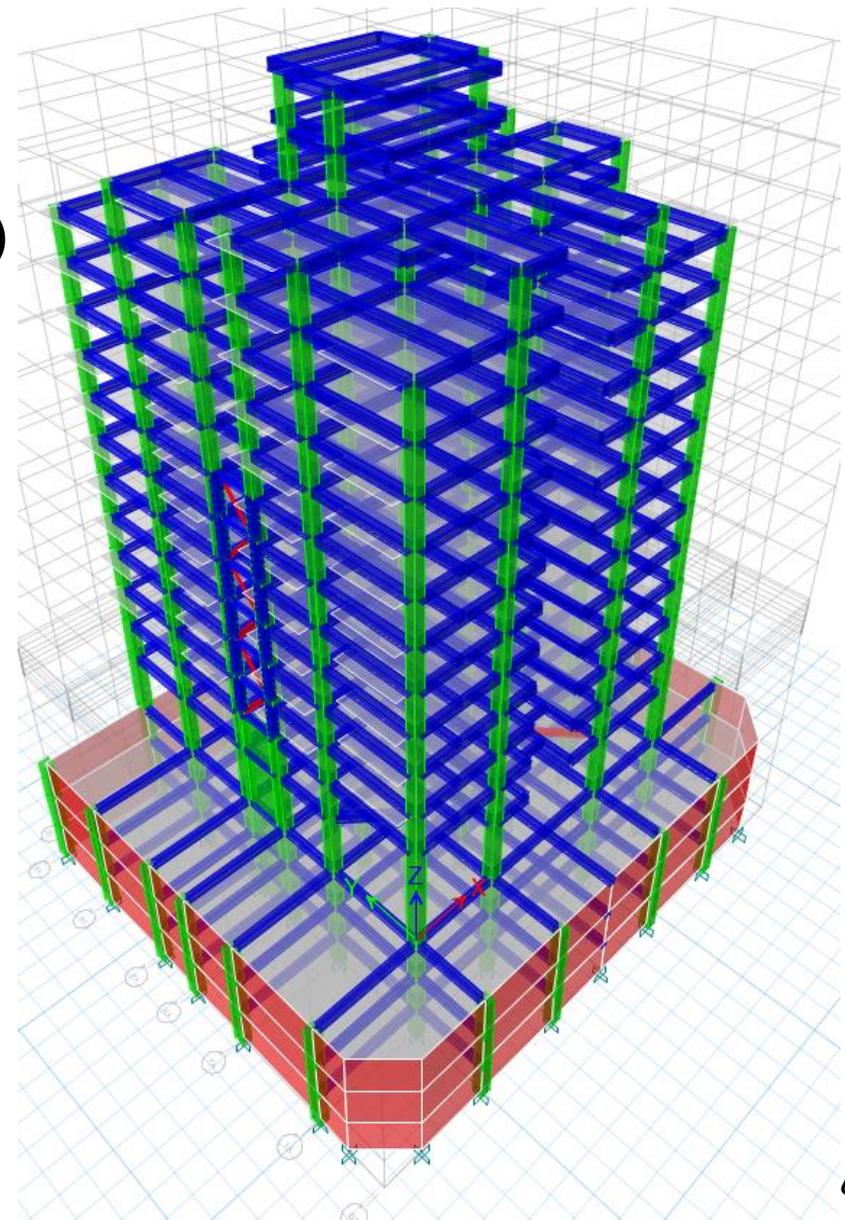
3. 案例三(花蓮縣)

- ” 樓層：地上6層
- ” 樓地板面積：2,304.74 m²
- ” 施作層：1F-6F(2304.74 m²)
- ” 補強方案：整幢完整補強
- ” 工程預算：6,428,672 元



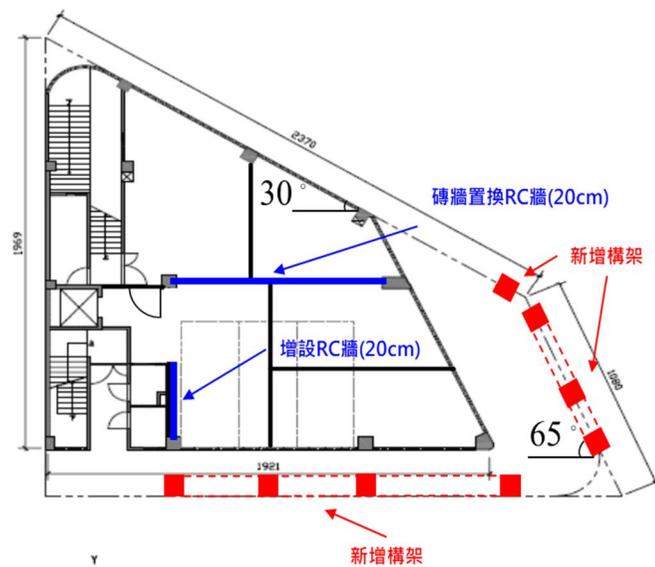
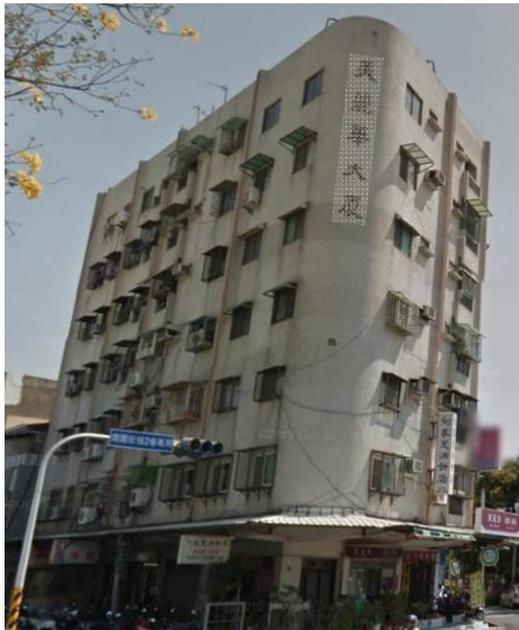
4. 案例四(台北市)

- ” 樓層：地上13層、地下3層
- ” 樓地板面積：12920.71 m²
- ” 施作層：B3F-8F (9772.02 m²)
- ” 補強方案：階段性補強B
- ” 工程預算：7,200,000 元

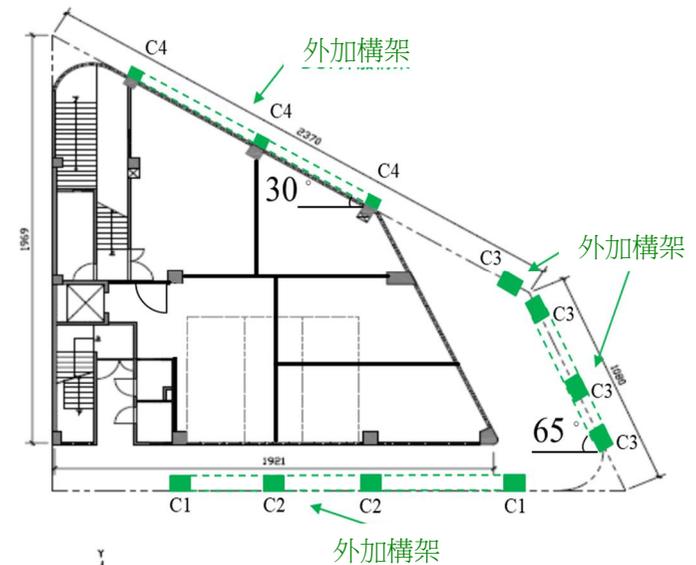


案例五

- ” 樓層：地上7層
- ” 樓地板面積：2679.56 m²
- ” 施作層：【1】 B1F-1F (551.27 m²) 【2】 1F (241.56 m²)
- ” 補強方案：階段性補強A
- ” 工程預算：【1】 1,671,161 元 【2】 2,321,538 元



【1】 增設柱及RC牆



✓ 【2】 外加構架

示範案例經費

編號	建築物名稱	補強目標	總樓地板面積	施作樓層	施作層面積(m ²)	總工程預算	工程總地板面積單價	工程施作層面積單價
1	案例一	階段性補強A	3,663.13	1F	531.44	1,530,873	417.91	2,880.61
2	案例二	階段性補強A	4899.33	1F	690.5	2,552,795	521.05	3,697.02
		整幢完整補強		1F-6F	4899.33	10,129,405	2067.51	2067.51
3	案例三	整幢完整補強	2304.74	1F-6F	2304.74	6,428,672	2789.33	2789.33
4	案例四	階段性補強B	12920.71	B3F-8F	9772.02	7,200,000	557.24	736.80
5	案例五	階段性補強A	2679.56	B1F-1F	639.96	方案1 1,671,161	方案1 623.67	方案1 2611.35
				1F	330.25	方案2 2,994,395	方案2 1117.5	方案2 9067.06

“ 工程總地板面積單價：

“ 階段性補強A及B約 418 ~1118元/m²

“ 整幢完整補強—2068~2790元/m²

“ 施作層面積單價：737~9067元/m²，平均3408元/m²

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