中華民國地震工程學會

NARLabs 國家實驗研究院
國家地震工程研究中心

鋼筋混凝土建築物補強及修復參考圖說及解說研討會

耐久性修復及防水工程

主講人：呂顏龍

Mar 30, 2016

承諾・熱情・創新

www.narlabs.org.tw

耐久性修復簡報大綱

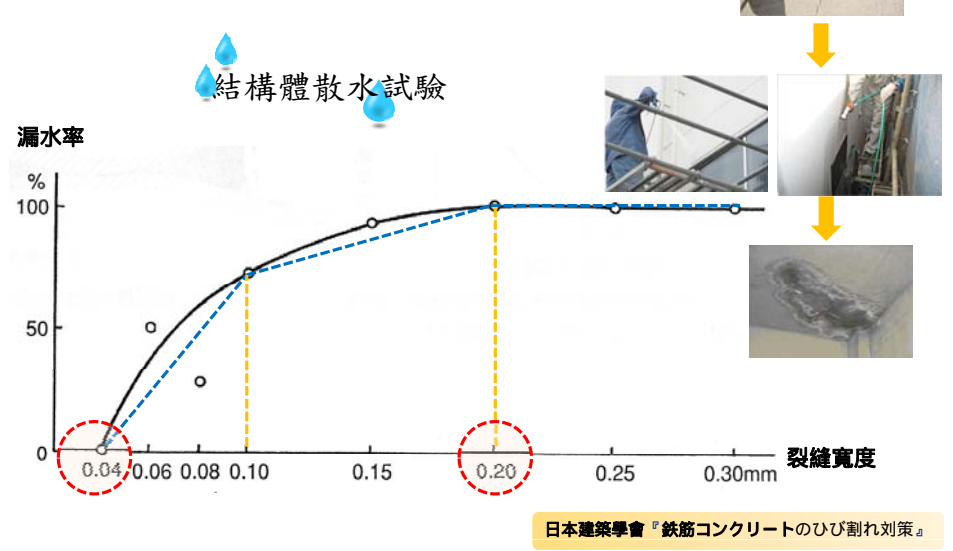
- 文獻重點整理
- 損壞修復工法分類
- 參考圖說及施工實例
- 結論

中華民國地震工程學會
NARLabs 國家實驗研究院
國家地震工程研究中心

文獻重點整理

承諾・熱情・創新
www.narlabs.org.tw

容許裂縫寬度



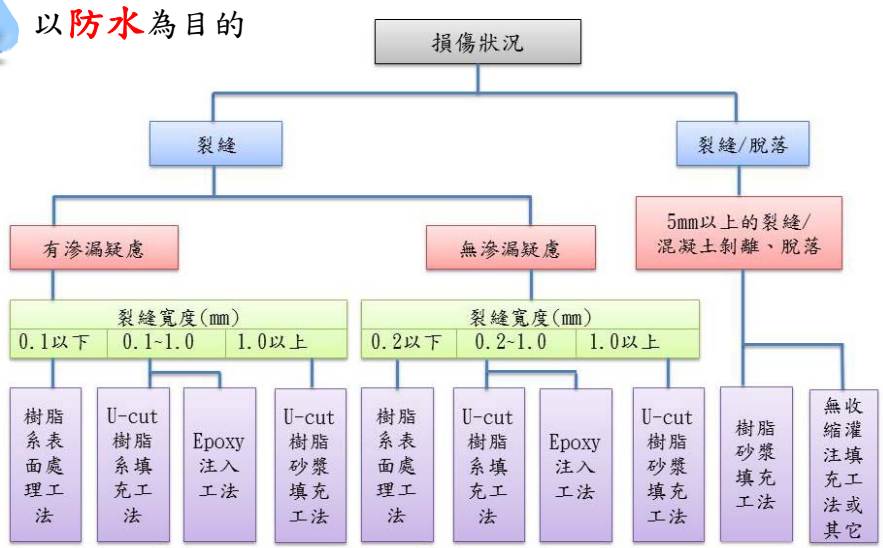
日本建築學會『鉄筋コンクリートのひび割れ対策』

裂縫修復工法分類

補修目的	裂縫現象及原因		裂縫寬度(mm)	補修工法				
				表面處理	注入	填充	滲透塗料	其它
防水性	鋼筋無腐蝕疑慮的地方	裂縫寬度變動較小	0.2以下	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		裂縫寬度變動較大	0.2以下	△	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
耐久性	鋼筋無腐蝕疑慮的地方	裂縫寬度變動較小	0.2以下	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0以上		△	○		
		裂縫寬度變動較大	0.2以下	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0以上		△	○		
	鋼筋腐蝕		—			○		
	鹽害		—					●
	鹼性骨材反應		—					●

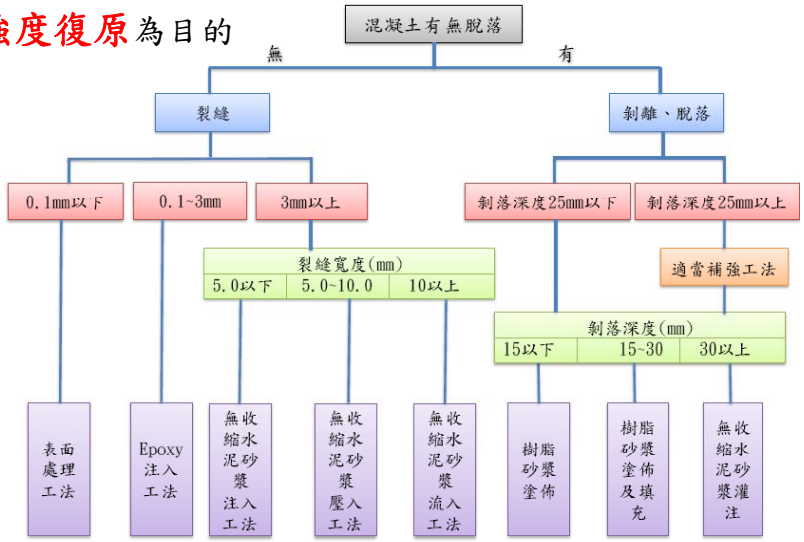
非結構構材修復

以**防水**為目的



結構構材修復

以**強度復原**為目的

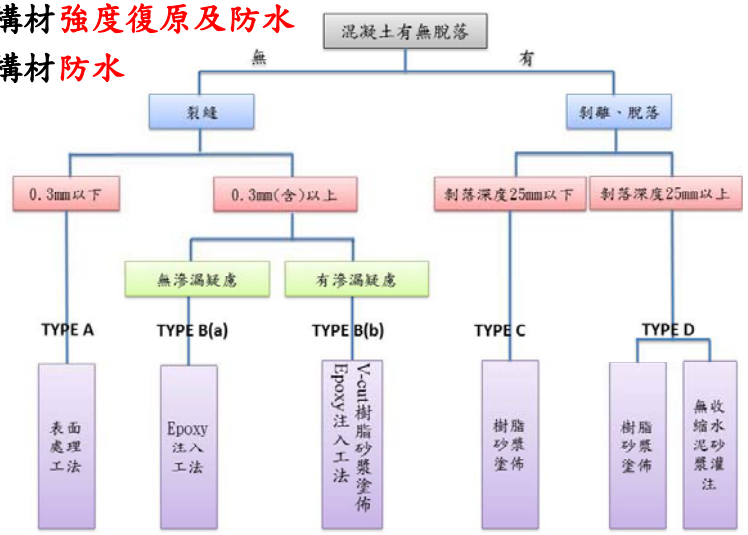


損壞修復工法分類

損壞修復工法分類

結構構材強度復原及防水

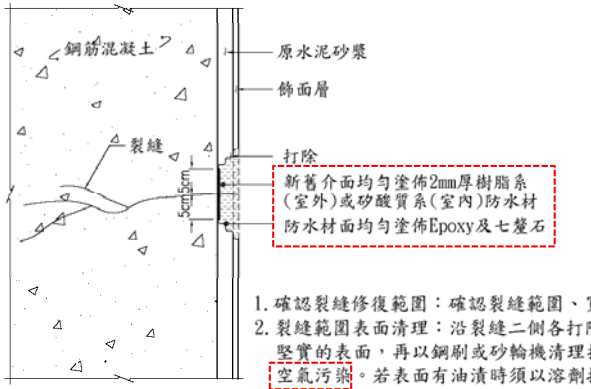
非結構材防水



參考圖說及施工實例

承諾．熱情．創新

TYPE-A 裂縫寬度0.3mm以下RC構材
(若有滲漏疑慮)



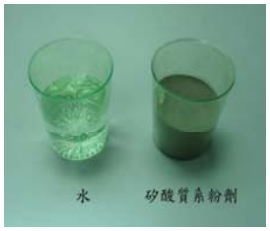
1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm，深度達粉刷層，並露出堅實的表面，再以鋼刷或砂輪機清理打除面空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。表面清理乾淨且須避免造成
3. 密封材塗佈：塗佈2mm厚樹脂系(室外)或矽酸質系(室內)防水材(1.2kgf/cm²)。
4. 密封材養護：密封材至少24小時養護直至硬化。
5. 表面清理：密封材硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
6. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
7. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
8. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

TYPE-A 裂縫寬度0.3mm以下RC構材
(若有滲漏疑慮)

矽酸質防水材

公共工程施工綱要規範使用說明第07162章矽酸質系塗布防水

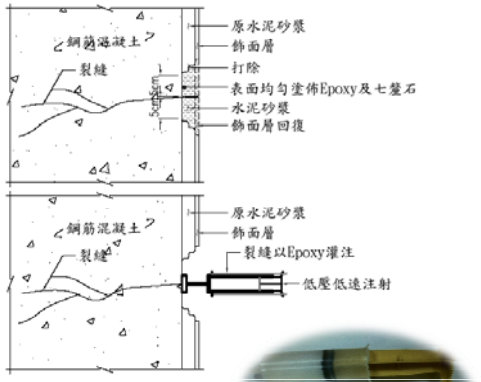
利用當矽酸質粉末遇到水時，矽酸離子會被水溶解釋出，隨後，再藉由水份的滲入混凝土之毛細管內，與其內部未被固化之多餘鹽類如鈣、鉀、鎂等成分，在毛細管中反應，而形成針狀或纖維狀之結晶体此一結晶体，會將混凝土內之毛細管阻塞，而使混凝土結構更加緻密，也增加了結構体之水密性



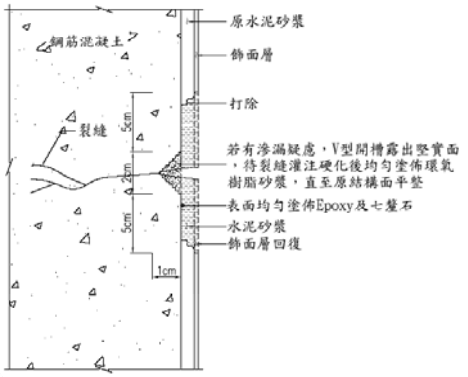
http://mrwta.fixy.com.tw/node/409
http://www.fixy.com.tw/node/1224

TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材

(a)無滲漏疑慮



(b)有滲漏疑慮



TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材

施工步驟

1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。另有無滲漏疑慮，依工程司指示辦理或設計圖說規定。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm(若有滲漏疑慮，V型開槽露出堅實面)，深度達粉刷層，並露出堅實的表面。再以鋼刷或砂輪機清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
3. 安裝位置及底座：視裂縫寬度、形狀及長度，由工程司決定注入的位置(注射筒間距不得大於30cm)，使用密封材把注入用底座安裝好並使其固定，底座的中心與裂縫中心須吻合。
4. 裂縫密封：沿裂縫二側寬度各約2cm範圍，塗佈2mm厚樹脂系密封材，裂縫表面須確實密封。
5. 密封材至少24小時養護直至硬化。
6. 注入作業：把防落注射筒安裝在底座上，安裝好加壓裝置，開始注入作業。
7. 養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
8. 表面清理：至少24小時養護直至硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若有V型開槽，待裂縫灌注硬化後，均勻塗佈環氧樹脂砂漿，直至原結構面平整並養護。
9. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
10. 飾刷層：水泥砂漿飾刷/飾光。
11. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

裂縫灌注查驗取樣頻率

1. 為確認裂縫灌注是否確實填滿，工程司於裂縫處隨機鑽心取樣查驗。原則上裂縫長度合計每100m取1處；倘裂縫合計長度不足100m則取樣1處
2. 倘裂縫灌注未確實填滿，不合格處須重新施作，且續以倍數鑽心取樣抽驗，直至取樣試體皆合格為止(不合格處重新施作及抽驗不另計價)。

環氧樹脂(Epoxy)材料強度

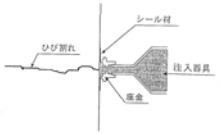
項目 / 分類	材料強度	適用規範
抗壓強度(kgf/cm²)	>30.6	CNS 10141
抗拉強度(kgf/cm²)	≧30	CNS 1011 (ASTM C109-85)
接著強度(kgf/cm²)	≧90(14天)	ASTM C882-87

TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材

日本○○田株式會社

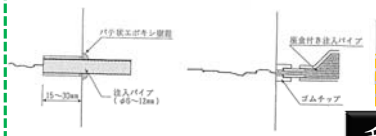
ひび割れ幅	注入孔の間隔
0.3mm以下	50~100mm
0.3~0.5mm	100~200mm
0.5~1.0mm	150~250mm
1.0mm以上	200~300mm

裂縫0.3mm以上間距10~30cm 機械式注入



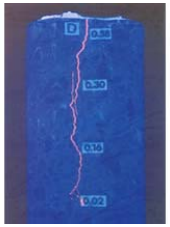
ひび割れ幅	注入孔の間隔
0.2mm以下	200~250mm
0.2mm以上	300~350mm

裂縫0.2mm以上間距30~35cm 自動式壓入

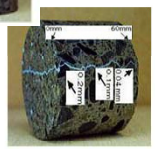


ひび割れ幅	注入孔の間隔
0.3mm以下	50~100mm
0.3~0.5mm	100~200mm
0.5~1.0mm	150~250mm
1.0mm以上	200~300mm

裂縫0.3mm以上間距10~30cm 手動式注入



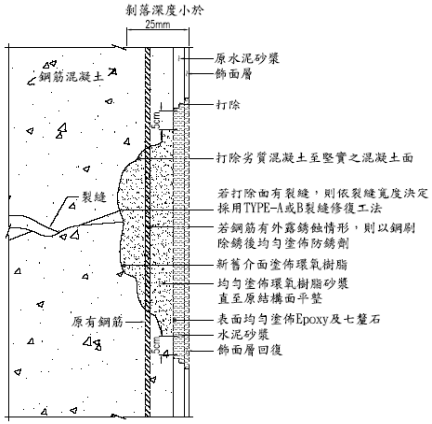
裂縫鑽心取樣



TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材

裂縫灌注施作流程圖

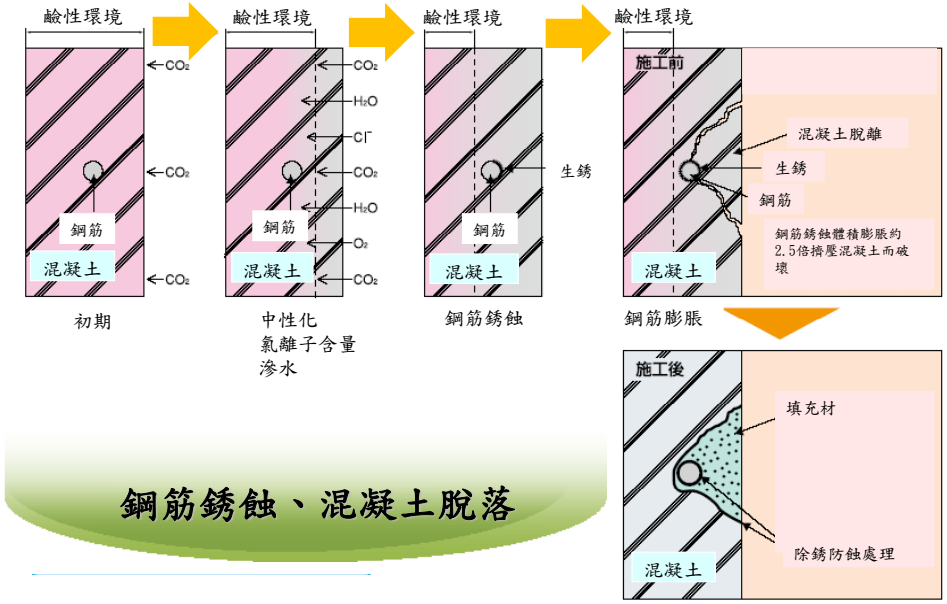
TYPE-C 剝落深度25mm以下RC構材



施工步驟

1. 確認混凝土剝落修復範圍：確認混凝土剝落範圍、深度、鋼筋有無外露、裂縫等。
2. 剝落範圍清理：打除劣質或鬆動混凝土至堅實之混凝土面，再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。
3. 確認混凝土堅實面是否有裂縫：若打除面有裂縫，則依裂縫寬度決定採用TYPE-A或B裂縫修復工法；若打除面無裂縫，則此施工步驟略過。
4. 確認鋼筋是否外露銹蝕：若鋼筋有外露銹蝕情形，則以鋼刷除銹後均勻塗佈防銹劑；若鋼筋無外露銹蝕情形，則此施工步驟略過。
5. 塗佈環氧樹脂砂漿：新舊介面塗佈環氧樹脂後，均勻塗佈環氧樹脂砂漿直至原結構面平整。
6. 環氧樹脂砂漿養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
7. 表面清理：環氧樹脂砂漿養護直至硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
8. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釜石。
9. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
10. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

耐久性損壞



鋼筋銹蝕、混凝土脫落

中性化原因及位置

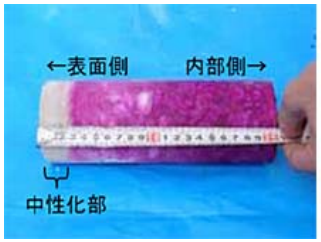
中性化(碳酸化)　$Ca(OH)_2+CO_2 \rightarrow CaCO_3+H_2O$

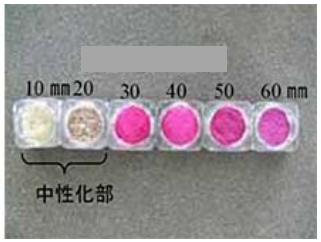
不同位置梁柱構材中性化速度

- ■教室內（ > ）教室外
- ■雨較少位置（ > ）雨較多位置
- ■一般室內梁柱（ > ）地梁及地中壁
- ■室外南方及西方（ > ）室外東方及北方
- ■室內房間、客廳（ > ）浴室、廚房

含水量較多可抑制中性化速度

KENCHIKU GIJUTSU Vol.4
打放し仕上げ



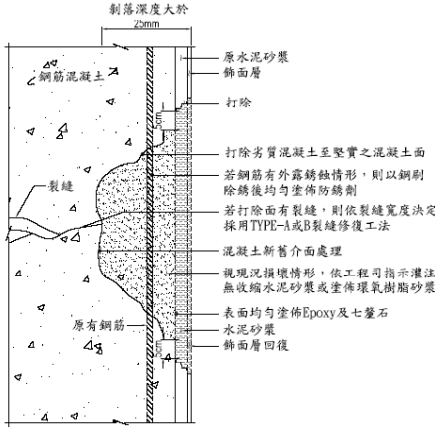


http://www.shk-k.co.jp

TYPE-C 剝落深度25mm以下RC構材

資料來源:強固企業有限公司

TYPE-D 剝落深度25mm以上RC構材

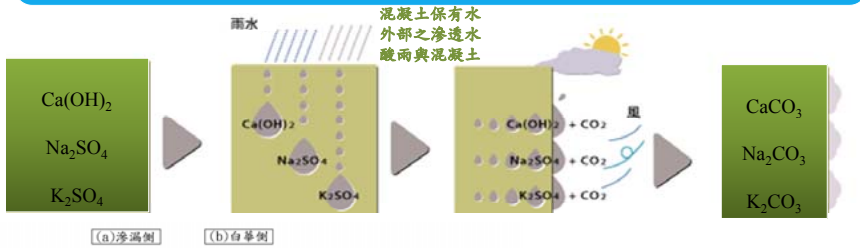


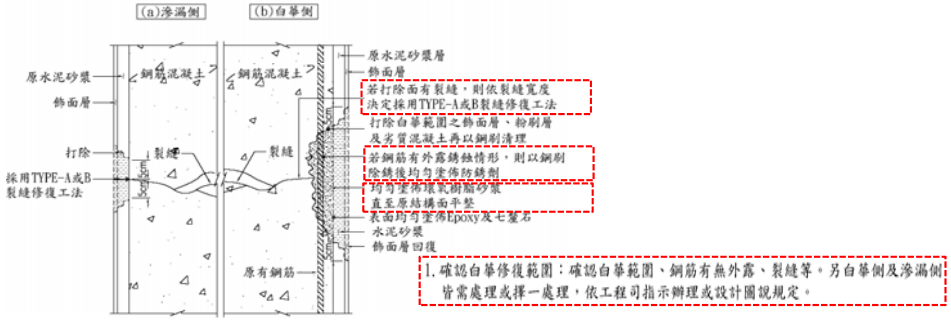
施工步驟

1. 確認混凝土剝落修復範圍：確認混凝土剝落範圍、深度、鋼筋有無外露、裂縫等。
2. 剝落範圍清理：打除劣質或鬆動混凝土至堅實之混凝土面，再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。
3. 確認混凝土打除面是否有裂縫：若打除面有裂縫，則依裂縫寬度決定採用TYPE-A或B裂縫修復工法；若打除面無裂縫，則此施工步驟略過。
4. 確認鋼筋是否外露銹蝕：若鋼筋有外露銹蝕情形，則以鋼刷除銹後均勻塗佈防銹劑；若鋼筋無外露銹蝕情形，則此施工步驟略過。
5. 混凝土新舊介面及填充處理:視損壞情形，依工程司指示灌注無收縮水泥砂漿或塗佈環氧樹脂砂漿，混凝土新舊介面塗佈環氧樹脂(採用環氧樹脂砂漿時)或以水濕潤(採用無收縮水泥砂漿時)。
   (1)倘灌注無收縮水泥砂漿:(A)灌注位置視剝落深度、形狀及範圍，由工程司決定無收縮水泥砂漿灌注孔及通氣孔的位置;(B)剝落範圍封模並以壓力灌注強度350kgf/cm²以上無收縮水泥砂漿。
   (2)倘塗佈環氧樹脂砂漿:均勻塗佈環氧樹脂砂漿直至原結構面平整。
6. 養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
7. 表面清理：硬化後表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
8. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
9. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
10. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復

TYPE-D 剝落深度25mm以上RC構材

TYPE-E RC構材白華

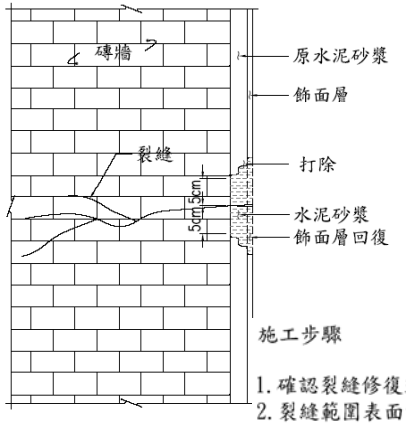




1. 確認白華修復範圍：確認白華範圍、鋼筋有無外露、裂縫等。另白華側及滲漏側皆需處理或擇一處理，依工程司指示辦理或設計圖說規定。

TYPE-E RC構材白華

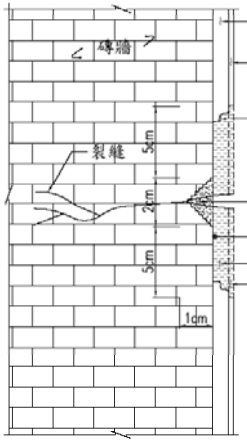
TYPE-F 裂縫寬度0.5mm以下磚牆



施工步驟

1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm，深度達粉刷層，並露出磚牆的表面，再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。
3. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
4. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

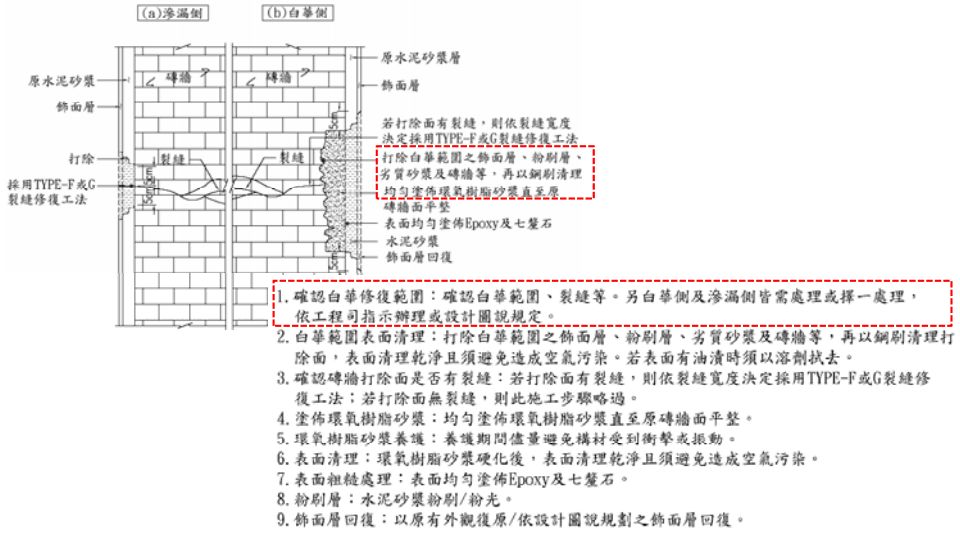
TYPE-G 裂縫寬度0.5mm以上磚牆



1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm，深度達粉刷層，且磚牆V型開槽。再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
3. 塗佈環氧樹脂砂漿：均勻塗佈環氧樹脂砂漿直至原磚牆面平整。
4. 環氧樹脂砂漿養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
5. 表面清理：環氧樹脂砂漿養護直至硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
6. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
7. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
8. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

TYPE-G 裂縫寬度0.5mm以上磚牆

TYPE-H 磚牆白華



1. 確認白華修復範圍：確認白華範圍、裂縫等。另白華側及滲漏側皆需處理或擇一處理，依工程司指示辦理或設計圖說規定。
2. 白華範圍表面清理：打除白華範圍之飾面層、粉刷層、劣質砂漿及磚牆等，再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。
3. 確認磚牆打除面是否有裂縫：若打除面有裂縫，則依裂縫寬度決定採用TYPE-F或G裂縫修復工法；若打除面無裂縫，則此施工步驟略過。
4. 塗佈環氧樹脂砂漿：均勻塗佈環氧樹脂砂漿直至原磚牆面平整。
5. 環氧樹脂砂漿養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
6. 表面清理：環氧樹脂砂漿硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
7. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
8. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
9. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

TYPE-H 磚牆白華

防水工程簡報大綱

- ➢ 基本防水理論
- ➢ 滲漏水部位及處理方式
  - 屋頂及露台
  - 浴廁
  - 外牆
  - 窗框
  - 地下室
  - 管線穿孔
  - 落水頭
  - 新設排水明管
- ➢ 結論

基本防水理論

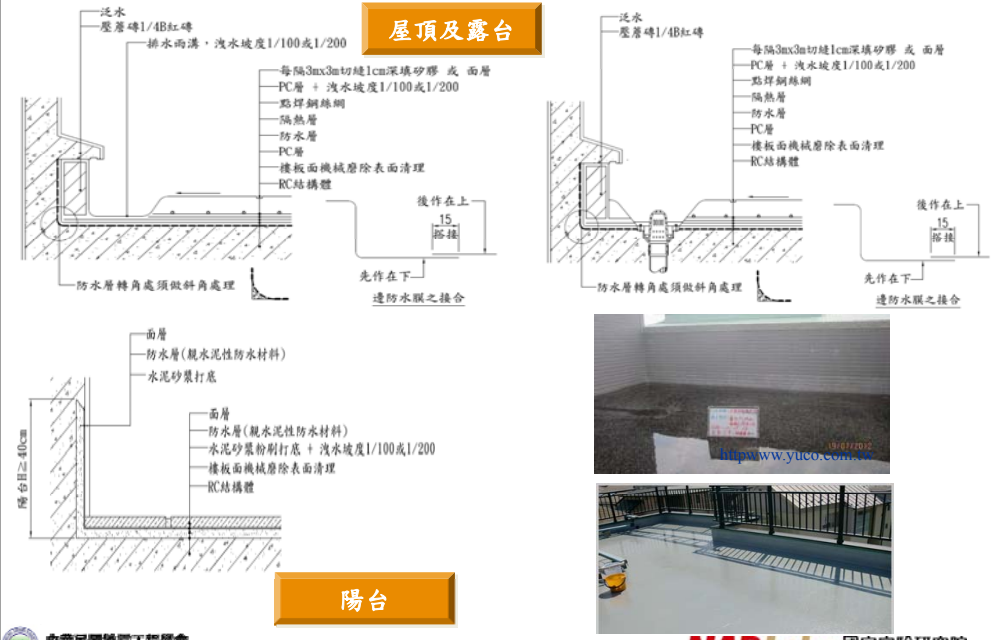
基本防水理論

建築物防水

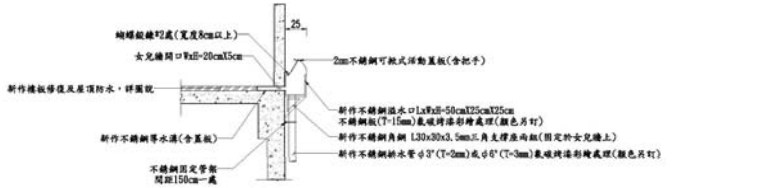
- 利用〔**結構體**〕本身或〔**防水材料**〕，以阻斷水份或濕氣
- 避免產生滲、漏水等現象而影響之建築物使用性

軀體防水	表面防水	線防水
• 軀體(版、牆)水密性 • 水泥砂漿防水材添加劑	• 混凝土面利用塗膜或鋪薄膜 • 瀝青防水、薄片防水、塗膜防水、皂土防水	• 防止水份於結構體中施工縫或伸縮縫等滲漏 • 填縫材、止水帶以及水封材

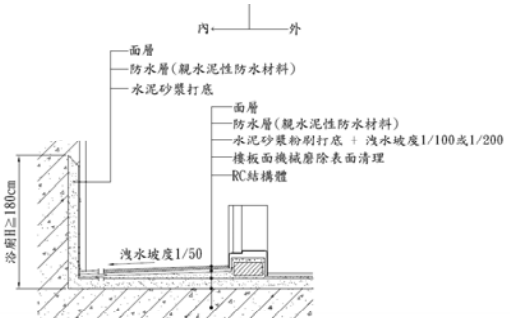
屋頂及露台



屋頂防水案例作法

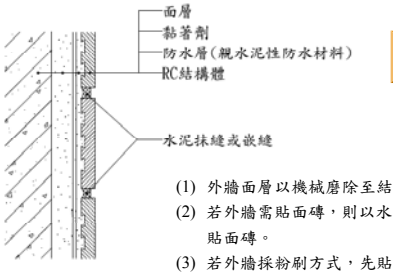


浴廁

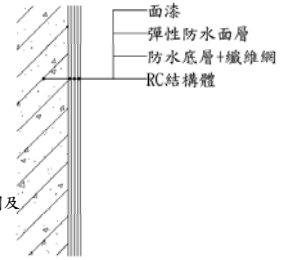


(1) 樓版面層以機械磨除至結構體面，表面清理乾淨。
(2) 再以水泥砂漿打底，施作洩水坡度。浴廁洩水速度要求較快，再加上面積較小，因此洩水坡度需求較大，一般可取 1/50。
(3) 地坪鋪設防水層及面層。另浴室因洗澡時，蓮蓬頭灑水高度較高，基於側牆結構體長期耐久性需求，建議規劃高 180cm 以上之防水層保護。

外牆及土壤接觸地坪

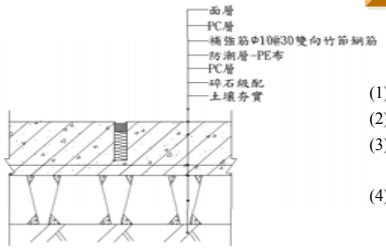


外牆



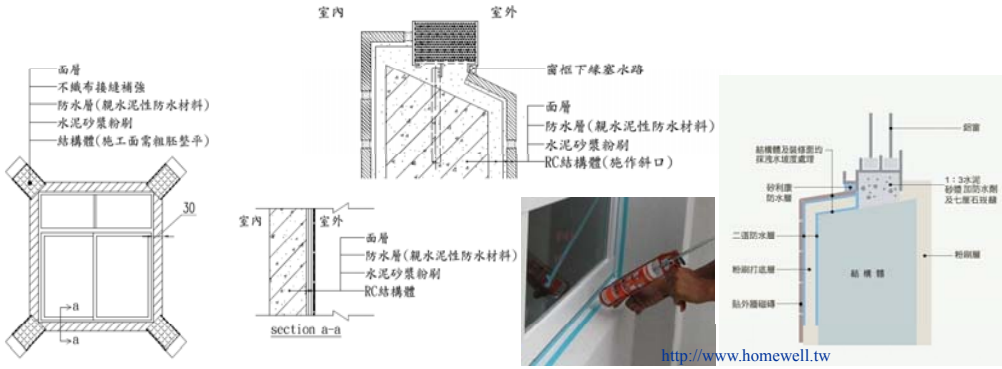
(1) 外牆面層以機械磨除至結構體面，表面清理乾淨。
(2) 若外牆需貼面磚，則以水泥砂漿打底，並施作防水層，再塗黏著劑及貼面磚。
(3) 若外牆採粉刷方式，先貼附纖維網後，塗佈彈性防水面層及面漆。

與土壤接觸地坪



(1) 施作地坪前，既有土壤先夯實，一般夯實度不小於 90%。
(2) 為增加地坪緊實度，底層會先規劃 5~10cm 厚之碎石級配。
(3) 碎石級配上方打 2000psi 混凝土整平，再鋪設 PE 防潮布，以阻斷可能產生之水源或溼氣。
(4) 再鋪設鋼筋及灌混凝土，一則提供樓版承載力，另一則減少混凝土乾縮。

窗框

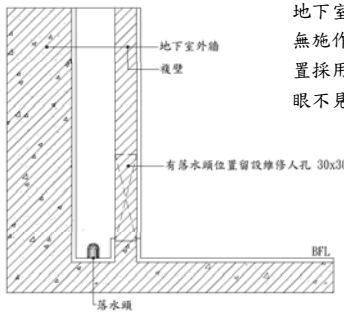


窗框結構體第一道防水

窗框結構體第二道防水

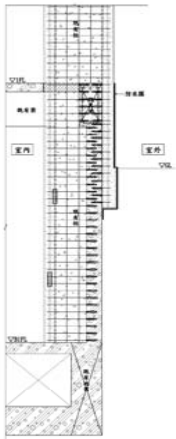
角隅不織布補強，防止裂縫滲水

地下室

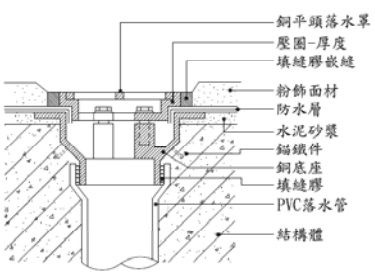


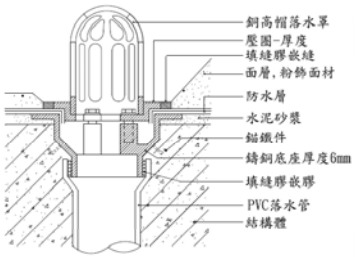
地下室外牆是建築物最容易滲漏的位置，可能產生的原因包括結構體裂縫、外牆無施作防水層、水溝裂縫延伸至外牆等，再加上長期地下水位造成滲漏，裂縫位置採用樹脂裂縫灌注、發泡劑等工法，皆不易解決長期滲漏問題，實務上常採用眼不見為淨工法

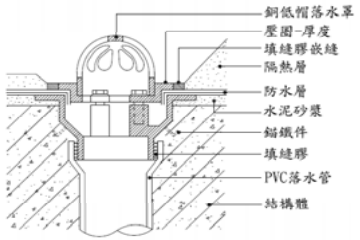
校舍地下室外牆於擴柱補強時，因鋼筋伸展長度需求，經常外側需土壤開挖，經植筋、綁紮鋼筋、灌注混凝土後再回填土壤，新舊混凝土界面是未來最易發生滲漏的位置，新舊界面宜規劃防水層

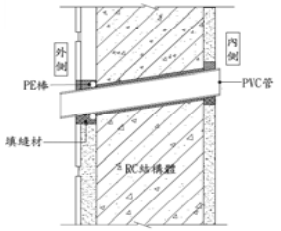


管線穿孔、落水頭



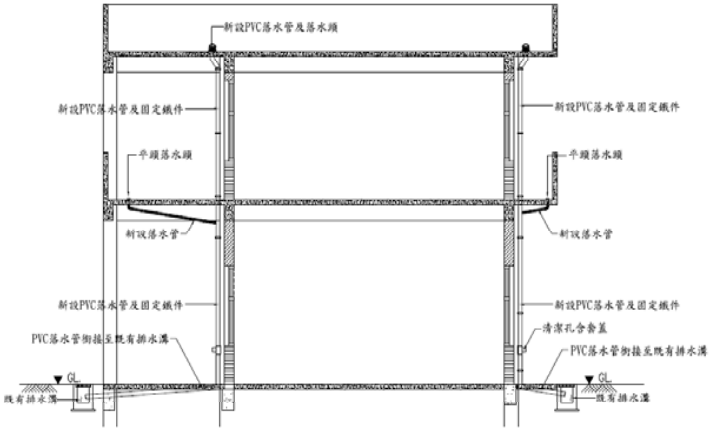






新設排水明管

老舊建物 PVC 排水管多埋在柱及梁內，PVC 管破損或補強構材植筋鑽孔破壞 PVC 管，水份於結構體內四處溢流至表面，這也是抓漏最困難的地方，阻斷滲漏點後，破損的管內水份自然會溢流到其它地方。為解決老舊建物滲漏問題，最有效的方法就是將梁及柱內排水暗管封閉後，另規劃排水明管



結論與建議

補修材料及工法

參考圖說內容是以一般補修材料(Epoxy、無收縮水泥、樹脂砂漿等)及常用工法(人工打除、灌注、粉刷等)為主。

補修考量

- RC結構構材重點在復原強度及耐久性，視損壞情形採用Epoxy 、樹脂砂漿、無收縮水泥、防銹漆或者採取適當的補強等 。
- 磚牆等非RC構材重點在防水，視損壞情形採用水泥粉刷、樹脂砂漿等。

其它補修材料

參考圖說外的材料如：白華抑制劑、高分子聚合樹脂、無機水系混凝土強化劑、滲透擴散亞硝酸液..等，設計者得依專業判斷及需求引用

防水工程

- 防水工程技術應重視設計與施工兩層面。參考圖說提供給設計者防水工程基本理論，採用一般性防水材並配合圖說細則，即有很好的防水效果。
- 先進的材料及工法，設計者得依專業判斷及需求引用

簡報結束，敬請指教