

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

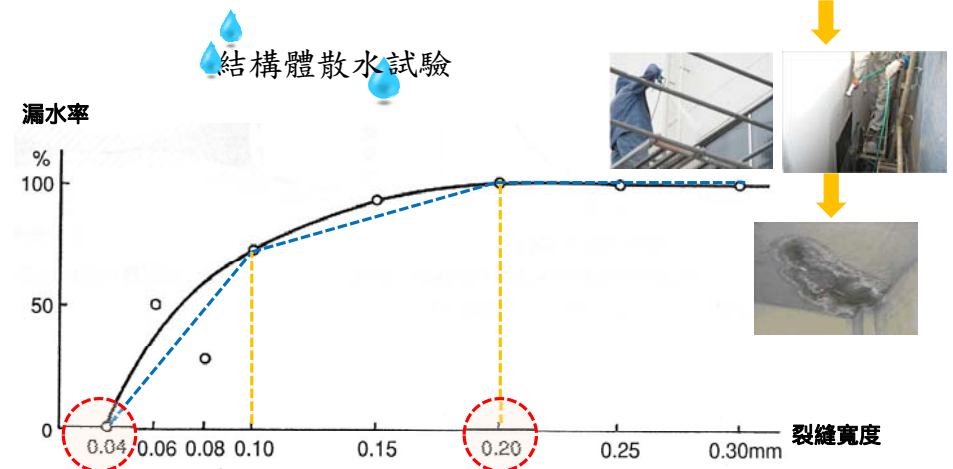
主講人：呂顏龍
Apr 20, 2016

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

文獻重點整理

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』

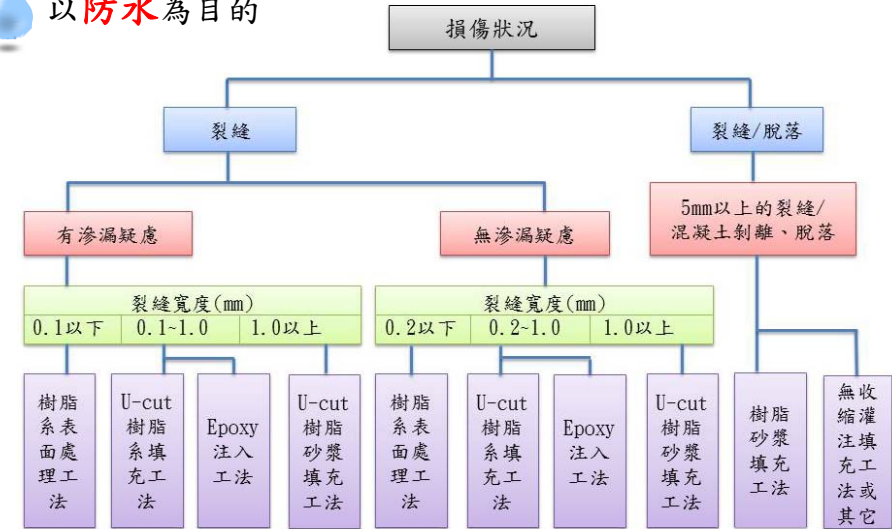
裂縫修復工法分類

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	△	○	○		
		裂縫寬度變動較大	1.0以上		△	○		
			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



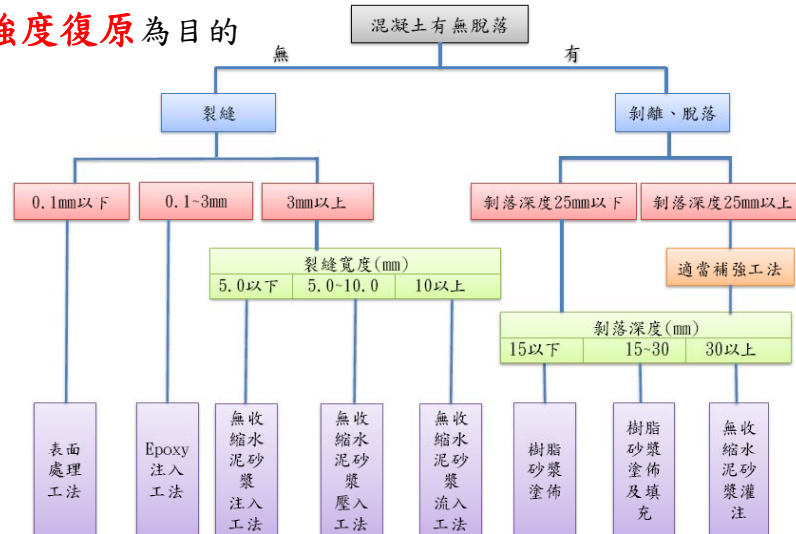
以**防水**為目的



結構構材修復



以**強度復原**為目的

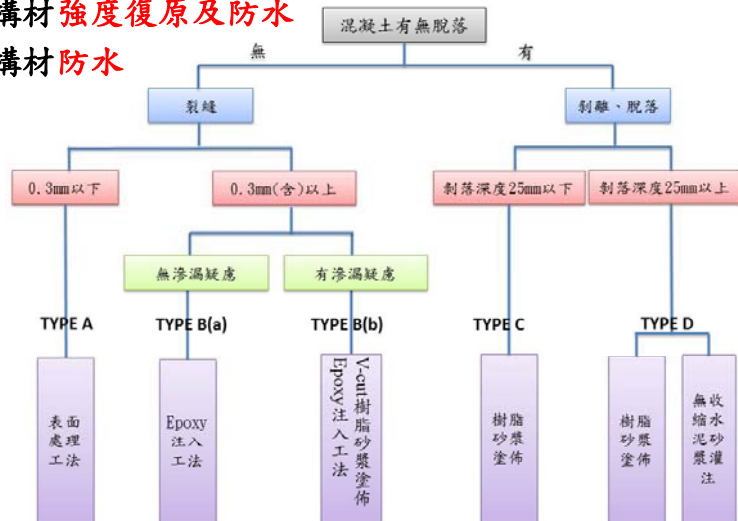


損壞修復工法分類

損壞修復工法分類



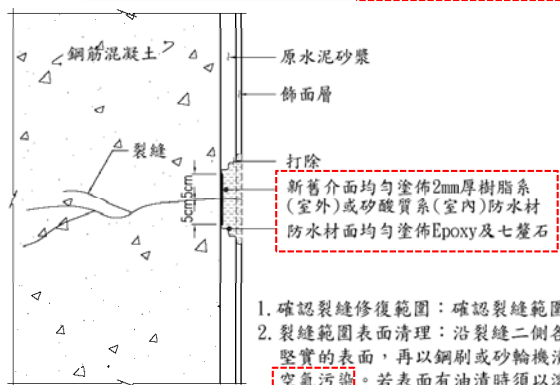
結構構材強度復原及防水
非結構構材防水



參考圖說及施工實例

TYPE-A 裂縫寬度0.3mm以下RC構材

(若有滲漏疑慮)



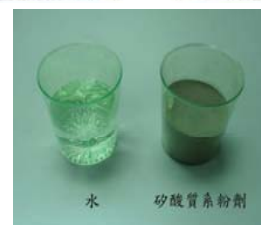
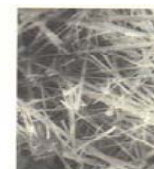
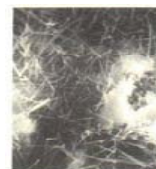
1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm，深度達粉刷層，並露出堅實的表面，再以鋼刷或砂輪機清理打除面。表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。若表面有油漬時須以溶劑拭去。
3. 密封材塗佈：塗佈2mm厚樹脂系(室外)或矽酸質系(室內)防水材(1.2kg/cm²)。
4. 密封材養護：密封材至少24小時養護直至硬化。
5. 表面清理：密封材硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
6. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
7. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
8. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

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

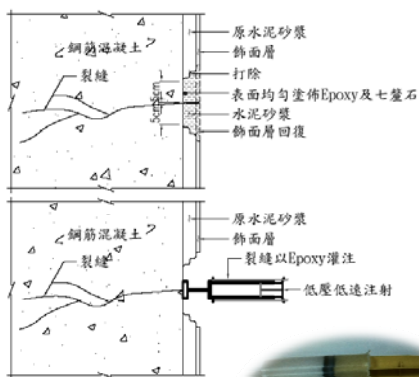
公共工程施工綱要規範使用說明第07162章矽酸質系塗布防水



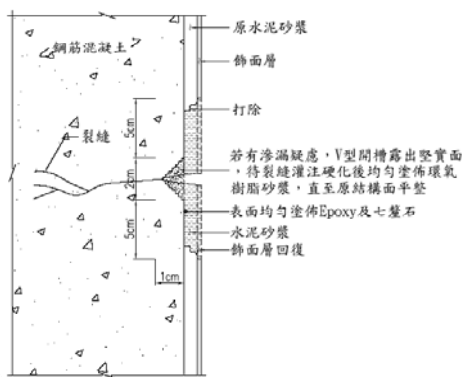
利用當矽酸質粉末遇到水時，矽酸離子會被水溶解釋出，隨後，再藉由水份的滲入混凝土之毛細管內，與其內部未被固化之多餘鹽類如鈣、鉀、鎂等成分，在毛細管中反應，而形成針狀或纖維狀之結晶體此一結晶體，會將混凝土內之毛細管阻塞，而使混凝土結構更加緻密，也增加了結構體之水密性。

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)，深度達粉屑層，並露出堅實的面。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，將裂縫灌注硬化後，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. 粉屑層：水泥砂漿粉屑/粉光。
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

分類	項目	材料強度	適用規範
抗壓強度(kgf/cm ²)	>30.6	CNS 10141	
抗拉強度(kgf/cm ²)	≥30	CNS 1011 (ASTM C100-85)	
接著強度(kgf/cm ²)	≥90(14天)	ASTM C882-87	



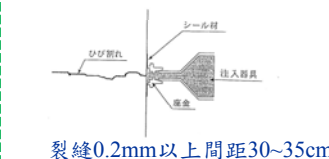
TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材

日本〇〇田株式會社



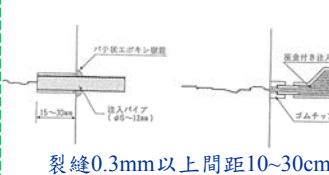
ひび割れ幅	注入孔の間隔
0.3mm以下	50~100mm
0.3~0.5mm	100~200mm
0.5~1.0mm	150~250mm
1.0mm以上	200~300mm

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

自動式壓入

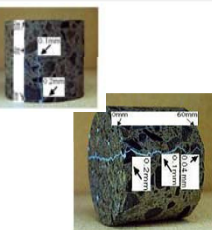


ひび割れ幅	注入孔の間隔
0.3mm以下	50~100mm
0.3~0.5mm	100~200mm
0.5~1.0mm	150~250mm
1.0mm以上	200~300mm

手動式注入



裂縫鑽心取樣

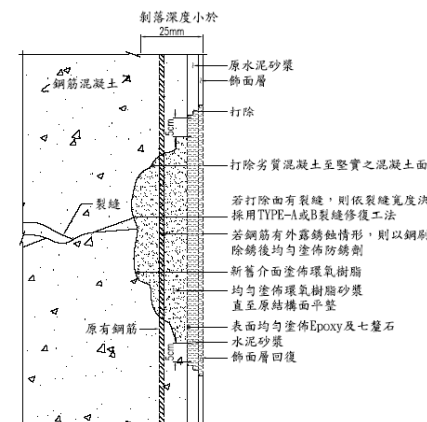


TYPE-B 裂縫寬度0.3mm以上RC構材





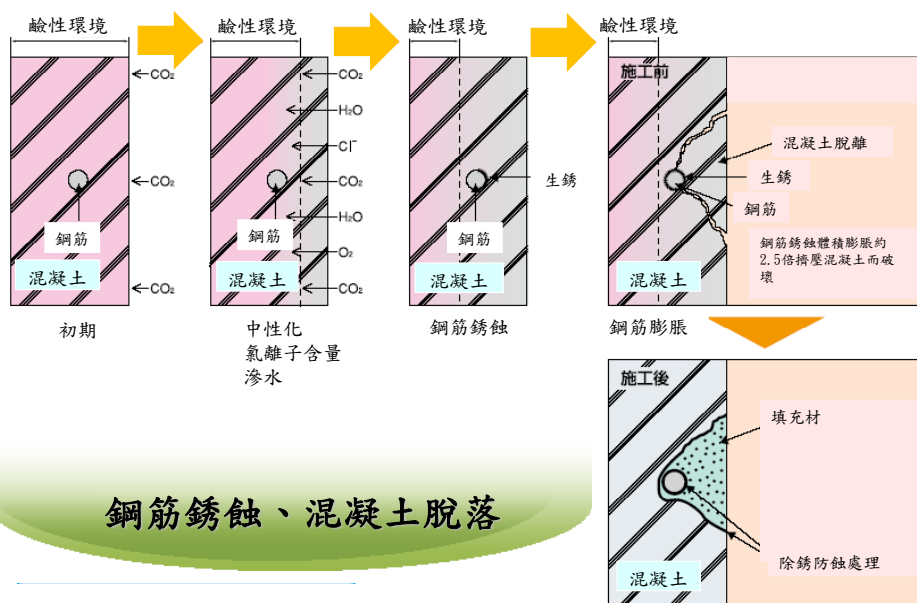
TYPE-C 剝落深度25mm以下RC構材



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。

耐久性損壞



中性化原因及位置

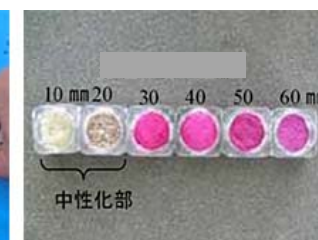
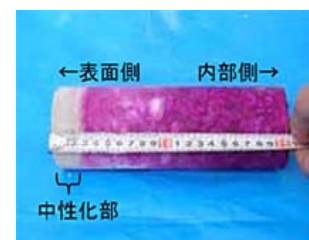
中性化(碳酸化) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

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>

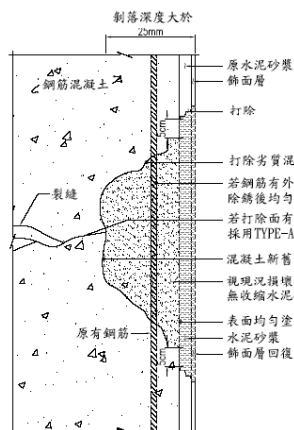
TYPE-C 剝落深度25mm以下RC構材



資料來源：強固企業有限公司



TYPE-D 剝落深度25mm以上RC構材



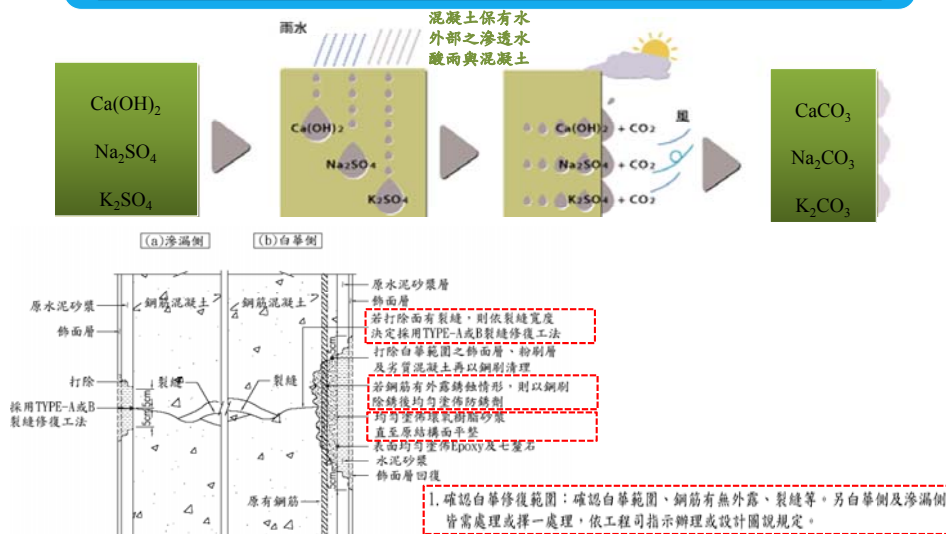
施工步驟

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：若鋼筋有外露情形，則以鋼刷清理打除面，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。
5. 混凝土新舊介面處理：依工程司指示灌注無收縮水泥砂漿或塗佈環氧樹脂砂漿（採用環氧樹脂砂漿時）或以水濕潤（採用無收縮水泥砂漿時）。
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. 粉光層：水泥砂漿粉光/粉光。
10. 飾面層回復：以原有外觀修復/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



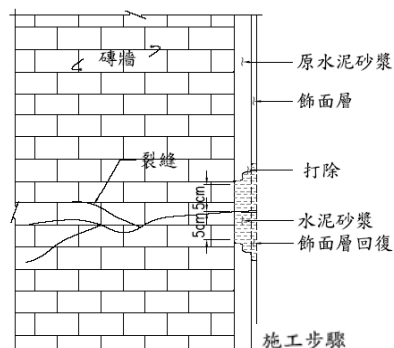
TYPE-E RC構材白華



TYPE-E RC構材白華



TYPE-F 裂縫寬度0.5mm以下磚牆



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，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

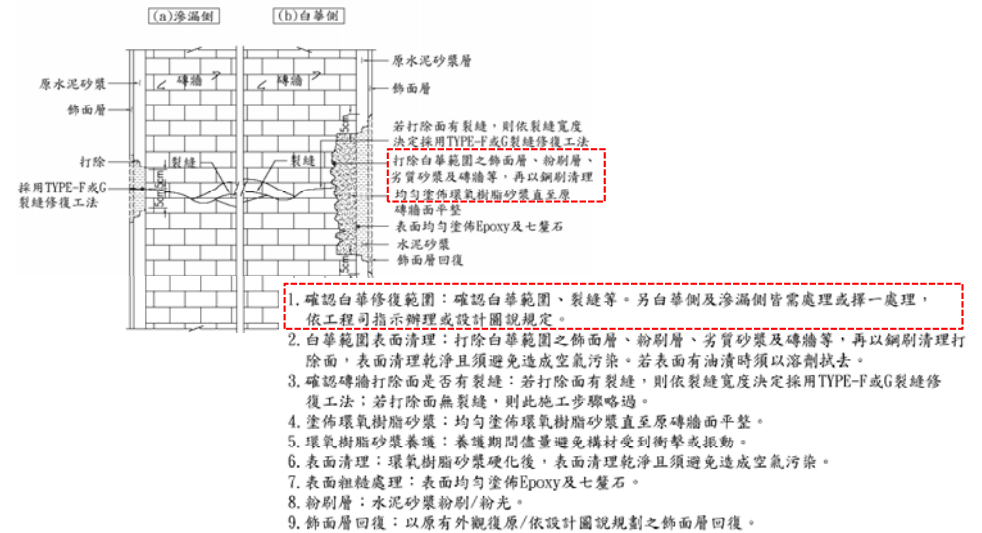


1. 確認裂縫修復範圍：確認裂縫範圍、寬度、長度等。
2. 裂縫範圍表面清理：沿裂縫二側各打除寬度約5cm，深度達粉刷層，且磚牆V型開槽。再以鋼刷清理打除面，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
3. 塗佈環氧樹脂砂漿：均勻塗佈環氧樹脂砂漿直至原磚牆面平整。
4. 環氧樹脂砂漿養護：養護期間儘量避免構材受到衝擊或振動。
5. 表面清理：環氧樹脂砂漿養護直至硬化後，表面清理乾淨且須避免造成空氣污染。
6. 表面粗糙處理：表面均勻塗佈Epoxy及七釐石。
7. 粉刷層：水泥砂漿粉刷/粉光。
8. 飾面層回復：以原有外觀復原/依設計圖說規劃之飾面層回復。

TYPE-G 裂縫寬度0.5mm以上磚牆



TYPE-H 磚牆白華



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

- 軀體(版、牆)水密性
- 水泥砂漿防水材料添加劑

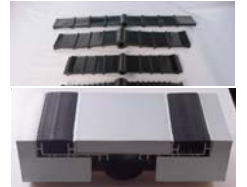
表面防水

- 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



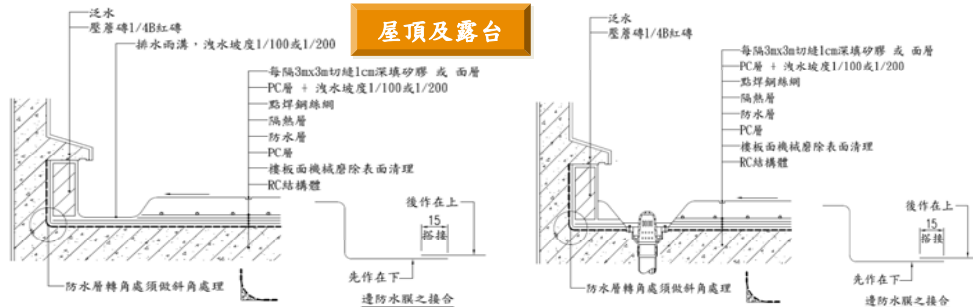
線防水

- 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



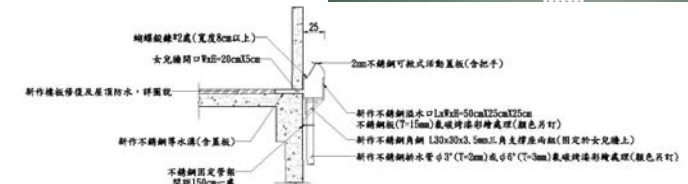
屋頂及露台

屋頂及露台

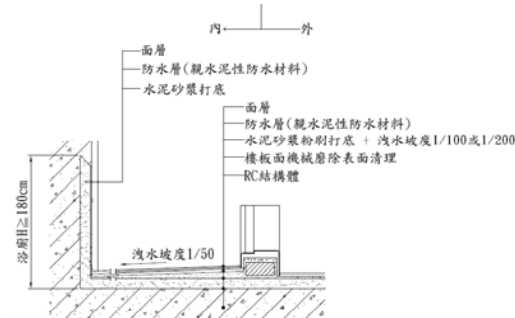


陽台

屋頂防水案例作法



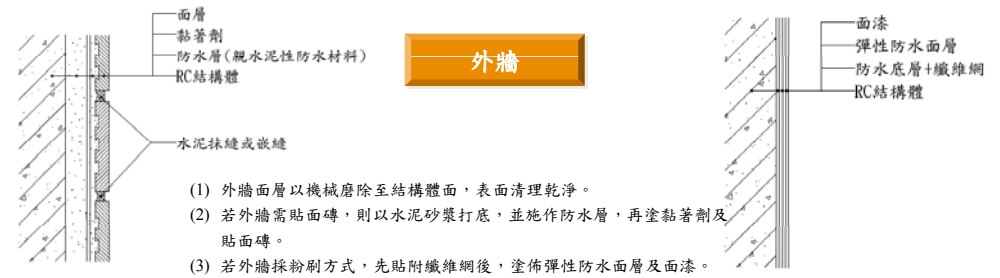
浴廁



- (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。

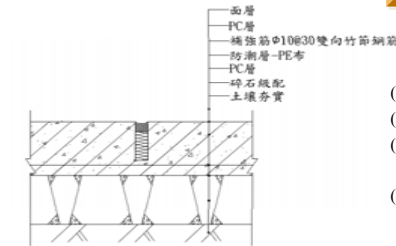


外牆及土壤接觸地坪



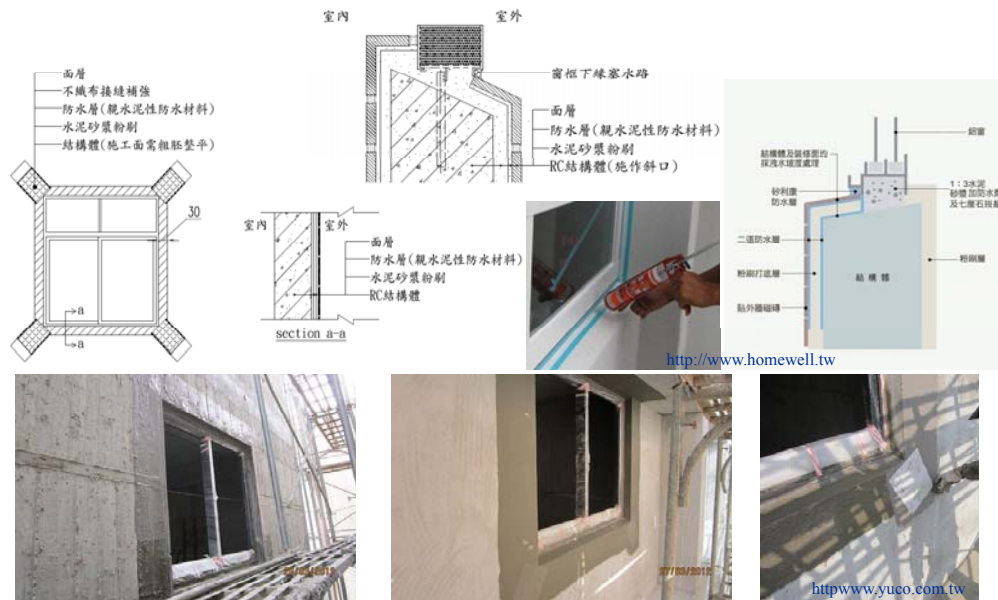
- (1) 外牆面層以機械磨除至結構體面，表面清理乾淨。
- (2) 若外牆需貼面磚，則以水泥砂漿打底，並施作防水層，再塗黏著劑及貼面磚。
- (3) 若外牆採粉刷方式，先貼附纖維網後，塗佈彈性防水面層及面漆。

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，一則提供樓版承载力，另一則減少混凝土乾縮。

窗框

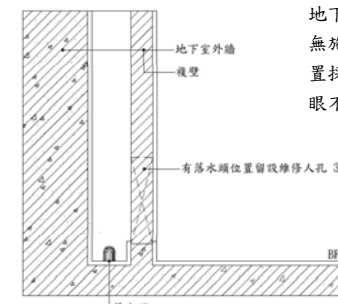


窗框結構體第一道防水

窗框結構體第二道防水

角隅不織布補強，防止裂縫滲水

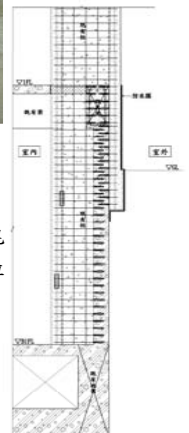
地下室



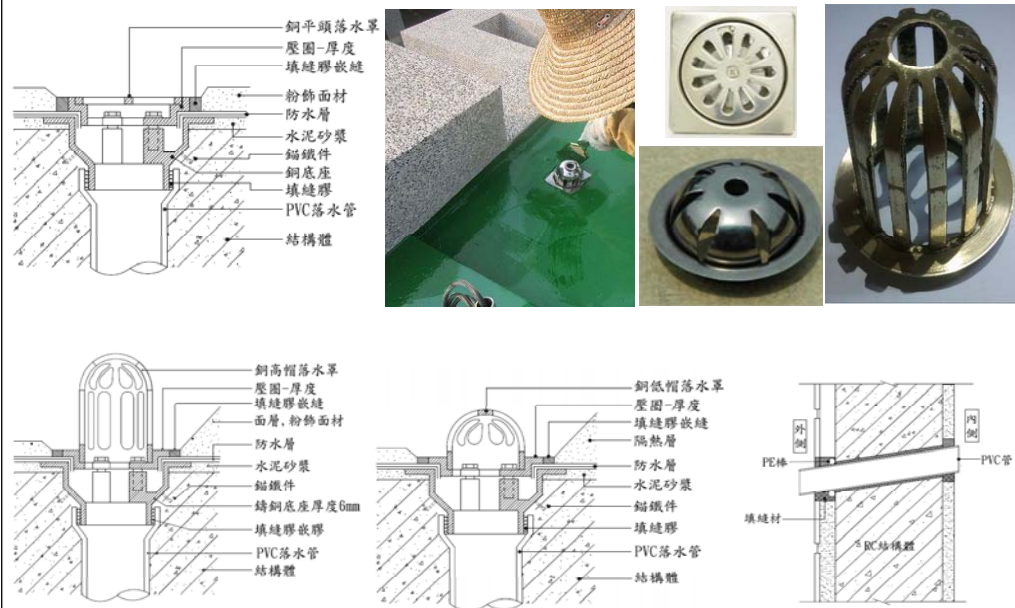
地下室外牆是建築物最容易滲漏的位置，可能產生的原因包括結構體裂縫、外牆無施作防水層、水溝裂縫延伸至外牆等，再加上長期地下水位造成滲漏，裂縫位置採用樹脂裂縫灌注、發泡劑等工法，皆不易解決長期滲漏問題，實務上常採用眼不見為淨工法



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

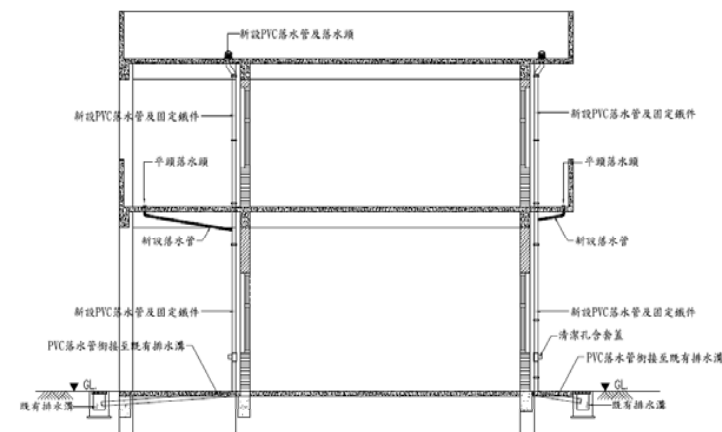


管線穿孔、落水頭



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