

「2021台灣營造整建暨防水技術論壇」

~建築物屋面防水使用年限計算推估研討~



國立高雄科技大學

許鎧麟

2020/12/19

自我介紹

■ 現職

- 國立高雄科技大學營建工程系副教授
- 中國土木水利學會混凝土技術委員會委員
- 台灣混凝土學會技術委員會委員
- 中華民國預拌混凝土廠驗證體系評鑑委員會委員

■ 學歷

- 國立台灣大學土木工程系畢業
- 日本東京大學碩博士

■ 經歷

- 日商大成建設公司技術研究所研究員
- 財團法人營建研究院研究員

■ 專長

- 結構維護工程
- 土建材料耐久性
- 結構非破壞檢測

■ 專利(防水相關)

- 乾撒式滲透結晶型複合防水材料(證書號數：I655250)
- 滲透結晶型之自癒性水泥基防水塗料(證書號數：I598317)

內容大綱

- 建築防水耐用年限概論
- 防水使用年限計算推估手法介紹

建築防水耐用年限概論

- 長期優良住宅之需要？
- 建築防水簡介

豪宅=好房子？

台灣消費者尚停留在投資保值及裝潢需求：

- 建築住居真實價值未清楚定位！
- 建材對人體健康的影響認知嚴重不足！

建築住居真實價值

• 這兩年食品安全風暴連環爆，弄得食不安心，甚至人心惶惶，高價食品並不就等於安全食品。

=>以致目前需建立確保每項食品是否真安全之制度流程!!!

• 不過您可知道，您所費不貲購買的居家環境，除可用金錢衡量所選擇之地段、裝璜及家具外，您所買到住居的價格=價值？

並且這價值能維持多久？

■ 智慧綠建築 ■ 健康住宅 ■ 優良住宅認定

- ## ◆ 健康

資料來源：綠建築解說與評估手冊2009年版

健康住宅的重要性

資料來源:江守山/別讓房子謀殺您的健康

- 每人一生平均有**90%的時間在室內**！
 - 近年肝、腎臟病患急速增加，醫學研究證實，環境中的總揮發性有機化合物（簡稱TVOC），包括健康住宅特徵 <=尚無明確推動主辦機關以及環境
 - 1. 強制換氣系統
 - 2. 無漏水、零壁癌、 隔音佳、採光好
 - 3. 無毒綠建材
- 綠建材認證制度
(內政部建研所推動)
- 居住者鼻
塞、眼睛癢、喉嚨乾、頭痛，過敏性疾病造成肺、
肝、腎等器官病變，且致癌機率大增！
- 八貝路、竹及卸寺里並獨

耐久性

基本性能試験
(初期値)

劣化外力

時間経過に伴う変化
抵抗性

基本性能試験
(劣化後)

經由加碼投資經營，目前評估為健康住宅、綠建築及綠建材之住居環境，

5年後、10年後、15年後、20年後呢？

投資價格時間效益合理嗎？ 不確定上升或下降

投資價值時間效益合理嗎？ 若無努力，確定無法保持

初期值

劣化後

住宅壽命之國際比較

■ 既有住宅更新周期

- ◆ 台灣 ???
- ◆ 德國 79年
- ◆ 法國 86年
- ◆ 美國 96年
- ◆ 英國 141年

■ 住宅平均壽命比較

- ◆ 台灣 ???
- ◆ 美國 44年
- ◆ 英國 75年

■ 住宅長壽命化之優點

- 達到更新時建設費用之節約效果
- 減少再建設時能源與資源之消耗
- 削減拆除施設時所產生之廢棄物



建材和構造之予測耐用年限

■ 平均値：根據日本建築学会梗概集

- 構造材：40～60年
- 外装材：20～30年
- 建具：20～25年
- 設備：12～17年

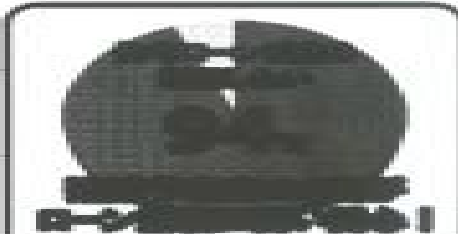
◆ 「耐用年数は建築の部位によって異なるので、建築の寿命を100年まで延ばすということは、構造躯体を1周期としても、外装材を3～4回、設備を5～7回変換できるような建築の更新システムが必要である。」

－ 「長寿命化を支える取り組み」 鎌田隆英『建設リサイクル₁₂

ル』2007秋号vol. 41

日本長期優良住宅紹介(1/2)

知っておきたい！『長期優良住宅』に必要な業務

長期優良住宅 認定申請書の作成	認定基準を満たす申請書、設計図書(耐震性・耐久性などの性能等級) 良好な居住環境への配慮計画などが必要になります	 <p>国土庁認定住宅の場合</p> <table><tr><td>耐震等級2以上</td><td>維持管理対策等級3</td><td>省エネルギー等級4</td></tr><tr><td>劣化対策等級3</td><td>住戸面積75㎡以上</td><td>床下空間高330mm以上</td></tr></table>	耐震等級2以上	維持管理対策等級3	省エネルギー等級4	劣化対策等級3	住戸面積75㎡以上	床下空間高330mm以上
耐震等級2以上	維持管理対策等級3		省エネルギー等級4					
劣化対策等級3	住戸面積75㎡以上	床下空間高330mm以上						
最低30年間の 維持保全計画の管理	構造や設備などの維持保全計画を作成し 定期的な点検、修繕が必要になります							
住宅履歴情報の 作成・保存	設計図や施工写真に加えて メンテナンスなどの情報保管が必要です							
ローン減税・優遇措置 についての施主説明	一般住宅と長期優良住宅との ローン減税・優遇措置の説明が重要です							



『長期優良住宅』対応へのお客様メリット例

建築価格2500万 固定資産税評価額1300万 住宅ローン(フラット35)2600万 所得税30万の場合

	一般住宅	長期優良住宅	
税制	約-165万円	約-232万円	差額 約67万円
登録免許税			
保存登記	19,500円	13,000円	
不動産取得税	30,000円	0円	
固定資産税	637,000円	455,000円	固定資産税評価額×0.15%又は0.1% (固定資産税評価額-控除額)×3%
(戸建当初5年間)			固定資産税評価額×1.4% (一般は3年目まで1/2、長期優良は5年 目まで1/2)
ローン控除額	-234万円	-279万円	
融資	フラット35 約4202万円	フラット35S20 約4058万円	(フラット35S20は優遇期間が20年の場合)
(総支払額)			差額 約144万円
税制・融資トータル差額 約211万円			
お施主様へお説明できますか？			



長期性能確保

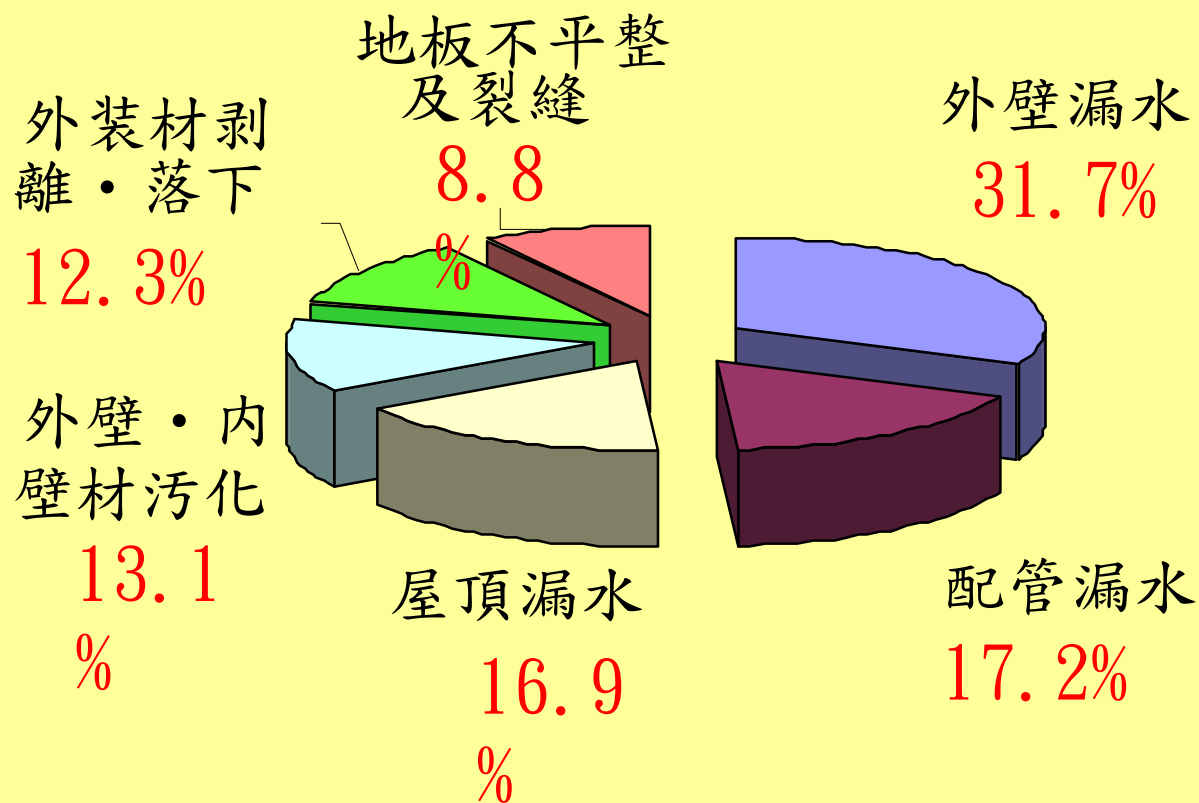
維持計画建立

住宅履歴書

貸金申請優恵

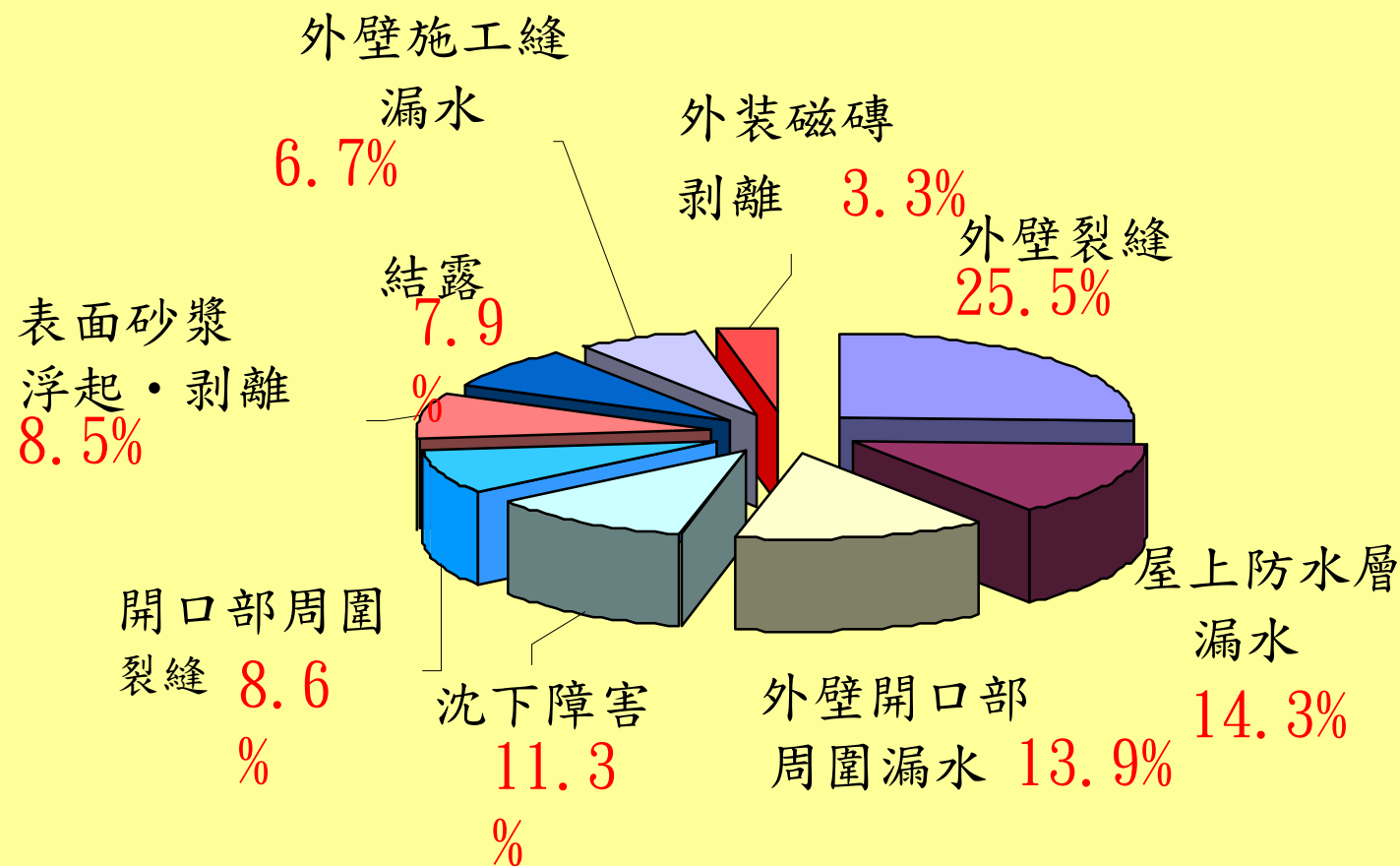
房貸利息
税金優恵

瑕疵・客訴實況（1994，B C S 調查）



維修件数 (1982-1986, 科会調査)

B C S 瑕疵保証分



台灣房地產交易十大糾紛 排行榜

1. 建築漏水問題
2. 施工瑕疵
3. 隱瞞重要資訊
4. 契約審閱權
5. 定金返還
6. 終止委售或解除買賣契約
7. 標的物貸款問題
8. 仲介「斡旋金」返還
9. 廣告不實
10. 服務報酬爭議
11. 其他

房地產糾紛排行

排名	原因	件數
1	房屋漏水問題	75
2	隱瞞重要資訊	46
3	「斡旋金」返還	22
4	終止委售或 買賣契約	22
5	契約審閱權	21

註：糾紛原因排名不包含
「其他」項目

資料來源：內政部不動產
交易服務網

2012年版

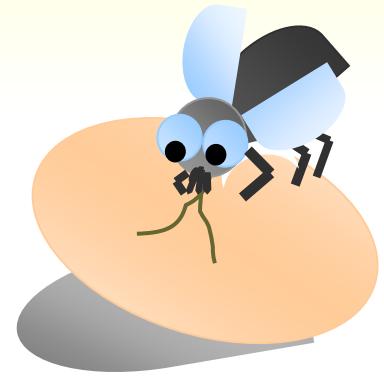
建築物防水必要性

- 防止影響建物耐久性外部要因（如雨水、二氧化碳、氧氣、氯離子等） 侵入混凝土以減緩建築物劣化
- 防水是屋(壁、地板)面的主要功能之一，若屋(壁、地板)面出現滲漏或積水現象，將是最大的弊病。

防水構造

對建築外圍護結構或建築物內部有可能發生水滲漏的場所所採取的構造措施

“蒼蠅不叮無縫的蛋”



- 有哪些因素造成建築物的裂縫？
- 用哪些構造方法去應對和解決？
- 防水構造的方法和材料如何發展？

建築防水構造的原理和方法

■ 固本與清源

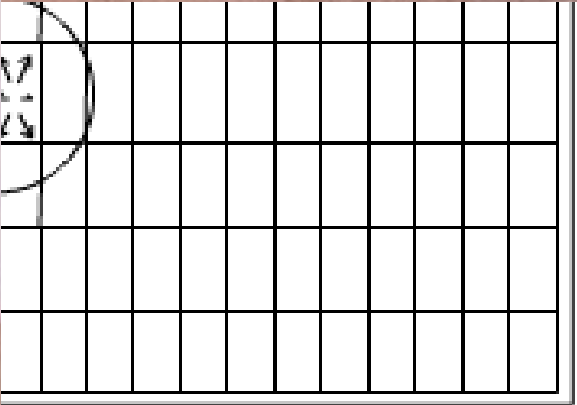
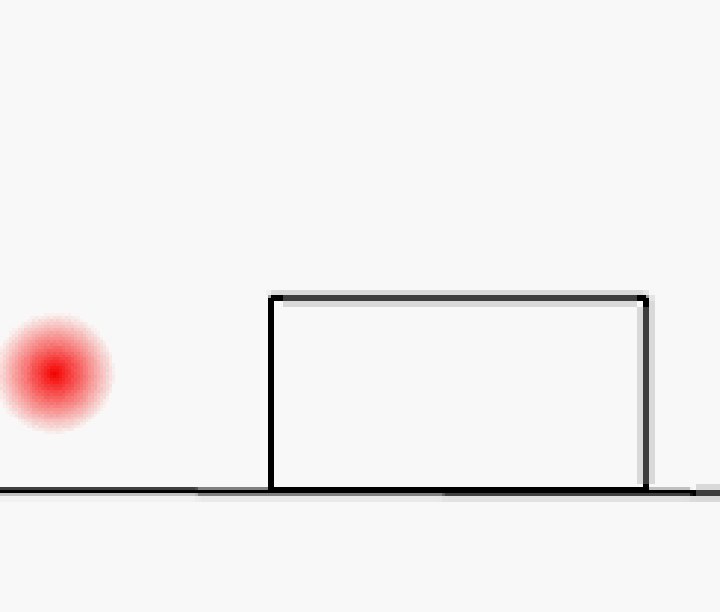
- 固本：儘量控制造成建築物開裂的因素
- 清源：從造成建築物裂縫的根源著手治理

■ 疏導與堵塞

- 疏導：將滲入縫中的水儘快排出
- 堵塞：用防水材料堵塞漏洞

關於建築物裂縫的討論

- 建築物在建成之初是不應該有裂縫的，因而不會滲漏
- 引起滲漏的主要原因為：
 - 建築物的不均勻沉降(如因地盤變位（沈下或隆起）所造成之結構裂縫或因重物設置或移動所構造之變位等)
 - 晝夜溫差造成建築物反復的熱脹冷縮
 - 因軀體混凝土中性化或受到鹽害所造成內部鋼筋之腐蝕膨脹





可能因地盤變位所造成之裂縫



可能因內部鋼筋腐蝕所造成之裂縫



混凝土表面之中性化



可能因鹼-骨材反應所造成之裂縫



建築漏水原因

- 台灣位於地震帶及多雨氣候帶，混凝土或磚牆受震動則產生大小不等**裂縫**，屋頂、外牆、浴室若防水不佳，空氣中的濕氣均會滲入混凝土內部，或者是混凝土內部管線老舊導致**管線破裂**漏水，這都是造成建築漏水的主因。



防水一般方法

■ 構造防水

- 建築材料並不一定防水，但依靠構造節點的合理及精良來達到防水目的
- 結構自防水，主要是依靠結構構件材料自身的密實性及其某些構造措施（坡度、埋設止水帶等），使結構構件起到防水作用；

■ 材料防水

- 依靠建築材料本身的防水性能，來達到防水的目的
- 不同防水材料性能不同，構造層次與細部做法也不同（柔性防水、剛性防水、塗膜防水、拒水粉防水）
- 材料防水構造的重點在於適應變形及防止防水層的開裂

平屋面的防水構造

■ 卷材防水屋面

- 用膠粘劑粘貼卷材形成一整片防水層的屋面

■ 剛性防水屋面

- 用防水砂漿和防水細石混凝土材料作為防水層的屋面

■ 塗膜防水屋面

- 基層上噴塗、刮塗或塗刷抹壓防水塗料，固化後形成一定厚度和彈性的無縫塗膜防水層。

防水材料種類

- アスファルト防水(油毛紙系)
(熱工法、改質アスファルト・熱溶剤系)
- シート防水(薄片系)
(塩ビ系、合成ゴム系、E V A系)
- 塗膜防水(塗膜系)
(ウレタンゴム系、F R P系、ポリアミド系)
- その他の防水(水泥系等)
(金属防水、浸透性撥水材)



防水材料區分及其施作方式

防水層區分	施作方式	範例
軀體防水	防水材料於混凝土拌合過程中加入或於結構體成形後再以乾灑或塗佈方式施作於表面	水泥砂漿防水劑 矽酸質系塗佈防水材料
面防水	結構體成形後再施作於結構體表面之防水材料	瀝青油毛氈 聚氯乙稀防水薄片 聚胺脂系防水材料
線防水	施作於結構體間縫隙之防水材料	矽利康(Silcon) 止水帶

台灣防水技術士科別

- 一、填縫系防水施工
- 二、水泥系防水施工
- 三、烘烤系防水施工
- 四、薄片系防水施工
- 五、塗膜系防水施工
- 六、瀝青油毛氈系熱工法防水施工

防水保固期

项目	屋面防水等级			
	I	II	III	IV
建筑物类别	特别重要的民用建筑和对防水有特殊要求的工	重要的工业与民用建筑、高层建筑	一般的工业与民用建筑.	非永久性的建筑

目前台灣建築防水，尚未採此防水等級，因此所施作之防水工程保固期乃以遵循合約精神，無真實物理依據

用材料	高分子防水涂料、细石防水混凝土	子防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、细石混	聚物改性沥青防水涂料、合成高分子防水涂料、	、同系物以工明青防水涂料等材料
-----	-----------------	-----------------------	-----------------------	-----------------

制度上不能支持長期優良住宅發展背景！

设防要求	三道或三道以上防水设防	二道防水设防	一道防水设防	一道防水设防
------	-------------	--------	--------	--------

漏水修繕的方法

■ 目前在台灣修繕的

1. 破壞補洞

2. 打止水針(Epoxy)



修繕的補助



是

修繕功效耐久性目前未確保，
補助制度中未納入時間因素

防水使用年限計算推估手法介紹

- 防水層耐用年限評估
- 灰色系統理論
- 國內建築防水市況調查
- 防水年限灰色預測模型建構

研究 打造與真實環境曝露情況接近的儀器、找出戶外曝曬與加速老化之間的相關性，一直是研究人員極欲解決的問題，但眾所周知，現有加速老化裝置難以重現當塗層暴露於熱，潮濕環境和陽光照射時發生的自然風化事件，使得耐久性預測非常困難，甚至可能會導致研究者提出錯誤的結論。

(D. A. Cocuzzi, G. R. Pilcher, 2013)

1. 日本國內防水層調查結果。
2. 防水層診斷之劣化度分類（表3-1）。
3. 劣化診斷、維修、保全、耐久設計指針。
 1. 規劃長達10年之戶外曝曬試驗。
 2. 以單一老化因數「熱」處理瀝青防水層。
 3. 利用Arrhenius方程式估算防水層失效時間。

防水層耐用年限評估

中沢裕二等(2)

“防水材料の

量測對象

瀝青防水層

建築物耐久性向

《建築防水の耐

劣化度

I

II

III



灰色系統理論

中國學者鄧聚龍在1982年創立灰色系統理論，是一種研究少數數據、貧資訊不確定性問題的新方法。

互克性原理描述：

當系統的複雜性日益增長時，我們做出系統特性的精確與有意義性的描述能力將相對降低，直到達到一個閾值，一旦超過它，精確性與有意義性將變成兩個互相排斥的特性。

模糊理論的創始人 Lotfi A. Zadeh

國內建築防水市況調查

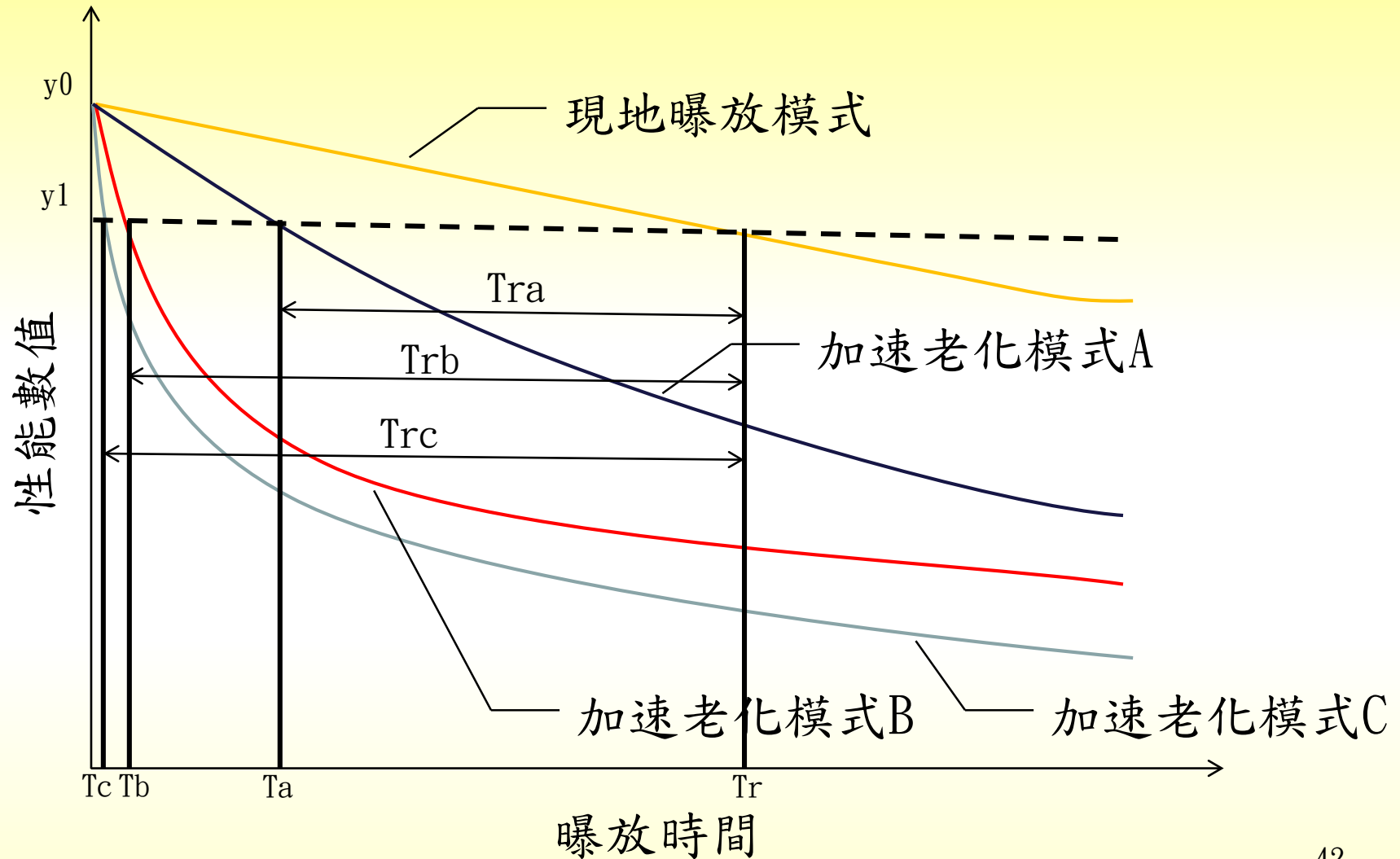
新建住宅一年內最常發生漏水現象之部位統計

項次	漏水位置	建設公司	營造廠	建築師事務所	防水專業廠商	合計	百分比(%)		排行	
							2008	2016	2008	2016
1	屋頂或屋突平臺	2	1	5	14	22	7.1	7.8	4	2
2	屋頂女兒牆	0	2	4	4	10	3.6	3.6	10	10
3	外牆	4	2	1	11	18	5.2	6.4	7	5
4	樓層接縫	1	0	1	15	17	7.8	6.0	3	7
5	伸縮縫	0	1	1	9	11	5.2	3.9	7	
6	窗框或窗臺	3	4	5	23	35	12.0	12.4	1	1
7	露臺	0	0	1	3	4	2.3	1.4		
8	陽台	0	0	2	3	5	1.0	1.8		
9	浴室	2	1	6	11	20	5.8	7.1	6	4
10	廚房	0	0	1	3	4	0.0	1.4		
11	管道	2	3	2	7	14	2.3	5.0		9
12	中庭/花台	0	1	0	4	5	6.2	1.8	5	
13	採光罩	1	1	0	5	7	4.5	2.5	8	
14	泳池	0	2	2	6	10	2.3	3.6		10
15	景觀水									
16	地下室									
17	地下室									
18	蓄水池									
19	筏基水									
20	電梯機									
21	機械停									
22	機房									
23	設備管									
24	其他									

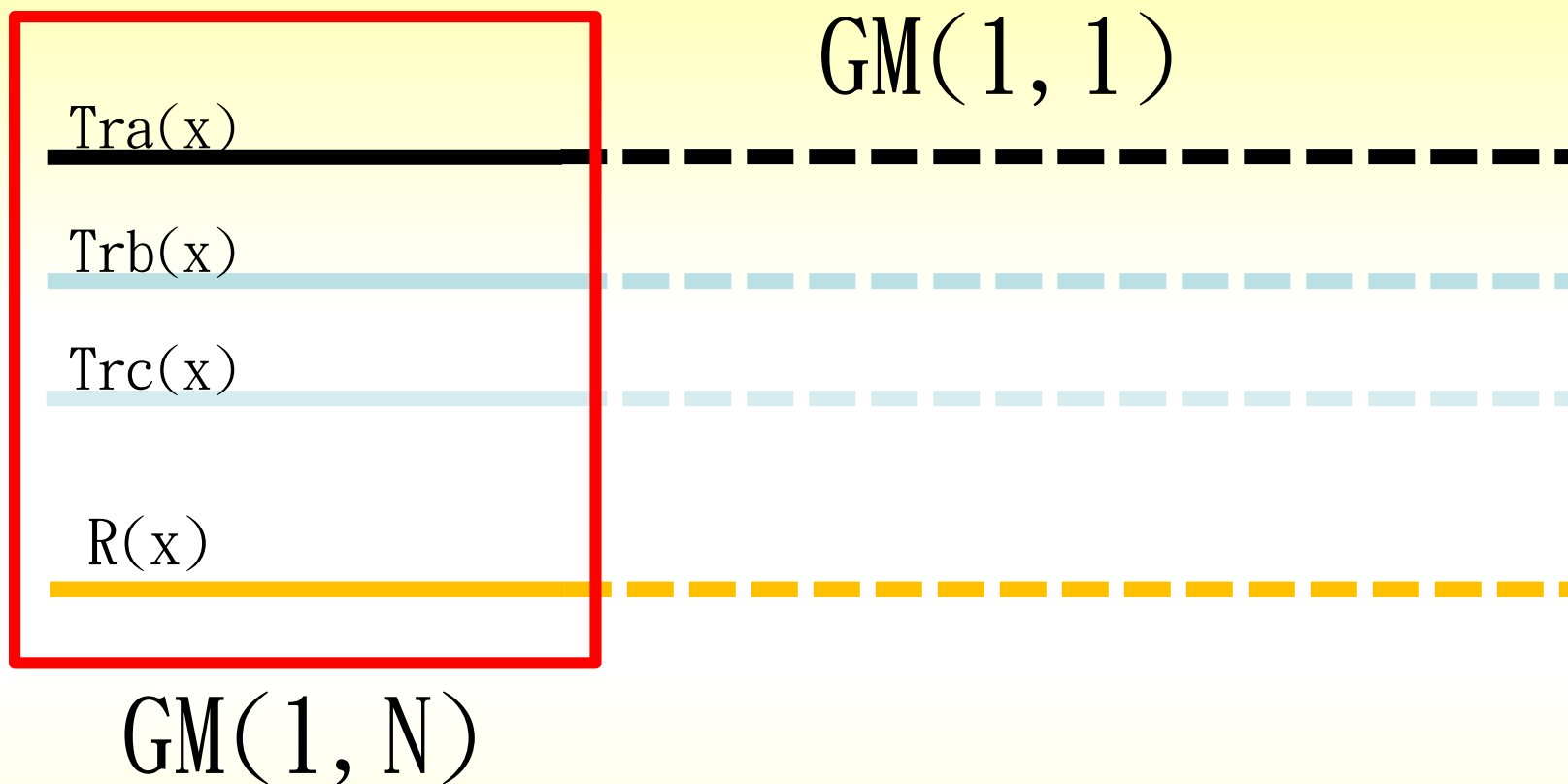
經過八年之工程經驗，市場現況仍無太大差距，顯見市場中對於整體技術品質提升尚缺乏積極性態度，有待提出架構性之改善方法，以有效改善既有之現象。

防水年限灰色預測模型建構

模型架構



模型架構與限制



灰色預測模型

■ Grey Model 符號意義：

G

↑
Grey
(灰色)

M

↑
Model
(模型)

(r,

↑
r階方程

h)

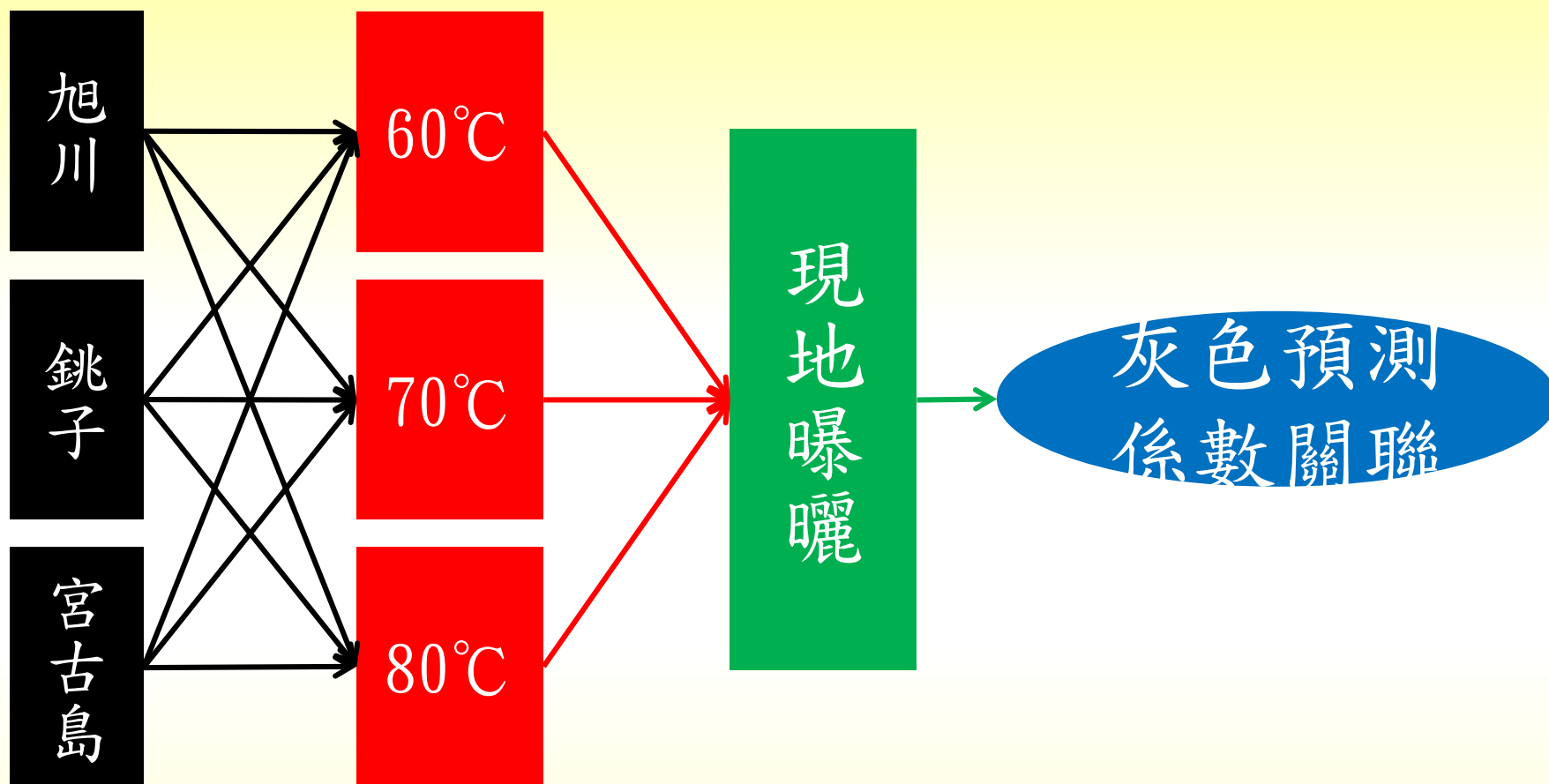
↑
h個變量

灰色預測模型

■ 灰色預測模型建模總表：

預測模型	系統特徵序列	相關因素序列
GM(1, 1)	T_{r60}	
	T_{r70}	
	T_{r80}	
GM(1, 2)	$R(x)$	T_{r60}
		T_{r70}
		T_{r80}
GM(1, 3)	$R(x)$	$T_{r60}T_{r70}$
		$T_{r60}T_{r80}$
		$T_{r70}T_{r60}$
GM(1, 4)	$R(x)$	$T_{r60}T_{r70}T_{r80}$

時間關係係數計算結果



灰色預測模型驗證

各劣化模式下性能值衰退所需時間表

單位：hour^{1/2}

針入度 (1/10mm)	劣化模式			
	現地曝放 R(x)	60℃ A ₆₀ (x)	70℃ A ₇₀ (x)	80℃ A ₈₀ (x)
20	112.8145	14.9432	9.6379	6.8236
19	129.5188	19.6961	12.7034	8.9939
18	145.8528	24.7060	15.8206	11.2816
17	159.8528	29.4114	18.0693	13.9754
16	174.1762	33.7179	22.3230	16.5921
15	188.2304	40.7803	26.8308	19.3778
14	202.1769	47.0472	30.9540	22.3557
13	216.1574	53.7788	34.6857	25.5543
12	230.3061	61.0495	40.1666	29.0092
11	244.7606	70.3391	49.3666	32.7648
10	259.6720	77.6106	51.0627	36.8786
9	275.2171	87.1810	56.2292	41.4262
8	291.6158	99.8472	64.3985	45.5936
7	309.1568	110.0091	72.3788	52.2736
6	328.2428	124.0113	81.5913	58.9271
5	349.4738	140.0072	90.6011	65.4803

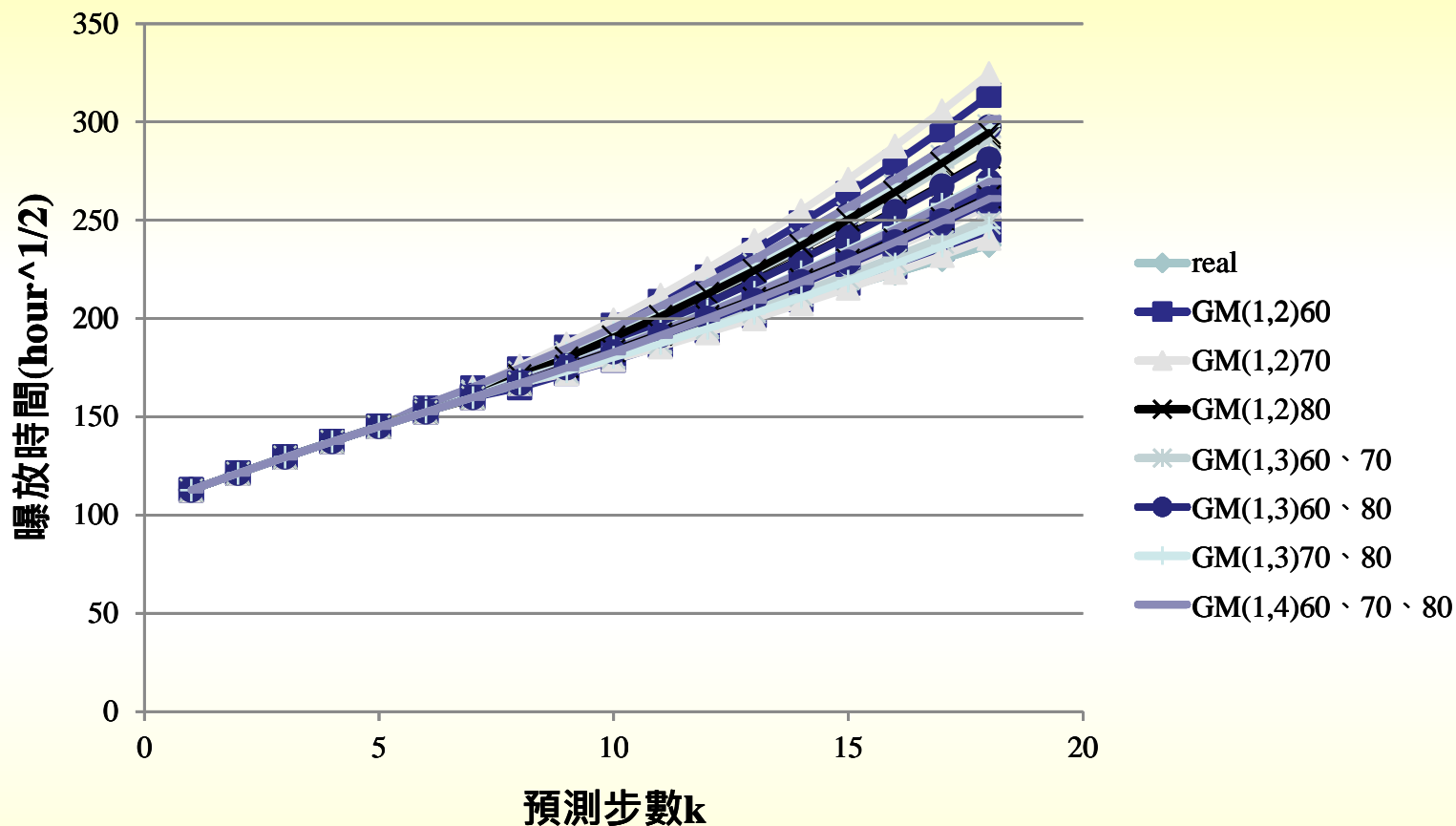
建模資料
建模資料

預測目標

預測目標(外推值)

灰色預測模型驗證

GM(1,N) 8筆建模預測值趨勢圖



灰色預測模型驗證

各模型預測精確度對照表(以3年內數據預測7年結果)

<div> <div>預測步數</div> <div>模型種類</div> </div>	預測目標 針入度=11.5			
	建模筆數5 精確度(%)	建模筆數6 精確度(%)	建模筆數7 精確度(%)	建模筆數8 精確度(%)
GM(1, 2) T_{r60}	67.9751	87.9577	96.8901	90.5675
GM(1, 2) T_{r70}	74.5526	63.3180	91.6963	98.6020
GM(1, 2) T_{r80}	81.2103	76.9678	75.9875	89.6907
GM(1, 3) T_{r60} 、 T_{r70}	74.4979	77.4517	94.2372	95.2743
GM(1, 3) T_{r60} 、 T_{r80}	74.7621	81.6394	86.4408	90.1491
GM(1, 3) T_{r70} 、 T_{r80}	74.5250	71.7504	85.9780	96.2909
GM(1, 4) T_{r60} 、 T_{r70} 、 T_{r80}	73.0136	81.5635	86.4557	90.1016
平均值	74.3624	77.2355	88.2408	92.9537

防水層達性能下限所需時間預測結果

各地戶外曝曬試驗建模對應所需曝放時間預測值

預測步數 模型種類	36.01~58.13 年	12.77~18.70 年	14.38~18.24 年
	依據日本歷史調查資料結果： 瀝青防水層標準耐用年限約15~20年		
GM(1, 2) T_{r60}	713.6288	334.5093	399.7600
GM(1, 2) T_{r70}	561.6408	400.3239	364.7420
GM(1, 2) T_{r80}	709.3935	382.2107	354.9469
GM(1, 3) T_{r60} 、 T_{r70}	635.4194	402.4755	365.0062
GM(1, 3) T_{r60} 、 T_{r80}	666.3868	395.9681	359.4108
GM(1, 3) T_{r70} 、 T_{r80}	625.3615	404.2463	365.8893
GM(1, 4) T_{r60} 、 T_{r70} 、 T_{r80}			

(單位：hour^{1/2})

既有資料歸納與計算結果

3年逐基樁密性試驗結果預測試驗結果對應表範例

步數	針入度 針入度(衰)退至11.5時各相關因素序列數值對應表	曝光時間(hour ^{1/2})			
步數	針入度 P(x) (1/10mm)	R(x)	A ₆₀ (x)	A ₇₀ (x)	A ₈₀ (x)
13	11.5	預測目標	65.5645	42.2872	30.5407
5	19.0	103.9230	19.5010	12.5776	9.0838
6	19.0	113.8420	19.5010	12.5776	9.0838
7	17.5	122.9634	27.0458	17.4438	12.5983
8	18.0	131.4534	24.4613	15.7768	11.3944
9	17.0	139.4274	29.7052	19.1590	13.8471
10	16.0	146.9694	35.2671	22.7463	16.4279
11	14.0	154.1428	47.5177	30.6475	22.1343
12	14.5	160.9969	44.2983	28.5711	20.6347

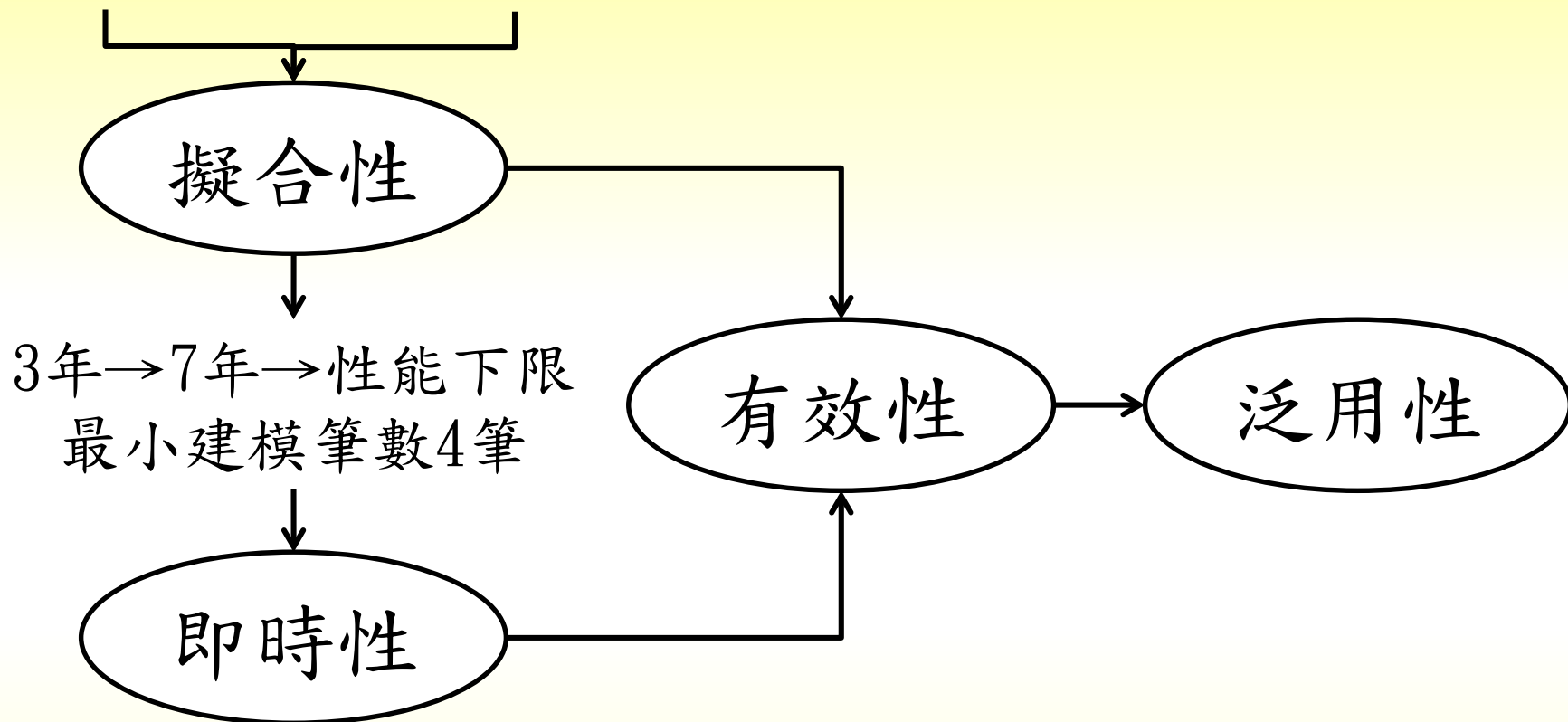
結論與建議

■ 結論

■ 建議

結論

現地曝放模式 多重老化模式



建議(預測技術)

- 充實試驗資料(不同防水材料)
- 採納不同加速劣化模式
- 以改良型灰色預測模型建模

建議(制度設計)

- 廠商協建本土防水技術資料庫
- 防水年限等級納入建築防水考量
- 長期優良住宅制度導入

簡報完畢 謹請指正