

# 日本交流協會招聘活動

2012 年 研究成果報告書

研究主題：集合住宅劣化現象及再生技術之研究

-日本集合住宅之大規模修繕與再生

研究期間：2012.07.10~08.30

報告人：陳震宇

國立成功大學 建築學系 助理教授

2012 年 12 月

# 集合住宅劣化現象與再生技術之研究

## 日本集合住宅之大規模修繕與再生

### 一 前言

在近年，日本的住宅市場有了極大的轉變，有別於過去以往以新建建築物為中心的發展模式，隨著生產技術的提高與社會的發展，也已邁入以既有住宅為中心的存量型市場(圖1)。

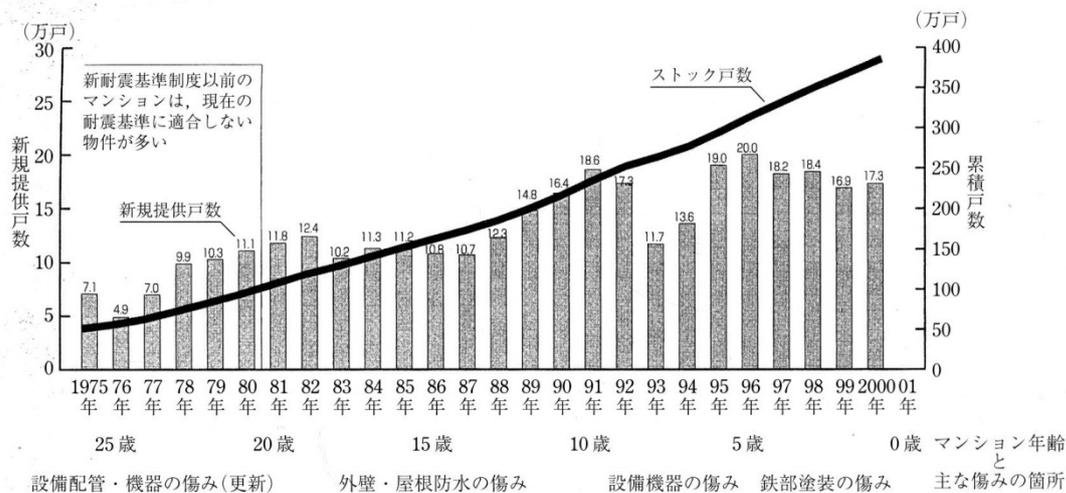


圖1 日本住宅存量分佈統計圖(日本建築学会、2004)

另一方面，隨著環境保護意識高漲及地球資源的匱乏，藉由適當的再生手法以延長建築物的使用壽命，也成了解決上述問題的一項重要策略。

然而，建築物跟人一樣，隨著使用壽命的增長，也會發生汗損、漏水及破損等劣化與性能下降的問題。因此找出既有集合住宅在邁向更新過程中所面臨的問題或需求，並對於這些問題加以了解，進而找適當的解決對策與方法，以使這些延長使用壽命的建築物能夠滿足現今使用者的需求，亦是當前必須面臨的課題。

本文藉由了解日本集合住宅是如何邁入現今的再生之路，並對於再生時所面臨的各項課題所提出的對策與方法加以分析，以期對目前也逐漸邁入以既有建築為主的台灣住宅市場未來的發展有所助益。

### 二 日本集合住宅的再生之路

在日本，集合住宅的再生主要是從1980年代左右正式對集合住宅進行大規模的修繕開始。當時主要的改善對象是1960年代後半所興建的集合住宅，爾後便逐步的從單純的局部修繕而逐步發展出更加多樣的再生手法。

依據日本建築學會『集合住宅のリノベーション』一書，將大規模的集合住

宅修繕約略區分為底下五個時期：

### 1 1980~85 年(第一期)

此時期所進行的修繕對象主要是興建於 1960 年後半的集合住宅，即距當時是竣工後 10~15 年的建築物為主。由於在當時並沒有擬定長期修繕計畫或是準備修繕基金的觀念，因此在進行修繕工作時，也產生了許多問題。特別是在當時，對於早期興建的建築物並無保存竣工當時書圖的習慣，而這樣的情形也造成日後在進行修繕工作時，因無法確實地掌握建築物的各種情況(如構造、設備等內容)而產生諸多的困擾。

此外，在改善的內容上，這段時期所進行的改善工程主要是以外牆修繕居多。改修的方式則是以恢復建築物原有之風貌為主。另外像是陽台的改善、解決走廊及樓梯等部分所發生的漏水問題也是此時期所常見的改善項目。

### 2 1986~90 年(第二期)

此時期的修繕對象主要以 1971~75 年間所販售的集合住宅為主，這段期間所興建的建築物，其構造除了傳統的鋼筋混凝土構造(Reinforced Concrete，以下簡稱 RC 構造)之外，也有部分是採用以工廠生產為主的預鑄混凝土構造(Precast Concrete，以下簡稱 PC 工法)來興建。

有了前一時期的經驗，在此階段也著手對集合住宅進行大規模的修繕活動。而另一方面，此時民眾也開始瞭解到提擬長期修繕計畫以及準備修繕基金的重要性。

這段期間所進行的改善工程主要仍是以外牆修繕為主，不過有了前一期的工程經驗之後，對於過往外牆改善工程的作法也有所改變。不僅在做法上從過去僅是採用簡單的水泥砂漿進行裂縫的修補，到後來也改以保護建築物為目的，採取先將原裝修材除去後，再依據需求選用其他具保護外牆作用的樹脂塗料來進行外牆的改善。同時在計畫上也明確的提出了『建築軀體改善工程』的項目名稱。

此外對於採用 PC 工法的建築物，由於興建當時，PC 工法尚處於技術發展的初期階段，因此接合部發生雨水滲漏的情形也多有所見，而這也成了此類住宅亟需解決的問題。在另一方面，由於本時期所進行修繕的集合住宅，其興建的時間正值石油危機，也因此使得部分建築物外牆的裝修也從原本的磁磚貼附而改採較為簡易或是快速的塗裝方式所取代，而這樣的轉變也影響了後來的外牆劣化現象。

### 3 1991~95 年(第三期)

依據前兩段時期所進行大規模改修的時間來看，此時期所進行的修繕對象也是距離當時約 10 年以前所興建的建築物，也就是大約在 1980 年前半(石油危機之後)所興建的集合住宅。當時隨著經濟條件的好轉，該時期所興建集合住宅的居住空間也從原本的 3DK 發展到面積較大的 3LDK。

在改善工程的內容上，由於1980年前半興起採用清水模混凝土外牆的風潮，在缺乏外牆裝修層的保護下，也造成此時期集合住宅結構體(特別是外牆)較容易發生龜裂或是鋼筋外露等劣化問題。此外，對於外牆周邊的五金部品(如扶手、欄杆等金屬部件)也多於此時期進行更換。

另一方面，在第一期期間(1980~85年)進行過大規模修繕的建築物，在本時期也逐步邁入第二次大規模修繕的階段，合併第一階段修繕後所產生的問題，此類建築物在本次的第二階段修繕中，所進行的工程項目及改善的內容比起前次來得更加龐大。而有了前次的經驗，在本時期對於改修工程的進行也顯得更佳周延。除了結構體之外，此時期也開始處理建築物內部給水管路更換等設備方面的問題。

#### 4 1996~2003年(第四、五期)

此時期所進行修繕的集合住宅是以1980年後半時所興建完成的建築物為主。此一時期由於正值日本經濟高度成長之際，因此不論是在室內格局、整體配置、設備或是建築物外觀的設計等方面的發展都顯得較為多元。不過也因為如此，當在經歷了一定的使用時間之後，此類建築物所出現的問題也較為多樣。

本時期所進行的修繕內容主要是處理外牆(主要是瓷磚)所發生之膨脹、剝落或龜裂等劣化問題(圖2,3)。



圖2 磁磚的龜裂及剝落

(タイル外壁リニューアル研究会)



圖3 膨脹後的外牆磁磚

(タイル外壁リニューアル研究会)

此外由於興建當時正值日本高度經濟成長之故，當時也興建為數眾多的超高層集合住宅，這些建築物也在此時面臨了第一階段的大規模修繕。然而，與過去的改修對象不同，具備一定高度的超高層集合住宅，在工程進行時所面臨的問題也較為複雜。

另一方面，此時期的修繕計畫也與以往有所不同，對於各項的修繕工程不僅是只考慮到單項工程的完善與否，更會從建築物的整體來看，進而選擇合適的處理方式。以外牆改善工程為例，在進行前便會將所可能牽涉到的相關設備(如空調)、對周邊環境的影響、是否提升原有性能(如隔熱、隔音等)等各項因素加以考量；抑或是在處理設備問題時，不僅是單純的僅以更換管路的方式來解決問題，而是從整個設備系統與建築物的使用關係上來做一整體的評估之後，才去著手進

行更新。

從以上的五個發展時期來看，集合住宅的更新大約在興建後的十年將面臨第一次的大規模改修，之後再以約 10 年為一期進行下一階段的更新。而更新或是修繕計畫的內容，除了受到不同時期所興建之集合住宅本身條件的影響之外，隨著改修經驗的累積，在更新或是修繕計畫的發展上，也逐漸地從原本單純的局部修繕或是更換部品的做法，逐步的演進到以建築物整體為考量來進行更加全面的更新改善工程(表 1)。

表 1 計畫修繕的項目與修繕週期(日本建築学会、2004)

修繕週期の分類	主な計画修繕項目(修繕・更新)	
A. 短期的なもの (4～6年周期)	(a) 建物関係	
	● 建物廻り鉄部塗装	① 屋外に面し直接風雨に曝される部位 (3～4年)
		② 建物内部で直接風雨のかからない部位 (4～6年)
	● 屋根露出防水の場合のシルバーコート(トップコート)塗布	(4～6年)
	(b) 設備関係	
	● 給水ポンプ類のオーバーホール	(5～6年)
	* 屋外設備の鉄部塗装関係	(4～6年)
B. 中期的なもの (10～15年・20年)	(a) 建物関係	
	★ 屋根(露出防水)改修	(12～15年)
	☆ 外壁総合改修(躯体改修+塗替え)タイル補修, ● シーリング材の打替え	(12～15年)
	☆ パルコニー, 開放廊下, 階段室等の床防水	(12～15年)
	☆ 大庇, 窓庇, 階段出入口庇等の屋根防水	(12～15年)
	☆ 鉄部・金物改修, 取替え	(12～15年)
	(b) 設備関係	
	● TV アンテナ交換	(10～15年)
	★ TV 共聴システム機器類の取替え	(15～20年)
	● 照明器具の取替え	① 屋外に面したもの (12～15年)
		② 屋内のもの (15～20年)
	★ 給水ポンプ類の取替え	(15～20年)
	★ 給水施設制御盤等の取替え	(15～20年)
	(c) 屋外施設	
● 駐車場, アプローチ通路	(15～25年)	
● 屋外遊戯施設等の部分修繕・取替え	(15～20年)	
C. 長期的なもの (24～36年) ※全面更新が 主体となる。	(a) 建物関係	
	★ 屋根防水(押え層のあるもの)改修	(18～25年)
	☆ 鋼製建具(玄関扉・PS扉・避難ハッチ等)	(24～36年)
	☆ アルミサッシ・面格子・手すり等更新	(24～36年)
	(b) 設備関係	
	★ 受水槽・高置水槽取替え	(20～25年)
	★ 給水管類更生・取替え(更新)	(20～25年)
	★ 排水管取替え(更新)	(24～36年)
	★ ガス管取替え	① 屋外配管 (20～25年)
	● エレベータ(カゴ・機器類)	(25～30年)
★ 各種電気配線関係(動力・電灯・TV・消防設備等)	(24～30年)	

※ 計画修繕項目・周期は、マンションの仕組み(建物形態・構造、設備)によって異なる。したがって、本表の周期は大まかな目安であり(材質等によってもかなり耐久性に幅がある)、また、項目についてもさらに細分化されているものもある。

※ 計画修繕の中には足場架設等が必要なものもあり、また、建物等の耐久性・経済性から、同時に工事を行なっておくことが望ましいものがある。これらの計画修繕項目を☆印としている。

※ 立地条件、構成材料により特に周期に幅があるもので、実施前に劣化状況等を調査・診断により、判断することが望まれるものを、★印としている

### 三 日本集合住宅更新的需求

根據上述日本集合住宅於不同時期時在更新上的發展來看，所進行的各項改善主要在滿足底下各項的需求；

#### 1 住戶規模的擴大與調整

在經濟高度成長時期，人口大量集中於都市，為了因應這大量增加的人口，在當時所興建的集合住宅大多是以群體式的方式來興建，而當時設計來提供這許多年輕家族世代的格局則多半是以 2DK 或是 3K 這一類足以提供最基本生活所需的空間格局為主，事實上，如此的格局從使用面積上來看也並不十分充裕。而另一方面，伴隨著家庭的成長、使用時間的增加及社會的進步，所帶來家中原有使用的家具或是設備器具的增加的情形，也使得原有的空間顯得不敷使用。也因此，在進行這一類集合住宅的改善時，透過增建的方式將原有的居室空間擴大或是將原有兩戶變為一戶的再生方法也十分普遍(圖 4)。

此外，此類集合住宅通常也還面臨到家庭人口成長、入口玄關過於狹小及無儲藏空間等室內格局及空間大小無法滿足現有生活需求的問題，因此透過調整室內空間格局來滿足現有或是未來的使用需求的再生手法也是此類集合住宅更新時所常見的一種方法(圖 5)。

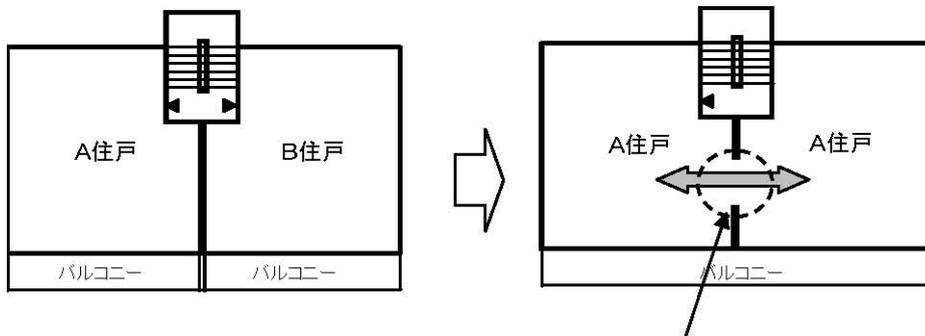


圖 4 配合新的需求將兩戶改為一戶的再生方式(國土交通省，2004)

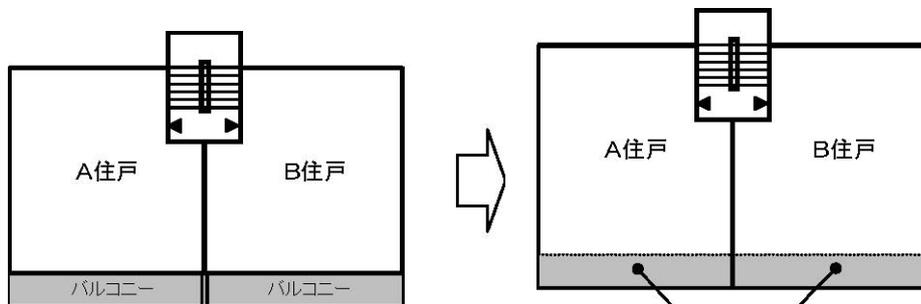


圖 5 藉由陽台的室內化來擴充室內可用面積的再生方式 (國土交通省，2004)

## 2 設備的更新

隨著室內空間的調整，其他如浴室、廁所及廚房等空間內的設備管路也必須做出調整。此外，當採用新的家電用品等設備時，也必須考慮原有電氣容量是否足夠的問題。另外在配合資訊化的發展潮流之下，建置相關的設備，也是設備更新時常見到的需求。

另外，對以垂直化發展為主的集合住宅來說，電梯已成了不可或缺的一項設備。因此，對電梯的維護或是更新，也是集合住宅在更新時所必須滿足的需求。而對於更早期未設置電梯的部分低層集合住宅來說，隨著使用時間的增長，原有的使用者也同時邁入高齡化的人生階段，此時若是能夠透過新設電梯來提高使用的便利性，對於延長使用壽命的此類住宅來說，更是不可或缺(圖6)。



圖6 垂直動線設備的增設 (日本建築学会、2004)

## 3 高齡化的發展趨勢與因應

既有的集合住宅在當初興建時主要以年輕的家族世代為考量來設計，然而隨著使用時間的增長，原有使用者的年齡也同步增長。因此，在進行住宅更新時，也必須考慮到配合使用者條件的改變，將既有的空間作出適於高齡化環境的改變。

## 4 耐震補強

對於位處於地震帶的日本來說，避免或是減輕地震所帶來的各種災害及問題是一件必須面對同時也刻不容緩的課題。自阪神大地震以後，日本政府也修改了原有的耐震基準並訂定較為嚴苛的要求。因此在進行既有集合住宅更新時，也必須進行適當的評估，判斷是否需要進行耐震補強，以使更新後的建築物能符合新的耐震基準以提供更安全的居住環境。

## 5 隔熱性能改善與節能

隨著對於能源短缺問題的重視，世界各國除了致力於開發新能源之外，也積極在節能方面做出努力。事實上在歐洲，藉由改善屋頂及外牆隔熱以降低室內能源損耗的作法早已十分普遍(圖7)。相較於此，日本在這方面的改善尚未十分全面，因此在進行住宅更新時，改善外牆及屋頂方面的隔熱性能也成為更新時的需求之一。

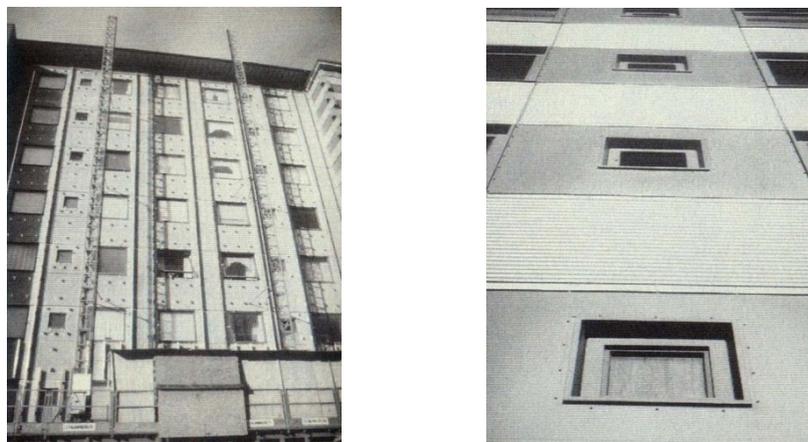


圖7 以鉗定方式於外牆板增設鋁製斷熱板(丹麥，松村秀一，2001)

## 6 其他性能的提升

除了前面所提的幾項性能之外，提高建築物的耐久性或是在使用上的安全等要求，也是在進行集合住宅更新時所希望達到的目標。

整體來說，現有對於集合住宅更新的概念已不僅止於恢復其原有的性能，在延長建築物使用壽命的同時，也希望藉著更新的機會，進一步提高原有建築物各方面的性能。此外，也希望更新時能夠配合現今的發展潮流做出適當的改善，以期使改善後的建築物能夠提供更加完善的生活(表2)。

表2 集合住宅改修時各性能的項目(松村秀一、2001)

	性能項目	性能	特記	
安全性	構造の安定に関すること	床の耐荷重性能	床の耐荷重性能	
	地震による揺れ対応性	免震/制震構造の採用	免震構造採用	
耐久性	劣化の軽減に関すること	外壁仕上げの耐久性(長期修繕計画の修繕サイクル)	部分補修10年未満 全体補修20年程度	
	維持管理への配慮に関すること	屋根の防水性	「10年~20年」程度	
		ライフサイクルコスト: LCC	トータルLCC: 3,000百万円 単位年当たりLCC: 50百万円/年	
高齢者への配慮	高齢者等への配慮に関すること	住戸までのルートの最大斜度	1/22	
		住戸までのルートの最大段差	あり 15mm	
		住戸までのルートの最小幅員	1,200mm	
		住戸までのルートの手すり	あり	
環境保全性	環境共生	環境親和性	配慮あり	
	ライフサイクル性	LCE	MJ/年㎡	
	生活系廃棄物処理・資源化	LCCO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub> /年㎡	
		リサイクル等による節水率	△△ %	
運営・管理体制	管理システム	管理体制	日勤	
	駐車・駐輪	セキュリティ	配慮あり	オートロック方式、24時間セキュリティ、防犯カメラ、オートゲート
		駐車台数	全住戸に対し100%	居住者用90台、来客用5台
		駐輪場	機械式 全住戸に対し180%	3段機械駐車(屋外) 全162台
	その他共用設備	駐輪場	駐輪場	全住戸に対し180%
		ゴミ処理方式	各階ゴミ置き場まで持参(毎日利用可)	—
	共用施設	集会室(55㎡) キッズルーム(80㎡) パーティールーム(120㎡)	集会室=和室、水屋あり キッズルーム=毎週水曜日アシスタントあり パーティールーム=家具、ミニキッチンあり	

#### 四 集合住宅再生的手法

為了滿足集合住宅更新時的各項需求，日本在過去分別採行了底下幾項作法，以滿足上述的各種需求。

##### (1) 提高建築物的耐久性、耐震性能及安全性

為了提高建築物的耐久性能，進行大規模修繕時，可以從制定規格、材料的選用等方面來著手，像是用於樓梯扶手、陽台女兒牆的五金鐵件或是裝置於外牆的五金鐵件等，在進行更新時可以從過去的一般鐵製品改用質輕、強度高的鋁製品或是不易鏽蝕的不鏽鋼材料(圖 8)。

另外也應加強既有建築物的耐震診斷作業，對於診斷後需進行耐震補強的建築物，也必須檢討改善後將達到何種等級的耐震能力，在依此需求檢討合適的補強方法(圖 9)。而除了主結構體的補強之外，在垂直動線上，如有進行電梯的更新時，也必須就新的法規加以檢討；另外在進行梯間門扇更換或是有戶外樓梯的改修時，也應檢討其是否符合避難逃生路徑的法規要求。

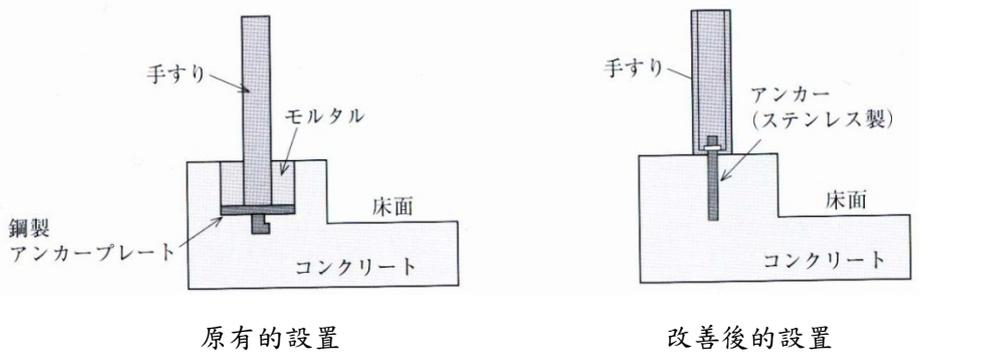


圖 8 陽台欄杆扶手的改善 (マンション改修工事研究会)

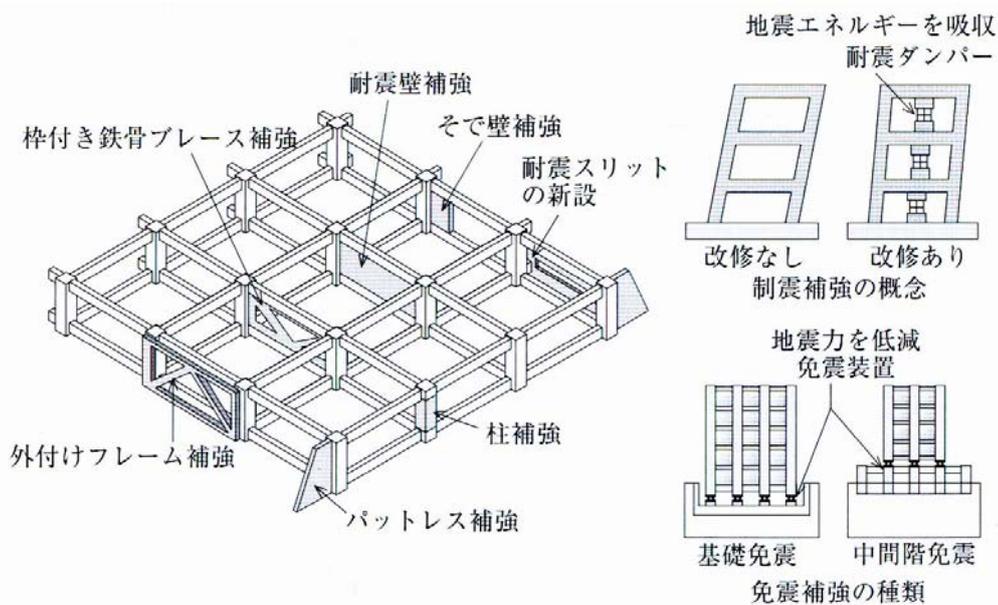


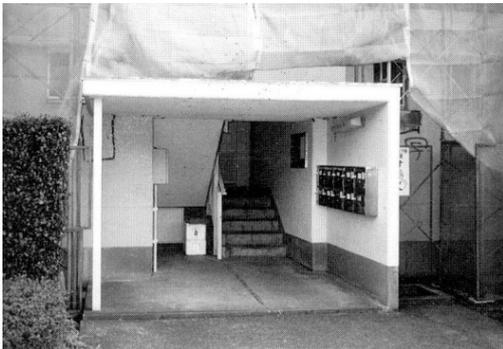
圖 9 結構體的耐震補強 (マンション改修工事研究会)

## (2) 建築共用部分的改善

建築物的入口玄關往往直接傳達出該棟建築的品質與居住環境的生活水準，對於使用已達二三十年以上的集合住宅來說，改善入口玄關或是共用梯間等空間將有助於提升既有環境的居住品質，同時也間接的提高了建築物本身的價值。此部分具體的做法有更換原有的牆面及天花的貼面材料、照明設備的更換與調整、信箱的更新等(圖 10, 11)。

此外，考量到使用者條件的改變，若是以入住時年齡大約在 30~40 歲來看，當邁入大規模修繕時期時，原使用者也同樣逐步入高齡化的人生階段，也因此進行共同部位的再生時，也必須考慮到無障礙環境(消除高低差、增設坡道及電梯、設置扶手、足夠的輪椅迴轉空間的留設等)的設立，而不是僅單純的恢復到新建當時的水準而已。在此可以將走廊或梯間的地板材料予以更換，改用可以止滑或是防水性較佳的材料，以避免滑倒等意外的發生(圖 12~15)。

另外在安全方面，除了前述所提及透過構造上的改善來提升建築物的耐震性能之外，確保或是提升共用空間在使用上的安全性也是十分要緊的課題。具體的改善方法，包括在玄關、出入口大廳、社區停車場或電梯內等空間設置監視攝影機或其他監控管制設備，以提高住宅社區的居住安全。此外在管理人員無法顧及的出入之處也應設置保全或是電子式的門鎖系統。



改善前



改善後(入口標示、牆面及地面材鋪裝)

圖 10 入口的改善(日本建築學會、2004)



圖 11 入口玄關牆面材質及公用信箱的更新(國土交通省，2004)



圖 12 設置可看出機廂內的電梯門扇(防犯) 圖 13 設置斜坡打造無障礙環境



改善前



改善後

圖 14 消除底板的高低差(國土交通省，2004)



改善前



改善後

圖 15 更換樓梯的鋪面材料以提高止滑及防水性能(國土交通省，2004)

### (3) 舒適居住環境的確保

此部分主要是提高建築物的斷熱效果或是節能上的效益以提供舒適的居住環境。具體的方法如在外牆或是屋頂採用外斷熱工法(可避免內部結露現象)(圖 16)。此外，透過屋頂綠化或是牆面綠化的方式，既能夠達到隔熱的效果，另一方面也能夠創造出令人賞心悅目的環境氛圍。

另外更換具高斷熱、隔音性能較佳或是氣密性能較高的窗戶也同樣可以提高建築物的保溫效果，同時也能夠達到節能的效益。而採取雙層窗或是雙層玻璃的做法對於防止結露也有較佳的效果(圖 17)。

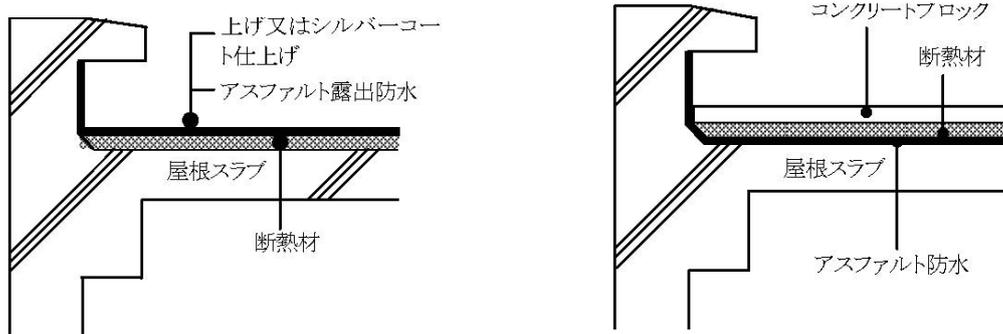


圖 16 露出式屋頂隔熱防水及鋪設混凝土塊的防水隔熱工法(國土交通省，2004)



圖 17 新增開口部窗戶採用外覆式的工法同時也皆具隔熱的功能(國土交通省，2004)

#### (4) 設備機能的提升與轉變

隨著相關設備技術的發展，有許多新的設備與系統都可以提供既有住宅較佳的性能。採用中央式的熱水供應系統、設置地板暖房或是換用新式的空調設備等，都可以直接改善原有的生活居住品質(圖 18)。

不過在採用這些設備之前，對於原有的電力容量也必須加以考量，必要時也必須加以進行改善以提高收容量，來滿足添加新式設備後的需求(圖 19)。

在熱水供應設備的改善方面，當改為中央式供水系統時也必須考量到新設管線的問題。而這部分也同樣會對內部的建築空間產生一定程度的影響，因此在進行大規模修繕或更新之際，也必須從整體將室內空間的調整及未來進行施工的時程(管線的更替將會影響居住者的日常生活)等因素一併加以考慮，才能夠順利進行更新。



圖 18 給水系統更新

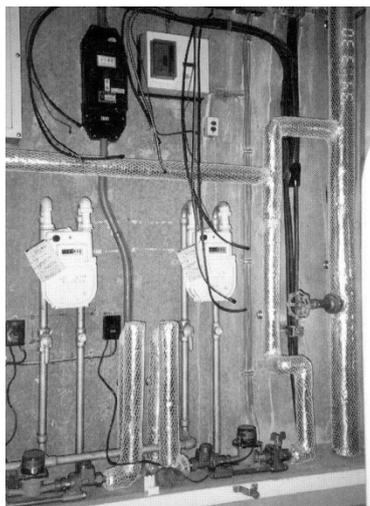


圖 19 給水與電氣設備的更新



圖 20 排水管線的更新 (日本建築學會、2004)

#### (5) 建築智慧化

隨著資訊化的高度發展，居家的空間也因此必須做出調整。不論是傳輸管線的設置或者是智慧化系統(如部分居家管理系統或是保全系統)的建置，對既有建築來說，都勢必對此做出調整(管道空間的增設或設備空間的設置等)。

### 五 結論與建議

在永續發展的潮流之下，透過適當的改修手法來延長既有建築的壽命已成了可行的對策之一，特別是對於擁有許多所有人的集合住宅來說，隨著使用時間的增長，勢必將所面臨到各方面逐漸劣化或是老朽化等問題。而此時若是採取拆除重建的方式來進行更新，不僅須面臨數量龐大廢棄物的問題，在執行面上也須面對全體所有權人是否同意及更新費用等問題，也因此在推行上也極為困難。因此透過修繕或是改修的方式來適時延長建築物的使用壽命便成了較為可行的發展方向了。

本文選擇在地理條件及生活方式均與台灣較為相近的日本，將當地集合住宅於再生之路上所面臨的各項問題及解決的對策加以了解，以期使對將來台灣的生

活環境有所助益。

本研究所獲得的成果如下：

- 1 綜觀日本集合住宅在改修上的發展，可以發現現今的改修觀念已經從過往單一的修繕工程行為發展到以建築物整體為考量，並擬定出完善的修繕計畫後才來加以執行的模式。
- 2 集合住宅所發生的劣化大致可區分為物理性的劣化及偏屬社會性的老朽化。  
前者所指的主要如外牆飾材的剝落、牆體的裂縫或滲水、屋頂的漏水及給水管鏽蝕等建築物的各個部位隨著使用時間增加所產生的各種劣化行為；後者則是指使用者的高齡化家庭成員的改變等這一類社會性方面的轉變，對於既有居住空間所帶來的影響。
- 3 在改善的對策上，已不再只以恢復建築物原有的性能為滿足，選擇以更積極的方式以提供更好的性能表現來進行改修的模式，已成為現有集合住宅進行改修時的主要作法。

## 六 參考資料

1. 岩瀬文夫、岩瀬泰己、ひび割れのないコンクリートのつくり方，日経BP社，2008.12
2. 改修によるマンションの再生手法に関するマニュアル，国土交通省，2004
3. 高層住宅管理業協會，マンション維持修繕技術ハンドブック，オーム社，2007
4. 写真と圖で見るマンション改修工事の考え方.進め方，マンション改修工事研究會，オーム社，2008
5. 集合住宅のリノベーション，日本建築学会，2004.03
6. タイル外壁リニューアル研究会，これからのタイル張り仕上げ外壁リニューアル，テツアドー出版，2011.04
7. 建築物の調査・診断指針（案）・同解説，日本建築学会，2008.03
8. 建築物の改修の考え方・同解説，日本建築学会，2003.10
9. 出口晴洪，建築の診断とリフォーム手法，彰國社，1995
10. 日経アーキテクチュア，建築リノベーション—事例と実務，日経BP社 2010.11
11. 星川晃二郎、田辺邦男、山口実、住宅総合研究財団，マンションの大規模修繕，学芸出版社，2002.07
12. 松村秀一，団地再生，彰国社 2001.07
13. 松村秀一，建築再生の進め方，市ヶ谷出版社，2009.04
14. 松村秀一、田辺新一，21世紀型住宅のすがた，東洋経済新報社，2001.03