

南 華 大 學

建築與景觀學系環境藝術碩士班
碩 士 學 位 論 文

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER PROGRAM IN ENVIRONMENTAL ARTS,
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE DESIGN, NANHUA
UNIVERSITY

開放式建築應用於災後重建之可行性
以莫拉克風災永久屋重建為例

**Feasibilities of using Open Building in rebuild from the disastrous
Example of rebuilding permanent houses of Typhoon Morakot**

指導教授：朱世雲 博士

ADVISOR : Shih-Yun Chu

研 究 生：羅瑱陽

GRADUATE STUDENT : Tien-Yang Lo

中 華 民 國 102 年 7 月

謝誌

我來自 921 大地震的南投縣竹山鎮，那一年我還只是個國中生，家裡也是受災戶，接受各方的幫助，充其量算是個無能為力的災民。十幾年後，我念了建築學與景觀學系，後來考上研究所，而就在那一年，台灣不幸又發生了大規模的災害-88 風災，在眾多災後重建的過程中，我有幸參與了嘉義縣番路鄉永久屋的設計案，從開始到結束的工作過程，間接的讓此篇論文萌芽、茁壯，甚至完成。

這篇論文不單屬於我個人，而屬於如果沒有家人的全力支持、朋友在外的照顧、教授的細心指導及公司和學校的栽培，以及各方面的幫忙，是無法在浩瀚學術界裡，留下一篇對災後重建相關類型，有參考價值的文章。

論文求學期間，時間只管掌控生命的進度，沒有絕對的標準去評斷好與壞，就在論文即將完成之際，我最親愛的母親因肝癌過世，傷痛沒有讓我一蹶不振，反而得到更多鼓勵，越挫越勇，終究還是完成人生一大樂事，感謝賜予我生命的母親，我沒有辜負生命的期許。

我將此份心意流傳並且分享下去，正如同您正在閱讀的謝誌。有些事情，沒有親手做過，無法體驗箇中奧妙，最大的敵人不是時間，而是自己。千萬別小看自己，如能超越自己，便能更上層樓，無論未來發生什麼事，用自己的勇氣與實力，將一件事做好，就能在生命過程中，紀錄一件傳奇事蹟。

人生旅途中，產生的各種際遇，都造就獨一無二的故事，如同電影貧民百萬富翁一般，成長過程中所經歷的事與物，都將是自己未來最大的資產，也是最珍貴的回憶。求學過程一路走來，訴不進的酸甜苦辣，都將在此論文完成後，過程有了一個句點，我也前往下一階段。

羅瑱陽 102 年

摘要

因世界氣候變遷的緣故，世界各地的天然災害也不斷地發生。台灣經歷 1999 年 921 大地震，2009 年的 88 水災等，和鄰近國家發生的地震及海嘯等毀滅性天災，造成建築物大量的損毀或倒塌。受災戶首先面對最大的問題就是災後重建之住宅，因此，擬定一套災後可以快速重建的建築方式及解決辦法是必要的工作，台灣未來仍然可能再次面臨災後重建的問題，故有必要深入探討更多災後住宅重建問題，才有助於未來重建工作的進行。

本研究從開放式建築理論方式談災後建築構成作為主軸，探討住宅重建的方式與差異，對比莫拉克風災的永久屋政策，探究再次災害發生時，如何更完善提供災民的安全居所與構成方式，進而衍生出另一套災害發生後，達到重建快速、永續和合宜的住宅建築。

災後重建首要問題是「安定災民生活」，根據莫拉克颱風災後重建委員會所提供的安置政策，短期安置的地方收容所、中期安置的組合屋住宅和長期安置的永久屋政策，提供救災所需住宅。上述災後重建方式是最大的共同之處就是時間，本研究透過 Open Building 開放式建築理論，具有開放性、快速性、和永久性的建築方式，探討如何運用在時間緊迫的災後重建住宅，在短時間內解決重建問題。

次要問題便是關於建築專業者的角度，檢討永久屋政策在文化與地方特色上的無差異化，以及相似性過高等，提出一個解決文化與地方色彩的永久屋住宅型式。

關鍵字：開放建築、支架體、填充體、災後重建、永久屋

Abstract

Because of climate change, there were many natural disasters occurs continuously throughout the world. Taiwan went through 921 earthquakes in 1999, typhoon Morakot in 2009, and so on. The victims have to face the biggest problem that rebuilds their houses after disasters. For this reason, it is necessary to draw up a plan which can help peoples to reconstruct their houses quickly. Taiwan will encounter such kind task of reconstruction after disasters; therefore, a optimal resolution will be necessary and it might guide peoples a better rebuild-process after any disasters.

The topic of this study is reserch about the post-disasters construction which bases on opening architectural. This essay will discuss the modes and differences of reconstruction residences contrast to the policy of permanent in Morakot. It will research when the disasters occur in the future, how can apply the victims a perfect policy, and we can plan another mode which can rebuild quickly, sustainable development and with local characteristics.

The first problem of post-disasters construction is making the victims' life stably, according to the policy of Typhoon Morakot reconstruction committee resettlement, the settle place of short-term is local shelters, the meddle-term is arranged for prefabricated houses, and long-range is the policy of permanent houses, to provide the residence. There is the same point in these post-disasters construction is that time, this study based on Open Building theory to talk about modes of open, quick, and permanent, and it discuss how to apply to post-disasters constructions residences and solve the problems of reconstruction in the short time.

The minor issue is about the point of views of professional builders, to review the Undifferentiated of culture, local characteristics and similarities overrate in permanent houses policy. Draw up a mode of permanent residential which can avoid the problems of culture and local characteristics.

words: Open Building, support, infill, rebuild from the disastrous ,permanent houses

目錄

第一章	緒論	1
1.1	研究動機與背景	1
1.2	研究目的	3
1.3	研究內容	5
1.4	研究方法	6
1.5	研究流程	9
第二章	開放建築理論文獻探討	10
2.1	開放式建築之起源	10
2.2	開放式建築營建的演進	11
2.2.1	日本 Next 21 集合住宅	12
2.2.2	荷蘭－ Matura	14
2.3	國內開放建築發展	15
2.3.1	內政部建築研究所－建築材料實驗群新建工程	16
2.3.2	國立台灣科技大學 - 台科一號	17
2.3.3	台灣建築科技中心	17
2.4	支架體與填充體之技術探討	18
2.5	國內建築開放性現況調查	20
2.6	集合住宅支架體與填充體演進與構造方式探討	22

2.7	現有國內集合住宅整建裝修方式分析	23
2.7.1	全系統整建更新（大整修）	23
2.7.2	局部空間整建更新(小整修).....	25
2.8	小結	27
第三章	國內外災後住宅案例文獻探討.....	28
3.1	各國災後建築案例比較	28
3.1.1	台灣建築師：謝英俊	29
3.1.2	日本建築師：坂茂（Shigeru Ban）	30
3.1.3	美國建築實驗室：Rural Studio.....	31
3.1.4	美國建築師：Michael Reynolds.....	32
3.2	相關建築類型文獻	33
3.2.1	Plug in city 抽換式的城市	33
3.2.2	Low-Tech 建築.....	34
3.2.3	微型建築.....	35
3.2.4	Habitat '67 Montreal	36
3.2.5	相關書籍.....	37
3.3	小結	38
第四章	研究設計.....	39
4.1	定義進行步驟.....	39
4.1.1	定義建築支架體及填充體界面系統：	39

4.1.2	本土建築開放性現況調查：.....	39
4.2	災後住宅空間之開放性需求調查.....	40
4.2.1	設定開發之支架體與填充體界面之開放性.....	40
4.2.2	歸納支架體與填充體界面系統操作之構成類型.....	40
4.2.3	選擇可用的支架體及填充體市售產品.....	40
4.3	發展替選方案及評估方案.....	41
4.4	3D 數位模型試作與完成原型設計.....	41
4.5	開放式建築永久屋系統開發條件檢討要項.....	41
4.6	開放式建築運用於永久屋概念發想.....	43
4.6.1	永久屋設計原則.....	44
4.7	小結.....	46
第五章	設計概念與操作.....	47
5.1	設計目標.....	47
5.2	設計概念.....	47
5.3	定性與定量設定.....	48
5.4	原型設計.....	49
5.4.1	支架體設計.....	49
5.4.2	填充體設計.....	51
5.4.3	H-Brain01.....	52
5.5	延伸計畫.....	54

5.6 小節	55
第六章 結論	56
6.1 設計操作回顧	57
6.2 研究限制	58
6.3 結論與建議	59
參考文獻	61

圖目錄

圖 1-1	21 世紀自然災害發生地點 本研究整理	1
圖 2-1	NEXT21 住宅系統概念圖	12
圖 2-2	可變更住戶單元	12
圖 2-3	各建築構件系統關係	13
圖 2-4	住戶單元配置	13
圖 2-5	框架系統	13
圖 2-6	插合系統	14
圖 2-7	模矩設計	14
圖 2-8	Matura 系統	14
圖 2-9	模矩系統規劃	16
圖 2-10	可動隔間牆系統	16
圖 2-11	系統層級化	17
圖 2-12	模矩系統設計	17
圖 2-13	實驗平台規劃	17
圖 2-14	開放性填充體試驗	18
圖 2-15	開放性配管設計剖面圖	18
圖 2-16	開放性配管設計	18
圖 3-1	四川羌族楊柳村協力造屋設計圖	29
圖 3-2	四川羌族楊柳村施工現況	29
圖 3-3	莫拉克永久屋重建 (2011 建築師雜誌, 444 期 p61)	30
圖 3-4	坂茂建築師所設計的紙教堂 本研究攝製	30
圖 3-5	運用廢棄材料所搭建之建築 1	31
圖 3-6	運用廢棄材料所搭建之建築 2	31
圖 3-7	Michael Reynolds 建築 1	32
圖 3-8	Michael Reynolds 建築 2	32
圖 3-9	Peter Cook, Plug-in City, 1962-1964	33
圖 3-10	Andreas Strauss 加以改造後的建築 2	34
圖 3-11	Andreas Strauss 加以改造後的建築 1	34
圖 3-12	Wes Jones 運用貨櫃屋所搭建之建築	35
圖 3-13	Prototipo bubble 由 MMAS 團隊所設計	35
圖 3-14	1967 年世博會集合住宅 1	36
圖 3-15	1967 年世博會集合住宅 2	36
圖 3-16	Porchdog 開放式建築架構概念	37
圖 3-17	移動式建築架構概念	37
圖 3-18	寄生建築架構	38
圖 4-1	開放式建築系統概念圖 1	43

圖 4-2	開放式建築系統概念圖 2.....	43
圖 4-3	開放式建築系統運用於永久屋概念模型.....	44
圖 4-4	永久屋概念支架體模型.....	44
圖 4-5	B 型空間配置.....	45
圖 4-6	A 型空間配置.....	45
圖 4-7	C 型空間配置.....	45
圖 5-1	設計概念原型-分解.....	47
圖 5-2	設計概念原型-組合.....	47
圖 5-3	type1 為 1、2、4 人之空間大小.....	48
圖 5-4	type2 為 1、2、4 人之空間大小.....	48
圖 5-5	空間堆疊變形.....	48
圖 5-6	最終空間模矩變形.....	48
圖 5-7	設計原型立面圖.....	49
圖 5-8	設計原型透視圖.....	49
圖 5-9	支架體框架設計.....	49
圖 5-10	支架體鋼承鈹細部圖.....	49
圖 5-11	支架體鋼構分解圖.....	50
圖 5-12	支架體鋼構模擬圖.....	50
圖 5-13	填充體各項構造組合圖.....	51
圖 5-14	填充體各項構造分解圖.....	51
圖 5-15	填充體內部構造圖.....	51
圖 5-16	H-Brain01 系統背面透視.....	52
圖 5-17	H-Brain01 系統正面透視.....	52
圖 5-18	H-Brain01 單元平面配置圖.....	52
圖 5-19	H-Brain01 剖面圖.....	53
圖 5-20	H-Brain01 通風與採光示意圖.....	53
圖 5-21	六角社區透視圖.....	54
圖 5-22	六角形社區延伸計畫模擬圖.....	54
圖 5-23	六角形社區模擬圖.....	54
圖 5-24	六角社區剖面圖.....	54
圖 5-25	依山坡地形配置日間模擬.....	55
圖 5-26	依山坡地形配置夜間模擬.....	55
圖 6-1	難民屋設計概念圖.....	56
圖 6-2	IKEA 難民屋實品照片.....	56

表目錄

表 1.1	究流程表.....	9
表 2.1	全系統整建更新之工作程序與內容.....	23
表 2.2	局部空間整建更新之工作程序與內容.....	25
表 4.1	開放式建築永久屋系統開發條件之檢討要項.....	42
表 4.2	開放式建築構成表.....	43

第一章 緒論

本研究以「開放建築」(Open Building)理論為研究基礎，由參與災後永久屋設計的實際案例，研擬一套支架體與填充體營建系統，並藉由構造方法而得以實踐該理論，使國內開放建築理論應用在災後重建的規劃與設計。

1.1 研究動機與背景

近年來，世界各國出現嚴重的天然災害，從 1999 台灣 921 大地震一直到 2011 的日本 311 大地震，不管災害地點在何處，也都值得思考除了應有的防災措施之外，也必須擬出一套災後重建的方式來因應住宅的空間需求。如何發展一套住宅系統，可以因事、因地制宜而彈性動地符合生活所需，提高空間變動的能力，也達到降低環境負擔，是災後重建的首要目標。



圖 1-1 21 世紀自然災害發生地點 本研究整理

在追求永續發展的前提下，開放式建築（Open Building）之兩階段式營建所呈現之長效與變動的觀念，近年來在國內也被廣泛的討論。對於專業規劃設計者所營造之各種實體環境，是否能符合受災住戶於短時間上的使用需求及可容納允許變動之可能性。

台灣在這十年來對於重大災害面對住宅的運用了各種方式，從親身經歷過的 921 大地震，從空地搭帳棚到入住組合屋的實際體驗，以及災民們使用的臨時貨櫃屋，到 2010 參與了嘉義縣番路鄉永久屋設計規劃案等災後住宅，做為經驗參考。

八八風災後產生的眾多的災後安置議題，歸納後在災後安置場所上有以下課題：

1. 八八風災因安置組合屋品質上問題導致不想進駐使用。組合屋興建至入住時間需要 2-3 個月，此階段災民安置於大廣場或是帳棚內，心理及生理造成災民諸多怨言。
2. 民間慈善團體，因災民不進駐政府給予組合屋的議題下，提出了興建永久屋，希望可以解決住宅之問題。但因決策時無跟災民妥善溝通，以至讓災民被迫能住進去，不能有其它修改或想法，轉換了原本的生活模式，讓災民提出了極大的反彈，表示無受重視。
3. 組合屋是屬於特殊狀況下所產生之特殊居住場所，因此對於組合屋要求條件上以快速、經濟為主要要求，但忽略了生產、興建過程是否會對環境造成多餘之汙染。

綜合以上三點安置問題點，未來如發生重大災害，還是會成為循環性問題；因此提出災民與安置空間之需求關係與目前救災組合屋關於環境生態面之問題，透過兩點提出具有緩衝性救災住宅，改善我國或他國如果發生重大災害時所使用之緊急臨時住宅，提出更符合經濟性、施工簡易快速、又符合建築物及災民需求之緊急臨時住宅的設計原則。

1.2 研究目的

災後幾乎大部分災區的居民都居住在帳棚之中，安置成為重要的議題，為了安置災民，政府以及民間團體陸續建造了組合屋供給民眾暫時居住，等待重建。組合屋是為了快速安置災民，所快速興建的臨時居所，在一定的時間內，利用總統頒布的緊急命令來排除許多現行法規條件下興建。

介於災害發生與災後重建的過程中，災後安置的課題不僅僅要解決受災之基本的空間居住需求外，如何確保安置空間之環境品質亦為重要。以台灣目前現況而言，所謂之安置空間(或稱組合屋)與傳統輕構架組成之工地臨時工務所，與一般傳統之鐵皮屋並無太大差異，雖然在構造與經濟效益上勉強可行，但於環境品質與居住機能方面則不盡完善。針對臨時安置或是永久屋等訴求，如何研究建立符合本土條件之安置空間系統，實為重視之議題。相對臨時住宅對於災民而言，希望的不是只是一個暫時棲身場所，而是可以成為正常生活的「家」。

希望藉由開放式建築理論，研發一套具體可行的「支架體與填充體界面設計方案」，企圖成為永久屋救災之設計目的。旨在探討永久屋居住空間的可變性研究，以滿足不同災民的居住需求，藉由開放式建築概念來探討永久屋的可變性；以開放式建築的理論方法¹，讓災民保有自主及文化的居住環境。

1. 落實開放建築之設計理念：將開放建築之設計構想「支架體與填充體界面」之探討得以實踐，使國內開放式建築之理論探討的階段，邁向技術實踐的階段。
2. 瞭解台灣支架體與填充體界面構成方法之因素：影響支架體與填充體界面之因素甚多，任何因素均有可能對系統之構成產生決定性之影響；而本土住宅建築空間之使用習慣與慣用營造技術與國外不盡相同，氣候、風土條件也有異，因此瞭解各個相

¹魏浩揚(2005)，開放式建築填充體關鍵技術之研發，內政部建築研究所，p2。

關因素以及本土支架體和填充體界面之特質，有利於釐清「支架體與填充體界面」系統開發之條件。

3. 建構本土開放式建築界面系統：選取常見的市售工業化大量生產之建材，以可及的技術水平，建構兼顧經濟、性能、環保及可變動等要求之開放式建築界面系統，對構成方式進行檢討。
4. 提供開放式建築系統的設計資訊：撰寫設計手冊，協助建築師、建材商、構造設計師等設計從業人員設計開放式建築界面系統，並提供業主、建設公司、政府等相關單位指定建材之基準參考，以推廣此類有利提升建築開放性之構法。

以上理論之研發討論在台灣已有多年的實務與發展，除了住宅與辦公大樓之外，一直未有針對災後築類型的具體構築方式，因此以災後建築的災民需求與空間的特性作為目標，並且帶入開放式建築理論探討分析災後建築是否適用。

1. 蒐集國內外災後建築及大量集合式住宅的構築方法與配置，並與開放式建築理論應用與檢討。
2. 運用開放式建築理論，為國內災後建築住宅空間單元建立一套可運用的「支架體」與「填充體」的營建系統。

1.3 研究內容

相關災後安置之研究範圍過於龐大且發展深度無法預測，故先將操作範圍界定，以有利後續發展及操作目標之明確性。對於災後安置所要探討的機制跟建築物永續設計理論探討範圍做界定，再進行範例設計之系統材料、建築類型及規模、系統範圍作界定。

災後安置機制是廣泛且涉略多面向的議題，針對於災民所需求的居住空間探討，由災後安置了解時間上對於災民所需要的居住場所，分析臨時屋與中繼屋對於災民所要求。結合建築物設計理論對於建築中小型的系統式房屋做為探討之方向，以了解建築設計與建築構造理論，而永續再生之議題範圍相當廣泛，所以從中探討對於建築中構造、材料、工法等，做一個系統性分析。

針對安置空間適用性做檢討，產生設計發想，並套入案例分析中，了解目前國內或國外，在快速建築系統中有哪些優點及缺失。預期分析結果後可得到一套系統房屋設計元素。

主要以「開放式營建系統」為操作工具，進行論文研究之問題、範圍與方向的界定，並整理收集實務工作經驗收集與整理災後建築的構成條件，探討其組構關係，藉由不同的組構與工法的系統，針對災後建築提出改善原則及方案。

1.4 研究方法

以文獻回顧與案例探討為基礎，整理與討論並提出整合性互動構造的設計概念，最後以設計方案操作回應設計概念。第一階段蒐集現有的文獻與案例，整理與分類。第二階段以文獻與案例所分析的資料提出互動與構造的類型，並整合相互的關聯性。第三階段以設計方案的操作使建築系統更為清晰。

所用之方法主要為「文獻分析法」；於「設計」階段中則引用建築設計專業之手法，運用理論與技術，分析所收集之既有集合住宅平面，並歸納數種之住宅實質空間類型。運用「開放建築」之「支架體」(Support)與「填充體」(Infill)概念，分別模擬住宅空間單元柱、樑位置及外牆變動之可能型式。

針對住宅居住行為的多變性特性，採用開放式建築進行空間規劃，並利用學者林國濱(2010)「積木構法理論」²建構開放式集合住宅整建系統之原型。

所謂積木系統，係以種類有限、數量一定的積木單元，依一定的排列規則，組合而成的空間系統。因之，此系統之構成包含以下要項：積木單元的種類與數量、積木單元的排列規則、積木單元組合構成的空間系統。而建築實體之構成，亦可視為種類有限、數量一定，針對特定機能問題的構造解法模組，依一定的構法規則，組合而成的實體空間系統。

以住宅整建系統為例，積木系統之構成可分為三個要項：

01. 積木種類： 立面改修系統(透光構件、不透明構件)、內裝改修系統(天花、隔間牆、地坪)，管線改修系統(水、電、空調、消防、

²林國濱(2010)，開放式集合住宅內裝整建系統之研究，國立台灣科技大學，p5。

衛生、瓦斯、排氣)、設備改修系統(風扇、小型氣冷式主機空調系統 ACU、預冷空調箱系統、VRV 系統、分離式冷氣、FCU、全熱交換系統、熱水器、動力系統...)、動線系統(樓梯、電梯、走廊)...等系統。

02. 積木的排列規則：彈性之更動、減少廢棄物產生、減少改修之環境衝擊，諸如：噪音、震動、粉塵、相容性、造價、既有系統的限制性(如高度、深度...)。

03. 積木組合：根據住宅整建之特殊條件，可由積木式系統之操作，快速形成解法方案，搭配不同的立面、內裝、管線、設備、動線...等等解法積木，提供設計者及業主進一步評估之根據，與系統選用時決策參考。

04. 住宅規劃內容除了順應綠建築的理念之外，亦有以下研究限制。
不確定之使用需求：未來空間使用之未定性與開放建築所針對的不確定性因素之需求，有極大的相似性。

填充體更動之需求：住宅改修整建之過程中，劣化、不合用之填充體可更換或重置，更動之過程不影響其他住宅單元，也不大幅修改既有支架體，此與開放建築之強調可更動之需求一致。

支架體之擴建需求：恆定的支架體(如結構、配管系統)須具備完善的系統界面，與各類填充體整合，容許未來各種內裝填充體之施作並滿足使用者需求。

自主性需求：各空間單元可自行決定使用方式，並在開放的架構下獨立作業，互不干擾。

並融合「開放式建築」³之計劃方法，以解決災後住宅重建之六個需求：

01. 分級：以二階段供給的觀念，將建築系統區分成屬於公共的、使用年限長的「支架體」(柱、樑、版、基礎等結構及配管系統)，以及屬於個人的、使用年限短的「填充體」(外牆、隔間牆、地板、

³ (王明蘅, 衍異:開放住宅的系統設計, 2008)

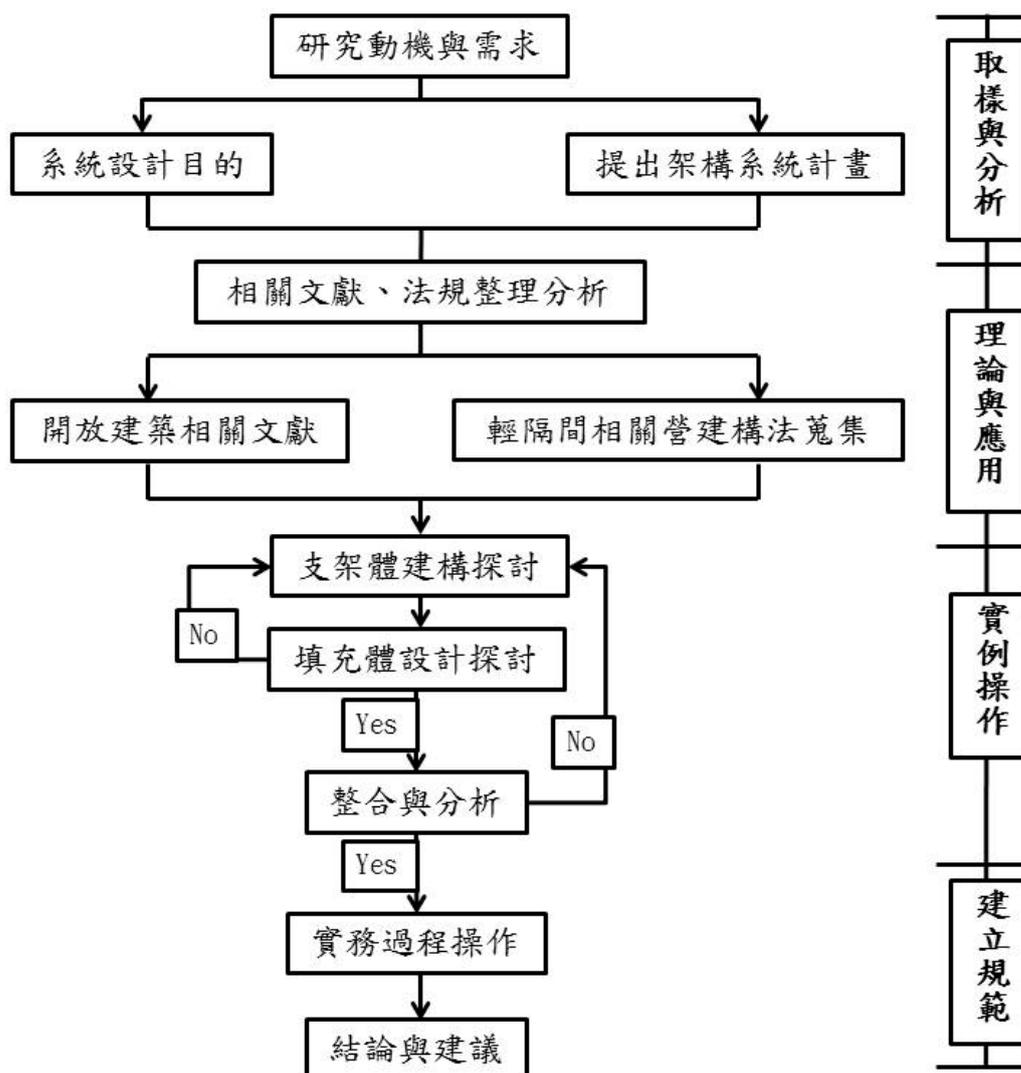
天花板、門窗、家具、水平設備管線、建築實驗設施等) 兩個部分來規劃設計。

02. 分配：規劃支架體及填充體插入規則之擬定，並執行管理作業，使用者則可視其空間需求，運用各種系統化、層級化及介面整合後之填充體構件(如天花、可拆組隔間牆、雙層立面系統、高架地板系統、模組化設備等)，建構所需之住宅空間。
03. 環境層級分離：擬建構一套層級分明的系統化開放性架構，各層級系統雖整合一氣，但其介面仍可脫開分離，容許一個系統可以被不同的方案所替代而不會影響其他系統。系統的可交換特性，使得各利益相關者因不同時空的需求得以彈性使用，使整體系統適應不斷變化的需要成為可能。
04. 開放建築區劃方法：在空間規劃方面，採用開放建築之區劃方法(Zoning)，將空間區分為服務性、被服務性空間以及中性帶，以促成空間規劃之彈性。
05. 使用市售的填充體技術：考量成本之降低與施工之本土化條件，在合理的模矩尺寸規劃下大量採用台灣常見的市售「填充體」，減少日後補充、更換與修繕之問題。
06. 容許分期擴充的財務計劃：由於架構開放，各填充體可依使用者經濟與時間等條件，分期分段逐步進行，因而保有使用之彈性。

1.5 研究流程

研究內容架構與研究流程步驟：

表 1.1 研究流程表



第二章 開放建築理論文獻探討

2.1 開放式建築之起源

早在 1965 年間，荷蘭建築師學會 SRA⁴的教授提出以「架構」與「可拆組單元」進行設計可變動住宅的構想。適逢二次世界大戰之後，因人口膨脹問題，荷蘭政府以政策鼓勵發展營建系統，來增加住宅量並解決住宅缺乏之問題。而在這種高度集中且標準化的營建方式，導致大部分都市地區呈現單調而統一的建築現象。荷蘭建築師們對此感到警惕，所以成立 SRA 希望利用工業生產的潛力來加強生活的品質。

荷蘭社會住宅呈現單調一致的現象，被認為是經濟效益的有效生產而不可避免的結果，事實卻是經濟效益沒有達大，反而付出了建築物單調一致的代價。大量生產的住宅確實解決了大多數人的需求，但是對於建築師來說卻是種挫折的住宅主義。因為大量生產的住宅忽略了使用者決策的空間形成。

因此，SRA 認為「開放式建築」的想法可當作進一步的取代方案。架構與可拆組單元的想法根植於使用者參與或使用者控制的原則上，無論任何形式與規模的住宅，都可達到設計者與使用者雙方決策的結果。

⁴ SRA 是在 1964 年 9 月，九位荷蘭建築師與一位荷蘭建築師協會代表所組成的建築研究基金會。

2.2 開放式建築營建的演進

哈布瑞肯⁵(N.J.Habraken)重新檢視住居的本質，從人造環境的社會觀察中認識到營造行為具有「隨時間不斷變動」的本質，而實質環境的架構中有「層級」(level)的現象，便在1961年首先提出了「支架體」的理論，是為開放系統營建觀念的前身。

開放式建築的發展已有四十年的歷史，可依理論、方法到技術的成熟度，可分為四個階段。

1960-1970年代致力於發展其理論與方法，以設計方法來回應使用彈性變化的課題。此方法之特色包括層級(level)、區帶(zone)、區段(sector)、模矩化(module coordination)等觀念與技術，並且應用在住宅及都市設計上。其中以支架體與填充體分離的層級觀念最為重要且流傳最廣，此時期是第一階段。

1970至1980年代主要是發展建築層級的營建系統，稱為支架體系統(support system)。以建築結構體的設計為提供個別空間佈局自由變化的手段。著名的是於1990年代初在日本大阪興建的Next 21實驗性集體住宅。日本持續發展了很多相似的實例，但是結構體框架與樓板為了管線而作特殊設計，反而限制了填充層級空間佈局的變化機會。此時期的發展是第二階段。

1980至1990年代主要的發展在室內層級的營建系統，或稱為填充系統(infill system)。以內裝系統之產品提供空間變化的自由度，無關乎建築結構體本身是否符合第二階段發展的結構佈局，因此，不論新建築興造或舊建築更新皆可適用。最有名的實例是荷蘭的Matura System，其是一地板系統，可與其他市場上既有的內裝建築構件結合使用，可謂是第一套開放系統的產品。其關鍵技術是近乎無坡度的排水及彈性接合的電纜線。此時期的發展是第三階段。

1990年代以後迄今可稱為第四階段，主要發展建築構件的界面構造技術(interface technology)。為因應永續建築的需求，目標是在整

⁵美國麻省理工大學退休教授哈布瑞肯(John Habraken)，數十年來研究歐洲住房供給課題，1960年代便率領麻省理工“住宅與設計方法”組，探討“開放建築”的理論和方法。

建與拆除的過程中，減少物質耗損及增加構件再使用的潛力，減少環境的負荷及能源與資源的消耗。而本研究意識到界面技術的發展對營建工業的影響，亦正發展開放式界面的建築構造系統。

由上述開放系統營建的發展可知，其觀念已由空間規劃設計轉向實體的構造設計，並以填充系統為主要對象，構造的界面為主要課題，並與災後重建之住宅特性相吻合，在短時間內可完成、建築空間可依使用需求之變動性、同中求異之建築變化、建築廢棄物減量以及永續建築觀念等等，都是災後重建重要的因素。

2.2.1 日本 Next 21 集合住宅

支架體及填充體被分為兩個階段分別設計與施工。數種規格化非承重外牆、輕鋼架隔間牆、高架地板、整體衛浴等填充體之運用，使得此建築物呈現非常多樣的風貌。高品質的環境及生態，及能充分因應使用者需求之最大空間使用彈性，具開放建築概念之實際案例。

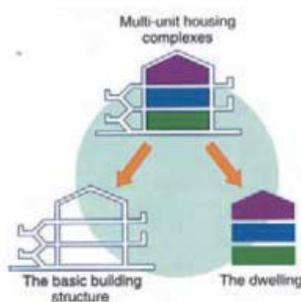


圖 2-1 NEXT21 住宅系統概念圖

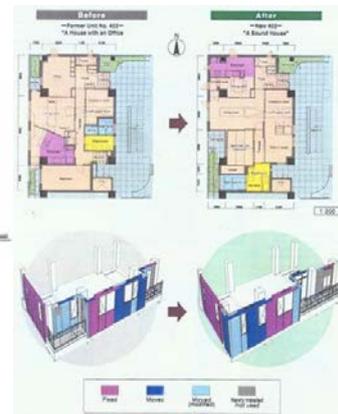
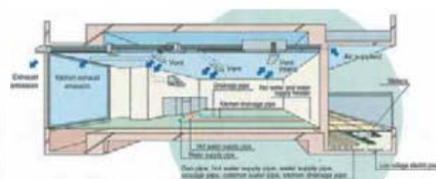


圖 2-2 可變更住戶單元

日本大阪瓦斯公司投資了25億日圓打造這個純屬實驗性質的建築，目的是在於成為二十一世紀房屋的新典範。在這個系統計畫中，有兩個計畫小組同時進行工作，主要區分成支架體與填充體兩個層級小組，分別進行框架系統與個別住戶單元設計等工作。

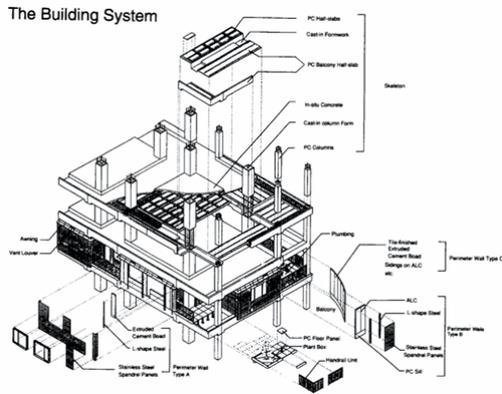


圖 2-3 各建築構件系統關係

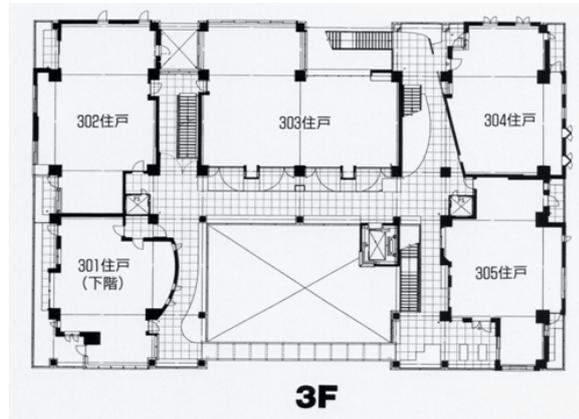


圖 2-4 住戶單元配置

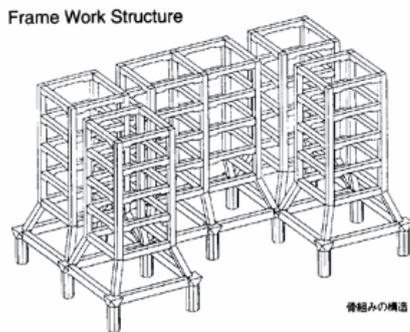
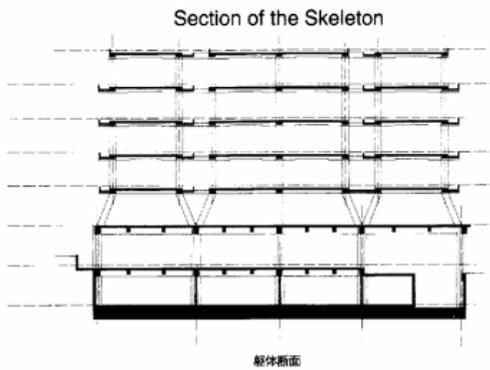


圖 2-5 框架系統

2.2.2 荷蘭－Matura

荷蘭是推動開放建築的先驅，相關開放式住宅的案例較多，住宅產業的發展也較為成熟。延續著支架體與填充體二層級的設計發展，荷蘭已發展出許多配合空間模距的先進次系統，例如隔間牆系統、門框系統、管線系統等。

這些次系統不但可以配合開放式建築本體的模距作套件與單元的彈性調整與變更，更訴諸於市場需求研發單元式商品供廠商與住戶選購，以推動更周全成熟的營建方式。荷蘭 MATURA 填充系統是第二代填充系統，系統強調「插合」的方式，以增加使用者變動彈性，如圖 2-6~2-8 所示。

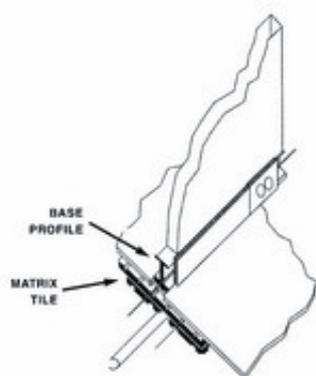


圖 2-6 插合系統

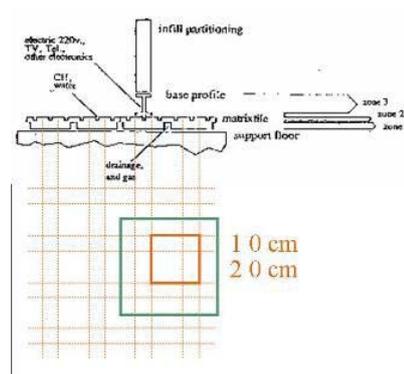


圖 2-7 模矩設計



圖 2-8 Matura 系統

2.3 國內開放建築發展

我國內政部建築研究所積極進行「開放建築」之發展、推廣及應用等相關研究，而中華民國建築學會等相關學術機構，亦曾舉辦大型的國際研討會，引進的開放建築理論。

開放建築之研究方向逐漸導向務實面的操作，強調構件之可拆組性，以具體因應建築物生命週期之需求改變，並有效地減少建材資源之浪費與廢棄物之產生。以二階段供給的觀念說明「開放建築」的主要理念與精神，則可將建築系統區分成屬於公共的、使用年限長的「支架體」，以及屬於個人的、使用年限短的「填充體」兩個部分來規劃設計。在完成之支架體空間架構計劃之下，專業者可視使用者空間需求，運用各種系統化、層級化、及介面整合化之填充體構件，建構其所需之建築空間。

由於支架體與填充體具有分離的概念，所以較傳統的設計與營建上更有變化性。傳統建築在居住者結構轉變時，需要花費大量的改建時間與費用，使得成本效益與環境維護上都造成負擔。在開放建築的設計方式下，支架體為建築物的主結構部位，可在工廠以大量的方式建造，可維持品質的標準；而填充體則是因使用者而客製化設計，可具有彈性的調整，並且大部分的構件都具有模矩化，可節省施工的時間，也增加建築物的生命週期。

而人的改變與建築物生命週期變化密不可分，從出生至老年都會有不同階段的改變，家庭成員也會隨之增減，對於居住單元空間的需求在每個階段也會不盡相同，故房子做為一個可變的容器，只會有階段性型式，而本體卻是能一直衍生變化，來符合使用者的需求，因此希望住宅居住空間能因使用者需求空間不同，對於改變其空間配置型式所衍生之變動。

2.3.1 內政部建築研究所—建築材料實驗群新建工程

目前已施工完成且開始運作之材料實驗群工程，即導入開放式建築觀念，主要設計目標及定位，分述如下：

01. 能彈性因應多樣且多變的空間格局需求之支架體設計：支架體設計應具最高之使用彈性，以因應目前及未來之使用者需求。
02. 方便維修及能彈性因應空間的設備需求之設備管線規劃：設備管線系統應力求明管化、系統化地配置，提升其重新佈線之彈性(以因應多樣的空間使用機能)與更新維修之方便性。

可拆組及再利用之室內隔間牆系統設計：室內隔間應可拆組、再利用，以增加空間使用彈性、減少廢棄物之產生，達成永續建築之目標。

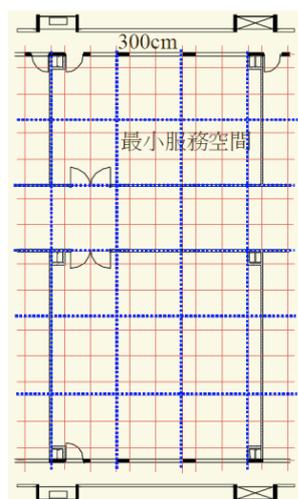


圖 2-9 模矩系統規劃

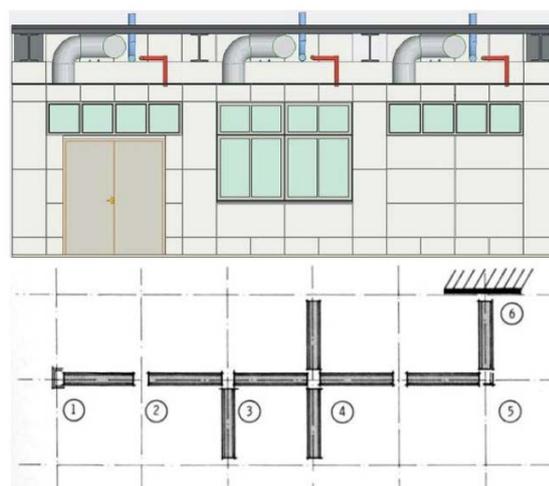


圖 2-10 可動隔間牆系統

2.3.2 國立台灣科技大學 - 台科一號

台科一號(農舍建築)，位於台北縣土城市，由國立台灣科技大學建築系魏浩揚教授所規劃設計之開放式建築實驗案例，其案例係實際導入開放建築理念之模距系統設計及系統構件，將建物拆解成不同層級之構件(Element)，於施工現場藉由機具及人工方式，完成構件的組裝。建築物外觀及系統設計概念，可如圖所示。

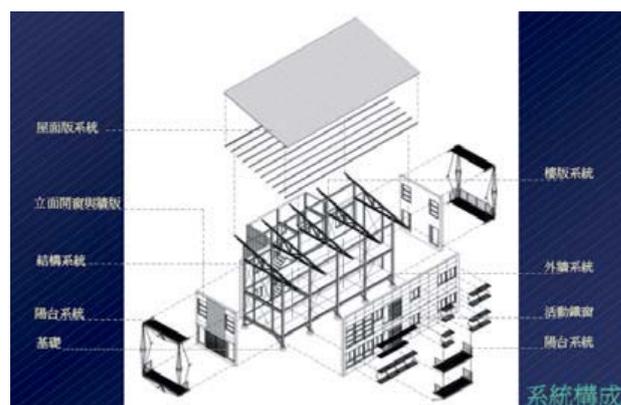


圖 2-11 系統層級化

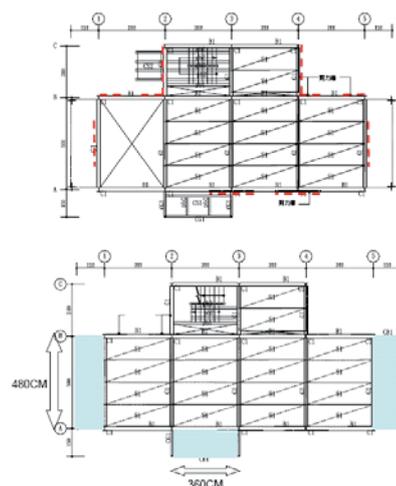


圖 2-12 模矩系統設計

2.3.3 台灣建築科技中心

「台灣建築科技中心」位於台灣科技大學校內，其建築為地下一層、地上七層之實驗大樓。此案為國內首創實驗性建築物，其建築物規劃許多實驗架構及設施，實驗項目分為 1.氣流與通風實驗、2.太陽能光電實驗、3.節能建築外殼實驗、4.開放填充體技術實驗及 U 型樓板彈性空間試驗、5.綠色建材與永續技術。

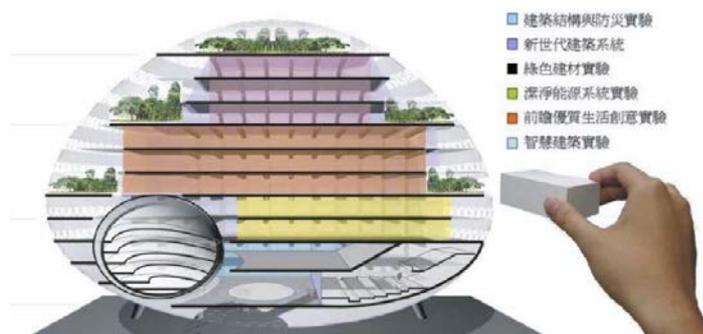


圖 2-13 實驗平台規劃

為使台灣建築科技中心具後續彈性發展可能，因此空間設計考量符合「開放式建築」概念：自由彈性平面、可拆組隔間、可拆組系統天花、系統高架地板、牆前配管、明管規劃，提供未來實驗空間彈性使用之便利。

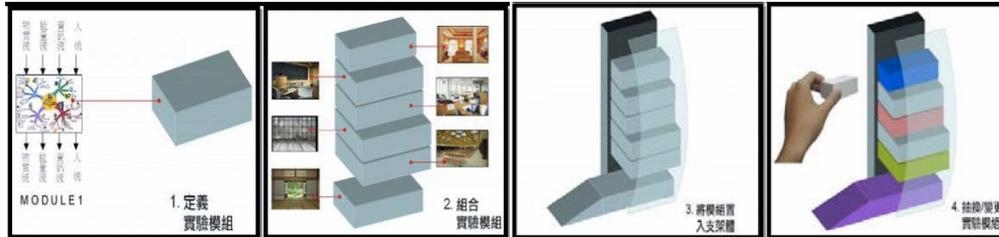


圖 2-14 開放性填充體試驗

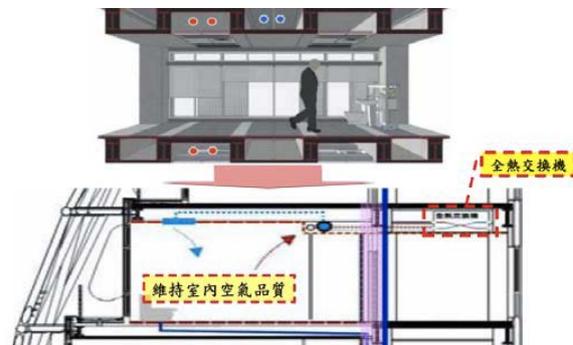


圖 2-15 開放性配管設計剖面圖

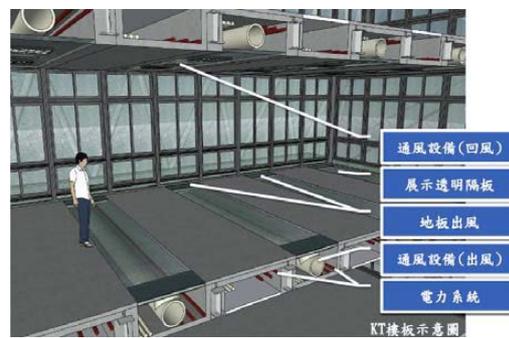


圖 2-16 開放性配管設計

2.4 支架體與填充體之技術探討

內容之重點可分成 1. 支架體與填充體界面之定義、2. 本土建築開放性需求調查、3. 開放建築支架體與填充體界面系統案例調查、4. 界面設計四個方面加以說明：

1. 支架體與填充體界面之定義

根據開放建築二階段供給之理論，使用年限長的「支架體」與使用年限短的「填充體」之間，必須有良好的界面設計，使填充體更修時對支架體的影響減至最小。良好的界面設計端賴全面的系統性整合思考，才能將填充體在空間擴充性的規則下，遵守層級原則，以某種界面關係附於支架體上，進而達成開放建築的理想。

由此觀點看台灣開放建築實踐之條件，目前的營造市場中不乏一些可拆組的立面、廚房、衛浴、高架地板、天花等填充體系統，但卻

缺乏上述思維模式，將這些填充體系統統合界面思考下，與支架體系統共同發揮開放建築之功能。

由於「支架體與填充體界面」多且複雜，為縮小至明確可行的研究範圍，由填充體界面出發，專注於探討住宅類型開放建築設備填充體界面與其支架體、空間擴充性並運用於短時間的災後重建。

2. 本土建築開放性需求調查

相較於其他國家開放建築的演進，台灣有自己的開放建築思考及操作模式。台灣住宅建築結構系統目前以RC混凝土柱樑系統為大宗，衛浴、隔間等系統亦多以濕式工法施作。內部空間的擴充性即建構在柱樑系統上。至於外部空間的擴充，便以常見屋頂輕鋼鐵皮加建、陽台鐵窗加掛等非正式營造體系的操作方式。

這些實際存有的自發性空間成長方式，雖然在視覺、空間、環境品質等等方面製造了諸多問題，但畢竟反映了住民對自身空間需求在經濟性、社會、文化條件下的實際行動。某種程度上，可提供國人本土開放建築思考的出發點。因之將從本土的案例及文獻調查中歸納本土開放建築之需求，以作為後續開放界面之構法開發的依據。

3. 國家開放建築支架體與填充體界面系統案例調查

為尋找適當之既有案例以提供界面系統原型開發之參考，自文獻、網路與型錄等資料來源廣泛蒐集先進國家開放建築填充體與支架體界面系統案例。並針對其結構系統、配管系統與空間系統之類型加以歸類，分析其空間擴充性及其界面之構成法則。彙整所得之設計知識，將有助於系統原型開發時之思考。

4. 界面設計

根據前述之支架體與填充體界面之定義、本土建築開放性需求以及支架體與填充體界面種類調查之結果，擬定開發條件，進而建構一套可行之本土填充體與支架體界面系統及其組構規則，以供未來支架體與填充體設計開發之依據。

2.5 國內建築開放性現況調查

國內災後住宅整建之相關研究可以從集合住宅之「整建」與「開放建築」兩方面探討。以整建為主題研究，相關研究集中於以下幾個探討面向，概要如下：

1. 國內住宅整建需求：根據行政院主計處之原始調查資料，統計、彙整台灣地區「住戶整建比率」、「住宅整建費用」、「住宅整建市場規模」等相關資訊，呈現國內住宅整建之需求性(杜功仁，2002)。另有研究調查集合住宅生命週期前期之修繕模式，並進行彙整(張柏超，2003)。
2. 住宅整建技術研究：該研究首先蒐集整建案例，繼而建立住宅健診之項目、指標與流程，提出住宅現況診斷、評分方式與修復技術改善之評分方式。接著，從觀點、建構整建資源最佳化分配的決策組合。最後以實案操作，說明該技術應用之模式(彭雲宏，2007)。
3. 特定結構物與構造標的物之診斷與更修之研究：如RC構造及住宅建築給水配管的劣化診斷與使用期限之研究(江南震，1999)。
4. 國內開放建築之研究以往大部分著重於理論與觀念之探討，而近年來逐漸有實作研究之出現，如室內可拆組隔間系統之研發著重於市售性可拆組隔間牆之開發(魏浩揚，2003)。開放式建築填充體關鍵技術之研發及住宅立面整合系，則以集合住宅立面為對象，整合管線、立面、相關設備之開放性立面系統，並以模型驗證其施工、成本等面向之可行性(魏浩揚，2005)。

5. 設備管線外露式開放住宅系統之研究乃嘗試將設備管線至於住宅之室外側，以獲取新建集合住宅平面格局較高的擴充彈性（許玄明，2008）。住宅衛浴整建行為之調查與高架式衛浴構造系統原型之提案論文中，提出適用於住宅改建之高架式衛浴構造系統原型研究，可增加衛浴空間改建之彈性（吳順郎，2003）。

國內相關研究或著重於新建建物之開放建築觀念導入，或強調整建行為、評估模式或局部構件改修技術之研究，目前尚欠缺一統整性之構法系統將「老舊建築整建」與「開放建築」之觀念相互整合，尤其欠缺內裝填充體在整建時之開放性整合設計，此即為本研究所要填補的空缺領域。

2.6 集合住宅支架體與填充體演進與構造方式探討

適宜的整建之方法與既有建築之硬體條件息息相關。不同的構造型式，有不同的整修策略。先就國內既有集合住宅支架體與填充體的演進與構造方式進行探討，以釐清災後住宅整建之條件，尋找最佳化的整建策略。

1. 當代構造型式探討：根據文獻及相關整建案例得知：數十年前興建的集合住宅之構造型式大多以鋼混凝土造為主，少部分為加強磚造，其中鋼筋混凝土造跨越領域較廣，從低樓層至高樓層都有，且占多數。加強磚造則集中在低樓層，以5層樓以下居多。
2. 法規沿革探討：「建築法」於民國27年12月26日頒布實施，「建築技術規則」則早在34年2月26日由內政部訂定發布。均為規範本土建築結構與裝修最重要的法規。歷經多次修正的版本，也代表不同時期，結構體構造興建之根據通常愈早興建的建物，其支架體在技術、材料、施工、管理等面向的要求愈為寬鬆，因之往往在強度與品質等面向上較之後期興建者為差。
3. 施工技術探討：隨著構造形式與法令的不斷演化，施工技術也跟著進步。日據時代的工程技術以「土角厝、加強竹筋土角厝、石頭厝、紅磚厝、木板厝、竹筋混凝土、簡易加強磚造」為主。60年代則以加強磚造與隨後之鋼筋混凝土造為主。這期間歷經日治、中華民國兩階段，建築技術亦自低樓層之土角厝演變至高樓層之鋼筋混凝土造，施工技術層次的轉變不可謂不大。

台灣位於歐亞板塊與菲律賓板塊交界區，地震頻繁，雖然剪力牆、梁柱接頭與韌性箍筋等抗震結構等等構造之作法，早有技術規則等法令以及施工規範可依循，但由於當時未具備今日之耐震、避震或制震等先進設備與技術，鋼筋混凝土結構施工品質的要求也就更形重要。

2.7 現有國內集合住宅整建裝修方式分析

現有國內集合住宅整建方式大抵依照居住空間機能需求，調整格局、改變大小或進行住宅老化設備的損傷更新。此類整建型為大致可分為「大整修、小整修」，其分別及用途如下。

2.7.1 全系統整建更新（大整修）

定義：全系統整建更新即整戶更新，其內容包含：空間構成系統，空間設備支援系統等兩方面的更動、修繕與新建。

應用範圍及時機：一般發生在新購或老舊建築之室內機能調整或提升等改修情境。

施作程序：不符合部分全面拆除，後續依建築結構補強、空間支援系統、空間構成系統分別完成之整建模式。

整建更新的現場工序、施作工種、施作範圍以及其使用材料、轉用之可能性可參見下表：

表 2.1 全系統整建更新之工作程序與內容

編號	現場工序	施作工種	施作範圍	使用材料						未來使用材料			
				電機材料	泥作材料	木作材料	金屬材料	其他建材	設備系統	家具系統	構件再利用	材料再利用	資源回收
1	拆除	水電廠商	機電設備(給排水、強弱電、空調等)									○	○
		拆除廠商	門窗、隔間牆、天花地坪及裝修體										
2	放樣與控制線	泥作廠商	高程控制線、隔間牆、門窗開口					●					○
		木作廠商	高程控制線、天花、隔間牆、門窗開口、固定傢俱					●					
3	設備系統管路預留	水電廠商	廚房、浴室、工作陽台給排水配管	●								○	○
		水電廠商	各空間及設備電力配管	●								○	○

		電信廠商	各空間及設備電信網路配管	●															○	○		
		消防廠商	各空間消防設備改管	●															○			
		空調廠商	空調預留電力、控制線、排水管	●									○	○	○							
		瓦斯公司	修正瓦斯表及瓦斯爐出口	●															○			
4	隔間牆	門窗廠商	各種門窗立框、裝內扇			●	●												○	○		
		泥作/輕隔間	隔間牆(砌磚粉刷貼磁磚)		●		●															
		水電配管	配合性配管	●																○		
		防水廠商	廚房、廁所、工作陽台		●		●														○	
5	地坪	泥作廠商	地坪(粉光貼磁磚石材)		●															○		
		木作廠商	木地板與踢腳板(施作與保護)			●															○	
6	天花	木作廠商	木作天花板及線板			●															○	
		天花廠商	系統天花板				●														○	○
		水電廠商	配合性配管	●																	○	
		空調廠商	配合性配管	●																		○
		電信廠商	配合性配管	●																		○
7	固定家具	木作廠商	固定傢俱			●	●														○	
8	面飾工程	油漆廠商	固定傢俱與室內油漆				●														○	
		玻璃廠商	全室玻璃				●														○	
		清潔廠商	全室大部消毒清潔(粗清)				●															○
		壁紙廠商	全室壁紙				●															○
		窗簾廠商	全室窗簾				●							○	○	○	○					○
9	設備系統安裝	植栽廠商	全室綠化					●					○	○	○							
		水電廠商	開關插座、衛生設備、照明設備	●				●					○	○	○							
		空調廠商	空調設備					●													○	
		電信廠商	電信網路、防盜警報					●														○
10	活動家具家電	廚具廠商	廚具設備					●													○	○
		家具廠商	客餐床組及其他活動家具						●			○										○
		設備廠商	洗衣設備及其他家電等設備					●				○	○	○								
		清潔	清潔廠商	全室細部消毒清潔(細清)				●														

資料來源：本研究繪製

2.7.2 局部空間整建更新(小整修)

定義：局部空間整建更新的內容包含局部增減空間系統以及更新單一以上空間支援系統等。兩者可個別單獨或同時存在。

應用範圍及時機：一般發生在居住中需要改變局部空間，如增設新娘房、兒童遊戲間及其相關空間支援系統時。

施作程序：將不符合使用需求的部分拆除之後，依空間支援系統、空間構成系統之順序分別完成之整建模式。

局部空間整建更新的現場工序、施作工種、施作範圍以及其使用材料、轉用之可能性可參見下表：

表 2.2 局部空間整建更新之工作程序與內容

編號	現場工序	施作工種	施作範圍	使用材料							未來使用材料							
				電機材料	泥作材料	木作材料	金屬材料	其他建材	設備系統	家具系統	構件再利用	材料再利用	資源回收	施工廢棄物				
1	拆除	水電廠商	機電設備(給排水、強弱電、空調等)					●					○	○				
		拆除廠商	門窗、隔間牆、天花地坪及裝修體					●							○			
2	放樣與控制線	泥作廠商	高程控制線、隔間牆、門窗開口					●							○			
		木作廠商	高程控制線、天花、隔間牆、門窗開口、固定傢俱					●								○		
3	設備系統管路預留	水電廠商	廚房、浴室、工作陽台給排水配管	●											○	○		
		水電廠商	各空間及設備電力配管	●												○	○	
		電信廠商	各空間及設備電信網路配管	●													○	○
		消防廠商	各空間消防設備改管	●													○	
		空調廠商	空調預留電力、控制線、排水管	●								○	○	○				
		瓦斯公司	修正瓦斯表及瓦斯爐出口	●													○	
4	隔間牆	門窗廠商	各種門窗立框、裝內扇			●	●								○	○		

		泥作/輕隔間	隔間牆 (砌磚粉刷貼磁磚)		●		●											○	○	
		水電配管	配合性配管	●														○		
		防水廠商	廚房、廁所、工作陽台		●		●												○	
5	地坪	泥作廠商	地坪 (粉光貼磁磚石材)		●														○	
		木作廠商	木地板與踢腳板 (施作與保護)			●														○
6	天花	木作廠商	木作天花板及線板			●													○	
		天花廠商	系統天花板				●												○	○
		水電廠商	配合性配管	●															○	
		空調廠商	配合性配管	●															○	
		電信廠商	配合性配管	●															○	
7	固定家具	木作廠商	固定傢俱			●		●											○	
8	面飾工程	油漆廠商	固定傢俱與室內油漆					●											○	
		玻璃廠商	全室玻璃					●											○	
		清潔廠商	全室大部消毒清潔 (粗清)						●											○
		壁紙廠商	全室壁紙						●											○
		窗簾廠商	全室窗簾						●					○	○	○	○			○
9	設備系統安裝	植栽廠商	全室綠化					●					○	○	○					
		水電廠商	開關插座、衛生設備、照明設備	●					●				○	○	○					
		空調廠商	空調設備						●										○	
		電信廠商	電信網路、防盜警報							●									○	
10	活動家具家電	廚具廠商	廚具設備						●										○	○
		家具廠商	客餐床組及其他活動家具							●			○							○
		設備廠商	洗衣設備及其他家電等設備							●			○	○	○					
	清潔	清潔廠商	全室細部消毒清潔 (細清)						●										○	

資料來源：本研究繪製

2.8 小結

綜觀早期開放建築系統的研發，其重點著墨於空間與構造的可變彈性。隨著近年來綠建築有關營建廢棄物再生論述的發展，開放建築的關懷範圍逐漸有由空間與構法的承載性擴張到「產品再使用」及「材料循環」的趨勢。

各國所研發的開放建築統整系統會因當地風土氣候、民情風俗、空間使用、改修習慣、可及技術等等因子而有異。先進國家的範例，難以於台灣的時空條件下，全盤照搬使用。因之，必須發展本土化的研究，方能切題地解決台灣本土的開放建築問題。

界面統整的合理化思考，有利於將結構、設備等系統整合，並將室內外景觀、工程、材料、造價、環保性等等問題一併考慮，而有全面性的考量。也唯有經過如此的思考途徑，開放建築的操作方不致有所偏頗。因之，參考國外研究成果，兼顧本土的環境與營造條件，是建構適合本地的開放建築統整系統必須具備的思維。

第三章 國內外災後住宅案例文獻探討

3.1 各國災後建築案例比較

自九二一大地震至八八水災，已歷時 10 年，國內組合屋單元面積亦由內政部營建署訂定「臨時住宅之規劃設計原則」中所述的 12 坪為原則，增加為 15 坪。每戶除客廳(餐廳)、廚房、浴室及臥室外，房間亦增加為 3 房。其面積均已較 1995 年日本阪神大地震後興建之住宅平均 8 坪為大。

然而我國歷經上述二次重大災害，在對於組合屋之配置、格局、結構體及非結構體 及性能之要求，以及對於工期、成本的掌控上，進行探討比較，因此擬就台灣、大陸組合屋及日本假設住宅等三種組合屋之興建紀錄資料，比較各對應項目，以利分析並歸納出未來國內興建災後住宅時可進一步改善之方向。

案例限制條件：國外案例選擇板茂建築師紙木屋之原因為，為紙木屋最早先使用救災地點為日本神戶，災害因素為地震，紙木屋使用之較不同與一般組合屋所使用結構系統輕鋼構，利用紙管並在接點上使用可拆組方式設計，與本研究設計理念相近，因為本研究將採納之原因。國內案例選擇有兩個篩選方式，一為目前使用較特殊工法之中繼屋，對於探討之原因為目前在媒體及雜誌書籍上說明中繼屋為八八風災後不同與以往救災建築，為可拆除並達百分之九十可再重組之系統，與本設計理念相近。另一為需先探究台灣所使用之各方捐贈之救災建築，才可瞭解在組合上因有的優點及缺點。因此以上為本研究選擇案例之目標說明。

3.1.1 台灣建築師：謝英俊

在 921 大地震發生之後，謝英俊建築師隨即投入德化社的 921 重建工作團隊，發展他著名的「協力造屋」的想法。剛開始為了節省經費、降低建造成本，他捨棄了鋼筋水泥結構的建築，在急需解決災民居住空間的條件下，訓練邵族族人，運用自己的雙手打造居住空間，他不幫災民蓋房子，而是協助災民完成自己的家園。

這樣的方式也運用在之後四川大地震的災區，楊柳村是個羌族村寨，地震後從山上遷移至山下，按照以往的生活方式，住宅的一層樓是飼養牲畜或儲藏農作物，因此一層樓空間就採取當地的山石堆疊成牆柱，二層樓以上再運用簡潔的輕鋼結構體系，砌一層石牆再將鋼網澆灌成水泥沙漿牆和地板，整個建築材料皆是當地取材。以當地的建築方式融合簡單的建築技巧，建造出符合當地風格的建築形式。而「協力造屋」的概念在此也發揮得淋漓盡致，謝英俊提出了一種以工代賑概念，以工時代替資金，協助貧困地區自力完成自己的住宅。

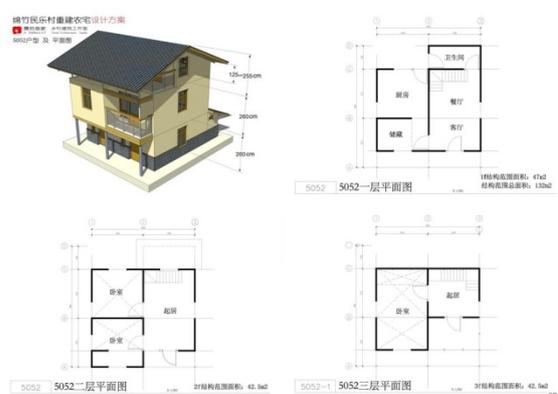


圖 3-1 四川羌族楊柳村協力造屋設計圖



圖 3-2 四川羌族楊柳村施工現況

隨後謝英俊建築師將其在九二一與川震的經驗投在台東縣金峰鄉的中繼屋建造，中繼屋是災後居民短期至中期安置的新觀念，主要建材為極具環保且可回收使用的輕鋼架，90%可於永久屋搭建時重覆使用，約二到三週便可搭建完成，日後設計能延續其成本與達到節能減碳環保建築的目的。

八八風災過後，謝英俊建築師及常民建築團隊累積了 921 地震後重建、風災後遷村、以及四川等災後重建之經驗，接受台灣世界展望會及台灣紅十字會委託，進行原住民部落中繼屋、永久屋之興建工程。截至 2010 年底，共完成 12 個部落，約 720 戶家屋重建。



圖 3-3 莫拉克永久屋重建 (2011 建築師雜誌, 444 期 p61)

3.1.2 日本建築師：坂茂 (Shigeru Ban)

日本建築師坂茂 (Shigeru Ban)，在阪神大地震後，思索著建築師如何在救難工作上盡一份心力，坂茂建築師開始一系列的「紙建築」作品，他先選擇教堂為第一個設計的嘗試，在災區滿目瘡痍的街景中，使教堂再度成為社區人群精神的寄託。紙建材輕巧、組裝迅速、價格低廉的特色，能充分與災區自然環境融合，形成災區建築發展的指標。



圖 3-4 坂茂建築師所設計的紙教堂 本研究攝製

紙建築已不單純是 921 大地震時的災民紙教堂及臨時房屋，更多的國際合作，使坂茂建築師在世界受到矚目。2000 年德國漢諾威萬國博覽會日本館、紐約「游牧博物館」與法國龐畢度中心新館的設計，坂茂建築師將災區重建的經驗，推廣到各項建築設之中。他曾說過：「二十世紀的建築大師為大眾建造公共建築，而冷戰後一代的建築師應該為少數人服務，例如種族衝突的受害者和無家可歸的人。」

3.1.3 美國建築實驗室：Rural Studio

Rural Studio 鄉村工作室，是隸屬於美國阿拉巴馬州奧本大學建築系的設計實驗室，以利用回收材料做建築設計聞名，由 1992 年繆·馬克比(Samuel Mockbee)所成立。相較於美國其他洲，阿拉巴馬州是非常貧窮的地區，而 Rural Studio 所在黑爾郡也充斥著貧窮所帶來的各種問題，房屋破舊不堪使用、居民居住品質低落、社會資源分配不均、教育資源匱乏、家庭暴力等，都必須即刻獲得改善，Rural Studio 的成立，便是企圖透過建築設計的方式改善這些紛爭，提供實際的改良計畫。



圖 3-5 運用廢棄材料所搭建之建築 1



圖 3-6 運用廢棄材料所搭建之建築 2

Rural Studio 運用回收建材的特色就是在這樣時空背景下所產生，黑爾郡的居民並無足夠的資金去建造一棟完整的房子，因此他們利用剩餘的材料或是可回收的材料，搭建出便宜穩固的房子。設計的第一階段，每個人提出自己的設計，老師和住戶都是評圖的成員。隨著學期進展，不同設計裡的元素和特徵逐漸在討論折衝的過程中融合成為一棟住宅。他們將氣候限制轉為設計機會，探討新的工法。

3.1.4 美國建築師：Michael Reynolds

根據台灣 2007 年所上映的電影「Garbage Warrior」(中譯：垃圾勇士)所述，紀錄了建築師 Michael Reynolds，如何以不起眼的小垃圾建構出美麗的房子，並且自給自足的供應水電暖氣。

這位美國的建築師最初在在新墨西哥州沙漠裡面嘗試各種能源及自給自足的建築構成方式。他認為蓋房子的三個要素：能源、水、汙水處理。並依這些機能實驗新的生活方式，並且解決生活能源的問題。Michael Reynolds 提倡房屋應自給自足，食物來源應自行耕種、熱能來源依靠風力及太陽能提供、水資源來自屋頂集水系統，欲證明沒有水電供應的房子依然可以生存。



圖 3-7 Michael Reynolds 建築 1



圖 3-8 Michael Reynolds 建築 2

3.2 相關建築類型文獻

3.2.1 Plug in city 抽換式的城市

在 1962 年至 1964 年間建築師 Peter Cook 開始朝著去瓦解那具體性物象主題 (definite subject) 概念思考，以移動、機械式的方式概念上去支解一些具象明確的個體，如：城市、大學、家屋等。除了物質上的支解外，Plug-in city (抽換式的城市) 是一種可消耗、替換的抽換式概念。

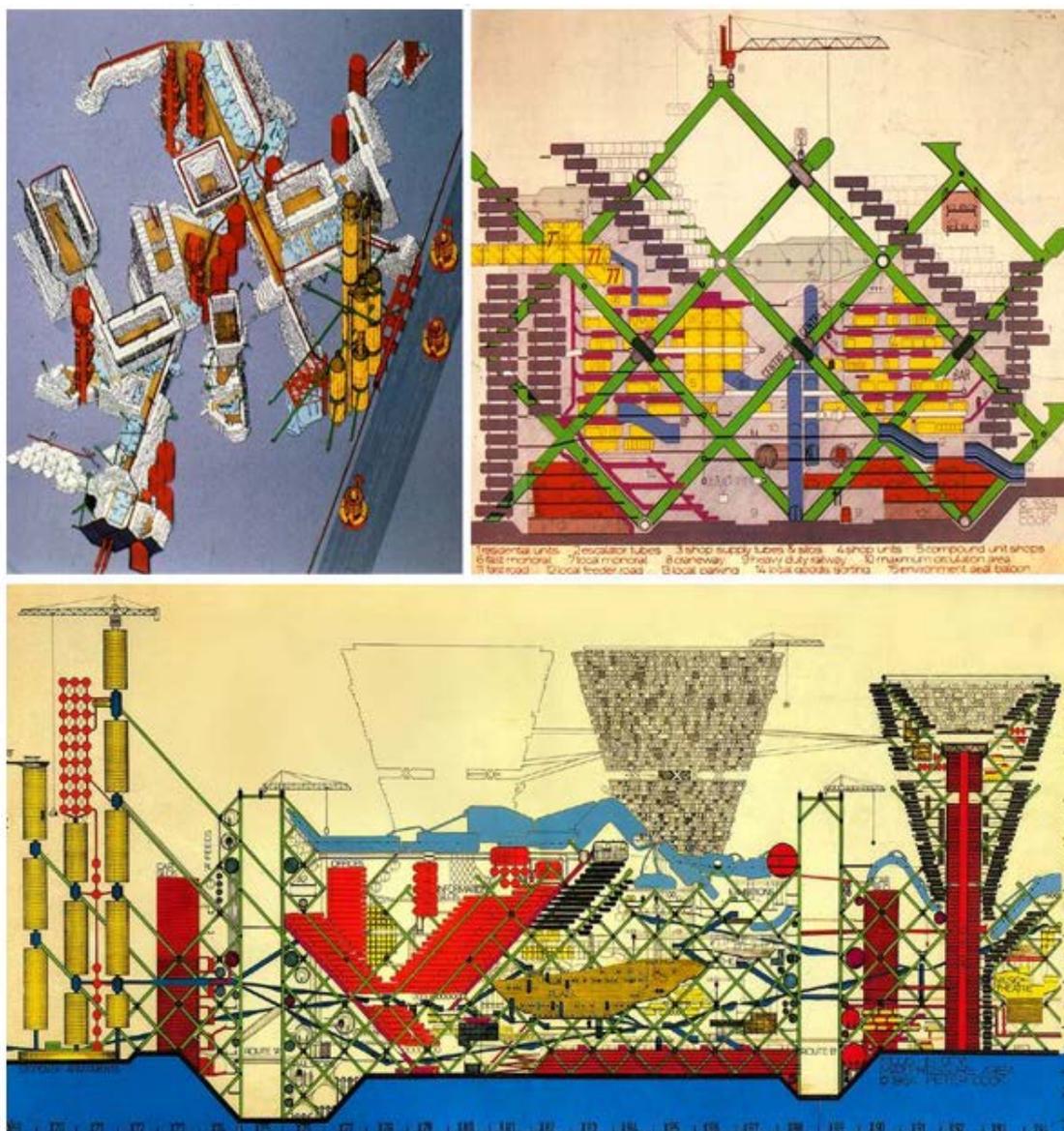


圖 3-9 Peter Cook, Plug-in City, 1962-1964

以可移動的金屬艙住宅作為基本的構件，可以按照人口規模拆卸、重組成大小不同的移動社區，再按照不同的需要插接到超大尺度的結構(megastructure)而形成的城市。不同的社區組團之間的聯接可以像電插頭插入電插座那樣簡單完成，再以此組織交通、生產和社會生活。這個激進的設計方案打破了建築必須永固，城市必須在地(localized)的觀念，要把建築和城市從地理的禁錮中釋放出來。

3.2.2 Low-Tech 建築

「Low-Tech」陋器建築指的是將低成本的材料結合機械設計的手法，產生有別於一般狀態下的空間，他們多半利用既成的鐵件與便宜的金屬，將空間切割組裝，呈現出一種破碎的、不對稱的、有機生長的機械美感。



圖 3-11 Andreas Strauss 加以改造後的建築 1 圖 3-10 Andreas Strauss 加以改造後的建築 2

在二十世紀後，機械產品大量生產，企業總部與摩天大樓林立於都市之中，大量的資金投入和龐大的建築量體產生，社會迷漫著一種繁榮的光景。但隨著經濟不景氣的影響，過多製造的機械物開始被遺棄。殘破的鐵箱，生鏽的鋼管，廢棄的鐵皮出現在街頭，有一批建築師們開始著迷於這些低成本、不具機械功能的材料做建築設計，他們對比於當代動輒就數十億的建造成本，發展出輕巧的、拼裝的、廉價的設計手法，使陋器建築的名詞開始活躍於檯面。（高邵軒 2008）



圖 3-12 Wes Jones 運用貨櫃屋所搭建之建築

Wes Jones 將大量的貨櫃屋改裝再加以重新拼湊，不斷的再附加鐵皮、鋼管等元素，嘗試用這些元素拼裝出可居住的建築空間，在不斷的組裝、改裝之中追尋新的空間形態。柯比意所說「建築是居住的機器」，當二十世紀充滿巨型機械的居住時代已逐漸成為過去，在二十一世紀環境保育與節能減碳的議題持續發酵中，如何減少資源的耗費，有效的運用空間，以最直接的手法將機械附加於建築之中，Low-Tech 建築將是未來城市發展的可能型態之一。

3.2.3 微型建築

微型建築是致力於將空間再縮小、機能更簡潔、材料更多元等目標發展，構成簡單的空間形式，再將隨手便能取得的材料加以加工製成，用微小的型式去達成。(Allen 2006)



圖 3-13 Prototipo bubLe 由 MMAS 團隊所設計

MMAS 團隊便致力於研究一種現代化的臨時房屋，他們設計了一個能獨立生活的空間，發展出了四個基本的概念，一個迅速完成的牢固結構、一個統一的模組。提供一個舒適隔熱的環境與最低限度的衛生系統，將其收納在一個手提箱之中。他們創造了一種游牧的生活精神，居民可隨著自己的喜好攜帶它至任何的地方，迅速的將其搭建完成並居住在其中的人，可自由添加自己所需要的物品，甚至能面對各種不同的臨時狀況。

3.2.4 Habitat '67 Montreal

Habitat 67是加拿大建築師薩夫迪（Moshe Safdie）所設計，薩夫迪在設計建造Habitat 67時，基於向中低收入階層提供社會福利(廉價)住宅的理想，將每一盒子式的住宅單元都設定為統一的模矩，然後預製建造出來，再像集裝箱那樣以參差錯落的形式堆積起來。



圖 3-14 1967 年世博會集合住宅 1



圖 3-15 1967 年世博會集合住宅 2

利用了立方體的形態，將354個灰米黃色的立方體錯落有致地放在一起，構成900個（最終158個）單元。這種空間規劃設計，既包含了立方體堅固的特點，又表現了錯綜複雜的美學形態，同時保證了戶戶都有花園和陽台的要求，更同時兼顧了隱私性與採光性，表明未來住宅人性化、生態化的發展方向。

3.2.5 相關書籍

1. Design Like You Give a Damm



圖 3-16 Porchdog 開放式建築架構概念

大多數的建築設計並未致力於更迫切需求的環境，我們生活在安定的社區、穩固的房子、乾淨的環境之中，未受到艱難的生活挑戰，或許可以思考如何將專業的建築設計應用在惡劣環境之中。這本書提供創新的設計思維，供有80種簡易改善生活的案例，將人道主義的建築推廣至建築教育之中，從社會運動到具體改善的計畫，將案例分為緊急的遮蔽空間、醫療保健、教育和衛生、能源和政府政策。這些案例針對貧窮與缺乏資源的現況，發展建築樣式，透過緊急迅速的搭建方式，便宜的建築材料，以及設計的巧思，為改善當前惡劣的生存環境提供設計發想。(Kate Stohr、Cameron Sinclair and 2006)

2. Mobile The Art of Portable Architecture



圖 3-17 移動式建築架構概念

(Siegal Jennifer 2002)書中的設計包括可攜帶、可拆卸和可移動的結構，從微小的結構物、從與身體緊密結合的空間尺度，到關於都市規模的倫敦千年穹頂設計，從來自內地的波音噴射到整個移動社區的生活單位，從異想天開的設計到實際可移動的辦公室，從靈活的公共空見到沙漠中抵抗惡劣生活環境的膠囊帳篷，皆展現出流動設計的無常、輕巧、沒有一定的規則與生活環境的融入。

3. Parasite Paradise

寄生建築是指靈活的建築結構和臨時依附的輕型設計，這本書23件設計作品都有寄生的性質，透過微小的操作改變都市的空間，把冷陌的都市當作寄生體，將微小流動的建築置入其中，用最適合周圍環境的設計反應社會真實的所需。書中的案例啟發了我們對建築既有型態的再思考，其實台灣在地建築也不乏許多寄生建築的概念，從鐵窗、鐵皮屋、臨時住宅、屋頂加蓋等，這些切合一般民眾生活方式建築產物，也呼應了書中所謂真實反映社會的寄生模式，我們應該以積極的心態去面對真實社會下的產物，利用設計師的巧手去改變大眾對寄生性質的反感，設計符合大眾需求的新型建築型態(Allen Jennifer 2003)



Parasite at Espoo Centre, near Helsinki, 1997.



Parasite at Espoo Centre, near Helsinki, 1997.

圖 3-18 寄生建築架構

3.3 小結

根據上述案例文獻，可以發現許多關於緊急避難的設計概念，參考這些概念並發展符合台灣緊急救援的狀況下建築設計，各類型建築以簡易、方便、快速的建築快速建成之啟發，並且融入開放式建築概念，設計一套災後建築的模組是本論文主要探討的問題。

第四章 研究設計

4.1 定義進行步驟

4.1.1 定義建築支架體及填充體界面系統：

首先定義「支架體及填充體界面」，檢討所有構件之間可能的界面關係及層級屬性(Hierarchy)，再將此界面關係依強、中、弱等特質加以分類。

4.1.2 本土建築開放性現況調查：

本土集合住宅建築之開放性現況調查之內容可分為「系統構成」、「空間構成」、「空間承載性」與「界面需求」等四個方面加以探討。

1. 「系統構成」方面，本研究將詳細分析：支架體構成（基礎、柱、梁、承重牆、樓板、屋頂...構法與工法）、填充體構成（牆、天花、地板、內裝、門窗、設備、管道...構法與工法）、構件之模矩整合、材料運輸性、構件標準化程度。
2. 「空間構成」方面，本研究將詳細探討：住宅空間類型（連棟雙拼集合住宅、獨棟式集合住宅、樓中樓...）、交通空間系統（一梯多戶式、內廊式、拱廊或外廊式...）。
3. 「空間承載性」方面，本研究將詳細歸納：內部空間更動之承載性（平面可否有多種幾房幾廳之變動可能性...）、外部空間更動之承載性（外牆更動、外窗更動、陽台更動可能性...）
4. 「界面需求」方面則將深究諸如：支架體、填充體界面更動之獨立性、支架體與填充體之界面關係。

以上四種開放性現況調查有助於釐清所有影響本土集合住宅建築開放性之因素，做為界面構法開發之設計依據。

4.2 災後住宅空間之開放性需求調查

住宅空間改修之行為模式，實則決定了災後開放建築設計之需求。首先將針對災後永久屋建築之增建及改修模式進行田野調查。調查之項目可概分為：平面內部空間、外部空間、設備管道。等三個方向。從文獻資料中，整理出災後永久屋住宅生命週期中內外部空間更動及設備改修的一般作法，進而歸納災後住宅空間之開放性需求。

4.2.1 設定開發之支架體與填充體界面之開放性

根據前述系統構件層級、界面關係及可拆組性、更動性、構材市售性等條件定義建築的開放性等級。依本土集合住宅空間之開放性需求調查之結果，設定開發「支架體-填充體界面」系統之開放性模組。

4.2.2 歸納支架體與填充體界面系統操作之構成類型

整體系統、結構、屋頂、內外牆、樓板、設備等等子系統相互界面之構成方法，歸納開放建築支架體及填充體界面之構成類型，建立開放住宅建築支架體與填充體界面類型資料庫。

4.2.3 選擇可用的支架體及填充體市售產品

蒐尋及彙整所有本土市售工業化量產之「子系統」、「構件」、「半成品」，調查市售性構件及材料之尺寸及其接點構法，並依調查結果將構材分成五類。開放建築之整合問題的構件，如水龍頭等衛浴配件、門鎖等構件等不列入以下之分類。

1. 完全符合系統之尺寸及接點規則之構材。
2. 其尺寸雖符合系統之規則但其接點只能在特定情況下相容者。
(如隔牆之T型接點需於工地現場人工作業)。
3. 構件之淨尺寸雖符合系統之規格，但其實際建造尺寸，若無特別之措施，難以控制在容許範圍內者。
4. 構件之標準大小不符系統尺寸規格，但因該產品具彈性調整尺寸

之可能性，故在少許花費下，經調整後可輕易滿足此系統之尺寸規格。

5. 整平或吸收不規則尺寸之構件，用於特定預製構件之接頭。

4.3 發展替選方案及評估方案

考慮在地建築生產模式、技術條件與經濟效益之前題下，發展三種以上設計適合台灣建築使用者生活及改修習慣之「支架體-填充體界面」系統替選方案，並檢討各替選方案的模矩計劃、平面計劃及系統構成等等面向之於開放性與再生性的影響。

針對最佳方案進行細部計劃。檢討各部構件之大樣構成，繪製施工圖，並與材料供應商及營造團隊反覆討論其可行性，製作各構件之詳圖，完成初模設計。

4.4 3D 數位模型試作與完成原型設計

以數位工具建立「支架體與填充體界面系統」之3D數位模型，模擬該界面系統之空間與實體構成，並檢討構材生產流程及工地現場之組裝流程，針對所發生的問題，進行反饋、修正之作業。

在完成所有的缺失檢討及改善作業後，建立本系統房屋的產品型錄，其中包括：平面變易替選方案、支架體及填充體變易替選方案、構件、材料型錄、以及各構材允許誤差尺寸等等。

4.5 開放式建築永久屋系統開發條件檢討要項

根據開放式建築可拆解變動之需求，在設計開發過程中可依以下表格作設計之原則與根據，設計完成後可重新依表格檢視，是否符合以下檢討內容，作為開放式建築的設計流程。

表 4.1 開放式建築永久屋系統開發條件之檢討要項

檢討要項	分類	檢討細項
開放性	配合彈性空間	整體構造系統配合開放空間之更動，可機動調整。滿足停車、研究室、各種辦公室格局、教室、宿舍、會議室…等空間之需求。
	系統構建	立面構材部品化、系統化、模矩化。長、短壽構件分離規劃，使短壽構件易於替換。
	開放構材	採用開放性市售規格品、減少特製品之使用，使構材補給、交換不虞匱乏。
力學控制	荷重承載	有效並安全承載或傳遞自重、風壓、地震等荷重所造成之靜載或活載。
	變形控制	制撓度、側位移、扭轉、溫度變形、挫曲，避免構件損壞、過大晃動。
物理控制	熱	開口部及非開口部應具足夠之隔熱、排熱功能。
	音	依立面所處環境，可提供適當之隔音、吸音之效果。立面內則具適當的音響效果(依 CNS A1031 之隔音等級曲線規定、性能測試則應遵照 CNS A3141 試驗標準)
	光	依立面東西南北座向具提供不同的遮陽或導光控制元件，必要時可防止眩光，提供室內最佳之晝光利用可能，並於炎熱季節減少日射熱得。
	氣	依立面構成，可確保必要之通風、換氣及氣密性。春秋兩季應在外氣品質與噪音允許條件下自然通風。(遵守建築技術規則設計施工篇第四十三、四十四、四十五條規定)
	水	立面構成提供擋雨、防濕、防潮、避免結露等功能
營造整合	介面整合	1. 結構系統整合: 立面與結構系統之界面整合。 2. 設備及配管整合: 立面整合給排水、瓦斯、強弱電、空調、照明、配管配線等。 3. 立面構件整合: 整合防水、隔音、氣密、通風、採光、遮陽、導光、遮眩光及隔熱元件。 4. 內裝整合: 立面與可拆組隔間牆、設備牆、牆櫃、系統天花、系統地板之整合。
	工法	構法計劃及用材需具大眾普及及技術可及性，因地制宜地採用預製、預鑄、場製、半預鑄或CAM等工法施作。考慮施工便利、工期、費工、輔助材料耗用之最佳化。
	造價	依產品定位設立造價目標，擬定策略滿足造價限制。
	營建管理	構法計劃延伸發包管理、工種切分、責任歸屬、進場流程等檢討。並考慮工法計劃有關品管項目、作業流程、品管分級等要項。
	精度要求	依構法、工法特性擬定部材容許製造及施工誤差及其控制方法。
安全	防火	提供足夠的樓層、隔戶防火性；並具適當之排煙機制；提供逃生空間。(遵守建築技術規則設計施工篇第七十、七十七條規定)
	防盜	滿足本土立面防偷、防盜的實質與心理需求。
	視覺隔斷	提供視覺隔斷，以滿足視覺與心理安全需求。
	墜落防護	防止物件、器皿、植栽、衣物等墜落。
	動物防護	立面應具防蟲、防蚊、防獸等設計考量。
適才設計	耐久性	構法及材料性的耐久、耐候、防蟲、防腐、防蝕處理。
	適材性	構材適性之最佳化設計，以最少材料發揮最大功效。
	環境衝擊性	採用耗能、耗原生資源及排放量最少、干擾性最小之建材與構法工法，減少廢棄物、噪音、震動、粉塵等環境衝擊。
	維修更換	立面構法應可降低維修頻率，提高維修可及性，使立面易於保養、更修，並降低維修耗材之使用。
	材料循環	盡量採再生材，或可於台灣的循環條件下再生循環之建材，並避免有礙循環之構法操作。
	拆組再用	構法計劃應使立面部品易於拆組再用，延長產品之使用壽命。
法規	都市計畫法	遵守都市計畫法有關建築立面之相關規定。
	建築法	遵守建築法、建築技術規則、各縣市政府違建管理辦法。
	規範	遵守 CNS、ISO、ASTM、JIS 等技術規範有關立面構造之性能要求。
造型	地域風格	立面盡量採用地域造形元素、材料、用色與比例，以與既有地域涵構及建築紋理搭配。
	美感	空間、造形、比例、顏色、用材等構成應滿足美感要求。
	自然、取景	立面應與基地所處之自然環境和諧一致。好的景觀應能使其引入室內。
服務	配管	水電瓦斯走管。
	設備	提供排煙口、冷氣等設備空間。

4.6 開放式建築運用於永久屋概念發想

開放系統，本質上是具有通用性的系統，亦即在共同的標準下，包括尺寸、形狀或材料，可以互換或替換構件，或是可以互換位置或移動位置，因此可謂是具有彈性的。

表 4.2 開放式建築構成表

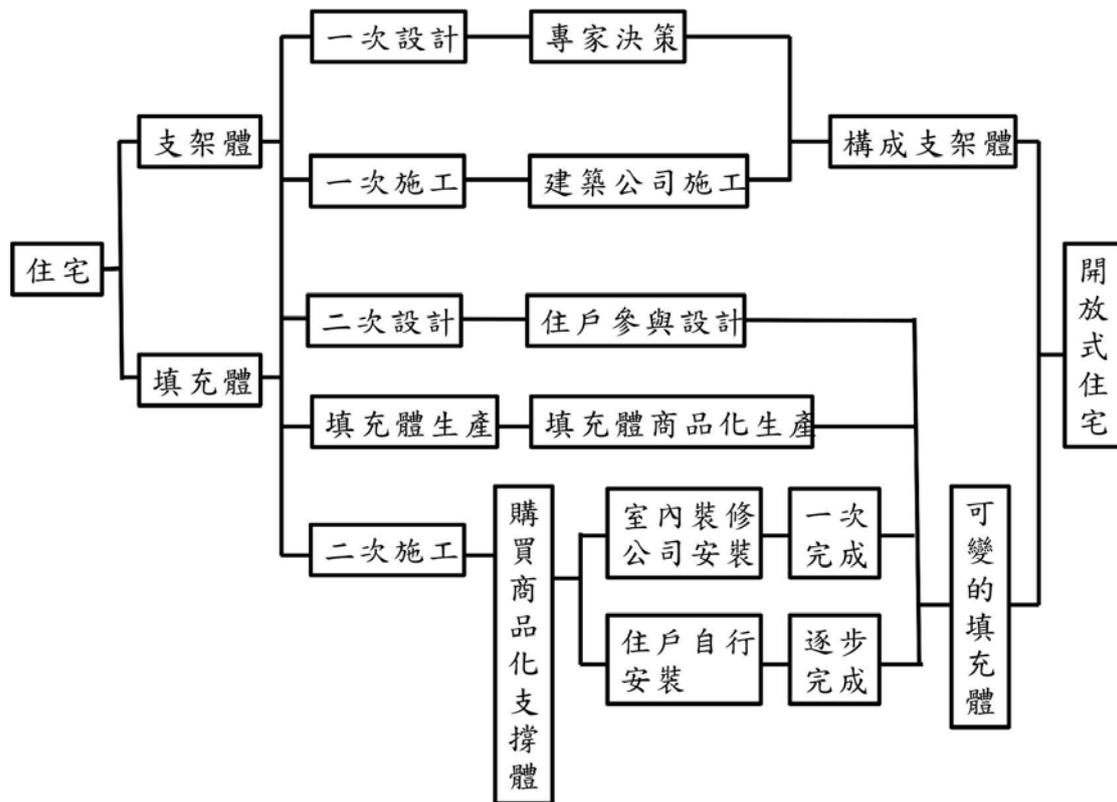


圖 4-1 開放式建築系統概念圖 1

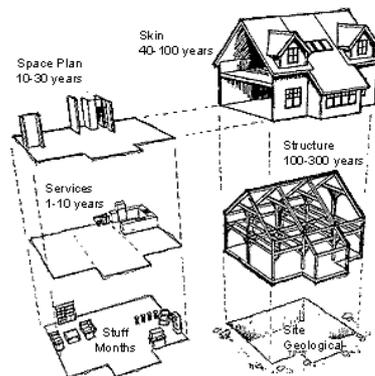


圖 4-2 開放式建築系統概念圖 2

開放式建築利用空間的配置來解決不同使用者所需之尺度。以番路鄉永久為例，使用類型分化為不同形式，可將各使用情形的差異化拉至最小距離或是歸類。

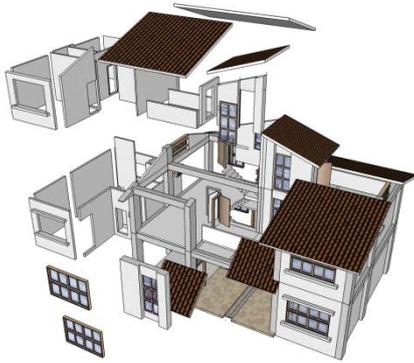


圖 4-3 開放式建築系統運用於永久屋概念模型

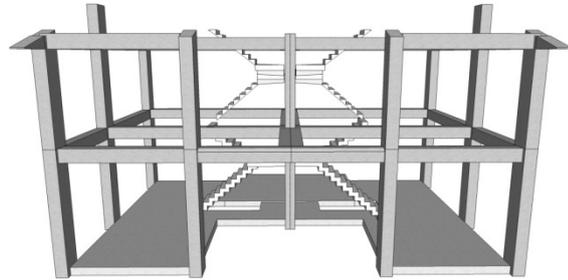


圖 4-4 永久屋概念支架體模型

4.6.1 永久屋設計原則

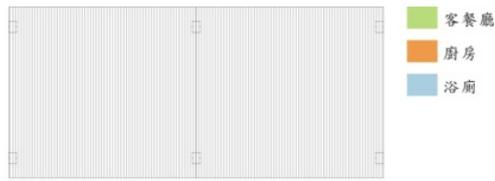
1. 本次風災重建優先由民間慈善團體興建捐贈，為免其規模標準懸殊，造成分配困擾，協調住宅單元採透天式，面積區分為A型、B型及C型三種。

A型：容納2人以下家庭，單元自用面積以14坪為上限。

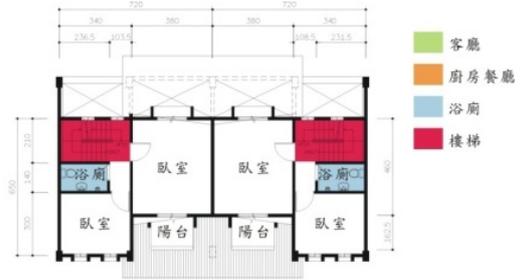
B型：容納3至5人家庭，採3房設計，單元自用面積以28坪為上限。

C型：容納6人以上家庭，採4設計，單元自用面積以34坪為上限。

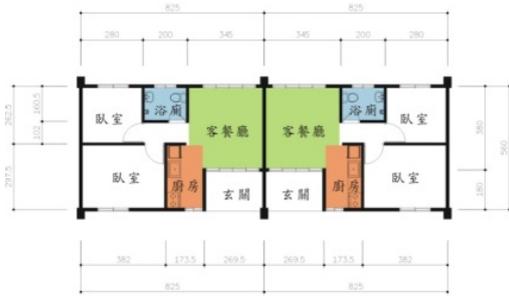
以上自用面積不包含陽臺、樓梯間及屋頂突出物，如次頁圖：



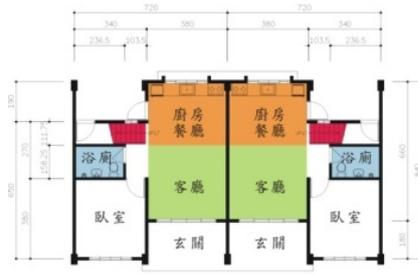
屋頂平面圖 S:1/150



二層平面圖 S:1/150



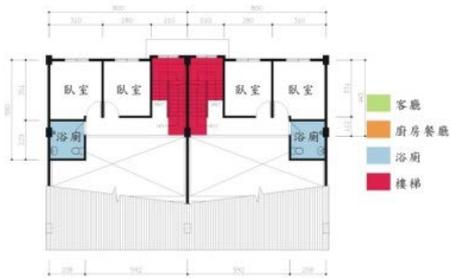
一層平面圖 S:1/150



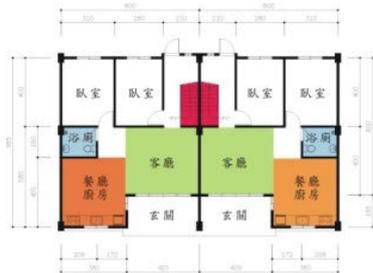
一層平面圖 S:1/150

圖 4-6 A 型空間配置

圖 4-5 B 型空間配置



二層平面圖 S:1/150



一層平面圖 S:1/150

圖 4-7 C 型空間配置

2. 以「族群住宅」單元發展為原則，配合建築量體及外部空間，塑造符合親切人性尺度的鄰里互動空間。
3. 遷居（村）基地之配置規劃，應妥為規劃興建相關無障礙設施，以利身障災民日常活動需求。
4. 建築造型及使用材料，應融合當地自然、人文、景觀等特性。
5. 應導入綠建築設計理念，以落實節能減碳、資源再利用之綠色內涵精神。至少應達成日常節能、水資源、綠化及基地保水指標。
6. 建築器材設置參考97年8月6日行政院核定之「政府機關及學校全面節能減碳措施」相關規定，落實全民節能減碳行動。

4.7 小結

根據以上設計原則，開放式建築除了扮演迅速安置災民，與居住空間之外，未來還需使用者需求而更改空間配置。如住宅在地老化改造需求，進行住宅改造對象住戶遴選，並分析該住戶「在地老化」過程各階段之生活與照顧環境需求優先次序，以及空間未來可能之變遷情況，並研擬改造計畫及採開放建築之延展性、調適性、拆合性之設計方法進行建築規劃設計模擬。

第五章 設計概念與操作

目的在於在追求永續發展的前提下，運用開放式建築之兩階段式營建所呈現之長效與變動的概念。對於設計營造之各種實體環境，是否能符合住戶於時間長軸上的使用需求及允許變動之可能性。

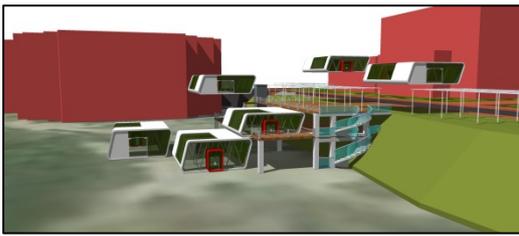


圖 5-1 設計概念原型-分解

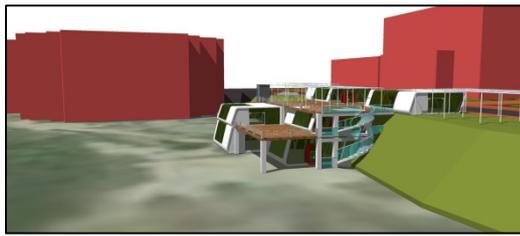


圖 5-2 設計概念原型-組合

5.1 設計目標

以災後住宅而言，人口與生活水準、土地資源必須有效利用下，集合住宅為國內目前的主要住宅類型。當居民開始重視生活居住品質時，建築物的內部空間與外牆，隨著使用機能之不同而加以變動的需求也日益提高。

應用「開放建築」理論於研究與發展操作後，而能以構件更替的方式迅速應對，除了確切符合使用者需求外，亦能達到節能、減廢的永續理念；藉由日新月異建築材料研發進步，隨時維持高效的抵禦或順應氣候的外牆皮層機能。

5.2 設計概念

1. 市售建財：以台灣建材的尺寸規格做為的模矩設定，減少材料的浪費，進而降低材料成本以及對環境的破壞。
2. 單元模矩化：依照個人可擁有的建築容積為單位，製成單元模矩，並且在各單元間可互相結合。
3. 工廠預製：所使用之外牆系統，從骨架、纖維水泥板、透濕防水紙、一直到最外層的外牆裝修材，皆在現場裁切、組裝施工。

5.3 定性與定量設定

根據永久屋單元空間配置，A型建築為14坪2人使用、B型建築為28坪4人使用、C型建築為34坪5人使用，所得平均1人可得7坪的建築使用面積，並換算成公制單位，以每坪3.3平方公尺，求得每人可得23.1平方公尺之使用面積，因本研究設定需要，所以自定義為長8公尺乘寬3公尺之24平方公尺建築面積，為最後空間大小基礎。

空間內容配置為一房一廳一衛之機能配置，模矩之間可以相互組合與堆疊，以達成未來空間延伸與變化之機能。

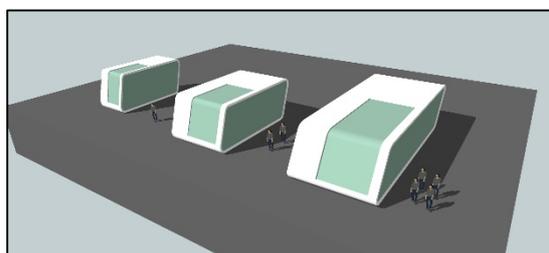


圖 5-3 type1 為 1、2、4 人之空間大小

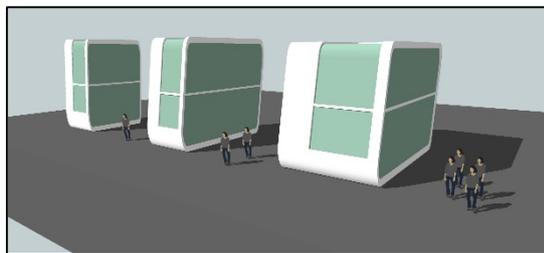


圖 5-4 type2 為 1、2、4 人之空間大小

因type2之空間為壓縮並且拉高為兩層樓，導致一樓平面只剩3x4公尺的範圍，不敷正常兩層樓使用之樓地板面積，所以使用type1為發展原型。

以type1為變化與組合模矩，堆疊排列後，得出以下兩種最大建築空間量，圖5-5，分別是一樓三列與一樓兩列之差異，一樓兩列之配置多出了地面可使用空間，所以採用下二上三的模矩空間配置。

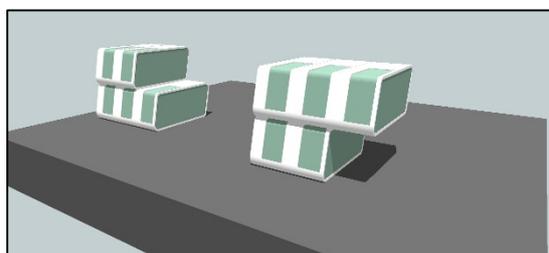


圖 5-5 空間堆疊變形

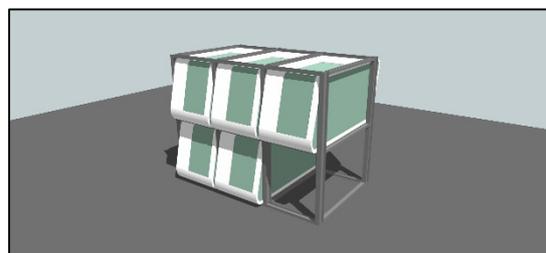


圖 5-6 最終空間模矩變形

5.4 原型設計

原型設計模型被定義為災難發生後，能快速並且堅固提供該地區所需之建築空間，首先以模矩之間可互相連結變化，根據文獻回顧之未來建築設計樣式與貨櫃屋概念之演化，並以開放式建築之模矩分割，成為流線造型之空間模矩。

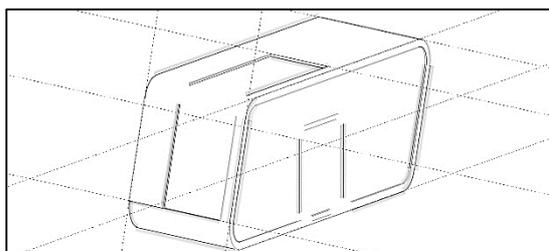


圖 5-8 設計原型透視圖

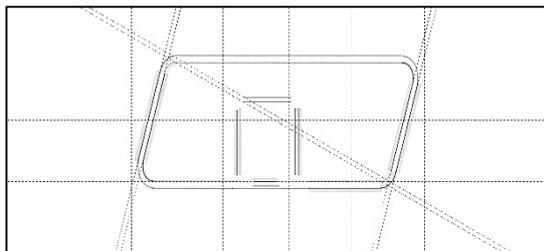


圖 5-7 設計原型立面圖

5.4.1 支架體設計

以開放式建築構成概念，將建築單元安裝於支架體之上，支架體以市售常見材料之H型鋼為主要構件，用於填充體之間的框架系統，搭配鋼承板支撐樓板，並且可作為管線通道使用，且可安裝太陽能板，建築基礎則可因建築面積大小選擇獨立基礎或筏式基礎之配置。

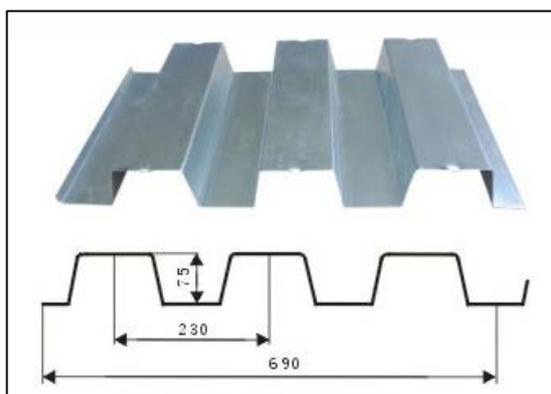


圖 5-10 支架體鋼承板細部圖

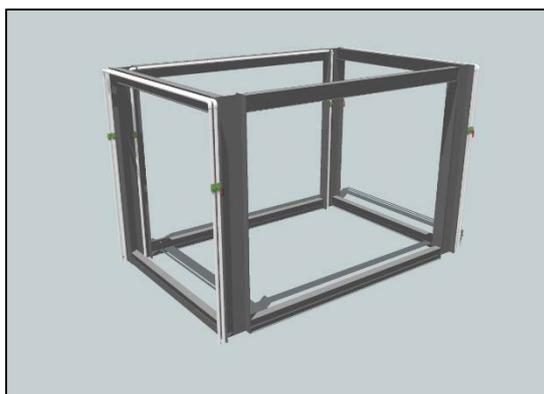


圖 5-9 支架體框架設計

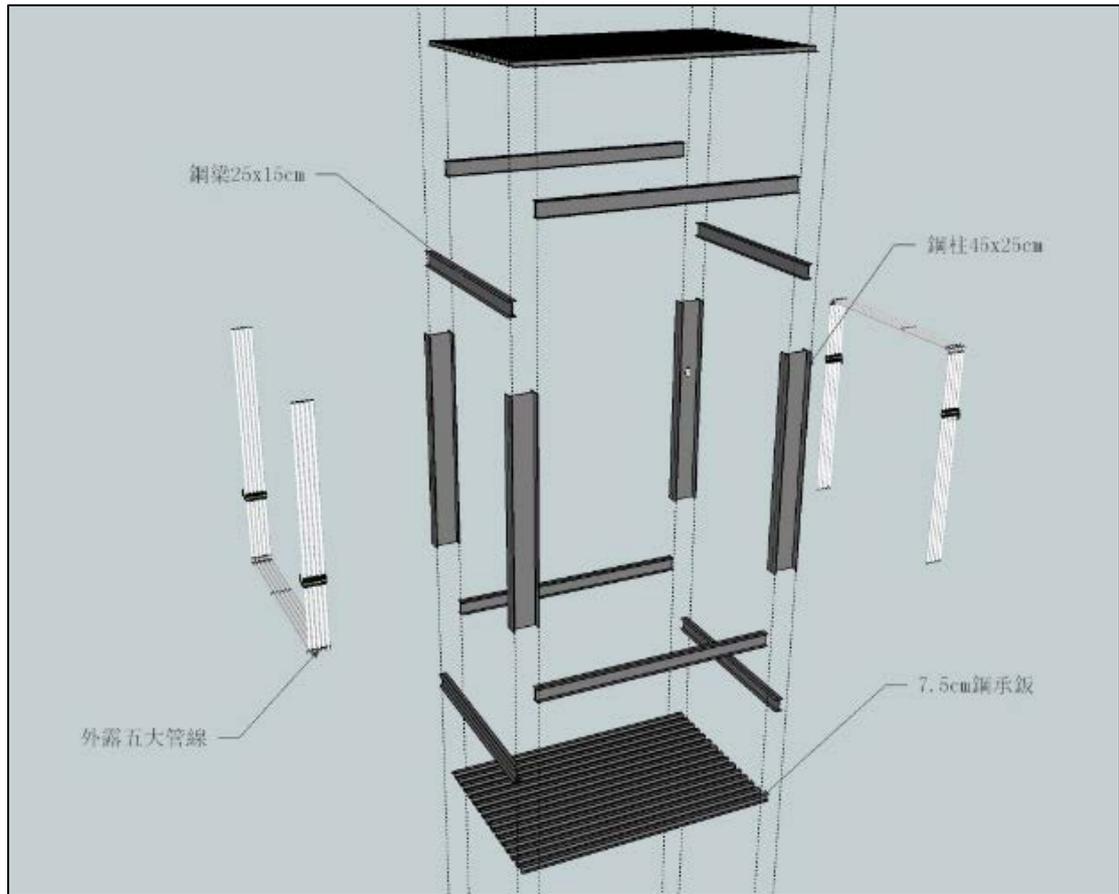


圖 5-11 支架體鋼構分解圖

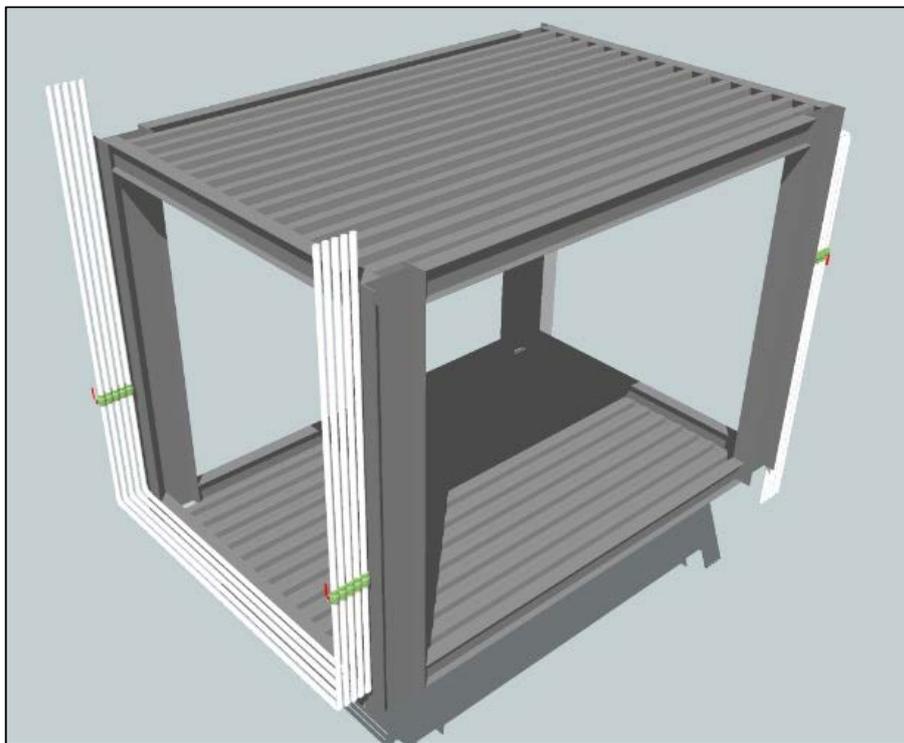


圖 5-12 支架體鋼構模擬圖

5.4.2 填充體設計

以開放式建築構成概念，將建築單元安裝於支架體之上，並且以模矩化概念生產填充體之各項構造，使填充體單元可為未來擴建時之設計依據。

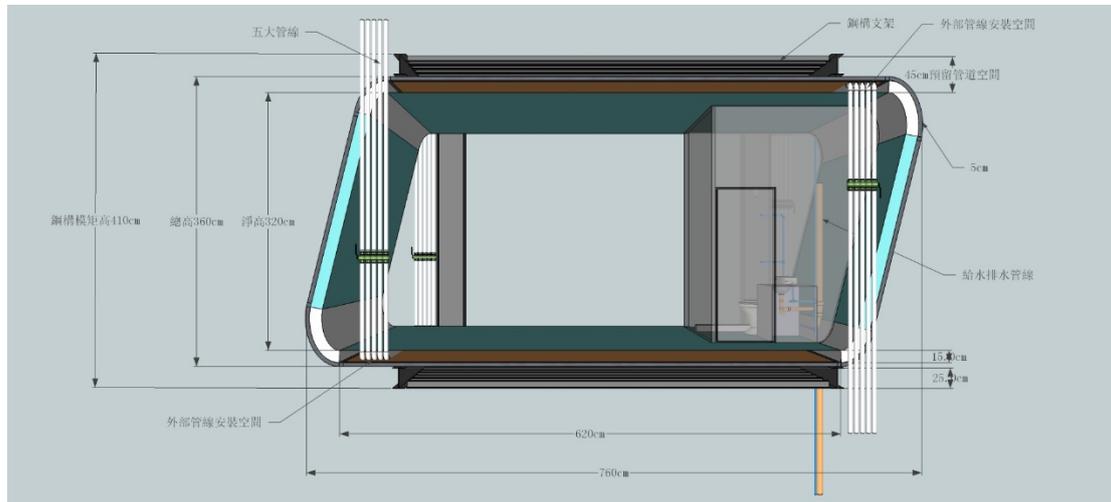


圖 5-15 填充體內部構造圖

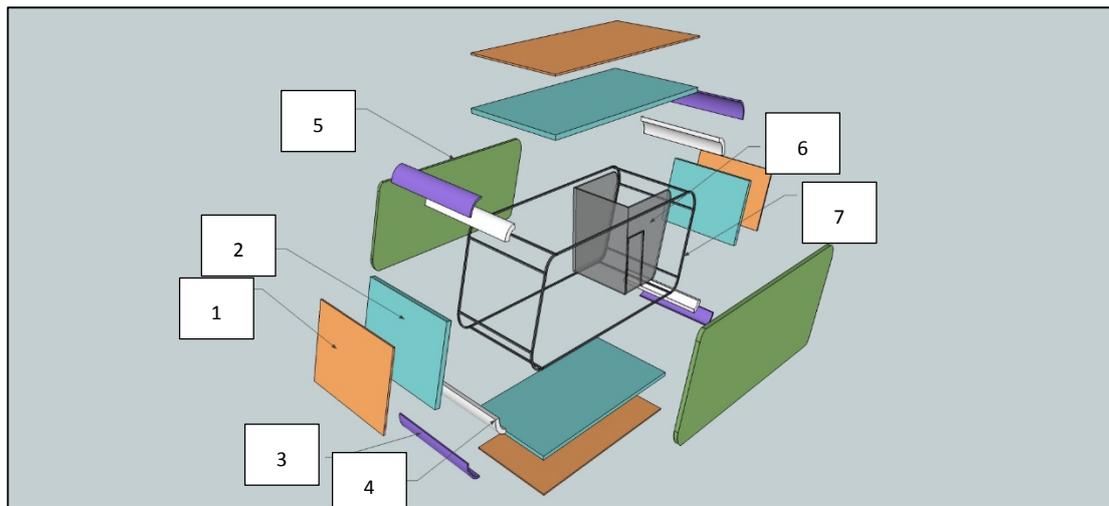


圖 5-14 填充體各項構造分解圖

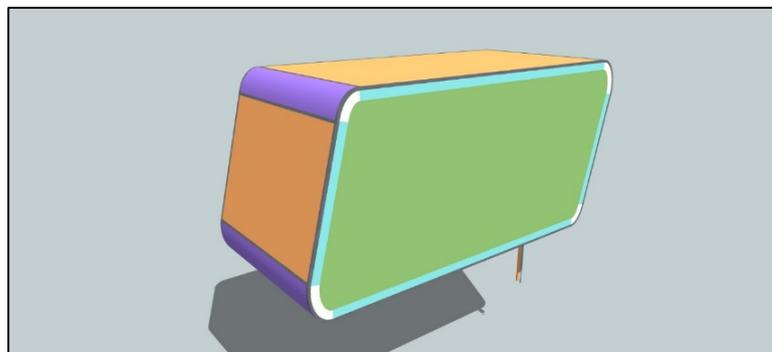


圖 5-13 填充體各項構造組合圖

圖 5-14 圖例說明：

1. 模矩外層 A
2. 模矩外層 A'
3. 模矩外層 B
4. 模矩外層 B'
5. 模矩外層 C
6. 保留空間
7. 模矩骨架

5.4.3 H-Brain01

根據上述研究內容，本研究將定義此開放式建築模型為H-Brain01，H是由H型鋼所構成之支架系統，Brain是大腦腦幹與各神經接合之系統，此系統可用於單一住宅也可變化為組合住宅，並且在於災後急需住宅空間之時派上用場，空間內容為一房一廳一衛。

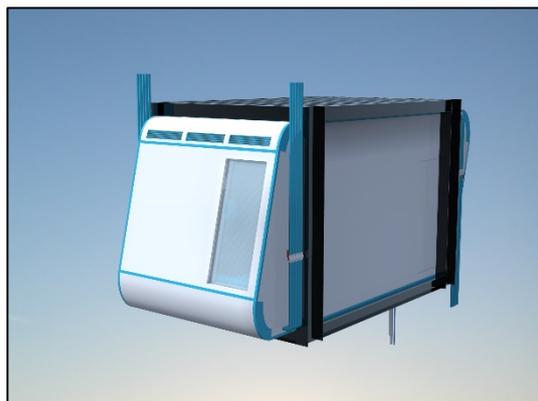


圖 5-17 H-Brain01 系統正面透視



圖 5-16 H-Brain01 系統背面透視

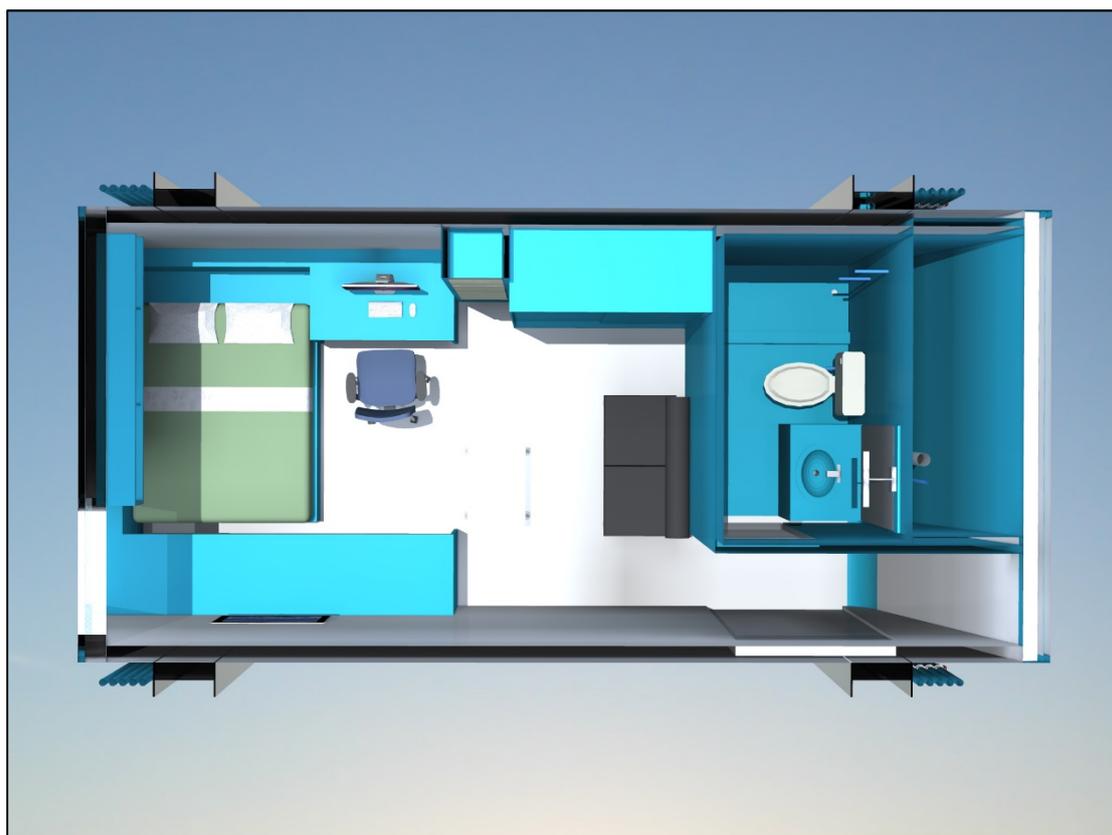


圖 5-18 H-Brain01 單元平面配置圖

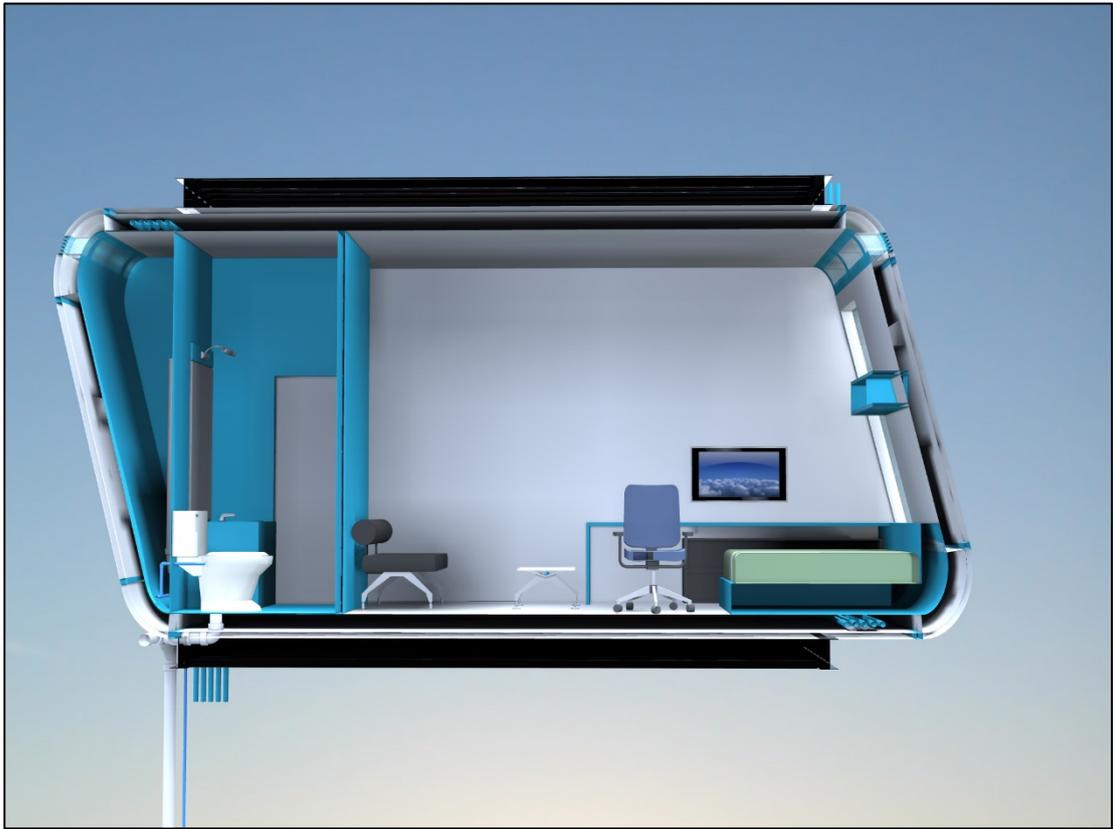


圖 5-19 H-Brain01 剖面圖

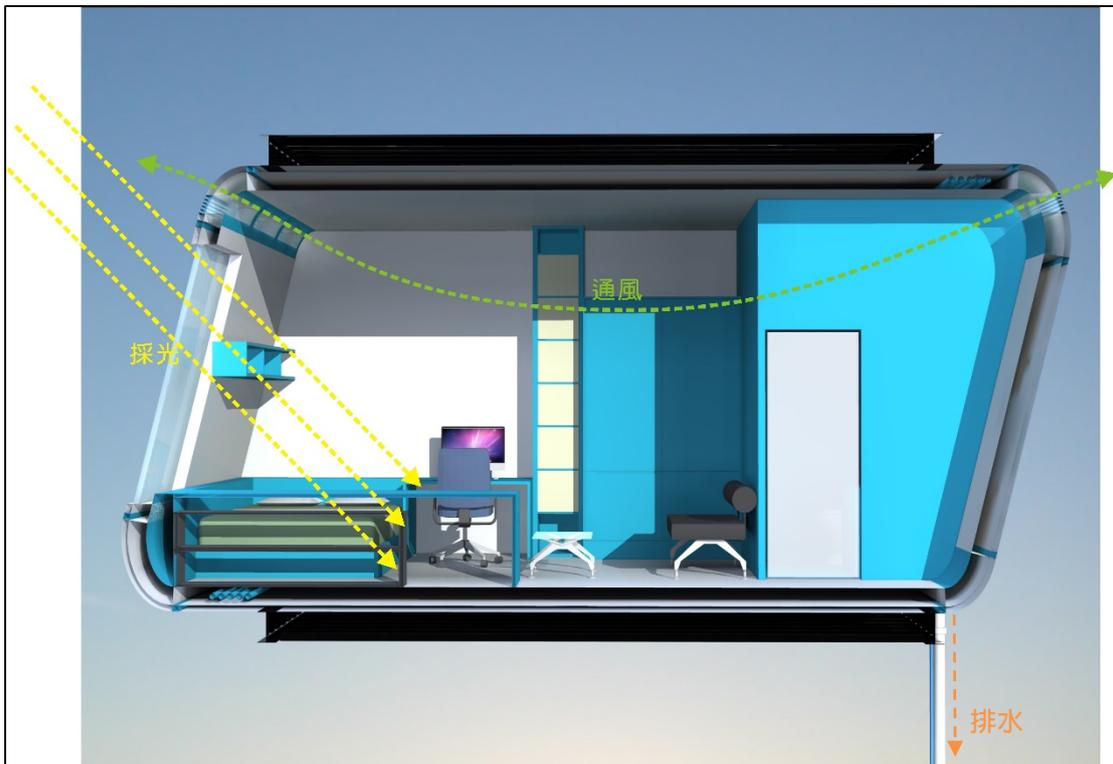


圖 5-20 H-Brain01 通風與採光示意圖

5.5 延伸計畫

H-Brain01 空間內容設定為一房一廳一衛，空間內容為 7 坪大，約 24 平方公尺單位面積，供單人使用空間，並具有通風採光之功能。未來如將 H-Brain01 乘以兩倍，亦即將模矩外層打通，即可變成兩房兩廳兩衛，依此類推，可依現行法規做延伸計畫。依照莫拉克災後重建法規為例，最多可將 H-Brain01 乘以五倍，屆時即有 35 坪數空間可做彈性使用，其內容視為一戶完整的三代同堂家庭，內部隔間亦可自由變化。

其次為小型造鎮延伸計畫，如經歷毀滅性滅天災之地區，房屋損毀幾乎滅村的情況，也可將 H-Brain01 搭配結構體延伸，做小型社區之延伸。小型社區設定為六角形，中央配置一垂直動線(模擬圖深藍色)，旋轉梯及電機，每一支線可有 3 組 H-Brain01 網上堆疊，每六角型社區可如蜂巢結構，在基地內做無限延伸之造鎮計畫。每支線左右兩側設有陽台走道(模擬圖橘紅色)，H-Brain01 模矩配置預留一組，未來可在單獨 H-Brain01 模矩兩側擇一擴建之。



圖 5-23 六角形社區模擬圖

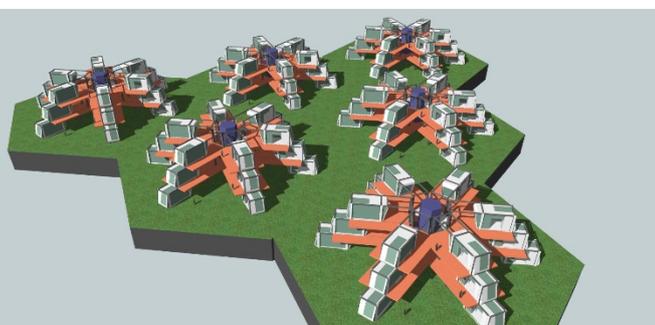


圖 5-22 六角形社區延伸計畫模擬圖



圖 5-21 六角社區透視圖



圖 5-24 六角社區剖面圖

由此模擬可發現，積木式的 H-Brain01 除了能在平地造鎮之外，更能適應地形，依山傍水做斜線延伸，如圖 5-25、26 更進一步增強結構及法規檢討，極有可能垂直延伸，做都市計畫的發展。

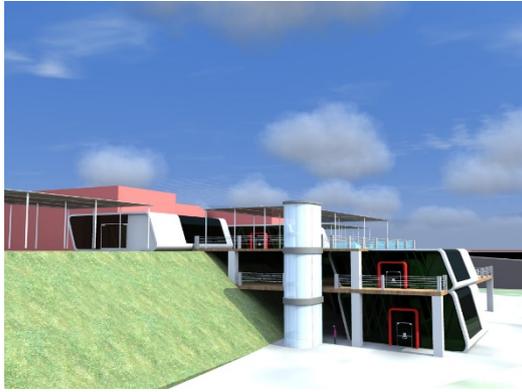


圖 5-25 依山坡地形配置日間模擬



圖 5-26 依山坡地形配置夜間模擬

此處六角形社區目前為概念之發展，目的在於區隔垂直水平等矩形基地配置，意旨在於 H-Brain01 除了矩形之外，還能有更多發展之空間配置，六角形社區配置雖合理卻不甚完美，優點在於每人使用公共及私人空間皆均等，缺點在於浪費過多閒置空間，未來配置於災後重建時，依現場基地容積與居民討論，方可配置更趨近合用之圖面。

5.6 小節

基於開放建築理論之「支架體」(Support) 與「填充體」(Infill) 兩層級分離之觀念，探討集合住宅外牆變動的可能，希望藉由國內、外對於外牆「構築方法」(以下簡稱「構法」) 技術加以整理分析，建立一套適合集合住宅外牆變動方式。

本研究目的如下：

1. 引用開放建築理論，為國內集合住宅居住單元建立一套支架體與填充體之系統。
2. 研擬一套「變動性」高的構件系統，減低因變動所產生的廢材，降低對環境的負荷，並提升材料的再使用率。
3. 協助建築師、建材商、構造設計師等設計從業人員開發外牆系統，提供業主、建設公司、政府等相關單位，指定建材之相互整合界面之規範，推廣此類有利提升建築開放性之構法。

第六章 結論

於八八水災發生之後，災難住宅的議題經由親自參與永久屋設計，進而引發對災難住宅問題的關注。運用網際網路與書籍搜尋各種新形式的住宅救難方式與資訊，並試圖以統計分析的方式，探討災難住宅的不同方式，並嘗試提出不同功能的救災建築，以達到災難發生後，便於參考執行。

根據日前聯合國難民署（UNHCR）官方網站資料⁶，近日委託請瑞典家具公司宜家家居（IKEA）為全球難民製造更經久耐用、更具功能性的臨時住所（Refugee Housing Unit⁷）。這項臨時住所設計以平面包裝形式送達，可不藉助工具，僅費4小時就能完成組裝。由IKEA製造的臨時住所為小木屋式的組合臨時住所，約17.5平方公尺（5.13坪），可容納五人。屋頂將裝設太陽能板作為供電來源，牆壁也為特別打造的材質，能讓白天熱氣不直接籠罩小屋，但夜裡又能保留熱度，同時白天可讓光線進入。



圖 6-1 難民屋設計概念圖



圖 6-2 IKEA 難民屋實品照片

如文獻探討之微型建築(Low tech)之建築形式，由此可見與其預防災難，不如先未雨綢繆災後重建之方式，其內容與H-Brain01設定不謀

⁶ 資料來源 2012 年 12 月 19 日

<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.355184524580744.77664.273423989423465&type=3>

⁷由 IKEA 與 UNHCR 共同設計 <http://www.ikeafoundation.org/refugee-housing>

而合，皆為達成災難重建中，快速、兼顧、耐用等住宅功能而設定，也能夠提供眾多災難重建中方式，找出更適合災後重建的方式。

6.1 設計操作回顧

在進入設計操作之前，收集到的資料多偏向如何使救難人員更有效率的從事救援工作，而本研究內容是以救災完成之後，執行第二步驟的災後重建，探討建築師在災後重建裡扮演的腳色，因此針對特定地區的地景特色，以一般民間方便取得的材料與工法進行設計操做，發展出適合當地居民所使用的災後重建設計系列。

Le Corbusier於1930年代曾經說過"A house - a machine to live in"，中文意涵式：住宅是生活的容器。這句話明白的指出「生活」是住宅設計的最初依據，由於生活環境與住居型態的變化，所以住宅單元也並非是一成不變的。

當災後重建穩定之後，居民開始重視生活居住品質時，建築物的內部空間與外牆，應隨著使用機能之不同而加以變動。但台灣現階段災後住宅的外牆多為「濕式構造」且與建築結構體整合一起，要符應住居使用者的需求而「變動」，不論是從既有建築法規、構造工法等來說，大多是得重新施作的浩大工程。

然而外牆的變動方式與結果（外牆系統構法方式選擇及建材的使用），直接造成通風採光等物理環境條件的根本變化，與其所圍蔽或界定的室內使用行為密不可分。「開放建築」理論之實務性研究則提供了一原則性的對策，以利於進行更有效率的變動及再生循環。

國內常見的集合住宅，如能先行提出出「支架體」系統，將外牆體自柱、梁、樓版等結構體脫離出來而不影響建築構造安全，即可套用H-Brain01的模矩堆疊模式。也同時說明國內現有集合住宅體系應可加快進入應用階段，以享有開放建築「兩階段」營建方式所帶來的效益。

在數種「門、窗、牆」構件的通用規範。通用構件再經歷整體牆面的組合排列，可證實H-Brain01住宅引用開放建築之「兩階段供給」之理念是可行的，構件與構件之間可相互抽換與可拆解、安裝組合之特性，更是實現「永續」與「彈性」之概念。

6.2 研究限制

1. 取樣限制

為使研究成果具有信度與效度，並能有利推廣，所收集的案例樣本以國內嘉義之災後集合住宅為取樣對象。鑑於設計操作之時空限制，在案例資料收集與設計操作時，無法針對國內全體災後住宅類別或歷史上曾經演變之具有參考價值的案例一一進行探討。

2. 設計操作

對象是災後住宅的可變性，並以不變動單元面積與不牴觸法規為原則，其它所探討課題無關之對象，會影響本研究之合理性。諸如使用者的社會地位、建築風格型式、美觀...等等抽象、社會性的議題，雖會影響建築風格外觀等，但均屬個別特異結果，亦不進行探討。

3. 材料選用

綜觀目前構造系統、市售材質的種類繁多，若再應對產品性質（如色彩、質感、風格、強度...）則更為龐雜，所以設計與研發操作的結果並非得到正確答案而是最合理的解釋。

4. 對力學結構的掌握

臨時的產品或是緊急狀況下的設計，重點皆放在輕便與如何快速組裝，因此當運用某些輕便的材料時，材料本身的荷重是否符合結構的強度，需要經由實驗室檢驗證明。以永久屋為例，對於材料的掌握性、建築結構的耐用度等等，若日後能加強對力學與材料的了解，研究的成果將更符合實際救難時的使用。

5. 設計物品的普遍性與使用時效

設計物品的普遍性是須正視的問題，不管是材料或施工，若不能擁有較高的普遍性，那一切都是空談。影響普遍性最主要的還是以價格、使用成效以及災難發生的頻率為考量。如果設計物品的造價昂貴，或是操作程序複雜，就不會被使用，且當地若不常發生災難，災民便會疏於防範。使用時效的問題也是如此，因此會產生損壞以及維修的問題，如何增加災後建築的普遍性與使用效率，是此論文研究必須加強考慮的要素。

6.3 結論與建議

二十一世紀眾多災難的發生，還是歸咎於人們破壞了大自然，而建築材料運用，佔了某一部分。因此在選擇當地或回收材料時，必須加強對其結構與耐久度的認知，在合理的範圍內設計結構的可能性，建立起支架體與填充體的系統，但若是朝著此一方向發展，往後必能生產出真正對世界有貢獻的災難建築。

H-Brain01利用模矩的設計方式，較以往傳統做法更快，且能使結果與理想能更為接近，同時兼顧空間、尺度及合理性，讓模矩在尺度與空間上相互契合。並使所有尺寸皆以30公分做一基本的單位尺寸，任何動線與家具配置皆為30公分的倍數，做為未來生產與再設計基本原則。

由於侷限於現有工具以及時間的因素考量，僅能從配置、平面及立面作量體變化的研究，無法針對各面向，如景觀、細部構造、施工構造等做進一步完整的探討。

H-Brain01不是標準預鑄房屋，而是可延伸的系統房屋，可依不同需求而擴充或變換。開放建築理論強調因應空間使用變遷及符合多元需求之規劃概念，針對居住者家庭結構的變遷和個人生命週期中生活自理能力的變化而可探討原居住宅具備連續性照顧功能與住宅安全性能之可行性。建築師與政府機關在未來面臨災後重建時，可做為參考之藍本。

台灣目前受限於法規及安全政治等眾多因素，以致無法在短時間內完成H-Brain01之概念用於災後重建，但就研究結果看來，國內外依然有許多相同類型之研究，研究如何在災後重建中，取得最平衡於自然、人民、政府等重建方式。

讓人民對房子的建設、室內裝置，以至居住社區的設施有更多的決定權是方法之一。居民可以自組合作社，共同決定建設需要和設施添置。同時，建立一個機制，有效地處理房屋貸款的事宜。當人們擁有自己的房子，可以決定要怎麼裝修自己的房子，人們更願意居住。

雖然災害無法預測與避免，所以防範未然是本研究其中一核心價值，研究之成果與概念，都是依專業背景提出一種新的重建方式，藉此包磚引玉，或許在未來、在國內外，能提供救災以及重建等棉薄之力，得到更完整的後續研究成果，便是大功告成，功德圓滿。

參考文獻

Allen Jennifer(2003)：Parasite Paradise： A Manifesto for Temporary Architecture and Flexible Urbanism，NAi Publishers，Rotterdam

Beisi JIA(2009)：Open Building Digital Booklet，China

Peter Cook (2008)：Drawing： The Motive Force of Architecture，WestSussex

Garbage Warrior 垃圾勇士 (2007)，電影

Kate Stohr Cameron Sinclair and(2006)：Design Like You Give a Damn： Architectural Responses to Humanitarian Crises，Metropolis Books，Melbourne

KimJong-Jin(1993)：NEXT 21： A Prototype Multi-Family Housing Complex，USA

Siegel Jennifer(2002)：Mobile： the Art of Portable Architecture，Princeton Architectural Press，New York

內田祥哉(2000)：近未來型集合住宅 NEXT21，日本，SD 別冊

王明蘅(1990)：開放建築論文選集，台北市，中華民國建築學會

王明蘅(1997)：變化：集體住宅的設計方法，台南市，國立成功大學建築系

王明蘅(2000)：開放建築論文選集-邁向居民參與及友善之房屋產業，台北市，中華民國建築學會

王明蘅(2008)：衍異：開放住宅的系統設計，台北市，建築與文化出版社

任成(2010)：緊急安置用臨時住宅之構法研究，台北市，國立台灣科技大學建築系

朱佩如(2001)：台灣住宅預售個案中客戶變更住宅單元設計之研究，台北市，國立台灣科技大學建築系

江俊昇(2005)：可動構造設計操作-以動畫技術做為設計工具的實驗，台北市，淡江大學建築學系

江南震(1999)：住宅建築給水配管的劣化診斷與使用壽期之研究，台北市，國立台灣科技大學建築系

吳順郎(2003)：住宅衛浴整建行為之調查與高架式衛浴構造系統原型之提案，台北市，國立台灣科技大學建築系

李則德(2002)：國內低層輕鋼構住宅構法性能評估模式之研究-以生產性及經濟性探討之一，台南市，國立成功大學建築系

- 李政憲(1995)：高層集合住宅建築與設備介面之整合，台北市，內政部建築研究所籌備處
- 杜功仁(2000)：邁向本土化開放式住宅的發展策略，台北市，「二十一世紀都市規劃永續發展研討會」論文集
- 杜功仁(2002)：台灣住宅整建需求之特性，台北市，建築學報(P87-100)，中華民國建築學會
- 周伯丞(2006)：不同生命週期階段之古蹟暨歷史建築室內環境診斷評估技術彙編，台北市，內政部建築研究所
- 林宜瑩(2011)：災後安置建築之永續性分析-實例設計驗證，高雄市，國立高雄大學都市發展與建築研究所
- 林草英、施乃中、杜功仁、簡聖芬(2009)：開放建築整體，台北市，內政部建築研究所
- 林國濱(2010)：開放式集合住宅內裝整建系統之研究，台北市，國立臺灣科技大學建築系
- 林蓮蕊(2006)：積木理論在開放式住宅系統之運用，台北市，國立臺灣科技大學建築系
- 施宣光、簡聖芬(2000)：開放建築整體規劃與發展之研究，台北市，內政部建築研究所
- 殷正浩(2010)：救難與建築，台北市，淡江大學建築學系
- 高邵軒(2008)：拼裝建築，台北市，淡江大學建築學系。
- 張育馨(2002)：既有集合住宅建築整建之平面可變性研究，台北市，國立台灣科技大學建築系
- 張柏超(2003)：集合住宅生命週期前期之修繕模式 繕服務為例以建設公司之售後修，台北市，國立台灣科技大學建築系
- 深尾精一(2000)：日本之支架與填充住宅的建築系統研究，台北市，中華民國建築學會
- 許玄明(2008)：設備管線外置式開放住宅系統之研究，台北市，國立台灣科技大學建築系
- 許秋裕(2002)：從規線和模矩的研究探索辦公室的空間模式-以彰化市公所暨市民活動中心重建案為例，台中市，朝陽科技大學建築學系
- 陳信安(2009)：以開放建築理論操作集合住宅外牆變動構法之設計研究，台中市，朝陽科技大學建築系。
- 陳敏傑(2007)：包裝淡水，台北市，淡江大學建築學系
- 彭雲宏 (2007)：住宅整建技術研究，台北市，內政部營建署
- 彭雲宏，杜功仁 (2000)：開放式住宅之開發案例，內政部建築研究所專題計劃研究成果報告，台北市，內政部建築研究所

葉朝憲(2003)：建築電訊，台北市，田園城市

楊昌縉、周伯丞 (2004)，集合住宅浴廁管道通風設計之初步研究，台北市，中華民國建築學會

蔣雅君(2009)：論謝英俊建築實踐的構築性意涵 1990-2009s，桃園縣，中原大學建築學系

謝佑明(2011)：RFID 技術在開放式住宅整建系統之應用研究，台北市，內政部建築研究所

魏浩揚(2005)：本土再生建築系統，台北市，中華民國建築學會

魏浩揚，杜功仁 (2003)：室內可拆組隔間系統之研發，台北市，內政部建築研究所

魏浩揚，杜功仁(2005)：開放式建築填充體關鍵技術之研發，台北市，內政部建築研究所。

魏浩揚、杜功仁(2006)：開放住宅立面整合系統原型足尺模型之建構，台北市，內政部建築研究所

羅少宏(2008)：與環境互動的建築構造之探討，台北市，國立台灣科技大學建築學系