

目 錄

摘要

目錄

第壹章 考察紀要.....	1
第一節 考察目的.....	1
第二節 考察效益.....	1
第三節 考察行程.....	2
第貳章 建築聯盟 OBT2000 國際會議.....	3
第一節 專題演講.....	3
第二節 發表論文.....	4
第三節 會議結論.....	7
第參章 案例參訪.....	8
第一節 東京市東區參訪.....	8
第二節 日本傳統住宅參觀.....	12
第三節 Next 21 及 Flex Court 參觀.....	13
第四節 Flex Court Yoshida 次世代住宅.....	17
第五節 參訪都市基盤整備公團總合研究所技術中心.....	24
第六節 參訪積水工業公司.....	34
第肆章 心得與建議.....	38
附件 OBT2000 議程	

第壹章 考察紀要

第一節 考察目的

我國自八〇年代起產業面臨結構改變，勞工短缺與高齡化，經濟朝向國際化之趨勢，行政院乃制訂產業自動化十年計畫，自1990年度起實施。根據產業規模及對整體經濟影響兩項因素擇定製造業、商業、農業及營建業為推動重點，內政部建築研究所負責營建自動化項下的建築工程部分，並制定計畫目標為提昇建築工程生產力，縮短工期、降低營建成本，提高工地安全並減少營建污染。

開放建築之目的為增加使用者及居住者對於調適其居住環境之參與權，因此將建築物區分為固定部分的支架體及可以彈性變更的填充體。本所推動建築工程自動化將開放建築列入，本次會議中相關議題可作為本所研究及發展開放建築之重要參考，藉由參觀實際案例，有助於後續推動之落實。考察項目包括：

1. 參加建築聯盟 CIB「開放建築實施 OBT2000」會議參加會議相關議題：
 - 開放建築填充體世代交替之建築翻新
 - 亞洲相關議題系統化及工業化開放建築案例
 - 使用者參與及量身訂製之住宅
 - 開放建築支架體及性能
2. 參加研習活動。
3. 參加東京、京都及大阪地區實例參觀活動。

第二節 考察效益

1. 引進開放建築在生產上配合自動化大量生產，以可隨住宅使用生命

週期更動填充體，而保留支架體之作法，使建築物使用最少之資源。

2. 採用開放建築之規劃設計手法，在使用上滿足使用者參與，及個性化的日常生活環境能隨需求調適，並適應世代交替之不同之空間機能需要。

3. 參考國外案例，作為我國發展開放建築之借鏡。

第三節 考察行程

天數	日期	預定地	考察項目	住宿
第一天	10/15 (星期日)	台北 東京	搭乘華航(桃園中正國際機場)	東京
第二天	10/16 (星期一)	東京	開幕式後分二組參加會議: 一、開放建築填充體世代交替之建築翻新 二、亞洲相關議題系統化及工業化	東京
第三天	10/17 (星期二)	東京	一、開放建築案例1使用者參與及量身訂製 二、開放建築支架體及性能	東京
第四天	10/18 (星期三)	東京	一、開放建築案例2亞洲成員研習 二、開放建築工作小組 w104 業務會議	東京
第五天	10/19 (星期四)	東京	實例參觀 一、開放建築實驗住宅 二、預組及工業化住宅	東京
第六天	10/20 (星期五)	東京 京都	轉赴京都實例參觀 日本傳統住宅	京都
第七天	10/21 (星期六)	京都 大阪 台北	實例參觀 Next21 Flex Court 抵達桃園中正國際機場	台北

第貳章 建築聯盟 OBT2000 國際會議

本次會議 OBT2000：Open Building Tokyo 2000 於 2000 年 10 月 16 日～18 日在日本東京日本建築學會舉行，主辦單位為 OBT2000 籌備委員會，並由日本建築中心（BCJ）及日本建築學會（AIJ）共同主辦。會議主題為「如何在使用者需求及都市機能不停變更之住宅生命週期中持續提供多元化功能的住宅」。計有十三國 188 位代表參加，除提出包括十一項案例在內的六十一篇論文外，並邀請亞洲五位代表作其本國房屋市場發展概況專題演講。

第一節 專題演講

本次研討會主辦單位安排五場專題演講，講題內容為各國建築產業的現況。其目的為開放建築的發展與當地本土的需求習習相觀，從各國建築產業的現況可預測未來開發建築發展方向。演講內容概要如下：

1. 東京大學 Yositika Utida 教授

講題：Recent situation of housing in Japan-General introduction

2. 京都大學 Kazuo Tatsumi, Emeritus 教授

講題：Toward Japanese Original Type of Multi-Unit Housing

3. Leinefelde 市長 Gerd REINHARDT

講題：The Challenge of Leinefedle

4. 韓國住宅研究所 研究員(KNHC) Cheol-Soo PARK 博士

講題：Brief History of Korean Housing During Last Four Decades and the Way Forward

5. 建築研究所博士後研究員花敬群博士

講題：Taiwan Housing Condition and Market Adjustment

第二節 大會發表論文

1. 實際案例

在本次研討會中計有八件開放建築案例提出報告，其中我國一件、日本五件、芬蘭二件，我國案例係為工研院開發之「模組化鋁製住宅」，以鋁擠型為主要構材，採用 60 公分之模矩尺度。由於鋁材有 90%材料可回收再利用，而且僅需要原來提煉時 5%的能源，是一項符合環保的建材。

其他案例有

- 跨文化開放建造的木構架住宅
- 開放建築在日本住宅之應用
- SI 住宅工程—Flexsus House 22 永續住宅系統
- KSI 實驗住宅—住宅公園支架 (Skelton) 填充住宅先導工程
- 為 21 世紀建造的新穎住宅
- 採用 Nikkenkei 開放住宅系統之'支架體租賃'系統之試驗
- 建造及填充體管理系統 (Flex Court Yoshida)
- NEXT21 實驗住宅之構造系統及整修試驗

2. 開放建築展望

開放建築的推廣應用中，涉及都市的規則及產業界的配合，在本段討論議題有：

- 未來都市脈絡的啟示：指出二十世紀都市計畫失敗之癥結，在於誤解花園城市之意涵。都市脈絡係由實體建物及開放空間交織而

成，而建築及空間的機能融入其中；都市或城鎮如具有與鄰近區域不同特值，即具有某種脈絡。大都市具有許多脈絡型態，各種脈絡均有其可辨識的特質。在文中列出在‘伊豆’（東京之一區，保存著古代都市型態）(EDO) 花園都市之脈絡如 Tatazuma, Roji, Yokocko, Machi-Kado, Kaiwai, 並以五件 UDC 社區開發案嘗試括取部份傳統的生活脈絡要素。

- 複層人造地作為人類活動核心：提出一項以複層結構解決都市土地缺乏，增加綠地之方案。每一層單元結構高度自 20 公尺至 50 公尺，每層結構可容納 3 至 7 層建築物。每層結構體具有 3.5. 或 7 層單元結構，整個結構物高度自 60 公尺至 500 公尺，寬度自 60 公尺至 150 公尺，分析可容納居民自最小尺度結構物之 220~440 人，至最大尺度結構物之 720~14400 人。
- 在推動開放建築之過程中，日本業界亦有人體認到開放建築填充體之間的構造需要整合，人們對建築的要求已經改變，而且由於建築構件及資訊科技的發展在營建流程中之技術也隨之改變。開放建築的觀念可以有效地滿足不同的市場需求，並以合理的價格提供高品質的產品。建築單元必須符合以下觀念：參與住宅生產者明確的交換訊息、住宅生產管理程序之提升、品質監控及產品創新之改進。

3. 開放建築之支架體與填充體

- 法國在二次大戰後之集合住宅興建主要為混凝土結構，其中包括預鑄及工地澆置，當時考量為快速提供大量住宅。直到 1975 年住宅興建大量減少，而工程技術本身並未改變，仍舊為混凝土構造，不過預鑄工程幾乎消失。而過去 20 年間社會經濟因素改變得多。經濟環境之改變不在話下，而社會習俗也將以家族為主的結

構改為不同形式的較小的且不時變化的社會單元。工作市場也帶來新的限制條件，這些改變強迫房屋所有人將公寓式住宅改為較多樣的形式。近來的混凝土工程技術改進，使得住宅生命週期中更有彈性的住宅得以達成。

第三節 會議結論

本次會議於十月十八日上午十二時舉行閉幕式，大會提出會議結論為，從會議中學習心得確認住宅持續需求調適情況下的需求及限制包括：

- 開發方法的需求，其中包括
 - 理論方法
 - 程序設計以及技術發展之需求
 - 是否太過去強調產品？
 - 對於社會經濟方面需要更多重視像是法令限制及經濟限制
- 從本次會議發表實例中獲得的經驗有：
 - 發表實例有實際狀況描述
 - 開發後經驗的回饋如技術方面、成本、補給、資源之取得等
 - 參與者的態度
- 從結束及歷史獲得的教訓
- 須要更多現場調查
- 不僅限於成功的案例
- 須要陳現困難及失敗導致放棄的原因

另外對於各國發展開放建築之本土化的考量則為：要採用既有技術或是需要作進一步的研發？從各國案例中顯示使用者的參與為開放建築發展的重要關鍵。而當地課題包括：

- 相似性
- 差異性
- 從個案融合多方而產生的創意
- 合作
- 繼續交換構想

此外自開放建築延伸需要探討範圍如非住宅部份以及都市動力論／都市面臨的危機等議題均為發展開放建築可以納入之項目。

第三章 案例參訪

第一節 東京市東區參訪

1. 河岸高層住宅（UDC 都市基盤整備公園）

此案為一都市更新案例（RiverCity 21 Project），由政府及民間共同執行，其目的在充份使用有限之土地，在市中心提供高密度之住宅。基地原為造船業使用，距離東京地鐵車僅 2 公里，位處東京市中心。本次參觀之高層住宅 N 棟由 UDC 建造，樓高 43 層，河岸高層住宅開發案：

右上圖為開發前狀況 左上圖為開發後狀況 下圖為模型

本案開發之規劃概要如上圖，建築空間利用如次頁。

2. 臨海副都心，台場地區一號街廊建築工程（如次頁圖），本案位處東京灣內，填海造地之臨海副都心，樓高 32 層，本棟施工，結構體每七天完成一層，採用預鑄外牆、KT 版，鋼筋預組等自動化工法。

3. 既有住宅之修繕

UDC 自 1930 年代起，陸續興建 74 萬戶出租住宅，由於現今住戶對於

住宅之使用需求大異於當初興建，同時居室中之設備也日新月異，必須重新修繕。變更部份包括房間加大、設備更換、儲藏空間調整等。(如次頁圖)主辦單位也期望導入開放建築觀念，使修繕計畫得以花費最少資源而同時滿足居住需求。

臨海副都心開發案

隔間變更：上圖自二房一廳(2DK)改為一房二廳(1LDK)

下圖自三房一廚(3K)改為二房二廳(2DK)

第二節 日本傳統住宅參訪

在日本京都中心地區保存頗多古代民居，本次參訪之居民稱為町家型（Machiya Houses），為一種結合住宅及店舖型態的房舍。從這些建築物將生活機能巧妙的結合（Wisdom of living together），可作為發展開放建築的啟示。參觀建築包括：

1. 秦宅住宅（HATA-KE）

建於 1869 年，原為製蓆及販售結合居住使用。

2. 杉本家住宅（SUGIMOTO-KE）

建於 1870 年，原為製衣及販售結合居住使用。

3. 新町通（SHINMACHI-DORI）

在這條街上有幾棟年代較近之早期日本住宅

川北家（KAWAKITA-KE），建於 1873 年

吉田家（YOSHIDA-KE），建於 1909 年

松坂屋（MATSU ZAKAYA），建於 1902 年

4. 紫織庵（SHIRI-AN）

其中有一間房間改為西洋式，建於 19 世紀初，於 1926 年改建。

5. 北野洛邑館（KITANO RAKUYUKAN）

為集合住宅形態，五層住商混合建築，包括住宅 12 戶、店舖 2 間，

為一鋼筋混凝土造建築，保留原有外觀風貌及生活機能為主要構想。

第三節 NEXT21 實驗住宅

本案由大阪瓦斯公司規劃興建，作為一項實驗住宅其目的涵蓋地球環境的考量及生活品質的考量包括：

- 建造高效率的能源系統
- 促進與環境協調的生活方式
- 廢棄物循環回收
- 建立高度彈性的建築系統及基本建築的長期使用年限
- 使用對人類及地球無害的營建材料及機具
- 建構一個新的都市社群
- 針對低出生率之高齡化人口提出一套住宅計畫
- 提供提高生活舒適度的設備

NEXT21 的營建系統

高度彈性的建築系統也就是開放建築的理念。著眼在於反應居住都需求改變對於廢棄物減量及長期使用的重要性。因應生活型態改變，設計彈性的程度對於長期居住是非常重要的，用來當作一項模子的基本建築結構是一件重要的資產，而此居住房屋成為社會資產，最終對減少廢棄物做出貢獻。

基本建築結構及居住空間分離的營建方法

NEXT21 案的營建系統將公共的建築結構系統與私用居住空間分離，使居住空間修繕不會影響基本建築結構。

系統化建築

經由標準化及使用預製之外牆及其他組件，組件得以容易的更換或移動，也因此容易回收使用。每一件組件均以模組化方式設計。

高品質的基本建築結構

高品質的基本建築結構可使用大約 100 年，其採用的技術有：

- 採用預鑄混凝土板塊，混凝土品質及超載的厚度均得以控制
- 對雨水特別的防範
- 一樓及二樓樓高 4.2 公尺，三樓以上樓高 3.6 公尺，樓板厚度 24 公分
- 採用鋼構架而不是抗震剪力牆。

彈性的管線系統

在三度的通道（相當於公用管道間）之下的空間用來做管道空間。NEXT21 案允許大幅更動水管相關設施的配置。

可移動式衣櫥

為高齡者設置床墊下方之取暖裝置

水資源再利用裝置

第四節 Flex Court Yoshida 次世代住宅

Flex Court Yoshida 次世代住宅以耐用一百年，並且具有足以反應其間社會環境變遷及居住者生活需要的彈性為訴求。本案強調填充體包括隔間、配件及可移動式傢俱均可隨居住者生活需要例如家庭成員人數及生活方式變更而改變，而隔間及配件可由居住者自行購置。支架體固定填充體諸如樓板、天花、隔間及設備位置不變，然而這些物件可以在三十年後與覆面材料一起簡易的更新。覆面材料包括外牆、窗戶及牆壁單元，這些元件是乾式施工具有防火及良好隔熱、隔音性能，並且非常自由的更新。

支架體包括柱、樑及樓板以強度達 $27\text{N}/\text{mm}^2$ 比傳統支架體厚 25mm 的混凝土包覆，具有抗震及耐久性能。樓板安置成棋盤狀，有不同的高程以裝設給排水。

本隔間系統由大建工業公司開發，木製平板以槓桿螺栓固定於板片上端及固定牆面，板片垂直接縫以企口方式結合。

本隔間系統由日本住宅組件製造公司開發，固定裝置內藏於板片

中，在安裝時張開固定裝置到天花板及地板。板片之間及以企口方式接合並於上下部份加蓋板，避免光線穿透。

本隔間系統由松下電工公司開發，採用每片板子重疊半片的方式組合。安裝時先固定地板及天花板軌條及角材，再將板片模組以螺栓結合。然後用鋁飾條將板片固定，並貼上飾面材料。

易於組裝之設計

給排水管線集中於公用走廊，減少傳統上個別住宅單元管道空間。高架地板避免在傳統天花板及牆壁中的管道間，創造優良的大型開放空間。

樓板以每隔一戶交互降低方式安置，水管集中在降低的樓板。管線集中在走廊，減化更新工作。

具有較高樓層空間部份裝設水管，樓層天花板淨高至少 240 公分。

一樓停車空間

樓梯週遭提供居民社交及兒童遊憩空間

第五節 參訪都市基盤整備公團總合研究所技術中心

5-1 整備公團之演進

都市基盤整備公團（UDC Urban Development Corporation）之前身為日本住宅公團（JHC Japan Housing Corporation），該公團設立於1955年（昭和30年），以因應日本都市化過程中快速人口成長與聚集之住宅需求，以提供平價適宜的國民住宅，為政府資助的半官方之財團法人機構。在此之前，即1923年（大正12年）因關東大地震，造成數以萬計的房屋倒塌損毀，次年為了災後重建的大量需求，即成立有「同潤會」，以互助合作的方式成立，從事住宅社區之建設事宜；1937年中日戰爭爆發，至1941年太平洋戰爭，當年「同潤會」解散，而設立「住宅營團」取而代之，但於1945年日本於二次世界大戰戰敗，受戰爭的摧殘，雖有420萬戶的住宅遭受破壞，而戰後的不景氣，「住宅營團」仍於1946年解散。

其後，隨著戰亂的過去，各地住宅又陸續重建興建，於1950年制定建築基準法，設立住宅金融公庫，1951年制定公營住宅法（國宅法）至1955年始成立「日本住宅公團」（JHC），於各地大量興建國民住宅。至1981年再經轉型，改為「住宅暨都市整備公團」，除了國宅之建設外，及辦理都市土地大規模之綜合開發，也因此取得許多許多的住宅團地可供發展。就都市發展而言，如市地重劃、區段徵收的各項工作，在日本原屬政府應辦事項者，都可以交給該公團辦理，而公團基於半公半私的機制，推動各項的都市及住宅建築開發，乃更具彈性空間，且具有公共信賴性，對日本都市發展建設頗具貢獻。該公團於1999年更改名為「都市基盤整備公團」，功能上賦予都市結構再開發再造之新

的任務。同時於當年成立總合研究所（UDC-Research Institute）。

5-2 總合研究所與技術開發之演進

該研究所成立之前，早在住宅公團設立之初，於公團中即有調查研究課，以因應住宅投資興建之各項調查研究業務，在 60 年代制定各種標準設計案例，開發金屬模板工法，自動化預鑄工法、導入鋁門窗、集合住宅共同天線、陶磁浴槽等，並於 1963 年成立量產之試驗場。70～74 年間始將住宅內部之起居室與餐廳分離（傳統的一般和式住宅則不分）。開發 HPC 工法（H 型鋼與預鑄 PC 工法併用），及 8 層樓的 PC 工法，及屋頂隔熱工法等，同時研究興建 20 層樓的高層集合住宅。至 1975 年將量產試驗場改制為總合試驗場，開發多樣化、質地高的都市低樓層住宅，與可點選（menu-order）的住宅，同時廢止早期建立的標準設計制度住宅型態，從事實驗住宅建設，導入熱水暖氣中央供應系統等。81 至 85 年期間，推動多樣化自由平面（Free-Plan）的租賃國宅；投入世紀住宅系統（Century Housing System）-可使用百年以上的住宅建設，開發低噪音衝擊對策樓板，及雨水透水性工法對策，導入住宅安全存量情報資訊，並在 85 年成立住宅暨都市試驗研究所。1986～90 年期間，為因應地價高漲與多樣化的現代生活型態的需求，推動有特色的住宅計畫（Character-Plan），開發 WR 預鑄工法（Wall Rahmen- PC method），及 RC 構造高層集合住宅工法、牆板梁構造（Wall-Flat Beam Structure）工法，及廢棄混凝土再利用之開發。1991 年～1999 年間，對應著社會經濟之激烈變遷以及邁向 21 世紀之準備，推動老年住宅之建設、住戶可加工的住宅（You-make housing），並導入對應長壽社會設計理念、屋頂花園綠化工法，開發經常性小風量換氣空調系統，以提升室內空氣品質；期間於 1996 年正式成立建築技術試驗場，至 1999 年改組為「都市基盤整備公團」，同時成立總合研究所，並投入都市再構造再發展之相關研發之新任務。

5-3 技術中心之簡介

本中心隸屬於總合研究所，原為技術試驗場於 2000 年 4 月 1 日更名而來，是大會安排的重要參訪行程之一，其重點係在該中心的「KSI 住宅實驗棟」(KSI：Kodan Skeleton Infill 其中 K：為公團之意、S 表建築之骨架系統、I 表示填充體系統)之考察，此外，此中心尚有環境共生實驗廣場、地震防災館、振動實驗室、住宅環境館、低成本實驗住宅、裝修材料與給排水實驗室棟、結構材料實驗棟、超高層住宅實驗塔、音響實驗室、風洞實驗棟、集合住宅歷史館、材料曝曬實驗場、內裝實驗棟，及居住品質與性能館等設施。

本中心目前屬於都市基盤整備公團總合研究所之下，1963 年於住宅公團時代，於調布市國領地區設立，1969 年始遷移至現址一八王子市。為公團有關造鎮與適宜性居住環境之技術研發組織。其研究成果與設施均可以公開，期以提升有關其國內之造鎮與適宜住宅環境之技術發展。該中心內部組織的主要單位包括構造研究室、材料與施工研究室、居住環境性能研究室。以及若干專門小組，含設備、造園、風工學、構造等專責部門。

5-4 KSI 住宅實驗棟

開放式建築之理念係從梁柱牆版之建築結構之支撐系統 (Supporting system)，與內裝與隔間、水電、設備等填充系統 (Infill System) 分別考量，應用其易於更換構材、變更使用空間、造型、尊重環境保護、資源再利用之目的；且在建築生命週期當中，可便利使用者能適應不同的生活型態，組成之變更需求。本案之住宅實驗棟 KSI，K 是公團 (日語譯音 KODAN)、S 是指軀幹 (SKELETON，特別與一般開放建築之 Supporting 別苗頭，其實際意義仍然一致)，I 是指填充體 (Infill)。日本住宅公團在過去所投資興建的住宅中，部份擬採租賃方式，檢討租賃住宅制度時，曾考量租賃者之需求特性各異，既有只提供固定且實用軀幹 (架) 之構想，而內部裝備則可由進住者自行發揮其構想與需求，在不大興土木之下，即能作適當的調整變更。

5-4.1 KSI 住宅的意義與目的

住宅公團構想 SI 住宅的意義，主要是基於以下的四個觀點。

1. 從社會的觀點而言：高齡社會的到來，未來的經濟狀況與地球環境問題等之衝擊下，今後之消費型態以及可以轉換循環利用之模式更需予考量，集合住宅之高耐久性與長壽命化的要求也日漸為社會所重視。
2. 從都市景觀之形成而言：隨著建築長壽命代之趨勢，構成都市構造與都市景觀的集合住宅，會因地域特性與需要而變化。同時隨著環境的變化，建築物應有柔性的對應，以塑造市街風景的特色。
3. 從使用者的觀點而言：按公團對租賃住宅需求調查發現，住戶對於可以自由變更的要求，比率日愈提高，因此新的建築必須考量使用者可以自主意思決定的範圍。
4. 從住宅產業的觀點而言：因應未來建築構造需要的變化，使用維持管理費的減低，以至土地與住宅軀體 (Skeleton) 之租賃，住戶對內裝系統的委辦(使用者可以依個別用途訂購、或租用、或 DIY 等)。或者，將整合部分軀幹體之租賃業者，而此類業者對於後端的使用者，又產生新的供給租賃方法，並以尋求都市住宅要求之回應。從產業生產系統面而言，軀幹體系與填充體系之生產組織的分離後，填充體系產業可說是一種新生的業別。因此，此類產業的育成，對於住戶服務的細部內涵亦有所期待。

5-4.2 KSI 住宅的概要 KSI 住宅以其 Skeleton 與 Infill 區分，軀幹 (Skeleton) 部分包括：

1. 建築結構的軀體部分：即含柱、梁、混凝土樓版及剪力承重牆等。
2. 共用之維生管線部分：含給水、排水、瓦斯、電氣及資訊系統之共同管線。
3. 共用的機器設備、共用樓梯、共用走道 (廊) 與共用之玄關等。

而填充體 (Infill) 部分則包括：

1. 住戶內裝部分。
2. 住戶專用的維生生活管線。
3. 專用的部分設備機器，如浴廁、空調等。
4. 窗戶、玄關門戶。
5. 非承重或剪力外牆 (帷幕牆) 與隔與隔戶牆等。

就使用年期來分，軀幹系統強調期耐久性，使用期限計畫上考量達一百年以上，其耐用性並能對應於將來長期使用的變化需求。以 KSI 實驗住宅而言，主結構體為因應此項需求，建築時使用高品質的混凝土，同時有 10 公分的混凝土保護層，以免混凝土劣化而使鋼筋銹蝕。而結構系統採用剛性構架 (Rigid frame)，而不外加承重 (剪力) 牆，同時，柱、梁、小梁與樓版系統也考量到長久使用的需求，以及因應內部填充系統的發展，加入各種可以達成高耐久性的設計理念，以予施作。

在填充系統部分，則提供設計者具有更多可變性 (Flexibility) 的室內配置與內裝設計的空間，以利因應未來不同的住家組合，不同生活型態住戶，可以重新安排內部空間的需求。內部的給排水設施、電氣管線亦須具有此類需求之可變性；廚房或浴室的更新也應該比傳統的工法更為容易，各種管線與其接頭的維修更新，應使其不便性應儘量減少。

KSI 住宅除了以上的基本理念外，由於隔間、管線，甚至外牆的可變動性高，相對的也使其室內可應用的空間尺度，以及使用性質隨之改變。因此，它亦被假設未來可以從住宅的基本用途，可以變更成辦公用途，或商業用途使用，甚至在一棟大樓內，它可以作綜合的使用。

5-4.3 KSI 實驗住宅的試驗

1. 試驗目的

UDC 興建 KSI 實驗住宅之目的：1) 經由試驗，以驗證 SI 技術的可行性。2) 發展各私人公司與團體間之合作實驗。3) 經由試驗，以利於日本播種 SI 開放住宅系統。

2. 設計大要

KSI 實驗住宅以鋼筋混凝土構造建築，採剛性構架及無承重牆結構，其先期建築高度為二層（但結構設計考量為 11 層），面積約 500 m²；其中 KSI 展示廳 2 間（102, 103 室），UDC 自行施作之填充體實驗室 1 間（203 室），私部門（公司與社團）合作填充體試驗展示廳 3 間（101, 201, 202 室）。其工程於 1997 年 12 月開始設計，98 年 6 月開始施工，9 月徵求私人公司提出合作技術計畫，11 月完成軀體施工及部分（203 室）之填充體裝置。1999 年 5 月完成其他私部門合作的填充體之設置（101, 201, 202）室。2000 年 3 月再將 201, 202 室之填充體的實驗展示更新。其中徵求民間參展部分，計有 40 家（35 家公司及 5 個團體）提案，提出 48 個方案，經由 UDC 評選出十二家（其後為 13 家）一齊合作，於上述三個房間中展示填充體設置應用之實驗情形，並於 99 年 5 月開放大眾參觀。

3. UDC 自行施作的展示空間介紹

KSI 實驗棟由 UDC 自行裝備的 203 室，地板採用高架地板先行鋪設，其下提供管線佈設之用，起居室沿用日本榻榻米式之床鋪，但仍再提高床面，此與傳統上先安裝室內隔間牆之作法有別。在隔間牆方面，其牆版於工廠先行預製，完成其中一片片單面的單元牆板（panel），於現場配置管線電路後，再封裝另一片面板，組裝時以螺栓錨定，可達成內裝工程省力化與縮短工期之效益。

在電線部分，室內採扁平纜線（tape cable）之工法，避免於結構軀體內埋設管線，扁平纜線由共同的電路分支出來，貼附於天花板上方，在室內空間的佈線，通過室內隔間牆的管道間，引導至高架地板下之空間，予以分佈至室內各須用電力之位置。

在排水系統方面，由於高架地板有 30 公分高度，經由緩坡式的配管可以有助於排水及管道阻塞之清除，並容易增設或改變管線。同樣的，在廚房瓦斯供給管線亦易於敷設。在 KSI 住宅為使住宅內外有別，在外牆，隔戶牆（非耐力牆部分）或玄關空間，採用雙重壁式安裝，其中一道牆為共用部分，為區隔不同單元；而另一道牆則為可變化的填充體部分。隔戶牆為乾式、耐火、隔音的間隔，移設可能性較低，更新時不牽扯至鄰居。外壁部分用混凝土磚砌築或內乾式之外牆工法。

（如圖）

4. 民間提供技術之提案

民間提案的部分，主要展示室為 101, 201, 202 等三個房間，101 室由新都市住宅協會提供，屬於「立體三度空間的 SI 住宅」展示。其樓層高度有 3.6 公尺，同時活用內裝系統與高度之可變性之提案（如圖），其中可變動的部位包括：可當隔間之家具櫥櫃、高架地板，床下為儲物櫃（儲存易於組合拆解之物件及一般家用衣、棉被等），可移動廚架。於室內用水空間設可迴轉式排水接頭，以利排水孔增設之需。

201 室為東京瓦斯公司等四家公司提供，為「內裝設備統合化系統」之住宅，主要係靈活應用各種預製的內裝構材，如系統天花板、乾式預製隔間牆、乾式預製外裝防火牆、彎折之不銹鋼可管道、可預組之電纜，及溫水式暖房雙重地板等，這些構材可由單一廠商於現場快速組裝。此種工法事前已經於東京都江東區大島之一民間住宅社區實現，在本館之裝置主要是在檢驗證明其多功能施工性之工程時效（如圖）。

202 室係由三井建設公司等八家公司合作的「部位別共同試作填充體」展示間，提供不同廠商內裝構材組合搭配可行性之實驗。其外牆部分由三井建設提供預鑄牆板，地板部分由 Bridgestone 公司及日本板硝子環境適宜公司，三菱塑膠公司與 Top 住宅系統公司提供，乾式隔間組件、暖房及電氣配線由東京電力公司提供，照明設備由日本松下電機公司提供。(如圖)

5. KSI 實驗住宅之探討

KSI 住宅之實驗研究及各項設計技術之要素，及實驗之建設與技術之開發等實際上為了改善提昇建築的工法。但就整體而言，此種開放式住宅的構造，仍有下列各項課題尚須進一步思索。1) 模組方案計畫 (model project) 的推進：各種組合式的技術方法，應由供給者開始提出或由需求者之要求，但兩者間如何相輔相成呢？2) 階段性的標準化工作：大量的集合住宅在特別的企劃下，標準規範化的要求應屬可行，但其成本為必要檢討的主題。3) 成本的檢證與降低：在軀體與填充體投入的成本，應將整體使用成本 (Life cycle cost LCC) 並予計入，使維護管理的更新性的效益提昇而能降低成本，但 LCC 檢證乃為重要課題。4) 更新技術的應用：新的系統在長期應用是否會成功，及未來是否有組件之存貨可以利用，均為現階段技術發展所關切的。5) 技術開發的核心問題甚多：排水共同集水接頭，住宅內部管道內使用扁平電纜 (cable) 之認可，高架地板與其上部組裝之錨定補強，空調換氣方式之檢討等如何在建築產業上紮根與發展，均為其未來實用化重要議題。

第六節 參訪積水工業公司

1. 前言

積水工業公司創立於 1972 年 4 月，位於東京都埼玉縣，廠房面積有九公頃，98 年之員工 831 人（平均年齡 34 歲），年營業額有 531 億日元。該公司以建築木構造及輕型鋼構造住宅主要產品，即採工業化的工法在工廠製造一般平民住宅，再由拖車搬運至訂購者的宅地組裝。其行銷的做法亦即將一般二至四層的民宅，規劃成多樣式的型式，提供購屋者選擇的參考，再就顧客需求設計，於工地打好基礎，而房屋主要構造、裝修在工廠製作，為利運輸製作時分割成若干個單元（Unite），可以迅速的在工地組合，構築成一完整的住宅平房；其工廠生產線如圖所示。

上圖為以輕型冷軋鋼銲接成箱型剛性構架（Box Rigid Frame）為結構體，再作內外裝修。下圖以 2*4 木構造框架結構（北美新型耐震構架）為主的製程。

2. 建築的特性

此種工廠生產，現地組裝的方式。由於有八成以上的工事在工廠完成，其生產效率高，一般可以在 50 個工作天內讓訂購的住戶遷入居住。同時，其製程有固定的生產線，生產品質乃可以逐步控制，品質可以完全確保，特別是構架的製作係由自動化的機器人裁切接合生產，結構品質均一，勞工亦安全，整廠每月可產出 9000 個單元（相當房間大小）。

在建築物的性能上，因其製程有別於傳統工法，必須採用「審核認可」的方式請領建築執照。故該工法、構法必須依據日本建築基準法之規定，先由政府指定的專職機構「判定」後再予請照。因之，該公司的建築工法技術，即非應用於傳統的設計結構計算，而係將主要成品式樣直接經由實驗驗證。依資料顯示，輕鋼構架的震動方式實驗測試，可抵抗 6.7 倍的 1923 年關東大地震之震力，故該公司保證其產品耐震能力在 1000gal 以上（1995 年版神大地震最高地表加速度為 883gal）。

此外，也以燃燒爐作耐火性試驗檢測，牆板作隔音性能試驗，均能獲得更高於法規要求的品質性能。在節省能源方面，由於隔熱性能良好，比較其他一般建築可以節能 57%。在空間設計上著重住戶之生活型態求，建築外觀造型色彩均力求完美，而且耐久性設計的長期訴求，使住戶住的更安心。為證明其品質特性，該公司共取得 250 餘項檢查合格之檢測，並於 1999 年取得環境共生住宅之認定；工廠本身之生產管理作業亦取得 ISO14001、ISO9002 認證。在營業機制上，該公司強調顧客滿意的 CS (Customer Satisfaction) 服務精神，因此，其高品質可以讓客戶看的明白，價格低、交貨期短、實用性高，而且保證售後服務，均為該公司永續經營與生存之道，為國內業者值得借鏡。

第四章 心得與建議

1. 開放建築之落實，有待建築材料廠商能供應完整的支架體與填充體單元。以目前我國建築產業之能力與環境而言，支架體以預鑄式或預組方式施作，僅侷限於個別特殊條件下的案例，而以現有之技術來看，諸如輕鋼架、鋼骨結構亦均有構件可重複使用的潛能，為值得推廣之建築構造方式，填充體之供應，僅有部分建築單元具有可重複組裝，更動位置之特性，尚缺完整之開放式之內裝系統。開放式建築的訴求，甚為廣泛，考量建築物整體生命週期的永續性：強調建築物的使用年期的延長，易於更新使用，增進材料再利用之機能。倡導建築物可隨住戶使用的需求而變化，可容易調整內部隔間或使用空間；業主可以提供住戶「量身訂製」的要求，或由住戶自行DIY，或可由住戶點選（Menu）適合自己的空間規劃，因之，亦為注重環境共生的住宅，為遵循永續發展的建築導向。
2. 國內產業宜朝開放建築的理念進一步的推進，在規劃階段，可提供多樣化的空間配置方案，提供未來使用住戶的選擇，避免住戶購屋後二次施工，即浪費製作之人力物力，又增加住戶負擔。業界在室內裝修可以開發由住戶自行組裝之材料、構件，以適應各種不同空間需求之裝備。
3. 建築物之管線屬於公共設備部分應以明管方式配置，或置於專用管道間以利維修更新。住戶私人專用之分支管道，應避免埋入結構體。不得通過他人權利空間，住戶可隨使用需求，易於變更組裝，而不致破壞其他既有裝修構造。
4. 實驗住宅的範例，可帶動業界技術之創新。政府部門應予倡導，如以部分單元之國宅作一特別的試驗示範，並保留部分裝修讓業界合作評選優良案例，提供展示觀摩，以供仿效推廣。
5. 規格化、標準化或模矩化之理念在營建自動化的執行過程中，曾為各方關注之重點，惟國內業界多未重視落實應用，未來於我國加入WTO後，建築業必將面臨國際化之挑戰；過度封閉型的建築構造，在市場將有失去競爭力之虞。因之構材之規格、尺寸或構件之模矩化，使之具有標準化，易替代更新，且有國際化特性之開放建築模式，乃為必然趨勢。
6. 工廠預製構件或預製成品，於工地組合的建築型式，可提高生產效率與品質，亦為開放式建築可行的作業模式。其結構設計經由實驗檢測，其構造方法有別於傳統於工址現場逐步循序之搭建方式，在

設計、施工管理上均突破現行正統的法規規範之限制，因之法規之更新或新工法、新技術之評定機制，以適應若干開放式建築構法，應適時建立。

7. 本次會議議題與研討課題之擘劃思慮十分周延，對於開放建築推動問題癥結也作廣泛的討論。

附件 OBT2000 國際會議議程