

第 3 章 構築因子分析：紙上案例

3.1 案例分析對象與素材

在構築術的探討中，建築型態可視為構造技術影響下的的衍生結果，而自由型體則是電腦媒材與電腦科技廣泛使用後普遍發展的形態，以數位自由形體建築的案例研究為主軸，能在較廣泛的數位媒材應用方式中探討數位設計下構築性的相關議題。由於在自由形體的生產上，電腦軟體使用佔了很重要的一部分，除了透過基本的電腦指令操作進行設計外，開始大量運用參數設定精準的控制型態，完成自由曲面（NURBS）、泡狀（blob）、網面（mesh）、摺疊（folding）等造型，近來一些更具動態效果的設計方法也被應用到自由型體的設計上，例如動畫的關鍵影格（key-frame）模擬、藉由數學方程式與電腦程式運算的輔助得到具規則幾何邏輯的編織曲面（weaving parametric surfaces）型態，或將動畫影格特定範圍內的形狀自動轉為另一種形狀的混合（morphing）等（Nardini, 2002），因此，以具有強烈自由形體形式之數位作品做為本次研究的目標，有利於分析使用電腦媒材在數位環境操作與表現下，是否還存有構築術所強調的構造的關係與知識呈現結構，進一步探討數位環境中自由形體空間構築的可能方法與影響，及設計過程運用數位媒材的特性。

本研究以非商業目的的考量的競圖中選擇紙上數位建築案例，紙上建築的探討分析較有機會浮現真實世界中無法完成的構想，並看出前衛的設計企圖與嶄新的空間型態。在 1998 年首屆在美國舉辦的電輔助建築設計研討會設計競圖（ACADIA Design Competition）資訊時代的圖書館競圖，首創網路評圖的方式，讓來自世界各地的專業評審，透過瀏覽網頁與電子郵件交換評審意見選出優勝的數位建築作品，吸引來自全球各地的專業建築師、設計者與學生參加，並於 2001 年舉辦第二屆，主題為基地位於柏林的市民集會與論壇資訊廣場，延續至今已無數國際建築競圖的方向受數位時代的空間議題影響，探討數位時代的空間發展作為競圖主題，如美國 2002 年 AIA 舉辦的 P&F Chapter AIA Awards、日本 2003 年 JA 雜誌主辦的第 38 屆國際建築競圖（The Central Glass International Architectural Design Competition）、與歷屆台灣遠東國際數位建築設計獎 FEIDAD Award（The Far Eastern International Digital Design Award）等。

在台灣，遠東國際數位建築設計獎亦是完全於網際網路虛擬平台上進行的數位建築競圖，參賽者遍及全球，每年參賽者都超過百人，自 2000 年開始舉辦，目前已連續舉辦四屆，在數位設計競圖的領域中是一具有國際性代表性的競圖，也是數位設計競圖中普遍受到參與的一項獎賞，透過網站的設置與每年集結入圍之優秀作品集出版，使本研究的資料來源可由作品的設計網站、FEIDAD Award 每年由德國 Birkhäuser 出版的作品集，和相關建築雜誌的競圖專題報導獲得，有利於蒐集設計者所發表的文字與圖面影像進行案例研究；另一方面，這個獎項所囊括的作品特性也是最多元的，作品來源分部自亞洲、美洲與歐洲國家，設計規模從小尺度的個人私密空間到大尺度的公共活動空間，設計面向從單一的建築元素設計到複雜的建築與都市空間研究，研究中期望能藉由多元的數位空間型態操作過程中，窺探出數位

設計過程共通而客觀的特徵與現象。本研究選擇 2000~2002 年間十件具強烈自由形體特徵的入圍作品為研究對象，入圍案例包含不同的獎項，十件案例基本資料如表（3-1）所示。

表（3-1）. 紙上案例基本資料

紙上案例 [1]	案名	週邊擴大器-不確定邏輯 (Ambient Amplifiers-The Logics of Uncertainty)
	設計師	OCEANnorth / Birger Sevaldson + Phu Duong
	國家	挪威 + 美國
	獎項 / 年	Design Merit Award / 2000
紙上案例 [2]	案名	動態形體-纜車站 (DynaForm-Cablecar Station)
	設計師	沈國健 (Kuo-chien Shen)
	國家	台灣
	獎項 / 年	Design Merit Award / 2000
紙上案例 [3]	案名	瞬間的自我 (iNSTANT eGO)
	設計師	Adrien Raoul + Remi Feghali + Hyoungjin CHO
	國家	法國 + 黎巴嫩 + 南韓
	獎項 / 年	Special Prize for Digital Creativity / 2000
紙上案例 [4]	案名	宙斯之盾-超表面 (AEGIS HYPO-SURFACE(c) Patent pending)
	設計師	dECOi Architects
	國家	法國 + 英國
	獎項 / 年	Outstanding Award / 2001
紙上案例 [5]	案名	動態形體 BMW 法蘭克福汽車展場 (Dynaform-BMW Frankfurt Motorshow Pavilion)
	設計師	ABB Architekten / Bernhard Franken
	國家	德國
	獎項 / 年	Design Merit Award / 2001
紙上案例 [6]	案名	氣囊母體：數位世界的氣囊建築 (Pneumatrix : Pneumatic Architecture in the digital world)
	設計師	Judit Kimpian
	國家	英國
	獎項 / 年	Design Merit Award / 2001
紙上案例 [7]	案名	影像場域-好萊塢影像藝術協會 (video FIELD, Institute for Video Art, Hollywood)
	設計師	王家宏 (Chia-Hung Wang)
	國家	台灣
	獎項 / 年	Special Prize for Digital Analysis / 2001
紙上案例 [8]	案名	後農業 (Post agriculture)
	設計師	Achim Menges
	國家	英國
	獎項 / 年	Outstanding Award / 2002
紙上案例 [9]	案名	分子溯流建築-類比式設計演算 (Stream in Field-Analogue Calculating Design)
	設計師	游英樟 + 涂文瑜 (Ying-Chang Yu + Wen-Yu Tu)
	國家	台灣
	獎項 / 年	Special Prize / 2002
紙上案例 [10]	案名	地下鐵入口遮篷 (Metro Canopy)
	設計師	Max Asare
	國家	美國
	獎項 / 年	TOP 10 / 2002

3.2 靜態構築因子

回顧前述針對當前構築理論的探討，構築術所強調的是如何應用構造材料去展現 (revealing) 出建築生產製作 (making) 過程的一種技術 (technology)，使建築「物」(building) 能呈現出詩意的構造 (the poetry of construction) 表現，可以說構築就是營造知識呈現的結構，它能顯現出建築生產過程中設計的匠心與意圖，而建築的空間型態是此一過程的反應，也就是說建築的空間型態應當透過構築術被閱讀和檢視，因此建築 (architectonics) 與構築術 (tectonics) 能建立密不可分的關係 (Semper, 1952; Heidegger, 1953; Frampton, 1995)。

最早開始定義構築性與型態關係的德國建築家 Semper (1951)，他認為建築的型態來自於構造方式的呈現，因此他將建築由構造方式分成四種建築類型，並指出構築性的本質是源自於構造材料與方法的型態表現，也反映出建築物與基地一種絕對密切的關係，建築應彰顯環境涵構的特質而再重新展現在建築之上；他影響了之後的理論家將構造過程看作是空間型態表現的依據，因此十分重視由細部接點出發到材料的應用所構成的結構空間邏輯，空間形式反映出一連串的構造過程 (Gregotti, 1983; Frascari, 1984)。Frampton (1995) 延伸對構築術的探討，特別指出接點在構造上的重要性，不管是材料的表現性或是構造的做法乃至於空間層次的塑造，接點在整體建築上成為敘事的單元，表達一詩意構造的建築意圖，他的理論中也對科技的應用提出看法，認為新技術的採用是在地的環境條件與新科技文明的調解過程，新的技術應當被轉換為合宜環境涵構的操作知識，而不只於一個技術性或機能性的需求，需借由新材料與新結構和工法表達出建築構造的意圖，透過細部與材料是否展現空間形式的詩意來評判建築的成功性，更確立當代建築評論中，將構造過程視為能反映空間型態的重要關鍵，建築成為構築過程中整體技術的產物。

由此可歸納出構築術所強調的設計意念與發想過程，是一從抽象的概念狀態轉譯到真實的實體構成，透過接點、材料、構件、結構與構造這些構築因子的製作行為呈現出空間形式，意即建築接點、材料、構件、結構與構造成為構築術中操作的基本組構技術，在不同設計層級過渡與轉換之間，它們彼此關係是緊密而互相關聯的，而在數位環境中這些構築因子的呈現狀態是本章觀察的重點，若建築型態能透過構築術的過程反應出來，那麼數位自由形體建築的型態也應可透過構築因子的分析而被理解，以下分別對十件紙上數位建築案例進行案例分析研究，檢驗這些案例與構築因子的關係，略述案例研究所分析的構築因子在構築術中所扮演的角色：

接點 (joint)

構築性中最重要的最小構件單元就是接點，它具有不可或缺的地位，透過不同階層的接點連接起整體建築的結構，材料、構件之間透過細部的處理能銜接不同性質間關係，例如考慮承重與比例時柱與樑的搭接方式，因此，藉由接點能反映建築元素間的倫理，構築性表達的是將物質材料獨特的屬性與建築元素一起安置在具有意義的構築情境中。

材料 (material)

材料的運用是呈現建築體質感與表現性的重要來源，同時它並不只於一個實用的取向，也藉由材料與工法表達出建築設計的意圖，例如如何運用玻璃去敘述光線的明暗，如何運用混凝土去表達體積的量感等，同時材料的質感與呈現的狀態增加建築物被感知的能力，強調不僅止於視覺上的色彩與明暗程度，更重視對於材料的觸感和其他身體知覺的感受以及材料細部的處理。

構件 (object)

建築的構件如柱、牆、樑、版、門、窗等，具有一定的建築涵義，除了需透過構件表達既定的機能需求、不同的功能屬性需透過適當的材料去表現之外，當這些認知中的建築構件屬性被意指為具有特定用途的構件時，它也必須成為操作設計與安排空間性質重要的依據，例如，平面上牆與柱的關係如何反映到立面上光線陰影與深度呈現的效果，建築構件除了反應特定知識涵意之外，也常常作為設計操作意圖呈現的元素。

結構 (structure)

營造方式決定建築呈現的結構邏輯，例如木結構與鋼結構顯然有其材料上的特性，而須反應其不同的結構承重方式在營造的施作上，木結構的發展出抖拱、榫接或鋼結構發展出鉸接的方式等，因此針對結構施作的不同而有特定的造型出現，因此表現出特定的營造涵意。

構造 (construction)

構築術所反映的構造邏輯，是架構在以上一連串由小到大、由內而外衍生的表現上，藉由構造詩性連結材料物質性的質感被體驗，型態上強調不止於視覺上的直觀閱讀，藉由整體建築的構造方式使身體感官能體現的空間情境與空間深度，空間形式的樣貌與整體建築的構造方法是互相呼應的。

如上所述，根據接點、材料、構件、結構、構造這些重點構築因子，本研究將分別檢視前述十件具強烈自由形體特徵的紙上數位建築案例，並對數位媒材應用的構築特徵做進一步的了解，探討構築術在數位環境中所呈現的狀態，以釐清構築因子在數位環境中性質的轉變。

3.3 案例分析與討論

3.3.1 紙上案例 [1]

週邊擴大器-不確定的邏輯 (Ambient Amplifiers-The Logics of Uncertainty)，設計者為英國與美國的設計團隊 OCEANnorth，主要設計成員為 Birger Sevaldson 與 Phu Duong，在本案中電腦成為一定義型態的動力工具，空間形式與電腦程式呈現交互定義的狀態。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

設計過程中接點的性質是模糊的，主要透過模擬空間皮層的狀態去研究可能型態的發展，空間的皮層發展來自概念中基地環境因子的影響研究所衍生，看起來空間中的層次是輕巧的被疊置在一起，並不是傳統的接點的概念，如剖面圖（3-1-1）所示，流動的表面在既有空間中穿梭，表面與原本的空間關係並沒有被交代很清楚，流動的型態只是十分直接的輕輕掛在既有的空間上。

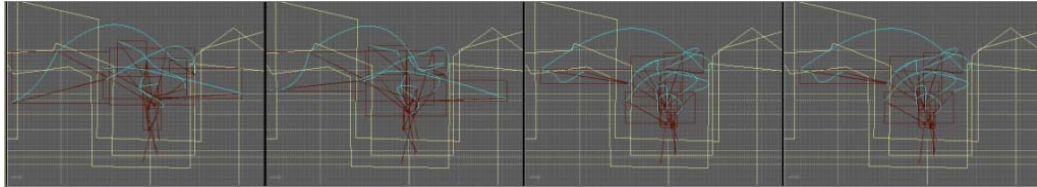


圖 (3-1-1)

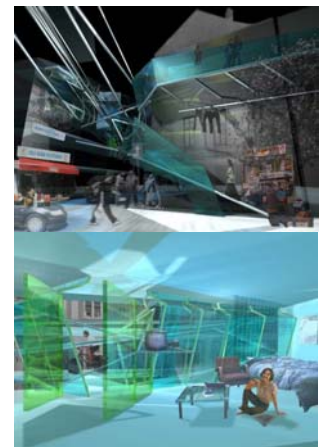
最後呈現的表面狀態如圖（3-1-2）所表現的，接點並不是設計型態生產的最小元件，直接由不同的空間表面纏繞在一起穿透了原本的空間，亦可看出不同狀態下皮層表面是如何被安排在一起，但所呈現的依然是十分抽象的狀態，接點似乎消失了，甚至透過透明的皮層還可看到下面隱約浮現的表面，整體是一漂浮的狀態。



圖 (3-1-2)

■ 材料

透視圖中設計者表現了一些材料的特質，最突出的是整面光滑反光的玻璃，玻璃材質的透明性與顏色在透視圖中被大量強調與利用，另外也表現類似輕鋼架或桁架的空間場景，值得注意的是影像貼圖的運用直接成為材料表現的一部分，圖（3-1-3）中將空間的前後層次，應用不同深度的透明貼圖，將影像與設計的空間合成的街景，或如圖（3-1-4）大量的影像拼貼使透視圖的表現變得很容易表達設計者所想呈現的空間感，影像成為主要設計材料，考慮材料組合會呈現出的整體場景效果是主要目的，而不是去考慮單獨材料本身的表現性。



上圖 (3-1-3); 下圖 (3-1-4)

■ 構件

圖（3-1-5）由整體的型態上並無法指認出一般印象認知中建築的基本構件如柱、牆、樑、版、門、窗等，取而代之的是由表面所包裹的空間，很難分出空間組成的成分，具體的構件在這裡喪失原有的意義，設計者不再去考慮機能和型態間應該互相反應的關係，而是反過來先著手考慮表面可能衍生出的空間形式。在本案中設計者將環境的脈絡轉化為型態生成的來源，藉由電腦程式衍生一系列的形變過程去決定空間的樣貌，表達一種可隨環境被重置狀態的空間形式，構件的

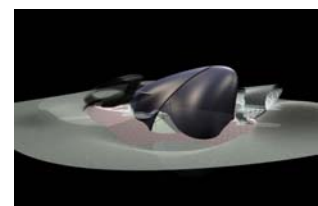


圖 (3-1-5)

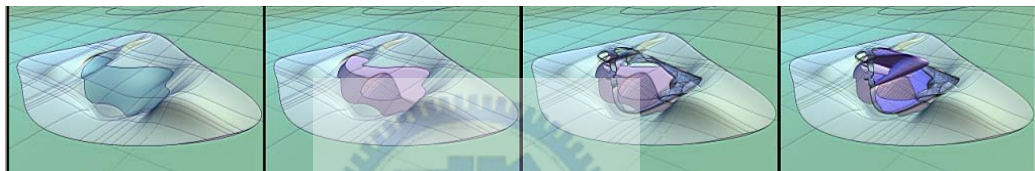
概念其實也被轉化了，原本具體的指向特定涵意的構件，由較為模糊的環境的因子所取代去重塑型態，因此，本案中每一片由環境因子所衍生的表面，都可視為組成整體空間型態的最基本的構件，即表面的型態成為組構空間的構件單元。

■ 結構

實際的建築結構方式並不被確實的考慮在設計過程中，儘管設計的結構是抽象甚至是幾乎是虛擬的狀態，但結構的概念卻仍是設計者所思考的，空間的結構上，圖（3-1-6）中，設計者運用一巨大的空間桁架去聯繫起空間中的各樣活動，將不同性質的空間結構在一起，當人在空間桁架行進中時不同活動能交織在一起，而這些活動都依附在一個有系統的架構之下；在整體的結構上設計者仍強調建築的層級關係，圖（3-1-7）中，依序表現將表面的皮層掀開後，建築的樓版、基礎、框架與核心的位置與對應關係。



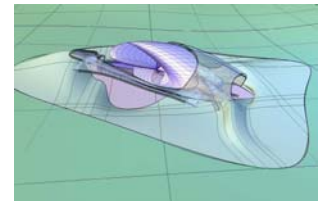
圖（3-1-6）



圖（3-1-7）

■ 構造

本案設計的過程中，空間形式如前所述是來自與整體基地涵構的變化因子所衍生的型態。圖（3-1-8）可看出其延續結構上的架構分析之後，最後整體型態所呈現的輪廓，我們並無法指認出這種型態是真實世界中怎樣的構造所能成就的，這使她的構造呈現了極度虛擬的特質，在數位的设计環境中，任何構造形式都是可能的，但另一方面在這裡似乎也能閱讀出一些與傳統構築術所想表達的相同的情境，這個案例回應了構築觀點中認為型態的表現與構造是互相呼應的論點，正因為數位設計的自由操作下使空間的型態展現出另一種不同類型的可能性。



圖（3-1-8）

[數位媒材應用的構築特徵]

由於設計者認為以往機能與造型關係這種單方面的敘事方式是有所不足的，他將機能更擴大到整個環境場域來看待，以了解它們將會影響建築的程度；而透過數位媒材的動態表現恰好能清楚的說明這樣的概念，這也說明了數位媒材的運用更有機會去探討或表達一些可能很複雜的模式，例如在本案中環境交互的因子如何影響空間的形（shape）等之類的問題。

如上所述，在本案中電腦的型態模擬成為思考空間型式的主要來源，透過將環境中變動的因子輸入電腦程式中，觀察其如何影響建築物的型態，這樣的作法挑戰了型態與造型上固有的靜態關係，使整個設計過程在一變動的型態上去不斷演化與擴大空間的樣貌，雖然它的整體結構與構造無法用傳統的構築術定義詳細解釋，但卻因此設計者能隨心所欲重新安排不同的形式，最後透過數位設計的操作一個虛擬的空間型態得以被創造出來。

雖然設計者的 3D 透視圖中表現了強烈視覺效果，但在設計過程中，電腦媒材已跳脫了純粹「表現」的層次，透過一系列空間運動的動畫影格式圖去探討型態上變化的關係，這樣的操作方式延續在整個設計過程中，十分不同傳統由平面、剖面或靜態的建築構件元素去思考設計的過程。

3.3.2 紙上案例 [2]

動態形體-纜車站 (DynaForm-Cablecar Station)，設計者為台灣設計師沈國健，本案將環境的因子轉換為控制型態的參數，藉由建立動態型體的分析呈現都市環境涵構、建築皮層與量體的關係，提出建築表面、結構、剖面、空間計畫新的可能性。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築性因子分析其設計特徵。

■ 接點

這個設計並不以實體的接點來探討建築的構成，較重視基地週邊的環境與事件以作為設計發展的依據，人的活動、空間的感知能力等環境的因素被輸入到電腦中，成為探討空間場域、軌跡、力量的參考，圖(3-2-1)可看出設計者將這些因素演變作為動態形體的生成過程，再分別探討關於建築的量體、表面、樓版和結構的關係；但從另一方面來看，建築構成的接點在本案中並沒有完全失去「接點」的意義，原本實體的接點在設計中雖沒有被清楚描述，但從量體、表面、樓版和結構的層次轉換中設計者仍延用了接點的階層 (hierarchical) 概念，空間的層次上接點的意涵還是十分明確的，由於動態的演變使原本較清楚的接點關係被模糊掉，但卻因此產生較大的自由度。

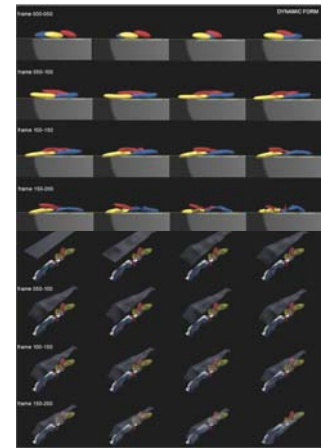


圖 (3-2-1)

■ 材料

圖(3-2-2)在數位模型的表現上，設計者運用電腦彩現的能力去表現物質的狀態，如透明性、金屬狀、霧狀、色彩等，觀者可由真實世界的物質特性去類比，構築性中所強調的材料性即是物質本身的質感，運用物質的質地特性去塑造建築構件呈現的效果，如光滑、粗操等性質，但在數位環境中，材料的真實質感只是一參考體系的輔助，本案中更積極的是非物質化的資訊材料的輸入，它更進一步改變物件本身的型態，如前所述，建築的形體是來自於由環境資料輸入的參數化型態演化過程，並且動態形體的參數演算模糊了既有的空間定義，因此這個過程可看做是另一種型態的材料表現，數位資料改變了建築元素原本的狀態，賦予它們新的樣貌。

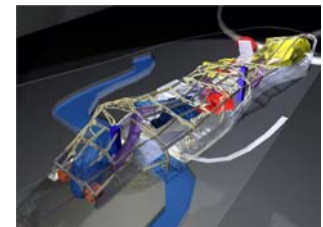
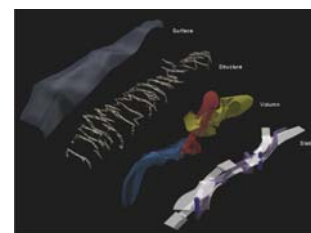


圖 (3-2-2)

■ 構件

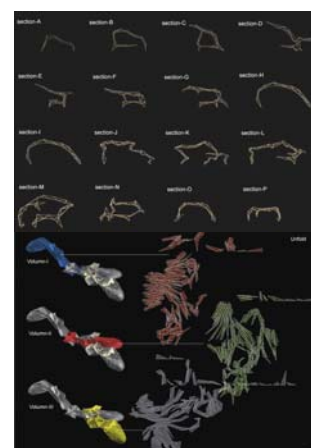
本家中構件組成應可分為兩方面討論，一是演化動態形體過程中設計者再深入表述的四組空間系統，量體、表皮、樓版、結構，這四個層次是跟隨動態形體演化而形成的，圖（3-2-3）可說明這四個空間層次的構件與整體型態的關係，四組系統最後組織完整的建築體；另一則是每一組系統又有其各自發展的子構件，如結構的定義，是在量體、表面與樓版都決定之後，由剖面得到 16 組框架共同定義整體的結構，量體、表面與樓版也都有其各自的組織。



圖（3-2-3）

■ 結構

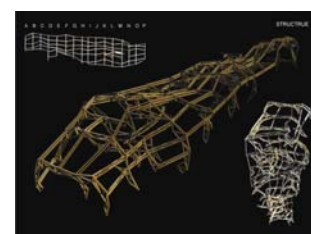
動態形體架構在一個十分清晰的操作流程上，以環境因子定義動態形體的演變，並根據型態決定整體結構，包括表面、框架、量體與樓版的關係，這個由外而內的空間結構過程將於第四章做較深入的分析，單從 3D 模型的創建過程來分析，圖（3-2-4）所示，應用電腦軟體的輔助有助於結構的確立，例如電腦能直接投影出清楚的剖面參考線與展開得到精確的表面，在本案也應用這種方式由動態形體切割等距剖面定義其框架的輪廓，再由 16 組空間框架所組成主結構；每層建築外皮則依據其自由型體直接展開（unflod）成可被組合的表面。



圖（3-2-4）

■ 構造

圖（3-2-5）設計者試圖將動態的自由形體以框架的方式支撐起來，雖然數位環境中無須考慮太多結構問題，但仍進一步考慮實體可能的建成方式，自由形體的動態形式必須透過電腦的輔助才比較容易針對它作結構上的分析，在數位環境中分割出未來可架構的框架系統及表面，因此數位模型的創建過程暗示了一種新的構造方式，不論是單純的幾何構造或自由形體的塑造，都可由數位的構築過程架構出來，並且有機會應用電腦軟體特有的功能幫助實際的結構分析與模擬。



圖（3-2-5）

[媒材應用與數位設計特徵]

這個設計的型態生產運用到電腦程式與參數的設定，將環境的因素轉換為參數的方式，讓環境的事件與整體建築空間的表面、框架、量體與樓版都產生較緊密的關係，將原本定義型態的數值轉換為有意義的性質，這樣就賦予抽象的型態一個可被解讀的意涵。

藉由電腦輔助，本案大量應用數位模型的剖面功能，設計者可以隨時切開模型觀察所有表面、框架、量體與樓版的構成狀態，清楚的平面透視、剖面透視、消點透視等各種視角觀察動態形體的空間結構內容，另一方面也應用軟體分析實際可能的結構方式，將骨架與複雜的表面模擬出來。

3.3.3 紙上案例 [3]

瞬間的自我 (Instant Ego)，由法國、黎巴嫩與韓國設計師所合作完成，設計者包括：Adrien Raoul、Remi Feghali 與 Hyoungjin Cho，發展建築皮層與環境和自我的互動。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

這個設計藉由空氣的填充擴張薄膜的皮層，它能膨脹成一個個人私密空間，圖 (3-3-1) 表示充氣管徑的細部與薄膜皮層間的關係，當空氣充滿遍佈在表面上的管線時即可擴充成一個獨立的小空間，設計者同時運用兩層皮層之間的空間作為空氣填充之用，嘗試去思考接點與細部的處理，而細節的考慮似乎使這個看似幻想般的設計創意，有了能完成初步原型 (prototype) 的可能性。

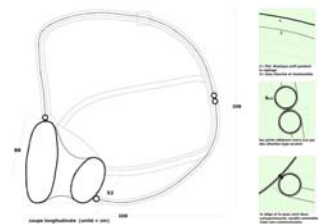


圖 (3-3-1)

■ 材料

能延展的薄膜為主要的材料，如圖 (3-3-2) 藉由電腦能模擬出薄膜材料的性質，如透明性與輕量的質感，材質的模擬幫助設計師更精準傳達設計意象，另一方面，表面成為一個實體的網路虛擬互動介面 (physical cyber interface)，因此薄膜能擴張其材料性，成為一層媒體的表面。



圖 (3-3-2)

■ 構件

傳統構件的意義較不被強調，但從中仍可閱讀出薄膜形體的組成，包括皮層的膜、充氣管線與充氣囊包，整個設計主要衍生自一系列型態演變的過程，圖 (3-3-3) 所示，描述薄膜形體展開的過程序列，設計者強調此一充氣的薄膜形體，能成為人們日常生活的一部分，根據使用者的需要而調整薄膜的展開的時機，因此構件的意義在這裡被放大到更高的設計層次，整個薄膜形體成為人們活動時的生活構件。

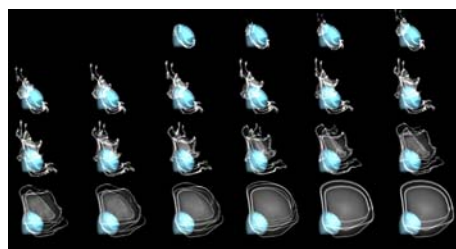


圖 (3-3-3)

■ 結構

設計者嘗試設想當空氣填充成結構支架的可能性，圖 (3-3-4) 由充氣管路所交織起的結構網路，包括主要結構與次要結構，電腦的模擬使這樣結構的概念清晰的呈現，同樣由圖 (3-3-3) 表示整個結構膨脹的序列過程，一個可變動的結構成為設計的核心，傳統靜態且堅固的結構方式轉換為機動性高、適應性強的構成組織。

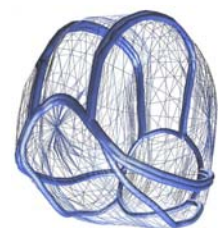
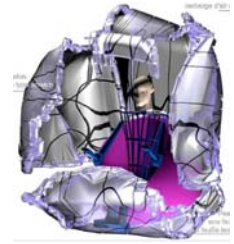


圖 (3-3-4)

■ 構造

如圖（3-3-5）充氣的薄膜構造為設計的主題，傳統構築術強調建築物、人與環境的關係，這個設計則透過可沖氣膨脹或收納單一的薄膜構造，動態的構造方式形成一層人與環境的介面，能夠歷時性的實轉換人體與時空的關係。



圖（3-3-5）

[媒材應用與數位設計特徵]

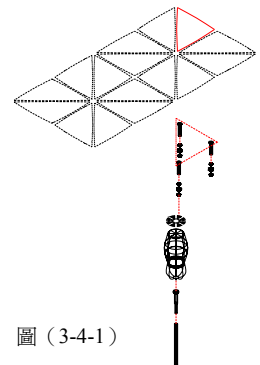
本案的設計過程十分單純，但卻明確表達了強烈的空間企圖，對現存靜止的空間形式提出了不一樣的想法，而數位媒材的運用模擬將設計構想更精確的表達，設計的過程更像是敘述一個劇本，透過清晰的圖面即能明瞭設計的意圖，這也說明了數位表現使傳統透過 2D 圖面溝通的方式獲得改善。

3.3.4 紙上案例 [4]

宙斯之盾-超表面（AEGIS HYPO-SURFACE(c) Patent pending），由法國與英國建築團隊：dECOi Architects 所設計，這個設計是一面能根據環境動作與聲音而做出反應的活動牆面裝置藝術，透過複雜的電子裝置運作使其表面呈現豐富的表情變化，整面牆與周圍環境達成強烈的互動。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

整個牆面是由排列如矩陣狀的啟動器所組成，每個啟動器都與電腦連接能收發訊號，每一組基本裝置的規模是 8.0m x 8.0m 的模矩所組成，其中包含了數以千計的啟動器，它達成了塑造一個立體的 3D 螢幕般的效果，圖（3-4-1）表示啟動器與連接面的細部接點構成，藉由電腦的控制系統啟動表面的機械裝置。



圖（3-4-1）

■ 材料

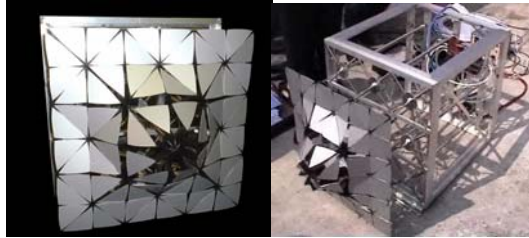
這件作品其實是一件大型的機械裝置，圖（3-4-2），在背後由一強大的電腦運算系統控制，接收來自環境的聲音與動作，實體的材料並不是最重要的，而是由電子系統所構成的訊號傳遞，它們轉換為控制啟動器的力量，使這個裝置能運作，每一組發出的訊號都需要經過不同系統的轉換，例如將電腦中的圖形影像轉換為數學矩陣，由數學矩陣轉換為電子訊號強度，再轉換成機械的回饋動作，最後使啟動器的表面能辨認而做出動作，一連串的轉換需要結合不同的運作模式，因此這些訊號的轉換可以說表現出一種資訊材料的作用。



圖（3-4-2）

■ 構件

圖(3-4-3)顯示這面互動表面的基本裝置單元，每一片小面都連接電腦的調節裝置，整個金屬裝置在運動時會發出震撼的聲響，根據圍繞它週邊的訊息呈現不同的圖案、顏色和動態效果，設計意像來自雅典娜女神的盾牌，強調不只這個表面的可變性，而是它依照外界的反應去決定它呈現的狀態，它提供了一個全新的可能性來看待空間構件發展的可能性，構件的靈敏度成爲互動的整體表現性上的重點。



圖(3-4-3)

■ 結構

整體的結構表現來自數學形的波動型態，每一個變化的波動轉換成可動的啓動器結構，使型態的改變透過啓動器所接收的訊息而做出反應，成爲靈敏的的形式體系。圖(3-4-4)表示表面結構的幾何運動方式與表面結構型態呈現的狀態，透過訊息與形式間的互相作用，這樣的結構方式反映了如何將型態直接轉換爲實質結構的可能性。



圖(3-4-4)

■ 構造

本案以機械構造的方式呈現了一反應靈敏的數位裝置，它結合了電子感應系統、電腦運算系統與程式演算機制，最後連結到實體的機械構造裝置上，整個運作的架構是被系統化的，如同神經的網路一般，圖(3-4-5)顯示整體運作時機械裝置不斷接收周圍環境的訊息，藉由電腦的控制每一個啓動器控制著表面的起伏與幾何狀態，使冰冷的機械構造呈現另一種運動的美感。



圖(3-4-5)

[數位媒材應用的構築特徵]

新技術的應用在構築術中，除了提升構造的生產與製造過程水準之外，也強調對新的科技提出適宜當時環境狀態的應用方式與環境涵構結合，本案反映出新技術的應用應被當做一可被開發的媒材來發展，這個裝置在既有的技術資源下致力於開發富有創意的數位表現形式，並能夠對周遭環境的某些訊息提出適應與回饋，使作品跳脫一般機械裝置的範疇，提升到藝術表現的層次，也爲一般靜態的建築構造的思考提供一不同的評判標準。圖(3-4-6)透過強烈的互動反應，新型態的空間經驗產生，塑造了具有回饋能力的建築感應體，建築成爲空間經驗中參與表演的一部分。



圖 (3-4-6)

3.3.5 紙上案例 [5]

動態形體-BMW 法蘭克福汽車展場 (Dynaform-BMW Frankfurt Motorshow 2001 Pavilion)，由德國建築師 Bernhard Franken 與設計團隊 ABB Architekten 設計完成，描述汽車行駛進入基地的動態過程，並將其轉換為主要形體設計來源，以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

這個設計的開始來自於對汽車行駛間動能的模擬，如圖所示 (3-5-1) 連續的動畫顯示出基地上交互作用的力場網絡在汽車經過後被干擾所形塑出的形體，所有的過程是一連續的事件，構築術強調運用最小構成元件接點，慣用由內向外敘述建築型態的操作方式被反轉，本案直接以外部型態的轉錄當作設計思考的來源，然而，接點本質的定義在這裡同時被擴大，雖不再表現構造上材料的細部特質，但此一動畫影格 (key-frame) 的表現方式仍延續與接點所謂最小敘事單元的意義，成為描述這個動態形體不可或缺的最小元件。

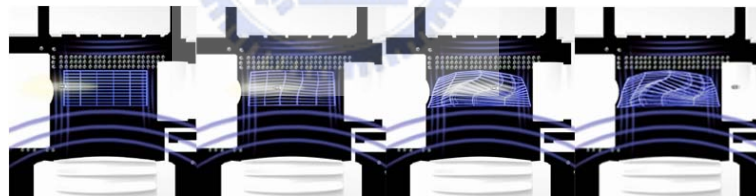


圖 (3-5-1)

■ 材料

圖 (3-5-2) 為表面元素能量分佈圖，由能量的分部可看出表面構成時力量的傳導與分佈，資訊的表達成為材料表現的一部分，實體的建築物使用何種材料已不重要，設計者考慮更多如何將流動的表面以連續的方式包覆起來的做法，材料本身真實的性質被淡化，最後完成的作品其材料特性很難用直接觀察可看出來，流動的型態將原本的材料質感轉換為成更為特別的效果，即便是完工的建築實體，材料質感仍能保持一特有虛擬質感，像是一種新的材質。

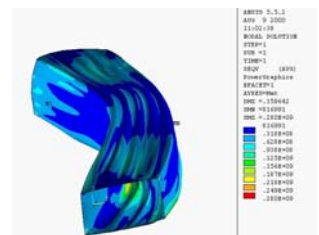


圖 (3-5-2)

■ 構件

圖 (3-5-3)，建築構件的衍生來自對形體的分析，經過剖面上的切分與角度模擬，構成整體建築體的支撐框架，所有的空間框架由一連續的橫向水平結構系統聯繫在一起，最後完成覆蓋的表面；這個一系列構件分解的過程需經過精密的電腦運算輔助，分別計算其曲度分部與力的構成，曲面型態能轉換為有

效的施工程序進行實際的工作，本案反映了數位設計過程中藉助電腦媒材的輔助結構與構件的分析，有利於設計直接挑戰更複雜的型態。

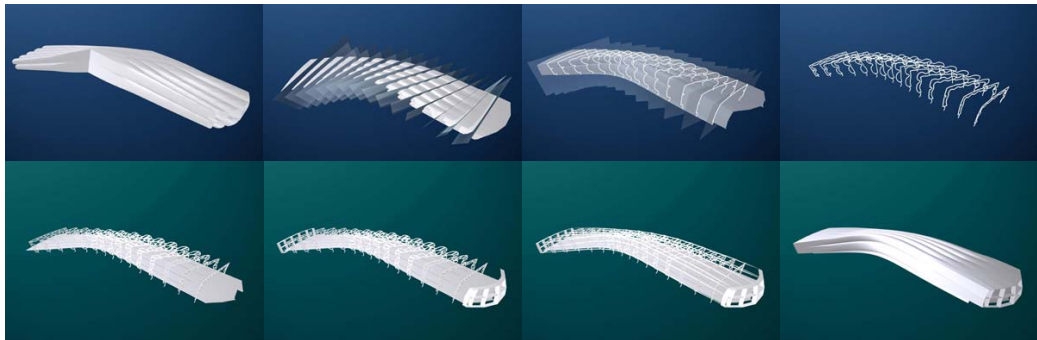


圖 (3-5-3)

■ 結構

如圖 (3-5-3)，結構構成直接轉換自最初的設計型態，以幾何結構的數位運算得到結構支撐的框架系統，整個型態具有的偏轉力量被計算到空間框架的承重中，如圖 (3-5-4) 所示，整體結構除了以空間框架作為主要的承重系統，並且以中空的管樑聯繫起橫向側邊張力；這個設計明確表達了一個數位構築的過程，它能對型態作有效的控制與分析，透過程式計算，複雜型態有更多實現的潛力。



圖 (3-5-4)

■ 構造

在圖 (3-5-3) 中，經過一系列的結構分析最後以一框架系統作為整體結構的考量，但它並非一垂直水平的靜定柱樑結構，整個構造更強調動態的力量，如圖 (3-5-5)，內部構造的複雜性並不影響最初整體型態的設計原型，將構架與皮層明確的分離，使整體型態趨於簡潔。



圖 (3-5-5)

[媒材應用與數位設計特徵]

這個設計透過動畫模擬型態的衍生，藉由電腦程式計算過程分析結構框架，傳統構築術認為型態來自於構造的反映表現，本案中型態明顯成為設計操作的要件，建築構造的意義只在幫助實現此一空間型態，而不再用構築術所強調的接點、材料、構件結構與構造等特性去表現建築體，但構築術的「過程」卻轉換為更可以被控制的程序，甚至成為設計的一部份，而不只是為了解決結構問題與構造形式的表現，同時這個數位化的構築過程，使複雜的型態操作藉由程式的分析能進一步被製造與生產。

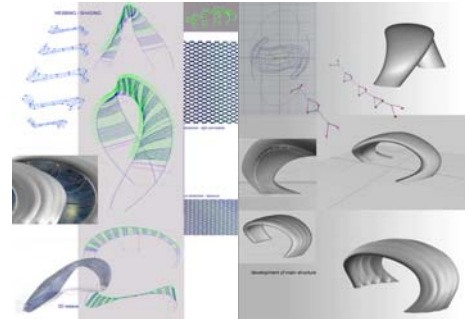
3.3.6 紙上案例 [6]

氣囊母體：數位世界的氣囊建築 (Pneumatrix: Pneumatic Architecture in the digital world)，由英國建築師 Judit Kimpian 設計，充分運用數位設計程序研究構造問題，以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

氣囊肋骨間接點與氣囊表面曲面的構造研究，成為構築研究的主题，由圖（3-6-1）中可看出氣囊沖氣膨脹的形體，透過數位設計的分析，能有效掌控每個曲面間的接點與氣室單元間的關係，本案同時展現了一個新的可能性，由於本身自由曲面的幾何型態，一般草圖平面與實體模型較難操作的細部研究，透過 3D 模擬使接點的研究能清楚被表達，並藉由型態與構造接點雙方面的交互對照能發展更合適的結構。

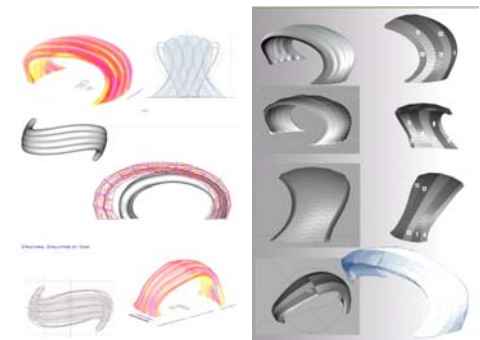
在構築術中對接點的重視在本案中被重新審視，接點不再是一個單獨被研究的構造單元，它同時關係到型態呈現的幾何關係，設計師能大膽考慮造型表現，之後在數位設計中透過精確的計算與模擬，思考解決細部與接點構成的方法。



圖（3-6-1）

■ 材料

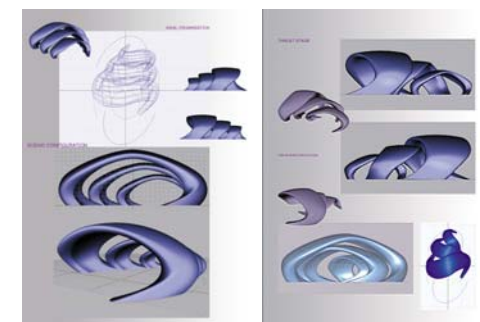
本案以充氣薄膜作為設計材料的主軸，如圖（3-6-2）所示，電腦媒材較容易模擬氣囊膨脹的特性與其特有的曲面型態，前面提到，數位設計程序同時也幫助思考更適合的接點構成，而不僅止於表現的工具，因此材料的研究亦延續這樣的操作模式，除了模擬材料質感之外，也針對材料可呈現的效果進行模擬，因此從圖（3-6-2）中可看出設計者將薄膜材料與氣囊型態結合，討論彈性與流動的氣囊材料，思考更多材料可能發展的狀態，例如薄膜表面編織的結構、氣囊充氣後組合的狀態。



圖（3-6-2）

■ 構件

由圖（3-6-3），曲面成為主要研究的構件，藉由類似曲面組合成主要建築型態，設計程序中並不去考慮一般的建築構件如：柱、樑、牆等，她們被整合成一組曲面，在設計中，不同規模的曲面型態為個自獨立的構造體，能視不同狀況調整其形變，因此每一組曲面構造成為基本的構件，構成建築體本身。



圖（3-6-3）

■ 結構

氣囊結構為設計的主题，為了因應內部機能集會堂人數變動的問題，設計發展了一個可變動的結構系統，如圖（3-6-4）所示，藉由結構的變動能提供大型的集會或較小規模的活動，此外變動的結構也讓整體建築型態產生更多變化；運用數位設計程序，以上動態變化的需求能清楚以圖面表達，如最右側線架構的曲面，即能看出不同曲面單元變動時空間的關係，另外數位媒材的特點，使一些傳統結構設計較難以研究的問題，能以多種模型創建、彩現圖面、剖面和平面切割、透視等方式加速結構計畫；因此有助於以新穎的觀點對氣囊結構提出新的結構看法。

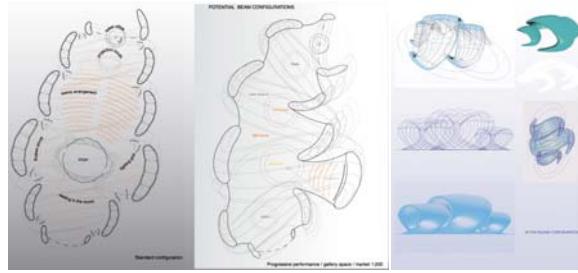


圖 (3-6-4)

■ 構造

設計中彈性變動的肋骨結構與充氣構造，透過數位設計程序的研究加強了可能發展的潛力，本案重新反映出建築型態與構造的構築性，並不因為數位設計非物質性的天性而降低可被探討的深度，甚至因為數位設計運用電腦媒材的特性能發展一般設計程序所較難掌控的部分，如本案中建築型態與構造接的研究大量應用 3D 動態模型思考構造細部，圖 (3-6-1) 至圖 (3-6-4)，型態與構造兩者往往同時被並置在一起研究，而非獨自脫離的不同系統。

[數位媒材應用的構築特徵]

本案善用電腦模擬與計畫的能力，以清晰的 3D 模型思考型態與構造的構成是本案最大的特色，尤其是曲面構造的表面的編織方式與主要結構的肋骨接點，皆透過精密的電腦計算與模擬，這個設計程序說明了數位設計除了能表現自由度更高的型態之外，亦能幫助思考複雜構造形式，提出合適的結構方案。

型態的研究同樣在本案中佔了極大的成分，在設計初期氣囊型態的泡狀形體即是一確立的方向，之後這樣的型態為重點重複出現在每一個不同研究向度上，這說明數位操作過程中型態的重要性，一個型態的決定幾乎能決定設計的發展。

這個設計其實十分符合在構築術強調顯露構造詩意的精神，它的型態乍看之下是一形式美學的產物，但在了解其數位設計過程之後才能了解構築術才是本案的重點，數位媒材的應用對設計者而言也許是一種更有意義的材料。

3.3.7 紙上案例 [7]

影像場域-好萊塢影像藝術協會 (Video FIELD, Institute for Video Art, Hollywood)，由台灣建築師王家宏所設計，空間形式衍生自基地場域的變形混合 (morphing)，並形塑出主要的流動型態，以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

整體設計將影像錄影藝術的場域關係拓展到基地上，加上基地本身都市的格狀系統與自然地景的拓普型態交織成一複雜流動的空間形式，如圖 (3-7-1) 的研究，設計發展強調一動態的連續性，因此與傳統接點於不同設計層級間，運用接點「斷」開再「接」的概念不同，編織空間的緞帶 (strand) 不斷的延伸循環與交疊編織，將不同的空間屬性相互混合，使這些新的空間狀態與舊有的現況融合在一起。

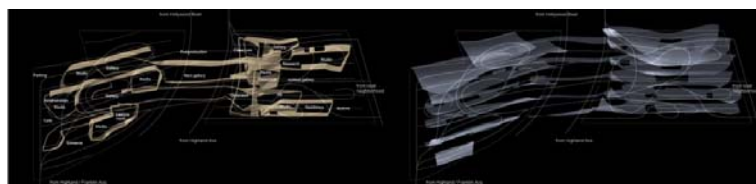


圖 (3-7-1)

■ 材料

在設計中以沖孔鋼板與透明玻璃為主要的應用材料，如圖 (3-7-2) 數位環境中材質可輕易被模擬，但本案中如何呈現材料的屬性卻不是主要的考慮重點，反而是考慮材料須要達到的效果，以較細緻的透視圖來表現，例如設計者用來考慮白天和夜晚所呈現的不同空間意象，白天時陽光透過沖孔鋼板能篩下透明的光線，加上玻璃的透明性與霧狀效果，人們可以感受到一包圍的街道空間，夜晚建築體則結合影像成爲一光體，時間與空間的變化加上材料的效果透過影像的模擬呈現出來。



圖 (3-7-2)

■ 構件

由概念操作所衍生的幾組條狀空間緞帶，是組織整體空間主要的構件，顯而易見的傳統的建築元素是失去意義的，設計者直接將型態與空間計畫混合在一起，如圖 (3-7-3) 可看出不同空間機能透過混合分析其強度並轉換爲空間緞帶的機制，進一步確立空間中各個位置所屬的機能，性質相同的空間緞帶才能互相吸引被編織在一起。

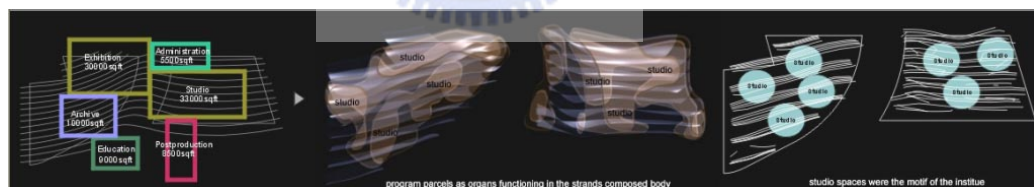


圖 (3-7-3)

■ 結構

當主要的包庇殼體 (shell) 形塑完成之後，結構跟著被發展出來，圖 (3-7-4) 表示了結構系統包括兩個部分，鋼結構的骨架系統與殼體本身的承重系統兩者互相輔助，結構構成的方法是根據形體延伸的方向，運用電腦軟體能直接在初步完成的殼體表面上進行骨架格線的投影，這暗示了結構系統的考慮似乎可被簡化成媒材操作的一系列步驟指令，因此設計者有更多機會考慮型態的構成，但儘管如此設計師仍依循結構的邏輯分析整體的型態，試圖讓數位設計過程更合乎實體建築設計的要求。

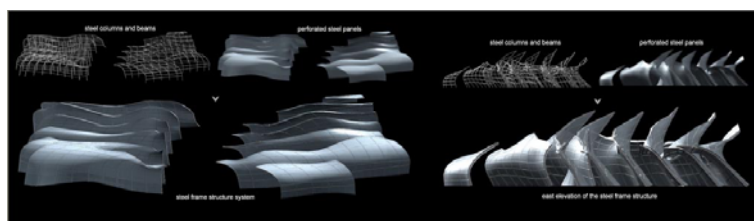


圖 (3-7-4)

■ 構造

最後建築的構成包含五個主要部分，如圖（3-7-5）由左至右分別為：主要通道為入口的坡道與通往地下的路徑、鋼構的骨架為主要的結構系統、交互穿插於空間的玻璃纖維承重系統作為結構輔助、建築外牆面由沖孔鋼板作為一半透明的皮層，最後組織成一混合的空間，由本案對構造的分析可發現設計者層層分析設計的構成因子，而依循的概念正是傳統構築術所重視的階層關係，數位設計的過程中構造的相對關係能幫助設計更明確化，構築性並不全然排除於設計思考之外。

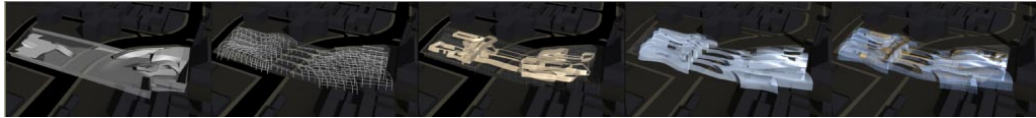


圖 (3-7-5)

[媒材應用與數位設計特徵]

在設計初期一些電腦特有的技術例如混合、變形等，對這個設計有關鍵性的影響，透過特有的媒材演算，設計者將空間計畫與這些型態變化統合在一起探討，因此能賦予抽象的形變狀態意義的生產。

數位媒材的運用有助於動態形變過程研究，本案中空間緞帶之間的型態影響，是來自於空間機能如網路般的重疊與交織互相融合，同時這些條狀的形體也互相影響彼此的次要空間場域（sub-zones），傳統構築術的分析方法無法對類似的演化過程做詳細的設計描述，而數位設計動態的呈現方能深入探討更為複雜的的設計議題。

透過數位媒材易於分層展開設計的能力，建築的構成層層被檢視，本案在結構的安排上依據構築術的階層概念一一探討不同層級間的系統關係，然後將所結構整合在一起，即使型態是十分複雜的，但透過構築術的階層概念，使建築體仍能十分有秩序的被分析和操作。

3.3.8 紙上案例 [8]

後農業（Post agriculture），由英國建築師 Achim Menges 所設計，此案具有強烈的構築術特徵，主要議題是將捕捉基地上特殊的條件反映在建築型態的空間表現上，使建築跨越了靜態的建築「物」的侷限，反而像是一具神經系統的建築「生物」。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

整體的發展建立在能自我支撐空氣表面的多氣室構成原形，這個氣囊形態的原型研究成為整體設計中最小的單元元件。由圖（3-8-1）一系列的實體模型研究中表示了一連串不同參數條件輸入下氣囊表面形態的改變，氣囊單元構成與表面形態能藉由方位、配置的擴展、密度的參數改變等，去探討接合處不同的強度、深度、內在的壓力等細部接合的處理。

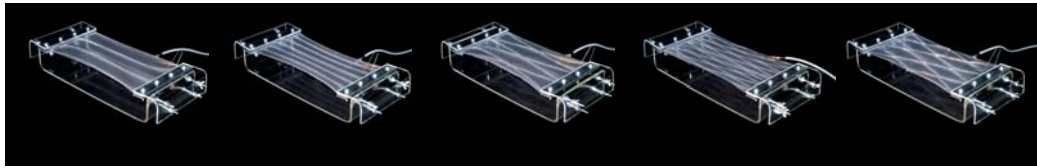


圖 (3-8-1)

■ 材料

透過模擬氣囊變化的研究中探討薄膜材料的特性，如圖 (3-8-1)，當不同的條件狀態下氣囊薄膜狀態的改變成為材料研究的主題，除了氣囊薄膜的表面研究之外，設計的透視影像中亦表達了大量金屬桁架的應用，電腦影像的處理企圖使材料性的質感有一較真實的傳達。圖 (3-8-2) 列舉設計者運用電腦影像表達材料與型態的整體狀態，由這些圖面中能清楚閱讀出氣囊原型與金屬桁架的接合關係，同時薄膜的透明性和金屬材質的反光性等材料特質也都能表現出來，材料的細部處理一一被顯露在精細的電腦模型影像呈現上。

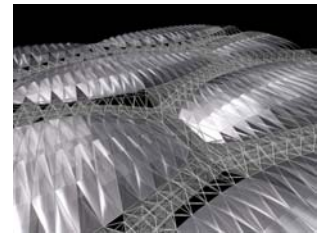


圖 (3-8-2)

■ 構件

每一個氣囊單元成為最基本的設計原型，由圖 (3-8-3) 可看出這個原始構件的發展源於數位和實體形體之間互相協調的發展過程，先於數位環境中模擬氣囊組織時的架構，之後進行實體模型的研究，再回到數位環境中研究氣囊原型大規模構成時的狀態，因此氣囊原形構件的發展成為整體型態構成的關鍵，並強調在不同層級的構件組織上它都能與周圍環境互動，反應各種不同環境狀態特性而達成構件不同的表現。

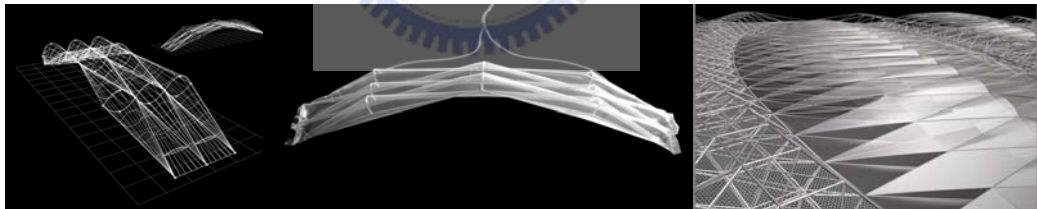


圖 (3-8-3)

■ 結構

設計強調一深層的結構行為而衍生出一個有組織的模型，指出在特定的外在條件與內在結構系統交互影響的動態關係，如前所述是由氣囊單元的研究到氣囊構件的形成，最後組織成一個大跨距的結構型態。以能與基地環境條件發生的強烈關聯的氣囊原型發展出不同空間構件，當此一巨系統的結構產生時多變而動態的空間計畫內容也在此時確立。由圖 (3-8-4) 說明整體的結構是建立在不同層次的結構系統機能上，使在不同的環境條件下巨系統的結構型態產生變化。

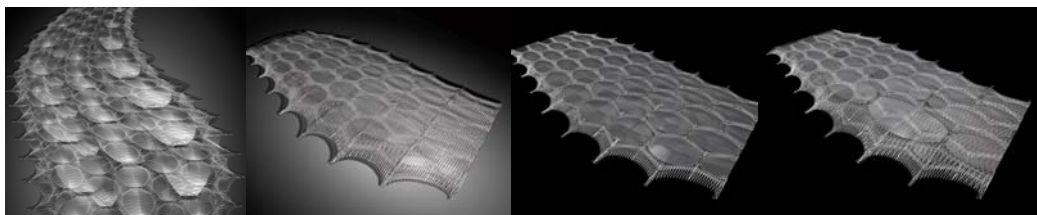
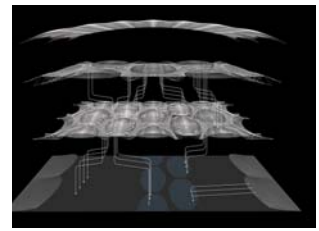


圖 (3-8-4)

■ 構造

由於概念上本案引用許多運算機制的觀點，嘗試達到自明的需求架構和組織，期望建築物能夠作出反應、接受計畫，以空間和環境的改變容納變動的需求，這促使整體構造的發展也建立在這樣的變動邏輯之上，例如，透過對邊界與接合點的定義與安排、參數與壓縮空氣的氣囊體積變動等，所導致的幾何的程序結果與膜的預力等操作下，去建構一多變的氣囊結構空間。圖(3-8-5)說明剖面的構造分解示意圖，顯示了結構層次的相互關係與氣囊表面的連結。



圖(3-8-5)

[數位媒材應用的構築特徵]

藉由數位的 3D 模型影像清晰的分析結果，呈現氣囊形態的構成方式，電腦媒材在本案中的角色，是藉由精確的影像模擬忠實的呈現作者想像的空間計畫形式，並藉由一連串空間模擬的透視圖，去展現後農業地景的多層次結構動作。

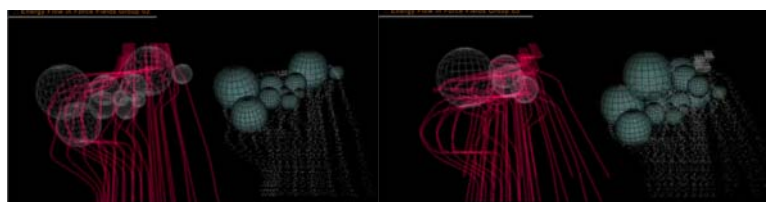
將不同的空間計畫與事件的改變融入到一變動的構築術設計思考中，使形體與空間能做出反應提供更合適的安排，在數位概念與媒材的影像呈現下，構築術與地方環境連結被擴大到更大的環境脈絡中，並將人與建築與自然的關係透過數位影像的呈現整合在一起、而構築術所關切的要點在此案中也看到了深切的探討，3D 模性影像在構造細節上清晰而深入表現是本案數位媒材應用最成功的地方。

3.3.9 紙上案例 [9]

分子溯流建築-類比式設計演算 (Stream in Field-Analogue Calculating Design)，由台灣設計師游英樟與涂文瑜所設計，以建築設計觀點來描述能源運動，利用數位媒材模擬出能源的變化並觀察能源流動的紋理，將其轉化為設計中「內在設定」與「外在條件」的操作並反應在型態的變化上。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。

■ 接點

本案在接點的表現上並不並強烈，較注重形式上演變所帶來的潛力，主要在探討複雜的能源變化，在設計中能源的「力場」(field)之間是以無形的彈性拘束互相制衡；如圖(3-9-1)，設計一開始即模擬力場可能的變化，這些彈性拘束為力場間的內聚力並使其緊靠一起，最後設計者所強調的力場的研究轉化為簇群整合，雖然很難直觀的從設計中看出實質的空間接點，但這一初步概念的發展卻也類似接點的觀念，它串接起後續設計步驟的重點，「泡泡簇群原理」，成為設計操作的核心。



圖(3-9-1)

■ 材料

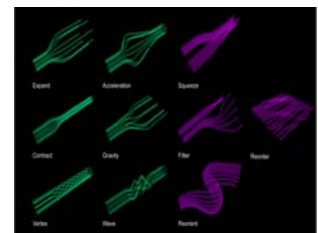
物質性的材料觀念在本案中被打破，可從圖（3-9-1）看出設計者企圖運用數位媒材表現其設計概念的意象，由於力場的流動變化和分子運動等都是非物質的敘述方向，因此設計中對材料的探討擴大到對更本質的非物質組成的研究中，包括分子運動、流體力場結構等；圖（3-9-2）中也對自然界型態的研究再將其延用到設計的表現上，例如圖中顯示對於水流或泡沫的分析，設計者不再考慮物質材料原本應該具備什麼樣的真實質感，而更著重在其非物質的材料結構上的探討。



圖（3-9-2）

■ 構件

傳統建築的構件元素在本案中是不具實質意義的，設計中嘗試整合能源紋理，進一步將其分析為各種不同的型態，如圖（3-9-3）對流體的分析中，清楚的描述出不同流體型態的分類與屬性，這些型態也許具有某些具關聯性，可以加以設定參數再經過運算，最後經過設計描述定義出空間，因此在這裡對流體型態的分類演變為一種新的構件形式，成為操作設計的介面。



圖（3-9-3）

■ 結構

設計透過先前對流體力學和分子簇群的研究，將其所描繪的結構透過與基地地形的充分結合而模擬出建築系統應該形成的新樣貌，整個建築體包含各式系統，牆不只是牆、柱不只是柱，所有的建築元素互相整合融合，不需外加其他次要的結構。從圖（3-9-4）中可看出整體結構是互相依附在一起的，類似流體的造型像是可以自我支撐一般，一層一層的堆疊起來，同時為了這樣的結構型態，在設計概念中也衍生了三種不同的結構概念：張力傳遞結構、訊息傳遞系統、流動薄膜延伸的傢俱系統，這將在稍後第四章做較詳細的分析。

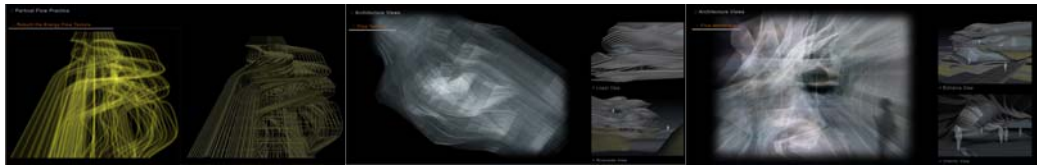


圖（3-9-4）

■ 構造

模擬流體力場與分子泡泡與整體空間形態的構成，是本案設計的核心，本案與傳統靜定的構造方式有別，以動態力量的影響來述說整個設計的構成，同時型態所表現的不只是形式上所反映的表現的力量，而是在設計研究下所發展的一連串動態形式演變，嘗試清楚的描述出一個屬於動態形式的皮層或者是介

面，而這些流動紋理最後重建為具有結構力量的流動形體。由圖（3-9-5）可看出設計者試圖釐清抽象而複雜的流體型態，並將其重建出新的建築構造上的意義，圖中表示流體的質感可能形成空間結構的方式，纏繞一起的結構或包裹起來的空間或像是薄膜般的構造等。



圖（3-9-5）

[媒材應用與數位設計特徵]

電腦在設計一開始就成為概念發想的工具，主張經由科技的進化設計的操作，可以追溯與計算出自然演繹的規則與方法，並依此尋找出最原始的力場，在同樣的設定條件下，會有得到許多不同的反應，所呈現出的是一種演繹的建築設計過程。

設計的概念階段即以在電腦中進行對分子流體力場的型態模擬，型態的線索成為整個設計最主要依循的脈絡，藉由不同參數設定下型態類型的呈現去反應與空間之間對應的關係，最後才回饋到構造與建築細部的處理上，立基於流體力學分子運的分析結果下，整體結構也由其流動的型態而衍生出其自由形體的特徵，所有的建築元素皆融合在一起，看不出明顯的接點，建築物的所有構件一體成型包含在整體之中，包括家具的設計上亦源自於最初對流體型態的研究上。

3.3.10 紙上案例 [10]

地下鐵入口遮篷（Metro Canopy），由美國設計師 Max Asare 所設計，透過電腦強大的表現力量，模擬鈦合金與碳纖維等新材料在空間中呈現的效果，表現一擬真而更貼近感官的空間經驗。以下分別由接點、材料、構件、結構與構造的構築因子分析其設計特徵。



圖（3-10-1）

■ 接點

這個作品呈現了極度虛擬的狀態，實際上作品已完全跳脫建築設計的範疇，更類似蒙泰奇拼貼的影像合成藝術，接點在虛擬世界中是不重要的，圖（3-10-1）中物件和物件之間是漂浮而互相滲透的，彼此纏繞在一起，它們之間已看不出接點的痕跡，其實設計者在思考這件作品時，材料的細部接點並不是探討的重點，而是企圖在數位環境中建立一個新基準去探索尚未建造出的建築空間經驗。

■ 材料

材料的表現性在本案中被徹底的討論，材料、光線、陰影和色彩的模擬構成了強烈的影像圖面（3-10-2），為了使在電扶梯上的通勤者移動穿過一個亮麗的空間，整體結構上運用鈦合金去表現動態的

線條感，輕質的碳纖維板成爲價格低廉耐用的玻璃替代品，這些材料本身是抗碎的、具延展性、並且容許整體性質大量的改變。同時，光線被當作材料一般的使用，藉由彩色碳纖維薄版的運用與地下鐵的營運路線顏色相配，以半透明材質去雕琢光線和陰影，日光和陰影能呈現多變化的色調等，以上這些材料的性質，透過 3D 彩現模型的呈現模擬出來，最後結果所顯現的質感卻超越了真實材料的質地，似乎新的材料被創造了：非物質的材料效果。



圖 (3-10-2)

■ 構件

本案的構件應該可看成就是材料本身，在看似複雜的影像構成中其實只有兩種構成元素，一是表現結構作用的鈦合金金屬，一是表現光線與透明度的碳纖維板，在數位環境的操作下使物件的型態改變有極大的彈性，如圖 (3-10-3) 的發展可看出材料構件的形塑過程，兩種主要的材料由原本單純的狀態漸漸疊加到一較縝密的狀態。



圖 (3-10-3)

■ 結構

在設計的敘述中提到：「鈦合金成爲主要的結構材料，它所容許的耐久性、跨距和型體是傳統鋼鐵或鋁所不及的，同樣規格的形狀能在工廠預先加工，應特殊基地的需求重新組構，讓每一個基地都有不同的形體和經驗」。設計強調新材料的使用不只是完成表現更須具有結構的作用，然而在最終作品的呈現上，其強烈的視覺呈現及不同材料以其本身特有的延展性所纏繞交織而成的空間結構，完全顛覆了鈦合金或碳纖維板這些材料在真實世界的應用方式，圖 (3-10-4) 表現新結構與舊空間剖面的關係，以更有生命力的結構方式擺脫靜定的二元世界。

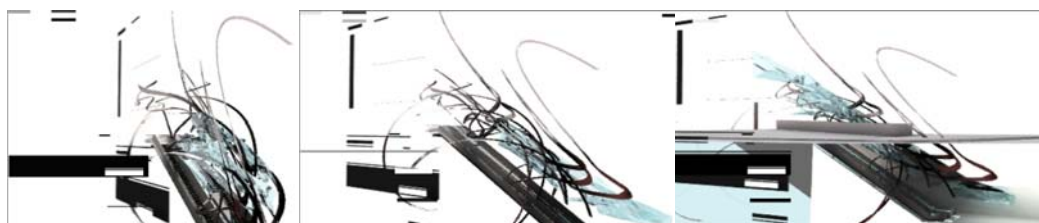


圖 (3-10-4)

■ 構造

本案希望應用合成構造的方法容許適應來自新工程技術上的材料使用，整個構造看起來十分輕盈，真實世界中這樣的構造方式並不容易輕易實現，但在無重力的虛擬世界中，這個設計裡「編織」空間的方法確能被達成，如圖(3-10-5)構造方式藉由電腦指令的操作，任何彎、折、轉、纏、繞的動作都能直接在模型上完成，這種操作過程所創造出的空間經驗比平常視覺上所呈現的的感受還多，同時設計者能開始運用這些操作方式去結構出特定的意義，呈現新空間的獨特表現。



圖(3-10-5)

[數位媒材應用的構築特徵]

數位媒材的應用使本案空間變得更有生命力，新的形式關係帶來新的建築構成方式，整個設計並無太多關於設計程序的演化過程，完全著眼於形體的操作上去表現強烈的視覺印象，設計成為更直觀的感受，讓觀者體驗到十分震撼的虛擬空間經驗。

設計中將真實材料的特性延伸，將鈦合金和碳纖維板等新材料重新詮釋，在彩現模型中可看出設計者對材料獨特的看法，他並不拘泥於現有材料的質感，反而運用數位的彩現效果，將材料添加色彩、光影，並附與這些材料新的構造方式，創造了更多可能性。材質的表現是本案的主題，透過電腦材質的表現，原本物質化的各種材料呈現出輕巧與透明光滑的「非物質」狀態。

3.4 小結

傳統設計與數位設計的差異影響了設計思考的行為，傳統的設計經驗是一種將心智的空間經驗投射到設計過程的程序，在既定場所與事物中找尋決定性的靈感；當建築的設計思考受電腦侵入的影響下，容許設計者以更具顛覆性的操作過程去完成作品，數位環境提供設計者一全新的操作介面，設計方法與傳統手繪草圖有明顯的差別，尤其直接在模型物件上的操作取代 2D 的平面，3D 模型、動畫模擬與空間變形等電腦技術加入到設計過程中時，使設計者能探討許多更複雜的問題與模糊的設計概念，以動態的操做過程的去紀錄時間與空間的動態關係。以下分別針對構築術所強調的接點、材料、構件、結構與構造的階層對應關係，與在數位設計上構築操作過程差異作一說明：

接點

傳統構築觀點中接點具有轉接不同設計層級間的任務，在數位環境中接點的性質不再具備絕對的角色，接點開始鬆動，物件之間不需特別透過接點連接，反而呈現出漂浮的特質，透過動畫和變形的指令編修，設計著重於探討連續性和時間的議題，關鍵影格 (key-frame) 和時間點成為新的接點性質。

材料

運用電腦時材料的物質性透過電腦貼圖與影像編修處理，呈現出一種非物質化的材料表現效果，真實世界的物質性被顛覆，透過資訊化的指令與參數設定，如堆疊、彎曲、拉扯、爆炸、複製等，使既定認知中的建築材料意義變得不再那麼重要，在指令下達的瞬間，同時表達了特殊的設計操作邏輯。

構件

數位環境中設計往往以更直覺立即的反應去呈現建築的意圖，例如對物件強大的操控能力，使設計直接由外部形體開始著手操作，十分不同於傳統構築術中，強調對構件單元的研究，以及建築的整體階層關係的設計步驟，原本具有特定營造意義的靜態設計元素，被動態的電腦指令的邊修動作取代。

結構

電腦數位環境中，在沒有重力約束的情況下靜定的結構行為開始變動，所有的結構方式不在只限定於垂直水平，柱、樑、樓板的絕對關係可以由一層包裹上下內外的自由曲面所涵括，借由電腦能控制多向度的曲面，計算出每一片曲面的位置，原本所強調的結構階層秩序由表面的連續性取而代之，衍生出全新的構造型態與空間經驗。

構造

在數位環境下動態設計操作過程使形態很早就顯現於設計中，抽象的設計意念可同時與抽象的型態共存，直接在形體上變形操作取代傳統構築術中，思考材料、構件、結構等靜態構造構成的邏輯習慣。由於數位設計思考的型態操作動作十分強烈，最後呈現的空間往往是一個更具彈性與豐富的狀態結合，有別於傳統重視機能分區的空間形式，空間交織在一起成爲一個非常複雜的狀態，邊界的關係開始模糊，因此創造更多空間互動的可能行。

構築術中的靜態構築因子在數位化的動態操作環境中，其性質已漸漸被轉變，型態的操作成爲最明顯的構築特徵，一般由內而外發展的構築邏輯，透過對型態精確的掌控與分析，許多設計的生產開始由外而內發展，當型態確立之後再分析構造的方式，有時設計的操作甚至不再考慮構築因子應有的實際構造邏輯，雖然構築因子的角色已淡化在以型態爲主的動態設計程序中，但透過本章案例分析也發現構築術本質並沒有完全消失，反而轉換爲一套可被操作的流程，這個動態的構築過程將於下一章節繼續討論。