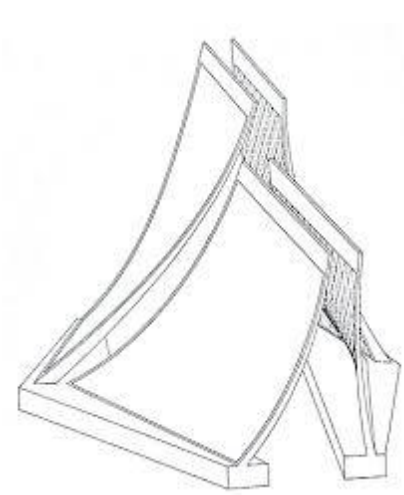
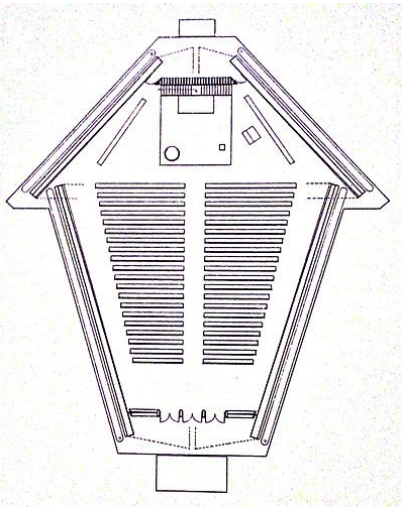
鳳後三與東海大學路思義教堂建造的故事







梁碧峯 著

-東海大學圖書館-

本書簡介

1953 年底，東海大學在台灣的政府批准設立學校時，原本美國紐約聯合董事會芳衛廉秘書長，已在美國再次找有名望的建築師哈佛大學建築設計學院前院長格羅佩斯(Walter Gropius)，但最後還是由格羅佩斯介紹他的得意學生，曾協助格羅佩斯規劃中國上海華東大學校園設計案，出生於中國的貝聿銘建築師來負責。因此，1954 年 1 月聯合董事會秘書長芳衛廉博士，正式邀請在紐約的華裔建築師貝聿銘先生，並決定委託貝氏成為東海大學進行整體校園設計與規劃的建築師。

1954 年 2 月底，貝聿銘來台再次實地勘察校地。貝先生返回美國紐約建築事務所後，初步東海大學的校園空間規劃已由貝氏負責完成，但因無人手可協助，貝氏只好把這一件告訴哈佛大學設計學院院長格羅佩斯恩師，經格羅佩斯同意並推薦在其 TAC 手下工作的二位中國建築師張肇康先生與陳其寬先生來協助貝氏所接受的委託案。因此，整個早期的設計工作就在紐約的建築事務所進行，並邀請張肇康和陳其寬兩位建築師參與東海校園與建築設計工作，此即形成貝氏夥伴們的東海校園建築、設計團隊。

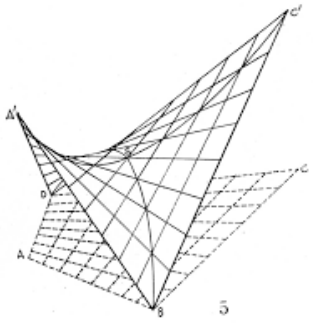
東海大學裡的魯斯紀念教堂(Luce Memorial Chapel)，其中文名稱路思義教堂，是坐落於台中大肚山上東海大學校區內，此重要建築路思義教堂是美國時報周刊創辦人亨利·魯斯(Henry Robinson Luce, 1898-1967)，為了紀念其父傳教士 Rev. Henry Winters Luce(1868-1941)中文姓名路思義而捐獻的，同時也是路思義之子亨利·魯斯所成立的魯斯基金會(Luce Foundation)，當時已由亨利·魯斯三世(Henry Luce III, 1925-2005)負責管理，全部均由魯斯基金會撥款興建。其實，1953 年由美國聯董會委託華裔建築大師貝聿銘先生構思設計，此乃全校精神之所寄，為了易於由全校各處皆能視及，並便於應用起見，擬議應為一較挑高之建築物，且位於校園中心，為學校之靈魂建築。而後 1954 年與張肇康和陳其寬合作完成此建築案，並於 1957 年發表於美國建築期刊。

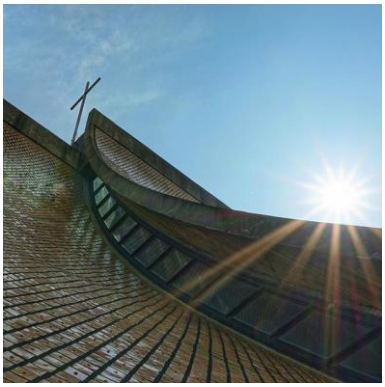
創校後的第三年校慶活動，有了兩項重大宣布：路思義教堂與學生活動中心兩大校園工程，並經《校刊》11 月 1 日已經刊出原本決定安排於 1958 年 11 月 27 日舉行動工。但由於長老教會有關人士與基金會芳衛廉秘書長，先於 11 月 2 日邀請貝聿銘先生帶了木造教堂模型來台，在校內特別召開有關路思義教堂設計的秘密會議，結果他們三位(貝、張、陳)所設計發表於美國建築期刊上的木造教堂模型，董事們因木造不適合建於校內，而否決了貝先生的木造教堂結構建築，貝先生並被董事會告知需另行重新設計。其理由是台

灣是颱風多與地震頻繁，需要有堅固耐久的教堂，尤其是台灣相對濕度高且白蟻多，較不適合木造建築，應採用西式鋼筋混凝土較合適，使得 1958 年 11 月 27 日的教堂破土典禮取消。後因土木工程師鳳後三先生與王大閎建築事務所有業務合作關係，於 1958 年底，陳其寬先生經名建築師王大閎的協助引薦，而認識鳳先生後，名建築師王大閎個人也希望鳳先生能幫哈佛大學好同學貝先生。1959 年底，鳳先生根據陳先生提供的一個手做木製路思義教堂模型，思考改採用鋼筋混凝土雙曲拋物面牆的結構，特別做出精細的格子樑牆結構，經詳細計算後告訴陳先生是可行的，使路思義教堂的建造有了初步的答案。

這樣一個小的教堂籌建花費了整整 7 年時光，其中有經費的原因，也有技術上的困難。教堂由於經過多年之檢討後，終於 1962 年 11 月 1 日正式開工。結構工程師鳳後三先生腦筋非常的細密，改採用貝氏指定的鋼筋混凝土雙曲拋物面牆的原理，做出精細的格子樑結構計算後告訴陳其寬先生，使路思義教堂的建造有了初步的答案。尤其對教堂的動工建造，採取預先所設想的外部鷹架，且鷹架應與建築本體分離外，使內部支柱地層則可靈活運用楔型撐木等巧思，使營建工程能順利進行。吳艮宗先生為光源營造廠負責人，承包整個教堂營建工程興建將達一年之久，順利於 1963 年 11 月 2 日終告完成並進行奉獻典禮。







目 錄

壹、緣由 5

貳、東海大學教堂設計的規劃 6

參、貝聿銘個人簡歷 8

肆、東海大學路思義教堂建造的規劃 19

一、設計教堂之初，所考慮的重點 19

二、實際進入教堂建築工作的面臨困難 23

伍、東海大學路思義教堂峰迴路轉的重新建造 25

陸、東海大學路思義教堂落成及奉獻 37

柒、當時設計人所面臨之問題與解決之道 39

捌、後記 40

玖、主要參考資料 42

鳳後三與東海大學路思義教堂建造的故事

梁碧峯*

壹、緣由

一座著名建築物，其首要項目是在建築設計工作上，而建築設計是指為滿足特定建築物的建造目的，包括人們對它的三個要求：1. 環境角色；2. 使用功能；3. 視覺感受，而進行的設計，它使具體的物質材料依其在所建位置的歷史、文化脈動，景觀環境，在技術、經濟等方面可行的條件下，形成能夠成為審美對象或具有象徵意義的產物。它包括了建築行為中，一切具有功能及意義之設計，也是建築由崛起發想到建築完成之間設計者的心智活動及表現的總結。簡單的說，一座建築物首要考慮的就是孕育出新異構型及滿足最後的使用功能，它須具有一定的要求與妥適的提供。而整個的建築設計就是針對這些要求而創造出來的解決辦法。其解決的辦法具有千變萬化，尤其能夠超乎其原先設定的要求者，就算是一座美好的建築設計。

事實上，建築設計的階段包括：按設計的深度分，一般循序為方案設計1. 概要圖設計(Schematic Design)、初步設計；2. 詳情圖設計(Detail Design)、擴大初步設計；3. 結構圖設計(Construction Design)、營造設計等三大的階段。而在不同階段中，可有不同增減、分劃，譬如在方案設計之前可劃出建築策劃、概念設計等；尤其在初步設計階段，若建築物複雜，又可有擴大初步設計；在施工圖設計階段，可劃出細部設計。在完成整個流程設計之後，就可製作出建築模型圖而定型。

因此，早期的建築設計，不管中、外其實都會結合雕塑、工學、營造、風水、神學、秘宗……等各領域，所以早期的建築師都被視為藝智者或哲學家，具有極為崇高的地位，直到近代才開始有各種專業的分工。建築設計作為建築業的一個重要環節，產生了專業從事建築設計的公司或事務所，以設計大型公共建設項目為主的商業綜合建築設計公司，更多的則是由著名建築師個人開設的建築事務所。其他以設計著名的事務所等。

著名建築學家所設計的建築物，雖然因為造型特異而成為世人讚賞的話題，但使用者的評價卻不見得很好認同，為了避免這種浪費的發生，就必須確定策畫的對象，這是策畫立案時不可缺少的條件之一。尤其特別是大型公共建築，其建築乃是人類將環境改造成符合自己需要而進行的一項偉大創造，而實體的建築物完全依賴結構工程師及營造工程師來共同完成之。

東海大學路思義教堂的建築物矗立於校園裡，除了主設計：貝聿銘，建

築設計：張肇康，副設計：陳其寬，計畫工程師：鳳後三外，全賴結構工程師鳳後三的巧思設計與營造工程師吳艮宗而共同完成。

貳、東海大學教堂設計的規劃

1953 年，私立東海大學成立於台灣中部的一所教會，是由台中市政府捐地與美國紐約基督教大學聯合董事會購地，共計 345 英畝(約 140 公頃)而設校於台灣中部的大肚山上。當時貝聿銘是在澤肯多夫(W. Zeckendorf, 1905-1976)的韋伯．納普(Webb & Knapp, Inc.)建築公司擔任建築設計工作。而對設立一所新穎的東海大學，有類似於美國紐約基督教大學聯合董事會，曾於 1946 年委託哈佛大學名教授格羅佩斯(W. Gropius, 1883-1969)的校園規劃與設計案--上海華東大學。因此，格羅佩斯教授特向美國紐約基督教大學聯合董事會建議，可以直接委託貝聿銘先生設計在台灣東海大學校園案，但當時此案實際上需經紐約市著名的房地產開發商澤肯多夫特別准許與同意之下，才可以用貝氏個人名義接受由美國紐約基督教基金會所委託，在中國台灣所設立的東海大學校園規劃案，但是澤肯多夫的韋伯．納普建築公司，並不提供任何有關的工作人員與設備協助。

1953 年 11 月 8 日，美國尼克森(R. M. Nixon, 1913-1994)副總統訪台時，已由本校董事狄寶賽夫婦邀請，並安排在 11 日上午 10 點 15 分，在台中東海大學校園內(校門口附近早期男生宿舍)，主持東海大學的破土典禮。貝聿銘的父親貝祖貽要他來台灣台北與會聚餐，藉此順到台中勘查美國紐約中國基督教大學聯合董事會籌辦一所新大學預定地，並帶回有關資料。直到 1954 年 1 月，聯合董事會秘書長芳衛廉博士(W. P. Fenn, 1902 -1993)才決定正式委託貝氏，並邀請在紐約的華裔建築師貝聿銘先生，為東海大學進行整體校園規劃。2 月，貝聿銘建築師與秘書長芳衛廉博士立即來台，實地瞭解並再次勘查東海大學校地。因學校本規劃 1954 年秋季招生，故貝先生返回美國後立即進行初步規劃校園設計工作，因無人手可以協助，貝氏只好把這一件事告訴哈佛大學設計學院院長格羅佩斯老師，經格羅佩斯樂意推薦其 TAC 手下的兩位建築師…張肇康(1922-1992)先生與陳其寬(1921- 2007)先生共同來協助貝氏所接受的委託案。於是貝氏就先用電話與這兩位建築師聯繫，於 4 月就邀請兩位年輕建築師加入並參與設計，負起整個東海校園的細部規劃和工程興建。初期的設計工作都在美國紐約執行。當時，聯董會所構想中的是如何呈現一個具有中國特色的一所新大學，而又可具有基督教大學精神的特色。

因此，1954 年 5 月，陳其寬先生未造訪台灣東海大學前，就按建築師貝

聿銘先生所攜回的東海校園資料與其初步規劃圖進行校園設計，立即製出一幅東海大學校園全景的水墨畫。當年 8 月，即以該畫向聯董會作簡報，採用中國唐代三合院形式來表達中國式的大學，並在校園中還構思一個角錐形的教堂，旁邊有一個鐘塔，這也就是當時所利用此元素來表達東海大學是個基督教大學。從該圖中，即足以見證東海大學的教堂位置及教堂形狀，這也是貝氏最早構思。因此，東海大學教堂設計應孕育於 1954 年，經長老教會的牧師所建議，學校應提供給於基督教教友們的信仰，應有一個共同聚會的場所。原本聯董會本希望是西式的高層樓房，而較不喜歡中式建築，但經由基金會所聘請兩位建築師顧問…王大閎(1918-2018)與狄寶賽(1915-2009)的認同，終於勉強接受。

本校初期的設計工作都是在紐約執行，即由貝氏夥伴們所形成的小團隊負責東海校園建築、設計。1954 年 9 月，落實聯董會構想是如何呈現一個具有中國特色的一所大學，又可具有基督教大學精神的特色。當時，全部草案決定後的東海大學校園規劃案建築設計圖，並於 11 月中寄回台灣，並獲東海大學董事會通過，也由學校付之執行建造。此案依貝氏規劃分(1953-1968)四期進行，每期四年。同時言明，由美國紐約建築事務所委託東海大學校園規劃案，貝聿銘建築師按照該計劃只是負責的建築設計草圖，而另由台灣當地的土木營造公司，負責東海大學校園規劃案的建築營建施工，並由學校負責簽約、發包、採購、監督、驗收…等工作。因此，1955 年 3 月首件招標案是男生宿舍的工程投標，是由榆華營造廠以最低標獲得簽約，且於 3 月底，東海大學校舍終於動工了。

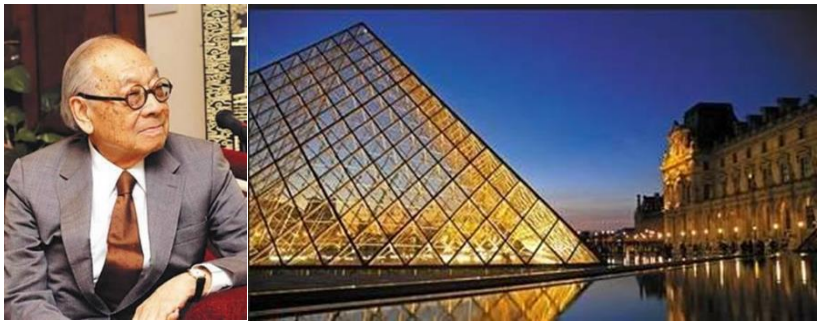
另外，多種有關校園建築工程，將繼續進行開標，由國訪部軍事工程委員會所屬的營造廠--木成營造廠標到工友宿舍一、二棟的工程案，後繼有十棟左右，還有大倉庫興建工程；永大工程公司(永大營造廠)標到教職員甲級(A 棟)宿舍案；華南協記營造廠標到教職員乙級(B 棟)宿舍案；三榮王記營造廠標到教職員丙級(C 棟)宿舍案。其次是女生宿舍的工程投標案，則由大陸工程公司以最低標獲得簽約。並於 1955 年 4 月中旬，由大陸工程公司開始動工興建。因東海校園規劃案的建築營造工作乃有多項營建需要進行，大陸工程公司負責人殷之浩期盼學校董事會能同意由他承建，但董事會請他先與貝先生聯繫。因此，他親自前往美國紐約面見貝聿銘先生，貝先生無特別意見，並告訴他全由董事會決定。因此，後續所有的工程包括有文學院、辦公大樓、圖書館(一、二期)、理學院、體育館、學生餐廳、教堂及學生活動中心(銘賢堂)…等，均

未再有公開招標，全由大陸工程公司獲得簽約。當時，擔任整個學校建築工程督導任務的范哲明建築工程師，認為最重要的工作是趕快成立建築工地的辦公室及放置建材的大倉庫。大陸工程全心盡力的快步推動，並於 1955 年底至 1959 年間分別陸續完工。另外，1956 年底學校大運動場，曾校長也委由清泉崗裝甲兵第二師負責整建，並 1957 年夏天完工。

故在 2004 年，東海大學第一個名譽博士學位由王亢沛校長向教育部申請通過，次年由程海東校長前往美國紐約頒贈予名建築師貝聿銘先生，其主旨：因貝氏於 1953 年至 1967 年間，為台灣東海大學校園精心規劃，與開創性設計路思義教堂作出偉大貢獻。而後獨特建築風格與傑出作品，徧及世界各國，深受世人矚目與讚美，獲得此榮耀桂冠。

參、貝聿銘個人簡歷

貝聿銘(I. M. Pei, 1917-2019)，國際知名的華裔建築師，1983 年的普利茲克獎得主，被譽為「最後的現代主義大師」。現年 103 歲，在建築界發光了 60 多年的貝聿銘，親手打造過 50 多件轟動世界的作品；包括唯一的教堂——東海大學路思義教堂、甘迺迪總統紀念圖書館、華盛頓特區國家藝廊東廂、法國巴黎羅浮宮擴建工程、中國香港中國銀行大廈、日本美秀美術館……，近期作品有卡達多哈伊斯蘭藝術博物館。其作品極有象徵性與時代意義，因此也常成為電影拍攝、觀光旅遊的必要景點。貝聿銘最著名的建築設計之一便是羅浮宮前的金字塔了。



法國巴黎羅浮宮擴建工程

貝聿銘在建築界，不著述，只「實幹」！他參與設計、改造的著名建築有 100 多處，獲得作為一個建築師所能獲得的所有最高榮譽。終被尊稱為「世界現代建築最後的大師」。他以中國為根，在世界開枝散葉。「越是民族的，越是世界的」，這句話出自貝老之口，而他自己也一直是這麼做的。

貝聿銘重要獲獎：

1979 年，美國建築學會金獎

1981 年，法國建築學金獎

1983 年，普利茲克獎

1986 年，雷根總統頒予的自由獎章

貝聿銘簡歷：

父親貝祖詒曾任中央銀行總裁，香港中國銀行的創建者，是中國外匯制度的創始人，被譽為 「匯兌奇才」；母親則是一位頗有成就的書法家、詩人和音樂家。

1917 年，貝聿銘(1917-)出生於中國大陸廣東省廣州市，其祖籍上海蘇州。

1918 年，父親貝祖貽出任中國銀行香港分行總經理，貝氏在香港度過他的童年。

1927 年，父親調職，舉家搬至上海。初中就讀上海青年會中學，高中畢業自一所上海基督教聖約翰大學的教會學校附屬中學。因當時的上海市是很國際化的，尤其很多新思想使他受益良多，讓他接觸了新的建築、藝術、文化與生活方式。特別是上海的房子快速的成長，愈蓋愈高。當時，讓他對建築產生濃厚的興趣。13 歲母親去世後，貝聿銘常回老宅蘇州「獅子林」。





1935 年，高中畢業後，即動身前往美國高教深造。先至費城賓州大學建築系就讀，但發現並非自己的興趣，而後決定轉往紐約劍橋的麻省理工學院完成大學建築理想夢。

1936 年在轉入時，就經由麻省理工學院建築學院院長的艾莫生(William Emerson, 1873-1957)的約談，而使得貝聿銘有了一些自信，並決定繼續學建築。而後貝氏接受了院長的勸告，貝氏曾埋首於圖書館，努力吸收歐洲近代建築相關的資訊，其中柯比意(Le Corbusier 原名 Charles-Édouard Jeanneret-Gris, 1887-1965)的作品深深的吸引了貝聿銘，日後貝氏所呈現

的雕塑性，也就深受柯比意的影響。

1940 年，貝氏以優秀的成績畢業於麻省理工學院。畢業後本想返回中國，當時因中國正遭日本侵略，在他父親的規勸下，只好暫居異鄉。此時貝氏曾經有一段時間專心傾注於埃及金字塔結構與造型，並加以深入沈思，悟出這偉大建築角椎體之重心低且穩固。而後進入一家史威(Stone & Webster)工程公司擔任繪畫工作，這家公司是以混凝土工程而出名的公司，所以在這段期間，貝氏學到了混凝土的特性和雕塑性。

1942 年 6 月 20 日，與盧淑華(1920-2014)小姐結婚，並做短期的蜜月旅行。

1942 年底，貝氏與夫人至哈佛大學攻讀建築設計與景觀碩士學位，次月即休學。1943 年，進入普林斯頓的國防研究委員會(NDRC)服兵役兩年半，協助美國二次大戰軍機的轟炸敵方建築物判讀。

1945 年，復學，並師從包浩斯(Bauhaus)創立人格羅佩斯做建築設計研究。

1946 年，設計具有中國文化特色的上海美術館，並發表於發展的建築期刊上(1948)，此畢業設計佳作，於同年獲得哈佛大學建築設計學院的碩士學位。貝氏畢業後，本計畫返回中國從事建築事業。但由於中國發生內戰的關係，聽從父親貝祖貽的勸告，使他仍暫留美國，並在哈佛大學建築設計學院擔任講師與助理教授。

1946 年底，由美國紐約基督教基金會決定要在中國東部上海，設立一所新穎的華東大學，本委託哈佛大學名教授格羅佩斯從事校園的規劃與設計。當時，剛好貝聿銘從哈佛大學畢業後，格羅佩斯立即雇用貝氏幫忙在其 TAC「建築師合作社」工作，幫忙於 1948 年完成此一設計華東大學校園案，它具有中國文化特色的教會大學建設，校地面積大約有 150 公畝，包括有庭院、池塘、教室、學生宿舍、辦公室、圖書館……等的透視圖，列入格羅佩斯的著作中。不幸的是，因中國的「國共內戰」發生，使得該項工作胎死腹中，無法付之實現，這也孕育成貝氏於 1953 年接受美國紐約在華基督教大學聯合董事會委託設計台灣東海大學校園案。

1948 年，貝氏擔任兩年教職工作後，決定放棄了崇高的學術研究工作，而找尋他畢業後第一個實踐建築的職業工作，但不是直接出來開建築事務所，而是進入紐約房地產大亨澤肯多夫所開設建築設計事務所，擔任設計部主任的工作。當時，紐約市極有眼光和魄力的房地產開發富商澤肯多夫打破美國建築界的慣例，首次聘用中國人貝聿銘建築師，擔任他創辦的韋伯・納普建築公司的建築研究部主任。他們合作長達 12 年之久。這 12

年當中，貝聿銘為澤肯多夫的房地產公司完成了許多商業及住宅群的設計，也做不少社會改建計畫。貝聿銘還為母校麻省理工學院設計了地球科學大樓、化學館、化工館、藝術與媒體科技館，為紐約大學設計了兩棟教職員工住宅大廈。這一切，使貝聿銘在美國建築界初露頭角，也奠定了他此後數十年的事業基礎。這是個很有名的故事[1]。這是貝聿銘事業的起端，他在短時間內就設計無數的建築，許多成為受保護的地標[2]。他一直是一個強調建築實用性的現代派大師，在 31 歲時他就擺脫了繁文縟節的建築學術界，與紐約市著名的房地產開發商澤肯多夫合作，完成了許多商業及住宅群設計。置身於直接的房地產操作中，他的風格得以完美地發揮到極致。一般建築師在每一個時期都有不同作品，貝聿銘並不例外，在不同階段裡也有傑出代表性作品。他早期的作品主要有低收入家庭公寓和鋼筋混凝土建築等。

1951 年，獲哈佛大學旅行獎學金，並至希臘、法國、義大利、英國旅行。

1952 年，接受哈佛大學格羅佩斯教授推薦美國聯董會所委託東海大學校園規劃案。

1953 年，10 月訪台見父親貝祖貽並瞭解東海大學校地。

1954 年，2 月美國聯董會正式委託東海大學校園規劃案。2 月底訪台赴東海大學董事會與美國芝加哥何士建築師共同審查校園規劃案件。7 月第一張東海大學校舍總平面圖草樣。11 月東海大學校舍總平面圖草樣(修正版) 。

1955 年，貝氏不僅加入美國籍，而且也創立了貝聿銘夥伴(I. M. Pei & Associates)建築事務所，一方面自己也開始直接接受公共建築委託建築計畫案件，另一方面仍繼續為韋伯．納普建築公司的建築案件工作。同時也協助東海大學的校園的設計規劃案，尤其是東海大學的教堂設計案。第一個大規模的建築計畫案是科羅拉多州的美國國家大氣研究中心，那是個非凡、獨特的建築。之後有一段時間，他設計很多小型美術館，到 1960 年代最有名的是甘迺迪總統紀念圖書館。

1956 年，擔任麻省理工學院建築教育客座委員至 1959 年。7 月訪台視察東海大學第一期 工程完工。

1958 年，擔認聯邦住宅委員至 1960 年。11 月訪台送教堂模型到東海大學。

1962 年，11 月東海大學路思義教堂動土興建。

1963 年，4 月被選為美國設計院之院士及獲美國建築學會紐約分會榮譽獎。11 月參與東海大學路思義教堂落成及奉獻大典。

1966 年，建築事務所改組為貝聿銘合夥建築事務所(I. M. Pei & Partners)，在那之後，除了香港中國銀行大廈，就是巴黎羅浮宮。

1967 年，膺任美國藝術與科學學院院士。

1968 年，7 月到東海大學視察整個東海大學校園規劃案成果。

1989 年，建築事務所改組為貝柯弗合夥建築事務所(Pei Cobb Freed & Partners)，在那年之後，除了繼續完成先前所接受 1968　7 月訪台 到東海大學視察整個東海大學校園規劃案成果的計畫案外，就是逐步讓柯、弗與合夥人們接手建築事務所業務。

1991 年，74 歲的貝聿銘宣布從建築師事務所退休。但貝聿銘退休之後，仍以個人建築師的名義受邀到各地為博物館設計，行事作風低調，作品卻在現代建築風格上留下反璞歸真的童趣。而 PCF 就由柯柏與新生代主掌。

1992 年，三個兒子們：貝定中(1943-2003)、貝建中(1946-　)與貝禮中(1949-　)，在紐約也正式宣布成立貝氏建築事務所並開始執業。

1993 年，法國總統密特朗頒榮譽軍團司令勳章

1996 年，80 歲的貝聿銘應家鄉政府的邀請回到了蘇州，為蘇州的城建工作出謀劃策。

2002 年，85 歲高齡的他，凝聚自己一生的智慧，將封筆之作獻給了自己的故里——蘇州博物館新館。這座坐落於貝聿銘故鄉的建築，集貝氏現代主義幾何美學與蘇州古典園林神韻與一身，與貝聿銘兒時經常玩耍的私家園林獅子林，僅一牆之隔。

2004 年，中國駐美大使館，華盛頓特區。

2005 年，東海大學授榮譽博士。

2006 年，澳門科學館，中國澳門。

2012 年，第四次年度雷奧諾拉和沃爾特·安嫩伯格獎。

2019 年，在紐約家中過世。

退休後揮灑理想　貝聿銘的建築作品更精彩

1991-1997 年間在日本京都打造的美秀美術館來說，日式風格的建築外觀並不金碧輝煌，反倒有古樸味道。遊客必須先穿過一座山，穿越五百公尺長、鋁質壁材、燈光輝映、蜿蜒優雅的隧道，然後才豁然開朗，看見自然森林中的小巧建築。「山有小口，彷彿若有光，…初極狹，才通人。復行數十步，豁然開朗。…」正是陶淵明的《桃花源記》，定調了這棟建築的風格，而業主小山美秀子當時年高 89 歲，也深受此一悠然意境吸引，歡然

接受貝聿銘匠心獨具的「簡單」設計。

1996-2003 年間，貝聿銘操刀設計的德國歷史博物館新建築，位在柏林，原址是普魯士王國的軍火庫，德國人稱為「布蘭登堡-普魯士軍隊的萬神殿」。但貝聿銘卻用一座簡單透明的玻璃螺旋梯，大膽銜接了德國的過去、現在與未來，並在軍火庫庭院上空加建大玻璃天窗，讓明亮開闊的四層樓玻璃大廳揮別德國沉重的歷史包袱。「所有嚴肅的建築，都應該在過分感傷地懷舊和患了歷史健忘症兩者之間找到一個恰當的折衷。」這句話，後來成了貝聿銘的經典名言，也象徵他面對老後生活的一種淡定態度---不感傷過往，也不把過去在職場的經驗全數遺忘。

四十歲做好退休規劃 晚年才能享有悠遊人生

日本暢銷作家大塚壽在《40 歲，好日子才開始：享受人生下半場，50 件該做的事》一書中指出，四十幾歲這階段是人生的「收穫期」，只有掌握好這個黃金階段，並及早做好人生下半場的規劃，六十歲以後才能擁有快樂的退休人生。貝聿銘精彩的退休後生活，徹底印證了一個人若能及早做好退休後的財務規劃，則退休後反而更能無後顧之憂地去做自己喜歡的事情。正是因為沒有經濟壓力，貝聿銘反而可以為理想去設計自己喜歡的作品風格。

以一般退休理財的準則來說，只要啟動時間越早，在年輕時便可承擔較高的風險，以創造較高報酬。等到步入中年後，風險性資產比重應該調低，並逐漸拉高穩定資產的比重。到接近退休時期，追求穩定現金流的低風險資產，更應該位居退休財務規劃的首要位置，並以簡單的資產配置來面對複雜市場，以避免市場波動風險危及老後所需的現金。在退休後繼續尋找建築最簡單的本質，是貝聿銘老後的生命追尋。在財富管理的市場上，年紀越大，越應該用簡單的投資哲學來面對複雜市場，這是一種銀髮學習，也是百歲人瑞貝聿銘給我們的啟示。

其實，貝聿銘至今讓人們印象最深刻的是事蹟有四點：

(一)受鄔達克(1893-1958)所設計的上海國際飯店影響，鄔達克是 20 世紀 30 年代，上海一位有影響的匈牙利籍斯洛伐克建築師，其設計的許多重要作品，現在都列為優秀近代建築，這使貝氏立下有志成為一位名建築師。

(二)古典音樂中，貝聿銘認為蕭邦的鋼琴獨奏曲最適合工作場合。

(三)貝聿銘很看重日本的美秀美術館，期待能與日本建築師對話，但一直未果。

(四)對於中國文化背景，貝聿銘不認為對他的建築設計有何幫助，建築設

計成敗的關鍵是需要深入瞭解建築所在地的人文、歷史、社會文化背景。

總而言之，貝聿銘出道後先做了 12 年的房地產設計，然後才開始介入公共建築設計領域。也許一名建築師需要在開始先有一個沉澱和積累的過程吧！事實上，當今貝氏從事建築設計都會融入自然的空間理念、人文與社會的價值觀，主導著的是科學與設計藝術的作品，尤其是光和空間的結合可千變萬化，「讓光線來做設計」這是貝聿銘永不改變的名言，也是貝氏的座右銘，特別是玻璃的金字塔造型，可以說是把古文明的石造金字塔，改變成人人喜愛的玻璃金字塔發揮得淋漓盡致。20 世紀 80 年代，貝聿銘以一介華人身份，將一座晶瑩剔透的金字塔，搬進了法國人的聖地羅浮宮。

不須競標就上崗

1981 年，新上任的法國總統弗朗索瓦•密特朗提出要翻修和改建羅浮宮。全球 15 位知名博物館館長中 13 位館長都共同推薦了一個人——貝聿銘。密特朗派團隊接觸貝聿銘，62 歲的貝聿銘的回應頗顯「霸氣」:

「我年紀大了不想去搞競爭，要麼就直接讓我做，要麼就讓別人去競爭。」

於是，貝聿銘重修羅浮宮，成為法國當時唯一的一項不通過競爭，直接授予建築師的大工程。貝聿銘在歷史與現代、藝術與政治找尋平衡點，是其落實設計的保障之一。經過 4 年施工，1988 年 3 月，時任法國總統密特朗在金字塔內，授予貝聿銘最高榮譽勳章。而羅浮宮改造成功，也幫助密特朗贏得了民選，獲得連任。羅浮宮前的金字塔與凱旋門、協和廣場的方尖碑連成一體，為巴黎的中軸線錦上添花。



尤其東海大學的路思義教堂還是最早完成的一件無酬義務設計，當時貝聿銘開始孕育設計路思義紀念教堂時才三十七歲(1954 年)，經由張肇康及陳其寬兩位協助，完整的設計圖於 1957 年 3 月發表於《建築論壇》(Architectural Forum)及 8 月發表於《建築紀錄》(Architectural Record)雜誌上。而後由本來木造建築不適合台灣氣候，決定改為鋼筋混凝土建築，共花了七年才建造完

成。就在教堂完成的第二年，甘迺迪遺孀賈桂琳就在當代頂尖的建築師中，圈選了貝聿銘成為紀念甘迺迪總統圖書館的設計師和監造者，在當時是不得了的大新聞，也讓貝聿銘成了全世界都知道的名字。他所設計的甘迺迪圖書館，被公認為美國建築史上最佳傑作之一。美國建築界因此宣布 1979 年是「貝聿銘年」，並授予他該年度的美國建築學院金質獎章。



美國第 35 任總統約翰·甘迺迪的總統圖書館

當今，貝聿銘先生是一位已越過一百零二歲的歲月傳奇建築師。貝聿銘先生是一位享譽世界的華人建築師，他的作品範圍廣，類型多，他的理念是要讓光去設計，讓建築有生命。身為現代主義建築大師，貝聿銘六十餘年來，始終秉持現代建築的傳統，堅信建築不是流行風尚。貝聿銘認為：「建築是一種社會文化藝術的形式。」在他的任何設計中都不會放鬆協調、純化、昇華這種關係的努力。在設計時他對空間和形式，常常都做出多種探求，賦予它們既能適應其內容又不相互雷同的建築風貌。

貝聿銘先生祖籍蘇州，是蘇州望族之後，也是一位享譽世界的美籍華人建築師。貝聿銘先生是 20-21 世紀世界裡的十大建築師之一，分別於 1979 年貝氏獲得美國建築學會金獎及 1983 年獲得第五屆普利茲克獎。特別是 20 世紀世界最著名的十大建築中，其中有兩大建築是屬於貝氏所設計的：第八名：國家美術館東館；華盛頓國家美術館東館是美國國家美術館(即西館)的擴建部分。由建築師貝聿銘所設計，其造型新穎獨特，採平面為三角形。它既可與周圍環境和諧一致，又可造成醒目的效果。內部設計豐富多彩，採光與展出效果很好。成為 70 年代美國最成功的建築之一。以及第二名：羅浮宮改造工程；貝聿銘設計建造了玻璃金字塔，他在設計中借用古埃及的金字塔造型，並採用了法國當地楓丹白露的水晶玻璃材料，金字塔不僅表面積小，可以反映巴黎不斷變化的天空，還能為地下設施提供良好的採光，創造性地解決了把古老宮殿改造成現代化美術館的一系列難題，取得了極大成功，享譽世界。

尤其這一建築正如貝氏所稱:「它預示將來，從而使羅浮宮達到完美。這座玻璃金字塔不僅是體現現代藝術風格的佳作，也是運用現代科學技術的獨特嘗試。」

貝聿銘先生，被譽為「現代建築的最後大師」。貝聿銘作品以公共建築、文教建築為主，被歸類為現代主義建築，善用鋼材、混凝土、玻璃與石材。歸納貝氏一生所塑造建築、藝術風格有五大重點，分別敘述如下：

一、幾何手法

貝氏運用幾何形的手法眾所周知，他追求精緻、洗鍊的造型達到極致。貝氏建築的外觀總以簡潔硬朗的幾何造型與線條來表現，充滿現代感。貝聿銘設計師特別是在發展現代主義建築的幾何構成上，作出了眾多不朽的重大貢獻。如果說密斯、柯比意在精煉幾何特性上，作出了傑出佳績的話，那麼貝氏則在繼承現代主義建築師的基礎上，不僅豐富了微妙幾何構造，而且為流於僵化的現代主義建築開拓了新穎的道路。貝氏以他豐富多采多姿的建築作品，向人們闡明了現代主義仍是具有活力的，它決不是一種機械主義，而是同樣可以呈現多采多姿的藝術作品。

二、光線特質

光是建築的色彩，特別是大自然的陽光。「讓光線來做設計」是貝氏的名言。「建築是對陽光下的各種體量的精確的、正確的和卓越的處理」在他的作品中，光與空間的結合，使得空間千變萬化，巴黎羅浮宮擴建的玻璃金字塔入口，把大量的光線引入死氣沉沉的博物館中，讓當今的太陽光線可普照到過去的歷史。「光」經過透明的玻璃，投射在空間與牆體、地面上，形成「光」的豔麗庭院。「光元素是很重要的，若沒有了光的變幻，整個形態將會失去了瑞氣，而空間便顯得無活力」。「光」是貝氏在建築一項開始時首先要考慮的問題。而他一系列建築設計在與光的結合方面達到了很高的境界。

三、善用石材、混凝土

貝氏特別注重於混凝土的特性研究,挖掘它的受力學特徵與視覺表現力，在建築設計中，將其結構與裝飾融為一體，忠實於材料的質感表現力(尤其是清水模)，從而將對混凝土的應用推到一個新的層次高度。在作品中，時常可以看到其充分利用混凝土可塑性的特點，做出富有雕塑感的螺旋樓梯。其中最為典型的就是埃佛森美術館內庭的螺旋梯，我們完全可以將之視為一座可以供人上下行走的雕塑。貝氏還在埃佛森美術館、達拉斯市政廳建築中，充分展示了混凝土適於物理學上懸挑的力學特殊性能。

四、玻璃與鋼材

自然光線穿過透明的玻璃材料傾瀉到室內，給室內的一切帶來溫暖和靈機之感，而網狀鋼材不僅起到了支撐、承載的作用。由於玻璃自身的特質具有透明、折射與反射，而且玻璃透明不至於遮擋與減損原來建築物的立面，不僅符合貝氏對陽光的追求，更能夠從視覺上以及空間原理上，使得原有的建築群不會被削弱，並且能使設計者的建築思想得到充分展現，加上光線和人的流動，整個空間被賦予了新生的活力。

五、社會文化影響

身為現代主義建築大師，貝聿銘的建築物，60 餘年來始終秉持現代建築的傳統，貝氏堅信建築不是流行風尚，不可能隨時間改變花招取寵，建築是千秋大業，要對社會、歷史與文化負責。他持續地對形式、空間、建材與技藝研究探討，使作品更多樣性，更優秀。他從不為自己的設計辯說，也從不自己執筆闡釋解析作品觀念，他認為建築物本身就是最佳的宣言。建築融合自然的空間觀念，主導著貝氏一生的作品，特別是美術館。如美國大氣研究中心，伊弗森美術館、狄莫伊藝術中心雕塑館、康乃爾大學姜森美術與蘇州博物館……等。這些作品的共同點是在內庭，而它確可將內外空間串連，使自然融於建築。

★貝聿銘：追求內外協調統一

貝聿銘先生是位美籍華人，世界著名的建築設計師，他除了為台灣東海大學設計路思義教堂外，也為中國設計了北京香山飯店、中國銀行總部大廈，香港的中國銀行大廈等。與中國建築科學研究院合作，為中國培養、培訓建築設計師，為推進中國建築現代化作出重要貢獻。

貝氏設計的許多大型建築遍佈世界各地，其中位於華盛頓市的美國國家美術館東館、法國巴黎盧浮宮擴建工程、中國銀行香港分行大廈等作品為世界建築史留下經典傑作。1999 年在北京建成的中國銀行總部大廈是貝聿銘建築設計生涯中的最後一項大型建築設計項目，耗時七年，大樓的一磚一木，一水一石皆凝聚著他的心血。該大廈樓內有園，似北京四合院，園內水池中自雲南石林採來的黑石分佈有致，兩側竹叢相映成趣，在空間組織上將中國傳統設計手法運用得十分精到。

貝氏認為：「建築是一種社會文化藝術的形式。」在他的任何設計中都不會放鬆協調、純化、昇華這種關係的努力。在設計時他對空間和形式常常都做多種探求，賦予它們既能適應其內容又不相互雷同的建築風貌。貝氏具有

統整視觀全域的設計思維，他說：「建築設計中有三點必須予以重視：首先是建築與其環境的結合；其次是 空間與形式的處理；第三是為使用者著想，解決好功能問題。……正視這一點，這是前輩大師們不夠重視的問題。」貝氏的設計創造出了承前啟後的建築風格，他注意單純化建築物的體型、盡可能去掉那些中間的、過渡的、幾何特性不確定的組成部分。使他設計的空間形象具有鮮 明的屬性。另外，他的設計還具有強烈生動的雕塑性和明快且活躍的時代感。以及被繪畫、雕塑作品加強的藝術性。貝聿銘建築設計中的室內設計部分，幾乎都由他本人設計以保證內外的諧調統一。

貝氏被稱為是「現代主義建築的最後大師」他奉行「less is more（少即多）」的建築原則他作品的品質和一致性從不會讓他的同事和僱主失望他就是被稱為建築設計界「奇才」貝聿銘這些絕非溢美之詞，懸掛在他辦公室牆上的幅幅獎狀就是最好的證明。

總而言之，至今貝聿銘既贏得了出世的成就，又收穫了入世的繁華。他用一個世紀的時光，在四大洲、10 個國家的土地上，給世人留下大量精美絕倫的建築。而且，在建築中融入了中華民族特色，讓東方元素在世界各地展現獨特的魅力，更激勵了無數華人，讓華人在世界上多了一份信心和底氣！

貝聿銘和妻子盧淑華(盧愛玲)總共育有三子一女，3 個兒子分別名為貝定中、貝建中、貝禮中，寓意就是安定中國、建設中國、禮儀中國，女兒名為貝蓮。希望每一位華人都能傳播「華人之光」，閃耀中華民族的光彩！讓更多的朋友知道！

1917 年生於廣州的貝氏，祖上為蘇州望族。13 歲母親去世後，貝氏常回老宅蘇州「獅子林」。封山之作：蘇州博物館。當在國外被問及是哪裡人時，貝聿銘總是這樣回答：「我來自中國蘇州。」2002 年，85 歲高齡的他，凝聚自己一生的智慧，將封筆之作獻給了自己的故里——蘇州博物館新館。對了！這就是蘇州四大名園之一、世界文化遺產、全國重點文物保護單位、國家 4A 級旅遊景區的那個獅子林！

2006 年開館的「蘇州博物館」是貝氏接受中國蘇州市政府委託所設計，蘇州博物館的基地位於蘇州古城北部歷史保護街區，基地周邊環境顯赫。北臨中國四大園林之一的拙政園，東臨太平天國忠王府，南臨被規劃為觀光步行街的東北街，西邊則為主要交通幹道齊門路，邀請貝氏設計蘇州博物館的原因除是華裔的建築大師，另一個重要原因在於貝氏的老家，就是基地附近稱江南四大園林的「獅子林」。獅子林並非貝氏興建，而是貝氏的叔祖父貝潤

生於 1917 年購買，巧的是貝氏也在同年出生。據貝氏自述在 18 歲前，每年暑假都會回蘇州入住獅子林祖宅，而這段短暫的生活，影響貝氏後來的建築設計哲學，而這是理念而非形式，因為從蘇州博物館的設計上來看，即可清楚看到兩者之不同。



蘇州博物館實景

貝老，世界有你，真好！

致敬貝聿銘先生！傾盡一生呈現極致設計！2016 年，貝聿銘在家人陪同下出席頒獎典禮。亞洲協會主辦的第三屆「創變者」獎頒獎典禮於 10 月 27 日在紐約聯合國總部舉行。著名華裔建築師貝聿銘在會上獲頒「終身成就獎」。99 歲的貝聿銘由孫女等人陪同下登上頒獎台，台下觀眾報以熱烈掌聲。

2017 年 4 月 26 日是美籍華裔建築師貝聿銘 100 歲的生日深度君這段時間的朋友圈滿是對這位老人的相關報導你只知道他是世界知名的建築師他是蘇州博物館的設計者他是從蘇州走向世界的大師……可是為何全蘇州全中國乃至全世界都在為他的壽辰祝賀他的影響力為何如此之大這背後的故事你知道多少？這座坐落於貝聿銘故鄉的建築，集貝氏現代主義幾何美學與蘇州古典園林神韻與一身，與貝聿銘兒時經常玩耍的私家園林獅子林，僅一牆之隔。

肆、東海大學路思義教堂建造的規劃

一、設計教堂之初，所考慮的重點

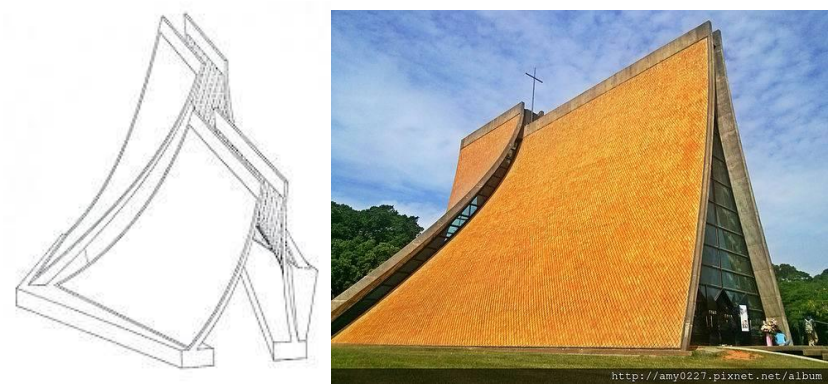
東海大學為一所基督教會大學，其教堂乃全校精神之所託付，易於使全校各處、室行政同仁皆能視及，包括教、職、員、生。並便於使用起見，擬議應為一較高之建築物，且位於整個校園之中心，包括教學區：教室、文理大道軸線與辦公室，以及學生與教職員宿舍區，應是為目前之地點最為恰當。因學校是位於山坡丘陵地，校園是坐西朝東方向，對大台中平原可盡收眼底，遠眺中央山脈，其氣象萬千。因此，選定教堂坐西朝東，適得其宜。

1951 年，貝氏獲得哈佛大學旅行獎學金，同夫人一起前往歐洲旅遊，到

達法國參觀偉大哥德式(Gotik)的沙特爾大教堂(Cathedral of Chartres)，直覺的產生有很深的印象，造成一開始構思設計東海大學的教堂時，就烙印有磚砌的哥德式角椎體教堂的構思。貝先生簽約後首次來台灣東海大學，是在 1954 年 2 月，主要是勘察整個東海大學校園與查看首期工程整地進行情況。1956 年 7 月份，第一期工程差不多快完成的時候，這是貝氏簽約後第二次到台灣東海大學來，並順道在成功大學給個演講。演講結束後，有很多學生問他，東海怎麼一點都沒有一些新的創意？這對貝先生似乎是蠻刺激的。所以貝氏回到紐約建築事務所後，深深地感覺到必須想出一些新穎的校園構型，那時正好開始要考慮蓋一間教堂，因此只好放棄在先前所構思的金字塔角錐形，必須改變新的造型設計。

早期貝氏設計東海大學教堂的構造與型態，就是他在麻省理工學院建築學系畢業後所崇拜埃及金字塔的思維，因它雖然只是利用石材所造出給已逝者所歸宿的住宅，即所謂的陰宅。在突破逝者陰宅的金字塔要轉成給活者使用的住宅時，就需打開金字塔角椎體，好讓光線進入，即所謂的陽宅。因此當今東海大學的教堂,就是貝氏首先嘗試打開金字塔的教堂建築物唯一作品。若要把大量的光線引入死氣沉沉的金字塔，就先把四方角椎體，切成兩個三方角椎體，將其中一個三方角椎體變大成為「神壇」[3]部分(因貝聿銘先生信奉佛教)，再與另一個三方角椎體當為座席部分，形成兩個一大一小的三方角椎體採取兩個三方角椎體共面重疊，這樣結構可先讓陽光藉由量體差的部分進入。

然後再把前與後的兩個三方角椎體各切出一小角塊，使它形成教堂前、後玻璃門、窗面，此可讓陽光大量進入，然後再把其頂點提升與本來角椎體頂點一樣高，而移動形成屋脊，使兩角椎體產生共面重疊(Eclipsed overlap)的合作效應，最後再切其屋脊，好讓太陽光線由上方大量進入，即是陳其寬先生所稱的「一線天」，特別在兩組互對牆的上方採用支點接頭做力得承受，終而形成無脊的兩組互對四片平面牆，而後經聯董會副執行秘書福梅齡(曾任中國北京協和醫學院校董事會秘書)的建議，將平面修改為彎曲拋物面牆，即成為貝聿銘先生所言的非正規六角底座的帳篷式教堂模型[4]。



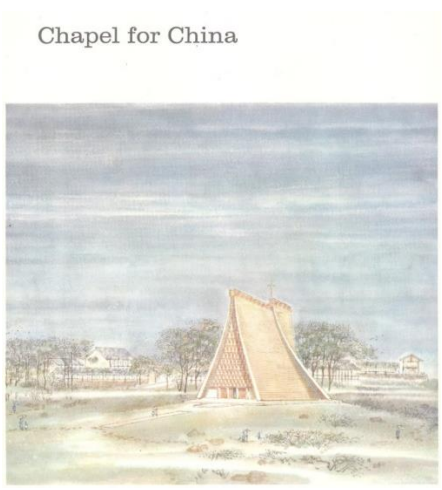
路思義教堂四片兩對雙曲拋物面圖及其建築成品

最初貝聿銘先生把教堂的建築工程設計交由張肇康先生負責，1956 年因學校范哲明工程師不滿林澍民建築工程師之營造工作，向學校董事會提出要求貝先生也要負責學校整個營造工程,因范工程師也將於當年暑假退休返美。貝先生只好於 9 月就派張先生來台負責督導學校土木營造工程。貝先生就把張先生的教堂建築工程設計工作改交由陳其寬先生繼續負責完成。首先張肇康考慮是以磚砌造，自六角形之四邊向上堆砌，會於屋脊之議，屋面與牆面合而為一。而後陳其寬因紐約聯董會副執行秘書福梅齡(匯文學院院長福開森的女兒)的建議，將平面修為彎曲面牆，經貝聿銘同意也改為木造而定案。

首先要把兩組互對四片平面牆其上、下緣保留為直線，而讓左、右兩邊修改為兩組互對四片彎曲面牆。本來每面之四邊皆為直線，此時四片曲面牆，全靠左、右兩邊而所形成之雙曲拋物型面，其學名即為雙曲拋物面(Hyperbolic paraboloids)牆。由於曲面之上、下兩邊續維持直線，故教堂之牆上、下緣呈直線，視覺較感生硬。靠左、右兩邊逐步改進牆面為雙曲線（牆上緣及牆基二邊仍持直線），此時所形成之曲面稱之為「雙曲拋物面」。所形成之牆面曲線極具美感，與中國建築之屋簷反宇曲線相當吻合。根據筆者所見的資料顯示，由於貝氏這種傑出創作，使美國甘迺迪總統遺孀賈桂琳與法國總統密特朗，直接把紀念圖書館與羅浮宮擴建案委託給貝氏。當時的設計是根據原先的金字塔角錐形構型，加以創思改變而成為非正規六角底座的帳篷式教堂模型。首先交給張肇康先生負責，而後繼續交給陳其寬先生負責，兩位建築師曾演變製作多達十餘種模型。對兩位建築師研究所得，皆以六角形之平面為出發點，其內部應給人有親切感，尤其視、聽二者之設計因素，皆須考慮較高理想，並與座席及神壇相互配合。通常為免除堂內之樑、柱會有礙視線起見，決定用一大跨尺度之結構，即往無樑、無柱與無脊方向做設計。

經仔細視之，係由四片曲面組合而成，而陳其寬的個人思維有類似倒置之船底。其以下大上小之形狀，予人以穩定之感，對減少風力及地震影響二方面甚為有利。經過再三研究，以採光問題及明確表現結構起見，四曲面完全分離，於是屋脊部分分開，遂有天窗，具一線天之意，造成無脊的建築物。中部遂有邊窗，使神壇方面光線益增神祕。其後為使前後曲面會於屋背部分之結構，易於處理起見，於是後部二曲面高於前部，呈重疊之狀，後部高出之部分亦恰為內部神壇之地位，外觀的確足以表彰其內部之重要性。

東海大學於 1955 年創校開學，而校園教堂早在 1956 年由在紐約的華裔建築師貝聿銘先生開始重新設計規劃，經年餘之研究，最後以木造模型定案，在研究過程中所逐漸形成之直覺下完成。教堂各部分之比例因素確定。最後設計圖案於 1957 年 3 月發表於《建築論壇》(Architectural Forum)及 8 月發表於《建築紀錄》(Architectural Record)雜誌上，因當時設計只為台灣東海大學教堂，故其標題書為「中國教堂(Chapel for China)」。





木造教堂模型

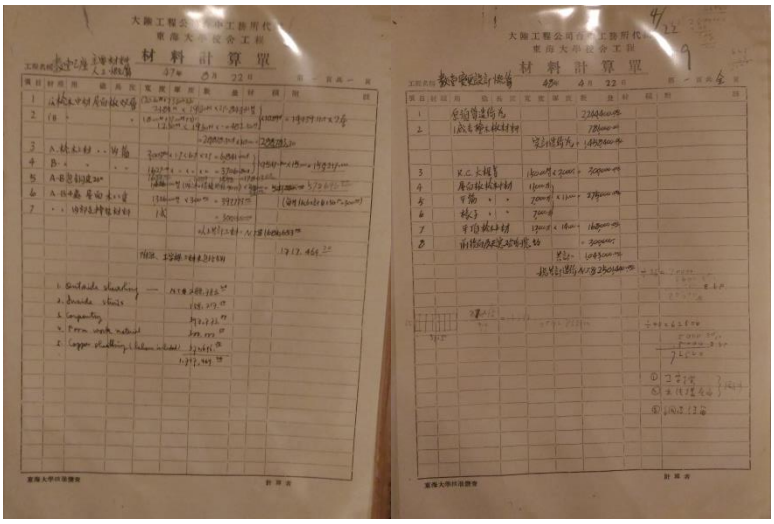
理論上雙曲拋物面係由無數之雙曲線沿拋物面及一直線移動之軌跡，此特點在施工時有莫大之幫助。由於此曲面同時具有向內凹及向外凸之特性，使曲面內部之應力，最後皆沿此曲面之力向，傳至此曲面四邊之邊際樑柱，再傳至基礎。由於曲面內部應力沿曲面曲度力向進行，致曲面內部無彎折力產生，因是曲面厚度遂可減少。此原理與蛋殼雖薄而仍能抗壓之性質類似。教堂牆面厚度經計算，上部為 5 公分，漸增厚度，至牆之下部為 20 公分。但由於曲面下部曲度過大，為避免下部曲面產生彎折現象，內部增加交叉之補

助小樑，有如肋骨，曲面在屋脊處，有類如鉸鏈之接頭數點，四曲面在牆頂會合處，其接頭，承受：拉、壓、扭、剪之力，極為複雜，十字架即由此上昇，象徵神力之無限。

二、實際進入教堂建築工作的面臨困難

接著進入教堂的實際建築工作，首先是木造教堂的建築工程設計，此項工作貝聿銘先生就交由陳其寬先生負責建築工程規劃、工程經費預算編列與工程施工圖製作，而當時在東海大學負責督導的張肇康先生協助完成。1958 年 8 月 22 日，經由大陸工程公司對木造教堂的主要材料選用檜木，經人工估算報價新台幣 171.7 萬元。事實上，經費 5 萬美金係經由蔡一諤董事告知聯董會芳衛廉秘書長，獲得聯董會負責財務董事亨利．魯斯(美國《時報周刊》創辦人，Henry Robinson Luce, 1898-1967)允諾，全由他所創設的魯斯基金會(Luce foundation funds)付此款項，其教堂改取名為魯斯紀念教堂(Luce memorial chapel)，因蔡一諤董事問亨利．魯斯是否是紀念令尊(中文姓名路思義，Henry Winters Luce, 1867 -1941)？他答「是」，因此，本校就用「路思義」取名，這就是「路思義教堂」的由來。

創校後的第三年校慶活動，有了兩項重大宣布：魯斯紀念教堂(後改為路思義教堂)與學生活動中心(後改為銘賢堂)兩大校園工程，並經《校刊》11 月 1 日已經刊出原本決定安排於 1958 年 11 月 27 日舉行動工(詳情請見東海大學校刊轉載)。但由於長老教會有關人士(包括當時擔任東海大學的董事們)與基金會芳衛廉秘書長，先於 11 月 2 日邀請貝聿銘先生帶了木造教堂模型來台，在校內特別召開有關路思義教堂設計的秘密會議，結果他們三位(貝、張、陳)所設計發表於美國建築期刊上的木造教堂模型不適合建於校內而被否決掉，理由是台灣是颱風多與地震頻繁，需要有堅固耐久的教堂，尤其是台灣相對濕度高且白蟻多，不適合木造建築，所以當時結論就是要求貝氏必須重新設計，考慮以西式混凝土建築物較合適，並取消 11 月 27 日的教堂動工。雖然 1959 年 4 月 22 日，再經由大陸工程公司對木造教堂的大樑改用 RC(混凝土)，其主要材料仍選用檜木，經人工估算報價新台幣 250 萬元，但貝聿銘建築師並未考慮接受，而後大陸工程公司完成的校園建設：學生宿舍、辦公大樓、文學院、理學院、圖書館、體育館、男生餐廳、及最後學生活動中心建築物，就於 1960 年離開東海大學。



★轉載東海大學校刊(47 年 12 月 1 日第 18 期第 1 版)

『魯斯紀念教堂 學生活動中心 均於前月破土興工 預定明年六月落成

[本刊訊] 本校四十七學年度兩大建築--亨利．魯斯博士紀念禮拜堂與學生活動中心，均於上月二十七日破土開始施工，破土典禮於是日上午八時舉行，由周聯華董事長主持，亞洲基督教高等教育聯合董事會秘書長芳衛廉博士致詞，並宣讀亨利．魯斯第三來自美國之祝賀電文。芳博士在致詞中強調東大所負之使命與應走之途徑，希望這個學府是建築在全體師生的信心上，而成為世上的鹽與光。東海是建築在山上，城在山上是無法隱藏的，深盼東海在各方努力支持下，必不至於隱藏。

其次為學生活動中心破土典禮，由吳校長主持，奧柏林大學代表孟玖笛等四人破土，孟玖笛小姐在致詞時認為今天的東大確實需要一個學生活動中心，以配合這一群年富力強互有朝氣的青年學生之課外活動。

[本刊訊] 亞洲基督教高等教育聯合董事會主席杜遜博士(Henry P. Van Dusen)最近宣稱亨利．魯斯基金社，決定以十萬美元之鉅款，贈予本校作為建築禮拜堂用，此一教堂，乃用以紀念在本世紀前期曾獻身為中國教育而工作之老亨利．魯斯博士(Henry W. Luce)，即中文姓名為路思義博士。

據杜遜博士說：亨利．魯斯(路思義)紀念堂之意義；係因魯斯博士，在亞洲基督教高等教育之歷史上，曾有其卓越之貢獻，時至今日，其影響力仍然使人難忘。在萬方多難的今日世界中，此一教堂之建立當更有其特殊的意義。

當一九五三年，此一禮拜堂藍圖設計完成時，曾引起若干國際建築師之注意！因為，就建築之藝術觀點言，此一禮堂堪稱別緻，外型為一整體之新

理想，禮堂前後兩面之材料，全用木材與玻璃，其四周之牆與屋頂，係合而為一，頗有栩栩然振翅飛翔之狀，牆連屋頂均用鋼筋作架，並覆以銅質瓦片，內設五百座位，無論光線、空氣，均合理想。該禮拜堂係名建築師貝聿銘先生設計而奉獻與聯合董事會者，並由張肇康、陳其寬兩工程師協助，陳、張兩工程師頃已抵台，主持此項建築工作。

按老亨利．魯斯(路思義)博士，係美國時代、生活及幸福等著名國際雜誌主編人魯斯先生(Henry R. Luce)之尊翁，老魯斯博士一八六八年生於美國賓夕凡尼亞州之海德公園，畢業於耶魯大學及普林斯頓大學之神學院，一八九七年暨其夫人來華，擔任長老教會之教育工作，渠並籌集鉅款協助有名之山東的齊魯大學，及北京的燕京大學，且曾多年擔任燕京大學副校長之工作，其三位兒女均出生於中國大陸。

[本刊訊] 與魯斯博士紀念禮拜堂同時破土之學生活動中心，一為本校本年度重要建築物之一，該中心係由美國奧柏林大學捐贈，全部建築費及設備約五萬美元，設計中之學生活動中心，包括郵政、銀行、娛樂室、小型禮堂、學生社團辦公室、及食堂(餐廳)等，將來本校師生之課外活動，將因此幢建築物之完成，而更加便利。』

事實上，當年魯斯(路思義)紀念教堂並未破土動工，但其破土新聞仍照樣發布。而後，貝聿銘先生利用金字塔來做設計而成名作品還有二個：其一是甘迺迪總統紀念圖書館；其二是羅浮宮擴建的玻璃金字塔。特別是魯斯紀念教堂所形成之曲面牆稱之為「雙曲拋物面牆」。尤其所形成之牆面曲線極具美感，與中國建築之屋簷反宇曲線相互吻合。

伍、東海大學路思義教堂峰迴路轉的重新建造

貝聿銘先生於 1958 年校慶日，應長老教會牧師董事們之邀請，親自攜帶木造教堂模型到東海大學向聯董會秘書長說明，雖已被學校董事會否決，並要求重新設計。但貝氏內心還是堅信教堂造型是非常的特殊，且已經發表於建築期刊上，並已獲得好評，只是木造不適合而不被聯董會接受。因此，貝聿銘先生告訴陳其寬先生，希望能在台灣當地，找到懂得混凝土的工程師幫忙改變設計。尤其是被聯董會與本校董事會否決，當天回台北到好同學名建築師王大閎處抱怨一下，也造成同學王建築師的關切與協助幫忙推薦。

1958 年底，貝氏回美後，立即與芳衛廉秘書長、美國時報週刊創辦人亨利．魯斯聯繫，經過幾次討論，最後決定形狀不變，僅將木造教堂改為混凝土與玻璃的教堂建築，其建築教堂經費也隨材料而變，由 5 萬、8 萬、10 萬

元美金,最後提升至 12 萬 5 千元美金。於 1962 年 11 月 1 日才正式動工興建，到 1963 年 11 月 2 日才完工落成，所以前三屆入學的東海學生到畢業時，走下文理大道的視覺記憶，只是一片平坦的空地。當時文理大道口的小樹，如今已蔚成林蔭,而當時遠處一支電線桿的後方,恰是開始施工的路思義教堂。

因土木(結構)工程師鳳後三先生與王大閎建築事務所有業務合作關係,於 1958 年底，陳其寬先生經名建築師王大閎的協助引薦，而認識鳳先生後，名建築師王大閎個人也希望鳳先生能幫哈佛大學好同學貝先生，將所發表的木造教堂模型協助改成鋼筋混凝土教堂建築。當時，鳳後三(1919-1983)先生是於 1938 年進入上海震旦大學土木工程學系就讀，當時震旦大學為中國近代著名天主教的教會大學，此大學曾經有「東方巴黎大學」美譽之稱。1942 年畢業，而後到美國 Preload Company 工作，加入美國混凝土協會會員(American Concrete Institute)，該公司是全美國著名的噴漿技術。1952 年到台灣進入台灣省公路局工程處任職，負責橋樑及隧道的土木工程設計。曾在《台灣公路工程》期刊上，於 1952-1957 年間，有關公路、橋樑、隧道、…等共發表了 14 篇文章。1956 年,到法國攻讀結構工程學及預應力混凝土的技術訓練,1957 年回台後在台北寧波西街 66 巷 4 號成立顧問工程公司(名稱:鳳後三顧問工程師)並開業,且加入美國 Florida 大學預應力混凝土研究所(Prestressed Concrete Institute)成為分會成員。



鳳後三顧問工程師

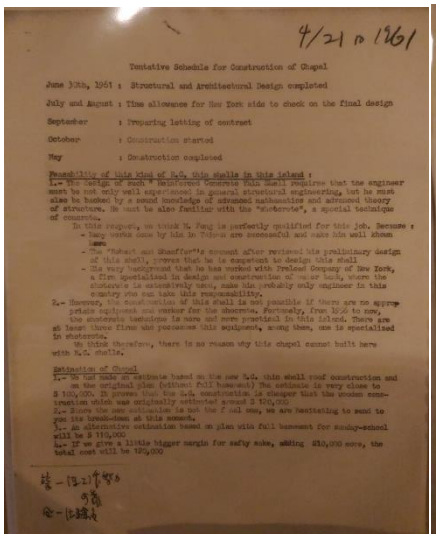


陳其寬督導工程師

1959 年底,鳳先生根據陳先生提供的最後一個手做木製路思義教堂模型,思考改採用鋼筋混凝土雙曲拋物面牆的結構,特別做出精細的格子樑牆結構,經詳細計算後告訴陳先生是可行的，使路思義教堂的建造有了初步的答案。直到 1960 年 5 月，美國《紐約時報》創辦人亨利・魯斯來台灣，他到東海大學來,蔡一諤董事長陪同參觀東海校園。他問蔡董事長:「我的教堂在那裡？」

蔡董事長告訴他說：「你兒子亨利．魯斯第三把錢都拿回去了，所以現在沒有辦法做。」他說：「一定要做。」至 1960 年 7 月初時，亨利．魯斯回紐約，決定馬上做，還是要貝先生盡快重新報價。因此，貝先生也要陳其寬先生盡快進行規劃。

1960 年 7 月 8 日，貝聿銘先生寫信給陳其寬先生並告知詳情。1960 年 9 月 15 日就按鳳後三先生建議案進行。1960 年 10 月 10 日，陳其寬先生與鳳後三先生擬定出混凝土教堂建築規劃建造時間表，4 日後送學校審查委員會決定之。同年 12 月 8 日，混凝土教堂的建築結構設計，業經鳳後三結構工程師仔細計算完成，送出初步教堂結構工程圖，郵寄給美國紐約貝聿銘建築師。1961 年 1 月 17 日，經貝聿銘建築事務所之工程師 Roberts 與 Schaefer (Roberts& Schaefer Company, New York, NY) 的同意鳳後三結構工程師的計算結果。1961 年 8 月 25 日鳳後三先生給陳其寬先生信件，核對教堂建構圖，並建議要送砂石、混凝土至台灣省公路局第二區工程處材料試驗室(台中)進行分析核對。另也提出向經濟部聯合工業研究所工程材料研究室，申請教堂地基鑽探及土壤試驗工作，兩項重要工作都於 1962 年底前完成。



4/21 to 1961

Tentative Schedule for Construction of Chapel

June 30th, 1961 : Structural and Architectural Design completed

July and August : Time allowance for New York side to check on the final design

September : Preparing letting of contract

October : Construction started

May : Construction completed

Possibility of this kind of R.C. thin shells in this island :

1.- The design of such * Reinforced Concrete Thin Shell requires that the engineer must be not only well experienced in general structural engineering, but he must also be backed by a sound knowledge of advanced mathematics and advanced theory of structure. He must be also familiar with the "mechanics", a special technique of concrete.

In this respect, we think M. Fong is perfectly qualified for this job. Because :
- Many works done by him in Taiwan are successful and make him well known here.
- The "Ammann and Whoeffer"'s account after reviewed his preliminary design of this shell, proves that he is competent to design this shell
- His very background that he has worked with Preload Company of New York, a firm specialized in design and construction of concrete tank, where the shotcrete is extensively used, make him probably only engineer in this country who can take this responsibility.

2.- However, the construction of this shell is not possible if there are no appropriate equipment and worker for the shotcrete. Fortunely, from 1956 to now, the shotcrete technique is more and more practical in this island. There are at least three firms who possesses this equipment, among them, one is specialised in shotcrete.

Wh think therefore, there is no reason why this chapel cannot built here with R.C. shells.

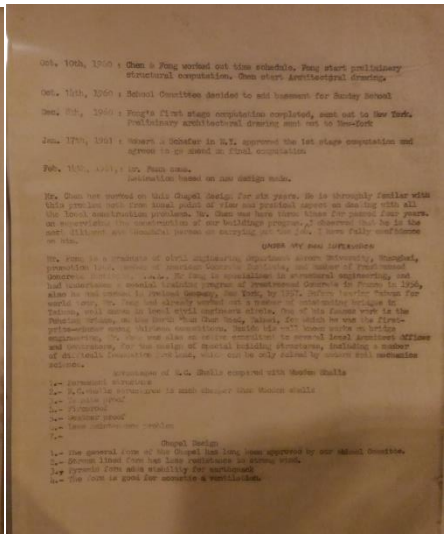
Estimation of Chapel

1.- We had made an estimate based on the new R.C. thin shell roof construction and on the original plan (without full basement) The estimate is very close to $ 100,000. It proves that the R.C. construction is cheaper that the wooden construction which was originally estimated around $ 120,000

2.- Since the new estimation is not the final one, we are hesitating to send to you its breakdown at this moment.

3.- An alternative estimation based on plan with full basement for Sunday-school will be $ 110,000

4.- If we give a little bigger margin for safty sake, adding $10,000 more, the total cost will be 120,000



Oct. 10th, 1960 : Chen & Fong worked out time schedule. Fong start preliminary structural computation. Chen start Architectural drawing.

Oct. 15th, 1960 : School Committee decided to add basement for Sunday School

Dec. 8th, 1960 : Fong's first stage computation completed, sent out to New York. Preliminary architectural drawing sent out to New-York

Jan. 17th, 1961 : Robert & Schafer in N.Y. approved the 1st stage computation and agreed to go ahead in final computation

Feb. 15th, 1961 : Mr. Yuan came.
Estimation based on new design made.

Mr. Chen has worked on this Chapel design for six years. He is thoroughly familiar with this problem both from visual point of view and practical aspect on dealing with all the local construction problems. Mr. Chen and here times has passed four years. As regarding the construction of our buildings program, I observed that he is the most efficient and financial person on carrying out the job. I have fully confidence on him.

CASES OF new instances

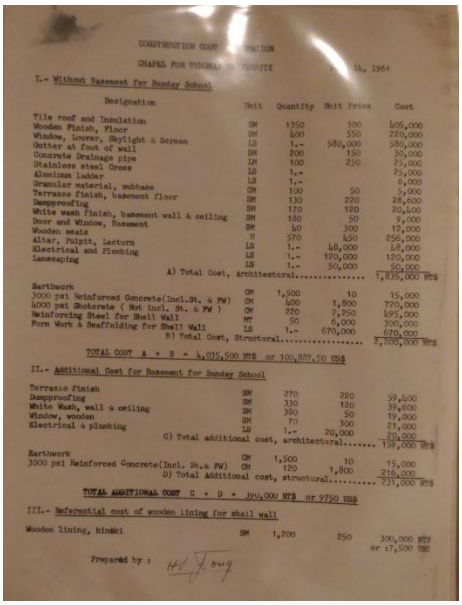
Mr. Fong is a graduate of civil engineering department nineen University, Shanghai, promotion 1946. Master of American Concrete Institute, and member of Prestressed Concrete Institute, U.S.A. Mr. Fong is specialized in structural engineering and had undertaken a special training program of prestressed Concrete in France in 1956, also in the contact in Preload Company, New York, by 1957. Before he left Taiwan for world tour, Mr. Fong had already worked out a number of outstanding bridges in Taiwan, well known in local civil engineers circle. One of his famous work is the Tatung bridge, a big bowl 'Arch four Span, Cabrel. For which he was the first-prize-winner among thirteen competitors. Beside his well known works on bridge engineering, Mr. Fong was also an active consultant to several local Architect Offices and Contractors, for the design of special building structures, including a number of difficult foundation problems, which can be only solved by modern soil mechanics science.

Advantages of R.C. Shells compared with Wooden Shells

1.- Permanent structure
2.- R.C. shell's maintenance is much cheaper than Wooden shells
3.- Fire proof
4.- Firmness
5.- Weather proof
6.- Less maintenance problem
7.-

Chapel Design

1.- The general form of the Chapel has long been approved by our school Committee.
2.- Present Shell form has less resistance to strong wind.
3.- Pyramid form adds stability for earthquake
4.- The form is good for acoustic & ventilation.



CONSTRUCTION COST ESTIMATION

CHAPEL FOR TUNGHAI UNIVERSITY 14, 1961

I.- Without Basement for Sunday School

Designation	Unit	Quantity	Unit Price	Cost
Tile roof and Insulation	SM	1350	300	405,000
Wooden Finish, Floor	SM	400	550	220,000
Window, Louvar, Skylight & Screen	LS	1.-	580,000	580,000
Gutter at foot of wall	RM	200	150	30,000
Concrete Drainage pipe	LM	100	250	25,000
Stainless steel Cross	LS	1.-		25,000
Aluminum ladder	LS	1.-		6,000
Granular material, subbase	CM	100	50	5,000
Terrazzo finish, basement floor	SM	130	220	28,600
Dampproofing	SM	170	120	20,400
White wash finish, basement wall & ceiling	SM	180	50	9,000
Door and Window, Basement	SM	40	300	12,000
Wooden seats	U	570	450	256,500
Altar, Pulpit, Lectern	LS	1.-	48,000	48,000
Electrical and Plumbing	LS	1.-	120,000	120,000
Lanscaping	LS	1.-	50,000	50,000
A) Total Cost, Architectural.....				1,839,000 NT$
Earthwork	CM	1,500	10	15,000
3000 psi Reinforced Concrete(Incl.St. & FW)	CM	400	1,800	720,000
4000 psi Shotcrete (Not Incl. St. & FW)	CM	220	2,250	495,000
Reinforcing Steel for Shell Wall	MT	50	6,000	300,000
Form Work & Scaffolding for Shell Wall	LS	1.-	670,000	670,000
B) Total Cost, Structural.....				2,200,000 NT$

TOTAL COST A + B = 4,035,500 NT$ or 100,887.50 US$

II.- Additional Cost for Basement for Sunday School

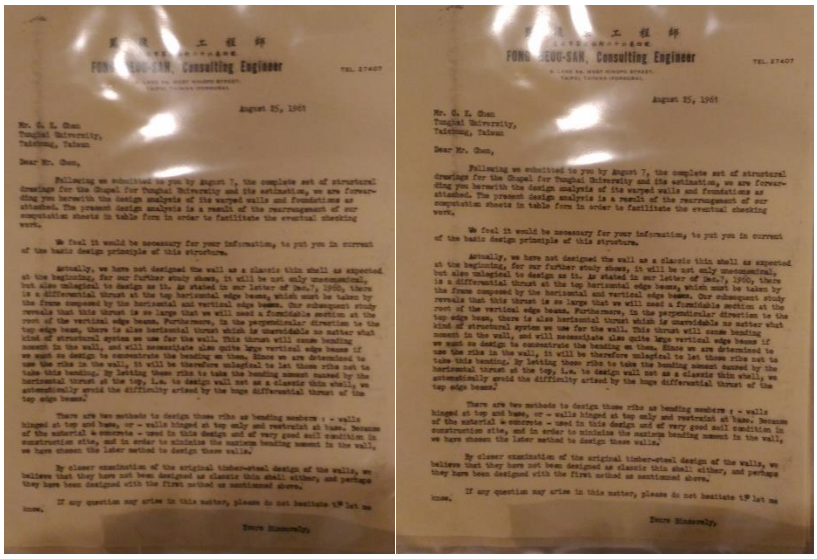
Terrazzo finish	SM	270	220	59,400
Dampproofing	SM	330	120	39,600
White Wash, wall & ceiling	SM	380	50	19,000
Window, wooden	SM	70	300	21,000
Electrical & plumbing	LS	1.-	20,000	20,000
C) Total additional cost, architectural.....				159,000 NT$
Earthwork	CM	1,500	10	15,000
3000 psi Reinforced Concrete(Incl. St.& FW)	CM	120	1,800	216,000
D) Total Additional cost, structural.....				231,000 NT$

TOTAL ADDITIONAL COST C + D = 390,000 NT$ or 9750 US$

III.- Referential cost of wooden lining for shell wall

Wooden lining, hinoki	SM	1,200	250	300,000 NT$ or 7,500 US$

Prepared by : H.Y. Doug



FONG-YEOU-SAN, Consulting Engineer TEL. 27407

August 25, 1961

Mr. C. L. Chen
Tunghai University,
Taichung, Taiwan

Dear Mr. Chen,

Following we submitted to you by August 7, the complete set of structural drawings for the Chapel for Tunghai University and its estimation, we are forwarding you herewith the design analysis of the warped walls and foundations as attached. The present design analysis is a result of the rearrangement of our computation sheets in table form in order to facilitate the eventual checking work.

We feel it would be necessary for your information, to put you in current of the basic design principle of this structure.

Actually, we have not designed the wall as a classic thin shell as expected at the beginning, for our further study shows, it will be not only uneconomical, but also unlogical to design as th. As stated in our letter of Jan.7, 1960, there is a differential thrust at the top horizontal edge beams, which must be taken by the frame composed by the horizontal and vertical edge beams. Our subsequent study reveals that this thrust is so large that we will need a formidable section at the root of the vertical edge beams. Furthermore, in the perpendicular direction to the top edge beam, there is also horizontal thrust which is unavoidable no matter what kind of structural system we use for the wall. This thrust will cause bending moment in the wall, and will necessitate also quite large vertical edge beams if we want to design to concentrate the bending on them. Since we are determined to use the ribs in the wall, it will be therefore unlogical to let these ribs not to take this bending. By letting these ribs to take the bending moment caused by the horizontal thrust at the top, i.e. to design wall not as a classic thin shell, we automatically avoid the difficulty arised by the huge differential thrust of the top edge beams.

There are two methods to design these ribs as bending members : - walls hinged at top and base, or - walls hinged at top only and restraint at base. Because of the material = concrete - used in this design and of very good soil condition in construction site, and in order to minimize the maximum bending moment in the wall, we have choosen the later method to design these walls.

By closer examination of the original timber-steel design of the walls, we believe that they have not been designed as classic thin shell either, and perhaps they have been designed with the first method as mentionned above.

If any question may arise in this matter, please do not hesitate to let us know.

Yours Sincerely,

FONG-YEOU-SAN, Consulting Engineer TEL. 27407

August 25, 1961

Mr. C. L. Chen
Tunghai University,
Taichung, Taiwan

Dear Mr. Chen,

Following we submitted to you by August 7, the complete set of structural drawings for the Chapel for Tunghai University and its estimation, we are forwarding you herewith the design analysis of the warped walls and foundations as attached. The present design analysis is a result of the rearrangement of our computation sheets in table form in order to facilitate the eventual checking work.

We feel it would be necessary for your information, to put you in current of the basic design principle of this structure.

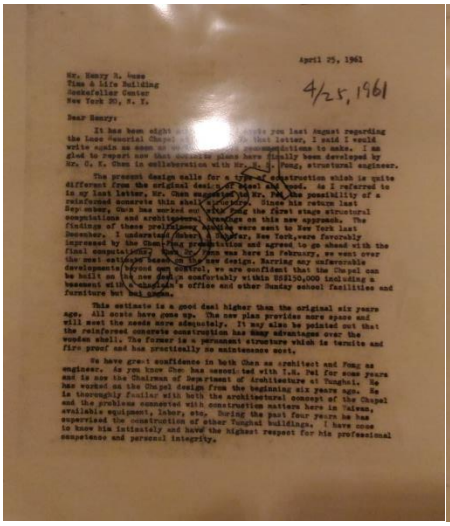
Actually, we have not designed the wall as a classic thin shell as expected at the beginning, for our further study shows, it will be not only uneconomical, but also unlogical to design as th. As stated in our letter of Jan.7, 1960, there is a differential thrust at the top horizontal edge beams, which must be taken by the frame composed by the horizontal and vertical edge beams. Our subsequent study reveals that this thrust is so large that we will need a formidable section at the root of the vertical edge beams. Furthermore, in the perpendicular direction to the top edge beam, there is also horizontal thrust which is unavoidable no matter what kind of structural system we use for the wall. This thrust will cause bending moment in the wall, and will necessitate also quite large vertical edge beams if we want to design to concentrate the bending on them. Since we are determined to use the ribs in the wall, it will be therefore unlogical to let these ribs not to take this bending. By letting these ribs to take the bending moment caused by the horizontal thrust at the top, i.e. to design wall not as a classic thin shell, we automatically avoid the difficulty arised by the huge differential thrust of the top edge beams.

There are two methods to design these ribs as bending members : - walls hinged at top and base, or - walls hinged at top only and restraint at base. Because of the material = concrete - used in this design and of very good soil condition in construction site, and in order to minimize the maximum bending moment in the wall, we have choosen the later method to design these walls.

By closer examination of the original timber-steel design of the walls, we believe that they have not been designed as classic thin shell either, and perhaps they have been designed with the first method as mentionned above.

If any question may arise in this matter, please do not hesitate to let us know.

Yours Sincerely,



April 25, 1961

Mr. Henry R. Luce
Time & Life Building
Rockefeller Center
New York 20, N. Y.

4/25, 1961

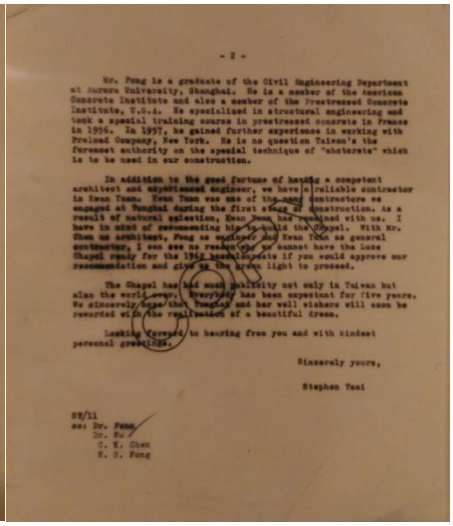
Dear Henry:

It has been eight [illegible] you last August regarding the Luce Memorial Chapel [illegible] that letter, I said I would write again as soon as [illegible] recommendations to make. I am glad to report now that [illegible] plans have finally been developed by Mr. C. K. Chen in collaboration with Mr. [illegible] Fong, structural engineer.

The present design calls for a type of construction which is quite different from the original design of Steel and Wood. As I referred to in my last letter, Mr. Chen suggested to Mr. Pei the possibility of a reinforced concrete thin shell structure. Since his return last September, Chen has worked out with Fong the first stage structural computations and architectural drawings on this new approach. The findings of these preliminary studies were sent to New York last December. I understand Robert A. Shaffer, New York, were favorably impressed by the Chen-Fong presentation and agreed to go ahead with the final computations. Chen, Dr. Fong was here in February, we went over the most estimate based on the new design. Barring any unfavorable developments beyond our control, we are confident that the Chapel can be built on the new design comfortably within US$150,000 including a basement with a chaplain's office and other Sunday school facilities and furniture but not organ.

This estimate is a good deal higher than the original six years ago. All costs have gone up. The new plan provides more space and will meet the needs more adequately. It may also be pointed out that the reinforced concrete construction has many advantages over the wooden shell. The former is a permanent structure which is termite and fire proof and has practically no maintenance cost.

We have great confidence in both Chen as architect and Fong as engineer. As you know Chen has associated with I.M. Pei for some years and is now the Chairman of Department of Architecture at Tunghai. He has worked on the Chapel design from the beginning six years ago. He is thoroughly familiar with both the architectural concept of the Chapel and the problems connected with construction matters here in Taiwan, available equipment, labor, etc. During the past four years he has supervised the construction of other Tunghai buildings. I have once to know him intimately and have the highest respect for his professional competence and personal integrity.



- 2 -

Mr. Fong is a graduate of the Civil Engineering Department at Aurora University, Shanghai. He is a member of the American Concrete Institute and also a member of the Prestressed Concrete Institute, U.S.A. He specialized in structural engineering and took a special training course in prestressed concrete in France in 1956. In 1957, he gained further experience in working with Preload Company, New York. He is no question Taiwan's the foremost authority on the special technique of "shotcrete" which is to be used in our construction.

In addition to the good fortune of having a competent architect and experienced engineer, we have a reliable contractor in Kwan Tuan. Kwan Tuan was one of the many contractors we engaged at Tunghai during the first stage of construction. As a result of natural selection, Kwan Tuan has remained with us. I have in mind of recommending him to build the Chapel. With Mr. Chen as architect, Fong as engineer and Kwan Tuan as general contractor, I can see no reason why we cannot have the Luce Chapel ready for the 1962 baccalaureate if you would approve our recommendation and give us the green light to proceed.

The Chapel has had much publicity not only in Taiwan but also the world over. Everybody has been expectant for five years. We sincerely hope that Tunghai and her well wishers will soon be rewarded with the realization of a beautiful dream.

Looking forward to hearing from you and with kindest personal greetings,

Sincerely yours,

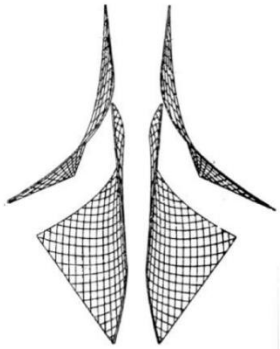
Stephen Tsai

SS/11
cc: Dr. Fong
Dr. Wu
C. K. Chen
H. S. Fong

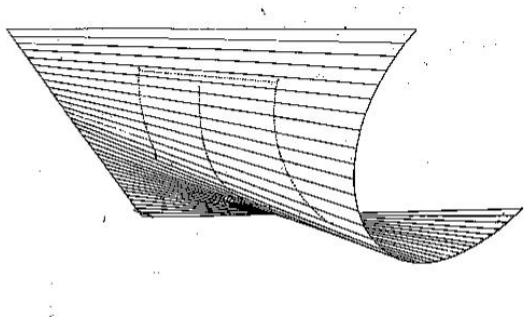
理論上依建築工程師陳先生所提出木造模型的「堪腦伊(雙曲拋物面)」係由「無數之水平線沿拋物線及一直線移動之軌跡，此特點在施工時有莫大之幫助。由於此曲面同時具有向內凹及向外凸之特性，使曲面內部之應力及最後皆可延此曲面之力向，傳至此曲面四邊之邊際樑柱，再傳至基礎。由於曲面內部應力沿曲面曲度力向進行，致曲面內部無彎折力產生，因此曲面厚度遂可減少。此理與蛋殼雖薄，而仍能抗壓之性質類似。教堂牆面厚度經計算，上部為五公分，漸增厚度，至牆之下部為二十公分。但由於曲面下部曲度過大，為避免下部曲面產生彎折現象，內部增加交叉之補助小樑，有如肋骨，曲面在屋脊處，有類如鉸鏈之接頭數點，四曲面牆在屋脊會合處，其接頭，承受：拉、壓、扭、剪之力，極為複雜，十字架即由此上昇，象徵神力之無限。」結構材料，最初擬議用磚砌牆面；其後擬改為木造，最後決定用鋼筋混凝土，經由土木工程師鳳後三先生巧妙思維，改採用格子樑強的美學結構，可將陳先生的「堪腦伊」展現出貝聿銘先生所發表的「雙曲拋物面」美麗牆面，尤其鋼筋混凝土材料具有可塑性，應用於此種曲面牆的結構，真是可相得益彰。

1962 年初，由鄭垣先生協助鳳後三先生繪製教堂的結構工程設計圖 28 張，而由江德通先生協助陳其寬先生繪製結構工程的施工圖 32 張，先郵寄到美國紐約貝聿銘建築事務所給貝聿銘先生。由於這是極為新穎的嘗試，而後經貝聿銘建築師的邀請，於 1962 年中，由陳其寬先生帶鳳後三先生親赴紐約貝聿銘建築事務所加以說明，同時也說服了貝聿銘建築事務所的結構工程顧問公司。鳳先生腦筋亦非常細密，預先設想了外部鷹架，鷹架應與建築本體

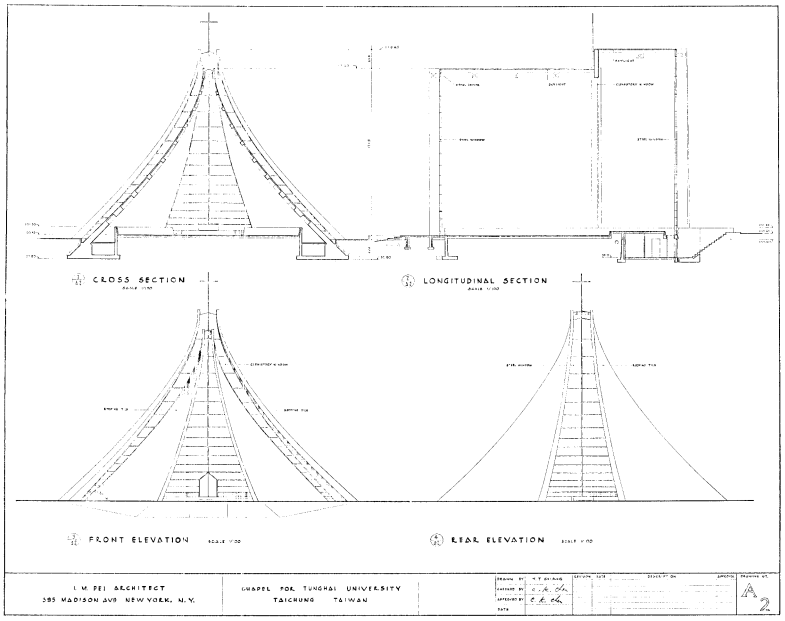
分離，內部支柱地層靈活運用楔型撐木等巧思。



雙曲拋物面

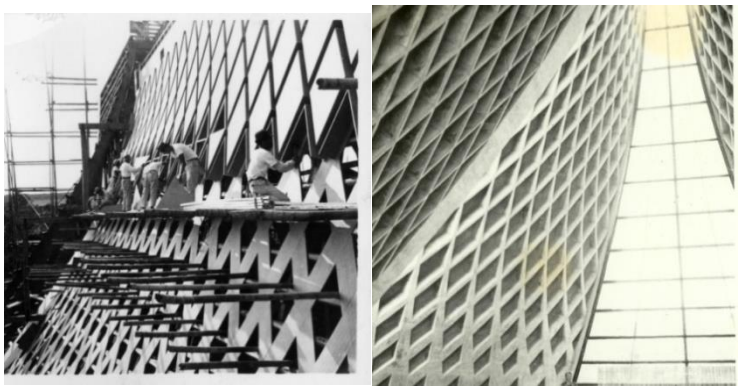


堪腦伊面



原本教堂木造建築的雙曲拋物面牆，使整個結構體可以非常薄，就足夠承受被均勻分散的力量，但鋼筋混凝土本身就有相當重量，本來貝聿銘寄望薄殼牆壁厚度約 20 公分，但結構設計師鳳先生的答案肯定是不可能的。所以鳳先生就直接用格子樑的結構做成兩組互對四片雙曲拋物面牆的內面結構，形成樑、柱、牆合為一體，除了必要有鋼筋的地方之外，盡量將混凝土去除，所以在室內就形成了樑柱牆格子狀的凹陷，為了滿足力學的支撐，越到上方樑柱就愈細愈長，而凹陷的格子也越大，因而形成極為美麗規律的圖案，可大大避免聲音所造成的回聲，也造成許多板模不能重複使用(只用一次)，大大

增加營造的成本。



雙曲拋物面的格子樑柱牆合一結構

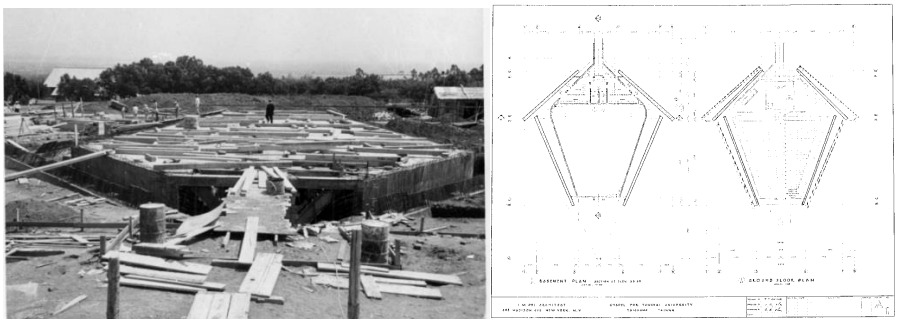
建築設計師貝聿銘先生對雙曲拋物面牆的美，用中國的高大竹子具有節節升的特性，來形容每片牆內面的格子樑結構設計極為恰當，尤其是前、後的玻璃窗最為明顯。這也是許多人很好奇在建成路思義教堂由內向上看，似乎完全沒有橫樑立柱(三無：無樑、無柱、無脊)，無論如何它不僅能承受建築整體重量，而且還不會造成從中間塌陷的重要原因，就是格子樑柱牆的結構，本身就與牆壁造型融為一體。因此，路思義教堂能夠很順利建造完成，建築設計師貝聿銘先生特別再三感謝結構工程師鳳後三先生的協助。



光源營造廠負責人吳艮宗先生及其團隊

教堂於 1962 年 11 月 1 日正式開工。鳳先生腦筋亦非常細密，預先設計外部鷹架應與建築本體分離，內部支柱則靈活運用楔型撐木等巧思。吳艮宗先生為光源營造廠負責人，因施工品質優良，在 1956-1972 年間共為東海興建了 70 餘棟校舍，包括建築系館、招待所、藝術中心、路思義教堂、學生福音中心、文理大道鐘樓、畢律斯鐘樓、教職員宿舍……等。擔任營造之工作人員，由於過去在東海校園已有營造類似此種薄膜灌漿水泥結構工程之經驗，施工上頗有駕輕就熟之效。雖然光源營造廠負責人吳先生，對營造經驗豐富，

特別由陳先生極力推薦。但因建造新穎的東海大學教堂，鳳先生仍然滿掛心，不知吳先生是否有此能力建造此工程? 因此，鳳先生也有準備由台北合作過的營建團隊接手，這完全要看吳先生的營建團隊打完教堂基底的結果而定。



吳艮宗先生為路思義教堂奠基工程完成

1962 年 11 月 1 日東海教堂動工後，在重型機具還不普及的年代，可以看見完全依賴工人們挑著深掘後的土方。想到路思義教堂，心中浮現的總是呈現那種高聳的四片(兩組相互對映)獨立的雙曲拋物面牆，彷彿上帝親自造好之後，搬來擺在東海大學似的。但這四片牆其實牆腳有深掘了 2.2 公尺的地基，並且鋪設紮實的鋼筋基礎，當路思義教堂向天長高，屬於教堂的這個畫面，就成了建築教堂中，永不見天日，但又不可或缺的一部分。這是路思義教堂的北側轉角，就是現今朝校門口的壁面轉折。路思義教堂並不是垂直於地面向上延伸的建築，而是兩組互對的四片雙曲拋物面牆向外擴張的力量，讓非正規六角形地基的鋼筋鋪設與擋土牆設置，格外重要。因此，鳳先生也就利用 1963 年 2 月在鋪設教堂紮實鋼筋基礎的地基時，親自檢視吳艮宗先生的營建團隊的能力，當時吳先生的營建團隊展現鋪設、灌漿教堂基地極為紮實，結果獲得好評並決定他們可以接手路思義教堂的營建工程。



深掘了 2.2 公尺的地基



工人們挑著深掘後的土

路思義教堂的腰身分別為 19.5 公尺與 15 公尺的四個牆邊已卓然成形，即將拔高為身長 17.15 公尺(前段座席二片)與 19.20 公尺(後段聖壇二片)。此工程之主要工作，為如何灌漿製造此高達後兩片 64 英尺(19.20 公尺)，前兩片只有 57 英尺(17.15 公尺)之四片曲面。1963 年 3 月 20 日，教堂下部基礎及牆面地基完成後，於是開始內部模板架構。為預防颱風起見，板模架構設計，以台中歷年最大颱風速每秒 45 公尺計算，故需極為粗壯，共用拇木料 8 萬材。光源營造廠的工班們，這一群人經驗老道，技術精良，東海早年大部分的校舍都在他們手中完成，「工頭」吳艮宗先生(年輕時，本在光智營造廠任職，1956 年才成立光源營造廠)事後回憶，他們的真功夫不是現在的師傅所能比擬，如果現在要重新蓋路思義教堂的話，可能相當困難找到這樣的師傅。路思義教堂格子樑柱牆結構是灌漿重點，故要在底層模版上訂製凸出之菱形木盒。但由於整個牆面均為雙曲拋物面，故每一個菱形木盒的形狀、四角高低都不一樣，必須精確計算而且無法重複使用，施工極為繁複，全部模版施工費時需長達三個月。



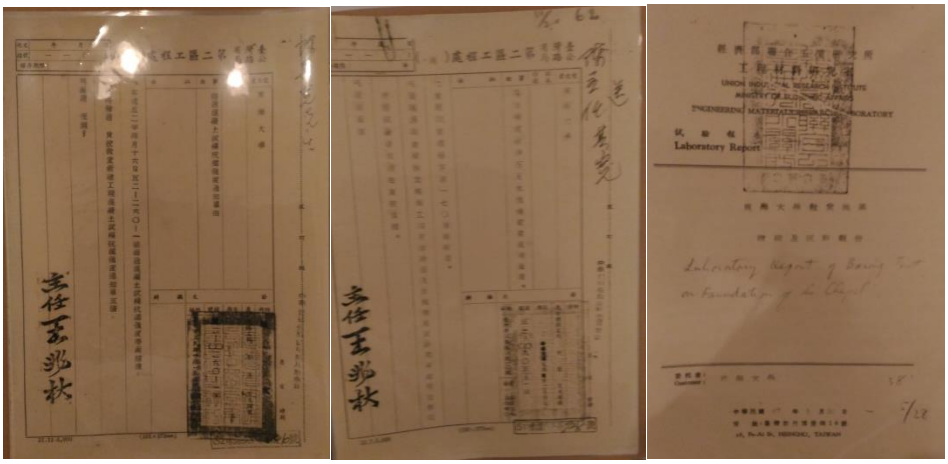
樓下模板雛形

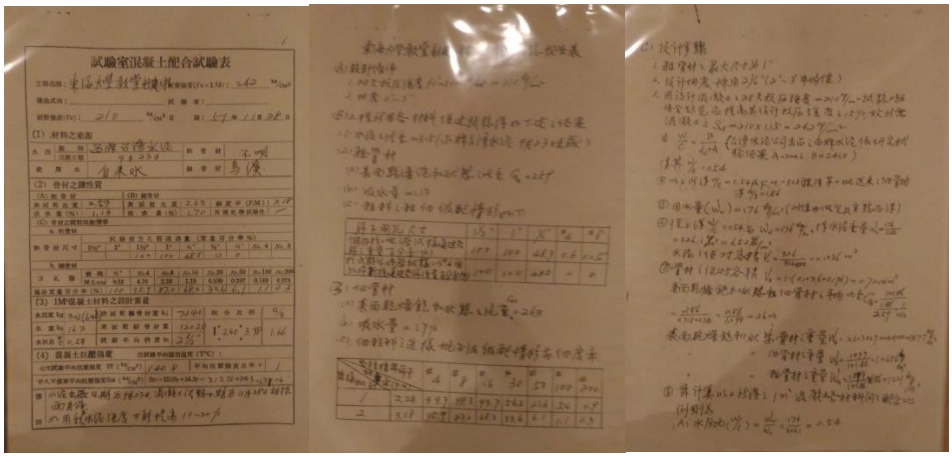


樓面鋼筋綑綁

模板架構四周，置以傾斜之樑柱，其傾斜度，為雙曲拋物面之曲度，經縝密之計算，校核，量度，放樣而定。架構經月餘完成。其上釘水平木橡。水平木橡完成後，曲面自然形成；然後釘製底層模板，其上再釘製凸出之木匣，是為交叉樑之模板。此菱形木匣，由於曲面之斜度，致每點之高低大小，尺寸皆不相同；經精確計算，並在現場檢核後，方始釘製。模板完成後，於外部搭製鷹架。此架與內部模板並不連接，以免妨礙將來之工作，故為一完全獨立向一面懸空之架構。紮鋼筋工作，亦於此時同時開始，於 6 月中完成。灌水泥工作於 6 月 20 日開始，兩對四片獨立雙曲面牆的灌漿是相當複雜的作業，不能一次灌入，底部牆基必須每天以約 90 公分高度的泥漿輪轉灌入緩慢施作，而且灌漿後必須確實乾硬強化後，再灌住第二階層，為了節省工時及

人力，每天輪流灌漿一個牆面，96 小時候再輪回第一面牆，每一曲面平均約用 8 工作天，因此 65 名工人每天不亦樂乎地輪流在一個方位工作；水泥之強度皆經預先試驗，依一定之水份比例，及一定之水泥、砂、石比例而得，抗壓強度在每平方吋 4 千磅以上。鳳先生原想採用由曲面上部之噴漿結構，因抗壓強度不夠，經再三考慮後仍然放棄，只好改回灌漿之老方法。因時值 6 月，晴、雨變化大，灌漿有雙面模板比較妥當，厚度亦易於控制，時間、物力皆較經濟。





當時，建造路思義教堂的難度是今日無法想像，由四片(兩組互對、重疊)獨立的雙曲拋物面牆所組成的結構體，只憑貝聿銘事務所提供的 8 張施工圖，和陳其寬手作的小模型來想像施工。為確保品質，還將混凝土強度從 3000 psi 提高到 4000 psi，並將 6 分鋼筋改為 8 分，在偷工減料不絕於耳的今天，吳艮宗是打著燈籠實在難找。結構工程師鳳後三先生，為施工期間路思義教堂內的支撐柱設計了很巧妙的斜面楔型木塊，可靈活地塞緊在柱底與地面之間，拆除時只要將楔型撐木敲掉，整個結構就會鬆脫。



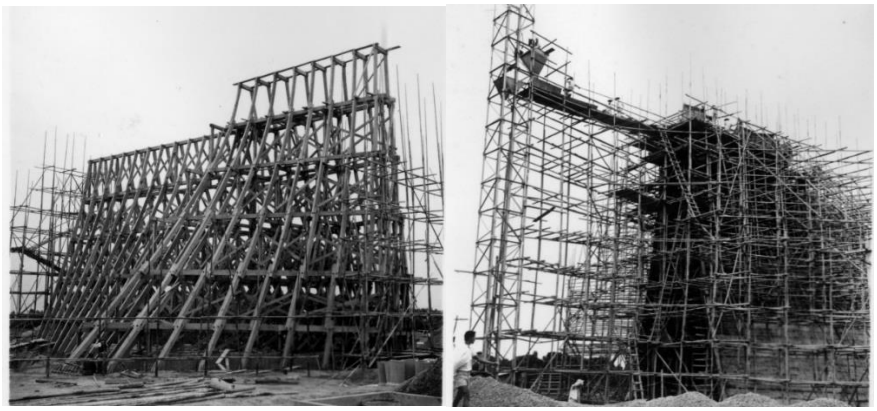




教堂施工照片

但工人都沒把握這模板宏偉的曲面，一旦失去內部支撐，真的可以站立不垮，四片曲面牆於 8 月 20 日灌製完成。經 2 週之濕度保養及乾燥時間控制，內部模板於 1963 年 9 月 4 日開始撤除，拆模當天，陳其寬先生、鳳後三先生、吳艮宗先生三位工程師均親自在教堂內指揮拆模，並順利完成路思義教堂屹立至今。任何精密的計算證明，恐怕也無法強過那天現場強而有力的行動。這也就支持了王亢沛校長(2003)及程海東校長(2005)兩位校長拜訪時，貝聿銘先生親自告知路思義教堂是由四片獨立而且不會倒的牆所構成的教堂。

四片曲面間所安置前、後窗，天窗，皆用銅槽鐵銲接而成，其與屋面相接處，有伸縮接頭，蓋因牆面遇有溫度變化，或受風力及地震時，有伸縮之現象。玻璃則用茶色防熱玻璃，以免日曬及反光。鋼面框梃，皆經計算，以抗最大颱風為主。牆面鋪瓷磚及鋼窗工作，同時進行。牆面瓷磚、玻璃窗完成後，繼之完成室內地面及裝修。座席、神壇亦相繼置入。時為 1963 年 10 月下旬。至 10 月底，外部庭園布置一切就緒，並於 11 月 2 日終告完成並進行教堂奉獻典禮。



教堂施工照片

教堂所使用的混凝土中雖是河沙，但為了避免河沙中的金屬離子太多，施工時仍然特別加強水洗，並且徹底烘乾，避免改變加上混凝土時改變了水／泥灰比，每天分層緩緩灌漿，至今仍可在牆面看見接縫。這都是營造廠極為細心的精神記號。簡述整個教堂的設計與建築，雖經多年的檢討修改，最後鋼筋混凝土教堂之建造，決定於 1962 年 11 月 1 日開工。1963 年 3 月 20 日，教堂下部基礎及樓面完成。1963 年 6 月，完成模板架構及紮鋼筋工作。1963 年 6 月 20 日，進行灌注水泥工作，每一曲面平均約使用 8 個工作天，每日 65 人。1963 年 8 月 20 日，四片曲面水泥灌製完成，經二週的濕度保養及乾燥時間，1963 年 9 月 4 日開始撤除內部模板。1963 年 10 月下旬，完成室內地面及裝修，座席，神壇相繼置入。1963 年 10 月底，外部庭園佈置就緒，第 8 週年 11 月 2 日校慶落成並舉行奉獻典禮。

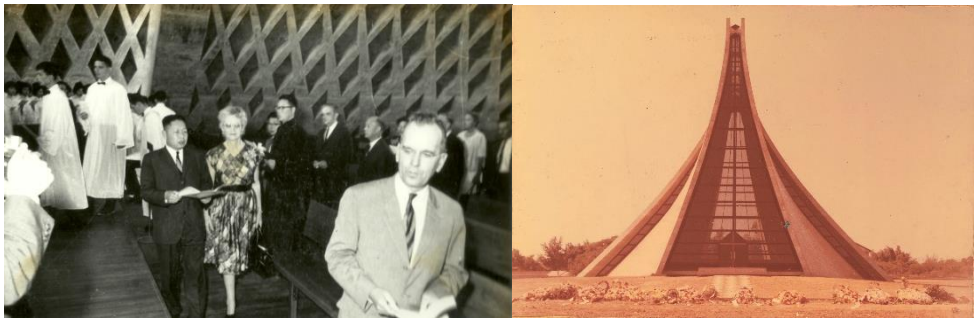
當年厚厚一大疊藍晒圖，隨著科技進步，至今已挽救與數位保存了 32 張路思義教堂建築與結構施工圖面(由江德通先生所繪製)，同時對於當時人工計算與手繪的精確，歎為觀止。如今路思義教堂維護研究計畫展開，得以對前人一筆一畫的心血結晶，其往日榮耀光華再現。「透視圖」在建築設計表現中是很重要的一部分，能預現或重現人們的視覺經驗，讓整個空間中的平行視線，都延伸交會在透視圖中的消失點。如今電腦軟體就即可輕易完成此任務，但在半世紀前全靠建築師豐富的心像，透過了雙手躍然紙上，仍讓人讚嘆。

陸、東海大學路思義教堂落成及奉獻

教堂座席本預計 500 座位，但實際完成後只容 450 人，此約可容納全校師生之半數，座席在堂之東，神壇(講座)則位於西端，晨曦自東窗而入，朝會時，神壇浴於晨光之中，當亦有助於神思。至於教堂之形式，雖然貝氏因母親關係而信佛，但貝氏會思泰西各國、各時代之宗教建築，無不殫精竭智，集當時之人力、智力、物力傾全力以赴；集其當時歷史、科技、環境、文化於一爐，雖可歷經千百年，供後人瞻仰，當時情景即可反映無遺。是以東海大學之路思義教堂，亦必以此為鵠的，期能在此建築中，反映吾國之悠久歷史文化傳統，揭示基督博愛犧牲之旨意，且兼具此時代之創造能力與精神。

教堂奉獻禮拜為吳德耀(1915-1994)校長及穆爾夫人(Elizabeth Luce Moore, 1904-2002)，後方跟著穿黑袍的周聯華(1920-2016)牧師(當年擔任東海大學董事長)，再後面的就是聯董會芳衛廉秘書長。等落成典禮後，貝聿銘先生說，路思義教堂能順利完成，負責整個建堂計畫的結構工程師鳳後三先生

功勞最大。而後由於鳳先生的請求到貝氏事務所工作，因鳳先生的土木結構能力強，貝氏就答應鳳先生請求到美國貝聿銘建築事務所工作數年，而後就在美國開業，1983 年 1 月 1 日去世於紐約，鳳先生的美國社會安全號碼是 09032****。



路思義紀念教堂落成及奉獻典禮之照片

因設計路思義教堂時，並未考慮夜間使用，所以燈光線路是外加的，具有其特色。每當晚上燈光點亮的時候，外觀「東海之光」是很美的。燈光自天窗細縫溢出，讓曲面有失卻了重量感，尤其 45 角度空拍下來，所顯示的燈光有如十字架的形狀。尤其當漆黑之夜晚，教堂頂端會有一投射燈向著天空，照亮十字架，遠遠看去彷彿榮光降臨在這東海的信仰指標。陳其寬先生說：「每片牆壁的外面都有一座燈照射，共有四座燈，由於燈光極為柔和，當夜間同時照射時，真讓人賞心悅目。」誠如周聯華牧師形容所述：「少女的祈禱(前兩片)與神的呵護(後兩片)，極為恰當。」

路思義教堂為《時代雜誌》創辦人亨利．魯斯(Henry R. Luce)，為紀念其在中國傳教士宣揚福音並參與齊魯大學、燕京大學設立的父親路思義(Henry W. Luce)，由他成立的魯斯基金會出資捐贈，故該教堂英文取名為”The Luce Memorial Chapel”，並於 1963 年 11 月 2 日教堂落成時，由其令妹穆爾夫人主持剪綵。此與東海大學係出同門的香港中文大學崇基學院，於 1971 年 10 月 29 日由亨利路思先生的妹妹牟路思怡夫人親臨主持揭幕，命名為「牟路思怡圖書館」為紀念路思義家族對中國高等教育的貢獻。



路思義教堂夜間照片及平安夜音樂會

柒、當時設計人所面臨之問題與解決之道

當時設計人所面臨之問題如下：

教堂的結構材料，最初選用磚砌牆面；其後改為木造而發表於美國期刊上，但因易燃、易腐、易蛀、不耐強烈颱風與持久保存等諸缺點，尤其本校董事會及美國聯董會不同意，只好放棄。最後，改變並決定採用鋼筋混凝土建築而定案，因此種材料具有可塑性，可抗強風與地震，並能經久耐用，且易維護。把它應用於此雙曲拋物面牆的結構，更可相得益彰。由於貝氏設計此建築物之重心低，配合鋼筋混凝土結構堅固，剛好可抵擋冬天的北風及夏天的南風，特別是台灣多地震與夏季颱風南、北方向的重大威脅。

教堂四片牆面的外部均採用瓷磚，不僅可保護水泥牆面，而且可兼防水去污垢之功能；尤其黃土色澤更可增加建築物之美感，尤其曾考慮中國建築物傳統所用的牆面色澤：藍、綠、黃三種。藍、綠二色，易與天空藍及周圍綠樹相結合，加以色深，必會吸收大量輻射熱；若選黃色則恰相反，而且富有中國傳統宗教建築的特性，因此路思義教堂決定採用黃色。所選用瓷磚為黃色菱形，此可與內部交叉之格子樑所成之形狀相呼應。瓷磚採用分二種，每隔一層，瓷磚上有凸出之乳釘做裝飾，可得水平線之美感印象，尤其曲面之曲度借此更趨明顯優美。



兩組互對四片雙曲拋物面間，置前、後窗、天窗，皆用鋼槽鐵銲接而成；其與強面相接處，有伸縮接頭，蓋因牆面遇有溫度變化，或受風力及地震時，有伸縮之現象。玻璃則用茶色防熱玻璃，以免日曬及反光。鋼窗框梃，皆經計算，以抗最大颱風及熱脹冷縮為基準。

當進入此教堂後，視界將自然沿屋面曲線上昇至屋脊天窗，更延伸於無窮之太空；天界之感召，空靈之境界，油然而生。教堂室內裝飾簡單樸素，室內牆面清水模水泥，忠實顯露，肋骨形之交叉樑，明白表現結構內部之應力方向，是亦 20 世紀之哥德式建築。室內地板及座席，皆用木製，增加教堂內溫暖氣氛，與牆面清水模水泥成對比。樓板部分有如托盤，與牆面不相連接，外部與內部結構部分各成一體，條理分明，遇有伸縮震動時，互不影響。牆面下部傾斜度低於人體高度，其下部空間不便使用，亦為地板縮入之原因。

燈光之處理，皆用隱蔽間接光。為避免破壞曲面之整體形態起見，通常所用天花板上吊燈辦法，皆不在考慮之列。主要光源有三：一置牆面與內部地板間之空隙，由下部照射曲面，反映堂內；一置於牆頂與天窗之上，由上下投曲面，反射堂內；另一組燈光置於前後牆簷重疊處，向神壇方向照射，而不致影響座席視線。牆頂十字架，有燈光照射，將與星月相輝映。堂外四隅有室外照明設備，夜間通明，中市近郊皆可見。

通風問題，由於教堂之非正規六角底座的帳篷式形狀，加上四片平面牆改為雙曲拋物面(Hyperbolic paraboloids)牆，造成下大上小，內部空氣調節有似煙囪之作用，冷空氣自下部氣窗被自動抽入，室內熱空氣自動上昇，由牆頂上沿通氣窗排出，但其效果相當有限。由於熱空氣上昇，停滯於教堂神壇上部分，故另一座席部分之溫度不致過高。總而言之，台灣是屬於亞熱帶，夏天真的很熱，現均靠冷氣機的系統調控。

室內之音響效果，將極理想。雖然雙曲拋物面為較硬之混凝土格子樑，但由於雙曲拋物面上之補助交叉格子樑高低不平，加以雙曲拋物面有些互不平行，且有向內凸之傾向，不致有回聲、共振的雜音產生，或聚音之現象。

捌、後記

路思義教堂的設計成員如下：

主設計：貝聿銘，建築設計：張肇康，副設計：陳其寬，計畫工程師：鳳後三

建築設計：主導設計：貝聿銘，夥伴：張肇康、陳其寬

建築工程設計：鳳後三

結構工程設計：鳳後三

營造工程設計：吳艮宗

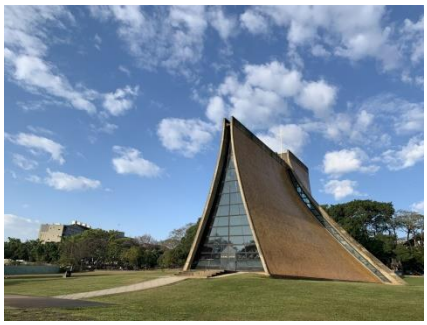
事實上，1963 年完工後的路思義教堂一直是東海大學的精神堡壘。雖然它是美國著名的《時代雜誌》、《生活》雜誌創辦人亨利·魯斯(Mr. Henry R. Luce)先生，為了宣揚福音並紀念其父親亨利·溫特斯·魯斯宣教士(Mr. Henry W. Luce)，一身投入基督大學教育而捐款興建紀念。特別是在教堂五十週年時，曾獲得美國蓋提基金會(The Getty Foundation)選為二十世紀最值得保存的現代建築之一，現在升格為國定古蹟，全校師生與有榮焉，學校也成立校園文資保存及活化規劃委員會，協助文化資產的保存。路思義教堂在被指定為國定古蹟之際，東海大學未來將循文化資產保存之修護程序，來維護這座屬於全台灣重要「意象」價值的文化財。

中華民國行政院文化部於 2019 年 1 月 25 日召開「第 7 屆古蹟歷史建築紀念建築審議會第 8 次會議」，會中決議「路思義教堂」為國定古蹟。因此，東海大學路思義教堂正式成為國定古蹟，並於 2019 年 4 月 26 日由文化部文化資產局施國隆局長親自蒞臨本校路思義教堂頒發國定古蹟證書，由東海大學校長王茂駿代表受證，此日正值教堂設計者之一貝聿銘先生的 102 歲生日，師生共同見證歷史，意義非凡。

文化部文化資產局施國隆局長代表出席頒授證書儀式，施局長致詞時特別表示，選擇今日頒授國定古蹟證書有三個重大的意義，因今日適逢貝聿銘建築師生日，而他也是華裔第一位獲得普立茲克獎的建築師。第二個意義為台灣在兩、三年前即加入了 Docomomo 現代建築的保存協會，透過普查發現全台灣將近兩百多座現代建築中唯一具有國定古蹟價值的，除了中正紀念堂外，就只有路思義教堂。文化資產局除了保存十八、十九世紀的建築之外，也關注二十世紀的現代建築，而路思義教堂亦是現代建築的經典之作，感謝東海大學能夠以國定古蹟的身分來保存有意義的現代建築。第三個最重要的意義是路思義教堂在 2017 年 9 月被指定為直轄市定古蹟，不到兩年的時間即升格國定古蹟，是全台 105 座古蹟中的唯一，顯見路思義教堂的價值珍貴，深受肯定。

2019 年 4 月 26 日在東海大學路思義教堂頒授證書時，校長王茂駿致詞時特別表示：「路思義教堂經過大家努力，變成國定古蹟，而且是在貝聿銘先生 102 歲生日當天，我們接受此證書，意義非凡。」路思義教堂是東海大學的地標與精神堡壘，榮登 20 世紀全球十大優美建築殊榮，並於 2019 年獲我

國文化部升格為國定古蹟。





文化部文化資產局局長施國隆(左)頒發國定古蹟證書給東海大學校長王茂駿

誌謝：特別感謝謝鶯興組員的協助

玖、主要參考資料

1.《貝聿銘的世界》，黃健敏著，臺北市：藝術家出版，1995 年。
2.《貝聿銘：現代主義泰斗》，麥可．坎奈爾(Michael Cannell)著，蕭美惠譯，台北市：智庫出版，1996 年。
3.《閱讀貝聿銘》，黃健敏編，臺北市：田園城市文化，1999 年。
4.《貝聿銘全集》，菲力浦．裘蒂狄歐(Philip Jodidio)，珍妮特．亞當斯．斯特朗(Janet Adams Strong)，李佳潔、鄭小東譯，電子工業出版社，2012 年
5.《東海風：東海大學創校四十週年特刊》，東海大學創校四十週年特刊編輯委員會編，台中市：東海大學，1995 年。
6. 《細說東海早期風華》，梁碧峯編著，臺中：東海大學圖書館，2017 年。

*東海大學化學系退休教授

[1]貝聿銘曾表示，第一次到澤肯多夫辦公室，所見為滿牆的停車場照片、沾有水漬的窗簾及摩托羅拉收音機改裝的吧台，「我們是南轅北轍」，往後兩人確實情同父子，而澤肯多夫當時唯一能正確念出貝聿銘中文全名的美國人。

[2]如蒙特婁的瑪莉亞城廣場大廈和丹佛的里高中心等。

[3]「神壇」是貝聿銘先生的用詞，基督教一般是稱為「講臺」。

[4]2005 年東海大學程海東校長贈予貝先生名譽博士學位時，貝先生特別強調東海的路思義教堂是由四片獨立不會倒的牆所構成的建築體。

相關檔案：貝聿銘與東海大學魯斯紀念教堂的故事.pdf

鳳後三與東海大學路思義教堂建造的故事

發 行 人/ 東海大學圖書館

作　　者/ 梁碧峯

出 版 者/ 東海大學圖書館

電子書設計製作/ 東海大學圖書館 李光臨、曾昱嫥

地 址/ 40704 臺中市西屯區臺灣大道四段 1727 號

電 話/ (04) 2359-0121

傳 真/ (04) 2359-2622

網 址/ www.lib.thu.edu.tw/

電子郵件/ libedb@thu.edu.tw

出版日期/ 2019 年 9 月 18 日

電子書檔案格式/ PDF

播放軟體/ Adobe Reader