

橋樑建築藝術

唐寰澄 編著



明文書局

5

橋樑建築藝術

唐寰澄 編著

明文書局

版權所有・翻印必究

167橋樑建築藝術

平裝一冊定價新台幣二六〇元

精裝一冊定價新台幣三〇〇元

編著者：唐 寰 澄

出版者：明 文 書 局

發行人：李 潤 海

北市敦化南路492號

印 刷：常 新 印 刷 有 限 公 司

板橋市翠華街8巷13號

發 行 所：明 文 書 局

行政院新聞局局版臺字1993號

地址：北市重慶南路1段49號7樓

電話：3619101・3318447

郵撥：01436784

中華民國七十六年五月三十日初版

Ming Wen Book Co., Ltd.

7F No.49, 1Sec., Chunking South Road,
Taipei, Taiwan, R.O.C.

引 言

人類社會發展的歷史是悠久的。在各個歷史階段中由於生存和生活的需要，發展了各種各樣生活資料，橋樑是其中之一。橋樑的發生和發展，不能脫離各個歷史階段社會政治、經濟和各方面的條件，但亦有其本身的特殊規律。

橋樑不過是爲了克服自然障礙、越過河流、峽谷等通濟利涉的工具。在國民經濟中算不上尖端的科學，然而亦是極重要的一環。社會的分工，使橋樑事業發展成爲一項較爲重要的專業。“橋樑”作用，其涵義已經遠遠地超過它本身狹窄的一面，成爲廣泛應用的詞彙了。

今天我們看到的是橫渡海峽、跨越長江大河雄偉壯麗的大橋，車輛風馳電掣般地往來，規模宏大，使人胸襟開濶；或者是楊柳堤岸，池沼園林，柳鎖虹橋，花繁鳳舸，使我們心曠神怡。這都是幾千年來血汗和智慧的結晶。

然則這些橋樑是怎樣演化而來的？將向什麼方向去發展？要解決這些問題，橋樑工作者首先要對橋樑的歷史有所瞭解並給予極大的注意。但是搜集橋樑歷史資料不過是工作的起點，一切既有的事實和數據僅是一堆原始的感性材料。所以想做一個進步的工作者，不能滿足於在本行業中收集大量的既有成果，而是要予以通過理性的編排，提高到理論上來理解其內在的關係，推導出發展的趨勢。這樣，資料才能真正地成爲知識，被我們所利用。

橋樑既是建築（廣義的）的一個領域，也就產生了橋樑建築藝術的問題。一座城市中，橋頭往往是遊覽的地方。人們欣賞着城市和自然的風景，更欣賞着人類力量的創造物——橋。即使在偏僻的農村和峽谷之中，美麗的橋樑也替自然增添豐富的情調。古往今來，有許多詩篇歌頌着橋樑。在橋樑建築中也和房屋建築一樣，存在着不同的藝術觀點。不同的藝術觀點形成不同的風格，橋樑建築豐富多彩。

雖然橋樑建築藝術的好壞不至於影響橋樑本身的使用，但却影響着人們的精神生活。橋樑建築藝術表現出一個民族的藝術素養。一個橋樑設計者應當在根據使用要求的條件下，以客觀條件爲出發點，在力學計算確定方案的同時，從藝術的角度漸漸成熟地產生出美學上較完整的建築想像，而不要像某些大橋設計那樣：工程師構思結構，建築師予以“美化”。造成後一種工作方法的原因是因爲在橋樑專業中缺乏藝術素養的訓練。那麼，什麼是橋樑建築藝術的客觀規律呢？

爲了工作上的需要而探索這些問題，我寫出了下面各個章節粗淺的見解，以期起到拋磚引玉的作用。

作 者

目 錄

引言	1
----	---

第一篇 橋樑簡史

概述	1
1.1 石橋	4
1.2 木橋	19
1.3 藤竹吊橋	31
1.4 金屬橋	34
1.4.1 鑄鐵橋	34
1.4.2 鍛鐵—鋼桁橋	37
1.4.3 鋼板梁、箱梁、剛架橋	55
1.4.4 鍛鐵—鋼拱橋	59
1.4.5 鍛鐵—鋼吊橋	72
1.5 鋼筋混凝土、預應力鋼筋混凝土橋	90
1.5.1 鋼筋混凝土拱橋	90
1.5.2 預應力鋼筋混凝土梁及剛架橋	105
1.5.3 預應力鋼筋混凝土桁橋	109
1.5.4 預應力鋼筋混凝土吊橋	114

第二篇 橋樑建築藝術

概述	117
2.1 建築藝術的特性	119
2.1.1 關於美的一般原則	119
2.1.2 建築藝術的性質和基本要求	121
2.1.3 傳統和革新	123
2.1.4 形式和內容	126

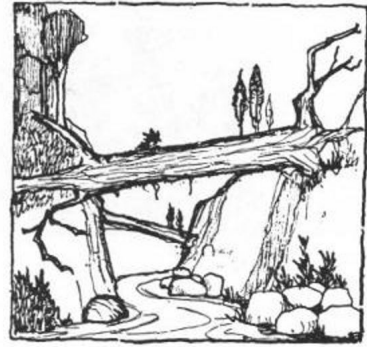
2

2.2	橋梁建築藝術的特性	129
2.2.1	橋梁建築的功能與形式	129
2.2.2	橋頭建築	137
2.2.3	橋梁建築的裝飾	156
2.3	橋梁建築藝術的創新	174
2.3.1	總結改進	174
2.3.2	推陳出新	183
2.3.3	旁搜博覽	189
2.3.4	效法自然	194
2.4	橋梁建築美的規律	197
2.4.1	形式的運動	197
2.4.2	節奏和韻律	209
2.4.3	多樣性的統一	218
2.4.4	比例與對稱	229
2.4.5	感受和聯想	239

第一篇 橋樑簡史

概 述

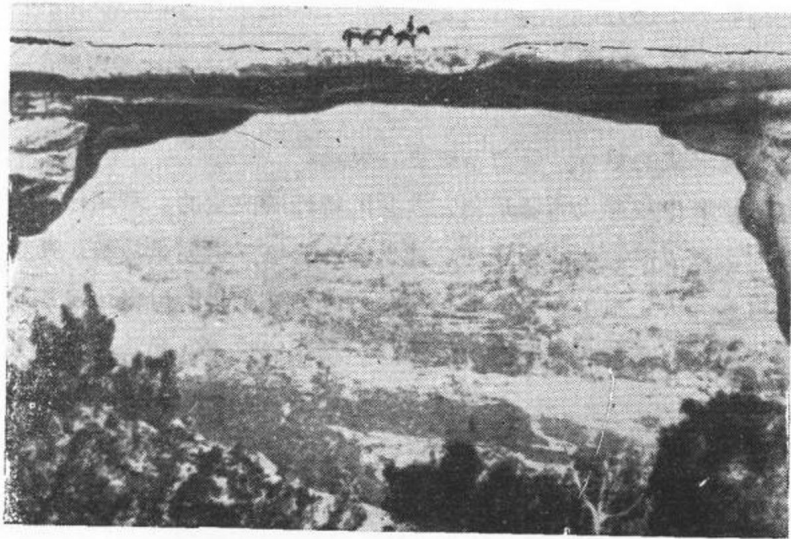
橋樑的起源是怎樣的呢？當原始人類尚不能用手造橋的時候，往往利用天然倒下來
的樹木，自然地殼變化侵蝕而形成的石樑或石拱，
溪澗間沖流下來的石塊，或森林裏攀纏的藤蘿以越
過水道和峽谷。或更如有人推測的那樣，靈長類動
物用自己的身體搭成橋（圖—4）。至今在深密的
森林裏仍有時能看到猴子互相牽攀懸吊到溪邊取水
的現象。



圖—1 樹橋

等到人類已經能夠聚族而居的時候，橋樑勢必
也已有了發展。如陝西西安半坡村新石器時代遺址，
離現在已有六千多年，經過開挖，發現在居住區的
周圍圍繞有深、寬約五至六米的大圍溝。這樣寬大
的圍溝，推想其作用可能是爲了防止野獸或異族的侵襲。由於當時居民們已能用木柱、
木樑、草泥蓋造成圓形的房屋，則出入跨越這一圍溝時不能沒有搭架的橋樑，甚至也許
是可撤式的木橋（圖—5）。

對於史前的橋樑沒有可能和沒有必要在這裏作詳細的推敲，因爲這是考古學家的事。



圖—2 天然石梁橋

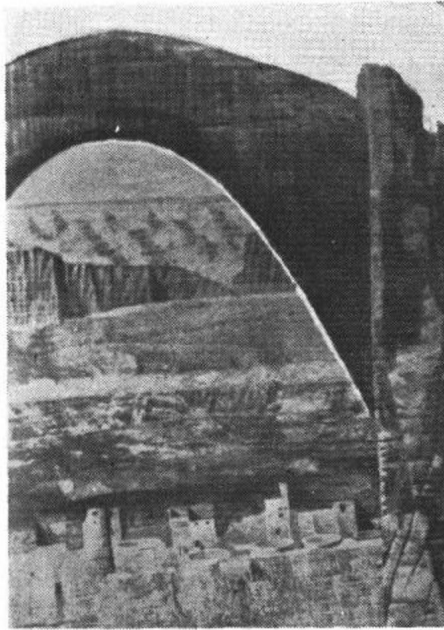


圖-3 天然石拱橋

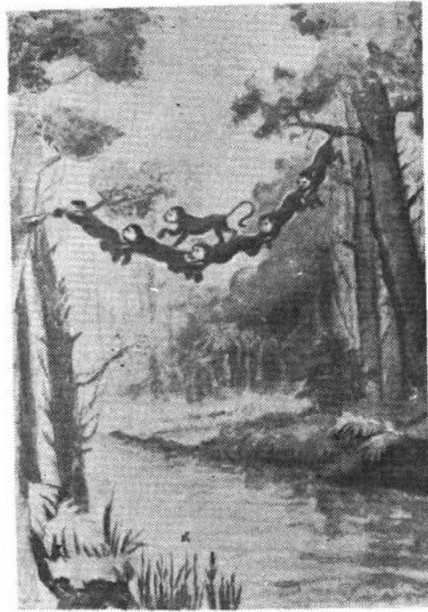
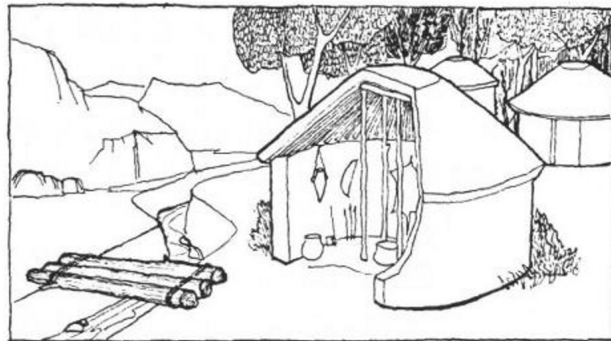


圖-4 猿橋

但是我們知道，橋樑具有不同的形式：樑、拱和吊橋。直到今天，橋樑仍脫離不了這三大類型或其組合，不過是內容更豐富，形式更多樣，材料更堅固，技術更進步而已。

在地心引力作用下，物體基本上受到三種靜力：拉力、壓力和彎曲。吊橋受拉，拱橋受壓，樑橋受彎曲。當然現代的橋樑往往是幾種形式的組合，受力系統更為複雜。

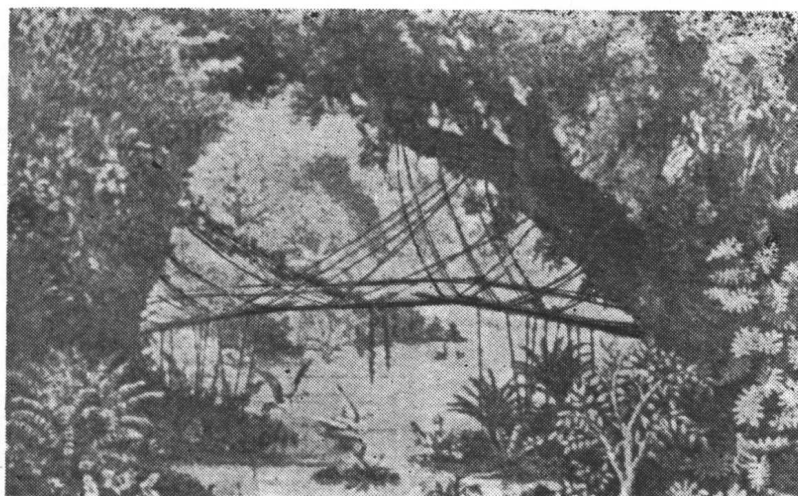
圖-5 半坡村木橋假想
(新石器時代)

什麼材料能建造什麼形式的橋是由它本身的特性所決定的。利用什麼材料，或製造什麼材料，如何去建成所需要的橋，即功能上合理的橋，這便是技術。所以首先需要理解橋樑所抵禦自然和人工施予的力量；認識材料的性質；摸清材料本身的規律，材料使用在橋樑建築中和其他事物相互聯繫的規律，這樣才能應用這些規律為人類服務。應用



圖-6 梁、拱、吊橋

這些規律的方法和能力愈高，技術也就愈高。我們將逐一地綜覽歷史記載和現存的主要橋樑。



圖—7 藤蘿吊橋

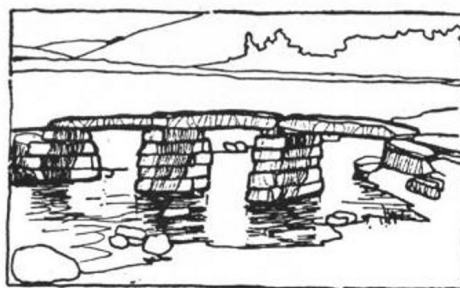
1.1 石 橋

人類起初能掌握的建橋材料是石與木這些天然的材料，它們是用之不盡、取之不竭的，可以大量地用來造橋。橋樑的發展首先是木橋還是石橋很難說清，根據邏輯推理，似乎應該是木橋在先，因為人們在能創造強有力的工具來加工石料前，已經可以憑藉體力

或簡單的工具攀折或砍伐樹木。由於木材易腐朽的缺點，古代木橋實物遺留較少，因此幾千年來較多的橋樑是石橋，可以先看一看石橋發展的有趣經歷。



圖—8 杭州黃龍洞踏步橋



圖—9 英國達德摩石橋

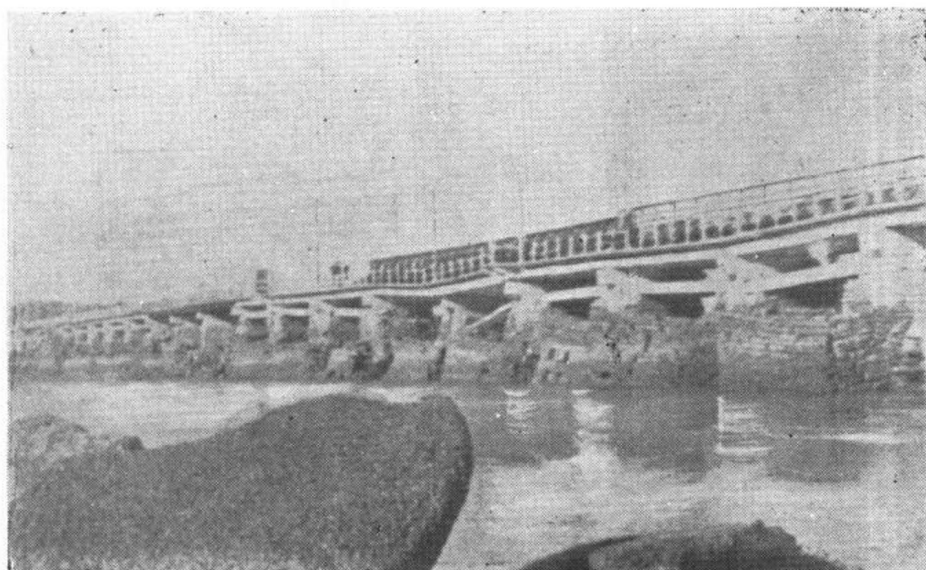
也許石橋是從有墩無樑的石步磴開始。這樣的踏步橋，散見在淺澗小溪之上，或點綴在園林之中，如杭州的黃龍洞泉口上的踏步橋。當橋跨較大時，在石墩上擱置石樑。樑橋是橋的名稱的起始，《說文解字》中寫道：“橋，水樑也”。西元前一千多年的我國周朝詩經裏也說到了“維鷁在樑，不濡其翼”的樑橋。圖—9 是英國達德摩地方現存的石樑橋。據說有的石橋已有二千多年的歷史，粗糙地堆疊著石塊，顯示出原始的造橋技術。至今我國南方水網地區，仍大量存在著數百年前建造的石樑石柱橋，它用料經濟，構造簡單，便利交通。

世界上現在尚保存著的最長最艱巨的石樑橋是我國福建泉州的萬安橋（圖-11），因為橋位於惠安晉江兩縣交界的洛陽江入海的口上，所以又稱洛陽橋。該橋建於我國宋皇祐



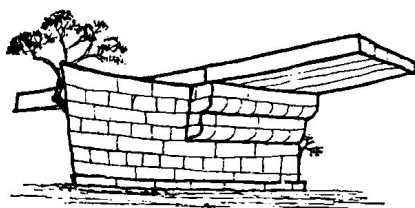
圖—10 石樑石柱橋

五年（1053年），完成於宋嘉祐四年（1059年）。橋址處原先是個渡口，由於海潮洶湧，每年要淹死不少人，郡人倡議修橋，郡守蔡襄督促完成。橋共有四十七孔石樑，每孔約20米，總長達1100米左右。用海生動物牡蠣養殖在筏形的條石橋墩基礎上以膠固橋基，這也是世界上絕無僅有的造橋方法。

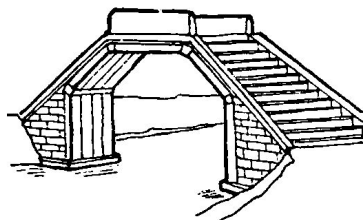


圖—11 福建泉州萬安橋（1053—1059）

橫攔石樑受材料強度的限制，跨度不能太大，一般只及十餘米。爲了加大橋的孔徑，於是採用了幾種方法，最簡單的辦法建築上稱之爲“疊澀”。將石樑從橋墩上一層層地挑出疊置，然後在縮短了的橋孔上攔石樑。有人認爲疊澀是拱的起源，事實上它是近代伸臂樑的鼻祖。疊澀不是拱，因爲我們對拱的定義是在垂直力的作用下會產生水平推力，且拱石本身都承受壓力，而疊澀出樑依然是樑的作用（圖-12）。有用石樑架成五邊形的石橋，這樣的石橋我國浙江省鄉間仍有不少實物存在。五邊形石橋可以說是介於樑和拱之間的橋式。如按結構細節和受力情況來看，這種橋只有在兩端自重很重，載重較輕，兩側橋臺能承受水平推力的條件下才能維持穩定，極有可能由之而發展成爲拱橋。



圖—12 疊澀出梁



圖—13 五邊形石橋

雖然有天然存在的石拱（圖-3），但從天然整體的石拱發展到用離散的塊體砌築石拱存在著很長一段過程。當不知道應用拱架的時候，免不了要砌成圖-14的假拱。真拱的出現已是人類文化進步到比較高的階段的事。

西元前 384 ~ 322 年的希臘哲學家亞里斯多德曾經提到過，拱頂石支持結構是由於“抵抗各方面來的力量”。有人認爲最早的拱是義大利中部古城的穹形下水道，約在西元前六百年左右。可見拱至今有三千年上下的歷史。

各個具有古老文化歷史的國家，都保存著千百年以前留下來的石拱橋。歐洲石拱橋

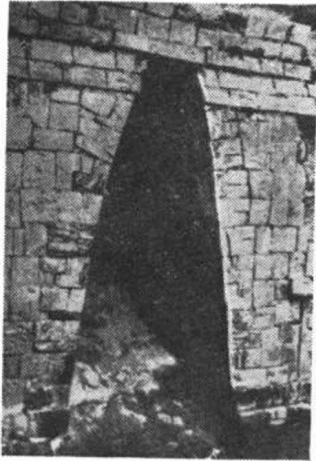


圖-14 假拱

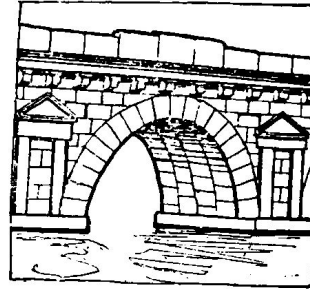


圖-15 羅馬時代列米尼橋孔

藝術最盛於羅馬時代。羅馬時代的石拱橋大半是半圓形拱，跨度一般都小於25米。橋墩特別厚，約為孔寬的三分之一，以承受拱的推力，因此每一孔都能獨立存在，這和我國古代北方的石拱橋十分相似。圖-15為西元前20年所建的羅馬列米尼橋。

羅馬帝國時代遺留下一些引水建築物——水道橋，很多是高大美麗的石拱橋。最著名的一座是在現法國境內的加爾德水道橋（圖-16）。橋建成於西元前158～167年，它引猶萊山的水進城。橋分為三層：最下一層是十六至二十四米孔徑的石拱七孔，中間一層十孔，最上層有三十五個小環洞。

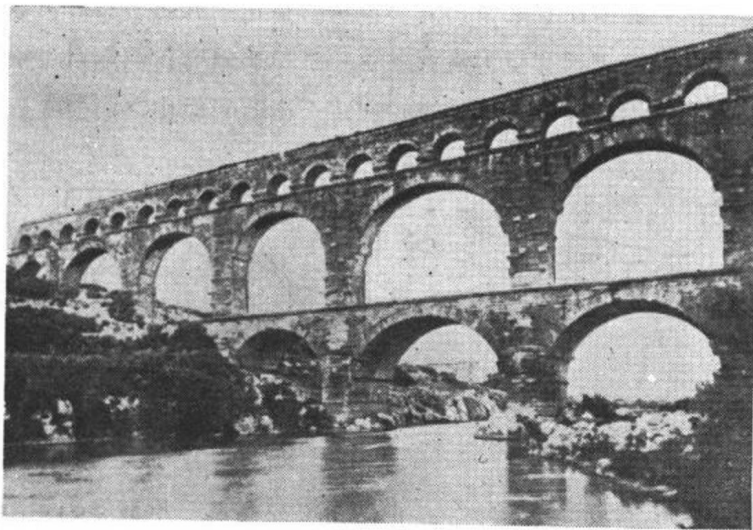


圖-16 羅馬時代加爾德水道橋（西元前158—167）

羅馬的石拱橋一般都不用灰漿砌築。石料按規格仔細削琢，在拱架上很小心地安砌起來，此橋也是如此，只有水道部分是用小塊石料以灰漿砌築，水槽裏也塗了灰漿以防滲水。所以不用灰漿的原因可能是這樣：使砌完一層之後不需等待若干天使灰漿凝固再拆腳手架，可以即時在上面砌築第二層；同時又可使拆去腳手架時拱券變形較小（一般用灰漿砌的石拱在拱頂處當拆拱架後下沉可達好幾公分）；再則可以使拱券在使用過程中

避免灰漿收縮的影響；此外灰漿本身強度較拱石為弱，將形成拱的薄弱環節。

我國的經驗不同。我國古代砌拱，用石灰、牛血、糯米汁作成灰漿，使拱石之間黏結十分牢靠。有些拱石縫中還嵌有鐵或銅錢，因鐵或銅生銹之後變為氧化鐵或氧化銅，體積膨脹，黏著於相鄰的拱石上，使拱券更為堅實，並避免了過於細緻的石工工作。

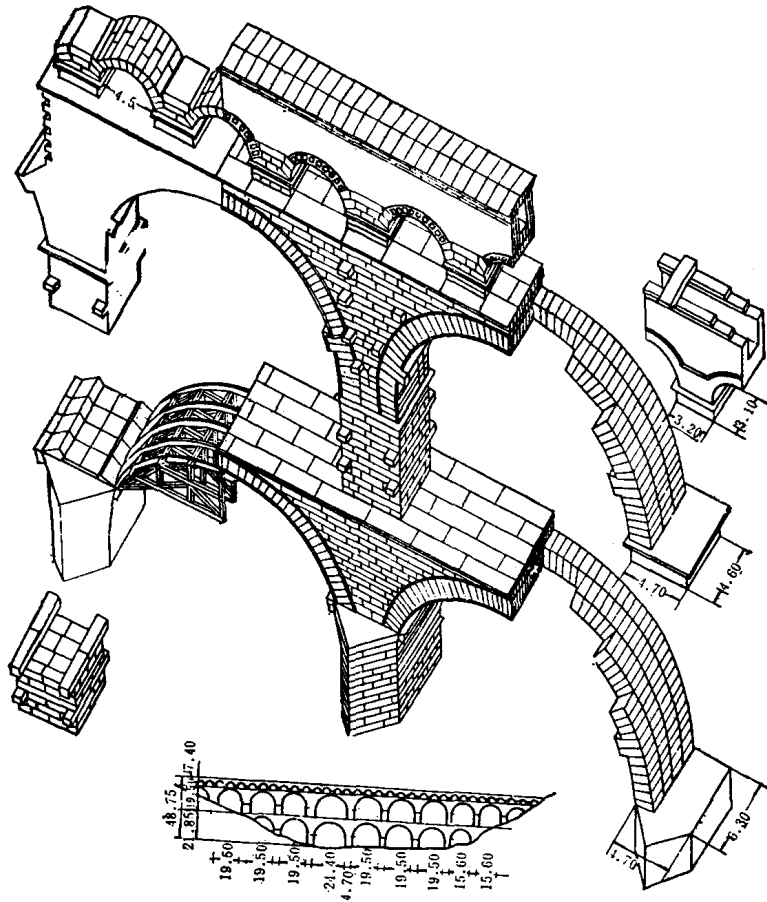
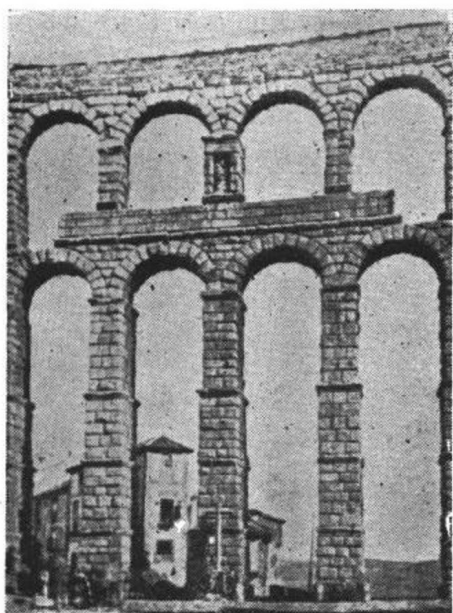


圖-17 加爾德水道橋剖析

羅馬加爾德水道橋造成後四百年，侵略者包圍了該城，破壞橋的二端斷絕供水，此後即從未修復。十七世紀末年，在下層拱的上游部分被利用作為驛道。重載使橋受了振動，拱石偏離拱軸線，這是因為並列砌拱的方法和不用灰漿產生的缺點。1670年重修，1747年於下層拱墩的下游加寬拱券作為公路橋。這座水道橋不但結構雄偉，同時在建築藝術上它的比例均勻、調和、色澤鮮明（用黃色石料砌成），和青山綠水藍天構成色彩美麗的圖畫。

羅馬時代水道橋保存得最多最好的要數西班牙，同時石料也特別堅固。圖-18為西班牙錫古維雅地方的水道橋，橋高達三十米，雙層拱券。每塊石料都很大，計為 $60 \times 60 \times 120$ 公分。石料四周約有四公分的光邊，其他部分都是粗鑿石面，亦不用灰漿砌築。因為它大膽粗獷，嘆為鬼斧神工，當地人稱之為“惡魔”之橋。

早期的拱都是半圓形的，修建跨度比較大一些的石拱橋，拱頂就高出路面很高，成



圖—18 西班牙惡魔之橋

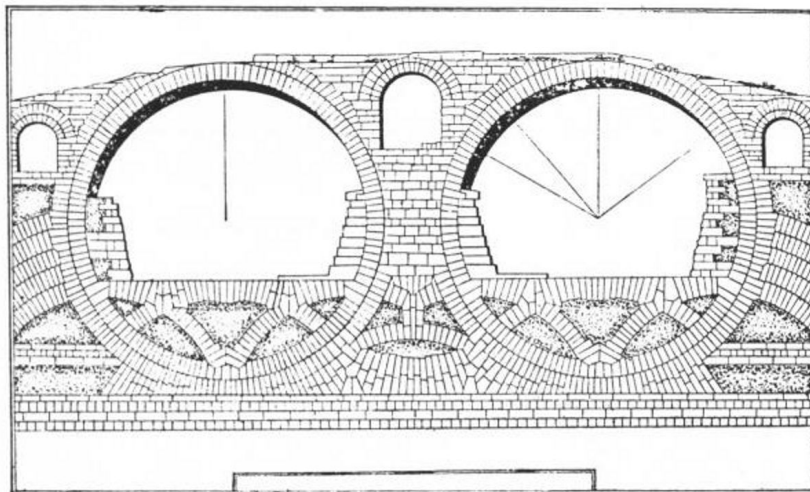


圖—19 羅馬時代法勃利克橋
(西元前62)

爲駝峰式的拱橋，上下橋都比較費力。是不是可以建造割圓形拱（就是不到半個圓的圓弧拱）呢？從半圓拱到割圓拱是技術上一大進步。割圓拱可使橋的跨徑更大，拱的推力也較半圓拱爲大，對基礎施工技術的要求較高。

義大利羅馬時代的法勃利克橋建成於西元前約六十二年，是世界上較早的割圓拱。橋跨徑爲二孔24.4米，同時在二個大拱之間的橋墩上插入一個小拱（圖-19、圖-20）。

十八世紀義大利建築師畢拉業西（Piranesi）替橋畫了一張想像的結構圖，不知道有什麼根據他在河床下面畫有倒拱把橋聯成環形。當時人們受羅馬半圓拱的影響，抱有成見，對於割圓拱總覺得存在著問題似的。



圖—20 畢拉業西繪法勃利克橋圖

世界上最著名的割圓拱和大拱上加小拱，首推我國河北省趙縣安濟橋，又稱趙州橋

(圖-21、圖-22)。

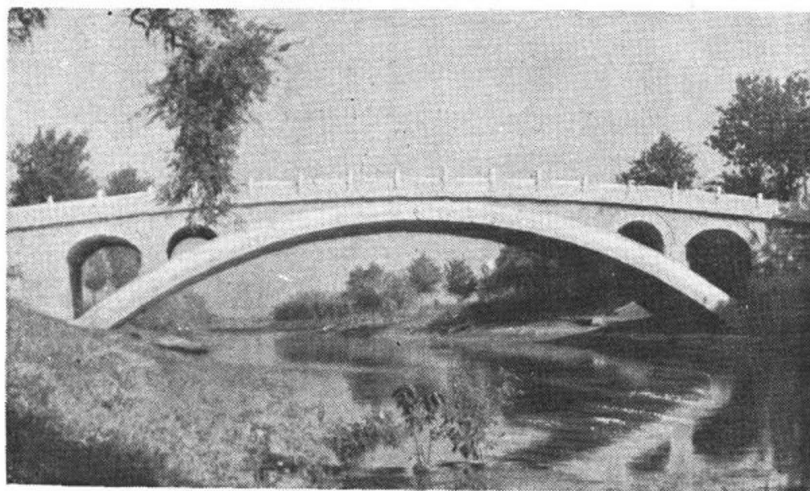


圖-21 河北趙縣安濟橋(約600)

橋是一千三百多年前隋代石匠李春建造的。割圓拱跨徑 32.27 米，在大拱之上疊了四個小拱。這和法勃利克橋在墩上加小拱不一樣，拱上的小拱可以減輕拱的重量，相應地減輕了拱對基礎的推力，同時也能在洪水期間減少擋水的面積。唐朝中書令張嘉貞的趙州橋銘中就說這橋是“製造奇特，人不知其所以為”。外國橋樑和建築方面的專家們也都認為趙州橋的構造使羅馬石拱橋看起來十分臃腫。

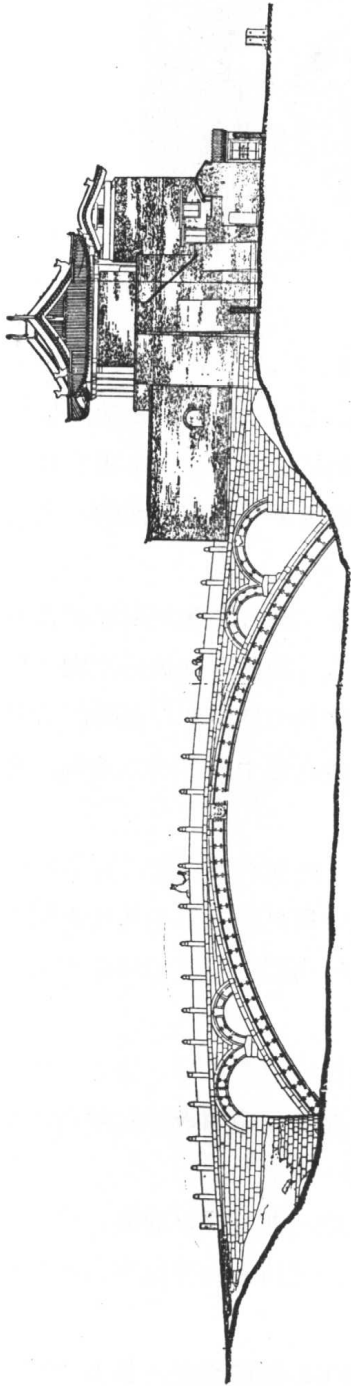
石橋到這時候走上新的階段。當時習慣上認為拱一定需要半圓的，趙州橋也被當時人認為河下還有半個倒拱（事實上並不存在），正和義大利人對法勃利克橋的推測一樣，因為新事物的產生總是超出一般人常識之外。充分地發揮材料的性能和以結構的合理為基礎，是能做到十分堅固和美觀的，這樣的情況在橋樑發展過程中經常可以遇到，也是不時引起爭論的一個方面。

至於趙州橋的雕刻藝術，更是人類的一件寶貴財富。橋上的欄杆雕刻著“若飛若動”的龍。趙州橋原隋代的欄板望柱等曾不知去向，清代後期迄今所見到者都是明代的欄板。1955 年修復時在河床中挖掘出倒在河裏的隋代實物，使人嘆為觀止，使當年的藝術重放光彩。

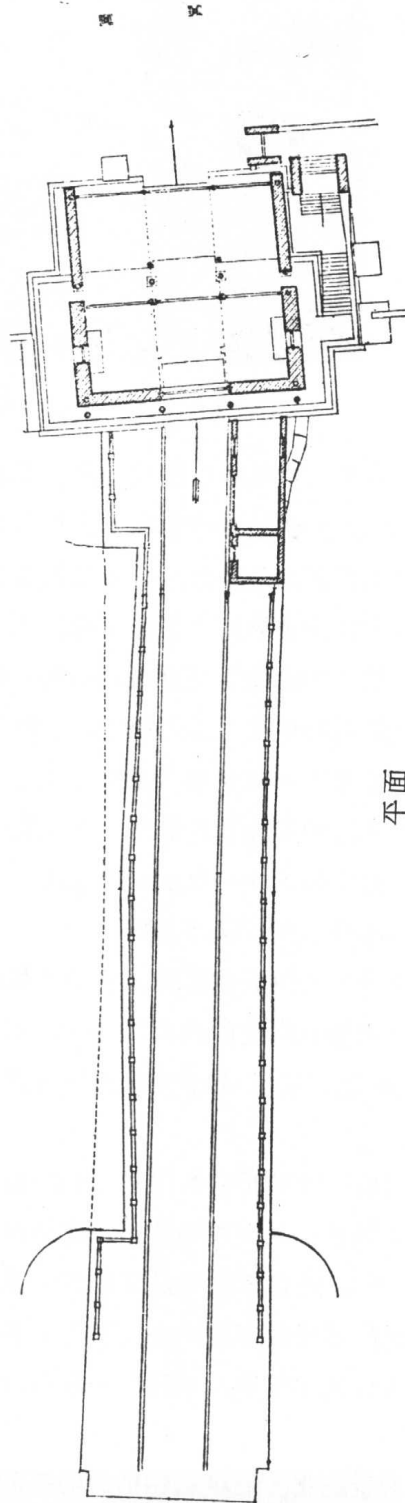
趙州橋的缺點是它的拱券是並列砌築的，正和圖-16 的加爾德水道橋一樣。因此其西面的外側券和東面外側券的一部分在明末清初倒入洳河，連隋代的欄板一起埋在河底。1956 年予以徹底重修補足了雕刻的拱板，列為文物保護之一。

我國仿趙州橋割圓拱和大拱之上疊小拱的石拱橋甚多，如河北趙縣永通橋、濟美橋，山西晉城景德橋等等，而國外一直不敢把小拱放到大拱上去，直待十九世紀才出現類似的橋樑。

幾個世紀來，石拱橋在拱的砌築和拱的形式上起了些變化。拱的砌築，按石塊的排列方法基本上形成了圖-23 的諸式。



立面



平面

圖一 22 安濟橋實測圖

拱的形狀，除了習慣應用半圓拱和圓弧拱外，也建造過尖拱，如圖-25 的十三世紀法國阿維尼昂橋。尖拱在我國稱為鍋底券。最美麗和富於曲線變化的石拱橋，當推我國北平頤和園的玉帶橋。橋全部用白石琢成，欄杆雕刻精緻，造型極美，1914～1916 年美國修建紐約岳門橋的鋼拱橋時，設計者承認是受了頤和園玉帶橋的啓發。

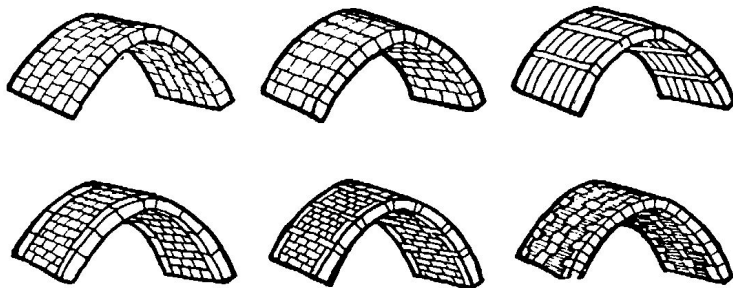


圖-23 石拱砌築形式

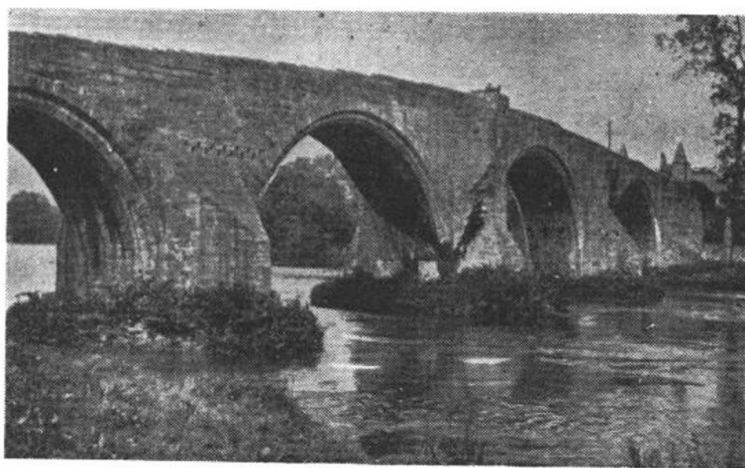


圖-24 英國蘇格蘭史蒂林老橋



圖-25 法國阿維尼昂橋