

城市建設部地方建筑施工技術會議

技術資料彙編

(7)

竹 筋 混 凝 土

城 市 建 設 出 版 社

城市建設部地方建筑施工技術會議
技術資料

(7)

竹 筋 混 凝 土

城市建設部建筑工程局編

北京市書刊出版業營業許可証出字第 088 号

城市建設出版社出版(北京阜外大街)

公私合營西四印刷厂印刷 新华書店發行

書号054 75千字 787×1092¹/₃₂ 3 ^{$\frac{15}{16}$} —印張 插頁1

1957年4月第1版

1957年4月第1次印刷

印数 1—6,000册

定价 (10) 0.54 元

前 言

城市建設部於今年 8 月召开了全国地方建筑施工技术會議。会后,根据各省市地方建筑部門的要求,將这次會議中交流的一部分技术資料整理出来,分为 18 个專輯出版,以供各省市地方建筑部門的技术人員参考。

但是,由於地方建筑部門的条件差,有些新技术的試驗和实践經驗尙不够完整,同时限於出版倉促和整理校訂者的水平,錯誤及不妥之处在所难免,希望讀者評批指正。

城市建設部建筑工程局

• 1956 年 11 月

目 录

“竹筋混凝土施工”專題研究小組的討論意見·····	(1)
竹筋混凝土施工的經驗·····	广东省城市建設局(12)
竹筋混凝土受弯構件的計算方法及設計与施工規程 ·····	广东省城市建設局(28)
竹筋混凝土經驗介紹·····	山东省城市建設局(51)
竹筋混凝土板及小梁試驗报告·····	上海市建筑工程局(61)
竹筋混凝土研究和試驗总结·····	江苏省城市建設局(77)

“竹筋混凝土施工”專題研究 小組的討論意見

前 言

用竹筋代替鋼筋在混凝土構件中使用,在我国已有40年以上的历史。在1914年,广州已部分使用竹筋混凝土建筑公立医院;1915年,洞天茶楼也全部採用了竹筋混凝土楼板;又如南京市和記洋行的冷藏室牆壁(建於1918年),五台山体育场路边的欄杆(已11年),都採用了竹筋混凝土。現在这些建筑物仍基本上完好,但由於当时缺乏科学依据,因此未能广泛推行。

近几年来,各省市在响应節約鋼材,支援社会主义建設的号召下,積極地利用竹筋代替鋼筋,各地區的竹筋混凝土建筑物大量出現。很多学术部門和專家对竹材的使用範圍、物理性能和处理方法,都进行了科学的分析、研究和試驗,民用建筑部門也同样积累了不少的施工經驗。他們都一致認為我国竹材产量高,价格低,用竹筋代替鋼筋,只要加以科学的处理,克服竹材本身存在的缺陷,就可能达到設計的要求。實踐証明,竹筋混凝土在一定的範圍內是肯定可以应用的,它不仅可以降低造价,重要的是能够節約鋼材,对国家建設会起一定的作用。因此,竹筋混凝土將有它广闊的前途。

这次,本小組將各省市在民用建筑中应用竹筋混凝土所积累的經驗,加以綜合和研究,並得出初步結論,为今后进一步研究竹筋混凝土施工打下了基础。

一、竹筋混凝土的使用範圍

竹筋混凝土結構虽然目前还存在着一些缺点,有待今后克服,但使用已無可疑議,我們具有信心大力加以推广。

由於竹筋混凝土構件过去应用在建筑物里的事实,我們得知未經处理的竹筋混凝土房屋亦可支持 25 年以上。以后我們採用經過处理有科学論据做基础的竹筋混凝土構件,其寿命能延至三、四十年以上。这是可以理解的。

一般性的民用建筑是我們使用竹筋混凝土的对象。竹筋混凝土的使用,可适合以下条件的民用建筑:

- (一) 梁及板沒有集中荷重,或集中荷重較小的;
- (二) 楼板均佈活荷載在 300 公斤/平方公尺以內的;
- (三) 竹筋混凝土構件不直接暴露在屋外受風雨侵襲的;
- (四) 跨度为 2.5 公尺的簡支板和 3 公尺的簡支梁,如遇連續性質的梁板时,跨度可酌予放寬;

(五) 大跨度梁板目前可酌加鋼筋混合結構。但科学院仍認為竹的彈性模数与鋼筋相差 15 倍左右,竹的作用混合使用不大,有待研究;

(六) 为避免地下水位以上的單獨基础及連續基础不均匀沉陷,可採用竹筋混凝土基础以加强連系及剛度;如若干年后房屋已沉定,竹筋失去作用,亦能支承;

(七) 不承重構件,如腰箍梁、門窗过梁、盖板……等等。

二、竹筋混凝土加工及集中加工問題

竹片的加工約可分为 6 个工序:

(一) 选材；(二) 断料；(三) 劈竹；(四) 整边；(五) 弯钩；
(六) 綁扎。但綁扎的工序仍在处理以后。

割槽及削黄費工很多。經初步研究，割槽（缺口）对抵抗初次滑动与無割槽的竹筋几全相同，效用不大；而削黄与否对收縮关系影响亦微，除非因需縮小空間而用一級竹增高拉应力，才加考虑。因此，割槽削黄的工序可減去，但应保留竹筋隔橫以增强黏結力。

(一) 选材(暫以茅竹及茶干竹为主)

1. 竹的年齡——茅竹最好在 5~6 年，茶干竹最好在 3~4 年以上；

2. 伐竹——以秋、冬兩季較好，冬竹更佳春竹虫害最多；

3. 选竹鑑定方法——目前只用經驗的鑑別方法。見下表：

嫩、老竹鑒別方法

名 竹 齡 稱	嫩 竹 (4 年 以 下)	老 竹 (4 年 以 上)
皮 色	下山呈青色，如青菜叶，隔一年呈白色	下山呈冬瓜皮色，隔一年呈黄或老黄色
竹 节	單籬突出，無白粉籬	竹节不大突出，近节部分或呈双籬。有白粉籬，日久無粉；有时可見痕跡
肉 色	白色，水泡后可能發黑	淡黄或水紅色
劈 开	劈开后較毛，劈成笄条后弯曲	劈开处較光，笄劈开后，基本上挺直。

附註：由於运放管理不当，堆放在不通風或露天地方或泡水过久，常呈黑斑；但適當泡水可免生虫。

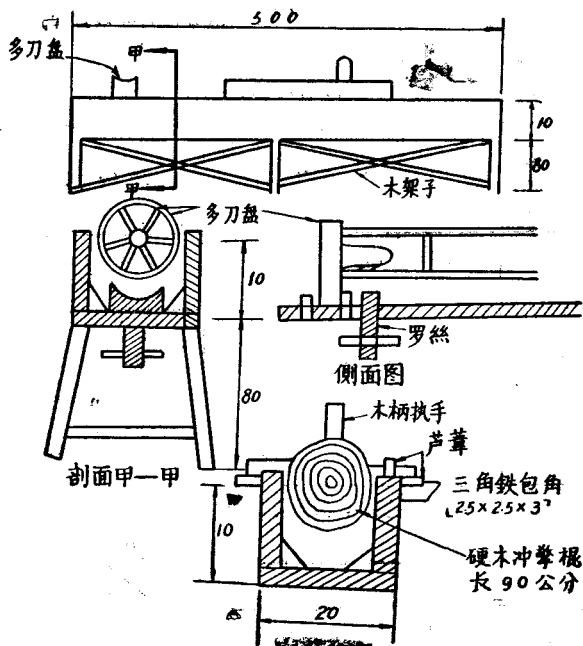
(二) 断 料

依預計長度划線，採用电鋸断料最快。

直徑及長度——离地 1 公尺以內的竹头强度極不均匀，以截取 1 公尺以上的竹身应用为宜，截头直徑又以 8 公分以上为佳。直徑过小，劈片难符合要求（如嫩竹多为小徑，不宜使用）。

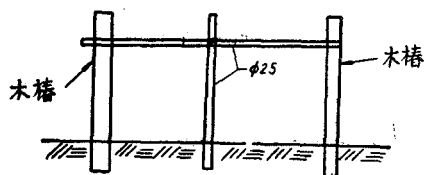
(三) 劈 竹

在劈竹之先，須按設計尺寸加以考慮。先劈成大片數片，再分成小片，以採用“多刀器”为最快。如临时無該項設備，則应考虑欲开竹尺寸採用“十字鋼筋”劈竹法或其他簡單办法，下面分別介紹。



1. 多刀器劈竹法——將整竹推進，通過多刀器將竹劈成片狀，多刀器用數刀片活動安置在輪式器內，輪式器又安置在工作台上，視開竹需要刀片加以靈活調整。多刀器如圖示：

2. 十字鋼筋劈竹法——此法應考慮尺寸先開竹4片，亦即將整竹破口後向十字筋推動通過而劈成4片。十字筋設置如圖：



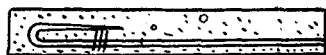
(四) 修 邊

不強求頭尾相同，須順着纖維，依要求尺寸修正。頭尾相同，會破壞纖維及增加吸水性能。

(五) 彎 鈎

清華大學曾試驗2.2公尺的單跨預制板，有鈎的比無鈎的最後強度大，但彎鈎費工很多。我們認為：

1. 簡支預制板須彎鈎，鈎向上連續，兼作抗負彎矩使用。如圖：

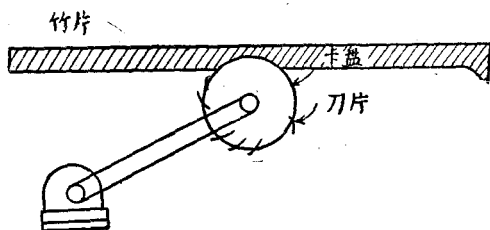


2. 太薄的板可不彎鈎，重要構件梁板均須彎鈎。

3. 連續板不可用彎鈎，應將竹片引長伸過支座。

4. 彎鈎分為兩個工序

(1) 削黃減薄：先在屈曲部採用電動輪刀將黃削退減薄，以易於彎曲。將刀片放在圓的木輪上，用馬達拖動多刀木輪放在工具板上，上下軋單竹片；馬達拖動多刀木輪將竹片黃削去成一凹口，就容易做彎鈎了。



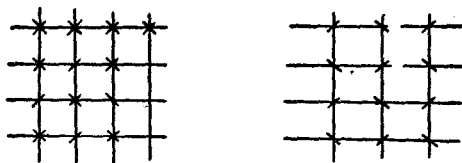
削彎鉤工具

(2) 彎鉤：可用熱水或沸水浸屈或用炭烘屈。但烘屈對竹質有無影響，仍提請科學院試驗研究。

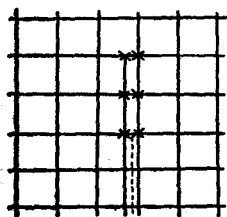
(六) 綁 扎

竹片經過處理以後，可進行綁扎。板的竹筋綁扎方法與鋼筋相似；不同的地方就在綁扎十字鉛線的位置及接駁問題上。以下用圖說明：

1. 板筋綁扎位置：下面每種都可以，但以右圖的一種較省。



2. 接駁：主筋不宜在跨中接駁，分佈筋如要接駁，其接駁長度初步規定不得少於主筋 2 個間距。在接駁的地方應用錯開方法，錯開不少於 3 公分（如圖）。



集中加工問題：

竹筋的加工若能設法集中進行，則對保證質量，提高工效，及迅速完成任务均有

好处。因此，各省、市大量推行竹筋混凝土的地方以設立竹筋加工厂为宜，除了加工还可以一併处理。加工应注意的事項如下：

- (1) 与竹工業取得联系，充分利用截短截窄的廢料。
- (2) 加工厂分組採用簡單机械加工。
- (3) 加工厂附設竹筋处理。
- (4) 統一竹片的制作規格，竹片寬度分为 1、1.5、2 公分 3 种。

三、竹筋的处理

竹片的吸水率很高，24 小时內吸水率平均为 22.2~25%，甚或更多。吸水、失水造成的膨脹收縮，会产生混凝土破裂及与混凝土脫离等不良現象，若無防腐处理，以后更会引起菌虫害而腐爛。因此竹筋混凝土的耐久程度，常以防水、防腐处 适当与否作为决定性因素。

沒有經過处理的竹片，在近期会使混凝土开裂，远期則不耐用，故建議禁止使用未經处理的竹筋做竹筋混凝土構件。

(一) 防腐处理

1. 不宜採用石灰水作防腐处理，因这样可能会降低竹筋强度。

2. 如採用化学藥品防腐，可不去甜液。

3. 化学藥品处理多为水溶液，故防腐处理之前，不須对竹筋加以干燥。

4. 下列防腐剂都可以使用：

(1) 氯化鋅 5% 及氟化鈉 3% 的水溶液，浸 5 小时；

(2) 鹽鹵：用鹽鹵水含氯化鎂 20% 泡浸竹筋，24 小时后取出陰干；

(3) 明矾及醋酸鋁溶液 (5% 及 2%) 泡浸竹筋，24 小时后取

出陰干

(二) 干 燥

竹筋进行防水处理之前必須先行干燥。干燥分天然風干及人工烘干兩種,以天然風干为适宜。人工烘干虽然快捷,但对竹質有無影响,已提請科学院試驗研究。至於太陽晒干,較难控制,容易把竹片晒裂,不宜採用。

(三) 防 水 处 理

1. 塗生漆; 2. 塗鉛制厚漆; 3. 塗桐油; 4. 塗瀝青; 5. 水柏油及瀝青混合兩次塗抹。这5种都可以採用。

防水性能見下面附表:

防水試驗(吸水按百分比計)

塗 剂 名 称	1 日	7 日
生 漆	0.21	1.82
鉛 制 厚 漆		2.62
熟 桐 油	1.06	5.65
瀝 青	1.5~3.2	
水柏油及瀝青二次	0.3	

以上几种以生漆防水最好,但一般价格較貴;应結合实际情况加以採用,使用时还要注意防毒。

桐油塗抹簡易,一般工人都喜欢採用;但易剝脫,应注意干透;瀝青操作容易染污手足衣物,施工时得留意,並須注意防毒及防煮溶时燃燒。

水柏油及瀝青兩次塗抹法系先用水柏油加热至 100°C ,將竹筋泡浸一次,再用3:7瀝青水柏油混合煮溶,在竹筋上塗抹后黏上

細砂即成。

另外，上海地区防水处理用水罗松塗在竹片上，功效比水柏油好。其优点如下：

- (1) 施工时容易塗上；
- (2) 快干；
- (3) 耐水性亦較水柏油强；
- (4) 容易塗得平而均匀；
- (5) 不易脫落。

四、竹筋混凝土裂縫問題

竹筋混凝土开裂的原因很复杂。在計算方面，主要由於竹筋的彈性模数低，徐变大，在混凝土的拉应力充分發揮力量以前，竹筋就已有很大的伸長徐变，以致混凝土受拉区域先行开裂。换言之，即計算上未能对使用竹筋拉应力及竹筋的徐变很好的配合着控制裂縫。

在施工方面，最主要的原因就是对竹筋的“处理”方法不够完善或“处理”的操作方法不好，甚至缺少处理，致使竹筋吸水膨脹，迅速使混凝土开裂；或因竹筋失水收縮与混凝土脫离，以致黏結应力不足而間接使混凝土开裂；或因防腐欠佳，竹筋受腐朽失强以致逐漸开裂。

其他如保护層过薄，竹片过大或水灰比控制不好，都是招致裂縫的原因。保护層过薄，会使湿气或水侵入，损坏竹筋；竹片过大，会增加竹片的收縮及膨脹；水灰比控制不良，会直接使水分增多。結果都是会降低竹筋混凝土寿命及使裂縫發生的。

避免裂縫發生，主要的应注意下列事項：

(一) 建議科学研究部門配合試驗，定出完备的計算方法，以便很好的使用竹的应力並控制裂縫的过早出現。

(二) 施工時嚴格控制水灰比。

(三) 設法使用干硬性混凝土。

(四) 沒經處理的竹筋禁止使用，注意處理時的操作及方法。

(五) 使用小斷面的竹片。但竹片過小也費工，最好制定規格，以做到在寬度為 1、1.5、2 公分，厚度為 0.6、0.7、0.8 的範圍內使用。

(六) 統一竹筋的允許偏差不能大於斷面的 10%，應用時顛倒排放。

(七) 保護層照規範辦理，注意施工時因竹片不平、未很好的固定而使保護層減少的錯誤。

尚待研究和解決的問題：

(一) 竹筋混凝土在強度方面已能滿足基本要求，但裂紋出現過早、撓度過大的缺點，限制了竹筋混凝土構件的使用範圍。這些缺點與竹筋彈性模量小有著密切關係，所以如何提高彈性模量為竹筋混凝土開辟更廣闊的道路，是我們今後繼續努力研究的一個重要課題。廣東省城市建設局所介紹的用砂炒竹筋就是提高彈性模量的一種方法，手續簡便，很值得作進一步的研究。有些單位建議試以予加應力來克服竹筋混凝土開裂的缺點，我們認為可以試驗。

(二) 用無熟料水泥做竹筋混凝土來節約全部鋼筋水泥，是地方民用建築中一種最理想的做法。但在無熟料水泥中的大量石灰，是否對竹筋有嚴重影響，過去都未作過試驗。建議建築科學研究院對這個問題儘先進行試驗研究，以便早日推廣使用，克服目前材料供應中的困難。

(三) 竹材力學性能與採伐年限關係很大，各方面所介紹的鑑定竹齡經驗，多是外觀鑑定方法，缺乏可靠的科學依據，雖然可作參考，但用在具體鑑別竹筋質量時尚有一定困難。希望各研究部門在這方面多作研究，提供更可靠而又簡便的鑑別方法，給保證竹

筋質量打下基础。

(四) 过去各省对竹筋混凝土的設計与施工都各有一套, 方法極不一致, 这將給今后推广造成許多不便。建議領導部門根据目前已有資料依据, 制訂設計和施工的試行技术規范和操作規程, 使全国各地在这一規范的基础上分头研究改进, 逐步提高, 达到尽善尽美的境地。

(五) 關於竹筋混凝土的耐火性能, 过去各單位都未进行研究試驗。为了便於設計採用, 建議研究部門对竹筋混凝土的耐火等級作出規定, 編入設計規范。

(六) 竹筋混凝土在目前來說还是一项很新的技术。有些問題仍未得到徹底解决, 尚待深入研究。希望城市建設部蒐集各研究部門(如华东竹材利用委员会、上海同济大学、北京清华大学和建筑科学研究院等)有关这方面的試驗資料, 統一印發, 以供各地在进行研究时参考。

(七) 關於竹材供应問題, 建議国家統一採伐适合制造竹筋的竹材, 供应各地專用。这样不仅可以保証原材供应, 还能減少不产竹地区的採購困难。

竹筋混凝土施工的經驗

广东省城市建設局

一、广东省各地區的竹筋混凝土建築物情況

据現有資料，广东各地區使用竹筋代替鋼筋的建築物已有數十年的歷史。早在 1914 年建築廣州公醫院（現華南醫學院）時，就已部分使用了竹筋混凝土樓面；1915 年建築的廣州河南洞天茶樓，也全部採用了竹筋混凝土樓板，後來相繼使用的也不少。

解放後，廣州市有些單位由 1952 年起，陸續採用經計算及處理的竹筋混凝土建築，市建築工程局於 1953 年也開始了有系統地研究竹筋混凝土的工作。同時華南工學院對這方面也加以試驗。各單位在實際工程上，相繼使用竹筋混凝土的也不少；如江門市地方國營建築公司試用火烘和砂炒處理竹筋的方法；潮州建築工程公司試用做 5 公尺梁採用竹筋，下面配置 2~12 ϕ 拉力鋼筋，到現在已近一年，質量上還沒有問題，這都說明竹筋混凝土有廣闊的發展前途。

广东地區建築物使用竹筋混凝土，据不完全統計（因現在大部分資料都是廣州的），已建築的有 130 幢以上，面積達 10 萬平方公尺以上，其中大部分是混合結構。至於各項建築物的詳細情況，可見附表一。

二、竹筋混凝土施工情況

（一）竹材選擇

竹筋的優劣，直接影響着竹筋混凝土的成敗，故竹材的選擇，

是竹筋混凝土的主要問題。目前广东,一般使用的竹材,有茶干竹和茅竹兩種,其中以茅竹使用最普遍。我們最常用的是广西桂林和广东廉州的茅竹以及怀集的茶干竹,但不管是哪一个地区的竹料,使用时,我們必須注意下面几点:

1. 竹的年齡跟竹的抗拉强度有关系。为此,茅竹最好是5~6年的,茶干竹最好是3~4年的;

2. 採伐時間对竹材有很重要的关系。因为在秋冬兩季採伐的竹材,虫害較少,故在此季节採伐較好,尤以10月、11月为佳。

上面所說的竹齡和採伐季节,在採購时,还没有科学的鑑定办法,到現在为止,我們只能看該竹是否够老,因为老竹比不够採伐年齡的竹好。我們在採購茅竹时,首先要求竹的圓徑在25公分以上,量度圍徑的标准是在离竹头1.0公尺位置,長度在6公尺以上的茅竹。这样的毛竹,一般已在4年以上,但是有时可能还不到兩年的,因此單憑这样的鑑定方法仍不够,必須同时从竹的顏色上去研究。如果竹的顏色是青得帶浮,在竹节附近有白色粉狀物,則不够老;反之,其色青而帶紅的,則是老竹。此外,在选用时,可按下列規定取舍:

1. 肉質要細致,表皮要堅韌;
2. 竹的表皮如帶黑色,則不宜使用;
3. 竹身要直,竹肉要厚;
4. 竹絕對不要帶虫或有虫口;
5. 有腐爛的絕對不可使用;
6. 旧竹亦不宜使用。

目前我們所使用的茅竹,一般还可以滿足要求,即其肉質細致,表面堅韌。另外,如竹材是成排从水路運輸的話,我們选用的竹材,就不应取排底竹,因为排底竹容易开裂,不宜使用。