

建筑用竹材丛书

竹 椿

辛永祺 著



建筑工程出版社

竹

椿

江苏工业学院图书馆
藏书章

建筑工程出版社出版

• 1959 •



內 容 提 要

本書根据广州几个工地应用竹樁的情况，着重地介绍了竹樁的耐久性，竹樁的构造以及竹樁的承载能力；另外也提出了竹樁承载能力的计算。

本書可供各建筑施工單位和科学研究單位在推广利用竹樁时参考。

竹 樁

辛永祺 著

*

1959年8月第1版

1959年8月第1次印刷

2.045册

787×1092 $1/32$ · 16千字 · 印張 $3/4$ · 插頁2 · 定价(9) 0.16元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 統一書号: 15040·1588

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业營業許可証出字第052号)

目 录

第一章 概述.....	(1)
第二章 竹樁的耐久性	(3)
第三章 竹樁的构造	(5)
一、竹材的選擇及处理	(5)
二、竹樁的制造	(5)
第四章 竹樁的承載能力	(8)
一、試驗內容	(8)
二、打樁情况的試驗結果	(8)
三、竹樁靜荷載試驗結果	(17)
第五章 竹樁承載能力的計算.....	(18)

第一章 概 述

基础是建筑物的一个重要部分，它支承着建筑的全部荷重及其本身的重量，使整个建筑物能够安然稳固。

当在天然地基上建筑基础，开挖深的基坑并用砌体填满基坑时，必然要在软土中、基坑坑壁的支撑和巨大的砌体上耗费大量资金。因此，当地基松软或者密实岩层位置很深时，常常要建筑桩基础，以便少耗费资金。各国现在所应用的桩基础材料可分为：

1. 木桩；
2. 混凝土桩；
3. 钢筋混凝土桩；
4. 钢桩；
5. 灌砂桩。

我国采用木桩已很久了，现在它仍旧与其它更完善及更能载重的桩基础同样地广泛应用在建筑工程中。竹桩在我国则未有广泛采用，虽闻广东某些乡间似有用过的，但尚未获得资料。越南在五、六十年前已有采用的，根据他们五、六十年来实际应用的情况，效果十分良好。越南多采用2公尺长的竹桩。

为了节约木材和充分利用我国丰富的竹材，我们于1957年4月间开始进行竹桩的研究和试验，1957年10月间开始在广州市建筑工程局竹筋混凝土预制厂的办公大楼上采用竹桩，作为实际应用的试验。试验结果也十分良好。这个实际应用试验成功后，广东地区不少建筑工程的基础开始采用了竹桩。

采用竹樁除为国家节约大量木材外，还有下面的几点优点：

1. 根据我们在西村試驗基地、广州市体育馆工地及竹筋混凝土预制厂办公大楼所进行的竹樁打樁試驗，不管是單樁或束樁，打入松軟土壤中时，沒有打破樁头的現象，情况十分良好。虽然竹樁是空心的，但是每隔10公分—30公分都有竹节一度，这样就天然形成一个很好的結構，增加了竹樁的剛度。

2. 根据我们对竹樁靜荷載重試驗，竹樁的承載能力一般都和木樁一样。有时，它还比木樁稍高些，如4公尺長的單樁、木杉樁的极限承載能力最高为32.4公斤/平方公分，同样長度的單根竹樁极限承載能力最高为37.45公斤/平方公分。

3. 竹材是空心的，因此比木材輕；这就大大地減輕搬运和运输时的重量，相应地节约了運費。

4. 我国竹材产量极为丰富，采用竹樁代替木樁可以降低工程造价35%—50%。

5. 竹材的培植比木材快得多。茅竹通常种植5年至6年就可以用，而木材则需要种植十几年来至二十几年；因此用种植木材的时间可以种植出四倍产量的竹材。

6. 竹樁的耐久性与木樁相似，如竹樁的樁頂低于地下水最高水位，其寿命很長。根据事实証明：埋在地下50年至60年的竹樁还是十分完好的。

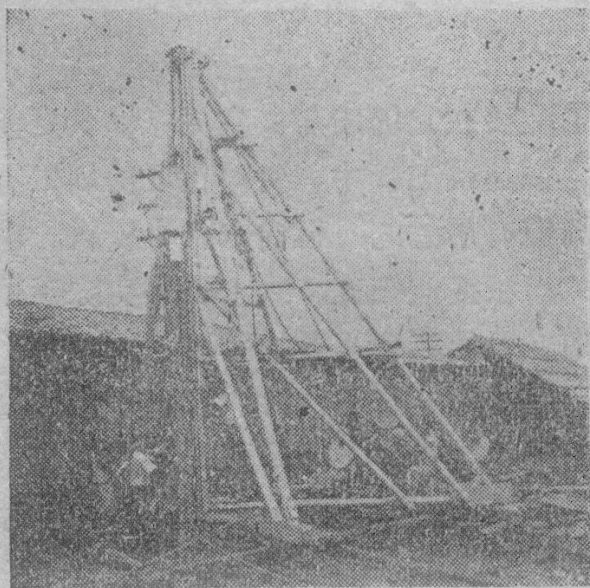


图 1-1 打竹樁时的情况

在松軟地基上建筑三、四层楼房,或相当重量的建筑物时,采用竹樁也是解决松軟地基又好又經濟的方法之一。

因此采用竹樁在經濟上和政治上都有着重大的意义。图1-1是打竹樁时的情况。图1-2是中国第一幢采用竹樁作基础的建筑物(广州市竹筋混凝土預制厂办公楼)。

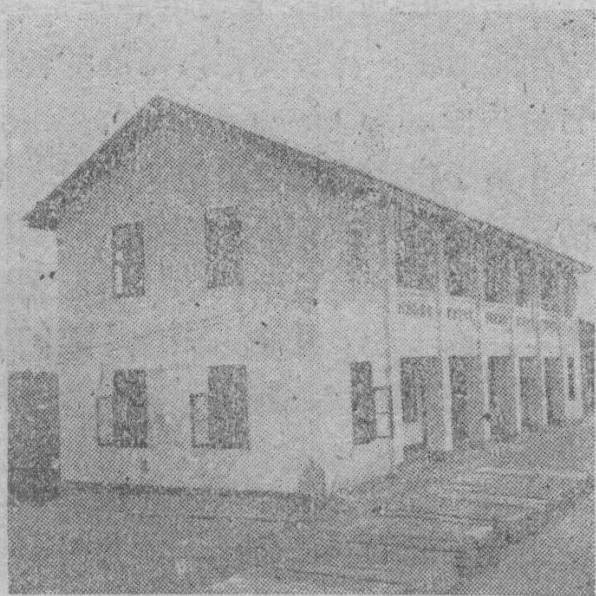


图 1-2 中国第一幢采用竹樁作基础的建筑物(广州市竹筋混凝土預制厂办公楼)

第二章 竹樁的耐久性

竹材和木材一样,由于其中有低級植物——菌类的繁殖,引起竹材物質的分解变化而腐朽。

使竹材、木材敗坏性腐朽的敗木菌,分泌出所謂酵母,使主要部分纖維素变为葡萄糖(葡萄糖易溶解于水),成为菌类进一步繁殖的养料。随着菌类的繁殖,竹材开始变色,然后是竹材变得更松軟竹材中生成裂縫,菌类細胞在裂縫中繁殖而使竹材分解而致完全腐朽。

菌类寄生时,必須具备三个条件,只要消除其中一个条件,就可以避免竹材的腐烂。这三个条件就是:溫度在 0° — 40° C 中;供給空气中氧和竹材的溫度高于20%。

在 $t < 0^{\circ}\text{C}$ 时，菌类的蔓延是不可能的。但是我们必须注意，严寒时冻不死菌类在被传染的竹材解冻时，会继续恢复其腐烂竹材的作用。

在缺乏供给空气中氧的条件时，腐烂是不可能的。竹材在水中的部分不会受到腐烂；因此，只要使地下水的最低水位始终高于樁頂，那么竹材或木材的基樁可靠地支承着沉重的磚石房屋。在图（2-1）上示意地表示出空气中氧的供给对形成所谓“頸”的位置高低的影响。所谓“頸”，即是打入或埋入土中的木樁或竹樁受地下的水或雨水潤湿而致腐烂最严重的区域。

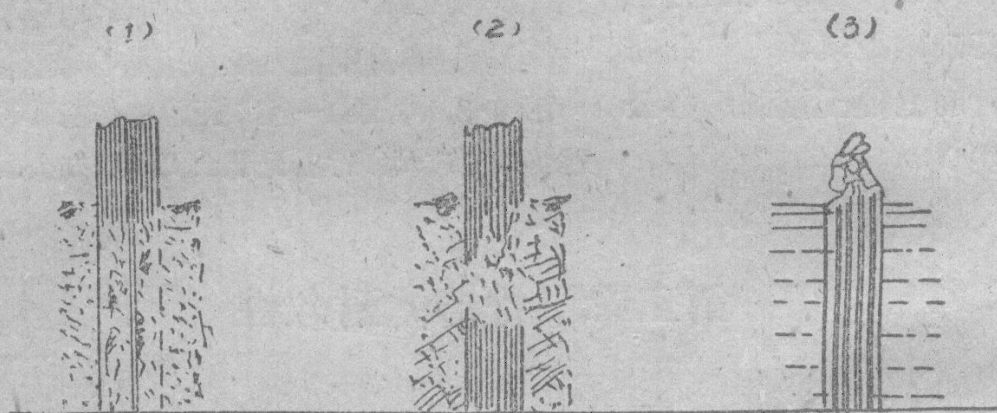


图 2-1

在多孔沙中如图2-1（1）所示，空气深入土中，“頸”也深深地扩展到地下；在密实的粘土中如图2-1（2）所示，在深度为0.5公尺处，由于空气中的氧不足，一般已看不到腐烂。在水中如图2-1（3）所示，一般不能形成“頸”。

越南民主共和国采用竹樁頗多。在重建因战争而坍落的房屋时，他们发现四、五十年前的竹樁还是完好。最近他们所建筑的水利建筑部大厦也是用的竹樁。

从上面资料证明，竹樁的樁頂如低于地下水的最低水位，其

寿命是很長的。

第三章 竹樁的构造

(一) 竹材的選擇及处理:

竹樁所用的竹材以茅竹为宜，因它直徑較大，竹身較長，同时比較坚硬。茅竹最强盛的年齡是4年至6年。竹的選擇所应注意的事項如下：

1. 肉質要細密，表皮要坚韧；
2. 竹身要直，竹肉要厚；
3. 竹的表皮如系有黑色不宜采用；
4. 如有生虫的現象，或有虫口的竹絕對不能使用；
5. 腐烂的竹絕對不能使用。

除了須注意竹的种类、生長年齡及竹的質量外，在制造竹樁前所用的竹材也必須經過浸水处理和干燥处理。經過浸水处理的竹材在干燥时及在打樁前，可以防止虫的蛀蝕。如赶着施工、不容許有一个月時間浸竹，可以采用D·D·T来噴竹材。这在一定時間內是可以防止虫蛀的。将竹风干或烘干、烤干（烘干或烤干的溫度不宜超过 60°C ，否則影响竹的質量，同时会发生弯曲和开裂等現象），一方面是防止在打樁前竹材受菌的腐蝕，另一方面是提高竹的强度。风干或烘干至当地平衡含水率；华南地区宜干燥至含水率为10%至15%。

(二) 竹樁的制造:

竹樁是用經過選擇和处理的整枝茅竹来制造的。竹的直徑不宜过小，最好選擇头尾平均直徑在10公分以上的竹樁。先将竹材折取竹樁的長度，然后按上樁尖和樁頂；樁尖采用木制，可利用

短碎圓木料制造。它是將圓木一端削成四面錐體，削尖長度約15公分；另一端為圓形，其直徑為竹樁末端的內直徑，插入深度約6公分，如圖3-1所示。

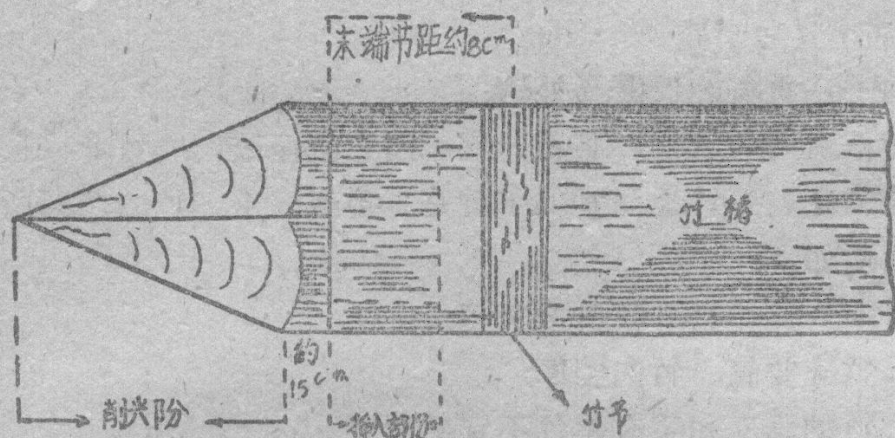


圖 3-1 木樁尖

樁頂也用木制，也可以充分利用短碎木材料。將一端削小，以適合插入竹內為度。插入部分約3公分，外留部分約8公分，如圖3-2所示。

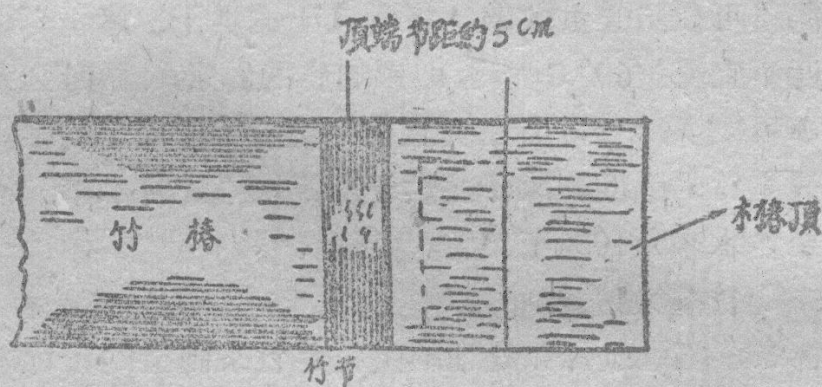


圖 3-2 木樁頂

我們在試驗時，并未採用木樁頂，只用麻袋墊在竹樁頭上，並將頂端竹節距由 5 公分改為 3 公分。在觀察打樁時，即使整根樁打入土後，樁頭也無破裂等不良現象。因此，在廣州市體育館試驗時及在廣州市竹筋混凝土預制廠辦公樓作實際應用時，均採用麻袋墊樁頭，不用木樁頂。

在打二根竹、三根竹和四根竹的束樁時，我們認為用竹釘貫穿會傷害竹樁的強度，同時加工費也太大，因此，採用鉛絲或竹筴每隔 20 公分，捆扎一度。根據試驗和應用，打這種的束樁自始至終均能組合一起，並無不良的松散現象。但其木樁尖的削尖部分必須仍是四面（二根束樁及四根束樁）或三個面（三根束樁），削尖長度約 20 公分至 30 公分。這樣，束樁整體削尖可使土壤無法在束樁中及樁與樁之間擠入而破壞其捆扎的束合作用。束樁的木樁尖構造如圖 3-3 所示。

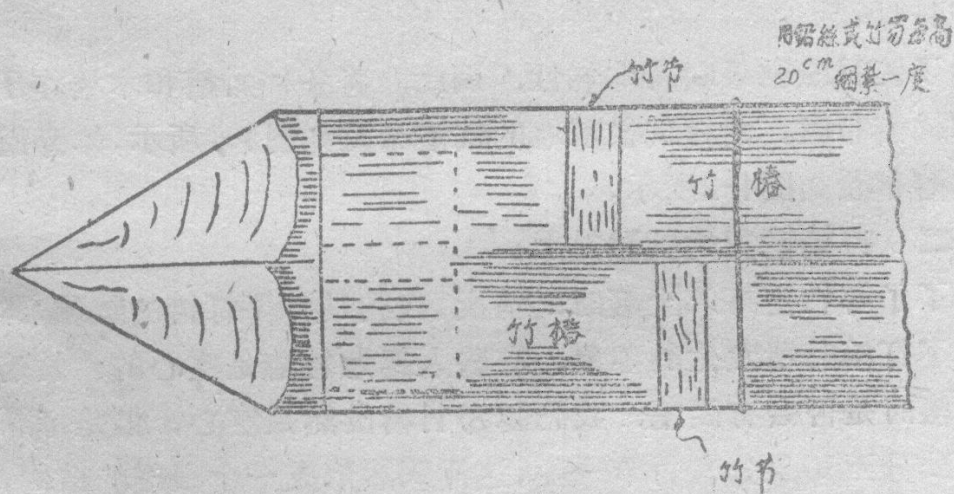


圖 3-3 束樁木樁尖

第四章 竹樁的承載能力

(一) 試驗內容:

为了研究打樁时的情况和竹樁的承載能力,在1957年4月間,华南竹委会进行了竹樁的試驗。这次試驗分两个地方进行,一个是在华南竹委会广州市建筑工程局西村試驗基地,另一个是在广州体育館工地。西村試驗基地的土壤鑽探記錄如表4-1所示,土壤試驗結果如表4-2所示;体育館工地土壤鑽探記錄如表4-3所示。

試驗內容我們分16組,共38件。除了在不同土壤情况下进行試驗外,我們將樁的長度分为2公尺、3公尺、4公尺三种,將樁制成單樁,二根竹組合的束樁,三根竹組合的束樁和四根竹組合的束樁,又將一些木樁分布在竹樁中作为对比的試驗,詳細內容如表4-4所示。

为了使試驗結果获得均匀性,因此,將各种竹樁和木樁作了均匀的試樁布置。西村試驗基地的試樁布置如图4-1所示,体育館工地試樁布置如图4-2所示。

(二) 打樁情况的試驗結果:

为了了解竹樁打入土壤时的情况,我們进行了打樁的試驗,詳細观察了打樁时所发生的現象。有些人認為竹樁是空心的、竹樁打入土壤时是否会有問題;我們認為竹樁虽然是空心,但是每隔高約10公分至30公分有竹节一度,这样天然形成一个很好的結構,增加了竹樁的剛度,另外竹的順紋抗压强度比杉木强些,尤其是竹青部分达925公斤/平方公分时,所以竹樁打入一般松軟土壤中是没有什么問題的。根据我們在西村試驗基地及在广州体育館工地所試驗共16組38件的竹樁,不管是單樁或者是束樁都是正常地

西村試驗基地的土壤鑽探記錄

表4-1

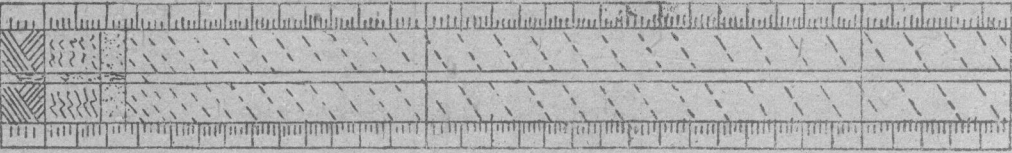
土层 次序	地質 年代	地 質 描 述	密 度	濕 度	圖 例 6.21 按岩標高	層 厚 (公尺)	深 度 (公尺)	層底標高 (公尺)	地下水位		備 考
									初見水位 (公尺)	靜止水位 (公尺)	
1		填土：白紅黃色，可塑，為砂質粘土質		濕		0.60	0.60	5.61	0.45	0.25	
2		淤泥：灰黑色，軟可塑，含多量腐木及磚頭瓦片		飽		0.90	1.50	4.71	5.76	5.96	
3		中砂：灰色含少量粗砂腐植物質及粘性土	松散	和		0.40	1.90	4.31			
4		砂質粘土：褐色1.90—2.85公尺可塑2.85公尺以下硬可塑，為岩風化之產物，呈少量白色斑點。		濕		6.80	8.70	-2.49			
5		粘質砂土：白黃褐色，硬而可塑，為砂岩風化之產物，含少量砂粒。		稍							
6		砂質粘土：褐色，硬而可塑，為砂岩風化之產物，呈少量白色斑點。		濕							

表4-2

土 工 試 驗 成 果 報 告 表

試驗室 土樣編號	野外土 樣編號	土樣描述	1		2		3		4		5		6		7		8						9				土質分類 (按塑性 指數)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			自然含 水量	W	土粒比重	G _s	自然比重	r	孔隙率	n	孔隙比	e	相對密度	T _r	飽和度	S _w	礫	砂	淤泥	粘土	粘 土	砂 土	土質分類 (三角座標式)	塑性限度	W/L	塑性限度		I/P	稠密度																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																														%	—	克/公分	%	%	—	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

試 驗 室 土樣編號	野外土 樣編號	10 击实及貫入試驗		11 剪 力 試 驗		12 自然休 止 角	13 允許膨脹壓力試驗		14 固 結 試 驗		15 滲透係數 公分/秒	附 注
		最大干 么 重 m_o ($r d$) gm/cc	最優含 水 量 w_{op} %	貫入阻力 f_{op} 公 斤/分 ²	內摩擦角 ϕ		凝聚力 C 公 斤/分 ²	φ	qn 公 斤/分 ²	φ °		
01737-1-1	1-1				5°0' >	0.26						1. 剪力試驗與固結試驗不完全的原因，是由于土壤含砂粒或取出土壤處 過小，以致不能插入的緣故。 2. 剪力試驗結果系按峯值繪圖抗剪強度曲綫，因此所列結果系土壤最大 剪力值。 3. 壓縮曲綫另附（只四張）。 4. 試驗項目因未有明確指定，故仅按房屋基礎設計。一般的設計須有資 料后才能进行。
01741-1-5	1-5				14°30'	0.58						
01742-1-6	1-6				22°30'	0.41						

广州市体育館鑽探记录表

鑽头号数: (54) (55)

水平基点: 根据地形图上BM

表4-3

土层	深度(公尺)		厚度(公尺)	土壤名称	顏色	松硬程度
1	0	0.35	0.35	复杂填土	杂黄	軟
2	0.35	0.75	0.35	砂質粘土填土	灰黑	軟
3	0.70	1.90	1.20	淤泥种植土	灰白	很軟
4	1.90	2.60	0.70	砂質粘土	黄白	軟
5	2.60	3.10	0.50	粉沙質粘土	黄白	軟
6	3.10	3.50	0.40	粉沙質粘土	灰白黄	軟
7	3.50	5.70	2.20	砂質粘土	黄	稍密实
8	5.70	9.80	4.10	砂質粘土	黄	稍軟
9	9.80	27.40	17.60	砂質粘土含細石	黄	稍密实
10	27.40	34.30	6.90	砂質土产田	灰黄	很密实

1	0	0.80	0.80	复杂填土	杂	松
2	0.80	1.60	0.80	砂質粘土填土	黄紅	稍軟
3	1.60	2.80	1.20	淤泥种植土	黑黄	軟
4	2.80	4.60	1.80	砂質土产田	灰黑黄	疏松
5	4.60	6.00	1.60	砂岩(疏松)	灰白黄	实
6	6.00	6.95	0.95	砂岩	黄白	硬

試驗內容表

表4-4

編 号	試驗地点	竹或木樁	樁長(M)	單樁束樁或羣樁	試驗編号	备 考
A竹4-1-1, A竹4-1-2, A竹4-1-3	西村試驗場	竹	4	單	2	
A木4-1-1, A木4-1-2, A木4-1-3		木	4	單	3	
A竹4-2-1, A竹4-2-2, A竹4-2-3		竹	4	二根束樁	1	
A竹4-4-1, A竹4-4-2, A竹4-4-3		竹	4	四根束樁	1	
A竹3-1-1, A竹3-1-2, A竹3-1-3		竹	3	單	2	
A木3-1-1, A木3-1-2, A木3-1-3		木	3	單	2	
A竹3-2-1, A竹3-2-2, A竹3-2-3		竹	3	二根束樁	2	
A竹3-3-1, A竹3-3-2, A竹3-3-3		竹	3	三根束樁	3	
A竹3-4-1, A竹3-4-2, A竹3-4-3		竹	3	四根束樁	3	
B竹4-1-1, B竹4-1-2, B竹4-1-3	广州体育館工地	竹	4	單	3	
B木4-1-1, B木4-1-2, B木4-1-3		木	4	單	1	
B竹3-1-1, B竹3-1-2, B竹3-1-3		竹	3	單	3	
B木3-1-1, B木3-1-2, B木3-1-3		木	3	單	3	
B竹3-2-1, B竹3-2-2, B竹3-2-3		竹	3	二根束樁	2	
B竹2-1-1, B竹2-1-2, B竹2-1-3		竹	2	單	3	
B木2-1-1, B木2-1-2, B木2-1-3		木	2	單	2	

點標点 (1)

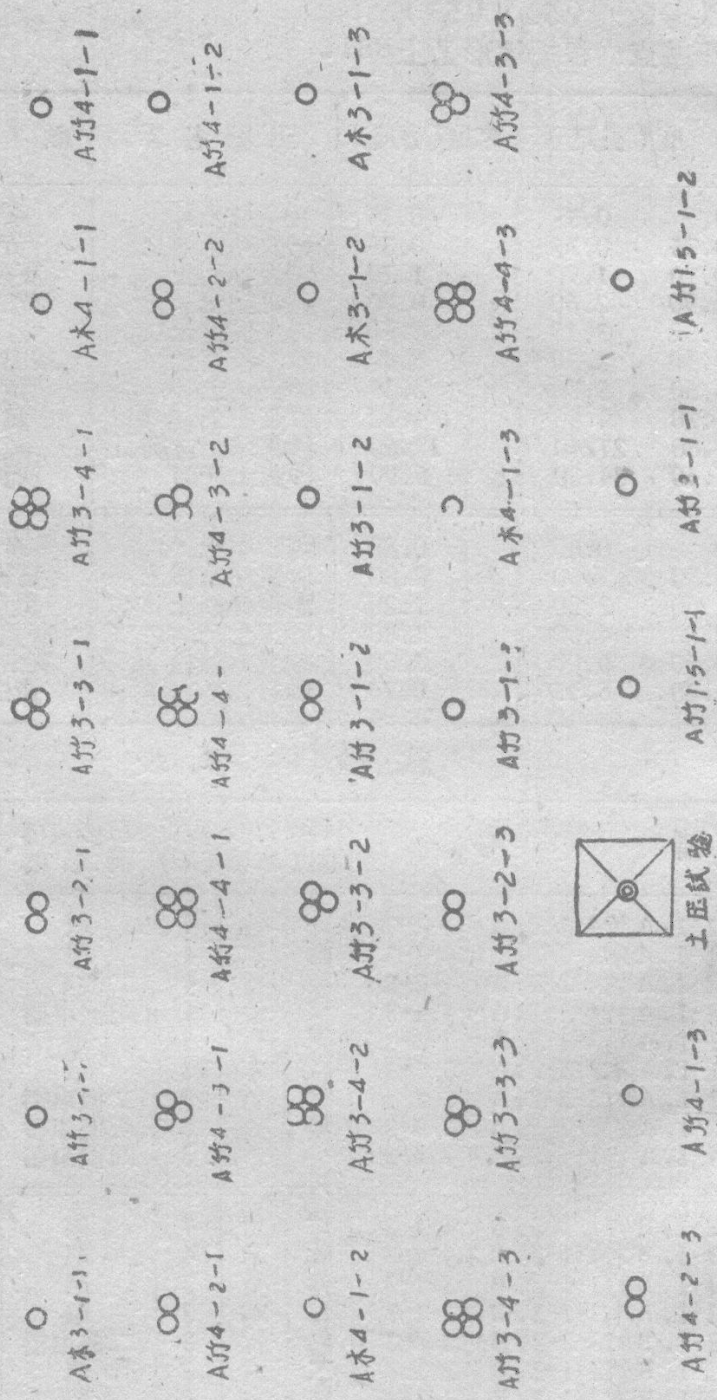


图 4-1 西村試驗場試樁布置示意图

銅板(2)

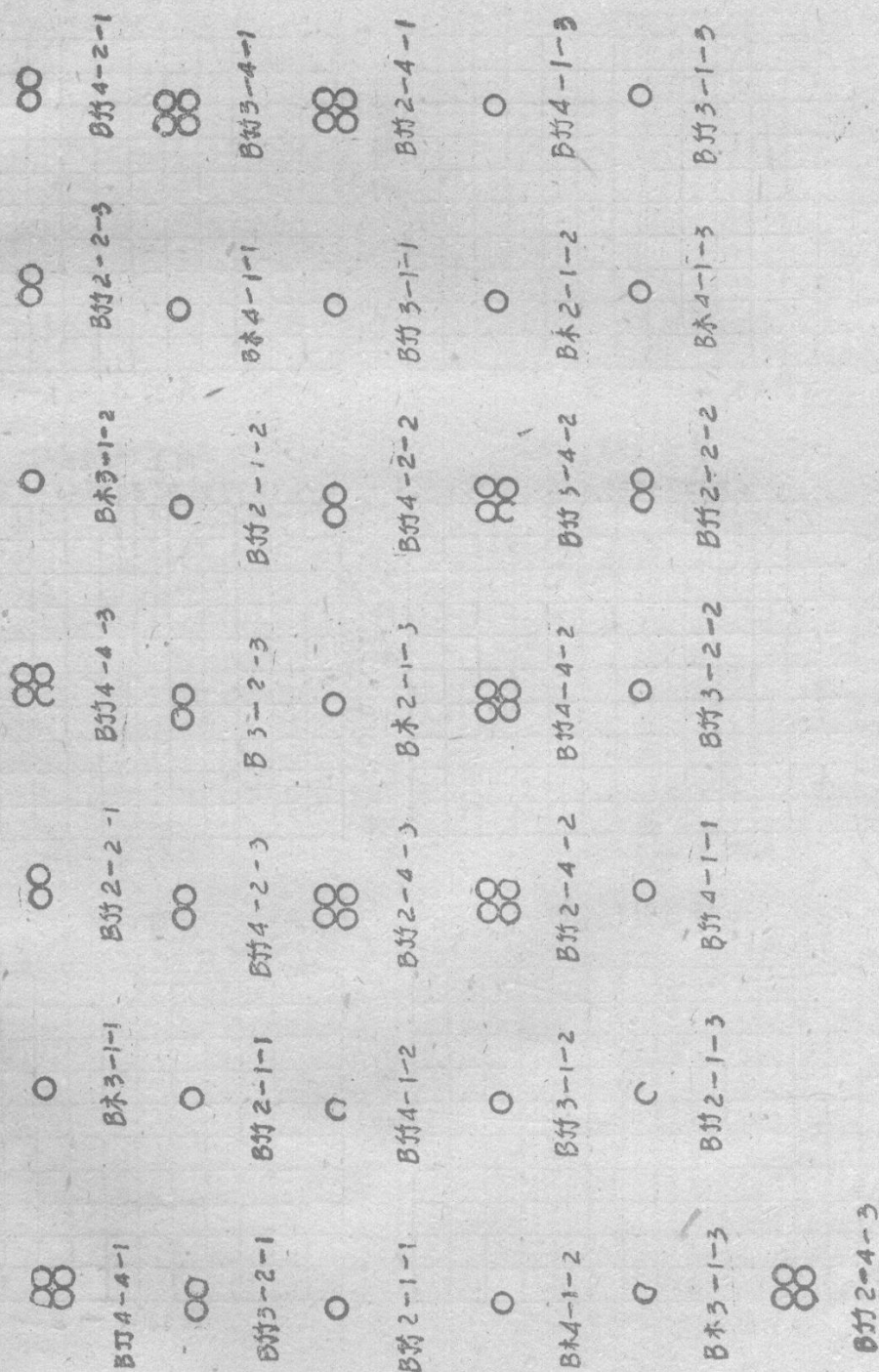


图 4-2 广州市体育馆工地试椿布置示意图