

# 201号桥震动沉桩经验总结

鐵道部大橋工程局編



# 201号桥震动沉桩經驗总结

铁道部大桥工程局編印

# 目 录

## 第一章 全桥概况及施工方法

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第一节 结构形式         | ( 1 ) |
| 第二节 下部建筑施工方法及其特点 | ( 3 ) |
| 第三节 施工进度简介       | ( 5 ) |
| 第四节 质量检查情况       | ( 7 ) |

## 第二章 震动射水沉桩

|                   |        |
|-------------------|--------|
| 第一节 震动沉桩的优缺点      | ( 8 )  |
| 第二节 震动射水沉桩方法      | ( 10 ) |
| 第三节 震动射水沉桩主要机具设备  | ( 12 ) |
| 第四节 震动沉桩法与锤击沉桩法比较 | ( 14 ) |
| 第五节 震动打桩机的选择方法    | ( 19 ) |
| 第六节 射水设备的选择       | ( 22 ) |
| 第七节 震动沉桩的承载力      | ( 24 ) |
| 第八节 基桩下沉情况        | ( 26 ) |
| 第九节 施工中应注意的事项     | ( 35 ) |
| 第十节 尚待研究解决的问题     | ( 39 ) |

## 第三章 施工中的体会和结语 ( 43 )

# 第一章 全桥概况及施工方法

## 第一节 结构形式

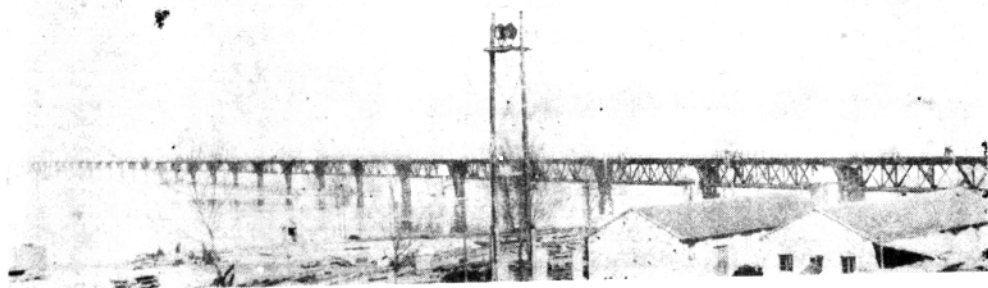


图1 201号桥全景

本桥(图1)全长1,069.94m由32个桥墩、2个桥台及33孔31.62m上承钢桁梁组成,桥面为平道直线。

下部结构除2个桥台为桩基重型桥台基础外,其余32个桥墩全系深桩基础排架式高桩承台(图2),即墩帽作为上承台。本桥系一座临时性运输便桥。

为了均匀分布冰力及缩短管桩自由长度加固桩基,在河床面以上灌注一段腰箍亦即破冰梭(根据河床冲刷资料,\*31、\*32墩极少受到冲刷故未作腰箍)。每墩由8根 $\phi 55\text{cm}$ 钢筋混凝土管桩组成(主筋 $\phi 18\sim 22\text{mm}$ ),管桩长度有4、6、8m三种,管桩上下两节之间系借法兰盘用20个 $\phi 19\text{mm}$ 螺栓连接(图3)。管桩顺桥及顺河方向均作6:1坡度的单向倾

斜。为了防止管桩内积水冻裂,在冻结线以下用河砂填实,其上则以250级混凝土填充,桩尖标高均打至坚硬的粘土层上为止。



图2 排架式高桩承台

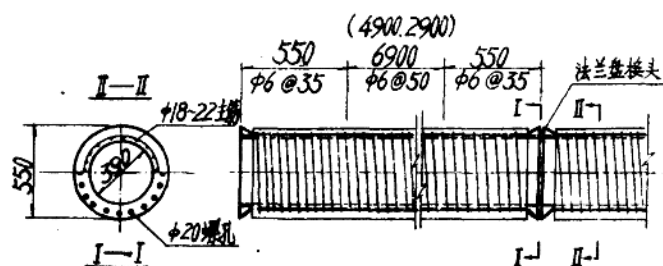


图3 φ55cm钢筋混凝土管桩结构图

南北两岸桥台，基桩亦为φ55cm钢筋混凝土管桩，#0台为9根纵向斜桩组成，仍系高桩承台，#33台由6根纵向斜桩及中间2根直桩所组成，按低桩承台变更设计，其斜桩坡度为6:1。

在基础结构形式上，由于河床冲刷情况变

化莫测（冲刷线可达14m），如采用沉井基础，其围堰筑岛、沉井灌注和下沉工作所需材料、劳动力和机具设备等费用至少要比排架式高桩承台结构大数倍，尤其施工工期更不可相比。若采用气压沉箱基础，在时间和经济上以及施

工设备上更亚于沉井。由于河床冲刷较深，更非木桩排架基础所能胜任。为适合当地地质条件及施工期限以及减轻基桩的承载力等要求，采用高桩承台是正确的。

主要工程数量见表1。

主要工程数量表

表1

| 序号 | 主要工程名称           | 单位             | 数量       |          | 附注             |
|----|------------------|----------------|----------|----------|----------------|
|    |                  |                | 设计       | 施工       |                |
| 1  | φ55cm钢筋混凝土管桩     | 根/延米           | 278/8414 | 923/8881 | 断桩35根补桩45根     |
| 2  | 管桩内填充混凝土         | m <sup>3</sup> | —        | 412      | 原设计未确定是否填充     |
| 3  | 灌注上承台混凝土(200级)   | m <sup>3</sup> | 736      | 286      |                |
|    | (25级)            | m <sup>3</sup> | —        | 583      | 加速强度提高等级       |
|    | 小计               | m <sup>3</sup> | 736      | 869      |                |
| 4  | 灌注腰箍混凝土(170级)    | m <sup>3</sup> | 1596     | 1666     | 部分系灌注水下混凝土数量增多 |
| 5  | 灌注桥台混凝土(140级)    | m <sup>3</sup> | 123      | 69       |                |
|    | (170级)           | m <sup>3</sup> | —        | 26       |                |
|    | (200级)           | m <sup>3</sup> | 5        | 6        | 变更设计及加速强度而提高等级 |
|    | (250级)           | m <sup>3</sup> | —        | 39       |                |
|    | 小计               | m <sup>3</sup> | 128      | 131      |                |
| 6  | 灌注上承台钢筋          | t              | 18       | 20       |                |
| 7  | 钢梁架股(31.02m上承桁梁) | 孔/t            | 33/1739  | 33/1739  |                |
| 8  | 安装桥面             | 延米             | 1069.94  | 1069.98  |                |

## 第二节 下部建筑施工方法及其特点

基桩下沉是本桥基本工作,占全桥施工工期间的五分之四。

### 1. 初步設計施工方案:

本桥水文特点为水位漲落突然,河床断面变化无常,因此河水深浅不定。根据当地水文站供給資料拟定三种主要打桩方法:

(1) 岸边或淺滩部分——先以煤渣鋪成通道,以便行走爬行吊机,藉木籠框格及斜桩架导向进行插桩。

(2) 深水部分——用浮鯨拼成浮駁以主錨及边錨固定位置,浮駁上固置有导桩框格(木格的位置可随水位变化調节),并在导桩框格上安設斜桩架,用爬行吊机在浮駁上进行插桩。

(3) 淺水部分——用浮鯨及万能桿件組成拼装式浮駁承载爬行吊机,先插打定位木桩以便悬挂导桩木籠,再在木籠上安放斜桩架,用爬行吊机插打管桩,待一墩基桩插打完毕移向第二墩时,仍藉其本身吊机将万能桿件及浮鯨按序拆下并向前拼装,然后吊机向前爬行一段,如此循环拆装前进。

在以上三种方法中,沉桩的基本办法均采用BH-1型震动打桩机或11-B-3复打汽錘配以高压射水进行之。由于工期紧迫,使用三套设备同时进行。

其墩帽混凝土由于采用施工方法的限制,必須在基桩打完后随即进行灌注,然后吊机才能前进。

至于机具材料的供应,拟采用木駁或临时便道解决之。

此一施工方案,在当时虽已竭尽所能,認為是唯一最合理的方法,但到現場进行了了解时,却与实际不符:第一、上述三种情况(岸边或淺滩,深水及淺水)根本不存在,河床是

朝夕变化,同时水位漲落也急剧,前一个小时是淺滩,而后一小时却变成了深水(或反之)。因此针对这些现象所拟出的三种施工方法,就不可能实现。第二、即使能保持一个短时间的深水地段不变成淺滩或陆地,可是流速有时高达6.6m/sec,采用深水浮駁定位的办法就不可能,河床均系細砂土,根据船戶們說,由于水流急湍,河床砂土被水冲刷,鉄錨也会跟随移动,且易沉入砂土深处无法拔出。因此这种抛錨办法就不能采用。第三、由于施工期限紧迫,即使不考虑急流冲刷,如采用逐墩抛錨定位拆装走移的办法,但每一桥墩下沉管桩、桩內填充、桩头处理、承台模板安装及承台混凝土灌注等施工过程,至少要15~20天的时间才能完成,因此就要延长施工期限,故上述第三种方法也就不适用。第四、关于管桩和机具材料不可能长期采用木駁运送,河道一旦变成淺滩,船不能走,人也不能走,打桩就只有停工。总的來說,这一方案对201号桥是不合适的。

### 2. 最后施工方案的选定:

根据現場实际情况反复勘察,再进一步研究了有关水文資料,并对初步設計施工方案进行詳細檢查,发现以上的方案中一些难于克服的困难和不切合实际的现象。重新提出了两个方案,并依照施工:

(1) 左岸木便桥龙门吊机打桩方案(見图4):

根据水文資料记录,左岸的河床变化較少,而且河床一般較高,由于材料机具需要不间断地运送,必須先建一座木排架便桥,既利运输又可供打桩机具的往返。但考虑左岸河床仍有可能产生不利的冲刷,如采用爬行吊机,不但需要大量木桩,万一木排架便桥被冲垮,

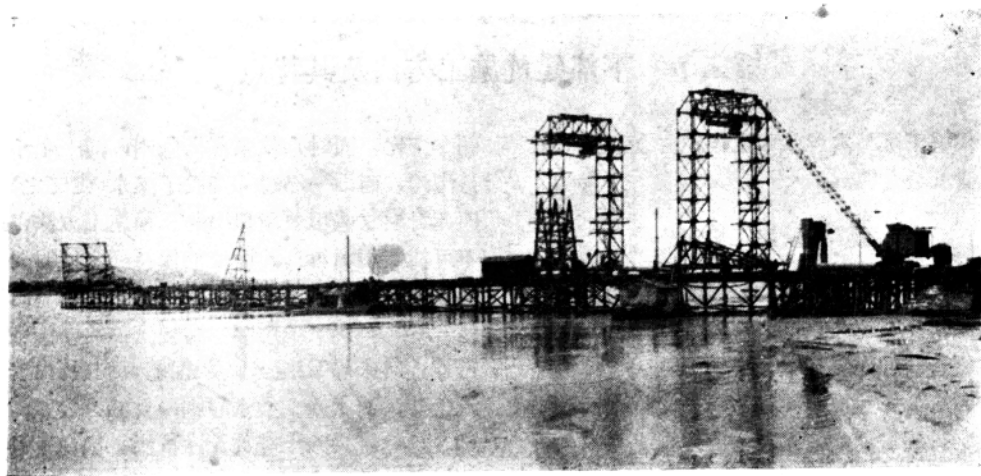


图4 左岸木便桥龙门吊机打桩情况

吊机落在河中，其后果不堪设想，且爬行吊机少，费用昂贵，故决定改用万能杆件拼成2台轻型龙门吊机，以BH-1型震动打桩机进行打桩。

同时与上游水文站取得密切联系，随时了解水流变化，可作适当紧急处理。

这一方案，即为实施方案。

木排架便桥设计，是根据经常可能发生的现象假定：流速平均按 $3\text{m/sec}$ ，冲刷按 $1\text{m/sec}$ （随时联系上游水文站，遇特殊情况采取临时措施）。计算结果木桩应力达 $184.3\text{kg/cm}^2$ ，但由于木材的安全系数大，全面冲刷的机会不多，而且在冲刷时期，我们可以临时停工，避免在冲刷较深的排架上进行打桩工作，按照以上假定设计的木便桥，在施工中经过了洪水冲刷，也经过了比 $3\text{m/sec}$ 大的流速冲击的考验，便桥没有冲垮。

结构形式见图5及图6，下部是每隔 $5.40\text{m}$ 一组排架，每组排架由3根木桩组成。排架宽 $7.00\text{m}$ ，上部有一股轻便轨道及两条龙门吊机轨道。轻便轨道紧靠上游吊机轨道一侧，龙门吊机二轨正位于排架上下游二桩木的中心线上，木便桥在桥墩处的排架跨度为 $2.71\text{m}$ ，导桩木笼即依此两组排架而建，轻便轨道每隔

$150\sim 200\text{m}$ 处铺设道岔一付，以便交会车辆。

龙门吊机系跨越桥墩上下游二侧藉绞车沿便桥纵向移动，其高度为 $16\text{m}$ 、跨度为 $7\text{m}$ ，龙门吊机上安装有 $5\text{t}$ 起重用电动滑车，用以起吊管桩及震动打桩机。

（2）右岸木排架万能杆件桁架便桥，用爬行吊机打桩方案：

鉴于河道的主流大部分时间均保持在右岸，流速也较大，为了争取时间，在洪水期间主流中也能施工，决定在正线上拼装万能杆件悬臂桁架（图7），借岸上桥墩为基础，逐孔伸臂打桩拖拉前进。这样施工可免受洪水威胁，惟进度缓慢，料具运输则仍依靠驳船，但当右岸积极准备铺设悬臂桁架拼装脚手及滑道时，靠右岸的河床突然现出约 $300\text{m}$ 宽的沙滩，因此采用悬臂打桩方案，在当时已不切合实际，同时由于悬臂方案的设计尚未完工，如按原方案进行，其结构制造，就当时的制造能力估计，至少要迟至9月末（洪水期后），才能正式开始打桩，悬臂方案的优点已不复存在，在时间上已不容许。并且利用正式桥墩为支点，经详细计算结果，悬臂打桩时，基桩要超出原设计载重，难保安全，而墩顶临时滑行设备（即临时墩帽）制造安装亦较复杂。根据这

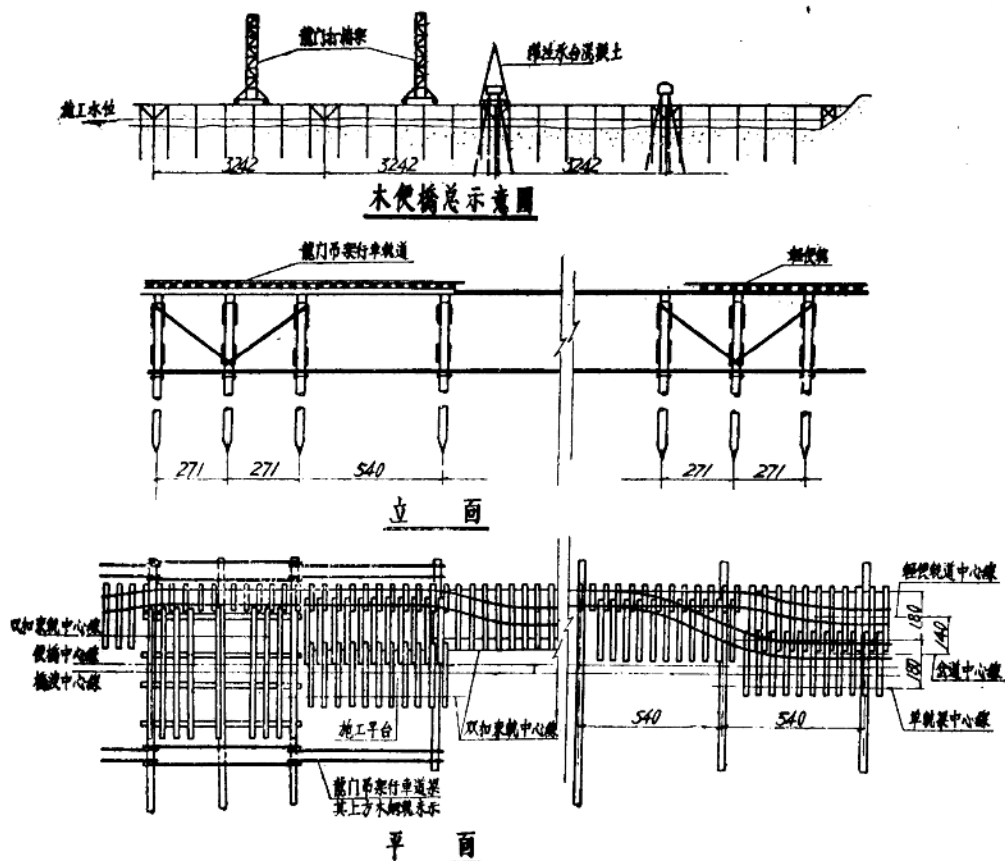


图5 左岸木便桥龍門吊机打桩方案結構图（一）

些原因改为木排架万能杆件桁架便桥方案（图8及图9）。木排架施工便桥系用起吊能力为15吨的9—1004型爬行吊机吊打桩机进行。

本方案的特点是：能利用1台爬行吊机，同时进行两个桥墩的平行打桩作业，大大的加

速了施工进度，保証按期通车。本方案又考虑到利用已有的万能杆件，无需新配鋼料，而且便桥木桩当时系在陆上，可以多組平行施工，其速度非悬臂方案所能及。

### 第三节 施工进度簡介

本桥自1957年6月开始筹备，6月中旬即着手布置場地，修建第三类輔助工程，7月初准备下沉管桩各項設備，7月中旬修建左岸木便桥，并于18日开始在\*1墩打第一根管桩，7月24日在右岸\*31墩开始打桩，相繼进行\*33台、

\*32墩的管桩下沉工作，于8月下旬变更右岸水中打桩方案，9月1日开始右岸便桥打桩方案的施工，全部管桩下沉工作于12月18日完成。

上承台混凝土在10月10日开始灌注，至12

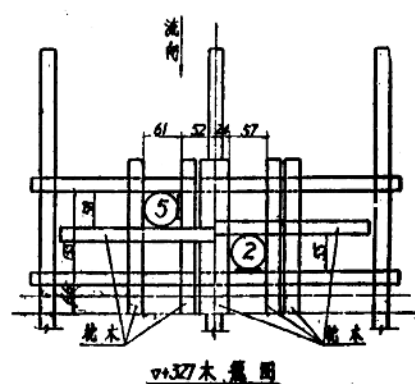
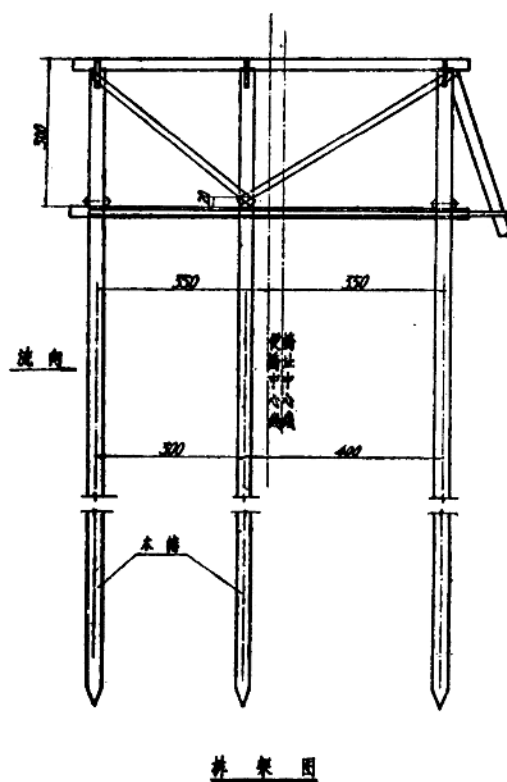
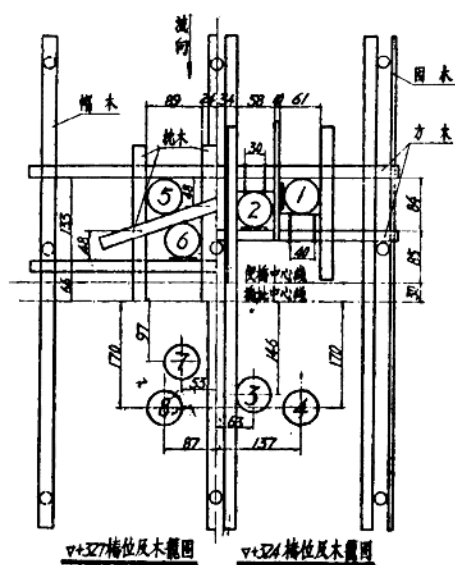


图6 左岸木便桥龙门吊机打桩方案结构图(二)

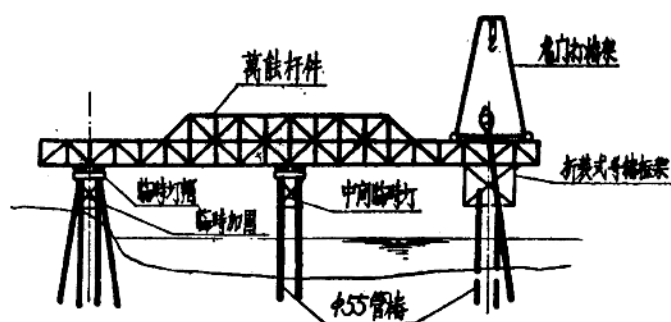


图7 右岸悬臂打桩示意图

月19日全部灌完，混凝土腰箍于12月11日开始灌注，至1958年2月28日全部完成。

鋼梁自10月20日至12月17日陸續运到工地，自10月29日开始架設至12月25日完成，全部桥面安装于12月29日結束，并于1958年元旦正式通车。

全桥共用 208,093 工天，造价为每延米3,893.70元（未計鋼梁价值）。

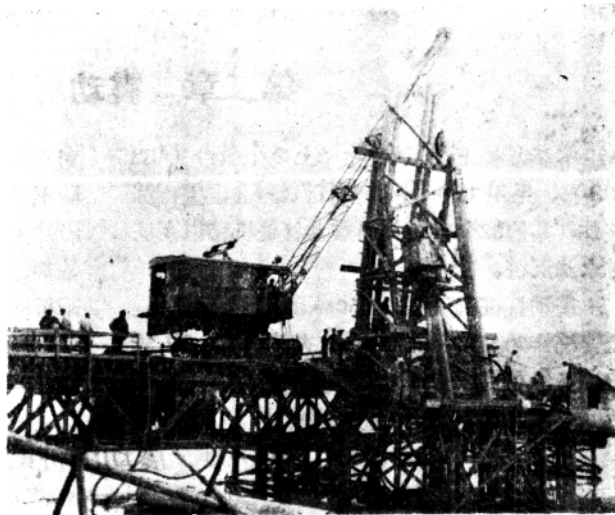


图8 爬行吊机在木排架万能杆件桁架便桥上进行打桩

#### 第四节 質量檢查情况

1. 桥墩上下游的偏差最大的差誤为 8 cm。
2. 鋼梁与桥址中心綫最大偏差为  $\pm 5$  mm。
3. 混凝土强度根据試件試压結果，均达設計要求。

4. 基桩載重根据不同情况的 7 根試桩的靜压試驗証明，均超过設計要求載重。

5. 桥墩下沉試驗，根据  $\Gamma\Gamma-6$  型機車及 80 t 架桥机吊重 60 t 的鋼梁行走于桥面时，測量其最大下沉量为 1.1 mm，待機車及架桥机通过后，剩余沉陷为 0.01 mm，最小沉陷为 0.00 mm。

6. 鋼梁撓度試驗，仍用  $\Gamma\Gamma-6$  型機車及 80 t 架桥吊重 60 t 鋼梁，实测撓度最大为 27 mm。

此外并用水准仪观测了第31孔鋼梁的撓度，当桥上为  $\angle\Gamma-5$  双机牵引 1,400 t，行車速度为 5、10、20 km 时，所得的結果相同：

(1) 当機車在鋼梁上时其撓度为 13 mm。

(2) 当貨車在鋼梁上时其撓度为 9 mm。

(3) 当列車离开鋼梁时其撓度为 0 mm。

7. 全桥設計长度为 1,069.94 m，实际长度为 1,069.979 m，超长 0.039 m。

每一跨度最大者为 32.43 m，較設計跨度长 0.01 m（#10~#11墩#13~14墩）。最小者为 32.415 m（#2~#3墩），較設計跨度短 0.005 m。

8. 在交付使用以后，于 1 月中旬因寒流經過，当气温降至摄氏零下 10 度左右时，全桥共有 21 根管桩被冻裂，其最大裂紋有达 6 mm 寬、2 m 长者。經研究分析发生裂紋原因有二：一为毛細管作用；二为填充时操作不良，使水面以上部分管桩内存有少量水份，以致冻裂。均已加固，認為对質量尚无影响。

## 第二章 震动射水沉桩

本桥基桩下沉工作,除岸上2个墩台(\*32\*33),系用11-B-3复打汽锤锤击进行沉桩外,其他32个桥墩均用震动打桩机辅以高压射水法沉桩。

震动打桩机下沉 $\phi 55\text{cm}$ 的旋制钢筋混凝土管桩作为深桩基础,系首次试用于201号桥。虽然在武汉长江大桥\*7墩和武汉钢铁公

司水泵站基础工程中亦曾用过,但当时因为经验不足和许多技术问题尚无把握,因此在最后仍然使用锤击法进行锤击下沉和复打,其目的是加深基桩的入土深度和利用冲击公式来决定基桩的承载能力,有了本桥这段摸索过程,初步掌握了震动沉桩法的一般规律及操作方法,为今后施工创造了条件。

### 第一节 震动沉桩的优缺点

#### 1. 优点:

(1)震动打桩机的体积较小,重量较轻,移动方便,因此在下沉同样大小和深度的基桩所需的起吊设备亦较小。如本桥下沉 $\phi 55\text{cm}$ 的钢筋混凝土管桩,入土25~30m时,若用CCCM-680型的6t单打汽锤(其他轻型汽锤不能满足桩锤选择规定),它的外廓尺寸为 $1.4 \times 0.83 \times 4.96\text{m}$ ,总重为8.85t,若用BII-1Y型震动打桩机,则其外廓尺寸仅为 $1.1 \times 0.8 \times 1.975\text{m}$ ,重量仅4.5t。

(2)震动打桩机和桩系联成一个整体,在沉桩时只须保持桩的方向,不再需要引导打桩锤的桩架设备,因此移动方便(见图10)。

(3)在下沉钢筋混凝土管桩时,用震动法比锤击法所产生的冲击力小得多,同时对桩头的传力也较均匀,不易把桩打裂或打断。若用锤击法,则极易发生偏心和局部受力不良情况,如某项工程中曾拔出24根断桩,几乎全部都是用锤击法打断的,尤其是对桩头被打坏的情况更为显著。在本工程中,将图11和图12对照一下,就可以明确地看出这一问题。

(4)震动打桩机在沉桩过程中,操纵较为简单,比锤击法易于掌握,不易发生事故。

(5)用震动打桩机下沉各种坡度斜桩时,几乎和下沉直桩一样的方便,而且沉桩效能并

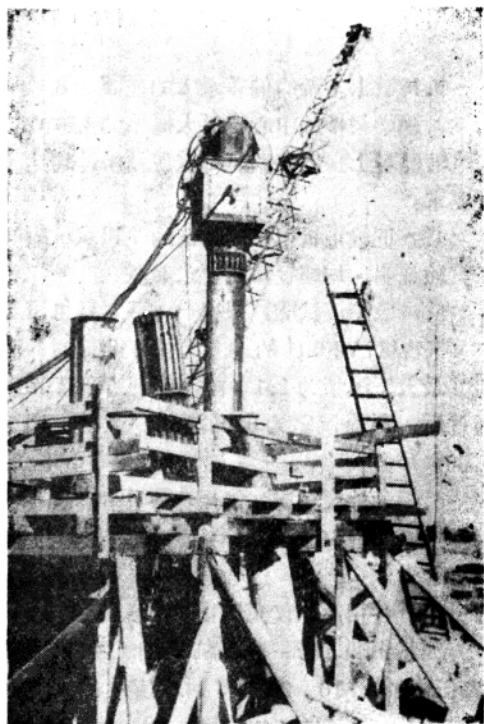


图10 用震动打桩机打 $\phi 55\text{cm}$ 钢筋混凝土管桩



图11 #33墩用11-B-3复打汽锤打桩打完后的桩头情况

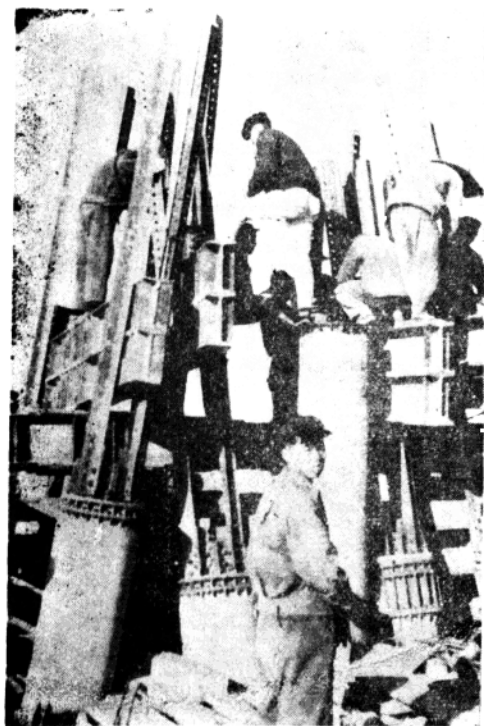


图12 #31墩用BII-1Y型震动打桩机  
沉桩完毕后的桩头情况

不降低，又因桩锤固定在一起，所以两者的中心线永远是重合的(如图13)，锤击法却容易发

生因中线不重合而使管桩产生弯矩(如图14)。

(6)下沉速度较快，尤其在砂性土壤中效果更为显著。

(7)震动力的大小可根据需要而选用(如用锤击法则锤的重量受有一定限制)。

## 2. 缺 点:

(1)震动打桩机所产生的拉应力容易将钢筋混凝土管桩拉成许多横向裂纹，若用法兰盘及螺栓接桩时，接头螺栓易被震松。

(2)在没有电力的地方，必须自己安装发电机。这样，在设备上比锤击法要多，在沉桩费用上较贵。

(3)震动打桩机与管桩的连接比较费时，尤其在高空作业时更较困难。

(4)桩的承载力较难确定。不像锤击法可以用简单的冲击公式来定出桩的承载力的大小。

(5)在粘土中用震动打桩机沉桩时，效果较差，坚硬层也不易穿过。

(6)震动打桩机上的电动机易于损坏，须要比较熟练的电力及机械工人进行检查和维修。

(7) 震动力的大小是根据桩的重量和强度选择的, 受到一定限制, 不能随意加大, 假

若沉桩时只用震动不射水的方法, 其极限入土深度, 根据经验难超过15m。

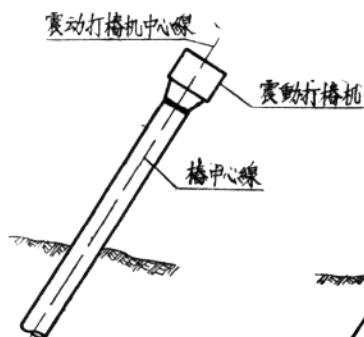


图13 震动打桩机与桩中綫重合

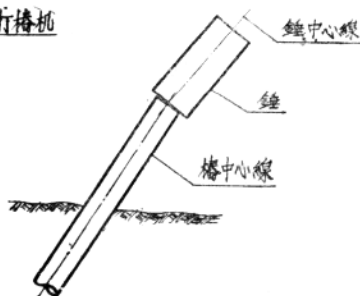


图14 汽锤中綫与桩的中綫不易重合

## 第二节 震动射水沉桩方法

本工程在沉桩时系采用下列方法和顺序进行:

### 1. 制造导向木籠:

导向木籠为固定桩位和导向之用。因此它的结构必须牢固、稳定, 为了防止其移动, 采用打定位桩的办法(图15), 在打斜桩过程中, 若桩的强度不能抵抗因锤重和锤重所产生的力矩时, 还须要斜导架(图16), 其底部是用U型铁板固定在木籠上, 以防止位移和倾复。

### 2. 插 桩:

用起吊设备把第一节管桩(分四节下沉)插在导向木籠内, 按规定的坡度支承在导向架上(指斜桩), 左岸的起吊设备是自制龙门吊机附5t电动滑车, 右岸是15t爬行吊机。射水管是预先安装在管桩内。

### 3. 安装沉桩设备:

在管桩头法兰盘上用螺栓连接震动打桩机, 并接通射水管路。根据下沉情况, 若第一、二节不需震动只靠射水及自重即能下沉时, 可先

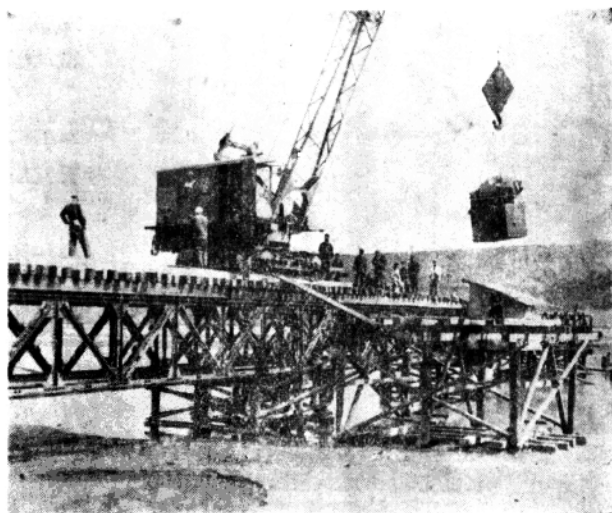


图15 导向木籠

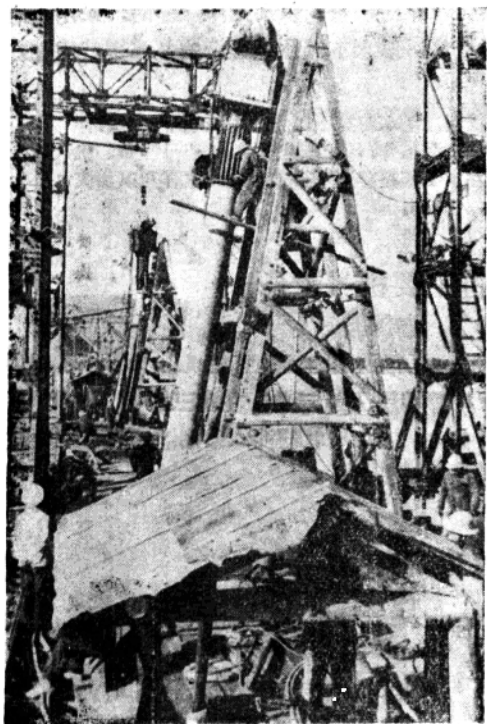


图16 斜导架

不安装震动打桩机，以节省时间。

#### 4. 射水沉桩：

开通水閘，先用較低水压（ $5 \text{ kg/cm}^2$ ）冲射，水泵为5～7級 $\Phi 150\text{mm}$ 离心高压水泵，使管桩以自重下沉。当下沉緩慢时，逐漸增大水压至  $10 \text{ kg/cm}^2$ ，根据下沉情况，再加压至  $15 \text{ kg/cm}^2$ ，直至管桩再不能以自重下沉时为止。

#### 5. 震动射水沉桩：

开动震动打桩机配合射水冲刷，以震动力强迫管桩下沉。曾試用震动力  $17.5 \text{ t}$  的BII-1型、 $30 \text{ t}$  的BII-1Y型及  $42 \text{ t}$  的BII-1YY型三种震动打桩机。当管桩下沉緩慢或桩頂大量冒水时，即应停止震动，只用射水冲刷，冲刷相当時間，再行震动下沉。如此断續震动下沉至規

定标高为止（桩头在木籠面 $0.5\text{m}$ 处）。

#### 6. 接 桩：

拆除震动打桩机，并在接桩处拆开射水管路，接第二节管桩及射水管路（事先插在管桩內）。

#### 7. 繼續震动射水沉桩：

重新安装震动打桩机及接通射水管路，并在接桩法兰盘上涂防腐瀝青油，重复第4、5两个工序，进行震动射水沉桩。

#### 8. 沉桩至規定标高：

順次重复第6、第7、第4、第5各工序将桩下沉至規定标高，若最后不能下沉到規定标高时，可加大水压（最大曾用到 $30 \text{ kg/cm}^2$ ）。

#### 9. 停水干震：

先行停水并将射水管提升，使射水咀进入桩內，以免射水咀打弯而妨碍将来射水，然后用震动打桩机干震，使桩尖支承在坚硬的土层或岩层上。当下沉速度  $v$ （相当錘击法中的最后沉入度  $e$ ）振幅  $a$  合乎規定时，即認為桩已合格，沉桩工作即可結束。

#### 10. 拆除沉桩設備：

拆除震动打桩机和拔除射水管，进行另一根桩的下沉工作。

#### 11. 复 打：

当一个基础管桩全部下沉完毕后，为了避免先打好的桩被后来沉桩射水时可能破坏附近土壤，影响其邻近基桩的承载力（主要是尖端支承力），在全部沉桩完毕后，再全面进行一次干震复打，进一步檢查以保証沉桩的質量。

#### 12. 管桩填充：

为了防止管桩冻裂，桩內在冻結綫以下填

充河沙，冻结线以上填充 250 级混凝土。填充方法分为：在能将桩内水除净时，采用直接

倾入填充法；桩内积水无法除净时，采用垂直导管法，以水下灌注混凝土的办法进行填充。

注：上项步骤系一般步骤，事实上为了争取时间可以利用射水自重下沉与射水震动下沉平行作业的有利条件（水量有余），同时进行两根桩的下沉工作，使震动打桩机、起吊设备、机械及劳动力均能充分发挥效用。因此以上步骤在本工程是穿插平行进行的，这样可以加快打桩速度，降低沉桩成本。

### 第三节 震动射水沉桩主要机具设备

#### 1. 震动打桩机：

制造原理及结构形式详见大桥工程局编印的“大桥工程学习汇编”第 5 辑及“学习笔记”第 6 期。

本工程所用的震动打桩机计有 BII-1、BII-1Y、BII-1YY 三种，在这三种中又以 BII-1Y 为主。机身与电动机均系刚性连接，主要技术规格见表 2。

各种 BII-1 型震动打桩机技术规格表

表 2

| 序号 | 规格名称           | 单位    | 震动打桩机类型 |         |         |
|----|----------------|-------|---------|---------|---------|
|    |                |       | BII-1   | BII-1Y  | BII-1YY |
| 1  | 偏心锤最大力矩        | kg-cm | 10000   | 10000   | 10000   |
| 2  | 震动力            | t     | 17.5    | 30      | 42      |
| 3  | 负荷轴转速          | 转/min | 420     | 575     | 630     |
| 4  | 偏心锤的偏心距        | cm    | 10.8    | 10.8    | 10.8    |
| 5  | 负荷轴数           | 根     | 4       | 4       | 4       |
| 6  | 偏心锤数           | 个     | 26      | 26      | 26      |
| 7  | 偏心锤总重          | kg    | 940     | 940     | 940     |
| 8  | 电动机功率          | kw    | 60      | 60      | 88      |
| 9  | 电动机转速          | 转/min | 578     | 578     | 1450    |
| 10 | 震动打桩机外廓尺寸（长）   | mm    | 1100    | 1100    | 1100    |
|    | （宽）            | mm    | 860     | 860     | 860     |
|    | （高）            | mm    | 1975    | 1975    | 1975    |
| 11 | 震动打桩机重量（包括电动机） | t     | 4.5     | 4.5     | 4.5     |
| 12 | 电动机齿轮齿数        | 个     | 48      | 63      | 28      |
| 13 | 使用电流           | A     | 100~150 | 130~180 | 150~200 |

由表 2 可以看出这三种震动打桩机基本上是一种, BII-1Y 型和 BII-1YY 型都是在 BII-1 型的原有基础上, 用增加旋轉軸轉速来提高震动力, BII-1YY 型并且增加电动机的功率 (由 60kw 增至 80kw)。

震动打桩机与桩的连接, 是用特制底座 (即桩帽) 藉 20 个  $\phi 19\text{mm}$  螺栓把震动打桩机刚性固定在桩顶法兰盘上 (图 17)。

图中: 1. 震动打桩机, 2. 为震动打桩机与桩顶连接的底座 (桩帽), 3. 为鋼送桩, 它的作用是为了使管桩内的射水管由鋼送桩上的椭圆孔用弯管 (弯头) 引出桩外, 以便连接高压水泵輸水管, 鋼送桩下面即鋼筋混凝土管桩。

## 2. 高压水泵:

高压水泵的作用是供給射水冲刷时的高压水力, 藉高压射水冲散桩尖处的土壤以克服桩尖阻力, 而增加沉桩速度。水泵必須具有一定的水压和水量。高压水泵的种类一般大致可分为往复式和离心式两种, 因往复式水泵的水压有限水量不均, 所以采用 SSM 型多級离心式高压水泵, 本工程所使用的高压水泵規格见表 3。

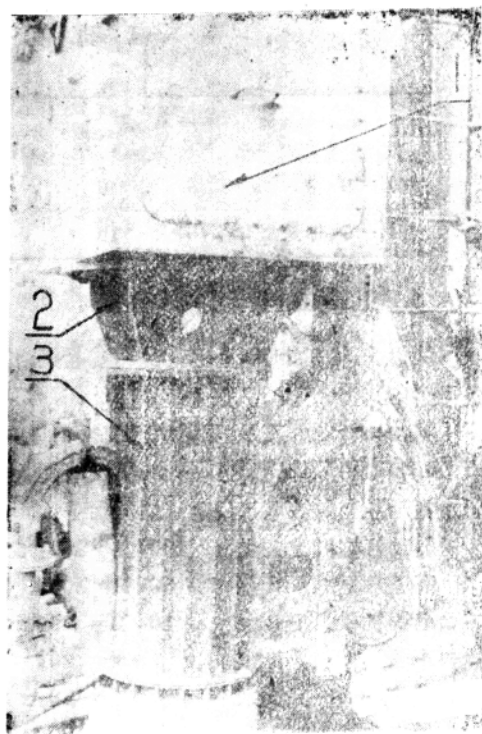


图 17 震动打桩机与桩的连接方法

## 高 压 水 泵 規 格

表 3

| 型 式     | 級 数 | 揚 程<br>m | 水 量<br>l/min | 轉 数<br>轉/min | 电动机功率<br>Kw | 水管口徑<br>mm | 使用台数 |
|---------|-----|----------|--------------|--------------|-------------|------------|------|
| SSM-100 | 8   | 126.2    | 1750         | 1450         | 40          | 100        | 1    |
| SSM-150 | 5   | 150      | 2280         | 1450         | 100         | 150        | 3    |
| SSM-39  | 6   | 153      | 2280         | 1450         | 120         | 150        | 1    |
| SSM-3   | 7   | 178      | 2280         | 1450         | 120         | 150        | 2    |

## 3. 起吊設備:

起吊設備主要为插桩和安装打桩机之用, 本桥因水流湍急, 冲刷甚大, 河床极不稳定, 因此水中施工不便使用浮运打桩机和万能打桩

机等笨重桩架, 故采用在木棧 桥上行驶的 15t 爬行吊机和自制的 5t 龙门吊机。

龙门吊机的上部安装有可以左右行驶的 5t 电动滑車, 桩和震动打桩机均利用电动复式滑車起吊。电动复式滑車規格见表 4。

## 电 动 复 式 滑 車 規 格

表 4

| 型 式      | 起重能力<br>(t) | 吊钩升<br>降高度<br>(m) | 平均升降<br>速度<br>(m/min) | 行駛速度<br>(m/min) | 起重鋼絲<br>繩直徑<br>(mm) | 滑車吊具<br>數 | 本身重量<br>(t) | 行車輪數<br>(及其电<br>动机數) |
|----------|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------|-------------|----------------------|
| TB-5     | 5           | 8                 | 8                     | 30              | 13                  | 2         | 1.045       | 1                    |
| TB-5(加长) | 5           | 12                |                       |                 |                     | 4         |             | 2                    |

### 4. 震动打桩机电气线路和设备:

供給震动打桩机所用的电源和输电线路设备见图18。

图18为右岸电源, 估算用电总容量超过320 KVA, 用320 KVA及84KW 2台发电机通过同步指示器合并供电, 用电量估计如下:

|       |     |                                |
|-------|-----|--------------------------------|
| 震动打桩机 | 1 台 | $200 \times 1 = 200 \text{ A}$ |
| 高压水泵  | 2 台 | $150 \times 2 = 300 \text{ A}$ |
| 电焊机   | 2 台 | $10 \times 2 = 20 \text{ A}$   |
| 車間    | 1 宗 | $= 20 \text{ A}$               |
| 照明    | 1 宗 | $= 30 \text{ A}$               |
| 低压水泵  | 1 台 | $= 20 \text{ A}$               |
|       |     | 590 A                          |

320KVA及84KW发电机的发电容量= $420 \text{ A} + 150 \text{ A} = 570 \text{ A}$ , 因为难得机会同时达到最高用电量(如锯木机及刨木机在上述情况下是停止使用的), 所以供电设备仍可满足要求。

图中输电线路在设计时考虑了电压降低问题。应该使用大截面的电线, 但工地只有 37/2.0 的绝缘线, 所以用 6 条合并使用, 分成二组, 以代替大截面积, 經实际工作証明, 送远

在400m左右, 其电压降低約为15~20V, 并不影响震动打桩机正常运用。在左岸則用 1 台 400KVA发电机供电, 原拟用高压送电, 以減少电压降低, 但实际工作証明送远 600m 左右, 其电压降低約为25~30V, 沒有影响震动打桩机的运行。70mm<sup>2</sup> 矿山电缆, 系三相四芯线外绕以絕緣硬胶, 使其具有絕緣和抗磨等特点, 可以在地上拖、水中浸, 所以使用非常方便, 并可保証安全。鼓形控制器原設計系作起動之用, 因使用時間很短, 并用作調整电流、控制轉数的工具, 但使用过久, 則其电阻片發热甚至融化, 須要改进。

### 5. 射水管路设备:

射水管路设备布置见图19。

图中高压水泵装成能串联又能并联。串联时可以使水压增加到20~30kg/cm<sup>2</sup>, 并联时能使水量增加一倍, 这样可以扩大使用范围。对管路也考虑了水压降低問題, 使用  $\phi 150 \text{ mm}$  鋼管送运 400m, 实际水压降低約为 1.5~2 kg/cm<sup>2</sup>。再所用的  $\phi 75 \text{ mm}$  胶管, 因不能耐压, 故需用16号鉄絲密繞一层加固。

## 第四节 震动沉桩法与錘击沉桩法的比較

用錘击法沉桩是靠錘的冲击能来克服土壤对桩的表皮摩擦和尖端支承阻力, 把桩打入土中, 理論公式为錘击的功与桩貫入时耗費的功和打桩时損失的功的平衡, 其公式如下:

[見帕塔列耶夫著“桩和桩基的計算”(人

民交通出版社) 83頁]

$$QH = We + Qs + \alpha QH \dots \dots \dots (1)$$

QH——落錘的功 (Q=錘重, H=落錘高度)

We——桩貫入时所耗費的功 (W=桩的