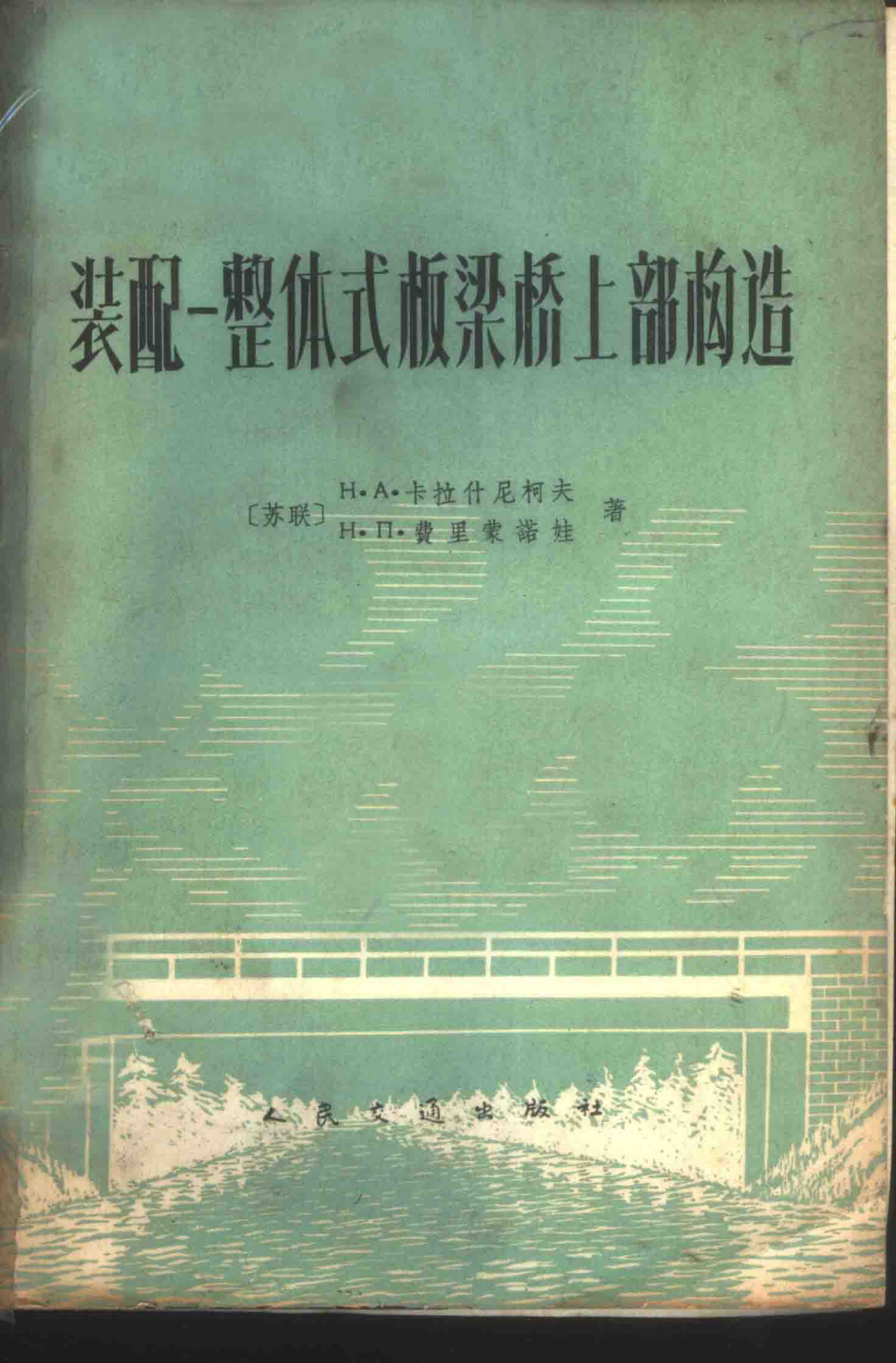


装配式板梁桥上部构造

[苏联] H. A. 卡拉什尼柯夫 著
H. П. 费里蒙诺娃

人民交通出版社

The background of the cover features a stylized illustration. At the top, there are horizontal lines suggesting a sky or a distant horizon. Below this, a bridge with a simple railing spans across the middle of the image. The bridge is supported by a brick wall on the right side. In the foreground, there is a river with wavy lines representing water. On the left bank of the river, there are several evergreen trees. The overall color scheme is a mix of green, blue, and brown tones.

装配式整体式板梁桥上部构造

〔苏联〕 H·A·卡拉什尼柯夫 著
H·П·费里蒙诺娃

人民交通出版社

本書敘述預应力鋼筋混凝土結構应用于装配-整体式桥梁上部构造的情况,書中对結構的一般构造原則,計算方法都作了較詳細的介紹,并附有計算实例。同时对装配-整体式梁進行了各种必要的試驗和研究。

預应力鋼筋混凝土构件進行工厂化生产,而工作量很大的整体混凝土則可利用当地材料澆筑,这样,不僅生产上經濟合理,而且为施工提供了方便的条件。

本書可供公路桥涵技術人員以及有关科研人員参考。

装配-整体式板梁桥上部构造

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ
МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

Н. А. КАЛАШНИКОВ, канд. техн. наук,
Н. Л. ФИЛИМОНОВА, инженер

СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ ПЛИТНЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
И ШОССЕЙНЫХ ДОРОГ РСФСР
Москва 1961

本書根据苏联汽車運輸与公路部出版社1961年莫斯科俄文版本譯出

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人民交通出版社印刷厂印刷

1965年12月北京第一版 1965年12月北京第一次印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張: 4 $\frac{1}{16}$ 張

全書: 87,000字 印数: 1—2,300册

統一書号: 15044·1511

定价(科六): 0.50元

目 录

前言	2
序言	3
第一章 装配-整体式鋼弦混凝土板梁桥上部	
构造的结构	5
上部构造可能采用的结构形式	5
鋼弦混凝土板的制造特点和上部构造的安装	12
鋼弦混凝土板和整体混凝土工作整体性的保証	14
第二章 装配-整体式板梁桥上部构造的計算方法	16
结构在安装过程中和使用期間的工作特点	16
計算原理	17
計算实例	34
第三章 装配-整体式梁的試驗研究	72
試驗的目的和任务	72
試驗梁的结构和制造	73
試驗梁的靜載試驗	76
梁的長時間加載試驗	99
梁的动力試驗	103
由梁試驗的結果所得一般結論	113
第四章 装配-整体式板梁桥上部构造实例	117
結束語	123
参考书	127

前 言

目前已有的250万延米木桥（到1957年1月1日）中，約半数以上需要用新結構，主要是用小跨径鋼筋混凝土桥替换。

小桥将主要修建在低級道路网中，其中包括民建的农庄間的道路。

采用装配式預应力鋼筋混凝土結構可作为小桥修建工程的主导方向。装配整体式結構的特点是：最昂貴而最費工的构件在工厂或露天工場中采用装配式預应力鋼筋混凝土制造，而結構的其余一大部分則利用当地材料就地浇筑，块体的安装重量小、制造比較简单，可用普通方法和工具运输安装构件，这样就扩大了装配式預应力鋼筋混凝土的使用范围。

本书記述了采用鋼弦混凝土板的装配-整体式板梁桥結構的一般原則，以及类似結構的計算方法和計算实例。

上述方案应作为詳細技术設計，并在生产中掌握这种結構的基础，在实践过程中尚需作某些变化和补充。

全苏道路科学研究院

院长，技术科学副博士 Ф. 卡塔也夫。

序 言

圆形涵管系公路人工构造物的主要形式，由于它有許多优点，所以在很大程度上代替了小跨径桥梁。近十年来修建的某些公路上涵管的数量达人工构造物总量的90%。然而在某些情况下，例如，在灌溉区，在地下水位較高地区以及土质易被冲刷地区，在部分冰冻地区的公路上，在路基較低地方的木桥改建工程中都不宜用圆形涵管。在上述情况下一般需修建跨径在10米或10米以下的小桥。

就是大量采用涵管的公路上，跨长14米以下（包括14米）的小桥数量也占桥梁总数上部构造的80~85%（不包括特大桥梁在内）。

12.5米跨长以下的小桥，由于它的自重对計算应力影响不大，适宜采用最简单的板式上部构造。在国外，平板结构允許在20米跨长以下的桥梁内使用，而在苏联只限用在5~6米小跨桥中。

由于板式上部构造建筑高度小，在不宜采用圆涵管的地方采用板式结构則比較合理，因此，在应用装配式和預应力钢筋混凝土结构方面所得成就的基础上采用板式上部构造的结构是具有实际意义的。

目前桥梁制造工业基地尚不够发达，因此还不能全部采用装配式钢筋混凝土结构来完成这一任务。特別对于具有地方意义的道路，就其里程及小型人工构造物的工作量来说，都大大超过国道。此外，一些设备不全的施工机构无力制造和安装装

配式結構的構件，因其需要技術熟練的工人，複雜的設備和起重量大及運載量高的起重機和運輸工具。

公路人工構造物的工程量分散在全線長度上。一個工號的工作量很小就會降低安裝設備的使用效率，並增加装配式鋼筋混凝土結構的成本。

如果把結構最昂貴而又最費工的構件在工廠中組織生產，而其餘大部分最简单的工作利用當地材料就地澆築，亦即採用裝配-整體式結構，則可降低鋼筋混凝土橋的修建成本。這樣，具有同樣生產能力的工廠即可保證供給更大量橋梁用的成品構件，減少預製件的運輸量，減輕其重量，並降低人工構造物的總造價。

裝配-整體式結構可在任何跨徑的橋梁中採用。目前裝配-整體式預應力鋼筋混凝土結構橋上部構造不論在蘇聯或在國外，都獲得了廣泛採用。

本書將只敘述預應力鋼筋混凝土結合結構應用於裝配-整體板式小跨徑橋梁上部構造中的情況，給出結構的一般構造原則及其計算方法和計算實例。設計人員根據這些資料可以作出裝配-整體式上部構造的設計。至於一般標準及設計時應遵守的規範可在現行技術規範和設計指示及書末所列文獻中查找，而一些特別要求則在此書中給出，採用預應力構件的裝配-整體式結構的理論基礎和一般原則見 H.A. 卡拉什尼柯夫“組合式預應力鋼筋混凝土結構及其在城市和公路橋梁中使用的可能性”一書。（МКХ.РСФСР 1952年版）

第一章 裝配-整體式鋼筋混凝土 板梁橋上部構造的結構

上部構造可能採用的結構形式

裝配-整體式結構的基本特點是：結構的一部分構件（製造最困難且造價最貴者）在工廠或露天場地預制，而其餘部分則就地取材澆筑。

板梁上部構造由預應力廠製造構件和就地澆筑的普通整體混凝土組合而成。以後我們稱前者為《鋼筋構件》，稱後者為《整體混凝土》（見圖1）。

在施工過程中，鋼筋構件在裝配-整體式結構中起模板作用，並可部分或全部代替支架作用。在整體混凝土硬結後，鋼筋構件成為組合截面的一部分，起着鋼筋和非預應力混凝土免受浸蝕和抗裂的保護層的作用。

整體混凝土將鋼筋構件連結起來，並與之形成符合於按其自身用途而要求的設計形狀和設計強度的整體結構。

鋼筋構件的工程數量隨着結構形式的不同，占鋼筋混凝土總工程量的20~40%，其餘80~60%為含極少量普通鋼筋的整體混凝土，整體混凝土若採用輕質骨料（如陶粒）則更好。

圖1所列結構中，以第一種類型為最簡單（圖1，a），但跨徑大於5米時則需設置臨時支承，是這種類型結構的重要缺點。當跨徑再增大，不宜設置臨時支承時，則可用第2種類型的T形截面鋼筋構件代替矩形截面之鋼筋構件（圖1，b）。

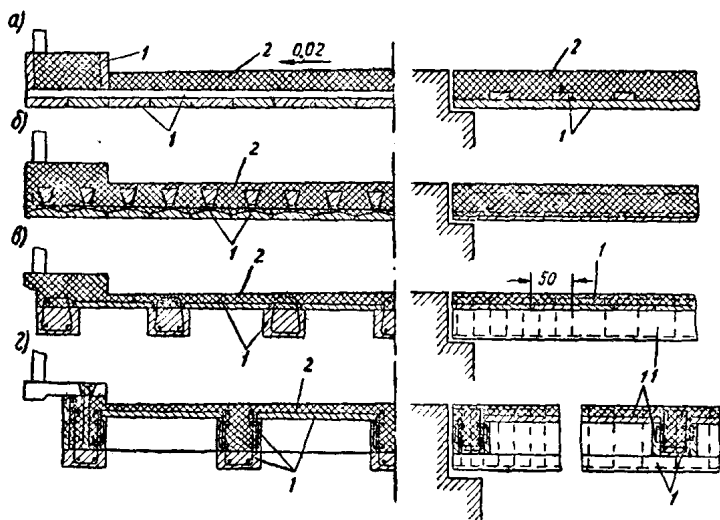


图1 装配-整体板式桥梁上部构造的组合结构形式(横断面和纵断面)

a-采用钢弦混凝土板的板式结构；b-采用钢弦混凝土T型梁的板式结构；c-无隔板的肋板式结构；d-肋板式结构(以隔板保证荷载的横向分布)

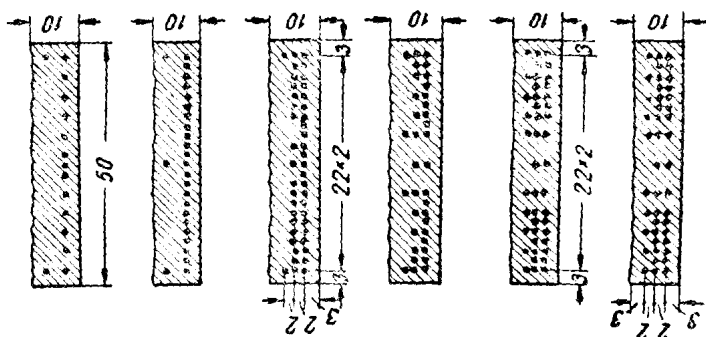
1-钢筋构件；2-整体混凝土。

采用T形截面构件简化了安装工程，降低了安装成本，但复杂了构件的预制工程，增加预制构件的成本。当跨径较大时，为了减轻结构重量，减少钢筋混凝土的总消耗量，采用第3和第4种类型结构较为经济合理。(图1，c和d)在这两类结构中，钢筋构件和第1种类型结构一样，也是矩形截面板，但组成梁底部的主要钢筋构件应设置伸出钢筋，以保证同整体混凝土的共同作用。第3和第4两类型结构中，在浇筑混凝土时必须设置专用支承。如果整体混凝土分两次浇筑，即第一次浇筑梁梗混凝土达到所需要强度后再浇筑行车道板，则可以减少临时支承的数量。

在这几种结构中不需要在施工现场张拉钢筋，也不需要

表 1

板 号	鋼 筋 混 凝 土 板 的 主 要 特 性					
	段(m)	体積(m³)	重量(t)	鋼 筋		截 面
				高強度	CT-3	
1 $\frac{1}{1-y}$	2.6	$\frac{0.13}{0.52}$	$\frac{0.33}{1.30}$	$\frac{8.0}{24.0}$	$\frac{1.33}{8.72}$	$\frac{---}{7.70}$
2 $\frac{2}{2-y}$	3.6	$\frac{0.13}{0.72}$	$\frac{0.45}{1.80}$	$\frac{14.4}{57.7}$	$\frac{1.58}{10.79}$	$\frac{---}{11.30}$
3 $\frac{3}{3-y}$	4.6	$\frac{0.23}{0.92}$	$\frac{0.53}{2.30}$	$\frac{29.3}{119.0}$	$\frac{1.88}{13.05}$	$\frac{---}{14.30}$
4 $\frac{4}{4-y}$	5.6	$\frac{0.23}{1.12}$	$\frac{0.70}{2.80}$	$\frac{31.0}{124.0}$	$\frac{2.03}{15.13}$	$\frac{---}{18.30}$
5	8.66	0.43	1.08	58.7	2.86	—
6	11.36	0.57	1.42	77.0	3.65	—



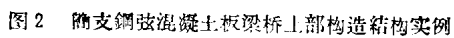
現場压注灰漿。鋼筋构件的几何尺寸与設計尺寸之間的某些誤差也不会造成安装工程的困难，很少影响整个工程的质量。同完全装配式結構相比，这是装配整体式結構的优点。

本书将只研究第1种类型的結構，因为它能适合任何地方条件，此类鋼筋构件适合在各种結構和施工领域中采用。

矩形截面板很适合在台座上采用先张法預制，为了同T型截面鋼筋构件区别，我們习惯地把它叫做鋼弦混凝土板。

在表1中列有一組鋼弦混凝土板的实例及其結構特点，其孔径分別为淨跨2；3；4；5；7.5和10米。此类結構系由苏联道路科学研究所拟制，表1內体积、重量和鋼筋等栏，其分子代表板寬50厘米时的特征，分母代表板寬200厘米时的特征，当板寬加大后（加寬号1—Y，2—Y等），虽然减少了施工現場的鋼筋工程，但却增加了块件的安裝重量。当板为普通寬度时，鋼弦混凝土板的重量最大只有2.8吨，如采用25厘米寬的鋼弦混凝土板，則到10米跨长的板重也只有0.71吨，表1中指出的是采用按ГОСТ 8480-57規定的直径5毫米規律变形鋼絲作配筋的，也可采用ГОСТ 7348-55規定的直径2.5—3.0毫米圓鋼捻成的七支鋼絞绳作配筋。令人感兴趣的是采用 $30 \times \Gamma 2C$ 鋼的規律变形圓鋼筋作配筋。考虑到在小型結構中靜載重只占全計算荷載的較小部分，則当采用 $30 \times \Gamma 2C$ 鋼筋，且其直径不小于12毫米时，因通过重型車輛而出現裂縫的危險性并不大于預应力鋼筋混凝土結構。因此可以减小抗裂性的安全系数。可用下列驗算方法代替計算，即当徐变和收縮損失完成后，在靜載重和一半活載作用下，所有截面纖維应力保持着压应力或者等于零。

当使用鋼筋时，降低抗裂安全系数可显著减少鋼筋的用量，鋼筋构件在此类結構中起支架作用。



1-縱向鋼弦混凝土板； 2-橫向鋼弦混凝土板； 3-整體混凝土； 4-中間鋼箍； 5-有規律變形鋼絲伸出端的端部鋼箍

图2是简支板梁桥上部构造实例（初步設計）。該桥設計載重为汽-18，拖-80。鋼弦混凝土板的标号为M-400，整体混凝土的标号为M-300。如为另一組設計荷載，則整体混凝土层的厚度及其标号也应作相应的改变。人行道采用装配式钢筋混凝土結構。若能就地取材，則人行道可作成中空的整体混凝土結構，或以輕质材料填塞其空腔，这样就更经济合理。

上部构造不考虑建造鋪面层和防水层，車輛直接在整体混凝土表面通过⁽¹²⁾，为了提高結構的抗蝕性，采用憎水性整体混凝土，行車道板作成20%的橫坡，以排除表面降水。

为了防止整体混凝土的断裂，于鋼弦混凝土板的接縫上面（跨径2~5米者）鋪設专用鋼筋。为了节省鋼筋，当鋼弦混凝土板較宽时只需在接縫处上面鋪設鋼筋（見图2），而当混凝土板宽度不大时，应于上部构造全宽范围内鋪設鋼筋。

在跨长7.5米和10米的桥梁中，于橫向鋪設鋼弦混凝土板，以保証活載应力的橫向分布（見图2）。橫向鋼弦混凝土板的标号及其間距根据桥上淨寬和計算应力經計算确定。当采用橫向板时，接縫上面可不設专用鋼筋。

当有条件大量制造时，鋼弦混凝土板的使用范围可以很广。采用标准鋼弦混凝土可修比其本身为长的悬臂梁或連續梁桥（見图3）。在連續板式和悬臂板式上部构造中，就施工观点来看，为了承受負弯矩采用鋼弦混凝土棒代替鋼弦混凝土板更为方便。鋼弦混凝土板可用来修筑临时便道上的桥梁等。在临时結構中用过的鋼弦混凝土板还可用到主要的結構中去。在保持原来的制造工艺条件下稍作改变，即可将鋼弦混凝土板用到围堰工程中去，并可作为桥梁实体墩台的模板或鋼筋使用，还可用来作为鋼桥的行車道板和大跨径鋼筋混凝土拱桥的拱上建筑构件，以及用于水工結構物中等等。

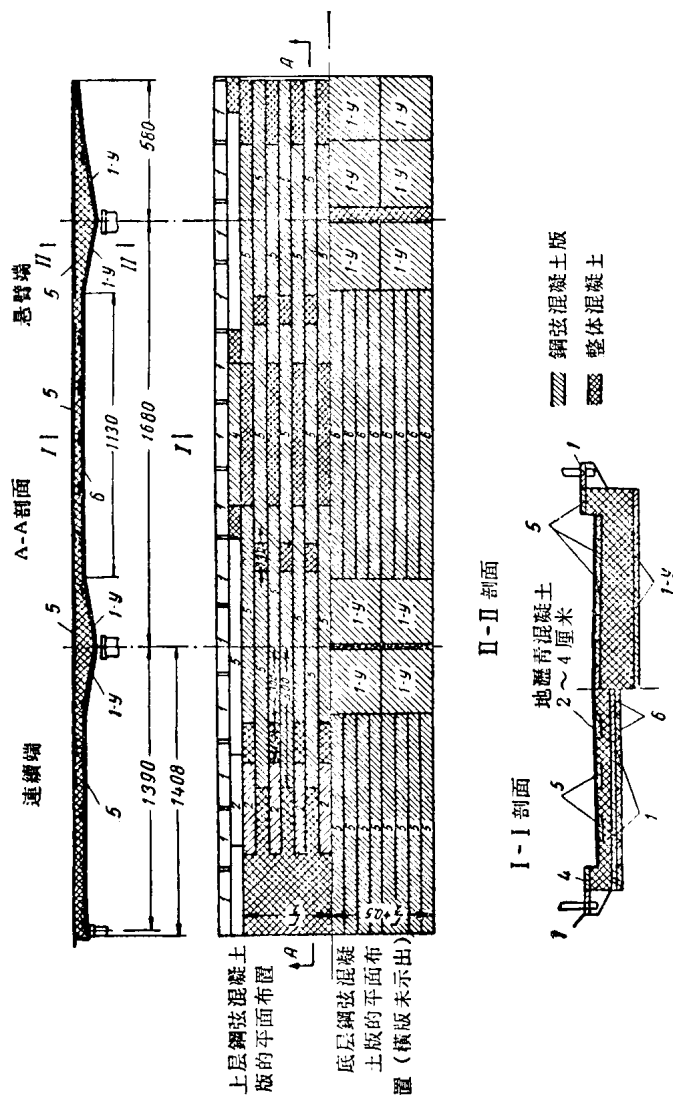


图3 装配式連續板式和懸臂板式上部构造的图式 图中数字代表表1中鋼弦混凝土板的編号

鋼弦混凝土板的制造特点和上部构造的安装

当矩形截面的鋼弦混凝土板的厚度不大时，可分层分別在几条施工作业线上制造。作业线的数目应这样来计算，在天然养生条件下，当最后一道作业线上浇筑混凝土时，第一条作业线上浇筑的混凝土恰恰达到了設計所需的强度。

在苏联南方地区由于采用多层浇筑鋼弦混凝土板可在露天預制厂采用台座法預制，无需蒸汽养生，同用混凝土联合浇筑机制造空心楼板^①的方法相似。在煤炭工业中用来制造鋼弦混凝土坑柱的混凝土联合浇筑机可以更有效地用来制造鋼弦混凝土板。

制造鋼弦混凝土板可以采用比較简单的設備在露天場地进行（見图4）。在这种露天工場中，若分八层制造鋼弦混凝土板（板厚10厘米，堆高約120厘米），且在鋼筋放松以前养生20昼夜时，以八个月的生产季节計，台座的每一平方米有效面积每年可生产約90~100平方米鋼弦混凝土板。在这样的生产能力下，台座的工作面积有200平方米即可保証供給1000公里路线上淨跨10米及10米以下小桥所用鋼弦混凝土板的数量。

鋼弦混凝土板的配筋可采用使鋼筋工程全盘机械化的任何方式。預制鋼弦混凝土板可采用輥压震动法搗实，且压輥表面須帶有凹槽。

制造鋼弦混凝土板的台座同样可用来制造其他鋼弦混凝土构件——梁、板和桩等。

板桥施工的步驟大体如下，在任何結構的支座上可以安装相应标号的鋼弦混凝土板。鋼弦混凝土板重量不大，可采用各

^① Г.З.卡秦捷和 И.М.奥瓦多夫斯基，用混凝土联合浇筑机制造預应力楼板的施工經驗《混凝土与鋼筋混凝土》杂志1955年，第七期。

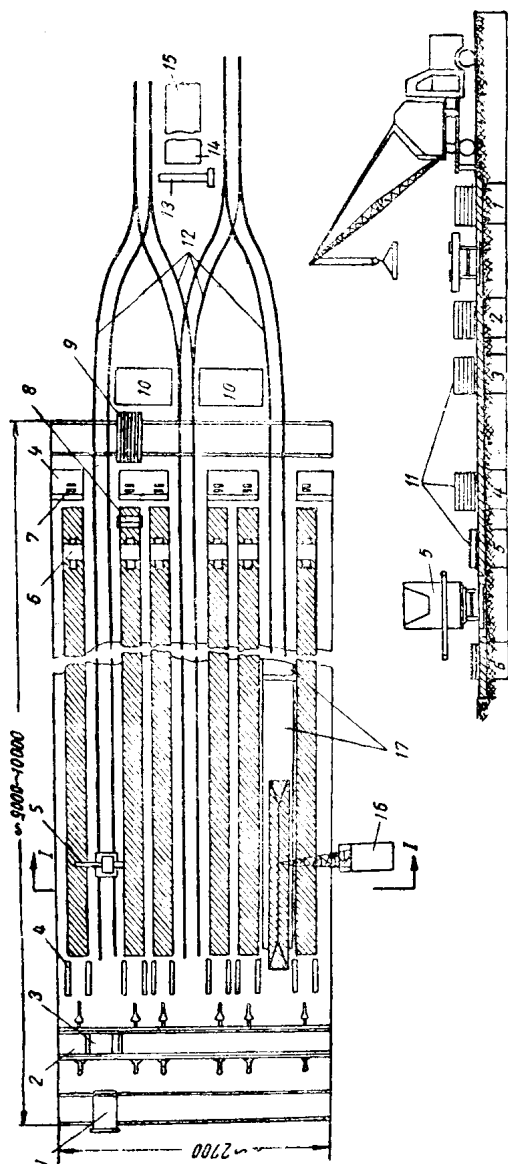


图 4 在露天场制造钢弦混凝土板的场地布置

1-张拉钢筋用液压千斤顶；2-支承；3-拉直钢弦的鞍座；4-导向活动夹钳；5-带式混凝土分配器；6-可动夹钳；7-固定夹钳；8-导向辊；9-卷着钢线的鼓筒；10-成品仓库；11-作业线；12-铁路；13-向混凝土浇筑机漏斗中运送混凝土的带式输送机；14-混凝土拌和机；15-骨料仓库；16-汽车式起重机；17-混凝土台座

种方法和施工現場的工具进行安装。对于跨径在 5 米以下的小桥，最好采用加寬的（1—Y——5—Y）鋼弦混凝土板，而把寬度为50厘米的基本板沿桥中线安放，以便取得所需的淨空。因为鋼弦混凝土板的刚性很小，对于 5；7.5和10米孔径的桥梁，在其跨間需設置临时支承（5和7.5米孔径設置一道，10米孔径設置两道）。此类支承所受压力，可按每延米承受 2.5 到 6 吨重量計算，在浇筑整体混凝土前將鋼弦混凝土板用楔子或其他設施調整到設計位置，鋼弦混凝土板的表面需要認真清除污物，并用水冲洗干淨。

在7.5和10米孔径的桥梁中，当安装好纵向鋼弦混凝土板之后，即行安装几根横向鋼弦混凝土板，并在横向板底下鋪一薄层混凝土，以保証横向板和纵向板紧密貼合。

接着安装人行道側向模板和栏杆支柱，設置必要的鋼筋，然后浇筑整体混凝土。如果桥梁建筑在有水泥混凝土路面的路线上，則桥上整体混凝土应作出同路面一样的橫坡度，以保証迅速排除降水。

如原路面为地瀝青混凝土面层，則应于整体混凝土上浇筑 4 厘米厚的地瀝青混凝土层（无粘貼式防水层），在这种情况下，整体混凝土的表面应作成毛面，以保証同地瀝青混凝土层很好地結合。地瀝青混凝土浇筑工作应遵照相应的技术規范进行。

鋼弦混凝土板和整体混凝土工作整体性的保証

裝配-整体式桥梁上部构造中的截面是由鋼弦混凝土板和整体混凝土这两种材料組合而成的。

組合截面的材料性质不仅在强度指标上而且在浇筑時間上互不相同，因此，在設計和施工期間对这种特性应作充分考慮。