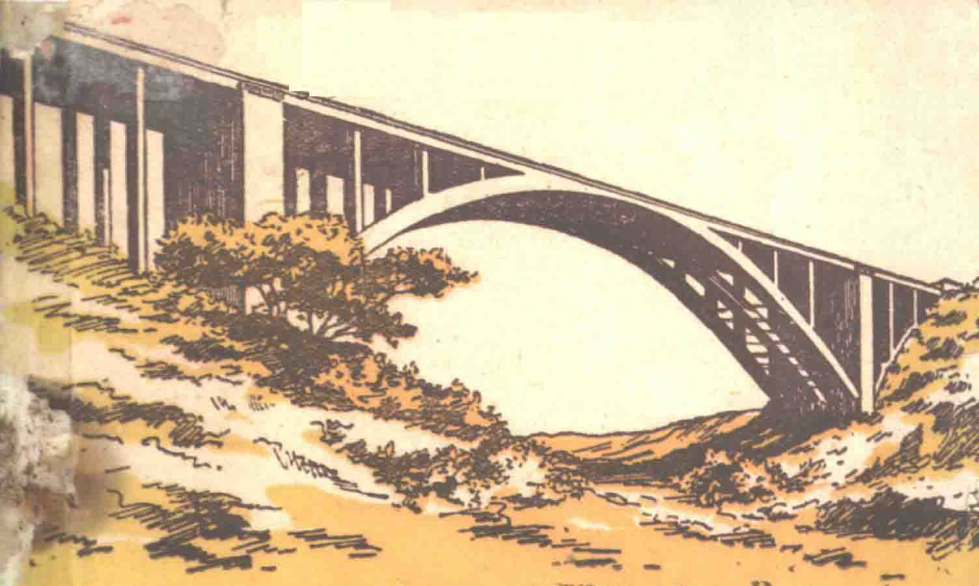




美洲預应力鋼筋混凝土桥

M. E. 紀卜西曼 著

程文学 譯

人民交通出版社

美洲預应力鋼筋混凝土桥

M.E.紀卜西曼

程文学 譯

人民交通出版社

本書介紹美洲各國的預應力鋼筋混凝土橋的主要型式及構造，預應鋼筋力混凝土橋的製造和鋼筋的張拉方法。書中對於簡支梁橋、連續梁橋、剛架橋和拱橋以及橋墩的構造均列舉實例作了比較和說明；對鋼筋的製造和張拉方法也有詳盡的敘述。

美洲預應力鋼筋混凝土橋

М. Е. ГИШМАН

ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
НАПРЯЖЕННЫЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
МОСТЫ
АМЕРИКИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1956

本書根據蘇聯汽車運輸與公路部出版社1956年俄文版本譯出

程文學 譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

國家經濟委員會印刷廠印刷

1959年 月北京第一版 1959年9月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：2 $\frac{1}{4}$ 張

全書：66,000字 印數：1—1,500冊

統一書號：15044·1345

定價(10)：0.31元

目 录

序 言	2
預应力鋼筋混凝土桥的主要型式及构造	4
簡支梁桥	6
装配式板桥	6
装配式肋梁桥	11
整体式桥	33
連續梁桥	38
梁式桥的墩台	39
剛架桥与拱桥	40
浇制預应力鋼筋混凝土桥和张拉鋼筋的方法	50
浇筑混凝土前张拉鋼筋的装配式桥梁构件的制造	52
浇筑混凝土后张拉鋼筋的装配式桥梁构件的制造	57
张拉鋼筋的方法	59
固結鋼筋和錨固鋼筋的方法	60
結 論	70

序 言

苏联共产党和政府把进一步工业化，改进工程质量及降低工程造价的伟大而重要的任务交给了建筑者们。

为了解决运输工程方面的这些任务，确定在生产中广泛采用新而有效的钢筋混凝土结构，例如：装配式结构、预应力钢筋结构、薄壳结构及轻混凝土制成的结构等等。

第二次世界大战以后，就已开始迅速发展预应力钢筋结构，目前各建筑部门都在大量采用。在欧洲和美洲的许多国家中，预应力钢筋已得到广泛发展。

在这些国家里，不论在建筑公路和铁路桥梁方面，或在修建民用房屋、工业车间屋顶，制造轨枕、输电线电杆和电信电杆等方面，都广泛地采用预应力钢筋混凝土结构。现已拟定出很多预应力钢筋混凝土桥的类型和体系；掌握了各种型式的钢筋束以及张拉和锚固用的设备；研究了压入砂浆的作用并掌握了向钢筋束套管内压入砂浆的设备。在简支梁结构中，得到大量推广的后张预应力钢筋法，在很大程度上也开始应用于静不定体系。

每个设计师和建筑师，必须研究外国在这方面的经验，以便将这种经验广泛地用于祖国的建设事业中。特别是由于苏联目前使用预应力钢筋结构的水平还不高，而在最近时期内，又应大量生产预应力结构、首先是装配式钢筋混凝土薄壳结构及零件的时候，研究国外的经验就更有必要。

在美洲大陆的许多国家中，修建了很多预应力钢筋混凝土桥，其中大部份是建在公路干线上的。建桥的总数以美国所占的百分数为最大。

与欧洲的情况不同，美国偏重于大量制造预应力简支梁桥，而在复杂的情况下多采用金属桥梁（钢桥）。其原因是因为在美国很少有特别好的预应力钢筋混凝土桥，但由于有大量预应力结构工厂，桥梁构件的

标准化及在多数情况下采用装配式结构等的原因，美国工程师尚能尽力作到使这种桥梁施工迅速而便宜。

本书研究美国现在广泛采用的最有代表性的预应力公路桥梁的结构型式和张拉钢筋的方法。此外，还叙述美洲其它各国所修建的一些重要桥梁的结构。

作者希望推荐的这本小册子，能引起桥梁设计和施工工程技术人员的重视。

預应力鋼筋混凝土桥的主要型式及构造

預应力鋼筋混凝土桥的型式与构造，以及預应力鋼筋在美洲施工实践中所采用的方法是各种各样的。这是因为在新的桥梁建筑技术領域內，还不能十分肯定地确定出最合理的型式，制定出計算的方法。因此，每个建筑公司各自寻找他們自己的发展途徑。

在桥梁中，不論是上部构造或者墩台，都采用預应力鋼筋混凝土。美洲各国所修建的預应力鋼筋混凝土桥有各种型式，按照靜定图式，可以分为下列几点：

- 1) 簡支梁桥 (装配式的或整体式的)；
- 2) 連續梁桥 (装配式的或整体式的)；
- 3) 刚架桥；
- 4) 拱桥。

但是，现有各种不同型式桥梁的数量并不一样。

装配式簡支梁桥得到了最广泛的发展，靜定图式明了而簡單。装配式桥各个构件的制造方便，且这些构件易于在建桥地点拼装，此乃这种桥型能在很多情况下得到采用的原因。在美国，建筑的特点是常用同一种型式的預应力鋼筋混凝土构件，来建造整組的桥梁，而在长的桥梁中，則大量設置用标准构件建成的同样跨徑，有些多孔簡支梁桥的长度达到几公里。

費城的 Walnut Lane 桥，是美国目前最大的簡支梁跨徑的預应力桥，其跨徑为48.77公尺。美国佛罗里达州的 Tampa Bay 桥，是大量采用装配式梁标准构件建成的一座最大的桥梁 (图 1)。

在修建装配式簡支梁桥的同时，也修建了整体式的預应力桥。近来，美国的工程师們在修建 Lake Pontchartrain 桥时，将装配式和整体式桥的优点結合起来了 (图 2)。这座桥梁是标准的整体式預应力鋼筋混凝土上部构造，整个上部构造在工地預制以后，再把它整个地安装到

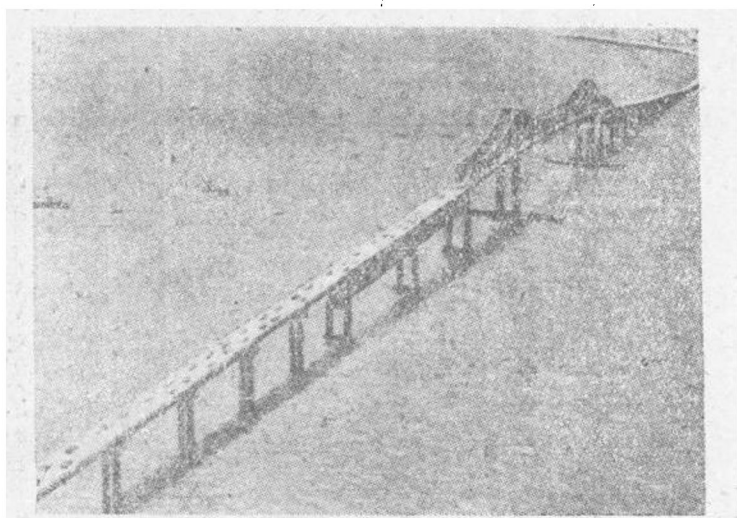


图 1 美国佛罗里达州Tampa Bay桥全景

桥孔中，这座桥的总长约40公里。

常常采用预应力钢筋混凝土连续梁桥，此种型式的桥既可作成整体式的，也可作成装配式的，但目前大多作成装配式桥。

但连续梁桥修建的数量较简支梁桥修建的总量为少。跨过巴西蓬弗郎齐斯科河的桥梁，是美洲总长度最长的预应力连续梁桥。

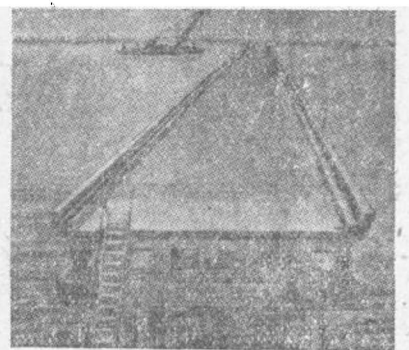


图 2 Lake Pontchartrain桥拼装时的全景

在美国和美洲的其它国家中，也有许多预应力刚架桥和拱桥。在委内瑞拉的拉-顾艾拉-卡拉卡斯公路上的桥梁，是最著名的预应力装配式拱桥（图3），但已修成的刚架桥或拱桥的总数并不多。

下面叙述最有代表性的桥梁。

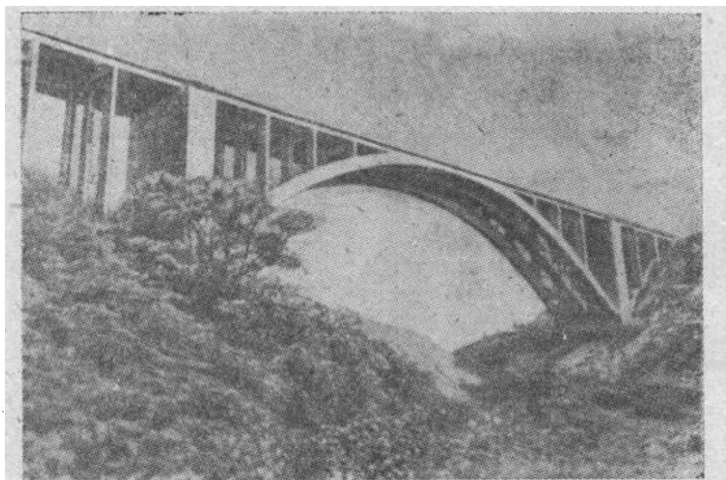


图 3 委内瑞拉的装配式拱桥全景

简 支 梁 桥

装 配 式 板 桥

美洲所采用的板桥上部构造，大部份是由各个梁块件组成的结构，各个梁块件沿桥梁全宽互相紧密安置。

美洲的板桥可以分为两种基本型式。在第一种型式中，块件在安装以后，即形成板桥上部构造，只需用砂浆灌缝，使其在横向发生作用，再铺装桥面就行了。在第二种型式中，装好块件后，还不能算是完整的结构，需要在块件上加铺大量混凝土，把块件联成整体的板。

桥梁的跨径在11公尺以内时，常常是使用板桥，但对较大的跨径颇少采用。板桥一般是在上部构造的建筑高度受到限制时使用，例如，在公路与铁路交叉时采用之。

在宾夕法尼亚州，大多数采用第一种型式的板桥，有代表性的标准预应力块件如图4所示。这种块件，在拼装地点无须再作混凝土工程，

块件系在工厂中預制，做成两种型式。当跨徑为 5.5~11.0 公尺时，块件的高度为 43~53 公分，宽度为 91 公分。为了減輕块件的重量，在块件內做两个圓孔。当跨徑为 11.6~15.2 公尺时，采用高度为 84 公分，宽度为 91 公分的块件，并在块件中做一个圓孔，以減輕块件的重量。为了保証安装好的块件之間紧密联結，在块件的側面应做出专用的切口，把块件安装成設計位置后，用砂浆填塞此切口。把砂浆灌入块件之間的縫中之后，块件就成为密实的整体結構。

块件的主鋼筋如图 4 所示，系由浇筑混凝土块件前进行张拉的鋼絲組成。鋼絲通过它与混凝土之間的粘着力，将应力传给混凝土。此外，在块件上部，还紮有箍筋和普通鋼筋。1951 年至 1953 年曾用这种型式的块件，修建了七十多座板桥。

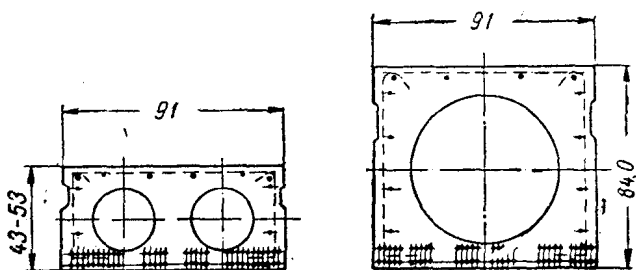


图 4 美国宾夕法尼亚州板桥标准块件的横断面图

倒 T 形的块件，都是属于在拼装的地方仍須加作混凝土工程的块件。当使用这种結構时，各个块件在上部构造横断面上应如此安放，使块件的下部宽翼緣互相靠近，只留出 1 公分的空隙。块件上面的全部空間用混凝土就地浇筑，混凝土流入下翼緣間的空隙內，即将块件翼緣紧密结合。

T 形断面的块件，和空心的箱形断面块件相比較，它能用于較大的跨徑上。其缺点是必須在施工的地方进行大量的混凝土工程。

在洛斯—昂热洛塞所修建的跨徑为 14.63 公尺的双跨板桥，即是这种桥梁的实例。在桥梁的横断面上，安装 8 块高度为 91 公分、下翼緣

宽度为114公分、上翼缘宽度为30公分（当肋的厚度为15公分时）的块件。每根梁的钢筋由直径为6.3公厘的钢丝组成，而钢丝做成钢丝束。钢丝束用《普烈斯特烈斯谢德·康克里特，科尔坡列依什思》的方法张拉及锚固（见本书46~48图）。

在德列维尔城，跨过波士頓河及铁路的这种型式的另一座桥梁，其块件的高度为35公分，下翼缘宽度为20公分。块件系用镀锌钢丝做成的直径为18公厘的钢丝拉紧，块件的重量约1.3吨。

以用单块块件制成梁的板桥最为有利。这种块件按照梁的长度排列成梁，用预应力钢筋将其拉紧。此种结构的主要优点是拼成每根梁的小标准块件，可以用机械化方法制造，以保证每个块件具有优良的质量，制造迅速且能大量生产。

根据现有运输工具及运输距离，或直接在块件制造工厂中用单块块件拼梁，或在施工地点就地用单块块件进行拼梁。

拼梁的过程并不复杂，将块件放在平台上，在块件相接触的表面上，抹上一层水泥砂浆。抹好后将各块件相互靠紧，把钢筋由特制的孔中穿过并进行首次张拉，其拉力的大小约等于全部计算张拉力的一半。经过1~2天，待砂浆硬化后，再进行钢筋的全部张拉工作，这样梁即算制好了，可以装入桥孔中。

这种梁的预应力钢筋，一般都是用各种直径的钢丝做成。此种钢丝既可从块件的内部穿过，也可在块件的外面通过。外面通过的钢丝，系用镀锌钢丝做成，图5及图6所示为用标准块件制成的板桥标准图。这

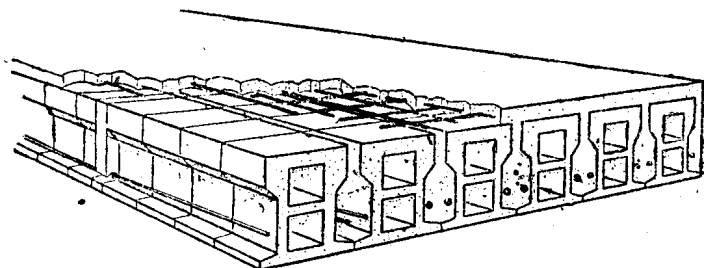


图5 用工厂预制标准块件梁制成的上部构造结构图

种块件是在美国田纳西州涅什维尔钢筋混凝土结构工厂制成的。预应力钢缆沿每根梁的边缘通过，将其一端折弯。跨径中部的钢缆放在梁的下部，并用由梁上突出的特制肋板将其固定在梁的下部。这种钢缆用液压千斤顶进行张拉。

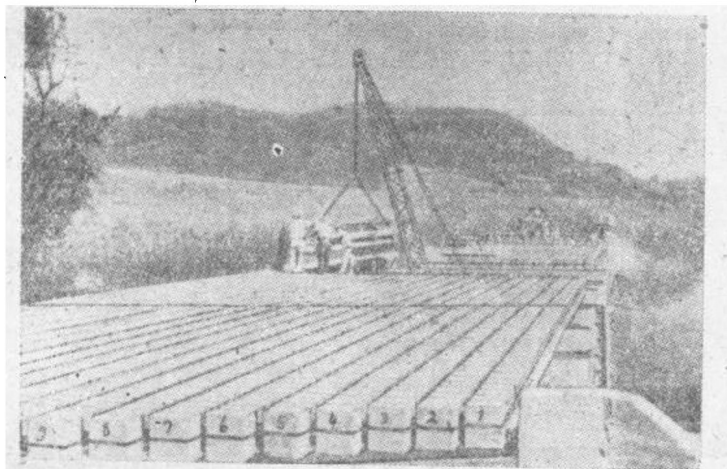


图 6 用工厂预制块件梁拼装板桥时的情形

修建在北Jackson（田纳西州）的Madison County的桥梁，是沿梁全长布置块件梁的板梁桥的另一实例。该桥已于1950年10月开放交通，并且是美国修建的这种型式的第一座桥。

这座桥没有双车道，行车道的宽度为5.79公尺。此桥为三孔板梁桥，中间的跨径为9.14公尺，两侧的各为6.1公尺。

在横断面中，上部构造系由15根宽度为40公分、高度为30公分的梁组成，梁互相紧密排列。各孔的梁由不同数量的标准块件组成。装配式梁采用三种型式的块件（图7）。在尺寸为 $40 \times 20 \times 30$ 公分的主要标准块件上，有三个方形孔，预应力钢缆自由穿过这些孔。块件下部在横向上有2.5公分的突缘。这些块件均用专门机器制造。除标准块件以外，还有供预应力钢筋锚定用的特制端部块件和为保证钢缆弯曲而在跨径四分之一处用的非标准块件。钢缆在跨径中部穿过时，距梁的下缘为

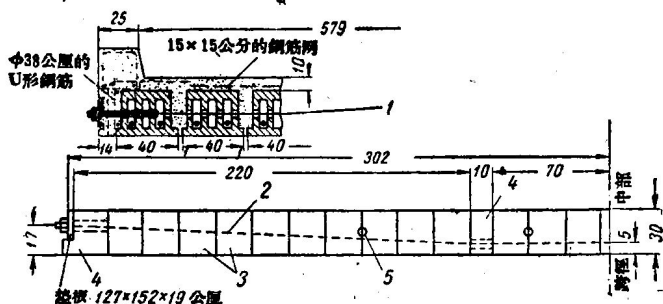


图 7 用标准块件沿梁长度组成梁，再用此梁作为上部构造图

- 1—受横向应力的钢缆；2—纵向钢缆；3—梁的标准块件；
4—梁的非标准块件；5—穿过纵向钢缆的孔。

5 公分并向墩台方向逐渐提高。

预应力钢筋由 7 根直径为 14 公厘的钢缆组成。钢缆需镀锌，钢缆的两端固定在刻有螺纹的肖钉上，利用这种肖钉以液压千斤顶张拉钢筋（图 8）。张拉后，在肖钉上拧上螺母，此螺母借 127×152×19 公厘的金属垫板支承在端部块件上，并将压力传于混凝土上。

梁在工厂内拼成，在块件的接合面上抹以水泥砂浆，张拉工作进行两次。

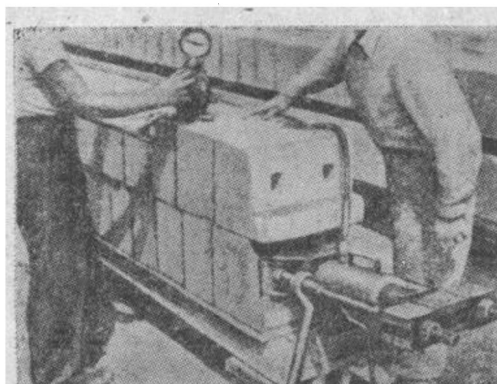


图 8 块件拼成梁的钢缆张拉情况

每根钢缆最后的张拉力为 818 公斤。梁沿公路运至建筑地方，并用汽车起重机安装于桥孔中（图 9）。梁安装在桥孔中后，浇筑一层混凝土，以填塞梁间的间隙而形成行车道。在浇筑的混凝土上铺设钢筋。浇完混凝土后，用钢缆横向张拉桥梁，而

鋼纜是穿過梁上的特制孔的。橋梁在三天以內拼裝好，並在開始施工后二周內開放交通、

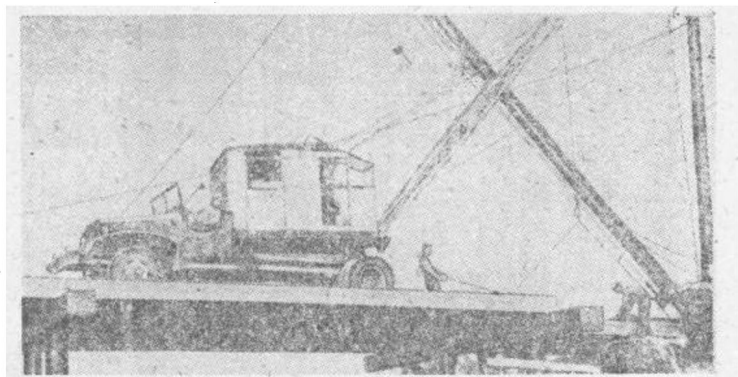


圖 9 用汽車起重機拼裝塊件組成梁的上部構造，
由圖中可以看到橫向拉緊結構時用的孔眼

裝配式肋梁橋

有肋梁的簡支梁橋比板橋用得較為廣泛。此種橋梁既可修成裝配式的，也可修成整體式的。

根據經濟條件，認為整體式橋較裝配式橋便宜時，則採用整體式橋，例如，當橋梁附近沒有裝配式鋼筋混凝土工廠，而修建露天預制廠又不合適，且當地條件有利於把裝配式腳手架安裝在橋孔中時，則整體式結構是合理的結構。

廣泛採用的是預應力裝配式梁橋。

裝配式梁橋的構件或在鋼筋混凝土結構工廠中製造，隨後把它們運到建橋地點，或在拼裝橋梁附近的工地上製造，然後用起重機以移動方法或其他方法把它們架設到橋孔上去。

為了便於在工廠中製造，裝配式橋梁的結構應盡量標準化，儘可能採用多次周轉的輪用模板或其他設備。

預應力梁橋的跨徑可達50公尺，但以跨徑為9~21公尺的橋梁得到廣泛採用。

按照上部构造的结构情况，预应力装配式简支梁桥可以分为下列几类：

1. 梁与梁横向密排靠紧并形成上部构造的完整横断面的梁桥；
2. 梁与梁横向留出一定间距，中间用砂浆或混凝土填塞而联成整体的梁桥。
3. 梁与梁横向留出很大距离，而行车道板就地用混凝土浇筑的梁桥。

按照预加应力的方法分为梁身在浇筑混凝土前张拉钢筋的桥梁与梁身在浇筑混凝土后张拉钢筋的桥梁。

第一种情况系通过钢筋与混凝土的粘结力而将钢筋的应力传递于混凝土上。第二种情况是用各种方法锚固钢筋，大多数装配式桥梁借应力钢筋承受横向应力。

梁在横的方向密排靠紧的梁桥。这种结构桥梁的主要特点和优点是跨径中上部构造梁的构件安装后，即能形成桥梁的车行道板。

这种桥梁的横断面是各种各样的。最常采用的是Ⅱ字形和工字形的断面。Ⅱ字形断面的梁之所以方便，是因为在安装时稳定。安装时将梁互相密排靠紧。最外一根梁往上移作为人行道，或另铺特制的人行道块。为了使Ⅱ字形梁紧密联结，在Ⅱ字形梁的两侧，梁与梁之间做有凹槽，当两根相邻的梁安装好以后，这种凹槽即形成缝隙，用砂浆将其填塞。

利用由肋梁孔中穿过的螺栓或借横向的预应力钢筋把梁互相系紧以便横向受力。

跨过美国西弗吉尼亚 Mill creek 河的美国 Future Farmes 桥，是这种型式结构的实例。该桥系按 H20—316 荷载设计，有两孔，跨径各为 19.81 公尺，行车道的宽度为 7.06 公尺。桥梁上部构造由高度为 81 公分，宽度为 91 公分（图 10a）的Ⅱ形断面梁组成。全部梁都是预制梁，并设有预应力钢筋，通过它与混凝土的粘结力传递应力，在横向上借直径为 25 公厘的镀锌螺栓联结并将梁的垂直肋梁系紧。

工形断面的梁设有加劲肋梁，在桥孔中安装相邻的梁时，加劲肋梁相接合形成上部构造的横隔板。

为了保证半隔板的互相联结，在美洲，隔板不是采用钢筋接合，而

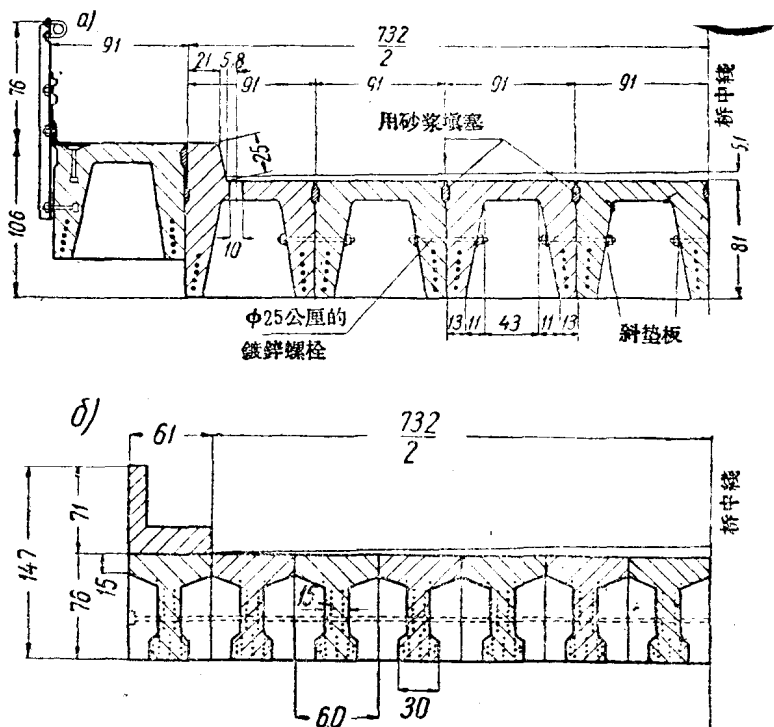


图10 桥梁横向中互相密排靠紧的梁的横断面图:

a—跨徑為19.81公尺的□形梁桥；b—跨徑為18.29公尺的“普烈斯特烈斯謝德，康克里特，科尔堪列依什恩”标准預应力梁桥。

是采用預应力构件穿过隔板并在橫向上系紧桥梁的上部构造。

在美国費城的費尔麥特斯基公园內，靠近WaInut Lane的跨过林考利那的交叉道、第一批建造的最大跨徑的簡支式預应力桥是这种结构的較好例子（图11）。这座桥梁是由比利时的Γ.曼耶利教授設計，在1949年至1951年期間建成的。該桥有三孔（22.56, 48.77, 22.56公尺），系裝配式簡支梁上部构造。桥梁行車道的宽度为13.44公尺，两个人行道的宽度各为2.82公尺，路緣石的高度为30公分。

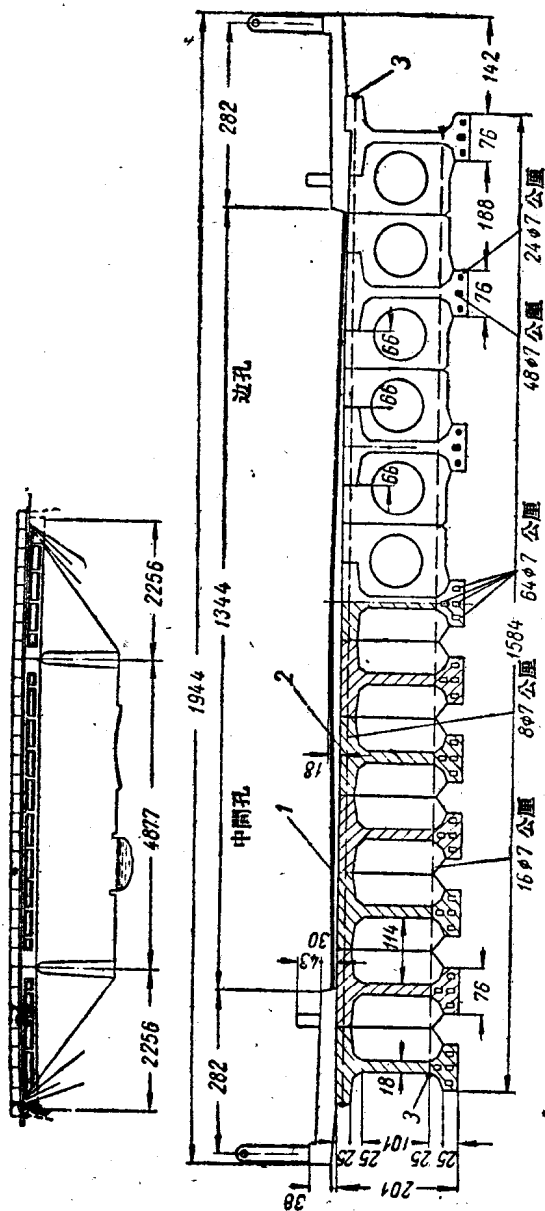


图11 费城Walnut Lane简支梁桥的构造:

1—地堰青混凝土层2.5公分; 2—混凝土三角形泄水横坡; 3—钢筋在混凝土中的锚定板。