

86.342
DNL

美、英、法的裝配式鋼筋混凝土

建筑工程出版社

美、英、法的裝配式鋼筋混凝土

楊宗放譯 張忠仁校

建築工程出版社出版

• 1958 •

內容提要 本書介紹美、英、法三國在製造、運送和安裝裝配式鋼筋混凝土結構和部件方面的經驗。書中舉有許多實際具體例子。

本書可供從事裝配式鋼筋混凝土生產和施工方面的工程技術人員參考。

原本說明

書名	СБОРНЫЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОН ЗА РУБЕЖОМ
出版者	Госстройиздат
出版地點及日期	Москва—1956
編輯	В. А. Николаев

美、英、法的裝配式鋼筋混凝土

楊宗放譯

張忠仁校

*

建筑工程出版社出版(北京市華成門外南礼士路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第052号)

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华書店發行

書号 85564 千字 787×1092 1/32 印張 27/8

1958年3月第1版 1958年3月第1次印刷

印数: 1—1,500册 定 价: (10)0.46元

目 录

前言

I、装配式钢筋混凝土在美国

1. 装配式钢筋混凝土的发展简史	5
2. 薄壁肋形板	12
3. 预应力钢筋混凝土屋架梁	20
4. 预应力钢筋混凝土空心块组合梁	25
5. “逐层升起”法	27
6. 预应力钢筋混凝土梁	37
7. 结论	39

II、装配式钢筋混凝土在英国

1. 框架结构	42
2. 预应力钢筋混凝土拱形屋盖	46
3. “英捷格利德”体系	55
4. 大跨度预应力钢筋混凝土梁	63
5. 制造预应力钢筋混凝土结构的工厂	73
6. 结论	77

III、装配式钢筋混凝土在法国

1. 预应力钢筋混凝土构件的多层框架	79
2. 预应力钢筋混凝土多跨连续楼盖	82
3. 结论	92

参考书籍

前 言

苏联人民在共产党和苏联政府的领导下，正实现着巨大的基本建设计划。在战后的年代里，恢复了和新建了成千上万的大型国营工业企业，并在城市和工人镇建造了总面积达数亿平方公尺的新住宅，在农村中建造了约500万幢房屋。最近几年，又建造了大量的学校、医院、俱乐部、儿童福利机关和其它文化生活用的房屋。

在第六个五年计划内，工业与民用建筑工程的规模更加巨大。

只有进一步发展建筑工业化，才能实现大规模的建筑工程。由于这个缘故，苏联共产党第二十次代表大会关于1956—1960年苏联发展国民经济第六个五年计划的指令中规定：“进一步实现建筑工业化，其办法是广泛采用工厂和现场预制的装配式钢筋混凝土，尽量采用全盘机械化的施工”。

在1960年，装配式钢筋混凝土结构和配件的使用应达到2,800万立方公尺，其中700万立方公尺为预应力钢筋混凝土结构和配件。

为了顺利地完成任务，应当设法深入研究国内外运用装配式钢筋混凝土所积累的经验。

本书以许多实际例子介绍了最近几年在美国、英国和法国建设工业厂房、居住房屋、行政文化房屋方面关于装配式钢筋混凝土结构和零件的制造、运输和安装方法。

本书系根据国外定期刊物上的材料编写的，可算是一本有价值的技术情报性参考书，可供从事装配式钢筋混凝土工作的工程技术人员参考。

I. 裝配式鋼筋混凝土在美國

1. 裝配式鋼筋混凝土的發展簡史

1900年在布羅克萊雅因(Брокляйн)建造養馬場時，首次大量地採用裝配式鋼筋混凝土構件。當時所採用的屋面板是平的，厚度為5公分，平面尺寸為 5.2×1.2 公尺，直接在建築物附近的露天預制場上進行製造。在建造青貯窖的隔牆與牆壁時，也採用同樣類似的板。

1901年在布里明格頓(Блимингтон)修築地下水道時，採用裝配式鋼筋混凝土拱形盖板。

1905年在東部魯特良德(Восточный Рутлянд)蓋商品倉庫時，採用5公分厚的鋼筋混凝土板。

同一年(1905年)在利金格(Ридинг)建造紡織工廠的4層房屋時，採用裝配式樓蓋；這種樓蓋是由橫梁(長度為7.25公尺)、縱梁(長度為3.6公尺)和鋪板組成的。橫梁支在承重磚牆上，縱梁放在橫梁上。

1907年“愛迪生(Эдисон)波特蘭水泥”公司在新維里德日(Нью—Вилидж)建造了一幢工業房屋，其承重骨架和屋蓋均是裝配式的。骨架柱的高度為15.5公尺。標條和屋面板鋪設在橫梁上。安裝工作作用設在鐵路平台車上的桅桿起重機進行。

工程師愛爾恩·斯德·連薩姆(Эрнст Ренсам)是採用裝配式鋼筋混凝土結構的倡議者，他在1911年建造了一幢4層的房屋，其承重骨架和圍護牆均是裝配式的。整塊地製造的牆板，其寬度等於柱與柱的間距，高度等於一個樓層高。這種體系得

到了普遍的採用，在后来被称之为“組合体系”。

1912年出現的一种方法是在水平的位置上制造圍护牆，然后把它旋轉起来並安裝到設計位置。例如，在傑斯馬因斯(Десмайнс)，就用这种方法建造了一幢行政房屋。这幢房屋的牆板在裝配式鋼筋混凝土历史中首次採用了空气夾層。

1911年—1916年間，在建造5層以內的房屋时，現代化的“組合体系”得到了普遍的採用。这种体系的實質是房屋的全部構件从基础开始到屋頂为止均是裝配式的。圖1所示是按照“組合体系”把房屋划分为許多單獨構件的圖式。

1914年按照“組合体系”建造的許多最大房屋中，有一幢5層的工業厂房。在該处首次採用多孔樓層板（按全部荷載2000公斤/平方公尺設計）。目前这幢房屋还一点沒有损坏。

按照“組合体系”建造的房屋約計有300幢。

“組合体系”的缺点是：構件类型的数量太多(达120种)，因此構件的制造工作复杂化，需建造面积很大的露天預制場，

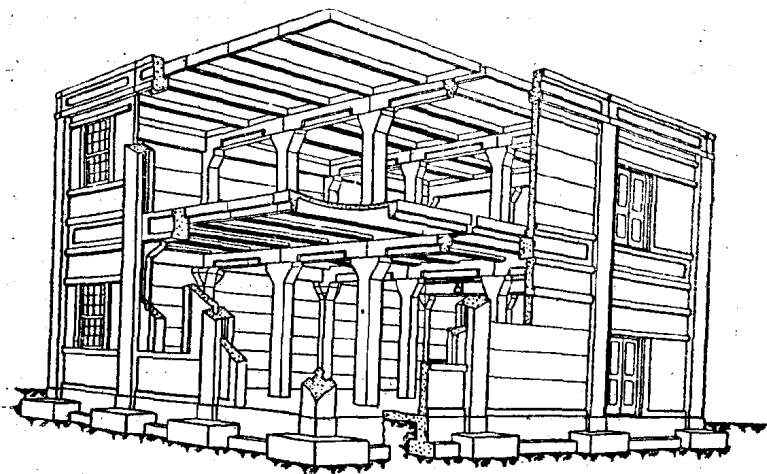


圖1 按照“組合体系”把房屋划分为許多單獨構件

(圖 2)，以及制造很多的各種模盤。

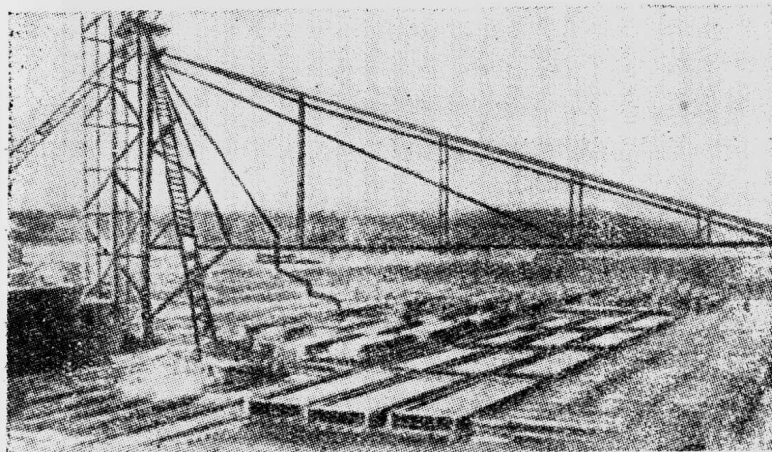


圖 2 為建造梅姆菲斯(Мемфис)紡織工廠而制造裝配式鋼筋
混凝土構件的露天預制場全圖

1916——1942年間，在採用裝配式鋼筋混凝土方面停滯不前。從1943年起，由於在皮特斯布爾格(Питсбург)曾大批地建造用鋼筋混凝土配件裝配成的工業廠房，故又重新大規模地開始採用裝配式鋼筋混凝土。

1944年在科普斯克里斯提(Корпус Кристи)(德克薩斯Техас)建造中學房屋時，屋頂是用裝配式鋼筋混凝土三鉸拱做的，這種拱的跨度為28公尺，拱矢高度為7.5公尺。

1946年在新奧爾良(Нью—Орлеан)建造了一座容量2,800萬立方公尺的鋼筋混凝土貯水池。池的牆壁和頂蓋均由裝配式鋼筋混凝土薄壁板組成。

此時，薄壁肋形板得到了普遍的採用。在建造行政房屋與輔助房屋時，這類板使用在樓蓋和屋蓋中。此類板與整體式承重骨架的連接，是採取鉚接，並在鉚接後用水泥沙漿填滿接頭處的方法來實現的。

1945年在洛杉磯(Лос—Анжелос)开始广泛採用裝配式鋼筋混凝土結構。在該处編制出一些牆壁和樓盖的标准結構，这些結構系在混凝土台座上进行制造。在台座的上表面安裝木的或金屬的側模。牆板的面积达92平方公尺，重量达30吨。这样大而重的板材所以能够制造和安裝，是因为在那时已經設計出並使用过起重量40吨的輪胎式起重机。

1947年在察达諾格(Чатаног)建造工厂时，曾首次採用“先德維奇(Сендвич)”型多層牆板。“先德維奇”型牆板是厚度17.8公分的三層板材；牆板的兩面用普通密实混凝土做成，而牆板的中間則用石膏矿渣填滿。所以，牆板是利用螺栓固定在金屬骨架上。

1951年在芝加哥(Чикаго)大量建造住宅街坊时，採用过上述的牆板。此类牆板的外層的厚度为10公分，由密实混凝土做成；中間隔热層的厚度为3.75公分，由多孔混凝土做成；內層的厚度为6.25公分，由密实混凝土做成。因此，这种板的总厚度为20公分。

樓盖和屋盖是由裝配式鋼筋多孔混凝土板做成。牆板和牆板的連接以及樓板和牆板的連接，是採取鉚接，並在鉚接后用細顆粒的干硬性混凝土(骨料的粒度为7.5公厘)填滿接头处的办法来实现的。

1948年在坎涅克契卡特(Каннектикат)建造高等学校的4層公共宿舍时，开始採用裝配式鋼筋混凝土承重牆和內隔牆。根据已經落成的建筑工程，編制出一些标准設計；以后在美国許多城市中，按照这些标准設計建造起許多类似的房屋。

1949年在哥倫比亞(Колумбия)建造8層的办公房屋时，採用裝配式鋼筋混凝土骨架和承自重的牆板，这些構件用桅桿起重机和手动絞車进行安裝。在米阿姆(Мيام)，6層办公房屋

的牆壁是由懸掛在承重骨架上的牆板造成的。

從此時起，開始普遍採用真空起吊器(Вакуумный подъёмник)來安裝牆板(圖3)，這就完全不需要吊裝環和錨栓。

1953年在加利福尼亞(Калифорния)建造許多行政和管理部門房屋時，大規模地採用薄壁肋形樓層板和屋面板。板材共有35,000平方公尺以上，在常設的露天預制場上製造，然後用汽車運送到安裝工地(運輸距離在190公里以內)。標準板材的尺寸為 7.2×1.2 公尺，壁的厚度為3.75和3.15公分，肋的高度為25公分。

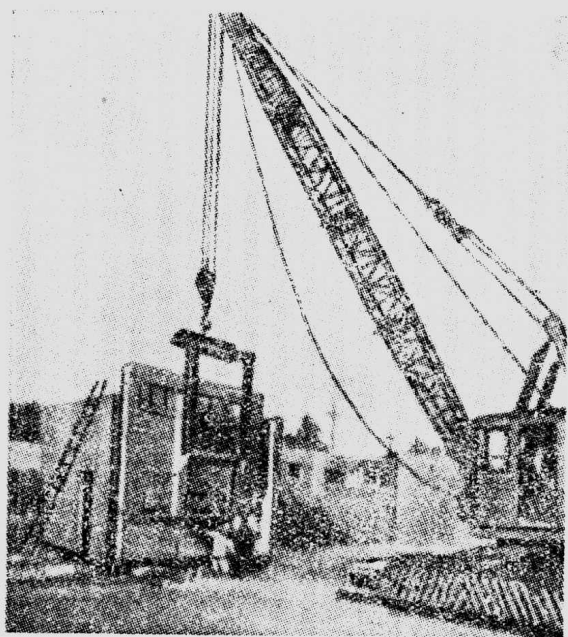


圖3 用裝有真空起吊器的起重機安裝牆板

1953年在德克薩斯建造工廠房屋時，開始採用裝配式預應力鋼筋輕(陶粒)混凝土構件。在裝配式鋼筋混凝土工廠中用這

种建筑材料制造薄壁屋面板、楼盖梁、柱子 and 墙板。这些构件用轮胎式起重机进行安装。

同年在加利福尼亚建造中等学校房屋的顶盖时，採用跨度45公尺的装配式钢筋混凝土三铰拱。每个半拱的重量为32吨，用两台轮胎式起重机进行安装(圖4)。

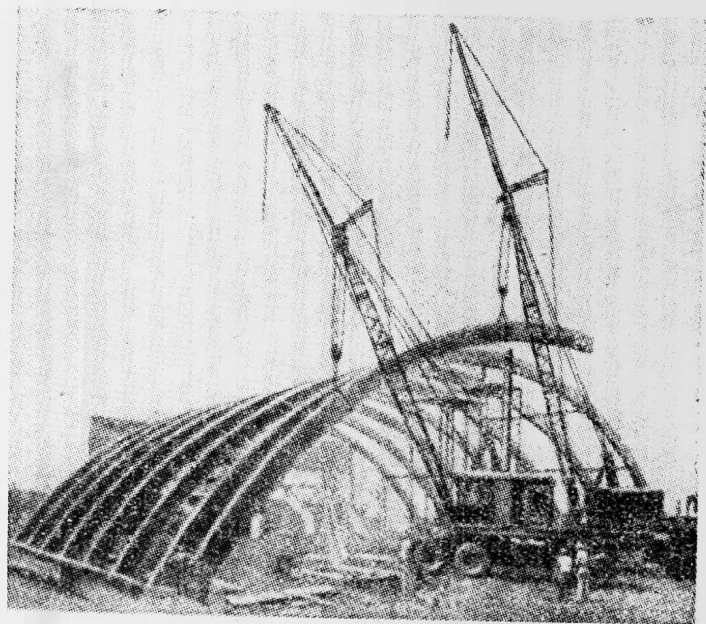


圖4 用兩台輪胎式起重機安裝三铰拱

在華盛頓州建造飛機庫時，也採用類似的拱。

“逐層升起 (Подъёмный этаж)” 法是装配式钢筋混凝土範圍內最近成就之一。這種方法的實質是大尺寸的屋面板和樓層板均直接在水平的地面上進行製造，然後再升到設計位置。板材用裝有兩個千斤桿的千斤頂進行升起。“逐層升起”法的優點是這樣的：

- 1) 減少模板消耗，因為實際上只用一個模盤；
- 2) 在地面上製造板 材能够 保證工人安全，並提高勞動效率；
- 3) 不需要垂直運輸混凝土拌合物；
- 4) 板材升到設計位置后，工作(主要是灌漿 和裝飾工作)上所需的材料可以和板材一道升起。

1905年在聖安東 尼奧(Сан—Антонио)(德克薩斯)建造高等學校的行政房屋時，首次採用“逐層升起”法(圖5)。屋面板和樓層板均在已升高的底板上一塊接着一塊地進行製造。為了防止板材互相黏住，在板材中間鋪設隔離層。板材用安裝在鋼柱上的大功率千斤頂升到設計位置。

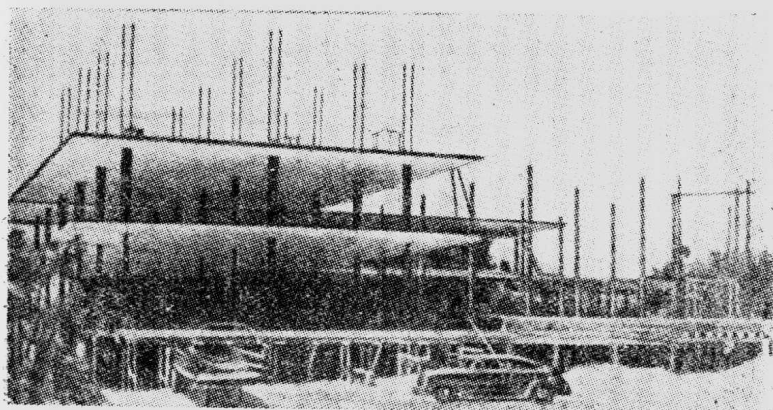


圖5 在聖安東尼奧用“逐層升起”法建造行政房屋

1952年在洛杉磯建造教堂時，也採用垂直升起法。此時，鋼筋混凝土屋頂的重量約為450噸，沿縱軸劃分為兩段。半屋頂的一邊升到8.6公尺高度，而另一邊則升到7.4公尺高度。半屋頂用安裝在鋼柱上的12個千斤頂進行升起。

1952年在聖安東 尼奧用同一方法建造起 高等學校實驗室

平屋頂的預應力鋼筋混凝土板。板材的尺寸為 30×12 公尺，厚度為15.2公分，支在柱網7.4公尺的鋼柱上，板材從房屋的側面與端部伸出的距離為1.8~3公尺。

1953年在諾福克(Норфольк)用“逐層升起”法建造起數座容納1,500人的營房。此時，營房的一個屋蓋和二個樓蓋同時進行製造，然後再升起。

1953年，在加利福尼亞建造化學倉庫時，實現了樓層和裝配式牆板與隔斷牆板的聯合提升法。牆板直接在施工中的建築物附近製造。屋面板劃分為三段，其中每段單獨地升起；以後在屋面板之間接縫處灌漿。

牆板和隔斷牆板用裝配有叉形夾具的移動式起重機進行安裝。在房屋內部運輸隔斷牆板的工作也用這台起重機進行。

目前在美國，建造各種房屋和建築物時，越來越多地採用裝配式鋼筋混凝土結構。

2. 薄壁肋形板

1946年開始採用裝配式鋼筋混凝土薄壁肋形板(壁的厚度達40公厘)。這類板的製造(一般，在露天預制場上用台座法進行)、運輸和安裝需要特殊的設備和方法，這些方法將在下面一些單獨例子進行敘述。

米拉馬爾(Мирамар)飛機庫和軍需庫的建築工程 在米拉馬爾建造飛機庫和軍需庫的樓蓋和屋蓋時，曾首次大量地採用裝配式薄壁板。

屋面板和樓層板的厚度為32和39公厘，寬度為1.22公尺，長度為7.32公尺。

薄壁肋形板的剛度是用2根高25公分的縱向肋和7根高15公分的橫向肋來保證的。樓層板的計算荷載為366公斤/平方公

尺。板用鉚接鋼筋網加勁，網眼的尺寸為 51×51 公厘，網中鋼絲的直徑為2.5公厘。縱向肋用一根直徑17.5公厘的鋼筋加勁，橫向肋也用一根直徑6.4公厘的鋼筋加勁。

為了把板和整體式承重骨架梁連接起來，並保證有空間的剛性，在兩根縱向肋兩端的鋼筋上鉚有鐵鉸；鐵鉸的尺寸為 89×152 公厘，厚度為19公厘；在安裝板材時，把板材上的鐵鉸安裝在承重梁的類似鐵鉸上，並把它們彼此鉚接起來。

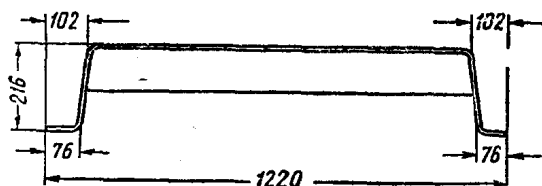


圖 6 有机玻璃模盤区格横剖面

薄壁肋形板直接在施工中的飛機庫或軍需庫附近裝拆式露天預制場上進行製造；在房屋建造完畢後，露天預制場就拆掉，再搬到新的建築工地去。

薄壁肋形板用有机玻璃(Плексиглас)模盤(форма)進行製造。採用這種模盤的理由是：巨塊混凝土模盤在拆除和運輸時，需要化費很多勞動和時間；薄壁混凝土模盤對施工荷載及在運輸途中可能發生的碰撞和振動特別敏感；薄壁鋼模盤需要鉚縫，因此，模盤正面還需要進一步塗飾；無縫金屬模盤是笨重的，在使用時需要貴重的機械。

有机玻璃模盤在更換時既輕便又簡單，能夠長期使用。每個模盤是由安裝在木骨架上的六個單獨区格裝拼而成(圖 6)。模盤的兩側利用鉸接的方法把能放倒的鋼側板加以固定。

鋼筋骨架安放在模盤上後，混凝土拌合物直接從移動式混凝土攪拌機卸入模盤中(圖 7)。混凝土拌合物用沿模盤兩側側

抹子抹板移动的高频率振动板进行捣实。其上表面用手工木抹子抹平。混凝土拌合物的配合比、水泥和骨料应经过实验室选择、使得在自然条件下，硬化24小时后，就可以进行拆模，并把薄壁肋形板从模盘中取出（此时，混凝土的受压强度应当为28天设计强度为250公斤/平方公分的25%）。每立方公尺混凝土需

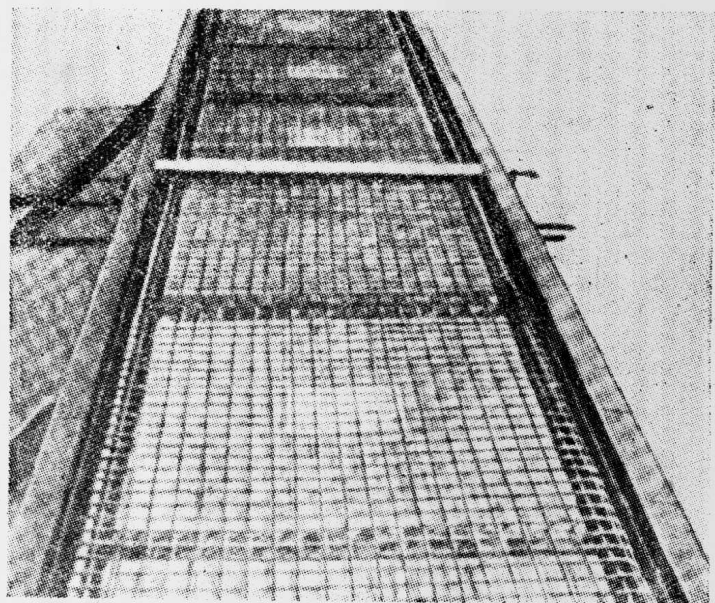


圖7 准备浇灌混凝土的模盘全圖

要耗費450公斤水泥，而且根据室外空气温度的变化，採用部分快硬水泥：当 t 在 $+21^{\circ}\sim+27^{\circ}\text{C}$ 时，採用 $1/3$ ；当 t 在 $+16^{\circ}\sim+20^{\circ}\text{C}$ 时，採用 $1/4$ ；及当 t 在 $+10^{\circ}\sim+15^{\circ}\text{C}$ 时，採用 $1/2$ 。

薄壁肋形板用水压法进行脱模。为此，在模盘每个区格的中間沉放着橡皮板（尺寸为 250×250 公厘，厚度为3.2公厘）（參看圖7）。在每个区格的橡皮板下面裝有套管孔，而套管則与通过模盘下面的管子连接起来。经过捣实的混凝土，放置24小

时后，就拆开模盤的側板，並將压力0.35公斤/平方公 分的水沿着管子送来。水压在橡皮板上，使薄壁肋形板和模盤分离。等到板的兩边出現水后，再經過3～5分鐘，就用起重机把薄壁肋形板从模盤中取出，放置在制品堆中，以便繼續硬化。

然后模盤用压縮空气吹过，再用湿抹布擦淨；而模盤的側壁則用潤滑油潤滑；此后，模盤又重新准备澆灌混凝土。

有机玻璃模盤在使用50次后，还不会损坏。

工作队由一个班長，六个混凝土工和四个鋼筋工組成，每天能够制造12塊板。

薄壁肋形板採用裝备有鉗形或叉形夾具的汽車式起重機進行安裝(圖8)，这种夾具保證工作方便，快速和安全。

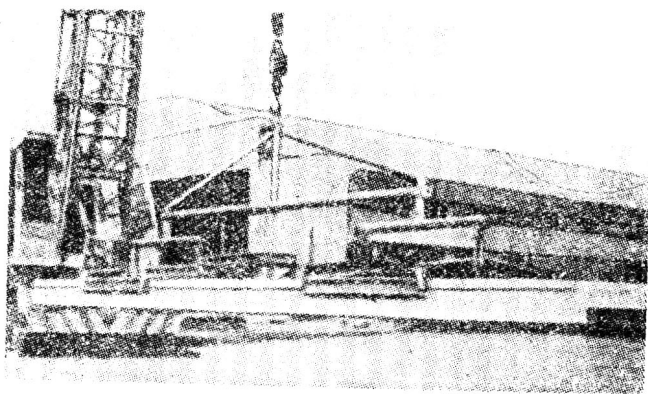


圖8 用裝备有鉗形夾具的起重機安裝板材

採用这类夾具就不需要在板內埋設吊裝環，因此簡化了板材的制造工作，並減少了房屋在以后進行裝飾时的劳动量(即不需要切去吊裝環和以后在切去环的地方进行填補工作)。

倉庫屋面板(37.1万平方公尺)的制造工作 17幢單層倉庫(每幢的寬度为61公尺，長度为305公尺)的屋盖均用鋼筋混凝土

士肋形板做成。板的类型共計有四种，其中主要兩种的平面尺寸为 1.52×5.65 公尺和 1.38×5.65 公尺。板的厚度为32公厘，縱向肋的高度为20.3公分，橫向肋的高度为15.2公分。为了容易把板从模盤中取出，縱向肋和橫向肋的側面做成1:6坡度。

縱向肋和橫向肋用直徑11公厘的鋼筋加勁；而板用鉚接鋼筋網加勁，網眼的尺寸为 100×100 公厘，網中鋼絲的直徑为4.2公厘。

生产板材的露天預制場建設了兩座；第一座在200个工作日内共生产出26,400塊板，第二座在140个工作日内共生产出18,480塊板。

以每日生产132塊板計算，每座露天預制場需要有132套工作模盤。

模盤用防水混凝土制造，其側板用鋼板做成，用鉸鏈与模盤固定。因此模盤能够周轉200次左右。

模盤的类型共計有四种(根据板的标准尺寸)，在露天預制場上佈置成四条平行綫。沿着模盤方向鋪設自来水管、壓縮空气管、真空干管，以及为移动真空作業裝置用的綫路。鋼筋骨架安放在模盤上后，就用沿露天預制場移动的移动式混凝土攪拌机把混凝土拌合物澆灌入模盤中。

每立方公尺混凝土的材料消耗为：水泥为300~315公斤，砂为720公斤，礫石为1330公斤，水为237公升。

薄板的混凝土拌合物用振动板捣实，而縱向肋和橫向肋的混凝土拌合物用桿式振动器捣实。

捣实后的混凝土用真空作業法加工。为此，备有真空盤的裝置沿着露天預制場在模盤上部移动，真空盤系放在已經抹平的板材表面上(圖9)。混凝土的真空作業在每个地段需要5分鐘。

由于採用真空作業法，混凝土的强度获得很大的增長(參