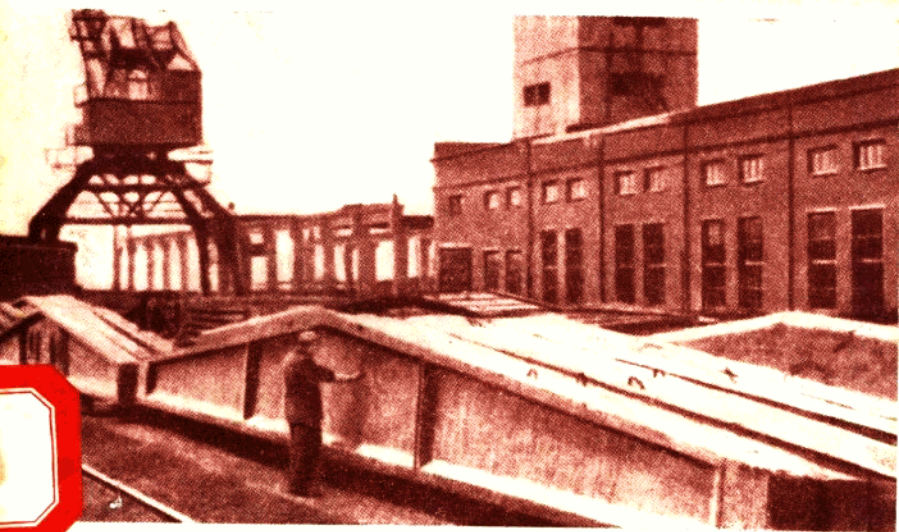


裝配式鋼筋混凝土結構和 配件的生產

Л.Б. 阿爾謝涅夫著



建築工程出版社

目 录

前 言	1
第一章 混凝土拌合料的制备	3
第二章 制品的成型	12
第三章 热处理	30
第四章 应力配筋钢筋混凝土結構	38
第五章 新穎的装配式钢筋混凝土結構	51

前 言

苏联共产党第二十次代表大会的決議，向建筑工作者提出了提高工程質量、降低工程造价和縮短工期的重大任务。順利完成这些任务的前提条件，就是大量地采用裝配式結構和配件。

在工厂里，由熟練的工人操縱專門的机器設備，大量地、成批地生产建筑配件，这同施工現場所制造的配件来比較，既便宜且質量又高，材料消耗也較少。同时，用修飾完美的工厂預制配件来裝配建筑物，施工現場就变成了裝配現場，于是，施工中的劳动和时间的消耗也大大減少。

建筑物所采用的裝配式構件愈多，即工業化程度愈高，則造价愈低，建造起来也愈快。

因此，在建筑工程中广泛地采用裝配式鋼筋混凝土結構和配件，具有很重要的意义。

用鋼筋混凝土可以制造基礎、柱、梁、標条、楼梯段、層間樓板、頂樓樓板、屋面板、牆板、拱架、桁架等配件。

建筑工程中所采用的鋼筋混凝土配件的数量愈大，建筑技术的水平也就愈高。

苏联有許多生产裝配式鋼筋混凝土配件的工厂，尚有不少这类的工厂正在建設。

鋼筋混凝土配件工厂工作人員的主要任务之一，就是如何更好地利用工厂的生产能力，尽可能从每平方公尺生产面积上生产出更多、更好、更便宜的产品。

为了胜利地完成这个任务，必須更广泛地采用生产革新者

和先进企业的經驗。

編著本書的目的，是为工厂、露天預制場工作人員介紹先进的生产裝配式鋼筋混凝土結構和配件的方法。本書分三章来介紹这些方法。預应力鋼筋結構的生产用单独的一章加以介紹。正被普遍采用的一些行之有效的裝配式結構放在最后一章叙述。

書中所述的先进方法取材自实际生产。所介紹的是实际生产單位的經驗，不作理論上探討。这些經驗的推广，將能改进裝配式鋼筋混凝土的生产，从而有助于完成苏共第二十次代表大会对建筑工作者們所提出的各項任务。

第一章 混凝土拌合料的制备

在装配式钢筋混凝土生产中，有一系列的任务需要解决，其中一个极为重要的任务是使配件和制品的硬化要以最短的时期达到必需的强度。

大家知道，混凝土在自然条件下需要经过28天才能达到计算强度，它用 R_{28} ①来表示。

对于装配式钢筋混凝土制品工厂来说，这个期限是不能被接受的。因为，这样做，模板的利用率很低，并且要占据很多的地方来堆放制品，耽误产品出厂。

向工地发送制品时，制品的强度可以低于计算强度，这也是对的，因为只有建筑物正式交付使用后，结构才开始承受全部的计算荷重。在安装时，结构所承受的荷重比使用时的荷重低，但也仍然是相当大的。此外，制品还要经得起搬运、运输和起重机的吊装，因此制品的强度必须达到28天计算强度的70%左右。

要在短短时间内达到这样的强度，不是一桩简单的事情。这就必须加速混凝土制品的硬化过程，不能是28天，而要在一昼夜或者更短时间内达到必要的强度。

不久以前，人们都认为，要使混凝土的硬化快，非采用矾土水泥不可。但是，矾土水泥比普通水泥要贵得多，并且在水泥工业中，矾土水泥的产量也比较少，所以要广泛地采用矾土水泥，是不可能的。

①由设计师规定的和保证构筑物的正常使用的强度，称之为计算强度。

装配式钢筋混凝土結構和配件的大量生产中，应该采用一种专门的水泥——高标号快硬矽酸鹽水泥；从1955年开始，这种水泥的产量已经有了很大的增加。

这种水泥，经过一晝夜的正常的硬化之后，它的抗压强度至少可以达到200公斤 / 平方公分，三晝夜以后至少达到300公斤 / 平方公分。如果將快硬水泥的制品加以蒸汽养护，那末，甚至一晝夜就可以达到300公斤 / 平方公分的强度。

但是，高标号快硬水泥有三个嚴重的缺点，因此使用起来很复杂，这是必須知道的。

其一，快硬水泥的快速硬化，只有溫度不低于20°的条件下才可能。

因此，在冬季里，为了加速混凝土的硬化，就得采用化学速硬剂，或者用专门的方法防止剛灌注成的钢筋混凝土配件受冷。然而，在露天預制場的条件下，要实现这些措施是相当困难的。

其二，高标号快硬水泥磨得很細，儲存过程中从空气中吸收水分和二氧化碳比普通水泥要强烈得多，水泥的活性因而会急剧地降低。

因此，快硬水泥必須很快用完，或則必須儲存在既保暖又干燥的良好倉庫里，运输时，还得裝上柏油的紙袋中。

当快硬水泥不得不需要进行長時間儲存的时候，最好在震動磨机中以湿磨或干磨的办法去提高其活性。

其三，高标号水泥的硬化虽然进行很快，但它的强度在很長時間內还要繼續增加。因此單是水泥快速硬化还有其美中不足之点。为了制造装配式钢筋混凝土配件，要儘可能充分利用水泥的活性，也就是說，要在儘可能短的時間內使水泥凝固起来。

加速混凝土硬化的主要方法之一，就是在水泥中摻石膏。

目前最常用的水泥，大都含有3%至4%左右的石膏，是在水泥生產過程中摻入的。石膏僅僅在混凝土硬化后的最初几小時內發生作用，而對於混凝土強度增長的速度，顯然不起作用。

許多科學研究機構的實驗表明，如果將矽酸鹽水泥磨得極細極細，則可大大增加水泥中石膏的摻入量，從而可以加速混凝土硬化過程和提高混凝土的強度。

摻石膏，一點也沒有什麼困難，在任何一个裝配式鋼筋混凝土工廠中都容易做到。

這方面可以採用普通的一、二級建築石膏，將其中雜質除去，仔細與水泥拌合。隨後，用普通的方法將摻了石膏的水泥製成混凝土拌合料。

一般說來，水泥中可以摻8%的石膏，但是在每一個具體場合下要摻多少石膏，必須通過工廠實驗室試驗決定。

在1955和1956兩年裡，蘇聯石油工業企業建造部下屬的諾沃古比雪夫工廠，在加速混凝土硬化及提高混凝土的強度方面進行了一些令人注意的工作。

該廠普遍採用快硬水泥，它是在300標號的礦渣矽酸鹽水泥中摻入8%石膏製造而成的。

這種混凝土製品，經過10小時蒸汽養護之後，再放在天然條件下硬化8小時，強度約達170公斤/平方公分，三天以後可以達到240公斤/平方公分。

諾沃古比雪夫工廠自從改用快硬混凝土之後，製品產量增加了一倍，每年從這裡節約了60萬盧布。

該廠工作人員曾經根據Б·Г·斯克拉姆塔耶夫教授的研究資料，用摻有20%石膏的混凝土製造了窗台板、踏步、飾面板

和其他配件的試件。這些制品經過4小時蒸汽养护后，強度增到200公斤/平方公分。

雖然這些結果非常吸引人，但並不是任何場合和任何時候都可達到這樣效果的。

必須指出，摻石膏過多，會使水泥的凝結和混凝土的硬化過快，增加了模制工作的困難。

石膏到底摻加多少才算合適，這個問題必須進行廣泛的研究才能証實。但在混凝土中摻石膏有很高的效果，這是無容置辯的。

加速混凝土硬化的第二個方法，就是在混凝土拌合料中摻氯化鈣。這個方法是眾所周知的。但有不少生產人員認為，氯化鈣只有在冬天零下溫度條件下才可以採用。

許多建築工地的工作經驗證明，在夏季，在零上溫度條件下，混凝土中也完全可以摻氯化鈣。這個方法在任何條件下都適用於加速混凝土硬化和提高其早期強度。

從圖1的圖表中看出，假設不摻有氯化鈣的混凝土強度為100%；則摻了1%氯化鈣的混凝土的強度增至140%，摻了2%氯化鈣的混凝土強度為165%，摻3%氯化鈣——200%。

摻氯化鈣，並不难；先將氯化鈣溶解在水里，然後將溶液按一般的規則拌和于混凝土中。

氯化鈣最適用於由火山灰水泥，礦渣矽酸鹽水泥和緩硬性矽酸鹽水泥拌制成的混凝土。

矾土水泥不得摻入氯化鈣。

摻入劑的數量由試驗決定。一般摻2%，效果最好。

在使用摻入劑時，應該注意，鋼筋稀少的混凝土配件（如基礎或牆砌塊等等），其中氯化鈣的數量不得超過8%，鋼筋混凝土配件中氯化鈣不得超過2%。

为什么要有这种限制呢？这是因为氯化钙能强烈地侵蚀钢筋（使钢筋生锈）。

由于这些缘故，在预应力钢筋混凝土结构中，一般都不用氯化钙。

有几种矽酸盐水泥，可以同时掺石膏又掺氯化钙。这种混

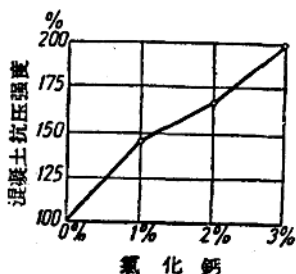


圖1. 混凝土强度与氯化钙掺入量关系图

凝土的强度，經一晝夜之后，可达28天計算强度的65%~70%，三晝夜之后，可完全达到28天强度。石膏和氯化钙的掺入量在2%~7%之間，也应该經過試驗来確定。

制造高强度快硬混凝土的另一个有效方法，就是在拌制混凝土以前，將普通水泥进行湿磨。

湿磨法能保証混凝土早期强度迅速增加，消耗同样多的水泥，但可以增加混凝土强度20%~25%。

水泥經過湿磨拌制成的混凝土，三晝夜后的强度約为28天强度的60%~65%。如果水泥由于長期保管或儲藏不良而降低了活性，也可以用湿磨法提高水泥的活性。

水泥湿磨設備，計包括二台混凝土攪拌机，一个料斗和一台配料器。二台混凝土攪拌机中，有一台用来磨水泥，另一台是拌制混凝土用的。

湿磨水泥的混凝土攪拌机的鼓筒，可以是傾翻式的，也可以是非傾翻式的。混凝土攪拌机改裝如下：將鼓筒內的叶片拆去；在鼓筒的内部周圍裝一个厚为2—3公厘的薄板鋼做的护套，混凝土攪拌机出料口罩一个鑽有小孔的頂盖，傾到混凝土

土料时，它可以把礮体阻留在鼓筒內。

礮体可用直徑16公厘、長40公厘的鋼筋断头，或采用同样重量的直徑22公厘、長60公厘的鋼筋断头。礮体的總重約为干水泥重量的三倍。

磨水泥的方法如下：

先把礮体放入磨水泥用的混凝土攪拌机里，然后再裝进干水泥並灌以佔水泥重量40%~48%的水。根据計算，如果在調拌混凝土时必须增加水量，那末，應該在水泥磨細之后，再加水在普通攪拌用的混凝土攪拌机里。

磨水泥时，將磨水泥用的混凝土攪拌机旋轉，約10—15分鐘，精確時間應該用試驗来决定。

从混凝土攪拌机中傾出的水泥漿，通过料斗和配料器，再进入普通的混凝土攪拌机。

許多企業最近都安裝了国产的震动磨机。

震动磨机是用来进行材料的細磨和特級細磨。

震动細磨法在目前是一种最先进的方法。水泥经过震动磨机磨細之后，活性可以大大增加。

許多次研究表明，采用湿磨后的矽酸鹽水泥拌制混凝土，其强度比未經湿磨的相同水泥所拌制的混凝土的强度为高。一晝夜后，前者为后者的三倍；七晝夜后，前者为后者之140%~160%，廿八晝夜后，前者为后者的130%~140%。

如果將湿磨水泥制成的混凝土制品进行蒸汽养护，則五小时后即可达到設計强度。

莫斯科第一鋼筋混凝土制品工厂和第五建筑配件工厂，由于在細磨水泥方面采用了震动法，混凝土制品的标号从400增加到600。这里所用的混凝土是由普通水泥和細磨水泥混合而成（1：1）。采用这种混合水泥制成的混凝土，经过蒸汽养

护后，其强度較之普通水泥制成的混凝土强度高30%~35%。制成品可以立刻运出去安装。

制造高强度快硬混凝土的又一个極有效的方法，是采用干硬性混凝土。

用有限水量調和的混凝土料称之为干硬性混凝土，它从搅拌机中傾出时，呈松散狀，用手握压之即散落。

混凝土的干硬性指标，通常取其以秒測定的和易性表示，可用以下方式確定。

將拌合料裝进具有一定容积的模型內，模型安装在标准震动台上。模型上有一个專門的沉桿，随着震动台的震动，混凝土料开始捣实，沉桿开始沉入混凝土料。沉桿沉至一定水平的時間，以秒来計算，即为混凝土料的和易性指标。

干硬性混凝土的和易性不应低于45秒。当然，混凝土料的干硬性愈大，則和易性指标也愈大。

很明显，和易性直接取决于混凝土料所渗水分的多少；水分愈多，則和易性愈小，反之則大。

常用的另一个混凝土料的干硬性指标，还有水分重量与水泥重量之比，即所謂水灰比或水灰因素，縮写为B/U。

拌合混凝土料时，用水愈多，則B/U愈高，混凝土的塑性当然也愈大。反之，用水愈少，B/U愈低，則混凝土料的干硬性愈大。

干硬性混凝土料的水灰比不应高于0.4，一般在0.3~0.35之間。

常常有些混凝土工人，不知道干硬性混凝土拌合料的优点，寧肯讓混凝土料的塑性大些，因为这样容易填充模型。

但是，无数次的研究証明，在消耗同样多的水泥的条件下，干硬性混凝土的强度比塑性混凝土的强度大得多，而前者

的硬化时期較后者大为縮短。

从圖 2 的圖表中看出，在消耗同样多的水泥的条件下，随着干硬性指标的増加，混凝土的强度增加得非常显著。

例如，在混凝土中所用水泥的活性为400，当水灰比为0.7时（这是一种塑性混凝土料），其强度为210 公斤/平方公分，当水灰比为0.35时，其强度可增至520 公斤/平方公分，

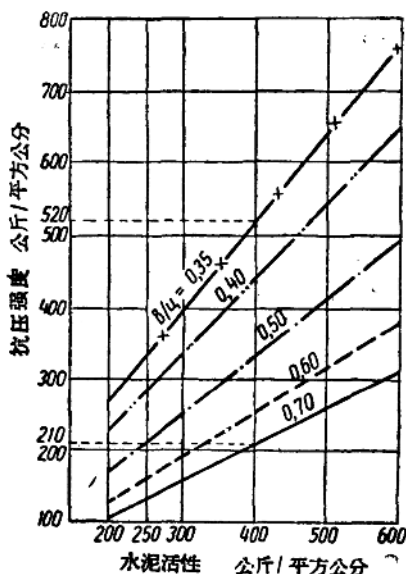


圖2.混凝土强度与水灰比之关系圖

即增加一倍半。这是在同样的硬化期內所达到的二种指标。

干硬性鋼筋混凝土配件的强度增長很快，这能使热处理的时间大大縮短，或者根本就不要热处理。

用干硬性混凝土制成的制品，經過必要的搗固之后，能很好保持制品的形狀，因此，可以馬上拆模，使模板的週轉率加快。在許多情况下，甚至可以完全不用模板，用模压代替即可，这在后面將要談到。

由于这些优点，采用干硬性混凝土制造鋼筋混凝土制品可以大大增加企業中每平方公尺生产面积的产量，从而提高企業的劳动生产率。

列宁格勒“勃里卡达”鋼筋混凝土制品工厂，自改用干硬

性混凝土以后，生产率增长了30%~35%。

应该指出，工艺过程中取消热处理以后，钢筋混凝土制品的成本降低了，企业管理工作简化了。

干硬性混凝土在国外应用很广。例如，在捷克斯洛伐克，混凝土的水灰比通常都是0.3~0.35。在许多其他国家里也有同样的情况。

但也产生了一个问题：既然干硬性混凝土具有这些肯定的优点，为什么采用干硬性混凝土的情况并不多呢？

这是因为干硬性混凝土与普通混凝土比较起来，难于拌制，也难于浇灌。

为了获得优质的干硬性混凝土，需要在搅拌机内将它拌得很仔细，这方面有一种所谓双向运动的混凝土搅拌机。大家都知道，普通的搅拌机中，或者是叶片旋转，或是鼓筒旋转。但在双向运动的搅拌机中，叶片和鼓筒同时旋转，但旋转方向相反。这样一来，混凝土拌合料的拌合自然更快，质量也得到保证。

干硬性混凝土未能普遍采用的第二个原因，就是缺乏一种具有高度震动频率的强力震动器。为了使干硬性混凝土拌合料很好地浇灌在模型内，必需有强力震动器，普通震动器很难达到这个目的。需要延长震动时间，或者在模制品上面加一些补充的荷重。

应该指出，包括“勃里卡达”工厂在内的某些企业，已经克服了上述困难。它们采用普通搅拌机拌制干硬性混凝土。需要注意的是仔细选择混凝土的配合比，搅拌时间稍许增加一些。

“勃里卡达”工厂所采用的干硬性混凝土水灰比是0.33~0.35，采用400标号水泥、15~20公厘的细碎石、粗岩砂和细河砂拌制而成。

每立方公尺200號的混凝土，平均消耗312~320公斤水泥、110公升水、0.6立方公尺砂和0.8立方公尺碎石。

水中所加的氯化鈣的重量為水泥重量的1.5%~2%。

混凝土料在普通C-221型攪拌機（容量為1200公升）內拌合。

拌合時間平均6分鐘，比較普通的攪拌時間——3分鐘，延長了一倍。

關於“勃里卡達”工廠用什麼方法使干硬性混凝土搗固良好，在下一章“制品的模造”中將要談到。

從本章所講到的內容中可以看出，在任何一个裝配式鋼筋混凝土結構工廠內，都有着增加制品強度、縮短生產時間的潛力。因為達到這一點，並不需要什麼貴重的設備。

在化錢不多的情況下，是能夠達到巨大的效果的。

第二章 制品的成型

制品的成型通常在工廠里或露天預制場上進行。

在任何一種情況下，都能有兩種基本的生產流程。

在工廠里，當模型中灌滿了混凝土之後，用起重機或傳送帶將它搬上震動台，然後再移入蒸汽養護室，待蒸汽養護後就拆模。

在露天預制場上，模型是保持不動的，制品的全部生產作業都在一個工作地點上完成。

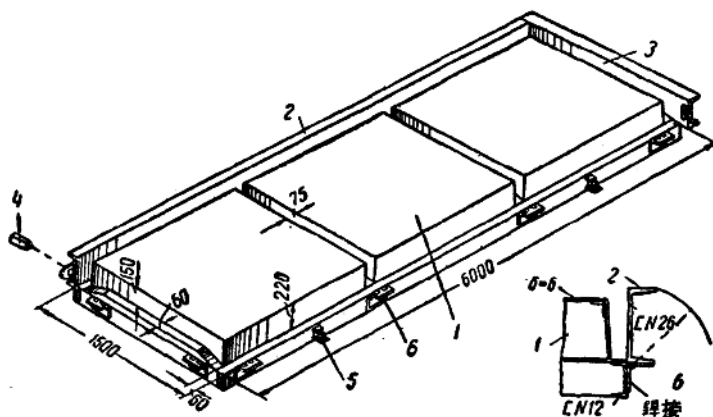


圖3. 制造肋式板的金屬模型

- 1—焊接成的模盤；2—縱向側板；3—橫向側板；
4—鋼銷子；5—模型的吊環；6—鉸鏈環

第一种方法通常叫做流水法或傳送帶法，一般在工厂中采用。第二种方法叫做台座法，这是露天預制場所特有的方法。但是，这样区分也不是绝对的。常常有些工厂采用着露天預制場的生产程序，而有些露天預制場却采用流水法。

制品的成型由两个工序組成：向模型澆灌混凝土；搗固混凝土。

目前，大多数工厂都采用金屬模型。

模型既要便于裝拆，又要牢固和剛硬，以保證制品尺寸的精确性。当然，模型的構造應該保證最少的金屬消耗量。

克里伏洛斯建筑公司作制造 6×1.5 公尺鋼筋混凝土肋式樓板所用的模型，可作为合理模型的范例。

这种模型(圖3)是由一个模盤和四塊鉸接式側板所組成。模盤又由6公厘鋼板鉚成的三个型箱組成，型箱借助角

鋼，鉚牢在12號槽鋼組成的櫃架上。

模型側板由26號槽鋼做成，它借助鉸鏈環把模盤連接起來。

為了使側板之間互相連接，在縱向槽鋼的兩端鉚上可用銷子卡住的帶孔的圈環，在橫向槽鋼的兩端，留下穿過圈環的孔眼。

底架上鉚有吊環，供起重機吊運模型時用。

模型內清刷干淨並塗上潤滑料後，即可將鋼筋構架放入其內。

然後將模型放在震動台上面，灌入混凝土料並震動之，最後用起重機將其吊往蒸汽室養護。有些時候，模型就裝置在車間地坪上或者裝置在蒸汽室底部，灌滿混凝土料後，肋梁部分用棒式震動器(Штыковой Вибратор)搗固，整個板用平板震動器(Площадочный Вибратор)搗固。

拆模時，將銷子敲出圈環，將側板打開，用起重機將澆注好的制品從模型中取出。

採用模型台生產程序製造鋼筋混凝土配件時，底板(模盤——譯者)一般就是地面。模型只不過是四塊安裝在地面上的側板。這種模型通常叫做無底模板(Бортоснастка)①。

為了使無底模板固定在模盤上，可制作一些附具，上面帶有孔眼或帶有插銷。但是當採用相當堅硬的無底模板時，可以不用專門的固定裝置，無底模板就可以活動地放在模盤上。

製造肋形板用的可移式模型是這種無底模板的一個例子。

這種模型由兩塊縱向金屬側板、兩塊木側板和三塊填充式模板組成(圖4)。

① 無底模板在有些工廠里(主要是傳遞帶生產作業的工廠里)亦有採用，它們不是裝在地坪上，而是裝在當作模盤用的平台上。

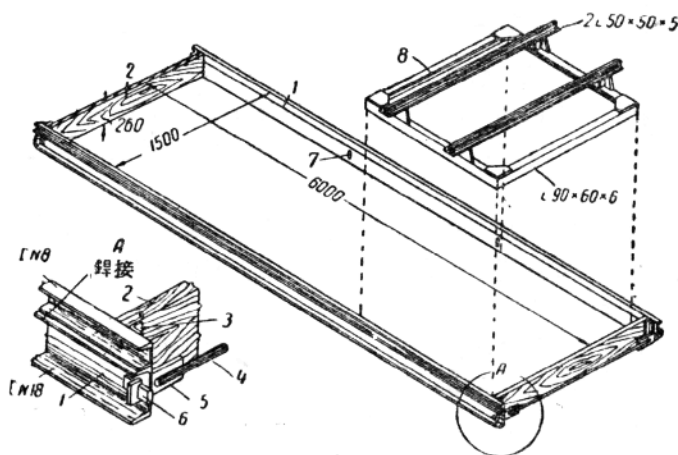


圖4.輕便式肋式板模型

- 1—縱向側板；2—橫向側板；3—支撐角鐵；4—拉桿（直徑22公厘）；5—孔板；6—銷子；7—安裝環用的孔道；
8—可拆式填充模板

縱向側板高260公厘，由兩塊槽鋼拼成，一塊是18號槽鋼，另一塊是8號槽鋼。

橫向側板兩端用金屬鍛材堵頭，用孔板和銷子與縱向側板連接起來。

填充式模板用來組成樓板的肋梁部分，它是用角鋼鉚成的架子，在裝置模板時，它擱在縱向側板上。

將無底模板（縱向側板和橫向側板）安置在預先清洗過和潤滑過的模型台上。將樓板底部鋼筋網和肋梁的平面構架放入模型，再將填充式模板放入模型里，然後澆灌混凝土。再用安放在每個填充式模板里的台式震動器進行震動。