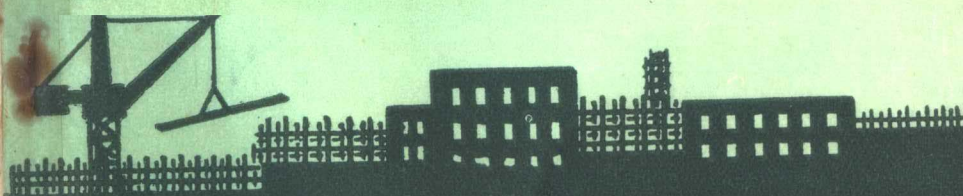


预制钢筋混凝土 大型屋面板 设计方法及计算原理

仪垂滨 编著



冶金工业出版社

預制鋼筋混凝土
大型屋面板
設計方法及計算原理

儀垂濱 編著

冶金工業出版社

本書主要介紹標準預制構件之一——預制
鋼筋混凝土大型屋面板設計原理及計算方法。
作者根據實際經驗介紹了一些計算實例，對土
建方面的設計人員有實際參考價值，本書亦可
供大專學校建築專業學生參考。

預制鋼筋混凝土大型屋面板 設計方法及計算原理

儀垂濱 編著

冶金工業出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可證出字第003号

北京市印刷一厂印刷 新华書店發行

1960年4月第一版

1960年4月北京第一次印刷

印數4,525冊

開本 $187 \times 1092 \cdot 1/32$ · 50,000字 · 印張2張 ·

統一書號 15062 · 2108 定價 0.28 元

目 录

前言	5
第一章 概述	6
§ 1. 計算原理	6
§ 2. 屋面板計算应考虑的荷重	6
§ 3. 荷重的組合	8
第二章 預制钢筋混凝土大型屋面板的計算方法及实例	10
§ 1. 1.5 米 × 6 米屋面板的計算	10
1-1 板的几何外形尺寸	10
1-2 計算原理	11
1-3 荷載	14
1-4 計算实例	14
§ 2. 3 米 × 6 米屋面板的計算	28
2-1 板的几何外形尺寸	28
2-2 計算原理	28
2-3 計算实例	30
§ 3. 異形板計算	37
3-1 概述	37
3-2 計算实例	38
3-3 少見的異形屋面板	44
§ 4. 开孔屋面板的計算原理	44
4-1 概述	44
4-2 开口屋面板計算实例	45
§ 5. 計算長度的确定	57

5-1 概述.....	57
5-2 計算長度的計算方法.....	57
第三章 屋面板選用的計算方法.....	60
§ 1. 選用的計算方法.....	60
§ 2. 等量均佈荷載的計算方法.....	62
2-1 一般說明.....	62
2-2 1.5 米 × 6 米屋面板板面等量均佈 荷載計算.....	64
2-3 3.0 米 × 6 米屋面板板的等量均佈 荷重的計算方法.....	66
第四章 選擇屋面板的几点注意事項.....	67
附录.....	68
屋面板标准圖种类.....	68
表 1. 3 米 × 6 米大型屋面板的承重能力和 技术經濟指标.....	68
表 2. 1.5 米 × 6 米大型屋面板的承重能力和 技术經濟指标.....	69
表 3. 1.5 米 × 6 米帶通風洞孔屋面板的承重 能力及技术經濟指标.....	69
表 4. 3 米 × 6 米大型屋面板几种承載能力.....	70
表 5. 1.5 米 × 6 米大型屋面板几种承載能力.....	70

前 言

目前在建筑工程中，采用很多种标准预制构件，屋面板就是其中之一。而到目前为止，有关预制钢筋混凝土大型屋面板的计算参考书籍还不多。编者根据自己参加设计黑色冶金系统预制钢筋混凝土大型屋面板标准图(H-10257、H-10258、H-10259)的一些经验和设计方法，编成本书，供从事这一工作的同志在研究和设计工作中参考，并作为在祖国大跃进中一个小小的献礼。

由于编者文化水平浅薄，工作经验不足，加之时间紧迫，本书在理论上、计算方法及问题的阐述上，定有很多缺点和错误。欢迎各位读者提出宝贵的批评意见和帮助，以便继续提高和修正。

编 者

1959年12月

第一章 概 述

§ 1. 計算原理

預制鋼筋混凝土大型屋面板和其他鋼筋混凝土構件一樣，它全是根據規範 ННТУ123-55 來進行計算的，屋面板應滿足(1)強度。(2)剛度。(3)裂縫開展等三方面的計算（具體計算方法在本書各節的計算例題中分別闡述）。

屋面板的內力分析，根據它的組成部份，分三個單元，在各個單元應力分析方法有所不同，因此予以分別計算。

屋面板的平板部份：單向連續板按塑性變形內力重分佈的應力分析方法計算；双向板則按通常用的彈性理論內力分析方法去分析，計算中可查表和应用公式。

屋面板的主肋和小肋，是一個單孔簡支梁，按材料力學的彈性理論的單孔簡支梁內力分析方法計算。

總之，屋面板的平板部份，小肋部份及大肋（主肋）部份（即三個單元）的應力分析方法和其它普通鋼筋混凝土構件一樣。研究本書的計算原理時，請參考附錄中所推薦的幾本書共同研究。

§ 2. 屋面板計算應考慮的荷重

屋面板一般用在保溫的廠房和輔助車間，也用在非保溫廠房，所以屋面板所承受的屋面荷重如下表：

荷 重 种 类 表

順序号	荷重名称	荷重标准值 均佈荷載 (公斤/米 ²) 集中荷載 (公斤)	超載系数	备 註
1	灰 尘	按初步設計 規定或根据实际 情况自行決定	1.4	
2	綠 豆 砂	10~15	1.1	
3	防 水 層	10	1.2	捷罗克
		30	1.1	二層油毡一層油紙
4	均 平 層	30	1.1	2厘米厚水泥砂漿找平
5	防 寒 層	35~65	1.2	泡沫混凝土4~8厘米厚
6	隔 气 層	10	1.1	刷瀝青一遍
7	風 載	30	1.3	高度由地面起0~10米內
		50	1.3	高度由10~20米內,20米以上 高度每种加1米,風載每种加1 公斤/米 ²
8	雪 載	25	1.4	由于地区的不同雪載分佈也不
		50	1.4	同一般可分如下三区
		75	1.4	
9	集中荷載(人)	100公斤	1.2	一个人帶着工具上去
10	全板的自重	145	1.1	3×6米的屋面板自重
		175	1.1	1.5×6米的屋面板自重

註:表中所列荷載仅供同志們計算参考,今將其中一部份說明如下:

1) 泡沫混凝土的厚度,一般在4~8厘米之內,对于寒冷区可能达12厘米具体厚度設計者可根据各地区寒冷情况,經热工計算决定。其比重在500~800公斤/米³,本表所列的荷重按最不利的情况(比重800公斤/米³)計算。如有可靠的試驗数据,可減少之。

2) 風載,只列出包头地区風載,其他地区情况使用者請按当地实际情况或可靠根据确定。

3) 雪載,大致分出三个区域,由于缺乏資料不能詳細列出各地实际雪載。請使用者參照建工部“荷載暫行规范”(規結-1-58)自行决定之。

4) 集中荷載,按规范是一个人100公斤(指苏联),但中國人一般个子小

身輕，作者建議可採用 80 公斤。一幢屋面考慮幾個，設計者根據實際需要情況來決定，在 §3 荷重組合中仅提供一点參考意見。

5) 灰塵荷重：僅在建築物（厂房）距產生灰塵的構造物（如高爐、煙囪等）800 米以內可考慮。

6) 捷羅克是近期採用的防水層新技術，由於捷羅克容易產生裂紋，在溫差變化大的地區尚希慎重採用。

7) 表中所列的數據（荷重，超載系數）如有不正確或不切合實際之處，作者歡迎讀者提出寶貴意見，加以修正。

§ 3. 荷重的組合

按各車間的屋面荷載種類的情況決定，靜載要全部考慮。雪載的考慮有些不同，選擇屋面板雪載分兩種情況：

（一）屋面板佈置在厂房的一般位置時，雪載除了乘 1.4 的超載系數外，還應乘以 1.4 的不均勻分配系數。考慮雪的不均勻分佈的堆積情況，但因目前尚不能確定某一範圍內有堆積產生不均勻分佈，某一範圍內不堆積不產生不均勻分佈的確切情況，所以一般均乘以 1.4 系數。（二）車間高低跨處的雪的堆積：按 $4q$ 或 $200H$ （ H 以 M 代入，具體 H 值的選擇，對於有天窗處， H 應為天窗台到下邊屋面的高度）見“建築法規”第二卷第二篇。當考慮第二種情況時，雪載按附加荷載的組合考慮，即乘以 0.9 的系數。

對於少雪和無雪地區，應當考慮人的集中荷重，一般在計算三個單元時，考慮一個集中荷重 $100 \times 1.2 = 120$ 公斤。如設計的車間有特殊情況時，設計者應根據實際情況確定。但不應少於 120 公斤。

風載在屋面坡度 $\alpha \leq 30^\circ$ 時或 $i \leq 1/12$ 可不考慮直接作用在屋面板上的風載荷，但屋面上有其他結構（如：管道支

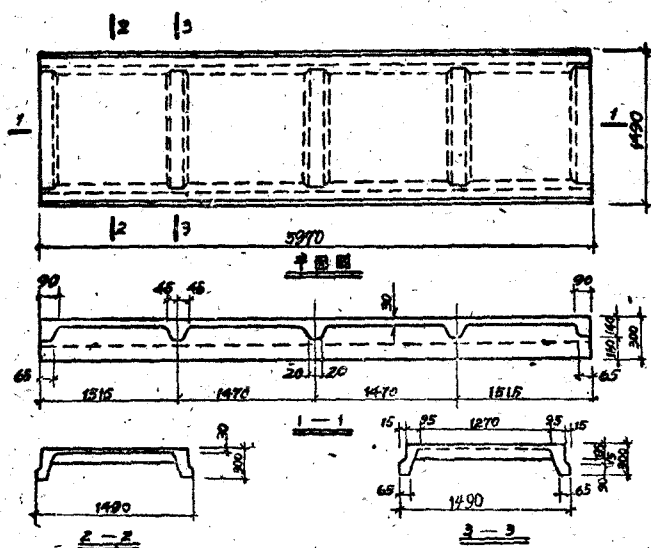
架，通風設備等）時，要考慮在屋面板上結構物受風力而產生的彎矩（參看：開孔屋面板的計算）。

對於固定在屋面板上的牽纜所產生作用在屋面板的荷重，也應按一種組合形式加以驗算。

第二章 預制鋼筋混凝土 大型屋面板的計算方法及實例

§ 1. 1.5 米 × 6 米屋面板的計算

1-1 板的幾何外形尺寸



圖中的幾何尺寸，只示出某些計算需要的主要尺寸，詳細的幾何尺寸見標準圖。幾何尺寸的確定，系根據全蘇國定標準大型屋面板經過設計者的多次計算選擇，最後得出的經濟尺寸，即保證板的強度，剛度及裂縫允許值以下的最小

尺寸。

1-2 計算原理

第一章中已簡單的敘述過計算屋面板原理。這裡再詳細談一下對於1.5米×6米預制鋼筋混凝土大型屋面板（以後簡稱屋面板）的計算原理及其根據。

屋面板分成三個組成部份進行計算，即有平板、小肋（次肋）及大肋（主肋）部份，各部份的計算分述如下：

平板部份：對於1.5米×6米屋面板的平板，根據板的尺寸應按双向板的彈性理論或塑性理論去分析板的內力。然後根據鋼筋混凝土規範 ННТУ123-55 去選擇板內的鋼筋截面積。本書是根據双向板的塑性理論計算的，對於彈性理論的計算不作詳述。設計者可根據書的附表進行設計。

小肋部份：按單孔梁計算，考慮方法有兩種：

第一種，根據以往的計算時次梁和邊主梁相接的支座，一般的認為次梁簡支於邊主梁上，因為邊主梁在受力時易產生的扭曲，對次梁的固定作用不大，故不考慮其固定作用。因此小肋固定在主肋上，因二主肋都是邊主肋，所以按單孔簡支梁分析其內力。

第二種，次肋彈性固定在主肋上，按部份固定的單梁計算，考慮的方法是把跨中的彎矩系數減小10~20%左右，使這部份的彎矩由彈性固定的支座承受，在配筋時稍加處理。使上部鋼筋能支持這10~20%的彎矩即可。北京黑色冶金設計總院設計的标准圖，是把端部焊接在數個橫向鋼筋上，這樣使上下受力鋼筋有了保證。為什麼這樣考慮呢？主要是屋面板安裝後，板與板之間有3~5厘米的縫隙，在縫中一般

是澆灌 200# 的細混凝土，這樣使板和板之間都通過混凝土聯接在一起，兩塊板相鄰的肋結合成一體。故可以按固定考慮之，但因這種二次肋通過混凝土來聯接，其可靠的程度不十分好。同時最外邊的一塊板的外邊主肋，仍屬於邊梁的性質，為了安全起見故按彈性固定考慮。例如受三角荷重的單孔梁，其孔中最大彎矩 $M_{\max} = \frac{1}{12} q l_p^2$ ，彎矩係數 $\frac{1}{12}$ 可減小到 $\frac{1}{14} \sim \frac{1}{16}$ ，集中力作用在跨中時，其孔中的最大彎矩係數為 $\frac{1}{4}$ ，可減小到 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{7}$ ，究竟採用的彎矩係數多大，可由設計者自行決定，作者提出的係數變動範圍，僅供參考。

對於小肋內力分析計算方法，採用那一種比較適合，作者不做詳細推薦。根據實際受力和構造情況，採用第二種方法是比較合理的。本書例題及設計過的标准圖都是用第二種考慮方法。

主肋部份：很明顯地看出，無論從安裝後受力上和構造上來看，主肋是在單孔簡支梁的受力情況下，故按單孔簡支梁分析其內力。

主肋和次肋的配筋，按極限理論，根據現行規範 НИТУ 123-55 進行計算所需的鋼筋。混凝土斷面按“T”形截面計算。

上面所談的是內力分析和強度的計算，關於板的剛度和裂縫開展的計算一律按鋼筋混凝土規範 НИТУ 123-55 第八、九兩章計算，本書例題中亦有具體的分析和計算。

此外，屋面板還要計算主肋受力鋼筋和主肋端部固定角鋼錨着力的計算，計算原理如下：

第一種，根據一個主肋中的下部受力鋼筋截面積算出它

$$N_a = \frac{Q \cdot C - \frac{C^2}{2} q_x - q_c \frac{C^2}{6}}{z} \quad (3)$$

式中：Q——切力，即为支座上反力，左边支座是向上（公斤）；

q_x ——所配的横向鋼筋实际每單位長度所能承受的剪力，公斤/厘米。

$$C = \frac{Q}{q_x} \text{ 最危險斜裂縫的水平長度（厘米）。} \quad (4)$$

1-3 荷 載

設計屋面板所考慮的荷載，根據地區及廠房的性質及周圍建築物性質的不同而不同。

對於寒冷的有雪地區，應當考慮雪載、防水層、均平層、保溫層（防寒層或隔熱層）、板的自重。對於濕度大的和特殊要求的廠房還有隔汽層，距灰塵較大的構造物近者還應考慮灰塵荷重，最後還有人重。對屋面板來說，雪載在25公斤/米²以下地區，要考慮1~2個人重，雪載等於或大於50公斤/米²時，可不考慮，因為雪大時人不上去，即或掃雪，也是從一頭掃，況且人上去不會停留很久。

對於溫暖無雪地區，應當有防水層、均平層、板自重、灰塵、荷重、人重（保溫層可有可無，較暖地區有，炎熱地區沒有，需要散熱的高溫車間沒有）。此外，炎熱地區還應考慮隔熱層。

1-4 計算实例

如某車間的屋面板設計；假定屋面標準雪載50公斤/米²，

保溫層厚度 8 厘米,防水層是二層油毡三層油紙,要求作 1.5 米×6.0 米的預制鋼筋混凝土大型屋面板,板的幾何尺寸見圖(一)。

屋面的構造和荷重情況如下:

綠石砂	10×1.1	= 11 公斤/米 ²
防水層	30×1.1	= 33 公斤/米 ²
均平層	30×1.1	= 33 公斤/米 ²
防寒層	60×1.2	= 72 公斤/米 ²
雪 載	50×1.4×1.4	= 100 公斤/米 ²
平 板	0.03×2500×1.1	= 82 公斤/米 ²

$$= 300 \text{ 公斤/米}^2$$

$$\text{小肋自重 } (0.09 + 0.04) \times 0.5 \times 0.11 \times 2500 \times 1.1 \\ = 20 \text{ 公斤/米}$$

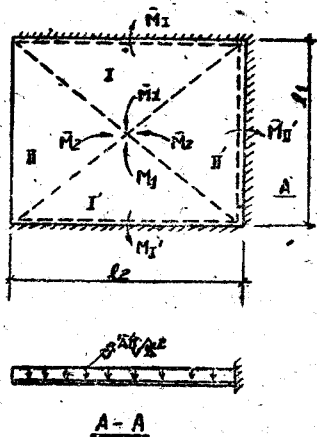
$$\text{大肋自重 } (175 \times 1.1 - 82 - 20 \times 5 \times \frac{1}{9}) \times 0.75 \\ = 80 \text{ 公斤/米}$$

說明: 平板厚度是 0.03 米, 全板 (包括平板, 大小肋) 自重 175 公斤/米² (標準值), 每塊板只 9 平方米的面积。

(一) 平板部份的計算

材料: 混凝土為 200*,

$R_a = 100 \text{ 公斤/厘米}^2$, 鋼筋用低
碳冷拔鋼絲 $m_a R_a = 0.65 \times$
 $4500 = 3000 \text{ 公斤/厘米}^2$ 。



計算簡單草圖

根据平板区格的划分两个方向計算跨度:

$$l_1 = 1490 - 2 \times (95 + 15) = 1270 \text{ 毫米},$$

$$l_2 = 1450 - 45 - 25 = 1380 \text{ 毫米},$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1270}{1380} = 0.93 \approx 1.0$$

因此計算时为簡單方便, 节省時間, 使誤差产生的極小, 故按正方形双向板計算之, 同时考虑塑性变形,

$$q = 300 \text{ 公斤/米}^2.$$

根据格复斯其夫教授的計算公式, 計算板每个方向上全部寬度上作用的弯矩,

$$\frac{(8+P)l_1^2}{12} (3l_2 - l_1) = 2\bar{M}_1 + 2\bar{M}_2 + \bar{M}_I + \bar{M}_I' + \bar{M}_{II} + \bar{M}_{II}' \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{M}_1 &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{a1} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_2 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \\ \bar{M}_2 &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{a2} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_1 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \\ \bar{M}_I &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{aI} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_2 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \\ \bar{M}_I' &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{aI'} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_2 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \\ \bar{M}_{II} &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{aII} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_1 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \\ \bar{M}_{II}' &= \eta \cdot m \cdot m_a \cdot R_a \cdot \bar{F}_{aII'} \cdot z = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot l_1 \cdot \eta \cdot c_i \cdot z \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$z = 0.9h_0; \quad \eta = 1.25 (l_h: l = 1.0);$$

c_i 是 F_{a2} 、 F_{aI} 、 $F_{aI'}$ 、 F_{aII} 、 $F_{aII'}$ 和 F_{a1} 的比值, 按鋼筋混凝土樓盖的計算一書第 85 頁規定:

$c_i = 1$. 即各方向每米長度內鋼筋截面一样, 便于焊鋼筋網。將公式(2)各值代入公式(1)合併, 并因 $\bar{M}_{II} = 0$ 得

$$\frac{q \cdot l_1^2}{12} (3l_2 - l_1) = m \cdot m_a \cdot R_a \cdot F_{a1} \cdot \eta \cdot z \cdot c_i (4l_2 + 3l_1) \text{ 代入各}$$