

Л. Е. 契姆金主編

塑性變形鋼筋 混凝土樓板的次樑 和板的計算規程

中央建築工程部設計院譯

商 務 印 書 館

Л. Е. 契姆金主編

塑性變形鋼筋混凝土樓板的
次樑和板的計算規程

江苏工业学院图书馆
藏书章

商 務 印 書 館

本小冊子譯自蘇聯重工業企業建設部 (С С С Р министерство строительства предприятий тяжелой индустрии) 及技術管理局 (Техническое управление-главстройпроект) 所編輯的, 在一九五〇年國立建築書籍出版社 (Стройиздат) 所出版的“塑性變形鋼筋混凝土樓板的次樑和板的計算規程” (Инструкция по расчету плит и второстепенных балок железобетонных перекрытий с учетом пластических деформаций) 一書。

書中詳盡地並舉例說明有梁式板及支持於四周的平板, 以及有等跨度次梁, 考慮由於塑性變形而產生之內力重分佈之設計計算。故此書可供設計此項結構物之設計者們參考。

塑性變形鋼筋混凝土樓板的 次樑和板的計算規程

中央建築工程部設計院譯

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

*(68905)

1954年5月初版 版面字數23,000

印數1—8,000 定價¥1,700

序 言

本指示為補充“鋼筋混凝土結構設計標準及技術規範”(Н и ТУ-3-49)而編製,同樣是爲了重工業企業建設部 1949 年 3 月 30 日的指示文件,“鋼筋混凝土結構中節省鋼筋的指示”,文中指示出,計算鋼筋混凝土樓面及屋頂之靜不定平板及次樑,應考慮由於塑性變形而產生之內力重分佈。當計算不允許發生裂縫的結構時,不考慮內力的重分佈(如蓄水池等)。

計算靜不定結構時,由於塑性變形而考慮內力重分佈,可以更爲正確的估計結構的負荷能力,這樣的計算,將更接近於結構在破壞階段中之實際工作情況,因爲構件斷面的選擇,是按破損階段採取的。此外,力矩的重分佈,可以更合理的應用鋼筋的工作能力,和更多的節省鋼筋用量。

例如:支持於四周之平板,如以考慮力矩重分佈來計算,比按彈性階段計算,可以節省鋼筋 20—25%;在樑式板及次樑中,力矩的均勻分佈減少支座位力矩以增加跨度中間力矩,除節省若干鋼筋外,並可改善支座位鋼筋的配置,使能在許多情況中,簡化構件的形狀。

用考慮力矩重分佈計算的特別重要的意義,是可以採取更完善的工業化的配筋方法(銲接鋼筋網,構架式鋼筋),因爲這

樣的配筋方法的效率，在按彈性階段計算結構物時，將大為降低。在本指示中包括有樑式板及支持於四周的平板的計算的指示，並附計算例題、表及表的說明，同樣也有等跨度次樑計算的指示。進行次樑之計算，除公式外，並附入各種活荷重與靜荷重的關係的力矩疊合圖形。

在所引的例題中，平板斷面的選擇，是依照補充設計標準及技術規範（И и ТУ-3-49）而編製的“鋼筋混凝土結構物構件斷面計算指示”（И-123-49）的表格計算之。

本指示是基於技術科學博士 А. А. Гвоздев 教授的按極限平衡狀態計算靜不定結構的理論而編製。

本規範由總編輯 М. Г. Костюковский 工程師主持下，由 Н. Л. Табенкин 工程師和 Б. Ф. Васильев 工程師編成。

本規範由技術管理局標準定額科參加編輯（工程師 Л. Е. Темкин）。

本規範由技術管理局及重工業企業建設部在 1950 年 5 月 26 日批准。

目 錄

一 總則.....	1
二 樑式板.....	1
三 支持於四周之平板.....	9
四 均佈荷重等跨度次樑.....	32

塑性變形鋼筋混凝土樓板的 次樑和板的計算規程

一 總則

1. 本規範適用於計算受均佈荷重的鋼筋混凝土樓面之靜不定平板及等跨度次樑。

2. 靜不定鋼筋混凝土結構物在到達破損前，由於塑性變形所引起的內力重分佈，應在計算結構物的強度時予以考慮，但在結構物中不允許過早發生裂縫，或能引起結構物的使用質量發生嚴重的惡化者除外（如蓄水池的圍壁及底板，預應力構件等）。

二 樑式板

3. 計算鋼筋混凝土樓面之樑式板，其板邊之比為 $\frac{l_2}{l_1} > 2$ 時，可以採用跨度彎矩及支座彎矩之關係條件，使二端支座彎矩之和之半加跨度中間彎矩，等於：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{8} \quad (1)$$

(1)

於此，每一個計算彎矩，不應小於值：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{24} \quad (2)$$

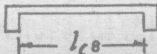
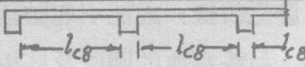
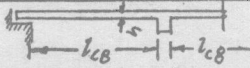
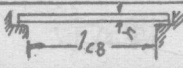

在(1)及(2)公式中，採用下列符號：

g —均佈靜荷重；

p —均佈活荷重；

l —平板計算跨度，視其支持之情形，照表 1 定之。

表 1 平板的計算跨度

	板之支架圖	板之計算跨度 l
1		$l = l_{cB}$
2		$l = l_{cB}$
3		$l = l_{cB} + \frac{h}{2}$
4		$l = l_{cB} + h$
5		$l = 1.05l_{cB}$

附註：盡端自由支座上之支座彎矩採取等於零值。

4. 不等跨度樑式板的計算，以下列方法計算。

1) 開始從較大的跨度計算；該跨度彎矩值採取：

1 若平板之較大跨度是邊跨——可在下列範圍內：

$$\frac{(g+p)l^2}{11} \geq M \geq \frac{(g+p)l^2}{14} \quad (3)$$

2 若平板之較大跨度是中間跨——可在下列範圍內：

$$\frac{(g+p)l^2}{16} \geq M \geq \frac{(g+p)l^2}{24} \quad (4)$$

2) 按照所取的計算跨度彎矩值由(1)式條件決定該較大跨度板之支座彎矩值，使兩端支座彎矩值之和之半，加跨度中間彎矩，等於：

$$\frac{(g+p)l^2}{8}$$

3) 根據在支座上實際配筋修正所得的支座彎矩值，作為在計算相隣跨度之計算彎矩時之已知值。

4) 求計算彎矩值(跨度彎矩及支座彎矩)可利用表 2。

5. 計算等跨度樑式板可以下列方法進行之。

1) 中間跨度的跨度彎矩值依下式計算：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{16} \quad (5)$$

2) 除距樓面邊第二個支點外的中間支座之支點彎矩，依下式計算：

$$M = -\frac{(g+p)l^2}{16} \quad (6)$$

3) 樓面邊跨的跨度彎矩值依下式計算：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{11} \quad (7)$$

4) 距樓面邊第二支座之支座彎矩依下式計算：

$$M = -\frac{(g+p)l^2}{14} \quad (8)$$

附註：根據第 4 及 5 條指示計算出之計算支座彎矩值，是指支座邊的平板斷面上的。

6. 當樑式板的四周與樑整體連結時，應根據設計標準及技術規範 (Н и ТУ-3-49) 第 68 條的指示，減少鋼筋斷面之計算面積。

表 2 計算樑式板最大跨度彎矩值

當已知支點彎矩為 M_1 及 M_2 時 $(M_{\text{最大值}} = \frac{(g+p)l^2}{\eta_x})$

左方	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	00
右方	14.2	13.0	12.5	11.9	11.5	11.2	11.0	10.7	10.4	10.1	10.0	10.0	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	8
	22.2	19.6	18.0	17.0	16.5	16.1	15.8	15.4	15.1	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	13.4	9.5
	22.7	20.0	18.2	17.1	16.6	16.2	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	13.7	13.5	9.6
	23.2	20.4	18.5	17.3	16.8	16.4	16.0	15.6	15.3	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	9.7
	23.8	21.0	19.0	17.7	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	9.8
	21.7	19.6	18.2	17.0	16.5	16.1	15.8	15.4	15.1	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	13.4	9.9
	22.6	20.1	18.6	17.3	16.8	16.4	16.0	15.6	15.3	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	10.0
	23.3	20.6	19.0	17.7	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	110.1
	24.0	21.2	19.5	18.1	17.6	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	110.3
	23.6	20.9	19.2	17.8	17.3	16.9	16.5	16.1	15.7	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	110.4
	23.8	21.1	19.4	18.0	17.5	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	110.7
	22.8	20.2	18.5	17.1	16.6	16.2	15.8	15.4	15.0	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	13.4	13.2	110.0
	23.4	20.7	19.0	17.6	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	13.7	111.0
	24.0	21.3	19.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	111.2
	23.4	20.8	19.1	17.7	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	111.5
	24.0	21.4	19.7	18.2	17.7	17.3	16.9	16.5	16.1	15.7	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	111.9
	23.8	21.1	19.4	18.0	17.5	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	111.9
	23.8	21.1	19.4	18.0	17.5	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	112.5
	24.0	21.3	19.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	113.0
	23.8	21.1	19.4	18.0	17.5	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	113.0
	24.0	21.3	19.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.4	16.0	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	114.2



例 1 計算圖 1 所示之鋼筋混凝土肋形樓面之平板。

已知：

靜荷重 $g = 280 \text{ kg/m}^2$ ；活荷重 $p = 600 \text{ kg/m}^2$ ；平板厚 $h = 8 \text{ cm}$ ；混凝土標號 110；鋼筋標號 CT.0c；安全係數 $K = 2$ 。

計算：

1) 求計算跨度(根據表 1)：

$$l = 2.0 - 0.2 = 1.8 \text{ m.}$$

2) 求計算力矩：

邊跨照公式(7)：

$$M = \frac{(600 + 280) \cdot 1.8^2}{11} = 259 \text{ kgm;}$$

由樓面邊起第二支

座照公式(8)：

$$M = - \frac{(600 + 280) \cdot 1.8^2}{14} = -204 \text{ kgm;}$$

中間跨照公式(5)：

$$M = \frac{(600 + 280) \cdot 1.8^2}{16} = 178 \text{ kgm;}$$

中間支座照公式(6)：

$$M = -178 \text{ kgm;}$$

3) 求一公尺寬樓板中之鋼筋斷面面積，根據指示 (II-123-49)：

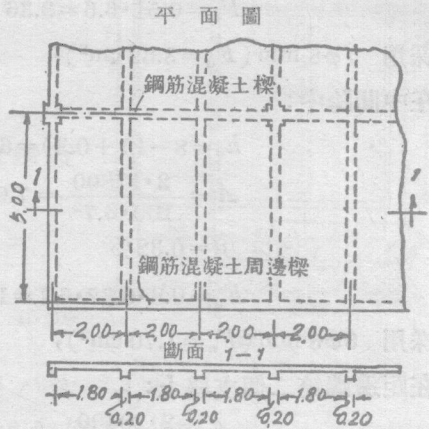


圖 1

在邊跨中 $h_0 = 8 - (1 + 0.4) = 6.6 \text{ cm}$;

根據表 14 (II-123-49)

$$\text{當 } A = \frac{KM}{bh_0^2} = \frac{2 \cdot 25900}{100 \cdot 6.6^2} = 11.9;$$

$$\mu = 0.51\%$$

$$F_a = 0.51 \cdot 6.6 = 3.36 \text{ cm}^2$$

採用 $7\phi 8 \text{ mm}$ ($F_a = 3.52 \text{ cm}^2$);

在中間跨中:

$$h_0 = 8 - (1 + 0.3) = 6.7 \text{ cm};$$

$$A = \frac{2 \cdot 17800}{100 \cdot 6.7^2} = 7.9;$$

$$\mu = 0.32\%$$

$$F_a = 0.8 \cdot 0.32 \cdot 6.7 = 1.71 \text{ cm}^2;$$

採用 $6\phi 6 \text{ mm}$ ($F_a = 1.70 \text{ cm}^2$);

在距邊端第二個支座上:

$$A = \frac{2 \cdot 20400}{100 \cdot 6.6^2} = 9.35;$$

$$\mu = 0.39\%$$

$$F_a = 0.39 \cdot 6.6 = 2.58 \text{ cm}^2;$$

由邊跨和中間跨各彎起跨度鋼筋一半得

$$0.5 \cdot 3.52 + 0.5 \cdot 1.7 = 2.61 \text{ cm}^2 > 2.58 \text{ cm}^2;$$

在中間支座上

$$F_a = 1.71 \text{ cm}^2 (6\phi 6 \text{ mm}).$$

在計算中間跨之鋼筋時所用係數 0.8 是根據設計標準及技術規範 (Н и ТУ-3-49) 第 68 條之指示。

在邊跨中及距邊端第二支座中之鋼筋計算斷面面積不能減小，

因跨度比 $\frac{l_2}{l_1} = \frac{5}{2} > 2$ 。

例 2 計算圖 2 所示的鋼筋混凝土肋形樓面之平板，已知：

靜荷重 $g = 340 \text{ kg/m}^2$ ；活荷重

$p = 900 \text{ kg/m}^2$ ；平板厚 $h = 9 \text{ cm}$ ；混

凝土標號 110；鋼筋標號 Ст.0с；

安全係數 $K = 2.0$ 。

計算：

1) 確定平板之計算跨度

(根據表 1)：

邊跨：

$$l = 1.8 - 0.1 + \frac{0.09}{2} = 1.75 \text{ m}；$$

中間跨

$$l = 2.4 - 0.2 = 2.2 \text{ m}。$$

2) 計算中間跨度的計算彎矩，根據上述條件(4)之範圍

內採取彎矩等於：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{20} = \frac{(340+900)2.2^2}{20} = 300 \text{ kgm}。$$

在此情況下，根據表 2 求出係數 $\eta_{左} = \eta_{右} = 13.3$ ，並計

$$\text{算出 } M_{右} = M_{左} = -\frac{(g+p)l^2}{13.3} = -\frac{1240 \cdot 2.2^2}{13.3} = -450 \text{ kgm}。$$

3) 計算每 1 公尺寬平板中之鋼筋斷面面積 (根據指示

И-123-49)

在中間跨中： $h_0 = 9 - (1.0 + 0.3) = 7.7 \text{ cm}$ ；

根據表 14(И-123-49)

平面圖

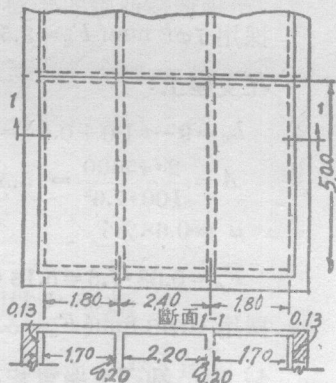


圖 2

$$\text{當 } A = \frac{KM}{bh_0^2} = \frac{2 \times 30000}{100 \cdot 7.7^2} = 10.1;$$

$$\mu = 0.42\%;$$

$$F_a = 0.42 \cdot 7.7 = 3.23 \text{ cm}^2;$$

採用 $7\phi 8 \text{ mm}$ ($F_a = 3.51 \text{ cm}^2$);

在支座上:

$$h_0 = 9 - (1.0 + 0.4) = 7.6 \text{ cm};$$

$$A = \frac{2 \cdot 45000}{100 \cdot 7.6^2} = 15.56;$$

$$\mu = 0.68\%;$$

$$F_a = 0.68 \cdot 7.6 = 5.16 \text{ cm}^2.$$

採用 $10\phi 8 \text{ mm}$ ($F_a = 5.03 \text{ cm}^2$).

4) 由已知之支座彎矩求邊跨中之計算彎矩, 要使二端支座彎矩之和之半加跨度中間彎矩之和, 符合於公式(1)之條件。

在一公尺寬平板中, 所採用鋼筋的斷面面積 ($F_a = 5.03 \text{ cm}^2$) 時, 支座斷面所能承受的彎矩值等於:

$$\eta = \frac{5.03}{7.6} = 0.66\%.$$

$$r = 0.92;$$

$$KM = 5.03 \cdot 0.92 \cdot 7.6 \cdot 2500 = 876 \text{ kgm}.$$

由公式 $\frac{K(g+p)l^2}{\eta_{右}} = KM$.

$$\text{計算 } \eta_{右} = \frac{2 \cdot 1240 \cdot 1.75^2}{876} = 8.7.$$

根據表 2 當在一個支座上的支座彎矩等於:

$$M_{右} = \frac{-(g+p)l^2}{8.7} \text{ 時}$$

而在第二個支座上等於零時 ($\eta_{左} = \infty$), 在邊跨中之最大彎矩

等於：

$$M = \frac{(g+p)l^2}{13.3} = \frac{1240 \cdot 1.75^2}{13.3} = 285 \text{ kgm.}$$

5) 計算邊跨中，一公尺寬平板中之鋼筋斷面面積：

$$A = \frac{2 \cdot 28500}{100 \cdot 7.6^2} = 9.9;$$

$$\mu = 0.48 \%$$

$$F_a = 0.42 \cdot 7.6 = 3.20 \text{ cm}^2.$$

採用 $7\phi 8 \text{ mm}$ ($F_a = 3.51 \text{ cm}^2$)。

三 支持於四周之平板

7. 四周受支持的矩形平板，當長邊與短邊之比 $\frac{l_2}{l_1} \leq 2$ 時，其計算原理是基於在極限狀態時，在板中產生線塑性鉸鏈，如圖 3 所示。

8. 四周受支持的矩形平板的計算，如下列方法進行：

1) 計算最好從中間跨開始；

2) 在平板的每一格中，跨度彎矩與支

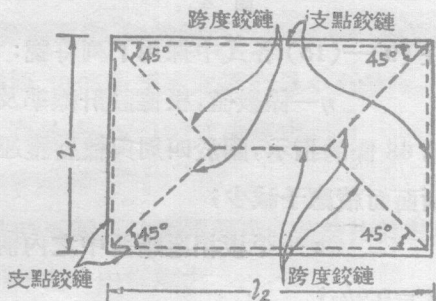


圖 3

座彎矩之總和(圖 4)應適合下列(9)式之條件：

$$\frac{K(g+p)l_1^2}{12} (3l_2 - l_1) = 2\bar{M}_1 + 2\bar{M}_2 + \bar{M}_I + \bar{M}_I' + \bar{M}_{II} + \bar{M}_{II}' \quad (9)$$

式中： g 及 p — 與公式(1)及(2)中的符號相同；

l_1 及 l_2 — 平板的計算跨度，其值根據板的支持情況照表 1 定之；

K — 安全係數。

3) (9) 式中跨度彎矩及支座彎矩值 $\bar{M}_1, \bar{M}_2, \bar{M}_I, \bar{M}_I', \bar{M}_{II}$

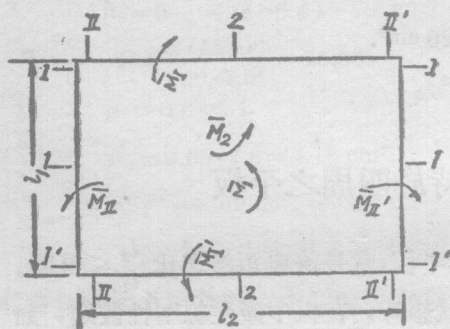


圖 4

及 \bar{M}_{II}' (圖 4) 依 (10) —

(15) 各公式求之：

$$\bar{M}_1 = \eta z \sigma_m \bar{F}_{a1} \quad (10)$$

$$\bar{M}_2 = \eta z \sigma_m \bar{F}_{a2} \quad (11)$$

$$\bar{M}_I = \eta z \sigma_m \bar{F}_{aI} \quad (12)$$

$$\bar{M}_I' = \eta z \sigma_m \bar{F}_{aI}' \quad (13)$$

$$\bar{M}_{II} = \eta z \sigma_m \bar{F}_{aII} \quad (14)$$

$$\bar{M}_{II}' = \eta z \sigma_m \bar{F}_{aII}' \quad (15)$$

在 (9) — (15) 各式中採用下列符號：

η — 係數值，根據設計標準及技術規範 (H И ТУ-3-49) 第 68 條的指示，關於四周與樑整體連結的板，其中鋼筋的計算斷面面積應予減少；

z — 平板相應斷面中之內偶力臂長 (單位 cm) 等於 $z = 0.9h_0$ ；

\bar{F}_{a1} — 在斷面 1—1 跨度中間，順板跨 l_2 所有寬度上的受拉鋼筋之斷面面積 (單位 cm^2)；

\bar{F}_{a2} 在斷面 2—2 跨度中間，順板跨 l_1 所有寬度上的受

拉鋼筋之斷面面積 (cm^2);

\overline{F}_{aI} 在斷面 I—I 支座上, 順板跨 l_2 所有寬度上的受拉鋼筋斷面面積 (cm^2);

\overline{F}_{aI}' 在斷面 I'—I' 支座上, 順板跨 l_2 所有寬度上的受拉鋼筋斷面面積 (cm^2);

\overline{F}_{aII} 在斷面 II—II 支座上, 順板跨 l_1 所有寬度上的受拉鋼筋斷面面積 (cm^2);

\overline{F}_{aII}' 在斷面 II'—II' 支座上, 順板跨 l_1 所有寬度上的受拉鋼筋斷面面積 (cm^2)。

附註: 1. 當平板中有自由支座時, 對於自由支座 (不固定的) 上的支座彎矩 ($\overline{M}_I, \overline{M}_I', \overline{M}_{II}$ 及 \overline{M}_{II}') 值等於零。

2. 支座負彎矩值, 在公式 (9) 中, 或公式 (12)—(15) 中, 和計算例題中, 採用其絕對值, 不考慮彎矩的符號。

9. 在平板的每一計算斷面中, 總的鋼筋百分率不少於設計標準及規範 Н И ТУ-3-49 第 30 條所規定之鋼筋最小百分率, 也不大於單筋配筋時的最大百分率, 按 (16) 式決定之。

$$\mu \% \leq 50 \frac{R_u}{\sigma_m}, \quad (16)$$

式中: R_u —混凝土彎曲時受壓區域極限強度, 其值按設計標準及技術規範 Н И ТУ-3-49 表 1 中採取之。

σ_m —鋼筋之計算屈服點強度, 依 Н И ТУ-3-49 第 13 條採用之。

10. 鋼筋斷面總面積 \overline{F}_{a1} 及 \overline{F}_{a2} , 是指平板跨度中, 配置