

九州大学 正員 橋本 武
 " 学正員 〇井 福 周 介
 長崎大学 正員 高橋 和 雄

1. 緒言

フラットスラブ構造は連続板構造に比し、柱座層固定のうえに種々の問題を有している。特にフラットスラブ構造のスラブ上に大きな集中力が作用する場合や、柱上部に大きな軸力が伝達する場合に於て、本構造の曲げの問題は其の柱座層固定の上から十分な検討が必要であるといふ事が多い。著者らも、先づ一本柱フラットスラブ構造の柱座層について一応の理論解を誘導し発表したが、本報告は其の続報として、この理論解に於ける種々の計算例を通して一本柱フラットスラブ構造の柱座層固定特性を明らかにせんしつものであり、また、本構造の柱座層に関する実験を行つて、理論解の妥当性を吟味せんしつものである。

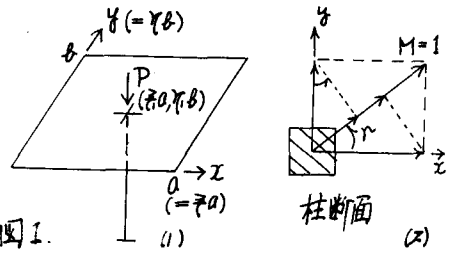


図1.

2. 理論解

前論文の明らかなように、図1.に示す如き一本柱フラットスラブ構造の柱座層荷重を求めたときの固有値方程式は次式で与えられる。

$$b_{11} \frac{P}{EI} = \{ kl \sin kl - (kl)^2 \cos kl \} / \{ z(1 - \cos kl) - kl \sin kl \} \quad (\text{柱下端が固定の場合}) \quad \dots (1)$$

$$b_{11} \frac{P}{EI} = (kl)^2 \sin kl / \{ \sin kl - kl \cos kl \} \quad (\text{ " ヒンジの場合}) \quad \dots (2)$$

ここで、 $k^2 = P_0/EI$ 、 EI ；柱の曲げ剛性、 P_0 ；座層荷重。

$$b_{11} = -1/b_{11} \dots (3) \quad b_{11} = \begin{bmatrix} \cos r & \sin r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (\theta_{11}^x)_z & (\theta_{11}^y)_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos r \\ \sin r \end{bmatrix} \dots (4)$$

$$b_{11} ; \text{スラブの固定数} \quad (\theta_{11}^x)_z = \frac{M_0}{L^2} \left\{ \frac{L^2}{L^2} L^2 - [0_{11}^x \quad 0_{11}^y] A_z^x \cdot L_z \right\} \dots (5) \quad (\theta_{11}^x)_z = -S_{11}^x \cdot M_0^x \dots (6)$$

$$(\theta_{11}^y)_z = \frac{M_0}{L^2} \left\{ \frac{L^2}{L^2} L^2 - [0_{11}^x \quad 0_{11}^y] A_z^y \cdot L_z \right\} \dots (7) \quad (\theta_{11}^y)_z = -S_{11}^y \cdot M_0^y \dots (8)$$

3. 座層特性

フラットスラブ構造は、スラブ周辺の境界条件、柱位置、柱スラブの剛性比、柱下端の支持条件などにより極めて多様な構造形式になるが、それら不同について座層特性を検討するには多大の労力と要する。そこで、ここでは一応スラブ周辺の単純支持されることフラットスラブ構造を対象に限定しつもの吟味するに可い。なお、吟味の方法には色々考えられるが、ここでは座層を考へる際に重要なる要素として常に取り上げられる柱長比(=λ)と座層応力(=σ_{cr})との関係に焦点を当てることにする。

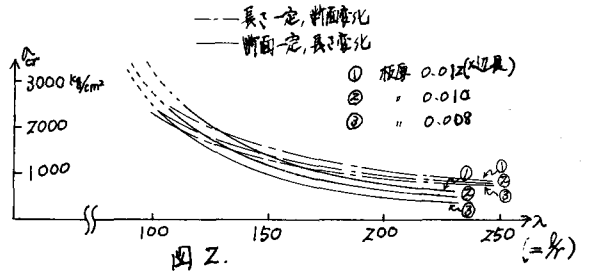


図2.

この結果から、λとσ_{cr}との関係は、λが増加するとσ_{cr}は減少し、λが一定でσ_{cr}が増加するとσ_{cr}は減少する。また、λが一定でσ_{cr}が増加するとσ_{cr}は減少する。また、λが一定でσ_{cr}が増加するとσ_{cr}は減少する。

① 柱断面が柱長に及ぼす変化の影響 —— スラブの辺長比μとEIとL(正方形板)、下端がヒンジである柱がスラブ中央裏に結合することフラットスラブ構造に於いて、柱の長さμは柱断面を種々変化せしむる。図2.に示すこと、σ_{cr}→λの曲線を行う。すなわち、柱長比λ=1/100 * a、柱断面の辺長u=μa (a:スラブの辺長)とすれば、λ=1/24.7とすれば、これを基準としてλを変化せしむれば、柱長比を一定とし、柱断面の辺長を増減せしむる方法と、柱断面の辺長を一定とし、柱長比を増減せしむる方法との二通りがある。本座層形式では柱長比μは柱断面の变化に単に柱長比の变化に過ぎず、スラブの固定数は影響があるから、同じ柱長比に於いて異なる座層応力が与えられることになる。

$\lambda \geq 124.7$ の場合、同じ相長比に対して、柱断面を变化させた場合の方が、柱長を変化させた場合よりも大きい値になり、 $\lambda \leq 108$ の場合、 $\lambda \geq 124.7$ の場合と反対になり、柱長を変化させた場合の方が、同じ相長比に比べて同じ層厚応力の値が大きい。換言すれば、相長比の増大にともなう層厚応力の減少の程度は、柱長を変化させた場合の方が大きいといえる。

のスラブ板厚变化の影響。—— 柱下端をヒンジ、 $\mu = 1.0$ 、 $u = \frac{1}{10}a$ とし、スラブの板厚を $h = 0.008a$ 、 $0.01a$ 、 $0.012a$ と変化させた時の σ_{cr} - λ 曲線は図3のようになる。当然ながら、板厚が大きい場合はスラブは固定端が大きくなり、従って層厚応力も大きくなるが、その変化状態は柱長を変化させた場合と、柱断面を变化させた場合とで異なる。すなわち、柱長を変化させた場合は λ のいかなる位置でも、板厚の違いによる σ_{cr} の差異はほぼ変化しないが、柱断面を变化させた場合は、 $\lambda = 110 \sim 160$ の板厚の違いによる σ_{cr} の差異が最大で、その前後で λ の傾向にある。

の柱の位置变化の影響。—— 表1、スラブ位置をスラブ中央線上に於て変化させた場合、柱の位置に対する σ_{cr} の値となる。柱の位置はスラブは固定端に大きく影響するが、その影響割合に比べて、層厚応力の変化は極めて小さいといえる。

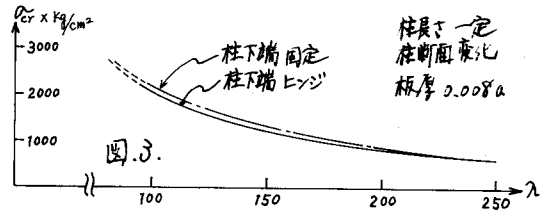
表1. 長一定、断面変化する

h/a	層厚応力 (kg/cm^2)			15°固定端 (値)		
	(6.75)	(7.5)	(8.25)	(6.75)	(7.5)	(8.25)
102.9	2292	2228	2222	-1.10	-0.91	-0.89
112.4	2028	1961	1956	-1.60	-1.28	-1.26
124.7	1789	1722	1717	-2.22	-1.88	-1.85
138.6	1526	1505	1501	-2.52	-2.22	-2.21
152.9	1248	1229	1225	-3.62	-3.52	-3.51
172.2	1122	1089	1087	-9.54	-7.76	-7.69
207.8	885	867	866	-17.68	-14.26	-14.24

表2. 長一定、断面一定

h/a	層厚応力 (kg/cm^2)			15°固定端 (値)		
	(6.75)	(7.5)	(8.25)	(6.75)	(7.5)	(8.25)
108.1	2076	2040	2035	-1.04	-0.94	-0.92
124.7	1605	1559	1555	-1.20	-0.96	-0.94
141.3	1272	1222	1220	-1.36	-1.01	-1.01
158.0	1036	1002	1000	-1.52	-1.22	-1.20
174.6	862	822	821	-1.68	-1.25	-1.22
191.2	729	704	702	-1.82	-1.48	-1.45
207.8	626	604	602	-1.99	-1.60	-1.57

の柱下端の支持条件の影響。—— 柱下端の支持は固定とヒンジの両方があるが、この両者の相違による σ_{cr} - λ 曲線の相違は本例ではほとんどないといえる。(図3)



4. 理論値と実験値の比較

フラットスラブ構造の柱座層の理論解の誘導にあたっては、柱とスラブの結合部に於ける応力の伝達を柱断面中央に集中した垂直反力と反力モーメントで代表させるべき手法を用いた。しかし、柱断面が大きくなれば、その剛域が層厚応力の算定に大きく影響する事が予想される。そこで、柱剛域の影響を無視して本理論解が実験値とどの程度の差異をもつのかを検討せねばならぬ。この目的から本模型実験を企図した。実験模型は、スラブが $380\text{mm} \times 380\text{mm}$ のジュラルミウム板で、柱が $7\text{mm} \times 10\text{mm}$ の矩形断面鋼棒で製作した。柱の位置はスラブ中央とし、柱下端はハイエッジに於てヒンジとした。3種類のスラブ板厚 1.0 、 1.2 、 1.65 と、2種類の柱長 200mm 、 350mm の構成を、この種々の構造形式の模型を製作し、その層厚応力に関する実験値と理論値とを比較対照すれば表3の通りで、両者の差異は高々2%程度で済ませられた。これは、 u 等について、例を挙げれば、図4の通りで、非常に良く合致するといえる。結局、着者の提案するフラットスラブ構造の柱座層の算定法が妥当性が実証されたといえる。

表3.

柱長 (cm)	30.0			35.0		
	板厚 (mm)	1.0	1.2	1.65	1.0	1.2
理論値 (kg)	673.5	684.3	722.9	481.7	505.8	538.3
実験値 (kg)	675.0	687.5	722.0	527.0	522.5	561.5
理論値 (%)	675.0	708.0	755.5	495.0	525.0	527.0
理論値 (%)	681.0	695.5	736.8	507.0	514.2	527.6
誤差 (%)	1.1	1.6	1.9	1.5	1.7	1.2

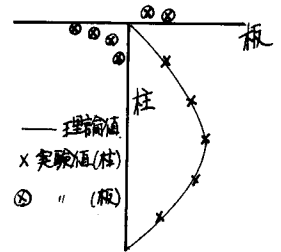


図4. 層厚時の u の分布

すなわち、本研究の数値計算と実験とが、 T 氏、平輪生、細野高泰君、 u 氏、技官古原一善氏の協力を得た。記して謝意を表す。また、文部省科学研究費の補助を受けたことを併記する。

参考文献

- 1) 橋本-高橋-丹橋 ; 中間柱を有する平板柱座層に関する研究 (第1回回工学会講演会概要集)