

足場の壁つなぎについて

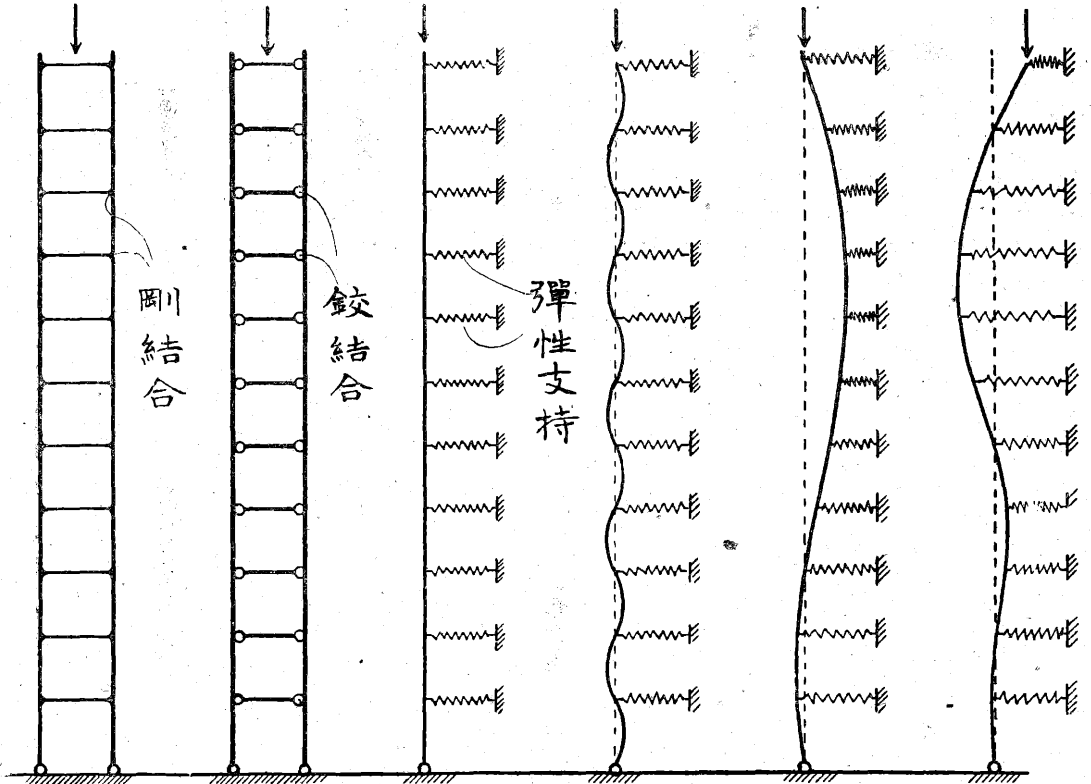
§ 1. まえがき

本足場を側面から見ると単スパン高層のラーメン状をなしている。しかしその結合部は剛(第1図)というよりは不完全ながらも、むしろ鉸(第2図)に近い。このような水平方向に甚だ不安定な構造物が倒壊もせずに安定でおられるのは、全く壁つなぎや控柱のおかげなのである。

しかるに壁つなぎはこのように水平方向の安定を増大せしめるばかりでなく垂直荷重に対しても建地の抵抗力を増大せしめる効果がある。何故ならば建地のような長材は挫屈現象を起して破壊するものであるが、挫屈はなかなかデリケートな現象で、長柱の保持の状態如何が著

しく挫屈荷重に響くのである。即ち長柱の保持状態が水平移動や回転に対して、拘束が強いものであればある程挫屈が起り難くなり、挫屈荷重が増大するのである。これは足場の建地についてもいえる事で、壁つなぎを密に入れ、ば入れる程建地の移動や回転に対する拘束を強くすることになり、それが建地の挫屈荷重を増大せしめることになるのである。

ではどの程度の密度に壁つなぎを入れ、ばどの程度の荷重に抵抗するかという数量的なことが問題になつてくるのであるが、この点について未だはつさりしたデータがないのが現状である。本研究はこの点を半実験的に求めたものである。



第1図 第2図 第3図 第4図 第5図 第6図

§ 2. 挫屈荷重式の誘導

いま軸圧力を受けた建地を一本とり出してみると、これは布その他により水平方向の移動を幾分拘束された、いわば水平方向に弾性的に支持された長柱と考えられる

(第3図)。一般にこのように中間で弾性的拘束を受けた長柱の挫屈問題は仲々複雑である。特にその拘束の程度が問題でこれが長柱自身の剛度に比して相当大きいときは拘束点の水平移動のない、いわば節点の移動なき連続

柱の挫屈（第4図）になるのであるが、その拘束程度が長柱の剛度に比して余り大きくないときは、多少の移動を伴う挫屈（第5及び第6図）となる。このような複雑なものを理論的に解決するのは甚だ困難なので、模型実験のたすけをかりて、半実験的に求めることにした。

第7図に示すような数層に跨る建地が挫屈したときの弾性曲線は、単一式で表現することはできない。各層毎に夫々異つた式であらさなければならぬ。今その中の任意の層（下から i 番目の層）について考える。一般にこの弾性曲線は、次に示す（1）及び（2）によつて表はすことができる。

$$y = A_i \cos(\omega x) + B_i \sin(\omega x) + C_i x + D_i \dots (1)$$

式中の A_i B_i C_i 及び D_i は各層毎に異なる常数で曲線の連続性、円滑性（非屈曲性）及び境界条件から求まるものである。但し $l > x \geq 0$ l は単層の柱長。

$$\omega^2 = \frac{P}{EJ} \dots (2)$$

式中の P は挫屈荷重、 E は長柱の弾性率及び J は断面二次モーメント。

今（1）の曲線が $l > x \geq 0$ の範囲ばかりでなく、上下両方向に無限に続くものとすれば、そこに無数の変曲点（曲モーメントの零点）があることになる（第8図）。その各々を $x = a_n$ ($n = -\infty, \dots, -1, 0, 1, \dots, +\infty$) とすれば、 $y'' = 0$ の条件より

$$\begin{aligned} \tan(\omega a_0) &= \tan(\omega a_1) = \dots = \tan(\omega a_n) \\ &= \tan(\omega a_{n+1}) = \dots = -\frac{A_i}{B_i} \end{aligned}$$

を得る。したがつて相隣れる変曲点 a_n 及び a_{n+1} の距離を L とすれば

$$\begin{aligned} \omega a_{n+1} - \omega a_n &= \pi \text{ より} \\ \omega L &= \pi \text{ or } \omega = \frac{\pi}{L} \dots (3) \end{aligned}$$

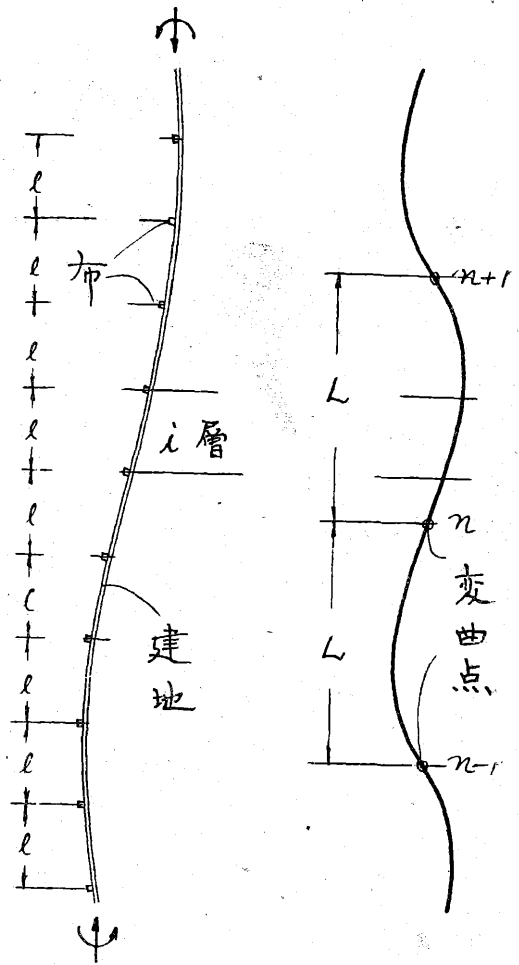
を得る。（3）を（2）に代入すれば

$$\frac{P}{EJ} = \frac{\pi^2}{L^2} \dots (4)$$

となる。（4）式より EJ 及び L を求めれば P が求まるし、又逆に EJ 及び P を求めれば L が求まる。

さて実物の足場と材料、部材断面及び足場寸法のプロポーションの等しい模型足場を作り、その挫屈荷重 P' を測定する。一方別の方法であらかじめ EJ' を測定しておけば（4）式より L' が求まる。今模型と実物が同様なメカニクスで挫屈すると考え、変曲点の距離と単層の柱長の比が両者について等しいと仮定すれば

$$\frac{L}{l} = m = \frac{L'}{l'} \dots (5)$$



第7図

第8図

となる。前記模型試験から m を求め、それがそのまま、実物に適用できると考え、それより実物の L を求め、これを（4）に代入すれば、実物の足場の挫屈荷重として

$$P = \frac{\pi^2}{(ml)^2} EJ \dots (6)$$

（6）式を得る。

§ 3. 模型試験

模型足場材料

材種 = 杉

断面 = 5mm × 5mm

$EJ = 300 \sim 800 \text{ kg. cm}^2$

模型足場寸法

建地の縦間隔 = 10cm

” 横 ” = 9cm

布の上下間隔 = 8cm

腕木間隔 = 10cm

緊縛材及び緊縛方法

φ 0.7mm 亜鉛メッキ線を用いて捻半襷結び。

壁つなぎの密度

上下方向 3, 5 及び 7 層毎

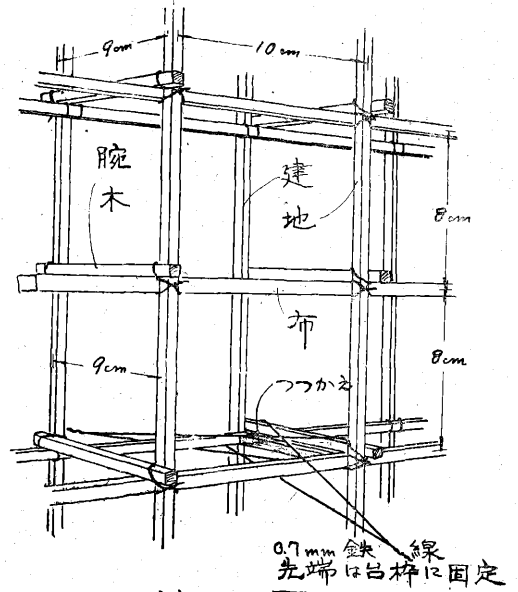
スパン方向 3, 5 及び 4 スパン毎

壁つなぎの方法

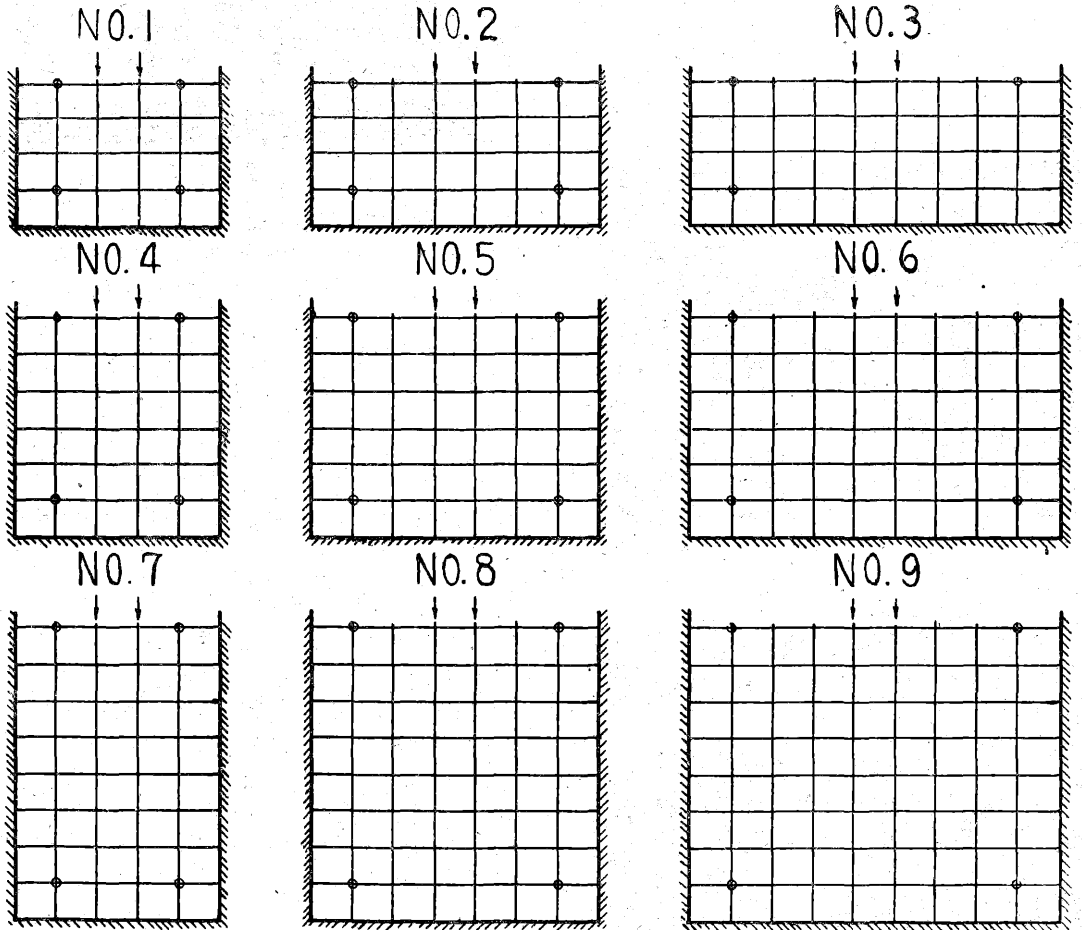
第9図に示す。

模型足場の大きさ(第10図)。

足場全体の大きさを実験に必要な最少寸法に選んだのは、18層、18スパンの大きな足場を実験した場合とこれらの場合とでは、実験結果がほとんど変わらぬことを確かめたので、労力と時間を節約するために行ったのである。高層多スパンの足場の局部に荷重をかけても、下に向うにしたがつて荷重が未広がり分散して行くために、挫屈に直接影響するのは荷重を承けている附近に限られるようである。



第9図



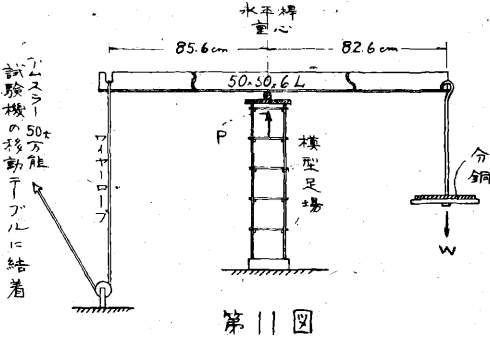
第10図

(17)

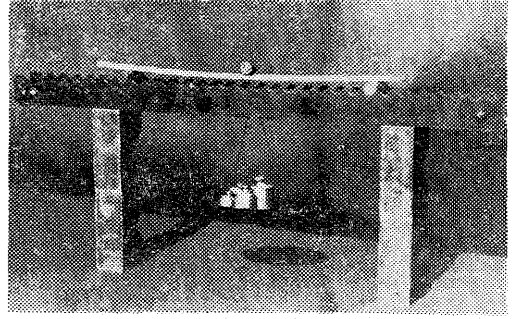
● 壁つなぎ

載荷方法

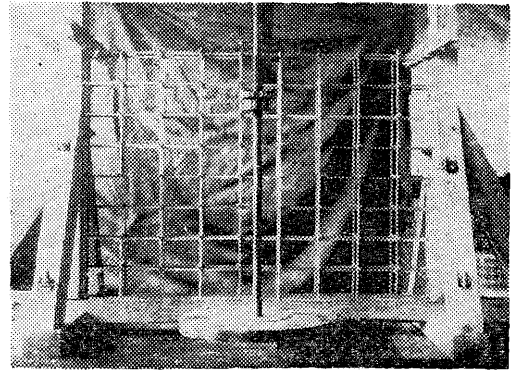
荷重は第11図に示す方法により、4本の建地の最上部に支承(第12図)をのせ、その上にかけた。第13図は水平桿の水平を調整するための滑車である。



第11図



第14図



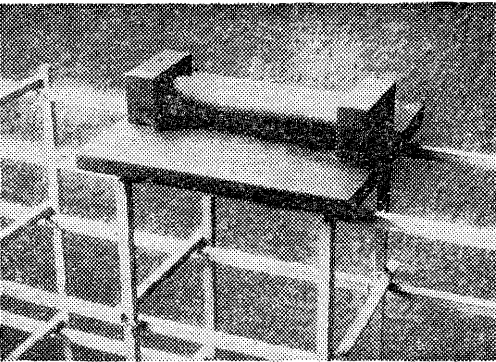
第15図

EJ の測定

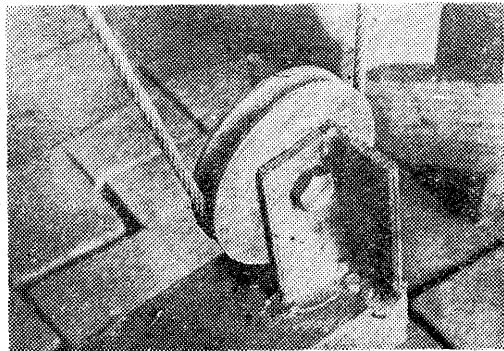
EJ は単純梁に於ける荷重と撓との関係式

$$EJ = \frac{Pl^3}{48f}$$

より求めた(第14図)。



第12図



第13図

§ 4. 測定及び測定値の整理

荷重を直接承けるのは中央の四本の建地であるが、これらの EJ はあらかじめ前述の方法により求めた。

$$EJ = \frac{l^3}{48} \sqrt{\frac{\sum P^2}{\sum f^2}}$$

$$l = 30\text{cm}$$

$$p = 150\text{g}, 300\text{g} \text{ 及び } 450\text{g}$$

$$f = \text{同荷重に対する撓}$$

載荷方法は前記の通りであるが、そのときの荷重の大きさは次式より算出した。

$$P = \alpha W + \beta$$

W = 分銅の重量

$\alpha = 1.965$ 比例常数

$\beta = 10.5\text{kg}$ 水平桿の自重その他

変曲点距離 L は(4)より算出した。

$$L = \pi \times \sqrt{\frac{\sum EJ}{P}}$$

$\sum EJ$ は4本の建地についての和である。

$$m = \frac{L}{l}$$

$$l = 8\text{cm} \text{ 単層の柱長}$$

実験番号は次のようにつける(第10図)。

| | | | | |
|--------|---|----------|---|---|
| | | 壁つなぎスパン毎 | | |
| | | 3 | 5 | 7 |
| 壁つなぎ層毎 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | 5 | 4 | 5 | 6 |
| | 7 | 7 | 8 | 9 |

測定の結果を以上の各式を用いて纏めたのが次表である。

| No. | $\Sigma EJ \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$ | P kg | L cm | m |
|-----|--|------|------|-----|
| 1 | 2750 | 85.4 | 17.8 | 2.2 |
| 2 | 2630 | 69.6 | 19.3 | 2.4 |
| 3 | 2370 | 72.4 | 18.0 | 2.3 |
| 4 | 1620 | 55.9 | 16.9 | 2.1 |
| 5 | 1390 | 53.9 | 15.9 | 2.0 |
| 6 | 2760 | 55.9 | 22.1 | 2.8 |
| 7 | 2140 | 57.8 | 19.2 | 2.4 |
| 8 | 2150 | 44.1 | 21.9 | 2.7 |
| 9 | 3100 | 59.8 | 22.6 | 2.8 |

§ 5. むすび

測定の結果を m の値のみについて纏めれば次表の通りになる。

| | | | | | |
|--------|---|----------|-----|-----|-----|
| | | 壁つなぎスパン毎 | | | 平均 |
| | | 3 | 5 | 7 | |
| 壁つなぎ層毎 | 3 | 2.2 | 2.4 | 2.3 | 2.3 |
| | 5 | 2.1 | 2.0 | 2.8 | 2.3 |
| | 7 | 2.4 | 2.7 | 2.8 | 2.6 |
| 平均 | | 2.2 | 2.4 | 2.6 | |

この表より、壁つなぎの入れ方がスパン方向にも高さの方向にも密から粗になるにしたがつて m の値が増加し、而もいづれも 3以下 であることがわかる。これらのことを前提として次の結論を得た。

即ち、壁つなぎが 3スパン毎 及び 3層毎 に入っている足場の建地 1 本に対して、 $m = \pi$ として計算される荷重(7)

$$P = \frac{EJ}{l^2} \dots\dots\dots(7)$$

を考慮しても充分安全である。

この値はたとえ模型と実物との間に厳密に相似律が成立たなくても、又材質、寸法及び構造などに原因する偏差を考慮してもなお且つ充分余裕のある値であろうと思う。

最後に参考として(7)式より算出した実物の足場の建地に対する安全荷重を示す。

$$l = 1.5\text{m} \quad \text{単層の柱長}$$

$$D = 6\sim 8\text{cm} \quad \text{丸太の径}$$

$$J = \frac{\pi}{64} D^4 \quad \text{丸太の断面二次モーメント}$$

$$E = 75000 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{丸太の弾性率}$$

| D cm | 6 | 7 | 8 |
|------|-----|-----|-----|
| P kg | 210 | 390 | 670 |

(担当者 森 宣制・山崎恒雄)