

鋼柱脚ベースプレート下面の応力分布について

横浜 国立大学教授 工博
工学部建築学科

田 口 武 一

1 序

さきに鋼柱脚の固定度を次の各項目

i) 柱主材とベースプレート(B.P.L)との接合部の変形

ii) B.P.Lの変形

iii) B.P.L下面と基礎上面との間の「ゆるみ」

a) 間隙による「ゆるみ」

b) アンカーボルト(A.B.t)の伸び及びコンクリート基礎上部の圧縮変形

に分類して、各実験的研究について発表した¹⁾が、本報告はこの中、B.P.Lの変形並びに基礎コンクリート上部の圧縮応力について、更に詳細な実験を行い、柱脚部の設計に関する資料を求めて、計算の合理化を計ろうとするものである。

ここに提案する方法は、図1のような数多くのワイヤーストレンゲージ(W.S.G.)をはりつけた測定盤をB.P.Lと基礎との間にはさんで、B.P.Lに加わる圧縮応力を直接測定するものである。従来この種の実験はあまり見当らず、G.C.Priester²⁾はB.P.LにH形鋼をおき、中心圧縮荷重を加えてダイヤルゲージによつて、各部の変形を測定しているが、測定点の数は極めて小数に限られており、この方法では中心附近の変形は測定できない。又従来、圧縮面の間におこる応力の測定は比較的困難であつたが、本法はこれに一応の解決を与えるものとする。

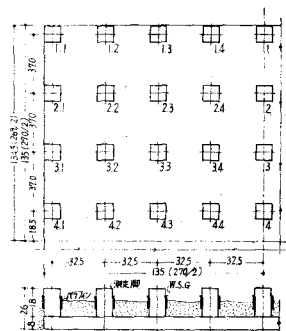
2 実験の方法

i) 測定盤

図1のように底盤は $270\text{mm} \times 269\text{mm} \times 8$ (原)のほぼ正方形の鋼板を両面十分に平滑に仕上げ、その上に測定脚($10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 18\text{mm}$)を 9×8 列、合計72コ植えつけたものである。測定脚の仕上面は前記底盤と同様に、特に高さを正確に製作し、その精度は $1/200\text{mm}$ 程度のものにした。測定脚は盤に植えつけるに先立ち、その相対する両側面にW.S.G.をはりつけ、ビニールテープによつて十分保護した上、この2枚を直列につなぎ、測定脚に多少の曲げがおこつても平均値が読みとれるようにした。

測定脚の植えつけ方は、まず、測定脚を底盤上の所定の位置に並べ、防湿用パラフィンを溶解して、溶接構造における隅肉溶接の要領で底盤上に固定し、しかる後に盤全体に溶融パラフィンを流し込んで一枚の測定盤を形成したものである。このようにすれば測定脚下面と底盤との間は密着し、測定盤下面と測定脚上面とは正確に一定の高さを保

図1 測定盤詳細



※
つことができる。

ii) 試験体

図2(a)のようにI形柱主材を、ウイングプレート(W.P.L)およびサイドアングル(S.A)等によつてB.P.Lに取付けたリベット構造の場合(リベット径10mm)と、図bのように同形の主材をW.P.L, リブ等によつて、B.P.Lに取付けた溶接構造(主として全周隅肉溶接)の場合とであつて、これらを4本又は6本のA.B.t(径 $\frac{5}{8}$)によつて基礎に取付けた。載荷の方法は図3のように鉄筋コンクリート

のひりをもつ基礎上に柱を立て、柱にアームを取付けて、全体をI型に

iii) 応力の測定方法

中心圧縮荷重の作用する場合及びA.B.tの締付力による応力分布の測定の場合には図4の中央部分を除く、A.B.C.D 4区域の測定脚(同記号のもの)のW.S.Gを連結し、総数を約 $\frac{1}{2}$ に減らせて全体の電氣的平均値を求める方法を用い、中央部分は同図の上下の相対するものを連結して測定したが、偏心荷重の作用する場合(同図上下方向の偏心)には、同図のA.DおよびB.Cの区域の測定脚のW.S.Gを連結し、中央部分とそれ以外のものを約 $\frac{1}{2}$ に減らせて、B.P.L全体の応力を求めた。

3 材料

i) 鋼材

リベット構造及び溶接構造の各場合共に、B.P.Lの仕上厚さは16mmであるが、その組立てに先立ち、厚さ19mmの鋼板の両面を一応平滑に仕上げ、組立完了後に、サラリベット頭による不陸、及び溶接によるひずみをプレーナーによつて完全に取除き平滑に仕上げた。

柱主材は4L8 $\sim$ 75 $\times$ 75 $\times$ 6のものから、4L8 $\sim$ 75 $\times$ 50 $\times$ 6に仕上げてI型に溶接して組立てたものである。

iii) 基礎及びつなぎばり

コンクリートは割合1:2:3.14(重量比)、 $\frac{W}{C}$ 60%、スランプ19cm、コンクリート標準試験による4W圧縮強度 25.6 Kg/cm^2 、基礎上面仕上モルタル(厚40mm)は割合1:2、 $\frac{W}{C}$ 60%、砂0.6mm以下、セメント標準試験方法に準ずる4W圧縮強度 317 Kg/cm^2

図2 a リベット構造

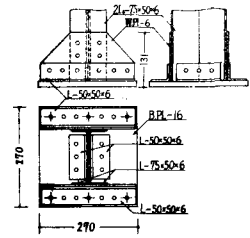


図2 b 溶接構造

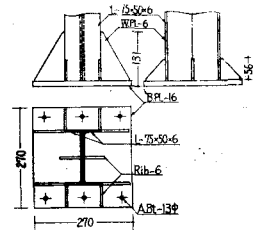
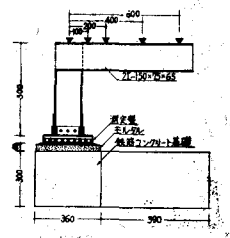


図3



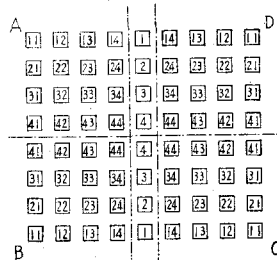
※ 測定脚を盤にネジで止める方法及び測定盤全体の厚さの鋼板から測定脚の部分のみを削り残す方法は盤全体のひずみをおこすおそれがある。

のものを用いた。又モルタルの上面を特に平滑に仕上げるために、モルタル打直後にB・PLに相当する平滑な鋼板をこの上におき、A・Bもによつて鋼板下面を水平に保ちながらこれを軽く締めつけ、モルタルの硬化直後にこれを取除いて、この表面の完全な水平面を作つた。

4 実験結果の考察

ここには数多くの実験の中から代表的なものだけを選んで次表のように列挙する。

図4 測定脚の区域と記号



実験 No.	図面番号	柱脚構造	載荷位置	荷重	A・B τ
1	図5	リベット構造	中心圧縮	N=15 τ	なし
2	図6	同上		なし	締付
3	図7	同上	中心圧縮	N=15 τ	同上
4	図8	溶接構造	同上	N=15 τ	なし
5	図9	同上		なし	締付
6	図10	同上	中心圧縮	N=15 τ	同上
7	図11	リベット構造	偏心 100 mm	N=8 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
8	図12	同上	偏心 200 mm	N=4 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
9	図13	同上	偏心 400 mm	N=2 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
10	図14	同上	偏心 600 mm	N=2 τ M=1.2 $\tau \cdot \text{m}$	同上
11	図15	溶接構造	偏心 100 mm	N=8 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
12	図16	同上	偏心 200 mm	N=4 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
13	図17	同上	偏心 400 mm	N=2 τ M=0.8 $\tau \cdot \text{m}$	同上
14	図18	同上	偏心 600 mm	N=2 τ M=1.2 $\tau \cdot \text{m}$	同上

図5～図18に示した応力の分布は各測定脚のひずみからその分担面積の割合に応じて応力度(kg/cm^2)に換算し、等応力度部分を連絡したコンターライン(C・L)によつて示したものである。A・B τ の締付け力はすべて1本についてトルク300 $\text{kg} \cdot \text{cm}$ とした。このとき13 ϕ ボルトに生ずる引張力は $\mu=0.17$ として $T=1.45^t$, $\delta=1.28^t/\text{cm}^2$ である。

なお、ここに示す実験結果はB・PL厚16 mm の場合のみであるが、これより3 mm 程度厚さが増減しても著しい違いのないことが確かめられている。³⁾

中心圧縮荷重の作用する場合、リベット構造(図5～図7)と溶接構造(図8～図10)のC・Lを比較すれば、A・B τ の締付け力の分布には大差がないが、軸方向力による応力分布は、明かに前者の場合にはその集中度が著しく、この場合には柱型のみをおく場合、すなわちW・PLのない場合と大差がない。³⁾後者の場合の応力はB・PL全体に広く分布していることがわかる。これは溶接構造の柱の軸方向力は

W・PLによく伝わっていることを示している。然しながら溶接構造のリブには、ほとんど力が伝わっていないように見られることは意外なことである。

図 5

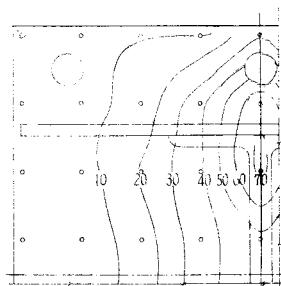


図 6

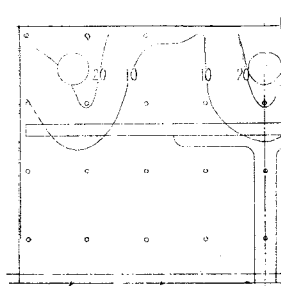


図 7

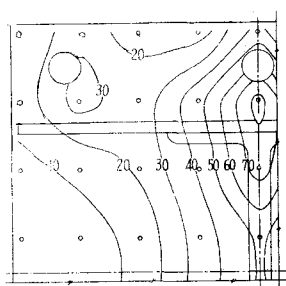


図 8

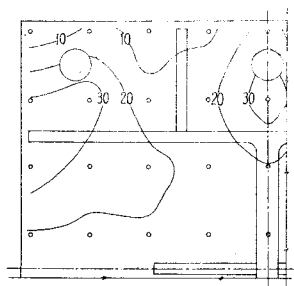


図 9

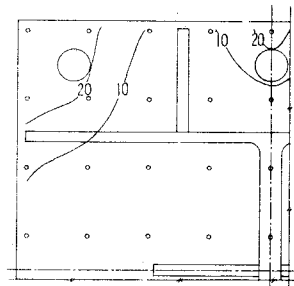
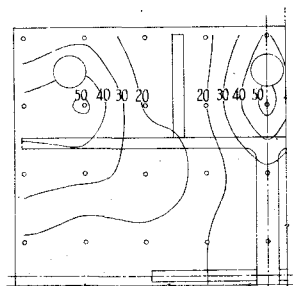


図 10



偏心荷重の作用する場合にも図 11~14と図 15~18を比較することによって、中心圧縮荷重の作用する場合と同じような傾向が見られる。図中C・L(破線)の応力が0のものは実験によって求めた中立軸で、理(破線)とあるのは通常^{*}の弾性計算によって求めた中立軸である。

図 11

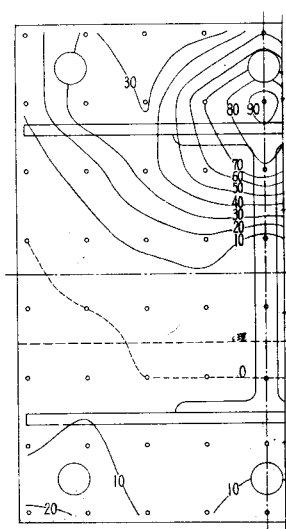
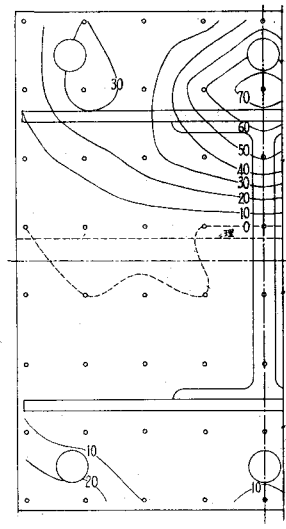


図 12



^{*} 測定盤の見掛けのヤング係数は約 $1/12$ に低減した値を用いている。

図 13

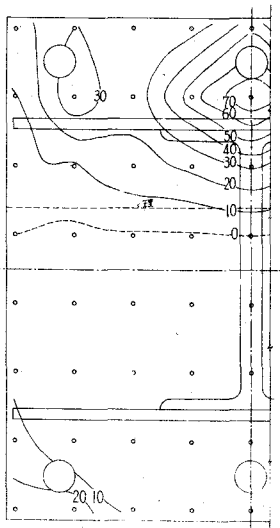


図 14

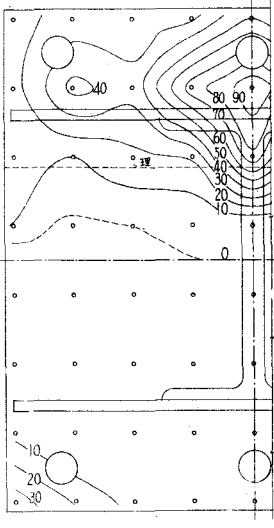


図 15

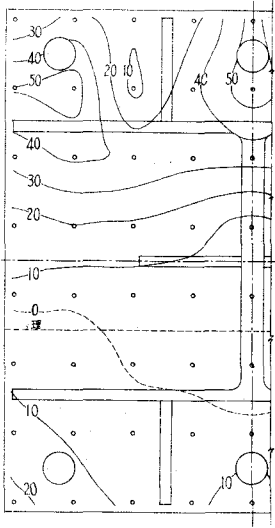


図 16

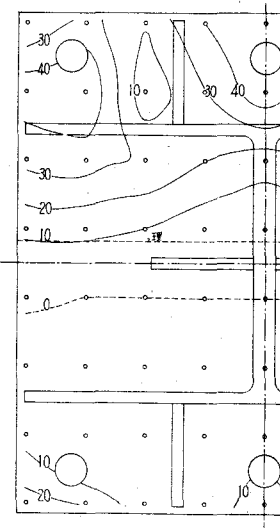


図 17

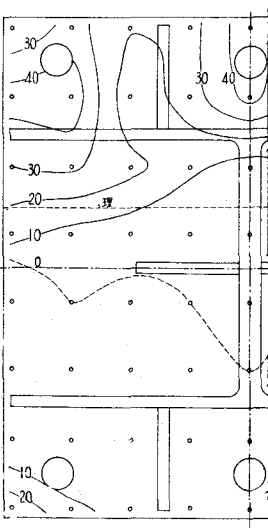
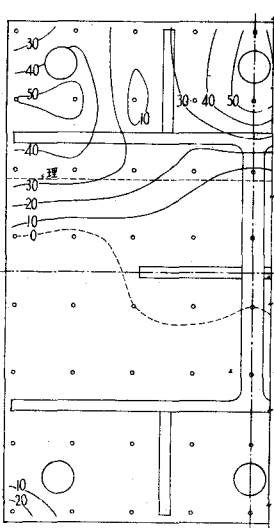


図 18

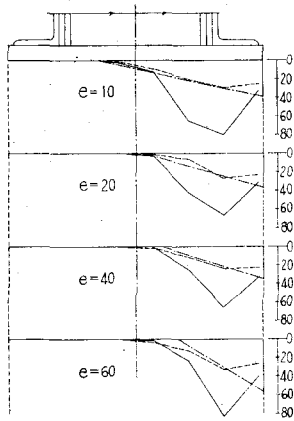


引張側の A . B t は両構造の場合共に偏心が増大するに従つて次第に引張力が増大し、A . B t の締付力による応力の C . L が消失して行く傾向が見られるのは当然のことであるが、3本の A . B t のうち中央の A . B t には両側の2本のものに比較して著しく大なる引張力が作用していることがわかる。

次に図 11 ~ 18 の中から偏心荷重の作用する方向の応力の分布状態を各偏心荷重の場合について比較すれば図 19 (リベット構造) および図 20 (溶接構造) が得られる。この中リベット構造の場合には B . H の中央の部分 (図 4 測定脚の上下左右の **14** で囲まれる部分) の応力と両側の部分 (図 4 測定脚の上下の **11** **13** で囲まれる部分) とでは著しい差があるので、それぞれの部分の平均値によつて二

つに分けたが、溶接構造の場合にはW・PL方向の応力にリベット構造の場合程著しい差がないので、その方向の平均値で表わしてある。

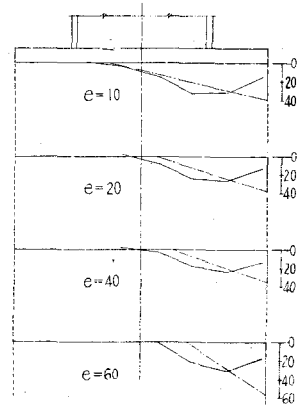
図19 リベット構造の場合



図中 鎖線：理論値
破線：両側部実験値
実験：中央部実験値

図中 鎖線：理論値
実線：実験値（平均値）

図20 溶接構造の場合



これによれば、リベット構造の場合には応力の分布状態は現行の計算法において採用されているB・PLの大きさを断面とする鉄筋コンクリート柱としての算定法の仮定とは著しい差違を生じている。さらにこの場合S・Aにリブを取付けても先に報告¹⁾したように、又溶接構造の場合にみられるように、応力分布を一様にするには余り期待できないと考えられ、柱脚の回転も著しいことになる。

然しながら溶接構造の場合には、圧縮応力の合計は大略理論値と一致していると考えられるので、先に論じた¹⁾ように柱脚の回転を少なくしているわけである。

5 結

B・PLと基礎との間の圧縮応力を測定し、等応力度間を結ぶコンターラインによつて応力分布状態の概略を知ることができた。

本実験においては、B・PL下面の基礎コンクリート上部との接触部は実験室的工法によつて極めて完全に施工され、よく密着しているものと考えられるが、建築工事の実状は大部分これにより遙かに不完全なもので、B・PL下面は平均して基礎に接触しているとは考えられず、応力分布の状態は更に複雑なものとなつていであろう。

本実験結果からも、溶接構造の場合はリベット構造の場合よりも柱脚の回転は遙かに少ないことがわかる。

B・PL及びA・Bの計算法については溶接構造の場合には、リブを増加して(W・PL端部に)応力分布が更に一様になる様に工夫すれば、現行の方法が十分適用できるが、リベット構造の場合にはこのまま用いても正しくは求められず、中央附近にかなりの余裕を見込まなければならないであろう。この点からもリベット構造の場合には大巾に固定度を低減して設計しなければならない。

[参 考 文 献]

- 1) 田口武一：鋼柱脚の固定度に関する実験的研究

(その1) 日本建築学会論文集

第51号、昭和30年9月

(その2) 同第52号、昭和31年3月

(その3) 同第53号、昭和31年6月

(その4) 同論文報告集第55号

昭和32年2月

- 2) George C. Priester, C.H.Sandberg: Strain Tests on Steel
Plates Carrying H- Section Columns

Engineering News-Record, March 19, 1931

- 3) 田口、小泉：鋼柱脚ベースプレートの変形 日本建築学会論文報告集第60号、昭和33
年10月 田口、西島、山名：同 上(続報) 昭和34年10月

- 4) Charles G. Salmon, Leo Schenker and Bruce G. Johnston :
Moment-rotation Characteristics of Column anchorages.
Proceeding A.S.C.E Vol.81 April 1955