

溶接構造柱はり接合部の実大実験

東京大学 仲 威 雄
建設省建築研究所 斎 藤 光

1. ま え が き

水平スチフナー形式による柱はり接合部について、水平荷重時の応力を対象とした場合のその耐力、^{1) 2)} 応力分布、変形状況を調査するため、X形実大試験を行った。

電気抵抗線型歪形(W.S.G.)によつて各部の歪を測定し、特にはりフランジ応力が水平スチフナー、柱ウェブにどのように流れるか、また、柱ウェブのせん断応力分布およびせん断変形はどのようになるかを検討した。

2. 試 験 柱

試験体形状および接合部詳細を図-1に示す。水平荷重時の応力を対象としているため柱はり接合部を中心とするX形の試験体とした。この形状では、はり部材に軸力がかかることを除けば、水平荷重時の応力状態をほぼ再現することが出来る。

使用した鋼板の降伏点を表-1に示す。

表 - 1.			
	-6	-9	-12
降 伏 点 Kg/mm^2	29.1	31.8	30.1

溶接棒はE-52 (D4311) (不二電極製)を使用した。

3. 加力方法と測定装置

試験体を図-2の如くX形におき、両脚を試験機移動台上のローラーにのせ、両腕の上端にローラーをおき、その上にIビームをのせ、このはりの中央に加力した。

試験機は運輸省技術研究所300tアムスラー型試験機を使用した。

荷重は柱はり接合部の短期設計応力の1.45倍、2.2倍に対応する100t、150tまで載荷して、それぞれ5tまで除荷を繰り返す、以後最大荷重まで載荷した。

試験体の変形は1) 柱・はりの曲げ・せん断変形 2) 接合部柱ウェブのせん断変形 3) 試験体全体の回転変形 があるため、図-2に示すような測定装置を0点で試験体に固定し、10ヶのダイヤルゲージで各点の変形量を測定した。

また図-3に示す各点の歪をW.S.G. (共和無線製K-22 G.L. 9^{MM} , KR-2 G.L. 9^{MM}) によつて測定した。

鋼板の表裏面の歪の平均をとるため、表裏のW.S.G. はすべて直列に連結してある。



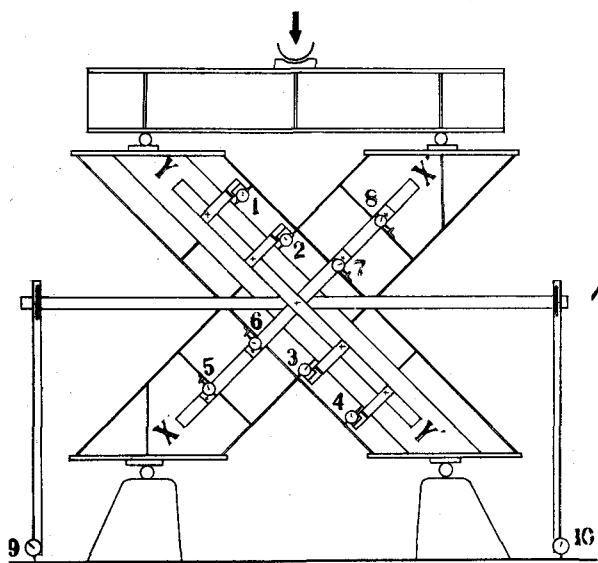


図 - 2

4. 接合部柱ウェブの変形

ダイヤルゲージで測定した接合部柱ウェブのせん断変形を図-4に示す。 $P=130$ tまでは、ほぼ弾性的な性状を示している。その後は、変形も徐々に増加し、 200 tの時 ほぼ降伏状態に至つたので、実験を中止した。

5. 水平スチフナーの応力

水平スチフナー(D)は、はりフランジ(F_B)の応力を

主として柱ウェブ(W_C)に伝える役割をもっている。(図-5)

鉛直荷重時とは異つて、はりフランジの引張り

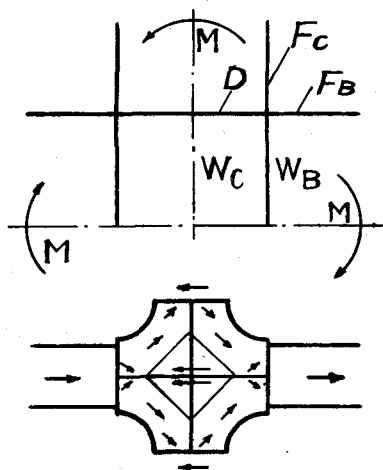


図 - 5

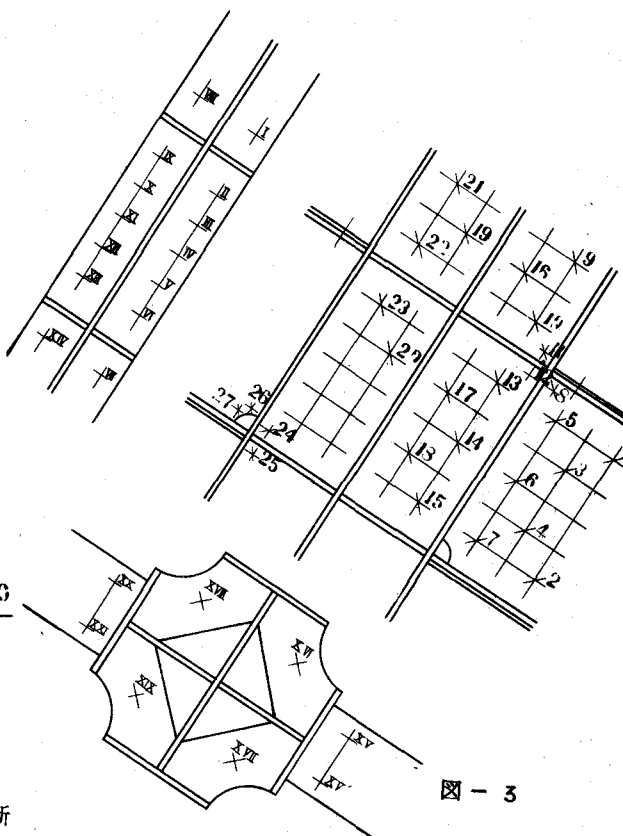


図 - 3

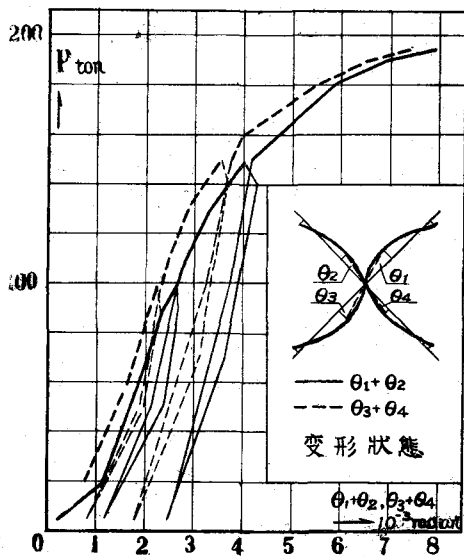


図 - 4

側と圧縮側の応力の和は、柱ウェブのせん断応力と釣合わなければならない。従つて、この場合、水平スチフナーはその応力が、柱ウェブに伝達され得るように設計されてない限り、その効果を期待出来ない。

水平スチフナー中央を通じて、両側面柱フランジに流れる応力の割合は、柱の断面形状により、 $I_2 / (I_1 + I_2)$ —— $I_1: F_0$ による I 形の断面二次モーメント、 I_2 : 両側面フランジによる H 形の断面二次モーメント —— となる。

本試験柱の場合、この値は 0.065 である。

水平スチフナーによつて負担される応力のはりフランジ方向の分力は、水平スチフナー中央の歪測定値より次の式で求める。

$$C_D, T_D = EA \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\sqrt{2}}$$

弾性理論によるはりフランジの応力に対する比 $C_D / C_F, T_D / T_F$ および 水平スチフナーの降伏応力に対する比 $C_D / C_{or}, T_D / T_{DY}$ を図-6 に示す。

圧縮側水平スチフナーの応力は、鉛直荷重時の実験結果とは同様であり、はり、フランジ応力の 2.5% から 5.5% に徐々に増加していく。

引張り側においては全然様相を異にし、水平スチフナーは極めて僅かの応力しか分担しない。歪測定値は、200 t 以降急激に増加する傾向を示しているが、これは柱ウェブのせん断変形と関連して説明すべき問題である。水平スチフナー中央部から柱内に吸収される応力は、主フランジ応力の 2.4~4.7% である (図-7) これは柱の両側面フランジに伝わる以外に、柱ウェブに伝わることは考えられない。水平荷重時応力を対象とした水平スチフナーは、通常の弾性的見解と異つた結果を示し、接合部内の柱フランジおよび柱ウェブとかなり複雑な関係をも

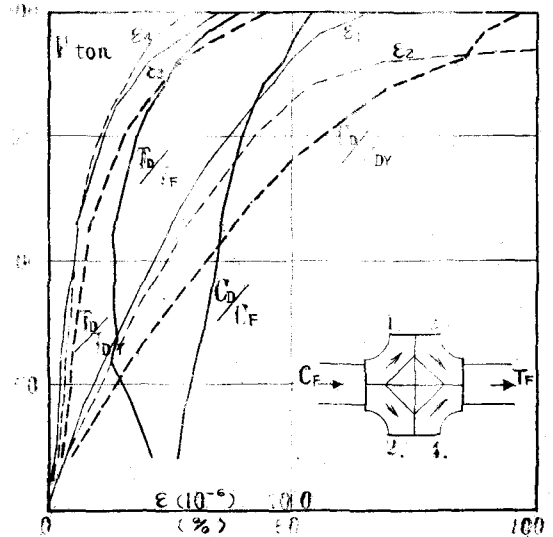


図-6

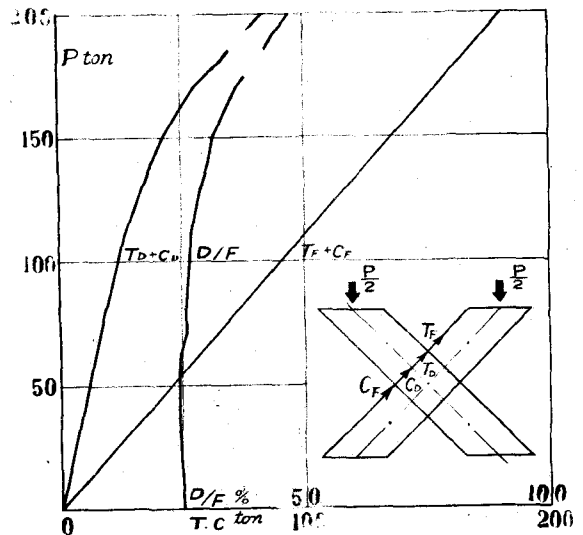


図-7

つと考えられる。

6. 柱フランジの応力分布

柱はり接合部内の柱フランジについて、その圧縮側より引張り側に至る各点の歪測定値を図-8に示す。弾性理論により求めた値と比較すると、圧縮側は大差ないが、引張り側はかなりの差をもつ。

接合部柱ウェブ両端の点の計算値を基準にとり、内部の側定点間では直線的に応力が変化すると考え、各区間で吸収される応力を図-8に示す。

この応力は溶接部を通じて伝達され柱ウェブのせん断力(Q_c)はりウェブのせん断力(Q_B)と釣合う。本試験体では理論的には、柱ウェブに55%はりウェブに45%伝達される訳であるが、接合部中央部分においては、殆んど Q_B に釣合うべき応力しか吸収されていない。

はりのせん断応力はウェブ部分に主に分布することと考え合せて、柱フランジより柱ウェブに伝達する応力は、接合部柱ウェブの両端に集中していると考えられる。

柱フランジの応力が零になる点は、溶接部主長に亘り均等に応力が吸収されるとすれば、中央点より引張り側に30^{MM}近い点となる。測定結果によれば、この点は初期荷重時に、ほぼ一致するが、荷重の増加とともに引張り側に移動していく。

7. 柱ウェブの応力分布

W.S.G.による測定値より、柱ウェブ各点の主応力度および最大せん断応力度を求めた。各点の主応力度の状況を図-9に示す。最大せん断応力度および主応力度方向と荷重の関係を図-10に示す。

図-10に示す弾性理論値は、次の仮定を用いて求めた。

柱はりのウェブおよび接合部柱ウェブのせん断応力は均等に分布する。

接合部柱ウェブに対する軸方向の影響を無視する。

軸方向力および曲げモーメントは柱はりのフランジのみによつて伝えられる。

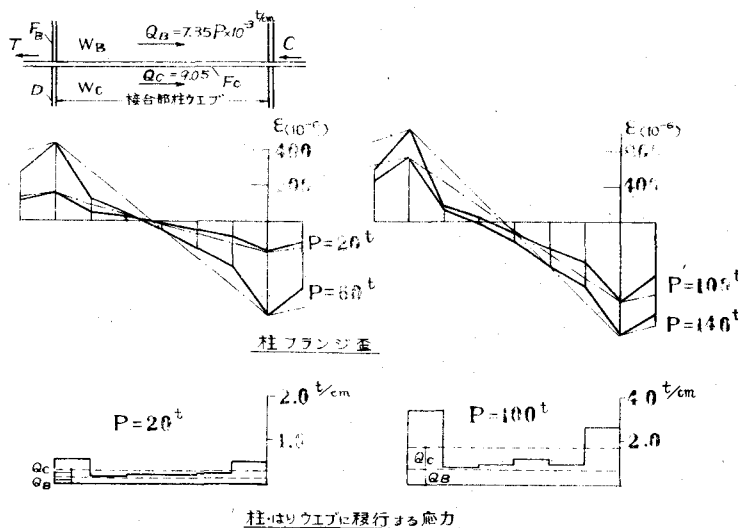
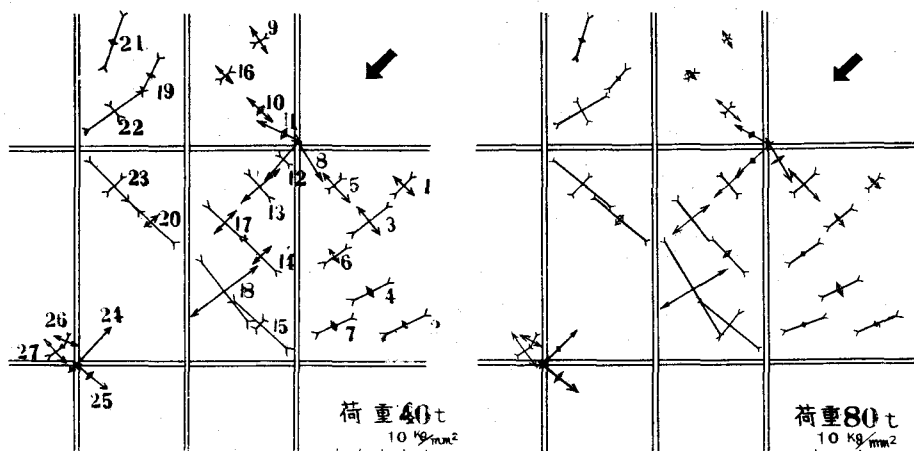


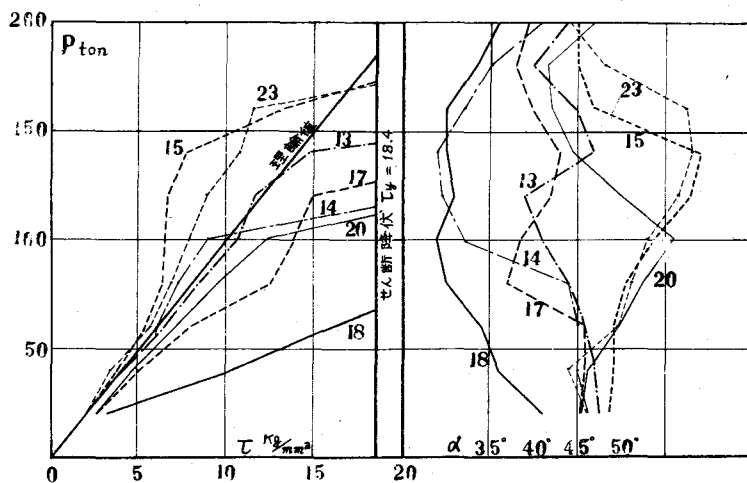
図-8

せん断降伏応力度は $\tau_y = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} = 18.4 \text{ Kg/mm}^2$ とする



9 図

最大せん断応力度は、測点18で最初より大きな値を示し、荷重70t程度で降伏点に達する。他の点では、60t程度までは理論値と割合良く一致している。以降各点は、理論値を中心として分散した値をとり、110t以降次々に降伏状態



10 図

に入る。170t程度で接合部柱ウェブは殆んど降伏している。

主応力の方向 α は、理論上は、はり軸心より反時計廻りに 45° である。各測定点での α は最大せん断応力度の場合と全く同じ傾向を示している。

接合部柱ウェブの測定点は理論値よりも早く降伏状態に入ることが認められたが、ダイアルゲージによるせん断変形測定結果と考え合せると、局部的な降伏は全体の変形に直接大きな影響を与えず、柱ウェブ全体が降伏状態に達するのは、かなり遅れると考えられる。従つて、水平荷重時の応力を受ける接合部柱ウェブのせん断応力度は、こゝに用いた仮定により、初期荷重時では、かなり正しく求めることが可能であり、最大荷重近くでも、近似的な値を求め得る。

8. む す び

本実験により、水平荷重時の応力を受けた水平スチフナー形式柱はり接合部の抵抗機構および各部材の性状を、ある程度解明することが出来た。現在まで筆者等の行つて来た模形実験等の結果とは一致している。

水平荷重時の応力を対象とした場合、水平スチフナーは、はりフランジの応力を柱ウェブに伝える役割を果たすが、弾性的に考えた値よりも大きな応力を柱両側面フランジにも伝える。これは柱フランジおよび柱ウェブと複雑な関係をもつためと考えられるが、水平スチフナーの設計は、はりフランジ応力をすべて柱ウェブに伝達し得るようにすることが望ましい。

柱はり接合部内の柱フランジより柱ウェブに伝達する応力は、接合部両端に集中し、中央部分では僅少である。したがつて、接合部両端近傍の溶接部の設計には細心の注意を要する。

接合部柱ウェブのせん断応力度は、単純な仮定により、かなり正しく求め得る。

柱ウェブの局部的降伏は全体の変形に直接大きな影響を与えず、柱ウェブ全体が降伏状態に達するのは、平均せん断応力度が $\tau_y = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ に達する時と考えてよい。

註1) 仲威雄 他：全溶接鉄骨構造の耐力に関する研究（その2）日本建築学会研究報告
No 29

2) 仲威雄・斎藤光：全溶接鉄骨構造の耐力に関する研究（その6）日本建築学会研究
報告No 43