

名古屋大学 正員 菊池洋一
 名古屋大学 学生員 高井 茂
 名古屋大学 学生員 ○ 三宅一充

1. まえがき

本研究は、調質高張力鋼部材、とくに、箱形断面、厚肉H形断面など、トラス部材の溶接による残留応力分布を測定し、この残留応力分布に対して、予熱、溶接方法がおよぼす影響について検討したものである。

また、熱弾塑性解析により、箱形断面部材の数値計算を行い、実験値と比較、検討した。

2. 実験概要

以上の目的のために、つぎのような一連の実験を行った。試験体の寸法、形状は、Fig. 1, Fig. 2に示すとおりである。材質は、すべてHT80である。

〈実験1〉 箱形断面部材の溶接残留応力の測定・・・ここでは、溶接の種類、溶接時の予熱の有無が、残留応力におよぼす影響を検討するために、試験体は、レ形溶接(A-TYPE)、スミ肉溶接(B-TYPE)の2種類を手溶接により製作し、そのおのおのについて、予熱なしのものと、150℃の予熱をほどこしたもの(AP-TYPE, BP-TYPE)とを比較した。

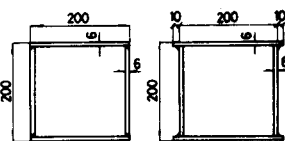
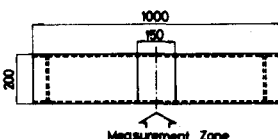


Fig. 1

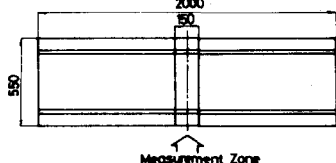
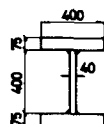


Fig. 2

〈実験2〉 厚肉H形断面部材の溶接残留応力の測定・・・ここでは、溶接方法の違いによる影響を検討するために、サブマージドアーク溶接(S-TYPE)、MIG溶接(M-TYPE)の2体について比較した。この際、サブマージドアーク溶接は4層、MIG溶接は8層で、ともに脚長2.5 mmを目標とした。また、2体とも150℃の予熱を施した。

なお、各実験とも、残留応力の測定は断面分割法により行い、しずみ測定には、フェンダー型コンタクトゲージを使用した。

3. 実験結果

〈実験1〉 測定結果は、Fig. 3 ~ Fig. 6に示すようである。一般的傾向として、残留応力分布形状は、溶接ビードよりやや離れた熱影響部で引張残留応力が最大値を示し、ビード部ではそれより小さい値になっている。これは、つぎの理由によるものと思われる。一般に、調質高張力鋼では、鋼材が限界温度 T_c (約700℃)をこえるまで加熱されると冷却過程で変態による膨張を生じる

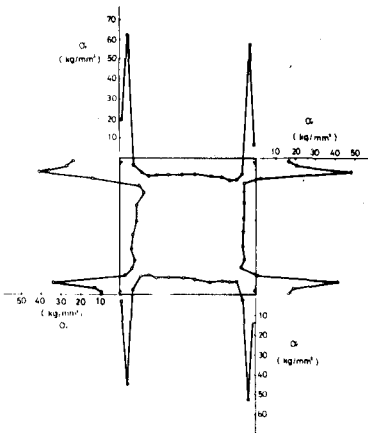


Fig. 3 A-TYPE

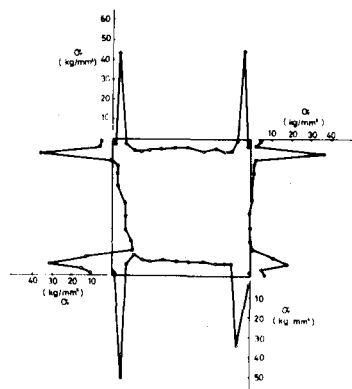


Fig. 4 AP-TYPE

。溶接による加熱により、ビード部では、この T_c をこえて加熱されるため、冷却過程で変態による体積膨張を生じ、引張残留応力は減少する。したがって、最終的な引張残留応力は、ビード部よりも、むしろ、その周辺で最大値を示すことになるのであろう。ここにおける引張残留応力の値は降伏点の約5割～7割である。一方、圧縮残留応力の値は、降伏点の約1割程度である。予熱による影響は、フランジより、ウェブにおいて顕著である。また、溶接の種類(レ形、スミ肉)による影響は、ほとんど見られない。

〈実験2〉 測定結果をFig.7, Fig.8に示す。この結果によれば、残留応力の値は予想外に小さく、S-TYPEで降伏点の約3割、M-TYPEで約2割程度にすぎない。これは、入熱量に対し、母材が比較的大きいこと、母材の材質がHT80であることなどに起因するものと考えられるが、ビード部付近の残留応力分布は複雑であり、残留応力測定における断面分割法により変動するものと考えられる。従って、今回の結果にだけからは、この理由を明らかにすることは、できない。

全体の分布形状は、強軸、弱軸に対して、ほぼ対称であり、溶接順序による影響は見られない。溶接方法(ガス溶接、MIG)による影響は、入熱量の大きいS-TYPEの残留応力の値がM-TYPEに比べてやや大きい(引張残留応力で約6 kg/mm²の差)程度で、あまり顕著ではない。

4. 残留応力の数値計算

実験1における箱形断面部材について、実験と同じ入熱量を考えて、温度分布を数値計算より求め、計算された温度分布を用いて、残留応力の数値計算を行った。

数値計算結果は、Fig.9に示すとおりである。実験値と比較すると、その分布形状は、ほぼ良く一致しているものと思われる。

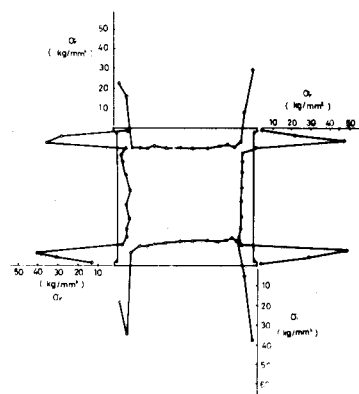


Fig.5 B-TYPE

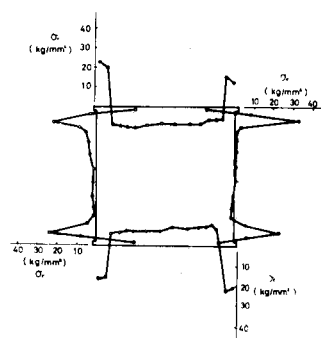


Fig.6 BP-TYPE

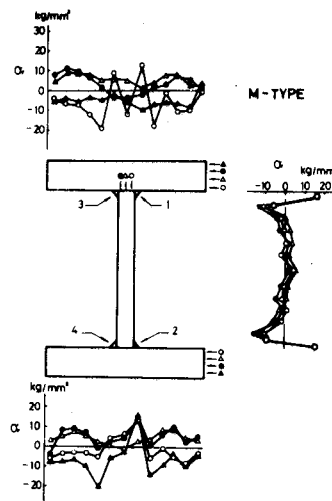


Fig.7 S-TYPE

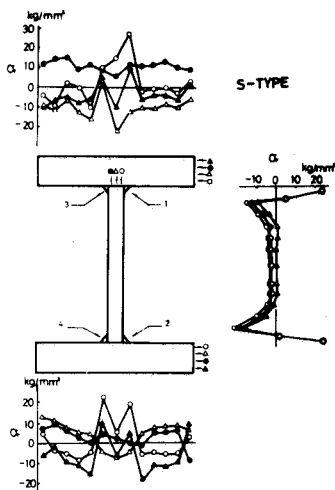


Fig.8 M-TYPE

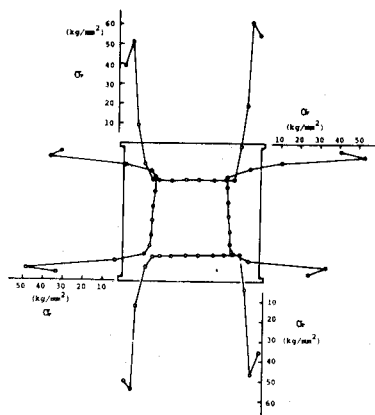


Fig.9