

プレートガーダーの初期不整に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正員 中井 博 大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行
 川崎重工業技術研究所 正員 大南 亮一 大阪市立大学工学部 学生員 金地 昌哉

1. まえがき 薄肉溶接鋼構造物においては、残留応力および初期たわみなどの初期不整が、部材の極限耐荷力を評価する際の重要な要因であることが知られている。したがって、薄肉溶接鋼構造物の極限耐荷力を正確に評価しようとするならば、この初期不整の影響を考慮することは不可欠である。本研究では薄肉溶接鋼構造物のうち、特にプレートガーダーについてとりあげ、より安全かつ合理的な耐荷性を評価するための基礎資料を得ることを目的として行った初期不整に関する測定のうち、主に残留応力に関する結果をまとめて報告する。

2. 測定桁 図-1に示す残留応力測定桁は、プレートガーダーの各製作過程で、どれだけの初期不整が導入されるかということを明らかにするための、実橋の製作順序に従った断面(A~E)として製作した。図-2に示す実橋大模型桁は、曲線桁橋の初期不整を明らかにするためのもので、3種類の曲率($R=30m, 100m, \infty$)を有する桁を実橋と同様な製作法により製作した。

3. 測定方法 残留応力の測定は、機械的切断法による応力解放方式とし、ひずみの測定には、標点距離100mmのコンタクトゲージを使用した。初期たわみは、特殊トランシット(最短視距離0m)を用いて視準し、精度 $\pm 0.1mm$ で測定した。

4. 測定結果と考察

(1) 曲率による残留応力分布への影響 図-2の実橋大模型桁により、曲率を有する桁の残留応力分布を調べた。一例として、曲率半径 $R=30m$ の測定桁の残留応力分布を図-4に示した。曲率半径の異なる9体の測定桁の測定結果から得られた表裏の平均値を、同一の図にまとめると図-5となる。この図より、曲率による残留応力分布の顕著な差異は認められなかった。9体の測定桁を平均して、残留応力分布のモデル化を行うと図-3が得られた。

(2) 入熱量とブード断面積の関係 図-1および図-2に

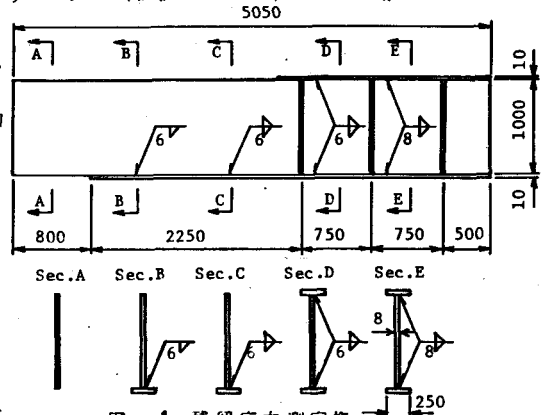


図-1 残留応力測定桁

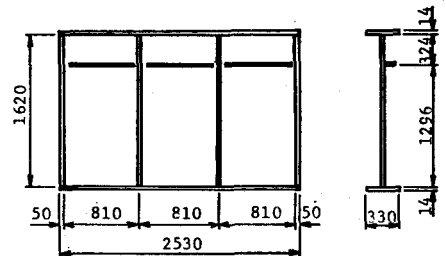


図-2 実橋大模型桁

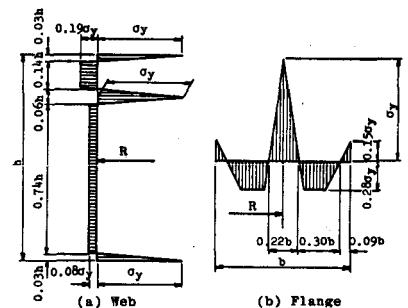


図-3 残留応力分布のモデル化

示した測定桁について、ビード断面積の総和 ΣAb と入熱量 Q の関係プロットすると図-6になる。この図から、 ΣAb と Q はほぼ直線的に変化していることがわかる。そこで、最小自乗法によって比例定数 k を求めると、

$$k = 15.0 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{J} \quad \text{----- (1)}$$

となる。

(3) 溶接順序による残留応力の変化

図-1の各断面における残留応力の測定結果から、平均残留応力度を降伏点で除いた $\bar{\sigma}_r/\sigma_y$ と、ビード断面積の総和を断面面積で除いた $\Sigma Ab/A$ の関係求めた(図-8の口印)。図-8より、 $\bar{\sigma}_r/\sigma_y$ は $\Sigma Ab/A$ に比例し、溶接サイズ6mmのプレートガーター完成時の $\bar{\sigma}_r/\sigma_y$ のうち、ガス切断による $\bar{\sigma}_r/\sigma_y$ が、全体の

約20%であることがわかる。また、製作過程で腹板の残留応力分布の形状は図-7(a)から(b)へと変化し、中央で残留引張応力が発生するが、フランジ部の残留引張応力の幅 ht_1 、および ht_2 は、ほとんど変化しなかった。

(4) 残留圧縮応力とビード断面積との関係 構造部材の圧縮耐荷力に大きな影響を及ぼす残留圧縮応力に着目し、平均残留圧縮応力度 $\bar{\sigma}_c$ とビード断面積の総和との関係を検討した。その結果が図-8で、両者の関係を最小自乗法により直線近似を行って求めれば、

$$\bar{\sigma}_c/\sigma_y = 0.207 \times (\Sigma Ab/A) + 0.041 \quad \text{----- (2)}$$

なる近似式を得た。

5. あとがき 実橋と同じ手順 (a) ガス切断 (b) 完成時

で製作されたプレートガーターの残留応力の測定により、その大きさを推定するための実験式、および、分布形状を把握することができた。今後、さらにデータを蓄積するとともに、これまでのデータを総合的に整理すれば、残留応力をより正確に推定できると考えられる。なお、初期ためみについては前回の発表結果¹⁾と同様の傾向が得られた。

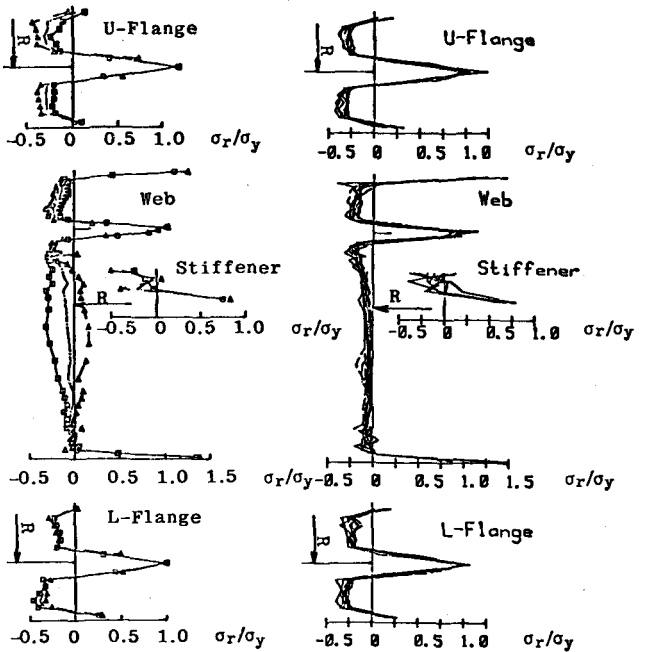


図-4 残留応力分布 (R=30mm) 図-5 残留応力分布 (平均値)

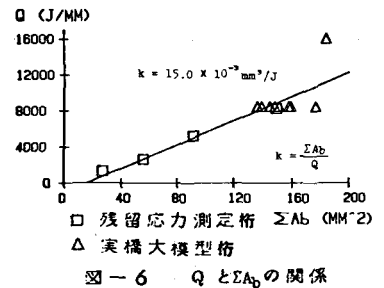


図-6 Qと ΣAb の関係

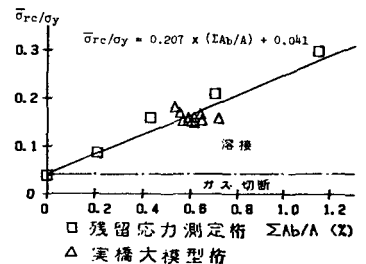


図-8 $\bar{\sigma}_{rc}$ と ΣAb の関係