

大阪大学工学部 正員 奈良 敬
大阪大学工学部 正員 小松 定夫

1 まえがき 近年、溶接によって生ずる残留応力および初期にわみという初期不整が鋼構造物の耐荷力に及ぼす影響について明らかにしようとする研究が活発に行なわれるようになった。特に圧縮部材においては初期不整の存在、耐荷力に致命的欠陥を与えることが報告されている。従って耐荷力の評価を行なうためには初期不整について考慮することが不可欠であり、実橋における初期不整についてその実態を明らかにすることは重要な課題である。残留応力については以前に著者らはある程度まで明らかにした。¹⁾一方、我が国における実橋を対象とした初期にわみに関する統計学的研究は未だに行なわれていない。本研究は、このような情勢の下で、日本鋼構造協会関西地区委員会の昭和52・53年度調査研究課題としてIDM委員会において着手された研究の一環として行なわれたものであり、図-1に示すように、初期にわみの性状を統計的に明らかにすると共に、それに基づいて基準耐荷力の確率論的評価法を確立し、初期にわみの測定検査法について検討することを目的とする。今回は圧縮補剛板の縦横のりづで囲まれた板パネルの初期にわみ性状について報告する。

2 初期にわみの測定 圧縮板を圧縮力方向に8分割、その直角方向に4分割し、その格子点で初期にわみを測定した。測定の対象とした圧縮補剛板の諸元の範囲を表-1に示す。測定精度については、道路橋示方書に規定される許容値 $\frac{b}{50}$ (b は板パネル幅)の $\frac{1}{10}$ 以下となるように測定器具を選択した。

3 実測された初期にわみの統計解析 (a)初期にわみモードと波形 実測された初期にわみを図-2に示すように6つの初期にわみモードに分解し、各初期にわみモードの絶対最大値 $|\delta_{e,i}|$ ($e=1\sim6$)とその生ずる位置および各初期にわみ波形の絶対値 $|\delta_{e,i}|$ ($e=1\sim4$)、 $|\delta_{e,i}|$ を求めた。ただし、 $\delta_{e,i} = \delta_e \cdot \bar{\delta}_{e,i}$ ($e=1, 4$) — (7)

(b) IDWRの初期にわみ IDWRの規定に従い圧縮力方向にゲージ長 G をと

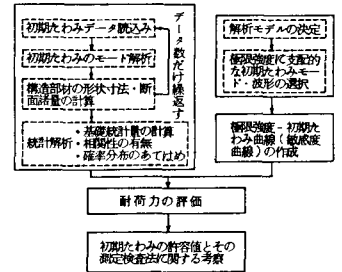


図-1 研究計画の流れ図

表-1 測定対象とした圧縮補剛板の諸元

無次元量	範囲
縦横比 a/b	3.32 ~ 9.25
幅厚比 b/t	14.2 ~ 50.0
傾斜比パラメータ R	0.309 ~ 1.027
縦りづ剛比 γ_p	37.1 ~ 476.9
縦りづ断面積比 $\delta_{p,r}$	0.123 ~ 0.453
縦りづ本数 n_p	3 ~ 9
傾りづ剛比 γ_q	0 ~ 3640
傾りづ断面積比 $\delta_{q,r}$	0.000 ~ 0.548
傾りづ本数 n_q	0 ~ 3

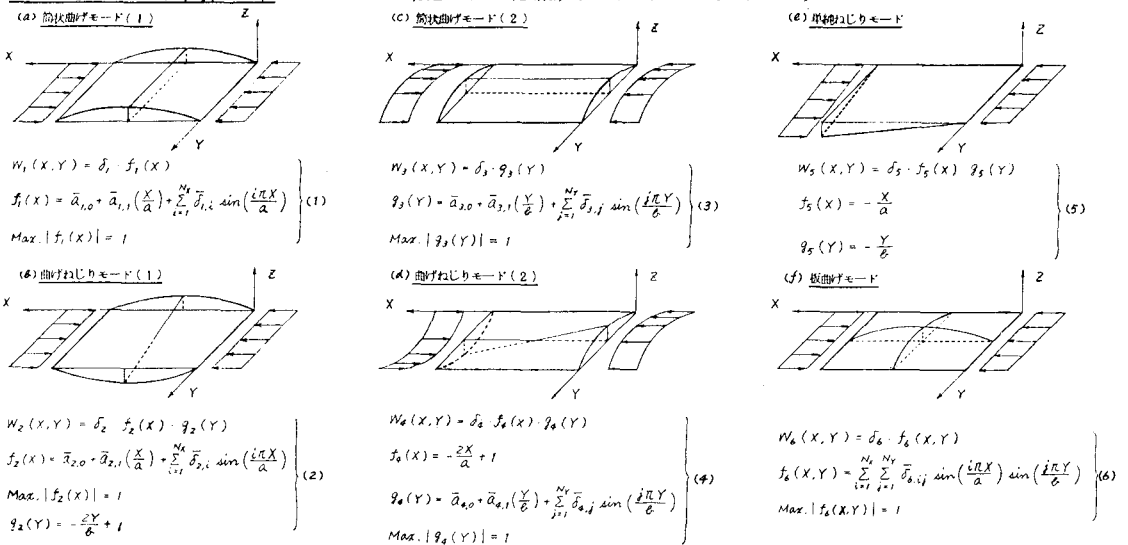


図-2 初期にわみモード

に場合の初期ねじり Δx を計算した。なお初期ねじり Δx についてはすべて $\delta/50$ で無次元化している。(c)統計解析 表-1に示した左縮補剛板の諸元と(a),(b)で求めた初期ねじり Δx との間には明確な相関性は認められなかった。これは、各メーカーが独自の方法を用いてねじり Δx を測定しているためと思われる。従って初期ねじり Δx の諸元に対して独立であるとして取り扱うことにする。各初期ねじりモードの絶対最大値の平均値と標準偏差を表-2に示す。筒状曲げモード(1)および板曲げモードについてはその頻度分布を図-3に示す。また図-4に両初期ねじりモードの絶対最大値が生ずる位置の頻度分布を示す。板曲げモードを除くすべての初期ねじりモードは筒状曲げモード(1)と同様の分布形状であった。ゲージ長 $G=0.5$ 、 $G=0.8$ のときの Δx の頻度分布を図-5に示す。図-6には Δx とゲージ長 G との関係を示す。

(d)初期ねじりの確率モデル χ^2 分布による適合度の検定を行なった結果、最も一般性のあるワイブル分布を初期ねじりの確率モデルとする。 $X < Y$ のとき $f(X) = 0$, $X \geq Y$ のとき $f(X) = \frac{m}{\alpha} (X - Y)^{m-1} \exp\left\{-\frac{(X - Y)^m}{\alpha}\right\}$ — (8)

図-3, 5に示す点線は平均値と標準偏差を使って求めたワイブル分布を表わす。表-2にはパラメータ α, m を示す。ただし、 $Y=0$ とせよ。

4 等価初期ねじり 初期ねじりモードと極限強度の関係を弾塑性有限変位解析法²⁾により調べた結果、筒状曲げモード(1)と板曲げモードのみが極限強度に影響を与えることがわかった。2、次式に示す等価初期ねじり δ_{eq} を導入する。 $\delta_{eq} = K \cdot \delta_1 + \delta_0$ — (9) したがって、

$$K = \beta_0 + \beta_1 e^{-\delta_1} + \beta_2 \delta_1 + \beta_3 \delta_1^2 + \beta_4 \delta_1^3 \quad (10)$$

$R=0.7$ のときの等価初期ねじりの頻度分布を図-7に示す。等価初期ねじりは板曲げモードを基準としているので、極限強度と板曲げ初期ねじりモードの関係より耐荷力の頻度分布が求まる。

5 結論 (i)左縮板の初期ねじり Δx について初期ねじりモードを用いて明らかにした。(ii)初期ねじり Δx の確率分布としてワイブル分布がよく適合する。(iii)筒状曲げモード(1)と板曲げモードのみが左縮板の極限強度に影響を与える。(iv)等価初期ねじりにより耐荷力を評価する方法について述べた。

謝辞 本研究は昭和53年度文部省科学研究費補助金による。初期ねじり Δx の測定については日本鋼構造協会関西地区委員会(小西一郎委員長)IDM委員会所属のメーカーの方々にお願いした。膨大なデータ整理には本学4年生の八重島吉典君の協力を得た。ここに謝意を表す。参考文献 1)小松平尾 北田:補剛板の溶接残余応力および初期ねじりに関する実験的研究,土木学会論文報告集,第265号,1977年9月。2)小松北田 昌崎:残余応力および初期ねじりをもつ左縮板の弾塑性解析,土木学会論文報告集,第244号,1975年12月。

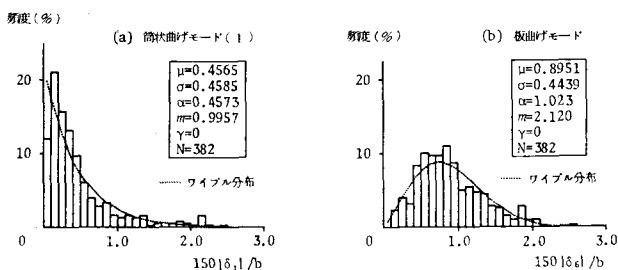


図-3 初期たわみモードの絶対最大値の頻度分布

表-2 初期たわみの大きさと確率分布

初期たわみ	平均値 μ	標準偏差 σ	α	m
150 δ_1 /b	0.4565	0.4585	0.4573	0.9957
150 δ_2 /b	0.2156	0.1939	0.1893	1.114
150 δ_3 /b	0.1359	0.1609	0.1474	1.224
150 δ_4 /b	0.1389	0.1280	0.1212	1.087
150 δ_5 /b	0.3107	0.4202	0.3651	0.7503
150 δ_6 /b	0.8951	0.4439	1.023	2.120

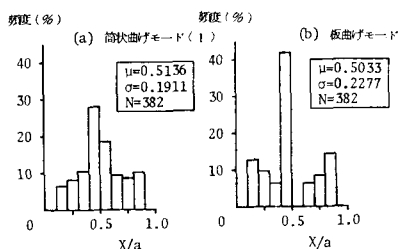


図-4 初期たわみモードの絶対最大値が生ずる位置の頻度分布

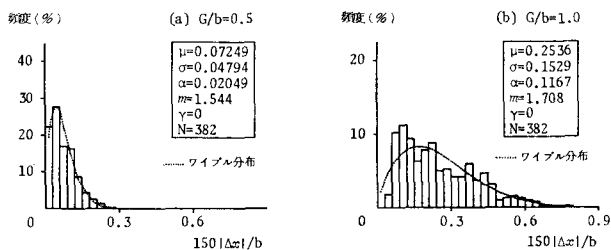


図-5 初期たわみ Δx の頻度分布

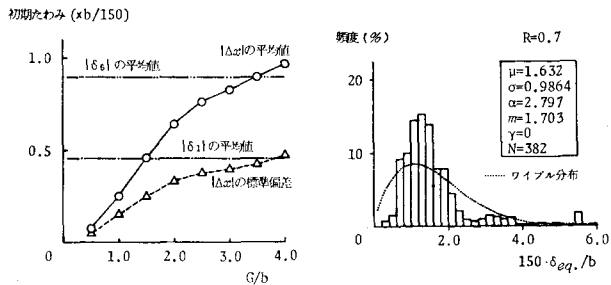


図-6 初期たわみ Δx とゲージ長の関係

図-7 等価初期たわみの頻度分布