

土 木 研 究 所 資 料

プレートガーダー耐荷力実験報告

昭和62年12月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

Copyright ©(1987)by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

プレートガーダー耐荷力実験報告

橋梁研究室	室	長	藤原	稔
同	研究員	岩崎	泰彦	
同	研究員	村越	潤	
同		田中	良樹	
同		鹿嶋	久義	
同	部外研究員	舘	厚志	

要 旨

現在、土木研究所では道路橋示方書の限界状態設計法への移行に資するため、荷重及び部材の耐荷力に関して種々の研究を行っている。このうち鋼部材の耐荷力に関しては、プレートガーダーを対象に主として終局限界状態の照査に用いるべき耐荷力に関する検討を行っている。

本報告書は昭和60年度から62年度までに行った、水平補剛材2本を有する大型供試体を用いたプレートガーダー耐荷力実験の結果をとりまとめたものである。

キーワード：プレートガーダー，耐荷力，限界状態設計法

は じ め に

現在土木研究所では、道路橋示方書の限界状態設計法への移行を念頭に荷重及び部材の耐荷力の評価に関する種々の研究を行っている。このうち、鋼部材の耐荷力に関しては、プレートガーダーを中心に検討を進めている。

プレートガーダーの耐荷力に関しては、Baslerをはじめ数多くの研究者によって理論的研究がなされているが、プレートガーダーの耐荷力特性は構成する板要素の寸法比をはじめ鋼種、垂直および水平補剛材の寸法・剛度と配置、けたの持つ初期不整等のために理論的解析だけでは必ずしも十分評価できない面を持っている。そのため、耐荷力の評価にあたっては、理論値とともに実験データを収集しその統計的性質を把握しておく必要がある。現在までに我国や欧米において数多くのプレートガーダー耐荷力実験が行われているが、実物に近い大型の供試体でかつ複数の水平補剛材を有する供試体を用いた実験例は数が少ないのが現状である。

以上の点を踏まえて、本研究では水平補剛材2本を有する大型供試体を用いた載荷実験を行い、終局限界状態の照査に用いるための耐荷力を明らかにすることを目的としている。

本報告は昭和60年度から昭和62年度までに行った18体の供試体についての実験結果をまとめたものである。ここでは、実験データをそのまま報告することを主な内容とし、より詳細なデータの検討並びに理論解析については別途報告する予定である。

目 次

はじめに

1. 実験概要	1
1.1 検討事項	1
(1) 作用外力	1
(2) 鋼 種	2
(3) 水平補剛材の本数	2
(4) ウェブの幅厚比	2
(5) 水平補剛材の剛度	2
(6) 水平補剛材の配置	3
(7) 垂直補剛材の剛度	3
1.2 供 試 体	3
(1) 形状・寸法・諸元	3
(2) 材料試験結果	4
(3) 溶 接 条 件	4
1.3 実験方法	4
(1) 荷重載荷方法	4
(2) 支 点 条 件	4
(3) 横倒れ防止方法	4
(4) ひずみの測定方法	4
(5) 変位の測定方法	4
2. 実験結果	5
2.1 終局耐荷力	5
(1) 曲げ耐荷力およびせん断耐荷力	5
(2) 最高荷重における供試体の状況	6
2.2 荷重と変位の関係	6
(1) 荷重と鉛直たわみの関係	6
(2) ウェブの面外変位	6
2.3 荷重とひずみの関係	6
(1) ウェブとフランジのひずみ分布	6
(2) 水平補剛材のひずみ分布	6

(3) 垂直補剛材のひずみ分布	6
3. 考 察	7
3.1 終局耐荷力	7
(1) 曲げ耐荷力	7
(2) せん断耐荷力	8
(3) 曲げ耐荷力とせん断耐荷力の相関関係	9
3.2 水平補剛材剛度が耐荷力に及ぼす影響	9
(1) 水平補剛材剛度と耐荷力の関係	9
(2) 荷重と水平補剛材のひずみの関係	10
(3) 水平補剛材によるウェブの面外変位の拘束	10
3.3 水平補剛材位置が耐荷力に及ぼす影響	10
3.4 垂直補剛材剛度が耐荷力に及ぼす影響	10
(1) 垂直補剛材剛度と耐荷力の関係	10
(2) 荷重と垂直補剛材のひずみの関係	11
(3) 垂直補剛材によるウェブの面外変位の拘束	11
参 考 文 献	11
あ と が き	12

1. 実験概要

1.1 検討事項

プレートガーダーの耐荷力は横構などの密な配置によって横倒れ変形が防止されている場合には鉛直方向のみの変形による面内強度によって決まる。この面内強度には、作用外力の状態、フランジおよびウェブの幅厚比、ウェブに取り付く補剛材、けたのもつ初期不整等が影響を及ぼす。

本研究では次に示す各項目について、プレートガーダーの耐荷力に及ぼす影響を検討するために実験を行った。

- (1) 作用外力（曲げ，せん断，曲げとせん断の組合せ）
- (2) 鋼 種
- (3) 水平補剛材の本数
- (4) ウェブの幅厚比
- (5) 水平補剛材の剛度
- (6) 水平補剛材の配置
- (7) 垂直補剛材の剛度

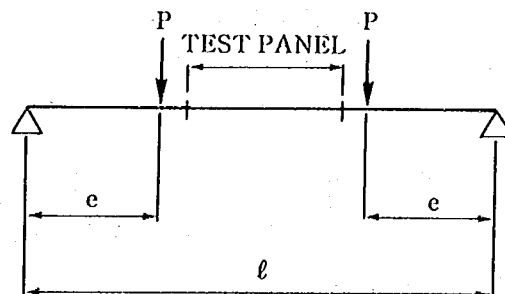
各供試体について上記の諸元をまとめたものを表-1.1 に示す。また、以下に各検討項目について説明する。

(1) 作用外力

プレートガーダーに生じる断面力として曲げモーメントとせん断力があるが、これらの組合せ作用状態によって耐荷力性状は異なってくる。本実験では次に示す3種の荷重状態のもとに実験を行った。

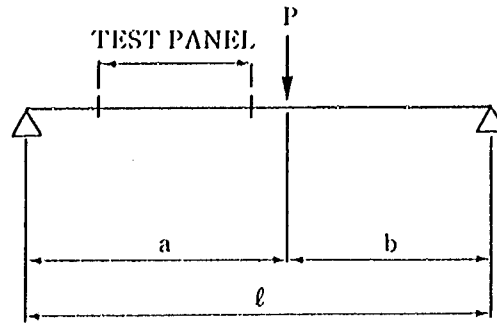
(i) 曲げ耐荷力実験（B シリーズ：純曲げ）

本実験では下図に示すように対象位置に2点荷重を行い、テストパネル部には曲げのみを作用させるようにした。4体の供試体（供試体番号，B-21～24）について実験を行った。



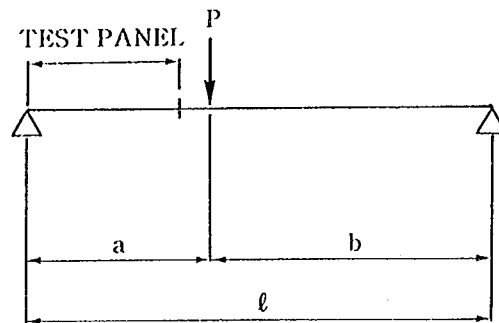
(ii) （曲げ+せん断）耐荷力実験（C シリーズ：曲げとせん断の組合せ）

本実験では次の図に示すように1点荷重を行い、テストパネル部に曲げとせん断の共存場を作るようにした。テストパネル部に作用する曲げとせん断の比率を変えた合計8体の供試体（供試体番号，C-21～28）について実験を行った。



(iii) セン断耐荷力実験 (S シリーズ：せん断が卓越)

本実験では下図に示すように 1 点载荷を行い、テストパネル部に曲げとせん断の共存場を作り、C シリーズと比べフランジの断面積を大きくしてせん断降伏荷重が曲げ降伏荷重より小さくなるようにした。6 体の供試体（供試番号，S—21～26）について実験を行った。



(2) 鋼 種

供試体はすべて SS41 鋼を用いた。

(3) 水平補剛材の本数

過去において、複数の水平補剛材を有する供試体を用いて行われた実験は数が少ない。そこで本実験では、すべての供試体とも水平補剛材の本数は 2 本とした。

(4) ウェブの幅厚比

SS41 鋼で、水平補剛材 2 本を有するウェブに対し、現行の道路橋示方書（以下、道示という）では、最大幅厚比が 310 と規定されている。本実験では、曲げ座屈やせん断座屈が顕著に現れるように道示の規定値の 20% 増及び 60% 増を目標にウェブの幅厚比を設定した。

(5) 水平補剛材の剛度

現行道示における水平補剛材の必要最小剛比（以下 γ_{req} で表す）は、水平補剛材 1 本を $0.2h$ (h ：ウェブ高) の位置に取り付けた場合のウェブに対して決められた値であり、水平補剛材 2 本の場合にも、設計の簡便を計るため同じ値を適用している。

本実験においても γ_{req} を基準とし、水平補剛材の剛度が耐荷力に及ぼす影響を検討するために、 $0.5\gamma_{\text{req}}$

$1.0\gamma_{hreq}$, $5.0\gamma_{hreq}$ (製作誤差の関係で実際には若干値が異なる)と水平補剛材の剛度を変えた供試体を製作し実験を行った。下表に示す組合せでは、水平補剛材の剛度以外の供試体諸元については同じにしている。

	Bシリーズ	Cシリーズ	Sシリーズ
1) $0.5\gamma_{hreq}$	B-21	C-21	S-21
2) $1.0\gamma_{hreq}$	B-22	C-24	S-24
3) $5.0\gamma_{hreq}$	B-23	C-23	S-25

(6) 水平補剛材の配置

現行道示における水平補剛材の取付け位置は4辺単純支持された板の弾性座屈理論に基づき、2本の場合に対し間隔比14:22:64と規定されているが、本実験では、限界状態設計法による設計法を検討するために特にこの規定にとらわれずに配置した。具体的には供試体の設計時に耐荷力に関する解析⁸⁾を行い、テストパネル部の単一パネルおよび部分パネルの各強度が不均等にならないように配置を決めた。18体の供試体のうち、17体は間隔比10:15:75とし、1体は、水平補剛材の配置が耐荷力に及ぼす影響を検討するため配置を変え、間隔比20:30:50とした。下表に示す組合せでは、水平補剛材の配置以外の供試体の諸元については同じにしている。

	Sシリーズ
1) 10:15:75	S-21
2) 20:30:50	S-23

(7) 垂直補剛材の剛度

垂直補剛材の剛度が耐荷力に及ぼす影響を検討するために、現行の道示で規定される垂直補剛材の必要最小剛比(以下 γ_{vreq} で表す)を基準にし、 $1.0\gamma_{vreq}$ と $2.0\gamma_{vreq}$ (製作誤差の関係で実際には若干値が異なる)と垂直補剛材の剛度を変えた供試体を製作し実験を行った。下表に示す組合せでは垂直補剛材の剛度以外の供試体の諸元については、同じにしている。

	Cシリーズ	Sシリーズ
1) $1.0\gamma_{vreq}$	C-21	S-21
2) $2.0\gamma_{vreq}$	C-22	S-22

1.2 供 試 体

(1) 形状・寸法・諸元

各供試体の形状・寸法を図-1.1(1)~(13)に、テストパネル部の主要な諸元を表-1.2(1)~(3)に示す。

供試体は両端を単純支持し、テストパネル以外の部分は終局荷重時にも安定が保てるように十分に剛な構

造としている。また、上下のフランジは対称としており、垂直補剛材と水平補剛材は図—1.1(4)に示すように密着させず 30 mm 離している。なお、テストパネル部については熱処理等によるひずみ取りは行っていない。

(2) 材料試験結果

供試体テストパネル部の各部材の材料試験の結果を表—1.3 (1)～(3)に示す。

(3) 溶接条件

供試体の製作時に行った溶接の使用材料、溶接条件を表—1.4 (1)～(3)に示す。

1.3 実験方法

(1) 荷重載荷方法

載荷試験は建設省土木研究所構造物実験施設にある 3,000 t 万能試験機を使用して行った。試験機を写真—1.1 に、また供試体の設置状況を写真—1.2 と写真—1.3 にそれぞれ示す。

1.1(1)に述べたとおり、B シリーズでは 2 点載荷とし、C シリーズ、S シリーズでは 1 点載荷としている。2 点載荷の状況を図—1.2 (1)および写真—1.4 に、1 点載荷の状況を図—1.2 (2)および写真—1.5 に示す。2 点載荷の場合は、2ヶ所の載荷点上にローラを取り付け、桁の軸方向にはころがり自由とした上に載荷用の桁を置き、その中央部を載荷ポンチにより加力した。載荷ポンチは剛構造であり、ポンチと載荷用桁の間には、ポンチと同心円の R を持つ溝を切った厚肉プレート（載荷板）をはめ込んでいる。1 点載荷の場合は、載荷ポンチと供試体の間に載荷板をはめ込み加力した。なお、載荷板と載荷用桁間、供試体間にすき間が生じた場合は石膏で填隙した後加力した。

(2) 支点条件

支点部分はグリースを塗布したテフロン板を支承台に重ね、その上に支承を取り付け、軸方向に可動とし直角方向は拘束した。

(3) 横倒れ防止方法

供試体の横倒れによる座屈を防止するため、両支点及びスパン内 2 点の計 4ヶ所に横倒れ防止治具を取り付けて実験を行った。横倒れ防止治具の概略を図—1.3 に示す。

(4) ひずみの測定方法

ひずみの測定は、テストパネル部及びその周辺に、電気抵抗式ひずみゲージを貼布し、各荷重段階毎に行った。各供試体のひずみゲージ貼布位置を図—1.4 (1)～(3)に示す。

(5) 変位の測定方法

図—1.5 (1)～(9)に示す位置に変位計を取り付け、各荷重段階毎に、桁鉛直方向変位、供試体端部と支承の軸方向変位、横倒れ変位、上フランジの鉛直変位を測定した。たわみ量は、両支点の変位から補正して算出した。

また、ウェブの面外変位を図—1.6 (1)～(3)に示すように、テストパネル部にメッシュを入れ各交点で載荷前と除荷までの数回の荷重段階において、変位計を用いて測定した。面外変位の測定状況を写真—1.6 に示す。

2. 実験結果

2.1 終局耐荷力

(1) 曲げ耐荷力およびせん断耐荷力

表-2.1 に各供試体の降伏荷重 P_y , 降伏モーメント M_y , 降伏せん断力 V_y の計算値及び最高荷重 P_{udy} , 静的最高荷重 P_{ust} , 曲げ耐荷力 M_u , せん断耐荷力 V_u の実験値を示す。

ここで, M_y , V_y は材料試験の結果 (表-1.3 (1)~(3)) を用いて式(1), (2)により求めた。

$$M_y = h_w \left(\Lambda_f \sigma_{yf} + \frac{1}{6} \Lambda_w \sigma_{yw} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$V_y = \frac{\sigma_{yw}}{\sqrt{3}} \times \Lambda_w \dots \dots \dots (2)$$

ここで Λ_f : 圧縮フランジの断面積

Λ_w : ウェブの断面積

h_w : ウェブの高さ

σ_{yf} : フランジの下降伏点

σ_{yw} : ウェブの下降伏点

P_y はテストパネル中央の曲げモーメントとせん断力が, 各々 M_y , V_y に達する時の荷重のうち小さい方の値である。

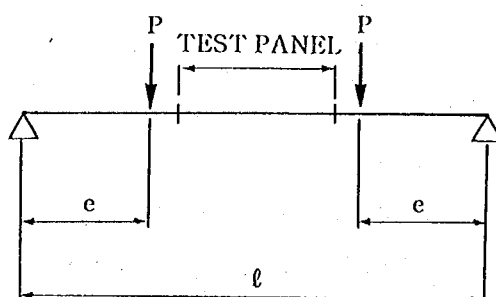
また, P_{udy} は変位制御により一定の変位速度での加力により示された最高荷重であり, P_{ust} は P_{udy} に達した後に, 変位速度を 0 としてから約 2 分後の変形が安定した時の静的な最高荷重である。耐荷力の整理には P_{ust} を用いることとし, M_u , V_u は各シリーズによって次に示す方法で求めた。

なお, M_u はテストパネル中央に生じる曲げモーメントの値とした。

○ B シリーズ

$$M_u = P_{ust} \times e$$

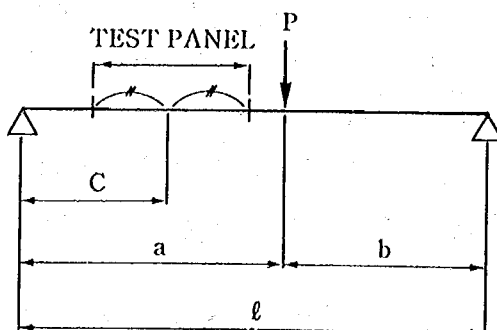
$$V_u = 0$$



○ C シリーズ

$$M_u = \frac{b}{l} \times P_{ust} \times C$$

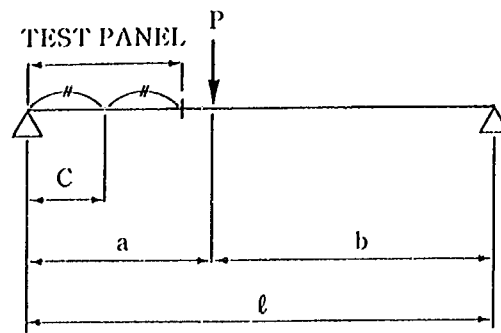
$$V_u = \frac{b}{l} \times P_{ust}$$



○ S シリーズ

$$M_u = \frac{b}{\ell} \times P_{ust} \times C$$

$$V_u = \frac{b}{\ell} \times P_{ust}$$



(2) 最高荷重における供試体の状況

図-2.1 (1)~(18)に各供試体の荷重載荷前と最高荷重におけるテストパネル部上下フランジ縁端距離の差を示す。また、図-2.2 (1)~(18)および写真-2.1 (1)~(18)に各供試体の最高荷重における供試体の状況をそれぞれ示す。

2.2 荷重と変位の関係

(1) 荷重と鉛直たわみの関係

図-2.3 (1)~(18)に各供試体の荷重と最高荷重時に最大の変位を示した測定位置における鉛直たわみ量との関係および破壊に至るまでの供試体の挙動を示す。図中の UF, LF, W, HS, VS は、それぞれ上フランジ、下フランジ、ウェブ、水平補剛材、垂直補剛材の一部が降伏し始めたときの荷重（ひずみの測定値から計算される応力が降伏応力に達した時の荷重）を示している。

(2) ウェブの面外変位

図-2.4.1 (1)~図-2.4.18 (5)に各供試体の荷重載荷前と最高荷重時(供試体番号が B-21, 22, C-25, 27, 28, S-21, 25, 26 については、最高荷重時に測定を行っていないので、最高荷重直前又は直後での値を用いた。)までの 4~5 回の荷重段階におけるテストパネル部ウェブの面外変位を等高線により示す。

2.3 荷重とひずみの関係

(1) ウェブとフランジのひずみ分布

図-2.5.1 (1)~図-2.5.18 (6)に各供試体のウェブとフランジのひずみ分布を、最高荷重までの 6 回の荷重段階（最高荷重の 40%, 60%, 80%, 90%, 95% 付近、及び最高荷重）について示す。

(2) 水平補剛材のひずみ分布

図-2.6 (1)~(18)に各供試体の水平補剛材のひずみ分布を 2.3 (1)と同じ荷重段階について示す。ここでひずみの値は、水平補剛材の上面と下面で大きな差異がないことからその平均値とした。

(3) 垂直補剛材のひずみ分布

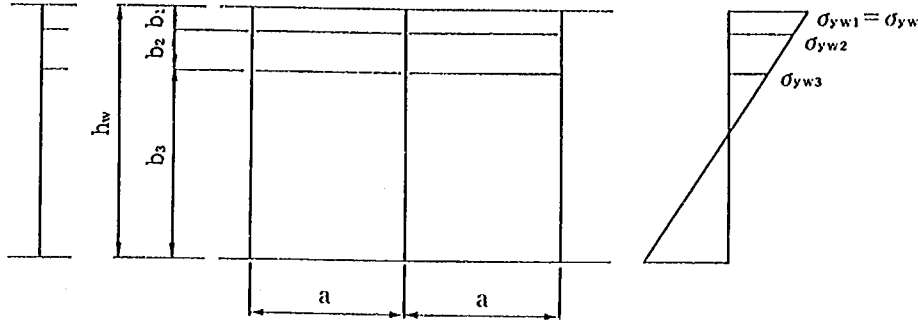
図-2.7 (1)~(18)に各供試体の垂直補剛材のひずみ分布を 2.3 (1)と同じ荷重段階について示す。ここでひずみの値は、垂直補剛材の右面と左面で大きな差異がないことからその平均値とした。

3. 考 察

3.1 終局耐荷力

(1) 曲げ耐荷力

図一3.1 に曲げ耐荷力と幅厚比の関係を示す。ここで縦軸は曲げ耐荷力 M_u を降伏モーメント M_y で無次元化した値をとり、横軸は曲げに対する等価幅厚比 λ_σ をとっている。等価幅厚比 λ_σ は垂直および水平補剛材で区切られた各パネルについて、式(3)により $\lambda_{\sigma i}$ を計算し、その最大値とした。



$$\lambda_{\sigma i} = \sqrt{\frac{\sigma_{ywi}}{\sigma_{crl}}} = \frac{b_i}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_{ywi} \times 12 \times (1 - \nu^2)}{E \pi^2 k_{\sigma i}}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

i : パネルの番号

σ_{ywi} : ウェブの上端が下降伏点に達した時のパネル i の上縁の応力

σ_{crl} : パネル i の弾性座屈応力

b_i : パネル i の高さ

a : パネル i の幅

t_w : ウェブの厚さ

E : ヤング率 ($= 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)

ν : ポアソン比 ($= 0.3$)

$k_{\sigma i}$: パネル i の座屈係数^{a)}

$$= \begin{cases} 23.9 \left(\frac{1 - \phi_i}{2} \right)^2 & (-7 \leq \phi_i \leq -1) \\ 10\phi_i^2 - 6.264\phi_i + 7.636 & (-1 < \phi_i < 0) \\ 8.4 / (1.1 + \phi_i) & (0 \leq \phi_i \leq 1) \end{cases}$$

ϕ_i : パネル i の下縁と上縁の応力比

$$\lambda_\sigma = \max(\lambda_{\sigma i})$$

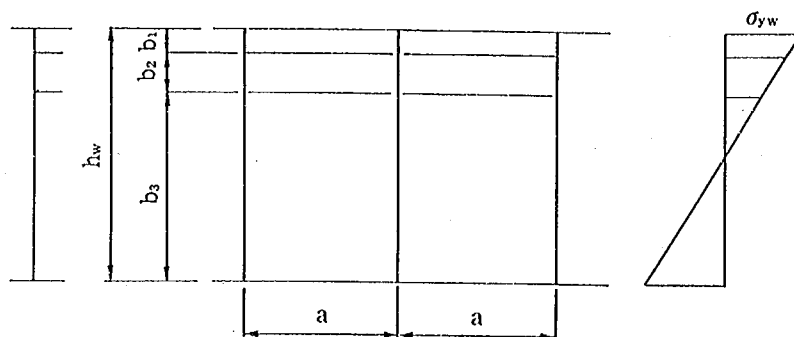
各供試体の等価幅厚比 λ_σ の値を表一3.1 に示す。ここで示した等価幅厚比は、ウェブパネルを区切る補剛材が十分に剛であることを前提としており、補剛材の剛度が小さくウェブの座屈に対して有効に働かないよ

うな場合には必ずしも適切な値とは言えない。

図一3.1には実験値とともに弾性座屈理論による周辺単純支持パネルの強度曲線および参考として東海鋼構造研究グループによる実験式²⁾を示した。東海鋼構造研究グループによる実験式は、水平補剛材なしの供試体を対象に行った曲げ耐力実験データの中から、既に利用が可能で幾何学的特性が実用断面を代表していると考えられるデータ 15 個を選んで最小 2 乗法による回帰分析を行った結果得られた式である。B-21, 22, 23 の実験値を見ると、等価幅厚比が等しいにもかかわらず耐力に差が見られる。これは、水平補剛材の剛度の違いによるものと考えられる。B-24 の実験値を見ると、弾性座屈理論に対して耐力が 50% 程度高くなっており、幅厚比が大きくなっても弾性座屈理論による強度曲線で示されるほど極端に曲げ耐力が低下することはないと言える。また、東海鋼構造研究グループによる実験式に対しては 10% 程度耐力が低くなっているが、補剛材の剛度が $0.78\gamma_{hreq}$, $0.78\gamma_{hreq}$ と小さいことも一つの要因として考えられる。

(2) セン断耐力

図一3.2 にせん断耐力と幅厚比の関係を示す。ここで縦軸はせん断耐力 V_u を降伏せん断力 V_y で無次元化した値をとり、横軸はせん断に対する等価幅厚比 λ_r をとっている。等価幅厚比 λ_r は、垂直および水平補剛材で区切られた各パネルについて式(4)により λ_{ri} を計算し、その最大値とした。



$$\lambda_{ri} = \sqrt{\frac{\tau_{yw}}{\tau_{cri}}} = \frac{b_i}{t_w} \sqrt{\frac{\tau_{yw} \times 12 \times (1-\nu)^2}{E \pi^2 k_{ri}}} \dots\dots\dots (4)$$

- i : パネルの番号
- τ_{yw} : セン断降伏応力 ($= \sigma_{yw} / \sqrt{3}$)
- τ_{cri} : パネル i 弾性座屈応力
- b_i : パネル i の高さ
- a : パネル i の幅
- t_w : ウェブの厚さ
- E : ヤング率 ($= 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)
- ν : ポアソン比 ($= 0.3$)
- k_{ri} : パネル i の座屈係数⁸⁾

$$= \begin{cases} 5.34 + \frac{4.00}{\alpha^2} & (\alpha \geq 1) \\ 4.00 + \frac{5.34}{\alpha^2} & (\alpha < 1) \end{cases} \quad (\alpha = a/b_1)$$

$$\lambda_r = \max(\lambda_{r1})$$

各供試体の等価幅厚比 λ_r の値を表一3.1 に示す。ここで示した等価幅厚比は、(1)に述べたように補剛材の剛度が小さく補剛材がウェブの座屈に対して有効に働かないような場合には必ずしも適切な値とは言えない。

図一3.2 には、実験値とともに弾性座屈理論による周辺単純支持パネルの強度曲線および東海鋼構造研究グループによる実験式²⁾を示した。東海鋼構造研究グループによる実験式は、水平補剛材なしの供試体を対象に行ったせん断耐力実験データの中から、既に利用が可能で幾何学的特性が実用断面を代表していると考えられるデータ 16 個を選んで最小 2 乗法による回帰分析を行った結果得られた式である。実験値は弾性座屈理論に対して 3~5 倍程度耐力が大きくなっており、幅厚比が大きい範囲においては弾性座屈理論による耐力評価はかなり安全側であることがわかる。また、東海鋼構造研究グループによる実験式に対しては比較的良く一致しているが、水平補剛材の剛度が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体 (S-21, 22, 23) の耐力は実験式と比較してやや低くなっている。

(3) 曲げ耐力とせん断耐力の相関関係

図一3.3 に曲げ耐力とせん断耐力の相関関係を示す。横軸、縦軸ともに実験値 M_u , V_u を、東海鋼構造研究グループによる実験式によって計算される曲げ及びせん断耐力 M_u^0 , V_u^0 で無次元化している。また、図には、参考までに 1/4 円を示す曲線を示してあるが、特に C シリーズについてみると実験値は曲線に沿った形で分布していることがわかる。

3.2 水平補剛材剛度が耐力に及ぼす影響

ここでは、各シリーズで供試体諸元のうち水平補剛材の剛度のみが異なる供試体 (B-21, 22, 23, C-21, 23, 24, S-21, 24, 25) について比較を行う。

(1) 水平補剛材剛度と耐力の関係

図一3.4 に水平補剛材剛度と曲げ耐力の関係を示す。図一3.5 に水平補剛材剛度とせん断耐力の関係を示す。縦軸は各々 M_u/M_y , V_u/V_y をとり、横軸はテストパネル部の水平補剛材剛比 γ_h を道示に規定される水平補剛材の必要最小剛比 γ_{hreq} で無次元化した値をとっている。

水平補剛材剛比が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体 (B-21, C-21, S-21) と $1.0\gamma_{hreq}$ の供試体 (B-22, C-24, S-24) を比較すると、曲げ耐力で 6% (B シリーズ) から 12% (C シリーズ) 程度、せん断耐力で 16% (S シリーズ) 程度それぞれ水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ の供試体の耐力の方が高くなっている。しかし、水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ の供試体と $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体 (B-23, C-23, S-25) を比較すると、曲げ耐力が B シリーズで 5% 程度水平補剛材剛比が $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体の方が高くなっているが、C シリーズではほとんど差が見られず、またせん断耐力についても両者の差は見られない。

(2) 荷重と水平補剛材のひずみの関係

図—3.6 (1)～(9)に各供試体の荷重と水平補剛材のひずみの関係を示す。ここで横軸のひずみは最高荷重時に最も大きな値を示したゲージ位置(図中の黒丸)でのものである。

BシリーズとSシリーズについて見ると水平補剛材剛比が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体では低い荷重段階からひずみが増加し、最高荷重の8割前後で降伏し始めているのに対し、水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ と $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体では低荷重時でのひずみの増加の割合は小さく、 $1.0\gamma_{hreq}$ の供試体は最高荷重直前で降伏し始め、 $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体は最高荷重に達しても降伏していない。Cシリーズについて見ると水平補剛材剛比が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体では最高荷重の8割程度までひずみの増加が抑えられているが、その後急激に増加し始め降伏応力に達している。しかし、水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ と $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体では最高荷重に達するまでひずみの増加は抑えられ降伏していない。

(3) 水平補剛材によるウェブの面外変位の拘束

各供試体の最高荷重時におけるウェブの面外変位に注目すると、各シリーズとも水平補剛材剛比が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体では水平補剛材位置における変位の拘束はほとんど見られない(図—2.4.1 (4), 2.4.5 (5), 2.4.13 (4))。しかし、水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ と $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体ではBシリーズ(図—2.4.2 (5), 2.4.3 (5))では十分と言えないものの、Cシリーズ(図—2.4.8 (5), 2.4.7 (5))とSシリーズ(図—2.4.16 (4), 2.4.17 (4))では水平補剛材で区切られた圧縮側の2つのパネルでは変形が拘束され、引張側のパネルのみが変形している。

3.3 水平補剛材位置が耐荷力に及ぼす影響

ここでは、Sシリーズで供試体諸元のうち水平補剛材の配置のみが異なる供試体(S—21, S—23)について比較を行う。

S—21とS—23では、水平補剛材の配置が異なるため、等価幅厚比の値が異なってくる。両供試体のせん断に対する等価幅厚比は表—3.1に示したようにS—21が2.357でS—23が1.941であり、S—23の供試体の方が小さい。この値を用いて東海鋼構造研究グループによる実験式から耐荷力を推定すると、S—23の方が20%程度耐荷力が大きくなる。しかし、実験結果は表—2.1に示したように両者の耐荷力には全く差が見られなかった。この一つの要因として、水平補剛材の剛度が $0.5\gamma_{hreq}$ と小さい為ウェブパネルを補剛材位置で十分に区切る事が出来ず、配置を変えたもののその効果が十分に現われなかったという事が考えられる。図—2.4.13 (4), 2.4.15 (4)に示した両者の最高荷重時におけるウェブの面外変位を見ると、S—23の方が変位量は抑えられているが、共に水平補剛材位置での拘束はあまり見られない。

3.4 垂直補剛材剛度が耐荷力に及ぼす影響

ここでは、CシリーズとSシリーズで供試体諸元のうち垂直補剛材の剛度のみが異なる供試体(C—21, C—22 および S—21, S—22)について比較を行う。

(1) 垂直補剛材剛度と耐荷力の関係

図—3.7に垂直補剛材剛度と曲げ耐荷力の関係を、図—3.8に垂直補剛材剛度とせん断耐荷力の関係を示す。縦軸はそれぞれ M_u/M_y , V_u/V_y をとり、横軸はテストパネル部の垂直補剛材剛比 γ_v を道示に規定される垂直補剛材の必要最小剛比 γ_{vreq} で無次元化した値をとっている。

垂直補剛材剛比が $1.0\gamma_{vreq}$ の供試体 (C-21, S-21) と $2.0\gamma_{vreq}$ の供試体 (C-22, S-22) を比較すると、 $2.0\gamma_{vreq}$ の供試体の方が曲げ耐荷力で 1%、せん断耐荷力で 3% 高い程度で有意な差は見られなかった。

(2) 荷重と垂直補剛材のひずみの関係

図-3.9 (1)~(4)に荷重と垂直補剛材のひずみの関係を示す。ここで横軸のひずみは、最高荷重時に最も大きな値を示したゲージ位置 (図中の黒丸) でのものである。

C シリーズでは、垂直補剛材剛比が $1.0\gamma_{vreq}$ の供試体と $2.0\gamma_{vreq}$ の供試体で最高荷重時におけるひずみ量が 2 倍程度異なるが、最高荷重の直前まではともに良好な直線性が保たれている。S シリーズでは、 $1.0\gamma_{vreq}$ の供試体の方が $2.0\gamma_{vreq}$ の供試体に比べて低い荷重段階からひずみの増加が顕著になっている。

(3) 垂直補剛材によるウェブの面外変位の拘束

各供試体の最高荷重時におけるウェブの面外変位に注目すると、C シリーズ、S シリーズともに垂直補剛材剛比が $1.0\gamma_{vreq}$ の供試体では垂直補剛材位置での変位の拘束はあまり見られない (図-2.4.5 (5), 2.4.13 (4))。これに対し $2.0\gamma_{vreq}$ の供試体では垂直補剛材位置で変位が拘束され、特に S シリーズで顕著である (図-2.4.6 (5), 2.4.14 (4))。しかし、ここで比較を行った供試体は水平補剛材剛比が $0.5\gamma_{hreq}$ の供試体であり、水平補剛材剛比が $1.0\gamma_{hreq}$ および $5.0\gamma_{hreq}$ の供試体では垂直補剛材剛比が $1.0\gamma_{vreq}$ でも垂直補剛材位置でのウェブの面外変位の拘束が顕著に現われている。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, II 鋼橋編, 日本道路協会, 昭和 55 年 2 月
- 2) 東海鋼構造研究グループ: 鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性への適用 (下), 橋梁と基礎, 1980 年 12 月
- 3) 三上・大谷・武田: 多数の補剛材を有するプレートガーダーの曲げ強度算定法, 橋梁と基礎, 1983 年 1 月
- 4) DIN4114, Blatt I: Stahlbau, Stabilitätsfälle (Knickung, Knippung, Beulung)-Berechnungsgrundlagen, Vorschriften, Juli, 1952
- 5) 長谷川・西野・奥村: 水平補剛材を有するプレートガーダーの曲げ耐荷力実験, 土木学会論文報告集 No. 234, 1975 年 2 月
- 6) 長谷川・西野・奥村: 水平補剛材を有するプレートガーダーのせん断耐荷力, 土木学会論文報告集 No. 235, 1975 年 3 月
- 7) 塩見・伊藤・福本: プレートガーダーの耐荷力実験データの調査, 構造工学論文集, 土木学会, Vol. 33A, 1987 年 3 月
- 8) 土木学会: 座屈設計ガイドライン, 1987

あ と が き

本報告では、実験結果のみをとり急ぎまとめて報告した。今後は、さらに詳細なデータの検討ならびに理論解析を行うとともにさらに必要となるデータを収集するための実験を行っていく予定である。

実験計画の立案および本報告書の取りまとめに関して、日本道路協会橋梁委員会総括小委員会限界状態設計法分科会鋼部材検討班（主査：福本勝士 大阪大学教授）の委員の方々から貴重な示唆を頂いた。ここに感謝いたします。

图 表

表-1.1 検 討 項 目 一 覧

供試体 番 号	断面力* の状態	鋼 種	水 平 補剛材 の本数	ウエブの 幅 厚 比 (h_w/t_w)	水平補剛 材の配置 (%)	水平補剛 材の剛度 ($\times \gamma_{hreq}^{**}$)	垂直補剛 材の配置 (h_w/a)	垂直補剛 材の剛度 ($\times \gamma_{vreq}^{***}$)	実 験 年 度
B-21	B	SS41	2	353	10 : 15 : 75	0.45	1.65	1.03	60
B-22	B	SS41	2	353	10 : 15 : 75	0.93	1.65	1.03	60
B-23	B	SS41	2	347	10 : 15 : 75	4.16	1.65	0.96	62
B-24	B	SS41	2	449	10 : 15 : 75	0.78	1.65	0.78	62
C-21	C	SS41	2	355	10 : 15 : 75	0.46	1.65	1.04	60
C-22	C	SS41	2	355	10 : 15 : 75	0.46	1.65	1.99	60
C-23	C	SS41	2	347	10 : 15 : 75	4.16	1.65	0.96	61
C-24	C	SS41	2	347	10 : 15 : 75	0.90	1.65	0.96	61
C-25	C	SS41	2	449	10 : 15 : 75	0.78	1.65	0.78	62
C-26	C	SS41	2	349	10 : 15 : 75	0.92	1.65	0.98	61
C-27	C	SS41	2	349	10 : 15 : 75	0.92	1.65	0.98	61
C-28	C	SS41	2	349	10 : 15 : 75	0.92	1.65	0.98	62
S-21	S	SS41	2	355	10 : 15 : 75	0.46	1.65	1.04	60
S-22	S	SS41	2	355	10 : 15 : 75	0.46	1.65	1.99	60
S-23	S	SS41	2	356	20 : 30 : 50	0.46	1.65	1.05	60
S-24	S	SS41	2	349	10 : 15 : 75	0.92	1.65	0.98	62
S-25	S	SS41	2	349	10 : 15 : 75	4.24	1.65	0.98	62
S-26	S	SS41	2	449	10 : 15 : 75	0.78	1.65	0.78	62

*B : 純曲げ

C : 曲げ+せん断

S : せん断が卓越

** γ_{hreq} は、道路橋示方書に規定される水平補剛材の必要最小剛比

$$\gamma_{hreq} = 30 \left(\frac{a}{h_w} \right)$$

*** γ_{vreq} は、道路橋示方書に規定される垂直補剛材の必要最小剛比

$$\gamma_{vreq} = 8.0 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2$$

 h_w : ウェブの高さ t_w : ウェブの厚さ a : 垂直補剛材の間隔

表一.2(1) 供試体テストパネル部の諸元 (Bシリーズ)

供 試 体 番 号	B-21	B-22	B-23	B-24
支 間 長 ℓ (mm)	6,000	6,000	6,000	7,980
テストパネルの長さ (mm)	2,000	2,000	2,000	2,660
ウ ェ ブ 高 さ h_w (mm)	1,650	1,650	1,650	2,200
ウ ェ ブ 厚 さ t_w (mm)	4.67	4.67	4.76	4.90
フ ラ ン ジ 幅 b_f (mm)	250	250	250	290
フ ラ ン ジ 厚 t_f (mm)	12.07	12.07	12.12	14.34
垂直補剛材の幅 b_{ts} (mm)	50	50	50	53
垂直補剛材の厚さ t_{ts} (mm)	8.23	8.23	8.11	8.11
水平補剛材の幅 b_{ts} (mm)	40	51	85	55
水平補剛材の厚さ t_{ts} (mm)	5.85	5.85	5.97	5.97
垂直補剛材の間隔 a (mm)	1,000	1,000	1,000	1,330
水 平 補 剛 材 の 本 数	2	2	2	2
水平補剛材の間隔 (%)	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75
垂直補剛材の剛度 ($\times \gamma_{vreq}$)	1.03	1.03	0.96	0.78
水平補剛材の剛度 ($\times \gamma_{hreq}$)	0.45	0.93	4.16	0.78
ウ ェ ブ 幅 厚 比 h_w/t_w	353	353	347	449
ウ ェ ブ 縦 横 比 a/h_w	0.61	0.61	0.61	0.61
ウ ェ ブ と フ ランジの面積比 $\frac{h_w \cdot t_w}{b_f \cdot t_f}$	2.55	2.55	2.59	2.59
実 験 年 度	60	60	62	62

注 1) γ_{vreq} , γ_{hreq} は、道示に規定されている垂直、水平補剛材の必要最小剛比を示す。

2) 鋼種は全てSS41である。

表-1.2(2) 供試体テストパネル部の諸元 (Cシリーズ)

供 試 体 番 号	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25	C-26	C-27	C-28
支 間 長 ℓ (mm)	6,350	6,350	6,350	6,350	6,810	7,600	7,300	6,800
テストパネルの長さ (mm)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,660	2,000	2,000	2,000
ウ ェ ブ 高 さ h_w (mm)	1,650	1,650	1,650	1,650	2,200	1,650	1,650	1,650
ウ ェ ブ 厚 さ t_w (mm)	4.65	4.65	4.76	4.76	4.90	4.73	4.73	4.73
フ ラ ン ジ 幅 b_f (mm)	250	250	250	250	290	250	250	250
フ ラ ン ジ 厚 t_f (mm)	12.07	12.07	12.12	12.12	14.34	12.12	12.12	12.12
垂直補剛材の幅 b_{fs} (mm)	50	62	50	50	53	50	50	50
垂直補剛材の厚さ t_{fs} (mm)	8.23	8.23	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11
水平補剛材の幅 b_{ts} (mm)	40	40	85	51	55	51	51	51
水平補剛材の厚さ t_{ts} (mm)	5.85	5.85	5.97	5.97	5.97	5.97	5.97	5.97
垂直補剛材の間隔 a (mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,330	1,000	1,000	1,000
水 平 補 剛 材 の 本 数	2	2	2	2	2	2	2	2
水平補剛材の間隔 (%)	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75
垂直補剛材の剛度 ($\times \gamma_{vreq}$)	1.04	1.99	0.96	0.96	0.78	0.98	0.98	0.98
水平補剛材の剛度 ($\times \gamma_{hreq}$)	0.46	0.46	4.16	0.90	0.78	0.92	0.92	0.92
ウ ェ ブ 幅 厚 比 h_w/t_w	355	355	347	347	449	349	349	349
ウ ェ ブ 縦 横 比 a/h_w	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
ウ ェ ブ と フ ラ ン ジ の 面 積 比 $\frac{h_w \cdot t_w}{b_f \cdot t_f}$	2.54	2.54	2.59	2.59	2.59	2.58	2.58	2.58
実 験 年 度	60	60	61	61	62	61	61	62

注 1) γ_{vreq} , γ_{hreq} は、道示に規定されている垂直、水平補剛材の必要最小剛比を示す。

2) 鋼種は全てSS41である。

表-1.2(3) 供試体テストパネル部の諸元 (Sシリーズ)

供 試 体 番 号	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26
支 間 長 ℓ (mm)	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	8,010
テストパネルの長さ (mm)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,660
ウ ェ ブ 高 さ h_w (mm)	1,650	1,650	1,650	1,650	1,650	2,200
ウ ェ ブ 厚 さ t_w (mm)	4.65	4.65	4.64	4.73	4.73	4.90
フ ラ ン ジ 幅 b_f (mm)	300	300	300	300	300	340
フ ラ ン ジ 厚 t_f (mm)	21.58	21.58	21.58	21.22	21.22	23.90
垂直補剛材の幅 b_{fs} (mm)	50	62	50	50	50	53
垂直補剛材の厚さ t_{fs} (mm)	8.23	8.23	8.23	8.11	8.11	8.11
水平補剛材の幅 b_{ts} (mm)	40	40	40	51	85	55
水平補剛材の厚さ t_{ts} (mm)	5.85	5.85	5.85	5.97	5.97	5.97
垂直補剛材の間隔 a (mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,330
水 平 補 剛 材 の 本 数	2	2	2	2	2	2
水 平 補 剛 材 の 間 隔 (%)	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	20 : 30 : 50	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75	10 : 15 : 75
垂直補剛材の剛度 ($\times \gamma_{vreq}$)	1.04	1.99	1.05	0.98	0.98	0.78
水平補剛材の剛度 ($\times \gamma_{hreq}$)	0.46	0.46	0.46	0.92	4.24	0.78
ウ ェ ブ 幅 厚 比 h_w/t_w	355	355	356	349	349	449
ウ ェ ブ 縦 横 比 a/h_w	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
ウ ェ ブ と フ ランジの面積比 $\frac{h_w \cdot t_w}{b_f \cdot t_f}$	1.19	1.19	1.18	1.23	1.23	1.33
実 験 年 度	60	60	60	62	62	62

注1) γ_{vreq} , γ_{hreq} は、道示に規定されている垂直、水平補剛材の必要最小剛比を示す。

2) 鋼種は全てSS41である。

表-1.3(1) テストパネル部材料試験結果 (Bシリーズ)

供試体 番 号	部 材 名	材 料 試 験 結 果				ミ ル シ ー ト		
		板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)
B-21	フ ラ ン ジ	12.07	31.8	30.6	45.3	12	31	46
	ウ ェ ブ	4.67	31.5	31.2	44.3	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
B-22	フ ラ ン ジ	12.07	31.8	30.6	45.3	12	31	46
	ウ ェ ブ	4.67	31.5	31.2	44.3	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
B-23	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.76	33.2	30.9	45.7	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
B-24	フ ラ ン ジ	14.34	29.9	29.3	45.1	14	30	44
	ウ ェ ブ	4.90	32.7	31.2	45.3	4.5	31.5	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47

表一1.3(2) テストパネル部材料試験結果 (Cシリーズ)

供試体 番号	部 材 名	材 料 試 験 結 果				ミ ル シ ー ト		
		板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)
C-21	フ ラ ン ジ	12.07	31.8	30.6	45.3	12	31	46
	ウ ェ ブ	4.65	32.3	31.8	45.2	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
C-22	フ ラ ン ジ	12.07	31.8	30.6	45.3	12	31	46
	ウ ェ ブ	4.65	32.3	31.8	45.2	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
C-23	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.76	33.2	30.9	45.7	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
C-24	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.76	33.2	30.9	45.7	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
C-25	フ ラ ン ジ	14.34	29.9	29.3	45.1	14	30	44
	ウ ェ ブ	4.90	32.7	31.2	45.3	4.5	31.5	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
C-26	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.73	33.0	31.2	45.5	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
C-27	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.73	33.0	31.2	45.5	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
C-28	フ ラ ン ジ	12.12	30.1	29.3	45.0	12	30	44
	ウ ェ ブ	4.73	33.0	31.2	45.5	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47

表-1.3(3) テストパネル部材料試験結果 (Sシリーズ)

供試体 番号	部 材 名	材 料 試 験 結 果				ミ ル シ ー ト		
		板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	板 厚 (mm)	上降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)
S-21	フ ラ ン ジ	21.58	30.1	29.4	46.0	21	28	46
	ウ ェ ブ	4.65	31.7	31.4	45.1	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
S-22	フ ラ ン ジ	21.58	30.1	29.4	46.0	21	28	46
	ウ ェ ブ	4.65	31.7	31.4	45.1	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
S-23	フ ラ ン ジ	21.58	30.1	29.4	46.0	21	28	46
	ウ ェ ブ	4.64	32.4	31.6	45.4	4.5	30	46
	垂直補剛材	8.23	31.5	—	46.5	8	30	46
	水平補剛材	5.85	31.5	—	44.8	6	30	44
S-24	フ ラ ン ジ	21.22	29.6	29.2	46.3	21	29	46
	ウ ェ ブ	4.73	33.8	30.8	45.4	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
S-25	フ ラ ン ジ	21.22	29.6	29.2	46.3	21	29	46
	ウ ェ ブ	4.73	33.8	30.8	45.4	4.5	32	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47
S-26	フ ラ ン ジ	23.90	29.6	28.8	46.3	24	29	45
	ウ ェ ブ	4.90	32.7	31.2	45.3	4.5	31.5	44
	垂直補剛材	8.11	30.5	30.4	45.5	8	30	45
	水平補剛材	5.97	31.8	31.8	46.8	6	31	47

表一.4(1) 供試体製作に用いた溶接材料

溶接方法	鋼材	銘 柄	規 格	棒 径	使 用 箇 所
手 溶 接	SS41	KS-76T	D 5016	3.2	・組立用溶接
		LB-47	D 4316	4	・ウェブ板継溶接
		03-A	D 4303	3.2	・脚長3.2mmのすみ肉溶接
		KS-78	D 5000	4~6	・脚長4~7mmのすみ肉溶接
サブマージ アーク溶接	SS41	Y-D	ワイヤー (YSW-41)	4.8	・フランジ板継溶接
		YF-15	フラックス	20×200	

表一.4(2) 供試体製作における溶接条件 (手溶接)

電流 (A)

銘 柄	溶接姿勢	溶 接 棒 径 (mm)			
		3.2	4	5	6
KS-76T	全 姿 勢	100~160	—	—	—
LB-47	F	—	130~180	—	—
03-A	H	100~140	—	—	—
KS-78	H	—	130~180	170~230	230~290

F ; 下向, H ; 水平

表一.4(3) 供試体製作における溶接条件 (サブマージアーク溶接)

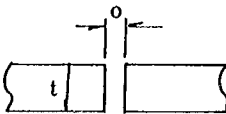
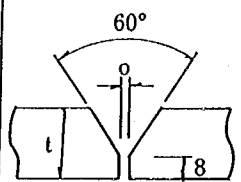
溶 接 継 手		ワイヤ	フラックス	パ ス		電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)
板 厚 $t \leq 13\text{mm}$		Y-D 4.8 mmφ	YF-15 20×200	B.P.		500~700	32~35	50~55
				F.P.		650~700	30~36	55~60
$13 < t \leq 28$		Y-D 4.8 mmφ	YF-15 20×200	B.P.	初層	500~700	30~34	35~45
					2層	600~750	30~36	30~45
				F.P.	初層	600~800	32~35	35~45
					2層	600~850	30~40	50~45

表-2.1 耐 荷 力 実 験 結 果

実験項目	供試体 番 号	降伏荷重	降伏モー メント	降伏 せん断力	実 験 結 果				$\frac{Mu}{My}$	$\frac{Vu}{Vy}$
		Py (t)	My (t・m)	Vy (t)	Pudy (t)	Pust (t)	Mu (t・m)	Vu (t)		
Bシリーズ (純曲げ)	B-21	132.4	218.5	—	120.4	114.9	189.6	—	0.868	—
	B-22	132.4	218.5	—	124.3	122.3	201.8	—	0.924	—
	B-23	129.1	213.0	—	126.5	125.3	206.7	—	0.970	—
	B-24	169.6	391.7	—	149.1	145.6	336.3	—	0.859	—
Cシリーズ (曲げ+ せん断)	C-21	242.1	219.4	140.9	146.4	142.1	128.7	66.0	0.587	0.468
	C-22	242.1	219.4	140.9	146.6	143.3	129.8	66.6	0.592	0.473
	C-23	235.2	213.0	139.9	157.4	153.0	138.6	71.1	0.651	0.508
	C-24	235.2	213.0	139.9	159.9	155.1	140.5	72.1	0.660	0.515
	C-25	421.7	391.7	194.1	249.9	242.5	225.2	89.0	0.575	0.459
	C-26	171.8	213.4	140.7	132.5	127.6	158.5	49.5	0.743	0.352
	C-27	182.1	213.4	140.7	140.3	137.0	160.6	55.4	0.753	0.394
	C-28	205.0	213.4	140.7	150.5	148.0	154.1	64.2	0.722	0.456
Sシリーズ (せん断が 卓越)	S-21	226.5	380.3	139.1	130.3	128.2	78.7	78.7	0.207	0.566
	S-22	226.5	380.3	139.1	136.6	132.7	81.5	81.5	0.214	0.586
	S-23	227.5	380.6	139.7	132.0	128.4	78.9	78.9	0.207	0.565
	S-24	226.3	373.1	139.0	151.0	148.2	91.0	91.0	0.244	0.655
	S-25	226.3	373.1	139.0	147.0	144.1	88.5	88.5	0.237	0.637
	S-26	317.3	638.5	194.1	159.9	157.4	128.1	96.3	0.201	0.496

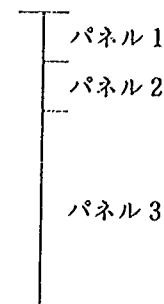
注1) Py, My, Vyは、材料試験による下降伏点を用いて求めた計算値である。

2) Pudyは、一定荷重速度での最高荷重の値であり、Pustは、Pudyに達した後一定時間(約2分間)が経過して
ひずみの流れがなくなった後の荷重速度0での荷重の値である。

3) MuおよびVuは、それぞれPustを用いて求めた曲げ耐力およびせん断耐力である。

表-3.1 供試体の等価幅厚比

実験項目	供試体 番 号	曲げに対する等価幅厚比				せん断に対する等価幅厚比			
		$\lambda\sigma_1$	$\lambda\sigma_2$	$\lambda\sigma_3$	$\lambda\sigma$	$\lambda\tau_1$	$\lambda\tau_2$	$\lambda\tau_3$	$\lambda\tau$
Bシリーズ (純曲げ)	B-21	0.681	0.871	1.036	1.036	—	—	—	—
	B-22	0.681	0.871	1.036	1.036	—	—	—	—
	B-23	0.665	0.850	1.011	1.011	—	—	—	—
	B-24	0.866	1.107	1.316	1.316	—	—	—	—
Cシリーズ (曲げ +せん断)	C-21	0.691	0.883	1.050	1.050	0.473	0.700	2.372	2.372
	C-22	0.691	0.883	1.050	1.050	0.473	0.700	2.372	2.372
	C-23	0.665	0.850	1.011	1.011	0.455	0.674	2.283	2.283
	C-24	0.665	0.850	1.011	1.011	0.455	0.674	2.283	2.283
	C-25	0.866	1.107	1.316	1.316	0.592	0.878	2.967	2.967
	C-26	0.673	0.860	1.023	1.023	0.461	0.682	2.310	2.310
	C-27	0.673	0.860	1.023	1.023	0.461	0.682	2.310	2.310
	C-28	0.673	0.860	1.023	1.023	0.461	0.682	2.310	2.310
Sシリーズ (せん断が 卓越)	S-21	0.686	0.877	1.044	1.044	0.470	0.696	2.357	2.357
	S-22	0.686	0.877	1.044	1.044	0.470	0.696	2.357	2.357
	S-23	1.306	1.220	引張領域	1.306	0.917	1.316	1.941	1.941
	S-24	0.669	0.855	1.017	1.017	0.458	0.678	2.296	2.296
	S-25	0.669	0.855	1.017	1.017	0.458	0.678	2.296	2.296
	S-26	0.866	1.107	1.316	1.316	0.592	0.878	2.967	2.967



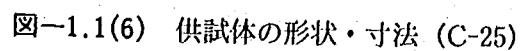
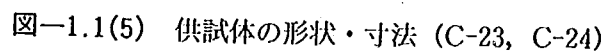
i : パネル番号

$\lambda\sigma_i$: (3)式

$\lambda\tau_i$: (4)式

$\lambda\sigma = \max(\lambda\sigma_i)$

$\lambda\tau = \max(\lambda\tau_i)$



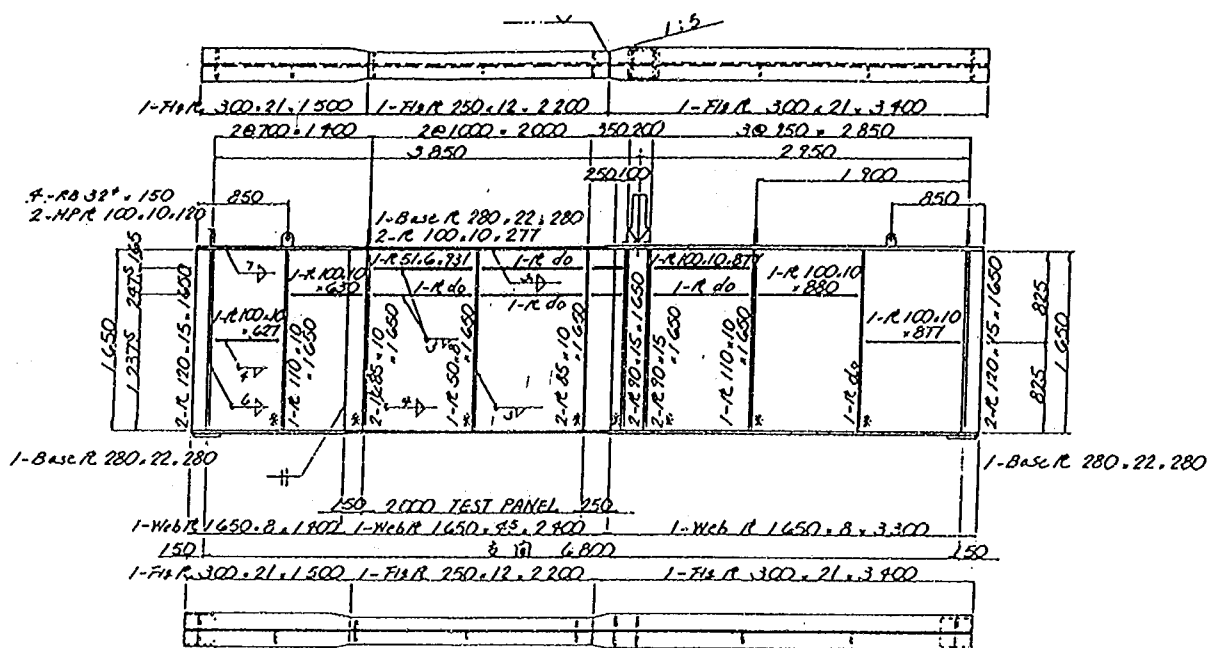


図-1.1(9) 供試体の形状・寸法 (C-28)

()内数値はS-22材を示す。

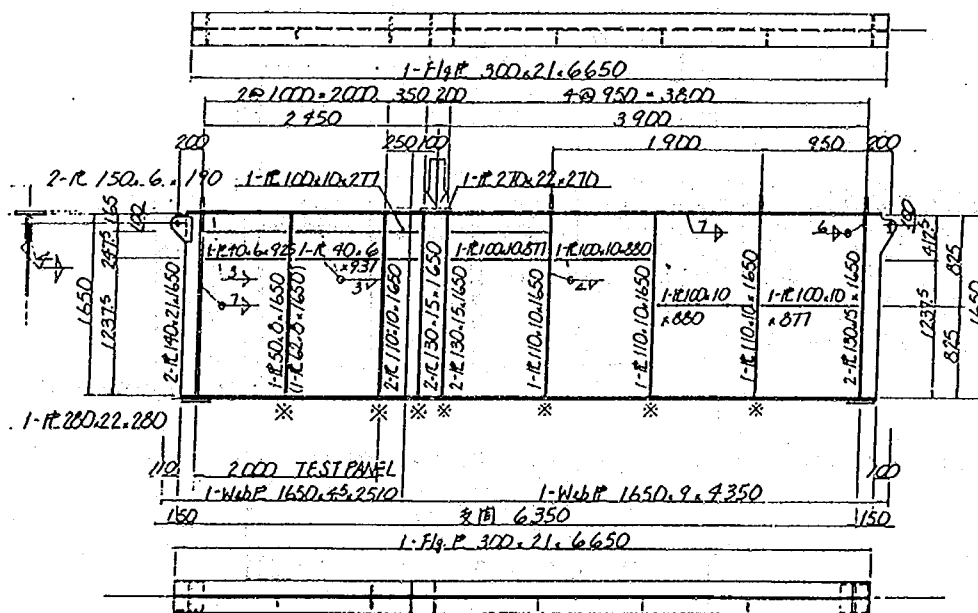


図-1.1(10) 供試体の形状・寸法 (S-21, S-22)

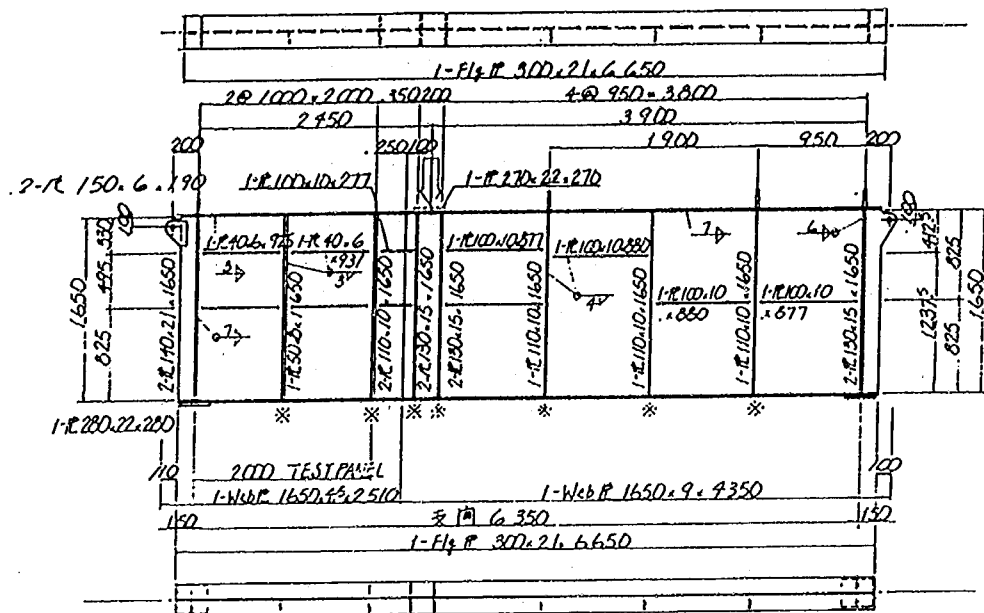


図-1.1(11) 供試体の形状・寸法 (S-23)

()内数値は S-25 材を示す。

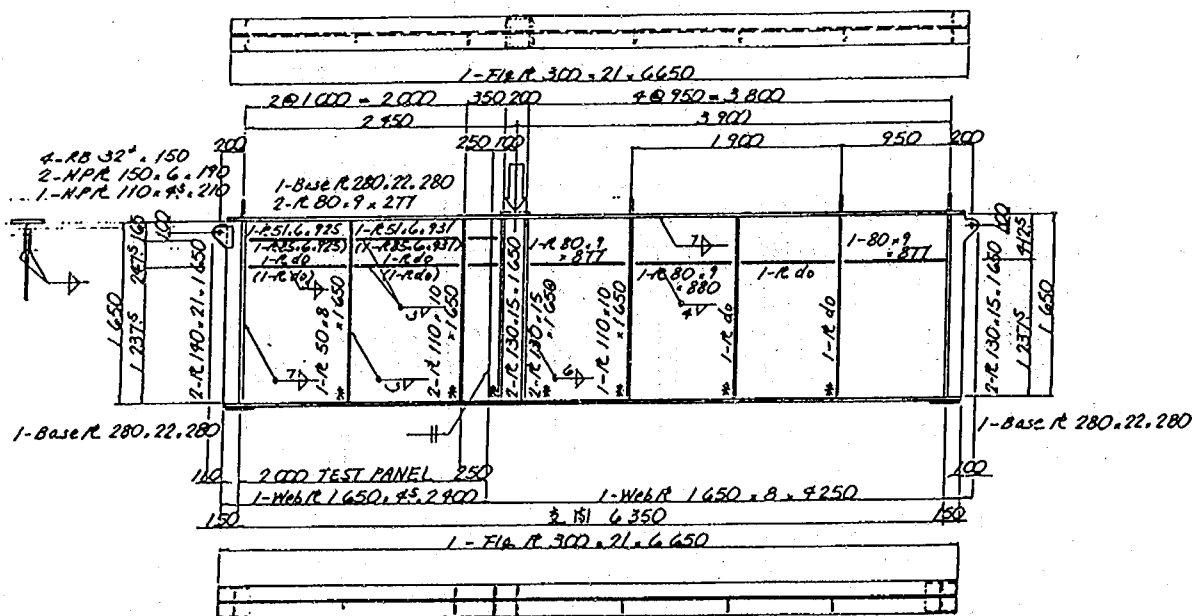
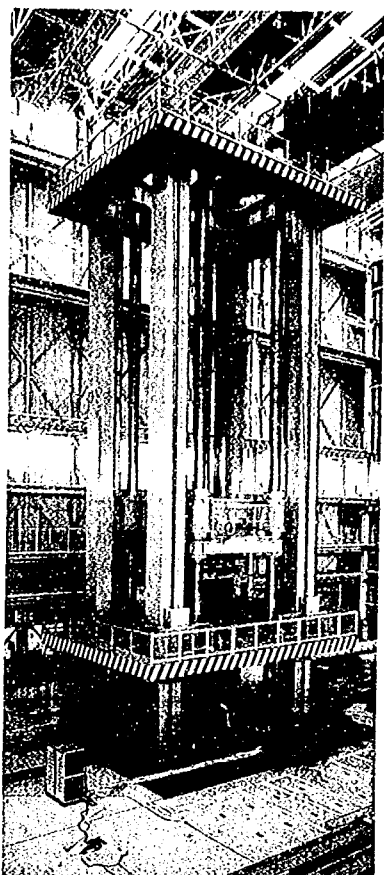
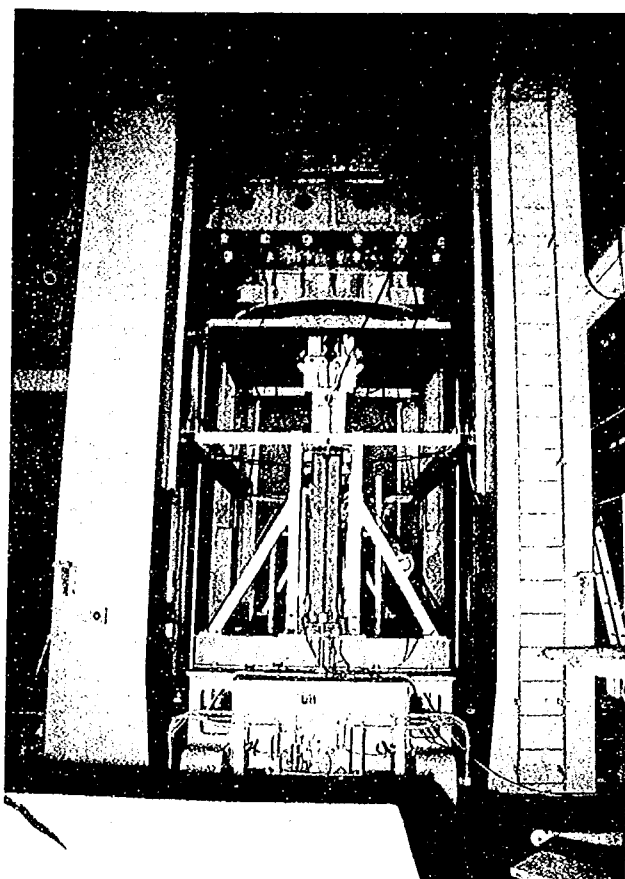


図-1.1(12) 供試体の形状・寸法 (S-24, S-25)



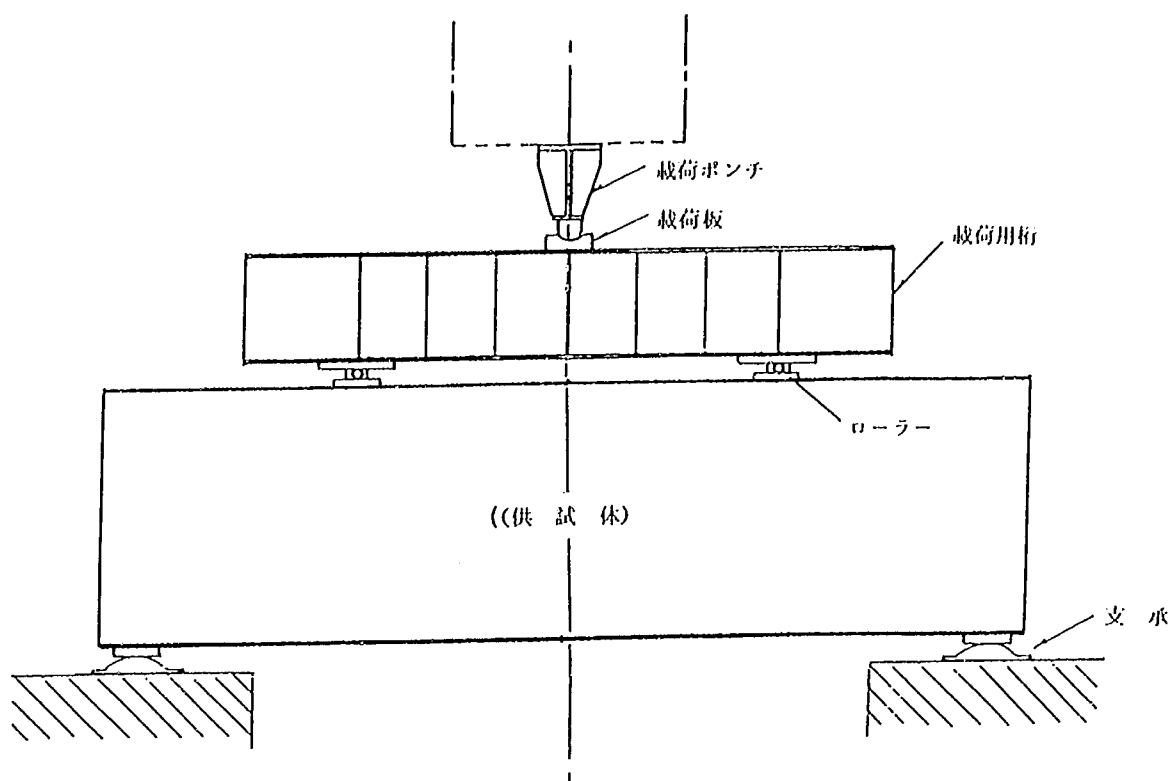
写真一1.1 3,000ton 万能試験機



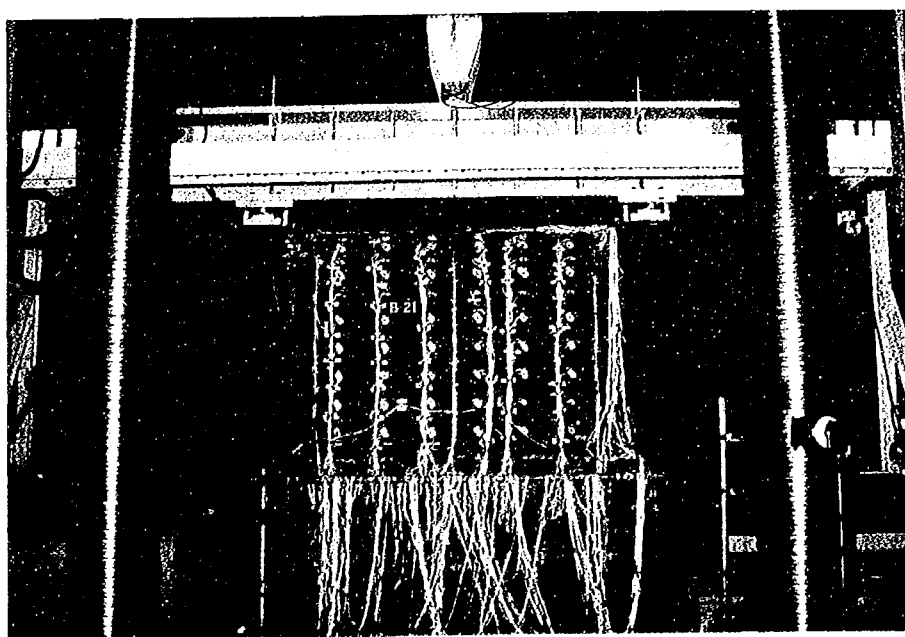
写真一1.3 供試体の設置状況



写真一1.2 供試体の設置状況



図一1.2(1) 2点载荷の状況



写真一1.4 2点载荷の状況

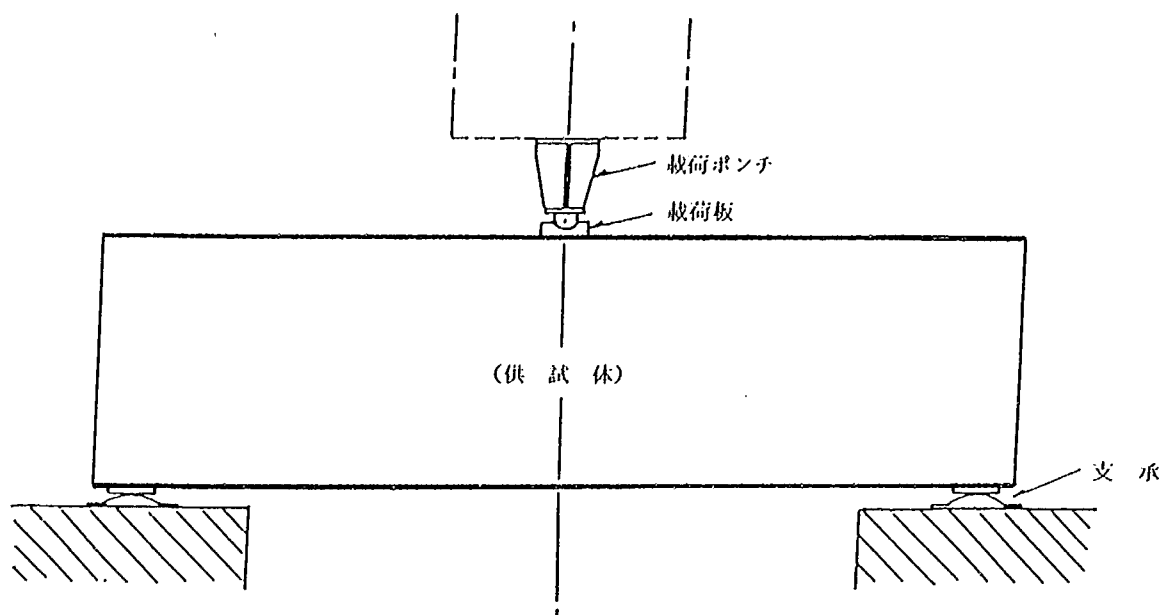


図-1.2(2) 1点載荷の状況

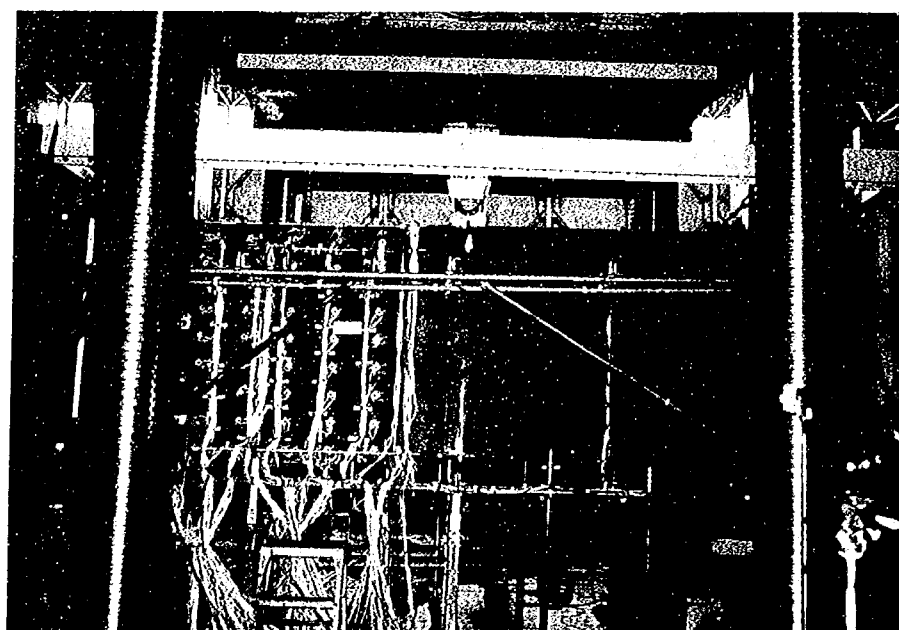
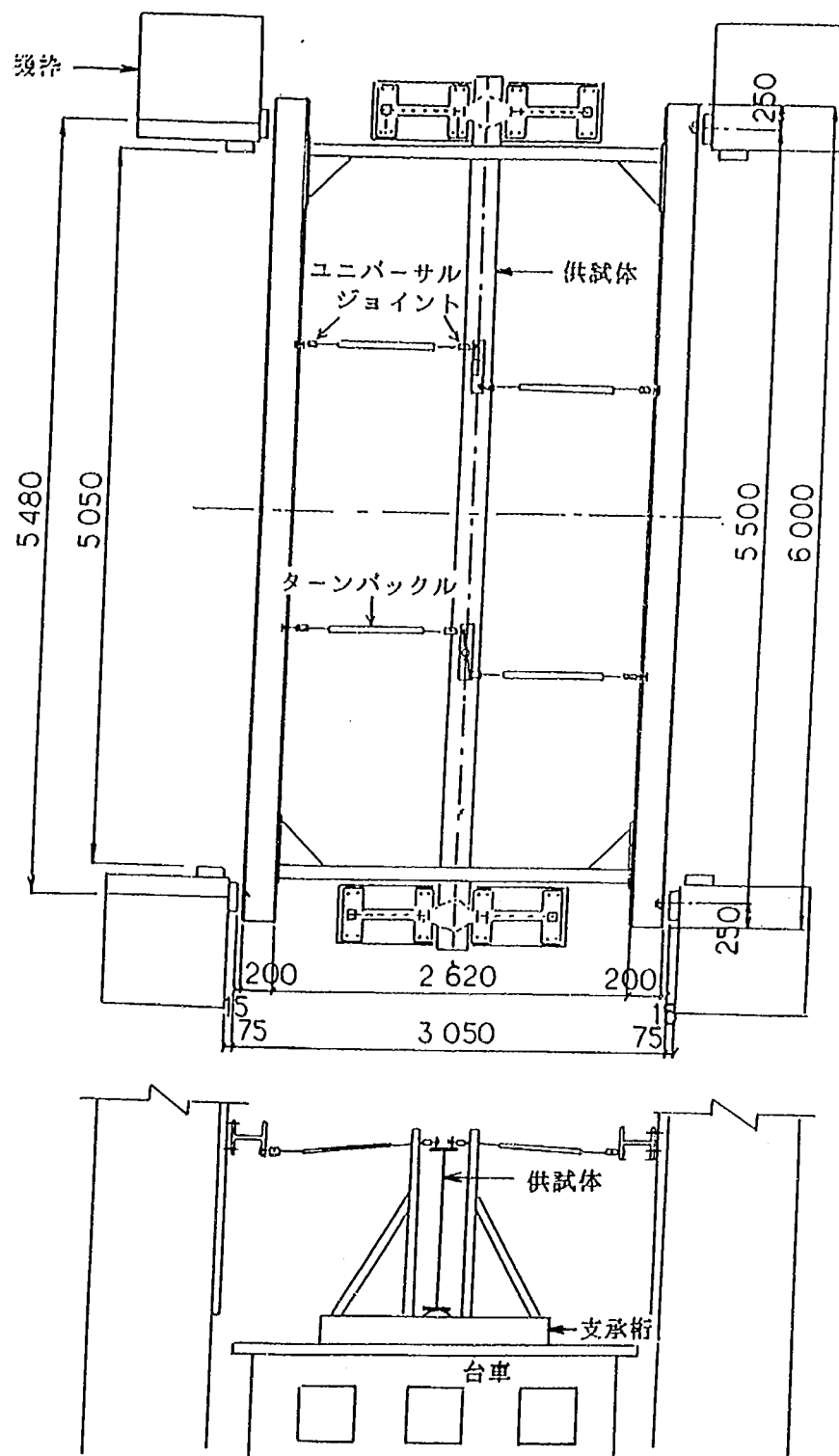


写真-1.5 1点載荷の状況



図一1.3 横倒れ防止治具概略図

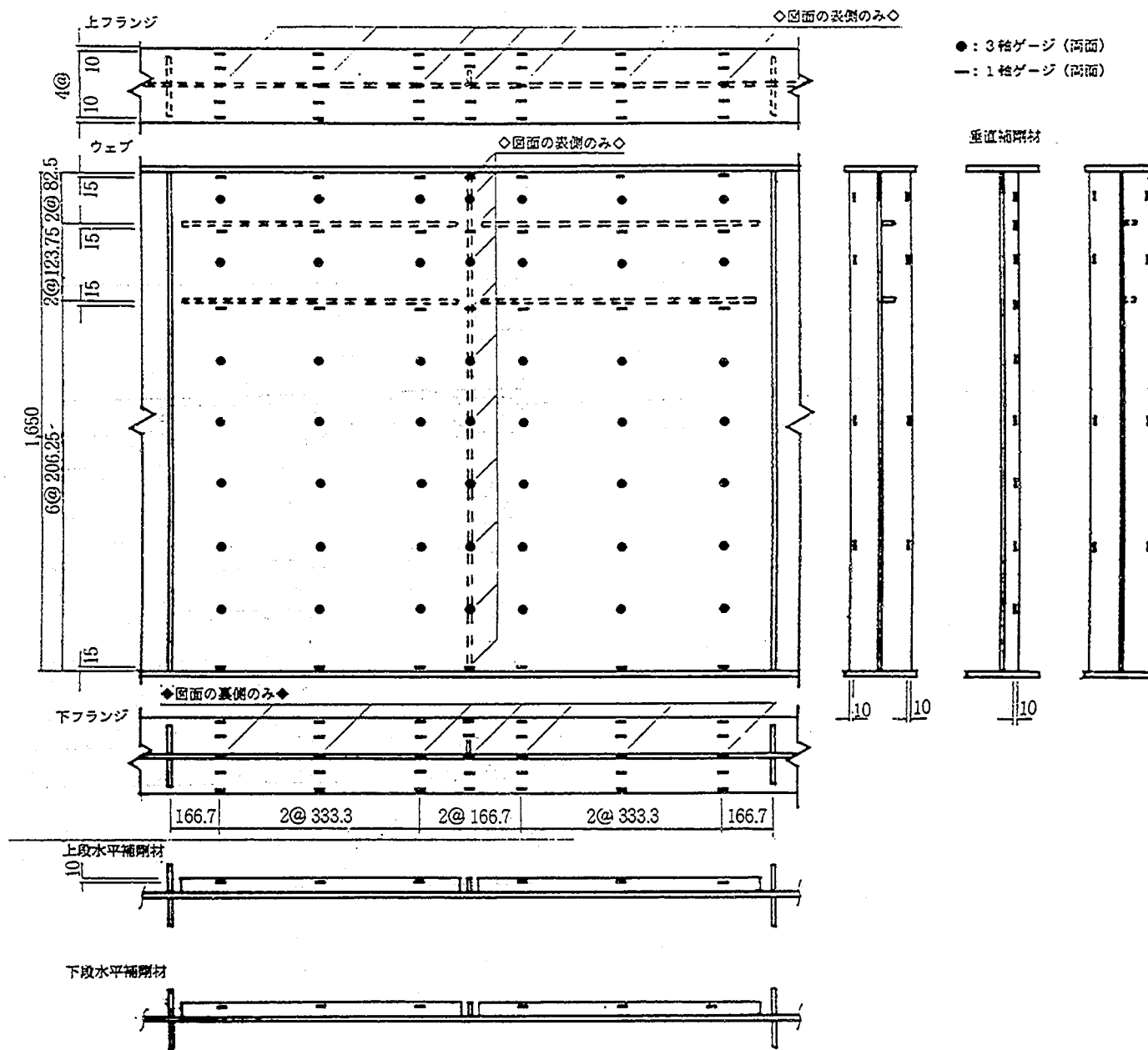


図-1.4(1) ひずみゲージ貼布位置図
(B-21, B-22, B-23, C-21, C-22, C-23, C-24,
C-26, C-27, C-28, S-21, S-22, S-24, S-25)

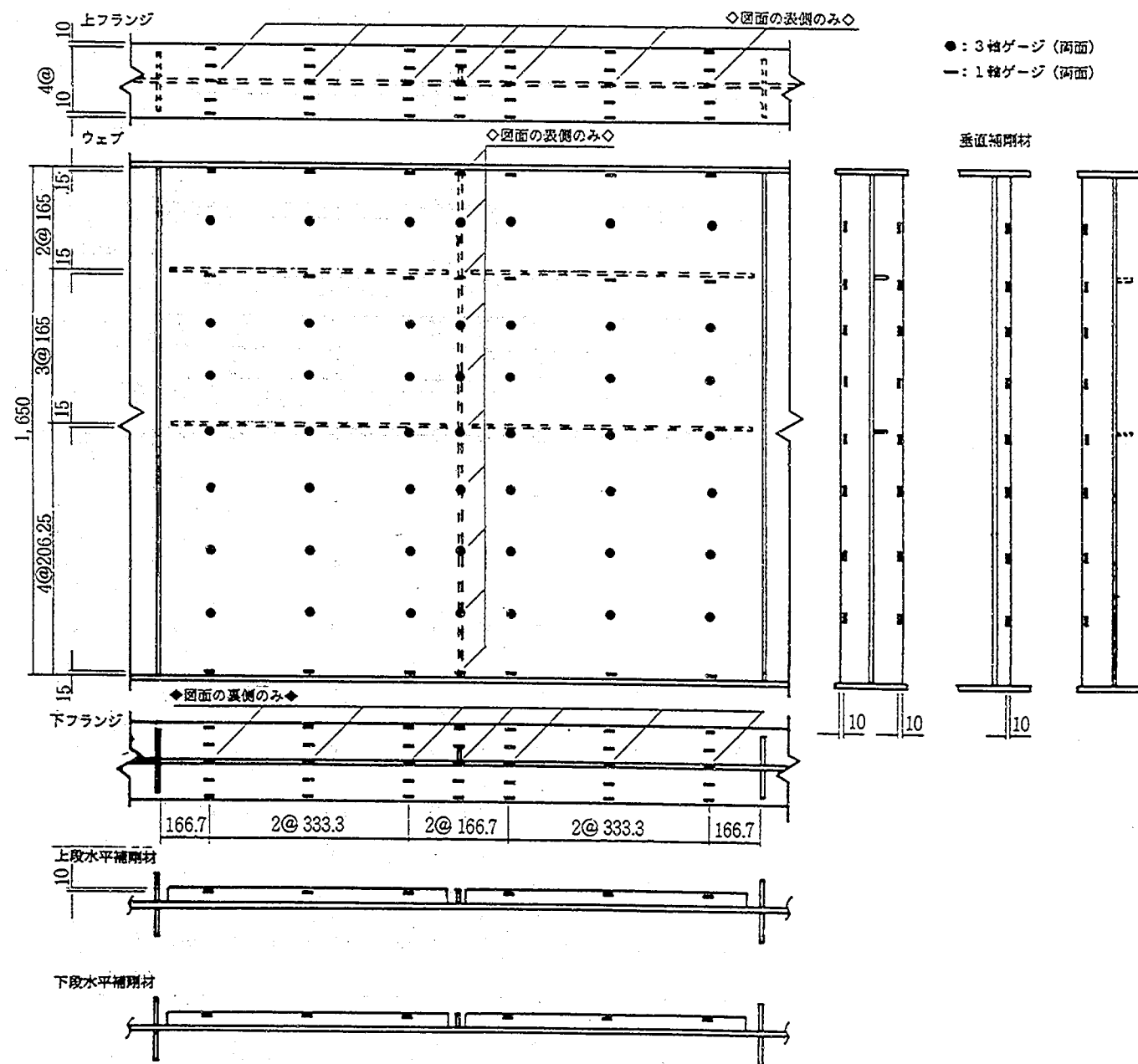


図-1.4(2) ひずみゲージ貼布位置図 (S-23)

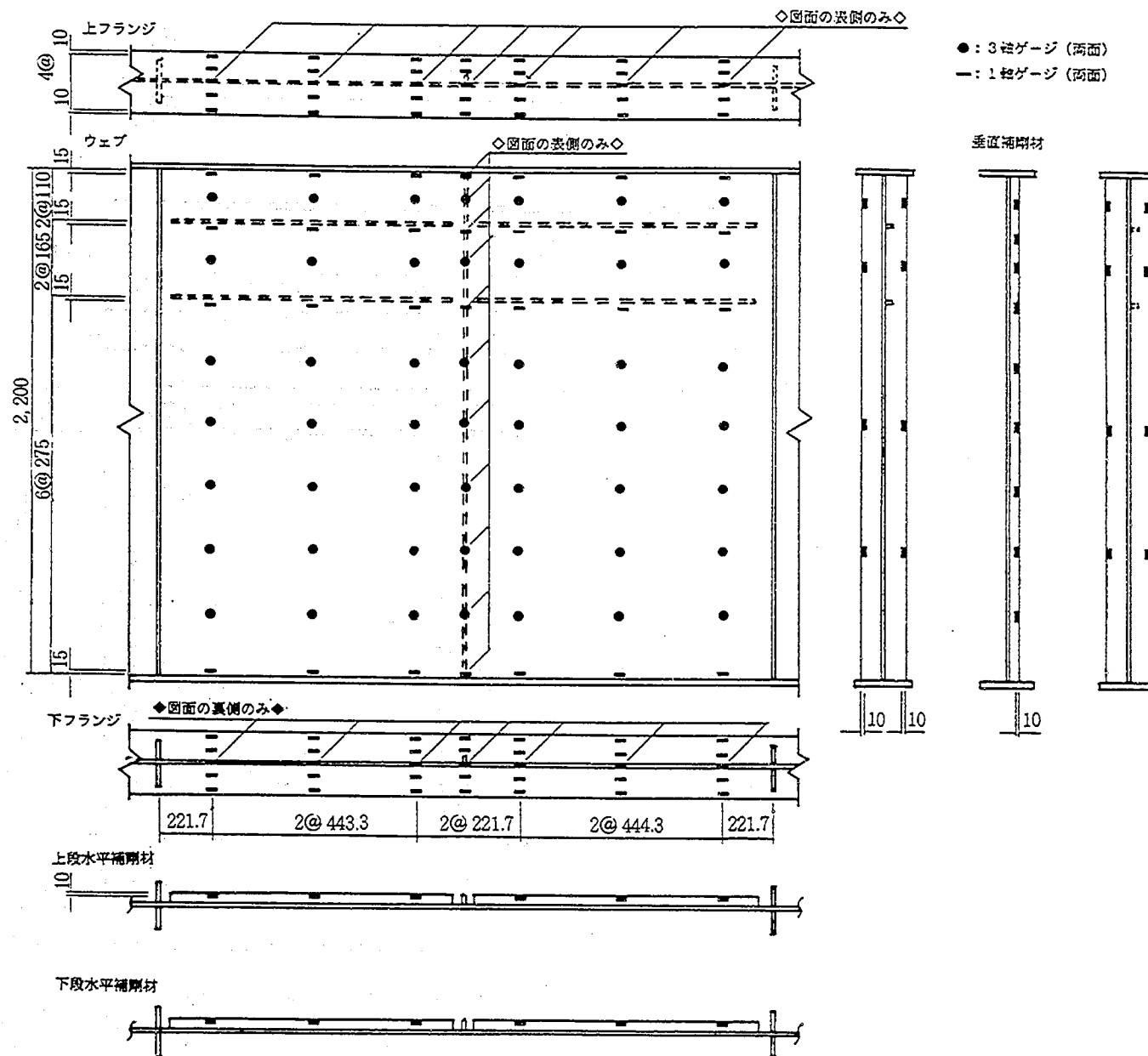


図-1.4(3) ひずみゲージ貼布位置図 (B-24, C-25, S-26)

図一1.5(1) 変位計取付け位置図 (B-21, B-22)

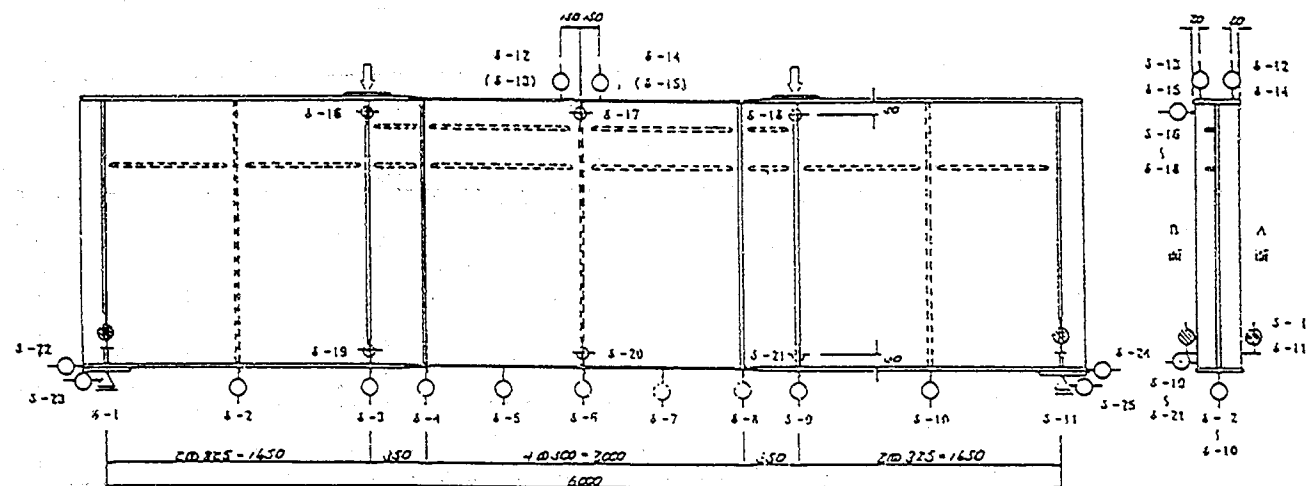
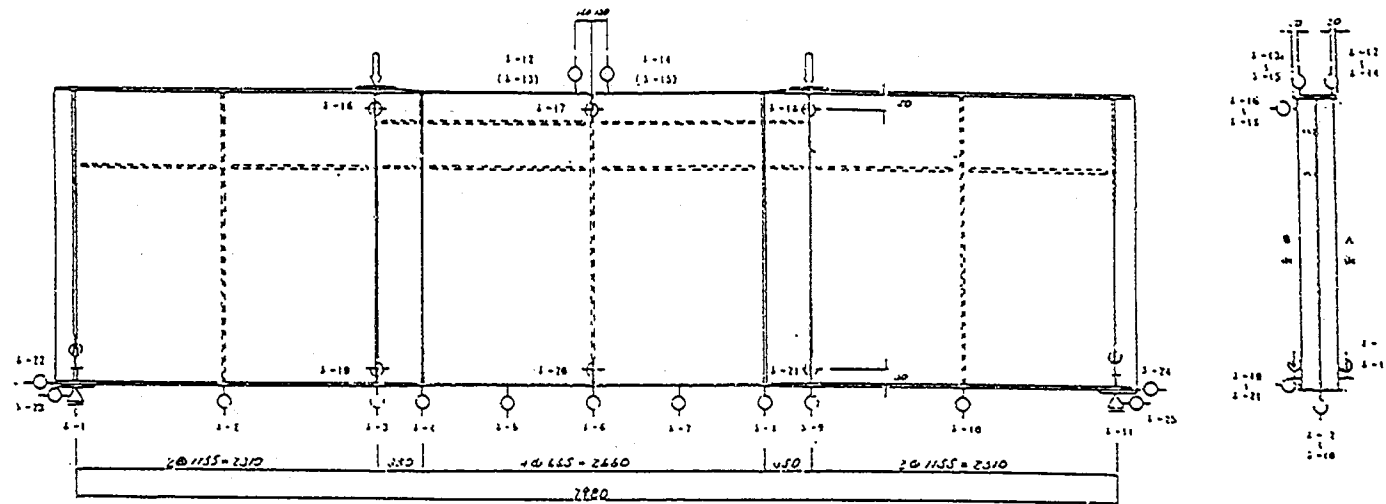
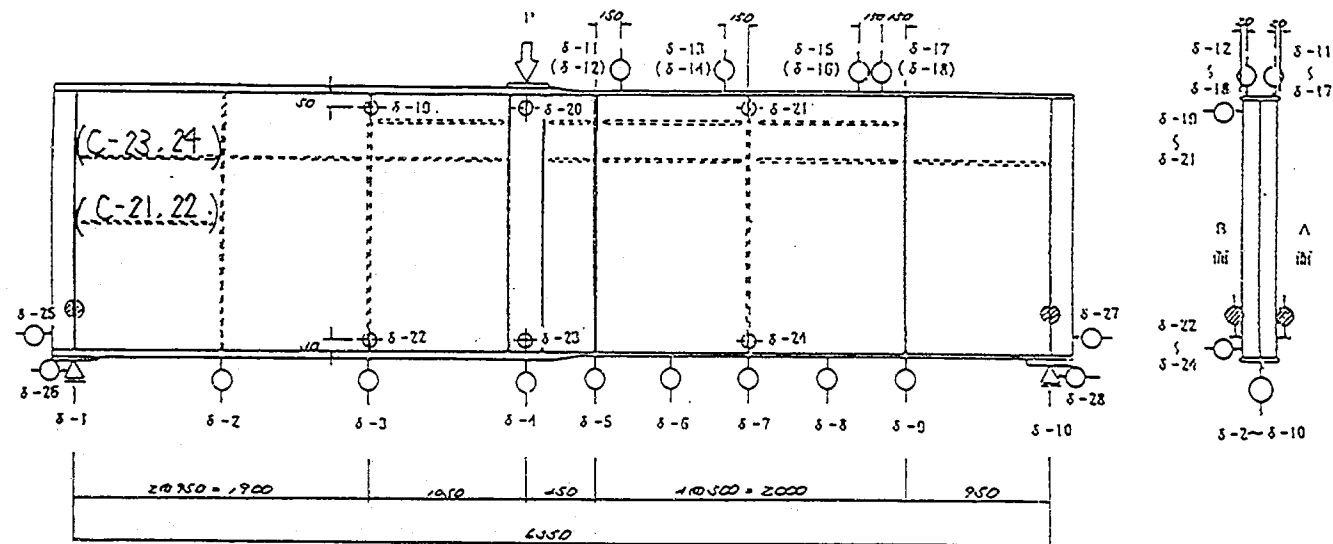


図-1.5(2) 変位計取付け位置図 (B-23)



図—1.5(3) 変位計取付け位置図 (B-24)



図—1.5(4) 変位計取付け位置図 (C-21, C-22, C-23, C-24)

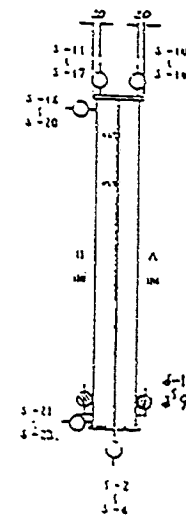


図-1.5(5) 変位計取付け位置図 (C-25)

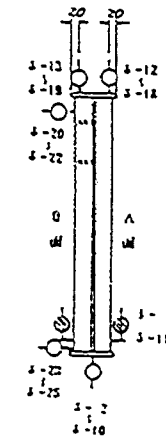
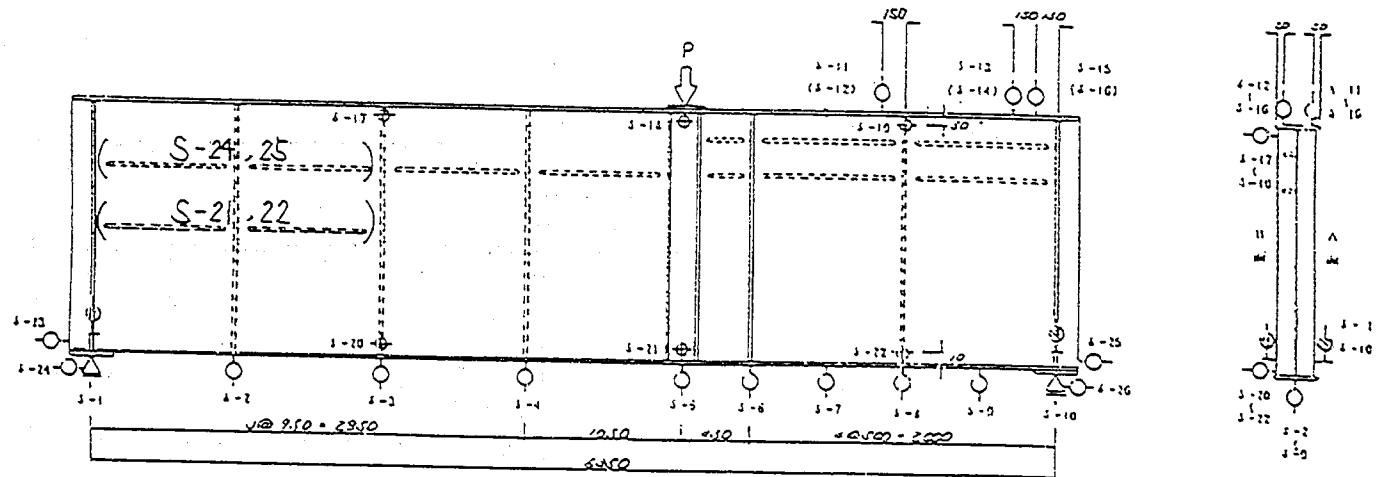
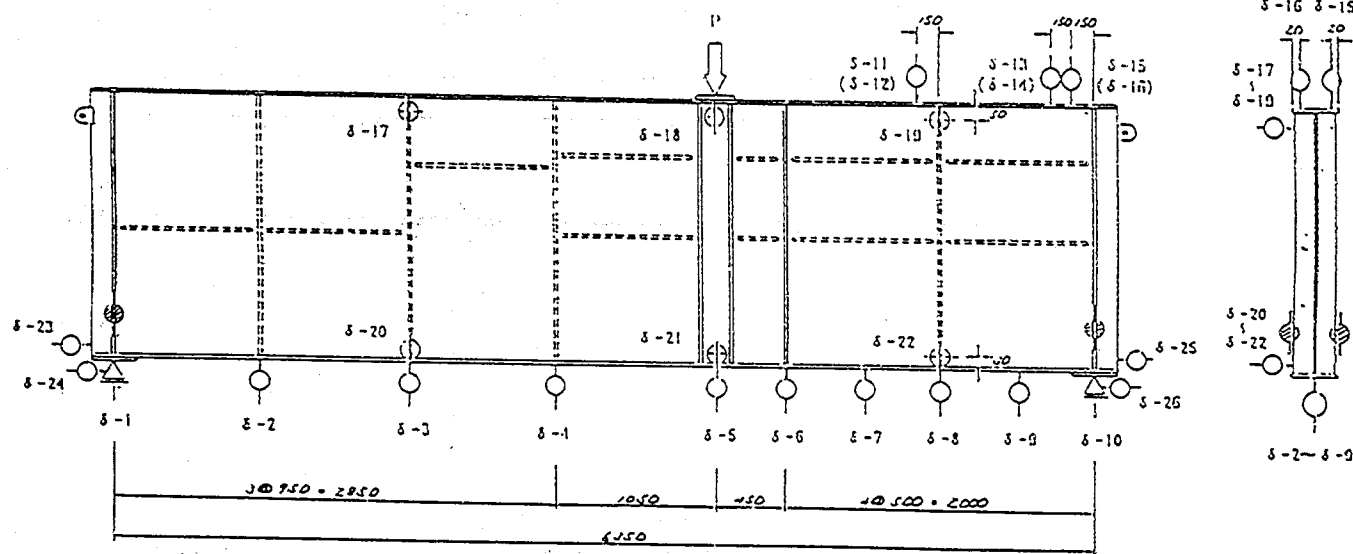


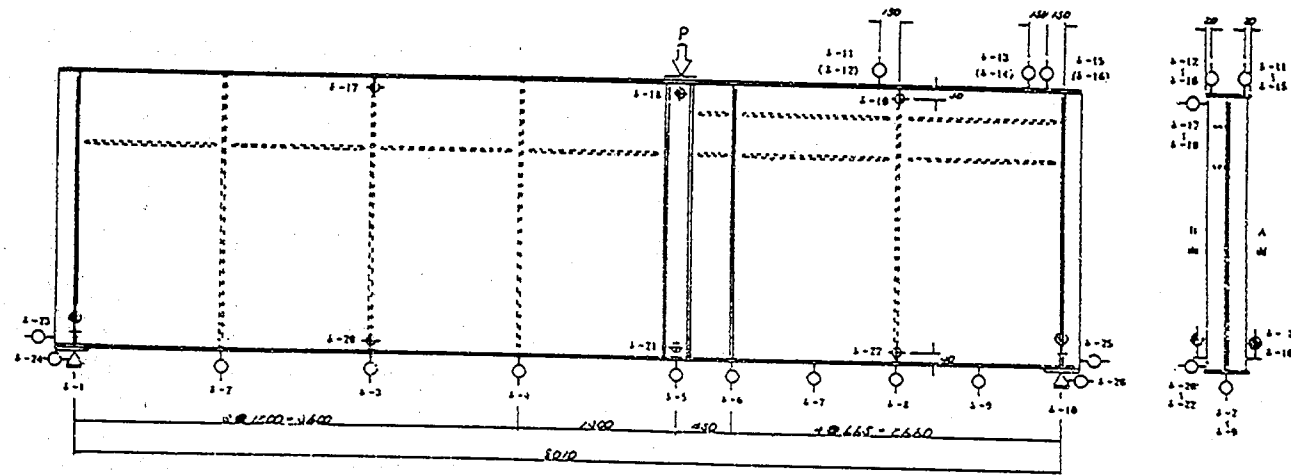
図-1.5(6) 変位計取付け位置図 (C-26, C-27, C-28)



図一1.5(7) 変位計取付け位置図 (S-21, S-22, S-24, S-25)



図一1.5(8) 変位計取付け位置図 (S-23)



図一1.5(9) 変位計取付け位置図 (S-26)

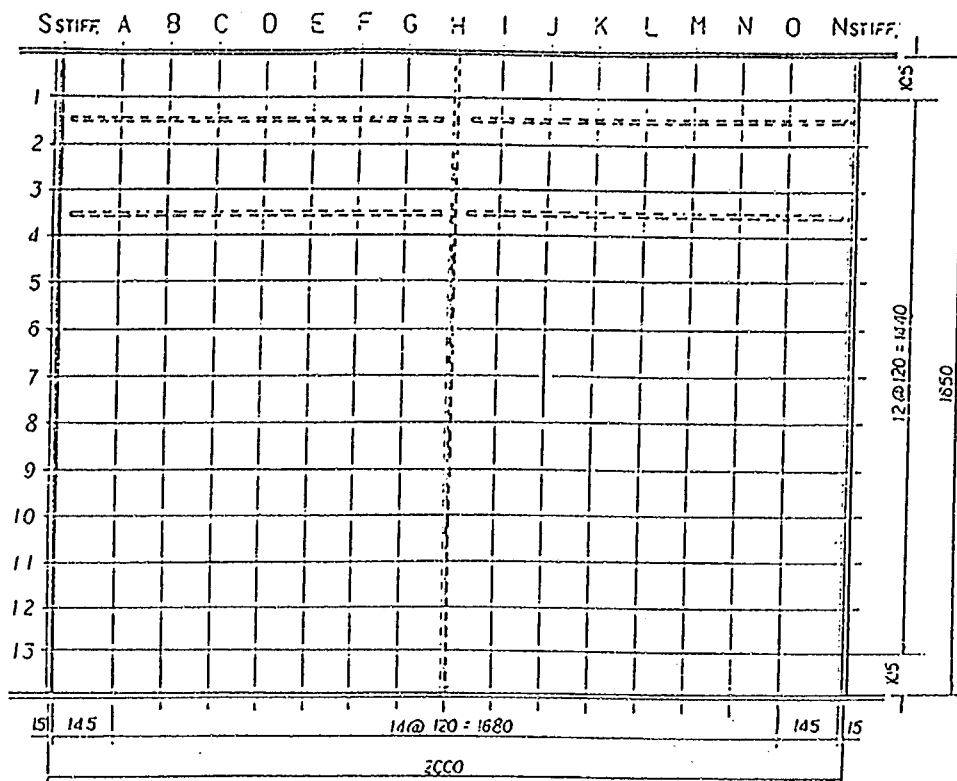


図-1.6(1) ウェブ面外変位測定位置図 (B-21, B-22, B-23, C-21, C-22, C-23, C-24, C-26, C-27, C-28, S-21, S-22, S-24, S-25)

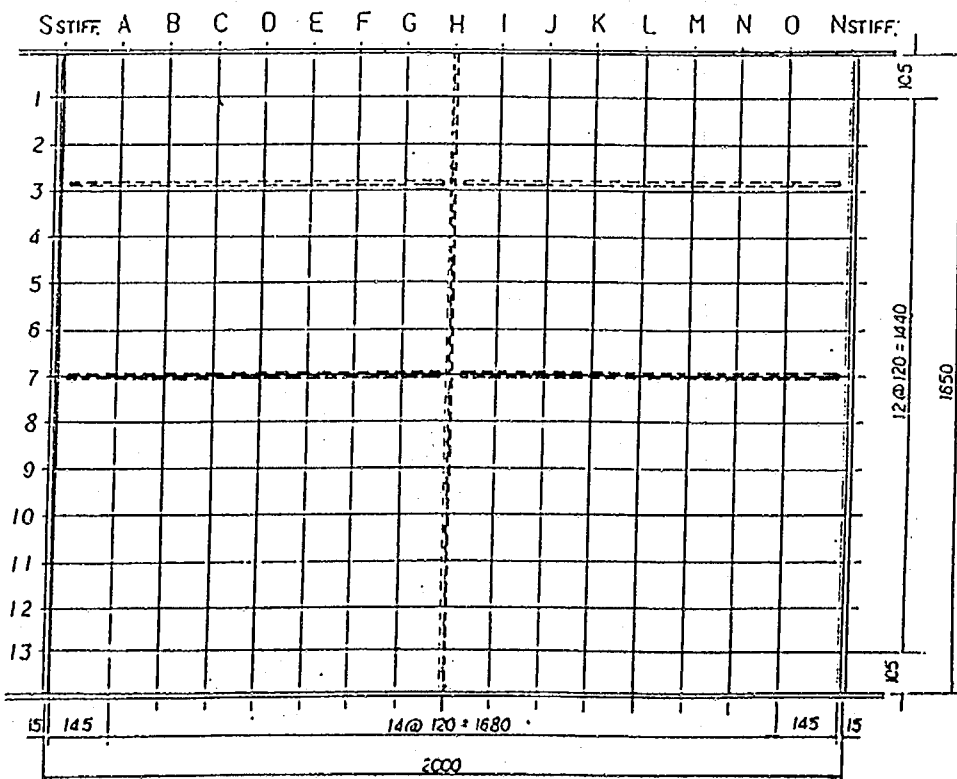


図-1.6(2) ウェブ面外変位測定位置図 (S-23)

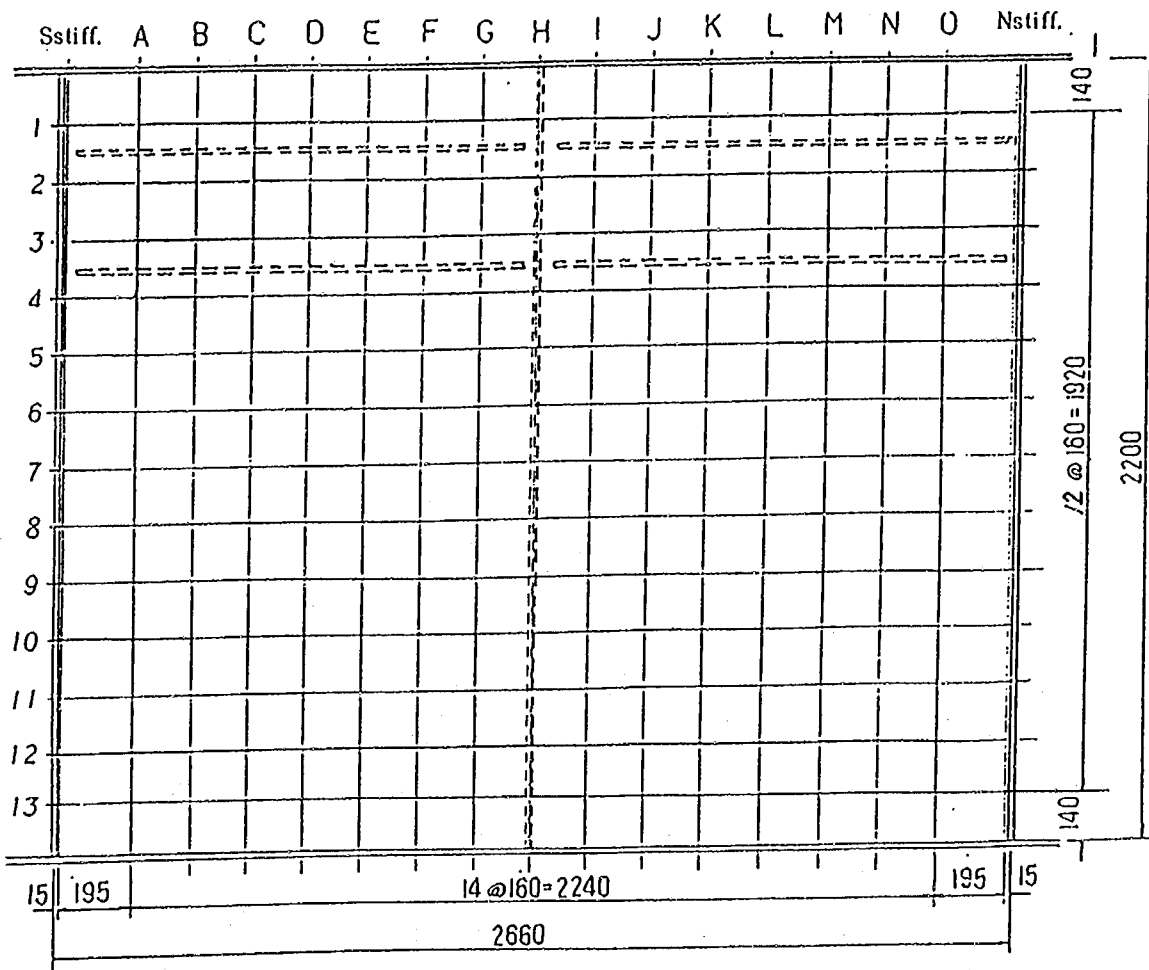


図-1.6(3) ウェブ面外変位測定位置図 (B-24, C-25, S-26)

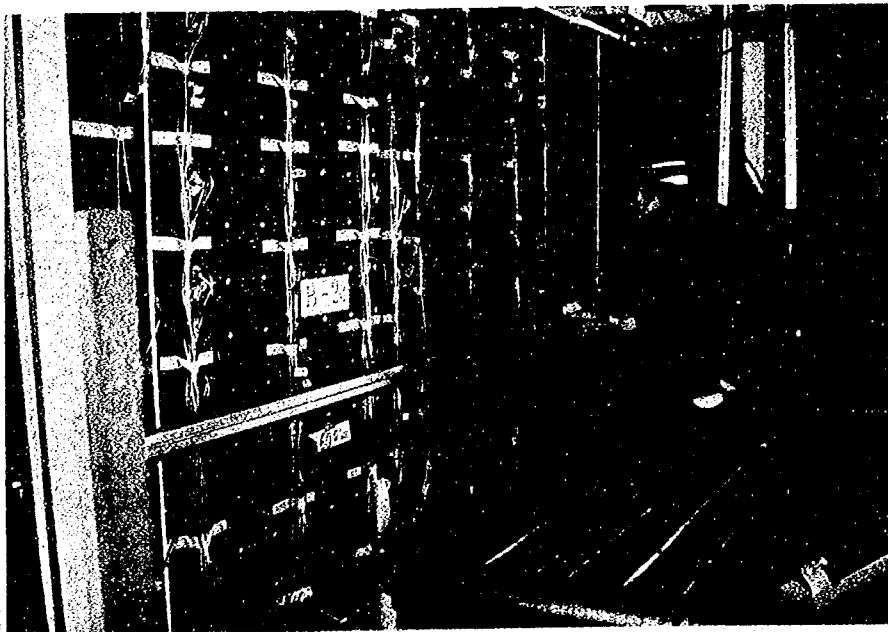


写真-1.6 ウェブ面外変位の測定状況

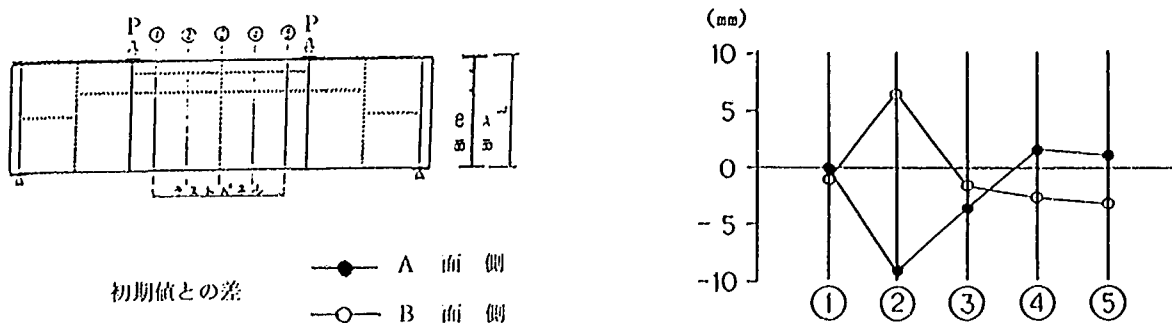


図-2.1(1) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (B-21)

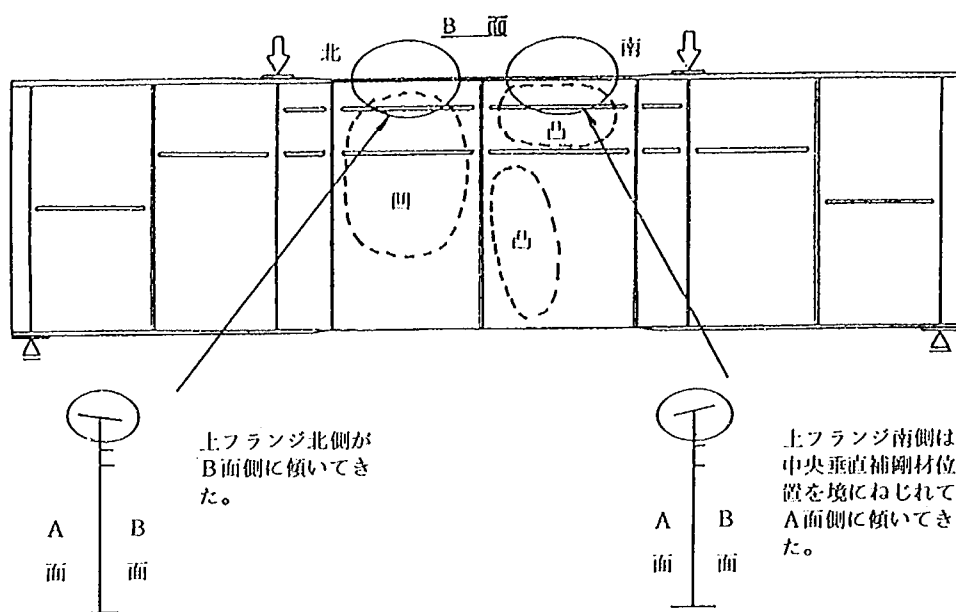


図-2.2(1) 最高荷重における供試体の状況 (B-21)

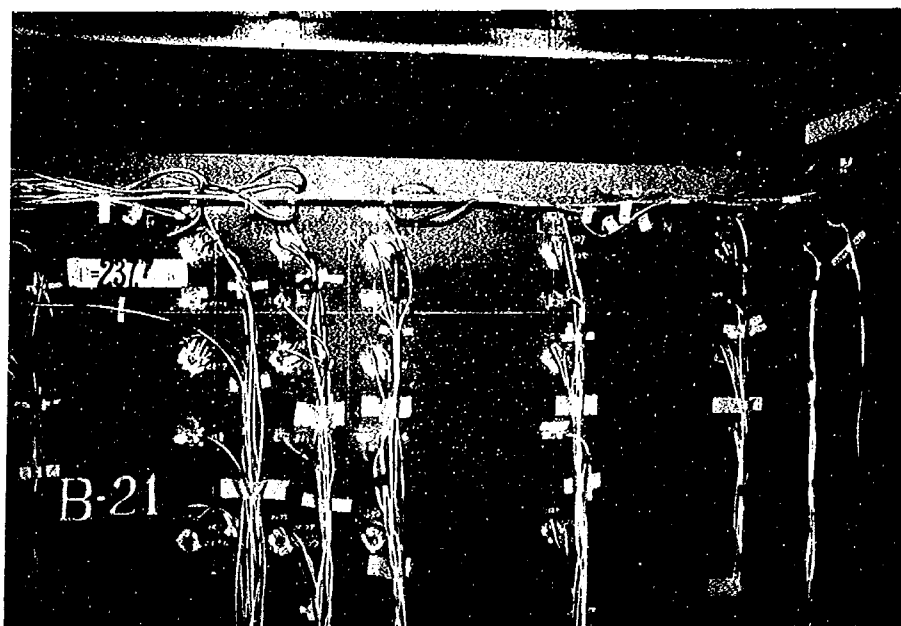
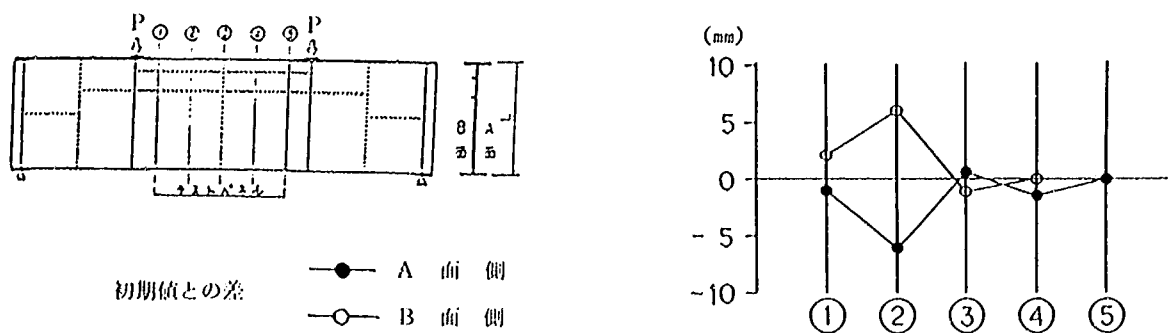
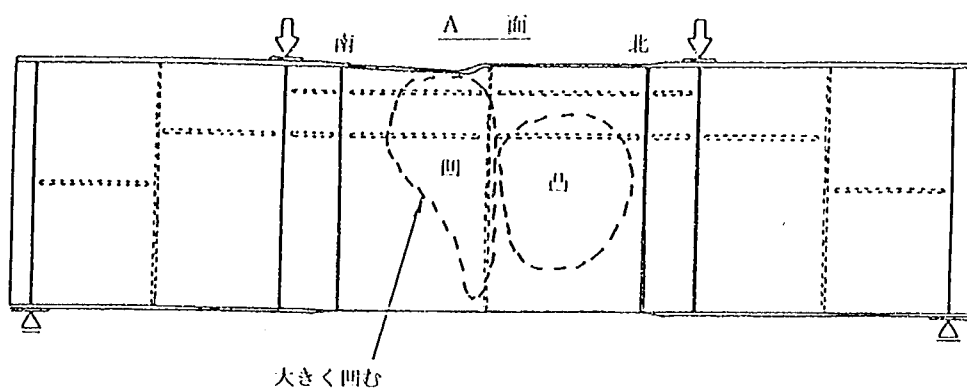


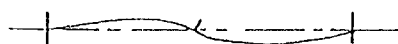
写真-2.1(1) 最高荷重における供試体の状況 (B-21)



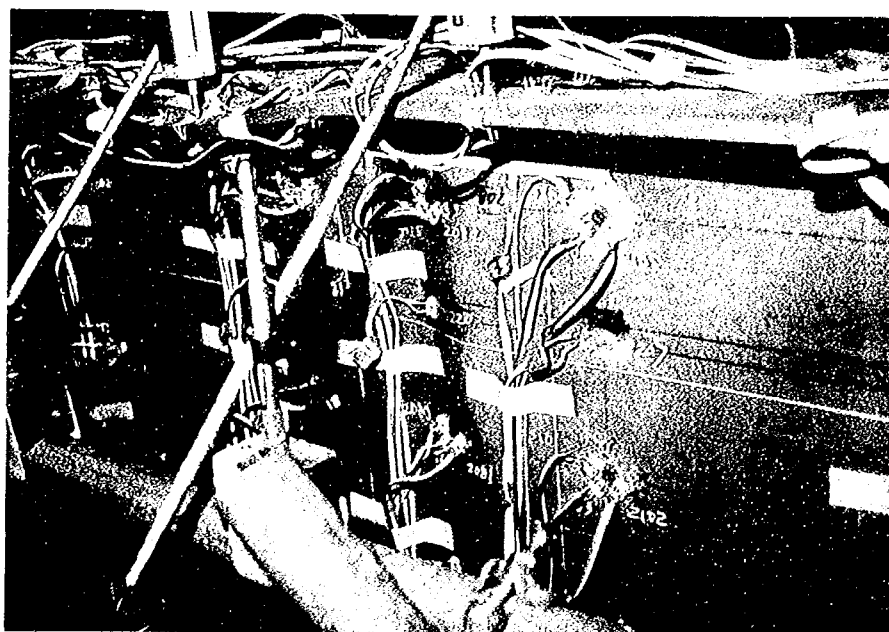
図一2.1(2) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (B-22)

上フランジ南側のA面側への傾きが大きくなって来た。



H/2断面の変形は  のように見える。

図一2.2(2) 最高荷重における供試体の状況 (B-22)



写真一2.1(2) 最高荷重における供試体の状況 (B-22)

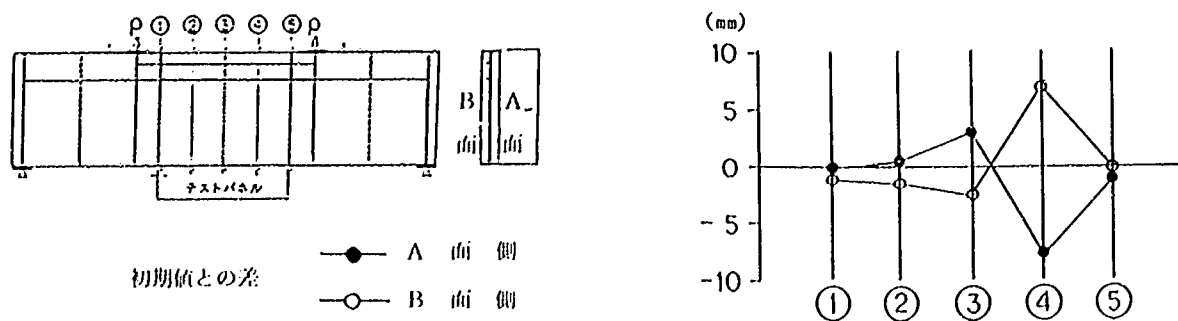


図-2.1(3) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (B-23)

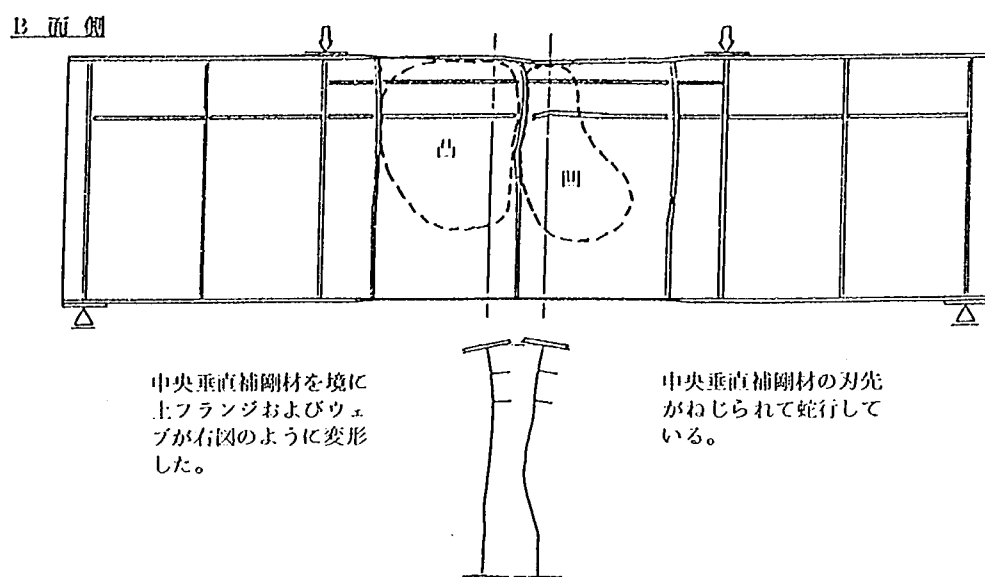


図-2.2(3) 最高荷重における供試体の状況 (B-23)

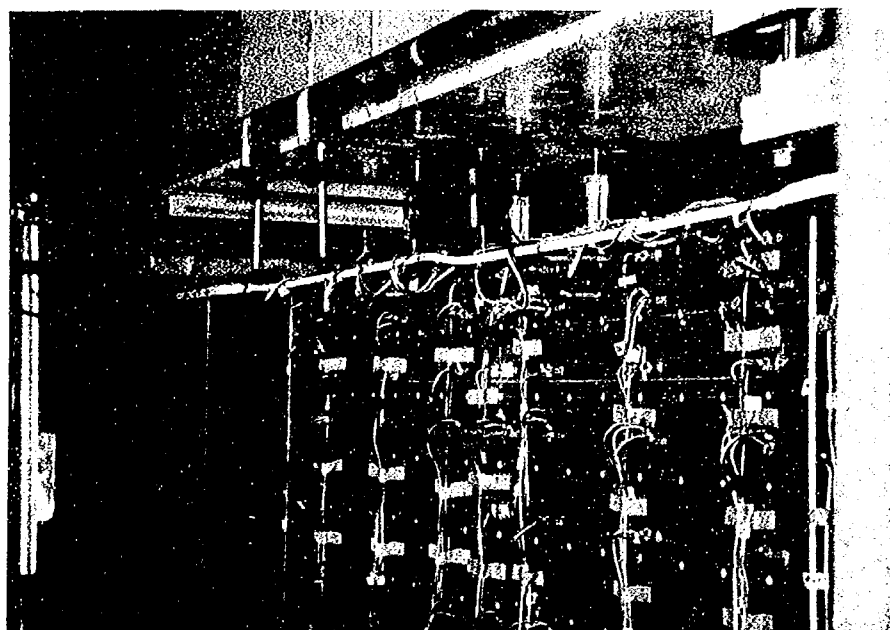
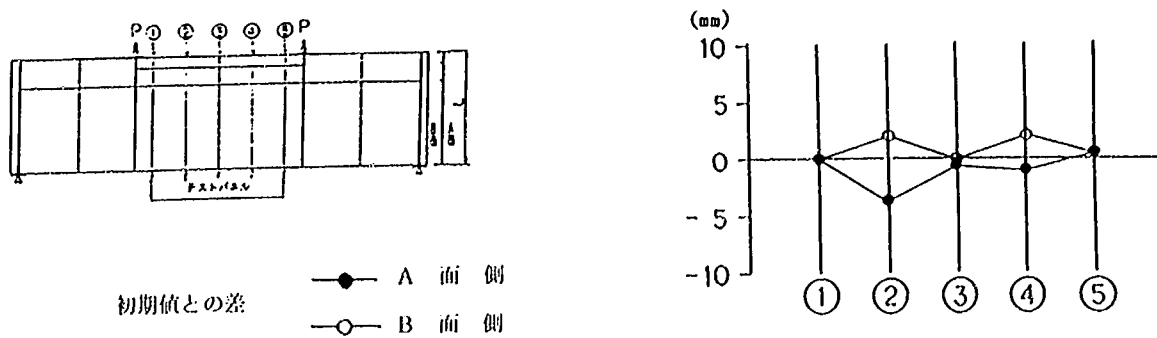
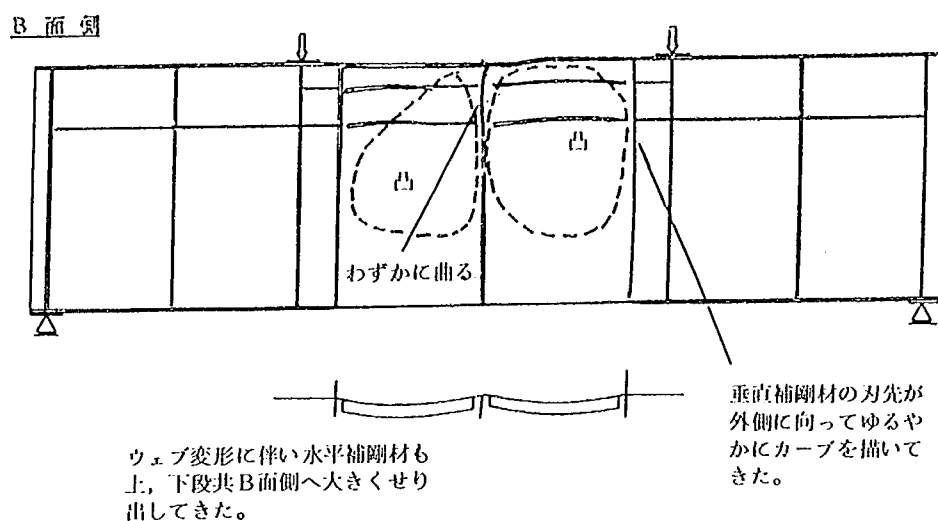


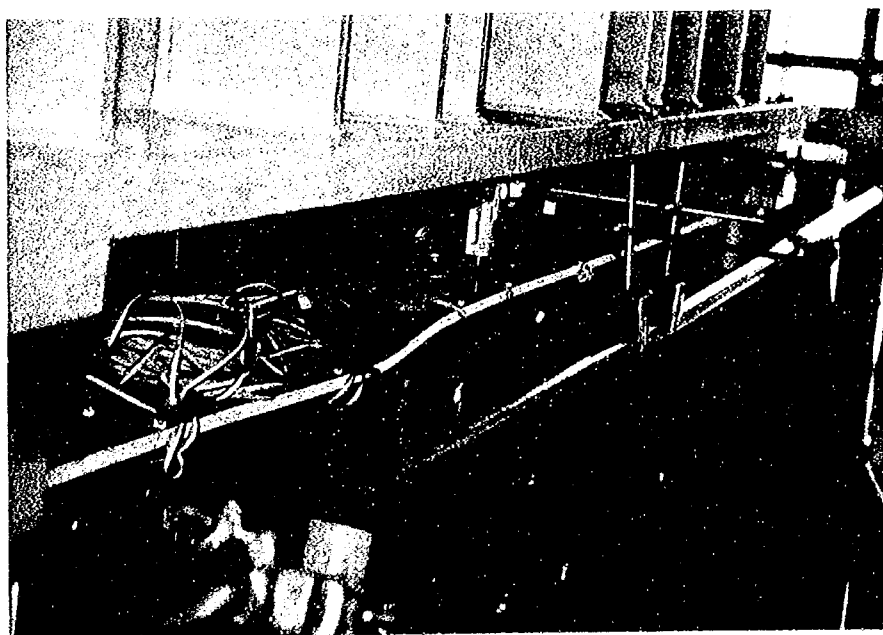
写真-2.1(3) 最高荷重における供試体の状況 (B-23)



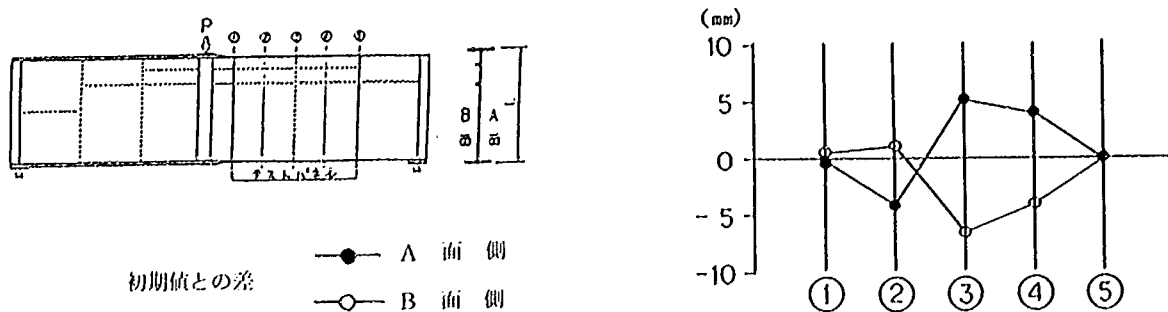
図一2.1(4) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (B-24)



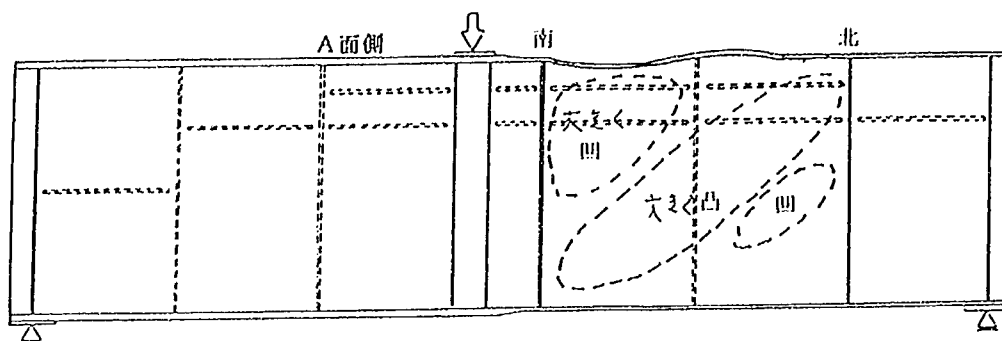
図一2.2(4) 最高荷重における供試体の状況 (B-24)



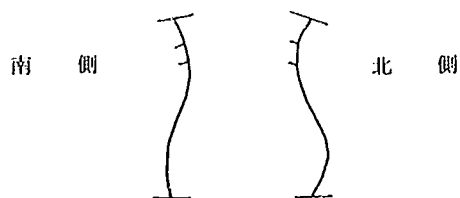
写真一2.1(4) 最高荷重における供試体の状況 (B-24)



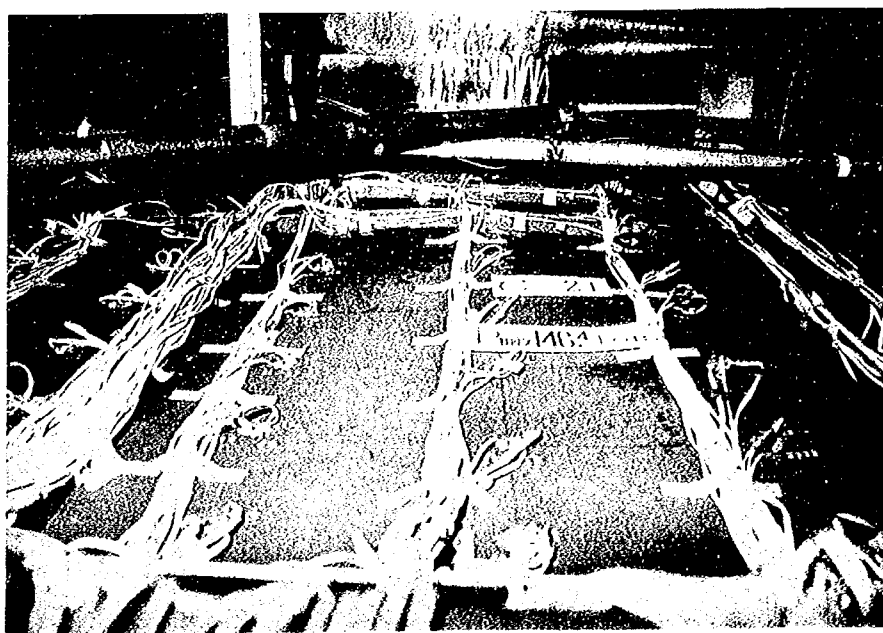
図一2.1(5) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-21)



ウェブの変形が進み上フランジが波打ってきた。ウェブを境にA面側とB面側が上下反対方向にねじれている。



図一2.2(5) 最高荷重における供試体の状況 (C-21)



写真一2.1(5) 最高荷重における供試体の状況 (C-21)

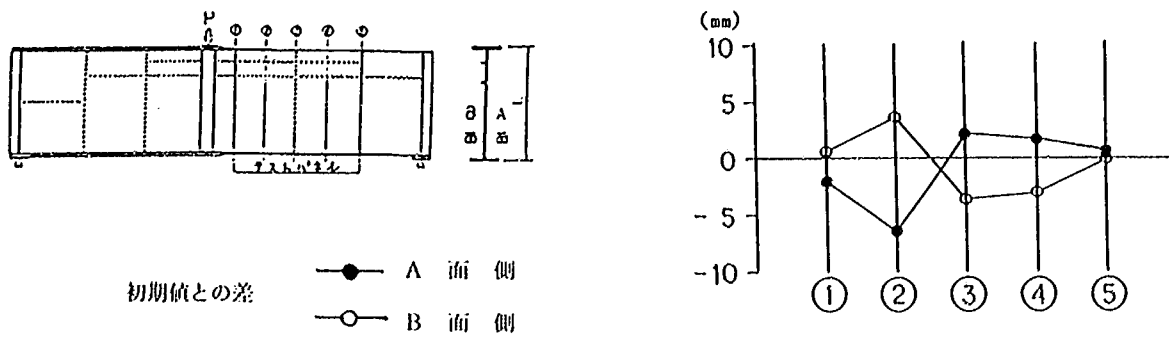
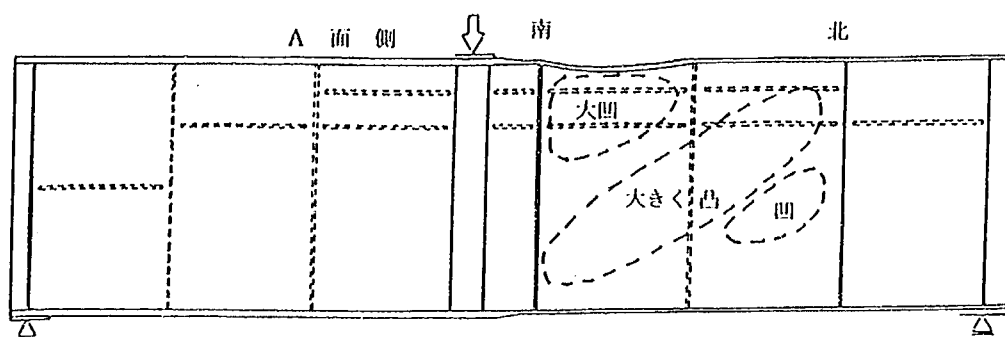


図-2.1(6) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-22)



中央の垂直補剛材の部分を含めテストパネル全面で45° 方向に大きく膨らみがつながってきた。南半部上部が大きく凹んで、それにつれ上フランジがA面で下に、B面で上に大きく捻じれてきた。

図-2.2(6) 最高荷重における供試体の状況 (C-22)



写真-2.1(6) 最高荷重における供試体の状況 (C-22)

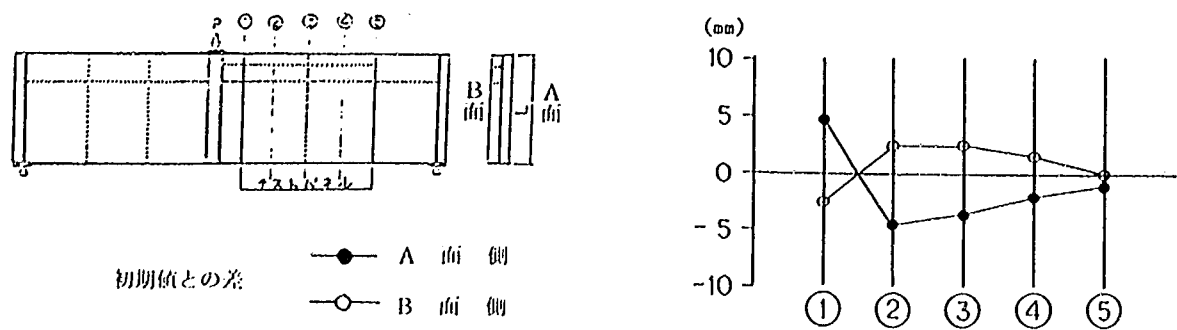


図-2.1(7) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-23)

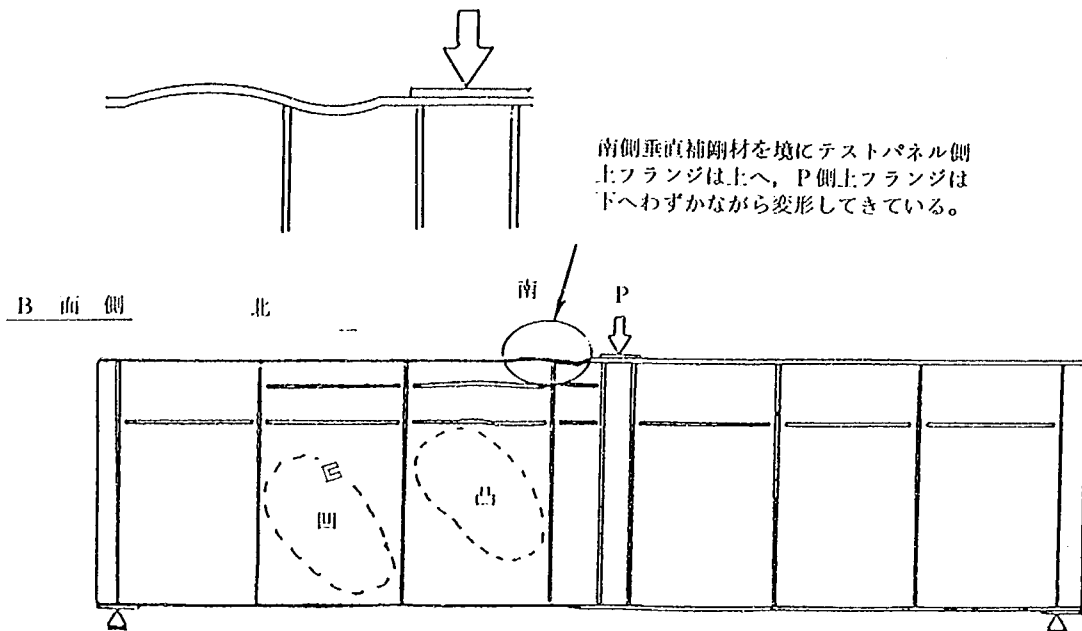


図-2.2(7) 最高荷重における供試体の状況 (C-23)

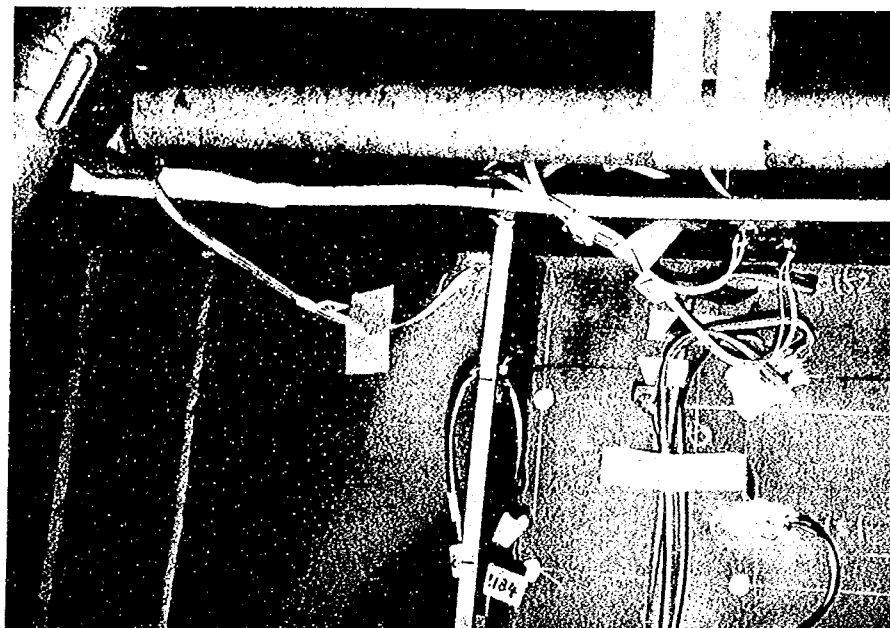
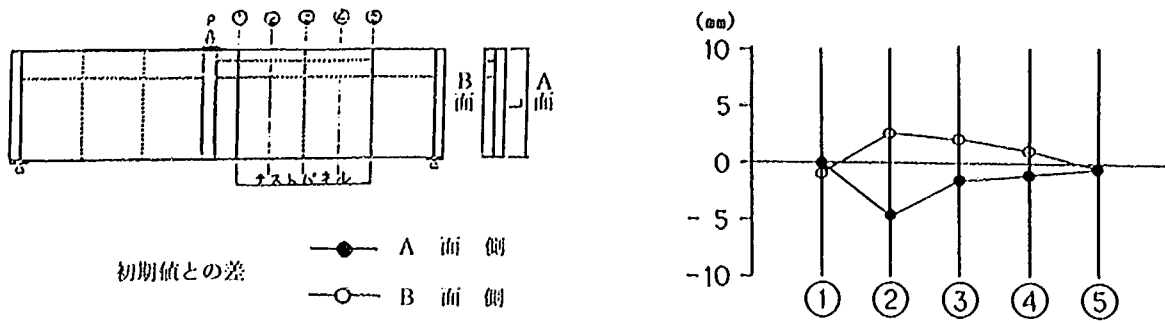
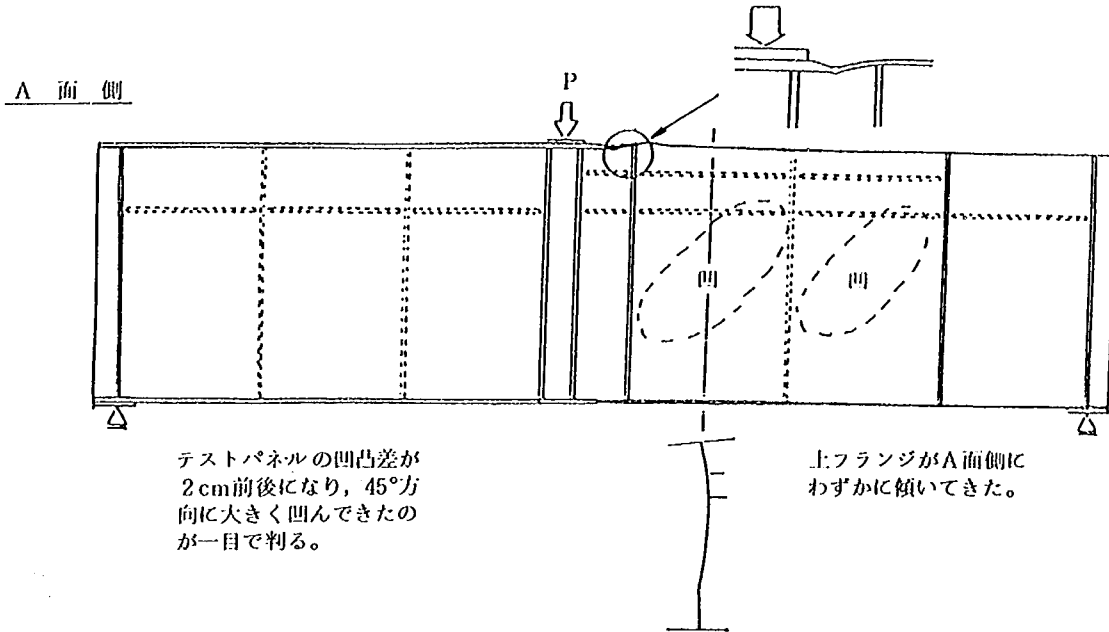


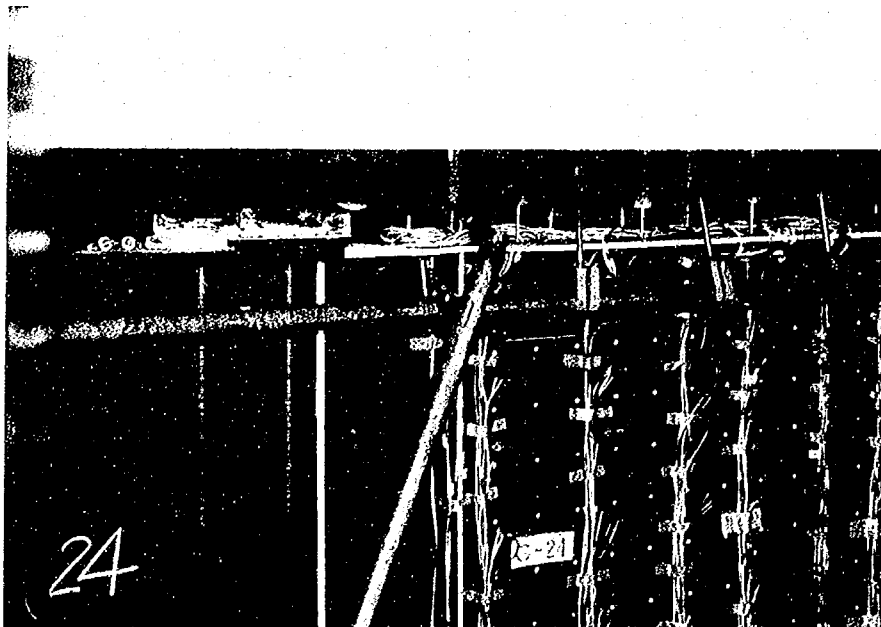
写真-2.1(7) 最高荷重における供試体の状況 (C-23)



図一2.1(8) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-24)



図一2.2(8) 最高荷重における供試体の状況 (C-24)



写真一2.1(8) 最高荷重における供試体の状況 (C-24)

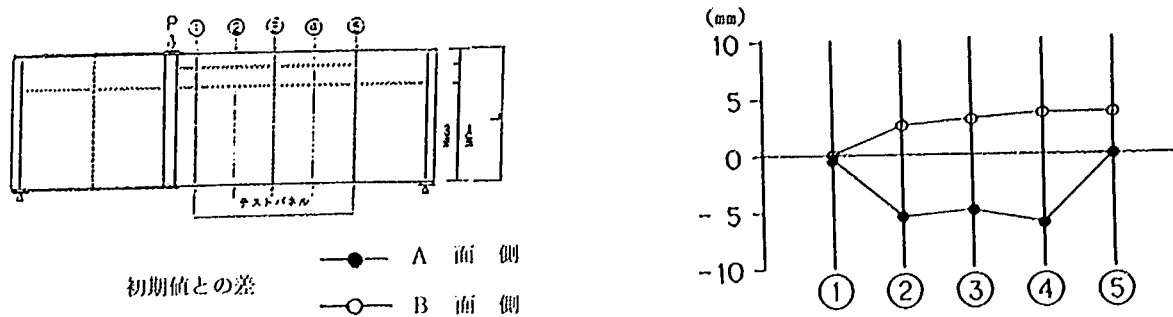


図-2.1(9) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-25)

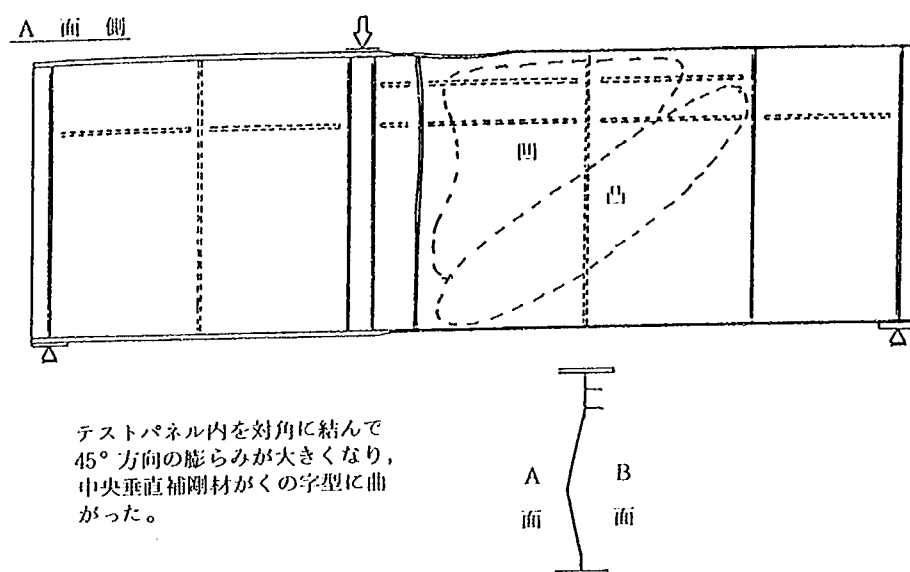


図-2.2(9) 最高荷重における供試体の状況 (C-25)

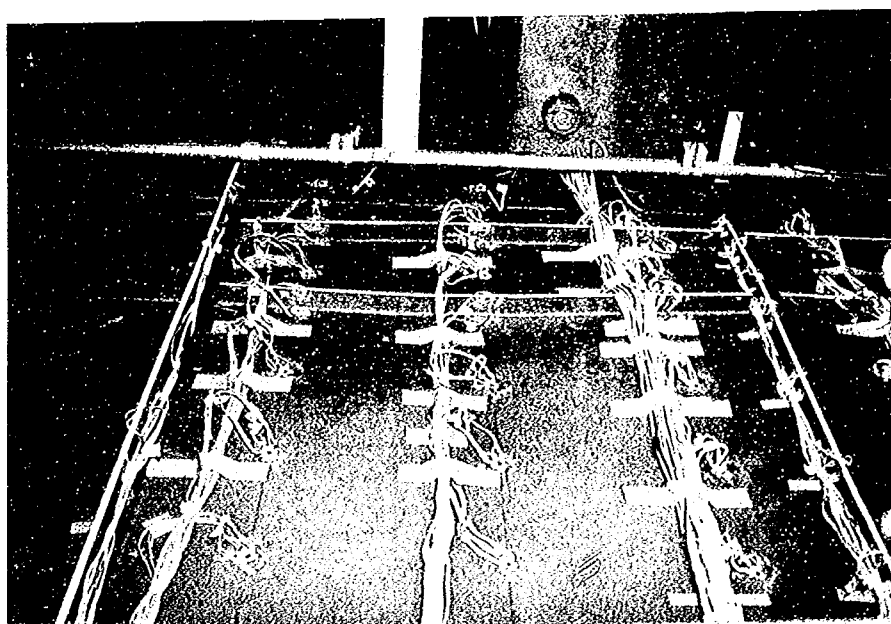
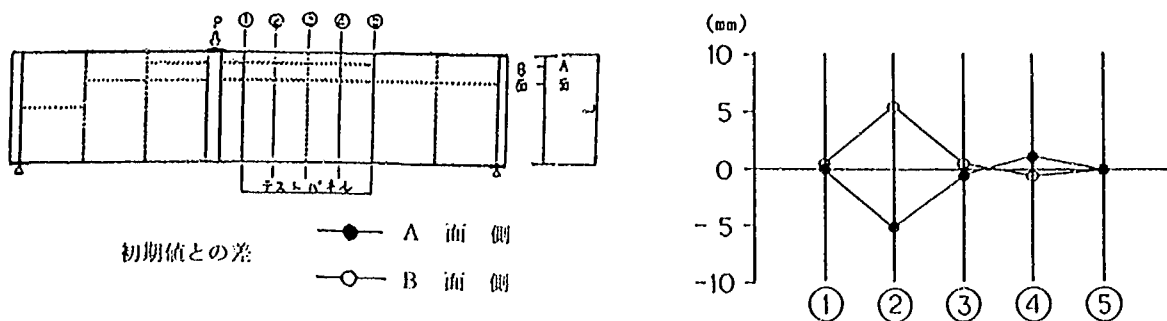
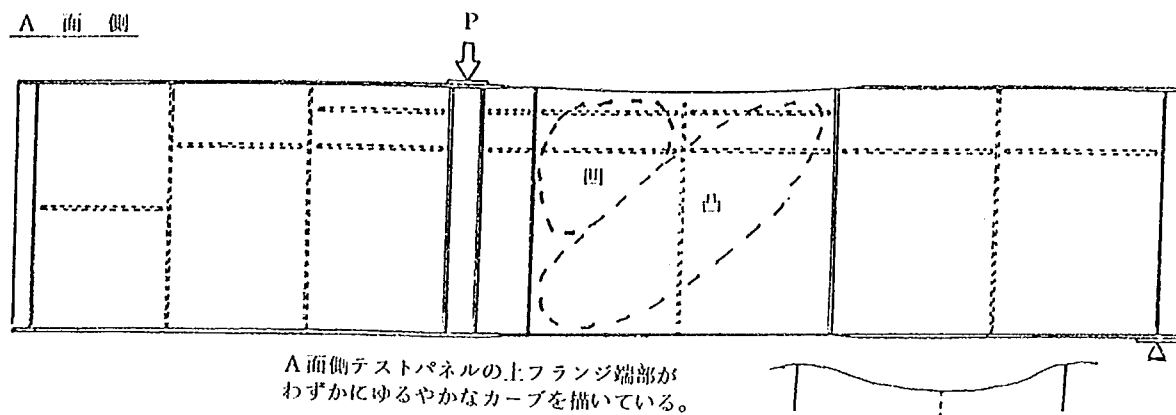


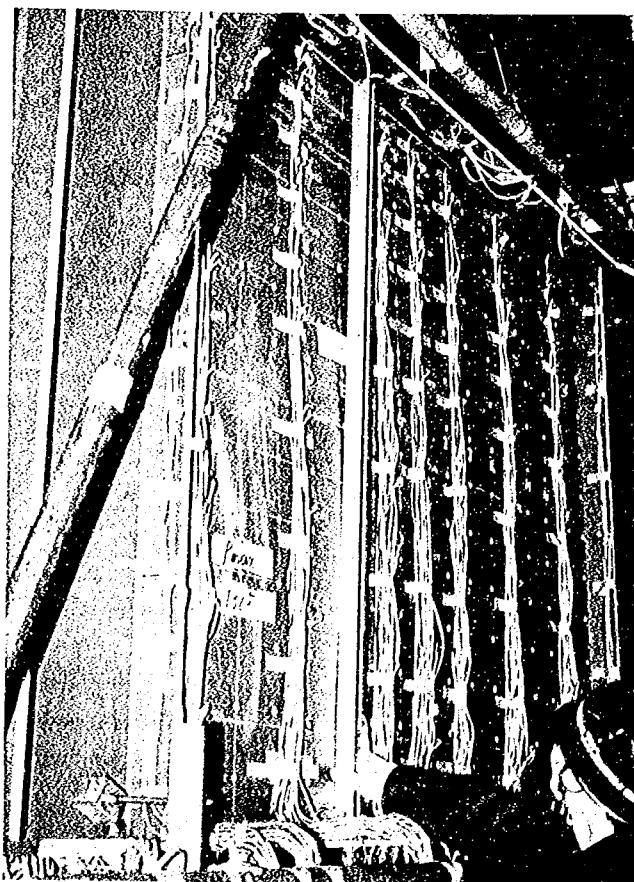
写真-2.1(9) 最高荷重における供試体の状況 (C-25)



図一2.1(10) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-26)



図一2.2(10) 最高荷重における供試体の状況 (C-26)



写真一2.1(10) 最高荷重における供試体の状況 (C-26)

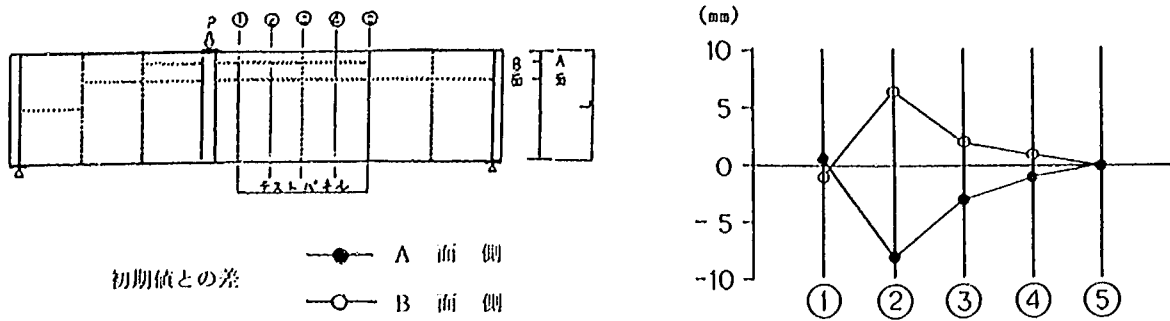


図-2.1(11) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-27)

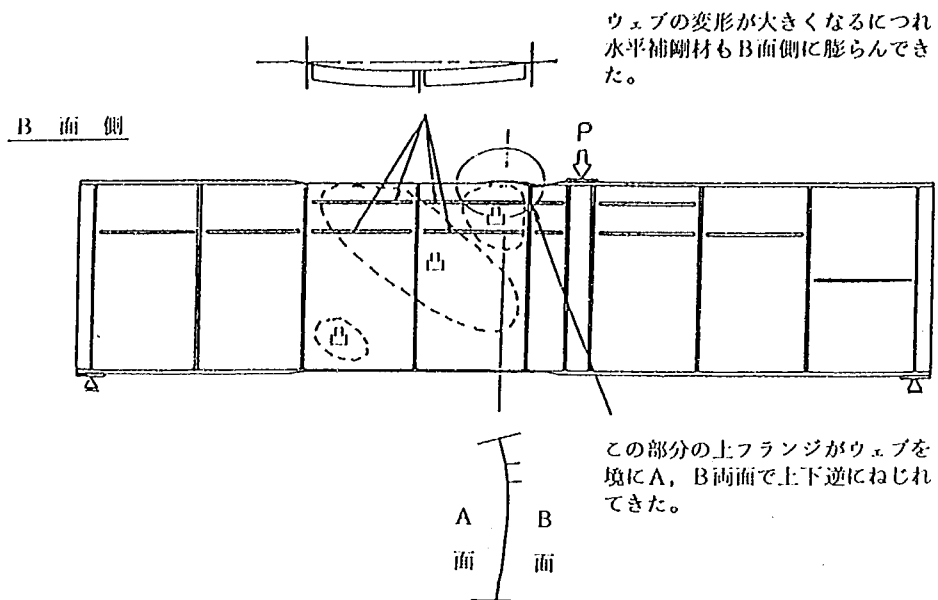


図-2.2(11) 最高荷重における供試体の状況 (C-27)

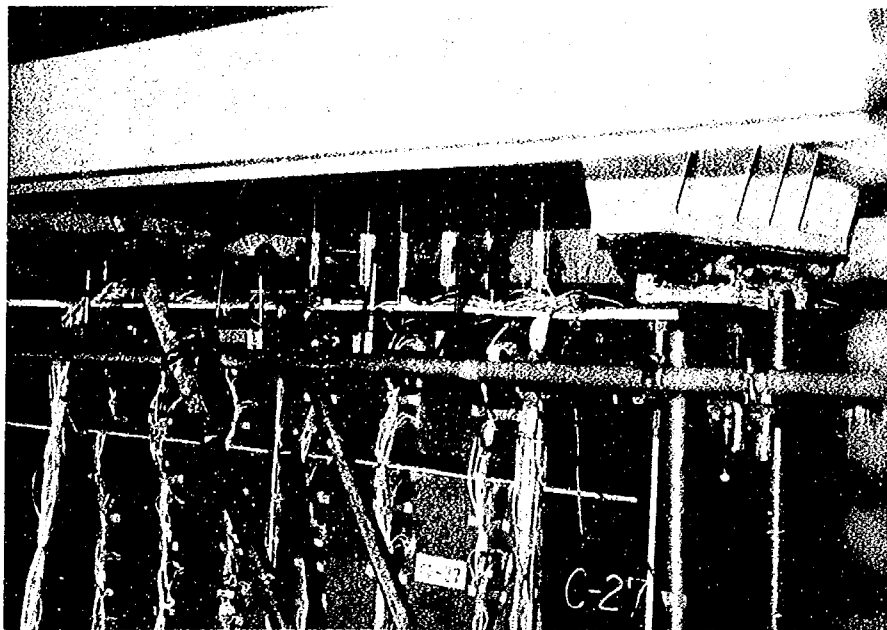


写真-2.1(11) 最高荷重における供試体の状況 (C-27)

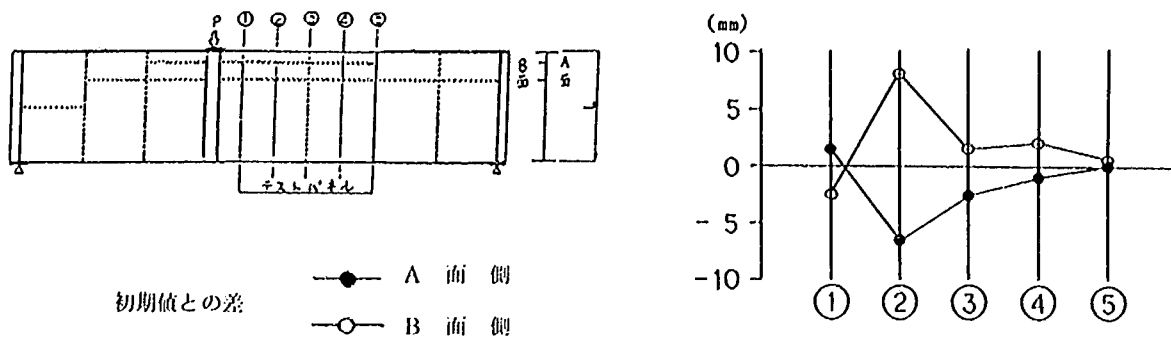


図-2.1(12) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (C-28)

上へ膨らんでいたのが反転し、ウェブとの接合部を境にA面側が下、B面側が上へ捻じれるように変形してきた。

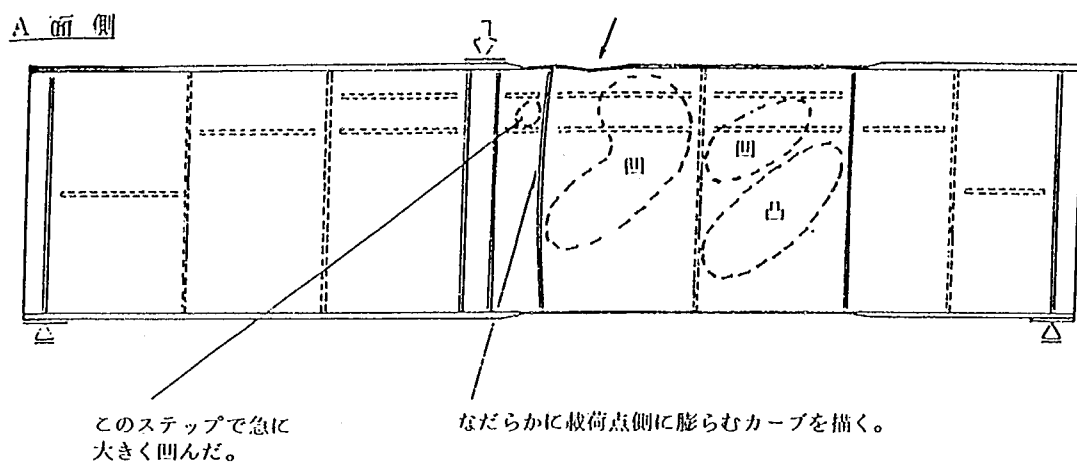


図-2.2(12) 最高荷重における供試体の状況 (C-28)

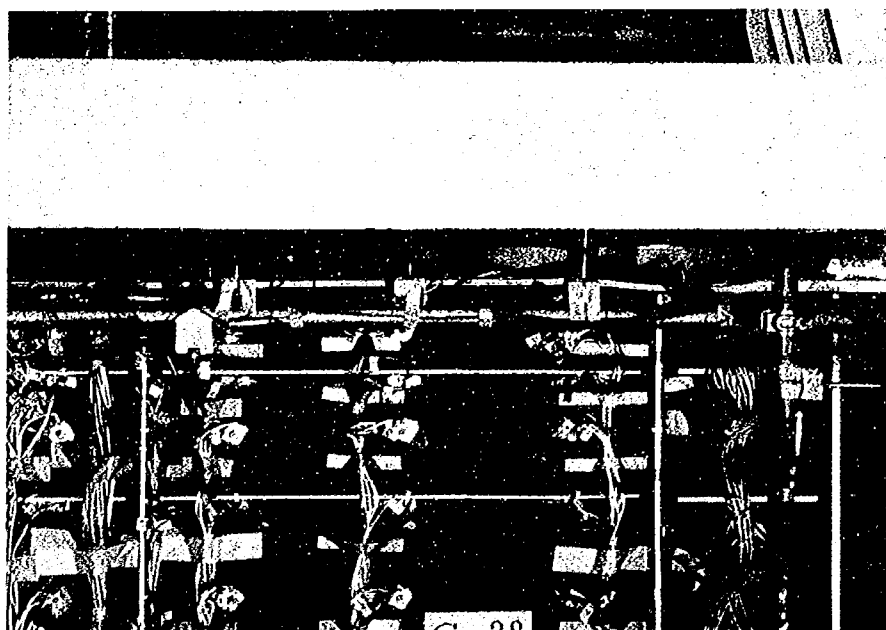


写真-2.1(12) 最高荷重における供試体の状況 (C-28)

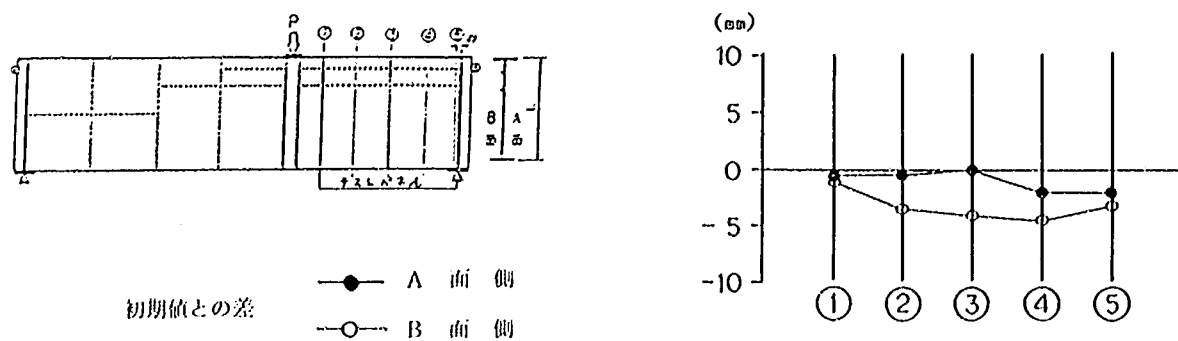


図-2.1(13) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-21)

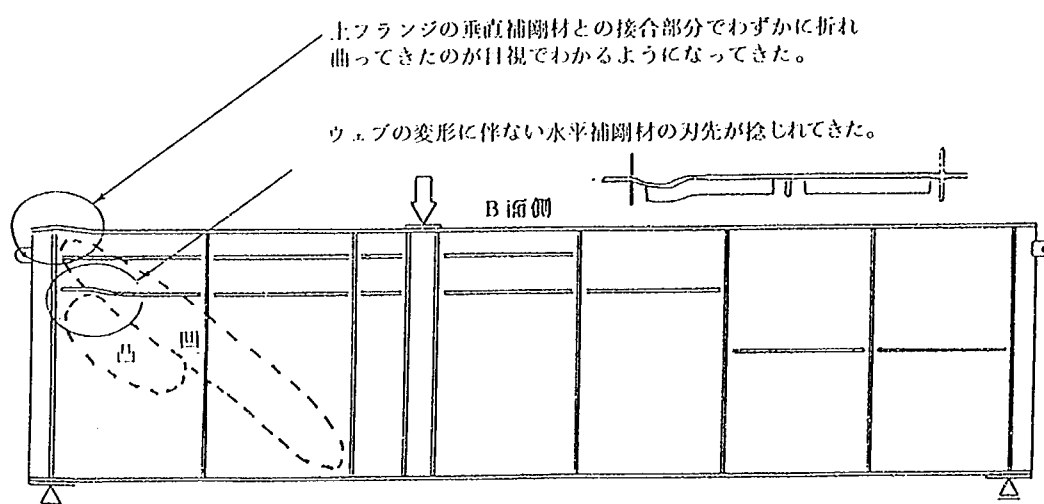


図-2.2(13) 最高荷重における供試体の状況 (S-21)

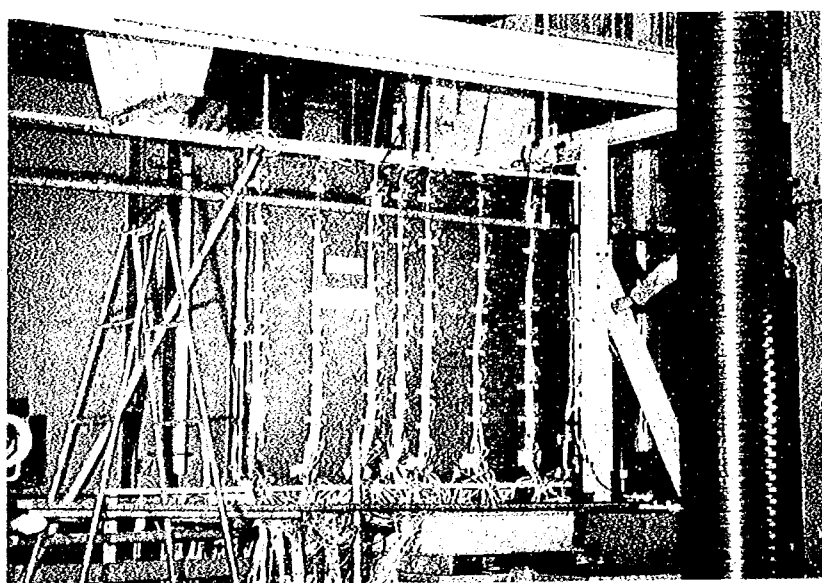
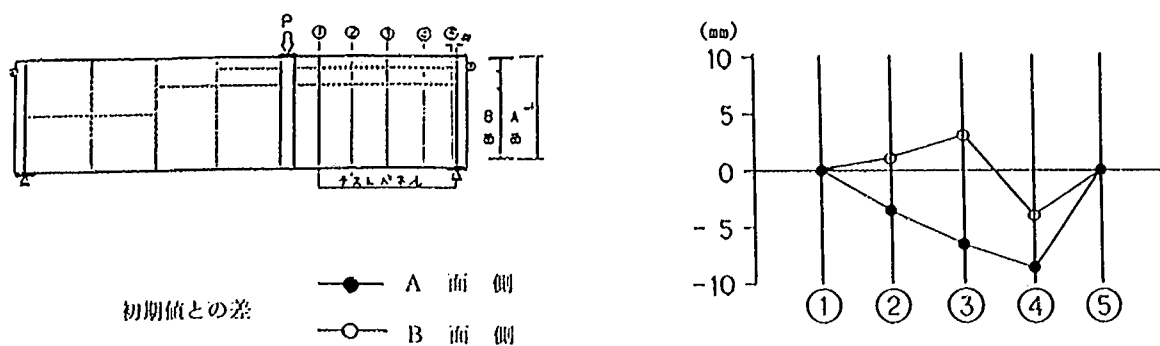
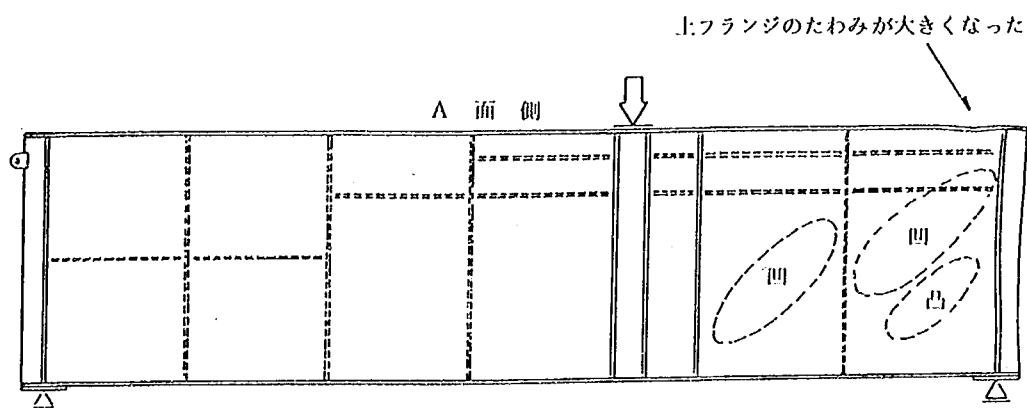


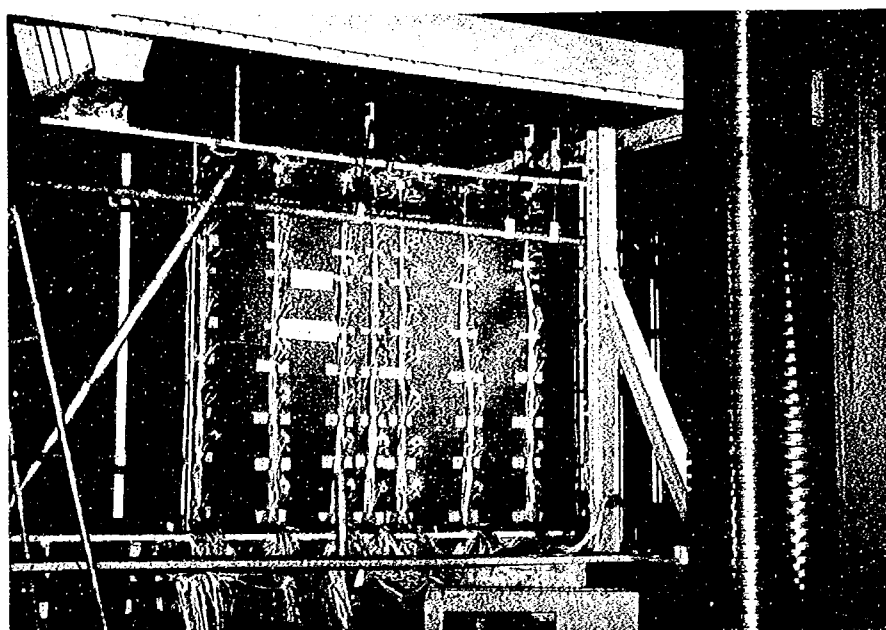
写真-2.1(13) 最高荷重における供試体の状況 (S-21)



図一2.1(14) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-22)



図一2.2(14) 最高荷重における供試体の状況 (S-22)



写真一2.1(14) 最高荷重における供試体の状況 (S-22)

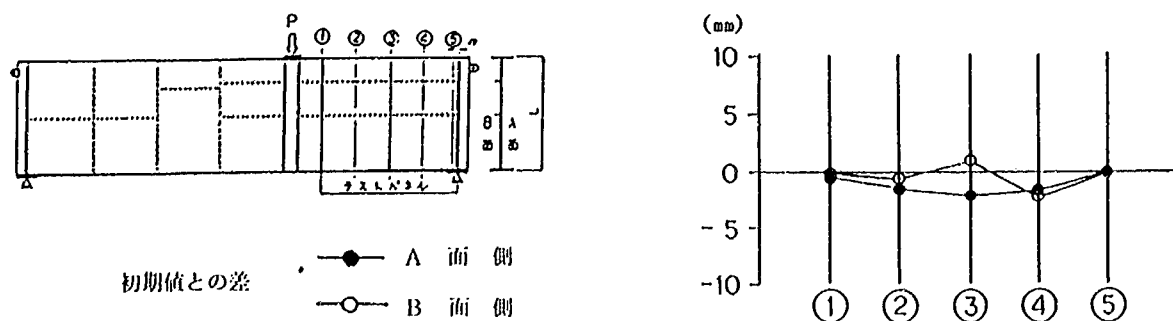


図-2.1(15) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-23)

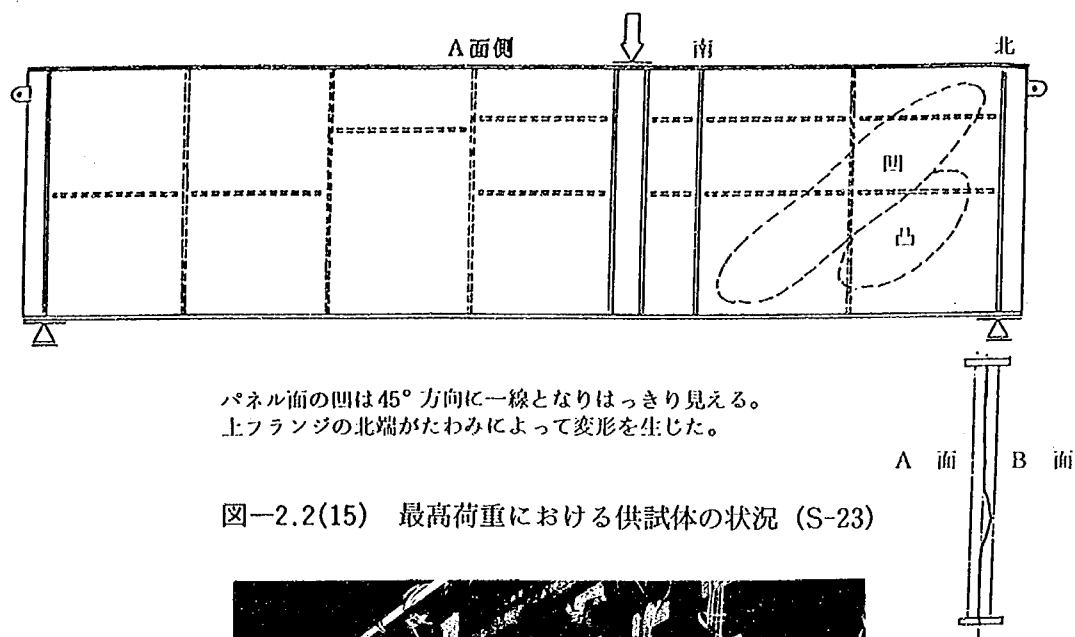


図-2.2(15) 最高荷重における供試体の状況 (S-23)

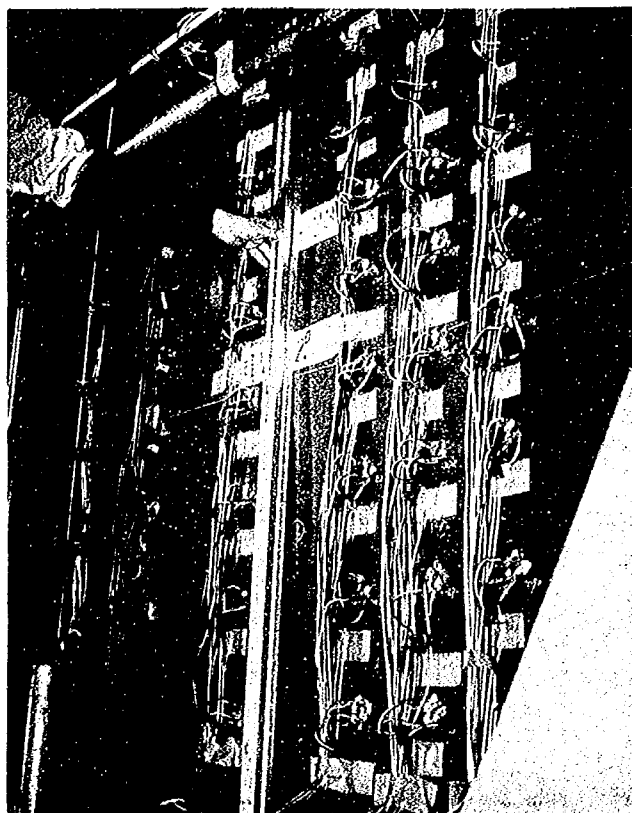


写真-2.1(15) 最高荷重における供試体の状況 (S-23)

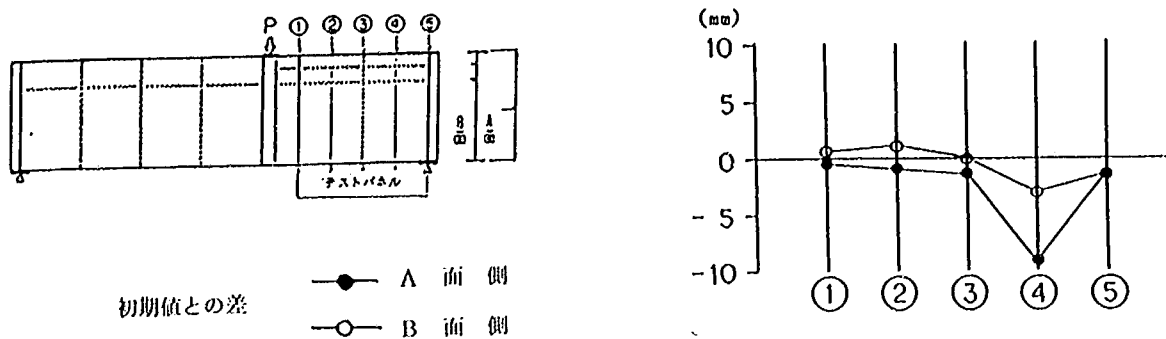
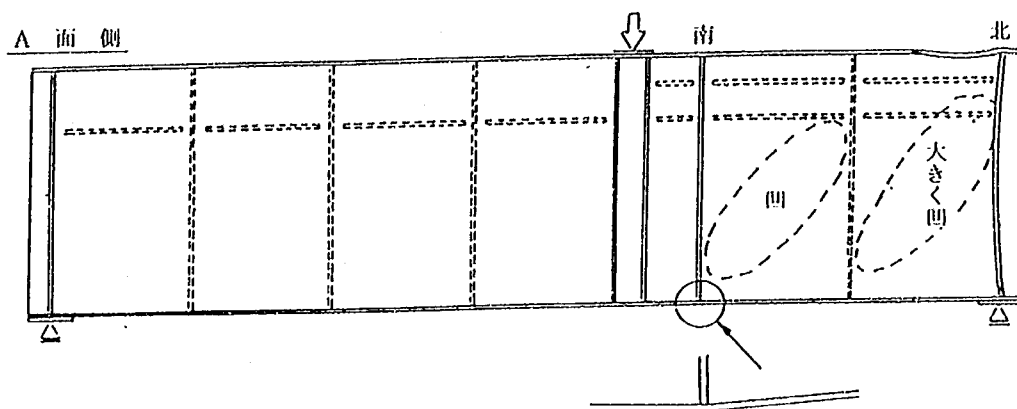


図-2.1(16) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-24)



テストパネル北側のウェブが大きく変形し、上フランジのたわみがはっきり視認できる。北側垂直補剛材が弓なりに曲り出した。
下フランジのたわみが大きく南側垂直補剛材下で折れ曲っているのが判る。

図-2.2(16) 最高荷重における供試体の状況 (S-24)

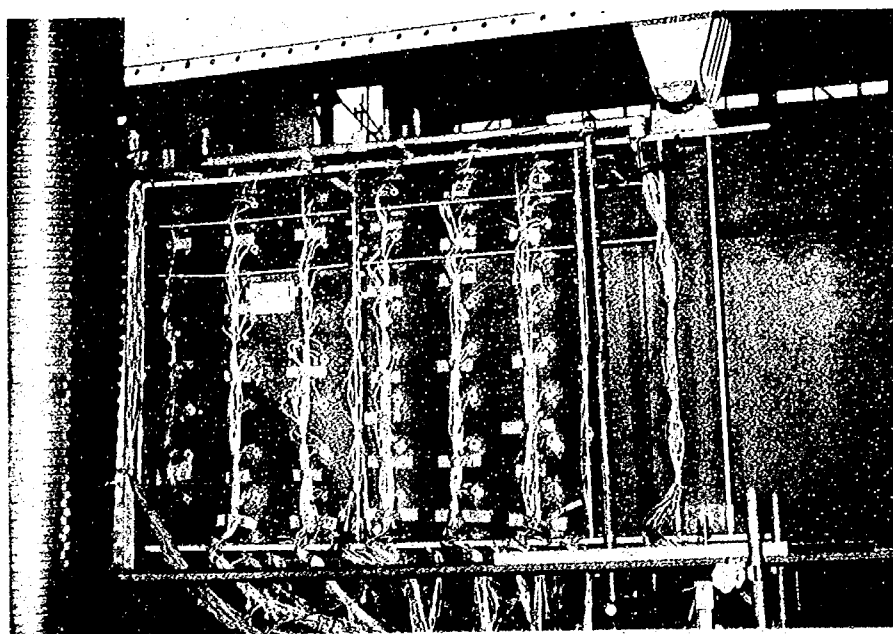


写真-2.1(16) 最高荷重における供試体の状況 (S-24)

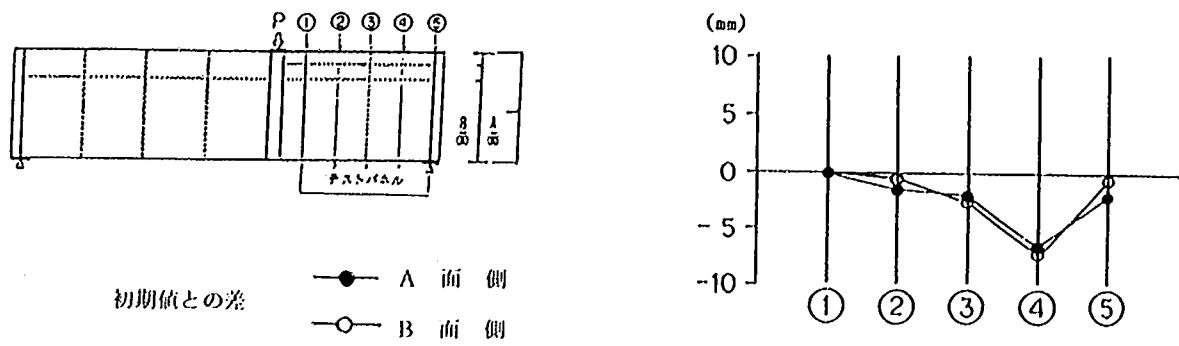
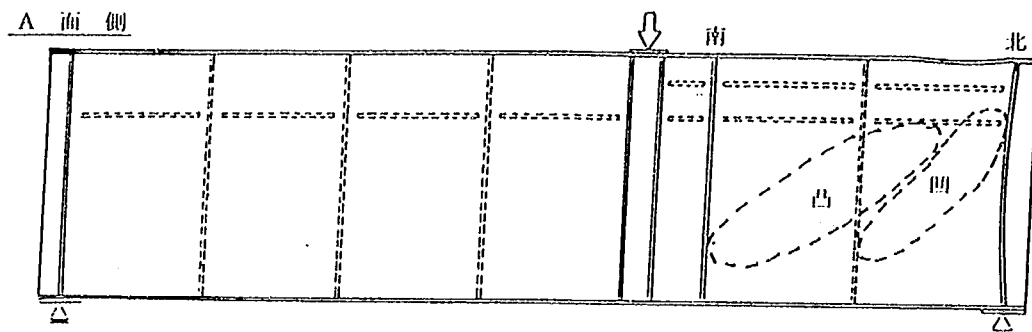


図-2.1(17) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-25)



テストパネル北側の上フランジがたわんでいるのが目視ではっきり判る。
北側垂直補剛材がゆるやかに弓なりにカーブを描いている。

図-2.2(17) 最高荷重における供試体の状況 (S-25)

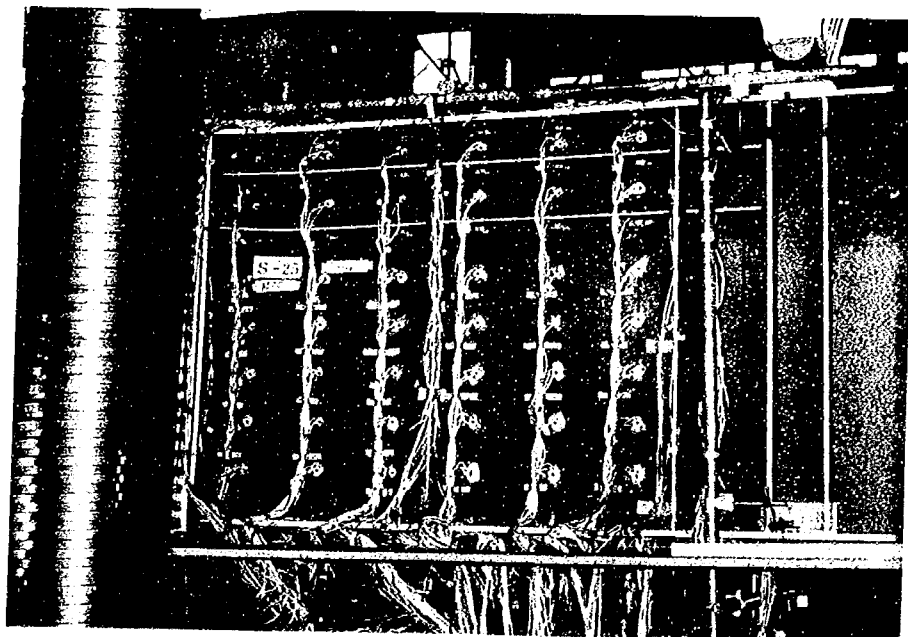


写真-2.1(17) 最高荷重における供試体の状況 (S-25)

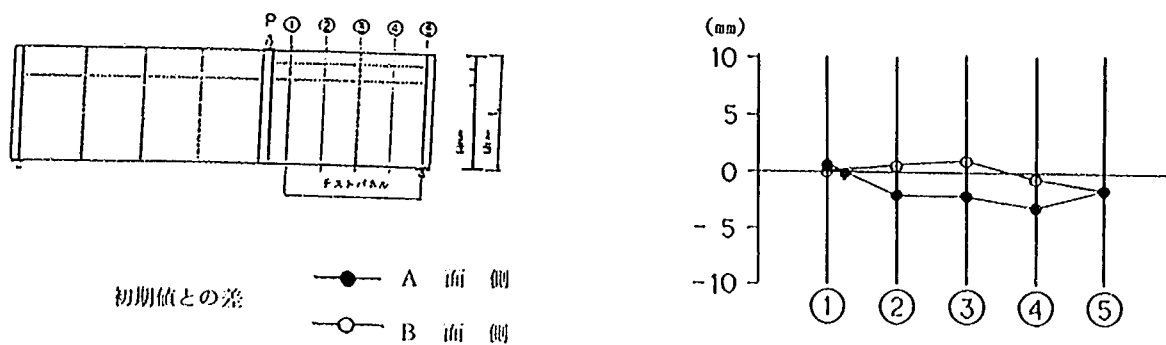
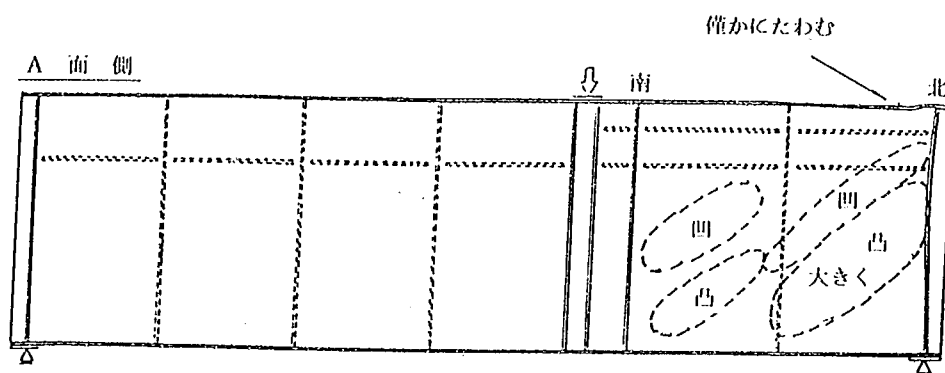


図-2.1(18) 最高荷重における上下フランジ縁端距離 (S-26)



北側の上フランジがわずかにたわんでいる。
北側垂直補剛材もかすかに弓なりに曲り始めている。

図-2.2(18) 最高荷重における供試体の状況 (S-26)

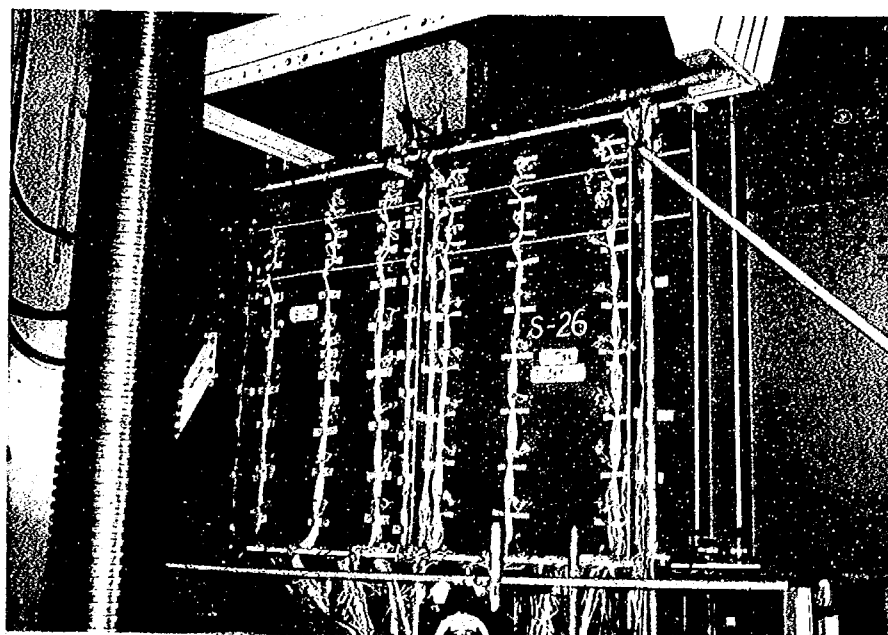


写真-2.1(18) 最高荷重における供試体の状況 (S-26)

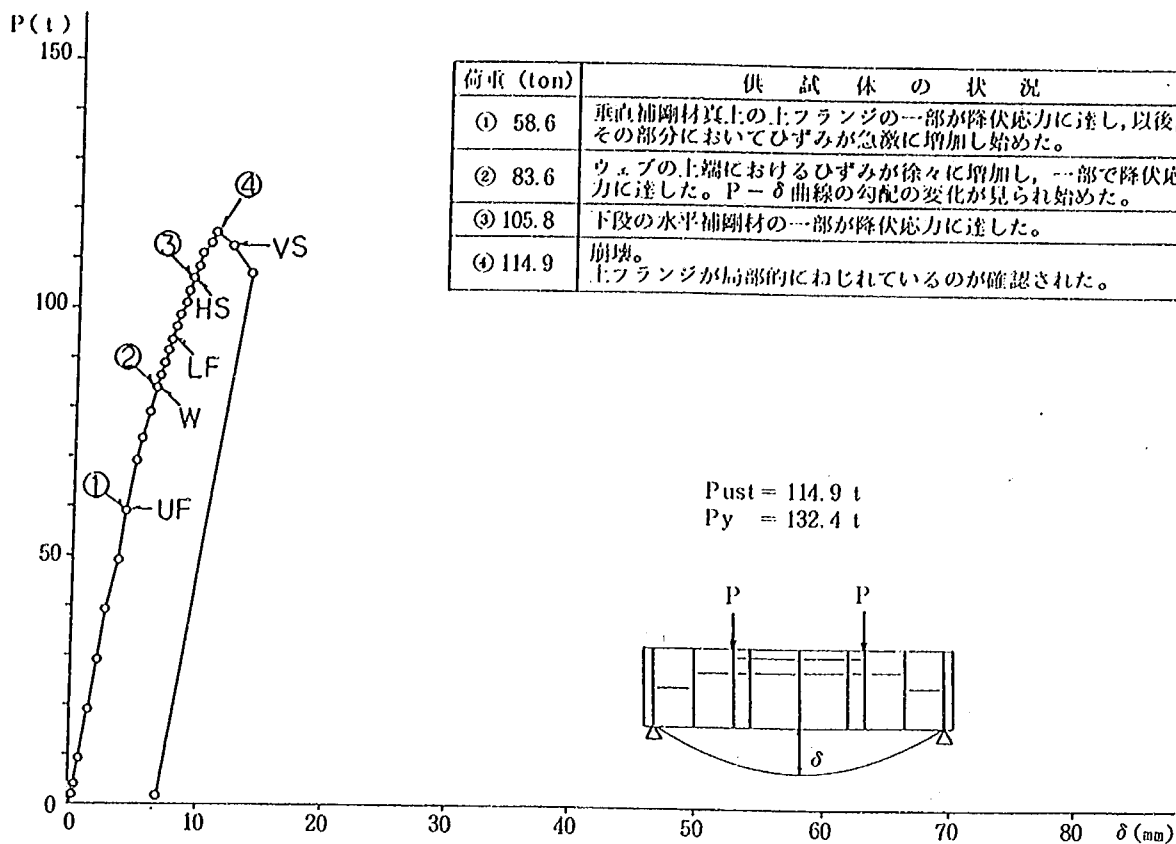


図-2.3(1) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (B-21)

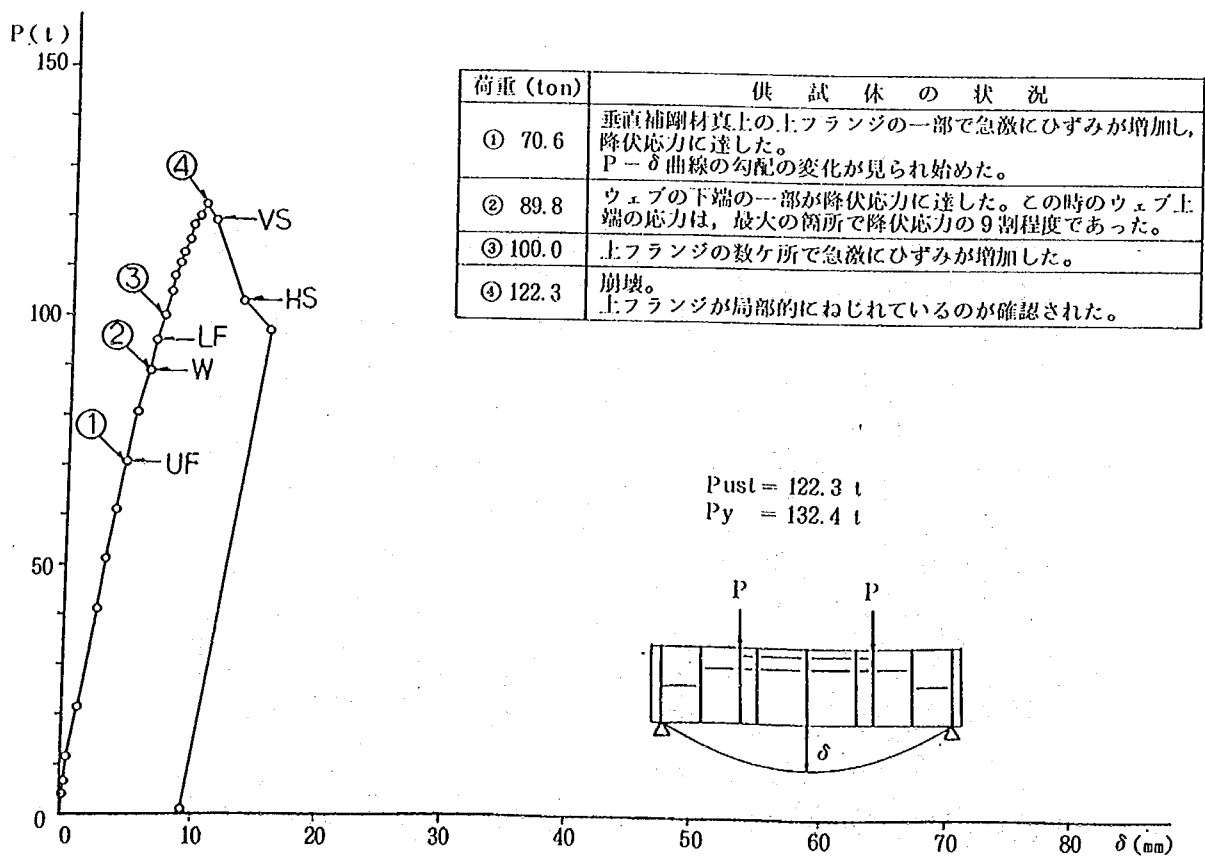


図-2.3(2) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (B-22)

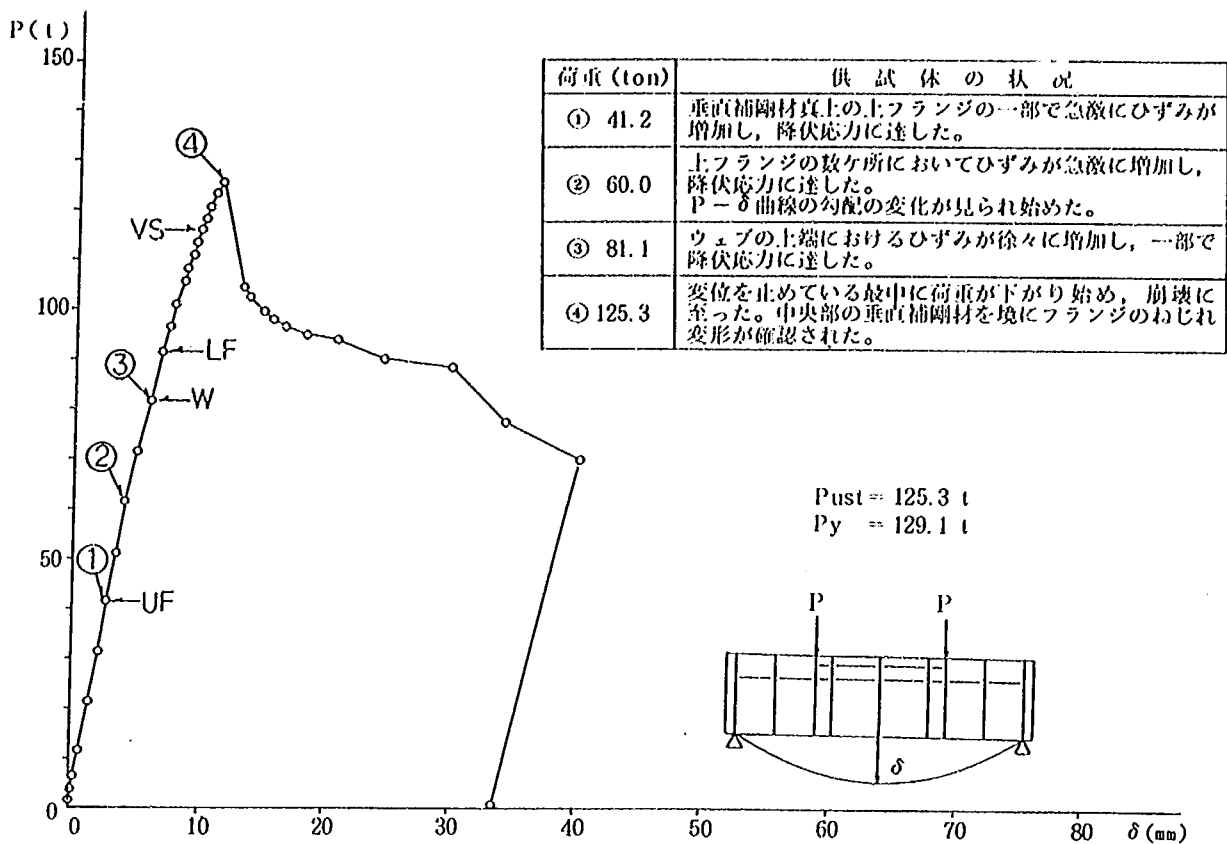


図-2.3(3) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (B-23)

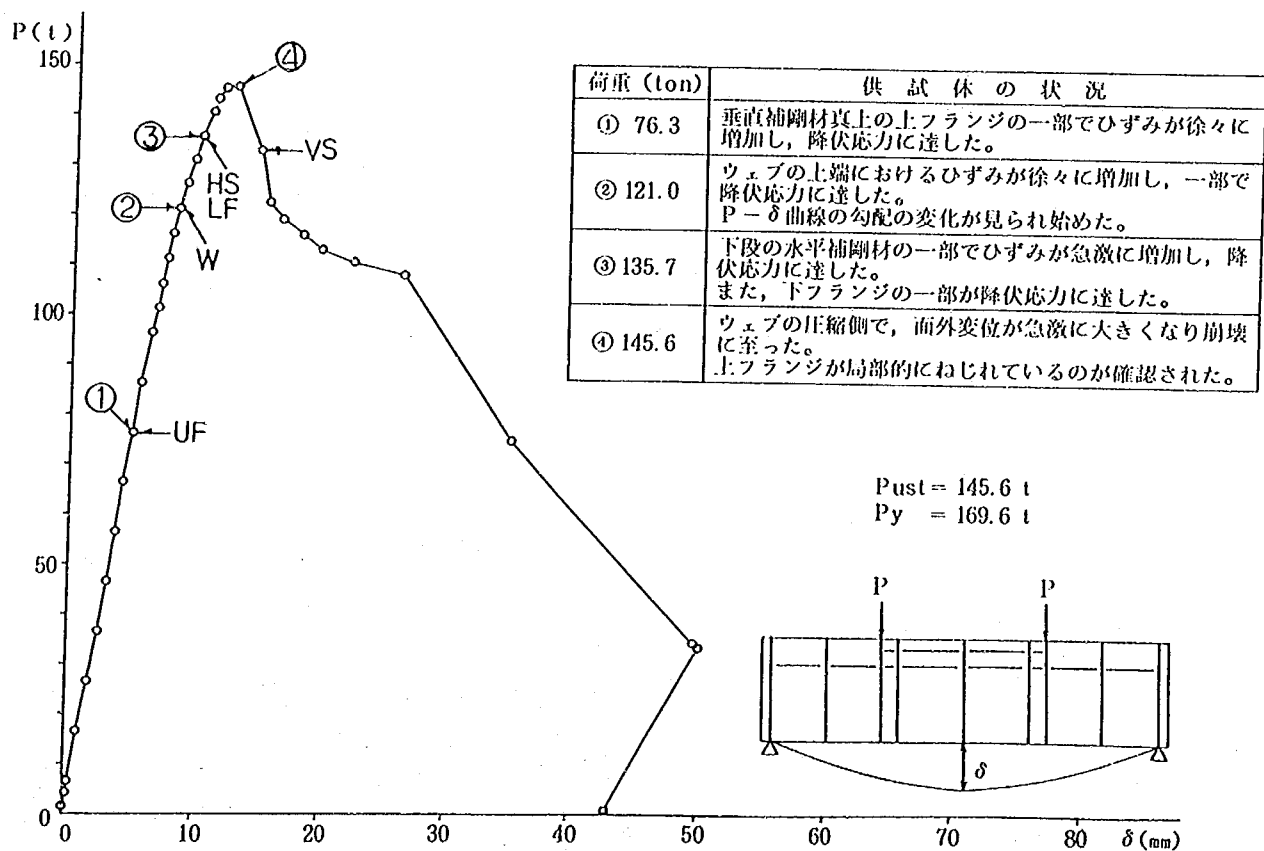


図-2.3(4) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (B-24)

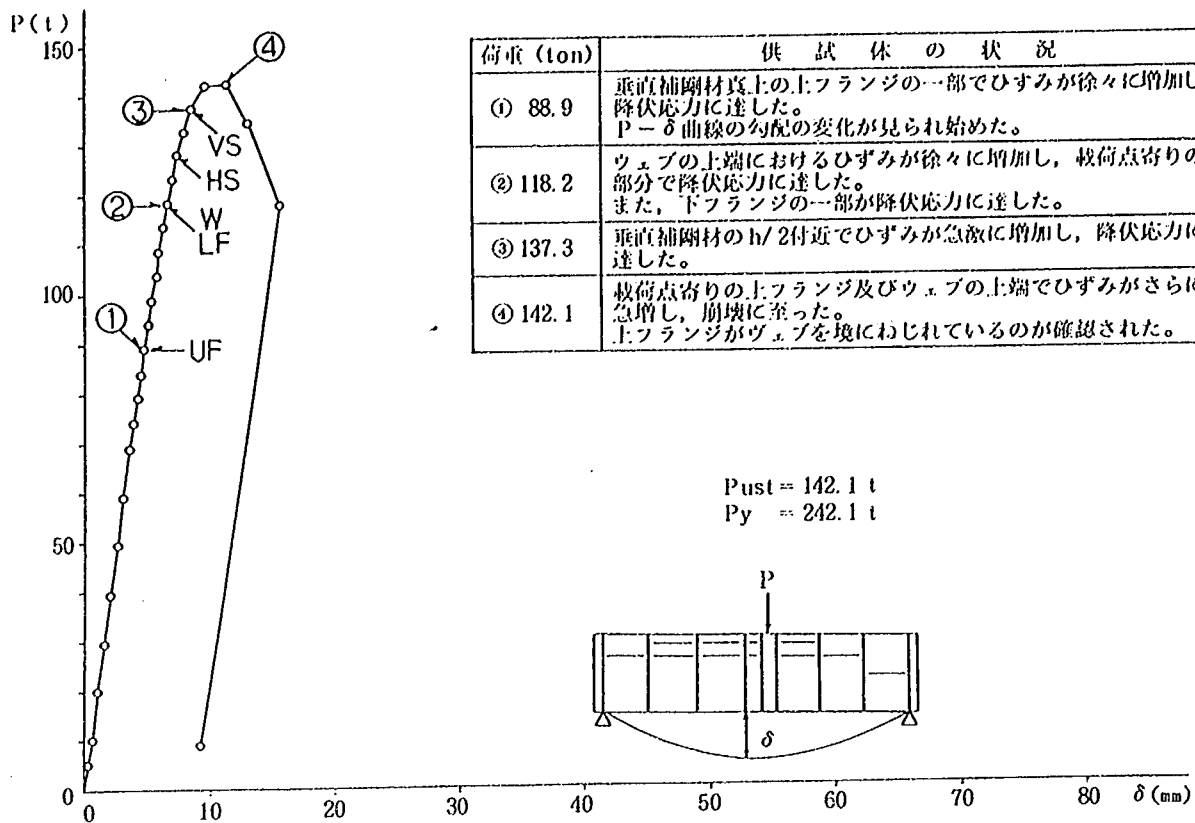


図-2.3(5) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-21)

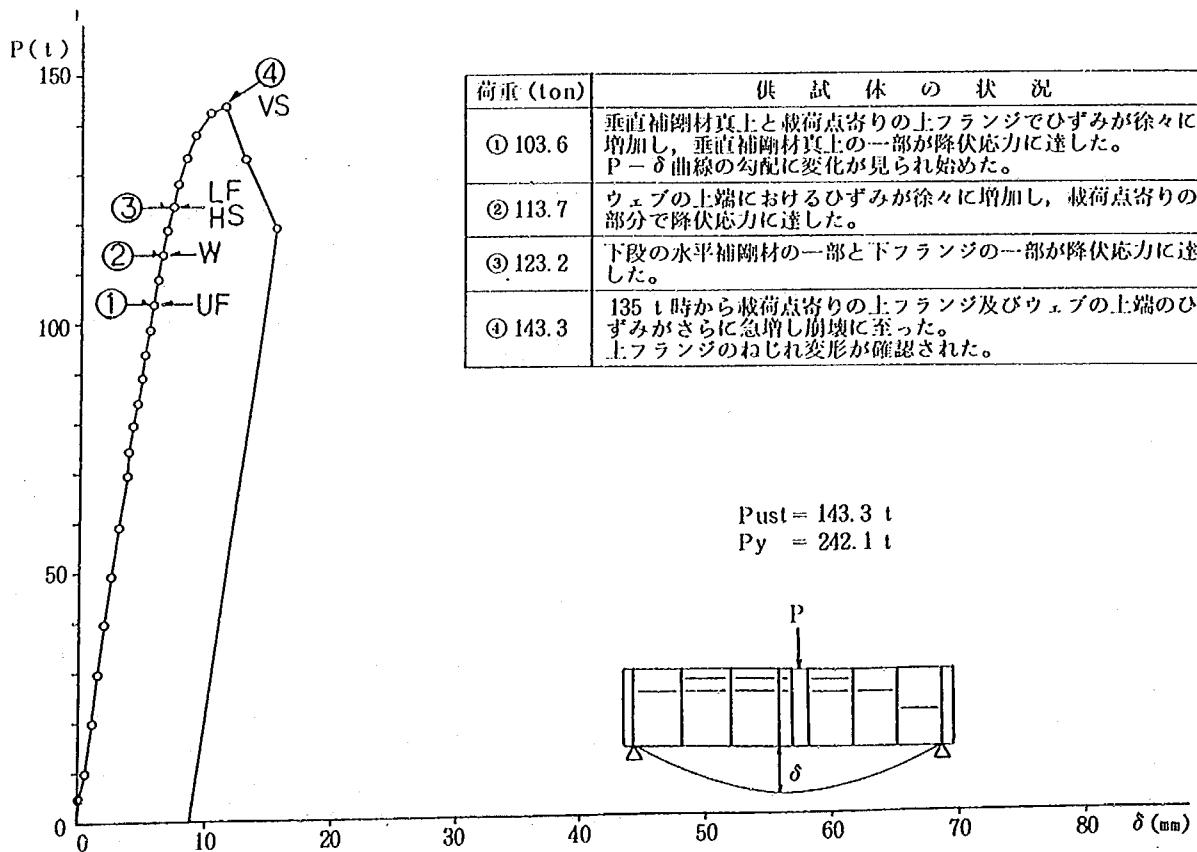


図-2.3(6) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-22)

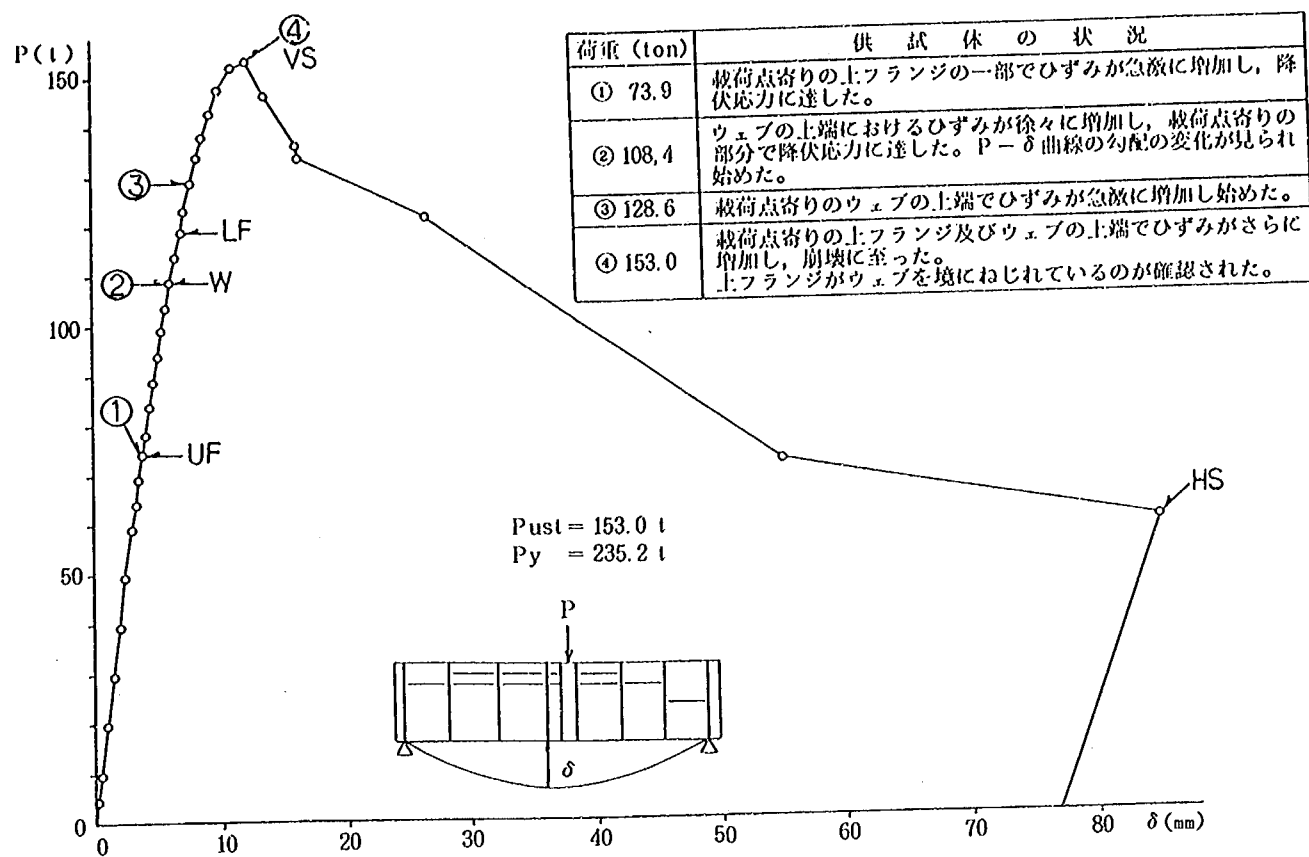


図-2.3(7) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-23)

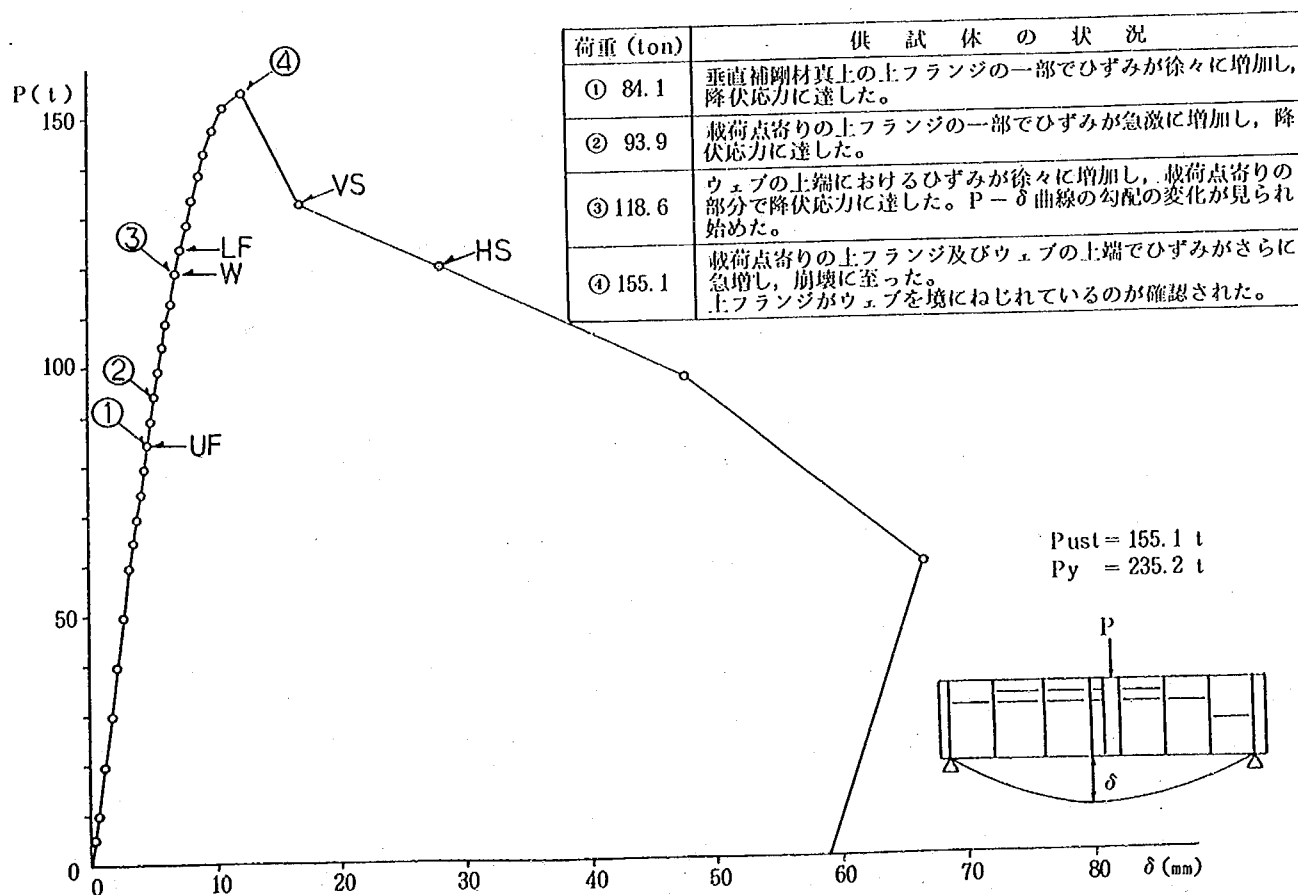


図-2.3(8) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-24)

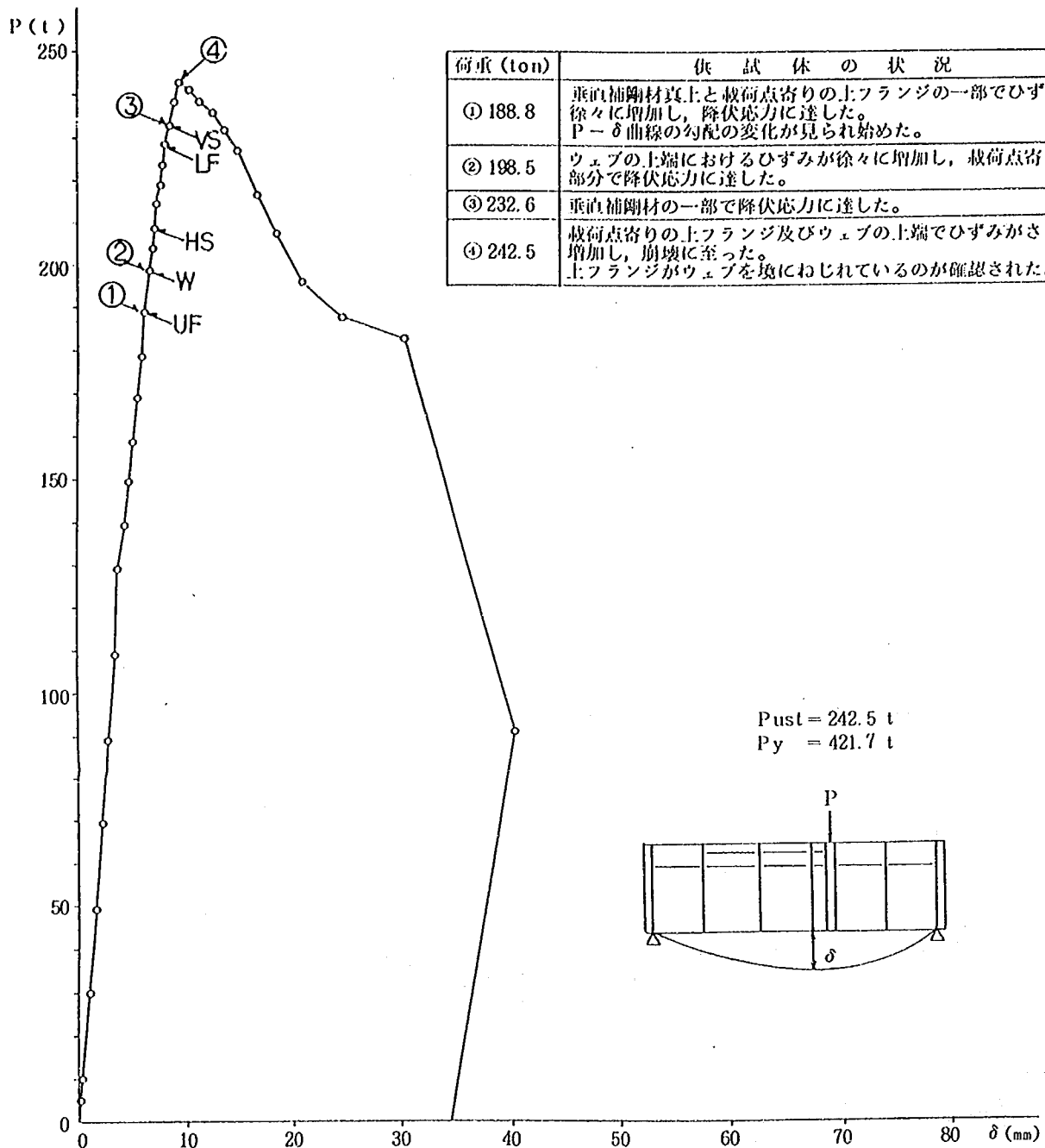


図-2.3(9) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-25)

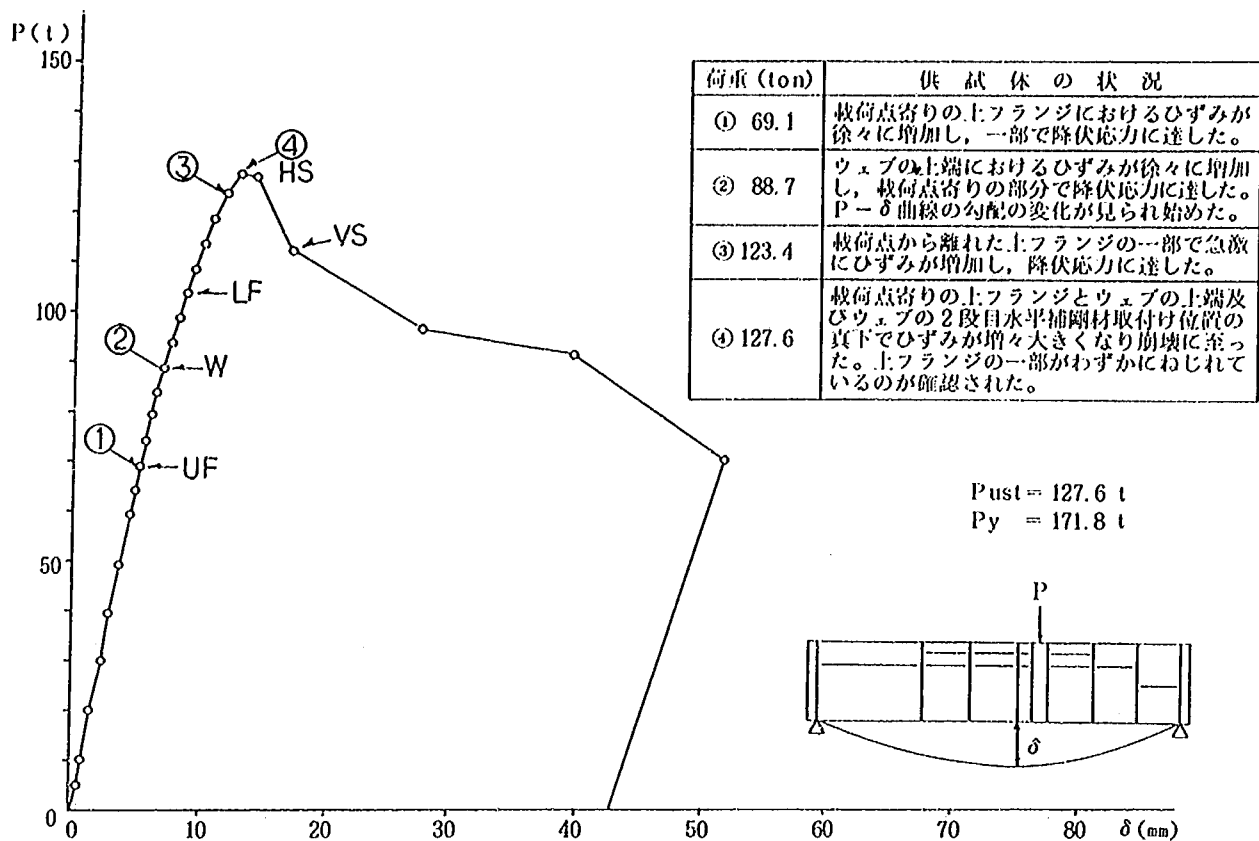


図-2.3(10) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-26)

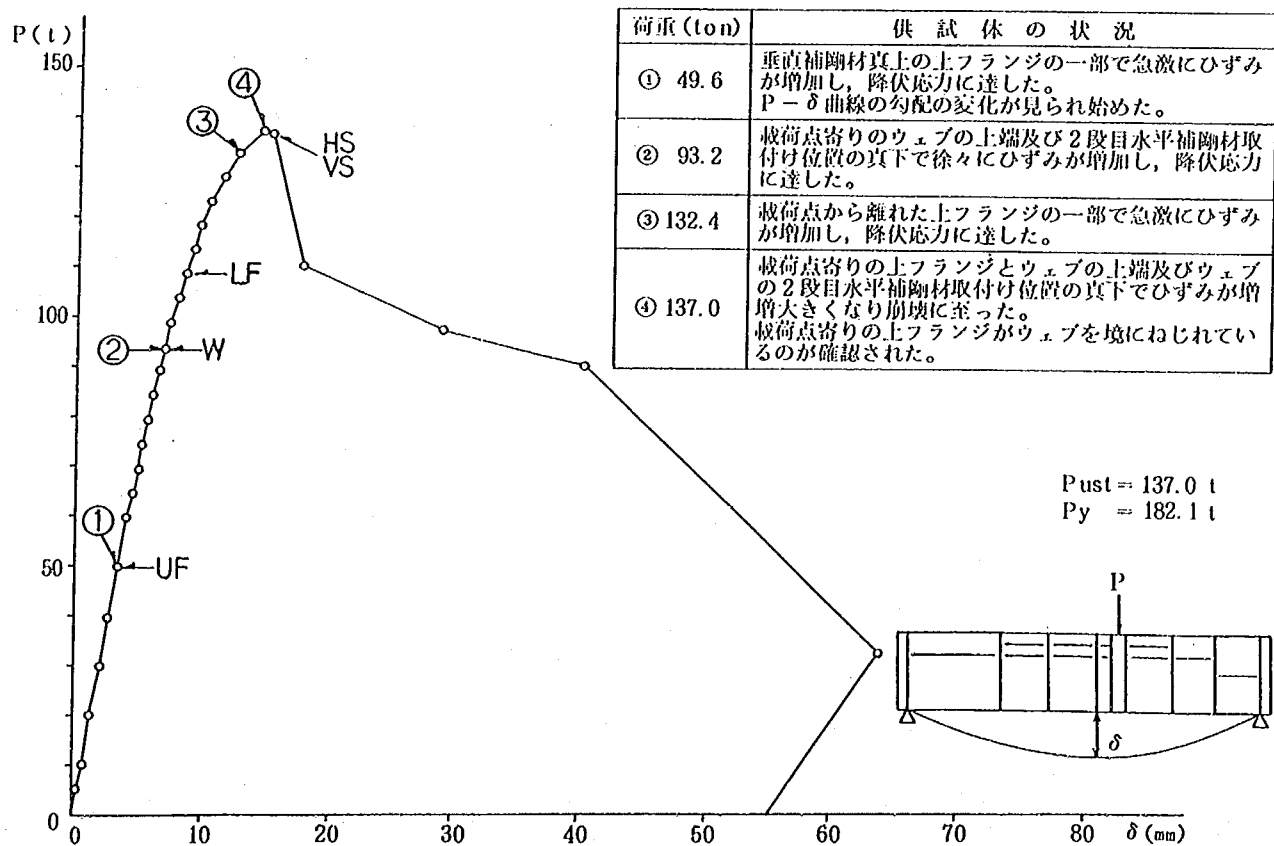


図-2.3(11) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-27)

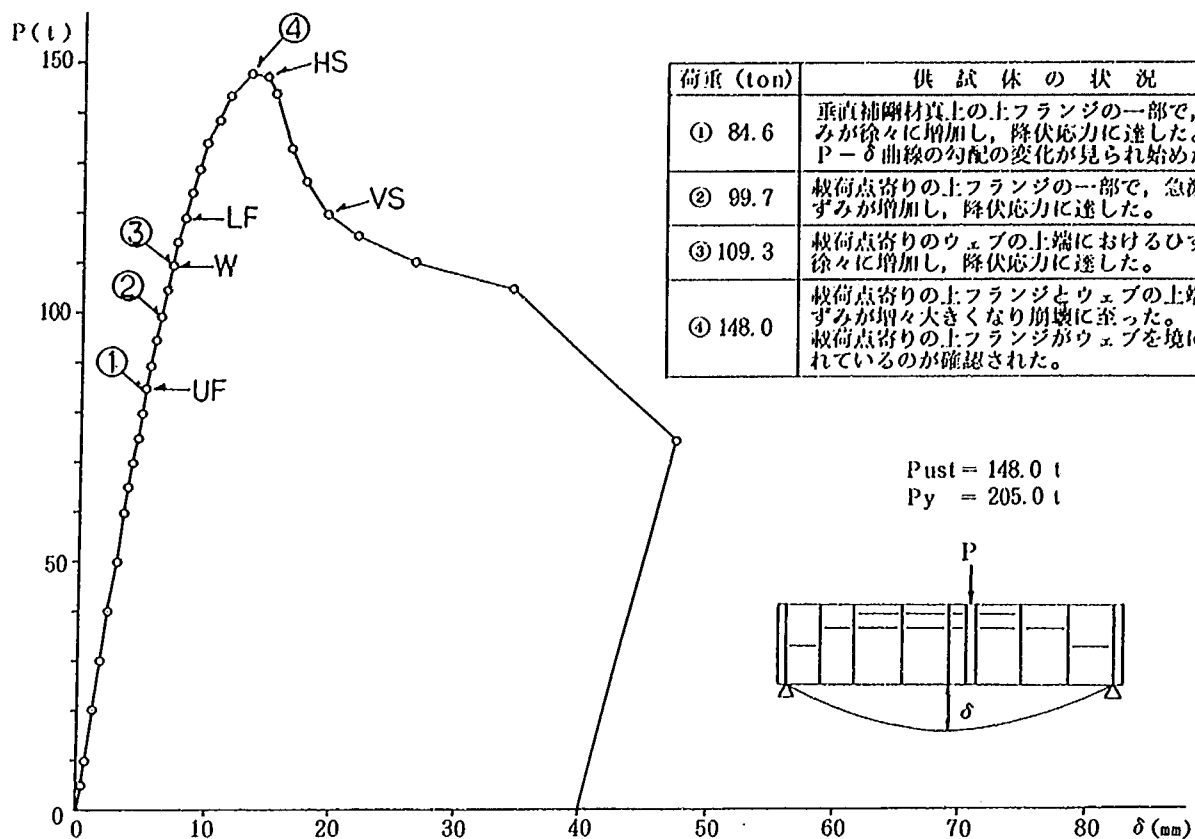


図-2.3(12) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (C-28)

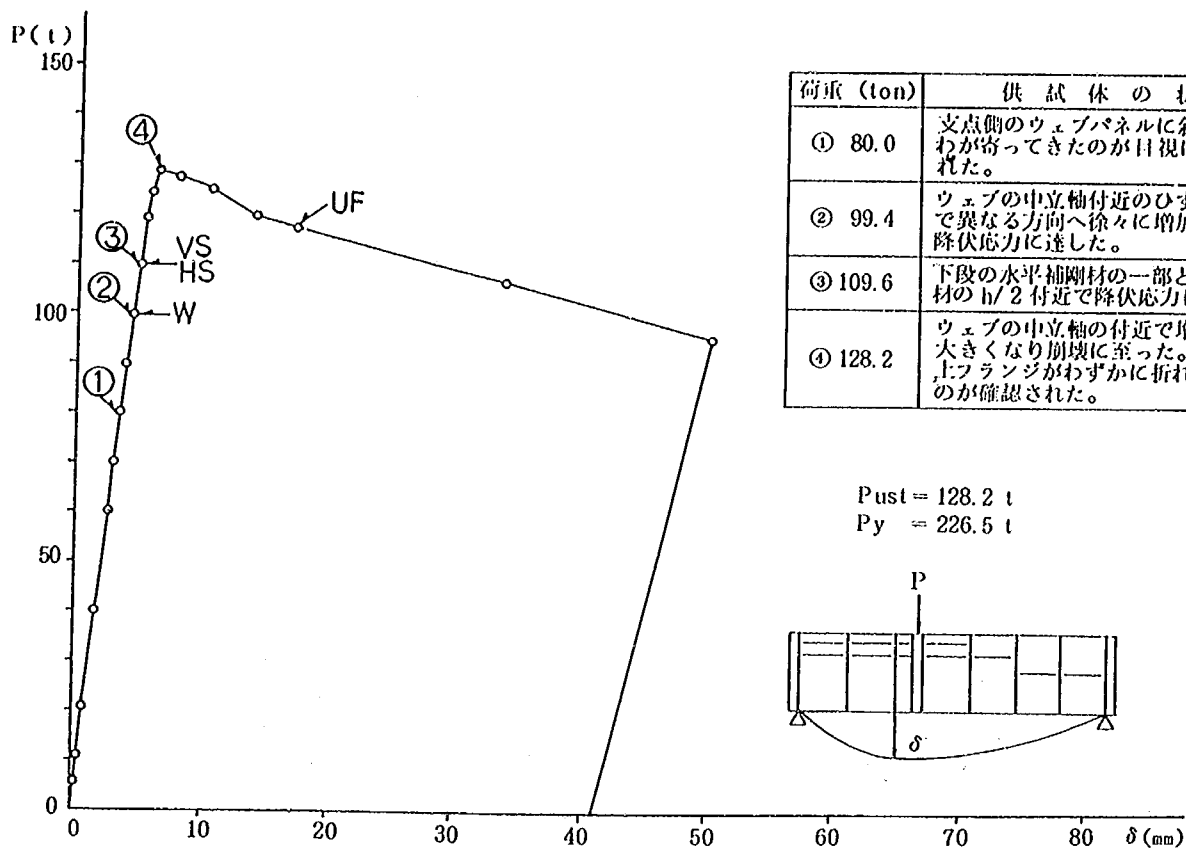


図-2.3(13) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-21)

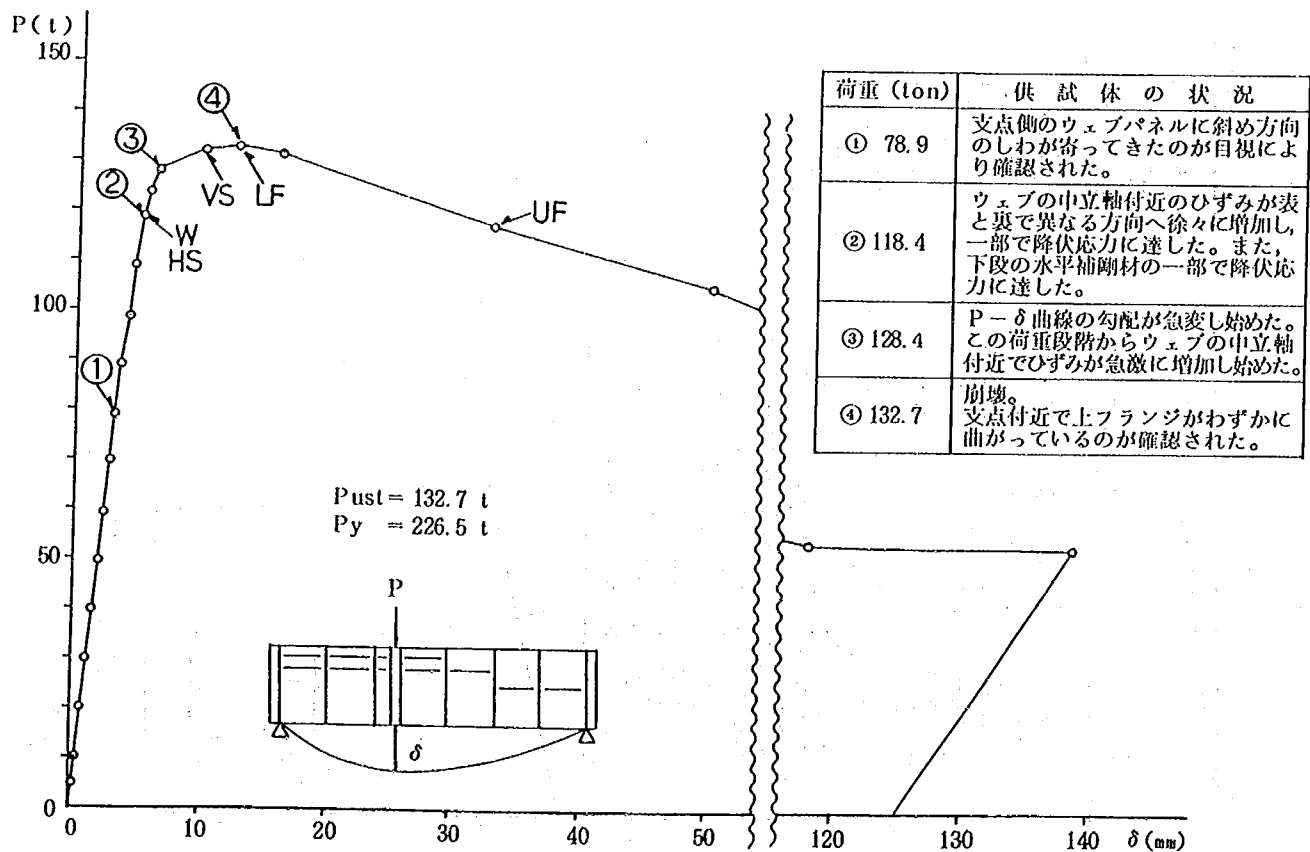


図-2.3(14) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-22)

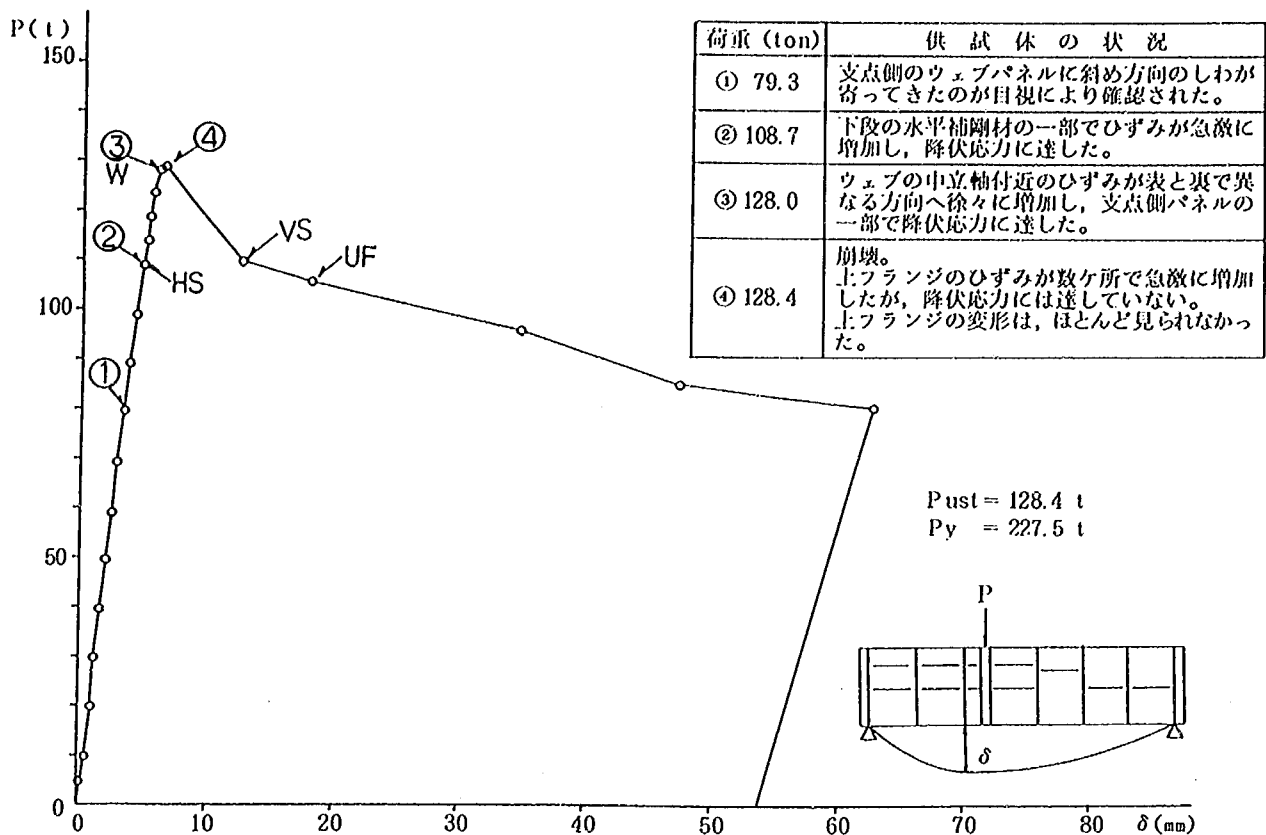


図-2.3(15) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-23)

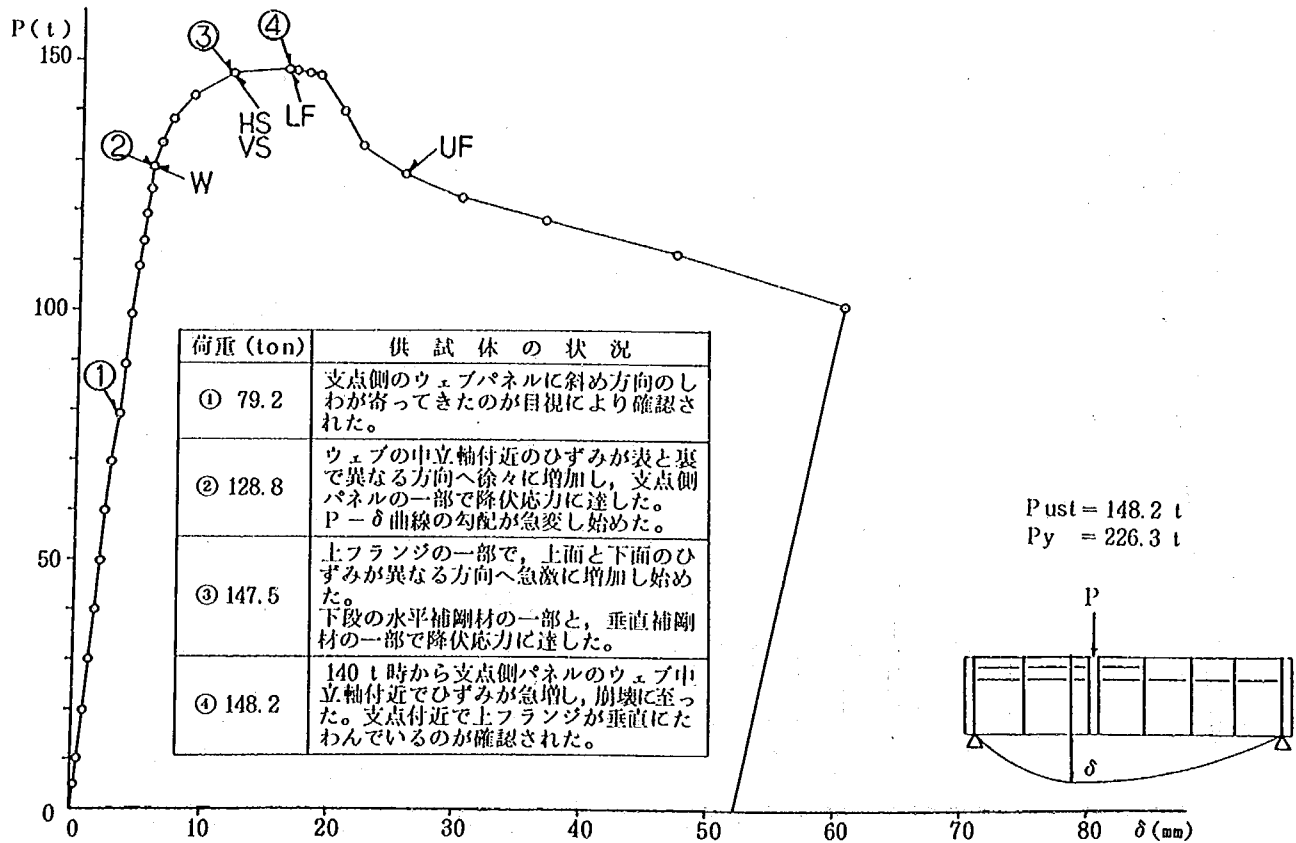


図-2.3(16) 荷重-たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-24)

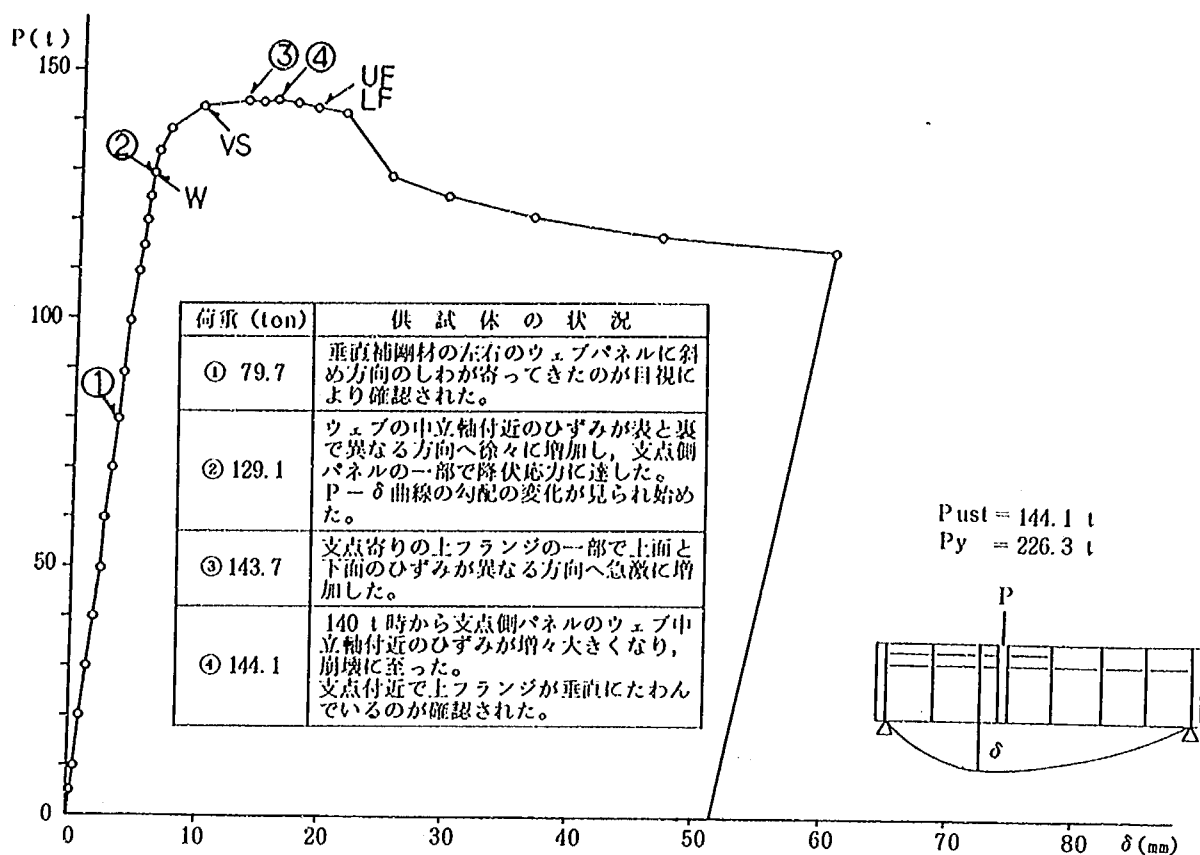


図-2.3(17) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-25)

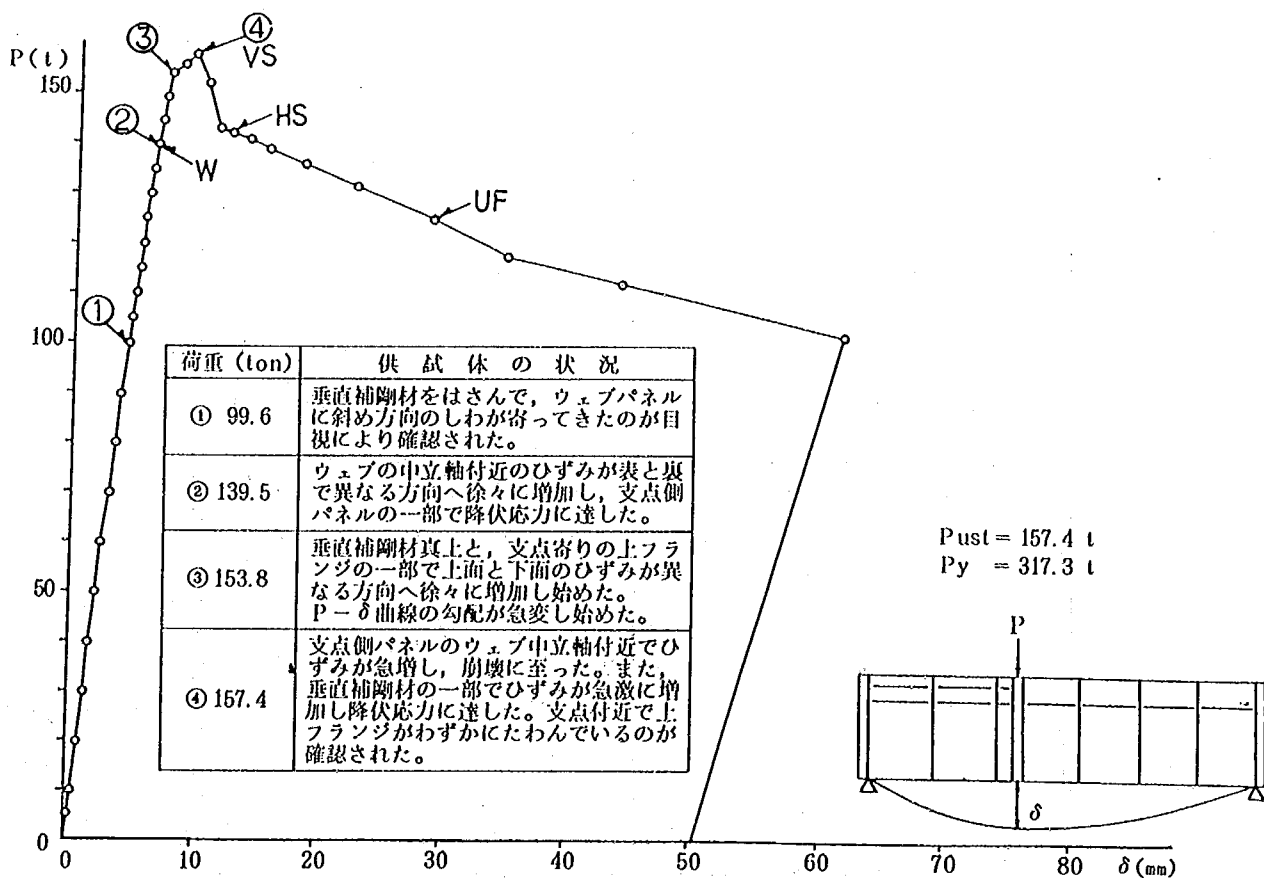


図-2.3(18) 荷重—たわみ曲線および破壊に至るまでの挙動 (S-26)

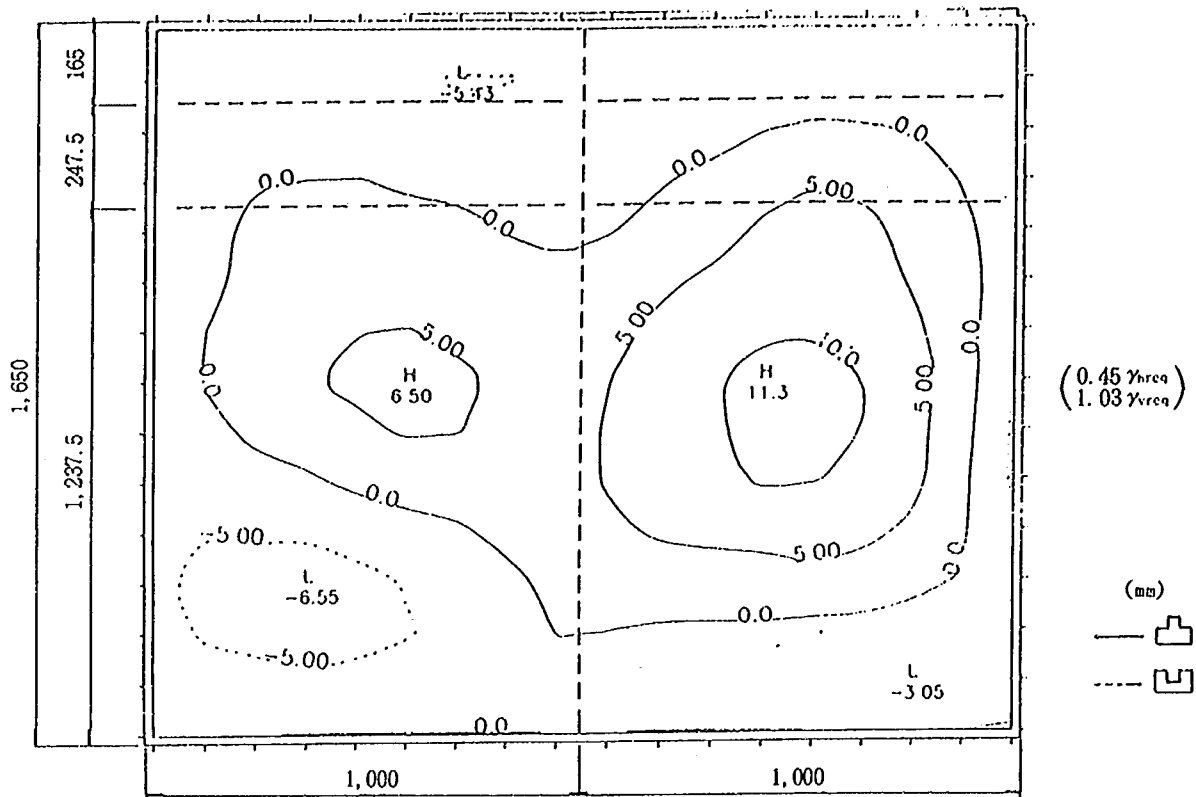


図-2.4.1(1) B-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

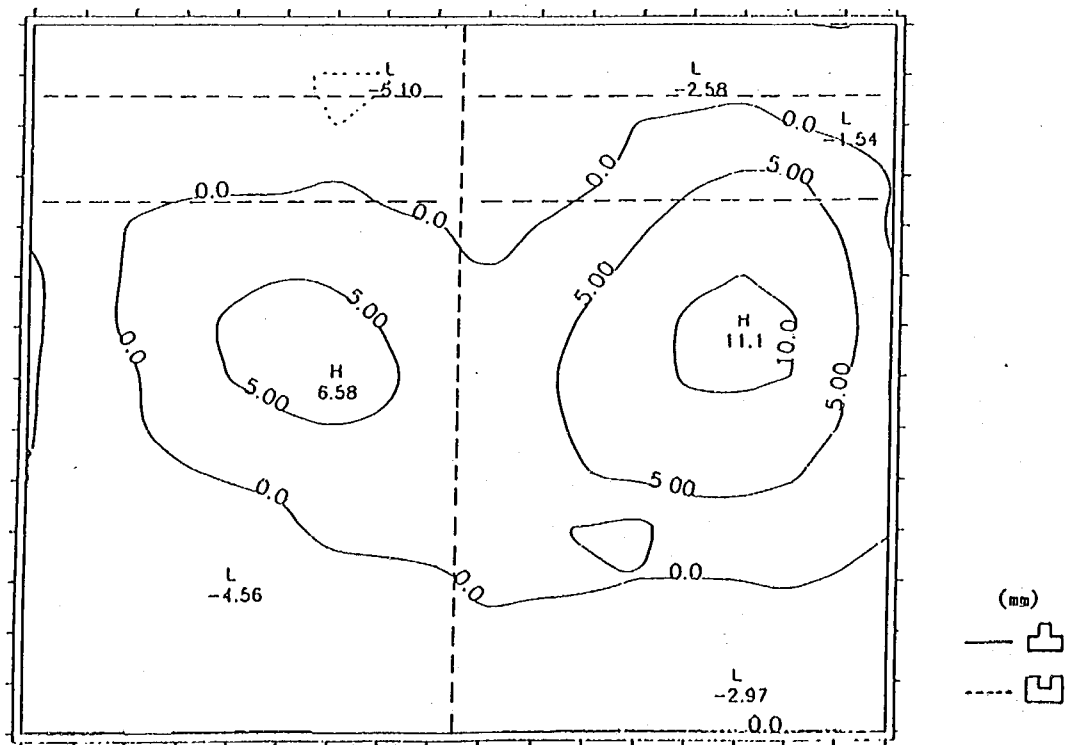


図-2.4.1(2) B-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=73.5t$, $0.64P_{ust}$)

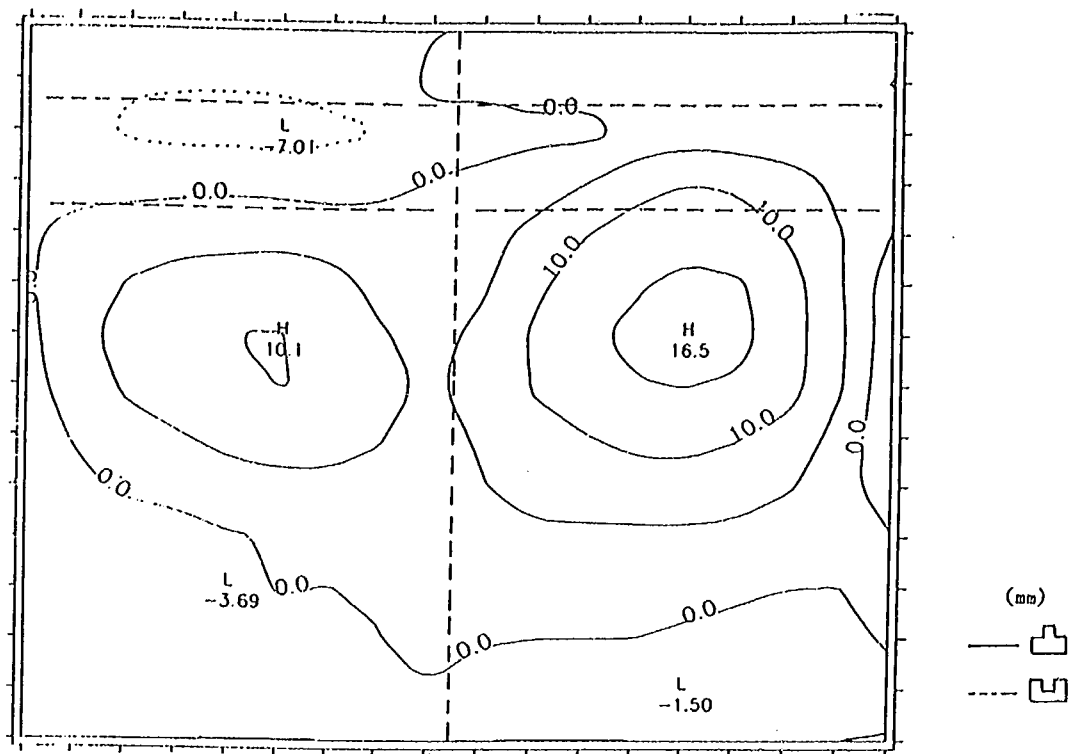


図-2.4.1(3) B-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=105.8t$, $0.92P_{ust}$)

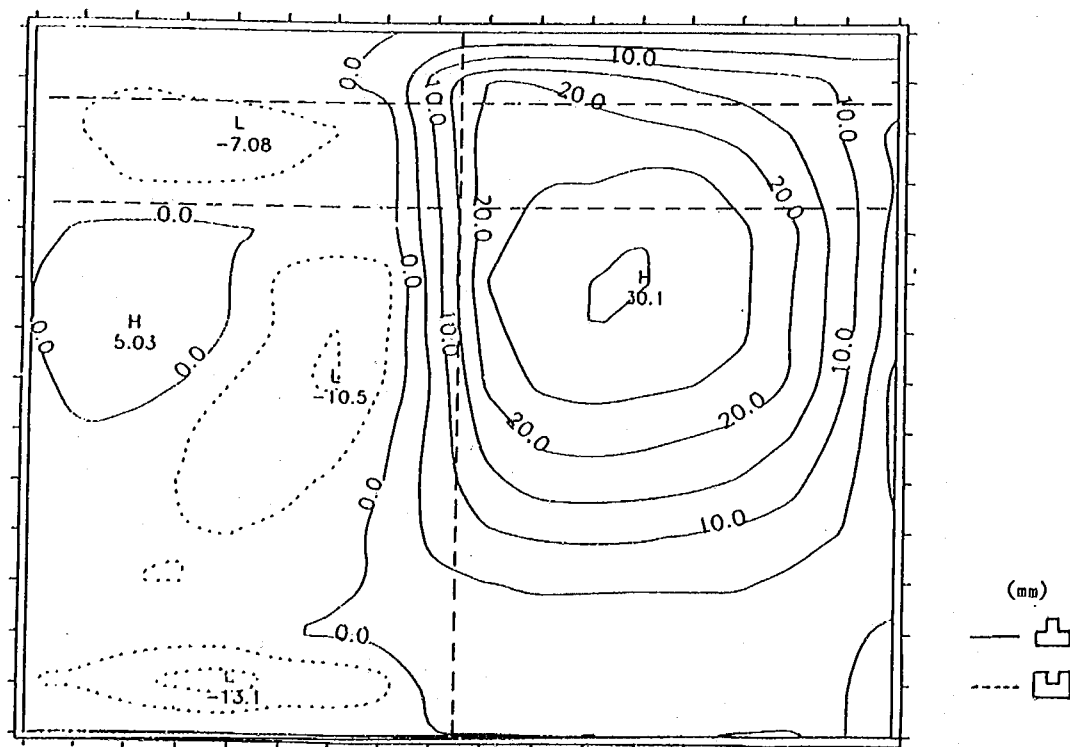


図-2.4.1(4) B-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=106.8t$, 最高荷重後 $0.93P_{ust}$)

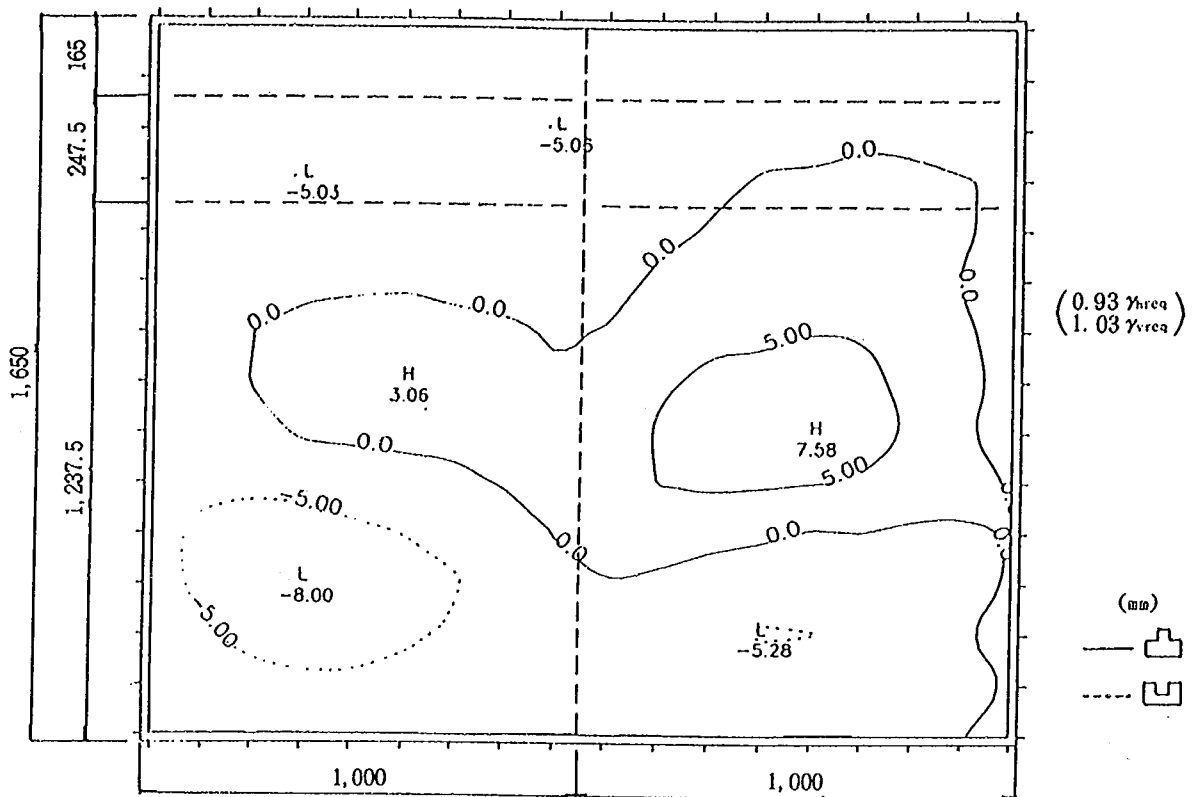


図-2.4.2(1) B-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

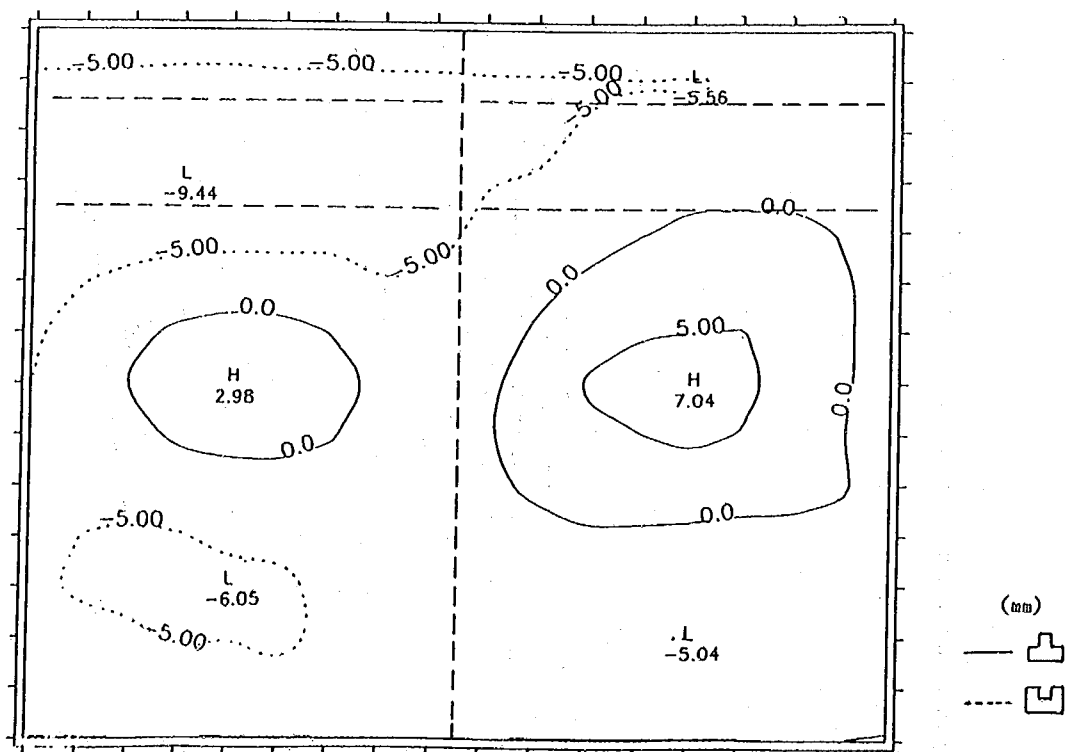


図-2.4.2(2) B-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=70.6t$, $0.58P_{ust}$)

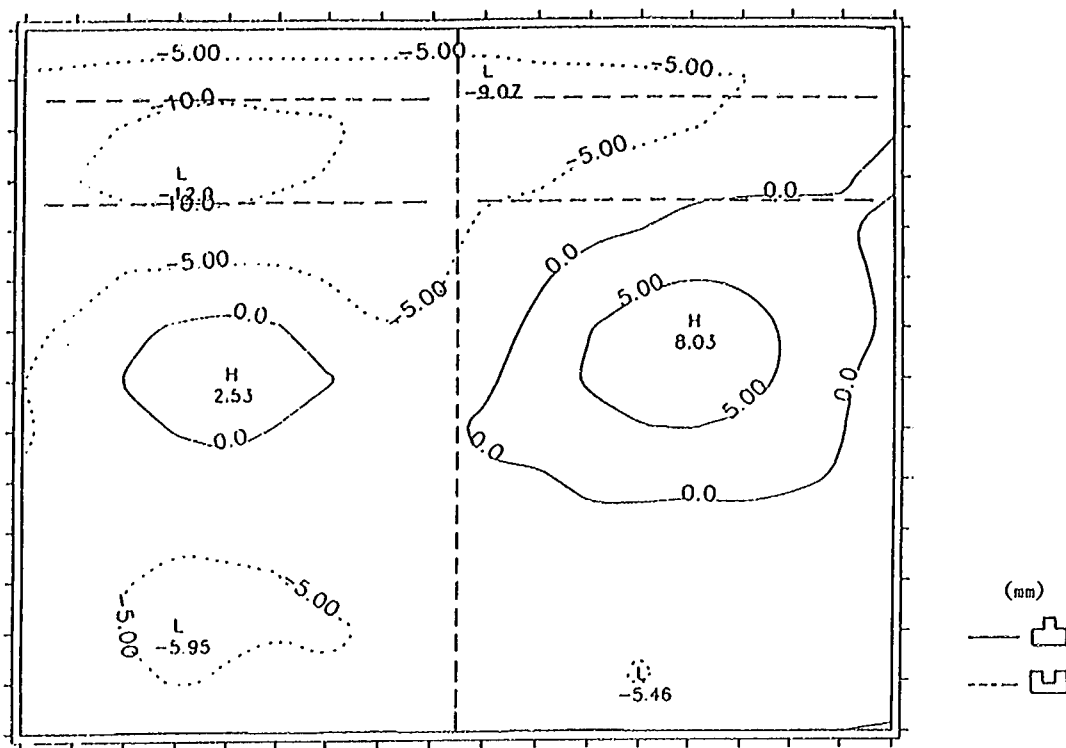


図-2.4.2(3) B-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=100.0t$, $0.82P_{ust}$)

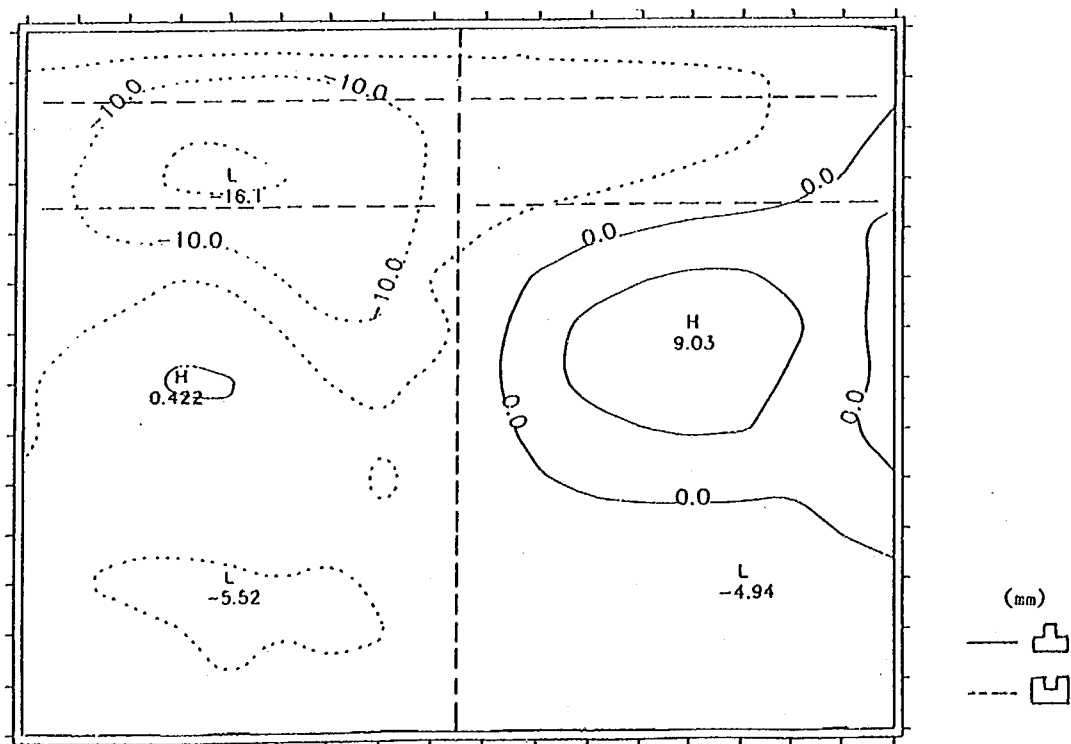


図-2.4.2(4) B-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=112.7t$, $0.92P_{ust}$)

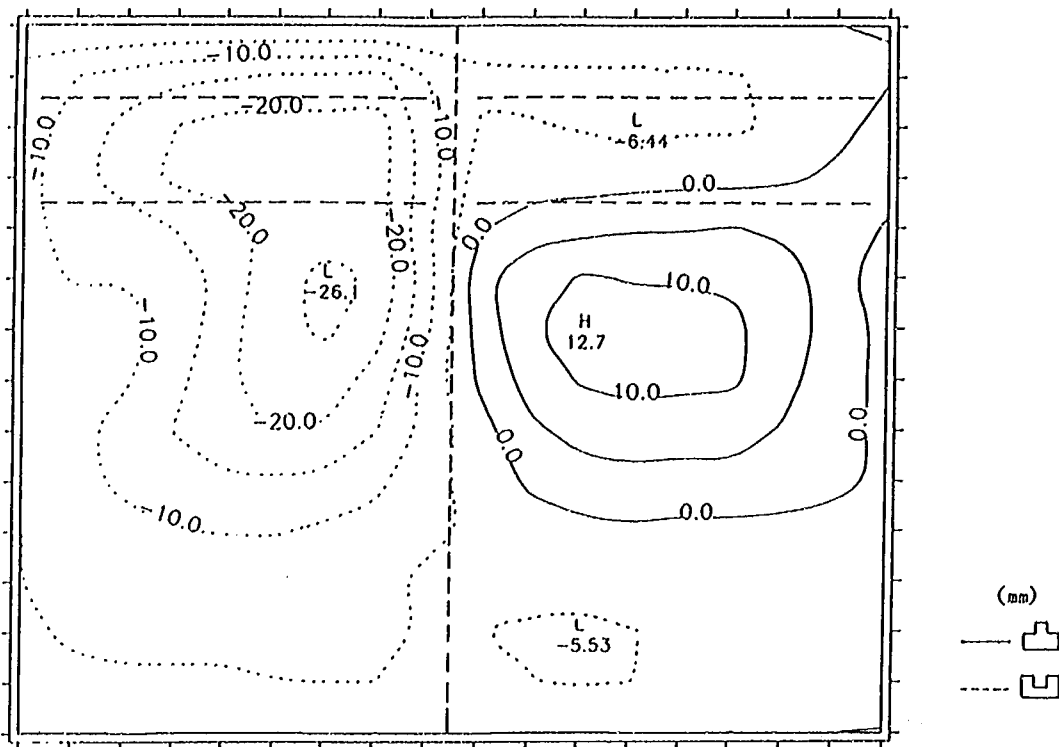


図-2.4.2(5) B-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=119.1t$, 最高荷重後 $0.97P_{ust}$)

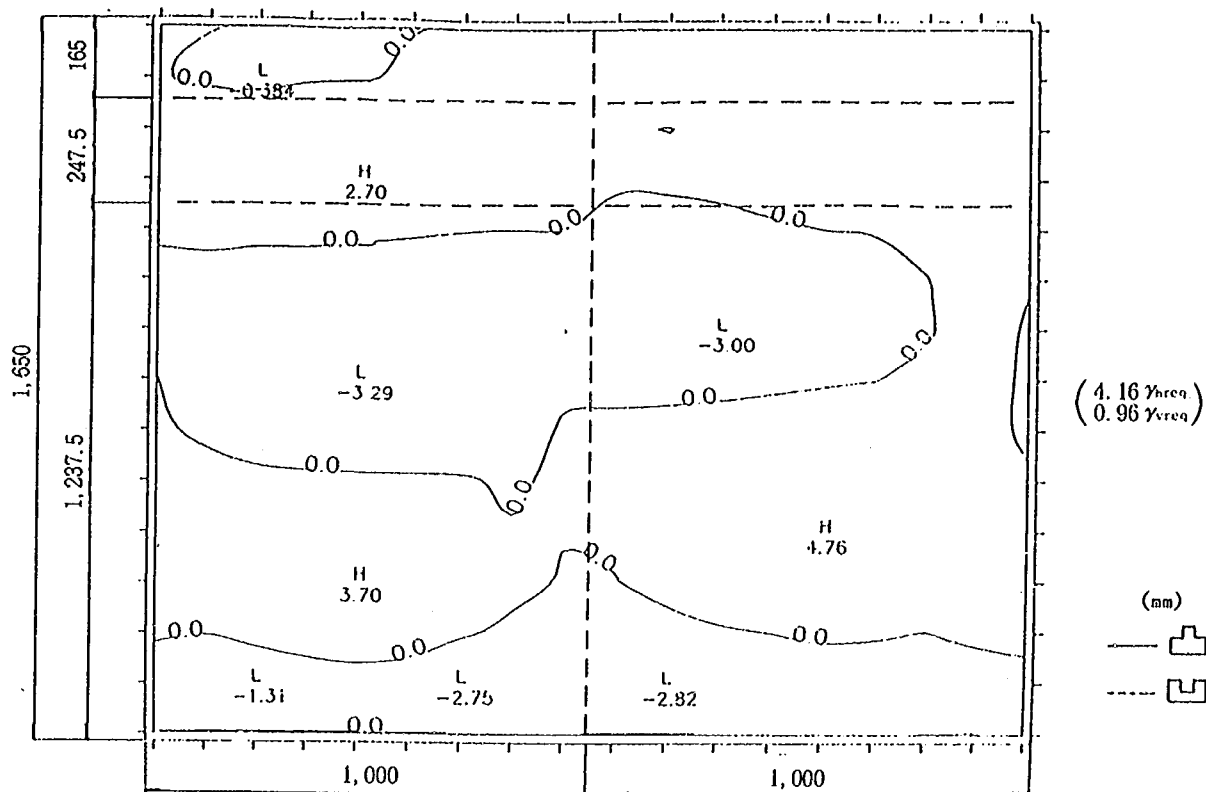


図-2.4.3(1) B-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

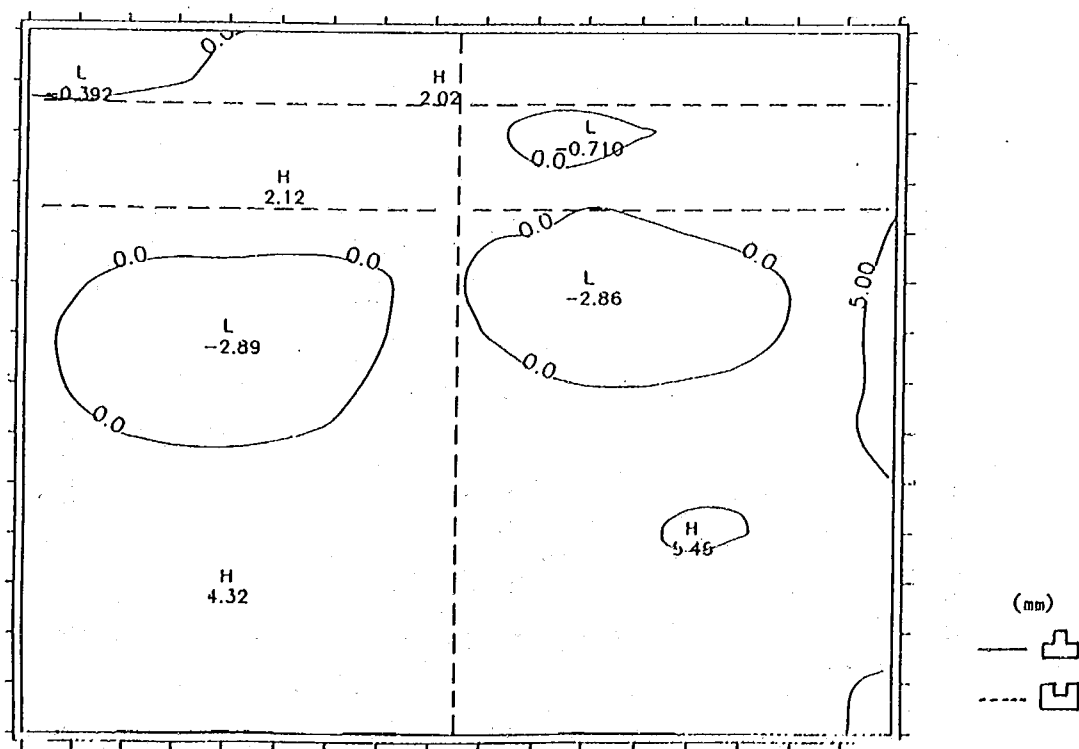


図-2.4.3(2) B-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=70.8t$, $0.57P_{ust}$)

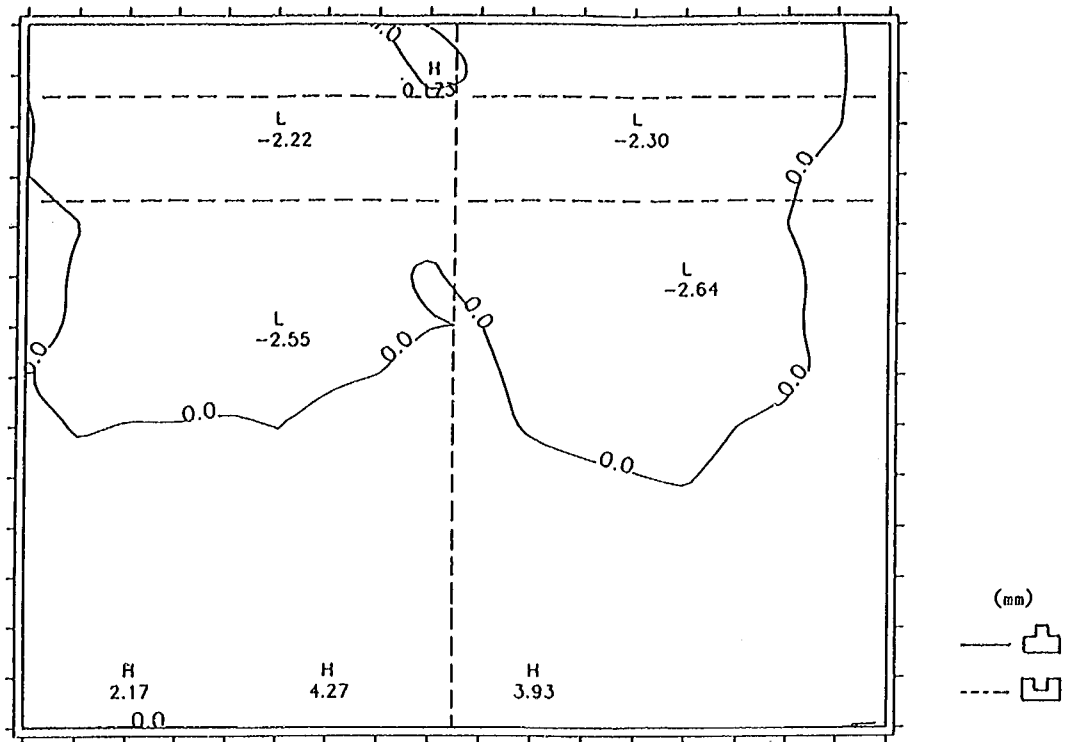


図-2.4.3(3) B-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=100.9t$, $0.81P_{ust}$)

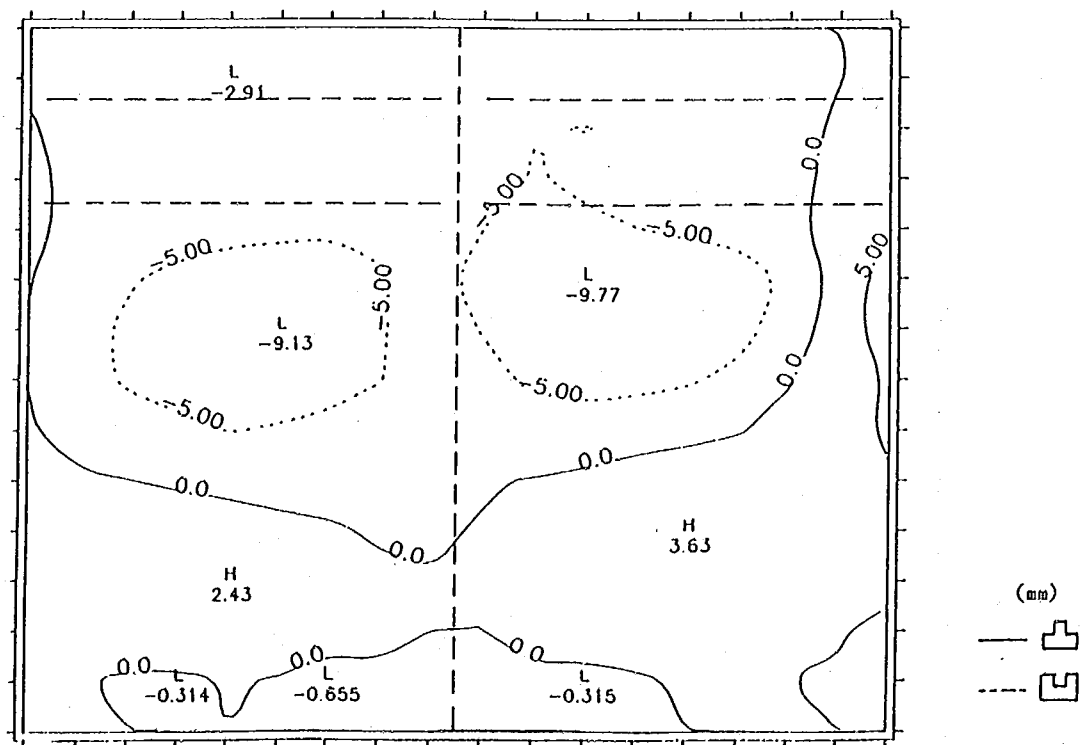


図-2.4.3(4) B-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=113.3t$, $0.90P_{ust}$)

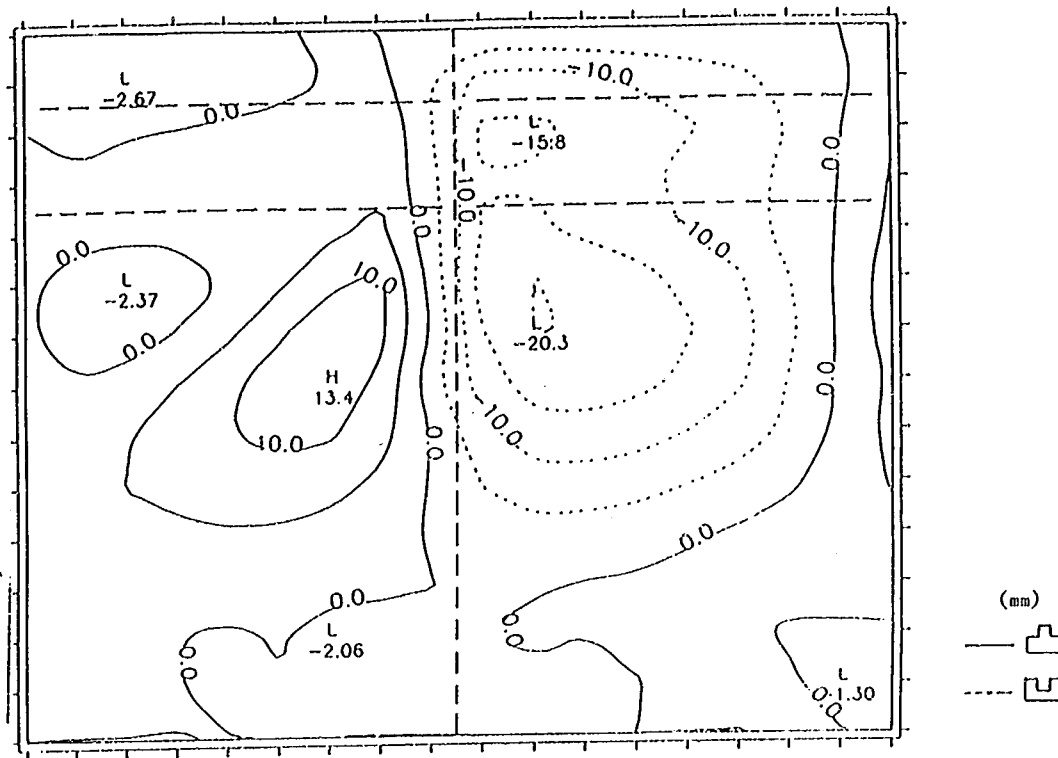


図-2.4.3(5) B-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=125.3t$, P_{ust})

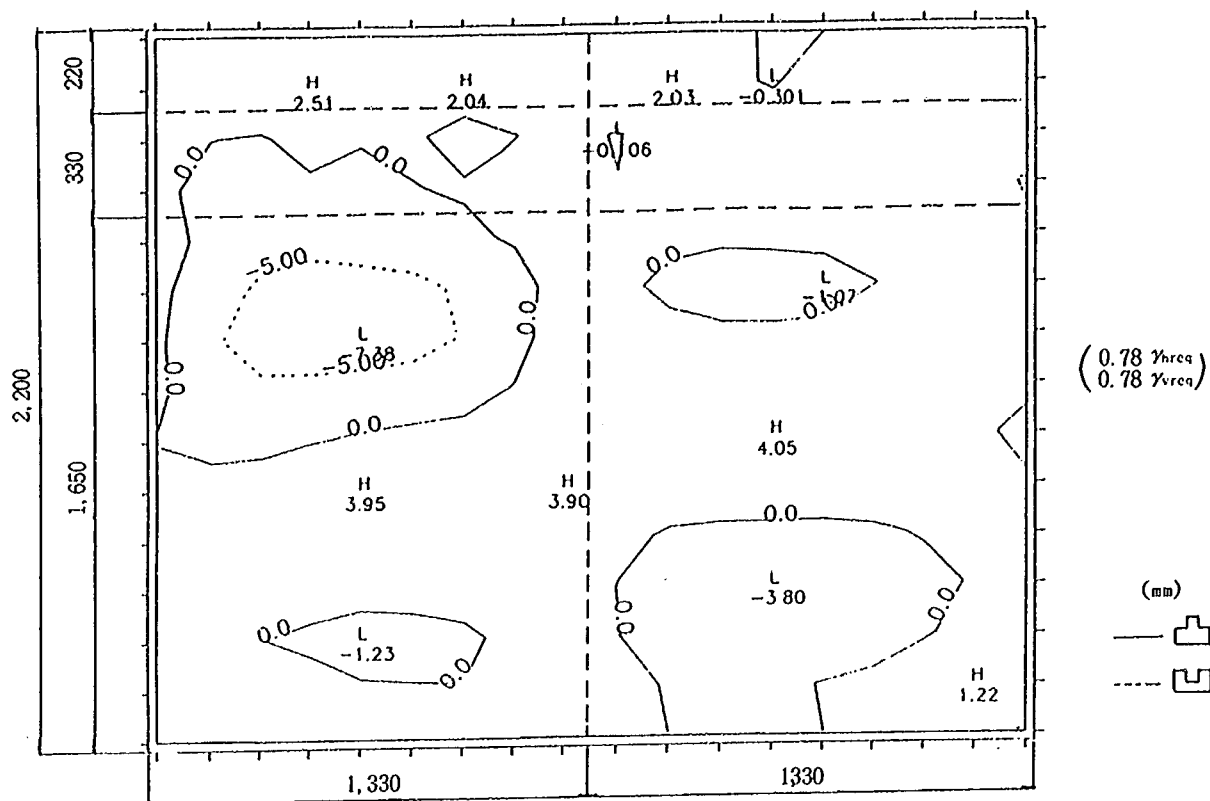


図-2.4.4(1) B-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

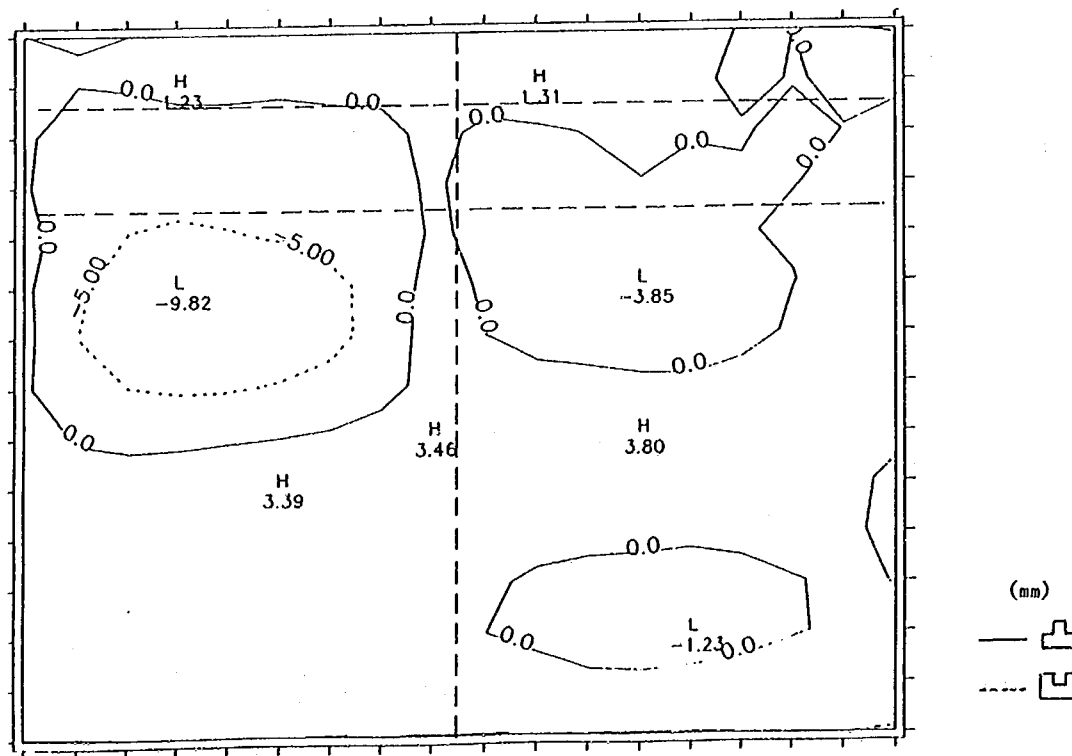


図-2.4.4(2) B-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=76.3t$, $0.52P_{ust}$)

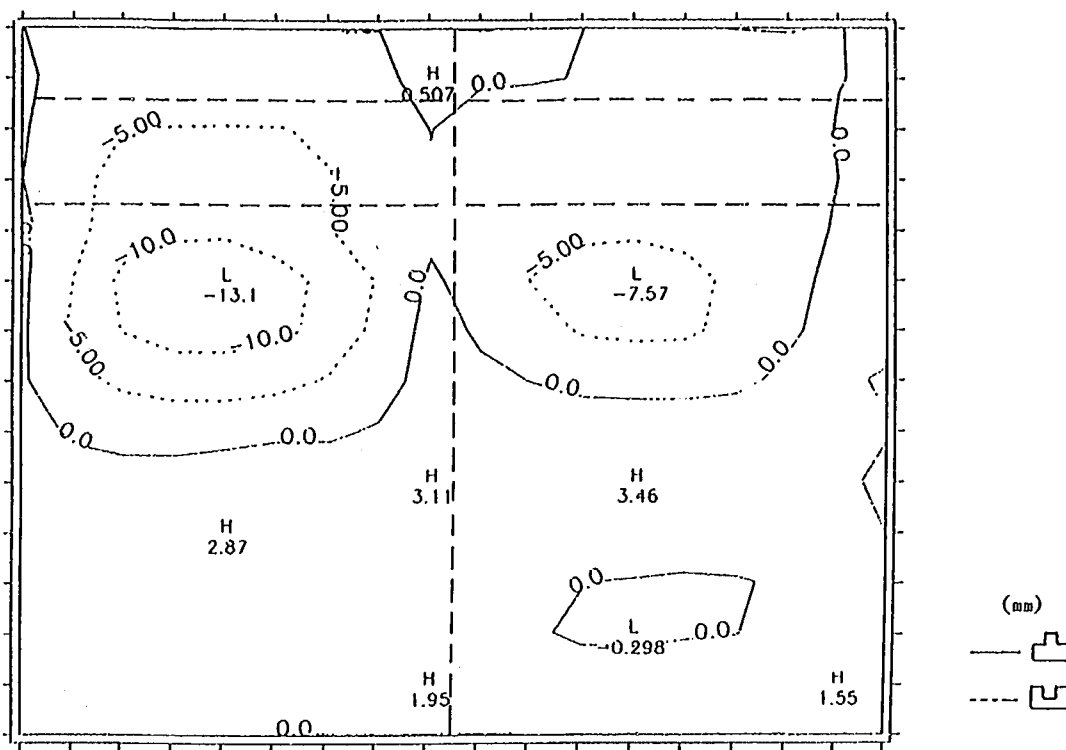


図-2.4.4(3) B-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=121.0t$, $0.83P_{ust}$)

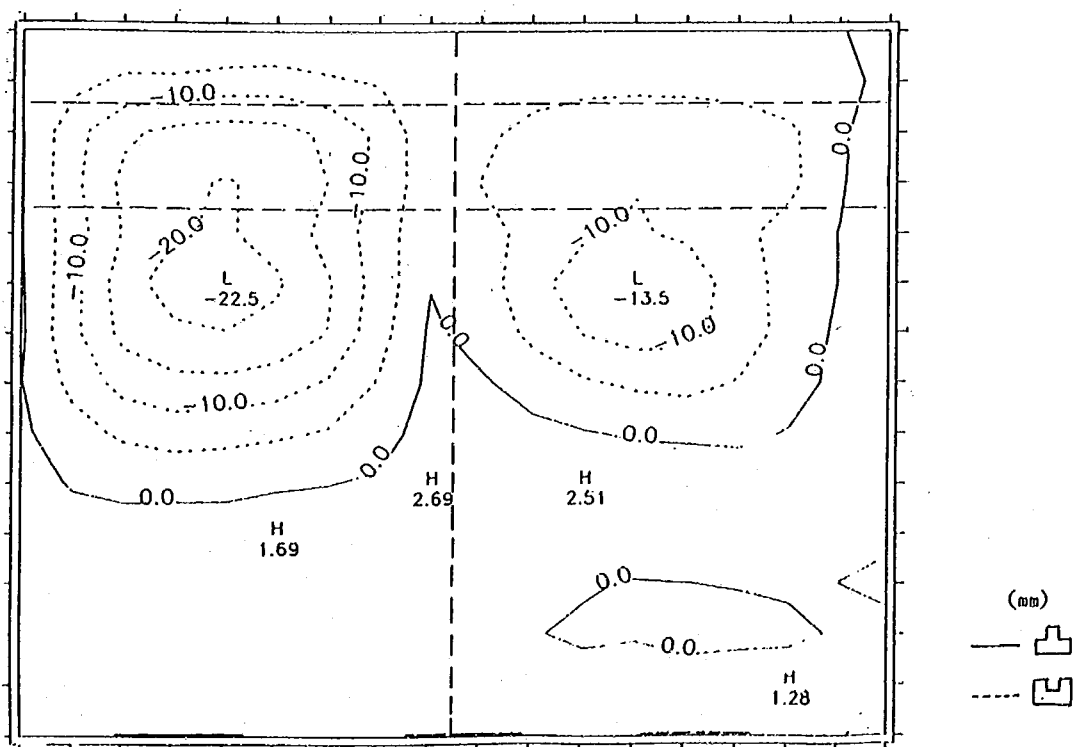


図-2.4.4(4) B-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=145.3t$, $0.998P_{ust}$)

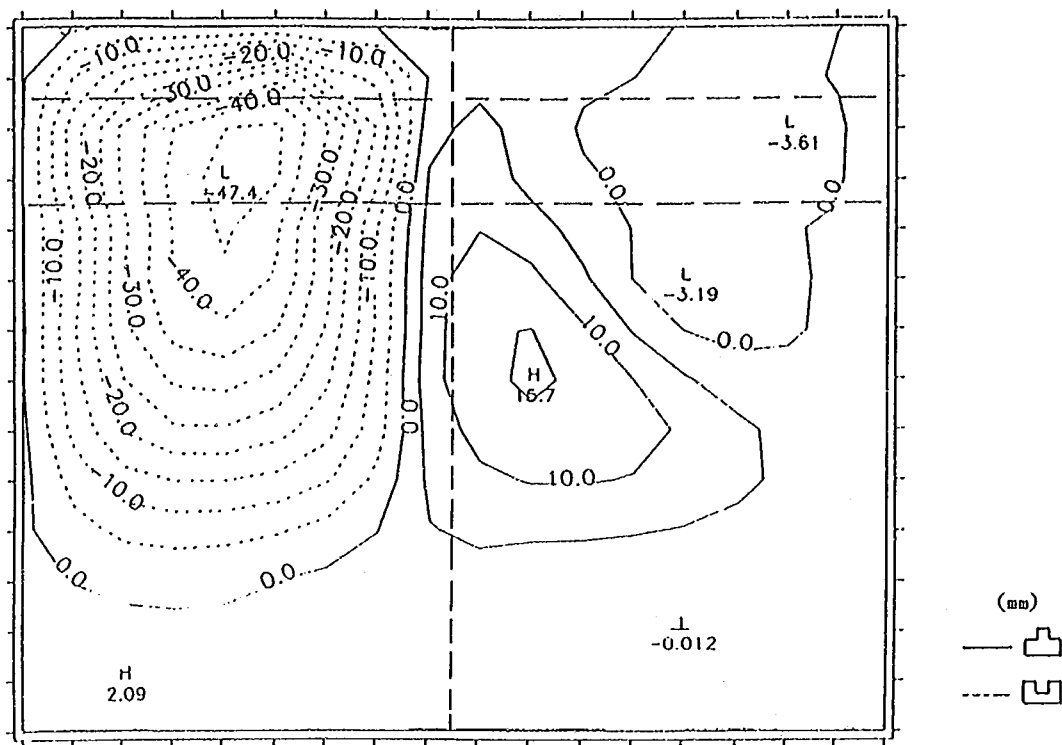


図-2.4.4(5) B-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=145.6$, P_{ust})

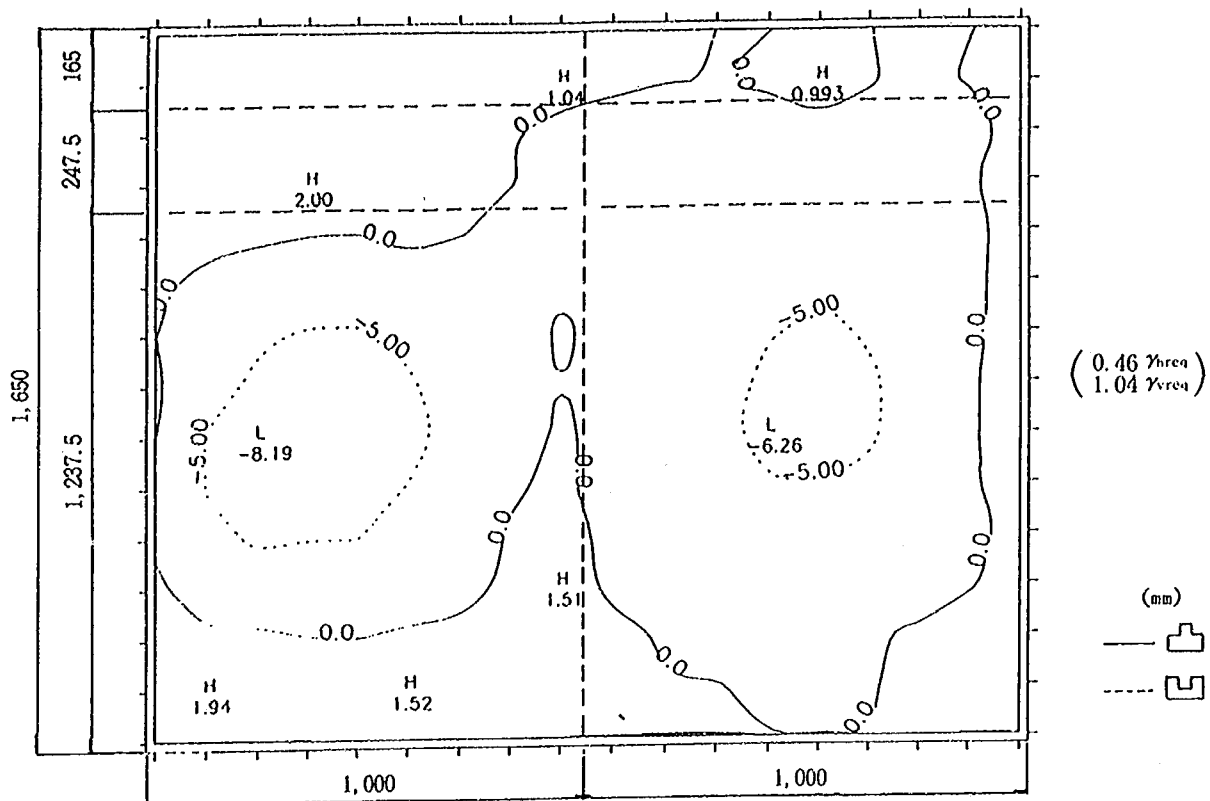


図-2.4.5(1) C-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

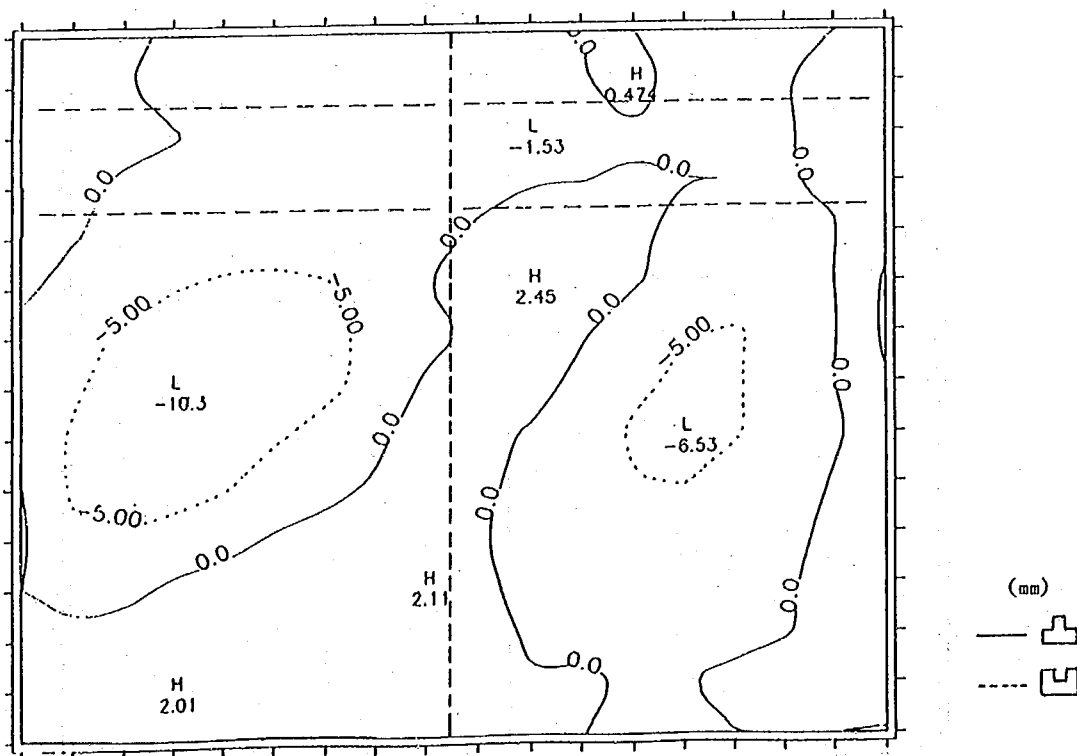


図-2.4.5(2) C-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.1t$, $0.42P_{ust}$)

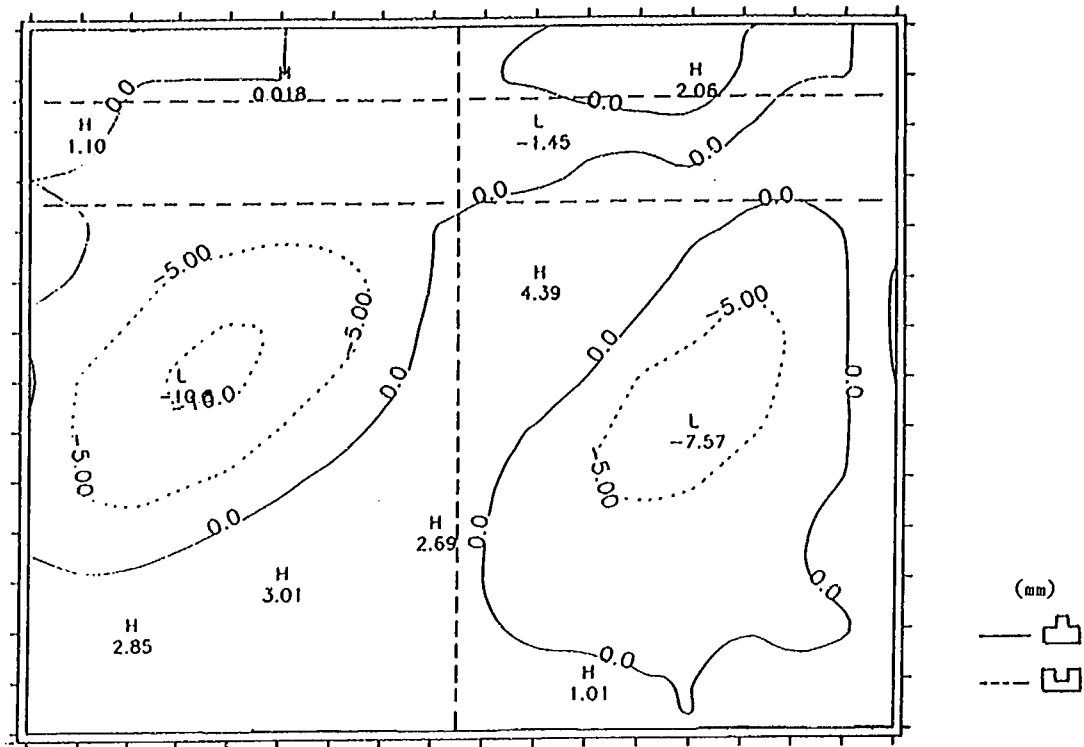


図-2.4.5(3) C-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.9t$, $0.63P_{ust}$)

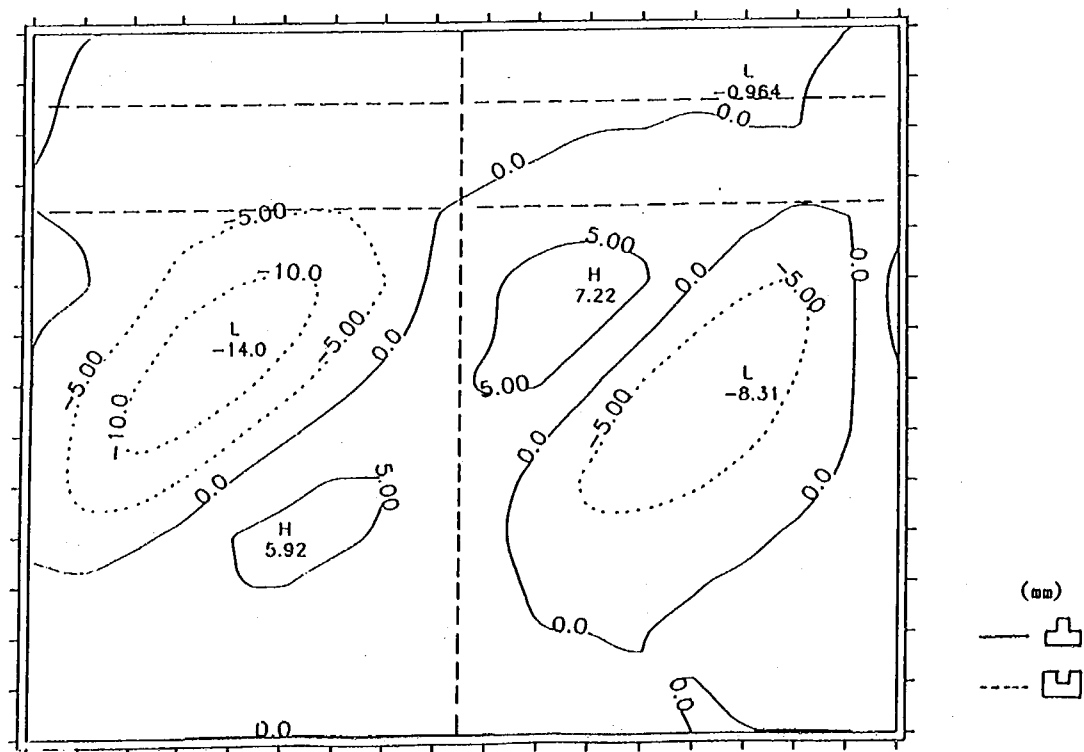


図-2.4.5(4) C-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=127.9t$, $0.90P_{ust}$)

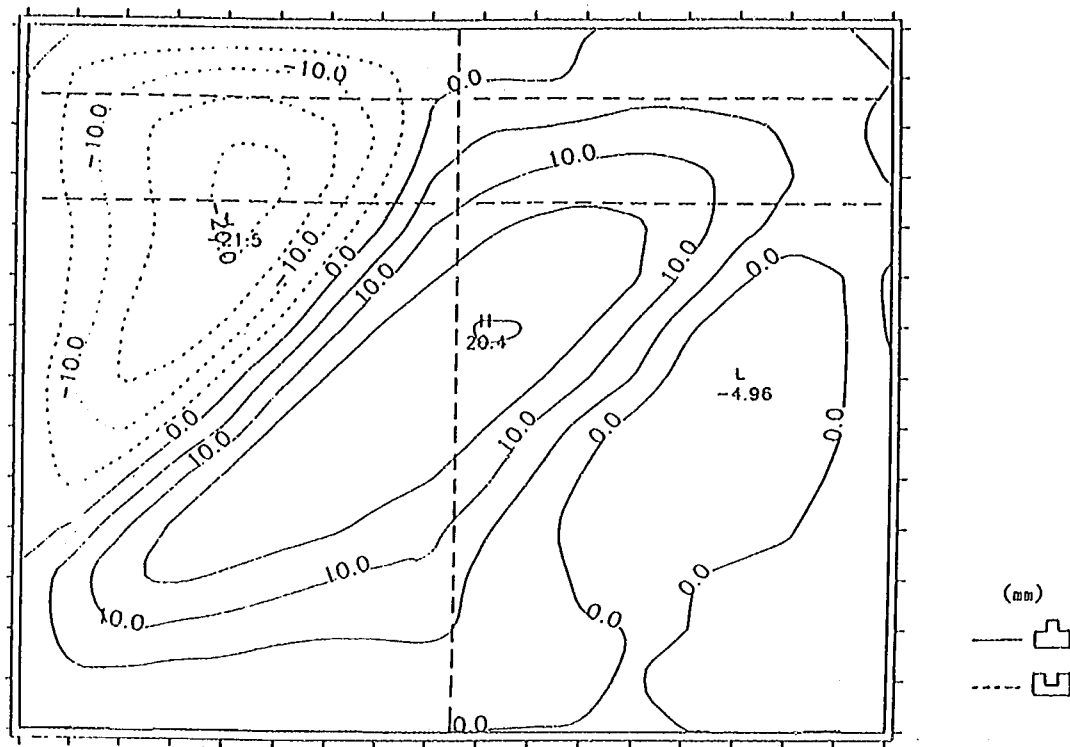


図-2.4.5(5) C-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
(P=142.1t, Pust)

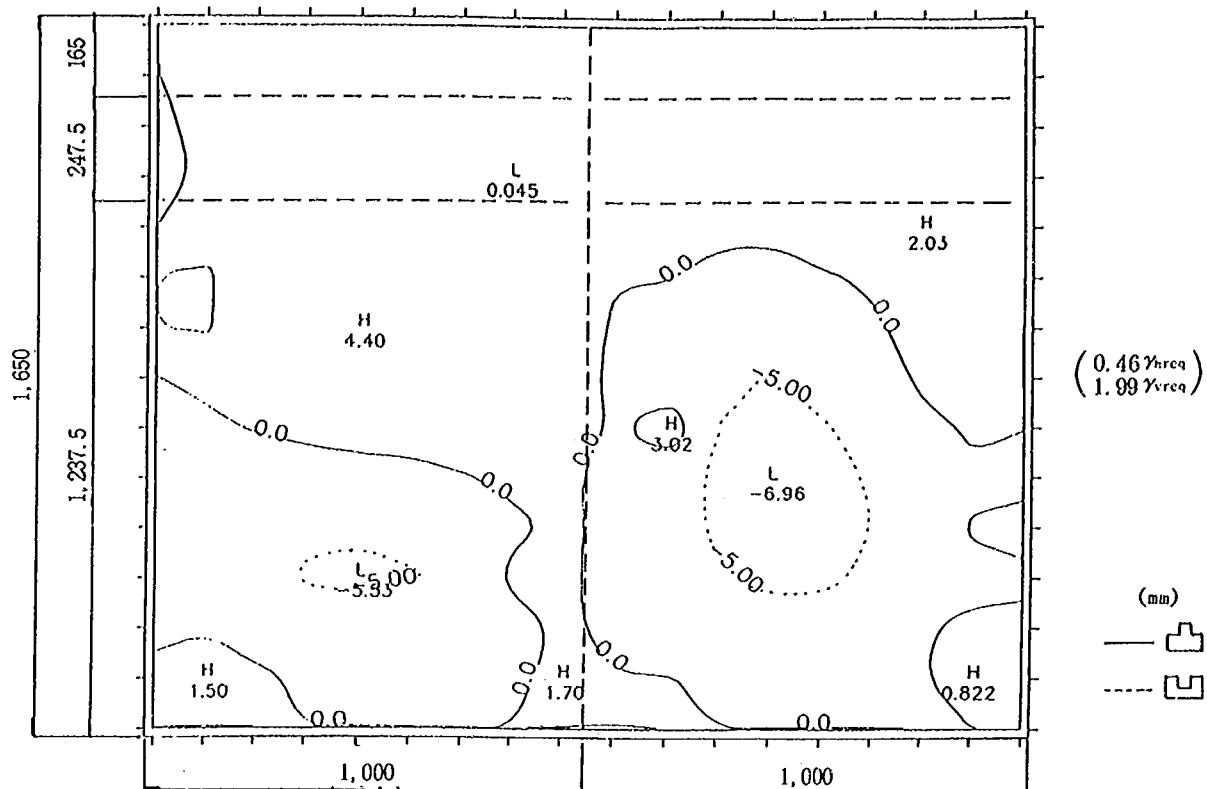


図-2.4.6(1) C-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

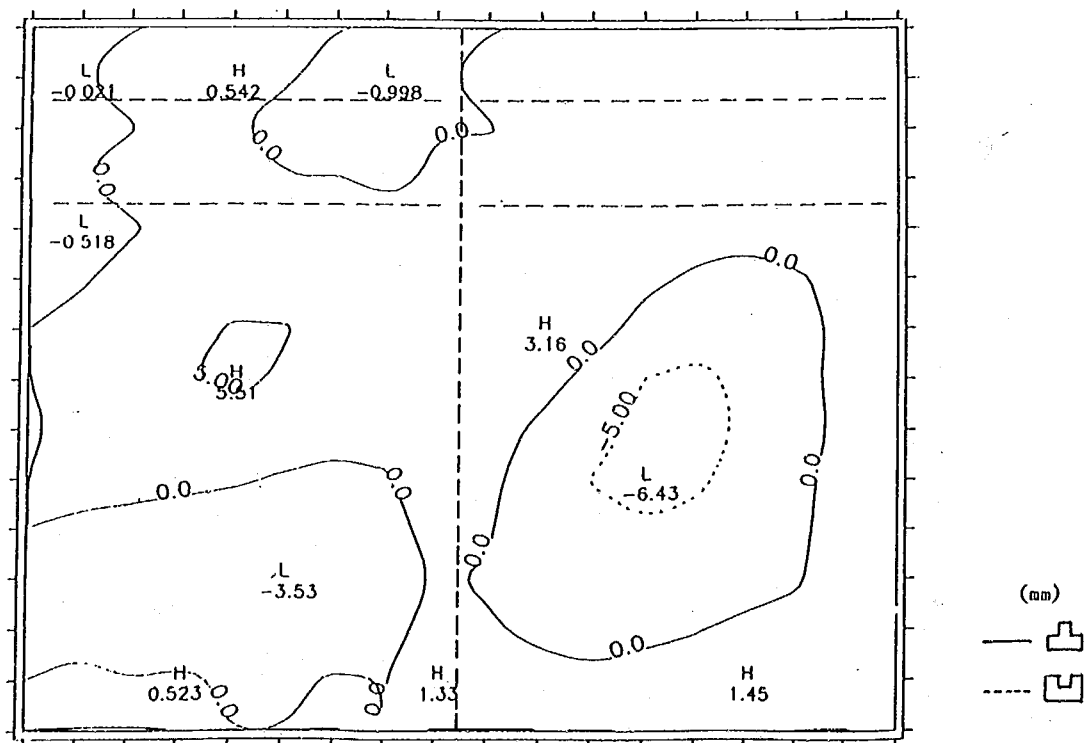


図-2.4.6(2) C-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.1t$, $0.41P_{ust}$)

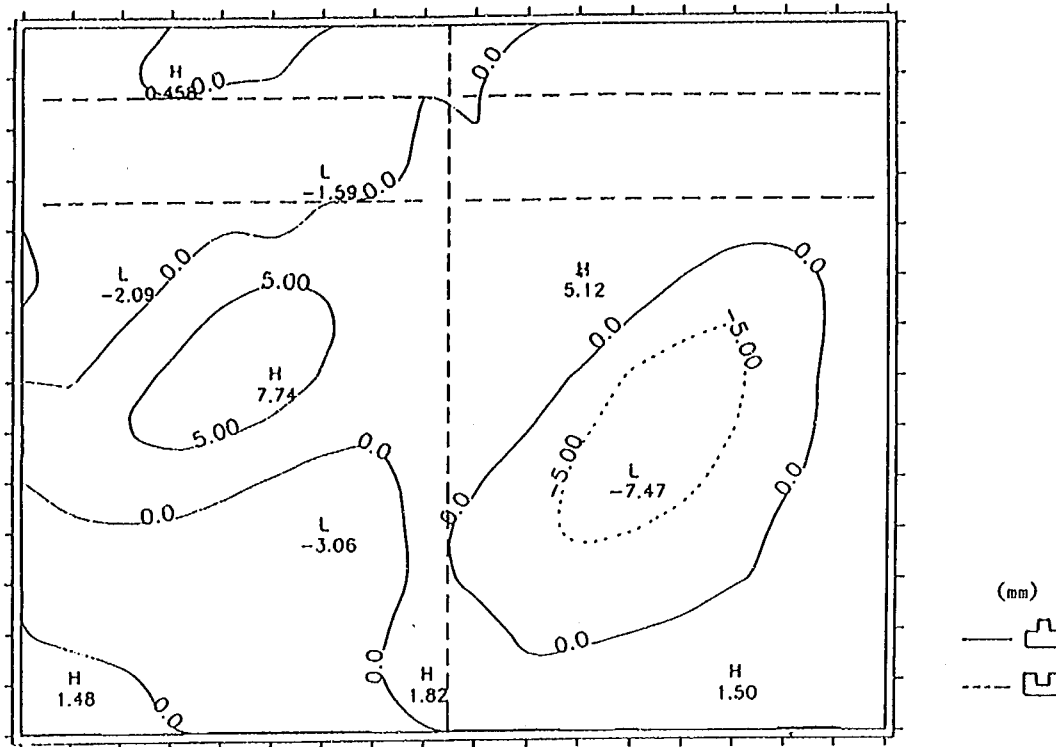


図-2.4.6(3) C-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.9t$, $0.62P_{ust}$)

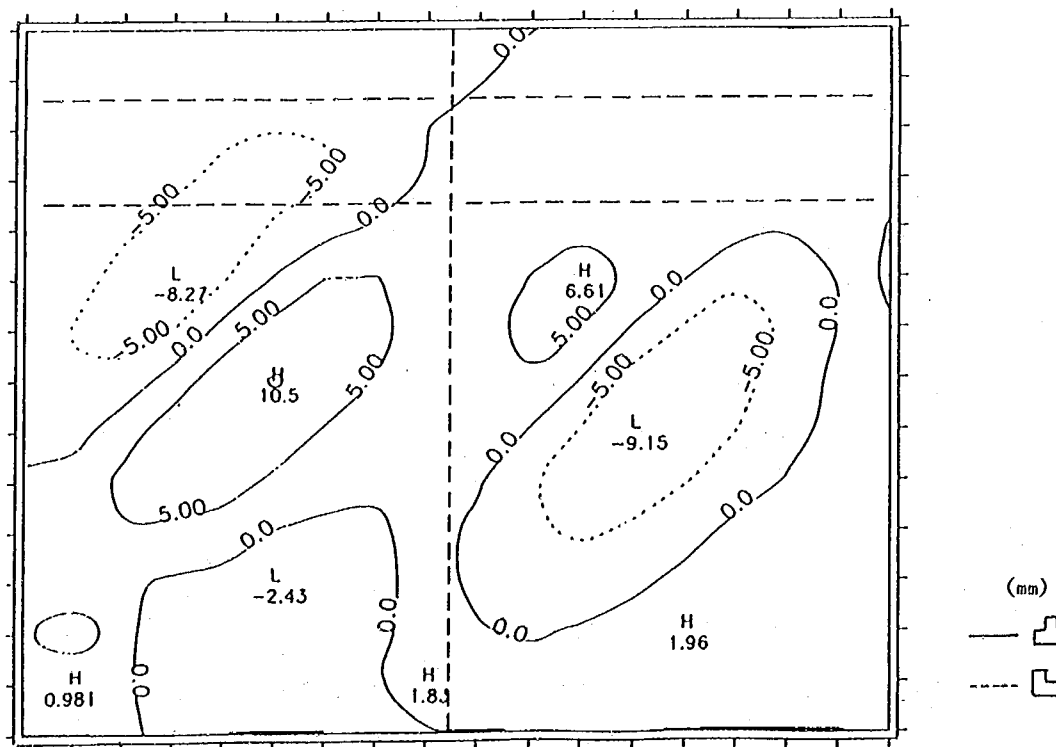


図-2.4.6(4) C-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=128.0t$, $0.89P_{ust}$)

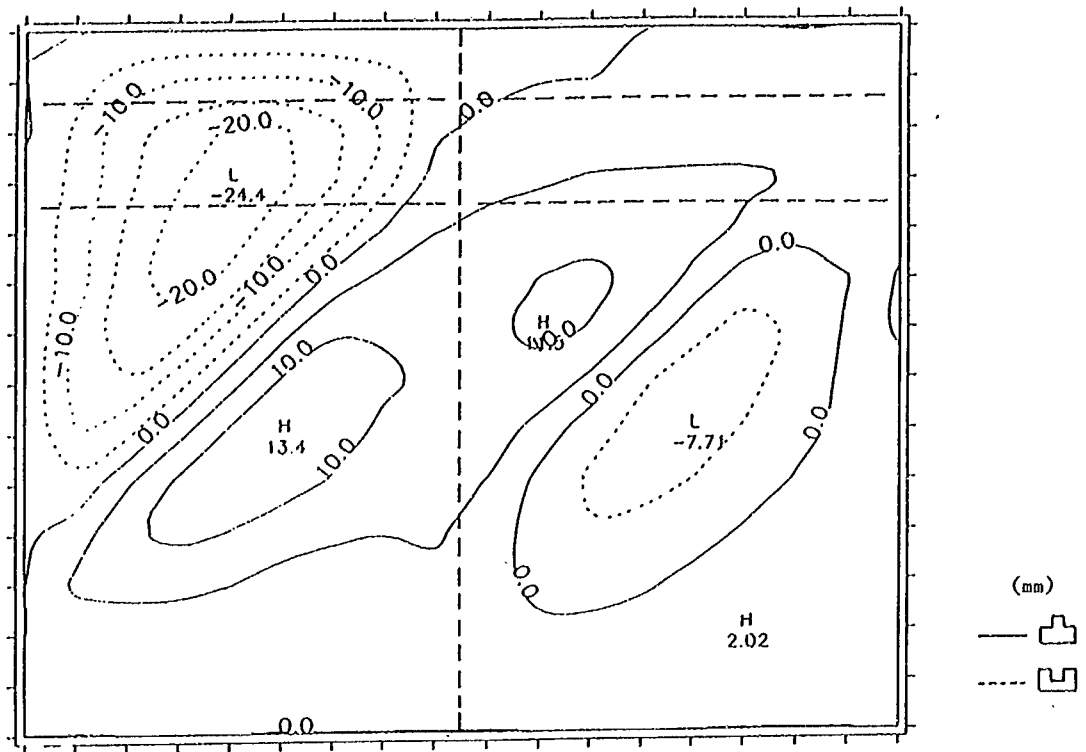


図-2.4.6(5) C-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=143.3t$, P_{ust})

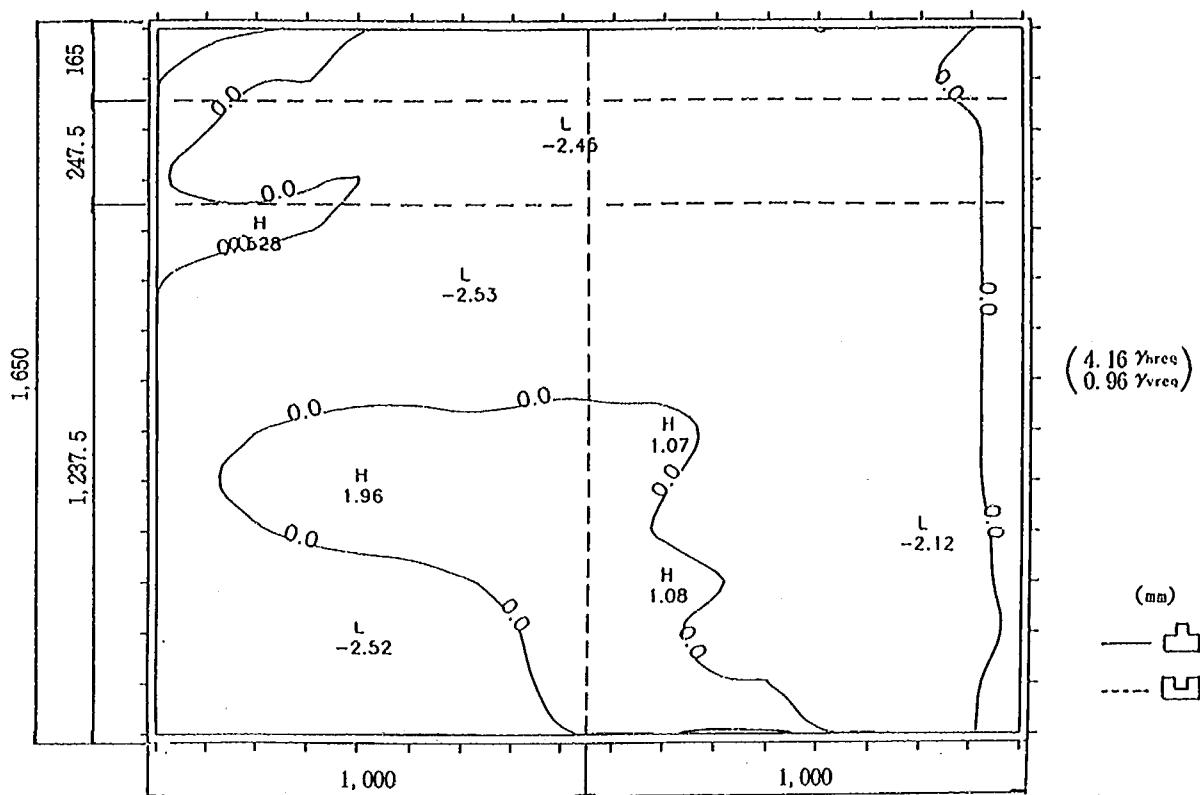


図-2.4.7(1) C-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

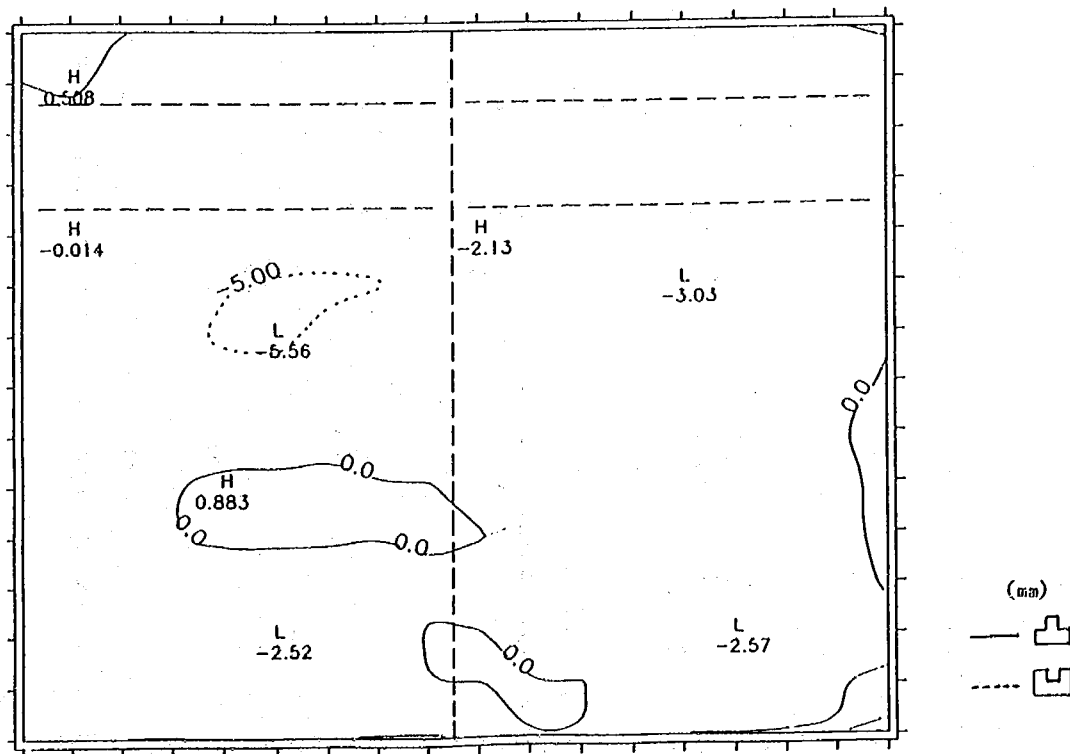


図-2.4.7(2) C-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.1t$, $0.39P_{ust}$)

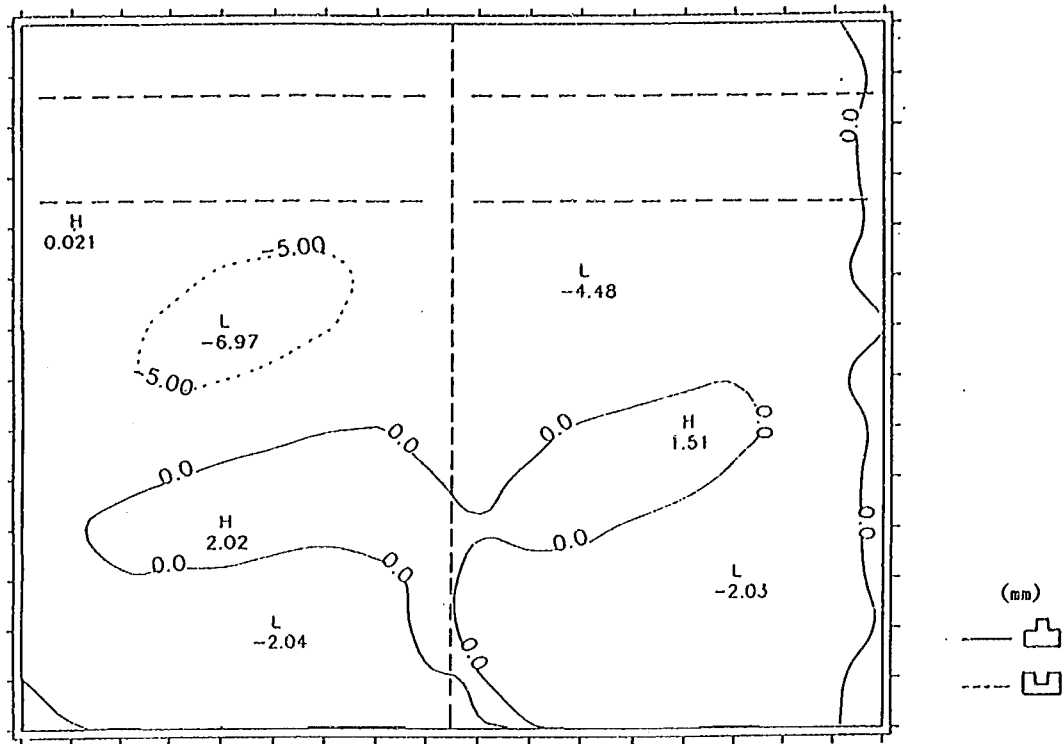


図-2.4.7(3) C-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.7t$, $0.58P_{ust}$)

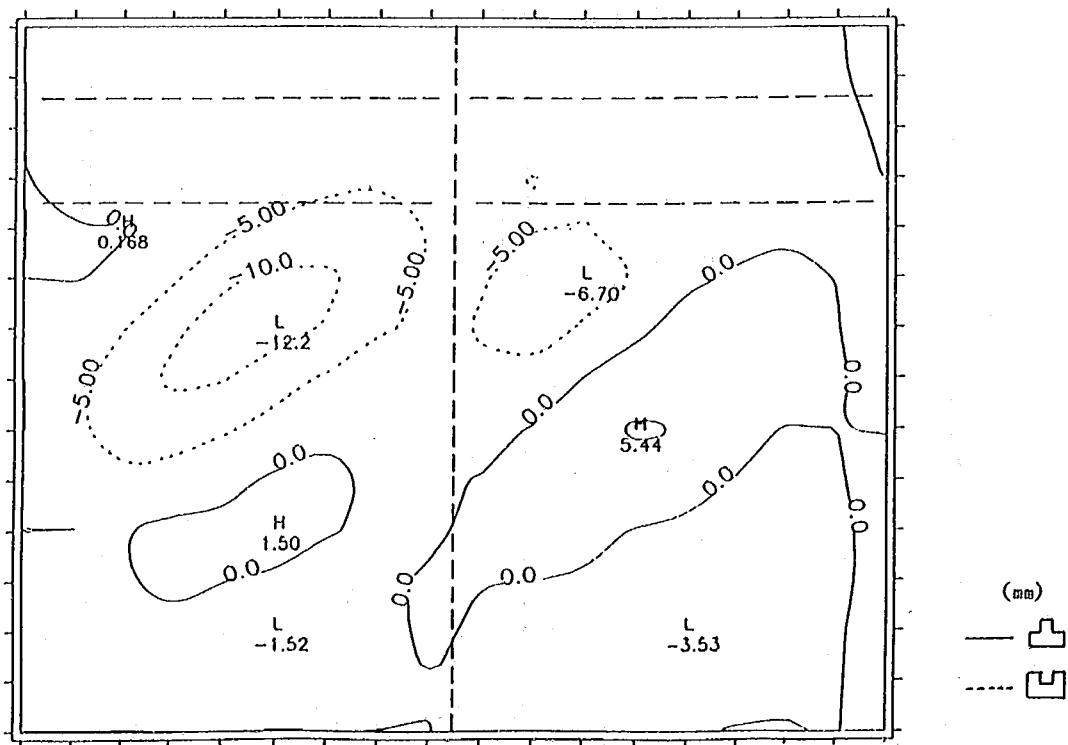


図-2.4.7(4) C-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=128.6t$, $0.84P_{ust}$)

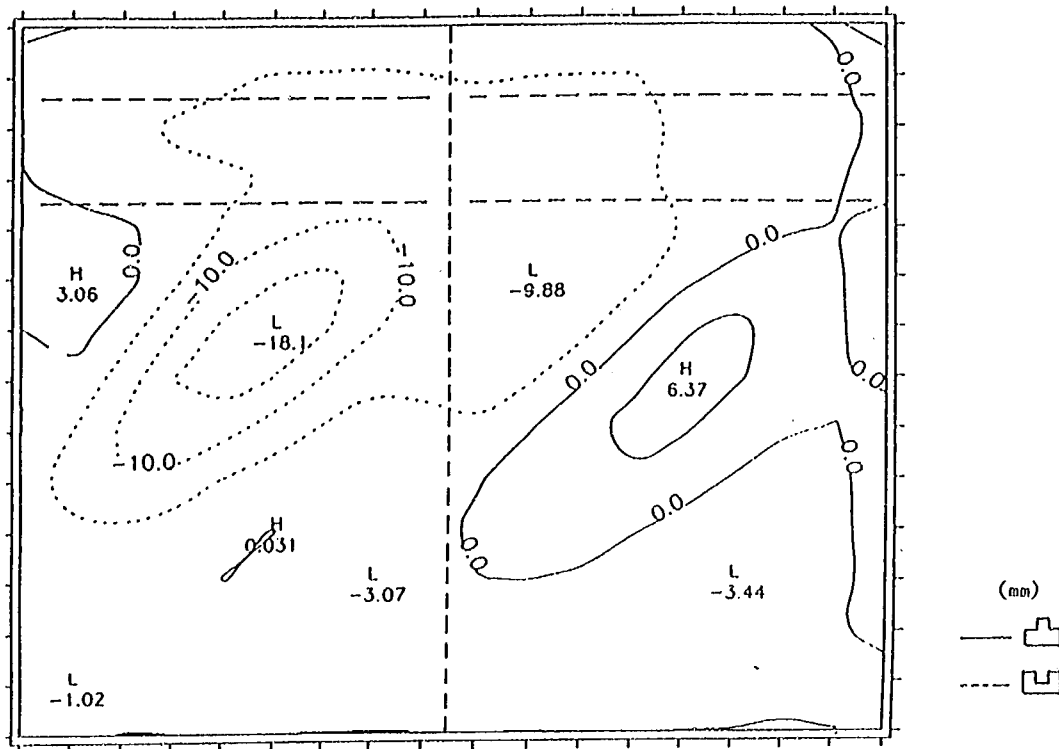


図-2.4.7(5) C-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=153.0t$, P_{ust})

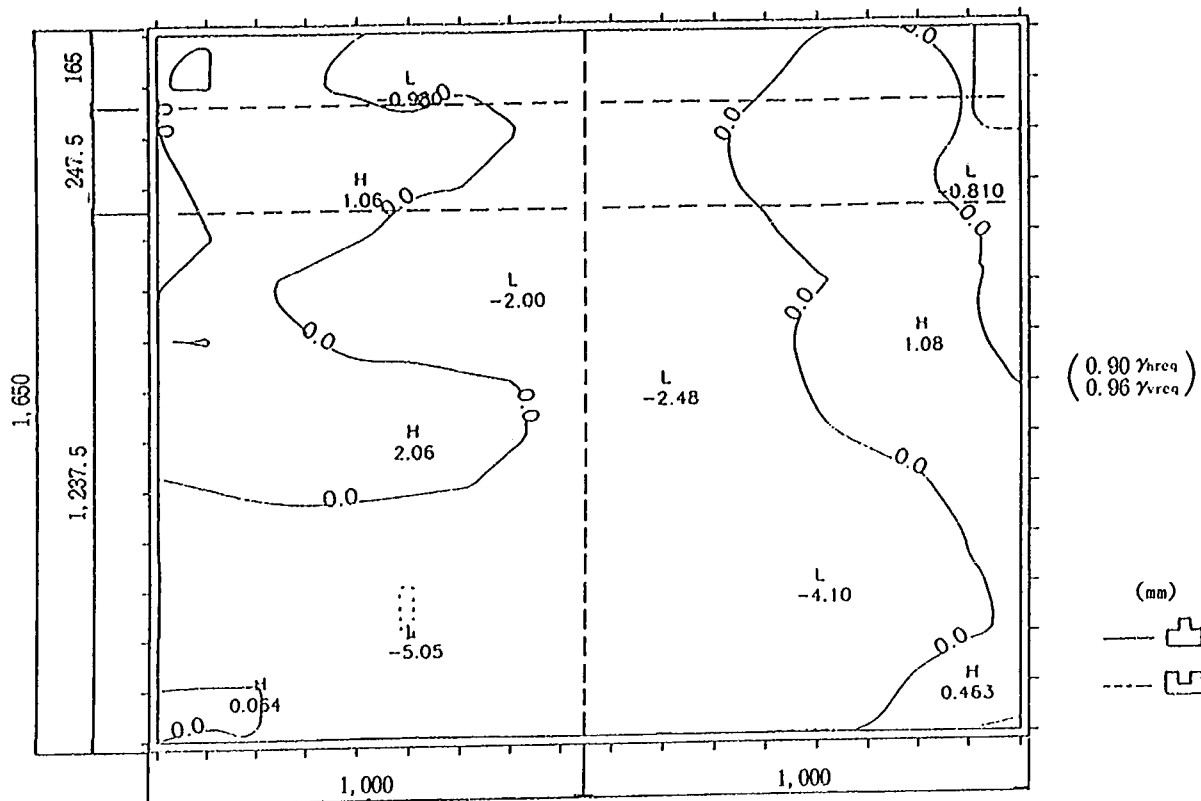


図-2.4.8(1) C-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

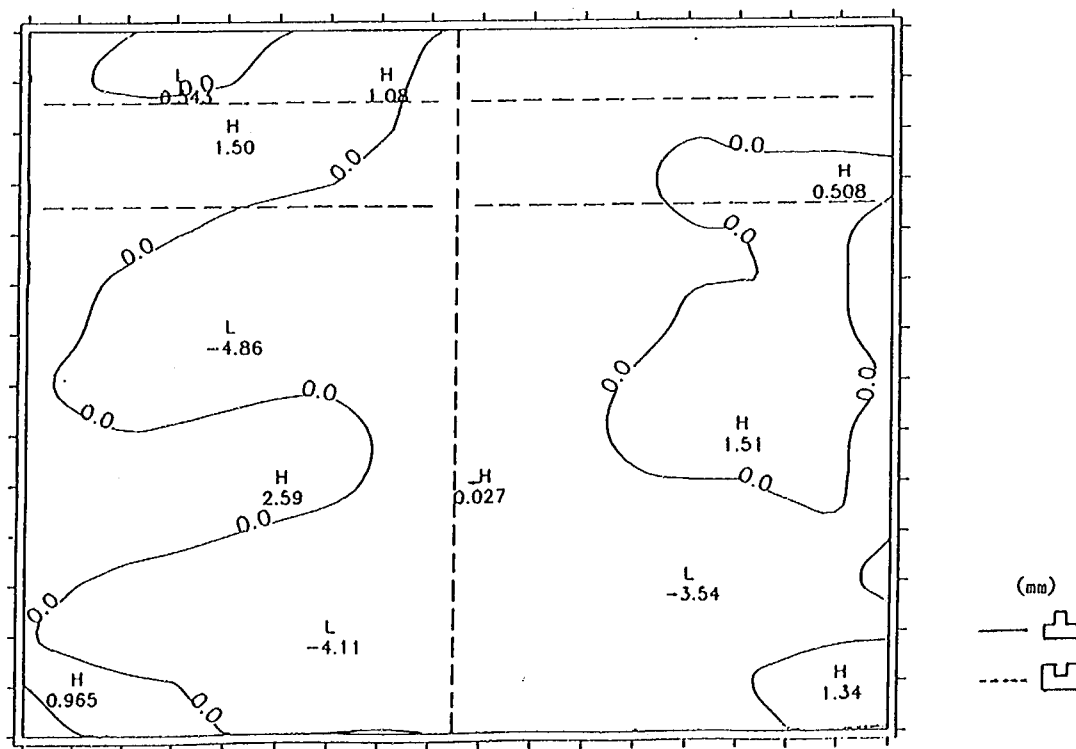


図-2.4.8(2) C-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.4t$, $0.38P_{ust}$)

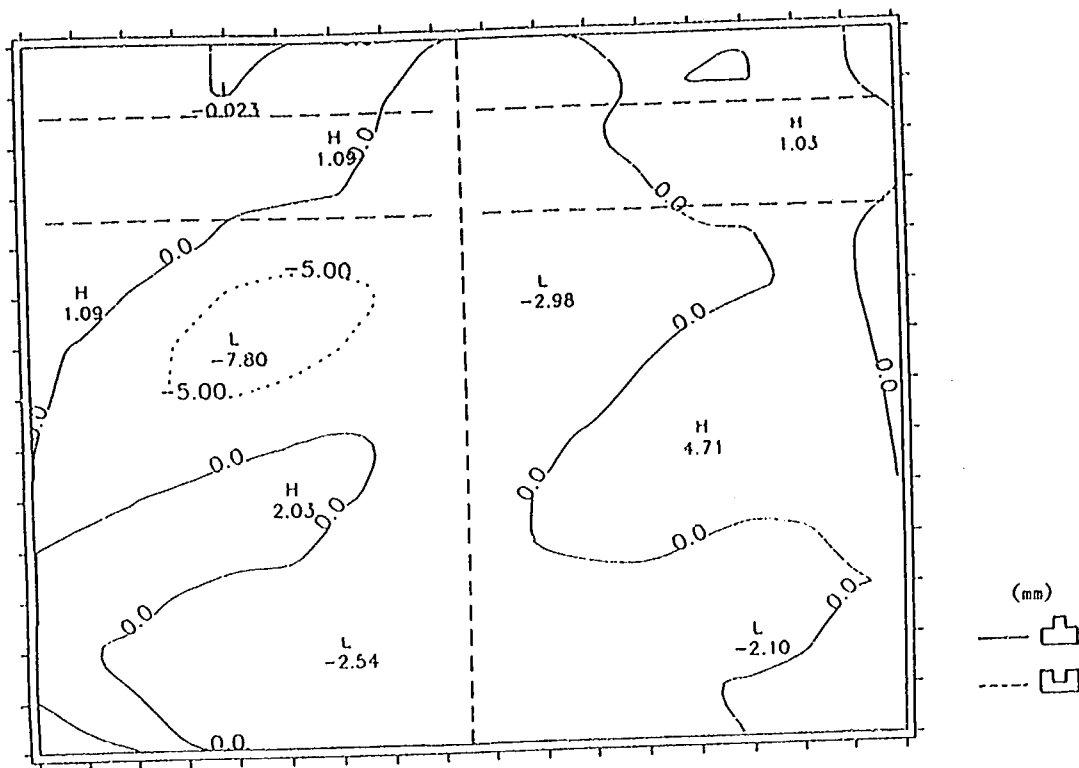


図-2.4.8(3) C-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.9t$, $0.57P_{ust}$)

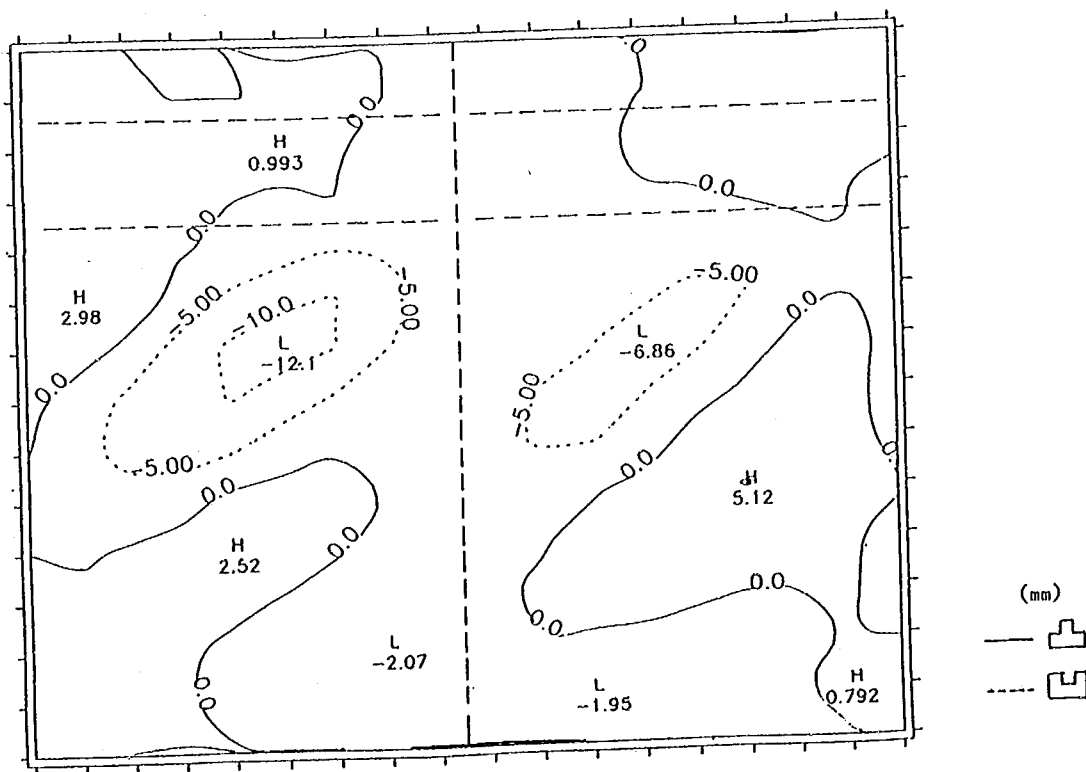


図-2.4.8(4) C-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=128.3t$, $0.83P_{ust}$)

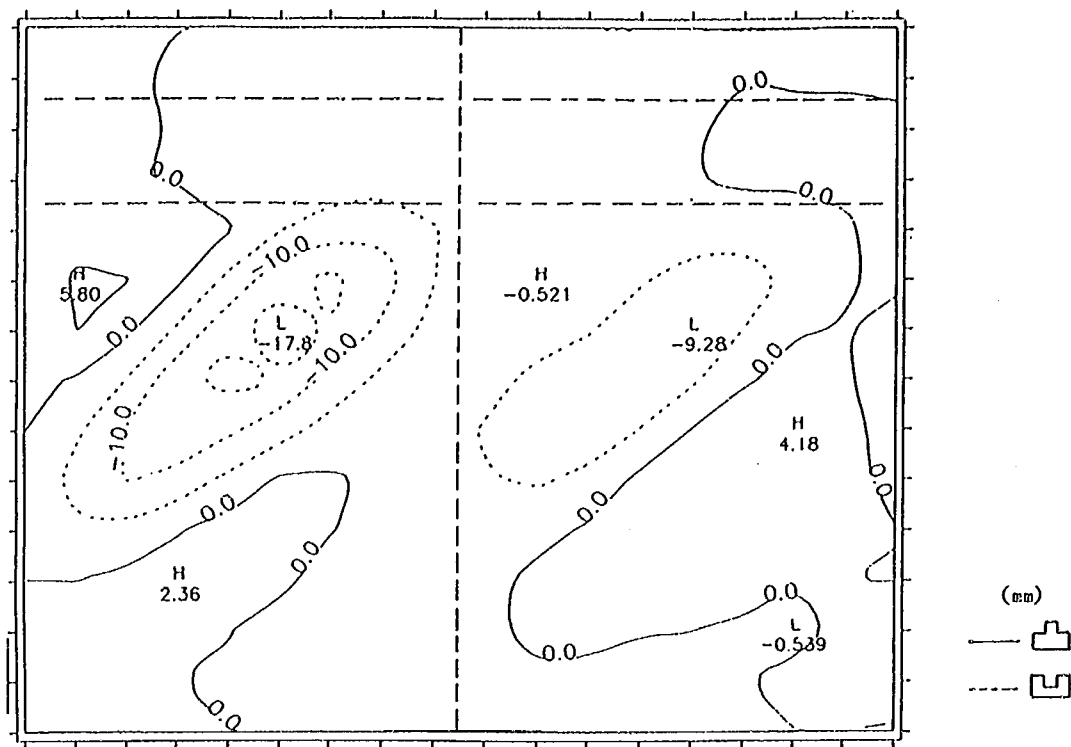


図-2.4.8(5) C-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=155.1t$, P_{ust})

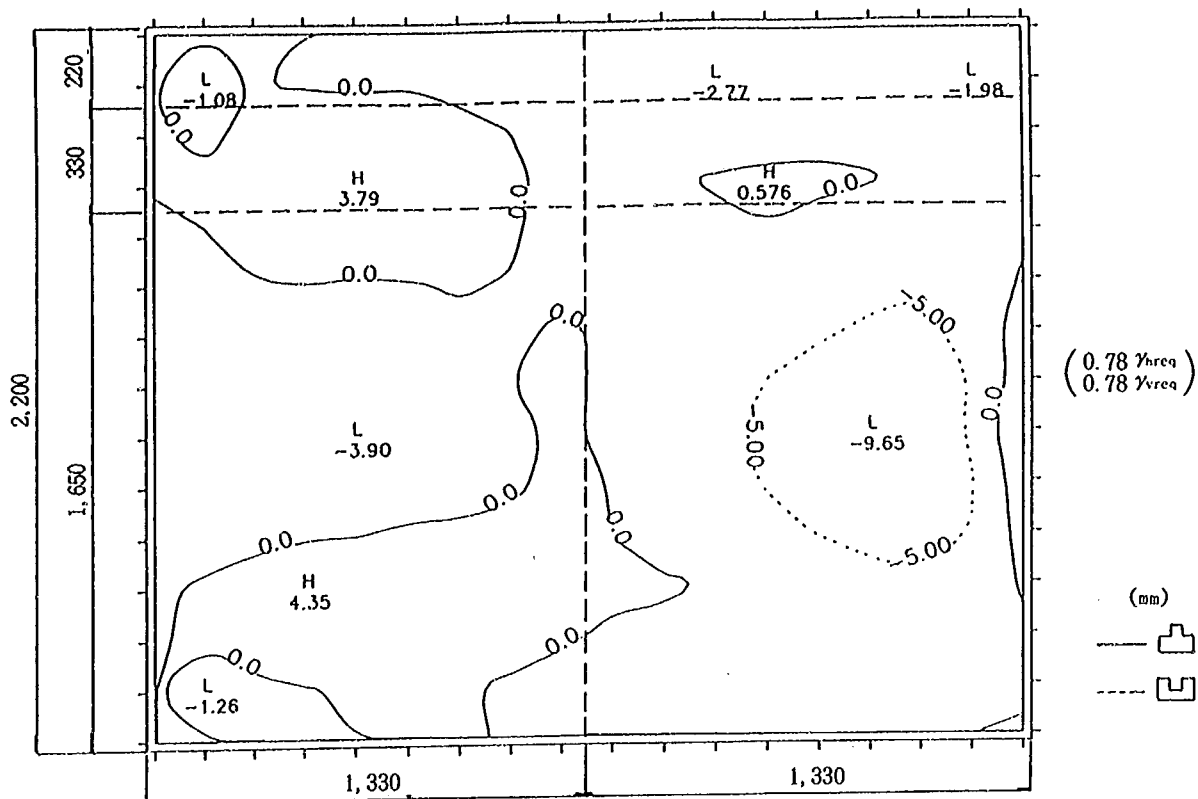


図-2.4.9(1) C-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

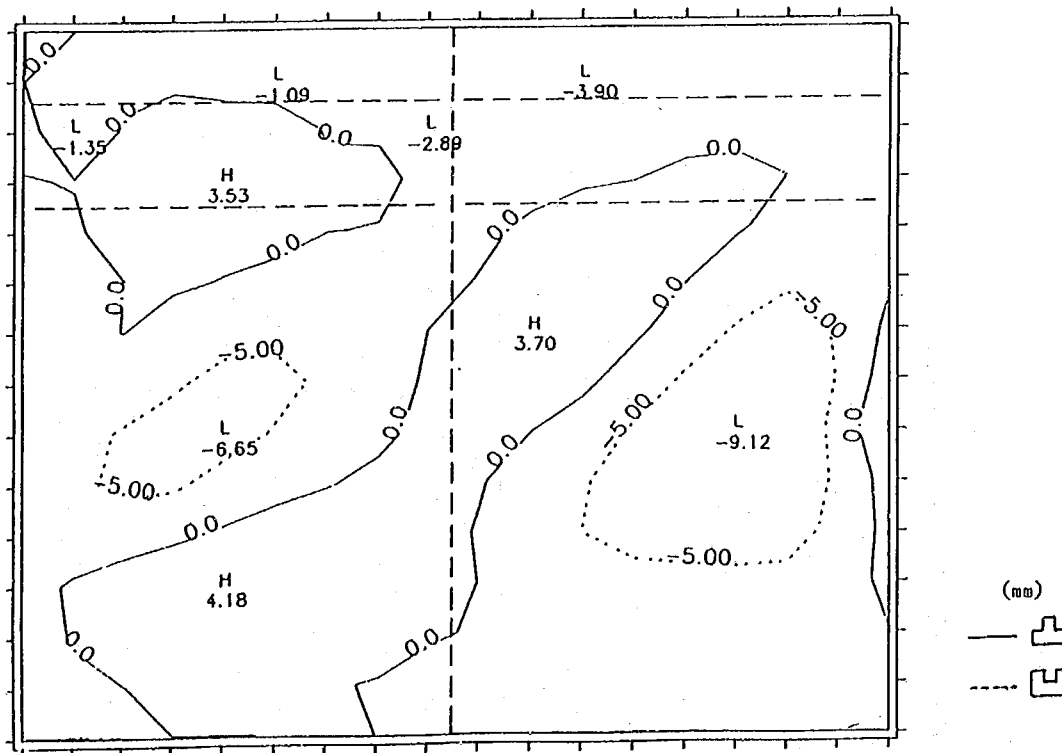


図-2.4.9(2) C-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=89.2t$, $0.37P_{ust}$)

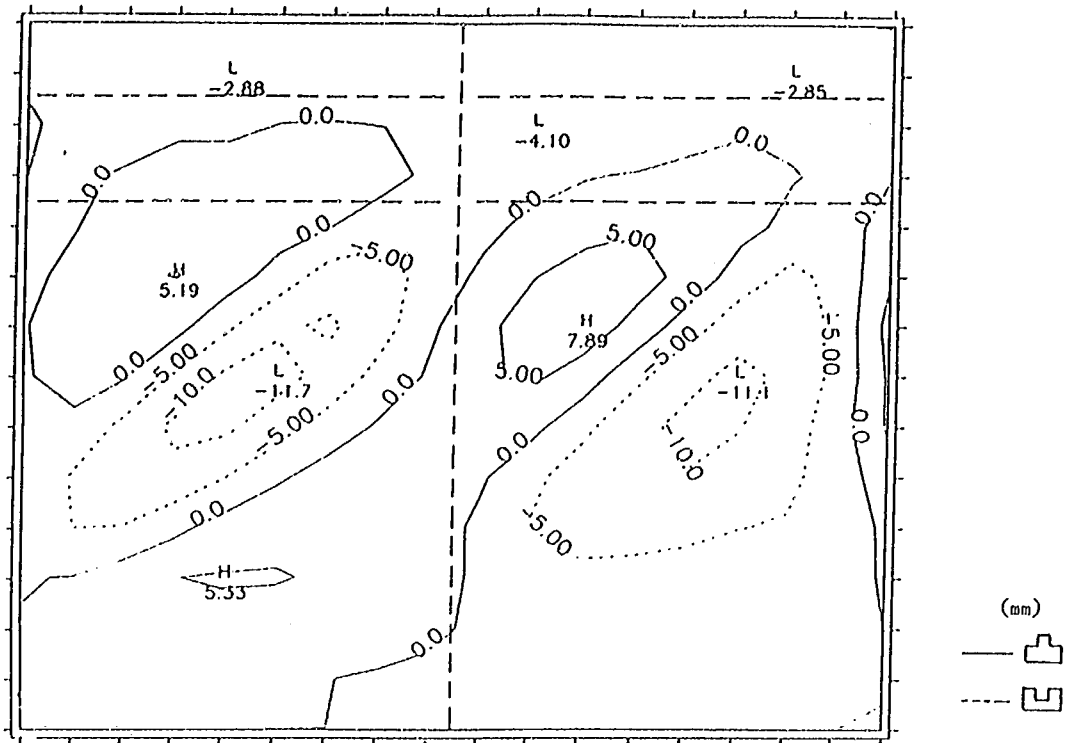


図-2.4.9(3) C-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=188.8t$, $0.78P_{ust}$)

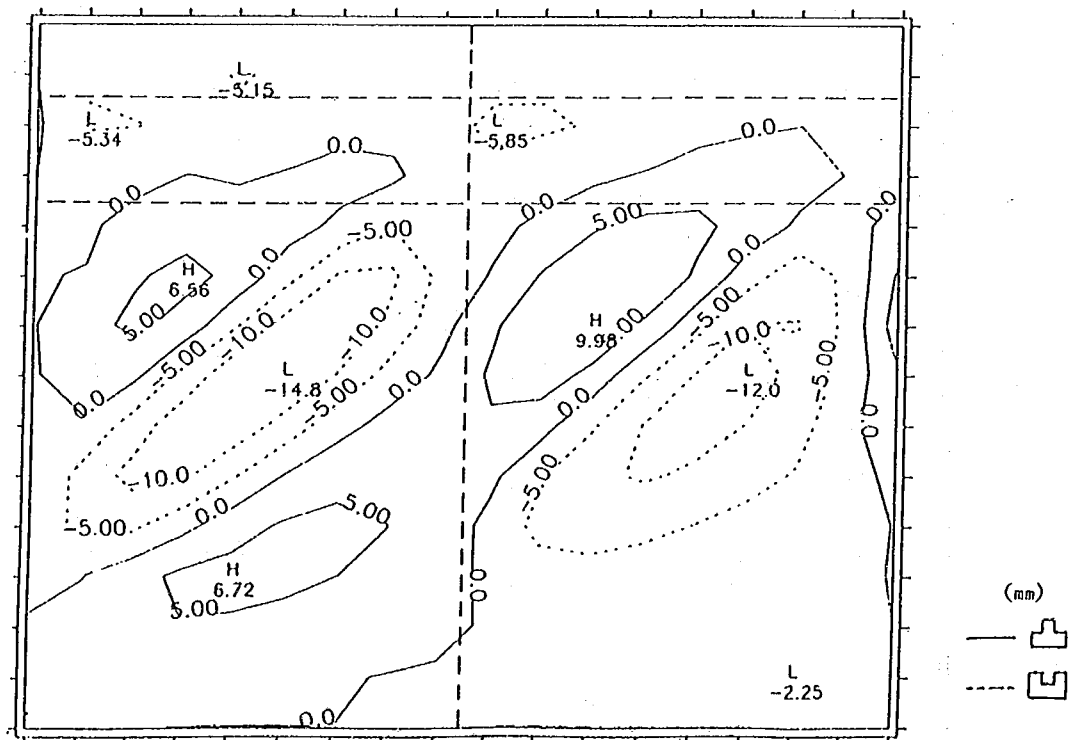


図-2.4.9(4) C-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=228.5t$, $0.94P_{ust}$)

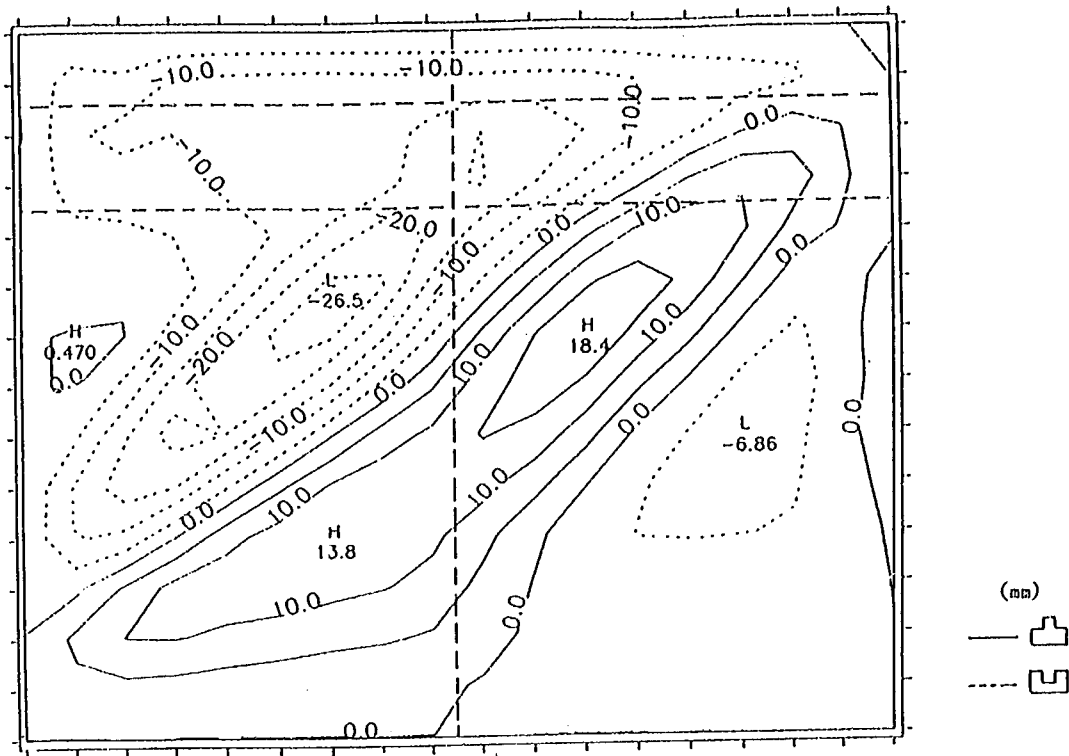


図-2.4.9(5) C-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=240.8t$, 最高荷重後 $0.99P_{ust}$)

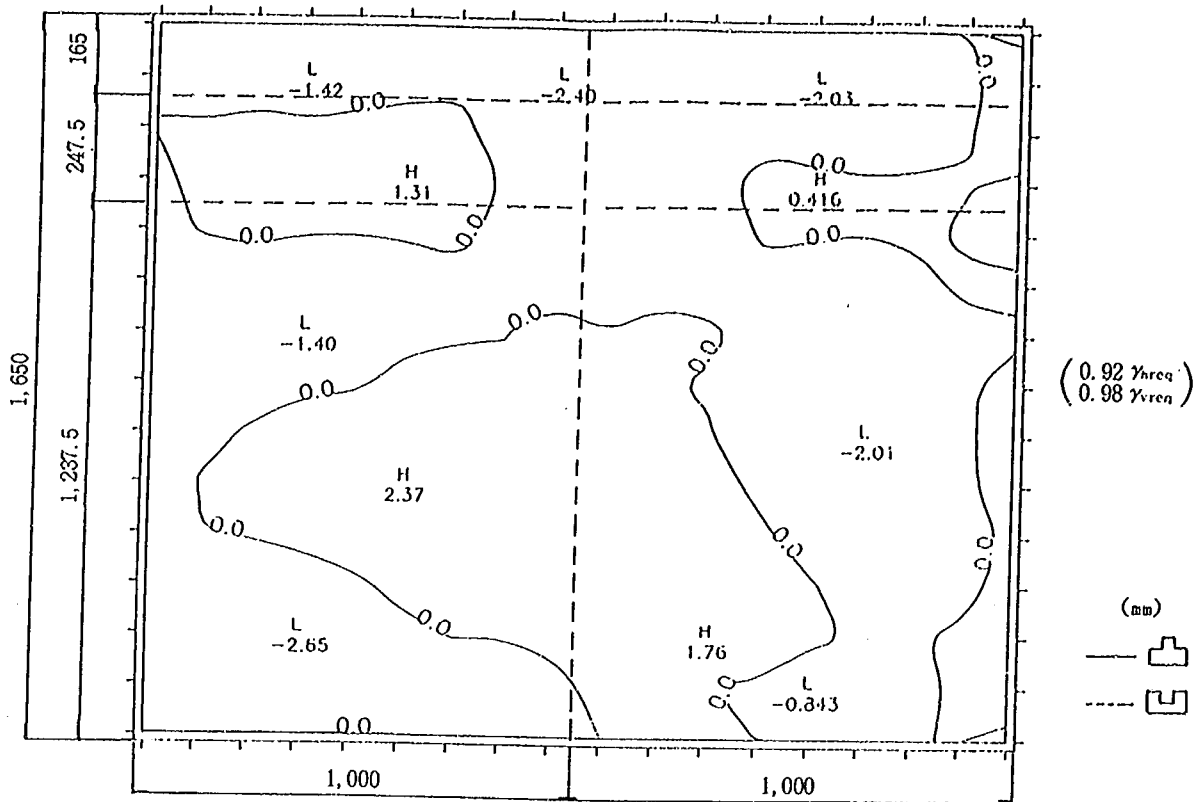


図-2.4.10(1) C-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

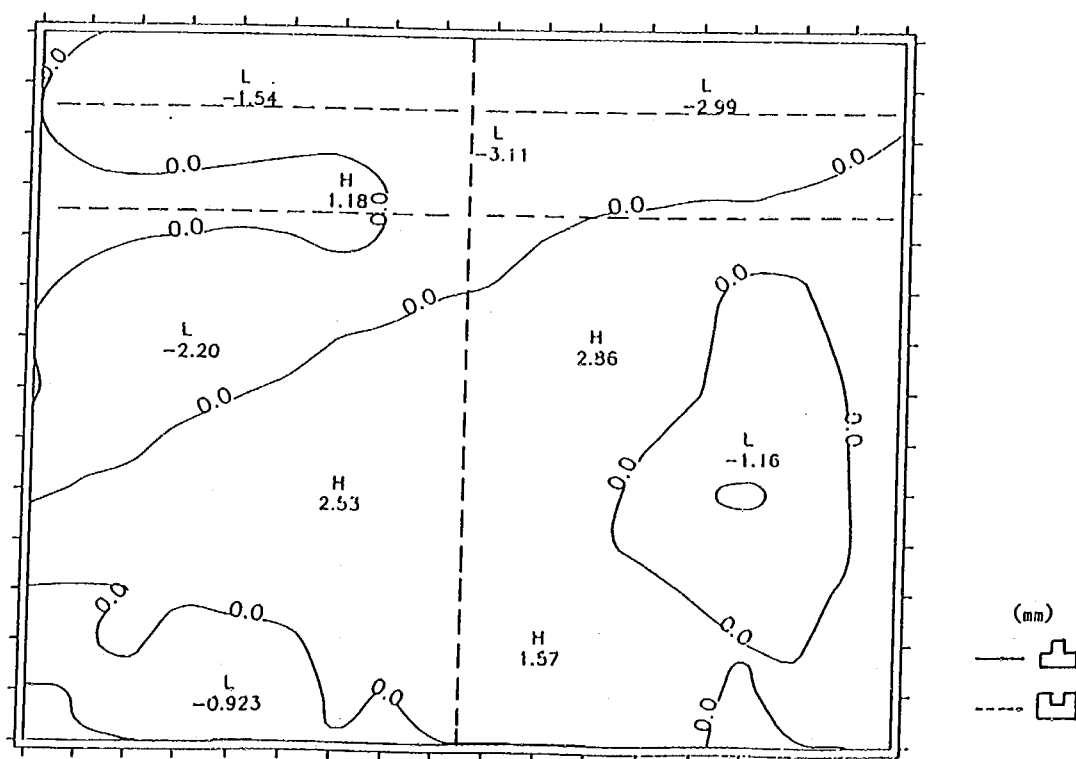


図-2.4.10(2) C-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.2t$, $0.46P_{ust}$)

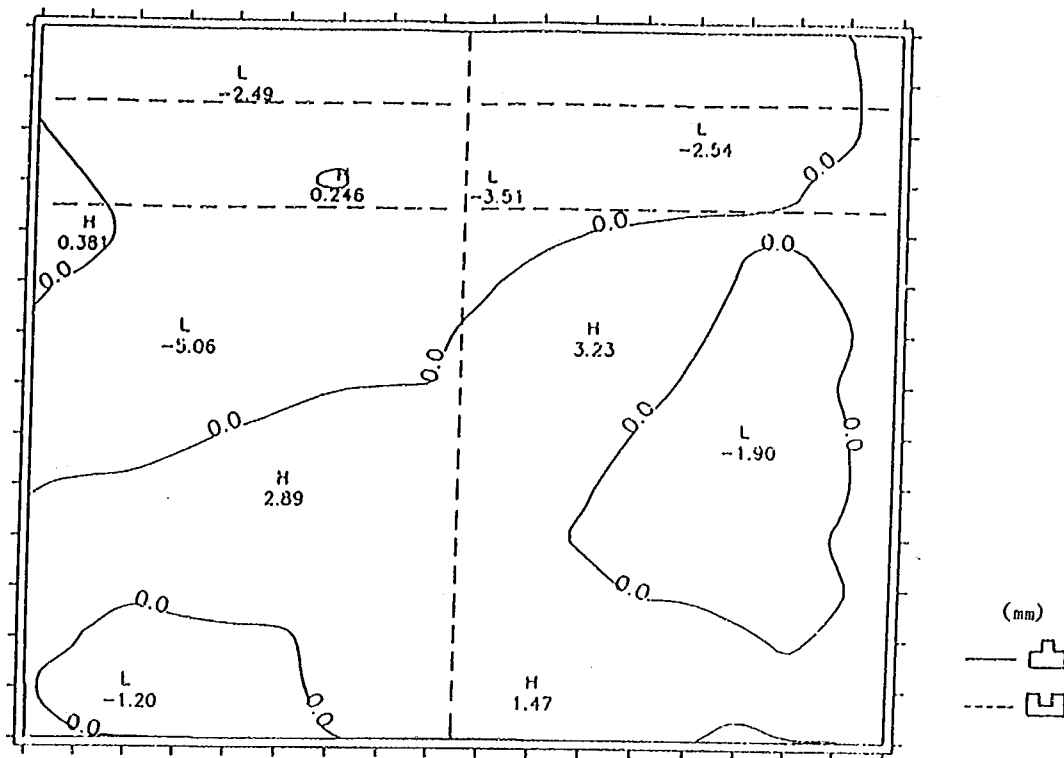


図-2.4.10(3) C-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.7t$, $0.70P_{ust}$)

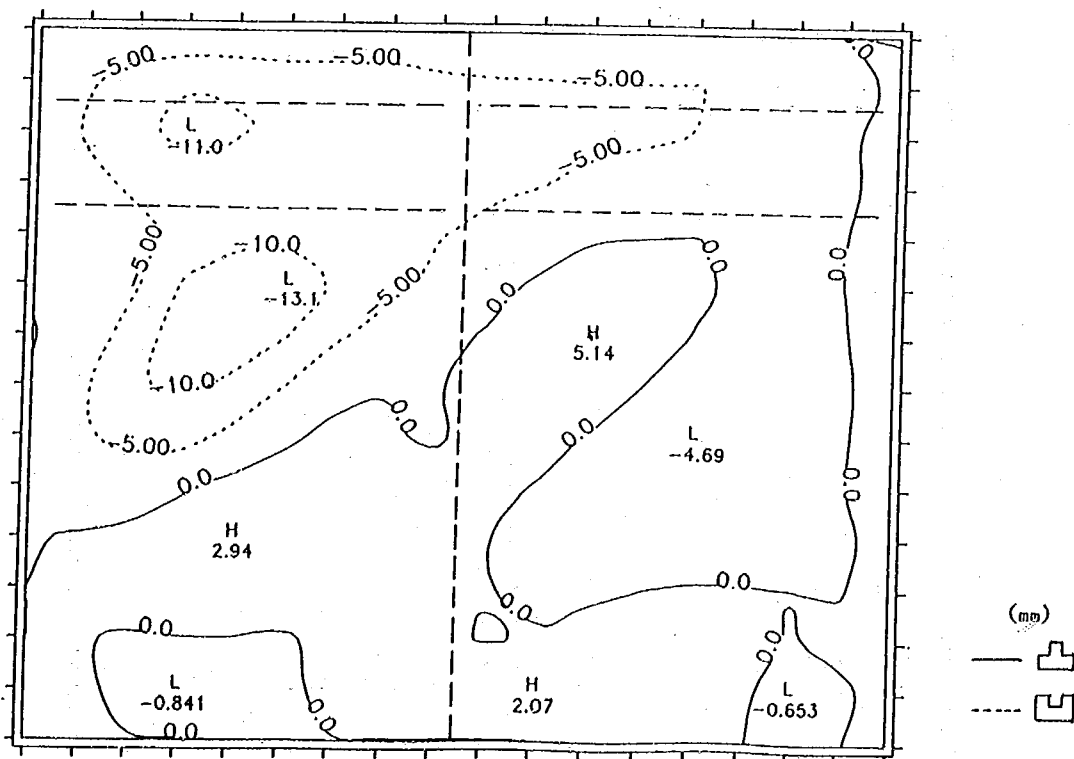


図-2.4.10(4) C-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=127.6t$, P_{ust})

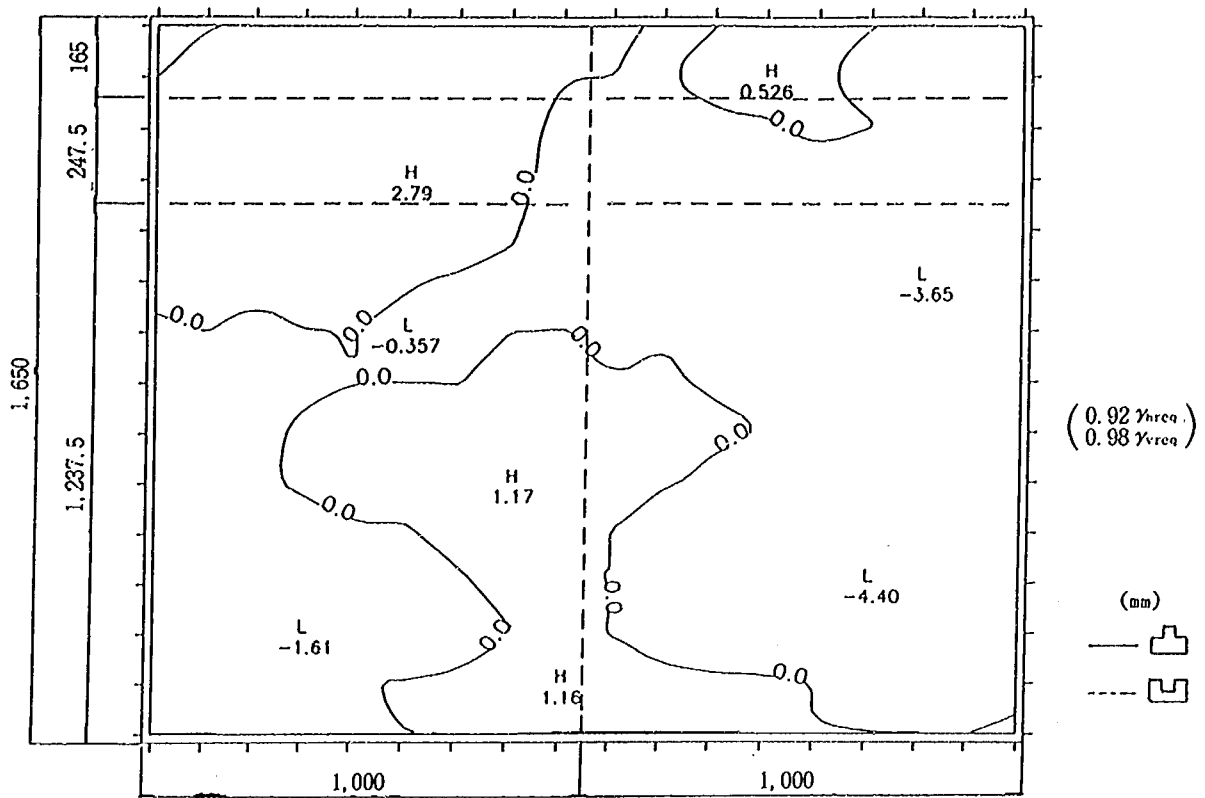


図-2.4.11(1) C-27 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

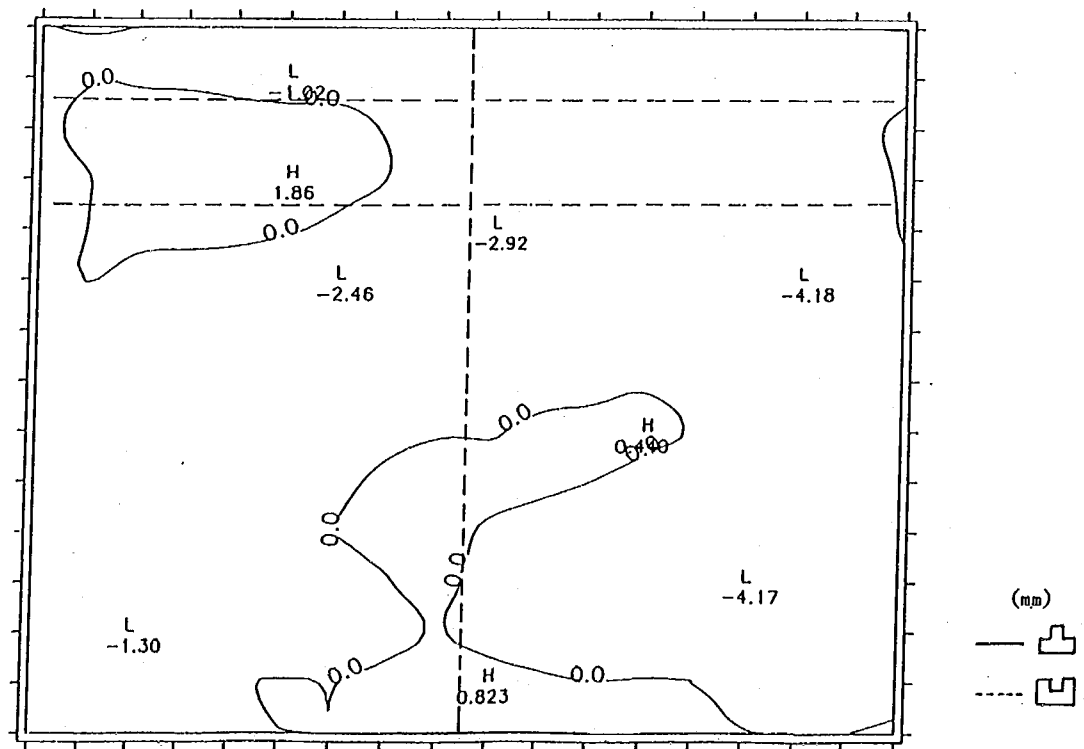


図-2.4.11(2) C-27 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.5t$, $0.43P_{ust}$)

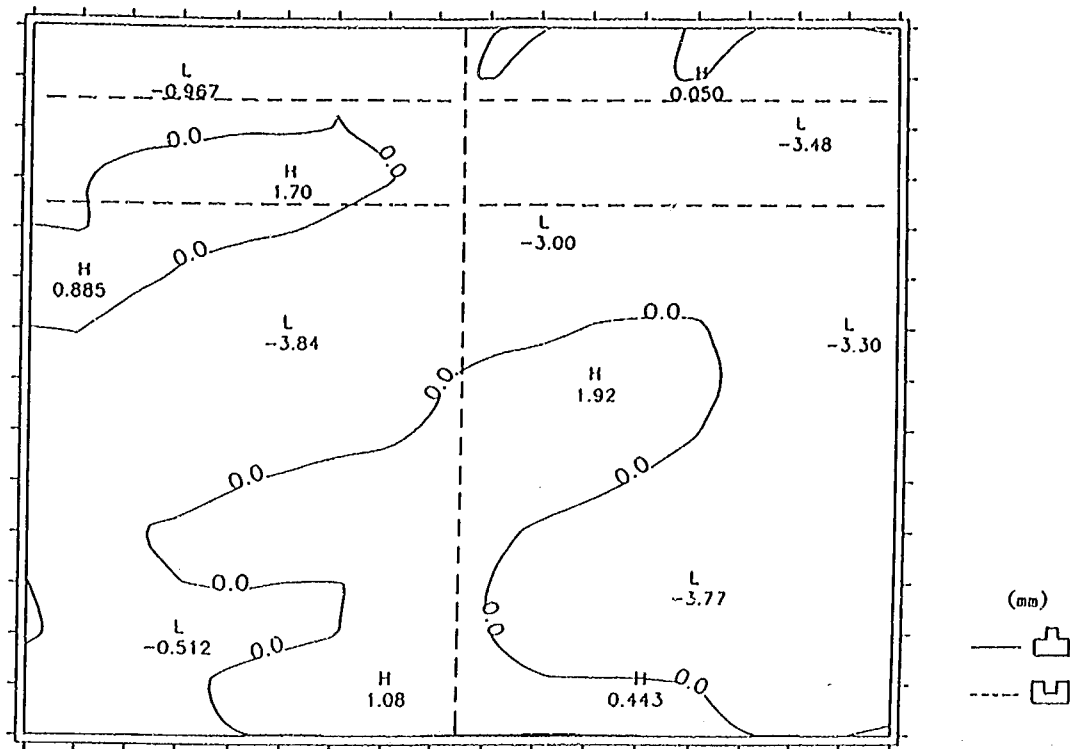


図-2.4.11(3) C-27 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=88.8t$, $0.65P_{ust}$)

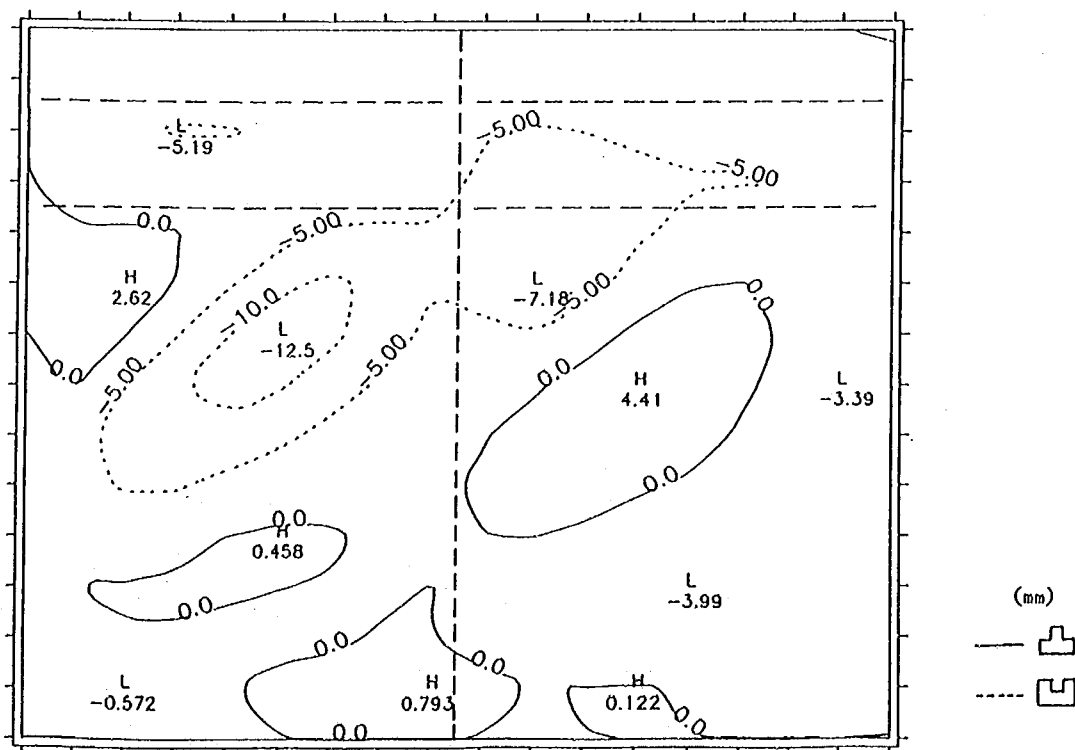


図-2.4.11(4) C-27 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=127.7t$, $0.93P_{ust}$)

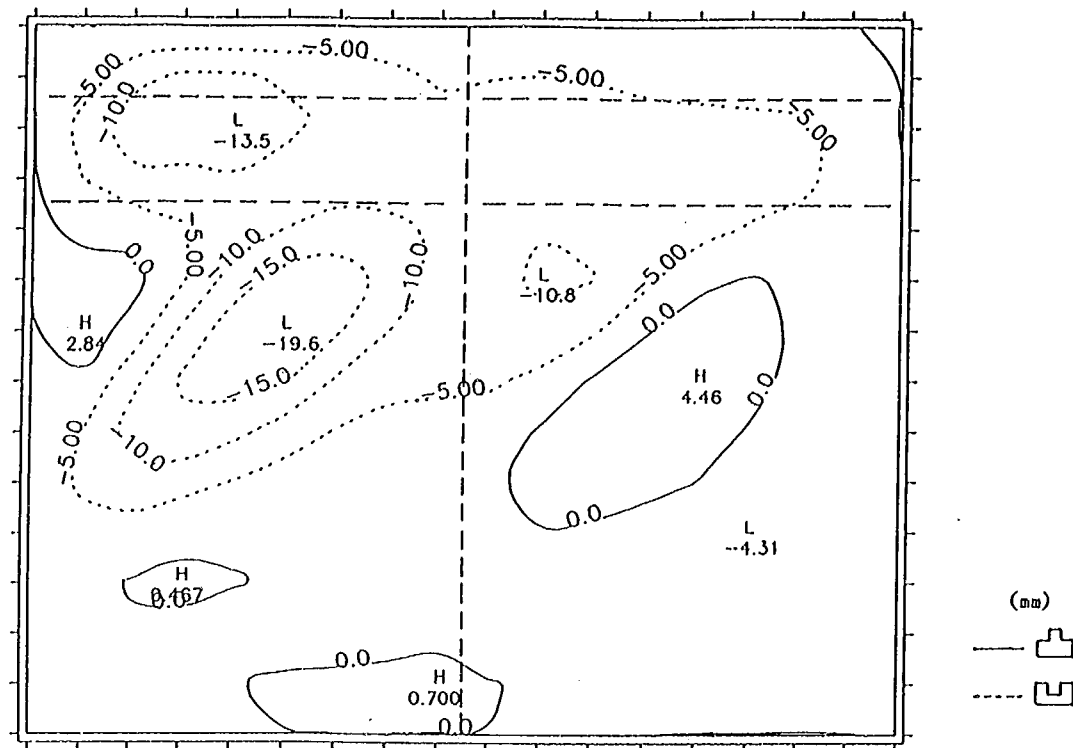
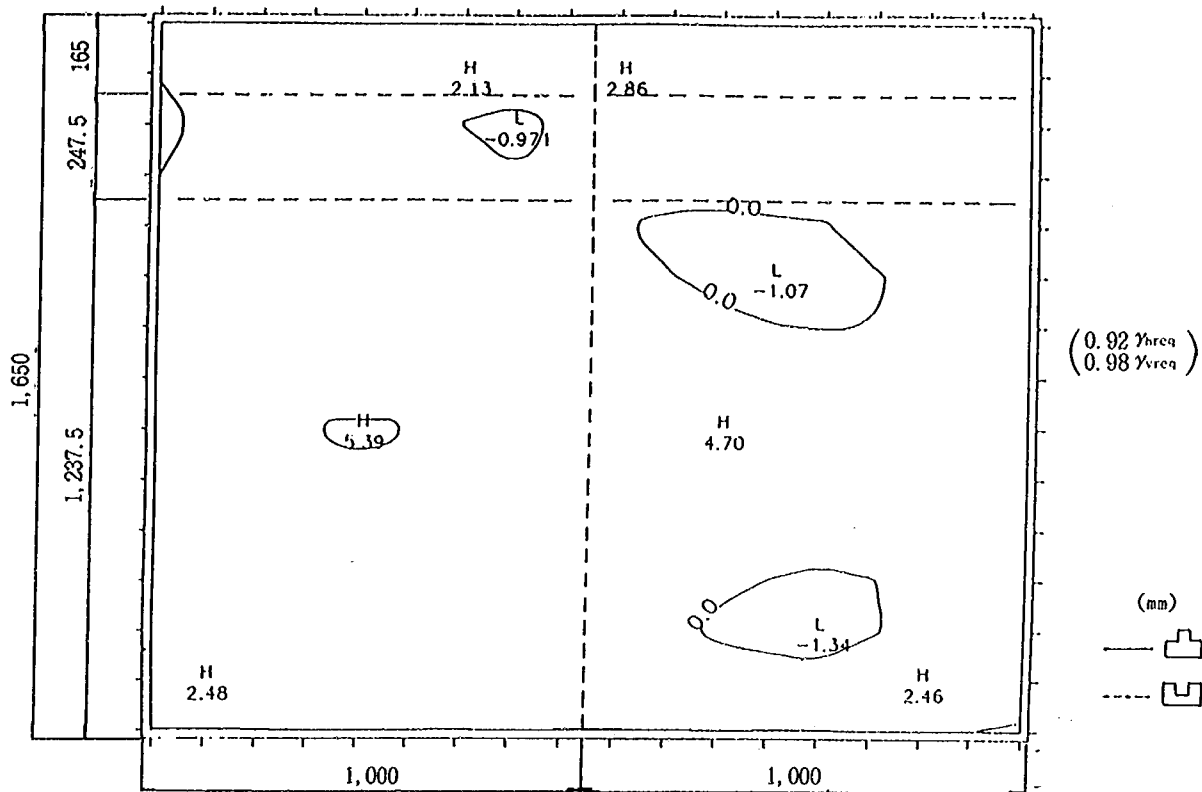
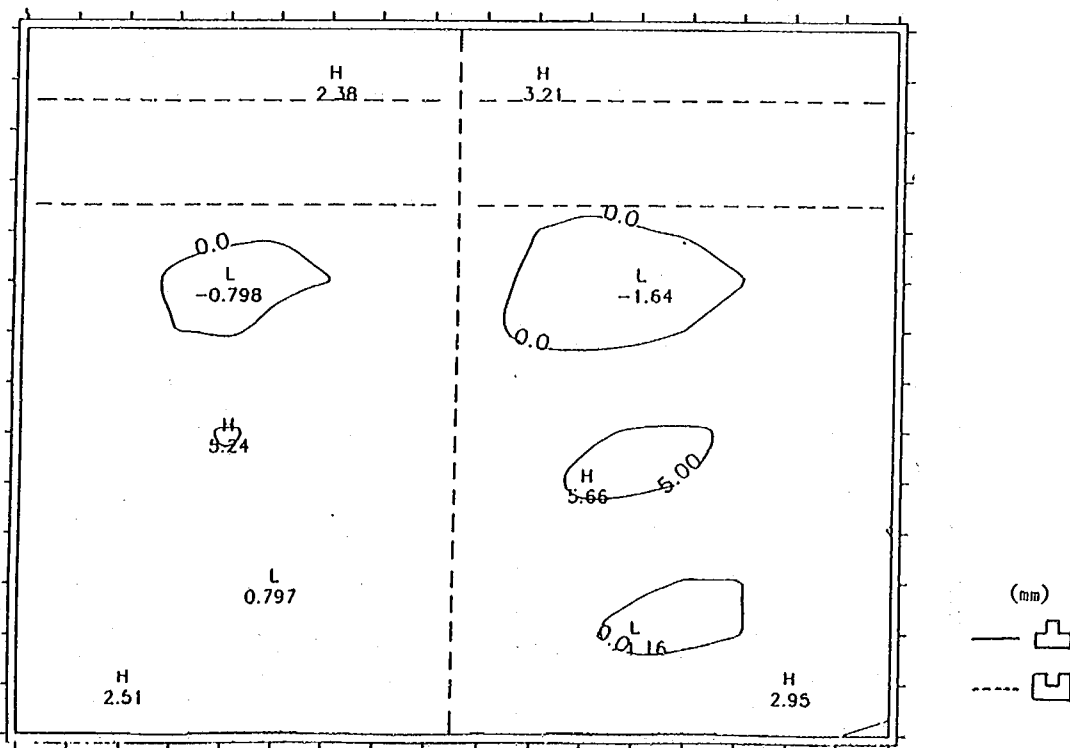


図-2.4.11(5) C-27 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
 (P=136.4t, 最高荷重後0.996P_{ust})



図—2.4.12(1) C-28 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)



図—2.4.12(2) C-28 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.7t$, $0.40P_{ult}$)

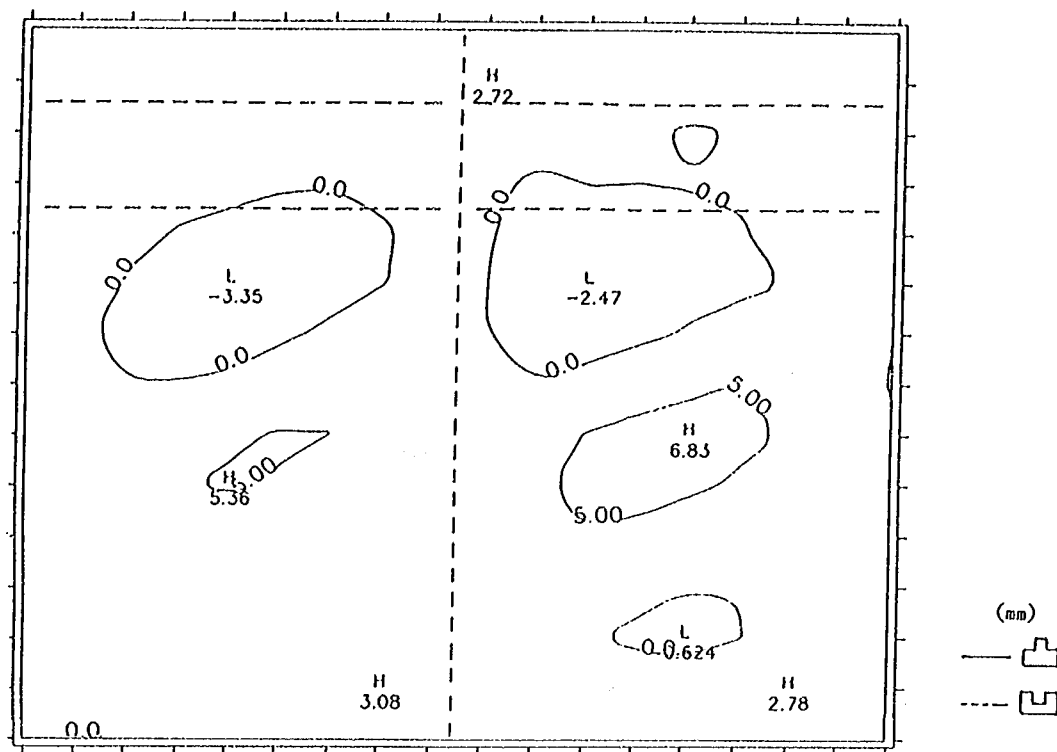


図-2.4.12(3) C-28 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=89.4t$, $0.60P_{ust}$)

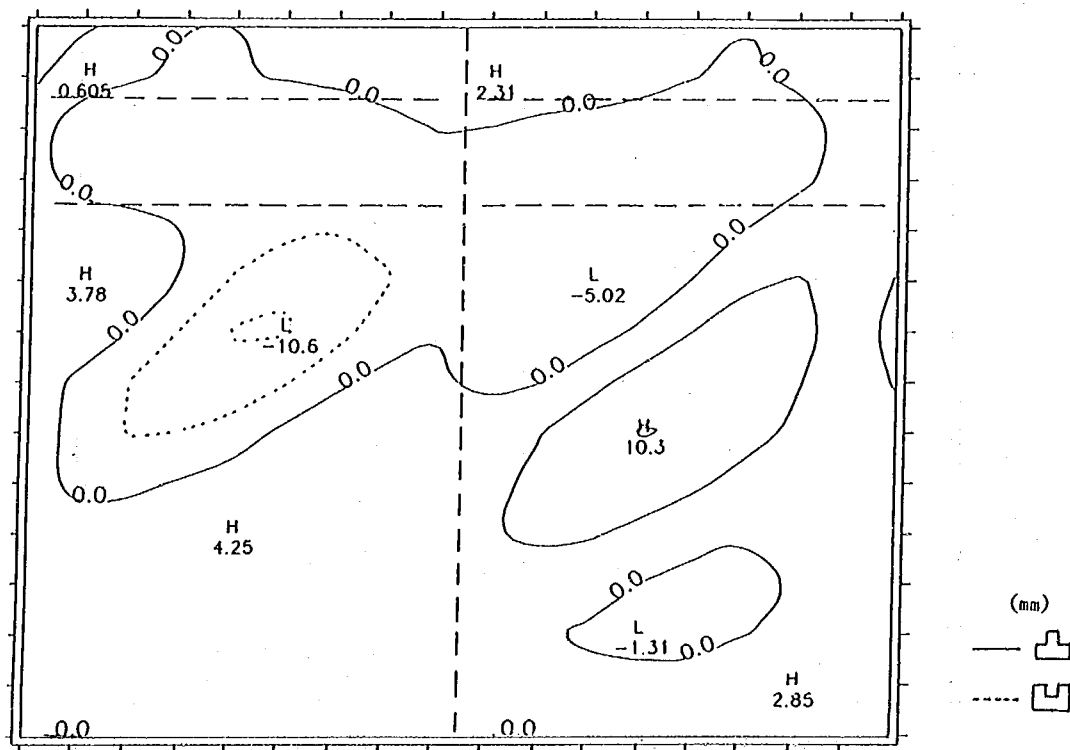


図-2.4.12(4) C-28 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=133.9t$, $0.90P_{ust}$)

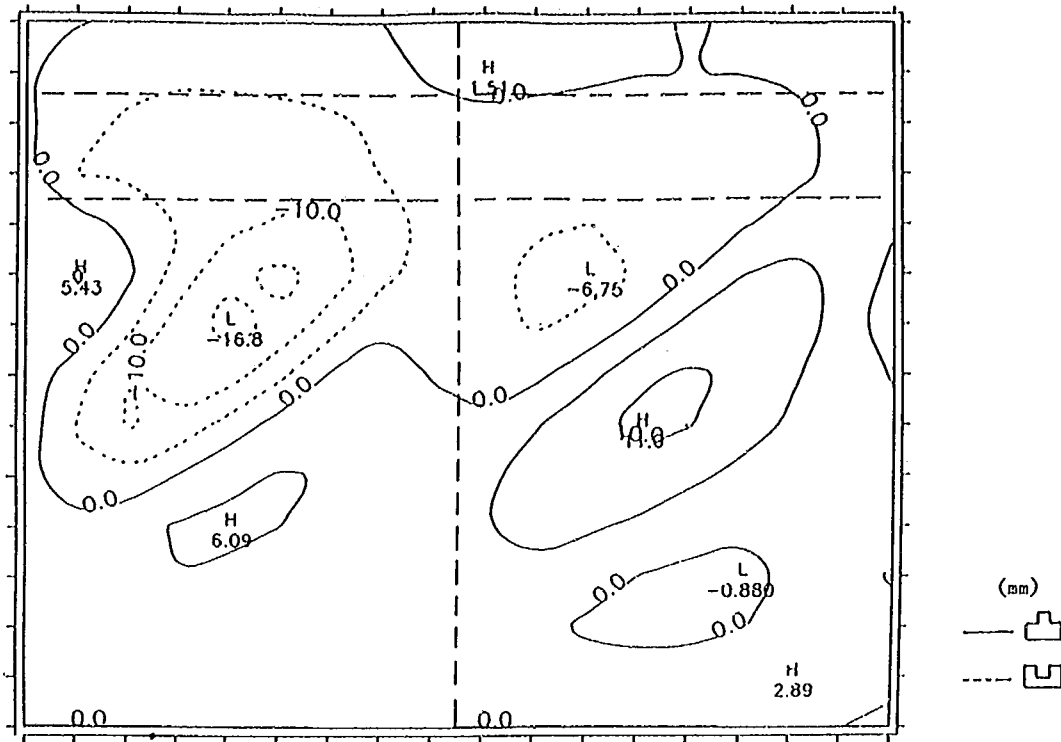


図-2.4.12(5) C-28 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=147.4t$, 最高荷重後 $0.996P_{ust}$)

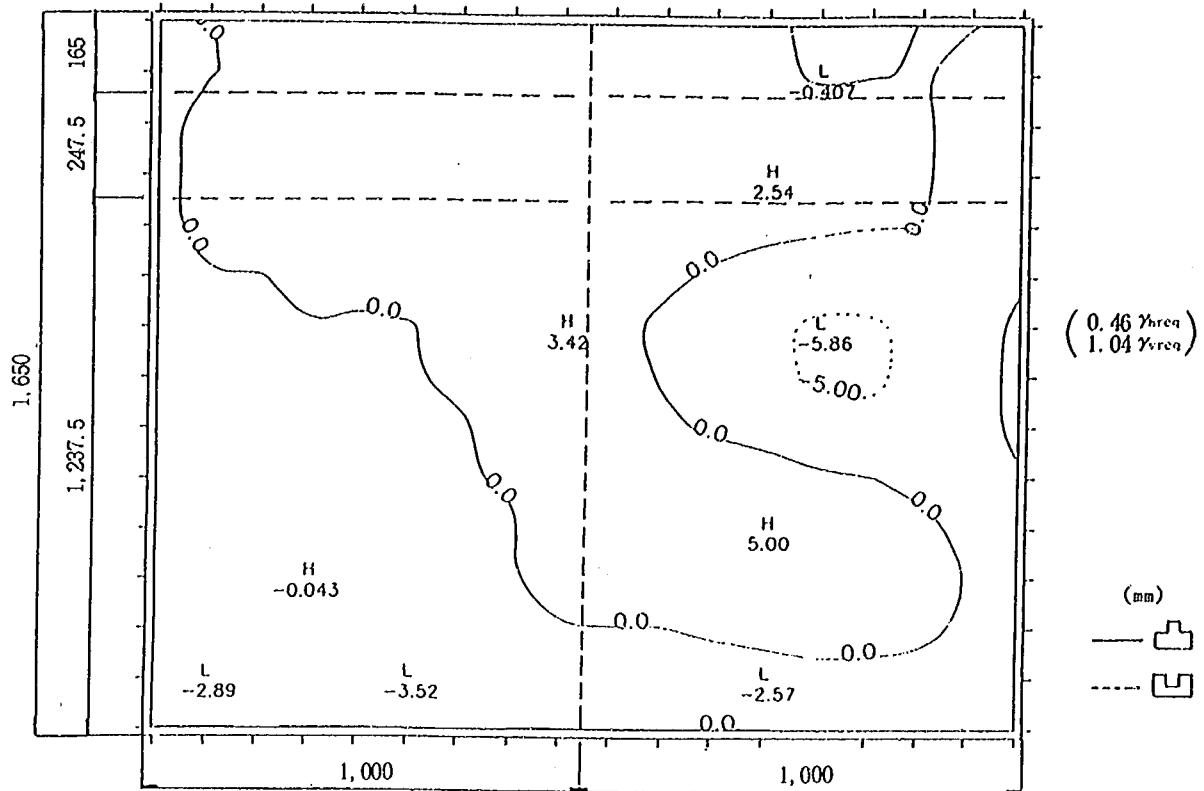


図-2.4.13(1) S-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

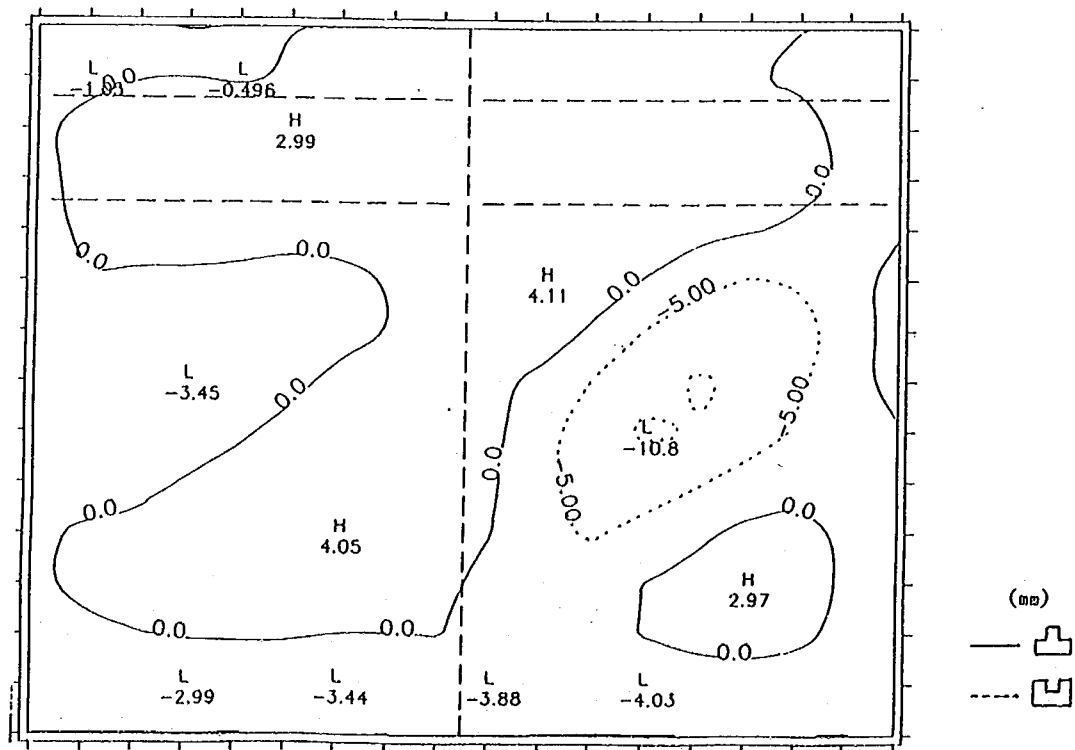


図-2.4.13(2) S-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.9t$, $0.47P_{ust}$)

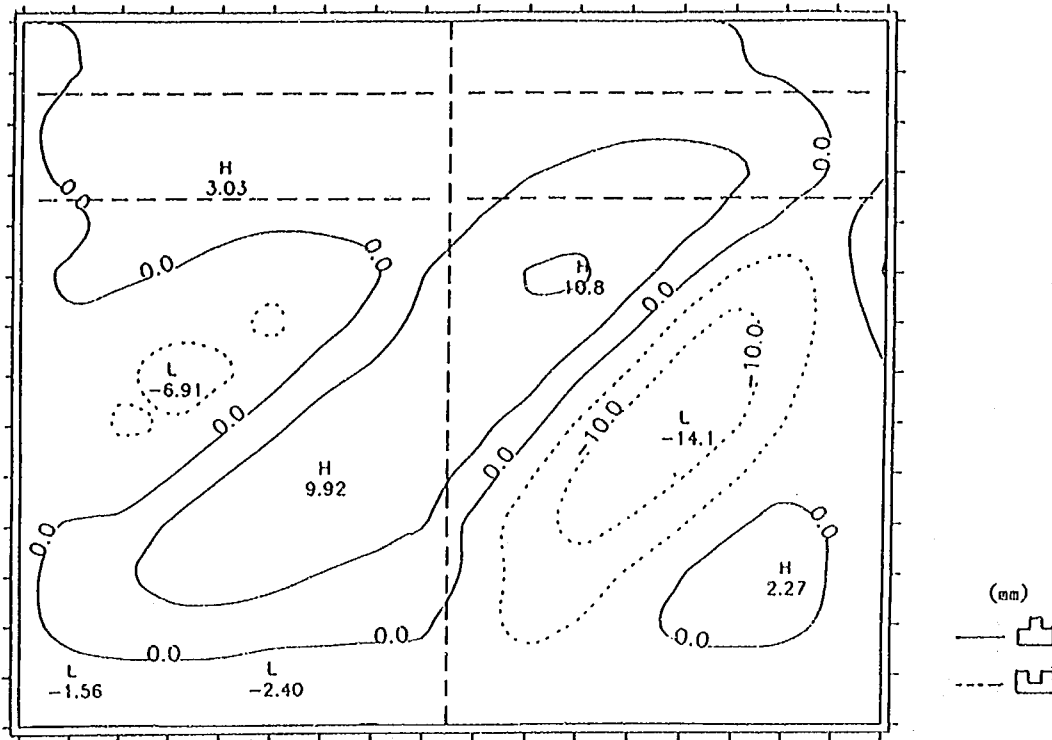


図-2.4.13(3) S-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=119.1t$, $0.93P_{ust}$)

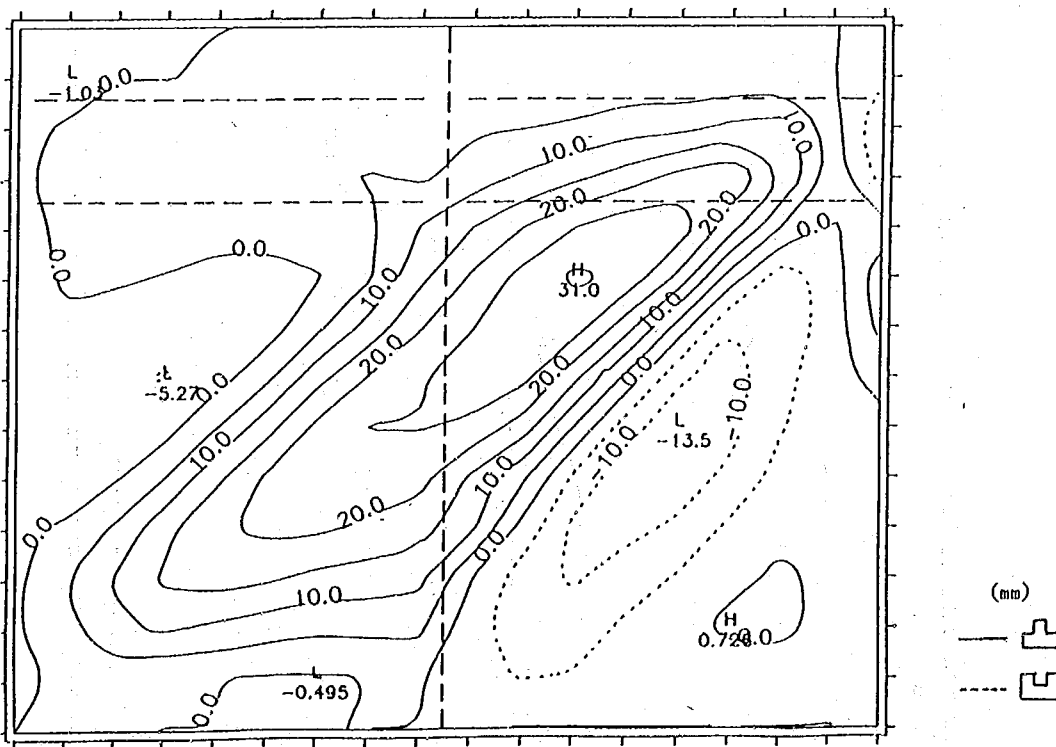


図-2.4.13(4) S-21 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=127.2t$, 最高荷重後 $0.99P_{ust}$)

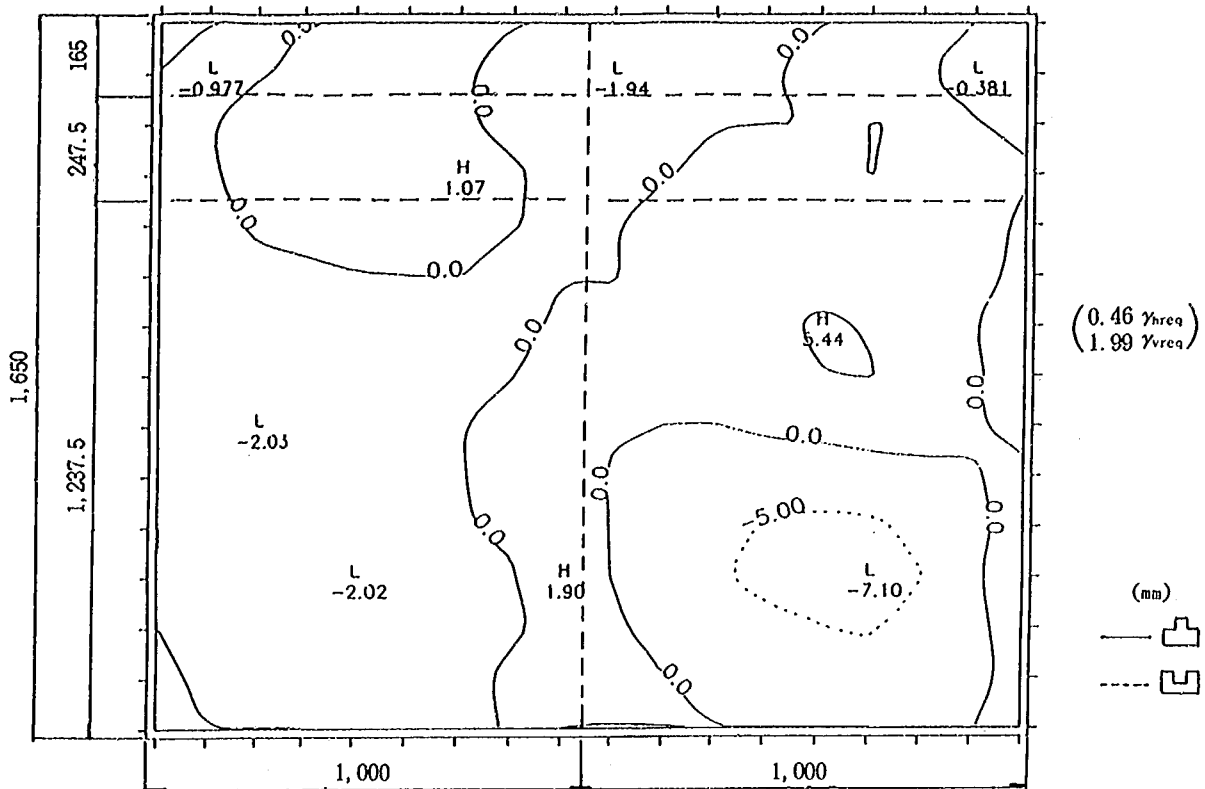


図-2.4.14(1) S-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

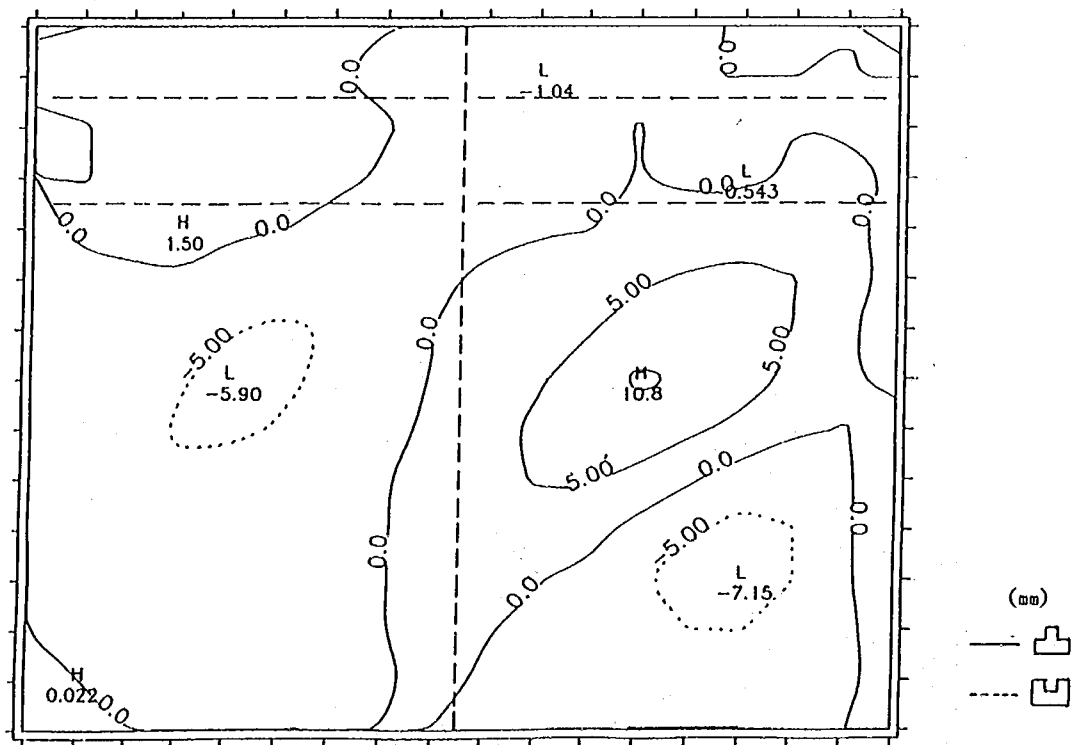


図-2.4.14(2) S-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.2t$, $0.45P_{ust}$)

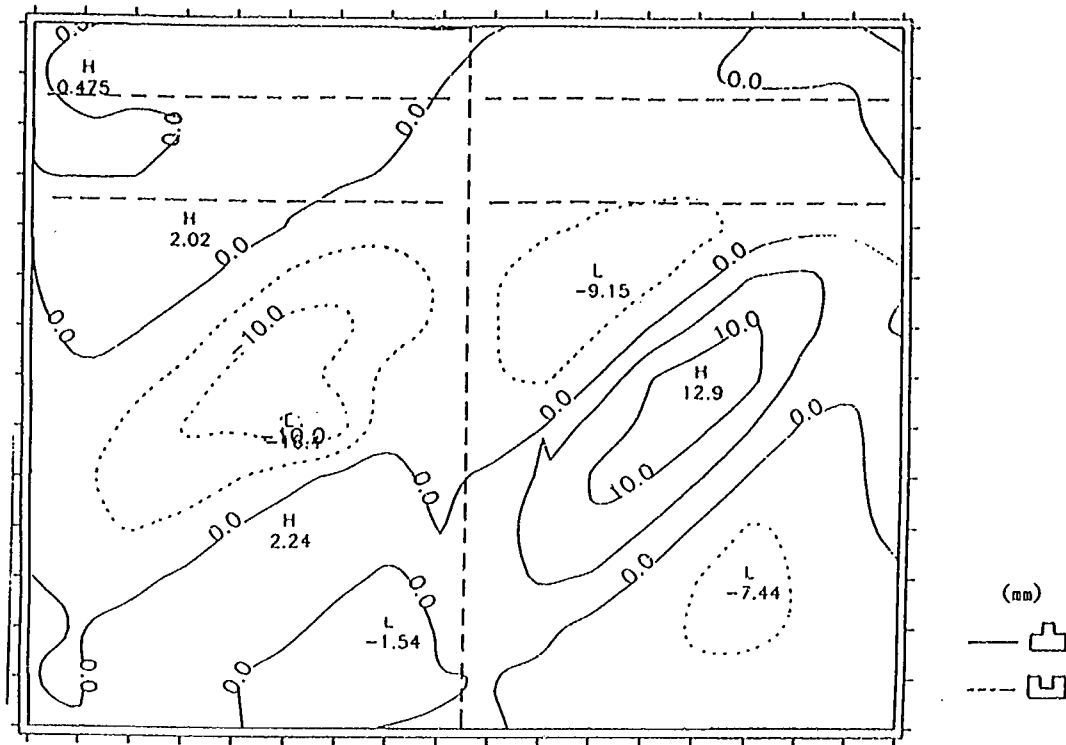


図-2.4.14(3) S-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=118.4t$, $0.89P_{ust}$)

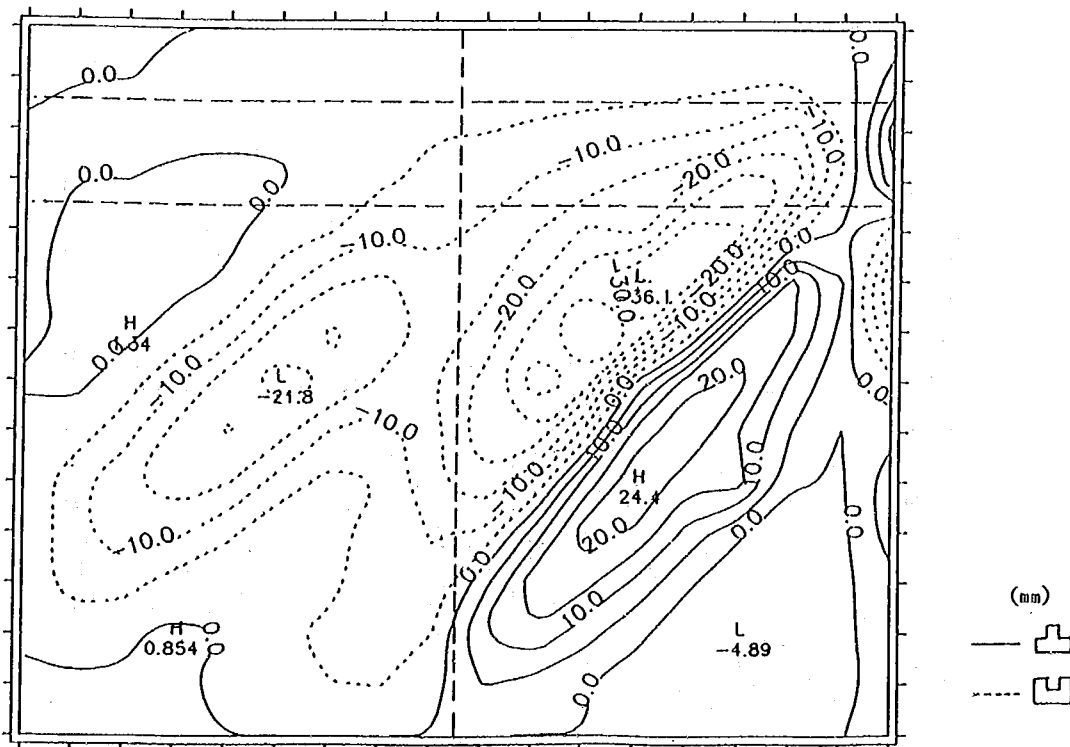


図-2.4.14(4) S-22 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=132.7t$, P_{ust})

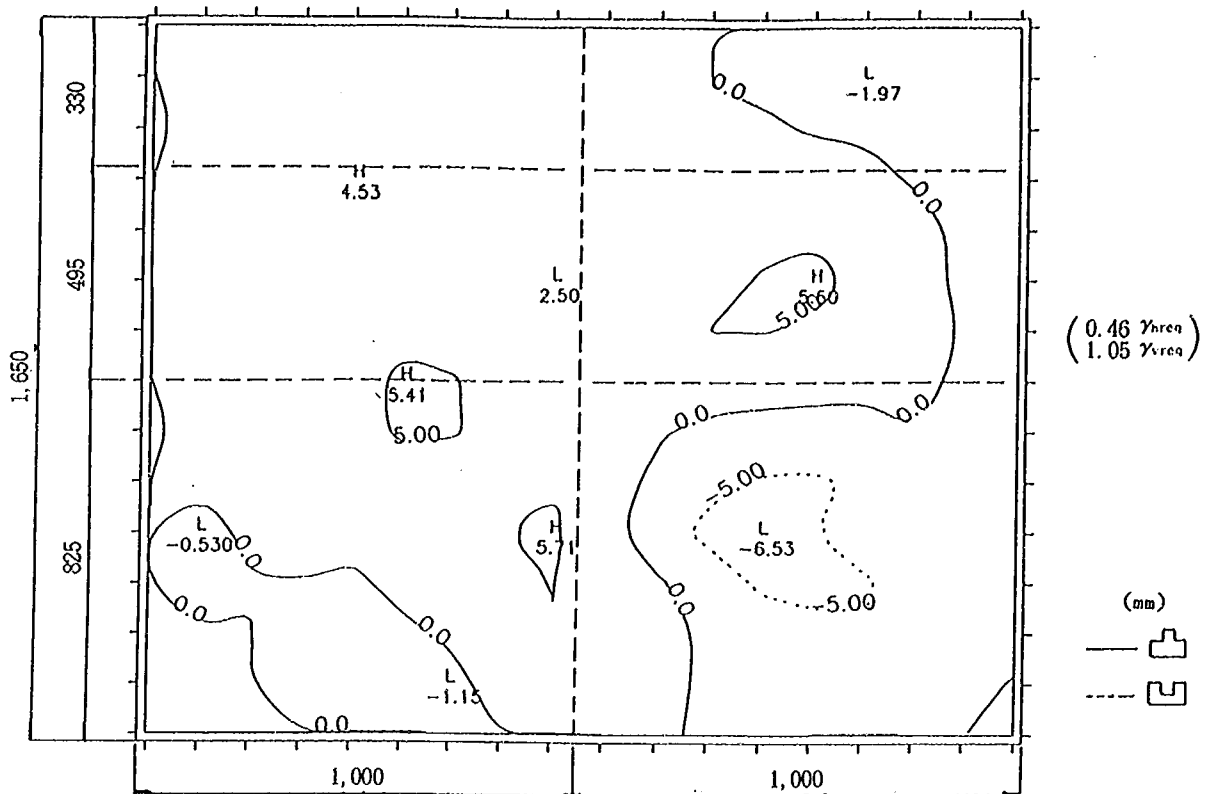


図-2.4.15(1) S-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

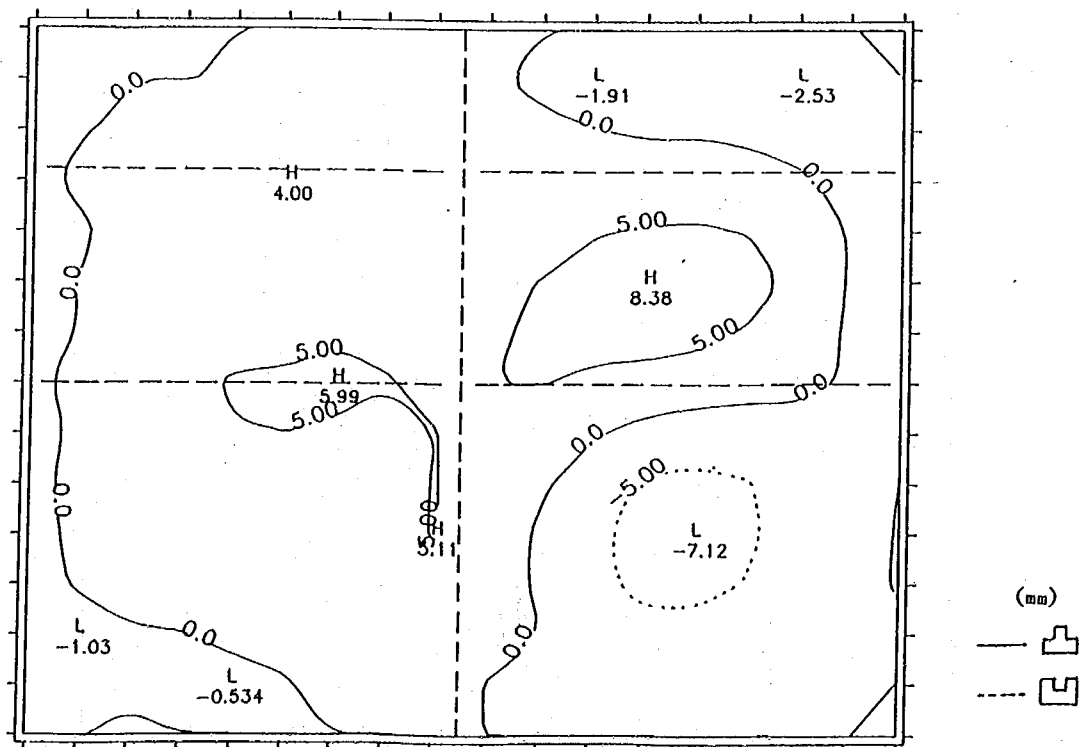


図-2.4.15(2) S-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.1t$, $0.46P_{ust}$)

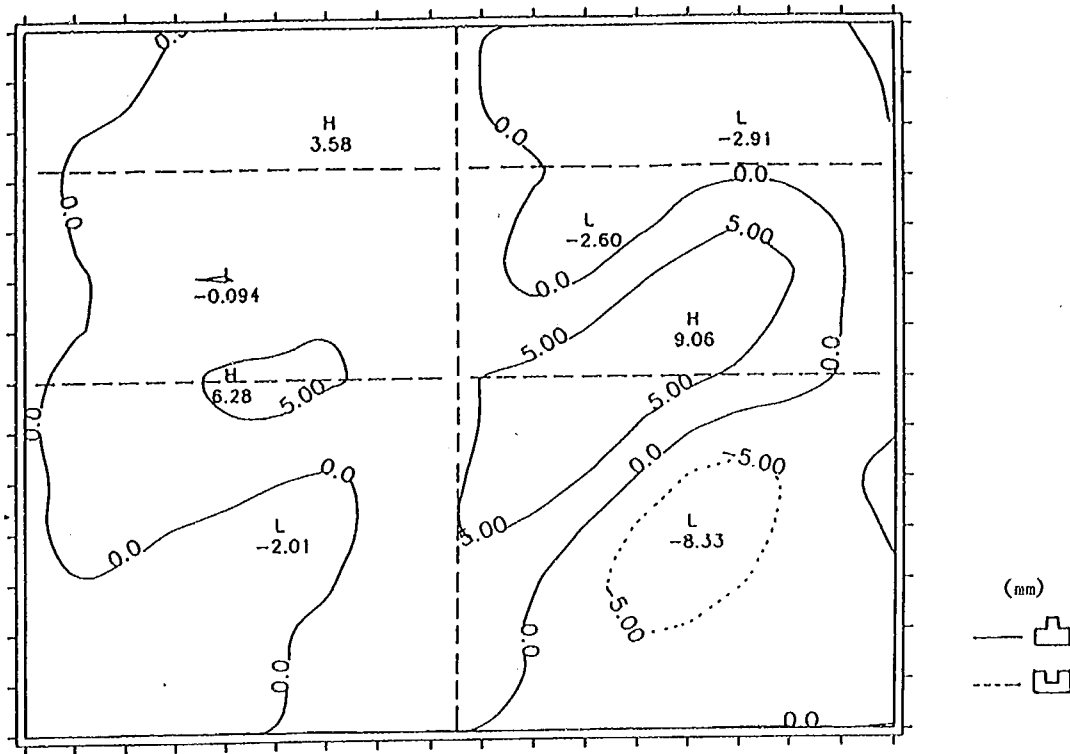


図-2.4.15(3) S-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=108.7t$, $0.85P_{ust}$)

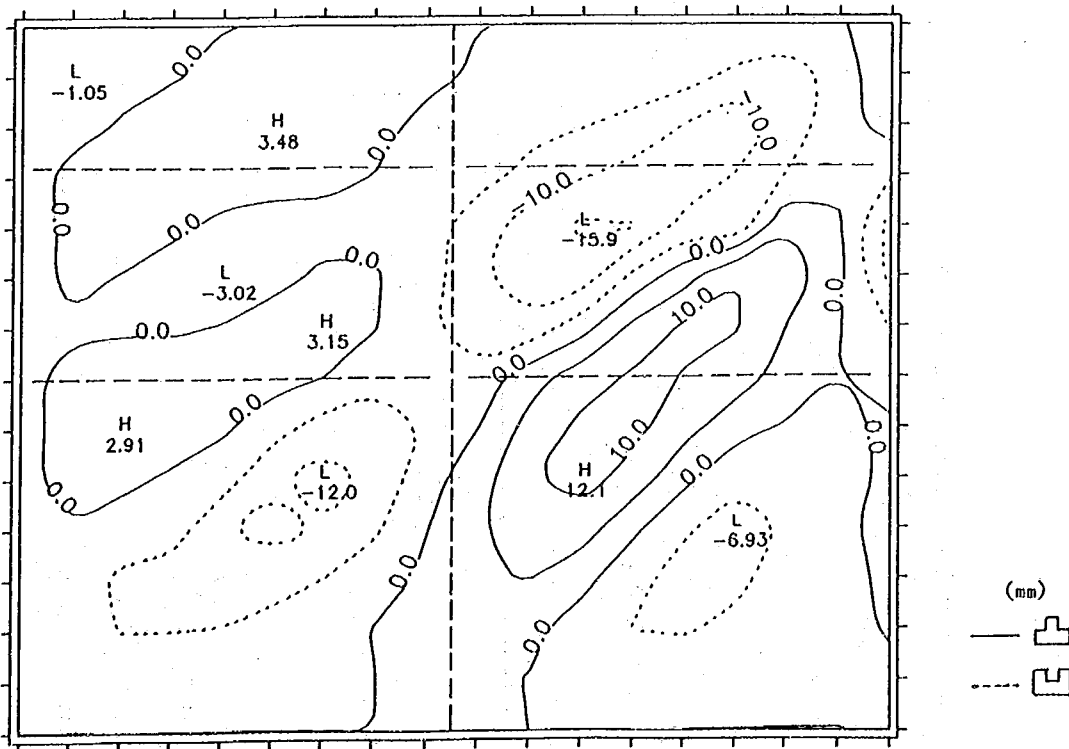


図-2.4.15(4) S-23 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=128.4t$, P_{ust})

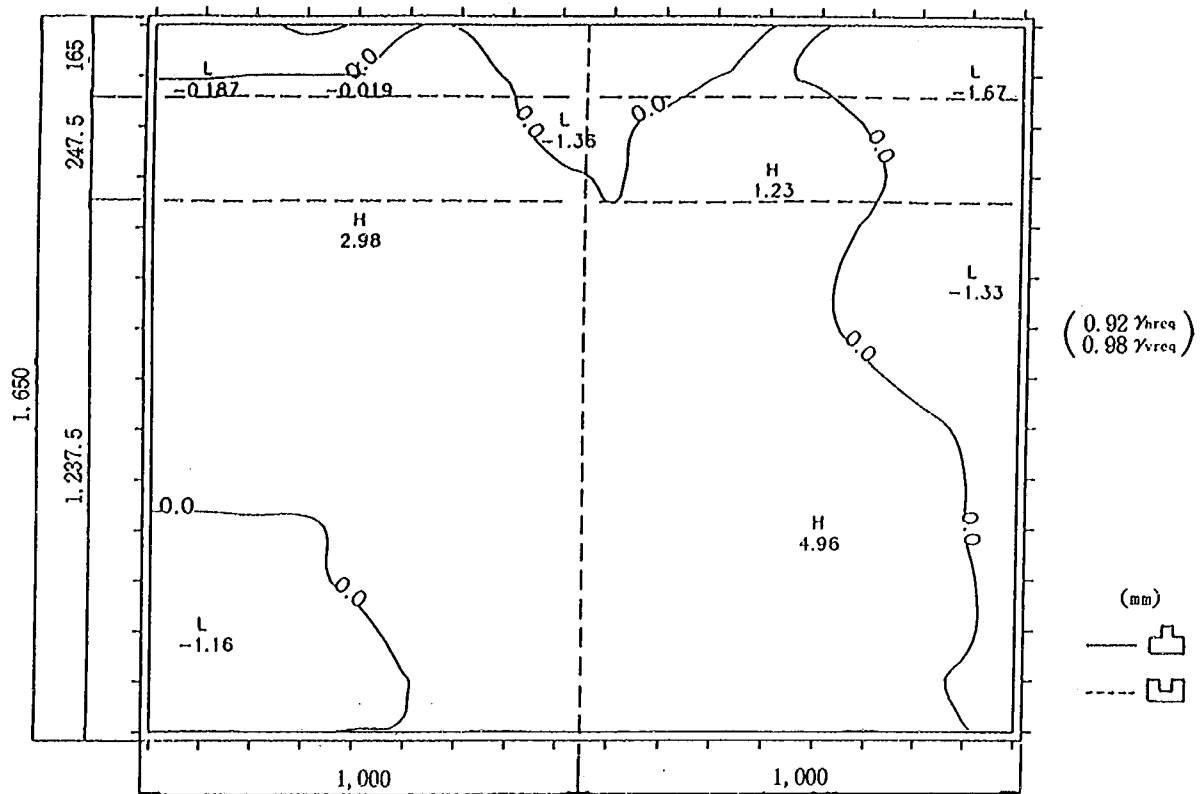


図-2.4.16(1) S-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

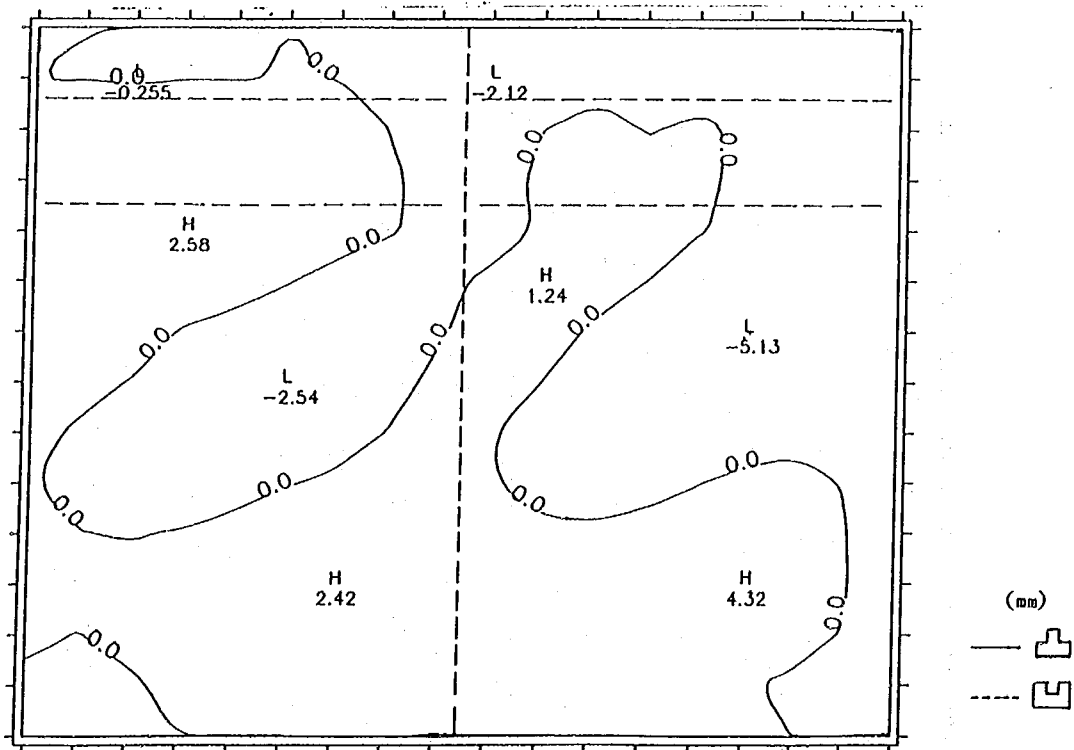


図-2.4.16(2) S-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.6t$, $0.40P_{ust}$)

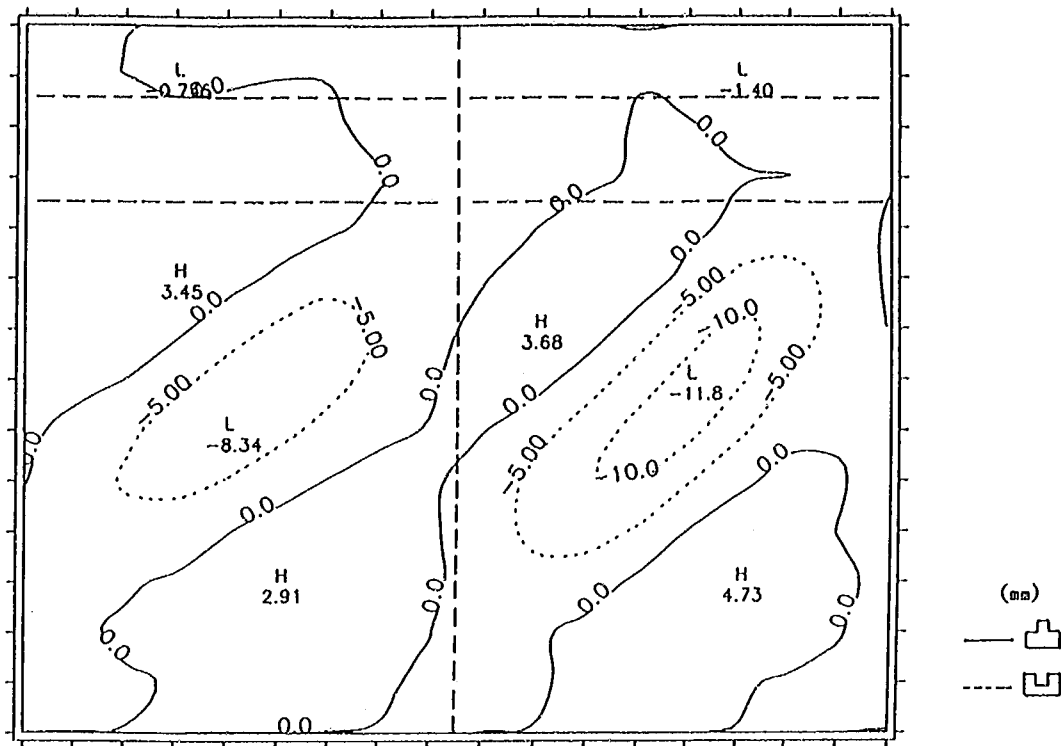


図-2.4.16(3) S-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=119.1t$, $0.80P_{ust}$)

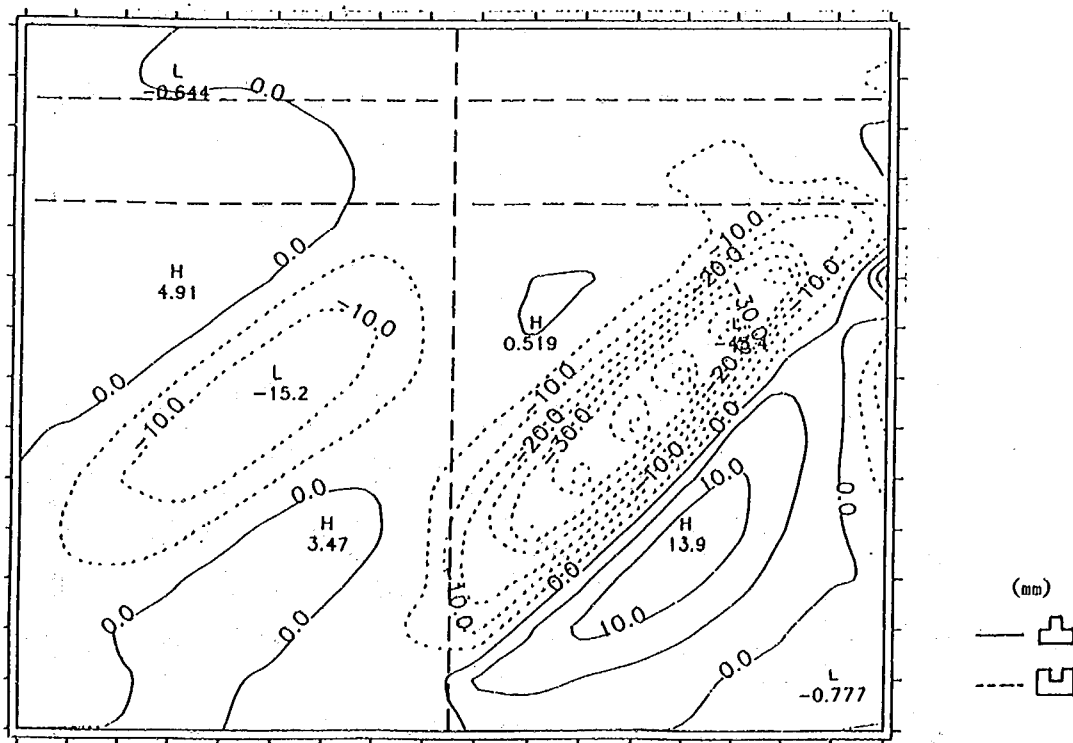


図-2.4.16(4) S-24 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=148.2t$, P_{ust})

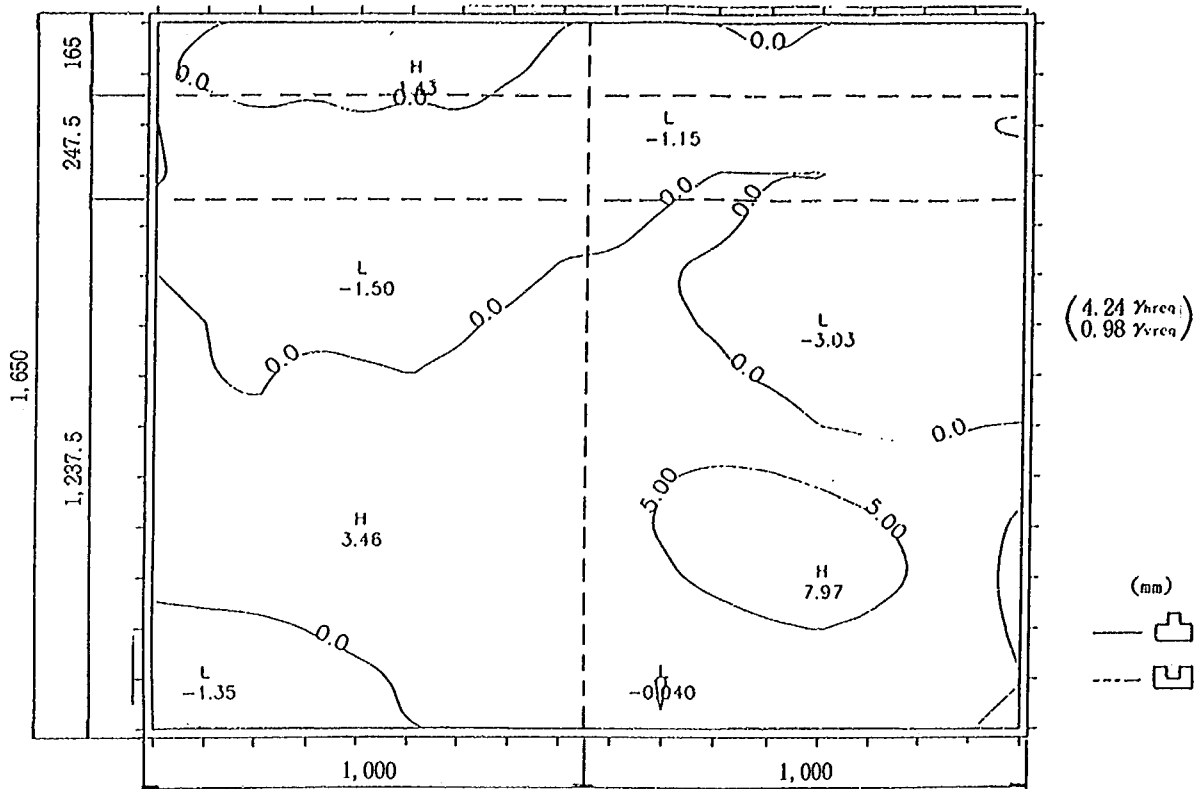


図-2.4.17(1) S-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

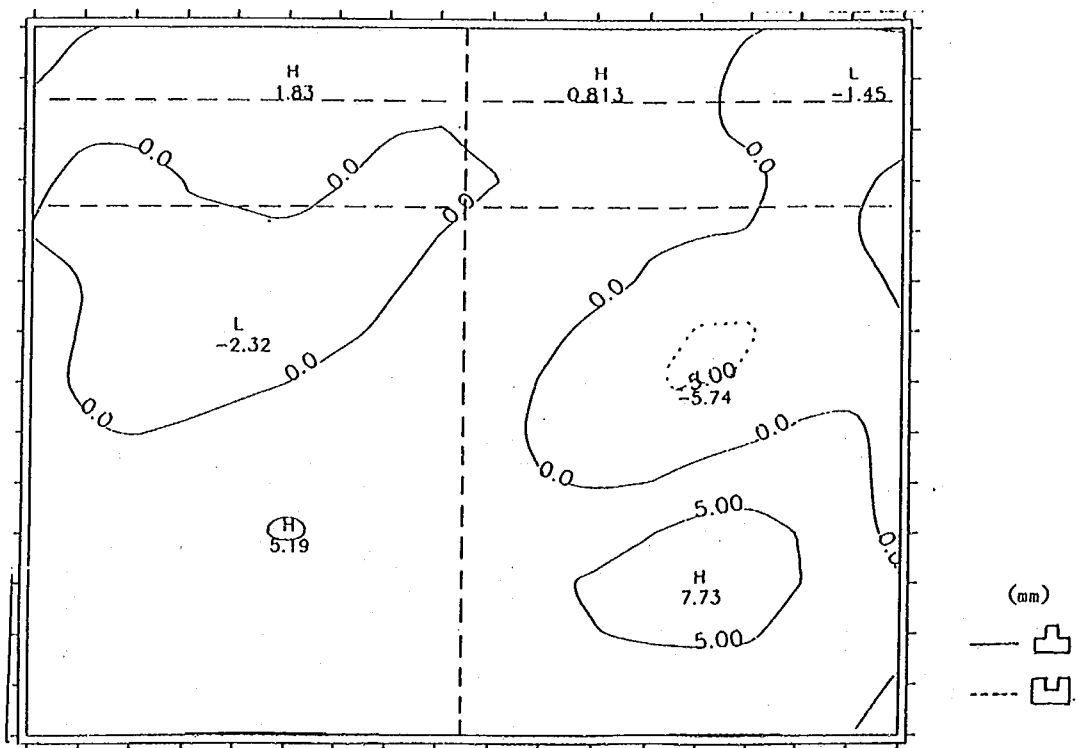


図-2.4.17(2) S-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.6t$, $0.41P_{ust}$)

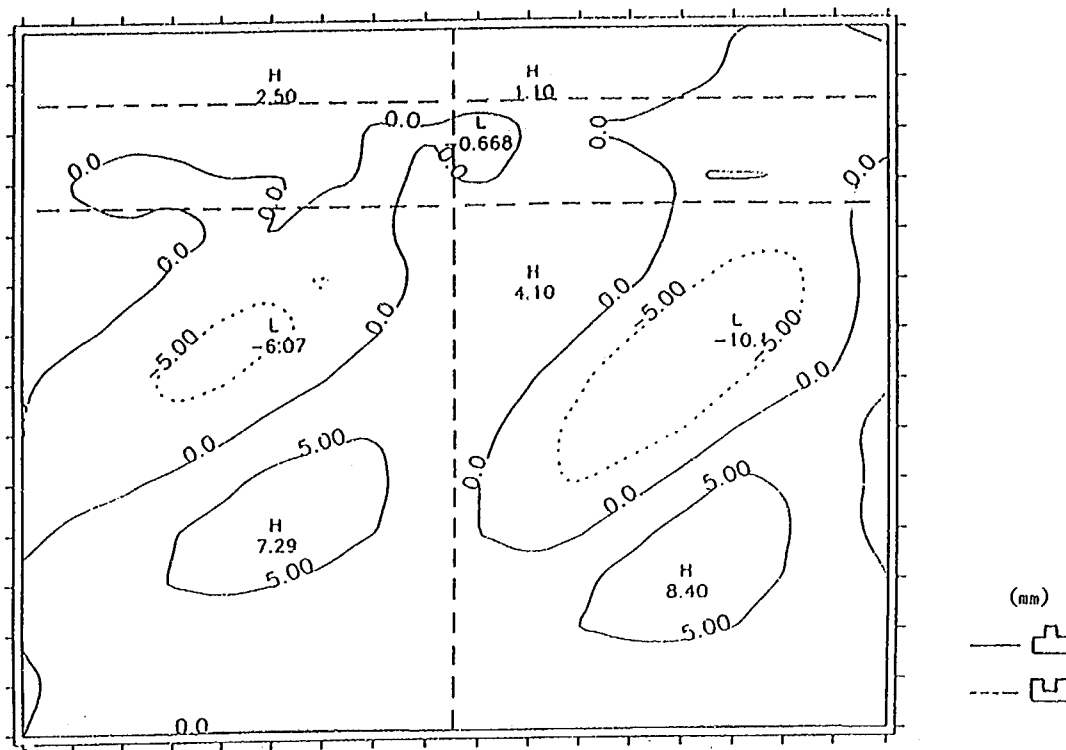


図-2.4.17(3) S-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=109.5t$, $0.76P_{ust}$)

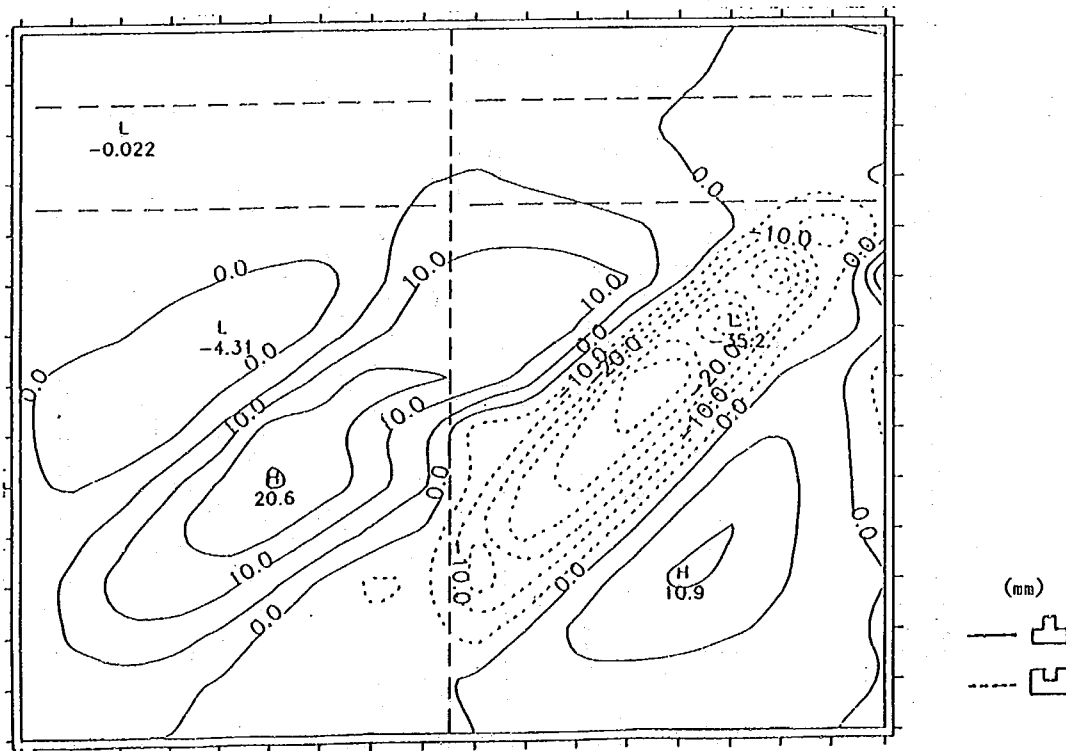


図-2.4.17(4) S-25 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=143.7t$, $0.997P_{ust}$)

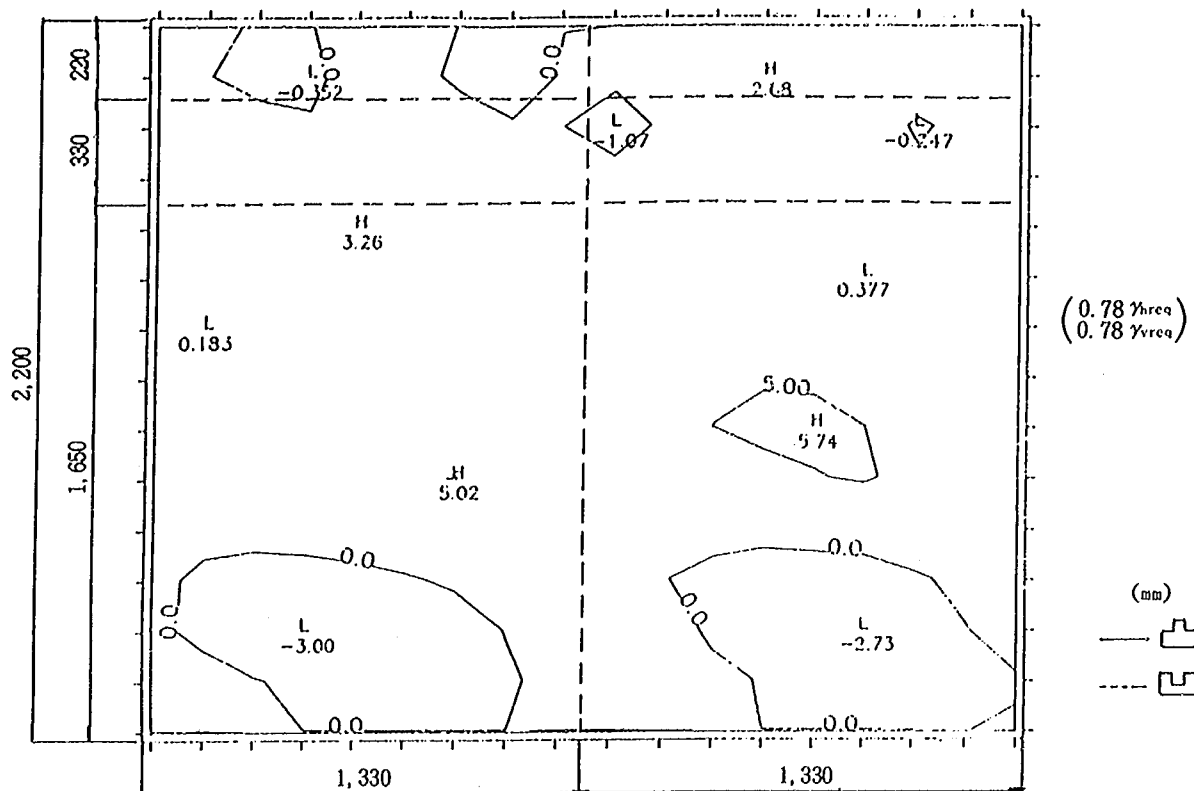


図-2.4.18(1) S-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=0t$, 初期変位)

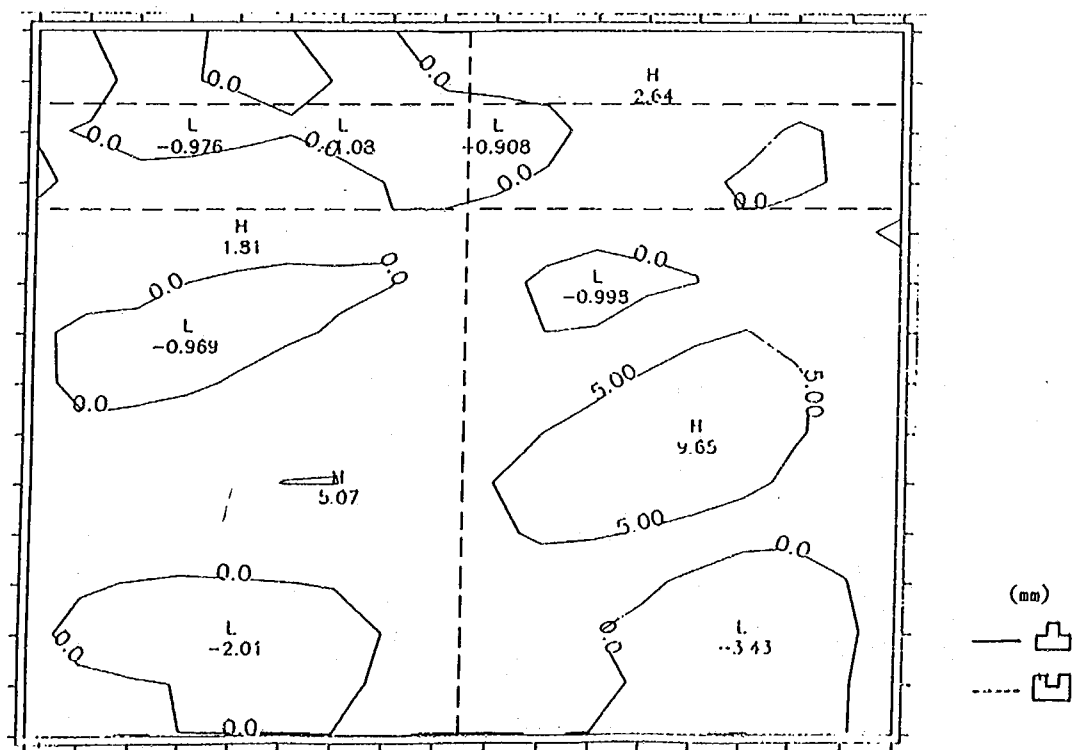


図-2.4.18(2) S-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=59.5t$, $0.38P_{ust}$)

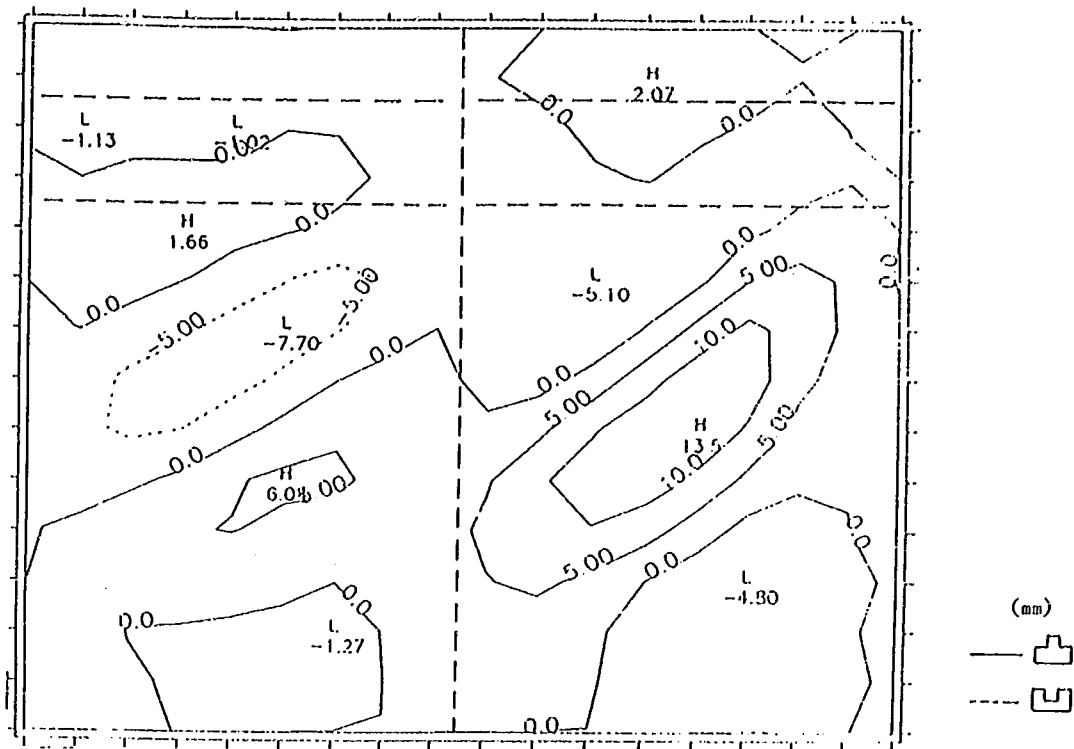


図-2.4.18(3) S-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=109.7t$, $0.70P_{ust}$)

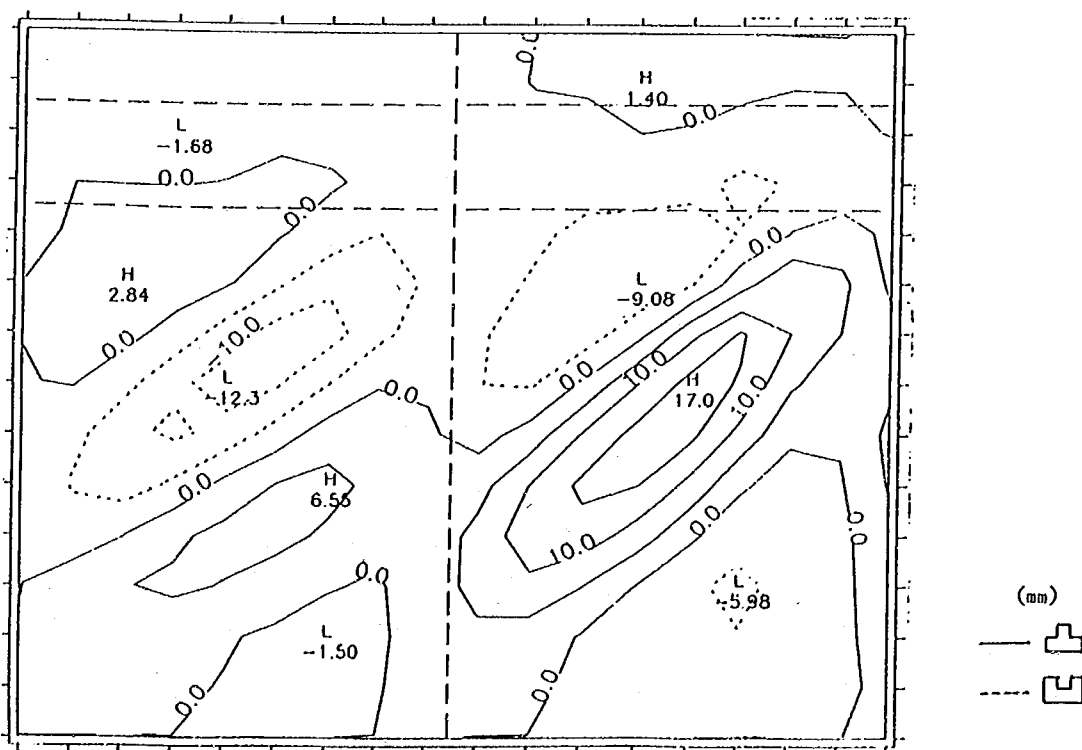
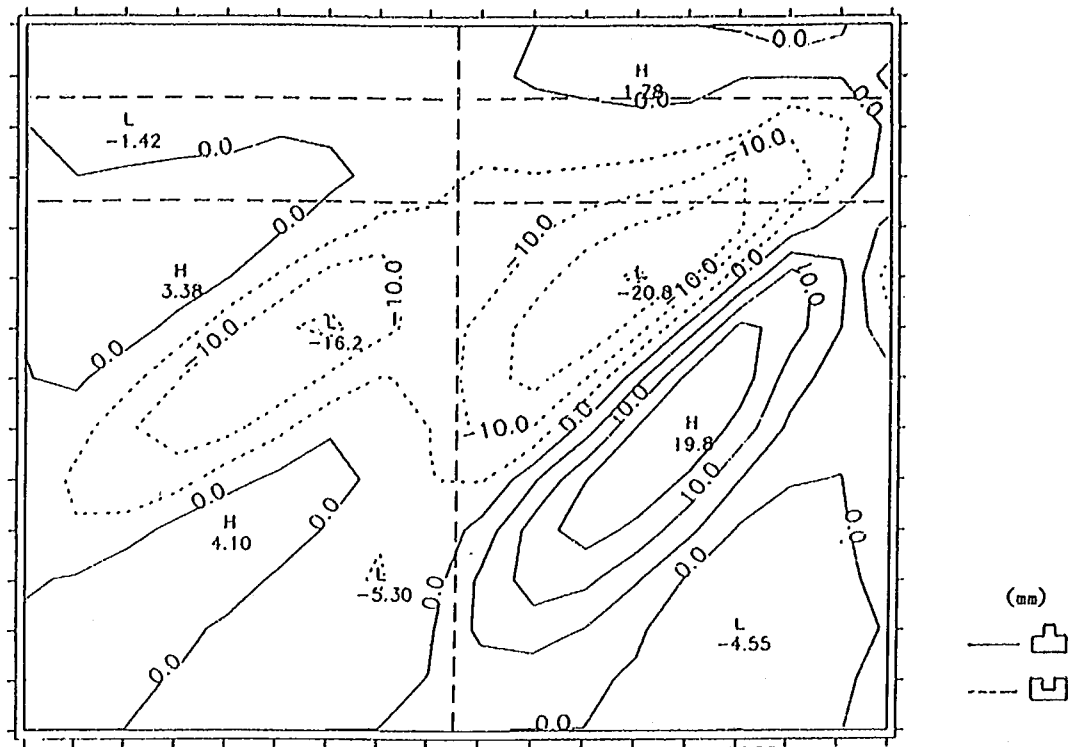


図-2.4.18(4) S-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=148.9t$, $0.95P_{ust}$)



図—2.4.18(5) S-26 供試体テストパネル部ウェブの面外変位図
($P=155.4t$, $0.987P_{ust}$)

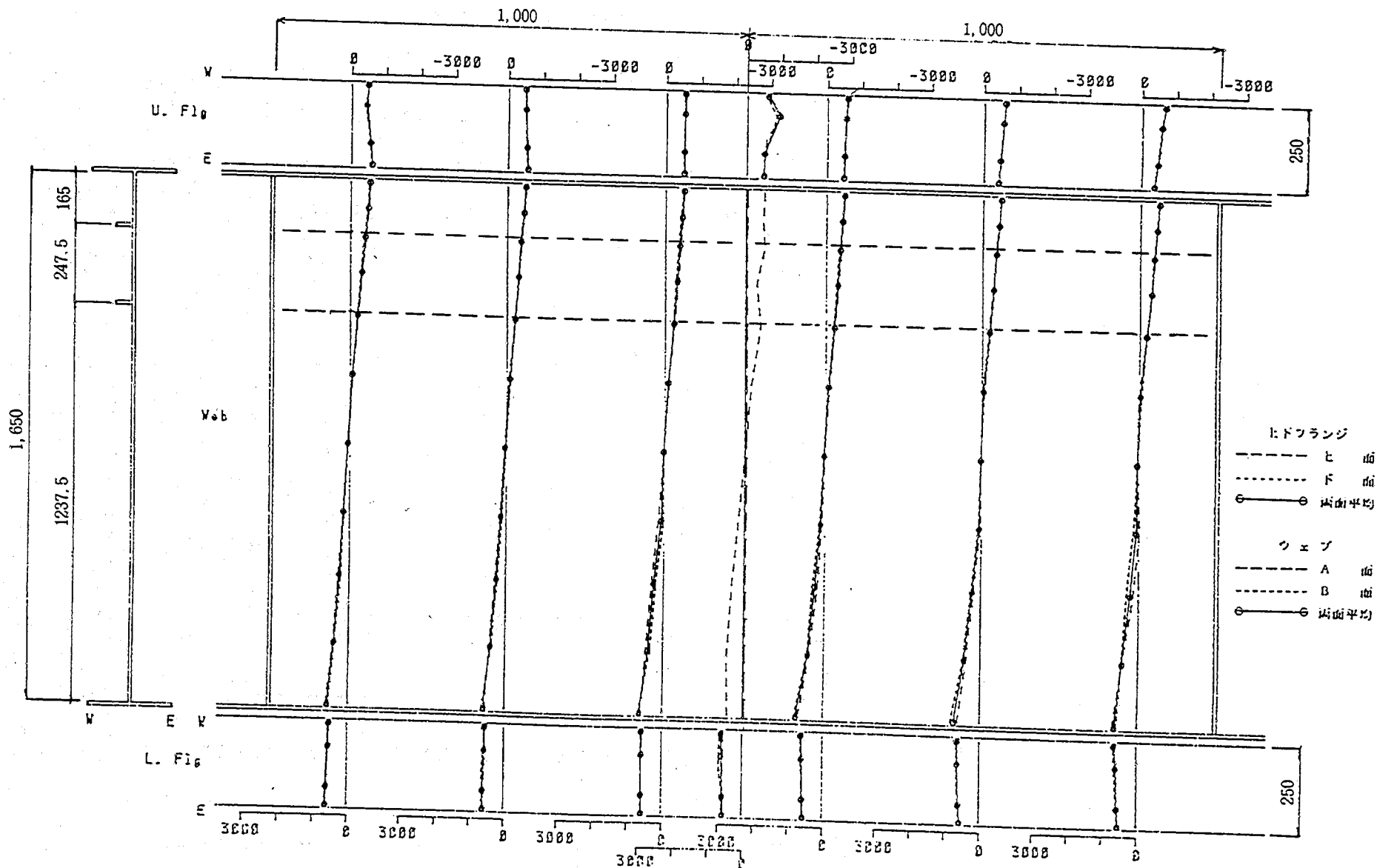


図-2.5.1(1) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=48.8\text{t}$, $0.42P_{ust}$)

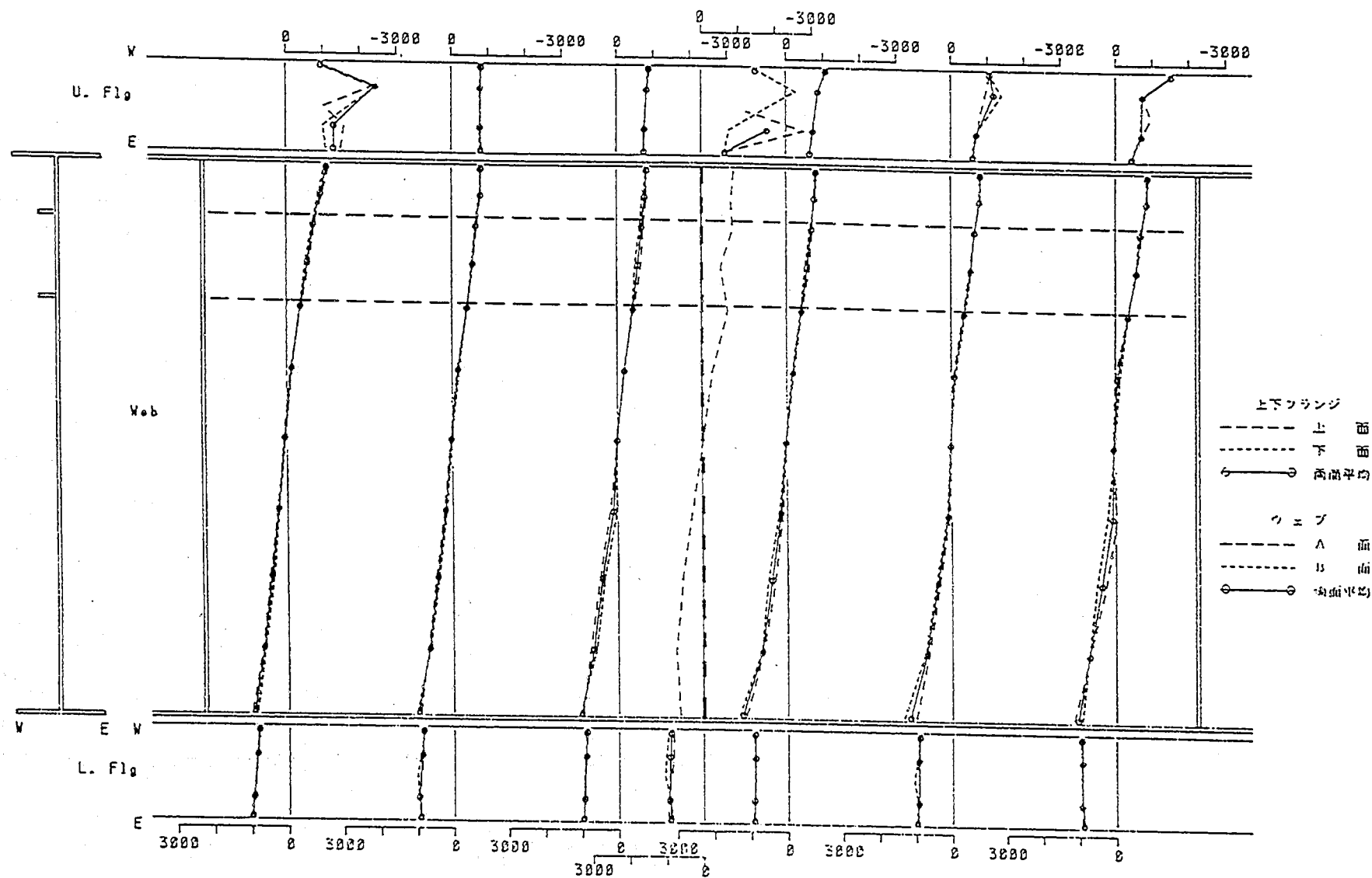


図-2.5.1(2) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=73.5t$, $0.64P_{ust}$)

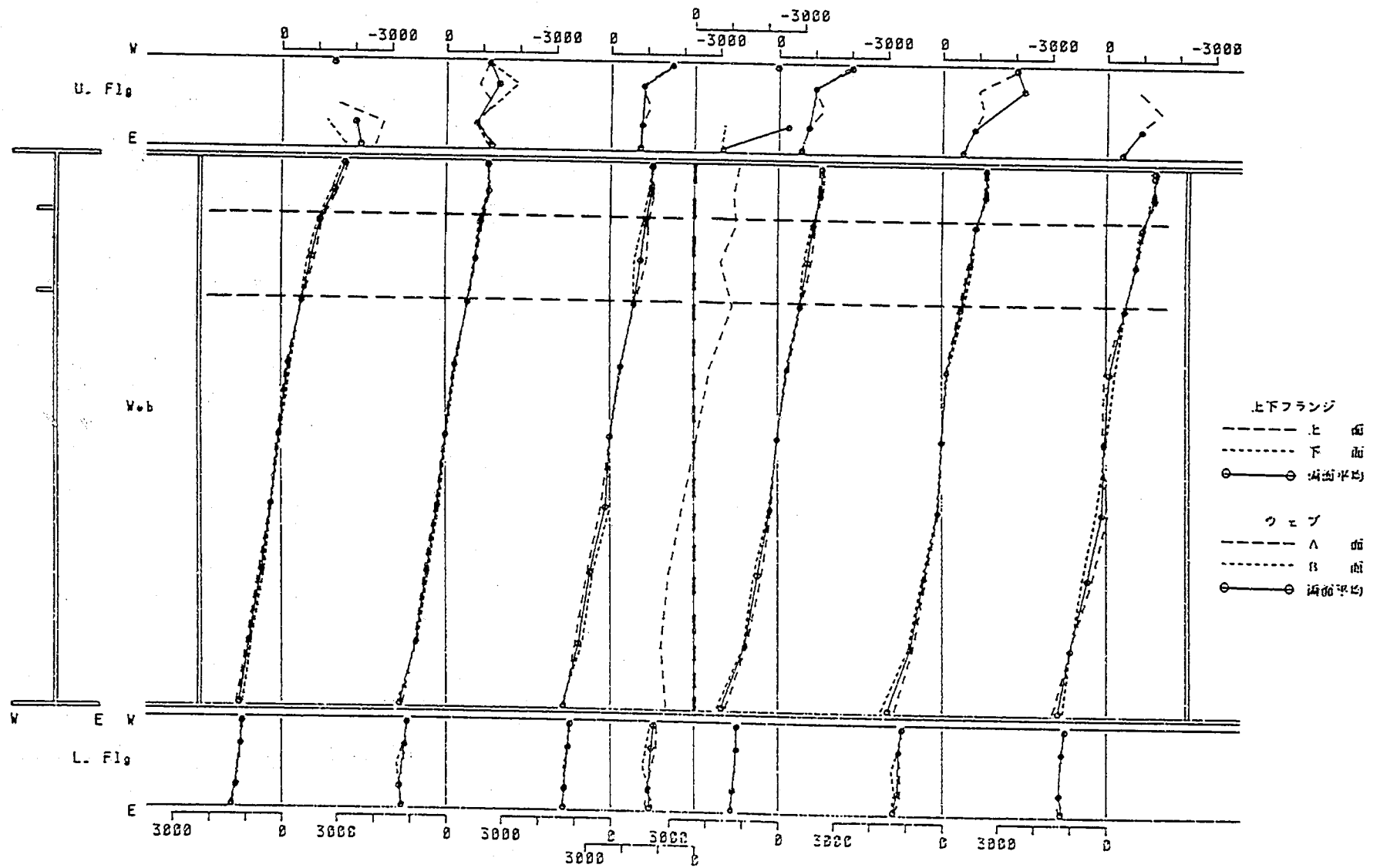


図-2.5.1(3) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=90.9t$, $0.79P_{ust}$)

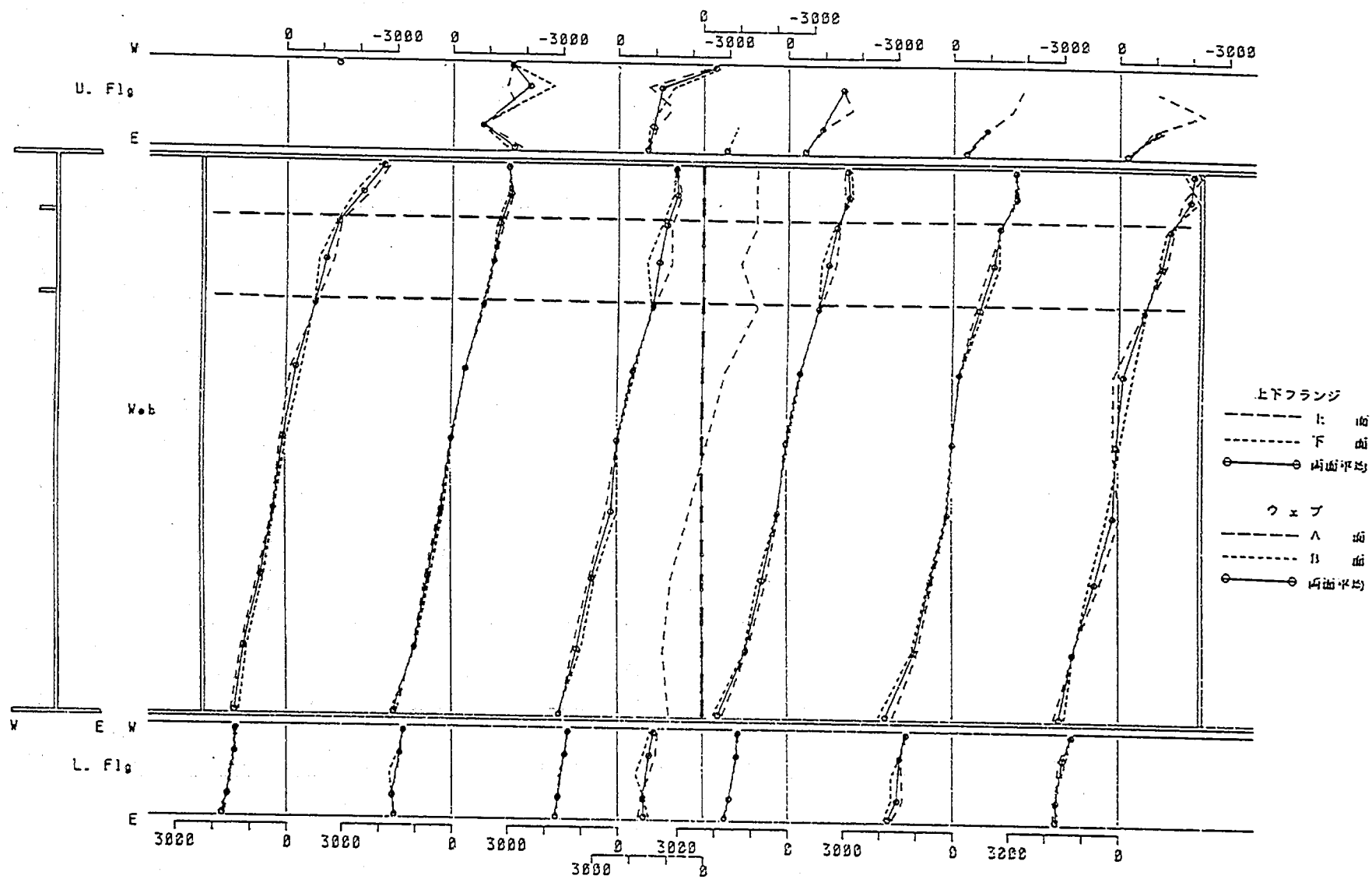


図-2.5.1(4) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=105.8t$, $0.92P_{ust}$)

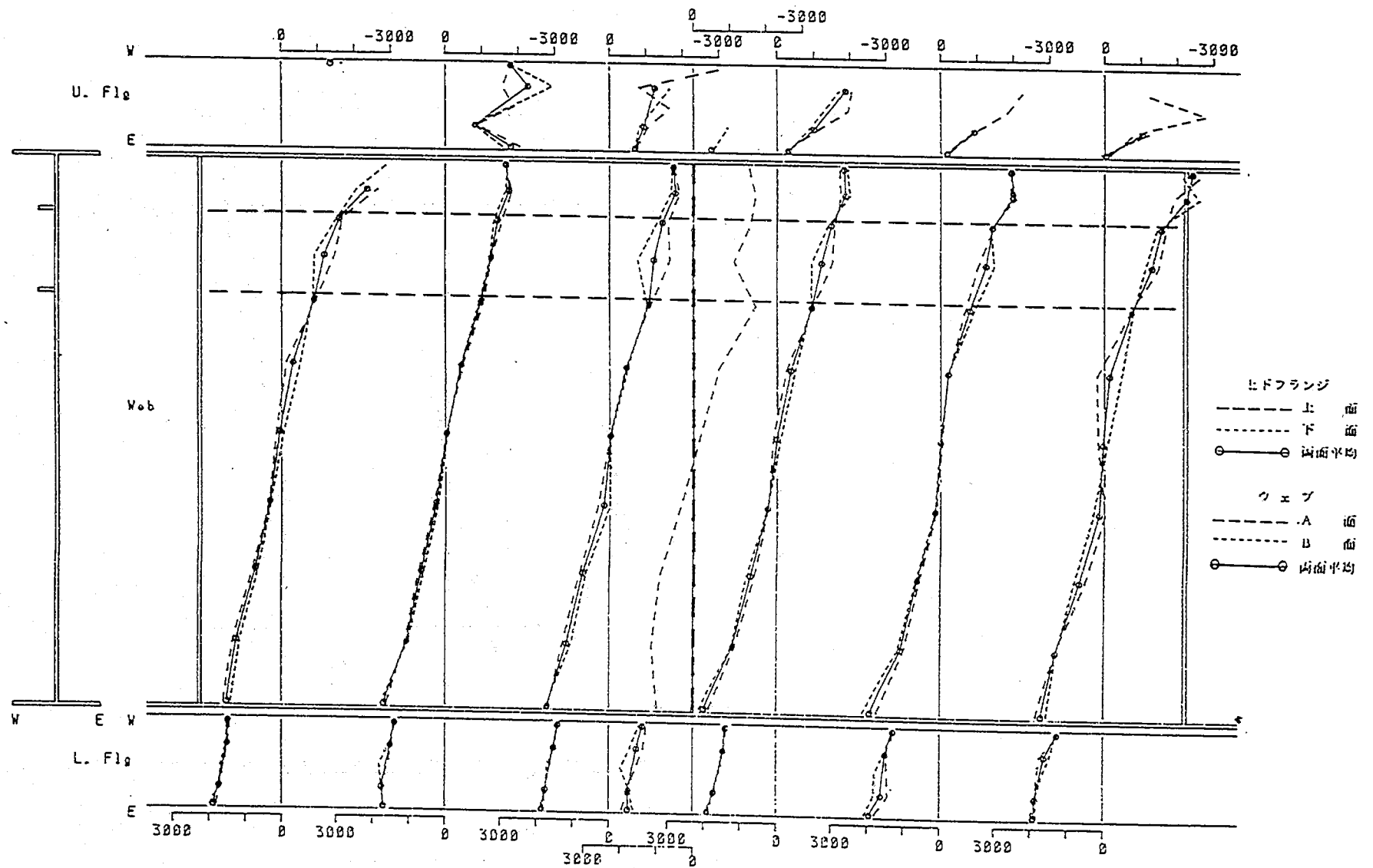


図-2.5.1(5) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=110.6t$, $0.96P_{ust}$)

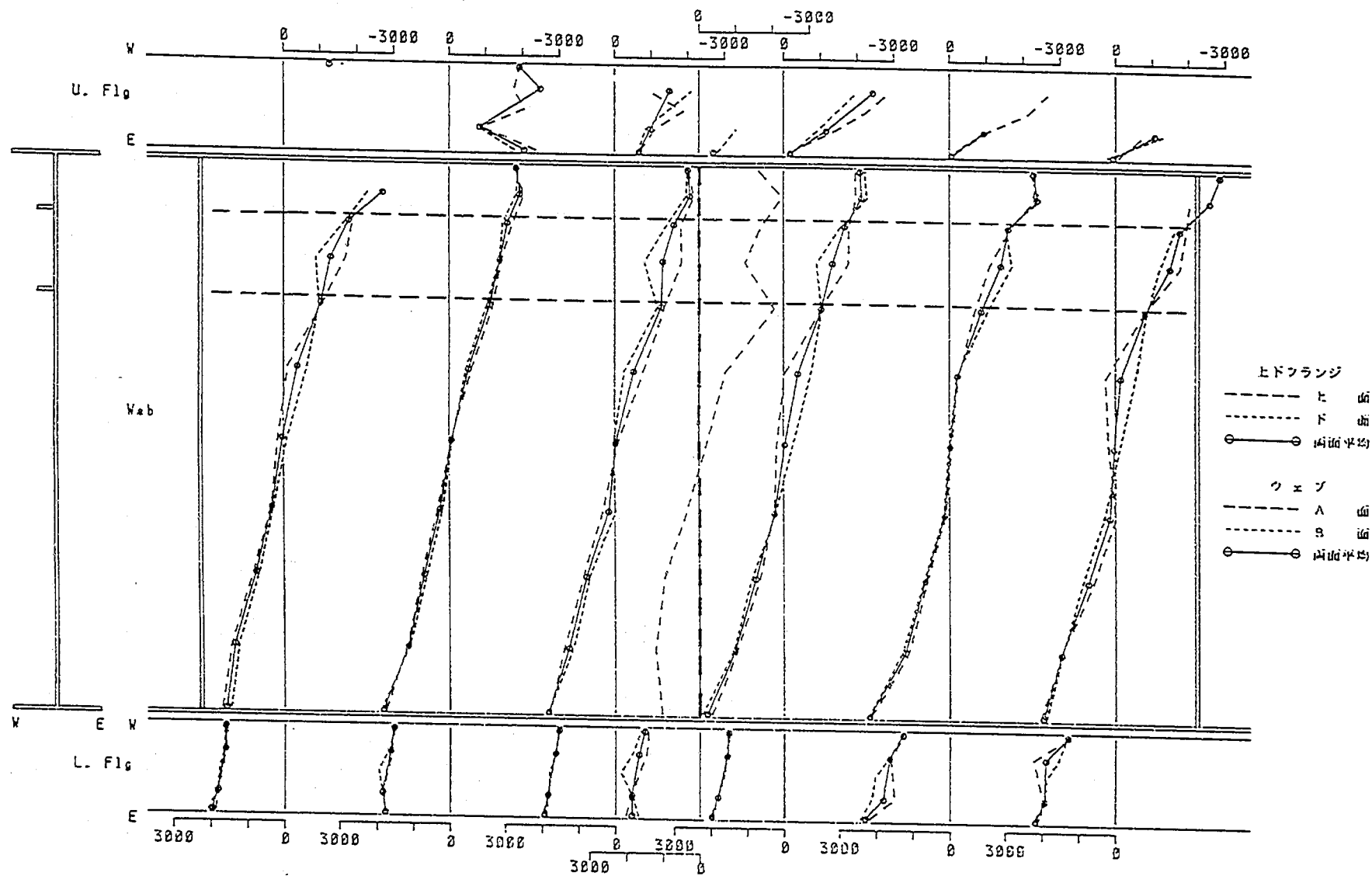


図-2.5.1(6) B-21 供試体の曲げひずみ分布図 (P=114.9t, Pust)

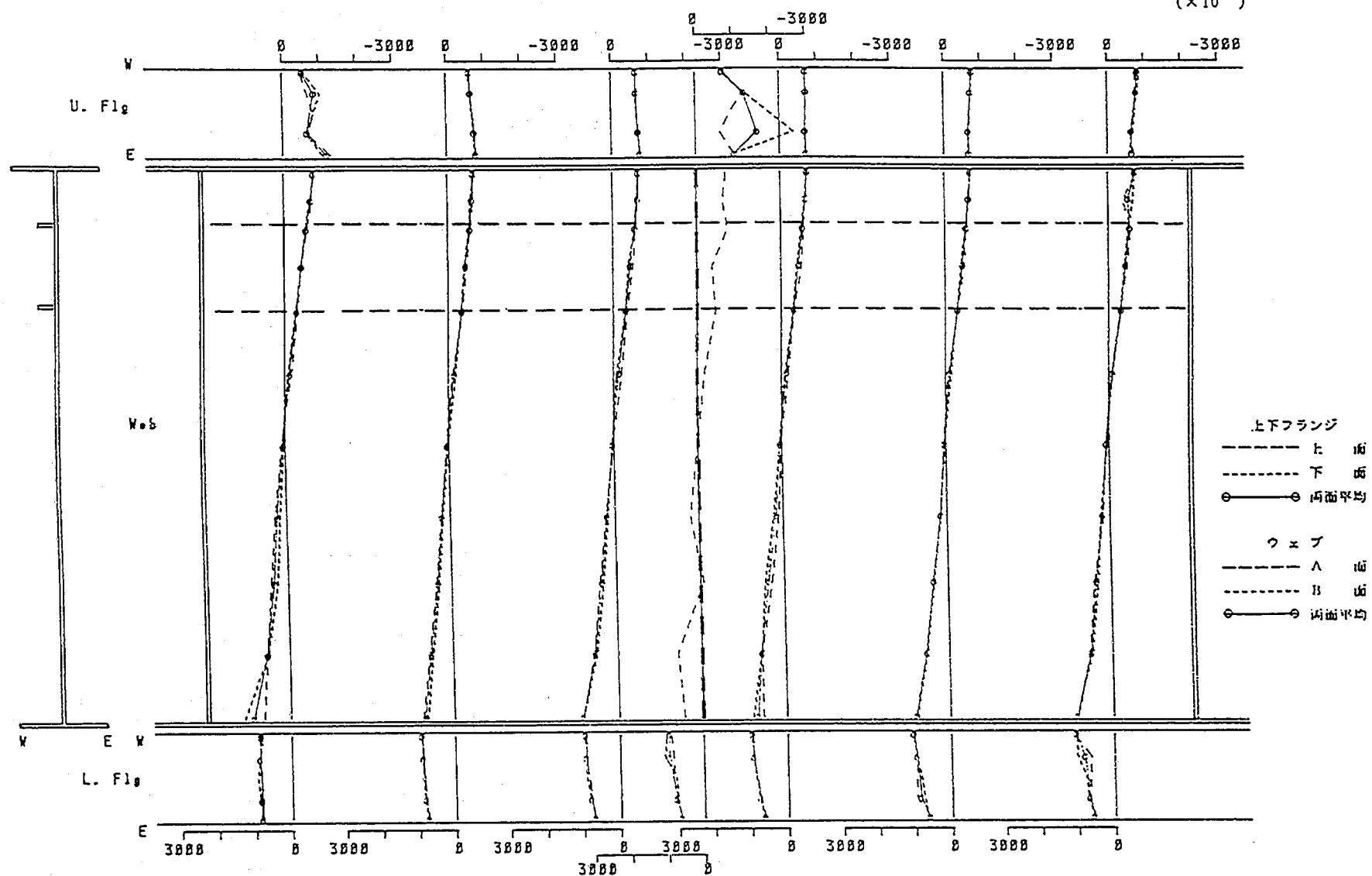


図-2.5.2(2) B-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=70.6t$, $0.58P_{ust}$)

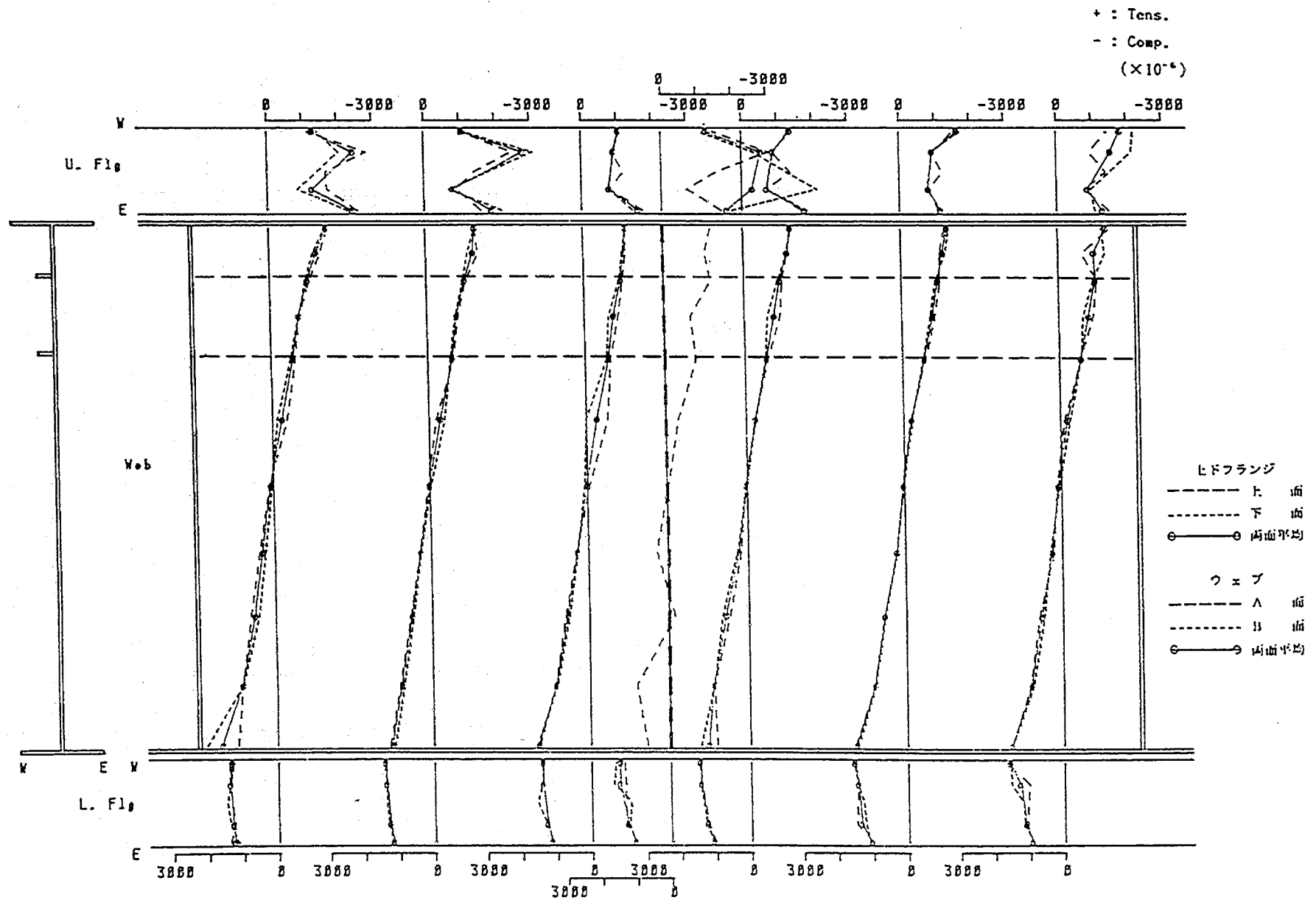


図-2.5.2(3) B-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=100.0t$, $0.82P_{ust}$)

図-2.5.2(4) B-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=112.7t$, $0.92P_{ust}$)

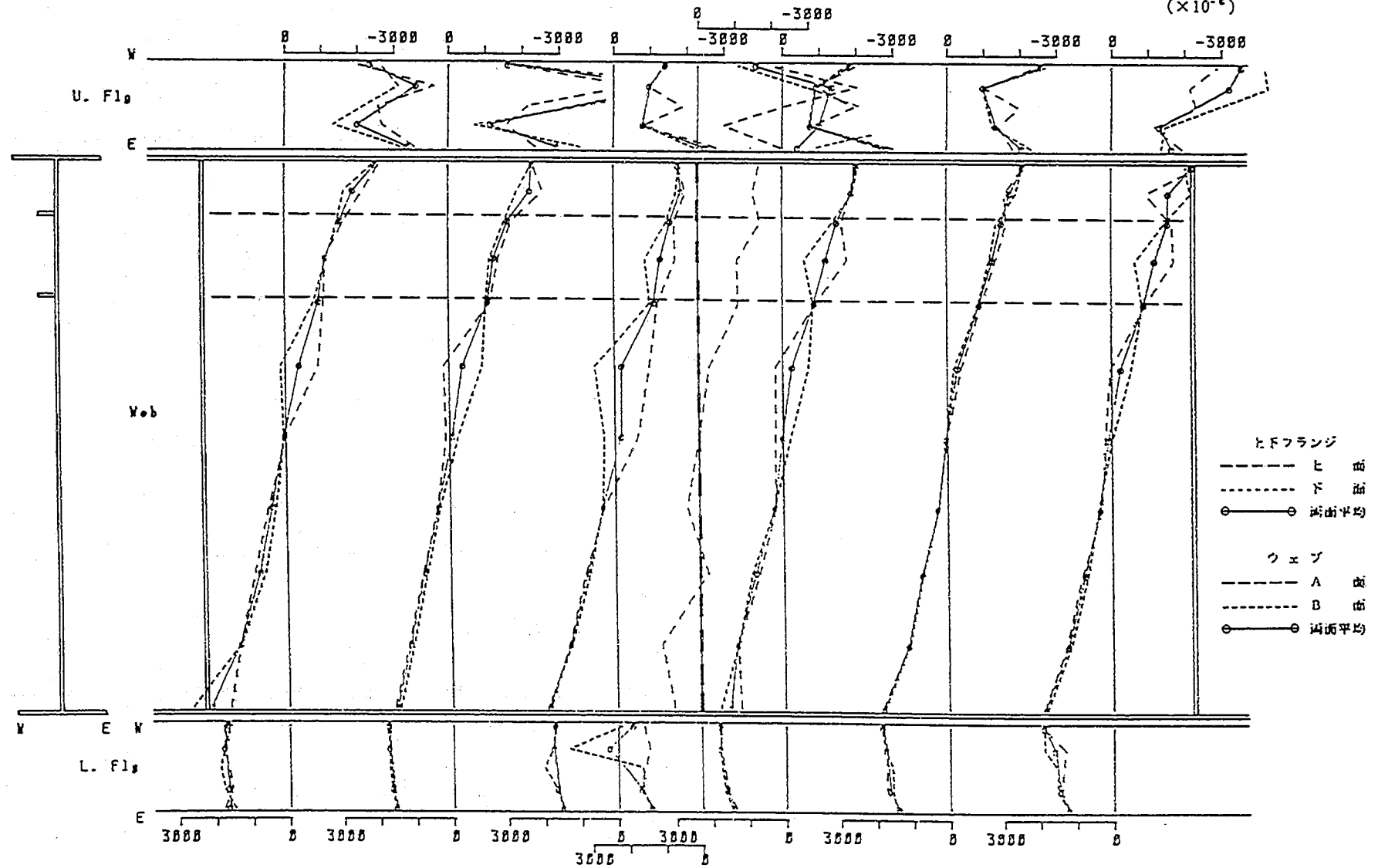


図-2.5.2(5) B-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=117.9\text{t}$, $0.96P_{\text{ust}}$)

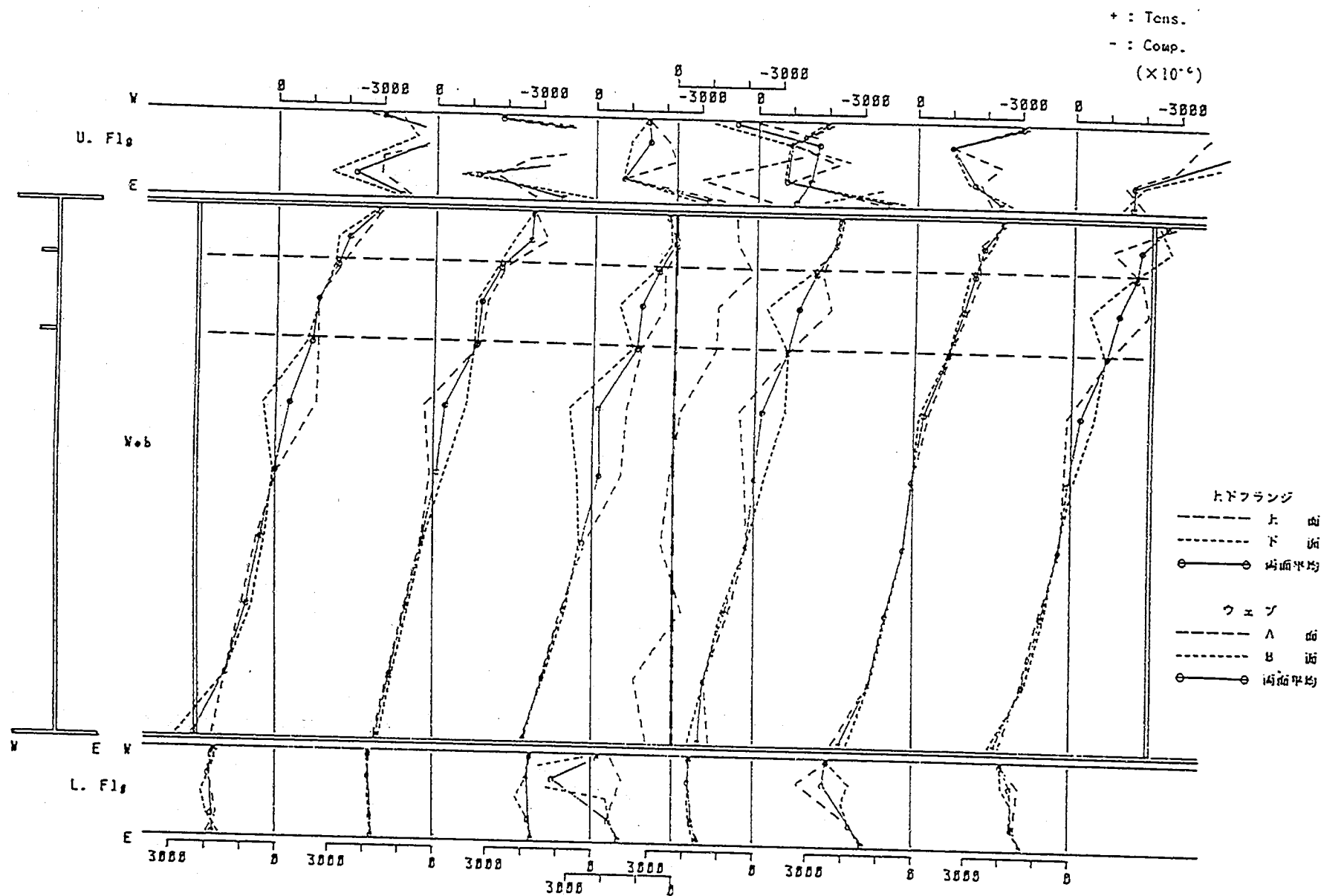
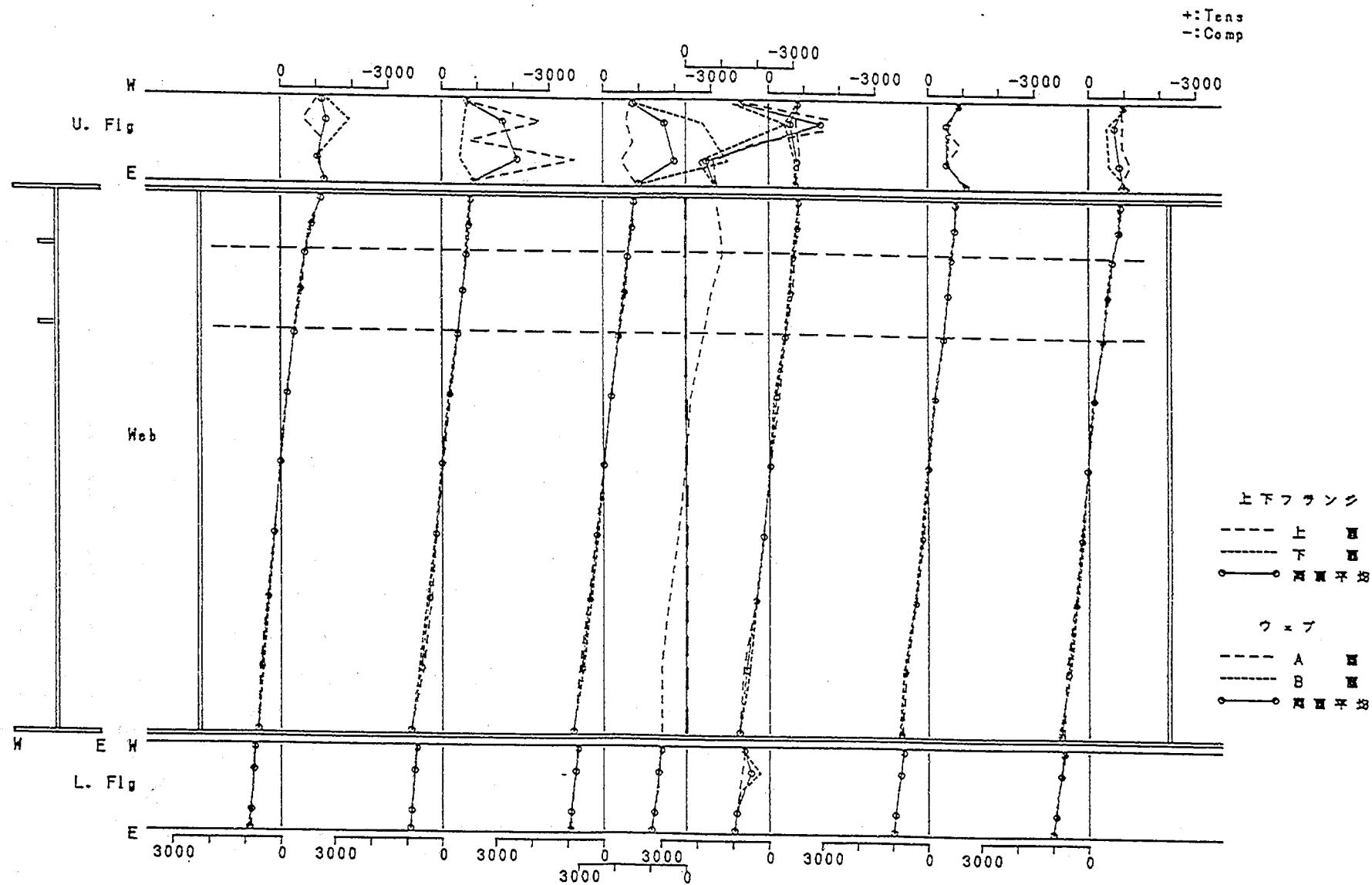


図-2.5.2(6) B-22 供試体の曲げひずみ分布図 (P=122.3t, Pust)

図-2.5.3(1) B-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=51.2t$, $0.41P_{ust}$)



図—2.5.3(2) B-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=70.8t$, $0.57P_{ust}$)

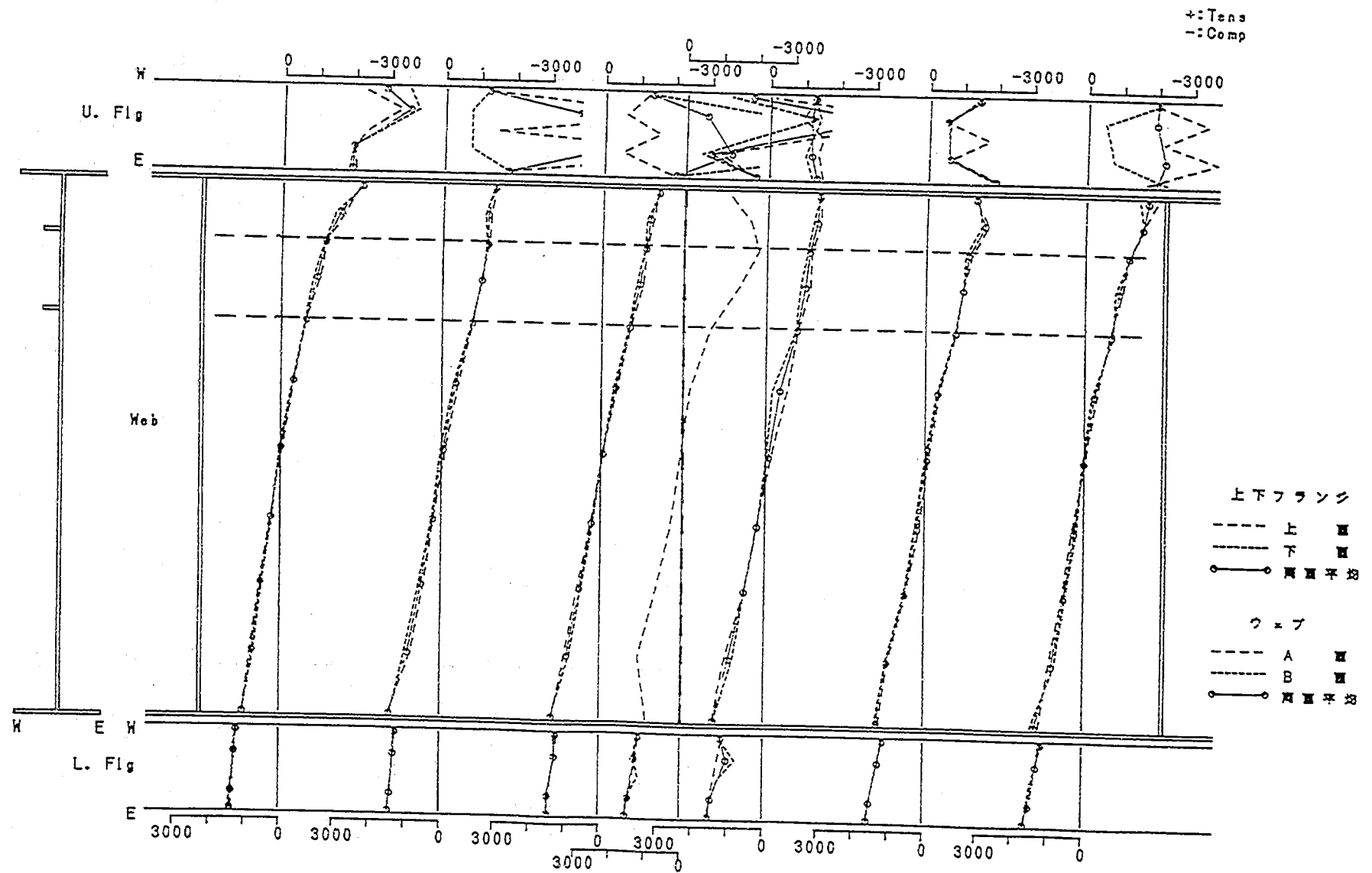


図-2.5.3(3) B-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=100.9t$, $0.81P_{ust}$)

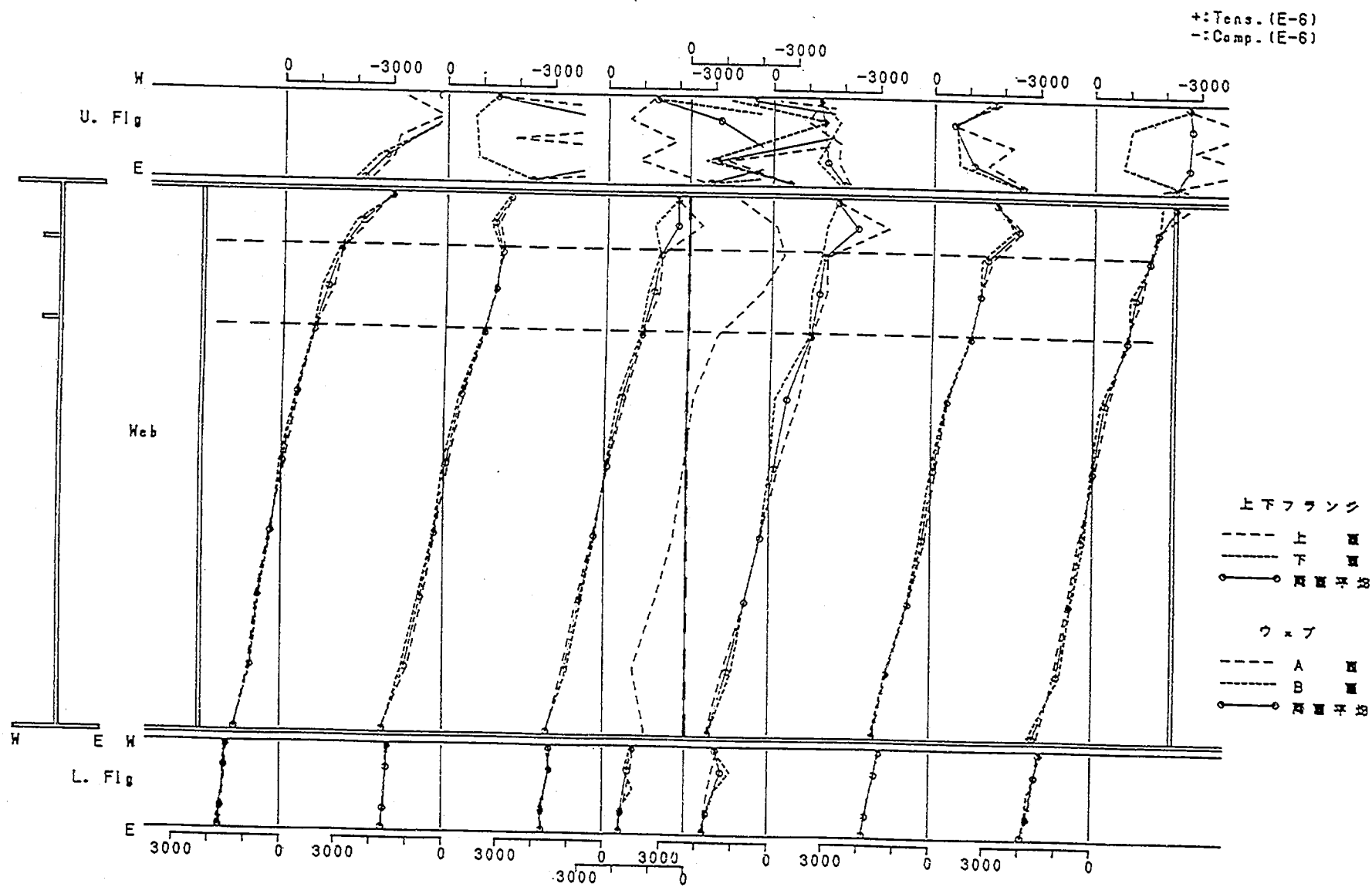


図-2.5.3(4) B-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=113.3t$, $0.90P_{ust}$)

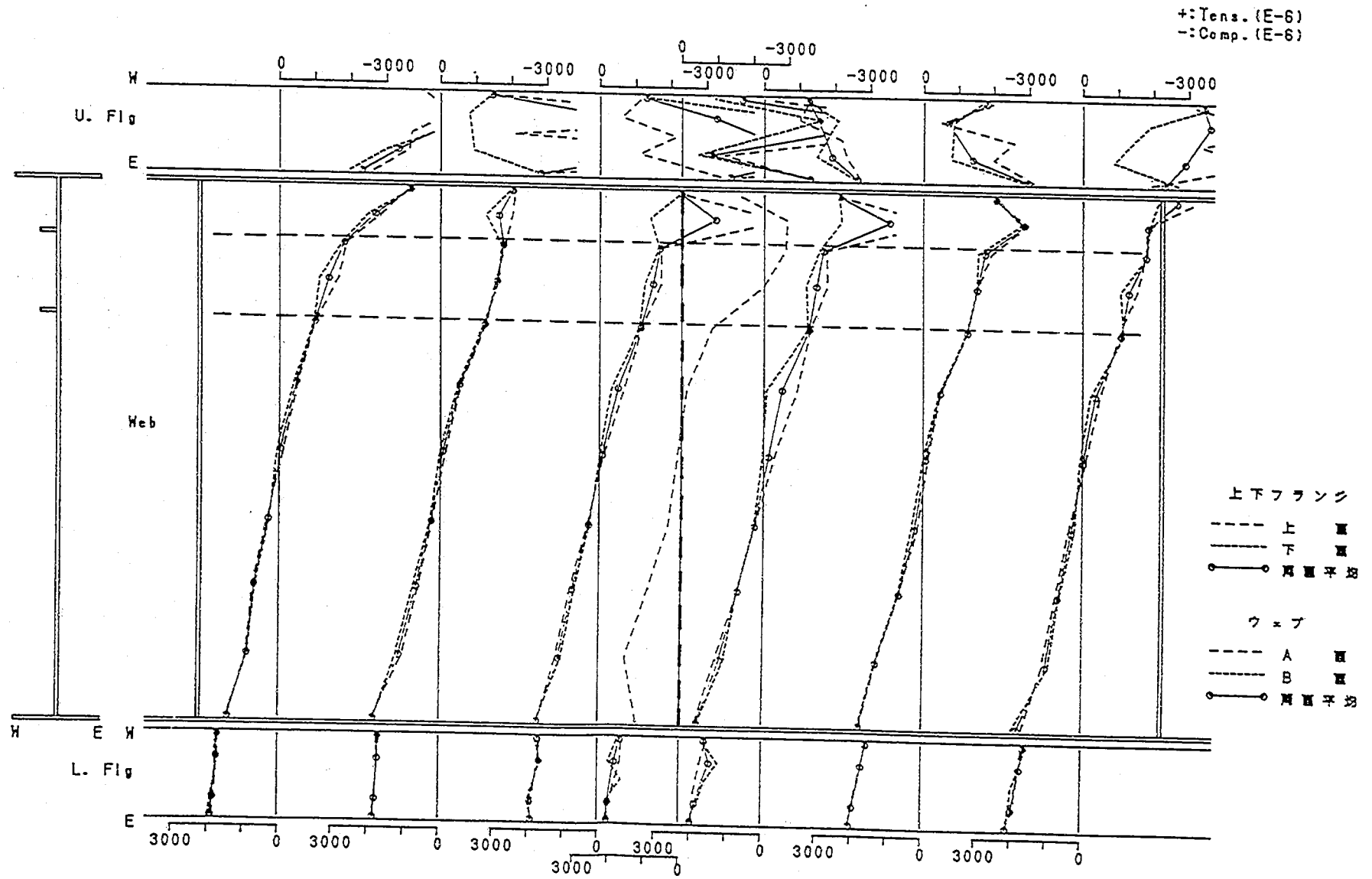


図-2.5.3(5) B-23 供試体の曲げびずみ分布図 ($P=120.6t$, $0.96P_{ust}$)

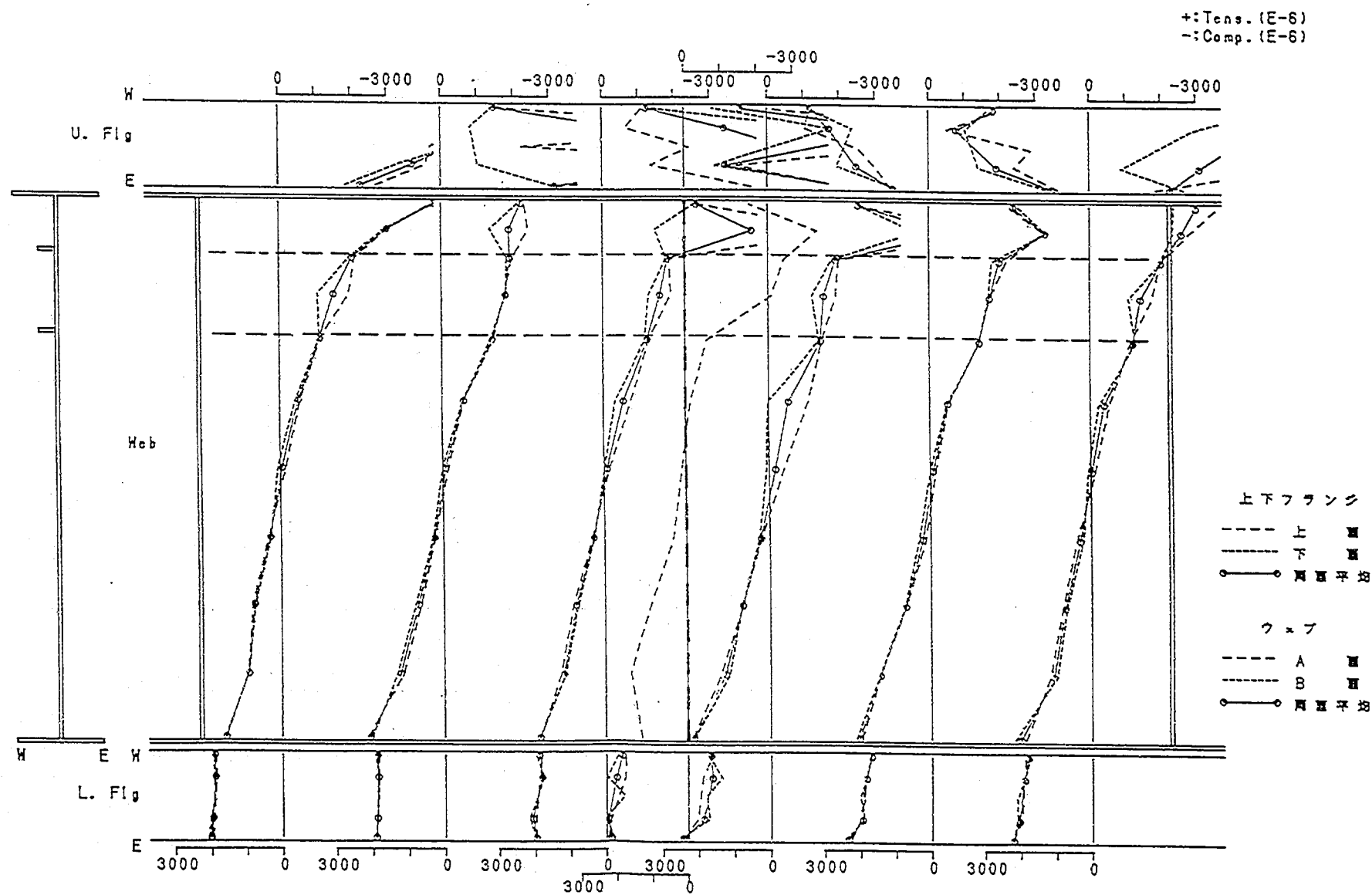
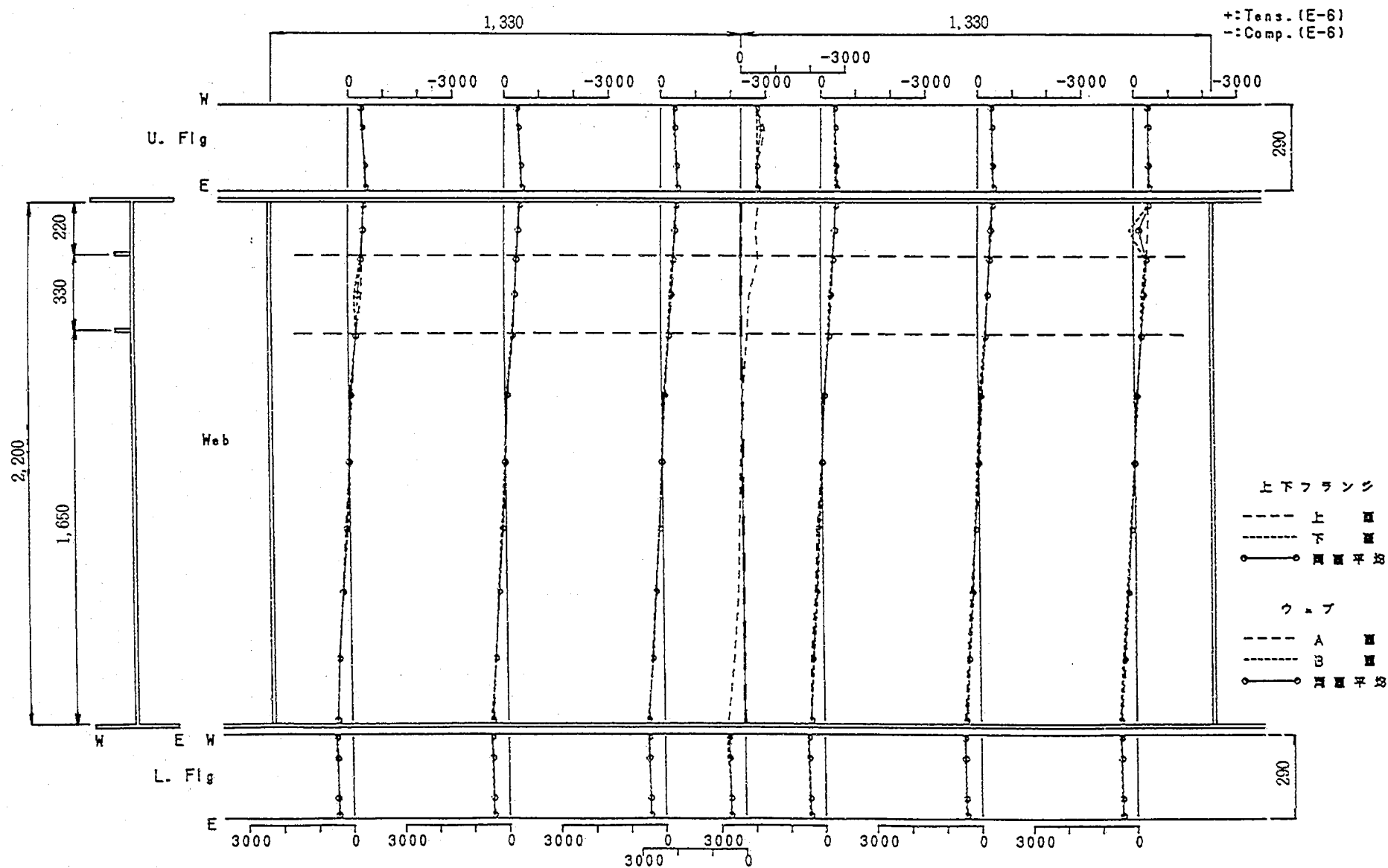


図-2.5.3(6) B-23 供試体の曲げひずみ分布図 (P=125.3t, Pust)



図—2.5.4(1) B-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=56.6t$, $0.39P_{ust}$)

図-2.5.4(2) B-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=86.4t$, $0.59P_{ust}$)

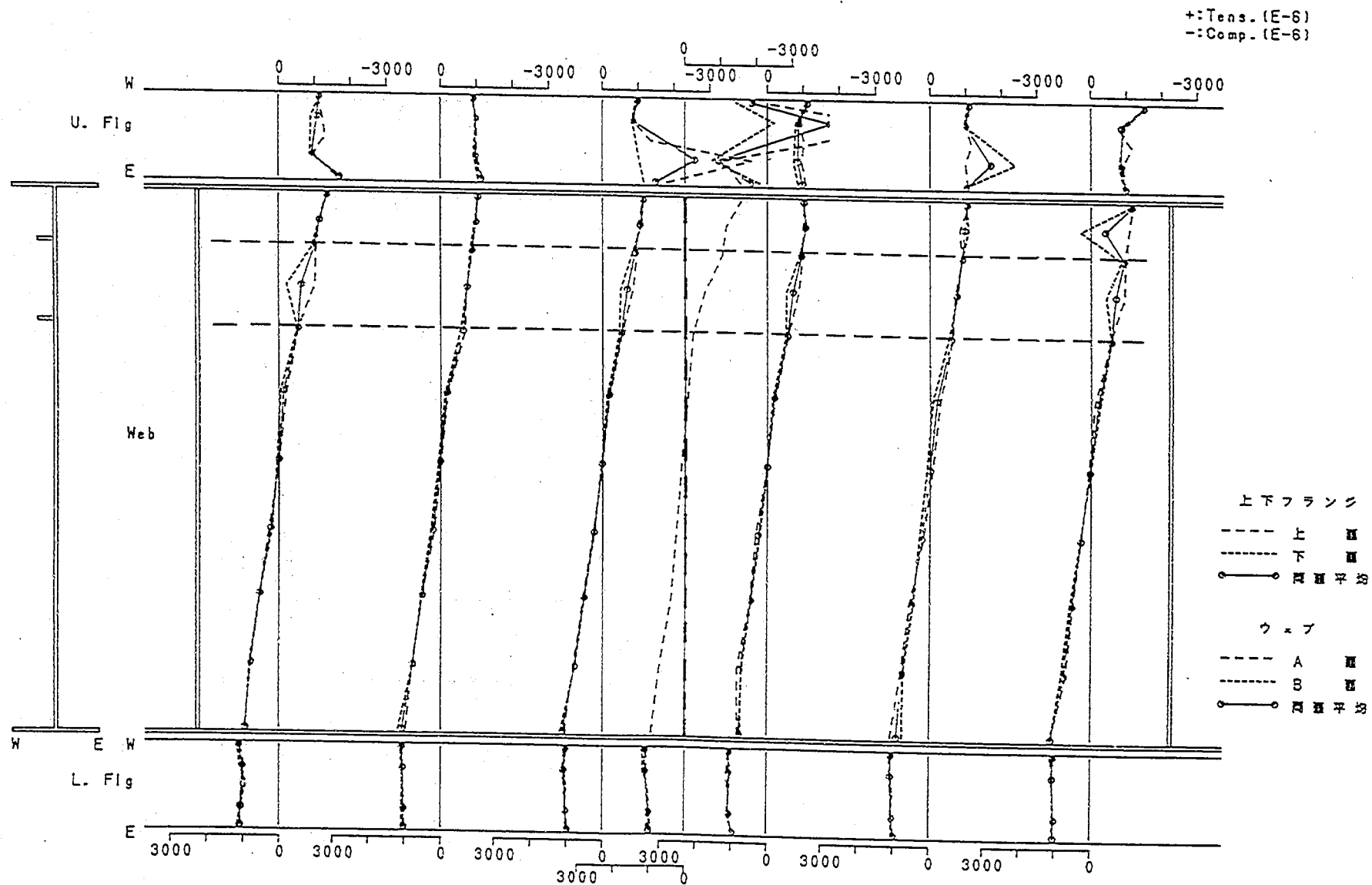


図-2.5.4(3) B-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=121.0t, 0.83P_{ust})

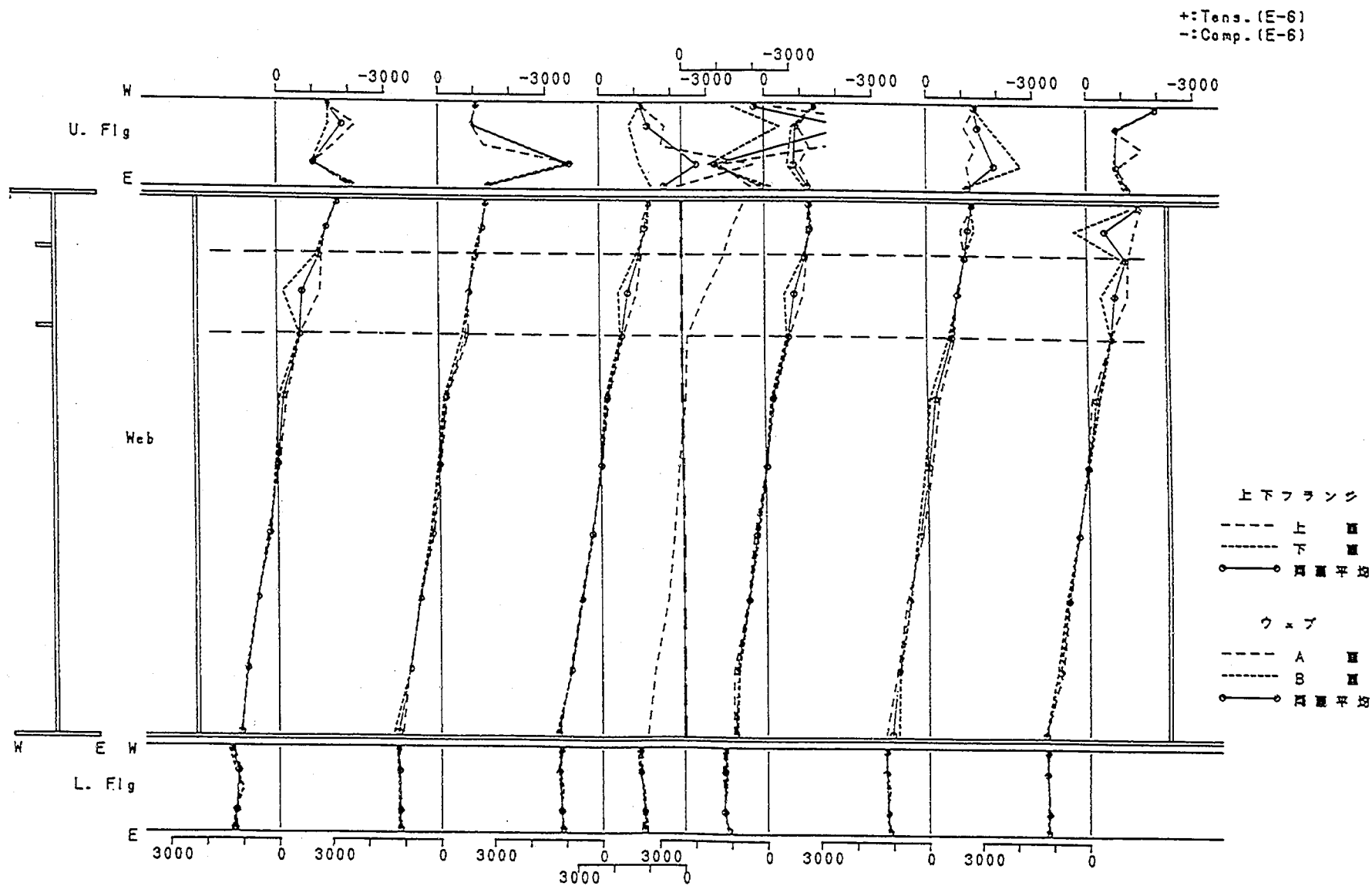
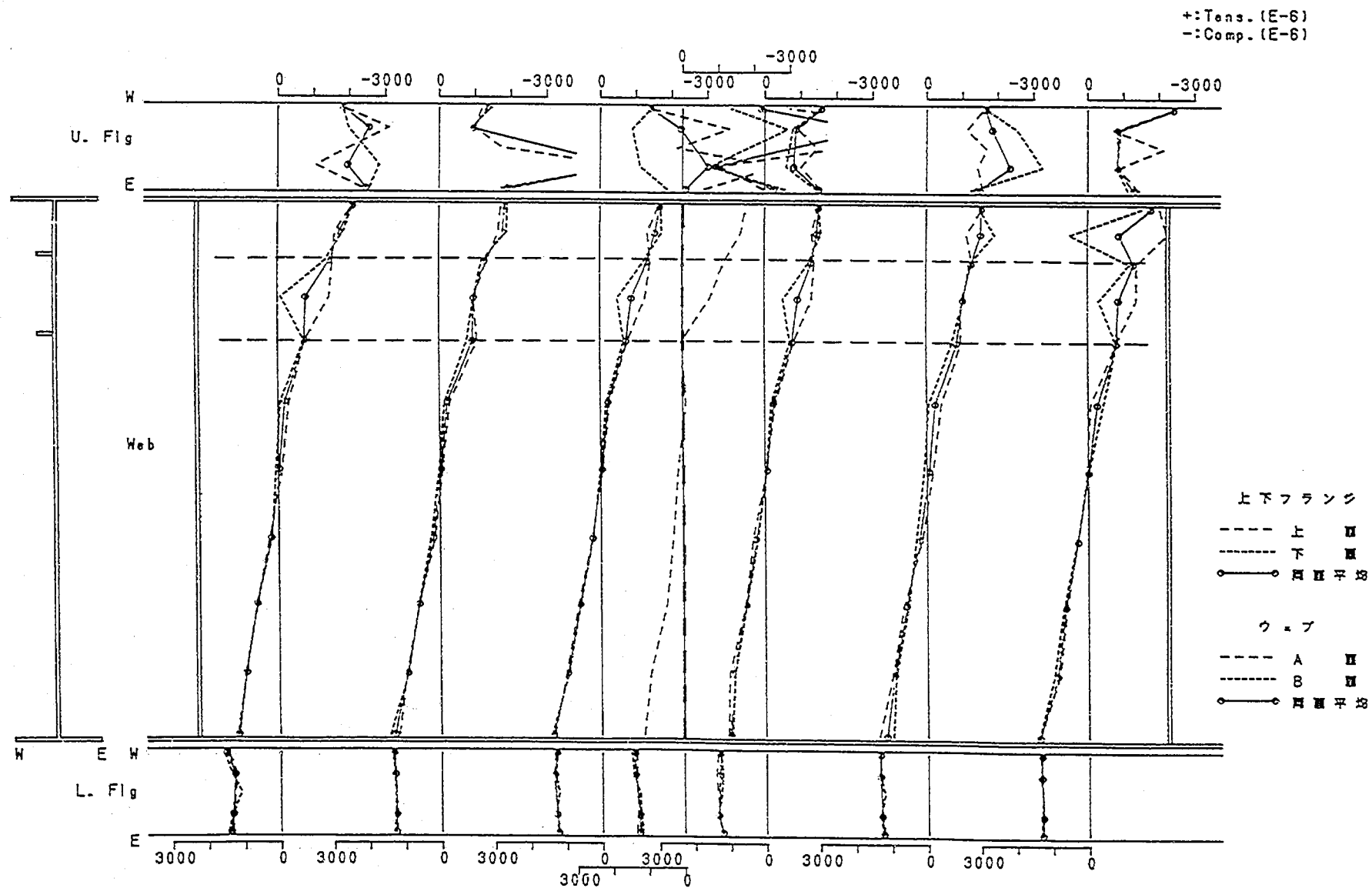


図-2.5.4(4) B-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=130.9t$, $0.90P_{ust}$)



図—2.5.4(6) B-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=145.6t, P_{ust})

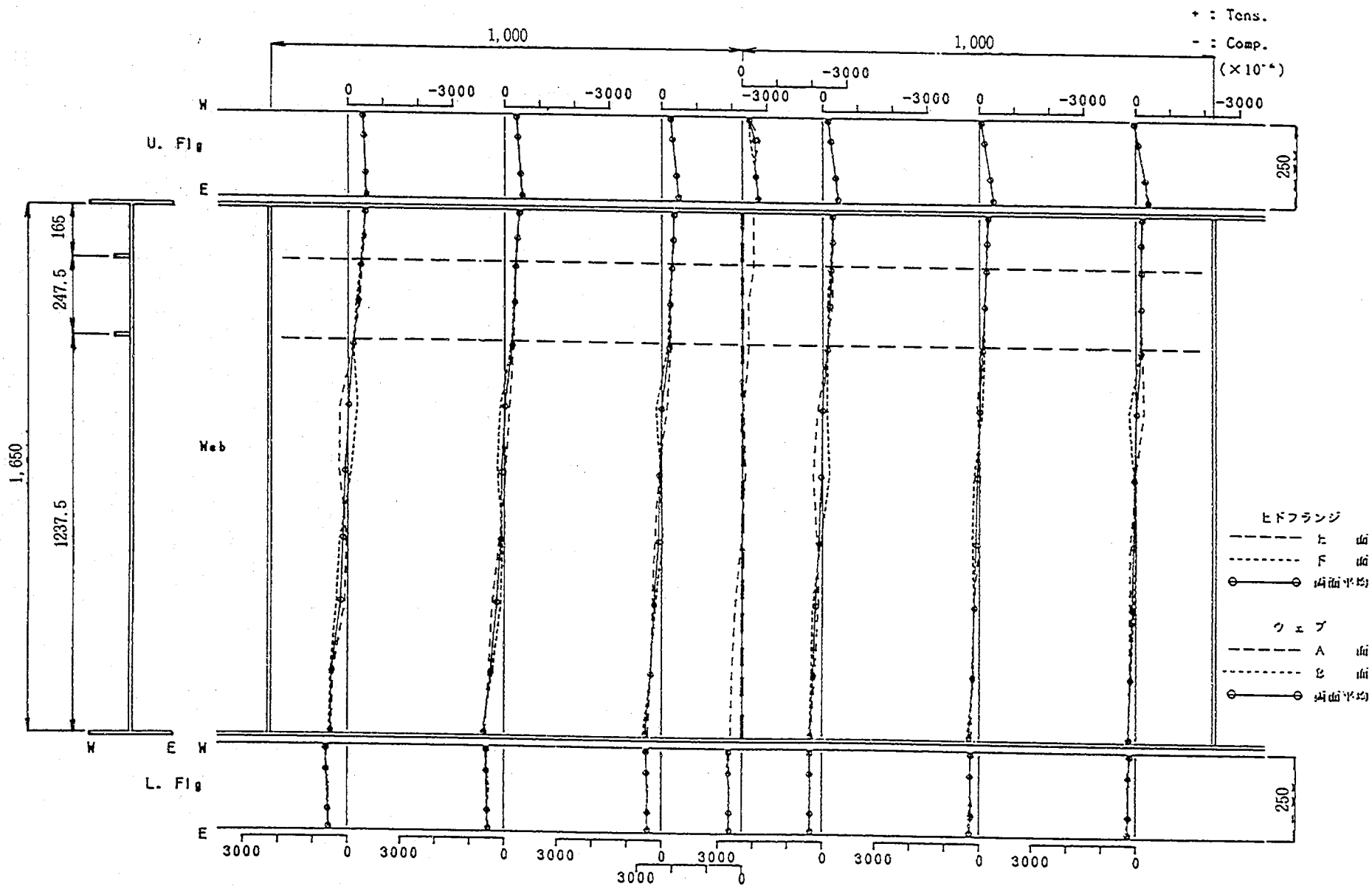


図-2.5.5(1) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 (P=59.1t, 0.42P_{ust})

図-2.5.5(2) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=88.9t$, $0.63P_{ust}$)

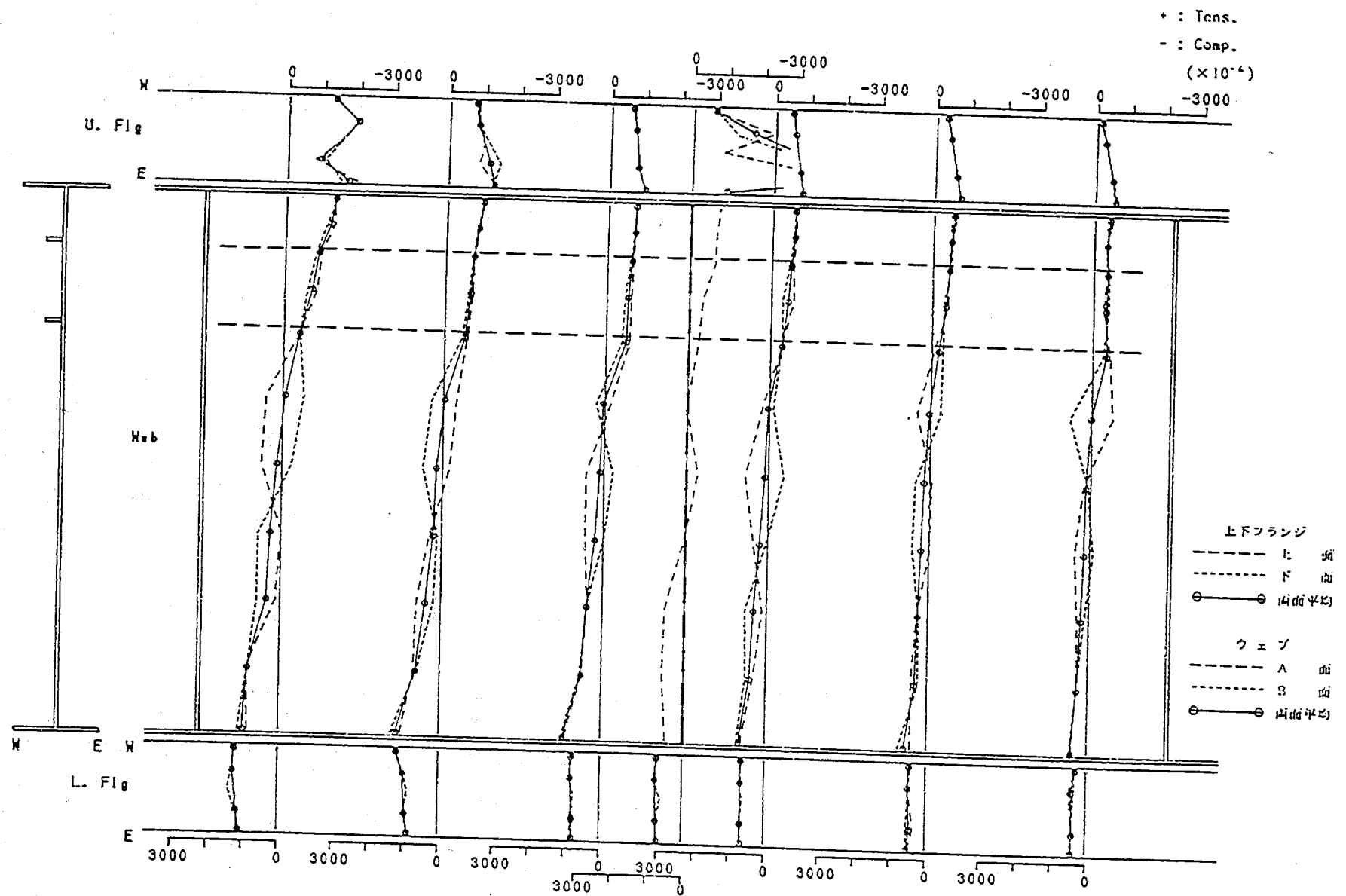


図-2.5.5(3) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=113.3t$, $0.80P_{ust}$)

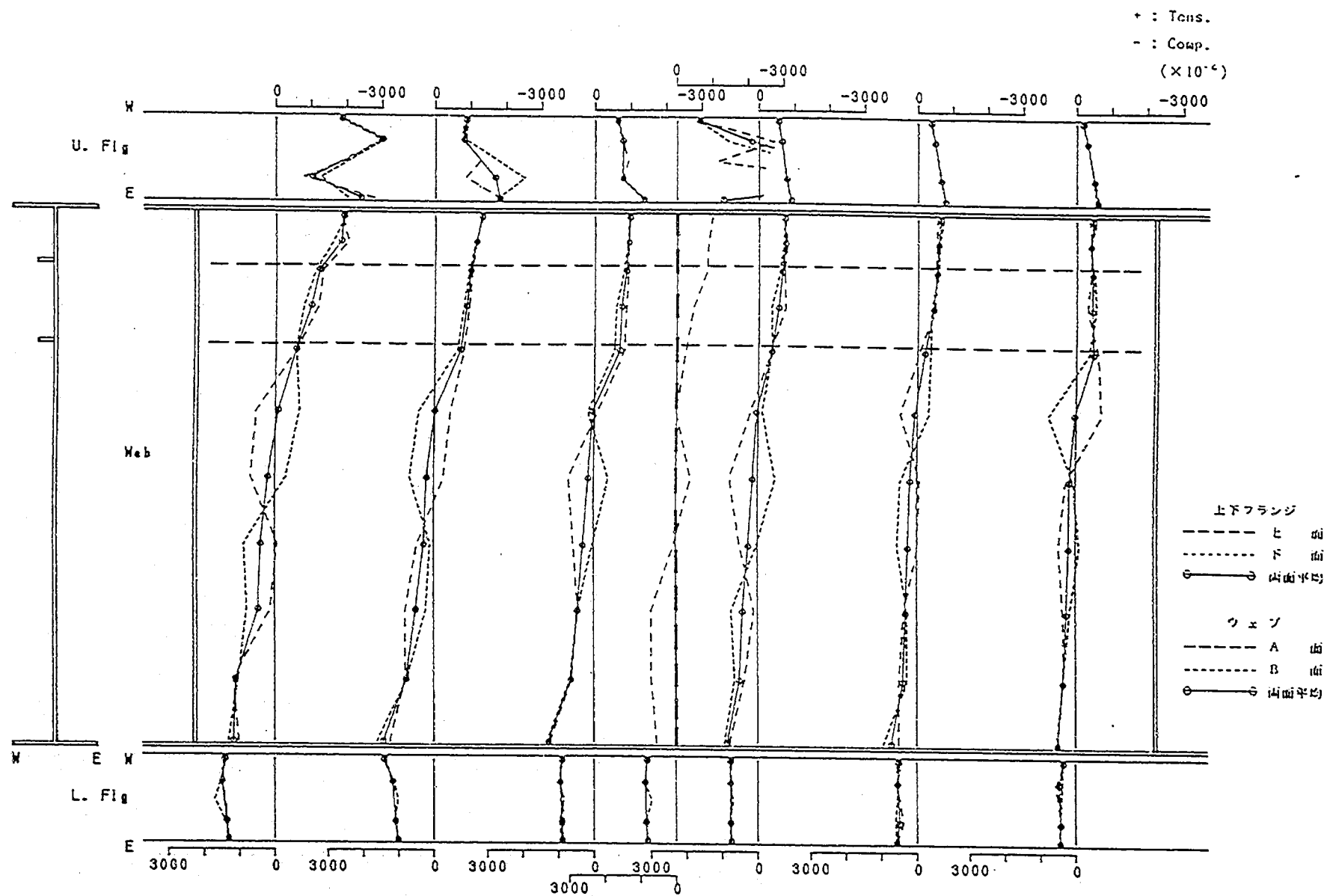


図-2.5.5(4) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 (P=127.9t, 0.90P_{ust})

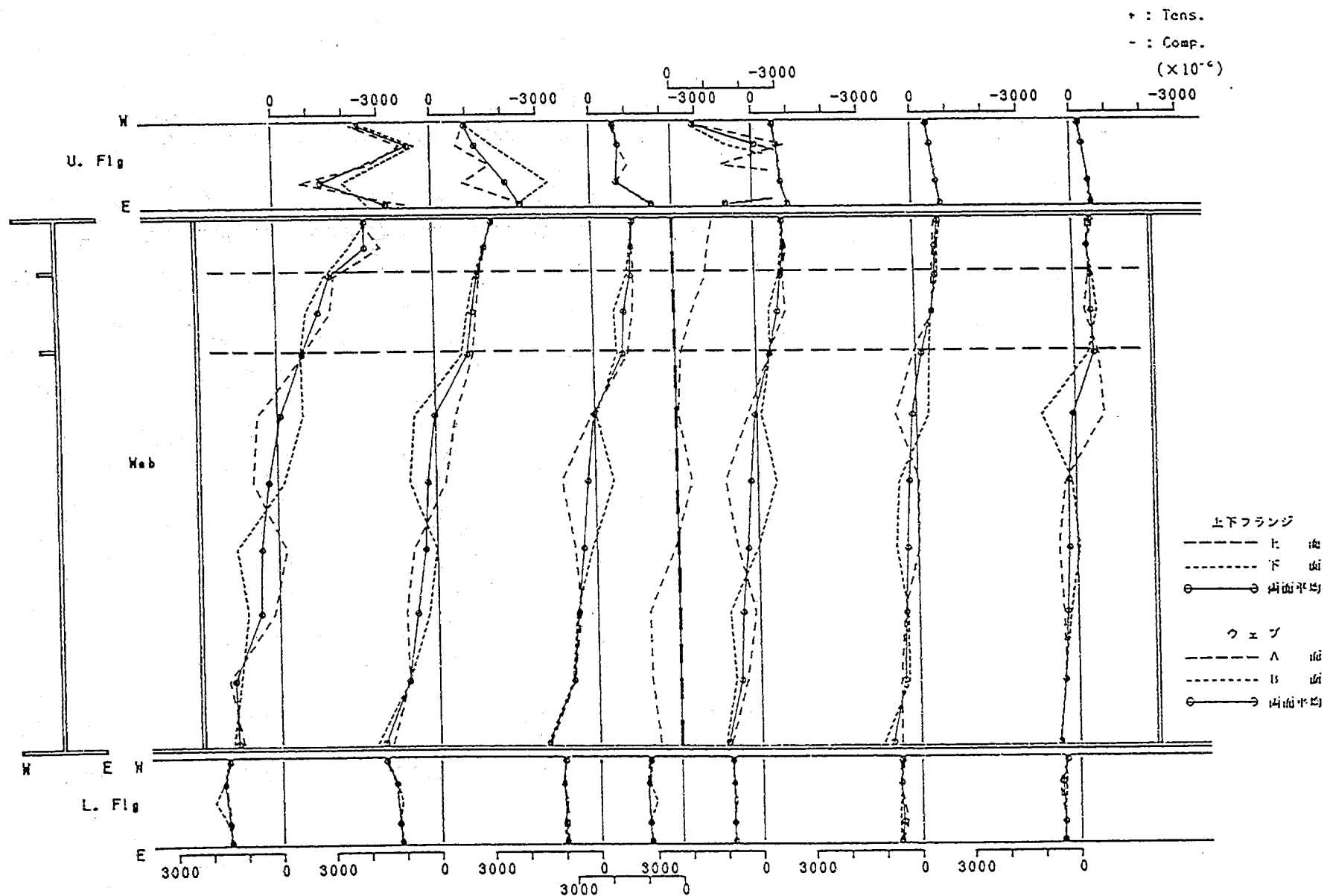


図-2.5.5(5) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=137.3t$, $0.97P_{ust}$)

図—2.5.5(6) C-21 供試体の曲げひずみ分布図 (P=142.1t, P_{ust})

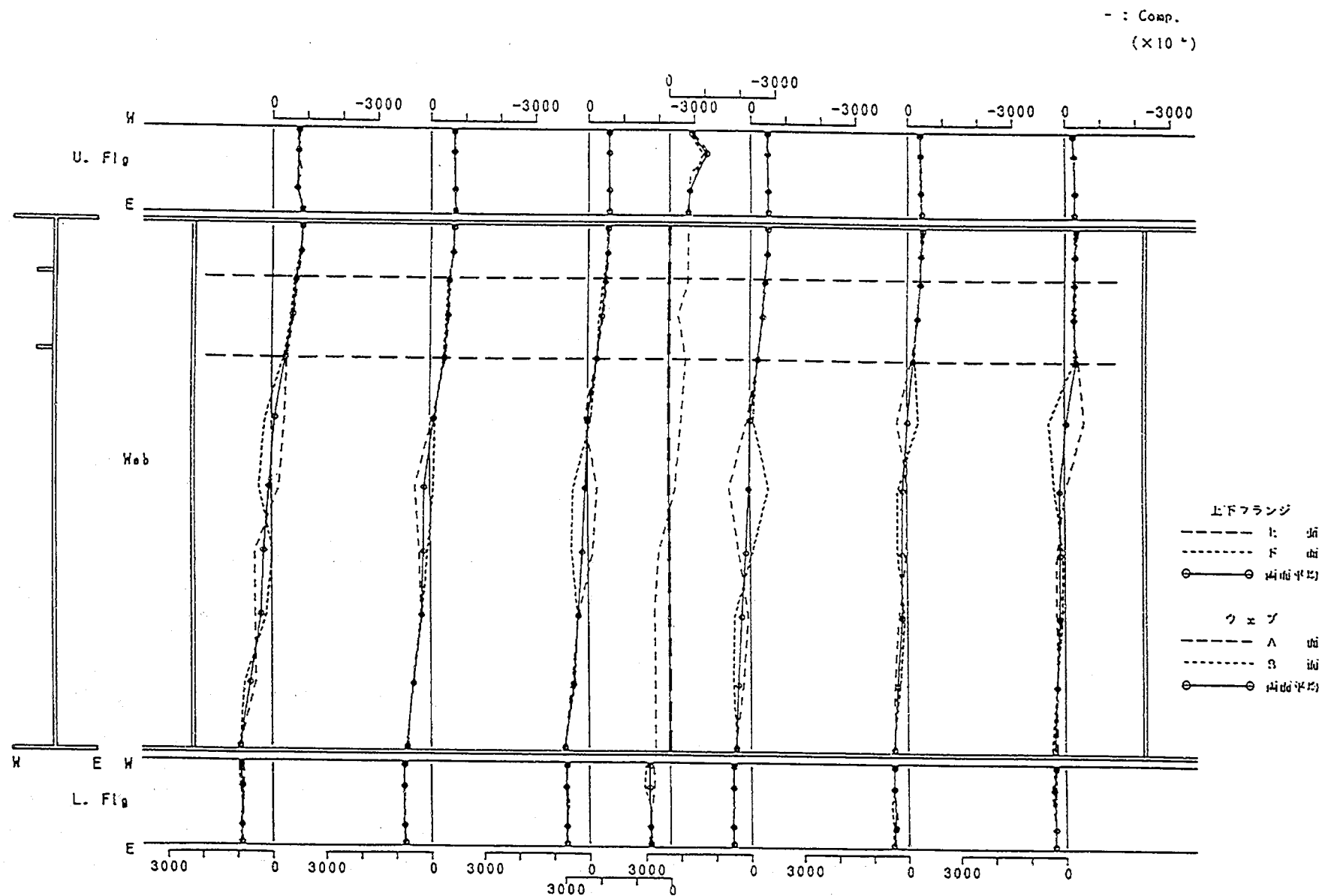
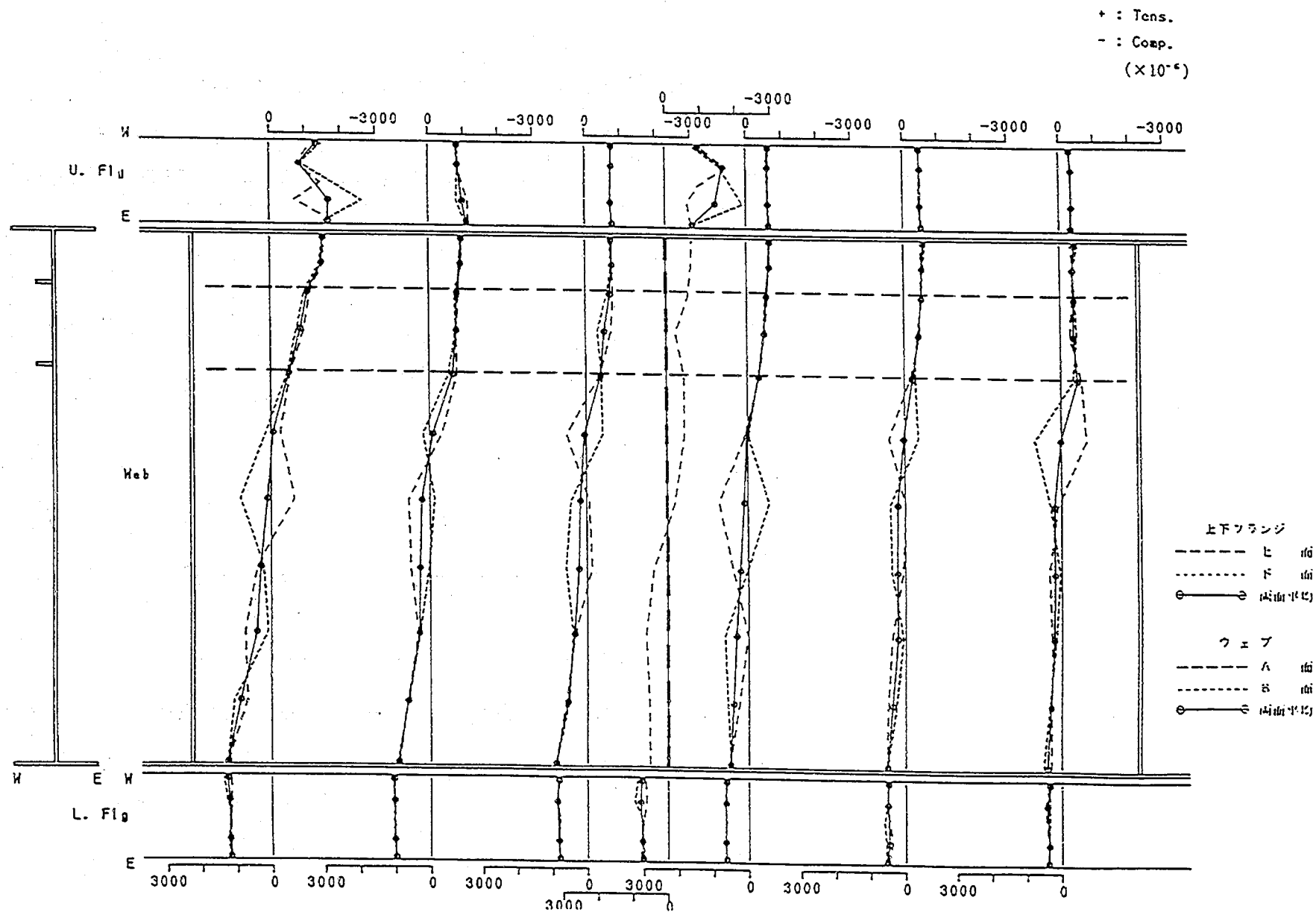
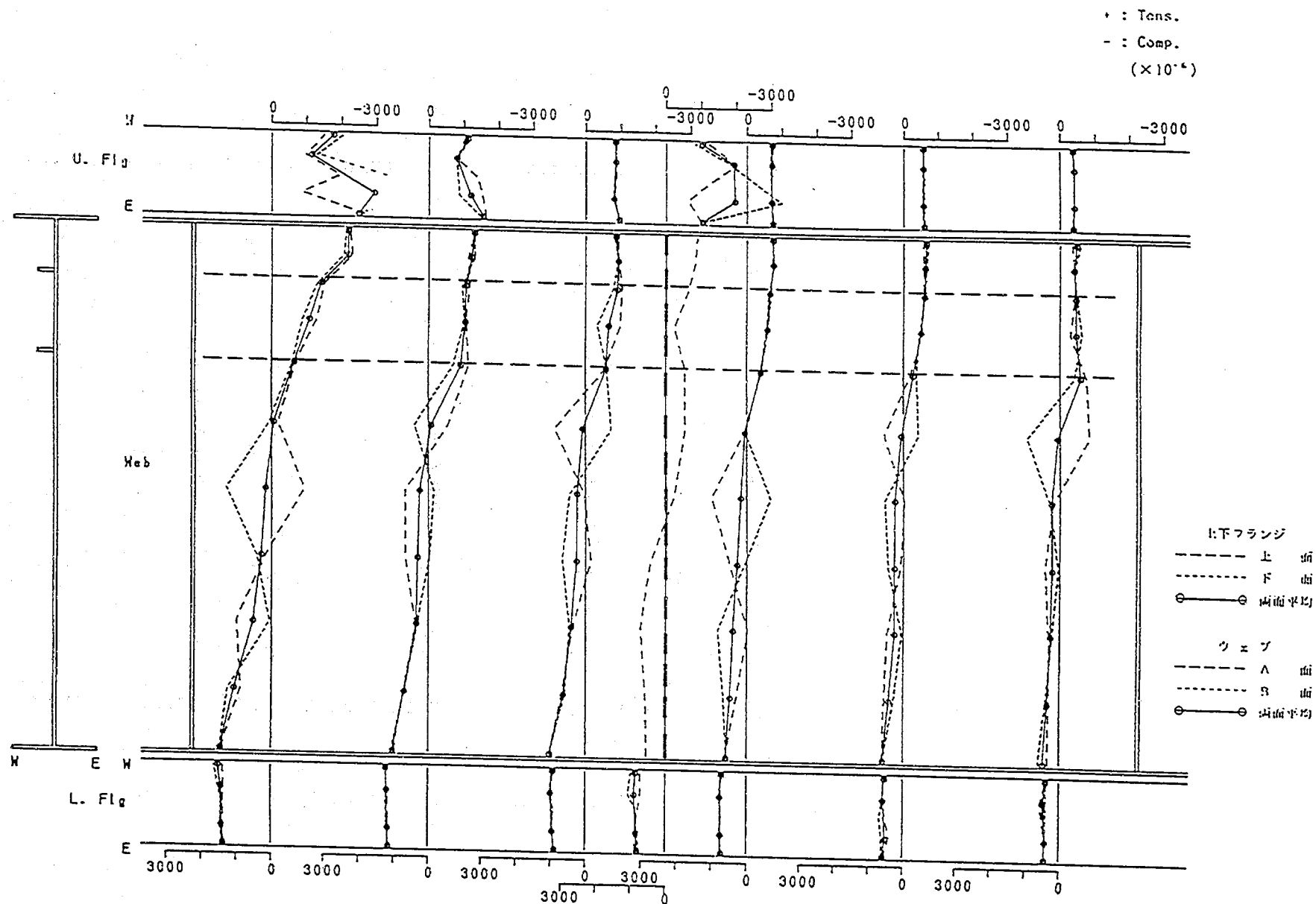
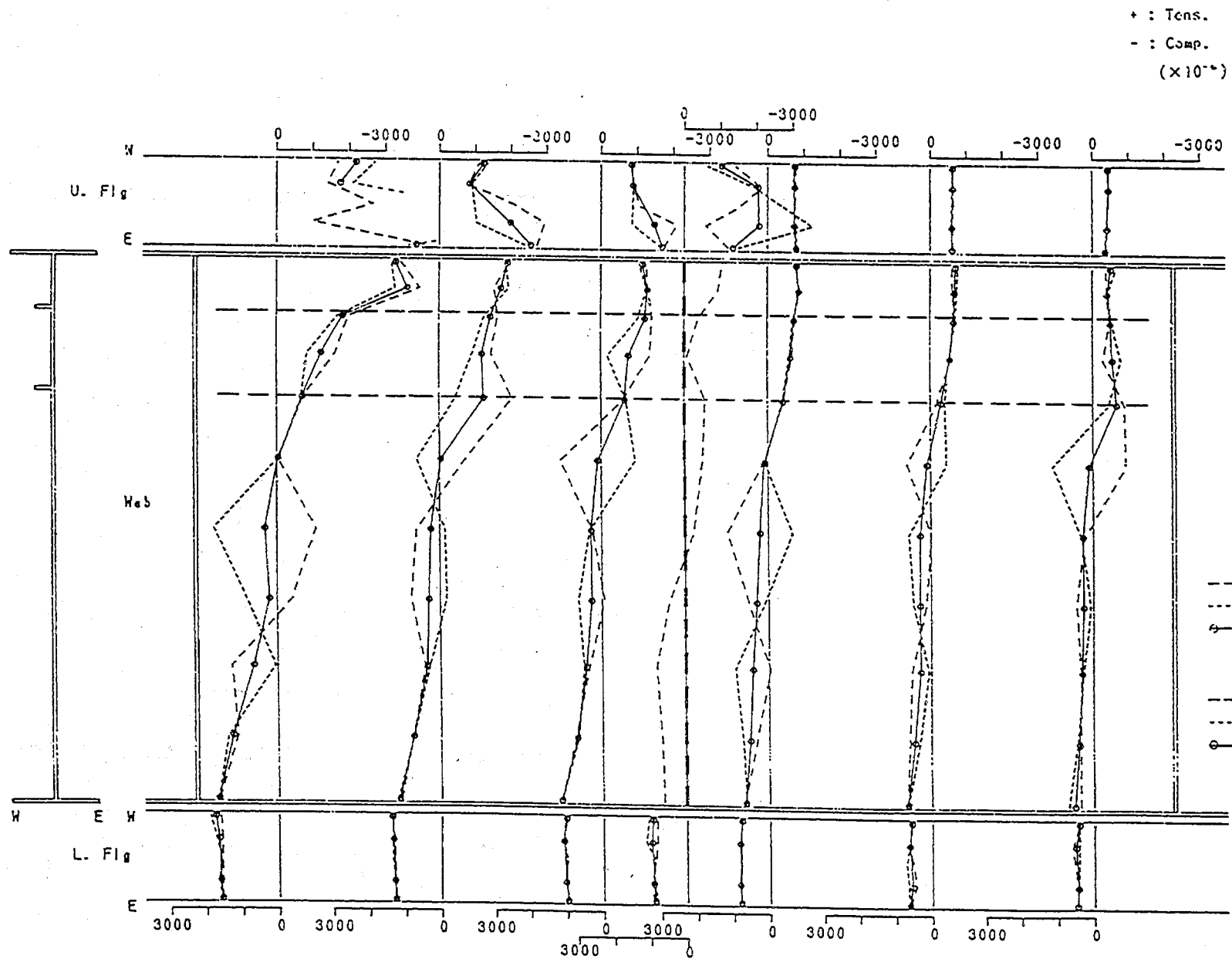


図-2.5.6(2) C-22 供試体の曲げひずみ分布図 (P=88.9t, 0.62P_{ust})



図—2.5.6(3) C-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=113.7t$, $0.79P_{ust}$)





図—2.5.6(5) C-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=137.8t, 0.96P_{ust}$)

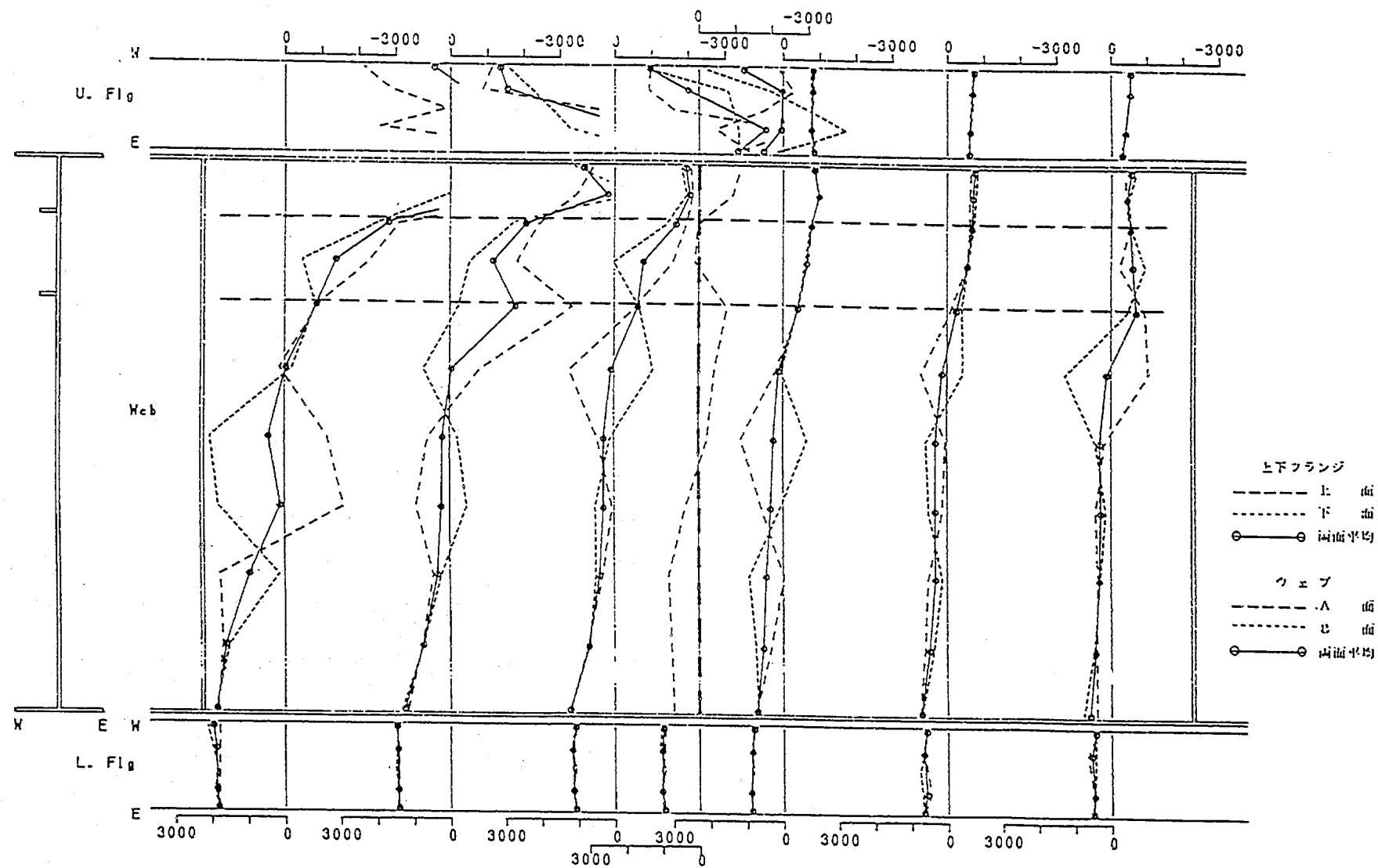


図-2.5.6(6) C-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=143.3t$, P_{ust})

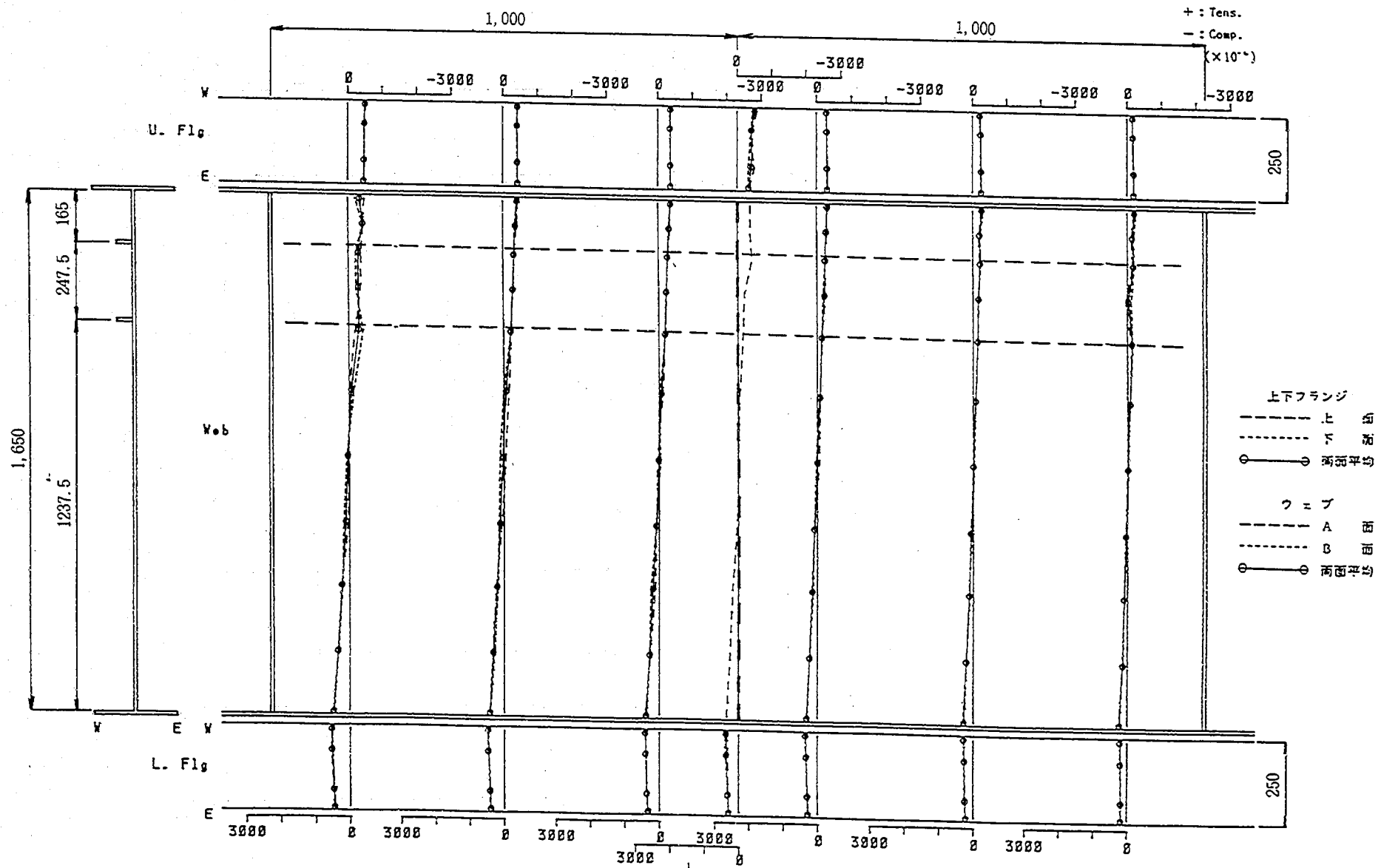


図-2.5.7(1) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.1t$, $0.39P_{ust}$)

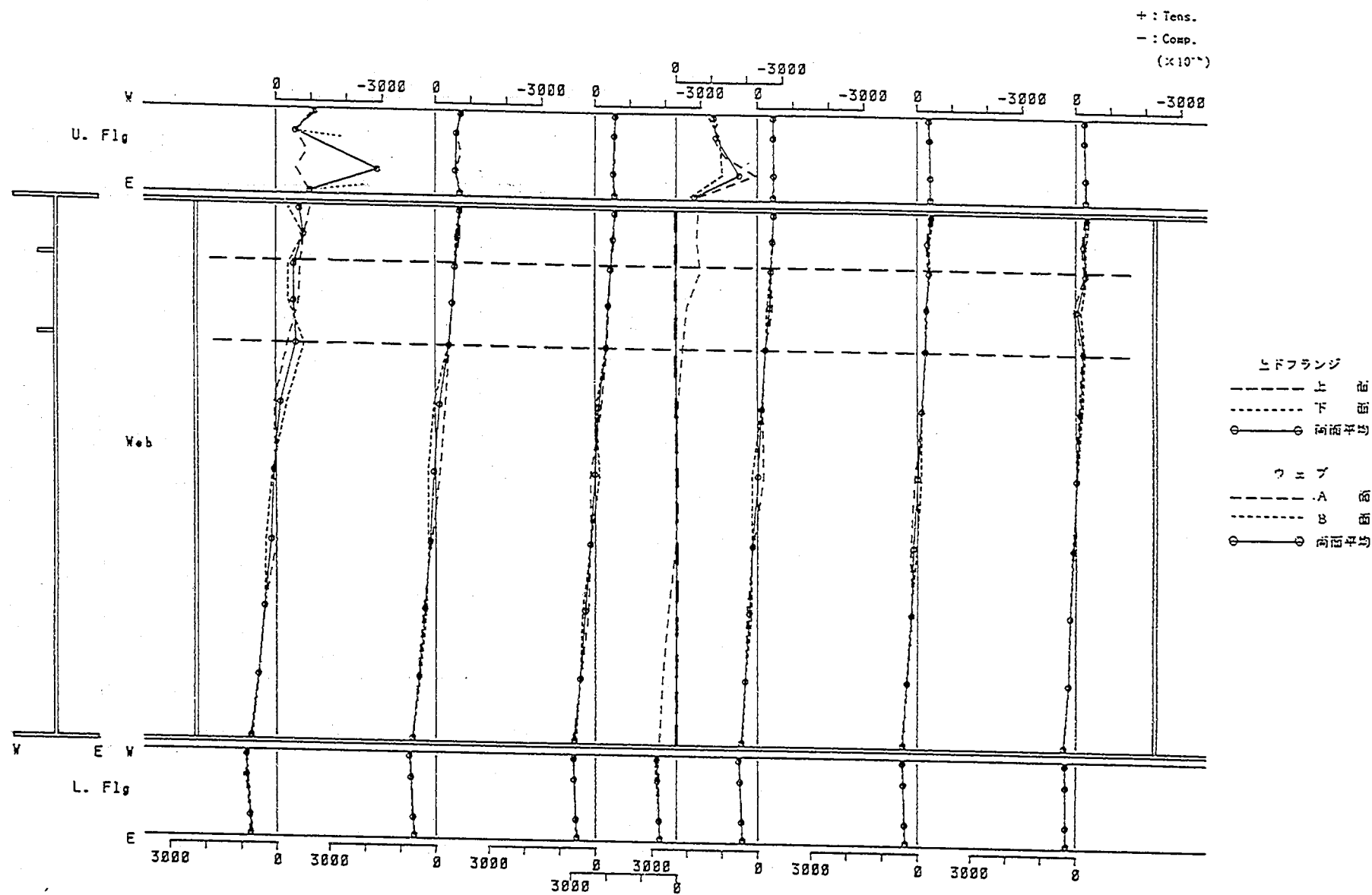


図-2.5.7(2) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=88.7t$, $0.58P_{ust}$)

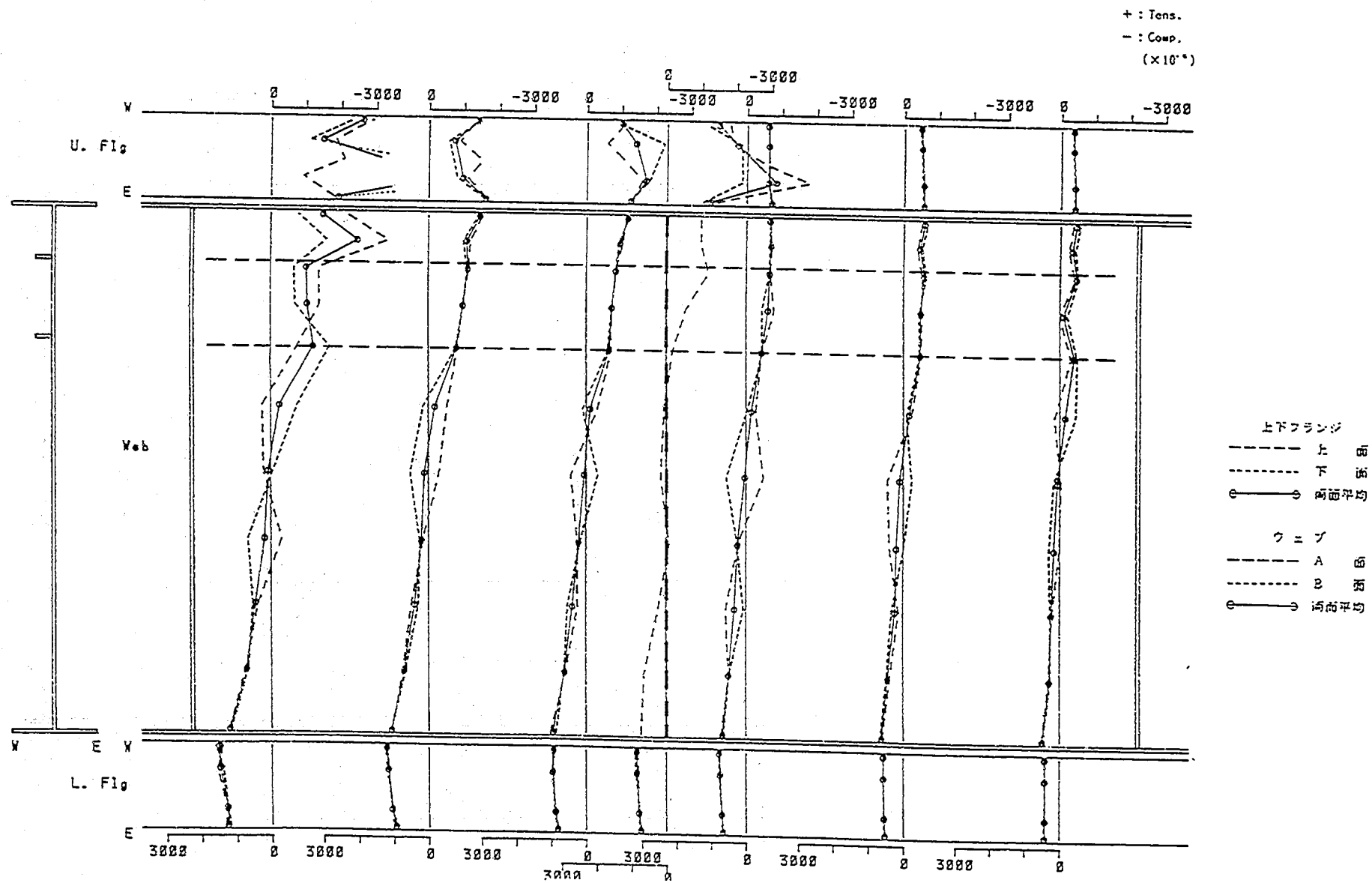


図-2.5.7(3) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=128.6t, 0.84P_{ust}$)

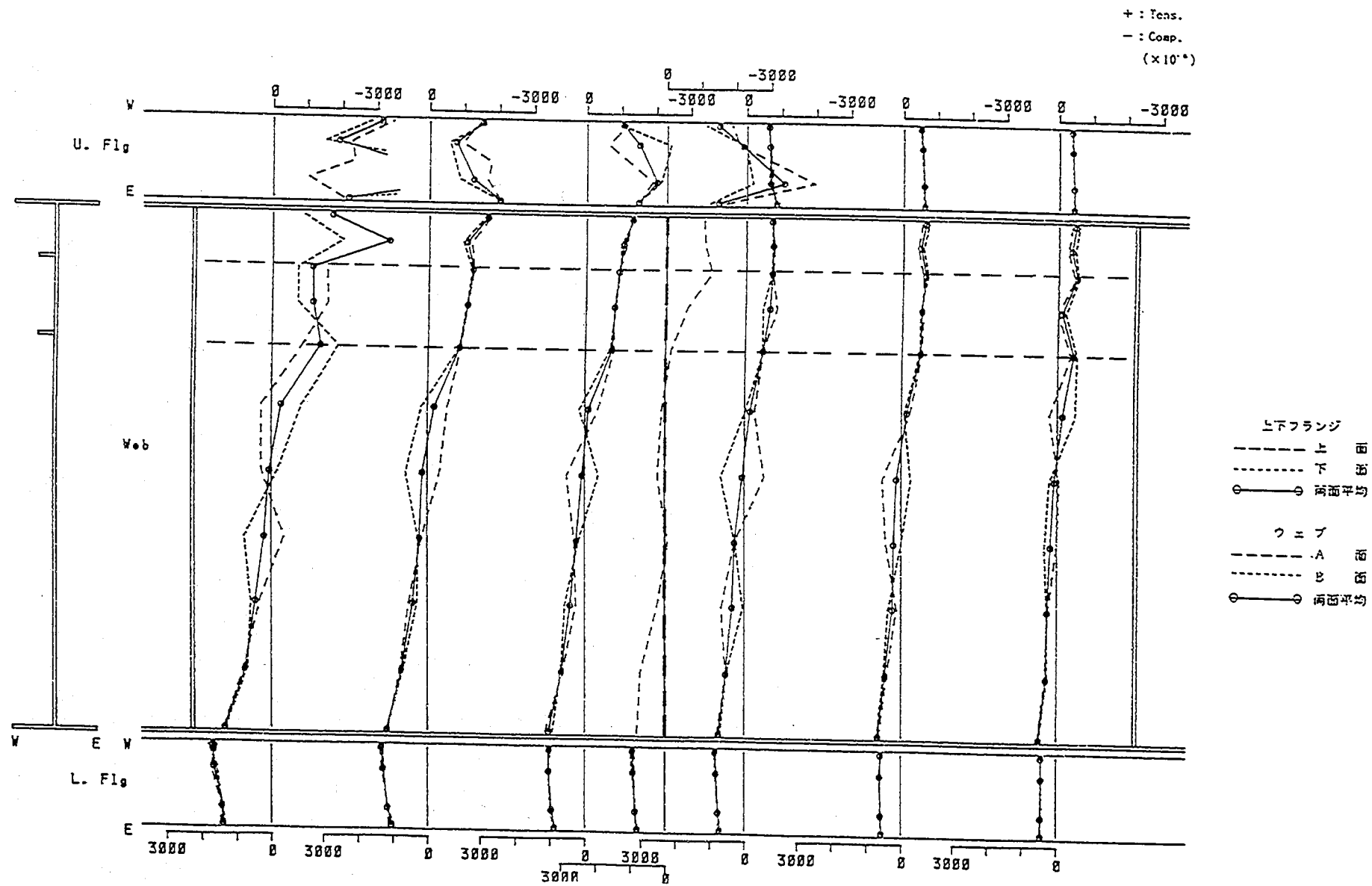


図-2.5.7(4) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=137.6t$, $0.90P_{ust}$)

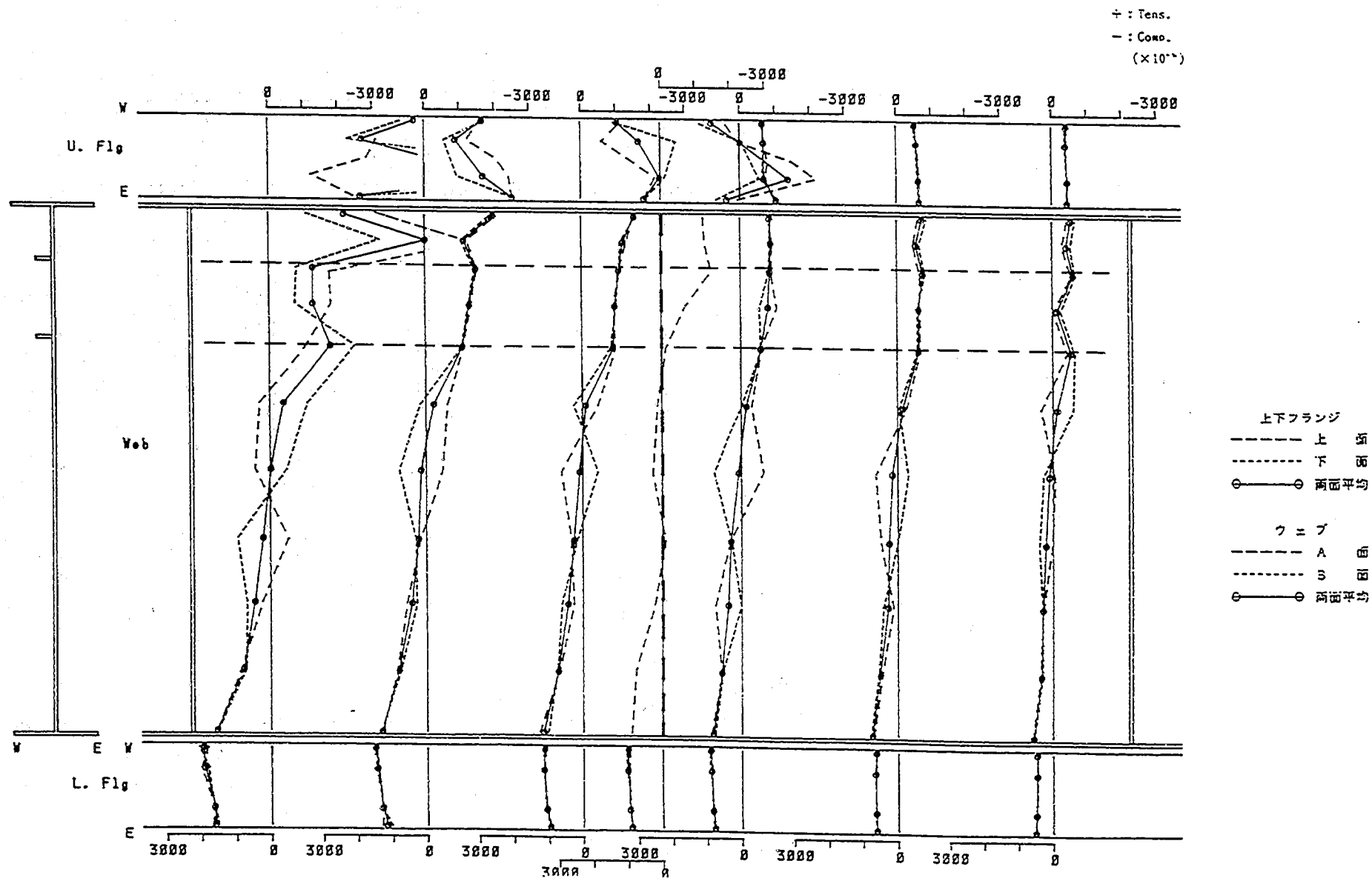


図-2.5.7(5) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=147.2t$, $0.96P_{ust}$)

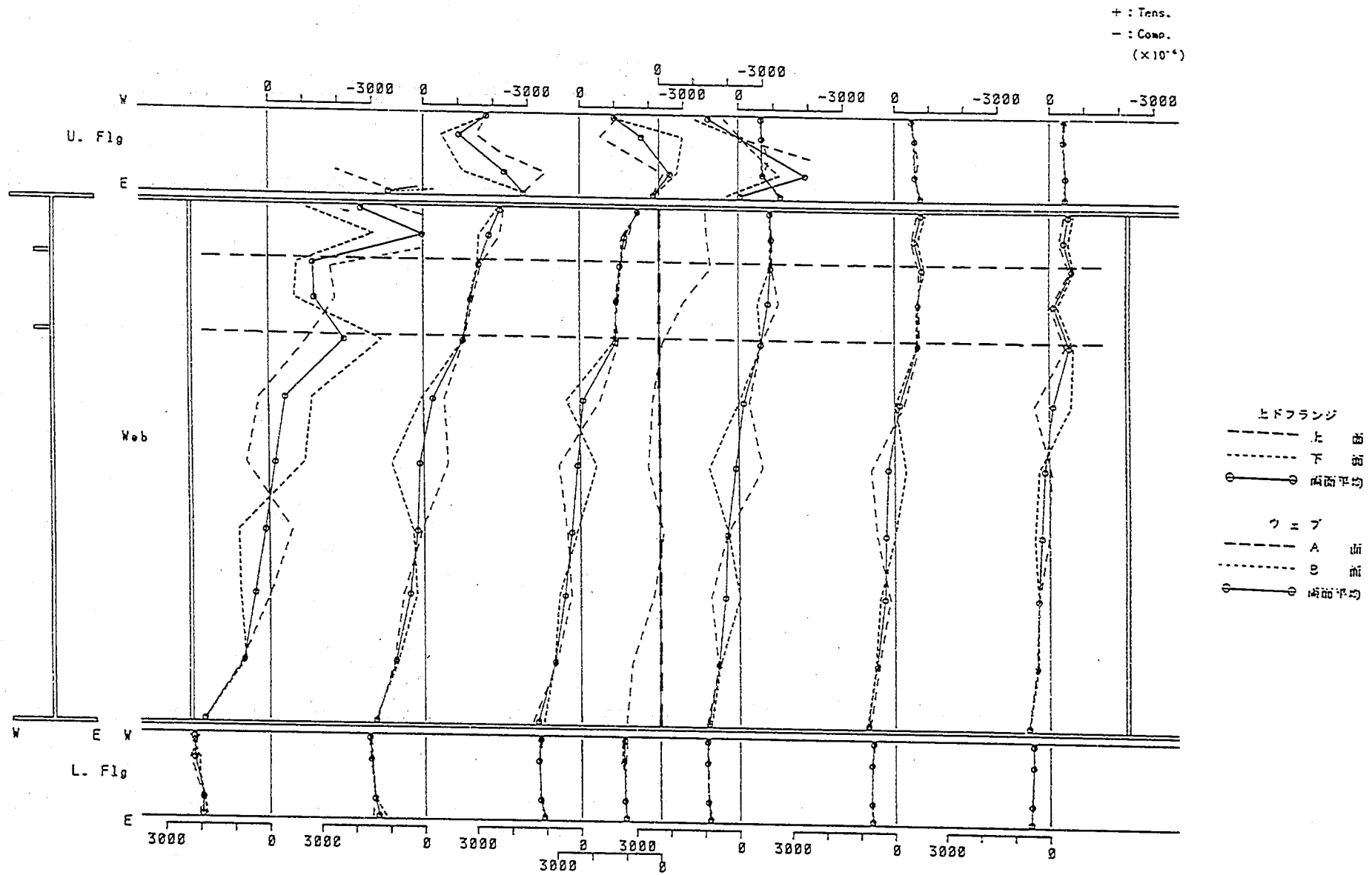


図-2.5.7(6) C-23 供試体の曲げひずみ分布図 (P=153.0t, P_{ust})

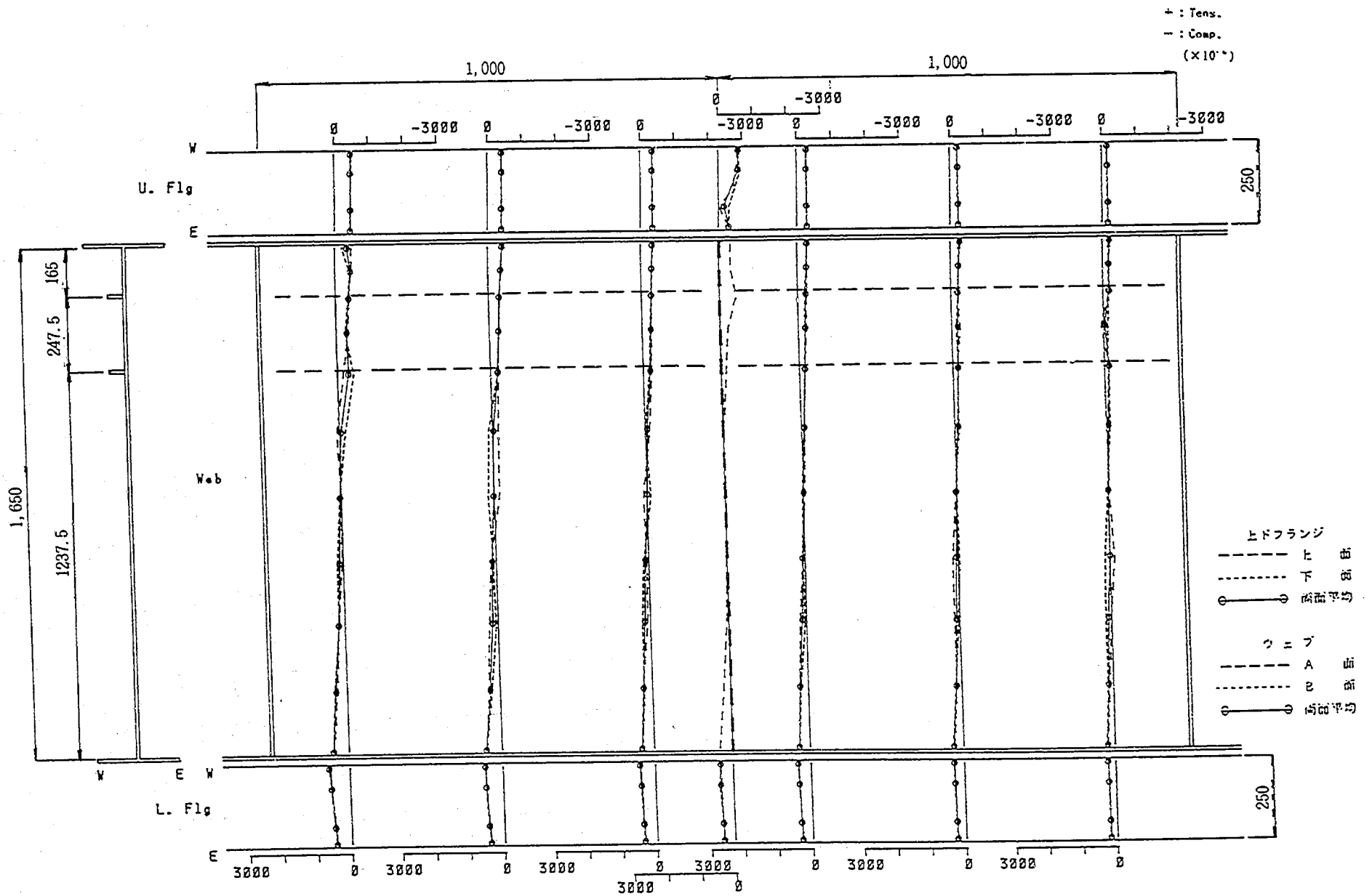


図-2.5.8(1) C-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P = 59.4t$, $0.38P_{ust}$)

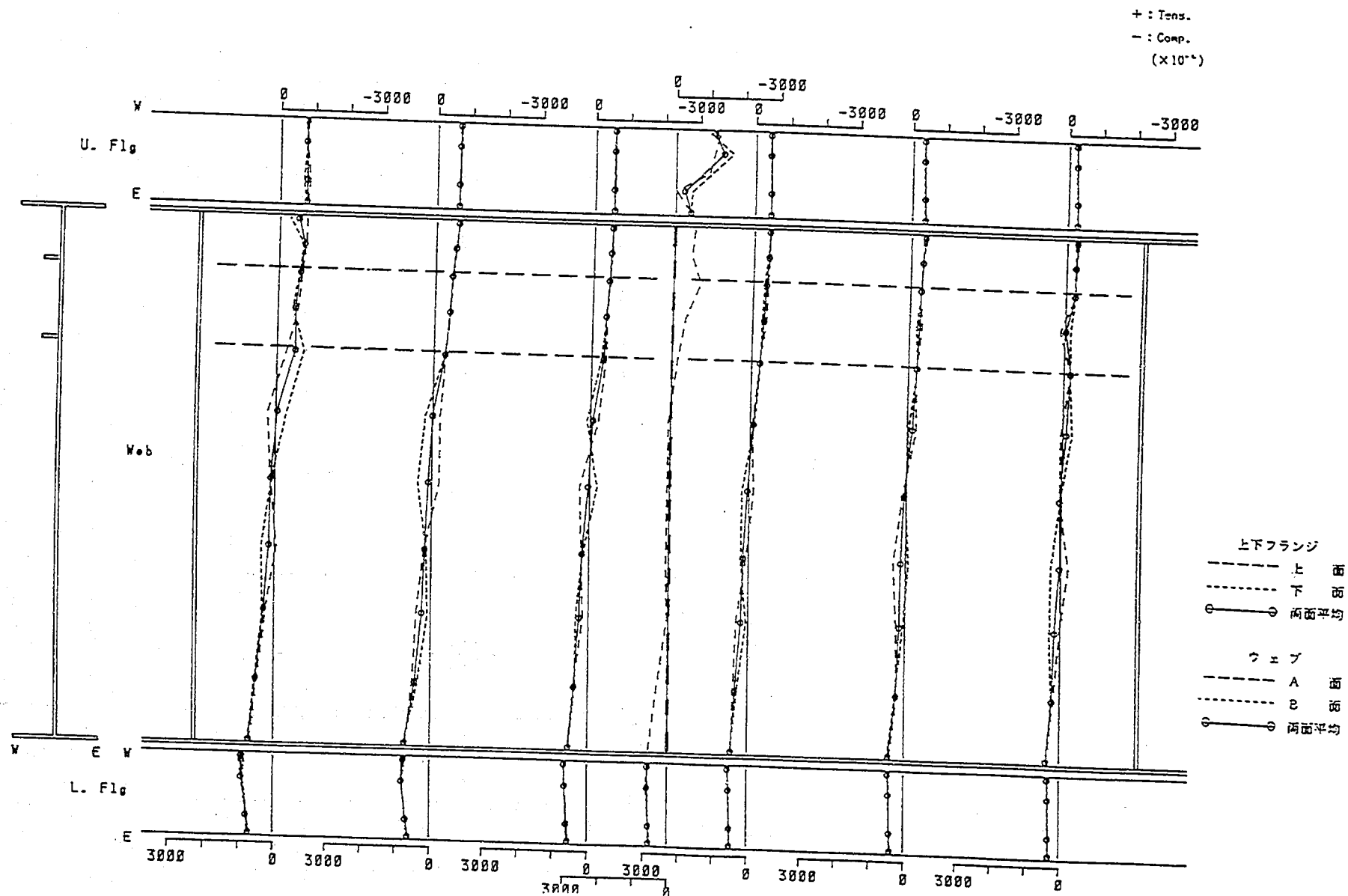


図-2.5.8(2) C-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=88.9t$, $0.57P_{ust}$)

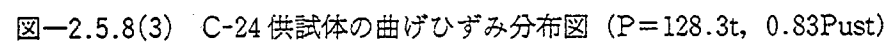
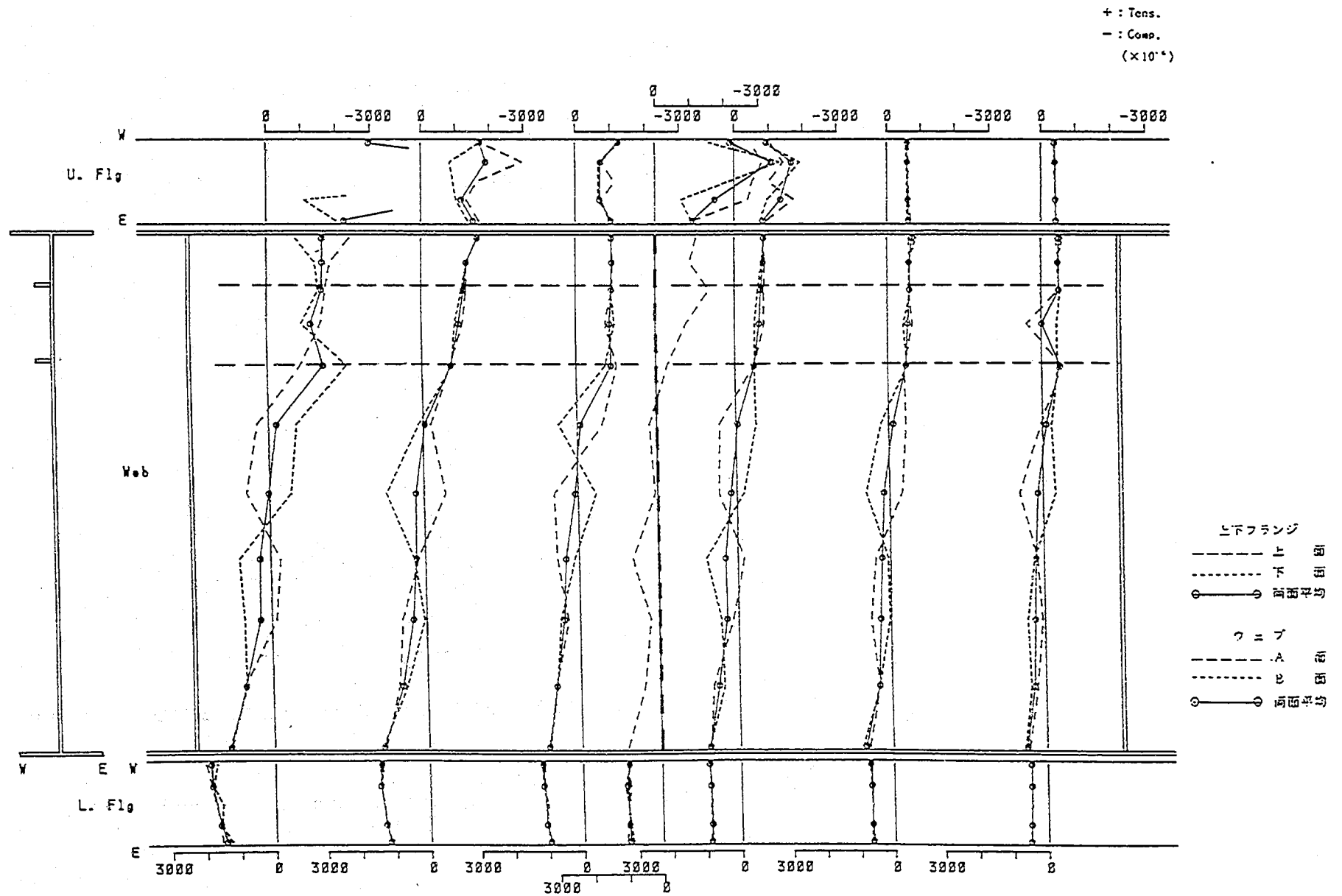


図-2.5.8(4) C-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=138.4t$, $0.89P_{ust}$)



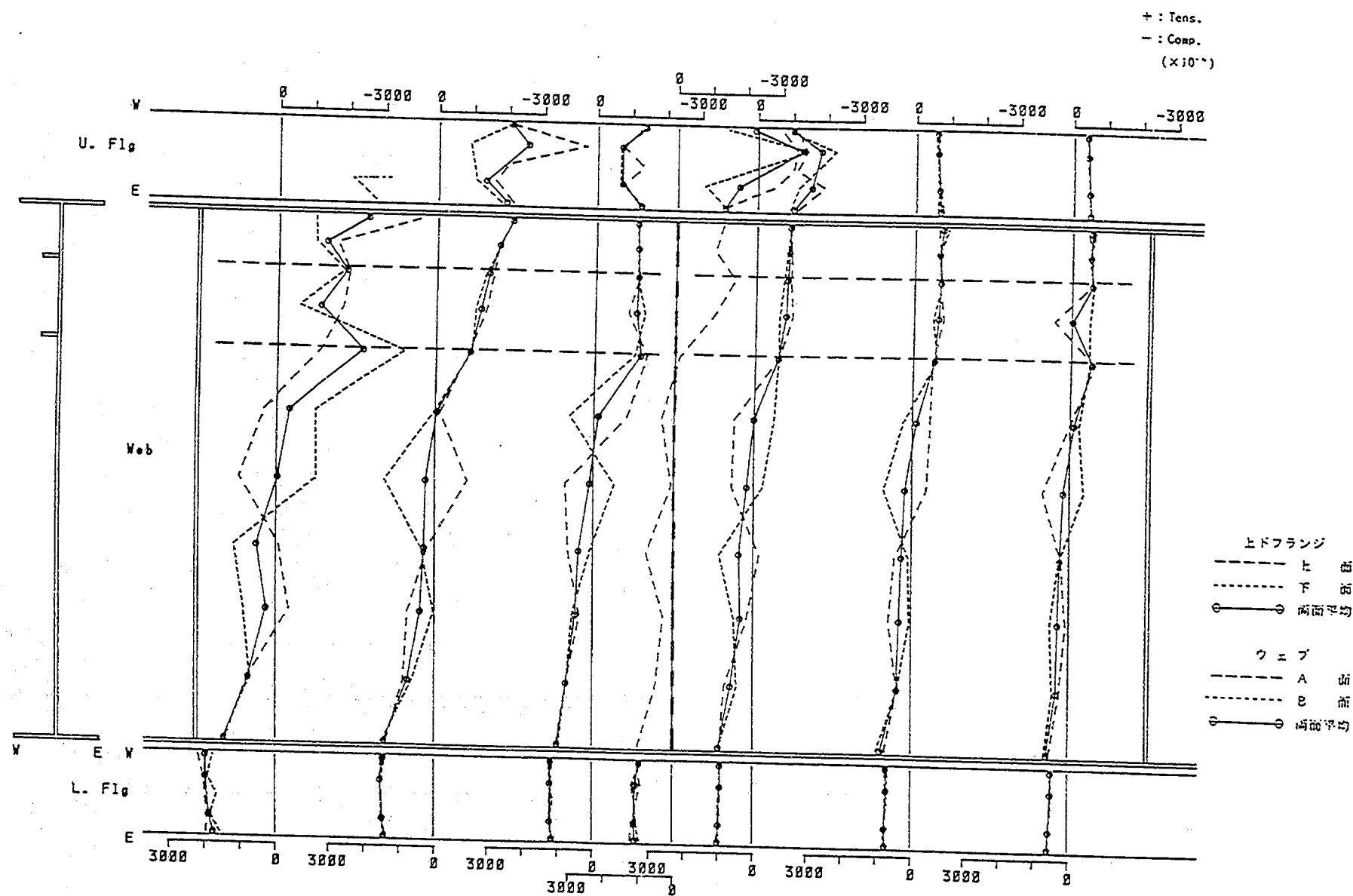


図-2.5.8(6) C-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=155.1t$, P_{ust})

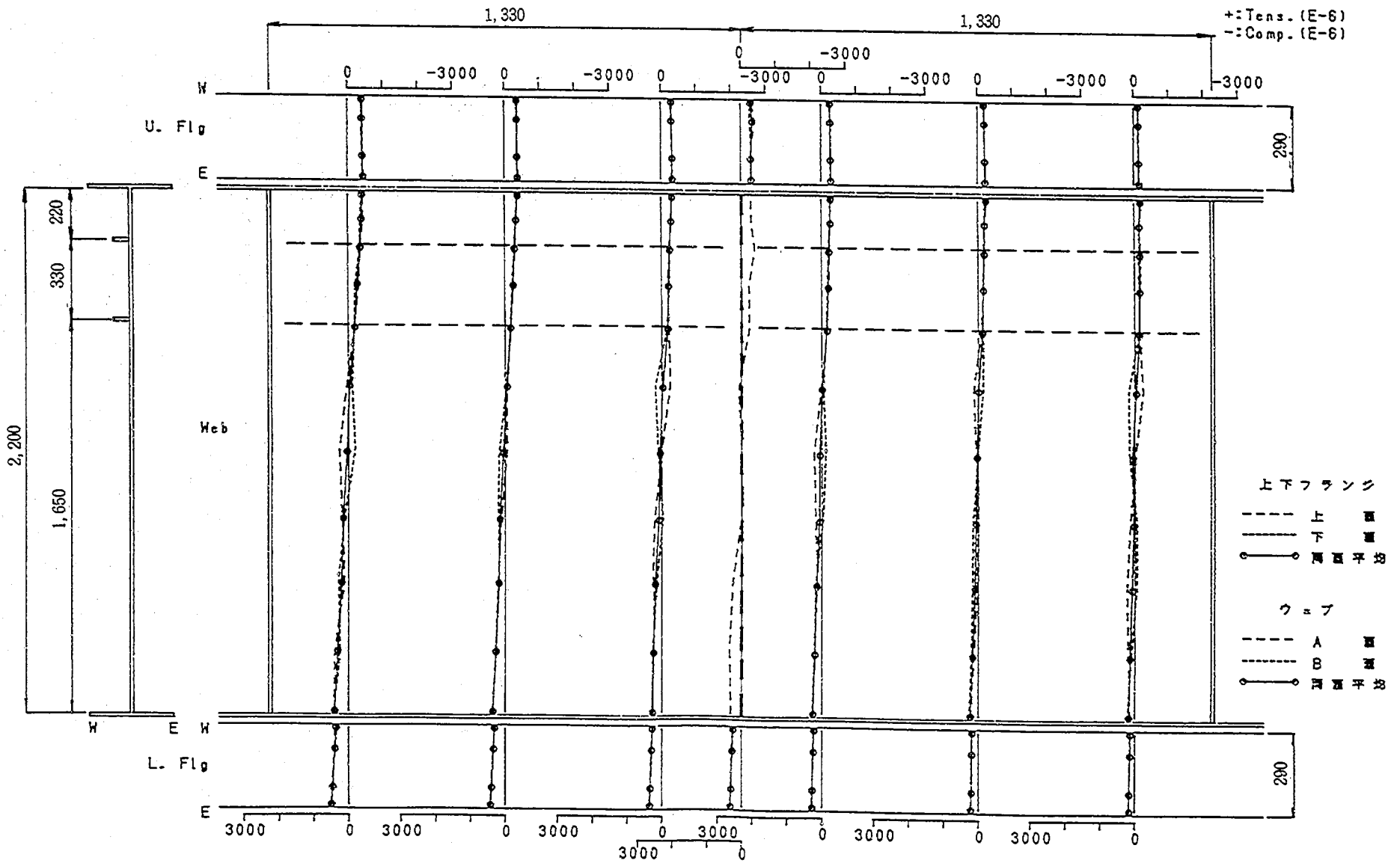


図-2.5.9(1) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=89.2t$, $0.37P_{ust}$)

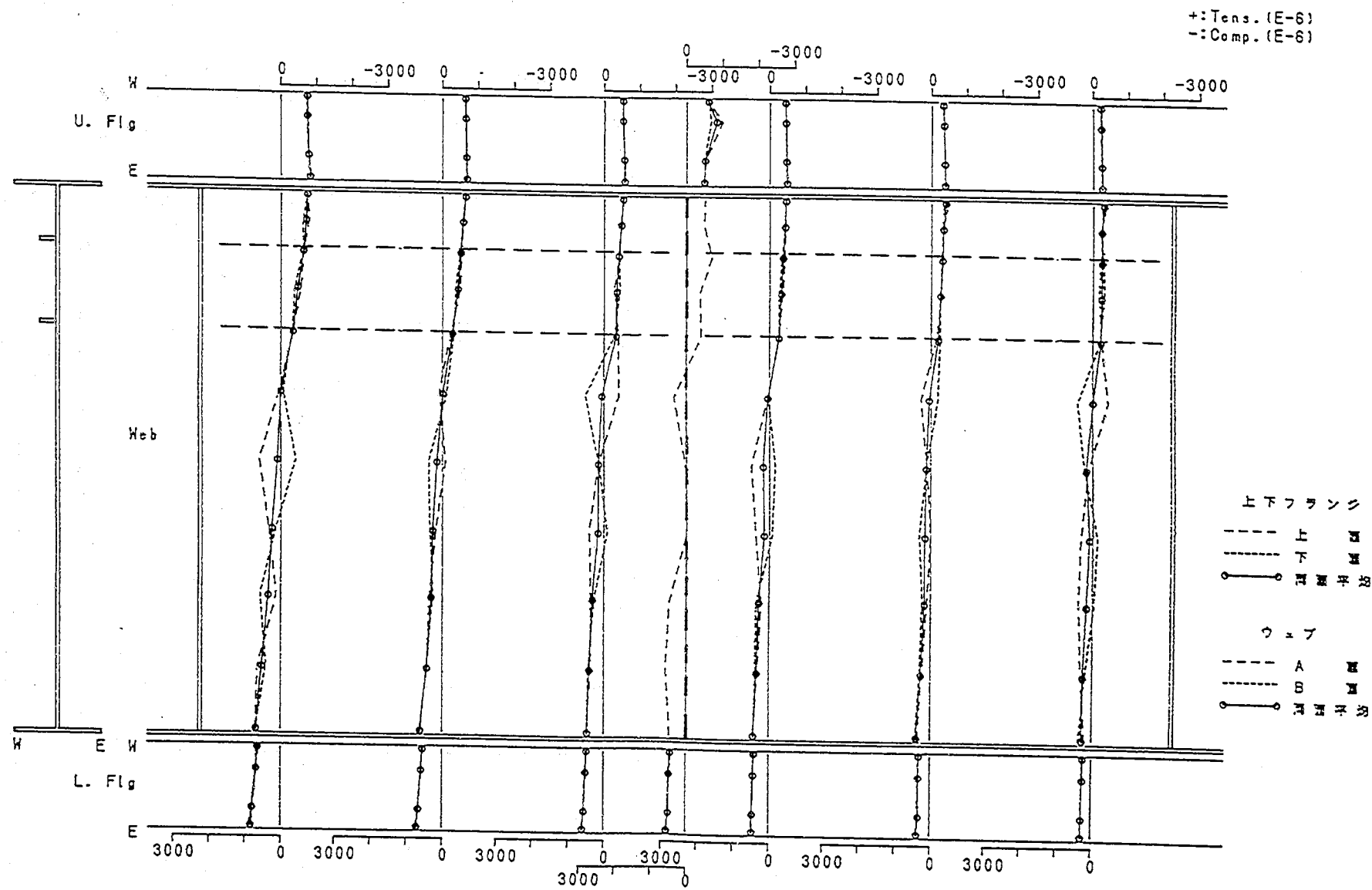


図-2.5.9(2) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 (P=149.3t, 0.62P_{ust})

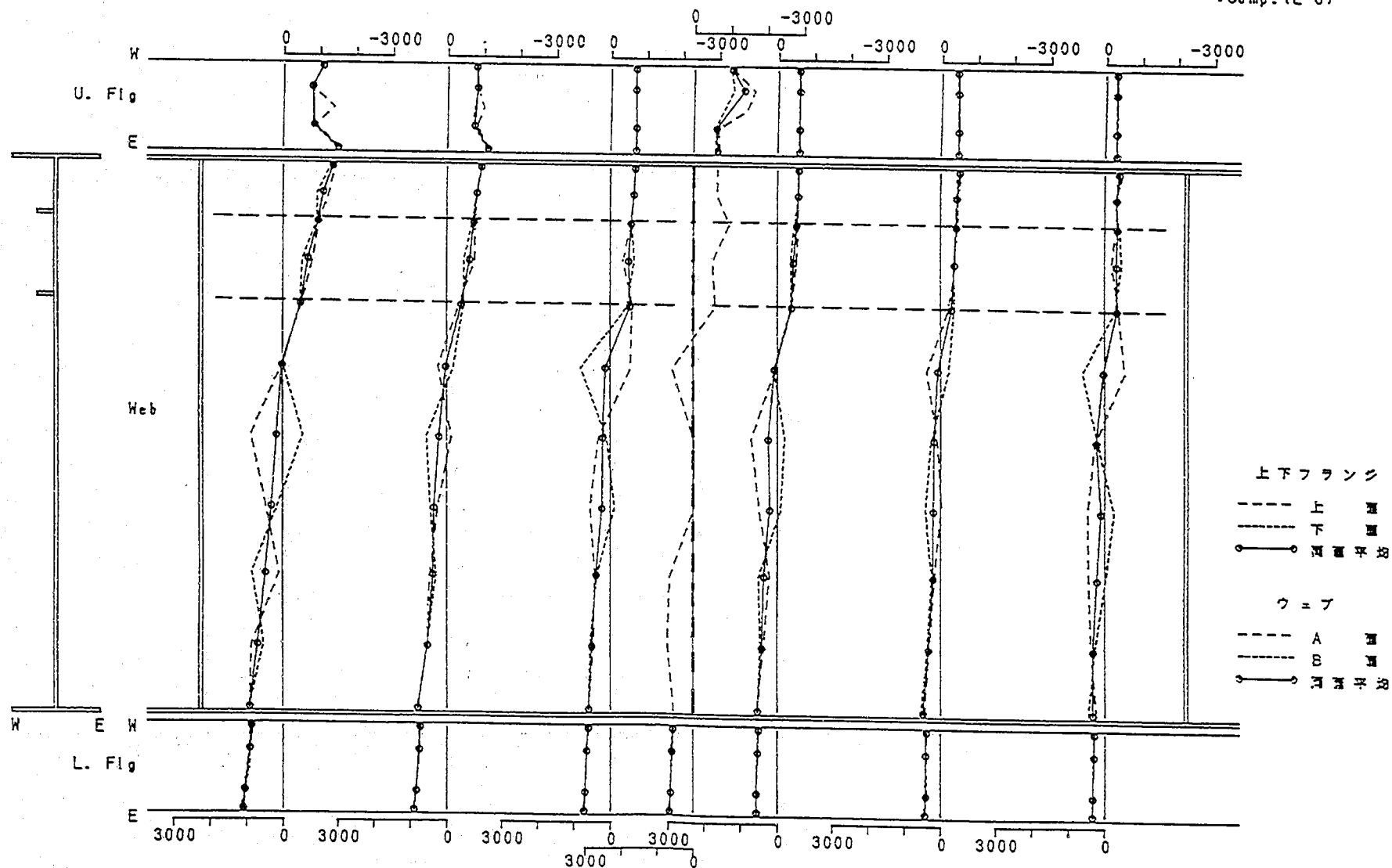


図-2.5.9(3) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=188.8t$, $0.78P_{ust}$)

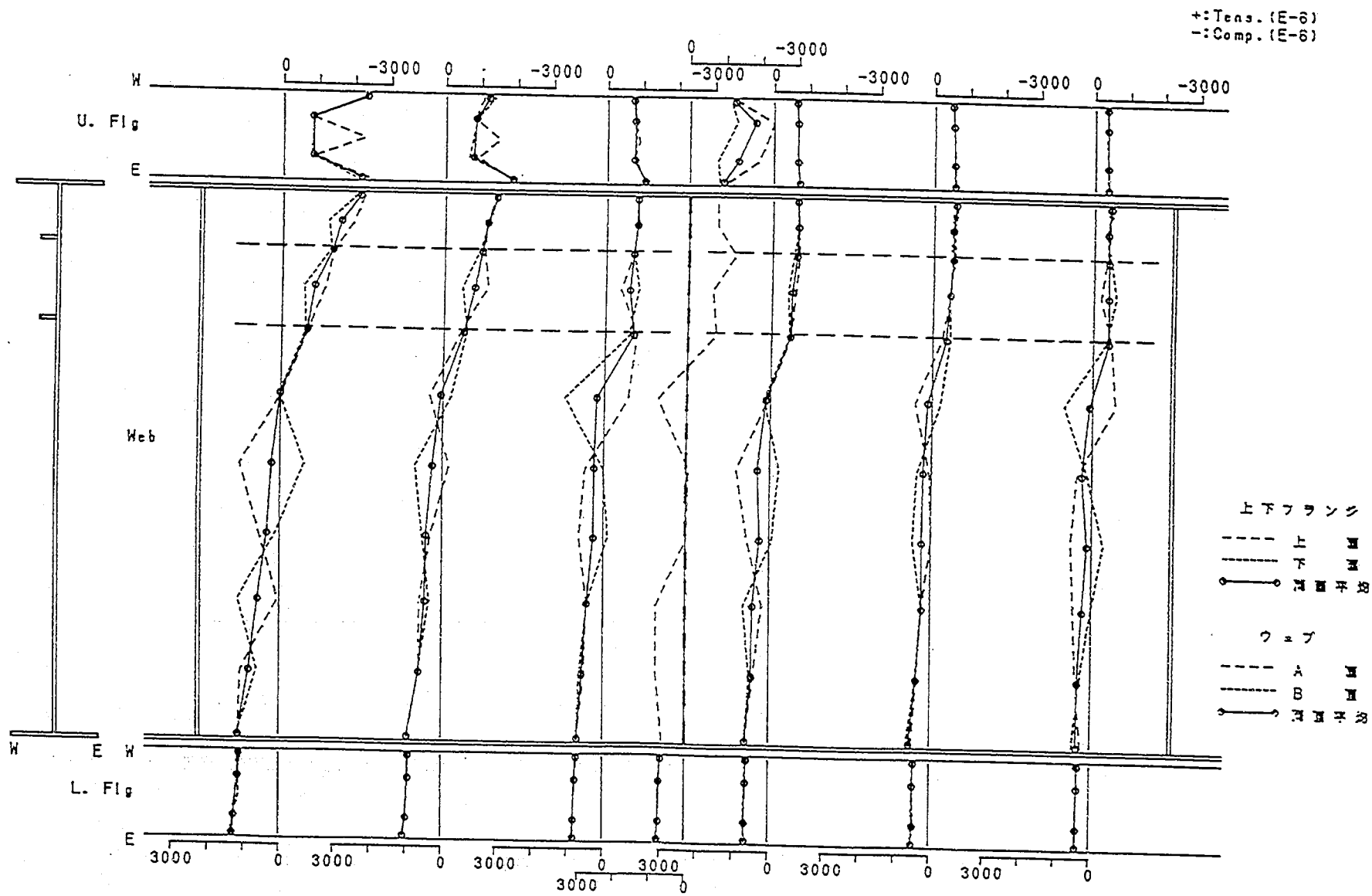


図-2.5.9(4) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=218.8t$, $0.90P_{ust}$)

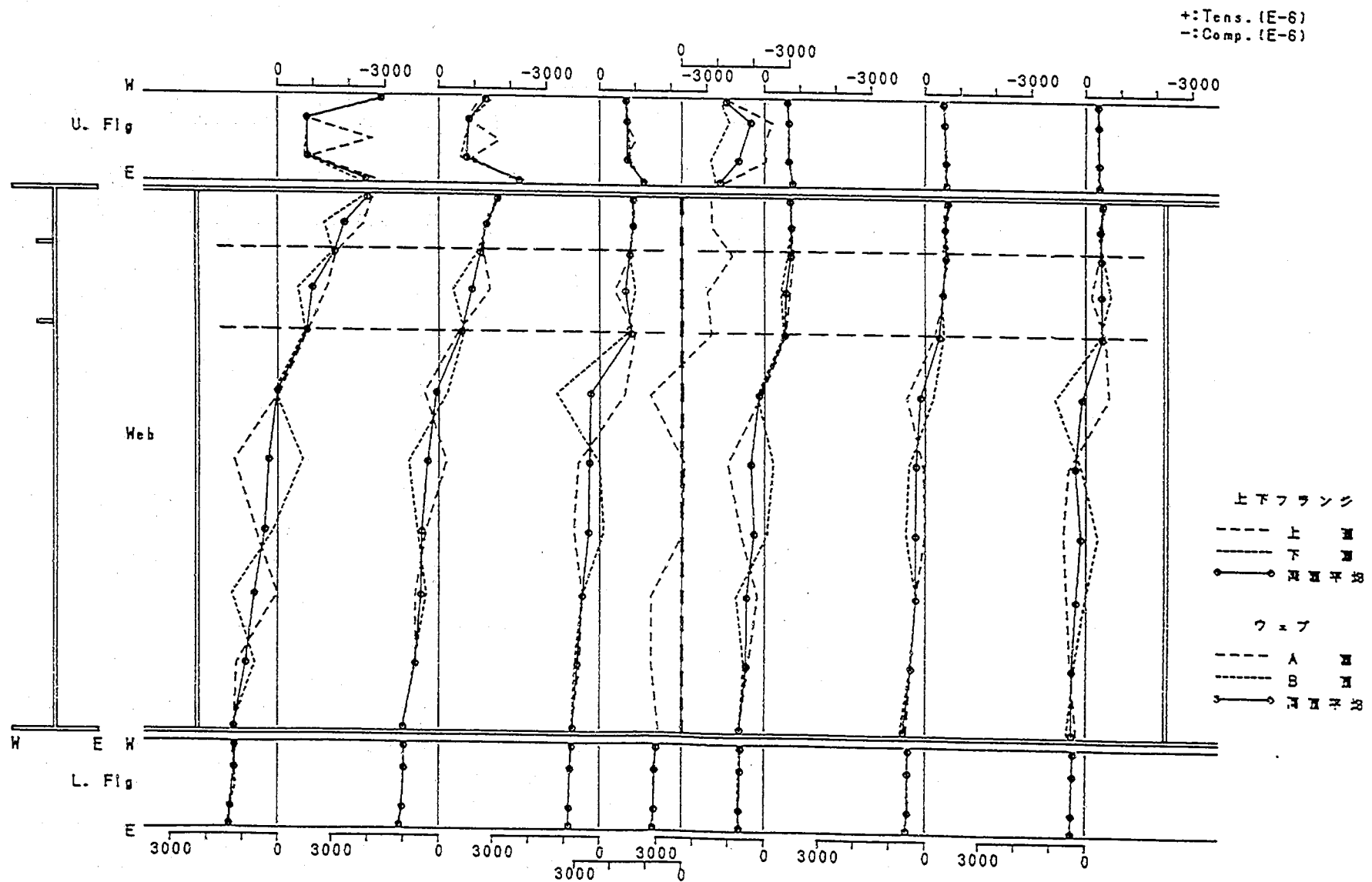


図-2.5.9(5) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=228.5t$, $0.94P_{ust}$)

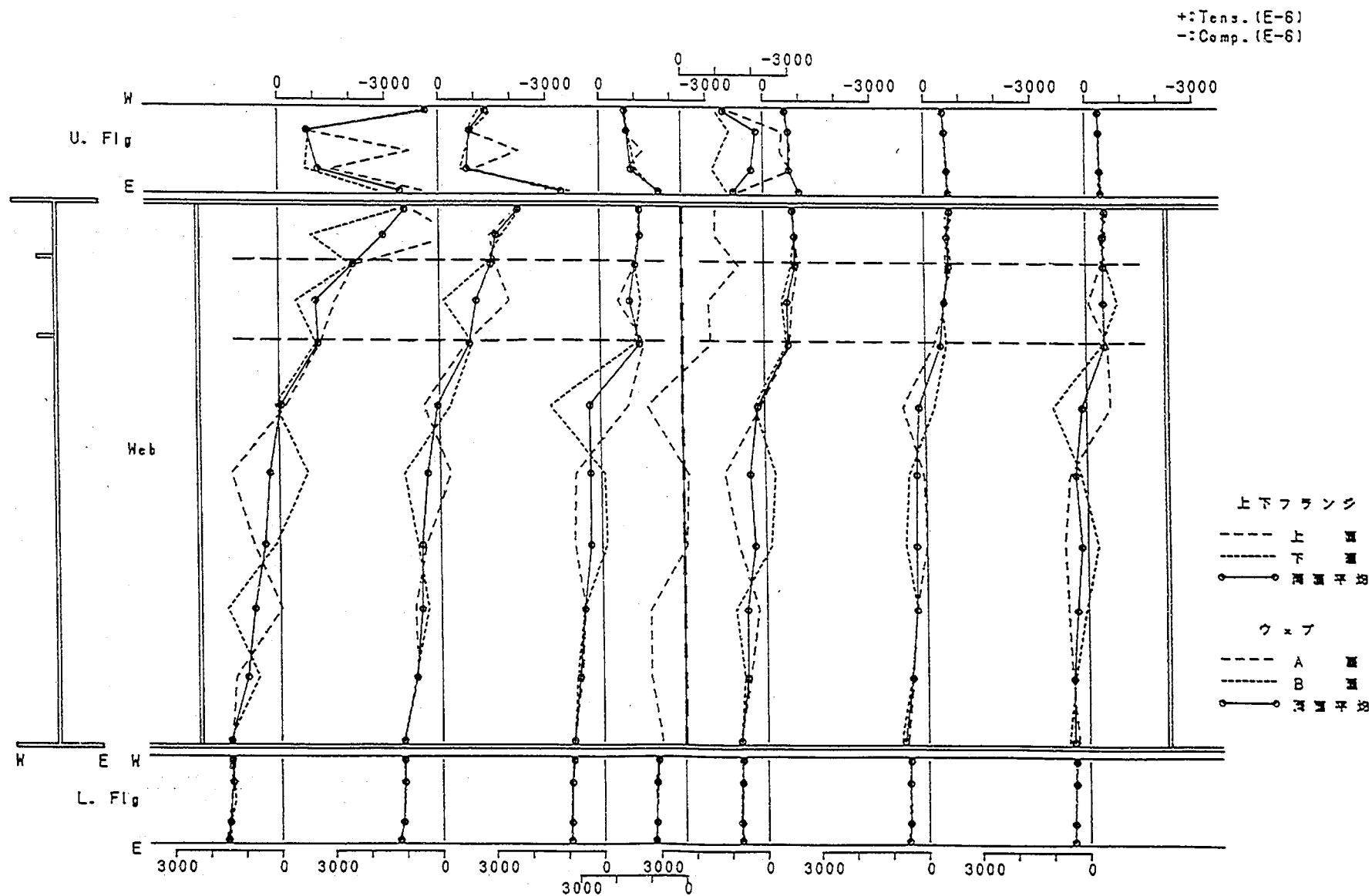


図-2.5.9(6) C-25 供試体の曲げひずみ分布図 (P=242.5t, Pust)

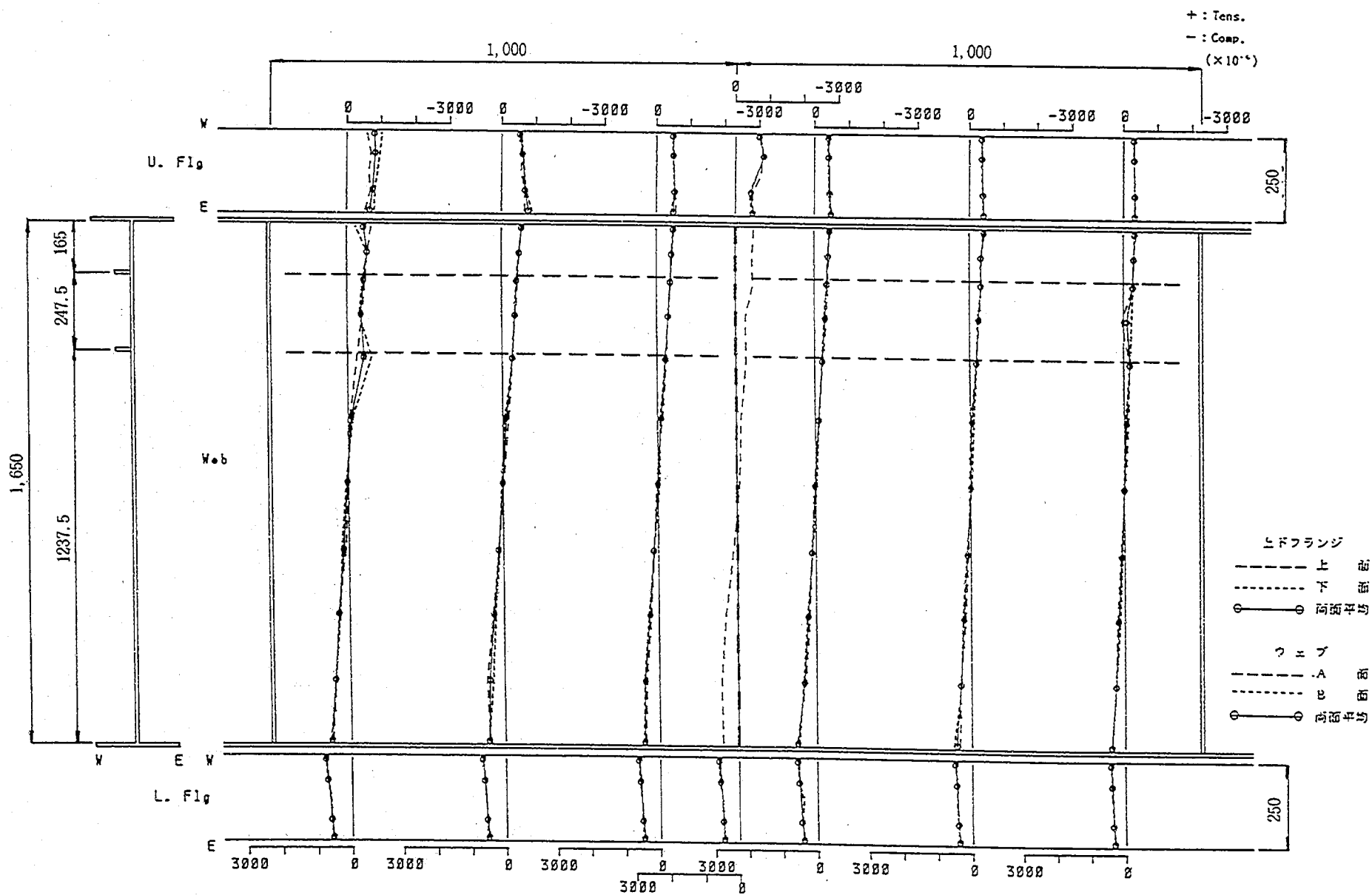
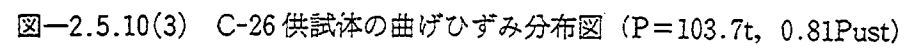
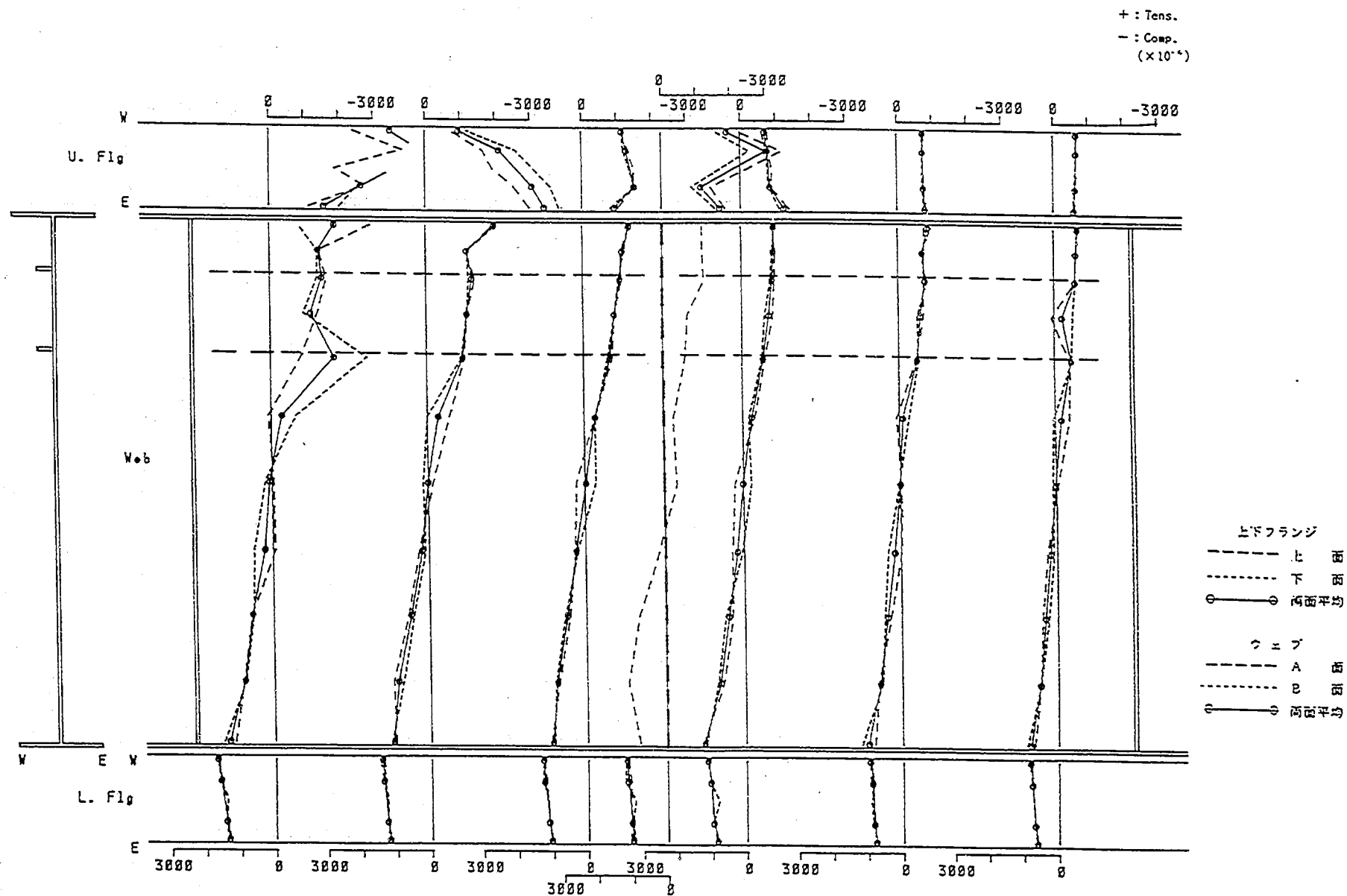


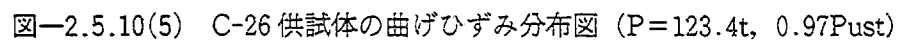
図-2.5.10(1) C-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.2t$, $0.46P_{ust}$)

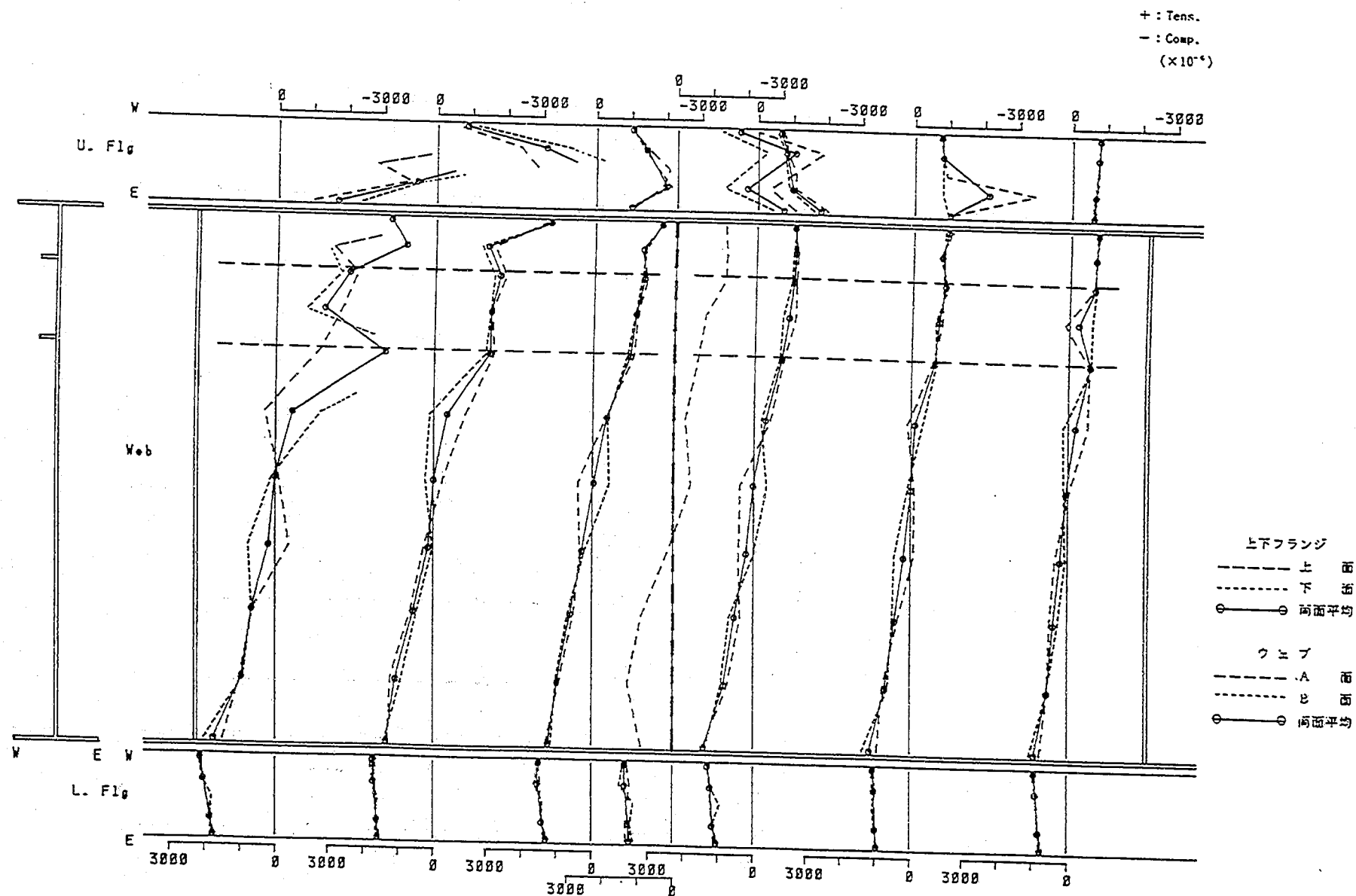
図-2.5.10(2) C-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=79.2t$, $0.62P_{ust}$)





図—2.5.10(4) C-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=113.3t$, $0.89P_{ust}$)





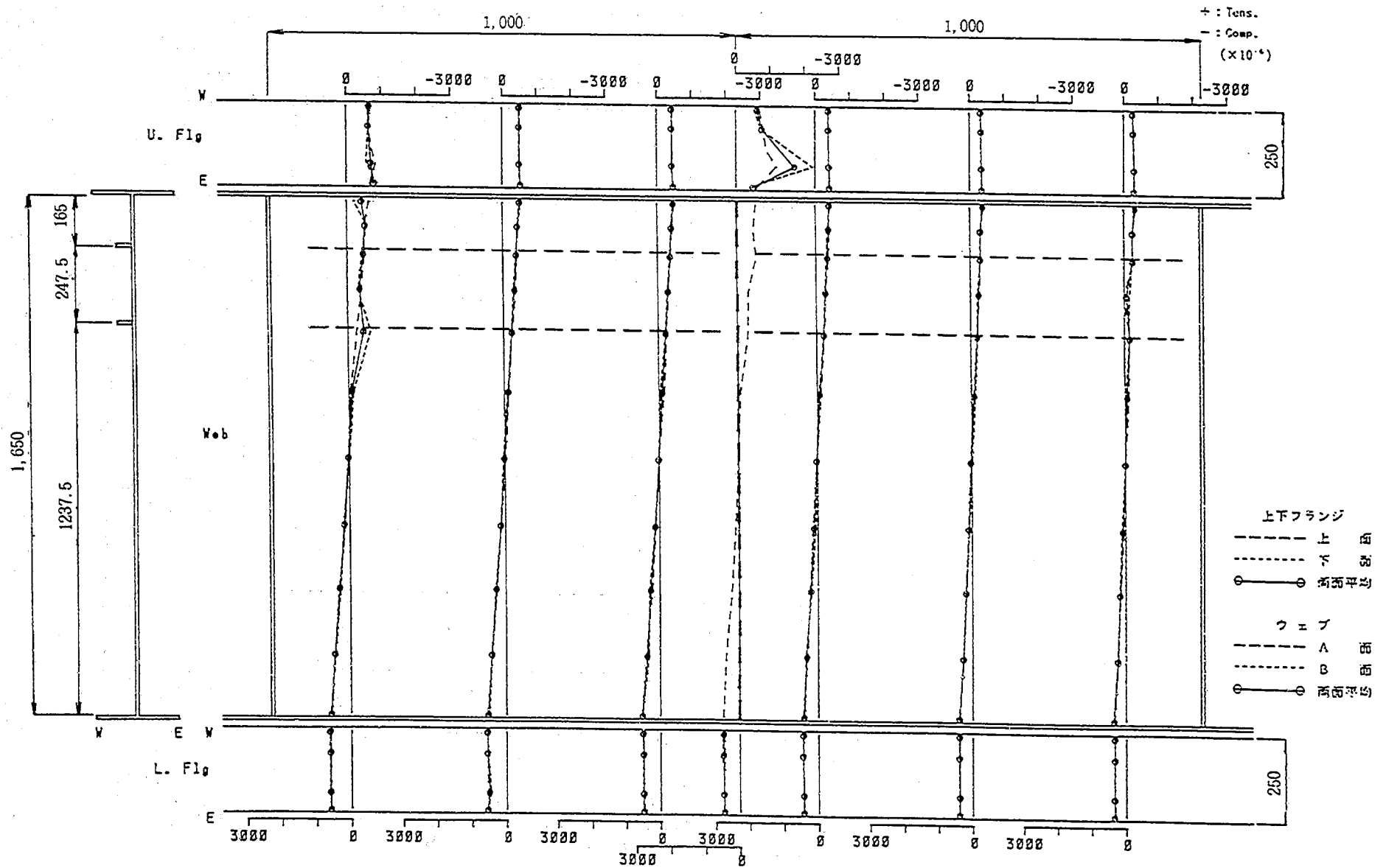
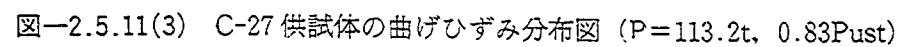


図-2.5.11(1) C-27 供試体の曲げひずみ分布図 ($P = 59.5t$, $0.43P_{ust}$)

図-2.5.11(2) C-27 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=88.8t$, $0.65P_{ust}$)



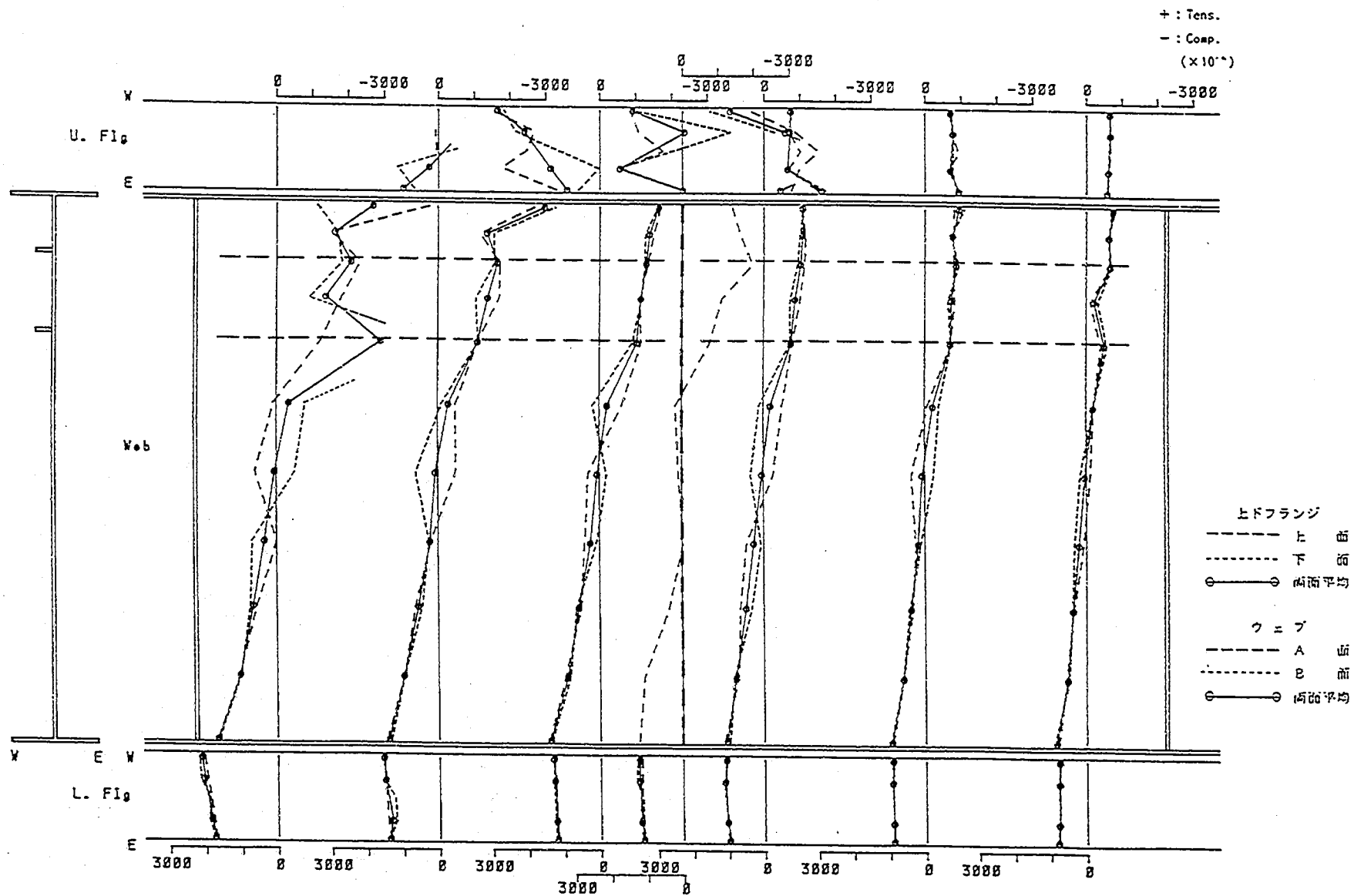


図-2.5.11(4) C-27 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=127.7t$, $0.93P_{ust}$)

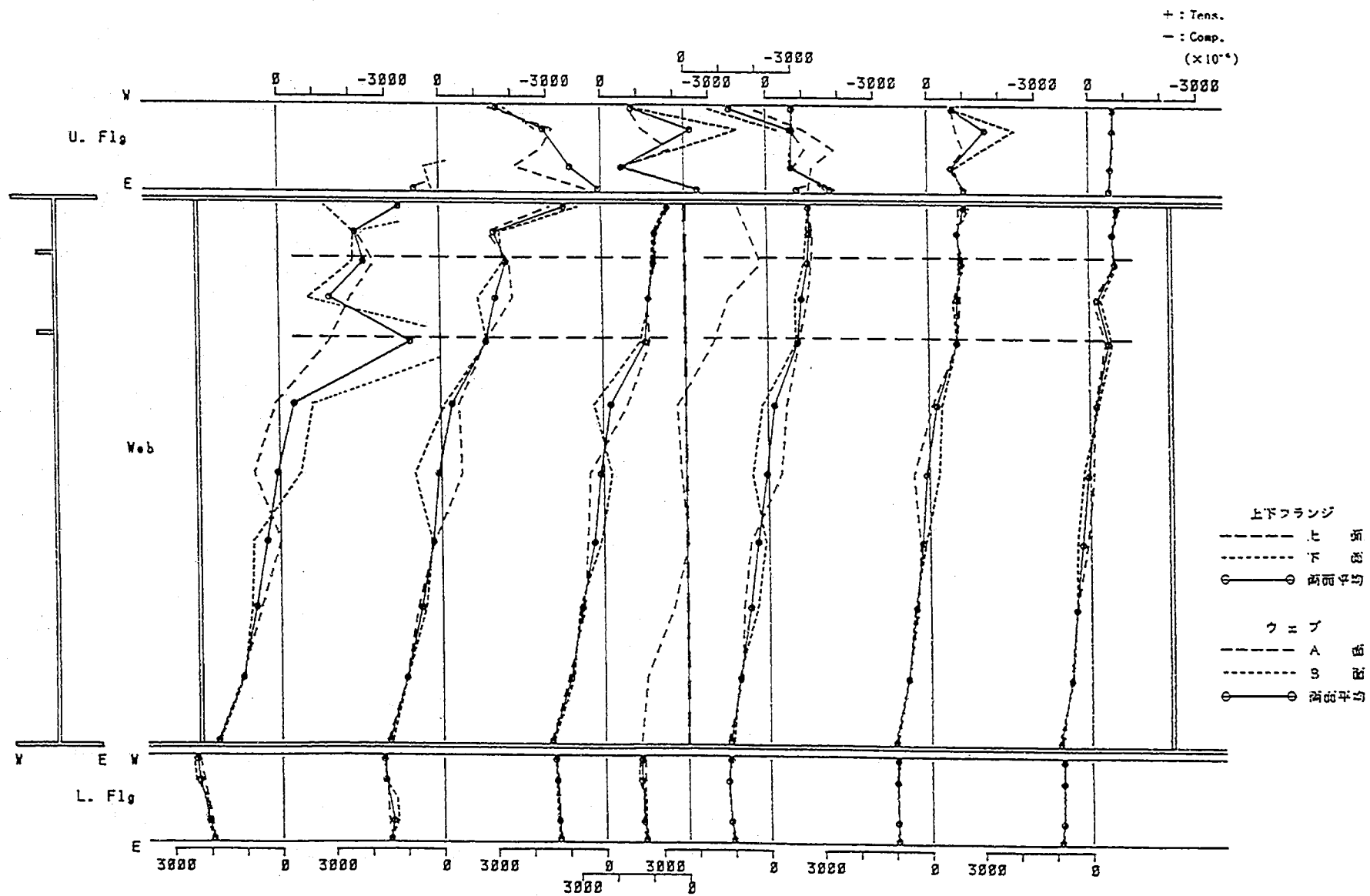
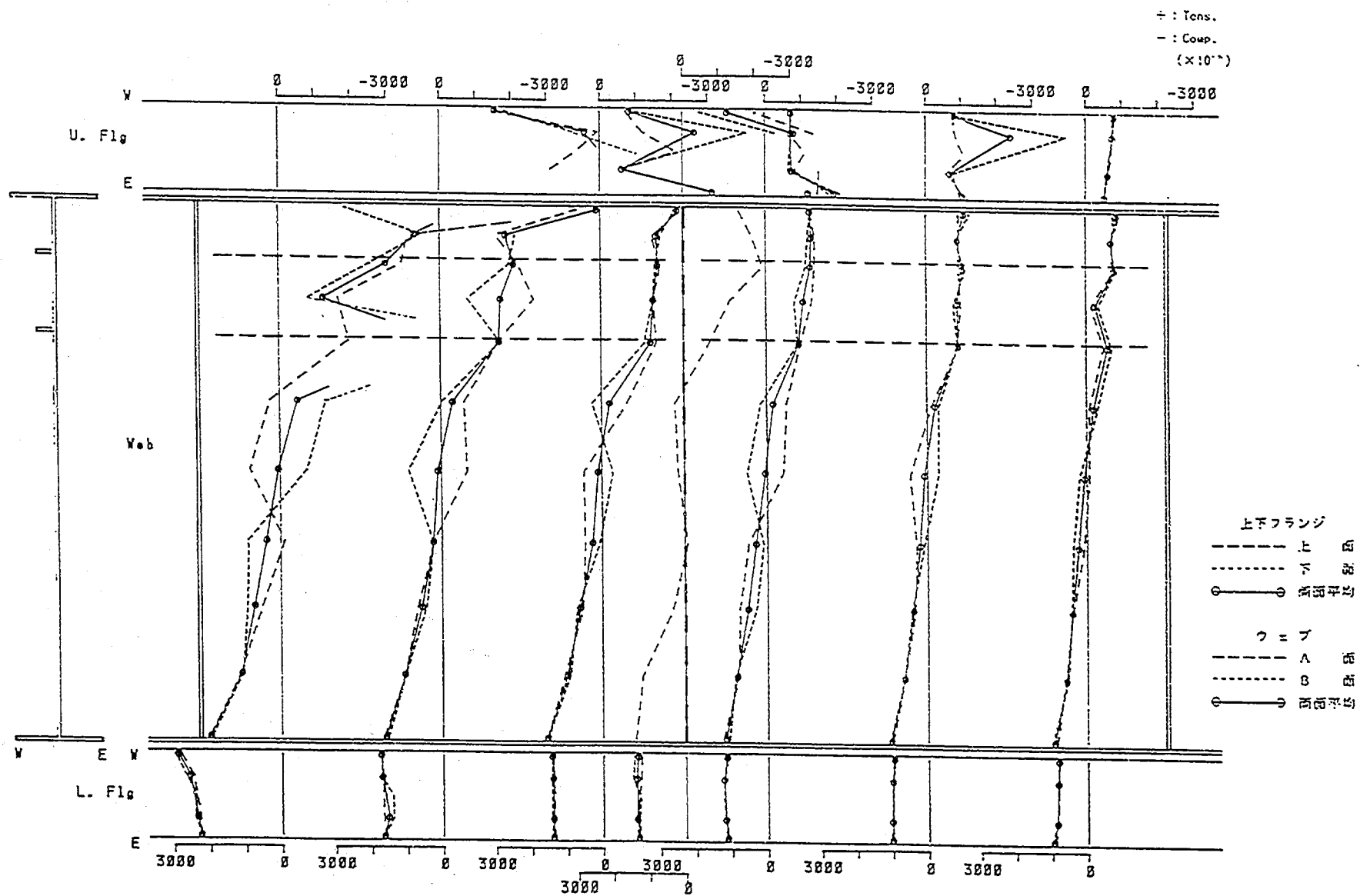


図-2.5.11(5) C-27 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=132.4t$, $0.97P_{ust}$)



図—2.5.11(6) C-27 供試体の曲げひずみ分布図 (P=137.0t, P_{ust})

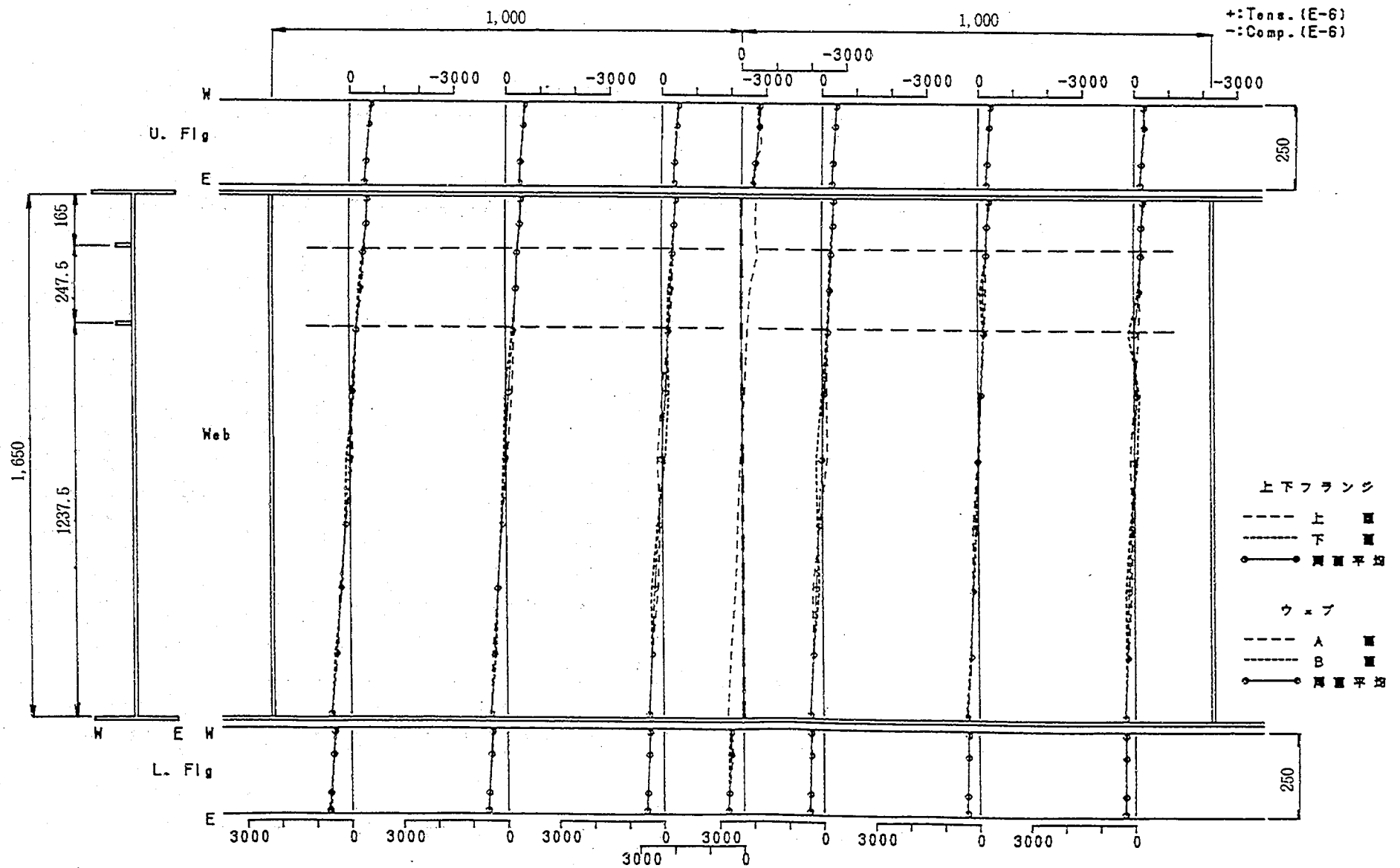
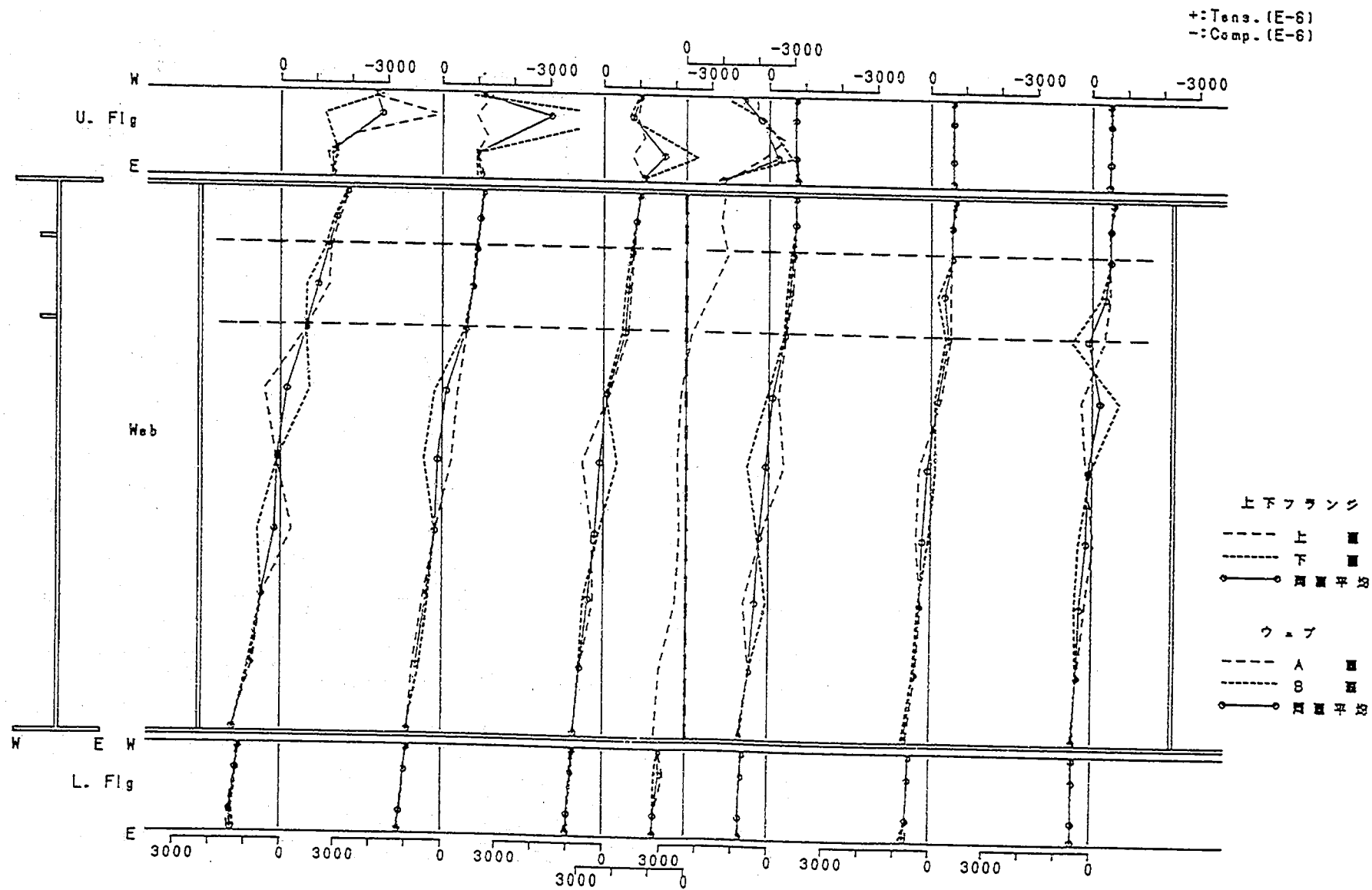
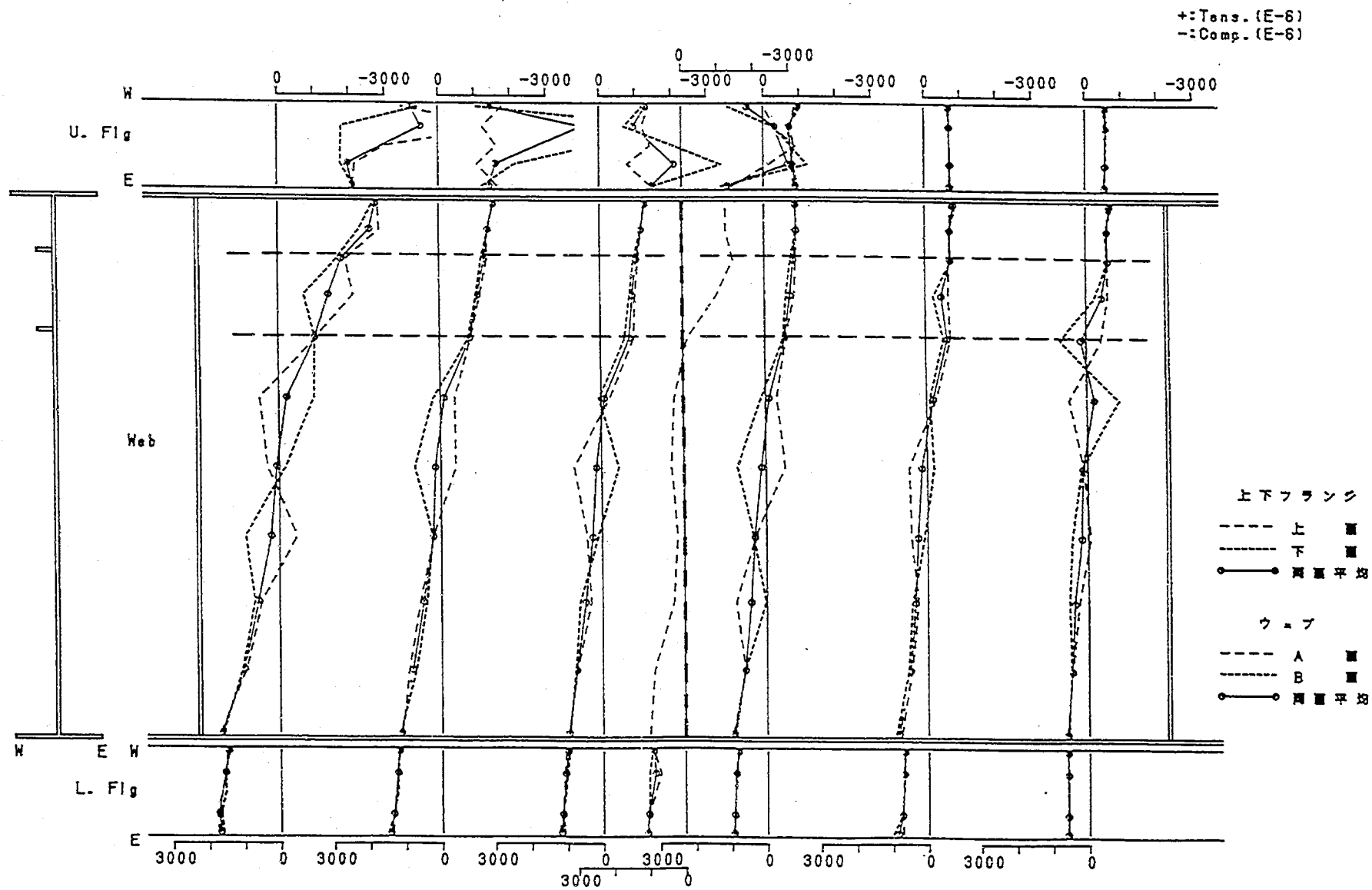


図-2.5.12(1) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.7t$, $0.40P_{ust}$)

図-2.5.12(2) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=89.4t$, $0.60P_{ust}$)



図—2.5.12(3) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=119.1t$, $0.80P_{ust}$)



図—2.5.12(4) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 (P=133.9t, 0.90P_{ust})

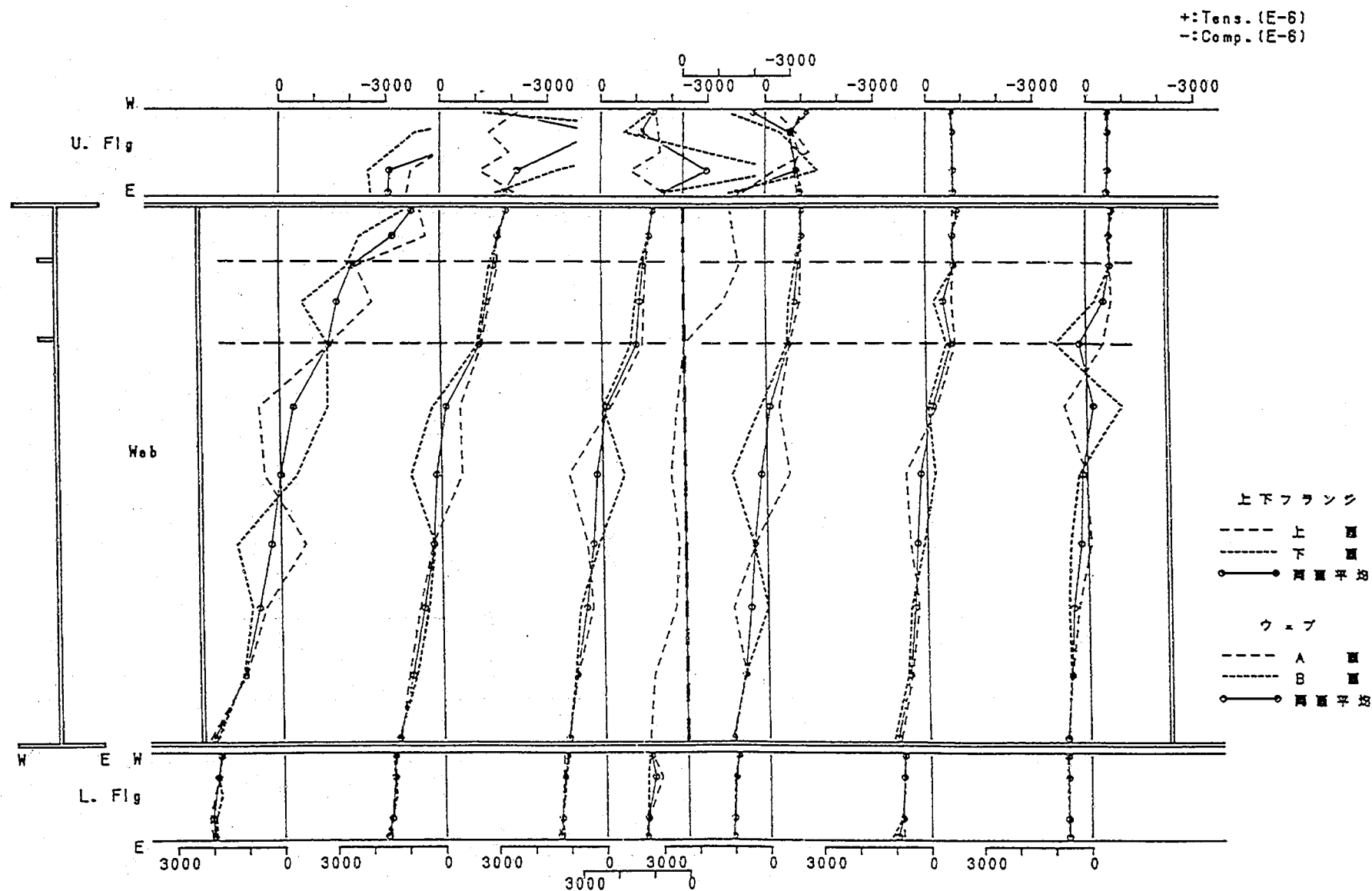


図-2.5.12(5) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 (P=143.4t, 0.97P_{ust})

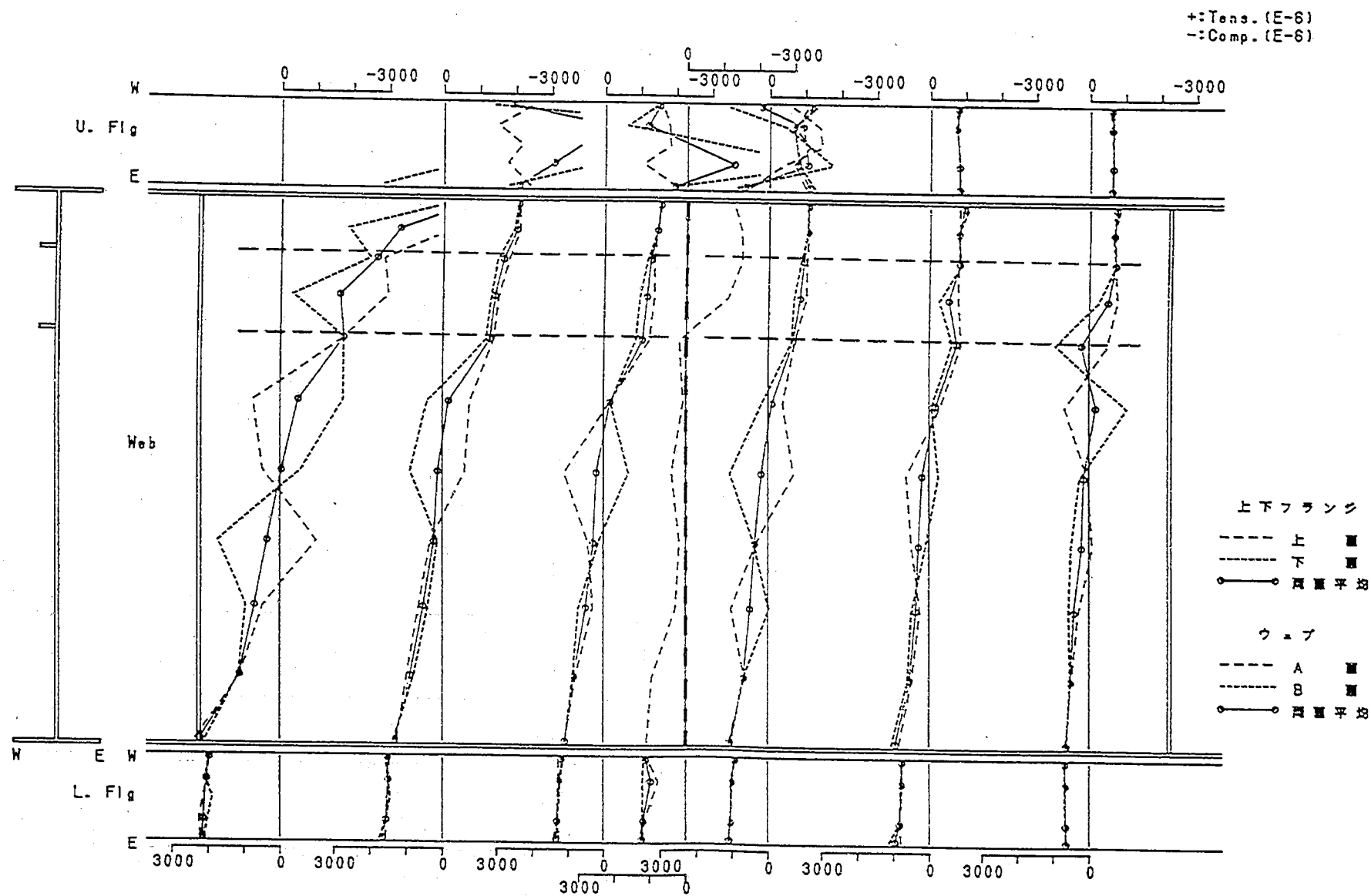


図-2.5.12(6) C-28 供試体の曲げひずみ分布図 (P=148.0t, Pust)

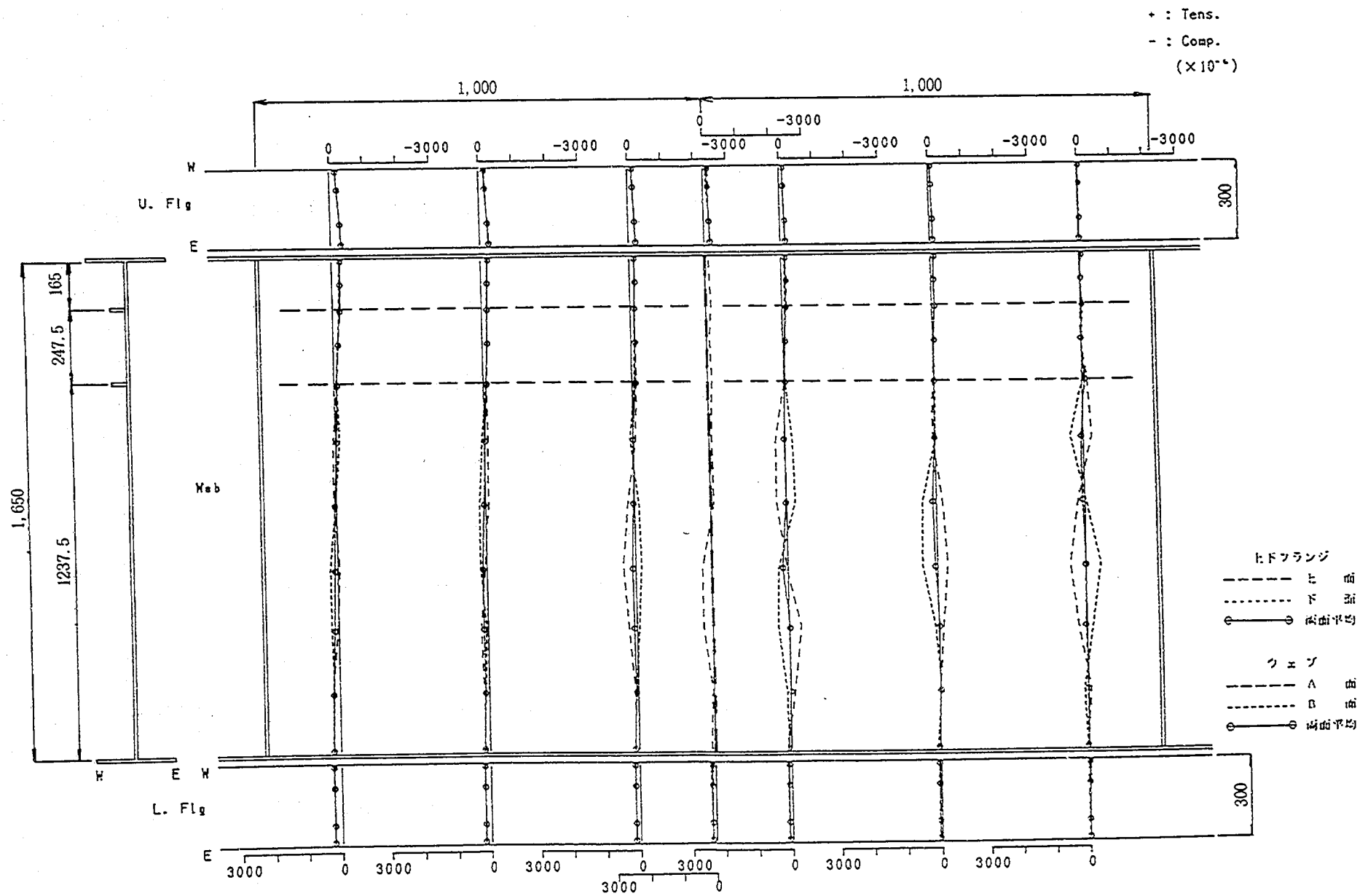
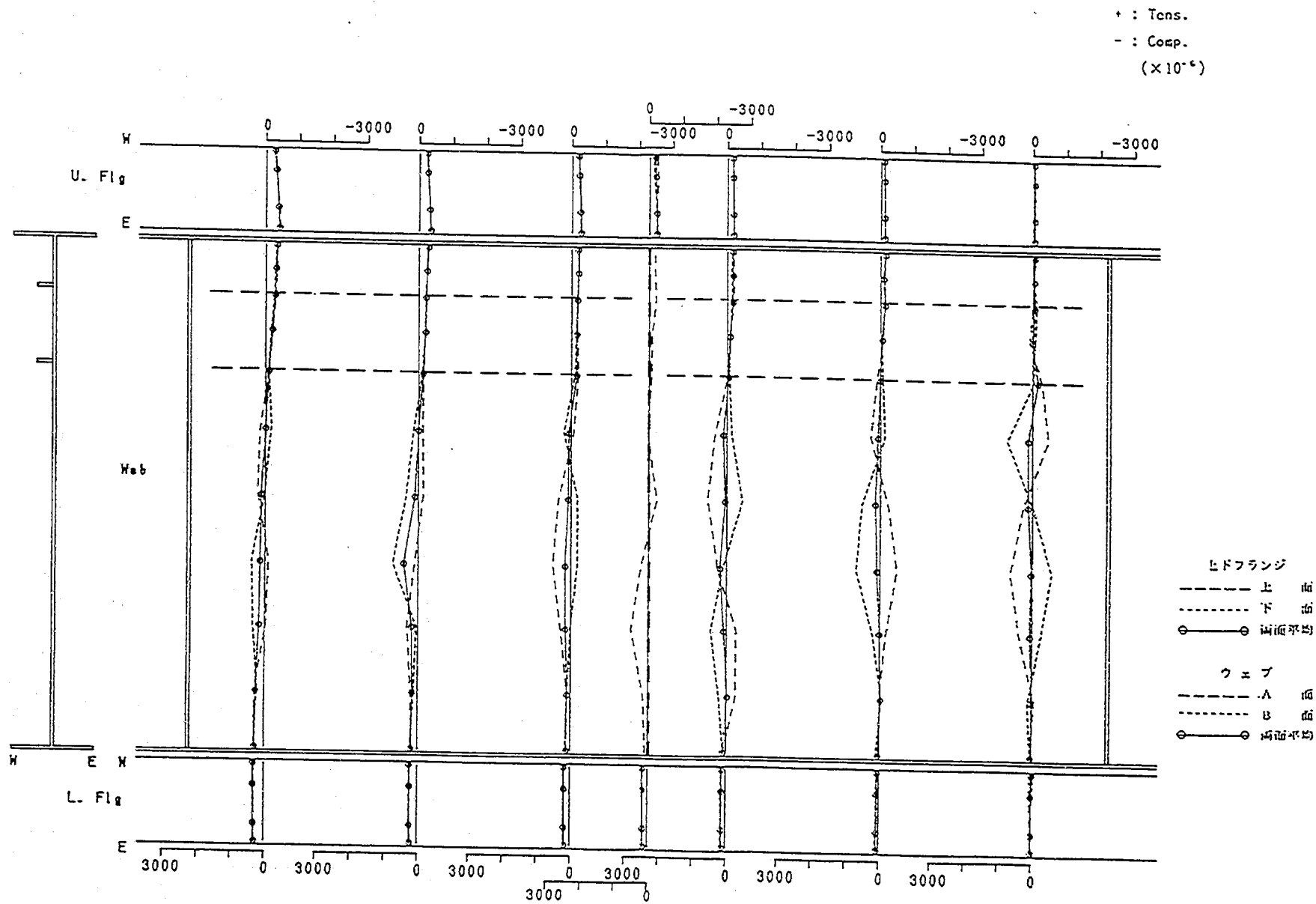


図-2.5.13(1) S-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.9\text{t}$, $0.47P_{\text{ust}}$)



図—2.5.13(2) S-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=80.0t$, $0.62P_{ust}$)

+ : Tens.
 - : Comp.
 ($\times 10^{-6}$)

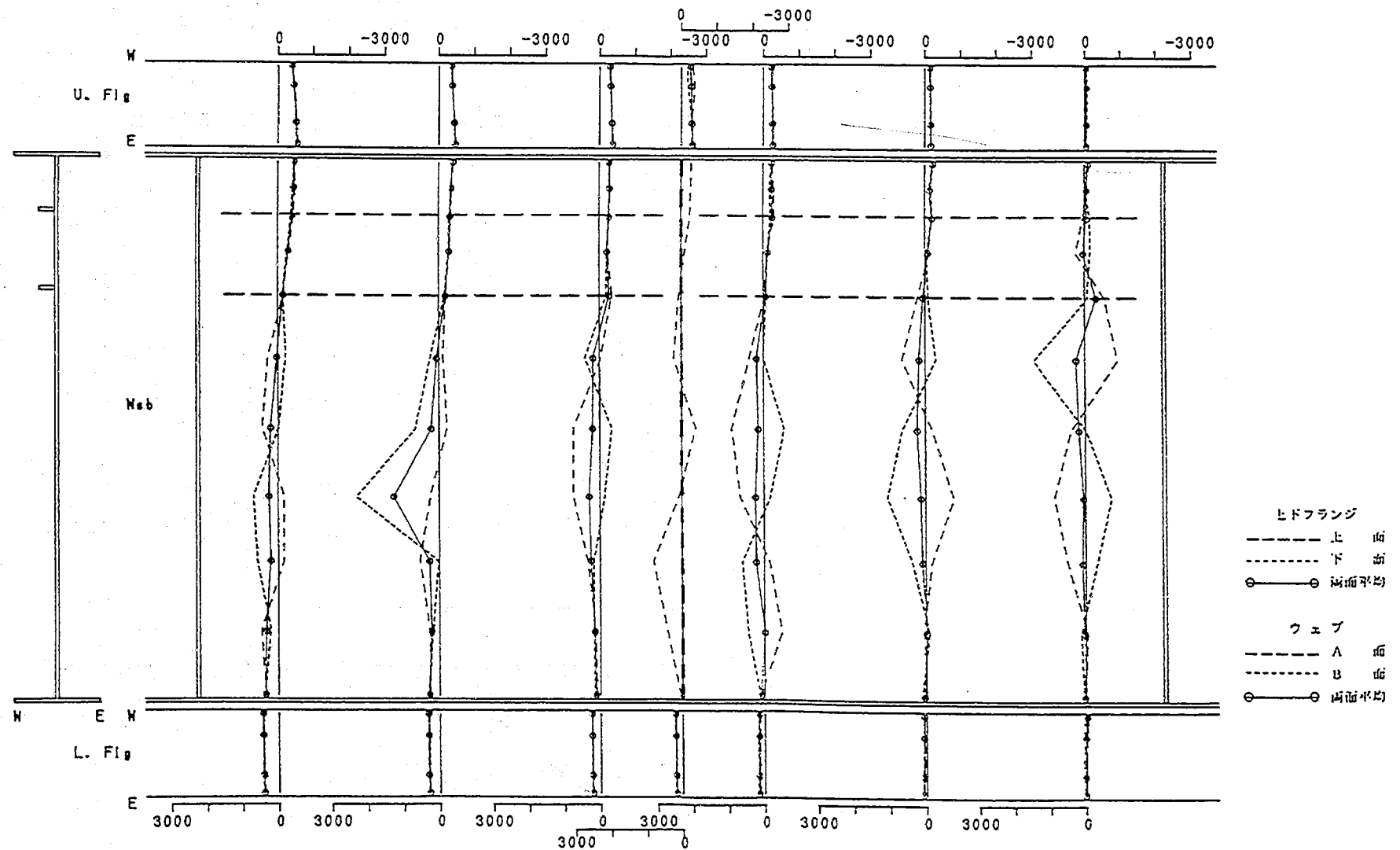
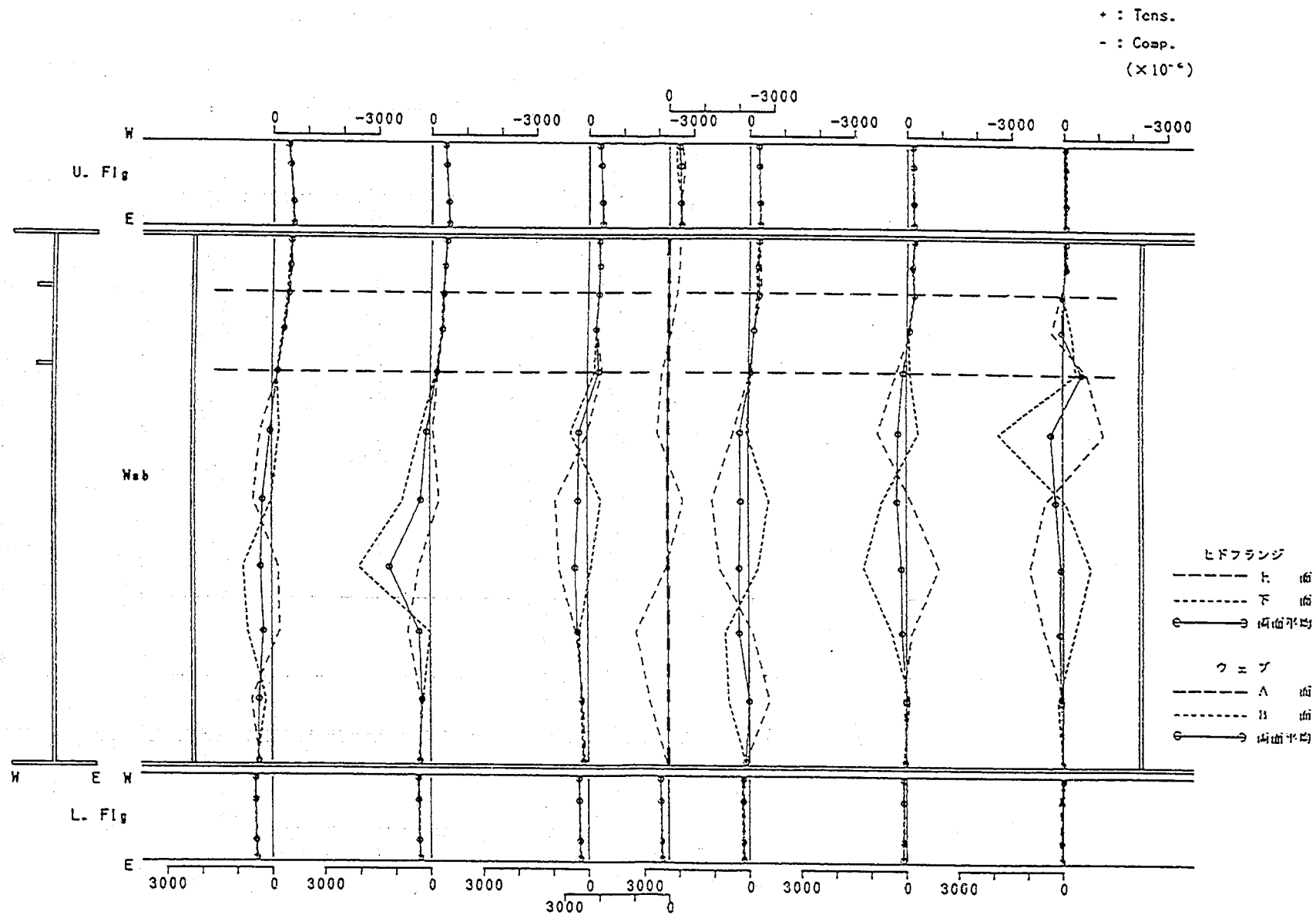
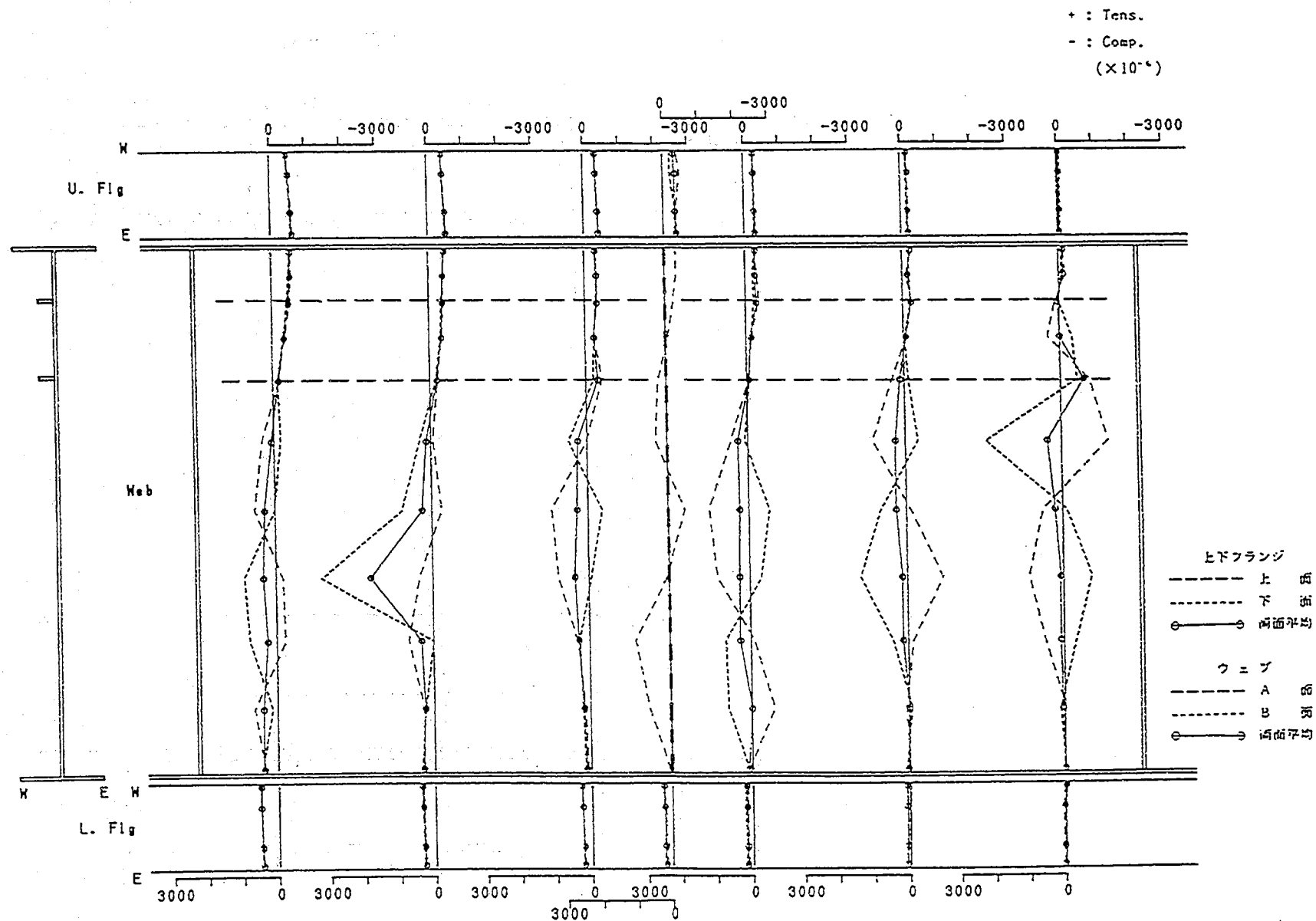


図-2.5.13(3) S-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=109.6t$, $0.85P_{ust}$)





図—2.5.13(5) S-21 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=123.9t$, $0.97P_{ust}$)

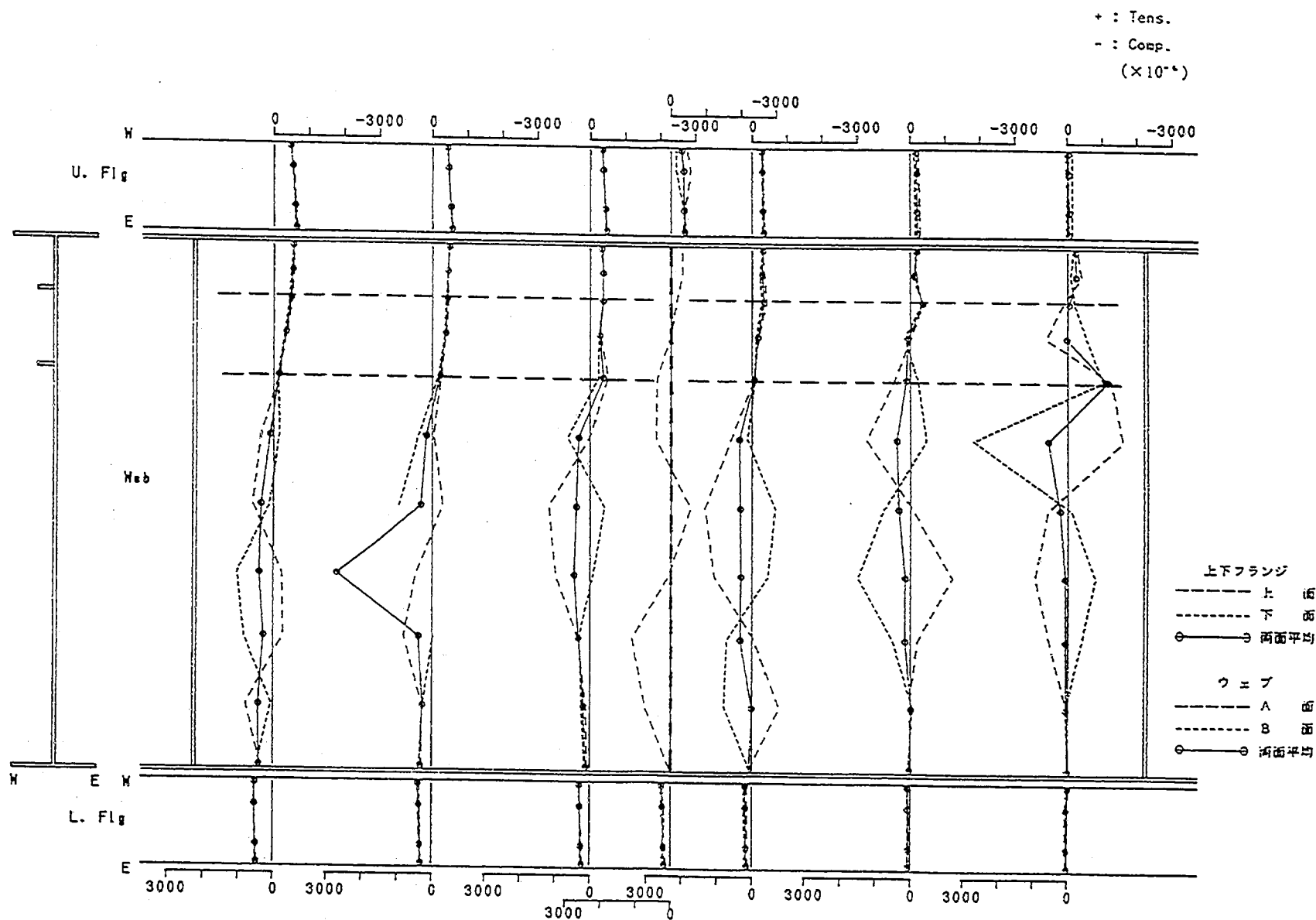


図-2.5.14(1) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.2t$, $0.45P_{ust}$)

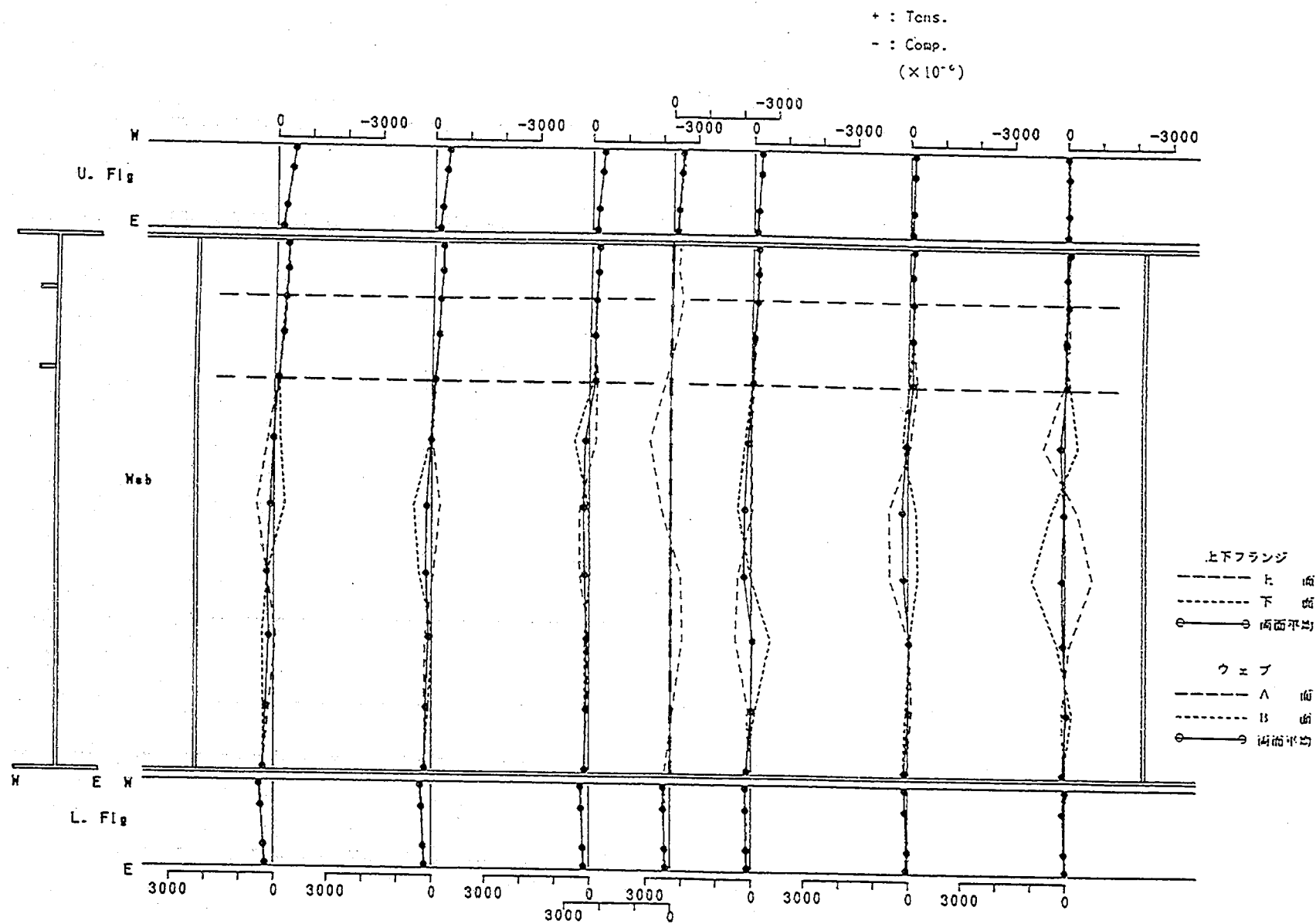
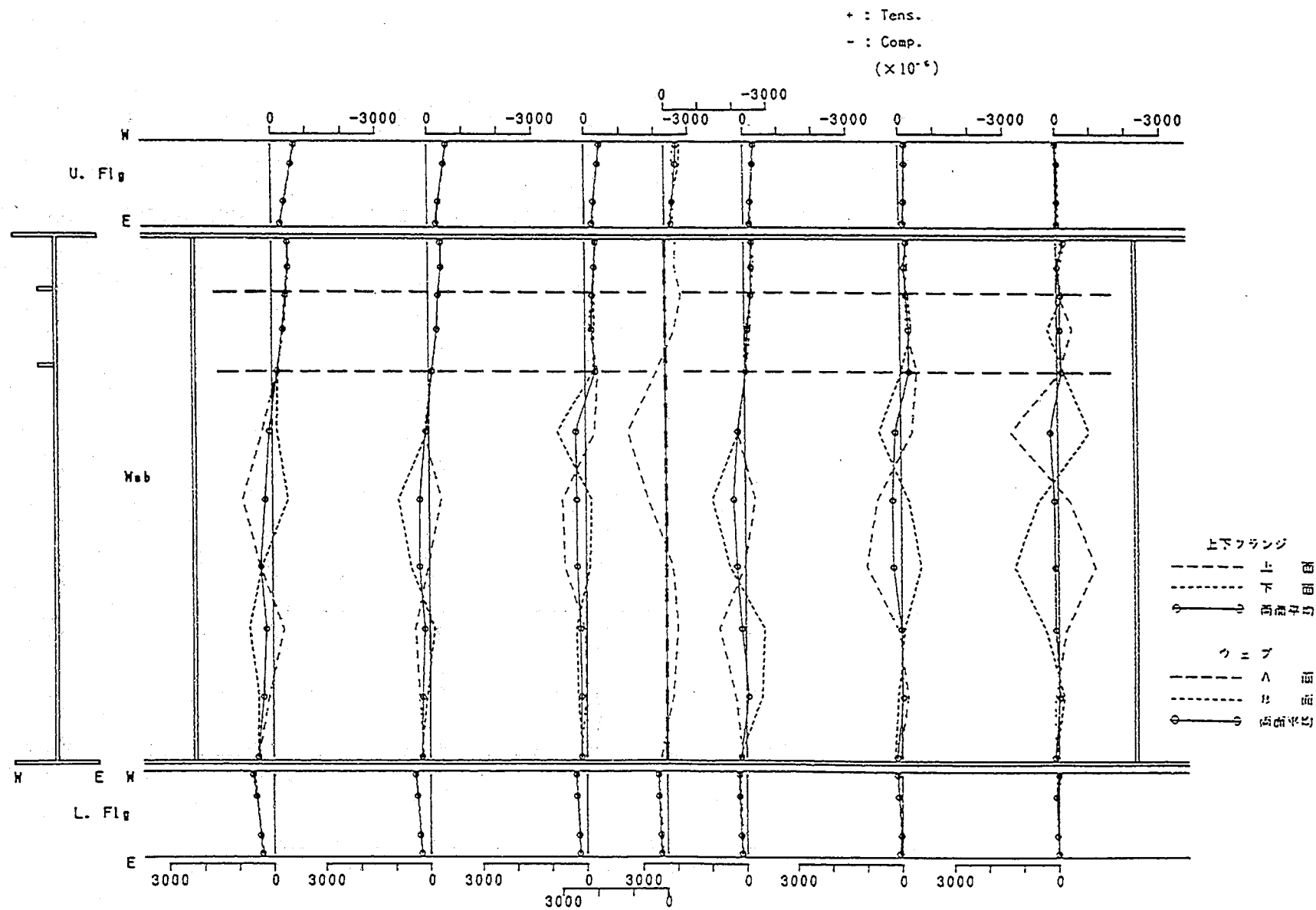


図-2.5.14(2) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=78.9t$, $0.59P_{ust}$)



図—2.5.14(3) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=108.8t$, $0.82P_{ust}$)

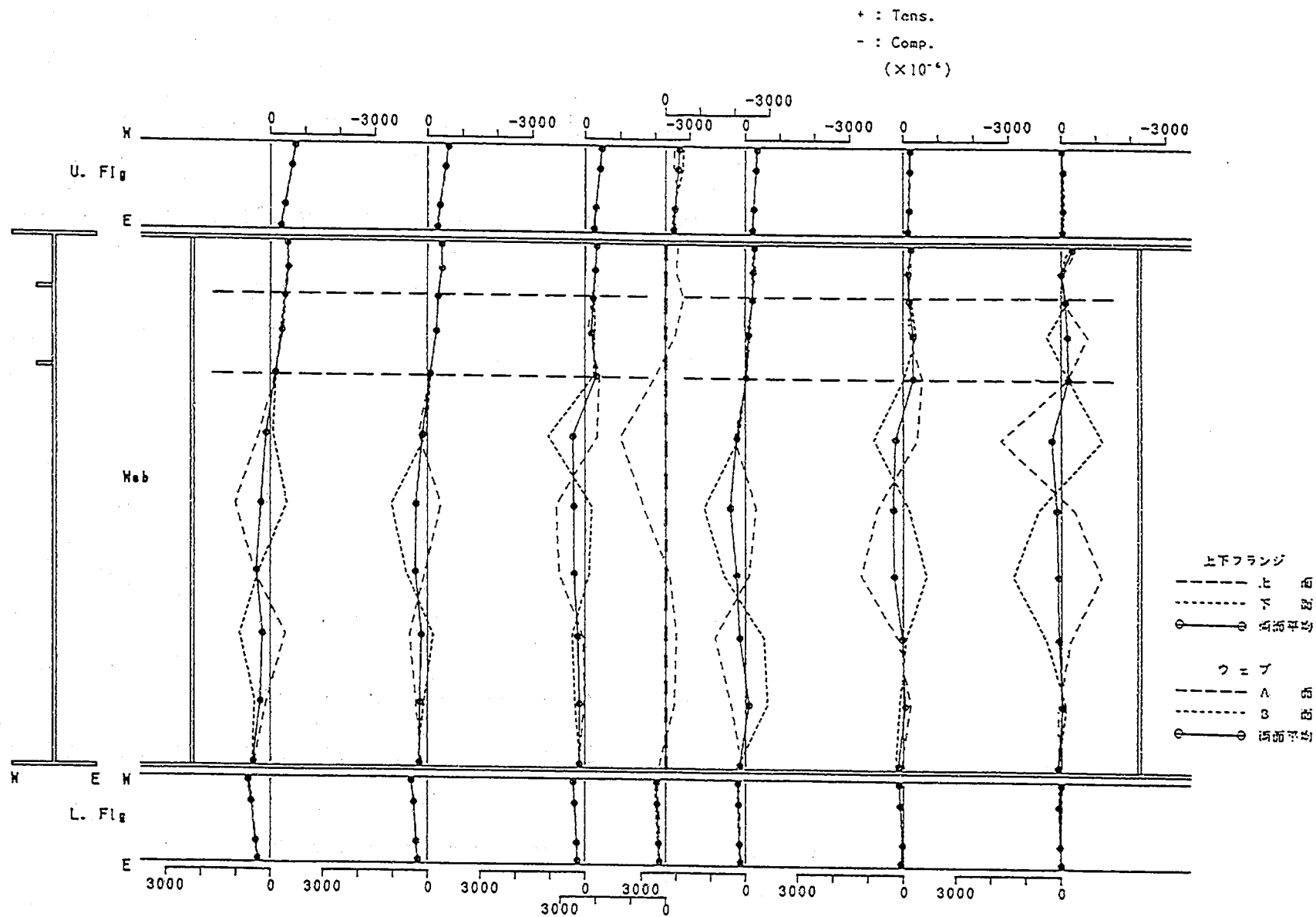


図-2.5.14(4) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=118.4t$, $0.89P_{ust}$)

+ : Tens.
 - : Comp.
 ($\times 10^{-6}$)

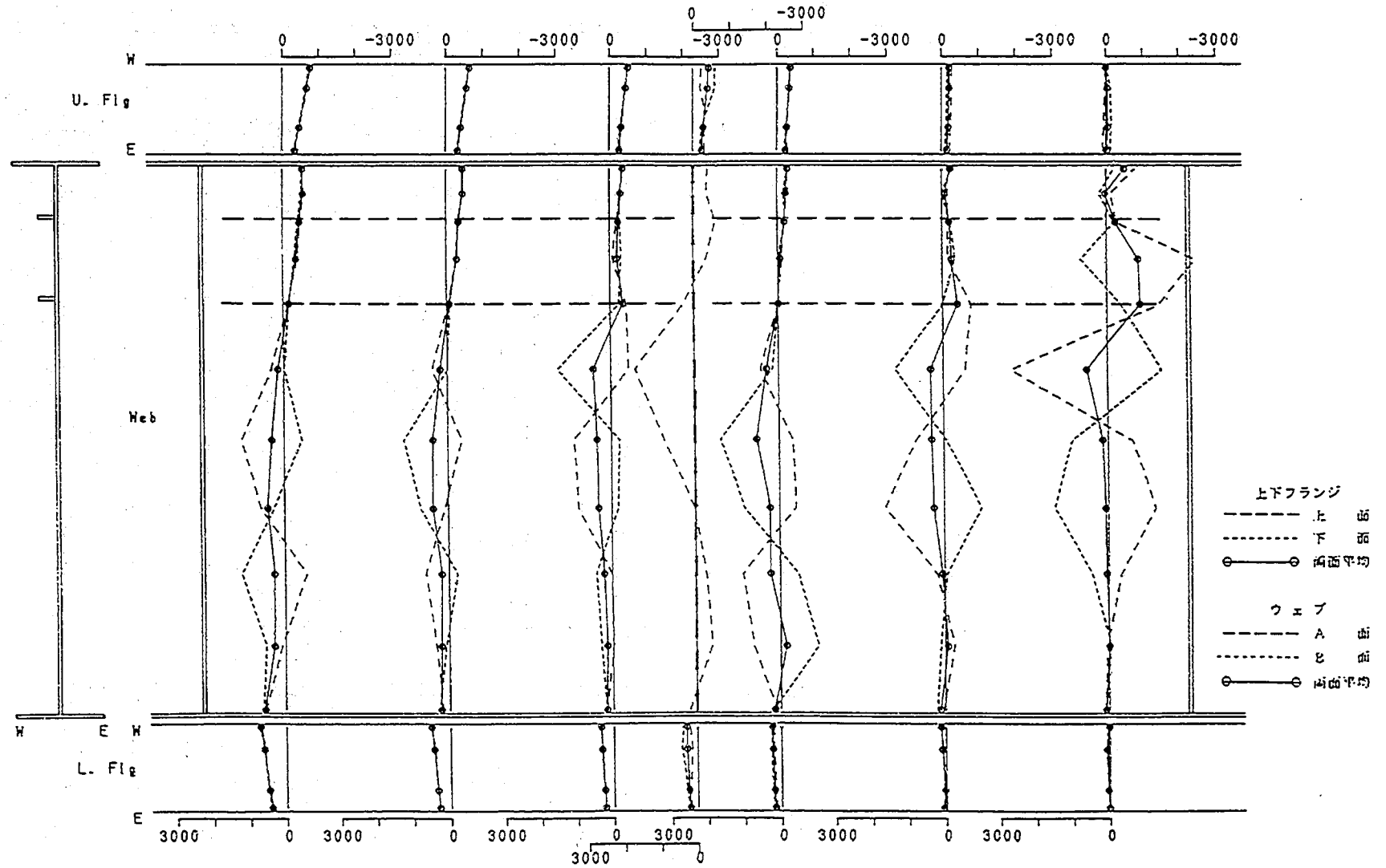
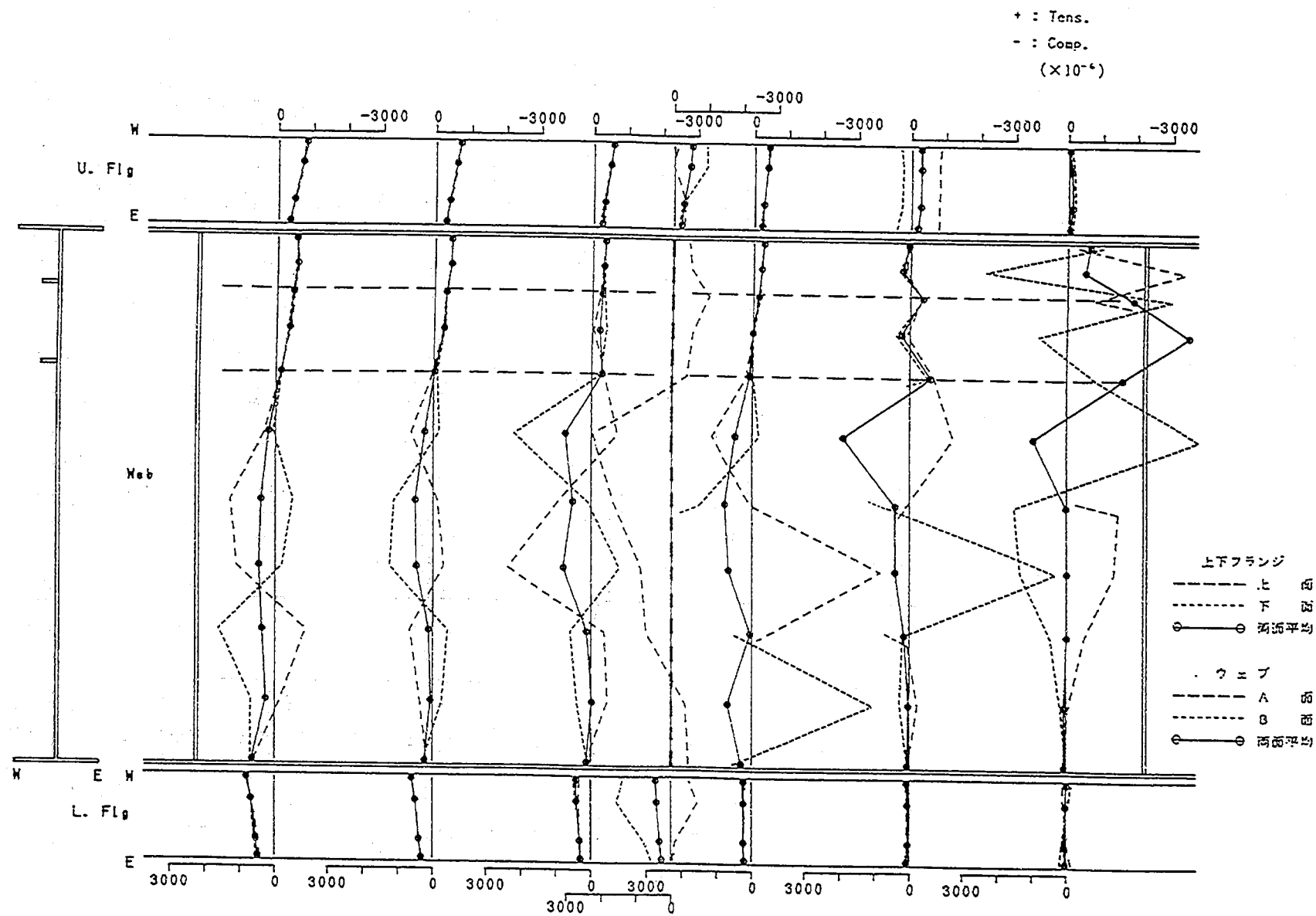


図-2.5.14(5) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=128.0t$, $0.96P_{ust}$)



図—2.5.14(6) S-22 供試体の曲げひずみ分布図 (P=132.7t, Pust)

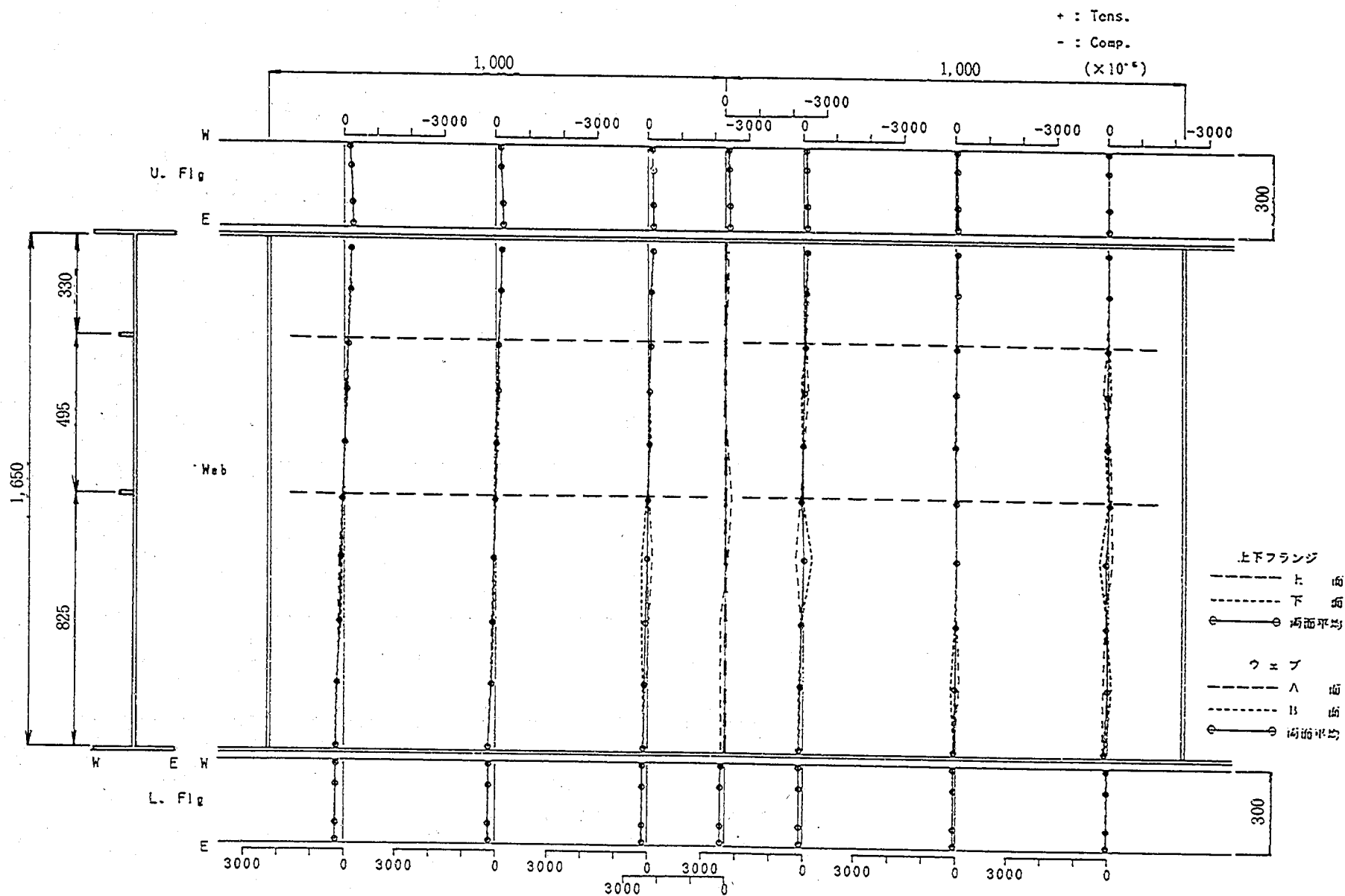


図-2.5.15(1) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=59.1t$, $0.46P_{ust}$)

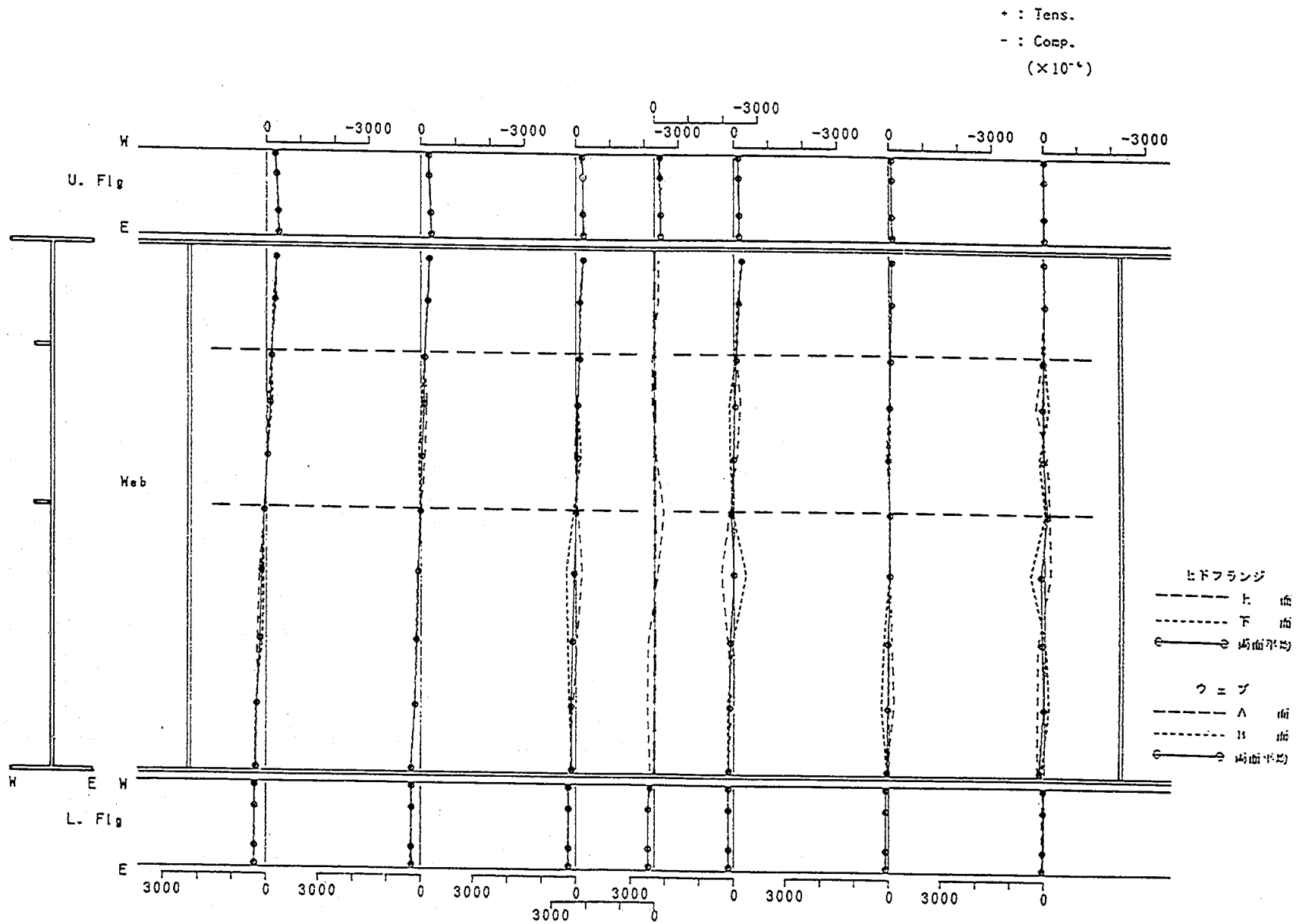
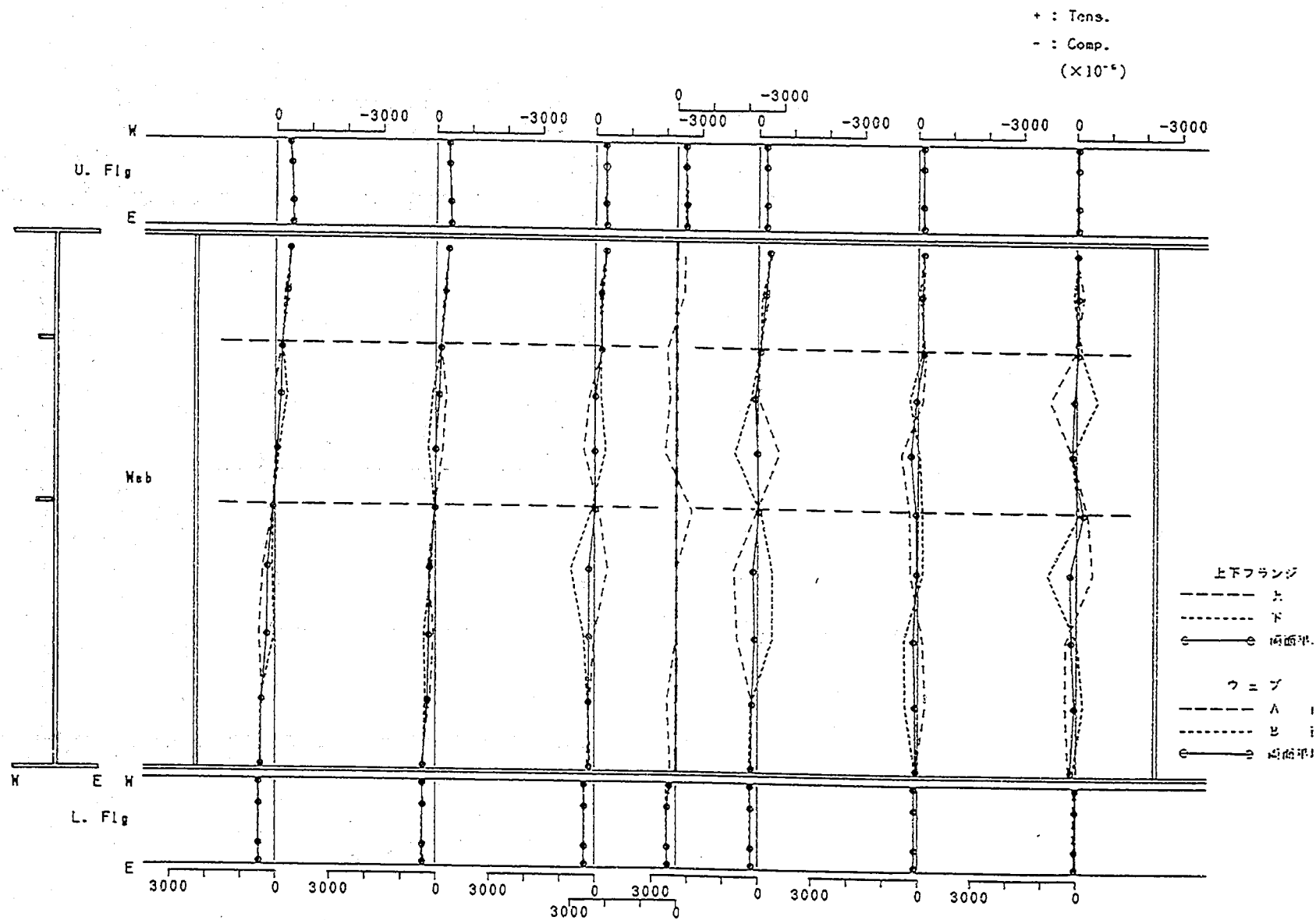
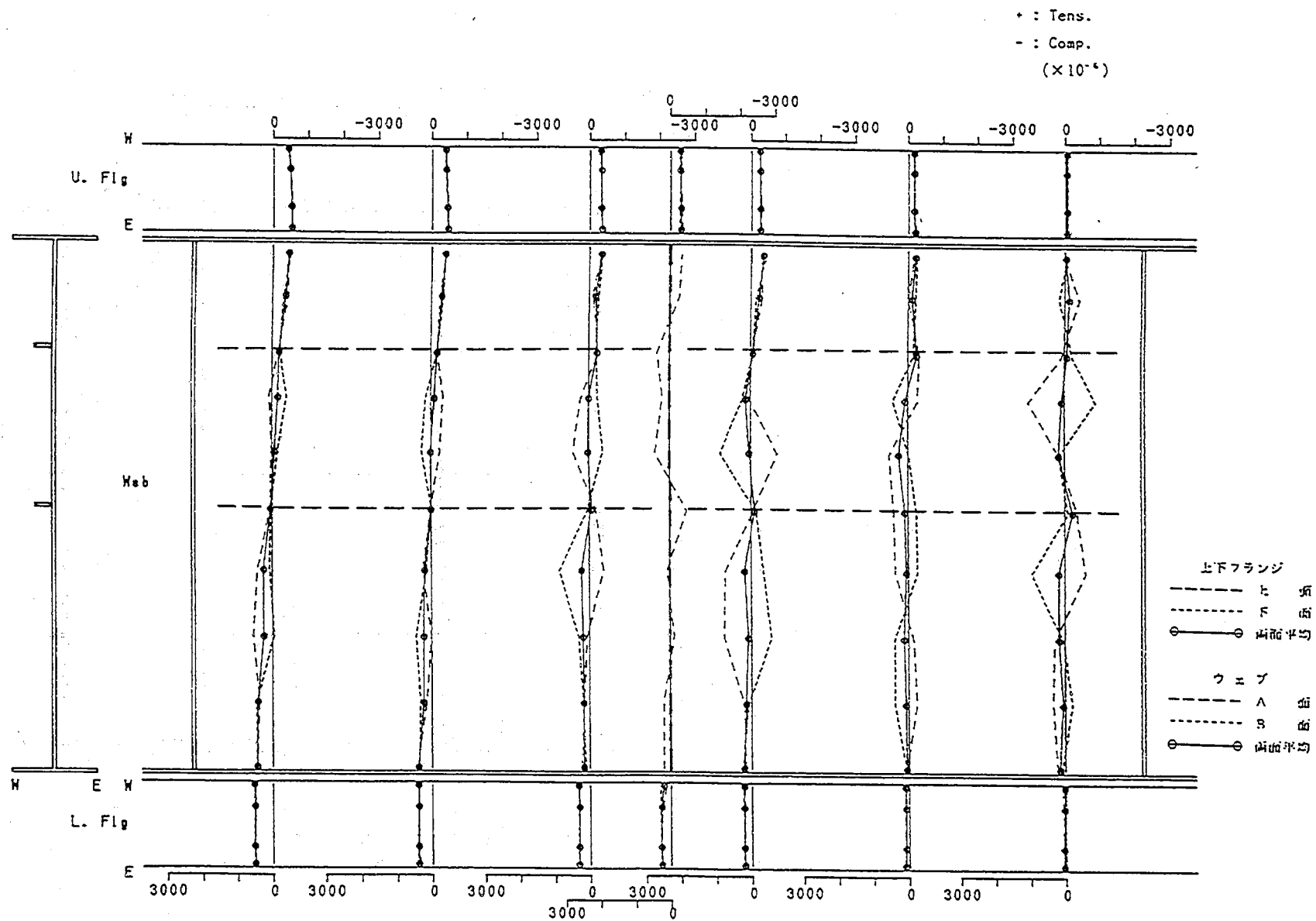


図-2.5.15(2) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=79.3t$, $0.62P_{ust}$)



図—2.5.15(3) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=108.7t$, $0.85P_{ust}$)



図—2.5.15(4) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=118.6t$, $0.92P_{ust}$)

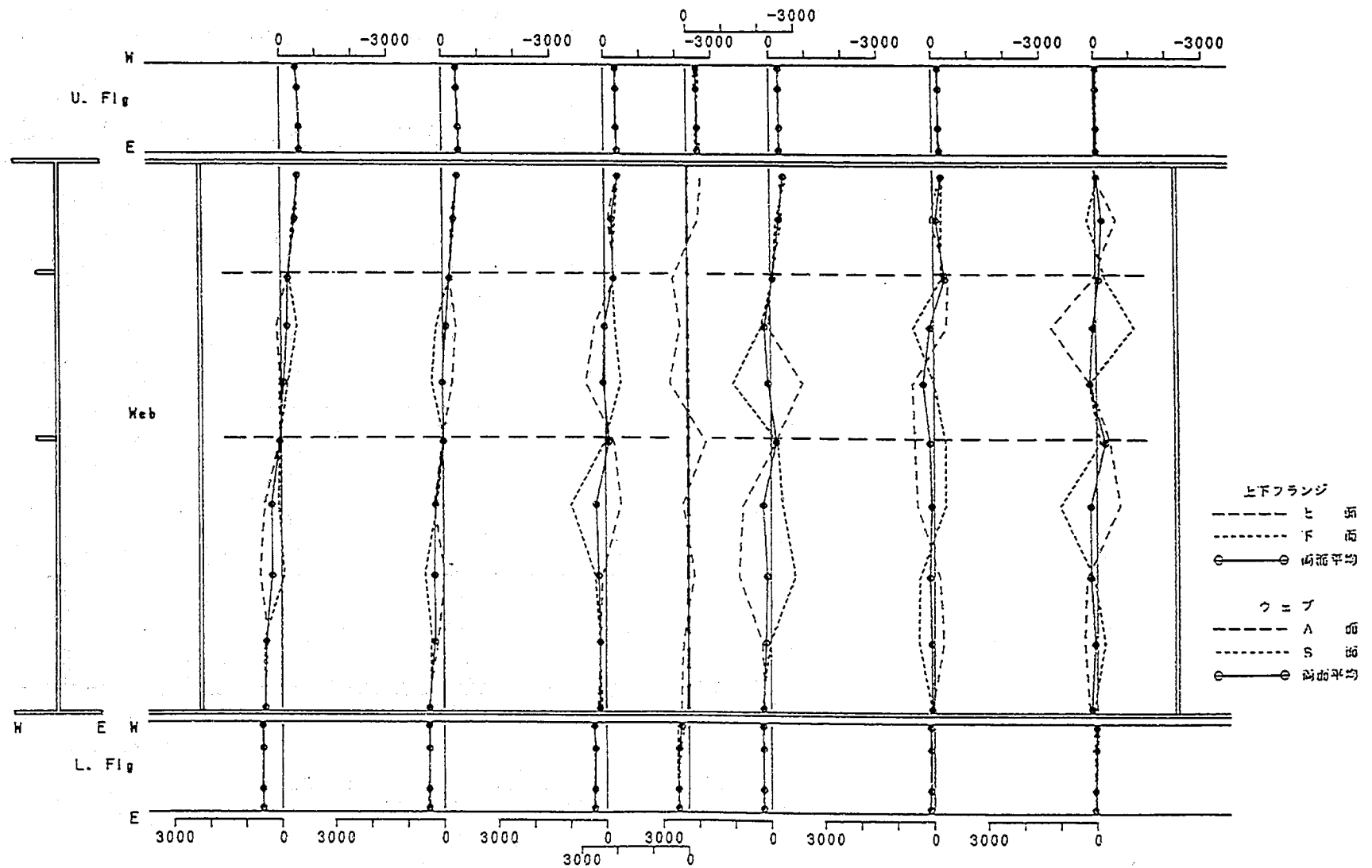


図-2.5.15(5) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=123.5t$, $0.96P_{ust}$)

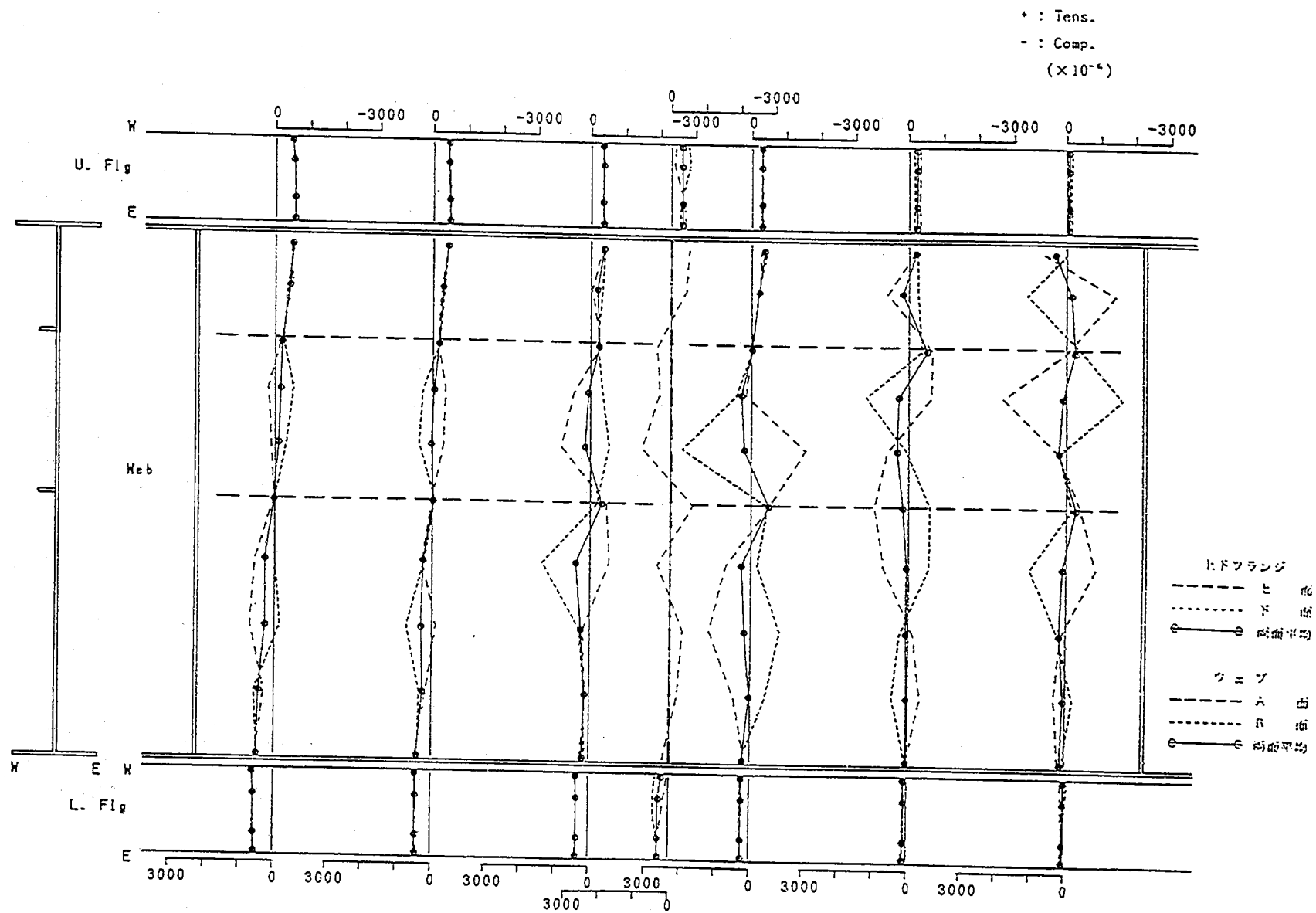
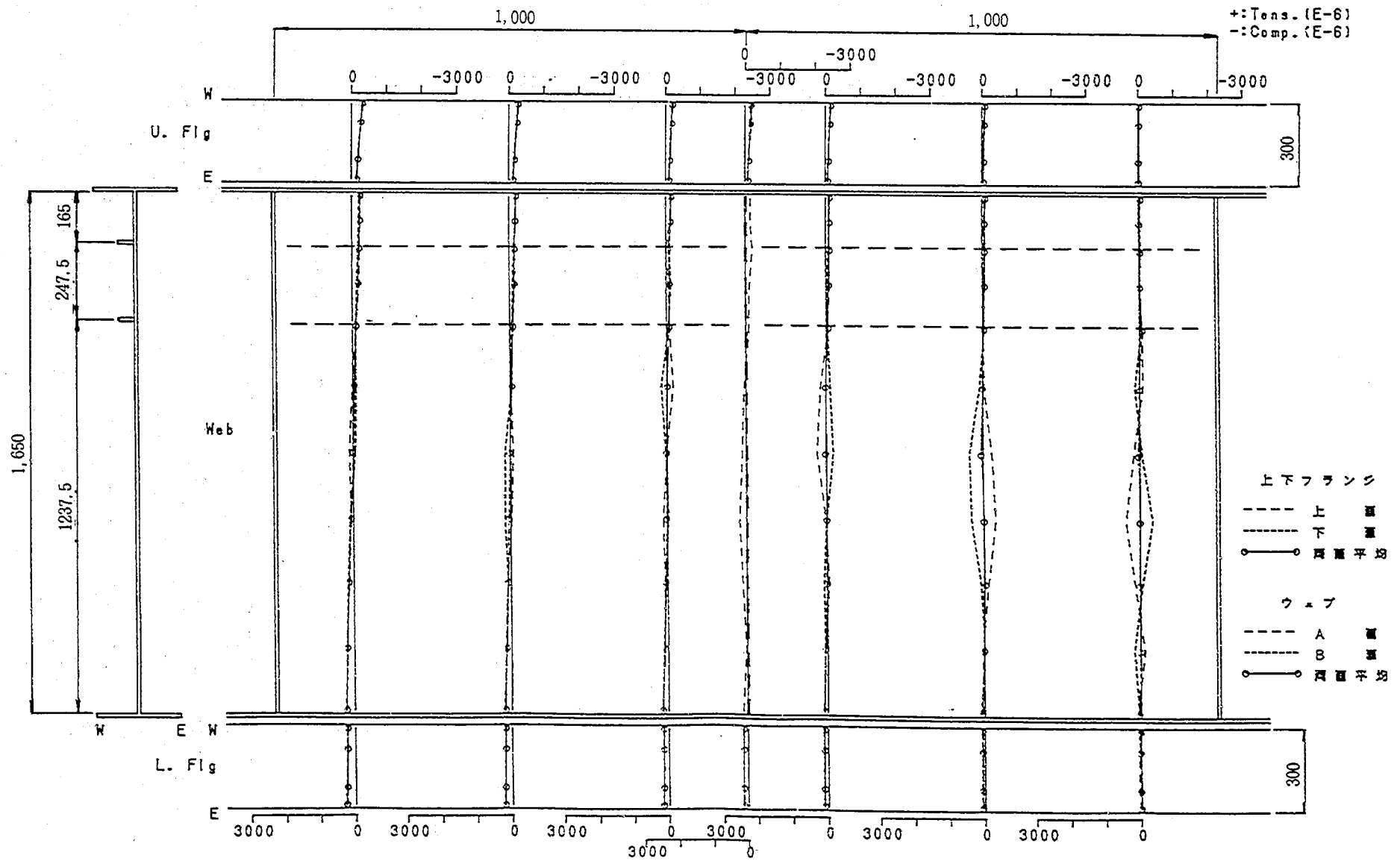


図-2.5.15(6) S-23 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=128.4t$, P_{ust})



図—2.5.16(1) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=59.6t, 0.40P_{ust})

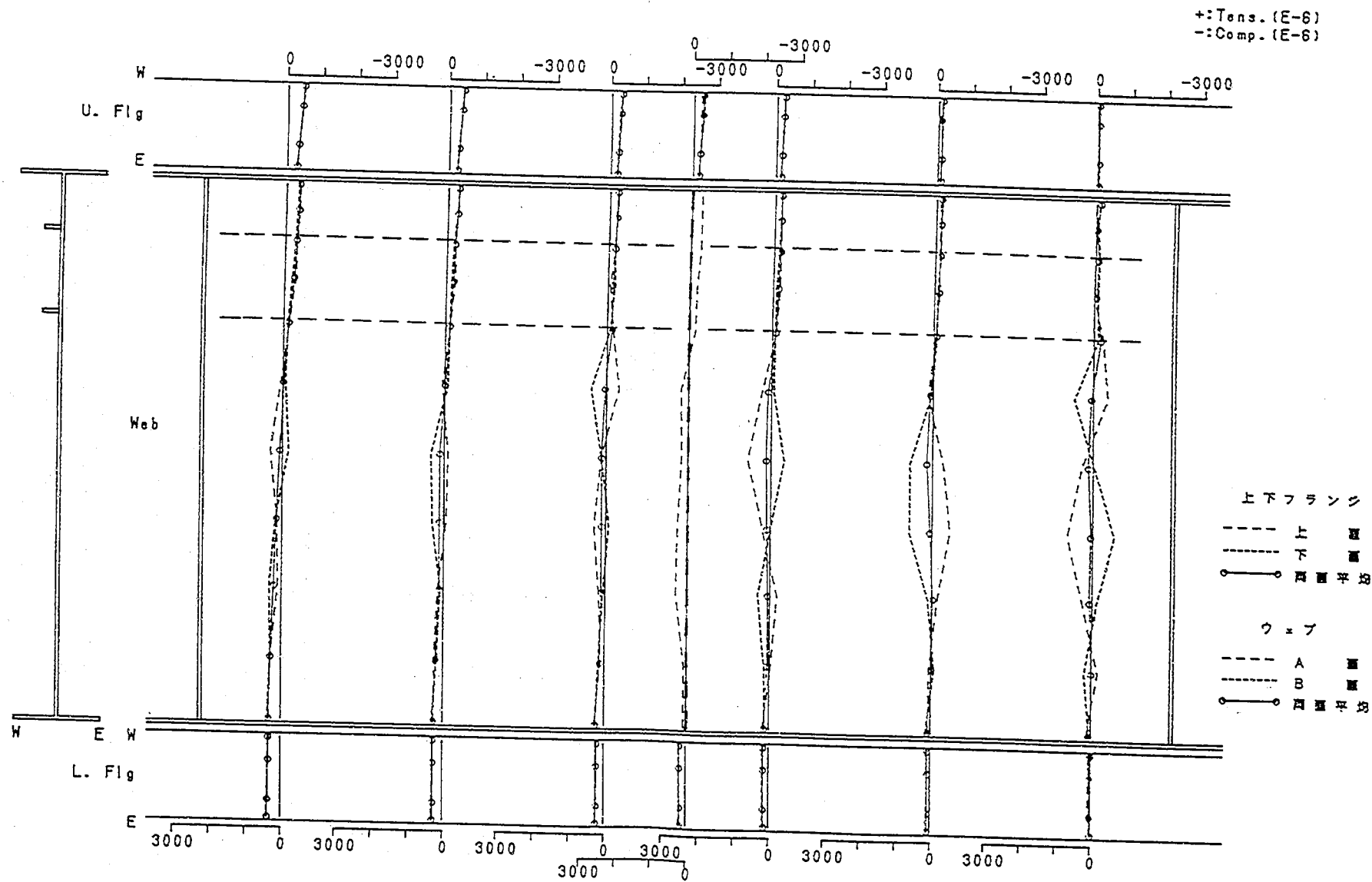


図-2.5.16(2) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=89.1t, 0.60P_{ust})

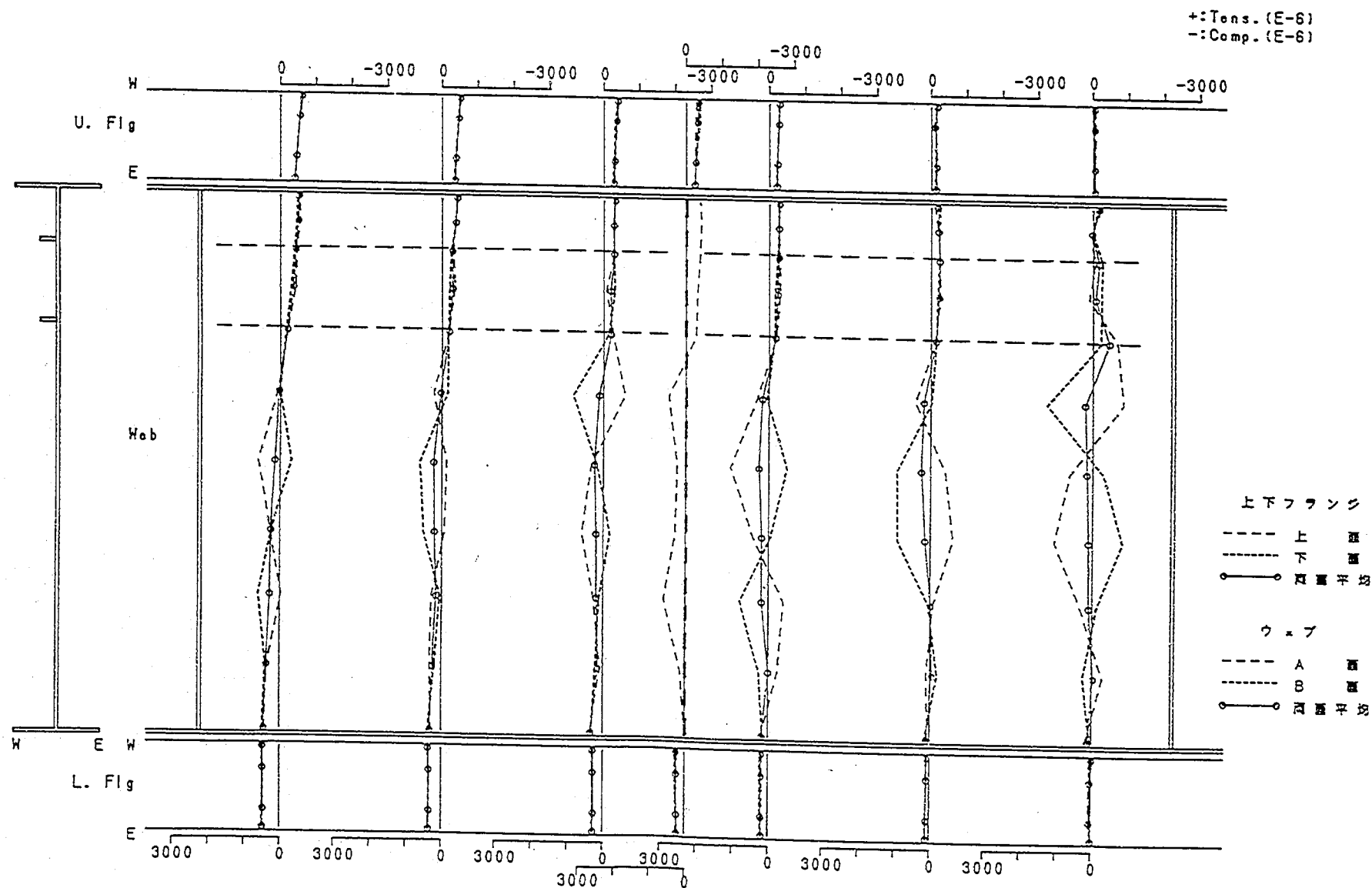


図-2.5.16(3) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=119.1t, 0.80P_{ust})

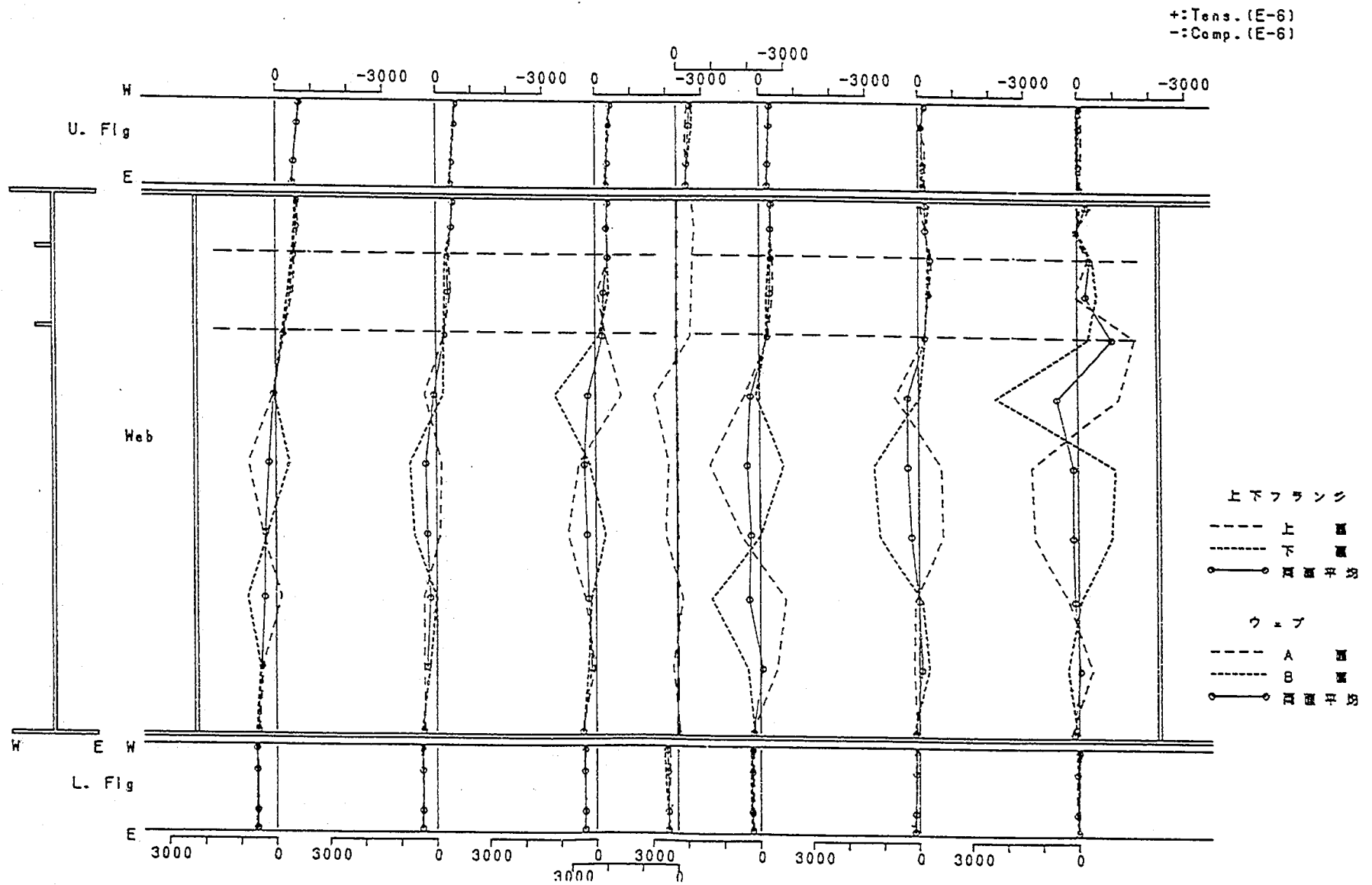


図-2.5.16(4) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=133.4t$, $0.90P_{ust}$)

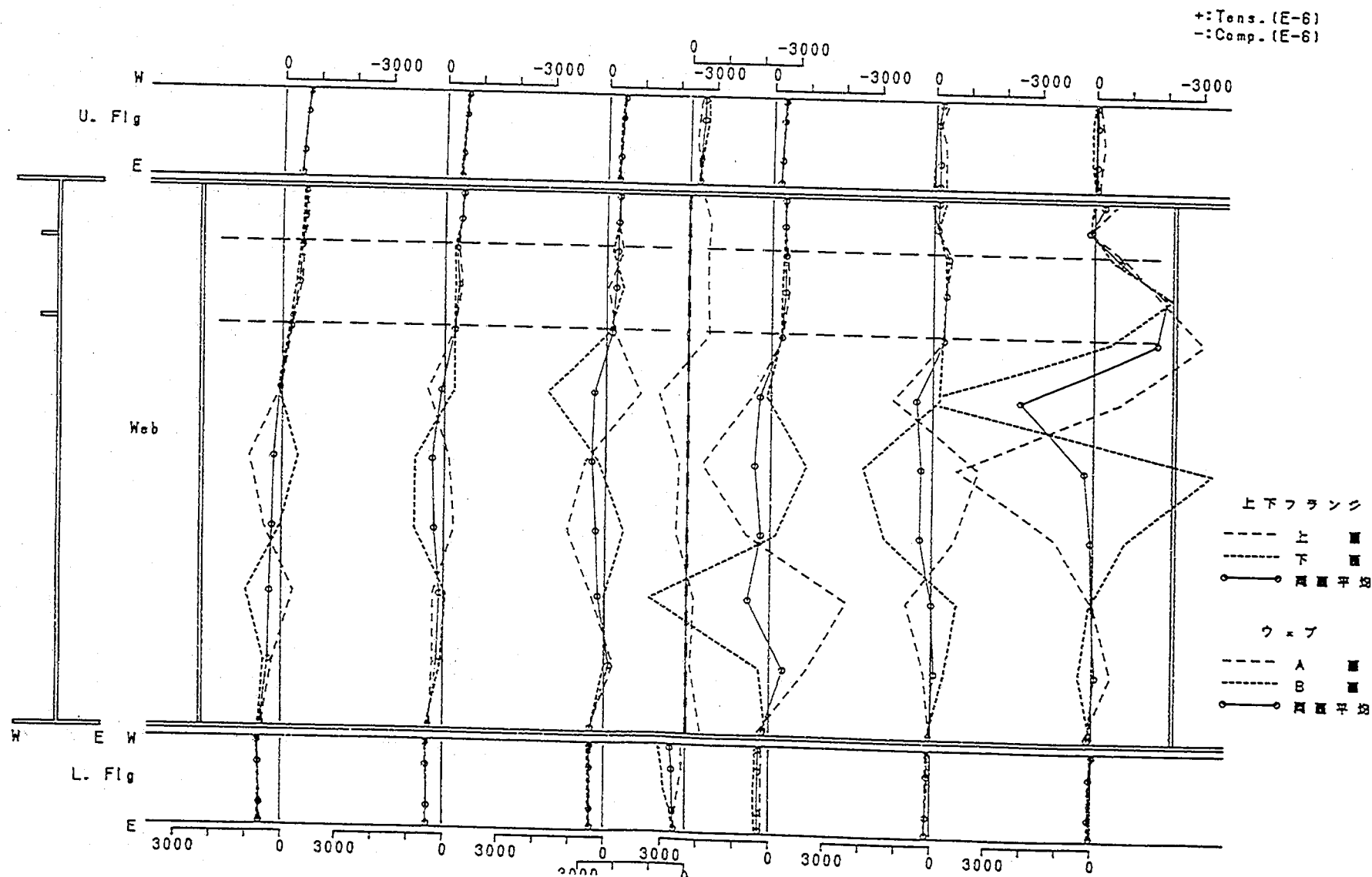


図-2.5.16(5) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=142.9t$, $0.96P_{ust}$)

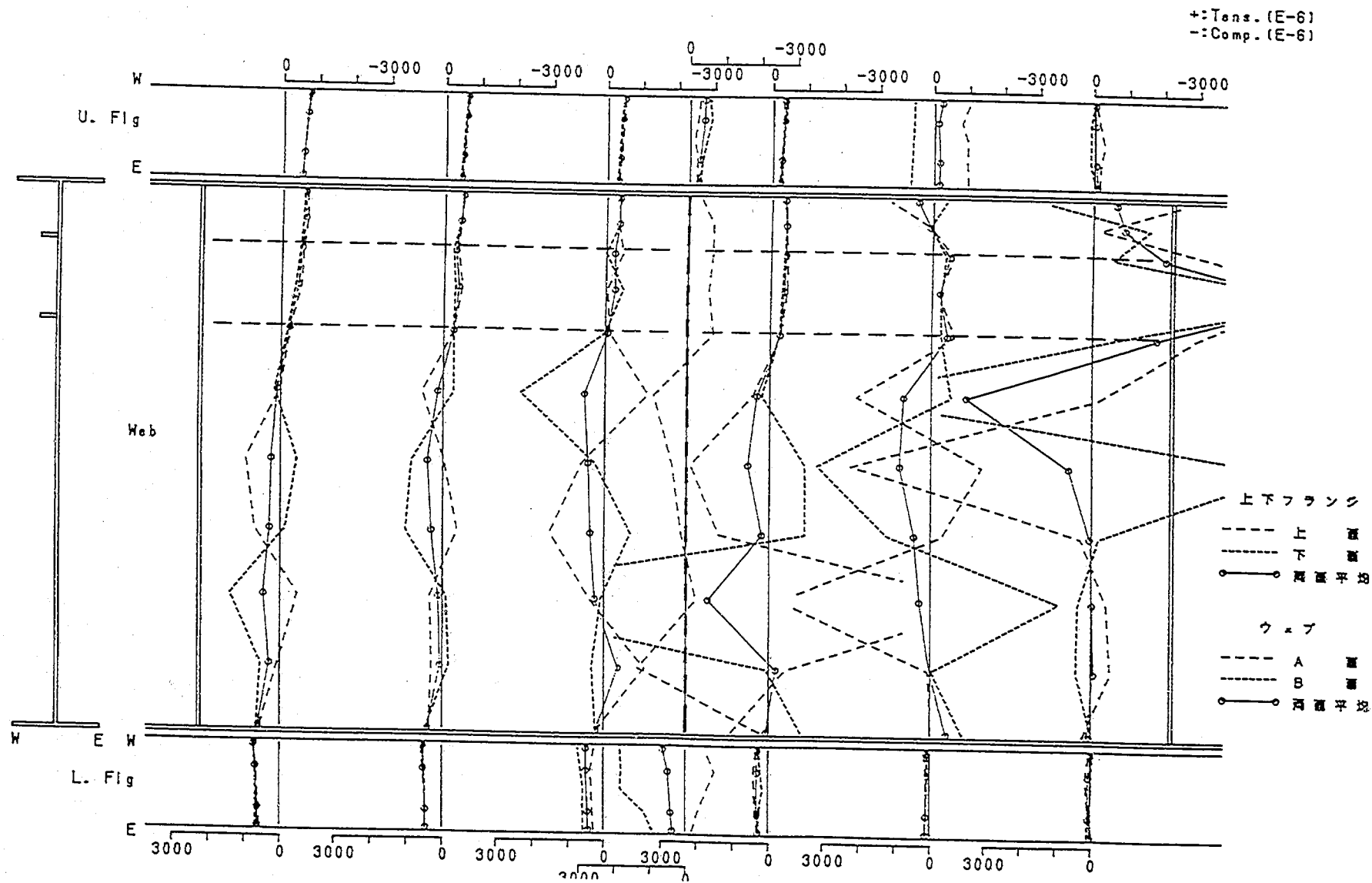


図-2.5.16(6) S-24 供試体の曲げひずみ分布図 (P=148.2t, Pust)

図-2.5.17(2) S-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=89.1\text{t}$, $0.62P_{\text{ust}}$)

+: Tens. (E-6)
-: Comp. (E-6)

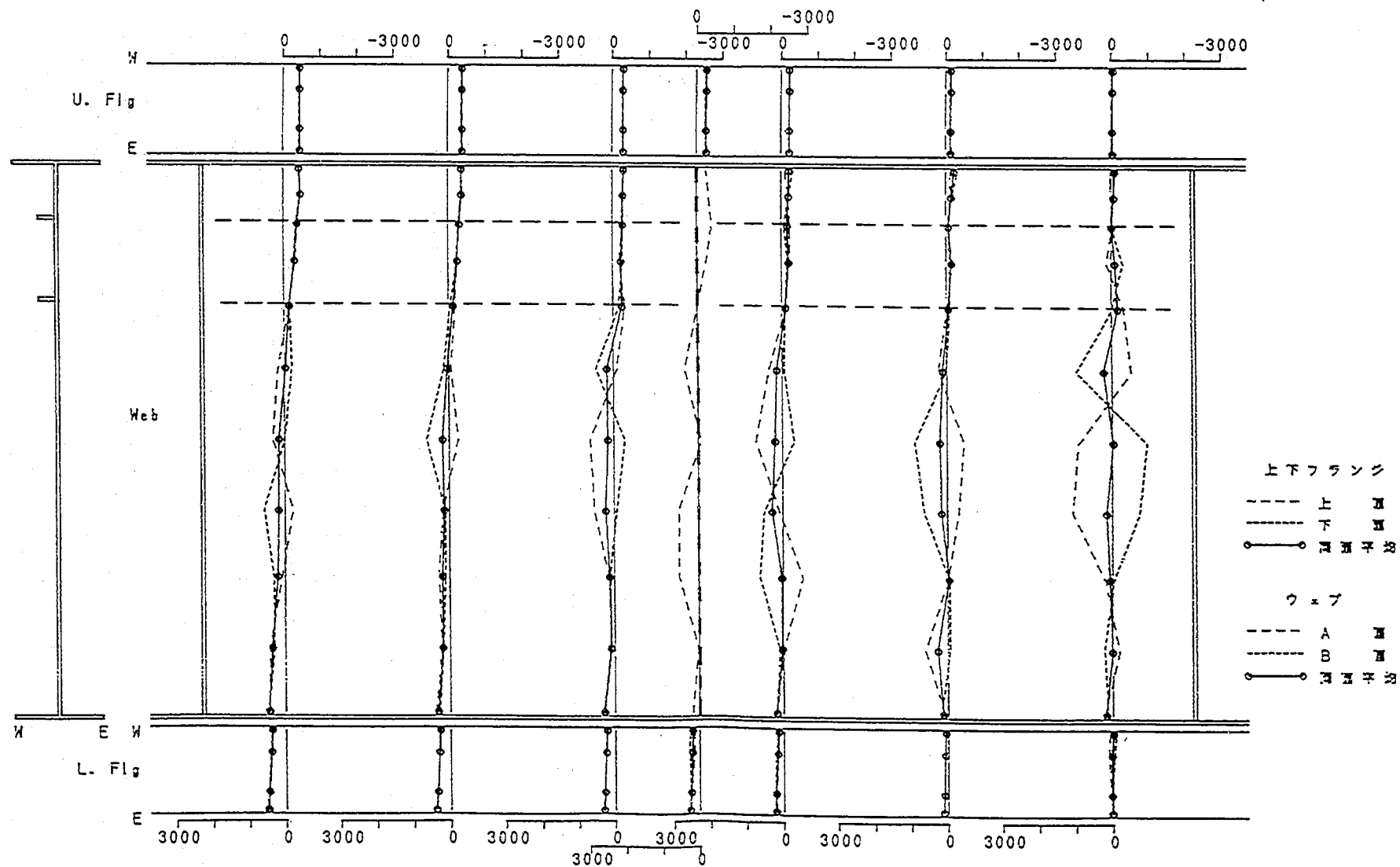


図-2.5.17(3) S-25 供試体の曲げひずみ分布図 (P=109.5t, 0.76P_{ust})

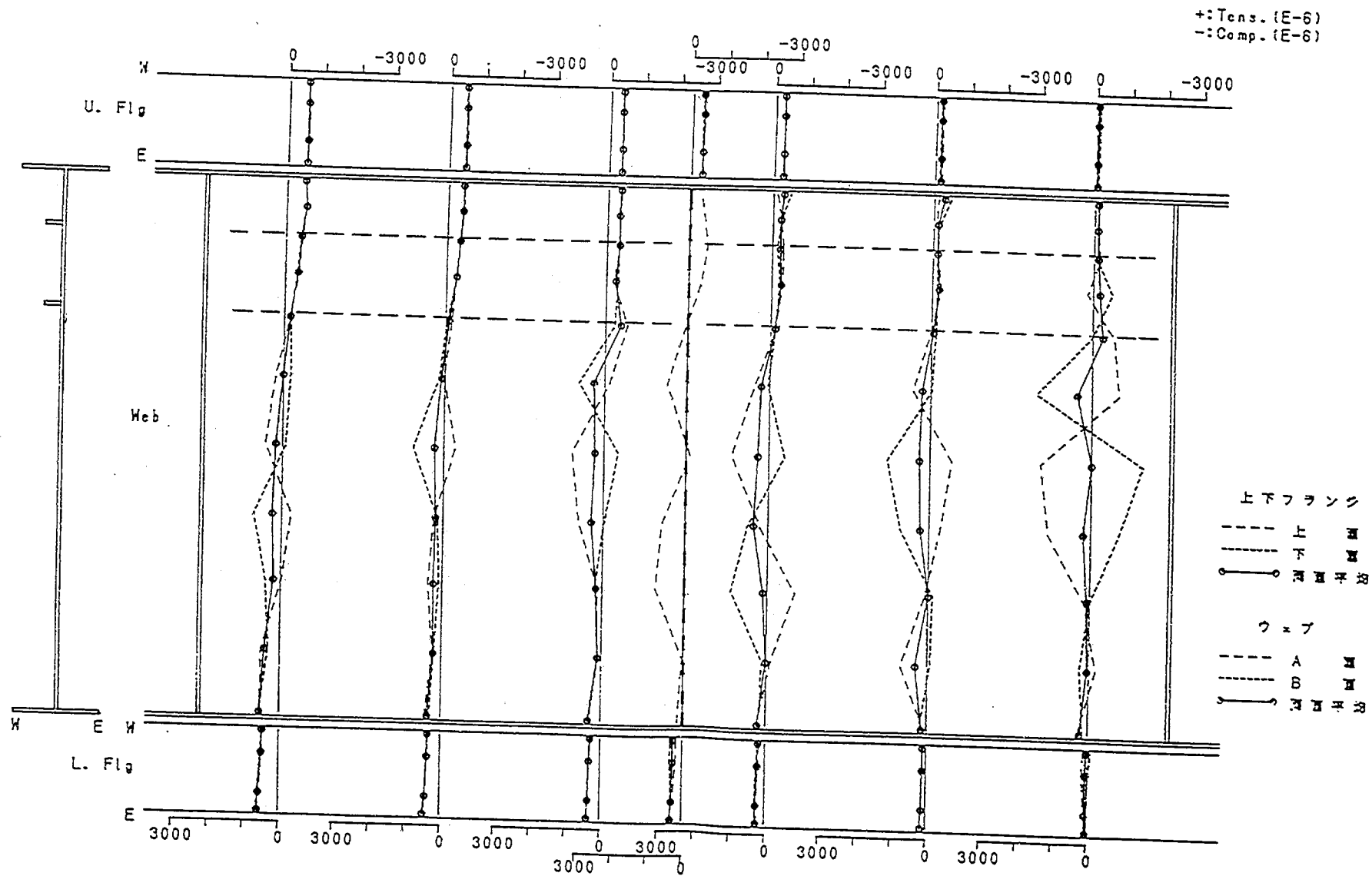


図-2.5.17(4) S-25 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=129.1t$, $0.90P_{ust}$)

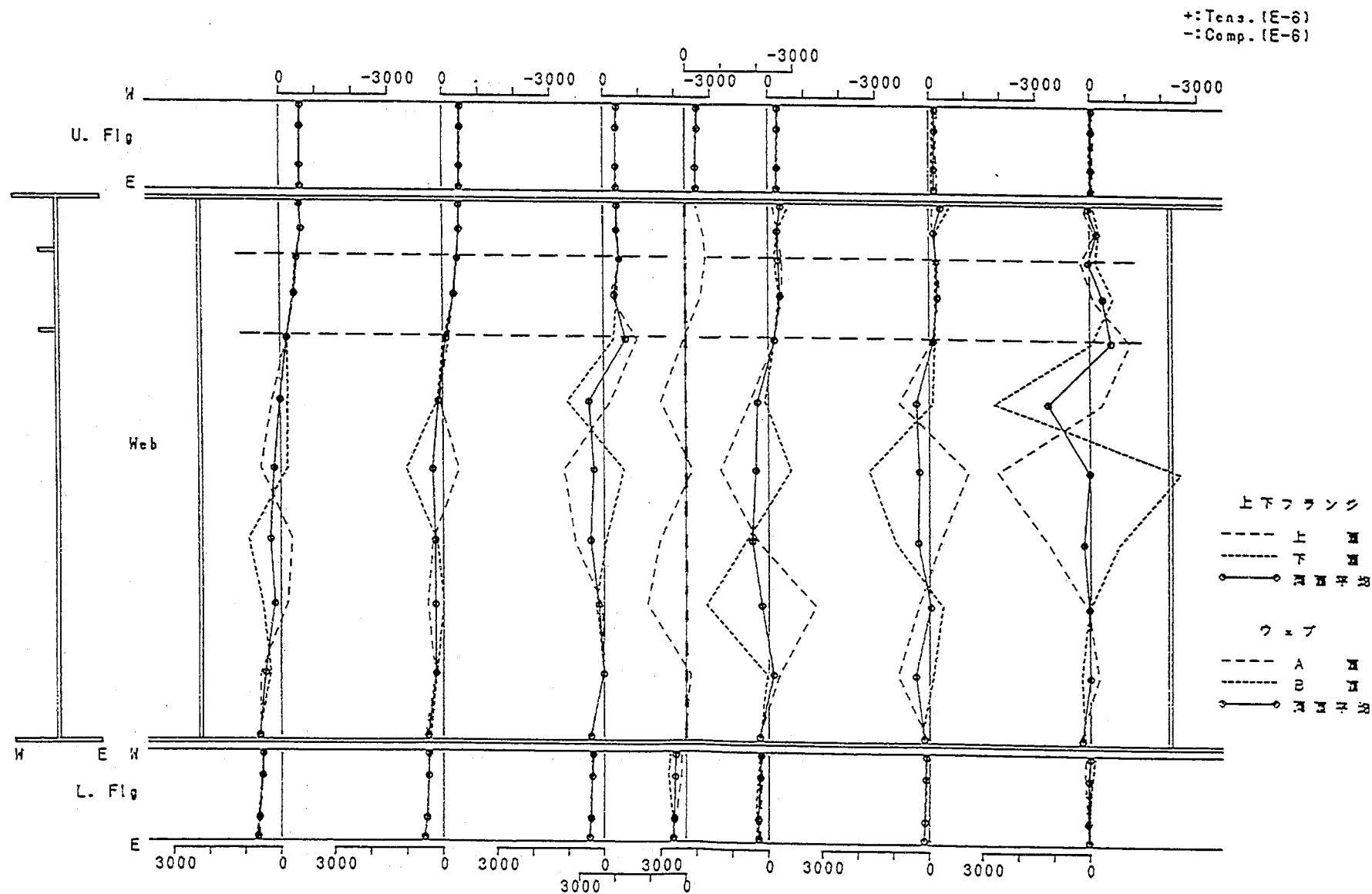
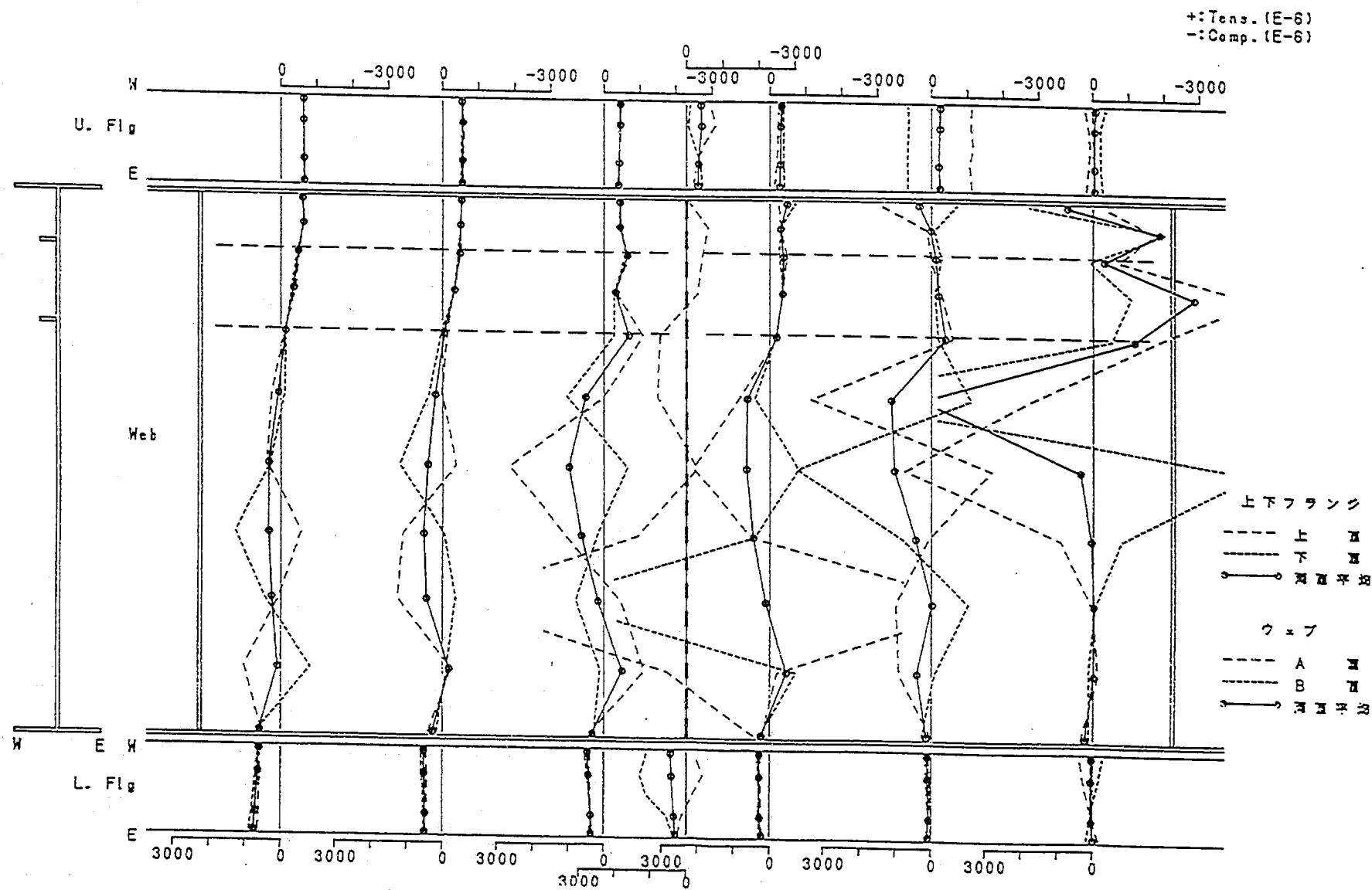


図-2.5.17(5) S-25 供試体の曲げひずみ分布図 (P=138.1t, 0.96P_{ust})



図—2.5.17(6) S-25 供試体の曲げひずみ分布図 (P=144.lt, Pust)

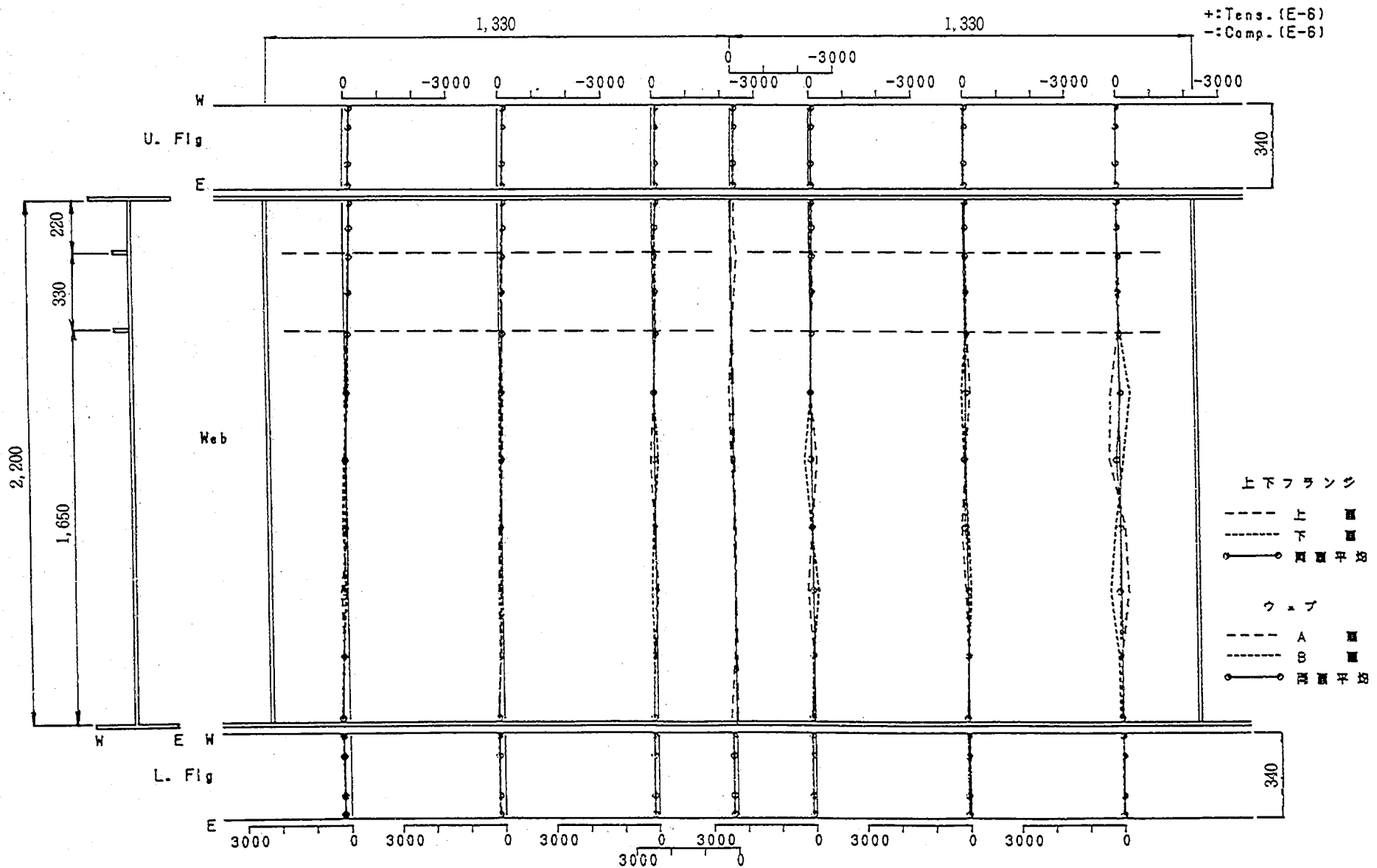


図-2.5.18(1) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P = 59.5t$, $0.38P_{ust}$)

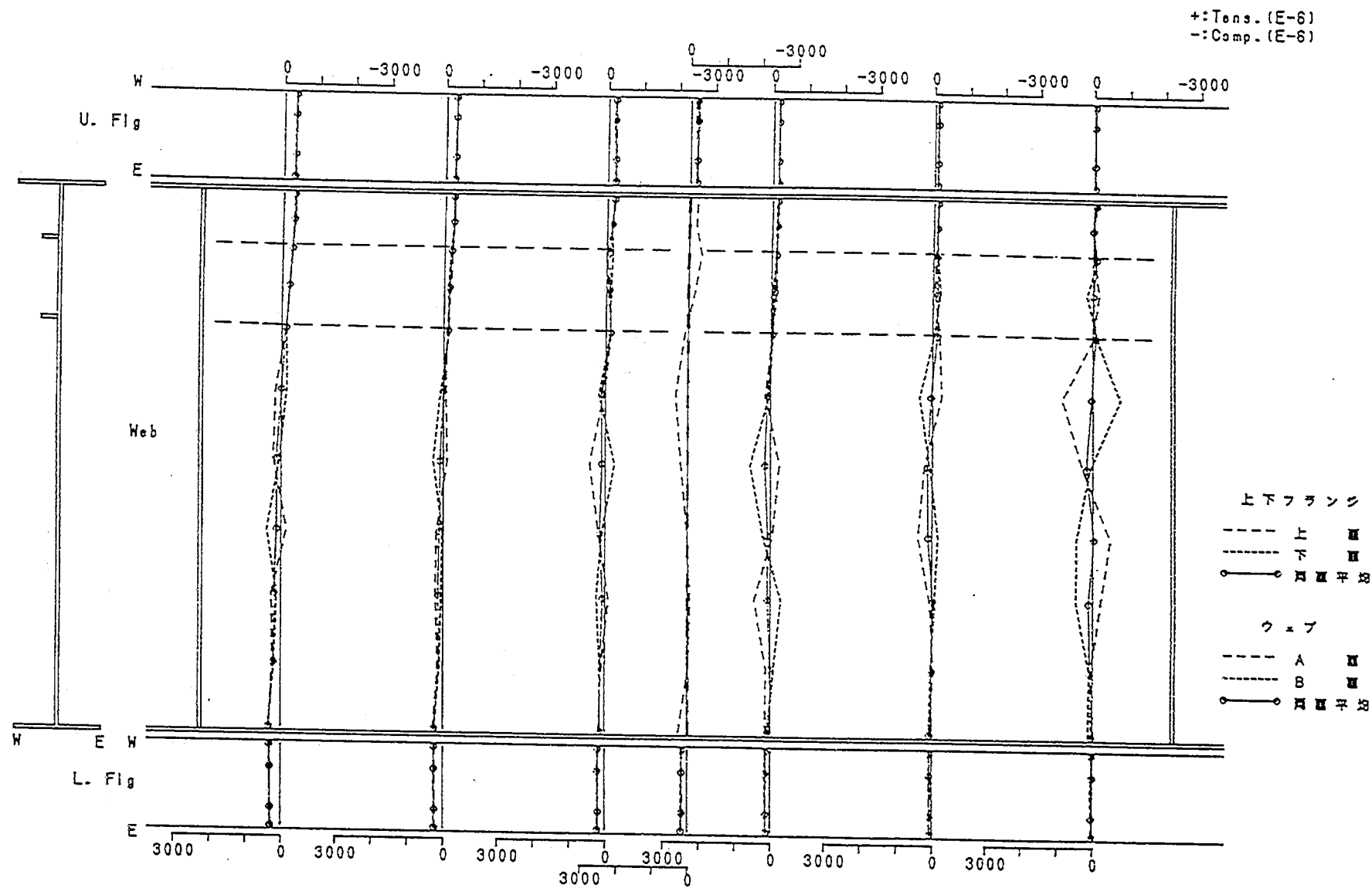


図-2.5.18(2) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=99.6t$, $0.63P_{ust}$)

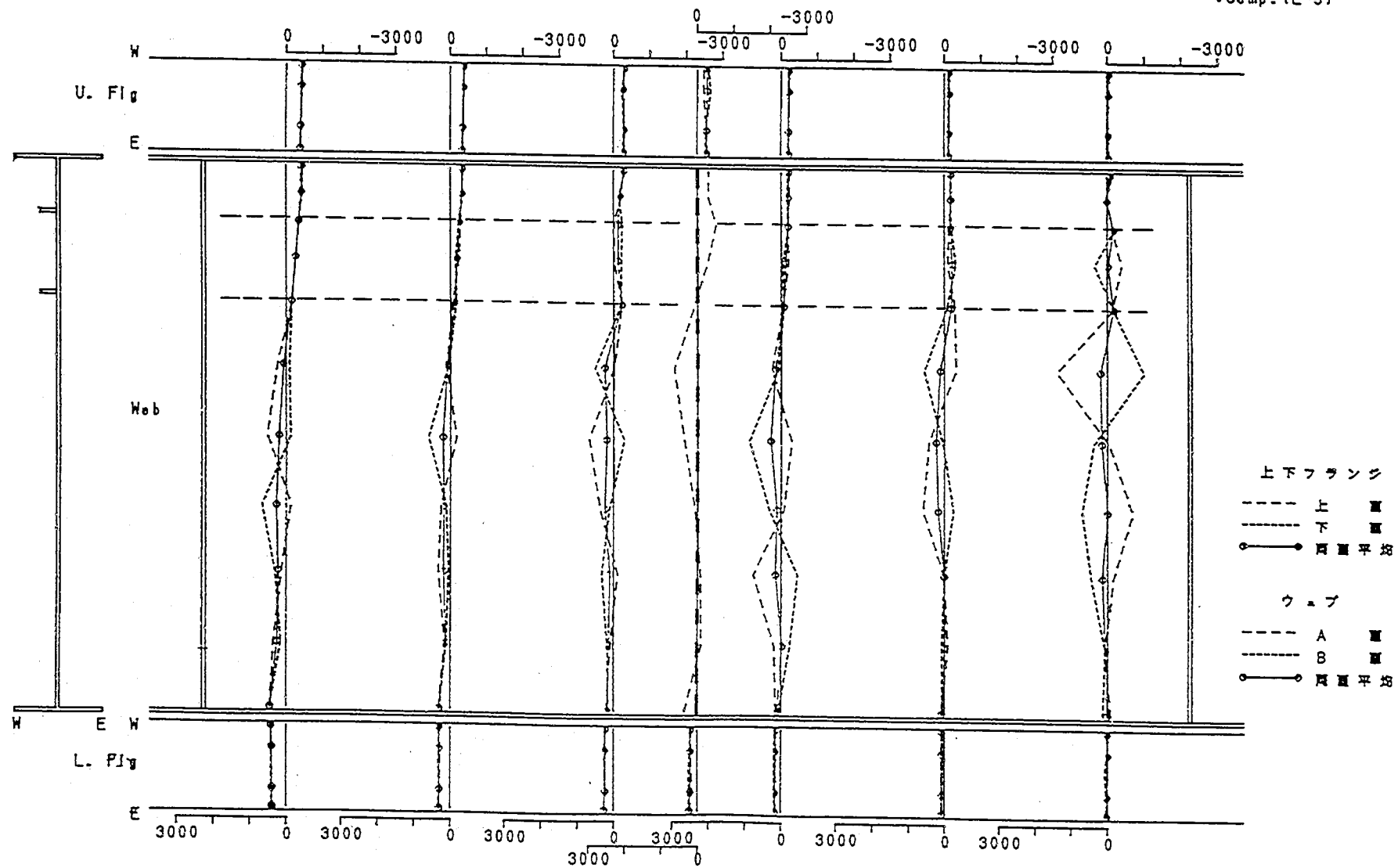


図-2.5.18(3) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=129.6\text{t}$, $0.82P_{\text{ust}}$)

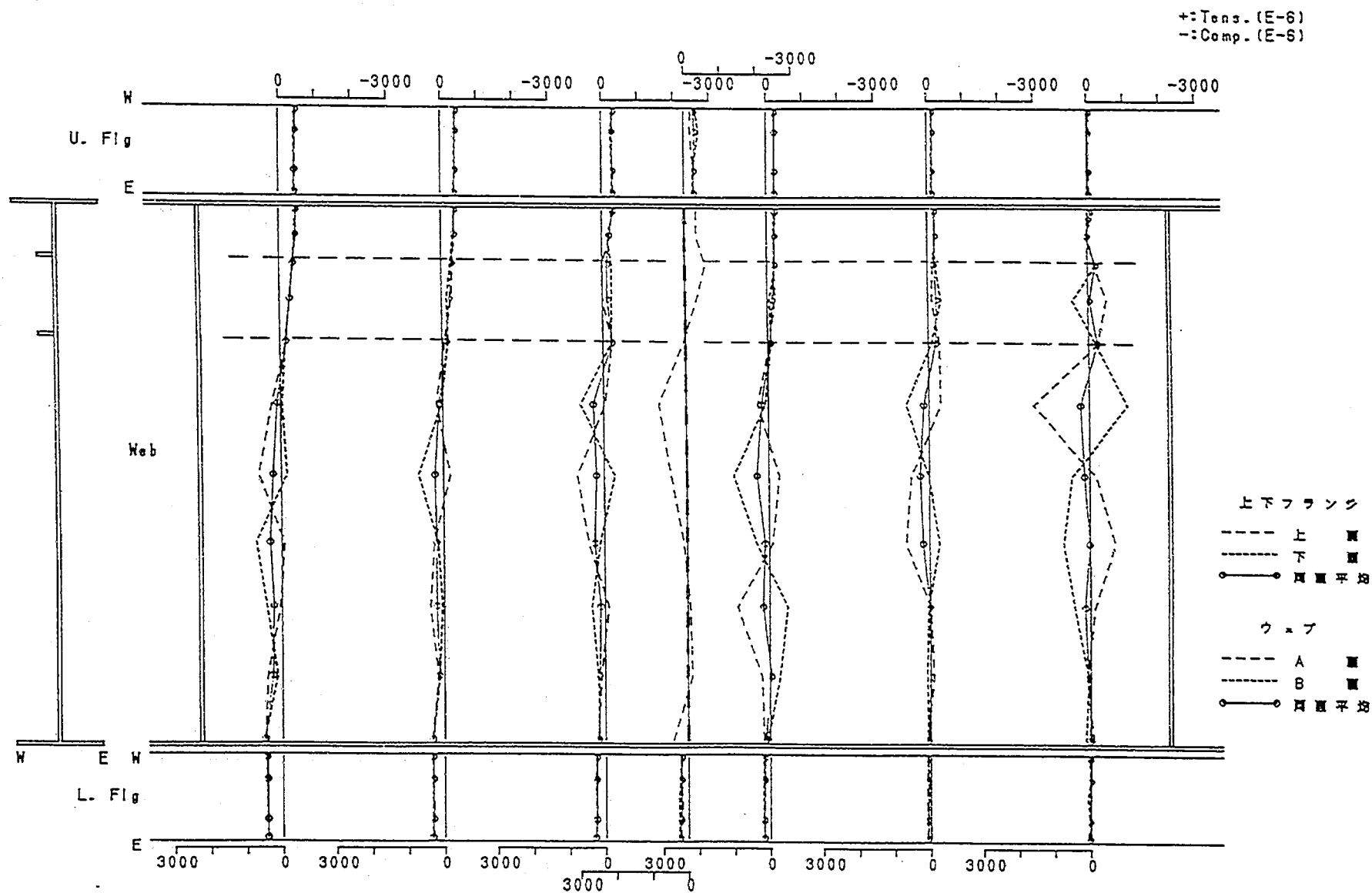


図-2.5.18(4) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 ($P=139.5t$, $0.89P_{ust}$)

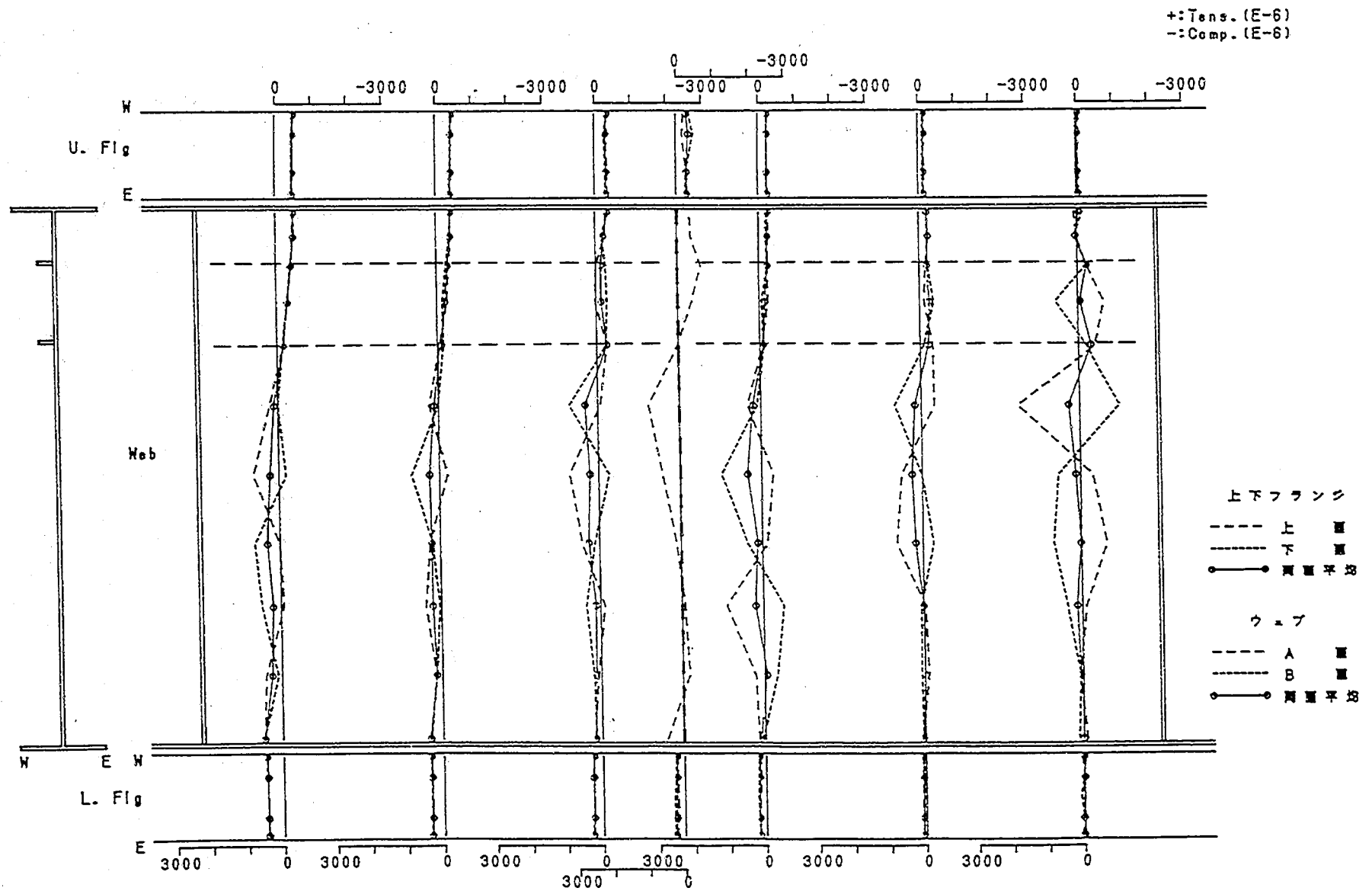
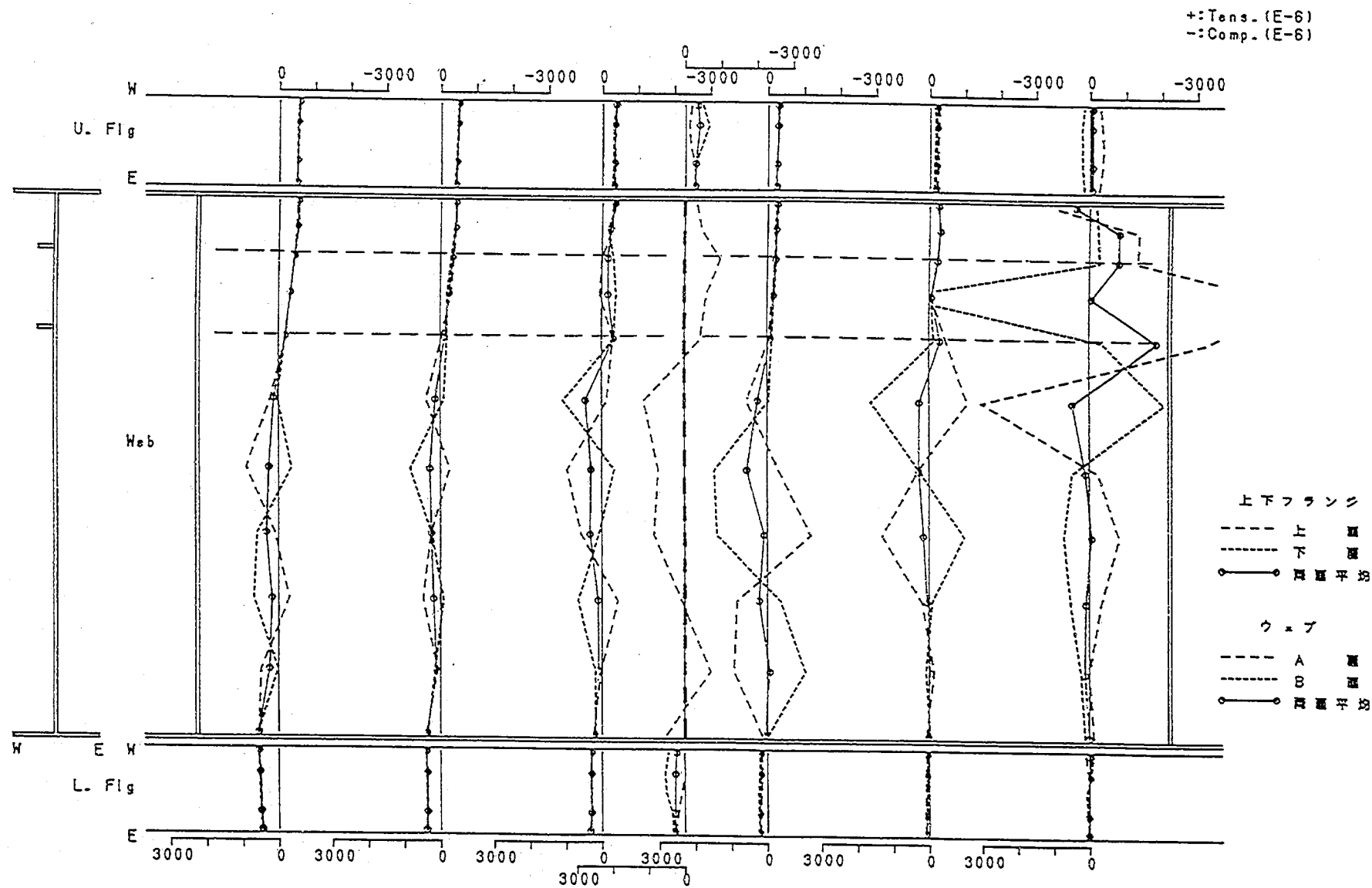


図-2.5.18(5) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 (P=148.9 t, 0.95 P_{ust})



図—2.5.18(6) S-26 供試体の曲げひずみ分布図 (P=157.4t, Pust)

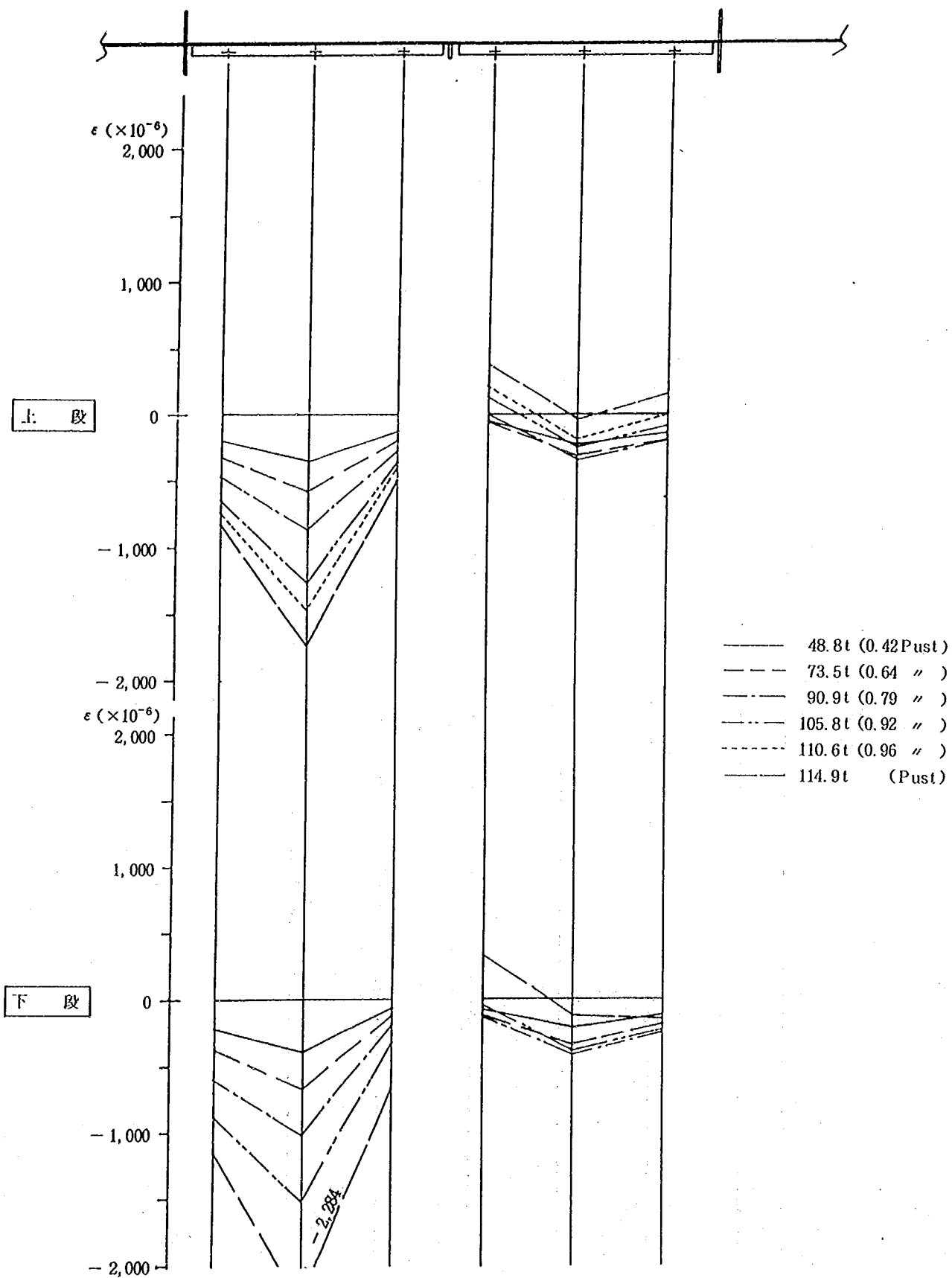


図-2.6(1) 水平補剛材ひずみ分布図 (B-21: $0.45\gamma_{hreq}$)

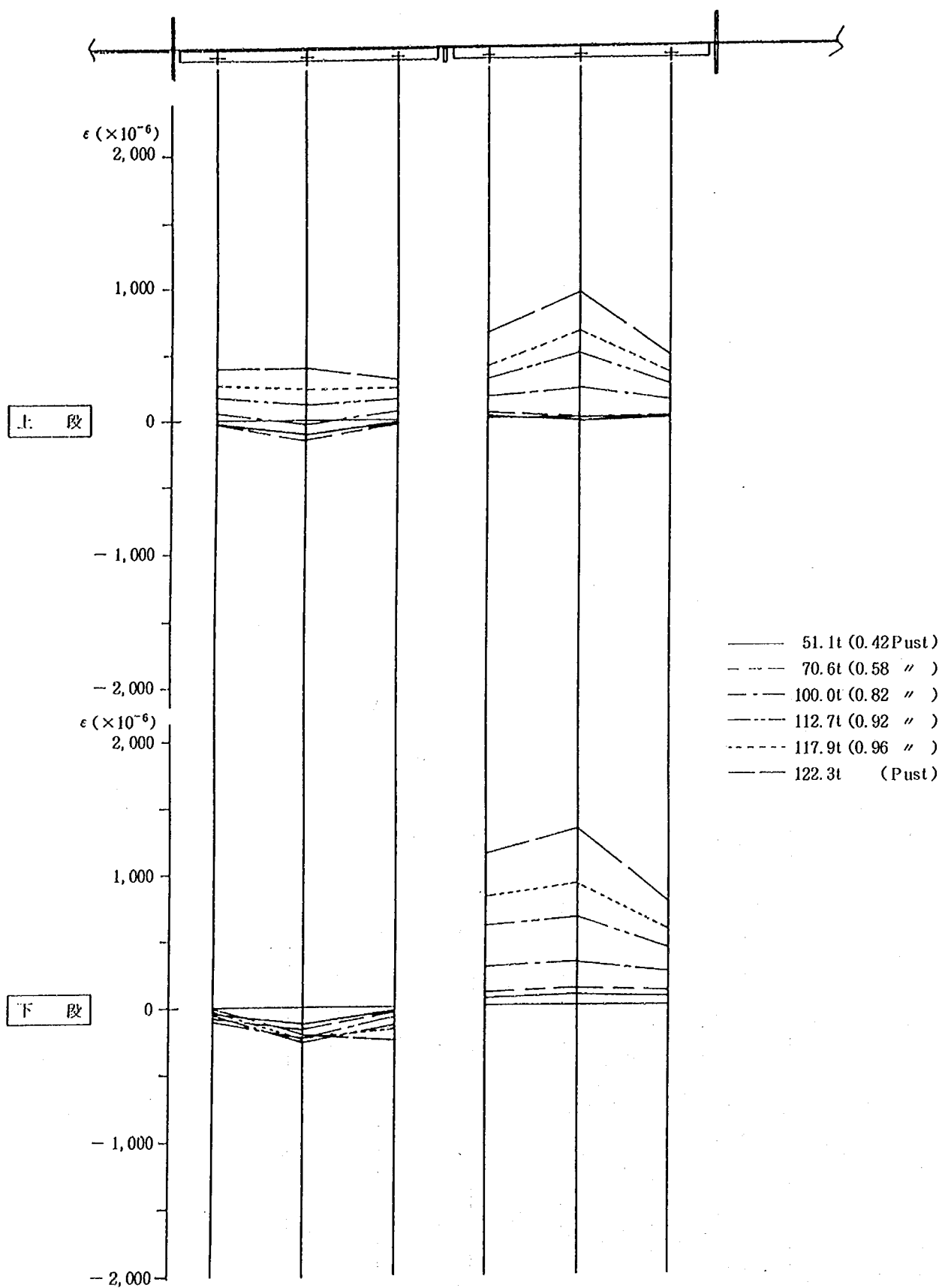


図-2.6(2) 水平補剛材ひずみ分布図 (B-22 : 0.93 γ_{hreq})

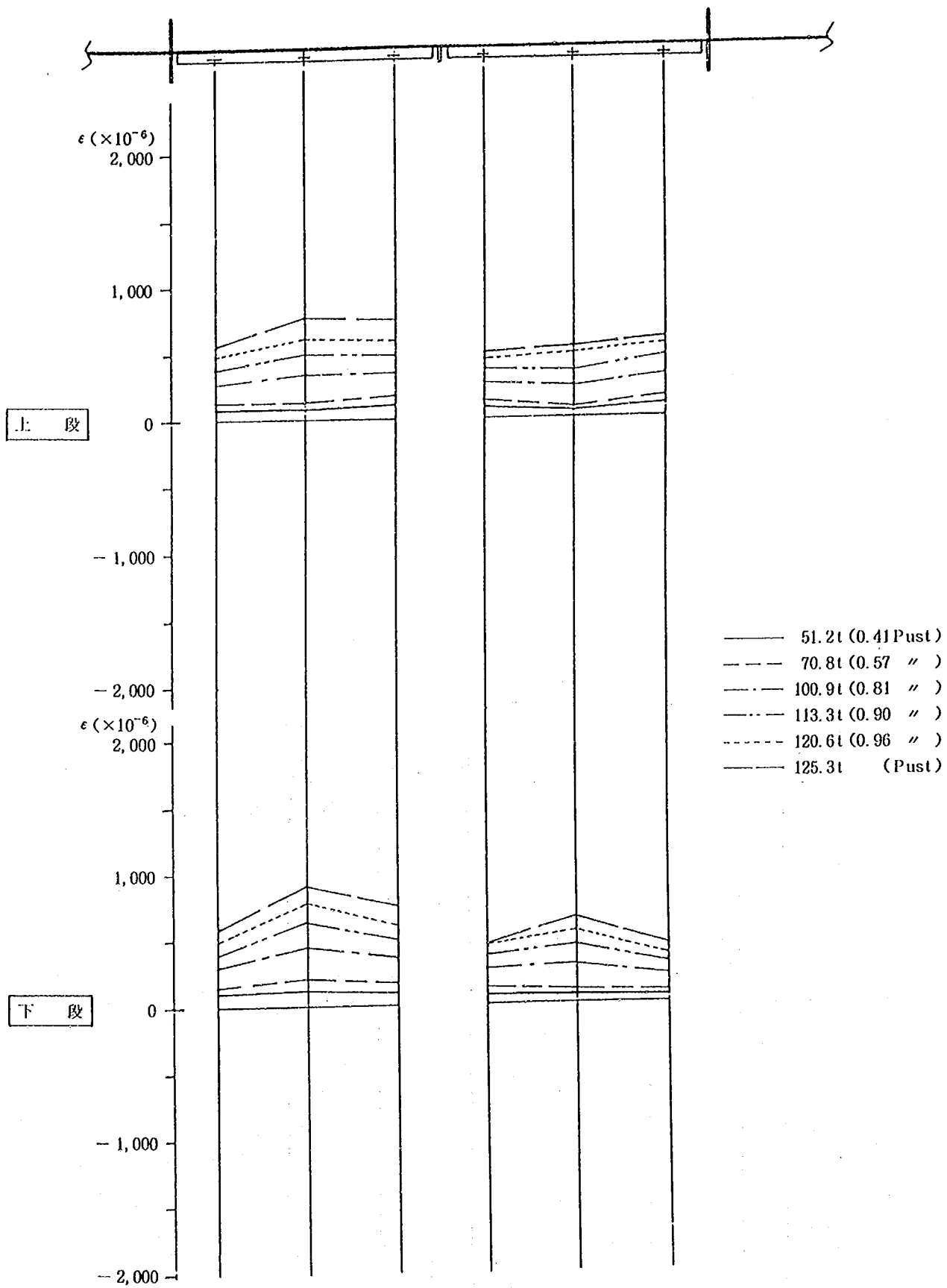


図-2.6(3) 水平補剛材ひずみ分布図 (B-23 : $4.16\gamma_{\text{req}}$)

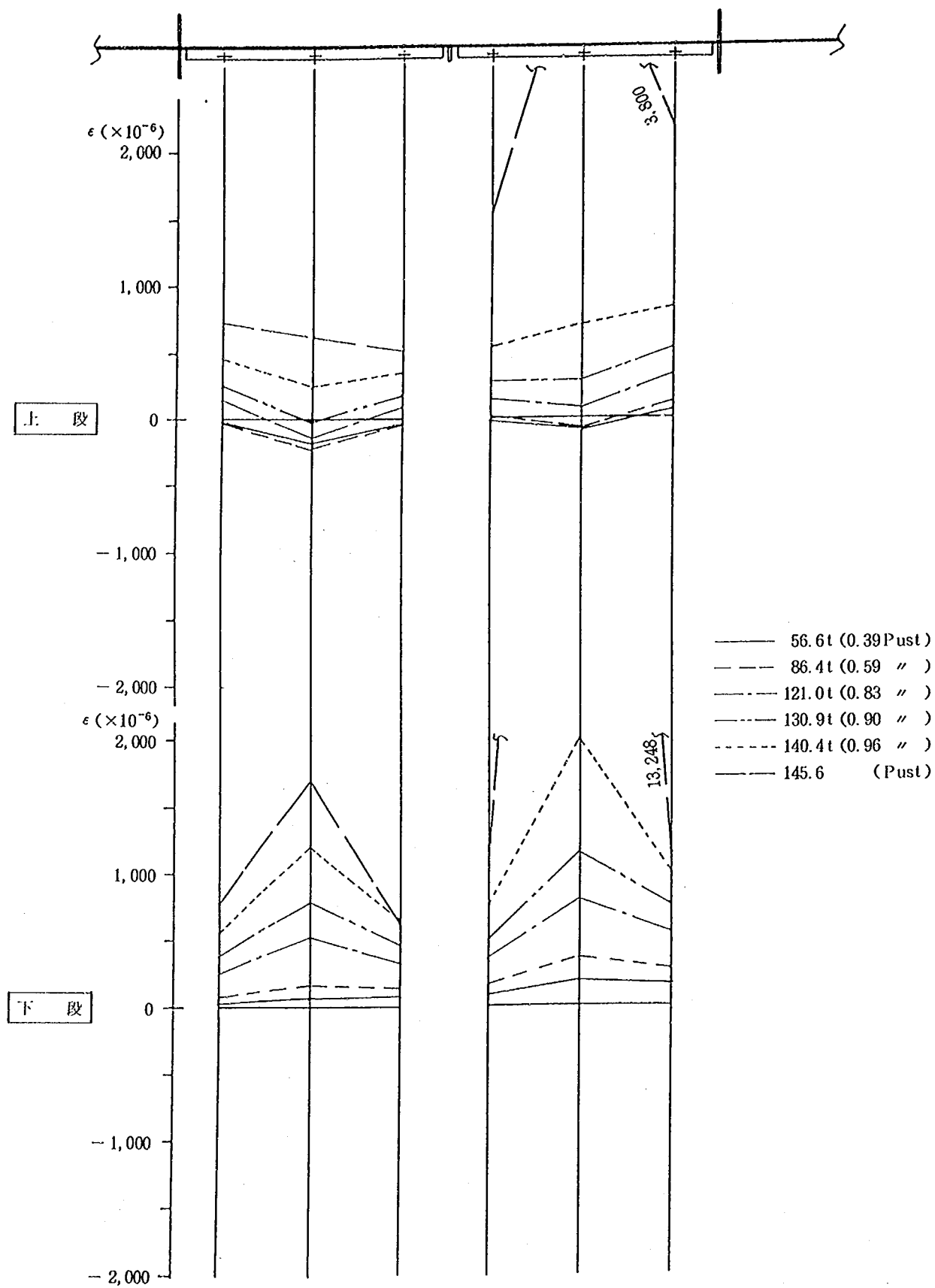


図-2.6(4) 水平補剛材ひずみ分布図 (B-24 : 0.78 γ_{hreq})

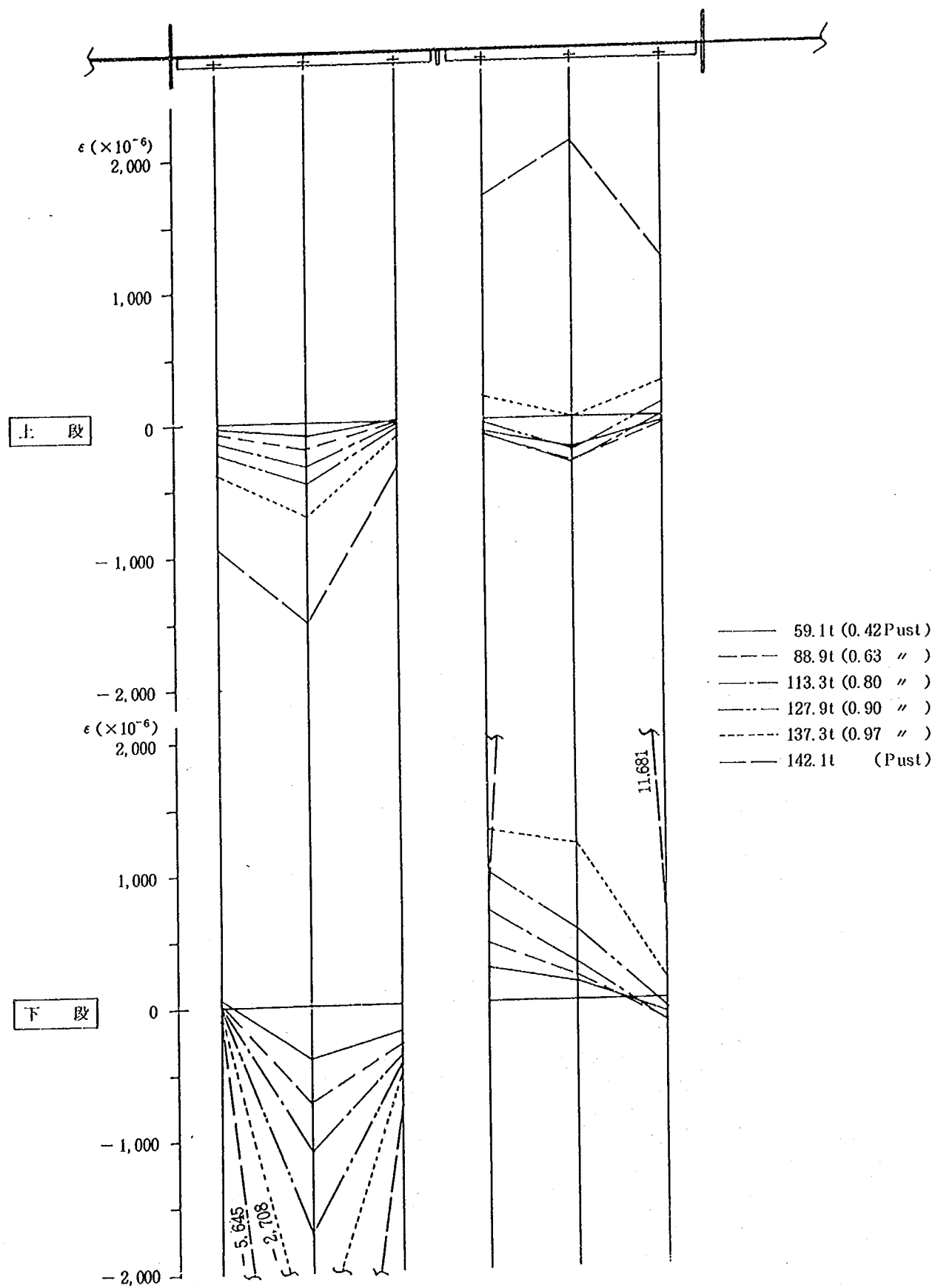


図-2.6(5) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-21 : 0.46 γ_{hreq})

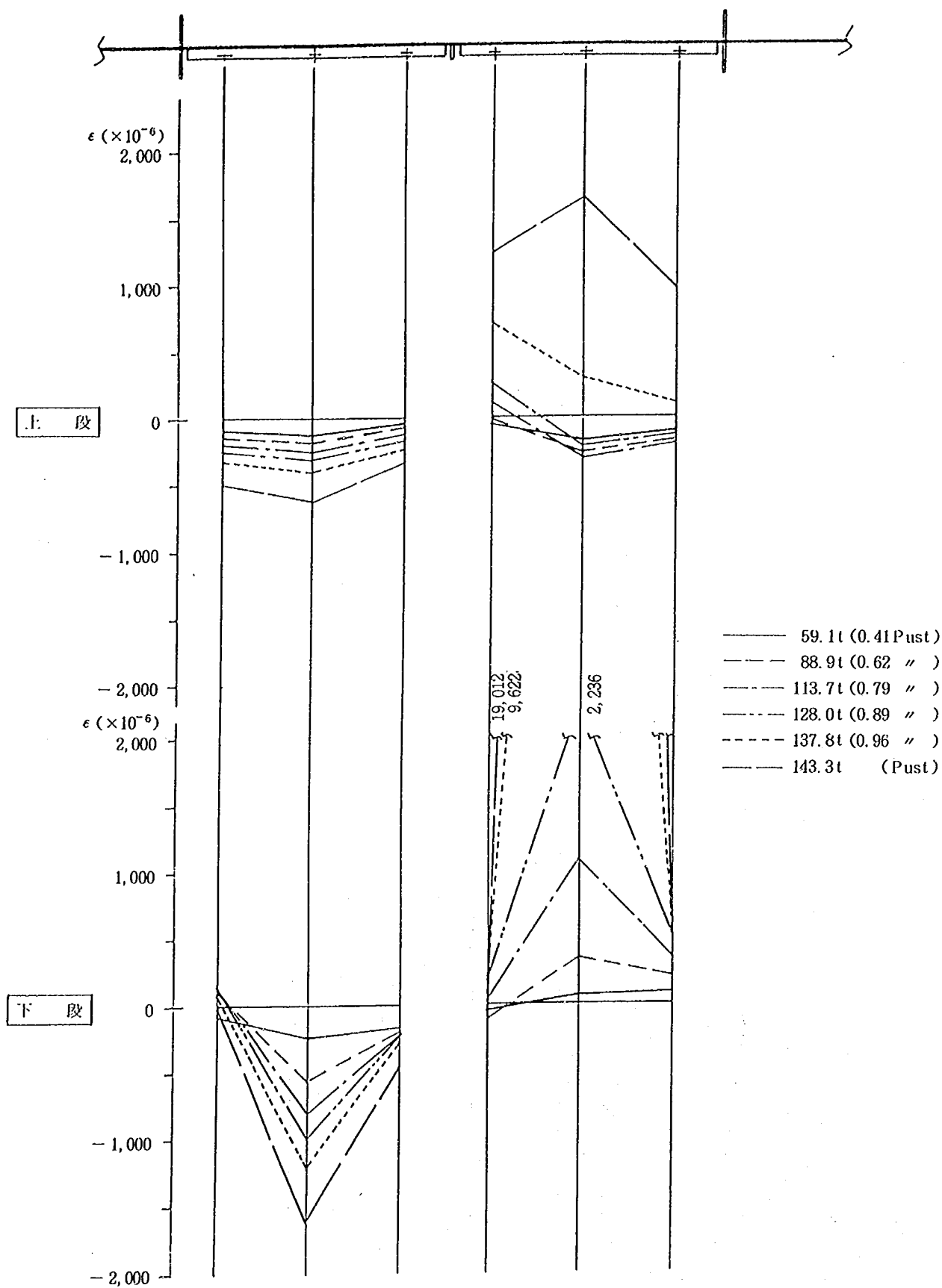


図-2.6(6) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-22 : $0.46\gamma_{req}$)

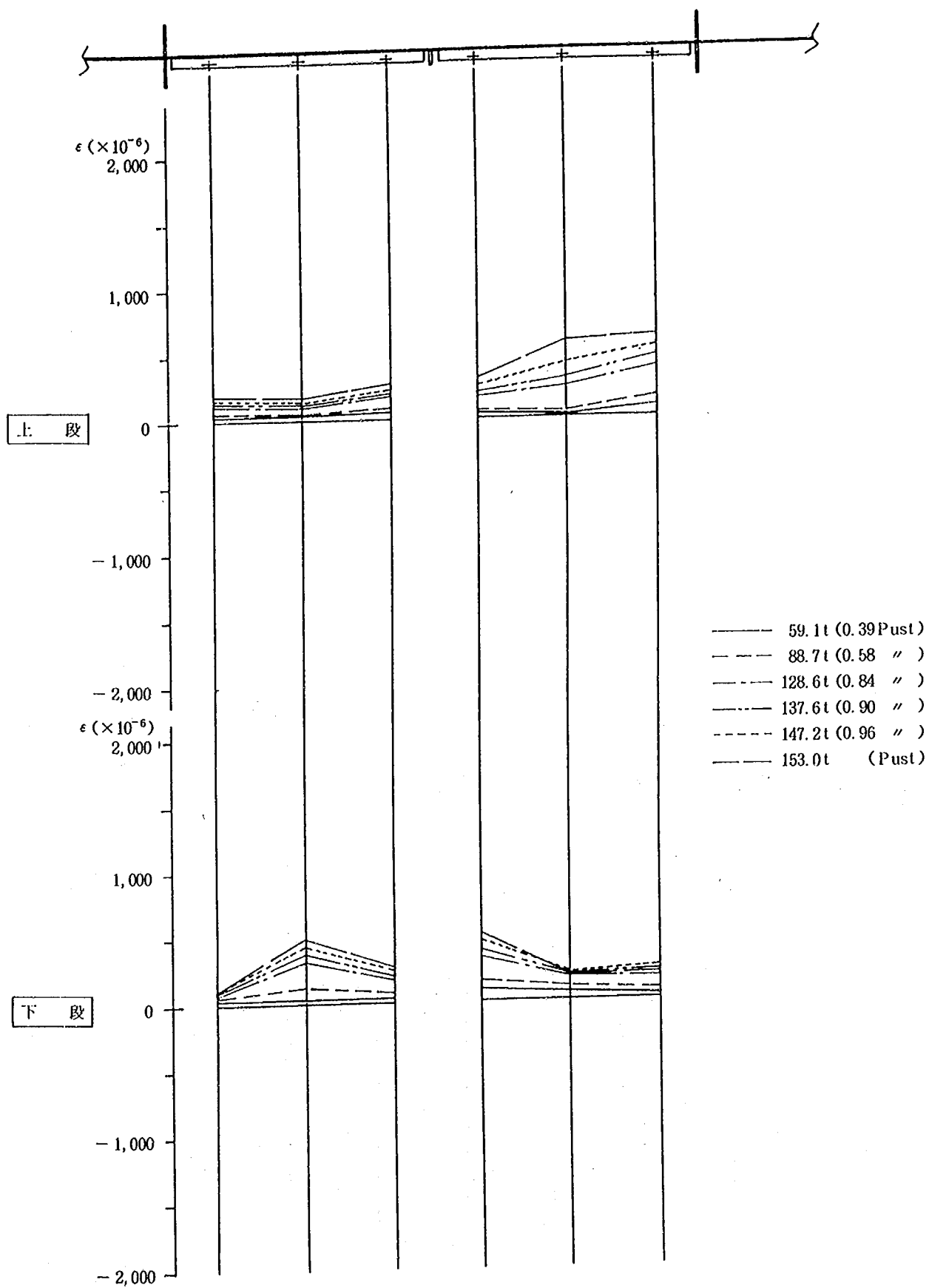


図-2.6(7) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-23 : $4.16\gamma_{\text{hreq}}$)

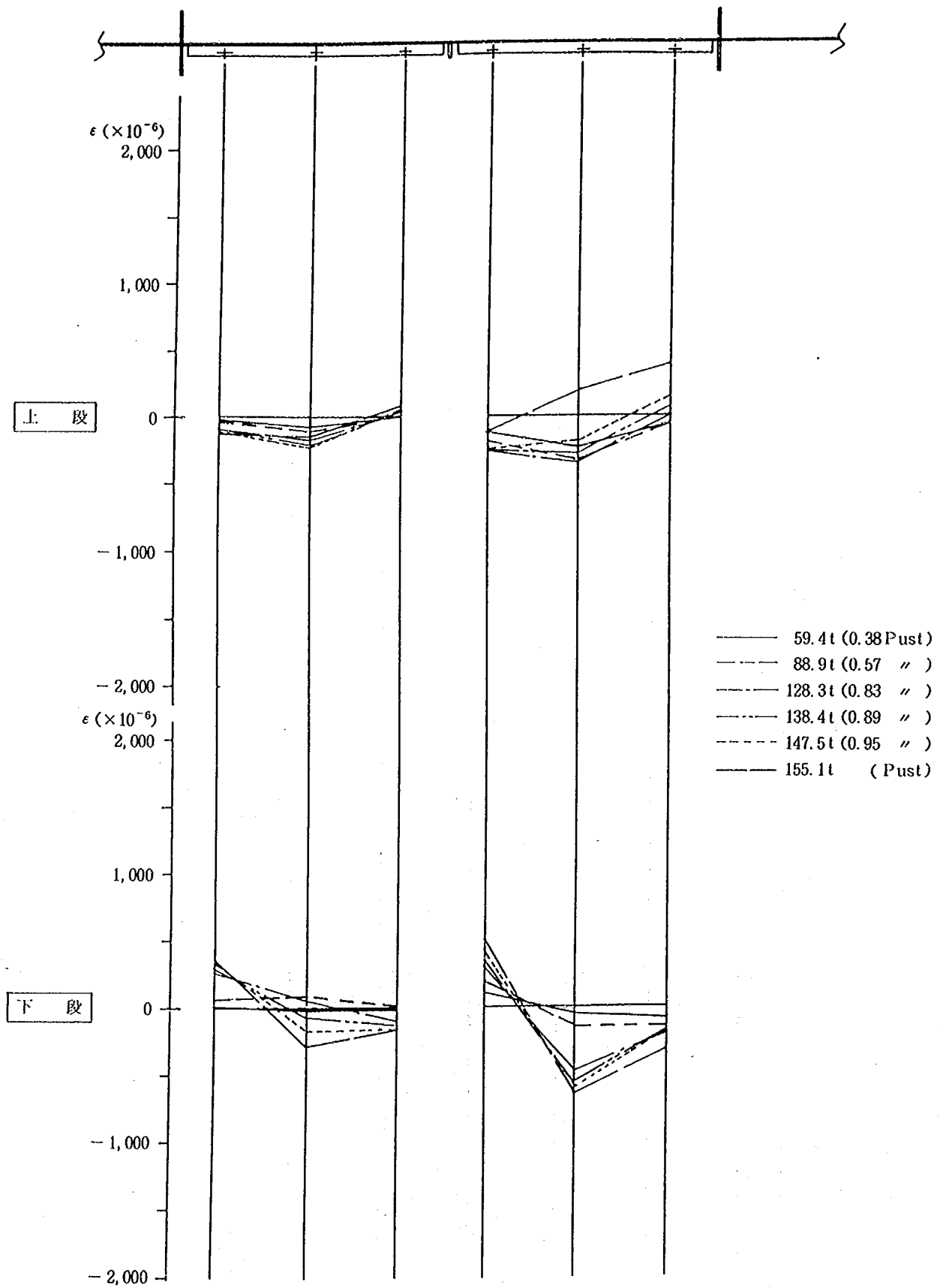
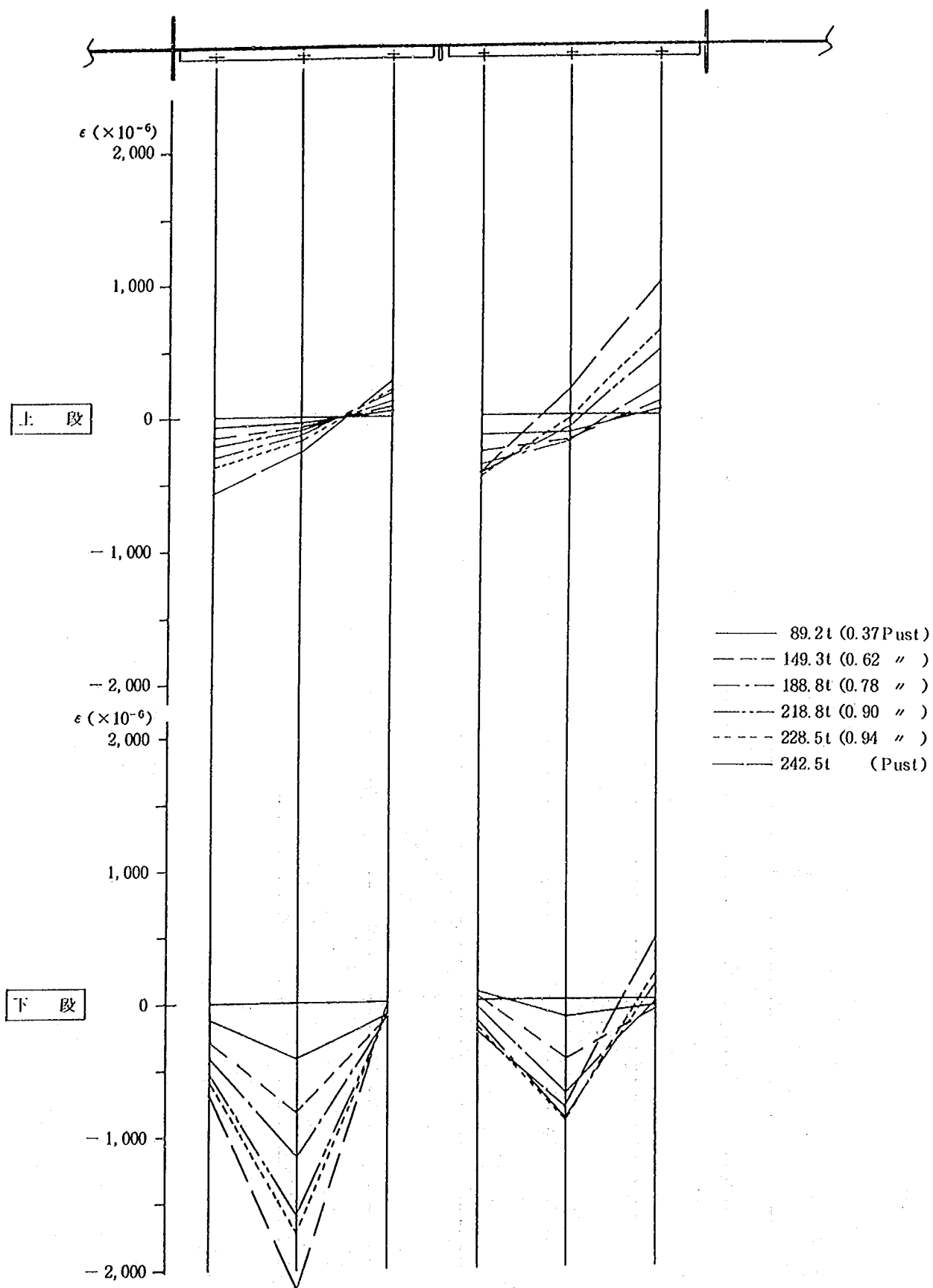


図-2.6(8) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-24 : $0.90\gamma_{hrq}$)



図—2.6(9) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-25 : 0.78 γ_{req})

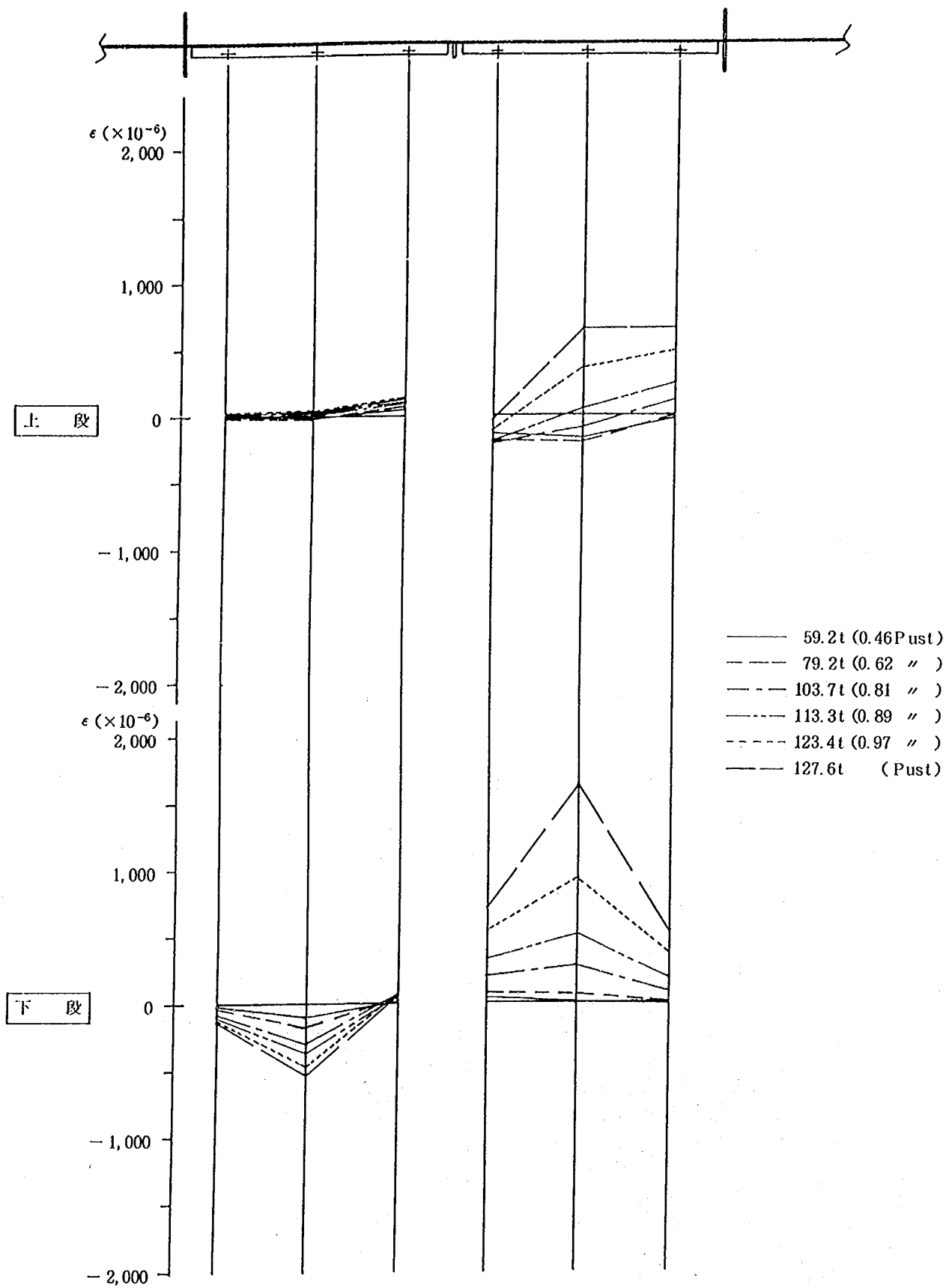


図-2.6(10) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-26 : $0.92\gamma_{\text{hreq}}$)

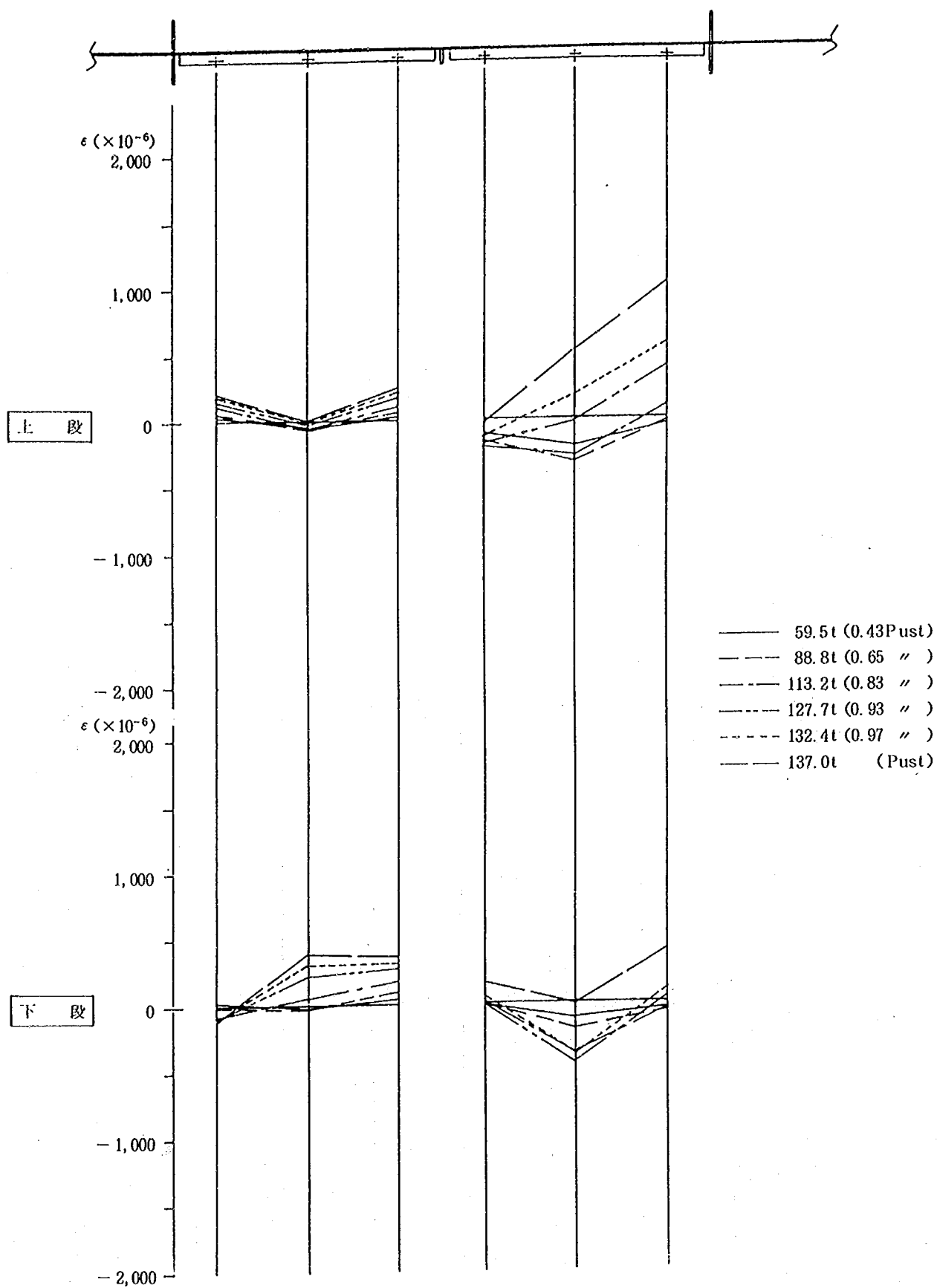


図-2.6(11) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-27 : 0.92 γ_{hreq})

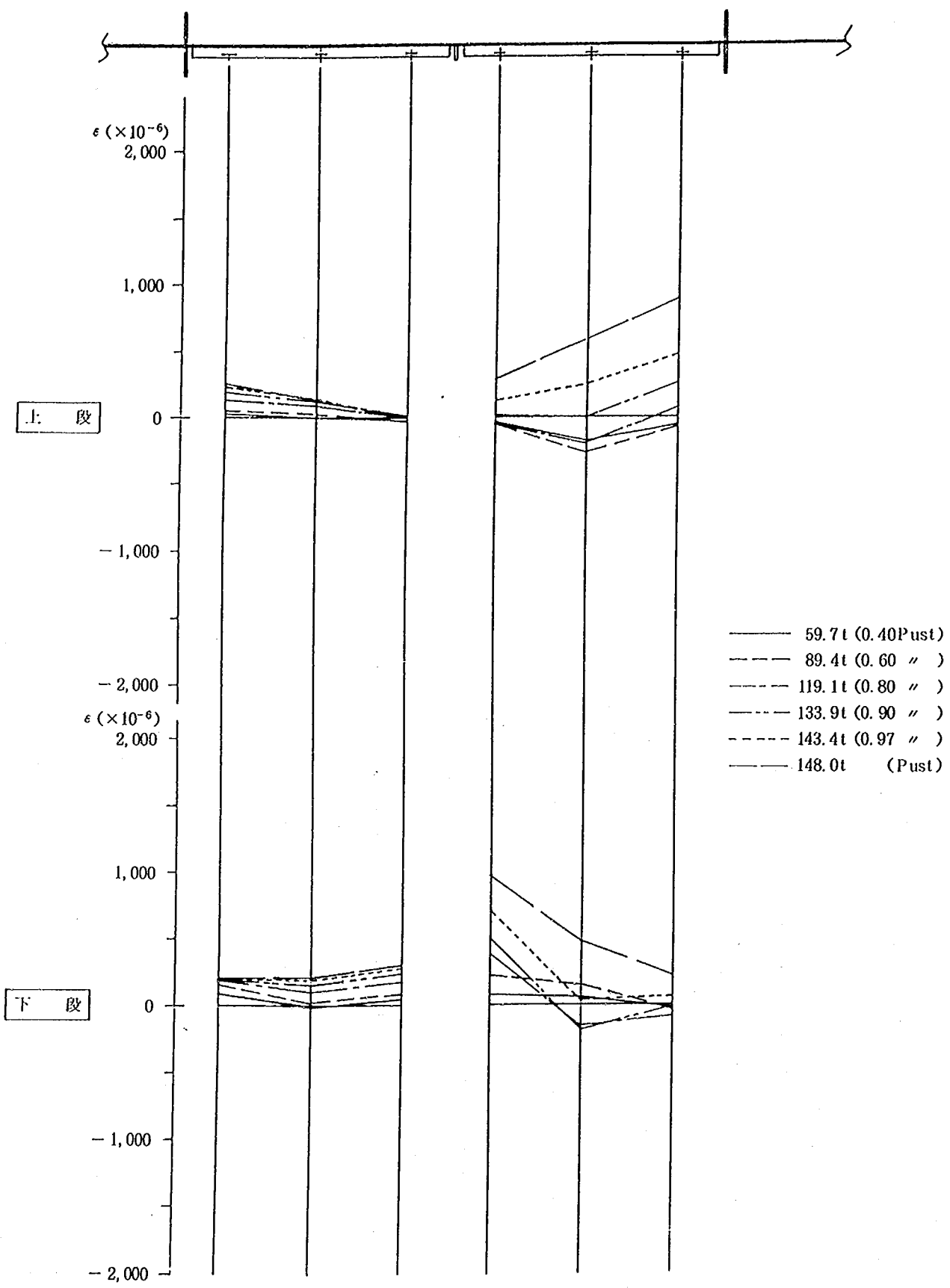


図-2.6(12) 水平補剛材ひずみ分布図 (C-28 : 0.92 γ_{hreq})

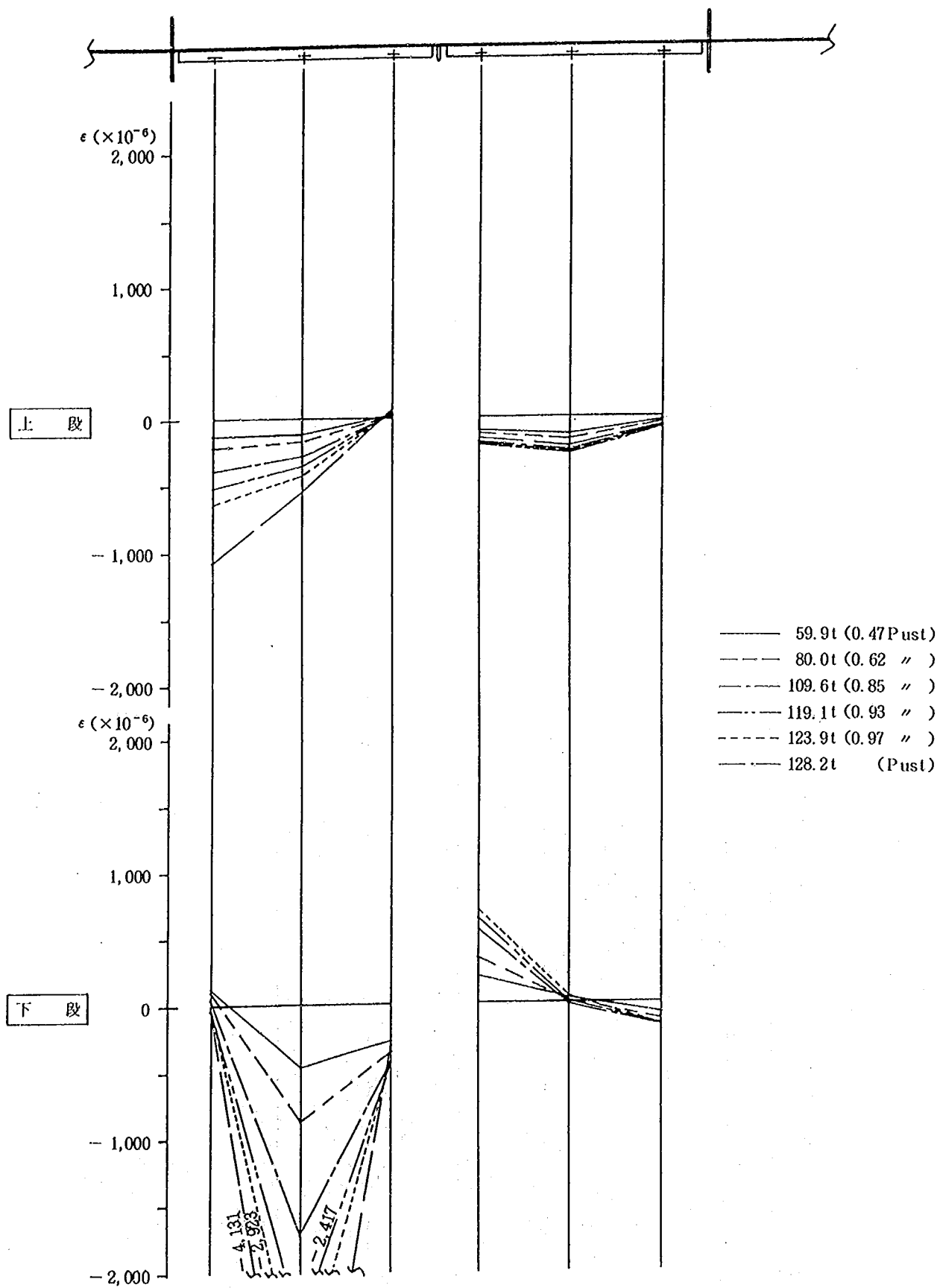


図-2.6(13) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-21 : 0.46 γ_{hreq})

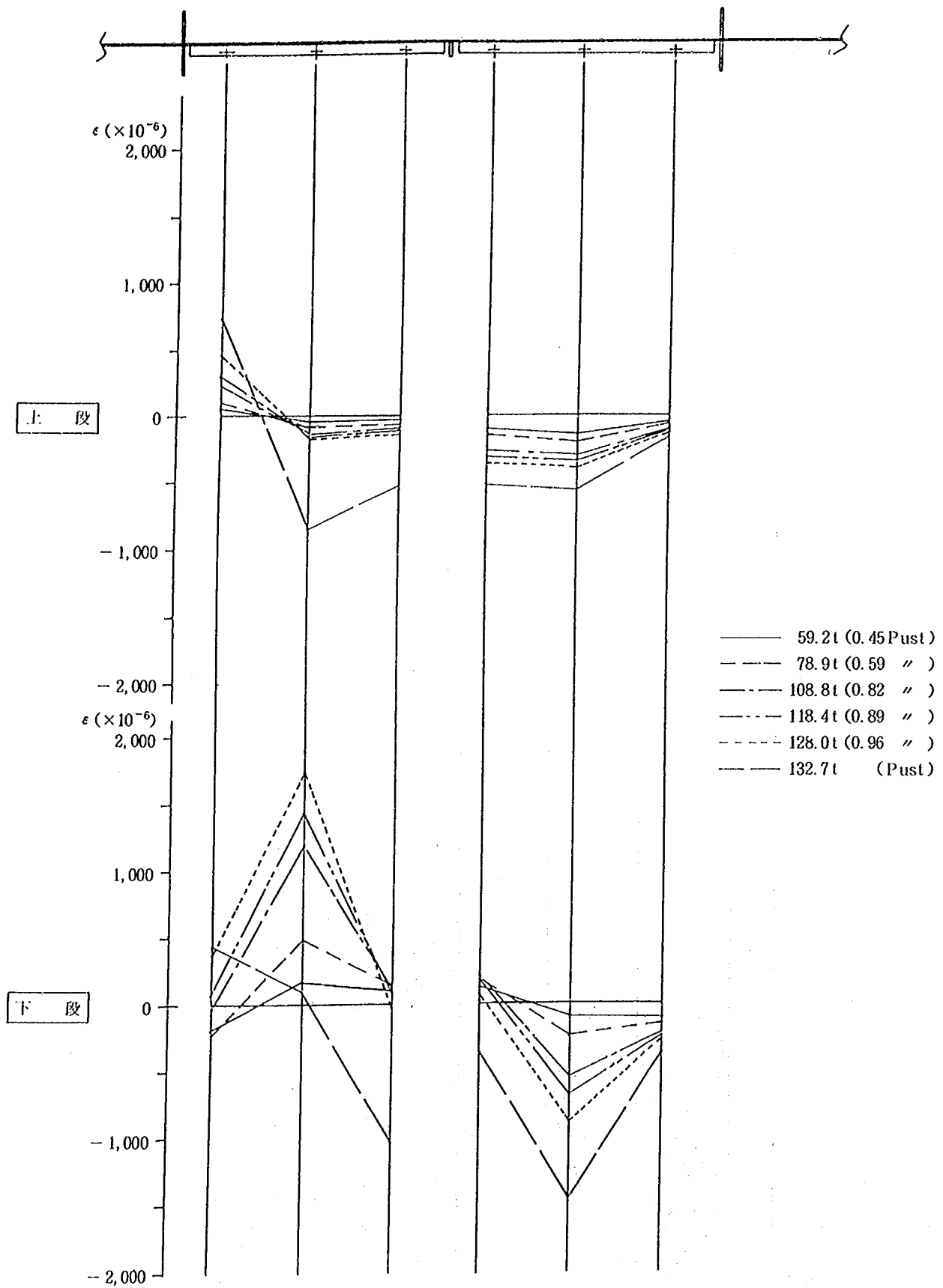


図-2.6(14) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-22: $0.46\gamma_{req}$)

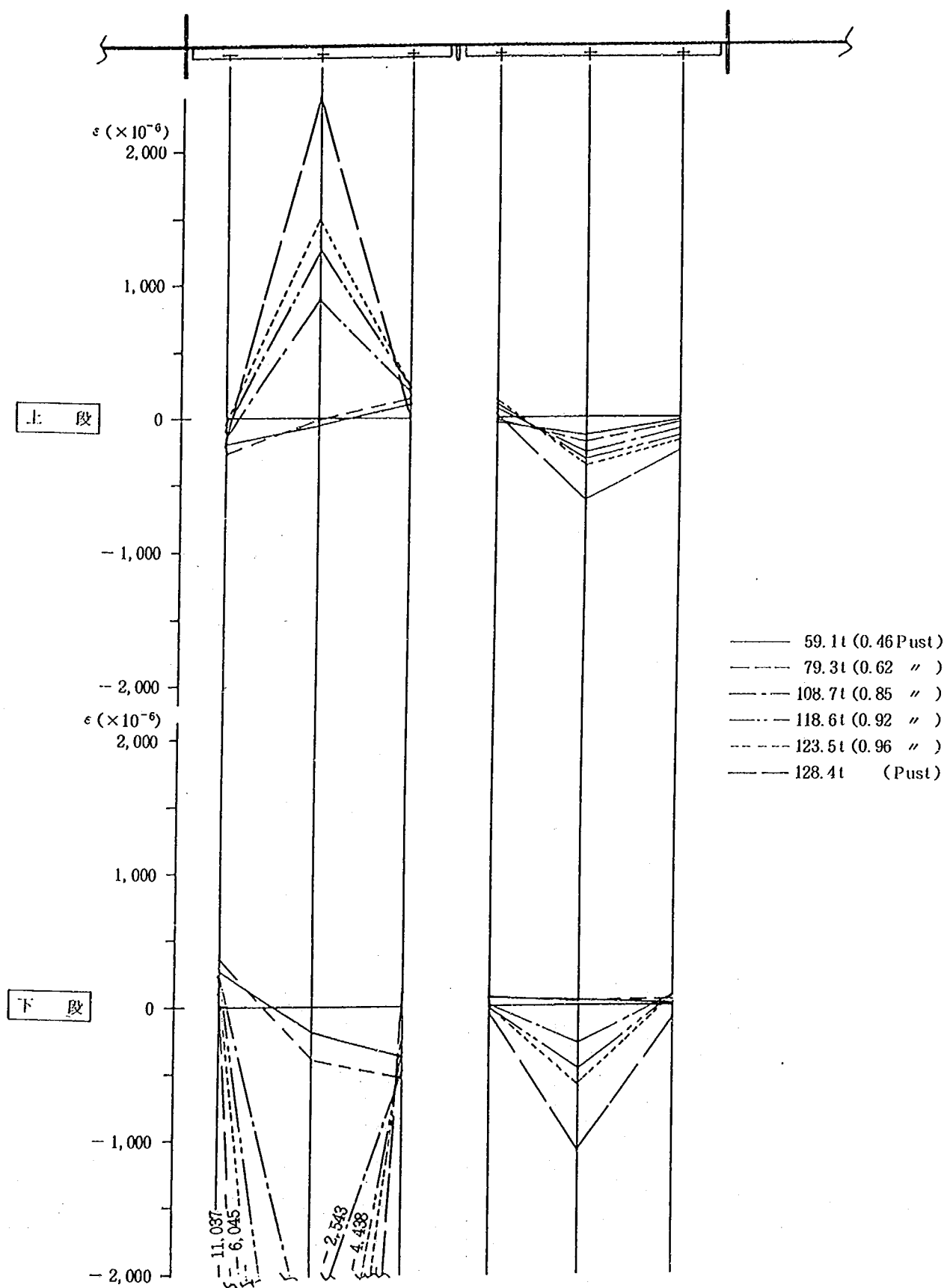


図-2.6(15) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-23 : 0.46 γ_{hreq})

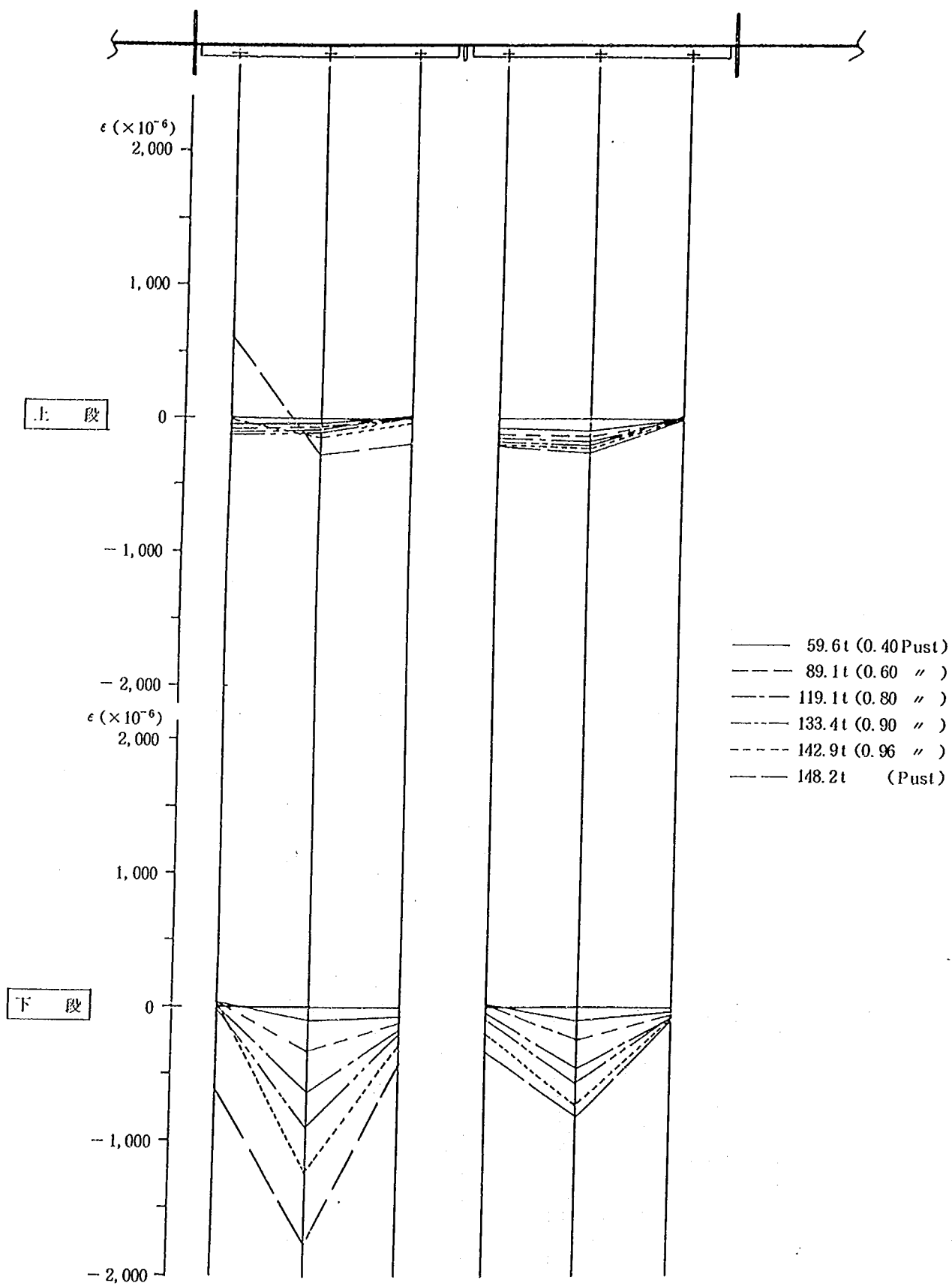


図-2.6(16) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-24 : 0.92 γ_{hreq})

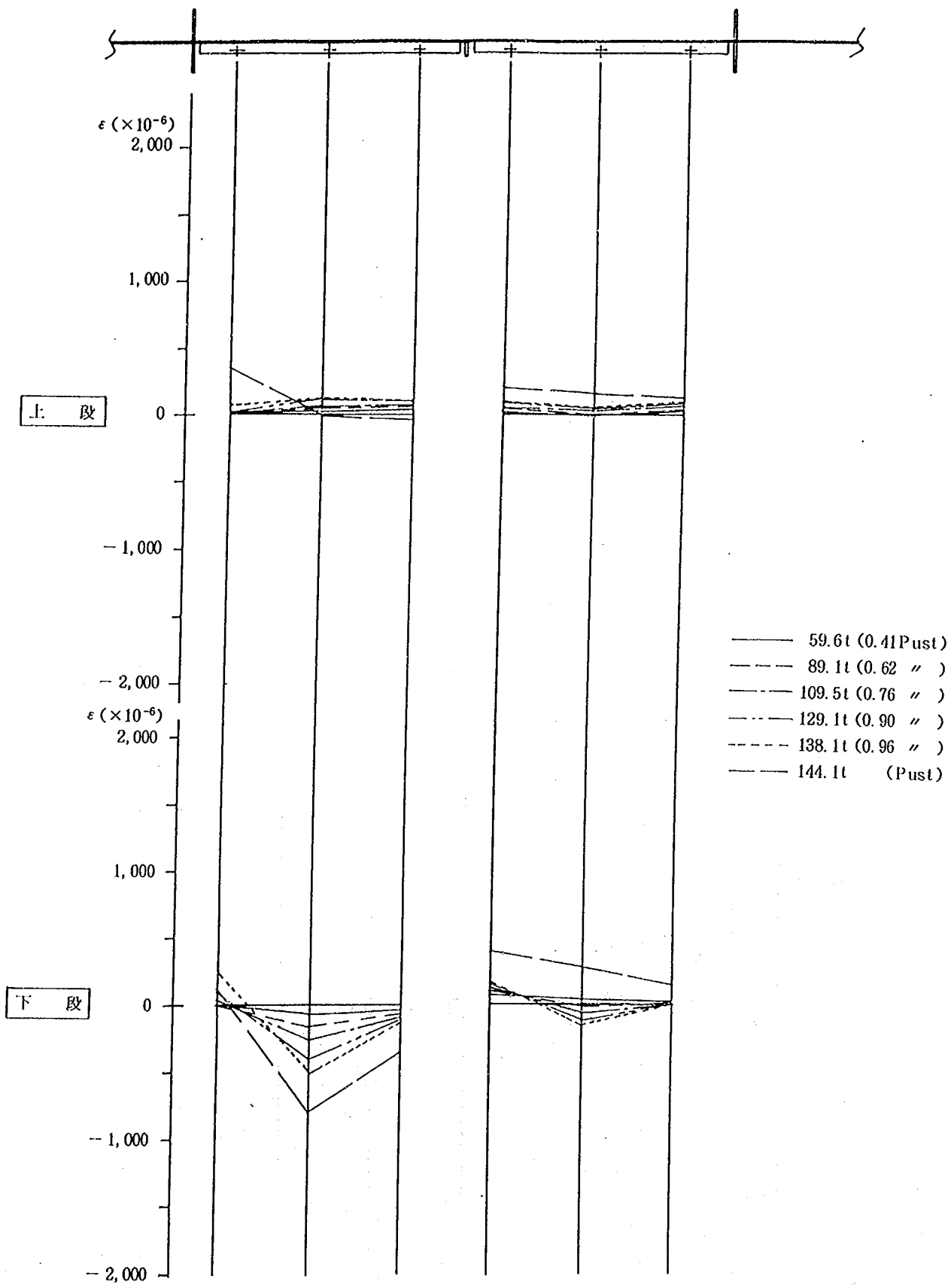


図-2.6(17) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-25 : 4.24 γ_{hreq})

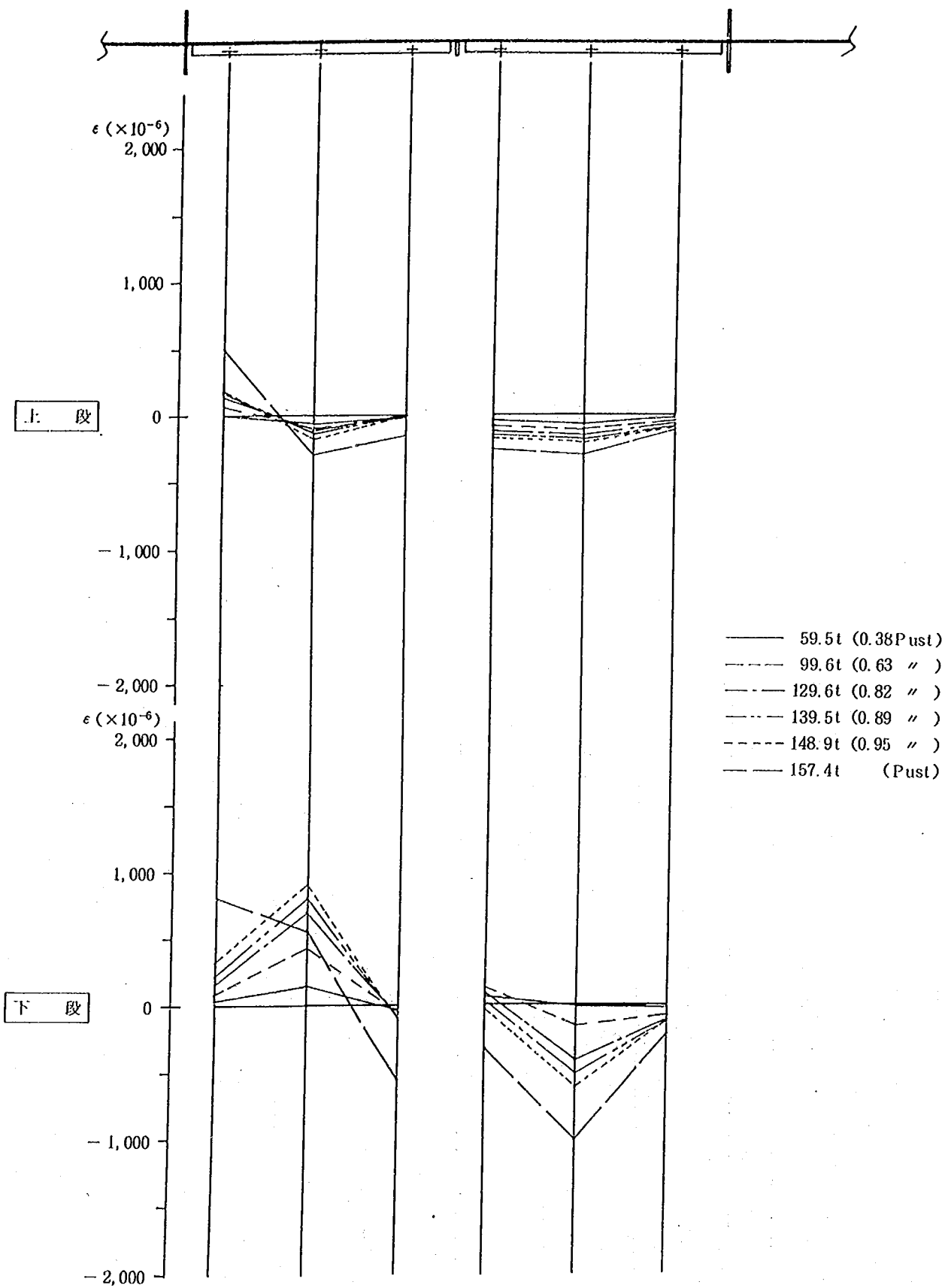


図-2.6(18) 水平補剛材ひずみ分布図 (S-26 : 0.78 γ_{hreq})

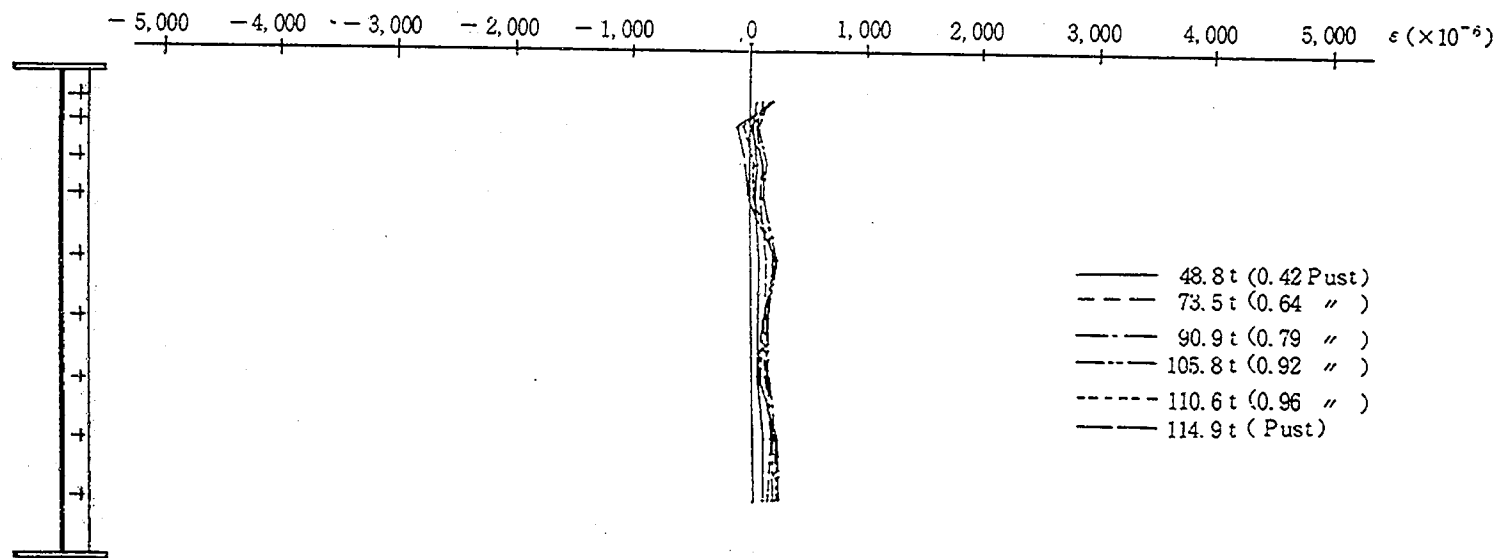


図-2.7(1) 垂直補剛材ひずみ分布図 (B-21: $1.03\gamma_{vreq}$)

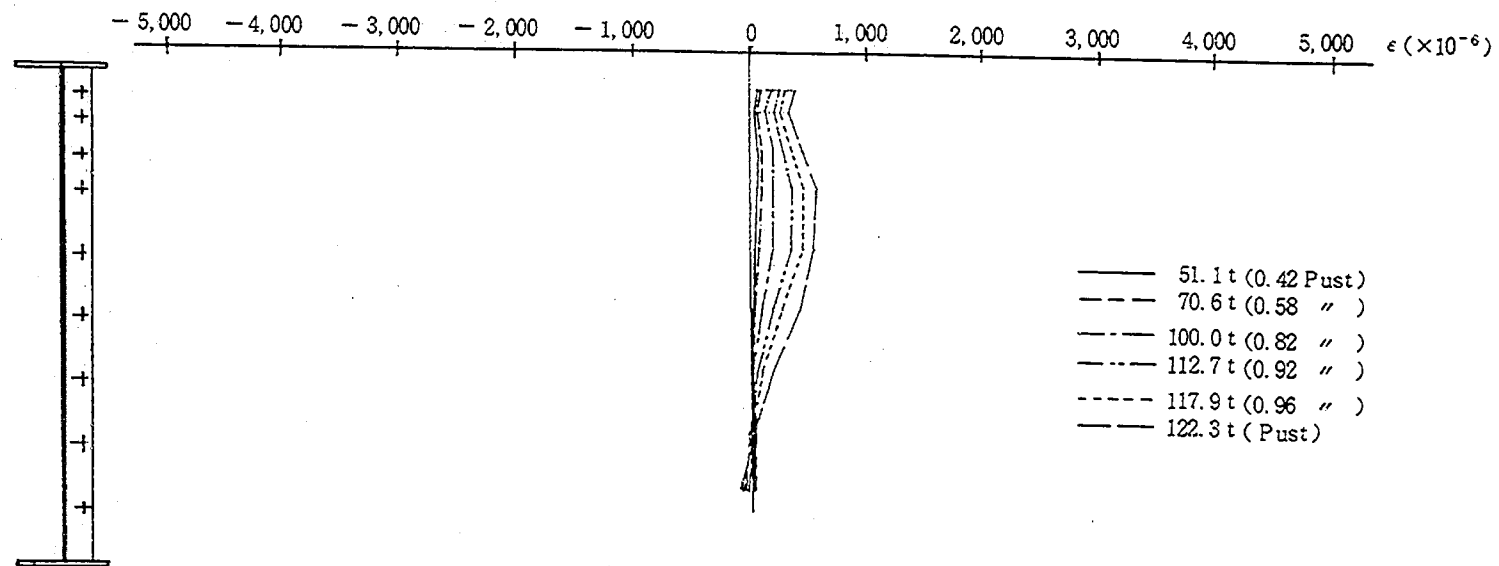


図-2.7(2) 垂直補剛材ひずみ分布図 (B-22: $1.03\gamma_{vreq}$)

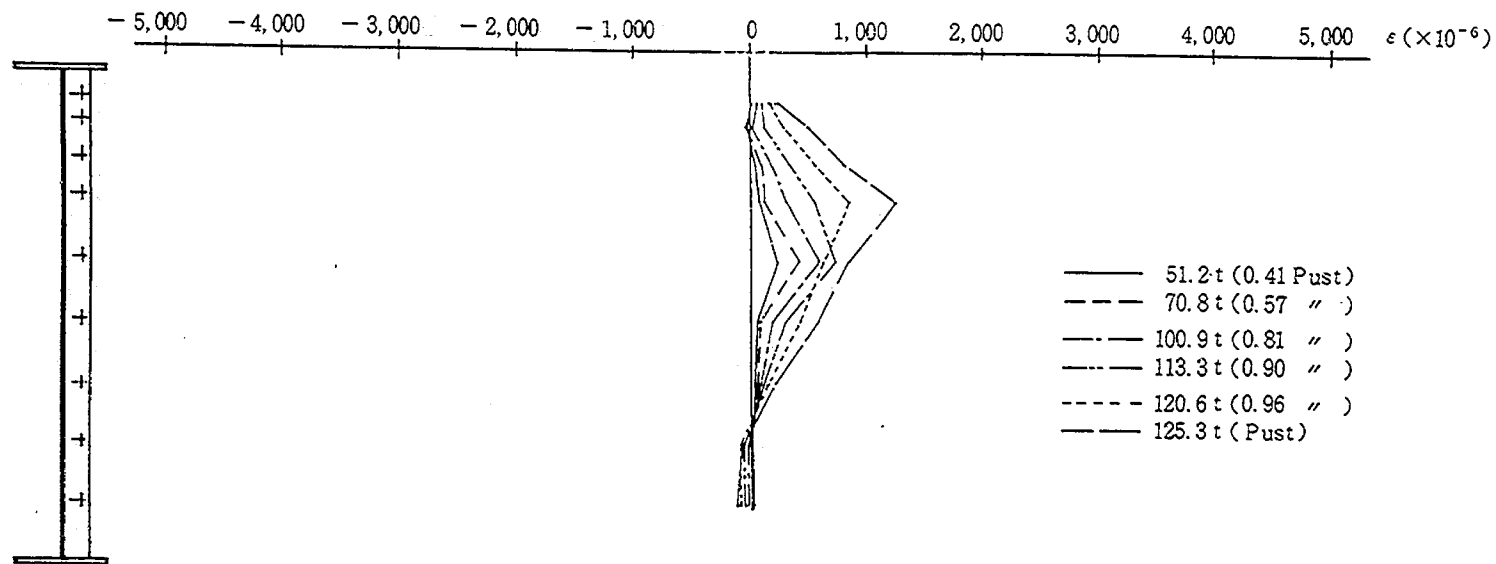


図-2.7(3) 垂直補剛材ひずみ分布図 (B-23 : 0.96 γ_{vreq})

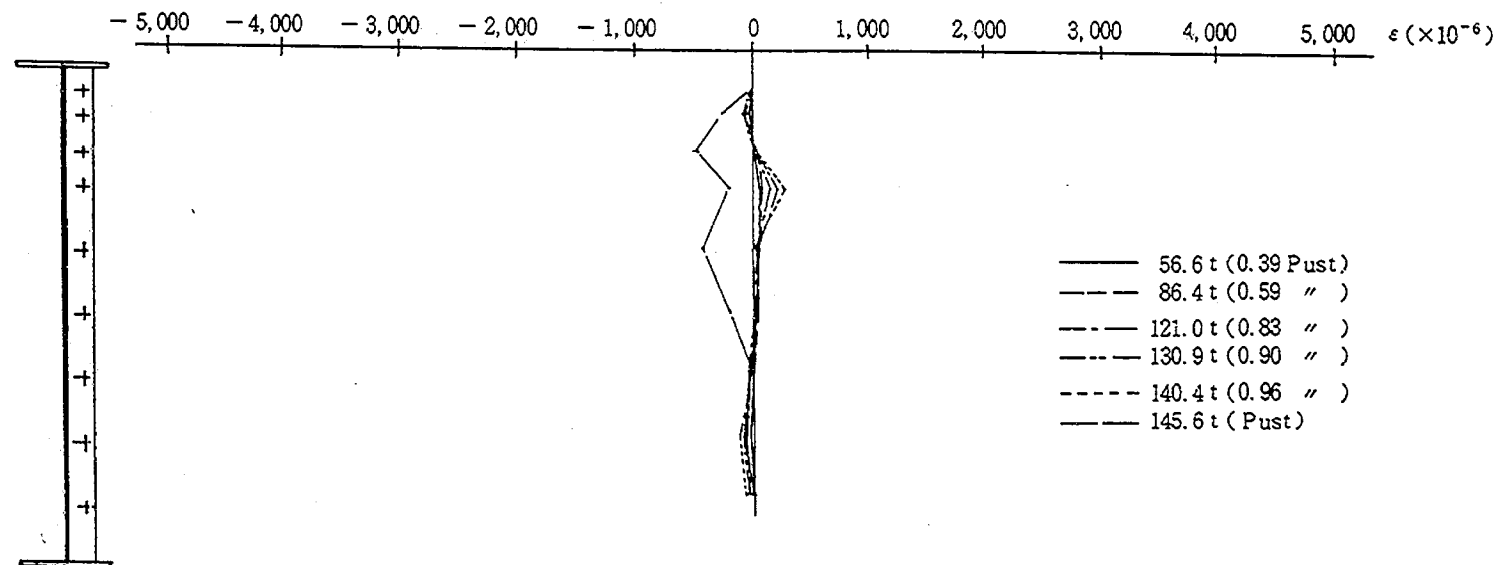


図-2.7(4) 垂直補剛材ひずみ分布図 (B-24 : 0.78 γ_{vreq})

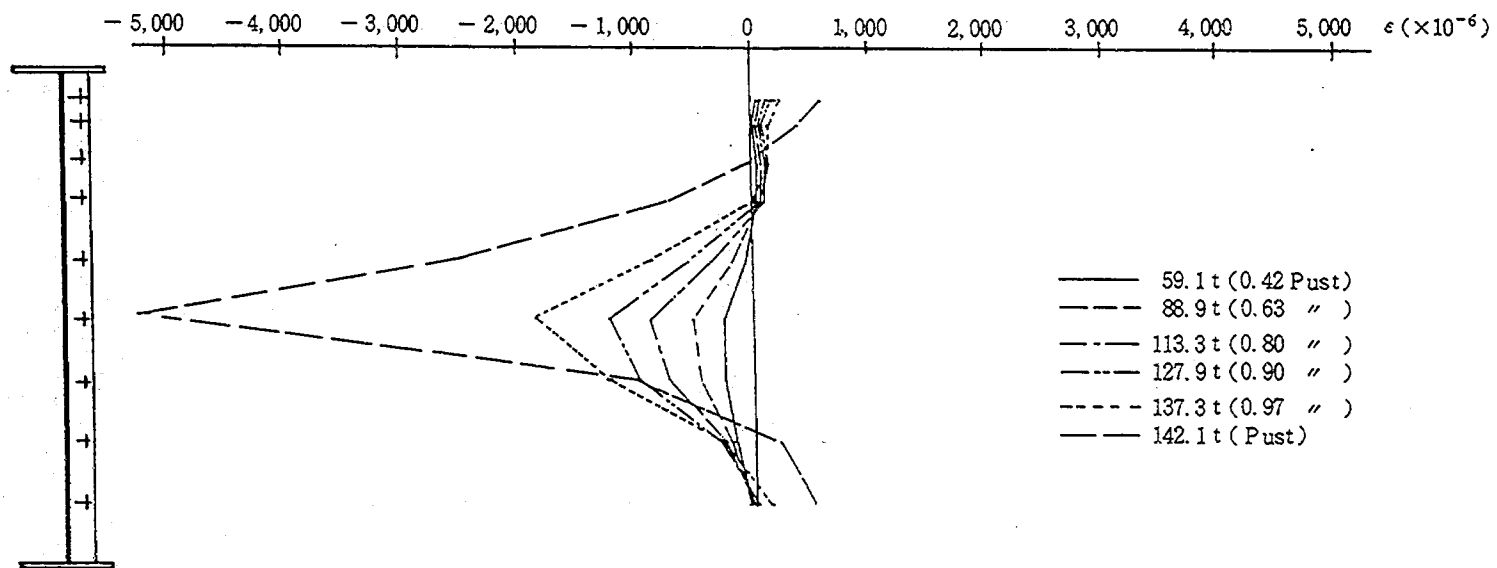


図-2.7(5) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-21: $1.04\gamma_{vreq}$)

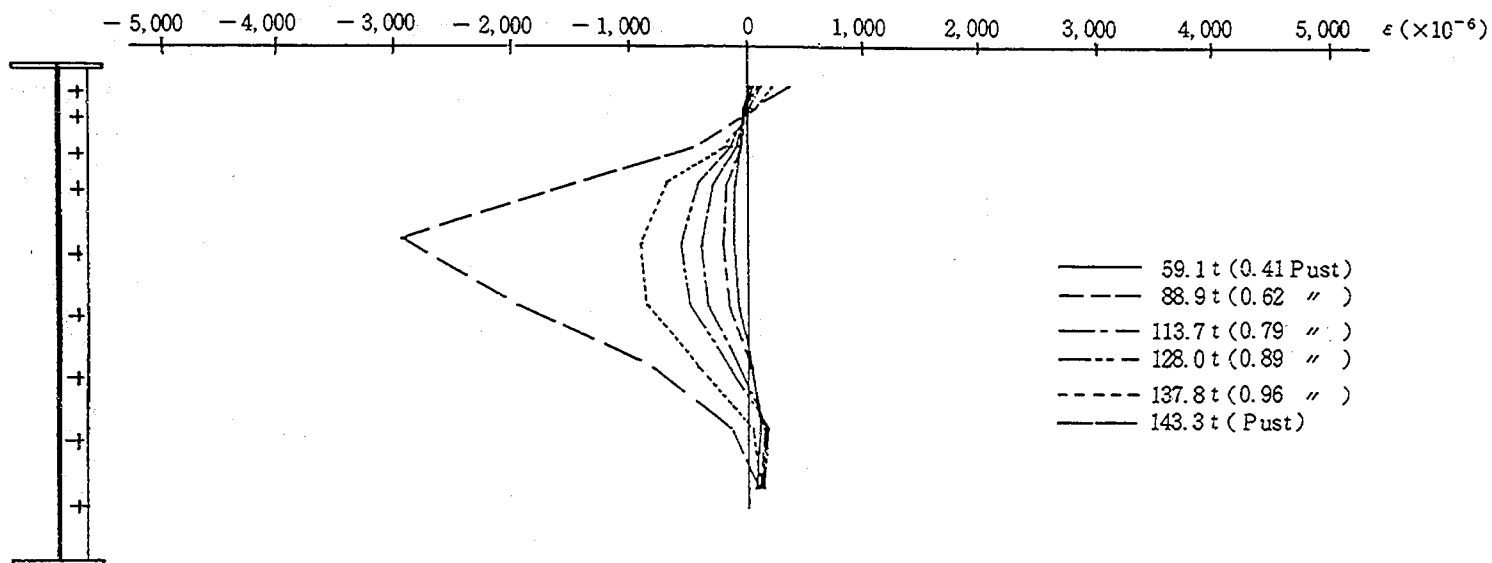


図-2.7(6) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-22: $1.99\gamma_{vreq}$)

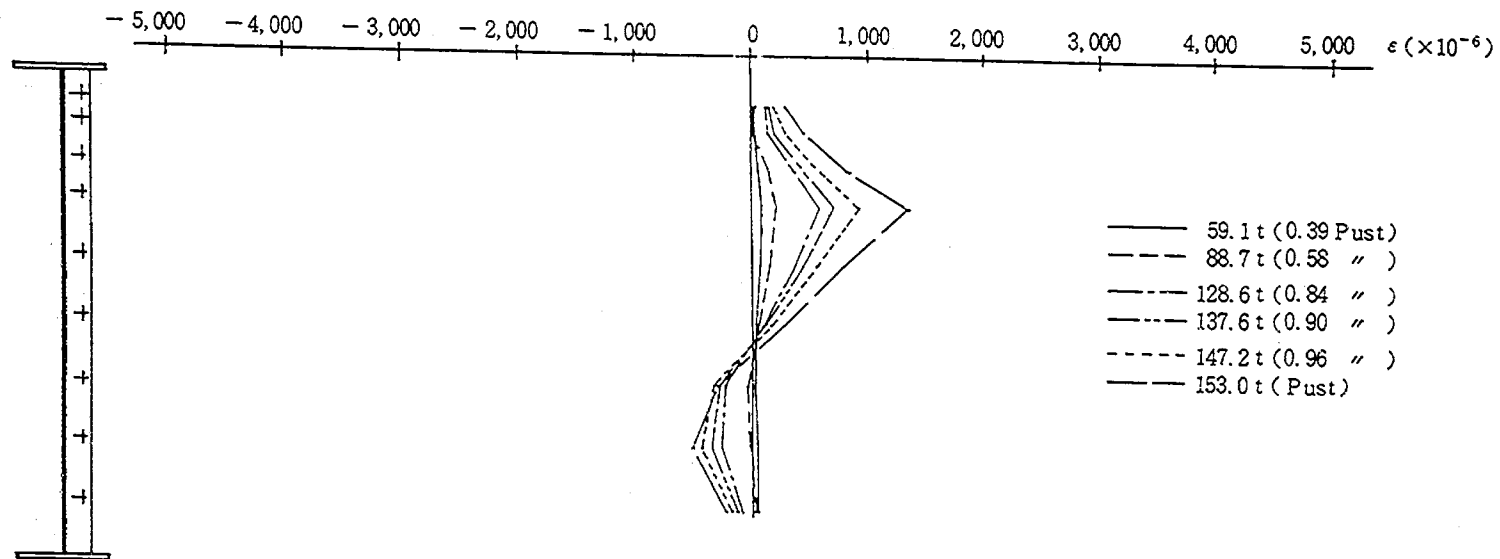


図-2.7(7) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-23 : $0.96\gamma_{vreq}$)

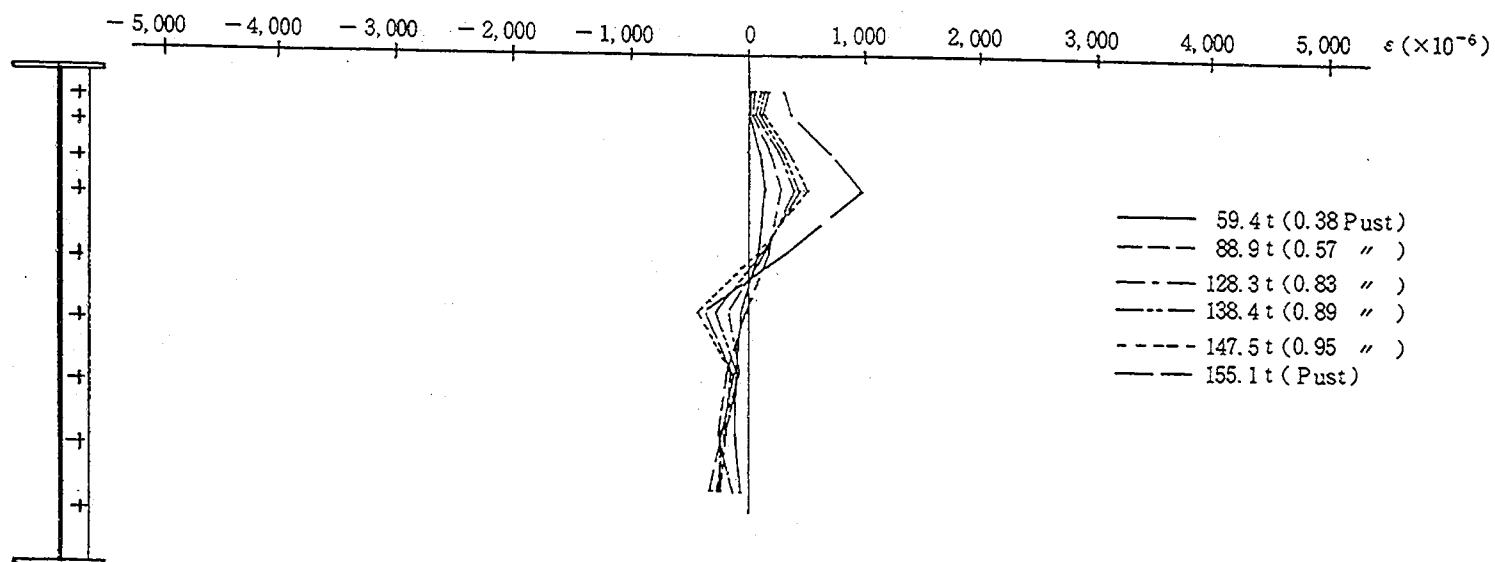


図-2.7(8) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-24 : $0.96\gamma_{vreq}$)

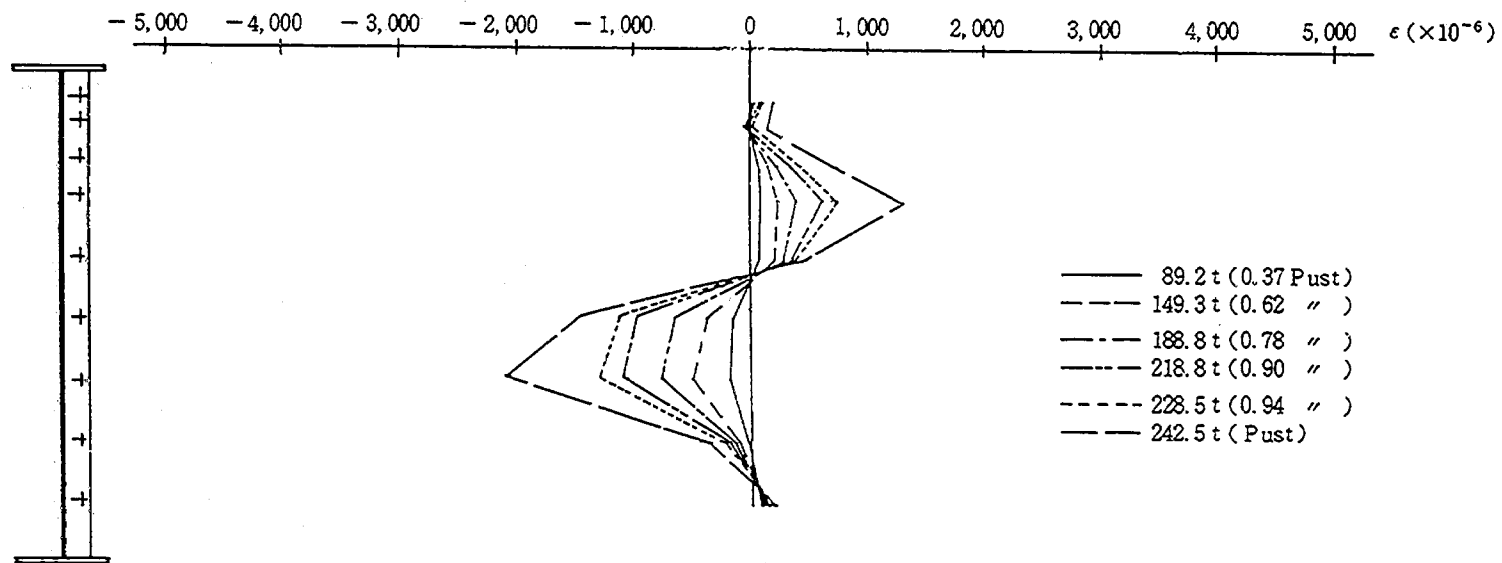


図-2.7(9) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-25 : $0.78\gamma_{vreq}$)

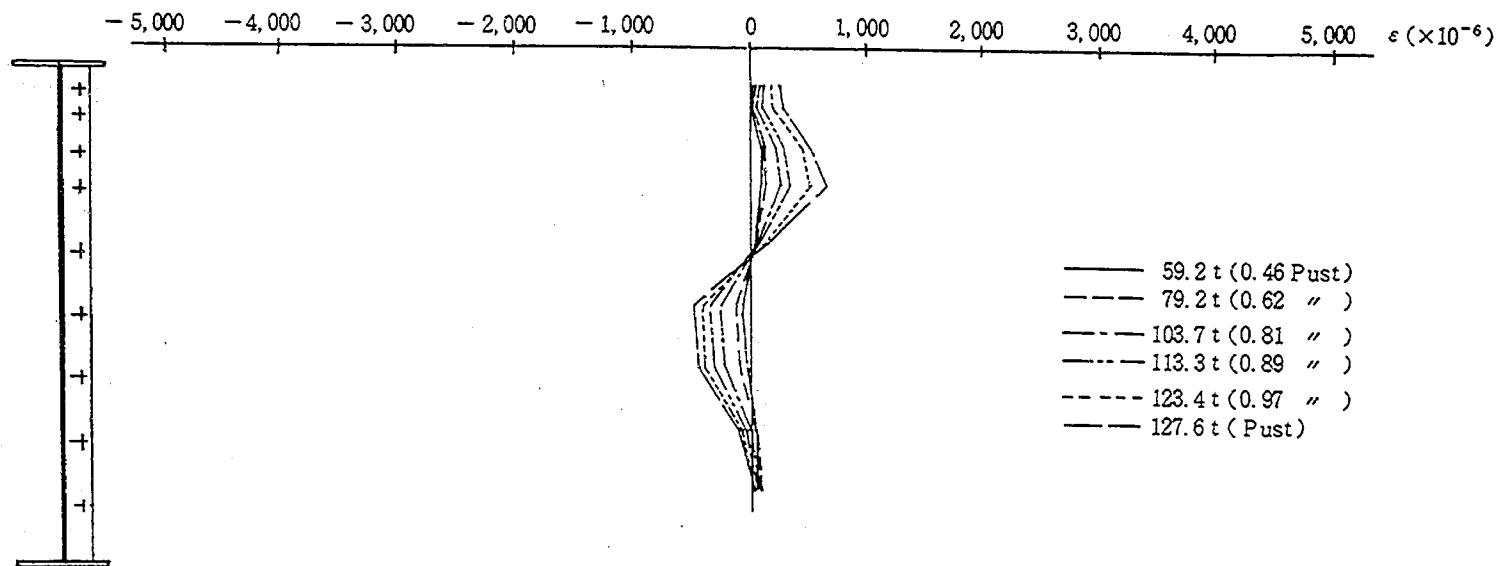


図-2.7(10) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-26 : $0.98\gamma_{vreq}$)

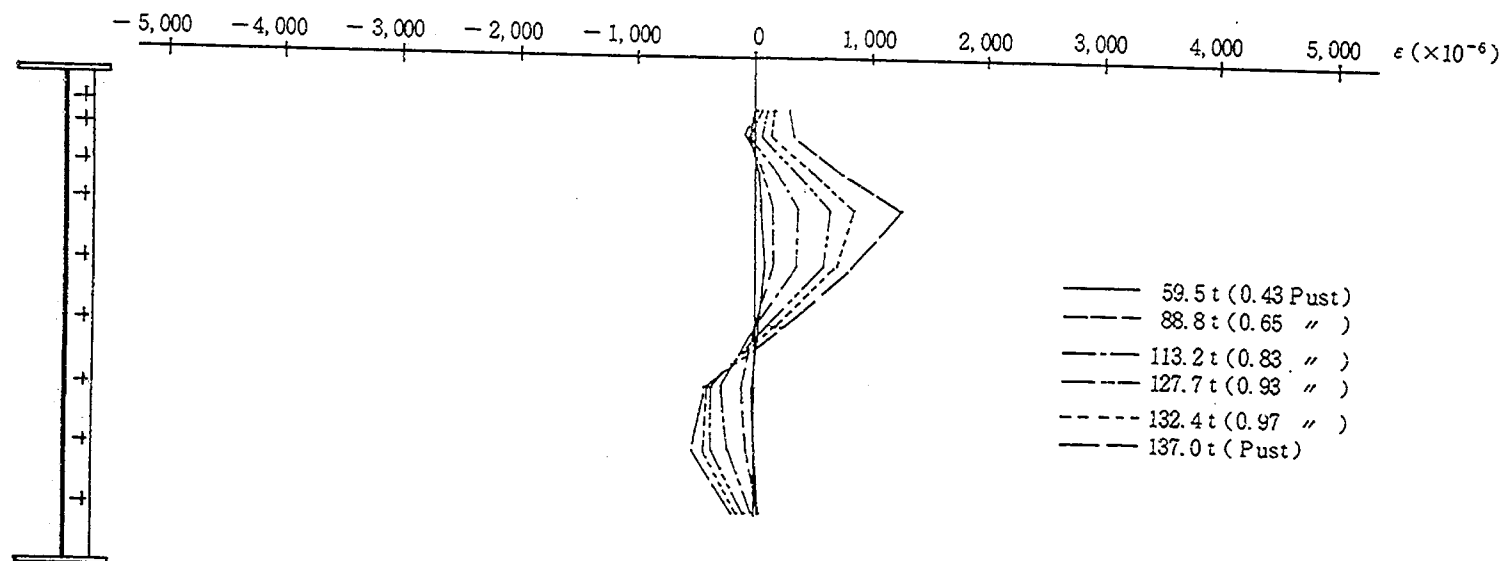


図-2.7(11) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-27: $0.98\gamma_{vreq}$)

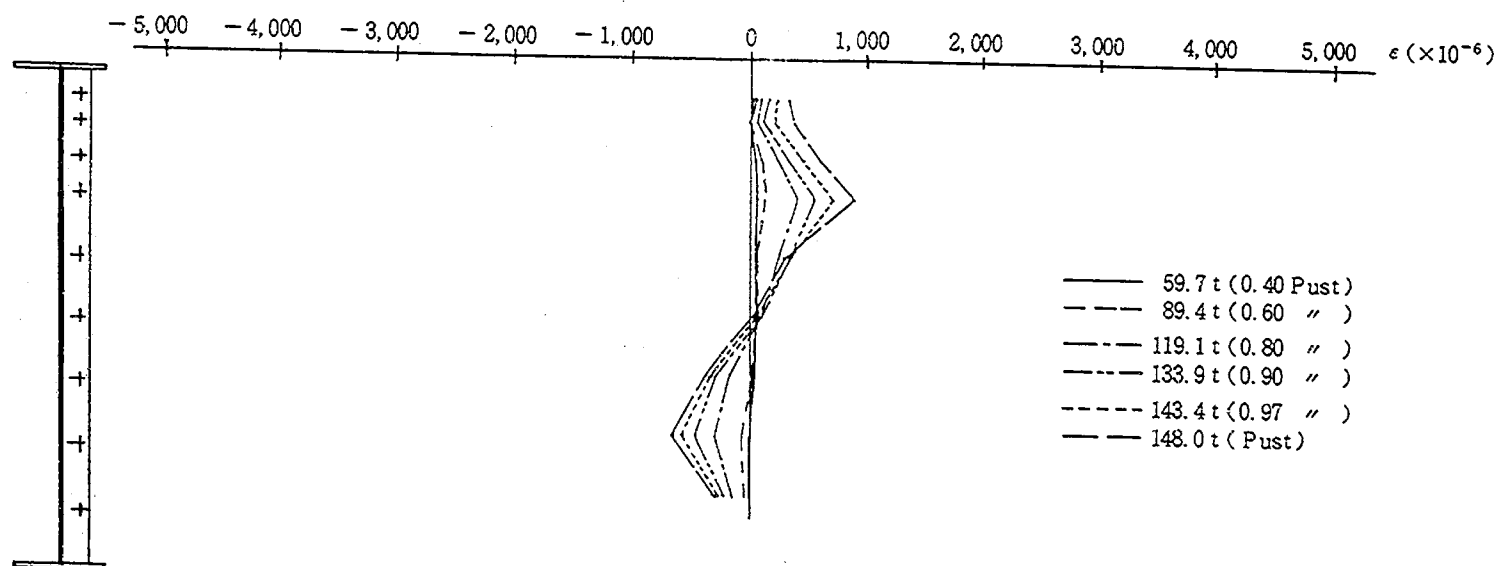


図-2.7(12) 垂直補剛材ひずみ分布図 (C-28: $0.98\gamma_{vreq}$)

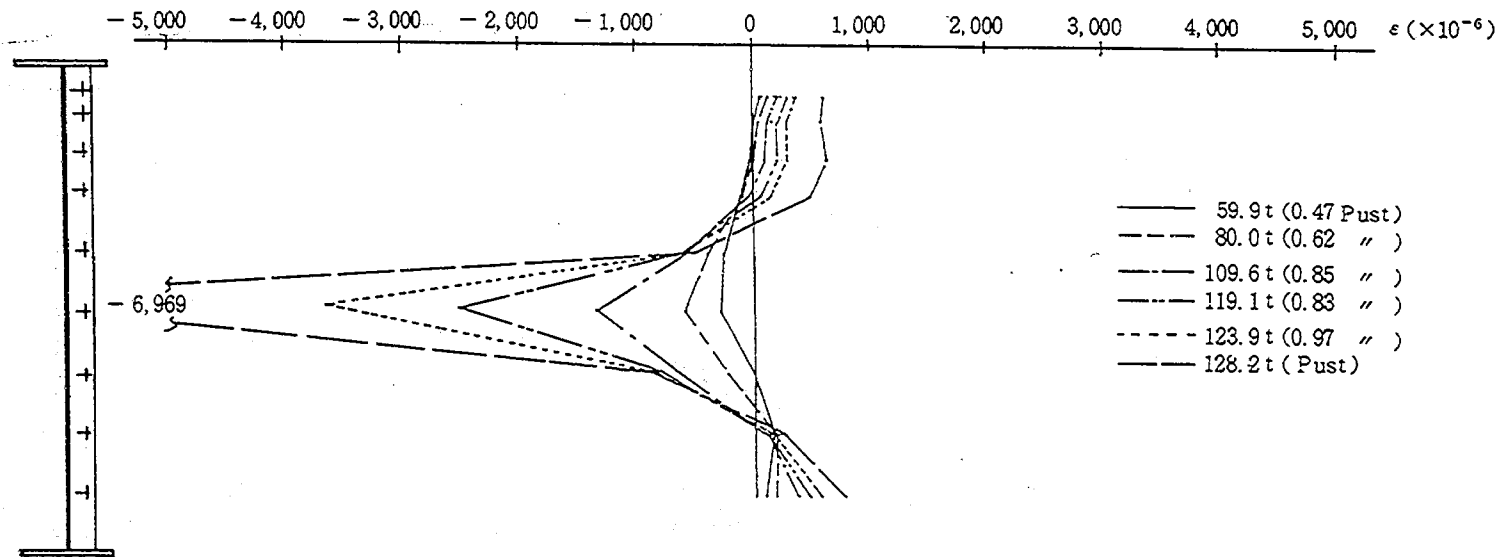


図-2.7(13) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-21 : 1.04 γ_{vreq})

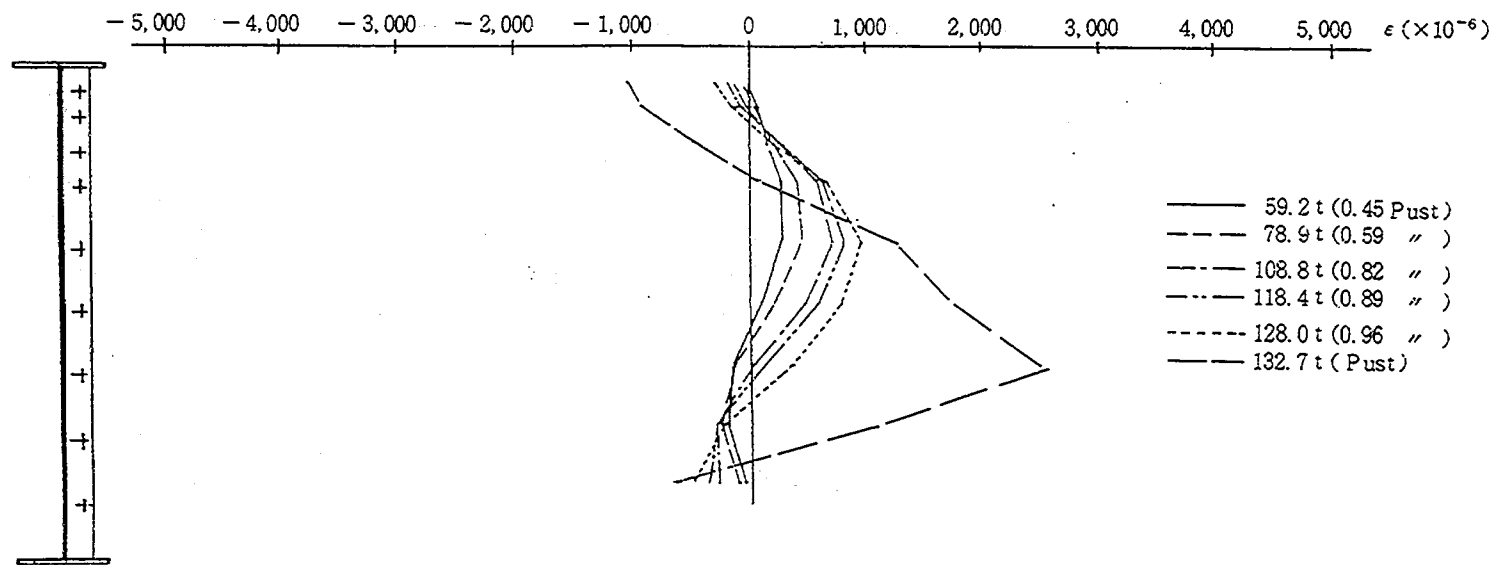


図-2.7(14) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-22 : 1.99 γ_{vreq})

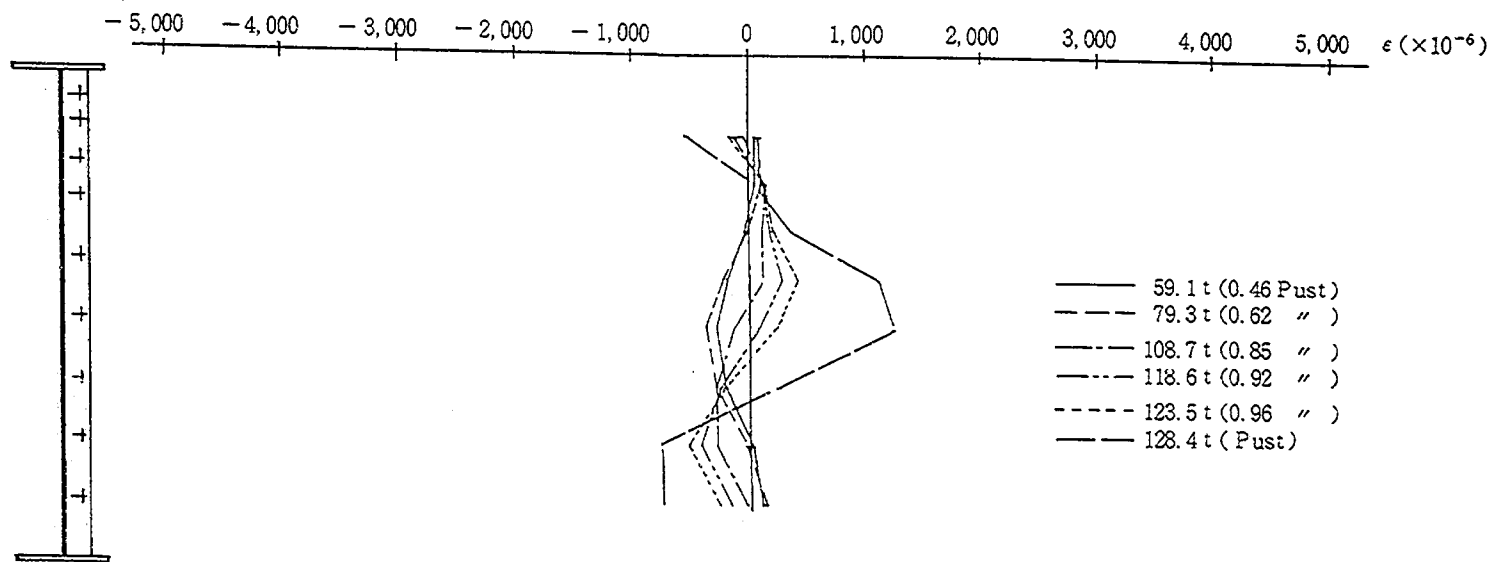


図-2.7(15) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-23 : $1.05\gamma_{vreq}$)

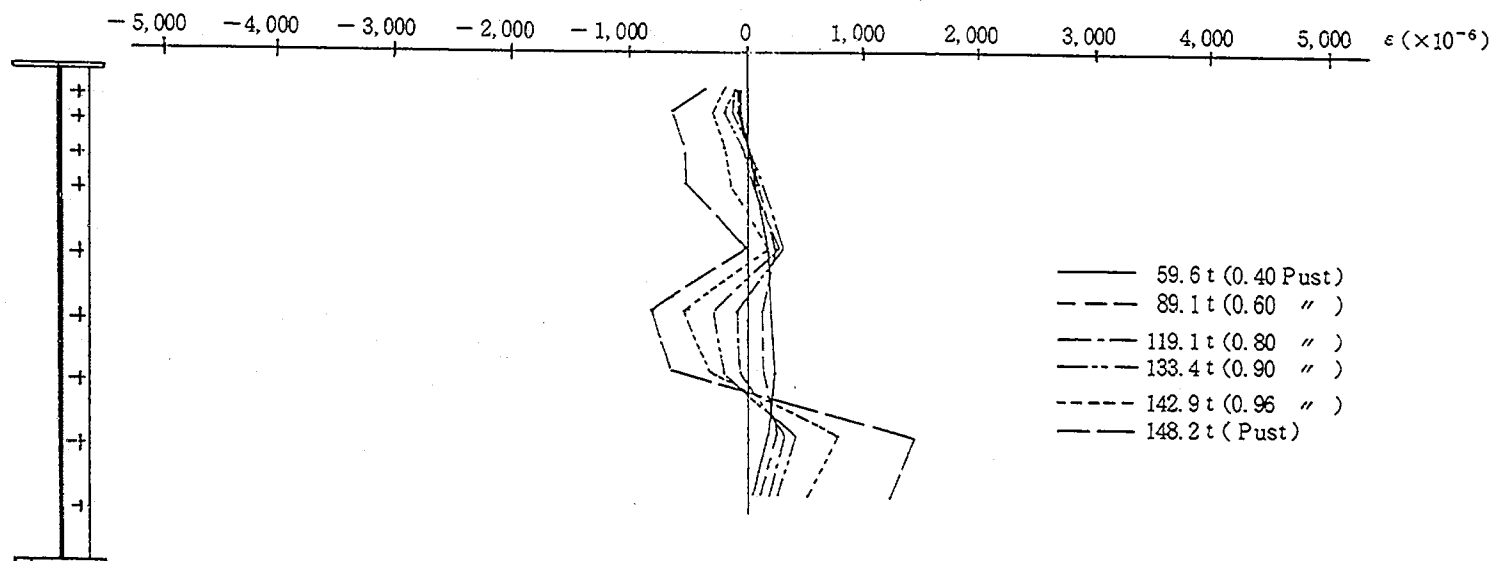


図-2.7(16) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-24 : $0.98\gamma_{vreq}$)

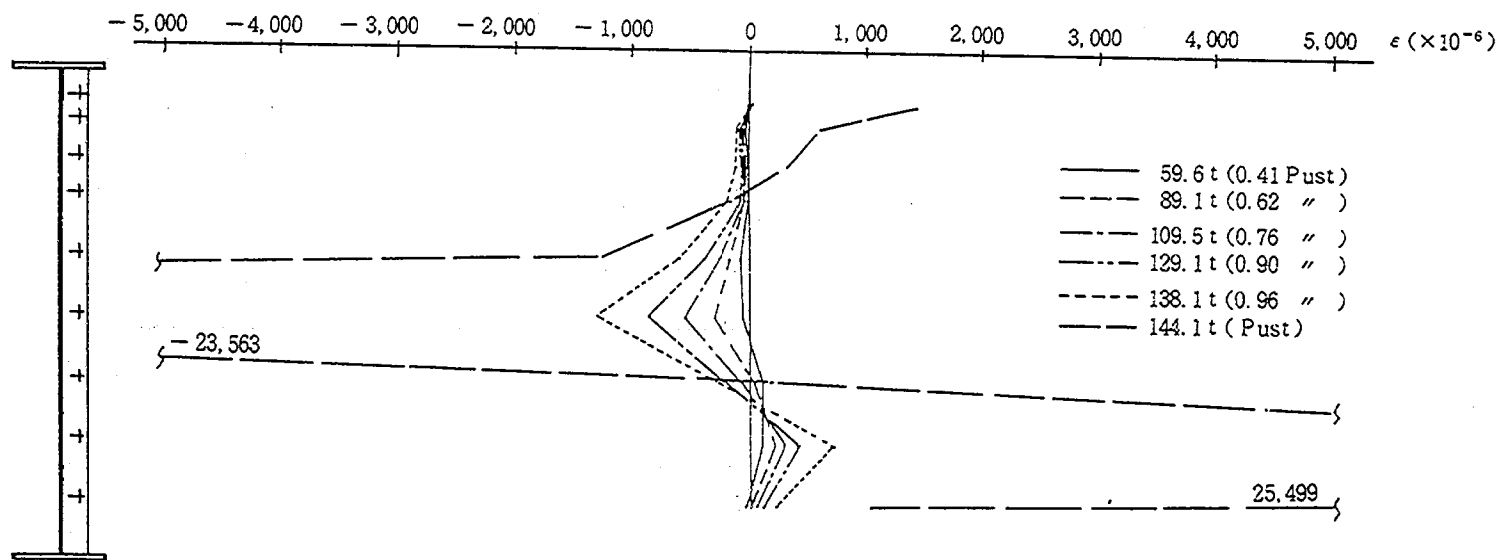


図-2.7(17) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-25: $0.98 \gamma_{vreq}$)

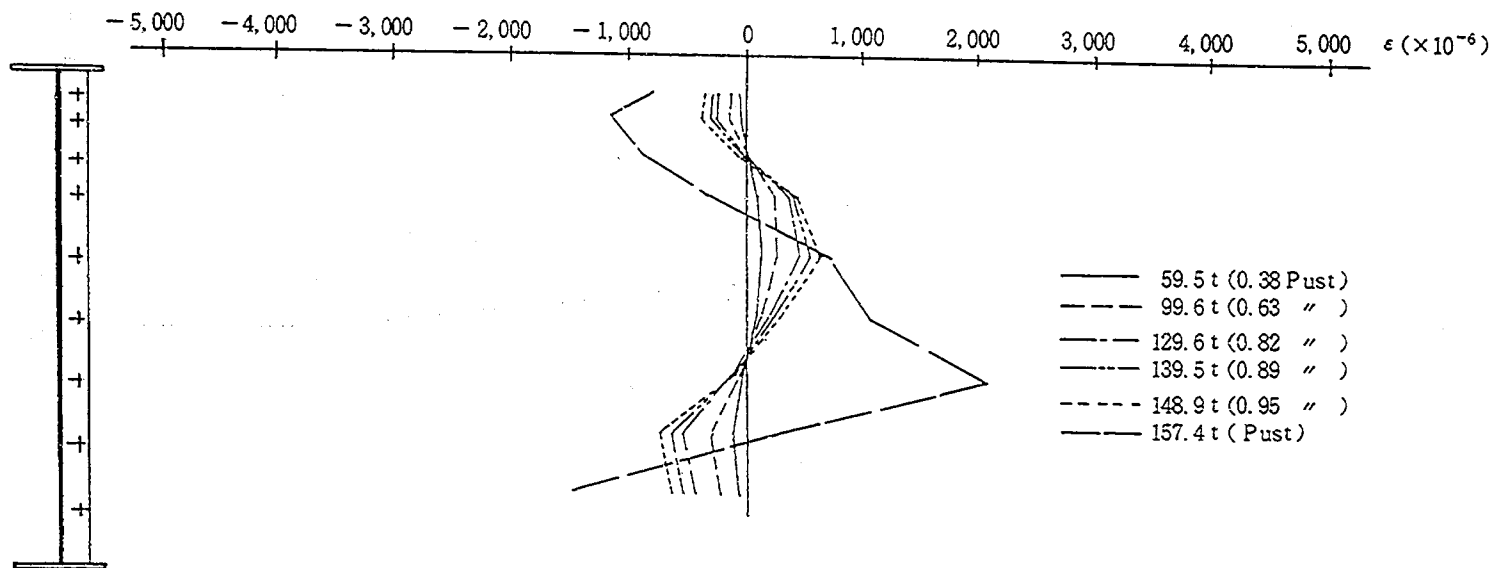


図-2.7(18) 垂直補剛材ひずみ分布図 (S-26: $0.78 \gamma_{vreq}$)

① 東海鋼構造研究グループによる実験式

② 弾性座屈理論による強度曲線

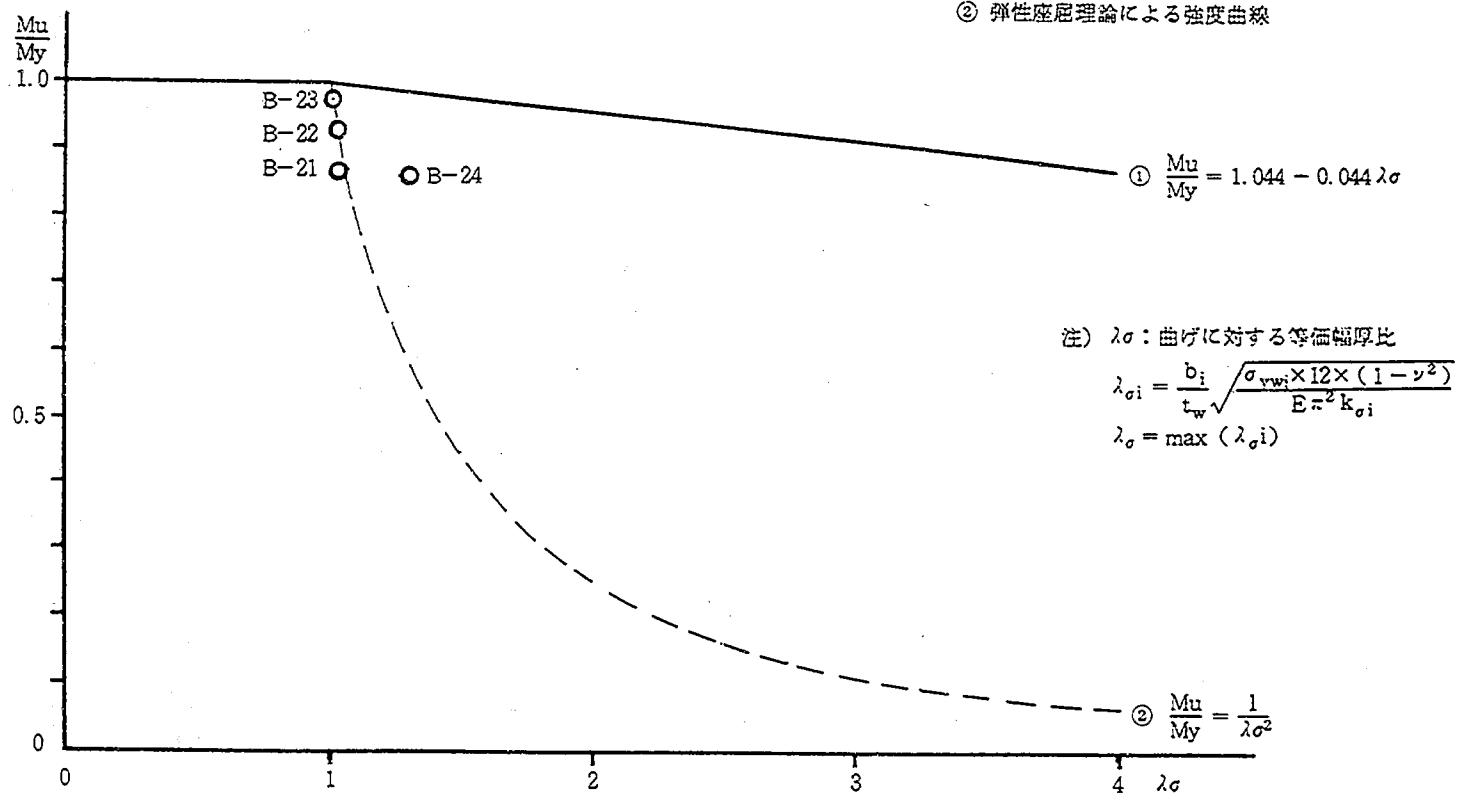


図-3.1 曲げ耐力と等価幅厚比の関係

- ① 東海鋼構造研究グループによる実験式
② 弾性座屈理論による強度曲線

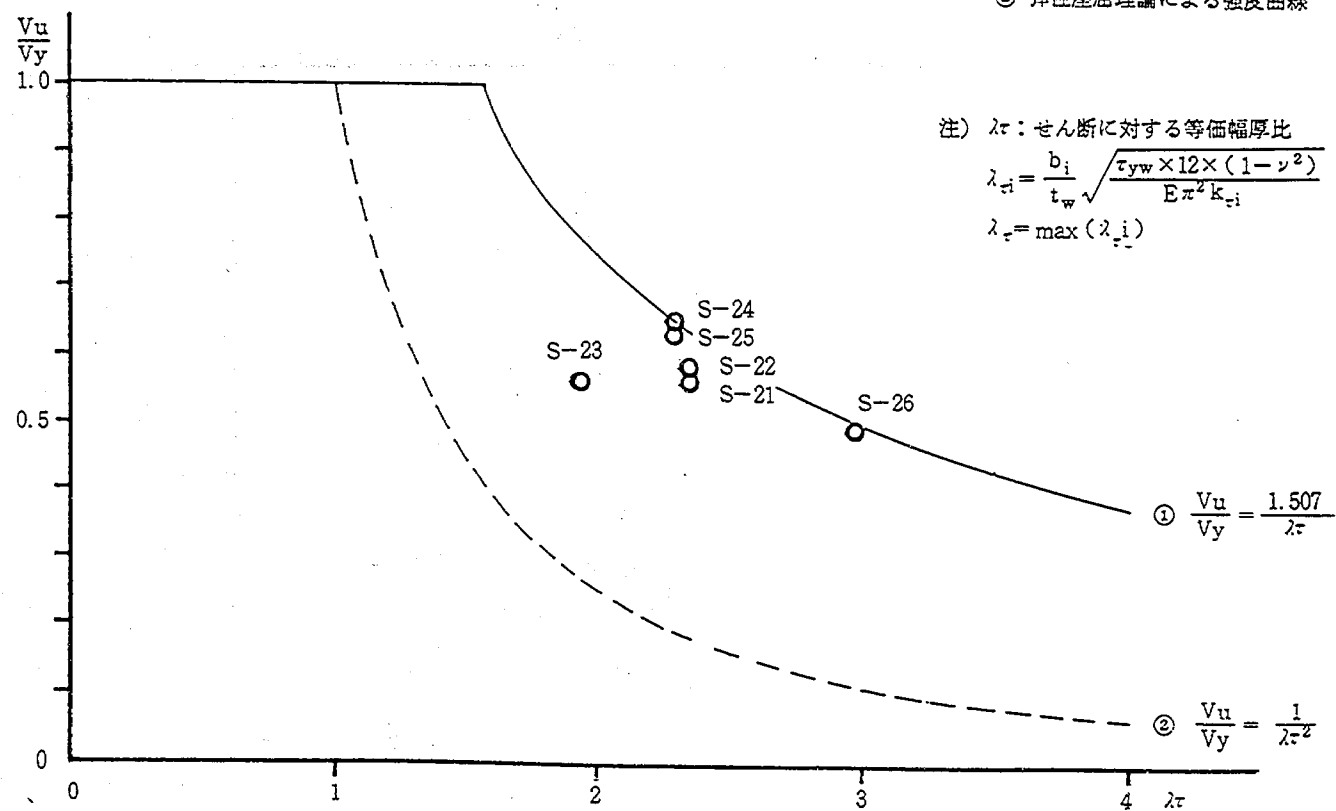


図-3.2 せん断耐荷力と等価幅厚比の関係

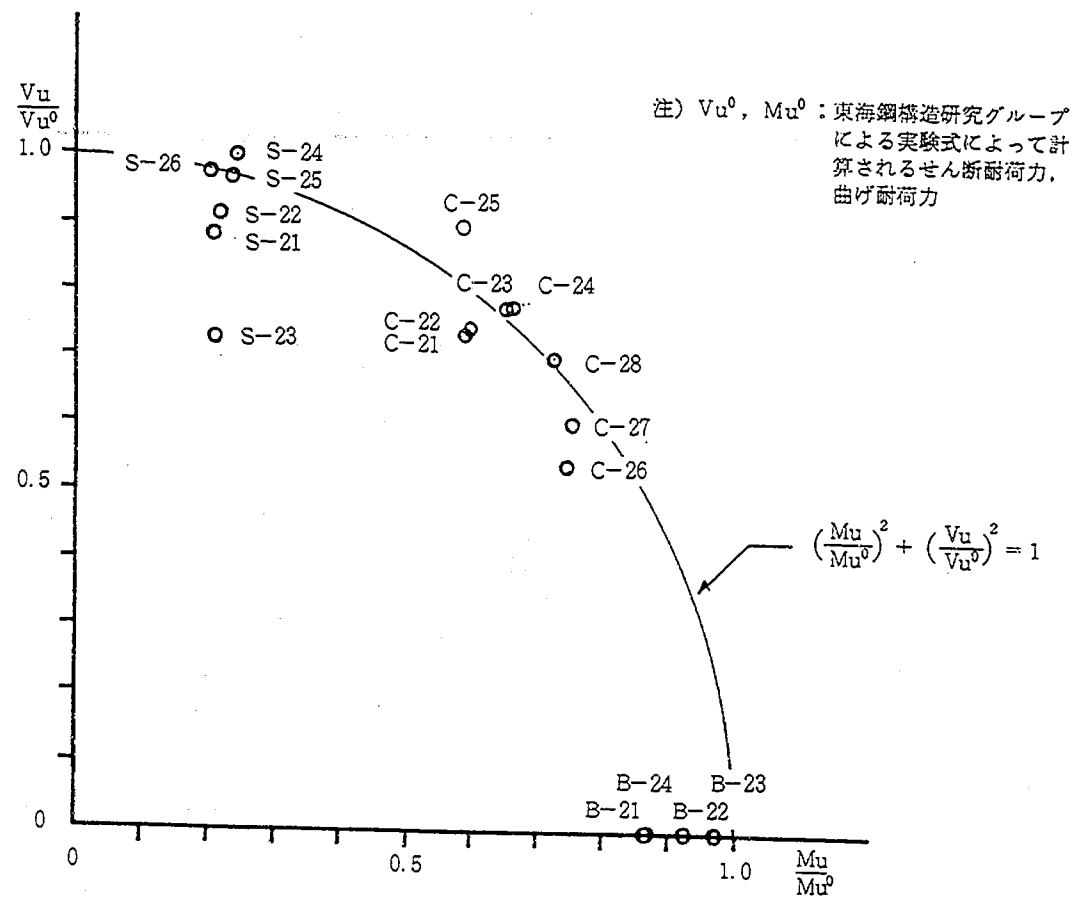


図-3.3 曲げ耐荷力とせん断耐荷力の相関

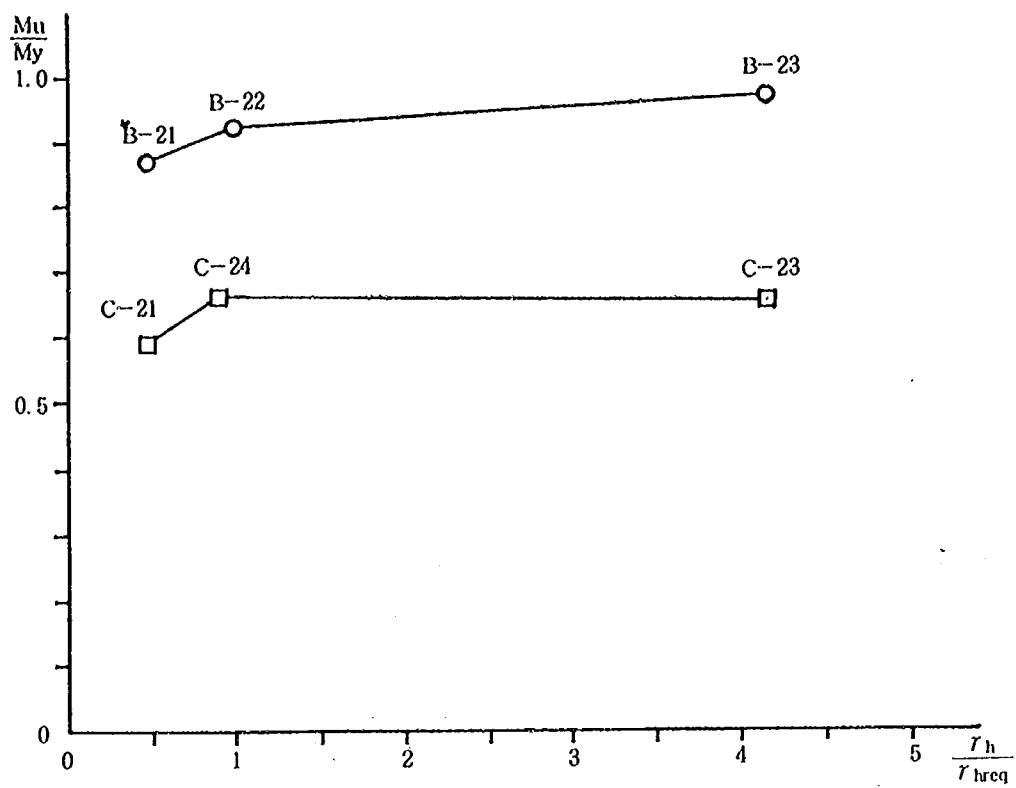


図-3.4 水平補剛材剛度と曲げ耐荷力の関係

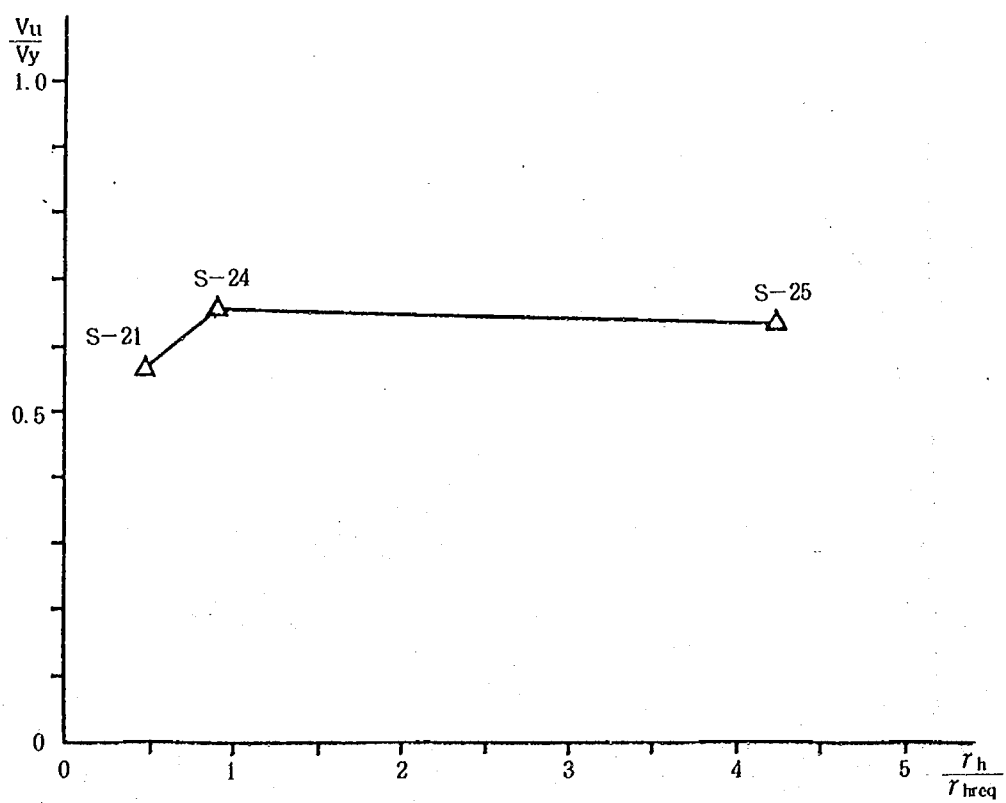


図-3.5 水平補剛材剛度とせん断耐荷力の関係

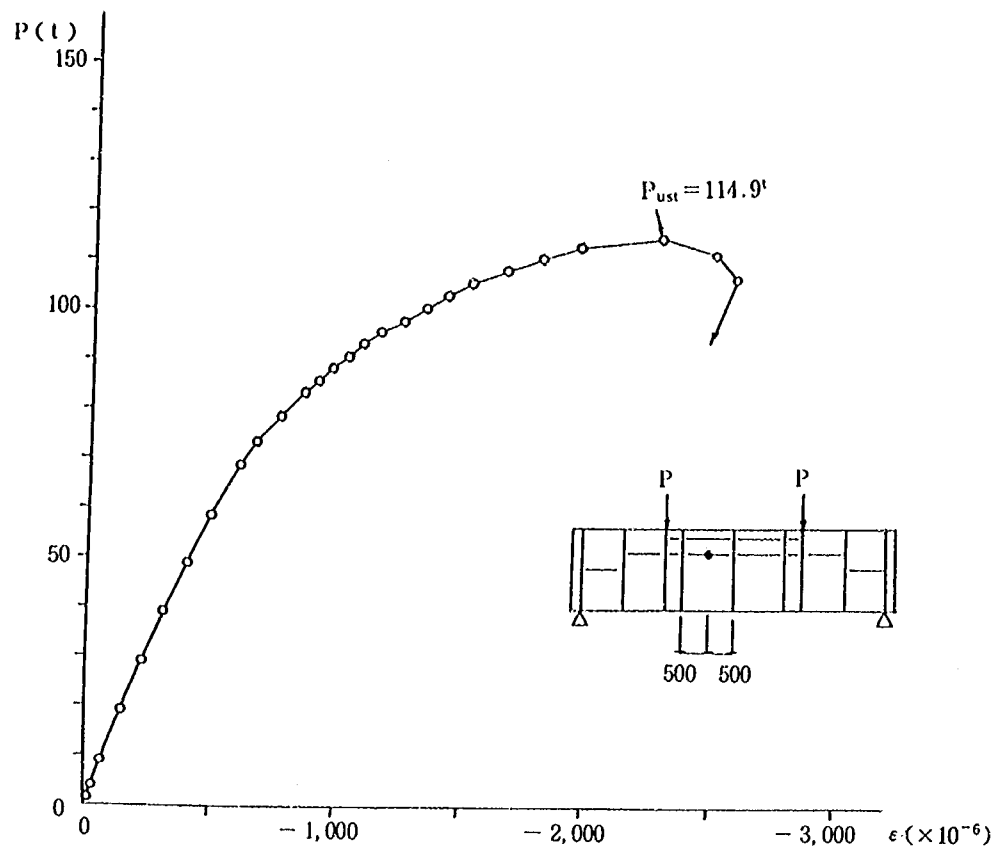


図-3.6(1) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (B-21: $0.45\gamma_{hreq}$)

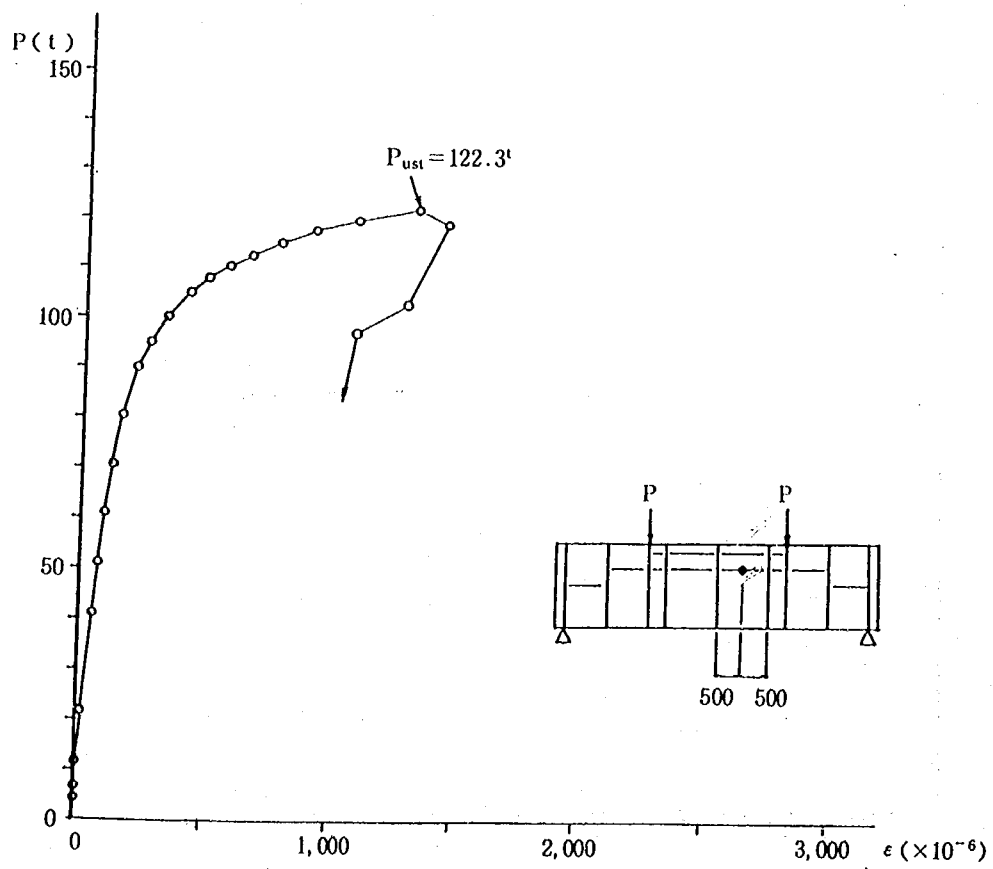
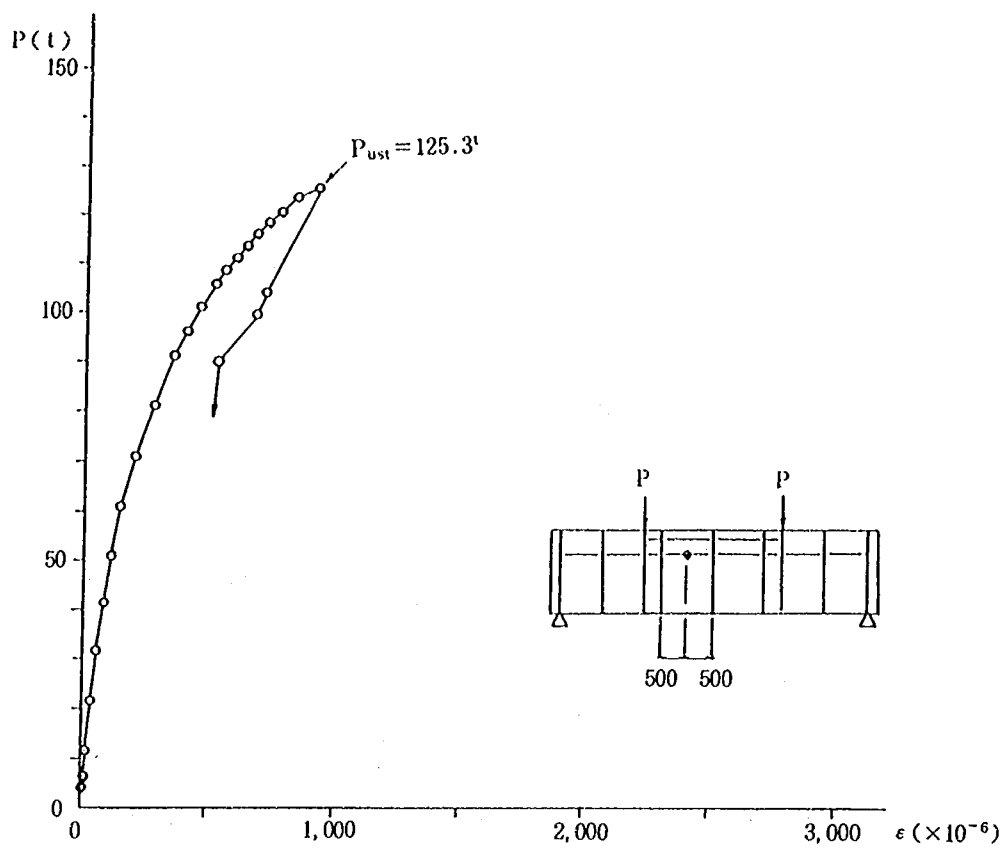


図-3.6(2) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (B-22: $0.93\gamma_{hreq}$)



図—3.6(3) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (B-23 : $4.16\gamma_{hreq}$)

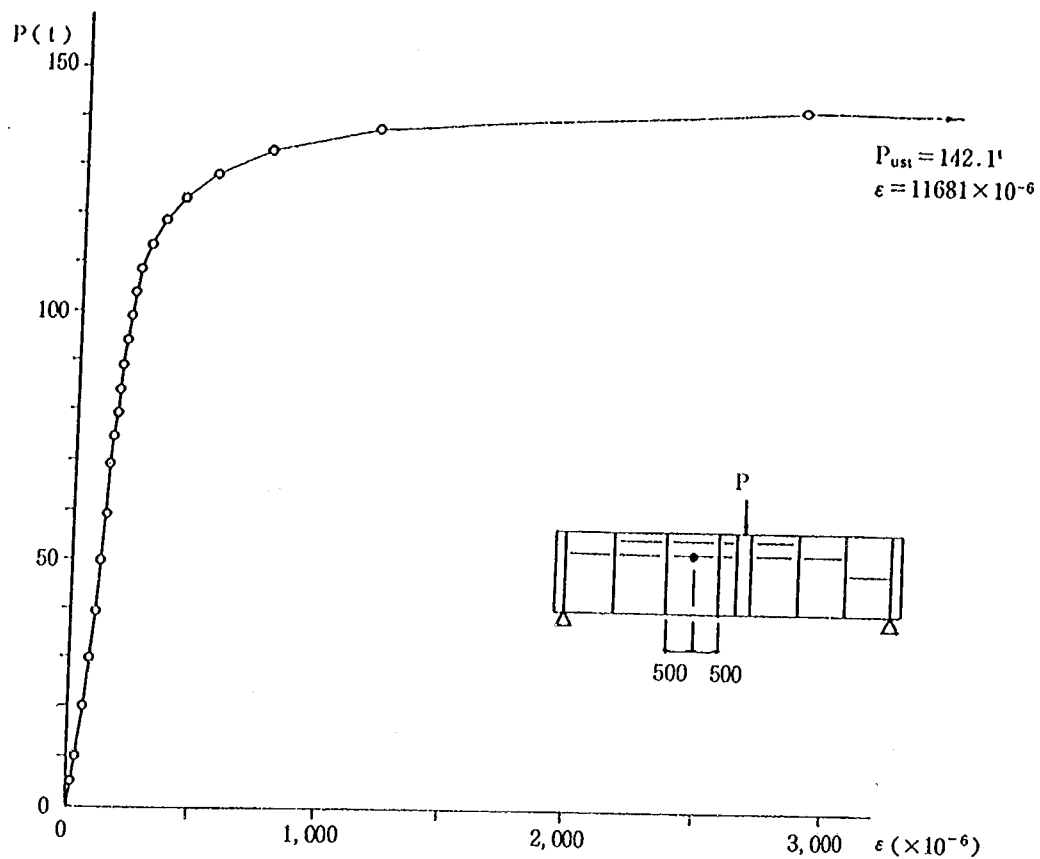


図-3.6(4) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (C-21: $0.46\gamma_{hreq}$)

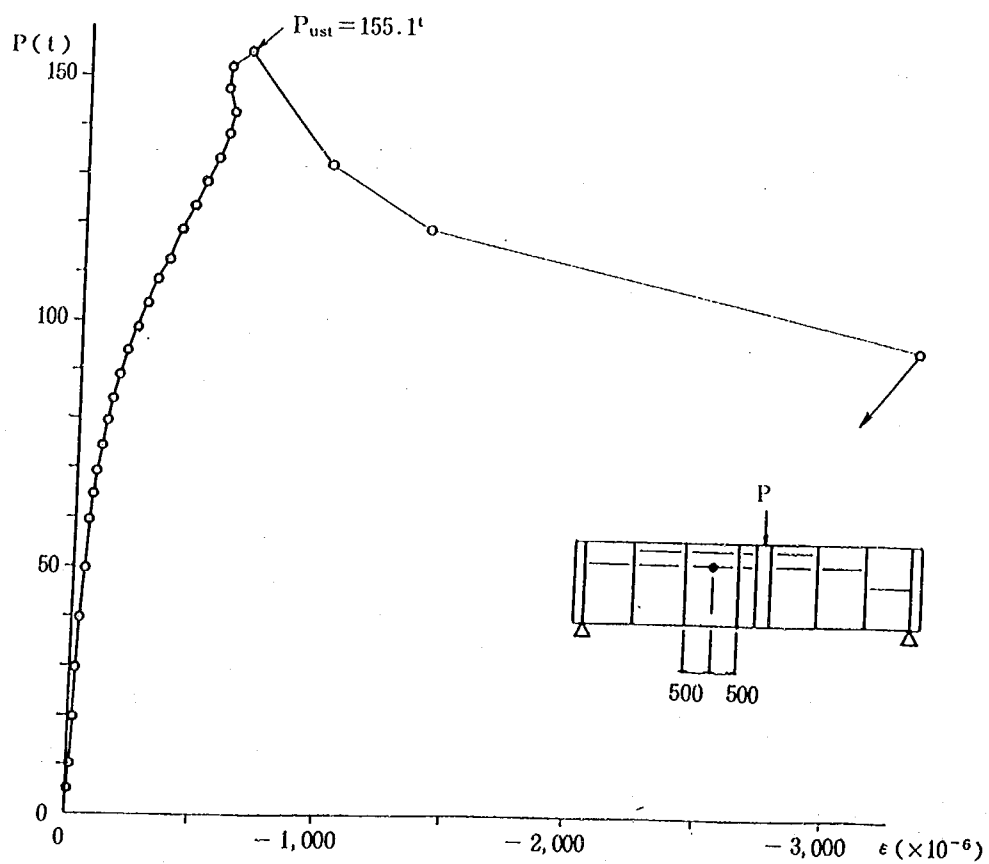


図-3.6(5) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (C-24: $0.90\gamma_{hreq}$)

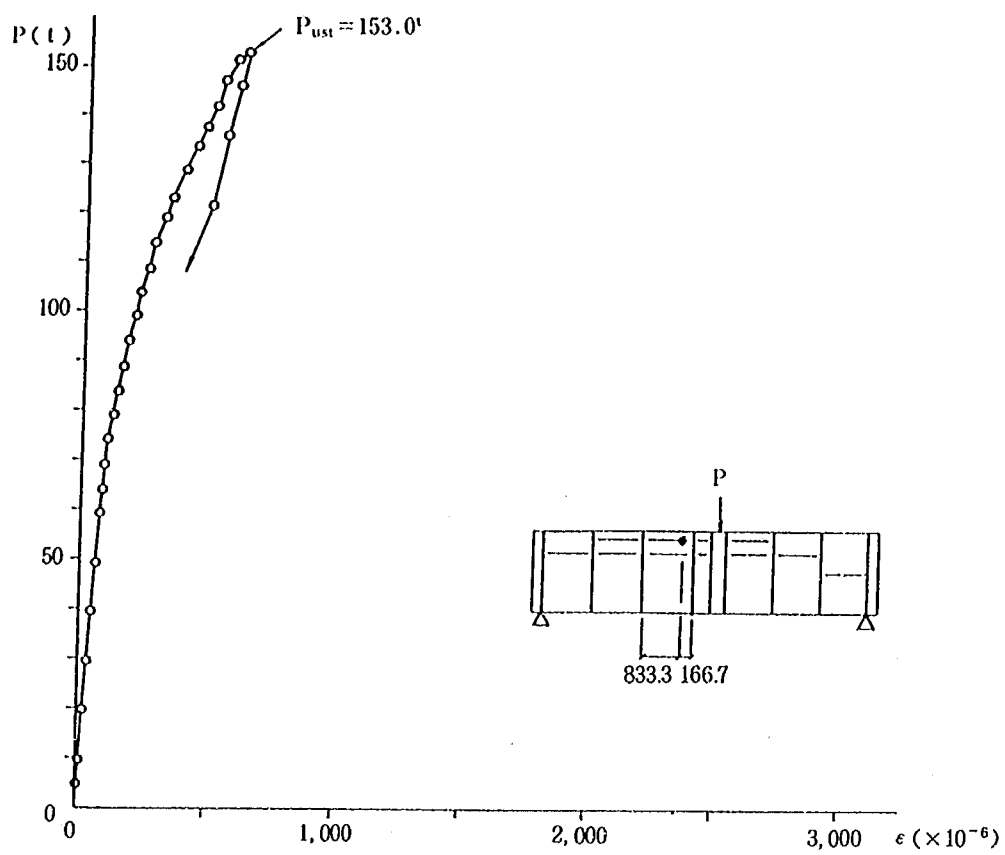
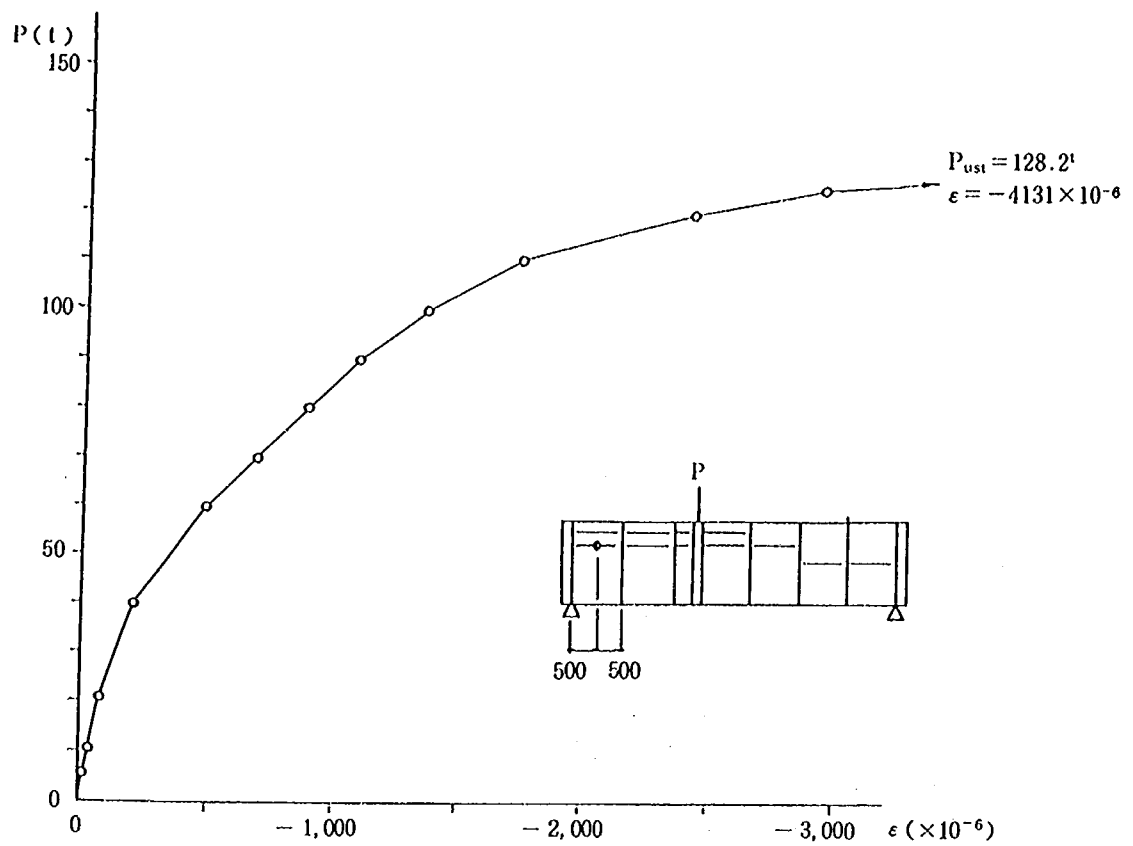
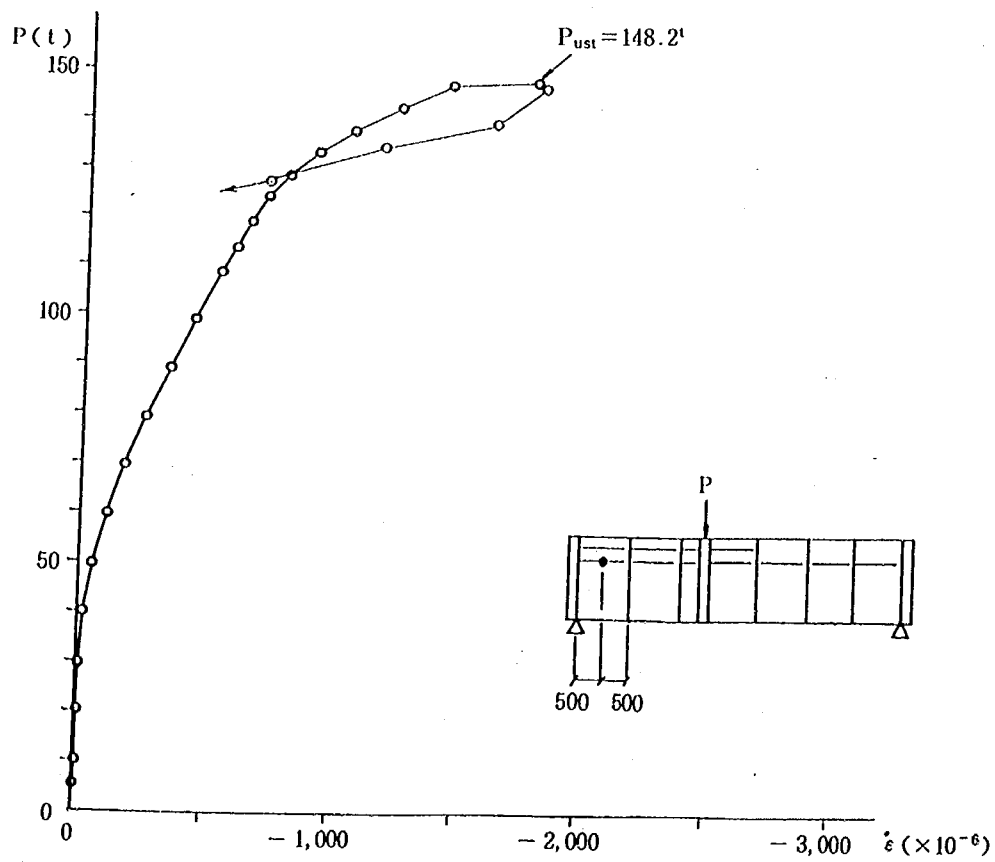


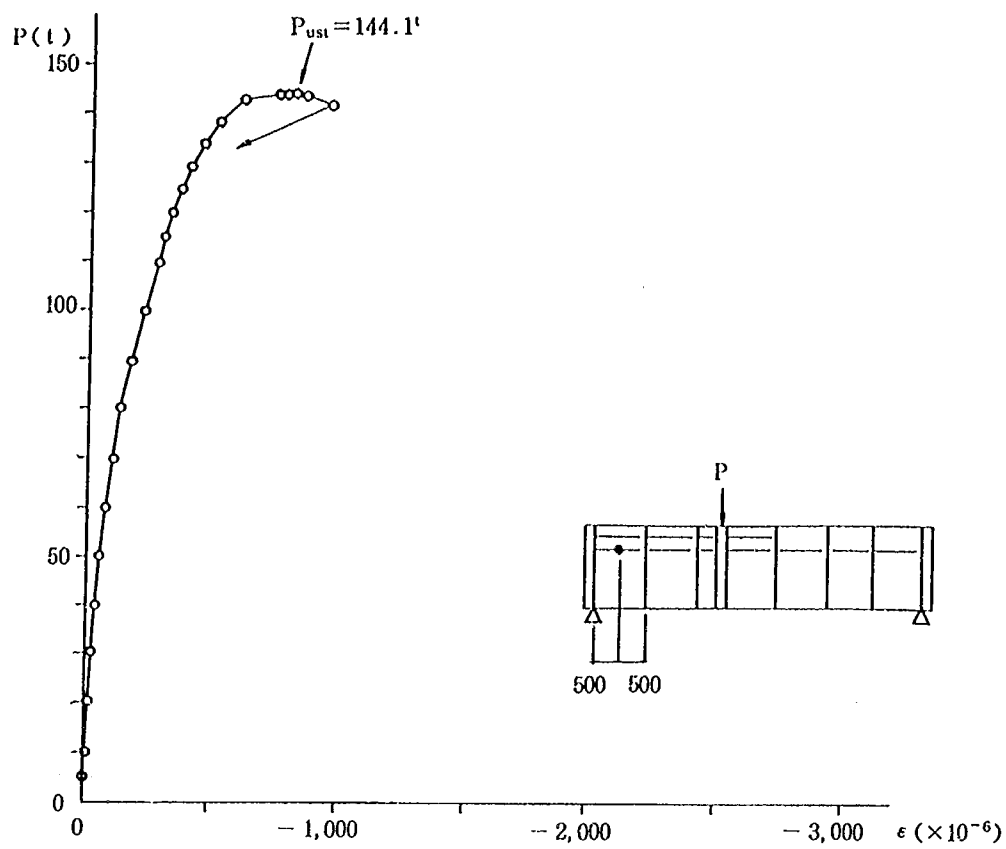
図-3.6(6) 荷重-水平補剛材のひずみ関係 (C-23 : $4.16\gamma_{hreq}$)



図—3.6(7) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (S-21 : $0.46\gamma_{hreq}$)



図—3.6(8) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (S-24 : $0.92\gamma_{hreq}$)



図一3.6(9) 荷重—水平補剛材のひずみ関係 (S-25: $4.24\gamma_{hreq}$)

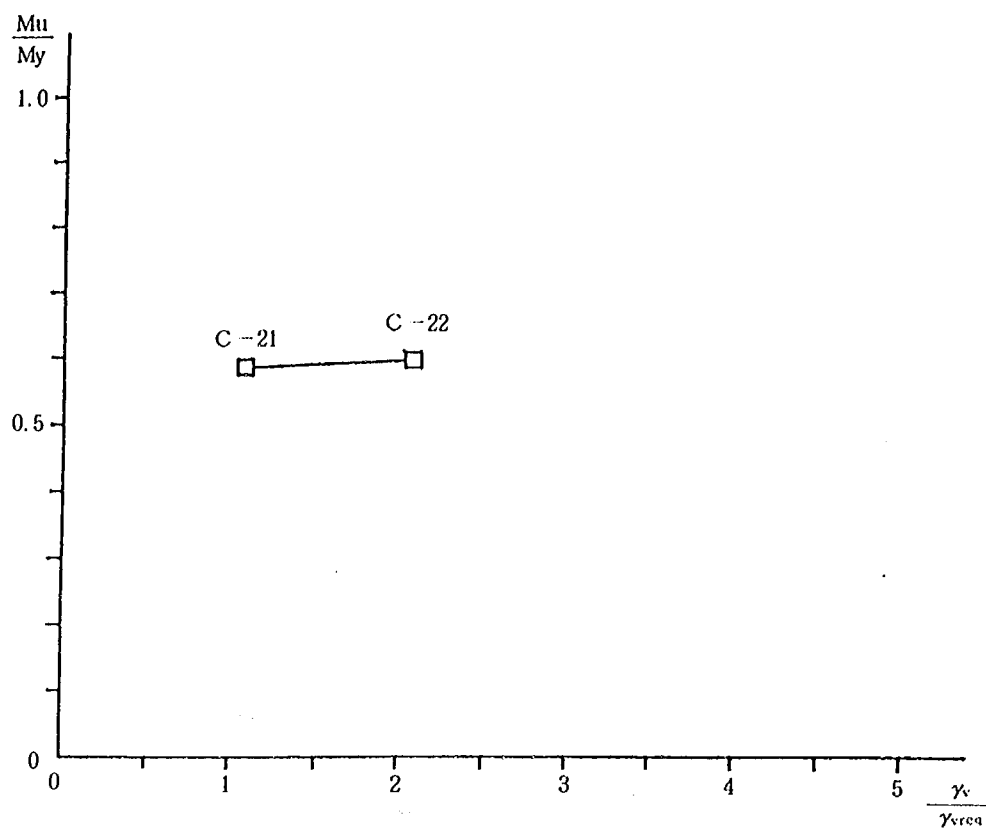


図-3.7 垂直補剛材剛度と曲げ耐荷力の関係

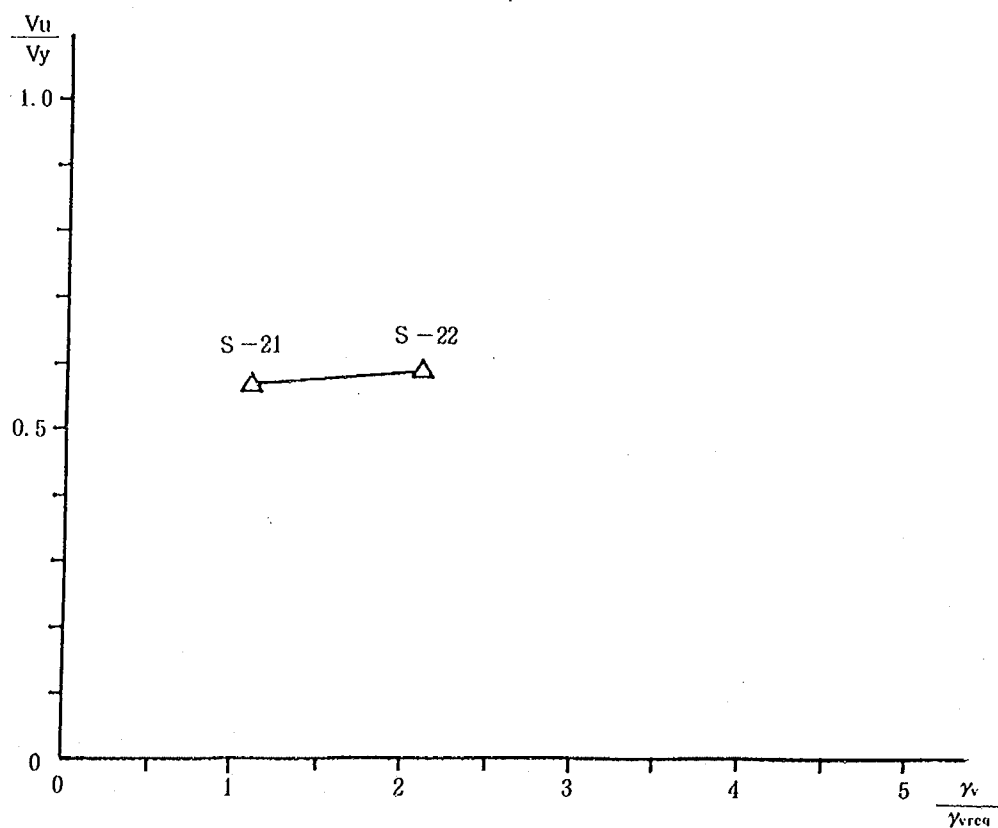
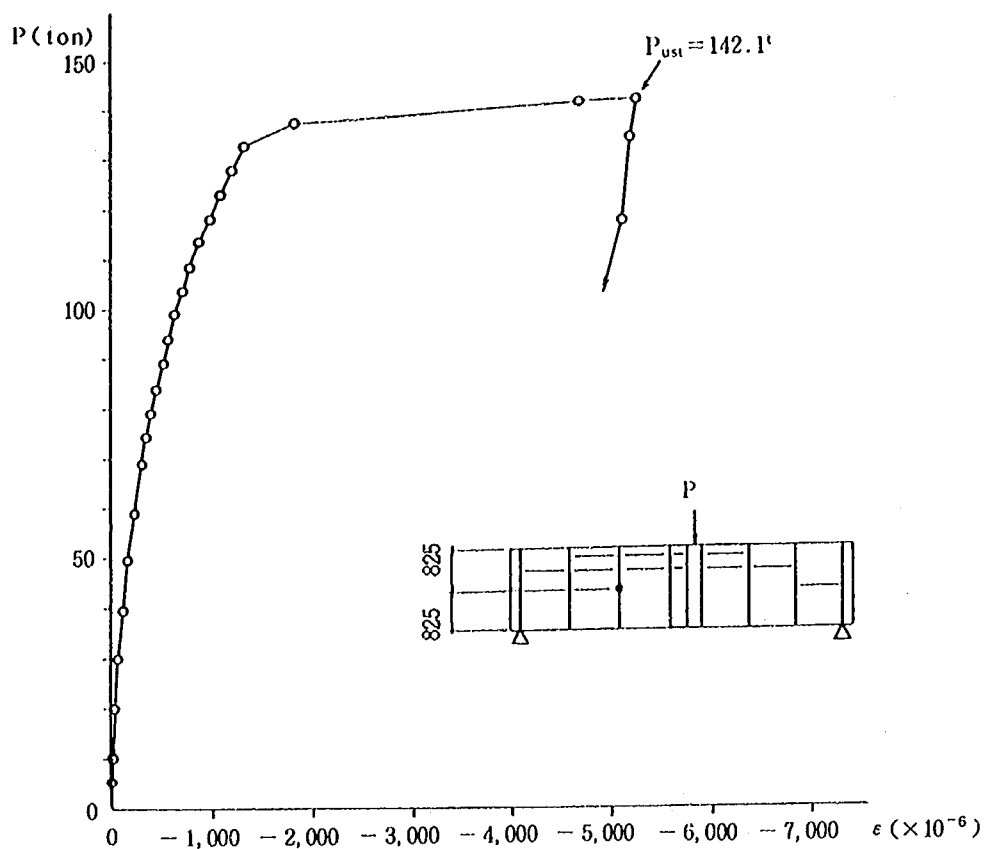
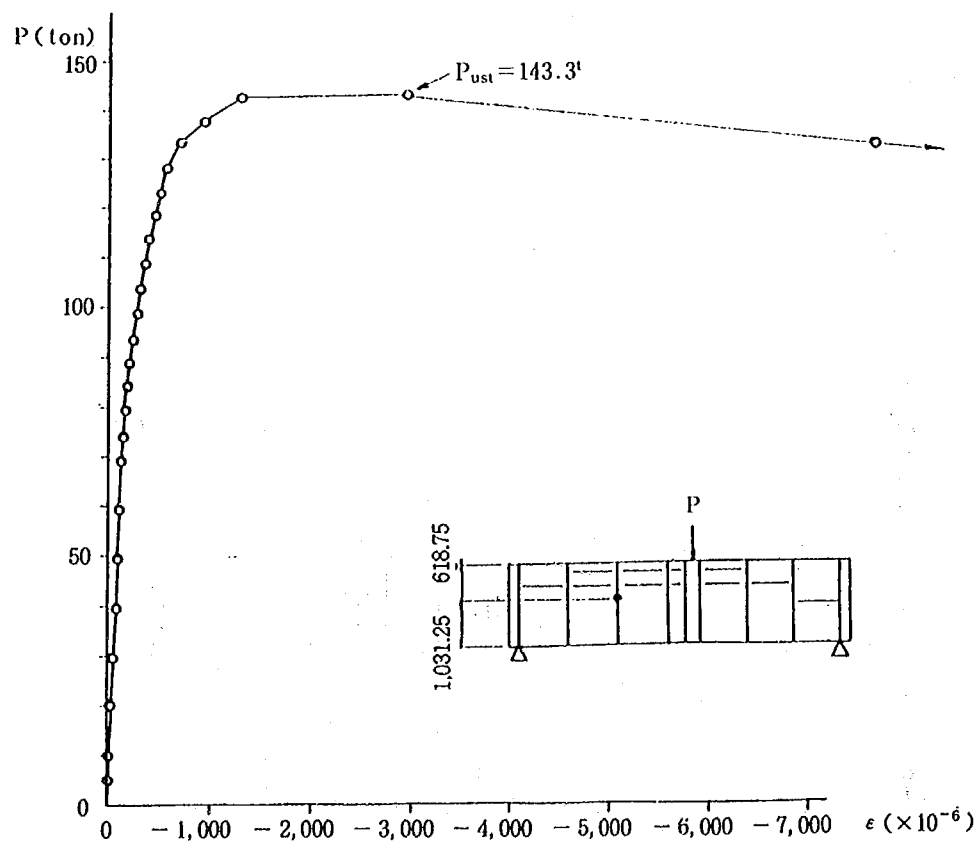


図-3.8 垂直補剛材剛度とせん断耐荷力の関係



図—3.9(1) 荷重—垂直補剛材のひずみ関係 (C-21 : $1.04 \gamma_{vreq}$)



図—3.9(2) 荷重—垂直補剛材のひずみ関係 (C-22 : $1.99 \gamma_{vreq}$)

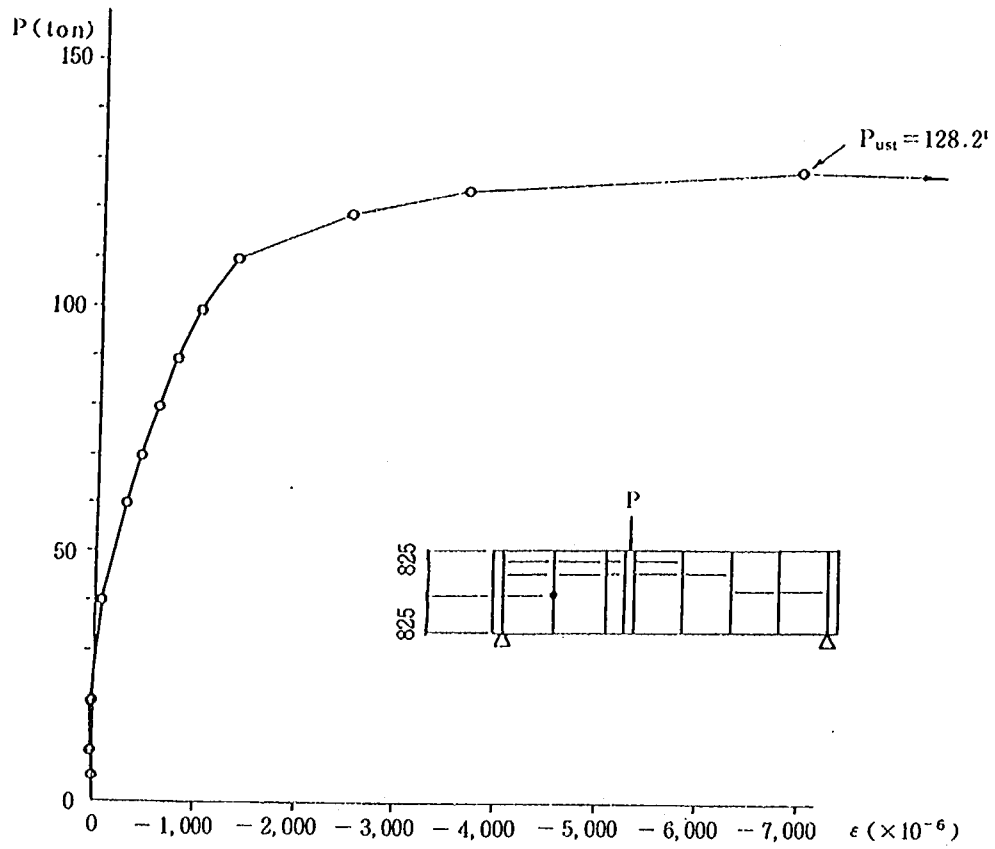


図-3.9(3) 荷重—垂直補剛材のひずみ関係 (S-21: $1.04\gamma_{vreq}$)

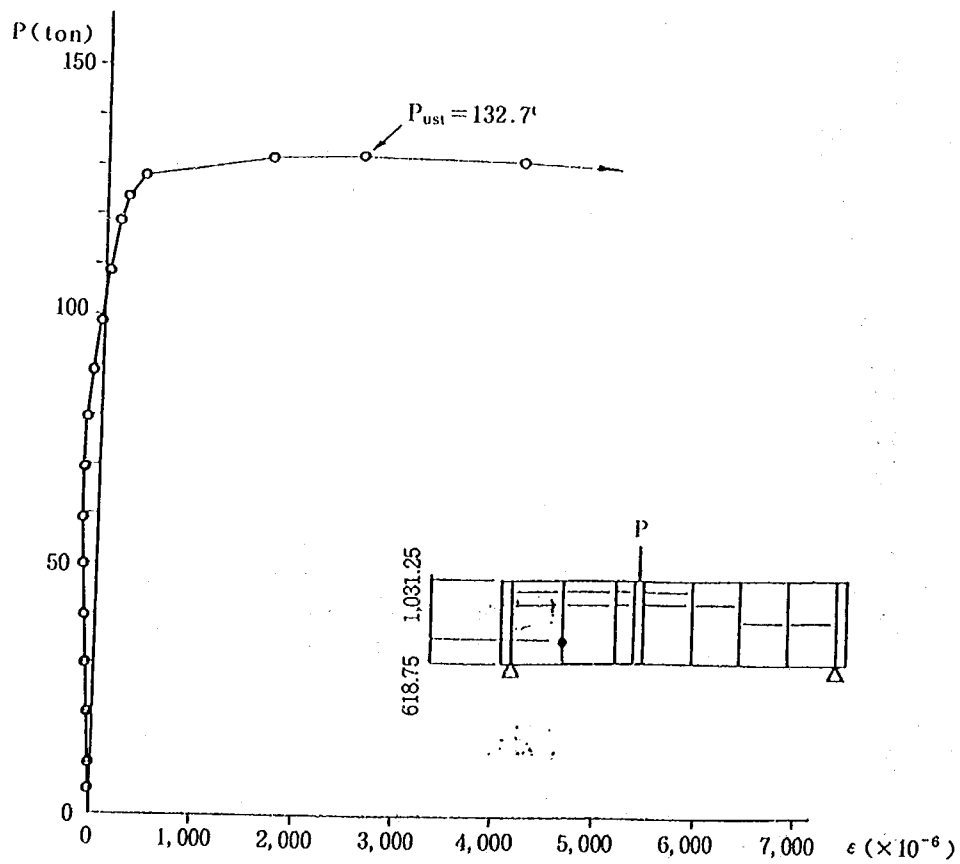


図-3.9(4) 荷重—垂直補剛材のひずみ関係 (S-22: $1.99\gamma_{vreq}$)

藤原 稔, 岩崎 泰彦, 村越 潤
田中 良樹, 鹿嶋 久義, 館 厚志

要 旨 現在, 土木研究所では道路橋示方書の限界状態設計法への移行に資するため, 荷重及び部材の耐荷力に関して種々の研究を行っている。このうち鋼部材の耐荷力に関しては, プレートガーダーを対象に主として終局限界状態の照査に用いるべき耐荷力に関する検討を行っている。

本報告書は昭和60年度から62年度までに行った, 水平補剛材2本を有する大型供試体を用いたプレートガーダー耐荷力実験の結果をとりまとめたものである。

キーワード: プレートガーダー, 耐荷力, 限界状態設計法

郵便はがき

郵便切手を
はって下さ
い

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室
御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. 120

No. 120

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2533号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印