

土木研究所資料

既設橋梁部材の耐荷力試験

平成2年2月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

Copyright © (1990) 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、複写は、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。

既設橋梁部材の耐荷力試験

橋梁研究室 室 長 藤 原 稔

研究員 村 越 潤

鹿 嶋 久 義

過年度の担当者

主任研究員 西 川 和 廣

研究員 岩 崎 泰 彦

研究員 滝 沢 晃

要旨

本報告は、『橋梁上部構造の耐荷力評価に関する研究（昭和61年～平成元年）』の一環として昭和61年度に行ったゲルバー桁橋の吊り桁部の耐荷力試験および昭和62年度に行ったトラスの腹材の耐荷力試験の結果をまとめたものである。

キーワード：既設橋梁，耐荷力，ゲルバー桁，トラス腹材

ま え が き

古い形式の既設橋梁では、使用鋼材の材質、連結方式および細部構造等が現在設計されている橋梁と異なっていること、また、長期間の供用により部材自体が劣化していることが予想されることから、現行の設計と比較してどの程度の耐荷力を有しているか明確でない。

本報告は、『橋梁上部構造の耐荷力評価に関する研究（昭和61年～平成元年）』の一環として昭和61年度に行ったゲルバー桁橋の吊り桁部の耐荷力試験および昭和62年度に行ったトラスの腹材の耐荷力試験の結果をまとめたものである。

目 次

まえがき

1. ゲルバー桁橋の吊り桁部の耐荷力試験	1
1.1 橋梁の概要	1
1.2 供試体の形状・寸法および種類	1
1.3 試験内容	1
(1) 材料試験	1
(2) 部材の板厚減少量の測定	1
(3) 載荷試験	2
1.4 試験結果と考察	2
1.4.1 材料試験結果	2
1.4.2 部材の板厚減少量の測定結果	2
1.4.3 載荷試験結果	2
(1) 終局耐荷力	2
(2) 荷重と変位およびひずみの関係	3
1) 2主桁供試体	3
2) 1主桁供試体	3
2. トラス橋の腹材の耐荷力試験	4
2.1 橋梁の概要	4
2.2 供試体の形状・寸法および種類	4
2.3 試験内容	4
(1) 材料試験	4
(2) 載荷試験	4
2.4 試験結果と考察	4
2.4.1 材料試験結果	4
2.4.2 載荷試験結果	5
(1) 破壊時の状況	5
(2) 終局耐荷力	5
(3) 荷重とひずみの関係	5
1) 供試体 1	5
2) 供試体 2	5

1. ゲルバー桁橋の吊り桁部の耐荷力試験

1.1 橋梁の概要

本橋梁の諸元は次のとおりである。

橋 梁 形 式 : ゲルバー桁橋
施 工 年 度 : 昭和4年
橋 長 : 32.5 m
支 間 割 : 10+12.53+10 m (3 径間)
主 桁 本 数 : 7 主桁
有 効 幅 員 : 21.8 m

今回の試験で対象とした部分は、図－1.1に示すように3径間の中央径間部にあたる吊り桁部である。

1.2 供試体の形状・寸法および種類

供試体の種類は、RC床版を有する2主桁の供試体(2主桁供試体と呼ぶ)と、RC床版を有しない1主桁の供試体(1主桁供試体と呼ぶ)の2種類である。図－1.2および図－1.3にそれぞれの供試体の形状・寸法を示す。

1.3 試験内容

(1) 材料試験

鋼材の降伏点、引張強度および伸びを調べるために2主桁供試体および1主桁供試体について、桁端部の上フランジ部から3本、腹板部から3本および垂直補剛材部から1本の計7本の材料試験片を加工し、引張試験を行った(写真－1.1, 写真－1.2)。

また載荷試験終了後に、2主桁供試体のRC床版から円柱供試体(直径×高さ=67.5mm×101mm)を6本採取し、圧縮強度試験および引張強度試験を行った(写真－1.3, 写真－1.4)。

(2) 部材の板厚減少の測定

板厚減少量の測定は、次の2方法で行った。なおここで板厚の減少量は便宜上腐食していないと考えられる部分の高さを基準として、それに対する高低差で表した。

(方法1) 供試体の表面に直接ダイヤルゲージをあてて表面の高低差を計測する。

(方法2) 石膏で供試体表面の型取りをし、その後石膏表面の高低差をダイヤルゲージで計測する。

図－1.4に2主桁供試体および1主桁供試体の板厚減少量の計測位置を示す。また、図－1.5～図－1.7に板厚減少量の計測の詳細位置を示す。測定箇所は、2主桁供試体についてはA～Hの8断面(A～FはG1桁、G、HはG2桁)、1主桁供試体についてはI、Jの2断面である。板厚減少量の測定方法について、図－1.5の区画A－1(2主桁供試体のG1桁)を例に説明する。区画A－1は、橋軸方向に100mm、橋軸直角方向に主桁上フランジ幅をとった長方形の部分で示されるが、その部分を1cm幅のメッ

に区切り，その交点で高低差を測定した。ただし，リベットの丸頭の部分については測定を行わなかった。

(3) 載荷試験

載荷試験は，2主桁供試体について構造力学実験施設の250 ton大型載荷試験装置を，1主桁供試体について3000 ton大型構造部材万能試験機を用いて行った。2主桁供試体および1主桁供試体の載荷位置はそれぞれ図-1.2(a)および図-1.3に示すとおりである。2主桁供試体については2本の主桁のスパン中央部にそれぞれ1点載荷した。1主桁供試体についてはスパン中央部に200 cm離して2点載荷した。

図-1.8 および図-1.9に2主桁供試体および1主桁供試体のひずみおよび変位の計測位置を示す。変位計は2主桁供試体および1主桁供試体ともに荷重載荷点直下の桁の下フランジ下面に取付けた。

1.4 試験結果と考察

1.4.1 材料試験結果

表-1.1に材料試験結果を示す。下降伏点は $2,470 \sim 3,140 \text{ kg/cm}^2$ ，引張強度は $4,080 \sim 4,850 \text{ kg/cm}^2$ ，伸びは12～21%である。供試体の材質に関する資料は残っていないが，当時の鋼道路橋示方書（道路構造に関する細則案（内務省土木局，大正15年6月））には構造用鋼材としてSt39鋼¹⁾²⁾のみが規定されていたことから，供試体の鋼種はSt39鋼と考えられる。St39鋼は，現行のJIS規格のSS41鋼に相当する機械的性質を有するものである。表中にはSt39鋼の規格値（引張強度 $3,900 \sim 4,700 \text{ kg/cm}^2$ ，伸び21%（9mm以上），17%（9mm未満））を示してあるが，引張強度はこの規格値を満足していた。一方伸びについては，一部満足しないものがあった。

表-1.2にコンクリートの圧縮強度の試験結果を示す。当時の鋼道路橋の床版に用いられたコンクリートの設計基準強度は $140 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ 程度³⁾と考えられるが，実験値はこの値を満足していた。

1.4.2 部材の板厚減少量の測定結果

表-1.3，表-1.4に2主桁供試体および1主桁供試体の板厚減少量の最大値および平均値をそれぞれ示す。ここで最大値とは，各区画（例えばA-1）の中の1cm角のメッシュの交点の高低差の最大値であり，平均値とは各区画の全ての交点の高低差の平均値である。板厚減少量は，2主桁供試体および1主桁供試体ともに主桁下フランジ下面および腹板の主桁下フランジ側の部分に多くなっている。

1.4.3 載荷試験結果

(1) 終局耐荷力

表-1.5に試験結果と供試体を単純ばりとして求めた計算結果を示す。降伏荷重は，荷重載荷位置の断面に作用する曲げ応力度が下フランジにおいて材料試験結果の下降伏点の平均値 $2,780 \text{ kg/cm}^2$ に達したときの荷重である。また終局荷重は，荷重載荷位置の断面において全断面が塑性状態（鋼材の下降伏点 $2,780 \text{ kg/cm}^2$ ，コンクリートの圧縮強度 221 kg/cm^2 （ $\times 0.85$ ））に達した時の荷重である。なお，断面2次モーメントはリベット孔を考慮せずに総断面を用いて計算した。また，2主桁供試体については，材

料試験結果を踏まえて鋼とコンクリートのヤング係数比を10とし、合成桁として曲げ応力度を計算した。RC床版の有効幅については道路橋示方書Ⅱ鋼橋編に従った。2主桁供試体の最大荷重(実験値)は92.4 tonであり、終局荷重(計算値)66.4 tonに対して大きい値となった。1主桁供試体の最大荷重(実験値)は87.0 tonであり、終局荷重(計算値)86.8 tonに近い値となった。

(2) 荷重と変位およびひずみの関係

1) 2主桁供試体

図-1.10に荷重と載荷点直下の下フランジにおける変位の関係(実験値および計算値)を示す。荷重載荷点において40 ton程度まで、荷重と変位はほぼ直線関係にある。実験値の直線の勾配は計算値の勾配と比較して若干小さくなっている。供試体は最高荷重92.4 tonに達した後、32.0 tonの時に図-1.11に示すようにG1桁の荷重載荷点下の下フランジ部のL型鋼および下フランジプレートのリベット孔を含む断面部から破断して破壊した。写真-1.5～写真-1.7に破壊状況を示す。

図-1.12(a)～(h)に荷重と下フランジのひずみの関係(実験値および計算値)、図-1.13(a)(b)に図-1.8に示す3断面におけるウェブのひずみ分布、図-1.14～図-1.15に3断面における主桁上フランジと下フランジのひずみ分布を示す。計測位置によりひずみの値はばらついているが、荷重30～40 ton程度までは、荷重とひずみはほぼ直線関係にある。それ以降は、計測位置によりひずみの挙動は異なっており、図-1.12(b)(e)(f)に示すとおり一部降伏荷重をこえたあたりからひずみが減少して再び増加していく現象が見られた。

2) 1主桁供試体

図-1.16に荷重と載荷点直下の下フランジにおける変位の関係(実験値および計算値)を示す。1主桁供試体においては、最高荷重に達した後、試験機の安全装置が働き一旦荷重が0まで下がっている。写真-1.8～写真-1.9に再度荷重を載荷した後に荷重を0に戻す直前(荷重53.5 ton)の供試体の状況、写真-1.10に荷重徐荷後の状況を示す。

図-1.17(a)～(h)に荷重と下フランジのひずみの関係(実験値および計算値)、図-1.18(a)(b)に3断面におけるウェブのひずみ分布、図-1.19～図-1.20に3断面における主桁上フランジと下フランジのひずみ分布を示す。計測位置によりひずみはばらついているが、荷重30～40 ton程度までは、ほぼ直線性が保たれている。上フランジについては水平方向の変形が見られるが(写真-1.10)が、図-1.19(a)(b)では上フランジについて水平方向の曲げの影響はほとんど見られない。下フランジについては、図-1.20(b)に示すとおりリベット孔周辺において応力集中が見られる。

2. トラス橋の腹材の耐荷力試験

2.1 橋梁の概要

本橋梁の諸元は次のとおりである。

橋 梁 形 式 : 曲弦ワーレントラス橋

架 設 年 次 : 昭和4年

支 間 長 : 51.8 m

有 効 幅 員 : 5.5 m

今回の試験で対象とした部分は、図－2.1に示すトラスの垂直材および斜材部である。

2.2 供試体の形状・寸法および種類

供試体の種類は、トラスの垂直材部分の供試体（供試体1と呼ぶ）と斜材部分の供試体（供試体2と呼ぶ）の2種類である。図－2.2、図－2.3に供試体1および供試体2の形状・寸法を示す。

2.3 試験内容

(1) 材料試験

下降伏点、引張強度、伸びを調べるために供試体1についてはみぞ形鋼の部分から2本、供試体2についてはフランジおよび腹板部より各1本ずつ、合計4本の材料試験片を加工し、引張試験を行った。

(2) 載荷試験

載荷試験は、構造物実験施設の3000ton大型構造部材万能試験機を用いて行った。供試体1および供試体2ともに、両端部に引張治具を取付けその両端部に引張荷重が加わるようにした（図－2.4）。

図－2.5、図－2.6に供試体1および供試体2のひずみゲージの貼付位置を示す。ひずみゲージはリベット孔近傍を中心に貼付けた。

表－2.1に図－2.5および図－2.6の中のⅠ～Ⅶの各断面の断面積の実測値を示す。

2.4 試験結果

2.4.1 材料試験結果

表－2.2に材料試験結果を示す。下降伏点は $2,600 \sim 2,700 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度は $4,300 \sim 4,500 \text{ kg/cm}^2$ 、伸びは23～27%である。供試体の材質に関する資料は残っていないが、当時の鋼道路橋示方書（道路構造に関する細則案（内務省土木局，大正15年6月）には構造用鋼材としてSt39鋼¹⁾²⁾のみが規定されていたことから、供試体の鋼種はSt39鋼と考えられる。St39鋼は、現行のJIS規格のSS41鋼に相当する機械的性質を有するものである。表中にはSt39鋼の規格値（引張強度 $3,900 \sim 4,700 \text{ kg/cm}^2$ 、伸び21%（9mm以上））を示してあるが、引張強度および伸びともにこの規格値を満足していた。

2.4.2 載荷試験結果

(1) 破壊時の状況

図－2.7, 2.8に供試体1および供試体2の破断位置を実線で示す。供試体1については断面Ⅰ, Ⅲ, 供試体2については断面Ⅰ～Ⅲ間で破断が生じた。写真－2.1～写真－2.4に供試体1および供試体2の破断時の状況を示す。供試体1および供試体2ともに、まずリベット孔周辺の局所的な応力集中により、母材とリベットの間にずれが生じ、次にリベット孔の位置から破断し始め、その後部材断面全体が破断に至った。

(2) 終局耐荷力

表－2.3に実験結果および破断の生じたりベット孔断面に関する計算結果を示す。降伏荷重は材料試験結果の降伏点の平均値 $2,600\text{ kg/cm}^2$ に純断面積を乗じて計算した荷重である。終局荷重は材料試験結果の引張強度 σ_b の平均値 $4,400\text{ kg/cm}^2$ に純断面積を乗じて計算した荷重である。供試体1および供試体2の最大荷重(実験値)はそれぞれ、293.1 ton, 208.5 tonであり、終局荷重(計算値)365.9 ton, 305.9 tonに対して0.8倍および0.7倍程度の値となっている。

(3) 荷重とひずみの関係

1) 供試体1

図－2.9(a)～(c)に断面Ⅲの荷重とひずみの関係を示す。図には降伏荷重の計算結果を示してある。リベット孔周辺部以外の個所のひずみは計算値と比較すると同一荷重に対して若干小さい値となっている。これに対しリベット孔周辺部では、荷重が低い時点から計算値と比較して大きくなっている。レーシングバーについては荷重が低い段階ではひずみがほとんど生じておらず、全断面が降伏したところから徐々にひずみが増加していることがわかる。

図－2.10, 図－2.11に部材軸方向のひずみ分布および断面内のひずみ分布を示す。図－2.11よりリベット孔周辺部において荷重が100t程度から断面のひずみ分布が乱れてきていることがわかる。

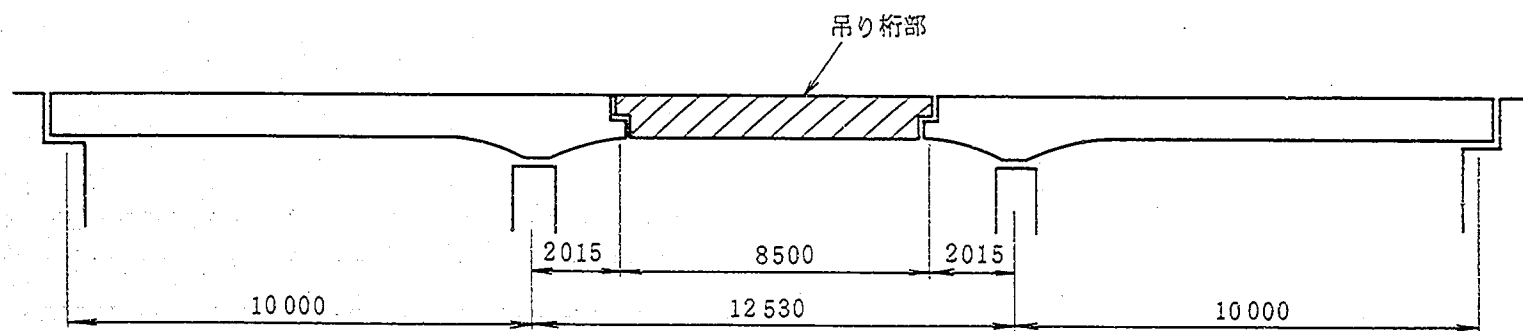
2) 供試体2

図－2.12(a)～(f)に荷重とひずみの関係を示す。図には降伏荷重の計算結果を示してある。実験値は計算により得られた荷重とひずみの関係とリベット孔周辺部以外のひずみを除いて、良く一致している。レーシングバーは全断面が降伏したところから徐々にひずみが増加しはじめている。

図－2.13(a)(b), 図－2.14に軸方向のひずみ分布および断面内のひずみ分布を示す。図－2.14より、リベット孔周辺で応力集中が見られることがわかる。

参 考 文 献

- 1) 金井道夫, 大塩俊雄: 既設橋の鋼材の性質, 土木技術資料 23-1, 1981年11月
- 2) 成瀬勝武: 橋梁, 岩波全書, 昭和9年初版
- 3) 御子柴光春, 遠藤武平: コンクリート橋りょうにおける施工法の移り変わり, Vol. 20, No. 2, 1982年2月



図－1.1 供試体に使用した吊り桁部

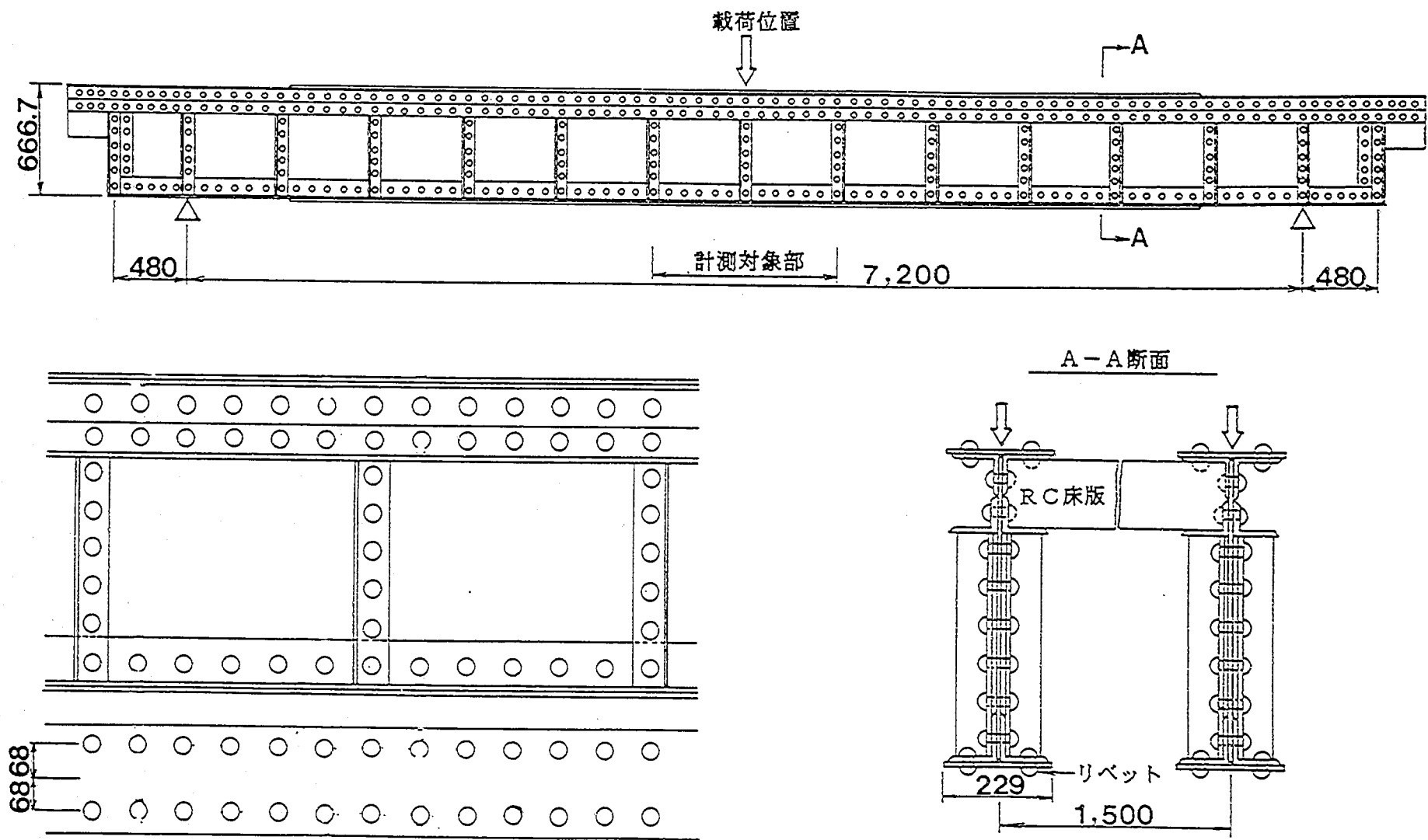


図-1.2(a) 2主桁供試体の一般図

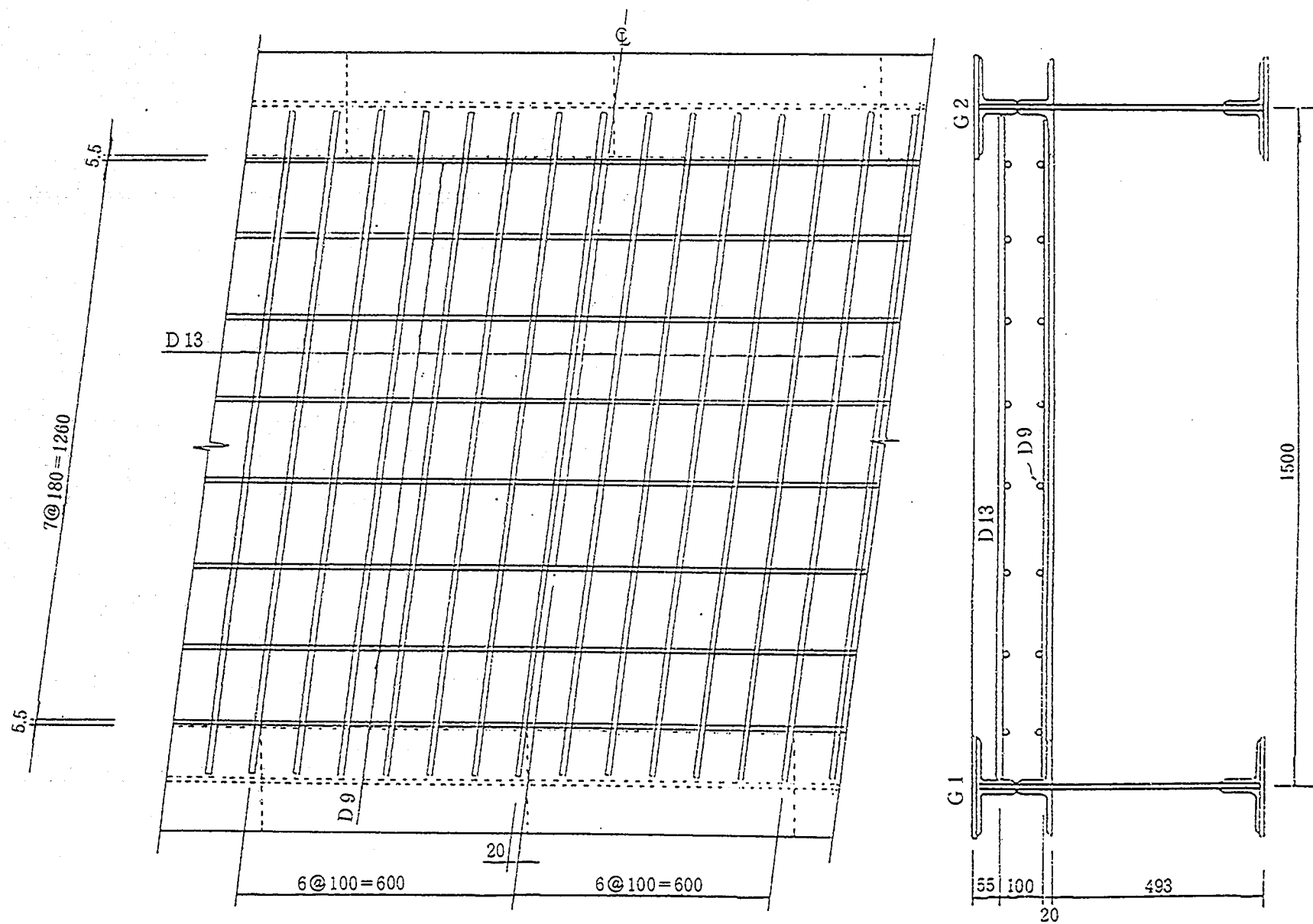


図 - 1.2(b) 2 主桁供試体の支間中央部の床板の配筋図

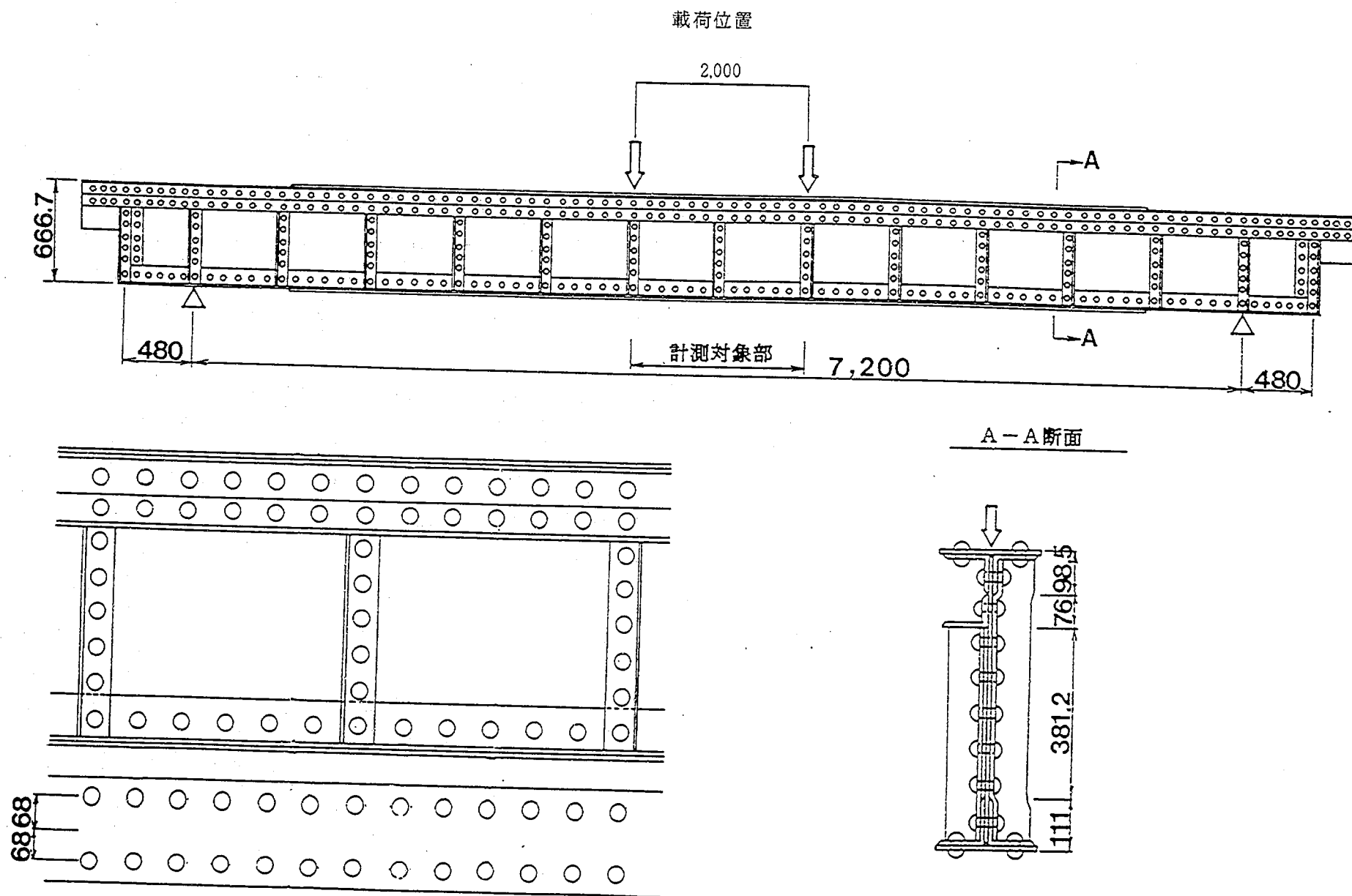
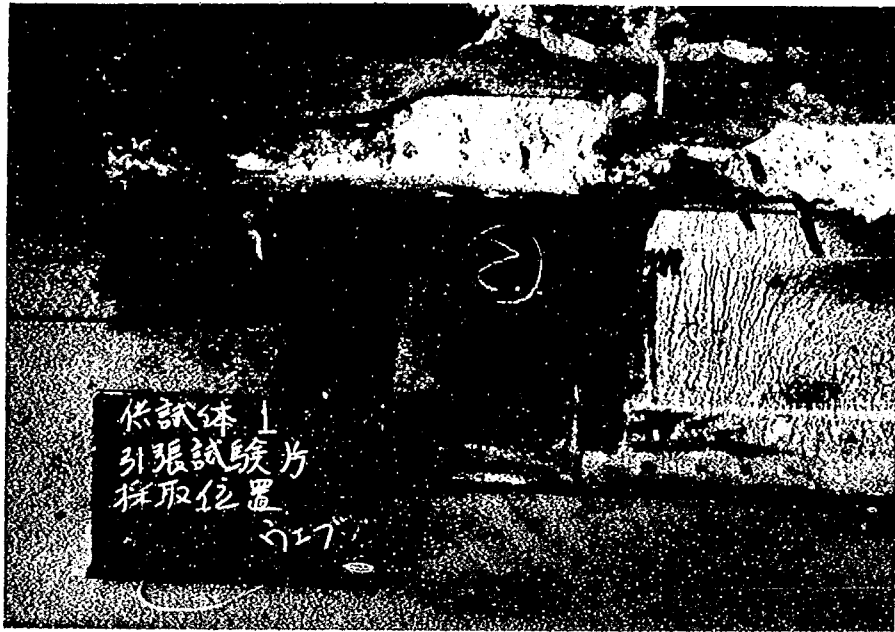
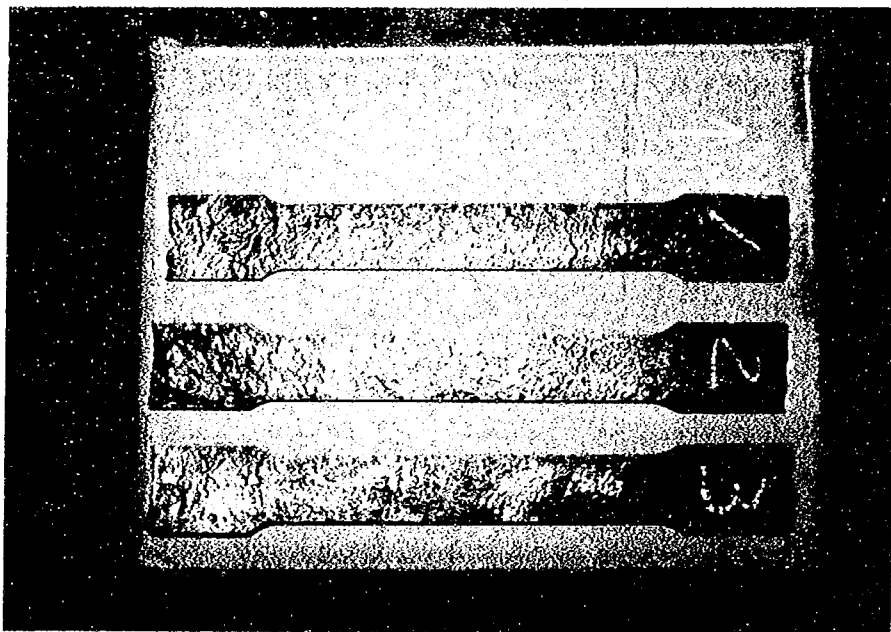


図-1.3 RC床版を有しない1主桁供試体の一般図



写真－1.1 鋼材の材料試験片の採取状況



写真－1.2 鋼材より採取した材料試験片



写真-1.3 コンクリートのコア抜き状況

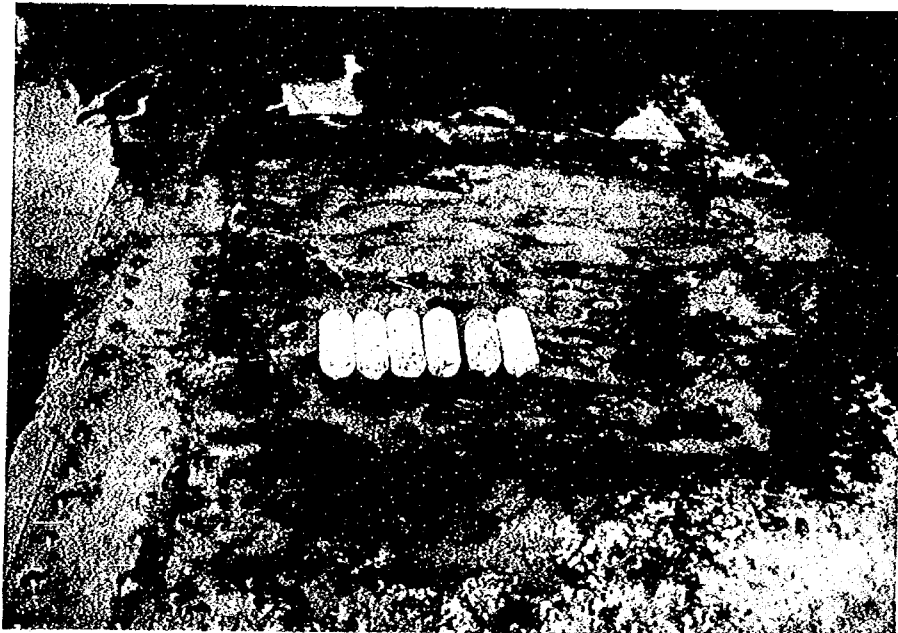
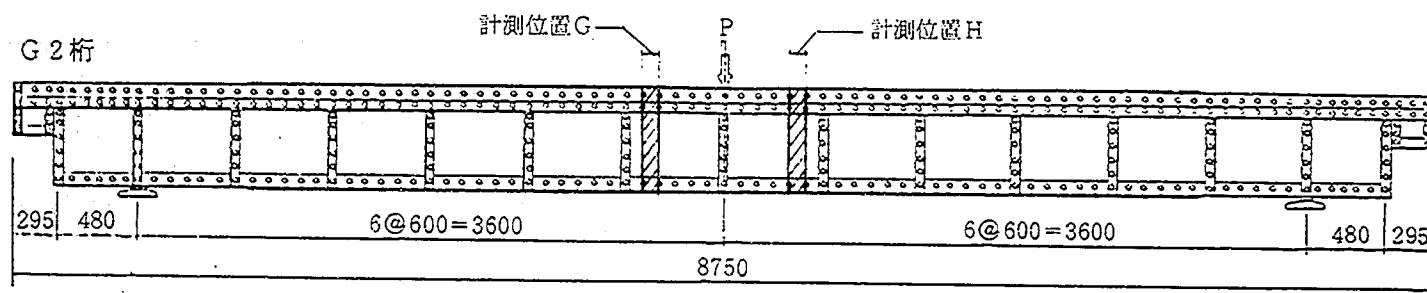
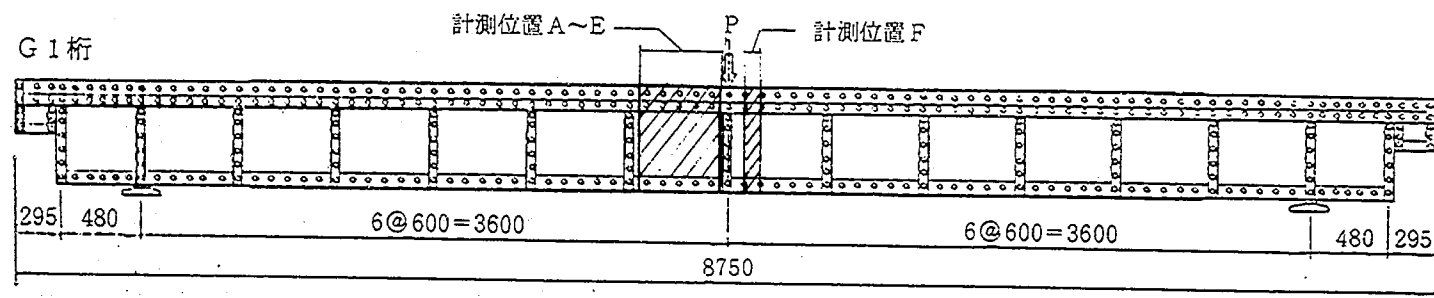
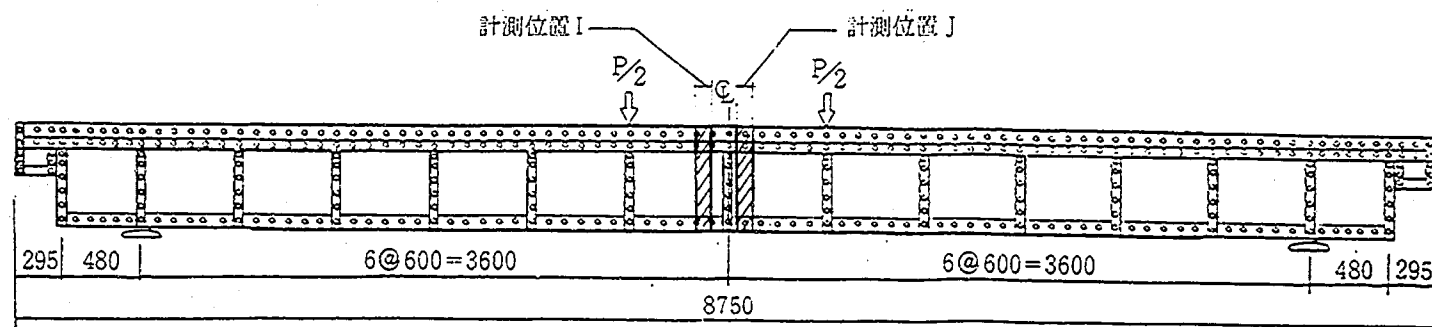


写真-1.4 採取したコンクリート円柱供試体



(a) 2 主桁供試体



(b) 1 主桁供試体

図 - 1.4 板厚減少量計測位置の全体図

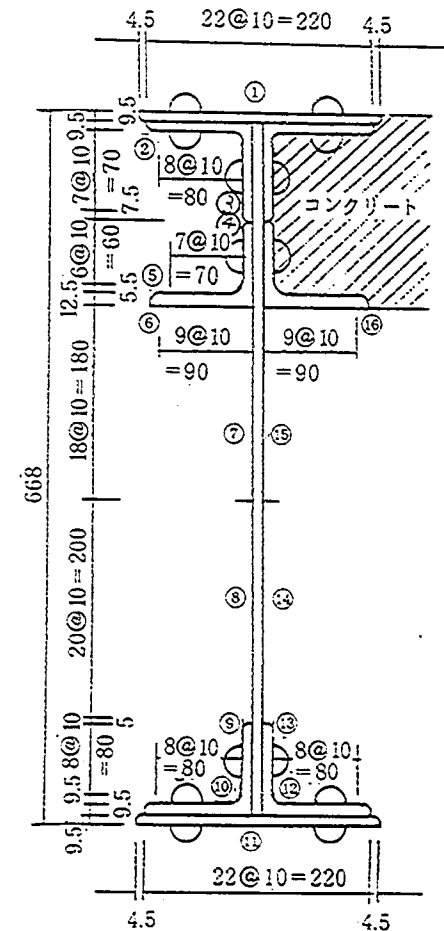
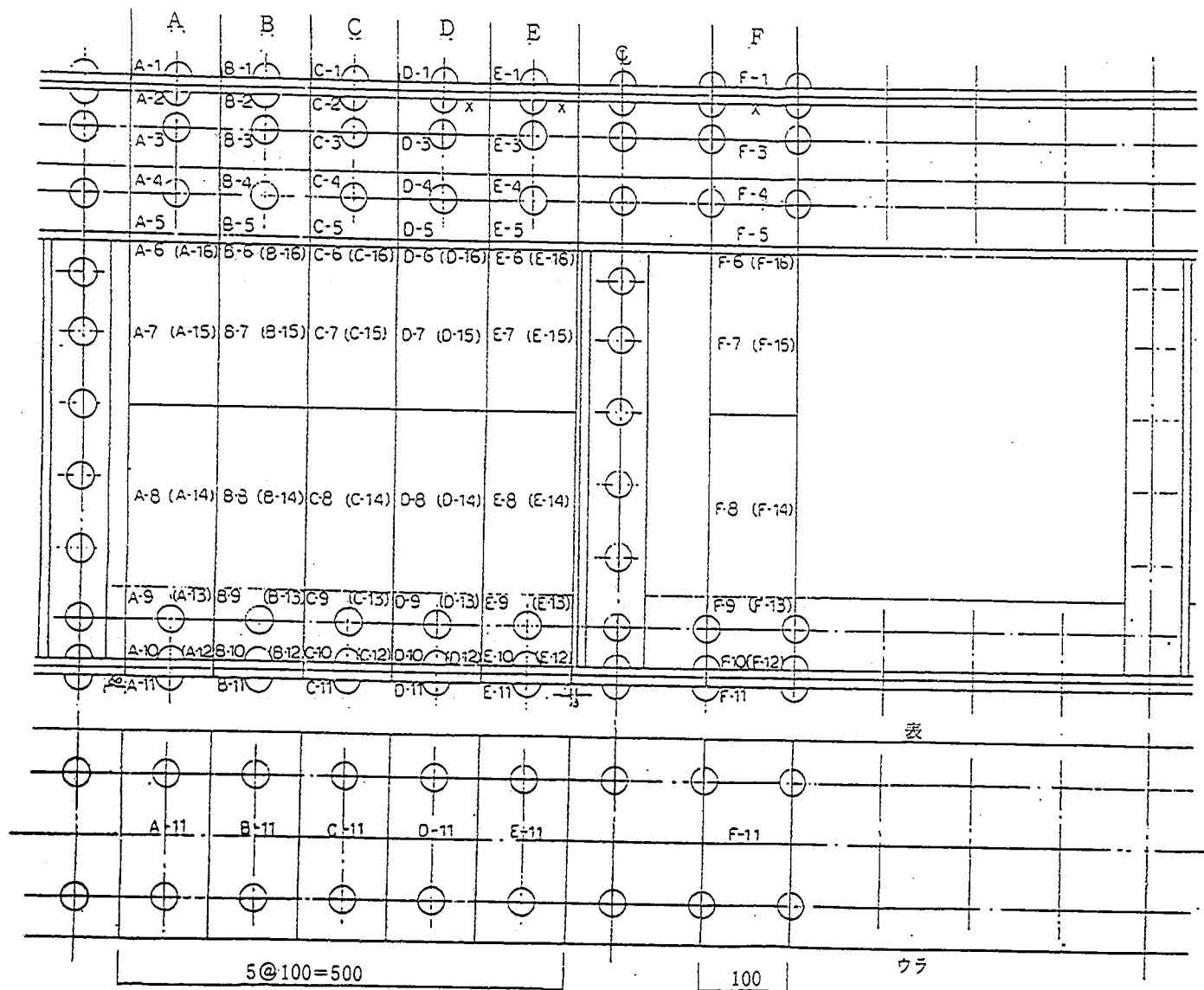
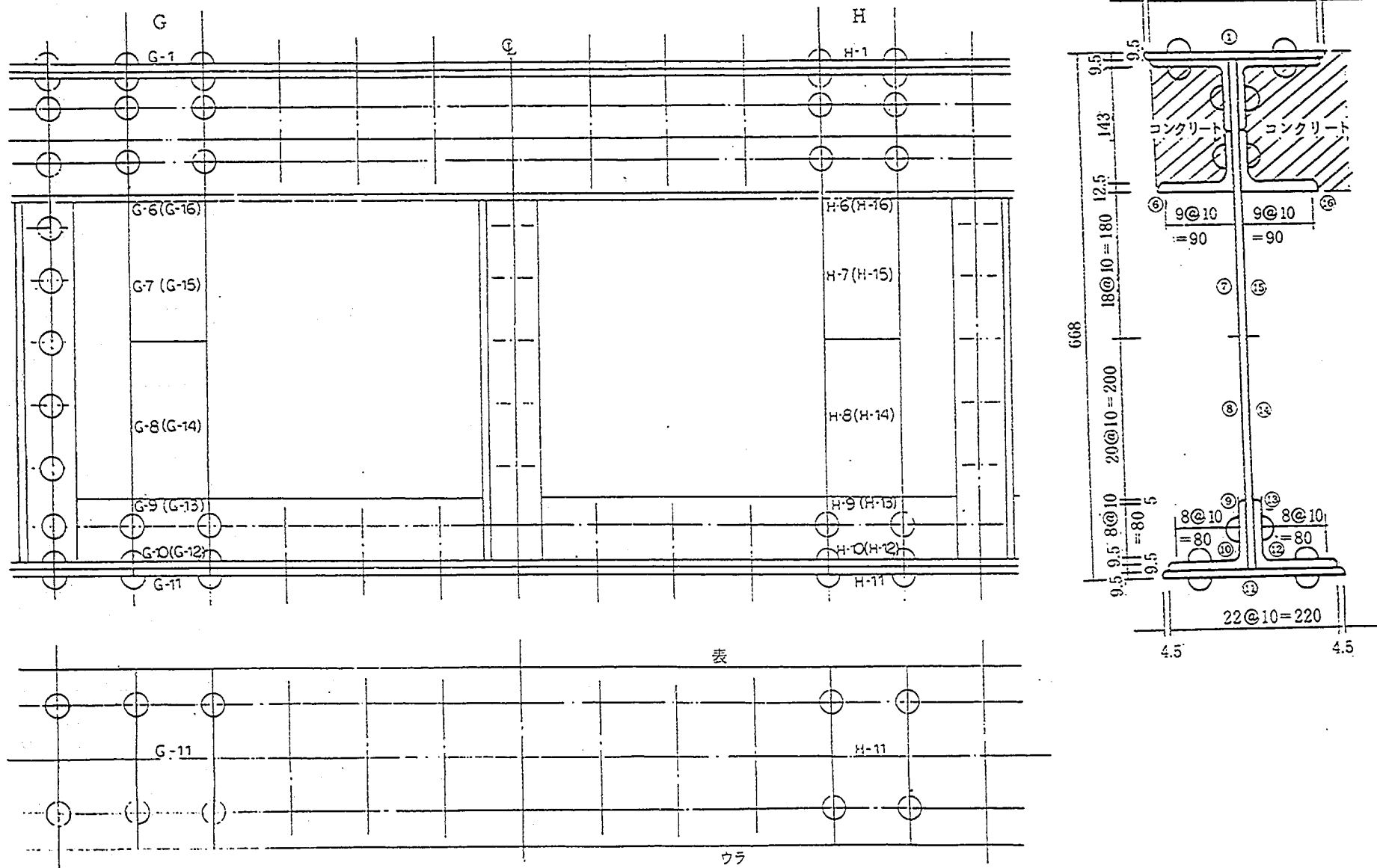


図-1.5 2主桁供試体G1桁の板厚減少量計測位置図 (A~F計測位置)



図－1.6 2主桁供試体G2桁の板厚減少量計測位置図（G，H計測位置）

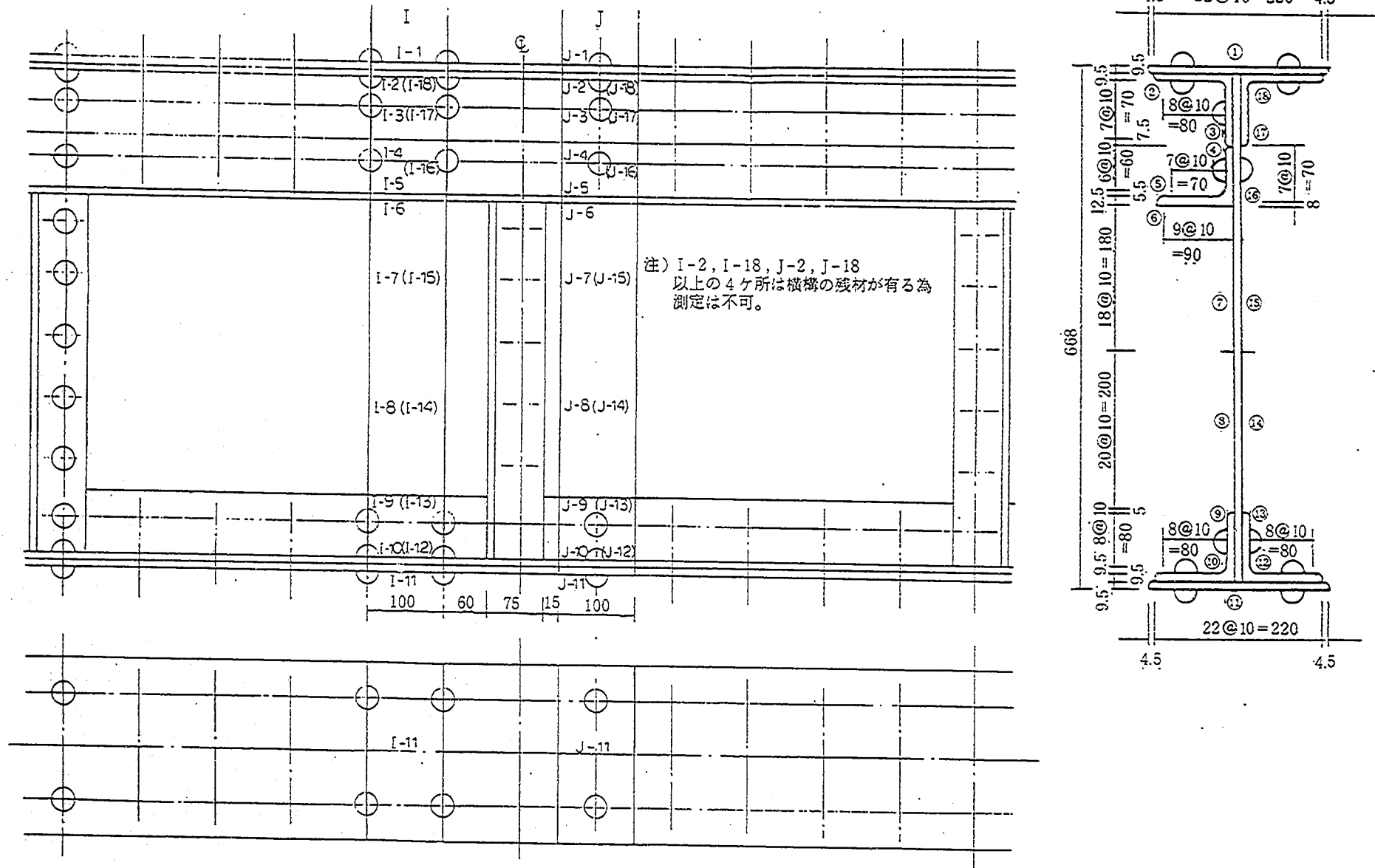


図-1.7 1主桁供試体の板厚減少量計測位置図 (I, J計測位置)

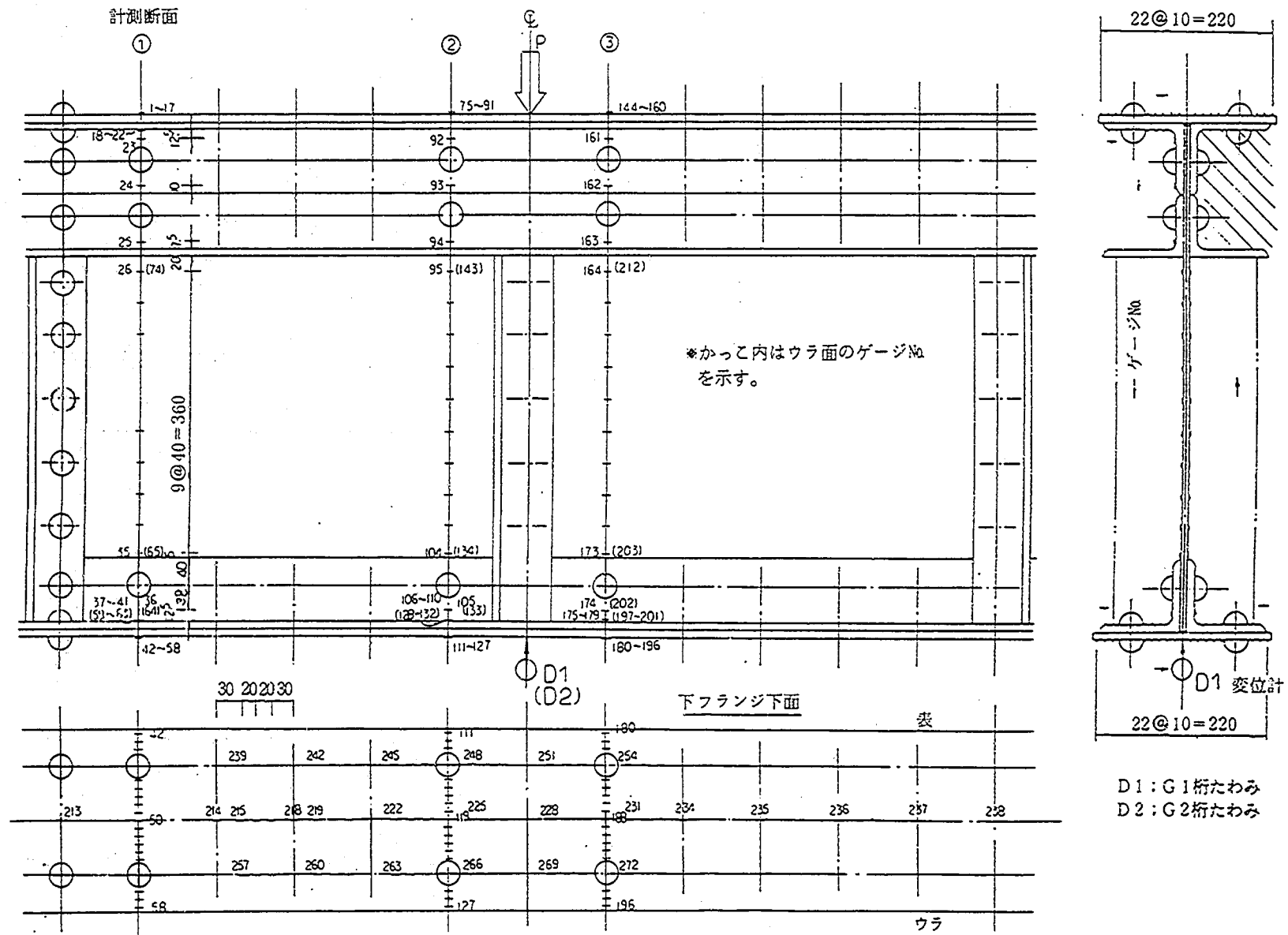


図-1.8 ひずみゲージ貼付位置および変位計設置位置 (2主桁供試体)

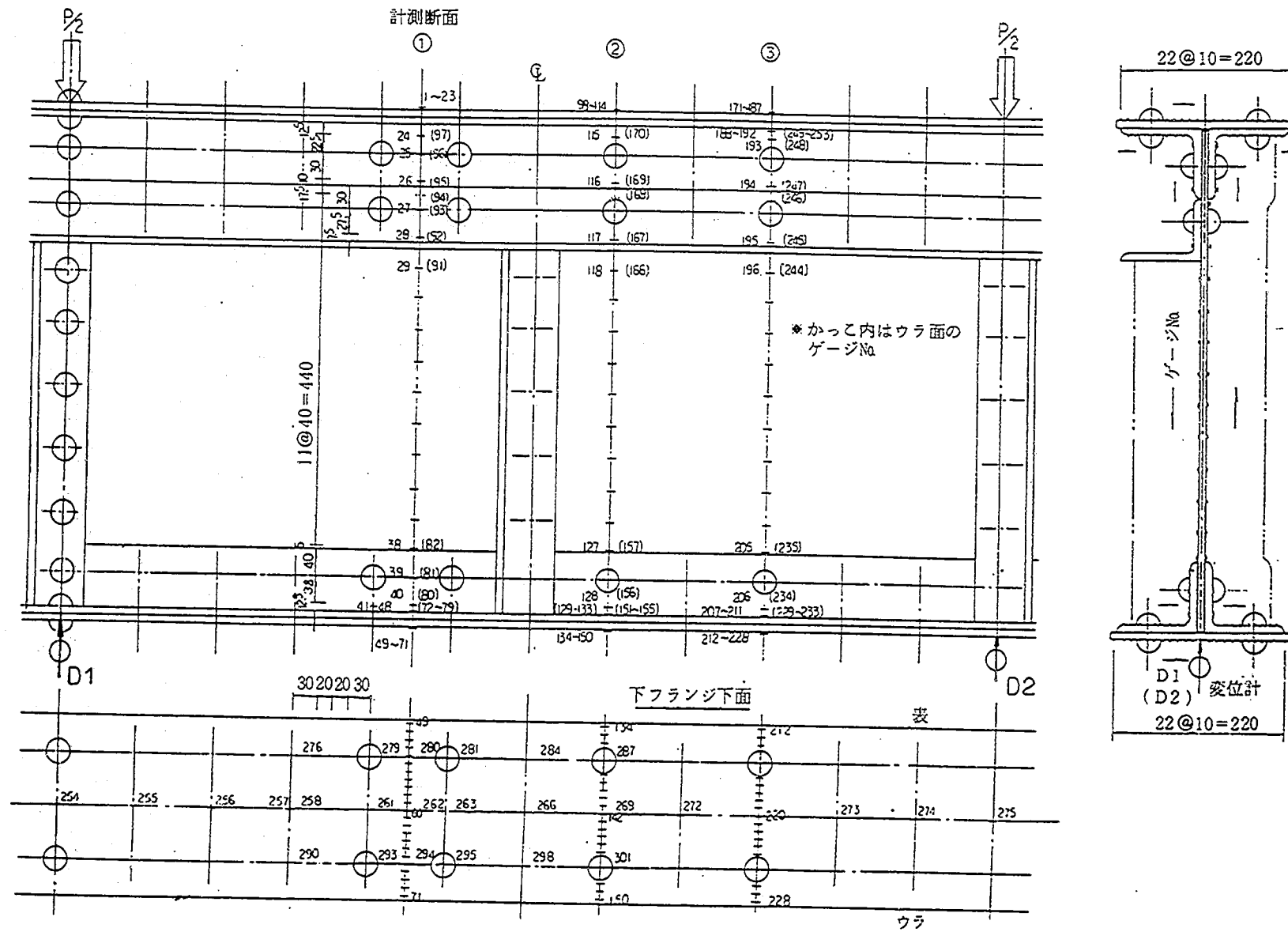


表-1.1 鋼材の材料試験結果

	供試体 No	板 厚 (mm)	下 降 伏 点 (kg/cm ²)	引 張 強 度 (kg/cm ²)	伸 び (%)
上 フ ラ ン ジ	1	9.53	2,490	4,080	21
	2	9.53	3,000	4,730	18
	3	10.07	2,910	4,850	18
腹 板	1	7.70	2,650	4,540	13
	2	7.93	2,830	4,630	12
	3	8.97	2,470	4,750	17
垂 直 補 剛 材	1	7.17	3,140	4,390	14
平 均 値		—	2,780	4,570	16
St 39 鋼規格値		9mm以上	—	3,900~4,700	21 以上
		9mm未満			17 以上

表-1.2 コンクリート円柱供試体の材料試験結果

	断 面 積 (cm ²)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)	引 張 強 度 (kg/cm ²)	弾 性 係 数 10 ⁵ (kg/cm ²)	ポアソン比
1	35.73	206	16.2	2.17	0.19
2	35.82	233	18.1	2.12	0.17
3	35.71	224	15.6	1.89	0.20
平均値	35.75	221	16.6	2.06	0.19

表-1.3 板厚減少量計測結果(2主桁供試体)

(単位mm)

計測断面 計測位置		G 1																								G 2							
		A				B				C				D				E				F				G				H			
		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2		方法 1		方法 2	
		最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値	最大 値	平均 値
1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.9	0.3	0.9	0.3	1.1	0.3	0.8	0.3	
2	0.9	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.9	0.2	0.8	0.3	1.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	1.2	0.4	1.2	0.3	0.8	0.3	0.7	0.2	0.9	0.3	0.9	0.3	0.7	0.3	0.7	0.2	0.7	0.4	0.8	0.3	0.7	0.4	0.7	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	0.8	0.4	0.7	0.3	0.8	0.4	0.7	0.4	0.8	0.3	0.8	0.3	1.3	0.4	1.4	0.4	0.7	0.4	0.8	0.3	0.7	0.4	0.7	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	1.8	0.6	1.6	0.6	1.2	0.5	1.3	0.5	1.2	0.4	1.0	0.4	1.3	0.5	1.1	0.4	1.6	0.8	1.1	0.6	0.7	0.4	0.5	0.3	0.7	0.3	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.2	
7(web)	0.5	0.2	0.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	0.4	0.2	0.3	0.1	0.6	0.3	0.4	0.2	0.6	0.2	0.5	0.2	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.3	0.4	0.2	
8(")	1.2	0.6	1.1	0.5	1.1	0.5	1.1	0.5	1.3	0.5	1.1	0.4	2.3	0.6	2.6	0.4	1.8	0.5	1.5	0.4	1.6	0.6	1.5	0.5	1.6	0.7	1.4	0.7	1.5	0.6	1.3	0.6	
9(")	0.6	0.3	0.7	0.3	0.8	0.5	0.8	0.4	1.0	0.5	0.6	0.3	0.8	0.5	0.7	0.3	1.0	0.6	1.0	0.5	1.2	0.5	0.7	0.3	2.1	0.8	1.6	0.6	1.7	0.8	1.3	0.6	
10(下フランジ)	1.1	0.5	0.7	0.3	1.0	0.6	0.7	0.4	1.1	0.6	0.7	0.4	1.0	0.6	1.1	0.6	0.9	0.6	1.4	0.6	1.5	0.9	1.4	0.7	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.6	0.9	0.5	
11(")	2.2	0.8	1.7	0.6	1.9	0.8	1.5	0.6	2.0	0.7	1.7	0.6	2.0	0.8	1.8	0.6	2.6	0.7	2.4	0.7	2.8	0.8	3.0	0.7	1.8	0.6	1.4	0.5	2.1	0.6	2.0	0.5	
12(")	0.9	0.3	1.2	0.5	0.7	0.3	0.8	0.3	1.2	0.4	1.0	0.4	0.9	0.4	0.7	0.3	0.9	0.4	0.8	0.3	1.1	0.6	0.9	0.5	1.2	0.6	0.9	0.5	1.2	0.5	0.8	0.3	
13(web)	1.4	0.6	1.4	0.7	1.5	0.8	1.3	0.8	1.4	0.8	1.5	0.7	1.5	0.8	1.2	0.7	1.5	0.7	1.7	0.7	1.9	0.9	1.4	0.6	0.8	0.4	1.0	0.5	1.2	0.5	1.2	0.5	
14(")	1.7	0.7	1.5	0.7	1.5	0.7	1.5	0.6	1.6	0.8	1.5	0.6	1.7	0.8	1.5	0.7	2.2	1.1	1.7	0.6	2.0	0.9	1.5	0.6	1.3	0.6	1.0	0.4	1.2	0.6	0.9	0.4	
15(")	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.2	0.4	0.2	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.3	0.5	0.3	0.7	0.5	0.4	0.2	0.7	0.3	0.4	0.1	0.4	0.2	0.5	0.1	0.5	0.3	0.5	0.1	
16	0.4	0.2	0.3	0.1	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.7	0.3	0.7	0.2	1.2	0.2	1.0	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.5	0.4	0.5	0.3	

表-1.4 板厚減少量計測結果(1主桁供試体)
(単位mm)

計測断面 計測位置	I				J			
	方法1		方法2		方法1		方法2	
	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値
1	1.7	0.7	2.0	0.7	2.7	0.8	2.2	0.8
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.7	0.4	0.6	0.3	0.5	0.2	0.7	0.3
4	1.0	0.4	0.9	0.5	0.8	0.3	0.9	0.4
5	0.5	0.2	0.4	0.2	0.3	0.1	0.4	0.2
6	2.8	1.5	2.6	1.3	2.3	0.9	2.4	0.9
7(web)	0.6	0.3	0.5	0.2	1.8	0.4	2.3	0.6
8(")	1.1	0.5	1.6	0.6	1.4	0.6	1.4	0.6
9(")	1.2	0.7	0.9	0.5	1.3	0.7	1.4	0.6
10(下フランジ)	1.2	0.6	1.0	0.5	0.8	0.4	0.7	0.4
11(")	3.2	0.8	3.1	0.8	4.6	0.9	4.8	0.8
12(")	1.6	0.6	1.9	0.5	2.0	0.4	1.8	0.5
13(web)	5.3	1.7	5.1	1.7	3.5	1.5	3.9	1.3
14(")	2.5	1.1	2.1	1.1	2.9	1.0	3.0	0.9
15(")	1.7	0.3	1.7	0.2	0.9	0.3	0.7	0.1
16	1.0	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2	0.5	0.1
17	0.6	0.4	0.8	0.4	1.0	0.2	0.8	0.1

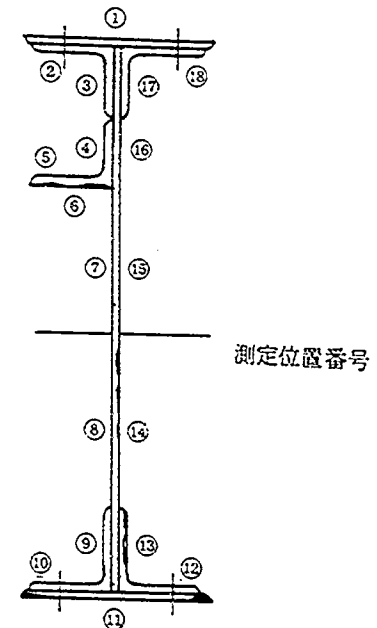


表 1.5 実験結果および計算結果

	実 験 値	計 算 値	
	最大荷重 (ton)	終局荷重 (ton)	降伏荷重 (tonf) ($\sigma_y=2,780\text{kg/cm}^2$)
1主桁供試体	87.0	86.8	71.6
2主桁供試体	92.4	66.4	63.6

注1) 2主桁供試体については1主桁あたりの荷重である。

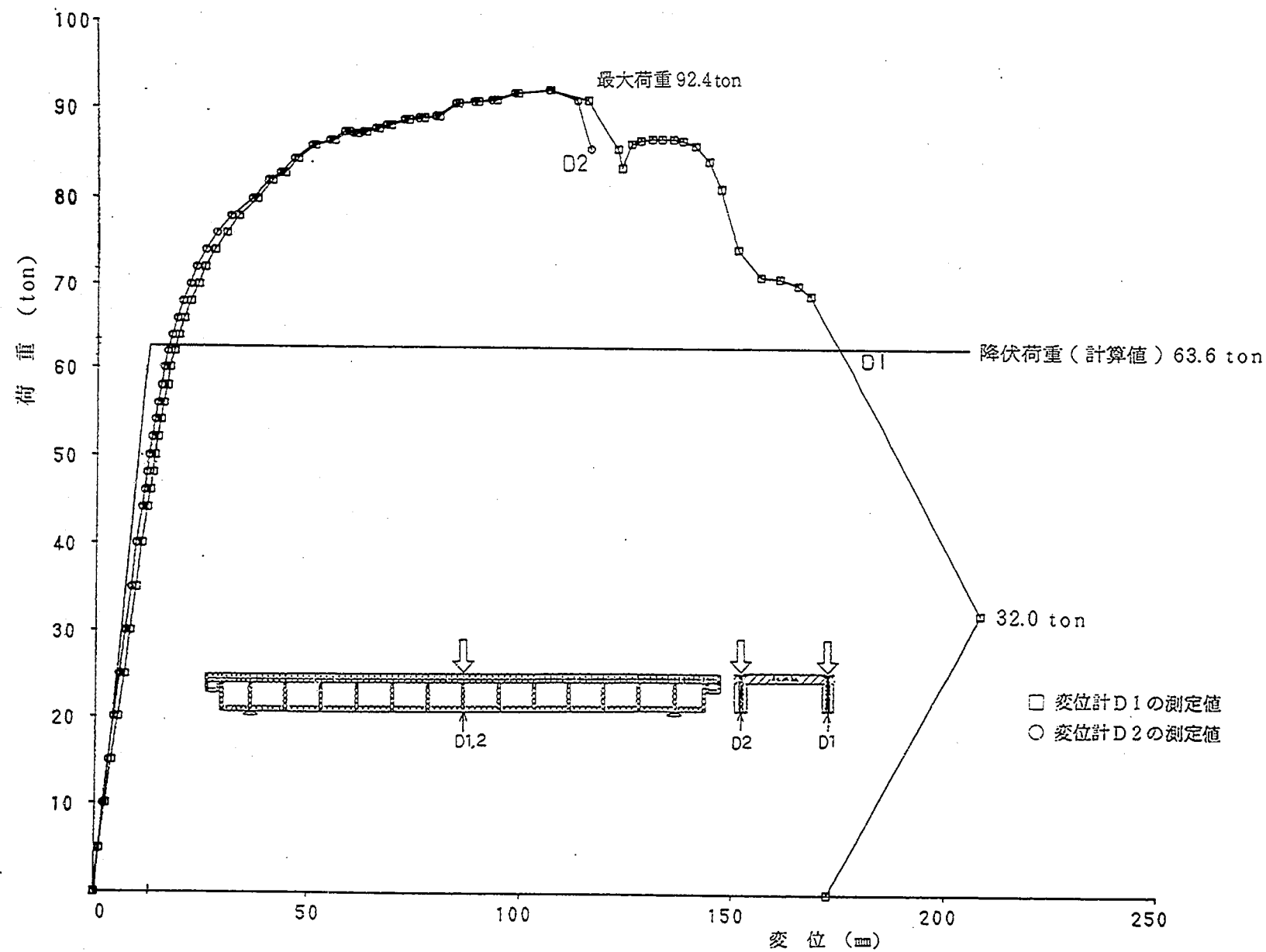
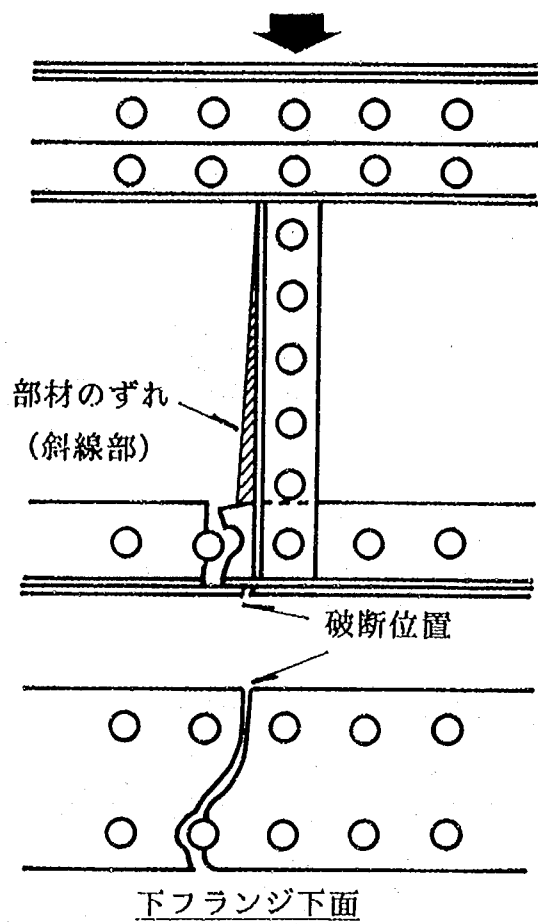


図 - 1.10 荷重と支間中央部の変位の関係



図－1.11 破壊状況（2主桁供試体）

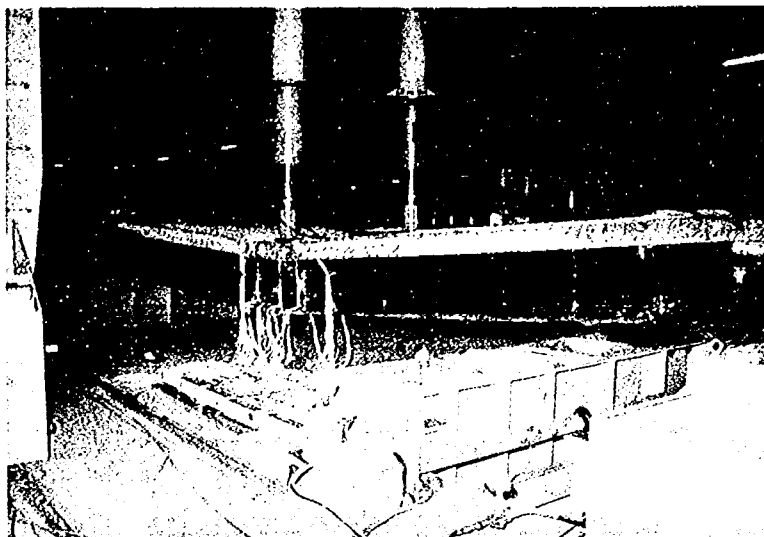


写真-1.5 破壊状況（2主桁供試体）

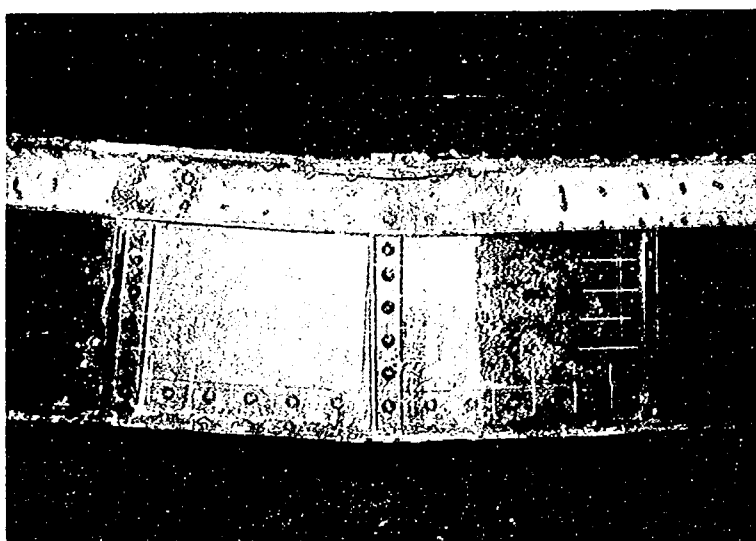


写真-1.6 下フランジ部分の破断状況（2主桁供試体）

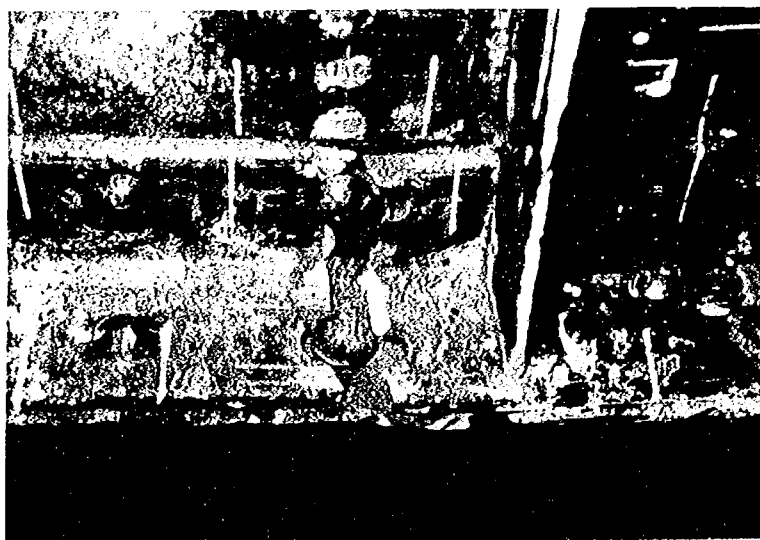


写真-1.7 下フランジ部分の破断状況（2主桁供試体）

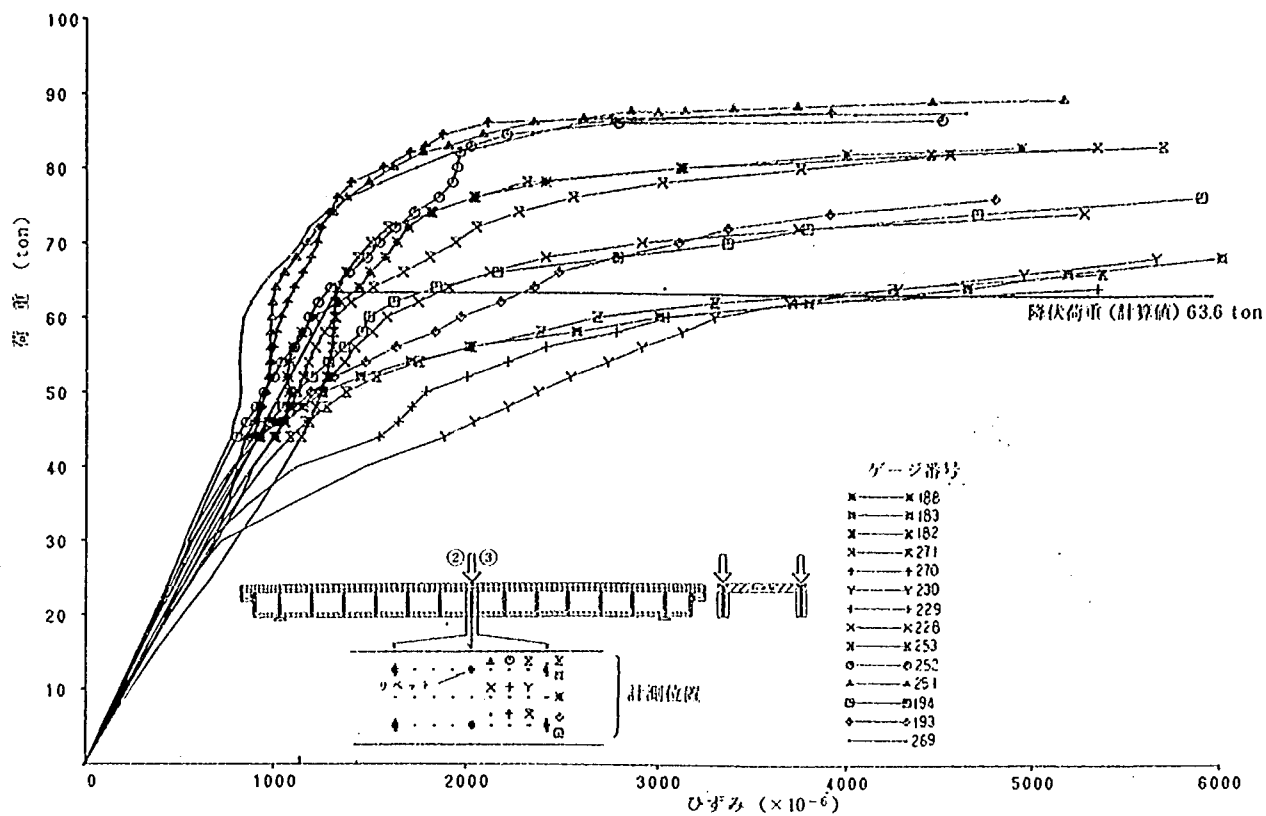


図- 1. 12 (a) 荷重と下フランジのひずみの関係

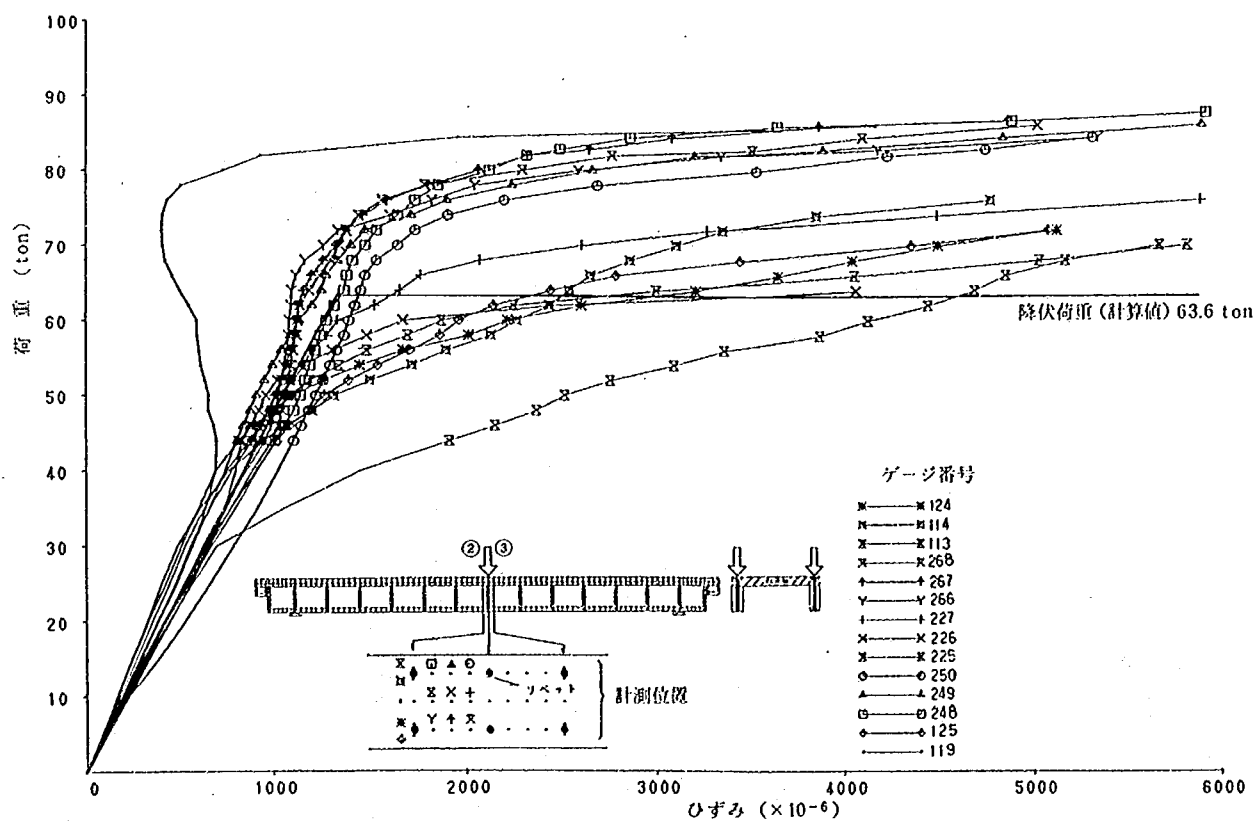
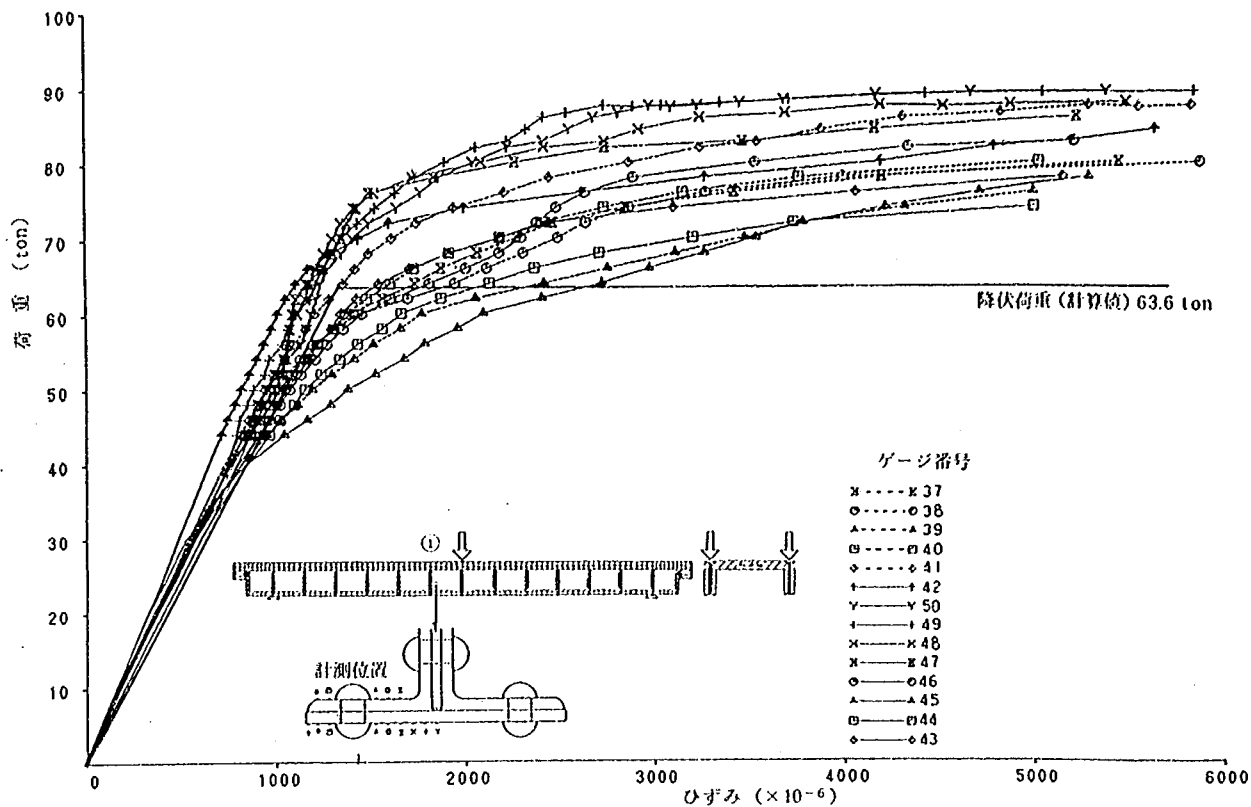
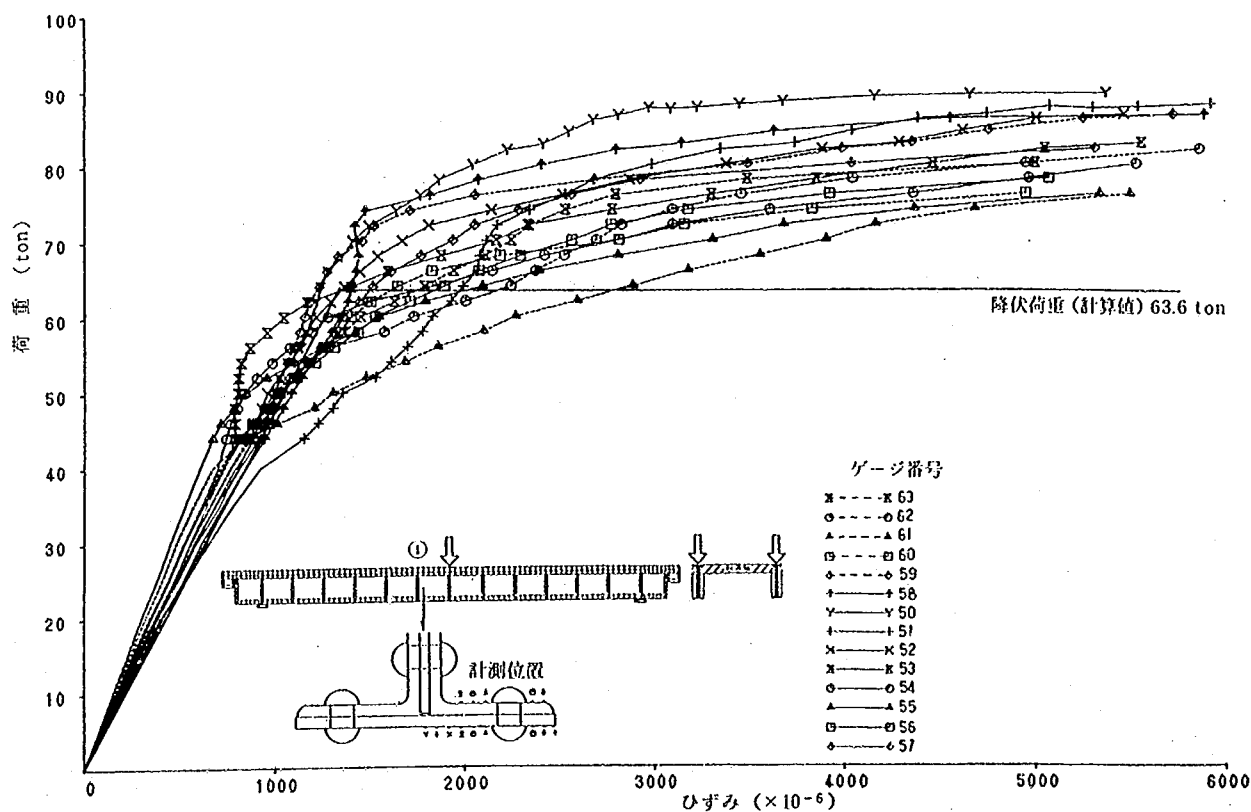


図- 1. 12 (b) 荷重と下フランジのひずみの関係



図－1.12(c) 荷重と下フランジのひずみの関係



図－1.12(d) 荷重と下フランジのひずみの関係

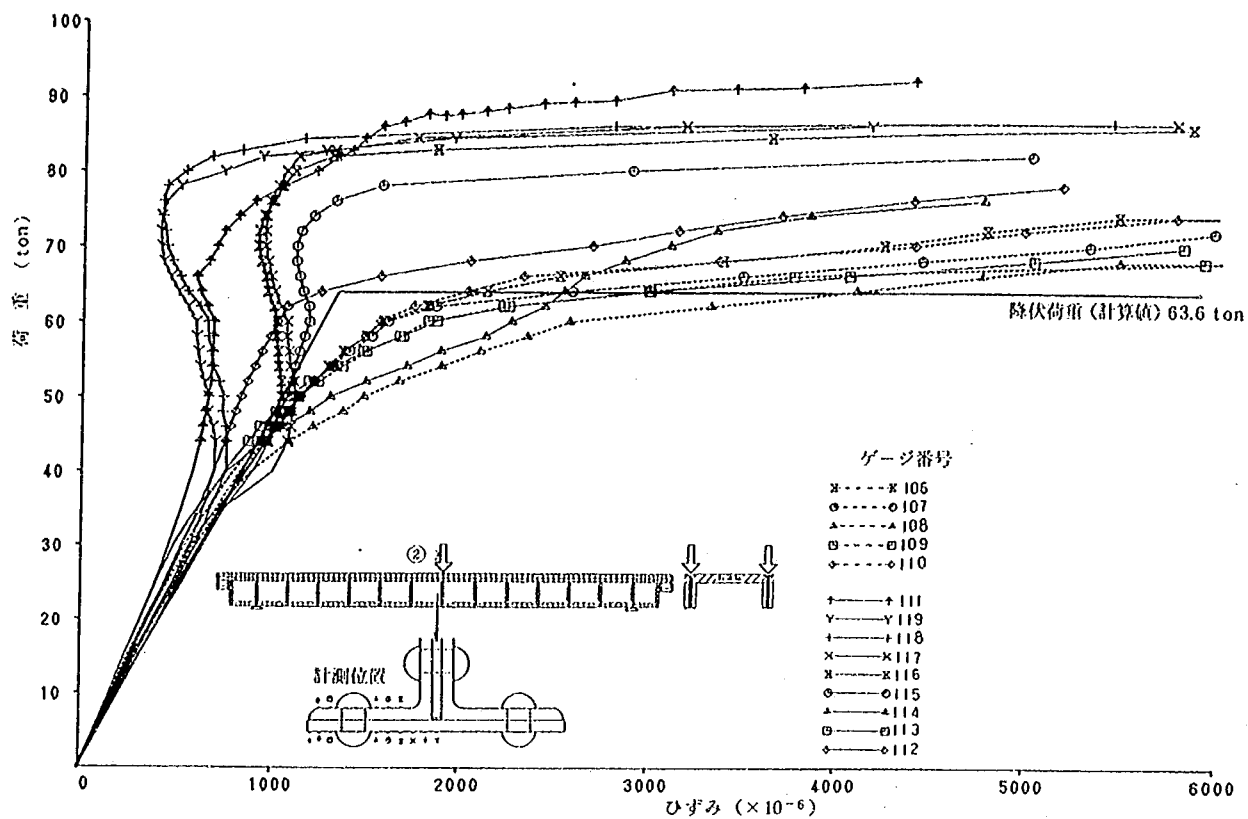


図-1.12(e) 荷重と下フランジのひずみの関係

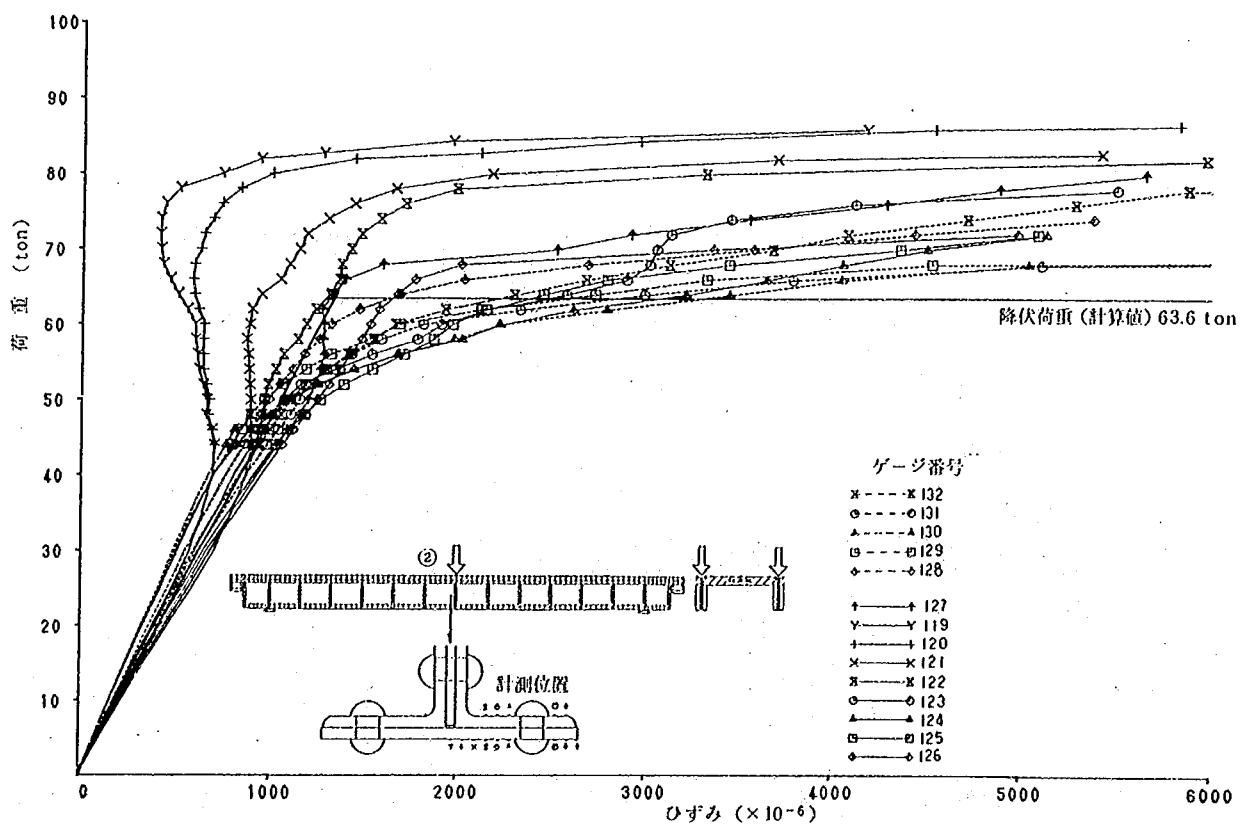
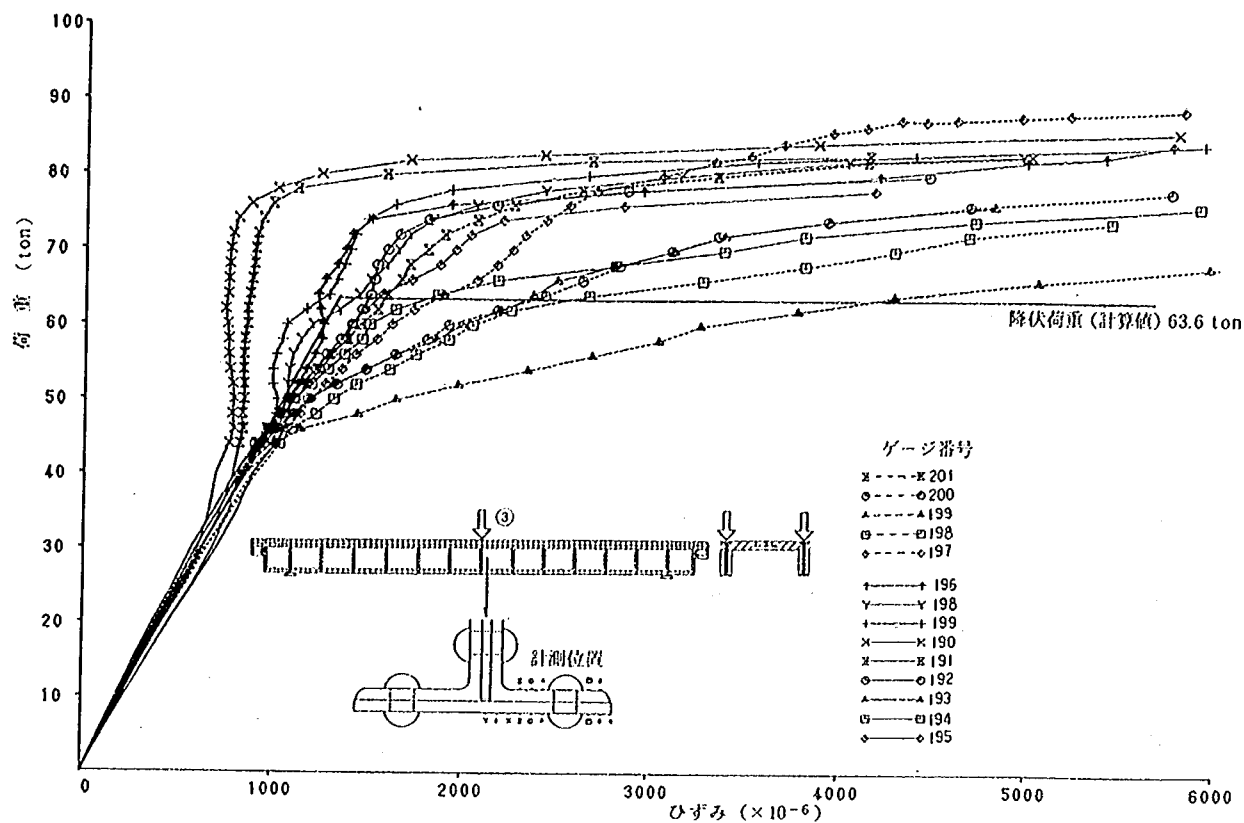
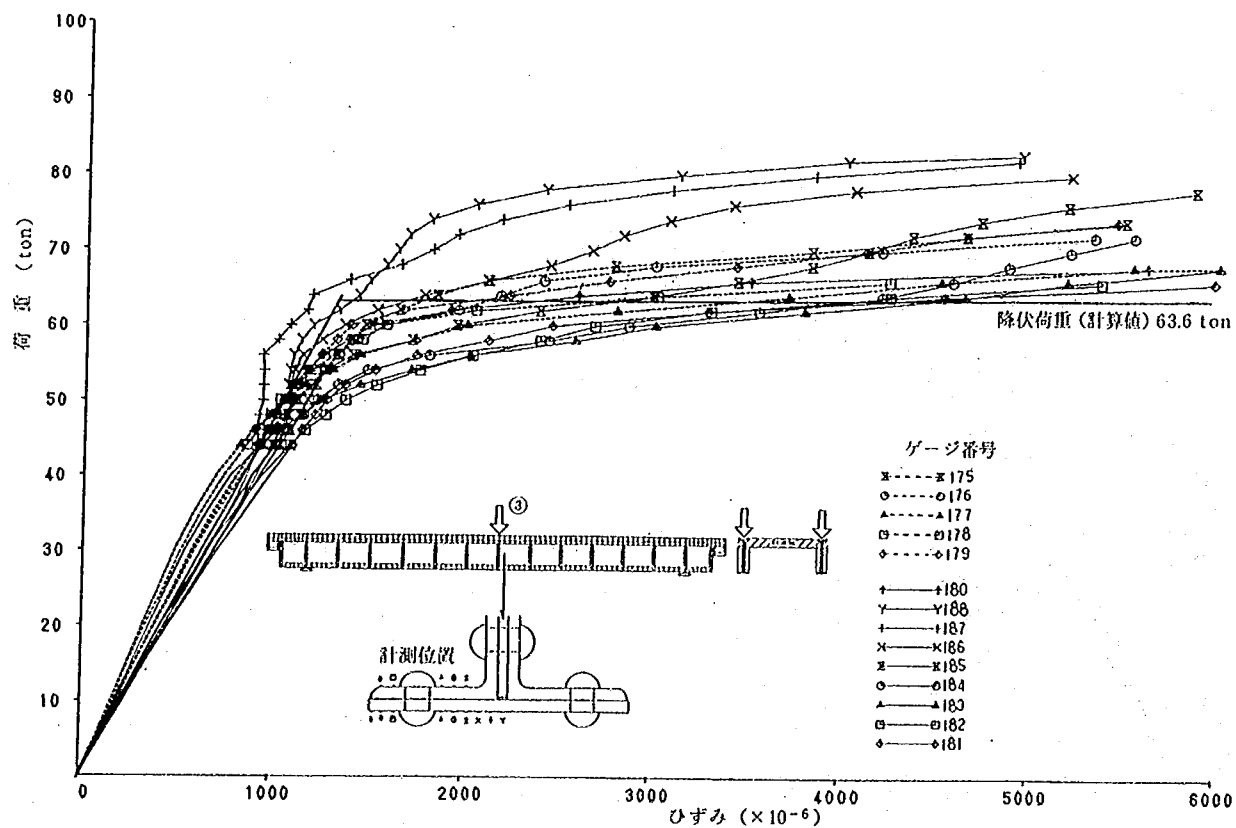


図-1.12(f) 荷重と下フランジのひずみの関係



図－1.12 (g) 荷重と下フランジのひずみの関係



図－1.12 (h) 荷重と下フランジのひずみの関係

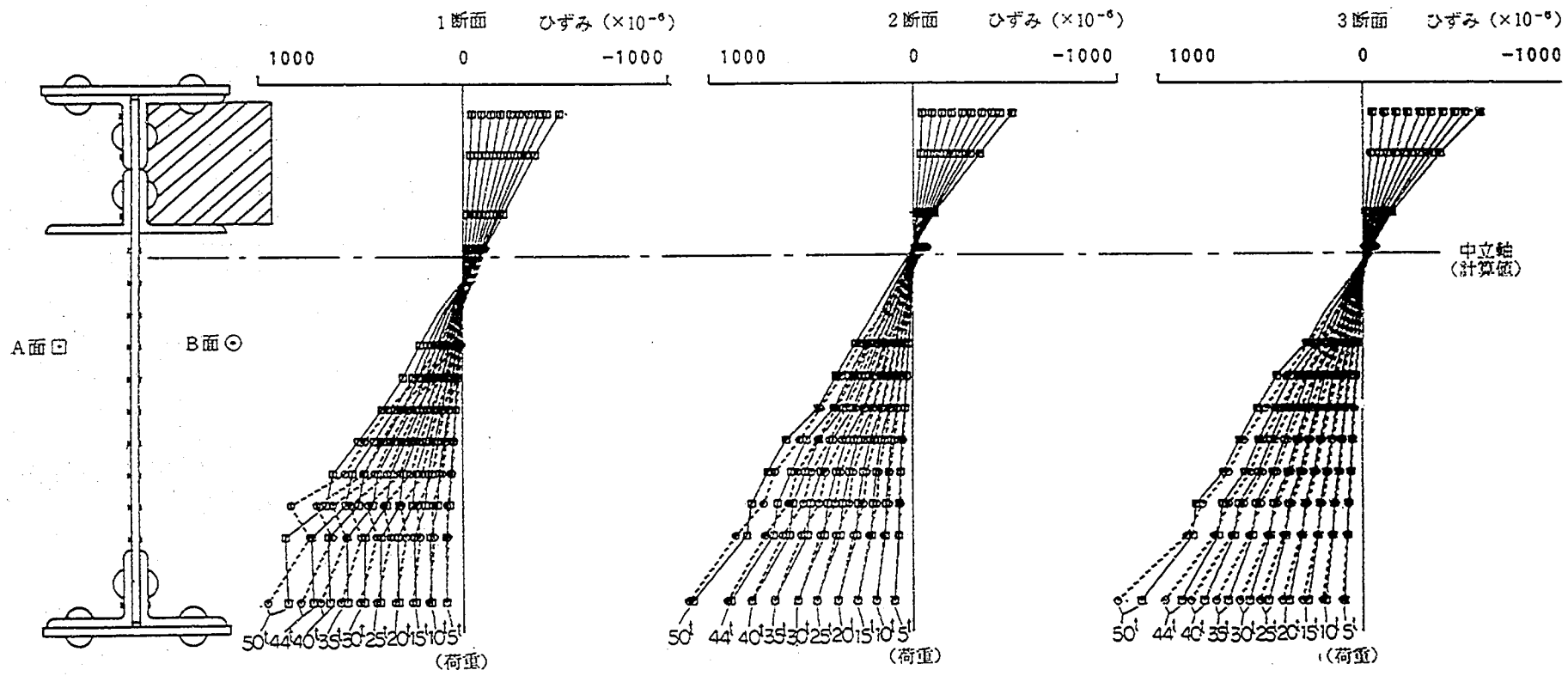
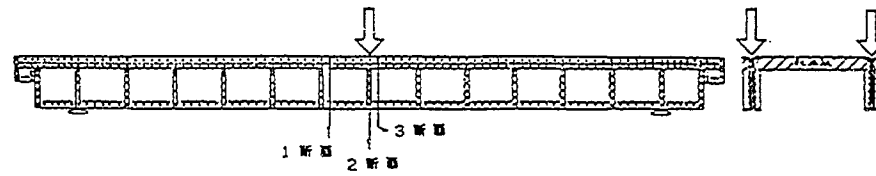


図-1.13(a) ウェブのひずみ分布

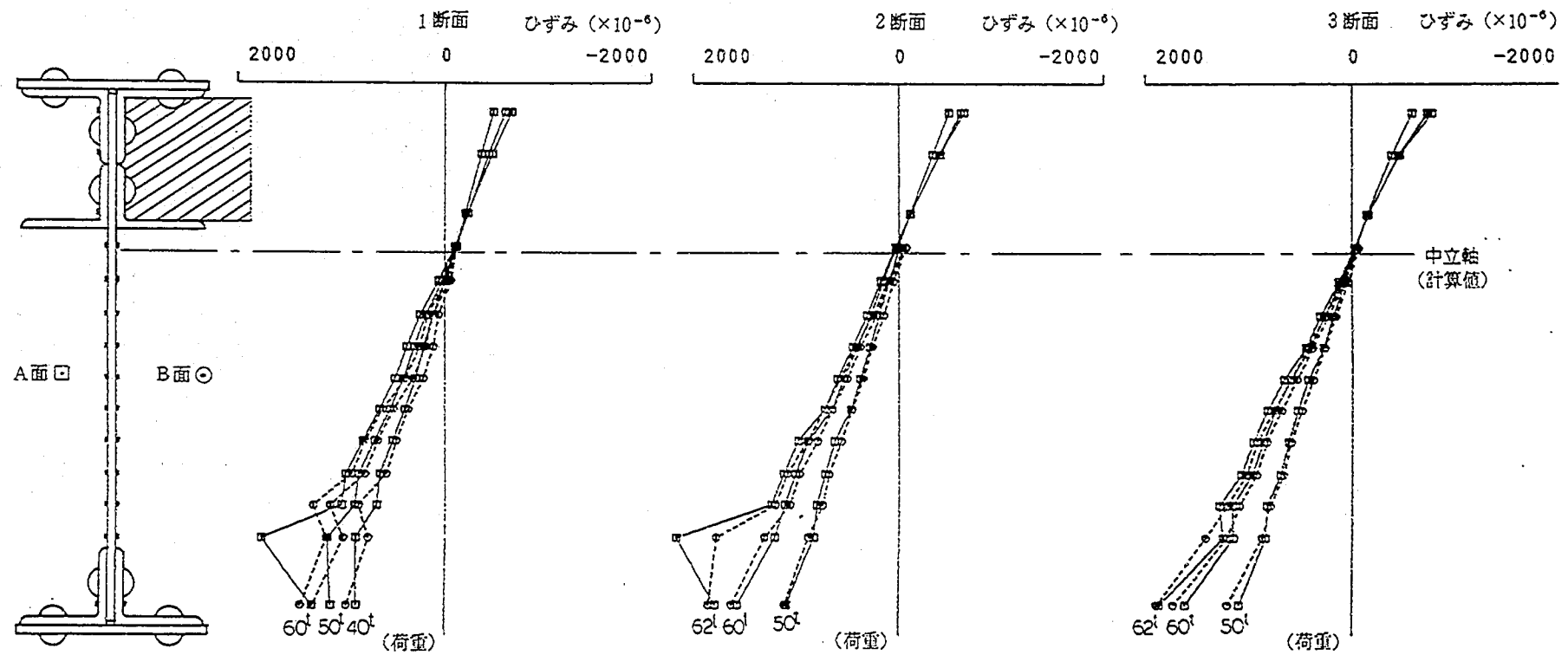
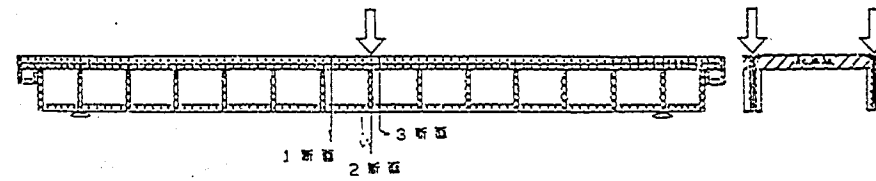


図-1.13(b) ウェブのひずみ分布

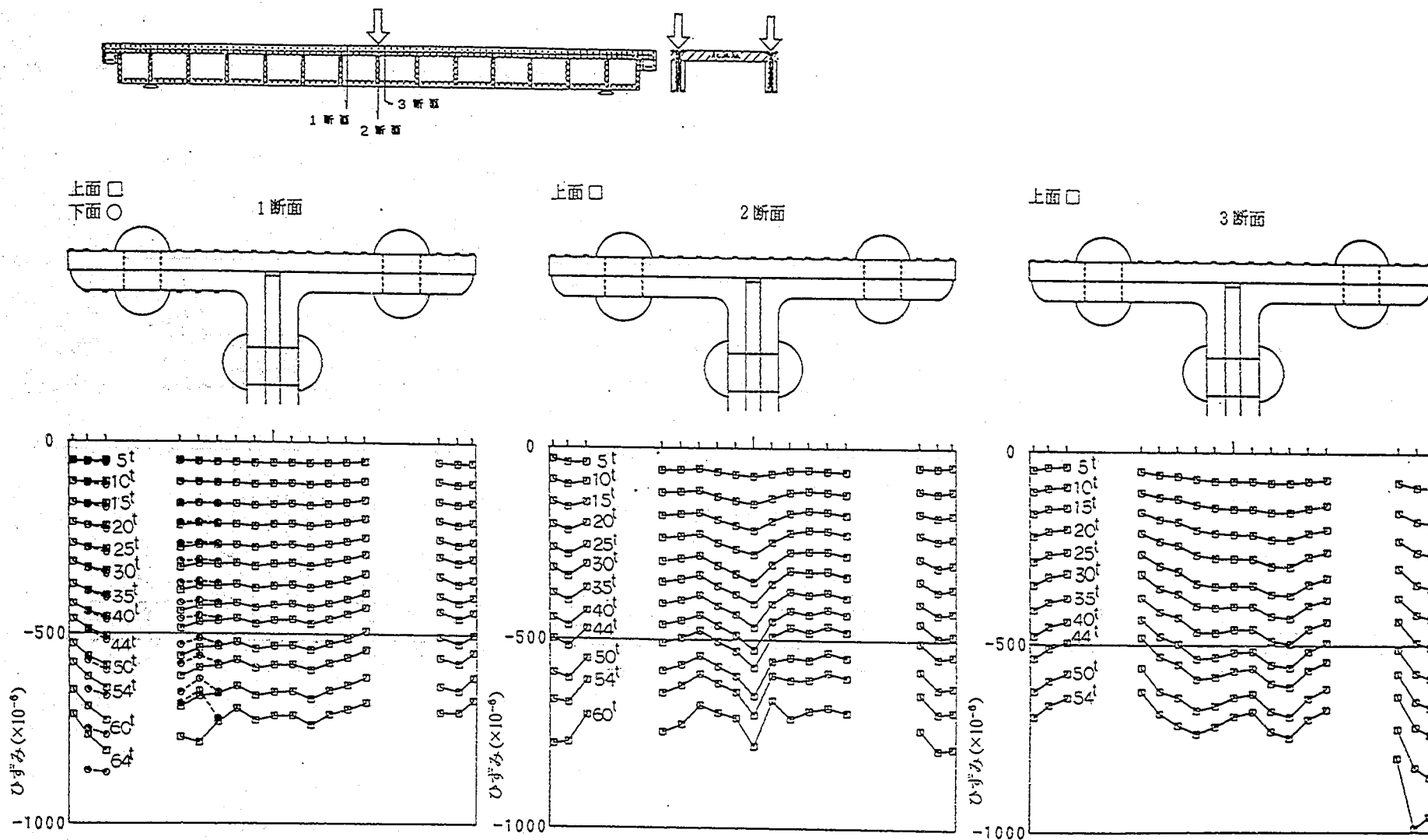


図-1.14(a) 上フランジのひずみ分布

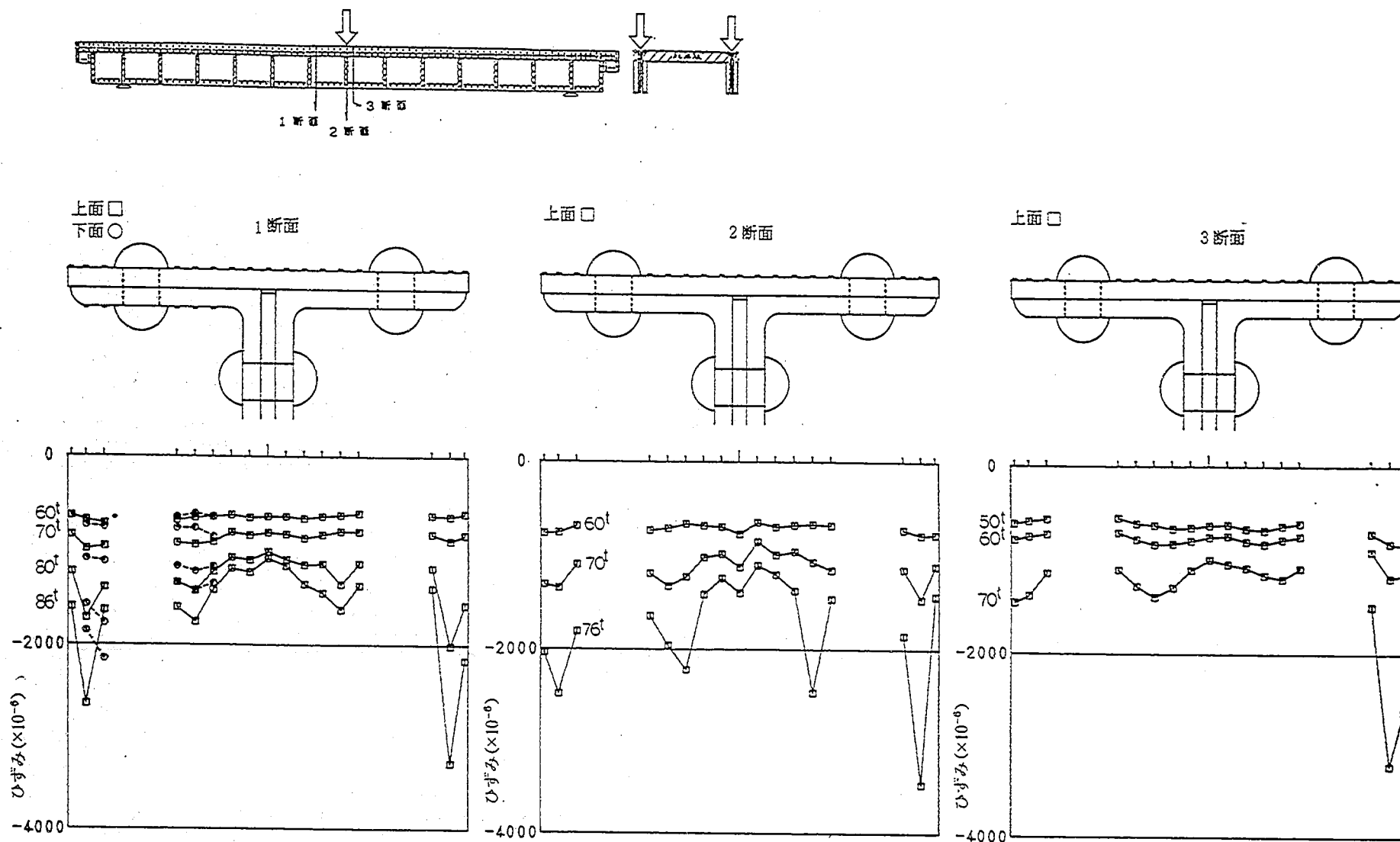


図-1.14(b) 上フランジのひずみ分布

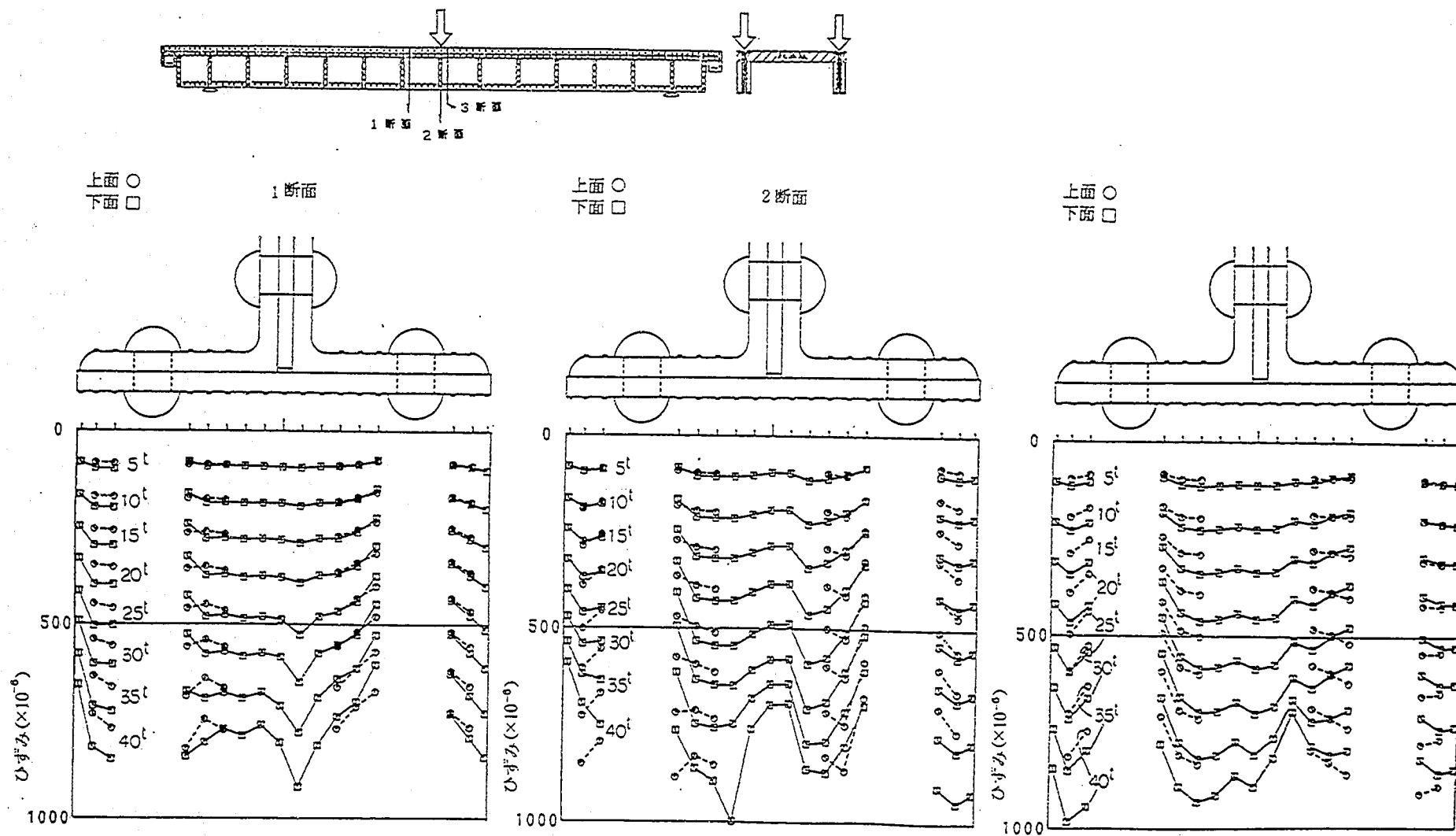
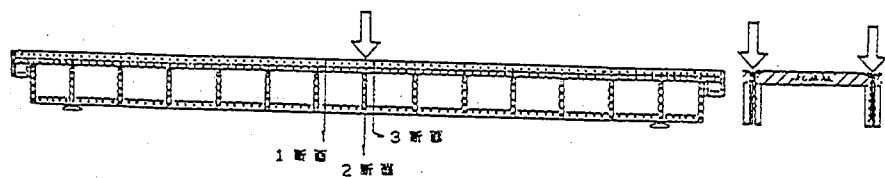


図-1.15(a) 下フランジのひずみ分布



上面○
下面□

1断面

上面○
下面□

2断面

上面○
下面□

3断面

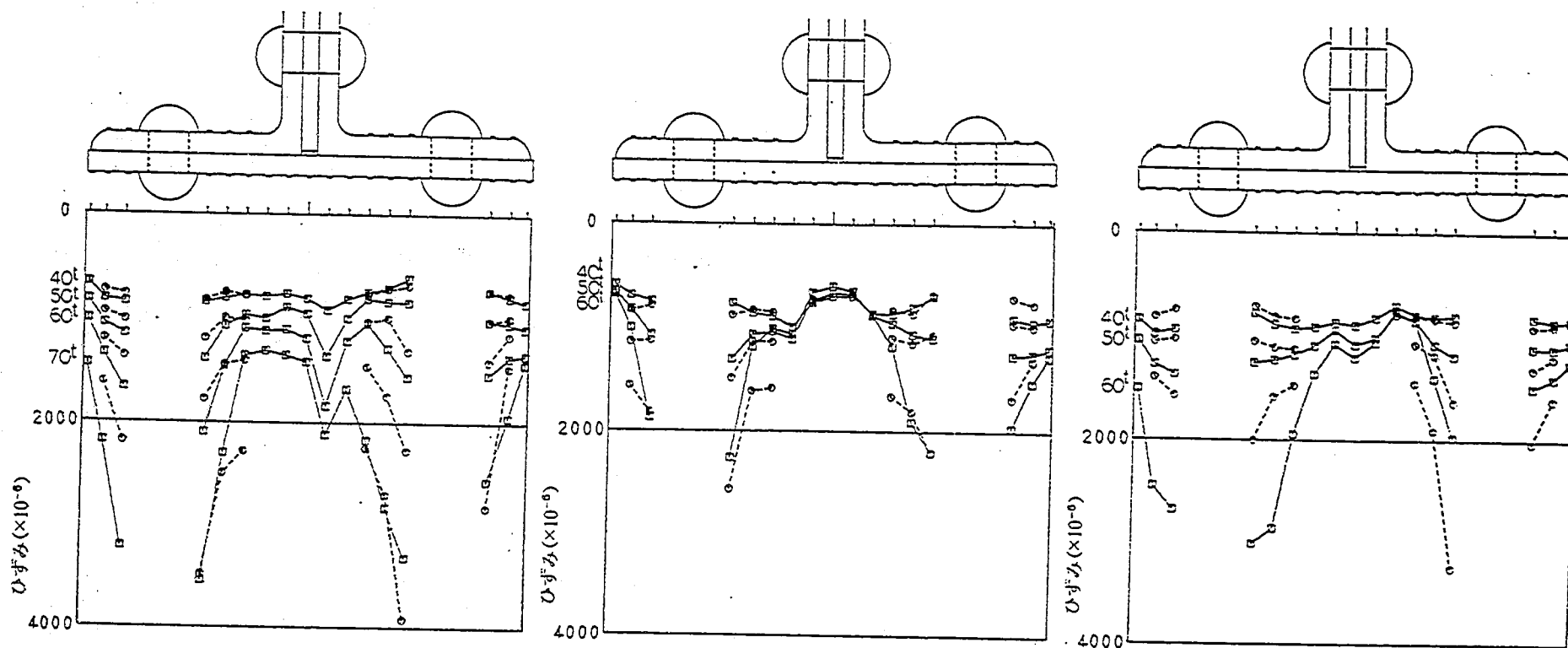


図-1.15(b) 下フランジのひずみ分布

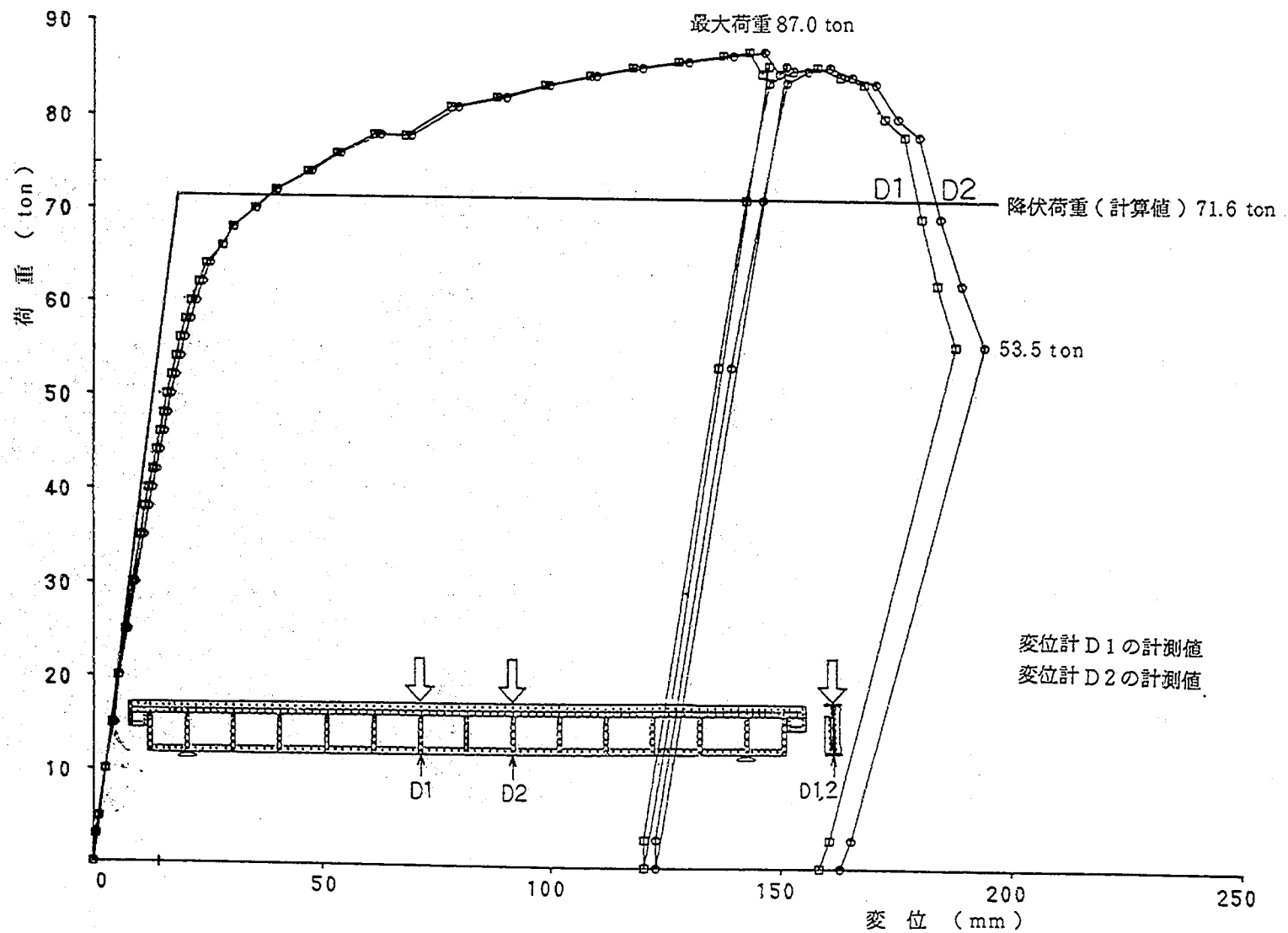


図 - 1.16 荷重と支間中央部の変位の関係

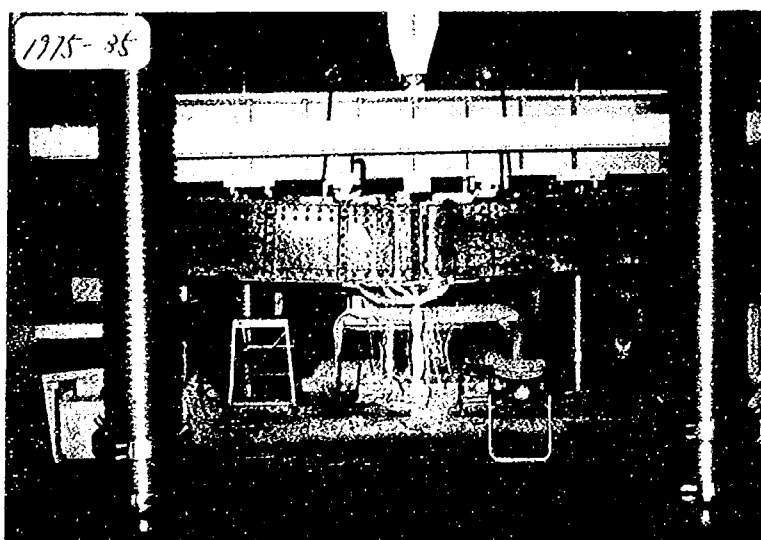


写真-1.8 破壊状況（1主桁供試体）

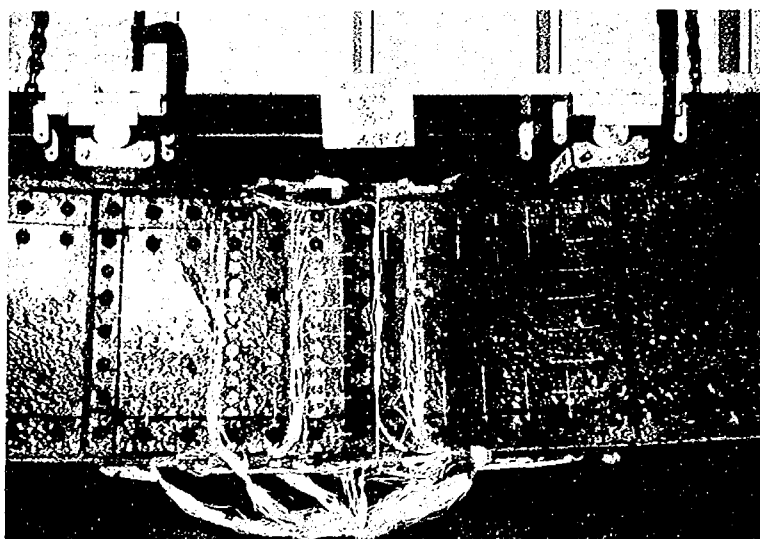


写真-1.9 上フランジの座屈状況（1主桁供試体）

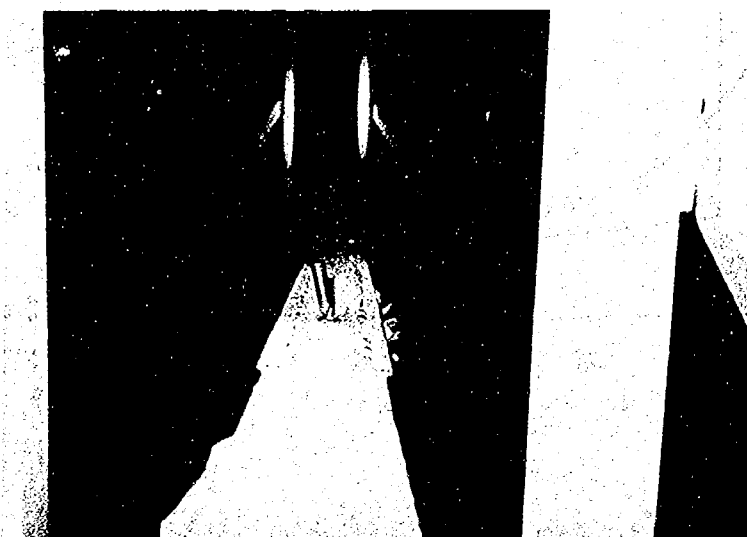


写真-1.10 上フランジの座屈状況（1主桁供試体）

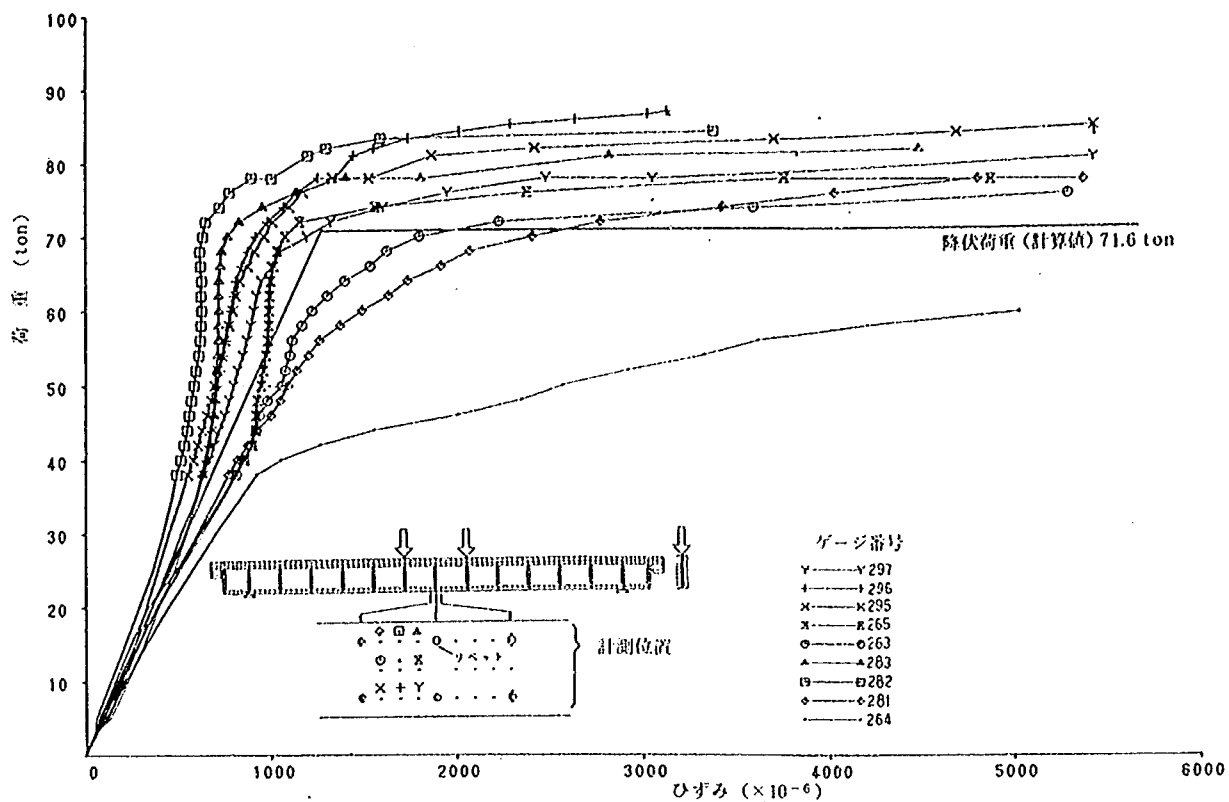


図 - 1. 17 (a) 荷重とひずみの関係

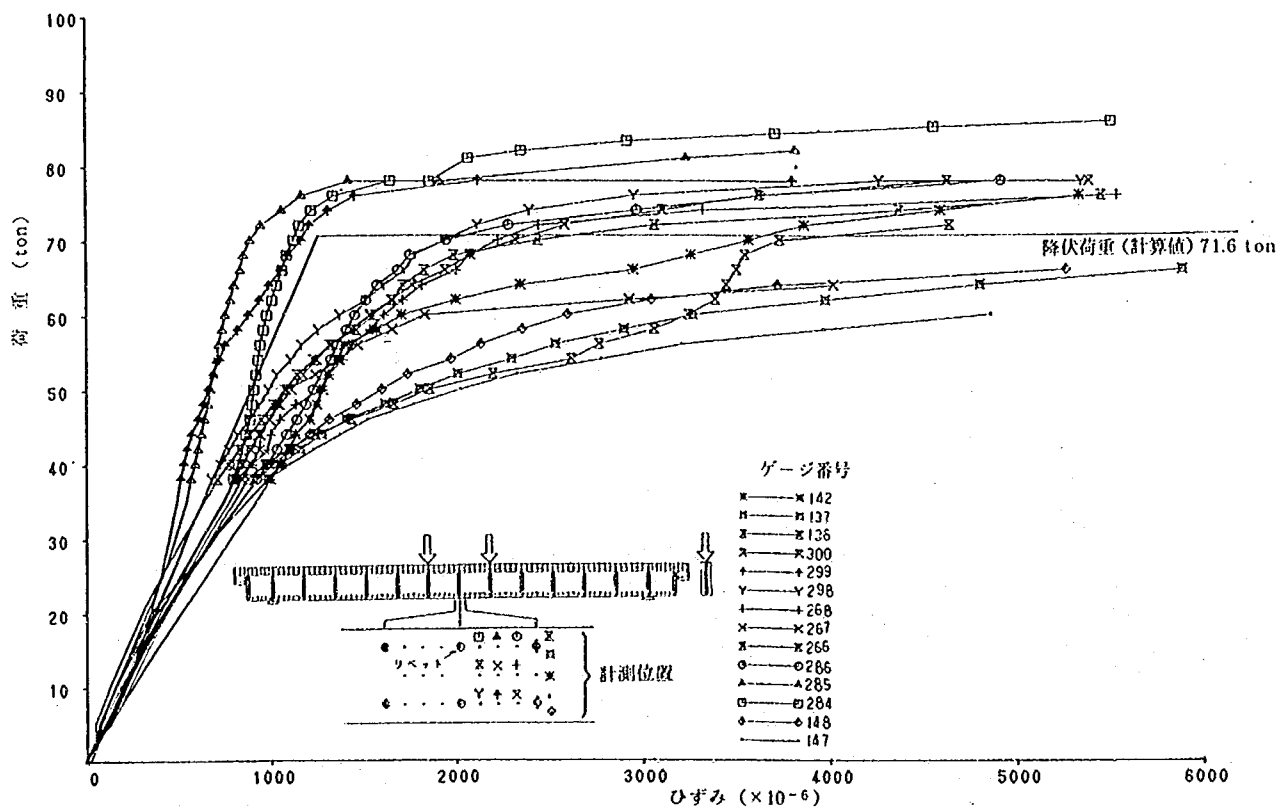


図 - 1. 17 (b) 荷重とひずみの関係

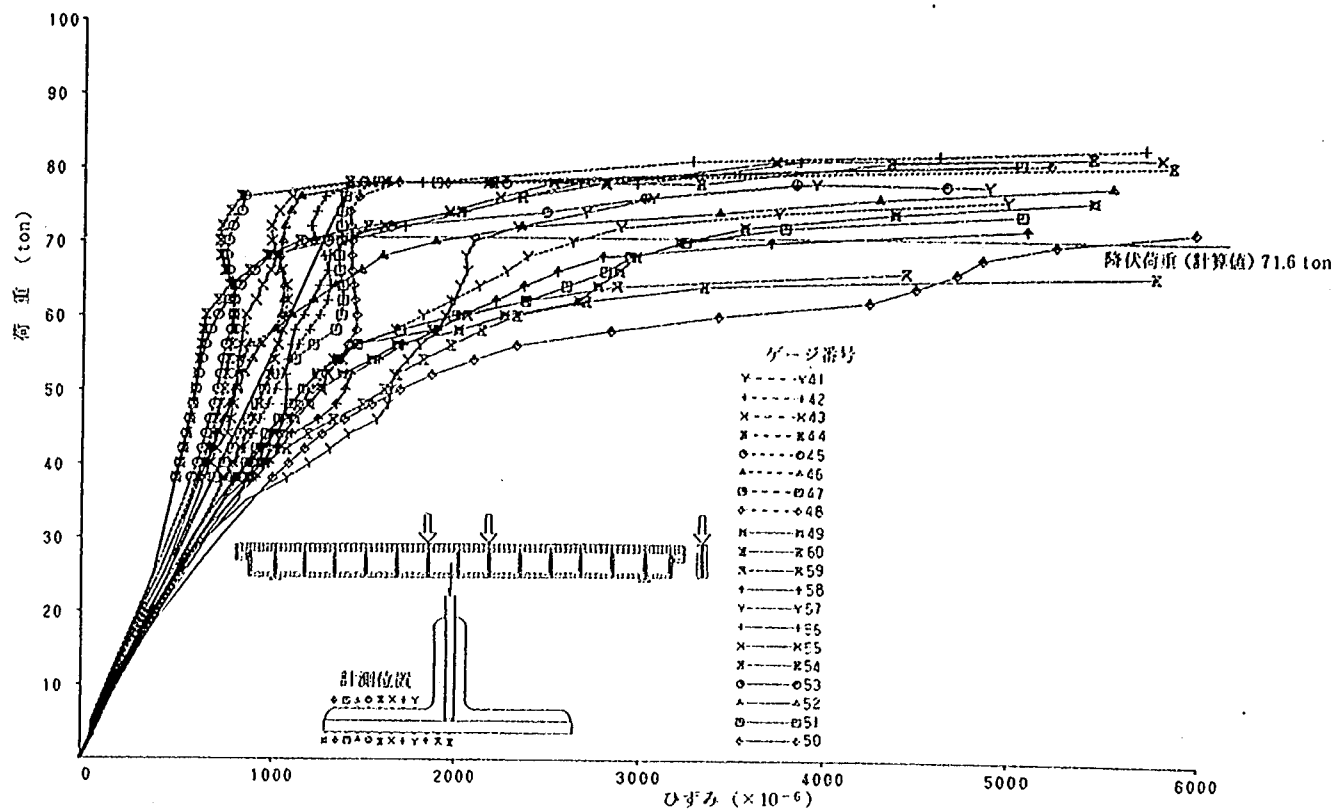


図-1.17(c) 荷重とひずみの関係

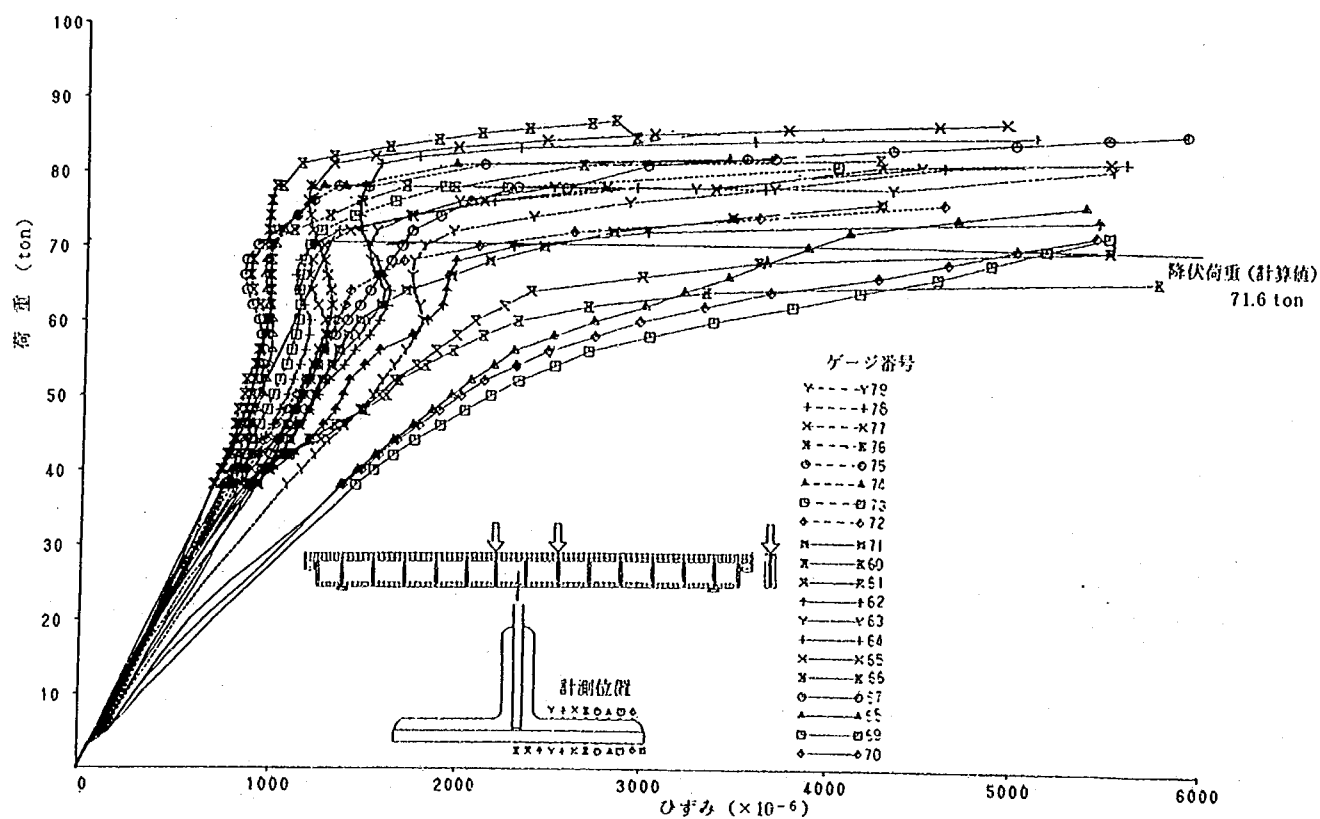


図-1.17(d) 荷重とひずみの関係

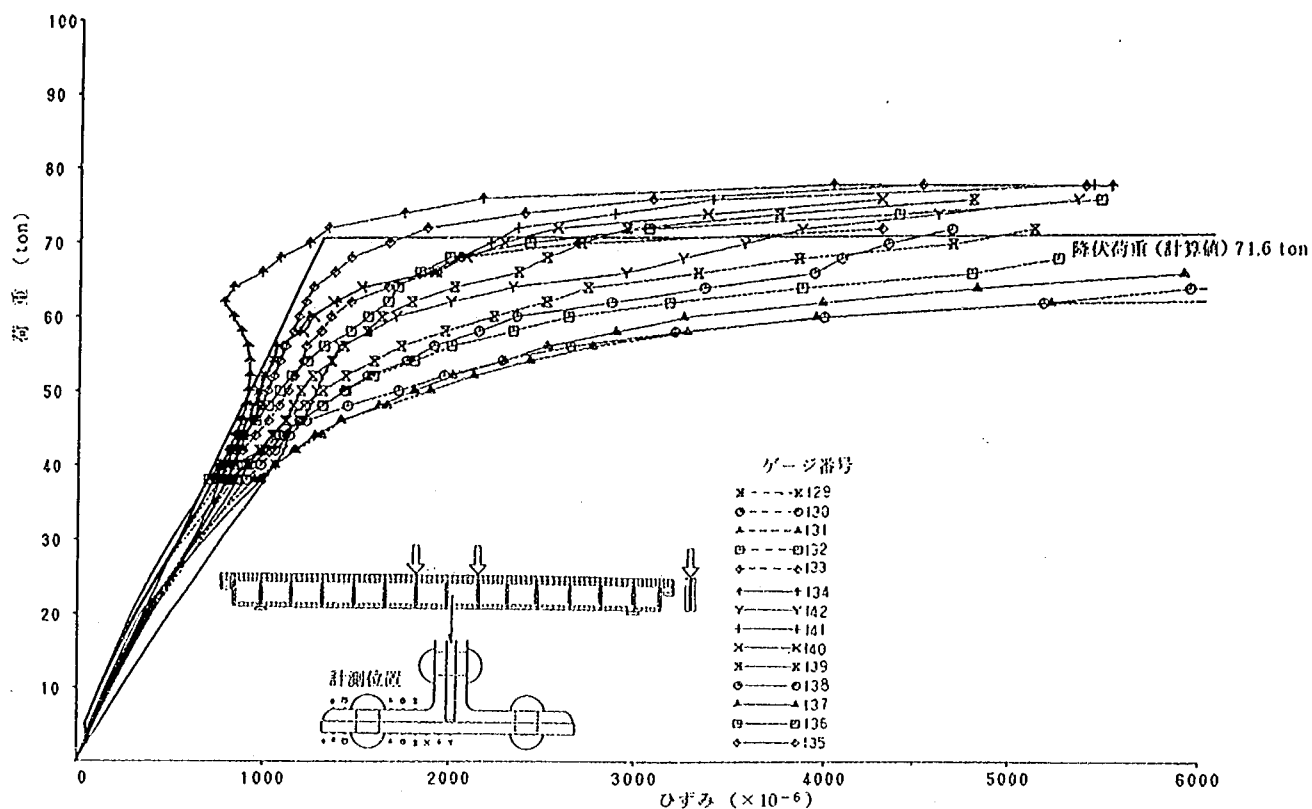


図-1.17(e) 荷重とひずみの関係

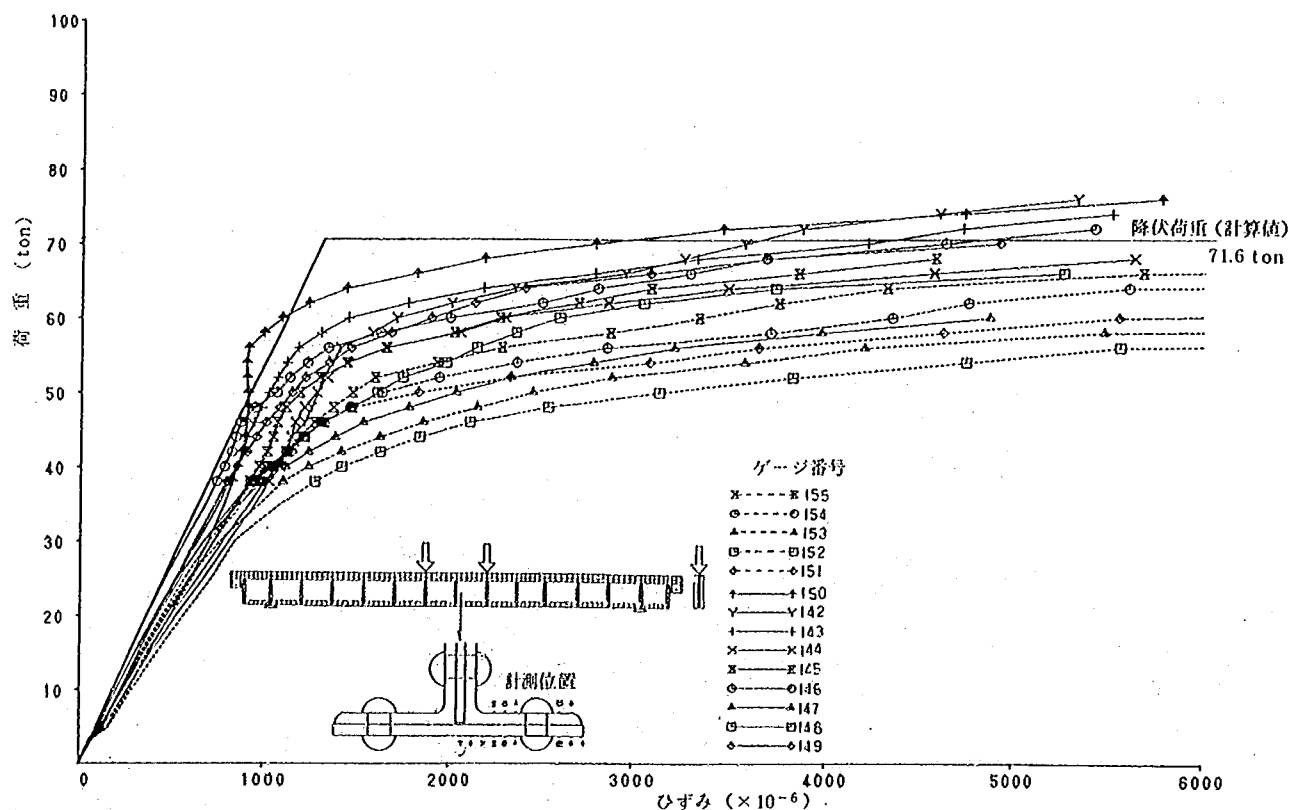


図-1.17(f) 荷重とひずみの関係

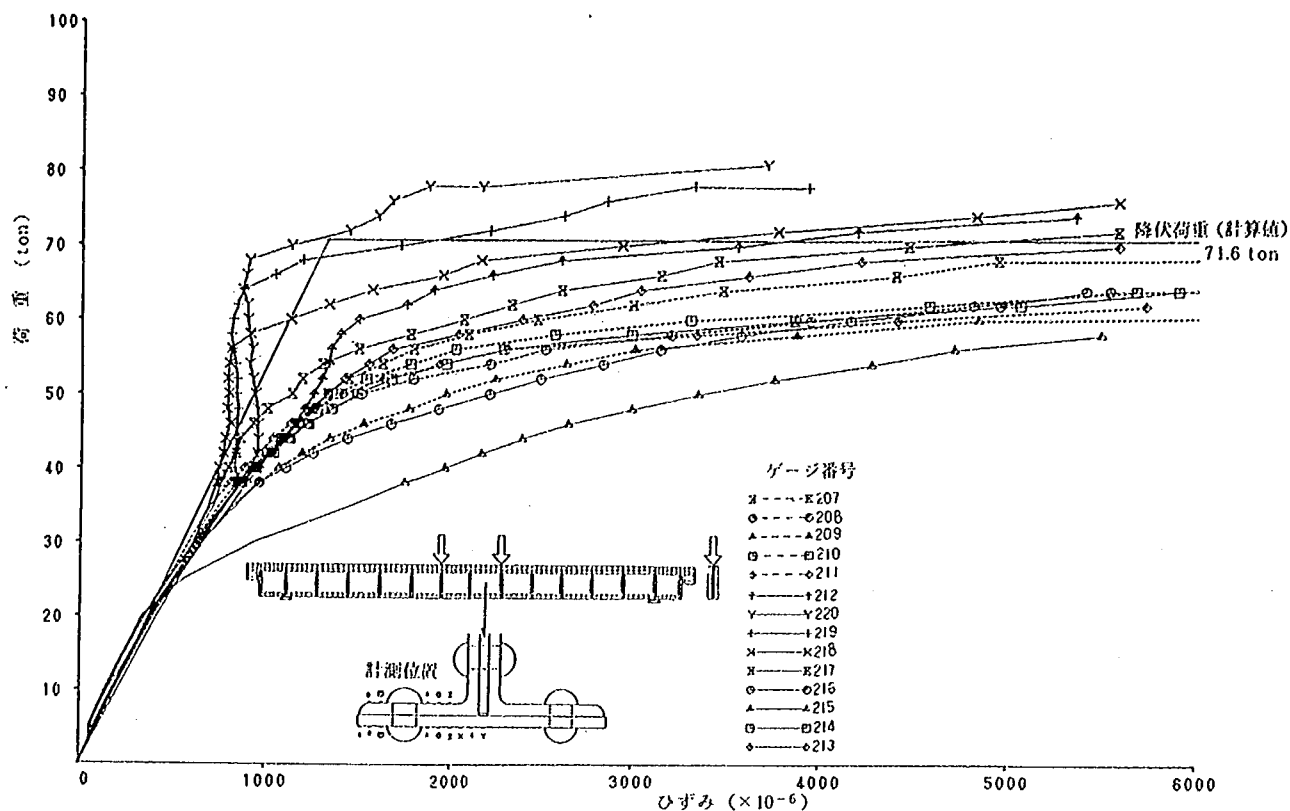


図- 1. 17 (g) 荷重とひずみの関係

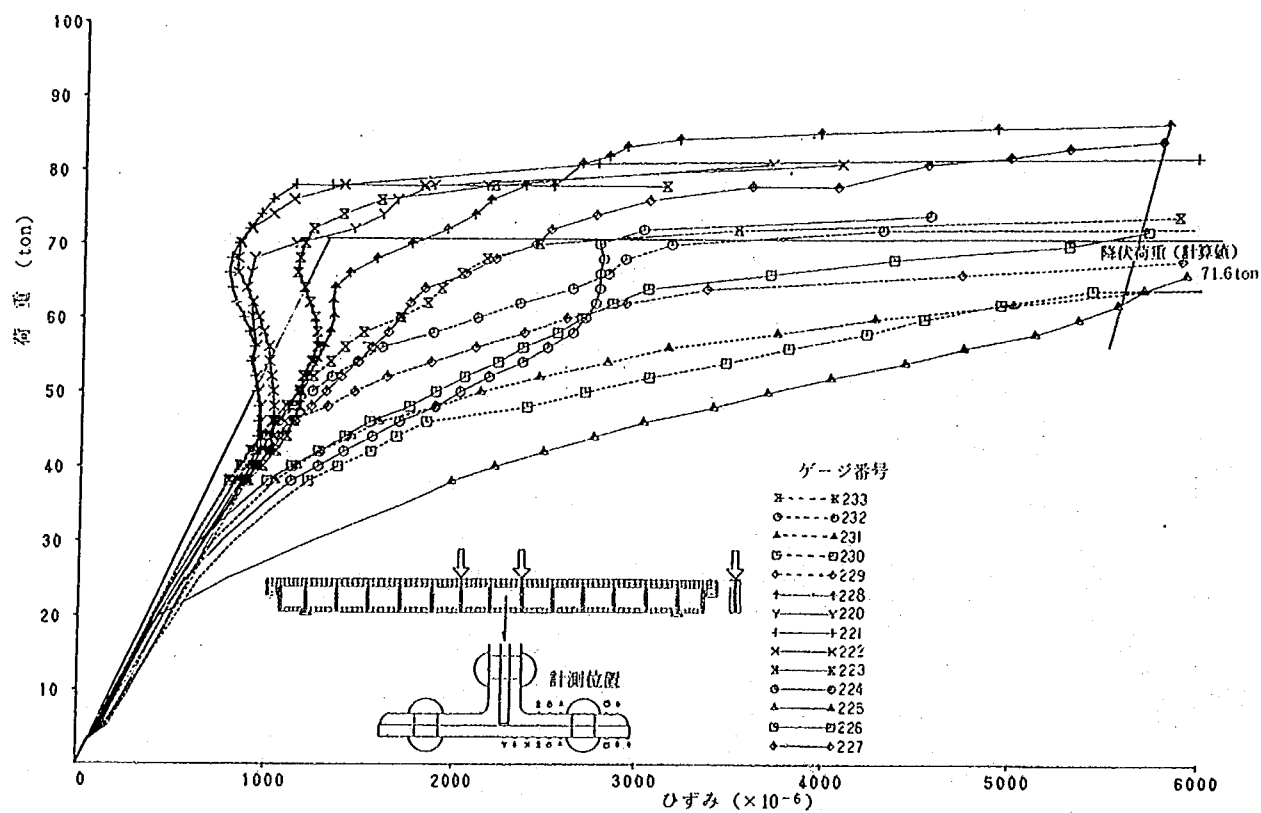


図- 1. 17 (h) 荷重とひずみの関係

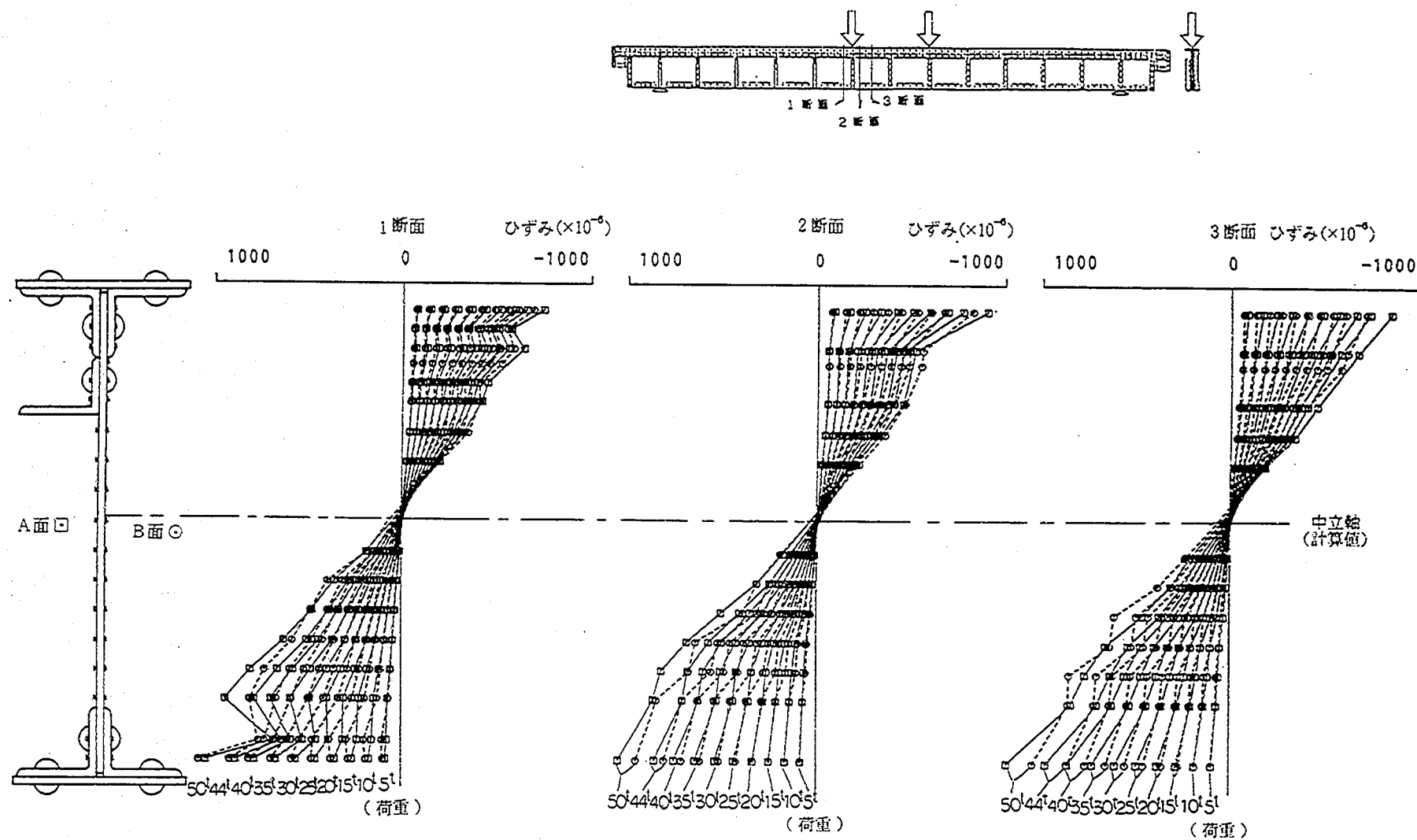


図-1.18(a) ウェブのひずみ分布

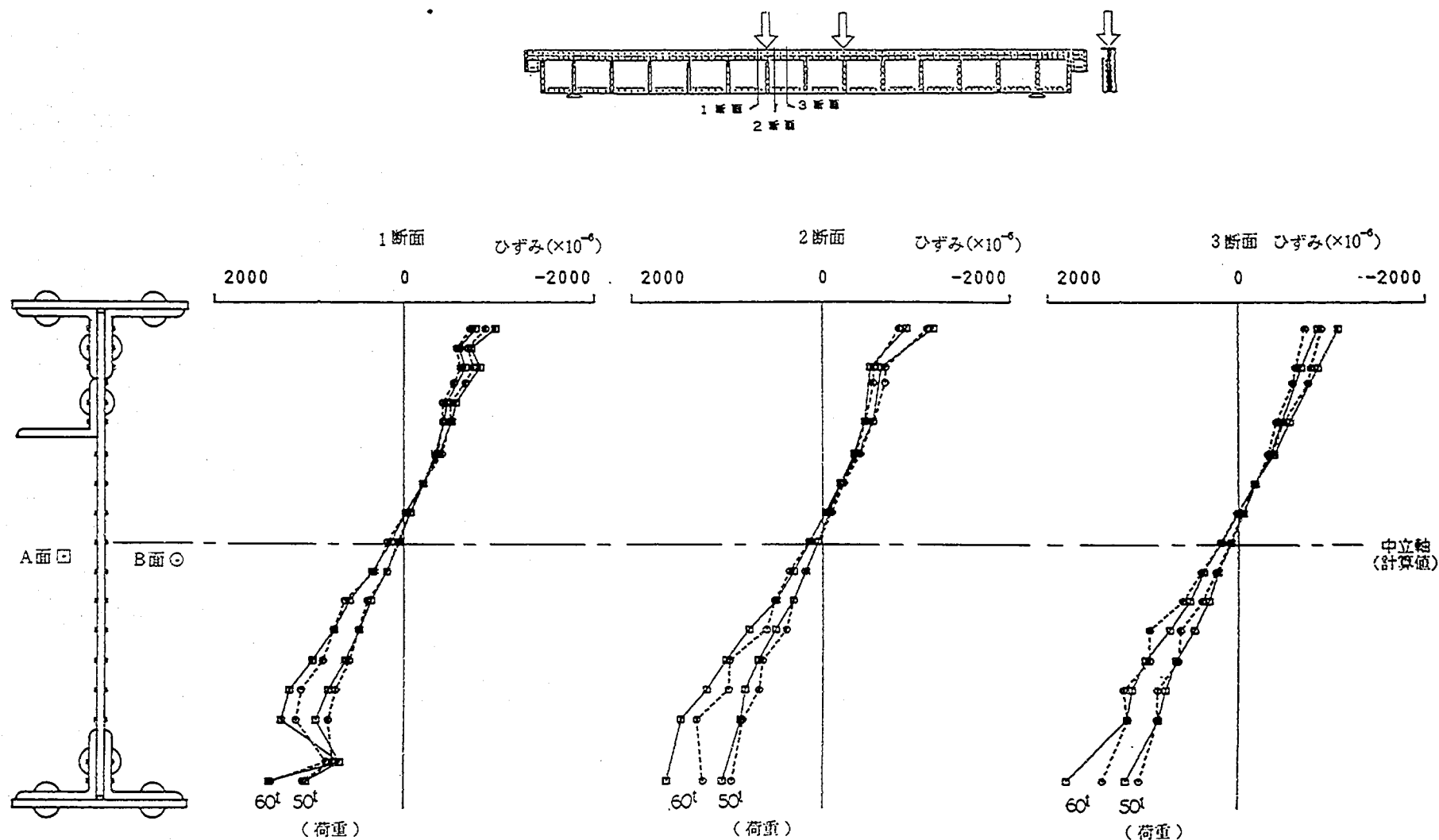


図- 1.18 (b) ウェブのひずみ分布

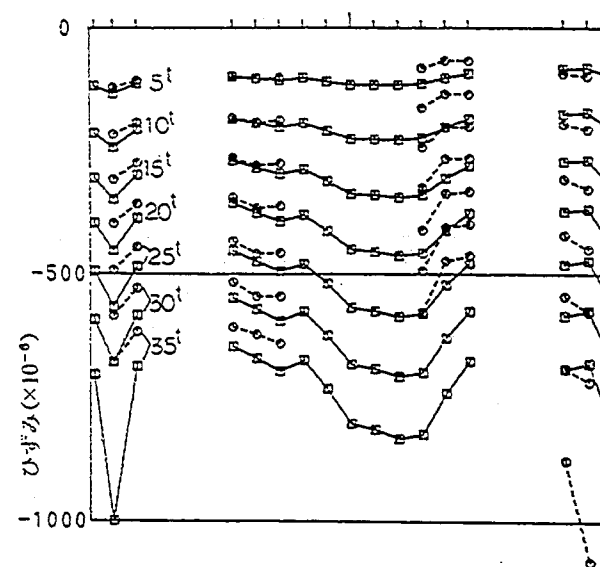
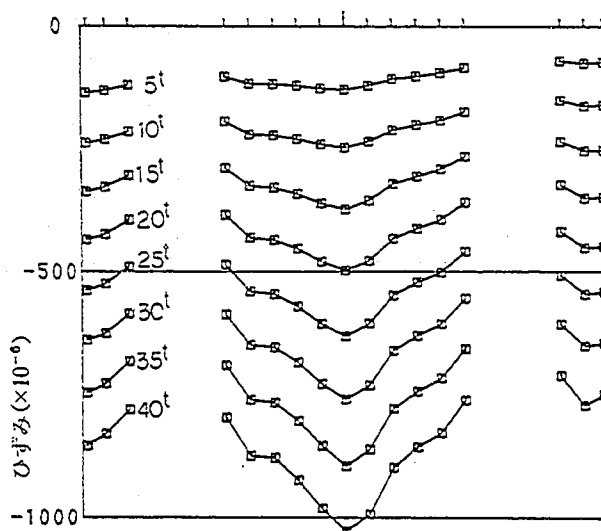
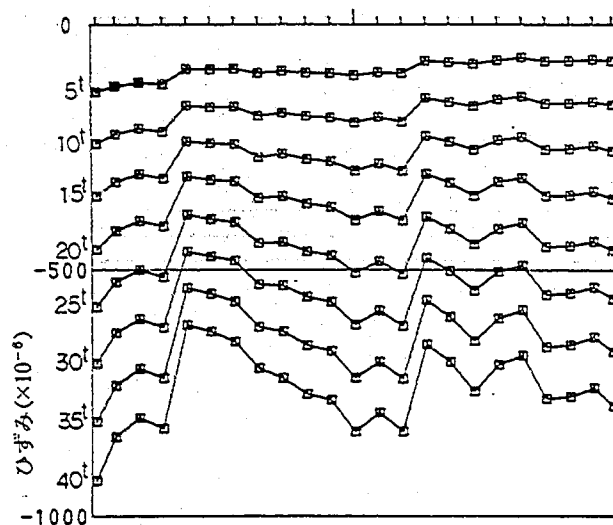
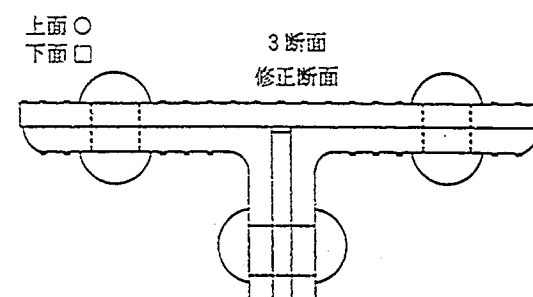
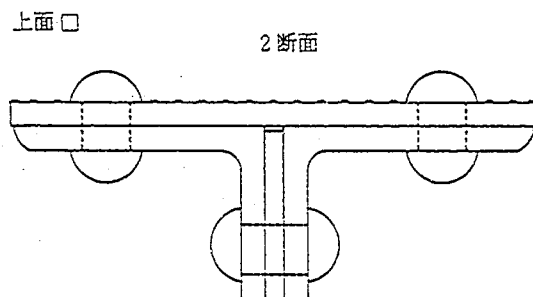
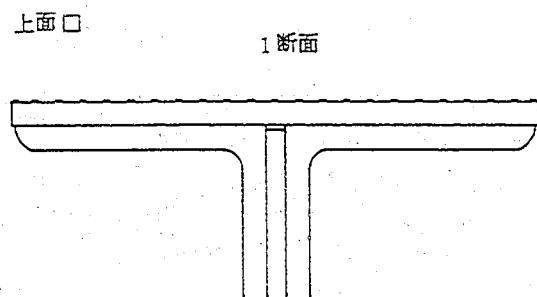
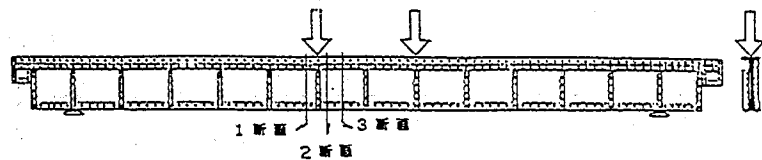


図-1.19(a) 上フランジのひずみ分布

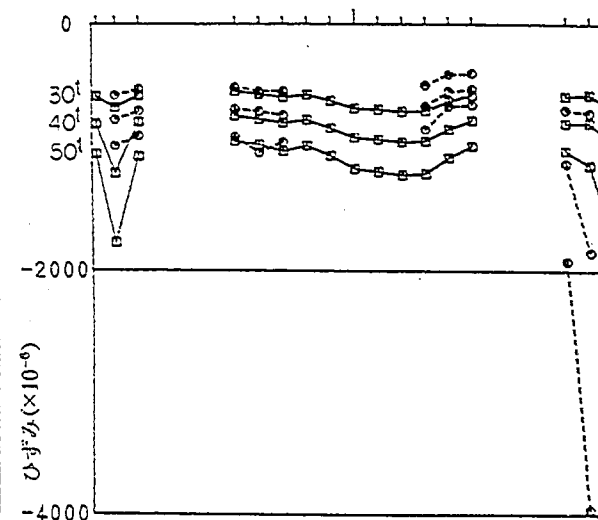
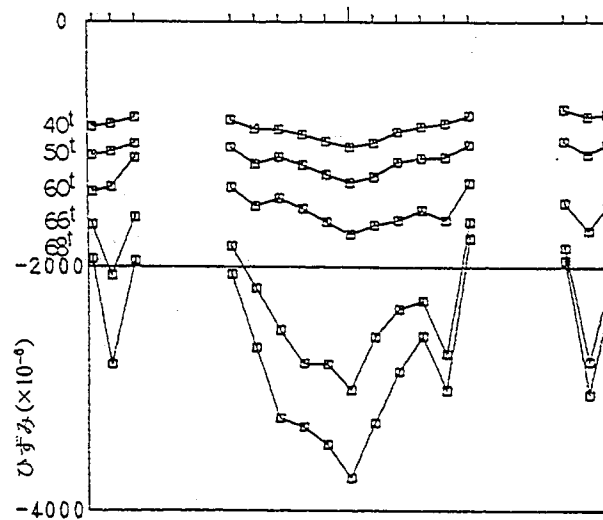
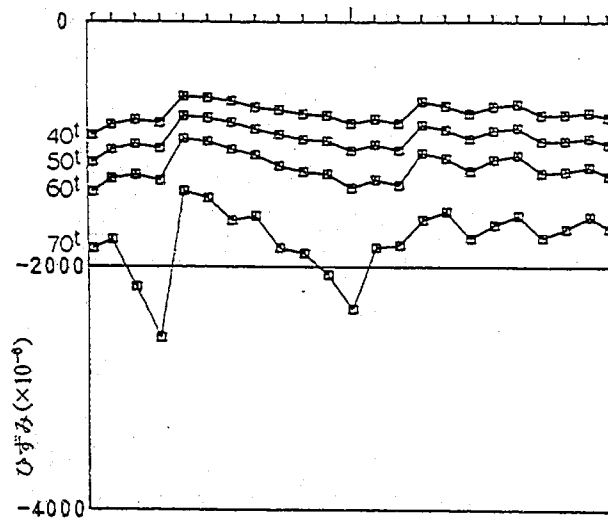
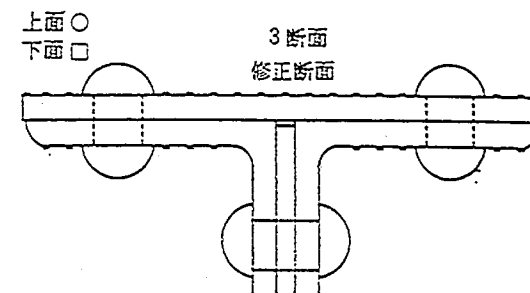
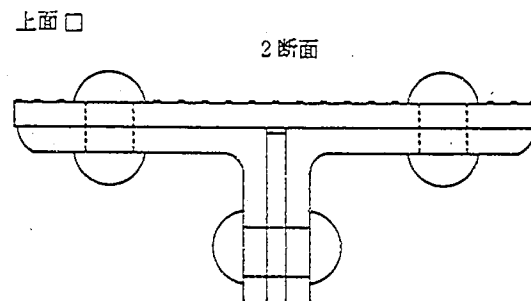
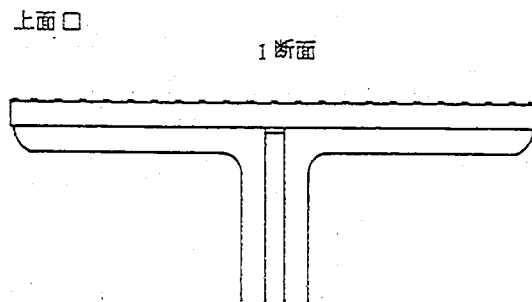
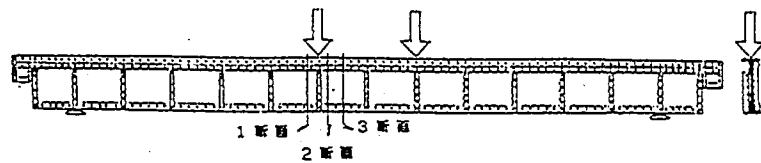


図-1.19(b) 上フランジのひずみ分布

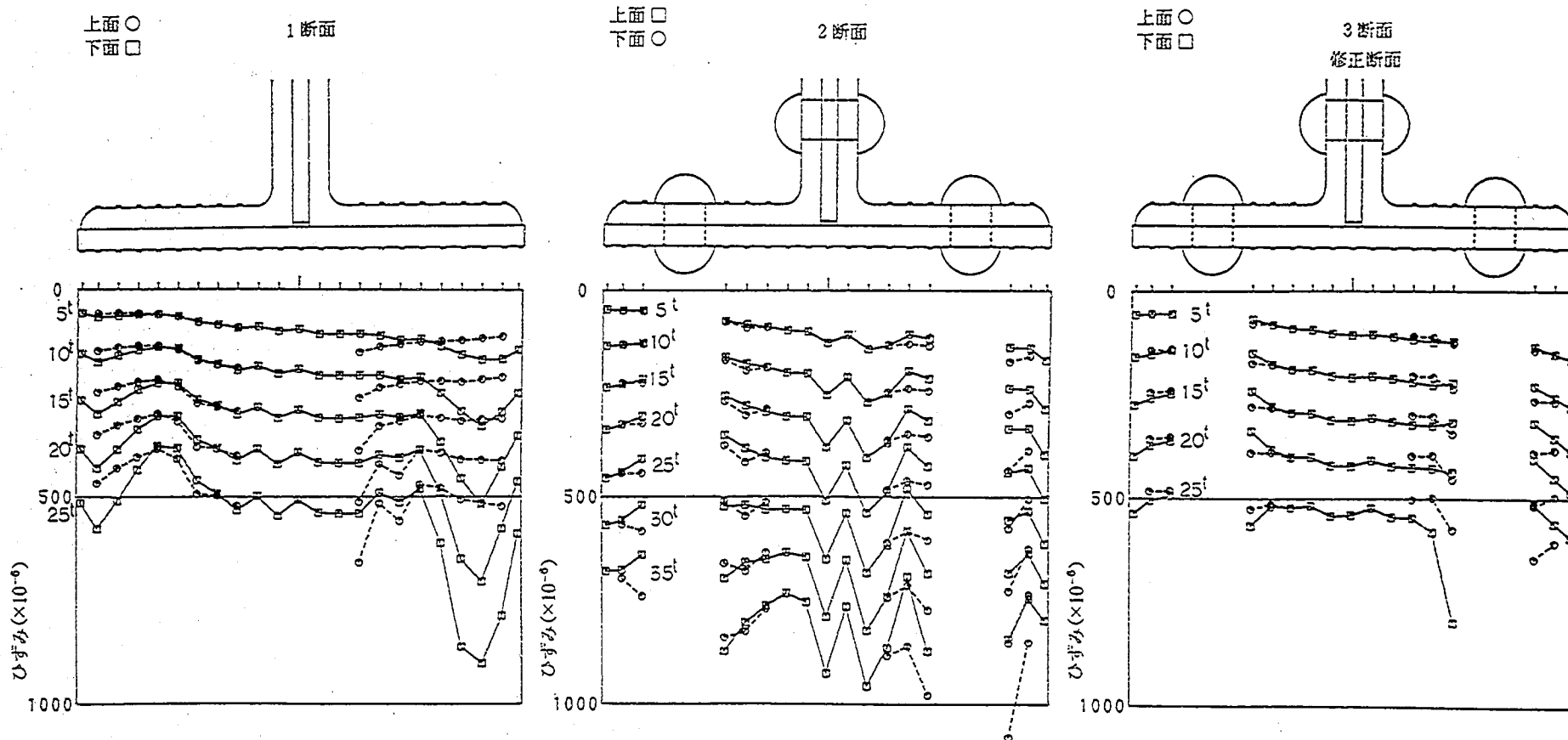
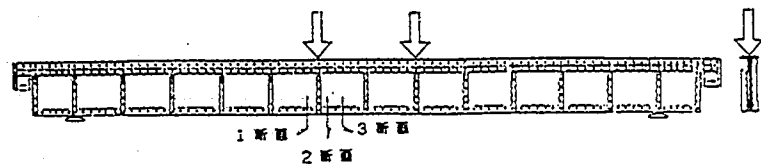


図-1.20(a) 下フランジのひずみ分布

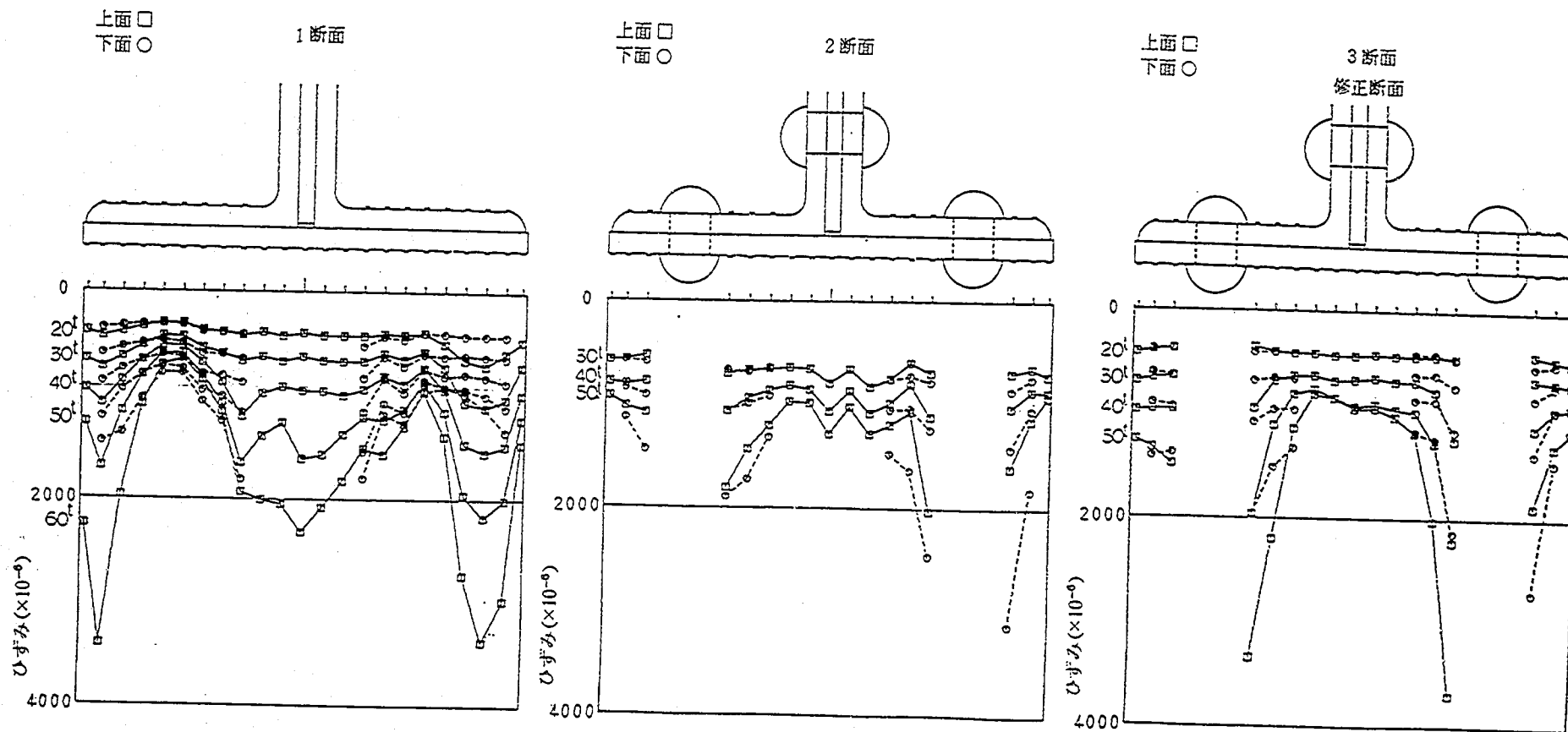
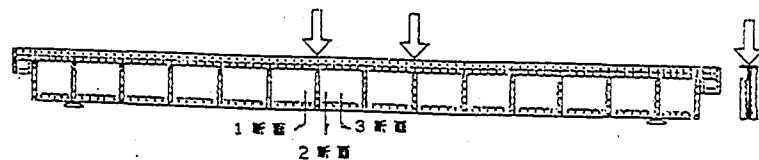


図-1.20(b) 下フランジのひずみ分布

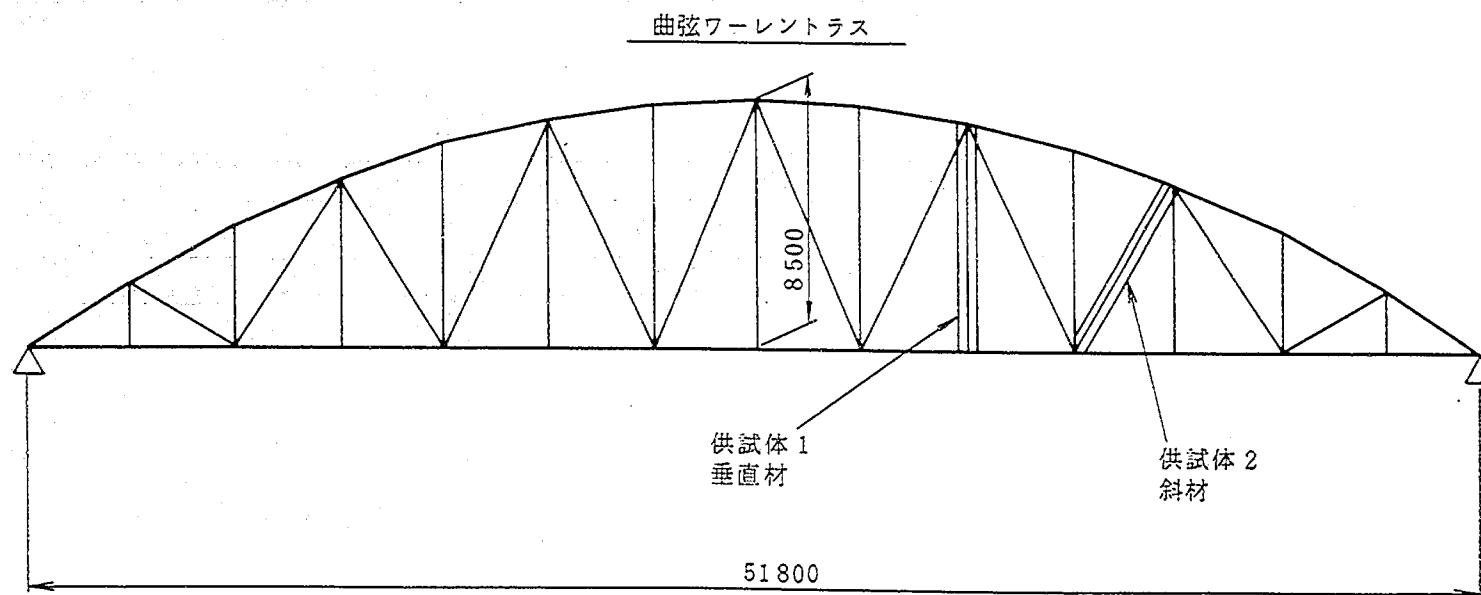
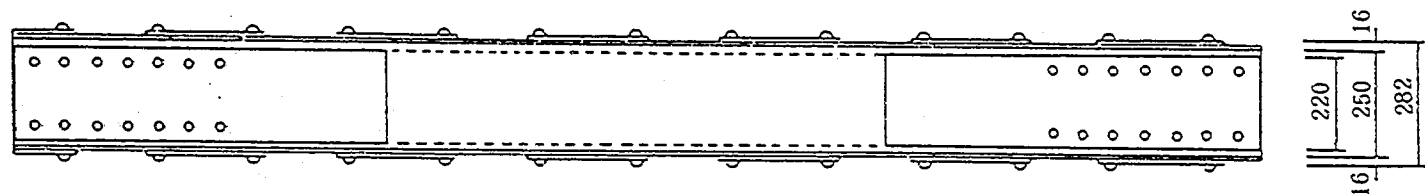


図-2.1 供試体採取位置



頭 ←
(上側)

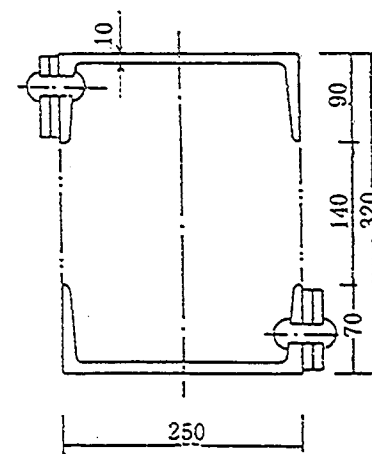
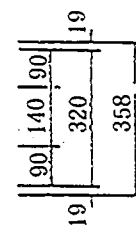
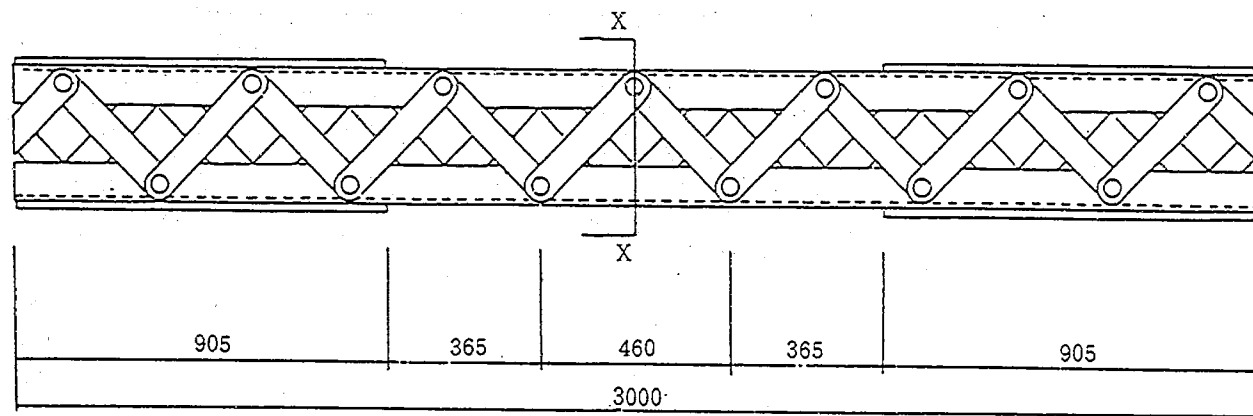
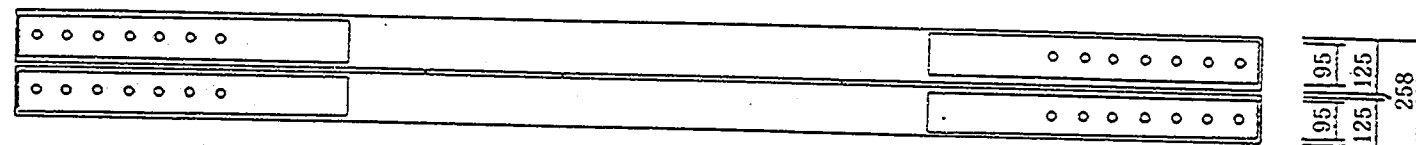


図-2.2 供試体1の形状・寸法



頭 ←

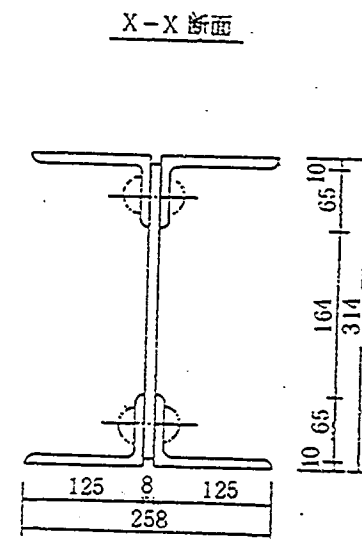
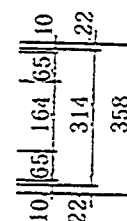
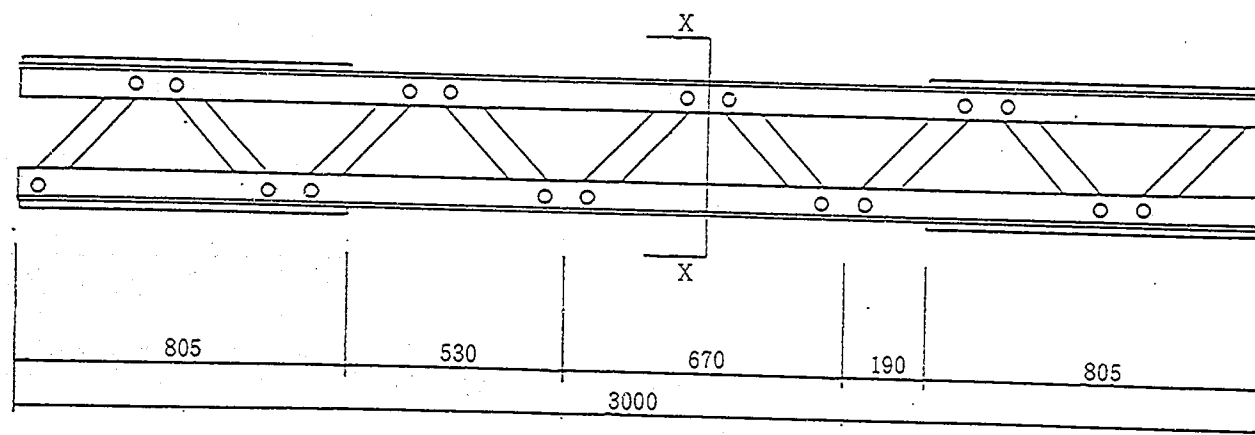


図-2.3 供試体2の形状・寸法

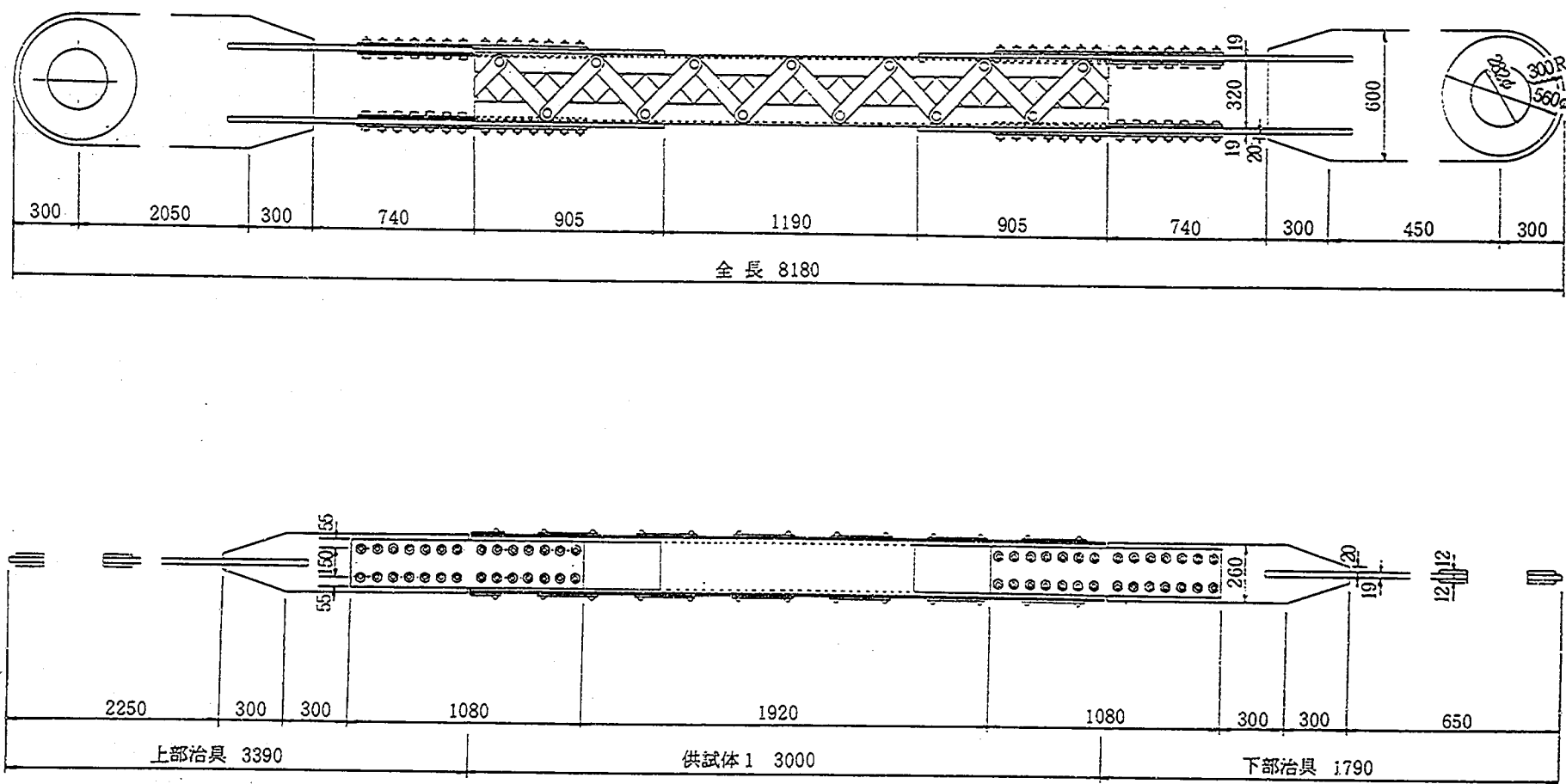


図 - 2.4 載荷実験用治具取付け状況

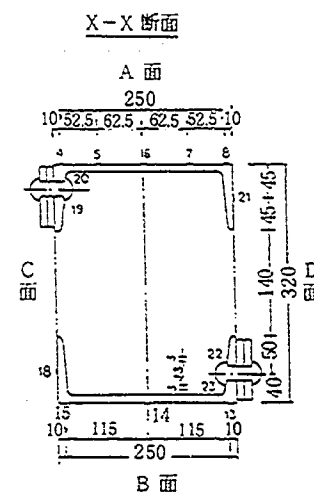
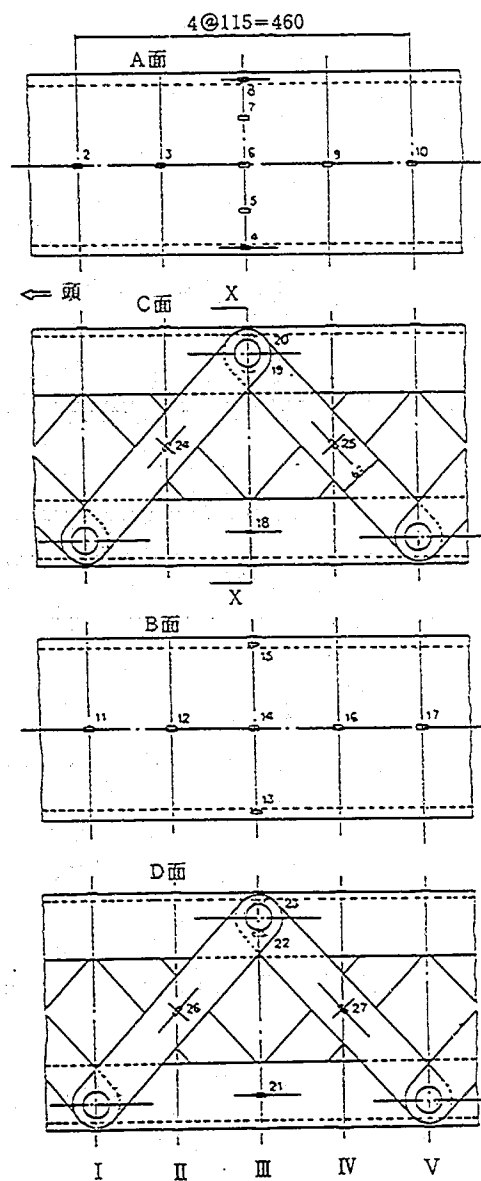
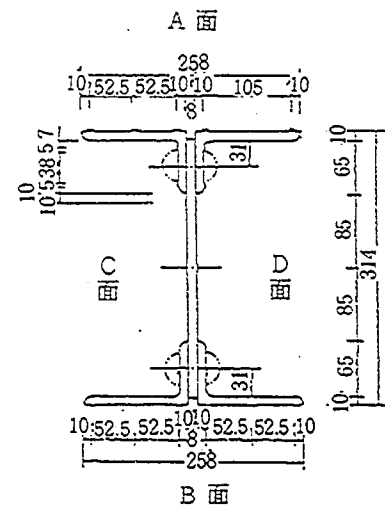
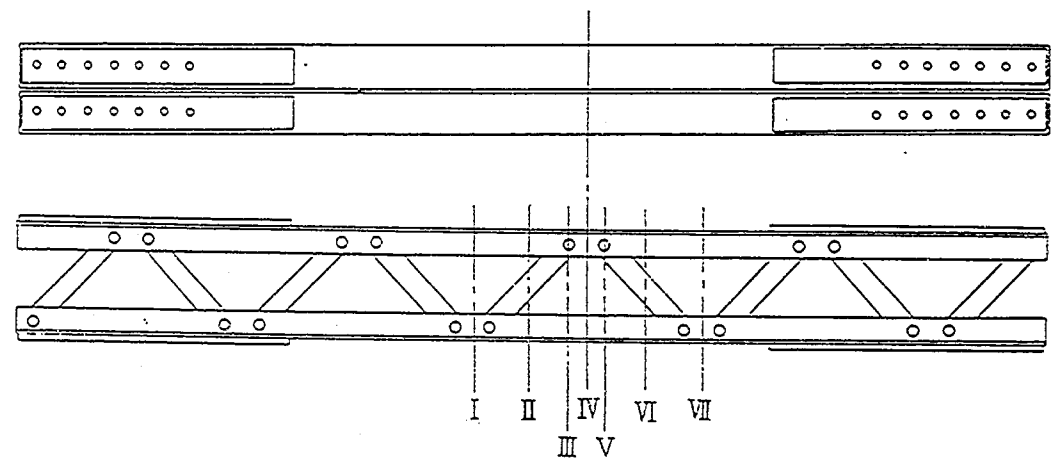
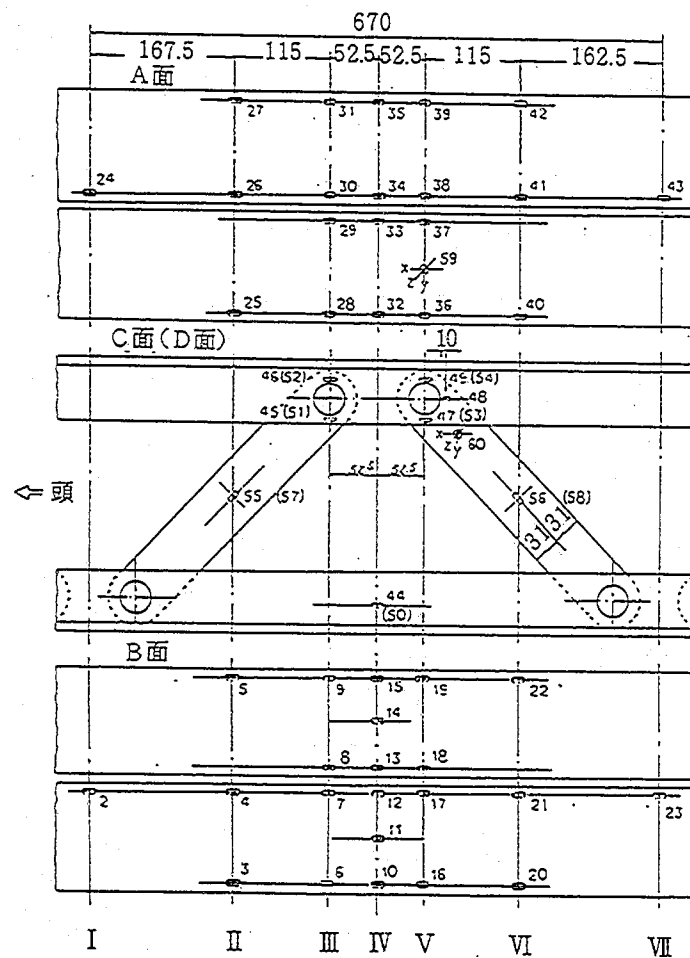


図-2.5 ひずみゲージ貼付位置(供試体1)



—○— : 単軸ゲージ
 x—○— : 三軸ゲージ
 () 内はD面を表わす

図-2.6 ひずみゲージ貼付位置 (供試体2)

表－2.1 断面積測定結果

		面	I	II	III	IV	V	VI	VII
供試体 1	総断面積 Ag	A	45.47	--	45.45	--	45.03	--	--
		B	44.68	--	44.36	--	44.50	--	--
		全	90.15	--	89.81	--	89.53	--	--
	純断面積 An	A	42.13	--	42.14	--	41.70	--	--
		B	41.42	--	41.01	--	41.22	--	--
		全	83.55	--	83.15	--	82.92	--	--
供試体 2	総断面積 Ag	A	--	38.94	37.37	37.37	37.37	37.96	--
		B	--	36.96	37.05	37.05	37.05	37.15	--
		全	--	75.90	74.42	74.42	74.42	75.11	--
	純断面積 An	A	--	38.94	32.47	37.37	37.37	37.96	--
		B	--	36.96	37.05	37.05	32.15	37.15	--
		全	--	75.90	69.52	74.42	69.52	75.11	--

注) Ag : リベット孔分を含む。 An : リベット孔分を含まない。

表－2.2 鋼材の材料試験結果

		板 厚 (mm)	降 伏 点 (kg/cm ²)	引 張 強 度 (kg/cm ²)	伸 び (%)
供試体 1	フランジ	10.3	2,600	4,500	27
	腹 板	9.2	2,700	4,300	27
供試体 2	1	10.3	2,600	4,300	23
	2	9.8	2,600	4,400	24
平 均 値		--	2,600	4,400	25
St 39 鋼規格値		9 mm 以上	--	3,900～4,700	21 以上

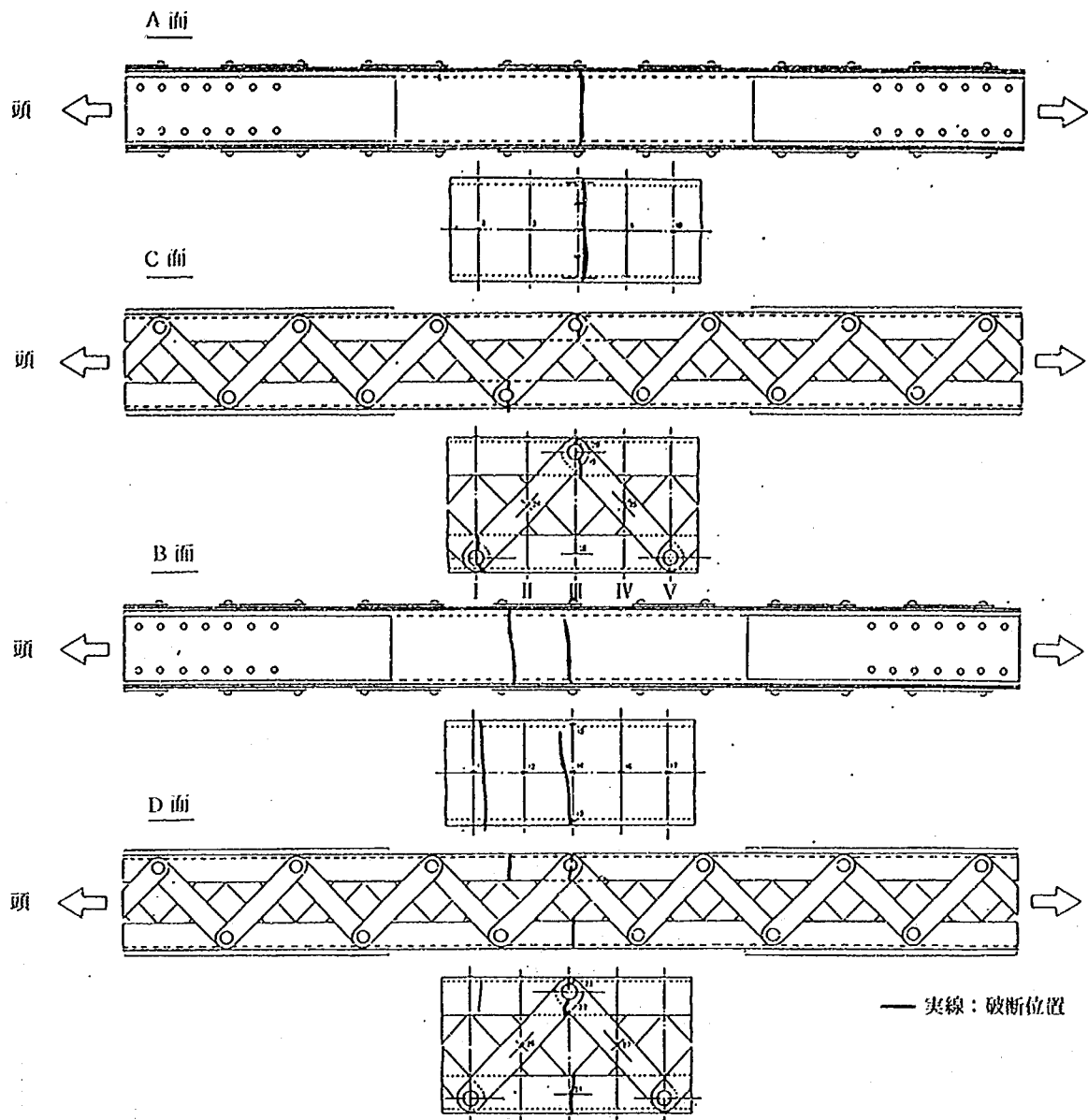


図-2.7 供試体1の破断位置

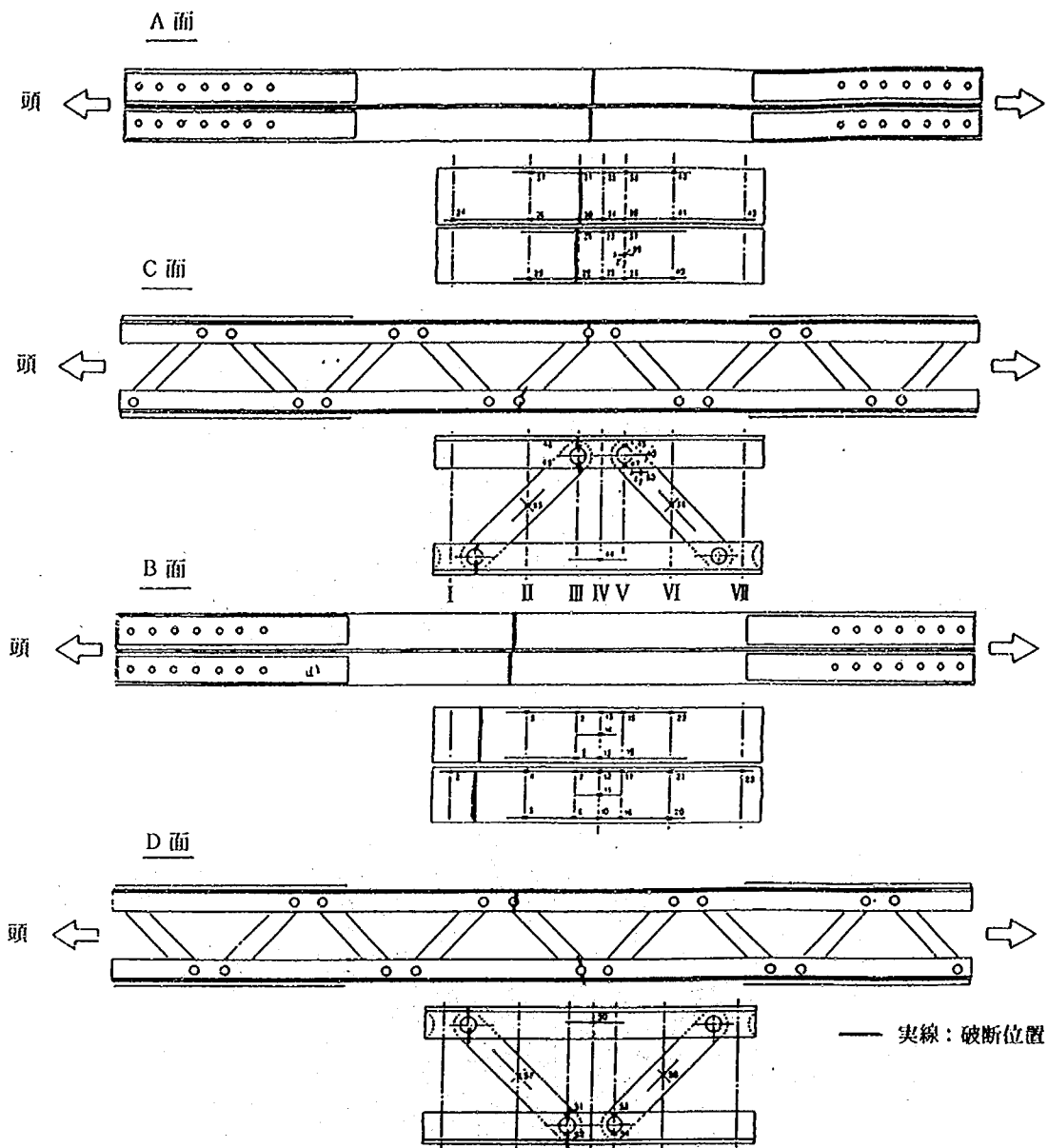


図-2.8 供試体2の破断位置

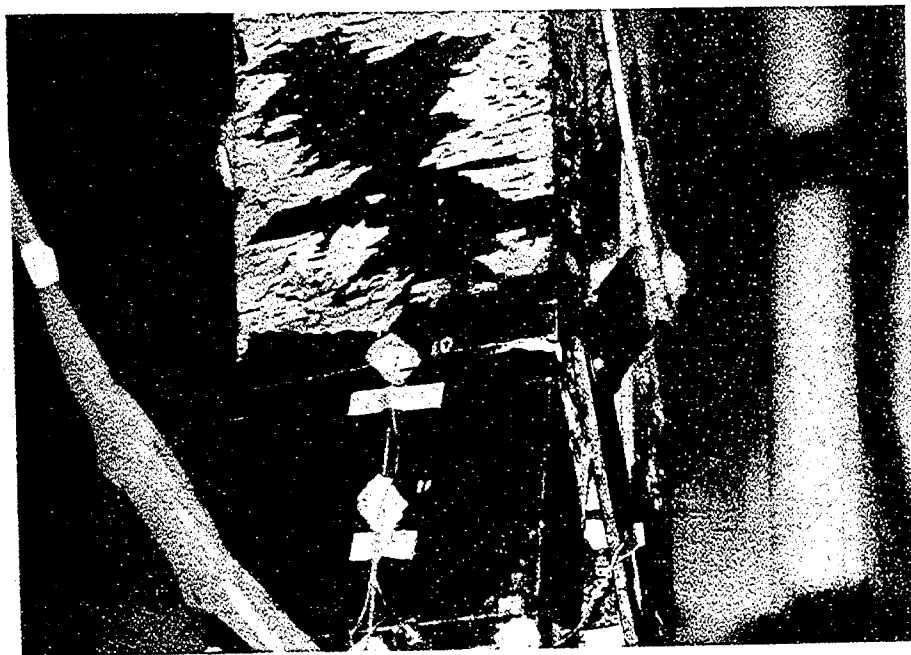


写真-2.1 供試体1の破断状況（リベット孔より破断）

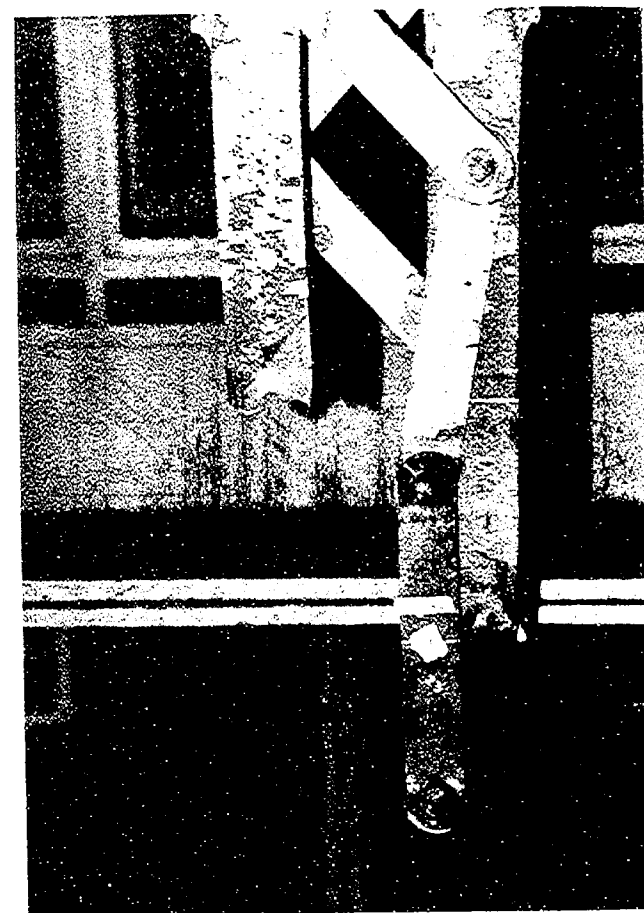
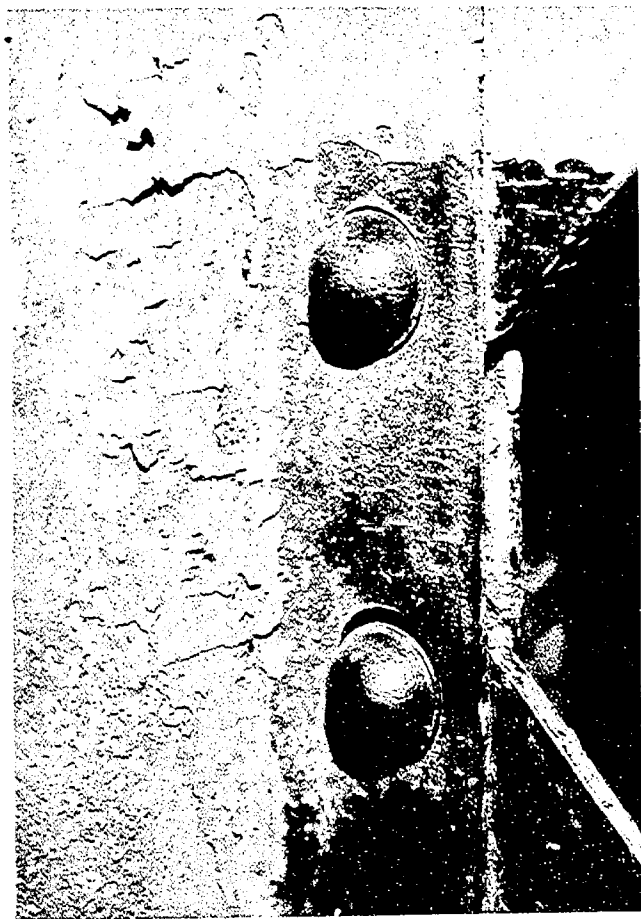
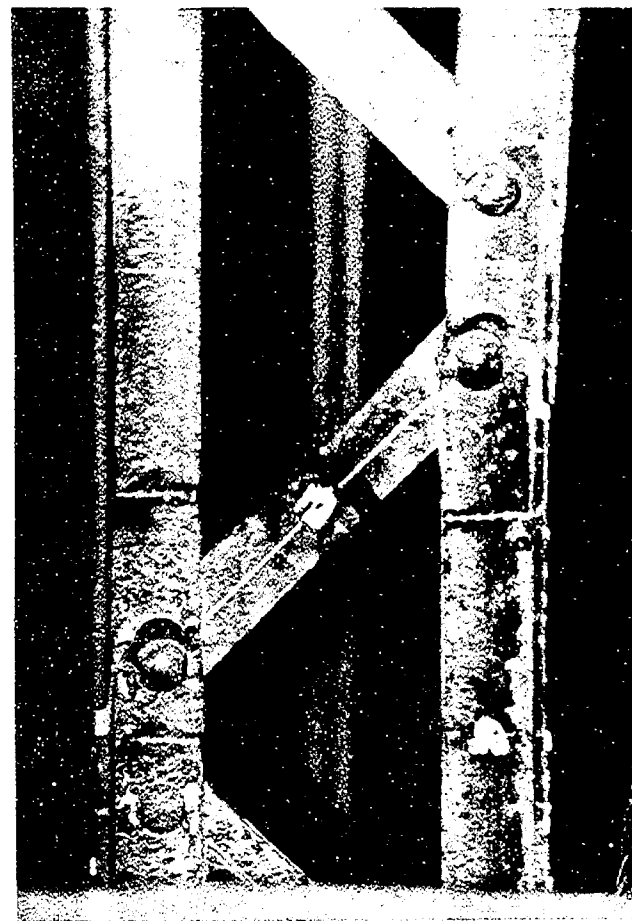


写真-2.2 供試体1の破断状況



写真－2.3 供試体2のリベットのずれ

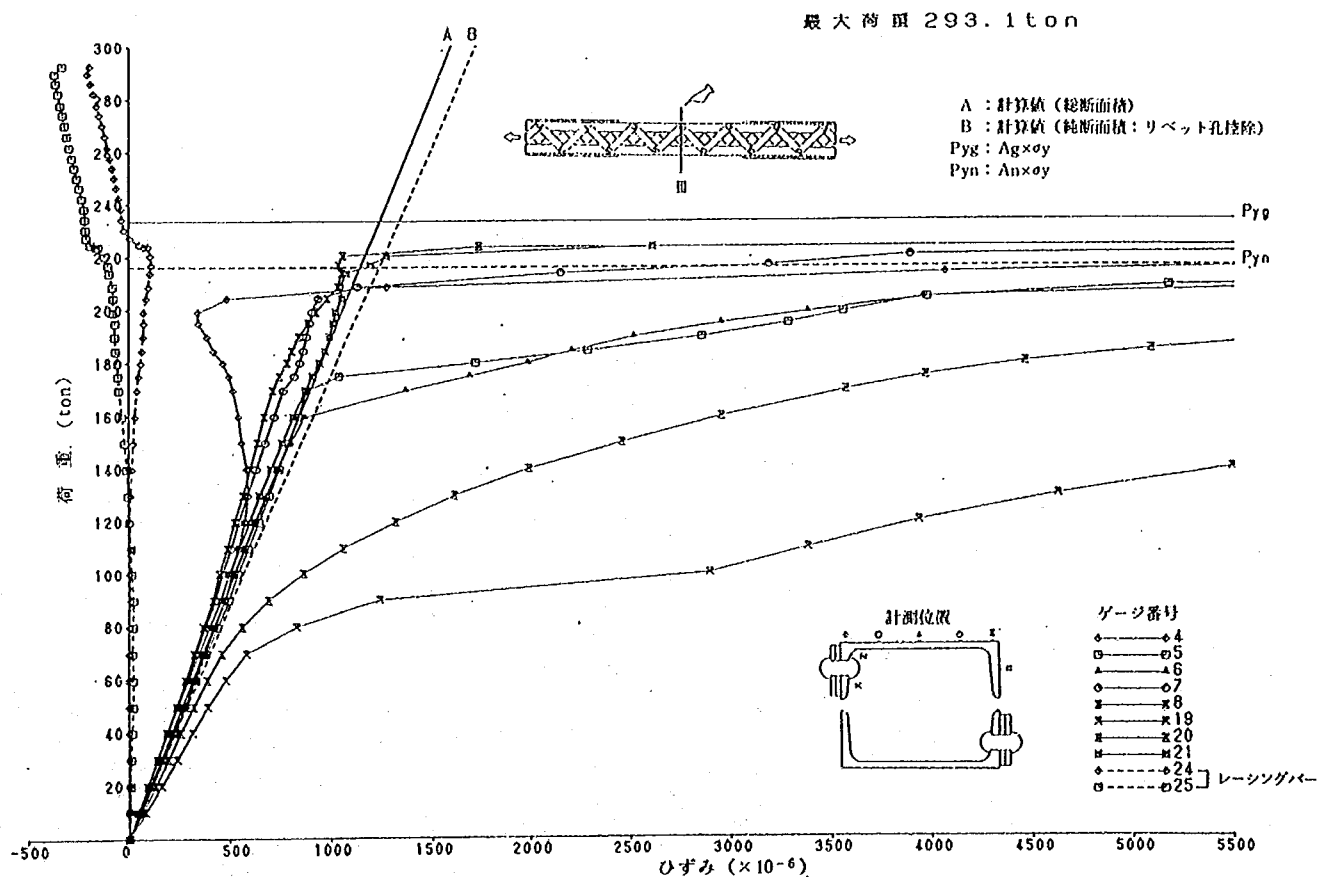
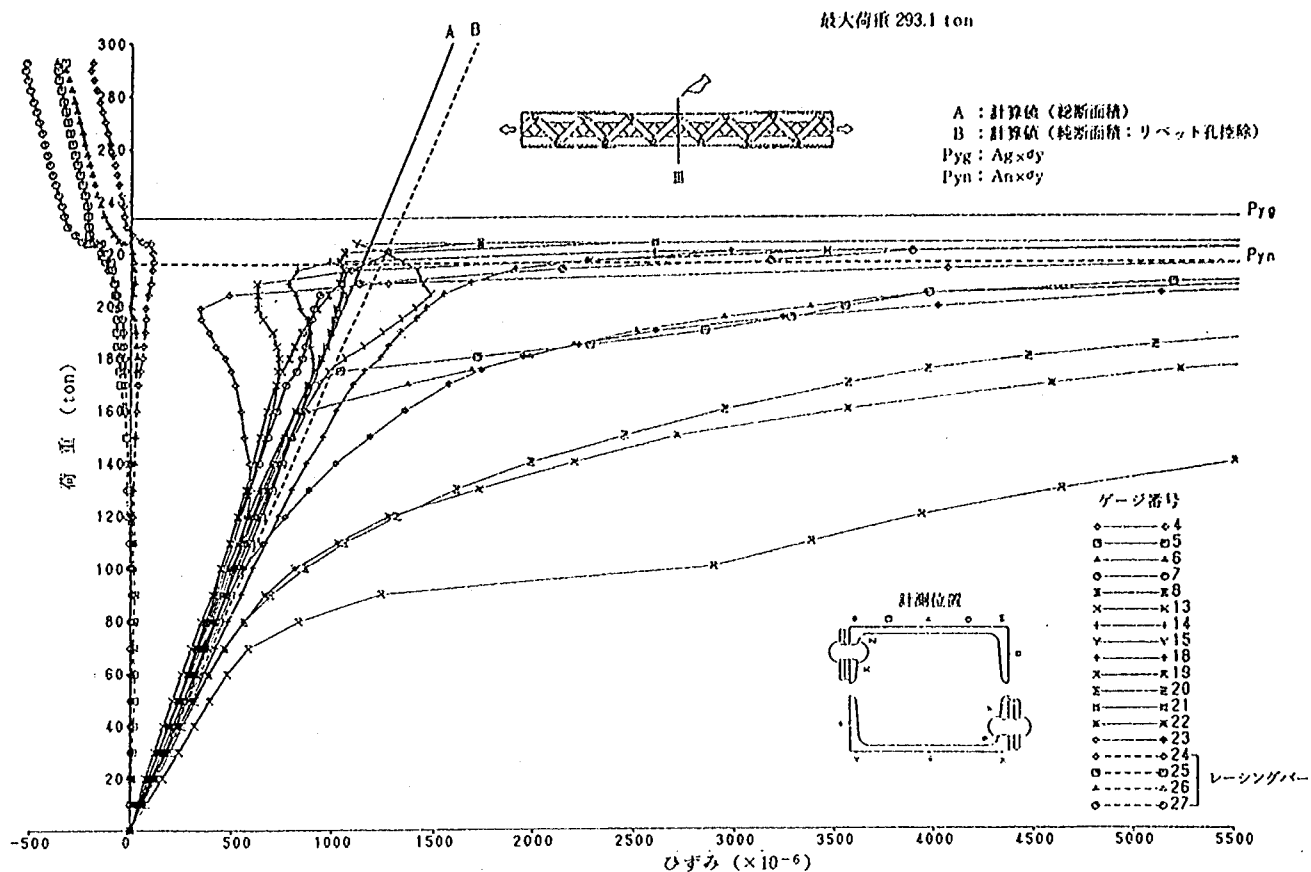


写真－2.4 供試体2の破断状況（リベット孔より破断）

表－2.3 実験結果および計算結果

	実 験 値	計 算 値 ¹⁾	
		終局荷重 (ton) ($\sigma_b=4,400\text{kg/cm}^2$)	降伏荷重 (ton) ($\sigma_y=2,600\text{kg/cm}^2$)
供試体 1	293.1	365.9	216.2
供試体 2	208.5	305.9	180.8

注 1) 純断面で計算した。



最大荷重 293.1 ton

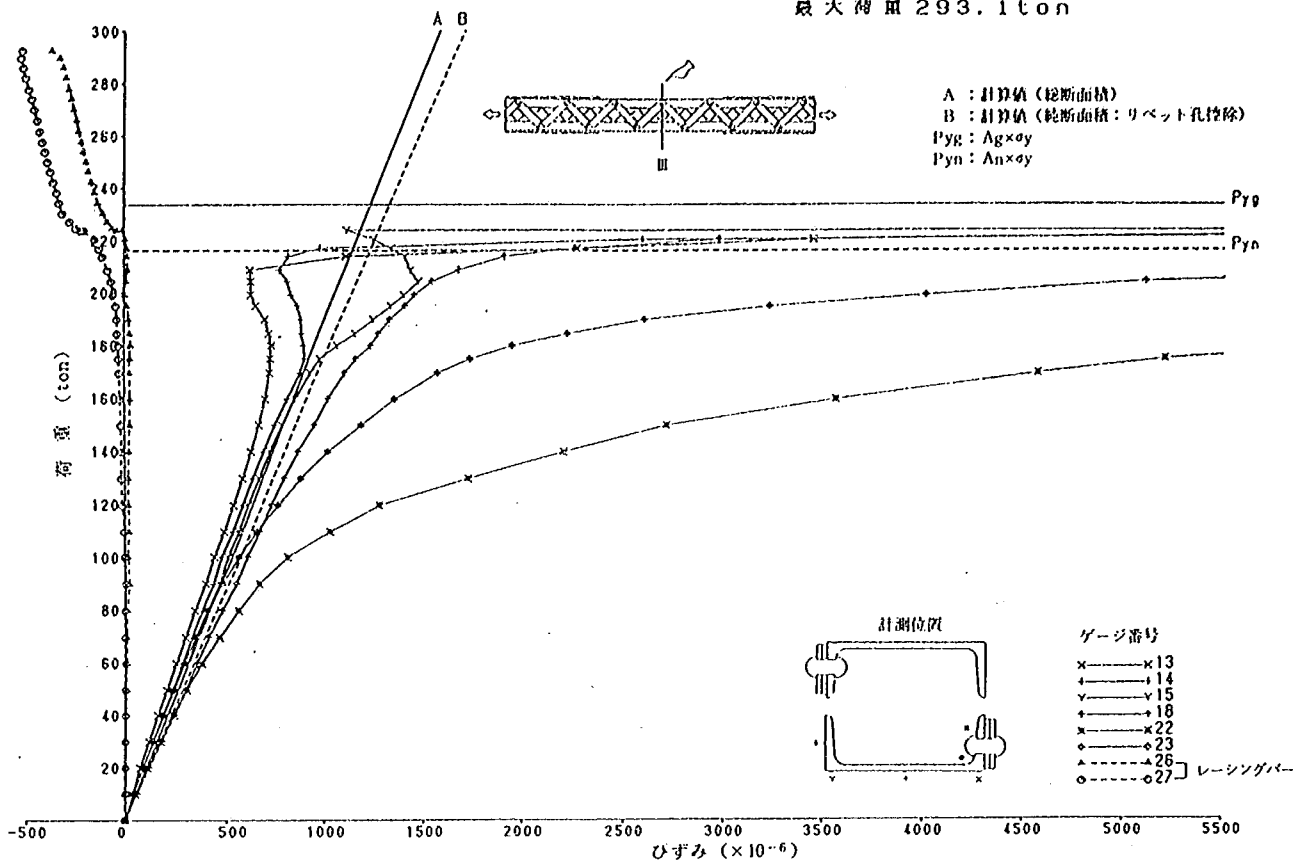


図-2.9(c) 荷重とひずみの関係

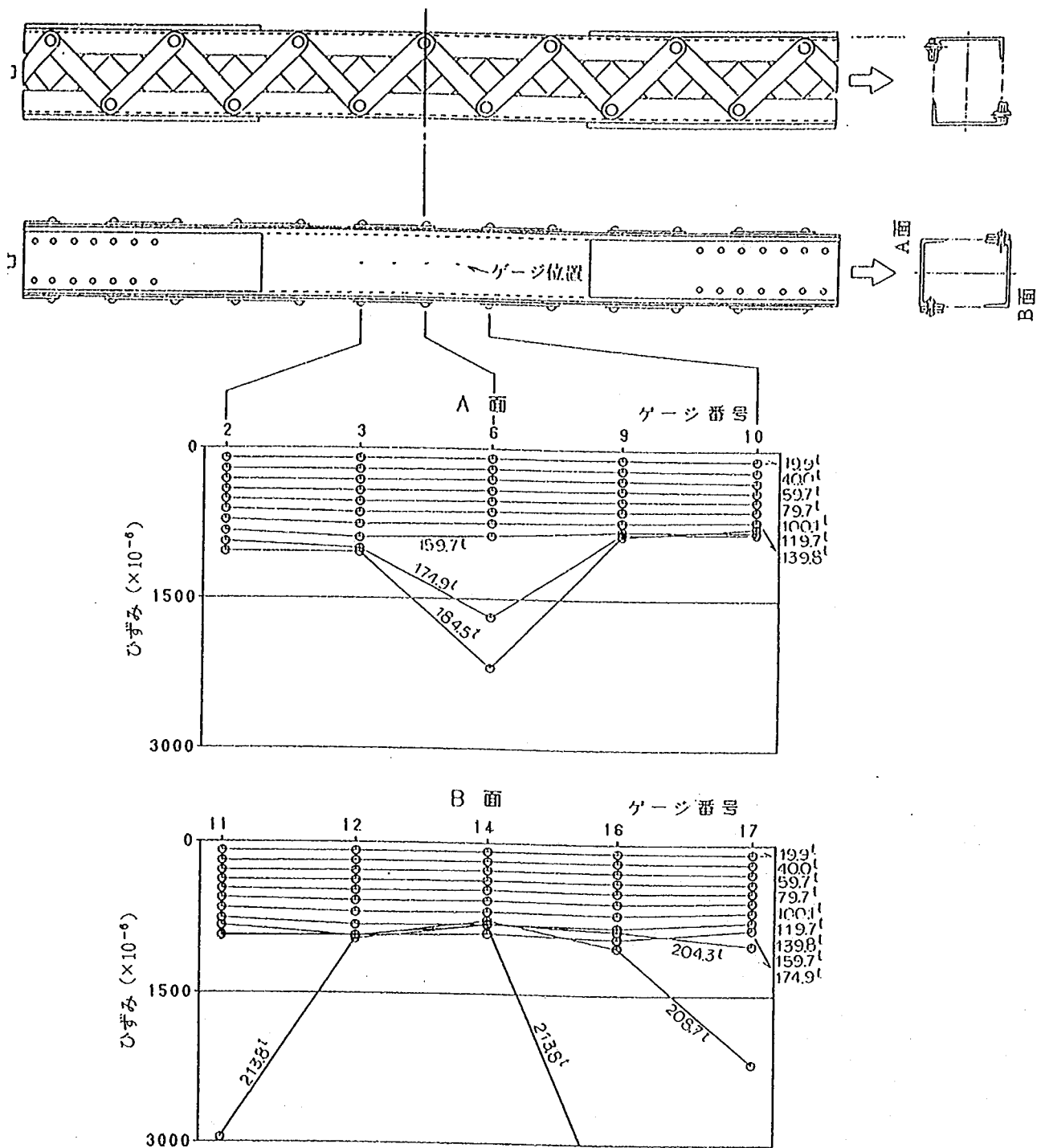


図-2.10 ひずみ分布(軸方向)

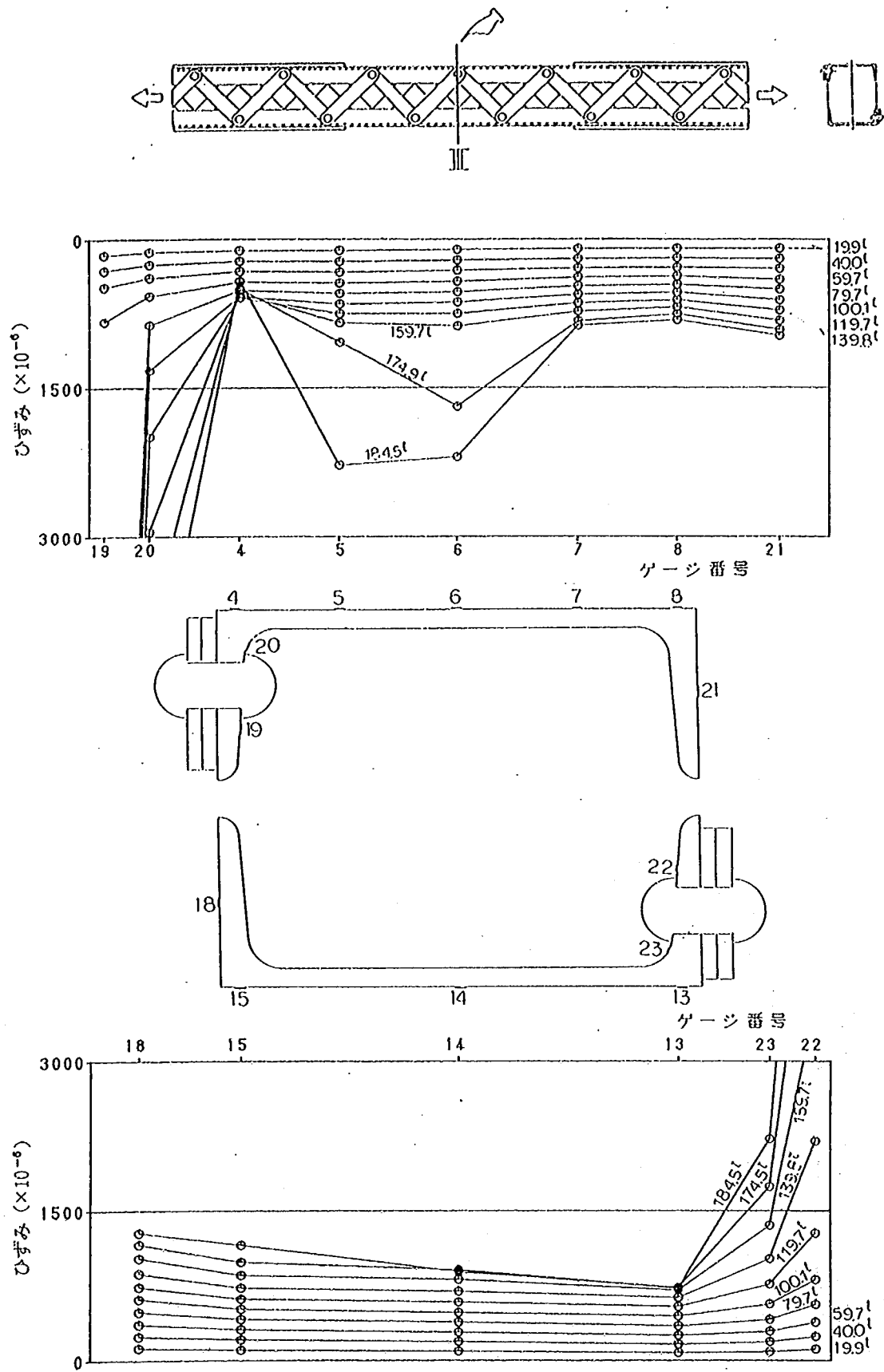


図-2.11 ひずみ分布(断面内)

最大荷重 208.5 ton

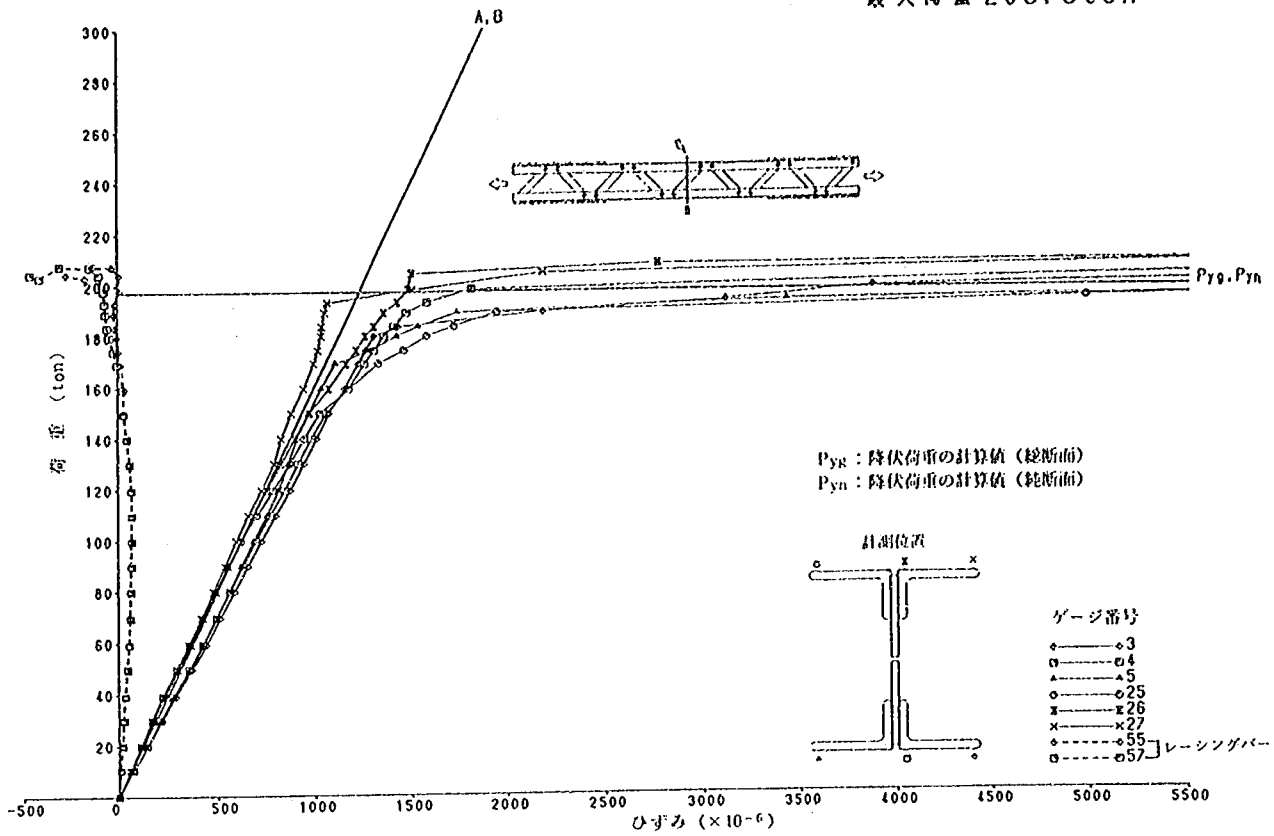


図-2.12(a) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面II)

最大荷重 208.5 ton

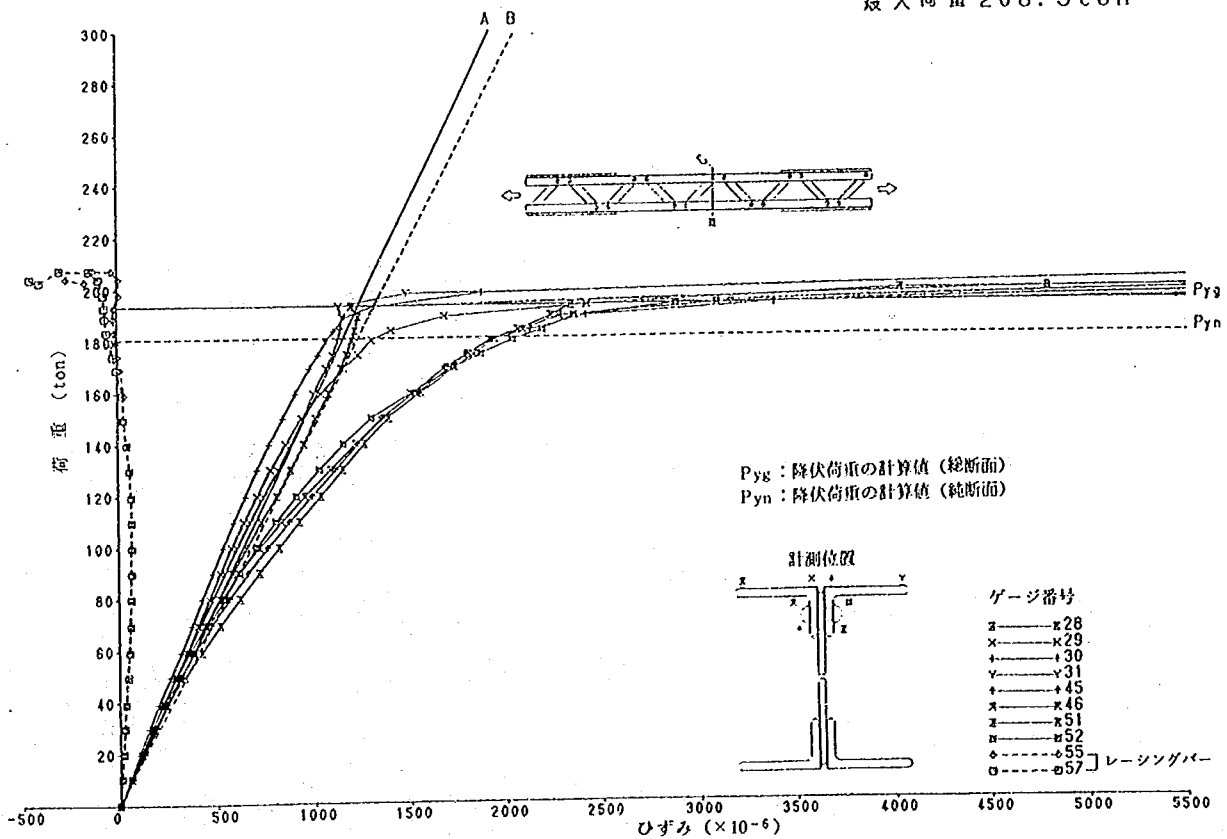
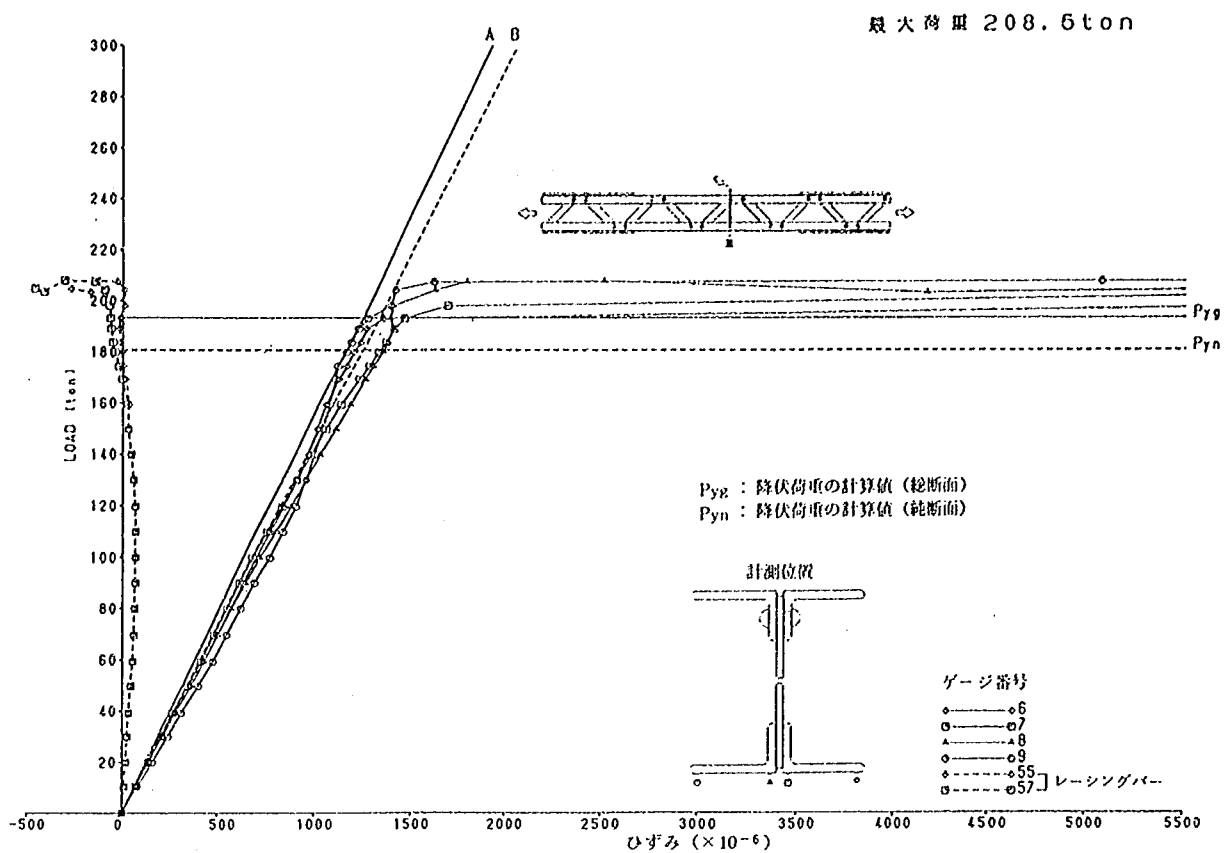
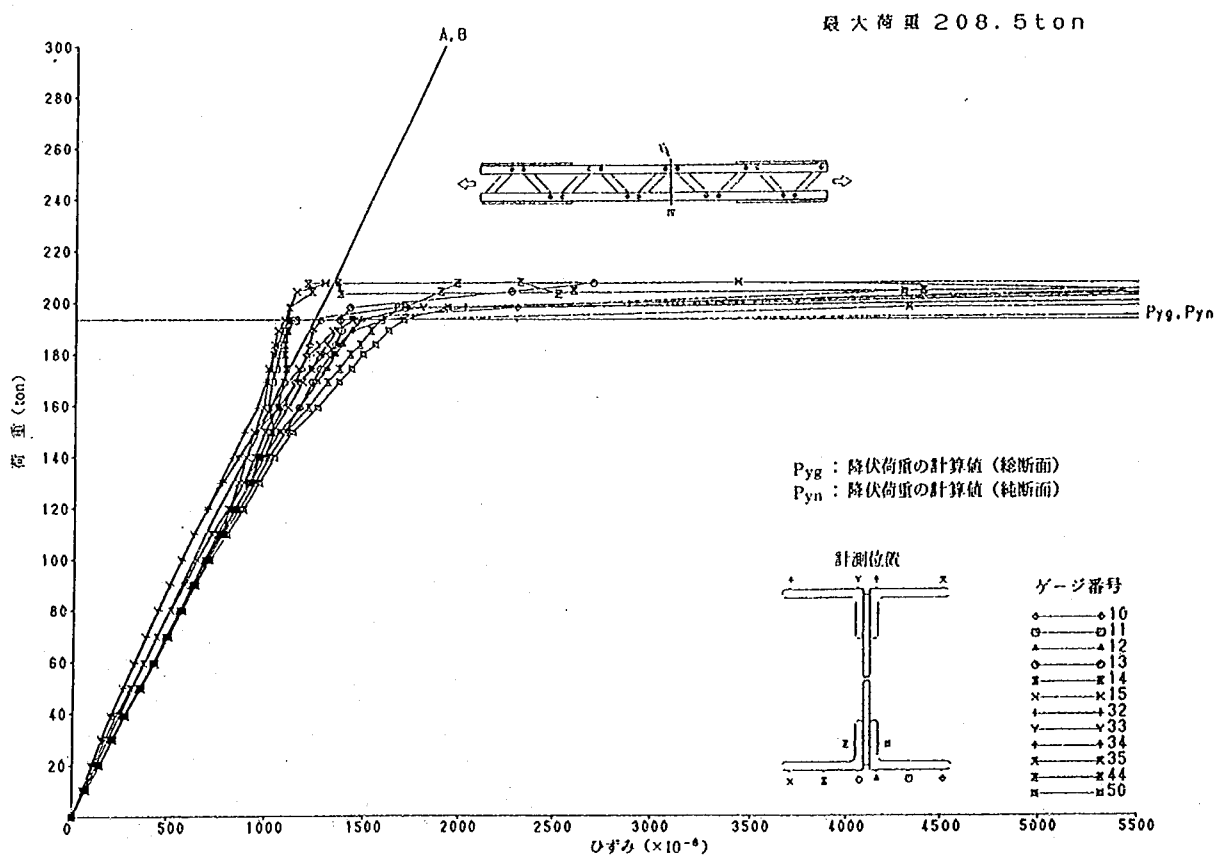


図-2.12(b) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面III)



図－2.12(c) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面Ⅲ)



図－2.12(d) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面Ⅳ)

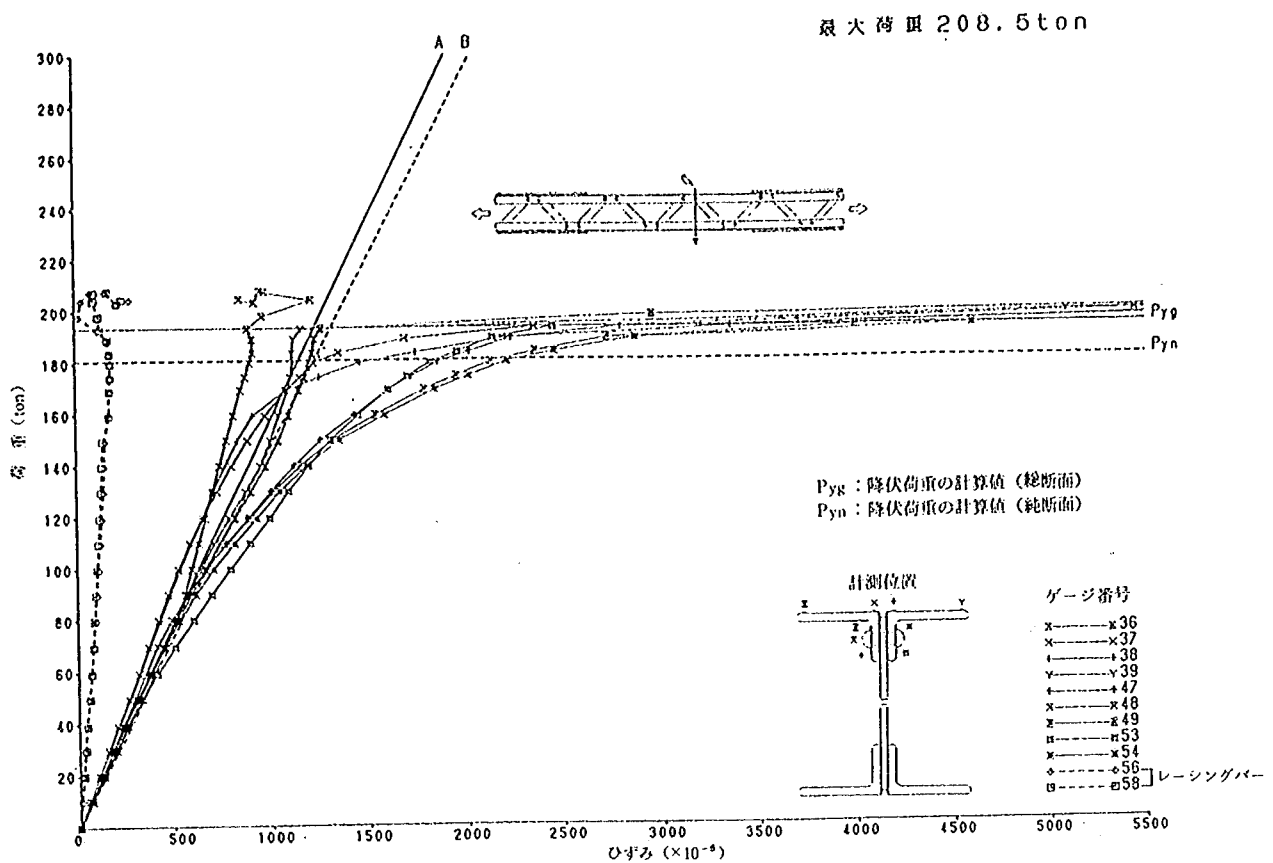


図-2.12(e) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面V)

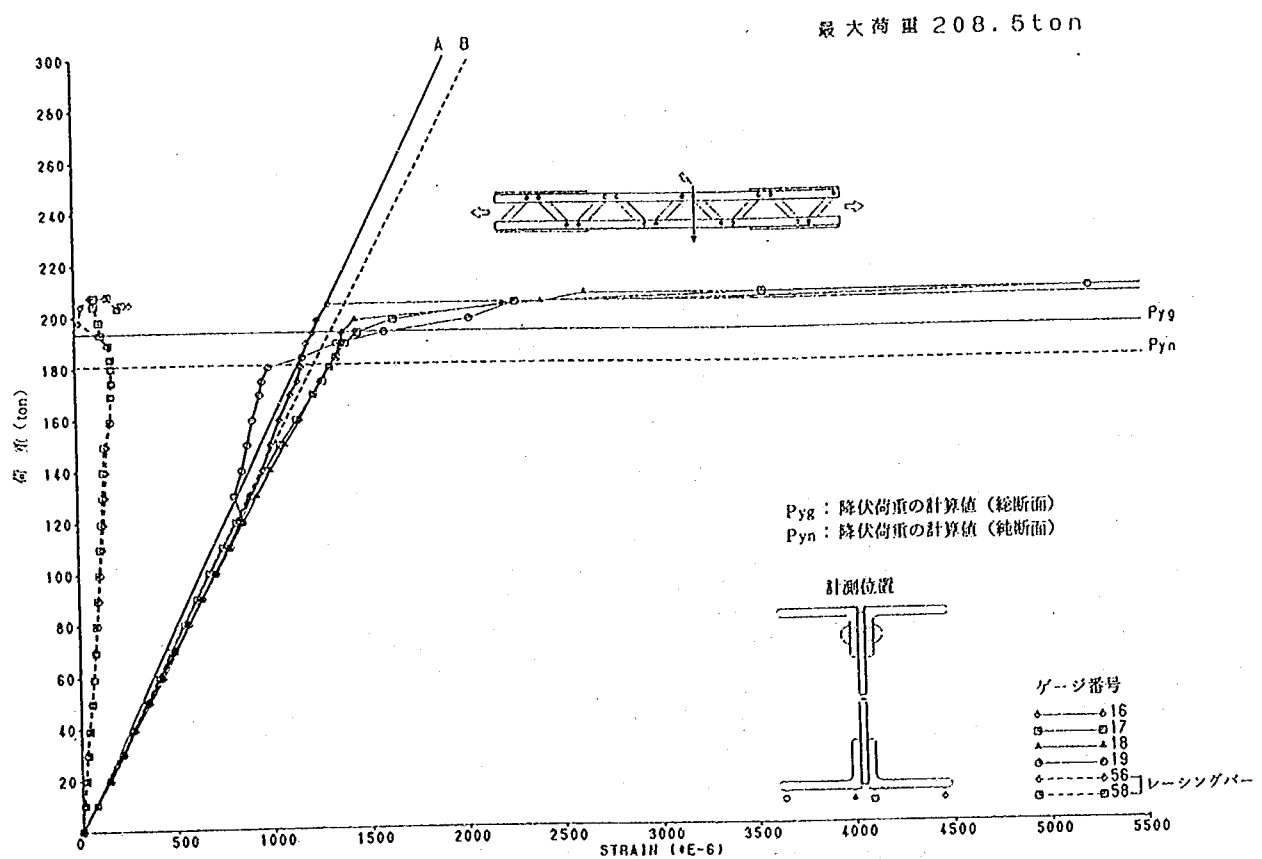


図-2.12(f) 荷重とL形鋼のひずみの関係 (断面V)

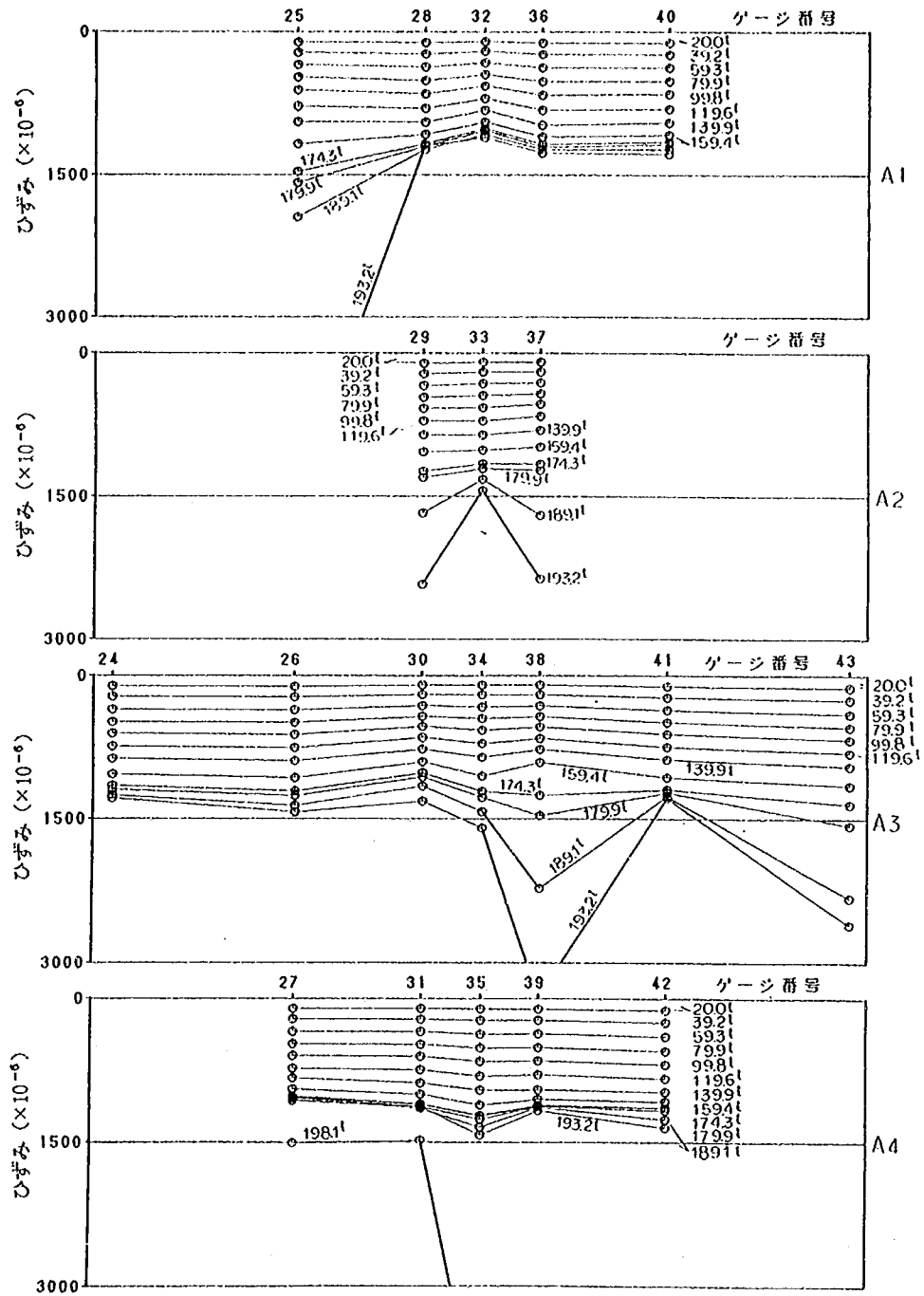
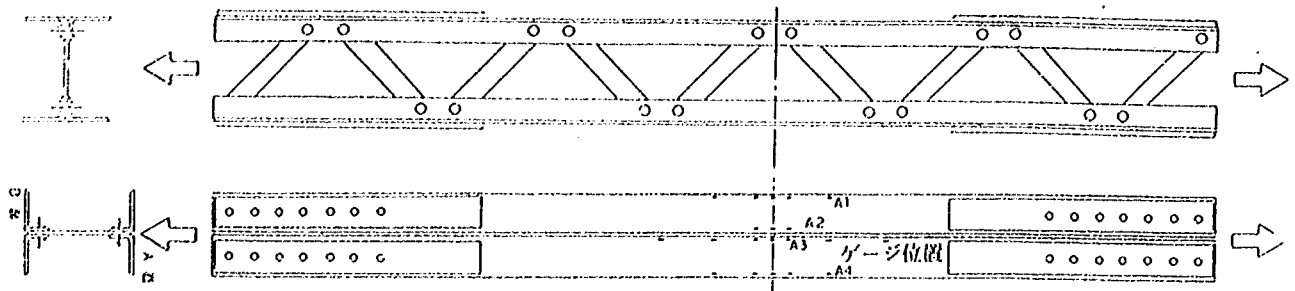


図 - 2. 13(a) ひずみ分布 (軸方向A面)

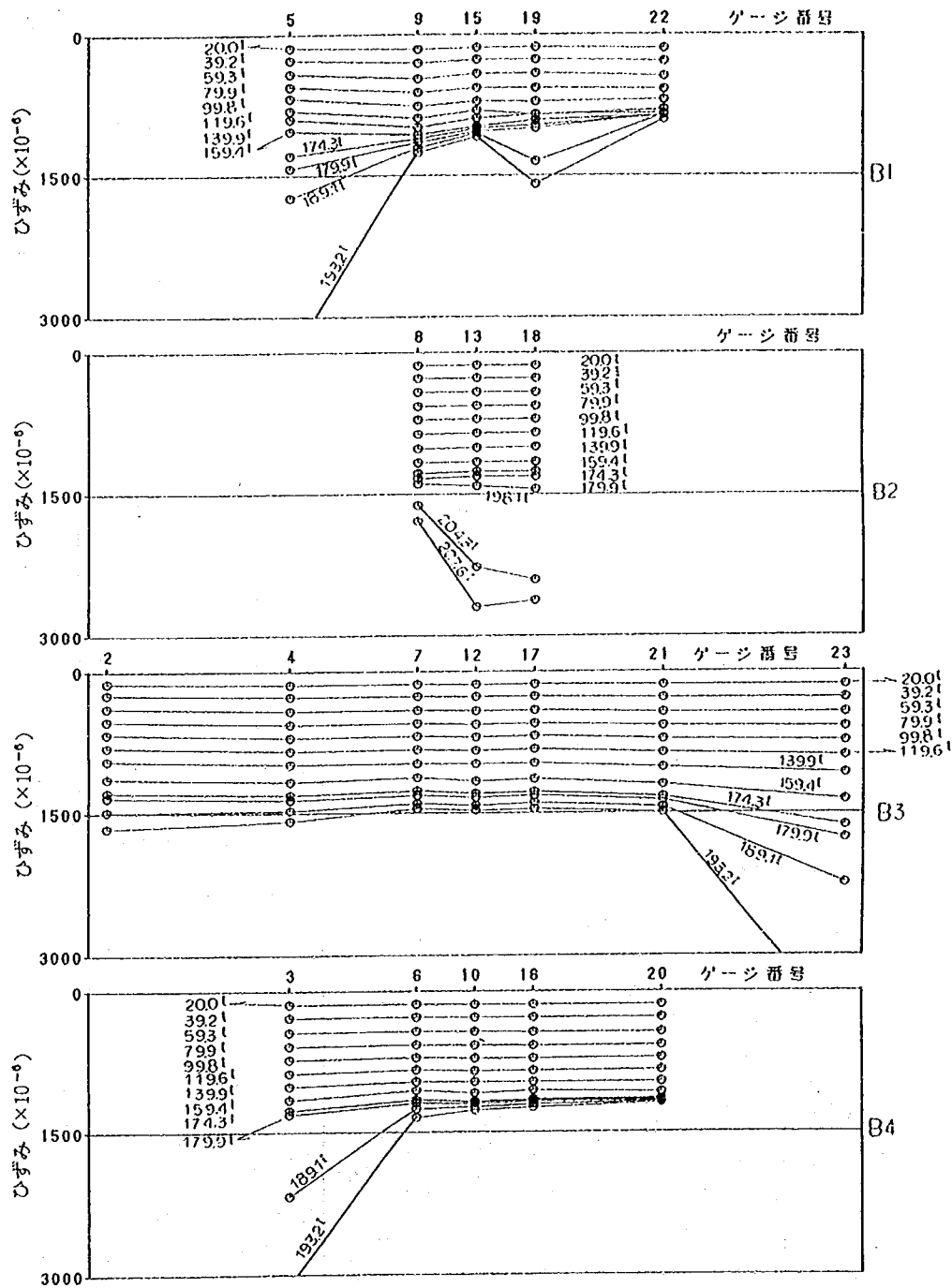
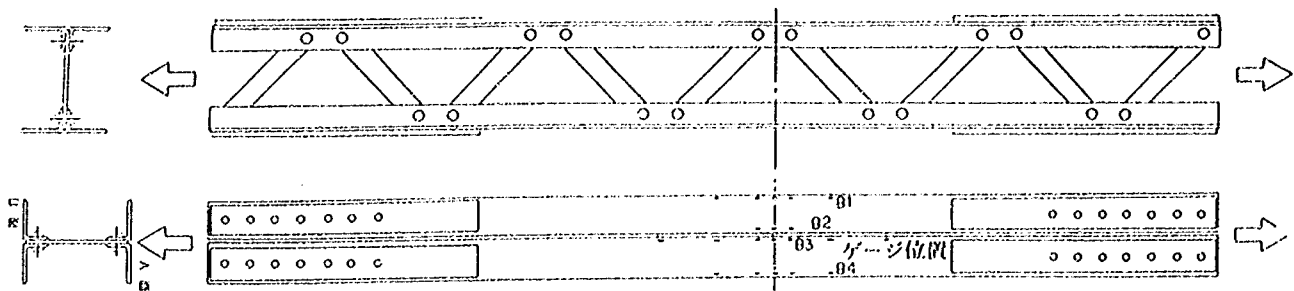


図-2.13(b) ひずみ分布(軸方向B面)

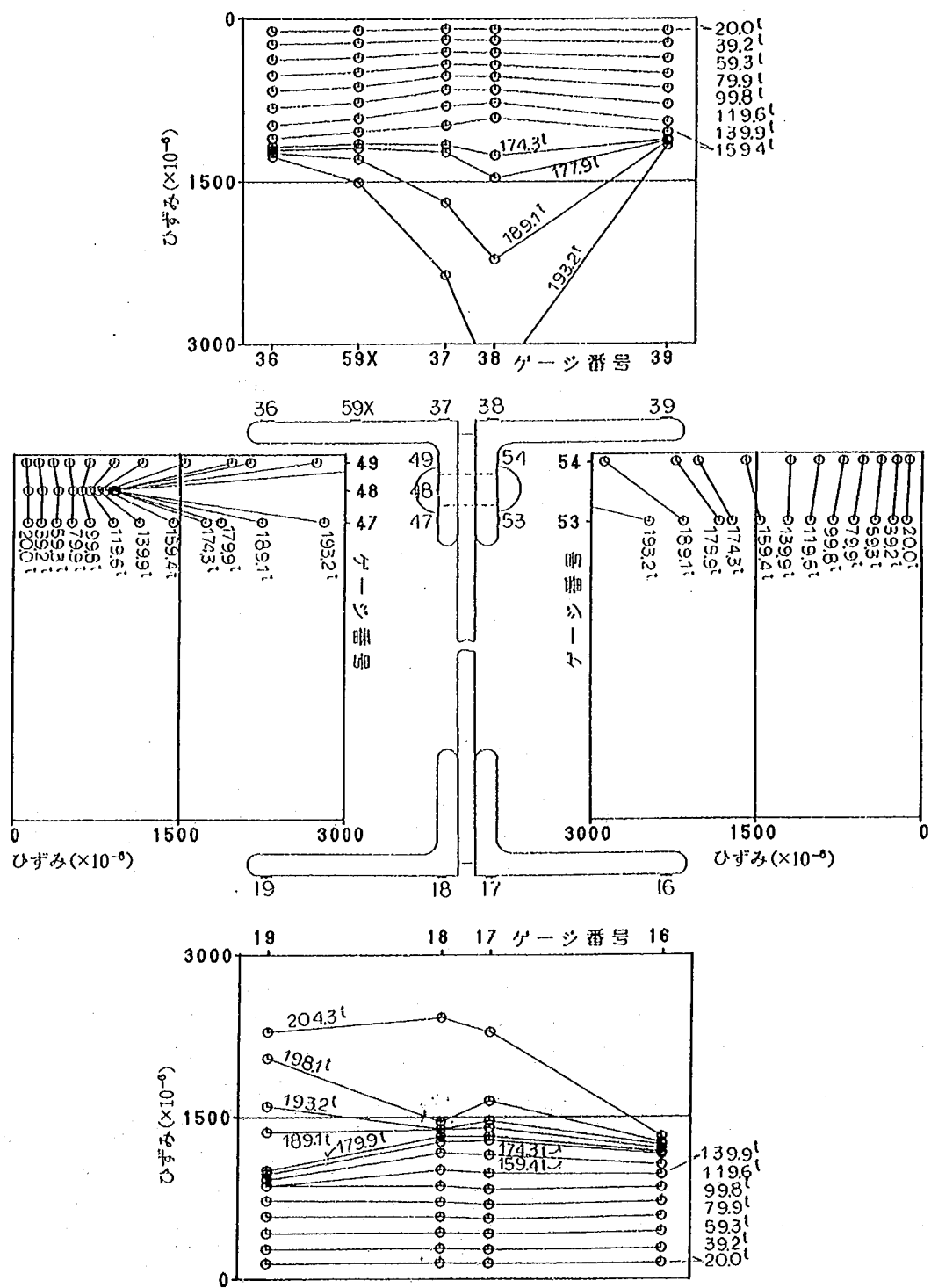
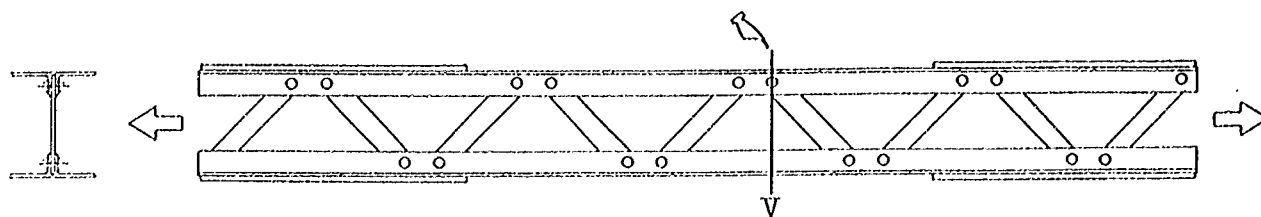


図-2.14 ひずみ分布 (断面内)

要旨

本報告は、『橋梁上部構造の耐荷力評価に関する研究(昭和61年～平成元年)』の一環として昭和61年度に行ったゲルバー桁橋の吊り桁部の耐荷力試験および昭和62年度に行ったトラスの腹材の耐荷力試験の結果をまとめたものである。

キーワード：既設橋梁，耐荷力，ゲルバー桁，トラス腹材

郵便はがき

305-□□

41円切手
をはって
下さい

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

構造橋梁部橋梁研究室御中

No. 20

No. 20

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2869号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

土木研究所資料第2869号