

土木研究所資料
第1008号

PCけたの施工実態調査とその解析

昭和50年3月

建設省土木研究所
システム課



目 次

第1編 諸 論	1
§1 ま え が き	1
§2 寸法公差の検討に用いた数式	1
2.1 平均値、分散値、不偏分散	1
2.2 尖 度、歪 度	2
2.3 3つ以上の平均値の一樣性の検定	2
2.4 3つ以上の分散値の一樣性の検定	3
2.5 絶対誤差と相対誤差	3
2.6 断面寸法と応力度の関係式	5
2.6.1 断面諸量の計算	5
2.6.2 桁自重による曲げモーメント	6
2.6.3 曲げモーメントによる応力度	7
2.6.4 断面寸法と応力度の増分	7
2.6.5 応力度における各断面寸法の微係数	10
2.6.6 断面寸法と応力度の解析法	13
2.6.7 断面寸法と応力度の相関	13
2.6.8 ケーブルの偏心量と応力度の関係	14
§3 参 考 文 献	18
第2編 PCプレテンション桁の寸法公差	19
§1 ま え が き	19
§2 測定データの総件数	19
§3 測定データの削除数	20
§4 測定データの実処理データ数	22
§5 測定された断面寸法	23
§6 解 析 手 順	24
§7 寸法誤差の統計量	24
7.1 絶対誤差の統計量	24
7.1.1 中 央 断 面	25
7.1.2 端 断 面	28

7.1.3 地区別の寸法誤差	31
7.1.4 全国区の寸法誤差	37
7.1.5 地区別から見た寸法誤差の分散値	38
7.1.6 地区別から見た寸法誤差の平均値	39
7.1.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値	40
7.1.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値	41
7.1.9 絶対誤差についての考察	42
7.2 相対誤差の統計量	44
7.2.1 中央断面	44
7.2.2 端断面	47
7.2.3 地区別の寸法誤差	50
7.2.4 全国区の寸法誤差	56
7.2.5 地区別から見た寸法誤差の分散値	57
7.2.6 地区別から見た寸法誤差の平均値	58
7.2.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値	59
7.2.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値	60
7.2.9 相対誤差についての考察	61
7.3 関東、中国地区のウェブ厚 B_2 の誤差の統計量	62
7.3.1 中央断面	62
7.3.2 端断面	65
7.3.3 ウェブ幅 B_2 の誤差の平均値、分散値	68
7.3.4 各測定断面のウェブ幅 B_2 の平均値及び分散値についての考察	70
7.4 支間長 l の誤差の統計量	71
第3編 PCポストテンション桁の寸法公差	73
§1 ま え が き	73
§2 測定データの総件数	73
§3 測定データの削除数	74
§4 測定データの実処理データ数	76
§5 測定された断面寸法の記号	77
§6 寸法誤差の解析手順	78
§7 寸法誤差の統計量	78

7.1 絶対誤差の統計量	78
7.1.1 中央断面	79
7.1.2 端断面	82
7.1.3 地区別の寸法誤差	84
7.1.4 全国区の寸法誤差	90
7.1.5 地区別から見た寸法誤差の分散値	91
7.1.6 地区別から見た寸法誤差の平均値	92
7.1.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値	93
7.1.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値	94
7.1.9 絶対誤差についての考察	95
7.2 相対誤差の統計量	97
7.2.1 中央断面	97
7.2.2 端断面	100
7.2.3 地区別の寸法誤差	102
7.2.4 全国区の寸法誤差	108
7.2.5 地区別から見た寸法誤差の分散値	109
7.2.6 地区別から見た寸法誤差の平均値	110
7.2.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値	111
7.2.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値	112
7.2.9 相対誤差についての考察	113
7.3 関東、中国地区のウェブ厚 B_2 の誤差の統計量	115
7.3.1 中央断面	115
7.3.2 端断面	118
7.3.3 ウェブ幅 B_2 の誤差の平均値、分散値	121
7.3.4 各測定断面のウェブ幅 B_2 の平均値及び分散値についての考察	123
7.4 各地区の ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の誤差の統計量	125
7.4.1 中央断面	125
7.4.2 端断面	127
7.4.3 B_2 の分散値の一樣性の検定	129
7.4.4 B_2 の平均値の一樣性の検定	131
7.4.5 B_2 の分散値、平均値の一樣性の検定についての考察	133
7.5 支間長 l の誤差の統計量	134

第4編 施工誤差と断面応力の検討	135
§ 1 寸法公差の検討法	135
§ 2 断面の数による支間分け	136
§ 3 支間分けによる断面の番号のリスト	137
§ 4 断面寸法の記号	139
§ 5 設計寸法の平均値	140
§ 6 施工寸法の平均値	141
§ 7 寸法誤差の平均値、最大値、最小値	142
§ 8 設計寸法及び施工寸法の桁断面積の比率	145
§ 9 桁下縁応力度 σ_L と M_d , I , y_L , Z_L の関係	146
§10 各設計断面の平均寸法の微係数	147
§11 施工誤差による応力度の単位分散値、標準偏差	148
§12 施工誤差による応力度	149
§13 施工誤差における応力度の検討	162

第1編 緒 論

§ 1. ま え が き

設計された橋桁断面と現場で施工された橋桁断面の間に寸法差が生ずる。この寸法差の生じ方は施工業者又は施工場所によって異なって来る。ある与えられた設計条件のもとで、なるべく忠実に設計条件通り橋桁を完成させる努力は施工業者の設計条件の規則遵守いかんにかかって来る。だがその反面、あまり設計条件に忠実すぎると施工のコストが増大し採算に合わない場合もでて来る。それ故各桁断面寸法の許容しうる寸法差の範囲内でなるべく忠実に設計条件に合った施工を行なうのが望ましい。その上橋全体のバランスのとれた設計、施工でなければ局部的に精度を高くして施工されても橋全体の釣合が取れない場合もでて来る。

本報告書は単純PC桁の断面寸法を各地区で測定された断面寸法と設計された断面寸法の間の寸法差について検討を行なう。寸法誤差の領域、又最大誤差はどれ位のオーダーになるか、又そのオーダーに対し応力度にどれ位影響を与えるか等諸問題を明らかにするため測定データを用いて統計手法で処理を行ない、寸法誤差について定性的、定量的に追求する事にした。

§ 2. 寸法公差の検討に用いた数式

2.1 平均値、不偏分散、不偏標準偏差

サンプルサイズ n の場合、夫々のデータを

$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ で表わすと

$$\text{平均値 } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{偏差平方和 } S &= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \end{aligned}$$

$$\text{不偏分散 } V = S / (n - 1)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{(n-1)} - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \sigma^2 \end{aligned}$$

$$\text{不偏標準偏差 } \sigma = \sqrt{V} = \sqrt{S / (n - 1)}$$

平均値は統計量の中心を表わす。

分散値は統計量のバラツキの度合を表わす。

n : 自由度

2.2 尖 度、歪 度

歪度と尖度によって正規分布に見なしてよいかの判定は歪度がゼロに近く、尖度が3又は3に近い場合、ヒストグラムの分布は正規分布に見なしてよいが、そうでない場合は正規分布に見なすことはできない。

(i) 歪度の求め方 (正規分布の場合) $N(\mu, \sigma^2)$

$$\alpha_3 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^3 p(x) dx}{\left\{ \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 p(x) dx \right\}^{\frac{3}{2}}} \dots\dots\dots (b-1)$$

$$\text{但し } p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \begin{cases} \alpha_3 > 0 & \text{分布が左に偏ってる} \\ \alpha_3 < 0 & \text{分布が右に偏ってる} \\ \alpha_3 = 0 & \text{の場合正規分布} \end{cases}$$

μ : 平均値, σ^2 : 分散値

(ii) 尖度の求め方

$$\alpha_4 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^4 p(x) dx}{\left\{ \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 p(x) dx \right\}^2} \dots\dots\dots (b-2)$$

$$\begin{cases} \alpha_4 = 3 & \text{の場合正規分布 (ガウス分布)} \\ \alpha_4 > 3 & \text{とがり方が大きい (正規分布より)} \\ \alpha_4 < 3 & \text{とがり方が小さい (")} \end{cases}$$

鋭角又は鈍角をもつ三角形の場合 $\alpha_4 = 2.4$

2.3 3つ以上の平均値の一様性の検定

$$q_0 = \frac{\max |\bar{\mu}_i - \bar{\mu}_j|}{\sqrt{V/n}}$$

但し、 $V = \sum S_i / \sum \phi_i$ ($i=1, 2 \dots n$)

$$\phi_i = ni - 1$$

検定尺 $q = q(k, \phi, \alpha)$ 但し、 α = 危険率 ($\alpha = 0.05$)

$q_0 > q$ 有意差あり

$q_0 \leq q$ 有意差あるとは言えない。

2.4 3つ以上の分散値の一樣性の検定 (Bartlett の検定)

1つの正規母集団 $N(\mu, \sigma^2)$ からそれぞれ $n_1, n_2, n_3, \dots$ の試料を抜き取り不偏分散を求め、それを $V_1, V_2, V_3, \dots$ にすれば分散値の一樣性は次に述べる方法にもとずいて検定することができる。

$$\text{不偏分散 } V_i = \frac{S_i}{\phi_i} \quad (\text{但し, } i=1, 2, \dots, k)$$

$$\phi_i \quad \text{自由度 } (n-1)$$

$$V = \sum S_i / \sum \phi_i \quad (k = \text{水準の数})$$

$$n = \text{繰り返し回数}$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left\{ \left(\sum \frac{1}{\phi_i} \right) - \frac{1}{(\sum \phi_i)} \right\}$$

$$\chi_0^2 = \frac{2.3026}{C} \left\{ \sum_{i=1}^k \phi_i \log_{10} V - \left(\sum_{i=1}^k \phi_i \cdot \log_{10} V_i \right) \right\}$$

$$F_{\max} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}}$$

$$L = \chi^2(k-1, \alpha) \quad \alpha : \text{有意水準}$$

$$\chi_0^2 \geq L \quad \text{有意差あり}$$

$$\chi_0^2 < L \quad \text{有意差ありとは云えない。}$$

2.5 絶対誤差と相対誤差

今回は施工誤差について、絶対誤差と相対誤差の両方から各地区について誤差の検討を行った。二者の誤差間にいかなる関係があるかを以下に述べる。

$$\text{絶対誤差} \quad \delta_a = (x_0 - x_D) \quad \dots\dots\dots (a)$$

$$\text{相対誤差} \quad \delta_r = \frac{(x_0 - x_D)}{x_D} \times 100 \quad \dots\dots\dots (b)$$

但し、 x_0 : 実測値

x_D : 設計値

$$\delta_r = \delta_a \cdot \frac{100}{x_D}$$

$$\text{又は } \delta_a = \frac{\delta_r \cdot x_D}{100}$$

$$(1) \text{ 平均値 } \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i \quad \dots\dots\dots (c) \quad \left(\begin{array}{l} n : \text{データの数} \\ \delta_i : \text{誤差} \end{array} \right)$$

$$\text{絶対誤差の平均値 } \mu_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ai} \quad \dots\dots\dots (d)$$

$$\begin{aligned} \text{相対誤差の平均値 } \mu_r &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ri} \\ &= \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{ai}}{x_{Di}} \quad \dots\dots\dots (e) \end{aligned}$$

(d)/(e)

$$\begin{aligned} \frac{\mu_a}{\mu_r} &= \frac{\sum \delta_a}{100 \sum \frac{\delta_a}{x_D}} \\ \text{又は } \mu_r &= \mu_a \cdot \frac{100 \sum \frac{\delta_a}{x_D}}{\sum \delta_a} \quad \dots\dots\dots (f) \end{aligned}$$

式(f)は相対誤差の平均値と絶対誤差の平均値の間の関係を示した式である。

$$(2) \text{ 不偏分散 } \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \mu)^2 \quad \dots\dots\dots (g)$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (\delta_a - \mu_a)^2 \quad \dots\dots\dots (h)$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_r^2 &= \frac{1}{(n-1)} \sum (\delta_r - \mu_r)^2 \\ &= \frac{1}{(n-1)} \sum \left(\delta_a \cdot \frac{100}{x_D} - \mu_a \cdot \frac{100 \sum \frac{\delta_a}{x_D}}{\sum \delta_a} \right)^2 \\ &= \frac{10000}{(n-1)} \sum \left(\frac{\delta_a}{x_D} - \frac{\mu_a \cdot \sum \frac{\delta_a}{x_D}}{\sum \delta_a} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (i) \end{aligned}$$

(h)/(i)より

$$\frac{\sigma_a^2}{\sigma_r^2} = \frac{\sum (\delta_a - \mu_a)^2}{10^4 \cdot \sum \left(\frac{\delta_a}{x_D} - \frac{\mu_a \sum \frac{\delta_a}{x_D}}{\sum \delta_a} \right)^2}$$

$$\text{又は } \hat{\sigma}_r^2 = \hat{\sigma}_a^2 \cdot 10^4 \cdot \Sigma \left(\frac{\partial a}{\partial x_D} - \frac{\mu_a \cdot \Sigma \frac{\partial a}{\partial x_D}}{\Sigma \partial a} \right)^2 / \Sigma (\partial a - \mu_a)^2 \quad \dots\dots\dots (j)$$

式j)は相対誤差の不偏分散と絶対誤差の不偏分散の関係を表わした式になる。

2.6 断面寸法と応力度の関係式

応力度 $\sigma = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 但し x_i は断面寸法を表わす Taylor の級数展開によって

$$\sigma = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial \sigma}{\partial x_i} \bigg|_{x=\bar{x}} (x_i - \bar{x}_i)$$

但し、高次項を省略した。従って応力度の平均値は近似的に

$$\bar{\sigma} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$

応力度の標準偏差 $\Delta\sigma$ は近似的に次の様に表わす。

$$\Delta\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \sigma}{\partial x_i} \bigg|_{x=\bar{x}} \right)^2 \Delta x_i^2$$

$$\text{又は } \Delta\sigma = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \sigma}{\partial x_i} \bigg|_{x=\bar{x}} \right)^2 \cdot \Delta x_i^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

但し、 $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$

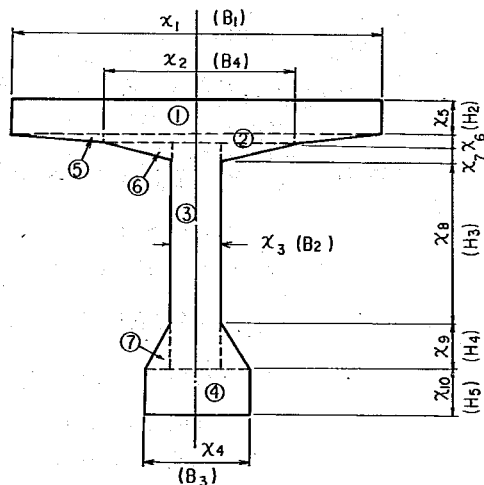
$$\Delta\sigma = \sigma - \bar{\sigma}$$

を表わす。

以上述べた様に Δx_i は寸法による誤差量を表わし $\Delta\sigma$ は寸法の誤差量による応力度の影響量を示す。次にその具体的な解析法を述べる。

2.6.1 断面諸量の計算

- x_1 : B_1 上フランジ幅
- x_2 : B_4
- x_3 : B_2 ウェブ幅
- x_4 : B_3 下フランジ幅
- x_5 : 上フランジ厚
- x_6 : 上フランジハンチ高
- x_7 : 上フランジハンチ高



x_8 : ウェブの純高
 x_9 : 下フランジハンチの高さ
 x_{10} : 下フランジ厚

断面寸法は図-1の様に x_i で表わし断面諸量は次の様に計算する。

要素 の番号	A	Y	AY	AY ²	I ₀
①	$x_1 x_5$	$\frac{1}{2} x_3$			$\frac{1}{12} x_1 x_5^3$
②	$x_2 x_6$	$x_5 + \frac{1}{2} x_6$			$\frac{1}{12} x_2 x_6^3$
③	$x_3 (x_7 + x_8 + x_9)$	$x_5 + x_6 + \frac{1}{2} (x_7 + x_8 + x_9)$			$\frac{1}{12} x_3 (x_7 + x_8 + x_9)^3$
④	$x_4 x_{10}$	$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2} x_{10}$			$\frac{1}{12} x_4 x_{10}^3$
⑤	$\frac{1}{2} x_6 (x_1 - x_2)$	$x_5 + \frac{1}{3} x_6$			$\frac{1}{36} (x_1 - x_2) x_6^3$
⑥	$\frac{1}{2} x_7 (x_2 - x_3)$	$x_5 + x_6 + \frac{1}{3} x_7$			$\frac{1}{36} (x_2 - x_3) x_7^3$
⑦	$\frac{1}{2} x_9 (x_4 - x_3)$	$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3} x_9$			$\frac{1}{36} (x_4 - x_3) x_9^3$

2.6.2 桁自重による曲げモーメント

$$M_0 = \frac{1}{8} W_0 \ell^2 + \frac{1}{3} P_{01} \cdot L_2 + P_{03} \left(\frac{n \ell}{4} - \sum_{i=1}^m \ell_{Y_i} \right)$$

$$\text{又は } M_0 = \frac{2.5}{8} \cdot A \ell^2 + \frac{2.5}{6.0} (A' - A) L_2^2 + \left(\frac{n \ell}{4} - \sum_{i=1}^m \ell_{Y_i} \right) (A' - A) \times$$

$$\{ Y_t + 0.5 (B_3 - B_2) \} \times 2.5 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{但し } W_0 = 2.5 \text{ t/m}^2 \times A$$

$$P_{01} = \frac{(A' - A) \cdot L_2}{2.0} \times 2.5 \text{ t/m}^2$$

$$P_{03} = (A' - A) \cdot \{ Y_t + 0.5 \cdot (B_3 - B_2) \} \times 2.5 \text{ t/m}^2$$

A : 中央断面の断面積 (m^2)

A' : 端断面の断面積 (m^2)

L₂ : 拡張長 (m)

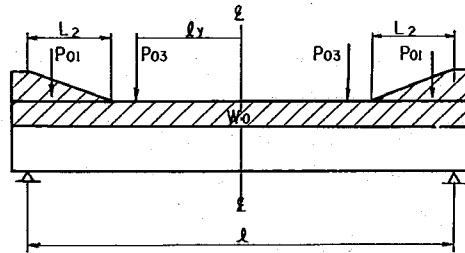
Y_t : 横桁のウェブ厚 (m)

ℓ : 支間長 (m)

n : 横桁の本数

ℓ_y : 横桁と支間中央迄の距離 (m)

m : 支点から支間中央の間にある横桁本数



B_3 : 下フランジ幅

B_2 : ウェブ幅

式1)から見られる様に $(A' - A) \div 0$ と仮定し、抗腹長及び横桁による曲げモーメントの影響はきわめて小さいので

$$M_0 = \frac{1}{8} W_0 \ell^2 \text{ で代表させる様にする。}$$

2.6.3 曲げモーメントによる応力度

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u &= M_0 / Z_u \\ \sigma_r &= M_0 / Z_L \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

2.6.4 断面寸法と応力度の増分

断面寸法を x の函数として表わすと断面諸量は次の様に表わされる。

$$\text{面積} \quad A = \sum_{i=1}^n a_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{断面一次モーメント} \quad AY = \sum_{i=1}^n a_i y_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$AY^2 = \sum_{i=1}^n a_i y_i^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$I_0 = \sum_{i=1}^n b_i \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$y_u = AY / A = \frac{\sum a_i y_i}{\sum a_i} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$y_L = y_u - H \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$I = I_0 + AY^2 - A \cdot y_u^2$$

$$I = \sum b_i + \sum a_i y_i^2 - \frac{(\sum a_i y_i)^2}{\sum a_i} \dots\dots\dots (9)$$

$$Z_u = I / y_u \dots\dots\dots (10)$$

$$Z_L = I / y_L \dots\dots\dots (11)$$

但し、 a_i : i エレメントの断面積

b_i : " の重心における断面二次モーメント

y_i : " の重心から上フランジ縁迄の距離

H : 桁高

以上すべては x の函数になる。

断面寸法と応力度の関係を経験的に結ぶと仮定すればその間の微係数は次の式によって求められる。即ち式(2)より

$$\sigma = M_0 / Z$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x_i} = \frac{1}{Z} \frac{\partial M_0}{\partial x_i} - \frac{M_0}{Z^2} \cdot \frac{\partial Z}{\partial x_i} \dots\dots\dots (12)$$

$$M_0 = C \cdot A = C \sum a_i \quad (\text{但し、} C = \frac{2.5}{8} \text{ } \ell^2 \text{ に置いた。})$$

$$\therefore \frac{\partial M_0}{\partial x_i} = C \cdot \frac{\partial \sum a_i}{\partial x_i} \dots\dots\dots (13)$$

式(12)の $\partial Z / \partial x_i$ は上縁応力度について求めると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial Z_u}{\partial x_i} &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left(-\frac{I}{y_u} \right) \\ &= \frac{1}{y_u} \frac{\partial I}{\partial x_i} - \frac{I}{y_u^2} \frac{\partial y_u}{\partial x_i} \\ &= \frac{1}{y_u} \left(\frac{\partial \sum b_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \sum a_i y_i^2}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{(\sum a_i y_i)^2}{\sum a_i} \right) \right) - \\ &\quad \frac{I}{y_u^2} \cdot \frac{\partial y_u}{\partial x_i} \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{(\sum a_i y_i)^2}{\sum a_i} \right) = \frac{2 \sum a_i y_i}{\sum a_i} \cdot \frac{\partial \sum a_i y_i}{\partial x_i} - \frac{(\sum a_i y_i)^2}{(\sum a_i)^2} \cdot \frac{\partial \sum a_i}{\partial x_i} \dots (15)$$

$$\frac{\partial y_u}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\sum a_i y_i}{\sum a_i} \right) = \frac{1}{\sum a_i} \cdot \frac{\partial \sum a_i y_i}{\partial x_i} - \frac{\sum a_i y_i}{(\sum a_i)^2} \cdot \frac{\partial \sum a_i}{\partial x_i} \dots\dots\dots (16)$$

式(15)、(16)を式(14)に代入し $\frac{\partial Z_u}{\partial x_i}$ が求まり、式(13)と式(14)を式(12)に代入して $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$ が求められる。

下縁応力度の増分についても同じ様に

$$\sigma_L = \frac{M_0}{Z_L}$$

$$\frac{\partial \sigma_L}{\partial x_i} = \frac{1}{Z_L} \cdot \frac{\partial M_0}{\partial x_i} - \frac{1}{Z_L^2} \cdot \frac{\partial Z_L}{\partial x_i} \dots\dots\dots (17)$$

$$\frac{\partial Z_L}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{I}{y_L} \right)$$

$$= \frac{1}{y_L} \cdot \frac{\partial I}{\partial x_i} - \frac{I}{y_L^2} \cdot \frac{\partial y_L}{\partial x_i}$$

$$\frac{\partial y_L}{\partial x_i} = \frac{\partial (y_u - H)}{\partial x_i}$$

$$= \frac{\partial y_u}{\partial x_i} - \frac{\partial H}{\partial x_i} \dots\dots\dots (18)$$

$$H = \sum_{j=5}^{10} x_j = x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}$$

式(18)の右辺第1項 $\frac{\partial y_u}{\partial x_i}$ は式(10)を用い、下縁応力度を求めるに式(18)の右辺第2項の $\frac{\partial H}{\partial x_i}$ を加えなければならない。即ち、

$$\frac{\partial Z_L}{\partial x_i} = \frac{1}{y_L} \left(\frac{\partial \Sigma b_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \Sigma a_i y_i^2}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{(\Sigma a_i y_i)^2}{\Sigma a_i} \right) \right) - \frac{I}{y_L^2} \cdot \frac{\partial y_L}{\partial x_i}$$

$$= \frac{1}{y_L} \left(\frac{\partial \Sigma b_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \Sigma a_i y_i^2}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{(\Sigma a_i y_i)^2}{\Sigma a_i} \right) \right) - \frac{I}{y_L^2} \cdot \frac{\partial y_u}{\partial x_i} +$$

$$\frac{I}{y_L^2} \cdot \frac{\partial H}{\partial x_i} \dots\dots\dots (19)$$

式(13)、(19)を式(11)に代入し $\partial \sigma_L / \partial x_i$ について求めれば下縁応力度による増分が得られる。

次に各々の微係数を以下に示すと、

2.6.5 応力度における各断面寸法の微係数

x_i	$\frac{\partial}{\partial x_i}$	$\frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_i}$
x_1		$x_5 + \frac{1}{2}x_6$
x_2		$\frac{1}{2}(x_6 + x_7)$
x_3		$x_8 + \frac{1}{2}(x_7 + x_9)$
x_4		$\frac{1}{2}x_9 + x_{10}$
x_5		x_1
x_6		$\frac{1}{2}(x_1 + x_2)$
x_7		$\frac{1}{2}(x_2 + x_3)$
x_8		x_3
x_9		$\frac{1}{2}(x_3 + x_4)$
x_{10}		x_4
x_i	$\frac{\partial}{\partial x_i}$	$\partial \Sigma b_i / \partial x_i$
x_1		$\frac{1}{12}x_5^3 + \frac{1}{36}x_6^3$
x_2		$\frac{1}{18}x_6^3 + \frac{1}{36}x_7^3$
x_3		$\frac{1}{12}(x_7 + x_8 + x_9)^3 - \frac{1}{36}(x_7^3 + x_9^3)$
x_4		$\frac{1}{36}(x_9^3 + 3x_{10}^3)$
x_5		$\frac{1}{4}x_1x_5^2$
x_6		$\frac{1}{12}x_6^2(x_1 + 2x_2)$
x_7		$\frac{1}{4}x_3(x_7 + x_8 + x_9)^2 + \frac{1}{12}(x_2 - x_3)x_7^2$
x_8		$\frac{1}{4}x_3(x_7 + x_8 + x_9)^2$
x_9		$\frac{1}{4}x_3(x_7 + x_8 + x_9)^2 + \frac{1}{12}x_9^2(x_4 - x_3)$
x_{10}		$\frac{1}{4}x_4x_{10}^2$

x_i	$\frac{\partial}{\partial x_i}$	$\frac{\partial \sum a_{ij} y_j}{\partial x_i}$
x_1		$\frac{1}{2} x_5^2 + \frac{1}{2} x_6 (x_5 + \frac{1}{3} x_6)$
x_2		$\frac{1}{2} x_5 x_6 + \frac{1}{3} x_6^2 + \frac{1}{2} x_7 (x_5 + x_6 + \frac{1}{3} x_7)$
x_3		$(x_7 + x_8 + x_9) [x_5 + x_6 + \frac{1}{2} (x_7 + x_8 + x_9)] - \frac{1}{2} x_7 (x_5 + x_6 + \frac{1}{3} x_7) - \frac{1}{2} x_9 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3} x_9)$
x_4		$x_{10} (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2} x_{10}) + \frac{1}{2} x_9 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3} x_9)$
x_5		$x_1 x_5 + x_3 (x_7 + x_8 + x_9) + x_4 x_{10} + \frac{1}{2} x_6 (x_1 - x_2) + x_2 x_6 + \frac{1}{2} x_7 (x_2 - x_3) + \frac{1}{2} x_9 (x_4 - x_3)$
x_6		$x_2 (x_5 + x_6) + x_3 (x_7 + x_8 + x_9) + x_4 x_{10} + \frac{1}{2} (x_1 - x_2) (x_5 + \frac{2}{3} x_6) + \frac{1}{2} x_7 (x_2 - x_3) + \frac{1}{2} x_9 (x_4 - x_3)$
x_7		$x_4 x_{10} + x_3 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) + \frac{1}{2} (x_2 - x_3) (x_5 + x_6 + \frac{2}{3} x_7) + \frac{1}{2} x_9 (x_4 - x_3)$
x_8		$x_4 x_{10} + x_3 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) + \frac{1}{2} x_9 (x_4 - x_3)$
x_9		$x_4 x_{10} + x_3 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) + \frac{1}{2} (x_4 - x_3) (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{4}{3} x_9)$
x_{10}		$x_4 (x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10})$

$x_i \begin{matrix} \partial \\ \partial x_i \end{matrix}$	$\frac{\partial \sum a_i y_i^2}{\partial x_i}$
x_1	$\frac{1}{4}x_5^3 + \frac{1}{2}x_6(x_5 + \frac{1}{3}x_6)^2$
x_2	$x_6(x_5 + \frac{1}{2}x_6)^2 - \frac{1}{2}x_6(x_5 + \frac{1}{3}x_6)^2 + \frac{1}{2}x_7(x_5 + x_6 + \frac{1}{3}x_7)^2$
x_3	$(x_7 + x_8 + x_9)[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)]^2 -$ $\frac{1}{2}x_7(x_5 + x_6 + \frac{1}{3}x_7)^2 - \frac{1}{2}x_9(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)^2$
x_4	$x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10})^2 +$ $\frac{1}{2}x_9(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)^2$
x_5	$\frac{3}{4}x_1x_5^2 + 2x_2x_6(x_5 + \frac{1}{2}x_6)(x_7 + x_8 + x_9)[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)] +$ $2x_4x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10}) + x_8(x_1 - x_2)(x_5 + \frac{1}{3}x_6) +$ $x_7(x_2 - x_3)(x_5 + x_6 + \frac{1}{3}x_7) + x_9(x_4 - x_3)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)$
x_6	$x_2(x_5 + \frac{1}{2}x_6)(x_5 + \frac{3}{2}x_6) + 2x_3(x_7 + x_8 + x_9)[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)] +$ $2x_4x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10}) + \frac{1}{2}(x_1 - x_2)(x_5 + x_6)(x_5 + \frac{1}{3}x_6) +$ $x_7(x_2 - x_3)(x_5 + x_6 + \frac{1}{3}x_7) + x_9(x_4 - x_3)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)$
x_7	$x_3[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)][x_5 + x_6 + \frac{3}{2}(x_7 + x_8 + x_9)] +$ $2x_4x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10}) + \frac{1}{2}(x_2 - x_3)(x_5 + x_6 + \frac{1}{3}x_7)(x_5 +$ $+ x_8 + x_9) + x_9(x_4 - x_3)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)$
x_8	$x_3[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)][x_5 + x_6 + \frac{3}{2}(x_7 + x_8 + x_9)] +$ $2x_4x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10}) +$ $x_9(x_4 - x_3)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)$
x_9	$x_3[x_5 + x_6 + \frac{1}{2}(x_7 + x_8 + x_9)][x_5 + x_6 + \frac{3}{2}(x_7 + x_8 + x_9)] +$ $2x_4x_{10}(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10}) +$ $\frac{1}{2}(x_4 - x_3)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + \frac{2}{3}x_9)(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + 2x_9)$
x_{10}	$x_4(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{1}{2}x_{10})(x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \frac{3}{2}x_{10})$

2.6.6 断面寸法と応力度の解析法

x_i の $i=1$ の場合を例に示すと

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma}{\partial x_1} &= \frac{1}{Z} \cdot \frac{\partial M_0}{\partial x_1} - \frac{M_0}{Z^2} \cdot \frac{\partial Z}{\partial x_1} \\ &= \frac{C}{Z} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} - \frac{C \sigma a_i}{Z^2} \cdot \frac{\partial Z}{\partial x_1} \\ &= \frac{C}{Z} \left(\frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} - \frac{\Sigma a_i}{Z} \cdot \frac{\partial Z}{\partial x_1} \right) \dots\dots\dots (23)\end{aligned}$$

式(23)は又次の様に書き直すことができる。

$$\begin{aligned}\frac{\partial Z_u}{\partial x_1} &= \frac{1}{y_u} \left(\frac{\partial \Sigma b_i}{\partial x_1} + \frac{\partial \Sigma a_i y_i^2}{\partial x_1} - \frac{2 \Sigma a_i y_i}{\Sigma a_i} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i y_i}{\partial x_1} + \right. \\ &\quad \left. \frac{(\Sigma a_i y_i)^2}{(\Sigma a_i)^2} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} \right) - \frac{I}{y_u^2} \left(\frac{1}{\Sigma a_i} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i y_i}{\partial x_1} - \frac{\Sigma a_i y_i}{(\Sigma a_i)^2} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} \right) \\ &= \frac{1}{y_u} \left(\frac{\partial \Sigma b_i}{\partial x_1} + \frac{\partial \Sigma a_i y_i^2}{\partial x_1} \right) - \frac{1}{y_u} \cdot \frac{2 \Sigma a_i y_i}{\Sigma a_i} + \frac{I}{y_u^2} \cdot \frac{1}{\Sigma a_i} \cdot \frac{\partial \Sigma a_i y_i}{\partial x_1} \\ &\quad + \left(\frac{1}{y_u} \cdot \frac{(\Sigma a_i y_i)^2}{(\Sigma a_i)^2} + \frac{I}{y_u^2} \cdot \frac{\Sigma a_i y_i}{(\Sigma a_i)^2} \right) \frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} \dots\dots\dots (24)\end{aligned}$$

但し、 $\frac{\partial \Sigma a_i}{\partial x_1} = x_s + \frac{1}{2} x_e$

$$\frac{\partial \Sigma a_i y_i}{\partial x_1} = \frac{1}{2} x_s^2 + \frac{1}{2} x_e \left(x_s + \frac{1}{3} x_e \right)$$

$$\frac{\partial \Sigma b_i}{\partial x_1} = \frac{1}{12} x_s^3 + \frac{1}{36} x_e^3$$

$$\frac{\partial \Sigma a_i y_i^2}{\partial x_1} = \frac{1}{4} x_s^3 + \frac{1}{2} x_e \left(x_s + \frac{1}{3} x_e \right)^2$$

2.6.7 断面寸法と応力度の相関

標準設計の断面寸法は表1の様に分ける事ができる。

表 1

支間分け	断面寸法	B	B ₀	B ₁	B ₂	T	T ₂	T ₃	H	
									MAX	MIN
1400 ≤ L ≤ 2000		120	15	69	40		18	18	110	75
2000 < L ≤ 3500		150	16	70	50	19.0	21	20	175	110
3500 < L ≤ 4000			18	72					225	155

断面寸法と応力度を求めると

(i) 支間分け 2 m 間隔

1 4 ~ 2 0 4 ケース

2 2 ~ 3 5 7 ケース

3 5 ~ 4 0 3 ケース

(ii) 桁高の区分け 10 cm ピッチ H

1 4 ~ 2 0 4 ケース 80 ~ 110

2 2 ~ 3 5 7 ケース 110 ~ 170

3 5 ~ 4 0 7 ケース 160 ~ 220

(iii) 断面寸法と応力度の増分は式(2)より求められる。

2.6.8 ケーブルの偏心量と応力度の関係

(a) プレストレス導入直後の応力度

$$\text{上縁} \quad \sigma_{ct} = \frac{P_t}{A_N} - \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{Nu}} \dots\dots\dots (a-1)$$

$$\text{下縁} \quad \sigma_{ct} = \frac{P_t}{A_N} + \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{NL}} \dots\dots\dots (a-2)$$

但し、 P_t : プレストレス導入直後 PC 鋼線の引張力

$$P_t = \sigma_{Pt} \cdot A_c \cdot NPC$$

但し、 $\sigma_{Pt} = \sigma_{Pt1} - \Delta \sigma_P$

$$\sigma_{Pt} = \sigma_{Pt1} \left[1.0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{E_P}{E_c} \cdot A_c (NPC-1) \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p^2}{I_N} \right) \right] -$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{E_P}{E_c} \cdot \frac{M_{do}}{I_N} \cdot e_p \dots\dots\dots (a-4)$$

$$\sigma_{Pt1} = \frac{\sigma_{Pi}}{1 + \mu \alpha + \lambda \ell} \quad (\mu = 0.3, \lambda = 0.004, \ell \text{ m で入力})$$

A_c : ケーブルの断面積

NPC : ケーブルの本数

E_P : ケーブルのヤング係数 ($E_P/E_c = 2.0 \times 10^6 / 3.5 \times 10^5 = 5.714$)

E_c : コンクリートのヤング係数

A_N : 純断面積

I_N : " の断面二次モーメント

M_{do} : 死荷重による曲げモーメント

e_p : 純断面の中立軸から下縁迄の距離

(b) 純断面の断面諸量の計算

$$A_N = \sum a_i - A_s \cdot NPC \quad \dots\dots\dots (b-1)$$

$$A_{NY} = \sum a_i x_i - A_s \cdot NPC \cdot (H-d') \quad \dots\dots\dots (b-2)$$

$$A_{NYZ} = \sum a_i x_i^2 - A_s \cdot NPC \cdot (H-d')^2 \quad \dots\dots\dots (b-3)$$

$$Y_{Nu} = A_{NY} / A_N = \frac{(\sum a_i x_i - A_s \cdot NPC (H-d'))}{(\sum a_i - A_s \cdot NPC)} \quad \dots\dots\dots (b-4)$$

$$Y_{NL} = Y_{Nu} - H \quad \dots\dots\dots (b-5)$$

$$I_N = I_o + A_{NYZ} - A_N \cdot Y_{Nu}^2 \quad \dots\dots\dots (b-6)$$

$$I_N = \sum b_i + \sum a_i x_i^2 - A_s \cdot NPC \cdot (H-d')^2 - A_N \cdot Y_{Nu}^2 \quad \dots\dots\dots (b-7)$$

$$Z_{Nu} = \frac{I_N}{Y_{Nu}} \quad \dots\dots\dots (b-8)$$

$$Z_{NL} = \frac{I_N}{Y_{NL}} \quad \dots\dots\dots (b-9)$$

$$e_p = Y_{NL} + d' \quad \dots\dots\dots (b-10)$$

但し、 A_s : シースの断面積

H : 桁高

d' : ケーブルの重心から桁下縁迄の距離

(c) PC鋼線の重心位置 (d')

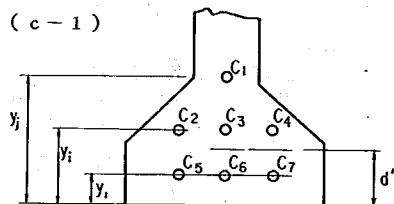
$$d' = \sum C_j \cdot Y_j / \sum C_j \quad \dots\dots\dots (c-1)$$

但し、 C_i : ケーブルの断面積

y_i : 各ケーブルの中心から

下縁迄の距離

即ち $d'(y_i)$ は y の函数で表わす。



(d) 導入直後の応力度と偏心量の関係

$$\sigma_{ct} = \frac{P_t}{A_N} + \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{NL}} \quad \dots\dots\dots (d-1)$$

$$\frac{\partial \sigma_{ct}}{\partial y_i} = \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p}{Z_{NL}} \right) \frac{\partial P_t}{\partial y_i} + P_t \cdot \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{e_p}{Z_{NL}} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p}{Z_{NL}} \right) \frac{\partial P_t}{\partial y_i} + P_t \left(\frac{1}{Z_{NL}} \cdot \frac{\partial e_p}{\partial y_i} - \frac{e_p}{Z_{NL}^2} \cdot \frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i} \right) \dots\dots\dots (d-2)$$

式 (d-2) の中の $\frac{\partial P_t}{\partial y_i}$, $\frac{\partial e_p}{\partial y_i}$, $\frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i}$ は次の様になる。

$$\begin{aligned}\frac{\partial P_t}{\partial y_i} &= A_c \cdot NPC \cdot \frac{\partial \sigma_{pt1}}{\partial y_i} \\ &= -A_c \cdot NPC \cdot \frac{1}{2} \sigma_{pt1} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot A_c (NPC-1) \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{e_p^2}{I_N} \right) - \\ &\quad \frac{M_{do}}{2} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{e_p}{I_N} \right) \cdot A_c \cdot NPC \\ &= -K_1 \cdot \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{e_p^2}{I_N} \right) - K_2 \cdot \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{e_p}{I_N} \right) \\ \frac{\partial P_t}{\partial y_i} &= -K_1 \cdot \left(\frac{2e_p}{I_N} \cdot \frac{\partial e_p}{\partial y_i} - \frac{e_p^2}{I_N^2} \cdot \frac{\partial I_N}{\partial y_i} \right) - K_2 \left(\frac{1}{I_N} \cdot \frac{\partial e_p}{\partial y_i} - \frac{e_p}{I_N^2} \cdot \frac{\partial I_N}{\partial y_i} \right) \\ &= \left(-\frac{2K_1 e_p}{I_N} - \frac{K_2}{I_N} \right) \frac{\partial e_p}{\partial y_i} + \left[K_1 \left(\frac{e_p}{I_N} \right)^2 + \frac{K_2 e_p}{I_N^2} \right] \frac{\partial I_N}{\partial y_i} \dots\dots (d-3)\end{aligned}$$

但し、 $K_1 = \frac{1}{2} \cdot A_c^2 \cdot NPC \cdot \sigma_{pt1} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot (NPC-1)$

$$K_2 = \frac{1}{2} \cdot M_{do} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot A_c \cdot NPC$$

に置いた。

式 (d-2) の $\frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i}$ は

$$\begin{aligned}\frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i} &= \frac{\partial}{\partial y_i} \left(\frac{I_N}{Y_{NL}} \right) = \frac{1}{Y_{NL}} \cdot \frac{\partial I_N}{\partial y_i} - \frac{I_N}{Y_{NL}^2} \cdot \frac{\partial Y_{NL}}{\partial y_i} \\ &= \frac{1}{Y_{NL}} \cdot \left(\frac{\partial A_{NYZ}}{\partial y_i} - 2 \cdot A_N \cdot Y_{Nu} \cdot \frac{\partial Y_{Nu}}{\partial y_i} \right) - \frac{I_N}{Y_{NL}^2} \cdot \frac{\partial Y_{Nu}}{\partial y_i} \\ &= -\frac{2}{Y_{NL}} A_s \cdot NPC \cdot (H-d') \cdot \frac{\partial d'}{\partial y_i} - 2 \cdot A_N \cdot \frac{Y_{Nu}}{Y_{NL}} \times \\ &\quad \frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \cdot \frac{\partial d'}{\partial y_i} - \frac{I_N}{Y_{NL}^2} \cdot \left(\frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \right) \frac{\partial d'}{\partial y_i} \\ \therefore \frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i} &= \frac{1}{Y_{NL}} \left(2 \cdot A_s \cdot NPC \cdot (H-d') - 2 \cdot A_s \cdot NPC \cdot Y_{Nu} - \frac{A_s \cdot NPC \cdot I_N}{A_N \cdot Y_{NL}} \right) \frac{\partial d'}{\partial y_i} \\ &= \frac{A_s \cdot NPC}{Y_{NL}} \left[2(H-d') - 2 Y_{Nu} - \frac{I_N}{A_N \cdot Y_{NL}} \right] \frac{\partial d'}{\partial y_i} \dots\dots (d-4)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial I_N}{\partial y_i} &= \frac{\partial A_{NY2}}{\partial y_i} - 2 \cdot A_N \cdot Y_{Nu} \cdot \frac{\partial Y_{Nu}}{\partial y_i} \\ &= 2 A_s \cdot NPC (H-d' - Y_{Nu}) \cdot \frac{\partial d'}{\partial y_i} \dots\dots\dots (d-5)\end{aligned}$$

(d-3)式の $\partial e_p / \partial y_i$ は

$$\begin{aligned}\frac{\partial e_p}{\partial y_i} &= \frac{\partial Y_{NL}}{\partial y_i} + \frac{\partial d'}{\partial y_i} \\ &= \frac{\partial Y_{Nu}}{\partial y_i} + \frac{\partial d'}{\partial y_i} \\ &= \left(-\frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \cdot \frac{\partial d'}{\partial y_i} \right) + \frac{\partial d'}{\partial y_i}\end{aligned}$$

$$\frac{\partial e_p}{\partial y_i} = \left(1 + \frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \right) \frac{\partial d'}{\partial y_i} \dots\dots\dots (d-6)$$

式(d-2)は又は次の様書き直せる。

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_{ct}}{\partial y_i} &= \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p}{Z_{NL}} \right) \frac{\partial P_t}{\partial y_i} + \frac{P_t}{Z_{NL}} \cdot \frac{\partial e_p}{\partial y_i} - \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{NL}^2} \cdot \frac{\partial Z_{NL}}{\partial y_i} \\ &= \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p}{Z_{NL}} \right) \left\{ \left(\frac{-K_2 - 2K_1 e_p}{I_N} \right) \cdot \left(1 + \frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \right) \frac{\partial d'}{\partial y_i} + \right. \\ &\quad \left. 2 A_s \cdot NPC \left[K_1 \left(\frac{e_p}{I_N} \right)^2 + \frac{K_2 e_p}{I_N^2} \right] (H-d' - Y_{Nu}) \frac{\partial d'}{\partial y_i} \right\} + \\ &\quad \frac{P_t}{Z_{NL}} \cdot \left(1 + \frac{A_s \cdot NPC}{A_N} \right) \frac{\partial d'}{\partial y_i} - \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{NL}^2} \left\{ \frac{A_s \cdot NPC}{Y_{NL}} [2(H-d' - 2Y_{Nu} - \frac{I_N}{A_N \cdot Y_{NL}})] \right\} \frac{\partial d'}{\partial y_i} \dots (d-7)\end{aligned}$$

$$\text{又は} \quad \frac{\partial \sigma_{ct}}{\partial y_i} = [F_1 \cdot (F_2 \cdot F_3 + F_4 \cdot F_5 \cdot F_6) + F_7 - F_8 \cdot F_9 \cdot F_{10}] \cdot \frac{\partial d'}{\partial y_i} \dots (d-8)$$

$$\text{但し } F_1 = \left(\frac{1}{A_N} + \frac{e_p}{Z_{NL}} \right)$$

$$F_4 = 2 A_s NPC$$

$$F_2 = \frac{-K_2 - 2K_1 e_p}{I_N}$$

$$F_5 = K_1 \left(\frac{e_p}{I_N} \right)^2 + \frac{K_2 e_p}{I_N^2}$$

$$F_3 = 1 + \frac{A_s \cdot NPC}{A_N}$$

$$F_6 = H - d' - Y_{Nu}$$

$$F_7 = \frac{P_t}{Z_{NL}} \cdot F_3$$

$$F_9 = \frac{F_4}{2 \cdot Y_{NL}}$$

$$F_8 = \frac{P_t \cdot e_p}{Z_{NL}^2}$$

$$F_{10} = 2(H - d' - Y_{Nu}) - \frac{I_N}{A_N \cdot Y_{NL}}$$

$\frac{\partial d'}{\partial y_i}$ は式 (c-1) から得られる。

$$K_1 = \frac{1}{2} \cdot A_c^2 \cdot \sigma_{p11} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot NPC(NPC-1)$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \cdot M_{do} \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot A_c \cdot NPC$$

§ 3 参 考 文 献

1. 中村慶一「技術者のための統計解析」、山海堂
2. 近藤次郎「確率論とその応用」、日科技連
3. R.H. Gallagher, d O.C. Zienkiewicz
 " Optimum Structural Design, Theory and Applications "
 Tohn Wrley d Song, London.

第2編 PCプレテンションの寸法誤差

§1 ま え が き

桁断面寸法の測定は全国で東北、関東、中部、関西、中国及び九州の6地区に分けられる。東北地区では全部で35本のPCプレテン桁を測定し関東212本、中部85本、関西250本、中国30本、九州地区では35本、6地区を合わせると全部で647本の桁数を計った事になる。桁一本に対し桁中央、中央と端部間2断面及び桁端部2断面、全部で5断面について B_1 , B_2 , B_3 , H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 及び支間長 ℓ の諸元について計り、測定した値と諸元に対応する設計値間の差に如何なる誤差が見られるかを今回の検討対象にする。

寸法誤差の処理に入る前に、先にデータのエラーを検出し、不良と思われるデータを解析対象から取り除き、残りのデータだけで統計処理を行なう事にした。

一方ウェブ幅 B_2 については B_2 , B_2 , B_2 の三ヶ所について測定しているが、その計測された場所は B_2 を中央に上下10cm離れたヶ所に B_2 , B_2 が計測されているので距離的に近い上、その値の変動に大差が見られない為、その平均値を用いて代表させる事にした。

端断面1-1, 2-2についてもその平均値を用いて統計処理する事にした。

§2 測定データの総件数

橋の種類 測定地区 記号	ポステン桁橋	プレテン桁橋	計
T 東 北	20	35	55
	10001~10020	10500~10534	
KA 関 東	210	212	422
	11001~11210	11500~11710	
B 中 部	70	85	155
	12001~12070	12501~12585	
S 関 西	95	250	345
	13001~13095	13500~13749	
G 中 国	28	30	58
	14001~14028	14501~14530	
K 九 州	39	35	74
	15001~15039	15500~15534	
計	462	647	1109

§ 3 測定データの削除数

(中央断面)

表 3.1

地方 項目	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
B ₁						
B ₂						1 5 5 1 2
B ₃		1 1 5 5 0 1 1 6 8 6	1 2 5 3 1			
H ₁		1 1 7 1 1		1 3 5 1 8 1 3 7 3 3		
H ₂		1 1 7 1 1				
H ₃	1 0 5 0 8	1 1 5 4 3 1 1 7 0 5		1 3 5 2 9 1 3 5 1 7 1 3 6 2 1		1 5 5 2 3
H ₄				1 3 5 3 9 1 3 6 9 4	1 4 5 0 8	
H ₅		1 1 6 3 1 1 1 7 1 1			1 4 5 1 3	
SPAN		1 1 5 4 4 1 1 5 8 6 1 1 6 5 0 1 1 5 5 1 1 1 6 5 8 1 1 7 1 1		1 3 5 6 7 1 3 5 8 3 1 3 5 8 5 1 3 5 8 6 1 3 5 9 0 1 3 7 0 2 1 3 7 0 7 1 3 7 1 4		
件	1	1 2	1	1 6	2	2
数	3 5	2 1 2	8 5	2 5 0	3 0	3 5

P.C. プレテン桁削除データ表

(端断面)

表 3.2

地方 項目	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
B ₁						
B ₂				1 3 5 7 8		
B ₃	1 0 5 1 3					
H ₁			1 2 5 7 4	1 3 5 8 3 1 3 5 9 0		
H ₂						
H ₃				1 3 7 1 8		
H ₄		1 1 5 8 3				
H ₅		1 1 6 2 8		1 3 6 8 2		
件 数	1 3 5	2 2 1 2	1 8 5	5 2 5 0	0 3 0	0 3 5

§ 4. 測定データの実処理データ数

ブレテン桁実処理データ数

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中央断面	B ₁		3 4	2 1 2	8 5	2 5 0	3 0	3 5
	B ₂		2 2	2 1 2	8 5	2 5 0	3 0	3 4
	B ₃		3 3	2 1 0	8 4	2 5 0	3 0	3 5
	H ₁		3 4	2 1 1	8 4	2 4 6	1 7	3 5
	H ₂		3 4	2 1 1	8 5	2 5 0	3 0	3 5
	H ₃		3 4	2 0 9	8 5	2 4 6	3 0	3 4
	H ₄		3 4	2 1 2	8 5	2 4 8	2 9	3 5
	H ₅		3 4	2 0 9	8 5	2 5 0	2 9	3 5
端面	L		3 4	2 0 5	8 5	2 4 2	3 0	3 5
	B ₁		3 4	2 1 2	8 5	1 8 0	3 0	3 5
	B ₂		2 2	2 1 2	8 5	2 4 9	3 0	3 5
	B ₃		3 3	2 1 0	8 4	2 4 9	3 0	3 5
	H ₁		3 4	2 1 1	8 5	1 7 5	3 0	3 5
	H ₂		3 4	2 1 1	8 5	1 8 0	3 0	3 5
	H ₃		3 3	2 1 1	8 5	2 4 6	3 0	3 4
	H ₄		3 4	1 7 3	8 5	1 9 0	3 0	1 7
	H ₅		3 4	1 7 2	8 5	1 8 8	3 0	1 7

§ 5 測定された断面寸法

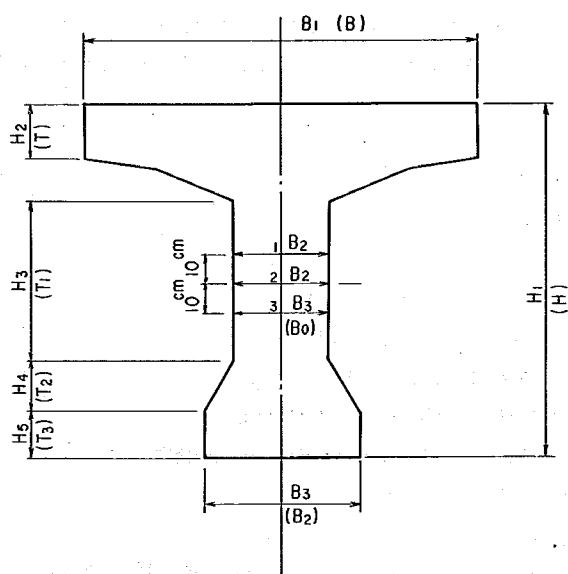


図5.1 中央断面

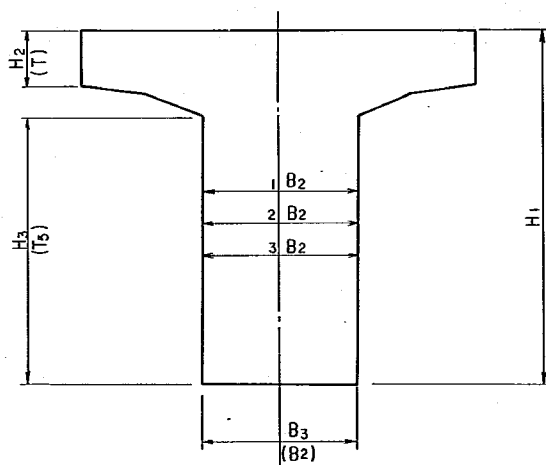


図5.2 端断面

§ 6 解析手順

寸法誤差について大きく分けると絶対誤差と相対誤差の二種類があるが夫々の誤差について以下に示す順序にもとづいて統計処理を行なう事にした。統計量の出力としては誤差の最大値、最小値、平均値、不偏分散、不偏標準偏差、歪度、尖度及びその度数分布の値を求める。

求める経緯は

- (a) 中央断面
- (b) 端断面
- (c) 各測定地区別
- (d) 全国区
- (e) 地区別から見た誤差の分散値の順位
- (f) 地区別から見た誤差の平均値の順位
- (g) 各断面寸法諸元に着目した際の分散値の順位
- (h) 各断面寸法諸元に着目した際の平均値の順位
- (i) ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の平均値、分散値の一様性の検定
- (j) 支間長 l
- (k) 考察

但し、(e)、(f)は誤差を横から見た場合と(g)、(h)は縦から見た場合の順位づけが推定できる。

§ 7 寸法誤差の統計量

7.1 絶対誤差の統計量

§ 7.1.1 中 央 断 面

表 7.1-1 中 央 断 面 (絶対誤差)

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 データの件数	ブ レ テ ン 桁					
			東 北 関	東 中 部	関 西 中	国 九	州	
			35	212	85	250	30	35
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値		4.667	8.000	5.000	4.667	6.000	4.333
	最 小 値		-4.000	-6.000	-4.333	-10.333	-3.000	-1.667
	平 均 値 μ		0.980	1.156	0.969	1.381	1.444	1.505
	不 偏 分 散 σ^2		3.508	8.424	5.240	1.863	4.110	1.649
	不 偏 標 準 差 σ		1.873	2.902	2.289	1.365	2.027	1.284
	歪 度		-0.489	-0.485	-0.262	-2.451	0.009	-0.095
	尖 度		3.155	2.688	2.791	23.297	2.676	2.732
B ₁	ヒストグラム の 形 状							
ウ ェ ブ 幅	最 大 値		3.000	12.556	5.778	4.778	5.000	4.111
	最 小 値		-1.222	-3.667	-0.667	-3.778	1.111	-0.222
	平 均 値 μ		0.545	2.606	2.184	1.407	2.674	1.516
	不 偏 分 散 σ^2		1.354	4.036	2.893	2.046	1.067	0.947
	不 偏 標 準 差 σ		1.164	2.009	1.701	1.430	1.033	0.973
	歪 度		0.324	0.617	0.019	0.424	0.754	0.453
	尖 度		2.033	6.376	1.751	3.530	2.795	2.854
B ₂	ヒストグラム の 形 状							
下 フ ラ ン ジ 幅	最 大 値		5.000	14.000	5.667	4.667	7.333	3.667
	最 小 値		-7.333	-4.000	-3.333	-2.000	-2.667	-0.667
	平 均 値 μ		-0.576	2.778	0.857	1.015	3.011	1.486
	不 偏 分 散 σ^2		1.2238	4.713	4.804	1.636	3.912	1.760
	不 偏 標 準 差 σ		3.498	2.171	2.192	1.279	1.978	1.327
	歪 度		0.003	0.402	-0.103	0.297	-0.078	0.204
	尖 度		2.012	6.809	2.080	2.992	4.156	1.779
B ₃	ヒストグラム の 形 状							

表 7.1 - 2 中 央 断 面 (絶対誤差)

断面 統計 法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北 関	東 中 部 関	西 中 国	九 州		
		35	212	85	250	30	35
け た 高 H ₁	最 大 値	6.333	11.667	8.667	6.000	9.000	6.333
	最 小 値	0.667	0.000	0.000	-1.000	2.667	0.000
	平 均 値 μ	3.441	4.264	3.115	2.367	5.843	2.476
	不 偏 分 散 σ^2	1.500	4.455	5.586	2.460	2.904	2.518
	不 偏 標 準 差 σ	1.225	2.111	2.364	1.568	1.704	1.587
	歪 度	0.123	1.127	0.457	-0.126	0.006	0.418
	尖 度	2.950	4.810	2.104	2.217	2.180	2.258
フ ラ ン ジ 高 H ₂	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値	4.333	8.000	6.000	5.667	4.667	3.667
	最 小 値	-1.667	-11.000	-1.333	-9.667	-2.333	-0.333
	平 均 値 μ	1.951	1.821	1.588	1.427	1.822	1.248
	不 偏 分 散 σ^2	2.102	4.595	2.520	2.924	3.952	0.832
	不 偏 標 準 差 σ	1.450	2.144	1.588	1.710	1.988	0.912
	歪 度	-0.517	-1.348	0.891	-1.425	-0.243	0.964
ウ ェ ブ 高 H ₃	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値	3.333	7.000	1.333	11.000	0.000	1.000
	最 小 値	-3.000	-17.500	-6.667	-6.333	-5.667	-0.333
	平 均 値 μ	0.696	-0.115	-0.027	0.214	-1.778	0.216
	不 偏 分 散 σ^2	1.289	6.782	0.974	1.959	3.466	0.120
	不 偏 標 準 差 σ	1.135	2.604	0.987	1.400	1.862	0.347
	歪 度	-0.958	-0.993	-3.733	-2.773	-0.375	0.870
H ₃	尖 度	4.954	11.509	24.995	26.965	1.651	3.002
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.1-3 中 央 断 面 (絶対誤差)

断面 統計 法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		35	212	85	250	30	35
下 ハ ン チ 高	最 大 値	0.667	4.333	1.667	2.667	3.333	1.333
	最 小 値	-2.667	-7.667	-1.667	-2.333	-0.333	0.000
	平 均 値 μ	-0.990	0.080	-0.086	0.440	1.069	0.400
	不 偏 分 散 σ^2	0.663	2.336	0.363	0.437	1.447	0.129
	不 偏 標 準 σ	0.814	1.529	0.602	0.661	1.203	0.360
	歪 度	0.003	-0.902	-0.262	0.577	0.485	0.567
	尖 度	2.113	5.529	4.856	5.089	1.678	2.516
H ₄	ヒストグラ ムの形状						
下 フ ラ ン ジ 高	最 大 値	4.000	6.000	3.667	3.000	5.000	2.333
	最 小 値	-1.667	-9.333	-0.667	-1.000	0.000	-0.333
	平 均 値 μ	0.990	1.383	1.165	0.628	1.609	0.800
	不 偏 分 散 σ^2	1.040	2.319	1.277	0.470	2.508	0.524
	不 偏 標 準 σ	1.020	1.523	1.130	0.686	1.584	0.724
	歪 度	0.199	-1.622	0.333	0.357	0.325	0.483
	尖 度	4.387	15.336	1.787	3.335	1.704	2.139
H ₅	ヒストグラ ムの形状						
支 間 長 L	最 大 値	9.750	5.000	8.250	6.500	9.000	3.750
	最 小 値	-8.500	-17.500	-15.750	-17.750	-13.750	-7.250
	平 均 値 μ	-1.353	-5.012	-6.309	-4.764	-3.742	-1.650
	不 偏 分 散 σ^2	2.6531	1.6991	3.4099	1.6360	5.2144	9.596
	不 偏 標 準 σ	5.151	4.122	5.839	4.045	7.221	3.098
	歪 度	0.478	-0.756	0.478	-0.170	0.180	0.051
	尖 度	1.940	3.055	2.606	3.309	1.464	1.956
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.1.2 端 断 面

表 7.1 - 4 端 断 面 (絶対誤差)

断面 統計 寸法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北 関	東 中 部 関	西 中 国	九 州		
		35	212	85	250	30	35
フ ラ ン ジ 幅 B ₁	最 大 値	6.000	10.000	6.500	5.000	7.500	3.500
	最 小 値	-2.500	-4.500	-5.500	-8.500	-4.000	-3.500
	平 均 値 μ	1.662	1.606	1.482	1.856	0.883	0.829
	不 偏 分 散 σ^2	3.450	5.871	6.729	3.736	8.546	3.426
	不 偏 標 準 差 σ	1.858	2.423	2.594	1.933	2.923	1.851
	歪 度	0.248	0.204	-0.406	-1.612	0.642	-0.635
	尖 度	2.812	3.196	3.182	7.933	2.302	2.598
	ヒストグラ ムの形状						
ウ ェ ブ 幅 B ₂	最 大 値	3.500	15.333	5.833	4.833	5.833	4.500
	最 小 値	-1.333	-8.333	0.167	-1.833	0.333	0.000
	平 均 値 μ	1.061	3.310	3.435	1.980	2.356	2.352
	不 偏 分 散 σ^2	1.033	7.155	1.199	1.118	2.220	1.591
	不 偏 標 準 差 σ	1.016	2.675	1.095	1.057	1.490	1.261
	歪 度	-0.101	0.616	-0.588	-0.107	0.872	-0.073
	尖 度	3.537	5.948	3.561	3.792	2.909	1.704
	ヒストグラ ムの形状						
下 フ ラ ン ジ 幅 B ₃	最 大 値	5.000	11.000	4.500	5.000	6.000	4.500
	最 小 値	-2.500	-2.500	-2.500	-3.000	-1.500	-2.500
	平 均 値 μ	0.758	3.617	1.637	1.564	2.400	1.200
	不 偏 分 散 σ^2	5.814	4.377	2.026	2.010	4.300	3.194
	不 偏 標 準 差 σ	2.411	2.092	1.423	1.418	2.074	1.787
	歪 度	0.056	0.576	-0.386	0.070	0.070	-0.131
	尖 度	1.654	4.618	3.074	2.481	1.711	2.091
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.1 - 5 端 断 面 (絶対誤差)

断面 統計 寸法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		35	212	85	250	30	35
け た 高 H ₁	最 大 値	10.000	12.000	7.000	6.500	6.000	5.500
	最 小 値	0.500	-3.500	-1.000	-5.000	-0.500	-2.500
	平 均 値 μ	4.368	3.789	2.595	2.434	2.767	2.429
	不 偏 分 散 σ^2	4.868	7.604	2.666	2.736	3.737	3.532
	不 偏 標 準 差 σ	2.206	2.758	1.633	1.654	1.933	1.879
	歪 度	0.110	0.516	0.727	-1.314	-0.148	-0.399
	尖 度	2.675	3.405	3.261	6.213	1.661	2.551
フ ラ ン ジ 高 H ₂	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値	6.000	7.000	4.000	4.000	6.500	3.000
	最 小 値	0.500	-5.000	-3.000	-5.000	-4.000	-1.000
	平 均 値 μ	2.309	1.803	1.194	1.456	1.850	1.129
	不 偏 分 散 σ^2	1.909	4.808	1.953	1.758	7.416	1.240
	不 偏 標 準 差 σ	1.382	2.193	1.397	1.326	2.723	1.114
	歪 度	0.387	-0.280	-0.568	-0.960	-0.041	0.058
ウ ェ ブ 高 H ₃	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値	3.500	7.000	2.500	4.500	2.000	1.500
	最 小 値	-1.500	-17.500	-5.000	-4.500	-5.000	-5.000
	平 均 値 μ	1.015	-0.182	-0.024	0.171	-1.667	0.221
	不 偏 分 散 σ^2	0.976	7.770	0.910	1.079	3.420	1.109
	不 偏 標 準 差 σ	0.988	2.787	0.954	1.039	1.849	1.053
	歪 度	-0.394	-1.451	-1.712	-0.289	0.006	-3.386
尖 度 H ₃	尖 度	4.158	12.395	10.932	5.519	1.547	18.001
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.1 - 6 端 断 面 (絶対誤差)

断面 統計 法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		35	212	85	250	30	35
下 ハ ン チ 高 H ₄	最 大 値	2.500	5.000	2.500	3.500	3.500	1.000
	最 小 値	-3.500	-6.000	-5.000	-2.500	0.000	0.000
	平 均 値	-0.574	0.098	0.000	0.318	0.983	0.353
	不 偏 分 散 σ^2	1.275	2.464	0.940	0.452	1.284	0.180
	不 偏 標 準 差 σ	1.129	1.570	0.970	0.673	1.133	0.424
	歪 度	-0.145	-0.187	-1.441	0.715	0.813	0.539
	尖 度	3.808	4.269	10.987	7.039	2.342	1.527
	ヒストグラムの形状						
下 フ ラ ン ジ 高 H ₅	最 大 値	3.500	18.000	6.500	4.000	4.000	1.500
	最 小 値	-0.500	-5.500	-2.500	-3.000	0.000	-1.000
	平 均 値	1.044	1.503	1.059	0.721	1.483	0.206
	不 偏 分 散 σ^2	1.127	5.007	1.913	0.578	2.336	0.346
	不 偏 標 準 差 σ	1.061	2.238	1.383	0.760	1.528	0.588
	歪 度	0.515	1.940	1.447	0.006	0.290	0.307
	尖 度	2.240	19.246	6.502	6.504	1.302	2.956
	ヒストグラムの形状						
	最 大 値						
	最 小 値						
	平 均 値						
	不 偏 分 散 σ^2						
	不 偏 標 準 差 σ						
	歪 度						
	尖 度						
	ヒストグラムの形状						

§ 7.1.3 地区別の寸法誤差

表 7.1 - 7 (絶 対 誤 差)

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	東 北					橋 種	ブ レ テ ン 桁	データの件数	3 5
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		4.667	-4.000	0.980	3.508	1.873	6.000	-2.500	1.662	3.450	1.858
B ₂ ウェブ幅		3.000	-1.222	0.545	1.354	1.164	3.500	-1.333	1.061	1.033	1.016
B ₃ 下フランジ幅		5.000	-7.333	-0.576	12.238	3.498	5.000	-2.500	0.758	5.814	2.411
H ₁ け た 高		6.333	0.667	3.441	1.500	1.225	10.000	0.500	4.368	4.868	2.206
H ₂ フランジ高		4.333	-1.667	1.951	2.102	1.450	6.000	0.500	2.309	1.909	1.382
H ₃ ウェブ高		3.333	-3.000	0.696	1.289	1.135	3.500	-1.500	1.015	0.976	0.988
H ₄ 下ハンチ高		0.667	-2.667	-0.990	0.663	0.814	2.500	-3.500	-0.574	1.275	1.129
H ₅ 下フランジ高		4.000	-1.667	0.990	1.040	1.020	3.500	-0.500	1.044	1.127	1.061
L 支 間 長		9.750	-8.500	-1.353	26.531	5.151					

表 7.1 - 8 (絶 対 誤 差)

断面 寸法	測定断面 統計記号	地 区	関 東					橋 種	フレテン桁	データの件数	212
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ
B ₁ フランジ幅		8.000	-6.000	1.156	8.424	2.902	10.000	-4.500	1.606	5.871	2.423
B ₂ ウェブ幅		12.556	-3.667	2.606	4.036	2.009	15.333	-8.333	3.310	7.155	2.675
B ₃ 下フランジ幅		14.000	-4.000	2.778	4.713	2.171	11.000	-2.500	3.617	4.377	2.092
H ₁ け た 高		11.667	0.0	4.264	4.455	2.111	12.000	-3.500	3.789	7.604	2.758
H ₂ フランジ高		8.000	-11.000	1.821	4.595	2.144	7.000	-5.000	1.803	4.808	2.193
H ₃ ウェブ高		7.000	-17.500	-0.115	6.782	2.604	7.000	-17.500	-0.182	7.770	2.787
H ₄ 下ハンチ高		4.333	-7.667	0.080	2.336	1.529	5.000	-6.000	0.098	2.464	1.570
H ₅ 下フランジ高		6.000	-9.333	1.383	2.319	1.523	18.000	-5.500	1.503	5.007	2.238
L 支 間 長		5.000	-17.500	-5.012	16.991	4.122					

表 7.1 - 9

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 部					橋 種	ブ レ テ ン 桁	デー タ の 件 数	8 5
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ
B ₁ フランジ幅		5.000	-4.333	0.969	5.240	2.289	6.500	-5.500	1.482	6.729	2.594
B ₂ ウェブ幅		5.778	-0.667	2.184	2.893	1.701	5.833	0.167	3.435	1.199	1.095
B ₃ 下フランジ幅		5.667	-3.333	0.857	4.804	2.192	4.500	-2.500	1.637	2.026	1.423
H ₁ ケ た 高		8.667	0.0	3.115	5.586	2.364	7.000	-1.000	2.595	2.666	1.633
H ₂ フランジ高		6.000	-1.333	1.588	2.520	1.588	4.000	-3.000	1.194	1.953	1.397
H ₃ ウェブ高		1.333	-6.667	-0.027	0.974	0.987	2.500	-5.000	-0.024	0.910	0.954
H ₄ 下ハンチ高		1.667	-1.667	-0.086	0.363	0.602	2.500	-5.000	0.0	0.940	0.970
H ₅ 下フランジ高		3.667	-0.667	1.165	1.277	1.130	6.500	-2.500	1.059	1.913	1.383
L 支 間 長		8.250	-15.750	-6.309	34.099	5.839					

表 7.1 - 10

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 西					橋 種	ブ レ テ ン 桁	データの数	250
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	σ
B ₁ フランジ幅		4.667	-1.0333	1.381	1.863	1.365	5.000	-8.500	1.856	3.736	1.933
B ₂ ウェブ幅		4.778	-3.778	1.407	2.046	1.430	4.833	-1.833	1.980	1.118	1.057
B ₃ 下フランジ幅		4.667	-2.000	1.015	1.636	1.279	5.000	-3.000	1.564	2.010	1.418
H ₁ けた高		6.000	-1.000	2.367	2.460	1.568	6.500	-5.000	2.434	2.736	1.654
H ₂ フランジ高		5.667	-9.667	1.427	2.924	1.710	4.000	-5.000	1.456	1.758	1.326
H ₃ ウェブ高		11.000	-6.333	0.214	1.959	1.400	4.500	-4.500	0.171	1.079	1.039
H ₄ 下ハンチ高		2.667	-2.333	0.440	0.437	0.661	3.500	-2.500	0.318	0.452	0.673
H ₅ 下フランジ高		3.000	-1.000	0.628	0.470	0.686	4.000	-3.000	0.721	0.578	0.760
L 支 間 長		6.500	-17.750	-4.764	16.360	4.045					

表 7.1 - 1.1

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 国					橋 種	プレテン桁		データの件数	30
		中 央 断 面					端 断 面					
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	
		max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	
B ₁ フランジ幅		6.000	-3.000	1.444	4.110	2.027	7.500	-4.000	0.883	8.546	2.923	
B ₂ ウェブ幅		5.000	1.111	2.674	1.067	1.033	5.833	0.333	2.356	2.220	1.490	
B ₃ 下フランジ幅		7.333	-2.667	3.011	3.912	1.978	6.000	-1.500	2.400	4.300	2.074	
H ₁ け た 高		9.000	2.667	5.843	2.904	1.704	6.000	-0.500	2.767	3.737	1.933	
H ₂ フランジ高		4.667	-2.333	1.822	3.952	1.988	6.500	-4.000	1.850	7.416	2.723	
H ₃ ウェブ高		0.000	-5.667	-1.778	3.466	1.862	2.000	-5.000	-1.667	3.420	1.849	
H ₄ 下ハンチ高		3.333	-0.333	1.069	1.447	1.203	3.500	0.000	0.983	1.284	1.133	
H ₅ 下フランジ高		5.000	0.0	1.609	2.508	1.584	4.000	0.000	1.483	2.336	1.528	
L 支 間 長		9.000	-13.750	-3.742	52.144	7.221						

表 7.1 - 1 2

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	九 州					橋 種	プレテン桁	データの件数	35
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標準偏差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標準偏差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		4.333	-1.667	1.505	1.649	1.284	3.500	-3.500	0.829	3.426	1.851
B ₂ ウェブ幅		4.111	-0.222	1.516	0.947	0.973	4.500	0.000	2.352	1.591	1.261
B ₃ 下フランジ幅		3.667	-0.667	1.486	1.760	1.327	4.500	-2.500	1.200	3.194	1.787
H ₁ け た 高		6.333	0.000	2.476	2.518	1.587	5.500	-2.500	2.429	3.532	1.879
H ₂ フランジ高		3.667	-0.333	1.248	0.832	0.912	3.000	-1.000	1.129	1.240	1.114
H ₃ ウェブ高		1.000	-0.333	0.216	0.120	0.347	1.500	-5.000	0.221	1.109	1.053
H ₄ 下ハンチ高		1.333	0.000	0.400	0.129	0.360	1.000	0.000	0.353	0.180	0.424
H ₅ 下フランジ高		2.333	-0.333	0.800	0.524	0.724	1.500	-1.000	0.206	0.346	0.588
L 支 間 長		3.750	-7.250	-1.650	9.596	3.098					

§ 7.1.4 全国区の寸法誤差

表 7.1 - 1 3

統計 断面 寸法	中 央 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最 大 値	8.000	12.556	14.000	11.667	8.000	12.333	3.667	6.000
最 小 値	-10.333	-3.778	-7.333	-1.000	-11.000	-12.000	-7.667	-9.333
平 均 値 μ	1.241	1.956	1.608	3.264	1.613	-0.085	0.195	1.019
不 偏 分 散 σ^2	4.638	3.055	4.673	4.368	3.330	3.198	1.213	1.420
不 偏 標 準 差 σ	2.153	1.748	2.162	2.090	1.825	1.788	1.102	1.192
歪 度	-0.783	0.500	0.099	0.728	-1.040	-0.188	-0.948	-0.488
尖 度	5.105	5.852	5.549	4.254	10.586	12.322	7.978	13.285
ヒストグラム の 形 状								
デ ー タ 量	646	630	642	626	645	636	641	640

表 7.1 - 1 4

統計 断面 寸法	端 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最 大 値	10.000	15.333	11.000	12.000	7.000	7.000	5.000	6.500
最 小 値	-8.500	-8.333	-3.000	-5.000	-5.000	-17.500	-6.000	-5.500
平 均 値 μ	1.584	2.634	2.224	3.093	1.596	0.010	0.176	1.045
不 偏 分 散 σ^2	5.218	3.718	4.147	5.204	3.243	3.224	1.370	1.948
不 偏 標 準 差 σ	2.284	1.928	2.036	2.281	1.801	1.796	1.170	1.396
歪 度	-0.294	1.108	0.531	0.566	-0.179	-1.335	-0.323	0.276
尖 度	3.915	9.100	4.387	4.737	4.006	17.906	6.652	5.681
ヒストグラム の 形 状								
デ ー タ 量	576	630	641	569	575	636	524	523

§ 7.1.5 地区別から見た断面寸法の誤差の分散値

(絶対誤差)

表 7.1-15 分散値の大きい順位

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁		4	1	2	5	3	6
	B ₂		4	1	2	3	5	6
	B ₃		1	3	2	6	4	5
	H ₁		6	2	1	5	3	4
	H ₂		5	1	4	3	2	6
	H ₃		4	1	5	3	2	6
	H ₄		3	1	5	4	2	6
	H ₅		4	2	3	6	1	5
支 間 長	L		3	4	2	5	1	6
端 断 面	B ₁		5	3	2	4	1	6
	B ₂		6	1	4	5	2	3
	B ₃		1	2	5	6	3	4
	H ₁		2	1	6	5	3	4
	H ₂		4	2	3	5	1	6
	H ₃		5	1	6	4	2	3
	H ₄		3	1	4	5	2	6
	H ₅		4	1	3	5	2	6
計	中央		3 1	1 2	2 4	3 5	2 2	4 4
	端		3 0	1 2	3 3	3 9	1 6	3 8

§ 7.1.6 地区別から見た断面寸法の誤差の平均値

(絶対誤差)

表 7.1 - 16 平均値の絶対値の大きい順位

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中央断面	B ₁		5	4	6	3	2	1
	B ₂		6	2	3	5	1	4
	B ₃		6	2	5	4	1	3
	H ₁		3	2	4	6	1	5
	H ₂		1	3	4	5	2	6
	H ₃		2	5	6	4	1	3
	H ₄		2	6	5	3	1	4
	H ₅		4	2	3	6	1	5
支間長	L		6	2	1	3	4	5
端 面	B ₁		2	3	4	1	5	6
	B ₂		6	2	1	5	3	4
	B ₃		6	1	3	4	2	5
	H ₁		1	2	4	5	3	6
	H ₂		1	3	5	4	2	6
	H ₃		2	4	6	5	1	3
	H ₄		2	5	6	4	1	3
	H ₅		4	1	3	5	2	6
計	中央		2.9	2.6	3.6	3.6	1.0	3.1
	端		2.4	2.1	3.2	3.3	1.9	3.9

§ 7.1.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値

表 7.1 - 17 誤差の分散値の大きい順位

断面別 断面寸法 地区別	中 央 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	2	5	1	4	3	6	8	7
関 東	1	6	3	5	4	2	7	8
中 部	2	4	3	1	5	7	8	6
関 西	5	3	6	2	1	4	8	7
中 国	1	8	3	5	2	4	7	6
九 州	3	4	2	1	5	8	7	6
計	14	30	18	18	20	31	45	40

表 7.1 - 18 誤差の分散値の大きい順位

断面別 断面寸法 地区別	端 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	3	7	1	2	4	8	5	6
関 東	4	3	7	2	6	1	8	5
中 部	1	6	3	2	4	8	7	5
関 西	1	5	3	2	4	6	8	7
中 国	1	7	3	4	2	5	8	6
九 州	2	4	3	1	5	6	8	7
計	12	32	20	13	25	34	44	36

§ 7.1.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値

表 7.1 - 19 誤差の平均値の大きい順位

断面別 地区別	断面寸法	中 央 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		4	7	6	1	2	5	3	3
関 東		6	3	2	1	4	7	8	5
中 部		5	2	6	1	3	8	7	4
関 西		4	3	5	1	2	8	7	6
中 国		6	3	2	1	4	5	8	7
九 州		3	2	4	1	5	8	7	6
計		28	20	25	6	20	41	40	31

表 7.1 - 20 誤差の平均値の大きい順位

断面別 地区別	断面寸法	端 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		3	4	7	1	2	6	8	5
関 東		5	3	2	1	4	7	8	6
中 部		4	1	3	2	5	7	8	6
関 西		3	2	4	1	5	8	7	6
中 国		8	3	2	1	4	5	7	6
九 州		5	2	3	1	4	7	6	8
計		28	15	21	7	24	40	44	37

7.1.9 絶対誤差についての考察

(i) 寸法誤差の分散値について

表 7.1 - 1 5 から推察できる様に中央断面の $B_1 \sim H_5$ に対し、分散値の一番大きい順位は関東地区で 1 位の断面寸法が多く、PC プレテン桁で総合的に見て関東地区の施工誤差のバラツキが一番大きい。それに反し九州地区では誤差の分散値のバラツキが他の地区に較べて一番小さいのが見られる。端断面についても関東地区の方が他の地区に較べて施工誤差のバラツキが大きい。それに対し関西地区では他の地区に較べてバラツキが小さいのが見られる。

(ii) 寸法誤差の平均値について

表 7.1 - 1 6 から推察できる様に中央断面では中国地区の施工誤差の平均値の一番大きくて、断面寸法が多く他の地区より誤差の平均値（絶対値）が大きい。それに対し関西又は中部地区では誤差の平均値（絶対値）が小さい。端断面において中国地区の誤差の平均値が大きく、九州地区では誤差の平均値の値が小さい。

(iii) 各地区に着目した際の全断面寸法の分散値について

表 7.1 - 1 7 から見られる様にけた高 H_1 、フランジ幅 B_1 、及び下フランジ幅 B_3 の比較的寸法の大きいものに対し施工誤差の分散値が大きく、関東地区の上フランジ幅 B_1 の不偏分散は 8.4 2 4 にも達している。又、端断面についても同じ結果（表 7.1 - 1 8）が得られている。

一方中央断面の下ハンチ高 H_4 、及び下フランジ高 H_5 に対し他の断面寸法の誤差の分散値より小さく、バラツキの小さい傾向が見られる。

(iv) 各地区に着目した際の全断面寸法の平均値について

表 7.1 - 1 9 から見られる様にけた高 H_1 の施工誤差の平均値が各地区において殆んど一位になっており、誤差の平均値が一番大きい事が見られる。即ちけた高 H_1 について各地区とも殆んど設計値より平均的に大きく作られている事が言える。

けた高 H_1 の誤差の平均値の一番大きい値は中国地区の 5.8 4 3 mm で、この地区のプレテン桁の断面に対しけた高 H_1 は設計値より平均的に 5.8 4 3 mm 大きく施工されている。

(v) 支間長 L の誤差について

表 7.1 - 1 5 から推察できる様に中国地区の誤差の分散値が一番大きい。即ち支間長 L における施工誤差のバラツキは他の地区に較べ中国地区が一番大きい、又各地区の誤差の平均値が負になっており一番大きい所は中部地区の - 6.3 0 9 mm になっている。即ち中部地区の支間長の施工は設計された値より短かく施工されており、その値は約 6.3 0 9 mm のオーダになっている。

(vi) 全国区の絶対誤差について

分散値の大きい順位は(Ⅲ)で考察された傾向によく一致している。 B_1 , B_3 , H_1 の誤差のバラツキの程度は他の断面寸法の誤差のバラツキより大きいのが見られる。

B_1 , H_2 , H_3 , H_4 と H_5 の歪度は負の値になっており、誤差の分布が右に偏っている事が分る。即ち上限が規格でおさえられて施工されているのが推察できる。

§ 7.2 相対誤差の統計量

§ 7.2.1 中 央 断 面

表 7.2-1 中 央 断 面 (相対誤差)

断面 統計 量	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁											
		東	北	関	東	中	部	関	西	中	国	九	州
		35	212	85	250	30	35						
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値	0.622	1.067	0.667	0.622	0.800	0.456						
	最 小 値	-0.533	-0.800	-0.578	-1.374	-0.400	-0.175						
	平 均 値	0.131	0.159	0.129	0.188	0.193	0.177						
	不 偏 分 散	0.062	0.153	0.093	0.034	0.073	0.022						
	不 偏 標 準 差	0.250	0.392	0.305	0.185	0.270	0.149						
	歪 度	-0.489	-0.490	-0.262	-2.308	0.009	-0.118						
	尖 度	3.155	2.659	2.791	2.1913	2.676	2.459						
B ₁	ヒストグラムの形状												
ウ エ ブ 幅	最 大 値	2.308	9.658	4.444	3.675	3.846	3.162						
	最 小 値	-0.940	-2.821	-0.513	-2.906	0.855	-0.171						
	平 均 値	0.420	2.005	1.680	1.082	2.057	1.027						
	不 偏 分 散	0.801	2.388	1.712	1.210	0.631	0.535						
	不 偏 標 準 差	0.895	1.545	1.308	1.100	0.794	0.732						
	歪 度	0.324	0.617	0.019	-0.424	0.754	0.810						
	尖 度	2.033	6.376	1.751	3.531	2.795	3.526						
B ₂	ヒストグラムの形状												
下 フ ラ ン ジ 幅	最 大 値	1.429	4.000	1.619	1.333	2.095	1.048						
	最 小 値	-2.095	-1.143	-0.952	-0.571	-0.762	-0.190						
	平 均 値	-0.165	0.794	0.245	0.290	0.860	0.424						
	不 偏 分 散	0.999	0.385	0.392	0.134	0.319	0.144						
	不 偏 標 準 差	1.000	0.620	0.626	0.365	0.565	0.379						
	歪 度	0.003	0.402	-0.103	0.297	-0.078	0.204						
	尖 度	2.012	6.809	2.080	2.992	4.156	1.779						
B ₃	ヒストグラムの形状												

表 7.2-2 中 央 断 面 (相 対 誤 差)

断面 統計 法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 術					
		東 北 関 東	中 部 関 西	中 国	九 州		
		35	212	85	250	30	35
けた た 高 H ₁	最 大 値	1.056	1.167	0.867	0.667	0.900	0.633
	最 小 値	0.083	0.000	0.000	-0.100	0.267	0.000
	平 均 値 μ	0.461	0.433	0.341	0.246	0.584	0.239
	不 偏 分 散 σ^2	0.044	0.044	0.066	0.028	0.029	0.022
	不 偏 標 準 差 σ	0.211	0.209	0.257	0.168	0.170	0.149
	歪 度	1.001	1.102	0.383	0.025	0.006	0.449
	尖 度	3.861	4.866	1.863	2.370	2.180	2.521
	ヒストグラム の 形 状						
フラ ン ジ 高 H ₂	最 大 値	2.708	5.000	3.750	3.542	2.917	4.074
	最 小 値	-1.042	-6.875	-0.833	-6.042	-1.458	-0.370
	平 均 値 μ	1.219	1.131	0.993	0.892	1.139	1.183
	不 偏 分 散 σ^2	0.821	1.784	0.984	1.142	1.544	1.158
	不 偏 標 準 差 σ	0.906	1.336	0.992	1.069	1.242	1.076
	歪 度	-0.517	-1.333	0.891	-1.425	-0.243	1.186
	尖 度	2.586	9.753	3.242	14.123	1.798	3.670
	ヒストグラム の 形 状						
ウ ェ ブ 高 H ₃	最 大 値	1.282	1.250	0.252	2.075	0.000	0.189
	最 小 値	-1.304	-3.302	-1.550	-1.473	-1.069	-0.063
	平 均 値 μ	0.336	-0.035	-0.017	0.040	-0.335	0.041
	不 偏 分 散 σ^2	0.321	0.247	0.054	0.077	0.123	0.004
	不 偏 標 準 差 σ	0.566	0.497	0.232	0.277	0.351	0.065
	歪 度	-0.334	-1.334	-3.824	2.081	-0.375	0.804
	尖 度	3.528	11.855	23.967	24.499	1.651	2.655
	ヒストグラム の 形 状						

表 7.2-3 中 央 断 面 (相 対 誤 差)

断面 統計 法	橋種 地区 の件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
	計 量	35	212	85	250	30	35
下 ハ ン チ 高	最 大 値	0.606	3.359	1.515	2.424	3.030	-1.333
	最 小 値	-2.424	-6.970	-1.515	-2.121	-0.303	0.000
	平 均 値	-0.900	0.070	-0.078	0.400	0.972	0.385
	不 偏 分 散	0.548	1.911	0.300	0.361	1.196	0.126
	不 偏 標 準 差	0.740	1.382	0.548	0.601	1.094	0.355
	歪 度	0.003	-0.950	-0.262	0.577	0.485	0.676
	尖 度	2.113	5.498	4.856	5.088	1.678	2.728
H ₄	ヒストグラ ムの形状						
下 フ ラ ン ジ 高	最 大 値	2.500	3.750	2.292	1.875	3.125	1.458
	最 小 値	-1.042	-5.833	-0.417	-0.625	0.000	-0.208
	平 均 値	0.619	0.864	0.728	0.393	1.006	0.427
	不 偏 分 散	0.406	0.906	0.499	0.184	0.980	0.148
	不 偏 標 準 差	0.637	0.952	0.706	0.428	0.990	0.384
	歪 度	0.199	-1.622	0.333	0.358	0.325	0.590
	尖 度	4.387	15.336	1.787	3.333	1.704	2.749
H ₅	ヒストグラ ムの形状						
支 間 長 L	最 大 値	0.095	0.027	0.041	0.032	0.046	0.021
	最 小 値	-0.048	-0.087	-0.101	-0.089	-0.069	-0.045
	平 均 値	-0.003	-0.026	-0.040	-0.025	-0.018	-0.011
	不 偏 分 散	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
	不 偏 標 準 差	0.041	0.021	0.036	0.020	0.035	0.019
	歪 度	0.784	-0.652	0.250	0.010	0.182	-0.040
	尖 度	2.352	3.001	2.201	3.144	1.527	1.953
L	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.2.2 端 断 面

表 7.2-4 端 断 面 (相対誤差)

断面統計 寸法	橋種 データ地区 の件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		35	212	85	250	30	35
フランジ幅 B ₁	最大値	0.800	1.333	0.867	0.704	1.000	0.467
	最小値	-0.333	-0.634	-0.733	-1.133	-0.533	-0.368
	平均値 μ	0.222	0.214	0.198	0.254	0.118	0.106
	不偏分散 σ^2	0.061	0.106	0.120	0.070	0.152	0.045
	不偏標準 偏差 σ	0.248	0.326	0.346	0.264	0.390	0.211
	歪 度	0.248	0.151	-0.406	-1.503	0.642	-0.497
	尖 度	2.812	3.226	3.182	7.522	2.302	2.459
ウェーブ幅 B ₂	ヒストグラ ムの形状						
	最大値	2.692	11.795	4.487	3.718	4.487	3.205
	最小値	-1.026	-5.952	0.128	-1.410	0.256	0.000
	平均値 μ	0.816	1.949	2.643	1.243	1.812	1.008
	不偏分散 σ^2	0.611	2.335	0.710	0.652	1.313	0.340
	不偏標準 偏差 σ	0.782	1.528	0.842	0.808	1.146	0.583
	歪 度	-0.101	0.886	-0.588	0.515	0.872	2.001
下フランジ幅 B ₃	尖 度	3.537	12.943	3.561	3.945	2.909	8.139
	ヒストグラ ムの形状						
	最大値	1.429	3.143	1.286	1.429	1.714	1.286
	最小値	-0.714	-0.714	-0.714	-0.857	-0.429	-0.714
	平均値 μ	0.216	1.033	0.468	0.447	0.686	0.343
	不偏分散 σ^2	0.475	0.357	0.165	0.164	0.351	0.261
	不偏標準 偏差 σ	0.689	0.598	0.407	0.405	0.592	0.511
下フランジ幅 B ₃	歪 度	0.056	0.576	-0.386	0.070	0.070	-0.131
	尖 度	1.654	4.618	3.074	2.481	1.711	2.091
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.2-5 端 断 面 (相 対 誤 差)

断面 統計 法	橋種 地区 データの 件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
け た 高 H ₁	最 大 値	1.667	1.200	0.700	0.722	0.600	0.500
	最 小 値	0.062	-0.350	-0.111	-0.500	-0.050	-0.227
	平 均 値 μ	0.577	0.385	0.281	0.251	0.277	0.235
	不 偏 分 散 σ^2	0.110	0.075	0.027	0.029	0.037	0.031
	不 偏 標 準 差 σ	0.332	0.275	0.166	0.171	0.193	0.175
	歪 度	1.047	0.464	0.460	-1.303	-0.148	-0.466
	尖 度	4.928	3.409	2.899	6.310	1.661	2.585
	H ₁ ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 高 H ₂	最 大 値	3.750	4.375	2.500	2.500	4.062	3.333
	最 小 値	0.312	-3.125	-1.875	-3.125	-2.500	-1.111
	平 均 値 μ	1.443	1.128	0.746	0.910	1.156	1.039
	不 偏 分 散 σ^2	0.746	1.846	0.763	0.687	2.897	1.264
	不 偏 標 準 差 σ	0.864	1.358	0.873	0.829	1.702	1.124
	歪 度	0.387	-0.245	-0.568	-0.960	-0.041	0.491
	尖 度	2.532	3.180	3.520	5.519	2.041	2.606
	H ₂ ヒストグラ ムの形状						
ウ ェ ブ 高 H ₃	最 大 値	1.538	1.250	0.758	1.047	0.377	0.158
	最 小 値	-0.652	-3.488	-1.163	-1.047	-0.943	-1.163
	平 均 値 μ	0.478	-0.051	-0.017	0.018	-0.314	0.008
	不 偏 分 散 σ^2	0.300	0.302	0.055	0.037	0.122	0.046
	不 偏 標 準 差 σ	0.548	0.549	0.236	0.193	0.349	0.215
	歪 度	0.237	-2.074	-1.604	-0.637	0.006	-4.694
	尖 度	2.713	15.061	10.424	9.450	1.547	2.5837
	H ₃ ヒストグラ ムの形状						

表 7.2-6 端 断 面 (相 対 誤 差)

断面統計 寸法	橋種 データ地区 の件数	ブ レ テ ン 桁					
		東 北 関	東 中 部	関 西 中	国 九	州	
		35	212	85	250	30	35
下 ハン チ 高 H ₄	最 大 値	2.273	4.545	2.273	3.182	3.182	0.909
	最 小 値	-3.182	-5.455	-4.545	-2.273	0.000	0.000
	平 均 値 μ	-0.521	0.089	0.000	0.289	0.894	0.321
	不 偏 分 散 σ^2	1.053	2.036	0.777	0.374	1.061	0.149
	不 偏 標 準 差 σ	1.026	1.427	0.882	0.611	1.030	0.386
	歪 度	-0.145	-0.187	-1.441	0.715	0.813	0.539
	尖 度	3.808	4.270	1.0987	7.039	2.342	1.527
下 フ ラン ジ 高 H ₅	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値	2.187	1.1250	4.062	2.500	2.500	0.937
	最 小 値	-0.312	-3.437	-1.563	-1.875	0.000	-0.625
	平 均 値 μ	0.653	0.939	0.662	0.450	0.927	0.129
	不 偏 分 散 σ^2	0.440	1.956	0.747	0.226	0.912	0.135
	不 偏 標 準 差 σ	0.663	1.399	0.864	0.475	0.955	0.367
	歪 度	0.515	1.940	1.447	0.007	0.290	0.307
	尖 度	2.240	19.246	6.502	6.505	1.302	2.956
	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値						
	最 小 値						
	平 均 値 μ						
	不 偏 分 散 σ^2						
	不 偏 標 準 差 σ						
	歪 度						
	尖 度						
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.2.3 地区別の寸法誤差

表 7.2-7 (相 対 誤 差)

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	東 北					橋 種	プレテン桁	データの件数	35
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		0.622	-0.533	0.131	0.062	0.250	0.800	-0.333	0.222	0.061	0.248
B ₂ ウェブ幅		2.308	-0.940	0.420	0.801	0.895	2.692	-1.026	0.816	0.611	0.782
B ₃ 下フランジ幅		1.429	-2.095	-0.165	0.999	1.000	1.429	-0.714	0.216	0.475	0.689
H ₁ けた高		1.056	0.083	0.461	0.044	0.211	1.667	0.062	0.577	0.110	0.332
H ₂ フランジ高		2.708	-1.042	1.219	0.821	0.906	3.750	0.312	1.443	0.746	0.864
H ₃ ウェブ高		1.282	-1.304	0.336	0.321	0.566	1.538	-0.652	0.478	0.300	0.548
H ₄ 下ハンチ高		0.606	-2.424	-0.900	0.548	0.740	2.273	-3.182	-0.521	1.053	1.026
H ₅ 下フランジ高		2.500	-1.042	0.619	0.406	0.637	2.187	-0.312	0.653	0.440	0.663
L 支間長		0.095	-0.048	-0.003	0.002	0.041					

表 7.2-8

断面 寸法	測定断面 統計記号	地 区	関 東					橋 種	プレテン桁	データの件数	212
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		1.067	-0.800	0.159	0.153	0.392	1.333	-0.634	0.214	0.106	0.326
B ₂ ウェブ幅		9.658	-2.821	2.005	2.388	1.545	11.795	-5.952	1.949	2.335	1.528
B ₃ 下フランジ幅		4.000	-1.143	0.794	0.385	0.620	3.143	-0.714	1.033	0.357	0.598
H ₁ け た 高		1.167	0.000	0.433	0.044	0.209	1.200	-0.350	0.385	0.075	0.275
H ₂ フランジ高		5.000	-6.875	1.131	1.784	1.336	4.375	-3.125	1.128	1.846	1.358
H ₃ ウェブ高		1.250	-3.302	-0.035	0.247	0.497	1.250	-3.488	-0.051	0.302	0.549
H ₄ 下ハンチ高		3.359	-6.970	0.070	1.911	1.382	4.545	-5.455	0.089	2.036	1.427
H ₅ 下フランジ高		3.750	-5.833	0.864	0.906	0.952	11.250	-3.437	0.939	1.956	1.399
L 支 間 長		0.027	-0.087	-0.026	0.000	0.021					

表 7.2 - 9

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 部					橋 種	フレテン桁		データの件数	85
		中 央 断 面					端 断 面					
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ	max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ	
B ₁ フランジ幅		0.622	-1.374	0.188	0.034	0.185	0.867	-0.733	0.198	0.120	0.346	
B ₂ ウェブ幅		3.675	-2.906	1.082	1.210	1.100	4.487	0.128	2.643	0.710	0.842	
B ₃ 下フランジ幅		1.333	-0.571	0.290	0.134	0.365	1.286	-0.714	0.468	0.165	0.407	
H ₁ ケ ー 高		0.867	0.000	0.341	0.066	0.257	0.700	-0.111	0.281	0.027	0.166	
H ₂ フランジ高		3.750	-0.833	0.993	0.984	0.992	2.500	-1.875	0.746	0.763	0.873	
H ₃ ウェブ高		0.252	-1.550	-0.017	0.054	0.232	0.758	-1.163	-0.017	0.055	0.236	
H ₄ 下ハンチ高		1.515	-1.515	-0.078	0.300	0.548	2.273	-4.545	0.000	0.777	0.882	
H ₅ 下フランジ高		2.292	-0.417	0.728	0.499	0.706	4.062	-1.563	0.662	0.747	0.864	
L 支 間 長		0.041	-0.101	-0.040	0.001	0.036						

表 7.2 - 1 0

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 西					橋 種	ブレテン桁					データの件数	250
		中 央 断 面					端 断 面								
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差				
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$				
B ₁ フランジ幅		0.622	-1.374	0.188	0.034	0.185	0.704	-1.133	0.254	0.070	0.264				
B ₂ ウェブ幅		3.675	-2.906	1.082	1.210	1.100	3.718	-1.410	1.243	0.652	0.808				
B ₃ 下フランジ幅		1.333	-0.571	0.290	0.134	0.365	1.429	-0.857	0.447	0.164	0.405				
H ₁ け た 高		0.667	-0.100	0.246	0.028	0.168	0.667	-0.100	0.246	0.028	0.168				
H ₂ フランジ高		3.542	-6.042	0.892	1.142	1.069	2.500	-3.125	0.910	0.687	0.829				
H ₃ ウェブ高		2.075	-1.473	0.040	0.077	0.277	1.047	-1.047	0.018	0.037	0.193				
H ₄ 下ハンチ高		2.424	-2.121	0.400	0.361	0.601	3.182	-2.273	0.289	0.374	0.611				
H ₅ 下フランジ高		1.875	-0.625	0.393	0.184	0.428	1.875	-0.625	0.393	0.184	0.428				
L 支 間 長		0.032	-0.089	-0.025	0.000	0.020									

表 7.2 - 1 1

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 国					橋 種	ブレテン桁	データの件数	3 0
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		0.800	-0.400	0.193	0.073	0.270	1.000	-0.533	0.118	0.152	0.390
B ₂ ウェブ幅		3.846	0.855	2.057	0.631	0.794	4.487	0.256	1.812	1.313	1.146
B ₃ 下フランジ幅		2.095	-0.762	0.860	0.319	0.565	1.714	-0.429	0.686	0.351	0.592
H ₁ け た 高		0.900	0.267	0.584	0.029	0.170	0.600	-0.050	0.277	0.037	0.193
H ₂ フランジ高		2.917	-1.458	1.139	1.544	1.242	4.062	-2.500	1.156	2.897	1.702
H ₃ ウェブ高		0.000	-1.069	-0.335	0.123	0.351	0.377	-0.943	-0.314	0.122	0.349
H ₄ 下ハンチ高		3.030	-0.303	0.972	1.196	1.094	3.182	0.000	0.894	1.061	1.030
H ₅ 下フランジ高		3.125	0.000	1.006	0.980	0.990	2.500	0.000	0.927	0.912	0.955
L 支 間 長		0.046	-0.069	-0.018	0.001	0.035					

表 7.2 - 12

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	九 州					橋 種	ブ レ テ ン 桁	データの件数	35
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ	max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ
B ₁ フランジ幅		0.456	-0.175	0.177	0.022	0.149	0.467	-0.368	0.106	0.045	0.211
B ₂ ウェブ幅		3.162	-0.171	1.027	0.535	0.732	3.205	0.000	1.008	0.340	0.583
B ₃ 下フランジ幅		1.048	-0.190	0.424	0.144	0.379	1.286	-0.714	0.343	0.261	0.511
H ₁ ケ た 高		0.633	0.000	0.239	0.022	0.149	0.500	-0.227	0.235	0.031	0.175
H ₂ フランジ高		4.074	-0.370	1.183	1.158	1.076	3.333	-1.111	1.039	1.264	1.124
H ₃ ウェブ高		0.189	-0.063	0.041	0.004	0.065	0.158	-1.163	0.008	0.046	0.215
H ₄ 下ハンチ高		1.333	0.000	0.385	0.126	0.355	0.909	0.000	0.321	0.149	0.386
H ₅ 下フランジ高		1.458	-0.208	0.427	0.148	0.384	0.937	-0.625	0.129	0.135	0.367
L 支 間 長		0.021	-0.045	-0.011	0.000	0.019					

§ 7.2.4 全国区の寸法誤差

表 7.2 - 1 3

統計量	中 央 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最 大 値	1.067	9.658	4.000	1.167	5.000	3.359	3.333	3.750
最 小 値	-1.374	-2.906	-2.095	-0.100	-6.875	-2.264	-6.970	-5.833
平 均 値 μ	0.167	1.497	0.459	0.342	1.028	-0.002	0.178	0.633
不 偏 分 散 σ^2	0.084	1.812	0.382	0.048	1.339	0.155	1.004	0.553
不 偏 標 準 差 σ	0.289	1.346	0.618	0.219	1.157	0.394	1.002	0.744
歪 度	-0.768	0.512	0.099	0.662	-0.967	0.962	-0.948	-0.477
尖 度	5.042	5.835	5.549	3.853	10.218	16.372	7.961	13.354
ヒストグラムの形状								
デ ー タ 量	646	630	642	626	645	636	641	640

表 7.2 - 1 4

統計量	端 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最 大 値	1.333	11.795	3.143	1.667	4.375	1.538	4.545	4.062
最 小 値	-1.133	-5.952	-0.857	-0.500	-3.125	-3.302	-5.455	-3.437
平 均 値 μ	0.213	1.671	0.635	0.325	1.018	0.003	0.160	0.653
不 偏 分 散 σ^2	0.094	1.506	0.339	0.059	1.296	0.143	1.132	0.761
不 偏 標 準 差 σ	0.306	1.227	0.582	0.242	1.138	0.378	1.064	0.872
歪 度	-0.290	0.977	0.531	0.799	-0.150	-0.886	-0.323	0.276
尖 度	3.891	12.014	4.387	5.950	3.907	14.888	6.652	5.681
ヒストグラムの形状								
デ ー タ 量	576	630	641	569	575	636	524	523

§ 7.2.5 地区別から見た断面寸法の誤差の分散値

(相対誤差)

表 7.2 - 1 5 分散値の大きい順位

断面	断面記号	地区					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁	4	1	2	5	3	6
	B ₂	4	1	2	3	5	6
	B ₃	1	3	2	6	4	5
	H ₁	2	3	1	5	4	6
	H ₂	6	1	5	4	2	3
	H ₃	1	2	5	4	3	6
	H ₄	3	1	5	4	2	6
	H ₅	4	2	3	5	1	6
支 間 長	L	1	4	2	5	3	6
端 断 面	B ₁	2	3	4	1	5	6
	B ₂	5	1	3	4	2	6
	B ₃	1	2	5	6	3	4
	H ₁	1	2	6	5	3	4
	H ₂	5	2	4	6	1	3
	H ₃	2	1	4	6	3	5
	H ₄	5	1	6	2	4	3
	H ₅	4	1	3	5	2	6
計	中央	2 5	1 4	2 5	3 6	2 4	4 4
	端	2 5	1 3	3 5	3 5	2 3	3 7

§ 7.2.6 地区別から見た断面寸法の誤差の平均値

(相対誤差)

表 7.2.-16 平均値の絶対値の大きい順位

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁		5	4	6	2	1	3
	B ₂		6	2	3	4	1	5
	B ₃		6	2	5	4	1	3
	H ₁		2	3	4	5	1	6
	H ₂		1	4	5	6	3	2
	H ₃		1	5	6	4	2	3
	H ₄		2	6	5	3	1	4
	H ₅		4	2	3	6	1	5
支 間 長	L		6	2	1	3	4	5
端 断 面	B ₁		2	3	4	1	5	6
	B ₂		6	2	1	4	3	5
	B ₃		6	1	3	4	2	5
	H ₁		1	2	3	5	4	6
	H ₂		1	3	6	5	2	4
	H ₃		1	3	5	4	2	6
	H ₄		2	5	6	4	1	3
	H ₅		4	1	3	5	2	6
計	中央		2 7	2 8	3 7	3 4	1 1	3 1
	端		2 3	2 0	3 1	3 2	2 1	4 1

§ 7.2.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値

表 7.2 - 17

断面別 地区別 断面寸法	中 央 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	7	3	1	8	2	6	4	5
関 東	7	1	5	8	3	6	2	4
中 部	8	1	5	6	2	7	4	3
関 西	7	1	5	8	2	6	3	4
中 国	7	4	5	8	1	6	2	3
九 州	6	2	4	6	1	7	5	3
計	42	12	25	44	11	38	20	22

表 7.2 - 18

断面別 地区別 断面寸法	端 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	8	3	4	7	2	6	1	5
関 東	7	1	5	8	4	6	2	3
中 部	6	4	5	8	2	7	1	3
関 西	6	2	5	8	1	7	3	4
中 国	6	2	5	8	1	7	3	4
九 州	7	2	3	8	1	6	4	5
計	38	14	27	47	11	39	14	24

§ 7.2.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値

表 7.2 - 1 9

断面別 断面寸法 地区別	中 央 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	8	5	7	4	1	6	2	3
関 東	6	1	4	5	2	8	7	3
中 部	6	1	5	4	2	8	7	3
関 西	7	1	5	8	2	6	3	4
中 国	8	1	5	6	2	7	4	3
九 州	7	2	4	6	1	8	5	3
計	42	11	30	33	10	43	28	19

表 7.2 - 2 0

断面別 地区別	断面寸法	端 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		7	2	8	4	1	6	5	3
関 東		6	1	3	5	2	8	7	4
中 部		6	1	4	5	2	7	8	3
関 西		6	1	3	7	2	8	5	4
中 国		8	1	5	7	2	6	4	3
九 州		7	2	3	5	1	8	4	6
計		40	8	26	33	10	43	33	23

7.2.9 相対誤差についての考察

(i) 寸法誤差の分散値について

表 7.2 - 1 5 から見られる様に単位 mm における施工誤差の分散値の大きい順位を各地区別について数表化し、表 9.2 - 1 5 の一番下の行に順位の総得点が得られている。中央断面において関東地区の各断面寸法の相対誤差の分散が大きくその中でウェブ幅 B_2 の分散値が一番大きい (2.388%)。

全断面寸法の相対誤差の分散値の一番小さいのは九州地区になっている。このような傾向は端断面についても同じ結果が得られている。

(ii) 寸法誤差の平均値について

平均値の一番大きい地区は中央断面に対し中国地区が一番大きい (表 7.2 - 1 6)。端断面では関東地区の方が大きい。平均値の一番小さいのは中央断面に対し中部地区が一番小さく端断面では九州地区の方が小さい。

(iii) 支間長の相対誤差について

支間長に対し誤差の分散値の一番大きい地区は東北地区になっており、その値は 0.002 (%) である。一番小さいのは九州地区である。又平均値の一番大きいのは中部地区でその値は -0.040 (%) になっており、一番小さいのは東北地区である。

(iv) 各地区に着目した際の全断面寸法の分散値について

表 7.2 - 1 7 から推察できる様にフランジ高 H_2 とウェブ幅 B_2 の比較的寸法の小さいものの相対誤差の分散値が大きくなっている。関東地区の B_2 の分散値は 2.388% にも達し、バラツキの大きいのが推察できる。一方寸法の比較的大きいけた高 H_1 及び上フランジ幅 B_1 に対し逆に分散値が小さくなっている。このような傾向は相対誤差で評価する場合各断面寸法の誤差をその設計値で割って単位 mm による施工誤差に換算し誤差の値が一定の場合寸法の大きい所では相対誤差が小さくなり、寸法の小さいものの相対誤差が大きくなる。この場合誤差の重要度から見て寸法の大きいものに対し寸法の小さいものより誤差がもっと大きくても良い様に考える。

(v) 各地区に着目した際の全断面寸法の平均値について

誤差の平均値の一番大きい断面寸法はフランジ高 H_2 とウェブ幅 B_2 の 2ヶ所になっている (表 7.2 - 1 9 参照)。端断面ではウェブ幅 B_2 が一番大きく、その次がフランジ高 H_2 の様な順位になっている。

(vi) 全国区の相対誤差について

表 7.2 - 1 3 のウェブ幅 B_2 の分散値が他の断面寸法の誤差の分散値より大きく、その値は 1.812% に達しているそれに対し桁高 H_1 の分散値がもっとも小さくなっている。平均値もウェブ幅 B_2 が大きく作られており、約 1.497% の相対誤差の平均値になっている。

§ 7.3 関東、中国地区のウェブ層B₂の誤差の統計表

§ 7.3.1 中央断面

表 7.3-1 中央断面 (絶対誤差)

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 測定断面	ブ レ テ ン 桁					
			関 東 (212)			中 国 (30)		
			3-3	℄-℄	4-4	3-3	℄-℄	4-4
フランジ幅 1B ₂	最大値		13.000	13.000	17.000	7.000	6.000	7.000
	最小値		-9.000	-7.000	-6.000	0.000	0.000	0.000
	平均値 μ		2.104	2.151	2.325	2.833	2.600	2.767
	不偏分散 σ^2		9.885	10.138	8.856	2.971	2.110	2.806
	不偏標準 偏差 σ		3.144	3.184	2.976	1.724	1.453	1.675
	歪度		0.022	-0.055	0.514	0.405	0.558	0.485
	尖度		4.926	3.652	5.901	2.696	2.460	2.592
	ヒストグラ ムの形状							
フランジ幅 2B ₂	最大値		9.000	11.000	20.000	6.000	7.000	8.000
	最小値		-7.000	-6.000	-4.000	0.000	-1.000	0.000
	平均値 μ		2.613	2.958	2.726	2.733	2.833	3.167
	不偏分散 σ^2		6.276	6.088	8.484	3.444	4.764	4.075
	不偏標準 偏差 σ		2.505	2.467	2.913	1.856	2.183	2.019
	歪度		-0.293	-0.451	1.488	0.159	-0.121	0.267
	尖度		4.760	5.776	11.253	1.911	1.878	2.183
	ヒストグラ ムの形状							
フランジ幅 3B ₂	最大値		10.000	9.000	17.000	5.000	10.000	10.000
	最小値		-6.000	-6.000	-5.000	-2.000	-3.000	0.000
	平均値 μ		2.642	3.170	2.764	1.800	2.700	2.633
	不偏分散 σ^2		5.369	5.345	8.191	3.338	5.734	4.171
	不偏標準 偏差 σ		2.317	2.312	2.862	1.827	2.395	2.042
	歪度		-0.223	-0.082	0.536	0.319	0.809	1.446
	尖度		4.555	3.979	5.775	2.266	4.986	6.216
	ヒストグラ ムの形状							

表 7.3-2 中 央 断 面 (相 対 誤 差)

断面 寸法	統計 量	橋 種 地 区 測定断面	ブ レ テ ン 桁					
			関 東 (212)			中 国 (30)		
			3-3	①-①	4-4	3-3	①-①	4-4
フランジ幅 $1B_2$	最 大 値		10.000	10.000	13.077	5.385	4.615	5.385
	最 小 値		-6.923	-5.385	-4.615	0.000	0.000	0.000
	平 均 値		1.618	1.655	1.789	2.179	2.000	2.128
	不 偏 分 散		5.849	5.999	5.240	1.758	1.249	1.660
	不 偏 標 準 差		2.418	2.449	2.289	1.326	1.117	1.288
	歪 度		0.022	-0.055	0.514	0.405	0.558	0.485
	尖 度		4.926	3.652	5.901	2.696	2.460	2.592
	ヒストグラムの形状							
フランジ幅 $2B_2$	最 大 値		6.923	8.462	15.385	4.615	5.385	6.154
	最 小 値		-5.385	-4.615	-3.077	0.000	-0.769	0.000
	平 均 値		2.010	2.275	2.097	2.103	2.179	2.436
	不 偏 分 散		3.714	3.602	5.020	2.038	2.819	2.411
	不 偏 標 準 差		1.927	1.898	2.241	1.427	1.679	1.553
	歪 度		-0.293	-0.451	1.488	0.159	-0.121	0.267
	尖 度		4.760	5.776	11.253	1.911	1.878	2.183
	ヒストグラムの形状							
フランジ幅 $3B_2$	最 大 値		7.692	6.923	13.077	3.846	7.692	7.692
	最 小 値		-4.615	-4.615	-3.846	-1.538	-2.308	0.000
	平 均 値		2.032	2.438	2.126	1.385	2.077	2.026
	不 偏 分 散		3.177	3.163	4.846	1.975	3.393	2.468
	不 偏 標 準 差		1.782	1.778	2.201	1.405	1.842	1.571
	歪 度		-0.223	-0.082	0.536	0.319	0.809	1.446
	尖 度		4.555	3.979	5.775	2.266	4.986	6.216
	ヒストグラムの形状							

表 7.3-3 中 央 断 面

断面 統計 断面 寸法	橋 種 地 区 測 定 断 面	ブ レ テ ン 桁					
		関 東 (212)			中 国 (30)		
		3-3	①-①	4-4	3-3	①-①	4-4
フランジ幅 B_2 (絶対誤差)	最 大 値	9.667	10.667	17.333	5.000	6.333	8.333
	最 小 値	-4.000	-6.000	-4.333	-0.333	0.667	0.667
	平 均 値 μ	2.453	2.759	2.605	2.456	2.711	2.856
	不 偏 分 散 σ^2	4.987	4.572	6.545	1.751	1.745	2.534
	不 偏 標 準 差 σ	2.233	2.138	2.558	1.323	1.321	1.592
	歪 度	-0.042	0.004	1.138	0.290	0.766	1.323
	尖 度	4.418	5.110	9.077	2.713	3.218	5.369
	ヒストグラ ムの形状						
フランジ幅 B_2 (相対誤差)	最 大 値	7.436	8.205	13.333	3.846	4.872	6.410
	最 小 値	-3.077	-4.615	-3.333	-0.256	0.513	0.513
	平 均 値 μ	1.887	2.123	2.004	1.889	2.085	2.197
	不 偏 分 散 σ^2	2.951	2.705	3.873	1.036	1.033	1.499
	不 偏 標 準 差 σ	1.718	1.645	1.968	1.018	1.016	1.224
	歪 度	-0.042	0.004	1.138	0.290	0.766	1.323
	尖 度	4.418	5.110	9.077	2.713	3.218	5.369
	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値						
	最 小 値						
	平 均 値 μ						
	不 偏 分 散 σ^2						
	不 偏 標 準 差 σ						
	歪 度						
	尖 度						
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.3.2 端 断 面

表 7.3-4 端 断 面 (絶対誤差)

断面 寸法	統計 量	橋 種 地 区 測定断面		ブ レ テ ン 桁			
		関 東 (212)			中 国 (30)		
		1-1	2-2		1-1	2-2	
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値	11.000	12.000		8.000	6.000	
	最 小 値	-4.000	-5.000		-1.000	0.000	
	平 均 値 μ	2.708	3.486		2.233	1.633	
	不 偏 分 散 σ^2	8.104	7.332		4.599	2.516	
	不 偏 標 準 差 σ	2.847	2.708		2.144	1.586	
	歪 度	0.532	0.481		0.680	0.641	
	尖 度	3.008	3.327		2.836	2.770	
$1B_2$	ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値	21.000	15.000		8.000	7.000	
	最 小 値	-3.000	-4.000		-3.000	0.000	
	平 均 値 μ	3.113	3.840		3.267	3.133	
	不 偏 分 散 σ^2	10.215	9.860		8.616	3.430	
	不 偏 標 準 差 σ	3.196	3.140		2.935	1.852	
	歪 度	1.097	0.604		0.173	0.379	
	尖 度	6.473	4.452		2.104	2.388	
$2B_2$	ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値	27.000	15.000		8.000	5.000	
	最 小 値	-29.000	-28.000		-1.000	-3.000	
	平 均 値 μ	3.061	3.651		1.933	1.933	
	不 偏 分 散 σ^2	16.949	15.043		5.168	3.030	
	不 偏 標 準 差 σ	4.117	3.879		2.273	1.741	
	歪 度	-1.136	-2.011		1.186	-0.395	
	尖 度	23.525	22.775		3.931	3.344	
$3B_2$	ヒストグラ ムの形状						

表 7.3-5 端 断 面 (相 対 誤 差)

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 測定断面	ア レ テ ン 桁					
			関 東 (212)			中 国 (30)		
			1-1	2-2		1-1	2-2	
1B ₂	最 大 値		8.462	8.462		6.154	4.615	
	最 小 値		-3.077	-1.429		-0.769	0.000	
	平 均 値 μ		1.579	2.102		1.718	1.256	
	不 偏 分 散 σ^2		3.151	2.466		2.721	1.489	
	不 偏 標 準 差 σ		1.775	1.570		1.650	1.220	
	歪 度		0.758	0.713		0.680	0.641	
	尖 度		4.669	3.944		2.836	2.770	
	ヒストグラ ムの形状							
2B ₂	最 大 値		16.154	10.000		6.154	5.385	
	最 小 値		-2.308	-3.077		-2.308	0.000	
	平 均 値 μ		1.820	2.283		2.513	2.410	
	不 偏 分 散 σ^2		4.088	3.222		5.098	2.030	
	不 偏 標 準 差 σ		2.022	1.795		2.258	1.425	
	歪 度		1.908	0.138		0.173	0.379	
	尖 度		13.700	4.973		2.104	2.388	
	ヒストグラ ムの形状							
3B ₂	最 大 値		20.769	9.231		6.154	3.846	
	最 小 値		-18.125	-17.500		-0.769	-2.308	
	平 均 値 μ		1.809	2.125		1.487	1.487	
	不 偏 分 散 σ^2		7.126	4.874		3.058	1.793	
	不 偏 標 準 差 σ		2.669	2.208		1.749	1.339	
	歪 度		-0.138	-2.946		1.186	-0.395	
	尖 度		27.414	3.1107		3.931	3.344	
	ヒストグラ ムの形状							

表 7.3 - 6 端 断 面

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 測定断面	ブ レ テ ン 桁					
			関 東 (212)			中 国 (30)		
			1 - 1	2 - 2		1 - 1	2 - 2	
フランジ幅 B_2 (絶対誤差)	最 大 値		19.667	14.000		8.000	5.333	
	最 小 値		-9.333	-7.333		-0.667	0.333	
	平 均 値		2.961	3.659		2.478	2.233	
	不 偏 分 散 σ^2		9.593	8.449		3.860	1.633	
	不 偏 標 準 差 $\hat{\sigma}$		3.097	2.907		1.965	1.278	
	歪 度		0.734	0.590		0.957	0.517	
	尖 度		6.769	4.558		3.413	2.619	
	ヒストグラ ムの形状							
フランジ幅 B_2 (相対誤差)	最 大 値		15.128	8.462		6.154	4.103	
	最 小 値		-6.667	-5.238		-0.513	0.256	
	平 均 値		1.732	2.166		1.906	1.718	
	不 偏 分 散 σ^2		3.817	2.545		2.284	0.966	
	不 偏 標 準 差 $\hat{\sigma}$		1.954	1.595		1.511	0.983	
	歪 度		1.334	0.119		0.957	0.517	
	尖 度		13.405	5.674		3.413	2.619	
	ヒストグラ ムの形状							
	最 大 値							
	最 小 値							
	平 均 値							
	不 偏 分 散 σ^2							
	不 偏 標 準 差 $\hat{\sigma}$							
	歪 度							
	尖 度							
	ヒストグラ ムの形状							

7.3.3 関東と中国地区のウェブ幅 B_2 の平均値及び分散値

表 7.3 - 7 絶対誤差 (ブレテン裕)

断面 測定断面 断面寸法		地区別 関 東					中 国				
		3-3	①-①	4-4	1-1	2-2	3-3	①-①	4-4	1-1	2-2
平 均 値	${}_1B_2$	2.104	2.151	2.325	2.708	3.486	2.833	2.600	2.767	2.233	1.633
	${}_2B_2$	2.613	2.958	2.726	3.113	3.840	2.733	2.833	3.167	3.267	3.133
	${}_3B_2$	2.642	3.170	2.764	3.061	3.651	1.800	2.700	2.633	1.933	1.933
	B_2	2.453	2.759	2.605	2.961	3.659	2.456	2.711	2.856	2.478	2.233
分 散 値	${}_1B_2$	9.885	10.138	8.856	8.104	7.332	2.971	2.110	2.806	4.599	2.516
	${}_2B_2$	6.276	6.088	8.484	10.215	9.860	3.444	4.764	4.075	8.616	3.430
	${}_3B_2$	5.369	5.345	8.191	16.949	15.043	3.338	5.734	4.171	5.168	3.030
	B_2	4.987	4.572	6.545	9.593	8.449	1.751	1.745	2.534	3.860	1.633

表 7.3-8 相 対 誤 差 (プ レ テ ン 桁)

地区別 断面 測定 寸法		関 東					中 国				
		3-3	①-①	4-4	1-1	2-2	3-3	①-①	4-4	1-1	2-2
平均 値 (%)	₁ B ₂	1.618	1.655	1.789	1.579	2.102	2.179	2.000	2.128	1.718	1.256
	₂ B ₂	2.010	2.275	2.097	1.820	2.283	2.103	2.179	2.436	2.513	2.410
	₃ B ₂	2.032	2.438	2.126	1.809	2.125	1.385	2.077	2.026	1.487	1.487
	B ₂	1.887	2.123	2.004	1.732	2.166	1.889	2.085	2.197	1.906	1.718
分 散 値	₁ B ₂	5.849	5.999	5.240	3.151	2.466	1.758	1.249	1.660	2.721	1.489
	₂ B ₂	3.714	3.602	5.020	4.088	3.222	2.038	2.819	2.411	5.098	2.030
	₃ B ₂	3.177	3.163	4.846	7.126	4.874	1.975	3.393	2.468	3.058	1.793
	B ₂	2.951	2.705	3.873	3.817	2.545	1.036	1.033	1.499	2.284	0.966

7.3.4 各断面のウェブ幅 B_2 の平均値及び分散値についての考察

(a) 絶対誤差について(表 7.3-7)

(i) 平均値

表 7.3-7 の関東地区に着目し縦方向に見ると端断面の 2-2 を除き、殆んど ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の順に沿ってウェブ幅 B_2 が逐次太く施工されている。一方各断面寸法に着目し横方向に見ると ${}_1B_2$ に対し 3-3, $\text{㊦}-\text{㊦}$, 4-4 の順に逐次太く作られており、 ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ では中央断面 $\text{㊦}-\text{㊦}$ は左右の両断面(3-3, 4-4)より太く施工されている事が見られる。端断面については ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ いずれにしても右の 2-2 断面が 1-1 より太く施工されている。

中国地区に対し 3-3 断面を除き残りの各断面の ${}_2B_2$ が上下のウェブ幅 ${}_1B_2$, ${}_3B_2$ より太くなっており、3-3 断面だけが ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の順に従って細くなっている。

横方向から見ると ${}_1B_2$ に着目した際中央断面 $\text{㊦}-\text{㊦}$ は左右の 3-3, 4-4 より細く、 ${}_2B_2$ では 3-3, $\text{㊦}-\text{㊦}$, 4-4 の順に沿って太くなり、 ${}_3B_2$ では $\text{㊦}-\text{㊦}$ が左右断面より太くなっているのが推察できる。又端断面に対し 1-1 断面が 2-2 のウェブ幅より太くなっている。 ${}_2B_2$ のウェブ幅は 1-1, 2-2 の両断面に対し上下の ${}_1B_2$, ${}_3B_2$ より太く作られている傾向が見られる。

(ii) 分散値

関東地区の分散値を縦方向に見て 3-3, $\text{㊦}-\text{㊦}$, 4-4 の各断面では ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の順に従って逐次小さくなっている。但し、端断面の 1-1, 2-2 については逆に ${}_3B_2$, ${}_2B_2$, ${}_1B_2$ の順になっている。横方向に見ると ${}_1B_2$ に着目した際 $\text{㊦}-\text{㊦}$ の分散値は左右の断面より大きく、 ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ では逆に左右の断面より小さくなっている。端断面では 1-1 の分散値が 2-2 より大きい。

中国地区の分散値を縦方向に観察すると $\text{㊦}-\text{㊦}$, 4-4 の両断面では ${}_3B_2$, ${}_2B_2$, ${}_1B_2$ の順に沿って分散値が小さくなるが 3-3 断面では中間ウェブ ${}_2B_2$ が上下の ${}_1B_2$, ${}_3B_2$ より大きくなっている。端断面では 1-1, 2-2 とも中間ウェブ幅 ${}_2B_2$ が上下のその値より大きくなっている。横方向から観察すると ${}_1B_2$ では $\text{㊦}-\text{㊦}$ の値が左右の 3-3, 4-4 の値より小さく、 ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の値は逆に $\text{㊦}-\text{㊦}$ の値が左右の 3-3, 4-4 の値より大きくなっている傾向が見られる。

(b) 相対誤差について(表 7.3-8)

相対誤差についても絶対誤差の結果に似た様な結果が得られている。

7.4 支間長 L の誤差の統計量

表 7.4-1

統計量	寸法 誤差	支 間 長 L	
		絶対誤差	相対誤差
最 大 値		9.750	0.095
最 小 値		-17.750	-0.101
平 均 値 μ		-4.648	-0.025
不 偏 分 散 $\hat{\sigma}^2$		22.160	0.001
不 偏 標 準 偏 差 $\hat{\sigma}$		4.707	0.027
歪 度		-0.048	0.137
尖 度		3.116	4.187
ヒストグラムの形状			
デ ー タ ー 量		631	631

第3編 ポストテンション桁の寸法公差

§1 ま え が き

P C ポストテンション桁の測定された桁本数は東北地区で20本、関東地区で210本、中部地区70本、関西95本、中国28本、九州39本、合計462本の桁が計測された。又桁一本に対し桁中央、中央と両端の間に2断面、それに桁両端の2断面、合計5断面が計測され、各断面に対し B_1 , ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$, B_3 , H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 及び支間長 l の諸元について測定した。各断面寸法に対応する設計値の間に如何なる誤差が見られるか々今回の検討対象になる。

寸法誤差の処理に入る前、先にデータのエラーを検出し、不良と思われるデータを解析対象から取り除き残りのデータだけで統計処理を行なう事にした。

一方ウェブ幅 B_2 については ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の三ヶ所が測定されているが、その計測場所は ${}_2B_2$ を中央に上下10cm離れたヶ所に ${}_1B_2$, ${}_3B_2$ が計測され距離的に近い上、測定された値の変動も大きくないのでその平均値を用いて代表させる事にした。

端断面1-1, 2-2についても両断面の計測された各断面寸法の平均値を用いて統計処理を行なう事にした。

統計処理された統計量にもとづき地区別及び断面寸法別の縦横両方から誤差の平均値の値より、バラツキの度合及びその順位づけ等について評価する事にした。

§2 測定データの総件数

記号	橋の種類	測定地区	ポストテンション桁橋	プレテンション桁橋	計
T	東 北		20	35	55
			10001~10020	10500~10534	
KA	関 東		210	212	422
			11001~11210	11500~11710	
B	中 部		70	85	155
			12001~12070	12501~12585	
S	関 西		95	250	345
			13001~13095	13500~13749	
G	中 国		28	30	58
			14001~14028	14501~14530	
K	九 州		39	35	74
			15001~15039	15500~15534	
	計		462	647	1109

§ 3 測定データの削除数

(中央断面)

表 3.1

項目 \ 地方	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
B ₁		11075 11093 11096 11110				15039
B ₂		11013* 11206* 11210*				15039
B ₃				13001		
H ₁		11035 11188		13056		
H ₂				13033		
H ₃		11121 11120		13031		
H ₄		11211		13065*		
H ₅	10006			13065*		15013
SPAN		11114 11115 11116 11117 11204		13077 13081		15039
件 数	1 20	20 210	0 70	7 95	0 28	2 39

*印： 測定シートの記入データが0

P.C. ボステン桁削除データ表

(端断面)

表 3.2

地方 項目	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
B ₁		1 1 0 9 6 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0	12032*	13065*		
B ₂	1 0 0 0 4		12032*	13065*		
B ₃	1 0 0 1 2		12032*	13065*	1 4 0 0 6	
H ₁		1 1 0 5 3	12032*	13065*		
H ₂			12032*	13065*		
H ₃		1 1 0 0 4 1 1 0 7 3 1 1 1 2 0 1 1 1 2 1	12061 12032*	13065*		
			12032*			
其 他		1 1 0 8 2				
件 数	2 2 0	9 2 1 0	2 7 0	1 9 5	1 2 8	0 3 9

*印； 測定シートの記入データが0

§ 4. 測定データの実処理データ数

ボステン術実処理データ数

断面	記号	地区					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中央断面	B ₁	2 0	1 9 8	6 9	9 4	2 8	3 9
	B ₂	2 0	2 0 2	6 9	9 4	2 8	3 9
	B ₃	1 9	2 0 3	6 9	9 3	2 7	3 9
	H ₁	2 0	2 0 0	6 9	9 3	2 7	3 9
	H ₂	2 0	2 0 2	6 9	9 3	2 8	3 9
	H ₃	2 0	2 0 0	6 9	9 3	2 8	3 9
	H ₄	2 0	2 0 2	6 9	9 4	2 8	3 9
	H ₅	1 9	2 0 2	6 9	9 4	2 8	3 8
	L	2 0	1 8 9	6 9	9 2	2 8	3 8
端断面	B ₁	2 0	1 9 8	6 9	9 4	2 8	3 9
	B ₂	1 9	2 0 2	6 9	9 4	2 8	3 9
	B ₃	1 9	2 0 3	6 9	9 3	2 7	3 9
	H ₁	2 0	2 0 0	6 9	9 3	2 7	3 9
	H ₂	2 0	2 0 2	6 9	9 3	2 8	3 9
	H ₃	2 0	1 9 7	6 8	9 3	2 8	3 9

§ 5 測定された断面寸法の記号

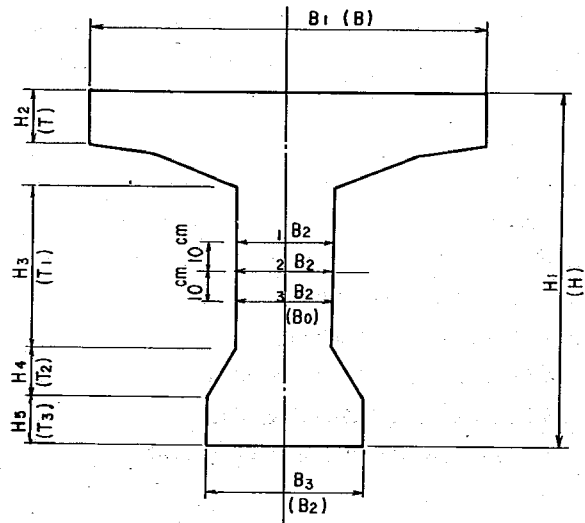


図 5.1 中央断面

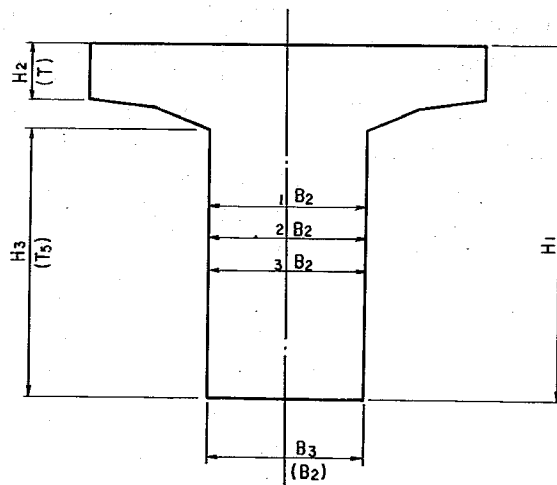


図 5.2 端断面

§ 6 解析手順

寸法誤差について大きく分けると絶対誤差と相対誤差の二種類があるが、夫々の誤差について以下に示す順序にもとずいて統計処理を行なう事にした。統計量の出力としては誤差の最大値、最小値、平均値、不偏分散、不偏標準偏差、歪度、尖度及びその度数分布の値を求める。

求める経緯は

- (a) 中央断面
- (b) 端断面
- (c) 各測定地区別
- (d) 全国区
- (e) 地区別から見た誤差の分散値の順位
- (f) 地区別から見た誤差の平均値の順位
- (g) 各断面寸法諸元に着目した際の分散値の順位
- (h) 各断面寸法諸元に着目した際の平均値の順位
- (i) ${}_1B_2$, ${}_2B_2$, ${}_3B_2$ の平均値、分散値の一様性の検定
- (j) 支間長 l
- (k) 考察

但し、(e)、(f)は誤差を横から見た場合と(g)、(h)は縦から見た場合の順位づけが推定できる。

§ 7 寸法誤差の統計量

7.1 絶対誤差の統計量

§ 7.1.1 中央断面の寸法誤差

表 7.1-1 絶 対 誤 差

断面 寸法	統計 量	橋 種 データの 件数	ボ ス テ ン 桁					
			東 北 関	東 中 部	関 西 中	国 九	州	
			20	210	70	95	28	39
フランジ幅 B ₁	最 大 値	6.333	12.333	9.000	7.667	3.333	14.000	
	最 小 値	-0.333	-21.000	-4.333	-4.333	-13.000	-17.667	
	平 均 値 μ	2.633	1.662	2.222	2.135	0.012	1.769	
	不 偏 分 散 σ^2	2.420	17.514	8.790	4.543	11.304	23.726	
	不 偏 標 準 差 σ	1.556	4.185	2.965	2.131	3.362	4.871	
	ヒストグラ ムの 形状							
ウェブ幅 B ₂	最 大 値	3.222	12.667	11.000	6.778	9.556	21.778	
	最 小 値	0.333	-5.556	0.667	-2.778	-4.667	0.778	
	平 均 値 μ	1.839	2.663	3.591	1.467	1.936	12.818	
	不 偏 分 散 σ^2	0.632	4.533	3.595	1.923	12.835	43.579	
	不 偏 標 準 差 σ	0.795	2.129	1.896	1.387	3.583	6.601	
	ヒストグラ ムの 形状							
下フランジ幅 B ₃	最 大 値	4.667	10.667	9.333	4.000	5.667	7.333	
	最 小 値	0.667	-4.667	-0.333	-1.333	-0.333	-2.333	
	平 均 値 μ	2.596	1.282	3.575	1.638	2.988	2.684	
	不 偏 分 散 σ^2	1.452	5.585	3.000	1.055	2.278	6.526	
	不 偏 標 準 差 σ	1.205	2.363	1.732	1.027	1.509	2.555	
	ヒストグラ ムの 形状							

表 7.1-2 絶 対 誤 差

断面 寸法	橋種 地区 データの 統計量 件数	ポ ス テ ソ 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		20	210	70	95	28	39
けた 高 H ₁	最 大 値	11.000	17.333	14.667	8.667	6.333	17.667
	最 小 値	-1.667	-9.333	-1.000	-0.333	-1.667	-2.5667
	平 均 値 μ	2.650	4.165	6.270	3.362	3.691	4.752
	不 偏 分 散 σ^2	10.298	6.576	10.289	3.349	4.187	58.080
	不 偏 標 準 差 σ	3.209	2.564	3.208	1.830	2.046	7.621
	ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 高 H ₂	最 大 値	6.667	6.000	9.667	6.333	5.333	5.667
	最 小 値	-1.667	-1.667	-0.667	-1.667	-9.000	-3.333
	平 均 値 μ	1.417	2.162	3.565	2.029	0.952	2.085
	不 偏 分 散 σ^2	3.601	1.875	5.253	1.538	18.014	4.548
	不 偏 標 準 差 σ	1.898	1.369	2.292	1.240	4.244	2.133
	ヒストグラ ムの形状						
ウ ェ ブ 高 H ₃	最 大 値	2.667	5.333	4.667	5.333	5.333	5.000
	最 小 値	-3.333	-20.333	-4.667	-0.333	-3.000	-4.000
	平 均 値 μ	-1.283	-1.295	0.700	0.781	1.321	-0.376
	不 偏 分 散 σ^2	2.763	17.707	3.579	0.822	4.662	3.697
	不 偏 標 準 差 σ	1.662	4.208	1.892	0.907	2.159	1.923
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.1-3 絶 対 誤 差

断面 寸法	統計 データ 量の 件数	橋種 地区 の 件数	ポ ス テ ソ 桁					
			東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			20	210	70	95	28	39
下 ハ ン チ 高 H_4	最 大 値		4.333	5.000	5.667	2.667	6.667	8.667
	最 小 値		-0.667	-10.000	-2.667	-1.000	-5.333	-1.667
	平 均 値 μ		0.833	0.182	1.072	0.301	1.190	1.607
	不 偏 分 散 σ^2		1.199	2.772	2.130	1.032	10.111	4.888
	不 偏 偏 差 標 準 σ		1.095	1.665	1.460	1.016	3.180	2.211
	ヒストグラ ムの形状							
下 フ ラ ン ジ 高 H_5	最 大 値		4.000	3.667	5.667	5.333	8.333	18.667
	最 小 値		-0.333	-1.333	-0.333	-1.333	0.333	-1.333
	平 均 値 μ		0.912	1.413	1.541	1.209	3.036	4.395
	不 偏 分 散 σ^2		0.899	0.848	1.883	0.843	5.196	16.624
	不 偏 偏 差 標 準 σ		0.948	0.921	1.372	0.918	2.280	4.077
	ヒストグラ ムの形状							
支 間 長 L	最 大 値		13.750	14.250	18.000	22.250	23.500	13.000
	最 小 値		-4.500	-31.500	-16.500	-11.750	-12.500	-33.750
	平 均 値 μ		0.825	-2.839	-2.996	8.649	-3.000	-6.842
	不 偏 分 散 σ^2		29.001	54.714	75.729	84.956	59.681	91.596
	不 偏 偏 差 標 準 σ		5.385	7.397	8.702	9.217	7.725	9.571
	ヒストグラ ムの形状							

§ 7.1.2 端断面の寸法誤差

表 7.1 - 4 絶 対 誤 差

断面 寸法	統計 データ の件数	ポ ス テ ン 術					
		橋 種 地 区					
		東 北 関	東 中 部	関 西 中	国 九 州		
		20	210	70	95	28	39
フランジ幅 B ₁	最 大 値	7.000	8.000	10.000	6.000	2.500	10.000
	最 小 値	-1.500	-35.000	-2.500	-3.000	-11.500	-4.000
	平 均 値 μ	2.275	0.326	2.312	2.154	-0.554	1.897
	不 偏 分 散 σ^2	3.197	29.209	6.339	2.554	10.951	9.147
	不 偏 標 準 差 σ	1.788	5.405	2.518	1.598	3.309	3.024
	ヒストグラ ムの形状						
ウェーブ幅 B ₂	最 大 値	5.667	5.667	14.667	4.833	4.167	11.000
	最 小 値	0.167	-0.500	-0.500	-1.000	-1.167	1.167
	平 均 値 μ	1.316	1.850	2.966	2.397	1.940	4.991
	不 偏 分 散 σ^2	1.833	1.917	6.133	2.100	1.134	6.757
	不 偏 標 準 差 σ	1.354	1.384	2.476	1.449	1.069	2.599
	ヒストグラ ムの形状						
下フランジ幅 B ₃	最 大 値	2.500	8.000	14.000	4.500	5.500	10.500
	最 小 値	-1.000	-1.500	0.000	-1.000	-0.500	0.500
	平 均 値 μ	0.684	1.271	2.565	2.269	1.907	3.756
	不 偏 分 散 σ^2	1.200	3.211	7.117	1.851	2.155	5.485
	不 偏 標 準 差 σ	1.096	1.792	2.668	1.360	1.468	2.342
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.1 - 5 絶 対 誤 差

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 の 件数	ボ ス テ ソ 桁					
			東 北 関	東 中 部	関 西 中	国 九 州		
			20	210	70	95	28	39
H ₁	最 大 値	11.000	22.500	13.500	9.000	7.500	24.000	
	最 小 値	-2.500	-18.000	-5.000	-4.500	-6.500	-7.500	
	平 均 値 μ	3.800	3.572	4.768	2.769	2.667	4.808	
	不 偏 分 散 σ^2	16.984	14.815	14.254	5.172	5.769	50.469	
	不 偏 標 準 差 σ	4.121	3.849	3.775	2.274	2.402	7.104	
	ヒストグラ ムの 形 状							
H ₂	最 大 値	8.500	8.000	8.000	5.000	5.500	6.500	
	最 小 値	-1.500	-2.500	-2.500	-2.000	-5.500	-1.500	
	平 均 値 μ	1.550	1.990	2.493	1.656	0.446	2.077	
	不 偏 分 散 σ^2	7.024	2.781	3.732	1.636	6.821	4.020	
	不 偏 標 準 差 σ	2.650	1.668	1.932	1.279	2.612	2.005	
	ヒストグラ ムの 形 状							
H ₃	最 大 値	8.500	17.000	8.500	6.000	12.000	9.500	
	最 小 値	-4.500	-17.000	-2.500	-7.000	-3.000	-4.000	
	平 均 値 μ	0.425	-0.462	1.934	0.667	3.214	3.077	
	不 偏 分 散 σ^2	12.823	21.214	6.462	3.670	20.860	9.178	
	不 偏 標 準 差 σ	3.581	4.606	2.542	1.916	4.567	3.030	
	ヒストグラ ムの 形 状							

§ 7.1.3 地区別による寸法誤差

表 7.1 - 6

断面 寸法	測定断面 統計記号	地 区	東 北					橋 種	ボステン桁	データの件数	20
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		6.333	-0.333	2.633	2.420	1.556	7.000	-1.500	2.275	3.197	1.788
B ₂ ウェブ幅		3.222	0.333	1.839	0.632	0.795	5.667	0.167	1.316	1.833	1.354
B ₃ 下フランジ幅		4.667	0.667	2.596	1.452	1.205	2.500	-1.000	0.684	1.200	1.096
H ₁ ケ た 高		11.000	-1.667	2.650	10.298	3.209	11.000	-2.500	3.800	16.984	4.121
H ₂ フランジ高		6.667	-1.667	1.417	3.601	1.898	8.500	-1.500	1.550	7.024	2.650
H ₃ ウェブ高		2.667	-3.333	-1.283	2.763	1.662	8.500	-4.500	0.425	12.823	3.581
H ₄ 下ハンチ高		4.333	-0.667	0.833	1.199	1.095					
H ₅ 下フランジ高		4.000	-0.333	0.912	0.899	0.948					
L 支 間 長		13.750	-4.500	0.825	29.001	5.385					

表 7.1 - 7

断面 寸 法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 東					橋 種	ボス テン 桁	データの件数	210
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		12.333	-21.000	1.662	17.514	4.185	8.000	-35.000	0.326	29.209	5.405
B ₂ ウェブ幅		12.667	-5.556	2.663	4.533	2.129	5.667	-0.500	1.850	1.917	1.384
B ₃ 下フランジ幅		10.667	-4.667	1.282	5.585	2.363	8.000	-1.500	1.271	3.211	1.792
H ₁ け た 高		17.333	-9.333	4.165	6.576	2.564	22.500	-18.000	3.572	14.815	3.849
H ₂ フランジ高		6.000	-1.667	2.162	1.875	1.369	8.000	-2.500	1.990	2.781	1.668
H ₃ ウェブ高		5.333	-20.333	-1.295	17.707	4.208	17.000	-17.000	-0.462	21.214	4.606
H ₄ 下ハンチ高		5.000	-10.000	0.182	2.772	1.665					
H ₅ 下フランジ高		3.667	-1.333	1.413	0.848	0.921					
L 支 間 長		14.250	-31.500	-2.839	54.714	7.397					

表 7.1 - 8

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区		中 部					橋 種	ボ ス テ ン 桁		データの件数	70
		中 央 断 面					端 断 面						
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差		
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$		
B ₁ フランジ幅		9.000	-4.333	2.222	8.790	2.965	10.000	-2.500	2.312	6.339	2.518		
B ₂ ウェブ幅		11.000	0.667	3.591	3.595	1.896	14.667	-0.500	2.966	6.133	2.476		
B ₃ 下フランジ幅		9.333	-0.333	3.575	3.000	1.732	14.000	0.000	2.565	7.117	2.668		
H ₁ け た 高		14.667	-1.000	6.270	10.289	3.208	13.500	-5.000	4.768	14.254	3.775		
H ₂ フランジ高		9.667	-0.667	3.565	5.253	2.292	8.000	-2.500	2.493	3.732	1.932		
H ₃ ウェブ高		4.667	-4.667	0.700	3.579	1.892	8.500	-2.500	1.934	6.462	2.542		
H ₄ 下ハンチ高		5.667	2.667	1.072	2.130	1.460							
H ₅ 下フランジ高		5.667	-0.333	1.541	1.883	1.372							
L 支 間 長		18.000	-16.500	-2.996	75.729	8.702							

表 7.1-9

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 西					橋 種	ボス テン 桁	データの件数	95
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		7.667	-4.333	2.135	4.543	2.131	6.000	-3.000	2.154	2.554	1.598
B ₂ ウェブ幅		6.778	-2.778	1.467	1.923	1.387	4.833	-1.000	2.397	2.100	1.449
B ₃ 下フランジ幅		4.000	-1.333	1.638	1.055	1.027	4.500	-1.000	2.269	1.851	1.360
H ₁ けた高		8.667	-0.333	3.362	3.349	1.830	9.000	-4.500	2.769	5.172	2.274
H ₂ フランジ高		6.333	-1.667	2.029	1.538	1.240	5.000	-2.000	1.656	1.636	1.279
H ₃ ウェブ高		5.333	-0.333	0.781	0.822	0.907	6.000	-7.000	0.667	3.670	1.916
H ₄ 下ハンチ高		2.667	-1.000	0.301	1.032	1.016					
H ₅ 下フランジ高		5.333	-1.333	1.209	0.843	0.918					
L 支 間 長		22.250	-11.750	8.649	84.956	9.217					

表 7.1 - 10

断面 寸法	測定断面 統計番号	地 区	中 国					橋 種	ボス テ ン 桁	データの件数	28
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		3.333	-13.000	0.012	11.304	3.362	2.500	-11.500	-0.554	10.951	3.309
B ₂ ウェブ幅		9.556	-4.667	1.936	12.835	3.583	4.167	-1.167	1.940	1.134	1.065
B ₃ 下フランジ幅		5.667	-0.333	2.988	2.278	1.509	5.500	-0.500	1.907	2.155	1.468
H ₁ けた高		6.333	-1.667	3.691	4.187	2.046	7.500	-6.500	2.667	5.769	2.402
H ₂ フランジ高		5.333	-9.000	0.952	18.014	4.244	5.500	-5.500	0.446	6.821	2.612
H ₃ ウェブ高		5.333	-3.000	1.321	4.662	2.159	12.000	-3.000	3.214	20.860	4.567
H ₄ 下ハンチ高		6.667	-5.333	1.190	10.111	3.180					
H ₅ 下フランジ高		8.333	0.333	3.036	5.196	2.280					
L 支 間 長		23.500	-12.500	-3.000	59.681	7.725					

表 7.1 - 1 1

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	九 州					橋 種	ボス テン 桁	データの件数	39
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	max (mm)	min (mm)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		14.000	-17.667	1.769	23.726	4.871	10.000	-4.000	1.897	9.147	3.024
B ₂ ウェブ幅		21.778	0.778	12.818	43.579	6.601	11.000	1.167	4.991	6.757	2.599
B ₃ 下フランジ幅		7.333	-2.333	2.684	6.526	2.555	10.500	0.500	3.756	5.485	2.342
H ₁ け た 高		17.667	-25.667	4.752	58.080	7.621	24.000	-7.500	4.808	50.469	7.104
H ₂ フランジ高		5.667	-3.333	2.085	4.548	2.133	6.500	-1.500	2.077	4.020	2.005
H ₃ ウェブ高		5.000	-4.000	-0.376	3.697	1.923	9.500	-4.000	3.077	9.178	3.030
H ₄ 下ハンチ高		8.667	-1.667	1.607	4.888	2.211					
H ₅ 下フランジ高		18.667	-1.333	4.395	16.624	4.077					
L 支 間 長		13.000	-33.750	-6.842	91.596	9.571					

§ 7.1.4 全国区のPCボステン桁の誤差の統計量

(絶対誤差)

表 7.1 - 1 2

統計量	中 央 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最大値	14.000	20.111	10.667	34.000	9.667	5.333	8.667	18.667
最小値	-21.000	-5.556	-4.667	-25.667	-9.000	-20.333	-10.000	-15.000
平均値 μ	7.808	2.766	1.979	4.311	2.234	-0.300	0.538	1.344
不偏分散 σ^2	12.922	8.372	4.610	13.594	3.986	10.298	3.222	3.322
不偏標準 偏差 σ	3.595	2.893	2.147	3.687	1.996	3.209	1.795	1.823
歪 度	-1.958	2.326	0.468	0.458	-0.650	-3.174	-0.131	3.771
尖 度	13.886	13.204	4.516	21.621	8.879	6.792	8.089	26.649
ヒストグラム の形状								
データ量	456	431	458	457	431	453	432	431

表 7.1 - 1 3

統計量	端 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最大値	10.000	14.667	14.000	24.000	8.500	17.000		
最小値	-35.000	-1.167	-1.500	-18.000	-5.500	-17.000		
平均値 μ	1.189	2.400	1.900	3.631	1.880	0.727		
不偏分散 σ^2	16.755	3.755	4.140	15.532	3.387	15.525		
不偏標準 偏差 σ	4.093	1.938	2.035	3.941	1.840	3.906		
歪 度	-4.217	1.808	1.460	0.611	0.145	-1.499		
尖 度	34.185	9.811	7.465	11.741	4.644	10.106		
ヒストグラム の形状								
データ量	454	457	456	455	457	451		

§ 7.1.5 地区別から見た断面寸法の誤差の分散値

表 7.1 - 1 4 分散値の大きい順位

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁		6	2	4	5	3	1
	B ₂		6	3	4	5	2	1
	B ₃		5	2	3	6	4	1
	H ₁		2	4	3	6	5	1
	H ₂		4	5	2	6	1	3
	H ₃		5	1	4	6	2	3
	H ₄		5	3	4	6	1	2
	H ₅		4	5	3	6	2	1
支 間 長	L		6	5	3	2	4	1
端 断 面	B ₁		5	1	4	6	2	3
	B ₂		5	4	2	3	6	1
	B ₃		6	3	1	5	4	2
	H ₁		2	3	4	6	5	1
	H ₂		1	5	4	6	2	3
	H ₃		3	1	5	6	2	4
計	中央		3 7	2 5	2 7	4 6	2 0	1 3
	端		2 2	1 7	2 0	3 2	2 1	1 4

§ 7.1.6 地区別から見た断面寸法の誤差の平均値

表 7.1 - 1 5 平均値の絶対値の大きい順位

断面記号		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁	1	5	2	3	6	4
	B ₂	5	3	2	6	4	1
	B ₃	4	6	1	5	2	3
	H ₁	6	3	1	5	4	2
	H ₂	5	2	1	4	6	3
	H ₃	3	2	5	4	1	6
	H ₄	5	3	4	6	2	1
	H ₅	6	4	3	5	2	1
支 間 長	L	6	5	4	1	3	2
端 断 面	B ₁	2	6	1	3	5	4
	B ₂	6	5	2	3	4	1
	B ₃	6	5	2	3	4	1
	H ₁	3	4	2	5	6	1
	H ₂	5	3	1	4	6	2
	H ₃	6	5	3	4	1	2
計	中央	3 5	2 8	1 9	3 8	2 7	2 1
	端	2 8	2 8	1 1	2 2	2 6	1 1

§ 7.1.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値

表 7.1 - 1 6 誤差分散値の大きい順位

地区別	断面別 断面寸法	中 央 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		4	8	5	1	2	3	6	7
関 東		2	5	4	3	7	1	6	8
中 部		2	4	6	1	3	5	7	8
関 西		1	3	5	2	4	8	6	7
中 国		3	2	8	7	1	6	4	5
九 州		3	2	5	1	7	8	6	4
計		15	24	33	15	24	31	35	39

表 7.1 - 1 7 誤差分散値の大きい順位

地区別	断面別 断面寸法	端 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		4	5	6	1	3	2		
関 東		1	6	4	3	5	2		
中 部		4	5	2	1	6	3		
関 西		3	4	5	1	6	2		
中 国		2	6	5	4	3	1		
九 州		3	4	5	1	6	2		
計		17	30	27	11	29	12		

§ 7.1.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値

表 7.1 - 1 8 誤差平均値の大きい順位

断面別 地区別	中 央 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	2	4	3	1	5	6	8	7
関 東	8	3	7	1	4	6	5	2
中 部	5	2	3	1	4	8	7	6
関 西	2	5	4	1	3	7	8	6
中 国	8	4	3	1	7	5	6	2
九 州	6	1	4	2	5	8	7	3
計	31	19	24	7	28	40	41	26

表 7.1 - 1 9 誤差平均値の大きい順位

断面別 地区別	端 断 面							
	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北	2	4	5	1	3	6		
関 東	6	3	4	1	2	5		
中 部	5	2	3	1	4	6		
関 西	4	2	3	1	5	6		
中 国	5	3	4	2	6	1		
九 州	6	1	3	2	5	4		
計	28	15	22	8	25	28		

7.1.9 絶対誤差についての考察

PCボステン桁の測定された総本数は462本、その内不良と思われるデータを削除し、残りのデータで実測値と設計値間の誤差について解析し、地区別（横方向）から誤差の統計量を評価することにした。地区別としては東北、関東、中部、関西、中国及び九州の六地区があるが、各地区について各断面寸法の絶対誤差に関する統計量を出力し、バラツキの度合、平均値の値より全断面寸法から各地区別について比較検討を行なう事にする。

一方、同じ地区に対し各断面寸法に着目した際の施工誤差について如何なる差異が見られるかも同時に観察することにする。

(a) 地区別における寸法誤差について

(i) 施工誤差の分散値

表 7.1 - 1 6 から見られる様に主桁の中央断面を B_1 から支間長 L 迄の各断面寸法に対し各地区の施工誤差の分散値を大きい順から並べて行き、数表化したのが表 7.1 - 1 6 になる。表 7.1 - 1 6 から推察できる様に九州地区では中央断面にしても端断面にしても断面寸法の施工誤差の分散値の一番大きくでている断面寸法が多く、施工のバラツキの度合が他の地区に較べ大きい事が分る。一方関西地区に対し支間長の施工誤差の分散を除き、殆んど分散値が最小になっている傾向が見られ、即ち各断面寸法の施工誤差のバラツキの度合は全般的に少ない事が言える。ある意味では関西地区のボステン桁の施工に対し他の地区に較べて比較的に設計通りに施工されているのが推察できる。それに対し中部地区では他の地区より設計値から離れて施工されている事が伺える。

(ii) 施工誤差の平均値

全断面寸法の施工誤差の平均値を各測定地区別について大きい順に並べて行き、数表化したのが表 7.1 - 1 5 になる。表 7.1 - 1 5 から推察できる様に中部地区では他の地区に較べて平均的に施工誤差が大きいのが分る。それに反し関西地区では中央断面の各断面寸法の施工誤差の平均値が小さくなっている。

(b) 全国区の絶対誤差についての考察

表 7.1 - 1 2 から見られる様に誤差の分散値の一番大きい断面寸法はけた高 H_1 でその値は 1 3.5 9 4 mm になる。第二番目の大きい断面寸法としてはフランジ幅 B_1 でその値は 1 2.9 2 2 mm、第三番目はウェブ高 H_3 でその値は 1 0.2 9 8 mm の様な順位になっている。この様な傾向は断面寸法の比較的大きいものに対し、誤差の分散値も大きくなっているのが推察できる。

下フランジ高 H_5 の歪度は 3.7 7 1 になっておりヒストグラムの分布が左に偏って施工誤差が分布している事も分る。ある意味では下フランジ高 H_5 の施工は下限の規格におさ

えられて施工されているのが伺える。

端断面ではフランジ幅 B_1 の分散値が一番大きくその値は 1 6.7 5 5 になっており、その次はけた高 H_1 、ウェブ高 H_2 の様な順位になっている。

誤差の平均値の大きい順位は中央断面、端断面いずれにしてもけた高 H_1 の平均値の誤差が一番大きくになっている。

又誤差の分布のとりがりは下フランジ高 H_2 が一番大きく中央断面では 2 6.6 4 9 になっている。端断面ではフランジ幅 B_1 のとりがりが鋭く尖度の値は 3 4.1 8 5 になっている。

§ 7.2 相対誤差の統計量

§ 7.2.1 中央断面

表 7.2-1 中央断面（相対誤差）

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 データの 件数	ポ ス テ ン 術					
			東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			20	210	70	95	28	39
フランジ幅 B ₁	最大値		0.422	0.822	0.833	0.511	0.208	0.903
	最小値		-0.022	-1.400	-0.292	-0.289	-0.890	-1.140
	平均値 μ		0.176	0.113	0.165	0.144	0.006	0.117
	不偏分散 σ^2		0.011	0.086	0.051	0.020	0.054	0.102
	不偏標準 偏差 σ		0.104	0.293	0.225	0.143	0.232	0.320
	ヒストグラム の形状							
ウェーブ幅 B ₂	最大値		2.014	9.048	5.500	3.765	4.778	13.611
	最小値		0.196	-3.472	0.333	-1.736	-2.917	0.519
	平均値 μ		1.144	1.680	2.021	0.865	0.941	8.048
	不偏分散 σ^2		0.254	1.856	0.989	0.615	4.008	16.630
	不偏標準 偏差 σ		0.504	1.362	0.994	0.784	2.002	4.078
	ヒストグラム の形状							
下フランジ幅 B ₃	最大値		0.933	2.133	1.436	0.800	1.133	1.833
	最小値		0.133	-1.167	-0.067	-0.267	-0.055	-0.467
	平均値 μ		0.519	0.275	0.681	0.315	0.556	0.590
	不偏分散 σ^2		0.058	0.243	0.093	0.038	0.083	0.331
	不偏標準 偏差 σ		0.241	0.493	0.305	0.195	0.288	0.575
	ヒストグラム の形状							

B₁ : 3-3, ①-①, 4-4 の平均を用いて処理

B₂ : 3-3, ①-①, 4-4, ₁B₂, ₂B₂, ₃B₂ の平均を用いて処理

表 7.2-2 中 央 断 面

断面 寸法	統計 量	種 地 区 の 件 数	ポ ス テ ン 桁					
			東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			20	210	70	95	28	39
け た 高 H ₁	最 大 値	0.880	0.830	0.917	0.511	0.414	1.606	
	最 小 値	-0.098	-0.546	-0.077	-0.022	-0.104	-1.711	
	平 均 値 μ	0.191	0.327	0.422	0.212	0.236	0.369	
	不 偏 分 散 σ^2	0.057	0.031	0.045	0.010	0.017	0.316	
	不 偏 標 準 差 σ	0.240	0.177	0.213	0.099	0.131	0.562	
	ヒストグラ ムの形状							
フ ラ ン ジ 高 H ₂	最 大 値	3.704	3.333	5.370	3.958	3.125	3.148	
	最 小 値	-0.926	-0.926	-0.370	-1.042	-5.000	-1.852	
	平 均 値 μ	0.787	1.226	1.981	1.095	0.596	1.206	
	不 偏 分 散 σ^2	1.111	0.576	1.621	0.471	5.842	1.453	
	不 偏 標 準 差 σ	1.054	0.759	1.273	0.686	2.417	1.206	
	ヒストグラ ムの形状							
ウ ェ ブ 高 H ₃	最 大 値	0.480	1.123	0.496	0.541	0.731	0.649	
	最 小 値	-0.658	-3.361	-0.471	-0.045	-0.331	-0.519	
	平 均 値 μ	-0.134	-0.227	0.093	0.085	0.178	-0.043	
	不 偏 分 散 σ^2	0.067	0.498	0.046	0.010	0.082	0.085	
	不 偏 標 準 差 σ	0.259	0.706	0.215	0.099	0.286	0.291	
	ヒストグラ ムの形状							

表 7.2-3 中 央 断 面

断面寸法	橋種 統計 データの 地区の 件数	ポ ス テ ソ 桁					
		東 北 関 東	中 部 関 西	中 国	九 州		
		20	210	70	95	28	39
下 ハン チ 高 H_u	最 大 値	2.063	2.083	2.698	0.889	3.175	3.611
	最 小 値	-0.317	-5.263	-1.270	-0.476	-2.222	-0.794
	平 均 値 μ	0.397	0.106	0.524	0.086	0.602	0.694
	不 偏 分 散 σ^2	0.272	0.679	0.495	0.155	2.121	0.880
	不 偏 標 準 差 σ	0.521	0.824	0.704	0.393	1.456	0.938
	ヒストグラ ムの形状						
下 フ ラ ン ジ 高 H_s	最 大 値	2.000	2.037	2.833	2.667	4.167	9.333
	最 小 値	-0.167	-0.667	-0.163	-0.667	0.167	-0.606
	平 均 値 μ	0.456	0.747	0.730	0.555	1.558	2.183
	不 偏 分 散 σ^2	0.225	0.256	0.461	0.188	1.275	4.159
	不 偏 標 準 差 σ	0.474	0.506	0.679	0.434	1.129	2.039
	ヒストグラ ムの形状						
支 間 長 L	最 大 値	0.056	0.072	0.071	0.078	0.086	0.042
	最 小 値	-0.014	-0.152	-0.056	-0.108	-0.041	-0.125
	平 均 値 μ	0.005	-0.011	-0.010	0.022	-0.010	-0.025
	不 偏 分 散 σ^2	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
	不 偏 標 準 差 σ	0.021	0.034	0.032	0.048	0.027	0.035
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.2.2 端 断 面

表 7.2-4 端 断 面

断面寸法	統計量	橋種 地区 データの件数	ポ ス テ ソ 桁					
			東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			20	210	70	95	28	39
フランジ幅 B ₁	最 大 値		0.467	0.615	0.692	0.400	0.250	0.736
	最 小 値		-0.100	-2.333	-0.167	-0.200	-0.788	-0.292
	平 均 値 μ		0.152	0.019	0.176	0.144	-0.028	0.128
	不 偏 分 散 σ^2		0.014	0.144	0.036	0.011	0.057	0.045
	不 偏 標 準 差 σ		0.119	0.380	0.190	0.107	0.238	0.212
	ヒストグラムの形状							
ウェーブ幅 B ₂	最 大 値		1.133	1.292	2.933	0.919	0.710	2.632
	最 小 値		0.033	-0.100	-0.100	-0.200	-0.216	0.233
	平 均 値 μ		0.263	0.428	0.585	0.451	0.358	0.989
	不 偏 分 散 σ^2		0.073	0.107	0.244	0.072	0.037	0.264
	不 偏 標 準 差 σ		0.271	0.328	0.494	0.268	0.192	0.514
	ヒストグラムの形状							
下フランジ幅 B ₃	最 大 値		0.500	1.600	2.800	0.856	1.100	2.033
	最 小 値		-0.200	-0.375	0.000	-0.200	-0.093	0.100
	平 均 値 μ		0.137	0.278	0.492	0.431	0.352	0.761
	不 偏 分 散 σ^2		0.048	0.141	0.277	0.066	0.077	0.252
	不 偏 標 準 差 σ		0.219	0.376	0.526	0.256	0.277	0.502
	ヒストグラムの形状							

表 7.2 - 5 端 断 面

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 データの 件数	ポ ス テ ソ 術					
			東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			20	210	70	95	28	39
け た 高 H ₁	最 大 値		0.880	1.313	0.844	0.500	0.441	1.600
	最 小 値		-0.147	-0.851	-0.294	-0.300	-0.406	-0.536
	平 均 値 μ		0.264	0.299	0.313	0.173	0.171	0.345
	不 偏 分 散 σ^2		0.084	0.066	0.055	0.017	0.023	0.229
	不 偏 標 準 差 σ		0.289	0.257	0.234	0.130	0.152	0.478
	ヒストグラ ムの形状							
フ ラ ン ジ 高 H ₂	最 大 値		4.772	4.444	4.444	2.778	3.437	3.824
	最 小 値		-0.833	-1.389	-1.389	-1.250	-3.056	-0.833
	平 均 値 μ		0.861	1.132	1.385	0.866	0.299	1.203
	不 偏 分 散 σ^2		2.168	0.862	1.152	0.457	2.281	1.340
	不 偏 標 準 差 σ		1.472	0.929	1.073	0.676	1.510	1.157
	ヒストグラ ムの形状							
ウ ェ ブ 高 H ₃	最 大 値		0.832	1.131	0.570	0.458	0.875	0.843
	最 小 値		-0.440	-1.593	-0.233	-0.946	-0.198	-0.305
	平 均 値 μ		0.069	-0.041	0.144	0.055	0.245	0.271
	不 偏 分 散 σ^2		0.115	0.186	0.031	0.031	0.106	0.063
	不 偏 標 準 差 σ		0.340	0.432	0.176	0.175	0.326	0.252
	ヒストグラ ムの形状							

§ 7.2.3 地区別の寸法誤差

表 7.2 - 6

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	東 北					橋 種	ボステン桁	データの件数	20
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		0.422	-0.022	0.176	0.011	0.104	0.467	-0.100	0.152	0.014	0.119
B ₂ ウェブ幅		2.014	0.196	1.144	0.254	0.504	1.133	0.033	0.263	0.073	0.271
B ₃ 下フランジ幅		0.933	0.133	0.519	0.058	0.241	0.500	-0.200	0.137	0.048	0.219
H ₁ ケ ー 高		0.880	-0.098	0.191	0.057	0.240	0.880	-0.147	0.264	0.084	0.289
H ₂ フランジ高		3.704	-0.926	0.787	1.111	1.054	4.722	-0.833	0.861	2.168	1.472
H ₃ ウェブ高		0.480	-0.658	-0.134	0.067	0.259	0.832	-0.440	0.069	0.115	0.340
H ₄ 下ハンチ高		2.063	-0.317	0.397	0.272	0.521					
H ₅ 下フランジ高		2.000	-0.167	0.456	0.225	0.474					
L 支 間 長		0.056	-0.014	0.005	0.000	0.021					

表 7.2 - 7

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 東					橋 種	ボス テン 桁		データの件数	200
		中 央 断 面					端 断 面					
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ	max (%)	min (%)	μ	σ^2	σ	
B ₁ フランジ幅		0.822	-1.400	0.113	0.086	0.293	0.615	-2.333	0.019	0.144	0.380	
B ₂ ウェブ幅		9.048	-3.472	1.680	1.856	1.362	1.292	-0.100	0.428	0.107	0.328	
B ₃ 下フランジ幅		2.133	-1.167	0.275	0.243	0.493	1.600	-0.375	0.278	0.141	0.376	
H ₁ ケ ー 高		0.830	-0.546	0.327	0.031	0.177	1.313	-0.851	0.299	0.066	0.257	
H ₂ フランジ高		3.333	-0.926	1.226	0.576	0.759	4.444	-1.389	1.132	0.862	0.929	
H ₃ ウェブ高		1.123	-3.361	-0.227	0.498	0.706	9.069	-1.593	0.006	0.599	0.774	
H ₄ 下ハンチ高		2.083	-5.263	0.106	0.679	0.824						
H ₅ 下フランジ高		2.037	-0.667	0.747	0.256	0.506						
L 支 間 長		0.072	-0.152	-0.011	0.001	0.034						

表 7.2 - 8

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 部					橋 種	ボステン桁	データの件数	69
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		0.833	-0.292	0.165	0.051	0.225	0.692	-0.167	0.176	0.036	0.190
B ₂ ウェブ幅		5.500	0.333	2.021	0.989	0.994	2.933	-0.100	0.585	0.244	0.494
B ₃ 下フランジ幅		1.436	-0.067	0.681	0.093	0.305	2.800	0.000	0.492	0.277	0.526
H ₁ け た 高		0.917	-0.077	0.422	0.045	0.213	0.844	-0.294	0.313	0.055	0.234
H ₂ フランジ高		5.370	-0.370	1.981	1.621	1.273	4.444	-1.389	1.385	1.152	1.073
H ₃ ウェブ高		0.496	-0.471	0.093	0.046	0.215	0.570	-0.233	0.144	0.031	0.176
H ₄ 下ハンチ高		2.698	-1.270	0.524	0.495	0.704					
H ₅ 下フランジ高		2.833	-0.163	0.730	0.461	0.679					
L 支 間 長		0.071	-0.056	-0.010	0.001	0.032					

表 7.2 - 9

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	関 西					橋 種	ボス テン 桁	データの件数	93
		中 央 断 面					端 断 面				
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差
		max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	σ^2	$\hat{\sigma}$
B ₁ フランジ幅		0.511	-0.289	0.144	0.020	0.143	0.400	-0.200	0.144	0.011	0.107
B ₂ ウェブ幅		3.765	-1.736	0.865	0.615	0.784	0.919	-0.200	0.451	0.072	0.268
B ₃ 下フランジ幅		0.800	-0.267	0.315	0.038	0.195	0.856	-0.200	0.431	0.066	0.256
H ₁ け た 高		0.511	-0.022	0.212	0.010	0.099	0.500	-0.300	0.173	0.017	0.130
H ₂ フランジ高		3.958	-1.042	1.095	0.471	0.686	2.778	-1.250	0.866	0.457	0.676
H ₃ ウェブ高		0.541	-0.045	0.085	0.010	0.099	0.458	-0.946	0.055	0.031	0.175
H ₄ 下ハンチ高		0.889	-0.476	0.086	0.155	0.393					
H ₅ 下フランジ高		2.667	-0.667	0.555	0.188	0.434					
L 支 間 長		0.078	-0.108	0.022	0.002	0.048					

表 7.2 - 1 0

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	中 国					橋 種	ボス テン 桁			データの数	28
		中 央 断 面					端 断 面						
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差		
		max (%)	min (%)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$		
B ₁ フランジ幅		0.208	-0.890	0.006	0.054	0.232	0.250	-0.788	-0.028	0.057	0.238		
B ₂ ウェブ幅		4.778	-2.917	0.941	4.008	2.002	0.710	-0.216	0.358	0.037	0.192		
B ₃ 下フランジ幅		1.133	-0.055	0.556	0.083	0.288	1.100	-0.093	0.352	0.077	0.277		
H ₁ ケ た 高		0.414	-0.104	0.236	0.017	0.131	0.441	-0.406	0.171	0.023	0.152		
H ₂ フランジ高		3.125	-5.000	0.596	5.842	2.417	3.437	-3.056	0.299	2.281	1.510		
H ₃ ウェブ高		0.731	-0.331	0.178	0.082	0.286	0.875	-0.198	0.245	0.106	0.326		
H ₄ 下ハンチ高		3.175	-2.222	0.602	2.121	1.456							
H ₅ 下フランジ高		4.167	0.167	1.558	1.275	1.129							
L 支 間 長		0.086	-0.041	-0.010	0.001	0.027							

表 7.2 - 1 1

断面 寸法	測定断面 統計量 記号	地 区	九 州					橋 種	ボス テン 桁		データの件数	39
		中 央 断 面					端 断 面					
		最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	最 大 値	最 小 値	平 均 値	不 偏 分 散	不 偏 標 準 偏 差	
		max (%)	min (%)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	max (%)	min (%)	μ	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}$	
B ₁ フランジ幅		0.903	-1.140	0.117	0.102	0.320	0.736	-0.292	0.128	0.045	0.212	
B ₂ ウェブ幅		13.611	0.519	8.048	16.630	4.078	2.632	0.233	0.989	0.264	0.514	
B ₃ 下フランジ幅		1.833	-0.467	0.590	0.331	0.575	2.033	0.100	0.761	0.252	0.502	
H ₁ け た 高		1.606	-1.711	0.369	0.316	0.562	1.600	-0.536	0.345	0.229	0.478	
H ₂ フランジ高		3.148	-1.852	1.206	1.453	1.206	3.824	-0.833	1.203	1.340	1.157	
H ₃ ウェブ高		0.649	-0.519	-0.043	0.085	0.291	0.843	-0.305	0.271	0.063	0.252	
H ₄ 下ハンチ高		3.611	-0.794	0.694	0.880	0.938						
H ₅ 下フランジ高		9.333	-0.606	2.183	4.159	2.039						
L 支 間 長		0.042	-0.125	-0.025	0.001	0.035						

§ 7.2.4 全国区の寸法誤差

(相対誤差)

表 7.2 - 1 2

統計量 断面寸法	中 央 断 面							
	フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	け た 高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最 大 値	0.903	1.2569	2.133	2.345	5.370	1.123	3.611	9.333
最 小 値	-1.400	3.472	-1.167	-1.711	-5.000	-3.361	-5.263	-0.750
平 均 値	0.125	1.671	0.399	0.312	1.252	-0.066	0.252	0.836
不 偏 分 散 σ ²	0.063	3.158	0.189	0.067	1.246	0.268	0.708	0.849
不 偏 標 準 差 σ	0.250	1.777	0.435	0.259	1.116	0.518	0.841	0.921
歪 度	-1.745	2.491	0.275	0.605	-0.640	-3.425	-0.411	3.649
尖 度	11.987	14.491	4.710	20.038	8.759	18.123	9.002	25.469
ヒストグラムの形状								
データ量	456	431	458	455	431	453	432	431

表 7.2 - 1 3

統計量	断面寸法	端 断 面							
		フランジ幅 B ₁	ウェブ幅 B ₂	下フランジ幅 B ₃	けた高 H ₁	フランジ高 H ₂	ウェブ高 H ₃	下ハンチ高 H ₄	下フランジ高 H ₅
最大値		0.736	2.933	2.800	1.600	4.722	1.131		
最小値		-2.333	0.216	-0.375	-0.851	-3.502	-1.593		
平均値 μ		0.082	0.496	0.382	0.268	1.053	0.058		
不偏分散 σ ²		0.083	0.156	0.168	0.069	1.054	0.120		
不偏標準差 σ		0.289	0.395	0.409	0.262	1.027	0.347		
歪度		-3.611	1.700	1.460	0.852	0.148	-2.119		
尖度		27.712	9.577	7.594	8.360	4.691	11.529		
ヒストグラムの形状									
データ量		454	457	456	455	457	451		

§ 7.2.5 地区別から見た断面寸法の誤差分散値

表 7.2 - 1 4 分散値の大きい順位

断面 地区 記号		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁	6	2	4	5	3	1
	B ₂	6	3	4	5	2	1
	B ₃	5	2	3	6	4	1
	H ₁	2	4	3	6	5	1
	H ₂	4	5	2	6	1	3
	H ₃	4	1	5	6	3	2
	H ₄	5	3	4	6	1	2
	H ₅	5	4	3	6	2	1
支 間 長	L	6	3	4	1	5	2
端 断 面	B ₁	5	1	4	6	2	3
	B ₂	4	3	2	5	6	1
	B ₃	6	3	1	5	4	2
	H ₁	2	3	4	6	5	1
	H ₂	2	5	4	6	1	3
	H ₃	2	1	5	6	3	4
計	中央	3 7	2 4	2 8	4 6	2 1	1 2
	端	2 1	1 6	2 0	3 4	2 1	1 4

§ 7.2.6 地区別から見た断面寸法の誤差の平均値

表 7.2 - 1 5 平均値の大きい順位

断面記号		地 区	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中 央 断 面	B ₁		1	5	2	3	6	4
	B ₂		4	3	2	6	5	1
	B ₃		4	6	1	5	3	2
	H ₁		6	3	1	5	4	2
	H ₂		5	2	1	4	6	3
	H ₃		3	1	4	5	2	6
	H ₄		4	5	3	6	2	1
	H ₅		6	3	4	5	2	1
支 間 長	L		5	3	4	2	4	1
端 断 面	B ₁		2	6	1	3	5	4
	B ₂		6	4	2	3	5	1
	B ₃		6	5	2	3	4	1
	H ₁		4	3	2	5	6	1
	H ₂		5	3	1	4	6	2
	H ₃		4	6	3	5	2	1
計	中央		3 3	2 8	1 8	3 9	3 0	2 0
	端		2 7	2 7	1 1	2 3	2 8	1 0

§ 7.2.7 各断面寸法から見た寸法誤差の分散値

表 7.2 - 1 6 分散値の順位

地区別	断面別 断面寸法	中 央 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		8	3	6	7	1	5	2	4
関 東		7	1	6	8	3	4	2	5
中 部		6	2	5	8	1	7	3	4
関 西		6	1	5	8	2	7	4	3
中 国		7	2	5	8	1	6	3	4
九 州		7	1	5	6	3	8	4	2
計		41	10	32	45	11	37	18	22

表 7.2 - 1 7 分散値の順位

地区別	断面別 断面寸法	端 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		6	4	5	3	1	2		
関 東		3	5	4	6	1	2		
中 部		5	3	2	4	1	6		
関 西		6	2	3	5	1	4		
中 国		4	5	3	6	1	2		
九 州		6	2	3	4	1	5		
計		30	21	20	28	6	21		

§ 7.2.8 各断面寸法から見た寸法誤差の平均値

表 7.2 - 1 8 平均値の順位

地区別	断面別 断面寸法	中 央 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		7	1	3	6	2	8	5	4
関 東		7	1	5	4	2	6	8	3
中 部		7	1	4	6	2	8	5	3
関 西		5	2	4	6	1	8	7	3
中 国		8	2	5	6	4	7	3	1
九 州		7	1	5	6	3	8	4	2
計		41	8	26	34	14	45	32	16

表 7.2 - 1 9 平均値の順位

地区別	断面別 断面寸法	端 断 面							
		B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
東 北		4	3	5	2	1	6		
関 東		5	2	4	3	1	6		
中 部		5	2	3	4	1	6		
関 西		5	2	3	4	1	6		
中 国		6	1	2	5	3	4		
九 州		6	2	3	4	1	5		
計		31	12	20	22	8	33		

7.2.9 相対誤差についての考察

(a) 同一地区の各断面寸法の施工誤差について

(i) 東北地区

表 7.2-6 から推察できる様に H_2 (フランジ高) は中央断面、端断面とも他の断面寸法に較べ分散値 (1.054, 1.472) が大きい。即ちフランジ高の施工にあたって施工誤差のバラツキが大きく、施工に際し誤差のバラツキを少なくする様工程に注意を払う。

(ii) 関東地区

表 7.2-7 から見られる様に中央断面ではウェブ幅 B_2 の分散値 (1.362) は他の各断面寸法の施工誤差の分散値より大きく施工されている事が分る。又端断面ではフランジ高 H_2 (0.929) の分散値が大きい。

(iii) 中部地区

表 7.2-8 から見られる様にフランジ高 H_2 は中央、端断面両方とも他の各断面寸法より施工誤差のバラツキが大きくなっている。

(iv) 関西地区

表 7.2-9 より中央断面ではウェブ幅 B_2 の施工誤差の分散値 (0.784) が他の各断面寸法の施工誤差の分散値より大きく、端断面ではフランジ高 H_2 の分散値 (0.676) が大きい。

(v) 中国地区

表 7.2-10 よりウェブ幅 B_2 とフランジ高 H_2 の施工誤差の分散値 (2.002, 2.417) は他の各断面寸法の施工誤差の分散値より大きく、端断面ではフランジ高 H_2 の分散値 (1.510) が大きい。

(vi) 九州地区

表 7.2-11 から見られる様にウェブ幅 B_2 、下フランジ高 H_3 、フランジ高 H_2 のバラツキは他の断面寸法に較べて大きい。端断面ではフランジ高 H_2 のバラツキが他の断面寸法より大きい。

以上各地区の各断面寸法の分散値を総合的に見て共通している所はフランジ高 H_2 の施工誤差のバラツキが大きい事が分る。又ウェブ幅 B_2 の誤差のバラツキも大きいのが見られる。

(b) 全国区の施工誤差について

表 7.2-12 から見られる様に断面寸法の比較的小さいもの、例えばウェブ幅 B_2 、フランジ高 H_2 の様な寸法では分散値が大きく、断面寸法の大きいもの (フランジ幅 B_1 、

けた高 H_1) に対し分散値が小さくなっている。この様な傾向は端断面についても同じ結果が得られている。

誤差の平均値についても分散値の傾向に似ている。ウェブ幅 B_2 及びフランジ高 H_2 の様な他の断面寸法に較べて小さい断面寸法では大きい平均値が得られている。それに対しウェブ高 H_3 の平均値は -0.066% の様な小さい値になっている。端断面についても同じ様にフランジ高 H_2 についての平均値が一番大きく 1.053% の値になっている。

一方フランジ幅 B_1 、フランジ高 H_2 、ウェブ幅 H_3 及び下ハンチ高 H_4 の歪度は負の値になっており、誤差の分布が右に偏っている事が分る。端断面ではフランジ幅 B_1 とウェブ高の誤差が右に偏っていて施工が上限の規格でおさえられている事が分る。

誤差のとんがりの一番鋭いのは中央断面では下フランジ高 H_5 、端断面ではフランジ幅 B_1 が一番鋭くなっている。

(c) 支間長について

支間長の絶対誤差の平均値は -1.136mm になっており、設計された支間長より短かく施工されているのが見られる。

又、支間長の分散値が大きく、不偏分散の値は 9.0167 等、バラツキの大きいのが見られる。

§ 7.3 関東、中国地方のウェブ層 B₂ の誤差の統計量

§ 7.3.1 中央断面

表 7.3-1 中央断面 (絶対誤差)

断面 統計 法	橋種 地区 測定断面	ポ ス テ ン 術					
		関 東 (207)			中 国 (28)		
		3-3	①-①	4-4	3-3	①-①	4-4
フ ラ ン ジ 幅 1B ₂	最 大 値	12000	14000	15000	7000	7000	6000
	最 小 値	-5000	-6000	-6000	-5000	-5000	-3000
	平 均 値 μ	2.739	2.970	2.961	1.536	1.750	1.893
	不 偏 分 散 σ^2	6.553	7.850	8.455	14.110	12.713	11.136
	不 偏 差 標 準 σ	2.560	2.802	2.908	3.756	3.566	3.337
	歪 度	0.381	0.681	0.873	-0.680	-0.554	-0.458
	尖 度	4.517	5.330	5.473	2.040	1.841	1.567
	ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 幅 2B ₂	最 大 値	11000	11000	12000	8000	5000	6000
	最 小 値	-5000	-5000	-16000	-4000	-5000	-5000
	平 均 値 μ	2.498	2.965	2.894	1.704	1.643	1.963
	不 偏 分 散 σ^2	4.824	6.272	8.066	12.370	9.794	10.960
	不 偏 差 標 準 σ	2.196	2.504	2.840	3.517	3.129	3.311
	歪 度	0.341	0.260	-0.981	-0.110	-0.484	-0.716
	尖 度	5.366	4.425	12.240	1.795	1.729	2.068
	ヒストグラ ムの形状						
フ ラ ン ジ 幅 3B ₂	最 大 値	12000	10000	11000	7000	7000	7000
	最 小 値	-6000	-6000	-16000	-3000	-3000	-4000
	平 均 値 μ	2.068	2.353	2.000	2.143	2.071	2.143
	不 偏 分 散 σ^2	5.937	4.980	6.820	9.460	9.698	9.090
	不 偏 差 標 準 σ	2.437	2.232	2.611	3.076	3.114	3.015
	歪 度	0.497	0.506	-0.991	-0.395	-0.199	-0.507
	尖 度	5.942	5.532	14.223	1.676	1.586	2.046
	ヒストグラ ムの形状						

表 7.3-2 中 央 断 面 (相 対 誤 差)

断面 寸法	統計 量	橋 種 地 区 測定断面	ボ ス テ ン 桁					
			関 東 (207)			中 国 (28)		
			3-3	①-①	4-4	3-3	①-①	4-4
フランシ 幅	最 大 値		7.500	7.778	8.333	3.889	3.889	3.333
	最 小 値		-3.125	-3.750	-3.750	-3.125	-3.125	-1.875
	平 均 値		1.733	1.855	1.867	0.723	0.840	0.932
	不 偏 分 散		2.635	3.005	3.260	4.705	4.121	3.568
	不 偏 標 準 差		1.623	1.734	1.806	2.169	2.030	1.889
	歪 度		0.368	0.596	0.720	-0.747	-0.611	-0.489
	尖 度		4.388	5.038	4.874	2.131	1.951	1.618
1B ₂	ヒストグラ ムの形状							
フランシ 幅	最 大 値		6.875	6.875	7.500	4.444	2.778	3.333
	最 小 値		-3.125	-3.125	-8.889	-2.500	-3.125	-3.125
	平 均 値		1.562	1.837	1.833	0.830	0.793	0.973
	不 偏 分 散		1.899	2.365	3.079	3.983	3.098	3.563
	不 偏 標 準 差		1.378	1.538	1.755	1.996	1.760	1.888
	歪 度		0.359	0.229	-0.644	-0.136	-0.560	-0.766
	尖 度		5.376	4.673	9.729	1.880	1.881	2.206
2B ₂	ヒストグラ ムの形状							
フランシ 幅	最 大 値		7.500	6.250	6.875	3.889	3.889	3.889
	最 小 値		-3.750	-3.750	-8.889	-1.875	-1.875	-2.500
	平 均 値		1.304	1.474	1.283	1.084	1.042	1.093
	不 偏 分 散		2.373	1.953	2.620	2.953	2.986	2.873
	不 偏 標 準 差		1.541	1.398	1.619	1.718	1.728	1.695
	歪 度		0.486	0.515	-0.603	-0.427	-0.234	-0.571
	尖 度		5.745	5.480	10.994	1.800	1.708	2.220
3B ₂	ヒストグラ ムの形状							

表 7.3 - 3

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 測定断面	ボ ス テ ン 桁					
			関 東			中 国		
			3-3	〇-〇	4-4	3-3	〇-〇	4-4
フランジ幅 B_2 (絶対誤差)	最 大 値		13.000	11.667	13.333	19.667	5.667	5.333
	最 小 値		-5.333	-5.667	-8.667	-4.000	-4.333	-10.667
	平 均 値 μ		2.486	2.810	2.673	2.369	1.821	1.619
	不 偏 分 散 σ^2		4.926	5.192	6.018	21.945	10.012	14.952
	不 偏 標 準 差 σ		2.220	2.278	2.453	4.685	3.164	3.867
	歪 度		0.897	0.680	0.323	1.438	-0.474	-1.289
	尖 度		7.542	6.066	7.372	7.170	1.594	4.240
	ヒストグラム の 形 状							
フランジ幅 B_2 (相対誤差)	最 大 値		9.286	8.333	9.524	9.833	2.963	2.778
	最 小 値		-3.333	-3.542	-4.815	-2.500	-2.708	-6.667
	平 均 値 μ		1.570	1.756	1.701	1.166	0.892	0.764
	不 偏 分 散 σ^2		2.035	2.059	2.426	6.266	3.158	5.049
	不 偏 標 準 差 σ		1.427	1.435	1.557	2.503	1.777	2.247
	歪 度		1.096	0.839	0.587	1.059	-0.527	-1.429
	尖 度		8.718	6.959	7.734	5.817	1.694	4.830
	ヒストグラム の 形 状							
	最 大 値							
	最 小 値							
	平 均 値 μ							
	不 偏 分 散 σ^2							
	不 偏 標 準 差 σ							
	歪 度							
	尖 度							
	ヒストグラム の 形 状							

§ 7.3.2 端 断 面

表 7.3-4 端 断 面 (絶対誤差)

断面 寸法	統計 量	橋種 地区 測定断面	ボ ス テ ン 桁					
			関 東 (207)			中 国 (28)		
			1-1	2-2		1-1	2-2	
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値		7.000	8.000		4.000	4.000	
	最 小 値		-1.000	-1.000		0.000	0.000	
	平 均 値 μ		1.981	2.188		1.571	2.000	
	不 偏 分 散 σ^2		2.941	3.425		1.513	1.111	
	不 偏 標 準 差 σ		1.715	1.851		1.230	1.054	
	歪 度		0.300	0.923		0.129	-0.183	
	尖 度		2.891	3.868		1.678	2.604	
$1B_2$	ヒストグラ ムの形状							
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値		10.000	9.000		5.000	4.000	
	最 小 値		-2.000	-4.000		-2.000	-9.000	
	平 均 値 μ		1.971	1.937		1.679	1.893	
	不 偏 分 散 σ^2		4.028	3.321		2.819	5.729	
	不 偏 標 準 差 σ		2.007	1.822		1.679	2.393	
	歪 度		0.613	0.231		0.085	-3.301	
	尖 度		3.732	3.715		2.526	15.432	
$2B_2$	ヒストグラ ムの形状							
フ ラ ン ジ 幅	最 大 値		10.000	9.000		5.000	5.000	
	最 小 値		-3.000	-2.000		0.000	1.000	
	平 均 値 μ		1.551	1.599		1.679	2.821	
	不 偏 分 散 σ^2		3.841	2.775		1.708	1.634	
	不 偏 標 準 差 σ		1.960	1.666		1.307	1.278	
	歪 度		1.134	0.953		0.582	0.219	
	尖 度		4.866	4.508		2.877	2.057	
$3B_2$	ヒストグラ ムの形状							

表 7.3 - 5 端 断 面 (相 対 誤 差)

断面 寸法	統計 量	橋 種 地 区 測定断面	ポ ス テ ン 桁					
			関 東			中 国		
			1 - 1	2 - 2		1 - 1	2 - 2	
1 B ₂	最 大 値		1.750	2.000		0.741	0.667	
	最 小 値		-0.250	-0.212		0.000	0.000	
	平 均 値 μ		0.456	0.501		0.288	0.368	
	不 偏 分 散 σ^2		0.154	0.186		0.051	0.036	
	不 偏 標 準 差 σ		0.393	0.431		0.225	0.189	
	歪 度		0.264	1.013		0.161	-0.388	
	尖 度		2.648	4.269		1.769	2.427	
	ヒストグラム の 形 状							
2 B ₂	最 大 値		2.000	1.800		0.926	0.800	
	最 小 値		-0.400	-0.800		-0.370	-1.667	
	平 均 値 μ		0.457	0.449		0.310	0.351	
	不 偏 分 散 σ^2		0.209	0.181		0.094	0.198	
	不 偏 標 準 差 σ		0.458	0.425		0.307	0.445	
	歪 度		0.587	0.344		0.006	-3.268	
	尖 度		3.283	3.196		2.418	15.235	
	ヒストグラム の 形 状							
3 B ₂	最 大 値		2.000	2.250		0.833	1.000	
	最 小 値		-0.750	-0.500		0.000	0.167	
	平 均 値 μ		0.357	0.363		0.305	0.525	
	不 偏 分 散 σ^2		0.203	0.148		0.053	0.061	
	不 偏 標 準 差 σ		0.450	0.385		0.231	0.247	
	歪 度		1.183	1.071		0.390	0.295	
	尖 度		4.898	5.305		2.450	2.134	
	ヒストグラム の 形 状							

表 7.3 - 6

断面 寸法	統計 量	ボ ス テ ン 桁					
		関 東			中 国		
		1 - 1	2 - 2		1 - 1	2 - 2	
フランジ幅 B_2 (絶対誤差)	最 大 値	6.667	7.333		4.333	4.000	
	最 小 値	-1.333	-1.667		-0.333	-2.000	
	平 均 値 μ	1.804	1.896		1.643	2.238	
	不 偏 分 散 σ^2	2.576	2.204		1.415	1.538	
	不 偏 標 準 差 σ	1.605	1.485		1.190	1.240	
	歪 度	0.421	0.522		0.551	-1.152	
	尖 度	2.779	3.068		2.694	5.554	
	ヒストグラ ムの形状						
フランジ幅 B_2 (相対誤差)	最 大 値	1.417	1.467		0.802	0.800	
	最 小 値	-0.267	-0.333		-0.062	-0.370	
	平 均 値 μ	0.418	0.437		0.301	0.415	
	不 偏 分 散 σ^2	0.140	0.123		0.046	0.054	
	不 偏 標 準 差 σ	0.374	0.351		0.213	0.232	
	歪 度	0.395	0.514		0.442	-1.116	
	尖 度	2.481	2.708		2.496	5.344	
	ヒストグラ ムの形状						
	最 大 値						
	最 小 値						
	平 均 値 μ						
	不 偏 分 散 σ^2						
	不 偏 標 準 差 σ						
	歪 度						
	尖 度						
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.3.3 関東、中国地区の B_2 の平均値、分散値

表 7.3-7 ポステン桁 (絶対誤差)

地区別 測定断面 断面寸法		関 東					中 国				
		3-3	2-2	4-4	1-1	2-2	3-3	2-2	4-4	1-1	2-2
平 均 値	$_1B_2$	2.739	2.970	2.961	1.981	2.188	1.536	1.750	1.893	1.571	2.000
	$_2B_2$	2.498	2.965	2.894	1.971	1.937	1.704	1.643	1.963	1.679	1.893
	$_3B_2$	2.068	2.353	2.000	1.551	1.599	2.143	2.071	2.143	1.679	2.821
	B_2	2.486	2.810	2.673	1.804	1.896	2.369	1.821	1.619	1.643	2.238
分 散 値	$_1B_2$	6.553	7.850	8.455	2.941	3.425	1.4110	1.2713	1.1136	1.513	1.111
	$_2B_2$	4.824	6.272	8.066	4.028	3.321	1.2370	9.794	10.960	2.819	5.729
	$_3B_2$	5.937	4.980	6.820	3.841	2.775	9.460	9.698	9.090	1.708	1.634
	B_2	4.926	5.192	6.018	2.576	2.204	2.1945	10.012	14.952	1.415	1.538

表 7.3-8 ポステン桁 (相対誤差)

地区別 測定断面 断面寸法		関 東					中 国				
		3-3	①-①	4-4	1-1	2-2	3-3	①-①	4-4	1-1	2-2
平 均 値	₁ B ₂	1.733	1.855	1.867	0.456	0.501	0.723	0.840	0.932	0.288	0.368
	₂ B ₂	1.562	1.837	1.833	0.457	0.449	0.830	0.793	0.973	0.310	0.351
	₃ B ₂	1.304	1.474	1.283	0.357	0.363	1.084	1.042	1.093	0.305	0.525
	B ₂	1.570	1.756	1.701	0.418	0.437	1.166	0.892	0.764	0.301	0.415
分 散 値	₁ B ₂	2.635	3.005	3.260	0.154	0.186	4.705	4.121	3.568	0.051	0.036
	₂ B ₂	1.899	2.365	3.079	0.209	0.181	3.983	3.098	3.563	0.094	0.198
	₃ B ₂	2.373	1.953	2.620	0.203	0.148	2.953	2.986	2.873	0.053	0.061
	B ₂	2.035	2.059	2.426	0.140	0.123	6.266	3.158	5.049	0.046	0.054

7.3.4 各断面ウェブ幅 B_2 の平均値及び分散値についての考察

分散値に有意差があると認められた関東及び中国の両地区に対しウェブ幅を ${}_1B_2$ 、 ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ について橋軸方向に3-3、 ①-① 、4-4、1-1、2-2の各断面の平均値及び分散値を求め数表化したのが表7.3-7、8である。

(a) 絶対誤差について(表7.3-7)

(i) 平均値

関東地区の平均値を縦方向に見て大きい順からつけると各測定断面に對しいずれも ${}_1B_2$ 、 ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ の順になっている。即ち関東地区ではウェブ幅は上から下へ順次細く作られている。

横方向に見ると ${}_1B_2$ に對し3-3から4-4へ順次太く施工されている。 ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ に對し中央断面 ①-① は両側より太くなっている。端断面に對し ${}_2B_2$ を除き1-1断面は2-2断面より小さく施工されている。それに対し1-1断面の ${}_2B_2$ は2-2断面より大きくなっている。

中国地区の平均値を縦方向に見ると3-3、4-4断面では関東地区と逆に ${}_3B_2$ 、 ${}_2B_2$ 、 ${}_1B_2$ の順に従って細くなっている。 ①-① 、2-2断面は ${}_2B_2$ が上下の ${}_1B_2$ 、 ${}_3B_2$ より細くなっている。

横方向に見ると ${}_1B_2$ に對し3-3、 ①-① 、4-4の順に逐次太くなっているが ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ では ①-① 断面が左右断面より細くなっている。又端断面については2-2のウェブ幅は1-1より太くなっている。

(ii) 分散値

関東地区の分散値を縦に見て ①-① 、4-4、2-2の各断面に對し ${}_1B_2$ 、 ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ の順に従ってバラツキが小さくなる傾向にある。3-3断面では ${}_2B_2$ のバラツキが小さく1-1断面では ${}_2B_2$ のバラツキが上下の ${}_1B_2$ と ${}_3B_2$ に較べて大きくなっている。

横方向に對し ${}_1B_2$ 、 ${}_2B_2$ の分散値は3-3、 ①-① 、4-4の順に従って大きくなっているのが見られる。但し ${}_3B_2$ に對し中央断面 ①-① は左右の3-3、4-4断面よりバラツキが小さいのが見られる。端断面では ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ の分散値は1-1の値が2-2より大きい。それに対し ${}_1B_2$ の分散値は2-2断面の方が1-1より大きくなっている。

中国地区の分散値を縦に見て3-3、 ①-① 、4-4の各断面では ${}_1B_2$ 、 ${}_2B_2$ 、 ${}_3B_2$ の順に従って小さくなっている。端断面の1-1、2-2では中間ウェブ幅 ${}_2B_2$ の分散値が上下のウェブ幅より大きくなっている。

横方向に見ると ${}_1B_2$ だけが3-3、 ①-① 、4-4の順に従って逐次小さくなってい

る。 ${}_2B_2$ では支間中央の $\bar{Q}-\bar{Q}$ が一番小さく、 ${}_3B_2$ では $\bar{Q}-\bar{Q}$ の分散値が逆に左右の3-3, 4-4断面の分散値より大きくなっている。端断面では1-1, 2-2断面とも ${}_2B_2$ の分散値が上下の ${}_1B_2$, ${}_3B_2$ より大きく、 ${}_1B_2$, ${}_2B_2$ に着目した際1-1の値は2-2の値より大きくなっている。

(b) 相対誤差について(表7.3-8)

相対誤差についても大体絶対誤差に似た様な結果が得られている。

§ 7.4 各地区の ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の誤差の統計量

§ 7.4.1 中央断面

表 7.4-1 中央断面(絶対誤差)

断面 寸法	統計 データ の件数	ポ ス テ ン 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		20	210	70	95	28	39
${}_1B_2$	最 大 値	3.333	12.000	11.333	5.667	5.667	21.333
	最 小 値	-0.333	-5.333	0.333	-3.333	-4.333	0.000
	平 均 値 μ	1.684	2.901	3.787	1.312	1.726	12.667
	不 偏 分 散 σ^2	1.154	6.351	5.140	1.925	11.704	48.017
	不 偏 標 準 差 σ	1.074	2.520	2.267	1.388	3.421	6.929
	ヒストグラムの形状						
${}_2B_2$	最 大 値	5.000	9.667	11.000	8.000	19.667	22.000
	最 小 値	0.000	-5.333	0.333	-2.667	-11.333	1.000
	平 均 値 μ	1.982	2.782	3.541	1.642	1.964	13.051
	不 偏 分 散 σ^2	1.389	4.605	3.977	2.514	27.591	46.804
	不 偏 標 準 差 σ	1.178	2.146	1.994	1.586	5.253	6.841
	ヒストグラムの形状						
${}_3B_2$	最 大 値	6.000	33.667	11.667	8.000	5.333	22.000
	最 小 値	-1.667	-6.000	-0.667	-2.333	-2.667	0.000
	平 均 値 μ	1.877	2.305	3.444	1.447	2.119	12.735
	不 偏 分 散 σ^2	2.373	9.343	4.551	2.090	8.339	41.293
	不 偏 標 準 差 σ	1.540	3.057	2.133	1.446	2.888	6.426
	ヒストグラムの形状						

表 7.4-2 中 央 断 面 (相 対 誤 差)

断面 寸法	橋種 地区 データの 統計 量 の 件 数	ボ ス テ ン 桁					
		東 北 関	東 中 部	関 西	中 国	九 州	
		20	210	70	95	28	39
$1B_2$	最 大 値	2.083	7.500	5.667	3.148	2.833	13.333
	最 小 値	-0.208	-3.333	0.167	-2.083	-2.708	0.000
	平 均 値 μ	1.047	1.825	2.131	0.774	0.832	7.953
	不 偏 分 散 σ^2	0.457	2.465	1.440	0.630	3.810	18.409
	不 偏 標 準 差 σ	0.676	1.570	1.200	0.794	1.952	4.291
	ヒストグラ ムの形状						
$2B_2$	最 大 値	3.125	6.042	5.500	4.444	9.833	13.750
	最 小 値	0.000	-3.333	0.167	-1.667	-7.083	0.667
	平 均 値 μ	1.233	1.742	1.990	0.968	0.918	8.194
	不 偏 分 散 σ^2	0.550	1.767	1.118	0.805	8.354	17.886
	不 偏 標 準 差 σ	0.741	1.329	1.058	0.897	2.890	4.229
	ヒストグラ ムの形状						
$3B_2$	最 大 値	3.750	28.056	5.833	4.444	2.963	13.750
	最 小 値	-1.042	-3.750	-0.370	-1.458	-1.667	0.000
	平 均 値 μ	1.167	1.492	1.941	0.853	1.073	8.000
	不 偏 分 散 σ^2	0.932	5.283	1.331	0.665	2.595	15.722
	不 偏 標 準 差 σ	0.966	2.299	1.154	0.815	1.611	3.965
	ヒストグラ ムの形状						

§ 7.4.2 端 断 面

表 7.4 - 3 端断面 (相対誤差)

断面寸法	統計量	橋種 地区の件数	ポ ス テ ソ 桁											
			東	北	関	東	中	部	関	西	中	国	九	州
			20	210	70	95	28	39						
1B ₂	最大値	1.400	1.375	3.100	0.856	0.648	2.632							
	最小値	-0.600	-0.106	-0.300	-0.200	0.083	0.087							
	平均値 μ	0.268	0.475	0.586	0.419	0.328	0.930							
	不偏分散 σ^2	0.169	0.123	0.277	0.064	0.025	0.266							
	不偏標準 偏差 σ	0.411	0.351	0.526	0.252	0.157	0.516							
	ヒストグラ ムの形状													
2B ₂	最大値	0.900	1.625	3.000	1.167	0.750	2.632							
	最小値	-0.700	-0.400	-0.100	-0.300	-1.019	0.200							
	平均値 μ	0.205	0.449	0.589	0.465	0.331	1.031							
	不偏分散 σ^2	0.119	0.158	0.252	0.094	0.105	0.297							
	不偏標準 偏差 σ	0.346	0.397	0.502	0.306	0.324	0.545							
	ヒストグラ ムの形状													
3B ₂	最大値	1.300	1.500	3.100	0.951	0.833	2.632							
	最小値	0.000	-0.375	0.100	-0.200	0.093	0.100							
	平均値 μ	0.316	0.358	0.581	0.468	0.415	1.005							
	不偏分散 σ^2	0.111	0.145	0.277	0.086	0.041	0.306							
	不偏標準 偏差 σ	0.334	0.380	0.527	0.293	0.201	0.553							
	ヒストグラ ムの形状													

表 7.4 - 4 端断面 (絶対誤差)

断面 寸法	統計 データ の件数	ポ ス テ ソ 桁					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		20	210	70	95	28	39
ウェブ 幅 $1B_2$	最 大 値	7.000	7.500	15.500	5.000	3.500	11.000
	最 小 値	-3.000	-0.500	-1.500	-1.000	0.500	0.500
	平 均 値 μ	1.342	2.062	2.964	2.218	1.786	4.692
	不 偏 分 散 σ^2	4.224	2.224	6.951	1.820	0.804	6.916
	不 偏 標 準 差 σ	2.055	1.491	2.636	1.349	0.897	2.630
	ヒストグラ ムの形状						
ウェブ 幅 $2B_2$	最 大 値	4.500	7.500	15.000	7.000	4.500	11.500
	最 小 値	-3.500	-2.000	-0.500	-1.500	-5.500	1.000
	平 均 値 μ	1.026	1.928	2.986	2.479	1.786	5.231
	不 偏 分 散 σ^2	2.985	2.867	6.360	2.768	3.101	7.919
	不 偏 標 準 差 σ	1.728	1.693	2.522	1.664	1.761	2.814
	ヒストグラ ムの形状						
ウェブ 幅 $3B_2$	最 大 値	6.500	7.000	15.500	5.000	4.500	11.000
	最 小 値	0.000	-1.500	0.500	-1.000	0.500	0.500
	平 均 値 μ	1.579	1.559	2.949	2.495	2.250	5.051
	不 偏 分 散 σ^2	2.785	2.661	7.008	2.540	1.250	7.484
	不 偏 標 準 差 σ	1.669	1.631	2.647	1.594	1.118	2.736
	ヒストグラ ムの形状						

7.4.3 B₂ の分散値の一様性の検定

表 7.4 分散値の検定 (絶対誤差)

統計量		地区 データの数	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
			19	202	69	94	28	39
中央 断面 B ₂ の 検 定	$\sum S_i$		88.488	4080.098	929.424	607.197	1286.118	5172.328
	$\sum \phi_i$		54.000	603.000	204.000	279.000	81.000	114.000
	V		1.639	6.766	4.556	2.176	15.878	45.371
	C		1.025	1.002	1.007	1.005	1.016	1.012
	χ_0^2		2.559	25.169	1.108	1.755	10.531	0.241
	$\chi^2(k-1, \alpha)$		5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99
	判 定		$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$
端 断 面 B ₂ の 検 定	$\sum S_i$		179.892	1558.152	1381.692	662.904	139.185	848.122
	$\sum \phi_i$		54.000	603.000	204.000	279.000	81.000	114.000
	V		3.331	2.584	6.773	2.376	1.718	7.440
	C		1.025	1.002	1.007	1.005	1.016	1.012
	χ_0^2		0.904	3.357	0.194	4.362	12.945	0.173
	$\chi^2(k-1, \alpha)$		5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99
	判 定		$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$
検 定	$\sum S_i$							
	$\sum \phi_i$							
	V							
	C							
	χ_0^2							
	$\chi^2(k-1, \alpha)$							
	判 定							

k = 3

$\chi_0^2 < \chi^2$ 有意差ありとは云えない

$\alpha = 0.05$

$\chi_0^2 \geq \chi^2$ 有意差あり

表 7.4 - 6 分散値の検定 (相対誤差)

地区 データの数 統計量		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		19	202	69	94	28	39
中央 断面 B ₂ の 検 定	$\sum S_i$	34.902	1912.515	264.452	195.300	398.493	1976.646
	$\sum \phi_i$	54.000	603.000	204.000	279.000	81.000	114.000
	V	0.646	3.172	1.296	0.700	4.920	17.339
	C	1.025	1.002	1.007	1.005	1.016	1.012
	χ^2	2.495	65.542	1.115	1.563	9.716	0.261
	$\chi^2(k-1, \alpha)$	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99
端 断面 B ₂ の 検 定	判 定	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$
	$\sum S_i$	7.181	85.626	54.808	22.692	4.617	33.022
	$\sum \phi_i$	54.000	603.000	204.000	279.000	81.000	114.000
	V	0.133	0.142	0.269	0.081	0.057	0.290
	C	1.025	1.002	1.007	1.005	1.016	1.012
	χ^2	0.922	3.202	0.199	3.623	14.417	0.202
検 定	$\chi^2(k-1, \alpha)$	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99
	判 定	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$	$\chi_0^2 > \chi^2$	$\chi_0^2 < \chi^2$
	$\sum S_i$						
	$\sum \phi_i$						
	V						
	C						
定	χ^2						
	$\chi^2(k-1, \alpha)$						
	判 定						

k = 3

$\chi_0^2 < \text{有意差ありとは云えない}$

$\alpha = 0.05$

$\chi_0^2 \geq \text{有意差あり}$

§ 7.4.4 B₂ の平均値の一様性の検定

(絶対値)

表 7.4 - 7 平均値の一様性の検定

統計量		地区 nデータの数					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
中央 断面 の 平 均 値	$\sum S_i$	88488	4080098	929424	607197	1286118	5172328
	$\sum \phi_i$	540	6030	2040	2790	810	1140
	V	1.639	6.766	4.556	2.176	15878	45371
	$\sqrt{V/n}$	0.294	0.183	0.257	0.152	0.753	1.079
	$\max \mu_i - \mu_j $	0.298	0.596	0.343	0.330	0.393	0.384
	$q_0 = \frac{\max \mu_i - \mu_j }{\sqrt{V/n}}$	1.015	3.256	1.335	2.169	0.522	0.356
	$q(k, \phi; \alpha)$	3412	332	332	332	3386	3364
	判 定	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$
端 面 の 平 均 値	$\sum S_i$	179892	1558152	1381692	662904	139185	848122
	$\sum \phi_i$	540	6030	2040	2790	810	1140
	V	3331	2584	6733	2376	1718	7440
	$\sqrt{V/n}$	0.419	0.113	0.313	0.159	0.248	0.437
	$\max \mu_i - \mu_j $	0.553	0.503	0.037	0.277	0.464	0.539
	$q_1 = \frac{\max \mu_i - \mu_j }{\sqrt{V/n}}$	1.321	4.447	0.118	1.742	1.873	1.234
	$q(k, \phi; \alpha)$	3412	332	332	332	3386	3364
	判 定	$q_0 < q$	$q_0 > q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$

$q_0 < q$ 有意差ありとは云えない

$q_0 \geq q$ 有意差あり

$k = 3$

$\alpha = 0.05$

(相 対 誤 差)

表 7.4 - 8 平均値の一様性の検定

統計量		地区					
		nデータの数					
		東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	九 州
		19	202	69	94	28	39
中央 断面 の 平 均 値	$\sum S_i$	34902	1912515	264452	195300	398493	1976646
	$\sum \phi_i$	540	6030	2040	2790	810	1140
	V	0.646	3.172	1.296	0.700	4.920	17.339
	$\sqrt{V/n}$	0.184	0.125	0.137	0.086	0.419	0.667
	$\max \mu_i - \mu_j $	0.186	0.333	0.190	0.194	0.241	0.241
	$q_0 = \frac{\max \mu_i - \mu_j }{\sqrt{V/n}}$	1.008	2.658	1.386	2.248	0.575	0.361
	$q(k, \phi; \alpha)$	3.412	3.32	3.32	3.32	3.386	3.364
判 定		$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$
端 断面 の 平 均 値	$\sum S_i$	7.181	85.626	54.808	22.692	4.617	3.3022
	$\sum \phi_i$	540	6030	2040	2790	810	1140
	V	0.133	0.142	0.269	0.081	0.057	0.290
	$\sqrt{V/n}$	0.084	0.027	0.062	0.029	0.045	0.086
	$\max \mu_i - \mu_j $	0.111	0.117	0.008	0.049	0.087	0.101
	$q_0 = \frac{\max \mu_i - \mu_j }{\sqrt{V/n}}$	1.327	4.413	0.128	1.666	1.928	1.172
	$q(k, \phi; \alpha)$	3.412	3.32	3.32	3.32	3.386	3.364
判 定		$q_0 < q$	$q_0 > q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$	$q_0 < q$

 $q_0 <$ 有意差ありとは云えない。 $q_0 \geq$ 有意差あり。 $k = 3$ $\alpha = 0.05$

§ 7.4.5 ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の分散、平均の一樣性の検定についての考察

ウェブ幅 B_2 の断面寸法はウェブの中心から上下 10 cm 離れた ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の三ヶ所が測定されているがこの三ヶ所の測定値を中央断面 3-3, 4-4 の平均値を用い端断面では 1-1, 2-2 の平均値を用いて ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の不偏分散、平均値及びヒストグラムを求め数表化したのが表 7.4-1~4。この三つのウェブ幅を平均しその値を用いて誤差の評価をしても差支えないであろうかを見いだす為 ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の分散値及び平均値の一樣性を各地区別について検定し、その結果を以下に述べる。

(a) ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の分散値の一樣性について

表 7.4-5 から推察できる様に中央断面では関東及び中国地区を除き残りの地区の χ_0^2 の値が殆んど χ^2 の値より小さく分散値の間に有意差があるとは云えない。即ち東北、中部、関西及び九州の各地区において ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の誤差の分散値の間に有意差があるとは認められない。但し関東と中国地区では ${}_1B_2, {}_2B_2$ と ${}_3B_2$ の誤差の分散値の間に有意差があり、異なった分散値を持つものになる。

端断面では中国地区の χ_0^2 の値だけが χ^2 より大きくなっており、 ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の誤差の分散値に有意差があり、その他の各地区においては χ_0^2 の値が χ^2 の値より小さい為、誤差の分散値の間に有意差があるとは云えない。

上に述べた傾向は相対誤差の分散についても同じ結果が得られている。全般に見て云えるのは中国及び関東地区を除き、 ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の誤差の分散値は一樣に見ても差支えない。

(b) ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の誤差の平均値の一樣性について

Bartlett の検定により各地区の ${}_1B_2, {}_2B_2, {}_3B_2$ の誤差の分散値が一樣であると仮定し誤差の平均値について一樣性を q 検定によって以下に述べる。

表 7.4-7 から推察できる様に中央断面について各地区の ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の誤差の q_0 の値は検定尺 $q(k-1, 0.05)$ の値より小さい値が得られている。即ち誤差の平均値の間には有意差があるとは認められない。云い換えると中央断面の ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の誤差の平均値は一樣に見なくても差支えない。端断面では関東地区を除き、他の地区のウェブ幅 B_2 の誤差の平均値の間に有意差があるとは云えない。それ故 ${}_1B_2, {}_2B_2$ 及び ${}_3B_2$ の三つの誤差を平均して代表させても差支えない事が分る。

7.5 支間長 L の誤差の統計量

表 7.5 - 1

統計量	寸法 誤差	支 間 長 L	
		絶対誤差	相対誤差
最 大 値		2 3.5 0 0	0.0 8 6
最 小 値		- 3 3.7 5 0	- 0.1 5 2
平 均 値 μ		- 1.1 3 6	- 0.0 0 4
不 偏 分 散 σ^2		9 0.1 6 7	0.0 0 1
不 偏 標 準 偏 差 σ		9.4 9 6	0.0 3 7
歪 度		0.0 6 4	0.1 7 2
尖 度		3.2 0 8	3.4 7 7
ヒストグラムの形状			
デ ー タ 量		4 4 4	4 4 4

第4編 施工誤差と断面応力の検討

§ 1. 寸法公差の検討法

PCボステン桁の設計寸法と実際施工された断面寸法の間に寸法差が生じる。その差の程度が設計の合成応力度に如何なる影響を与えるかを調べる為、その検討法を以下に述べる。

- (a) 施工されたボステン桁を支間17.0 mから45 m迄2 m間隔おきに支間分けを行ない、各支間分けに入る桁断面の数を記録し、断面数の少ない支間に対しその断面を前後の支間に振り込んで処理する。
- (b) 各支間分け及びその支間に属する断面数が決まれば各支間分けにおける断面の設計寸法及び施工寸法の各寸法量の最大、最小、平均、分散等の統計量を求める。
- (c) 各支間分けに属する断面の設計寸法と施工寸法間の誤差の最大、最小、平均、分散等の統計量を絶対誤差について求める。
- (d) 各支間分けの設計断面の平均寸法を用いて
応力度と断面寸法間の回帰係数を求める。
- (e) 支間分けせずに全国区について上述(b)、(c)、(d)項について求める。
- (f) 支間分けせずに全国区における応力度の不偏分散値を求める。
- (g) 各支間分けに着目した際の施工誤差の平均値、最大値及び最小値における応力度の検討を行なう。

以上述べた様な順序にもとづいて寸法公差の検討を行なう事にした。次に上述各検討項目について述べる。

§ 2. 断面の数による支間分け

DISTRIRUTION TABLE

CLASS	FREQ. FREQ (%)		CU.FREQ. CU.FREQ (%)	
支 間 分 け	断面の数	百 分 率	累 積 数	累積百分率
$17000.00 \leq L < 19000.00$	50	10.8	50	10.8
$19000.00 \leq L < 21000.00$	48	10.4	98	21.3
$21000.00 \leq L < 23000.00$	42	9.1	140	30.4
$23000.00 \leq L < 25000.00$	27	5.9	167	36.2
$25000.00 \leq L < 27000.00$	120	26.0	287	62.3
$27000.00 \leq L < 29000.00$	44	9.5	331	71.8
$29000.00 \leq L < 31000.00$	46	10.0	377	81.8
$31000.00 \leq L < 33000.00$	44	9.5	421	91.3
$33000.00 \leq L < 35000.00$	5	1.1	426	92.4
$35000.00 \leq L < 37000.00$	0	0.0	426	92.4
$37000.00 \leq L < 39000.00$	0	0.0	426	92.4
$39000.00 \leq L < 41000.00$	14	3.0	440	95.4
$41000.00 \leq L < 43000.00$	0	0.0	440	95.4
$43000.00 \leq L < 45000.00$	21	4.6	461	100.0

§ 3. 支間分けによる断面の番号のリスト

17000.00 --- 19000.00

50

11061, 11062, 11063, 11064, 11065, 11066, 11067, 11141, 11142, 11143,
11144, 11145, 11146, 11147, 11148, 11149, 11150, 11151, 11152, 11153,
11154, 11155, 11156, 11157, 11158, 11159, 11160, 11161, 11162, 11163,
11164, 11165, 11166, 11167, 11168, 11169, 11170, 11171, 11172, 11173,
11174, 11175, 11176, 11177, 11178, 11161, 11182, 11183, 11184, 11185,

19000.00 --- 21000.00

48

11001, 11002, 11003, 11004, 11005, 11006, 11007, 11008, 11009, 11010,
11011, 11012, 11013, 11014, 11015, 11040, 11041, 11042, 11043, 11044,
11045, 11046, 11047, 11048, 11049, 11050, 11051, 11052, 11053, 11054,
11055, 11056, 11057, 11058, 11059, 11060, 11131, 11132, 11133, 11134,
11135, 11136, 11137, 11138, 11139, 11140, 11179, 11180,

21000.00 --- 23000.00

42

10005, 10006, 10007, 10008, 11068, 11069, 11070, 11071, 11072, 11073,
11074, 11093, 11094, 11095, 11096, 11097, 11098, 11099, 11100, 11101,
11102, 11103, 11104, 11105, 11106, 11107, 11108, 11109, 11110, 11111,
11112, 11113, 15020, 15021, 15022, 15023, 15024, 15025, 15026, 15027,
15028, 15029,

23000.00 --- 25000.00

27

10001, 10002, 10003, 10004, 11118, 11119, 11120, 11121, 11122, 11123,
11124, 11125, 11126, 11127, 11128, 11129, 11130, 12016, 12017, 12018,
12019, 12020, 12021, 12022, 12023, 12024, 12025,

25000.00 --- 27000.00

120

11016, 11017, 11018, 11019, 11020, 11021, 11022, 11023, 11024, 11025,
11026, 11027, 11028, 11029, 11030, 11031, 11032, 11033, 11034, 11035,
11038, 11037, 11038, 11039, 11075, 11076, 11071, 11078, 11079, 11080,
11081, 11083, 11084, 12001, 12002, 12003, 12004, 12005, 12006, 12007,
12008, 12009, 12010, 12011, 12012, 12013, 12014, 12015, 12038, 12039,
12040, 12041, 12042, 12043, 12044, 12045, 12046, 12047, 12054, 12055,
12056, 12057, 12058, 12059, 12060, 12061, 12062, 12063, 13042, 13043,
13044, 13045, 13047, 13048, 13049, 13050, 13052, 13053, 13054, 13055,
13056, 13057, 13058, 13059, 13060, 13061, 13062, 13063, 13064, 13065,
13066, 13067, 13068, 13069, 13070, 13071, 13072, 13073, 13074, 13075,
13076, 13077, 13078, 13079, 13080, 13081, 13082, 13083, 13084, 13085,
13086, 13087, 13088, 13089, 13090, 13091, 13092, 13093, 13094, 13095,

27000.00 --- 29000.00

44

11186, 11187, 11188, 11189, 11190, 11191, 11192, 11193, 11194, 11211,
13046, 13051, 14001, 14002, 14003, 14004, 14005, 14006, 14007, 14008,
14009, 14010, 14019, 14020, 14021, 14022, 14023, 14024, 14025, 14026,

14027, 14028, 15008, 15009, 15010, 15011, 15012, 15013, 15014, 15015,
15016, 15017, 15018, 15019,

29000.00 --- 31000.00
46

11085, 11086, 11087, 11088, 11089, 11091, 11092, 11005, 12048, 12049,
12050, 12051, 12052, 12053, 12064, 12085, 12066, 12067, 12068, 12069,
12070, 14011, 14012, 14013, 14014, 14015, 14016, 14017, 14018, 15001,
15002, 15003, 15004, 15005, 15006, 15007, 15030, 15031, 15032, 15033,
15034, 15035, 15036, 15037, 15038, 15039,

31000.00 --- 33000.00
44

10009, 10010, 10011, 10012, 10013, 10014, 10015, 10018, 10017, 10018,
10019, 10020, 12026, 12027, 12028, 12029, 12030, 12031, 12032, 12033,
12034, 12035, 12036, 12037, 13001, 13002, 13003, 13004, 13005, 13006,
13007, 13008, 13009, 13010, 13011, 13012, 13013, 13014, 13015, 13016,
13017, 13018, 13019, 13020,

33000.00 --- 35000.00
5

11206, 11207, 11208, 11209, 11210,

35000.00 --- 37000.00
0

11114,

37000.00 --- 39000.00
0

11114,

39000.00 --- 41000.00
14

11114, 11115, 11116, 11117, 11195, 11196, 11197, 11198, 11199, 11200,
11201, 11202, 11203, 11204,

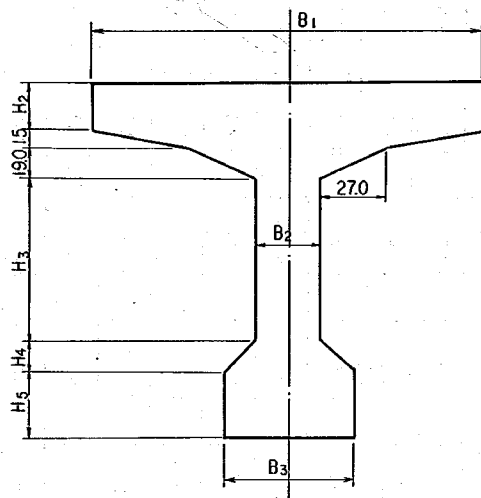
41000.00 --- 43000.00
0

13021,

43000.00 --- 45000.00
21

13021, 13022, 13023, 13024, 13025, 13026, 13027, 13028, 13029, 13030,
13031, 13032, 13033, 13034, 13035, 13036, 13037, 13038, 13039, 13040,
13041,

§ 4 断面寸法の記号



§ 5 設計寸法の平均値

表 5

(単位 cm)

支間分け	断面寸法の記号 断面の数	支間長	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ厚	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジ ハンチ高	下フランジ高
		L	B ₁	B ₂	B ₃	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
$1700 \leq l < 1900$	50	1840.6	135.2	14.1	40.0	16.3	53.7	18.0	18.0
$1900 \leq l < 2100$	48	2034.4	123.7	15.7	42.1	17.3	49.8	17.4	18.0
$2100 \leq l < 2500$	69	2284.0	132.5	16.4	49.7	18.0	57.5	20.3	20.5
$2500 \leq l < 2700$	120	2555.5	146.9	17.3	50.0	18.1	68.5	20.9	20.8
$2700 \leq l < 2900$	44	2778.5	137.1	17.3	53.9	17.5	73.8	22.6	19.5
$2900 \leq l < 3100$	46	3051.7	151.9	16.5	50.0	17.7	87.6	22.1	20.4
$3100 \leq l < 3500$	49	3201.8	150.0	16.5	50.0	18.0	98.9	21.0	21.2
$3900 \leq l < 4500$	35	4315.9	150.0	18.0	56.0	20.9	126.7	26.4	26.2
$1700 \leq l \leq 4500$	461	2655.8	141.1	16.5	48.9	17.9	73.2	20.8	20.5

§ 6. 施工寸法の平均値

表 6

(単位 cm)

支間分け	断面寸法の記号 断面の数	断面寸法	支間長	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ厚	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジ ハンチ高	下フランジ高
			L	B ₁	B ₂	B ₃	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
$1700 \leq l < 1900$	50		1840.6	135.6	14.4	40.2	16.5	53.7	18.1	18.2
$1900 \leq l < 2100$	48		2034.2	123.8	15.9	42.2	17.5	49.7	17.4	18.1
$2100 \leq l < 2500$	69		2283.6	132.4	16.8	49.9	18.3	57.1	20.2	20.6
$2500 \leq l < 2700$	120		2555.9	147.1	17.4	50.2	18.3	68.5	20.9	20.9
$2700 \leq l < 2900$	44		2778.1	137.3	18.0	54.3	17.7	73.9	22.7	19.8
$2900 \leq l < 3100$	46		3051.0	152.0	17.2	50.1	17.9	87.5	22.3	20.8
$3100 \leq l < 3500$	49		3201.6	150.3	16.7	50.2	18.2	99.0	21.0	21.3
$3900 \leq l < 4500$	35		4315.2	150.4	18.3	56.3	21.1	127.1	26.5	26.1
$1700 \leq l \leq 4500$	461		2655.6	141.3	16.9	49.1	18.1	73.2	20.9	20.6

§ 7. 寸法誤差の平均値、最大値、最小値

寸法誤差の平均値 表 7 - 1

(単位 cm)

支 間 分 け	断面寸法の記号 断面寸法 断面の数	支 間 長	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ厚	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジ ハンチ 高	下フランジ高
		L	B ₁	B ₂	B ₃	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
$1700 \leq l < 1900$	50	0.069	0.338	0.224	0.150	0.193	0.041	0.071	0.228
$1900 \leq l < 2100$	48	-0.183	0.083	0.226	0.129	0.237	-0.069	0.029	0.142
$2100 \leq l < 2500$	69	-0.422	-0.130	0.357	0.140	0.271	-0.345	-0.050	0.115
$2500 \leq l < 2700$	120	0.429	0.190	0.176	0.187	0.224	0.032	0.045	0.117
$2700 \leq l < 2900$	44	-0.409	0.242	0.762	0.387	0.173	0.101	0.062	0.237
$2900 \leq l < 3100$	46	-0.625	0.080	0.673	0.199	0.196	0.046	0.228	0.397
$3100 \leq l < 3500$	49	-0.182	0.311	0.232	0.206	0.191	0.059	0.015	0.116
$3900 \leq l < 4500$	35	-0.706	0.382	0.295	0.270	0.279	0.193	0.137	0.120
$1700 \leq l \leq 4500$	461	-0.139	0.168	0.335	0.199	0.222	-0.021	0.055	0.171

寸法誤差の最大値

表 7 - 2

(単位 cm)

支間分け	断面寸法の記号 断面寸法の数	支 間 長	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ厚	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジ ハンチ 高	下フランジ高
		L	B ₁	B ₂	B ₃	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
$1700 \leq l < 1900$	50	0.575	0.533	0.433	0.400	0.467	0.200	0.233	0.333
$1900 \leq l < 2100$	48	1.425	0.367	1.267	0.467	0.600	0.200	0.267	0.367
$2100 \leq l < 2500$	69	1.375	1.233	1.100	0.933	0.833	0.467	0.433	0.533
$2500 \leq l < 2700$	120	2.000	3.233	0.522	0.633	0.967	0.300	0.300	0.567
$2700 \leq l < 2900$	44	2.350	1.033	2.011	0.867	0.567	0.533	0.667	0.733
$2900 \leq l < 3100$	46	1.300	1.400	2.178	0.633	0.667	0.533	0.867	1.867
$3100 \leq l < 3500$	49	0.900	0.600	0.556	0.467	0.667	0.433	0.450	0.333
$3900 \leq l < 4500$	35	1.175	1.000	0.678	1.067	0.600	4.300	0.300	0.367
$1700 \leq l \leq 4500$	461	2.350	3.233	2.178	1.067	0.967	4.300	0.867	1.867

寸法誤差の最小値

表 7 - 3

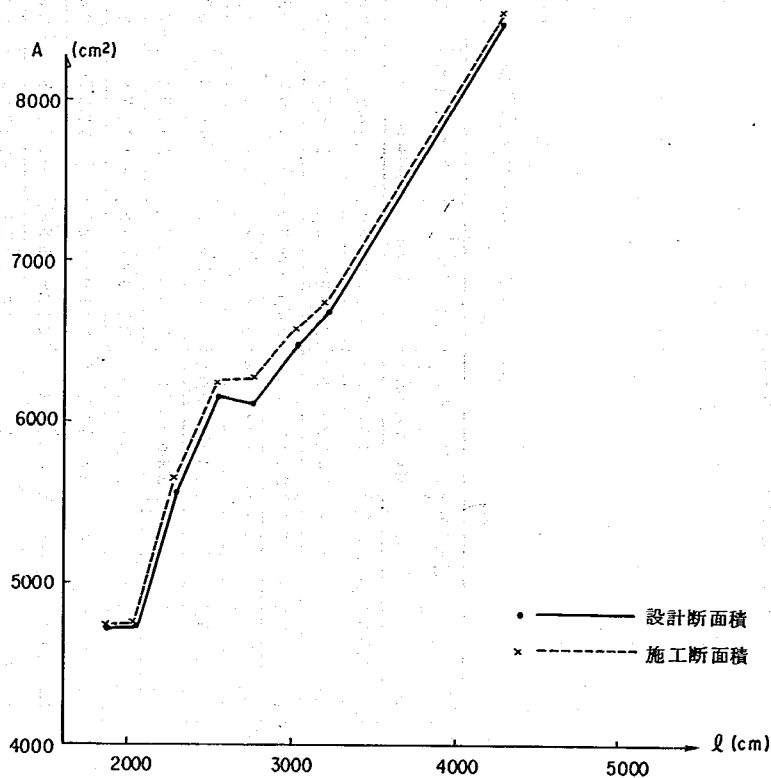
(単位 cm)

断面寸法 断面寸法の記号 断面の数 支間分け	支間長 L	上フランジ巾 B ₁	ウェブ厚 B ₂	下フランジ厚 B ₃	上フランジ厚 H ₂	ウェブ高 H ₃	下フランジ ハンチ 高 H ₄	下フランジ高 H ₅	
1700≤ℓ<1900	50	-2.750	-0.333	0.022	-0.033	0.067	-0.300	0.000	0.067
1900≤ℓ<2100	48	-1.275	-0.367	0.000	-0.433	0.000	-0.767	-1.000	0.000
2100≤ℓ<2500	69	-2.125	-4.200	-0.556	-0.467	-0.167	-2.033	-0.500	-0.133
2500≤ℓ<2700	120	-1.375	-0.433	-0.278	-0.167	-0.167	-0.333	-0.133	-0.133
2700≤ℓ<2900	44	-3.375	-1.300	-0.089	-0.033	-0.900	-0.600	-0.533	0.000
2900≤ℓ<3100	46	-3.150	-1.767	-0.467	-0.233	-0.833	-0.833	-0.267	-0.133
3100≤ℓ<3500	49	-1.525	0.000	0.017	0.033	-0.167	-0.333	-0.450	-0.150
3900≤ℓ<4500	35	-6.475	-0.133	0.022	-0.333	0.033	-0.567	-0.133	-0.033
1700≤ℓ≤4500	461	-6.475	-4.200	-0.556	-0.467	-0.900	-2.033	-1.000	-0.150

§ 8 設計寸法及び施工寸法の桁断面積の比率

表 8

支間分け	番号 項目	① 平均設計寸法の 断面積 (cm ²)	② 平均施工寸法の 断面積 (cm ²)	③ ②/①	④ (%) $\frac{②-①}{①} \times 100$
1700 ≤ l < 1900		4690.2	4762.0	1.015	1.531
1900 ≤ l < 2100		4711.9	4720.6	1.002	0.185
2100 ≤ l < 2500		5560.5	5630.4	1.013	1.257
2500 ≤ l < 2700		6154.6	6202.9	1.008	0.785
2700 ≤ l < 2900		6086.6	6218.1	1.022	2.160
2900 ≤ l < 3100		6430.6	6583.5	1.024	2.378
3100 ≤ l < 3500		6647.0	6719.5	1.011	1.091
3900 ≤ l < 4500		8431.1	8532.0	1.012	1.197



§ 9 桁下縁応力度 σ_L と M_d , I , y_L , Z_L の関係

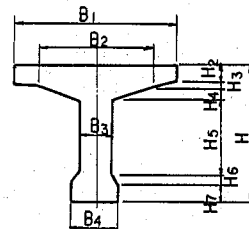


表9 支間長 $\ell=3400\text{ cm}$, $H=170\text{ cm}$

断面常数 項目			曲げモーメント M_d ($\text{kg}\cdot\text{cm}$)	断面二次モーメント I (cm^4)	中立軸から下縁迄の距離 y_L	断面定数 Z_L	下縁の応力度 σ_L	下縁応力度の差 $\Delta\sigma_L$	$\partial\sigma_i/\partial x_i$
断面寸法の増分少い場合			24156784	24589760	-106.64	-230596.25	-104.758		
B_1	150	151	24228128	24646752	-106.79	-230789.81	-104.979	-0.221	-0.221
B_2	70	71	24175744	24598336	-106.67	-230608.19	-104.835	-0.077	-0.077
B_3	16	17	24570400	24758048	-106.32	-232873.5	-105.510	-0.752	-0.754
B_4	50	51	24266960	24842896	-106.22	-233874.13	-103.761	0.997	1.012
H_2	19	20	24698656	25188128	-108.04	-233144.13	-105.937	-1.179	-1.181
H_3	1.5	2.5	24554144	25114432	-107.78	-233005.19	-105.380	-0.622	-0.624
H_4	9.0	10.0	24312112	24998432	-107.37	-232817.88	-104.425	0.333	0.335
H_5	99.5	100.5	24214576	24961584	-107.23	-232796.06	-104.016	0.742	0.747
H_6	21.0	22.0	24275984	25052128	-107.04	-234043.0	-103.725	1.033	1.046
H_7	20.0	21.0	24337408	25159376	-106.84	-235485.56	-103.350	1.408	1.440

§ 10 各設計断面の平均寸法の微係数

表 10

断面寸法 平均支間長	断面寸法の記号 断面の数	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ巾	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジ ハッチ高	下フランジ高
		$\partial \sigma / \partial B_1$	$\partial \sigma / \partial B_2$	$\partial \sigma / \partial B_3$	$\partial \sigma / \partial H_2$	$\partial \sigma / \partial H_3$	$\partial \sigma / \partial H_4$	$\partial \sigma / \partial H_5$
1840.6	50	-0.140	-0.290	0.671	-0.715	0.583	0.716	0.913
2034.4	48	-0.176	-0.374	0.775	-0.697	0.746	0.891	1.114
2284.0	69	-0.152	-0.467	0.644	-0.634	0.664	0.772	0.959
2555.5	120	-0.161	-0.515	0.740	-0.799	0.685	0.832	1.059
2778.5	44	-0.158	-0.654	0.695	-0.739	0.677	0.828	1.076
3051.7	46	-0.183	-0.691	0.881	-1.036	0.709	0.923	1.229
3201.8	49	-0.178	-0.736	0.868	-0.993	0.646	0.873	1.180
4315.9	35	-0.203	-1.187	1.009	-0.951	0.683	0.903	1.215
2655.8	461	-0.169	-0.573	0.773	-0.826	0.678	0.842	1.089

§ 1.1 施工誤差による応力度の単位分散値、標準偏差

表 1.1

断面寸法 係数 平均支間長	上フランジ巾	ウェブ厚	下フランジ巾	上フランジ厚	ウェブ高	下フランジハンチ高	下フランジ高	分散	標準偏差
	$(\frac{\partial \sigma}{\partial B_1})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial B_2})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial B_3})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial H_2})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial H_3})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial H_4})^2$	$(\frac{\partial \sigma}{\partial H_5})^2$	$\sum (\frac{\partial \sigma}{\partial x_i})^2 \delta x_i^2$	$[\sum (\frac{\partial \sigma}{\partial x_i})^2 \delta x_i^2]^{\frac{1}{2}}$
1840.6	0.0196	0.0841	0.4502	0.5112	0.3399	0.5127	0.8336	2.7513	1.659
2034.4	0.0310	0.1399	0.6006	0.4858	0.5565	0.7939	1.2410	3.8487	1.962
2284.0	0.0231	0.2181	0.4147	0.4020	0.4409	0.5960	0.9197	3.0145	1.736
2555.5	0.0259	0.2652	0.5476	0.6384	0.4692	0.6922	1.1215	3.7600	1.939
2778.5	0.0250	0.4277	0.4830	0.5461	0.4583	0.6856	1.1578	3.7835	1.945
3051.7	0.0335	0.4775	0.7762	1.0733	0.5027	0.8519	1.5104	5.2255	2.286
3201.8	0.0317	0.5417	0.7534	0.9860	0.4173	0.7621	1.3924	4.8846	2.210
4315.9	0.0412	1.4090	1.0181	0.9044	0.4665	0.8154	1.4762	6.1308	2.476
2655.8	0.0286	0.3283	0.5975	0.6822	0.4597	0.7090	1.1859	3.9912	1.998

係数最大値による応力度の分散、標準偏差

0.0412	1.4090	1.0181	1.0733	0.5565	0.8519	1.5104	6.4604	2.542
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

§ 1 2 施工誤差による応力度

(1) 平均誤差による応力度 表 1 2 - 1

(単位 kg · cm)

支間 寸法 法 x_i	1 8 4 0.6			2 0 3 4.4			2 2 8 4.0		
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②
B ₁	-0.140	0.338	-0.047	-0.176	0.083	-0.015	-0.152	-0.130	0.020
B ₂	-0.290	0.224	-0.065	-0.374	0.226	-0.085	-0.467	0.357	-0.167
B ₃	0.671	0.150	0.101	0.775	0.129	0.100	0.644	0.140	0.090
H ₂	-0.715	0.193	-0.138	-0.697	0.237	-0.165	-0.634	0.271	-0.172
H ₃	0.583	0.041	0.024	0.746	-0.069	-0.051	0.664	-0.345	-0.229
H ₄	0.716	0.071	0.051	0.891	0.029	0.026	0.772	-0.050	-0.039
H ₅	0.913	0.228	0.208	1.114	0.142	0.158	0.959	0.115	0.110
計	0.134			-0.032			-0.387		

表 1 2 - 2

(单位 kg·cm)

支間 寸法 x_i	2 5 5 5.5			2 7 7 8.5			3 0 5 1.7		
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②
B ₁	-0.161	0.190	-0.031	-0.158	0.242	-0.038	-0.183	0.080	-0.015
B ₂	-0.515	0.176	-0.091	-0.654	0.762	-0.498	-0.691	0.673	-0.465
B ₃	0.740	0.187	0.138	0.695	0.387	0.269	0.881	0.199	0.175
H ₂	-0.799	0.224	-0.179	-0.739	0.173	-0.128	-1.036	0.196	-0.203
H ₃	0.685	0.032	0.022	0.677	0.101	0.068	0.709	-0.046	-0.033
H ₄	0.832	0.045	0.037	0.828	0.062	0.051	0.923	0.228	0.210
H ₅	1.059	0.117	0.124	1.076	0.237	0.255	1.229	0.397	0.488
計			0.020			-0.021			0.157

表 1 2 - 3

(单位 kg·cm)

交間 寸心力使 法 x_i	3 2 0 1.8			4 3 1 5.9			2 6 5 5.8 (全文間)		
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	① 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 平均誤差	① × ②
B ₁	-0.178	0.311	-0.055	-0.203	0.382	-0.078	-0.169	0.168	-0.028
B ₂	-0.736	0.232	-0.171	-1.187	0.295	-0.350	-0.573	0.335	-0.192
B ₃	0.868	0.206	0.179	1.009	0.270	0.272	0.773	0.199	0.154
H ₂	-0.993	0.191	-0.190	-0.951	0.279	-0.265	-0.826	0.222	-0.183
H ₃	0.646	0.059	0.038	0.683	0.193	0.132	0.678	-0.021	-0.014
H ₄	0.873	0.015	0.013	0.903	0.137	0.124	0.842	0.055	0.046
H ₅	1.180	0.116	0.137	1.215	0.120	0.146	1.089	0.171	0.186
計	-0.049			-0.019			-0.031		

(ii) 寸法誤差による最大、最小応力度

表 12-4

(単位 kg・cm)

支間 寸法 項目 x_i	1840.6				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度maxに なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度minに なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.140	-0.333	0.047	0.533	-0.075
B ₂	-0.290	0.022	-0.006	0.433	-0.126
B ₃	0.671	0.400	0.268	-0.033	-0.022
H ₂	-0.715	0.067	-0.048	0.467	-0.334
H ₃	0.583	0.200	0.117	-0.300	-0.175
H ₄	0.716	0.233	0.167	0.000	0.000
H ₅	0.913	0.333	0.304	0.067	0.061
計	1.738		0.849		-0.671

表 12-5

(単位 kg・cm)

支間 寸法 項目 x_i	2034.4				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度maxに なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度minに なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.176	-0.367	0.065	0.367	-0.065
B ₂	-0.374	0.000	0.000	1.267	-0.474
B ₃	0.775	0.467	0.362	-0.433	-0.336
H ₂	-0.697	0.000	0.000	0.600	-0.418
H ₃	0.746	0.200	0.149	-0.767	-0.572
H ₄	0.891	0.267	0.238	-1.000	-0.891
H ₅	1.114	0.367	0.409	0.000	0.000
計	2.279		1.223		-2.756

表 1 2 - 6

(単位 kg · cm)

支間 寸法 項目 x_i	2 2 8 4.0				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度 max に なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度 min に なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.152	-4.200	0.064	1.233	-0.187
B ₂	-0.467	-0.556	0.260	1.100	-0.513
B ₃	0.644	0.933	0.601	-0.467	-0.301
H ₂	-0.634	-0.167	0.106	0.833	-0.528
H ₃	0.664	0.467	0.310	-2.033	-1.350
H ₄	0.772	0.433	0.334	-0.500	-0.386
H ₅	0.959	0.533	0.511	-0.133	-0.128
計	1.786		2.186		-3.393

表 1 2 - 7

(単位 kg · cm)

支間 寸法 項目 x_i	2 5 5 5.5				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度 max に なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度 min に なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.161	-0.433	0.070	3.233	-0.521
B ₂	-0.515	-0.278	0.143	0.522	-0.269
B ₃	0.740	0.633	0.468	-0.167	-0.124
H ₂	-0.799	-0.167	0.133	0.967	-0.773
H ₃	0.685	0.300	0.206	-0.333	-0.228
H ₄	0.832	0.300	0.250	-0.133	-0.111
H ₅	1.059	0.567	0.600	-0.133	-0.141
計	1.841		1.870		-2.167

表 1 2 - 8

(単位 $\text{kg} \cdot \text{cm}$)

支間 寸法 x_i	2 7 7 8.5				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度maxに なる寸法誤差	① $\times$ ②	③ 応力度minに なる寸法誤差	① $\times$ ③
B ₁	-0.158	-1.300	0.205	1.033	-0.163
B ₂	-0.654	-0.089	0.058	2.011	-1.315
B ₃	0.695	0.867	0.603	-0.033	-0.023
H ₂	-0.739	-0.900	0.665	0.567	-0.419
H ₃	0.677	0.533	0.361	-0.600	-0.406
H ₄	0.828	0.667	0.552	-0.533	-0.441
H ₅	1.076	0.733	0.789	0.000	0.000
計	1.725		3.233		-2.767

表 1 2 - 9

(単位 $\text{kg} \cdot \text{cm}$)

支間 寸法 x_i	3 0 5 1.7				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度maxに なる寸法誤差	① $\times$ ②	③ 応力度minに なる寸法誤差	① $\times$ ③
B ₁	-0.183	-1.767	0.323	1.400	-0.256
B ₂	-0.691	-0.467	0.323	2.178	-1.505
B ₃	0.881	0.633	0.558	-0.233	-0.205
H ₂	-1.036	-0.833	0.863	0.667	-0.691
H ₃	0.709	0.533	0.378	-0.833	-0.591
H ₄	0.923	0.867	0.800	-0.267	-0.246
H ₅	1.229	1.867	2.295	-0.133	-0.163
計	1.832		5.540		-3.657

表 12-10

(単位 kg·cm)

支間 寸法 項目 x_i	3 2 0 1.8				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度 max に なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度 min に なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.178	0.000	0.000	0.600	-0.107
B ₂	-0.736	0.017	-0.013	0.556	-0.409
B ₃	0.868	0.467	0.405	0.033	0.029
H ₂	-0.993	-0.167	0.166	0.667	-0.662
H ₃	0.646	0.433	0.280	-0.333	-0.215
H ₄	0.873	0.450	0.393	-0.450	-0.393
H ₅	1.180	0.333	0.393	-0.150	-0.177
計	1.660		1.624		-1.934

表 12-11

(単位 kg·cm)

支間 寸法 項目 x_i	4 3 1 5.9				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度 max に なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度 min に なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.203	-0.133	0.027	1.000	-0.203
B ₂	-1.187	0.022	-0.026	0.678	-0.805
B ₃	1.009	1.067	1.077	-0.333	-0.336
H ₂	-0.951	0.033	-0.031	0.600	-0.571
H ₃	0.683	4.300	2.937	-0.567	-0.387
H ₄	0.903	0.300	0.271	-0.133	-0.120
H ₅	1.215	0.367	0.446	-0.033	-0.040
計	1.469		4.701		-2.462

全支間表12-12

(単位kg・cm)

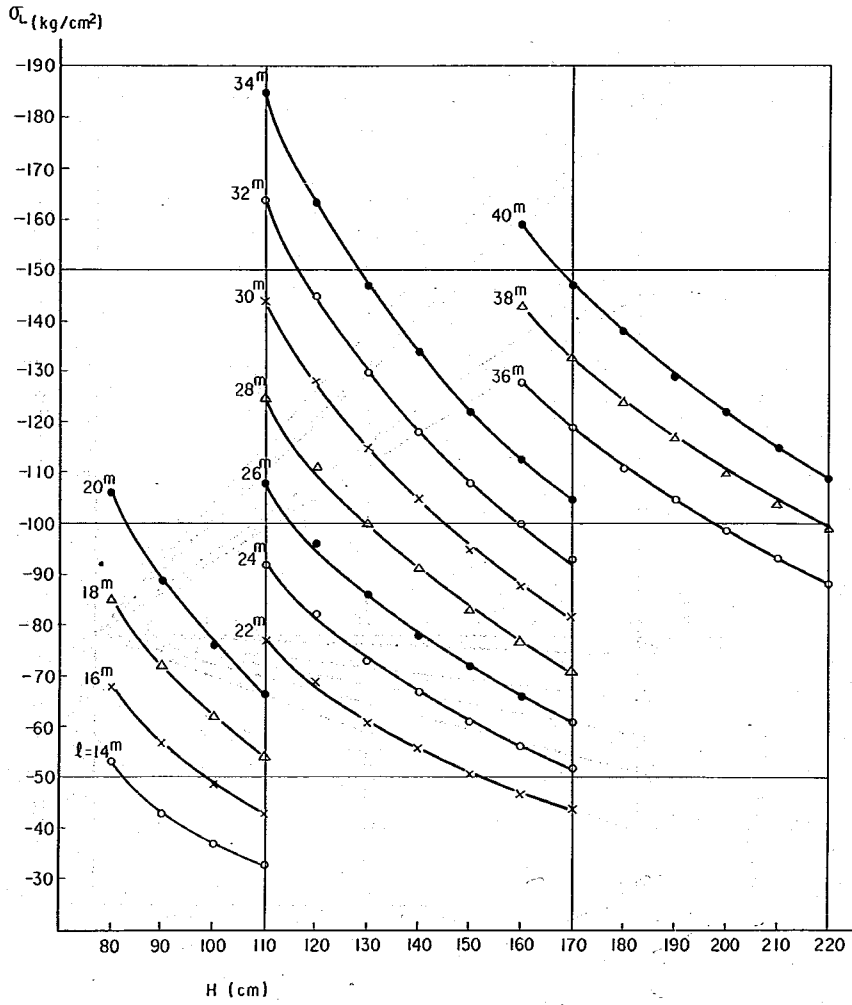
支間 寸法 項目 x_i	2655.8				
	① $\frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	② 応力度maxに なる寸法誤差	① × ②	③ 応力度minに なる寸法誤差	① × ③
B ₁	-0.169	-4.200	0.710	3.233	-0.546
B ₂	-0.573	-0.556	0.319	2.178	-1.248
B ₃	0.773	1.067	0.825	-0.467	-0.361
H ₂	-0.826	-0.900	0.743	0.967	-0.799
H ₃	0.678	4.300	2.915	-2.033	-1.378
H ₄	0.842	0.867	0.730	-1.000	-0.842
H ₅	1.089	1.867	2.033	-0.150	-0.163
計	1.814		8.275		-5.337

表12-13 寸法誤差と応力度

(単位%)

平均 支間 長	施工誤差に よる応 力度 断面の 数	単位誤差に よる応力度	平均誤差によ る 応 力 度	誤差による応力 度の最大値	誤差による応力 度の最小値
		$\Sigma \frac{\partial \sigma}{\partial x_i}$	$\Sigma \frac{\partial \sigma}{\partial x_i} \cdot (x_i - \bar{x}_i)$	$\Sigma (+) \frac{\partial \sigma}{\partial x_j} \cdot (x_j - \bar{x}_j)$	$\Sigma (-) \frac{\partial \sigma}{\partial x_k} \cdot (x_k - \bar{x}_k)$
1840.6	50	1.738	0.134	0.849	-0.671
2034.4	48	2.279	-0.032	1.223	-2.756
2284.0	69	1.786	-0.387	2.186	-3.393
2555.5	120	1.841	0.020	1.870	-2.167
2778.5	44	1.725	-0.021	3.233	-2.767
3051.7	46	1.832	0.157	5.540	-3.657
3201.8	49	1.660	-0.049	1.642	-1.934
4315.9	35	1.469	-0.019	4.701	-2.462
(全支間) 2655.8	461	1.814	-0.031	8.275	-5.337

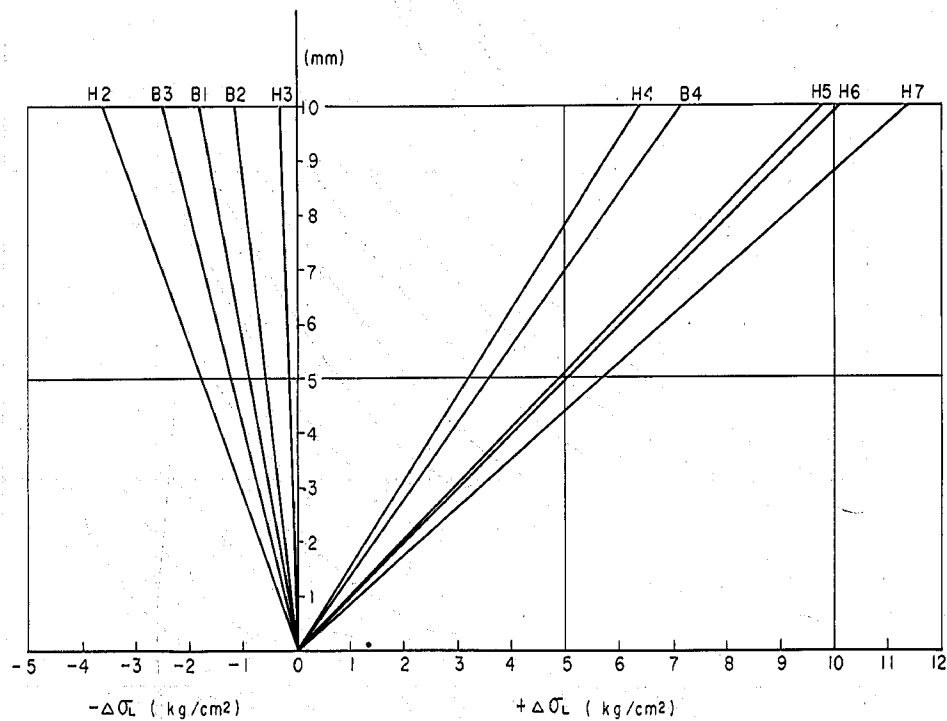
桁高Hと下縁応力度 σ_L の散布図



Grad

$L = 14^m$

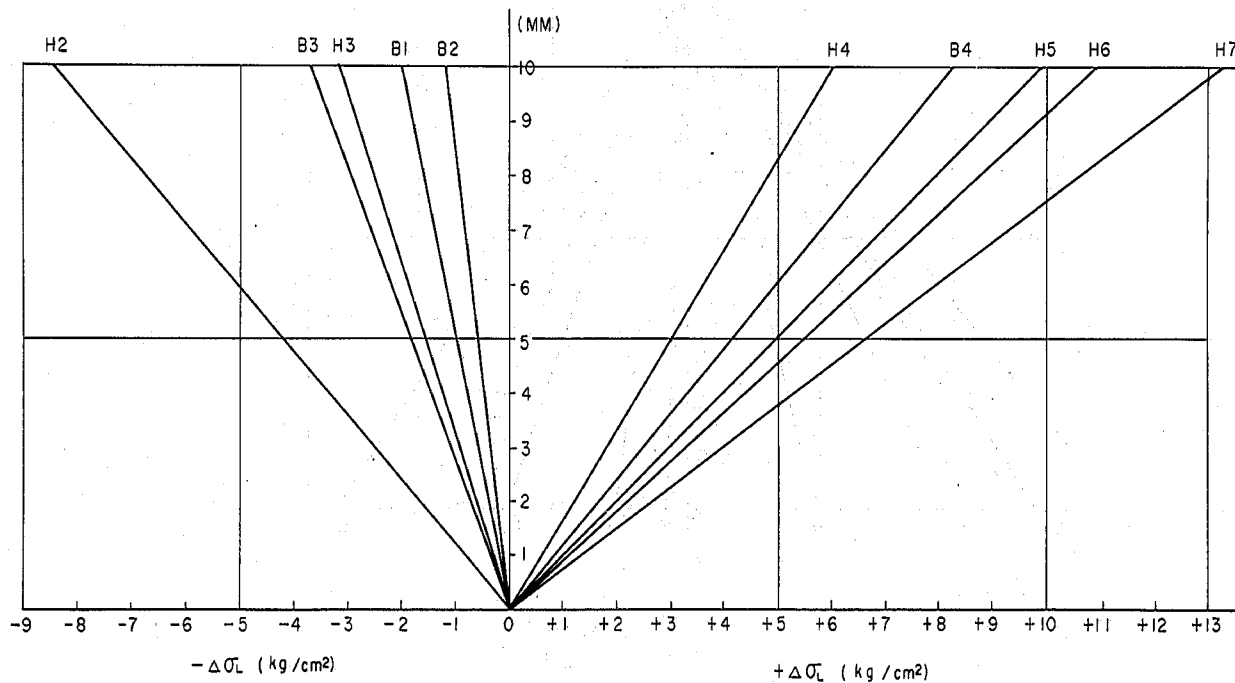
$H = 80^{cm}$



Grad

$L = 22^m$

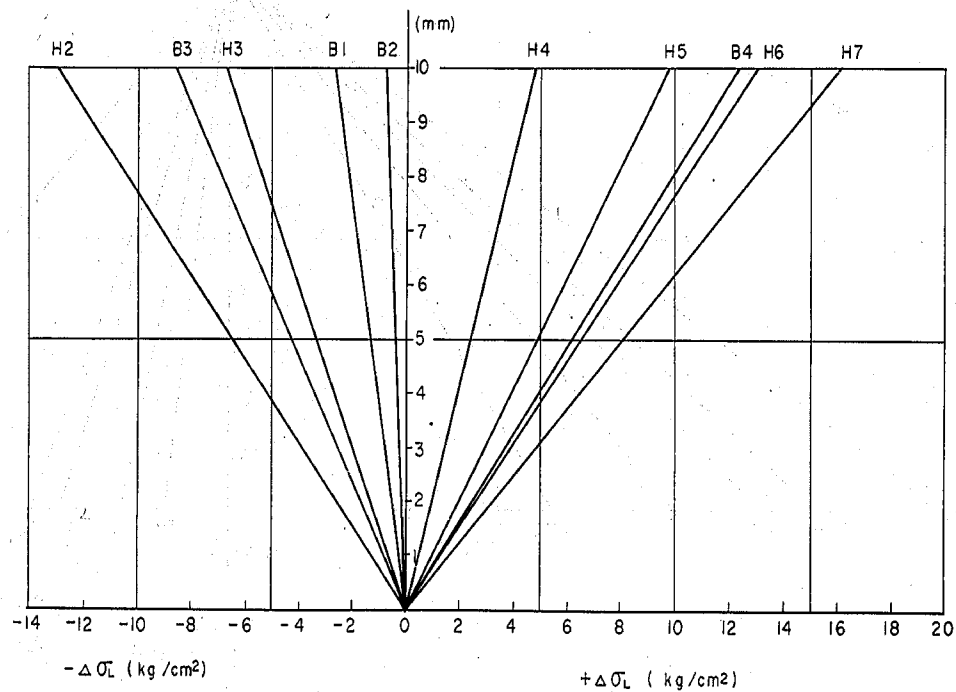
$H = 110^{cm}$

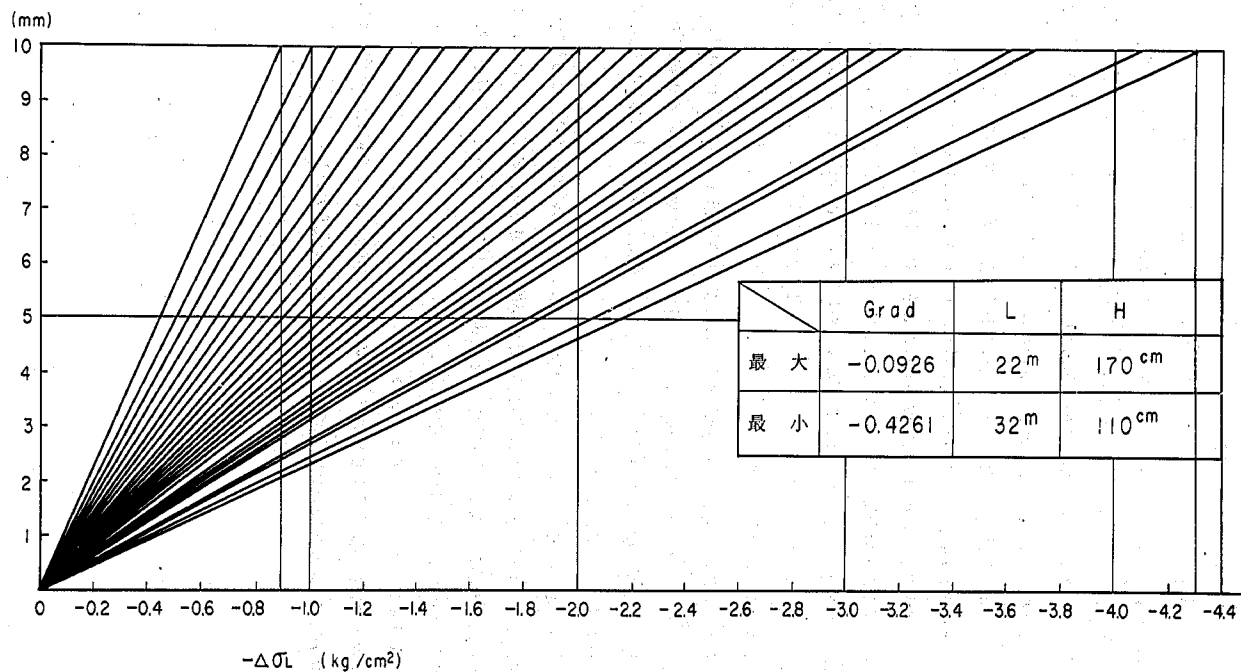


Grad

$L = 36^m$

$H = 160 \text{ cm}$





B₁ に着目した場合の全支間における $\Delta\sigma_L$

§ 13 施工誤差における応力度の検討

施工誤差によって桁断面の応力度に影響を与える。一番問題になるのはコンクリートの桁断面の下縁応力度である。寸法誤差によって断面下縁に正の応力度の影響を与えるのは負の下縁引張応力度を低減させ、応力度の見地から云って安全側に寄る。但し負（引張）の応力度を生ずる場合、コンクリート断面の下縁の引張応力度が増加し、許容引張応力度を越える恐れがでて来る。それ故施工誤差による負の応力度のみについて検討を行なう。

表 12-13 から見られる様に平均誤差による負の応力度の最大値は平均支間 2284.0 cm に属する -0.387 ㊢ になっている。この値は 1 ㊢ にも満していないので問題にならない。又、断面の寸法誤差による負の応力度がもっとも不利になる様な組合せによる応力度の最小値を見ても -3.657 ㊢ 程度で実際施工断面としてこの様な施工寸法の組み合わせは殆んどないと云える。仮にあったにしても -3.657 ㊢ 程度の影響しか及ばない事が云える。又、支間分けせずに全支間についてのその値も -5.337 ㊢ 程度で実際施工に当ってこの様な寸法誤差の生ずる確率は殆んどないと云えよう。

施工管理の立場から見れば負の微係数の一番大きいのは表 10 から見られる様に上フランジ厚、続いてウェブ厚、上フランジ巾の順になっている。それ故下フランジの縁応力度に大きく影響を与える断面寸法としては上フランジ厚、ウェブ厚、上フランジ巾の順に施工寸法の正確さに注意を払うべきである。

表 11 から B_1 、 B_2 、 B_3 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_5 の各平均寸法による誤差応力度の標準偏差は 1.998 ㊢ で誤差による応力度の分布が仮に正規分布にあてはまると考えた場合、危険率 5% による誤差応力度の分布領域は $\pm 1.64 \times 1.998 = \pm 3.277\text{ ㊢}$ である。

それを微係数の最大値について求めると、

$$\pm 1.64 \times 2.542 = \pm 4.169\text{ ㊢/位 になる。}$$

以上述べた様に全国区の PC ボステン桁の施工寸法の誤差による応力度の影響は極めて小さく誤差の平均値による負の最大応力度は -0.387 ㊢ しか見られない。