

京都大学工学部 正会員 丹羽義次  
 京都大学工学部 正会員 渡辺英一  
 日本鋼管 K. K. 正会員 ○井上雅仁

### 1. はじめに

鋼橋の初期不整と耐荷力の関係については確定論的から、例えばカタストロフィー理論や非線形構造解析により研究が行われているが、同時に初期不整の実態を調査する統計学的研究を行なうことも肝要であろう。

JSSC 関西地区委員会ではこの実態調査を昭和52年より事業計画の一環としてとりあげ IDM 委員会を発足させた。この委員会の実施する初期不整の測定はこれに属する橋梁メーカー 20 社によって行われたが、京都大学では腹板部のデータを処理し、統計解析を施しその設計に関する資料を提供したいと考える。

腹板部の初期不整のデータはつぎのようなものから成っている。図-1を参照して (i) 格子点 A, ..., H の水平変位, (ii) フランジの水平たわみ, (iii) 水平補剛材の水平たわみ, (iv) 垂直補剛材の水平たわみ (V) 板バネルの水平たわみ, (vi) 水平補剛材の横倒れ鉛直たわみであり、諸パラメータも重要なデータである。

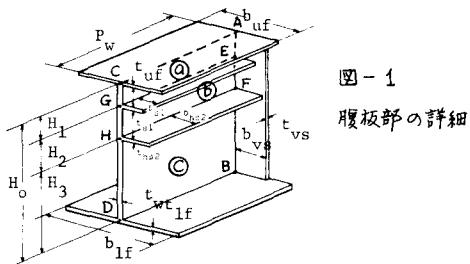


図-1  
腹板部の詳細

### 2. 研究の概要

図-2には本研究のフローチャートが示されている。ステップ [1] ～ [9] は IDM データを定期的に処理するものであり、膨大な母集団を対象としている。現在生データの数は電算カードにして 3 万枚強である。

[10] ～ [11] は大型載荷実験より得られた初期不整と載荷後の残留変形のデータについて SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) を用いて相関を求めるステップであり、[6], [7], [8] のステップに一

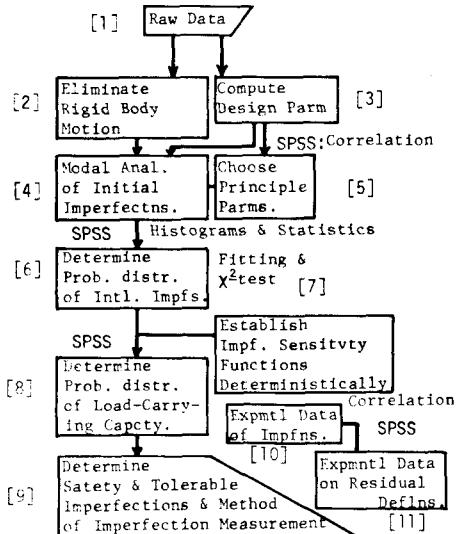


図-2 本研究のフローチャート

つの実験的セントを与えようとするものである。

初期たわみの分布を表わす確率密度関数としてはワイブル分布関数が一般性もあり、良く適合することが判る。ワイブル分布  $f(t)$  は  $0(t < 0)$ ,  $\lambda m t^{m-1} \exp(-\lambda t)$  ( $t \geq 0$ ) で与えられるが期待値  $E(t)$ , 分散  $V(t)$  はそれそれ

$$E(t) = \lambda^{-\frac{1}{m}} \Gamma(1 + \frac{1}{m}); \quad V(t) = \lambda^{-\frac{2}{m}} \left\{ \Gamma(1 + \frac{2}{m}) - \Gamma(1 + \frac{1}{m})^2 \right\} \dots (1)$$

となる。ここに  $\Gamma(t)$  はガンマ関数である。[4]のステップは最小自乗法とフーリエ変換による処理であるが、このデータの期待値と分散を式(1)へ代入すればレギュラーフアルシ法により  $m$  と入し、すなわちワイブル分布が決定できる。この適合度は  $\chi^2$  検定で検定である。

その解析例として尾無川部材試験における水平リブの横倒れ鉛直変位の 1 ～ 3 次モードのフーリエ係数を用いた。(母集団数: 5 体 × 50 = 250 / モード) 図-3 はダイヤルキャリパーによる初期ならびに残されたたわみの測定法を示すものであり、リブにつき 18 測点でありこれより 1 データができる。ワイブル分布への Fitting の

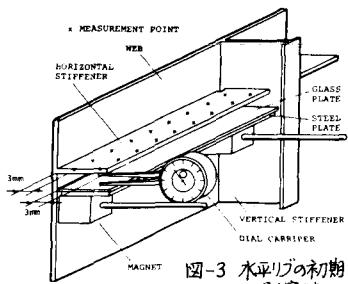


図-3 水平リブの初期たわみの測定法

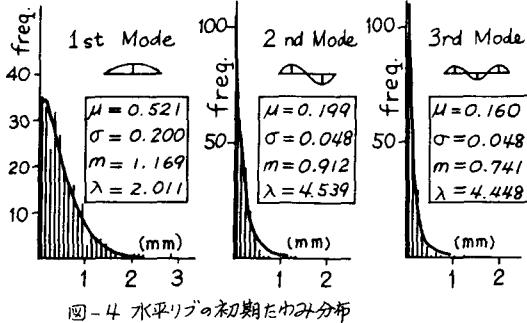


図-4 水平リブの初期たわみ分布

さて、初期不整と極限耐荷力との関係を見出すためには設計パラメータを算出する必要があり、これらの値も主要データとして処理される。図-1を参照し、添字<sub>w</sub>, <sub>s</sub>をそれぞれリブと腹板を表示するものとすれば形状パラメータは以下のようなものである。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_w &= P_w/H_0; \alpha_s = P_s/b_s : \text{縦横比} \\ \beta_w &= H_0/t_w; \beta_s = b_s/t_s : \text{細長比} \\ N &: \text{補剛材数} \\ \eta_i &= H_i/H_0: \text{水平補剛材の相対鉛直位置} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

また、力学パラメータとしてはつぎのものがある。

$$\left. \begin{aligned} E_{yw} &= \sigma_{yw}/E; E_{ys} = \sigma_{ys}/E: \text{降伏ひずみ} \\ S_s &= A_s/(H_0 t_w): \text{補剛材の面積比} \\ Y_s &= EI_s/(H_0 D): \text{リブの曲げ剛度比}(CD: 残剛度) \\ \chi_s &= GJ_s/(EI_s): \text{リブのねじり剛度比} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

つぎに、初期不整と耐荷力との確定論的関係については現存する諸式を用いることにする。これはステップ[7]に対応する。現存する式としては腹板の曲げ耐荷力を求める森脇・藤野式、水平補剛材の圧縮耐荷力を求める(有効幅の腹板と協働する柱)式、水平補剛材のねじり変形に対する耐荷力を求める Dowling と Chatterjee の式があるが、その他弾塑・有限変形解析によって直接計算することもできる。

結果は図-4に示されており、前述試験より作成したものである。その腹板の側面図が図-5に示されている。

供試体は一室の猪行であり、5本の水平リブ、4本の垂直リブがついている。水平方向のたわみ成形は図示のとおり $15 \times 40$ の分割点において摺動型

変位計によって、また水平リブの鉛直横倒れについても図-3に図示された手法で求めた。相関を求める SPSS サブプログラムで水平たわみの散布図を求め図示すれば

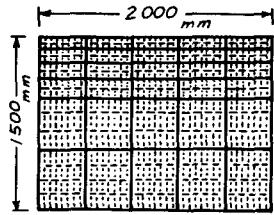


図-5 供試体腹板部

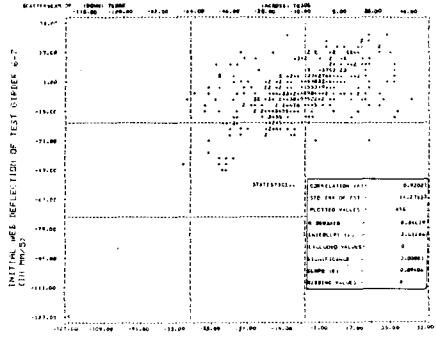


図-6 腹板水平たわみの初期・残留たわみの  
相関散布図

水平リブの横倒れについては相関が少いことが判った。

ステップ[6]によって図-7のような初期不整の分布関数が求まるが、[7]の関係より図-8のような耐荷力の分布関数が求められる。諸々の危険率の criterion を考慮することによって図-7, 8 より許容初期不整が定められる。

### 3. もとび

本研究を行うにあたり JSSC 小西一郎関西地区委員長、IDM 小松定夫委員長をはじめ JSSC の各位ならびに御尽力いただいた橋梁メーカー 20 社の方々、そしてデータ処理に御努力いただいた方々に深甚なる感謝の意を表する。さらに、本研究は昭和 53 年度文部省科学研究費の援助をいただいた事を付記する。(代表者: 小松定夫先生)

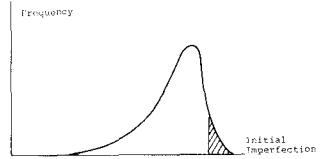


図-7

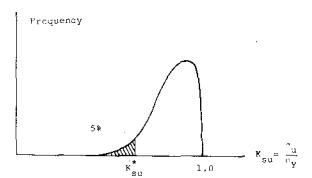


図-8