

I — 3 鋼床版橋の横リブの弾塑性解析と実験

北海道大学工学部	正 員	渡 辺 昇
北海道大学工学部	正 員	佐 藤 浩 一
北海道大学工学部	正 員	林 川 俊 郎
北海道大学工学部	学生員	有 沢 貴 博
住友重機械工業(株)	正 員	北 原 俊 男
住友重機械工業(株)	正 員	和 田 三 夫

1. 実験目的

近年、長大橋を中心にトラブリブを有した鋼床版の需要が増大傾向にある。縦リブを用いた鋼床版の設計法は、本四公団などの実績も踏まえて一応確立されている。しかし、最近ウェブが大きく欠損した横リブ構造の設計法の見直しが議論されており、応力伝達挙動の明確化及び最終耐荷力の把握は重要なテーマとなっている。そこで、本実験は実物寸法を有する鋼床版横リブ桁を作成し、載荷実験を行い下記事項の解明を目的とした。

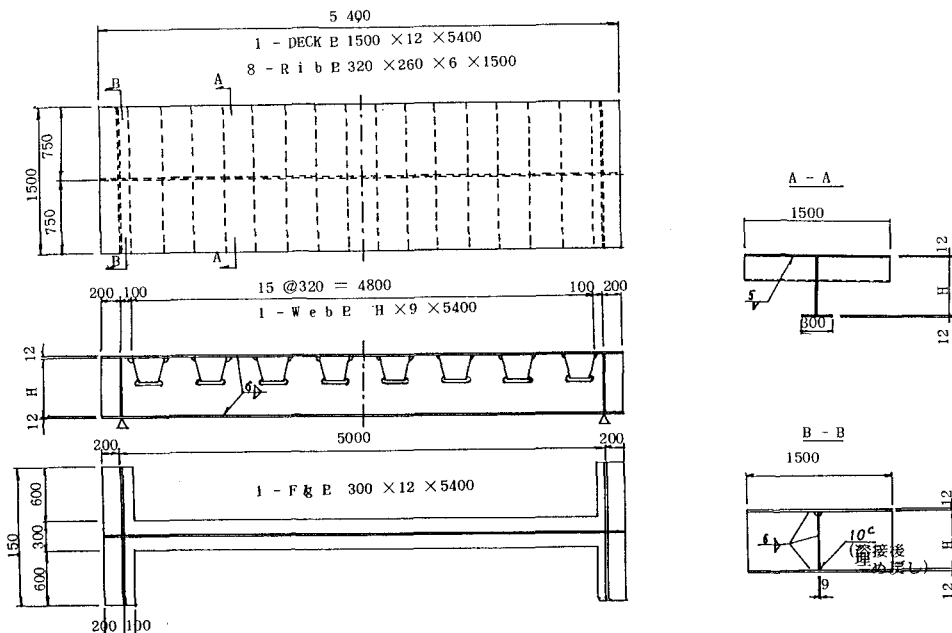
- ・有限要素法を用いた弾塑性解析プログラムによる解析と実験との比較。
- ・切り欠き形状のちがいによる応力度の比較。
- ・桁高の違いによる応力性状の比較。

2. 供試体

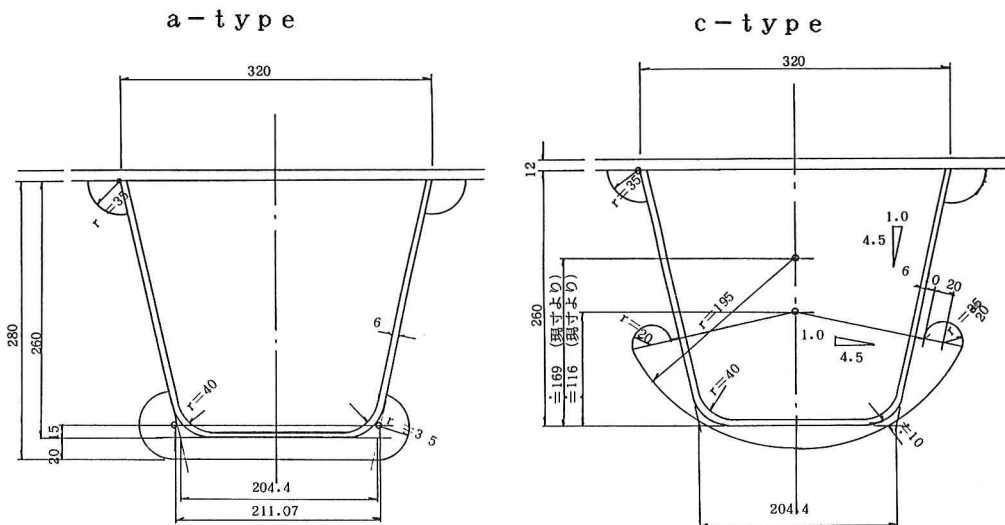
実験に用いる供試体は次の四体である。

(鋼材はSS41を使用)

供試体	ウェブ高: H	切り欠き形状
50A	500mm	a
60A	600mm	a
60C	600mm	c
70A	700mm	a

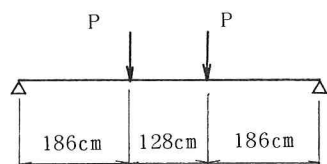


- ・切り欠き形状は以下の通りである。

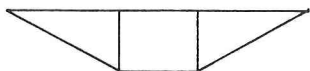


3. 荷重載荷位置

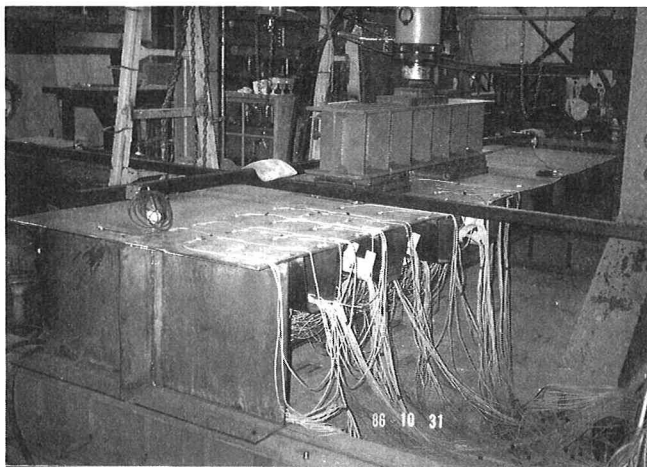
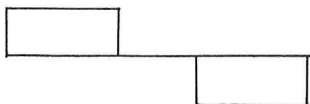
実験は、横リブウエブに発生する応力度の応力レベルを把握するため供試体に下図のように載荷した。



B・M・D

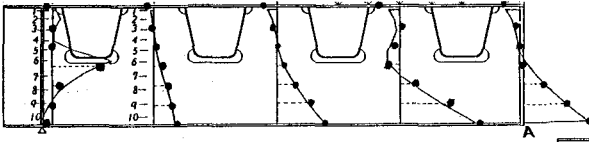


S・F・D



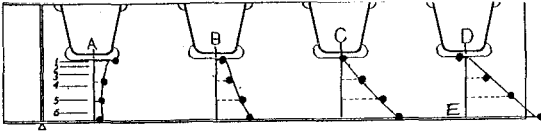
4. 供試体60Aの応力分布図 (・は実験値を示し、単位はkg/cm²である)

・ σ_x 図 その1



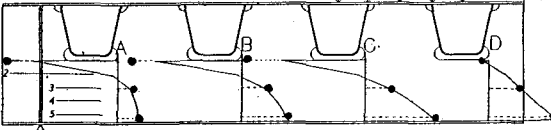
A点の理論値：667、実験値：689

・ σ_x 図 その2



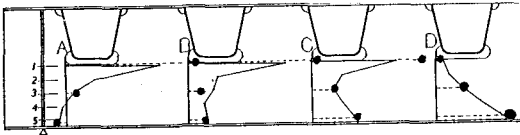
E点の理論値：632、実験値：661

・ σ_x 図 その3



B点の理論値：-761、実験値：-989

・ σ_x 図 その4

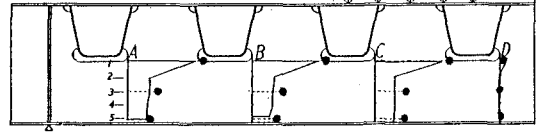


B点の理論値：946、実験値：1146

(σ_y) A点の理論値：-1566

実験値：-1595

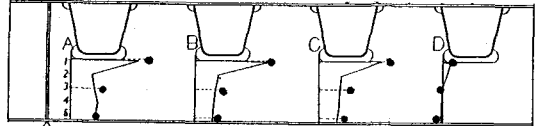
・ τ_{xy} 分布図 その1



B点の理論値：590

実験値：652

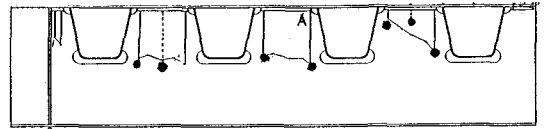
・ τ_{xy} 分布図 その2



B点の理論値：623

実験値：666

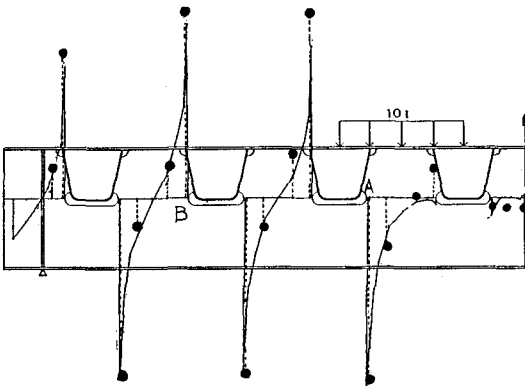
・ τ_{xy} 分布図 その3



A点の理論値：461

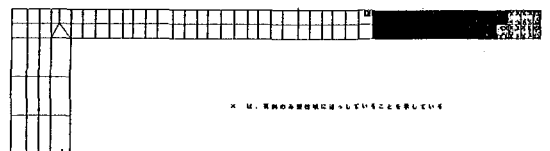
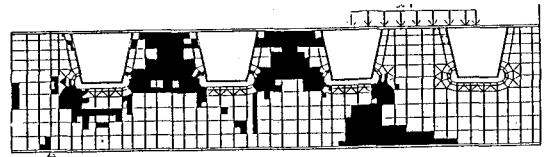
実験値：467

・ σ_y 図 その1



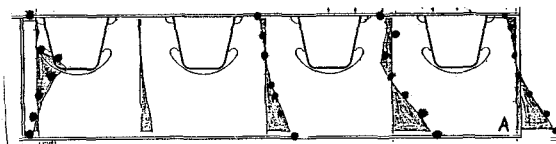
・塑性領域分布図

荷 重：38ton



5. 供試体60C の応力分布図 (・は実験値を示し、単位は kg/cm^2 である)

・ σ_x 図 その1

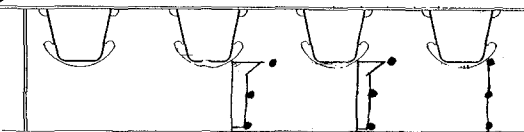


A点の理論値：658、実験値：685

(σ_y) A点の理論値：-492

実験値：-555

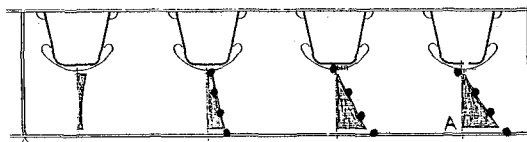
・ τ_{xy} 分布図 その1



A点の理論値：480

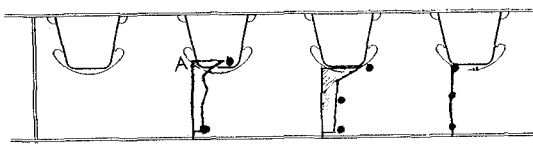
実験値：580

・ σ_x 図 その2



A点の理論値：657、実験値：674

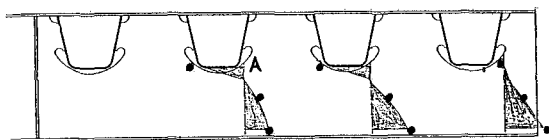
・ τ_{xy} 分布図 その2



A点の理論値：439

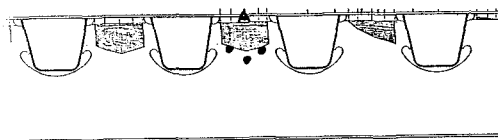
実験値：485

・ σ_x 図 その3



A点の理論値：-590、実験値：-855

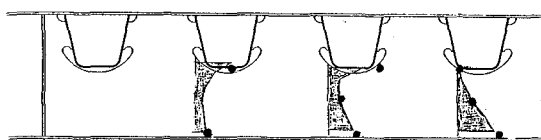
・ τ_{xy} 分布図 その3



A点の理論値：430

実験値：550

・ σ_x 図 その4

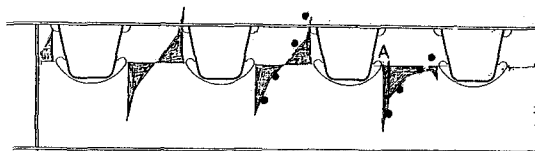


A点の理論値：510、実験値：545

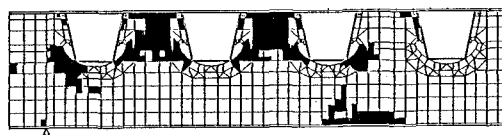
・塑性領域分布図

荷 重：38ton

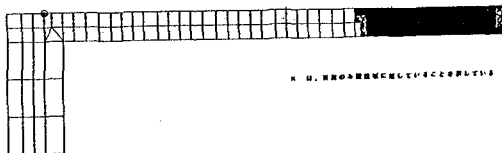
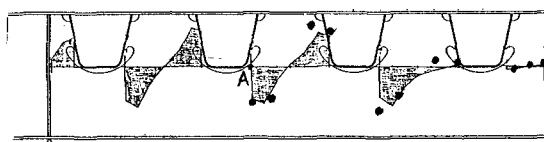
・ σ_y 図 その1



A点の理論値：-675、実験値：-726



・ σ_y 図 その2



6. 考察

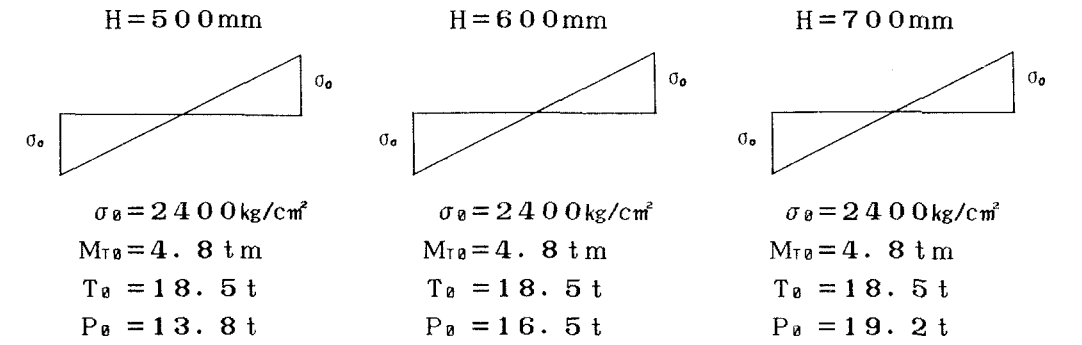
(1) 支点付近における弾塑性耐荷力

デッキプレートと横リブ腹板との境界部に作用する水平せん断力 T 、付加曲げモーメント M_T 、二次応力度 σ_Y は次式でもとまる。

$$T = \tau_H t_w B_l = \frac{QS}{I_a} B, \quad M_T = T \cdot h_1, \quad \sigma_Y = \frac{M_T}{I_c} x_c$$

一例として、桁高 $H=600\text{mm}$ で、 $Q=10\text{ton}$ の場合のスリット隅角部の σ_Y は実験値で 1635kg/cm^2 、この計算式では 1685kg/cm^2 となり、非常によく一致している。また、全塑性モーメントは

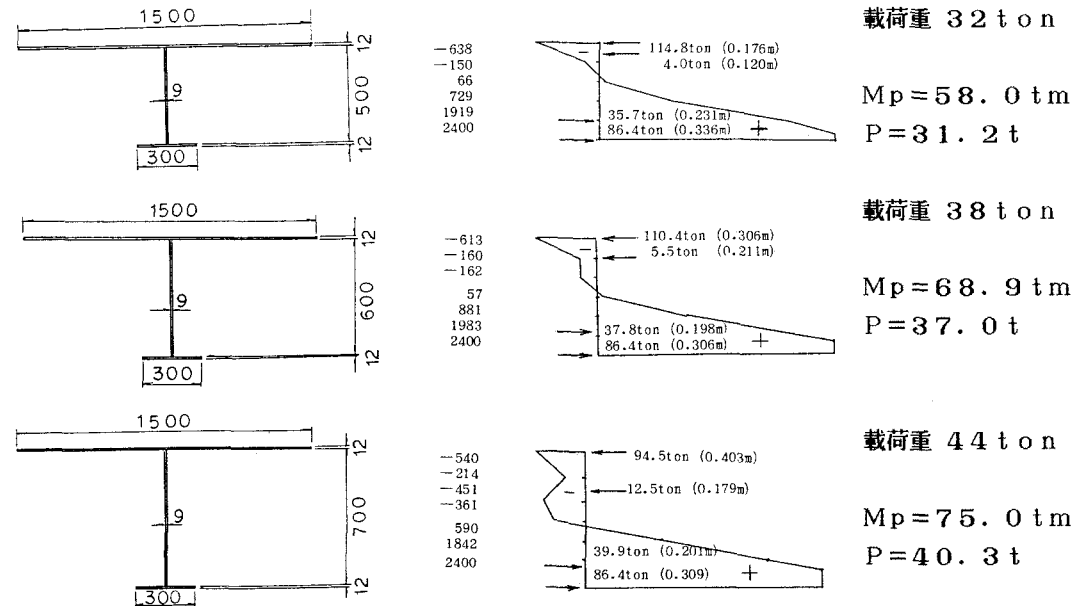
$M_p = \sigma_0 \cdot z$ で求まる。ここで σ_0 は降伏応力度であり、 z は塑性断面係数である。SS41で、 $t_w=9\text{mm}$ 、 $l_c=36.56\text{cm}$ の場合、 $M_p=7.2\text{tm}$ である。この値は桁高に無関係である。次ぎに、上式で $\sigma_Y = \sigma_0 = 2400\text{kg/cm}^2$ (SS41) とおき、 M_{T0} を求め、 T_0 を求め、 P_0 を求めると次のようになる。



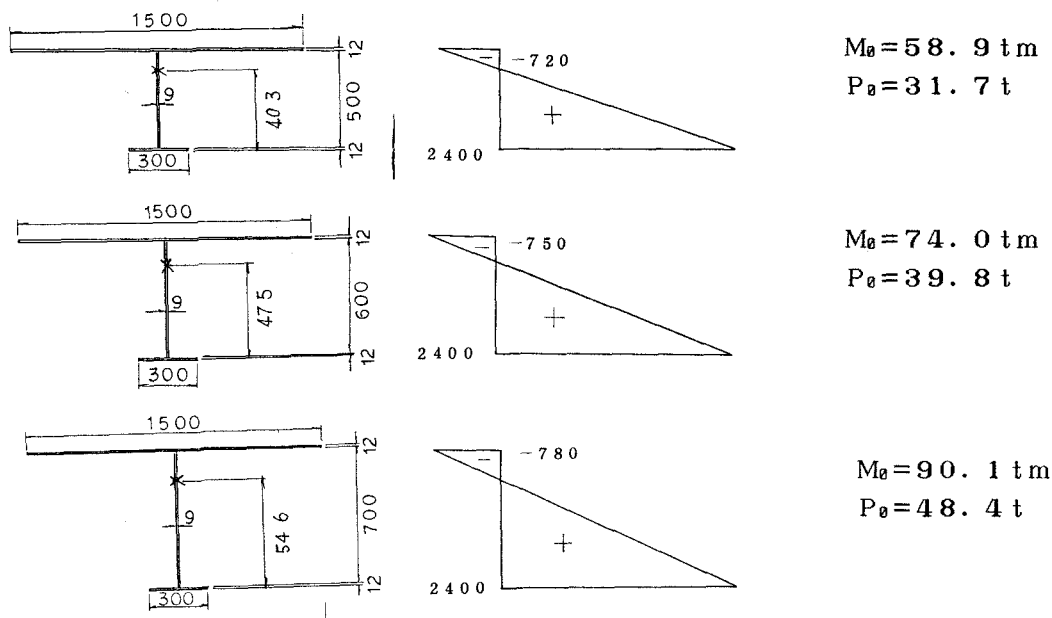
(2) 支間中央付近における弾塑性耐荷力

下図は実験値より求めた σ_x 分布図である。これらの図より軸方向の引張部と圧縮部の合力は釣り合っていることがわかる。また、 M_p は塑性モーメントであり、 P はそれに対応する荷重である。

σ_x の実験値 (kg/cm^2)



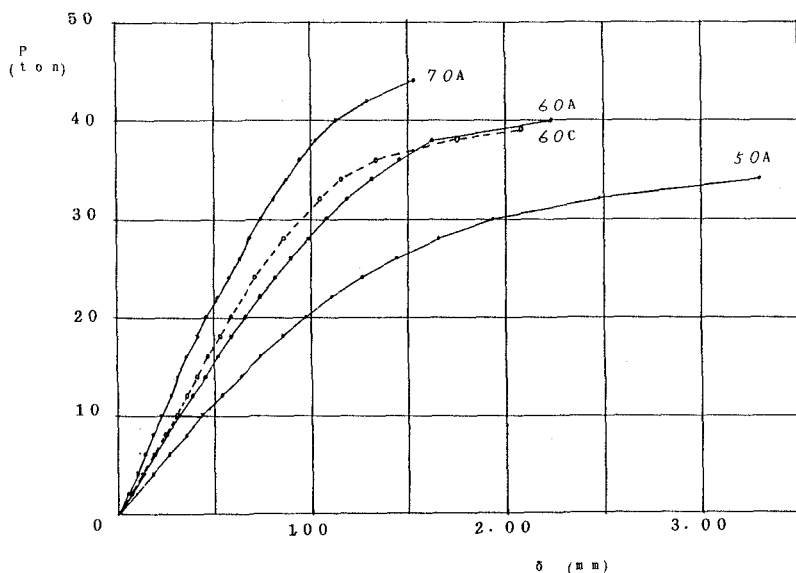
下図は理論値による下フランジの降伏モーメント M_0 とそれに対応する荷重である。



(3) 弾塑性耐荷力と

たわみ曲線

右図はたわみの実験値である。上記の (1), (2) で求めた P_0 をこのグラフにプロットすれば、たわみからほぼ妥当であることがわかる。より厳密に計算する場合は有限要素法などによる弾塑性解析を用いるべきであるが、上記の簡易計算法で求めた P_0 でもよいことが実験と有限要素法による弾塑性解析により確かめられた。



(4) 切り欠き部の形状の影響

弾性範囲においては、形状の違いによる応力度の差異が認められた。特に、その影響が顕著にあらわれたのは σ_y であり、c-type は a-type の約 $1/2$ 程度の値を示した。このことは応力集中が緩和されたことを示している。弾塑性耐荷力への影響は僅かであった。

(5) 有限要素法による弾塑性解析のプログラムについて

本研究のため開発した有限要素法による弾塑性解析のプログラムの解析結果は実験値と非常によく一致しており、その有効性が裏付けされた。