

国鉄構造物設計事務所 正負 阿部英彦
 今エ 正負 ○水越則昭
 国鉄鉄道技術研究所 正負 奥田寿夫

1. まえがき 鋼鉄道橋設計標準(鋼鉄示)では、プレートガーダーに曲げが作用する場合の腹板の細長比 D/t は、圧縮フランジ側 $0.2D$ の位置に水平補剛材を用いた場合、 $D/t \leq 250$ と規定している。この規定は腹板の曲げ座屈強度に対する考慮のみではなく、残留ひずみや初期曲りの影響、列車通過時の過大な振動の発生、上路プレートガーダーのような上フランジに直接載荷される場合の載荷点付近の局部応力の発生なども併せて考慮して決めたものである。プレートガーダーの曲げ耐荷力については、多くの研究が発表されており、腹板の細長比 D/t は鋼鉄示の規定値より大きな値がとり得ることを示している。しかし、水平補剛材を挿入した腹板の曲げ耐荷力には未知の要素も多いので、鋼鉄示の規定と緩和していくためには、さらに研究を進めていく必要がある。本試験は鋼鉄示で規定している腹板の曲げ座屈強度を確認するため、 $D/t=250$ と $D/t=300$ の試験桁各1本に対して曲げ座屈試験を行なった。

2. 試験の概要

試験桁の形状、寸法諸元を図-1、表-1に示す。試験桁の載荷位置は図-1に示すように2点載荷とし、この間にある試験パネルに純曲げが作用するようにした。桁のフランジは試験パネルの腹板が曲げ座屈を起す前に局部座屈しないよう考慮した。また桁の横倒れ座屈を防ぐため、図-1に示す位置に防止用支材を取付けた。試験パネル以外の腹板厚は 6mm とし、せん断座屈を全じないようにした。

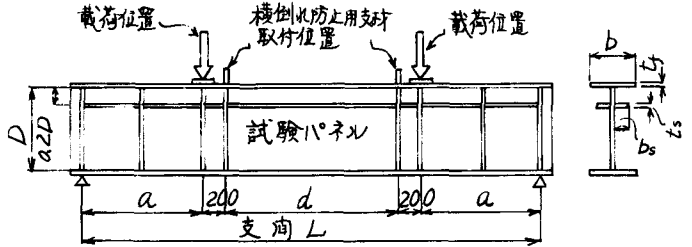


図-1 試験桁一般図

表-1 試験桁の寸法(試験パネル)

試験桁	支間 L (m)	a (m)	上下フランジ		腹板			断面二次モーメント		水平補剛材		γ	δ
			$b \times t_f$ (mm)	A_f (cm ²)	$D \times t$ (mm)	A_w (cm ²)	D/t	I_o (cm ⁴)	d (cm)	$b_s \times t_s$ (mm)	F (cm ²)		
A	5.0	1.34	200×10	20.0	960×32	30.72	300	117.680	192	2(30×6)	3.60	43.75	0.117
B	4.16	1.08	160×10	16.0	800×32	25.60	250	66.140	160	2(28×6)	3.36	43.33	0.131

表-2 曲げによる各種モーメントの計算値と実験値

試験桁	寸法		計算値								実験値		計算値					実験値と計算値の比較				
	D/t	a/D	f_e	σ_{cr} (kg/cm ²)	σ_a (kg/cm ²)	σ_y (kg/cm ²)	M_a (t-m)	M_y (t-m)	M_p (t-m)	M_{cr} (t-m)	\bar{M}_{cr} (t-m)	M (t-m)	M_{cr}/Ma	\bar{M}_{cr}/M_{cr}	M/Ma	M/Mcr	M/M_y	M/M_p				
A	300	2.	95	2001	1176	3100	28.2 (42.2)	74.7 (111.6)	82.4 (123.0)	48.1 (71.7)	53.6 (80.0)	72.4 (108.0)	1.71	1.11	2.57	1.51	0.97	0.88				
B	250	2.	86	2609	1230	3100	19.8 (36.7)	50.3 (93.1)	55.6 (103.0)	42.1 (77.9)	49.7 (92.0)	57.8 (107.0)	2.13	1.18	2.92	1.37	1.15	1.04				

注), () 内寸法は各モーメントに対応する荷重 (t) を示す。

f_e ~ 座屈係数, σ_{cr} ~ 座屈応力度, σ_a ~ 許容圧縮応力度, σ_y ~ 降伏点, M_a ~ 設計許容モーメント, M_y ~ 降伏モーメント, M_{cr} ~ 座屈モーメント, M_p ~ 全塑性モーメント, \bar{M}_{cr} ~ 座屈モーメントの実験値, M ~ 最大耐荷モーメントの実験値

試験術はすべてSS41材を用いて製作した。荷重試験には鉄道技術研究所のローゼンハウゼン型大型疲労試験機(最大荷重容量は静的で2×75t)を使用した。ひずみ測定にはワイヤストレンゲージを用い60度について測定した。変位はダイヤルゲージを用い25度について測定した。測定はバーヌ荷重を2tとし、桁の最大耐荷力が得られるまで行なった。

3. 試験結果と考察

(1) **試験術B** 圧縮フランジ側の腹板は曲げに対して十分抵抗しているが、(図-2)が水平補剛材は有効に働かず、腹板の水平たわみを拘束していた(図-3)。水平補剛材がその耐力を失うと腹板は急激に水平たわみを増加していった。この時の荷重92tを腹板の座屈荷重とし、計算値と比較すると $\bar{P}_{cr}/R_r=1.18$ となり計算値を上回っている(表-2)。桁は最大荷重107tで中央部のフランジが降伏し耐力を失った。これを最大耐荷モーメントMで表わし、各種計算値と比較した値を表-2に示す。実験値はいずれも計算値より大きく、鋼鉄示の規定に従って設計した桁(41キロ鋼使用の場合)は十分な曲げ耐力を誇っており、未だ十分な余裕があるので、 D/t をさらに高めることが可能であろう。

(2) **試験術A** 桁は最大荷重108tで圧縮フランジに局部曲げ座屈を生じその耐荷力を失った。 $M/M_p=0.88$ で計算値を下回ったが、 $M_y/M_y=0.97$ でほぼ計算値と一致する。これは $D/t=300$ でも腹板が十分補剛されていれば、フランジの降伏荷重付近まで最大耐荷力をとり得ることを示す。

4. あとがき 本試験より $D/t=250, 300$ の場合ともその耐荷力は、いずれも鋼鉄示の規定を十分満足する値を得た。しかし、 $D/t=300$ を鋼鉄示で許容するためには、50キロ鋼およびそれ以上の高張力鋼による桁についても広範囲な研究を進めていく必要がある。特に桁の残留応力および初期まがりの影響、それに水平補剛材の剛度の問題等についても検討を進めていく必要がある。なお本試験は鋼鉄示の確認のため、重要技術課題の一環として行なった。本試験の企画には伊藤丈人教授、田島元満次長、稲葉茂師等が関与し、試験の実施には鉄研の西郷、浅川、田中、出口代等の多大な御助力を得たことを記し謝意を表します。

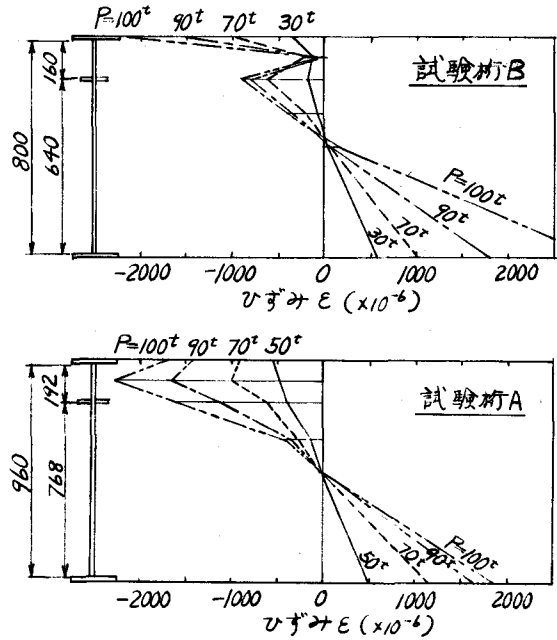


図-2 試験110パネル中央断面の曲げひずみ分布

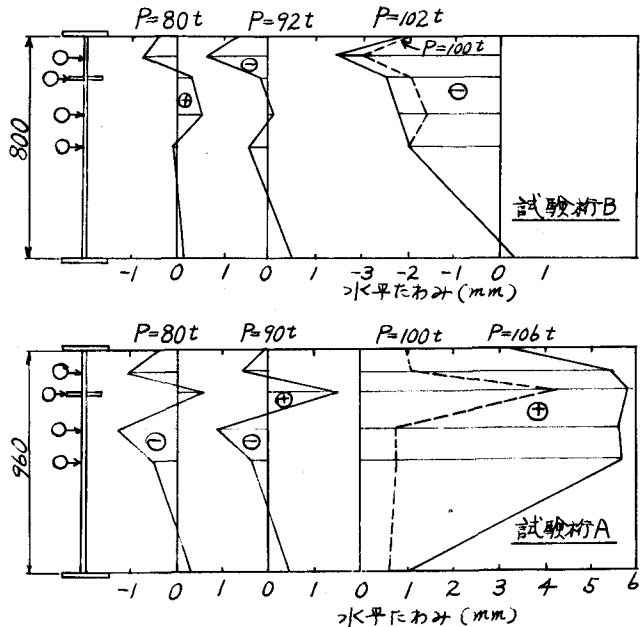


図-3 試験110パネル中央断面の水平たわみ