

I-187 変断面プレートガーダーのせん断強度についてのニ、三の考察

舞鶴工業高等専門学校 正会員 武田 八郎
関西大学工学部 正会員 三上市 蔵

1. まえがき せん断力によって支配される変断面プレートガーダーの強度に関する研究が、理論的・実験的に行われてきている。^{(1)~(4)} 今回我々は、腹板高さが直線的に変化する変断面プレートガーダーおよび対応する等断面プレートガーダーのせん断強度を求めるための実験を前回発表後引き続き行ったので、それらの結果に基づき、変断面プレートガーダーのせん断強度、変形特性についてニ、三の考察を試みた。

2. 試験術 試験術は5体用意したが、うち1体は等断面桁で、残り4体が腹板高さが圧縮側で直線的に変化している変断面桁である。これらの設計寸法の概略を図-1および表-1に示す(TS-1およびTS-2については概略表略⁽⁴⁾)。桁はいずれも腹板の幅厚比が大きな薄肉ウェブを使用している。桁の横変位を防止するように、スパン中央には横変位防止用フレームを設け、桁には交点上に強固なウイングを取り付けた。桁の両端を単純支持し、スパン中央において一点集中荷重した。材料試験結果を表-2に示す。

3. 破壊荷重および予測値 桁の破壊荷重 $P_{ult, ex}$ および文献⁽²⁾ による破壊荷重の予測値 $P_{ult, th}$ を表-3に示す。なお、US-1については文献⁽⁵⁾ による予測値である。 $P_{ult, th}$ はかなり良い推定値を与えることが分る。また、各変断面桁の最小腹板高さを有する等断面桁の破壊荷重予測値(文献⁽⁵⁾) による) から変断面桁の予測近似値 $P_{ult, app}$ を求めたが、これも表-3に併せて示している。これは、今回の実験桁のように比較的フランジの傾斜角が小さいときには、Bernoulli-Eulerの仮定

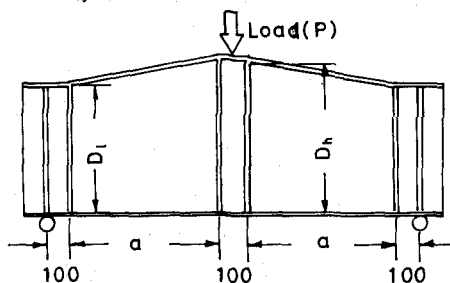


Fig.1 Tapered girder

Table-1 Dimensions of girders

	US-1	TS-1	TS-2	TS-3	TS-4
a (mm)	631	634	634	631	567
D_1 (mm)	550	550	450	550	496
D_2 (mm)	550	650	650	720	650
Web thickness, t (mm)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Flange width, b (mm)	90	90	90	90	90
Flange thickness, t (mm)	12	12	12	12	12
a/D_1	1.15	1.15	1.41	1.15	1.14
D_1/t	344	344	281	344	310
Inclination	0°	8.7°	17.1°	14.7°	14.7°

Table-2 Coupon test results

	Yield stress (Kg/cm ²)		Young's modulus (Kg/cm ²)		Poisson's ratio
	Flange	Web	Flange	Web	
US-1	2900	2960	2.09X10 ⁸	2.03X10 ⁸	0.275
TS-1	2878	2926	—	—	—
TS-2	2878	3297	—	—	—
TS-3	2900	2960	2.09X10 ⁸	2.03X10 ⁸	0.275
TS-4	2900	2960	2.09X10 ⁸	2.03X10 ⁸	0.275

が成立するとしても比較的誤差が小さいことから⁽⁶⁾、フランジ直応力を試験パネル中央における値で代表させてフランジ軸力を求め、これの鉛直成分を文献⁽⁵⁾ による値に加えて、せん断強度を近似的に求めたものである。 $P_{ult, app}$ は変断面桁のせん断強度を、安全側で比較的良く予測することが分り、近似値として参考にできるものと思われる。

D_2 のよび a を一定にし、 D_1 を高くするとせん断強度は上昇する。一方、TS-1とTS-2の比較から、 D_2 のよび a を一定にし、 D_1 を低くした場合、 D_2 のある値に対してせん断強度の極大値が得られることが予想されるが、これは文献⁽²⁾ による計算からも得られる。

桁の破壊状況の一例を写真-1に示すが、腹板における張力線の発生、フランジに

ける塑性ヒンジの生成が見られる。

4. 変断面桁の特性 エフランジの軸方向ひずみの分布の一例を図-2に示す。破壊荷重に近づくにつれ、塑性ヒンジ生成位置付近での値が急増するが、この位置から載荷点側のひずみの分布はほぼ一定で、大きさは算断面桁の値よりもやや大きい。

腹板の主な力分布の一例(弾性計算)を図-3に示す。これと腹板の斜め方向における面内ひずみ、および残留たわみ分布から判断して、変断面桁における圧縮側の強力場の発達には算断面桁に比べて不十分であり、強力場の帯の中心線に関してかなり非対称になっている。これは、腹板の圧縮側はフランジの軸力の分力を受け、複雑な応力状態になっているためと推察される。

桁の荷重一たわみ曲線および腹板の降伏領域の広がり方から推定して、変断面桁の変形については、算断面桁よりも早く非線形性が現われるが、それ以後はなだらかに破壊荷重まで値が増大する傾向が見られる。

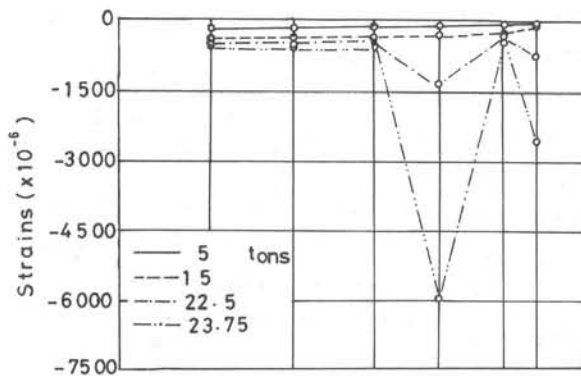


Fig.2 Strains in flange (TS-4)

Table-3 Collapse load

	$P_{ult, ex}$	$P_{ult, th}$	$P_{ult, app}$
US-1	19.0	19.1	19.1
TS-1	20.6	23.0	20.9
TS-2	22.5	25.3	21.3
TS-3	24.8	23.6	22.5
TS-4	24.3	21.9	21.1

(tons)

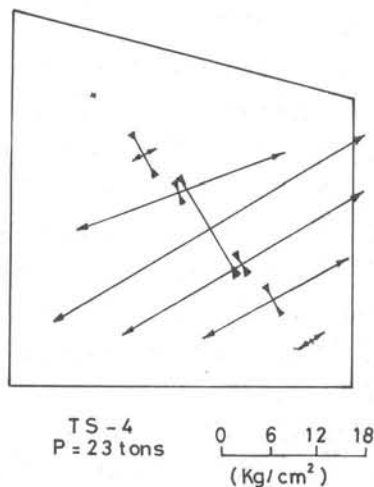
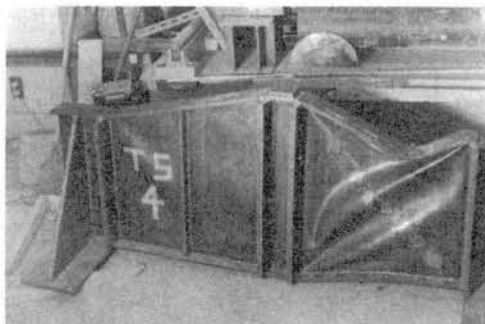


Fig.3 Principal stress

- 1) Falley W.E. and G.C. Lee : Tension-Field Design of Tapered Webs, AISC Engineering Journal, Vol. 13, No. 1, 1976.
- 2) Davies G. and S.N. Mandal : The Collapse Behaviour of Tapered Plate Girders Loaded within the Tip, Proc. Instn. Civ. Engrs, Part 2, Vol. 67, 1979.
- 3) Davies G. and S.N. Mandal : Tapered Steel Beams Loaded within Tip, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 105, No. 5T3, 1979.
- 4) 武田・三上 : 変断面プレートガーダーのせん断耐荷力実験, 第35回土木学会年次学術講演会概要集, I-121, 1980.
- 5) Porter D.M., K.C. Rochev and H.R. Evans : The Collapse Behavior of Plate Girders Loaded in Shear, Struct. Eng., Vol. 53, No. 8, Aug., 1975.
- 6) Boley B.A. : On the Accuracy of the Bernoulli-Euler Theory for Beams of Variable Section, Journal of Applied Mechanics, Vol. 30, Sept., 1963.