

I-66

プレートガーダーの終局強度設計について

- 現行設計法に基づく断面の強度 -

(株)栗本鐵工所 正会員 青木武生

駒井鉄工(株) 正会員 〇秋山寿行

1. まえがき 鋼構造物における限界状態設計法の確立の時期が到来している。その基礎となる薄板要素や薄板構造部材の終局強度と挙動に関する研究^{(1), (2), (3)}はすいぶんなされており、それらを集大成し、評価する努力もなされている。土木学会関西支部「薄板構造の強度と設計に関する調査研究」共同研究グループでは、現行道路橋示方書（以下道示という）に基づいたプレートガーダーの設計断面のもつ終局強度を強度算定法⁽³⁾によって試算した。

2. 設計条件と比較方法 まず道示に基づいて試設計を行い最適断面を計算した。そして、この断面のもつ終局強度を文献⁽³⁾による計算方法で算定した。

この計算方法の概要は図-1に示すようにフランジおよびウェブの曲げ、せん断の個々の基本強度を算出し、これらの最小の座屈強度を用いて終局強度を求めるものである。

この方法は、水平補剛材が多段の場合にも適用できるものである。試設計は、その有用性を確認するためにも、水平補剛材の段数を変え、5ケースの3径間連続非合成プレートガーダーについて行った。

なお、比較断面は外桁の中間支点上、中央径間中央、端支点上の3断面とした。本文では中間支点上、中央径間中央の2断面について述べる。設計条件、および中間支点上、中央径間中央における補剛材の配置と断面を表-1に示す。

表-1 設計条件および補剛材の配置と断面

ケース番号	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
L_s (m)	2×8.0 = 16.0	2×14.0 = 28.0	2×20.0 = 40.0	4×16.0 = 64.0	4×20.0 = 80.0
L_c (m)	2×10.0 = 20.0	2×17.5 = 35.0	$15 \times 2 \times 10$ + 15×50	4×20.0 = 80.0	6×16.67 = 100.0
主桁ウェブ高mm	1300	1800	2400	3500	4500
水平補剛材段数	0	1	2	3	4
主要材質	SS41	SM50Y	SM50Y	SM58	SM58
水平補剛材	b_1 mm	360	336	350	300
	b_2	—	528	455	400
	b_3	—	—	665	450
	b_4	—	—	—	600
	b_5	1300	1440	2030	2750
垂直補剛材	断面	—	100 x 9	120 x 10	150 x 16
	支点上	—	100 x 9	120 x 10	150 x 16
	中央部	—	—	—	—
	中間支点上	—	—	—	—
垂直補剛材	断面	$n \times l_1$ = 5.000	6×0.972 = 5.833	4×1.250 = 5.000	6×1.333 = 8.000
	断面	100 x 9	110 x 9	140 x 11	180 x 14
	径間中央	$n \times l_1$ = 5.000	4×1.458 = 5.833	4×1.250 = 5.000	4×1.667 = 6.667
	断面	100 x 9	110 x 9	140 x 11	160 x 13

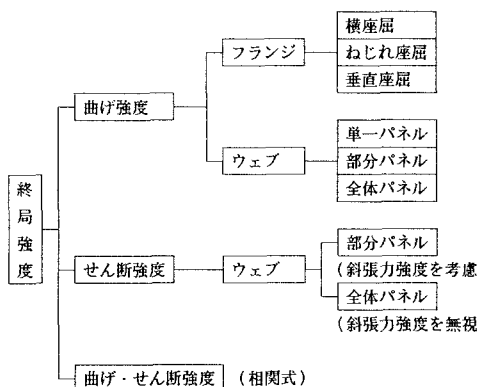
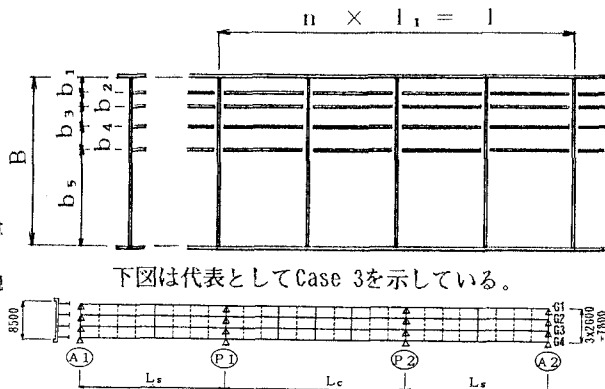


図-1 終局強度計算の概要図



3. 現設計法との比較 ここでは、表-1に示される5ケースの3断面のうち非対称な断面をもつ中間支点および対称な断面をもつ中央径間支間中央のそれぞれに対して、道示で設計された最適断面について、曲げ・せん断、曲げ・せん断強度を算出する。中間断面については作用せん断力が小さいので曲げ強度のみに着目した。なお、水平補剛材3、4段における取付位置は、道示では規定されていないので文献^{1), 2), 3)}を参考にした。

その結果は表-2に示すように、圧縮フランジ終局強度($\sigma_{ult, f}$)は、中間支点断面が負の曲げモーメントを受けるため水平座屈で決定される。支間中央断面は正の曲げモーメントを受けるが、床版で固定されているため水平座屈は生じないと考えている。

表-2 プレートガーダーの終局強度

ケース番号	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4		Case 5	
断面位置	支点断面	支間断面	支点断面	支間断面	支点断面	支間断面	支点断面	支間断面	支点断面	支間断面
上フランジ断面	410×14	340×14	390×22	330×16	530×25	370×19	770×25	410×22	970×38	600×34
ウェブ断面	1300×9	1300×9	1800×9	1800×9	2400×11	2400×11	3500×11	3500×11	4500×13	4500×13
下フランジ断面	410×16	340×14	480×25	330×16	570×28	370×19	710×38	410×22	980×48	600×34
圧縮フランジ断面積(A _f)	65.6	47.6	120.0	52.8	159.6	70.3	269.8	90.2	470.4	204.0
ウェブ断面積(A _w)	117.0	117.0	162.0	162.0	264.0	264.0	385.0	385.0	585.0	585.0
総面積	240.0	212.2	367.8	267.6	556.1	404.6	847.3	565.4	1424.0	993.0
圧縮フランジ終局強度 $\sigma_{ult, f}$	2148	2245	3074	3328	3303	3386	3877	4223	3981	4296
ウェブ終局強度 $\sigma_{ult, w}$	2400	2400	2707	2689	3124	3121	3577	3568	4270	4209
フランジ崩壊型式	水平座屈	斜り座屈	水平座屈	斜り座屈	水平座屈	斜り座屈	垂直座屈	斜り座屈	垂直座屈	斜り座屈
ウェブ崩壊型式	単一 =全体	単一 =全体	単一①	単一①	単一①	単一①	単一①	単一①	単一②	単一②
M _{ult} /M	1.785	1.631	1.758	1.512	1.776	1.606	1.812	1.568	1.822	1.695
V _{ult} /V	2.496	—	3.655	—	4.152	—	4.288	—	3.580	—
$\frac{1}{4\sqrt{(\frac{M}{M_{ult}})^2 + (\frac{V}{V_{ult}})^2}}$	1.684	1.631	1.735	1.512	1.761	1.606	1.798	1.568	1.793	1.695

Case 4, 5の支点断面において、フランジの崩壊形式が垂直座屈となっているが、これは水平補剛材を無視した場合に対する結果であり、水平・垂直補剛ウェブでは垂直座屈は生じないので、ここでは水平座屈強度をとることとした。

また、ウェブ終局強度($\sigma_{ult, w}$)は、各単一、部分、全体パネルのうち大半のケースで圧縮側の単一パネル①により決定されている。Case 1を除いて、ウェブ終局強度がフランジ終局強度を下回っている。これは本算定法³⁾がパネルの終局強度をとらえているためと思われる。

曲げ強度(M_{ult})と作用曲げモーメント(M)との比(M_{ult}/M)は、すべてのケースの支点断面で1.7以上を確保している。

また、Case 1におけるせん断強度(V_{ult})と作用せん断力(V)との比(V_{ult}/V)が小さいのは、単一(=部分)パネルのせん断強度のうち斜張力強度(V_t)が小さいことに起因すると思われる。さらに、他のケースに比べて、曲げ・せん断強度が減少しているが、圧縮フランジの水平座屈が低いためであり、フランジ幅を広げればよい。

4. あとがき 道示に基づいて設計された多段水平補剛ウェブをもつ非対称・対称断面プレートガーダーの終局強度を明らかにすることができた。ここでは、与えられた断面に対して照査を行い強度特性を述べたにすぎないが、別報⁴⁾ではパラメトリック解析を行い終局強度に関して考察を行っている。最後に共同研究グループ代表者の三上市蔵関西大学教授をはじめご指導をいただいた関係各位に感謝いたします。

参考文献 1) 座屈設計ガイドライン, 第9章, 土木学会, 1987. 2) 三上市蔵: プレートガーダーの強度と設計法, 土木学会関西支部共同研究グループ報告書「薄板構造の強度と設計に関する調査研究」, 1988. 4 3) 三上・他: 設計のためのプレートガーダーの終局強度の算定法, 構造工学論文集, Vol. 35A, 1989. 4) 遠藤・赤松・山下: プレートガーダーの終局強度設計について- 設計断面と強度特性-, 土木学会年次学術講演会講演概要集第1部, 1989. 10