

### I-3 後座屈強度を考慮したプレートガーダーの終局強度の算定について

関西大学工学部 正員 三上市藏 全日本コンサルタント 正員 木村泰三  
 関西大学大学院 学生員 河合義勝 関西大学大学院 学生員 大淵智弘

1. まえがき 著者らは、これまでに上下非対称断面をもつプレートガーダーの終局強度の算定法を提案した。<sup>1) 2)</sup> この算定法は、対称断面、非対称断面を問わず、多数の補剛材が任意の位置に配置された桁を対象にできる。桁としての終局強度を算定するには、圧縮フランジあるいは腹板の座屈強度の小さい方を桁の終局強度とみなす方法が最も簡単であるが、文献1)では、腹板座屈が先行した場合に圧縮フランジのもつ後座屈強度による終局強度の上昇を考慮している。

本報告では、後座屈強度を考慮して終局強度を算定する方法を述べ、既報の実験結果<sup>3) - 9)</sup> に対して、後座屈強度の影響を理論的に検討する。

2. 終局曲げ強度 プレートガーダーが曲げを受ける場合、図1(b)、図2(b)のようにフランジまたは腹板が座屈したときを桁の崩壊と考えると、桁の終局曲げ強度  $M_{ult}$  は次のようになる。

$$\frac{M_{ult}}{M_{Yfc}} = \frac{\sigma_{ult,f}}{\sigma_{Yfc}} \quad : \sigma_{ult,f} \leq \sigma_{ult,w} \quad (1a)$$

$$\frac{M_{ult}}{M_{Yfc}} = \frac{\sigma_{ult,w}}{\sigma_{Yfc}} \quad : \sigma_{ult,f} > \sigma_{ult,w} \quad (1b)$$

ここに、 $M_{Yfc}$  は圧縮フランジの降伏モーメント、 $\sigma_{Yfc}$  は圧縮フランジの降伏応力、 $\sigma_{ult,f}$  は圧縮フランジの終局曲げ強度、 $\sigma_{ult,w}$  は腹板の終局曲げ強度である。

実際には、図1(c)に示すように圧縮フランジ座屈後の曲げモーメントの増加分は腹板が負担することができる。その限界は、腹板の終局曲げ強度である。同様に、図2(c)に示すように腹板座屈後の曲げモーメントの増加分はフランジが負担することができる。その限界はフランジの終局曲げ強度である。このように考えると、後座屈強度を考慮した終局曲げ強度  $M^*_{ult}$  は次のようになる。

$$\frac{M^*_{ult}}{M_{Yfc}} = \frac{\sigma_{ult,f}}{\sigma_{Yfc}} \left\{ 1 + \frac{A_w}{6A_{fc}} \frac{(1-\phi)(\sigma_{ult,w}/\sigma_{ult,f} - 1)}{1 + \phi^2 A_{rt}/A_{fc} + (1+\phi+\phi^2)A_w/3A_{fc}} \right\} \quad : \sigma_{ult,f} \leq \sigma_{ult,w} \quad (2a)$$

$$\frac{M^*_{ult}}{M_{Yfc}} = \frac{\sigma_{ult,w}}{\sigma_{Yfc}} \left\{ 1 + \frac{(1-\phi)(\sigma_{ult,f}/\sigma_{ult,w} - 1)}{1 + \phi^2 A_{rt}/A_{fc} + (1+\phi+\phi^2)A_w/3A_{fc}} \right\} \quad : \sigma_{ult,f} > \sigma_{ult,w} \quad (2b)$$

ここに、 $\phi$  は桁としての応力勾配係数、 $A_w$  は腹板の断面積、 $A_{fc}$  は圧縮フランジの断面積、 $A_{rt}$  は引張りフランジの断面積である。

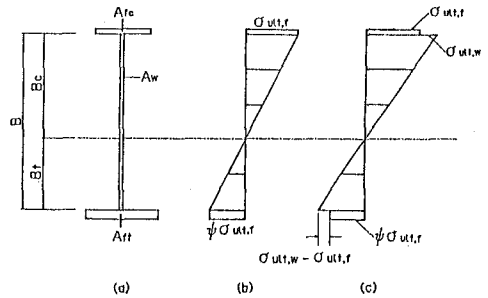


図1

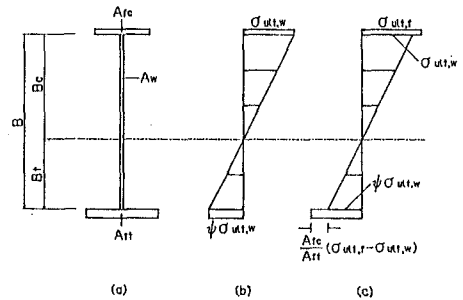


図2

3. 終局曲げ・せん断強度 終局曲げ・せん断強度は、終局曲げ強度と終局せん断強度とを使って相関式から求める。<sup>1) 2)</sup> 後座屈強度を考慮する場合、終局曲げ強度は式(2)から計算する。せん断力は腹板のみによって負担されるので、腹板の終局せん断強度以上に強度は期待できない。

4. 実験結果と理論値との比較 理論値と既報の実験結果<sup>3) - 9)</sup>との比較・検討を行った。

曲げ試験について、後座屈強度を考慮しない理論値 $M_{ult}$ 、後座屈強度を考慮した理論値 $M^*_{ult}$ を実験値 $M_{max}$ と比較した結果を表1、表2に示す。表1はフランジ座屈が先行した供試体、表2は腹板座屈が先行した供試体の結果である。実験値 $M_{max}$ は等曲げに換算した曲げモーメントである。<sup>1) 2)</sup> 表1、表2に対して $M_{max}/M_{ult}$ と $M_{max}/M^*_{ult}$ について平均値と標準偏差を求めるとそれぞれ表3、表4のようになる。これらの結果より、腹板座屈が先行する場合は後座屈強度を考慮しないと理論は実験結果と比較して、あまりにも低目の値を与えるので、文献1)2)において後座屈強度を考慮した正しさがわかる。しかし、フランジの座屈が先行する場合は後座屈強度を考慮すると、理論は平均値としては良くなるが、ばらつきは大きくなる。

その他、実験結果と理論値の比較の詳細は、講演当日に発表する。

表1

供試体 番号	実験値			理論値		
	$M_{max}/M_{Yrc}$	$M_{ult}/M_{Yrc}$	$M^*_{ult}/M_{Yrc}$		$M_{max}/M_{ult}$	$M_{max}/M^*_{ult}$
B-23	0.986	0.905	0.919	T	1.090	1.073
B-25-0	0.831	0.859	0.892	T	0.967	0.932
B-25-1	1.061	0.859	0.883	T	1.234	1.201
B-25-5	1.173	0.859	0.883	T	1.365	1.328
GA0	1.062	0.934	0.946	L	1.138	1.123
GA1	1.077	0.934	0.946	L	1.154	1.138
GA2	1.030	0.859	0.893	L	1.199	1.154
GA3	0.899	0.785	0.839	L	1.146	1.072
GE	1.183	0.937	1.004	L	1.263	1.178
GF	1.045	0.863	0.952	L	1.211	1.098
GG	0.883	0.789	0.899	L	1.118	0.982
GH	0.782	0.716	0.846	L	1.093	0.925
Aa BY <sub>1</sub>	0.966	0.929	0.947	T	1.039	1.019
GBX <sub>1</sub>	1.094	1.000	1.009	Y	1.094	1.084
GBX <sub>2</sub>	1.163	1.000	1.007	Y	1.163	1.155
GBY <sub>1</sub>	1.124	1.000	1.012	Y	1.124	1.111
GBY <sub>2</sub>	1.342	1.000	1.017	Y	1.342	1.320
EBY1-1302	1.001	0.934	0.977	L	1.071	1.024
EBY1-3001	0.909	0.968	1.002	L	0.921	0.907
G1. T1	0.619	0.635	0.686	T	0.975	0.903
G1. T2	0.551	0.635	0.686	T	0.867	0.803

注) T, L, Yは圧縮フランジのねじれ座屈, 横座屈, 降伏を示す。

表2

供試体 番号	実験値			理論値		
	$M_{max}/M_{Yrc}$	$M_{ult}/M_{Yrc}$	$M^*_{ult}/M_{Yrc}$		$M_{max}/M_{ult}$	$M_{max}/M^*_{ult}$
B-21	0.872	0.693	0.834	T	1.259	1.046
B-22	0.929	0.875	0.889	T	1.060	1.045
B-24	0.875	0.711	0.852	T	1.230	1.027
B-01	0.743	0.439	0.758	T	1.692	0.980
B-35-1	0.973	0.798	0.846	T	1.220	1.151
B-35-1A	1.085	0.798	0.846	T	1.359	1.282
B-35-1E	0.931	0.797	0.846	T	1.167	1.100
B-35-5	1.076	0.797	0.846	T	1.350	1.273
Aa BX <sub>1</sub>	0.874	0.862	0.911	T	1.014	0.969
Aa BX <sub>2</sub>	0.875	0.837	0.904	T	1.047	0.969
Aa BY <sub>1</sub>	0.883	0.805	0.896	T	1.098	0.986
GBY <sub>1-17</sub>	1.097	0.802	0.940	L	1.360	1.160
GBY <sub>2-17</sub>	1.012	0.801	0.940	L	1.264	1.077
V B	1.020	0.542	0.864	L	1.880	1.180
V B1	0.829	0.430	0.690	T	1.929	1.203
V B2	0.662	0.464	0.618	T	1.427	1.071
EBY1-2201	1.139	0.980	1.000	Y	1.163	1.139
AL1	1.216	0.562	0.855	T	2.165	1.422
AL2	1.132	0.541	0.836	T	2.093	1.353
AL3	1.175	0.467	0.805	T	2.515	1.457
AL4	1.107	0.413	0.776	T	2.663	1.417
BL1	1.170	0.562	0.855	T	2.082	1.367
BL2	1.132	0.541	0.836	T	2.093	1.353
BL3	1.114	0.467	0.805	T	2.385	1.381
BL4	1.032	0.413	0.776	T	2.498	1.329

注) T, L, Yは圧縮フランジのねじれ座屈, 横座屈, 降伏を示す。

表3

	$M_{max}/M_{ult}$	$M_{max}/M^*_{ult}$
平均値	1.123	1.073
標準偏差	0.124	0.131

表4

	$M_{max}/M_{ult}$	$M_{max}/M^*_{ult}$
平均値	1.641	1.189
標準偏差	0.524	0.159

1)三上・木村・山里：構造工学論文集，土木学会，Vol.35A，1989.3. 2)文部省科学研究費報告書(代表三上市蔵)，1992.3. 3)土木研究所資料，No.2533，1987.12. 4)長谷川・西野・奥村：土木学会論文報告集，No.234，1975.2. 5)前川・伊藤・福本：土木学会論文集，No.392，1988.4. 6)福本・前川・伊藤・浅里：土木学会論文集，No.362/I-4，1985.10. 7)森脇・藤野：土木学会論文報告集，No.264，1977.8. 8)藤野：土木学会論文報告集，No.269，1978.1. 9)森脇・藤野・森：橋梁の極限設計研究班研究資料，No.122. 10)三上・木村・徳田：構造工学論文集，土木学会，Vol.37A，1991.3. 11)Basler, Yen, Müller and Thürlimann: WRC Bulletin, Series No.64, Sept., 1960.