

I-59 プレートガーダーの腹板座屈をともしなう 横ねじれ座屈に関する実験的研究

石川高専 正○前川幸次
名古屋大学 正 伊藤義人
大阪大学 正 福本嘯士

1. はじめに

現行の道路橋示方書における水平補剛材をもたないプレートガーダーの腹板の最大幅厚比はSS41（保証降伏点応力度 $\sigma_v=235\text{N/mm}^2$ ）クラスで 152となっている。これは腹板の座屈応力を基礎として、桁の降伏モーメントが達成されることを目標とした限界値であり、腹板の後座屈強度については座屈安全率を低くすることで評価されている。一方、腹板の幅厚比をパラメータの1つとして後座屈強度を取り入れた桁の（面内）曲げ耐荷力式に関する研究は行われているが、腹板の座屈現象がプレートガーダーの横拘束点間を対象とした横ねじれ座屈（フランジの水平座屈あるいはねじれ座屈）に影響を及ぼすかどうかについてはあまり検討されていない。ここでは、腹板の換算幅厚比 $\rho=(h/t_w)\sqrt{\sigma_v/235}=199$ のI形プレートガーダーについて腹板の座屈とフランジの水平座屈を対象とした連成座屈実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

試験桁は水平補剛材を持たない上下対称I形プレートガーダーであり、表-1には断面寸法、荷重・境界条件、支間および腹板縦横比を示す。フランジおよび腹板をそれぞれ8mm厚の圧延板材および3.4mm厚のコイル材から溶断したのち手溶接により組立したが、GAシリーズのせん断力が作用する腹板（表の $\square$ ）は5.4mmの圧延板を用いた。桁の曲がりおよび腹板のたわみに対してそれぞれプレスおよび点加熱矯正を施し、それぞれ製作許容値 $l/1000$ および $h/250$ 以内にした。GAシリーズは桁の3等分点で集中荷重を作用させた二点載荷であり、GBシリーズはスパン中央で一点載荷を行った。荷重は腹板の両側に溶接した10mm厚の補剛材に連結した引張ジャッキで作用させた。また、各試験桁の支点および載荷点での横方向変形を拘束し、桁GA0ではその他に各垂直補剛材の位置で圧縮フランジの水平変位を拘束した。

3. 実験結果と考察

素材試験の結果、降伏点応力度 σ_v は 289N/mm^2 （板厚3.4mm）、 272N/mm^2 （板厚8.0mm）、弾性係数 $E=208\text{ kN/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.24$ である。残留応力は試験桁と同様に製作した桁GR（桁長2mで垂直補剛材付き）の中央パネルの3断面について切断法により測定した。その結果を図-1に示す。フランジ先端に溶断の影響は見られるものの、フランジ中央部には溶接による引張応力がほとんど生じていない。これは腹板が変形しやすいことが影響したものと考えられる。全体としてフランジの残留応力は圧縮側に、腹板は引張側に偏っている。

最高荷重における桁の横ねじれ変形については省略するが、桁GA0を除いてすべての桁は明らかにフランジの水平座屈の卓越した崩壊モードが認められた。

図-2(a)および(b)はそれぞれ桁GA2および桁GB2について、上下フランジと腹板の接合点を基準にしたときのパネルとしての変形モードを表している。荷重段階Pはパネルの非載荷辺を固定としたときの腹板座屈

Table 1 Test Program

Test Girder	L (m)	a/h	Loading & Boundary Conditions	Cross Section
GA0	1.0	0.82		
GA1	1.0	0.82		
GA2	1.5	1.23		
GA3	2.0	1.10		
GB1	2.0	1.10		
GB2	2.5	1.37		

荷重 P_{wcr} に相当している。GAシリーズおよび GBシリーズにおける腹板座屈変形モードの違いが顕著である。

図-3、-4は今回の実験値(記号△, 換算幅厚比 $\rho=199$), 前回の実験値¹⁾(○, $\rho=130$)および福本らの実験値²⁾(+, $\rho=220$)の耐荷力 M_u/M_y を細長比 $\sqrt{M_y/M_e}$ で整理したものである。ここに, M_y は降伏モーメント, M_e は桁の弾性横ねじれ座屈モーメントである。実線(—, —)は実験値(△)と同じ断面で, 図中のような初期たわみ および図-1に(●)で示す残留応力分布を用い, 腹板座屈を無視した耐荷力解析結果である。その精度については腹板座屈が起こらなかった実験値(○)との比較で確認されている。実験および解析結果から, GAシリーズでは腹板の曲げ座屈は桁の面内強度には大きく影響するもののフランジの水平座屈にはほとんど影響しないようである。GBシリーズでは, 桁GB2が腹板の座屈を起こしたにもかかわらず横ねじれ耐荷力は高くなっている。これはせん断座屈の変形モードが水平座屈の変形モードに影響しているのではないかと考えられるが, 僅かに2体の実験結果であり今後の検討が必要である。

謝辞: 本研究は, 昭和61年度科学研究費の補助を受けた。実験において多大の労を願った重富 寿君(名古屋大学大学院)および石川高専の学生諸君(桶村, 長谷川, 本田)に感謝の意を表します。

また, 試験桁の製作では佐藤鉄工株式会社にお世話になった。ここに, 感謝します。

文献 1) 福本 他: モーメント勾配による溶接 I 形桁の横ねじれ座屈実験, 土木学会論文集, No. 362/1-4, 1985.

2) 福本 他: 溶接 I 形部材の横倒れ座屈に関する実験的研究, 土木学会論文報告集, No. 189, 1971.

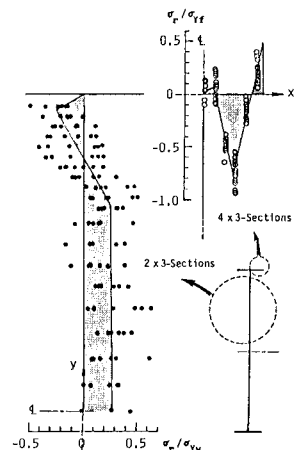


Fig.1 Residual Stress

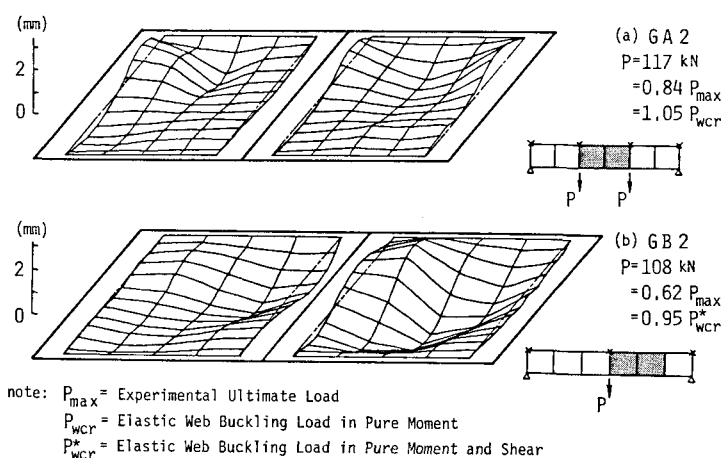


Fig.2 Web Buckling Mode (GA2 and GB2)

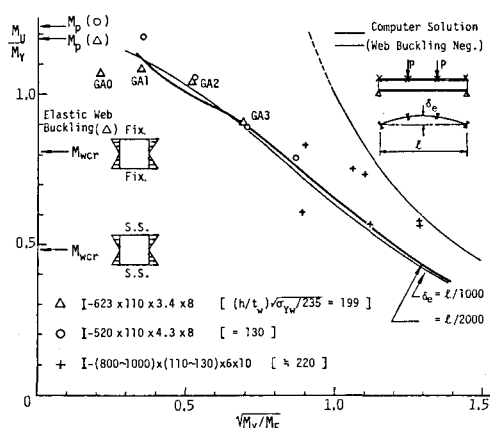


Fig.3 Maximum Strength of the Girders under Pure Moment

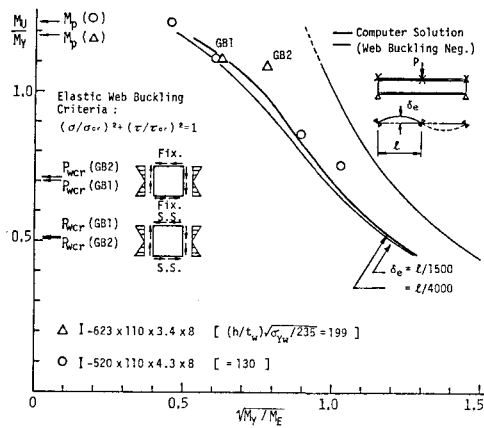


Fig.4 Maximum Strength of the Girders under Moment and Shear