

純曲げを受ける曲線桁腹板の極限強度に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正会員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正会員 北田 俊行
 川崎重工技術研究所 正会員 大南 亮一
 大阪市立大学工学部 土井 雅裕

1 まえがき 曲線桁橋腹板の極限強度については、未解決な問題が多く、現行の道路橋示方書においても、曲率を有する腹板の設計基準が明確にされていない。1977年米国では、曲線桁橋固有の曲率の影響を考慮した腹板の設計法が示され、AASHTO¹⁾の設計指針に追補するという勧告文が出された。しかし、その基礎となっている研究は、弾性座屈理論によるもので、十分に合理的な設計法ではない。そこで、本研究では、研究の第1段階として、純曲げを受ける曲線桁橋の腹板に着目し、その極限強度特性を実験的に調べたので、その結果を報告する。

供試体番号	半径 R(m)	矢高比 a/b	板厚比 b/t _w	腹板高 b(mm)	腹板厚 t _w (mm)	フランジ 幅・厚さ b _f x t _f	剛性付与 と曲率半径 (a/R)
M = (0.5-178-0-0)	∞	0.5	178	800	4.5	180×12	—
M 30(0.5-178-0-0)	30	0.5	178	800	4.5	180×12	0.013
M 10(0.5-178-0-0)	10	0.5	178	800	4.5	180×12	0.040

表-1 供試体諸元

2 実験の概要 実験では、図1に示すように、スパン $l=2m$ 、桁高 $h=0.8m$ のI桁を用い、中央パネル(A, B, C, D)を実験パネルとした。I桁の両端の載荷器具を通じて2点載荷をし、一樣な純曲げを受けるようにセットした。今回は、曲率による極限強度特性の差異に重点を置き、表1のような3種類の曲率($R=\infty, 30m, 10m$)を持つ桁それぞれ1体を供試体とした。桁の断面寸法は、腹板の崩壊の後にフランジが崩壊するように設計した。計測は全てデジタル化し、自動的に計測したが、特に重要な測定点については同時多点計測器(ASW-164H)を用い、測定点間のタイムラグをなくし、計測精度の向上をかけた。

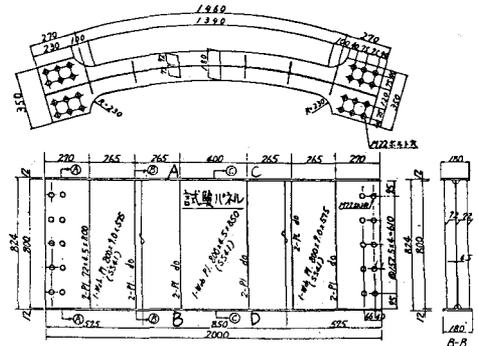


図-1 供試体寸法

3 実験結果と考察 載荷試験を行う前にトランシット(最小読取り精度 $0.1mm$)により、各実験パネルの初期たわみを計測した。図2にパネルの初期たわみ計測結果を示す。腹板とフランジとの溶接迎辺では、フランジの曲率に合わせて溶接されるため、腹板は所要の曲率に応じて形状を示すが、フランジ辺から遠ざかる

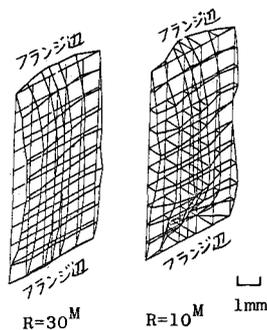


図-2 初期たわみの測定結果

に従って拘束力が小さくなり、全体として鞍型の初期たわみ形状を呈する。

実験では当初の計算とおり、腹板の曲げ崩壊の後に桁の横倒れが進行し、しかる後にフランジのねじり崩壊が生じた。以下に腹板に着目した実験結果の一部を示す。

図3は腹板およびフランジの平均ひずみ分布を示したものである。荷重が大きくなると中立軸が引張側に移動し、圧縮フランジのひずみが著しく大きくなる。中立軸の移動が始まるのは、フランジ固定・補剛材辺単純支持とした平板の座屈荷重を P_{cr} とすると、 $R = \infty$ の桁においては約 $1.2 P_{cr}$ 、 $R = 10^m$ の桁においては約 $1.1 P_{cr}$ である。

図4は、腹板パネル中央断面の面外変形量を、各荷重段階別にプロットしたものである。いずれの供試体の場合にも、 $0.2b$ (b : 腹板高さ) 付近で最大たわみが現れた。

同様に図5は、図4で示した最大たわみ発生点の荷重と軸方向ひずみの関係を、腹板の裏表について示したものである。曲率を有する腹板では、荷重の初期段階から面外の曲げが作用するため、真直な場合と比べて、低い荷重で崩壊が起こっている。

実験から得られた各供試体の極限強度を表2にまとめた。表2では、比較のため直桁として計算される極限強度荷重 (Basler), フランジの初期降伏荷重ならびに、全塑性モーメント荷重との比も併記した。今回の実験では、曲率の小さな桁ほど極限強度が小さくなり、直桁の場合には、極限強度が全塑性モーメントの5%程度の低下に留まっているのに、 $R = 10^m$ の桁では、15%程度の低下率を示した。

参考文献

- 1) The Task Committee on Curved Girder of the ASCE-AASHTO Committee on Flexural Member of the Structural Division, "Curved I-Girder Bridge Design Recommendations", ASCE, No. ST5, (May, 1977)

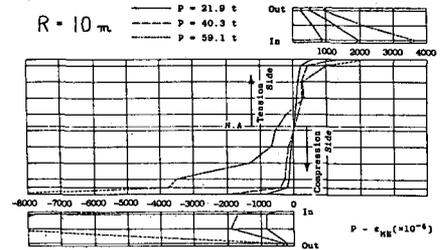


図-3 腹板およびフランジの平均ひずみ分布

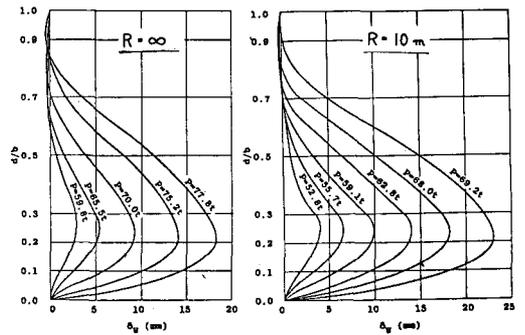


図-4 腹板の面外たわみ波形

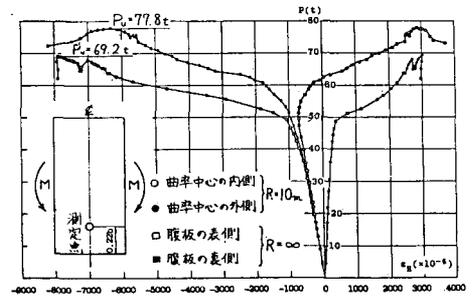


図-5 最大たわみ点での $P-\epsilon_H$

供試体 番号	耐 荷 力			フランジ初期 降伏モーメント (M_y^f)	$\frac{M_x}{M_y^f}$	全塑性モーメント (M_P)	$\frac{M_x}{M_P}$
	実験値 (M_x)	計算値 (M_u) (Basler)	M_u/M_u				
M -	93.4 (t·m)	83.7 (t·m)	1.16	87.8 (t·m)	1.06	97.9 (t·m)	0.95
M 30	89.4 (t·m)	83.7 (t·m)	1.07	87.8 (t·m)	1.02	97.9 (t·m)	0.91
M 10	83.0 (t·m)	83.7 (t·m)	0.99	87.8 (t·m)	0.95	97.9 (t·m)	0.85

表-2 実験結果と計算結果の比較