

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 正会員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正会員 北田 俊行

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はいない。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、弾性圧縮理論によるもので、十分に合理的な設計法でないように思われる。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腹板に着目し、その極限強度特性を実験的に調べたので、ここにその結果を報告する。

② 実験の概要

今回の実験では、極限強度特性が、曲率の影響をどのように受けるかを調べることに重点を置いた。このため、表1に示すように、アスペクト比、板幅比、および、フランジ隔などのパラメータが同じで、曲率半径だけが異なる種類の桁($R=\infty, 30^m, 10^m$)を供試体とした。なお、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。供試体は、図1に示すようにスパン2^m、桁高0.8^mのI桁を用い、その中央パネル(AB, CD)を実験着目パネルとした。また、供試体の載荷は、図2に示すように、供試体の両端にボルトにより取り付けられた載荷桁を通じて2点載荷し、一様な純曲げを受けるようにセットした。実験における計測は、全ての測定量をデジタル化し自動的に計測したが、特に重要と思われる測定点については、同野多点計測器(AWS-164H)を用い、測定点間のタイムラグをなくし、計測精度の向上をはかった。

③ 実験結果と考察

載荷試験を行う前に、トランシット(最小読取精度0.1mm)を用い、各供試体の試験パネルの腹板、フランジ、および、垂直補剛材の初期たわみを計測した。図3に腹板の初期たわみ計測結果を示す。腹板とフランジとの溶接近傍では、フランジの曲率に合わせて溶接されるため、腹板は所望の曲率に応じた形状を示すが、フランジ辺から遠ざかるに従って拘束力が小さくなる。また、垂直補剛材の溶接により腹板が橋軸方向に引張られるため、全体として鞍型の初期たわみ形状が現れているように思われる。

実験では当初の計算どおり、腹板の曲げ崩壊の後に桁の横剛性が進行し、

供試体番号	曲率半径 R(m)	アスペクト比 a/b	板幅比 b/t _w	腹板厚 t _w (mm)	腹板高 b(mm)	フランジ幅・板厚(mm) b _f × t _f	補剛材間隔と曲率半径 (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

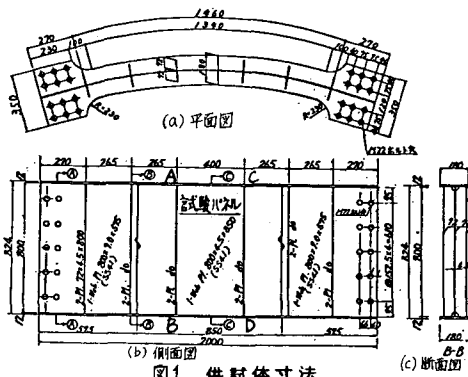


図1 供試体寸法

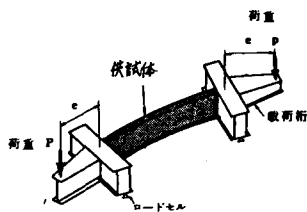


図2 供試体の載荷方法

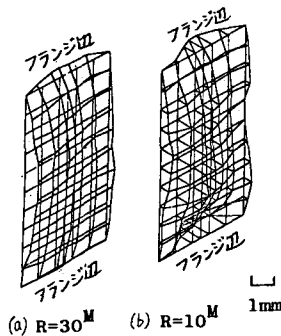


図3 初期たわみの測定結果

しかる後にフランジのねじり崩壊が生じた。以下に実験結果の一部を示す。

図4は、腹板および、フランジ

の平均ひずみ分布 図4 腹板およびフランジの平均ひずみ分布

布、また、図5は、曲率半径中心の内側腹板において、引張ひずみが作用する場合を正とした曲げひずみ分布を示したものである。図4から荷重が大きくなると、腹板の圧縮側の耐力が低下し、中立軸が引張側に移動している。中立軸が移動の始まるのは、フランジ辺固定、補剛材辺単純支持とした平板の降伏荷重を $P_{cr}(=44.7t)$ とすると、直析においては約 $1.2 P_{cr}$ 、 $R=10^m$ の桁においては約 $1.2 P_{cr}$ であった。図4、および、図5から腹板の圧縮側において、平均ひずみより曲げひずみの方が大きな値を示している。これは曲率による影響と思われる。フランジについては、図4に示すように、桁の面外方向変位によりフランジの面内曲げひずみが、直析の場合より大きく現われている。

図6は、腹板の最大面外たわみの発生する付近における橋軸方向ひずみと荷重の関係を、腹板の裏表面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、真直ぐな場合と比べて低い荷重で崩壊が起っている。

図7に腹板パネル中央断面の面外変形量を各荷重段階別に示す。いずれの供試体の場合にも、圧縮フランジからの2b(b:腹板高さ)付近で最大のたわみが現れた。

図8は、桁の中央断面における面外変形を、上下フランジの変位測定結果を用いて現わしたものである。曲率を有する桁では、荷重の初期段階から面外変位を生じ、また、曲率半径の小さな桁ほど変位量が大きく現われている。

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、比較のため直析として計算されるフランジの初期降伏モーメント、ならびに、全塑性モーメントとの比較も併記した。今回の実験では、曲率半径の小さな桁ほど極限強度が小さくなり、直析の場合には、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。The Task Committee on Curved Girder of The ASCE-AASHTO "Curved I-Girder Bridge Design Recommendations", ASCE, No. ST5, (May, 1977)

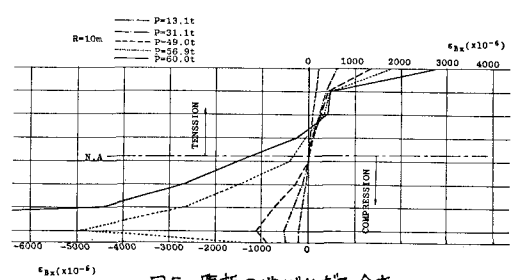
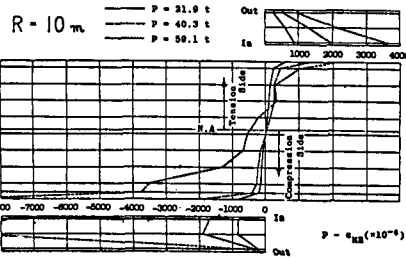


図5 腹板の曲げひずみ分布

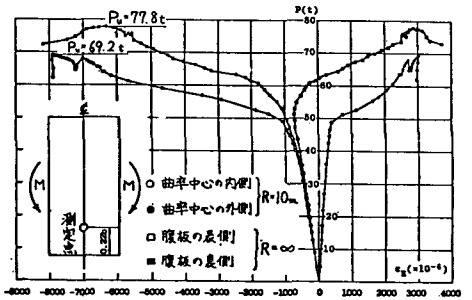


図6 最大のたわみ点での $P-\epsilon_H$

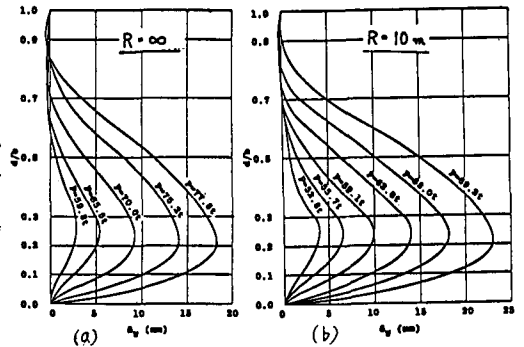


図7 腹板の面外たわみ波形

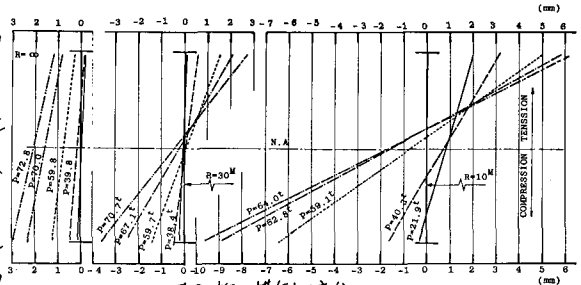


図8 桁の横倒れ変位

表2 実験耐力と計算値の比

供試体番号	実験耐力	フランジ初期降伏モーメント (M_y)	$\frac{M_y}{M_p}$	全塑性モーメント (M_p)	$\frac{M_y}{M_p}$
M -	93.4(t-m)	87.8(t-m)	1.06	97.9(t-m)	0.95
M 30	89.4(t-m)	87.8(t-m)	1.02	97.9(t-m)	0.91
M 10	83.0(t-m)	87.8(t-m)	0.95	97.9(t-m)	0.85