

曲線桁の曲げ耐力に及ぼす反りモーメントの影響について

広島大学工学部 正員 大村 裕
 広島大学工学部 正員 藤井 堅
 東亜道路工業(株) 正員 伊藤 春彦

1. まえがき

従来の曲線桁の耐力に関する研究は、種々の荷重状態に対する桁単独の耐力の解明に主眼が置かれていたように思われる。しかし、実際の曲線橋は、格子構造としている場合が多く、耐力の決定的要因となる横倒れ座屈は横桁配置間隔を基本長として起こるのは明らかである。この場合、曲線橋から取り出された基本長の曲線桁の両端では、曲げモーメントや反りモーメントなどの断面力が生じており、この影響を考慮した曲げ耐力解析が必要となろう。本解析では、この点を考慮して幾何学および材料学的非線形性を考慮した有限要素法解析を行ない、曲線桁特有のものである反りモーメントが曲線桁の曲げ耐力に及ぼす影響の解明を試みた。

2. 解析モデルとパラメータ

解析モデルは、図-1に示すような2軸対称I型曲線桁とした。基本スパン長は、道路橋示方書の規定から最大固定点間距離を取り6mとし、開角は0.1(rad)とした。横桁に挟まれた曲線桁の一区画の両端に対して、実際の変位状態を境界条件として与えるべきであるが、ここでは断面力の対応のみを考えて、梁の両端でねじれ角を拘束し、たわみに対し単純支持とした(図-2参照)

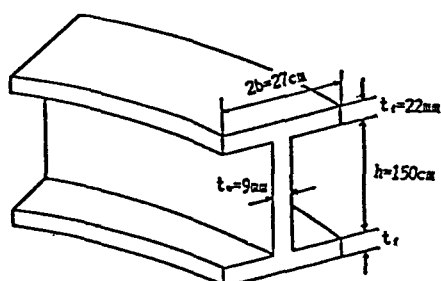


図-1 断面寸法

従来の研究では、反りモーメントがない場合の全塑性曲げモーメント M_p を基準として整理している。しかし、曲げと伴に連成する反りモーメントが連成することを考えると、これを考慮した全塑性曲げモーメント M_p^* を基準とするのがむしろ妥当であると考えられる。今、反りモーメントを考慮した桁の全塑性状態は、図-3のようになる。 M_p^* は次式で与えられる。

$$M_p^* = (2b - 2X)(h + t_f)t_f\sigma_y + h^2t_w\sigma_y/4 \quad (1)$$

$$X = 1 - \lambda \sqrt{1 + \lambda^2 - \lambda \alpha/2}, \quad \lambda = (B/Mh)h/b$$

$$\alpha = A_w/A_f$$

反りモーメントの大きさを表わすパラメータとしては、 B/Mh を採用する。

3. 解析結果

図-4は、表-1に示すそれぞれのケースに対して荷重-ねじれ角曲線を示したものである。なお、図には梁中央で初期降伏を起こした場合の初期降伏荷重を●で、また支承部で初期降伏を起こした場合の初期降伏荷重は▲で示す。図から、 $B/Mh \geq 0$ の場合には、初期降伏は梁中央で発生しているのがわかる。

また、No.36～No.38では初期降伏荷重および曲げ耐力には大きな差異はなく、ほぼ同じ変位挙動を呈している。従って、この程度の反りモーメントの範囲($B/Mh \leq 0.017$)では、本解析で採用した反りモーメントを考

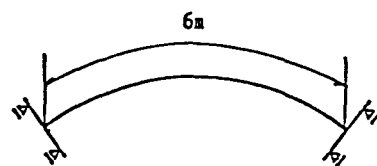


図-2 支承条件

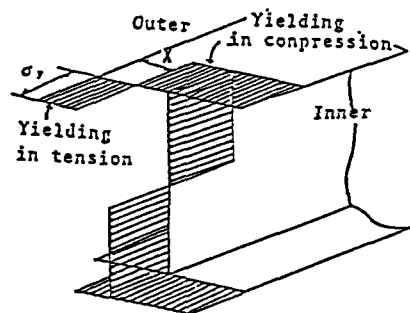


図-3 反りモーメントを考慮した応力状態

表-1 解析ケース

慮した全塑性曲げモーメント M_p *

Case No.	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$B/Mh (\times 10^{-4})$	$+\infty$	7.89	3.13	1.74	0.77	0.00	-16.34	-5.38	-3.13	-7.89	$-\infty$	-3.97

は曲線桁の曲げ耐荷力を推定する上で有用であると思われる。 $B/Mh < 0$ の場合、初期降伏に関してはNo.41は梁中央で初期降伏を起こすが、他のケースではすべて支承部で初期降伏を起こしているのがわかる。また、 $B/Mh < 0$ の場合においては、曲げモーメントによって生じる反りモーメントと反りモーメントが逆向きに作用し合うため、 B/Mh の値によっては、ねじれ角の発生する方向が異なっており、曲げ耐荷力も大きく現われている。

図-5に B/Mh の異なるNo.36, No.38, No.41, No.44, No.42の5ケースに対し崩壊荷重時の塑性域の進展状況を示す。この図より、 B/Mh が-0.04付近を境界として塑性域の現われ方が異なり、これに対応してその崩壊性状が大きく変化しているのがわかる。

図-6に、端部での反りモーメントと曲げモーメントを基準とした曲げ耐荷力の相関関係を示す。図の M_0 は曲げモーメントだけ、 B_1 は反りモーメントだけを両端にそれぞれ载荷して得られた耐荷力である。この図より、 $B/B_1 \geq -0.45$ の範囲では曲げ耐荷力は端部で与えた反りモーメントが増加するにつれ直線的に減少しており、この範囲に対しては、次式で示される相関関係式が得られる。

$$M/M_0 + B/B_1 = 1 \quad (2)$$

また、図では B/B_1 が-0.73付近で耐荷モーメントが最も大きくなり、さらに大きな負の反りモーメントが作用すると耐荷力は急激に低下する。すなわち、反りモーメントがある場合、特にそれが正の方向である時は曲げ耐荷モーメントに及ぼす反りモーメントの影響は大きく、設計に関しては曲げモーメントと同じ重要性をもって反りモーメントを考慮する必要があると判断される。

(参考文献) 1) Yuhshi Fukumoto, etc. ASCE, Vol.107 No. FM2 (1981) 2) 前川ら ; 土木学会論文報告集第312号 (1978) 3) CURVED I-GIRDER BRIDGE DESIGN RECOMMENDATION S, ASCE, Vol.103 No. ST5 (1977)

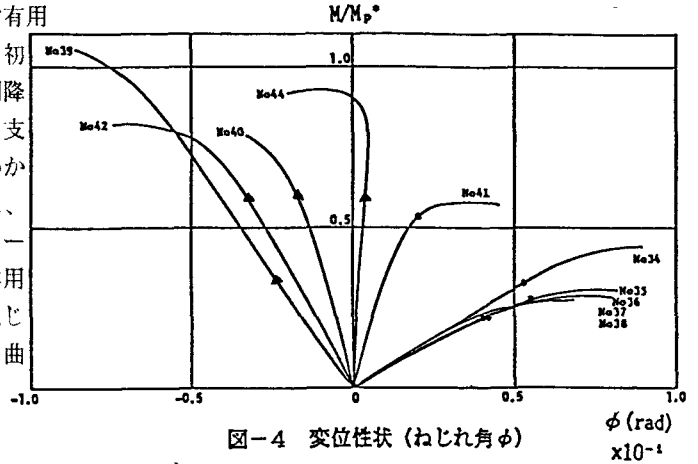
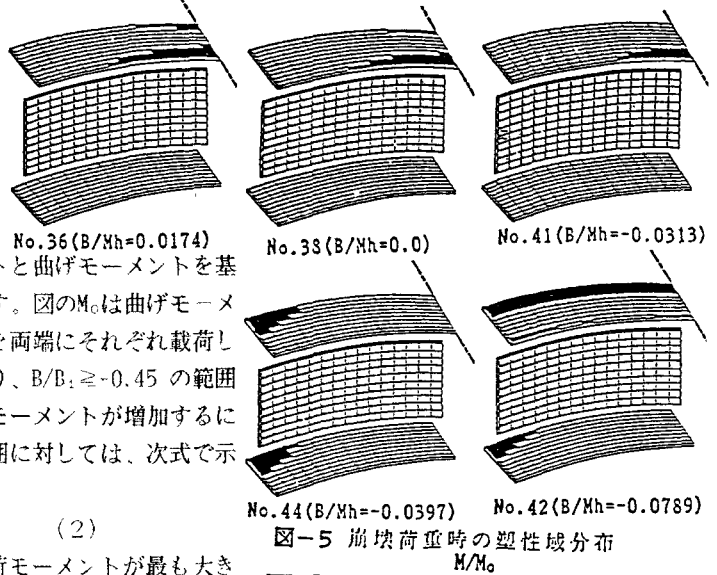
図-4 変位性状 (ねじれ角 ϕ)

図-5 崩壊荷重時の塑性域分布

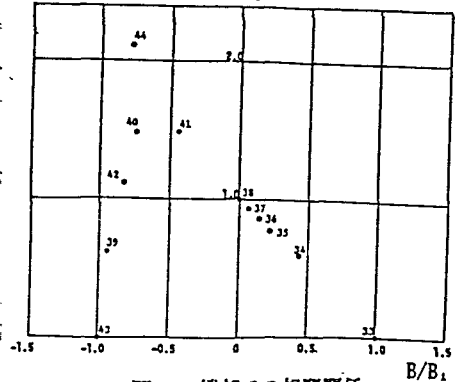


図-6 端部での相関関係