

1. まえがき

鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の設計は、現在、昭和39年改定の鋼道路橋示方書（以下鋼道示という）に規定された計算式に基づいて行なわれている。示方書に示された単純版、および、連続版の曲げモーメントの計算式は、床版を支持する桁の曲げ剛性が無限に大きい場合、すなわち、桁にあって単純支持、または、剛に支持され、支持桁がたわまない場合に限り、適用し得る。したがって、トラス橋の床組の床版のような、床版を支持する桁の曲げ剛性が小さい場合に対しても、同じ計算式を適用することは、妥当でないように思われる。そこで、ここでは、主鉄筋が車両進行方向に直角な場合について、床版を支持する桁の曲げ剛度と床版の曲げ剛度の比（相対剛比）を考慮して、連続版の曲げモーメントの計算式を求めてみた。

2. 研究の概要

イリノイ大学の Newmark 教授らは、文献(1)において、5本主桁の桁橋の床版のスパン中央の橋軸に直角（平行）方向の曲げモーメント M_x (M_y)、および、桁（支梁）上の橋軸に直角方向の曲げモーメント M_s の影響係数を求め、これに AASHTO の示方書に規定している輪荷重を載荷し、これら連続版の M_x , M_y を単純版としての項と、相対剛比に関する項との和として表わしている。この考え方はわが国の鋼道示に規定されている計算式より合理的であるように思う。

この研究の対象とした桁橋は、等しい曲げ剛性をもつ、等間隔に配置された5本、および、4本の主桁で床版がささえられた Beam-Slab 橋で、床版は桁間隔の $1/2$ だけ張り出した場合を考えている。計算の根本となる M_x , M_y の影響係数については、Newmark 教授らの提案した階差方程式 {文献(2)} を直桁橋の場合に適用して、東京大学大型計算機 HITAC 5020E で計算を行なった。ついで、これらの影響係数にわが国の輪荷重、および、配置の規定を用いて、5本主桁、および、4本主桁の桁橋のスパン中央の曲げモーメント M_x , M_y 、および、桁上の曲げモーメント M_s を求め、これらの M_x , M_y の計算値を検討して、4本主桁と5本主桁の両者に共通な曲げモーメントの計算式をみちびき、これを、連続版のスパン曲げモーメント、および、支承曲げモーメントの計算式として提案したいと思う。それぞれの桁に対する曲げモーメントの計算には、

- 桁間隔 b を $b=1.75, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0$ m の6種類に選び、
- それぞれの桁間隔に対して、 $b/l=0.1, 0.2, 0.3$ (l : スパン) の3つの場合を考慮し、
- 相対剛比 H は、5本主桁の場合: $b/l=0.1$ に対しては、 $H=2, 5, 10, 20, \infty$; $b/l=0.2$ に対しては、 $H=1, 2, 4, 10, \infty$; $b/l=0.3$ に対しては、 $H=1.5, 3, 6, 15, \infty$ を、また、4本主桁の場合は $b/l=0.1, 0.2, 0.3$ の3つの場合のそれぞれに対して $H=2, 5, 10, 20, \infty$ を考慮した。

3. 連続版のスパン曲げモーメントおよび支承曲げモーメントの計算式

1) スパン中央曲げモーメント M_x (主鉄筋方向の曲げモーメント)

2で述べたようにして計算を行ない、実用範囲内の橋に対して安全側になるように考えて、スパン中央曲げモーメント M_x は、次式で表わせる。

$$M_x = M_{0,x} + \{0.090 (l(m)/10H) - 0.030\} \cdot P \quad P: \text{自動車の一後輪荷重}$$

$M_{0,x}$ は単続版のスパン中央曲げモーメントで、文献(3)に計算されており、また、これをもとにして、わが国の示方書の単続版の公式が導かれている。

2) スパン中央曲げモーメント M_y (主鉄筋直角方向の曲げモーメント)

1) の場合と同様に考えて、スパン中央曲げモーメント M_y は、次式で表わせる。

$$M_y = M_{0,y} + \{0.215 (b(m)/1.5H) - 0.015\} \cdot P \quad P: \text{自動車の一後輪荷重}$$

$M_{0,y}$ は単続版のスパン中央曲げモーメントで、文献(3)に計算されている。 M_y は M_x と同様に、相関剛比 H と桁間隔 b によって変化するが、普通の道路橋では、 $b(m)/1.5H$ の値はだいたい0.05~0.40の範囲内にあると考えられるので、連続版の M_y は単続版の $M_{0,y}$ とほとんど変わらないか、あるいは、むしろ大きくなる。

3) 連続版の支承負曲げモーメント M_{sn}

支承負曲げモーメント M_{sn} はスパン曲げモーメントに比べて、桁間隔 b 、および、 b/l によって相違に変化し、それらに共通な式を導くことは無理な点もあるが、安全側に考えて次式のように表やす。

$$a) \quad b < 3.0 \text{ m の場合} \quad M_{sn} = \{-0.230 + 0.110 (1/\sqrt{H})\} P$$

$$b) \quad b \geq 3.0 \text{ m の場合} \quad M_{sn} = \{-0.280 + 0.050 (1/\sqrt{H})\} P$$

4) 連続版の支承正曲げモーメント M_{sp}

支承正曲げモーメント M_{sp} も M_{sn} の場合と同様に考えて、次式のように表わせる。

$$a) \quad H \leq 20 \text{ の場合} \quad M_{sp} = \{-0.020 + 0.170 (1/\sqrt{H})\} P$$

$$b) \quad H > 20 \text{ の場合} \quad M_{sp} = 0.040 P$$

4. 配力鉄筋量について

最近現行の示方書に規定された計算式によって設計された床版で、供用開始後数年にして床版が破壊したという例もみられ、破壊原因の一つとして配力鉄筋量の不足という点があるが考えられるので、42年9月、建設省道路局長連達で、配力鉄筋量は床版のスパン中央1/2区間では、主鉄筋量の70%以上と改正された。しかし、これは床版を相対する2辺で単独支持された等方性の無限と仮定して求めた $M_{0,y}/M_{0,x}$ をもとにして決めたものであり、連続版に対しても、この規定をそのまま用いるのは問題があるように思う。実用範囲内の橋に対して、相関剛比を考慮して連続版の M_y を求めると、プレートガーダー形式の橋の場合でも、連続版の M_y は単続版の $M_{0,y}$ とそれほど変わらない。トラス橋の床版の場合には、相関剛比が小さいので、連続版の M_y は単続版の $M_{0,y}$ より非常に大きくなる。したがって、連続版の配力鉄筋量を単に主鉄筋量の70%以上と決めてしまうのは、適当ではないように思う。橋軸方向の曲げモーメント M_y に対する相関剛比の影響は大きいので、連続版の配力鉄筋量は、相関剛比も考慮して計算した M_y から決めるのが好ましいと思う。

参考文献

- (1) N.M.Newmark, C.P.Siess; Moments in I-Beam Bridges, University of Illinois Bulletin No.336
- (2) T.Y.Chen, C.P.Siess, N.M.Newmark; Moments in Simply Supported Skew I-Beam Bridges, University of Illinois Bulletin No.439 土木学会誌 36.12
- (3) 成岡昌夫、米沢 博; 鋼道路橋の鉄筋コンクリート連続版の計設用曲げモーメントについて(1)