

大阪大学工学部 正員 松井繁之 株式会社 春本鐵工所 正員○江頭慶三
大阪大学工学部 坂 晃昭

1. はじめに

近年、鋼橋の合理化の1つとして、少数主桁橋の研究・試験施工が行われている。この形式では鋼桁の設計・施工法が従来と異なるだけでなく、直接交通荷重を支持する鉄筋コンクリート床版(以下、RC床版とする)の支間が、道路橋示方書¹⁾(以下、道示とする)で規定されている4mを超えることが予想され、その設計法の確立が急がれている。そこで筆者らはこれまでに設計法の基本となる活荷重による長支間床版の設計曲げモーメント式を提案してきた²⁾。これらの式は道示に準じ、相対する2辺で単純支持された無限単純版として有限要素法を用いて算出している。ただし、道示では床版を等方性版としているが、これらの式は床版コンクリートのひび割れによって生じる直交異方性を考慮している。本論文はこれらの式をさらに鋼主桁で支持した連続版にまで拡張し、各着目点における設計曲げモーメント式の提案を行うものである。

2. 鋼主桁の影響について

道示の設計曲げモーメント式には支持桁の剛性が著しく異なる場合を除き、鋼主桁のたわみの影響が考慮されていない。これは主桁活荷重たわみ値の制限、必要な格子剛度を満足する荷重分配横桁の設置により、影響が小さい(設計曲げモーメント式の15%まで)と考えられているからである。しかし今回、同じ剛性を持つ2,3本の主桁で支持された床版の解析において、その影響が道示で想定している以上の結果が存在することが明らかになった。したがって、設計曲げモーメント式は主桁のたわみの影響を加えることにし、パラメーターとして相関剛比 $H(=EsI_g/LD)$ を用いた。 (EsI_g/L) :主桁の曲げ剛度, D :床版の単位幅あたりの曲げ剛性)

3. 解析方針

RC床版は道示では等方性版として解析しているが、乾燥収縮や移動輪荷重の繰り返しにより、床版下面には橋軸方向と橋軸直角方向のひび割れが発生し、主鉄筋断面と配力筋断面の剛性の差から、直交異方性版の挙動を示すと考えられる。直交異方性度($\alpha=I_x/I_y$ I_x, I_y :それぞれ配力筋断面、主鉄筋断面の断面2次モーメント)は、床版支間が6mまでのRC床版の解析により、 $\alpha=0.45$ の結果が得られている³⁾。この結果を用いて解析を行い、設計曲げモーメント式の検討を行った。

解析モデルは2本と3本の主桁で支持された2ケースを考え、支間 $L=30$ m、主桁間隔は $b=2, 3, 4, 5, 6$ mとした。相関剛比は一般的な値とされている $H=5, 10, 15, 20$ と ∞ を考えた。また片持部支間(輪荷重位置から外桁までの距離)を $c=0.05, 0.55, 1.05, 1.75$ mとして有限要素法を用いて解析した。解析モデルを図.1に示す。

荷重はB活荷重の自動車後輪($Pr=10$ tf)を、 200×500 mmの長方形等分布荷重とし、床版全厚の1/2の面まで 45° の角度で拡大分布するものとした(舗装厚はこの分布には寄与しない)。前輪の影響についても、現行の自動車諸元の中で最も軸距の短いダンプトラックを想定して、後輪から3.85m離れた位置に前輪($Pf=2.5$ tf)を考慮した。橋軸方向には1組、橋軸直角方向には組数に制限なく、最大曲げモーメントが生じる位置に載荷した。なお、車両の進行方向

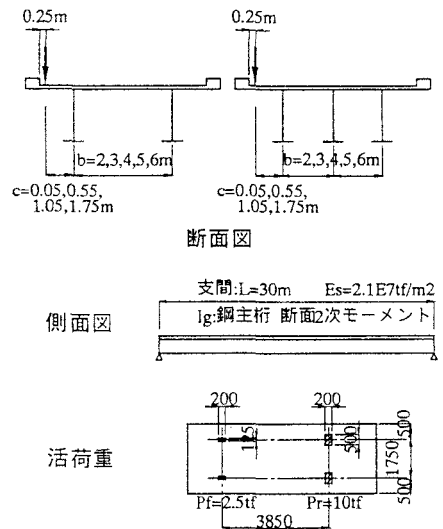


図.1 解析モデル

Shigeyuki MATSUI, Keizo EGASHIRA, Teruaki SAKA

は床版支間に直角の場合のみを考えている。

4. 床版厚および設計条件

解析に用いた床版厚を表.1に示す。これらの式は解析値で応力照査した結果、許容応力度にほぼ等しくなるように数回の収束計算を行って求めた最小厚である。その時の鉄筋径はD19あるいはD22で間隔を100mm程度とし、100mm以下となる場合は1cm増厚することとした。

解析モデルは非合成桁とし、許容応力度はコンクリート $\sigma_{ca}=80\text{kgf/cm}^2$ (設計基準強度 $\sigma_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$), 鉄筋 $\sigma_{sa}=1400\text{kgf/cm}^2$ とした。応力照査で鋼とコンクリートのヤング係数比は $n=E_s/E_c=15$ とし、解析時は $n=8.4$ を用いた。

5. 解析結果

2本主桁の場合、配力鉄筋方向曲げモーメントにのみ主桁の影響が認められた。これは鋼桁の活荷重たわみに伴う付加曲げモーメントと考えられる。図.2に結果を示す。

3本主桁では、支間部と中桁上に着目した。主鉄筋および、配力鉄筋方向の全てにおいて、主桁の影響が認められた。特に中桁上の曲げモーメントは単純版の80%を超える可能性があり注意を要する。結果を図.3に示す。

片持版は、先端付近と外桁上に着目した。主桁の影響は片持部先端の配力鉄筋方向にのみ認められた。また、主鉄筋方向曲げモーメントは片持版支間を固定し主桁間隔を2~6mまで変化させて求めた。なお、直交異方性度は収束計算の結果 $\alpha=0.25$ になり、主鉄筋断面で活荷重をほとんど支持することになる。図.4にこれを示す。

6. 設計曲げモーメント式

曲げモーメント式を表.2に示す。文献2)にて求めたRC床版の式を基準式とした。それぞれの式には衝撃係数を考慮していないので、相關剛比Hを含む項には主桁支間Lに対する衝撃 $i=20/(50+L)$ を、それ以外の項には床版支間b, cに対する衝撃 $i=20/(50+b \text{ or } c)$ を考慮しなければならない。さらに算出した値に対し、解析・施工の誤差等に対する余裕を支間2mで20%、6mで10%程度加えておく必要がある。

表.1 必要床版厚(cm)

(単位:m)

単純版(文献2)	$3b+13$	$(0 < b \leq 5)$
	$6b-2$	$(5 < b \leq 6)$
連続版	主桁上	$3b+14$
		$(0 < b \leq 5)$
		$7b-6$
		$(5 < b \leq 6)$
	支間部	$2b+13$
		$(0 < b \leq 3)$
		$4b+7$
		$(3 < b \leq 6)$
片持版 ($b \geq 2$)	$(1.25b+15.50)c+0.25b+16.50$	$(0 < c \leq 0.55)$
	$(-0.25b+11.50)c+1.08b+18.70$	$(0.55 < c \leq 1.75)$

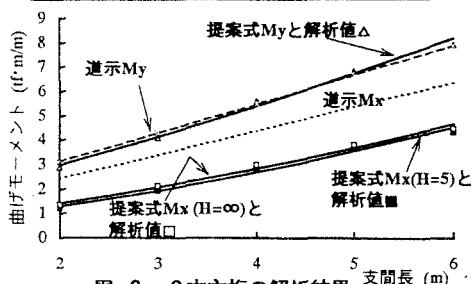


図.2 2本主桁の解析結果

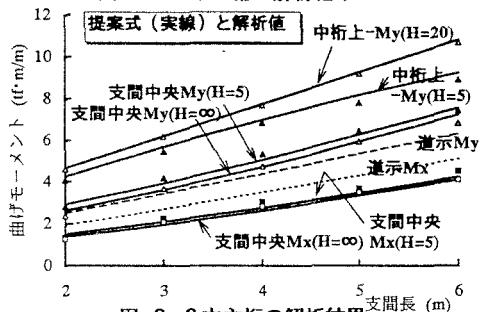


図.3 3本主桁の解析結果

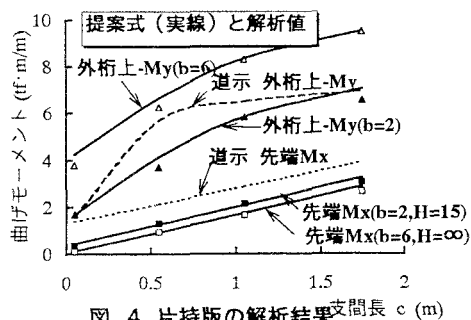


図.4 片持版の解析結果

表.2 設計曲げモーメント式(tf·m/m) P:後輪荷重

(単位:tf, m)

	主鉄筋方向:My	配力鉄筋方向:Mx
単純版(文献2)	$M_{vo} = +(0.087b+0.094)P$	$M_{xo} = +(0.055b+0.040)P$
2本主桁橋	$+(0.046b+0.710)M_{vo}$	$+(0.073b+0.462)M_{xo} + (0.170/H)P$
3本主桁橋	$+(0.041b+0.620)M_{vo} + (0.389/H)P$	$+(0.041b+0.570)M_{xo} + (0.160/H)P$
片持版	主桁上	$-(0.016b+1.260)M_{yo} + \{(b^2-3.4b+9.6)/H\}P$
	先端付近	$-(0.105c^2+0.418c+0.048b+0.004)P$
		$+(0.120c-0.003b+0.020)P + (0.190/H)P$

[参考文献] 1)日本道路協会:道路橋示方書・解説 II 鋼橋編、平成6年2月、2)松井、江頭、石崎:長支間床版の設計曲げモーメント式に関する2,3の考察、鋼構造年次論文報告集第3巻、pp215-220,1995,11