

大阪大学工学部 正会員 前田幸雄
 大阪大学工学部 正会員 松井繁之

1. まえがき 鋼道路橋のRC床版の破損事故に対し、昭和46年3月の新道路橋示方書の床版に関する条文は大に改訂された。しかし、本示方書においても依然としてRC床版は等方性板であるとしている。RC床版の破損原因として種々の要因が考えられているが、筆者らは、とりわけ本床版の直交異方性、とりわけ主桁の不等変位が大きな要因と考えている。また、輪荷重を舗装を介して床版中央まで45°方向に分布させる設計法は現実的には危険側にあると言えよう。これらのことを確認するため、直交異方性を考慮して、床版の曲げモーメントについて解析を進めた。ここに解析結果の一部を報告するものである。

2. RC床版の直交異方性 RC床版の一般的配筋法では明らかに直交異方性になってしまう。一例として図-1に床版厚18cmの床版の引張側主鉄筋および配力鉄筋に関する断面係数を図示した。配力鉄筋に主鉄筋量の70%配しても配力鉄筋の断面係数は0.6とまりである。また、二方向の板剛性比はコンクリート応力を基準にして考えたと図-2のようになる。さらに、平均値は0.6であり、明らかに直交異方性板である。この値は、鉄筋量比を0.7の一定とした場合、鉄筋量の多少にかかわらず、ほぼ一定である。

3. 単純版の曲げモーメント 図-3に示すような二辺単純支持の床版中央に輪荷重を一個載荷させた時の曲げモーメントは、 Dy/Dx を種々変化させると図-4のようになる。輪荷重の載荷面を $500 \times 200 \text{ mm}^2$ で計算したものを●印で、 $680 \times 380 \text{ mm}^2$ で計算したものを▲印で示す。さて、配力鉄筋量/主鉄筋量が0.7の場合、等方性($Dy/Dx=1.0$)としたときの M_y/M_x は約0.86であるのに対し、異方性板($Dy/Dx=0.6$)では約0.66となり、直交異方性板で設計するのが妥当である。このとき注意を要するのは、主鉄筋応力が等方性板と仮定した場合より約13%も大きくなることである。このことより床版を等方性として設計した場合、主鉄筋応力が許容値を上回り、配力鉄筋方向にびびりめが発生することが理解出来る。逆に、配力鉄筋の応力は等方性板より大に減少する。よって、事故防止上、配力鉄筋量よりも主鉄筋量を増加させるべきであらう。

輪荷重の分布載荷面を大きくすると($680 \times 380 \text{ mm}^2$)、主鉄筋応力は約15%も減少する。しかし、これは舗装と床版自体の厚さ方向の荷重分配作用を期待するものであり、設計的にはこれらの作用は期待しない方が安全であると言える。図-5は幅員2~4mの床版の示す普通の手順

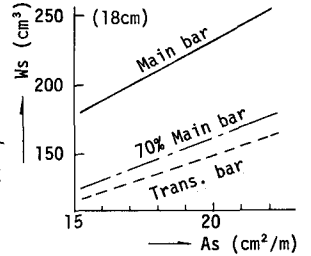


図-1 鉄筋の断面係数

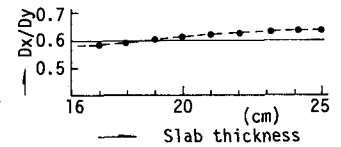


図-2 板の曲げ剛性比変化図

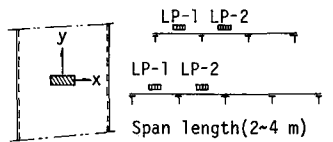


図-3 解析床版概略図

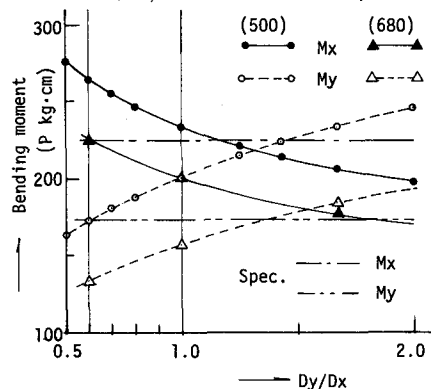


図-4 直交異方性による曲げモーメント変化(単純版: 支間2m)

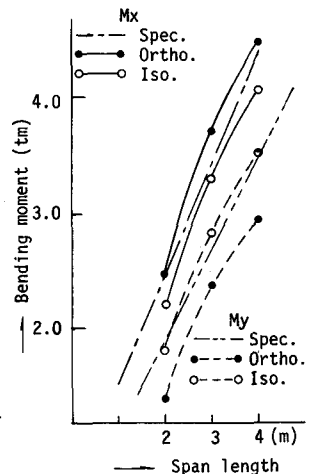


図-5 単純版の設計曲げモーメント

で求めた曲げモーメント(衝撃を含む)変化図である。直交異方性板として取扱うと主鉄筋応力(M_x に比例)は示方書のものより非常に過大になることが理解されよう。

4. 連続版の曲げモーメント

図-3に示したように4本主桁の並びに5本主桁と支持された連続版の解析を行った。幅員は2, 3, 4mの三通りとし、橋のスパンは幅員の5倍とした。主桁の不等況下による影響を見るため、床版と主桁の相対剛比($EI/L/D_x$) (ここに、 EI :主桁の剛性、 L :橋のスパン、 D_x :主鉄筋に直角の断面の板剛性)を種々変化させた。解析結果の一例は図-6および表-1に示す通りである。これらの結果から次のことが言える。

①異方性板と等方性板の相異: 連続版の場合の異方性は0.7と仮定したが、単純版で述べたと同様に、異方性板の主鉄筋応力は約8%ほど等方性板のものより大きくなり、逆に配筋鉄筋応力は約10%減少する。これは主桁本数、相対剛性に関係なく一定と考えてよい。

②主桁の不等況下の影響: この影響は、例えは表-1の(b)(d)のように、荷重位置が中央支間上にある場合に大きい。特に、5本主桁のLP-2の場合には $H=6.4$ では約20%も M_x は増加する。端支間では、それほど影響はないようである。しかし、図-6のLP-3の結果で明らかになるように主桁上に荷重荷重があるときは支間部にも大きな曲げモーメントが発生し、幅員が大きくて、トラフの左右の両輪がLP-1とLP-3あるいはLP-2とLP-3の組合せで載る場合には最大モーメント(M_x)は約15%程度増加するであろう。支間曲げモーメントは主桁の況下を考慮すると非常に小さくなり有利である。

③単純版との比較: 図-7は床版の連続スパン数による M_x の変化図である。この値はすべて支間中央に荷重が載った場合のものであるが連続版で示方書モーメントより大きくなっている。トラスの床版のように相対剛比が小さい場合には支間部の不等況下の影響が加わり、示方書で規定する単純版の80%より大きくなること予 図-8 支間長に沿った曲げモーメント変化(5本主桁・ $H=6.4$)

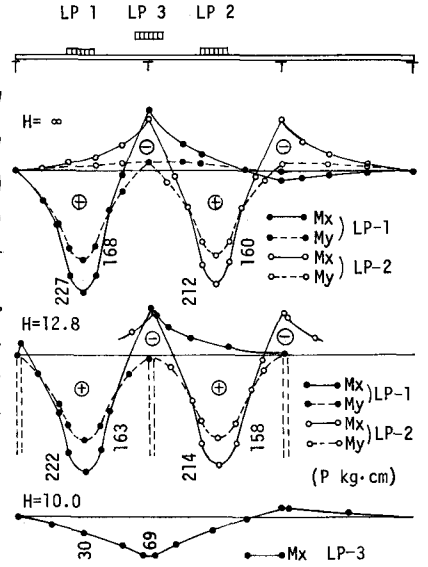


図-6 連続版の曲げモーメント分布

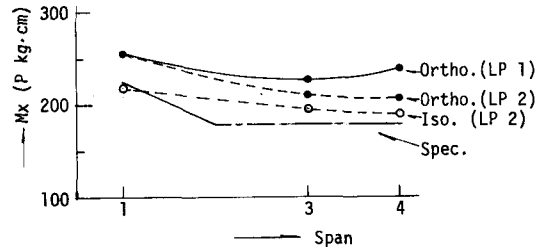


図-7 連続スパン数による M_x の変化(スパン2m)

表-1 連続版の曲げモーメント

(a) 4本主桁・載荷型式 LP-1 (P kg-cm)

Slab	Point	H=∞ (500)		H=12.8(500)		H=6.4 (500)		H=6.4 (680)	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
Ortho.	Span	227.8	167.7	221.8	163.1	228.1	167.1	213.2	142.0
	Supp.	-116.0		-79.6		-51.5		-50.5	
Iso.	Span	210.0		205.0	183.5				
	Supp.	-106.7		-72.0					

(b) 4本主桁・載荷型式 LP-2 (P kg-cm)

Slab	Point	H=∞ (500)		H=12.8(500)		H=6.4 (500)		H=6.4 (680)	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
Ortho.	Span	211.9	159.6	214.5	157.6	226.7	160.1	211.9	135.3
	Supp.	-98.2		-71.5		-62.3		-60.7	
Iso.	Span	195.4	177.5	199.3	177.5				
	Supp.	-90.3		-63.3					

(c) 5本主桁・載荷型式 LP-1 (P kg-cm)

Slab	Point	H=∞ (500)		H=20.0(500)		H=10.0(500)		H=10.0(680)	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
Ortho.	Span	240.6	176.7	239.8	166.2	244.4	175.4	205.1	134.9
	Supp.	-108.7		-73.0		-59.9		-56.9	
Iso.	Span			219.2	183.2	224.4	191.6	186.4	149.5
	Supp.			-71.0		-57.0		-59.0	

(d) 5本主桁・載荷型式 LP-2 (P kg-cm)

Slab	Point	H=∞ (500)		H=12.8(500)		H=6.4 (500)		H=6.4 (680)	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
Ortho.	Span	208.0	158.3	234.1	163.4	246.4	171.8	205.8	133.0
	Supp.	-122.2		-67.2		-46.6		-46.6	
Iso.	Span	191.8	176.1	217.0	184.4	229.0	195.0	192.1	153.0
	Supp.	-112.4		-57.2		-40.5		-43.1	