

多主桁鋼床版の構造特性の研究 (その二)

北海道大学 正員 渡辺 昇
北海道大学 正員 〇林川 俊郎

1. まえがき

鋼床版は他のコンクリート床版と比較して (1) 自重が軽いこと、(2) 大きな耐荷力を有すること、(3) 適用範囲が広い等の特長があり今後とも鋼床版の設計施工は多くなる傾向にある。しかし、従来までの鋼床版の解析方法は *Pelikan u. Eplingen* に代表されるように 2 本の主桁で単純支持された場合であり、多数の主桁を有する鋼床版の構造解析の研究は数少ないようである。そこで、本研究の目的は格子桁理論により鋼床版の主桁作用を考慮した構造解析を行ない、主桁の本数、縦リブの断面、横リブの間隔を変化させた場合の多主桁鋼床版の構造特性を述べるものである。なお、ここでは本州四国連絡橋 (因島大橋) の鋼床版の設計例を参考にした。

2. 構造特性の検討方法

多主桁鋼床版の検討事項として、(1) 主桁の本数は図-1 のように 4 本、3 本、2 本の場合について考え、鋼床版の支間長 $L = 10.0 \text{ m}$ 、幅員 $B = 6.6 \text{ m}$ とする。(2) 縦リブの断面は図-2 のようなトラフ形式のものを考え、ここでは表-1 のような標準縦リブ断面の中から (a) $300 \times 6 \times 200$ 、(b) $320 \times 8 \times 240$ 、(c) $340 \times 10 \times 280$ の 3 種類について考える。(3) 横リブの間隔は鋼床版の支間長 L を一定にして横リブの本数を $n = 1 \text{ 本} \sim 5 \text{ 本}$ まで変化した場合について考える。

上記の事項を考えるための条件として、①デッキプレート厚は 12 mm 。②アスファルト舗装厚は 7.5 cm 。③活荷重 $T-20$ 。④主桁、縦リブ、横リブの有効幅は道路橋示方書に従う。⑤衝撃荷重は含まない。

次に横リブの断面形は図-3 のようにウェブ厚 8 mm 、下フランジ厚 10

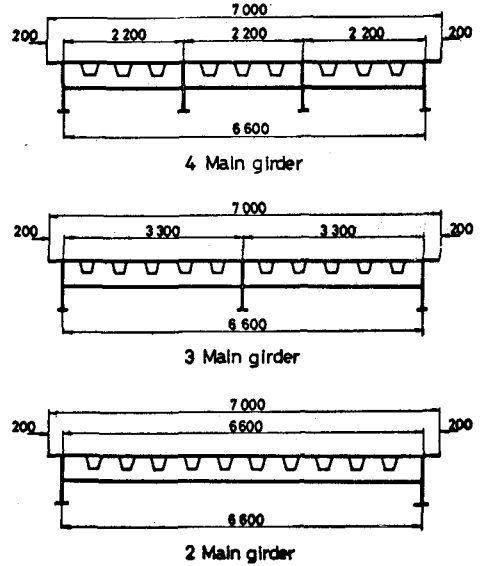


図-1 多主桁鋼床版

標準リブ 名称	h mm	a mm	t _w mm	A cm ²	W kg/m	Y _x cm	I _x cm ⁴
300×6	200	300	6	35.17	27.6	7.23	1 430
300×8			8	46.99	36.6	7.31	1 945
300×10			10	57.85	45.5	7.39	2 380
320×6	240	320	6	40.11	31.5	9.07	2 441
320×8			8	53.17	41.7	9.15	3 194
320×10			10	66.08	51.9	9.23	3 919
340×6	280	340	6	45.05	35.4	10.94	3 707
340×8			8	59.78	46.9	11.03	4 860
340×10			10	74.32	58.3	11.11	5 974

表-1 標準縦リブ断面諸元

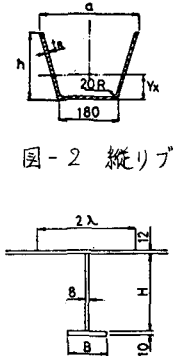


図-2 縦リブ

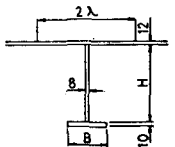


図-3 横リブ

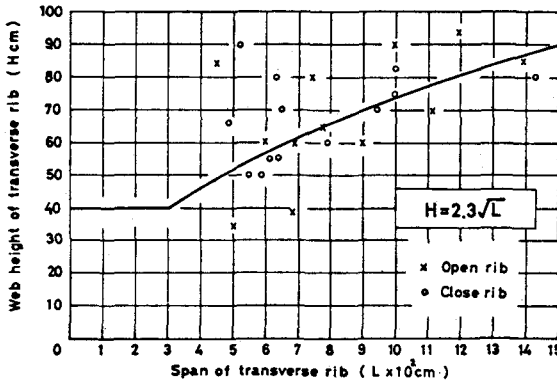


図-4 横リブのウェブ高

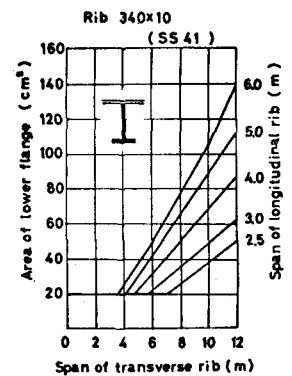


図-5 横リブの下フランジ面積

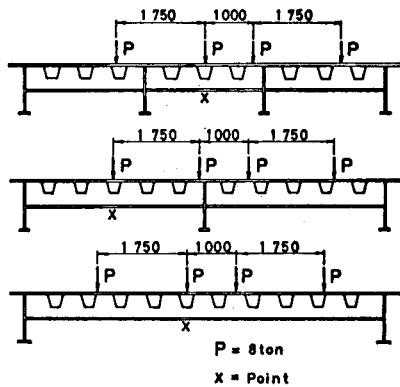


図-6 活荷重の載荷方法

mmとする。横リブのウェブ高は図-4に示すように関係式 $H=2.3\sqrt{L}$ (単位 cm) より決定する。図中の点はドイツにおいて実際に設計された鋼床版を示している。また、横リブの下フランジ断面積(下フランジ幅)は横リブの支間と縦リブの支間により図-5のように決定される。(詳細は参考文献(1)を参照)

活荷重 T-20 の載荷は幅員方向に車両2台を考え、その載荷方法は図-6のとおりである。図中のX印は影響線の着目点である。

3. 構造特性の概要

図-7および図-8は主桁の本数、縦リブの断面、横リブの間隔を変えた場合の鋼重の変化を示したものである。ただし、図-7はデッキプレート、縦リブ、横リブの重量を単位面積あたりで示したものであり、図-8はさらに主桁の重量を含めた場合の鋼重を示したものである。図-7、図-8より鋼床版の鋼重は縦リブの断面積が小さく、横リブの間隔が長い程最小となる。

図-9は図-6に示したような縦リブの着目点の影響線を計算し、死荷重および活荷重を載荷した場合の曲げ応力度 σ 、たわみ δ を示したものである。ここで、鋼材の使用材質をSS41($\sigma_{Ea}=1400 \text{ kg/cm}^2$)とすると、縦リブの曲げ応力度が許容応力度以内にあるものは、例えば、4本

主桁、縦リブ断面a: $300 \times 6 \times 200$ を用いると横リブの本数は $n=3$ 本以上必要である。また、そのときの鋼重を図-7、図-8から求めるとそれぞれ 150 kg/cm^2 、 204 kg/cm^2 である。以上の手順により縦リブの曲げ応力度が許容応力度以内にあるものを整理し、横リブの本数およびその鋼重を示すと表-2、表-3のとおりである。したがって、表-2、表-3より鋼床版の鋼重が最小となるのは4本主桁、3本主桁、2本主桁の各々の場

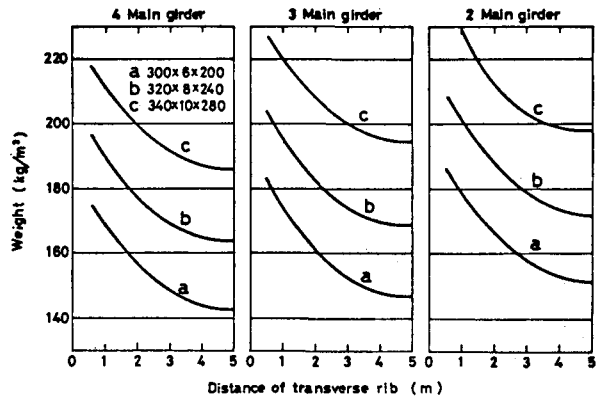


図-7 鋼重(主桁を含まない場合)

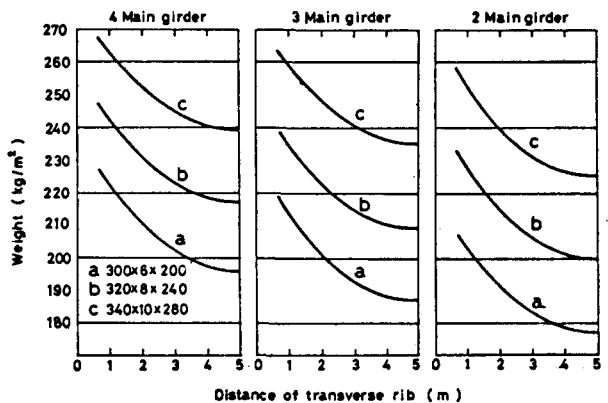


図-8 鋼重(主桁を含む場合)

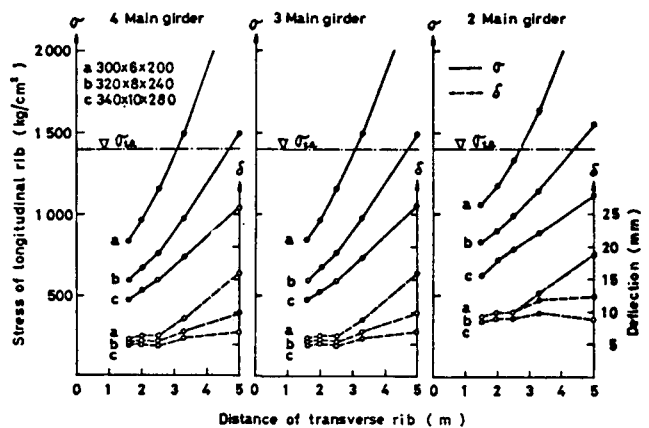


図-9 縦リブの曲げ応力度とたわみ

(Kg/m ²)						
Longit. rib	300×6×200		320×8×240		340×10×280	
	Trans.rib	Weight	Trans.rib	Weight	Trans.rib	Weight
4 Main gird.	n=3	150	n=2	167	n=1	186
3 Main gird.	n=3	155	n=2	173	n=1	195
2 Main gird.	n=3	160	n=2	177	n=1	198

表-2 鋼重(主桁を含まない場合)

合において、縦リブの断面が300×6×200、横リブの本数が $n=3$ 本(横リブの間隔2.5m)のときである。

また、図-9より縦リブの曲げ応力度が許容応力度いっばいに到達するときの横リブの間隔を求めると、例えば、4本主桁、縦リブ断面 $a: 300 \times 6 \times 200$ の場合には横リブの間隔は3.1mである。以上のことを各主桁本数、縦リブ断面について整理すると表-4のとおりである。ただし、縦リブ断面が340×10×280の場合には許容応力度以内にある。

次にたわみの許容値を $L/500=20mm$ とすると、縦リブのたわみは図-9よりいずれの場合も許容値以内にある。

図-10は図-6に示したような横リブの着目点の影響線を計算し、死荷重および活荷重を載荷した場合の曲げ応力度 σ 、たわみ δ を示したものである。ここで、鋼材の使用材質を縦リブと同様にSS41とすると、いずれの場合も許容応力度以内にある。また、横リブのたわみの許容値を $B/500=13.2mm$ とすると図-10よりいずれの場合も許容値以内にある。

図-11は縦リブの曲げ応力度 σ_{a+L} と死荷重による曲げ応力度 σ_a 、活荷重による曲げ応力度 σ_L との比を示したものである。活荷重による曲げ応力度 σ_L は全応力度 σ_{a+L} の80~90%を占めており、縦リブの断面はほとんど活荷重によって決定される。

図-12は縦リブのたわみ δ_{a+L} と死荷重によるたわみ δ_a 、活荷重によるたわみ δ_L との比を示したものである。活荷重によるたわみ δ_L は全たわみ δ_{a+L} の65~90%を占めている。

図-13は横リブの曲げ応力度 σ_{a+L} と死荷重による曲げ応力度 σ_a 、活荷重による曲げ応力度 σ_L との比を示したものである。活荷重による曲

(Kg/m ²)						
Longit. rib	300×6×200		320×8×240		340×10×280	
	Trans.rib	Weight	Trans.rib	Weight	Trans.rib	Weight
4 Main gird.	n=3	204	n=2	221	n=1	239
3 Main gird.	n=3	195	n=2	213	n=1	235
2 Main gird.	n=3	186	n=2	204	n=1	225

表-3 鋼重(主桁を含む場合)

(SS41)

Longit. rib	300×6×200	320×8×240	340×10×280
4 Main gird.	3.1 m	4.7 m	(5.0 m)
3 Main gird.	3.1 m	4.7 m	(5.0 m)
2 Main gird.	2.7 m	4.3 m	(5.0 m)

表-4 横リブの間隔

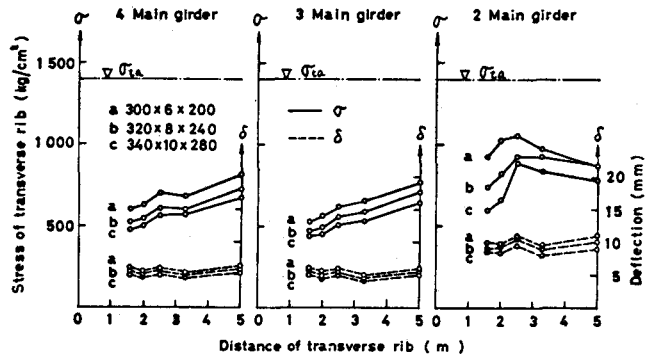


図-10 横リブの曲げ応力度とたわみ

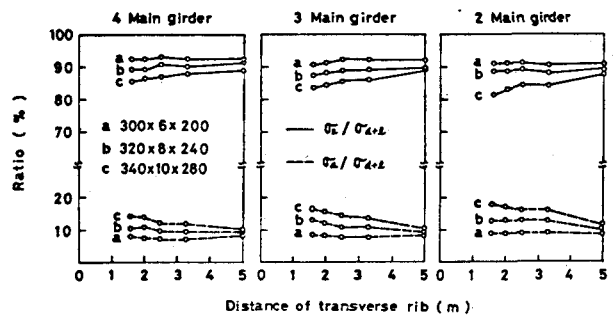


図-11 縦リブの曲げ応力度

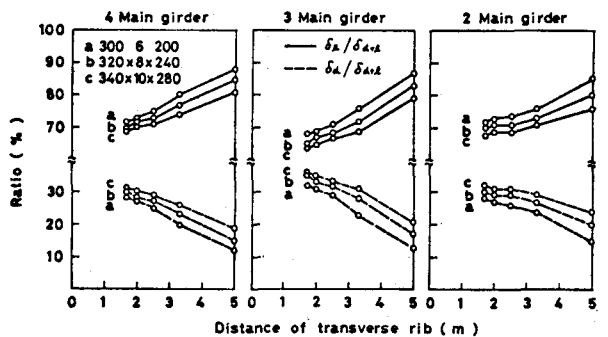


図-12 縦リブのたわみ

げ応力度 σ_e は全応力度 σ_{d+e} の 75 ~ 90 % を占めており、活荷重による影響が大きいことがわかる。

図-14 は横リブのたわみ δ_{d+e} と死荷重によるたわみ δ_d 、活荷重によるたわみ δ_e との比を示したものである。活荷重によるたわみ δ_e は全たわみ δ_{d+e} の 65 ~ 90 % を占めている。

4. あとがき

従来、解析が不可能であった多主桁鋼床版を格子板理論により解析した。その結果、多主桁鋼床版の設計は 4 本主桁、3 本主桁、2 本主桁のいずれの場合においても、縦リブの断面に 300×6×200 を用いるのが最も経済的である。また、横リブの間隔は 4 本主桁、3 本主桁の場合には 3.1m、2 本主桁の場合には 2.7m が適当である。

図-11、図-13 より縦リブおよび横リブの曲げ応力度の 75 ~ 90 % は活荷重による曲げ応力度であり、活荷重の影響が大きいことがわかる。したがって、今後、繰り返し荷重による影響について検討する必要があると考えられる。

本研究は本川四国連絡橋公団の委託研究費の助成を受けたものであり感謝する。また、計算には北海道大学大型計算機 FACOM 230-75 を利用した。

[参考文献]

- (1) 日本鋼管；鋼床版に関する技術資料及び実験について、1973年2月
- (2) 国広、藤原；直交異方性板理論による鋼床版実用設計法、土木研究所報告137号の1、1968年8月
- (3) 渡辺、佐藤、林川；多主桁鋼床版の構造特性の研究(その二)、第30回年次学術講演会講演概要集

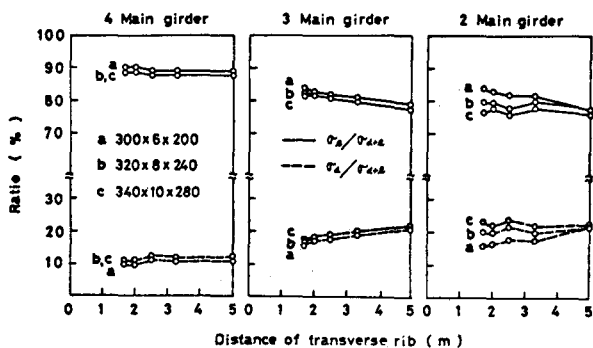


図-13 横リブの曲げ応力度

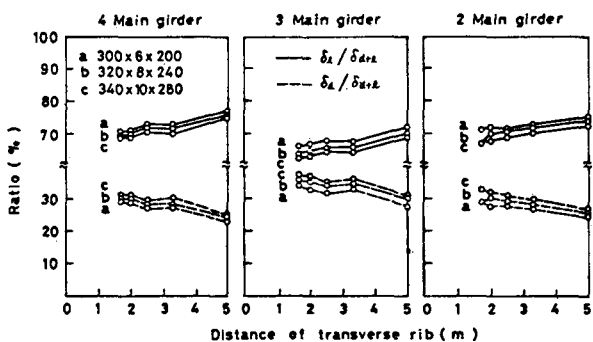


図-14 横リブのたわみ