

北海道大学 正員 渡辺 昇
 北海道大学 正員 林川 俊郎
 日本鋼管(株) 正員 高久 達将

1. まえがき

鋼橋の鋼床版に集中輪荷重を作用させるとき、横リブ自身、縦リブ自身、デッキプレートと協同する横リブ、縦リブの塑性耐荷力を適切に判定するための研究を行なってきたが、その一部をここに発表したい。なお、著者らは、鋼床版を直交異方性板理論によって解析する方法と、格子桁理論によって解析する方法との両者について、並行して研究しているが、多主桁の複雑な鋼床版構造の場合には後者の解析方法が有利であるとの結論を得た。

2. 鋼床版の弾性解析および実験について

図-1に示すような、閉じリブ鋼床版について直交異方性板理論および格子桁理論による弾性解析と実験とを行なった。試験体は図-1に示したものの2体、同寸法のもので開きリブのもの1体、寸法の異なるもの2体と合計5体について実験を行なった。

実験方法について説明すると、まず荷重装置は図-2に示すような各縦リブのウェブ上に等価荷重の載荷を考えた。荷重は油圧ジャッキ(50 ton)にて行ない、力計にて荷重の測定をした。また、荷重位置は鋼床版の支間中央上、横リブ上、さらに、図-3に示すような偏心荷重とその位置をいろいろと変えて、たわみおよびひずみを測定した。支持条件は図-1に示すように、AB辺およびCD辺の2辺単純支持の場合と、A、B、C、Dの4点支持の場合について実験を行なった。

ここで、横リブは縦リブの貫通および密接ひずみを避けるための空隙を設けている。

したがって、横リブの断面が減少してい

るため、断面2次モーメントも減少している。この横リブの断面2次モーメントの減少の度合を算定するために、図-4に示すような(A)普通のI桁、(B)ダイヤフラムあり、(C)ダイヤフラムなしの3つの場合について、桁の中央点に単位荷重($P=1 \text{ ton}$)を載荷したところ、表-1に示すような実験結果を得た。したがって、図-1に示した横リブの断面2次モーメントは約2/3に減少していることがわかった。

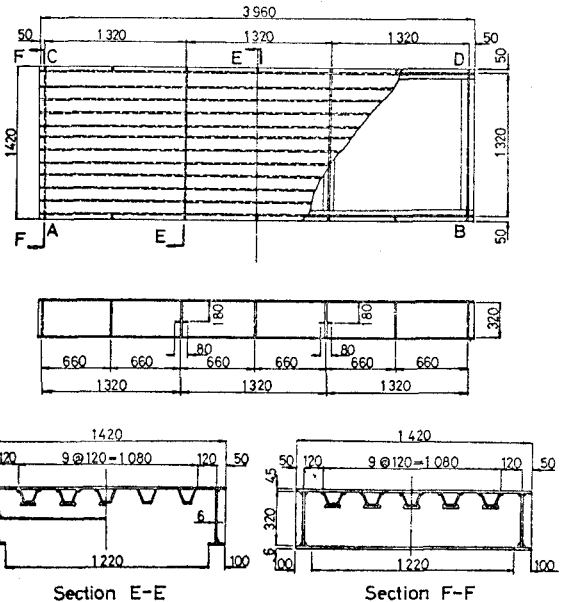


図-1

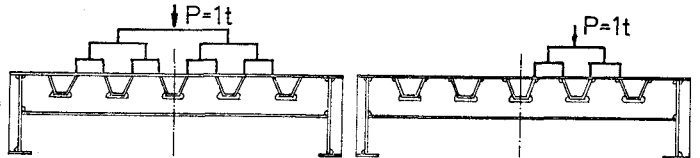


図-2

図-3

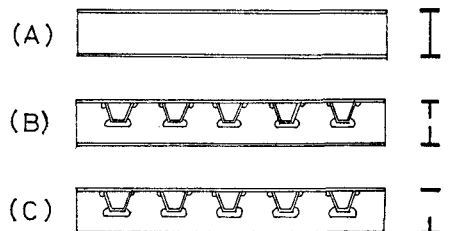


図-4

	理論値	(A)	(B)	(C)
たわみ	0.313mm	0.41mm	0.44mm	0.60mm
	100 %	130 %	141 %	192 %
	76 %	100 %	149 %	146 %
断面2次 モーメント	727.8cm ⁴	555.6cm ⁴	517.7cm ⁴	379.7cm ⁴
	100 %	76 %	71 %	52 %
	131 %	100 %	93 %	68 %

表-1

鋼床版を直交異性板理論および格子桁理論により解析する場合、示方書に従い横リブ、縦リブと協同するデッキプレートの有効幅を求めて、曲げ剛性およびねじり剛性を計算した。ただし、直交異性板理論により解析する場合のねじり剛性は、文献(1)の値減率μを考慮に入れた。

この両者の弾性解析の結果は図-5の2辺支持の場合において、直交異性板理論によるものは実線、格子桁理論によるものは一点鎖線であるが、両者ともほとんど一致している。また、破線で示した実験結果ともよく一致している。図-6は4点支持の場合の格子桁理論による理論値と実験値との比較であるが、これもよく一致した。

3. 鋼床版の第1塑性ヒンジの発生時の荷重判定のための格子桁理論による解析

図-7は格子桁の変位法による弾塑性解析のフローチャートを示したものである。ここで、崩壊の判定は全体の剛性マトリックス[K]の行列式の値が|K|=0となることにより行なっている。また、行列式の値が零となる前に、格子桁が無制限の変形を続けるときには、あるいは局所的な崩壊を生じた場合には崩壊と考える。

また、降伏条件式はvon Misesの式を用いた。

$$(M/M^0)^2 + (T/T^0)^2 = 1$$

ここで、M⁰は全塑性曲げモーメント、T⁰は全塑性ねじりモーメントである。

図-8は鋼床版の崩壊に至るまでの実験値と格子桁理論により解析した理論値との荷重-たわみ曲線(P-δ曲線)を示したものである。図-9はこの実験時の荷重-ひずみ図(P-ε図)である。

この図-8、図-9により、鋼床版に最初に塑性ヒンジが発生する荷重はP=4.3tあたりであり、格子桁理論による最初に塑性ヒンジが発生する荷重P=4.5tとよく一致した。したがって、鋼床版の第1塑性ヒンジが発生する時の荷重は、格子桁理論によって充分判定できることがわかった。

4. 鋼床版の耐力力についての問題点

(1) 図-8に示した荷重-たわみ曲線(P-δ曲線)より、鋼床版の第1塑性ヒンジが発生した後、実験値は理論

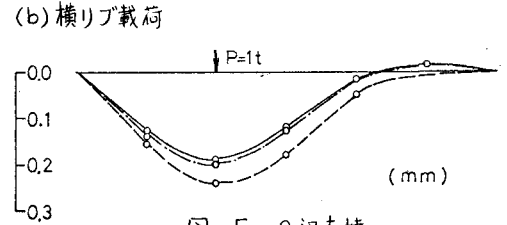
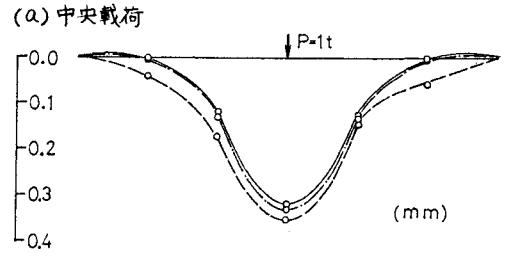


図-5 2辺支持

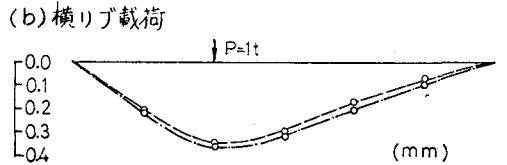
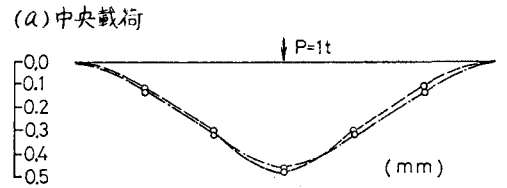


図-6 4点支持

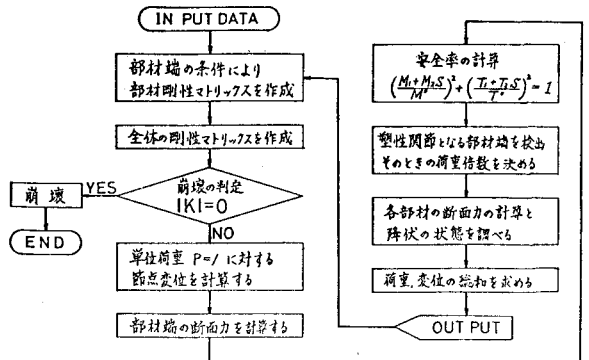


図-7 変位法による弾塑性解析のフローチャート

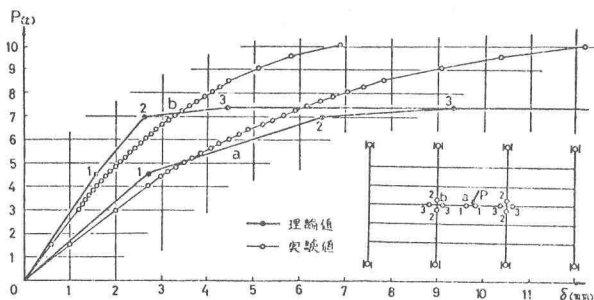


図-8

値より大きい値を生じている。これはデッキプレート自身の張力場としての耐力があり、格子桁として耐力力がどれだけ加算されるかは目下研究中である。

(2) 格子桁の横リブとして、デッキプレートの有効幅をどのようにとるか。また、図-10に示すように横リブの下フランジに塑性域が生じる前に、横リブの腹板自身の圧縮によって耐力力が決まる可能性もある。

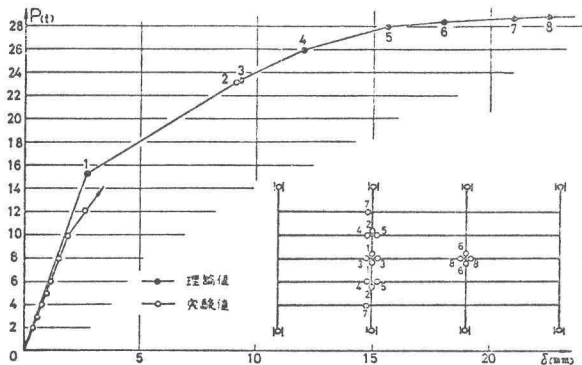


図-10

5. あとがき

本論文においては、鋼床版の耐力性を格子桁理論により解析し、鋼床版の第1塑性ヒンジの発生時の載荷重を判定し、実験ともよく一致した。また、多主桁、多数の横リブを有する複雑な鋼床版の解析法として、格子桁理論による方法は非常に有利であることがわかった。今後の課題として、前述の4、鋼床版の耐力力についての問題点、鋼床版のたわみ制限と耐力力との関係を検討してゆきたい。なお、本論文の計算には、北海道大学大型電子計算機FACOM 230-60を使用した。

(参考文献)

1. Pelikan u. Eplinger; Die Stahlgleisbahn. Berechnung und Konstruktion, MAN-Forschungsheft Nr. 7, 1957
2. Herzog; Die Durchbiegung orthotropen Fektrabahnplatten aus Baustahl bis zum Bruch, Der Bauingenieur, Heft 8, 1973
3. 田辺、藤原; 直交異方性版理論による鋼床版実用設計法, 土木研究所報告, 137号, 1, (昭和44年8月)
4. 渡辺、佐藤、林川; 4辺で支持された鋼格子桁の塑性耐力力の研究, 土木学会北海道支部, (昭和48年12月)

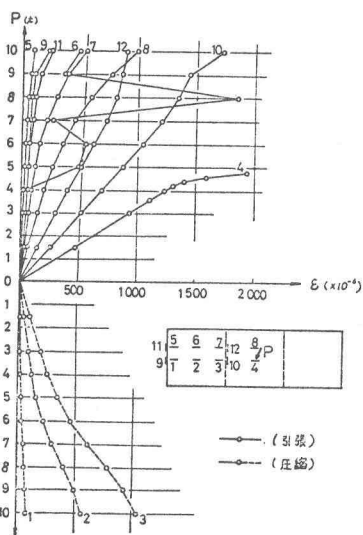


図-9

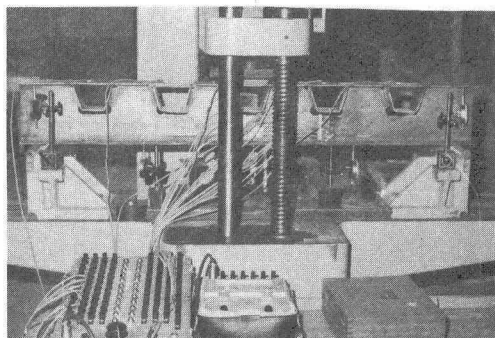


図-11 横リブの実験装置

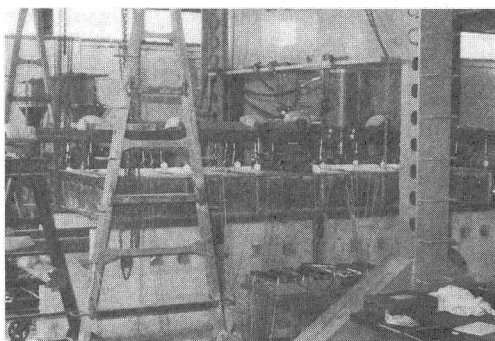


図-12 実験装置の全景