

関西大学工学部 正会員 堂垣 正博
(株)片山鉄工所 正会員 赤松 洋一
関西大学工学部 正会員 米沢 博

1. まえがき 曲線鋼箱桁橋の上フランジのように、その面内に曲率を有し多数の補剛材で補剛された板が等分布荷重や集中荷重を受ける場合の曲げ耐荷力を明らかにした理論的・実験的研究はほとんど行われていないようである。著者らは先に、扇形鋼床板の横

荷重による曲げ耐荷力を微小変位理論に基づく基礎微分方程式を用いて差分法により理論的に研究し、扇形鋼床板の強度を長方形鋼床板のそれと比較し、曲率によるその相違を明らかにした。^{1),2)} そこで、ここでは理論的研究とは別に4体の鋼床板模型を用いて実施した実験的研究について述べるとともに、先の理論結果との比較を行い、諸考察を試みる。

2. 実験の概要 SS41 鋼板を用いて全溶接により製作された鋼床板模型4体の寸法を表-1に示す。Model 2, 4は縦横比 $a/b=1$ 、曲率半径比 $r_i/r_o=0.5$ の扇形板模型で、Model 1, 3は正方形板模型 ($a/b=1$, $r_i/r_o=1$) である。それぞれの鋼床板は5本の補剛材 (Flat plate) で円周方向に等間隔に補剛された板である (図-1)。

実験は、1) 直径 80^{mm} の荷重が板中央の補剛材に作用する場合 (Model 1, 2) と、2) 半径方向 330^{mm}、円周方向 100^{mm} の幅を有する部分分布荷重が板中央部分の3本の補剛材にわたって作用する場合 (Model 3, 4) の2種類の荷重状態で行う。

図-1に示すように、鋼床板模型の周囲には十分強固な支持フレームを溶接により取付け、板を固定支持した。

実験における計測は、板中央点のカセットメータによるたわみ測定以外はたわみ・ひずみともすべて自動計測し、データの処理と図化はミニコンにより実施した。実験模型を図-2 (Model 4 の場合) に示す。

3. 実験結果と考察 載荷試験前および終了後の鋼床板上面の初期・残留変形をデプスゲージを用いて計測したが、いずれの模型とも初期変形と残留変形の間には密接な相関関係はなかった。

1) 板中央点に集中荷重が作用する場合 (Model 1, 2)
多数の測定結果を得たが、ここでは板中央点の荷重-たわみ曲線と板中央断面 ($\theta=\theta/2$: θ =中心角) での半径方向のたわみ分布をそれぞれ図-3, 4に示す。図-3の板中央

表-1

Model No.	a (mm)	b (mm)	t (mm)	r_i/r_o	n (本)	c (mm)	t (mm)	σ_V (kg/cm ²)
1	1000	1000	6	0.999	5	70	6	3200
2	1000	1000	6	0.5	5	70	6	3200
3	1000	1000	10	0.999	5	60	10	2840
4	1000	1000	10	0.5	5	60	10	2840

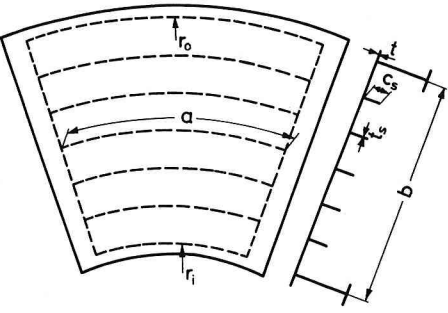


図-1

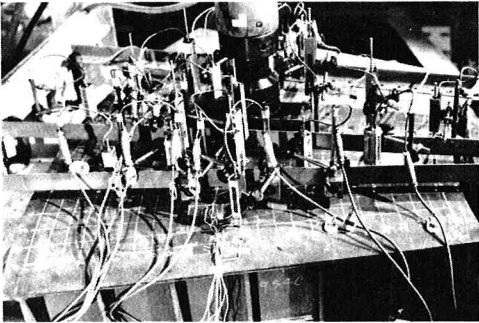


図-2

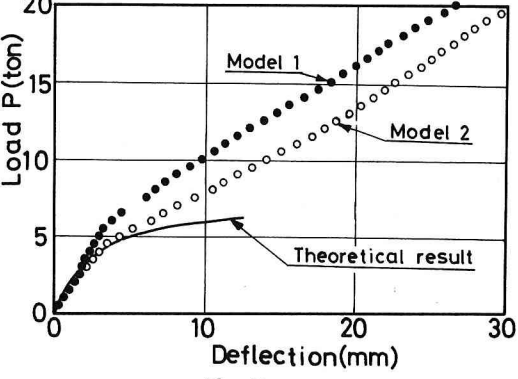


図-3

点の荷重-たわみ曲線によれば、Model 1 (正方形板) の場合、 $P=5.8^t$ までは板中央点のたわみは荷重とともにほぼ線形的に増加する。この荷重を越えるあたりから板中央の補剛枝の曲げ剛性が急激に低下し、たわみの増加が著しくなり、荷重-たわみ曲線に大きな変化が現われる。しかし、板は終局状態には至らず、たわみは増加するものの主板に働く膜力の影響で荷重にたえ、再び荷重とたわみの関係はほぼ線形になる。また、Model 2 の扇形板の場合、 $P=4.4^t$ のあたりで鋼床板の曲げ剛性が急激に低下し、正方形板の場合よりも早く変形が著しくなり、曲率の影響で強度低下をまねくことがわかる。図-4の半径方向のたわみ分布によれば、 $P=4^t$ までは Model 1, 2 ともほぼ同様の变形を呈しており、その差異はほとんどない。この変形モードによると、荷重は主として板中央の補剛枝によって支えられ、半径方向への荷重分配はあまりなされていないようである。荷重が増加するに従って Model 1 と 2

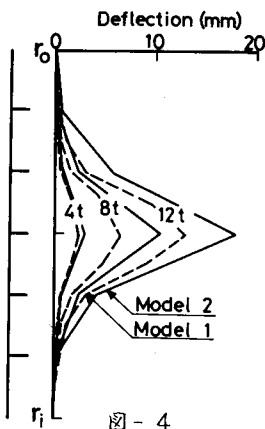


図-4

の差が顕著に現われ、扇形板の場合には外側曲線近に近い部分でたわみが発達し、正方形板との差がより著しい。また、図-3には弾塑性微小変位解析¹²⁾から得られる荷重-たわみ曲線を実線で示したが、正方形板と扇形板の相違はほとんどない。この解析による曲げ耐力は $P=7.1^t$ である。鋼床板をねじり剛性の低い直線格子桁に置換え、図-4の変形モードを加味して極限解析すると、 $P=2.6^t$ の終局荷重が得られた。

扇形板の強度が低下した主な原因は、扇形板の場合、補剛枝が円筒状のため荷重が作用すると補剛枝が引張力を受ける場合でも曲率中心方向に補剛枝先端部が変形し、この変形に伴って補剛枝に局部的な板曲げ応力が付加され、早期に降伏が生ずることと、外側曲線近側での変形が進むことにあると考えられる。

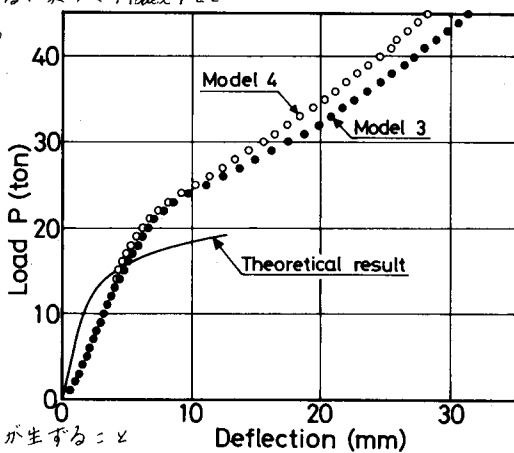


図-5

2) 板中央部分に部分分布荷重が作用する場合 (Model 3, 4)

集中荷重の場合と同様、板中央点の荷重-たわみ曲線を図-5に、板中央断面 ($\theta=0$) での半径方向のたわみ分布を図-6に示す。図-5からわかるように、Model 3, 4 とも $P=21^t$ までは板中央のたわみは荷重とともにほぼ線形的に増加する。この荷重を越えるあたりから板中央部分の3本の補剛枝の曲げ剛性が急激に低下し、たわみの増加が著しくなるが、膜作用が主板に生ずるようになり、この影響により板は完全に崩壊せず、変形は進行するものの荷重は支えられる状態にある。集中荷重が作用する場合ほど扇形板と正方形板との差はないが、この場合には扇形板の方が正方形板の場合より変形が少なく、強度が若干高くなるようである。また、図-6に示すたわみ分布によれば、Model 3, 4 ともほとんど差はない。図-5には、弾塑性微小変位解析による荷重-たわみ曲線を実線で示したが、この場合の終局荷重は $P=22.7^t$ であった。また、鋼床板を直線格子桁に置換え、極限解析した場合の荷重は $P=25^t$ として得られた。

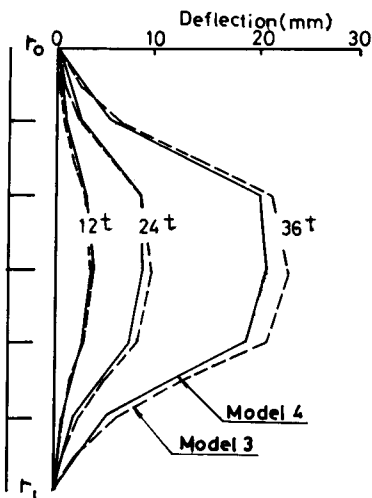


図-6

参考文献 1) 廣田・三上・米沢：横荷重を受ける扇形鋼床板の弾塑性解析，第35回土木学会年次学術講演会講演概要集，I-137，1980-9. 2) 廣田・米沢：横荷重を受ける扇形補剛板の弾塑性解析，第30回応用力学連合講演会講演論文抄録集，D-3，1980-11.