

I-31

I断面アーチ梁のフランジの弾塑性挙動

東北学院大学工学部 学生員 ○山影 修司
東北学院大学工学部 正会員 樋渡 滋
東北学院大学工学部 高橋 康幸

1. 序論

I断面アーチ梁の場合、主として圧縮あるいは引張の軸方向力を負担するフランジは局面構造となり、この曲率によって力学的挙動は直線梁とは異なる。そこで本研究は局面フランジにおいて軸方向力が作用した場合を様々な条件に分類して有限要素法を用い、数値解析を行い力学的挙動を明らかにしようとするものである。

2. 解析条件

本来I形梁の挙動はフランジとウェブの相互作用で決定されるがフランジの挙動を明確にし計算を簡略化するためフランジのみを解析した。今回はアーチ梁のフランジを想定し、Z軸に関して対称であるため右半分のみを解析対称パネルとして計算し解析を行った。有限要素分割と支持条件はfig.1の様にパネルはウェブの接合線上と垂直補剛材位置で単純支持され、フランジ両縁は自由である。

パネル材料として、鋼材SS41、ヤング率 $E = 2.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.30$ 、降伏点応力 $\sigma_y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ の完全弾塑性体とした。またパラメータとしてフランジ形状比 $\alpha = a/b$ 、幅厚比 $\lambda = b/t$ 、アーチ曲率半径 R とした。

解析ケースはtable 1の様に11ケース行った。

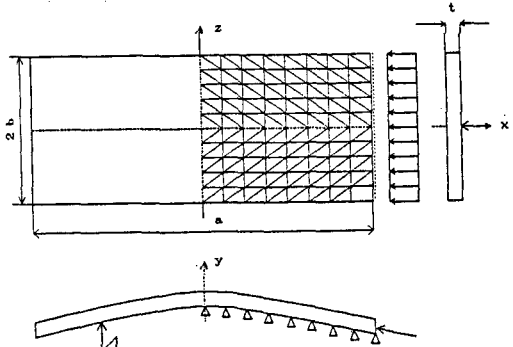


fig.1 有限要素分割と支持条件

DATA	断面	断面積	幅厚比	形状比	曲率半径	最終荷重	屈服荷重
FLG001	48.00×2.0	96.00	12.00	5.00	1000.0	1.12<(1.04)	1.06
FLG004	60.00×2.4	144.00	12.50	4.00	1000.0	1.12<(1.04)	1.02
FLG007	66.67×2.7	180.00	12.35	3.60	1000.0	1.12<(1.04)	1.07
FLG010	75.00×3.2	240.00	11.74	3.20	1000.0	1.08(1.00)	1.02
FLG013	94.74×3.8	360.00	12.47	2.53	1000.0	1.04(1.00)	0.97
FLG042	60.00×1.3	112.50	16.00	4.00	1000.0	1.04(1.00)	0.93
FLG043	60.00×1.5	90.00	20.00	4.00	1000.0	0.92(0.88)	0.84
FLG044	60.00×1.2	72.00	25.00	4.00	1000.0	0.76(0.76)	0.65
FLG015	60.00×2.4	144.00	12.50	4.00	500.0	1.12<(0.88)	0.98
FLG046	60.00×2.4	144.00	12.50	4.00	2000.0	1.12<(1.04)	1.07
FLG047	60.00×2.4	144.00	12.50	4.00	3000.0	1.12<(1.04)	1.07

table.1 解析ケース

3. 解析結果と考察

フランジ断面寸法、幅厚比、アーチ曲率半径の三つのパラメータによる影響についてスパン中心部の断面で考察を検討する。

面外変位の軸直方向分布はウェブ線を挟んでほぼ対称になる(fig.2)。フランジ断面幅の大きい方(形状比が小さい方)が変位の絶対量は大きくなる。しかし変位を断面幅で割った量(割線たわみ角 fig.3)で比較するとあまり大きく差がでない(fig.4)。よって形状比における影響は比較的小さいといえる。荷重が同一で幅厚比が増加すると割線たわみ角(変位)は直線的に増加する傾向が見られる(fig.5)。また曲率半径を同一荷重レベルで変化させると、割線たわみ角は曲率半径が1000cmよりも小さくなると急増するが2000cmより大きくなると変化はあまり見られない。(fig.6)

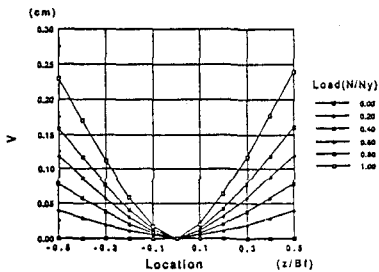


fig.2 軸直方向変位分布

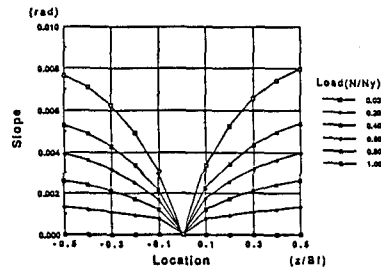


fig.3 割線たわみ角

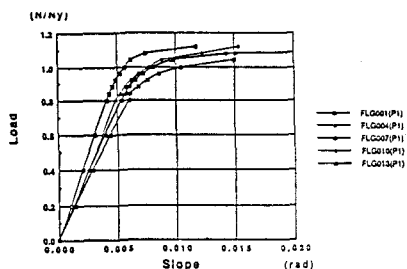


fig. 4 荷重-たわみ角 (形状比)

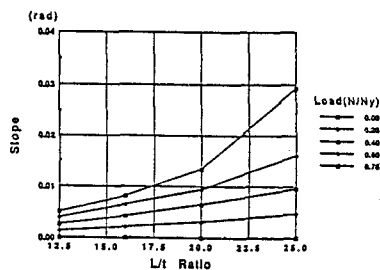


fig. 5 たわみ角-幅厚比

軸直角方向の応力分布はウェブとの接合線を挟んでほぼ左右対称に分布するが断面中央部での応力と縁端部の応力では差があり、縁端部の方で応力が減少するせん断遅れの現象がみられる (fig. 7)。せん断遅れの度合を評価するため曲線分布する応力の総量を最大応力で直線分布したときのフランジの幅を有効幅とすると、形状比が増加すると有効幅もほぼ直線的に増加する結果になった (fig. 8)。また幅厚比の増加によってせん断遅れの現象が著しくなり、有効幅はほぼ直線的に急激に減少する (fig. 9)。曲率半径を変化させた場合、せん断遅れは曲率が大きいほど著しく、有効幅は曲率半径が500cm になると急激に減少するが曲率半径2000cm と3000cmではあまり差がみられない (fig. 10)。

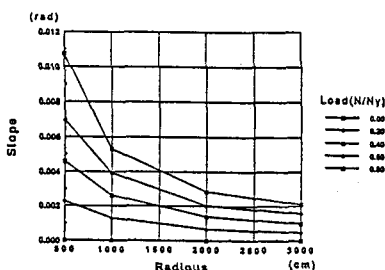


fig. 6 たわみ角-曲率半径

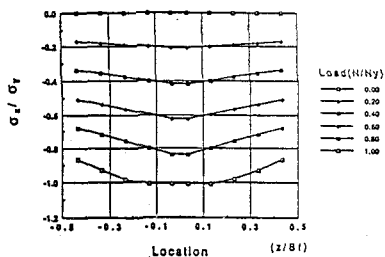


fig. 7 軸直角方向応力分布

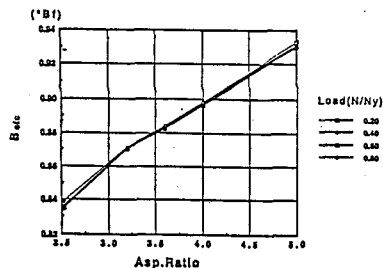


fig. 8 有効幅-形状比

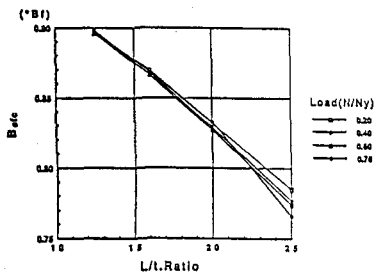


fig. 9 有効幅-幅厚比

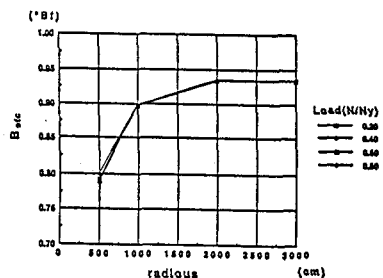


fig. 10 有効幅-曲率半径

4. 結論

幅厚比による影響が面外変位 (たわみ角)、有効幅ともに強く現れ、幅厚比の増加によって面外変位は増加し有効幅は減少する。また曲率半径が1000cm よりも小さくなると、面外変位、有効幅ともに大きな影響を与えるが、半径2000cm を超えると影響が小さくなる。