

北海道大学 正倉 渡辺 昇
北海道大学 学生負。川上 洵

1. まえがき

扇形腹板は、ラーメン隅部や壳腹アーチにみられる。著者は、この扇形腹板の座屈について、フランジを有さない腹板の座屈、上下フランジを有する腹板及び半径方向補剛材のついている腹板の座屈を研究してきた。

さらに、フランジを有さない腹板の座屈安全率、理想座屈応力度を求め、円弧方向補剛材の配置箇所に関し、解析したのでその結果を報告する。

2. 座屈安全率及び理想座屈応力度

解析法は、参考文献の②のとうりであり、これより、各々の断面力による座屈値を求めておく。(表-1) 但し、 M_{cr} , N_{cr} , Q_{cr} は、図-1における、 M , N , Q の限界値を示し、 ξ , ψ は $N = \xi \frac{M}{B}$, $Q = \psi \frac{M}{B}$ というパラメーターである。

d	M_{cr}	$N_{cr} (\xi=1)$	$Q_{cr} (\psi=1)$
0.25	22.46	81.04	37.77
0.50	26.17	63.20	36.15
0.75	37.31	48.66	38.54

表-1

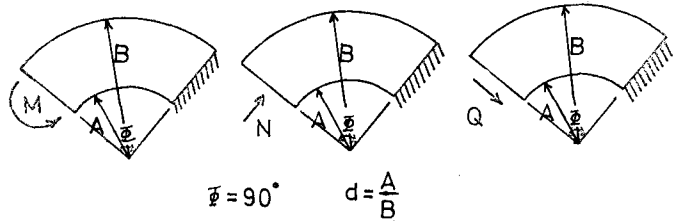


図-1

一般的な場合、断面力は、 M , N , Q の組み合わせとなる。この組み合わせ断面力の相関関係は、図-2のようになる。これは、 $d=0.5$, $\psi=90^\circ$ の場合についてのみならず、 $d=0.25$, $d=0.75$ で $\psi=90^\circ$ の場合についても、若干の違いは、あるが、同様な相関曲線となる。著者は、これを設計に採り入れることを考慮し安全側かつ簡易性より、Dunkerlyの式、即ち、次の直線式を提案する。

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{\frac{M}{M_{cr}}} + \frac{1}{\frac{N}{N_{cr}}} + \frac{1}{\frac{Q}{Q_{cr}}} \quad (1)$$

ここで

S : 安全率; M, N, Q : 実際の断面力

M_{cr}, N_{cr}, Q_{cr} : 表-1の断面力の限界値

また、実応力の合成応力度は、次式であらわされる。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_q^2 + \sigma_r^2 - \sigma_q \sigma_r + 3T\psi^2} \quad (2)$$

これより、理想座屈応力度 σ_{vki} は、次のようになる。

$$\sigma_{vki} = S \cdot \sigma_v \quad (3)$$

σ_v は、 M, N, Q がわかれば、 ξ, ψ により M であらわせる。

従って、 σ_v の最大値を示す箇所がわかる。図-3は、その一例として、

$\xi = -0.6$, $\psi = 0.4$ の場合の σ_v の等高線が示してある。

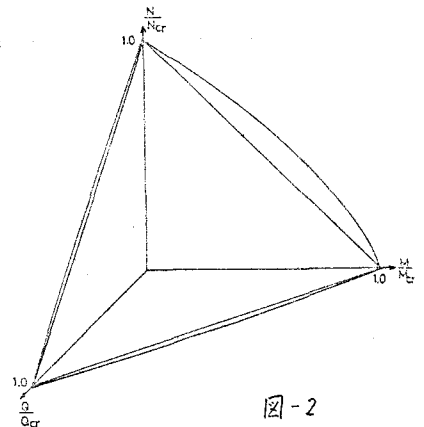
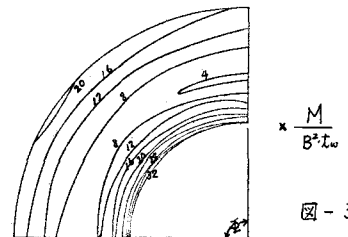


図-2



$$\times \frac{M}{B^2 I_w}$$

図-3

3. 円弧方向補剛材の設置箇所

扇形腹板に円弧方向補剛材を設置するとき、その効果が最も発揮される箇所は、補剛材により分割された各々の区画の座屈値が等しくなる所である。今、図-4のような軸対称モーメントが載荷される扇形腹板を考える。そのとき応力分布は、 σ_θ , σ_r である。次に、補剛材が R_j の箇所を設置されると、応力分布は、変化しないが、座屈曲面が補剛材の箇所で単純支持される。従って、図-5のような各々の細分割区画の座屈値が等しくなるような R_j が円弧方向補剛材の設置箇所となる。これは、図-6の、フランジを有する扇形腹板についてもいえる。

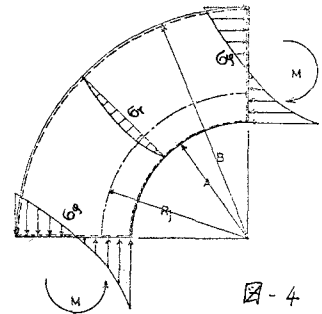


図-4

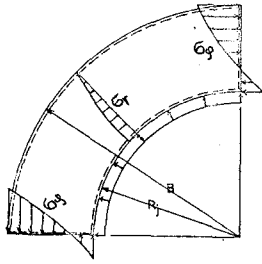
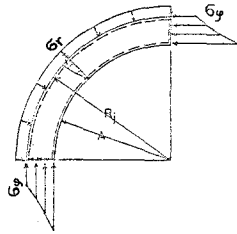


図-5



$$d = \frac{A}{B}$$

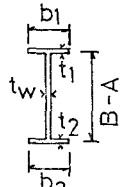
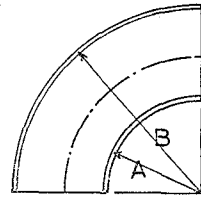


図-6

図-7は、 $d=0.5, 0.25$ 且 $\alpha=90^\circ$, $B-A=10$, $t_w=0.01 \times (B-A)$, $t_1=t_2=0.02 \times (B-A)$, $h_1=h_2=0, 10, 20, 30, 40 \times t_w$ のときの R_j と座屈値 k を描いたものである。

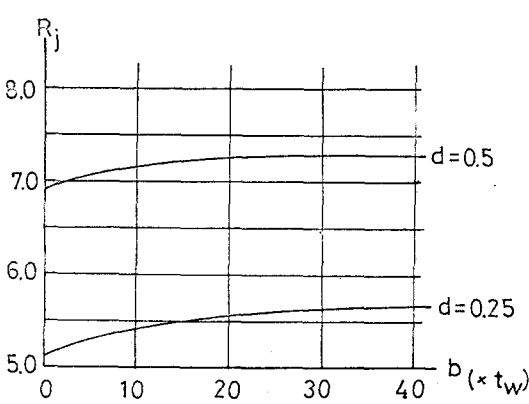
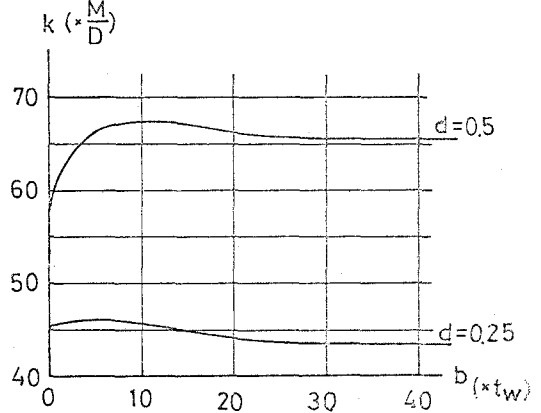


図-7



4. 結語

本解析結果より、次のことが結論としていえる。

- 1). ラーメン隅角部、充腹アーチ等、扇形腹板の断面諸元、断面力がわかれば、式(3)より、その理想合成座屈応力度がわかり、設計の指針を与えることができる。
- 2). 円弧方向補剛材の設置箇所は、フランジ幅が大きくなるに従い、外側に向うが、座屈値は、 $b=25 \times t_w$ 以上は、一定値に収斂する。

尚、円弧方向補剛材の必要剛性比の算定およびその実験についても目下、検討中である。

参考文献

- ① 渡辺, 川上, 堺 ; ラーメン隅角部の腹板の座屈値について ; 土木学会オ27回年次講演会 1-79
- ② 渡辺, 川上, 堺 ; フランジを有する扇形腹板の座屈について ; 土木学会北海道支部研究発表論文集 29号