

信州大学工学部 学生会員 ○吉川 薫

同 上 正会員 清水 茂

同 上 正会員 吉田俊彌

横河工事(株) 正会員 奥原秀敏

1. ま え が き

補剛材のない部分で支持された腹板の、座屈に対する検討は重要な問題である。しかし、このような支持条件に対する示方書の規定がないことなどから、従来の架設設計では、正確な座屈安全率を算定することなしに、応力集中部に補剛材を入れるなどして、腹板を補強していた。ここでは、補剛材のない部分で支持された腹板について、FEMにより得られた座屈挙動をもとに、その座屈係数の推定式を示すとともに、このような状態の腹板の設計に対して若干の考察を行う。

2. 座屈係数の推定式

文献1)にもあるように、せん断力と曲げモーメントが同時に作用した場合の、支点上の腹板の座屈係数 k_{II} は、せん断のみを受ける場合の座屈係数 k_e に低減係数 μ を乗じて計算される。従って、ここではまず k_e を推定する式を示し、次に μ を推定する式を示す。

1) k_e の推定式 文献1)の図-4をもとに、まず、 k_e を β の関数とみなし、次式を仮定する。

$$k_e = \frac{b_4}{\beta^4} + \frac{b_3}{\beta^3} + \frac{b_2}{\beta^2} + \frac{b_1}{\beta} + b_0 \quad (1)$$

係数 b_i ($i=0\sim 4$)の値は表-1に示す。表-1より、 b_i はさらに、次式で表されるような α の関数であると仮定できる。

$$b_i = C_{i3}\alpha + C_{i2}\alpha^2 + C_{i1}\alpha + C_{i0} \quad (i=0\sim 4) \quad (2)$$

係数 C_{ij} の値は表-2に示す。

2) μ の推定式 文献1)図-5より、 μ と ϕ に

は直線関係が成り立っているものとみなし、

$$\mu = 1 - A \cdot \phi \quad (3)$$

とおく。 A は、 α 、 β のいずれに対しても、線形であるとみなすと、次のようになる。

$$A = -0.038\alpha\beta - 0.033\alpha + 0.130\beta + 0.071 \quad (4)$$

3) 推定式適用の精度 k_e は(1)、(2)式を用いれば、 α と β を与えることにより求めることができる。また μ についても(4)式を用いれば、 α と β を与えることにより A が求まり、さらに、(3)式により、 ϕ に応じた μ を算定することができる。

表-1 b_i の 値

α	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0
0.625	0.023	-0.515	3.941	-6.574	21.220
0.753	0.016	-0.362	2.829	-5.123	15.829
1.000	0.009	-0.208	1.670	-3.150	10.009
1.250	0.005	-0.122	1.090	-2.367	7.776
1.500	0.008	-0.182	1.457	-3.531	7.765
1.705	0.011	-0.238	1.801	-4.595	8.165

表-2 C_{ij} の 値

b_i	C_3	C_2	C_1	C_0
b_4	-0.013	0.084	-0.149	0.086
b_3	0.332	-1.954	3.354	-1.928
b_2	-2.844	15.539	-25.751	14.653
b_1	2.379	-18.734	35.100	-21.844
b_0	-19.355	89.862	-136.979	76.399

座屈解析により得られた座屈係数と、推定式を用いて計算した座屈係数の比較を、表-3に示す。 k_0 は、(1)式の性質上 β が小さいところでの推定の精度は悪いが、 $\beta > 0.177$ なら、最大で6%程度の誤差の範囲内で推定が可能である。(3)式による μ の推定値は、座屈解析により得られた値と比較して、最大で2%程度の誤差であった。

表-3 推定式による値と解析値との比較

 $\phi = 2.778$

$\beta \backslash \alpha$		0.753		1.000		1.250		1.500	
		K_R	K_m	K_R	K_m	K_R	K_m	K_R	K_m
0.177	解	28.53	23.24	17.32	14.64	12.42	10.87	9.73	8.76
	推	28.54	23.46	16.20	13.75	11.52	10.10	10.02	9.06
0.328	解	17.83	13.94	10.94	8.93	7.86	6.50	6.24	5.49
	推	18.14	14.13	10.96	8.48	7.44	6.26	6.37	5.57
0.417	解	13.83	10.20	8.47	6.61	6.42	5.20	5.09	4.32
	推	14.48	10.51	8.60	6.55	6.28	5.02	5.44	4.54
0.800	解	13.59	8.64	8.53	5.83	6.36	4.73	5.31	4.16
	推	13.45	8.69	8.19	5.65	6.14	4.51	5.51	4.29
1.000	解	12.96	7.54	8.23	5.23	6.36	4.37	5.53	4.05
	推	13.43	7.92	8.24	5.27	6.24	4.29	5.71	4.21

解：座屈解析による値

推：推定式による値

曲げ応力については、腹板バ

ネル上端と下端の応力の比 ψ も、座屈係数に影響する重要なパラメーターである。ここで示したのは $\psi = -0.897$ の場合である。 μ と ψ にも線形関係が成り立つようであるが、これについては、現在研究が進行中であるので、詳細は当日発表することにする。

3. 設計に対する考察

補剛材による補強をしない場合は、2.で示した推定式を用いて座屈係数が算定される。腹板の下部に水平補剛材を入れる場合は、文献1)の表-1に示されているように、格段の座屈係数の上昇がみられる。図-3に、腹板下部に一段の水平補剛材を入れた場合の、補剛材の剛度と座屈係数の関係を示す。水平補剛材は、腹板下端から腹板全高の1/5の位置に配置するものとする。一方、図-4は、垂直補剛材直下を送り支承が位置した場合の、補剛材の剛度と座屈係数の関係を示したものである。図中の I_{spec} は、示方書8.5.2、8.6.2で規定される、補剛材の断面二次モーメントである。これらの図より、補剛材の剛度は、示方書の規定を満たしていれば十分であることがわかる。

参考文献

- 1) 清水、吉川、吉田、斎藤：補剛材のない部分で支持された腹板の座屈解析、中部支部概要集1-9、昭58
- 2) 道路協会：道路橋示方書・同解説、昭55
- 3) 滝本、三村、森脇：局所荷重をうける腹板の座屈解析、土木年譜1-135、昭55
- 4) Protte, W.: Zum Scheiben- und Beulproblem längsversteifter Stegblechfelder bei örtlicher Lasteinleitung und bei Belastung aus Haupttragwirkung, STAHLBAU, 1976.8

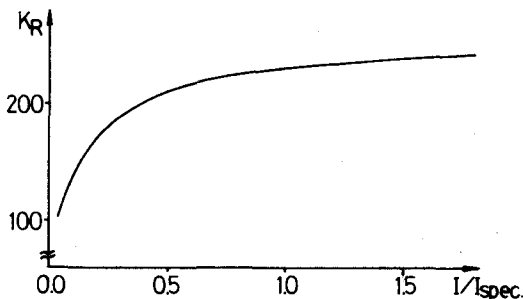


図-4 垂直補剛材の剛度と座屈係数の関係

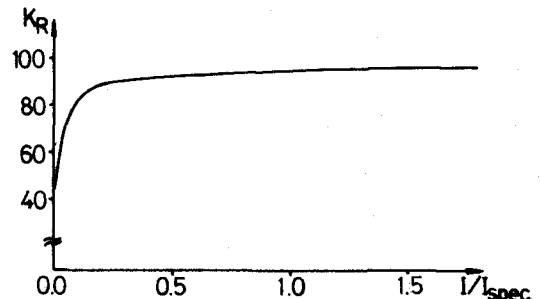


図-3 水平補剛材の剛度と座屈係数の関係