

1. はじめに

2. 解析方法

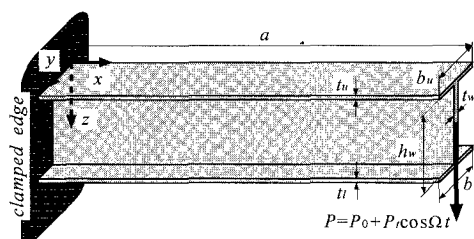
$$\begin{Bmatrix} u \\ v \\ w \end{Bmatrix} = \sum_{m=1}^N \begin{bmatrix} \langle N_p \rangle C_m & 0 & 0 \\ 0 & \langle N_p \rangle C_m & 0 \\ 0 & 0 & \langle N_b \rangle C_m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{U_m\} \\ \{V_m\} \\ \{W_m\} \end{Bmatrix} \quad (1)$$
$$[M]\{\ddot{d}(t)\} + ([K] + P_0[K_G])\{d(t)\} = \{0\} \quad (2)$$
$$[M]\{\ddot{d}(t)\} + [K]\{d(t)\} + (P_0 + P_c \cos \Omega t)[K_G]\{d(t)\} = \{0\} \quad (3)$$
$$\{d(t)\} = [\Phi]\{T\} \quad (4)$$
$$[I]\{\ddot{T}\} + [F]\{T\} + (\bar{P}_o + \bar{P} \cos \bar{\omega} \tau)[G]\{T\} = \{0\} \quad (5)$$


図-1 解析モデル

ここに, $[I]$: 単位行列, $[F]$: 固有振動数の2乗が対角に並んだ対角行列, $[G]$: 係数励振行列, $\bar{P}_0 = P_0/P_{cr}$: 無次元静的集中荷重, $\bar{P}_i = P_i/P_{cr}$: 無次元変動集中荷重の振幅, $\bar{\omega} = \Omega/\omega_1$: 無次元励振振動数, $\tau = \omega_1 t$: 無次元時間, ω_1 : 最低次の固有円振動数.

式(5)の一般解を, Fourier 級数と指数関数の積の形に仮定し, 調和バランス法により2倍サイズの固有値問題に変換することで, 系の安定性を評価することができる⁴⁾.

3. 解析結果

(1) 固有振動モード 図-2に長さおよび腹板高を変化させた断面の固有振動モードを示す. 各諸元は Type1: $a=30\text{cm}$, $h_w=30\text{cm}$, Type2: $a=300\text{cm}$, $h_w=30\text{cm}$, Type3: $a=30\text{cm}$, $h_w=60\text{cm}$, すべてにおいて $b_u=b_l=15\text{cm}$, $t_w=1\text{cm}$, ポアソン比 $\nu=0.3$, 弾性係数 $E=2.10 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$,

単位体積質量 $\rho=7.85 \times 10^{-6} \text{kg/cm}^3$ である. 長さが短い場合 (Type1) に腹板とフランジ変形が生じている. 長さが長い場合 (Type2) には, はりの振動に近い剛体変形振動が発生する. 腹板・フランジとも曲げ変形が生じない. 腹板高が高い場合 (Type3) には低い場合と比べ, フランジの回転変位が小さくなっている.

(2) 座屈特性 Type1, 3の断面形状のもとに, 部材長 a をパラメータとして数値解析を行う. 図-3に座屈荷重と座屈モードを示す. 部材長が増大するにしたがい座屈荷重は減少し, はり理論による座屈荷重と一致する. 部材長が短い場合, 圧縮応力を受ける側のウェブに局部座屈が発生し, 部材長の増加にとともに, 断面変形が小さくなり, 横倒れ座屈へと移行する.

(3) 動的不安定領域 図-4に $a=30\text{cm}$, $\bar{P}_0=0.0$ の場合の不安定領域を示す. 無次元動的集中荷重の振幅 $\bar{P}_i=0.5$ において不安定領域の幅が0.1以下を省略している. 図-4には単純共振の副不安定領域 ω_1 と結合共振の主不安定領域 $\omega_1+\omega_2$ が得られている. 表-1の振動モードを参照すると, 結合共振は, 対称水平曲げ振動と逆対称水平曲げ振動の組み合わせのみが存在している. また, 単純共振より結合共振の不安定領域の幅が広いことから, 面内変動集中荷重を受ける場合の片持ちプレートガーダーの動的不安定領域は結合共振が支配的である.

4. まとめ

有限帯板法を採用した片持ちプレートガーダー構造の振動, 座屈および動的安定解析を行い, その特性を明らかにした. 各解析におけるパラメータの影響の結果は講演時に発表する.

参考文献

- 1) Cheung, Y.K.: Finite Strip Method in Structural Analysis, PERGAMON PRESS, 1976.
- 2) 黄・深澤・岡村: 構造工学論文集, Vol.43A, pp.289-298, 1997.3.
- 3) 呉・高橋: 構造工学論文集, Vol.43A, pp.97-105, 1997.3.
- 4) Takahashi, K. and Konishi, Y.: Journal of Sound and Vibration, 123(1), pp.115-127, 1988.

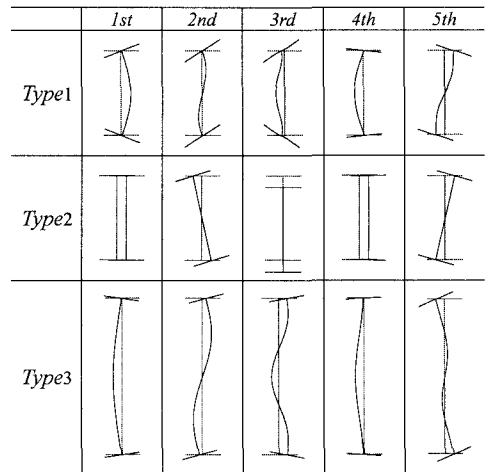


図-2 固有振動モード

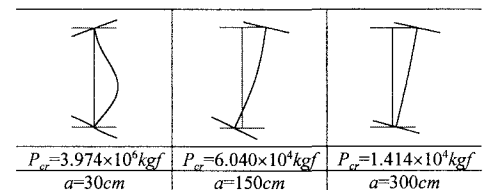


図-3 座屈荷重と座屈モード

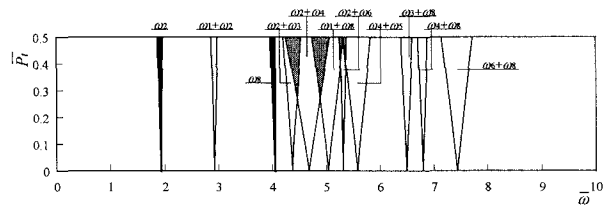


図-4 動的不安定領域 ($a=30\text{cm}$, $\bar{P}_0=0.0$)

表-1 振動パターン

次数	$\bar{\omega}_i$	振動モード
1	1.000	対称水平曲げ振動
2	1.922	逆対称水平曲げ振動
3	2.448	対称水平曲げ振動
4	2.753	対称水平曲げ振動
5	2.821	逆対称水平曲げ振動
6	3.392	対称水平曲げ振動
7	3.661	逆対称鉛直曲げ振動
8	4.041	逆対称水平曲げ振動