

信州大学工学部 正員 〇長 尚
同 同 吉田 俊彦

1. まえがき

先に長が提案した基礎構造条件を考慮した平面ラーメンの応えめ同法による解法をさらに拡張して吉田が提案した応えめ同法による立体ラーメンの解法を用いて、立体ラーメンの基礎構造条件を考慮に入れた解法を今回は直接基礎の場合について述べる。

2. 基本式

直接基礎の変位として考慮しなければならないのは図-1に示すように、 x , z 軸まわりの回転角 (θ_{xi} , θ_{zi}) および垂直変位 (δvi) である。図-1 から基礎の或る点 (x , z) の垂直変位 ($\delta v(x, z)$) は、 $\delta v(x, z) = x\theta_{xi} - z\theta_{zi} + \delta vi$ であり、であるから基礎のモーメント、 M_{xij} , M_{zij} および垂直力 (V_{ij}) は次のように表わされる。 $M_{xij} = \int k_v (x^2 \theta_{xi} - xz\theta_{zi} + x\delta vi) dA_i$ (a),
 $M_{zij} = \int k_v (-xz\theta_{xi} + z^2 \theta_{zi} - z\delta vi) dA_i$ (b), $V_{ij} = \int k_v (x\theta_{xi} - z\theta_{zi} + \delta vi) dA_i$ (c), 未知数をモーメントの次に示した応えめ同式表示にすると

$$M_{xij} = k_{xij}(2\varphi_{xi} + k_{xij}\varphi_{xi} + j_{xij}\varphi_{zi}) \quad (5), \quad M_{zij} = k_{zij}(2\varphi_{zi} + k_{zij}\varphi_{zi} - j_{zij}\varphi_{xi}) \quad (6),$$

$$V_{ij} = j_{zij}\varphi_{xi} + j_{xij}\varphi_{zi} + \varphi_{vi} \quad (7), \quad \text{ここに } k_{xij} = \frac{k_v I_{xi}}{4E_i k_i}, \quad k_{zij} = \frac{k_v I_{zi}}{4E_i k_i}, \quad j_{xi} = \frac{k_v I_{xi}}{2E_i k_i}, \quad j_{zi} = \frac{k_v I_{zi}}{2E_i k_i}, \quad j_{vi} = \frac{k_v A_i}{2E_i k_i}, \quad \varphi_{vi} = k_v A_i \delta vi, \quad \text{である。}$$

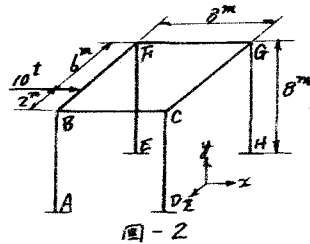
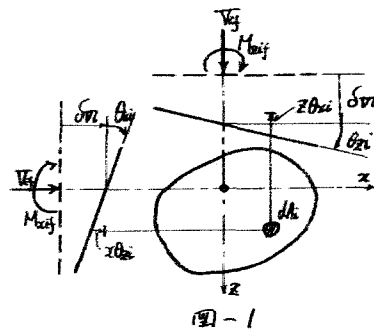
3. 計算例

図-2 に示す 1 スパン連続立体ラーメンの水平力作用時について、基礎の回転を考慮して計算する。則ち各軸長、はり：
 $k_1=1$, $k_2=2$, 柱： $k_3=5$, $k_4=8$, 基礎： $k_5=0$ (ヒンジ), 3, ∞ (固定) とし、 $\rho=0.1$ とする。基礎のモーメント基本式は式 (5), (6) より、
 $M_{xij} = 2k_{xij}\varphi_{xi}$, $M_{zij} = 2k_{zij}\varphi_{zi}$, となる。主要なモーメントおよび変形を平面解と比較して、図-3 に示す。これらの図より次のことが言える。平面ラーメン同様基礎条件（この場合は直接基礎の回転）を考慮すると ヒンジまたは固定時とは非常に違った結果となりモーメントはヒンジと固定の中間よりやや固定に近い値となる。このことは基礎条件考慮の必要性を示している。

つぎにいずれの場合も、平面解に用いた BF 成算げたとしての反力より、EFGH ラーメンに水平力分配率が大さく、その程度は固定、 $k_5=3$, ヒンジの順に大きくなる。このことは構造全体として立体的に振動しようとすることを示している。このためこの例ではこれを平面ラーメンとして扱うと ABD ラーメンで +10~+15% 程度、EFGH ラーメンで -20~30% 程度の誤差が生じる。

参考文献 〇長 尚；基礎構造を考慮したラーメンの解法，土木学会論文集，103号 昭和39年3月

Shun-ya Yoshida; Analysis of Rigid Frames in space by Applying Slope-Deflection Formulas, Journal of the Faculty of Engineering, Shinshu University, No.12



$M \setminus X$	0	3	∞
M_{xAB}	0	-15.53	-20.26
M_{AB}	0	-17.76	-21.84
M_{xBA}	-26.16	-11.07	-7.97
M_{BA}	-30.00	-12.24	-8.16
M_{xBC}	24.82	10.44	7.37
M_{BC}	30.00	12.24	8.16
M_{xEF}	0	-8.18	-8.81
M_{EF}	0	-5.92	-7.28
M_{xFE}	-13.80	-5.25	-2.97
M_{FE}	-10.00	-4.08	-2.72
M_{xFG}	15.06	5.84	3.50
M_{FG}	10.00	4.08	2.72

$M \setminus X$	0	3	∞
M_{xAB}	0	0.79	0.61
M_{xBA}	3.80	0.62	0.27
M_{xBC}	0.80	-0.13	-0.05
M_{xEP}	0	0.79	0.61
M_{xRE}	3.80	0.62	0.27
M_{xRG}	-0.80	-0.13	-0.05

$M \setminus X$	0	3	∞
M_{yAB}	0	-2.27	-2.84
M_{yBA}	0	2.27	2.84
M_{yBC}	3.26	2.68	2.95
M_{yEF}	0	3.21	2.64
M_{yFE}	0	-3.21	-2.64
M_{yFG}	-6.12	-3.42	-3.15

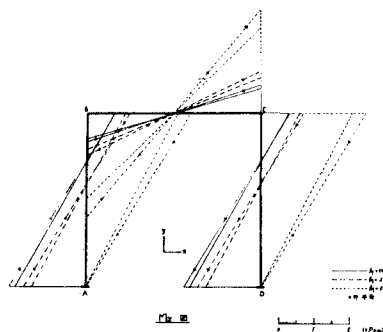


图-3

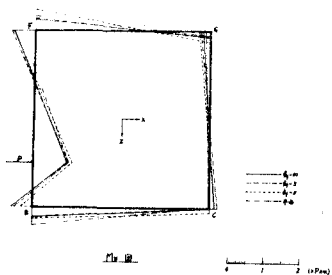


图-4

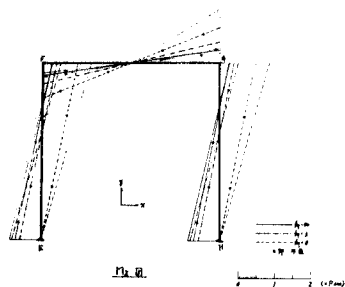


图-5

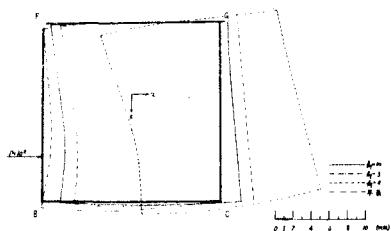


图-6

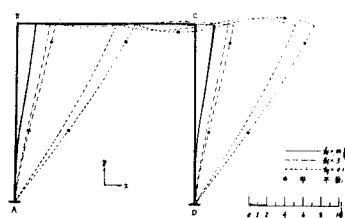


图-7