# I—17　超高層ラーメンの横力に対する迅速解法

大阪工大　正員　工博　重松　愿

任意形ラーメンの載荷による撓角(θ)と撓度(R)の数値を弾性エネルギーの減衰伝達の理論によつて求める方法で，その算例を15格間任意高戸のラーメンについて適用するものである。単間のものであれば(オ18回年次学術講演会：長径間ラーメン橋桁の解法。参照)θの伝達値が簡単に知られるが，多間多戸では縦横方向への伝達値を求むることが複雑にある。図-1，ラーメンの任意部分を参照し，次の記号を与える。

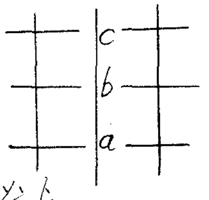


図-1

$\mathfrak{M}_{ab}$：abの材端aに単位廻転を生ぜしむべきモーメント。

$\mathfrak{R}_a$：剛節点aのまわりに単位廻転を生ぜしむべきモーメント。

$\mathfrak{R}_{b-ba}=\mathfrak{R}_b-\mathfrak{M}_{ba}$：baを除き，剛節点bに単位を生ぜしむべきモーメント。

$\mathcal{G}_a$：剛節点aのまわりに加えられる単位モーメントによる廻転角。

$\mu_{ab}$：剛節点aの廻転角がb節点へ波及する伝達率。

然るとき，$6K_{ab}\Theta_a=2M_{ab}-M_{ba}$ …(A)，$6K_{ab}\Theta_b=2M_{ba}-M_{ab}$ …(B)，$M_{ab}=2K_{ab}(2\Theta_a+\Theta_b)$ …(C) から次の各式が導かれる。

$$\mathfrak{M}_{ab}=4K_{ab}\left(\frac{3K_{ab}+\mathfrak{R}_{b-ba}}{4K_{ab}+\mathfrak{R}_{b-ba}}\right)=\frac{6K_{ab}}{2-M_{ba}/M_{ab}} \qquad (1)$$

$$\mathcal{G}_a=1/\mathfrak{R}_a \qquad (2) \qquad\qquad \mu_{ab}=-2+\mathfrak{M}_{ab}/2K_{ab} \qquad (3)$$

$\mathfrak{M}_{ab}$の計算にはb端の剛～鉸なるにより，$\mathfrak{M}_{ab}=4K_{ab}\sim3K_{ab}$とするものを1次とし，これを3次にまで及ぼせば充分であろう。$R_{ab}$の算出には，$M_{ab}=-6K_{ab}R_{ab}=M_{ba}$により，材端モーメントを与えて，節点a, bのθの値及びその周辺への伝達値$\mu\Theta$を求めることをab戸を通じて各部材に適用して総計する

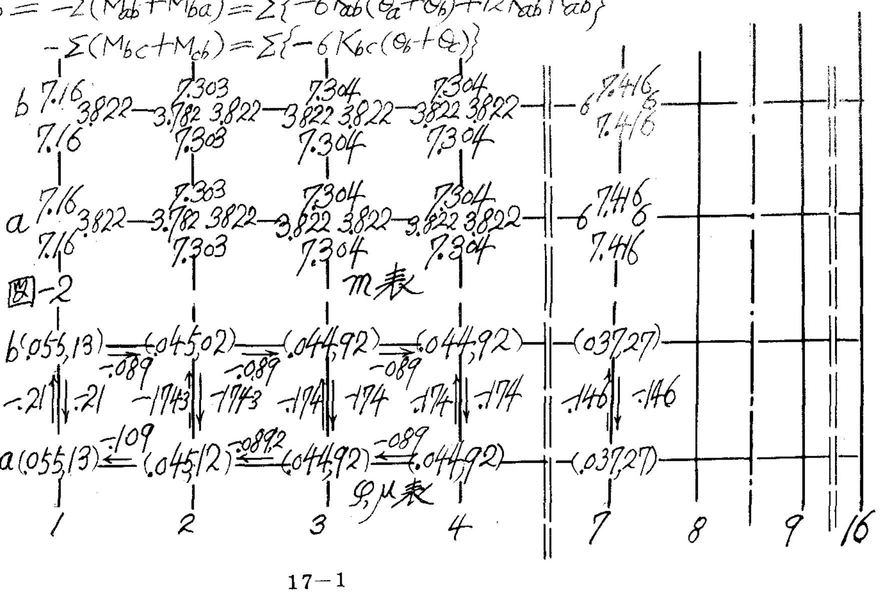
$$hS_{ab}=\sum hQ_{ab}=-\sum(M_{ab}+M_{ba})=\sum\{-6K_{ab}(\Theta_a+\Theta_b)+12K_{ab}R_{ab}\}$$

bc戸への伝達，$-\sum(M_{bc}+M_{cb})=\sum\{-6K_{bc}(\Theta_b+\Theta_c)\}$

これを各戸毎にそのRを含む形式によつて成立せしめ，その連立条件から各Rの値を外剪力Sの項を以て算出する。

例解。

図-2によって15格間超高戸の任意中間戸…abc…(剛率：



縦材を2K，横材をK）が横荷重…$S_{ab}$，$S_{bc}$…をうける区間を示し，$m$，$K\varphi$，$\mu$の各値を記入してある。これらの値は右側3柱材を除き右方の各節点について等値である。$ab$戸に$R_{ab}$を与える準備計算として，その上下各材端に単位モーメント−1を与え，周辺節点への伝達値を計算した結果の$K\theta$の値を図−3で示す。その右側にこれらの総計を与えてある。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| e | −.000,326 | −.000,062 | −.000,102 | −.000,099 | −.000,099 | −.000,985 | −.011,82 $KR_{ab}$ | −.748 $\frac{K}{h}R_{ab}$ |
| d | .001,958 | −.000,523 | −.000,677 | −.000,678 | .000,678 | −.006,183 | .074,196 〃 | 4.896 〃 |
| c | −.007,96 | −.004,22 | −.004,62 | −.004,65 | −.004,65 | −.040,05 | −.480,60 〃 | −31.995 〃 |
| b | .040,45 | −.031,18 | −.031,46 | −.031,83 | .031,83 | .262,24 | 3.146,88 〃 | 116.475 〃 |
| | −1 | −1 | −1 | −1 | −1 | −8 | | |
| | −1 | −1 | −1 | −1 | −1 | −8 | | |
| a | .040,45 | −.031,18 | −.031,46 | −.031,83 | .031,83 | .262,24 | 3.146,88 〃 | −31.995 〃 |

図−3

実際には $hQ_{ab}=-(M_{ab}+M_{ba})=-12K(\theta_a+\theta_b)+24KR_{ab}$ に従って$R_{ab}$を与えるのでその結果を更に右側に示す。従って次の連立条件式が成立される。

ここで$S_{bc}=0$，$S_{cd}=0$，即ち$S_{ab}$だけが単独に作用する場合として解けば便利であり，それによって

| $KR_{Aa}(=KR_{bc})$ | $KR_{ab}$ | $KR_{bc}$ | $KR_{cd}$ | $KR_{de}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | −.748 | 4.896 | −31.995 | 116.475 | $=\frac{1}{2}S_{de}h\ (=0)$ | ……(de) |
| −.748 | 4.896 | −31.995 | 116.475 | −31.995 | $=\frac{1}{2}S_{cd}h\ (=0)$ | ……(cd) |
| 4.896 | −31.995 | 116.475 | −31.995 | 4.896 | $=\frac{1}{2}S_{bc}h\ (=0)$ | ……(bc) |
| −31.995 | 116.475 | −31.995 | 4.896 | −.746 | $=\frac{1}{2}S_{ab}h$ | ……(ab) |
| 116.475 | −31.995 | 4.896 | | | | |

$R_{ab}$が理論的に解かれる。このときの形式は剪断力$S_{ab}$だけが単独に弾性横材に作用するときの弾性エネルギーの波及形を表わすものと視られるであろう。

式(cd)，(bc)から，ここに$31.995KR_{de}$が他の項に比し可なり小値であることが減衰伝達により推定される。

| $KR_{ab}$ | $KR_{bc}$ | $KR_{cd}$ | |
|---|---|---|---|
| 4.896 | −32.743 | 116.475 | =0 |
| −31.995 | 121.371 | −32.74 | =0 |

これを解いて

$R_{bc}=.001,372R_{ab}$ ……(i)

$R_{cd}=.000,175R_{ab}$ ……(ii)

次に式(i)，(ii)を式(de)に代入して，

$R_{de}=.000,026R_{ab}$ ……(iii)

式(ab)に(i)，(ii)，(iii)を与えて，

$$\{116.475-63.99(.001,372)+9.752(.000,175)-1.496(.000,026)\}KR_{ab}=\frac{1}{2}S_{ab}h$$

$\therefore KR_{ab}=.005,03S_{ab}h$

$KR_{bc}=.001,372S_{ab}h$，$KR_{cd}=.000,175S_{ab}h$，$KR_{de}=.000,0225S_{ab}h$

弾性エネルギー伝達に関する条件，$\frac{R_{ab}}{S_{bc}}=\frac{R_{bc}}{S_{ab}}$，$\frac{R_{ab}}{S_{cd}}=\frac{R_{cd}}{S_{ab}}$の関係から，

$$KR_{ab}=.005,03S_{ab}h+.001,372S_{bc}h+.000,175S_{cd}h+.000,0225S_{de}h$$

各部材のモーメントは図−3のθの値から算定される。