

## 1. INTRODUCTION

動的な荷重に対するシステムの応答諸量の研究は、現在においてはかなりのレベルまでなされているがしかしながら、実際の設計レベルにおける研究は未だ不十分であると思われる。我が国においては、特に最適設計のレベルにまで応用した例は少ない。<sup>1)</sup> これは主として最適設計の手法および動的荷重の選定、動的応答の計算等の複雑および困難によるものと思われる。そこで本論文は動的な問題に対する最適化までを目指すため1ステップを述べようとするものである。

## 2. MODELING

考察するモデルとしては、稲米長野市において建設予定される13階ビルディングのためのモデルとして12階鉄骨ラーメン構造物を考えた(FIG-1)。

## 3. ANALYSIS

(i) 振動解析: 多集中質量系の MODAL ANALYSIS による解析で、自由度は比較的高層なので曲げ変形も考慮に入れた。合計78個。

(ii) 動的応答: 主として建設省工研の平均応答スペクトル等<sup>2)</sup>による。

## 4. OPTIMIZATION

主として、S. L. P. を使用する。この手法に関しては種々な論文がある<sup>3)</sup>。動的な問題についての OPTIMIZATION としては他に有用なものとして S. U. M. T. によるものがある<sup>4)</sup>。S. L. P. を使用することにおける困難さを後述する。ただし静的な荷重に対する手法では非常に便利な最適化手法であると思われる。

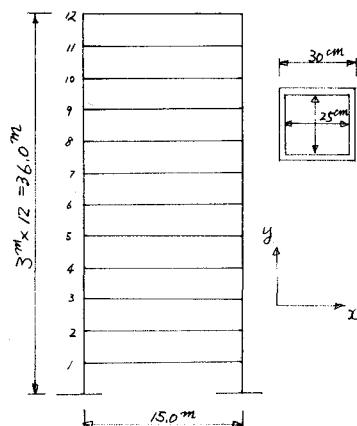


FIG-1

TABLE-1

## 5. CALCULATION DATA

自由振動による計算結果を表-1に載せる。

表によると集中質量系によるものと分布質量系によるものとの固有周期の差が小さいの性質の同じ振動モードになることがわかり、解析の

容易さから以後集中質量系を採用するものとする。今の場合基礎を固定したもの考えたのであるが、より実際のモデルに近づけるために基礎を以下のようなバネ定数を持つ剛体運動をするものと仮定する。垂直バネ  $K_V = 4A_x B_x D_F \cdot k_V$ , 水平バネ  $K_H = 4A_x D_F \cdot K_{H5} + 4A_x B_x \cdot K_{H6}$ , 回転バネ  $K_R =$

$$\frac{4}{3} A_x \cdot B_x \cdot k_v + D_f/3 (D_f/4 + 3 E^*) \cdot 2 A_x \cdot k_{HS}$$

たゞし  $k_{HS}$ : 基礎の側面の水平地盤係数,  $k_{HB}$ : 底面の水平地盤係数,  $k_v$ : 底面の鉛直方向の地盤係数とそれぞれする。また  $E$  はこの合成バネが基礎の重心より  $E$  だけ下がったところに作用する場合の値である。動的応答を調べる際にはこれらの果たす役割は大きいものがあることが報告されている<sup>1)</sup>。この地盤定数  $k_v$  をパラメータにして得られた結果を図-2, 表-2 に載せる。

## 6. CONCLUSION

動的な問題に於いて、土木技術者として設計の立場から考えた場合いろいろな問題が山積されているように思われる。まず安全性の確保という事が最大にして最困難な問題である。実物大の模型により proof test なるものが必ず出来るわけがないから、安全性については推量の域を出ない。しかしながら現在では信頼性理論により確率論的な立場から安全性を追求しようとする研究が進められている。そこで、安全性と設計の合理化を目指す観点からいかに最適設計の中にそれらを容易に取り入れるべきかの研究が必要となるであろう。次に動的な問題を S.L.P で解く場合、例えば次のよう

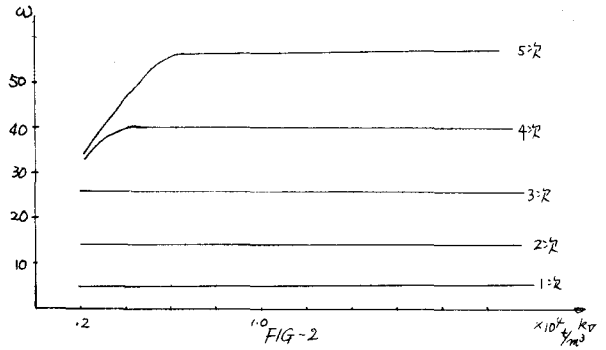


TABLE-2

| 47<br>節<br>番<br>号 | R <sub>y</sub> = 2000.0 |       |        |      |    |            |       |        |     |  |
|-------------------|-------------------------|-------|--------|------|----|------------|-------|--------|-----|--|
|                   | DEFLECTION              |       | MOMENT |      |    | DEFLECTION |       | MOMENT |     |  |
|                   | ABS                     | RMS   | ABS    | RMS  |    | ABS        | RMS   | ABS    | RMS |  |
| 1                 | 0.012                   | 0.009 | 19.5   | 13.1 | 7  | 0.103      | 0.096 | 6.5    | 3.5 |  |
| 2                 | 0.029                   | 0.023 | 11.9   | 8.5  | 8  | 0.110      | 0.107 | 6.2    | 3.0 |  |
| 3                 | 0.047                   | 0.038 | 8.9    | 6.4  | 9  | 0.119      | 0.116 | 5.2    | 2.3 |  |
| 4                 | 0.064                   | 0.054 | 7.0    | 5.3  | 10 | 0.130      | 0.124 | 3.3    | 1.4 |  |
| 5                 | 0.080                   | 0.069 | 7.3    | 4.6  | 11 | 0.138      | 0.129 | 2.7    | 1.0 |  |
| 6                 | 0.092                   | 0.083 | 7.4    | 4.1  | 12 | 0.145      | 0.133 | 2.3    | 0.8 |  |

な応力増があられたとする。  $\{g\} = \{g_1, \dots, g_n\} \leq 0$ 。S.L.P では  $P_g$  を数値的に見つけ出すことが必要となる。ところで  $\sigma_i = E M_i f(x) + N_i g(x)$  となりモーメント  $M$ , 軸力  $N$  は stiffness  $K$ , mass matrix  $M$  の関数となる。例えば  $M = [K][a] \sum \{\phi^{(i)} P_i S_{Ai} (\frac{T_i}{2\pi})^2\}$ 。ここで  $[K]$ : ローカルな stiffness,  $[a]$ : Transfer matrix,  $\{\phi^{(i)}\}$ :  $i$  次の固有ベクトル,  $P_i$ : Modal participation factor,  $S_{Ai}$ : 加速度応答スペクトル。よって結局は固有ベクトル  $\{\phi\}$  のグラディエントなるものが必要となる。これらについては例えば  $FOX^{(1)}$  らに於けるものがあるが計算が非常に複雑になる。次に加速度応答スペクトルがある設計変数の変化により固有周期とともに変化する場合であるから、これらを厳密にはその都度変えてやらなければならないであろう。しかしながら、ある種のスペクトル曲線(例えば本四公団等)では少々固有周期の変化に対しては、スペクトル自身変化が甚だしいという事で解決できるであろう。

## 7. REFERENCE

- 1) 山田善一・古川浩平「動的外力を受けるつり橋タワー・ピラーの最適設計」第29回土木学会年次講義集
- 2) 例えは「橋梁の耐震設計に関する研究(Ⅱ)」建設省工研報告 1964年。
- 3) 例えは「長 尚「構造物の最適設計」朝倉書店
- 4) R. L. FOX, M. P. KAPOOR「RATES OF CHANGE OF EIGENVALUES AND EIGEN VECTORS」