

信州大学 正 小 山 健
信州大学 正 長 尚

1. まえがき 基礎の条件を考慮に入れた静的な荷重系に対するラーメン構造物の最適弾性設計については前に述べた¹⁾。その場合の制約条件式として考慮したのは、静的な応力制限および変位制限であった。今回は文献3)で用いられた応答スペクトルによって評価した動的な応答変位についての制限をも制約条件として考慮しようとするものである。ただし地盤のモデルは弾性地盤と仮定して interaction は考慮に入れない。

2. 設計モデル 考察するモデルとしては文献2)と同じ1スパン3層ラーメン構造物を考え、基礎の条件を等価な1本の垂直バネ、水平バネ、回転バネに置換えた。動的な応答を考慮するのに使用した加速度応答スペクトルは図-2に示すものとし、減衰は粘性減衰で $\beta = 0.05$ (5%) である。

3. 定式化 最適化計算の過程において必要となる変位ベクトル δ のグラディエントは次による。 $\delta_j = -K^{-1} \cdot K_{j\delta} \delta$ 。ここで K : stiffness マトリクス。制約条件としては、文献2)と同様に応力制限、変位制限(静的、動的)を考慮して各々次のように表わされる。 $\sigma_m - \sigma_{all} \leq 0, (m=1, \dots, M) \dots (1)$ 。 $\delta_k - \delta_{all} \leq 0, (k=1, \dots, L) \dots (2)$ 評価関数 J は全鋼重を最小にする条件、 $J = \rho A_j \delta_j \rightarrow \min. \dots (3)$ とするとこれらはいずれも設計変数 x について非線形となり非線形計画法の問題となる。次に動的な応答変位は絶対値の最大値で評価し、その線形化に必要な固有値 ω 、固有ベクトル ϕ のグラディエントは文献2)による。なお設計変数 x_j ($j=1, \dots, n$) の採り方は文献1)と全く同じものとする。

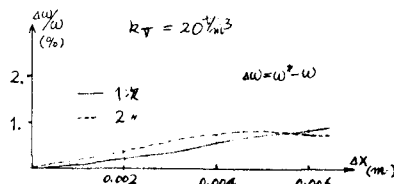


図-1 固有値の誤差率

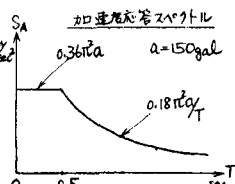


図-2

4. 最適化手法 本文で用いた最適化手法は非線形計画法問題を解く上で有力な一手法

である S.L.P.法を用い、制約条件の減少を計るためある種のキャリブレーションを行なっている¹⁾。

5. 結果および考察 表-2に

はバネ定数 K_v の変化による J の

値を x_j とともに載せた。この表から動的な変位応答が全ての地盤で

一杯になっている事が知れる。この計算例では許容な静的な変位制限は 3cm ($=H/500$)、動的なそれは 6cm と選んだ。これは今仮に考えている地震動をホワイトノイズ強度 $S_0 = 0.005 \text{ m}^2/\text{sec}^2/\text{cps}$ を有するランダムプロセスとして変位応答を制約条件に考慮した点の変位の分散 $\tilde{\sigma}^2$ を求めてみると $\tilde{\sigma}^2 = 4\text{cm}^2$ となる。これから $\delta_{all} = 3\tilde{\sigma} = 6\text{cm}$ を採用した。しかしながらこれは考えているモデルが S_0 を有するホワイトノイズで表わされる地震動を受けたときに加速度応答スペクトルが図-2に示されたものとなるかどうかは又別な問題であり、これはあくまでも目安として用いた。応答スペクトルのどれを用いるかによって、ずい分と異なる設計となるのでその意味から云ってもオーソライズされた簡単に設計に用いることのできるスペクトルが望まれる。

6. 参考文献 1) 小山 健・長 尚「基礎の条件を考慮した多層ラーメンの最適設計」第30回年次講演概要集。

2) 山田善一・小山 健・長 尚「ラーメンの動的問題に関する研究(その2)」第51年度中部支部講演概要集。

3) Ben. Kato, Youji Nakamura "Optimum Earthquake Design of Shear Building" A.S.C.E. August, 1972. EM 4.

表-1

Δx	x	ω	ω^* (rad/sec)	ω (rad/sec)	$d\omega/\omega$ (%)
0.002	1-x	8.12	8.12	8.14	0.25
	2-x	26.12	26.21	26.21	0.34
0.004	1-x	8.27	8.32	8.32	0.60
	2-x	26.70	26.87	26.87	0.64
0.006	1-x	8.42	8.49	8.49	0.83
	2-x	27.27	27.48	27.48	0.77

表-2

K_v	$x_1(\text{cm})$	$x_2(\text{cm})$	$x_3(\text{cm})$	$x_4(\text{cm})$	J (ton)
15	15.12	14.60	14.35	21.93	17.778
20	15.15	14.60	14.36	21.73	17.631
25	15.17	14.60	14.37	21.61	17.545
30	15.18	14.60	14.38	21.54	17.487
35	15.19	14.60	14.38	21.48	17.445
40	15.20	14.60	14.38	21.44	17.414
50	15.21	14.60	14.39	21.38	17.372

応力制約一杯の点 7, 2, 3。変位(動的)制約一杯の点 3。