

大阪府立工業高等専門学校 正 員 岡南博夫
 京都大学工学部 正 員 古田 均
 大阪府立工業高等専門学校 学生員 〇榎本隆史
 大阪府立工業高等専門学校 学生員 森川耕一

1. まえがき ファジィ制御では、制御ルールで使用されるメンバーシップ関数は、システムの特性を考慮して試行錯誤的にチューニングされる。このチューニングの良否はファジィ制御の制振効果に大きな影響を与える。したがって、チューニングに際して、対象システムの内容を十分把握した熟練オペレータの知識が要求されることが多い。そこで、本研究では、この制御ルールのメンバーシップ関数のチューニングに対して、システムに関する知識が無くても自動的に最適なチューニングのできる方法を求めることを目的とするものであるが、ここでは、進化論に基づく遺伝的アルゴリズム (GA) を応用した基礎的研究結果について報告する。

2. ファジィ制御の遺伝子型へのモデル化 GA は、次に示す STEP1～STEP7 で構成される。STEP1: 遺伝子型の設定→STEP2: ある遺伝子型を持つ個体集団の形成→STEP3: 各個体の評価→STEP4: 各個体の評価に基づく淘汰→STEP5: 環境に適応する個体の増殖→STEP6: 交差による新しい個体の発生→STEP7: 突然変異による個体の発生。STEP3～STEP7 を繰り返して実行することによって、ある環境への適応度の高い個体集団を形成していくのが、GA の方法論である。¹⁾

この方法のポイントは、現実の個体とその性質を決定する染色体をコンピュータ内部の記号列に置き換えるコーディングにあるが、ここでは、振動変位・速度・加速度の振動性状を個体と考へた。また、制御時の振動性状を決定づける染色体としては、図 1 に示すように制御ルールにおける前・後件部メンバーシップ関数の最大代表値 (η_{max} , S_{max}) の 2 個を対応させる。

制御方式は、文献 2) の変位に基づく方式であり、制御力は高さ法で決定する。制御力はステッピングモータのシャフトに取り付けた偏心荷重 (模型重量の 2.3 %) により慣性力として発生させた。図 2 に示すように制御用コンピュータとして PC-98 を使用し、そこに

設定するパラメータ η_{max} と S_{max} は、GA 用コンピュータ PC-98 から TTL レベルパラレル入出力インターフェースを介して転送される。GA 用 PC は、2 個のパラメータを制御用 PC に転送するとともに、それらのパラメータに対応する振動性状を AD 変換ボードを介して読み込み、変位、または速度の rms 値 (個体を評価する評価値) を求め、それが小さくなるような η_{max} と S_{max} を遺伝的アルゴリズムで探索する。

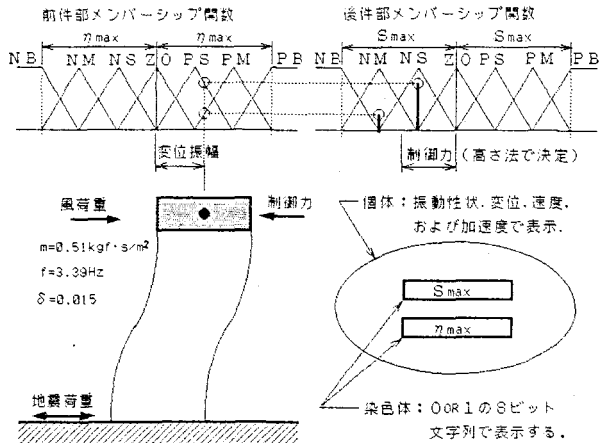


図 1 ファジィ制御の遺伝子型へのモデル化

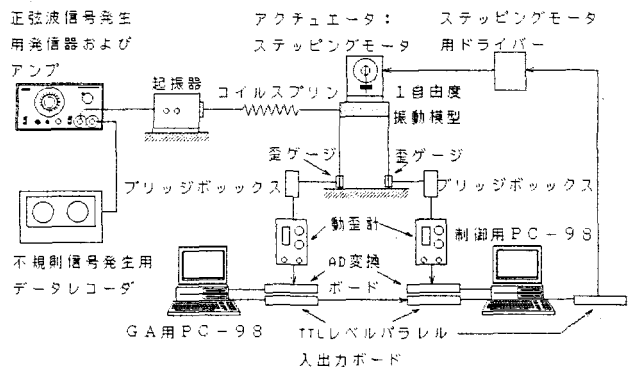


図 2 実験によるチューニングブロック図

3. 模型実験による探索結果 格子乱流の不規則信号を用いた荷重による結果を図3、図4に示した。図3は、評価値として応答変位と応答速度の rmsを採用した結果であり、個体数を12とした場合の各世代の集団の評価値の平均の推移を示す。まず、1世代目は、乱数によって発生させたパラメータによる制御であるために無制御時の応答より大きな値を示している。これは、文献2)に述べられているように、制御力をステップモータで発生しているため理想的な形で制御力が作用していないことによるものであり、制御力が大きすぎれば、加振することを意味する。2世代目になると評価値は急激に低下するが、評価値を大きくするパラメータは淘汰されて消滅し、制御効果を大きくするパラメータが増殖する結果を示す。さらに世代が進めば、次第に評価値は一定値に収束する。この結果では、 S_{max} が11step（ステップモータの角度が $0.45度 \times 11$ ）で η_{max} が無制御時の rms値の3.9倍程度が制御効果の良いパラメータとなる。理想的な制御力が作用する場合には、制御力は大きいほど制振効果は良くなると考えられるが、この実験のような制御力では、大きすぎない適当な制御力で効果的な制御が行われる。

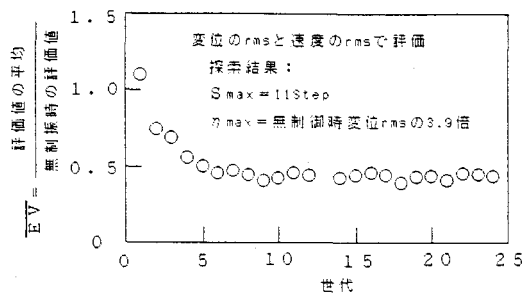


図3 各世代ごとの評価値の平均（無制御時の評価値で無次元化）

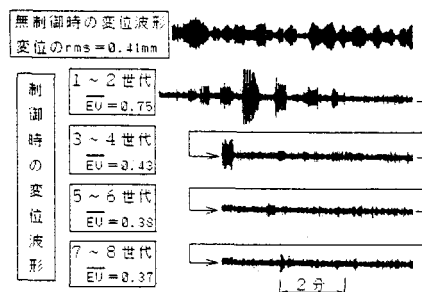


図4 不規則変動荷重による各世代の振動状態（変位のrmsを評価値として制御）

図4は、変位の rmsを評価値として制御したときの変位応答波形を示し、2世代ごとに区切って示した。この応答変位の時間的変化からも先に述べた結果と同様のことが言える。各世代ごとの評価値の平均も世代が進むに従って低下する。7～8世代において、大きな応答を示す部分が認められるが、これは突然変位で発生したパラメータによる制御状態を示しているものと考えられる。

4. シミュレーションによる探索結果 図1に示すモデル化した状態をシミュレーションによって求めた。応答の計算は、ルンゲクッタ法で行った。ただし、制御力は、応答速度と逆位相で半周期ごとに台形状で導入する単純な形式とした。外力は耐震設計便覧に示されているⅠ種、Ⅲ種地盤の地震波によるものを用いたが、図に示す結果はⅠ種地盤の結果である。図5は評価値を変位の最大値とした場合の各世代ごとの評価値の平均の推移を示し、図6は探索された η_{max} と S_{max} を用いて制御時の応答変位を計算した結果である。実験による結果と同様に初期の世代では、加振する結果を示し、次第に制御効果の良いパラメータが探索されていくことが認められる。

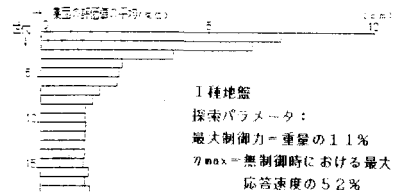


図5 各世代ごとの評価値の平均（評価値：変位の最大値）

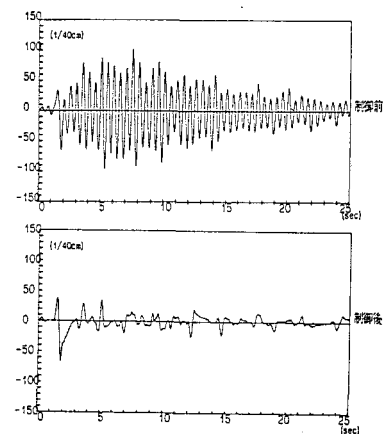


図6 Ⅰ種地盤の地震波による変位応答（制御時：探索パラメータを使用）

参考文献

- 1) 宮沢, 遺伝的アルゴリズムと最適化問題(前), ASCII, Vol.15, #6 June 1991
- 2) 岡南・古田・金吉・田中, 模型実験によるファジィアクティブコントロールに関する基礎的研究, 第1回振動制御に関するコロキウム論文集, 平成3年7月