

関西大学大学院 学生会員 白石 博和
 関西大学 正会員 古田 均

1. まえがき

近年、土木技術の向上により、構造物が高層化される傾向があり、しかもわが国は世界有数の台風の多発地域である。そこで構造物の振動制御は、構造物内のさまざまな機械・装置などの安全性、または、構造物内にいる人々の居住性を確保するための方法として注目されている。現在の一般的な振動制御技術として、パッシブ制御技術と呼ばれる技術があり、低コストで、理論的にも比較的に簡単であることからよく利用されている。しかし、これは外力に対し受動的なものであり、制御できる振動エネルギーに限界がある。そこで、パッシブ制御技術に替わるものとして、能動的に制御を行うアクティブ制御技術に注目した。この技術は、不規則で突発的な大きな外力に対しても柔軟にかつ速く振動制御することができる可能性を有している。¹⁾

本研究では、対象とする外力を風と仮定する。そして、それによって引き起こされる構造物の振動を制御する技術として、制御ルールに人工生命技術を用いたアクティブ制御技術を適用し、その有効性を検討した。

2. 人工生命技術を用いた振動制御システムの概要²⁾

本研究の人工生命技術は、仮想世界と人工生物から構成されている。仮想世界は、縦軸が制御力、横軸が風速を表す2次元の世界とする。この世界のそれぞれの場所には、人工生物の住みやすさ（環境値）を設定してある。この数値は、入力値である風速や、構造物の振動の幅によって時間ごとに変化する。そして人工生物は、植物をモデル化したものであり、それぞれ個体には、年齢、生物のエネルギー、遺伝子の生きていくための最小限の情報を保持している。これらは、仮想世界上で入力値によって時間的に変化する環境のもとで、個々にあるいは他の個体を求めて移動し組織化することで、互いに強調しながら生活をし、やがて、その環境に順応するための新しいルールを独自に形成していく。

また、最適制御力は人工生物の位置から求める。ある時間ステップだけ人工生物を活動させることで、人工生物は仮想世界上においてより環境がより良い場所へ向かって移動する。そこで、その時の入力値である風速が示す仮想世界上においてよりエネルギーを多く保持している人工生物を数個探索し、それらの位置が示す制御力を平均して最適制御力を導く。

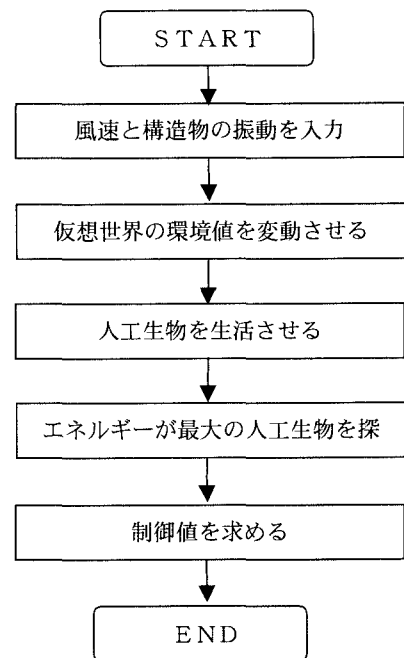


図1 フローチャート

キーワード 人工生命, 人工生物, 仮想世界, アクティブ制御,

〒569-1095 高槻市霊仙寺町 2-1-1 TEL 0726-90-2483 FAX 0726-90-2483

3. 数値計算による考察³⁾

予め用意した風速のデータを入力値として制御システムに適用し、数値計算により有効性を考察する。本研究の数値計算において使用した風のデータは、時間間隔 0.05 秒 ごとに観測した風速のデータ 100 件を用いた。許容風速を $-10\text{m} \sim 10\text{m}$ とした。

しかし、風の動きは非常に複雑であり風速から風力への変換を数値計算によって導くことは非常に困難である。そこで本研究では、風が構造物に対し常に直角に作用するものとする。そして、対象とする構造物の形態は、縦 10m、横 10m、高さ 20m の建築物とし、特性は質量 3.06 tf 、剛性 483.2 tf/cm 、減衰係数 $0.768 \text{ tf}\cdot\text{sec/cm}$ とした。

まず、最適解を求めるための人工生物の時間ステップを 10 ステップに設定し、構造物に加える制御力の最大値を 0.15 tf 、 0.01 tf の 2 つの場合について検討した。図 2 がその結果である。このグラフから本研究で使用した風速のデータにおいては、最大制御力 0.15 tf の場合がより精度が良いことが分かった。

次に、最大制御力 0.15 tf に設定し時間ステップを 10 ステップ、20 ステップ、30 ステップの場合について検討した。図 3 がその結果である。このグラフから時間ステップが多いほど精度が良いことが確認できた。

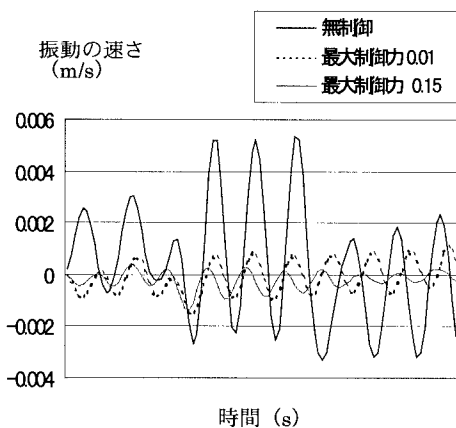


図 2 振動の速さ(最大制御力別)

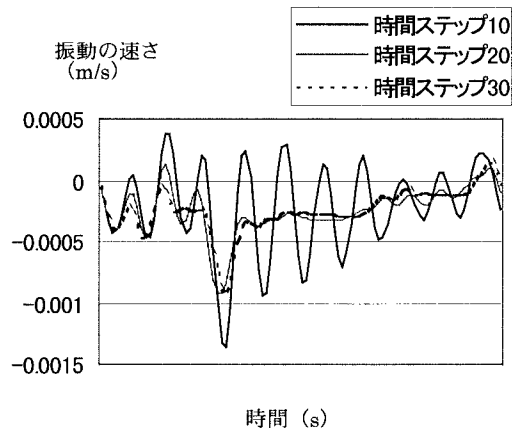


図 3 振動の速さ(時間ステップ別)

4. あとがき

アクティブ振動制御の制御ルールに人工生命技術を導入し、その有効性について検討した。その結果以下の様な結論が得られた。制御ルールに人工生命技術を導入することでその有効性が確認できた。しかし設定する最大制御力と時間ステップの大小により制御の精度が変化することが分かった。また、本研究は実験ではなく数値解析により振動制御をすることを前提に研究を進めた。よって、今後実験を試みることで、新たな検討が必要である。

参考文献

- 1) システム総合研究所，日立造船：ファジィ制御によるアクティブコントロールの研究（Ⅲ），1993
- 2) 西村剛，樋江井武彦，伊藤宏幸：人工生命モデルを用いた空調機の知識制御，平成 7 年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集，1997
- 3) 山口宏樹：テキストシリーズ土木工学 8 構造振動・制御，共立出版，1996