

## I-28 任意波形を生成する強制加振装置の開発

徳島大学大学院 学生員 ○岩田 晃周  
徳島大学工学部 正員 長尾 文明

徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦  
徳島大学工学部 正員 野田 稔

**1.背景および目的** 風洞実験等で用いられる従来の多くの強制加振装置では、模型の加振の自由度が 1 自由度または 2 自由度であることが多く、生成することのできる振動波形としては一定の振幅、一定の固有振動数の正弦波に限定されていることが普通であり、振幅・固有振動数が一定の連成振動を再現できれば、十分であるとされていた。しかし、最近の研究において 2 自由度のバネ支持応答実験を行った場合、発生した振動の曲げモードとねじれモードの振動数が互いに異なる場合(図 1)が存在した。このような場合の振動状態を従来の装置で再現することは困難である。また、長周期変動風下の渦励振応答<sup>1)</sup>のように、時間の経過に対して応答振幅が周期的に変化するような振動波形(図 2)は再現不可能と言ってよい。本研究では、任意の振動波形を生成できる強制加振装置の開発を目的とし、これによって不規則な振動状態において作用する空気力の計測を可能にするものである。

**2.製作した加振装置** 従来の加振装置は、回転運動を並進運動に変換することで模型を加振する機構となっており、この機構では、振幅・振動数が一定の連成振動を再現することが限界である。本研究では、任意の変位を模型に直接与えられるような機構を創り出すことで、従来の装置では生成が困難あるいは不可能な振動波形の生成を可能にすることを試みた。図 3 に装置の外観を示す。加振動力として AC サーボモーターを 2 基使用しており、左右対称に配置している。この AC サーボモーターはマイコン制御されている。パソコンからの D/A 変換による電圧信号をマイコン側の A/D 変換でモーターの角度と解釈し、現在の角度との差を埋めるようにマイコンから出力されるパルス波によりモーターが駆動し、正転あるいは逆転する。リミットスイッチは模型の初期位置を決めるためのものとして取り付けであり、加振動作に入る前に毎回、上下のスイッチの中間点で止まるように制御している。また、リミットスイッチのもう 1 つの役割として、モーターの回転できる範囲を限定するため、加振中にアームがこのスイッチに触れるとモーターが停止する安全装置にもなっている。

**3.実験概要 (1)性能実験** 与えた正弦波をどの程度、曲げとねじれの振動として再現されているかを確認するための実験を行った。曲げとねじれの変位を捕えるためにためにレーザー変位計を用いた。模型がアクリル製のためレーザー光が透過しないようにレーザー光の照射間隔を考慮して模型表面に紙テープを貼った。レーザー変位計の出力を加算器、ローパスフィルターを通してペンレコーダーで記録した。

**(2)可視化実験** 既往の風洞実験で得られたデータを用いて可視化実験を行った。旧タコマ橋の部分模型を用いたバネ支持実験で、発生した振動の曲げモード(渦励振)とねじれモード(ねじれフラッター)の固有振動数が互いに異なっていた。この状況を再現し、スモークワイヤー法による可視化実験を行い、デジタルビデオカメラを用いて流れ場の状況を記録した。

**4.実験結果 (1)性能実験** 任意の波形を独立した曲げモードとねじれモードで再現が可能であるが、与える振幅が極端に小さい場合や振動数比を大きくすると生成される波形の振幅が定常的でなくなる場合が存在する。また振動数については、期待するものが再現できている。現段階で与えられる最大の変位は、曲げ倍振幅で約 40 mm、ねじれ角で約 16°である(1 自由度の振動状態)。図 4 に 2 自由度の振動状態の波形の一例を示す。

(2)可視化実験 1 自由度の振動状態の流れ場において、曲げモードとねじれモードでは剥離渦の再付着点の位置や流下のパターンなど明確な違いを観察することができた。2 自由度の振動状態では、複雑な流れ場が形成されており、現段階では定性的な考察に留まっている。図 5 に可視化実験の概略図、図 6 に模型断面周りの流れ場を示す。

**5.今後の課題** 任意の振動状態をつくりだすことは可能となったが、与える条件によっては生成される波形の振幅が定常的にならない場合が存在する。この原因として、モーター制御の分解能かこの装置の各パーツの加工精度、本装置と模型との接合精度によるものが考えられる。本装置の模型支持の方法は片持ち式であるために使用可能な模型の質量が限定されており、この事項も問題となっている。また可視化実験においては、光源の弱さと定常的に安定した煙を発生させることが問題となった。このような補助的な装置・器具を製作することも今後の課題の1つと考える。

### <参考文献>

- 1) 野田稔, 宇都宮英彦, 長尾文明, 田中映子, 和田真穂: 逆台形 1 箱桁橋の渦励振応答に対する長周期風速変動の影響, 第 16 回風工学シンポジウム, pp.363-368, 2000.

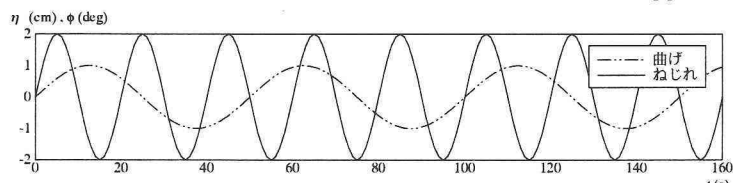


図 1 曲げ変位とねじれ変位で振動数の異なる波形の例

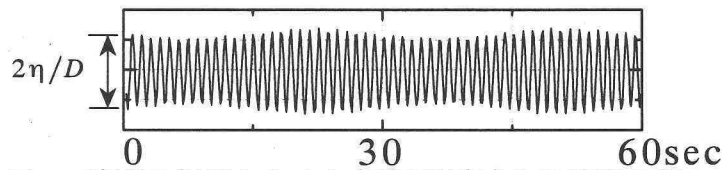
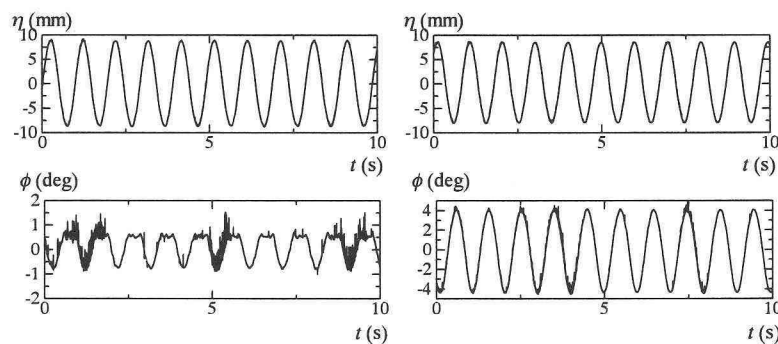
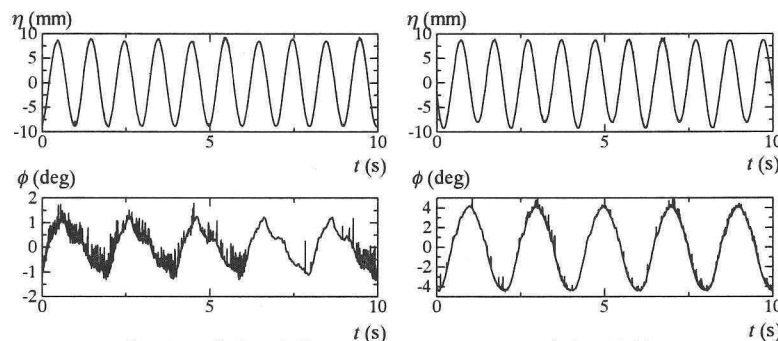


図 2 時間の経過とともに振幅が増減する波形の例



(a) 曲げ固有振動数: 1Hz, ねじれ固有振動数: 1Hz



(b) 曲げ固有振動数: 1Hz, ねじれ固有振動数: 0.5Hz

図 4 2 自由度で強制加振させた場合の波形の例

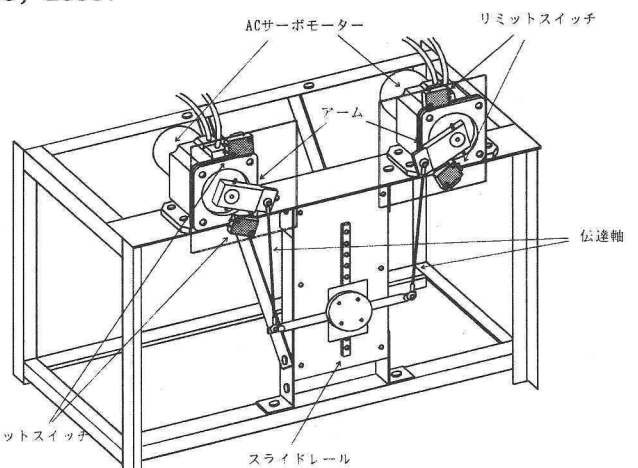


図 3 製作した強制加振装置

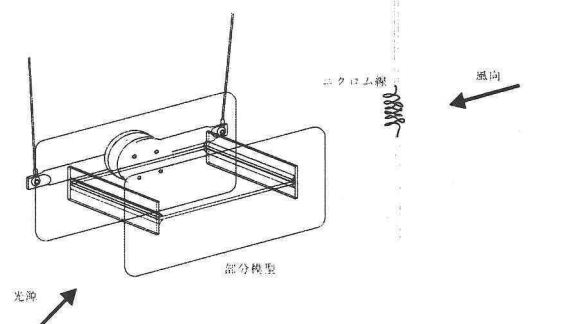


図 5 可視化実験の概要図

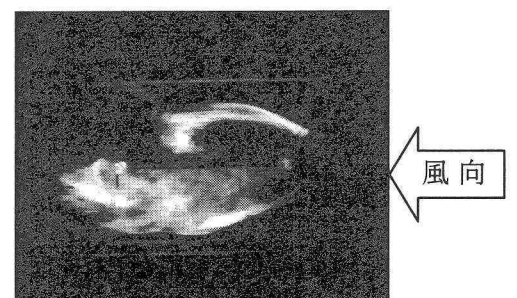


図 6 模型断面周りの流れ場