

三菱重工業株式会社 正会員 ○渡部 洋八郎
 三菱重工業株式会社 藤本 信弘
 三菱重工業株式会社 正会員 江草 拓

1. まえがき 自然風の乱れは構造物に不規則な強制振動を与えるのみならず、渦励振や自励振動にも微妙に影響を与える。このような自然風中での構造物の応答を把握するには風洞内に発生した変動風中で模型実験を行うのが最も合理的と思われる。このため当社では変動風発生法に関する基礎研究を実施し、第1段階として、部分模型の応答実験、動的空力計測等に用いる正弦波状変動風発生法の調査を行った。従来この種の研究としては、文献1)～3)等翼や吊橋のガスト応答に関連し、主流直角方変動風(W成分)を取扱ったものが多いが、本研究ではW成分のみならず、主流方向変動風(U成分)の発生法も調査し、W成分に対しては、従来の研究と同様翼列方式を採用し、U成分に対しては新たな方式として、風洞の両サイドに取付けたダンパー方式を採用した。

2. 実験装置及び計測法

風洞 当社長崎研究所の耐風拡散汎用風洞を使用した。この風洞の風路断面寸法は $10\text{m} \times 3\text{m}$ でありこれを3分割しその中央部を測定断面とし、両側部をバイパス部とした。

W方向変動風発生装置(翼列方式) 図1に示すように測定部にピッキング運動できる翼列(NACA0012型翼12枚、コード250mm、ピッチ250mm)を設け、パルスモーターにて正弦振動させた。翼の最大ピッキング角は $\pm 10^\circ$ 、最大振動数は1.2Hzである。なおパルスモーターを駆動源としたのは、次のステップとして実施予定のRandom変動風発生装置の駆動源として使用のためである。

U方向変動風発生装置(ダンパー方式) 図2に示すように上下のバイパス部にそれぞれ平板列(コード100mm又は150mm、ピッチ250mm、枚数12枚)を設け、モーターにて全平板を同時に回転させた。平板はとなり合ったものが逆方向に回転するようになっており、これによってバイパス部の流量を変動させその結果測定部に流量(流速)変動を与えるようにした。

変動風計測 変動風の計測には熱線(X型プローブ)を使用した。計測位置は図3に示すように、変動風発生装置の後流2.5m位置の測定部断面中心を原点①とし、原点を含む上下、左右、前後の計7点(計測点番号①～⑦)を同時計測した。熱線流速計は手製のブリッジアンプのみで形成されたものを使用し、図4のブロック図に示すようにミニコンで直線化演算及び加減演算処理を行なわせ、平均風速及び変動風速を求めた。ミニコンによる直線化には、あらかじめ流速と熱線出力をミニコンに読み込ませ最少二乗法により求めた4次式(流速と出力は4乗の関係)を用いた。なお熱線の出力はローパスフィルターにて2Hz以上の高周波成分を除去した。

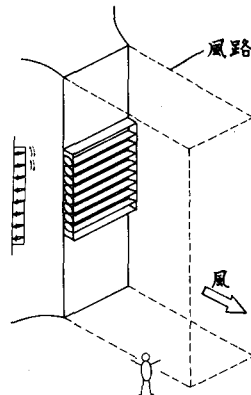


図1. W方向変動風発生装置

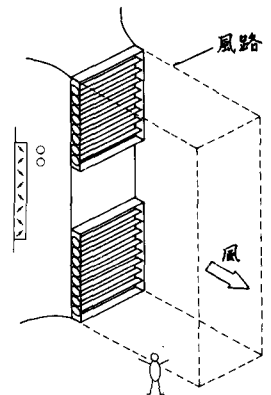


図2. U方向変動風発生装置

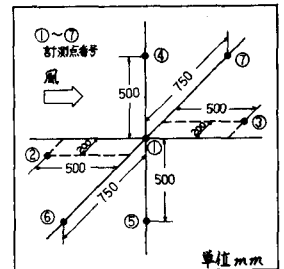


図3. 計測位置

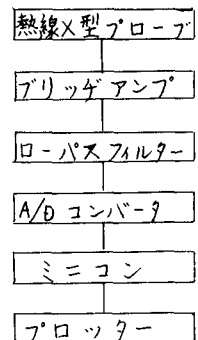


図4. 計測ブロック図

3. 実験結果

W方向変動風 波形の一例を図5に示す。図中の○内の数字は図3に示した計測点番号を表わす。図から明らかなように、振幅はほぼ一定であり、原点①と同一断面にある計測点④～⑦の波形は同位相で、①に対して前流側の②及び後流側の③の波形はそれぞれ位相差を有している。この位相差を無次元振動数(f/U)で整理すると図6に示すようにTaylorの仮説に基づく位相差とはほぼ一致している。次に変動風の振幅特性を図7に示す。変動風の振幅(w/U)は振動数と風速の比(f/U)に対してほぼ直線的に変化し、翼列の加振振幅に比例している。ただし、変動風の波形は(f/U)が小さくなると、歪が生じたり高周波成分の乱れが大きくなる傾向にあるが、スペクトル解析をすると、高周波乱れのパワーは基本周波数に比べ2桁以上小さい。

U方向変動風 W方向と同様に図8, 9, 10に波形, 位相差, 振幅特性を示す。各計測点における振幅, 位相差はW方向と同様に良い結果が得られた。特に固定壁ではU方向の位相差を得ることは困難とされていたが、今回の新方式では、バイパス部を設けたことにより自由境界となるため、自然風に近い位相差を得ることができた。又、波形も測定部前流側には気流を乱す物がないことから、U方向で見られた様な高周波成分の発生は見られなかった。一方振幅特性はW方向とは全く異なった傾向を示し(f/U)で急激に変化する。こ

の傾向は平板のコードが大きく、即ちダンパーの閉塞比が大きくなる程顕著である。

4. あとがき

以上の結果、風路内でほぼ均一で、正弦波に近い波形を有し、かつ位相特性も自然風と同様Taylorの仮説に従う変動風を得ることができ、自然風中の構造物の動的耐風性を解明する有効な手段を得ることができた。今後は、この変動風を用いて渦励振に対する風速変動の影響や、動的空力特性の調査等を行う予定である。最後に、熱線風速計ブリッジアンプ製作に際し、御指導頂いた九大桜井助教、麻生助手はじめ林研究室の皆様にお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 小面, 白石, 松本, 小前, 変動風による橋梁断面の動的応答特性について, 構造物の耐風性に関する第2回シンポジウム, 1972
- 2) 小早川, 前田, 翼の実風応答に関する研究(第1報)2次剛体翼の応答, 日本航空学会誌, 第19巻210号, 1971
- 3) 河島, 田中, 藤本, 調和的に変動する風に関する研究, 構造物の耐風性に関する第1回シンポジウム, 1970

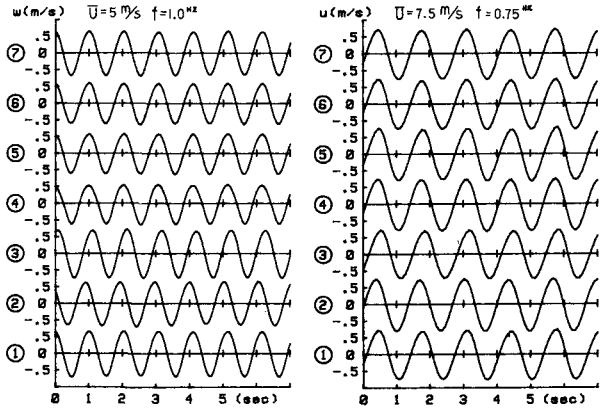


図5. 変動風波形(W方向)

図8. 変動風波形(U方向)

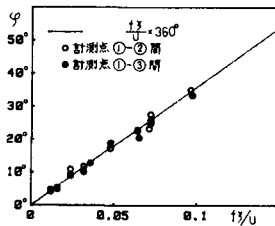


図6. 位相差(W方向)

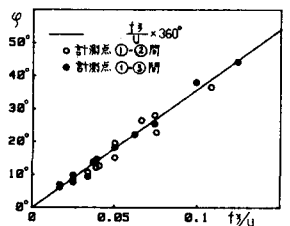


図9. 位相差(U方向)

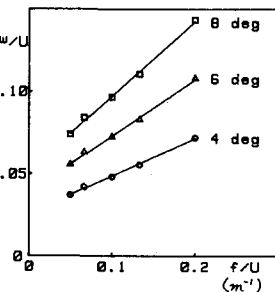


図7. 振幅特性(W方向)

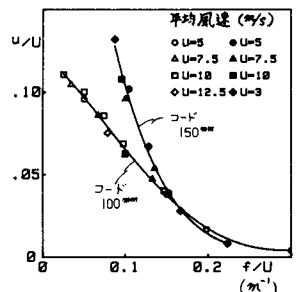


図10. 振幅特性(U方向)