

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦  
 徳島大学工学部 正 員 長尾 文明

徳島大学大学院 学生員 ○浅野 浩一  
 西松建設(株) 松本 達志

1. はじめに 長大橋梁の風による振動現象や耐風性は、主に風洞実験によって検討されている。その対象とする風向は多くの場合橋軸直交方向であるが、より現実に近い検討のためには風向も考慮すべきである。また、風洞実験には二次元模型が多く用いられるが、二次元模型を用いた風洞実験で渦励振が生じて、実橋では応答が観測されないこともあり、この原因の一つに気流の水平偏角つまり斜風が考えられる。本研究では、充満断面のたわみ渦励振に対する水平面内で橋軸直角方向から傾いた風つまり斜風の作用による影響、並びに二次元模型と三次元模型による応答特性の比較・検討することを目的として研究を行なった。

2. 風洞実験概要 風洞は、徳島大学工学部の閉断面押し込み式エッフェル型風洞(1.5m×1.5m×5.0m)を使用し、桁高比( $B/D$ )1:2.5である基本的矩形断面を用いて二次元および三次元応答実験を行った。二次元実験は剛体部分模型をコイルバネとピアノ線を用いて支持し、三次元実験はアルミを剛性棒として弾性を持たせ外形材を取り付けた弾性体模型を支持棒で固定し、それぞれスパン中央における応答を測定した。なお、二次元及び三次元模型ともに断面寸法、模型長、単位長当りの質量は同じにしている。また、斜風を作用させる方法として、水平面内で模型角度を変化させる方法を取り、図1に示す様に二次元模型の場合、端板が各水平偏角ごとに風洞気流と平行になる様に端部を調整している。三次元模型の場合、模型をターンテーブル上に設置し水平偏角を設定し、模型端部の巻き込み流

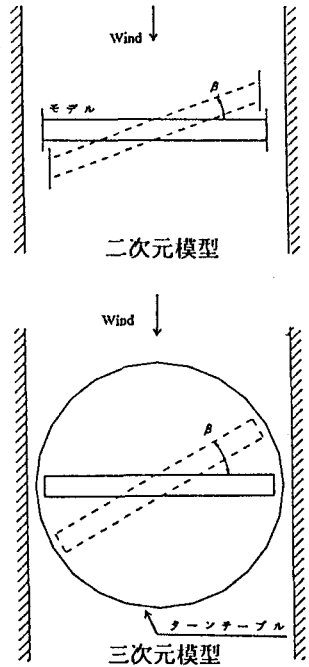


図1 水平偏角 $\beta$ の設定方法  
(風洞平面図)

の影響を見るため三次元模型に端板を付設した場合と付設しない場合について測定を行っている。水平偏角 $\beta$ は $0^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ の三種類に設定した。

3. 実験結果および考察 図2に二次元模型における渦励振応答比較図を示す。最大応答量は水平偏角 $\beta$ の増加に従い若干減少しているが、水平偏角による影響はほとんど無い。また、水平偏角の増加に伴って渦励振の共振風速域は、高風速側へ移行している。これは、水平偏角 $\beta$ の増加に伴い、気流方向に対して断面の幅員 $B$ が見かけ上大きくなる為と考えられ、山本らの実験結果<sup>1)</sup>と一致している。図3に三次元模型(端板なし)における渦励振応答比較図を示す。水平偏角がつくと共振風速域は高風速側へ移動し、共振域は狭くなり、最大応答量については、 $\beta=30^\circ$ で $\beta=0^\circ$ の場合の比で半減しており水平偏角の影響が大きいものと考えられる。図4に二次元および三次元実験から得られた結果を各水平偏角ごとに示す。両実験で質量を一致させていることより、二次元模型の応答量を $4/\pi$ 倍することにより得られるモード補正値を図に破線で示している。図より、 $\beta=0^\circ$ では二次元模型と端板を付設していない三次元模型の最大応答量はほぼ等しいが、三次元実験の最大応答

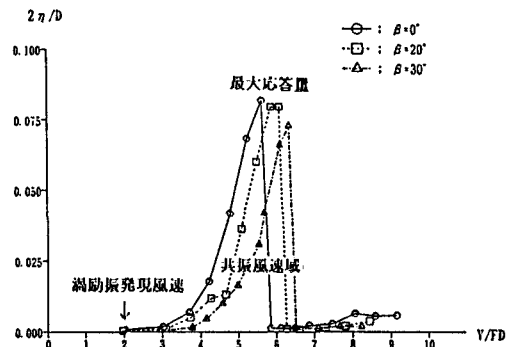


図2 二次元模型における渦励振応答比較図

量はモード補正された値に比べると小さくなる。しかし、二次元応答量を補正して得られた曲線は、三次元応答曲線の最大応答量が発生する風速域まではほぼ同じ値であるか、逆に三次元応答量の最大発生付近では小さくなっている。また、両者の渦励振発現風速はほとんど一致するが、ピーク風速は三次元実験の方が低くなっている。これらは、空気力の非線形な振幅依存性とそれに起因する三次元モードにおけるスパン方向の流れ<sup>2)</sup>によって三次元モードにおける空気力特性が変化していると考えられる。しかし、三次元模型に端板模型を付設すると二次元補正応答曲線に近い応答曲線となり、模型端部の巻き込み流れが抑制され、このような応答曲線になったとも考えられる。水平偏角がある場合では、端板を付設していない三次元応答曲線は二次元応答特性と形態が異なり、三次元実験の最大応答量は二次元実験に比べ小さくなり、補正最大量に比べるとかなり小さくなる。また二次元実験に比べ三次元実験の方が渦励振発現風速は高風速側になり、渦励振域は極めて狭くなる。以上より、斜風が作用する場合での三次元実験での最大応答量の低下は、振動モード、空気力の強い振幅依存性に加え、模型端部における模型後部に軸方向流が作用し、空気力特性がさらに大きく変化することに起因していると考えられる。また、三次元模型に端板を付設した場合の水平偏角があるときの応答量は幾分、二次元補正応答量に近づき端板による模型端部の軸方向流の減少効果がみられる。しかし、水平偏角があるときは、 $\beta = 0^\circ$  のときと異なり、三次元模型においては  $\beta = 20^\circ$  で換算風速4.5付近で一旦、応答が終止した後、換算風速5付近から渦励振が再度発達していること、また  $\beta = 30^\circ$  では、渦励振発現風速が高風速側に移動するなど、二次元、三次元模型の応答特性が異なっており両模型間に作用する空気力特性も異なると考えられる。

4. あとがき 矩形断面を用いて斜風について検討した結果、二次元と三次元実験結果との間に大きな違いがみられ、これは模型端部における模型後部の軸方向流によるものと推測される。したがって今後、軸方向流が応答にどのように作用しているか検討する必要がある。また、本研究で使用した断面および水平偏角以外では、渦励振の励振形態も変化するため、さらに実験条件を拡大して検討する必要があると思われる。

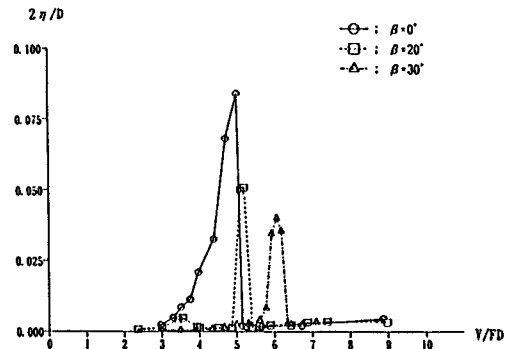


図3 三次元模型における渦励振応答比較図

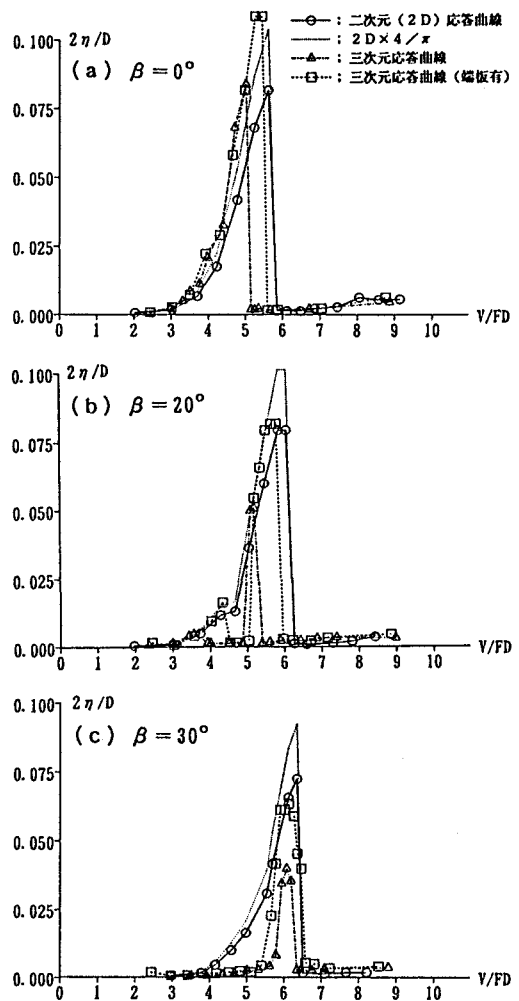


図4 二次元・三次元応答比較図

<参考文献> 1) 宇都宮・長尾ら：角柱の渦励振に対する斜風の影響について，土木学会第46回年次学術講演会要集，I-236，1990，10.

2) 宇都宮・長尾ら：渦励振における風洞実験法の評価，構造工学論文集，Vol. 34A，1988，3.