

I-512 ローター位置による三次元角柱の空力弾性振動制御

大成建設(株) 正 員○小坪千野
 (研究当時 九州工業大学大学院生)
 九州工業大学 正 員 久保喜延
 九州工業大学 学生員 林田宏二
 九州工業大学 学生員 指方由紀

1. まえがき

これまで著者らは、構造物に風が作用して振動する現象は、境界層に起因すると考え、ローターを構造物前縁の剥離点に設け、ローターを回転させることによって、流れの剥離を抑え、空気力による振動を抑制する方法の確立を目指してきた。これまでに二次元正方形角柱において検討を重ねた結果、ローターの回転が、正方形角柱に発生する空力弾性振動を抑制させるのに充分効果があることが判明した。そこで本研究では、三次元角柱を用いて、ローター使用における振動変化とその効果、またどの位置でのローターが有効であるかなどの検討を行っている。

2. 実験概要

実験には、図1に示すような三次元弾性模型を用いた。模型は、10cm×10cmの正方形角柱で、高さ120cmである。この角柱を12分割し、各ブロック毎に四隅にローターを設けて、それぞれカップラーで結び、模型下部に設置されたサーボモーターの駆動力が全ローターに均一に伝わるように設計している。また、ローターはアルミの丸棒をパルサ材でカバーして作成され、辺長の20%の直径を有している。模型の重量は7.5kgf、固有振動数は2.5Hz、対数構造減衰率は $\delta=0.018$ である。設置したローターの配置及び回転方向は図2に示すものであり、回転数は、ローターの表面速度を接近風速に対する比で評価している。

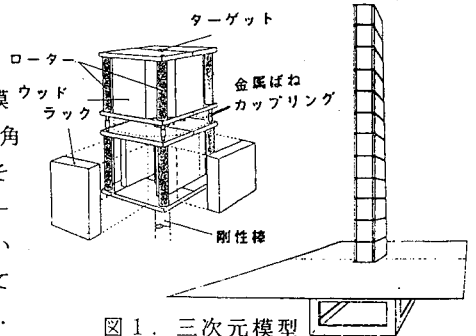


図1. 三次元模型

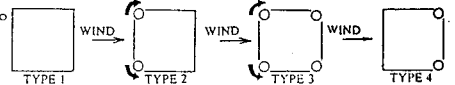


図2. 実験パターン

3. 実験結果

既往の二次元実験結果の検討から、ローターの配置によって制振効果が異なることがわかっている。そこで、三次元模型においても二次元実験と同様の制振効果が得られるのか、また、ローターを回転させない場合の曲率部の違いによる応答変化等についての検討を行った。図3～図6にそれぞれのローター配置による回転数を変化させた場合の応答図を示す。

3.1 曲率部の違いによる応答

○渦励振について 図3(角柱)と図4(TYPE2)の回転比がゼロの場合を比較すると、上流側隅角部を有するTYPE2の方が渦励振の振幅が小さくなっている。また、図5(TYPE3)と図6(TYPE4)との比較でも同様の傾向が見られる。つまり、渦励振は上流側隅角部の曲率に関係し、辺長の20%程度の曲率を有すると渦励振は発生し難くなっていることがわかる。

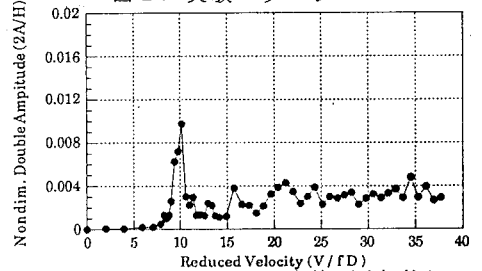


図3. TYPE1の応答図(角柱)

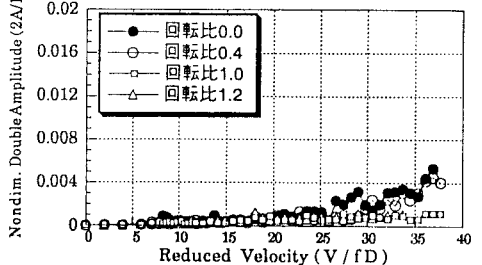


図4. TYPE2の応答図

○ギャロッピングについて 図3(角柱)と図6(TYPE4)の回転比がゼロの場合、図4(TYPE2)と図5(TYPE3)とを比較する。これは、それぞれ上流側の形状は同一で、下流側に曲率を有するかどうかである。この比較によると、下流側が曲率を有する場合には、ギャロッピングが発生しており、ギャロッピングの発生には下流側の曲率が大きく関与していることがわかる。

3.2 ローターの配置による制振効果

TYPE2に対応する二次元模型実験においては、ローターの回転数を上げると、ギャロッピングは消滅するものの、渦励振は消滅しなかった。しかし、三次元角柱においては、回転比を1.0程度にすることで十分に制振できることがわかる。また、それぞれのローター配置においても回転数を上げると、かなりの制振効果が得られ、二次元の場合に比べてローターによる制振効果が高いことがうかがえる。これは、三次元角柱では、周辺気流の三次元性が高いことが、制振効果に有効に寄与しているためと考えられる。

3.3 ローターの取付け位置による応答

二次元および三次元実験において、制振効果のあったTYPE2について、より経済的なローター使用を検討するために、ローターの取付け位置を変化させて応答測定を行った。図7、図8に取付け位置とその応答図を示す。図の斜線部分がローターを回転させている位置で、それ以外は、ローターの曲率が影響しないようにカバーで覆い、角柱としている。図7に示すように、上から3ブロックのローターを設け、回転数を上げると、回転比0.8程度で、励振抑制の効果が十分に上げられる。また、図8からわかるように、ローターを塔の中央部に設けても、図3で示したように角柱と同様な応答を示しており、回転数を上げて渦励振は消滅せず、ローターの曲率の効果さえも見られない。従って、塔高の70%以上の位置が励振力に大きく関与しており、その位置でのローター使用が制振に有効であり、塔高の中央部では、ローターが振動を励起する可能性があることを示している。

4. まとめ

今回の実験から、三次元角柱の制振効果について以下のようことがわかった。

- 1) 角柱の上流側隅角部の曲率は、渦励振の発生に、下流側隅角部の曲率は、ギャロッピングの発生に大きく関与している。
- 2) 三次元角柱は、その周辺気流の三次元性のためにローターの制振効果は、二次元角柱より高い。
- 3) 上流側隅角部におけるローターの取付け位置は、塔高の70%以上の位置が有効であり、ローターを塔中央部に取付けることは、流れの二次元性を高める可能性があり、振動を励起することになる。

参考文献: 久保他 ローター付正方形角柱の境界層制御による二次元静的空気力特性: 第12回風洞シンポジウム

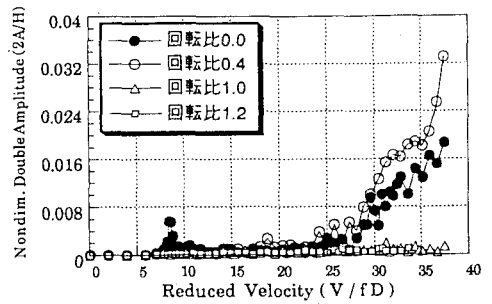


図5. TYPE4の応答図(回転比0.0)

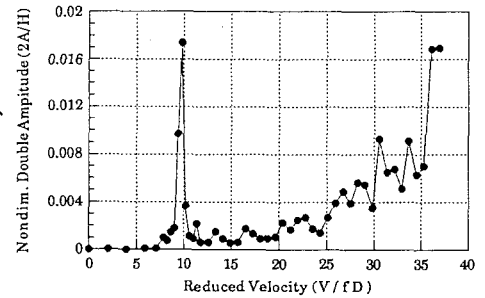


図6. TYPE4の応答図

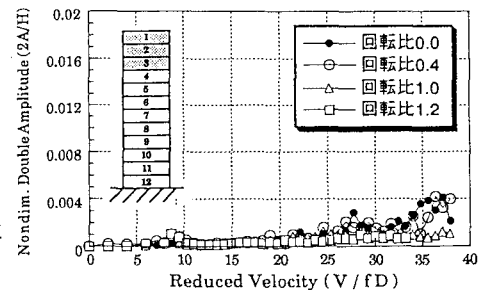


図7. 取付位置の変化による応答図(T13)

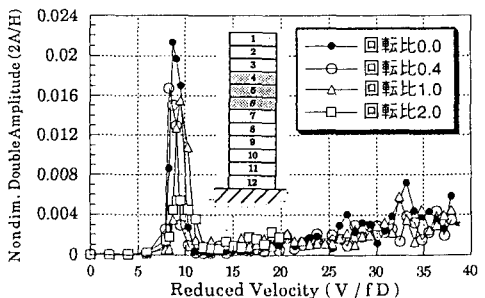


図8. 取付位置の変化による応答図(T46)