

第1部門 変動風の空間相関が渦励振に及ぼす影響

立命館大学大学院 学生員 ○桐生真司
立命館大学理工学部 正会員 小林絃士

1. まえがき

剛体模型を使用したバネ支持試験は、構造物の動的耐風性検討に多く用いられる。しかし、2次元模型試験では振動モード、構造物の立体的形状、及び風の空間的な特性等、3次元効果の影響を考慮することが難しい。簡便な2次元模型試験のみでの耐風性検討には、3次元効果の影響を把握しておく必要がある。本研究では、長尺模型を用いて3次元効果の中でも特に気流の空間相関が渦励振に及ぼす影響を調査する。

2. 実験方法

応答実験には既往の研究成果の多い辺長比5の矩形断面を持つ剛体模型を採用した。また、細長比は気流のスパン方向における空間相関の影響が出やすいように、12と比較的大きなものとした。模型サイズは30×150×1800mmであり、重量は0.147kg・s²/m²である。模型の固有振動数は渦励振発現風速が風洞の使用可能範囲内になるよう8.22Hzに設定し、構造減衰は渦励振を発生しやすくするため0.0075程度とした。

たわみ渦励振に着目した応答実験を一樣流及び乱流中で行った。用いた乱流は一般に用いられる境界層乱流及び格子乱流であり、主流方向の乱れ強度はほぼ等しくした。気流の乱流特性を表1に示す。これらの乱流は変動の長周期成分が小さく、乱れスケールが自然風に比べて小さくなっていることが特徴である。図2に気流の相互相関係数を示す。

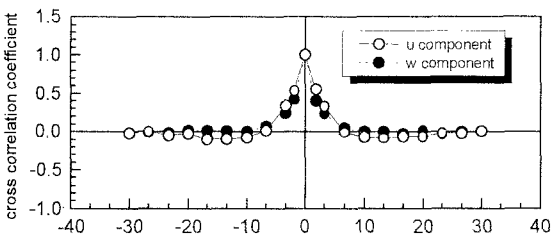
3. 結果および考察

応答試験結果を図2に示す。VcrにおけるStrouhal数は0.142である。一樣流中において低風速渦励振と高風速渦励振が発生した。

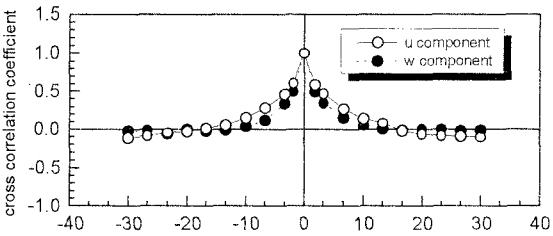
乱流中において低風速渦励振は境界層乱流中、格子乱流中共に発生したが、高風速渦励振はいずれの乱流中においても発生しなかった。これは渦励振の発生機構の違いに原因があると考えられる。物体表面を同時に流下する前縁剥離渦の個数は低風速渦励振において2、高風速渦励振において1であり¹⁾、この発生機構に対する乱れの影響に違いがあると見られる。

表1 気流の乱流特性

	U (m/s)	U/VD	I _u (%)	I _w (%)	L _{x,u} (cm)	L _{x,w} (cm)
境界層	1.1	4.4	8.5	5.3	22	8
	2.1	8.7	7.8	5.1	22	8
	3.9	15.7	7.0	4.9	23	9
格子	1.1	4.6	8.4	5.9	35	10
	2.3	9.2	8.0	6.1	35	10
	4.3	17.3	7.6	5.6	37	10



(a) 境界層乱流



(b) 格子乱流

図1 気流のスパン方向における相互相関係数

乱流中において高風速渦励振は発生しなかったが、同じ辺長比の断面を持つ剛体模型のアクティブ乱流中における応答試験では、乱れ強度のさらに大きい条件下でも渦励振が発生している報告がされている²⁾。アクティブ乱流はスパン方向に対して風速変動が小さく、かつ気流の相関がスパン方向にほぼ1とされる2次元性の強い特殊な乱流である。立命館大学所有のアクティブ乱流発生装置

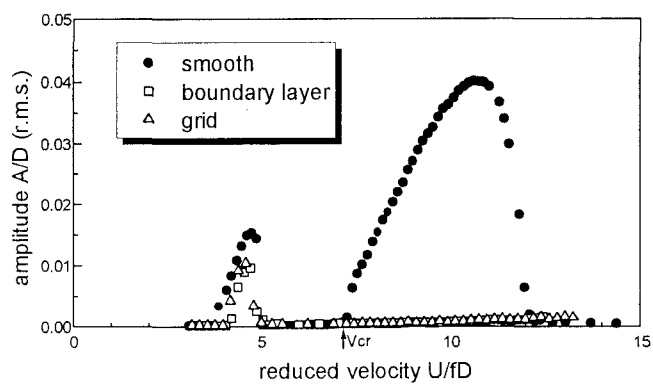


図2 応答振幅

により生成された気流のスパン方向における相互相関係数測定例を図3に示す。文献2)のアクティブ乱流についても同程度の結果が得られるものと思われる。図4は文献2)によるアクティブ乱流中における高風速渦励振の応答結果であり、表3は用いられた模型の構造諸元である。両者の応答特性の違いは、主として気流特性と模型の細長比によるものと考えられる。乱れ強度、乱れスケールの影響に関しては文献2)の中で述べられている。模型の細長比と気流特性から応答特性の違いに対して気流の空間相関の影響が大きいものと考えられる。ただしこの確認をするためには、実際に境界層乱流及び格子乱流をシミュレートしたアクティブ乱流において本試験と同様の試験を行うことで確認をする必要がある。

4. まとめ

- ・低風速渦励振と高風速渦励振とでは気流の乱れの影響に差がある。
- ・渦励振に対する気流の空間相関の影響は存在すると考えられる。

表2 文献2)における模型の構造諸元

幅 (mm)	300
高さ (mm)	60
長さ (mm)	660
質量 (kg・s ² /m ²)	0.396
固有振動数 (Hz)	5.55
構造減衰	0.003

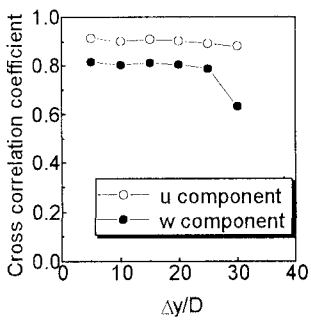


図3 気流のスパン方向における相互相関係数 (アクティブ乱流)

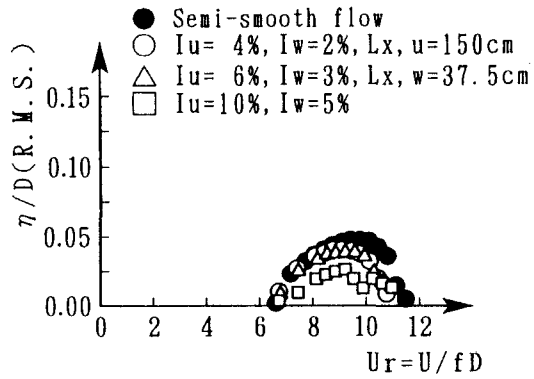


図4 文献2)における応答振幅

謝辞

本研究の遂行に際し、御協力いただいた立命館大学理工学部4回生 市場智雄氏に感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) S.KOMATSU, H.KOBAYASHI: VORTEX-INDUCED OSCILLATION OF BLUFF CYLINDERS, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, pp.335-362, 1980. 6.
- 2) 小林, 川谷, 金, 上島: 橋桁基本断面の渦励振に及ぼす乱流特性の影響, 土木学会構造工学論文集, Vol.38A, pp.889-898, 1992. 3.