

I-233

2次元角柱の乱流中における渦励振時の動的圧力特性

大阪大学大学院 学生員 上島秀作 立命館大学理工学部 正 員 小林紘士
 大阪大学工学部 正 員 川谷充郎 大阪大学大学院 学生員 金 熙憲
 鹿島建設(株) 正 員 下條和寿

1. まえがき 自然風の有する乱れが橋梁構造物の振動現象にどのような影響を及ぼすかについて調査研究が進められている。風による限定振動の1つである渦励振においても同様である。渦励振は構造物の断面形状に大きな影響を受ける。さらに、剝離流や後流が作用空気に複雑に関係し、現象の包括的な把握を困難にしており、渦励振に及ぼす乱流の影響に関する研究は、殆ど現象論的なものに留まっているのが現状である。著者らは、昨年、アクティブな乱流発生装置を用いて、自然風に相似な乱流をシミュレートし、乱流特性が2次元角柱の渦励振に及ぼす影響を調査した^{1), 2)}。本研究では、気流の乱れによる渦励振振幅の低減メカニズムを明確にするため、角柱表面の動的圧力を測定した。

2. 実験概要 実験に用いた乱流は、アクティブな乱流発生装置を用いて発生させた。気流の乱流特性を表-1に掲げる。2次元角柱は辺長比2および5の2種類であり、こ

れを鉛直方向1自由度系にばね支持した。圧力孔はそれぞれの角柱の上面に配列し、圧力はビニルチューブを介して圧力計に誘導した。なお、測定は総て強制振動法によった。各気流中における渦励振最大振幅かつ固有振動数による正弦加振時において動的圧力を測定した。

3. 角柱の渦励振特性 文献1), 2)では、乱れ強度および乱れスケールが、辺長比2および5の2次元角柱の渦励振に及ぼす影響を明らかにした。各乱流パラメータが変化したときの振幅低減比を図-1に示す。辺長比2の角柱においては、乱流の渦励振に及ぼす影響は小さかった。辺長比5の角柱においては、乱れ強度の増加および乱れスケールの減少に伴い渦励振振幅は低減した。辺長比2の角柱より辺長比5の角柱の方が、気流の乱れの影響を強く受け、振幅

表-1 乱流特性

気流名	Change of	I_u (%)	I_w (%)	$L_{x,u}$ (cm)	$L_{x,w}$ (cm)
一様流	—	< 1	< 1	—	—
TI-04	I_u & I_w	4.2	2.1	118	31.0
TI-06		8.0	3.1	136	36.6
TI-10		9.3	5.0	139	32.2
TSu-05	$L_{x,u}$	5.7	3.1	60	35.2
TSu-15		8.0	3.1	136	36.6
TSu-35		6.4	3.1	320	33.5
TSw-12	$L_{x,w}$	5.9	3.0	135	13.0
TSw-37		6.0	3.1	136	36.6
TSw-87		6.1	3.1	149	72.5

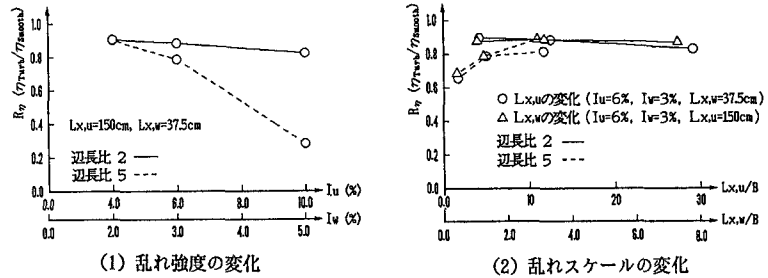


図-1 振幅低減比

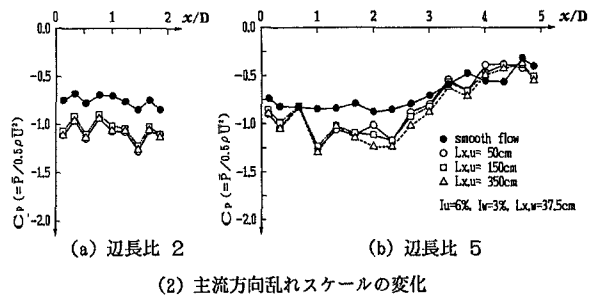
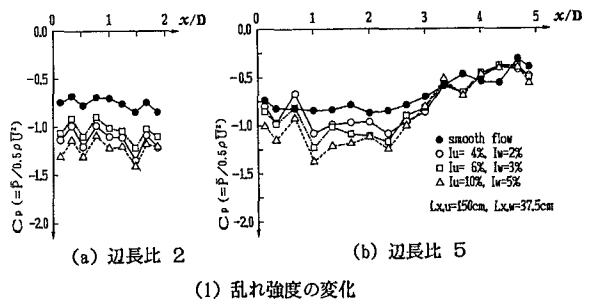


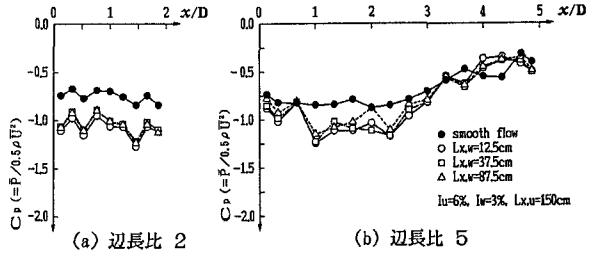
図-2 平均圧力分布

低減の著しいことが明らかとなった。

4. 平均圧力分布 図-2に静止させた角柱の、各気流中における平均圧力分布を示す。圧力は動圧を用いて無次元化した。辺長比2の角柱では、気流の乱れに関わらず、前縁から後縁にわたりほぼ一定の圧力分布となっている。一方、辺長比5の角柱では、各気流中において $x/D=2.5$ 付近からの圧力回復が確認できる。これは前縁での剝離流が再付着したためと考えられる。乱れ強度の増加に伴い角柱前方部の圧力が低下しているが、再付着点以後の後方部では一様流中の値に戻っている。すなわち、乱れ強度の増加に伴い圧力回復の割合が若干増大しており、渦励振振幅の低減との関連が伺える。乱れスケールの平均圧力に対する影響に関しては、明確な違いは確認できなかった。

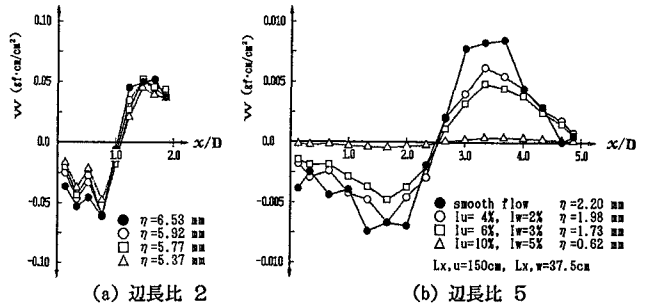
5. 圧力のなす仕事 図-3は各気流中での渦励振最大振幅時における圧力のなす仕事の分布である。辺長比2および5の角柱双方とも、乱流特性に関わらず基本的分布形状は同様であり、ほぼ正弦的な分布となる。辺長比2の角柱では $x/D=1$ 、辺長比5の角柱では $x/D=2.5$ の点で負の仕事から正の仕事に転じている。振幅低減の小さい辺長比2の角柱では、気流の乱れは仕事の絶対値に殆ど影響を与えない。一方、振幅低減の著しかった辺長比5の角柱では、渦励振応答振幅が低減する乱流中において、仕事の絶対値も、それに対応して減少していることが分かる。すなわち、乱れ強度の増加および乱れスケールの減少につれて仕事の正領域、負領域の双方で、その絶対値が減少している。仕事の正領域は励振力となるので、乱れ強度の増加および乱れスケールの減少に伴い励振力が減少していると考えられる。以上は各ケースの最大振幅

(r.m.s値)のときの圧力特性の比較であるが、同一振幅のときの圧力特性の比較も重要であると考えられる。

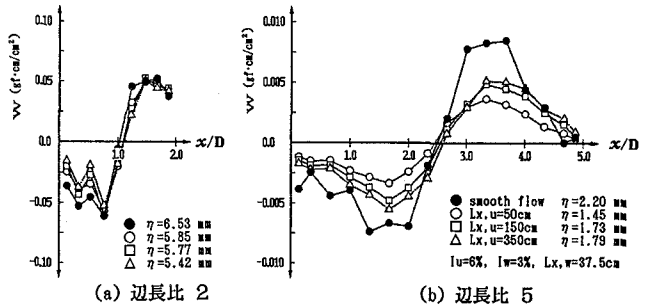


(3) 鉛直方向乱れスケールの変化

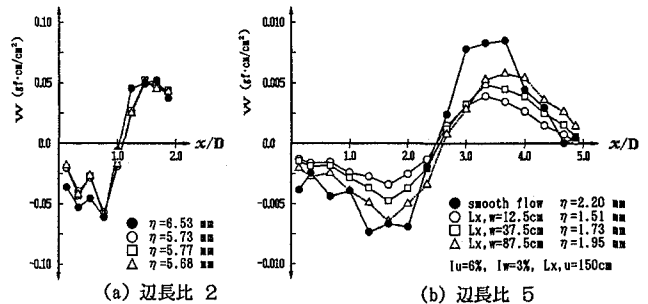
図-2 平均圧力分布



(1) 乱れ強度の変化



(2) 主流方向乱れスケールの変化



(3) 鉛直方向乱れスケールの変化

図-3 圧力のなす仕事

<<参考文献>> 1)上島・小林・川谷・金・太田・中西：土木学会第45回年次学術講演会概要集，I-430，1990.9.

2)小林・川谷・金・太田・上島：第11回風工学シンポジウム論文集，pp.167-172，1990.12.