

I-27

照明柱の空力特性に関する一実験

開発局開発土木研究所 正員 谷本 俊充
 開発局開発土木研究所 正員 金子 学
 開発局開発土木研究所 正員 佐藤 昌志
 計測技販株式会社 正員○山内 邦友

1. はじめに

従来、標識柱、照明柱等は円柱断面が一般的となっており、こうした構造物の風荷重を規定する各種の基準でも対象としては円柱断面を仮定している。しかし近年、景観設計の一環として、また、構造上の必要等から、角柱や多角形等、各種の変形断面を採用する事例も増えてきている。

このため、各種の断面形状を有する柱部材の空力特性を把握し、耐風性を評価することが重要となってきたが、この点に関する報告は今のところ非常に少ない。

こうしたことから、円柱並びに角柱、面取りした角柱を例に、形状の違いによる抗力係数の変化や断面寸法が与える影響等について、簡易な風洞を用いた模型実験を行なったので、その概要についてここに報告する。

2. 標識柱、照明柱等の耐風設計に関する各種の基準について

標識柱、照明柱等は比較的規模が小さいため、各種の耐風検討の中でも最も基本的な静的な風荷重のみの規定が一般的となっている。しかし、各種の基準において、その成立年代や設計思想の違い等により、同一の構造物に対しても、異なった評価を与える場合がある。付属物の風荷重に関する各種の規定について表-1に示す。

表-1 風荷重に関する各種の基準

	空気抵抗係数		照査風速	備考
	円柱	角柱		
道路技術基準通達集	0.7	-	40~60	昭和50年制定
道路照明施設設置基準・同解説	0.7	1.0~1.3	60	昭和56年制定、風速は瞬間最大値
J I L 1 0 0 1	0.7	-	60	昭和41年制定、風速は瞬間最大値
J I L 1 0 0 3	0.7	1.0~1.3	40~60	昭和62年制定
道路橋示方書・同解説	0.8	1.6	40	
道路橋耐風設計便覧	0.8	1.6	30~45	平成3年制定、風速は平均風速

各基準の空気抵抗係数は、円柱断面についてはほぼ様な値となっているが、角柱に関する規定は少なく、照査風速についてもかなり異なっている。照査風速については旧来、安全側の値をとることと、照査の容易さのため、実際には発生することが極めて希な60m/sを定めていたが、近年の基準では地域や高度、地表粗度等によって照査風速をより実態に近いものとして、合理的な設計を行なうようにならなってきた。

*An experiment on aero-dynamic characteristics for illumination pole.
 by Toshimitsu TANIMOTO, Manabu KANEKO, Masashi SATO, and Kunitomo YAMAUTI*

3. 実験概要

本実験では、標識柱、照明柱等の断面を想定して、2次元部分模型の形状を円形、角柱、面取りした角柱とし、また、レイノルズ数の影響についても考慮するため、円柱については2種類、面取りした角柱については4種類の大きさの模型を用意し実験を行った（図-1参照）。

風速0~40m/sの送風機を用い、これに可搬式風洞を取り付けた。部分模型は、両端をロードセルにより支持し、模型が受けた風荷重を測定することとした。

実験概要図を図-2に示す。

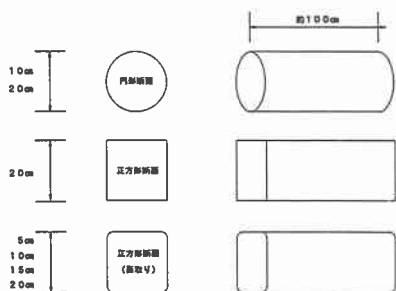


図-1 供試体一般図

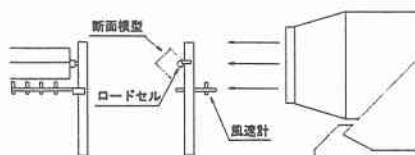


図-2 実験概要図

4. 気流計測について

本実験は、簡易風洞試験であるため、気流は一般的に用いられている風洞と比較して均一でなく、乱れも予想される。試験の精度を高めるために、送風機からの距離と送風機中心からの半径方向の距離による気流の変化について調べ、模型の設置位置を決めることとした（図-3）。

気流計測の結果について図-4に示す。

送風機の距離を1~2、3mと変化させた試験では中心での風速に大きな変化は見られなかった。また、送風機の中心からの半径方向の距離についてみると、中心から40cmの範囲ではほぼ風速は一定であり、55cm程度では風速は1/2程度に減少、70cm程度ではほぼ0となった。これらのことから模型は、送風機先端から1m、中心部から半径方向55cm程度の範囲に設置することとした。

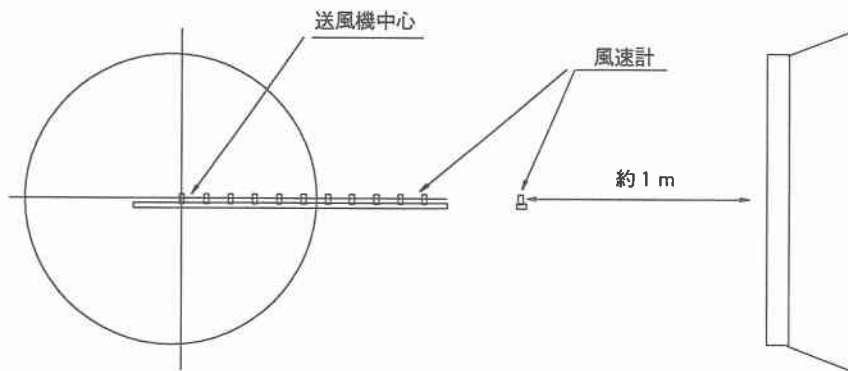


図-3 気流計測概要図

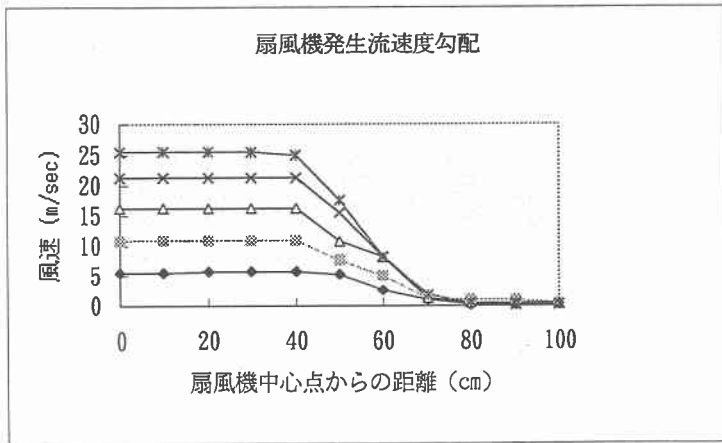


図-4 風速分布図

5. 実験結果について

5-1. 円柱断面

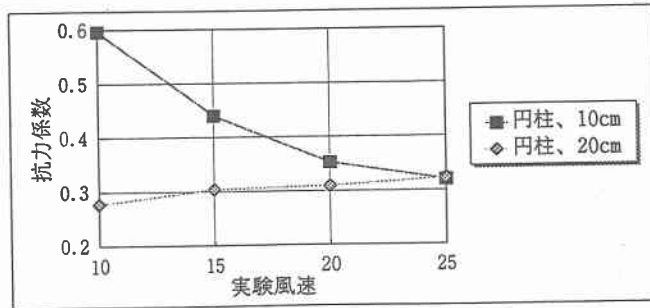


図-5 円柱断面の抗力係数

円柱の場合、図-5に示すように直径10cmの模型では風速の上昇に伴い、抗力係数が低下しており、20cmでは逆の傾向を示していた。文献¹⁾によれば、レイノルズ数の影響により低レイノルズ数では、1.2程度の抗力係数となるが、風速の上昇に伴ってレイノルズ数が増加し、亜臨界域から臨界域に入ると急激に抗力係数が低下し、臨界域から超臨界域では再度抗力係数が増加し0.7から0.8に収束すると記されている。実験では10cmの模型のレイノルズ数は亜臨界域、20cmでは臨界域にあり、実験結果は文献の傾向とほぼ一致している。

5-2. 角柱断面

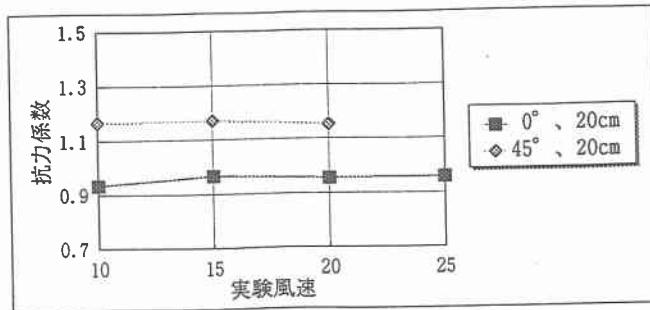


図-6 角柱断面の抗力係数

角柱では、風速によらず、抗力係数は一定であった（図-6）。この理由には、気流の剥離点が固定されており、レイノルズ数の影響がないためと考えられる。また、迎角 0° の場合よりも 45° の方が抗力係数は大きかったが、いずれも基準値の範囲内となっていた。

5-3. 面取りした角柱断面

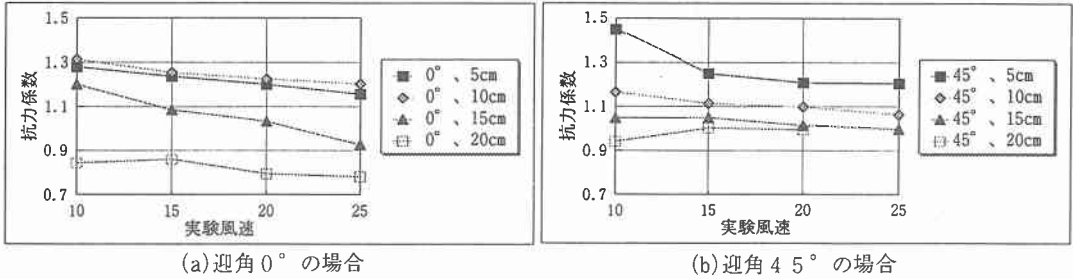


図-7 面取りした角柱断面の抗力係数

面取りした角柱では図-7に示すように、迎角 0° の場合、模型寸法が大きくなるほど抗力係数は低下し、また風速の上昇に伴い全体的に低下する傾向にある。角柱断面と違い、角が丸くなっているためにレイノルズ数の影響が現れたものと思われる。角柱断面20cm模型と比較すると、抗力係数は0.1程度低い。

迎角 45° の場合、5cmの模型の風速10m/sの値がやや大きかった。また、ややバラツキは見られるものの迎角 0° の場合と同様の傾向を示している。角柱断面20cm模型と比較した場合、抗力係数は0.25程度と大きく低下した。

6. まとめ

以上の検討を行なった結果、以下の事柄が明らかとなった。

- (1) 円柱、角柱、面取りした角柱の抗力係数を大略把握できた。
- (2) 円柱の抗力係数については、基準値とほぼ整合した。
- (3) 面取りした角柱では、円柱同様レイノルズ数の影響が見られ、角柱よりも抗力係数が小さかった。
- (4) 角柱では、迎角 45° の場合、迎角 0° よりも抗力係数は大きい。

上記に示したように、各種断面形状に関する抗力係数の大まかな傾向を把握した。今後は更に検討を進め、各断面形状に応じた抗力係数を用い、かつ、現地の風の特徴を考慮した設計風速により、耐風設計を行なうことが望ましいと思われる。

最後に、本検討を行なうにあたりご指導、ご協力をいただいた関係各位に対して、厚く感謝します。

<参考文献>

文献1) 道路橋耐風設計便覧 平成3年度制定