

## 報 告

# 雨量計周囲の気流に架台が及ぼす影響についての調査報告

気象測器検定試験センター\*

気象研究所物理気象研究部\*\*

### 要 旨

雨量計を用いた降水量観測の品質信頼性を向上させることを目的に、雨量計のかさ上げに用いる架台の形状が雨量計周囲の気流に及ぼす影響について、気象研究所の大型風洞装置を用いて調査を行った。現在使用されている数種類の架台については、架台を用いない場合と比べ雨量計周囲の気流に顕著な差が無いことを確認した。降水の捕捉率についても架台による顕著な影響は無いと考えられる。

### 1. はじめに

雨量計を用いた降水量の観測に様々な誤差があることは以前から問題となっており、気象庁においても中央气象台の時代から調査や対策に取り組んできた(泉, 1931; 大後・丸山, 1950; Sanuki *et al.*, 1952; 矢島, 1953; 吉田, 1959; 富山地方气象台, 1966; 東谷, 1969; 測器工場, 1971; 宮脇・白井, 1993)。特に雨量計周囲における風の乱れは、雪片など重量に比して断面が大きい降水粒子を運び去って、降水の捕捉率を大幅に引き下げることが知られており、風除けの設置といった対策がとられている。しかし風除けの形状が捕捉率に影響するなど解決すべき課題が残っているのが実状である(杉浦・横山, 2006; 中井・横山, 2009; Sevruck *et al.*, 2009)。

風の影響に関する課題のひとつとして、雨量計の架台が気流を乱すことによる捕捉率低下の問題

がある。気象官署や観測所の一部では、積雪対策あるいは雑草対策として、コンクリート製や金属製の架台を用いて地面から雨量計をかさ上げしている。しかし、個別の事情に応じて架台を設計してきたため、その形状は異なる。架台の有無や形状の違いが雨量計周囲の気流ひいては降水の捕捉率に影響する可能性があるが、現在に至るまで系統的な調査は無いようである。

本稿は、雨量計周囲の気流に架台が及ぼす影響について、気象研究所の大型風洞装置を用いて行った調査の報告である。風洞内に雨量計を架台に載せない状態や載せた状態で設置し、強風時と弱風時における雨量計周囲の気流の状態を可視化と流速測定によって調べた。得られた結果から、かさ上げ用架台の有無や形状の違いが、雨量計周囲の気流状態に影響するかどうか検討した。

\* 青嶋 忠好 (現 観測部観測課観測システム運用室)・川村 裕志・河野 沙恵子・菅野 寛子

\*\* 小野木 茂・毛利 英明

(平成 25 年 5 月 7 日発行)

## 2. 調査方法

雨量計としては、RT-3 型温水式雨量計に、気象庁採用の円筒型風除けを取付けて使用した。ただし可視化実験で内側の流れを見るため風除けの一部は透明アクリル樹脂製にした。外観を第 1 図 (a) に示す。

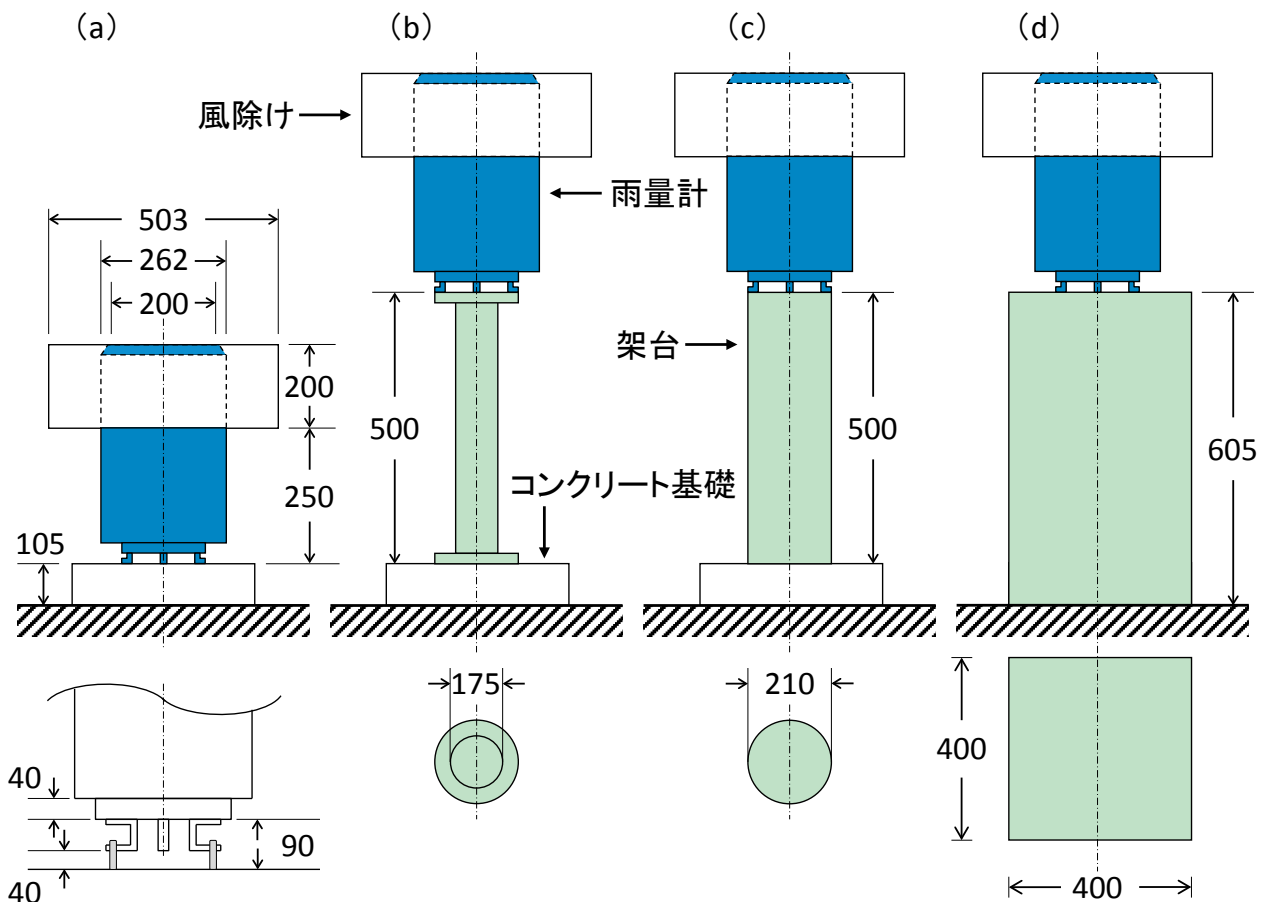
雨量計は本体の外径が 262mm，受水口の内径が 200mm，脚から受水口上端まで高さ 450mm。風除けは外径 503mm。雨量計を載せる架台としては、外径 175mm の細い円柱 (第 1 図 (b))，外径 210mm の太い円柱 (第 1 図 (c))，400mm × 400mm 角柱 (第 1 図 (d)) の 3 種類を用いた。コンクリート製の基礎に雨量計を直接載せる通常の場合と比べて 500mm のかさ上げである。角柱については平均流に正対した場合と正対から 45 度回転した場合とを調べた。

気象研究所の大型風洞装置は、室内回流式で、

その測定部は幅 3m × 高さ 2m × 長さ 18m (気象研究所, 1980)。測定部の上流端から 7m の場所へ雨量計を設置した。この場所への流入風速を 1m/s あるいは 8m/s に設定した。簡単のため気流は幅方向及び高さ方向に一樣な層流とし、接地境界層の乱流は考慮していない。

気流の可視化にはスモークワイヤ法を用いた。雨量計中心軸の上流側にニクロム線を鉛直に張りグリセリンを塗布した。ニクロム線に通電して加熱すると白煙が発生し、気流を可視化することが出来る。なお可視化は流速 1m/s の場合についてのみ行った。

流速測定にはレーザードップラー流速計を用いた。雨量計中心軸を含み平均流に沿った鉛直面上の約 80 点において、平均流方向及び高さ方向の平均流速 ( $U, W$ ) と流速変動の標準偏差 ( $u, w$ ) を測定した。測定範囲は、雨量計中心軸上の受水



第 1 図 雨量計と架台の外観：(a) 架台なし，(b) 細円柱架台，(c) 太円柱架台，(d) 角柱架台

口上端にあたる点を原点として、平均流に沿う水平方向に±400mm、高さ方向に+10mm から+250mm である。

### 3. 調査結果

可視化実験の結果を第2図に、流速 1m/s の弱風時における流速測定の結果を第3図に、流速 8m/s の強風時における流速測定の結果を第4図に示す。

第3図と第4図では矢印が平均流 ( $U, W$ ) を示し緑色の濃淡が流速変動つまり乱流強度 ( $u^2+w^2$ )<sup>1/2</sup> を示している。図を見る限り各測定における平均風速ベクトルに顕著な差は無い。乱流強度についても差は殆ど無いのだが、図では強調した表現になっている。実際には各測定における乱流強度の最大値は流入風速 1m/s の場合  $0.45 \pm 0.05$ m/s の狭い範囲にしか無く、(b) 細円柱 → (a) 架台無し → (c) 太円柱 → (e) 平均流に対し 45 度回転した角柱 → (d) 平均流に正対した角柱の順に大きくなっている。流入風速 8m/s の場合は  $3.4 \pm 0.2$ m/s の範囲にしか無く、大きくなる順は (b) → (a) → (e) → (c) → (d) である。

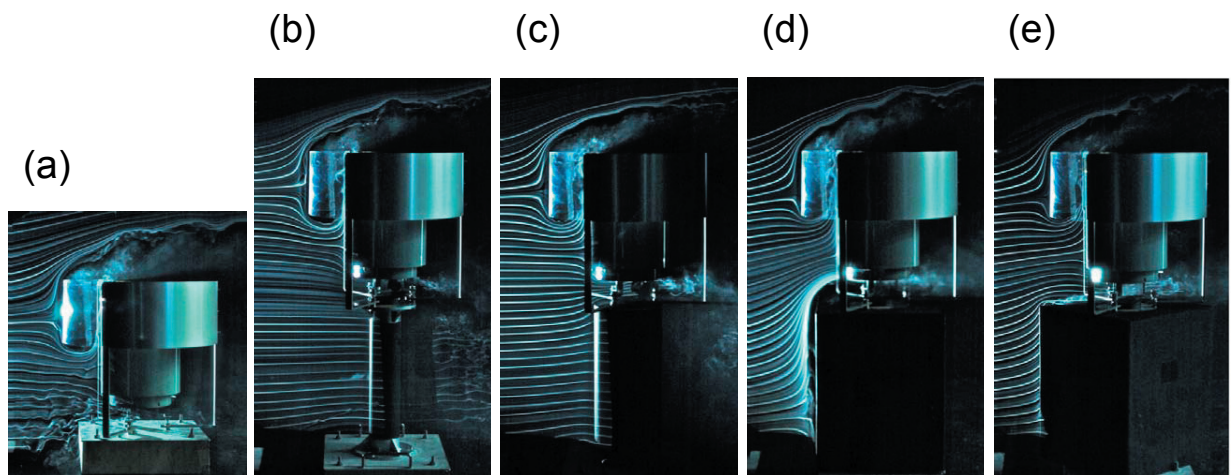
架台に雨量計を載せない場合には、風除けに遮られて外側を上昇する流れと、風除けの内側を上昇する流れが見られた(第2図(a))。上昇流によって風除けの上端付近で平均流速が大きくな

り、その内側では乱流強度が大きくなっている。しかし雨量計の受水口の直上では平均流速も乱流強度も小さくなっており(第3図(a);第4図(a))、風除けが機能を果たしていることが解る。

円柱架台に雨量計を載せた場合には、円柱の太さに関係なく、架台に遮られた流れは側面に廻り込むだけで、風除けや雨量計本体に向かって上昇することはなかった(第2図(b);第2図(c))。このため受水口周辺の気流は架台の影響を殆ど受けていない(第3図(b);第3図(c);第4図(b);第4図(c))。円柱架台は、直径が雨量計本体の直径に比べて小さい限り、降水の捕捉率には影響しないと考えられる。

平均流に正対する向きの角柱架台に雨量計を載せた場合には、架台に遮られた流れの一部が強い上昇流を引き起こしているが、架台と雨量計底面との隙間を通過しており(第2図(d))、受水口周辺の流速は架台が無い場合や円柱架台の場合と殆ど同じである(第3図(d);第4図(d))。よって降水の捕捉率に影響は無いと考えられる。なお架台と雨量計底面との隙間を枯れ葉や雪が塞いだ場合を想定した実験も行ったが、受水口周辺の流速に顕著な影響は無かった。

平均流から 45 度回転した角柱架台に雨量計を載せた場合には、架台に遮られた流れは側面に廻り込み、角柱架台が平均流に正対している場合



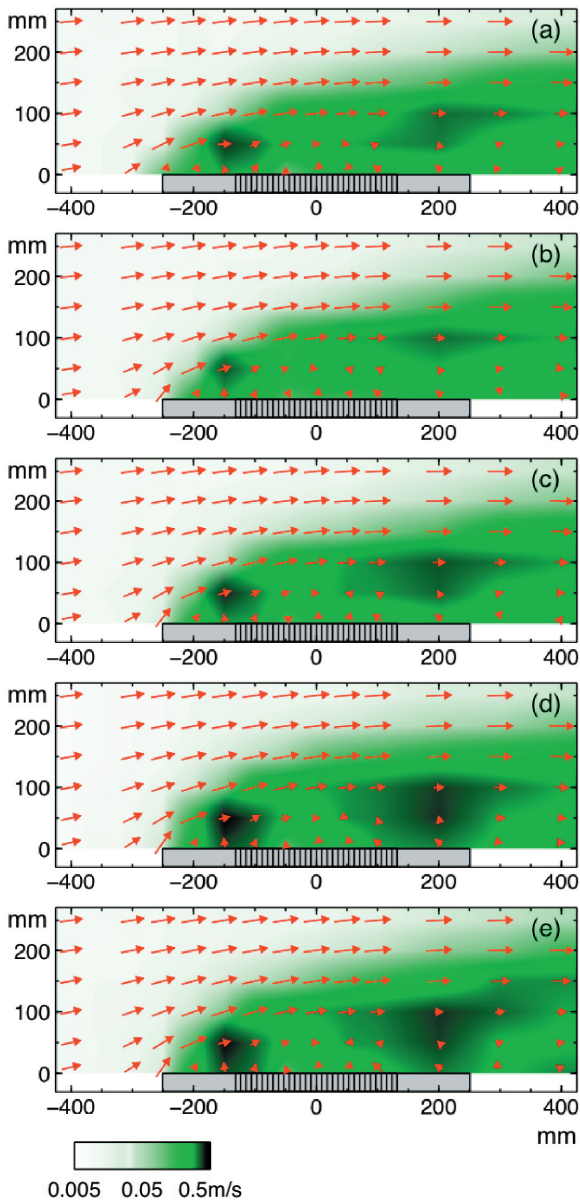
第2図 気流の可視化写真:(a) 架台なし, (b) 細円柱架台, (c) 太円柱架台, (d) 平均流に正対した角柱架台, (e) 平均流に対し 45 度回転した角柱架台

風除けの上流側が透明であるため内部の流れが見えている。写真は左右反転処理済み。

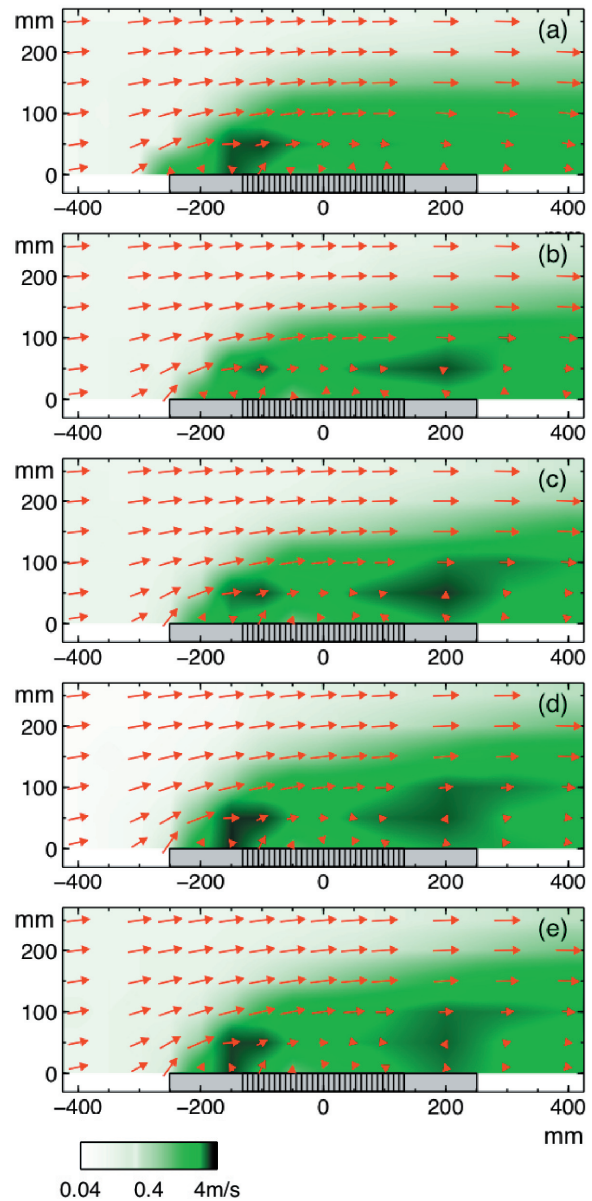
に比べて上昇流が弱くなっていた (第2図 (e)).  
受水口周辺の気流は架台の影響を殆ど受けていない (第3図 (e); 第4図 (e)).

このように, 一般的な架台 (円柱及び角柱) に

ついては, 架台を用いない場合と比べて雨量計周囲の気流に顕著な差は無かった. 降水の捕捉率についても架台による顕著な影響は無いと考えられる.



第3図 流入風速 1m/s における平均流ベクトルと乱流強度の分布: (a) 架台なし, (b) 細円柱架台, (c) 太円柱架台, (d) 平均流に正対した角柱架台, (e) 平均流に対し 45 度回転した角柱架台  
雨量計中心軸上の受水口上端にあたる点が原点. 右上隅の矢印の長さが 1m/s の平均流に対応. 乱流強度は平滑化して緑色の濃淡で表示. 測定領域外については強度を外挿して求めた. 灰色に塗った部分は雨量計と風除けに相当し, 特に縦線の部分が本体.



第4図 第3図に同じ. ただし流入風速 8m/s, 右上隅の矢印の長さが 8m/s の平均流に対応.



#### 4. まとめ

雨量計のかさ上げに用いる架台は、個別の事情に応じて設計してきたため、その形状は様々である。形状の差が降水の捕捉率に大きく影響しないであろうことは本調査で確認したが、可能な限り本調査において気流への影響が相対的に小さかった細円柱型とすることが望ましい。

雨量計の観測誤差に関する調査は、露場における比較観測が主流である (Sevruk *et al.*, 2009)。しかし本調査のように相対的な差のみを問題とする場合には、可視化や流速測定による基本的な風洞実験でも十分に意味のある結果が得られる。雨量計本体の仕様や風除けの改良などに今後とも風洞実験を活用していきたい。

#### 謝辞

風洞実験とデータ解析を支援いただいた(有)気象環境計測の堀晃浩氏と八木俊政氏に感謝いたします。

#### 参考文献

- 大後美保・丸山栄三 (1950) : 雨量から洪水の発生予想を行う場合の雨量観測上の注意. 研究時報, 2, 191-196.
- 東谷平治 (1969) : 盃型雪量計の試作と実用試験について. 研究時報, 21, 224-227.
- 泉末雄 (1931) : ナイファー式風除付雨雪量観測成績に就て (第1報). 気象雑纂, 6, 255-267.
- 気象研究所 (1980) : 気象研究所の新しい諸設備の紹介. 天気, 27, 565-577.
- 宮脇保彦・臼井かつ江 (1993) : 二種類の新しい雨量計. 測候時報, 60, 255-262.
- 中井専人・横山宏太郎 (2009) : 降水量計の捕捉損失補正の重要性. 天気, 56, 69-74.
- Sanuki, M., N. Tsuda and S. Kimura (1952) : Water tank and wind tunnel tests on rain gauge wind shield. Papers in Meteorology and Geophysics, 3, 54-63.
- Sevruk, B., M. Ondras and B. Chvila (2009) : The WMO precipitation measurement intercomparisons. Atmospheric Research, 92, 376-380.
- 測器工場 (1971) : 溢水式雪量計. 測候時報, 38, 81-82.
- 杉浦幸之助・横山宏太郎 (2006) : 降水量観測. 雪氷, 68, 573-580.
- 富山地方気象台 (1966) : 改良型溢水式雪量計の作成と実用試験報告. 測候時報, 34, 334-344.
- 矢島幸雄 (1953) : 雨量計の助炭について. 研究時報, 5, 693-699.
- 吉田作松 (1959) : 積算雪量計の研究 (第2報) 主として型別の捕集率ならびに積算雪量計実用化のための吟味. 研究時報, 11, 507-524.