

雨量計の設置と保守

転倒ます型雨量計を対象として

2020 年 6 月

特定非営利活動法人 気象システム技術協会
Meteorological System Technology Association of Japan

はじめに

特定非営利活動法人 気象システム技術協会が実施した「転倒ます型雨量計の特性評価」の調査研究では、転倒ます型雨量計の特性をます容量に注目して、観測や実験から特性の評価を行った。その結果は「転倒ます型雨量計の特性評価に関する報告書」として完成した。

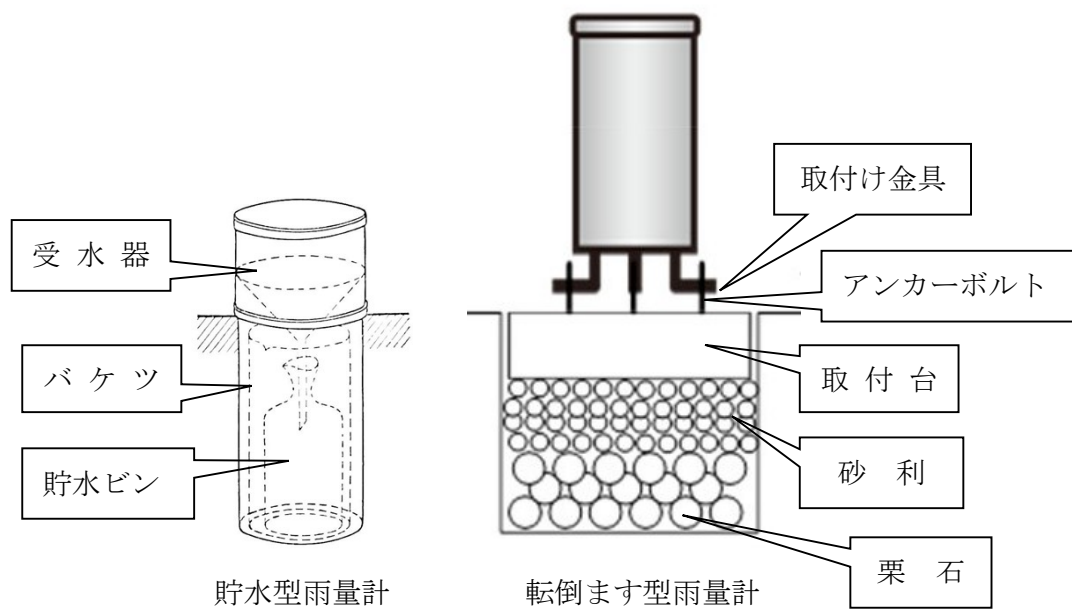
本書は、上記の調査研究の中で、観測の際に最初に実施する雨量計の設置や調整方法について、記述したものである。

ここで対象とした雨量計は、主として転倒ます型雨量計であるが、一部、重量式雨量計についても記述した。転倒ます型雨量計は、1960年代より観測の自動化に伴い、それまでの古典的な貯水式雨量計から世代交代した観測装置で、今日では雨量計と云えば「転倒ます型雨量計」を指すまでに至っている。転倒ます型雨量計も実用化初期は、計測機構の変更や取扱いに不慣れな部分もあったが、逐次改良改善が施されて今日に至っている。降水量が転倒ますの容量に達すると、転倒ますが転倒し信号が出力するという転倒ます型雨量計の計測原理は、当初から変更はない。

最後に、雨量計の設置方法は部材等の進歩により変遷はあるが、正しく確実な雨量観測を実行することが目的であり、この報告書が今後の雨量観測時の参考になれば幸いである。

2020年6月

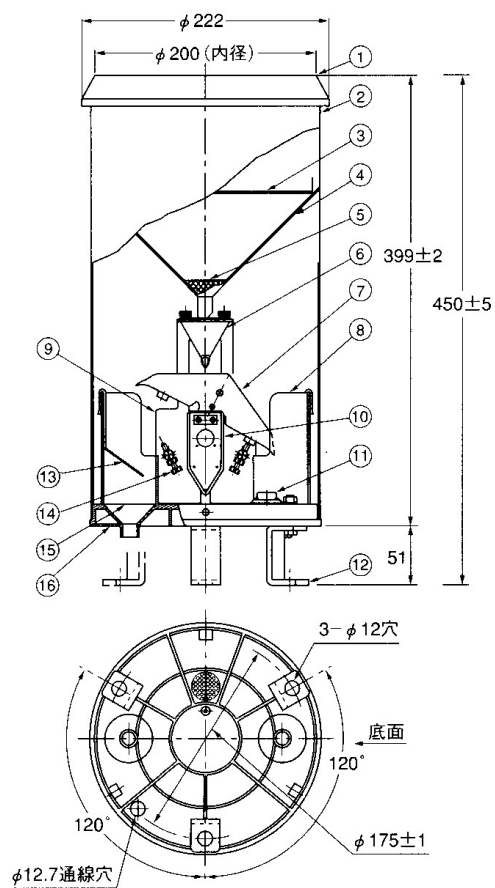
特定非営利活動法人
気象システム技術協会



口絵 1 雨量計の設置例



口絵 2 転倒ます型雨量計の構成



- ①受水口/ポリカーボネイト樹脂
- ②胴体/SUS304 (0.6t)
- ③ろ過網 大/SUS304
- ④漏斗/アルミニウム (塗装)
- ⑤ろ過網 小/SUS304
- ⑥ろ水器/ポリカーボネイト樹脂
- ⑦転倒ます/ポリカーボネイト樹脂
- ⑧排水筒/ポリカーボネイト樹脂
- ⑨基盤/ポリカーボネイト樹脂
- ⑩軸受板/ポリカーボネイト樹脂
- ⑪水準器/表面ガラス
- ⑫取付脚/SUS304
- ⑬水受け網/SUS304
- ⑭ストッパーねじ/SUS303
- ⑮防虫網/SUS304
- ⑯基台/ポリカーボネイト樹脂

口絵 3 転倒ます型雨量計の構造

口絵 1 ～ 3 小松製作所 提供 R1-502 型

目 次

題 名	頁
はじめに	
口 絵	i
目 次	iii
1 動作確認と設置場所	1
1.1 転倒ます型雨量計の動作確認	1
1.2 転倒ます型雨量計の設置場所	1
2 設置取付台の作成	2
2.1 型紙の製作	2
2.2 木製取付台	2
2.3 コンクリート平板を利用した取付台	3
2.4 セメントを使用した取付台の製作	3
3 設置と調整	4
3.1 地上の設置工事	4
3.2 地上構造物への設置	5
3.3 設置後の調整と動作確認	6
4 測定誤差要因と日常の保守管理	7
5 おわりに	8

1. 動作確認と設置場所

1.1 転倒ます型雨量計の動作確認

転倒ます型雨量計は、気象庁の気象測器検定基準に適合する機器であるが、設置に際しては、事前に動作確認が必要である。簡易的に転倒ます型雨量計の動作を確認するには、雨量ますや洗浄ビン等から既知の水量を転倒ます型雨量計の受水口または計測部のろ水器に注入し、転倒ます型雨量計の出力端子で計測したパルス数（通常は無電圧パルス）から換算した観測水量と実際の注入量と比較し、雨量計の動作の良否を確認する方法を用いる。

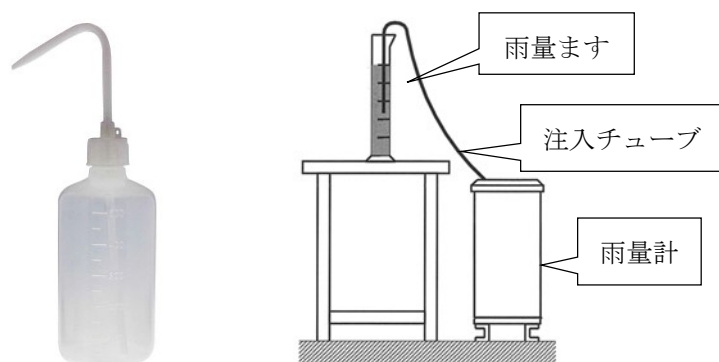


図 1 洗浄ビン(左)と雨量ますによる動作確認(右)

この作業を行うとき、直接転倒ますに水を注入すると誤差が大きくなるだけでなく、雨水の経路の異常を見落とすことがある。洗浄ビン等（図 1 左）を利用する手法は簡便で動作や計量性能を確認するには適当である。新設の際の動作確認だけでなく、既設の観測施設の定期検査でも利用されている。この定期検査は、日常の保守管理に加えて、年に一回程度は実施すべき保守項目である。受水口の直径 20 cm の転倒ます容量 0.5 mm の雨量計（0.5 mm 計と呼ぶ）に、洗浄ビンから 15.7 cm³の水量を注入すると、転倒ますが 1 回転倒し 1 個のパルスを発信する。洗浄ビンの 200 cm³の水では 12 パルスの出力信号を得る。

雨量ます（Rain measuring glass、図 1 右）による動作確認方法は、人手を要するが長い実績がある。雨量ますは、古くから貯水型雨量計の雨水計量に用いられたもので、ガラス製の専用メスシリンダの側面に目盛が刻まれており、気象測器検定規則にも適合している。雨量ますは受水口の面積によって単位当たりの量が異なるため、受水口に対応した雨量ますを使用することになる。例えば、受水口の直径 20 cm 用の雨量ますでは、雨量 10 mm で≒314 cm³水を計量でき、目盛は 0.1 mm 間隔で刻んである。

確認の手順は、雨量ますに水を入れゴムや樹脂製のパイプを通じて受水口に注入し、転倒ます型雨量計の出力信号から換算した水量と比較して、性能の評価良否を判定する。いずれの方法も受水口あるいはろ水器に注入する。

これらの方法は、転倒ます型雨量計を購入時の納入受入れ検査で使用されている。

1.2 転倒ます型雨量計の設置場所

雨の観測は地上で行うとされているが、近年、都市化や借地等の社会的事情により、希望する設置場所を確保しても、その面積は狭くなる傾向にあり、やむを得ず地上構造物を利用して、建物の屋上、屋根の棟や電柱等を利用して設置することも多々ある。降水現象を正確に観測するには、設置場所の周辺構造物がもたらす風の影響に注意する必要がある。風の影響は、観測場所周辺の構造物の高さの3～4倍以上離れた場所に雨量計を設置すれば軽減される。雨量計を屋上に設置するときは、風の影響を考慮して屋上の中心付近が望ましく、電柱や自営柱（電気・電話以外の特定目的で建てた柱）に設置するときは、その地域の最多風向の風上側に設置し、地物による風の変形の影響を極力除く配慮が必要である。

地物等の風の影響や、転倒ます型雨量計自体が受ける風による雨水の補足率の変化は古くから話題になっており、雨量計を埋設したり、影響を少なくするために助炭と称する専用の風よけを雨量計に装備することが講じられてきた。近年、助炭を装備した観測所は増加傾向にあり、詳しくは、矢島 幸雄が研究時報（5巻8号）、佐貫 亦男が地上気象測器（1956）等に、最近では測候時報（2013）に風洞実験を使用した風の影響を調査した結果が報告されている。

また、気象庁はホームページに気象観測を行う上での参考資料を開示しているので参照されたい。

2. 設置取付台の作成

2.1 型紙の製作

一般に雨量計設置は3本のアンカーボルトで取り付けられる（口絵2, 3参照）。雨量計の取付け位置を決めるため、図2に寸法を記した型紙（厚手のボール紙や合板、または金属板）を準備し、転倒ます型雨量計を固定する部材の上に、この型紙を置いてアンカーボルトの位置を決定する。

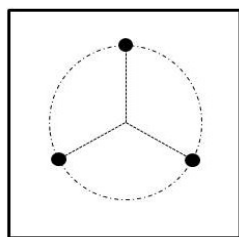


図2 取付位置の型紙

半径17.5cmの円（点線）を描き、円周を三等分すれば取付け穴の位置（図の黒点）となる。使用する転倒ます型雨量計によるが、取付金具3本は変わらないものの、取付け穴の位置や形状を事前に付属の取扱説明書で確認することが重要である。

2.2 木製取付台

転倒ます型雨量計の取付台は、短期間の観測用であれば、図3に示す木製の台を製作し、この台に転倒ます型雨量計を取りつけるのも方策の一つである。

木製の台は、500 W×500 D mm程度の正方形で、まず、30 mmの角材で木枠を組み、その枠に12～15 mm厚さの防水合板を張って完成である。さらに、完成後に防水塗料や、屋根材の下張りに使用する防水シートを張れば腐食等を防ぐことができる。この台に、2.1の型紙を当て、雨量計の取付金具の固定穴よりやや小さい直径8～10 mmの固定ネジ穴を穿孔して、長い10 cm程度のボルトで転倒ます型雨量計を固定する。



取付台用木枠



防水合板を張る



裏面

図 3 木製取付台

取付台が転倒ます型雨量計の取付けの必要面積より広いのは、転倒ます型雨量計が、強風時の風圧に耐えるように重石を載せる役割もある。

2.3 コンクリート平板を利用した取付台

コンクリート平板を使用するケースも多く、使用するコンクリート平板 (300 W×300 D×100 H mm 重量≒20 kg) は、単に取付台としての役割だけではなく、2.2 項に記述した転倒ます型雨量計の振動や転倒防止の役割もある。このコンクリート平板は、ホームセンター等で容易に入手可能である。



図 4 雨量計取付台

3 ヲ所の取付位置は木製台と同じであるが通常のボルトではなく、打ち込み型のアンカーボルトを使用する。打ち込み型アンカーボルトの種類は多いので注意を要する。図 4 にアンカーボルトを取付けた取付台を示す。

コンクリート平板に 2.1 項の型紙を乗せて、取付け穴位置に使用する打ち込み型アンカーボルトの直径に見合ったコンクリート用ピットとドリルで、深さ 30 ～ 40 mm の 3 ヲを穿孔する。この穴にアンカーボルトを打ち込み、転倒ます型雨量計を取付ける。木製の台と違って、地面に設置しても腐食等はなく恒久的に使用できる。取付台の穿孔は、穿孔位置にコンクリートピットを垂直に立て、ドリルを押しつけて位置がずれないように時間をかけて作業を行う。穿孔した穴に打ち込み用アンカーボルトを打ち込み、多少斜めのときはアンカーボルトの直径より多少内径の大きい、長さ 1 m 程度の鉄製パイプ（例えば、単管等）を被せ、または、パイプレンチで、アンカーボルトを垂直するため傾いている逆方向に静かに曲げる。このとき、アンカーボルトを直接ハンマー等で叩いて修正する方法は、アンカーボルトのネジ山を潰したり取付台を割ったりするので注意を要する。

2.4 セメントを使用した取付台の製作

モルタルやコンクリートで取付台を自作するときは、図 5 左のように取付台に相当する大きさの型枠を作り、2.1 項の型紙を使用して、雨量計の取付金具のネジ穴に一致するように配置したアンカーボルト 3 本（ここでは埋め込み型）を鉄筋などで固定した部材を作成する。

型枠の中にこの部材を置いて、モルタルやコンクリートで固定する。地面等に設置した型枠の底 3 cm 程度にモルタルを打ち、その上に図 5 右の鉄筋（他の金属でも可）等で固定したアンカーボルトを配置して、型枠の淵までモルタルやコンクリートを打つ。その際、アンカーボルトや鉄筋とモルタル等の間に隙間なく打たないと、アンカーボルトの固定が弱く骨材の腐食原因となり、時間経過と共に取付台が変形して転倒ます型雨量計が傾くことがある。

この隙間の空気を外に出すにはハンマー等で軽く振動を与えて外に出す。

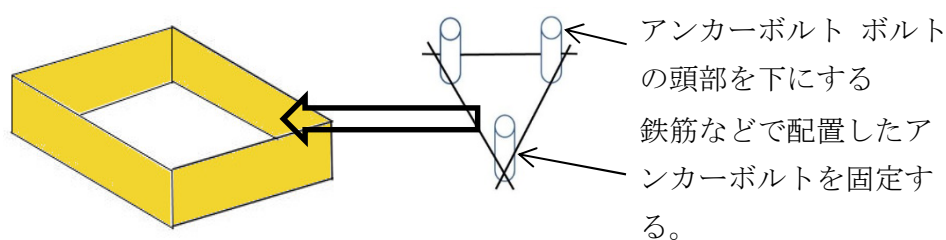


図5 型枠（左） 鉄筋等で固定したアンカーボルト（右）

モルタルとコンクリートの違いは、素材（セメントと砂を混ぜたもの）に砂利を含むか否かで、モルタルには砂利が入っていない。強度的には、コンクリート製の方がモルタルより強い。最近では、ホームセンターに多種多様の素材があり、その中から屋外に適した素材を選び、水（海水は不可）を加えれば簡単にモルタルやコンクリートを作ることができる。この際、水を入れすぎると、いわゆる水コンとなって強度が期待できず、割れたりするので注意が必要であり、水は一度に入れず分けて入れることが重要である。また、気温に注意することが重要で気温が低いと凍結し、また高いと凝固しなかったりすることがあり、使用する素材の説明書に従って施工しないと期待する強度が得られない。素材によっては、砂利や樹脂系の添加剤を加えると強度は増す。施工後 24 時間程度で硬化し、型枠を外せば完成である。また、凝固時間を短縮するための添加剤を用いれば、希望する硬化時間を設定することができる。

3.設置と調整

3.1 地上の設置工事

設置予定場所の地面構造が土壌かコンクリートやアスファルトなどの場合で、施工方法が異なる。コンクリートやアスファルトの場合は、3.2 の建築物の屋上等設置するときと同じである。地面に設置するときは、その場所の土壌等を考慮して取付台を設置しなければならない。柔らかい地面に取付台を設置すると、降水や風の影響で時間経過と共に、取付台に接する地面が蒲鉾型になって傾き、強風の度に雨量計が傾斜して正確な観測は期待できない。そこで、口絵 1 に示す転倒ます型雨量計設置例のように、取付台を砂利や栗石の上に設置して安定させてから、転倒ます型雨量計を取付台に設置する。雨量計の重さを砂利や栗石で分散させて沈下を防止するためであり、鉄道線路の枕木の下の砂利と同じ理由である。

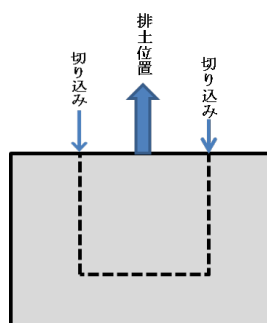


図6 穴の断面

設置場所の地面を踏み固める等して自然沈下を防止するが、その作業過程で沈下が生じたときは、周辺の土を沈下分だけ被せ、周辺地面よりやや高めにする。

図6は地面に開ける穴（点線）の断面で、取付台より大きめの点線で囲まれた部分が砂利を入れる穴となり、その深さは土壌によるが転倒ます型雨量計程度重量であれば 30 cm 程度で良い。穴掘りは穴の壁に当たる点線部に垂直にスコップ等で垂直に切り込みを入れ、上向きの矢印部分から

排土をする。

立方体の穴を掘ることが重要で、歪みや小さかったり、そしてすり鉢状の穴では期待する効果はでない。穴を掘った後は、栗石、砂利の順で取付台の表面が地表面より多少出るまで入れて砂利を踏み固める。この時、砂利の表面を水平にする。栗石は土壌によるが、土壌が固ければ省略しても良い。また、砂利の上に砂やモルタルの素材を入れても良く、水平を確認した後に取付台を設置する。また、コンクリートの取付台を作らず、基礎となるコンクリートや砂利の上に 2.3 項の型枠（底板なし）とアンカーボルトを配置し、基礎部分を湿らせてそこにモルタルなりコンクリートを打って取付台を作る施工方法でも良い。

稀に設置予定地が大雨や洪水で浸水・冠水するケースもあり、通常工法で地上に雨量計等を設置すると、被害を受けることもある。そのような場所は、あらかじめ過去の水深を調べ、水面より高い位置に設置することが重要である。水面より高い架台（取付台も兼ねる）を作り、その架台に雨量計を取り付ける。この架台下部は地面に埋設するなり、コンクリートを打って強固にしないと浸水時のゴミや水圧で架台が傾いたり流されたりする。多少の浸水であれば、設置方法を変更することで解決するが、水深が深く流れが激しいことが予想されるならば、観測場所の変更もやむを得ない。このような特殊な架台を作るときは、日常管理や点検時の作業等を考慮した上で、架台の設計が必要である。

3.2 地上構造物への設置

ビルなどの構造物の屋上等に設置する場合、雨量計と取付台程度の重量は問題となることは少ないが、他の機器等一緒に設置するときには、その場所の耐荷重を確認し、如何なる場合も耐荷重を超えてはならない。また、一般に、屋上は降水の排水のため多少傾斜しているので、水平を仮定して部材の準備ををすると思わぬ失敗をすることがある。

建築物の屋根に取り付ける場合は屋根の傾斜に沿った架台を作って、その架台に転倒ます型雨量計を設置する屋根に架台を直接釘等で固定する方法は、使用した釘やネジ等が水で腐食し、雨漏りの原因になるため避ける。直接固定せず、腐食しない支線用ロープやステンレス製ワイヤー等で支線を張り、桁や柱等に固定する。また、荷重に弱い屋根材もあるので、見極めながら施工する。ト



図 7 自営柱の転倒ます型雨量計

タン屋根の場合、金属製の取付台を直接設置すると、時間経過と共に降水による腐食が原因でトタンに錆が発生し、進行すると錆孔を空けることがあるので、ゴムシート等を敷く等の配慮が必要である。屋根に取り付けた雨量計は台風時に、強い風圧を受けるため頑丈に固定することが重要である。

図 7 は、自営柱の取付けアームの先端に転倒ます型雨量計を設置した事例である。このとき、自営柱が風圧で動くようでは観測に適さない。取付けアームの既製品はなく、電工部材（電柱で使用する部材）を加工した部材が多い。柱と転倒ます型雨量計の間隔は極力離すことが理想で、少なくとも柱の直径の 3 倍以上離すことが望ましい。しかしながら、取付台の設計上おのずと制限される。また、転倒ます型雨量計の取り付け位置は地上高が 3 ～ 10 m の範囲内に設置されている。

一時的な借用で建築物の屋上に設置するとき、観測終了後の現状復帰を求められることが多い。取付台が建築物に損傷や原状復帰作業等を考慮して、取付台の下にゴムシート等を敷くことが有効である。

3.3 設置後の調整と動作確認

図 8 に転倒ます型雨量計の計測部を取付台に設置したものを示した。

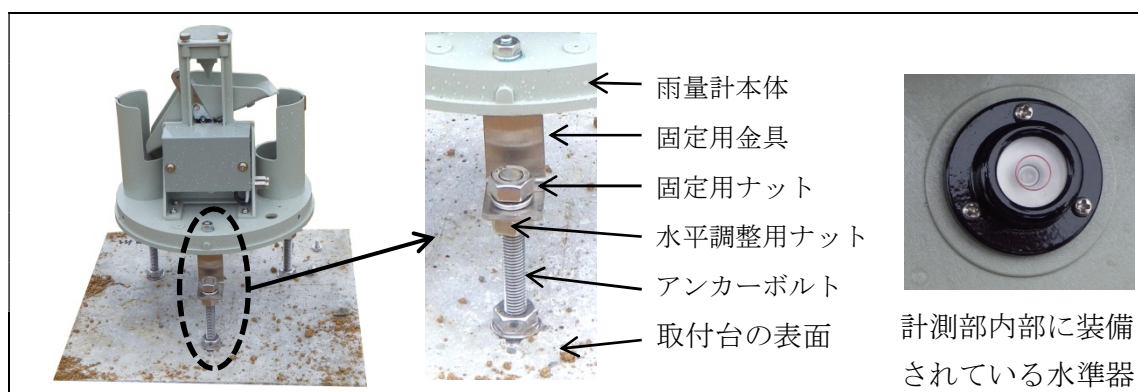


図 8 取付台に取付けた転倒ます型雨量計の計測部

外筒を外した転倒ます型雨量計計測部の固定金具を、取付台の 3 本のアンカーボルトの水平調整用ナットの上に設置（図 8）し、固定用ナットで仮止めする。転倒ます型雨量計が水平になるように、3 個の水平調整用ナットを廻し、計測部の水準器の気泡が赤丸の中心に位置するように調整する。調整終了後固定用ナットを確実に締める。この水準器は角度を測定するものではないが、転倒ます型雨量計に装備されている多くは赤丸が 0.5° の範囲が多い。

図 9 は、転倒ますが水平を示す補助線（青色の点線）に沿って水平状態を示したものである。

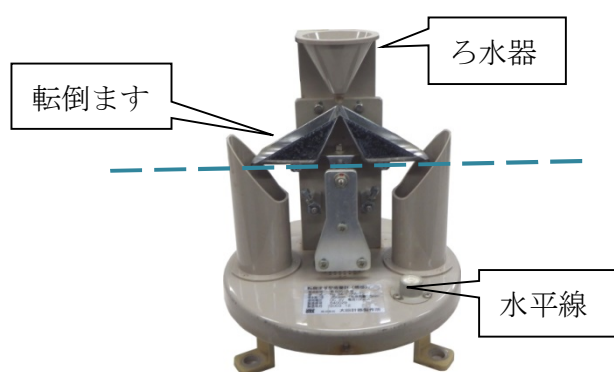


図 9 転倒ます型雨量計計測部

この転倒ますの左右のバランスを確認する。

アンバランスや水平が維持できないときは転倒ます型雨量計自体の傾斜や転倒ますの汚れやなどアンバランスの原因を究明し対策を講じて、1.1 項の方法で動作確認を行う。さらに外筒を装着して、その受水口の水平を確認する。各ネジやナット締め付け具合も確認する。

※ 設置調整や点検終了後は、ネジの締め忘れや工具等の置き忘れを再確認して終了とする。

4.測定誤差要因と日常の保守管理

転倒ます型雨量計は、正しい設置や日常の保守管理を実施すれば、その有効測定範囲内で正確に継続した観測が可能となる。雨量観測を阻害する要因は大別して、雨量計の外で発生する外的要因と、雨量計内部で発生する内的要因がある。

外的要因としては、雨量計の傾きや取付台の異常、ゴミや砂塵の付着、そして昆虫等の計測部への侵入等が挙げられる。傾きや取付台の異常は原因を究明して修復し、ゴミや砂塵は清掃により解決する。設置場所によるが、蟻や昆虫、とかげ等が計測部に侵入するときは、侵入防止策を講じ、時には薬剤を使用することも必要である。このとき、他の生物に被害が及ばないように、計測部の侵入場所のみに薬剤を散布するなどの配慮が必要である。

内的要因は、雨量計を構成する各部品の変形や摩耗に伴うものであり、その部品の修理や交換が必要である。部品には異常はなく、付着したゴミや砂塵が動作不良の原因となることもあり、清掃することで解消する場合が多い。ろ水器や転倒ますに粘土質に近いものが付着した後、高温が続くと多少の降水では流れない。この粘土質を取り除く際に金属を使用すると部品に傷が付き、そこに新たに砂塵が付きやすくなるため、水を流しながら刷毛や布で丁寧に清掃する。この他、外筒の変形、転倒ますのアンバランス、転倒ますの転倒軸の回転抵抗や軸受けの摩耗等による回転支点の移動、パルスが発生させるマグネットやリードスイッチの性能低下等が挙げられ取扱説明書に従って対処することになる。さらに故障や部品交換に伴う技術、交換後の検査は現地で対処できないものもあり、メーカーと相談の上で対処が必要である。一連の処置を行ったのち、1.1 項の動作確認は不可欠である。

保守管理は、日常的に行うものと、定期的に行うものがある。観測する上で流路に付着したゴミ等は流れを遅延させ、実際の降雨現象の測定に遅れが生じる。落ち葉などのゴミを防ぐためにステンレス製の金網が装備されており、定期的に清掃することで解決する。遠隔地の転倒ます型雨量計ではこの金網が無くなったり、煙草の吸殻や液体を入れられる等の悪戯も発生している。悪戯を防ぐために、転倒ます型雨量計を柵で囲うと共に、気象観測を行っている旨の立て札も必要になる。また、管理の一環として、近所の住民に管理を委託して障害なく観測を継続しているケースも少なくない。

しかし、日常の保守管理では、転倒ます型雨量計の性能を確認するまでには至らず、年に一度は総点検（定期点検）を実施すべきである。いずれにしても、早期に異常を発見することは保守管理が重要で、欠測期間を最小限にすると共に経済的負担も軽減される。

5.おわりに

ここでは、転倒ます型雨量計の設置や保守管理方法にあたって、実務者向けの解説とした。設置工事では、取付台の設置場所によって施工方法に多少の違いがあった。ここでは、正確で安定した雨量観測を実現することを目的として、実務者が気をつけるべきことをかいつまんで記述した。

ここでの記述は設置に限定した項目であるが、転倒ます型雨量計に接続してデータを記録し発信する機器の設置場所などの多くの課題が残っている。

最後に、観測機器の資料を提供いただいた株式会社 小松製作所および施工に従事し貴重な経験やご意見をいただいた皆様には感謝の意を表したい。

以上

※ 本書の著作権は 特定非営利活動法人 気象システム技術協会が有するが、学術的な目的で第三者の使用を妨げるものでない。但し、本書を利用することによって生じる一切のトラブルは特定非営利活動法人 気象システム技術協会には責任がないものとする。

書 名	雨量計の設置と保守 主に転倒ます型雨量計
発行日	2020 年 6 月
出 版	特定非営利活動法人 気象システム技術協会
U R L	www.mest-japan.or.jp
住 所	東京都豊島区南池袋 2-8-5 MI ビル 4F
T E L	03-6907-2186