

自記水位計用雨量併記装置の試作

角 田 吉 弘・角 屋 睦

A DEVICE TO RECORD RAINFALL DATA ON SELF-RECORDING CHARTS OF A WATER GAUGE

By *Yoshihiro SUMIDA and Mutsumi KADOYA*

Synopsis

A self-recording water-stage or rainfall gauge exposed under the severe meteorological conditions for several years has sometimes troubles in the accuracy of time. These troubles are apt to cause fundamental faults in hydrological researches especially in a small or urbanized watershed.

In order to mitigate the influence of such troubles, we have developed a device to record rainfall data simultaneously on self-recording charts of a water gauge without the fundamental remodeling of the water gauge. Four types of the device are introduced in this paper.

Types A and B are both mono-response style to the signal from a tipping bucket rain gauge, but the former records the signal in one side and the latter in both sides to the base line. Types C and D are both response-cumulating style, but the former is used for a water gauge with the one-scale type of recording chart and the latter for two-scale type. Types A and B have difficulty in reading data of high-intensity rainfall, because they are designed as a time-marker. On the other hand, types C and D are useful for high-intensity rainfall.

1. は じ め に

雨水流出現象の解明に不可欠の自記水位計・自記雨量計は、ここ20年ぐらいの間に非常によく改良され、いくつかのすぐれた機器が市販されるようになってきているが、商用電源の得にくい場所で使用されることの多いこれら計器に、ほぼ共通している弱点の一つに、時間精度の問題がある。この時間精度は、昔のゼンマイ時計から、セルスター電池時計、コーツ時計へと変るにつれて格段に改善されてきているが、何年も現地で使用していると、温度・湿度その他の事情で、コーツ時計を用いたものでも、1カ月に20～40分ぐらいの狂いが出るものもある。また畜車の関係から、たとえば6時間ごとには正しくともその間で10～20分程度の差を生じるものもある。このような時間誤差は、小流域の流出・都市化域の出水を扱う場合には大問題である。

この種のトラブルを最小限に押えるための一方法として、自記水位計の記録紙上に雨量を併記させる、あるいは1台の雨量計の値を同流域で計測している数台の自記水位計に同時に記録させる方式が考えられる。もっとも今日では、同時記録式の自記水位雨量計も二、三市販されているが、かなり大型で重く、かつ高価であるなどの問題がある。

そこでわれわれは、市販の小型の自記水位計に大きな改造を加えることなく、手軽かつ安価に雨量を併記させる装置を考案してきた。この装置は10数年前から試作改良を重ね、実用性も十分に判断できるようになったので、遅ればせながらそのいくつかを報告する。

2. 雨量パルス方式 (タイプA, B)

最初は、自記水位計と自記雨量計の記録紙上の時間差が分りさえすればよい、すなわち自記雨量計受水部

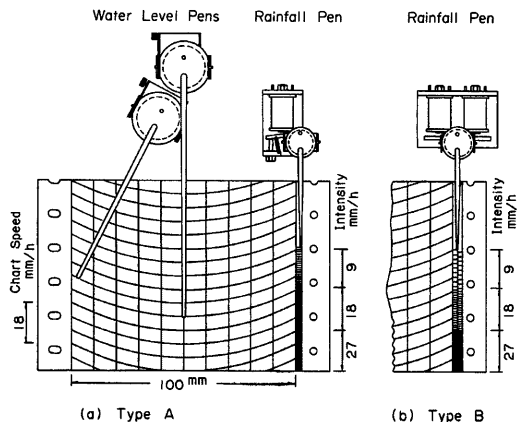


Fig. 1 Recording system of mono-response style to the signal from a tipping bucket rainfall gauge.

これにはコイル1個の片振方式(タイプA)と、コイル2個の両振方式(タイプB)がある。両者は原理上同じものであるが、後者は信号電流が記録部に入る手前に変換器を入れ、電流が2個のコイルに交互に入るような回路を挿入した形になっているにすぎない。

さて、雨量そのものは自記雨量計の記録紙から読み、受水部からの信号をタイマーとして利用するだけであれば、実用上はこの方式で十分であるが、雨量もこの記録紙から読取ろうとすると、Fig. 1 から推察されるように、当然判読に限界が出てくる。いま受水マスが0.5 mm 転倒、水位計の紙送り速度を15~18 mm/h とすると、雨量の読取限界は次の程度になる。

タイプA: 20 mm/h,

タイプB: 40 mm/h.

3. 雨量累加方式(タイプC)

自記水位計の記録紙上で雨量を正確に読取ろうとすると、パルス方式では無理であり、Fig. 2 に示すような累加方式にせざるを得ない。同図は、現在われわれが最も多く使用している、4パルス(0.5 mm 計で2 mm)ごとに記録方向を反転させるタイプCを例示している。

Fig. 3 は、この方式に用いている電気回路を示している。雨量計の受水部から送られてくる信号電流は、電池ボックスを経由してミニモータを動かす。ここではミニモータとして、DC 12 V, 71 rpm の市販品を利用している。モータ軸には、Fig. 4 に示すように、円周8分割点をくり抜いた花弁状カムと、オクトカムが同軸に取付けられている。モータ軸の回転に伴い花弁状カムも回転してマイクロスイッチ接点が閉じ、カムが1/8回転するとスイッチが切れるようになっている。

Fig. 4 は、カムと記録ペンの取付部と、カムの詳細を示している。記録ペンのペン軸に接続しているガイドアームは、スプリングによって引張られ、常にオクトカムの外周に沿って動くようになっている。また花弁状カムと同時に回転するオクトカムの半径は、45°ごとに2 mm づつ長さを変えてある。これは、ペン軸長(ガイドアーム長を含む)の中央に支点を置き、1パルスごとのペン先の振幅を2 mm にしているためである。むろん、オクトカムの半径は、ペン軸の支点の位置やペン先希望振幅に応じて変えてもよく、45°ごとの必要半径さえ満足されれば、ハートカムであっても差支えない。また、ここでは4パルスごとにペン

からの信号を、自記水位計記録紙上のタイマーとして利用できれば、現象解析上は十分と考え、Fig. 1 に示す方式を考案した。

これは電磁石(所要電圧3 V, 電流100 mA)を利用して、雨量計受水部からの信号を自記水位計記録紙の片側余白部に記録させる方式である。受水部の水銀スイッチを通して流れてくる瞬時(0.1~0.2 sec)の電流により、ペン台の軸に取付けられた鉄片がコイルに吸付けられ、電流が切れるとバネによって元の位置に戻るようになっている。この運動によりサイフォンペンのペン先が約2 mmの線を描くように、かつ水位計のペンとの時間差が記録紙に印刷された目盛の整数倍になるように、ペンの長さを定めてある。

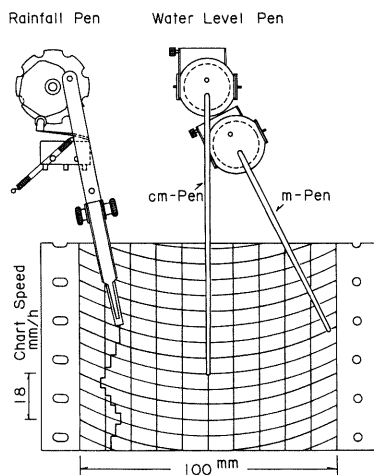


Fig. 2 Recording system of rainfall data, Type C.

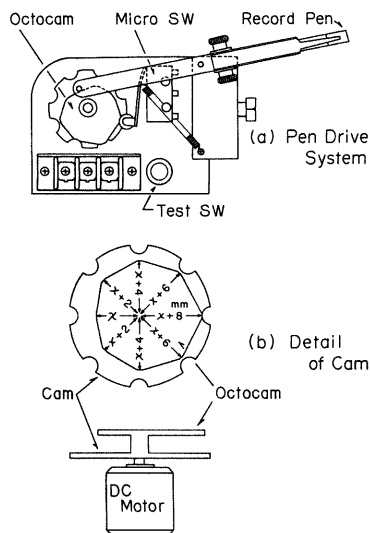


Fig. 4 Drive system of a pen to record rainfall data, Type C

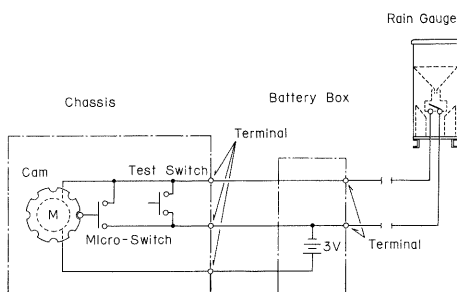


Fig. 3 Schematic diagram of the electric circuit, Type C.

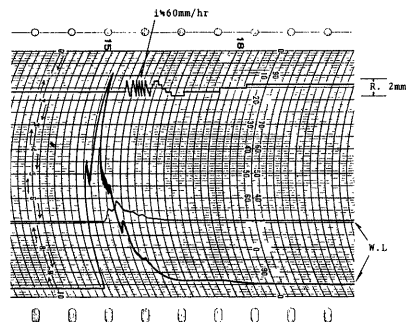


Fig. 5 An actual example of simultaneous records of water-stage and rainfall, Type C. The water gauge has been installed at a point of the drainage channel, Okurayama residential district.

先を反転させているが、6パルス反転を希望するならば、ハートカム半径を 30° 回転ごとに変えればよく、当然それによって花弁状カムの形状も変ることになる。

Fig. 5は、宇治市御蔵山住宅団地排水路に設置されている自記水位計に、上記の雨量併記装置を組み込み、得た実測例である。この水位計の構造上、水位ペンの支点と雨量ペンの支点を同一にすることができず、雨量ペンを記録紙の目盛に平行に動かすことができないため、各時間の雨量の読取りには、別に作成した読取りスケールを用いる必要のあることが、この方式の欠点ともいえる。

この方式を採用すると、0.5 mm 転倒の雨量計受水部からの信号を、紙送り速度 18 mm/h の自記水位計記録紙上に併記させた場合、100 mm/h 程度の強雨でも十分読取れる。

4. 雨量累加方式 (タイプD)

今度は、m-ペン、cm-ペンの記録部が分離されている水位計の例について述べる。都市域排水路や小流域河川の場合には、水位変化が 2 m を超える例はほとんどみられない。そこで m-ペンを除去して、その記録部に雨量を記録させることを考えた。なおこの器種の場合には、m-ペンに代って水位の上昇・下降を判断するための判別ペンを取付けて使用しているが (Fig. 6)、これは実際上あまり重要とも思われないので、その構造説明は省略する。

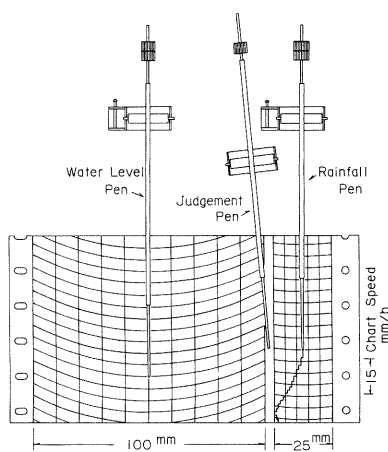


Fig. 6 Recording system of a pen to record rainfall data, Type D.

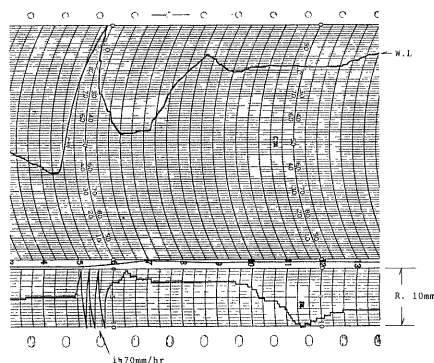


Fig. 8 An actual example of simultaneous records of water-stage and rainfall, Type D. The water gauge has been installed at a point of the drainage channel, the Ogura basin.

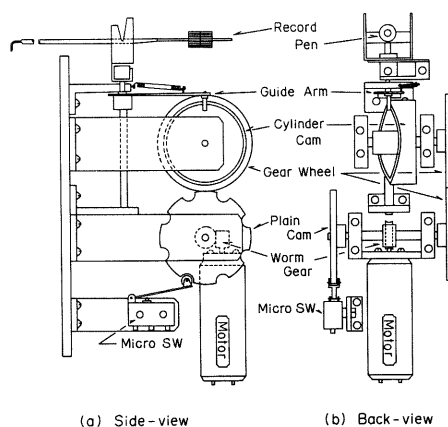


Fig. 7 Drive system of a pen to record rainfall data, Type D.

この種の記録方式の水位計では、m-ペン用のカム構造をできるだけ変えず、最大限に活用する方が簡便であり、賢明である。何よりも都合なのは、Fig. 6 にみられるように、予め印刷されている時間目盛がそのまま利用できる点であろう。

さて、雨量計受水部から送られてくる信号電流によって、モータ・花卉状カムを動かす構造は、タイプCと全く同じであるが、その後は元の伝達構造を利用する。それを簡単に述べると、Fig. 7 に示すように、花卉状カムの回転は、花卉状カムと同軸上の歯車によってシリンダカムに伝えられ、このシリンダカムに接しているガイドアームによって記録ペンの角度を変える、すなわち雨量を記録することになる。ここでは記録ペンの振幅を1パルス当り 1.25 mm とし、記録紙幅 25 mm に20パルス入るようにした。したがって 0.5 mm

転倒の雨量計を用いると、記録紙上では雨量 10 mm ごとに反転する記録が得られることになる。なお、花弁状カムの凹み数、または平歯車の歯数比を変えることにより、記録ペンの 1 パルス当りの振幅を自由に変更できることはいうまでもない。

Fig. 8 は、巨椋流域幹線排水路に設置している自記水位計に組込んだ、上記併記装置による実測例を示している。降雨ピークに 70 mm/h 程度の強雨を記録しているが、読取りは容易である。

5. む す び

本文では、自記水位計に雨量をも同時に記録させる併記装置の試作例をいくつか述べた。われわれの研究室では、最近タイプ C の装置の利用例が多くなってきているが、どのようなタイプのものを採用するかは使用目的や水位計の機種に応じて定めればよく、いずれも実用上十分目的を達成できると信じている。