

## 電磁式流量計を使用した集水井の排水量観測

日本物理探鑛株式会社 中部支店 田中 剛

### 要 旨

地すべり地区に多数存在する集水井の排水量の中～長期間継続して観測する手法として、電磁式流量計を集水井内部に設置して観測する手法を考案したのでここで報告する。この観測法は従来型の堰式流量計と比較して以下の項目で勝っている。

- ① 観測できる流量幅が非常に広い
  - ② 基本的にメンテナンスフリー
  - ③ 設置場所が集水井内部なので、設置場所の土地借用などの交渉が不要
- ①については、使用した電磁式流量計は観測可能幅が 0.9～180 [m<sup>3</sup>/h] (SW75 型), 0.09～90 [m<sup>3</sup>/h] (SY75 型:いずれも愛知時計電機(株)製)である。
- ②については、(1)羽根車などの可動部がないので、異物が混入しても詰まりにくく壊れにくい (2)リチウム電池により 8～10 年間電池交換不要 (3)設置環境が地表部よりも安定している ことが挙げられる。

### 1. まえがき

地すべり地区における防止工は「抑制工」と「抑止工」からなる。「抑制工」は地形や地下水の状態を変化させて地すべり活動を弱めることを目的とし、その重要な項目の一つが「地下水排除工」である。「地下水排除工」は暗渠、横ボーリングおよび集水井などによって地下水を排除し、地すべりを抑制することを目的としている。このような地下水排水施設からの排水量を観測することは、その施設を設置したことによる抑制効果の評価をする上でも必要であるし、中～長期的な排水量観測は地すべりブロックの対策工計画を修正する上でも有意なデータとなる。

今回の観測業務では、地下水排除工からの排水量観測を月 1 回実施するよう発注者から指示を受けていたが、その最終的な目的は「地すべり地区全体で浸透流解析を行うこと」であり、排水量データはそのアウトプットデータとして使用されることであった。そのため観測データは降雨との相関がなくてはならないが、定量器法などによる排水量観測を月 1 回実施する程度では、そのような意味において有効なデータを得ることは困難である。その上、全体で 100 基近くに達する地下水排水施設をほぼ同時に観測するためには相当な人員を動員せねばならず、業務遂行上大きな障害となる。そこで発注者との協議の結果、記憶装置の付いた流量観測機器を現地に設置することになった。今回は予算上の都合と試験的な要素から、10 基の集水井に設置することとなり、集水井の流量観測に適した機器と設置法を検討した。

本報告では上記の流れによって決定した電磁流量計による排水量観測法を紹介する。

## 2. 調査地における集水井

本章では今回の観測対象である集水井の排水状況について記述する。図-1に集水井による集水・排水状況概念図を示す。集水井は直径 3.5m の縦穴で、ライナープレートが組まれることにより 10~40m の深さを形成している。また、集水井の底にはコンクリート製の貯留枡が設置されているのが一般的である。貯留枡の深さは 0.8~1.5m であり、貯留枡内には砂、粘土および枯葉が堆積している。貯留枡には  $\phi 80\text{mm}$  の排水口が開口しており、排水パイプで下流の集水井または地表の表面排水路に排水している。上流の集水井からの排水口の位置は各集水井により一様でなく、まれに排水パイプ内が閉塞している箇所も認められる。また集水井の山側側壁には 12~16 本の集水ボーリング (横ボーリング) が設置されている ( $\phi 40\text{mm}$ )。集水井内部へは、設置されているステンレス製の昇降階段を使用して進入することができる。

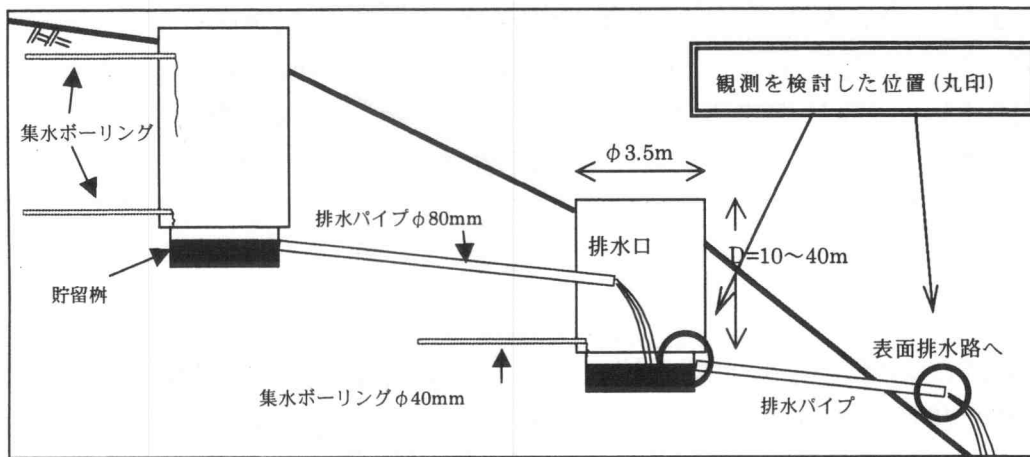


図-1 集水井による集水・排水状況概念図

各集水井に集まる水は (1) 集水ボーリング, (2) 壁面 (ライナープレートの隙間), (3) 上流の集水井からの排水パイプ, (4) 地表開口部 (降雨時) の 4 種類に分類できる。

今回の業務における観測機器の設置場所は、排水パイプで連結された集水井群の中で最下流に位置する集水井となった。

## 3. 観測機器の選定

観測機器を選定するにあたり、集水井内に設置する場合の機器は「電磁式流量計」、地表部に設置する場合の機器は「堰式流量計」として両者を比較検討した。

### 3. 1 電磁式流量計による観測

磁界を導電性の物体（地下水など）が通過するとき、電磁誘導作用により起電力が発生する（フレミング右手の法則）。磁束密度を一定にすると起電力は流速に比例した信号となり、この信号に管断面積をかけて単位時間ごとにカウントすると、単位時間あたりの流量を求めることができる。これが電磁式流量計の原理である。

使用する機器は愛知時計電機（株）製の SY シリーズおよび SW シリーズで、観測可能幅が SW75 型：0.9～180 [m<sup>3</sup>/h]，SY75 型：0.09～90 [m<sup>3</sup>/h] である。電磁式流量計は満水状態でのみ計測可能なため、貯留枳内に

水没させる必要があるが、それにより凍結の心配はなくなる。また、電磁式は羽根車式と違い稼動部がないので、異物が詰まりにくく故障も少ない。

流量計は 100 リットル毎にパルス出力し、地上のパルスロガーに記録する。データロガーからのデータ回収は定期的に現地にて行う。また、電磁式流量計は内臓のリチウム電池にて稼動し、8～10 年間電池交換不要である。図-2 に電磁式流量計設置図を示す。

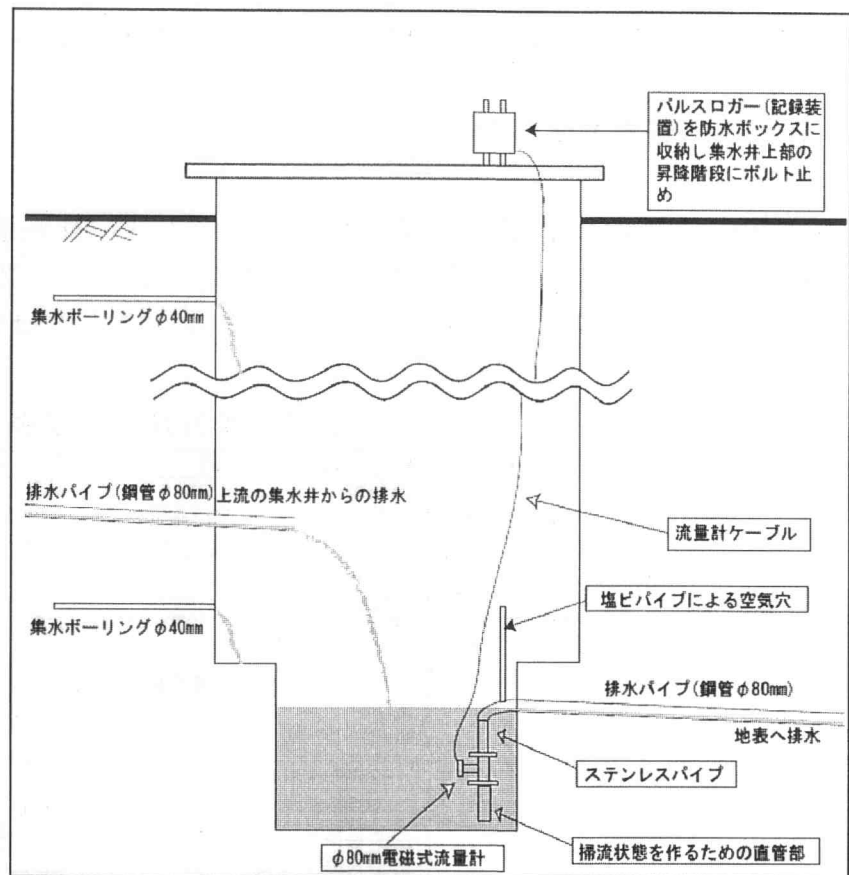


図-2 電磁式流量計設置図

### 3. 2 堰式流量計による観測

堰などを用いて排水口からの水流をせき止めて、その水深をフロート式自記水位計または水圧式水位計で連続観測し、月 1 回データを回収する。得られた水深データは堰公式により流量に換算できる。観測可能な流量範囲は堰の形式および規模により異なるが、例えば堰幅 0.5m の直角三角堰ならば 6.0～

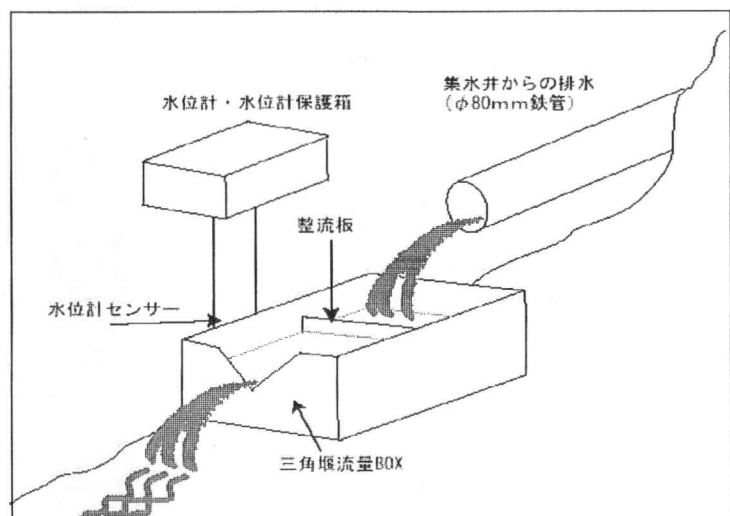


図-3 堰式流量計設置図

90 [m<sup>3</sup>/h] となる。図-3に直角三角堰と水圧式水位計の組合せを使用した場合を示す。

### 3. 3 観測方法検討

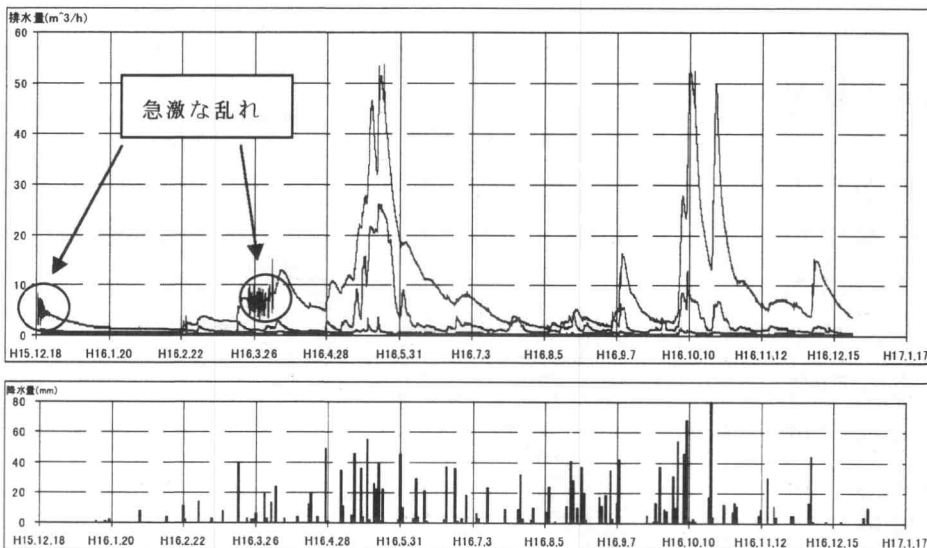
表-1に電磁式流量計方式と堰式流量計方式の比較表を示す。電磁式流量計観測は観測可能な流量の点で勝っており、またメンテナンス性においても優れている。その上設置場所の制約もないことから、今回の業務では電磁式流量計方式を採用した。

表-1 観測方法比較表

観測手法	堰式流量計による観測	電磁式流量計による観測
主な観測機器	・三角堰 ・水位計(水圧式～フロート式) ・MMCカード	・電磁式流量計 ・計測記録器 ・計測記録回収器
観測可能な流量	6.0～90m <sup>3</sup> /h (堰幅0.5mの場合)	・0.9～180m <sup>3</sup> /h(SW75E-M) ・0.09～90m <sup>3</sup> /min(SY75E-M)
設置際しての許可	・地権者の許可 ・利水者の許可	・利水者への許可
長 所	・一般的に普及した手法であり、簡便	・集水井内部に設置するため設置場所を選ばない ・堰方式よりも観測可能幅が広い ・設置のための工事は簡便 ・電池が8～10年持ち、維持管理に手間がかからない
短 所	・設置場所の確保 ・観測可能流量幅が狭い ・落ち葉などの障害物が詰まり易い	・SY型は排水管の排水を阻害しないように工夫が必要 ・設置のために集水井内部での作業が必要 ・流水中に気泡が入ると精度が悪くなる ・気温の変化に弱い(-10～50℃)

### 4. 設置後の状況

図-4に排水量変化図を示す。冬の渇水期に1.2[m<sup>3</sup>/h]、春の多雨期に53[m<sup>3</sup>/h]の値を記録している。なお、観測記録の一部に流量の急激な乱れが認められたが、これは空気穴が枯葉などにより塞がり、サイフォンの原理で急激に排水されたことが



原因と考えられる。以上、今後の課題とすべき点もあるが、現在、JIS規格の三角堰では観測不能な変動幅を観測中である。

図-4 排水量変化図