

2.6.7 ワイヤー式移動量計

(1) はじめに

すべり面深度を検知または地中移動量を計測する手法として、パイプひずみ計、孔内傾斜計などが一般的であるが、ワイヤーを利用したすべり面計測機器もしばしば用いられている。

このような機器に関して、国土交通省では「縦型伸縮計」¹⁾、農林水産省農村振興局では「多段式伸縮計」²⁾、林野庁では「多層移動量計」³⁾として、それぞれ基準書等に記載されている。株式会社日さくが開発した「ワイヤー式多層移動量計」もこれらに該当している。ワイヤーを利用したすべり面計測機器には、ほかに林野庁森林総合研究所による「孔内多層伸縮計」⁴⁾、湊元光春氏らによる「差動伸縮計」⁵⁾等があるが、ここでは主に「ワイヤー式多層移動量計」について記述する。

(2) ワイヤー式多層移動量計の誕生

ワイヤー式多層移動量計は、1978（昭和53）年に試作品として誕生した。株式会社日さくの寺川俊浩氏が旧チェコ・スロバキアの視察(ICFL)から帰ってきてからのことで、彼の地でヒントを得てきたものか、あるいはその前から構想を暖めていたものようである。

当時のすべり面計測機器は、パイプひずみ計のみとってよく、ようやく孔内傾斜計が出始めた頃である。これらの計器では実際の移動量が直接的には求められないこと、移動量の大きな地すべりには適用できないこと、専用の機器（ひずみ量指示器や傾斜計ゾンデ等）を携行しないと計測できないこと等が欠点で、それを解決するための様々な手法の開発が始められていた。新潟県内では、ワイヤー式多層移動量計のほかに、差動伸縮計もその後開発され出回るようになったが、それは装置が大掛かりであったためか、全国的に普及するには至らなかったようである。

ワイヤー式多層移動量計の開発は、株式会社日さくの当時の新潟支店地質調査課が中心となって行った。スタッフは、寺川俊浩氏（当時課長）が責任者で、西原昇治氏（当時主任）が製作の担当者であった。まず設計図面を起こし、部品を作成し、それらを組み立てて試作品を作り、その後改良を繰り返して現在のような形になった。

この計器の最大の特長は、移動量の大きい地すべりを長期にわたって計測できることと、そのすべり面深度が直接的に把握できることである。さらに従来の機器では、浅いすべり面が動いた場合に深いすべり面の挙動が計測不可能であったが、この計器ではすべり面が複数存在していてもそれぞれの深度の把握が可能であることも大きな特長である。

開発の上でスタッフが最も苦勞した点は、無感帯を極力小さく押さえるための誘導円盤である。ワイヤーの緊張力に対し十分な強度と、長期にわたる耐蝕性から、材質は真鍮が採用された。塩化ビニール管の内部に固定するため、VP40用の誘導円盤には24個（のちに25個）の穴を明け、ワイヤー同士が接触しないように誘導している。さらにVU50用の誘導円盤には40個の穴を配置し、最大40成分までの計測を可能としている⁶⁾。また、塩化ビニール管の接続は、地中で切断・分解しやすくなるものとし、最初からソケットは考えがなく、腐食しやすいブリキ板のビス止めとしている。

ワイヤー式多層移動量計の第1号機は、上越地域の仁上地すべり地（林野庁所管）に設置されたもので、20m20成分であった。1979（昭和54）年からは製品として販売が開始された。主な納入先は同業者がほとんどであり、新潟県はもとより、石川・富山・長野・山形・秋田・山口・高知・長崎県など、全国各地の地すべり地に設

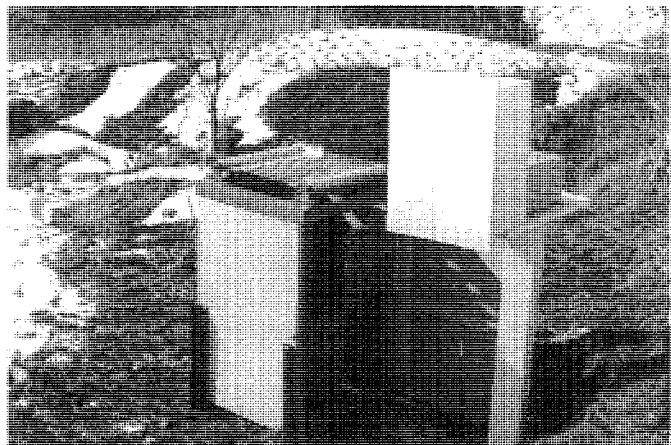


写真 2.6.40 地盤伸縮計を併用した試作品（重錘を使用）

置されている。また海外では、ネパールにも設置されている。そして、1981（昭和56）年には実用新案登録がなされ、関連各機関から出される基準書等にも掲載されるようになった。

（3）自動観測化・IT化への改良

1980年代中頃になると、自動観測が計測の主体となりつつあったことから、ワイヤー式多層移動量計も自動観測化が必要となった。そこで、水谷宣明氏（当時新潟支店地質調査課長）が中心になっていた「地すべり自動観測システム開発委員会」がその一環として対応した。

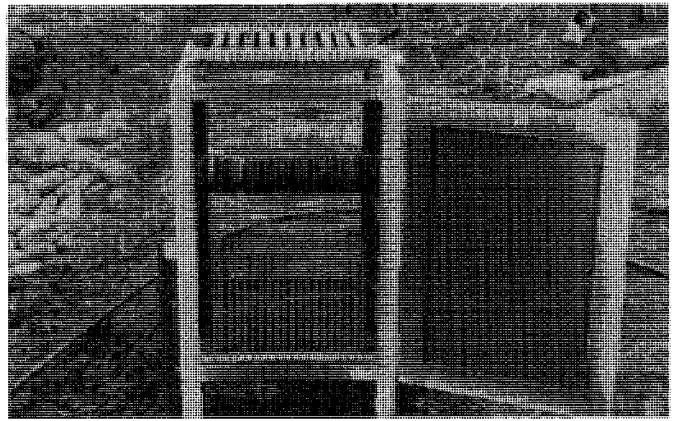


写真 2.6.41 引張にバネを使用した試作品

自動観測化第1号は、旧山古志村虫亀地内に設置されたものである（新潟大学との共同研究⁷⁾。当初は直線式の摺動抵抗器を用い、記憶媒体の容量が小さかったため、計測範囲300mmで16成分の自動観測が限界であった⁸⁾。その後、抵抗器を回転式に変更し、記憶媒体の容量も大きくなったため、現在はメンテナンスフリー状態での計測範囲が2000mmで、40成分すべてが自動観測に対応できている。

また、1990年代に入ると、警戒・避難体制等のソフト対策の充実化が求められるようになり、従来のように観測データを自動的に蓄積するだけでなく、リアルタイムに監視し、管理基準値を超えたら警報を出力する等の機能も必要となった。ワイヤー式多層移動量計は、原理的には伸縮計であることから、地盤伸縮計の管理基準を適用できる。このため、他のすべり面観測機器に比べて管理基準を設定しやすく、観測結果は専門技術者でなくても理解しやすい。

1999（平成11）年に発生した長野市下石川地すべりでは、複数の地盤伸縮計・多層移動量計と有線・無線伝送網による自動監視システムを構築し、観測情報を積極的に住民へ公開するなど、ソフト対策にも効果を発揮した⁹⁾。

（4）今後の課題

ワイヤーを利用したすべり面計測機器は、パイプひずみ計や孔内傾斜計にない特長を有している。今後は、これらの特長を生かし、さらに改良を重ねてゆく必要がある。

ひとつは、大変位を長期計測できるという特長を生かした自動観測範囲の拡大である。現在、多層移動量計のワイヤー余長は10mが標準となっているが、メンテナンスフリー状態での自動観測範囲は2mが限界である。移動量の大きい地すべりを長期にわたってできるだけメンテナンスを少なくして自動観測しようとする場合、観測範囲をさらに広げる必要がある。糸魚川市の蒲池地すべり地（国土交通省所管）では、40mの連続観測が可能な地中伸縮計（1成分）が実用化されており¹⁰⁾、この技術を応用してさらに改良されるであろう。

もうひとつは、専門技術者でなくても移動量が直接的に把握できるという特長を生かした、ソフト対策の充実化である。2000（平成12）年のいわゆる土砂災害防止法施行により、「知らせる努力・知る努力」が行政だけでなく住民にも求められるようになった。かつてに比べて悲惨な地すべりが少なくなったとはいえ、地すべりとともに生活を営む地域は多く存在しており、地すべりに対する住民の防災意識高揚は不可欠である。そこで、地すべりの監視を住民自ら行うことは、地すべりと共存する上で今後さらに重要になり、多層移動量計の役割も大きくなると考えられる。このようなことから、地すべり監視に多くの住民が参加できるよう、操作や表示、維持管理等の面でさらに改良が必要となる。

（佐藤 壽則）

引用文献

- 1) 建設省河川局(1997)：建設省河川砂防技術基準(案)同解説・調査編、pp. 208～209
- 2) 農林水産省農村振興局計画部資源課(2004)：土地改良事業計画設計基準・計画「農地地すべり防止対策」基準書・技術書、pp. 156～157
- 3) 林野庁(2003)：治山技術基準・解説・地すべり防止編、p. 125
- 4) 松浦純生・落合博貴・竹内美次・梁瀬秀雄(1992)：豪雪地帯における地すべり自動観測システムの開発. 地すべり, 第 29 卷, 第 3 号、pp. 18～26
- 5) 湊元光春・小倉捷平・八幡治(1980)：地すべり地中変位観測についての調査・試験. 新潟県砂防課 54 年度地すべり調査報告書、pp. 34～42
- 6) 株式会社日さく(1981)：ワイヤー式多層移動量計(カタログ)
- 7) 佐藤修・青木滋・吉田昭治・仲川隆夫・鈴木幸治(1987)：地すべり地地下水の自動観測システムの開発. 新潟大災害研年報, 第 9 号、pp. 115～124
- 8) 建設省(1988)：地すべり自動観測システムの開発評価書(建技評第 87211 号)、pp. 12
- 9) 藤本済・小熊友和・土屋好幸・白石秀一(2004)：長野市下石川地区で発生した地すべりの監視と広報. 地すべり, 第 40 卷, 第 5 号、pp. 59～63
- 10) 竹内均・大丸正巳(2007)：大変位長期観測型地中伸縮計の開発. 第 46 回日本地すべり学会研究発表会講演集、pp. 237～240