

地すべり実験機について

鈴木幸治*・藤田至則*

Experimental apparatus of the landslide

by

Kōji SUZUKI & Yukinori FUJITA

いまえがき

1980年4月9日に発生した新潟県山古志村虫亀における地すべり冠頭部に生じた亀裂や、崩積土上面の亀裂から、藤田ら(1981)**は、図-1-1のような地すべり時の亀裂発生の特長に関する1つのモデルを提唱した。

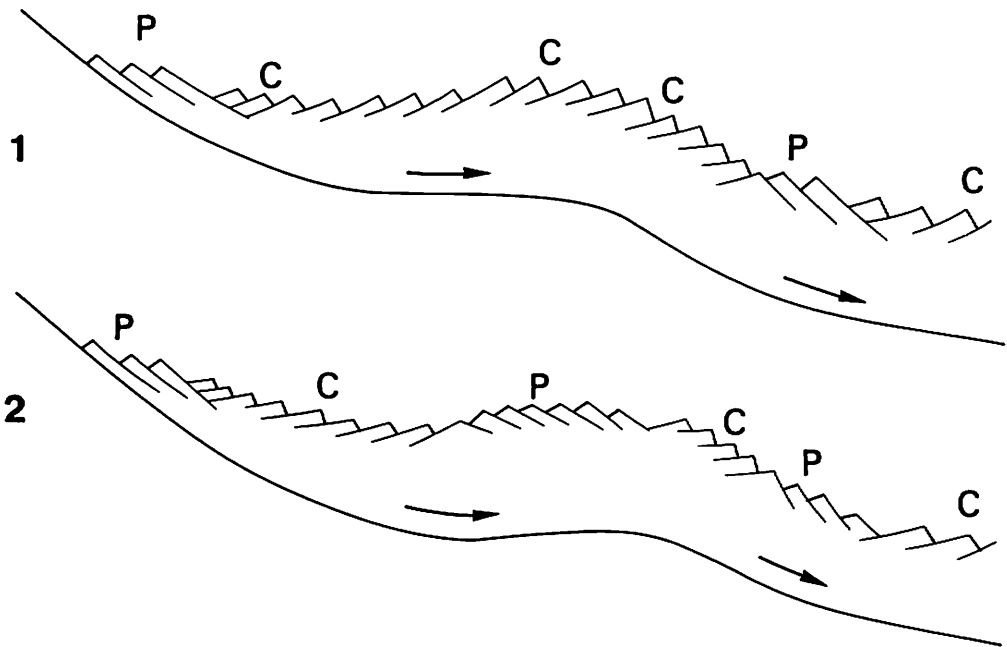


図-1 実験前と実験後の地すべり崩積土表面の亀裂についてのモデルの比較

1:実験前につくったモデル(藤田ほか, 1981), 2:実験後に修正したモデル(藤田原図)

その後藤田は、1980年4月13日に発生した新潟県関川村の中東^{なかあざ}の地すべり、1980年12月31日から翌1981年1月1日発生^{なご}の長岡市の濁沢の地すべり、さらに、1981年1月25日発生^にの新井市の上馬場の地すべりなどの冠頭部や崩積土表面の崩積土の亀裂発生の特長をしらべ、さきの虫亀地すべりからえられた藤田らのモデルでよく説明できることを明らかにした(藤田, 1982)***。

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

** 藤田至則・茅原一也・青木 滋・鈴木幸治(1981):新潟県古志郡山古志村における虫亀地すべりの形態とその形成過程,新潟大災害研年報, No.3, 1~22

*** 藤田至則(1982):地すべりブロックに関する研究,新潟大災害研年報, No.4, 35~50.

こうした地すべり冠頭部や崩積土などの地表面近いところに発生する亀裂は、図-1に表現してあるように、かつての地表を、上流側に転倒させる平行正断層型亀裂と、下流側に転倒させる交差正断層型亀裂とが、つねに一对となって、何組も発達しているというものであった。

II 1号実験機について

こうした対になった亀裂のうち地すべり冠頭部に発達するその発生については、すでに、古くから実験で実証されている(H・Cloos, 1929)。しかし、下流側の対の正断層型亀裂の発生についてはだれによっても実験されていなかった。そこで藤田は、かつて、実験構造地質学をともしした島根

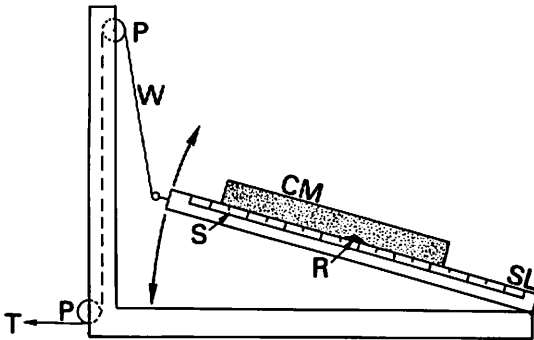


図-2 地すべり1号実験機

SL: 滑落台, R: 隆起部, CM: 粘土モデル,
W: 針金, P: 滑車, T: 引張方向, S: スケール

大学の小室裕明博士と、鈴木技官とに相談をかけて、実験の準備を進め、1981年当時、新潟大学工学部の学生であった長谷川良三も含めて、上記の現象の実験に着手した。まず、鈴木が、図-2のような1号実験機を作製した。実験は、主としてさきの長谷川と、のちに参加した1981年当時、理学部修士課程の学生であった国安 稔らによって進められた。

実験は、はじめ、虫亀地すべりをモデルとして、重力、密度、長さ、応力、時間などのモデル比を吟味して行ったのであるが、実験を進める過程で、これらの実験の前程を次のように考え直して進めるようにした。すなわち、そもそも、図-1で見出した野外の地すべりの崩積土の亀裂の規則性というのは、要するに、可塑物体が滑落するときの亀裂の規則性のことであるから、実験供試体が何であれ、滑落に際して亀裂が生じれば、その実験は満足されるであろうということである。

実験は、はじめ、虫亀地すべりをモデルとして、重力、密度、長さ、応力、時間などのモデル比を吟味して行ったのであるが、実験を進める過程で、

それはともあれ、実験に供した物質は、含水ベントナイトである。実際には、ベントナイトを80%台から85%までのさまざまな割合の水でとかし、十分に混合するために、モーターによる攪拌器で3時間程度攪拌したものを滑落台上で整形し、実験に供した。結果として、83%の水で練ったものが、滑落台の傾斜が25~30程度でゆっくり滑落しながら亀裂を生じ、観察のため最良の状況を示すことが体験的にわかった。

また、滑落台上の含水ベントナイト、つまり、粘土モデル体の一部が割れて、下方が滑落するようにするために、図-3に示したように、粘土モデルの上方1/3の部位から下方に、滑落台(ほうの木をよく削った面)よりもずっと摩擦係数の小さいマイラー紙(光沢面を上に向けて)をしいた。

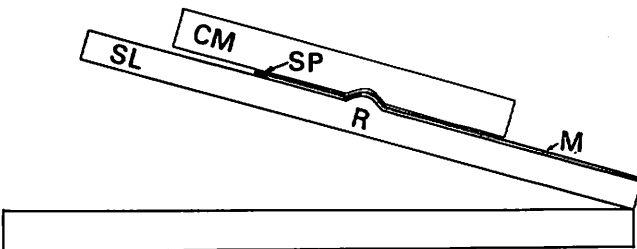


図-3 滑落台と粘土モデル

SL: 滑落台, R: 滑落台上の隆起部,
M: マイラー紙(光沢面が上),
SP: マイラーの貼布部, CM: 粘土モデル

実験は、藤田らのモデルにしたがって、滑落台に隆起部をもうけ、そこに、対の正断層型亀裂が発生するであろうとの見通しのもとにすすめられた。それは見事に実証された（国安ほか2名、1982）*。とくに、冠頭部に発生する対の正断層型亀裂は、はじめに予想したH.CLOOSEの実験とは、合わない、全く新しい亀裂であることがわかった。一方、実際のモデル（図-1-1）と、えられた形式（図-1-2）とくらべるとわかるように若干の差もみられた。ともあれ、地すべり地の地表に現れる正断層型亀裂の規則性は、こうした実験によってほとんど説明が可能となった。

1号機によるこうした実験が終わったのちに、改めて実験過程の見直しをしたところ、滑落台上の隆起部の後端のモデルの粘土内には、低角の逆断層（スラスト）型亀裂が沢山現われていることに気付いた。

第2年目は、こうした隆起部の後背部に出現する低角逆断層型亀裂を実験的に確かめ、その発生の説明を試みた。

ところで、1号実験機には次のような欠かんがあることがわかってきた。すなわち1号実験機は図-2に示したように、滑落台の一方を針金で自由につり、2つの滑車を通じて、固定した万力に結び、万力のねじを、自分の感覚で同速度になるようねじりつつ、滑落台の傾斜を変化させるような装置になっていた。このためもあって、滑落台が、正確な設計でなかったことと相まって、わずかにぶれ、かつ、引張のための針金が2つの滑車によってうまく作動せず、ときとして、滑落台にショックを与えるなどの欠かんがみられたのである。

Ⅲ 2号実験機について

こうしたことをさけるため、1982年度に、2号実験機の作製を試みた。製作は鈴木が、藤田と相談して進めた。写真-1がそれで、その設計を図-4に示し、さらに、装置の状況を図-5に示した。

本2号実験機の改良点は次の通りである。

1. 滑落台の昇降には、変速器付きの突き上げ棒によって行うことにした。このため、滑落台の傾斜の変化が定速度で進むようになり、かつ、モーターのスイッチにより、停止、再活動などが自由に行えるようになり、実験・観測・スケッチ・撮影に便宜を得るようになった。
2. 全装置の設計、仕上げを厳密にすすめたために、前述のような1号実験機で生じた、滑落台のゆがみや、針金の引きからくるショックをさけることができた。
3. 各装置の適正な配置、撮影のための装置の改善により、観測と記録に大きな便宜がえられるようになった。

さきのべたように、滑落台隆起部の後背部に生じる低角衝上断層型亀裂の発生の実験を、この2号実験機によって進めた。実験は、1982年当時の工学部学生の西山 亨・仁多見朗が主として進めた。

その結果、図-6に示したように、じつは、この種の亀裂が、図に示したような機構によって、隆起部の後縁部だけでなく、前縁部にも生じることが見つかった。

いづれにせよ、この低角亀裂は、粘土モデル内部に生じるものであるから、おそらく、実際の地すべり崩積土では地表からは見えないはずである。実際には、崩積土をほり下げてみるか、あるいは、地すべり先端部で、崩積土の下部が地表につき上げているようなところでないともみられないで

* 国安 稔・長谷川良三・藤田至則（1982）：地すべり発生期における断裂系の形成過程，日本地質学会第89年学術大会講演要旨，487。

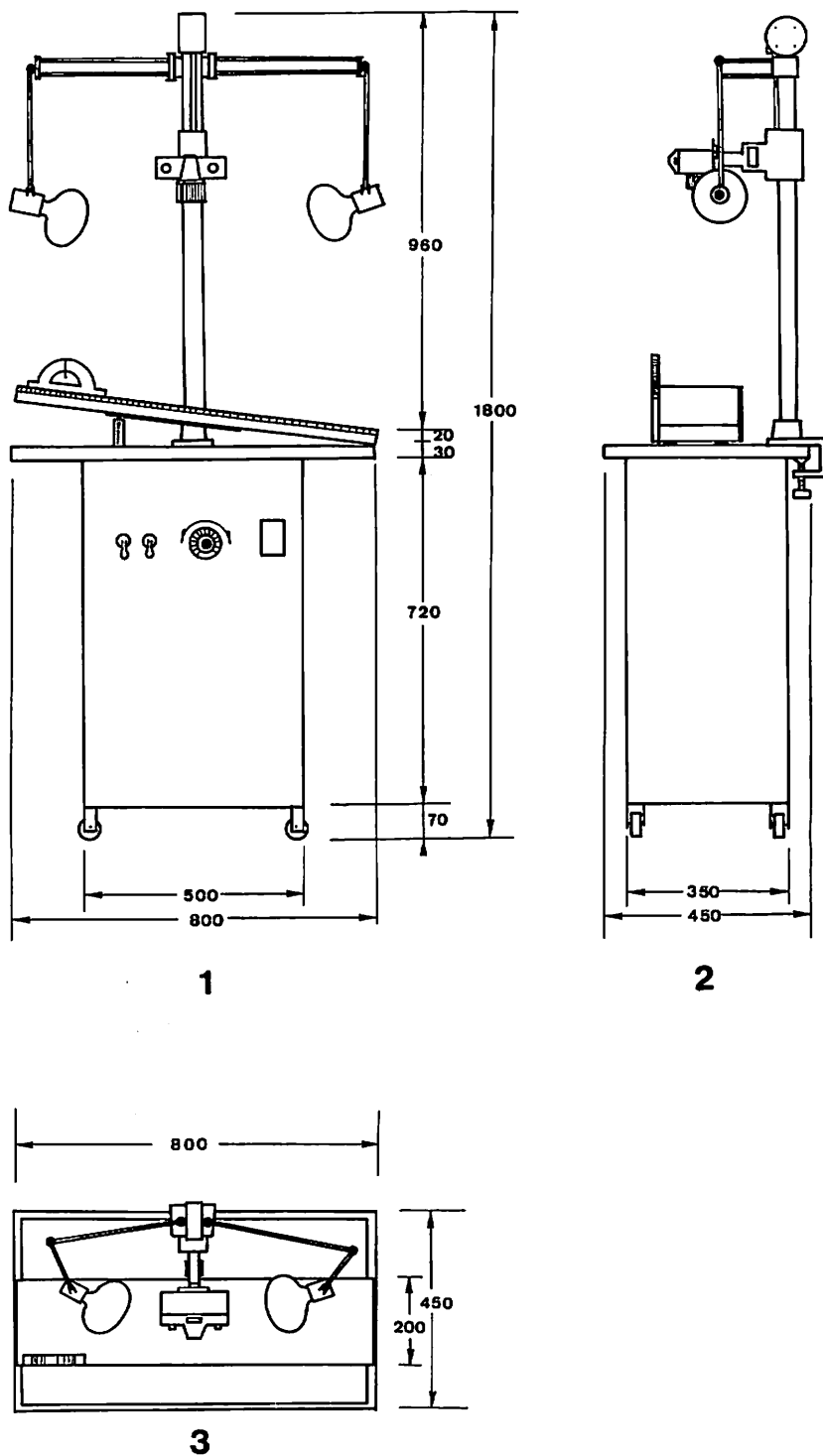


図-4 地すべり2号実験機の設計図
 1: 正面見取り図, 2: 側面見取り図, 3: 俯かん図

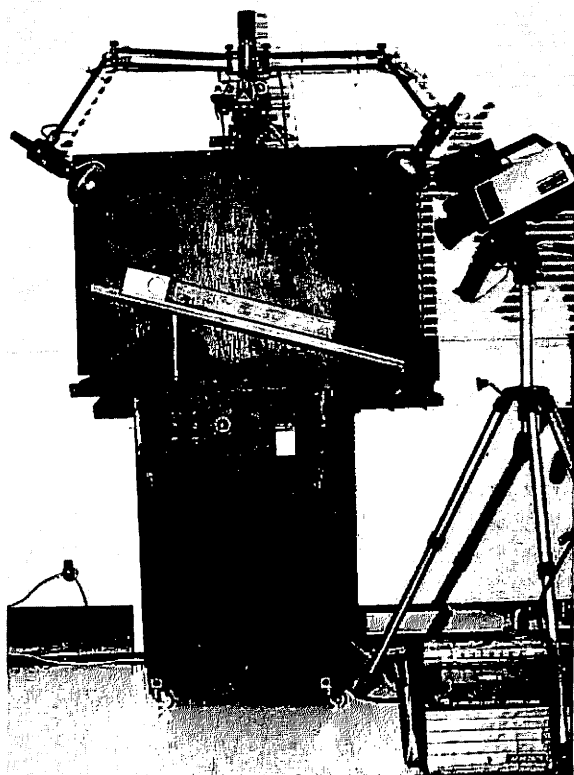


写真-1 2号実験機

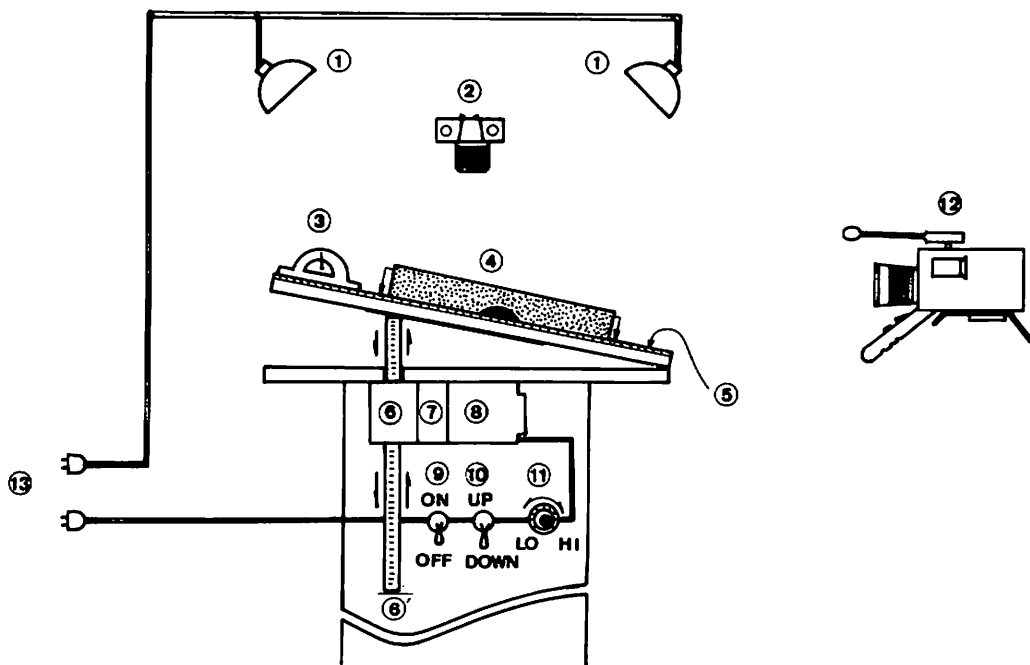


図-5 地すべり2号実験機の装置部分

- ①: 照明ライト, ②: カメラ, ③: 傾斜儀, ④: ベントナイト試験体, ⑤: スケール, ⑥: リニアヘッド,
 ⑦: 滑落台突上げ装置, ⑧: ギアヘッド, ⑨: モーター, ⑩: 電源スイッチ, ⑪: 上下切換スイッチ,
 ⑫: スピードコントローラー, ⑬: VTRカメラ, ⑭: AC100V

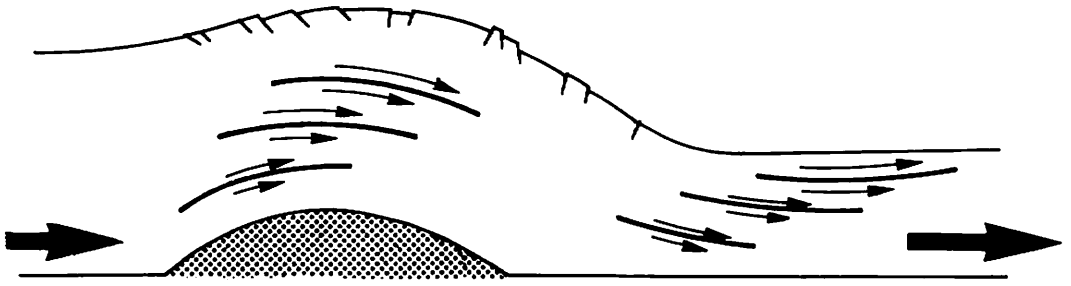


図-6 隆起部両翼の衝上断層型亀裂（藤田原図）

あろう。前者の例は高野秀夫（1960）*が記録し、後者の例は、高野の案内で藤田が津川の地すべり地で観察している。

さて、こうした実験によって確かめられた亀裂は、地すべり対策とどんな関係にあるかについては、藤田・青木（1982）**、藤田（1983）***がのべているが、ここでは省略する。

-
- * 高野秀夫（1960）：地すべりと防止工法，地球出版株式会社。
 - ** 藤田至則・青木 滋（1982）：地すべり予測に関する基礎的研究，新潟大災害研年報，No 4，51～64。
 - *** 藤田至則（1983）：地すべり崩土の亀裂とその防災的・地質学的意義，マスマーブメントの諸問題，地団研災害シンポジウム資料集，51～55。