

P4. 荒砥沢スプレッドの地すべり構造に関する研究

— 調査報告3 スプレッドにともなう小規模斜面変動のタイプ —

Study on landslide structure of the Aratozawa Spread

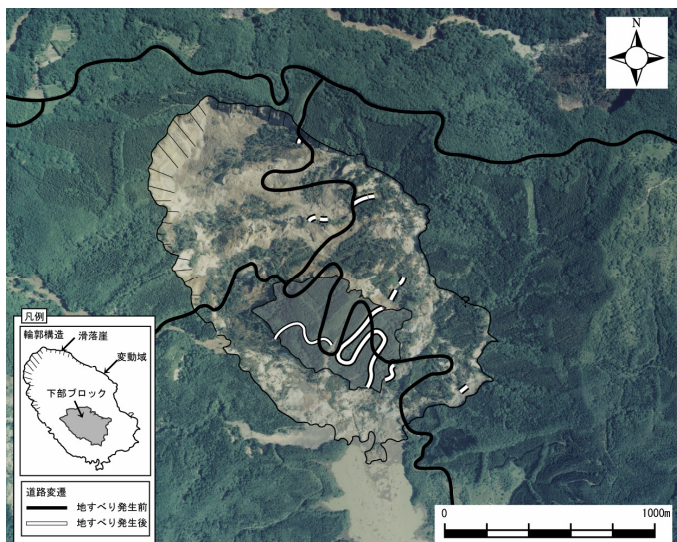
- Report 3 Types of small slope movements associated with spread-

○脇田 茂(高知大学 大学院)・横山俊治(高知大学)

1. はじめに

2008年6月14日午前8時34分に岩手県南部を震源とするM7.2の岩手・宮城内陸地震により地すべり・土石流が合わせて約3,500箇所発生した¹⁾。宮城県栗原市の二迫川の上流にある荒砥沢ダム貯水池のすぐ上流で発生した地すべり(荒砥沢地すべり)の規模は、主滑落崖最大150m、幅900m、最大長さ1,300m、移動土塊約6,700万m³である。この地震で発生した地すべりのうち、最大級のものである。林野庁東北森林管理局¹⁾ほかは、この荒砥沢地すべりに対して薄いすべり面による並進すべりのモデルを提案している。

これに対して、筆者らはこれまで厚い破碎流動層によるスプレッドタイプの地すべりを作業仮説として提案し、この地すべりを荒砥沢スプレッドと仮名した³⁾。さらにその後の調査報告として、変動微地形からグラーベンの内部構造を推定し、その形成過程のモデルを報告した⁴⁾。これらの報告により、荒砥沢地すべりのスプレッドタイプ認定を進めてきた。



空中写真－1 荒砥沢スプレッドの地すべり地形分布
(国土地理院撮影、CTO200083、C6、378－379)



写真－1 主滑落崖前方に延びる二列のリッジと溝状地

主要な運動様式はスプレッドであると考えているが、地すべり地内には斜面に限らず、アスファルト舗装の道路でも地表変状が発生し、斜面の最大傾斜方向とは無関係な移動方向を示すものがある。こういった地表変状は狭義の斜面変動には当てはまらない現象で、おそらく地震動によるものであろうと思われる。荒砥沢ダムのすぐ下流の文字温泉「さくらの湯」の大場武雄氏は最初の地震動をさくら湯で体験した直後、すぐに車でダム堤体まで登り、荒砥沢地すべりの発生と複数回の津波を目撃している。このことからすれば、地震動によると思われる地表変状はスプレッド発生以前と

推察される。本稿では、まず、こういった地表変状を報告する。

大場氏は主滑落崖から多量の岩塊が落下するのを観察している。スプレッドの大局的な移動方向は SSE 方向で最大約 300m 移動したと考えられているが、移動方向が異なる小規模な斜面変動が多数発生していることが空中写真判読と現地調査によって明らかになってきた。小規模な斜面変動もその多くはスプレッドと密接に関係していると思われるが、運動様式は異なる。こういった斜面変動のタイプと分布を明らかにすることが本稿の主要な目的である。

2. 地震動による地表変状

荒砥沢地すべりの中部から下部にはあまり破壊されず残っている移動体(下部ブロック)がある。そこには道路もほぼ原型を保って残っているが、現地に立つと、多数のクラックほか、アスファルト舗装の剥離・滑動、膨らみなどの地表変状が多発している。舗装材の移動によって形成される変形構造には伸張構造と圧縮構造がある。クラックは道路敷地内に限られるものが多く、両側の山地に延びているものは少ない。クラックやアスファルト舗装の剥離・滑動は1995年兵庫県南部地震で神戸・西宮・宝塚市内で観察されたものと酷似している⁵⁾。

①アスファルト舗装の剥離・滑動(写真-2, 3)

アスファルト舗装は直下の路盤との境界で剥離し、移動しやすく、様々な変状が観察される。中には、一旦は分離したアスファルト舗装が、クラックを閉じる方向に滑動し衝突しているものが観察される。さらに圧縮が進み、一方が他方に乗り上げたもの、互いに一部分が乗り上げてかみ合った状態になっているものが観察される。また、プレッシャーリッジを形成した後に、下盤の滑動・圧縮により上盤の一部が断裂し反転しているものがある。

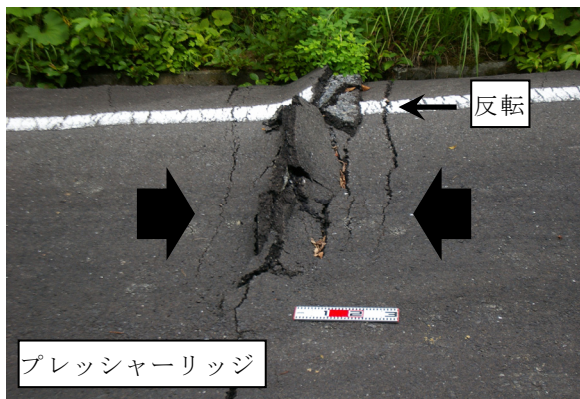


写真-2 アスファルトの反転

アスファルトの一部が反転し、もう一方のアスファルトが乗り上げている。矢印は圧縮方向を示す。



写真-3 アスファルトの乗り上げ

互いに一部分が乗り上げられて、かみ合った状態になっている。矢印は乗り上げ位置を示す。

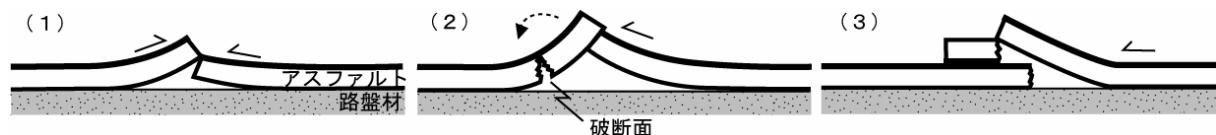


図-1 アスファルトの反転への概念図

(1):プレッシャーリッジ形成, (2):下盤の滑動・圧縮により上盤に亀裂が生じる, (3):破断面を境に上盤が反転し、下盤が上盤に乗り上げる。

②路盤材の流動による膨らみ(写真-4, 5)

アスファルト舗装が膨らんでいる現象で、いくつかの様相がある。道路の一端が最も膨らみ滑らかに

平坦な道路に移り変わっているもの・道路全体が膨らんでいるもの・陥没し、周りを膨らみが囲うものがある。膨らみの内部を見るとアスファルト舗装と路盤材の角礫層との間に大きな隙間が無く、路盤材が厚くなっていることから、路盤材が流動化して集積したものと解釈した。ただし、このような膨らみが形成される条件については未定である。



写真-4 アスファルトの膨らみ

路盤材が流動化し集積して、アスファルト舗装全体が膨らんでいる。膨らみは左端から右へ徐々に低くなっている。



写真-5 アスファルトの沈降

窪み部分から路盤材が抜け出し、周りに発散していると考えている。そのため周囲には膨らみができている。矢印は膨らみの位置を示す。

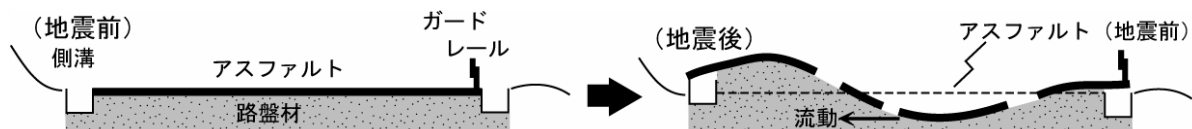


図-2 路盤材の流動による膨らみの概念図

路盤材の流動化により集積し、その部分が膨らむ。

3.さまざまな斜面変動

スプレッドによって急崖など不安定な斜面が形成され、斜面変動が多発している。中でも回転すべりとフォールが多い。移動体は植生を保って残っているが、上に立つと、クラックによって分離し、個々に運動している。そのような地すべりのほかに根系層（樹木の根が抱え込んでいる表土）の剥離・滑動が観察される。このような剥離が形成される発生場の条件については未定であるが、地震動によるものであると考える。

①根系層の剥離

根系層の剥離により分離した隣り合う根系層が傾動し、同じ向きに小崖を形成している事例、向かい合う向きに小崖を形成しているものがある。また剥離・傾動した後に樹木が横転しているものがある。根系層の剥離は下部ブロックで多くみられる。他の斜面変動と比べ、剥離している根系層の厚さは1m未満ときわめて薄い。

②根系層の滑動

根系層が剥離し、滑動に転じている現象がある。根系層の剥離に比べ数が少ない。

③回転すべり(写真-6, 7)

滑落崖の比高が10mを超えるもの、1つの移動体のようにあるがクラックで分離しているもの、移動方向を変化させながら滑動したものがある。共通点として、植生の乱れ・構造物の変状はあるが、それを含む移動体はほぼ原形を残している。発生源の地質は溶結凝灰岩や軽石凝灰岩である。



写真-6 回転すべり

典型的な回転すべりの事例である。アスファルト道路が分離し傾動しているのがよく分かる。矢印は移動方向を示す。

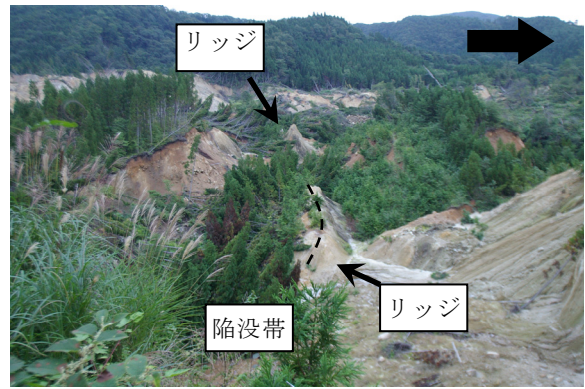


写真-7 伸張運動にともなう回転すべり

表土・植生のないリッジ、リッジの両側に滑動方向の異なる2つのブロックがある。このような滑動は、主滑落崖前方に延びるリッジと溝状地の形成メカニズムと酷似する。矢印はスプレッドの移動方向を示す。

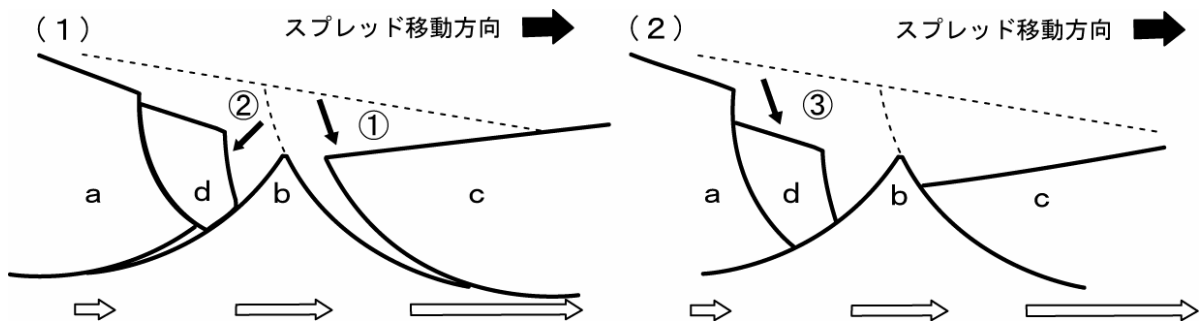


図-3 伸張運動にともなう回転すべりの概念図

(1)リッジbを境に異なる滑動方向の回転すべりa・cが発生する、(2)移動量の違いにより、くさび状に斜交する分離面の開口が進み、斜面不安定になったため新たな回転地すべりdが発生する。

地すべり運動がa、b、cの順で下流側ほど移動量が大きいこと、それによってa—b間が開口することから説明できる。

④トップル

回転すべりにみられる滑落崖と異なり明瞭な分離面を持たない。発生場の地形は前方が今回の地すべり変動によって急崖が形成されている。背後には回転すべりをともなっている、回転地すべりとトップルの複合型である。急崖によって斜面が不安定になっているためトップルが発生しやすくなっている。

⑤フォール

落石の種類は溶結凝灰岩と軽石凝灰岩で、ほとんど溶結凝灰岩である。岩塊の大きさは長径1～2mが多く、溶結凝灰岩の方が比較的大きな岩塊が目立つ。トップルと同様に急崖が発生源である。主滑落崖とその前方に延びるリッジ周辺で多発している。

⑥Squeeze型地すべり(写真-8, 9)

崩壊源の下部を構成していた部分が前方に岩屑なだれとなって搾り出され、崩壊源の上部を構成していた部分が引きずられるように滑り落ちたと考えられる。植生の乱れはあるが、それを含む移動体はほぼ原形を残している。下部を構成していた部分が流動化し搾りだされるといった現象は、スプレッドで起きるすべり層の移動体先端部への搾り出しと似ている。

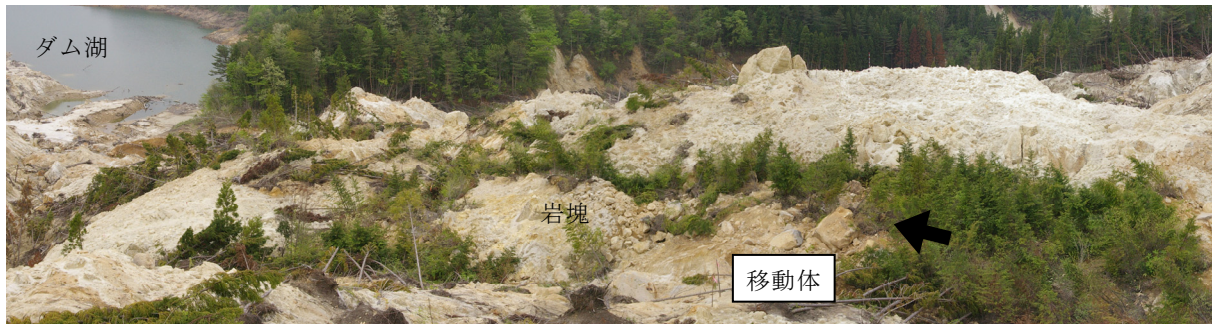


写真-8, 9 Squeeze型地すべり(矢印:移動方向)

植生の乱れはあるが、それを含む移動体はほぼ原形を残している。移動体の前方には、上位層である溶結凝灰岩の岩塊が分布している。その前方には、崩壊源の下位層と思われる軽石凝灰岩が分布している。

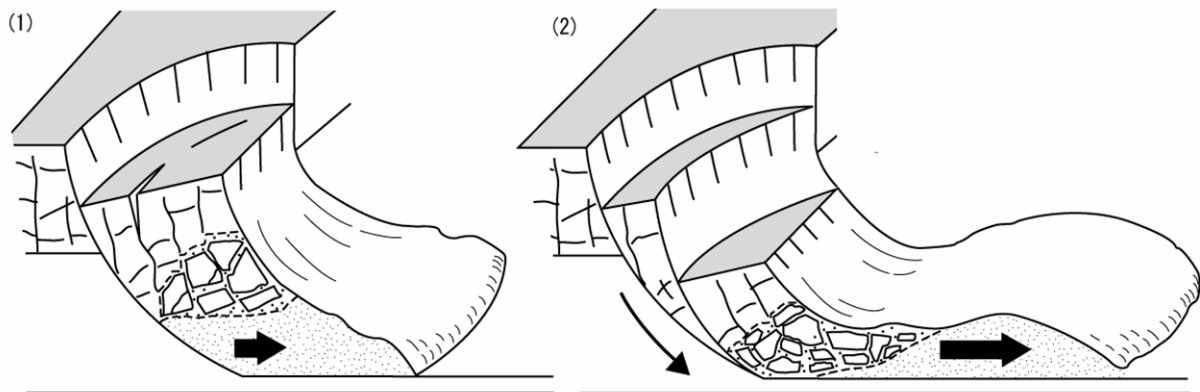


図-4 Squeeze型地すべりの概念図

(1)地すべり形成途中、(2)地すべり形成後の状態で、上位層は下位層に引きずられ分離しゆるんでいる。

⑦回転すべり・トップル複合地すべり(写真-10, 11)

下部ブロック内にある林道には多数のクラックがある。急崖によって分断された林道の西端付近では、クラックによって区切られた斜面が2方向に傾動している。発生源は回転すべりで徐々にトップルへ転じており、トップルは急崖側で形成されている。回転地すべりとトップルの複合型である。

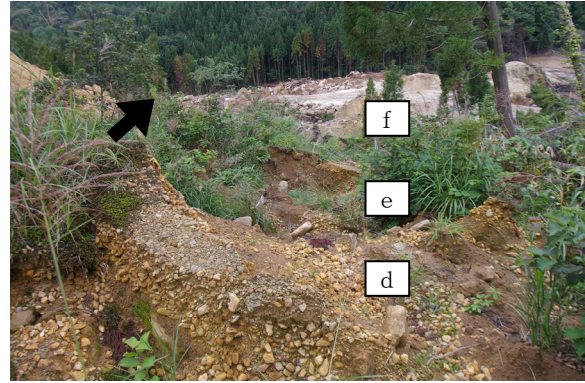
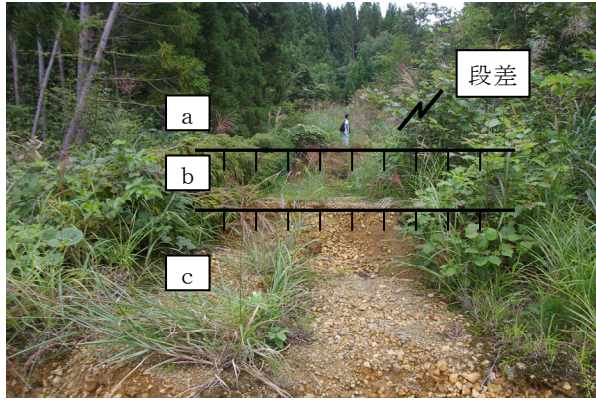


写真-10, 11 回転すべり・トップル複合地すべり(左:回転すべり、右:トップル)

この地すべりは共通し連続するクラックによって囲まれている。写真(左):明瞭な段差が2つ、比高は最大約1.5mで、それを境界に傾動している。写真(右):逆向き小崖をつくり、a・b・cとは逆向きの斜面傾斜をしたブロックがある。

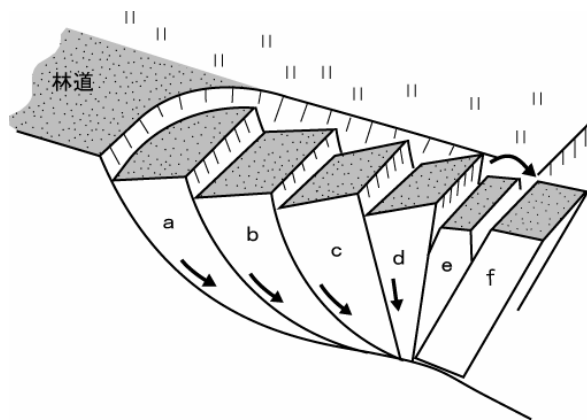


図-5 回転すべり・トップル複合地すべりの概念図

a・b・c:回転すべり, d:すべり(ズレ), e・f:トップル

(1)回転すべりa・b・cが発生。この時はまだd・e・fはcから分離していない。(2)dは回転をとまわずすべり落ちている。e・fは下がりつつ前方へ傾く。すべり面下端の縁(d以降)から徐々にトップルに変化し、前方への傾きが大きくなる。下流側ほど移動量が大いことから、eはd-f間に沈降する。

4.まとめ

荒砥沢スプレッドで発生している小規模斜面変動のタイプおよび特徴は以下のとおりである。

- (1)地すべり地内にみられる変動地形には地震動による地表変状とスプレッドにともなう斜面変動の2つを挙げることができる。
- (2)アスファルト舗装の剥離・滑動、路盤材の流動化によるアスファルト舗装の膨らみは、狭義の斜面変動には当てはまらず、地震動によって発生したものである。
- (3)スプレッドによる急崖などの不安定斜面の形成・移動量の違いによる空間の拡大が、スプレッドにともなう斜面変動の多発を促した。

【引用文献】

- 1)林野庁東北森林管理局(2008):平成20年度岩手・宮城内陸地震に係る山地災害対策検討会, 報告書, <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/saigaijoho/kyoku/kentokai/hokokusho.html>
- 2)山科真一・山崎 勉・橋本 純・笠井史宏・我妻智浩・渋谷研一(2009):岩手・宮城内陸地震で発生した荒砥沢地すべり, 地すべり, Vol. 45, No. 5, 42-47
- 3)横山俊治・柏木健司・脇田 茂・田中昭雄(2008):荒砥沢スプレッドの地すべり構造に関する研究-調査報告1 作業仮説-, 日本応用地質学会平成20年度研究発表会, ポスターセッション
- 4)脇田 茂・横山俊治(2009): 荒砥沢スプレッドの地すべり構造に関する研究-調査報告2 下部ブロック内のグラーベンの構造-, 第48回日本地すべり学会研究発表会講演集, 258-259
- 5)横山俊治・菊山浩喜・田中英幸・海谷叔伸(1997):1995年兵庫県南部地震による盛土の地表変状の原因, 構造地質, 第42号, 51-61