

25. 山梨県北部，風化花崗岩における初生すべりにいたる変形様式 とバランス断面

Gravitational deformation due to balanced cross section analysis on weathering granite slope , in northern Yamanashi Pref.

○鶴沢貴文(株環境地質)，小坂英輝(同左)，稲垣秀輝(同左)
Takafumi Uzawa, Hideki Kosaka, Hideki Inagaki

1. はじめに

花崗岩分布地域では，深層風化が著しいところが多く，表層崩壊が多発するとともに，風化部が緩み岩盤となり比較的規模の大きい岩盤崩壊や地すべりを発生することがある．この規模の大きい岩盤崩壊については未だ不明な点が多く，その発生メカニズムを知ることは，地域の防災計画に多いに役立つことである．そこで，我々は山梨県北部の花崗岩体を対象として，風化花崗岩の岩盤の緩みとすべりにいたる過程を地すべり移動体の内部構造を通して明らかにするとともに，移動体のバランス断面の作成を試みた．

2. 調査地概要

当調査地域には，明瞭な侵食前線があり，小起伏面からなる高標高部と侵食前線下の急斜面からなる．侵食前線下には，緩んだ岩盤が分布し，出尾根地形を呈する．これら斜面の緩み岩盤は，初生地すべり前の不安定斜面地形である．その1つである当露頭(図-1)は，斜面長146mの尾根地形を呈し，比較的明瞭な侵食前線に囲まれ，出尾根部の両側部は崩壊により連続露頭になっている．この緩み岩盤は，連続したすべり面が認められず，初生すべり前の緩んだ岩盤である．また，岩体内部には溪床の新鮮岩で認められない重力作用にもとづく特徴的な割れ目が認められる．

3. 緩み岩盤の内部構造

緩み岩盤内部では，頭部，中央部，末端部に緩み岩

盤の運動を示唆する特徴的なクラックが認められる．それぞれの特徴から，1)頭部の引張り部，2)中央部の共役割れ目部，3)末端部の押し出し部の3つに区分した(図-2)．

1)引張り部

緩み岩盤頭部に認められる引張り割れ目が卓越する部分であり，上方に向かって放射状に伸びた割れ目を特徴とする．割れ目にはマサが流入しており，開口したことを示唆している．

2)共役割れ目部

緩み岩盤の中央部には，溪床の新鮮岩には認められない2方向の割れ目が発達する．この2方向の割れ目は，交角が 60° であり， ϕ を 30° 程度と考えられる風化花崗岩の主動土圧の交角($45^\circ + \phi / 2 = 60^\circ$)とほぼ一致している．したがって，この割れ目は緩み岩盤のすべり方向を圧縮方向(σ_1)とし，地表方向を σ_3 としたすべりの応力により生じた共役な割れ目であると考えられる．これにより，岩盤中央付近内に圧縮歪が蓄積していることがわかった．

3)押し出し部

緩み岩盤末端部では，岩盤の碎片化が進むほか，岩脈のはらみ出しが認められ，緩み岩盤の末端部が押し出しにより重力変形していることを示している．この岩脈の押し出し変形は約3.5mであった(図-3)．また，緩み岩盤内部では，上部では頭部側へ，下部では末端側への転倒構造が認められる．上部と

下部の間に応力の集中したせん断割れ目の集中部が形成されかかっており，これらのせん断面が連続していきすべり面が形成される可能性がある．

4. バランス断面による重力変形解析

押し出し部に認められるはらみ出した岩脈を指標として，緩み岩盤が，どのように重力

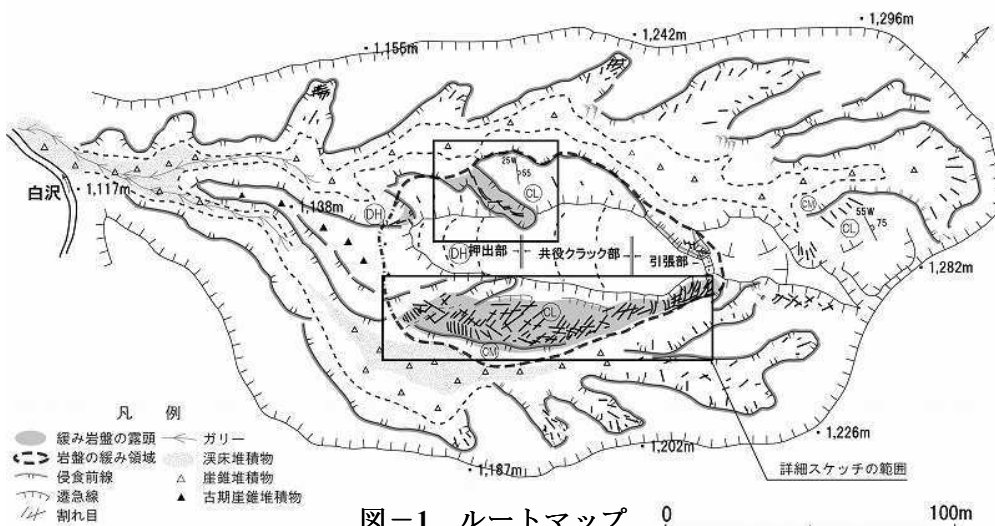


図-1 ルートマップ

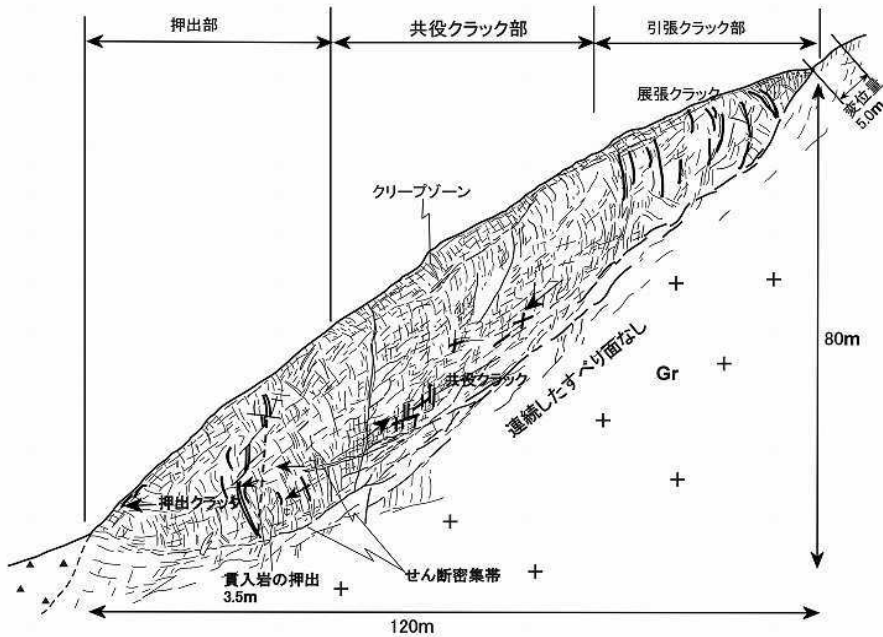


図-2 露頭スケッチ

変形していったのかを確認する目的で、移動体の変位を考慮した面積バランス断面を作成した(図-4)。これによると、中央部の変位は多くの共役割れ目のずれで、末端部の変位は末端部がはらみ出すことによって受け持ち、貫入岩に3.5mの変位を与えている(図-3)。その結果、緩み岩盤頭部には斜距離で5mの変位が生じている。このように、バランス断面を作成することにより、重力変形前後の岩盤の状況が比較でき、岩盤の重力変形の結果、頭部緩斜面が形成されたことがわかる。

5. まとめ

緩み岩盤の地形発達には、その内部構造やバランス断面から斜面での応力開放や重力変形によって次の形態をとる。①頭部の引張り割れ目と下方への変位、②中央部での共役割れ目の発達と歪の蓄積、③末端の押し出しによる変形と緩み岩盤の支え。

これらの変形が進み、地盤の限界歪みを超えるとすべり面が形成され、崩壊に至ると考えられる。

したがって、緩み岩盤の安定性を考えるうえで、中央部で破壊の進行を示す共役割れ目を見つけることや、頭部の変位率に注目することあるいは末端部の異常な変形に注目することが重要であると考えられる。

文献

- 1) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎: 四国, 中央構造線沿いの地すべりの発生と安定化, 地すべり, vol.44, no.4pp.37-43, 2007.
- 2) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎: 中越, 第三紀層の地すべりの発生と消滅, 第46回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.5-12, 2007.
- 3) 稲垣秀輝・鶴沢貴文・小坂英輝: 山梨県北部, 風化花崗岩の緩み岩盤変位率と地すべりの発生, 第47回日本地すべり

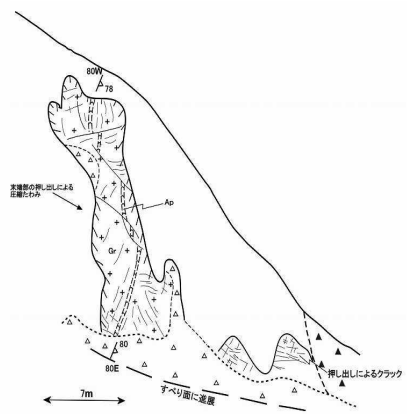


図-3 緩み岩盤末端部の貫入

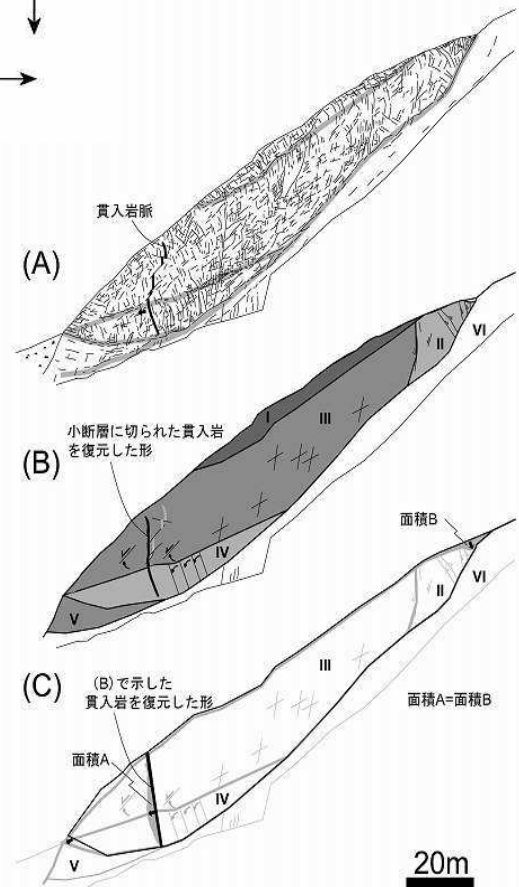


図7. 山梨県三富村・第三系花崗岩類の緩み岩盤スケッチと復元図。
(a) 折れ曲り軸部に細かい割れ目が発達する。
(b) 移動体内部の変形。
(c) 面積バランス断面による復元図。

図-4 バランス断面法による緩み岩盤の評価

り学会研究発表会講演集, pp.87-90, 2008.

- 4) 鶴沢貴文・小坂英輝・下河敏彦・齋藤華苗・大久保拓郎・稲垣秀輝: 風化花崗岩の緩みと初生すべり(ポスター発表), 平成20年度研究発表会講演論文集, pp.169-170, 2008.
- 5) 稲垣秀輝・鶴沢貴文・小坂英輝: 風化花崗岩における初生重力変形による共役クラックの発生, 第48回日本地すべり学会研究発表講演集(印刷中)

25. 山梨県北部，風化花崗岩における初生すべりにいたる変形様式 とバランス断面

Gravitational deformation due to balanced cross section analysis on weathering granite slope , in northern Yamanashi Pref.

○鶴沢貴文(株環境地質)，小坂英輝(同左)，稲垣秀輝(同左)
Takafumi Uzawa, Hideki Kosaka, Hideki Inagaki

1. はじめに

花崗岩分布地域では，深層風化が著しいところが多く，表層崩壊が多発するとともに，風化部が緩み岩盤となり比較的規模の大きい岩盤崩壊や地すべりを発生することがある．この規模の大きい岩盤崩壊については未だ不明な点が多く，その発生メカニズムを知ることは，地域の防災計画に多いに役立つことである．そこで，我々は山梨県北部の花崗岩体を対象として，風化花崗岩の岩盤の緩みとすべりにいたる過程を地すべり移動体の内部構造を通して明らかにするとともに，移動体のバランス断面の作成を試みた．

2. 調査地概要

当調査地域には，明瞭な侵食前線があり，小起伏面からなる高標高部と侵食前線下の急斜面からなる．侵食前線下には，緩んだ岩盤が分布し，出尾根地形を呈する．これら斜面の緩み岩盤は，初生地すべり前の不安定斜面地形である．その1つである当露頭(図-1)は，斜面長 146m の尾根地形を呈し，比較的明瞭な侵食前線に囲まれ，出尾根部の両側部は崩壊により連続露頭になっている．この緩み岩盤は，連続したすべり面が認められず，初生すべり前の緩んだ岩盤である．また，岩体内部には溪床の新鮮岩で認められない重力作用にもとづく特徴的な割れ目が認められる．

3. 緩み岩盤の内部構造

緩み岩盤内部では，頭部，中央部，末端部に緩み岩

盤の運動を示唆する特徴的なクラックが認められる．それぞれの特徴から，1)頭部の引張り部，2)中央部の共役割れ目部，3)末端部の押し出し部の3つに区分した(図-2)．

1)引張り部

緩み岩盤頭部に認められる引張り割れ目が卓越する部分であり，上方に向かって放射状に伸びた割れ目を特徴とする．割れ目にはマサが流入しており，開口したことを示唆している．

2)共役割れ目部

緩み岩盤の中央部には，溪床の新鮮岩には認められない2方向の割れ目が発達する．この2方向の割れ目は，交角が 60° であり， ϕ を 30° 程度と考えられる風化花崗岩の主動土圧の交角 ($45^\circ + \phi / 2 = 60^\circ$) とほぼ一致している．したがって，この割れ目は緩み岩盤のすべり方向を圧縮方向 (σ_1) とし，地表方向を σ_3 としたすべりの応力により生じた共役な割れ目であると考えられる．これにより，岩盤中央付近内に圧縮歪が蓄積していることがわかった．

3)押し出し部

緩み岩盤末端部では，岩盤の碎片化が進むほか，岩脈のはらみ出しが認められ，緩み岩盤の末端部が押し出しにより重力変形していることを示している．この岩脈の押し出し変形は約 3.5m であった(図-3)．また，緩み岩盤内部では，上部では頭部側へ，下部では末端側への転倒構造が認められる．上部と

下部の間に応力の集中したせん断割れ目の集中部が形成されかかっており，これらのせん断面が連続していきすべり面が形成される可能性がある．

4. バランス断面による重力変形解析

押し出し部に認められるはらみ出した岩脈を指標として，緩み岩盤が，どのように重力

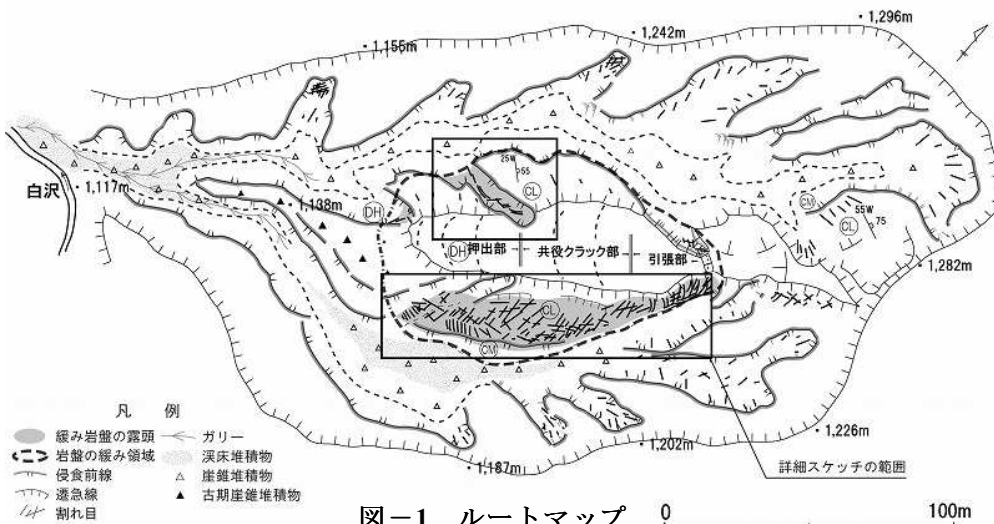


図-1 ルートマップ 0 100m

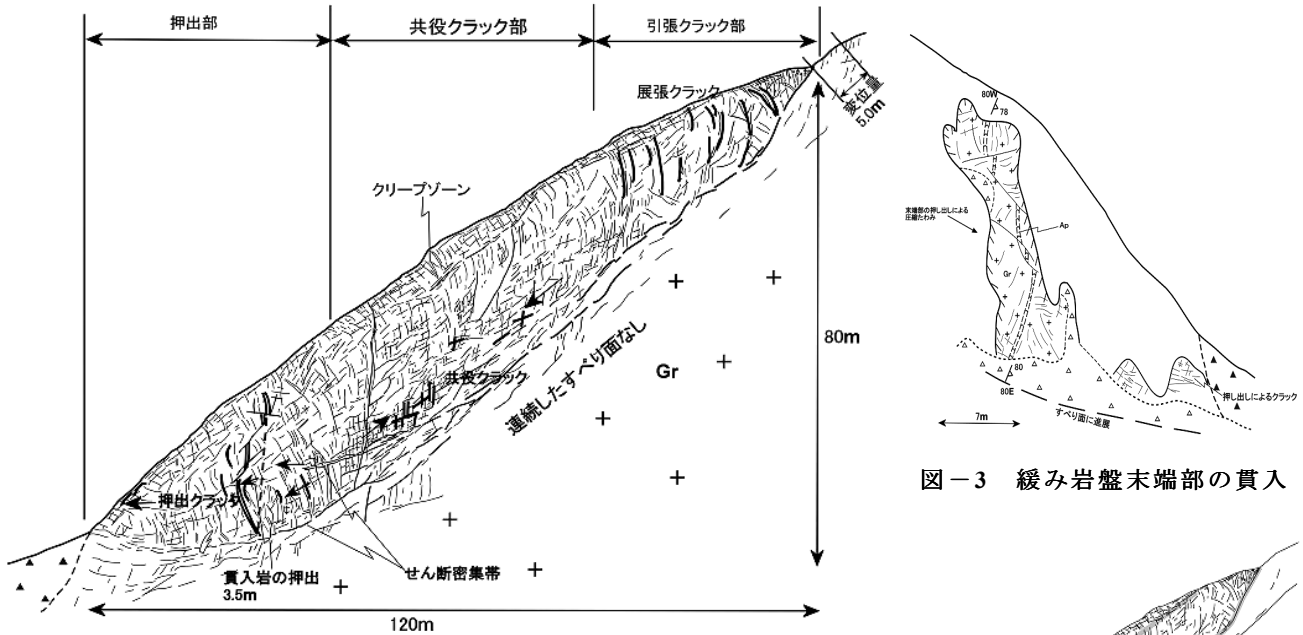


図-2 露頭スケッチ

変形していったのかを確認する目的で、移動体の変位を考慮した面積バランス断面を作成した(図-4)。これによると、中央部の変位は多くの共役割れ目のずれで、末端部の変位は末端部がはらみ出すことによって受け持ち、貫入岩に3.5mの変位を与えている(図-3)。その結果、緩み岩盤頭部には斜距離で5mの変位が生じている。このように、バランス断面を作成することにより、重力変形前後の岩盤の状況が比較でき、岩盤の重力変形の結果、頭部緩斜面が形成されたことがわかる。

5. まとめ

緩み岩盤の地形発達には、その内部構造やバランス断面から斜面での応力開放や重力変形によって次の形態をとる。①頭部の引張り割れ目と下方への変位、②中央部での共役割れ目の発達と歪の蓄積、③末端の押し出しによる変形と緩み岩盤の支え。

これらの変形が進み、地盤の限界歪みを超えるとすべり面が形成され、崩壊に至ると考えられる。

したがって、緩み岩盤の安定性を考えるうえで、中央部で破壊の進行を示す共役割れ目を見つけることや、頭部の変位率に注目することあるいは末端部の異常な変形に注目することが重要であると考えられる。

文献

- 1) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎: 四国, 中央構造線沿いの地すべりの発生と安定化, 地すべり, vol.44, no.4pp.37-43, 2007.
- 2) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎: 中越, 第三紀層の地すべりの発生と消滅, 第46回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.5-12, 2007.
- 3) 稲垣秀輝・鶴沢貴文・小坂英輝: 山梨県北部, 風化花崗岩の緩み岩盤変位率と地すべりの発生, 第47回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.87-90, 2008.

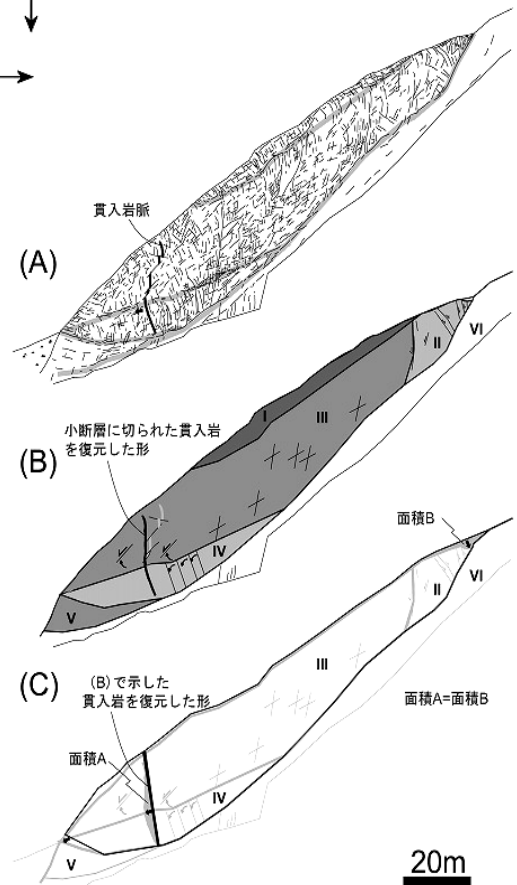


図7. 山梨県三富村・第三系花崗岩類の緩み岩盤スケッチと復元図。
 (a) 折れ曲り軸部に細かい割れ目が発達する。
 (b) 移動体内部の変形。
 (c) 面積バランス断面による復元図。

図-4 バランス断面法による緩み岩盤の評価

- 4) 鶴沢貴文・小坂英輝・下河敏彦・齋藤華苗・大久保拓郎・稲垣秀輝: 風化花崗岩の緩みと初生すべり(ポスター発表), 平成20年度研究発表会講演論文集, pp.169-170, 2008.
- 5) 稲垣秀輝・鶴沢貴文・小坂英輝: 風化花崗岩における初生重力変形による共役クラックの発生, 第48回日本地すべり学会研究発表講演集(印刷中)