No 1

崖錐及び崩積土について　その1

宮内　彰

1　まえがき

崖錐（ガイスイ）及び崩積土に関して地質の分野においても土質工学の分野においても多角的に研究し発展させた例は少ない。応用地質の分野で1928年に渡辺員が「土木地質学」を著したのが上記のテーマに関する最初の論及であると思う。しかしこれに続く者で、まとまった総合的な論及は皆無のようである。

崖錐及び崩積土の分布している箇所は、道路設計あるいは実際に施工する時には必ずといっていいほど必須問し難行するところである。このような箇所で道路土工にとって最も必要な情報は

(1) 縦断・横断方向の分布範囲
(2) 層厚
(3) 地下水位線
(4) 剪断強度

} …対設計4項目

である。

これらの対設計4項目について、地質の分野で、現地踏査を行って、たとえコントロールポイントを把握してもそれは確からしい推定値でしかない。分布範囲が広ければ精査を必要とすることになる。

しかしながら、地質屋は調査して分ることと以外に、（調査すれば、だれでも分かる）崖錐がなぜここに分布するかを帰納的に解明し、広範囲に渡ってその性格を把握することが大切である。このような意味で、知りたい情報は

(1) 成因と地質構造
(2) 分布形態
(3) 風化侵食過程
(4) 第四紀氷河との関連性

} …対地質4項目

である。

今回の報告は対地質4項目のうちの崖錐に関する(1)項について考察する。これまでの「崖錐」は、必ずしも十分に成因を反映した分類をしていないからである。

2. 崖錐とは.

崖錐は崩積土のうちの一つである。崩積土は表土のうちの一つである。すなわちここで論じようとしているのはいずれも表土である。崩積土は風化作用の結果生じた岩屑、崩土が山腹斜面を移動して堆積したものであり一般には降雨、融雪によって移動し間隙が少ない。ところが崖錐ができるのは風化作用だけではなく、他の作用によってもでき、構成粒子間に空隙が多くかつ移動量も少ない。

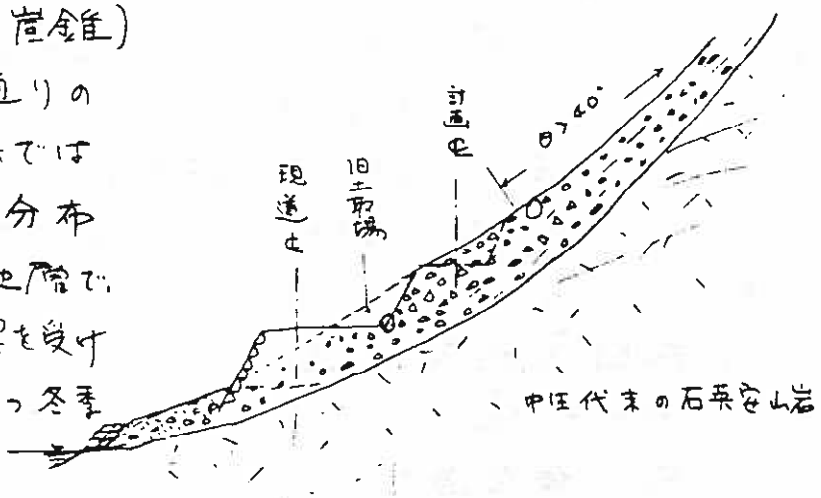
「道路土工指針－土質調査－」では"崖すい"を次のように説明している。『崖すい斜面は上方にやや凹で30～40°程度の勾配を持つ半円すい状、または、これらが複合した特徴ある地形を形成している。崖すいは風化し落下した岩石がルーズな状態で堆積したもので、空げきにとみ、透水性が大きく安定角ぎりぎりのことが多い。したがって切土や河川の増水による洗掘によって、大きく崩壊することがある。また崖すい上に盛土を行うと基礎地盤のすべりを生ずることがある。』

しかし、風化し落下したものだけが崖錐ではない。

3. 崖錐の成因による分類

A) 風化崖錐(普通の崖錐)

これはいわゆる定義通りの崖錐である。島根県では中生代よりも古い岩石の分布域に発達する。古い地層で新生代火成活動の影響を受けた節理系が発達しかつ冬季に凍結の著しい所である。江の川水系の急山麓山地、及び三郡変成岩の分布する日原町ではよく発達している。



図－1 風化崖錐、上川戸地内近原橋左岸

B). 断層崖錐

断層は剪断巾のないものと剪断巾の大きい破砕帯となるものとがある。図-2は破砕帯起源の崖錐。図-3は崖錐斜面の風化、保存、発達を示すモデルである。

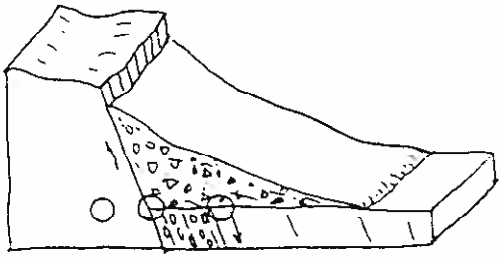


図-2 断層崖錐（渡辺豊、1928による）

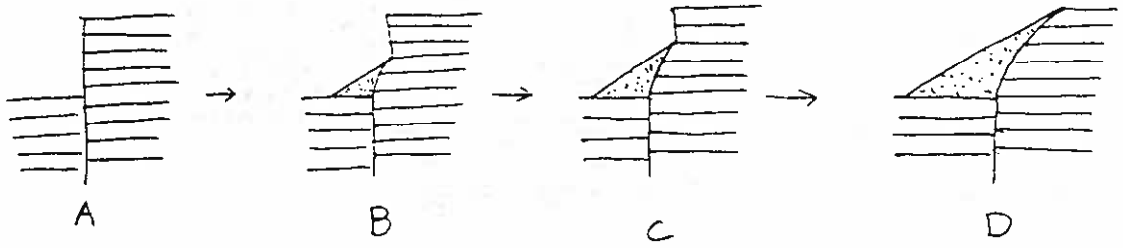


図-3 鉛直断層の崖錐発展モデル。（Wood, 1942より）

島根県では、断層崖錐は三瓶山周辺に残っている。大規模なものは残っていないものと思われる。

C). 貫入崖錐

このタイプのものは、今までに提唱されていない。グリーンタフ活動のあった出雲湾入部で多くみかける。多伎町、佐田町でよく発達する。

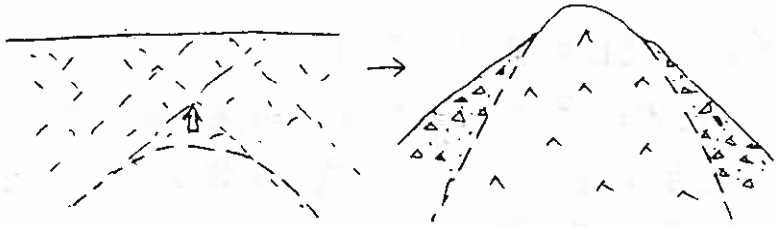


図-4 貫入崖錐 例として、佐田八神線大呂地内、多伎町町道宮本線、西郷町伊後港線

D). 地すべり崖錐

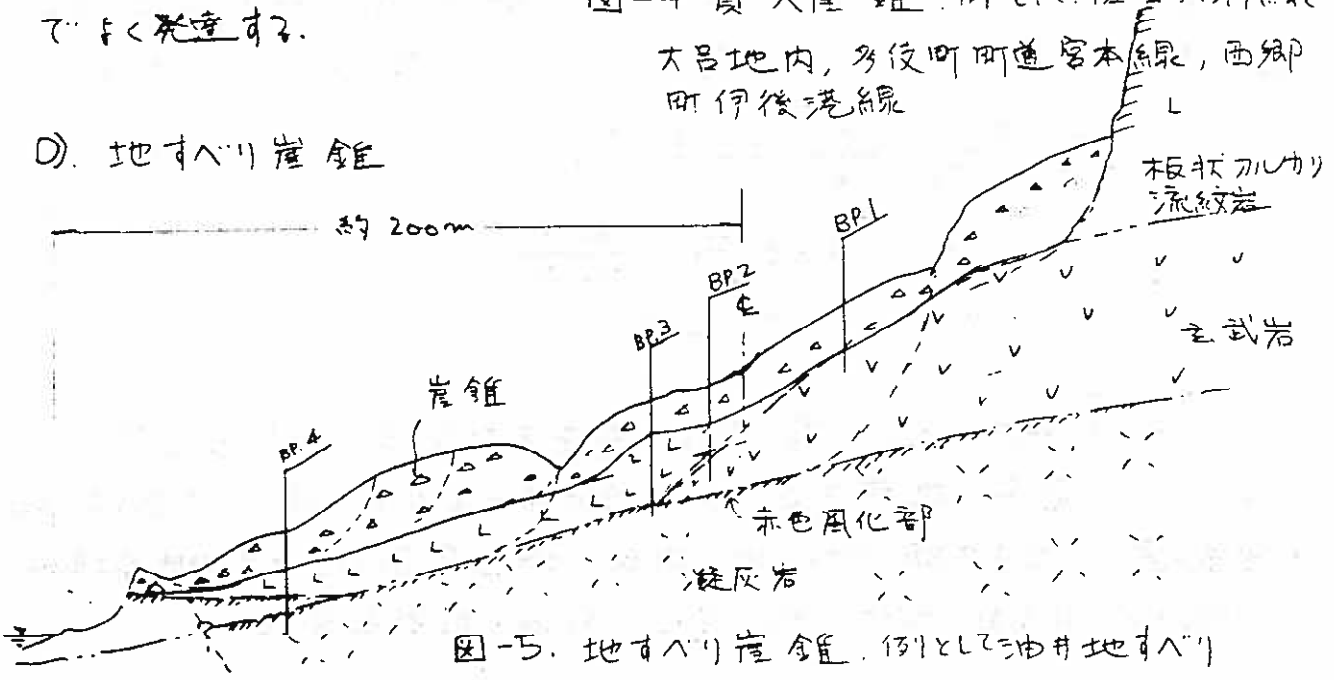


図-5. 地すべり崖錐 例として沖井地すべり

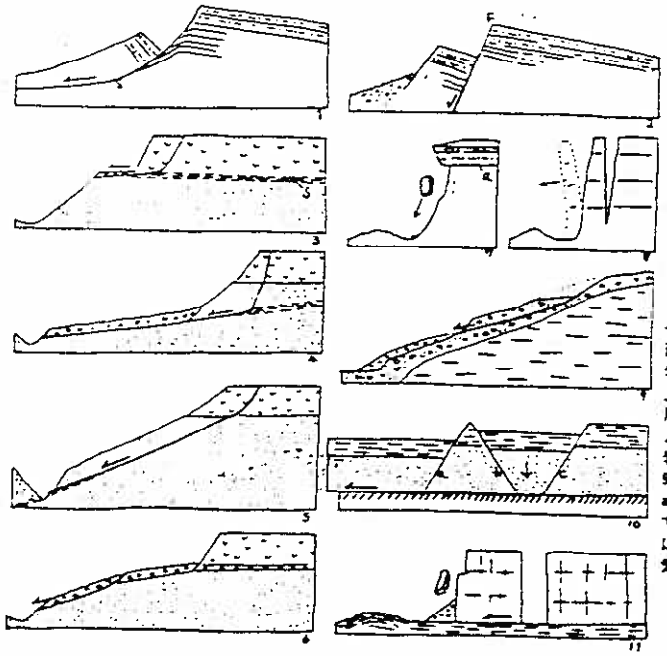


図40 いろいろなマス・ウェイスティング
1 スランプ型すべり．Sはすべりやすい面(泥岩など)．2 断層による類似地形(Sparks) 3 九州北西部の北性浦型地すり(羽田野誠一) チェックは玄武岩，下部は第三紀層——平坦玄武岩にみられる岩盤すべりと岩屑すべりの複合型．Sは潜在すべり面．4 緩傾斜，流れ盤上の岩屑，岩盤すべり．5 中傾斜，流れ盤上の岩盤すべり．6 中傾斜，表層岩屑すべり．7 差別的風化による崩かい．8 節理のある均質岩の霜作用などによる裂開．9 岩屑すべり．10 岩盤すべり．a—b—cとサケBができ，左側へすべる—アラスカ地震地すべりはこの型式．11 石切場などの岩盤すべり

図-6. 地すべり性崖錐．(マス・ウェスティングの観点では地すべりである)．以上のA)～D)の4タイプが成因的に分類できよう。氷河によってできる氷堆積は崖錐ではなく氷積土となるべきである。

4. 崖錐の剪断強度

崖錐層で標準貫入試験を行なうと巨礫が混入する所ではモンケンはバウンドしてN値が求まらないことが多い。細礫が多く混入する所では N = 10～20 の値を示す。

粘着力のないガラガラの斜面では崖錐斜面の安息角 θ を崖錐の内部摩擦角 ϕ と等しく考えることによって，$F_s \leq 1$ を得る。

$$F_s = \frac{\Sigma\{(W\cos\theta - u)\tan\phi + c\cdot l\}}{\Sigma W \sin\theta}$$

$u = 0$ のとき $F_s = \dfrac{\tan\phi}{\tan\theta} = 1$

$u > 0$ のとき $F_s < 1$

このことから，地下水位が急激な上昇を来たす時に崩壊を起こしやすいことが容易に推察できる。次頁に帯社が扱った対策のC.ϕ値を表示する。

・参考文献 金子史朗 (1972) 地形図説，渡辺貢 (1928) 土木地質学全編
C. D. Ollier．松尾新一郎訳 (1971) 風化，その他一般教科書類

表－1　崖錐及び崖錐性崩積土の剪断強度設定例

NO	受注NO	調査、設計報告書名	発注先	すべり	剪断強度		取扱	対策、その他
1.	50-16	島後循環線大嶺トンネル付近地すべり	西郷土木	複合	C=0.5	φ=32°		防止杭、安山岩節理著
2	51-48	島後循環線油井地区り調査、設計	西郷土木	〃	C=2.0	φ=35°	湧、建	タイト、、、貝殻すべり
3	51-10	須川谷、日原線、擁壁の設計	津和野土木	〃	C=0.5	φ=30°	N=15	百年、角岩崖錐
4	52-23	町道宮本線(高畑)災害復旧地すべり	多伎町	〃	C=3.6	φ=30°	N=10~20	杭、整のり枠、排木、古崖錐
5	52-37	国道261号線(国原地内)調査、設計	川本土木	〃	C=1.0	φ=35°		、石英安山岩角入崖錐
6.	53-51	伊後港関連道地区り調査、解析	西郷町	〃	C=1.85	φ=18°	N=5	擁壁、三紀角岩ヒボ式、岩塊入崖錐
7.	54-5	県道日御碕河下小境線(中山地内)	出雲土木	〃	C=6.0	φ=0°		、新生紀角岩
8.	55-20	国道375号線特-改良(忍原地内)	大田土木	円弧	C=2.0	φ=27.5°	N=15	のり面勾配、断層崖錐
9	56-21	県道佐田八神線(大呂地内)NO.76	出雲土木	—	C=0	θr=45° θT=40°		、角入崖錐
10.	56-15	町道大須線泉地すべり復旧対策	多伎町	複合	C=2.5	φ=39°	湧、建	整のり枠、工事、
11	55-117	村道役場深原線(秋吉地内)地拵り	八雲村	〃	C=1.0	φ=16.6°		、地すべり崖錐
12.	57-24	近原橋左岸、地質調査	建設省、波田	—	C=0.	θr=41° θT=39°	V=380~270	、風化崖錐

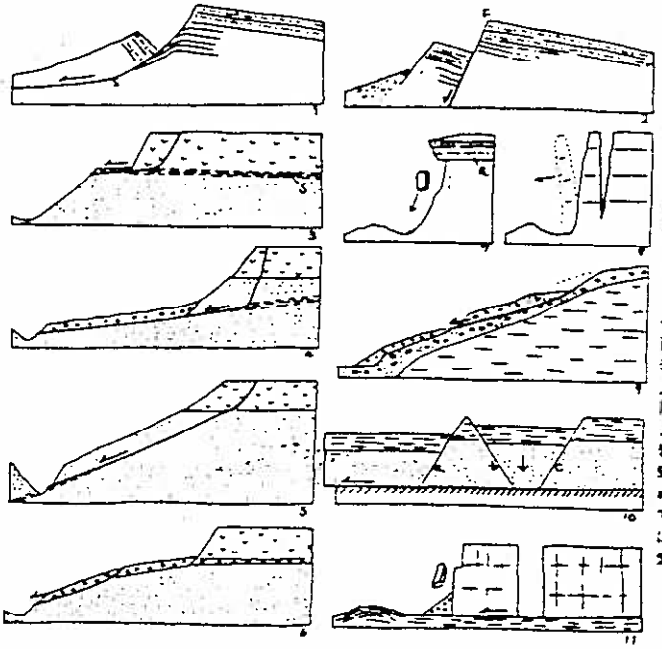


図40 いろいろなマス・ウェイスティング
1 スランプ型すべり．Sはすべりやすい面(泥岩など)．2 断層による類似地形(Sparks) 3 九州北西部の北松油型地すべり(羽田野誠一) チェックは玄武岩，下部は第三紀層——平坦玄武岩にみられる岩盤すべりと岩層すべりの複合型．Sは潜在すべり面．4 緩傾斜，流れ盤上の岩層，岩盤すべり．5 中傾斜，流れ盤上の岩盤すべり．6 中傾斜，表層岩層すべり．7 差別的風化による崩かい．8 節理のある均質岩の震作用などによる変形．9 岩層すべり．10 岩盤すべり，a－b－cとサケ目ができ，左側へすべる——アラスカ地震地すべりはこの型式．11 石切場などの岩盤すべり

図－6. 地すべり性崖錐．(マス・ウェスティングの観点では地すべりである)．

以上のA)～D)の4タイプが成因的に分類できよう。氷河によってできる氷堆積は崖錐ではなく氷積土となるべきである。

4. 崖錐の剪断強度

崖錐層で標準貫入試験を行なうと巨礫が混入する所ではモンケンはバウンドしてN値が求まらないことが多い。細礫が多く混入する所では N＝10～20 の値を示す。

粘着力のないガラガラの斜面では，崖錐斜面の安息角 θ を崖錐の内部摩擦角 ϕ と等しく考えることによって，$F_s \leq 1$ を得る。

$$F_s = \frac{\Sigma\{(W\cos\theta - u)\tan\phi + c\cdot l\}}{\Sigma W \sin\theta}$$

$u = 0$ のとき $F_s = \dfrac{\tan\phi}{\tan\theta} = 1$

$u > 0$ のとき $F_s < 1$

このことから，地下水位が急激な上昇を来たす時に崩壊を起こしやすいことが容易に推察できる。次頁に当社が扱った対象の c, ϕ 値を表示する。

・参考文献　金子史朗 (1972) 地形図説，渡辺貞 (1928) 土木地質学上巻
C. D. Ollier　松尾新一郎訳 (1971) 風化，その他一般教科書類