四国の地すべりの一般的特性

General characteristics of landslides in Shikoku region

矢田部 龍 一* 横 田 公 忠*

Ryuichi YATABE Kinutada YOKOTA

石 井 朋 紀** 夕 部 雅 丈***

Tomonori ISHII Masatake YUUBE

Abstract

General characteristics of landslides in Shikoku region were investigated and were compared with those of tertiary landslides. The average slip angle of landslides in Shikoku region is smaller (above 10°) than that of landslides in tertiary regions; however, the depth of slip surface is approximately the same. Moreover, the ground water table of landslides in Shikoku region is lower than that of tertiary landslides. The strength parameters of the slip layer clays were obtained by carrying out triaxial and ring shear test: ϕ' was determined to be $20^\circ \sim 40^\circ$ and ϕ_r to be $5^\circ \sim 30^\circ$.

キーワード：地すべり，破碎帯，第三紀層泥岩，地すべり粘土

1. まえがき

四国では中央構造線の南側の三波川帯と御荷鉾緑色岩の分布域および秩父北帯で多くの地すべりが発生している。これらの地すべりは破碎帯地すべりと総称されることが多い。破碎帯地すべりは北陸などの日本海側で発生している第三紀層の泥岩が分布する地域の地すべりとは、地形、地質、土質的特性が異なっている。例えば、破碎帯地すべりと比べて第三紀層地すべりの方が緩傾斜のすべりであることやクリープ的なすべりであること等が報告されている。

第三紀層地すべりは発生件数が多いことや動きがダイナミックで被害も大きいことから多くの研究がなされ、その特性がかなり明らかにされてきている。一方、四国の破碎帯地すべりに関しても、行政による対策を目的とした地すべり調査が多くの指定地を対象として行われてきている。また、それ以外にも四国の地すべり地を対象として各種の研究が行われており、その特性もかなり明らかになりつつある。しかし、四国の地すべり地の地形・地質・土質特性についてまとめた一般的な報告はあまりなされていない。地すべりの全体像を把握しておくことは、今後の調査研究に役立つと思われる。

そこで、本報告では、四国の100箇所近い自然発生的な地すべり地の報告資料を用いて地すべりの規模や地下水位、透水係数などを整理した結果を述べる。また、併せてボーリングコアより採取したすべり面の資料を用いて土質特性や強度特性を調べた結果と若干の検討結果を述べる。これらの各種データは第三紀層地すべりのそれと比較しながら示す。なお、豪雨などを契機として起こる自然発生的な地すべり以外にも、高速道路建設などの大規模な建設工事に伴って地すべりの発生事例が増えているが、それらに関しては今回の報告からは省いている。

2. 四国の地形・地質概要

2.1 四国の地形

四国はほぼ東西に連なる四国山地を中央に有し、北に瀬戸内海が、南に太平洋が位置している。こうした東西方向の凸凹構造に対してはほぼ南北方向の凸凹構造を持つ豊後水道、高縄半島－足摺岬、燧灘－土佐湾、高松－室戸岬、紀伊水道がある。これらの構造が重なり合って現在の四国の地形が形成されている。河川は徳島県の池田町から東流する部分の吉野川に代表されるような地質構造に平行して流れるものと愛媛県美川村を南流する仁淀川に代表されるような地質構造にほぼ直交して流れるものがある。また、四国山地は現在でも年間1～2mm上昇しており、地形的には壮年期の様相を呈して、日本でも最も急峻な地形のところである。

* 愛媛大学工学部

** 松山市役所

*** 高知県自治研修所

2.2 四国の地すべり多発地域の地質帯の特性

地すべりが多く発生している三波川変成岩類、御荷鉾緑色岩類、秩父（累）帯の特性を簡単に述べておく¹⁾。図-1に四国の地質の概要を示す。中央構造線の北側に領家花崗岩類が分布し、南側には三波川変成岩類が、更にその南側には秩父帯が分布しており、仏像構造線を境として南側には四万十帯が分布している。地すべりは三波川帯から秩父帯にかけての変成岩類が分布する地域で多く起こっている。なお、中央構造線の北側に位置する白亜紀の堆積岩である和泉層群でも層面すべり的な地すべりが発生している。

三波川変成岩類は泥質片岩を主として、その他、砂質片岩、塩基性片岩（緑色片岩）、珪質片岩等からなる。本岩類は白亜紀に低温高圧型の変成作用を受けているため、片理面が発達し、著しい異方性を持っている。地すべり土塊は、粘土分の少ない岩屑から構成されており、透水性が良いので地下水が低く、主として畑に利用されている。

三波川帯と秩父帯との境界には御荷鉾緑色岩類と呼ばれる塩基性火山岩類が分布し、御荷鉾帯とも呼ばれている。御荷鉾緑色岩類は海底火山起源の玄武岩、斑れい岩、超塩基性岩およびそれらの再堆積した岩石からなる、本帯は三波川帯と比べて一般になだらかな地形をしている。三波川帯と比べると風化帯は厚く、保水性が良いことから水田に利用されているところも多い。また、移動土塊の細粒化が進んでいるため第三紀層の地すべりにみられるようなクリープ性の移動を示す地すべりもある。

秩父（累）帯は、現在は秩父帯、黒瀬川帯および三宝山帯に分けられている。南縁は仏像構造線で四万十帯と接している。秩父帯は古生代石炭紀～中生代ジュラ紀の地層が分布し、若干の変成を受けている。黒瀬川帯には石炭紀～白亜紀までの堆積物と、花崗岩類および変成岩類それと蛇紋岩がレンズ状に分布している。また、三宝山帯には、石炭紀～ジュラ紀の三宝山層群が分布している。岩質としては主に粘板岩、砂岩、石灰岩、チャート、玄武岩類などである。地すべりは秩父北帯と呼ばれていた秩父帯において比較的多く、発生している。しかし、御荷鉾帯や三波川帯と比較すればかなり少ない。また、黒瀬川帯では蛇紋岩の分布域において地すべりの発生が

図-1 四国の地質の概要

見られる。高知県の長者地すべりは四国の蛇紋岩地すべりの代表的なものである。一方、三宝山帯では殆ど地すべりの発生はみられない。

上述したように、四国の地すべりは硬岩に分類される変成岩地帯で発生している。地すべりが発生するためにはすべり土塊を形成する土砂とすべり面を形成する粘性土層が必要である。四国の変成岩体で地すべりが発生するのは、硬い岩石の割には片理が発達して崩壊しやすい岩質であるということと同時に構成鉱物として風化して粘土化するものを多く含んでいることによる。四国の地すべり粘土に関する鉱物学的研究は多くはないが、含有鉱物はおおよそ明らかにされている。例えば、既往の研究の一部^{2), 3), 4), 5)}をみると、緑色片岩や御荷鉾緑色岩を母岩とする地すべりではクロライトが、黒色片岩ではイライトやパーミキュライトが含まれている。その他、緩傾斜の地すべりにはスメクタイトが含まれることがあるということが明らかにされている。これらの粘土鉱物の存在が、硬い岩石からなり、急勾配を呈している山岳地の所々に、20数度といった緩傾斜の地すべりを発生させている素因の一つである。四国の三波川帯から御荷鉾帯にかけての山間地で人間の生活が営まれているところの大半は古い化石地すべり、もしくは現在活動中の地すべり土塊上に位置しているといって過言ではない。

3. 地すべりの一般的特性

図-2に四国の破碎帯地すべり地と新潟県の第三紀層地すべり地の斜面勾配を示す。地すべり地の勾配は、頭部、中腹部、下部といった地点によりかなり異なっているが、今回は頭部から下部までの平均で整理してある。これから破碎帯地すべりでは15°～35°程度の地すべり地が多いのに対して、第三紀層地すべりでは10°～20°程度のものが多い。この勾配の相違にはすべり面を形成している粘性土の強度特性や粒度の相違、地下水位の相違、地すべり土塊を形成している土塊の性状などが影響していると思われる。

図-2 四国の破碎帯地すべりと第三紀層地すべりの斜面勾配の比較

何故、地すべりの勾配がこれだけ異なるかについては別の機会に述べるが、地下水位についてだけ簡単に示しておく、図-3にすべり面深度を基準にした地下水位の位置を示す。破碎帯地すべりに関しては、三波川帯、御荷鉾帯、秩父帯の別に示してあり、また、観測期間中の最高水位 (H. W. L.) と最低水位 (L. W. L.) を示してある。これから第三紀層の地すべり地の地下水位の方が破碎帯地すべり地のそれと比べて高いことがわかる。即ち、第三紀層地すべり地の方がすべり面に作用する間隙水圧が大きく、有効応力が小さいので、他の条件が全て同じであっても、より勾配の緩い斜面ですべりが発生し得ることになる。

この地下水位の相違については幾つかの理由が考えられる。

一つは、地すべり土塊ならびにすべり面の土の透水・保水特性の相違である。破碎帯地すべりの多くは、片理面の発達した硬岩である結晶片岩や御荷鉾緑色岩が分布している地域で発生している。そのため地すべり土塊はクラックを多く含んだ岩構造を残している部分も多く、その結果、透水係数はかなり大きい。それに対して第三紀層地すべりは、固結度の低い軟岩に分類される泥岩地域で発生しており、地すべり土塊は多くが泥質状であり、透水係数は破碎帯地すべりのそれと比べると小さい。また、すべり面の土を比べても粘土化は第三紀層地すべり

の方が進んでいる。この結果、第三紀層地すべりの方が保水性が高く、地下水位が高くなると思う。

実際、透水係数に関してであるが、地すべり地で測定した各地質帯毎の平均的な透水係数を図-4に示す、図には破碎帯地すべりの平均的な透水係数と三波川帯、御荷鉾帯、それと秩父帯毎の透水係数、ならびに第三紀層地すべりの平均的な透水係数を示してある。第三紀層地すべり地では透水係数が小さくて測定できないものもあるせいか、得られている透水係数のデータが少ない。従って、透水係数が深さ方向へ大きく変動しているが、平均的にみると破碎帯地すべり地の透水係数と比べて数十分の一程度であることがわかる。四国の破碎帯地すべり地とみると三波川の透水係数が非常に大きく、 10^{-2} (cm/sec) のオーダーである。御荷鉾帯と秩父帯ではそれと比べると数十倍も小さい。これは三波川帯の緑色片岩や黒色片岩は片理面が非常に発達している上に、御荷鉾緑色岩と比べると粘土化しにくい岩石であることに起因している。三波川帯と御荷鉾帯の透水係数の違いは、土地利用の形態にもはっきりと表れている、即ち、三波川帯の地すべり地の多くが畑地として利用されているのに対して、御荷鉾帯の地すべり地の多くは水田として利用されている。

もう一つは地下水位観測によりすべり面上の正しい地下水位が観測できているかという精度の問題である。図-3の地下水位観測にはストレーナーを全長にわたって切つてある孔内傾斜計の観測井を利用して行ったものも多く含まれている。破碎帯地すべり地では複数の不透水層が存在し、それに伴って地下水位が数層あることも希ではない。坂本等⁶⁾は2層の不透水層と3層の滞水層が存在する地すべり地で、各層毎の地下水位観測と全層の地下水位観測を行っている。その結果、全層の観測ではすべり面より5m深部に地下水位が存在しているが、す

図-3 すべり面深度を基準にした地下水位の位置

図-4 地すべり地の平均的な透水係数

べり面を含む滞水層における観測では、すべり面より6m上に地下水位が存在していた。地すべりの移動には、すべり面上部に存在している地下水位による間隙水圧が影響する。全層にストレーナーを切った観測孔による地下水位観測では時として、間違った地下水位を測定していることもある。したがって、図-3ですべり面より下にある地下水位の一部は、すべり面に作用している真の地下水位ではない場合もあると思われる。この点に関しては、今後もう少し信頼性の高いデータを収集して検討したい。

図-5に地すべりの斜面長(L)と斜面幅(W)の関係を示す。破碎帯地すべり(各地質帯毎に示してある)は幅および長さとも第三紀層地すべりと比べると小規模なものが多く、長さで1km、幅で500m程度以下のものが大半である。第三紀層地すべり地の方が斜面長が長いのは、後退性の地すべりの発生のしやすさが影響していると思われる。全長が1km近い或いはそれを越えるような大規模な地すべりが一度に発生することは少ない。一次のすべりに続いて、2次、3次…と後退性の地すべりが続いて起これば、結果として大規模な地すべりになっていくと考えられる。四国の破碎帯地すべりが第三紀層の地すべりと比べて斜面長が短いのは、断層や片理・節理などに規制されてすべる地すべりが多く、第三紀層と比べると後退性の地すべりが起こりにくいからであると思われる。破碎帯地すべりでは、斜面長(L)と斜面幅(W)関係は $L=0.5W \sim 3.0W$ 程度の間に入っている。上野⁷⁾が西日本の破碎帯地すべり40事例を整理した結果では、 $L=0.6W \sim 2.5W$ 程度の関係が得られている。

図-6に斜面幅(W)とすべり面の深度(D)の関係を示す。ここで、すべり面深度は地すべり地の最大の深

度で取っている。すべり面の深さは、破碎帯(各地質帯毎に示してある)と第三紀層の地すべり地であり違いはみられず、今回調べた範囲の資料では50mまでである。なお、この最近、すべり面深度が100m近い或いは越えるような地すべり(高知県の陰地すべりや谷の内地すべり)も報告されている。図-6の斜面幅(W)とすべり面の最大深度(D)の関係をみると、かなりのばらつきがあるが、破碎帯地すべりで $W=2.0D \sim 20D$ 程度、第三紀層地すべりで $W=20D \sim 100D$ 程度の関係がある。上野の整理では、 $W=4 \sim 10D$ であり、Dが120m以上では $W=6 \sim 10D$ という関係が成り立つとしている。上野が示したような関係が成り立てば、調査・設計に有益であるが、今回の100箇所近い地すべり地を対象として整理した限りではばらつきが大きく、すべり面深度から地すべりの幅を推定するとか、その逆のを行うといったことは無理なようである。

図-7にN値の深さ方向の平均値を示す。なお、破碎帯地すべり地では地すべり土塊内でもN値が50を越えるものが多く見受けられるが、平均値を求める際にはこれを50としている。これから破碎帯地すべり地(各地質帯毎に示してある)の方が第三紀層地すべり地と比べて地すべり土塊内のN値が大きいことがわかる。これは破碎帯地すべり地の母岩が固結度の高い変成岩であるのに対して、第三紀層地すべり地の母岩が固結度の低い泥岩を主とするためである。また、破碎帯地すべり地のボーリング柱状図をみると数層にわたって粘土状コアを挟んでいるのが特徴的である。岩片状コアや棒状コアの更に深部に存在する粘土状コアは、過去の大規模地すべりや断層運動に伴う破碎作用や、熱水変作用により形成されたとと思われる。

破碎帯地すべりと第三紀層地すべりの地質構造の複雑

図-5 斜面長と斜面幅の関係

図-6 斜面幅とすべり面の深度の関係

さの違いは次のような整理からも明かである。図-8に表層の土砂化した層を抜けて初めてD級岩盤が現れる深さと深さとすべり面深さの関係を示す。第三紀層地すべりではD級岩盤との境界面付近がすべり面となっていることが多いことが分かる。それに対して破碎帯地すべりではすべり面より浅いところにD級岩盤が現れているものやすべり面よりはるかに深い部分まで破碎されているものなどすべり面深さとD級岩盤の現れる深さはあまり関係がみられない。これは前述したように破碎帯地すべり地の地質構造が複雑であるからである。

四国の地すべり粘土の粘土鉱物に関しては、先述したようにいくつかの報告がなされている。詳細に関してはまた報告するが、緑色片岩や御荷鉾緑色岩ではクロライトが、黒色片岩や和泉層群の泥岩では黒雲母やイライトがせん断強度に大きく影響している。ここで、御荷鉾緑

色岩や緑色片岩が風化することにより生成される興味深い粘土鉱物を示しておく。図-9は愛媛県の三波川帯の地すべりである東峰のすべり面の粘土のX線回折結果である。2 μ m以下の微粉末試料に対する沈降定方位法による回折結果をみると2 θ で6°程度にピークがみられる。このピークがエチレングリコール処理により5°程度にずれる。そして、500℃の加熱処理により5°のピークは消失するが、6°のピークは残っている。これからこの粘土鉱物はスメクタイトではなく、膨張性を示すクロライトであることが分かる。膨張性を持つクロライトがせん断特性に与える影響は検討する必要がある。第三紀層地すべりでは、小さなせん断抵抗角を持つスメクタイトが地すべり発生の重要な要因の一つであることは衆知の事実である。

地すべり粘土の土質的特性に簡単に触れておく。破碎帯地すべり（各地質帯毎に示してある）並びに第三紀層すべり面粘性土の塑性図を図-10に示す。破碎帯地すべり粘性土の多くは、CL~CHに存在している。第三紀層地すべり粘性土と比べると低塑性である。

三軸圧縮試験により得られた強度増加率(C_u/p)を図-11に示す。三軸圧縮試験には420 μ m以下の試料を繰返し再圧密した供試体を用いている。破碎帯地すべり

図-7 N値の深さ方向の平均値

図-8 D級岩盤が初めて現れる深さとすべり面深さとの関係

図-9 X線回折結果（三波川帯の東峰地すべり地の粘土）

図-10 塑性図

図-11 三軸試験により得られた強度増加率

粘土の C_u/p は Skempton が提案している $C_u = 0.11 + 0.0037I_p$ よりかなり大きい。また、柴田⁸⁾は既往の研究成果をまとめているが、それよりも若干大きな C_u を示すようである。第三紀層地すべり粘土では塑性指数が50程度以下では Skempton が示したものより大きい、塑性指数が大きくなると小さくなる。 C_u/p からみれば破碎帯地すべり地の粘性土は、沖積地盤の粘性土のそれと比べて決して小さくなく、低塑性側ではかなり大きい結果となっている。

図-12, 13に第三紀層地すべりと破碎帯地すべりのすべり面粘土のピーク状態でのせん断抵抗角 ϕ' ならびに残留状態でのせん断抵抗角 ϕ_r と塑性指数 I_p の関係を示す。これらのせん断抵抗角は、420 μ m以下の試料を繰り返し再圧密した供試体を用いて、三軸試験ならびにリングせん断試験により求めたものである。

これから、第三紀層と破碎帯地すべり粘土の ϕ' にはそれほど違いは認められないこと、 ϕ_r に関しては第三紀層のそれの方が若干小さいことが分かる。ただ、第三紀層と破碎帯地すべりの地表勾配に10°程度の違いがみられたが、それほど差はすべり面粘土のせん断抵抗角には認められない。この勾配の違いには、前述した地下水位やすべり面形状それからすべり面粘土の粒度やせん断抵抗角などが影響していると考えられる。なお、地すべり地のすべり面粘土のせん断抵抗角は、海成粘土のそれと比べるとかなり小さい⁹⁾。これは、鉱物だけでなくイオンの影響が大きいと思われるが、詳細はまだ明らかにされていない。

以上、破碎帯地すべりの地表勾配、地下水位、透水係数、規模、地すべり土塊の風化度などを第三紀層地すべり地のそれと比較しながら述べてきた。破碎帯地すべりは、第三紀層地すべりと比べてかなり異なった特性を持つことがわかった。

4. あとがき

第三紀層地すべりと破碎帯地すべりの各種の比較を行ない、次のようなことが明らかになった。

図-12 破碎帯地すべりのすべり面粘土の ϕ' ならびに ϕ_r と I_p の関係

図-13 第三紀層地すべりすべり面粘土の ϕ' ならびに ϕ_r と I_p の関係

- 1) 破碎帯地すべりは第三紀層地すべりと比べて、勾配が10°程度急であり、長さとも幅ともに小さい。すべり面の深度は両者で大きな違いは認められない。
- 2) 地すべり土塊内の透水係数は、破碎帯地すべり地の方が大きく、また、地下水位は低い。破碎帯地すべりの中でも、特に三波川帯の地すべりの透水係数は大きく、平均で 10^{-2} (cm/s) のオーダーである。
- 3) 御荷鉾緑色岩や緑色片岩の風化粘土には膨張性を示すクロライトが含まれていることがある。
- 4) 第三紀層と破碎帯地すべり地のすべり面粘土のせん断抵抗角を比較した結果、 ϕ' に関しては大きな差はみられないが、 ϕ_r は破碎帯地すべりの方が若干大きい。

本報告をまとめるに際して、地すべり地の調査資料は愛媛県土木部や高知県土木部などより貸していただき、また、ボーリングコアからの試料採取に際しては関係コンサルタントに多大なご協力をいただいた。心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 長谷川修一、斎藤実：1. 四国の自然環境と地形・地質、1.2 地質、土と基礎、Vol. 39, pp. 19~24, 1991.
- 2) 高谷精二：結晶片岩地域における地すべりと粘土鉱物(3) - 高知県・怒田、八畝地すべり - 新砂防, No. 118, pp. 18~23, 1981.
- 3) 金原啓司、藤井紀之：徳島県木藤 - 宗森地すべり地における

- 結晶片岩類の風化(その1), 粘土科学, 第20巻, 第4号, pp. 120～128, 1980.
- 4) 金原啓司, 藤井紀之: 徳島県木藤-宗森地すべり地における結晶片岩類の風化(その2), 粘土科学, 第21巻, 第1号, pp. 14～18, 1980.
- 5) 北川隆司, 宮原正明, 矢田部龍一, 横田公忠: 鉱物学的に見た四国の地すべり, 地盤工学会四国支部・四国の地すべり, pp. 101～114, 1999.
- 6) 坂本裕之, 藤崎俊彦, 土井富雄: 多段式地下水位計観測による地すべり地の地下水分布例, 第33回地盤工学発表会平成10年度発表講演集, pp. 1727～1718, 1998.
- 7) 上野将司: 四国の地すべりの特性, 地盤工学会四国支部・四国の地すべり, pp. 65～84, 1999.
- 8) 柴田徹: 飽和土の強度増加率について, 第20回土質工学シンポジウム論文集, pp. 129～137, 1975.
- 9) 矢田部龍一, 八木則男, 榎明潔: 破碎帯地すべり粘土の力学特性, 土木学会論文集, 第406号/Ⅲ-11, pp. 43～51, 1989.
- (原稿受理日 平成12年3月28日)

すべり面三次元構造と地すべり地塊運動特性

「地すべり」Vol. 37, No. 3 (通巻143号) pp. 32～41, 2000年 (平成12年) 12月

佐々木一郎, 新谷 融

本研究は、斜面変動の一つである地すべりのうち、地塊型平面地すべりに形態分類された形態Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを取り上げ、一つの近似平面地すべり面上の比較的単純な地質構成体からなる典型的な地塊型地すべり災害地の調査結果をもとに、すべり面構造・運動様式・変動地形の関係を考察し、地すべり地塊運動をすべり面構造による運動学的考察とその模型実験とによってこれらの関係を検証し、モデル化したものである。本モデルは、地すべり対策を地すべりの運動実態に適應するための、地すべり地塊三次元運動機構解明の基礎を提供するものとする。

四国中央部御荷鉾帯の緑色岩の風化と地すべり(1)

「地すべり」Vol. 37, No. 3 (通巻143号) pp. 32～41, 2000年 (平成12年) 12月

夕部雅丈, 岡村 眞, 矢田部龍一, 八木則男, 横田公忠, 佐藤 修

四国中央部の高知県に分布する御荷鉾緑色岩類帯では、片状の緑色岩帯で地すべりが多発している。そこで片状の緑色岩の風化と地すべりの関係について水質分析、蛍光X線分析、X線回折分析により、調査した結果、片状の緑色岩は主としてアクチノライトとクロライトで構成されており、風化はアクチノライトのCaとアクチノライトとクロライトのMgが溶脱し、風化帯内の浅いすべりの場合には、主としてクロライトのMgの溶脱によってスメクタイトが生成し、すべり面粘土となって地すべりが滑動していることがわかった。

四国の地すべりの一般的特性

「地すべり」Vol. 37, No. 3 (通巻143号) pp. 50～56, 2000年 (平成12年) 12月

矢田部龍一, 横田公忠, 石井朋紀, 夕部雅丈

四国の地すべりの一般的特性を第三紀層地すべりのそれと比較しながら検討した。そして、四国の地すべりの勾配の方が10°程急であること、すべり面深度と地すべりの長さの比が大きいこと、地下水位が比較的深いこと、せん断強度に影響する鉱物としてはクロライトやマイカが支配的であること、残留状態でのせん断抵抗角が若干大きいことなどが分かった。

排水ボーリングの削孔事例からみた地質状況と削孔精度に関する考察

「地すべり」Vol. 37, No. 3 (通巻143号) pp. 57～62, 2000年 (平成12年) 12月

藤原聖一, 高橋英一, 斉藤 薫

地すべり対策工事の一つである排水ボーリング工は、地形条件、流末施設、用地の制約などの理由により排出目標位置が制限されるため、高い削孔精度が要求される。

我社で過去3年間に施工した排水ボーリング工の事例を解析した結果、排水ボーリング工の削孔精度は、削孔長と地質状況に深く関連し、たとえば、土質区分上で岩塊・玉石混じり土を削孔対象とした場合は、60m程度以内が限界であると考えられる。