

施工編

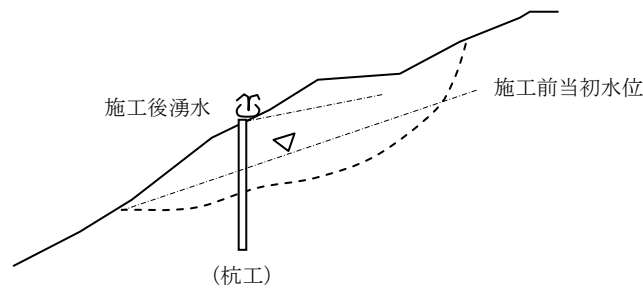
- 1.地下水の堰上げと杭工の転倒
- 2.集水井のパーチカルが不要であること
- 3.集水井の所要深さ(その1)
- 4.集水井の所要深さ(その2)
- 5.空井戸の不思議
- 6.ボーリング孔はどちらに曲がるか？
- 7.プレパクト杭
- 8.杭径検査
- 9.引張型アンカーの方が圧縮型アンカーより抜けにくい・・・
- 10.アンカー孔はまっすぐとなるように・・・
- 11.ブロック積工
- 12.ボーリング暗渠による陥没や地盤沈下
- 13.杭工の倒壊とグラウンドアンカー

1.地下水の堰上げと杭工の転倒

“杭工施工後、地すべりが滑動し杭が倒壊”といった事故があり、その原因として“地下水が当初推定した確率水位より異常に上昇したため”というコメントがあった。これを伝え聞いたとき、次図のような“杭工グラウトによる地下水の堰上げ現象”が思い浮かんだ。

すなわち、筆者が調査、設計した現場（地すべりの規模：斜面長 100m、幅 40m、層厚 8m 程度）で、杭工施工直後に杭頭背面で湧水が見られるようになった。杭間隔は 1.5～2m 程度であり、基準に従って削孔穴と鋼管杭との空隙部をモルタルで充填している。施工直後の寡雨期の現象であったことから、当グラウトにより施工ライン沿いに遮水壁を形成したものと判断された。

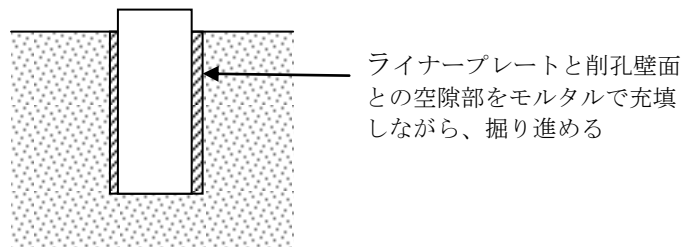
このような事例から、たとえ平常時に地下水が劣勢であっても、杭工やグラウンドアンカーを施工する場合はその背面領域にボーリング暗渠を設けるよう提案している。



2.集水井のバーチカルや補強リングが不要であること

集水井を設計する場合にバーチカル（井壁に沿った鉛直方向の H 形鋼）を設けることがある。鋼材屋さんは鉄をたくさん売りたいがため設計図に折り込むのであるが、施工屋さんは取り付けが面倒なためこれを嫌っている。補強リングもボーリング足場として利用できるように思われるが、施工屋さんは“邪魔”という。

実際には次図のようにバーチカル等を使用することなく深さ 70m 程度の集水井が施工されている。ライナープレート外側の掘削面との空隙部を管理することで井壁に作用する土圧を抑えるのであるが、こうした優れた技術（考え方）があまり普及していないように思われる。



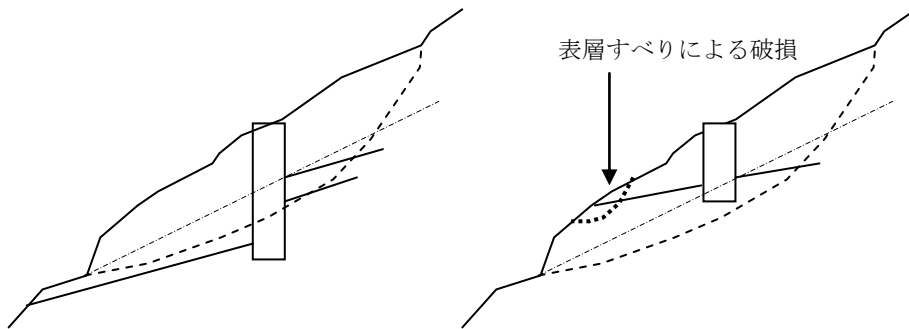
3.集水井の所要深さ(その1)

現在、集水井の設置方法に図 A, B のような考え方ができるように思われる。A はすべり面に連続する地下水を排除するため井底を基岩内に設け、かつ排水機能を維持するためドレーンを基岩層内に設けるものである。これに対して、B は地すべりが滑動した場合に集水井が破損するのを防ぐため、井底をすべり面より数メートル上位に設定するものである。

集水井自体に集水機能はほとんどないことから、A の方が機能的に優れているのは明らかである。では B が懸念する地すべりが大きく滑動した場合の影響であるが、北松型地すべりの例では、図-C のようにライナーがすべり面(井地点で深さ 10m 程度)に沿ってせん断された状況が確認されている。前項に示したバーチカル等が井壁になかったことから、上下のライナープレート等にほとんど損傷を与えることなく、しかも集排水機能が維持されているなど“お見事”といった印象を受けた。

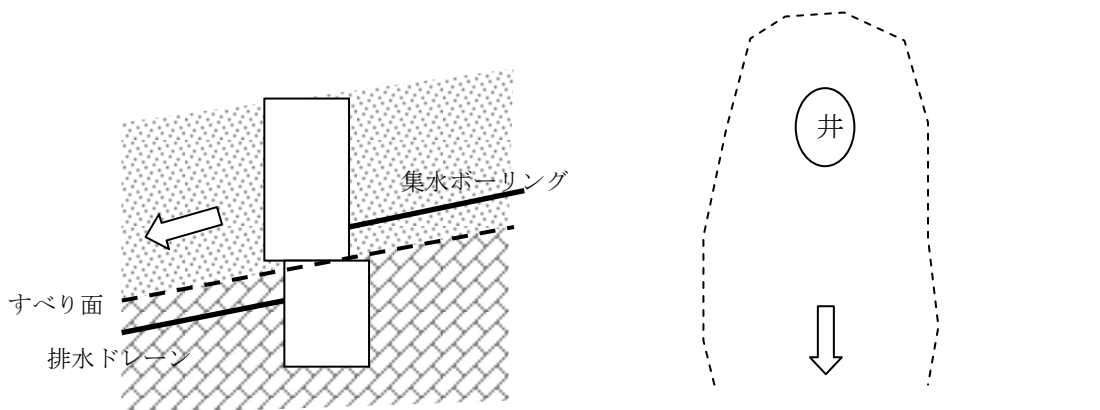
ちなみに集水井の変形方向であるが、北松型すべりの頭部付近に設けた井戸(深さ 30m 程度)では移動方向に変形し、移動土塊がこの方向に伸びるということが良く理解できた。

その他、B の場合は排水ドレーンの外側を伝って地下水が排水口に集中し、この付近での表層崩壊を誘発するケースがあり、そうした点からも排水口は安定した斜面に設けることが肝要である。



A : 排水ドレーンを基岩内に設置する方法

B : 井底を移動層内にとどめる方法



C : 集水井の破断と集水機能の維持

D : 地すべり滑動にともなう集水井の変形例

4. 集水井の所要深さ(その2)

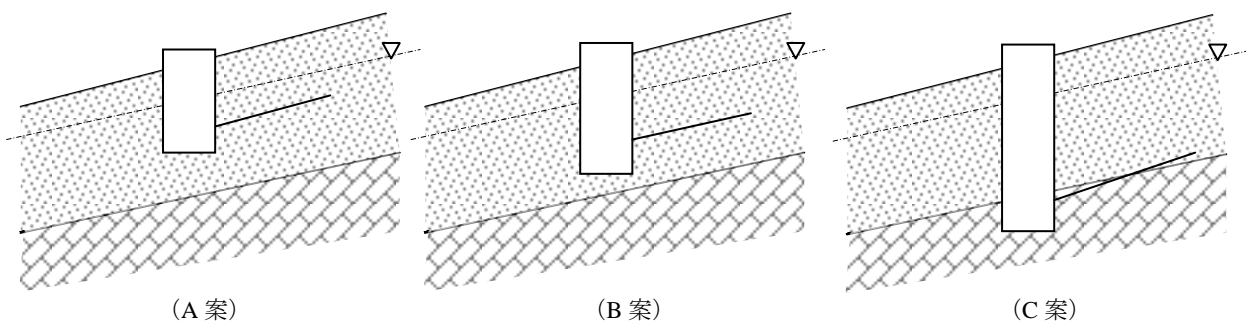
集水井の設計で、図-Aのようにあえて井底を浅い位置にとどめるような例がある。これは目標水位低下が例えば1mとわずかな場合、わざわざ図-Bのように深くする必要はないとの判断によるものである。

しかし、地すべり対策ではすべり面に連続する地下水の排除を目的としており、一般に図-Cのような形態を取ることが基本と思われる。すなわち、地すべりが滑動することですべり面に沿って破断面が形成され、そこに地下水が集中するであろうことを前提に、これらを効率的に排除しようとするものである。

実態として、孔内水が形成されているボーリング孔の横に集水井を掘削しても、同水準にかならずしも地下水位が形成されているわけではない。予定深度直前までからからに乾いた状態（風化泥岩）が続き不思議に思っていた時、井内の山側から涙が流れるように一筋の水がスーと入ってきた。これが排除しようとする地下水の実態かと啞然とするとともに、地すべり調査ならびに対策について大いに疑問がわいたことがある。

すべり面が明確に分かっている現場でも“すべり面に水はなく、その数メートル上位に帯水層がある”といった実態例を聞くにつけ、地すべり防止技術のレベルといったものに疑問を抱かざるを得ない。

なお、山腹面のルーズな崖錐内でも水みちを伝って地下水が流動しているといった実態からすれば、図-A、B案が成り立つには移動土塊が大きく攪乱（連続した空隙部の形成）され、地層水のような状態にあることが前提となろう。



5. 空井戸の不思議

片岩地帯で深さ30m程度の集水井を掘削したが全く水気がなく、井底で新聞紙を広げ弁当を食べるという有様だった。集水ボーリング施工後も水は出ず、たちまち空井戸を掘ったとの噂が広まりぼつが悪い思いをしたが、その後まとまった降雨時には配水管いっぱい地下水が排水されるようになった。

結果オーライかもしれないが、苦労してたどりついた調査結果に基づく対策が予定どおり機能しないのは残念である。予想し難いことを“水物”というようであるが、多くの集水ボーリングを打設することで移動土塊内にこれに通ずる水みちを徐々に形成していったとしか考えられない。それにしても何か間違っているのではないかと思うのである。

6. ボーリング孔はどちらに曲がるか？

杭間を縫って集水ボーリング（長さ 60m 程度）を打設する現場があり、施工可能か否かで議論になった。ボーリングポケットブックにも水平ボーリングは主に上下に曲がることが明記されており“常識”と思っていたが、筆者以外はどちらに曲がるか分からないといいはった。

筆者がお世話になったオペはロータリーボーリングを扱っていたが、自らの経験から曲がる方向と大きさを把握しており、予定地点に到達させるには穿孔方向をどの程度ずらせばよいか認識していた。

孔を曲げないための機械の選定や穿孔方法など、当業界にも無知な技術者が意外と多いようであり、上記現場では案の定杭に当てたり、途中でロッドを破損したりさんざんな目にあったようである。

ライバル心を燃やすのも良いが、他人の言うことを素直に聞くとやった姿勢も多少持つべきであろう。

7. プレパクト杭

抑止杭がプレパクト仕様となっている時期があった。鋼管杭の中にグラウトパイプを入れ、碎石を投入した後セメントミルクを孔底からグラウトするものであるが、注入圧で鋼管杭が浮いたり、グラウトパイプが抜けななどさんざんな目があった。文献などを調べてもそのような狭小な空間ですべき工法ではないと記載されており、とうとう実績のあるモルタル充填に変更していただいた。

一方、プレパクト杭のグラウト状況を確認するための注水試験がなされる例があり、ある現場では試験時に漏水がなく検査官が不思議がっていたとのことであった。聞くところによると、通常は“巣”ができていたため漏水するようであるが、その現場では碎石とグラウトを交互に入れたため漏水しなかったというものである。

本来であれば後者の方が杭の防錆等において望ましいのであろうが、このような本末転倒のようなことがしばらく行われていたのである。

8. 杭径検査

工事管理に従事して間もない頃、施工完了後に杭径を検査するというのでびっくりさせられた。杭径とは鋼管の径かもしくは削孔径かと思いきや、グラウト材で成型された杭頭の径を図るという。

成型は紙型枠（円形ポイド）を用いておこなうことから、自ずと型枠内径を検査することになるのであるが、設計とは全く無関係のものである。

検査後は跡地利用のためすべて地下に埋めてしまうものであり、むしろ杭と地山を一体化せしめるには型枠がない方が適当と思われる。あるいは杭頭のみ検査してもそれから 1m 下の地下では鋼管が直接地山に接していたりすることなどを思えば、ほとんど無意味な作業である。コスト削減を徹底するならば、こうした無駄なことを直ちになくすべきであろう。

9. 引張型アンカーの方が圧縮型アンカーより抜けにくい・・・

特記仕様書に“引張型アンカーの方が圧縮型アンカーより抜けにくい”と明記しているのを目にしたことがある。どのような条件下での比較かは記載していなかったが、必ずしも正しいとは言えない内容であり、誰に吹き込まれたのか、あるいはここまでやるのかといった思いがした。

2012年にはグラウンドアンカーに用いられていた“永久”、“仮設”と言った用語がランク A, B といった用語に変わるなど、徐々に基準の見直しが進められているようである。基準書の改訂にともなう講習会では“グラウンドアンカーはメンテナンスを必要とする構造物である”ことをしきりに強調されていた。重大事故を招かないうちにグラウンドアンカー工の実態が整理されることを望ものである。

10. アンカー孔は直線性を保つように・・・

平成2年の「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」では“アンカー孔は直線性を保つように配慮して行い、・・・周囲の地盤を乱すことがないように十分注意する”といったことが記載されている。しかし摩擦型アンカー体の摩擦抵抗を高めるにはできるだけ孔壁に凹凸や適度な曲がりがある方が有利であり、近年ではこうした文章が削除されている。

写真は鋼管内に摩擦型アンカー体を造成し引張試験を行ったものであるが、孔壁が平滑なためわずか50kNで引き抜けた。これはテンドンを引っ張ることでアンカー体が細長くなり、孔壁から剥離しやすくなるためと考えられる。

“直線性を保ち、乱さないように削孔する”ことは文章的に見栄えがよいが、現場では真逆の結果をもたらすものである。このように、基準書やマニュアルといったものは正しくないことを含むものであることを認識すべきであろう。



11. ブロック積工

排水ボーリング工に付随したブロック積工を含む工事を受注したが、施工業者がいない（予算的に）ため自ら施工する羽目になった。

初めての経験であり、ブロックの重さになんと割に合わない工事かとつくづく思い知らされた。同時期に蛇籠工も経験したが、網目からこぼれない大きさの石を手作業で順次並べるなど見た目には良いかもしれないが・・・

もっと簡易な方法がいくらでもあるのに一度決められた基準（マニュアル）を改善しようとしないう姿勢が、多くの無駄や苦痛を与えている。

12. ボーリング暗渠による陥没や地盤沈下

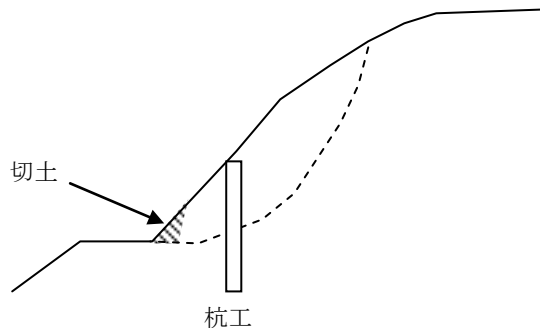
ボーリング暗渠において、マサ土地帯ではボーリング孔を伝って土粒子が流出するため陥没を招く事故が多発したことや、泥炭を介在する現場では地下水の低下にともない地盤沈下をきたすなどの例を見る機会があった。あるいは家屋等に地すべり現象では説明しがたい多様なクラックが発生しており、古い時代に施工された礫暗渠にともなう地盤沈下が疑われるような現場もあった。

このように、地すべり対策がとんだ二次災害を招くケースがあることも基本的知識として身に付けておきたい。

13. 杭工の倒壊とグラウンドアンカー

昭和50年代には杭工の倒壊事故が多発した。筆者が設計した現場でも、道路に面した地すべりに対して杭工が施工され、その後末端土塊を整形するための掘削を行った時点で杭が倒壊した。

“地すべりは杭工により抑止されているからその背面を掘削しても問題ない”との判断によるものであるが、こうした事故等を受けて設計手法が確立していったように思われる。



一方で急傾斜地では杭工背面の土圧が確保できないケースが多いことから、これに替わる抑止工としてグラウンドアンカー普及していった。しかし、これも地中の見えないところに重要な構造物を造成する作業であり、多くの失敗を犯してきた。

その一つに、温泉地（変朽安山岩）での基本調査試験で予備荷重にも耐えきれずアンカーが抜けたことがある。当時は強酸性地盤にグラウトするという非常識を誰も止めなかったし、コンクリートが溶けるなどと言うことは想像もしなかった。よく見れば周囲には骨材の浮き出たコンクリート構造物があり、これにはコーティングが施されているとのことであった。勉強不足ではあったが、筆者が携わる分野の技術レベルの遅れというものも感じた。