

切土のり面崩落の原因と対策に関する一考察

—現場技術者の体験に基づいて—

宇 藤 貞 義*

1. はじめに

切土のり面の崩壊、崩落の原因については種々理論的・実験的に解明・追求されて対策工法も開発されているが、いずれも大規模な崩壊を対象としたもので、われわれが日常の現場巡回やドライビングの際に経験する小規模なり面崩落で、しかも大きな災害の誘因ともなり頻度の高い交通障害で人命事故さえ起こす恐れのある崩落については、あまり知られていない。そこで、現場施工者として、簡単なことであるが対策が軽視されている下記の件について、筆者の体験に基づいて記してみたい。

2. 山林地帯

道路工事または類似路線工事では、山腹の掘削が工事の重要部分を占めるが、工事の規模が大型化するにしたがい掘削高も数十m、幅数十mに及ぶのも珍しくない。山腹を深く広く切り開き大きな開口部をつくり、道路を開通させ、1日何万台という自動車を通過させるが、この開口部が季節的には暴風の通路、一種の風洞ともなっていることにも注目したい。この開口部を自動車が走れば排気、騒音などの公害を起こし、関係住民との間にトラブルを起こすのでその対策も研究されているが、開口部を吹き抜ける暴風等も周辺にいろいろな公害を起こしているが、現在の所これらについての防護処置がほとんど考えられておらず、将来なんらかのトラブルを起こす可能性を含んでいるとも考えられる。管理のゆきとどいた植林地帯では、適当な樹間と不必要な下枝や、密集した枝葉が除去され、地表には雑木の繁茂もなく通風も比較的良好、暴風雨災害もやや軽減されるが、残る大部分の山林は20~30年、あるいはそれ以上の間なんの手入れもされていない雑木林であり、そのなかに点々とひとときわ高く、太く生育した樹令60~80年といった巨木の育っている山林である。この巨木は自然環境に順応し、周囲の雑木林と協力しながら生育したもので、年々の暴風雨に耐える限度の根組みや枝張りをしているが、自らはより以上の安全率をもっていない。そこへ、工事など

により突然前面に巨大な風洞のような開口部が出現した場合、のり肩付近の樹木は従来経験したこともない強い風圧を直接受け、ときには風向も大きく変わり、側面からさらに強い風圧を受けることとなる。暴風の前後には強い雨が降り、前衛をなくした樹木が激しくゆすぶられ、根回りの表土をかき起こす作用をし、表流水を地中に導入し、大部分は枝などを折られるか根こそぎ倒れることとなる。前衛をなくした巨木が直接根元から強い風圧を受け、根回りの表土を広く深くかき起こし、表流水を地中に導入し、大きな土塊を抱いて倒れ、そのあとに直径3~6m、深さ50~80cmもある大きなくぼみをつくる(図-1、樹令60~80年相当)。そのうえ、周囲の表土はさらに広くゆるめられる。このような被害は連鎖的にのり肩付近に発生し、表流水を地中に導入し、浸透水が基盤、節理などに沿って流下して間隙水圧を高め、のり面の弱所に湧水し、パイピング作用を大きくして、のり面災害の誘因をなす。

加えて、倒木について補償問題も起きる。一般に雑木林では搬出もなく倒れる際の損傷もあり、運搬費を考えると用材として無価値となる。着工当初手当てをして伐採すると材質もいたえず、搬出も現場で稼働中の重機の利用も可能で用材価値も十分ある。

のり肩線外方に余裕ある土地の買収が予算的にも困難であるが……山林は灌木繁茂し、落葉多く保水性に富み表土の自然含水比が高く不安定である。のり肩線外方数mの間の立木を補償伐採をなし通風、日照による表土の乾燥安定化をはかり、のり肩負荷の軽減と暴風の風圧に

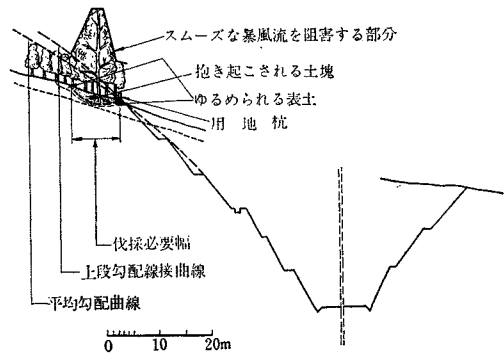


図-1 のり肩の樹木

* 正会員 (株) 浅川組職員

よる表土かき起こしモーメントを除去し、暴風流のスムーズな通過を期し、防災対策とすべきである。

樹木を伐採しても雑草雑木は再び繁茂するが、これらはその後の自然環境に順応して生育し、のり肩、のり面も植生、その他の保護工により安定度を高めていて当初のような危険はない。

樹令 20~30 年以上の青少年期をすぎた樹木は自然環境の急変に順応する能力が少ないと考えられる。伐採幅については検討すべき課題であるが、一案として 図-1 に示すように、上段のり勾配線の接線曲線、あるいは上部勾配の変曲点を結ぶ曲線延長線の上方の枝葉が暴風のスムーズな通過をとくに阻害するとの考えと、のり肩負荷の軽減、日照、通風による表土の乾燥安定化を考慮して、図示の幅、一般的にのり肩付近の平均樹高ぐらいの幅を伐採すべきである。

3. 果樹園地帯

果樹園地帯の工事の設計施工に際して、土木技術者は農家の求める土質について知る必要がある。農家が理想として努力している土壌とは、営農関係著書²⁾ から抜粋要約して見ると次のようである。

果樹を育てるのに一番大切なのは水分であるが、樹根が健全に育ち樹勢をよくするには土壌中から多量の空気(酸素)を必要とし、水が多すぎても根がよく伸びない。果樹の根に理想的な土は 図-2 (a) のとおりで、一般作物に適した土は 図-2 (b) のとおりである。果樹の土壌は、深く腐植に富み、粘土分も適当で団粒構造が発達し通水性も通気性もよく、しかも保水力や肥力が強い土壌が理想である。

土がよいといわれるものは、

① 地表から 60 cm ぐらいまでの深さに盤層や湧水がないこと。

② 土層断面を見て、孔隙が多く空気が下層まで入っていること。

孔隙率は土質によるが 33~75% で、孔隙の 60% ぐらいを水分が満たしていると酸素の供給がよく、根がよく育つ。作土を吟味するには、下層 60~80 cm まで考えねばならない。ミカンやブドウ園の根のよく入って

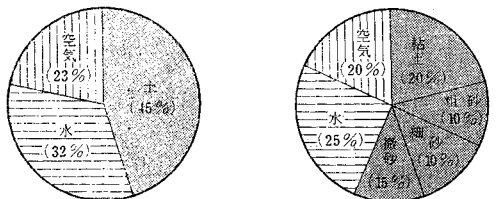


図-2 作土の孔隙

る土壌には石や礫や土が混じっていて間隙が多い。

降水の表面流去は肥土や作土を流しよくない。必要な水分は十分にしみ込ませ余分な水はできるだけ早く流去させる。年雨量のうち流去水 1/2, 作物の吸収水 1/4, 地面からの蒸発水 1/4 ぐらいで表面流去を少なくし、剰余水のほとんどを地中に浸透させて排除している。

和歌山県のミカン園では、深耕のため地中 1.0 m ぐらいの所にふかし発破を仕掛け、土壌を深い位置からかき起こし、空気や水の浸入をよくしている。この地の古いミカン園は山腹の傾斜地を片切り、片盛りし、幅 4 m 内外で 1.5 m ぐらいの畦畔は現地で作採した雑石や野づら石の空積みで、すべての点で理想的の構造となっている。

果樹園の地表は耕作され、敷わらがなされていて、雨期には土壌が深くまで水で飽和させる。加えて、地表面のくぼみや敷わらの保水と樹木の枝葉の水滴、そのうえ降水のほとんどが浸透流となり、土壌がきわめて不安定な状態となる。このような地域を掘削し、高いのり面をつくり、無雑作に植生保護工など計画すると、雨期には植生の活着後、また掘削中にのり面崩壊の災害をこうむり、復旧に多くの工事費と工期を要するものである。一般に土構造物としてなんらかの対策を必要とする間隙比の高いゆるめられた土質、例えば、地すべり地帯、断層破砕地域などの過去をもつ地域が果樹栽培の適地であることを念頭にして計画・設計をしなければならない。

この地域ののり面保護工としては、モルタル、コンクリートなどの吹付工や、石やブロックの練積工などが考えられる。しかし、これらは、通気、排水上不適当であり、植生工では危険である。よって、雑石空積、のり榨栗石詰などが適している。蛇籠工は育樹上適当と考えられるが、地主らの同意を得る点で問題がある。むしろ、地主らの予解が得られるならば、のり勾配を多少ゆるくして、工事現場で得られる適当な大きさの硬岩の粗石空積とした方が果樹のためによく、地域の特色を取り入れたものとして有意義であるといえよう。全国一律的なセメント二次製品によるのり面保護工よりは、ドライバーに親しみを持たれるものである。

4. のり肩小段排水溝

一般に、のり肩小段排水溝には U 字型コンクリートブロックなどが使用されるが——工法も簡単で工費も低廉であるが——施工にあたり慎重性を欠きがちである。理由は、この部分の施工時期が盤下げその他の工事も進捗し、工事主体が他方に移動した時点であり、現場技術員が作業開始前に現場作業主任者に簡単に施工上の注意事項を指示するだけで、施工は作業主任者まかせとなる

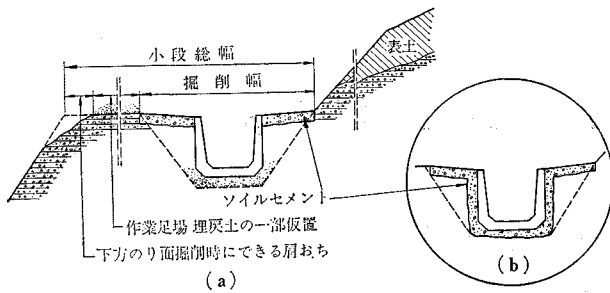


図-3 のり肩小段排水溝

ケースが多いことによる。作業場所は地盤上十数 m~数十 m の高所で、作業足場の小段幅も狭く、作業のすべてが人力であり、ブロックすえつけ後の外見に注意しても、両側の埋戻し締固めまでは完全に施工されにくい。そのため、一度豪雨を受けるとブロック側面が洗掘され、水勢はブロック底面を洗い流し、小段肩、またはのり面を浸食し、のり面崩壊の原因となる。急いで復旧させても前回同様な施工をすると、次の豪雨でさらに大きな災害を受ける。この災害を防止するためには、ブロック埋戻し上部厚さ 5 cm ぐらいをソイルセメントとするか、最底、締固め後乳剤散布などの養生工の施工を常識としたい(図-3 (a))。この養生工は、のり面および小段の保護工が効力を発揮するまで働けば、大半目的を果たしたことになる。この養生工に、それ自体の抵抗力のほか、作業者に施工の重要性を認識せしめる効果大きい。

のり肩排水といっても、表流水だけでなく表土内浸透水も排除できる位置とし、山林では表土より下部、耕地では土壌の状況により地表下 1~2 m 下に敷設するようにしたい。排水溝敷設の小段幅は溝の断面、土質にもよるが下方のり面掘削のため避けられない肩落ちのあることを考慮して安全にまた完全な施工のできる幅員が必要である。それには、最小限 2 m, 2.3 m 以上が適当である。図-3 (b) のような養生工もあるが、施工足場、工費などの条件を考えると設計者の意図のとおり施工が困難である。

5. ま と め

(1) 山林の地表には落葉の堆積や雑草木が繁茂し、日照、通風性が悪く、表土の自然含水比高く不安定であ

る。山腹掘削でできた開口部は暴風の通路となりのり肩付近の樹木は自然環境の変化と強い風圧を受け、根回りに大きな土塊を抱いて倒れ災害を起こし、また誘因をつくる。

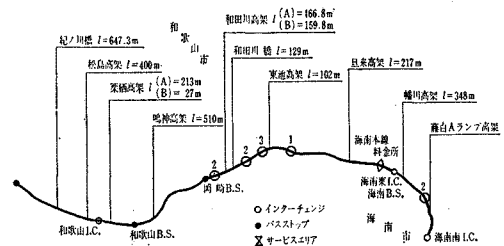
(2) 果樹園等は土壌が深く、間隙比が高い。また、降水排除の大半が浸透水である。ミカン園などの作土は多量的水分と空気を求めるため、われわれの期待する土質とは正反対のものである。よって、生産を阻害する工法を極力避け、防災的工法を選ばねばならない。

(3) のり肩排水溝は、表流水排除だけでなく、表土内浸透水の排除と、施工の慎重を期せねばならない。

のり面災害は、物件補償、用地の追加買収などで問題の解決が長びく。よって供用開始後に発生したのでは大きな交通事故にもなる。それゆえに、のり面崩壊の原因としては前記 3 件は頻度が高いと考えられるので工事計画当初からの慎重な配慮検討が必要であると考えられる。

注 記

1) 本文は近畿自動車道と歌山線工事紀ノ川以南約 10 km の間の山林、果樹園の掘削中に体験、目撃した災害について記したものである。



注：大きい○印が災害箇所、添字は災害種目である。

1. 倒木による災害
 2. 果樹園のり面災害
 3. 小段排水溝災害
- 2) 前田正男：果樹の栄養診断と施肥，農山漁村文化協会，昭和 44 年 8 月。
岡本春夫：農家の土壌学，農山漁村文化協会，昭和 44 年 11 月。
- 3) 図-2 (a)，果樹の栄養診断と施肥，p. 109，による。
- 4) 図-2 (b)，農家の土壌学，p. 28，による。
(1974.4.3・受付)

刊 行 物 の 送 料 改 正 に 際 し て

10 月 1 日から小包郵便、鉄道貨物の大幅な値上がりがあり、学会刊行物の送料も改訂せざるを得なくなりました。そのため会員特価である刊行物定価の 10% 引きサービスも、学会の窓口でお買求め頂かない限り、定価よりはるかに高くなるケースが増えて参りました。学会刊行物は全国主要書店で申込みを付けておられますので、極力書店経由でお買求め下さい。