

京都大学・工学部 学生会員 ○木原 蔵

京都大学・工学研究科 正会員 中村良夫

京都大学・工学研究科 正会員 建山和由

1.はじめに

我が国では、法面保護や斜面安定という問題に対し従来機能重視という立場から取り組んでおり、景観面からの検討は必ずしも十分とはいえなかった。しかしながら、より質の高い社会資本が求められる今日、土木技術と景観技術を統合化した設計・施工の考え方が問われるようになると予想される。そこで、すべりに対する安全性の検討から法面の臨界形状を調べ従来の画一的な法面形状に幅を持たせることができると考えた上で、景観的側面から望ましい法面形状について考察を行う。

2.力学的安定性の側面から見た法面形状

従来、斜面安定問題に関しては、法面勾配を一樣、もしくは小段の形成により勾配に変化をつける程度の画一的な設計が行われることが多かった。このため、安定を保ち得る法面の臨界形状や、曲線法面の安定性についてはあまり論じられてこなかった。そこで、本研究では法面の安定解析を行い、力学的安定を保つことのできる法面の臨界形状（ここではどの高さをとってもすべりに対する安全率が $F=1.0$ となるような法面形状で定義する）を導出する。計算では、斜面のすべり面は円弧であると仮定し、内部摩擦角がない場合とある場合に分けて検討した。計算上の設定条件は図1に示す通りである。

1) 内部摩擦角がない場合($\phi=0$)の斜面安定解析

図1に示すように斜面の高さを n 分割し、上から順にすべりに対する安全率が1となる勾配を求める。ただし、対象とする高さ以前に求められた勾配は保存する。このとき、第 n 層までの安全率 F_n は以下のように求まる。

$$F_n = \frac{H_n \text{の円弧に対するせん断強度に起因するモーメント}}{\sum_{i=1}^n i \text{番目の層のすべり土塊の重量に関するモーメント}}$$

2) 内部摩擦角がある場合($\phi \neq 0$)の斜面安定解析

上記と同様の考え方に基づき Bishop の簡便法を用いた。また、一般に地盤は地層をなす場合が多くそのような場合についてもすべりに対して安定な臨界法面形状を求めた。

計算の結果を図2から図4に示す。また、これらの図中には法面勾配が一樣と仮定した場合に安全率が $F=1.0$ となる勾配を点線で示した。また、図中の ϕ は内部摩擦角(deg)、 c は粘着力(kN/m^2)、 γ は単位体積重量(kN/m^3)を表す。

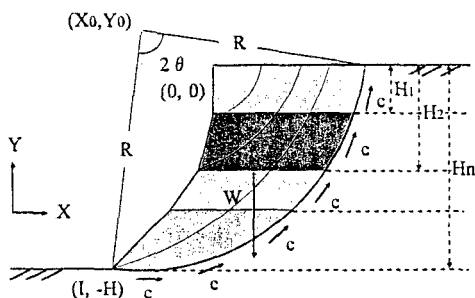


図.1 設定条件

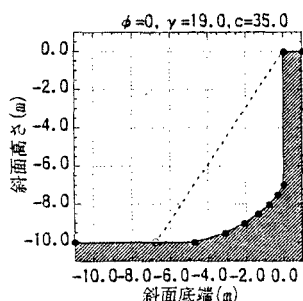


図.2 臨界斜面形状($\phi=0$)

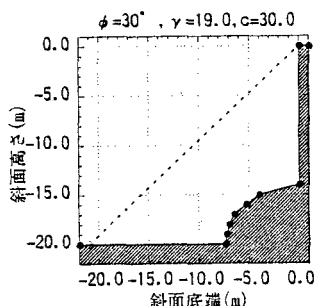


図.3 臨界斜面形状($\phi=30^\circ$)

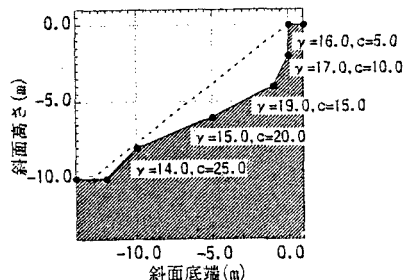


図.4 層をなす場合($\phi=15^\circ$)

図.3 より明らかなように、内部摩擦角がない場合は勾配が下部ほど小さくなり、勾配が一樣な場合と比べて、地形改変が非常に小さくなるのがわかる。このような形状の法面は盛土の場合は土工量が少なく施工面から有利であるが、反対に切土の場合は土工量が多く施工面から不利となる。

次に内部摩擦角がある場合は図.4 に示すように勾配が中部で小さくなり、下部で急に大きくなる。一般的に凸型の斜面では降雨による表面水は分散して流れるので降雨時に破壊することは少ない。しかし、応力解放によるゆるみの進行、法面の老朽化による劣化進行などにより、地震時には揺れやすく崩壊する危険性が高いと予想される。

地盤が層をなす場合は図.5 示すように土質条件によって勾配が大きく変わることがわかった。従って各地層ごとに適した法面形状を創造できるので、勾配が一樣である場合よりも力学的に望ましい法面を造成することができる。しかしながら、一般的に勾配の変化点で崩壊する可能性が高いので安全率にゆとりのある設計をしなければならないと考えられる。

以上のように、力学的考察から法面の形状は地盤条件に応じて曲線形状を取ることができ、従来の画一的な法面形状に比べ選択の幅を持たせ得ると考えられる。

3.法面形状による適応性及び景観的特徴に関する考察

前節で得られた結果に基づき法面形状を図.5～図.7 に示す 3 パターンに分類し、それらの景観的特徴について考察する。

1) 勾配が一樣な場合

最上部まで法面が見えるため、既存林との境界部のデザインが重要となる。しかし、法面が高い場合、法面上部は見え方が急激に低下するため、中部から下部の景観に特に配慮しなければならない。また、一般的に緩い勾配を持つ法面を設計して植生遷移を促すことが多いが、日本の地形は勾配が急で規模が小さいものが多く緩勾配であることが理想的であるとは言いきれない。また、鋭角な法肩や法面端部は植物の生育も悪くが不自然に思える。

2) 勾配が下部ほど小さい場合

図.6 にも見るように、上部まで法面がよく見えるが、上部は勾配が大きいために緑化を施しにくいので平面線形に工夫を加えるなどして対応しなければならない。また、威圧感が小さいために内部景観はよくなる。

3) 勾配が下部ほど大きい場合

図.7 にも見るように、ある程度以上の高さまでしか法面が見えないので、下部ほどデザインが重要となる。しかし、威圧感が大きく特に下部の勾配が急な部分では植物の生育も困難となり易い。従って、小段の形成や谷、尾根の創出など法面端部の処理が特に重要である。法面形状が複雑な形になる場合があるので形状を創造することや維持するのが困難となる可能性がある。

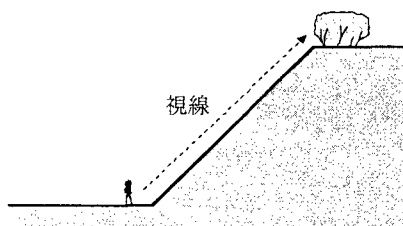


図.5 勾配が一樣な場合

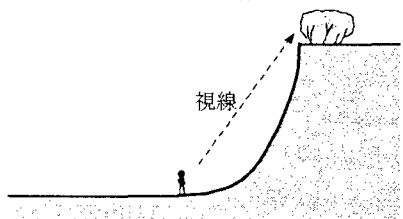


図.6 勾配が下部ほど小さい場合

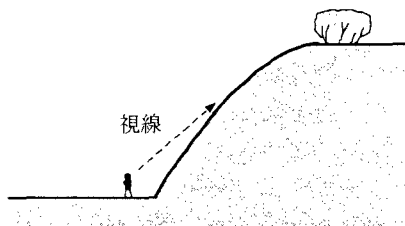


図.7 勾配が下部ほど大きい場合

4.まとめ

法面創造において形状は力学的安定性や景観に多大な影響を与えると考えて、力学上安全でかつ、景観上望ましい法面形状を考察した。その結果、力学的安定性に関する考察から従来の法面形状に比べ選択の幅を持たせることができるとわかり、法面の設計においても景観や植生などの環境を考慮する上で余地のあることを示すことができた。

参考文献・福岡 正巳：写真と図で見るのり面工の施行ノウハウ、近代図書、pp.22～76、1988