

川井モデルを用いた  
法面对策工法の検討法について

(株) 富士工 土木部 正員 肘井 洋二  
○ (株) 富士工 土木部 正員 榎原 健治  
(株) 国際テクノロジーセンター 正員 竹内 則雄

1. はじめに

斜面の安定解析には円弧すべり面を用いた方法が多く用いられてきた。また、近年では有限要素法による解析も度々試みられ、一応の成果を上げている。しかし、前者の方法は複合すべり面が生じたり近接構造物がある場合等には適用が難しく、また、後者の方法においても連続体近似であるため塑性領域が広がり易く、すべり等の表現が難しい。特に、節理等が多く存在する場合等では現象と異なった解析結果が得られてしまうケースもたびたびある。一方、川井モデル<sup>1)</sup>は一般化された極限解析用のモデルであり、上述のような節理系地盤や近接構造物がある場合にも適用可能であり、しかもすべり等の不連続性の表現が簡単であるため、節理系地盤の法面崩壊解析に適している。本論では、このような川井モデルの利点を生かして層理・節理系地盤の切土法面安定対策工法の検討法について述べる。

2. 節理系地盤のモデル

風化の進んだ堆積岩は、層理・節理が発達し層理面に沿ってブロック状に割れる場合が多い。このような地盤では切土に伴い法面が、乾湿の繰り返して風化が進み、節理・クラック等の脆弱部のせん断強度が低下して滑落が生じている。この状態を図1に示す。滑落した層理面は鏡面状を呈し、せん断抵抗は殆ど得られない状況である。ここで、取り上げる道路切土面(図2はすべり面を縦方向より画いたもの)は、地層傾斜が40°と比較的急勾配で法面に対して流れ盤を形成している。

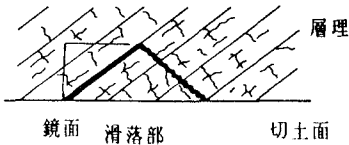


図1 滑落部の平面形状

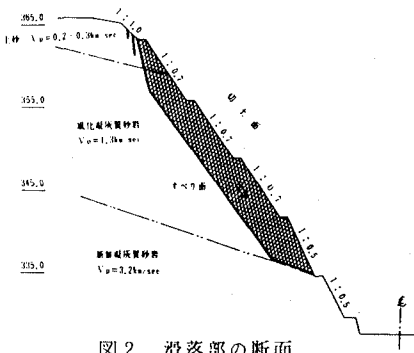


図2 滑落部の断面

3. 法面崩壊解析

まず始めに、実際に滑落したすべり面に対応する材料定数を設定するため、すべり線を基に逆解析を行う。計算に用いた材料定数は表1の通りである。図3～図5は各定数を用いた場合のすべり線である。ケース1ではすべり線が深部に発生し、2段目の法面部が上部荷重によって滑り出すことになり滑落の状況と整合しない。ケース2はすべり線が4段目の法面まで達しすべりが発生する。この滑りの深さは実際の滑落状況を再現するもので、仮定した材料定数が比較的合致しているものと思われる。ケース3は地盤内部に不連続なすべり線が発生するが、地表面までは至らず滑落は発生しない。以上の結果から判断して地盤の見掛けの強度をケース2の状態に設定する。

表1 材料定数

| 材 料    | 単 位            | 風 化 岩   |         |         | 新 断 岩   |
|--------|----------------|---------|---------|---------|---------|
|        |                | ケース1    | ケース2    | ケース3    |         |
| ヤング係数  | $\text{t/m}^2$ | 150,000 | 150,000 | 150,000 | 200,000 |
| ポアソン比  | —              | 0.30    | 0.30    | 0.30    | 0.25    |
| 単位体積重量 | $\text{t/m}^3$ | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| 粘 着 力  | $\text{t/m}^2$ | 1.00    | 3.00    | 5.00    | 15.00   |
| 内部摩擦角  | 度              | 25      | 35      | 35      | 45      |

#### 4. 対策工法の検討

##### 1) 切土工： 切土法

面を 1 : 1 ~ 2 の緩勾配に再カットする方法であるが風化岩には亀裂が多く、また、すべり線が垂直に近い状態で発生

するため安定勾配を設定することは困難である。

2) ロックアンカー工法： この方法は長大法面の安定工法としては優れているが、風化岩においては亀裂が多く十分な引抜抵抗を持たせることは不可能で新鮮岩を定着部とする必要がある。

3) ロックボルト工法： 法面の滑落が流れ盤で発生していることから各層をロックボルトで連結し、亀裂間を結ぶすべり線の発生を防ぐ方法である。

ここでは、3) のロックボルト工法により切土法面の表層付近を改良強化し、砂岩の強度に近ずける処理をしてクラック・節理等の脆弱部をロックボルトのせん断抵抗力で補強する方法について検討を行った。さて、解析にロックボルトの作用効果を取り入れるため、層理面の粘着力をロックボルトの本数に従って増加させる方法を取った。図9はロックボルト長を3mとし、粘着力を2段目法面で $15\text{t/m}^2$ 、3段目、4段目で $10\text{t/m}^2$ とした場合の結果である。地表面のすべり線は消え、内部に入り込んでゆくため斜面の安定は保たれるものと考えられる。

##### 5. むすび

以上、川井モデルを法面対策工法に適用する方法について述べた。本手法を用いれば現状調査により得られた結果を用いてすべり線にもとづいた逆解析を行い、見掛けの強度を求めてから対策工法を検討することで、より現実的な施工法が立案できるものと考えられる。

本報告をまとめるにあたり東京大学生産技術研究所川井忠彦教授から貴重なご意見を頂きました。また、(株)国際テクノロジーセンター宇都本基宏社長及び富安薫部長から多大な援助を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

#### [ 参考文献 ]

竹内則雄・川井忠彦：“新離散化モデルによる地盤基礎の極限解析(その3)”，生産研究、32,8(1980)

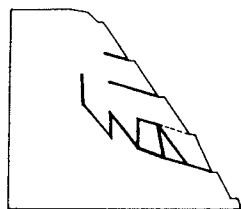


図3 ケース1



図4 ケース2



図5 ケース3



図6 切土工

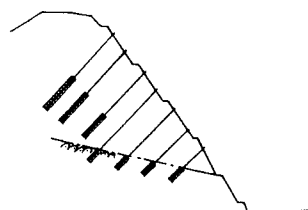


図7 ロックアンカー工法

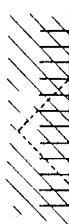
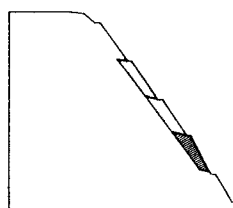


図8 ロックボルト工法



2段  $l=3.00$   $C=15.0\text{t/m}^2$   
3段  $l=3.00$   $C=10.0\text{t/m}^2$   
4段  $l=3.00$   $C=10.0\text{t/m}^2$

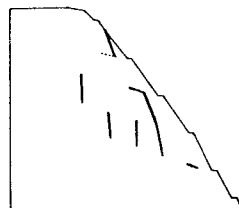


図9 施工対策後のすべり線