

III-316

キープロック理論の斜面への適用化

○ 東急建設㈱	正員	藤川富夫
東急建設㈱	正員	大橋康広
東急建設㈱		青木俊朗
東急建設㈱		井元大吉

1. まえがき

岩盤掘削に際して遭遇する崩壊として、岩塊群がブロック状に滑動・崩落する構造崩壊があることは従来より経験的に指摘されてきた。このような現象の要因となるキープロックを同定し適切な支保を施すことで崩壊を未然に防ごうという手法としてキープロック理論がある。キープロック理論の特長は現象を三次元的に捕えるということと、極限平衡解析に基づいているということである。従って、解析に必要なデータとしては、掘削形状、岩盤内の不連続面群の三次元的位置関係、不連続面群の強度定数（ c 、 ϕ ）および作用荷重（自重水圧力等）である。キープロック理論にはステレオ投影法の考え方が基本となっている。ステレオ投影法については最近いくつかの本が出版されているので今後の浸透が期待される。ステレオ投影法を利用して可動ブロックを同定する方法については参考文献に述べてあるので省略する。キープロック理論の適応として、これまでは主に節理系を対象としており最大キープロックやキープロック存在空間の考え方が提唱されてきた。本論では節理系と異なり、シーム等の比較的大きくて連続性のあるきれつが存在する斜面の掘削問題を取り上げる。

2. システムの流れ

図-1に斜面における解析の流れを示す。斜面が切り取られる前に斜面の法肩位置できれつが発見された場合、きれつ群の位置、方向、強度定数を観測する。掘削面の方向と法が機知であるので、掘削後斜面に表われるきれつ線群の予想図を描くことが可能である。これらのきれつ線群によって構成される多角形をそれぞれ抽出する。これらの多角形は有限ブロックか無限ブロックの側面を示していることになる。有限ブロックの中で空間に向かって細くなっているものを先細ブロックと称し幾何学的に不動である。以上2種類のブロックを除外すると残ったものは可動ブロック群となる。可動ブロック群の中で無支保時の安全率が所要安全率 F_R に満たないものがキープロックであり支保を必要とする。キープロックを示す領域図を描くと掘削前に危険となる場所が予想される。個々のキープロックについて平面滑り、交差滑り、拔出しのモードを考慮して、所要安全率 F_R を得る為に必要な導入力 P を求める。次に P の方向を変えて安全率がどの程度変するかを計算し導入力 P の最適方向と打設方向のずれが安全性にどの

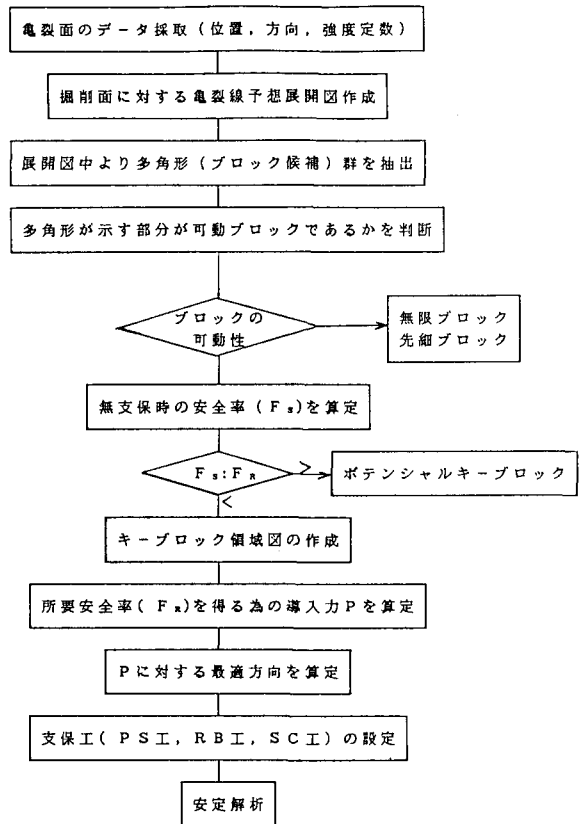


図-1 システムフロー

程度影響するかを判断する。節理や掘削表面の肌落ちを考慮してロックボルトや吹付コンクリートが設定される。最終的にこれらの支保を総て含めて個々のキーブロックに対しての安定解析を行う。

ブロックの安全率は不連続面の摩擦角と粘着力を考慮し次に基いて計算する。

$$f_s = \frac{N \tan \phi + a c}{F}$$

ここで F:滑動方向分力, N:滑動面への垂直分力

ϕ, c : 滑動面の摩擦角, 粘着力

a:滑動面の面積

3. 例題解析

5本のきれつが観測された岩盤を角度65度高さ30mで切った時に予想されるきれつ線と可動ブロックを示す(図-2)。表-1にきれつ線から抽出された多角形の名称と可動の判定を示した。12個の多角形のうち無支保の安全率を考慮するとキーブロックと判断されたものはBLOCK II, VII, Xの3個である。これを図示したのが図-3である。3個のキーブロックについて支保工をPSI: $\ell=15\text{m}$; 導入力25t/本; 8m²に1本、吹付コンクリート: $t=10\text{cm}$; $\tau_a=180\text{t/m}^2$ と設定して安定解析を行った結果を表-2に示す。所要安全率を $F_R=2.5$ と考えている。ブロックの3次元的形状については紙面の関係で割愛する。PSIの打設方向は345°/-16°である。

本研究に対し貴重な助言を頂いた名古屋大学の川本眺万教授、京都大学の大西有三助教に感謝します。

表-2 安定解析結果

キーブロック名称	PS工($\ell=15\text{m}$)による安全率	SC工($t=10\text{cm}$)による安全率	PS+SCによる安全率
BLOCK-II	3.26	3.09	3.87
BLOCK-VII	2.53	2.48	2.92
BLOCK-X	2.53	2.79	3.25

参考文献) 川本、藤川、岩盤掘削面における安定解析のシステマ化について、土木学会論文集、1984、第346号/III-1
大西・長野・藤川、キーブロック理論による不連続性岩盤掘削時の安定性評価について、土木学会論文集、1985、第364号/III-4

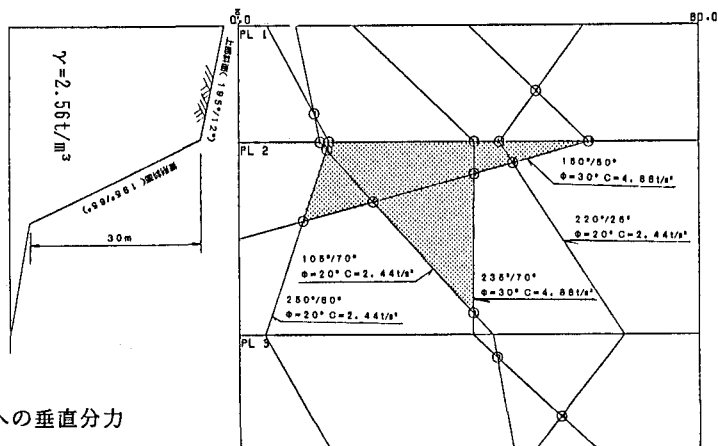


図-2 可動ブロック領域図

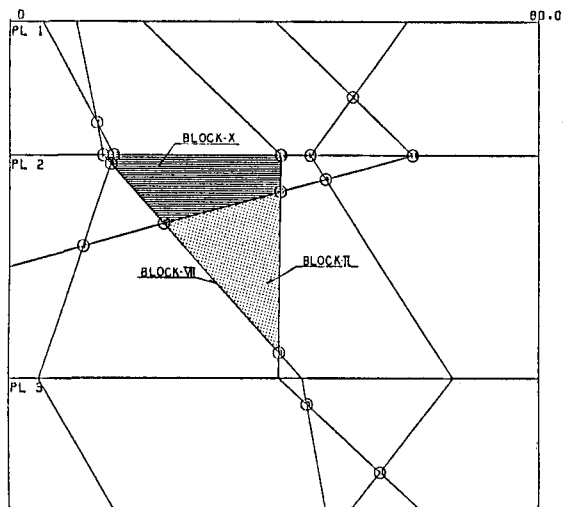


図-3 キーブロック領域図

表-1 キーブロック判定表

多角形名称	可動性判定	無支保安全	キーブロック判定
BLOCK-I	NO	---	---
BLOCK-II	YES	2.48	YES
BLOCK-III	YES	4.86	NO
BLOCK-IV	YES	2.54	NO
BLOCK-V	YES	3.81	NO
BLOCK-VI	NO	---	---
BLOCK-VII	YES	2.08	YES
BLOCK-VIII	YES	2.64	NO
BLOCK-IX	NO	---	---
BLOCK-X	YES	2.06	YES
BLOCK-XI	NO	---	---
BLOCK-XII	NO	---	---