

III-117 不連続性硬岩盤掘削における設計システム

名古屋大学工学部 正員 川本 勝万
 東急建設(株)電算室 正員 ○藤川 富夫
 名古屋大学工学部 正員 市川 康明
 名古屋大学工学部 正員 尾原 祐三

1. まえがき

中、硬岩は連続体としてよりも様々な不連続面で区切られたブロックの集合体と考えられ、掘削に際しては不連続面の性質が強く表われる。従って、岩盤の節理や断層の三次元的位置関係を明らかにし、崩壊の原因となるキーブロックを予想検出すればこれに適切な支保を施すことで岩盤全体の安定が確保できよう。本研究はこの考えを地下空洞掘削に適用し、コンピュータを用いた設計システムとして開発したものである。

2. システム概要

図-1 にシステムの流れを示す。現場において、調査トンネルや切羽面を観測することで様々な節理や断層を傾斜角と傾斜方位で表現できる平面群としてデータ収集を行なう。その後は流れ図に沿ってキーブロックの検出や安定を計算する。本システムは基本的に現場観測を設計に結びつけるという点で、NATMの思想と合致している。図-4 にキーブロックの概念を図示する。尚、観測された不連続面はキーブロックを形成するに足る広がりをもつものとする。図-3 は、図-2 のポイントダイアグラムをコンピュータを用いてステレオ投影法によるコンター図として描いたものである。極の密度は任意方向円錐の中に含まれる極ベクトルの個数で表現する。これはベクトルの内積を用いて計算している。極の集中に応じて卓越したジョイントセットが存在する。これらによってキーブロックは形成される。キーブロックの形状や個数は傾斜下半球投影法によって作図することが出来る。

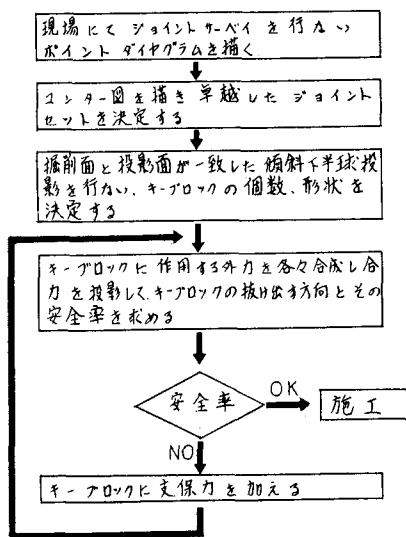


図-1 システムフロー

3. キーブロックの形状と抜け出す方向

キーブロックの中で最もシンプルなのは四面体であるので、卓越不連続面がn枚あるときのキーブロックの種類の数NはQを

キーブロックの面数として

$$N = \sum_{Q=4}^n n C_{(Q-1)} \\ = \frac{n!}{(n+1-Q) \cdot (Q-1)!}$$

で表わせる。

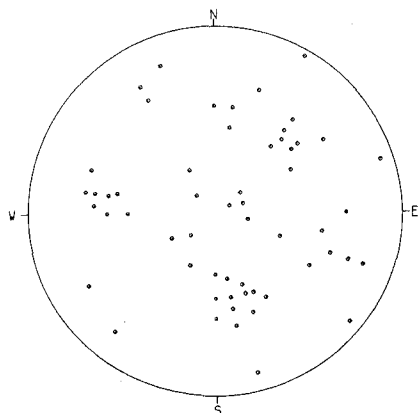


図-2 ポイントダイアグラム

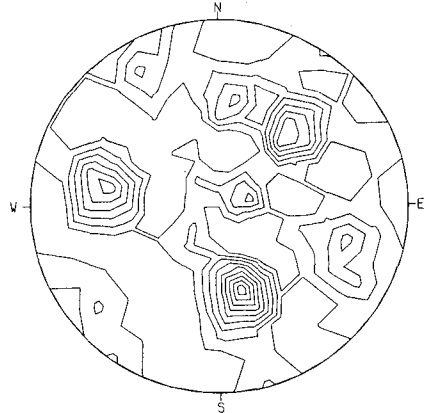


図-3 極密度コンター図

図-3の岩盤に図-5のような地下空洞を掘削する際に北側垂直面を予想される最大キーブロックを図-7に描いた。キーブロックの体積は $\frac{1}{2} \times (\text{高さ}) \times (\text{底面積})$ で計算できる。この図はキーブロックを地山内部側から俯瞰している格好なので、空間側から見たものは線対称な図を描くことと求まる。キーブロックの抜け出す方向は、図-6のように外力ベクトルをブロックの頂と一致させたときのブロック面への正射影ベクトルAの方向となる。

$$A = F - (F \cdot n)n \quad n: \text{面の単位法線ベクトル}$$

図-7の場合、重力のみを考えれば、Fは P_H 、nは $(-P_{O2})$ 、Aは D_{O2} で表わされる。従ってキーブロックは D_{O2} 方向へ滑る。尚、Fがブロックの内部に向かうならば、ブロックはFの方向へ抜け出す。安全率は次式で評価する。

$$F_s = \tan \phi / \tan \theta \quad \phi: \text{面のまさり角} \quad \theta: F \text{ と } n \text{ の交角}$$

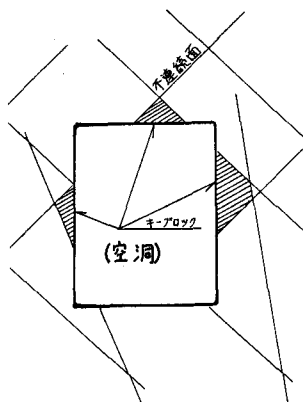


図-4 キーブロック概念図

4. あとがき

紙面の都合

上キーブロックのトポロジー考察、傾斜半球投影の数学的処理方法、プログラムの構成等については割愛した。次回以降にでも発表したい。

尚、本システムをマイコンに組込んで現場で実用化することも目下考慮中である。今後の問題として岩盤初期応力の導入方法、鉗理間隔とキーブロックとの関係等が残っている。

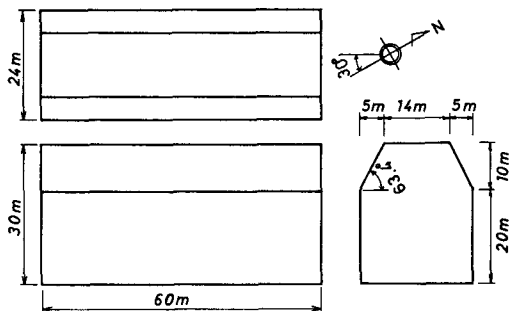


図-5 地下空洞モデル

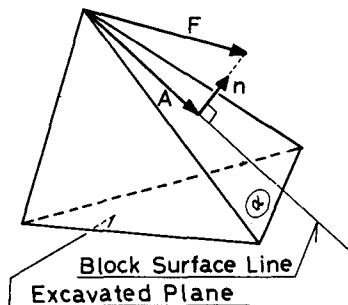
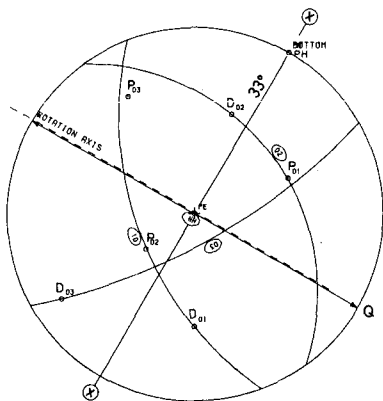


図-6 外力とキーブロック



NBSOYS, JULY, C. J. 1981

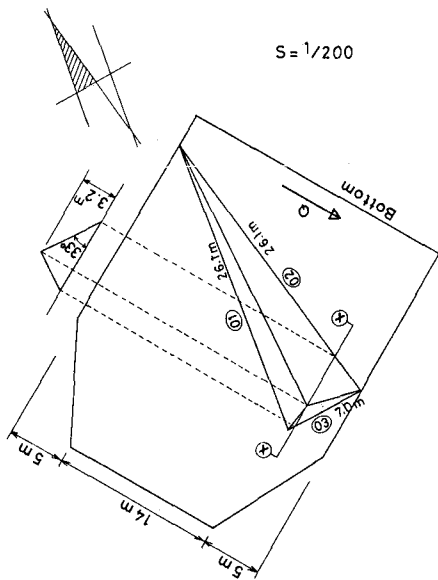


図-7 北側垂直面に露われる最大キーブロック

参考文献) G.H. Shi, R.E. Goodman, 1981, "A New Concept for Support of Underground and Surface Excavations in Discontinuous Rocks Based on a Keystone Principle," Proc. of the 22nd U.S. Symp. Rock Mec,