

VI-109

有限ジョイントを含むキープロック解析システムの開発

清水建設（株） 正会員 藤原康政

正会員 征矢雅宏

正会員 小島英郷

1. はじめに

近年キープロック理論に基づくコンピュータシステムの開発と適用例が多く報告されている。筆者らは、断層や節理の不連続面（以下不連続面をジョイントという）が3次元空間内で有限に拡がっていることを考慮した、有限ジョイントを含むキープロック解析システムを開発した。本稿では、開発したシステムを用い、大断面トンネルにおける先進導坑掘削時のジョイント情報から、本坑掘削時のキープロックを予測することに応用した結果を報告する。

2. システムの概要

2.1 システム構成

本システムは図-1に示すように、機能別に分かれたサブシステムから構成され、Windows95 パソコンで動作し、入力や処理はCRT上に表示される指示に従いインタラクティブに行える。サブシステムのうち、「データ入力サブシステム」

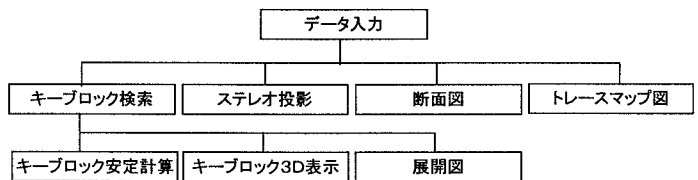


図-1 システム構成

はトンネルデータ入力部とジョイントデータ入力部からなり、複数のトンネルで入力したデータを同時に扱える。「ステレオ投影」のサブシステムは、シュミット、ウルフの両投影と極密度コンター図の作図が出来る。「キープロック3D表示」サブシステムは、得られたキープロックを任意の視点から見る事が出来る。また各種の解析結果は、CRT上の解りやすい図形処理で確認が出来るとともに、DXFファイルとして外部への図形出力が可能である。

2.2 有限ジョイント

キープロック理論の仮定では「ジョイントは領域内で完全に拡がっている」としているが、実在するジョイントの広がりには領域内で有限でもある。この有限性を考慮するため、本システムでは各ジョイントが平面領域で規定される空間内で有限に拡がっているとし、各ジョイントについて拡がりを規定する平面データをリレーショナルなデータとして付け加えた。ジョイントの拡がりを規定する平面データの形式は、ジョイントデータと同じ形式とし、1ジョイントに対して複数持つことが出来る。

2.3 ジョイントデータ入力方法

一般にジョイントデータの inputs は切羽の観測データをもとに入力するが、本システムではCRT上にトンネル展開図を表示し、掘削時等に得られる展開図からジョイントの3点の位置情報をマウスから入力しジョイントデータを生成することが出来るようにした。また有限ジョイントの入力も、CRT上の展開図からマウス操作により対話形式で行える。

2.4 キープロック検索・キープロック安定計算

キープロック計算は、入力した有限ジョイントデータをもとに移動可能なブロック¹⁾の検索を行う。また、キープロックの安定計算は、検索されたキープロックをマウスで指示すると、そのブロックの大きさ、形状、すべり力、粘着力、支保との合力等を計算し、補強対策への情報を提供する。

キーワード：キープロック、トンネル、大規模地下空洞、事前予測、コンピュータシステム

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 TEL:03-5441-0593

3. 解析例

大断面トンネルでは、あらかじめ先進導坑掘削で地質状況調査等を行う場合がある。一般に先進導坑掘削では、断面が小さいことから得られるジョイント情報量も少ない。

本システムの解析例として、先進導坑掘削時に図-2の先進導坑トンネル展開図が得られたとし、その展開図から有限ジョイントデータを含むデータを作成した。ここで作成した有限ジョイントを用い、本坑掘削時に問題となるキープロック検索を行った。図-3には、先進導坑トンネルから作成した有限ジョイントを用いた本坑トンネルの展開図と、キープロック検索で検出されたブロックの位置をハッチで示す。図-4は同じく検出されたキープロックの3D表示を示す。また図-5には先進導坑と本坑および有限ジョイントの断面図を示す。

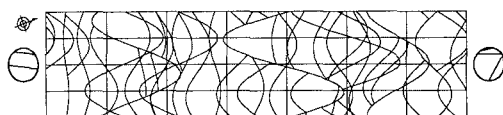


図-2 先進導坑掘削時のトンネル展開図

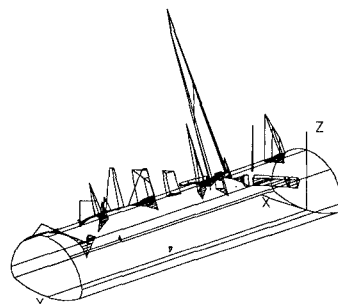


図-4 キープロック 3D表示

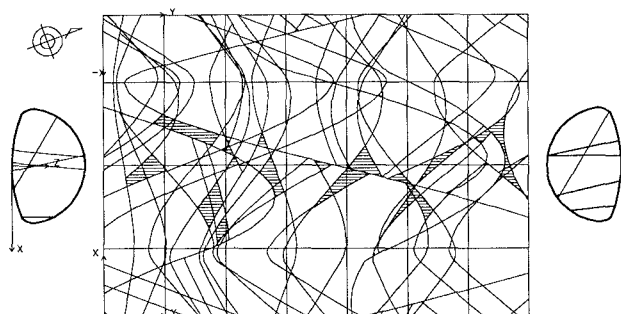


図-3 本坑掘削時のトンネル展開図

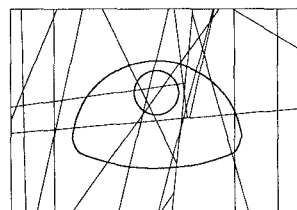


図-5 断面図

4. おわりに

本システムで、先進導坑掘削時に得られるジョイントデータを基に大断面トンネルのキープロック解析を行った結果、少ないジョイント情報でも本坑掘削時の事前予測が十分可能であることが分かった。本坑掘削時には、切羽面の観察から得られる情報でジョイントを追加したり修正を施すことにより、さらに精度の高いキープロック検索とその対策をとることが出来る。大規模地下空洞などで、調査坑やアクセストンネル掘削時等のジョイント情報から、本坑周辺のキープロックを予測することも可能である。

また、有限ジョイントの考えを組み込んだシステムの開発により、キープロックの選別作業が軽減したこと、さらに展開図や断面図からジョイント相互の入り込み具合が明確となり、施工管理に対する有益な情報が得られることが分かった。

今後は、曲線のあるトンネルでのキープロック解析や、逆解析とのデータの互換をとり、不連続性岩盤に対する調査・設計・解析・施工・施工管理までを含めた総合的システムに発展させる予定である。

参考文献 1) Goodman, R.E., Shi, G.H. (吉中龍之進、大西有三訳) : ブロック理論と岩盤工学への応用
土木工学社 1992 年