

Ⅲ - B 88

発 破 パ タ ー ン 作 成 シ ス テ ム の 開 発

佐 藤 工 業	正会員	旦暮 利隆
同 上		河野 興
同 上	正会員	篠川 俊夫
東建ジオテック		加納 米二
アオヤギ計測		青柳 則明

1. はじめに

山岳トンネルの発破掘削をより効率的に行うため、スウェーデン式岩石発破技術をベースとした発破パターン作成システム「はっばくん」を開発した。本システムでは、地山等級の選択により地山条件に応じた発破パターンが作成でき、また、トンネルを5つのセクション（芯抜き、払い、側壁、アーチ、踏まえ）に分けて内部の計算を行い、削孔数、装薬量を最小限に抑えられる。

2. 発破理論

(1) 抵抗線長

発破の抵抗線長算出式には、ランゲフォースの式、ハウザーの式などがあるが、トンネル発破における抵抗線長算出式はランゲフォースが提案している式が多く用いられている。近年、スウェーデンの P.Persson らはトンネル発破の現場データからランゲフォースの算出式を基にした抵抗線長算出式を提案した¹⁾。

$$\text{抵抗線長} : B = \alpha \times \left[\frac{IS_{ANFO}}{Cf} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{1}{S/B} \right]^{\frac{1}{2}}$$

I : 装薬集中度(kg/m)
 S_{ANFO} : ウェートストレングス
 C : 修正岩石係数
 f : 拘束係数,
 S/B : 孔間隔/抵抗線長の比

当社の発破実績をこの算出式に適用したところ、上式に示す係数 α を変更することで我国の地山に応じた効率的な発破パターンが作成できることが明らかになった。上式を基本として図1に示すセクションごとに f , S/B , 削孔誤差, ルックアウト量などを考慮することにより発破孔の位置を決定していく。

(2) 起爆パターン・起爆順序

日本では一般的に同心円上に起爆していくパターンが用いられるが、抵抗線長を長く取って孔数を減らすためにはくさび状に起爆する方法が有利である。この場合、発破孔は直線的な配置となるので、正確な位置に削孔することができる。起爆順序は図1の順序で各セクションごとに行なうこととした。

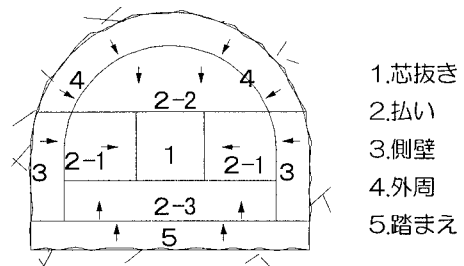


図 1 起爆順序図

キーワード: 発破, トンネル

連絡先: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 TEL:03-3661-4794 FAX:03-3668-9484

3. システム概要

本システムは、図2に示すようなフローで実行され、主な設定データは以下の通りである。

- 一般データ設定：トンネル名称、発注者、切羽位置、地質などを設定する。
- トンネル形状設定：用途（道路・鉄道・水路）に応じたトンネル形状を選択し、半径、SL高さ、ベンチ高さ等を入力する。また、任意の断面にも対応している。
- 抵抗線長・孔間隔設定：地山等級、爆薬種類、芯抜き等の設定する（図3参照）。

本システムの特長は以下のとおりである。

- ① 芯抜きは、パラレルホールカットおよびVカットから選択できる。
- ② 外周孔では、ルックアウト量を考慮した抵抗線長を設定するほか、スムーズプラスティングの採用も選択できる。
- ③ 我国で市販されているトンネル向けの爆薬を選択できる。
- ④ 発破孔の移動・削除・追加、芯抜き位置の変更が可能である。
- ⑤ 作成された発破パターンは、発破パターン照射システムを用いて切羽へ削孔パターンとして照射される。

図4に本システムによる発破パターン出力結果を示す。

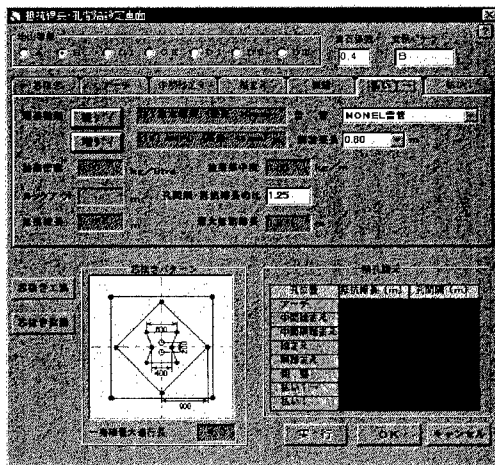
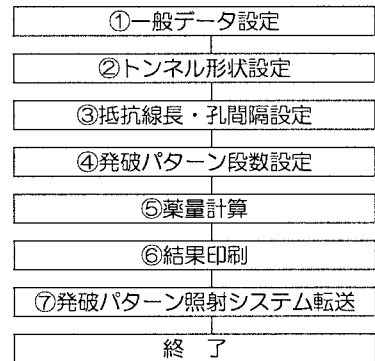


図3 抵抗線長・孔間隔設定画面

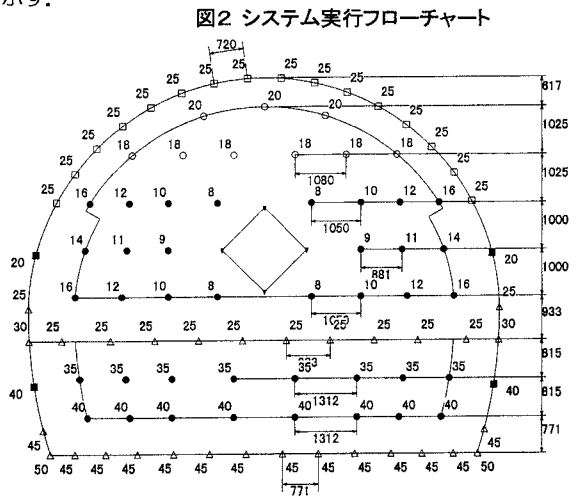


図4 発破パターン出力結果

4. おわりに

本システムの設計思想は、設計上重要な発破データについてデフォルト値を設定することにより、発破の知識、経験が豊富な技術者でなくてもパソコン上で簡単に発破パターンを作成できるということである。

本システムは、既に東北新幹線 岩手トンネル（鳥越工区）において導入しており、効率的な発破掘削による施工が行われている。さらに、現在、振動・騒音を考慮した制御発破パターン作成システムの開発を進めている。

【参考文献】

- 1) P.Persson, R.Holmberg, J.Lee; Rock Blasting and Explosives Engineering, CRC Press Inc, 1994