

### 発破掘削時の差角誘導システムの開発

鹿島建設(株) 正会員 ○犬塚隆明, 岩野圭太, 浜本研一  
鹿島建設(株) 正会員 手塚康成, 竹市篤史, 月崎良一  
国土交通省 東北地方整備局 隅田成朗, 手間本康一

#### 1. はじめに

昨今, コンピュータジャンボによる設計発破パターンの削孔や削孔精度(差角制御や孔尻の一致)の向上に伴い, 余掘りの低減や進行率(目標次切羽に対する実切羽の進行)の向上が図られている. しかし, 高価なコンピュータジャンボを導入できる現場は限られるため, 通常のジャンボを使用する現場では, 余掘りの低減や進行率の向上を実現させることは難しい. これまでに通常のジャンボに対して, 後付けでブームに各種センサを取り付けたり, レーザーを用いた削孔誘導などの手法が提案されているが, 後付けのセンサは故障が頻発し, また, レーザーの誘導は仮想切羽面上での誘導のため, 実切羽

の凹凸によって誘導に誤差が生じるなどの問題があり, いまだ体系だった方法は確立されていないのが実情である. そこで, 我々は通常のジャンボに対して, 簡易に発破削孔の削孔位置, 差角, 削孔長を誘導する差角誘導システムを開発し, 試験的にトンネル現場へ適用したので, その概要について紹介する.

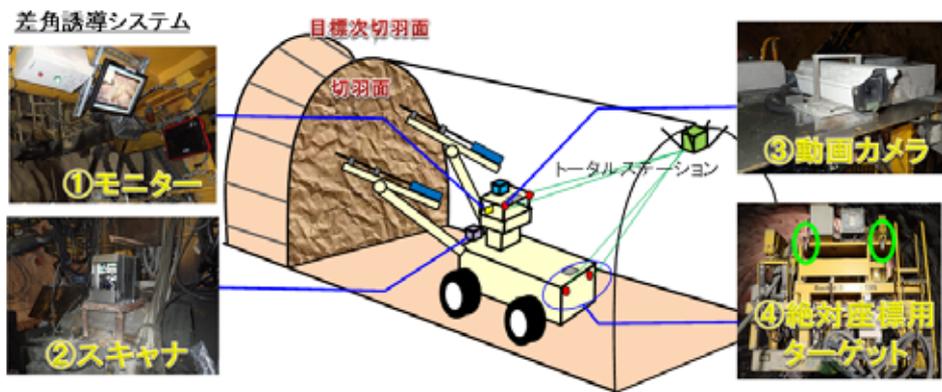


図 - 1 差角誘導システムの構成

#### 2. 差角誘導システムの開発

今回開発した差角誘導システムは, 削孔誘導を表示する①モニター, 切羽の不陸状況を把握する②スキャナ, ③動画カメラ, ジャンボの位置や体勢を把握する④ターゲットから構成され(図-1), ブームにはセンサが一切不要なため取り付けも容易である.

仮想切羽面上の設計発破パターン(芯抜き部)を図-2の上段の図に示す. 実際の削孔においては, 設計発破パターンの孔口の位置や削孔長が, 切羽の不陸状態によって変わる. そこで, ジャンボ前方部に設置したスキャナで切羽の不陸状況を定量的な情報として取得し, 切羽の不陸に応じた孔口や削孔長を再計算し, 誘導することとした(図-2の下段). 上記の手順を加えることで, 発破毎に変化する切羽の不陸に対応して, 発破パターンどおりの誘導が可能となる.

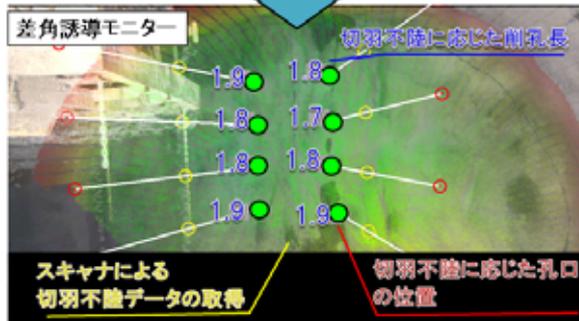
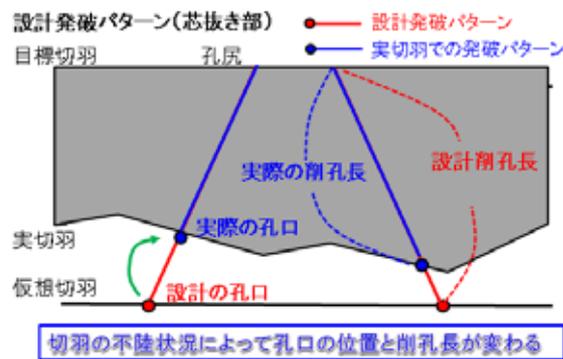


図 - 2 実切羽に応じた削孔誘導

削孔の誘導方法を図-3に示す. 上段の図は, 動画カメラの画像とあらかじめ設定した削孔パターンをモニター上で重

キーワード ドリルジャンボ, 余掘り低減, 進行率, 削孔精度, 差角制御, 差角誘導

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6646

ね合わせて表示したものである。実際の誘導は、図-3の下段の図に示すように、モニター上に表示された各誘導マーク（図中の緑色と黄色と赤色の○）にガイドセルの先端と後端部をマニュアルで合わせることで、発破パターンどおりの削孔位置、差角に誘導できる。また、削孔完了時の誘導マーク（図中の黄色の○）まで削孔することで、孔尻の到達点を目標切羽で一致させることができる。

### 3. トンネル現場への試験適用

差角誘導システムを試験導入した唐丹第3トンネルは、図-4に示すように、通常のジャンボを2台並べて削孔している。特に芯抜き部では、双方のジャンボを使用するため、左右の切羽で差角や孔尻を揃えることは、容易ではない。

差角誘導システムの試験適用では、両ジャンボに対して芯抜き部の削孔を誘導した。図-5に誘導状況と実際の削孔状況を示す。自身の操作するブームがリアルタイムでモニターに表示されるため、視覚的に誘導位置へ合わせやすく、前孔の削孔完了から次孔への移動・誘導までに要した時間は、約40秒程度であった。実際の削孔状況からは、両ジャンボの孔口や差角が揃っており、発破パターンどおりに誘導できていることが分かる。また、実際に使用した作業員からも、使い易いと肯定的な意見を得ることができた。

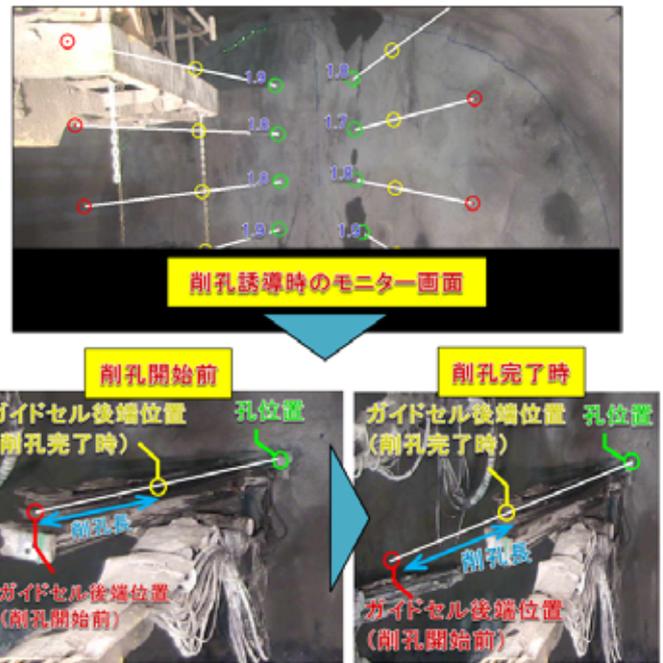


図-3 削孔の誘導方法



図-4 ジャンボ2台での削孔状況

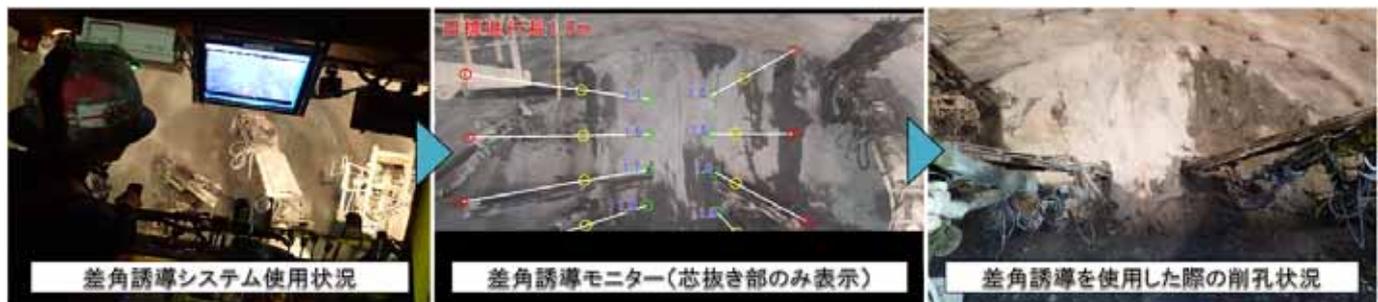


図-5 差角誘導システムの使用状況

### 4. まとめ

通常のジャンボに対して設計発破パターンどおりの削孔を可能にする差角誘導システムを開発し、試験的にトンネル現場に導入にした結果、簡易に削孔を誘導できることを確認した。本稿では、芯抜き部の誘導について紹介したが、発破パターンは任意に選択できるため、例えば、外周孔を誘導することで余掘りの管理も可能である。今後は、差角誘導システムの導入による進行率の向上や余掘りの低減効果について、切羽の断面形状を定量的な情報として取得できる簡易3Dスキャナ<sup>1)</sup>を用いて、削孔時の切羽と発破後の切羽の比較による定量的な検証に取り組んでいく所存である。

#### 参考文献

1) 石橋ほか：切羽での迅速な定量的評価を目指した簡易3Dスキャナによる切羽形状測定，平成27年度土木学会全国大会，VI-688