

曲線トンネルへのレーザ光線の利用

大原 直*
Tadashi Ohara

森山 幹男**
Mikio Moriyama

山下 雅紹***
Masatsugu Yamashita

これまで社報等で高精度レーザディフレクターを用いた光線屈折システムの技術を紹介してきた。今回、徳山市水道局北山ずい道工事の曲線部に当システムを採用したので、適用例を中心に報告する。

1 屈折システムの概要

高精度レーザディフレクターは、その機構が2枚のプリズムからなり、この2枚のプリズムを操作してレーザ光線を屈折させる光学屈折器である (Photo 1)。



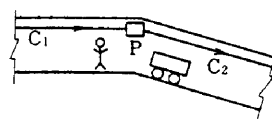
Photo1 レーザディフレクター

このディフレクターを使用したレーザ屈折システムは、まず図上でトンネルのカーブや縦断勾配の基準線を適当な弦Cにあらかじめ分割し (Fig.1)。次に現場で弦の交点Pにディフレクターを設置してレーザ光線を折線状に屈折させることにより、曲線トンネルの測量にレーザ光線を利用するものである (Fig.2)。

2 特徴

*技術研究部土木技術課
**中国(支)徳山(出)
***中国(支)徳山(出)所長

(a)縦断勾配が変化している場合



(b)基準線がカーブしている場合

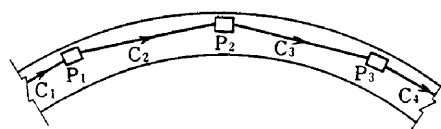


Fig.1 適用例

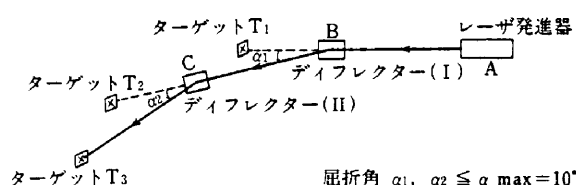


Fig.2 屈折システム

- ①複数のディフレクターを組み合わせてレーザ光線を折線状に連続して屈折させる事ができる。
- ②光の方向の制御を極めて正確かつ簡単に行うことができる。
- ③切羽の測量の頻度が少ないため、切羽作業の時間的ロスを減少でき、測量の大幅な省力化を図ることができる。
- ④切羽の作業員がレーザ光線を常時目視できるので掘進精度を高めることができ、結果的に掘削の余掘、コンクリートの余巻を低減させることができる。

3 徳山市水道局北山ずい道工事における適用例

(1) トンネル掘削の概要

掘削方法：4ブームジャンボ使用による全断面掘削
レール工法

掘削断面：断面積 $A=22.4\text{m}^2$

幅 $d=4.75\text{m}$ 、高さ $h=5.18\text{m}$

曲線部分：曲率半径 $r=200\text{m}$

(単円) 曲線長 $\ell=253.4\text{m}$

位置 坑口から29mまで直線、29mから円曲線

(2) ディフレクターの設置間隔の選定

ディフレクターは最大屈折角 $\alpha_{\max}=10^\circ$ のものを3台使用し、レーザ発振器は切羽の進行に伴って光の焦点を変えられる合焦式のレーザトランシットを使用した。

ディフレクターの取付位置は、切羽付近に走行する4

ブームジャンボのガントリ本体と支保工の間隔が狭いので、トンネル中心線上とし、支保工天端下50cmの高さとした。

ディフレクターの設置間隔は、レーザ光線が常時切羽を照射するための幾何学的条件を計算し、 $l=30\text{m}$ と決定した (Fig.3)。

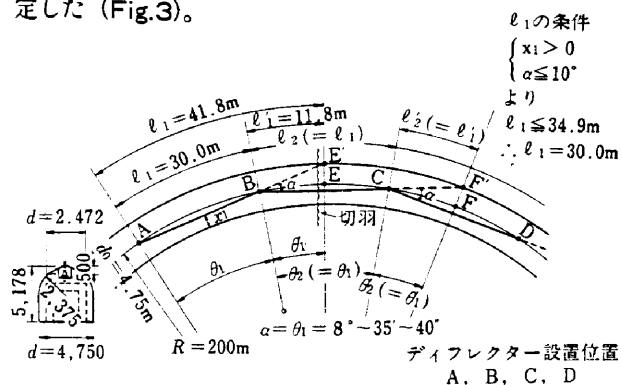


Fig.3 ディフレクター設置位置

ディフレクターBを設置する時期は、切羽がB点を通して11.8m以内の間に行うことに決定した。

(3) ディフレクターの架台と発破対策

架台を堅固な構造にして発破時の衝撃による影響を防止した。また据付架台の発破側に鉄製防護板をついたて状に取付け、発破時の破の飛来を防止した (Photo 2)。



Photo2 レーザ光線

4 まとめ

前述した適用例では次に記す効果が認められた。

(1) 測定の省力化

ディフレクターの設置間隔が30mであり、切羽の進行が平均日進5m/日であるため、測量及び設置作業の頻度は1週に1回で済み、従来の測量頻度に比較して著しく少なくなった。

(2) 支保工建込精度の向上

従来の水準視準の方法より正確に切羽にマーキングができ、また支保工建込後レーザ光線から直接寸法をチェックできるため、支保工建込の精度は非常に向上した。

(3) 余掘・余巻の低減

ディフレクターを使用した効果による余掘量の減少の度合いを明瞭に数値化することは難しいことである。しかし、支保工の建込精度の向上により縫返しが少なくなったために、コンクリートの余巻率が当初の予想に比べて3%程度低減していることが観察された。

当現場の曲線区間のコンクリート打設実績による余巻率は次の通りであった。

$l=280\text{m}$	設計断面に対する余巻率1.33
	支払断面に対する余巻率0.94

今後は、NATM工法、シールド工法における曲線区間へのレーザ屈折システムの適用は十分可能であり、それぞれのケースで実用的なレーザ光線の利用方法が確立されると思われる。そして従来より施工精度が高く、省力化された能率的施工の促進に、レーザ光線システムは一役買えるものと期待される。

5 付記

ディフレクターの取扱い方法、ならびに徳山出張所における実績の詳細についての問い合わせは著者までご連絡下さい。