

## 10. 深礎内施工機械の開発

建設省(近畿技術)：\*久野 啓嗣・福原 功二  
西川 正也

### 1. まえがき

深礎工法は、地形、地質、環境等の様々な施工条件に対して、非常に広い範囲に応用できる工法として数多く用いられ、今後もその需要はますます増加すると予想されている。

しかし本工法は、人力作業に負うところが大きく作業環境が劣悪なものとなり危険が伴うなど、近年の労働者の高齢化や若年労働力不足の社会状況の中で、現場の担当者からもその改善の必要性が要求されている。

そうした情勢のなか、機械による施工が困難といわれていた深礎工法の機械化に取り組むことにした。

まず最初に施工の機械化・自動化の検討を行い、深礎内施工機械を試作した。そして当地建大和川工事事務所管内の亀ノ瀬地区における地滑り対策の集水井工事で試験施工を行い、深礎工施工における①安全性の向上②苦渋作業の解消・緩和③省人化を図ることとした。

### 2. 深礎内施工機械の開発

#### 2-1 設計基本条件の設定。

機械の開発に当り、当地建管内の現場をモデルとして基本条件を設定した。

山の斜面に連続して多数の深礎杭を施工するため、機械全体がレール上を走行できる構造とする。その他の条件について表-1に示す。

表-1 基本条件

土質条件	土 砂 ~ 軟 岩
坑 径	4. 0 m
掘削深度	5 0 m
覆 工	ライナプレート方式

#### 2-2 施工機械の概要

開発した深礎内施工機械の構成を図-1に示す。

本機械は大きく分けて、立坑の中に入っていく作業台車と、作業台車を吊る地上設備から構成されている。

作業台車には油圧ショベルと油圧ブレーカを搭載しており、土砂から軟岩までの地山に適応できる。ブレーカ及びショベルの操作は、作業台車下部にある運転操作室から直接機械の掘削状況を見ながらレバー操作によって行う。

掘削した土砂は、昇降・横行・排土を自動制御で行う専用バケットにより搬出する。

土留め材は市販のライナプレートを人力作業で組み立てることになるが、ライナプレートは、ジブクレーンで下部作業台に搬入し、組立作業台を回転させて円周の組立作業が行える。

機械を操作する作業人員は、油圧ブレーカ・ショベルの操作に1人、土砂バケット・ライナプレート吊り降ろし、組立に2人、資材の投入、作業監視・調整に2人の計5人により編成される。また、各作業員は相互通話可能な無線機を携帯し、それぞれの安全及び意思確認を行う。

### 2-3 施工手順

図-2に施工手順を示す

- ① 施工機械の油圧ショベルと油圧ブレーカを操作して1m立坑を掘り下げる。
- ② 施工機械に1m分のライナプレートを取り付ける。
- ③ 備え付けのジブクレーンによりライナプレートを組立作業台に吊り降ろす
- ④ 施工機械を回転させながらライナプレートを組み立てる。
- ⑤ 裏込め注入の後、施工機械を1m降下させグリップで固定する。

上記の行程を1サイクルとして必要深さまで掘削を進める。

このシステムが完成することにより、掘削作業やライナプレート取り扱いの機械化による苦渋性の解消、坑内作業者の落下物からの保護による安全性の向上、すべて油圧駆動にすることによる騒音の低減切羽先に人が降りないことによる安全性の向上等、多くのメリットが得られる。

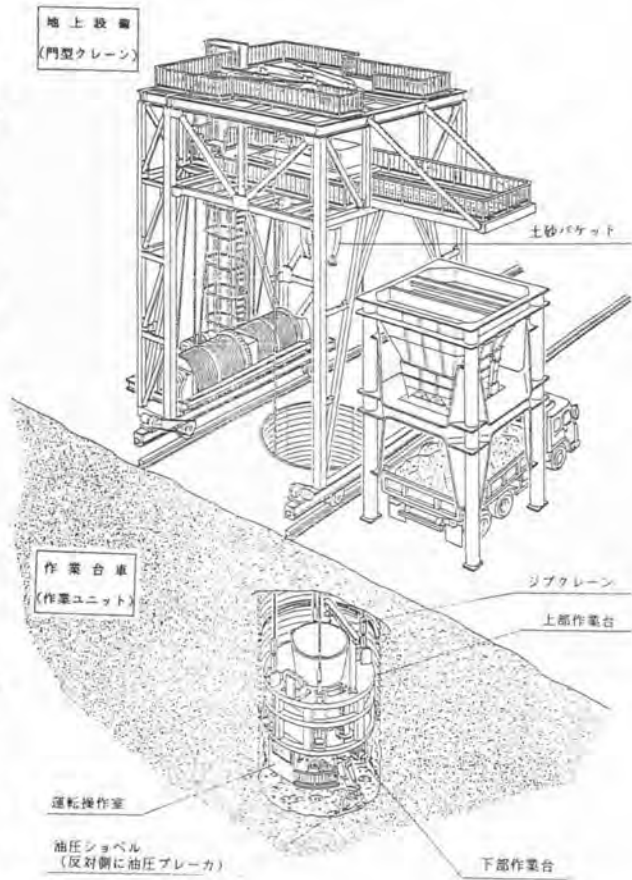


図-1 深礎内施工機械イメージ図

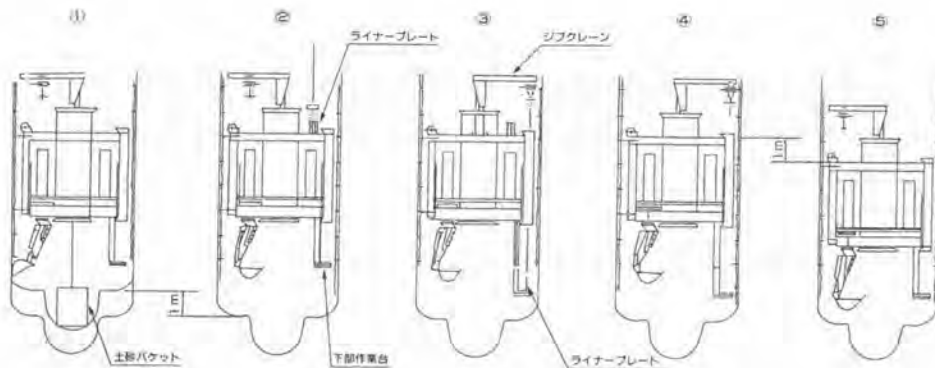


図-2 施工手順

### 3. 試験施工

大和川工事事務所管内の亀ノ瀬地区において試験施工を実施し、機械の能力、施工性を検討した。

(写真-1)

#### 3-1 施工能力

表-2に試験結果を示す。

施工1m当りサイクルタイムを8時間とし、1.0m/日が目標であったが、結果は10時間かかり、1.25m/日となった。目標値を達成できなかった主な要因は、本施工が10mと短く操作に不慣れなためのロスタイムがかなりあったものと思われる。

その他の原因については3-3項で示す。



写真-1 試験施工

表-2 施工実績総括表

掘削 期間 (日)	実働日 (日)	休日等 (日)	実稼働 時間 (h)	内 訳									
				準備 (h)	掘削 (h)	排土 (h)	覆工 (h)	クラウト (h)	休 止 (h)				
									故障	試運転	見学会	その他	計
23	18	5	144	3.3	34.1	25.0	29.1	9.5	30.0	4.5	3.5	5.0	43.0
参 考	1m当り施工時間		h/m	0.3	3.4	2.5	2.9	0.9	合計 10h				
	目標値(当初計画)		h/m	0.5	2.0	1.5	1.5	2.5	合計 8h				

#### 3-2 機械の組立

本機械は、分割された状態でトラック輸送により現地へ運び、組立完了後労働基準局の検査を受けたが、全体の所用日数は26日であった。また、地上設備と作業台車を別個に組み立てるため、作業ヤードは30m×20m程度必要であった。

#### 3-3 施工上の問題点

試験施工の結果明らかになった要改善箇所を次に示す。

##### ①ライナプレート組立工

人力組立を前提に分割された市販のライナプレートを使用しているため、深さ1mのライナプレートを組み立てるのに460本あまりのボルトナットで締め付けなければならない。生産性を上げるためには土留め工法そのものを再考する必要がある。

## ②グラウト工

当初は図-3の現状に示すように掘削底面と接するようにライナープレートを組立て、下端部はグラウト材が抜けないように土砂で間詰めを行った。このため、次の掘削時にライナープレート直下の掘削が難しく、掘削能力が低下した。

次にライナープレート直下の掘削を容易にするため、ライナープレートの組立を掘削底面から1ロット分(約50cm)上の位置で止め、下端開口部は掘削土を盛り上げて間詰めを行った。しかし、この間詰め作業が掘削時間に加わるので、掘削能力の向上にはならなかった。

今後の対策としては、次の掘削がスムーズに施工できるだけの先掘を行えばよいので、坑壁とライナープレートの間にグラウトの底抜け防止材を入れることで、施工の効率化を図る。

## ③準備工

現在の機械は掘削時の反力を取るため、ライナープレートにグリッパを張り出し、作業台車本体を固定する。このため、GLから10mは在来工法で事前に掘削する必要がある。掘削深が浅いと本機械を使うメリットが少なくなるので、掘削初期に作業台車本体を固定する方法を検討する必要がある。

## ④付帯設備

地上から坑底への昇降は仮設クランプを用い、墜落防止器を設置したが、さらに深い深度の施工を考えるとクランプによる昇降は疲労を招きまた、工具などを携行する場合に非常に不便と思われる。したがって、作業台車の昇降速度を向上させ作業台車に乗って昇降するか、その他の昇降設備について検討する必要がある。

## 4. 結び

今回の深礎内施工機械の開発は、当初φ7.0mで設計したものを機械化できる最小径として設定したφ4.0mにスケールダウンしたため、作業台車及び坑内作業でスペースの余裕がなくなり、作業能力の大幅な向上が図れなかった。また、安全性の面からも機械全体が大型化し、総重量97トンとなった。

しかし、従来の人力作業を機械化することにより、落下物による坑内作業員の危険性の排除や、掘削・ズリ積込み作業・土留め材の横持ち作業などで、省人・省力化、苦労性の低減ができたことは評価できる。今後は実現場での施工実績を経て、より安全で施工能力の高い機械として、実用化を図っていきたい。

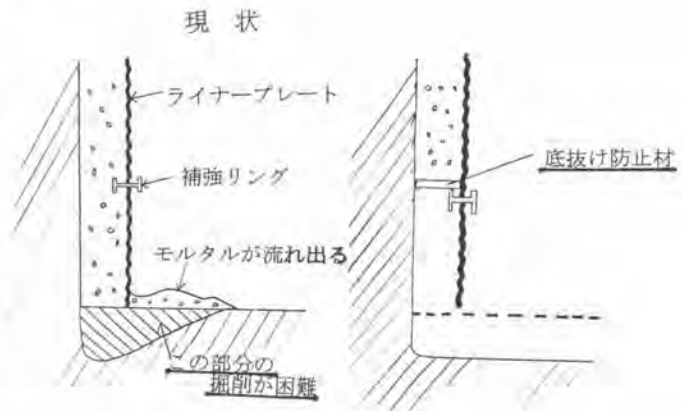


図-3 施工上の問題点