

## 29. P.I.P-S—新しい止水性柱列土留壁

西松建設 吉田 弘  
西 保

### 1 まえがき

従来 of P.I.P 工法は、無振動、無騒音の場所打ち杭工法として数多くの施工実績をもってきた。特に市街地などの交通など環境条件の厳しいところで、泥水を使用しないなどの特色を発揮してきた。しかし、P.I.P を柱列土留壁として用いる場合、杭相互間の接触が充分でないときがあり、止水性に難点があった。

P.I.P-S 工法はこれらの欠点を補うために開発された工法である。P.I.P 工法の無公害、経済性などの長所を残して、これに、無振動、無騒音工法の M.I.P 工法 (Mix-in-place-pile) を組み合わせ、廉価で無公害の止水性の柱列土留壁工法である。

今回、後記する削孔装置を製作し、試験施工を行ったところ良好な結果を得たので、工法の概要および試験施工の結果を紹介する。

### 2 P.I.P-S 工法とは (Packed-in-place-pile-stop)

P.I.P 工法の杭間接触が不十分となる原因は、杭の垂直精度と杭相互間接触面積の多少による。垂直精度は地質に関係するが、一般に  $1/100 \sim 1/200$  程度であり、際に既設杭のある時は、それが柔い時はその杭に引き寄せられ、それが堅くなるとその杭から離れる傾向があつて、既設杭がある時の垂直精度は悪くなる。従来から、杭間の止水性を向上させる柱列土留壁の方法には、

- (イ) 杭を離して打設し、杭間を薬液注入などで地上から止水して行う方法。
- (ロ) 杭を離して打設し、杭間に千鳥状に杭を施工して接触面積を大きくして行う方法。
- (ハ) 杭を離して打設し、杭の中間杭打設時、オーガーを引き上げるときに、地中で隣の杭に高圧のペーストジェットを行うことで止水を図る方法などがある。

(イ)の方法によるときは、薬液注入の費用を別に必要とし、工期を要し、しかも薬液による土壌汚染の可能性もある。(ロ)の方法によるときは、杭間に打設する杭が両側杭に接触せず、逐に止水を薬液注入にたよる例が屢々である。(ハ)の方法による時は、杭間に大きな栗石などのある時には、両側にジェットしたペーストが隣接杭へ栗石に妨げられて到達せず、これが原因となって止水性の保持が出来ないなどの問題点があった。これらを解決するために考へられた工法が

- (ニ) 杭を離して施工し、杭間に中間杭打設時に、杭間よりいささか小径の杭を削孔し、オーガーを揚げる時にオーガーの刃の一部を拡大させて両側の杭に接触、重なり合わせるようにし両側の杭の一部を削ってオーガーの揚上させて杭を製作する工法である。

この方法によるときには、(イ)のように薬液注入を行わないので経済的であるし、両側の杭を削るので杭間接触面積が大きく、(ハ)の方法などに較べて止水効果は高い。

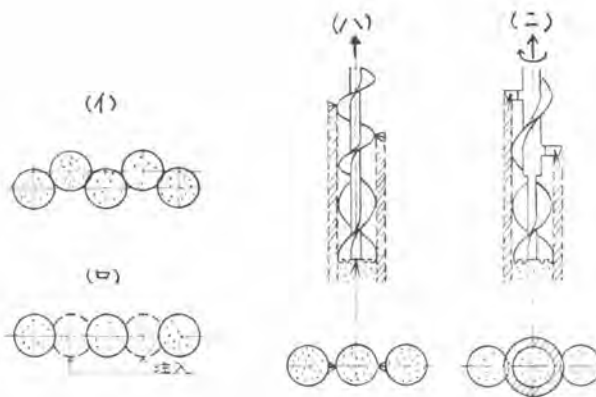


図-1 止水性PIP工法の種類

### 3 P.I.P-S 工法の施工法

施工法の詳細は、径45cmを例にとると、

- (a) オーガー径 $\phi$ 45cmより若干大きい間隔(約50cm)でP.I.P杭を打設する。
- (b) 間隔をあけて打設した先行くらの間を、 $\phi$ 45cmのオーガーで削孔する。
- (c) オーガーが所定の深度まで削孔が完了した時点で、地中で拡大刃を開く(拡大径75cm)。
- (d) オーガーヘッドよりモルタルを、拡大刃よりセメントペーストを吐出させながら、回転させてオーガーを引き上げる。この操作で、拡大刃は両側の杭を削り、P.I.P杭の周囲にP.I.P杭(セメントペーストと地山のソイルコンクリートで外径が75cm)が形成される。
- (e) 打設された杭に鉄筋籠、または形鋼を挿入する。

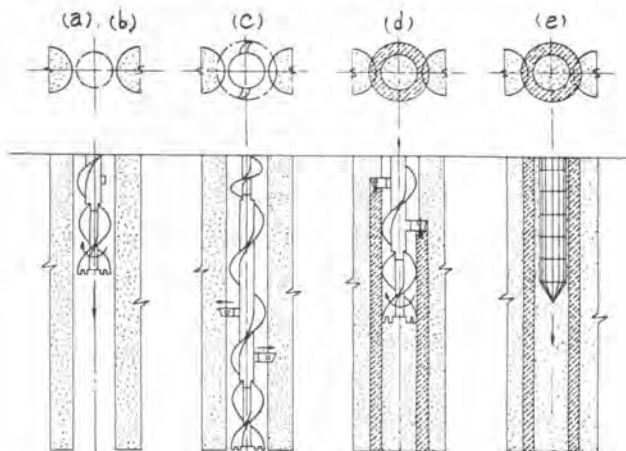


図-2 施工順序

### 4 機械装置

杭間を正確に切削し、揚上時に硬化した両側の杭を削り、そして周囲にソイルコンクリートを形成させる機構を製作した。機構仕様の概要は次のごとくである。

- (a) 拡大刃は、地中で自在に開閉が可能である。両側杭が 15 cm 程度削りとれて、しかもモルタル強度が  $\sigma = 300 \text{ kg/cm}^2$  程度まで切削可能な拡大刃とする。拡大刃からセメントペーストが吐出できてソイルコンクリートが周囲に形成されるような構造とした。
- (b) 中空軸オーガーは、従来の P・I・P オーガーと異なり、P・I・P のモルタルと、ソイルコンクリートのセメントペーストが通過可能で、これに加えて、拡大刃開閉用の油圧管を設備できる構造とした。
- (c) オーガーが廻転させるドリルモーターは、従来の P・I・P 工法のものとは異なり、3 重スィーベル（モルタル、セメントペースト、油圧）を装着した。
- (d) 拡大刃が両側杭を切削、あるいは接触した事を確認する計器を設備した。止水性を向上させるために必要である。

## 5 施 工

上記の意図を実現させて、杭間の止水性、杭の施工精度を確認するために施工実験を行った。

期 間；自昭和 53 年 11 月 至昭和 54 年 1 月

場 所；千葉県市原市八幡浦、西松建設出張所内

地 質；土質柱状図のように、地表から -3.5 m までは埋土で N 値は 0~5、-3.5 m から -8.0 m までは細砂または、中砂で N 値は 10~25 である。地下水位は地表下 -2.5 m である。

施工規模；止水性と杭と杭の接触性を確認するために平面的に円形の立杭を築造することとした。

立杭中心径；3.12 m

立杭深度；7.00 m

杭 長；11.0 m

杭 径；4.5 cm

拡大杭径；7.5 cm

施工方法；方法は P・I・P 杭普通径杭と P・I・P 杭の中間に P・I・P-S 杭（拡大径杭）を施工する場合、P・I・P-S 杭と P・I・P-S 杭の中間に P・I・P-S 杭を施工する場合などを行って、施工性、止水性および精度を比較した。

拡大の方法は、オーガーが所定の深度に達した時に拡大、引き上げ切削の方法で統一した。



写真-1 拡大刃  
外径 75 cm (拡大時)

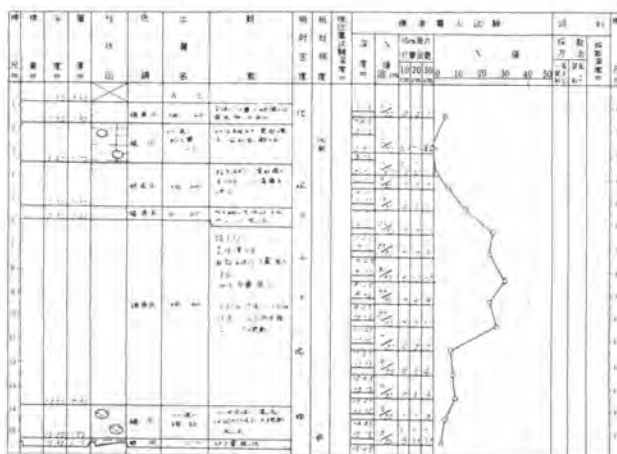


図-3 試験立杭地質柱状図

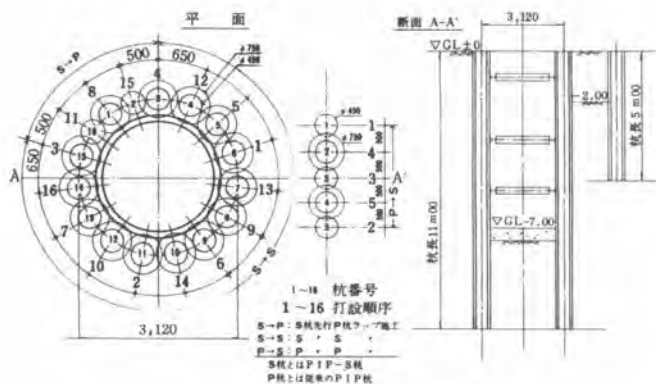


図-4 試験施工図

## 6 施工結果および考察

施工後立坑内部を堀削して杭の精度、止水性を施工法と比較した。堀削は-6.0 mまで行って底版コンクリートを打設した。モルタル、ソイルコンクリートは夫々の深度から試料を採集して試験した、深度2.5 m、4.5 mの圧縮強度は、ソイルコンクリート部分で106 kg/cm<sup>2</sup>~295 kg/cm<sup>2</sup>、P-I-P部分で203~417 kg/cm<sup>2</sup>であった。埋土部分ソイルコンクリートの圧縮強度にはムラがあった。

杭の接触具合と施工方法の関係は、P-I-PとP-I-Pの中間にP-I-P-Sを施工する方法が最も精度が良かったが、他の施工方法でも特に漏水することはなかった。

杭と杭の中間にP-I-P-S拡大杭を施工する時、拡大刃が両側杭を切削することを確認する器具の確認を行った。

これは、オーガーマーターの負荷電流を自記記録したものであって、図は切削時の負荷電流値と時間の関係を示したものである。この記録によると接触回数が30秒当り16.5回で33回/分の定格回転数とよく一致している。負荷電流値は上昇したが概ね定格電流値内におさまり異状はなかった。

オーガラの引き上げ速度は50 cm/分で、33回接触を行う。1回転で高さ1.5 cm、平均巾1.5 cmを切削することとなる。

## 7 おわりに

P-I-P-S工法の開発の目的は、泥水を使用しない低騒音、無公害の止水性の良い柱列土留工法の完成である。止水性、施工性に就いては確信を得たので、今後は経済的な開発に一層の努力を払いたい。機械、工法など多大の援助を頂いた三和機械(株)に深謝する。



写真-2 P-I-P-Sの接触状況

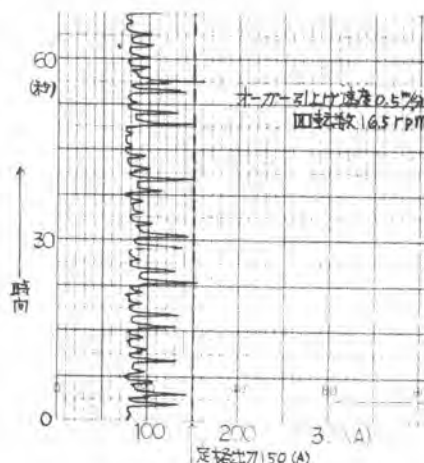


写真-3 P-I-P-Sの負荷電流