

45. バーチカルドレーンの高能率簡易打設機

三菱重工業 粟野 勝介
大林組 小谷 克己
日本パイリーン 中熊 和義

1. まえがき

この報文は油圧バックホウを用いてバーチカルドレーン材を打設する機械について述べたものである。この打設機は通常のバックホウに簡易アタッチメントを装着するだけで、無騒音、無振動に近い状態で、高能率に作業が行なえる。

バーチカルドレーンの歴史はサンドドレーンから始まったが、7年程前、土質工学会において、サンドドレーン工法の効果について論議されたことがある。この論議中、効果がないとされた理由については次のようなことがあげられる。

- (1) サンドドレーンを打ち込むことにより周辺地盤が乱され、透水性が低下する。
- (2) サンドドレーンが切断したり、断面が小さくなることが多い。
- (3) 透水性にすぐれ、目詰まりしにくい砂（良質の砂）を使用していない。
- (4) 上・下部の排水層が完全でない。
- (5) その他

ベーパードレーン工法はスウェーデンにおいて1937年、チエルマンが開発した工法で、日本には1963年に導入された。この工法は、砂に代るドレーン材としてベーパーを板状にし中心部を空洞にし、その空洞を通水ゾーンとして利用したドレーン材を打設する工法で、この特長は、

- (イ) ドレーン材の断面が小さいので打設ケーシング（マンドレル）を小さくすることができるため、周辺地盤の乱れを少なくすることができる。
- (ロ) ドレーン材はある程度の引張強度を持っているので切断しにくく、また、もし切断した場合は施工時にわかるので打直しができる。
- (ハ) 工場生産される材料なので均質のドレーン材であり、集水（周辺土から水を集めてドレーン材に引込むこと）と排水（集められた圧密水を上、下部排水層に導く）とを独立に行なえるので、透水性がよく目詰まりしない材料を使用することができる。

などの特長があり、サンドドレーン工法の主な欠点を補うことができる。このため、次第に普及してきており、工事費が安く、能率のよい機械の開発が望まれていた。我々は近年普及のめざましい油圧式バックホウに目をつけ、この機械によるベーパードレーンの打設を計画し一応の成果をおさめたのでここに報告するものである。

2. 当機械の特徴

- (1) 油圧式バックホウの主油圧を利用して打設するため、バイプロハンマや発電機などが不要なこと、およびケーシングのどこをつかんでも買入することができるため剛性を大きくする必要がなくケーシングの断面を小さくできることなどから機械の重量を小さくできる。このため、軟弱な

地盤上でも施工できること、サンドマットが薄くてよいこと、さらにサンドマットが薄いので使用する材料のロスが少なくてすむなどの利点がある。

(2) 施工能力がよい

装置がシンプルで操作が簡単なこと、打設スピードが速いこと、および振動を加えないためケーシングにヘッドロが侵入しにくいので引抜き時の伴上りがないので失敗が少ないことなどの理由で非常に高能率である。

(3) 無騒音、無振動である。

油圧方式なので、無騒音、無振動であるため民家の近くでも施工できる。また、振動による周辺土の乱れが少ないので圧密時間も短かくてすむ。

(4) 買入力は大きくない。

機械の全重量が小さいこと、およびバランスが悪くなることなどの理由により、買入力は大きく取れず $N > 10$ の場合は施工できない。

(5) 深い層の改良はできない。

主に引抜力不足により 15 m 以上の深さの打設はできない。



3 開発における諸問題と解決方法

(1) 円弧運動へ変換する必要がある。

油圧バックホウのアームは円運動をするが、打設に必要なのは垂直運動である。この運動変換には各種の方法があるが本機は図で示すようにスライダによる分力方式を採用した。加えて、スライダ・ホルドステイを使用することにより、機械の力を無理なく分散（分力）させ、故障も少なく、操作も簡単にし、かつ、能率を向上させることができる。

(2) 小さい上下運動で長尺のドレーン材を打設しなければならない。

油圧バックホウの円弧運動の上下高さは 5 m 程度である。したがって 15 m の深さまで打設するには数回掘り変える必要がある。このため、油圧チャックによる掘り送り方式を採用した。この方式により 15 m 程度の打設は簡単で、しかも掘り位置によっては買入力も大きくなる。

(3) 貫入力と引抜き力の不足を補う必要がある。

地盤の強度が大きくて貫入力不足するのは、サンドマットがよく締ってしまった場合や途中で砂層が存在する場合である。よく締ったサンドマットは貫入できないので別のバックホウでトレンチ掘りなどする。また、途中の薄い砂層の場合は、地上のすぐ上でケーシングを掴み座屈を防止する。この場合アームの根元で貫入するようになるので貫入力が大きくなる。引抜き力を大きくする場合も同様である。

(4) ケーシング内へのヘドロ侵入を防止しなければならない。

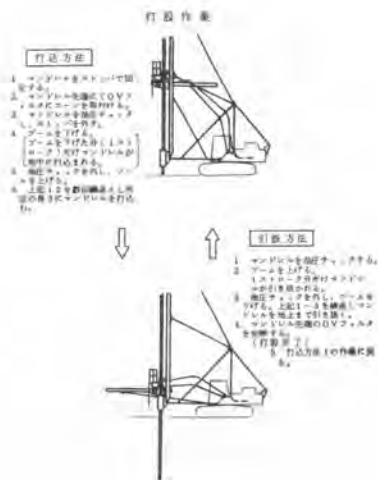
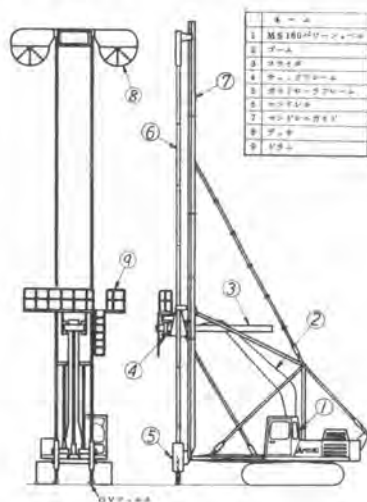
ドレーン材打設の際、ケーシング内へヘドロが侵入すると、ドレーン材とケーシングに粘着力が働き伴上りの原因になる。また、このヘドロはドレーン材の目詰まりの原因ともなると考えられるので極力これを防止する必要がある。このために、打設の際、先端には薄い鉄板による先端処理を施す。鉄板はドレーン材の切断の保護にもなり、貫入時に折れ曲ってケーシング先端に密着するようになりヘドロの侵入も少なくなる。不織布製のドレーン材ならば少し折曲げて余裕を持たせば先端を閉そくすることになりヘドロはケーシングに侵入しない。

(5) ケーシングは掴みやすく、貫入抵抗の小さいものでなければならない。

土に接する面が最小で断面係数を大きくするには円形のケーシングが好都合であるが、チャックによる掴みをよくするためと、ケーシング内でドレーン材が余裕がありすぎにより切断などしないように長方形断面のケーシングを採用した。

(6) ドレーン材は風による影響を受けないようにする必要がある。

ドレーン材を裸のまま下げると風の影響で切断したり、からまったりして能率の低下を引き起す。このため当機ではドレーン材のリールをケーシングの最上部に固定する方法を採用した。このことにより、ケーシング内にドレーン材をセットするのも便利であり、風の影響も全く受けなくなった。ただし、本機の安定が多少悪くなるので、軽いドレーン材を使用したり、長さを制限することで解決した。このため、本機では主に不織布製の軽いドレーン材（OVドレーン）を使用し、長さも1巻200mを標準とした。



4 工事例 千葉県柏市の某宅地造成工事の例-

4-1 工事の特長

- (1) 軟弱層は比較的浅く砂層シームも少ない。→大きを買入力不必要
- (2) サンドマット用の良質の砂がない。→水平ドレーン材使用
- (3) 民家に接近した部分がある。→油圧方式を採用
- (4) 盛土厚が薄いので将来の増加荷重による沈下が大きい。→大気圧工法によるサーチャージ

4-2 表層処理工

湿地帯で表層の地耐力がないので、敷布工法により表層処理を行なった。また、サンドマット用の良質の砂がないので関東ロームを用いた。このため、透水性が悪いので水平ドレーン(OVフィルター)の30cm)を1.2m間隔で敷設した。(排水量不足は20m間隔に設置したφ150mmの盲暗渠により補った。)。また、関東ロームは地耐力が不足するので、小型のものや超湿地タイプのドレーン打設機が必要であった。

4-3 使用ドレーン材

次の理由によりOVドレーン材を採用した。

- (1) 機械の特徴から軽量のドレーン材が好ましい。(30g/m)
- (2) ケーシング先端からのヘドロ侵入を少なくするには不織布がよい。
- (3) 透水性がよく、目詰まりしにくい材料が必要である。
- (4) 上部排水層との接続が容易である。(ホッチキス接続)

4-4 打設能力

- (1) 1日平均打設延長: 2000m (総打設延長: 24万m、打設日数: 100日)
- (2) 1日最大打設延長: 6500m (作業時間: 10時間)

4-5 効果測定結果

沈下量と間隙水圧の測定結果は右図のようになった。沈下量、間隙水圧とも11月の初旬には終値に近づいており、OVドレーン打設完了の8月20日頃から数えて約3ヶ月で安定を示している。

5 おわりに

施工に自信がもてたので現在3号機も計画中である。

