

真空ポンプによる掘削土砂吸引搬送システム実験の一考察（その2）

（株）関電工 土木部 正会員○平山 昌男
 （株）関電工 土木部 矢萩 順一
 （株）関電工 地中配電線部 角田 哲郎
 （株）関電工 東京支店 山内 莊平
 同和工営（株）エンジニアリング本部 久保 進

1. はじめに

開削による地中線管路敷設工事のうち、都市過密部では既設地中埋設物が輻輳しているため、未だに人力に依って作業が進められる現状にある。この様な背景から、当社では省力化を目的として、真空ポンプによる吸引システムを利用した土砂搬送の開発を平成元年度より実施している。

地中配電線工事への適用を目指し、搬送距離20m、搬送量 $5\text{m}^3/\text{H}$ の土砂搬送を目標のとして、管内に発生する目詰まり防止についての基礎実験を行ってきた。

本報告は、平成5年の年次学術講演会で発表した実験結果を踏まえて、目詰まり防止システムについて研究した概要をまとめたものである。

2. これまでの実験結果概要

これまで、ルーツプロアー2台を搭載した真空圧 -700mmHg (93.3kPa)、風量 $36\text{m}^3/\text{分}$ の真空ポンプにより、山砂（目詰まりは起こさない）及び粘性土を4インチ径の搬送管（ビニル製）により、搬送距離20mで各種実験を行った。特に、搬送限界実験では、土と空氣の混合比と管内風速を変化させ、図-1のグラフにプロットした結果、下記のような粘性土を目詰まり無しに連続搬送する条件を得た。

①搬送材料の分離を起こさない管内風速は $20\text{m}/\text{秒}$ 以下

②土と空氣の混合比は、速度エネルギー型搬送エリアとするために、20以下

そこで、低風速で所定の搬送量を確保するためには管径を拡大させる必要があり、今回は6インチの搬送管を用いて実験を行った。

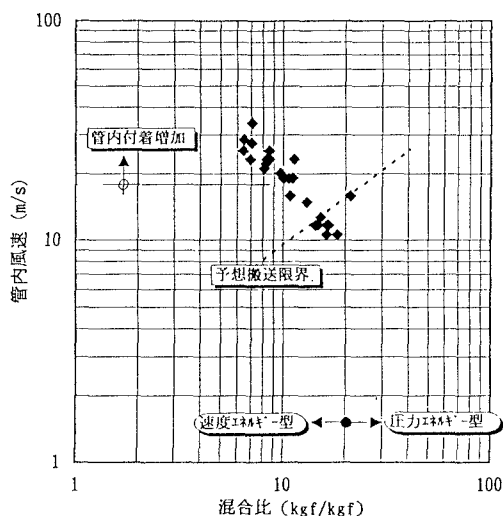


図-1 土の混合比と風速の関係（その1）

3. 今回の実験結果

搬送管の6インチ径による口径拡大は、4インチ搬送管に比べて目詰まり発生までの時間は長くなったが、依然として目詰まり解消には至らなかった。特に、風速が $10\text{m}/\text{秒}$ 以下では速度が低すぎるために管底に搬送土砂が堆積し、逆に風速 $24\text{m}/\text{秒}$ 以上では、以前と同様に管の周囲に搬送土砂の細粒分が付着して目詰まりを起こした。

そこで、低風速搬送で特に顕著となる土砂堆積現象等による目詰まり防止のためにスィーベルジョイントを用いて管に回転を与えたり、パイプレータを取り付けて管を振動させる等の補助動

作を加えて実験を行った。

管の回転は、目詰まり防止効果はあったものの、スィーベルジョイントや管回転等の機構が複雑になるため、試作は実施したもの、実現場への採用は困難と考えた。また、パイプレータによる管の加振は、搬送土砂の分離した細粒分が管材内面に付着しにくく、目詰まり防止効果を確認できた。現場適用に際しては、塩ビ管等の振動を与え易い管材の使用が有効であると考ええる。

振動を与えた6インチ管により、管内風速10～14m/秒で混合比10前後の搬送条件では、目詰まりもなく連続搬送が可能であり、実稼働時間での搬送能力は $5.4\text{m}^3/\text{H}$ 、クッションタンクによる土砂のダンプへの排土作業時間を含めた搬送能力は $4.5\text{m}^3/\text{H}$ を記録した。

4. 考察

今回までの基礎実験で搬送対象とした粘性土は、関東ローム及び砂質シルトであり、これらについては、真空ポンプによる搬送の可能性を見い出すことができたと考ええる。しかし、その前提として、目詰まり防止として搬送管の加振、管内風速の管理、混合比の管理（実験では定量供給装置として簡易な送土フィーダーを設置）が必要である。さらに、掘削工程での施工効率向上のために、今回の実験の様に直接バキューム車のタンクに搬送土砂を蓄えず、バキューム車の手前で土砂を蓄え、ダンプへ排土させる構造のクッションタンクの配置が有効と考える。

5. まとめ

真空ポンプによる土砂搬送システムの開発は、既に理論体系が確立されている粉体輸送、粉体工学と異なり、土粒子の粒径が均一でないために理論整備も成されていない。その様な状況下で、粘性土の目詰まり防止の解決無しには土砂搬送の現場適用を図れないため、これまで電力の地中配電線管路敷設の開削工事に的を絞って基礎実験を実施してきたが、今後は現場への適用を考えた実用的なシステムの開発と地中送電線（開削工事及び推進工事等）及び山岳地架空送電線工事での長距離土砂搬送システムの可能性も検討したいと考える。

なお、研究の進展のためにも、同様の研究を行われている方からのご意見も賜りたいと考えるものである。

6. 参考文献

- ・「土木学会第48回年次学術講演会」（平成5年9月）概要集Ⅵ-44
- ・「空気輸送の基礎」（養賢堂）
- ・「粉体工学ハンドブック」（朝倉書店）

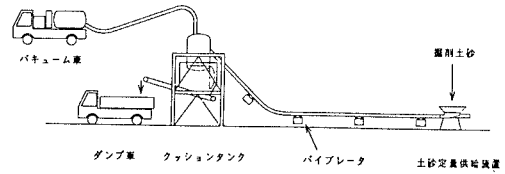


図-2 今回の目詰まり防止システム

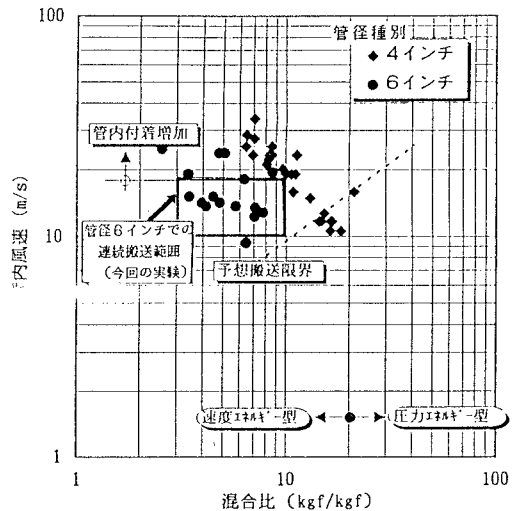


図-3 土の混合比と風速の関係（その2）