

世界初、土砂搬送が可能なぜん動ポンプの試験機を完成

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、株式会社竹中工務店、学校法人中央大学中村研究室と共同で、腸のぜん動運動を機械的に模倣したぜん動ポンプを開発し、試験機を完成させました（図1）。

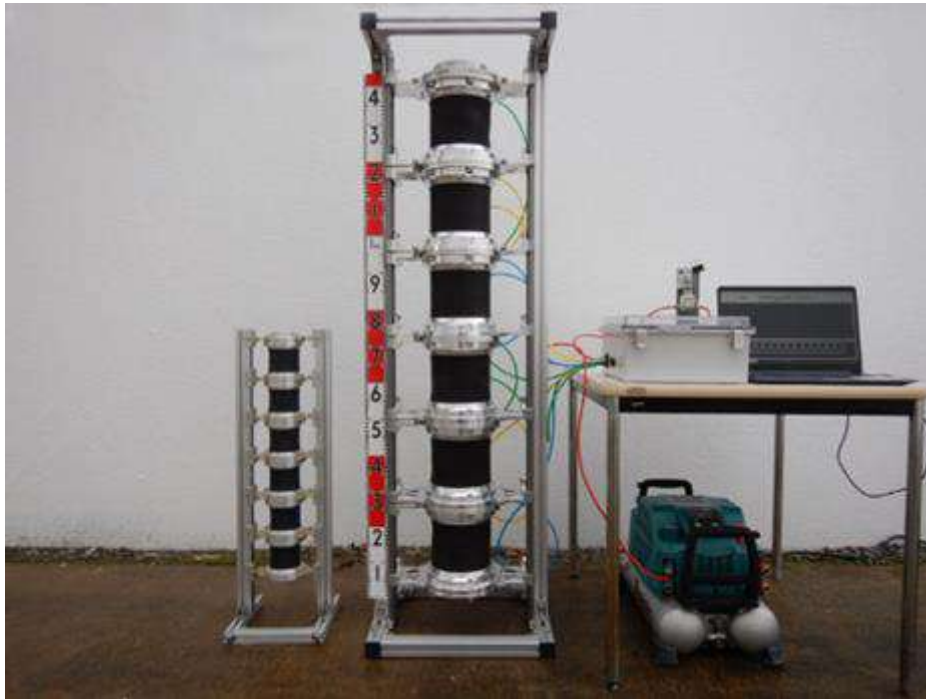


図1 土砂搬送用ぜん動ポンプ（左：小型機 右：大型機）

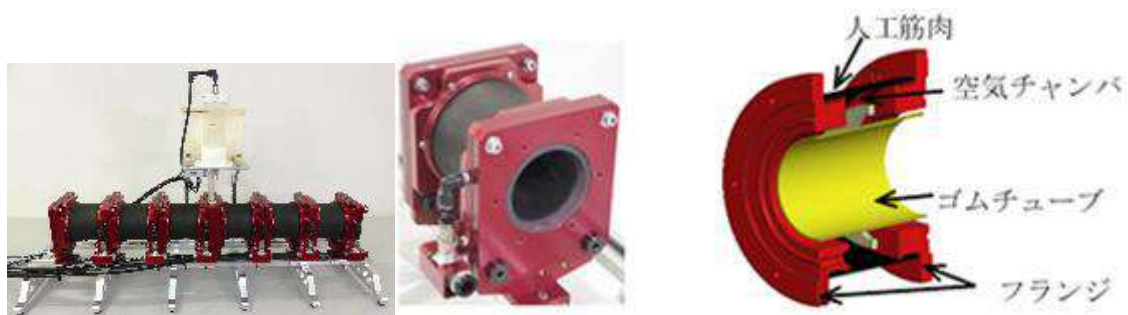
土砂をぜん動ポンプで搬送するためには、土砂の粒子の性状と含水比で異なる搬送抵抗をどのように緩和させるかが課題でした。そこで、土砂の粒子の性状・含水比・搬送特性の関係を分析し、土砂の締め固まりによる搬送抵抗を緩和するようゴムチューブの形状に工夫を加え、搬送経路上で含水比を調整できる機構を設けることで、土砂の搬送を可能にしました。

また、土砂搬送ぜん動ポンプは、小型機と、直径が2倍の大きさの大型機をそれぞれ製作しました。大型機は、スケール効果と容量増加の相乗効果により、小型機の8倍以上の容積土砂を搬送が可能です。また、大型機は単なる大型化だけにとどまらず、連結部材の削減・部材形状の簡素化・ユニット交換の省力化・フレームの目詰まり防止、人工筋肉とゴムチューブの耐久性を考慮した再設計など、建設現場での実際の運用を見据えた各種改良を施しました。また、ぜん動ポンプの制御プログラムとインターフェースも併せて開発することで、柔軟な動作を容易に制御することが可能になりました。

ぜん動ポンプは、腸のぜん動運動を機械的に模倣しており、加圧機構が経路上に分散して配置され、対象物を外部から遮断された状態で搬送するため、エネルギー損失が小さく、持ち上げられる高さに理論上の限界がありません。従来のぜん動ポンプは、流動性の高い液体・粘体やスラリー（液体と固体粒子との懸濁液）への適用はありましたが、これまで流動性が低い土砂には適用されていませんでした。

本試験機は、2019年12月18日から21日まで東京ビッグサイトで開催される「2019国際ロボット展」の中央大学ブースにおいて展示される。

ぜん動ポンプは、図2(b)に示すポンプ単体ユニットが複数連結することで構成されます。単体ユニットは、図2(c)に示すように外側の人工筋肉と内側のゴムチューブがフランジで接合され、両者の間に空気チャンバーが形成される構造となっています。このチャンバーに外部から空気圧を加えることで、人工筋肉が半径方向の外側に膨張、軸方向に収縮すると同時に、ゴムチューブが内側に膨張して管路を閉塞します。このように、人工筋肉とゴムチューブによって腸のぜん動運動を再現します。



(a) ぜん動ポンプ、 (b) ポンプ単体ユニット、(c) 断面図

図2 ぜん動ポンプの構成

今回完成させた試験機は、小型機と大型機の2タイプで、大型機は小型機の直径を2倍とただけでなく、実際の現場での運用を見据えた各種改良を施しました。

今後は、両タイプを利用してスケール効果※4の検証や制御の最適化などの技術課題を解決し、将来的に、大深度・海底や月面などの極限環境での掘削作業が可能な土砂搬送デバイスの実用化を目指します。

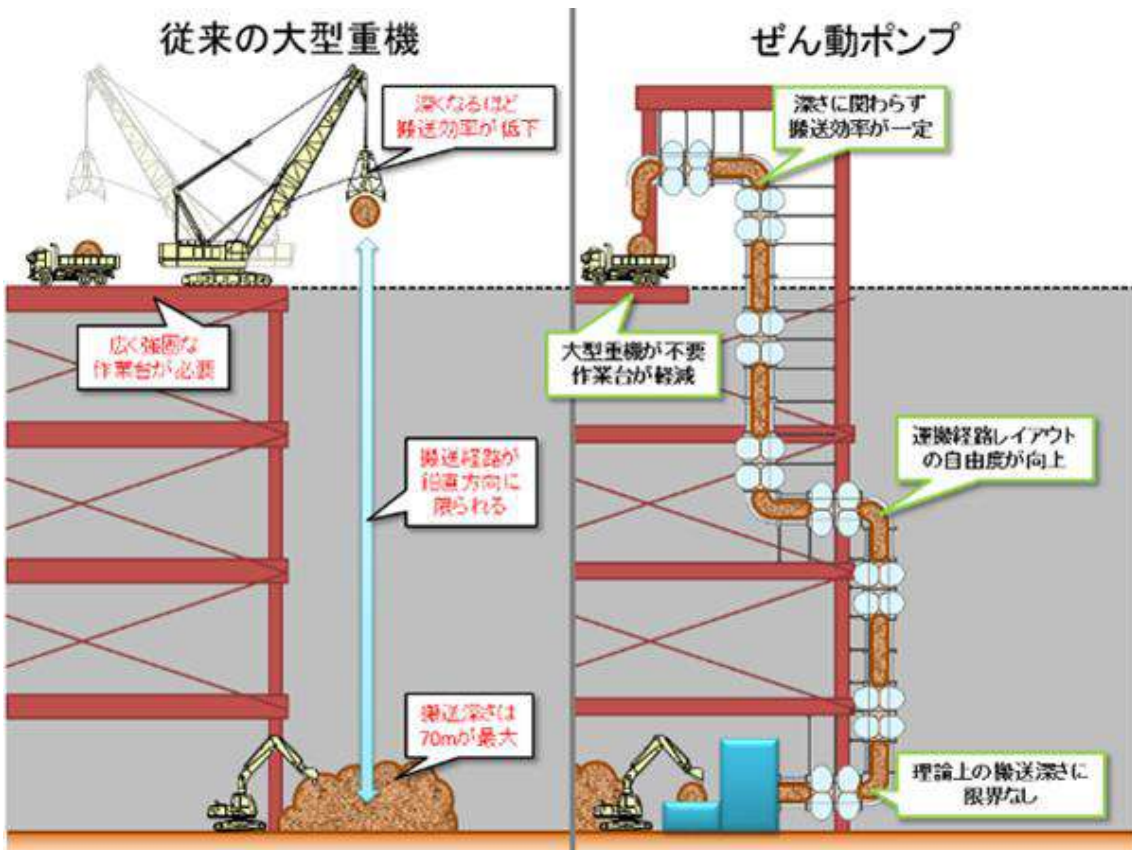
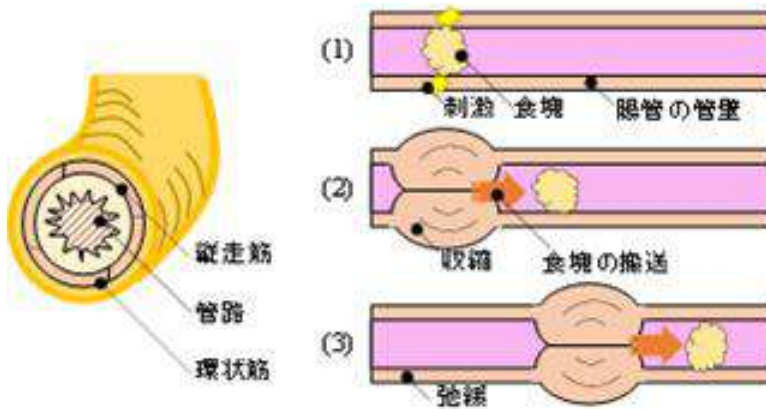


図3 ぜん動ポンプと従来の大型重機との比較と実用化イメージ



(a) 腸の構造

(b) ぜん動運動による搬送

図4 腸のぜん動運動

日文新闻发布全文 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101249.html

文：JST 客观日本编辑部翻译整理