

## 浚渫土の空気圧送における効率的施工方法に関する研究

佐伯建設工業(株) 正会員 ○小川 元  
佐伯建設工業(株) 正会員 古野武秀

## 1. はじめに

港湾や河川工事等における浚渫土砂を圧縮空気の方で管路搬送する空気圧送工法は、軟泥を高濃度で搬送できる。よって従来のポンプ浚渫船による輸送に比較して余水処理対策を極端に軽減でき、環境への影響が低減されるなどのメリットがあるので近年特に注目を集めている。しかしながら、この空気圧送工法では施工条件（軟泥土質、圧送距離、管径、圧送装置の性能等）が現地ごとに異なり、装置の選択や運転が経験的に行われ、必ずしも効率的な施工方法が取られていないのが現状である。本研究は空気圧送工法の効率的な施工条件を解明することを目的とした。

これまで空気圧送について、現地圧送状況の計測および3種類の被圧送物を用いた室内模型実験により、流速や管内圧力などの基本的な特性について検討を行ってきた<sup>1)</sup>。被圧送物は水、高粘性溶液、ベントナイト溶液であり、これらは密度  $1.0\text{g/cm}^3$  程度とほぼ同じであるが、液体としての性状が多少異なる物質である。また、圧送抵抗を軽減する目的で管路途中から圧縮空気を追加注入（サブエア）する方法についても同時に検討してきた<sup>2)</sup>。今回は実際の軟泥性状にさらに近づけるため、ベントナイト溶液に粘土を混合した模擬軟泥（密度  $1.4\text{g/cm}^3$ 、粘度  $8.0\text{d}\cdot\text{Pa}\cdot\text{s}$ ）を被圧送物とした。昨年度までの検討により確認できた事項を下記に示す。

- 被圧送物が水の場合、空気流量を増加すると管内圧力は上昇する。しかし、被圧送物に粘性がある場合、空気流量を増加すると管内圧力は低下する。
- 粘性のある被圧送物を空気圧送する場合、圧送抵抗を最も低減させる最適な空気量が存在する。
- 通常の空気圧送状態の場合、サブエアを注入すると管内圧力が上昇する。
- サブエアは閉塞している管路を閉塞から解除する効果がある。

今回は、メインエアの最適空気量についての詳細検討およびサブエアの効果発現条件について実験的検討を加

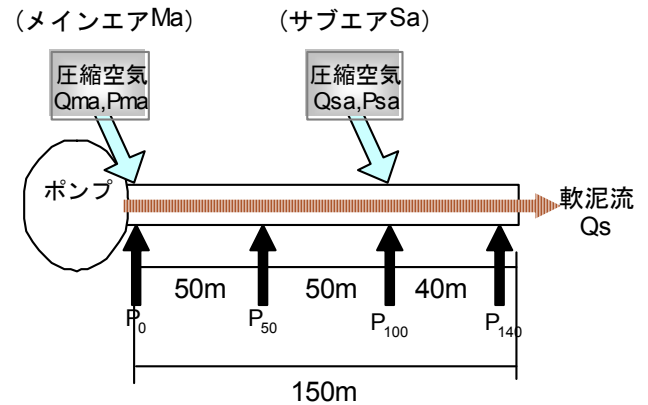


図1 空気圧送実験概要図

える。

## 2. 実験概要

実験設備の概要を図1に示す。現地施工での設備と同様にポンプで管路に軟泥を注入した直近下流に圧縮空気（メインエア）を注入する。軟泥と圧縮空気は連続的に供給されている。管径は38mm、管路延長は150mである。

実験は軟泥流量およびメインエア流量、サブエア流量、管内圧力(0m, 50m, 100m, 140m 地点)を同時に計測して行った。

メインエアの最適空気量の検討では、軟泥を定量供給し、メインエア流量を変化させて管内圧力の変動を確認した。また、サブエア効果の検討においても軟泥を定量供給し、メインエアに加えてメインエア注入位置から100m離れた地点にサブエアを注入して管内圧力の変動を確認した。

## 3. 結果および考察

## (1) メインエアの最適空気量の検討

図2は空気流量を変化させた場合の管内圧力  $P_0$  (0m 地点圧力) を検討したものである。空気はメインエアだけを注入している。横軸にメインエア流量  $Q_{ma}$ 、縦軸には  $P_0$  値を示し、軟泥流量をパラメータとした。圧送抵抗が小さいほど管内圧力は小さく、軟泥流量つまり施工土量を増加させることができる。

これらの結果から、軟泥流量を増加すると、管内圧力

キーワード：空気圧送、閉塞、サブエア、粘性物質、最適空気量

住所：〒101-8632 東京都千代田区東神田 1-7-8 東神田大治ビル

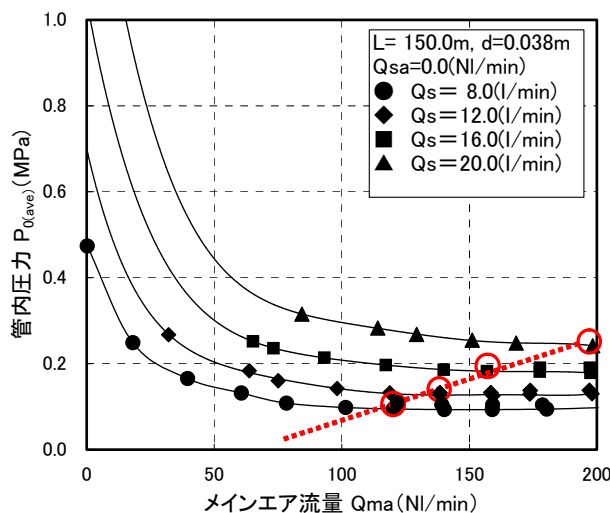


図-2 メインエア空気量の管内圧力への影響

は増大していくことがわかる。また、空気流量を増加させていくと、どの軟泥流量においても管内圧力が低下していくこともわかる。しかし、さらに空気流量を増加しても、その後の管内圧力の低下は小さく、逆に管内圧力はやや上昇に転じる。このように管内圧力を最も小さく抑えることができる空気量を最適空気量と定義する。図2の赤○印で囲んだ空気量がそれぞれの軟泥流量における最適空気量であり、軟泥流量が増加すると最適空気量も増加していることがわかる。

## (2) サブエアの効果発現条件

これまでの検討から、通常の空気圧送状態の管内にサブエアを注入すると、管内圧力が上昇するという結果を得ている。一方、閉塞してメインエアの注入不可能となった管内にサブエアを注入すると管内圧力の低下が見られ、閉塞状態が解除されるという結果も確認している<sup>2)</sup>。しかし、現地施工では管内閉塞は絶対に回避すべき条件

であり、閉塞しなければサブエアの効果が得られないという結果では現地施工に活用できない。

今回の検討では、サブエアの注入による管内圧力の変化について、メインエアの最適空気量に着目し、メインエア量が最適空気量より多い場合および少ない場合について検討を加えた。その結果、最適空気量よりもメインエア量が少なく管内圧力が上昇しているときにサブエアを注入すると、管内圧力が低下することが確認された。その際の管内圧力の変化を図3に示す。

図3は縦第1軸に空気流量および軟泥流量をとり、縦第2軸には0m地点の管内圧力をとって時系列の変化を示している。メインエアだけで圧送している状態からメインエア流量を減らしていくと管内圧力はやや低下する(図3 a部)。そしてメインエア流量を40.0(NI/min)まで低下させると管内圧力は急激に増大する(図3 b部)。このような状態の管路内にサブエアを注入(図3 c部)すると管内圧力は低下する(図3 d部)。その後、サブエア流量を増加させても、管内圧力はあまり変化しない(図3 e部)。

このように管路が閉塞状態でなくとも、サブエアの効果が発現する条件があることが確認できた。

## 4. おわりに

これまでの現地施工においては、管内が閉塞することを懸念して、空気流量を能力限界まで注入する傾向がみられたが、このような操作は、余分な空気量を注入していることであり、効率的な運転とは言い難い。

また、空気圧送されている管路に途中から空気を注入することは、圧送抵抗を引き起こす懸念があり現地施工では行われてこなかったが、今回の検討により圧送抵抗を軽減する条件の存在が確認された。圧送抵抗が軽減されると搬送土量増加および圧送距離延伸を行うことができる。今後はサブエアの効果的な注入位置などの検討を進め、現地施工に適用できる条件を確認したい。また、最適空気量の考えを活用した効率的な圧送システムを特許出願中であるが、これらを利用した長距離施工、大容量施工システムを確立していく所存である。

## 5. 参考文献

- 1) 小川(2001): 空気圧送工法による長距離搬送, ヘドロ No. 80
- 2) 小川, 古野(2002): 粘性物質を用いた長距離圧送実験, 平成14年度年次学術講演会講演概要集

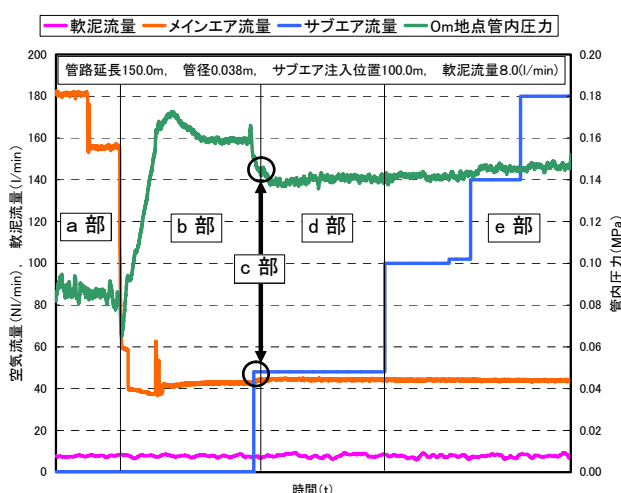


図3 サブエア効果確認実験