

1. はじめに

浚渫土を圧縮空気の膨張エネルギーを利用して搬送する空気圧送工法は、通常、圧送元部において管内に圧縮空気（メインエア）を注入することにより土砂を搬送するものである。これに対し今回のブースタ運転は、通常運転で空気圧送されている管路の途中に圧縮空気（サブエア）を追加注入して、長距離搬送を可能にすることをねらったものである。本報文では、サブエアを注入することにより長距離搬送を可能にする効果をブースタ効果とし、その検証結果を報告する。

2. 目的

ブースタ効果については、実証実験等の事例報告はあるが、実施工における事例報告はない。これは、ブースタ効果を目指したサブエアの追加注入により抵抗を生じ、空気圧送状態に悪影響を与え最終的には管路が閉塞状態になるのではないかと懸念があったためである。今回、これまでの実証実験を参考にしながら、より詳細なデータを得ることを目的に検証を行った。空気圧送状態の管内では、土砂と圧縮空気が交互に配置されたプラグ流と呼ばれる流動状態をなして土砂が圧送されている。閉塞状態に近づくと、プラグ速度が小さくなり管内圧力が限界値より高くなる。これに対し、「管内圧力が限界値より低く、プラグ速度が大きい」と長距離圧送の可能性が高くなる。今回の実験では、この条件はどのような場合かを検証した。

3. 方法

室内実験および現場実験によって、圧送流量や空気量の変化による管内圧力やプラグ速度への影響など、ブースタ効果の基本条件を確認した。その結果をもとに室内応用実験で効果を確認した。

- (1) 室内基本実験 ①圧送管径：38 mm ②圧送距離：150m
(平成 11 年 4 月) ③圧送物質：水
④サブエア注入：固定 1 箇所(圧送元部より 65m)
- (2) 現場基本実験 ①圧送管径：560~710 mm ②圧送距離：1700m
(平成 11 年 12 月) ③圧送物質：浚渫土砂
④サブエア注入：固定 1 箇所(圧送元部より 1000m)
- (3) 室内応用実験 ①圧送管径：38 mm ②圧送距離：600m
(平成 12 年 3 月) ③圧送物質：水
④サブエア注入：変動 1~3 箇所

- (4) 室内応用実験項目 ①圧送流量の変化 ②圧送距離の変化 ③注入空気量の変化
④サブエア空気量の変化 ⑤サブエア注入比率の変化
⑥サブエア注入位置の変化 ⑦サブエア注入箇所数の変化

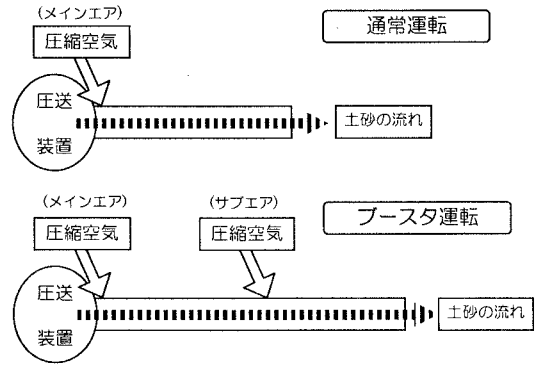


図1 ブースタ効果概念図

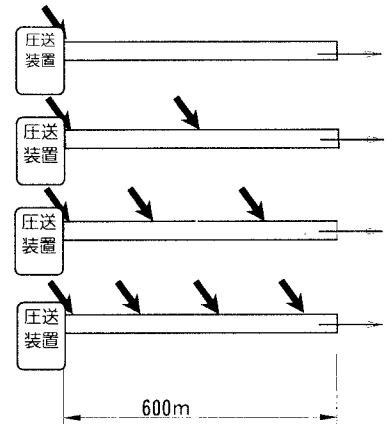


図2 室内応用実験模式図

Keywords: ブースタ、空気圧送、長距離、圧縮空気、プラグ流

連絡先：佐伯建設工業(株)建設総本部 施工本部技術開発部 小川 元

〒107-8634 東京都港区北青山 1-2-3 TEL:03-3404-6267 FAX:03-5412-7560

4. 結果

ブースタ効果の基本条件の確認では、室内および現場でほぼ同様の傾向が認められた。また、「管内圧力が低く、プラグ速度が大きい。」という評価基準により、基本および応用実験の検証結果をまとめると表-1 のようになる。表-1 の総合評価の条件から最適なブースタ効果を得る必要条件は、「メインエアより多いサブエアを、圧送元部よりなるべく離れた位置に、1箇所だけ注入する。」であることがわかった。

この状態を、プラグ速度と管内圧力の関係図（図-3）から数値的に検証する。図-3は室内応用実験において、圧送距離 600m および総空気量（メインエア空気量+サブエア空気量）が 120 m^3/min の場合の管内圧力とプラグ速度の関係を表したものである。この図において各点は各実験ケース（全 31 ケース）の管内圧力とプラグ速度の値である。各実験は3(4)室内応用実験項目に基づいて条件を変化させて行った。直線はこれらの各点から求めた回帰直線である。

この直線より上方にある点は、同じ管内圧力で比較した場合、プラグ速度が大きくなっており、長距離圧送の可能性の高い運転状態であるといえる。これに対して下方にある点は、プラグ速度が小さいので可能性の低い運転状態であるといえる。この直線より上方への距離 h によって実験ケースの順位をつけると以下ようになる。

- ① メインエア=40、サブエア(注入位置 525m)=80 m^3/min
- ② メインエア=20、サブエア(注入位置 525m)=100 m^3/min
- ③ メインエア=20、サブエア(注入位置 300m)=100 m^3/min
- ④ メインエア=120、サブエア=0 m^3/min

このように数値上も上記の「メインエアより多いサブエアを、圧送元部よりなるべく離れた位置に、1箇所だけ注入する。」という必要条件と合致しており、さらに④のメインエアだけの運転（通常運転）より、①～③のサブエアを注入した運転（ブースタ運転）の方が、長距離圧送の可能性が高い条件であることがわかった。ちなみに最も可能性の低い条件は、必要条件と正反対の「メインエアより少ないサブエアを、圧送元部に近い位置に、3箇所注入する」という下記⑤のケースであった。

- ⑤ メインエア=60、サブエア(注入位置 65m、165m、300m)=20+20+20 m^3/min

これにより、ブースタ効果は、圧縮空気の注入条件により左右されることがわかった。

5. 今後の課題

今回の検証によって、ブースタ効果について詳細に確認することができた。また、現場基本実験では室内実験とほぼ同様な結果が得られ、実施工においても適応できる確信を得た。しかし、水を使用した室内実験では長距離圧送の限界すなわち閉塞状態を形成することができなかった。よって今後は浚渫土に近い粘性や比重のある物質を使用し、閉塞状態を形成し、ブースタ効果の検証を行う予定である。

《謝辞》本実験にあたり多大なる御指導をいただいた、日本大学生産工学部土木工学科の遠藤茂勝教授に本紙面をお借りして深く感謝申し上げます。

表-1 検証結果一覧

条 件	効 果	
	プラグ速度	管内圧力
総合評価	個別評価	個別評価
圧送流量を増加すると…	変化なし	高くなる
×	—	×
圧送距離が長くなると…	初速は小さく終速は大きくなる	高くなる
×	—	×
注入空気量を増加すると…	大きくなる	高くなる
—	○	×
サブエア空気量を増加すると…	大きくなる	高くなる
—	○	×
サブエア注入比率を大きくすると…	大きくなる	変化なし
○	○	—
サブエア注入位置を圧送元部から離すと…	変化なし	低くなる
○	—	○
サブエア注入箇所数を減らすと…	大きくなる	変化なし
○	○	—

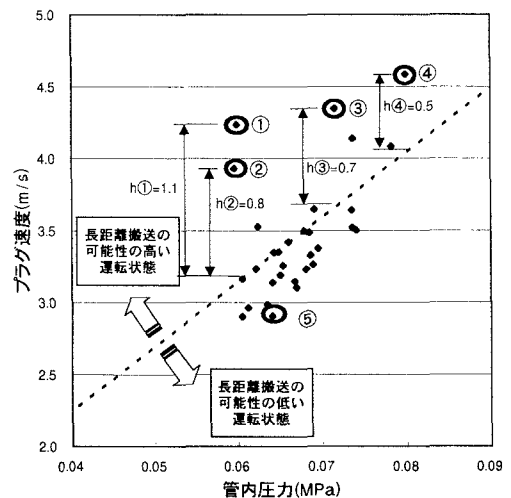


図-3 管内圧力-プラグ速度関係図