

## 空気搬送機の土砂搬送能力の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○岡本 道孝 坂本 諭 笹岡 里衣

### 1. はじめに

都市土木における開削工事や躯体構築工事では、頻繁に土砂の掘削や埋戻し作業が行われており、その都度場内での土砂運搬作業が発生する。特に写真-1に示すような地下のライフライン近傍や狭隘部では、機械作業の実施が制約されるため、土砂を人力で運搬することが多くなり、このことが作業の生産性が上がらない要因の一つとなる。この課題に対する解決策として、本報では図-1に示す空気搬送機(エジェクター)の土砂搬送能力についての検討結果を報告する。

### 2. エジェクターの原理

本検討で使用した装置の概要を図-2に示す。当装置はエアコンプレッサーから送り込まれた圧縮空気を装置の取込口付近で土砂搬送方向に噴射させるものである。これによって尾部に取り付けられた搬送ホース内に流速30～70m/sの空気が流れるとともに、取込口付近に負圧が発生し、周囲の土砂が吸引される。吸引された土砂は高速空気流とともに、搬出先まで搬送される。この空気搬送技術は、工場などで乾燥した粒状体や粉体の搬送に広く利用されていることから、含水比が比較的低い地盤材料に対してなら応用できる可能性があると考え、土砂の搬送実験を行い、搬送能力(単位時間当たりの搬送量)を確認することとした。

### 3. 実験概要

実験は図-1に示した装置の構成で実施し、吸引ホース(L=3m)、エジェクター、排出側ホース(L=20m)、土砂回収用の大型土嚢袋、そして圧縮空気を送るエアコンプレッサー(190馬力)を用いた。ただし表-1に示すように、エジェクター口径はφ75mmとφ100mmの2種類を使用した。また搬送管内を流れる空気の流量が土の搬送能力に支配的に作用すると考え、圧縮空気を発生させるコンプレッサーの台数もパラメータとした。搬送材料の物理的性質を表-2に示す。当実験では都市部の工事で地下構造物やライフラインの埋戻し材として活用される機会の多い再生砕石、再生



写真-1 狭隘部での人力掘削作業

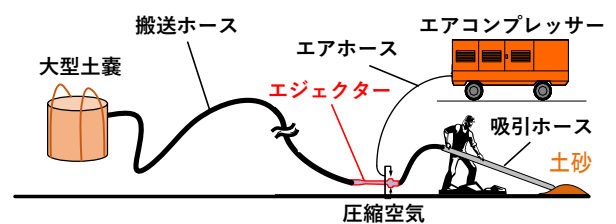


図-1 システム概要

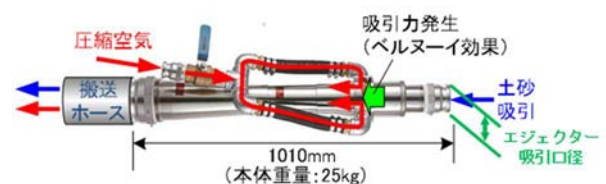


図-2 エジェクターの機構

表-1 実験組み合わせ

CASE	1	2	3	4
エジェクター口径(mm)	75	75	100	100
コンプレッサー台数	1	2	1	2

表-2 搬送材料の物理的性質

材料	再生砕石	再生砂	山砂A	山砂B
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	2.662	2.713
自然含水比 $w_n$ (%)	11.3	13.6	16.4	-
最大粒径 $D_{max}$ (mm)	53	9.5	4.75	9.5
細粒分含有率 $F_c$ (%)	3.2	5.8	12.6	7.4
均等係数 $U_c$	22.7	20.0	3.16	2.99

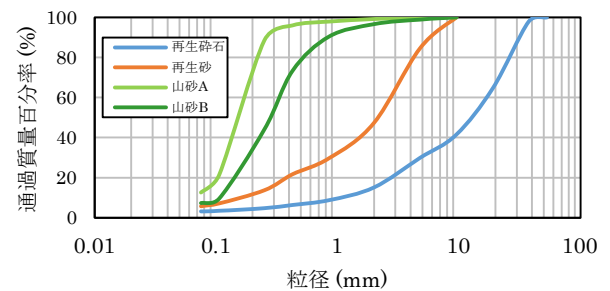


図-3 粒度分布

キーワード 空気搬送, 土砂搬送, 圧縮空気, エジェクター

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

砂，山砂（いずれも千葉県産）を選定した．実験に使用した山砂は，購入時期によって粒度分布（図-3）が変動したため，山砂Aと山砂Bに分けて結果を整理した．なお，実験中に山砂の細粒分が搬送管内に付着して閉塞する事象が生じたことから，これより細粒な土を対象とした実験は実施しなかった．

#### 4. 実験結果

図-4は，エジェクター口径とコンプレッサー台数を変更した場合の実験結果である．エジェクター口径が大きければ，搬送量が増える傾向（平均 1.4 倍）が確認できる．コンプレッサーも 2 台使用時の搬送量が多く，エジェクターの口径以上に搬送量に寄与する結果（平均 1.6 倍）となった．口径 75mm の結果で，再生砕石の搬送量が再生砂に比べ少ないのは，長径 75mm を上回る石分を効率的に吸引できない影響と考えられる．この実験では一般的なサクシオンホースを搬送ホースとして使用したが，山砂Aならびに山砂Bはホースおよびエジェクター内に付着し，搬送管路が閉塞する現象がたびたび生じ，連続的な搬送はできなかった．

このため，排出側に特殊樹脂製配管を使用してさらに実験を行った（写真-2）．口径75mmのエジェクターと，コンプレッサーを2台使用している．特殊樹脂製配管は，耐摩耗・低摩擦・非付着性の特長を持つ材料である．実験結果を図-5に示す．再生砕石，再生砂の搬送量はサクシオンホースの場合と大きな差はなかった．ただし，含水比20%以上まで加水した再生砂（写真-3）の搬送を試みたところ，時間当たり搬送量は低下するものの，閉塞することなく搬送できた．このことから，土石流堆積物のように含水比の高い砂質土のようなものを撤去する際，当技術を適用することで作業を効率化できる可能性が示唆された．

また特殊樹脂製配管を用いることで，山砂Aおよび山砂Bは配管が閉塞することなく，連続的に搬送可能であった．ただしFcが比較的大きい山砂Aにおいては，細粒分に起因する粘着力の影響で塊状となり，山砂Bと比べて吸引効率が悪くなったため，搬送量が山砂Bの約1/5にまで低下する結果となった．

#### 5. おわりに

空気搬送機エジェクターを使用した土砂の空気搬送の実現性について検討を行った．搬送能力は対象土の性状に応じて変化するが，エジェクターの口径・コンプレッサーからの風量を大きくすることで搬送効率を改善できることが確認された．さらに，特殊樹脂製配管を使用すれば，山砂のような細粒分を含む土も連続的に搬送可能となることが分かった．

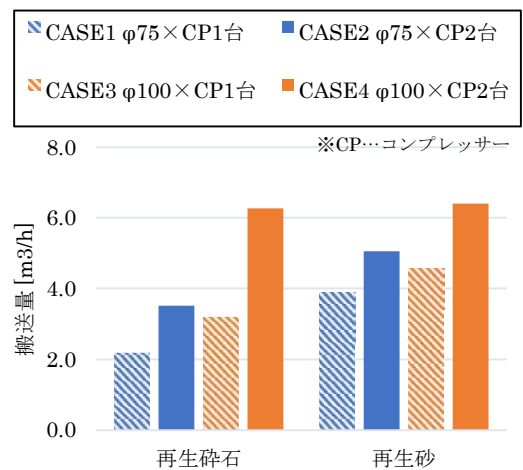


図-4 実験結果(サクシオンホース)



写真-2 特殊樹脂製配管使用状況

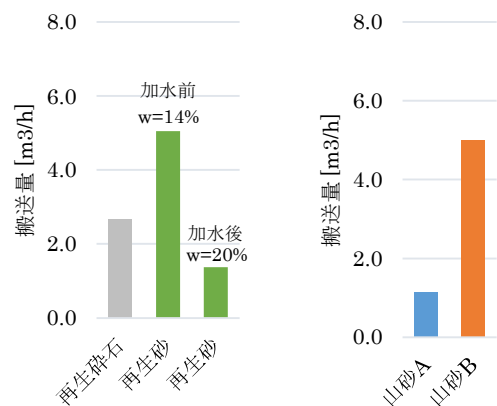


図-5 実験結果

(特殊樹脂製配管 φ75×CP2台)



写真-3 再生砂への加水