

VI-120 真空圧変更に伴う掘削能力特性について

日本電信電話株式会社 筑波フィールド技術開発センタ 正会員 山形 肇
日本電信電話株式会社 筑波フィールド技術開発センタ 大窪孝二

1. はじめに

都市部での管埋設工事では、地下埋設物の輻輳等により人力掘削による施工に頼っている。これを解決するため、真空吸引を利用した機械化掘削の技術開発を進めているが、現在この開発において、『吸引ホース内等の土砂詰まり対策』が課題となっている。

そのため、真空圧を変化させた場合の土砂詰まり防止効果についての実験を実施したので、本報告書ではその結果について述べる。

2. 真空吸引を利用した掘削システムの現状

真空吸引を利用した掘削システムにおいては、図-1に示す吸引源である真空ブロワを搭載した真空吸引掘削排土車、地山の解砕機能と吸引口を持つ先端装置およびこれらを接続する吸引ホースから構成されている。

この真空吸引掘削システムにおいて、特に粘性土における吸引ホース内土砂詰まりが、土砂吸引能力を大きく阻害する要因となっている。

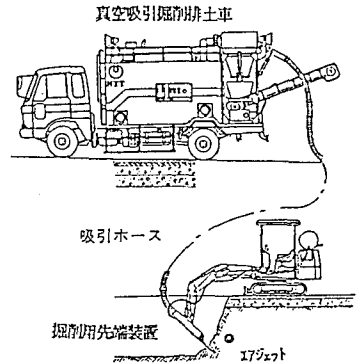


図-1 真空吸引掘削システムの概要

3. 真空圧変更による土砂詰まり効果の推測

粘性土における吸引ホース内土砂詰まりを解消するにあたり、真空ブロワの高真空度化が有効な手段と考えられるが、到達真空圧-550mmHgの真空ブロワと到達真空圧-700mmHgブロワ（市販のブロワでは、最高の真空度を得られるものである）の比較を行うと、理論的には、以下のことがいえる。

各ブロワにおいて吸引ホース内に土砂閉塞が生じた場合、真空圧は到達真空圧を示し、その時の絶対圧の値は、図-2のようになる。

吸引エネルギーの大きさは、各ブロワの圧力比（＝大気圧と絶対圧の比）で求められ、

$$\frac{\text{真空圧-700mmHg時の圧力比}}{\text{真空圧-550mmHg時の圧力比}} = \frac{760/60}{760/210} = 3.5$$

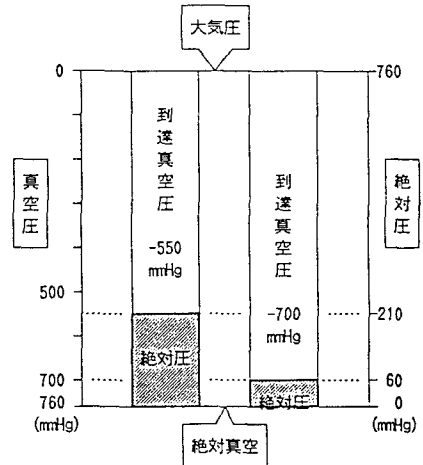


図-2 各到達真空圧時の絶対圧

到達真空圧-700mmHgブロワは到達真空圧-550mmHgブロワの3.5倍の効果が期待出来ると推定される。

4. 各ブロワの粘性土に対する土砂詰まり発生比較実験

【実験 1】 到達真空圧-550mmHgによる土質別真空圧の測定と土砂詰まりの発生状況確認実験を、表-1に示す要因と水準で行った。（土砂の粒度特性は表-2のとおりである。）

土砂を吸引する際の真空圧は、吸引長、土質、土砂の吸引ホース内断面を占める割合等で左右されが、この実験結果からは真空圧の変動状況は、図-4のとおりになった。

このことから以下のことが判明した。

- ① 真空圧分布図は、砂、ローム、粘土においてほぼ同一であったが、粘土は到達真空圧付近を占める割合が他に比べ高い。
- ② 到達真空圧を越えての土砂吸引となると、『土砂詰まり』の事象が発生する。

以上のことを、真空圧-700mmHgブロウの風量特性図に当てはめると、図-5に示すようになり、土砂吸引時の真空圧は、到達真空圧に達しないため、『土砂詰まり』の事象は生じないことが推定される。

表-1 要因と水準

要因	水準
到達真空圧	-550・-700mmHg
吸引長	40m
吸引土量	3m ³
土質	砂・ローム・粘土

表-2 土の粒度特性

	ローム	粘土	砂
粒度特性(%)	礫	0.0	0.0
	砂	8.5	19.3
	シルト	63.3	36.6
	粘土	28.2	44.1
含水比(%)	111.9	88.4	土浦産山砂

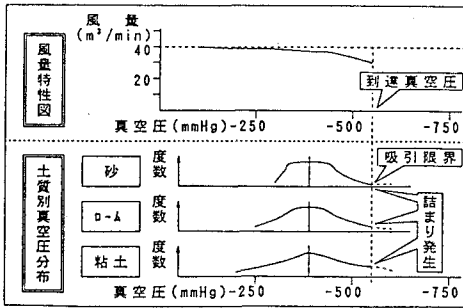


図-4 到達真空圧-550mmHgブロウの風量曲線と土質別真空圧分布

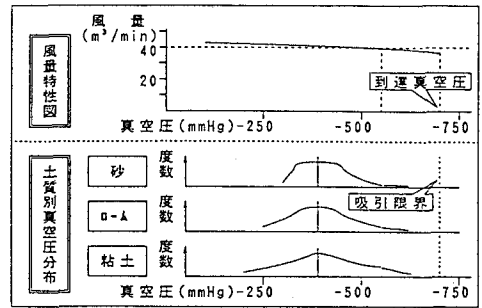


図-5 到達真空圧-700mmHgブロウの風量曲線と土質別真空圧分布

【実験. 2】 次に、到達真空圧-550mmHgブロウと到達真空圧-700mmHgブロウの両者において、土砂詰まり発生と比較実験を表-3に示す要因と水準で行った。

その結果、表-4に示すように、到達真空圧-700mmHgブロウでは、吸引土量に対し土砂詰まりは全く発生しなかったの比べ、到達真空圧-550mmHgブロウでは、約0.5m³間隔で土砂詰まりが発生することが確認された。（吸引土量に対し、6回の土砂詰まりが発生することとなる。）

以上のことから、到達真空圧を高めることは、土砂詰まりの解消に有効な手段であることが確認され、吸引効率が向上する。

5. あとがき

本報告書では、高真空圧ブロウによる土砂詰まり防止対策について述べたが、特定の土質における実験結果であるが、他の土質について更に検証を続けてゆく予定である。

また、社会的に挙げられている3Kおよび作業員の高齢化問題等から人力掘削廃止は早急に解決すべきであり、今後とも真空吸引掘削システムの確立に向け、検討を行う予定である。

表-3 要因と水準

要因	水準
到達真空圧	-550・-700mmHg
吸引長	40m
土質	粘性土
目標吸引量	3m ³

表-4 土砂詰まり発生結果

真空圧 (mmHg)	詰まり回数	吸引量 (m ³)	詰まり間隔
-550	2	0.96	18分/回
-700	0	3.08	—