

㈱大林組技術研究所

正員 藤原 紀 夫

正員 ○ 羽生田 吉 也

正員 山下 幸 夫

1. まえがき

土圧系シールドでは、切羽土質の種類によって圧力室内が閉塞し、排土ができず掘進不能な事態に陥ることがある。¹⁾²⁾ この現象は掘削土が圧力室内で付着するか、または締固めに伴うアーチ作用によりスクリーコンベヤへの流入が阻害されるために発生するものである。対処策としてベントナイトおよび粘土などを注入する方法があるが、この方法によると排土の処理に問題が残る。そこで筆者らは数年来、気泡を圧力室内に注入し掘削土の流動性を高める研究を続けてきた。ここでは一連の研究のうち、実際の工事現場で行なった気泡注入実験の結果を報告する。

2. 実験の目的

圧力室内に緻密な気泡を注入することにより、スムーズな排土状態を保持しながらシールドを掘進できることは、すでに模型機(φ457mm)による推進実験で確認できている。³⁾

そこで今回の実験は、実用シールド機で気泡注入の効果を直接確認すると同時に、注入位置の違いによる運転状況への影響を調べることを主な目的とする。

3. 実験方法

3.1 気泡の注入 図-1に気泡注入管の設置位置を示す。気泡注入管はA, B, Cの3系統で、現場で注水用として使用していたものを、一部改造して実験に供した。

図-2に気泡注入系統図を示す。空気量と溶液量を理想的な状態にコントロールすることにより、緻密で耐久性のある気泡が、泡発生器を通して連続注入される。起泡剤は動物性蛋白質を主成分としており、その性質は、中性で化学的にも安定し、人体に無害であることが特長である。

3.2 地山の土質 表-1に実験中に採取した、地山の土質試験結果を一覧表として示す。

土圧系シールドの適用性の判定¹⁾では、一応適応可能な地質であると判断できるが、実際にはシールド掘進中にカタ駆動トルクが上昇するため、かなり低速度で推進している現状である。

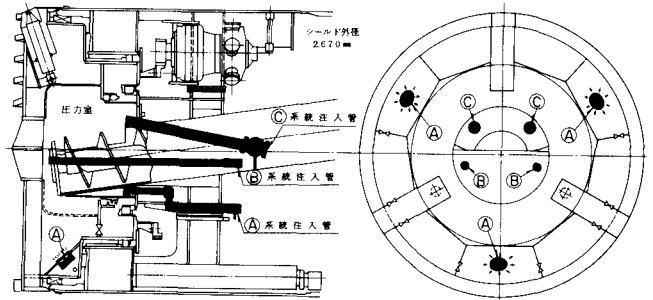


図-1 気泡注入管の設置位置

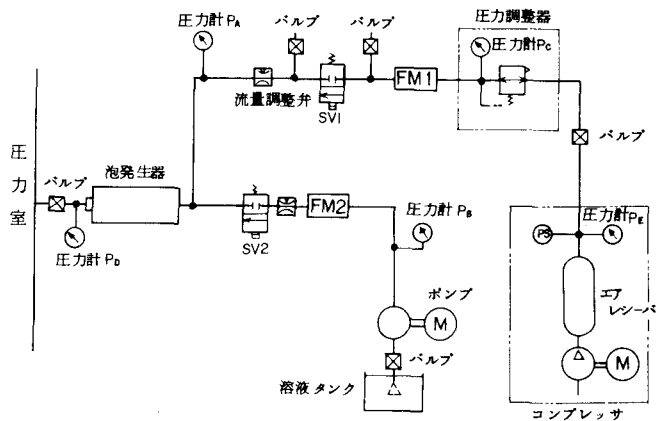


図-2 気泡注入系統図

粒 度 特 性	砂分(74~2000 μ m)	36~43%	コン シ ス テ ン シ ー リ 性 特 性 締 固 め	液性限界 W _L	33.7~38.2%
	シルト分(5~74 μ m)	40~47%		塑性限界 W _p	16.9~18.7%
	粘土分(5 μ m以下)	17%		塑性指数 I _p	15.6~22.4
	最大粒径	0.90~1.00mm		自然含水比 W	32.0~37.0%
	均等係数 U _c	67.5		最適含水比 W _{opt}	18.5~20.0%
	曲率係数 U _c	19.0		最大乾燥密度 P _{dmax}	1.617~1.679 t/m ³

表-1 土質試験結果の一覧表

3.3 実験ケース 実験は注入系統の違いによって3ケースに分け、さらに各ケースは掘進速度および気泡混合率の設定の仕方により3～5のサブケースに分けて実施した。実験対象は合計13リングである。

なお掘進は必ず運搬台車の入替えの関係から、1リングを2回に分けて実施した。

4. 実験結果

4.1 気泡を注入しない場合 図-3に気泡を注入しない状態での測定結果の一部を示す。シールド機はセーフティ機構として、カッタ駆動トルクがある制限を越えると自動的に推進機能が停止するようになっている。この図からも理解できるように、気泡を注入しない場合には、カッタ駆動トルクが常にオーバーとなり、小停止が繰返し起こっている。平均掘進速度は 1.7cm/min であるが、これ以上の速度で掘進することは現状では困難である。また土圧の変動も激しく、完全な制御ができていない。

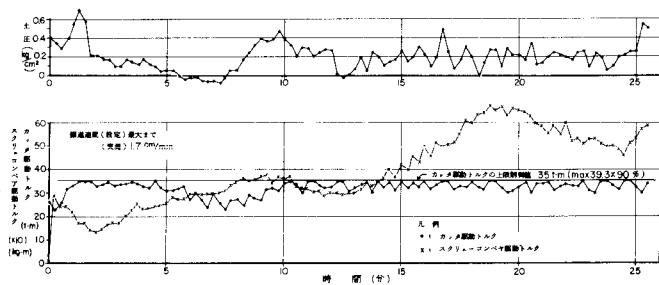


図-3 実験結果(気泡注入なし)

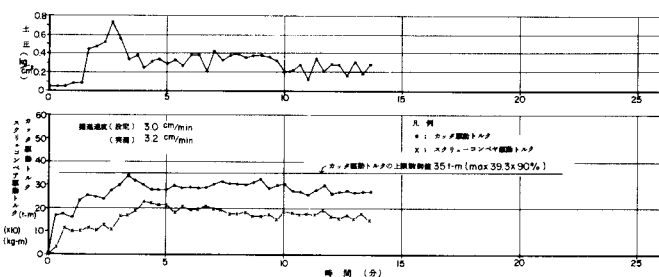


図-4 実験結果(A系統注入)

4.2 気泡を注入した場合 図-4に気泡を注入した場合の代表例として、A系統の

測定結果の一部を示す。土圧は最初の部分を除き、きわめて安定しており、土圧系シールドの本来の姿である土圧制御ができていていることを示している。最初の部分で土圧が上昇したのは、スクリーコンベヤの回転数を押さえ過ぎたためである。なお掘進速度を 3.2cm/min にあげたにもかかわらず、カッタ駆動トルク、スクリー駆動トルクとも安定状態にある。掘進速度については他のサブケースで実験した結果、 4.0cm/min で推進することも可能であった。これらの結果は気泡注入による効果を示すものであり、掘削土の流動性を増すうえで非常に有効な方法であることが認められる。

B系統およびC系統については、A系統ほどの顕著な効果は見られなかった。

5. 考察

現場実験を実施した結果、実機においても気泡注入の効果があることが確認できた。ただし注入口の位置は非常に大切であり、切羽に近いほど、また外周部に近いほど注入の効果は高くなる。この理由は外周部ほど掘削土も多く、より高い流動性が要求されるためである。

この実験で使用した注入管は、シールド機にすでに取付けられていたものを一部改造して使用したもので、そのため注入位置については必ずしも理想的な状態とはなっていない。

今後はこれらの点も踏まえて、さらに基礎実験と現場実験を続けて行きたいと考えている。

謝 辞

実験にあたり第一化成産業㈱の石岡、多部田、満井、堀、各氏の多大なる御協力を頂いた。ここに記して深甚なる謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 藤原, 羽生田, 山下; 土圧型シールド適用地盤の研究; 第16回土質工学研究発表会, 1981
- 2) 斉藤, 藤原, 羽生田, 山下; メカニカルブラインドシールド工法(土圧バランス型シールド)の現況と施工上の問題点; 大林組技術研究所報, No 20, 1980
- 3) 斉藤, 藤原, 羽生田, 山下; 土圧型シールドにおける気泡混入により掘削土の流動性を高める推進実験; 第15回土質工学研究発表会, 1980