

VI-12

ボックスシールド工法の開発（第2報） — 基礎実験結果 —

戸田建設(株) 土木技術開発室 正会員 中川雅弘
 同 上 正会員 谷口 徹
 同 上 正会員 館川裕次
 (株)利根ボーリング 設計部 浜村絃之

1. はじめに

近年地下開発は経済性を追求するという観点から、使用目的に応じた合理的な施工法が必要となってきた。当社では供用断面が矩形となるシールド工法の開発に着手しているが、その概要は既に前報¹⁾で述べた通りである。全く新しいタイプのカッターであるため、円形シールドに比べると未知の要素が数多くあり、シールド機の性能を確認する目的で模擬実験を実施した。

本文では、その実験概要ならびに実験結果を中心に報告する。

2. 実験概要

シールド機は、表-1に示すように実験途中でカッター支持軸を水平・垂直に変更可能な構造とし、カッター回転方向も表-1に示すように4通りが可能なギャリングとしている。

実験は、泥水加圧推進方式とし図-2に示す実験土槽周りに泥水プラントを配し、坑口に面した立坑内より元押しジャッキによりボックスカルバート管を順次推進し、実施した。

実験土槽内には、表-2に示す試料を投入し100ケース以上におよぶ実験を繰り返し、データを採取した。

実験の主目的は、シールド機の性能の確認であるが、①地山の切削、土砂の取り込み、②実機展開への設計定数、③切羽の安定に重点を置いた。掘削運転の監視はシールド工事の通常の計測の他にカッター面の土圧計や土槽内の土圧計によった。参考までに実験に於けるパラメータ項目を列記すると、④カッター回転方向、⑤カッター支持軸方向、⑥カッター形状、⑦カッター回転数、⑧推進速度、⑨実験地盤、⑩設定水压等である。

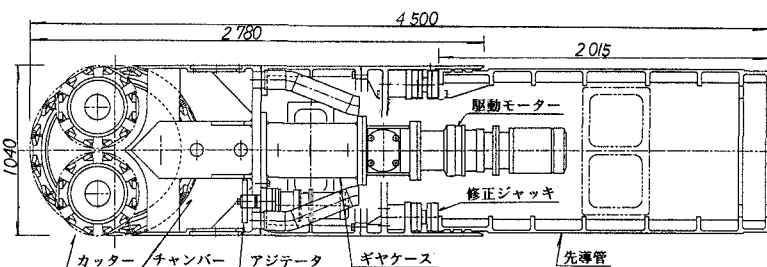
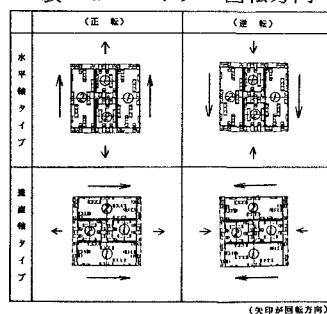


図-1 シールド機

表-1 カッター回転方向



(矢印が回転方向)

表-2 実験地盤特性

試料	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm³)	乾燥密度 (g/cm³)
第一回 山 砂	29.0	2.10	1.75
第二回 粘 土	53.0	1.56	1.02
山 砂	16.0	2.03	1.75
第三回 遮断砂	13.2	1.63	1.44
第四回 遮断砂+セメント	12.9	1.84	1.63
遮断砂+セメント	9.2	1.75	1.60
第五回 粘 土	39.3	1.70	1.22
山 砂	17.6	1.98	1.68
山 砂	11.7	1.58	1.41
粘 土	50.0	1.56	1.04
第七回 遮断砂+セメント	6.9	1.63	1.52
粘 土	50.0	1.58	1.04
第八回 遮断砂+セメント	6.9	1.63	1.52
粘 土	50.0	1.56	1.04
第九回 粘 土	51.1	1.66	1.10

註：含水比は水浸前の値である

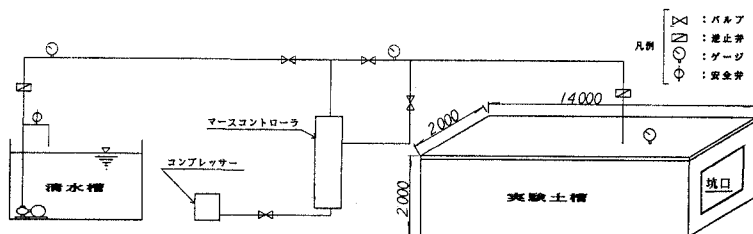


図-2 実験装置

3. 実験結果

I) 地山の切削、土砂の取り込み

切削された土砂のチャンバーまでの移動距離が長いのが、ボックスシールド機の1つの問題であったが、泥水の還流作用の助けもあり、切羽部での土砂の滞留はみられなかった。しかしチャンバーから排泥管への移動については底面フラットの条件が厳しく、チャンバー内コーナー部への土砂の堆積が発生した。本実験では□1×1mのスケールであり支障とはならなかったが、実機に於いてはコーナー部曲面加工、アジテータの工夫などが必要であろう。

II) カッター負荷

実験では、図-3に示す2タイプのカッター形状を準備し、カッター軸方向の変更と共に各々のタイプの得失を確認した。粘性土に於ては特にスポークタイプのカッターが付着防止の面で有効に働くことを確認した。

一方、カッター電流値はカッター回転数や推進速度と強い相関があった。粘性土の例を図-4に示すが、推進速度上昇に伴い掘削土砂量が増大しカッター電流も上昇する現象に対し、カッター回転数を上げる対処が有効であることを示している。

また、図-5に示すようにカッター支持軸方向でみた場合、垂直軸に於ける両カッターの電流値の差が大きいことが明らかである。この理由は、切削土砂が下部カッター (NO.1) 側に溜り、チャンバーへ排出されているためと推察される。これらから、実機に於いて複数個のカッターを制御するためには各地盤に適したカッター回転数を把握し、均等な負荷で掘進する方法を見いだすことが重要となろう。

III) 掘削土量

カッターのタイプと軸方向別による乾砂量の変化を図-6に示す。土質は同一の砂質土であるがジャッキ速度、カッター回転数など条件の異なる面があり単純な比較は出来ないが、水平軸ドラム以外はバラツキの幅は狭いと言えよう。

IV) 切羽の安定

人工地盤であり、土被りが0.4Dしかないという実験条件であるため、切羽水圧設定時の余裕幅をとれず、切羽の安定を保持するのがむずかしかった。しかし最適回転数、最適速度などのデータを得ることが出来てからは、比較的稳定を保った掘進が可能となっている。

4. おわりに

シールド機の各部の形状 (カッター、アジテータ、チャンバー等) は、本実験で細部の決定を得るまでには至っていない。さらに実験を繰り返し、細部まで煮詰めて行きたいと考えている。また姿勢制御についてはピッチング対策は可能との感触を得ているが、ローリングを含めて実証施工で立証する予定である。

参考文献、1) 土木学会第44年次概要集 VI PP74~75

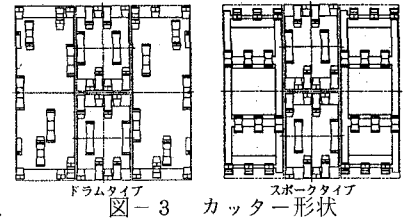


図-3 カッター形状

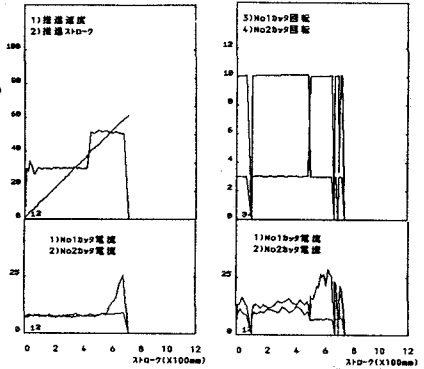


図-4 カッター電流と各々の関係

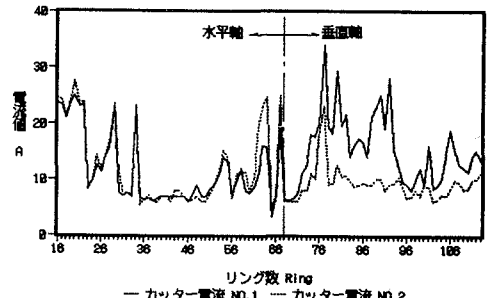


図-5 カッター電流値の傾向

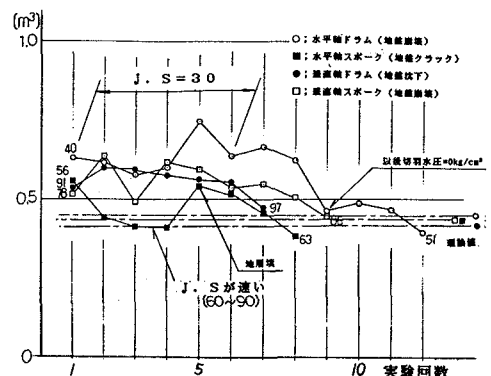


図-6 砂質土における掘削乾砂量