

東京都地下鉄建設(株) 片山 正  
 (株)熊谷組 正員 寺口哲也 ○正員 直塚一博  
 三菱重工業(株) 田中淳一

1. まえがき

都営地下鉄12号線飯田橋駅シールド工事は、3連MFシールド駅工法（泥水式）により、275mの駅部をいっきに構築するものである。このシールド機には、全断面一体型のチャンバおよび排泥管を1系統とした泥水循環方式を採用する。このチャンバの断面は横長の偏平形状で、円形シールドと異なるため、実機の製作に先立ち実機の1/7のチャンバ模型を用い、この中に流体および粒状体（ビーズ状）を循環させることにより、実物チャンバ内の掘削土砂の流れを模擬し、循環経路や循環量の流れに対する影響を観察して、その結果を実機の製作に反映した。

しかし、この実験は還流状況の確認を主目的としていたため、模型にはアジテータがなく、掘削土砂の回収状況を直接確認することができなかった。その後、実験装置にアジテータを追加し、掘削土砂の回収を最も効率的に行えるパターンを見出すことを目的として追加実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験の概要

(1) 模型

実機では中央と左右のカッタ位置にずれがあり、カッタ外周には掻き上げ翼があるが、これらは考慮せず厚さ均一のチャンバ室とした。実験の目的から模型前面を透明なアクリル性とし、内部が観察できる構造とした。アジテータは可変速タイプを採用し、模型の各円上部3か所には、粒状体投入用のホッパーを設置した。送泥吐出口は、中央円ではSc, 側円ではSuおよびS1の2種、側円部Hsから中央円部への還流吐出口はKu, K1の2種、さらに、中央円部Kuから側円部への還流吐出口はS1とした。（図-1参考）

(2) 実験材料

実験に用いる流体は清水とし、粒状体は、本工区の大部分を占める砂質土を模擬したガラスビーズ（比重2.5, φ1.0~1.4mm）とした。

(3) 実験手順と計測方法

実験手順は、模型内に所定の粒状体を1分間投入し、<注>。アジテータの下の矢印は全て正回転、上の矢印は全て中央方向回転を示す。投入終了後1分間循環させ、投入開始後より2分、3分、4分後の粒状体回収重量、および粒状体の残留堆積量を計測した。

(4) 実験条件

実験時の流体の流量はフルードの相似則によって、また、アジテータの回転数は周速にフルードの相似則を適用して決定した。粒状体の投入量は、実機の排泥水中の掘削土砂濃度に等しくなるように決定した。

(5) 実験ケース

実験の要因は、送泥位置及び送泥分配比（S<sub>1</sub>～S<sub>6</sub>の6水準）、還流経路及び流量（K<sub>1</sub>～K<sub>8</sub>の8水準）、アジテータの回転数と回転方向（A<sub>1</sub>～A<sub>4</sub>の4水準）の3種とした。実験ケースは、これら3種の要因を組合せて合計60ケース実施した。図-1に実験の要因と水準を示す。

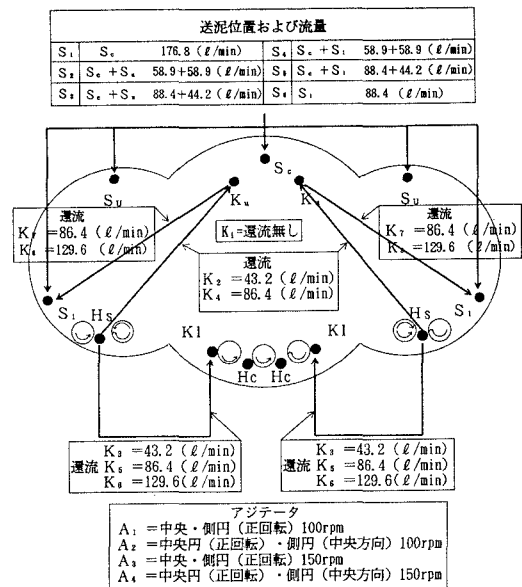


図-1 実験の要因と水準図

#### 4. 実験結果

実験結果の一例を図-2～図-4に示す。これらは、それぞれ送泥、還流、アジテータをパラメータとして、回収時間と回収効率の関係を示したものである。

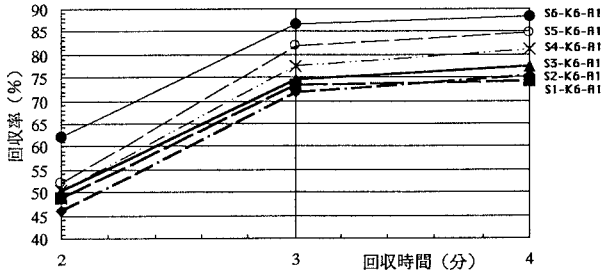


図-2 送泥による回収効果図

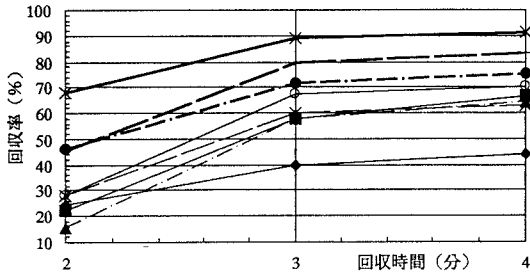


図-3 還流による回収効果図

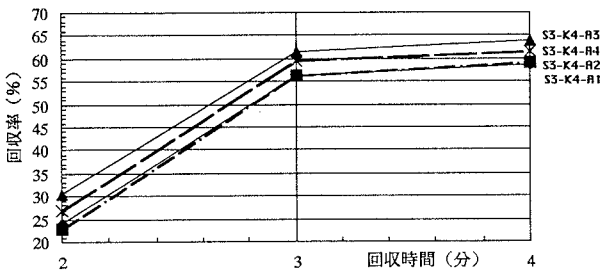


図-4 アジテータによる回収効果図

図-2は還流(下部還流 $K_8:H_s \rightarrow K1$ )とアジテータ( $A_1$ :正回転, 100rpm)を固定して、送泥パターンを変えたケースであるが、これより送泥に関しては、送泥位置・分配比の影響を受けることがわかり、特に側円下部( $S1$ )からの送泥量が多いほど効果が大きいことがわかる。

図-3は送泥(中央円の1か所 $S_c$ )とアジテータの回転数(100rpm)を固定して、還流パターンを変えたケースであるが、これより還流に関しては、上下還流( $K_7, K_8:K_u \rightarrow S1$ )の効果が大きく、還流量が多いほど回収効果も大きいことがわかる。また、還流が無い場合( $K_1$ )は回収率が低い。

図-4は送泥(上部3か所 $S_3$ )と還流(上下還流 $K_4:H_s \rightarrow K_u$ )を固定にしてアジテータパターンを変えたケースであるが、これよりアジテータの影響は小さいことがわかる。

実験の結果、上部3箇所から送泥( $S_1 \sim S_3$ )して、泥水を上下に還流( $K_8:K_u \rightarrow S1$ )し、アジテータは還流吸込口向きに回転( $A_1, A_3$ )するパターンが、回収効率が最も高いことがわかった。

#### 5. あとがき

本実験により、一体チャンバ・1系統排泥方式において掘削土砂を効率的に回収できることが確認できた。

