

泥水式シールド工法における建設汚泥発生量の抑制技術 （固形回収システム）の開発

戸田建設(株) 正会員 ○中村 太三
 戸田建設(株) 正会員 市川 政美
 戸田建設(株) 正会員 内梨 豊信

1. はじめに

従来の泥水式シールド工法では掘削土の処理方法として地山の砂分は一次処理土として「建設発生土」となり、シルト・粘土分は積極的な溶解対策をせず、大半が溶解され二次処理土として建設廃棄物である「建設汚泥」となる。このため著者らは従来二次処理に回っていた粘性土を固形で回収し一次処理することにより建設汚泥発生量を抑制する固形回収システムを開発した。固形回収システムは、「省面積立坑システム」を構成する要素技術の一つで、固形回収型シールド機、固形回収測定器等で構成され、N値10以上の粘性土層を対象としている。掘削された固形土が流体輸送中に閉塞することなく、溶解を最小限にするために単列か単列に近い状態で輸送されることが必要であり、単列の状態の維持と閉塞の防止のために掘削土の監視が必要となる。そこで本稿では固形回収システムの測定装置について報告する。

2. 固形回収測定装置

図-1に示すように、固形回収測定装置は送信アンテナから排泥管を介し受信アンテナに電磁波を送受信している。排泥管内部を固形回収土が通過すると電磁波の透過を遮り電磁波の受信レベルが低下する。この電磁波の透過率の減衰は通過する固形物の大きさにより変化する。この減衰量を測定することにより固形回収土の大きさが判別可能となる。固形回収測定装置により排泥管内部を流れる固形回収土の寸法を測定、掘削リング毎の寸法別割合の表示し、監視を行っている。開発当初、固形回収測定装置は排泥管径 $\phi 100\sim 150\text{mm}$

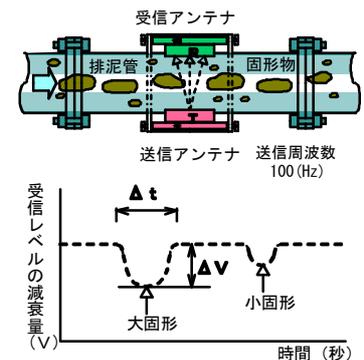


図-1 固形回収測定装置の概要

(100 A \sim 150 A) 用の送受信アンテナ1対の150 A型のみであった。排泥管径およびポンプのインペラーの形状を考慮し、排泥管径 $\phi 100\text{mm}$ 、150mm、200mmの3ケースにおいて固形物が排泥管内をどのように輸送されるかモデル化すると、図-2のCase-3に示されるように、排泥管径が $\phi 200\text{mm}$ 以上になると固形物が管内で密となり復列で輸送される可能性があり、この場合1対の固形回収測定装置では正確に計測することが出来ないと考えられた。このため、送受信アンテナを2対とし、固形物の単列輸送だけでなく復列輸送状態を測定するために開発した250 A型固形回収測定装置（送、受信アンテナ2対取付）の性能試験をおこなった。

Case	マシ外径	掘進速度	切込厚さ	真比重	含水比	排泥管径	排泥流量	排泥流速	排泥比重	通過断面
case-1	$\phi 3080\text{mm}$	30 mm/min	30 mm	2.7	33.3 wt%	$\phi 100\text{mm}$	1.24 m ³ /min	2.64 m/sec	1.329	通過断面 1,000 203 30 60 233
case-2	$\phi 5540\text{mm}$	30 mm/min	30 mm	2.7	33.3 wt%	150 mm	3.42 m ³ /min	3.23 m/sec	1.347	通過断面 1,000 65 30 70 65
case-3	$\phi 9700\text{mm}$	25 mm/min	23.6, 47.2 mm	2.7	33.3 wt%	$\phi 200\text{mm}$	7.05 m ³ /min	3.74 m/sec	1.381	通過断面 1,000 324 40 24 90 144

図-2 排泥管内固形物輸送状態
（固形回収率 40%）

キーワード 泥水式シールド、省面積立坑システム、固形回収

連絡先（東京都中央区京橋1-7-1 TEL 03-3535-1585 FAX 03-3567-4852）

3. 固形回収測定装置実験概要

3.1 実験方法

実験装置は250A配管（底フランジ装着）に送信アンテナと受信アンテナを2対装備した固形回収測定装置を用い、設定した固形物が通過するときの信号を測定した。（図-3）。

3.2 固形物の種類

a. 使用流体輸送ポンプを200A、インペラー4枚と想定して、通過固形物寸法を下記のように設定した。

使用ポンプ：SPD-5 200C(200A用) インペラー4枚

通過粒径：□72×72×96

b. シールド機切削寸法

切り込み厚さ：30mm

a. 及びb. より固形物最大寸法 $V_{max} = \square 30 \times 72 \times 96$

固形物判別寸法（大・中・小）

大： $V_{max} = \square 30 \times 72 \times 96 \sim V_{max} \times 2/3 = \square 20 \times 48 \times 64$

中： $V_{max} \times 2/3 = \square 20 \times 48 \times 64 \sim V_{max} \times 1/3 = \square 10 \times 24 \times 32$

小： $V_{max} \times 1/3 = \square 10 \times 24 \times 32$ 以下

c. 固形土材料

市販固形粘土

天然粘土主材，成分：赤土 210μ 以下，カオリン 149μ 以下

珪砂 210μ 以下

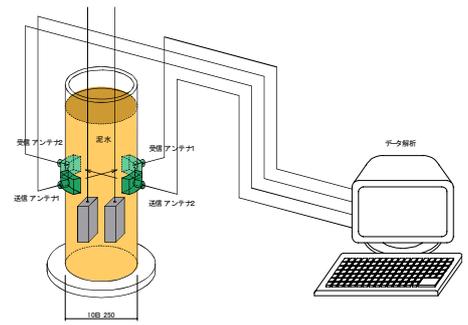


図-3 実験装置概要

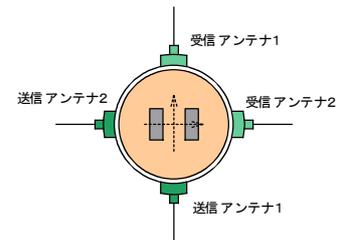


図-4 固形物復列通過

3.3 実験結果

基準値（泥水のみ）の電磁波透過電圧は送受信アンテナ1（以後ch1）で4.64V，送受信アンテナ2（以後ch2）4.24Vであった。固形大を単体で通過させると4.20V（ch1），固形物を復列（大+大）にしての通過時は3.84V（ch1），同様に復列（小+小）通過時は4.48Vの値であった。このことから，固形物により電磁波が遮蔽され，受信しにくくなると電圧が下がることがわかる。

固形回収測定装置としてはch1とch2の和分を信号として扱うので，各状態におけるレベル差順位を求めると大+大（7.6V）<大+中（8.08V）≦大+小（8.08V）<大（8.2V）<中+中（8.32V）<中+小（8.56V）<中（8.6V）<小+小（9.12V）となり（表-3），信号レベル差が固形体の遮蔽面積（体積）の順位と同等となった。

4. まとめ

φ200mm以上の排泥管においては固形物の間隔が寸法により密となり復列で流れる可能性があり，今回の実験においても送受信1対とした場合，図-5に見られるように固形物の大きさ，並び，組合せによりch1，2のバラツキがみられ正確に固形物の大きさを判別ができないことがわかる。送信，受信アンテナを2対装備することで，φ200mm以上の排泥管を使用する大口径シールドにおいても固形物の大きさの識別が可能となった。

表-1 固形物の種類と受信電圧

固形状態	ch1	ch2	ch1+ch2
基準値(泥水)	4.64	4.24	8.88
固形大+大	3.84	3.76	7.60
固形大	4.20	4.00	8.20
固形中+中	4.20	4.12	8.32
固形中	4.36	4.24	8.60
固形大+中	3.96	4.12	8.08
固形小+小	4.48	4.64	9.12
固形中+小	4.44	4.12	8.56
固形大+小	4.20	3.88	8.08

単位(V)

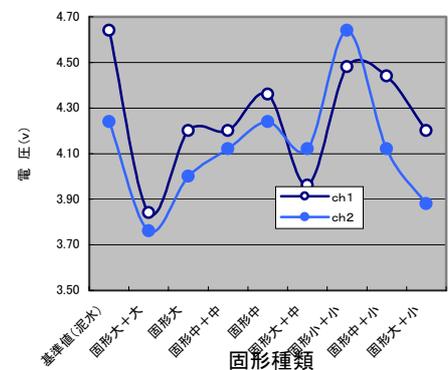


図-5 固形物の種類と受信電圧