

汚染底質上の薄層覆砂技術 「スラリー式ブラインド覆砂工法」

車田佳範¹・池田省三²・守屋典昭²

¹正会員 工修 五洋建設株式会社 環境研究所（〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1）

²五洋建設株式会社 技術研究所（〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1）

近年、栄養塩類や重金属、ダイオキシン類などによる底質の汚染が問題になっている。特にダイオキシン類においては、昨年に底質環境基準値が定められており、覆砂による原位置封じ込めが有効な対策手法のひとつとして取り上げられている。これら底質の環境浄化を目的とした覆砂施工においては、覆砂時の濁りの発生を極力抑えるとともに、薄層均一厚さで確実に汚染底質を覆うことが必要である。また他にも、処分場の建設時には、遮水材と廃棄物間の緩衝剤としての薄層覆砂技術が要求されるようになっている。

このたび、薄層かつ高精度での覆砂施工を可能とした新しい覆砂技術「スラリー式ブラインド覆砂工法」を開発したので、その概要を紹介する。

キーワード： 覆砂、底質、ダイオキシン類、スラリー

1. はじめに

昨年12月に発表された「平成13年度ダイオキシン類に係る環境調査結果報告書（環境省）」¹⁾によると、調査対象である公共用水域の底質1,813地点のうち、ダイオキシン類の底質環境基準150pg-TEQ/gを超過した地点は全国の海域および河川で10数カ所であり、現在、国土交通省や各地方公共団体などにおいて対策が検討されているところである。

一般にダイオキシン類の水への溶解度は非常に小さいため、河川や海域水に含まれるダイオキシン類の大部分は水中に共存する微粒子中に存在すると考えられている²⁾。すなわちダイオキシン類汚染底質が人の健康上特に問題となるのは、魚介類を経由しての経口摂取リスクであり、この摂取経路を遮断するための対策手法として、汚染底質上への「覆砂」がひとつの有効な手段であると考えられている。

よってダイオキシン類汚染底質上の覆砂施工においては、均一な厚さで確実に汚染底質上を覆うことが重要であり、かつ施工時の汚濁発生を極力抑えることのできる技術が要求される。ただし従来工法においては、不陸なく確実に底質を覆うためには、使用する砂の量が多くなるなどの問題点があった。

そこでこのたび、ダイオキシン類をはじめとする汚染底質の環境対策を主目的とした新しい高精度覆砂技術「スラリー式ブラインド覆砂工法」を開発し、その適用性を模型実験により検証したので、結果を紹介する。

2. スラリー式ブラインド覆砂工法とは

(1) ブラインド覆砂工法

汚染底質上の覆砂施工技術としては、すでに「ブラインド覆砂工法」を開発し、民間技術評価を取得するとともに数多くの施工実績を有している。



写真-1 ブラインド覆砂工法



写真-2 ブラインド覆砂装置

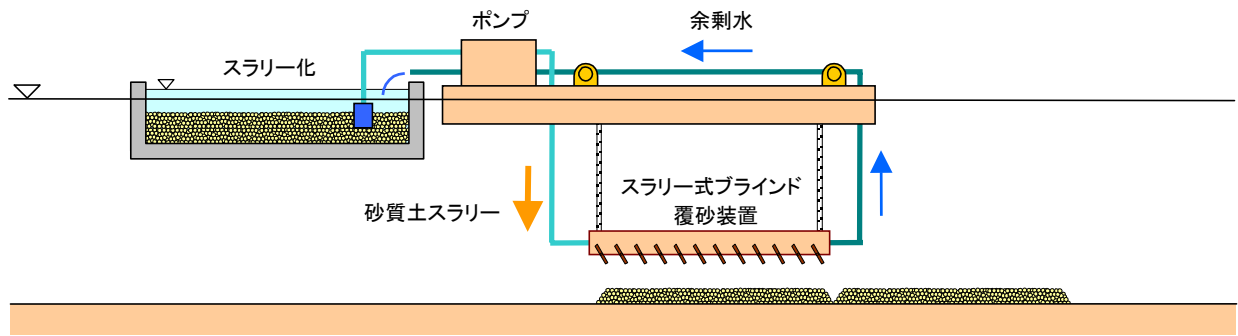


図-1 スラリー式ブラインド覆砂工法の概要

同工法は、砂撒き台船上に設置したブラインド覆砂装置（幅2m×長さ20m×厚さ0.3m）内にバックホウで砂を敷き詰め、表面を平らに均した後、装置底部の開閉部を開放することにより、砂を覆砂装置そのままの形状で撒き出すものである（写真-1）。予め覆砂したい形状・層厚を水上で成形した後水中へ撒き出す方式のため、覆砂厚さの管理が容易であり、水深の浅い場合には覆砂の目標管理厚さ20cmに対して±3cmでの施工が可能である。

なお「ブラインド覆砂工法」の名称は、覆砂装置の開閉が窓に取り付ける「ブラインド」の動きに似ていることから付けられたものである（写真-2）。

(2) スラリー式ブラインド覆砂工法の特長

今回開発した「スラリー式ブラインド覆砂工法」は、従来の薄層覆砂の特長に加え、施工時の汚濁の発生をさらに防止し、水深の深い場所での施工を可能にしたものである。図-1に、工法の概要を示す。

具体的な改良点は、ブラインド覆砂装置を水中の覆砂箇所の直上まで吊り降ろすことにより、砂が落下する際の汚濁の発生を低減するとともに、所定の位置に確実に覆砂できるようにした点である。この水中に吊り降ろした覆砂装置内に砂を充填する手段として、砂を固液比1:10程度のスラリー状にしてポンプ輸送することが本工法の最大のポイントであり、これにより以下の特長が期待できる。

①薄層でも層厚管理が確実にできる。

砂を覆砂装置内で予め所定の厚さで堆積させた後落下させるため、覆砂厚さが均一で不陸なく仕上がる。また覆砂装置を水底近くに設置できるため、GPSによる位置決めが容易で砂が散逸することなく所定の位置に確実に覆砂できる。

②施工時の汚濁の発生がほとんどない。

水底の近くから所定の厚さの砂を面状で軟着底させるため、底質をほとんど乱さず、巻き上げによる汚濁の発生が少ない。また覆砂材をスラリー状で管内輸送するため、覆砂材自体からの汚濁も発生しない。

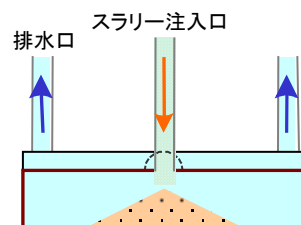
③水深が大きくても効率よく施工が可能。

覆砂装置は一度降ろすと後の上げ下げが無いため、水深が深い場所の覆砂でも効率よく施工することができる。

(3) スラリー化した砂の堆積原理

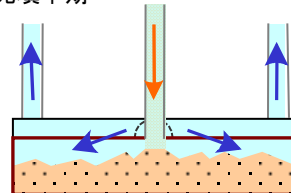
本工法においては、水中につり下げた覆砂装置内にいかに空隙なく正確にスラリー化した砂を充填できるかが重要な課題である。図-2に、スラリー化した砂が覆砂装置内に充填される仕組みを示す。

①充填初期



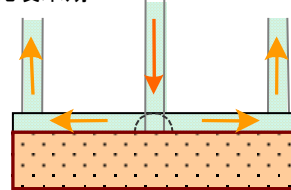
輸送された砂スラリーは、覆砂容器内で流速が低下することにより、沈殿堆積が始まる。

②充填中期



沈殿堆積した砂が水流により横に広がりながら、堆積面が上昇していく。

③充填末期



砂が容器内を全て充填すると、砂スラリーが上部の排水口より逆流りを始める。この時点で砂の供給を停止し、ブラインドを開く。

図-2 スラリー砂の堆積原理

①充填初期においては、スラリー状態で注入管を搬送された砂は、注入口から流路断面が十分大きな充填槽内に入り、スラリー流速が急激に低下する。スラリー流速が砂の浮遊限界流速以下になると、砂は沈降し始める。そして砂の水中安定勾配に従って充填槽底部に堆積していく。

②砂の堆積が進んでいき堆積砂の頂部が充填槽上版部に近づくと、流路断面が狭められていきスラリー流速は増大する。ここでは砂の洗掘・再浮上限界流速[式(1)]が支配的³⁾、洗掘と堆積のバランスする流路断面・流速で平衡し、徐々に堆積エリアを押し広げていく。

③充填末期になると、ほぼ充填槽上版部まで達したエリアには流路は形成されず、流路は順次未充填エリアへと流路は変更されていく。こうして充填槽の全域にわたってほぼ上版部まで充填が完了すると、注入スラリーは充填槽から排水口を通じ排水管路へとそのまま排出される。

土粒子の洗掘・再浮上限界流速

$$v_f = \sqrt{\frac{8 \cdot \beta_f \cdot g \cdot (G_s - \gamma_w) \cdot d}{f_f \cdot \gamma_w}} \quad (1)$$

v_f : 洗掘・再浮上限界流速 (m/s)
 β_f : 定数
 g : 重力加速度 (m/s²)
 G_s : 土粒子の真比重
 γ_w : 水の比重
 d : 土粒子径 (m)
 f_f : 摩擦抵抗係数

3. 覆砂模型実験

(1) 実験概要

スラリー式ブラインド覆砂工法の性能を検証することを目的に、大型水槽での覆砂模型実験を行った。写真-3 に、模型実験装置の概要を示す。実験に用いた大型水槽 (4m×2m×1m) は前面が透明アクリル性であり、内部の観察ができるようになっている。

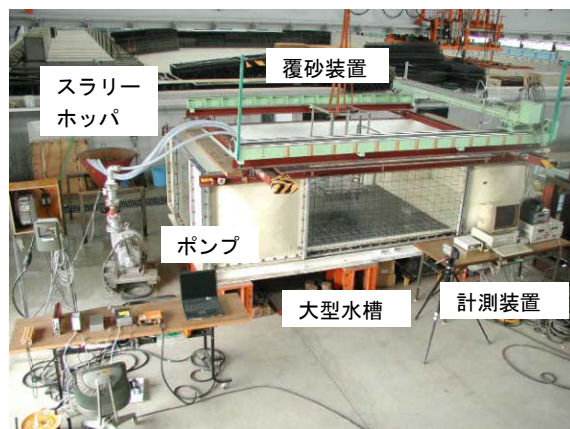


写真-3 実験装置概要

実験の概要フローは以下のようなものである。

- ①供給ホッパ内で砂(5号珪砂)と水を混合して固液比約 1:10 の砂スラリーを作製する。
- ②覆砂面を平坦に均し、水を張った大型水槽内に、ブラインド覆砂装置を所定の位置に配置する。
- ③スラリー化した砂をスラリーポンプによりブラインド覆砂装置に管路輸送・充填する。この際、電磁流量計、圧力計を監視し、所定の流量、圧力になるよう設定する。

- ④砂が、充填槽内に充填されていく状況を逐次観察・記録する。
- ⑤充填槽内の圧力が上昇したり排水ラインから砂が排出されるようになると、スラリーポンプを停止し、充填を終了する。その際、充填槽内の覆砂材の堆積状況を観察・記録する。
- ⑥ブラインドゲートを開放し、覆砂材を落下させる。覆砂の出来型を超音波測定器により計測する。また、実験前後に濁度を測定する。

なお覆砂装置からの余剰水は、再度供給ホッパへ返送し循環使用する仕組みになっている。実験の大まかな流れは、実際の施工と全く同様である。

(2) ブラインド覆砂装置

写真-4に、今回の実験で使用したブラインド覆砂装置を示す。装置はアクリル性であり、スラリー砂の充填状況が確認できるようになっている。大きさは、幅50cm×50cm、厚さ10cmであり、充填槽上面中央にスラリーの注入口、四隅に余剰水の排出口を有する。また上部には余剰水を速やかに排水し、覆砂厚さを均一に揃えるための排水通路(半パイプ)が取り付けられている。充填槽下部のブラインドゲートは鋼製であり、ゲートの開閉は手動操作で行う(写真-5参照)。

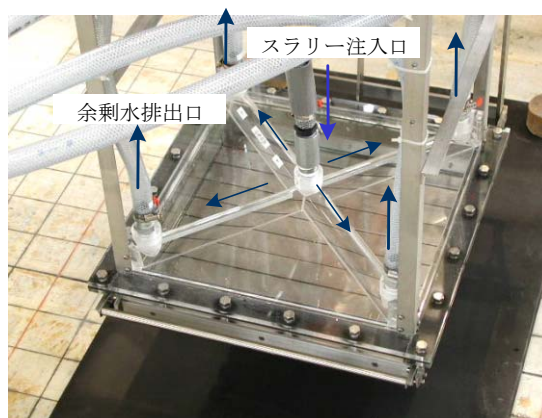


写真-4 ブラインド覆砂装置模型



(a) ブラインド閉 (b) ブラインド開

写真-5 ブラインドゲートの開閉

(3) 実験条件

模型実験は、フルードの相似則を基本とし、想定実機の 1/5 スケールで各諸元を決定した。また、充填槽内での充填状況は、土粒子の洗掘・再浮上限界流速が支配的になるため、Shields の限界掃流力の実験結果に基づいて Camp が導いた粗大粒子(砂、

シルト) の場合の洗掘・再浮上限界流速の式³⁾の流速項を一致させるように土粒子径を決定した。表-1 に実験模型装置の諸元を示す。

表-1 実験模型装置諸元

装置	単位	想定実機	模型	縮比
ブラインド覆砂装置寸法	m	2.5×2.5 ×0.5	0.5×0.5 ×0.1	1/5
土粒子径 d_{60}	mm	1.8	0.36	1/5
洗掘再浮上流速	m/s	0.97	0.43	$1/50^{0.5}$
充填時間	sec	240	107	$1/50^{0.5}$
内容積	m ³	3.125	0.025	$1/5^3$
充填土量	m ³ /h	46.9	0.84	$1/5^{2.5}$
平均含泥率	%	15	15	1
スラリー流量	m ³ /h	312.5	5.59	$1/5^{2.5}$

(4) 実験ケース

表-2 に、実験ケースの一覧を示す。

変化する主なパラメータは、a) 砂の落下高さ、b) 連続覆砂時のラップ条件、c) 覆砂材料、d) 散布方式、e) 底質条件である。

a) 砂の落下高さ

ブラインド覆砂装置の下端から地盤までの高さを 17cm, 30cm, 水面上(60cm)に変化させた。

b) 連続覆砂時のラップ条件

実施工において連続して覆砂する場合を想定し、隣接する面とのラップ幅を 5cm と無しとで比較した。

c) 覆砂材料

覆砂材料を、砂($d_{60}=0.36\text{mm}$)、焼却灰から製造した造粒物($d_{60}=1.3\text{mm}$, 土粒子密度 2.377g/cm^3)の2種類で実施した。

d) 散布方式

本工法と、従来のスラリーポンプによる覆砂方式を想定したホース散布とを比較した。

e) 底質の条件

底質の地盤条件として、高含水比粘性土(含水比 150%, 液性限界 65.5%)を想定し、めり込み、濁りの発生量を確認した。

表-2 実験ケース

Case	落下高	ラップ条件	覆砂材	底質条件
1	低(17cm)	—	砂	ゴムシート
2	中(30cm)	—	〃	〃
3	高(水面上)	—	〃	〃
4	ホース散布	—	〃	〃
5	低(17cm)	ラップ 5cm	〃	〃
6	〃	ラップ 0cm	〃	〃
7	〃	—	造粒物	〃
8	中(30cm)	—	砂	粘性土

4. 実験結果と考察

(1) 覆砂装置内での砂の堆積状況

ブラインド覆砂装置の充填槽内への砂の堆積状況

を目視により観察した。その結果、図-2 に示したように、砂が流路を変えながら容器上部まで隙間なく充填されていく現象が確認された。四隅の部分でわずかに空隙の残るケースも一部あったが、実機施工においては全く問題のないレベルであると考えられた。

(2) 砂の落下状況と覆砂出来型

写真-6 に、覆砂時の砂の落下状況を示す。



写真-6 砂の落下状況 (Case1)

図-3 に Case1 での覆砂断面図を、写真-7 に覆砂平面出来型を示す。ブラインド覆砂装置 (50cm×50cm×10cm) の形状に対して、ほぼ同様の形状の覆砂出来型になることが確認された。また砂の落下時に発生する水流の影響により、砂が若干中央部に集まる傾向が認められ、覆砂中央部の厚さは目標 10cm に対して 12cm と少し高くなった。この現象は、落下時の充填槽内への給水箇所、給水量に起因すると考えられ、覆砂時の給水箇所を変化することにより修正が可能である。

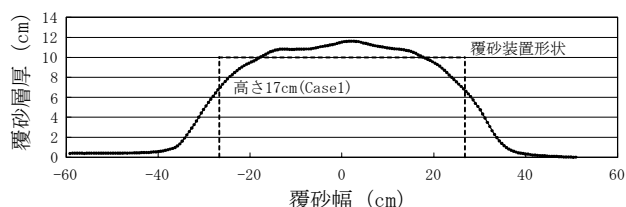


図-3 覆砂出来型 (Case1, 断面)

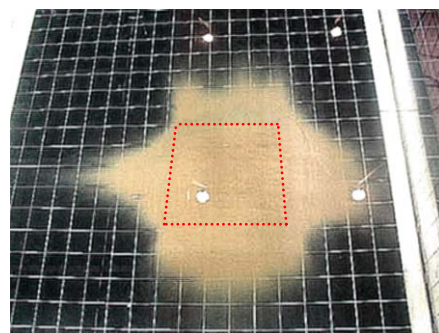


写真-7 覆砂出来型 (Case1, 平面)

(3) 覆砂の落下高さと砂の広がり

覆砂の施工位置は、底質に近いほど砂の散逸が少なく、覆砂層厚が目標値に近くなると考えられる。

そこで、砂の落下高さを 3 種類に変化した実験を行った。落下高さは、底部より 17cm, 30cm, 60cm であり、60cm のケースでは水面上から覆砂した。図-4、写真-8 に、実験結果を示す。

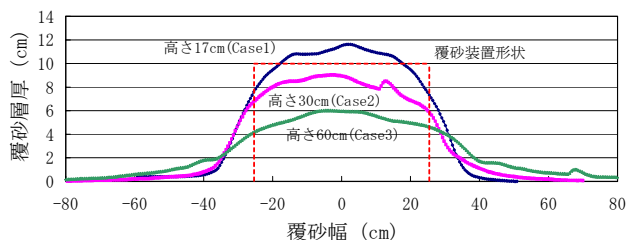


図-4 落下高さと覆砂出来型

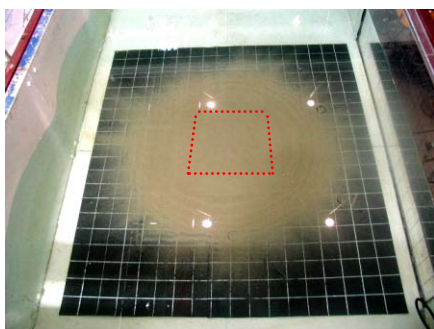


写真-8 覆砂出来型 (Case3, 水面上から)

目標覆砂厚 10cm に対して、Case2 で覆砂平均層厚およそ 8cm, Case3 の水面上からの覆砂では、およそ 5cm であった。特に Case3 においては、覆砂出来型平面はほぼ円形になっており、覆砂材が広い範囲に散逸していることがわかる。

図-5 は、実験結果より得られた砂の撒き出し高さと砂の拡がり率との関係を示したものである。

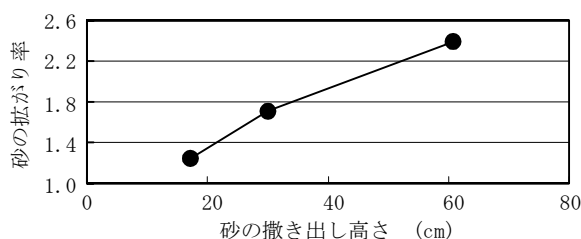


図-5 砂の撒き出し高さと拡散

これらの実験結果より、砂の落下位置が高くなるほど砂が散逸し覆砂層厚が薄くなる傾向が明らかであり、覆砂装置を底質の近くに設定することの優位性が認められた。

(4) 連続覆砂時のラップ条件

スラリー式ブラインド覆砂工法においては、その特長から覆砂施工はバッチ式となる。このため、汚染底質を確実に均一厚さで封じ込めるためには、施工時のラップの取り方が問題となる。そこで、ラップがある場合と無い場合とでの覆砂層厚の変化を比較してみた。ここで、ラップ長さは 5cm とした。

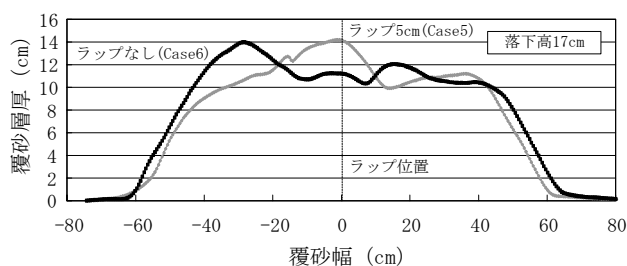


図-6 ラップの有無による覆砂出来型の相違

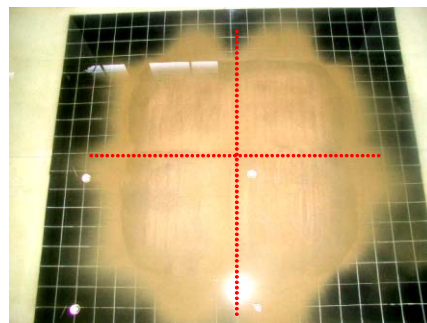


写真-9 連続施工時の覆砂出来型 (ラップなし)

実験結果を、図-6、写真-9 に示す。

ラップを 5cm とった Case5 においては、ラップ部分の砂の盛り上がりが顕著である。一方ラップのない Case6 においては、砂の盛り上がりもなく、均一に覆砂層厚 10cm を確保している。これは、最初に覆砂した砂の拡がりの上部に、そのすぐ近くから同じ拡がりをもって覆砂するため、お互いが相殺され覆砂厚が均一になったものと考えられる。よって実際の施工においても、砂の落下距離が短ければ、ラップは無しか、あるいはほんのわずかでよいものと考えられる。

(5) 造粒物による覆砂

近年、瀬戸内海で海砂の採取が禁止されるなど、良質な覆砂材の確保が困難になってきており、その代替品としてスラグや焼却灰から製造した造粒物などが使用されるケースが増加している。そこで、スラリー式ブラインド覆砂工法においても、これらの材料が適用可能かどうかの確認実験を行った。

代替材料と砂との一番の相違は、粒径が大きくなり、また一般に比重が小さくなることである。そこで今回の実験では、焼却灰を溶融して製造した造粒物 ($d_{60}=1.3\text{mm}$, $G_s=2.377\text{g/cm}^3$) を利用した。

実験結果を、図-7、写真-10 に示す。

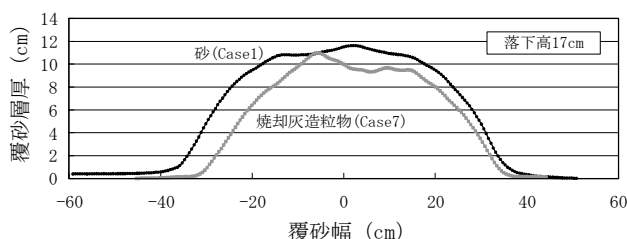


図-7 焼却灰造粒物による覆砂出来型



写真-10 焼却灰造粒物による覆砂状況

Case7（造粒物，落下高さ 17cm）においては，造粒物の粒径および比重に合わせ，スラリー流量の調整を行った．その結果，覆砂装置内への充填性は砂と同等であり，装置上部まで確実に充填できた．

撒き出しに関しても問題は全くなかった．材料の粒径が大きく，砂より内部摩擦角が大きいため，覆砂時の拡散が小さく，法肩の崩れが少ない理想の形状で撒き出すことができた．

これらのことより，当工法は粒径の大きな覆砂代替材にも十分に適用可能であると判断できた．

(6) 従来工法との比較

従来工法との比較として，スラリー砂をホースで直接撒き出す実験を行った．想定したのはスラリーポンプによる直接撒き出しである．実験方法は，他ケースと比べて覆砂装置を外しただけであり，覆砂装置内で一度ためてから撒き出すか，ホースから直接連続的に撒き出すかの違いである．ホースからの直接撒き出し高さは Case1 と同様の 17cm であり，所定の形状になるように手でホース先を管理した．スラリー流量その他の条件は，他のブラインド覆砂ケースと同様である．

実験結果を，図-8，写真-11 に示す．

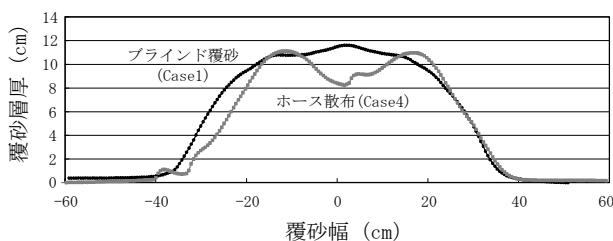


図-8 従来工法との比較

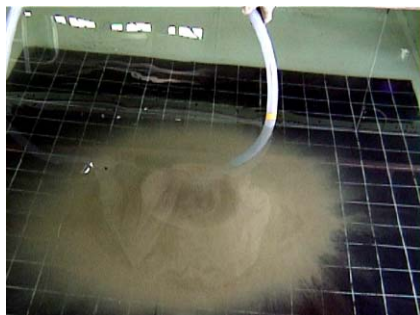


写真-11 スラリーポンプによる覆砂出来型

図からもわかるように，ホースによる直接撒き出しでは中央が陥没した形状になり，Case1 の本工法に比べ均一な層厚管理が困難であった．これは，砂スラリーの吐出圧により覆砂面が洗掘されるためである．今回，高含水比粘性土上へのスラリー直接撒き出し実験は実施しなかったが，これは実験時の砂の洗掘の状況を考えると，粘性土の巻き上がりによる濁りの発生は抑えられないと考えたためである．

(7) 粘性土上への覆砂と濁りの発生

Case8 では，高含水比粘性土上に直接覆砂を行い砂の粘性土へのめり込み状況と覆砂時の濁りの発生状況を確認した．使用した粘性土の含水比は 150% であり，幅 90cm×90cm×高さ 10cm の枠内に水平に流し込み，その上 30cm の高さからブラインド覆砂を実施した．

実験結果を，図-9，写真-12 に示す．図-9 をみると，覆砂施工によって粘性土地盤が 2～3cm めり混んでいることがわかる．

汚濁の測定は，各ケースともに図-10 に示す平面箇所 4 点，深度方向 3 点の計 12 点で，濁度計により計測した．

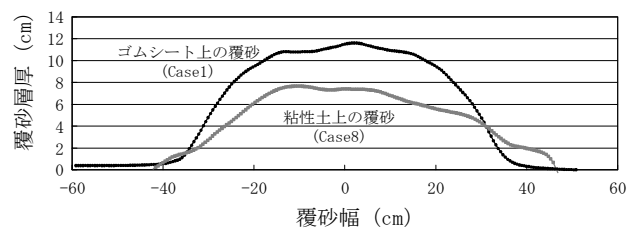


図-9 粘性土上への覆砂

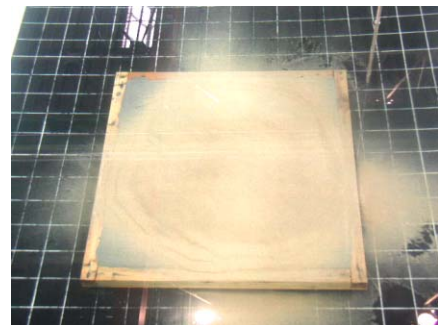


写真-12 粘性土上への覆砂出来型

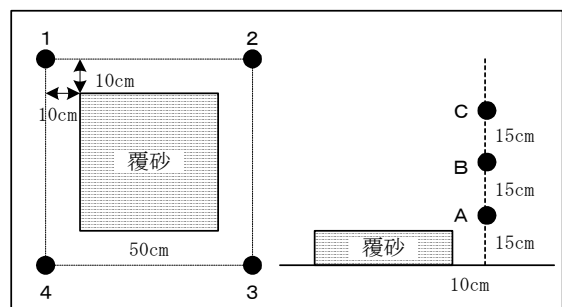


図-10 濁度の測定箇所

表-3 に、各ケースの濁度測定結果を示す。表中の数値は砂撒き前後の濁度変化の平均値であり、覆砂前のバックグラウンド値と覆砂後の計測値の差12点分を平均したものである。各計測ポイントにおける濁度の明確な差異は認められなかった。

表-3 覆砂時の汚濁発生量

Case	落下高	覆砂材	底質条件 (実験条件)	濁度変化 (ppm)
1	低(17cm)	砂	ゴムシート	0.00
2	中(30cm)	〃	〃	0.00
3	高(水面上)	〃	〃	3.83
4	ホース散布	〃	〃	2.08
5	低(17cm)	〃	ラップ施工	—
6	〃	〃	ラップ施工	—
7	〃	造粒物	〃	3.42
8	中(30cm)	〃	高含水粘土	4.08

Case1～7までの実験は、主に覆砂形状を調べるためのものであり、覆砂は目盛りの付いたゴムシート上で実施した。これらゴムシート上への覆砂ケースにおいては、汚濁の発生は覆砂材料自体に起因するものといえる。

Case1, Case2では、スラリー輸送配管やブラインド覆砂装置底面からの汚濁の漏れは認められず、覆砂施工時においても汚濁発生は全くなかった。一方、水面上から撒き出すCase3, スラリー撒き出しするCase4では汚濁が発生しており、本工法が従来工法より汚濁発生防止の面で優れていることが確認された。またCase7の造粒物の覆砂時には、スラリー化する際に粉碎された造粒物の微粒成分による汚濁の発生がわずかに認められた。この汚濁はスラリー配管などからは全く漏れておらず、ブラインドゲートを開いた際に発生した。

Case8の高含水比粘土上への覆砂時には、約4ppmの汚濁の発生が認められた。これは覆砂時の粘性土の撒き上がりによるものである。ただし、覆砂が粘性土に2～3cmめり込んだことを考慮すると、汚濁の発生量は小さく、軟弱粘性土地盤上へ覆砂をする際の最低限の汚濁発生量であると考えられる。

(8) まとめ

大型水槽を用いたスラリー式ブラインド覆砂模型実験を実施した。その結果、次のことが明らかとなった。

- ・スラリー輸送流量を調整することにより、砂は確実に容器内に充填される。
- ・ブラインド覆砂装置は、できるだけ底面近くに降ろすことにより、均一で目標厚さでの施工が可能である。
- ・施工時の覆砂ラップは必要なし、あるいはほんのわずかでよく覆砂材の節約が可能である。
- ・本工法は、粒径が大きく比重の小さな砂代替材料においても適用可能である。
- ・従来工法に比べて汚濁の発生が少ない。

これらのことから、本工法はダイオキシン類をはじめとした汚染底質上の覆砂工法として十分に適用可能であることが検証できた。

5. 施工方法

(1) 施工機械

覆砂模型実験の結果をもとに、実際の施工機械の試設計を行った。スラリー式ブラインド覆砂装置の大きさは、4m×4m×0.35mとした。

図-11 に、スラリー式ブラインド覆砂工法に使用する主要機械の構成図を示す。また表-4 に、主要機械の仕様を示す。

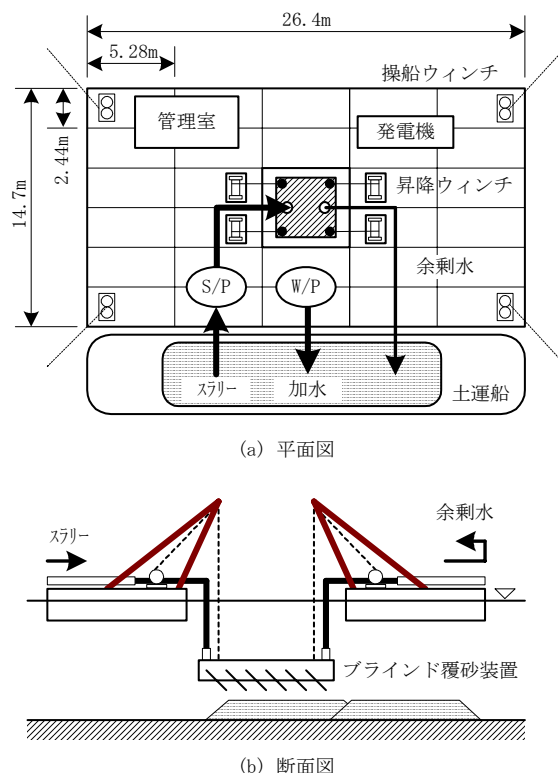


図-11 主要機械の構成図

表-4 主要機械の仕様

項目	仕様	単位	数量
ブラインド覆砂装置	4m×4m×0.35m, 4t	基	1
水中サンドポンプ	2m³/min 攪拌装置付	台	2
水中ポンプ	11kW	台	1
発電機	300kVA	台	1
組立台船	5.3m×2.4m×1.2m	隻	28
昇降ウィンチ	15kW, 1.8t 単胴解放式	基	2
操船ウィンチ	37kW, 4.2t 単胴解放式	基	4
位置測定器	GPS	式	1
深度測定器	音響測深器	式	2
環境観測器	濁度計	式	3

使用する機械は、覆砂装置の他は主にポンプと昇降ウィンチのみであり、非常にシンプルな構成であ

る。台船には組立式台船を使用し、中央に開口部を設け、ここからスラリー式ブラインド覆砂装置をウインチ操作で昇降させる。供給する砂スラリーは、接舷された土運船に加水し、サンドポンプで覆砂装置に輸送する。加水については海水を利用し、また覆砂装置からのスラリー余剰水を循環使用するシステムになっている。

(2) 施工方法

図-12 に、スラリー式ブラインド覆砂工法の施工フローを示す。

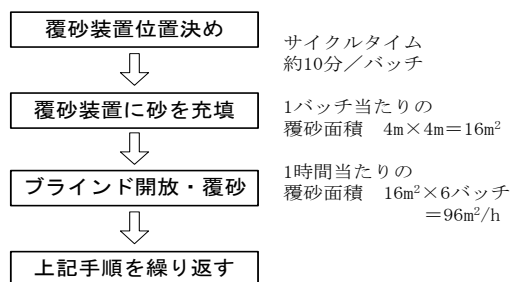


図-12 施工フロー

施工サイクルタイムは、覆砂装置の位置決め、充填、覆砂のサイクルを10分程度で行う。時間当たりの覆砂面積はおおよそ100m²である。

(3) 施工管理および環境監視

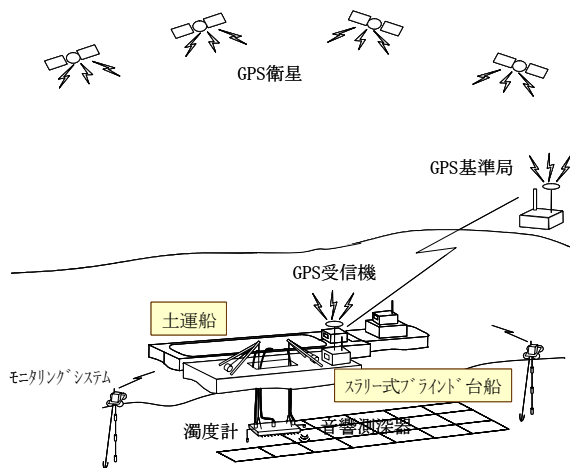


図-13 施工管理・モニタリングシステム

図-13に、施工管理・モニタリングシステムのイメージ図を示す。

施工管理としては、覆砂装置の位置決めをGPSで行い、出来形については覆砂装置に取り付けられた音響測深器で層厚を管理する。

また、環境監視項目として、覆砂装置近傍および周辺工事水域の濁りをリアルタイムに監視することにより周辺水域の安全性を確保する。

6. あとがき

環境浄化を目的とした新しい薄層覆砂技術「スラリー式ブラインド覆砂工法」を開発し、その適用性を確認するための模型実験を実施した。

その結果、次のことが明らかとなった。

- 1) スラリー輸送流量を調整することにより、砂は確実に容器内に充填される。
- 2) ブラインド覆砂装置を、できるだけ底面近くに降ろすことにより、均一で目標厚さでの施工が可能である。
- 3) 覆砂時の底質の攪乱が少ないため、従来工法に比べて汚濁の発生が少ない。

よって本工法は、栄養塩類や重金属など汚染底質上の覆砂施工に十分に適用可能であるといえる。また、薄層かつ均一厚さで確実に汚染底質を封じ込めること、汚濁発生が少ないことから、特にダイオキシン類汚染底質対策に優れた覆砂技術であることが確認された。

現在、実際の施工に向けて実機を製造中であり、その施工結果については、別の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) 環境省：平成13年度ダイオキシン類に係る環境調査結果報告書，2002。
- 2) 森田昌敏：ダイオキシンの化学と環境動態，農林水産技術研究ジャーナル，Vol.23，No.4，pp.35-39，2000。
- 3) 土木学会編：水理公式集，1980。