

空洞充填材 SandFiller

■サンドフィラー

■サンドフィラーとは

砂をモルタル状に流動化させることで、砂の水締め充填では困難な鋼矢板引抜き後の空隙部分にも均質に充填することを可能にした新しい材料です。充填されたサンドフィラーは数日で速やかに流動性が消失し、透水性が回復しますのでセメントミルクや流動化処理土などのような充填材とは異なり、地下水の流動を阻害しない特長があります。また、サンドフィラーは砂を主体とした充填材のためカーボンニュートラルに向けたCO₂排出削減の新しい材料です。

サンドフィラーの特長

1 空洞部充填性が非常に高い

砂に高い流動性を付加することができるため、ポンプ圧送などによる隙間への充填性が優れている

2 材料のpHはほぼ中性

流動化処理土のようなセメント系の材料を使用しないため、水素イオン濃度はほぼ中性である

3 一軸圧縮強度0.2～0.5N/mm²程度

流動性消失後の発現強度は人力掘削も可能であり、経年劣化による体積変化なども生じない

4 水中で分離しない

水中不分離の特性があり地下水以下でも充填できる

5 地震時にも液状化しない

流動性消失後の性状は、土粒子を結合する成分により液状化しない

6 環境に悪影響をおよぼさない

毒物・危険物のほか、腐敗して可燃性ガス等を発生するような成分を含まない

充填材の開発背景

狭隘な空洞や隙間への充填材は、高い流動性と材料不分離性が重要となります。環境への配慮を考えると透気性や透水性という性質も重要となります。

セメント+ベントナイト系の充填材は高アルカリ性であり、とりわけ透気性を確保することが困難であると考えられます。そのため、セメント+ベントナイト系充填材は、透水係数が10⁻⁷m/sec以下と小さくなる性質を用いて産廃処分場の止水壁などに利用されます。

気泡を混合することで流動性を確保するような充填材の気泡は互いに独立しているため、透気性の改善効果があるとは言えません。このことは、止水性を期待される気泡シールド工法の添加剤に使用されている実績からも推測できます。

このような背景のもと、透気性・透水性を必要とするような仕様（鋼矢板引き抜き後の沈下防止と透水性確保など）を満足させるために流動不分離性を持った砂を充填材として使用するサンドフィラーを開発しました。砂に流動性と水中での不分離性を持たせるために使用する特殊な添加剤を混合したサンドフィラーは、数日から数週間で流動性の維持機能を失います。流動性を消失したサンドフィラーの性状は砂を密に充填した状態と同等となり、透水性が回復します。

また、現場条件により長期的に流動性を維持する必要がある場合にも、変質防止材を添加することでサンドフィラーの流動性を数ヶ月に渡り維持することもできます。

サンドファイラー適用例

■ 陥没した地盤の充填と埋設物防護充填

全旋回杭施工時に表層部が緩み崩落する箇所が発生。近傍に埋設されている水道管などを防護するため、ゆるみが発生した場所に流動状態の砂を充填して重要埋設物への影響と沈下防止。

■ シートパイルの引抜き後の透水性を有した空隙充填

水中不分離性を持つ上に比較的狭い空隙に充填ができ、時間経過後に水締め状態と同程度の空隙比まで圧密される性質と流動性消失後、高い透水性を示す性質を利用し、地下水阻害防止対策の空隙充填材としてサンドファイラーを使用（写真①）

■ シールド発進時の土圧シールド機のチャンバー内充填

シールド工事における直接発進用部材の鏡切りをシールド機で切削する場合の加圧チャンバー内の充填材としてサンドファイラーを使用。チャンバー内圧力を保持した状態でシールド発進することにより、地山の土砂と地下水の流入を防止（写真②）



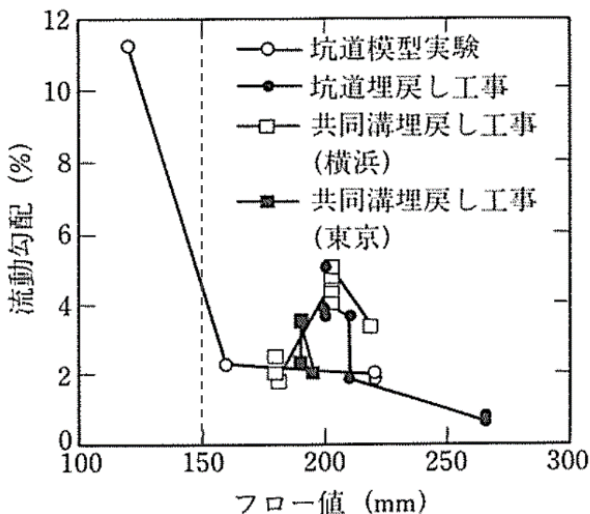
写真① シートパイル引抜き充填事例



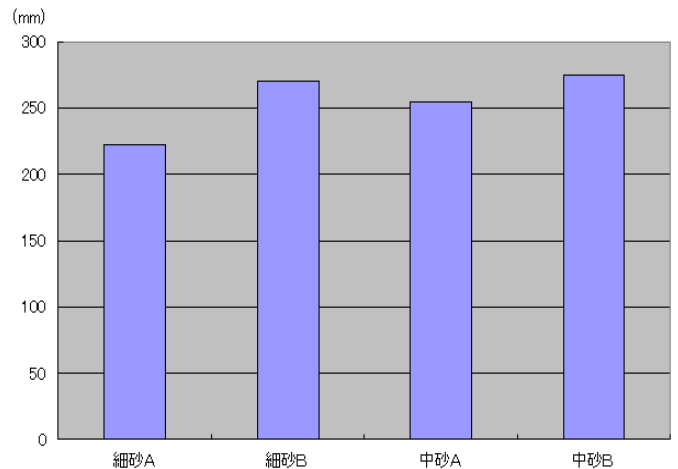
写真② チャンバー内充填事例

サンドファイラーの流動性

■ サンドファイラーは添加量と水量の調整で最適な流動状態に調整できます。流動化処理土工法では、フロー値が150mmを下回ると流動勾配が急激に上昇する傾向がありますが、サンドファイラーは200mm以上のフロー値のため不分離性の流動状態で高い充填率があります。



図② 流動勾配とフロー値の関係
『土の流動化処理工法』1997.5.pp51



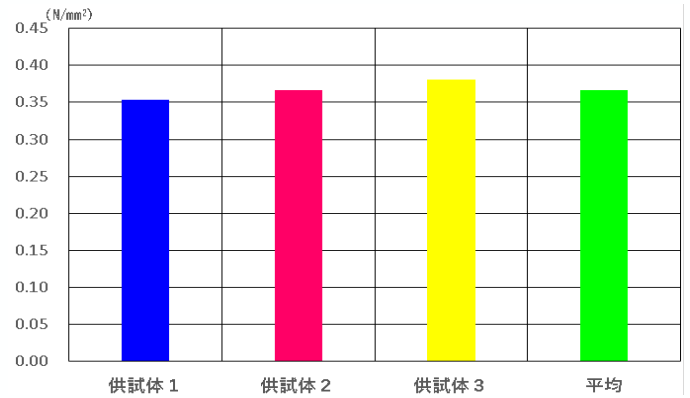
図① 利用砂の種類とサンドファイラーのフロー値



写真③ テーブルフロー測定状況

サンドフィルターの強度

流動性消失後のサンドフィルターは砂を密に充填した状態となり、薬剤中の土粒子結合材により0.2～0.5N/mm²程度の強度が発現します。



図③ サンドフィルターの強度特性

利用可能な砂の種類

サンドフィルターとしての利用充填に適する砂には、購入砂のほか建設残土の中間処理施設で水洗のうえ分級されたりサイクル砂も利用できます。リサイクル砂の場合掘削工事によって発生した残土中の砂の再利用が可能になります。その他真砂土など粘土分の少ない乾燥状態の砂であれば、簡単に利用できます。湿潤砂を利用する場合は、含水比による水分補正をすることで添加水量の配合調整が必要となりますが、現場発生砂の利用もできます。現場発生土の場合には、夾雑物の除去が必要です。

サンドフィルター製造配合

砂に特殊加湿剤と水を添加混合することで簡単にサンドフィルターを製造することができます。実施添加量は事前配合試験で決定しますが、配合目安は概ね以下の通りです。

表① サンドフィルターの配合目安

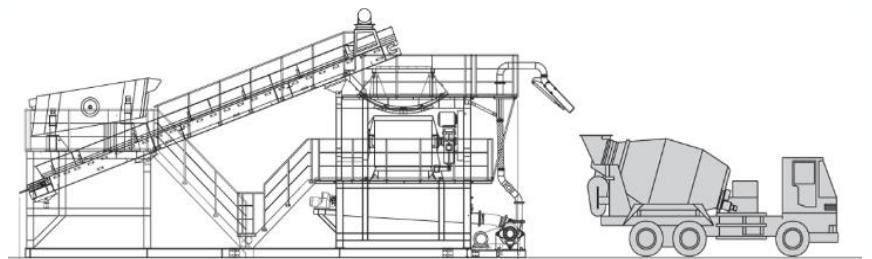
乾燥砂	特殊加湿剤	水	備考
1m ³	2～4kg	480L	

サンドフィルター製造方法

サンドフィルターは泥土モルタル製造の現位置プラントのほか、ベッセルタンクやノッチタンクを用いてバックホウによる混合攪拌方式でも製造することができます。

■泥土モルタルプラントによる製造

泥土モルタル用プラントを使用し連続的にサンドフィルターを製造する方法。連続的な製造が可能であるため、大規模現場にも対応できます。



図④ 泥土モルタルプラント

■バックホウによる製造

現場に設置したノッチタンクに砂と加湿剤を投入し、バックホウで事前混合します。その後、計画量の水を添加し、バックホウで混合攪拌することでサンドフィルターを製造する方法。バッチ単位での製造となるため、比較的小さな現場でも対応できます。

サンドフィルターの打設

サンドフィルターはモルタルポンプで圧送打設する方法と生コンシュートなどで直接打設投入する方法があります。サンドフィルターは水中不分離性（写真④）を有しているため、直接打設しても分離すること無く充填できます。なお、水深が深い位置に水中打設する場合にはトレミー管などを使用することが望ましいです。



写真④ サンドフィルターの水中不分離特性

施工実績

施工年	工事名称	使用目的
2004年	関西空港エアサイド止水壁工事	全回転掘削機ケーシングの周辺沈下防止の充填
2005年	名古屋高速植田ジャンクション築造工事	ダクトイル配管防護の充填
2005年	扇川左岸雨水幹線シールド	シールド発進に伴う土圧シールド機チャンバー内の充填
2008年	東海農政局岡崎幹線水路渡工区	シートパイル引抜きに伴う沈下防止および透水性確保
2008年	東京スカイツリー	壁基礎コンクリート天端上部の充填（試験施工）
2018年	広島県某団地防災管充填工	地中配管防護充填および透水性確保

