

## 37. 高含水土を対象とした土砂改良システムの開発

東洋建設(株)：後藤 聖一・鏡田 昌孝  
\*桂川 哲行

### 1. はじめに

建設現場などから発生する大量の汚泥は、環境への配慮や用地確保など様々な面で大きな問題となりつつあり、「処理処分過程の管理」や「資源としての再活用」などの指導（平成3年10月施行のリサイクル法など）が急速に強化されてきている。当社では、このような状況に対応するための一環として、高濃度浚渫の研究開発を進めており実用段階に入っている。しかし、搬出される浚渫汚泥は、運搬・処分といった立場からみると高含水の状態であるため、その性状改善技術が強く望まれている。さらに再利用の観点からは、浚渫汚泥を改良し客土や盛土などへの有効利用が可能となるシステムが求められている。また、同様の理由から、シールド工事など地下掘削工事においても、そこから発生する汚泥（産廃対象土）を一般残土並みに改良処理する技術が望まれている。

これらのニーズに対応する技術の一つとして、汚泥を連続的に固化改良することにより土砂搬出時の運搬性を向上したり、埋め立てた場合にも所定の強度を確保する方法が有望視されている。このため、当社では適応範囲の広い連続固化改良処理装置の開発と、これを核とした改良工法の確立を目標に研究開発を進めてきた。そして、今回、新しく土砂改良システム「DEI-KON SYSTEM」を開発した。

### 2. 「DEI-KON SYSTEM」の概要

「DEI-KON SYSTEM」の処理概念を図-2.1に示す。本システムは、掘削工事から発生する軟泥や高濃度浚渫土などの高含水土を処理目的に応じた改良材と連続固化改良処理装置により改良処理するものである。改良材には、主に、塑性化材、固化材、軽量化材の3種類がある。塑性化処理では、流動性の高い土砂の運搬性を向上させることができる。固化処理では、処理土に所定の強度を発現させることにより、残土として処分することや、盛土材や路盤材等への再利用が可能となる。軽量化処理では、固化材と軽量化材を併用して混合することにより処理土に強度を発現させると共にその重量を減少させることができる。そのため、処理土を盛土や構造物の裏込土に利用する場合には、盛土の際に生ずる地盤沈下の緩和や裏込土圧の低減を図ることができる。その他に、処理土の運搬性の向上を図るとともに所定の強度を確保するといった塑性化処理と固化処理も両方の改良材を併用することにより可能となる。

### 3. 連続固化改良処理装置とその特徴

#### 3.1 連続固化改良処理装置

連続固化改良処理装置の概念を図-3.1に示す。本装置は、土砂ホッパー内に投入された土砂を土砂フィーダ（スノーシェーブ）により二軸ミキサー内に定量供給するとともに2つの改良材ホッパー（図-3.1

中の無機系ホッパと高分子系ホッパ) から目的に応じた2種類の改良材を同時あるいは別々に添加し攪拌混合処理するものである。

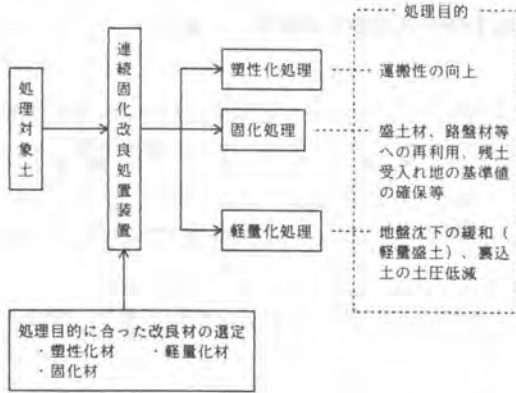


図-2.1 「DEI-KON SYSTEM」処理概念図

写真-2.1 システム稼働状況

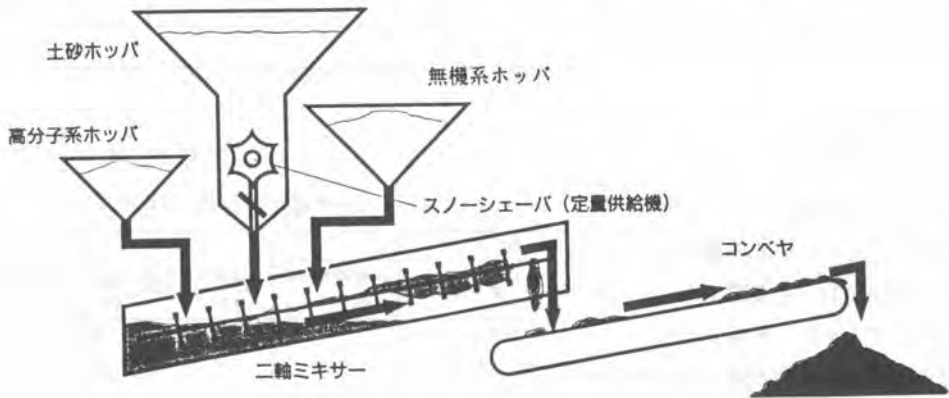


図-3.1 連続固化改良処理装置概念図

### 3.2 特徴

本装置には次に示す大きな特徴がある。

(1) 土砂の安定供給を可能にした土砂フィーダ

本装置の土砂フィーダ(スノーシェーバ)は、特殊機構(特許出願中)の採用により流動性の高い軟弱な土質に対し安定した供給能力を有している。このため添加材との混合比率が設定し易く、安定した連続処理を行うことができる。

(2) 混合効率の高いミキサー

攪拌翼を2軸パドルタイプとし高速回転させるため、コンパクトでありながら混合効率は90%

以上と極めて高くなっており、改良材の供給量を必要最小限に抑えることができる。また、騒音および摩耗対策としてミキサー内底面にはゴムライニングを施している。

### (3) 小さい設置場所

本装置の占有面積は7~8m<sup>2</sup>、容積は21~23m<sup>3</sup>であり、少ないスペースで施工が可能のため、用地確保の困難な都市土木や高さに制限のある施工場所への導入が検討しやすい。

## 4. 改良材とその特徴

表-4.1 高分子系改良材およびセメント系・石灰系改良材の一般的な特徴

本システムでは、現在最も多く使用されている改良材を主に使用することとし、塑性化処理には高分子系改良材、固化処理にはセメント系・石灰系改良材、軽量化処理には発泡スチロールビーズ（EPSビーズ）およびセメント気泡材を用いる。高分子系およびセメント・石灰系改良材の一般的な特徴をまとめたのが表-4.1である。

成分	無機系	有機系
	セメント系・石灰系	高分子系
一般的な添加量 (泥土1m <sup>3</sup> 当たり)	20~100kg	1~5kg
適用土質	広範囲の土質に適用の可能性はある	砂質土に適するが粘性土でも使用可能
改良時間 (ダンプ車で搬出可能な程度)	30分程度	数十秒程度
改良土性状	添加量を増やすと改良強度が増大する。 ( $qu=0.5\sim 10\text{kg/cm}^2$ )	塑性化されるが、強度は期待できない。 (強度増加のためにセメントを添加する場合もある)
	強アルカリ土	中性土

## 5. 改良効果

### 5.1 土質条件

本システムを検証するため平成3年11月に北海道茨戸川土捨場において浚渫土を対象として、また、平成3年12月には福島県阿武隈川流域下水道建設事務所残土処分地においてシールド工事現場から搬出された掘削残土を対象としてそれぞれ現地実験を行った（以下、北海道での実験を実験1、福島県での実験を実験2と呼ぶ）。各現場で

表-5.1 各実験での原泥性状

実験番号		1	2		
改良対象土		北海道茨戸川浚渫土	福島県阿武隈川流域下水道工事掘削残土		
			試料土1	試料土2	試料土3
粒度分布 (%)	いり分(2000 $\mu\text{m}$ 以上)	0	41.8	46.7	19.7
	砂分(74~2000 $\mu\text{m}$ )	43.1	40.3	32.9	49.5
	シルト分(5~74 $\mu\text{m}$ )	33.2	8.9	11.4	26.8
	粘土分(5 $\mu\text{m}$ 以下)	23.7	9.0	9.0	4.0
コンシステンシー (%)	液性限界	49.5	NP	NP	NP
	塑性限界	27.1	NP	NP	NP
	塑性指数	22.4	NP	NP	NP
土粒子真比重		2.62	2.66	2.65	2.70
含水比 (%)		51.8	29.5	28.2	39.1
強熱減量 (%)		7.3	2.1	3.6	3.5
湿潤密度 ( $\text{g/cm}^3$ )		1.72	1.98	1.89	1.86

の原泥性状を表-5.1に示す。実験では原泥に加水し、改良対象土の含水比の変化による改良土の性状の違いを調べた。

### 5.2 塑性化処理

高分子系改良材による改良結果を表-5.2に示す。改良効果の測定方法には、塑性度の測定にはスランプ試験（JIS A1101準拠）を、また、ダンプトラック等での運搬中の繰り返しによる流動化を調べるためにフロー試験（JIS R5201準拠）を選定した。1～3kg/m<sup>3</sup>程度の添加量で一般残土並に運搬が可能な程度の塑性化が図れたことがわかる。

表-5.2 高分子系改良材による改良結果（実験1）

含水比 (%)	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	スランプ値 (cm)	
		改良前	改良後
53.0	1.0	25.0	3.6
	3.0	〃	0.5
	5.0	〃	0.5
61.0	1.0	25.0	7.0
	3.0	〃	3.0
	5.0	〃	2.0

### 5.3 固化処理

セメント系改良材による改良結果を表-5.3に示す。混合効率は、ミキサーの回転数が90rpmでは65%、120rpmでは90%以上となり回転数を120rpm以上にすることで混合効率を90%以上に確保できると考えられる。

表-5.3 セメント系改良材による改良結果（実験1）

含水比 (%)	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	改良強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		ミキサー回転数 (rpm)
		σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	
48.5	100.0	15.3	27.4	90.0
53.0	〃	2.71	3.33	〃
〃	〃	3.91	5.58	120.0
73.0	〃	0.39	0.59	90.0

### 5.4 軽量化処理

軽量化処理では、軽量化材と改良対象土との混合性を確認することを目的とした。ここでは気泡材についての実験結果のみを示す（EPSビーズを用いた結果については省略）。

セメント系改良材と気泡材による改良結果を表-5.4に示す。

処理土の単位体積重量の減少率

表-5.4 セメント系改良材と気泡材による改良結果（実験2）

{100 - (改良後の単位体積重量 / 改良前の単位体積重量) × 100} は、気泡材添加率が26.0%、37.0%、54.0%に対し、含水比が49.0%の場合には13.1%、20.9%、27.0%、含水比が57.0%の場合が10.0%、24.3%、40.1%であり、添加率の増大に伴いほぼ直線的に増加する。気泡材は微細なためその混合状況は目視で確認できないものの、添加率と単位体積重量の減少率との関係から、気泡材は十分に混合されたと推定される。

試料土	含水比 (%)	セメント添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	気泡材添加率 (Vol%)	改良強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )			
				σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	改良前 (セメント添加後)	改良後		
							7日	28日	平均
3	49.0	100.0	26.0	1.68	2.20	1.720	1.471	1.517	1.494
	〃	〃	37.0	1.30	1.71	〃	1.357	1.362	1.360
	〃	〃	54.0	0.21	0.39	〃	1.233	1.279	1.256
	57.0	〃	26.0	0.69	0.93	1.660	1.508	1.479	1.494
	〃	〃	37.0	0.55	0.72	〃	1.262	1.252	1.257
	〃	〃	54.0	0.28	0.42	〃	1.038	0.949	0.994

## 6. おわりに

連続固化改良処理装置を核とした土砂改良システムの開発とその確認実験を行った。今後は本システムとその前後工程となる処理対象土砂の供給方法、処理済み土砂の搬送方法、その組み合わせ、工法としての確立を図るとともに、処理量、改良目的、用途等さまざまな要求に対応できるようシステムの充実を図っていく予定である。