

しらすに関するシールド添加材の基礎的研究（その2）

(株)大林組 正会員○大前 慶恵 正会員 松原 健太
正会員 山田 祐樹 正会員 三浦 俊彦

1. はじめに

九州南部に分布する火砕流堆積物である「しらす」は、一般的な砂に比べ、粒子が多孔質で土粒子密度が小さいうえに、角が立った形状で間隙比が大きい。そのため水が加わると含水比が高くなり、流動性が増加すると考えられる。そのような地盤を泥土圧シールドで掘進する場合、掘削土砂の流動性が大きすぎるとスクリーコンベヤーからの噴発原因となり、切羽の安定が難しくなる。そこで、「しらす」の塑性流動化に適した添加材を検証するにあたり、一般的な添加材による流動性確認試験を行った。本稿ではその試験結果について報告する。

2. 試験概要

試料土として、鹿児島市内で掘削採取したしらすのほか、一般的な砂と比較するため、しらすと同様の粒度分布を持つ模擬土を作成した。それぞれの物性値を表-1 に示す。

試料土の含水比は、①飽和状態の含水比（飽和度100%）、②飽和度90%の含水比、③しらすの湿潤密度相当の含水比（飽和度75%）の3ケースを設定した（表-2）。添加材は一般的に使用されている「気泡材（Aタイプ）」と「鉱物系添加材」とし、添加量は各技術資料にもとづき、粒度分布から算出した。これらをパラメータとして試験ケースを設定し、各試料土に添加材を混合攪拌して、流動性および強度について確認した。

流動性の確認は、塑性流動化した掘削土砂の性状はスランプ15cm以下のコンクリートのような状態と言われていることから、スランプ試験を実施した。また強度の確認は、コーン指数を計測した。スクリーコンベヤーから排土された時点で、掘削土砂のコーン指数が200kN/m²以上であれば、「土砂」として搬出が認められる場合があることから、添加材を気泡としたケースについては、改質材として高分子凝集剤を添加した場合のコーン指数も計測することとした。

3. 試験結果

（1）流動性確認試験

①気泡を添加した場合

しらすは飽和度75%でスランプが15cm以下となり、飽和度90%以上ではスランプが15cm以上となった（表-3）。模擬土ではいずれの飽和度もスランプが15cm以上となった（表-3）。飽和度の変化（75→100%）に伴うスランプ値の変化量は、しらすでは8.9cm、模擬土では7.5cmであり、しらすの方が大きかった（図-3）。

表-1 試料土物性値

試料土名称		しらす※	模擬土
土粒子密度(g/cm ³)		2.418	2.691
粒度特性	礫分(%)	9.6	9.2
	砂分(%)	72.8	73.0
	シルト分(%)	14.0	11.9
	粘土分(%)	3.6	5.9
	均等係数	13	17
最大乾燥密度(g/cm ³)		1.222	1.921
最適含水比(%)		31.3	10.2
D95 乾燥密度(g/cm ³)		1.161	1.825
D95 飽和含水比(%)		44.8	17.7
D95 透水係数(m/s)		2.96×10 ⁻⁵	4.71×10 ⁻⁵

※9.5 mm以下に調整

表-2 含水比の設定

試料土	想定状態	飽和度(%)	含水比(%)
しらす	①飽和含水比	100	44.8
	②掘削時含水比	90	40.3
	③自然含水比	75	33.5
模擬土	①飽和含水比	100	17.6
	②掘削時含水比	90	15.9
	③自然含水比※	75	13.2

※しらすの湿潤密度相当

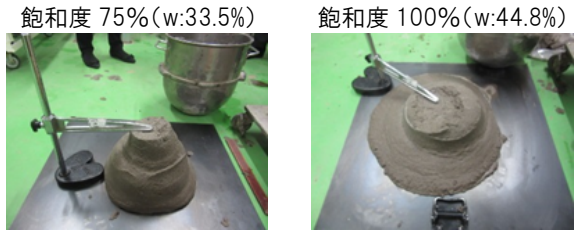


図-1 スランプ（しらす・気泡を添加）

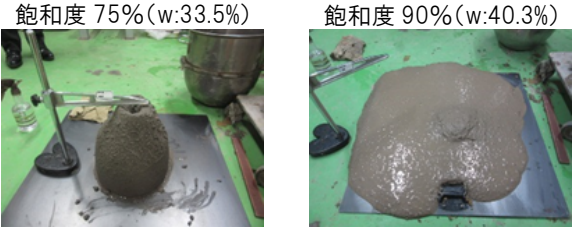


図-2 スランプ（しらす・鉱物系を添加）

キーワード 泥土圧シールド、しらす、添加材、切羽安定、塑性流動性

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社大林組 TEL 03-5769-1318

② 鉱物系添加材を添加した場合

しらすは飽和度 75%においてスランプが 15 cm以下であったが、飽和度 90%で液状を呈した。模擬土では飽和度 75%でスランプが 15 cm以下となり、飽和度 90%以上ではスランプ 15 cm以上となった（表-3）。飽和度の変化（75→90%）に伴うスランプ値の変化量は、しらすでは 17.6cm 以上、模擬土では 12.3cm であり、しらすの方が大きい結果となった（図-4）。

また気泡と鉱物系添加材を比較した場合、飽和度の変化に伴うスランプ値の変化量は鉱物系添加材よりも気泡の方が小さい結果となった（図-3, 4）。

（2）強度確認試験

① 気泡を添加した場合

添加材を混合攪拌した状態では、しらす・模擬土ともに全てのケースでコーン指数は計測不能であった。高分子凝集剤

を 3kg/m³ 添加した場合、しらすでは飽和度 75%においてコーン指数 200kN/m² 以上であったが、飽和度 90%では 27kN/m²、飽和度 100%では強度がなく測定不能であった。飽和度 90%のしらすに高分子凝集剤 5kg/m³ 添加したところ、コーン指数は 14kN/m² に低下した。飽和度 100%についてはコーン指数がこれ以下になると想定されたため実施しなかった。一方、模擬土ではすべてのケースで 200kN/m² 以上を確保できた。（表-3）

② 鉱物系添加材を添加した場合

しらす・模擬土ともに、飽和度 75%で若干強度があり、コーン指数はいずれも 14kN/m² であった。飽和度 90%, 100%ではいずれも強度がなく、測定不能であった。（表-3）

また気泡と鉱物系添加材を比較した場合、気泡・鉱物系添加材ともに添加材を混合攪拌した状態では、コーン指数 200kN/m² を満たせなかった。しらすの場合、高分子凝集剤を使用しても、飽和度 75%以外では 200 kN/m² 以上を確保できなかった。（表-3）

4. 考察

（1）しらすの流動性について

しらすは飽和度の変化に伴う土砂性状の変化が大きく、塑性流動化させることが難しいと考えられる。塑性流動化させるためには、土水圧よりも高い切羽圧の加圧作用により、掘削土砂の間隙水を地山側へ排出させ、掘削土砂の飽和度を低下させることが少なくとも必要である。またスランプ値を低下させるため、増粘剤や吸水剤を加えた添加材での流動性確認が必要であることが分かった。

（2）しらすの強度について

しらすは含水比が高く、掘削土砂の性状をコーン指数 200kN/m² 以上にするのは難しい。掘削土砂を一般残土で処分する場合、掘削添加材や改質材の検討などコーン指数を上げる対策が必要であると考えられる。

5. おわりに

今回はしらすに一般的な添加材を混合攪拌した場合の流動性や強度について把握した。今後はこの結果を踏まえて、しらすに適した添加材・改質材の検討を実施する予定である。

表-3 試験結果

No.	添加材	試料土	飽和度 (%)	スランプ値 (cm)	コーン指数(kN/m ²)		
					高分子凝集剤(m ³ あたり)		
					無添加	3kg	5kg
1	気泡	しらす	75	12.6	測定不能	448	-
2			90	19.2		27	14
3			100	21.5		-	-
4		模擬土	75	16.0		469	-
5			90	20.0		410	-
6			100	23.5		392	-
7	鉱物系添加材	しらす	75	8.4	14	-	-
8			90	26 以上	測定不能	-	-
9			100	-	測定不能	-	-
10		模擬土	75	7.9	14	-	-
11			90	20.2	測定不能	-	-
12			100	23.4	測定不能	-	-

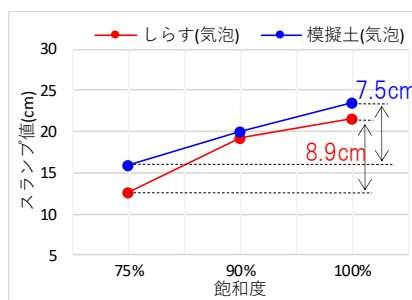


図-3 スランプ値（気泡）

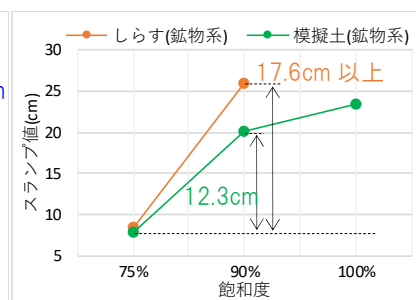


図-4 スランプ値（鉱物系）