

粒状固化処理した建設発生土の非圧密非排水せん断特性

九州産業大学 学生会員 深見 亮太 九州産業大学 正会員 林 泰弘
 九州産業大学大学院 学生会員 松丸 沙織 九州産業大学 学生会員 前田 邦斗
 九州産業大学 学生会員 三枝 亮太 九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

筆者らは独自の土質改良材を用いて軟弱な泥土を粒状固化処理し、盛土などの材料として活用することを目指した研究を進めている。本研究では、コーン指数が概ね 400kN/m² 以上の第 3 種建設発生土に分類される処理土^{1)、2)} に対して非圧密非排水三軸圧縮試験を実施し、力学特性を検討した。

2. 粒状固化処理土の作製

対象試料として表1に示す新門司土砂処分場より採取した浚渫土 (MJ) と久留米市で採取した建設発生土 (KD) を使用した。どちらもシルト分が多く、MJ底泥はCHに、KDはMHに分類された。

土質改良材として中性改良剤 (DS α)¹⁾, 生石灰 (L), セメント系固化材 (HK), PS灰系固化材 (ES)²⁾ を使用した。

処理土の作製は以下の手順で行った。試料の含水比を液性限界に調整し、固化助剤として DS α を混合したのち、L, HK, ES 等を混合した。処理土を 20 \pm 3 $^{\circ}$ C の恒温庫に 1 時間放置後再度混合し、同恒温庫で 7 日間密閉養生した。養生後 9.5mm ふりを通過するようにはぐしたものを試料とした。

表 1 対象試料の物理特性

	MJ	KD
土粒子密度 g/cm ³	2.778	2.695
礫分%	0	0
砂分%	13.9	29.3
シルト分%	35.1	38.5
粘土分%	51.0	32.2
均等係数 U _c	7.5	53.6
曲率係数 U _{c'}	7.85	0.57
液性限界 w _l %	90.0	55.3
塑性限界 w _p %	36.7	33.5

3. 締固めた土の基本的特性

処理土を E_c=550kJ/m³(1Ec)で突固めて締固めたものを供試体として使用した。表 2 に物理特性と JIS A 1228 : 2009 によって求めたコーン指数 q_cを示す。表中の名称「MJ+DS α 6+HK40」は MJ に DS α 6 kg/m³ と HK40kg/m³ 混合した処理土であることを示している。なお、未処理土については q_c \geq 400kN/m² となるように含水比を調整して用いた。MJ の処理土は養生期間が長くなると q_c は大きくなるが、KD の処理土は q_c と乾燥密度が小さくなっている。

表 2 1 Ec で締固めた供試体の物理特性とコーン指数

	養生期間 (週)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	飽和度 (%)	コーン指数 (kN/m ²)	グループ	凡例
MJ	1	42.51	1.227	93.4	517	①	▲
MJ+DS α 6+HK40	1	79.32	0.836	94.9	542	①	▲
	4	76.53	0.792	84.7	1461	④	■
MJ+L20	1	83.12	0.811	95.1	676	②	▲
	4	77.90	0.831	92.3	944	④	■
MJ+DS α 6+L20	1	82.25	0.809	94.0	772	②、③	▲
	4	78.39	0.841	94.4	929	③、④	■
MJ+DS α 6+L30	1	83.69	0.808	95.4	1582	⑤	▲
MJ+DS α 6+HK50	1	76.33	0.814	87.9	1627	⑤	▲
	4	76.53	0.792	84.7	1461		■
KD	1	29.95	1.454	94.5	1012		▲
	1	36.57	1.391	※100	366		▲
KD+ES35	4	36.09	1.365	99.9	414	①	■
	1	35.39	1.429	※100	676	②	▲
KD+L30	4	35.95	1.349	97.1	399	①、②	■
	1	33.23	1.385	94.6	1337	③	▲
KD+L70	1	33.23	1.385	94.6	1337	③	▲
KD+DS α 4+HK70	1	46.87	1.142	92.9	1516	③	▲
KD+ES80	1	33.69	1.358	92.3	2165	④	▲
	4	34.69	1.307	88.1	1549	③、④	■

※計算上 100% を超えた。
 ※物理特性については三軸圧縮試験の供試体の平均値である。

4. 非圧密非排水せん断特性

三軸圧縮試験は JGS 0523-2009 に基づいて等方応力 $\sigma_r = 30 \sim 120 \text{ kN/m}^2$ の範囲で非圧密非排水条件を行った。図 1 に $\sigma_r = 30, 120 \text{ kN/m}^2$ の応力ひずみ曲線を示す。以降の図の凡例も表 2 を参考されたい。土の種類や配合によってさまざまな応力ひずみ曲線を示している。未処理の MJ は σ_r が増加しても、主応力差にピークは表れないが、処理することによって σ_r に関係なくピークが表れている。KD の処理土は、 $\sigma_r = 120 \text{ kN/m}^2$ で比較するとコーン指数が大きい処理土は最大主応力差が大きく、破壊ひずみは小さい。図 2 に粘着力 c_u と内部摩擦角 ϕ_u の関係を示す。MJ は $c_u = 35 \sim 85 \text{ (kN/m}^2)$ 、 $\phi_u \leq 20^{\circ}$ 、KD は、 $c_u = 20 \sim 85 \text{ (kN/m}^2)$ 、 $\phi_u \leq 20^{\circ}$ とほぼ同等であった。概ね c_u が増加すると ϕ_u が小さくなっているが、KD の L30 と ES35 のみ c_u 、 ϕ_u とともに小さい。

原因としては、飽和度が高いことやコーン指数が低いことが原因だと考えられる。

図3は等方応力と変形係数 (E_{50}) の関係を示す。MJの処理土は養生期間が長くなると E_{50} が大きくなるが、KDの処理土では E_{50} が小さくなっている。

5. コーン指数を指標とした強度・変形特性の比較

表2に示すコーン指数を指標としたグループ分けにより強度・変形特性に及ぼす固化材、固化助剤、養生期間の影響を検討した。MJについては、同じグループでも①は改良を行うか否かによって強度定数に、②については固化助剤の添加の有無によって応力ひずみ関係に、⑤については固化材の種類で応力ひずみと強度定数に違いがみられた。

KDについては粘着力と内部摩擦角の関係において、グループ①と②が、グループ③、④とは異なる傾向を示した。このグループ間の違いは応力ひずみ関係(図1)や変形係数(図3)にも表れている。

6. まとめ

コーン指数が同程度の粒状固化処理土を比較することで、改良土の強度・変形特性に及ぼす固化材、固化助剤、養生期間の影響を検討した。今後は、一軸圧縮強さを指標として同様の検討を行い、研究発表会で報告する予定である。

謝辞: 本研究の遂行にあたり、(株)ワールドリンク

様、江洲設備(株)様には

資材・情報等の提供をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献: 1) 前田邦斗・林泰弘・藤龍一・中村斗志也・松丸沙織・松尾雄治: 粒状固化処理して締め固めた泥土の力学特性に及ぼす含水比の影響, 平成26年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 投稿中, 2015.3. 2) 三枝亮太・林泰弘・江洲昇・竹井亮太・松丸沙織・松尾雄治: PS灰を主体とした土質改良材の実用化に向けた検討, 平成26年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 投稿中, 2015.3

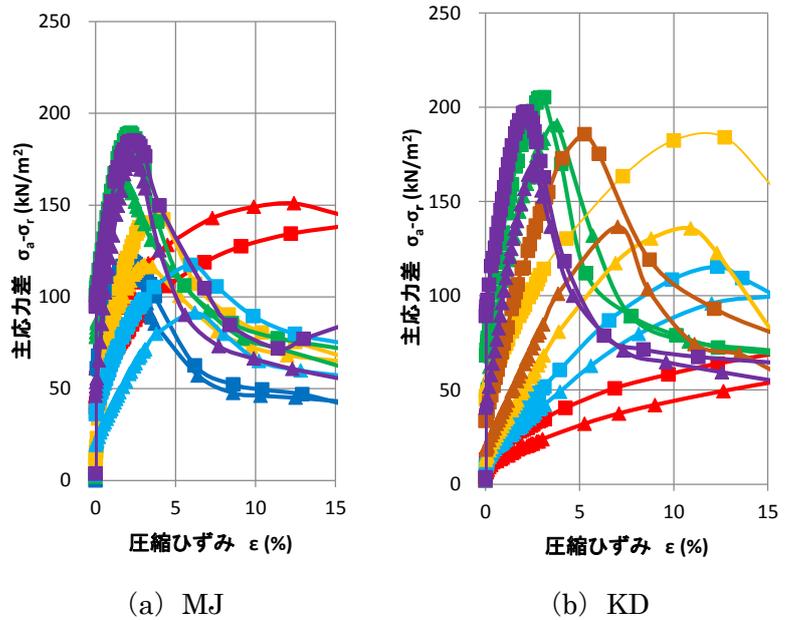


図1 応力ひずみ曲線

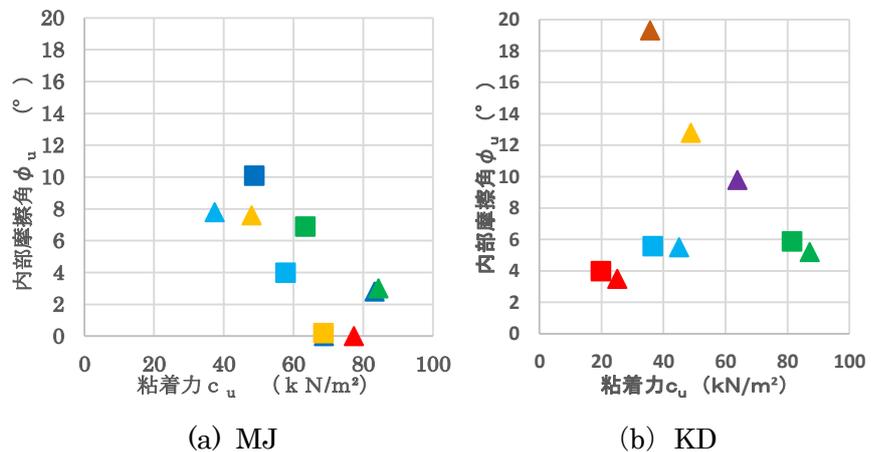


図2 粘着力と内部摩擦角の関係

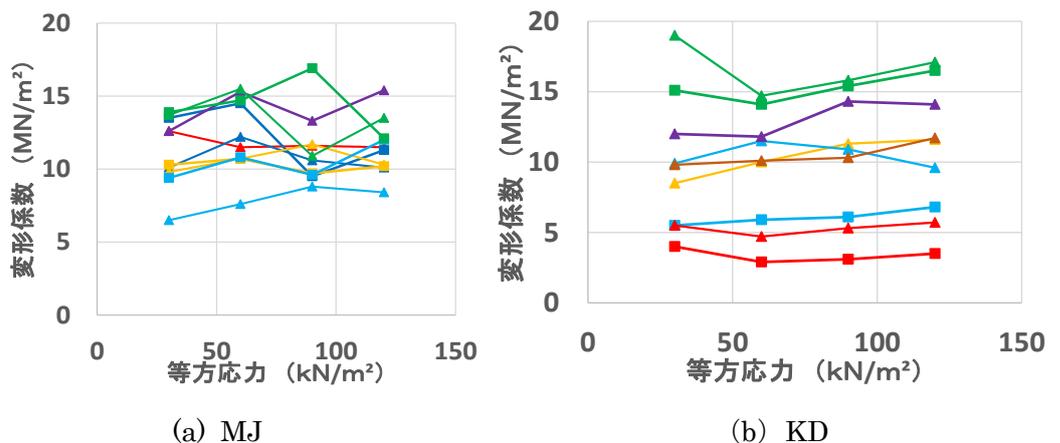


図3 等方応力と変形係数の関係