

粒状固化処理した泥土の力学特性

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

1. はじめに

筆者らは、産業廃棄物を主体とした固化材や中性改良剤を用いて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ている。これまでの研究では、強度改良効果の指標としてコーン指数で評価してきたが、より詳細な力学特性を明らかにすることが望まれる。本研究では、第2～3種建設発生土に分類された処理土^{1),2)}に対して変水位透水試験と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

対象試料として新門司土砂処分場より採取した関門航路の浚渫土 (MJ) と久留米市で採取した建設発生土 (KD) を使用した。表1に示す物理特性より、MJは高液性限界の粘土 (CH)、KDは高液性限界のシルト (MH) に分類された。

表1 対象試料の物理特性

	MJ	KD
土粒子の密度 (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	32.2
均等係数 U_c	7.5	60
曲率係数 $U_{c'}$	0.35	0.64
液性限界 w_L %	90.0	55.3
塑性限界 w_p %	36.7	33.5
塑性指数 I_p	53.4	32.8

MJ は含水比を液性限界まで低下させ、固化助剤として中性改良剤 (DS α ¹⁾) を混合したのち、固化材として生石灰 (L) またはセメント系固化材 (HK) を混合し処理した。KD は自然含水比 ($w_n=40\%$) のまま、固化材として生石灰または PS 灰を主体とした改良剤 (ES²⁾) を混合し処理した。処理土を $20\pm3^\circ\text{C}$ の恒温庫で 1 時間放置後再度攪拌のうえ、同恒温庫で養生した。

7日間養生後、9.5mmふるいを通過するようにほぐした処理土を締固め仕事量 $E_c \approx 550\text{kJ/m}^3$ (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に締固めた処理土の物理特性と JIS A1228:2009 によって求めたコーン指数 (配合より4週後) を示す。表中の名称「MJ+DS α 6+HK40」は MJ に DS α を 6 kg/m^3 と HK を 40 kg/m^3 混合した処理土であることを示している。また、未処理土は同じ強度レベルでの力学特性を比較するため、目標コーン指数が 400 kN/m^2 以上になる含水比に調整した。養生期間が長くなることによって、処理土のコーン指数が当初の目標より大きな値となるものも見られた。

表2 締固めた供試体の物理特性とコーン指数

	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	飽和度 (%)	コーン指数 (kN/m ²)
MJ	45.4	1.172	92.1	517
MJ+L20	79.4	0.818	91.9	944
MJ+DS α 6+HK40	83.4	0.785	91.3	712
MJ+DS α 6+HK50	80.5	0.818	93.3	1461
KD	30.7	1.413	99.0	1012
KD+L30	36.9	1.303	99.9	399
KD+ES35	37.9	1.278	98.4	414
KD+ES80	35.6	1.313	97.6	1549

3. 透水係数

ほぐした直後に締固めて作製した供試体を用い、JIS A1218:2009 に基づいて変水位透水試験で求めた透水係数を図1に示す。未処理 MJ のみ透水係数が小さく、それ以外は配合によらず $1.0\times 10^{-5}\sim 1.0\times 10^{-3}(\text{m/s})$ の範囲となった。

4. 圧密非排水せん断特性

配合より 4 週間後に締固め、JGS 0523-2009 に基づいて圧密非排水三軸圧縮試験を行った。図2に圧密応力 $\sigma'_c=60\text{ kN/m}^2$ の応力ひずみ曲線を示す。塗りつぶし記号は主応力差、白抜き記号は間隙水圧増分を示している。MJ はコーン指数が高い「MJ+DS α 6+HK50」のみ小さい軸ひずみで主応力差がピークを迎え、そ

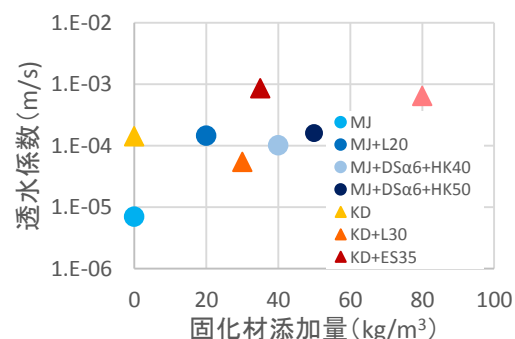


図1 透水係数と固化材添加量の関係

の後は主応力差も間隙水圧も一定になった。KD はいずれもひずみ硬化型であり、軸ひずみが約 2% を超えたあたりから間隙水圧が大きく低下した。

図 3 に有効応力経路図を示す。

「MJ+DS α 6+HK50」は圧密応力に関係なく、一定の最大平均軸差応力を示した。KD は、配合に関わらず同じような有効応力経路を示した。

図 4 に粘着力 c' と内部摩擦角 ϕ' の関係を示す。応力ひずみ関係や有効応力経路の形状が他とは異なる「MJ+DS α 6+HK50」は $\phi'=0$ となり、それ以外はコーン指数に関わらず $c' \leq 20 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi'=30 \sim 45^\circ$ となり、 c' の増加に伴って ϕ' が減少する傾向がみられた。

図 5 に圧密圧力と変形係数 E_{50} の関係を示す。MJ の場合、処理することによって変形係数が大きくなっているが、KD については、処理してもそれほど変わりはないことが分かる。また、固化材添加量の異なる「MJ+DS α 6+HK40」と「MJ+DS α 6+HK50」、「KD+ES35」と

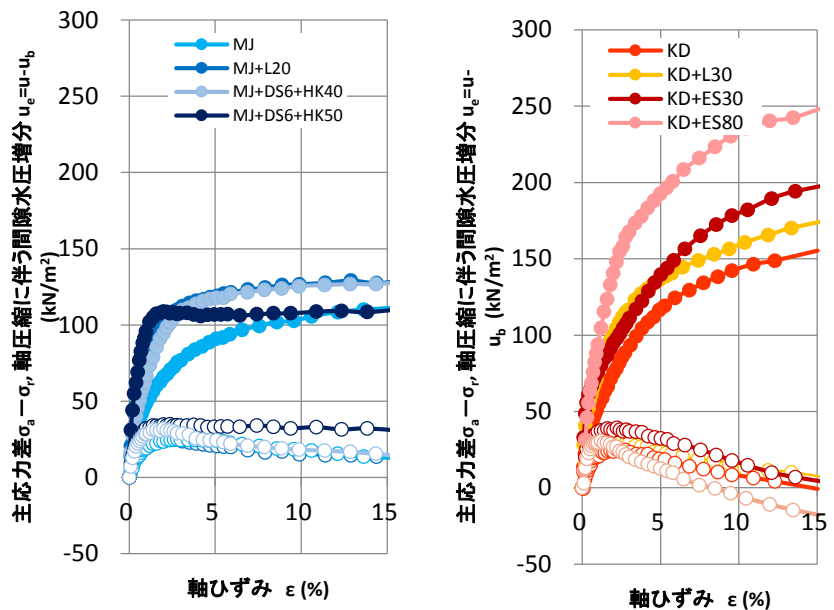
「KD+ES80」を比較すると、コーン指数が高い処理土の方が変形係数も大きくなっている。

5. まとめ

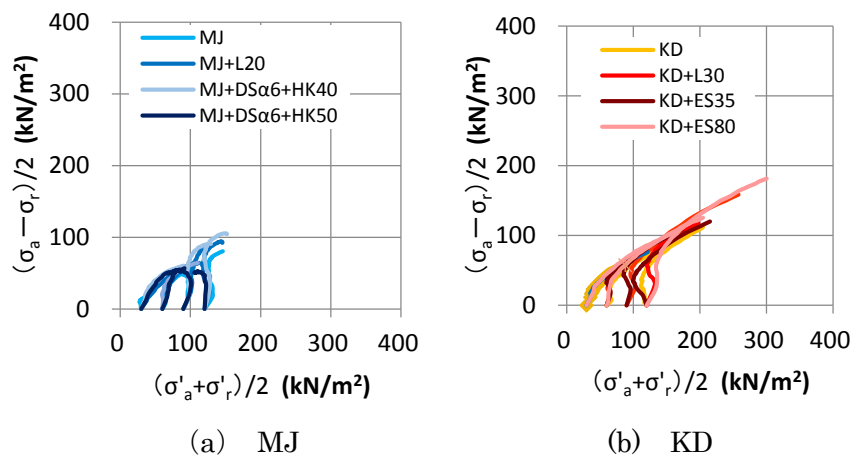
2 種類の泥土を粒状固化処理し、力学特性を検討したところ、未処理土に比べると透水係数やせん断強さは大きくなった。また、コーン指数を指標として比較した場合に、透水係数、変形係数やせん断強さへの影響は明確にはならなかった。

謝辞：(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) 前田邦斗ら：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) 三枝亮太ら：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.



(a) MJ (b) KD
図 2 応力ひずみ曲線 ($\sigma'_c=60 \text{ kN/m}^2$)



(a) MJ (b) KD
図 3 有効応力経路図

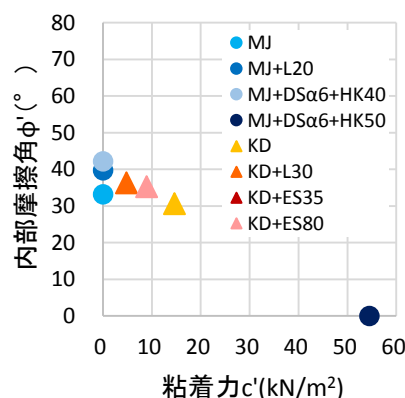


図 4 粘着力と内部摩擦角

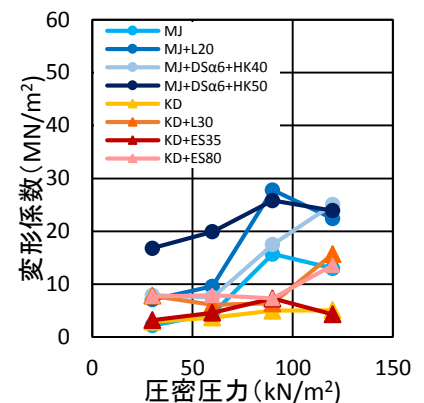


図 5 圧密圧力と変形係数