

フェロニッケルスラグを混合した火山灰質粘性土の性状と利用について

日本大学 学生会員 ○三宅 隼也

日本大学 正会員 秋葉 正一

日本大学 正会員 加納 陽輔

1. はじめに

建設発生土は年間約 2.5 億 m³ 発生しており, 環境負荷や経済的な観点から, 原位置への埋め戻しが理想的であるが, 品質によっては不適な場合もある. 中でも, 関東全域に分布する関東ロームは, 乱さない状態では, 透水性に優れているが, 一度この結びつきが乱されると強度や透水性が著しく低下するという難点があり, 関東ロームを建設発生土として再利用する際は, 石灰やセメント等による安定処理を必要とする. しかしながら, 近年ではセメント系改良土からの六価クロムの溶出が懸念されており, さらに都市部では透水性舗装の車道への導入が検討されていることから, 安全性をはじめ耐水性や透水性を付与する安定処理材について一考を要する現況にある.

本研究では, 産業副産物として年間約 250 万 t 発生しているフェロニッケルスラグ(以下, FNS)の特性に着目し, FNS を改良材として使用した. これにより, 建設発生土として付加価値の低い関東ロームに, 産業副産物として発生する FNS を添加することで, 新たな機能と用途を創出することを本研究の目的としている.

2. 研究概要

関東ロームの基本物性を表-1 に, FNS の基本物性を表-2, FNS およびセメントの化学組成を表-3 に示す.

改良材として用いた FNS は, SiO₂ や Al₂O₃ を多く含有することから, セメント代替材としての利用が期待できる. また本研究では建設用骨材としての整粒過程で派生した微粉末分を再焼成し, 粒状化したものを対象として, FNS の粒度が強度発現性や透水性に与える効果を検討するため, 最大粒径 4.75mm の FNS (A) と 13mm 以下の FNS (B) を比較評価した. FNS の粒径加積曲線は図-1 に示すとおりである. 供試体の作製方法は, 関東ロームを 4.75mm ふるいで裏ごしして均一に乱した自然含水比のものを母材とした. また, 処理材は FNS (A) と FNS (B) に対し, 補助材として消石灰を使用した. これらを FNS:消石灰=4:1 の割合で混合したものをそれぞれ処理材 (A), (B) とした. 各試料土の配合比を表-4 に示す. なお, 各評価試験は物理的な改良効果と化学的な改良効果を評価することを目的として, 改良直後 0 日と 7 日養生後 (室内養生 3 日, 水中養生 4 日) に実施した.

表-1 関東ロームの物理的性質

	含水比	土粒子の密度	液性限界 W _L	塑性限界 W _P	塑性指数 I _p	pH
関東ローム	122.8 (%)	2.808 (g/cm ³)	123.30 (%)	84.43 (%)	38.87	6.97

表-2 FNS の物理的性質

	FNS (A)	FNS (B)
密度 (g/cm ³)	2.582	2.727
吸水率 (%)	12.72	4.41

表-3 FNS およびセメントの化学組成

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
FNS	54 ~ 56 %	2 ~ 3 %	4 ~ 5 %
セメント	20 ~ 23 %	3.8 ~ 5.8 %	63 ~ 65 %

表-4 試料土の配合比

	関東ローム	処理材 (A)	処理材 (B)	生石灰
①	100%	0%	0%	0%
②	85%	15%	0%	0%
③	55%	45%	0%	0%
④	25%	75%	0%	0%
⑤	85%	0%	15%	0%
⑥	55%	0%	45%	0%
⑦	25%	0%	75%	0%
⑧	85%	0%	0%	15%

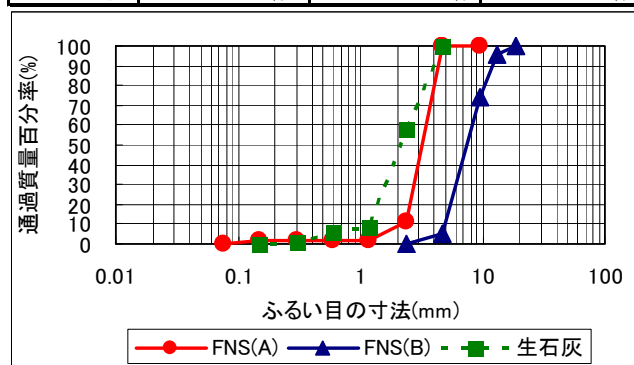


図-1 FNS, 生石灰の粒径加積曲線

キーワード: 関東ローム, フェロニッケルスラグ, 安定処理, 六価クロム, ポジラン反応

日本大学 生産工学部 土木工学科 秋葉研究室 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 Tel047-474-2427 Fax047-474-2449

3.1 六価クロム溶出試験

表-5 に六価クロム溶出試験（吸光光度法 JIS 010265-2-1）結果を示す。今回、材令 7 日および 28 日において試験を実施した。すべての供試体において基準値を十分に満足する結果が得られた。

3.2 締固めた土のコーン指数試験

コーン指数を図-2 に示す。関東ローム 100%の供試体は第 3b 種発生土と判定できる。一方、処理材を添加した供試体は、いずれもコーン指数が 800kN/m^2 以上を得ていることから第 2 種改良土として判定できる。このことから安定処理後は様々な場所で用途に合わせた施工が可能であると言える。

3.3 安定処理土の CBR 試験

CBR 試験を図-3 に示す。まず、0 日において処理材 A および処理材 B を 45%以上添加した供試体は、粒度改善や含水比低下などの物理的安定処理効果による強度増加が確認できる。このことから処理材の添加量が多く、FNS の粒径が大きいほど物理的な改良効果も大きいと言える。また、既存の方法である生石灰を添加した供試体と比較しても、生石灰を上回る改良効果が得られた。さらに、7 日目にかけて処理材 (A) を使用した処理土の改良効果が、処理材 (B) を使用した処理土と比較して強度増加が大きいことから、スラグの粒径が小さいほど化学反応が促進されるためと考えられる。

3.4 土の透水試験

透水係数を図-4 に示す。乱した関東ロームの透水係数は 10^{-6} 以下であるのに対して、FNS の添加量の増加に伴い、透水係数が増加し、75%の添加によって透水係数が 10^{-3} 程度にまで増加している。また、7 日目にかけて透水係数がやや低下する傾向が見られ、これは化学的な安定処理効果によって化合物が生成されて土粒子が結合したためと考えられる。

4. まとめ

- ・六価クロム溶出試験から安全性を十分に満足する結果が得られた。
- ・コーン貫入試験および CBR 試験からは FNS および消石灰添加による物理的安定処理効果、または化学的安定処理と思われる効果の発現が確認された。また、FNS の粒径が大きいほど物理的な改良効果が増し、FNS の粒径が小さいほど化学的な改良効果が早期に発現する。
- ・透水試験からは粒状の処理材を添加したことによる透水性の改善効果が確認された。

表-5 六価クロム溶出量

供試体No.	六価クロム (mg/L)	
	材令 7 日供試体	材令 28 日供試体
①	0.05未満	0.05未満
②	0.05未満	0.05未満
③	0.05未満	0.05未満
④	0.05未満	0.05未満
⑤	0.05未満	0.05未満
⑥	0.05未満	0.05未満
⑦	0.05未満	0.05未満
⑧	0.05未満	0.05未満

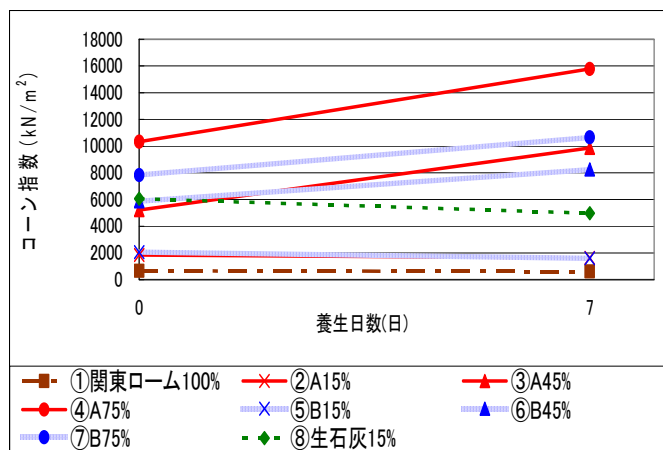


図-2 養生日数とコーン指数の関係

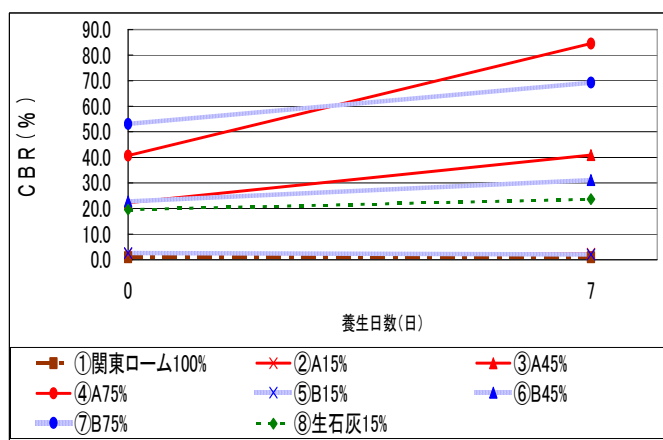


図-3 養生日数と CBR の関係

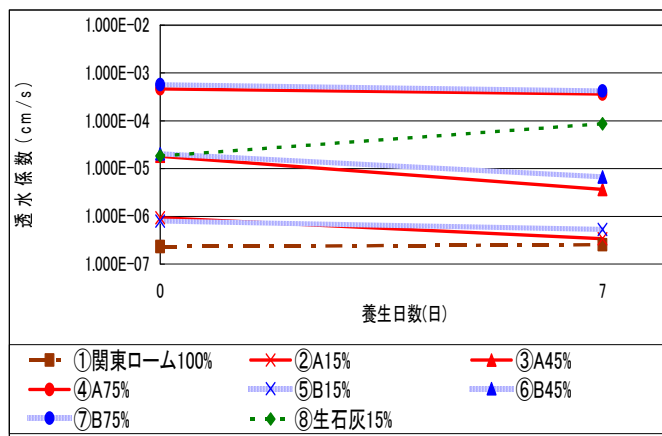


図-4 養生日数と透水係数の関係