

産業副産物の微粉末を用いた地盤改良材に関する基礎検討

Fe石灰技術研究所 正会員 ○庄嶋 芳卓
日本大学 正会員 秋葉 正一
日本大学 正会員 加納 陽輔
Fe石灰技術研究所 正会員 井 真宏

1. はじめに

循環型社会形成推進基本法が平成 12 年に制定されて以降、最終処分場の延命化や資源の有効利用を目的に個別の廃棄物・リサイクル関係の法律が一体的に整備されてきた。

廃棄物の中でも非鉄金属精錬の副産物として生成される銅スラグ(CUS)やフェロニッケルスラグ(以下、FNS)の非鉄金属スラグは共に年間約 250 万ton産出している。これらの非鉄金属スラグは、コンクリート用骨材としての活用がJISによって規格化されていたり、アスファルト混合物用骨材や埋戻材として再生利用されている。

一方、九州地方においては、消石灰と微粉酸化鉄（以下、Fe粉）からなるFe石灰が安定処理材として多用されているが、Fe石灰は経験的に培われた面が多く、Fe粉の及ぼす影響など解明すべき点が残されている。

本研究では、FNSの微粉末（以下、FNS粉）およびFe粉のそれぞれについて、これらの微粉末単体だけでは不足するセメンテーション効果を補うため消石灰を混合し、地盤改良材の石灰系安定処理材としての有効性を検討するとともに、まさ土（花崗岩風化残積土）にこの安定処理材を添加した場合の効果について検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

表－1 に使用材料の物理的性状を、表－2 にFNS粉、Fe粉と消石灰の割合および突固めによる土の締固め試験（JIS A 1210）により求めた最適含水比を示す。また、地盤改良材とまさ土の割合は、現在用いられているFe石灰（消石灰：Fe石灰＝75：25）を参考に表－3 のとおりとした。ここで、地盤改良材とまさ土を混合した処理土の含水比は、まさ土の最適含水比である10%とした。

2. 2 試験方法

地盤改良材の有効性の確認は、φ 5cm×10cmの最適含水比での供試体を作製して一軸圧縮試験（JIS A 1216）を実施した。なお、供試体の養生は、0日（作成後20

表－1. 使用材料の物理性状

	密度 (g/cm ³)	粒度 (%)			
		粘土分	シルト分	砂分	礫分
FNS粉	3.004	8	39	53	0
Fe粉	4.100	3	90	7	0
消石灰	2.360	8	89	3	0
まさ土	2.656	6	7	63	24

表－2. 使用材料の配合割合と最適含水比

名 称	配合比 (%)			最適含水比 (%)
	FNS粉	Fe粉	消石灰	
FNS20	20		80	29.4
FNS40	40		60	22.3
FNS60	60		40	17.4
FNS80	80		20	11.2
Fe20		20	80	28.4
Fe40		40	60	26.2
Fe60		60	40	20.5
Fe80		80	20	17.4
消石灰			100	38.9

表－3. 地盤改良材とまさ土の割合

名 称					FNS20・FNS40 Fe20・Fe40 消石灰 (%)	まさ土 (%)
FNS20 (7)	FNS40 (7)	Fe20 (7)	Fe40 (7)	消石灰 (7)	7	93
FNS20 (15)	FNS40 (15)	Fe20 (15)	Fe40 (15)	消石灰 (15)	15	85
FNS20 (30)	FNS40 (30)	Fe20 (30)	Fe40 (30)	消石灰 (30)	30	70
FNS20 (50)	FNS40 (50)	Fe20 (50)	Fe40 (50)	消石灰 (50)	50	50
FNS20 (70)	FNS40 (70)	Fe20 (70)	Fe40 (70)	消石灰 (70)	70	30
まさ土					0	100

キーワード 産業副産物、地盤改良材、フェロニッケルスラグ、Fe石灰、一軸圧縮試験

連絡先 〒811-3114 福岡県古賀市舞の里4丁目4番5号 (社) エフイ石灰技術研究所 TEL 092-942-7011

時間), 7日(6日室内養生, 1日水浸養生) および28日(7日養生の4サイクル)とし, 養生温度は, 室内・水浸ともに $20 \pm 3^\circ\text{C}$ とした. なお, 地盤改良材を混入したまさ土の供試体は上記の0日および7日養生とした.

3. 実験結果および考察

3. 1 地盤改良材としての強度発現性

最適含水比での一軸圧縮強さを図-1に示す. FNS粉と消石灰の地盤改良材(以下, FNS石灰)およびFe石灰は, 消石灰単体に比べ養生日数に関わらず強度増加が見られた. また, Fe石灰は, Fe粉の割合が多いほど応力の増加傾向が見られたのに対し, FNS石灰はFNS40を頂点にそれ以上FNS粉を増加しても強度発現の増加が見られなかった.

消石灰単体では材齢0日が最も高い値を示し, 長期的な強度発現が見られなかったのに対して, FNS石灰・Fe石灰は逆に材齢7日までは, ほとんど変化が見られないが, 材齢28日では高い強度を示した. これより, 現在使用されているFe石灰だけでなく, FNS石灰についても地盤改良材として長期の強度増進効果が見込める.

3. 2 まさ土に対する地盤改良材としての強度発現性

地盤改良材を混入したまさ土の一軸圧縮強さを図-2に示す. まず, 材齢0日と7日強度を比較すると, まさ土に混入する地盤改良材の添加量が比較的多い場合に7日強度が0日強度より低い傾向が見受けられる. つぎに, 添加量の増加に対する強度発現の傾向は, ある添加量をピークに凸型の傾向であり, 最適な添加量が存在することがわかる. この最適な添加量は7日強度において, FNS石灰・Fe石灰ともに概ね15~30%である. また, 地盤改良材であるFNS石灰・Fe石灰における微粉末と消石灰の割合は, 微粉末を20%としたFNS20およびFe20の方が40%添加のFNS40およびFe40より材齢7日における強度が高くなった.

4. まとめ

本実験の結果, 産業副産物の微粉末であるFNS粉・Fe粉に消石灰を添加した地盤改良材は, 消石灰だけでは不足する長期の強度増進効果が確認された. また, 地盤改良材をまさ土に混合する場合, 地盤改良材のまさ土に対する添加率は15~30%程度で, 地盤改良材のFNS粉・Fe粉と消石灰の割合は20:80程度が短期での強度発現が見られ, FNS粉・Fe粉の地盤改良材としての効果が確認できた.

今後は, 地盤改良材をまさ土に混合することによる長期的強度発現効果の確認を評価するとともに, 力学的面からだけでなく走査型電子顕微鏡(SEM)による微視的構造の観察や粉末X線回析分析によって, ミクロ的な面から反応性について定性的な解明を実施する予定である.

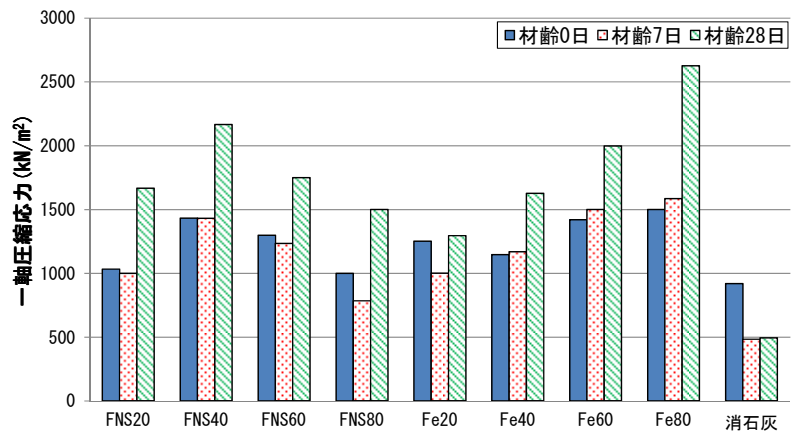


図-1. 最適含水比における一軸圧縮強さ

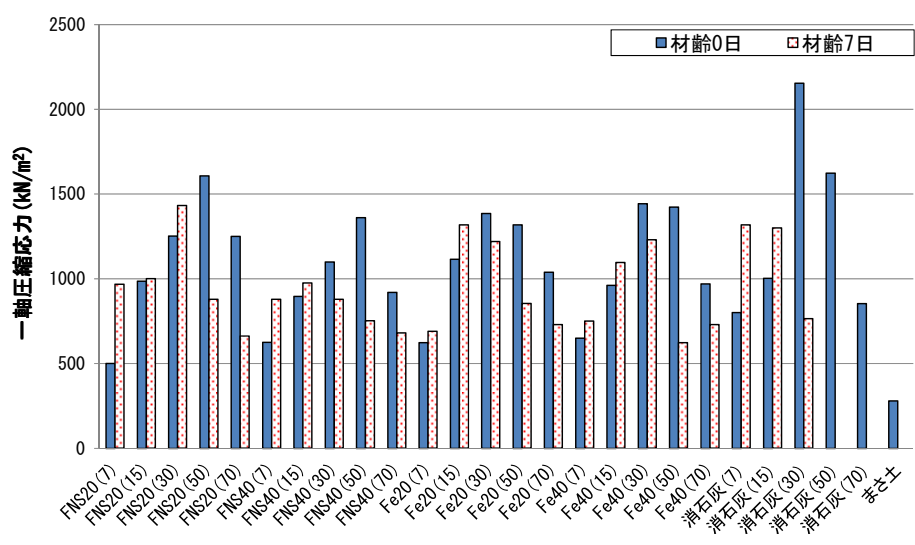


図-2. 地盤改良材とまさ土の一軸圧縮強さ