

中性固化材と微粉末スラグを用いた地盤改良土の 工学的基礎特性

福山大学大学院 学生会員 ○渡邊 賢二
 福山大学建設環境工学科 正会員 田辺 和康
 福山大学建設環境工学科 フェロー 富田 武満
 石原産業株式会社 正会員 大澤 誠司

1. はじめに

近年、地盤改良分野において環境問題がクローズアップされてきた。なかでもセメント系・石灰系地盤改良土からの六価クロムの溶出問題や強アルカリ性問題が取り上げられている。これらの問題に対処するための研究が進んでいる中、中性固化処理技術の研究開発が着目されてきた。このような背景から、本研究では焼石膏を主材とする中性固化材と微粉末スラグを用いた地盤改良土の工学的な基礎特性について検討を行った。

2. 用いた試料と実験方法

2.1 対象土の物理化学特性

対象土の選定にあたっては、基礎的な処理効果を追跡するために粉体状の無機質シルトを用いた。表-1に対象土の物理化学特性を示す。

表-1 対象土の物理化学特性

粒度分布(%)			液性限界 w _L (%)	塑性限界 w _P (%)	塑性指数 I _p	土粒子密度 ρ _s (g/cm ³)	強熱減量値 Li(%)	pH
粘土分	シルト分	砂分						
46.0	53.7	0.3	40.0	16.6	23.4	2.638	3.0	5.71

表-1 をみると、対象土はシルト分・粘土分を主体として構成されていることがわかる。強熱減量値は 3.0%、pH 値は 5.71 であり、無機質で弱酸性試料であることが認められた。

2.2 処理材の特性

処理材は焼石膏を主材として高分子凝集材(以下、高分子剤と称する)を助剤に用いた。また、強度改善を目的とした配合では第 3 物質として微粉末スラグ(以下、スラグと称する)を用いた。表-2 に焼石膏とスラグの化学組成成分の構成割合を示す。

表-2 処理材の化学組成(%)

	比表面積 (cm ² /g)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total
焼石膏	5790	1.2	0.3	3.5	48	0	46	99
スラグ	5550	32	15	0.4	44	5.3	0.6	97.3

表-2 をみると、両処理材ともに比表面積が大きく、水との反応性が高い材料であることが認められる。また、スラグの塩基度は 2.01 である。高分子剤は対象土の pH 値とコスト及び現場施工の汎用性を考慮してアニオン型の高分子剤を採用した。

2.3 実験方法

図-1 実験の流れを示す。対象土の初期含水比は 1.0w_L(ρ_t=1.786g/cm³)と 1.2w_L(ρ_t=1.716g/cm³)の 2 種に調整した。処理材の添加順序は、①高分子剤→焼石膏と②スラグ→高分子剤→焼石膏とした。②はスラグによるアルカリの溶出を考慮して決定した。事前の配合試験により高分子剤の添加量は、処理土が粒状体を形成する最少添加量 1.40kg/m³を一定条件とした。スラグの添加量は焼石膏の添加量(100kg/m³, 150kg/m³, 200kg/m³)に対してそれぞれ 20%、40%及び 60%とした。なお、供試体は 1.5kg ランマーで 5×10cm モールドに 3 層突固めとし、締固めエネルギーは 550kJ/m³を条件とした。

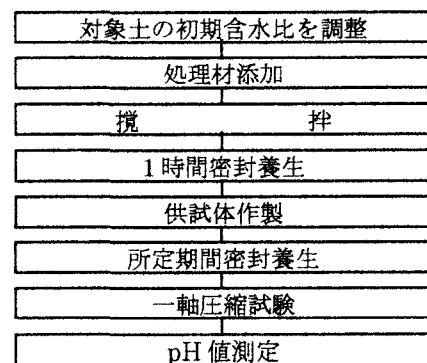


図-1 実験の流れ

養生条件は密封で温度設定 20℃、相対湿度 90% 以上を条件とし、試験の測定頻度は供試体作製直後、1 日後、3 日後、7 日後、14 日後、28 日後とした。

3. 実験結果と考察

図-2 に養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。(a)の(G+P)処理土は、養生日数に伴う処理土の強度発現が認められない。これはセメント系及び石灰系処理土ではみられない、焼石膏処理土の特徴である。初期含水比が一軸圧縮強さに及ぼす影響について同量の添加処理で比較すると、1.0w_L 処理土と 1.2w_L 処理土の間に約 15kPa の強度差が認められた。焼石膏添加量が一軸圧縮強さに及ぼす影響についてみると、50kg/m³ 増えるごとに約 20kPa の強度増加を示すことが認められた。全体的に処理強度は低く、盛土材($q_u \geq 100$ kPa)として使用するまでには至らない。(b)~(d)のスラグ添加処理土の強度発現は、スラグの添加量が直接影響することが明らかとなった。盛土材料としての品質を強度面で満足した処理土は、焼石膏とスラグ添加量が多い 7 種の処理土で認められた。

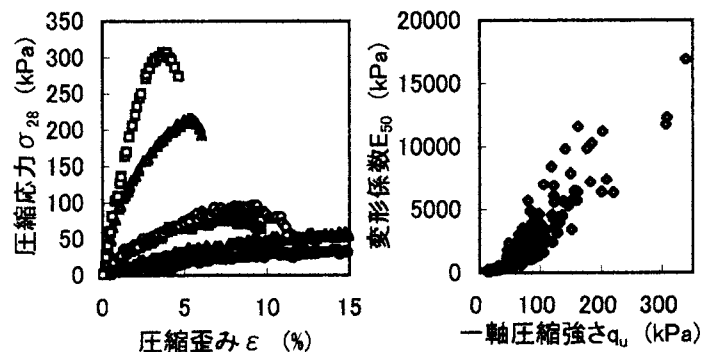
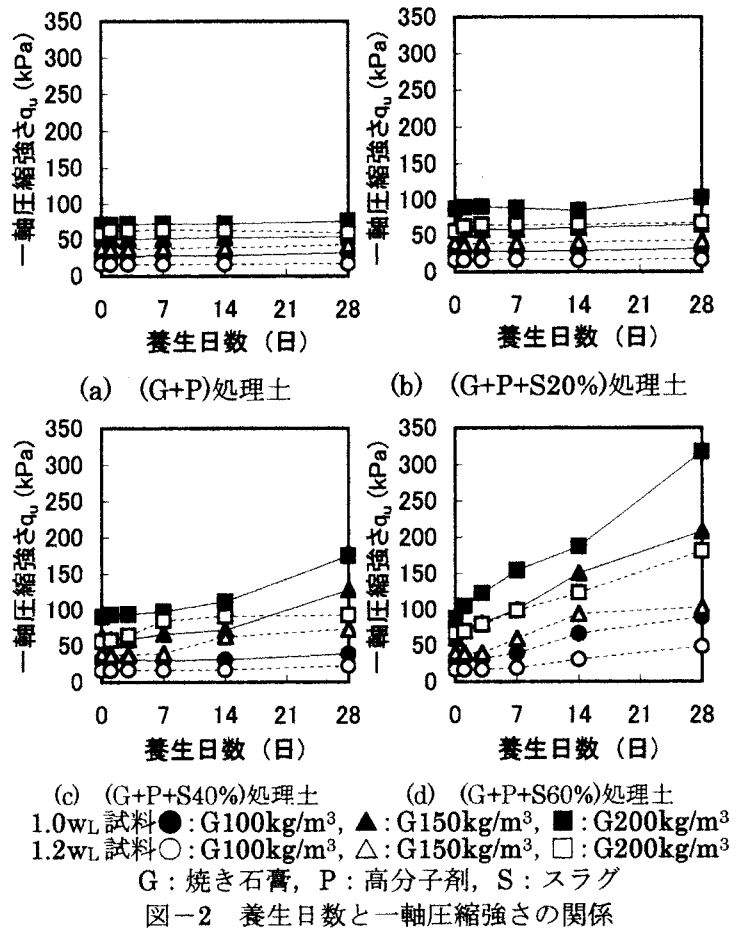
図-3 に処理土の応力と歪みの関係を示す。一軸圧縮強さが 100kPa 未満の低強度試料は、破壊歪みが大きい。一方、一軸圧縮強さが 100kPa 以上の試料は、破壊歪みが小さくなるもののそれでも全試料で 3.0%以上を示した。図-4 に一軸圧縮強さと変形係数の関係を示す。中性固化処理土の変形係数は一軸圧縮強さの約 50 倍程度であり、一般の土質と同様な傾向を示した。処理土の変形状況については、全体的にたる型変形を示し、局部的な集中変形は発生しなかった。

図-5 に養生日数と pH 値の関係を示す。焼石膏を用いた処理土の pH 値は中性域である。スラグ添加処理土の pH 値は 11 前後を示しており、総理府の定める排出基準値内($5.8 \leq \text{pH} 8.6$)を大きく上回っている。しかしセメント系や石灰系処理土のような強アルカリ状態(pH 値 12 以上)ではない。pH 値と強度発現があまり対応していない要因は、アルカリ度に対する反応生成物の生成速度の違いにタイムラグが生じたものと考えている。

4. おわりに

中性固化材と微粉末スラグを用いた地盤改良特性について検討を行った結果、以下のようなことが明らかとなった。

- ① (G+P)処理土は早期に水和が終了し、その後の強度発現は示さない。
- ② スラグ添加処理土の強度は養生日数に伴って増加するものの、pH 値はアルカリ性を示した。よって、アルカリ反応物質に頼らない固化材の開発が重要となる。



黒: スラグ 0%, 白: スラグ 60% 図-3 応力と歪みの関係
 (ex. 1.0w_L S 0%と S60%処理土)

図-4 一軸圧縮強さと変形係数の関係

