

Ⅲ－21

溶融スラグの有効利用について

秋田高専 正会員 対馬 雅己

秋田高専 正会員 ○花田 智秋

秋田高専 正会員 肴倉 宏史

1. はじめに

秋田市総合環境センターの溶融施設から排出される溶融物として、メタル、スラグなどがある。メタルについては金属精錬還元剤として有効に利用されているが、スラグは主にコンクリートの二次製品やアスファルト舗装などの骨材に限られているのが現状である。そこで本研究は、スラグと土材料などと混合して、土質改良の効果を調べるとともに、路盤材、とりわけ下層路盤材としての有効利用の可能性を検討するものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、スラグと粘土である。スラグは秋田市総合環境センターの溶融施設から排出されたもので、物理的性質を表-1に示す。また、粘土については秋田市の周辺から採取したものである(表-2)。実施した試験はすべて一軸圧縮試験であって、以下の4種類の実験条件に基づいて行った。なお、供試体は所定の条件で突き固めた直径50mm、長さ100mmである。

表-1 スラグの物理的性質

密度(g/cm ³)	吸水率(%)	粒径(mm)
2.87	0.48	2.36～0.15

表-2 粘土の物理的性質

土粒子の密度(g/cm ³)	液性限界(%)	塑性指数
2.55	34.0	9.3

1) 粘土のみによる圧縮試験。2) 粘土に普通ポルトランドセメントを添加し、所定の養生期間後の圧縮試験。セメントの添加率は2, 5, 10%とし、これらの添加した粘土に対してそれぞれ養生期間を1, 3, 7日に設定した。3) スラグと粘土の混合土による圧縮試験。スラグと粘土の混合割合はそれぞれ乾燥重量比で50%とした。4) スラグと粘土の混合土に普通ポルトランドセメントを添加し、所定の養生期間後の圧縮試験。スラグと粘土の混合割合はそれぞれ乾燥重量比で50%とした。また、セメントの添加率は2, 5, 10%とし、これらの混合土に対してそれぞれ養生期間を1, 3, 7日に設定した。

なお、粘土の含水比はすべて30%に設定した。

3. 実験結果および考察

図-1, 2は粘土と混合土について、セメント2%および10%添加し、養生期間の違いによる応力とひずみの関係を示したものである。これらの図から分かるように、材料の違いおよび養生期間によって初期変形挙動や強度がかなり異なることが認められる。図-1において、セメントを2%添加した場合、粘土のみでは養生期間によってばらつくが、固化作用により強度はやや増加するものの、粘土粒子間の粘性によって破壊時のひずみがかなり大きい。また、同様な条件下における混合土では、養生期間によって明確な強度差が生じ、破壊時のひずみはさほど変わらないが1%程度で破壊に達している。混合土ではセメントを添加することによって、これらの粒子が水和反応に複雑に結合し、養生期間が長いほど、より堅固な骨格構造を形成したものと考えられる。図-2は、図-1と同じ条件の下でセメントを10%添加したものであり、セメント2%添加と同様な傾向を示すが、より鮮明な強度差が認められる。また、粘土および混合土の破壊時のひずみもセメント2%添加に比べて小さくなる傾向を示す。養生期間1日による混合土では粘土に比べて1.5倍程度強度が増加するのに対して、養生期間7日では約3.5

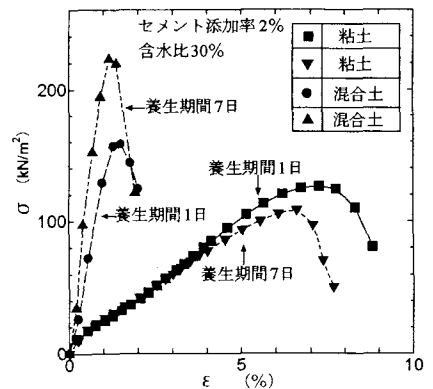


図-1 応力～ひずみ関係

倍も増大することが認められる。このように、通常のセメント安定処理土よりも粘土とスラグの混合土にセメントを添加することによって、かなりの土質改良効果が期待できるものと考えられる。図-3, 4 は粘土および混合土に対してそれぞれ 2, 5, 10% のセメントを添加し、一軸圧縮強度 qu と養生期間の関係を示したものである。図-3 から分かるように、粘土にセメントの添加量を増やすことによって、強度増加が顕著であるが、セメント添加率 2%, 10% に対する養生期間の関係では養生期間 3 日程度で強度がピークに達し、それ以降、強度に変化が認められないようである。図-4

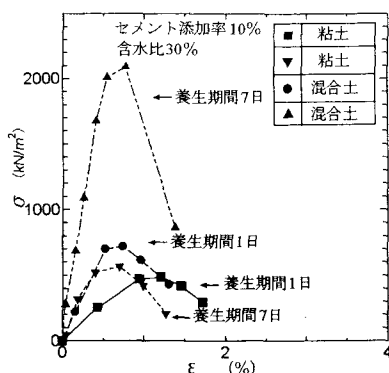


図-2 応力～ひずみ曲線

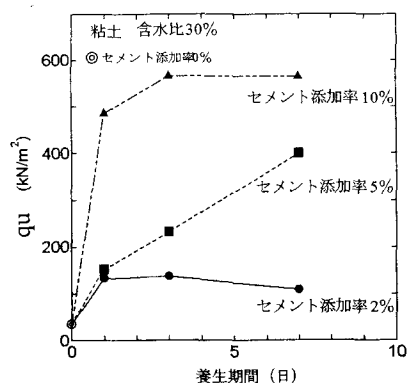


図-3 qu ～養生期間関係

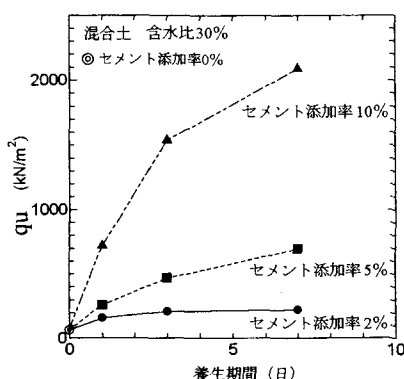


図-4 qu ～養生期間関係

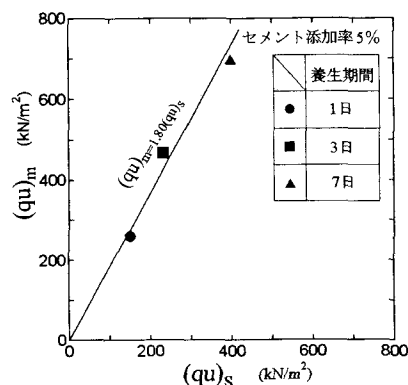


図-5 $(qu)_m \sim (qu)_s$ 関係

に示した混合土は、粘土と同様、セメントの添加量を増やすことによって、強度が増大しそれらの強度は粘土と比べてかなり顕著であることが認められる。また、3 種類の添加量のもとで養生期間をパラメータとして検討するとセメント添加率 2%を除いて強度の増加がかなり大きいことが分かる。粘土および混合土にセメントを添加し、要求される下層路盤材の強度 (980kN/m^2) を検討すると、粘土にセメント 10% 添加し養生期間 7 日では、必要とされる強度の 60% であるが、混合土にセメント 10% 添加し、養生期間が 2 日以上であれば、下層路盤材としての強度が十分確保できることが認められた。図-5 はセメント添加率 5% の条件下で、養生期間をパラメータとした混合土の一軸圧縮強度 $(qu)_m$ と粘土の $(qu)_s$ の関係を示したものである。この図から分かるように、若干ばらつくが $(qu)_m$ と $(qu)_s$ の間には、ほぼ線形関係が認められた ($(qu)_m = 1.80(qu)_s$)。

表-3 に各試料の含有量試験および溶出量試験の結果を示す。スラグの環境基準には土壌環境基準が援用されており、含有量試験 (環告 19 号, 1M 塩酸抽出) は直接摂取, 溶出量試験 (環告 46 号, 純水への溶出) は水系汚染を評価対象とするが、鉛とカドミウムについてはいずれも基準に合格できることが確認された。

今後、粘土とスラグにセメントを添加した混合土のさらなる環境評価や経済的な観点から粘土とスラグの混合割合、セメント添加量などの検討が必要であると考えられる。

〈参考文献〉 1) (社)セメント協会:セメント系固化剤による地盤改良マニュアル 2) 根本:安定処理と補強土の締め固め, 土と基礎, Vol. 38, No. 12, pp. 69-73, 1990.

表-3 含有量試験と溶出量試験結果

		含有量試験 (環告 19 号) 単位: mg/kg		溶出量試験 (環告 46 号) 単位: mg/L	
試料		鉛	カドミウム	鉛	カドミウム
スラグ		32.2	0.0	0.004	<0.0003
粘土		1.6	0.0	0.005	<0.0003
スラグ+粘土 (セメント添加率)	0%	44.1	0.2	0.010	<0.0003
	2%	10.2	0.0	<0.001	<0.0003
	5%	9.4	0.0	<0.001	<0.0003
	10%	7.6	0.1	0.003	<0.0003
環境基準		150	150	0.01	0.01