

# 秋田県産未利用資源とごみ溶融スラグの混合による新たな地盤材料

秋田工業高等専門学校 技術教育支援センター 環境システム支援グループ  
技術専門職員 花田 智 秋

## 1. はじめに

秋田県男鹿市では岩石の採掘に伴って岩石のダスト、いわゆる岩ズリが副産物として同時に産出される。岩石は道路用砕石等に使用されているが、岩ズリにおいては一部に風化が進み、建設資材の用途には皆無であり処分場に堆積されているのが現状である。本研究では岩ズリの有効利用を図るため、岩ズリと秋田市のごみ溶融施設から排出されるごみ溶融スラグを混合して、新たな地盤材料としての活用と強度の向上を図るとともに、この混合材料の経済性を考慮した有効利用についても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、岩ズリとスラグである。岩ズリは秋田県男鹿市から産出されたもので、物理的性質を表-1に示す。スラグについては秋田市総合環境センターのごみ溶融施設から排出されたものである(表-2)。岩ズリはスラグとの結合向上の観点から粉碎し粒径調整した。また、スラグは二酸化ケイ素を含有していることから、微粉碎によって潜在水硬性が期待できるため混合材料となるスラグの粒径は $250\mu\text{m}$ とした。実施した試験はすべて一軸圧縮試験であって、以下の3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 $50\text{mm}$ 、長さ $100\text{mm}$ である。1) 岩ズリのみによる圧縮試験。2) 岩ズリとスラグの混合土による圧縮試験。岩ズリとスラグの混合割合はそれぞれ乾燥重量比で25, 50, 75%とした。3) 岩ズリとスラグの混合土にセメントを添加し、所定の養生期間後の圧縮試験。岩ズリとスラグの混合割合はそれぞれ乾燥重量比で25, 50, 75%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, 28, 90日に設定した。なお、1)~3)の試験で使用した材料の含水比は最

表-1 岩ズリの物理的性質

密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	吸水率(%)	粒径(mm)
2.81	1.43	5.00以下

表-2 スラグの物理的性質

密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	吸水率(%)	粒径(mm)
2.87	0.60	2.36~0.15

適含水比により12%とした。

## 3. 実験結果および考察

図-1, 2は微粉碎した岩ズリおよび混合土について、セメント2, 5%添加し、さらに養生期間1, 7, 28日毎に岩ズリの一軸圧縮強度( $qu$ )<sub>R</sub>を基準とした一軸強度比 $qu/(qu)_R$ と混合土のスラグ混合割合の関係を示したものである(以下、スラグ25, 50, 75%の混合土を混合土25, 50, 75%と呼称する)。図-1から分かるように、混合土のスラグ混合割合が増加するに伴って、一軸強度比が増大することが認められる。混合土75%においては養生期間によって

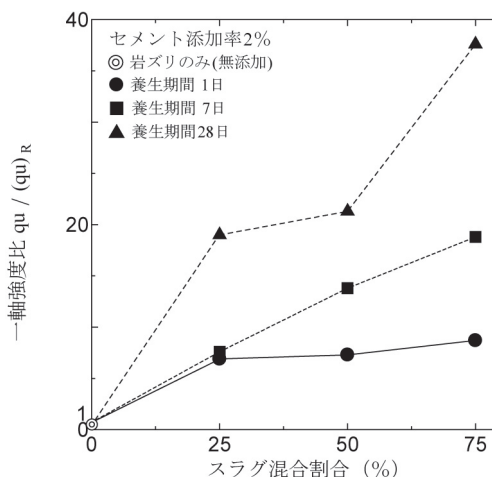


図-1 一軸強度比~スラグ混合割合

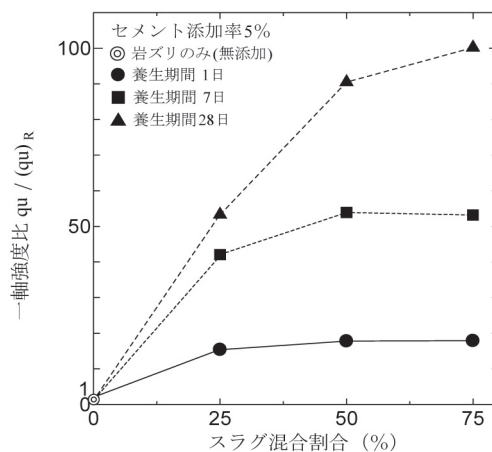


図-2 一軸強度比~スラグ混合割合

一軸強度比の増加割合が顕著である。これは岩ズリとスラグがセメント添加によって結合し、また微粉砕したスラグの潜在水硬性が複合的に発揮され骨格形成されたものと考えられる。図-2は、図-1と同じ条件下でセメント5%添加したものであり、セメント2%添加と同様の傾向を示し、一軸強度比の

増加割合はセメント添加2%添加に比べてかなり顕著である。このように岩ズリの有効利用の観点から微粉砕した岩ズリとスラグを混合し、セメント添加によって地盤材料として強度の向上を得ることが確認された。図-3は、混合土75%にセメント5、10%、同様な混合土に消石灰<sup>1)</sup>5、10%添加した一軸圧縮強さ $q_u$ と養生期間3、7、28、90日の強度の推移を示したものである。この図から分かるように、いずれも養生期間の増加に伴って強度が増大する傾向を示す。養生期間7日において、添加したセメントと消石灰<sup>1)</sup>について同量の添加率5%で強度比較するとセメント添加した混合土は消石灰添加<sup>1)</sup>に比べ8倍程度、同様に添加率10%では、6倍程度の強度差が認められる。また、セメント添加5%および消石灰添加<sup>1)</sup>10%の養生期間毎に強度比較から養生期間7日では強度の相違が認められるが長期養生期間28日以降はさほど強度差は認められないようである。図-4、5は混合土25、75%に対してそれぞれセメント2、5、10%添加した一軸圧縮強さ $q_u$ と養生期間の関係を示したものである。図-4から分かるように、混合土25%にセメント添加率を増すことにより強度増加が顕著であり、長期にわたり改良効果が継続することが認められる。また、養生期間が長期ほどセメント添加率2%に比べて添加率5、10%の方が顕著な増大する傾向が認められる。要求される下層路盤材の強度(980kN/m<sup>2</sup>)を検討すると、混合土25%にセメント2%添加し養生期間3日程度、さらに上層路盤材の強度(2900kN/m<sup>2</sup>)を検討すると、セメント5%添加し養生期間7日程度で必要強度が認められた。図-5に示した混合土75%では混合土25%と同様な傾向を示し、図-4と同様、下層路盤材の強度(980kN/m<sup>2</sup>)を検討すると、セメント2%添加し養生期間3日程度、さらに上層路盤材の強度(2900kN/m<sup>2</sup>)を検討すると、セメント5%添加し、養生期間3日程度でいずれも必要強度を十分に確保できることが認められた。混合材料からの溶出成分による環境評価として、微粉砕前のスラグ単体と、微粉砕した混合材料の含有量試験および溶出量試験から鉛とカドミウムおよび六価クロムについては環境基準に合格できることが確認された。

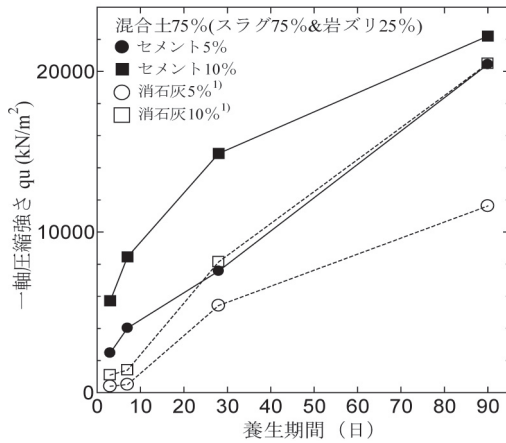


図-3  $q_u$ ～養生期間関係

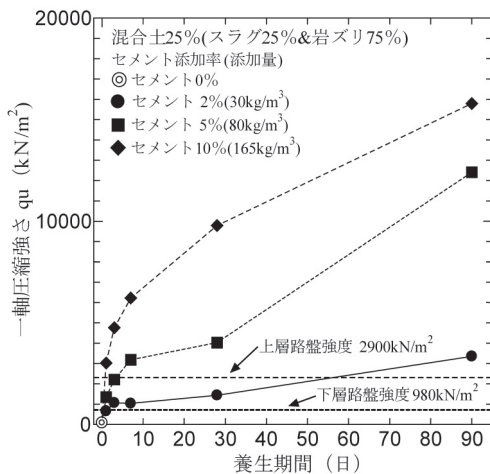


図-4  $q_u$ ～養生期間関係

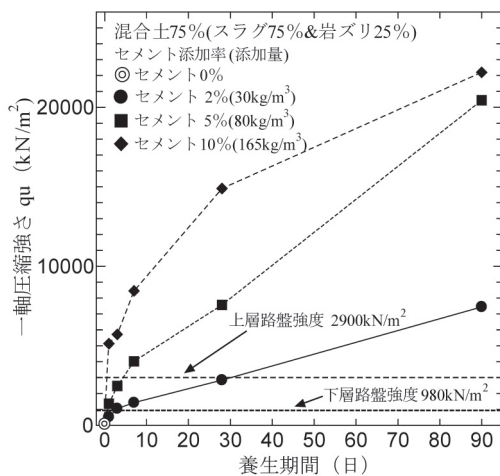


図-5  $q_u$ ～養生期間関係

#### 4. まとめ

微粉砕した岩ズリとスラグにセメント添加した混合土は水和反応による硬化とスラグの潜在水硬性が複合的に発揮され地盤材料として強度増大が認められた。下層路盤材としての強度は混合土25%以上、セメント添加2%、養生期間3日程度、また上層路盤材としての強度は混合土25%以上、セメント添加5%、養生期間7日程度で適用できる。混合材料の環境評価として、スラグ単体および微粉砕した混合土の含有量試験、溶出量試験から鉛とカドミウムおよび六価クロムについては環境基準に合格した。