

明石高専

学生員 ○吉野 智紀、高橋 統気

明石高専

正会員 澤 孝平、友久 誠司

新日本製鐵（株）

正会員

道下 恭博

広鉦技建（株）

正会員

井奥 哲夫

1. まえがき

近年の大規模工事により、軟弱・高含水比の泥土が大量に発生している。また、製紙工程の廃水処理で発生する製紙焼却灰も、静岡県富士市の平成 11 年度だけでも年間 14.8 万 t にのぼり、そのうち 3.4 万 t は産業廃棄物として埋め立て処分されている。これらの製紙焼却灰や泥土のうち汚泥は産業廃棄物として扱われるが、ゼロエミッションへの取り組みから再利用が要請されている。

本研究は、軟弱・高含水比のために利用が困難な土に、製鋼スラグを混合することにより粒度調整を行い、高規格堤防や道路の路床材料として有効利用することを目的としている。また、製鋼スラグのエイジングをしていないものの利用も検討する。このエイジング処理をしていない製鋼スラグには膨張性があるため、泥土と未エイジングスラグを混合して養生を行い、膨張量及び養生前後の強度を測定する。

2. 試料および実験方法

実験に用いる試料は、兵庫県稲美町で採取した粘性土（自然含水比 125%， $w_L=115\%$ ， $I_p=66.3$ ，土粒子密度 2.49g/cm^3 ）を天日乾燥によって含水比を低下したもの（含水比 95%， $\text{CBR}0.2\%$ 、以下「不良土」と呼ぶ）である。そして、不良土の強度を改善するために、製鋼スラグ（新日本製鐵（株））及び製紙焼却灰（富士製紙共同組合）を混合する（これを「改良土」と呼ぶ）。

供試体は 15cm モールドで作成し、成形直後（実験 1）と 56 時間の膨張促進養生（水浸養生及び蒸気養生）後（実験 2）に強度試験を実施する。実験 1 の配合は（粘性土：スラグ）を（50：50）と（60：40）の質量比で混合したもの（以後、改良土の配合は（粘性土：スラグ）の割合で表す）に対して、製紙焼却灰を 0, 10, 15% 混合する。実験 2 は未エイジングスラグを用い、配合（50：50）、（60：40）で混合したものに対して、製紙焼却灰を 10% 添加し、膨張量（供試体の高さの変化）を測る。また、強度試験は CBR 試験を行う。

3. 結果と考察

図 1 は改良土の製紙焼却灰混合率と CBR の関係を示している。自然含水比 125% の粘性土を用いた改良土は製紙焼却灰混合率を 20% にまで増加しても、道路路床の基準値（ $\text{CBR}3\%$ ）を達成できない。しかし、粘性土の含水比を 95% まで低下させ、製紙焼却灰を 15% 混合すると CBR は顕著な増加が見られる。

図 2 は（粘性土：スラグ）の配合と CBR の関係である。製紙焼却灰混合率 0% の改良土は、スラグ混合率およびスラグの最大粒径に関わらず、CBR は 1% 以下の低い値である。また、製紙焼却灰混合率を 10% まで増加させた改良土は $\text{CBR}3\%$ 程度となったが、スラグ混合率等による CBR の違いは見られなかった。一方、製紙焼却灰混合率を 15% に増やすと全ての改良土は基準値を達成し、スラグ混合率 40% の改良土に対し、50% のものは CBR が約 2 倍の 8% となり顕著な増加を示す。この原因は改良土の含水比の低下とスラグ混合率の増加による

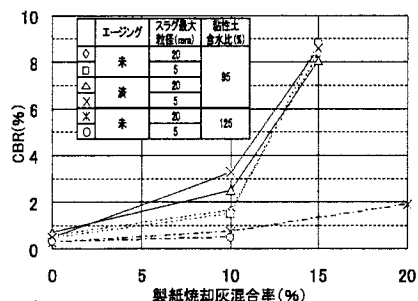


図 1 製紙焼却灰混合率と CBR の関係

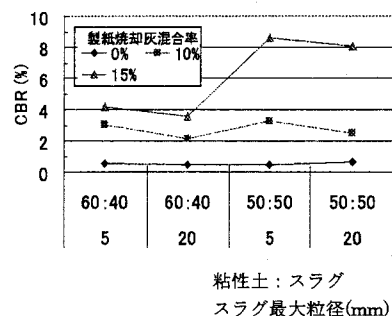


図 2 （粘性土：スラグ）の配合と CBR の関係

骨組み構造の形成と考えられる。

図3は改良土の含水比と CBR の関係である。製紙焼却灰混合率が0%と10%の改良土はスラグ混合率が40%から50%に増加すると、含水比は約10%減少するが CBR は変化しない。しかし、製紙焼却灰混合率が15%の改良土は含水比の減少とともに CBR は大きく増加する。この原因は澤ら¹⁾が指摘しているように、改良土の含水比がある値以下では CBR が急激に上昇するためだと考えられる。本研究では、製紙焼却灰混合率15%で確実な CBR の増加が得られたことにより、その境界の含水比は約28%であると考えられる。

図4は未エージングスラグおよびそれを混合した改良土の膨張量である。水浸養生を行った供試体の膨張量の方が、蒸気養生より大きくなっている。また、配合別では(60:40)より、(50:50)の方が、さらにスラグの最大粒径別では5mmスラグより20mmスラグを混合した方が膨張量は大きな値を示した。しかし、膨張量は約1mmであり、スラグのみと比べると約1/3である。

図5は改良土の養生前後の含水比である。養生後の含水比は、蒸気養生より水浸養生の方が大きい。このことから水浸養生は供試体が多く吸水し、膨張量が大きくなったことが分かる。

図6は改良土の養生前後の CBR である。配合(50:50)では供試体表面の乾燥のため異常な値が測定されているが、配合(60:40)と比較すると、蒸気養生と水浸養生後の供試体の CBR は養生しないものとほぼ同じである。

以上の結果、未エージングスラグを混合した改良土において、スラグの粒径および養生方法が CBR に与える影響はほとんどないと考えられる。

4. あとがき

本研究において、次のことが明らかになった。

- (1)製紙焼却灰を混合した改良土は、含水比がある値以下になると CBR は急激に増加する。
- (2)製紙焼却灰を混合した改良土は、その混合率に応じて強度が増加する。
- (3)(粘性土(w=95%):スラグ)の配合が(50:50)と(60:40)の改良土の比較では製紙焼却灰混合率が10%以下の CBR はほぼ同じであるが、15%混合すると、配合(50:50)では(60:40)の2倍の CBR になる。

- (4)未エージングスラグを混合した改良土は養生により、若干の膨張が見られるが、CBR に大きな違いはみられない。

参考文献 1)澤孝平,友久誠司:第5回地盤改良シンポジウム論文集,(社)日本材料学会,pp.103—108,2002

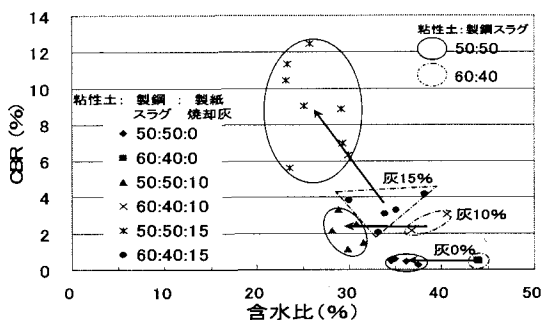


図3 改良土の含水比と CBR の関係

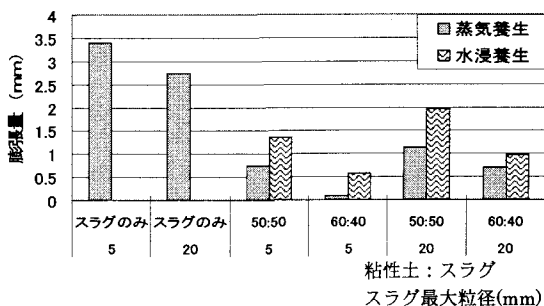


図4 改良土の膨張量

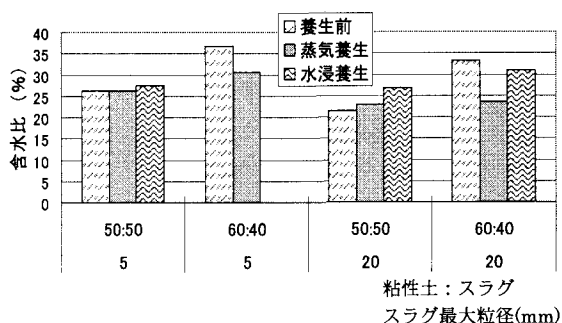


図5 改良土の養生前後の含水比

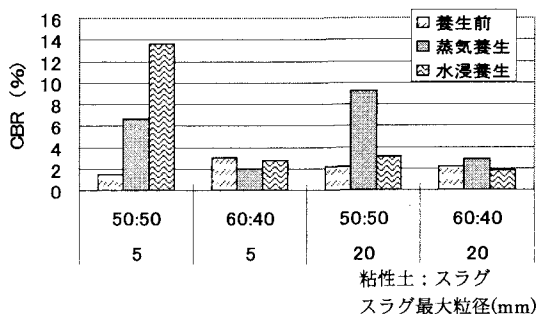


図6 改良土の養生前後の CBR