

# 製鋼スラグを混合した津波堆積土の力学的性質に関する実験

東北学院大学環境建設工学科 ○学生会員 薄葉 尚子 伊藤 達哉

東北学院大学 正会員 飛田 善雄\* 齋藤 孝一

JFE スチール株式会社 正会員 鈴木 操

## 1. はじめに

東日本大震災で発生した瓦礫の処理が課題となっている。津波がれきの分級土は木片を含み、締固め特性などの力学的性質に大きな影響を与える。鉄鋼スラグを改良材として分級土に混合することによりその性質が改善されることが期待できる。本研究では、鉄鋼スラグの配合率を変えて締固め特性を把握し、最適な配合率のもとで、一軸圧縮強度の経過時間に伴う増加などの基本的力学特性を試験した。その結果について報告する。

## 2. 試験に利用した分級土の物理的特性

本研究では、宮城県山元町から採取した津波堆積土を利用した。土粒子の密度試験では目視で土粒子と木片を分ける前と後の2種類の試料を用いて行った。目視撤去前は $2.554 \text{ g/cm}^3$ 、目視撤去後は $2.709 \text{ g/cm}^3$ であった。粒度試験では礫分(2~4.75 mm)が12%, 砂分(2~0.075 mm)が80%, 細粒分(0.075 mm以下)が8%であった。突固めによる土の締固め試験ではD-a法を用いて行った。締固め試験では最適含水比が13.5%, 最大乾燥密度が $1.88 \text{ g/cm}^3$ という結果になった。

## 3. 予備試験結果

分級土に対して製鋼スラグの配合率20%, 40%, 60% (乾燥質量でスラグが全体に占める割合で定義)の3種類のケースで突固めによる土の締固め試験と突固めた土のコーン貫入試験を行った。締固め試験でのスラグ配合率別の締固め曲線を図-1に示す。最大乾燥密度を見てみるとスラグの配合率が20%では $1.91 \text{ g/cm}^3$ , 40%では $2.04 \text{ g/cm}^3$ , 60%では $2.11 \text{ g/cm}^3$ とスラグの配合率が多くなるごとに大きくなっていることがわかる。しかし最適含水比をみると20%では10.38%, 40%では9.83%, 60%では11.20%と最大乾燥密度が大きいとき最適含水比は

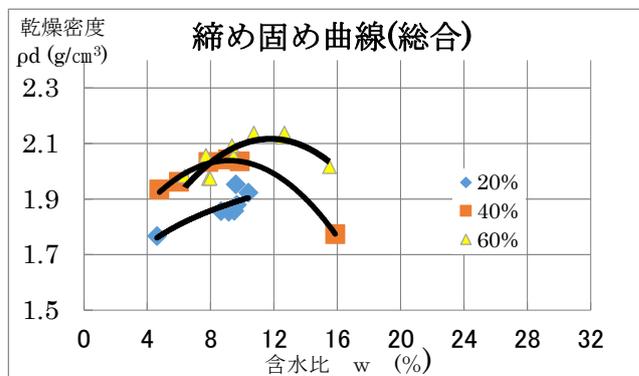


図-1締固め曲線

小さいという一般的な傾向は見られなかった。試験結果に一般的な傾向が見られなかった要因としては、木片やガラスなどが含まれていることの関与が考えられる。

突固めた供試体でコーン貫入試験を行った。ここでは、先端コーンの貫入量は約1 cmとし、コーン指数の計算に用いる断面積を $3.14 \text{ cm}^2$ とした。スラグ配合率すべてのケースにおいてコーン指数試験方法 (JIS A 1228) で定義されているqcの基準に換算したところ $5000 \text{ kN/m}^2$ 以上であり、砂質土・礫質土と判断できる基準を超えており、第2種建設発生土としての条件を満足する。配合率が20%のケースでも十分な強度は得られたが、スラグの特徴を活かすためにスラグの配合率40%に決定し、本試験を行うこととした。

表-1 CBR試験の結果

	膨張比 (%)	含水比 (%)	CBR (%)	乾燥密度 (g/cm³)
20%	0.64	19.1	27.1	1.727
40%	0.52	20.1	28.5	1.865
60%	0.17	20.8	29.7	1.946

## 4. 本試験結果

本試験ではCBR試験、一軸圧縮試験を行った。

キーワード：津波残積土、鉄鋼スラグ、一軸圧縮試験、乾燥密度

\*東北学院大学工学部環境建設工学科(宮城県多賀城市中央1丁目13番1号、022-368-7396)

## 4.1 CBR 試験

設計CBR 試験を水浸4日の条件で行った。標準貫入試験では膨張比が1%以下であるため路床土に使用することができる、またCBRの結果は上層路盤材料としての使用条件を満たす値を示している。

## 4.2 一軸圧縮試験

スラグを4.75 mmふるいにかけその粒径により、4.75 mmふるい残留分(粗い)、ふるいにかけないもの、4.75 mmふるい通過分(細かい)、の3パターン、また7日、28日の養生日数を設けて、直径100 mm、高さ200 mmを標準とした一軸圧縮試験を行った。図-2、図-3、図-4 はそれぞれの粒径における養生日数別の平均圧縮強度を表している。4.75 mmふるい残留分の7日、28日の一軸圧縮強度の平均は、45.9

kN/m<sup>2</sup>、49.1 kN/m<sup>2</sup>となる。ふるいにかけないスラグの7日、28日の一軸圧縮強度の平均は、79.7

kN/m<sup>2</sup>、148.0 kN/m<sup>2</sup>となる。4.75 mmふるい通過分の一軸圧縮強度の平均は、148.0 kN/m<sup>2</sup>、145.3 kN/m<sup>2</sup>となる。一軸圧縮強度は、養生日数とスラグの粒径細粒分の量に比例して大きくなった。

細粒分を除去したスラグ混合土では、強度改善の効果が低くなる結果を得た。細粒分が少ない場合は、単位質量当たりの非表面積が小さくなるために、改良効果が低下すると考えられる。

## 5. まとめ

- ・鉄鋼スラグの配合率を20%,40%,60%の3つのケースで締固め試験を行い、データにばらつきが出たものの20%の配合でも改良効果が見られた。
- ・コーン貫入試験ではコーン指数qc がいずれのケースでも800 kN/m<sup>2</sup>を超え、砂質土・礫質土と判断でき、第2種建設発生土の条件を満たしている。
- ・CBR 試験では膨張比が1%以下であり、路床土に使用でき、CBR の値では上層路盤材料に相当する25%以上の値が得られた。
- ・一軸圧縮試験では養生日数が経つごとに圧縮強度が徐々に大きくなるという傾向がわかった。また、試験後の乾燥密度が締固め曲線による締固め度D<sub>c</sub>の90%以上の範囲内にほとんど収まっており、路床や

道路盛土などに使用可能な状態で試験が行われたことがわかった。細粒分を除去したスラグ混合土では、強度改善の効果が低くなる結果を得た。細粒分が少ない場合は、単位質量当たりの非表面積が小さくなるために、改良効果が低下すると考えられる。

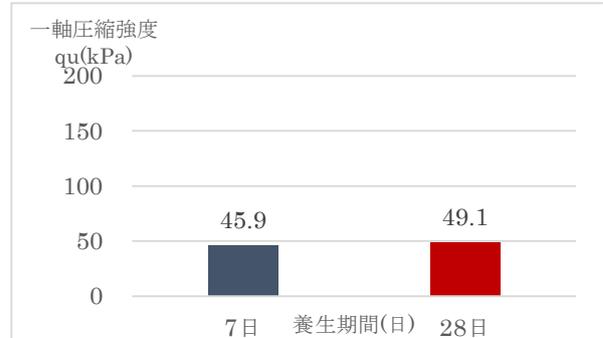


図-2 4.75 mmふるい残留分の平均圧縮強度

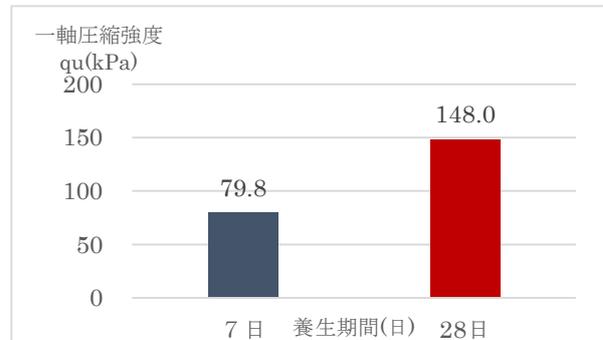


図-3 ふるいにかけない平均圧縮強度

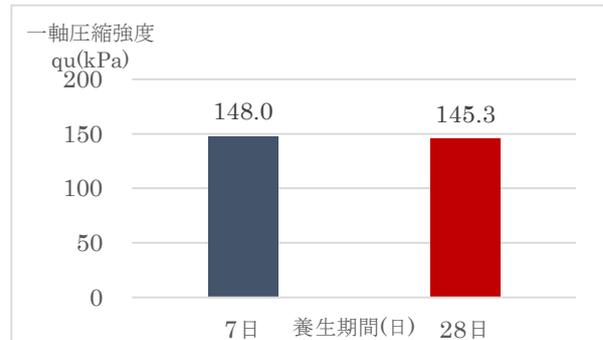


図-4 4.75 mmふるい通過分の平均圧縮強度

## 6. 参考文献

- 1) 社団法人 地盤工学会 一土質試験の方法と解説 第一回改訂版
- 2) 独立行政法人 土木研究所: 建設発生土利用技術マニュアル
- 3) 社団法人 日本道路協会(2010年): 道路土工盛土工指針(平成22年度版)