

鉄鋼スラグを混合した津波分級土の力学的性質に関する実験

東北学院大学工学部 環境建設工学科 ○学生会員 佐藤 瞭太 郷家 瞳
東北学院大学 正会員 飛田 善雄* 斎藤 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、宮城県名取市から採取した津波残積土を利用した。土粒子の密度が 2.594 g/cm^3 、粒度試験では礫分(2~4.75mm)が 45%, 砂分(2~0.075mm)が 41%, 細粒分(0.075mm 以下)が 14%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、さらに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。分ける前では、最適含水比が 29.4%, 最大乾燥密度が 1.320 g/cm^3 になり、木片を除いた部分では、最適含水比が 23.4%, 最大乾燥密度が 1.441 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 1.706 g/cm^3 , 40%では 1.744 g/cm^3 , 60%では 2.158 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

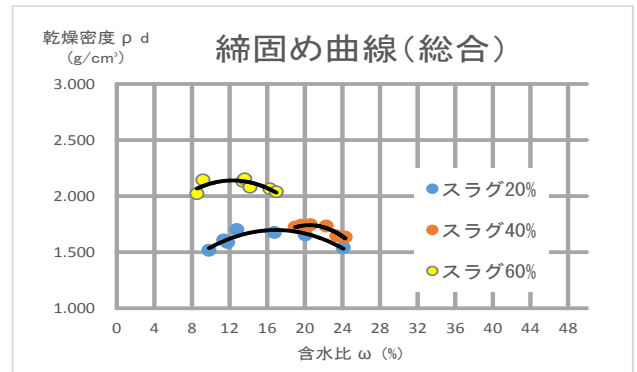


図-1 締固め曲線

と 20%では 16.3%, 40%では 21.3%, 60%では 11.7%と最大乾燥密度が大きいとき最適含水比は小さいという一般的な傾向は見られなかった。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試みた。ここでは、先端コーンの貫入量は約 1cm とし、コーン指数の計算に用いる断面積を 0.2 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 q_c の基準に換算したところ 5000 kN/m^2 以上であり¹⁾、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。²⁾ 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、スラグの配合率を 40%に決定し、力学試験を行うこととした。

4. 本試験結果

本試験では一軸圧縮試験や CBR 試験を行った。

表-1 貫入試験の膨張比および CBR

	膨張比 (%)	含水比 (%)	CBR (%)	乾燥密度 (g/cm^3)
A	0.19	24.6	49.2	1.709
B	0.38	24.5	46.3	1.722

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 1 3 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。表-1 より貫入試験では膨張比が 1 %以下であるため路床に利用しても良好なほど力学的特性は強い、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に匹敵していると言える。

4.2 一軸圧縮試験

7 日、14 日、28 日の養生日数を設けて一軸圧縮試験（スラグの最大径が 30 mmであったので、直径 ϕ を 100 mm、高さ 200 mmを標準とした。）図-2、図-3、図-4 で 7 日、14 日、28 日経過後の応力-ひずみ曲線を表している。7 日、14 日、28 日の一軸圧縮強度の平均は、91.0 kN/m^2 、98.6 kN/m^2 、118.6 kN/m^2 となり、養生日数とともに増加していることがわかる。図-5 では養生日数それぞれの最大圧縮強度を表している。徐々にではあるが、圧縮強度が大きくなっていることがわかる。図-6 は、養生日数別の乾燥密度を締固め曲線と共に比較したものである。水色の線は締固め度 $D_c=90\%$ 以上の範囲を表しており、図が示す通りほとんどが $D_c=90\%$ 以上であり、この試料が妥当な密度特性をもつことがわかる。

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 q_c がいずれのケースでも 800 kN/m^2 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、路床などに使用でき、CBR の値では上層路盤材料に相当する 45%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_c 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。³⁾

6. 参考文献

- 1) 社団法人 地盤工学会－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）

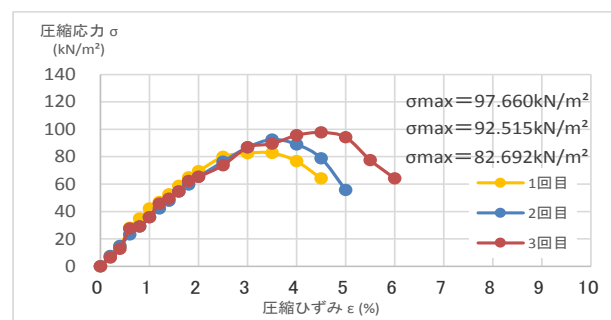


図-2 7日養生時の応力-ひずみ曲線

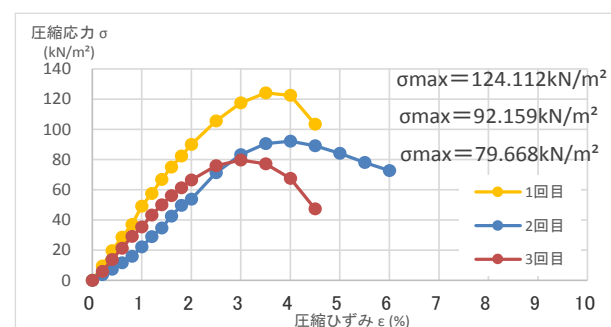


図-3 14日養生時の応力-ひずみ曲線

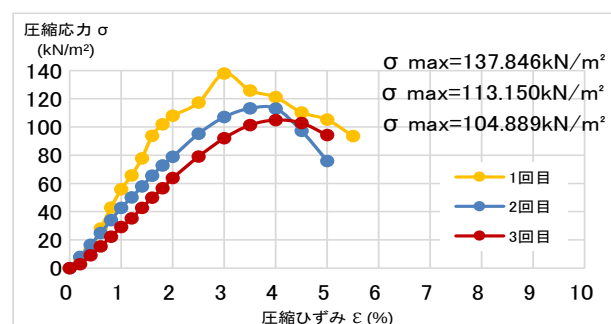


図-4 28日養生時の応力-ひずみ曲線

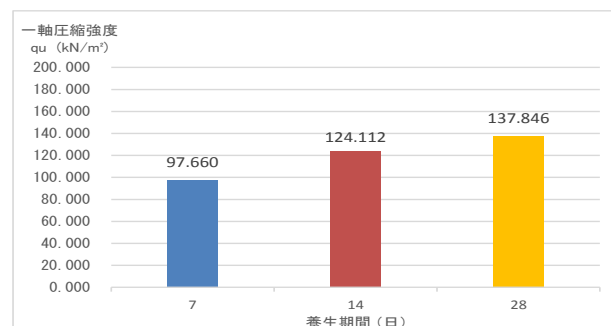


図-5 養生日数別の最大圧縮強度

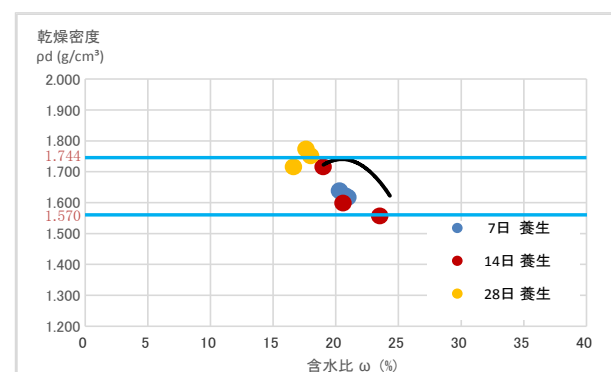


図-6 一軸圧縮試験の乾燥密度と締固め曲線