

鉄鋼スラグを混合した軟弱泥土の有効利用

明石高専 建築・都市システム工学 専攻科 学生員 ○中川裕之
 明石高専 都市システム工学科 正会員 友久誠司
 明石高専 都市システム工学科 正会員 鍋島康之
 明石高専 技術教育支援センター 正会員 内藤永秀

1. 緒論

近年、各種の事業活動の進展および多様化に伴って産業廃棄物の発生量が膨大になってきている¹⁾。これらは省資源、環境保全などの観点よりリサイクルされることが求められている。しかし、大量に発生することから保管・運搬などにおいて、衛生上の問題が生じやすく処分地の確保も困難になりつつある。

本研究は、高含水比・低強度で再利用が困難な建設泥土（以下、泥土と呼ぶ）に添加材として鉄鋼スラグを混合することにより改質し（以下、改良土と呼ぶ）、建設材料として利用することを目的とする。改良土の目標強度は、高規格堤防の材料基準であるコーン指数 400kPa、および、道路路床の材料基準である CBR 3% とする。

2. 試料および実験方法

本研究で用いる泥土は、京都府桂川右岸流域下水道幹線建設工事で仮置きしたものであり、含水比は 41.9%、CBR は 0.3% で、再利用が困難なものである（表 1）。

土の強度を改善するための添加材は、潜在水硬性をもつ水砕スラグと高アルカリ性の製鋼スラグの 2 種類の鉄鋼スラグである。水砕スラグは中央粒径 1mm の均等粒度であり、製鋼スラグはエージング後の塊状で、粒径が 5mm 以下のもの（以降 5mm と呼ぶ）と 20mm 以下のもの（以降 20mm と呼ぶ）の 2 種類を用いる（図 1）。

改良土の配合は、泥土の湿潤質量に対して水砕スラグを 20%、30%、40%、製鋼スラグを 10%、20%、30% の各々 3 種類の組み合わせの 9 種類であり、供試体は直径 15cm モールドを用いて 5 層 55 回の締固めで作成し、成形直後と 20℃ の恒温密封条件で 4, 8, 13 週間養生した後、CBR 試験とコーン貫入試験を行う。

3. 結果と考察

3.1 養生に伴う CBR の変化

図 2 は水砕スラグを 30%、製鋼スラグを 10~30% 混合した改良土の養生日数と CBR の関係である。いずれの配合の改良土も成形直後に強度改善がみられる。また、養生日数の経過に伴う CBR の増加が見られ、13 週間養生後の CBR は約 8% に達する。そして、製鋼スラグ 20% と 30% を混合した改良土に比べ製鋼スラグ混合率 10% の CBR は 4 週間養生後の強度発現が小さく、その後も 1~2% 低い値となっている。

表 1 泥土の性質

含水比	41.9%	粒度	礫分	32.9%
土粒子密度	2.66g/cm ³		砂分	38.3%
液性限界	48.5%		シルト分	20.9%
塑性指数	22.6		粘土分	7.9%
CBR	0.3%		日本統一分類	粘性土質礫質砂 (SCsG)

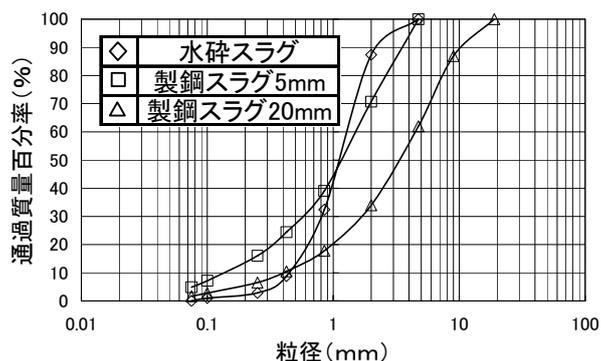


図 1 スラグの粒径加積曲線

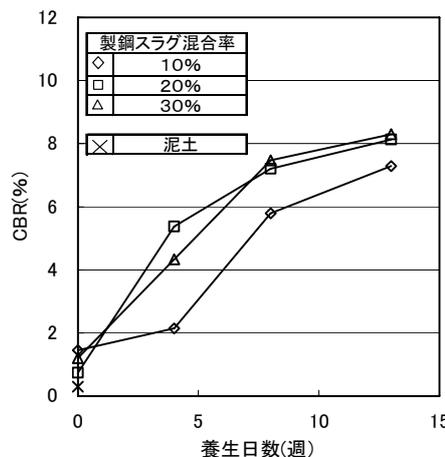


図 2 養生日数と CBR の関係 (粒径 20mm の製鋼スラグ、水砕スラグ 30%)

キーワード 土質安定処理、泥土、鉄鋼スラグ、CBR 試験、コーン貫入試験

連絡先 〒 674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 TEL:078-946-6172 FAX:078-946-6184

3.2 製鋼スラグの粒径の違いによる強度の比較

図3は製鋼スラグの粒径5mmあるいは20mmを20%、水砕スラグを20%あるいは40%混合した改良土のCBRと養生日数の関係である。水砕スラグ混合率が40%の改良土のCBRは、製鋼スラグの粒径5mm、20mmのいずれもほぼ同様の強度を示している。しかし、水砕スラグ混合率が20%のものは粒径5mmの方が20mmのものより高いCBRを示している。製鋼スラグは、水砕スラグのアルカリ刺激材の役割を目的としている。そこで、(粒径5mmあるいは20mmの製鋼スラグ：精製水)を(1：5)で混合し、製鋼スラグのpH試験(JGS 0211)を行った。その結果、粒径5mmの製鋼スラグのpHは11.0、粒径20mmのpHは9.5であった。以上より、細粒の製鋼スラグは表面積が大きく、高いpHを示すため、アルカリ刺激により水砕スラグの潜在水硬性を強く発現することがわかる。

図4は製鋼スラグの粒径5mmあるいは20mmを20%混合した、水砕スラグの混合率とCBRの関係である。混合直後のCBRは2%以下の低い値であるが、13週間養生を行うと高い値を示している。また、粒径20mm製鋼スラグの改良土のCBRは水砕スラグの混合率の増加に伴いCBRが伸びていることが分かる。このことから、水砕スラグの混合率が高いほど、より強い水硬性が発揮される。一方、粒径5mmの製鋼スラグの改良土のCBRは、水砕スラグの混合率にかかわらず約12%のよく似た値となっている。このことは、細粒の製鋼スラグの高いアルカリ刺激のため、水砕スラグの混合率が低いものでも高いCBRになると考えられる。

3.3 CBRとコーン指数の関係

図5は粒径20mmの製鋼スラグを混合した全ての改良土のCBRとコーン指数の関係をプロットしたものである。CBRとコーン指数の関係は、決定係数 R^2 が0.927の直線近似で高い相関関係があるといえる。この結果は、改良土の評価を時間と手間を要するCBR試験に代わり、短時間で可能なコーン貫入試験で代用できることを表している。

4. 結論

本研究により、以下のことが明らかになった。

- (1) 水砕スラグは養生に伴い潜在水硬性を発揮し、混合率が高いほど改良土は高い強度を示す。
- (2) 製鋼スラグは水砕スラグのアルカリ刺激材となり、粒度改善に貢献し、20%以上の混合で高強度になる。また、細粒の製鋼スラグは粗粒のものより高いpHを示し、大きな強度改善効果が得られる。
- (3) CBRとコーン指数の間には高い相関があり、CBR試験の代わりにコーン貫入試験が代用できる。

参考文献

1) 環境省：産業廃棄物の排出及び処理状況等(平成14年度)について, <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=6519>,平成18年9月取得

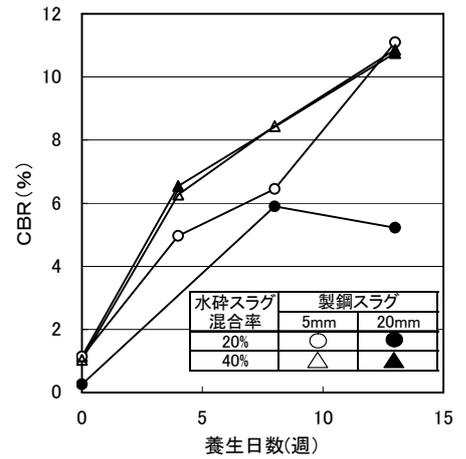


図3 養生日数とCBRの関係 (製鋼スラグ 20%)

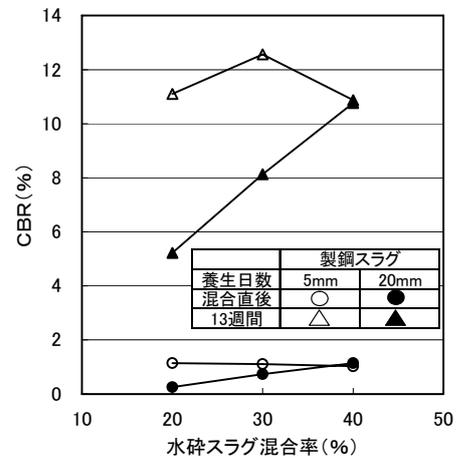


図4 水砕スラグの混合率とCBRの関係 (製鋼スラグ 20%)

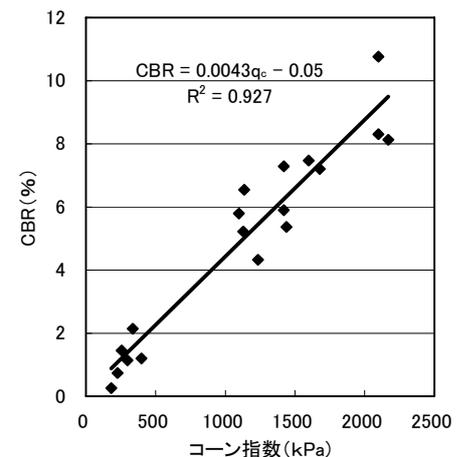


図5 CBRとコーン指数の関係 (粒径20mmの製鋼スラグ)