

Ⅲ-33

発泡ビーズによるスラグの軽量化について

○ 八戸高専 正会員 丹野忠幸
八戸高専 正会員 清原雄康
八戸高専 正会員 田頭健造
八戸工業大学 正会員 熊谷浩二

1. はじめに

八戸港において写真1のように産業副産物であるスラグが年間およそ 100 万 m^3 も大量に産出され山積みになされている。昨年3月に八戸港はリサイクルポートに指定を受け、また資源循環型社会の構築に向けた八戸モデルというべき環境・エネルギー関連のプロジェクトが動き出している背景もあり、環境の面からまた資源のリサイクルの面からもこのスラグの有効利用が要請されている。本報分に用いたスラグは徐冷スラグでありまた塊状であるのが、破碎されて天然の砂、碎石と同じ形状となっている。産業間の連携により廃棄物をゼロにするゼロ・エミッションが提唱されている今日取り組まねばならない大事な資源である。スラグは埋め戻し材として用いると安定性が良いと言われていて道路の路盤材等に使用されているが重いのが難点である。今回は発泡ビーズを用いてスラグの軽量化に取り組んでみた。発泡ビーズ混合して軽量土化できれば運搬の便宜上多用されるケースが期待出来る。

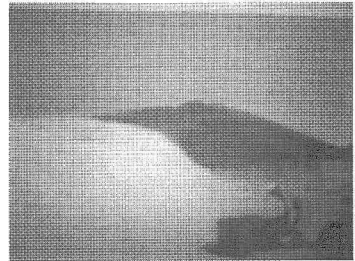


写真-1

2. 試料及び実験概要

スラグについて比重は 2 mm 通過の試料で密度 3.245、ビーズは写真2ようにノギスで計測すると平均粒径は約 3 mm 程度であり、また密度は 0.02 g/cm^3 と極めて小さいものである。試料であるスラグとビーズを写真3に示している。スラグと発泡ビーズの混合比は容積比で混合している。密度が極端に違う材料であり、添加剤なしでは完全に分離してしまうことが予想され、実験してもやはりそうであった。そこで、固化材として、普通ポルトランドセメント、高炉セメント、消石灰を混ぜて実験に供した。CBR、一軸圧縮強度の面からスラグの利用方途を試みた。尚一軸圧縮強度は養生日数を 1, 3, 7, 14, 28 日を設定して行った。

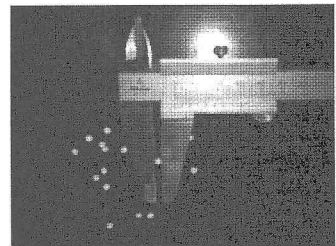


写真-2

3. 実験結果及び考察

スラグと発泡ビーズとの混合を容積比で見たのが図1で、密度がビーズを増やすと乾燥密度は低下し、容積混合比 2 を越すと水と同じ程度の密度になることが分かり、発泡ビーズによる軽量化が簡単に図れることが知られる。設計 CBR について見たのが図2である。発泡ビーズ無しのスラグだけのときは 100 % を越しているのに、容積比 1 : 0.5 ほどで急激に 6 % ほどに低下してしまい、それ以上の混合は極端に CBR は 0 に近づいてしまう。この後の実験の都合上、それ以上だと現実には有効処理に適応しないと判断して、発泡ビーズの容積混合比を容積比 1 : 1 までに抑えて実験を遂行している。図3には改めて低下部分を拡大して見てみたもので、容積比 1 : 1 にもなると CBR の値は 3 ぐらいになり、路床用として適用できる状態で、

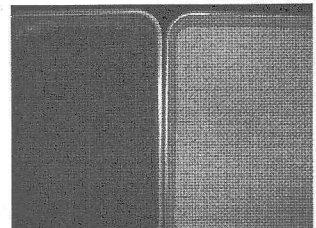


写真-3

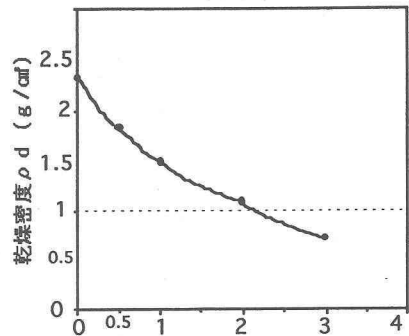


図-1 発泡ビーズ容積比と乾燥密度

発泡ビーズによる軽量化は達成されるが有効処理の点では限られてしまう。固化材の添加がどうしても必要である。

スラグと発泡ビーズ混合土としての突固め試験を行ったのが図4である。発泡ビーズを混入しないときに較べて、発泡ビーズを混合させる容積比を増すと最適含水比は次第に右側に寄り、最大乾燥密度は大幅に低下してゆくのが分かる。発泡ビーズを混合しないケースに較べ、混合すると最大乾燥密度は6割ぐらいまで小さくなり含水比による密度の変化は余りなくなるようである。これは発泡ビーズが一種のクッション材として機能し、締固めエネルギーを吸収すると考えられる。発泡ビーズ容積比1:1で最大乾燥密度1.47 g/cm³は粘性土と同じ位の乾燥密度であるから、取り扱い上はそう重く感じないと思われる。掘り起こす時の重量感はこのくらいであれば、楽に作業が出来ると思われる。有効処理の1つの指標として、よく取り上げられる一軸圧縮強度について考察する。スラグと発泡ビーズの混合は混合中また締固め中に材料分離が甚だしい為、固化材の助けが必要で、添加量はスラグの乾燥質量に対応させ、最適含水比を目標に締固めて、養生日数と固化材の種類に応じて実験を行った。この紙面では普通ポルトランドセメント添加で発泡ビーズ容積比1:0.5の場合の図5から養生日数と共に圧縮強度が上昇することが分かる。例えば、道路の路盤材料として、安定処理した上層路

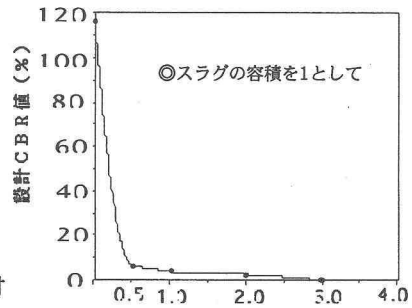


図-2 発泡ビーズ容積比とCBR値

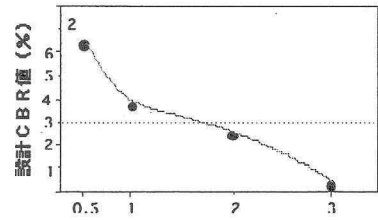


図-3 発泡ビーズ容積比とCBR値

盤では、一軸圧縮強度は2900 kN/m²、下層路盤では980 kN/m²の品質規格が要求されるが、図5からこの要求条件を満足するのは、添加量8%で養生日数28日のところだけである。この他、発泡ビーズ容積比1:1の例や、高炉セメント、消石灰を混ぜたときの結果については当日に発表予定である。また、一軸圧縮強度試験をして、発泡ビーズの混合の有無により破壊時の歪みも大きな違いが見られ、発泡ビーズがあるとカルバートのような地下構造物への鉛直土圧の軽減及び不同沈下対策に大変有効性があることが分かった。今回は含水比の調整が、最適含水比を目標に設定したが、もう少し湿潤側であれば、更に強度の発現を期待出来たかもしれず長期養生と併せ次回の課題としたい。

4. あとがき

終わりにスラグを提供して戴いた太平洋金属(株)の川崎康一氏に、発泡ビーズを青工(株)の今井潤氏にお世話になりましたことを感謝申し上げます。

参考文献1) 建設省土木研究所土質研究室：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書—発泡ビーズ混合軽量土利用技術マニュアル。平成9年3月

2) (社)セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル

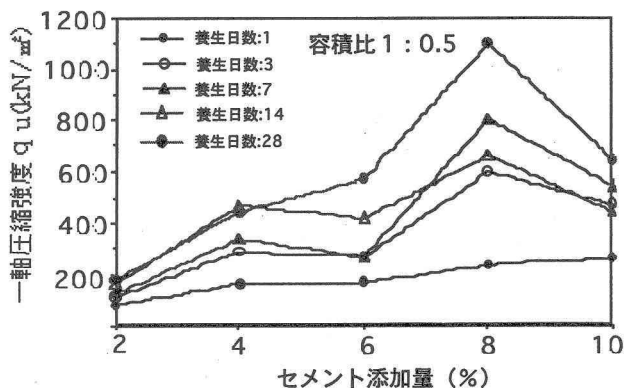
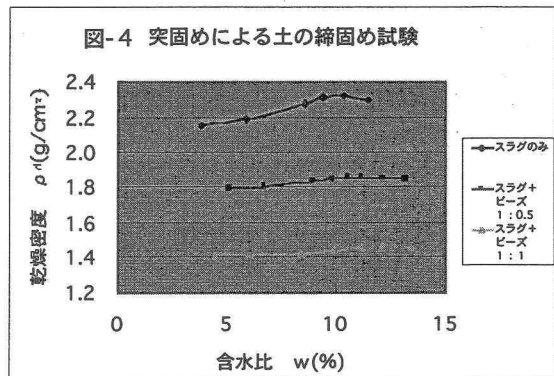


図-5 養生日数・添加量・一軸強度関係