

# 災害廃棄物の地盤材料としての適用性に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○幸 諭志 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖  
 長崎大学大学院 正会員 杉本 知史 学生会員 中川 雄介 フェロー会員 蔣 宇静

## 1. はじめに

近年、生活水準の向上により多くのゴミが排出され、廃棄物問題が深刻化している。特に、工業の発達に伴った産業廃棄物に関する問題に加え、昨年の東日本大震災の影響を受けて急務となった、災害廃棄物に関する問題への対策が喫緊の課題となっている。そこで本研究においては、災害廃棄物の有効利用を促進し、最終処分量を低減させることを目指し、種々の試験から得られる材料特性を評価・考察することを目的とする。今回は、がれきの路盤材・路床材としての利用可能性について検証することを目的とする。

## 2. 対象試料・試験方法

試料には、東日本大震災により発生した、8種類のがれきを用いた。岩手県からは大槌町（B種・C種）、宮古市（B種・C種）、山田町（B種・C種）、野田村（C種）の地域から7種類の試料を用い、宮城県からは石巻市（C種）の試料を用いた。なお、B種とは可燃物主体の廃棄物を20mmふるいでふるったもので、C種とは廃棄物を高度選別処理した過程で発生したものであり、岩手県復興資材活用マニュアルによって定められている。

対象試料を表-1に示す。

路盤材・路床材として使用する場合の試験項目として、CBR試験、コーン貫入試験、すり減り試験、粒度試験等があるが、本研究では、CBR試験（吸水膨張試験・貫入試験）、コーン貫入試験を実施した。また、最適含水比で供試体を作製するため、締固め試験も同時に行った。

## 3. 試験結果と考察

### 3.1 締固め試験について

表-2に示すように、2種類の締固め試験を実施した。A-a法とはコーン貫入試験、E-a法とはCBR試験がそれぞれ関連している。試験中の粒径変化状況を調べるため、まずは試料の消費が少ない繰返し法で行った。それぞれの試験結果を図-1、図-2に示す。大槌C種は試料に木片が多く含まれていたため、締固め曲線を得ることができなかった。なお、図-2のプロットは省略している。試料によって多少ばらつきはあるが、ほとんどの試料で最適含水比が22%前後、最大乾燥密度が1.4~1.6g/cm<sup>3</sup>という値を示した。一般の土に比べると最適含水比が高く、最大乾燥密度が低いため、施工性はあまりよくないといえる。これは、混入している木片が過度に水を吸い、土全体の最適含水比を高くしているためと考えられる。また、含水比を計測する際に、平均値をとるためモールドから2ヶ所採取した結果、その差が3%程度あった。原因として、採取される木片等の量によってこのような差が生じてしまうことが考えられる。また、締固めエネルギーの大きいE-a法では試料を繰返し使用しているため、木片等が破砕され試料の粒径が変化していた。よって、非繰返し法の場合と比較する必要があると考えられる。

表-1 対象試料



表-2 突固め方法と種類

	ランマー質量	ランマー落下高	モールド内径	モールド容積	突固め層数	各層の突固め回数
A-a法	2.5kg	30cm	10cm	1000cm <sup>3</sup>	3回	25回
E-a法	4.5kg	45cm	15cm	2209cm <sup>3</sup>	3回	92回

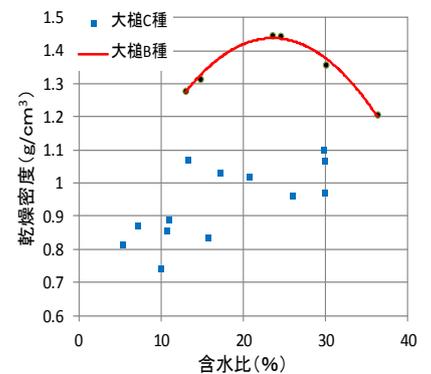


図-1 締固め曲線 (A-a 法)

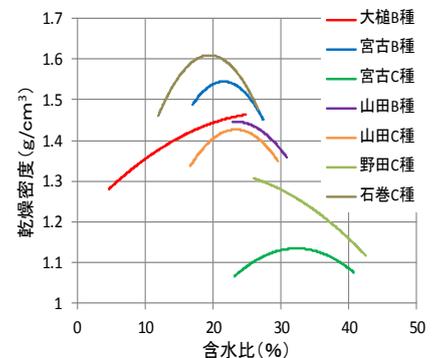


図-2 締固め曲線 (E-a 法)

### 3.2 コーン貫入試験について

大槌 B 種・C 種の試料を対象に、締固め試験 A-a 法を実施しながら、各含水比でコーン貫入試験を行った。試験機は、軟弱地盤に適用するポータブルコーン貫入試験機を使用した。許容範囲はコーン指数  $q_c=1500\text{kN/m}^2$  以下である。その結果、供試体の強度が大きすぎるため、どの含水比でも測定不能であった。コーン指数  $q_c=800\text{kN/m}^2$  以上の値は示すため、第 2 種建設発生土に分類される。したがって、これらの試料は路床材や盛土材の要求性能を満たしている。

### 3.3 CBR 試験（吸水膨張試験・貫入試験）について

今回は路盤材としての使用に適しているかを判断するため、修正 CBR 試験を行った。試料には大槌 B 種、宮古 B 種を使用した。締固め試験 E-a 法で求めた最適含水比で各層 17 回、42 回、92 回で突固めた 3 つの供試体を作製した。まず、吸水膨張試験を実施するため、水浸した供試体の膨張量を 1,2,4,8,24,72,96 時間後に測定した。その結果を図-3、図-4 に示す。グラフが一定値に収束していることから、4 日間の水浸で膨張が収まったといえる。また、2 種類の試料の比較から、突固め回数によって膨張量の大小が決まらず、膨張比  $r_e$  は 1% 未満なので、膨張量が非常に小さいことがわかる。

次に、4 日間水浸した試料で貫入試験を実施した。各貫入量に対する荷重の値を図-5 に示す。突固め回数が多い供試体ほど荷重の値が大きく、強度が高いことがわかる。この結果から供試体ごとの CBR 値を求め、乾燥密度との関係を図-6 に示す。所要の締固め度

(90%・95%) に対応する乾燥密度と図-6 から、修正 CBR 値を読み取り、表-3 にまとめた。2 つの試料を比較すると、突固め回数の違いにより CBR 値に差が生じている。

しかし、最終的な判断基準である修正 CBR (95%) に着目すると、どちらも約 9.0% であることがわかる。一般に路盤材として用いられる材料規定では 10% 以上必要なため、規定を満たしていない。よって、これらの試料には水浸後の強度低下がみられるため、木片を取り除く、砕石を加える、固化材の使用等の地盤改良を行う必要がある。

## 4. おわりに

試料の違いによって多少ばらつきがあるが、全体的に締固め特性が悪い。強度は高く、膨張量が小さいが、水浸後に強度が低下することがわかった。よって、試料をそのまま路盤材・路床材として使用することは困難である。木片は時間が経つと、有機物の分解が進み、間隙の増加が予想されることから、その後の地盤への影響も考えなければならない。そこで今後の展望として、木片のみを抜き出す方法を検討し、新たな使い道を提案することが課題として挙げられる。

**[謝辞]** 本研究の一部は、JST 復興支援プログラム (241FT0057) と H24 年度環境研究総合推進費補助金 (K2402) の支援を受けて行われた。ここに謝意を表します。

**参考文献** 岩手県環境生活部：岩手県復興資材活用マニュアル, pp.6, 2012

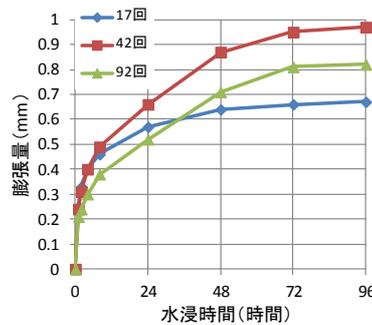


図-3 膨張量(大槌 B 種)

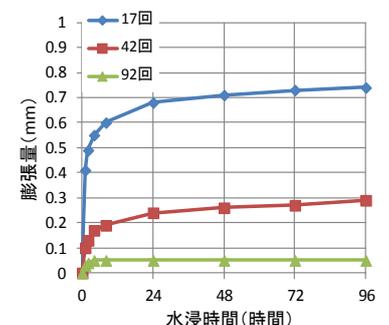


図-4 膨張量(宮古 B 種)

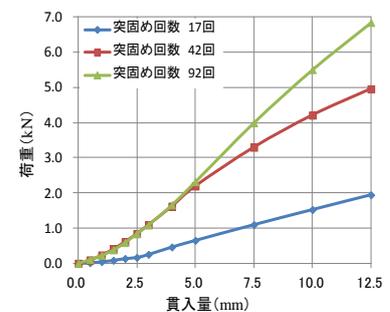


図-5 荷重-貫入量曲線(大槌 B 種)

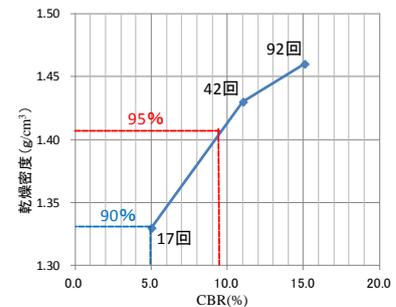


図-6 乾燥密度と CBR の関係図(大槌 B 種)

表-3 各試料に対する CBR 値

	17回	42回	92回	修正CBR (90%・95%)
大槌B種	5.0%	11.0%	15.1%	5.0%・9.5%
宮古B種	7.6%	8.9%	8.5%	7.6%・8.5%