

流動床式ガス化炉から排出される不燃物の路盤材への適用

福岡大学工学部
福岡大学工学部
(株)神鋼環境ソリューション

学生会員 宮竹 章向 永山 陽裕
正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
藤原 大 谷田 克義 藤田 淳

1. はじめに 我が国の平成 30 年度におけるごみの総排出量は 4272 万トンであり、直接焼却率は約 80%となっている。一般廃棄物の可燃ごみについては、焼却して焼却灰リサイクルとしてセメント原料化を目指す方向や、ストーカ炉の主灰では土木資材として活用する方法が検討されている。一方、流動床式ガス化炉から排出される焼却灰の扱いについてみると、鉄・アルミ回収などにより、一部資源化や減容化が行われているが、鉄・アルミを回収した後の不燃物は最終処分(埋立)されることが多い。しかしながら流動床式ガス化炉から排出される不燃物では、炉の特性上有害物質が混入しにくいなどの特徴があり、地盤材料への適用など、利用用途拡大が期待される。このような背景から、不燃物を大量消費が可能な地盤材料に適用することができれば最終処分場の延命化に繋がると考えられる。そこで本研究では、近年ごみ焼却技術として注目されている流動床式ガス化炉から排出される不燃物に着目し、路盤材としての適用性について検討した結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 実験試料には、流動床式ガス化炉から排出された不燃物を用いている。流動床式ガス化炉では砂を 500~600℃の温度で流動させており、そこに一般廃棄物を投入することで、廃棄物を可燃性ガスと焼却灰に熱分解している。そのガス化炉に残った焼却灰は流動砂と混合した状態で炉底から排出されたあと 3mm のふるいで分級される。3mm 以上の焼却灰は炉外に排出され、磁選機、アルミ選別機を通し、鉄やアルミの資源の回収を行い、残ったものを不燃物としている(図-1)。図-2 に示す組成分析結果より、不燃物は採取時期によってばらつきが見られるが、いずれの時期も礫・砂・ガラスで多くの割合を占めている。図-3 に粒径加積曲線(不燃物 2020 年、1、10 月)を示す。図-2 の組成分析結果より 1 月と 10 月は組成が異なるものの、粒度分布が類似していることから、礫とガラスは等しい粒径を有していると考えられる。

2-2 実験方法 不燃物の路盤材としての適用性を検討するために修正 CBR 試験(JIS A 1211)を行った。供試体作製は E-b 法で求めた最適含水比で試料の含水比調整を行い、各層それぞれ 17, 42, 92 回突き固めを行った。その後、吸水膨張試験と貫入試験を行い、修正 CBR 値を求めた。また、実際に路盤材として利用されている RC-40 の一部を不燃物で置換する方法についても同様に検討を行っている。その際、不燃物の最大粒径が 19mm であることを考慮し、RC-40 の 19mm 以下を置換する方法で検討を行った。表-1 に実験条件(修正 CBR 試験)を示す。RC-40 の 19mm 以下を 10%置換したものを RC-40+不燃物(10%)、RC-40 の 19mm 以下を全て不燃物で置換したものを RC-40+不燃物(100%)と表現している。

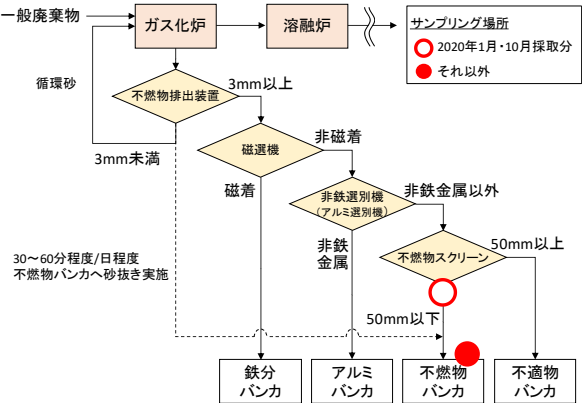


図-1 不燃物の発生過程

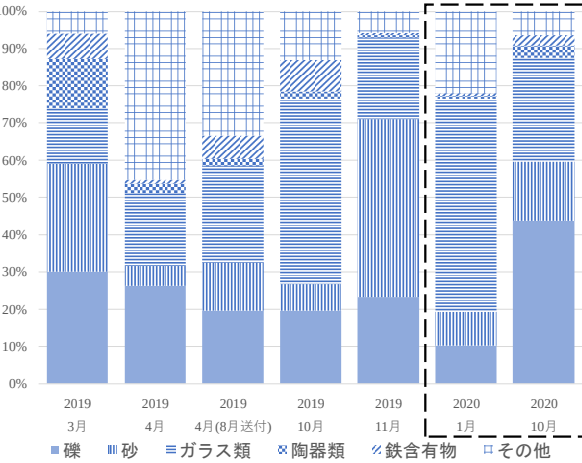


図-2 不燃物の組成分析結果

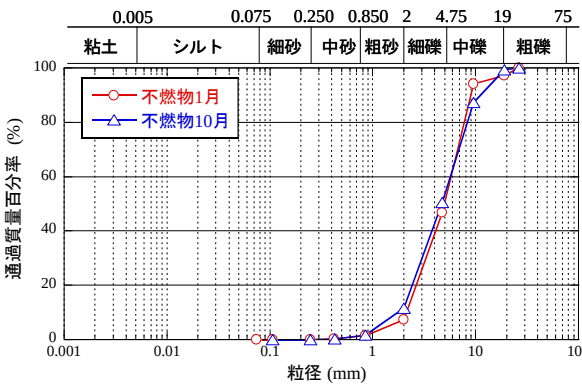


図-3 粒径加積曲線(不燃物 1, 10 月)

表-1 実験条件(修正 CBR 試験)

試料	19mm以下置換率(%)	使用した不燃物の採取時期	含水比(%)	突き固め回数(回)
RC-40	0	-	最適含水比	17
RC-40+不燃物(10%)	10	10月		42
RC-40+不燃物(100%)	100	1月		92

3. 実験結果および考察

3-1 不燃物単体利用の検討

図-4 に修正 CBR 試験結果(不燃物単体)を示す。いずれの材料とも含水比に対する密度変化が小さく、修正 CBR 値は不燃物 1 月が 14.6%、10 月が 17.7%であり、いずれの時期も下層路盤材としての品質基準(30%以上)¹⁾を大きく下回った。不燃物(1 月)の修正 CBR 値がやや低くなった要因として、10 月はガラスの割合が 28%に対して 1 月は 57%であることが影響していると考えられる。図-5 の粒子破砕量 B_M に示すように、ガラスは礫と比べて破砕しやすいことから、貫入試験の際にガラスが破砕することで修正 CBR 値が低くなったことが考えられる。

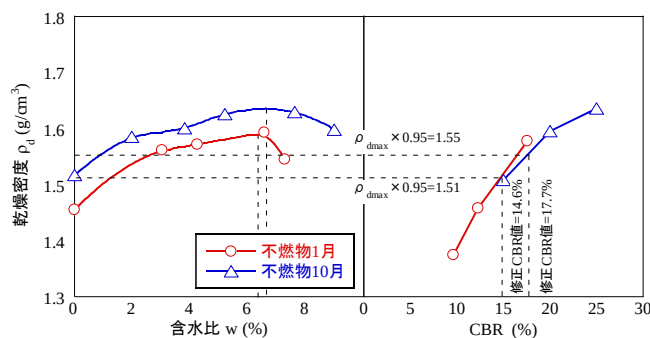


図-4 修正 CBR 試験結果(不燃物単体)

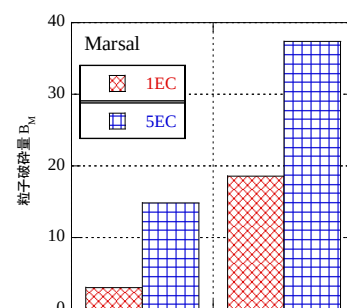


図-5 粒子破砕量 B_M

3-2 RC-40 との混合利用の検討 不燃物単体では路盤材としての有効利用が難しいため、路盤材として利用されている RC-40 の 19mm 以下を置換し、有効利用を試みた。図-6 に修正 CBR 試験結果(19mm 以下置換)を示す。置換率 0, 10%の場合では、修正 CBR 値はそれぞれ 65.1, 59.0%であり、下層路盤材の品質基準(30%以上)を大きく上回った。一方、置換率 100%の場合、修正 CBR 値は 18.8%となり不燃物単体と比較しても、僅かな上昇しか見られず、下層路盤材としての品質基準(30%以上)を満たさなかった。また、図-7 に示す吸水膨張量よりいずれの条件においても膨張比は 1%未満であることから、不燃物を道路舗装に用いた場合、膨張の可能性は低いと考えられる。図-8 に 19mm 以下置換率-CBR 値の関係を示す。本検討の 3 条件から近似線を引くことで、下層路盤材としての品質基準を満足する 19mm 以下置換率は最大で 60~80%付近であることが考えられる。以上より、RC-40 の 19mm 以下を 10%不燃物で置換した場合、力学面において十分下層路盤材として有効利用可能であることから、今後は不燃物の置換率を 20, 30%と増加させ、より不燃物を消費できる条件を見つけることで路盤材料としての適用性について検討をしていく必要がある。

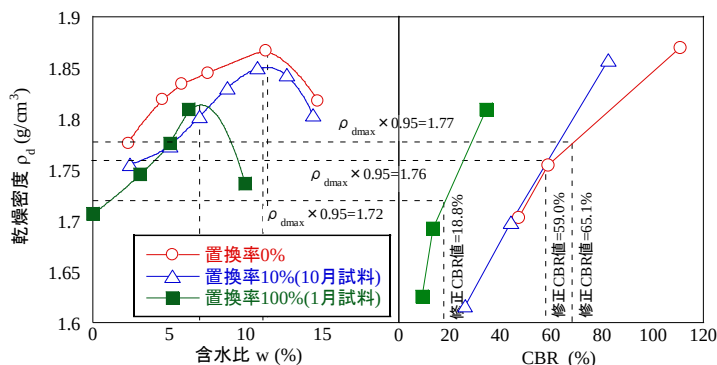


図-6 修正 CBR 試験結果(19mm 以下置換)

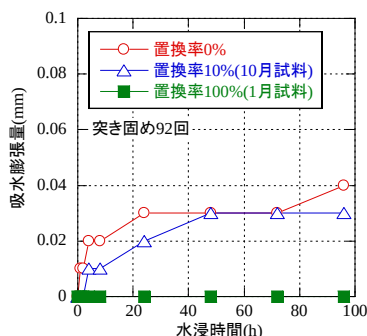


図-7 吸水膨張量(mm)

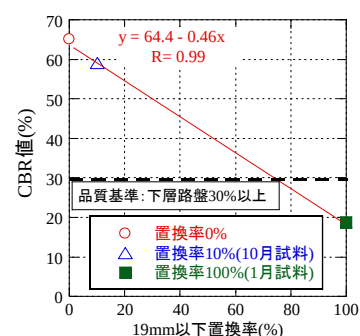


図-8 19mm 以下置換率-CBR 値(%)

4. まとめ

- 1) 不燃物は、採取時期によって組成の割合が異なる(特に、礫とガラスの割合)。また、基本的に礫・砂・ガラスを多く含む試料である。
- 2) 不燃物単体では、ガラスを多く含んでおり、試験時のガラスの破砕により修正 CBR 値が低い値を示すことから、路盤材として有効利用することは難しい。
- 3) RC-40 の 19mm 以下を不燃物で 10%置換した場合、下層路盤材としての品質基準(30%以上)を上回り、膨張量も小さいことから、力学面において下層路盤材としての適用性があることが示唆された。

【参考文献】

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説, p.402, 2009.
- 2) Marsal, R.J. : "Discussion of Shear Strength" Proceedings of the 6th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Montreal, Vol.3, pp.310-316, 1965.