

豊島産業廃棄物の掘削・混合作業中の発火に係る原因究明

香川県環境保健研究センター (正) 藤田久雄, (公) 山本 務, (公) 西原幸一
 (正) 藤田淳二, (正) 岡市友利
 香川県環境森林部廃棄物対策課 (公) 高木 茂

I はじめに

豊島に不法投棄された産業廃棄物を溶融化処理するプラントの試験運転のため、廃棄物の掘削・混合が始まっていた現場で、廃棄物等に生石灰を混合する作業中、発火事故が起きた。原因究明するため、現地で、発火当日と条件を同じ状況に設定して、廃棄物等に生石灰を添加する実証実験を行った結果について報告する。

II 発火事故の概要

平成15年4月28日午前、廃棄物等約750トン进行敷き均して粒状生石灰15トンを散布・敷き均し、混合途中(生石灰と廃棄物等が不均一で生石灰局在箇所が有る状態)のまま作業員が昼休みに入った。午後零時40分ごろ、2箇所で大規模な炎を確認し、まもなく水で消し止めた。

表1 SDの含水率及び組成分析結果 単位：重量%

項目	対照区画	実証区画
含水率	27.7	25.8
1：紙類	0.2	0.0
2：ちゅうかい類	0	0
3：繊維類	17.8	19.3
4：木竹類	0.5	0.2
組 5：プラスチック類	28.7	16.9
6：ゴム・皮革類	8.9	5.1
成 7：金属類	2.0	1.7
8：ガラス類	0.3	0.3
9：陶器・石類	2.0	9.4
10：被覆電線類	2.4	2.0
11：その他(5mmメッシュ以下)	37.2	45.1

III 実験結果及び考察

1) 廃棄物等の組成

試験に用いたシュレッダーダスト系主体廃棄物(以下、SD)をゴミ分析法に準じて表1に示す11組成に分類した。そのうち、プラスチック類については主なものについて赤外スペクトルで素材を確認した。

SDの主な組成物には、プラスチック類16.9~28.7%、繊維類17.8~19.3%、ゴム・皮革類5.1~8.9%、その他(5mmメッシュのふるいを通したものが)37.2~45.1%、であった。その他(5mmメッシュ以下)は土、プラスチック片、繊維片等有機物が混じったもので強熱減量16.7%、繊維類は繊維片、糸くず、プラスチックくず、土等が絡まったもので強熱減量40.0%、プラスチック類はポリプロピレン、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、圧着材(木質)等が含まれていた。

廃棄物等土が混合しており、通常のシュレッダーダストとは重量割合が異なっている。



SDに生石灰添加実証試験(そのまま放置)11分後

2) 現地で生石灰を添加する実証試験

SDを実験セル(縦5m,横5m,深さ0.5mの規模)2区画に準備し,それぞれに500kgの粒状生石灰(1片2~3cmの大きさ)を添加し,直ちに混合する場合(対照区画)とSD表面に添加した生石灰が平らになるようにならした状態でそのまま放置する場合(実証区画)を比較した。

温度測定地点は実験区画内の中央及び周辺の3地点の表面と表面下10cmとした。

可燃性ガスの採取は区画の中央付近の表面から約10cm程度上部の地点で行った。

① 直ちに攪拌混合した場合(対照区画)

SDに粒状生石灰を添加後,直ちにバックホーで10分間良く攪拌混合し実験を開始した。観測6地点の温度を測定した結果を図1に示す。

廃棄物と生石灰を十分に攪拌混合した場合は,最高温度は39.4で上昇温度は12であった。

② 攪拌せずに放置した場合(実証区画)

SDの実験区画上に500kgの粒状生石灰を一ヶ所に置いてから,バックホーでこの生石灰がSDの表面で均一になるように7分間ならして実験を開始した。実験開始7分後には,数ヶ所で白煙が発生し,焦げたような臭いがした。17分後は白煙が強くなり,30分過ぎには各所で多量の白煙が発生し,発火の危険性もあるとの判断で実験を中止した。なお,この後,この区画全体をバックホーで十分攪拌混合すると白煙の発生は見られなくなった。

SDに生石灰を添加し攪拌せずにそのまま放置した場合の観測6地点の温度を測定した結果を図2に示す。最高温度は322度であった。

また,特に白煙の発生が激しいと思われる部位に熱電対温度計を移動して温度を測定した結果は図3のとおりであった。

生石灰の混合が不十分な場合は急激な温度上昇がみられ,実験開始10分で290,20分で380,30分後で451に達した地点があった。

③ 可燃性ガス等調査結果

ガス検知管及びガス検知器による水素,メタン(可燃性ガス),ベンゼン系(ベンゼン,トルエン,キシレン)及び酢酸エチルの可燃性ガス発生につ

いては,いずれの実験区画においても開始10分後は定量下限値未満であった。

3) 生石灰の混合が不十分な場合の上昇温度の推定

生石灰は水と反応して多量の熱を発生しながら水酸化カルシウムを生じる。生石灰と土壌の混合が不十分で,生石灰の混合割合が高い部分の温度を推定

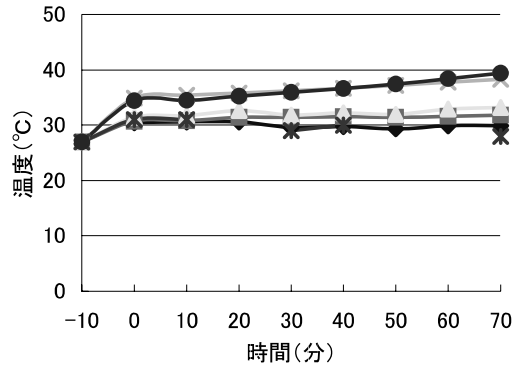


図1 SDに生石灰添加後,直ちに混合の場合の温度上昇

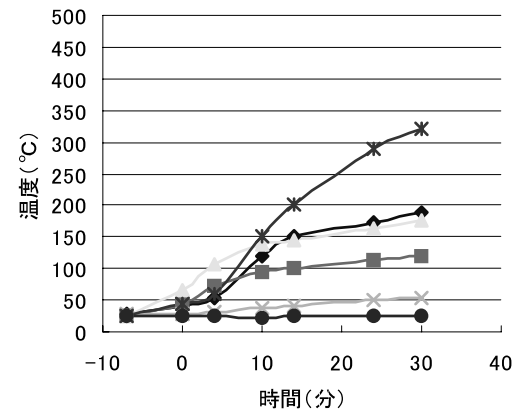
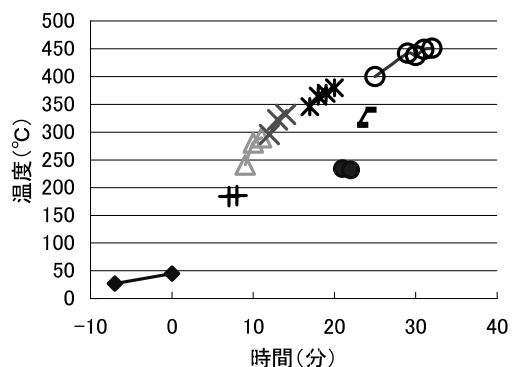


図2 SDに生石灰添加後,放置の場合の温度上昇



部位 ① ② ③ ④
⑤ ⑥ ⑦ ⑧

図3 SDに生石灰添加後,放置の場合の温度上昇
白煙の発生が激しいと思われる部位

するため、表2に示す比熱等を用いて、次の単純化した系で到達温度を計算した。①発生した熱は発散せず、全て蓄熱され、未反応水、乾燥土壌、生石灰及び消石灰の温度上昇のみに作用する。②土壌の水分は全て生石灰と反応する。③土壌の比熱は常温で花崗岩、砂に近い石英(SiO₂)の比熱を用いる④未反応の水は100℃で蒸発し、系の外に出る。⑤開始温度は25℃とする。

土壌の含水率別に土壌に対する生石灰の混合比と到達温度の推定値を図4に示す。混合が不均一で、土壌に対する生石灰の混合比が大きくなる部分があると、その部分の温度が350℃以上に上昇し、燃えやすい有機物が発火する恐れがある。

また、生石灰添加量別に土壌の水分含有率と到達温度の推定値を図5に示す。十分に混合された場合には、生石灰の添加量が12%以下で土壌の含水率が10%以上あると、到達温度は100℃以上になることはない。

IV まとめ

- 1) SDの組成物には、樹脂(ポリプロピレン, ポリウレタン等)繊維類, ゴム, 圧着材(木質)等可燃物が含まれていた。
- 2) SDに生石灰を添加する試験では、SDに生石灰を添加した後十分に混合した対照区画では温度上昇は40℃を超えることはなかった。しかし、添加した生石灰を混合することなく放置した実証区画では、各所で短時間(5~10分程度)に急激な温度上昇がみられた。その後白煙が発生し、時間の経過と共にかなり激しく発煙し、温度も最高で451℃を観測した地点があった。
- 3) 水を含む廃棄物等と生石灰の混合が不均一で廃棄物等に対する生石灰の混合割合が大きくなる部分があると、その部分の温度が350℃以上に上昇し、燃えやすい有機物が発火する恐れがある。

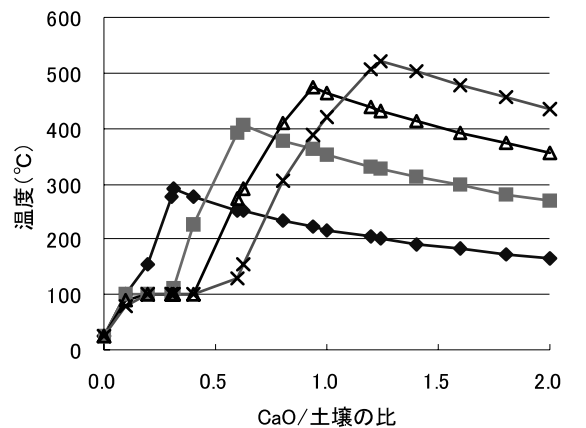
これらの結果から、廃棄物等に生石灰を混合する作業中の発火事故の原因はSD主体の廃棄物と生石灰の混合が不均一な状態のまま放置したために、その箇所の発熱によりSD中の可燃物が発火したと考えられる。

表2 温度の計算に用いた比熱, 蒸発熱及び反応熱

温度帯(℃)	比熱* J/g.KJ/g.K			
	水	乾燥土壌	CaO	Ca(OH) ₂
25 - 100	4.18	0.74	0.76	1.18
100 - 200	-	0.89	0.82	1.33
200 - 300	-	0.99	0.90	1.40
300 - 500	-	1.07	0.92	1.44
500 - 700	-	1.21	0.94	1.51

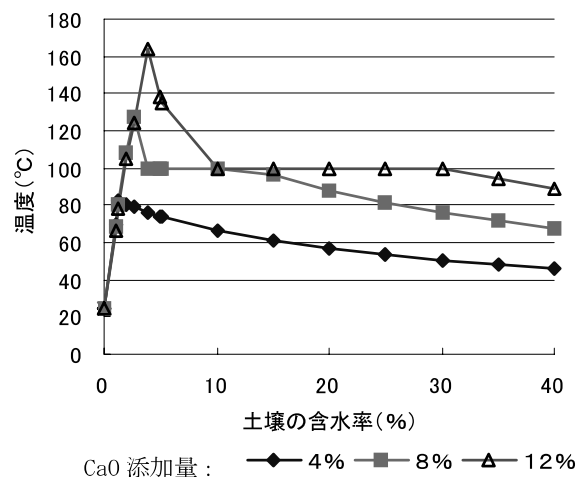
水100の蒸発熱: 2256 J/g
 反応熱: CaO+H₂O -> Ca(OH)₂ + 63600 J

*日本化学会編, 化学便覧, 丸善株式会社(昭和63年)等より, 各温度帯に近い比熱を使用



含水率: ◆ 10% ■ 20% ▲ 30% ✕ 40%

図4 含水率別の生石灰と土壌の混合比と到達温度の推定



CaO 添加量: ◆ 4% ■ 8% ▲ 12%

図5 生石灰添加量別の土壌の含水率と到達温度の推定