

IGCC スラグの物理化学特性と防草効果

(株)大林組 正会員 ○前田 章, 非会員 十河潔司
 正会員 田島孝敏, 正会員 杉本英夫
 常磐共同火力(株) 非会員 赤津英一
 三菱日立パワーシステムズ(株) 非会員 坂本康一

1. はじめに

石炭ガス化複合発電¹⁾(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)は、従来の石炭火力発電に比べて効率がよくかつCO₂排出量が少ない新しい発電システムとして注目を集めている。一方で、IGCCの副産物として排出される石炭灰溶融スラグ(以下、IGCCスラグと記述)の有効利用が求められている。本稿では、IGCCスラグの物理化学特性、環境安全性の試験結果をもとに、その特性を活かした用途として防草材への活用を考え、雑草の生育抑制効果確認試験を実施した結果を報告する。

2. IGCCスラグの物理化学特性

高炉などの製鉄施設で発生する水砕スラグは、原料に石灰石を混ぜるため、石灰含有量が高く、水と接触すると成分が溶出する。溶出物にはカルシウムが多く含まれるため、水がpH 10以上の高アルカリ性になる。また、カルシウムが結晶化して固結する場合、間隙が閉塞して透水性が下がることもある。一方、IGCCスラグは、スラグに含まれる石灰の割合が低く、1,800℃の高温溶融後にガラス化することで物質としての安定性が高く、水と接触して溶出する成分は他のスラグより少ないと考えられる。また、粒度が均質で整っているため透水性が高く、カルシウムによる固結がないためその性能が長く維持される。これらの物理化学特性を確認するため、以下の試験を行った。



写真-1 IGCCスラグの外観

(1) 試験方法

IGCCスラグは、常磐共同火力株式会社勿来発電所で発生したものを使用した。

- ① pH 試料の乾燥質量に対して5倍量の脱イオン水を加え、これを懸濁させたのち、30分以上、3時間以内静置したものを測定用の試料液とした。
- ② 透水係数 JIS A 1218 定水位法により、5試料を測定し、その平均値を算出した。
- ③ 溶出試験、含有量試験 IGCCスラグからの重金属等の溶出量を環告46号法により測定した。

利用環境のpH変動に対する溶出特性を把握するため、硫酸添加溶出試験と消石灰添加溶出試験を実施した。前者は1m³の土壌がpH4.0の酸性雨(年間降雨量2000mm)に100年間曝されるのに相当する酸量の溶出液を用いる試験で、後者はコンクリート構造物が付近に構築されることを想定したアルカリ量の溶出液を用いる試験である²⁾。含有量は環告19号法により測定した。これらの試験項目は、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、水銀、セレン、ふっ素、ほう素とした。

(2) 試験結果

懸濁液を2時間静置した後のpHは7.1と中性を示した。透水係数は2.59×10⁻¹(cm/sec)と非常に透水性が高く、砂と同程度であった。重金属等の溶出量はいずれの試験も定量下限値未満であり、酸性雨に長期間曝されても高い環境安全性を有すると考えられる。(表-1)。含有量は全ての項目について土壌含有量基準を満足した(表-2)。

表-1 溶出試験結果

項目	単位	環告46号 溶出試験	硫酸添加 溶出試験	消石灰添加 溶出試験	土壌環境 基準
カドミウム	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.01
鉛	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.01
六価クロム	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05
砒素	mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.01
水銀	mg/L	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005
セレン	mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.01
ふっ素	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.8
ほう素	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1
検液のpH	—	6.5	4.1	12.0	—

表-2 含有量試験結果(環告19号)

項目	単位	含有量	含有量 基準
カドミウム	mg/kg	<1	150
鉛	mg/kg	<1	150
六価クロム	mg/kg	<1	250
砒素	mg/kg	<1	150
水銀	mg/kg	<0.01	15
セレン	mg/kg	<1	150
ふっ素	mg/kg	39	4000
ほう素	mg/kg	13	4000

キーワード 石炭ガス化複合発電, スラグ, 防草, 物理化学特性

連絡先 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組生産技術本部技術第二部 TEL 03-5769-1302

3. 防草効果の確認

筆者らは、前述のIGCCスラグの物理化学特性から、環境安全性の高い防草材としての利用の可能性があると考え、雑草の繁茂している土地において防草効果の確認試験を実施した。

(1) 試験方法

①試験区の設定

試験地は福島県いわき市の常磐共同火力(株)の敷地内に18m²を2014年5月に設置した。当地は、元々外構緑地としてコウライシバを張芝した芝地であったが、雑草に侵入され、主にセイタカアワダチソウ、チガヤ、エノコログサの大型雑草が繁茂している状況であった。試験区を設置する前には、徹底した除草を行った。まず、草刈機で地上部の刈込みを行い、地下部に残った大きな株や根はバックホウで除去した。そして、表土の硬さを均等化するため、小型転圧機械で転圧を行った。その後、IGCCスラグ敷設区において、厚さ10cmで敷き均し、小型転圧機で転圧を行った。試験地の概要を図-1、写真-2に示す。

②調査方法

調査は2014年4月から2014年10月末まで行った。調査項目は、試験区の面積に対する雑草の被覆率を計測した。

(2) 試験結果

試験開始後の雑草被覆率の推移を図-2に示す。対照区は試験開始から約50日(6月26日)で80%と高い値となった。約80日後(7月31日)には99%となり、盛夏時にはほぼ全域を被覆する結果となった。盛夏後の約170日後(10月27日)の時点においても、100%となり、雑草が繁茂する条件下では、除草後も直ちに生育し、衰退することなく、生育範囲を維持拡大することが分かった。

一方、IGCCスラグ敷設区では、試験開始から約50日まで0%の被覆率を維持し、約80日後で1%、約170日後で1.7%と非常に低い値を維持した。当試験区内の雑草の繁茂状況を観察すると、発芽していた雑草は3株のみであった。写真-3で分かるように、試験開始後約3か月の時点で、対照区および試験区外周から大型雑草が生育範囲を拡大し、IGCCスラグ敷設区に侵入している状況であった。しかし、当試験区に葉が伸びているだけで、根が張っていない状況であったため、IGCCスラグの防草性能が確認された。

4. 考察

IGCCスラグは、pHが中性で、有害物質の溶出がなく安定した物質であることが分かった。また、カルシウム成分の溶出が少ないので、再固化せず、接触水がアルカリ性にならないことから、生態系に配慮した防草材として利用できると考えられる。

5. まとめ

本稿では、IGCCスラグの物理化学特性を調査して、その環境安全性を確認した。防草効果の確認試験により、高い防草性を明らかにした。石炭ガス化複合発電システムは、エネルギー効率がよく、普及が進むことが期待される。今後も、防草材としての利用にとどまらず、IGCCスラグの更なる有効利用方法を開発していきたいと考える。

参考文献

- 1) 常磐共同火力株式会社 : http://www.joban-power.co.jp/nakoso_power_plant/igcc/
- 2) (社) 土壌環境センター : GEPC 技術標準 重金属等不溶化処理土壌のpH変化に対する安定性の相対的評価方法 (2008)

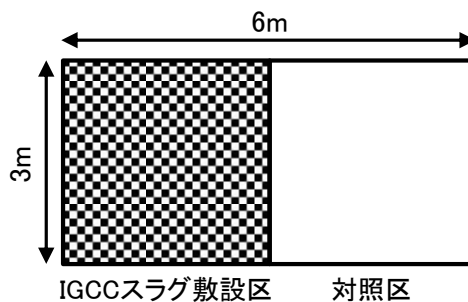


図-1 試験地概要図

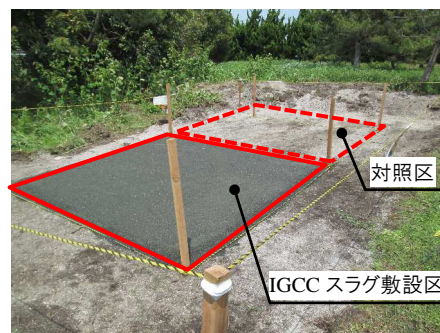


写真-2 試験開始時

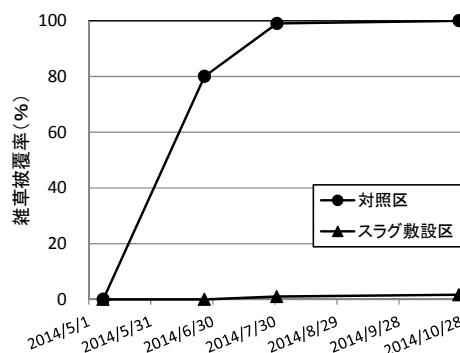


図-2 雑草の被覆率

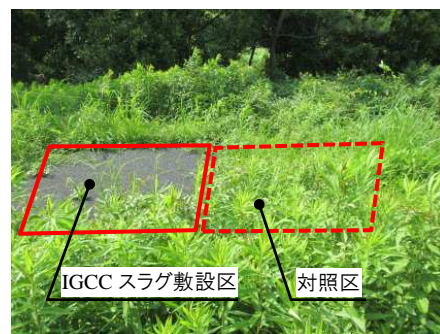


写真-3 試験後約3か月