

除草作業で発生する刈草を多用途にリサイクルする装置の開発

No. 145

国土交通省中国地方整備局中国技術事務所長

中国技術事務所機械課長

機械設計係長

おおくぼ たかよし
大久保 尊善
こんたに まさのり
紺谷 正紀
きしもと たかふみ
岸本 孝文

1. はじめに

河川堤防除草作業において大量に発生する刈草は、従来では野焼きや廃棄物処分場への持ち込みなどにより処理が行われていたが、昨今の地球温暖化問題をはじめとする地球環境保護への関心の高まりから、一部の地域を除き野焼きによる刈草の処分は全面的に禁止されているのが現状である。また、刈りとられた草は一部で堆肥化等へのリサイクルの事例があるものの、その大部分は産業廃棄物として処分されており莫大な処理費を伴うなど、早急な対応が求められている。

中国技術事務所ではこのような問題の解決策として、乾燥した刈草を現地で破碎し、減容機により圧縮成形化する技術を有する(株)栗本鐵工所との共同開発により刈草の有効利用を目的とした刈草 RDF 製造装置および刈草 RDF 炭化物製造装置の開発を行った。

2. 技術開発の目標

装置の開発にあたっては、用途に適した装置にする必要があるため事前に用途の検討を行った。

今回、中国技術事務所では、水質浄化材として

の有効利用に着目し、水質浄化に適した刈草 RDF 炭化物の成形が可能な装置の開発を行う計画とした。

(1) 水質浄化に適した RDF 炭化物の調査

水質浄化は理論的にはミクロ孔・メソ孔による物理吸着とマクロ孔に付着した微生物による汚濁物質分解がある。物質吸着はマクロ孔およびメソ孔が目詰まりを起こすと、長期にわたる浄化能力が期待できない。したがって RDF 炭化物を利用した水質浄化の検討はマクロ孔に付着した微生物による汚濁物質分解によるものとした。

汚濁物質分解除去能力は微生物の付着できるマクロ孔容積が大きいほど分解除去能力が大きいと判断できる。RDF 炭化物を分析した結果、全細孔容積は0.823~1.401ml/g、マクロ孔の細孔容積は0.801~1.367ml/gであった。報告がある木炭の細孔容積は0.4~2.6ml/g程度であり、刈草炭化物は木炭よりやや少ないながらも微生物着床に必要な細孔容積を有していることが分かった。

また、刈草 RDF の性状による違いは顕著には見られず、マクロ孔容積は刈草原料に依存し、刈草 RDF の製造方法や炭化条件には依存しない傾向といえる。したがって水質浄化に適した炭化物を製造するには未炭化部位を残さずに炭化を完了させ、炭化後は炭化物製造時に投入するエネルギー

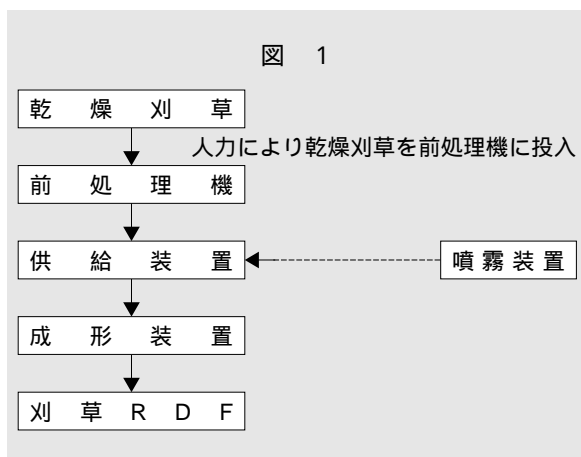
一量を考慮し、なるべく早く火止めを行う必要があるとの結論を得た。

(2) 試験装置による RDF 成形性調査

「刈草が固化するメカニズム」は植物が持つセルロース・ヘミセルロース・リグニン等の成分が100 前後の高温で加水分解し結合後、常温程度にまで温度低下することにより、硬化・固化するものであり、成形過程（加水・加温・圧縮）を繰り返す回数が増えるほど粘結性が向上し、炭化物素材としての性能が高い「固いRDF」を成形することが確認できた。

3. 製造工程および装置の概要

RDF の製造工程を図 1 に示す。



(1) 乾燥刈草

刈草 RDF 製造装置により棒状の刈草 RDF を成形する過程において、刈草の含水比が高い場合は、成形装置部での水分調整が難しく、前処理機内で閉塞する可能性があるため、現状では刈草の乾燥状態が重要となる。除草作業を完了して2日から3日程度の天日乾燥を行うことにより含水量は30%程度にまで低減され RDF の成形に適した「刈草」ができる。

乾燥が過度の状態では成形過程で加水を行う必要がある。

(2) 前処理機

作業効率を上げるために刈草を前処理により細かく破碎できる装置として吸引式破碎機を設けている。当初の計画では刈草の吸い込み口への投入

作業効率を考慮して、前処理機を地上に配置する計画であったが、刈草の処理場所を移動することに前処理機を移動させる必要があるため供給口の高さを抑え前処理機を車上に設ける構造とした。写真 1 に前処理機を示す。

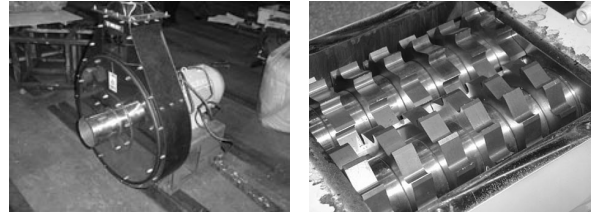


写真 1 前処理機 写真 2 二軸破碎機

(3) 二軸破碎機

開発初期の段階では草の種類によっては成形性が悪く、成形機に2回通す必要があったが、二軸破碎機を設けることにより「2回通し」の必要がなくなった。この破碎機は二軸に固定された回転刃が原料を噛み込み圧縮せん断により切断される機構である。破碎機下部の排出側にあるスクリーンにより切断された原料の通過できる大きさが制限されるため、破碎長さが調節されることとなる。

写真 2 に二軸破碎機の構造を示す。

(4) 供給装置

前処理機として破碎機を上部に架装したことにより、車高を低くする必要が生じたため、二軸スクリープ式の供給装置としている。この方式を採用したことにより、車高を低くでき、供給装置内のデッドスペースも少なくなり、攪拌状況も良好となった。

また、成形装置の圧縮力と比較して、破碎機の圧縮力が低く成形装置内の刈草が圧縮加熱により蒸された状態に近づけるために二軸破碎機を通過した原料を供給装置内で蒸すことができるように電気式の蒸気発生装置を付属している。

写真 3 に供給装置の構造を示す。



写真 3 供給装置

(5) 成形装置

刈草の乾燥状態により成形される RDF の良否が左右されることは先に説明したが、降雨により刈草が湿潤し、水分が多く含まれたままの状態では放置されると堆肥化が進む可能性もある。

水分が多く堆肥化が進んだ刈草は粘着性があり流動性も高くなるため、非噛み合い方式では、成形機内のスクリーに草が付着し、推進力を奪ってしまう可能性が高く、結果的に排出されない可能性があるため成形機本体は異方向回転式の噛み合い型二軸スクリー式としている。供給される原料はスクリーにより圧縮力を与えられながら練り込まれる形となる。

写真 4 に成形装置の構造を示す。



写真 4 成形装置

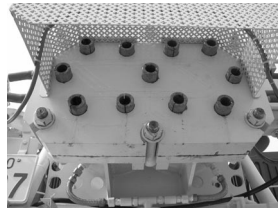


写真 5 排出ノズル

(6) 排出ノズル

成形装置により加湿・圧縮された草は排出ノズルより製造装置の外に排出される。RDF の直径は25mm として計画しており、当初の開発段階では、ノズル内面に水やグリセリンなどの潤滑剤を注入する機構の検討も行っているが、排出ノズルに切欠きを設けることにより、現在は潤滑材注入機構を廃止している。

切欠きを設けることにより、成形装置から圧縮されながらノズルに押し込まれてくる草の状態に左右されることなく、均一な直径の RDF が成形できることを確認している。これは草の状態が固い状態でノズルに進入してきた場合にはノズルが押される格好で広がり、逆に柔らかい場合にはノズルは広がることなく形状を維持する仕組みである。図 5 に排出ノズルを示す。

成形された刈草 RDF は生草の状態から容積率にして約220分の1、重量にして約5分の1程度にまで減容される。製造能力は1時間当たりの処理量にすると、草の種類や状態により変動はする



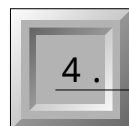
写真 6 RDF 成形物



写真 7 刈草 RDF 製造装置

が約500m² (70~90kg) の処理が可能である。処理量については今後一層の向上を図っていく予定である。

図 6 に RDF 成形物、図 7 に RDF 製造装置を示す。RDF 製造装置は現場作業時の機動性を重視し、4t 車ベースの車両に搭載している。



4. 炭化物製造装置

RDF の状態では、飼料等へのリサイクルの可能性はあるものの、現在では用途が限られているため、より有効利用が行えるよう、RDF 製造装置により成形された RDF を炭化する炭化物製造装置の開発も合わせて行っている。

炭化炉は開発当初は自然吸気内燃バッチ式により実験を行ったが、充填する炭化物の厚さが厚くなると炭化時間が24時間を超えるため、現在は強制吸気式の炭化炉とした。

作業工程は600 程度まで炭化炉内の温度を上昇させ、約6時間かけて炭化を行う。ダイオキシン対策としては、二次燃焼室内で約800 の高温で約6秒の完全燃焼を行うことにより対応している。その後、2時間程度の強制冷却を行い、さら



写真 8 刈草 RDF 炭化物製造装置

に10時間程度の自然冷却を行って作業を完了する。

炭化炉の容積は RDF 製造装置の1日の処理能力に合わせて約1m³としている。

RDF 炭化物とすることで、刈草の状態から容積率では370分の1程度、重量にして約25分の1程度にまで減容が可能となる。刈草 RDF 製造装置との併用を考えており、現在の仕様は4t車ベースの車両に搭載している。

写真 8 に RDF 炭化物製造装置を示す。

5. RDF 炭化物

成形された刈草 RDF 炭化物は草の種類などにより含まれる成分が異なることを確認している。

例えば、法面刈草と剪定枝葉、抜根草とを比較した場合では、法面刈草と剪定枝葉はほぼすべての項目に対して似たような傾向を示すのに対し、抜根除草炭化物は灰分が多く、固定炭素および低位発熱量が少ないという結果であった。これは、抜根草に付着した土が原因と思われる。また、法面刈草と剪定枝葉は全クロムの含有と溶出試験の結果フッ素とホウ素の溶出が確認されたが、抜根草は全クロム、鉛、ヒ素の含有が確認されるとともに、溶出試験においてフッ素とホウ素、ヒ素の溶出があった。なお、これらは、環境基準に対してはすべての項目に対して規定値を満足している。

水質浄化材としての目安となる比表面積については、道路法面刈草を原料とした炭化物が最も大きく417.62m²/g、剪定枝葉が167.16m²/g、抜根



写真 9 刈草 RDF 炭化物

除草炭化物が82.68m²/gであった。一般的に水質浄化材として用いられている木炭の比表面積は400m²/g程度であり、道路法面刈草炭化物は木炭と同等の吸着性能があることが確認された。また、もっとも比表面積の値が小さかった抜根除草炭化物についても木炭との差はあるが吸着性能はあると思われる。

写真 9 に刈草 RDF 炭化物を示す。

6. 刈草の有効利用の検討

刈草の状態での有効利用技術としては、堆肥化以外の報告はなされていないが、刈草 RDF として今後は肥料などの各種分野での検討を行う予定である。

また、炭化させることにより、土壌改良材、水質浄化材、燃料としての利用の可能性もある。これらについては、今後詳細な検討を行っていくとともに、有効利用用途の検討を進め、用途の拡大を図っていく予定である。

7. おわりに

刈草 RDF 製造装置および RDF 炭化物製造装置は河川堤防の除草で発生する刈草の有効利用用途の一環である、水質浄化材に適した RDF 炭化物を製造できる装置として開発を進めてきたが、今後は有効利用の検討をさらに押し進めるとともに、現場への適応性をより高めるためにフィールド試験を重ね細部の熟成を図っていきたいと考えている。