

8. ダム工事における植生土壌化システムの開発

佐藤工業(株)：*植木 研三 永松 敏弘、
矢郷 隆浩

1. はじめに

「循環型社会形成推進基本法」が制定され、建設リサイクル法が施行段階に入り、建設副産物の再利用を要求する気運が高まってきている。

ダム建設工事においては、その工事の特性により、大量の廃棄物（建設副産物）が発生する。一つには、掘削工事により発生する伐採材（木、木根、草、竹類）であり、二つめには工事汚濁水の処理過程で副産物として発生する建設汚泥（脱水ケーキ）である。

苦田ダムにおいては、前者が 15,000m³、後者が 4,000m³程度発生すると想定されており、これらを既存処分場で埋立て処分することは、社会通念上好ましいとはいえないことから、これらの再利用のため、既存の技術を組み合わせることにより新しい植生土壌化システムを開発し、実践している。

本稿ではそのシステム及び概要について報告するものである。

図-1に「苦田ダムリサイクルフロー」を示す。

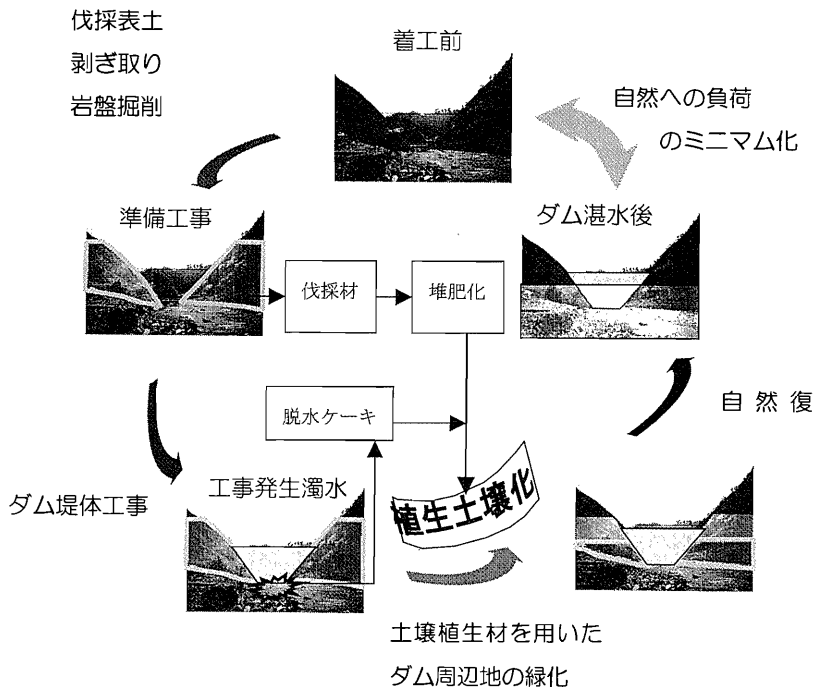


図-1 苦田ダムリサイクルフロー

2. 苫田ダム植生土壌化システム概要

苫田ダム植生土壌化システムの特徴は、既存の技術である「脱水ケーキ植生土壌化システム」と「伐採材の堆肥化システム」の二つの建設副産物を同時に再利用できることにある。このシステムは、一般的に行われている脱水ケーキに「購入堆肥」及び／または「購入畜糞」を混入し植生土壌化するシステムに対し、伐採材の堆肥化システムを利用して「堆肥」を製造し混入するものである。

苫田ダム植生土壌は、伐採材の堆肥と脱水ケーキ、有機肥料を混合したものである。無機質な土壌である脱水ケーキに堆肥を混合することにより通気性、保水性、保肥性の土壌物理特性の改善が行われる。さらに、有機肥料の混合により土壌化学特性の改善が行われる。堆肥内の微生物が活動する結果、その代謝産物で脱水ケーキの細粒分の団粒化を促進して、ほくほくとした“土”となる。

また、本システムは、熟練技術者及び特殊な機械を必要としないことも特徴として挙げられる。

次ページに、苫田ダム植生土壌化システムフローを示す。

3. 伐採材の堆肥化

伐採材の処分は焼却処分する計画であったが、ダイオキシン排出による公害問題が発生し、ダイオキシン排出規制により伐採材の焼却処分ができなくなった。

このため、苫田ダムではダム本体、仮設備、周辺湖岸道路から発生した伐採・伐根材の約15,000m³を粉砕して堆肥にすることを計画した。

3-1. チップ化

伐採材を効率よくチップに粉砕するために、大きさ、固さにより草木竹、根株に仕分け、それぞれに適した仕様の粉砕機で処理することにした。

根株に関しては均一な形態をしていないため、粉砕機に投入する前には前処理作業としてカッタ(0.7m³バックホウ)で切断し、大きさを整える必要があった。

草木竹の粉砕にはカッタ方式のシュレツダを使用し、巨根の根株にはハンマ方式のタブグラインダを使用した。

目標のチップ材の大きさは、将来的な堆肥化に適した分解し易い25mm程度とした。チップ化に際しては、シュレツダ、タブグラインダともにスクリーンサイズを変更しながら、一次破碎、二次破碎と行なった。

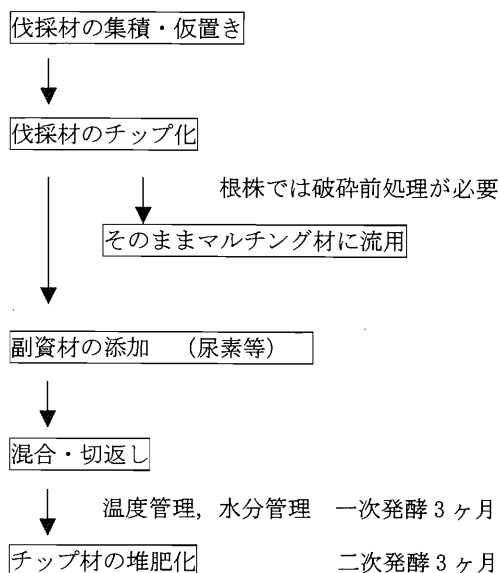
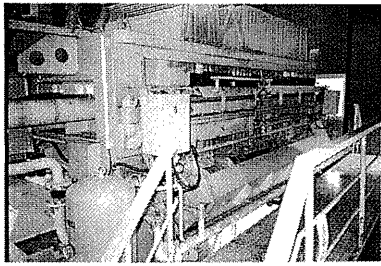


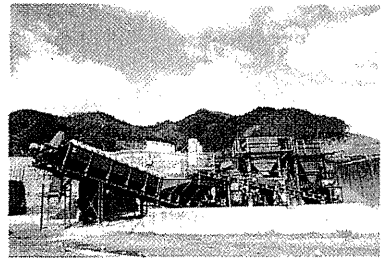
図-2 伐採材の再利用に関するフロー



ダム濁水処理設備フィルタープレス



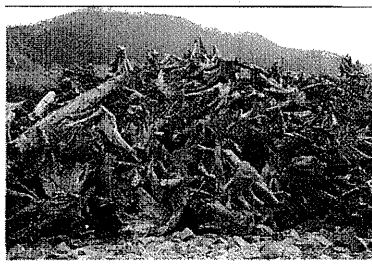
①脱水ケーキ



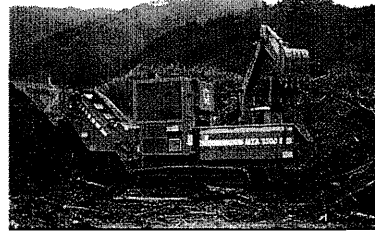
混合・解砕



切返し・散水, 日常管理



②伐開物



②-1チップ化



②-2堆肥化

③購入鶏糞



ダンプトラック



養生

完成



図-3 苫田ダム植生土壌化システムフロー

3-2. 堆肥化

植物が自然界で発酵して堆肥になるには年単位の時間を要する。しかし、苫田ダム事業（平成 16 年度完成予定）の中で再利用するためには、堆肥化を強制的に促進させることが必要となる。

堆肥化とは微生物が炭素を分解して発熱し発酵することであり、炭素の割合が大きいと堆肥化するのに長時間かかる。苫田ダムにおけるチップ材の持つ炭素、窒素のバランスは、C/N=220 程度であり、表—1 に示す堆肥の品質基準より、炭素割合を C/N=30 程度にして堆肥化の促進を図る必要があった。C/N=30 にするには、窒素成分の多く持つ副資材（油粕、尿素、鶏糞など）をチップに混合させる方法が考えられた。

堆肥化における発酵は嫌気性発酵と好気性発酵に分類され、水分が過剰に存在したり、通気性が無い場合には嫌気性発酵となり、臭いの原因となるアンモニア、メタンガス、硫化水素等を発散させ、ハエやウジが発生する。また、水分が不足すると発酵が遅れる原因となる。

そこで、適度な水分（含水率 50~65%）を保つための散水と通気性の良い条件（切り返し作業）の下で好気性発酵を行うこととした。

また、発酵熱が 60~70℃に上昇すると雑草の種子や有害生物等が死滅する。さらに 80℃以上になると窒素成分などの栄養分が揮散したり有益な微生物が死滅するので熱放散のための「切り返し」が必要となる。

3-3. チップの堆肥化

① 試験施工の目的と確認結果

試験施工では、チップ材の成分を調べ(C/N=220)、表—1 に示す堆肥の品質基準を満足する添加物としての副資材を選択するため、表—2 に示す 4 ケースについて比較した。

表—1 堆肥の品質基準（全国バーク堆肥協会）

C/N 比	全炭素 (%)	全窒素 (%)	全リン酸 (%)	全カリ (%)
35 以下	40~50	1.2 以上	0.5 以上	0.3 以上

表—2 試験施工配合表

項 目		①	②	③	④
チップ原料 成分比率	試験量	30m ³	30m ³	30m ³	30m ³
	全炭素 (%)	41.8			
	全窒素 (%)	0.19			
	全リン酸 (%)	0.01			
	全カリ (%)	0.00			
	C/N 比	220			
副資材名		油粕	尿素	鶏糞	油粕 + 尿素
添加量(kg)		1,505kg	173kg	4,302kg	752 + 86.7kg
添加物 成分比率	全窒素 (%)	5.3	46.0	2.56	9.51
	全リン酸 (%)	2.3	-	7.10	2.3
	全カリ (%)	1.0	-	3.26	1.0
二次発酵 成分比率	全炭素 (%)	41.7	41.7	55.6	41.7
	全窒素 (%)	1.4	1.4	1.9	1.4
	全リン酸 (%)	0.6	0.1	4.7	0.3
	全カリ (%)	0.2	0.0	2.1	0.1
	C/N 比	30.1	29.8	29.9	29.8

添加物の種類としては、「鶏糞」が最も良好であるが、C/N比改善のため多量の鶏糞を必要とすることから、堆肥化段階では、C/N比改善に主眼をおき添加量の少ない尿素を選定した。堆肥の品質基準に不足する全リン酸および全カリを補うため、土壌化段階で「鶏糞」を添加することとした。

②発酵終了（一次発酵）時の評価

表一 3 醗酵時の評価 *イオン交換容量の単位：cmol/Kgf

項 目	評価基準	定量的評価方法	確 認 結 果	
1	発酵温度	堆肥化° 位温度低下	内部温度がピーク時の10°C以下程度	最高70°C→3ヶ月55°C
2	成分管理	保肥性向上	イオン交換容量の数値増加	初期24.6→3ヶ月26.5
3		炭素量減少	C/N比の数値減少	初期31.0%→3ヶ月19.2%
4		植生障害の要因排除	粗脂肪率減少	初期値0.4%→3ヶ月0.1%
5	幼植物試験	植生異常無し	未発芽現象及び根曲り現象がない	試験野菜（マツナ）異常なし

イオン交換容量：土壌が+イオン（マグネシウム等）を吸着できる量

粗 脂 肪 率：植生異常の指標であり、分解（堆肥化）が進むにつれて減少する。

4. 植生土壌化混合設備

4-1. 設備概要

本設備は、前項で堆肥化されたチップ材と脱水ケーキ及び土壌化副資材（鶏糞）を所定の比率に混合することを目的とする。本設備の要求される以下の機能・特徴を満足できる設備を設置した。

- ①品質（混合比率）の確保 → 定量切り出しと確実な混合（混合時間が長い）
- ②解砕機能 → 固結された脱水ケーキを砕く（混合のための表面積増）
- ③汎用性が高い → 熟練技能者を必要としない

4-2. 設備規模

日混合量	100 m ³
混合比率（脱水ケーキ：堆肥化チップ材：鶏糞）	10：5：1
混合設備の所要能力	19.0 t/h

4-3. 設備内容と留意点

①受入ホッパー

脱水ケーキ槽（6.7m³）、堆肥化チップ槽（8.0m³）、鶏糞槽（0.9m³）の鋼製貯留槽を設置する。貯留後、材料を下部から切り出すことから、自由落下を促すため、ホッパーの内部勾配は、可能な限り急勾配とすることとし、特に、堆肥化チップは、「繊維織物状」に絡みやすいので、75°以上とする。

②引き出し設備

引き出し設備は、材料の粘性特性を考慮し、脱水ケーキは「ベルトフィーダ」、堆肥化チップは「振動フィーダ」、鶏糞は「スクリュウコンベヤ」とした。混合比率の変更に対応できるように、インバータ制御により、引き出し量を変更可能なシステムとした。

③混合・解砕設備

混合設備に要求される点は、確実な混合のため機械自体に材料が回転状態で長期間滞留すること及び所定の処理能力を発揮することにある。

また、汎用性のある設備とするため、砕石プラントで一般的に使用されている分級機（スクリュウクラッシュファイヤ）の回転翼（リボンスクリュウ）に「押し板」を取り付け解砕機能を増大させて設置することとした。

④運搬設備

各ホップから混合設備まで、混合設備から一次貯留場までの材料移送は、全て汎用性のあるポータブルベルトコンベヤ（W=350）を設置した。

⑤養生棟

混合された材料は、微細な脱水ケーキの団粒化促進のため、養生棟へ運搬される。ここでは、さらなる好気性発酵の進行のためバックホウによる「切り返し作業」を約1ヶ月間行い、植生土壌材の完成となる。

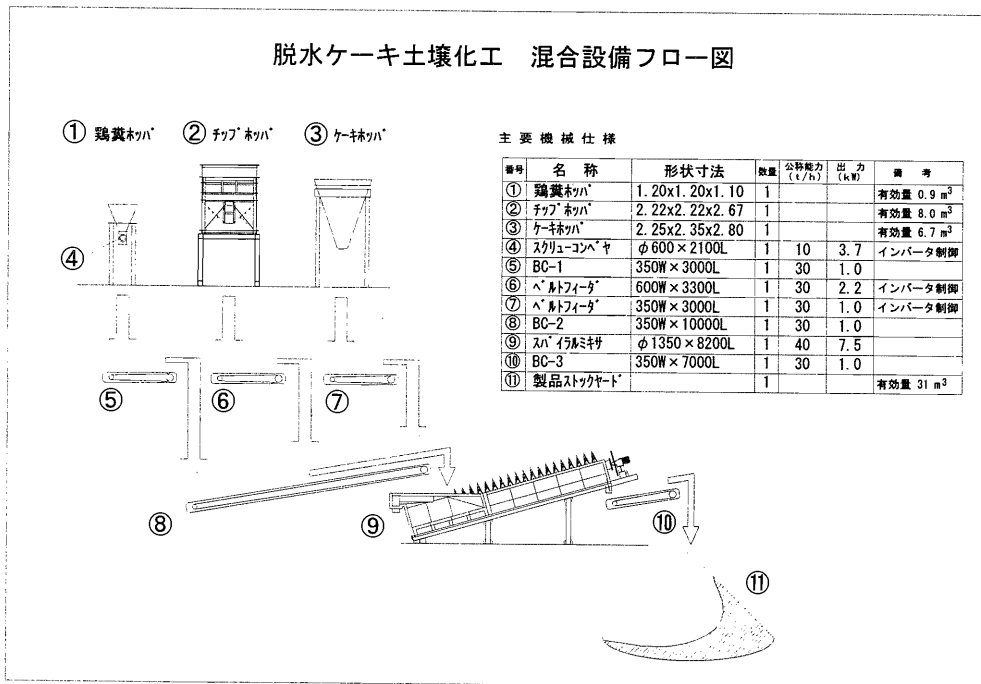


図-4 土壌化混合設備フロー

5. おわりに

本方式による植生土壌化システムは、画期的とはいえないが、いわゆる「工場生産」イメージとは異なり、ある程度のヤードが確保できれば、簡単に移動・架設が可能であり、極めて汎用性が高いのが特徴である。

また、伐採材をチップ化する機械（シュレッダー等）、堆肥化に使用する機械（バックホウ）、植生土壌化を行う混合プラントは、一般的な機械の組合せであり、熟練した技能は特に必要としない。

品質管理面においても、初期の段階では、各種分析試験等が必要であるが、日常管理は、温度、水分管理のみでよく専門技術者の常駐あるいは、分析試験の日常化といった高度な知識は必要としない。

今後は、ダム工事のみではなく、盛土に適さない軟質土が発生する場合、伐採材の処分（チップ化しても）に窮する場合等に水平展開可能と考える。