

IV-1 建設発生木材のリサイクル技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（道路整備勘定）
 研究期間：平 12～平 16
 担当チーム：施工技術チーム
 研究担当者：大下武志、井谷雅司

【要旨】

建設発生木材のリサイクル率は、土木工事で 55%、建築工事で 40%と低迷しているのが現状である。また、ダイオキシン対策のため、従来少なからず行われていた建設発生木材の焼却処分については、今後極めて限定的となることが確実であり、マテリアルリサイクルを中心としたリサイクル推進が重要な課題となっている。このような状況のもとで、本研究ではリサイクル推進のための施策を検討することを目的としている。そのため、リサイクルの処理実態を把握し、リサイクル材の流通促進のための方策検討、木材チップの品質基準・用途別分類の見直し等を行った。これらの成果をまとめた「土木工事現場における建設発生木材リサイクルの手引き（案）」を出版することとしている。

キーワード：建設発生木材、リサイクル、再生チップ

1. はじめに

建設発生木材のリサイクル率は 38%（熱源利用含み 83%）（平成 12 年建設副産物実態調査（センサス））と低迷しているのが現状であり、リサイクル率の向上が求められている。

建設発生木材の不要物は、建設リサイクル法で特定建設資材廃棄物として定められているが、ダイオキシン規制の強化等により、リサイクル材である燃料チップの需要が減退し、また処分方法として野焼きも制限されていることや、最終処分場不足等から、その行き場を失いつつあり、リサイクルが重要な課題となっているところである。そのためリサイクル方策の立案にあたっては、建設発生木材の排出等の実態について詳細に把握する必要がある、全国の土木工事を対象とした建設発生木材の種類別の排出・リサイクル状況や再資源化施設に関する実態調査を行った。

2. 建設発生木材の処理実態

本調査は実際に建設発生木材のリサイクルが行われる現場における問題点を把握し、リサイクル促進に向けた課題の抽出を行った。

2.1 調査方法

建設会社を対象に、現場での処理実態、木材再生材の利用状況などについてアンケート調査を行った。発送数は 1,170 件、有効回収数は 760 件であった。また、建設発生木材の利用側であるチッ

プ化施設に対して、再生材の需要動向などを調査した。この場合の発送数は 230 件、有効回収数は 95 件であった。

2.2 調査結果

2.2.1 現場での処理実態

①発生木材処理実態

図-1 に示すように、現場内利用を見るとチップ化が 19%あるが、その他のリサイクル方策は非常に少ない。また、現場外搬出については、同様

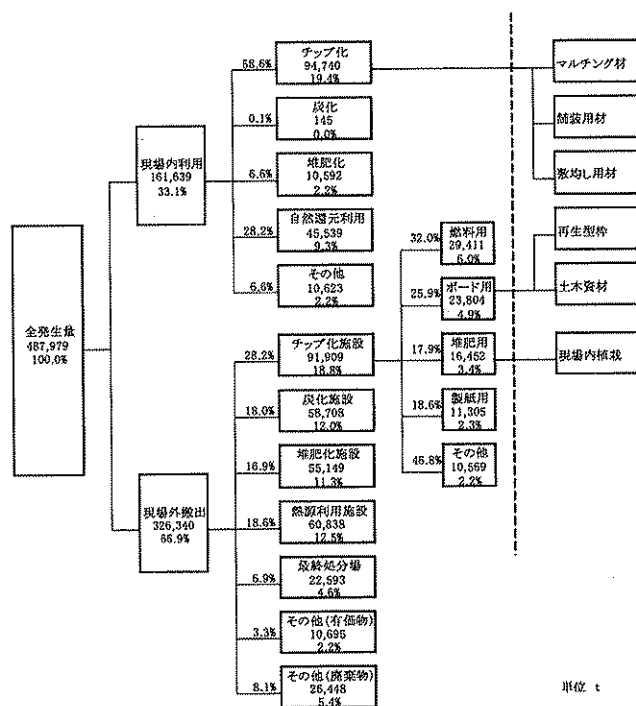


図-1 土木工事における建設発生木材処理フロー

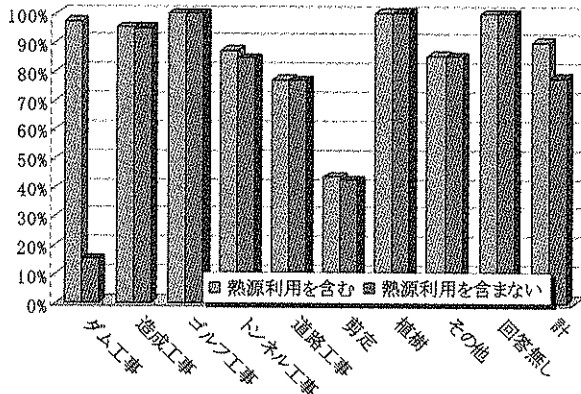


図-2 工種別リサイクル率

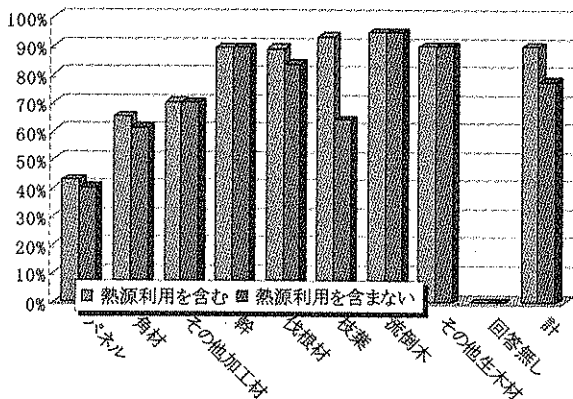


図-3 発生形態別リサイクル率

にチップ化施設への搬入が 19%で最も多いが、炭化施設及び堆肥化施設への搬入も各々12%程度で比較的多い。現場内利用を含めた全体のリサイクル率は、熱源利用を含めない場合が 78%、含む場合が 90%となっている。

②工種別リサイクル率

図-2 に示すように、発生量が少ないものの剪定のリサイクル率が極端に低い。これは、剪定工事自体では利用箇所がないためだと思われる。それ以外の工種では、ほぼ 70%以上のリサイクル率となっている。

③発生形態別リサイクル率

図-3 に示すように、生木材に比べて加工材のリサイクル率が低く、特にパネルの値が低い。これは、プラスチック、紙、釘等の混入物及び、腐食防止材等の塗布等により使用用途が限られるためだと思われる。

④リサイクル実施の判断基準

工種、発生形態に関わらず、リサイクルするかどうかの判断理由として、コスト上の理由と発注者の指示が、各々40%強を占めていた。

2.2.2 現場での利用状況

表-1 再生チップの使用箇所

使用箇所	使用件数	割合(%)
道路のり面、植栽工でのマルチング材	68	60.2
現場内道路等の舗装用材	9	8.0
公園、緑地での敷き均し用材	5	4.4
その他の敷き均し用材	4	3.5
堆肥用	3	2.7
自然還元、土砂混合等	5	4.4
家畜用材	2	1.8
熱源利用	1	0.9
不明	16	14.2
計	113	100.0

表-2 再生チップの採用理由

採用理由	該当件数	割合(%)
仕様書明示	47	41.6
試験施工	19	16.8
環境共生、リサイクルへの寄与	7	6.2
要求品質、過去の良好な施工実績	12	10.6
コスト面	4	3.5
近傍に処理施設がないため、現場内利用	2	1.8
不明	22	19.5
計	113	100.0

①再生材の種類

チップが最も多く全体の約半数(113 件)を占め、木質系型枠が 17%(35 件)、コンポストが 8%(17 件)となっている。

②再生チップの使用箇所

表-1 に示すように、道路のり面、植栽工でのマルチング材が 60%と多数をしめていた。また、マルチング材全体の内、再生チップの使用率は 83%となっていた。再生チップの採用理由は、表-2 に示すように仕様書明示が 42%、試験施工が 17%であった。さらに、要求品質、過去の実績から採用したという回答もあった。

③コンポストの使用箇所

植栽等の現場内利用、周辺農家等での利用が主なものであった。コンポストの採用理由は、再生チップと同様に仕様書明示が 52%、試験施工が 18%であった。

④その他の再生材

木杭、丸太が 8 件、土留め用木柵が 8 件ほど見られた。件数が少ないが、木製階段、ガードレール、ベンチ等も上げられている。これらの採用理由は、仕様書明示が 57%の他、コスト面、現場での創意工夫といった回答があった。

2.2.3 木材チップ化施設の現状

①チップ化施設数

回答のあった 95 施設のうち、チップ化のみの施設が 45 施設に対して、堆肥化を行っているのが 27 施設、炭化を行っているのが 16 施設とかなり多く、計画中のものも含めると相当数にのぼる。

表—3 しくみ・品質・コストに関する課題

課題	分類			今後の方向性
	しくみ	品質等	コスト	
・法律や通達が現場レベルまで十分に伝わっていない 例) 現場で農林規格に関する情報がないため、農林規格では有用品としてリサイクルできるものも最終処分している	○			・現場にヒアリングを行い、法律や通達が十分に伝わらない原因を調査し、改善策を検討する
・自治体によって運用が異なる場合があり、統一的な対応がしにくい 例) 伐根材を処理する際、制度上埋設できるかどうか判断がつかかねる	○			・自治体における運用状況を把握し、効率的な対応策を検討する
・小さな現場では用地的、コスト的に現場内でチップ化してリサイクルするのは難しい			○	・対象を拡大した調査によってリサイクル事例を把握する
・伐根材のリサイクルが難しい (かさばって運搬しにくい、土が付着している)	○	○	○	・同上
・リサイクルに必要なコストが支払われていない	○		○	・費用の流れを把握し、適正な費用負担がなされるように検討する
・現場で処理方策選定の参考となるリサイクル情報の入手が難しい	○		○	
・自ら利用できずに余ったものの処理方法を選定するのが難しい (コンポストやクッション材など現場毎にいろいろ検討している)	○	○	○	・対象を拡大した調査によってリサイクル事例を把握する
・現場の周辺状況に応じたリサイクルの対応方法がわからない	○			・同上
・実務者が使用することを念頭においた処理方策選定フローがない	○	○	○	・同上

②再生木材の受け入れ量

土木工事からが 24%、建築(解体)工事からが 39%であった。

③チップの販売先

燃料用 32%、ボード用 26%、堆肥用 18%、製紙用 12%であった。このうち、堆肥用については、北海道、東北地方での販売量が多い。

④チップの需要動向

チップの販売先がないと答えたものが 34%、売れ行きが低調と答えたものが 33%であった。

2. 3 建設発生木材リサイクルについての課題

①建設分野では、木材利用量は年間約 22 百万 m³であるのに対し、繊維板等の再資源材の利用量が年間約 0.3 百万 m³程度にとどまっており、再資源材の利用量拡大が課題となっている。

②土木建築用材の大半は輸入資材が占めており、間伐材利用等によって、地球環境保全の立場から輸入材の利用量の抑制もひとつの課題である。

③建設発生木材は年間約 13 百万 m³が排出されており、そのうちチップ化施設へは約 5 百万 m³が排出されている。これに対し、製紙用材等として、年間約 26 百万 m³のチップが輸入されている等、

建設分野以外でのチップ需要が大きいいため、チップの品質の問題を検討した上で、他産業での建設廃材利用の可能性について検討していく必要がある。表-3 にしくみ・品質・コストに関する課題をまとめる。

3. 木材チップの品質評価基準の提案

3. 1 木材チップの用途別要求品質

一般に再生チップの品質は、原料となる建設発生木材の種類(伐採材、新築木くず、解体木くず、廃型枠等)、樹種、サイズ、付着物の種類と量、水分等がパラメータとなると考えられる。そこで、各施設(製紙業、ボード業、敷料業、堆肥業、燃料利用施設、炭化施設、マルチング材製造施設、高炉還元剤、中間処理業(チップ化施設))に対し、現在製造または利用している再生チップの品質を、上記項目についてリサイクル用と別にヒアリング調査し、再生チップの品質基準を作成する際に軸となるパラメータについて検討した。

3. 1. 1 サーマルリサイクルについて

一般に再生チップの用途としては、燃料用チップが最も要求品質が緩やかであるといわれており、

現状でも処理施設からは最も品質の低い再生チップが燃料用として出荷されている。今回の調査においても、ボイラー燃料として利用する際には建設発生木材の種類、サイズ、付着物等について、厳しい要求はなかった。

木材チップを熱源利用する上での障害や課題等については、以下の項目が挙げられた。

①熱量

- ・熱量当りの単価が高い(3.11 円/Mcal)
- ・廃プラスチックと比較して、燃焼速度が遅い

②コスト

- ・比重が軽く(体積が大きい)運搬にコストがかかる
- ・破砕にコストがかかる

③安定供給

- ・木くずを継続的に収集できるかどうかの問題
- ・地域的に降雨雪の影響を受けやすい

④設備

・発熱量が低いために大きなボイラー設備が必要
また、現在、木材を製鉄の還元剤、アルコール原料、バイオマス発電等に利用するため技術開発が行われている。これらの技術が確立・普及した際には、数千万トン/年の木材需要が発生するとの試算もされており、将来的には建設発生木材の大部分を処理できる可能性がある。

3.1.2 マテリアルリサイクルについて

①建設発生木材の種類

現状ではチップ化施設において、建設発生木材の種類によって分別しリサイクル用と別にチップ製造を行っていることから、各施設とも建設発生木材の種類については比較的明確に要求品質を設定していた。また、同一用途であれば条件はほぼ同様に設定されていた。

②樹種

・樹種については特に厳しい設定をしていなかった。

③サイズ

再生チップを再利用先で処理する際は条件等により、サイズについては用途に応じて特徴があり、同種の用途についての条件はほぼ同じであった。また、破砕機のスクリーンを換える又は2次破砕工程を設ける等によりサイズは比較的容易に設定することが出来ると考えられる。

④付着物の種類

再利用先での処理工程上の都合や、製品への影響等から、付着物については施設ごとに比較的細かく条件等が設定されていた。これらは同一の再利用用途であっても施設により条件が異なっていた。

⑤水分

敷料については水分を吸着させる必要があるため乾燥しているものが好まれるが、そのほかの用途については特に厳しい条件は設定されていなかった。ただし、再生チップは絶乾重量で取引されることが多いことから、極端に水分を含むものは受け入れられないのが現状である。以上の結果から、再生チップは「発生木材の種類」と「サイズ」により、ある程度利用用途が決まり、さらに施設ごとに「付着物の種類」等が補足事項として設定されていることが分かる。

3.2 木材再生利用上の課題

土木工事から発生する建設発生木材は、生木材が主であるが、リサイクル率やリサイクルの方法には、建設発生木材の種類別や地域別の特性がある。

リサイクル促進上の問題点としては、近傍に再資源化施設があるにもかかわらず再資源化施設へ搬出されていないケースが相当数あることや、土木工事での木材再生品の利用について品質、コスト、資材の入手性等に問題があることが把握された。

また、建設発生木材のチップ化施設の多くが、チップ需要が落ち込んでいると答えており、チップ需要の拡大がなければ、今後リサイクルが滞る可能性があることを示唆している。このように、

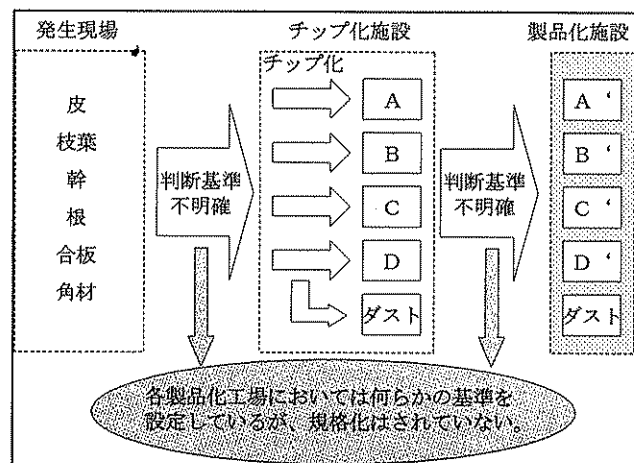


図-4 建設発生木材再生チップの分類フロー

表-4 チップ化施設でのチップの区分

チップ区分	木くずの発生部位	チップの用途
A	柱、梁等断面積の大きなもの	製紙原料
B	主にパレット、梱包材、解体材で比較的断面積のあるもの	ダンボールパイプ、繊維板、化粧板用パーティクルボード
C	Bチップと同級及び合板	建材用パーティクルボード
D	型枠等上記以外の木屑	燃料用
ダスト	チップ製造の際の副産物	敷きわら等

特に再生材の需要促進面で多くの課題があることが窺えたが、建設発生木材の資源循環のためには、これらの課題等をふまえ、各種建設発生木材の性状や地域特性を考慮したうえで、建設工事の用途別に適するリサイクルを推進していく必要がある。

現在、建設発生木材の品質と再利用の用途等については、図-4のような状況になっている。建設発生木材の搬出側では、リサイクル材としての利用側におけるニーズ(品質、量等)が十分に把握できていない状況にある。このため、排出側の工事担当者向けのリサイクルのためのマニュアルが必要になってくる。

しかし、マニュアル化のためには、例えば再生チップの品質基準等が必要であるが、現状では、チップ化施設と再資源化のための製品化工場の双方で、定量的な品質基準は整備されていない。そこで、再生チップの品質基準を定めるための方向付けについて検討した。

3.3 現状の再生チップの品質基準

現在、木材のチップについての基準等は作成されていないが、一部のチップ化施設ではチップを表-4のように分類している。

この分類は、チップの品質を直接表すものではないが用途と密接に結びついており、A及びBチップでは異物はほとんど混入しないなど、チップ利用者との間で長年の信頼関係のもとに作成されたものである。

また、チップ化施設では、目で見ても塗料の多く付着したものや木質分以外のものが多く混入しているもの等については受け入れていない。

3.4 木材チップ品質評価基準(案)

木材チップ化施設及びチップ利用施設(製紙工場、ボード工場、畜産業等)へのヒアリング調査及び、その他関係資料等により把握した品質基準を整理すると表-5のようになる。

表-5 再生チップのサイズと用途

		通過メッシュサイズ			
		80mm	30mm	10mm	木粉
チップの種類	A	製紙原料向き		アルコール原料向き	敷料向き
	B	法面緑化材向き			
	C	パーティクルボード原料向き	建材用ボード原料向き	セメント原料向き	
	D	バイオマス燃料向き			

各用途別の品質基準については、建設発生木材の種類及びチップのサイズ、混入できない異物の種類が大きな要素となること、ヒアリング結果よりわかった。理想的には、木材系チップの単位体積(容積)あたりの木質成分の割合等を用いて品質の基準とするべきであると考えられるが、現状では、そのような評価は難しい。そこで、一部のチップ化施設で用いられている基準をベースに、不純物の混入状況と密接に関係すると考えられる、発生木材の破砕機への投入形態をもとに、品質基準(案)を主な用途と対応させた。

表-6に再生チップと用途の関係を示す。再生チップと用途の関係が大まかに決まり、各用途別にはそれぞれ付加事項として「〇〇の混入が無いこと」等を加えてチップの規格とする。また、現在明確な基準が無いために、土木工事等においては他現場で発生したチップを生育基盤材等として用いることは困難であるが、将来的には、工事間

表-6 チップ原料と発生木材の種類

	抽出時点で種類毎に単品	抽出時に他の建設副産物と分別		抽出時点では混合廃棄物 中間処理施設にて他の廃棄物と分別	
		中間処理施設等にて種類毎に分別	種類毎には分別されていない		
生木	皮	Dチップ原料			Dチップ原料
	枝葉	Dチップ原料			
	根	Cチップ原料			
	幹 Ocm以下	Bチップ原料			
	幹 Ocm以上	Aチップ原料			
加工材	柱材 Ocm以上	Aチップ原料			Dチップ原料
	柱材 Ocm以下	Bチップ原料			
	合板	Cチップ原料			
	ボード	Cチップ原料			
	型枠	Dチップ原料			

表一 7 手引き (案) 目次構成

土木工事現場における建設発生木材リサイクルの手引き(案)	
I 総論	
1.	背景及び目的
2.	適用範囲
3.	建設発生木材の発生・リサイクルの現状
4.	建設発生木材リサイクルの考え方
4. 1	リサイクル方策選定フロー
4. 2	建設発生木材の自ら利用、自ら利用による工事間利用の例
5.	建設発生木材に係る法規制
II 技術編	
1.	建設発生木材の概要
2.	建設発生木材の品質区分と適用用途
3.	建設発生木材のチップ化
3. 1	チップ化
3. 2	建設発生木材のチップ化における留意点
3. 3	建設発生木材の容積変化率
4.	建設発生木材のリサイクル方法
5.	建設発生木材の現場における用途別利用方法
5. 1	マルチング材
5. 2	生育基盤材
5. 3	堆肥化
5. 4	炭化
5. 5	丸太材として利用
6.	建設発生木材の他産業における利用用途
III 資料編	
1.	建設発生木材リサイクルに関する各種制度
2.	建設発生木材の再生利用技術
3.	主な生育基盤材工法
4.	建設発生木材リサイクル事例集
付録	
建設発生木材リサイクル用語集	

流用する際の基準を明確にすることにより、土木工事におけるリサイクルの向上を図ることができると考える。

本案は、建築系の建設発生木材と併せて、建設副産物リサイクル広報推進会議から、平成 15 年 12 月に「建設発生木材由来の再生チップの品質基準 (暫定版)」として現在運用されている。

4. 土木工事現場における建設発生木材リサイクルの手引き (案)

これまでの検討結果をとりまとめた「土木工事現場における建設発生木材リサイクルの手引き (案)」を出版する予定である。目次構成を表一 7 に示す。

本手引き (案) は、建設工事の副産物として発生する建設発生木材のうち、土木工事から発生する木材を主な対象として、現場における適正かつ確かな再利用を促進し、全国的に展開することを目的としている。

手引き (案) の作成にあたっては、現場経験の豊富な専門家の協力を得て、技術基準や利用方法について内容の充実を図るとともに、先進的にリ

サイクルに取り組んでいる現場に依頼して出来るだけ多くの事例を掲載している。

5. おわりに

建設発生木材については全国の土木工事を対象として、部首別の排出・リサイクル状況、また再資源化施設に関する実態調査を行った。土木工事現場での枝葉、根、流倒木等については、再資源化施設がある場合には持ち込まれているが、再資源化施設が遠い場合には、渋滞・騒音・大気等の外部コストも考慮して現場内でチップ化し、のり面や場内道路に活用されていることがわかった。

しかし土木工事の建設発生木材のリサイクルの最大の弱点としては、発生現場・時期が偏るためにストックヤード機能の確保、引取先の確保を発注者が率先して調整し、製紙・ボード・燃料・畜産等々の引取先の要求品質を満たすものを製造する必要があることがわかった。さらに、建設発生木材のリサイクル促進のためには、外部コストを把握し経済的な支援策を検討することが必要であると考える。

また、今後は製鉄の還元剤、アルコール原料、バイオマス発電等の新たな分野での需要が見込まれている。

本研究の実施においては、用途別品質基準の提案を柱としたリサイクル促進技術の検討を、受注側の製紙工場、ボード工場、畜産、中間処理業、現場での再資源化を行ったゼネコン、チップ化機械メーカー等それぞれの立場の関係者との意見交換を行いながら進めてきた。最終的に、手引き (案) として現場にわかりやすいマニュアルを作成することができ、今後、これらの成果を反映してリサイクルが促進されることを期待する。

参考文献

- 1)土木工事現場における建設発生木材リサイクルの手引き(案), 土木研究所資料, 出版予定(2005年夏)
- 2)大下武志, 井谷雅司:建設発生木材・産業資材のリサイクル, (社)地盤工学会, 地盤材料のリサイクル講習会講演資料, 2004年 No.13, pp.22-39, 2004.6.22
- 3)大下武志:建設汚泥・建設発生木材の利用技術, 土木研究所資料第 3947号, 平成16年度土木研究所講演会講演集, pp.51-54, 2004.10.27