

平成4年度 農林水産省補助事業  
(財)日本住宅・木材技術センター事業

# 木質廃棄物再資源化技術開発事業報告書 (II)

(発生抑制技術開発事業)

平成5年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター



はじめに

木材は古くよりリサイクルが抵抗もなく行われてきた。建築に使用された材は、取り壊されると大きな材は小割りされて、再び建築材に用いられ、損傷した材は薪になっている。すなわて、木材は大事な生活資源として生き続けており、そのリサイクルは基本的に多段階型であり、最後に燃やして燃料になるのが一般的である。そこには木材がきわめて量的にも質的にも貴重な資源としての位置が明確になっている。

ところが近年の我が国では、建築解現場や建築土木現場等で発生した木材が、廃棄物になる状況が生じつつある。そこには、有り余る資源を前提にした利便性、経済効率追及の結果がある。

都市の発展、人間の豊かさ、経済的な効率の追及は、基本的に資源及びエネルギーの浪費そして生態系の破壊の側面をもっており、それが二酸化炭素などの増加による温暖化といった地球規模の環境保全に少なからぬ影響をもってきた。解体材や残材に係わるごみ処理問題は、焼却、埋め立てのいずれにしても環境保全に危機的な状況をもたらしている。したがって地球環境の保全のための本質は生態系と共存のための「簡素」、「自己抑制」、「自然への敬意」でなければならないはずである。したがって、経済的価値や効率と異なる評価尺度をどのくらい重視するかにかかっている。

一方、森林資源は適切な伐採を行うことによって多面的な機能を発揮するものである。森林に吸収された炭酸ガス（CO<sub>2</sub>）は木材として利用されている間は炭素を固定しており、その点で木造住宅等は「第2の森林」ともいえる。加えて、木材は、建材等に加工する際の消費エネルギーが他の材料に比較し極めて少なく、その意味では環境破壊の少ない材料という見方も成り立つ。

そこで、この事業では、木材利用を環境保全とのかかわりから評価すると共に、木質製品のライフサイクルの延長、加工に伴う端材の発生抑制技術等について調査・研究を行うこととした。

この事業の実施に当っては、アンケート等各方面のご協力を得た。ここに関係者に厚くお礼申し上げるとともに、今後の事業の進め方についてご意見を寄せられることを期待している。

平成5年3月

木質廃棄物再資源化技術開発検討委員会

発生抑制技術開発分科会委員長 有馬孝禮



# 木質廃棄物の発生抑制調査・技術開発事業報告書

## 目 次

はじめに

調査・研究要綱	1
第1章 木造住宅の建築時における木質廃棄物の発生抑制からみた木材・木質建材の加工に関する調査研究	6
1 はじめに	6
2 木造住宅（軸組）新築時における木材の有効利用に関する調査	6
2.1 アンケート調査の内容	6
2.2 アンケートの集計結果	6
3 残廃材の発生抑制への提案	30
第2章 型枠合板の使用回数の延長等による木質廃棄物の発生抑制に関する調査	38
1 型枠合板の利用の状況	38
2 コンクリート型枠の再利用システム	42
3 コンクリート型枠合板パネルの廃材処理	53
4 まとめ	62
第3章 木質材料（コンクリート型枠用合板）の繰り返し使用技術の開発	63
1 はじめに	63
2 RC型枠合板の開発	64
3 試験方法	68
4 試験結果	71
5 実用化試験	75
第4章 木質廃棄物の発生抑制の視点	79
1 はじめに	79
2 木材における炭酸ガス固定と放出	79
3 木質資源の排出とリサイクルの課題	82
4 木質資源尾リサイクルの実態	84
5 木質資源のリサイクルの視点	84



# 調査研究要綱

## 1 目的

近年、産業廃棄物及び一般廃棄物の円滑な処理が困難になり、建設、紙、プラスチック、食品等多くの業界において、これに対応した調査研究が進められ対策が講じられるようになってきている。また、廃棄物の処理、再利用を生産活動の一環として位置づける各産業界の新しい方向ができつつある。

このような中で、木製品の製造過程や建築・建設現場で発生する木質系の廃棄物については、以前から調査研究及び技術上の提案も行われ、回収、集荷、選別などを含めた周辺システム技術についても取り組まれてきており、比較的利用率が高いといわれているが、実態はまだ十分なものとはいえない状況にあり、木材関連産業分野においても、一層の合理的な処理、再利用を促進することが求められている。

そこで、本事業では、木質廃棄物の発生抑制、再資源化を促進することをねらいに、木質廃棄物の発生・再利用の実態調査及び発生抑制、再利用技術に必要な関連技術の開発・改良等について検討するものとする。

## 2 事業区分

- (1) 発生・再利用実態調査事業
- (2) 発生抑制・環境保全技術開発事業
- (3) 再資源化技術開発事業

\*この報告書は、上記事業のうち、(2) 発生抑制・環境保全技術開発事業について取りまとめたものである。

## 3 調査・技術開発体制

本事業は、(財)日本住宅・木材技術センターにおいて、学識経験者、木材・建築関係者、廃棄物処理業者、行政関係者等で構成する委員会を設け実施する。

設置した委員会は次のとおり。

- (1) 木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会(本委員会)
- (2) 発生・再利用実態調査分科会
- (3) 発生抑制技術開発分科会
- (4) 再資源化技術開発分科会
- (5) 薬品処理木材規格・基準作成データ整備検討部会
- (6) 薬品処理廃木材再利用技術開発部会
- (7) 建築廃材等木炭床下環境効果調査部会

各委員会の構成は以下のとおり。

木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会委員  
(本委員会)

(敬称略・五十音順)

委員長	中野 達夫	森林総合研究所	木材利用部長
委員	阿部 宏史	(社)建築業協会	廃棄物対策部会長
"	有馬 孝禮	東京大学農学部	助教授
"	岩崎 克己	日本木材防腐工業組合	技術委員
"	太田 稔	日本合板工業組合連合会	
"	庄司 隆治	(社)日本木材保存協会	常務理事
"	高橋 泰一	建設省建築研究所	第2研究部長
"	土橋 平太郎	日本製紙連合会	資源委員長
"	根岸 晴男	東京都清掃局	産業廃棄物指導課 主事
"	八野 行正	建設省住宅局住宅生産課	課長補佐
"	原田 博士	全国木材チップ工業連合会	専務理事
"	東島 孝	関東木材資源リサイクル協会	会長
"	姫野 富幸	日本繊維板工業会	常務理事
"	藤井 道三	(社)全国燃料協会	専務理事
"	細貝 一則	(社)全国木材組合連合会	指導課長
"	松原 正和	日本木材青壮年団体連合会	会長
"	宮原 義夫	千葉解体工事業協同組合	事務局長
"	村上 勝	(社)全国木工機械工業会	専務理事
"	村上 泰司	(社)日本木造住宅産業協会 産業廃棄物プロジェクト委員	
"	山岸 宏一	北海道立林産試験場技術部	主任研究員
協力委員	浜田 宗男	日本木材青壮年団体連合会	事務局長



木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会委員

(発生・再利用実態調査分科会)

(敬称略・五十音順)

委員長	西村 勝美	森林総合研究所木材利用部 製材研究室長
委員	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授
"	菊池 雅史	明治大学理学部 講師
"	桑原 一男	(株)クワバラ解体 代表取締役
"	駒木 貴彰	森林総合研究所森林経営部 主任研究官
"	庄司 隆治	(社)日本木材保存協会 常務理事
"	東島 孝	関東木材資源リサイクル協会 会長
"	細貝 一則	(社)全国木材組合連合会 指導課長
"	宮村 雅史	建設省建築研究所第2研究部 研究員
"	村上 泰司	(社)日本木造住宅産業協会 産業廃棄物プロジェクト委員

木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会委員

(発生抑制技術開発分科会)

(敬称略・五十音順)

委員長	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授
委員	大江 秀章	全国木造住宅機械プレカット協会
"	川元 紀雄	森林総合研究所木材利用部
"	佐々木義治	(社)日本木造住宅産業協会 産業廃棄物プロジェクト委員
"	高谷 典良	北海道立林産試験場技術部 合板科長
"	三城 昭義	新潟大学農学部 助教授
"	宮村 雅史	建設省建築研究所第2研究部 研究員

木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会委員

(再資源化技術開発分科会)

(敬称略・五十音順)

委員長	木下 敘幸	森林総合研究所木材利用部 機械加工研究室長
委員	雨宮 礼一	(社)全国木工機械工業会 技術課長
"	石田 英生	日本木材防腐工業組合 技術委員長
"	岩下 睦	日本繊維板工業会 囑託
"	海老原 徹	森林総合研究所木材化工部 複合化研究室長
"	遠藤 展	北海道立林産試験場技術部 機械科長
"	川井 秀一	京都大学木質科学研究所 助教授
"	庄司 隆治	(社)日本木材保存協会 常務理事
"	平田 利美	森林総合研究所木材化工部 難燃化研究室長
"	古谷 一剛	(社)全国燃料協会 専務理事

薬品処理木材規格・基準作成データ整備検討部会委員

(敬称略・順不同)

- 委員長 雨宮昭二 (社)日本木材加工技術協会 副会長  
委員 檜垣宮都 東京農業大学 教授  
" 肱黒弘三 関東学院大学 教授  
" 鈴木憲太郎 森林総合研究所 木材利用部 防腐研究室長  
" 庄司隆治 (社)日本木材保存協会 常務理事  
" 石田英生 日本木材防腐工業組合 技術委員長

薬品処理廃木材再利用技術開発部会委員

(敬称略・順不同)

- 委員長 川井秀一 京都大学木質科学研究所 助教授  
委員 今村祐嗣 同 上 同上  
" 石原茂久 同 上 教授  
" 角田邦夫 同 上 助教授  
" 吉村剛 同 上  
" 梶田熙 京都府立大学農学部 教授  
" 庄司隆治 (社)日本木材保存協会 常務理事  
" 柏崎清作 越井木材工業(株)  
" 綾木光弘 神崎製紙(株)  
" 岡一則 大倉工業(株)  
" 大羽伸和 積水ハウス(株)

建築廃材等木炭床下環境効果調査部会委員

(敬称略・順不同)

- 委員長 藤田晋輔 鹿児島大学農学部 教授  
委員 橘田紘洋 愛知教育大学技術科 教授  
" 中野達夫 森林総合研究所 木材利用部長  
" 葉石猛夫 同 上 木材利用部 構造利用科長  
" 服部芳明 鹿児島大学農学部 助教授  
" 元木英生 富山県林務部

#### 4 平成4年度の事業概要

平成4年度は、木造住宅の木質部材（寸法、加工等）について、廃棄物の発生抑制の視点から調査・検討を行った。また、コンクリート型枠用合板を対象に、使用現場における繰り返し使用への取組み事例を調査・紹介するとともに、繰り返し使用を可能とする表面樹脂処理による技術開発を行った。さらに、木造住宅等の木材利用・廃棄と自然環境の保全とのかかわりについて、炭酸ガスの固定と放出の視点から分析を行った。

(1) 木造住宅の建築時における木質廃棄物の発生抑制からみた木材・木質建材の加工に関する調査研究…

住宅メーカーを対象に、標準的な木造住宅を建てる場合に必要とする主要な部材の寸法・量、さらにそれを加工する場合発生する端材の量をアンケートにより調査

(2) 型枠合板の使用回数の延長等による木質廃棄物の発生抑制に関する調査

①コンクリート型枠の再利用システムの事例紹介

②コンクリート型枠合板パネルの廃材処理システムの事例紹介

(3) 木質材料（コンクリート型枠用合板）の繰り返し使用技術の開発

RC型枠合板の開発

塗装に替わる樹脂を表面にコートした型枠合板の製造・性能試験及び実用化試験

(4) 木質廃棄物の発生抑制の視点

①木材における炭酸ガス固定と放出

木造住宅の生産から解体にいたるエネルギーを炭酸ガス（C換算）に変換・分析

②木質資源の排出とリサイクルの課題の抽出

## 第1章 木造住宅の建築時における木質廃棄物の発生抑制からみた 木材・木質建材の加工に関する調査研究

### 1. はじめに

地球環境問題やゴミ問題が世界的に大きな問題となっているなかで、貴重な木質資源を有効に利用し、木質残廃材を生じさせないためのシステム作りや技術開発が急務である。木質残廃材を生じさせないためには可能な限り住宅を取り壊さないようにすることである。すなわち、住宅の耐用年数を延ばすことによって木質残廃材の発生は抑えられる。新設住宅の場合に端材などを出来るだけ出さないようにする木取り加工上の工夫と設計が必要である。また、部材を加工する場合には端材の散在しやすい建設現場での加工を少なくし、出来るだけ工場加工などで集約することによって木質残廃材のリサイクルをより容易にすることが可能になる。

このようなことから、住宅メーカーを対象に標準的な木造住宅を建てる場合に必要とする主要部材の量やそれを加工する場合にどの端材の量などについてのアンケート調査を行った（アンケート用紙を末尾に添付した）。

図1.1に木造住宅の和風構造と洋風構造の例を示す。

### 2. 木造住宅（軸組）新築時における木材の有効利用に関する調査

#### 2.1 アンケート調査の内容

- 1) 会社の業種、平成4年住宅の建築実績
- 2) 標準的な2階建木造住宅（45坪：150m<sup>2</sup>程度）を建てる場合に用意する主要部材の種類と量、部材を加工する場合にはどこで、どのような加工をするか、その際どれくらいの長さの端材が出るか、全体としてどれくらいの木質残廃材（端材、鋸屑、プレーナ屑など）が発生するか。住宅の様式は洋風か 和風か 和洋折衷か、それは合理化システム認定制度の対象になっているか、そうでないか。
- 3) 合板の使用状況、合板のプレカットの可能性
- 4) 新築現場での木質を含めた残廃材の発生状況、残廃材の分別の状況

#### 2.2 アンケートの集計結果

回答のあった32社について結果の概要を以下に示す。32社の内訳は東京が6社、静岡が12社、新潟と大阪がそれぞれ3社、神奈川と岡山がそれぞれ2社、埼玉、鹿児島、香川、富山が1社であった。調査対象になった住宅は和風が7社、洋風が13社、和洋折衷が9社、和風・洋風・和洋折衷が1社、不明2社であった。また、合理化システム認定制度の対象のものが6つあった。回答のあった会社の業種は建築が16社、建築・機械プレカッ

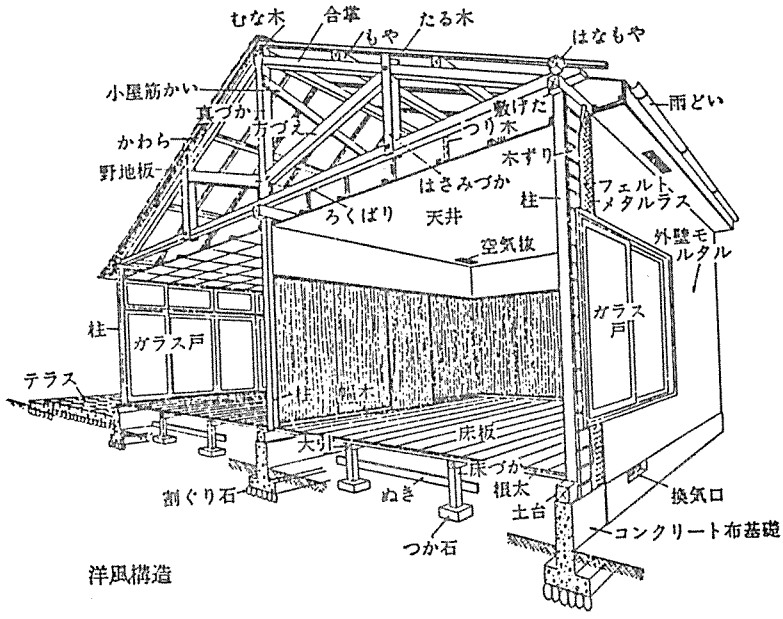
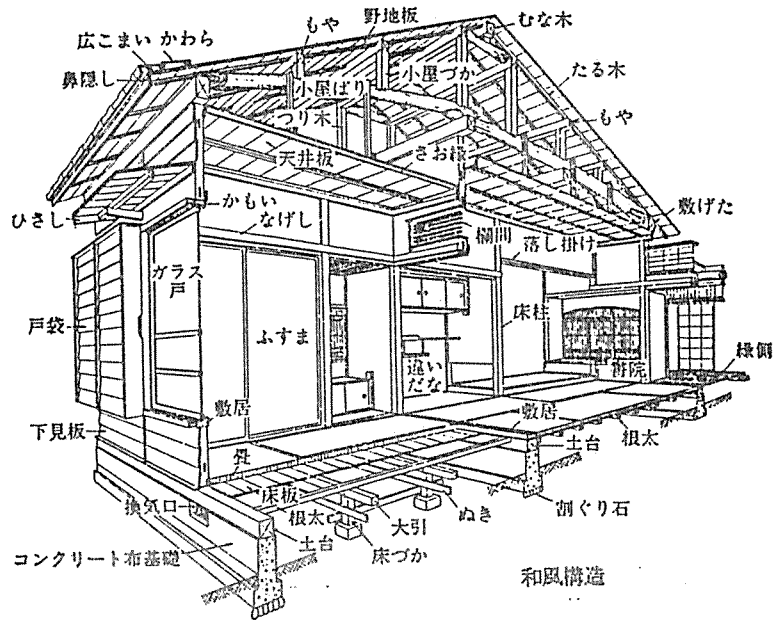


図1.1 木造住宅の和風構造と洋風構造

トが4社，建築・建材流通が2社，機械プレカットが2社，製材が2社，製材・木材流通が2社，木材流通が2社，建築・機械プレカット・製材・その他が1社，不明1社であった。会社の規模はまちまちで，平成4年の住宅建築実績が8392戸の会社から2戸の会社まであり，木造以外の住宅を手掛けている会社が5社含まれていた。

## 1) 主要部材の材積

標準的な2階建木造住宅(45坪：150m<sup>2</sup>程度)を建てる場合に必要とする主要部材の材積を表1.1に示す。会社によって床面積にかなりの違いがあったので，床面積が145m<sup>2</sup>～155m<sup>2</sup>の14社についてみることにする。各部材の材積は会社によってかなりの違いがある。また，全体の材積は12.7m<sup>3</sup>～19.8m<sup>3</sup>の範囲にあり，最も多い会社と最も少ない会社では約7m<sup>3</sup>の違いがある。各部材の平均値(14社)をみると，土台 1.272，大引 0.505，床束 0.164，通し柱 0.382，管柱 3.214，小屋束 0.398，根太 1.511，垂木 1.199，筋かい 0.659，桁・梁 6.402，むな木 0.162，もや 0.648 m<sup>3</sup>，合計 16.516 m<sup>3</sup>となり，桁・梁が全体の約40%，管柱が19%，根太 9%，土台 8%となっている。

床面積が大きくなると部材の材積が多くなるのは当然であるが，床面積の増加に対して部材材積がどの程度増加するかを検討した(データ数は1つずつであるが)。その結果を表1.2に示す。表から見られるように(根太とたる木を除いた場合)，床面積が1.65倍，2.43倍になると，部材材積は1.16倍，1.63倍になっている。部材数は床面積が2.43倍になったとき，1.27倍になっている(根太とたる木を除いた場合)。

## 2) 主要部材の断面寸法と長さ

表1.3～1.14に各部材の断面寸法と長さの種類を示す。例えば，土台は断面寸法が3種類で，長さが7種類あり，全体としては9種類の部材が使用されている。断面寸法が105×105mmで，長さが4mの部材(65%)が最も多く使用されている。これら主要部材の断面寸法と長さの種類，部材数及び最も多く使用されている部材の断面寸法と長さをまとめて表1.15に示す。この表から見られるように，土台，大引，通し柱，管柱，もやの部材の種類は1桁であるが，根太，たる木，筋かいは30を越えている。桁・梁では190種類もの部材がある。

桁・梁では最も多く使用されている部材の比率がわずか8%であり，これは多くの種類の部材が幅広く使用されていることを示している。同様に，たる木(14%)，小屋束(28%)，根太(21%)，筋かい(23%)なども最も多く使用されている部材の比率は大きくない。

このように，部材によっては断面積と長さの種類がきわめて多く，断面積と長さの種類をある数以下に減らすことが必要であると思われる。それによって残廃材の発生も抑えることになる。

表1.1 標準的な2階建木造住宅(150m<sup>2</sup>)を建てる  
場合に要する主要部材の材積

* **	1	2	3	4	5	6	7	9	10
		154	151	150	153	140	150	149	132
土台	1.670	1.367	0.999	1.234	1.058	0.970	1.190	0.948	1.543
大引	0.471	0.749	0.469	0.661	0.326	0.550	0.356	0.372	1.058
床束	0.176	-	0.097	0.220	0.103	0.226	0.211	0.194	2.734
通し柱	0.518	0.345	0.340	0.345	0.518	0.432	0.345	0.604	0.345
管柱	3.671	2.403	2.854	3.373	3.107	3.042	2.910	2.612	3.539
小屋束	0.617	0.259	0.729	0.400	0.512	0.453	0.324	1.085	0.837
根太	0.928	0.855	1.365	1.62	1.131	1.674	2.546	1.355	-
垂木	1.398	1.088	0.947	0.982	1.351	1.375	1.530	0.958	-
筋かい	0.729	0.680	0.476	0.770	0.378	0.440	0.677	0.550	0.243
桁	8.280	2.550	3.654	6.122	5.717	2.072	0.937	5.227	9.411
梁		3.919	3.085			5.472	5.178		
むな木	1.315	0.032	0.105	0.088	0.066	0.972	0.238	0.063	0.352
もや		0.771	0.858	0.648	0.330		1.182	0.661	1.543
合計	19.773	-	15.978	15.353	14.597	17.678	17.624	14.629	-
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	150	149	119	140	145	150	144	143	165
土台	1.058	1.102	0.859	1.411	1.612	1.190		1.006	1.728
大引	0.648	0.324	0.348	0.356	0.518	0.518	1.951	0.443	0.972
床束	0.129	0.072	0.048	*	-	0		0.118	0.162
通し柱	0.345	0.432	0.432	0.432	0.691	0.172	0.518	0.691	0.345
管柱	2.579	3.616	2.630	3.175	3.801	2.480	3.085	2.839	3.024
小屋束	0.129	0.324	0.226	**	0.252	0.259	**	0.532	0.882
根太	1.400	2.028	0.847	1.355	1.214	2.142	1.608	1.620	3.24
垂木	1.232	0.613	1.107	1.542	0.498	0.864	1.046	1.346	1.82
筋かい	0.814	0.636	0.526	0.604	0.788	0.623	0.661	0.962	0.567
桁	2.286	1.110	4.352	4.294	1.767	1.984			2.16
梁	3.969	4.211			3.271	1.880	8.180	7.127	4.032
むな木	0.129	0.648	0.176	**	-	0.064		-	0.441
もや	0.615		0.494	1.984	0.602	0.518		0.648	1.102
合計	15.333	15.116	12.045	15.153	-	12.694	17.049	-	20.475

注) \*: 会社番号 \*\* : 床面積 (m<sup>2</sup>) 単位 : m<sup>3</sup>  
\* : 大引に含む \*\* : もやに含む

表1.1 (続き)

* **	20	21	22	23	27	28	29	30	32
	150	153	150	150	100	100	179	63	160
土台	1.26	1.555	1.323	1.278	1.323	0.705	1.467	0.882	1.728
大引	0.655	0.558	-	0.090	0.648	0.291	-	0.583	0.882
床束	0.288	-	0.253	-	0.324	-	-	-	0.220
通し柱	0.432	0.437	0.345	0.172	0.518	0.604	0.864	-	0.328
管柱	3.283	3.742	3.271	3.974	1.653	2.050	2.706	0.297	4.828
小屋束	0.352	-	0.584	0.503	0.648	0.231	0.453	0.793	0.529
根太	1.188	1.576	1.115	-	0.405	0.874	-	-	-
垂木	1.944	1.552	1.566	-	0.36	0.972	-	-	1.872
筋かい	0.718	0.453	0.765	-	0.63	0.567	-	0.189	0.945
桁	1.857	9.227	6.196	7.593	1.323	1.102	6.251	0.661	-
梁	3.009				5.04	-		-	-
むな木	0.050	0.562	0.110	0.242	0.162	0.132	-	-	-
もや	0.856	0.077	0.573	0.388	0.972	0.308	0.826	0.291	-
合計	15.892	-	-	-	14.006	-	-	-	-

注) \*: 会社番号 \*\* : 床面積 (m<sup>2</sup>) 単位 : m<sup>3</sup>  
 \* : 大引に含む \*\* : もやに含む



表1.2 床面積と部材材積

会社 番号	床面積 (m <sup>2</sup> ) 比率		建築様式	主要部材材積及び部材数					
				A <sup>1)</sup>			B <sup>2)</sup>		
				比率	部材数	比率	部材数		
10	243	2.43	和洋折衷	-	-	-	21.60	1.63	382
19	165	1.65	和風	20.47	1.46	674	15.41	1.16	294
27	100	1	和洋折衷	14.00	1	401	13.24	1	301

注) 1) : 「土台～もや」までの部材の場合  
 2) : 「根太」と「たる木」を除いた場合

表1.3 土台の断面寸法と長さ

105 x 105 <sup>1)</sup>		105 x 120	120 x 120
1 <sup>2)</sup>	15 <sup>3)</sup>	4	4
2	13	25	130
2.74	8	1	1
3	13	25	130
3.65	33		
4	454		
4.88	4		
7 <sup>4)</sup>	540 <sup>5)</sup>		

1) : 断面寸法 (mm)  
 2) : 長さ (m)  
 3) : 各長さの数量 (本) \*  
 4) : 長さの種類  
 5) : 全体の数量 (本) \*\*  
 \*, \*\*: 各会社の本数の和

表1.4 大引の断面寸法と長さ

105 x 105	90 x 90	120 x 105	105 x 180	45 x 90
4 76	2 6	4 13	2.4 2	4 18
1 76	3 19	1 13	1 2	1 18
	3.64 16			
	3.65 15			
	4 218			
	5 290			

表1.5 床束の断面寸法と長さ

105 x 105	90 x 90	120 x 120
0.5 46	0.35 31	4 5
4 72	0.45 58	1 5
2 118	1 1	
	3 6	
	3.64 6	
	3.65 4	
	4 38	
	7 144	

表1.6 通し柱の断面寸法と長さ

120 x 120	117 x 117
6 122	5.95 1
6.1 4	6 4
2 126	2 5

表1.8 小屋束の断面寸法と長さ

105 x 105	90 x 90
0.5 27	3 43
0.91 1	3.65 18
1 19	3.9 8
1.5 12	4 112
1.8 1	4 181
2 2	
2.7 1	
3 7	
3.6 1	
4 101	
4.3 3	
4.55 2	
6 1	
13 178	

表1.7 管柱の断面寸法と長さ

120 x 120	105 x 105	117 x 117
3 469	2.8 80	3 120
3.1 67	2.95 99	1 120
2 536	3 1319	
	3.03 85	
	4 2	
	5 1585	

表1.9 根太の断面寸法と長さ

42x57	45x45	45x50	45x54	45x55	45x60
3 87 3.65 58	3 25 4 168	4 95	3.65 90	4 67	0.91 20 1 61 1.213 6 1.82 23 2 35 2.73 33 3 70 3.03 3 3.64 39 4 622 4.55 10 5.46 13 8 20
2 145	2 290	1 95	1 90	1 67	13 955

45x57	45x65	45x90	45x105	60x105	50x35
2.74 94 3 15 3.65 64	3 30 4 174	0.91 37 1 33 1.82 13 2.73 6 4.55 13	0.91 63 1 174 1.82 6 2.73 34 3.64 19 3.9 45 4 97	4 55	4 55
3 173	2 208	5 102	7 438	1 55	1 55

51x36	105x105	45x100
4 94	3 41 3.6 30	4 180
1 94	2 71	1 180

表1.10 たる木の断面寸法と長

45 x 51	45 x 60	45 x 75	45 x 90	36 x 72	36 x 75
4.8 140	2 55 3 60 4 346	3 141 4 248 4.35 50 4.8 26 5 22	3 54 4 234	3 ? 4 ?	4 54 5 27
1 140	3 461	5 487	2 288	2 120	2 81

36 x 105	42 x 57	40 x 72	33 x 72	35 x 50
4 91	3.65 20 4.2 64 4.8 7	4 107	0.378 10 0.498 1 0.877 10 0.937 4 1.376 9 1.875 9 1.995 1 2.374 10 2.873 7 2.993 1 3.372 7 3.87 7 4.369 8 4.868 16	3.9 73
1 91	3 91	1 107	14 100	1 73

45 x 40	50 x 50	60 x 60
4 50	3.64 200	4 130
1 5	1 200	1 130

表1.11 筋かいの断面寸法と長さ

45 x 30	45 x 90	45 x 105	45 x 120	35 x 105	35 x 103
3.2 32	3 195 3.6 29	2.83 3 2.866 4 2.923 8 2.952 1	2.764 12 2.935 6 2.963 12 2.992 2	3.9 55	3.8 12
1 32	3~4 48 4 262	3 88 3.2 20 3.321 1 3.346 3 4 231	3.123 1 3.202 1 3.281 4 3.331 2 3.356 2	1 55	1 12
		9 359	9 42		

36 x 105	30 x 105	50 x 105	30 x 90	51 x 103	45 x 45
4 40	2.83 3 4 80	3 24	3 20	3.8 12	4 35 3 28
1 40	2 83	1 24	1 20	1 12	2 63

表1.12 桁, 梁の断面寸法と長さ

105 x 105	105 x 120	105 x 150	105 x 180	105 x 210	105 x 240	105 x 270
1 15	1 25	0.91 1	1 3	1.8 1	1.8 2	2.7 1
2 13	1.5 1	1 2	1.5 1	2 6	1.9 1	2.8 11
2.73 9	1.9 12	1.9 12	1.9 2	2.7 8	2 6	3 2
3 39	2 15	2 54	2 21	2.8 14	2.7 6	3.6 1
3.64 13	2.73 1	2.4 1	2.12 1	3 29	2.73 4	3.65 10
3.65 14	3 8	2.7 6	2.7 1	3.35 2	2.8 25	4 13
3.9 9	4 47	2.73 16	3 45	3.65 17	3 54	4.5 2
4 155	4.55 8	2.8 5	3.5 4	4 24	3.35 1	4.6 3
5 3	5 2	3 35	3.8 4	4.2 1	3.6 13	4.85 4
6 3		3.3 1	4 38	4.3 1	3.64 2	5 1
	9 119	3.34 1	4.5 5	4.6 3	3.65 4	
10 273		3.8 17	4.8 1	4.85 8	3.85 5	10 56
		4 93	5.1 1		4 60	
		4.3 3	6.37 41	2 114	4.2 2	
		4.5 1	14 125		4.3 5	
		4.55 2			4.5 4	
		5 7			4.6 4	
		5.46 1			5 1	
		6.07 1			5.46 1	
		19 259			6 10	
					6.07 1	
					11 10	
					22 218	

105 x 300	105 x 330	105 x 360	105 x 390	120 x 120	120 x 180	120 x 210
2 1	3 3	3 2	4 2	2.73 15	2.73 5	2.7 2
3 1	3.65 3	3.64 1		3 6	3.34 1	4 96
3.6 7	4 6	3.65 6	1 2	3.9 8	4.55 1	
3.65 3	4.55 1	3.8 9		4 38	5.45 1	2 98
3.8 3	5 1	4 9		4.5 4		
4 18		4.55 1		5 71	4 8	
5 2	5 14	4.6 4				
11 9		5 1				
8 44		8 33				

表1.12 (続き-①)

120 x 240	
2	16
2.4	1
2.7	4
2.73	2
2.8	12
3	1
3.64	2
3.8	2
3.9	1
4	13
4.2	1
4.5	2
4.6	2
5	7
5.45	3
6.07	2
16	79

120 x 300	
3.9	2
4	40
4.5	1
3	43

120 x 360	
3.64	6
3.9	1
4	1
4.55	2
4.85	2
6.37	1
6	13

115 x 115	
3	24
4	3
2	27

115 x 150	
4	1
1	1

120 x 150	
1.9	6
2	4
2.73	4
2.8	1
3.3	2
3.34	3
3.64	1
3.8	2
3.9	5
4	30
4.5	3
4.55	2
4.8	2
5.45	7
5.46	1
16	94

115 x 180	
3	8
4	4
5	1
3	13

115 x 210	
3	2
4	1
2	3

115 x 240	
3	7
4	2
2	9

115 x 270	
3	1
4	1
2	2

115 x 300	
3	1
4	1
2	2

120 x 270	
2	1
3	1
3.8	1
4	13
5	1
5	17

120 x 330	
3	1
3.8	3
4	10
4.5	1
5	1
5	16

115 x 360	
4	2
1	2

150 x 180	
2.7	1
5.45	2
2	3

150 x 197	
3.9	1
1	1

90 x 45	
4	7
1	7

240 x 240	
4	8
1	8

表1.13 むな木の断面寸法と長さ

105 x 105		105 x 120		90 x 90		105 x 150	
1.82	5	2	1	3	11	3	1
3	4	3	1	4	85	4	1
3.64	9	4	1	4.5	1		
4	31			5	14	2	2
4.55	7	3	3	5.4	1		
6	1						
6.515	7			5	112		
7	64						

表1.14 もやの断面寸法と長さ

105 x 105		90 x 90		105 x 120	
2	1	3	56	4	17
3	23	3.9	15		
3.9	3	4	169	1	17
4	126	5	15		
4.3	3	2.3~6	20		
4.55	2				
		6	275		
6	158				

表1.15 各部材の断面寸法と長さの種類及び部材数

	断面寸法	長さ	部材数	最も多く使用されている部材		
				断面寸法 <sup>1)</sup>	長さ <sup>2)</sup>	比率 <sup>3)</sup>
土台	3 <sup>4)</sup>	7 <sup>4)</sup>	9 <sup>4)</sup>	105 x 105	4	65
大引	5	6	9	90 x 90	4	55
床東	3	8	10	105 x 105	4	27
通し柱	2	3	4	120 x 120	6	93
管柱	3	6	8	105 x 105	3	59
小屋東	2	15	17	105 x 105	4	28
根太	15	17	43	45 x 60	4	21
垂木	14	25	38	45 x 60	4	14
筋かい	12	21	33	45 x 105	4	23
桁・梁	32	39	190	105 x 105	4	8
むな木	4	11	17	90 x 90	4	47
もや	3	9	9	90 x 90	4	38

注) 1) : mm 2) : m 3) : 回答のあった全総数に対する割合 (%)

4) : 種類 (数)



### 3) 各部材の端材の長さ と 端材率

標準的な2階建て木造住宅(150m<sup>2</sup>)を建てる場合に必要な各部材から出る端材の長さ と 端材率を表1.16, 表1.17に示す。ここで端材率は次式で求めた。

$$\text{端材率} = \{ (\text{端材の材積} / \text{部材の材積}) \times 100 \} \quad (\%)$$

表から見られるように、端材の長さは0から1m近いものまであり、部材によって、また会社によっていろいろな長さの端材がでている。端材率もすべての部材についてほとんど0%の会社もあるが、土台、大引、むな木、もやで端材率が20%を超えるの会社もある。

この結果からはどの部材からの端材率が最も多いかということは明らかでないが、概して桁、梁の端材率が高い会社が多いように思われる。

### 4) 地域、建築様式、システムと端材率

表1.18に東京、大阪、新潟および静岡に分けて各部材の端材率と平均値を示す。各地域による違いは明らかでないが、全部材の平均値でみると、東京の端材率は静岡より高い値を示している。管柱は静岡が他の地域より大きな値を示している。

表1.19に建築様式(洋風、和風、和洋折衷)と端材率との関係を示す。データ数が少ないので、今後より詳細な調査が必要であるが、留意すべき傾向を以下に例示してみる。それぞれの場合に単純に平均値をとって比較してみると、土台、大引では和風、和洋折衷様式が洋風より大きな端材率を示している。通し柱では洋風は和風より大きな値を示している。小屋束では和風が大きいようである。筋かいは洋風が少ないようである。部材全体でみると、和洋折衷様式が他の様式のものに比べていくらか大きな値を示している。

表1.20に合理化システム認定制度の対象とその他一般に分けて端材率(洋風の場合)を示す。合理化システムの方のデータ数が少ないので今後更に詳細な調査が必要であるが、全体の平均値でみると合理化システム認定制度の対象の方が端材率の値は大きい。合理化はされるが木質残廃材は増えているようである。

### 5) 部材の加工場所と加工の内容

表1.21に部材の加工場所と加工の内容についての結果を示す。土台は継手仕口加工がプレカット工場及び下小屋で行なわれている。大引きは現場では長さ取りをする程度である。床束は現場で長さ取りをするだけで、継手仕口加工はすべてプレカット工場あるいは下小屋で行なわれている。通し柱、管柱、小屋束は現場では手を加えることはほとんどない。根太、たる木、筋かいの長さ取はほとんど現場で行なわれている。桁、梁は現場で手が加えられることはない。むな木、もやも現場で手が加えられることはほとんどない。

### 6) 部材の加工時に発生する残廃材の量

表1.22に部材の加工時に発生する残廃材の量を示す。各部材の端材から計算した端材の量はすでに示したように会社によって大きく異なっており、0.0010~0.0104m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>の範

表1.16 各部材における端材の長さ<sup>1)</sup>

	1	2	3	4	5	6	10	11	12	13	14
土台	0.290	0.351	0.348	0	0.227	0.05	0.80	0.20	0.35	0.3	0.3
大引	0.280	0.351	0.436	0	0.227	0.05	0.80	0.40	0.2	0.3	0.3
床束	0.15	-	0.463	0.39	0.227	0.01	0.3	0.2	0.1	0.1	0.15
通し柱	0.127	0.392	0.333	0	0.145	0.02	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1
管柱	0.151	0.105	0.077	0	0	0.01	0.3	0.15	0.1	0.225	0.1
小屋束	0.093	0.055	0.014	0	-	0.01	0.1	0.1	0.1	0.2	0.15
根太	0.303	0.20	0.302	0	0.227	0.025	-	0.36	0.4	0.2	0.3
垂木	0.216	0.35	0.712	0	0.455	0.03	-	0.5	0.3	0.2	0.3
筋かい	0.262	0.25	0.362	0	0.20	0.015	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2
桁	0.304	0.351	0.303	0	0.10	0.05	0.8	0.3	0.3	0.2	0.15
梁	0.034	0.351	0.303	0	0.10	0.05	0.8	0.3	0.45	0.2	0.15
むな木	0.182	0.351	0.397	0	0.10	0.03	0.8	0.3	0.2	0.2	0.15
もや	0.252	0.351	0.476	0	0.10	0.03	0.8	0.15	0.2	0.2	0.15
	15	17	18	19	21	22	23	27	29	30	
土台	-	0.2	0.014	0.3	0.37	0.15	0.065	0.05	0.155	0.1	
大引	0.15	0.2	0.014	0.3	-	0.15	0.5	0.05	0.18	0.275	
床束	0.3	0.075	-	-	-	0	-	0.05	0.18	0.35	
通し柱	-	0.325	0.19	-	-	0.1	0.125	0.05	-	-	
管柱	-	0.15	0.19	-	-	0.1	0.125	0.05	0.18	-	
小屋束	-	-	-	-	-	0.1	0.025	0.05	0.185	0.35	
根太	0.15	0.175	-	0.3	-	0.1	-	0.05	0.18	0.325	
垂木	0.6	0.275	-	-	-	0.25	-	0.05	0.18	0.25	
筋かい	0.6	0.32	-	-	-	0.25	-	0.05	0.055	0.05	
桁	-	0.2	0.229	-	0.457	0.15	0.065	0.05	0.055	0.35	
梁	-	0.2	0.364	-	0.457	0.15	0.065	0.05	0.055	0.25	
むな木	-	0.2	0.229	-	0.049	0.15	0.075	0.05	0.055	0.05	
もや	-	0.2	0.229	-	0.986	0.15	0.075	0.05	0.055	0.05	

注) <sup>1)</sup> : 部材の長さによらず各部材からでる端材の長さ (m)。

1~30 : 会社を示す。

表1.17 各部材における端材率<sup>1)</sup>

	1	2	3	4	5	6	10	11	12	13	14
土台	7.3	8.8	9.6	0	6.2	1.3	20.0	5.0	8.8	8.0	7.5
大引	7.7	8.8	12.0	0	7.3	1.3	20.0	10.0	6.5	8.4	7.5
床束	4.1	-	15.4	9.8	-	0.3	7.5	5.0	3.3	3.3	7.5
通し柱	1.1	6.5	5.6	0	2.4	0.3	5.0	3.8	1.7	5.0	1.7
管柱	5.0	3.7	2.7	0	0	0.3	10.0	5.0	3.3	7.5	3.3
小屋束	2.3	1.4	0.5	0	-	0.3	2.5	2.5	2.5	6.4	-
根太	13.0	5.0	9.8	0	7.0	0.6	-	9.0	19.0	6.7	7.5
垂木	4.9	10.0	16.4	0	11.0	0.8	-	12.5	12.4	5.4	6.3
筋かい	9.1	7.1	2.6	0	6.7	0.5	10.0	3.3	10.0	3.3	5.0
桁	8.7	11.5	8.6	0	2.9	1.3	10.9	7.5	9.6	6.1	4.0
梁	8.7	10.5	8.5	0	2.9	1.3	10.9	6.7	10.2	6.1	4.0
むな木	5.1	8.8	9.2	0	1.7	0.8	20.0	7.5	5.0	5.0	-
もや	5.1	7.4	10.8	0	2.3	0.8	20.0	3.8	5.0	5.6	3.8
	15	17	18	19	21	22	23	27	29	30	
土台	-	4.4	0.4	22.3	9.2	6.3	1.62	1.25	3.87	2.5	
大引	3.7	4.4	0.4	7.5	-	-	20.8	1.25	-	6.87	
床束	-	4.4	-	-	-	0	-	1.25	-	-	
通し柱	-	5.4	3.2	-	-	1.66	2.08	0.833	-	-	
管柱	-	5.0	6.3	-	-	3.33	4.16	1.66	5.99	-	
小屋束	-	-	-	-	-	11.1	0.62	1.25	4.62	8.75	
根太	3.8	4.6	-	7.5	-	3.54	-	1.25	-	-	
垂木	15.3	6.8	-	-	-	7.75	-	1.25	-	-	
筋かい	15.3	8.1	-	-	-	7.4	-	1.25	-	1.25	
桁	-	5.2	8.2	-	13.38	4.9	1.68	1.25	1.59	8.75	
梁	-	5.2	8.2	-	13.38	4.9	1.68	1.25	1.59	-	
むな木	-	5.2	-	-	1.3	4.28	2.04	1.25	-	-	
もや	-	5.2	5.4	-	28.1	4.90	2.19	1.25	1.50	5.00	

注) <sup>1)</sup> : 端材率(%) = { (端材の体積/部材の体積) × 100 }

1~30 : 会社を示す。

表1.18 各部材の端材率<sup>1)</sup> (地域別)

	東京					大阪			新潟			
	* 2 (洋)	3 (洋)	12 (和洋)	4 **	平均	5 (洋)	17 (洋)	平均	14 (和)	19 (和)	15 (和洋)	平均
土台	8.8	9.6	8.8	0	6.8	6.2	4.4	5.3	7.5	22.3	-	14.9
大引	8.8	12.0	6.5	0	6.8	7.3	4.4	5.85	7.5	7.5	3.7	6.23
床東	-	15.4	3.3	9.8	9.5	-	-	-	7.5	-	-	(7.5)
通し柱	6.5	5.6	1.7	0	3.45	2.4	3.2	2.8	1.7	-	-	(1.7)
管柱	3.7	2.7	3.3	0	2.42	0	6.3	3.15	3.3	-	-	(3.3)
小屋東	1.4	0.5	2.5	0	1.1	-	-	-	-	-	-	-
根太	5.0	9.8	19.5	0	8.57	7.0	-	(7.0)	7.5	17.5	3.8	6.26
垂木	10.0	16.4	12.4	0	9.7	11.0	-	(11.0)	6.3	-	15.3	10.8
筋かい	7.1	2.6	10.0	0	4.9	6.7	-	(6.0)	5.0	-	15.3	10.15
桁	11.5	8.6	9.6	0	7.4	2.9	8.2	5.55	4.0	-	-	(4.0)
梁	10.5	8.5	10.2	0	7.3	2.9	8.2	5.55	4.0	-	-	(4.0)
むな木	8.8	9.2	5.0	0	5.75	1.7	-	(1.7)	-	-	-	-
もや	7.4	10.8	5.0	0	5.8	2.3	5.4	3.85	3.8	-	-	(3.8)
平均	-				6.11	-		5.31	-			6.60

	静岡							
	* 1 (和)	10 (和洋)	18 (洋)	23 (和洋)	27 (和洋)	29 (和洋)	30 (和)	平均
土台	7.3	20.0	0.4	1.62	1.25	3.87	2.5	5.27
大引	7.7	20.0	0.4	20.8	1.25	-	6.879	9.50
床東	4.1	7.5	-	-	1.25	-	-	4.28
通し柱	1.1	5.0	3.2	2.08	0.833	-	-	2.44
管柱	5.0	10.0	6.3	4.16	1.66	5.99	-	5.51
小屋東	2.3	2.5	-	0.62	1.25	4.62	8.75	3.34
根太	13.0	-	-	-	1.25	-	-	7.12
垂木	4.9	-	-	-	1.25	-	-	3.07
筋かい	9.1	10.0	-	-	1.25	-	1.255	5.4
桁	8.7	10.9	8.2	1.68	1.25	1.59	8.755	5.86
梁	8.7	10.9	8.2	1.68	1.25	1.59	-	5.38
むな木	5.1	20.0	-	2.04	1.25	-	-	7.09
もや	5.1	20.0	5.4	2.04	1.25	1.50	5.00	5.77
平均	-							5.38

注) <sup>1)</sup> : 単位 (%) \* : 会社を表わす。 \*\* : 洋風, 和洋, 和洋折衷

表1.19 各部材の端材率<sup>1)</sup> (様式別)

	洋 風									平均
	* 2 東	3 東	5 大	6 神	11 神	13 岡	17 大	18 静	21 岡	
土台	8.8	9.6	6.2	1.3	5.0	8.0	4.4	0.4	9.2.	5.87
大引	8.8	12.0	7.3	1.3	10.0	8.4	4.4	0.4	-	6.57
床東	-	15.4	-	0.3	5.0	3.3	4.4	-	-	5.68
通し柱	6.5	5.6	2.4	0.3	3.8	5.0	5.4	3.2	-	4.02
管柱	3.7	2.7	0	0.3	5.0	7.5	5.0	6.3	-	3.81
小屋東	1.4	0.5	-	0.3	2.5	6.4	-	-	-	2.22
根太	5.0	9.8	7.0	0.6	9.0	6.7	4.6	-	-	6.1
垂木	10.0	16.4	11.0	0.8	12.5	5.4	6.8	-	-	8.98
筋かい	7.1	2.6	6.7	0.5	3.3	3.3	8.1	-	-	4.51
桁	11.5	8.6	2.9	1.3	7.5	6.1	5.2	8.2	13.38	7.18
梁	10.5	8.5	2.9	1.3	6.7	6.1	5.2	8.2	13.38	6.97
むな木	8.8	9.2	1.7	0.8	7.5	5.0	5.2	-	1.3	4.93
もや	7.4	10.8	2.3	0.8	3.8	5.6	5.2	5.4	28.1	7.71
平均	-									5.73

	和 風					和 洋 折 衷							平均	
	* 1 静	14 新	19 新	22 鹿	30 静	平均	10 静	12 東	15 新	23 静	27 静	29 静		
土台	7.3	7.5	22.3	6.3	2.5	9.18	20.0	8.8	-	1.62	1.25	3.87	7.10	
大引	7.7	7.5	7.5	-	6.87	7.39	20.0	6.5	3.7	20.8	1.25	-	10.45	
床東	4.1	7.5	-	0	-	3.86	7.5	3.3	-	-	1.25	-	4.01	
通し柱	1.1	1.7	-	1.66	-	1.48	5.0	1.7	-	2.08	1.25	-	2.40	
管柱	5.0	3.3	-	3.33	-	3.87	10.0	3.3	-	4.16	1.25	5.99	5.02	
小屋東	2.3	-	-	11.1	8.75	7.38	2.5	2.5	-	0.62	1.25	4.62	2.29	
根太	13.0	7.5	7.5	3.54	-	7.88	-	19.0	3.8	-	1.25	-	8.01	
垂木	4.9	6.3	-	7.75	-	6.31	-	12.4	15.3	-	1.25	-	9.65	
筋かい	9.1	5.0	-	7.4	1.25	5.68	10.0	10.0	15.3	-	1.25	-	9.13	
桁	8.7	4.0	-	4.9	8.75	6.58	10.9	9.6	-	1.68	1.25	1.59	5.00	
梁	8.7	4.0	-	4.9	-	5.86	10.9	10.2	-	1.68	1.25	1.59	5.12	
むな木	5.1	-	-	4.28	-	4.69	20.0	5.0	-	2.04	1.25	-	7.07	
もや	5.1	3.8	-	4.9	5.00	4.70	20.0	5.0	-	2.19	1.25	1.50	5.98	
平均	-					5.75	-							6.25

注) <sup>1)</sup> : 単位 (%) \* : 会社を表わす。 東 : 東京, 大 : 大阪, 神 : 神奈川, 岡 : 岡山,  
静 : 静岡, 新 : 新潟

表1.20 各部材の端材率<sup>1)</sup> (システム別)

	合理化システム			その他一般								
	* 3 東	18 静	平均	2 東	5 大	6 神	11 神	13 岡	14 新	17 大	21 岡	平均
土台	9.6	0.4	5.0	8.8	6.2	1.3	5.0	8.0	7.5	4.4	9.2	6.3
大引	12.0	0.4	6.2	8.8	7.3	1.3	10.0	8.4	7.5	4.4	-	6.81
床束	15.4	-	(15.4)	-	-	0.3	5.0	3.3	7.5	4.4	-	4.1
通し柱	5.6	3.2	4.4	6.5	2.4	0.3	3.8	5.0	1.7	5.4	-	3.58
管柱	2.7	6.3	4.5	3.7	0	0.3	5.0	7.5	3.3	5.0	-	3.54
小屋束	0.5	-	(0.5)	1.4	-	0.3	2.5	6.4	-	-	-	2.65
根太	9.8	-	(9.8)	5.0	7.0	0.6	9.0	6.7	7.5	4.6	-	5.77
垂木	16.4	-	(16.4)	10.0	11.0	0.8	12.5	5.4	6.3	6.8	-	7.54
筋かい	2.6	-	(2.6)	7.1	6.7	0.5	3.3	3.3	5.0	8.1	-	4.85
桁	8.6	8.2	8.4	11.5	2.9	1.3	7.5	6.1	4.0	5.2	13.38	6.48
梁	8.5	8.2	8.35	10.5	2.9	1.3	6.7	6.1	4.0	5.2	13.38	6.26
むな木	9.2	-	(9.2)	8.8	1.7	0.8	7.5	5.0	-	5.2	1.3	4.32
もや	10.8	5.4	8.1	7.4	2.3	0.8	3.8	5.6	3.8	5.2	28.1	7.12
平均	-	-	7.60	-	-	-	-	-	-	-	-	5.33

注) <sup>1)</sup> : 単位 (%) \* : 会社を表わす, 東 : 東京, 静 : 静岡, 大 : 大阪, 神 : 神奈川, 岡 : 岡山, 洋風の場合のみ, カッコ内の数値 : 一つだけの値場合

表1.21 部材の加工場所及び加工の内容

	加工場所				加工の内容			
	プレカット工場	下小屋	現場	その他	断面寸法調整	長さ取り	継手仕口加工	その他
土台	24	6	1	0	4	12	25	0
大引	14	5	14	0	2	13	14	0
床束	11	2	14	0	1	17	5	0
通し柱	24	6	0	0	5	12	22	2
管柱	24	5	1	0	5	12	21	1
小屋束	22	6	1	0	1	12	22	0
根太	7	5	14	2	6	17	4	0
垂木	2	6	20	2	1	18	6	1
筋かい	3	2	20	3	0	19	8	0
桁	24	6	0	0	3	11	23	0
梁	24	6	0	0	3	10	23	1
むな木	23	6	1	0	2	11	23	1
もや	23	6	1	0	2	11	21	1

注) : 数字は回答数を示す。

表1.22 部材の加工時に発生する端材の量

	加工時に発生する端材の量 <sup>1)</sup> (床面積当り : m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	各部材の端材から計算した 端材の量 <sup>2)</sup> (床面積当り : m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
範囲	0.00004~0.049	0.0010~0.0104
平均値	0.0138 <sup>3)</sup>	0.0063 <sup>4)</sup>

注) <sup>1)</sup> : 150m<sup>2</sup>程度の木造住宅を建てる場合に発生するすべての木質残廃材量から計算した値

<sup>2)</sup> : 主要部材(土台, 大引き, 床束, 通し柱, 管柱, 小屋束, 根太, 垂木, 筋かい, 桁, 梁, むな木及びもや)の端材から計算した値

<sup>3)</sup> : 16社の平均値

<sup>4)</sup> : 13社の平均値

囲にあった（平均：0.0063 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>）であった。これら主要部材を含め木造住宅を建てる場合に発生する木質残廃材の量は0.00004～0.049 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>の範囲にあり、平均で0.0138 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>であった。この量は各部材の端材から計算した端材の量の約2倍である。部材加工時に発生するこの0.0138 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>の値は以前に調査<sup>1)</sup>した東海地方のプレカット工場からでる端材の量、0.012～0.017 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>に近い値である。

#### 7) 端材の発生場所と処理方法

表1.23に端材の発生場所と処理の方法を示す。プレカット工場が発生した長さ取りした端材の17%は住宅部材（小屋束、床束、パネル中棧）として、44%はチップ原料として再利用されている。しかし、14%は自社で焼却処分されている。プレカット工場が発生した鋸屑、プレーナ屑などはほとんどが家畜の敷料（34%）として譲渡あるいは自社で焼却処分（28%）されている。下小屋・現場で発生した長さ取りした端材及び鋸屑、プレーナ屑などはほとんどが廃棄処理業者に処理を依頼しており、下小屋・現場で発生した木質残廃材はほとんどゴミとして処理されている。新しい材の残廃材は燃料や乾燥など有機的な用途の開発が重要であるが、価格や手間の上で焼却処分されていると思われる。

#### 8) 合板の使用場所と使用される合板の寸法

標準的な2階建木造住宅を建てる場合の合板の使用場所と合板の寸法、厚さを表1.24に示す。合板の使用される多い場所は床下地、屋根下地、造作用そして壁の順で、使用される寸法は0.91 x 1.82 mで、厚さ12 mmのもがほとんどである。使用される合板の量は会社によってまちまちであるが、寸法 0.91 x 1.82 mで、厚さが12 mmの合板に換算すると、37枚から272枚の範囲にあり、平均（19社）すると143枚であった。

屋根下地用として用意される合板の量は屋根面積の1.00倍～から1.56倍、平均 1.13倍（12社の平均）であった。使用する合板のすべてを事前に裁断している会社が26社中4社、一部裁断している会社が同じく4社あった。

#### 9) 合板の事前裁断の有無

表1.25に合板を事前に裁断しておくことに対する適否についての結果を示す。野地板、壁、床ともに事前に合板を裁断しておく方がよいとする回答（会社の数）が否とする回答を上回った。特に、野地板では「適」とする会社が「否」とする会社の2倍以上あった。野地板について「適」とした理由で最も多かったのは「労働安全性」で、次いで「施工性」、「端材の処理」であった。屋根という高い所での作業の危険性が顕著に表われていると思われる。壁、床では、「施工性」と「端材の処理」が「適」の大きな理由であった。「端材の処理」にも大きな関心が寄せられている結果がであると思われる。「否」とする理由で最も多かったのは野地板、壁、床とも「施工性」で、これは現場に届けられた材料の中から所定の材料を選び出すことの煩雑さ、困難さが表われていると思われる。



表1.23 端材の発生場所と処理方法

	発生場所			
	プレカット工場		下小屋・現場	
	長さ木取りした端材	鋸屑, プレーナ屑 その他	長さ木取りした端材	鋸屑, プレーナ屑 その他
再利用して住宅部材として利用	6	-	1	-
チップ原料	16	-	1	-
燃料として自社利用	3	3	2	0
燃料として譲渡	3	4	0	1
家畜敷わらとして譲渡	1	11	0	0
自社で焼却	5	9	3	5
廃棄物処理業者に処理を依頼	2	4	17	17
その他	0	1	2	2
計	36	32	26	25

注) : 数値は件数を表わす。

表1.24 合板の使用場所と用意される合板の寸法

使用場所	寸法 (m)	厚さ (mm)	件数 <sup>1)</sup>
屋根下地 野地板	0.91x1.82	9	1
	0.91x1.82	12	10
	0.9 x1.82	12	3
	0.3 x1.82	12	1
	1.2 x2.73	28	1
壁下地 モルタル	0.91x1.82	9	1
	0.91x1.82	10	1
	0.91x1.82	12	1
	0.91x1.82	20	1
	0.9 x1.8	12	1
	0.9 x3.03	7.5	1
その他	0.91x1.82	9	2
	0.91x1.82	12	5
	0.9 x1.8	12	1
床下地 畳	0.3 x1.8	12	1
	0.91x1.82	12	8
	0.9 x1.8	12	8
	1.2 x2.73	28	1
	1.82x0.303	15	1
フローリング	0.91x1.82	9	1
	0.91x1.82	12	5
	0.9 x1.8	12	2
	0.9 x1.8	15	1
	1.2 x2.73	28	1
	0.3 x1.82	12	1
	0.3 x1.82	15	1
カーペット	1.2 x2.73	28	1
	0.9 x1.8	12	1
その他	0.3 x1.8	12	1
	0.91x1.82	12	5
	0.9 x1.8	12	1
造作用	各種	2.5~45	

注) <sup>1)</sup> : 回答件数

表1.25 合板の事前裁断の適否

用途	野地板		壁		床	
	適	否	適	否	適	否
適否及び件数	18 <sup>1)</sup>	7	13	10	14	9
理由						
施工性	11 <sup>2)</sup>	5	8	3	8	4
経済性	6	0	3	1	5	0
端材の処理	9	1	8	0	9	0
労働安全性	13	0	2	0	4	0
加工歩留まり	3	0	2	1	3	0
その他	0	0	0	0	0	0

注) 1) : 回答のあった会社の数

2) : 回答件数 (複数回答があるので, 数は用途別で一致しない)

表1.26 建築現場における合板の端材量

	用意する合板量に対する割合 (%)	床面積当たりの量 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
範囲	3~20	0.0001~0.0031
平均1)	6.6	0.0011

注) 1) : 22社の平均

#### 10) 合板の端材の量

建築現場で用いる合板の端材の量の結果を表1.26に示す。現場で用いる合板の端材量は用意される合板量の3~20%で、平均 6.6% (22社)であった。これを単位床面積あたりにすると0.0001~0.0031 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>、平均 0.0011 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (22社)であった。

#### 11) 新築現場における木質を含む残廃材の発生状況及び処理に困っている残廃材の種類

表1.27に新築現場で用いる残廃材の多い順と処理に困っている残廃材の種類の結果を示す。表から見られるように、残廃材として多いものの第1位は「木くず(梱包材などを含む)」(第2位を大きく離している)で、次いで、無機質類、段ボール箱類であった。

処理に一番困っているには無機質材(第2位を大きく離している)で、次いでビニール・プラスチック類、木くずであった。

新築建築現場における木質材料を含む残廃材の量は0.0202~0.1818m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>で、平均 0.062m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (16社)であった。この結果は前にプレカット工場<sup>1)</sup>について調べた結果、0.073m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>と近い値であった。

#### 12) 新築建築現場における残廃材の分別状況

建築現場における木質材料を含む残廃材の分別状況の結果を表1.28に示す。表からみられるように、現在は残廃材を「普通分別している」と「普通分別しない」が同数であった。しかし、現在は分別していないが今後は分別するという会社が6社あり、これを現在分別している会社の数に加えると回答のあった27社のうち17社になり、約6割の会社が「分別する」になる。今後も分別する予定はないという会社が8社あった。これは回答のあった会社の約3割である。分別しない理由は ①メリットがない ②手間がかかる ③コストがかかる ④場所の確保が困難である であった。分別した方がよいことは皆わかっているが諸々の事情が分別を困難にしているようである。

分別の方法としては①それぞれの袋に入れる ②別々のゴミ箱を用意している ③別々の場所を決めている であった。

### 3. 残廃材の発生抑制への提案

木質残廃材を出さない、少なくするには木造住宅を壊さないこと、新しく木造住宅を造る量を少なくすることである。すなわち、住宅を長持ちさせることである。このための部材の処理、維持管理、補修交換などの方策が必要である。

木造住宅を新築する場合に木質残廃材をできるだけ少なくするためには丸太から部材に加工する回数を減らすこと、加工寸法に合わせた木取りを行なうこと、断面寸法及び長さを統一して部材の種類を少なくする、部材の規格化、定尺化、プレカット率の促進・増大、梱包の簡素化などが考えられる。

表1.27 新築現場における木質を含む残廃材の発生状況  
及び処理に困っている残廃材の種類

	順位 <sup>1)</sup>							処理に困っているとしてあげた会社の数
	1	2	3	4	5	6	計	
木くず (梱包材などを含む)	16 <sup>2)</sup>	4	3	1	0	0	24	4
段ボール箱など紙類	5	8	8	2	0	0	23	2
ビニール, プラスチック類	0	1	5	12	3	0	21	5
無機質材(石膏ボード, 断熱材など)	6	9	6	2	1	0	24	15
金属, カン類	0	0	2	2	15	1	20	2
その他	2	0	1	0	2	2	7	1

注) <sup>1)</sup> : 残廃材の多い順

<sup>2)</sup> : 「木くず」が最も多いとした会社の数

表1.28 建築現場における残廃材の分別状況

残廃材の分別の有無		会社の数
現在	現在分別している	11
	時々分別している	5
	普通分別しない	11
今後	分別する	17
	分別しない	8

木造住宅（軸組）の新築時における  
木材の有効利用する調査

会社名 \_\_\_\_\_  
 所在地 \_\_\_\_\_  
 回答者 \_\_\_\_\_ 部署 \_\_\_\_\_  
 TEL \_\_\_\_\_

1. 初めに貴社の概要をお聞かせ下さい。

(1) 業種 貴社の該当する業種に○をつけて下さい。(複数回答)

a 建築 b 機械プレカット c 製材 d 木材流通 e その他 ( )

(2) 平成4年の住宅建築実績

木造 \_\_\_\_\_ 戸 (軸組 \_\_\_\_\_ 戸 2×4 \_\_\_\_\_ 戸 プレハブ \_\_\_\_\_ 戸)

非木造 \_\_\_\_\_ 戸

2. 標準的な、2階建て木造住宅(45坪(150㎡)程度)を建てる場合の木材の使用、端材の発生状況等についてお聞かせ下さい。

Q1 調査対象住宅の概要

(1) 下記について、該当する事項に○をつけて下さい。

1) 様式: a 洋風 b 和風 c 和洋折衷

2) システム: a 合理化システム認定制度の対象 b その他一般

(2) 住宅の規模等

部 位	面 積 (㎡)
屋 根	
壁	
床	

下地に合板を使用する箇所 (具体的に)	
------------------------	--

注 面積には、デッキ、バルコニーは含めないで下さい。

Q2 用意する木材（合板を除く）の寸法、数量

部材名	断面寸法 (mm)	長さ (m)	数量 (本)
土台			
大引			
床束			
通し柱			
管柱			
小屋束			
根太			
たる木			
筋かい			
桁			
梁			
むな木			
もや			

注1 木拾い表（部材リスト）を添付して下さい。

2 集成材を使用する場合は、その旨付記して下さい。

Q3 Q2の部材の加工場所、加工端材の発生状況、処理方法

次の区分により、下表の該当欄に記入（○及び数字）して下さい。

(1) 加工場所

a プレカット工場 b 下小屋 c 建築現場 d 加工品を購入

(2) 加工の内容

a 断面寸法の調整 b 長さ取り c 継手仕口加工 d その他（ ）

(3) 長さ取りをした場合の端材の長さ

mm単位で具体的に記入して下さい。

部材名	(1) 加工場所	(2) 加工方法	(3) 端材の大体の長さの範囲 (mm)
土台	a b c d	a b c d	
大引	a b c d	a b c d	
床束	a b c d	a b c d	
通し柱	a b c d	a b c d	
管柱	a b c d	a b c d	
小屋束	a b c d	a b c d	
根太	a b c d	a b c d	
たる木	a b c d	a b c d	
筋かい	a b c d	a b c d	
桁	a b c d	a b c d	
梁	a b c d	a b c d	
むな木	a b c d	a b c d	
もや	a b c d	a b c d	
	a b c d	a b c d	
	a b c d	a b c d	
	a b c d	a b c d	
	a b c d	a b c d	
	a b c d	a b c d	

(4) 加工で発生する端材、鋸屑、プレーナー屑等の数量 (実材積)

約 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>



Q4 端材等の処理方法

次の区分により、下表の該当項目に○をつけて下さい。(複数回答)

a 再加工して住宅部材として利用    b チップ原料    c 燃料として自社利用

d 燃料として譲渡    e 家畜敷わらとして譲渡    f 自社で焼却

g 廃棄物処理業者に処理を依頼    h その他( )

発生場所	長さ木取りした端材	鋸屑、その他 プレーナー屑	aに該当する物がある場合 用途とその寸法、
プレカット工場	a b c d e f g h	c d e f g h	
下小屋、現場	a b c d e f g h	c d e f g h	

Q5 用意する合板の寸法、数量、事前裁断の有無(該当するものに○をつける。)

使用場所	寸法(mm)	厚さ(mm)	数量(枚数)	所定の寸法に 事前裁断の有無
屋根下地 野地板				有 無
壁下地 モルタル				有 無
その他				有 無
床下地 畳				有 無
フローリング				有 無
カーペット				有 無
その他				有 無
造作用				有 無 有 無
その他				有 無

Q 6 合板を下地として使用する場合、工場で事前に所定の寸法に裁断した方が良いと思われませんか。又その理由は何ですか。該当するものに○をつけて下さい。

理由の記号 a 施工性 b 経済性 c 端材の処理 d 労働安全性  
e 加工歩留まり f その他 ( )

用途	所定の寸法に裁断 することの適否	理由
野地板	適 否	a b c d e f
壁	適 否	a b c d e f
床	適 否	a b c d e f

Q 7 現場で合板の端材はどのくらい出ていると推定されますか。

合板使用量の約 \_\_\_\_\_ %

Q 8 新築現場の木質以外の物も含めた廃棄物の発生状況についてお聞かせ下さい。

廃棄物の種類	廃棄物の多い順 (かさ量)	処理に一番困ってもの (該当する欄に○)
木くず (梱包材等含む)		
段ボール箱など紙類		
ビニール、プラスチック類		
無機質材 (石膏ボード、 断熱材)		
金属、カン類		
その他		
かさ量の合計 (m <sup>3</sup> )		

Q 9 Q 8 の廃棄物は、現在現場で分別されていますか。また今後分別する可能性はありますか。該当事項に○をつけて下さい。

(1) 現状： a 普通分別している。 b 時々分別している。 c 普通分別しない。

a と答えた場合はその方法

(2) 今後： (上記で a と答えた場合記入不要) d 分別する。 e 分別しない

d と答えた場合その方法、 e と答えた場合その理由

10 この調査は、新築過程において、木材を効率的に使用することによって、木質廃棄物の発生量を減らそうというねらいで実施しているものです。

このことについて、ご提案をお聞かせ下さい。(木材の規格、加工方法、施工方法等)

文 献

- 1) 三城昭義，有馬孝禮：木材工業，48(5)，221-225 (1993)

## 第2章 型枠合板の使用回数の延長等による木質廃棄物の発生抑制に関する調査

合板は、国民の生活の上において重要な基礎資材であり、特に東南アジア等の熱帯木材を原料とする広葉樹合板は、原料の量的安定性・均一性など優れた特性を有することから幅広く利用されてきており、その需要量は900万 $m^3$ （コンクリート型枠用合板研究会、中間報告書）を越える水準となっている。このような中で、現在、地球環境問題への認識が高まっており、特にわが国は、過去約20年間に亘って熱帯木材の世界最大の輸入国となっているため、熱帯木材貿易の主力である熱帯木材製品、とりわけその象徴として熱帯木材によるコンクリート型枠用合板への使用の合理化について国際的に問題提起がなされている。また、東南アジアを始めとする熱帯木材資源の減少、産地国における産業振興政策等から原木輸出規制の動きが一層強まりつつある。わが国の合板業界は、従来から針葉樹等未利用樹資源の利用開発・促進等に取り組んできたところであるが、現状を鑑み一層の促進とともに、コンクリート型枠用合板のリサイクルの増加を図るなど熱帯木材資源の利用の合理化を促進していく必要がある。

ここでは、廃棄物の発生抑制という観点から、型枠としての寿命延伸への取り組み、廃棄物としてのリサイクルへの取り組み事例を紹介することとする。

### 1. 型枠合板の利用の現況

#### (1) コンクリート型枠合板の需要

現在、実際に使用されているコンクリート型枠合板の量は建築工法の合理化・型枠材料の多様化・表面処理方法による転用回数の増加・海外の新システムの導入・針葉樹合板への転換、関連業態の複雑性等からその実態を的確に把握することは困難であるが、これまでの諸調査から推定すると、年間146百万 $m^2$ ～177百万 $m^2$ （175万 $m^3$ ～212万 $m^3$ ）と見込まれる。（（社）建築業協会「合板製型枠の実態調査報告書」（平成3年）

#### (2) 関東地区の型枠合板取扱業者とその処理方法

建設工事の型枠工事を担っているのが、いわゆる型枠業者であり、関東地域には、約400社がある推定されている。

従来、型枠合板は、同一現場での反復利用はあっても、手間や品質の関係から新しい現場に古い型枠を持ち込むことはほとんどなく、転用回数も3回程度とみられていた。

（表2-1参照）

表2-1 建築構造別のコンクリート型枠用合板転用回数

構 造	建設省調査 転用回数 (昭60年度)	日 合 連 推 計 (cf 1-2(A))	合板の種類	建設業協会 昭61 (cf 1-2(B))	左 同 平 3 (cf 1-2(C))
RC造	3.7	2.5	普通合板	4.27	2.6
SRC造	〃	3.1			
CB造	〃	3.7			
S造	〃	〃	塗装合板	6.09	4.9
その他	〃	〃			
木造	〃	5.0			

木質系廃棄物リサイクル調査報告書（(財)日本住宅・木材技術センター 平成4年3月）

しかし、熱帯林やごみ処理に伴う環境問題に対する関心の高まりとともに、機械導入によるケレン除去、補修による型枠としての再利用に積極的に取り組む企業も増加しつつある。表2-2は、関係者からの聞き込み推定による関東地域の型枠合板の処理の実態である。

表2-2 関東地区における型枠合板の処理の実態

処 理 法	比率(%)	処 理 方 法	その比率(%)
再利用型枠パネル	65	表面清掃 ケレン等で人力除去 機械化処理	
廃 棄 材	35	自社で焼却	40
		自社でチップ化	10
		廃棄物処理業者に委託	50

なお、次に、参考として型枠合板の使用事例を示した。

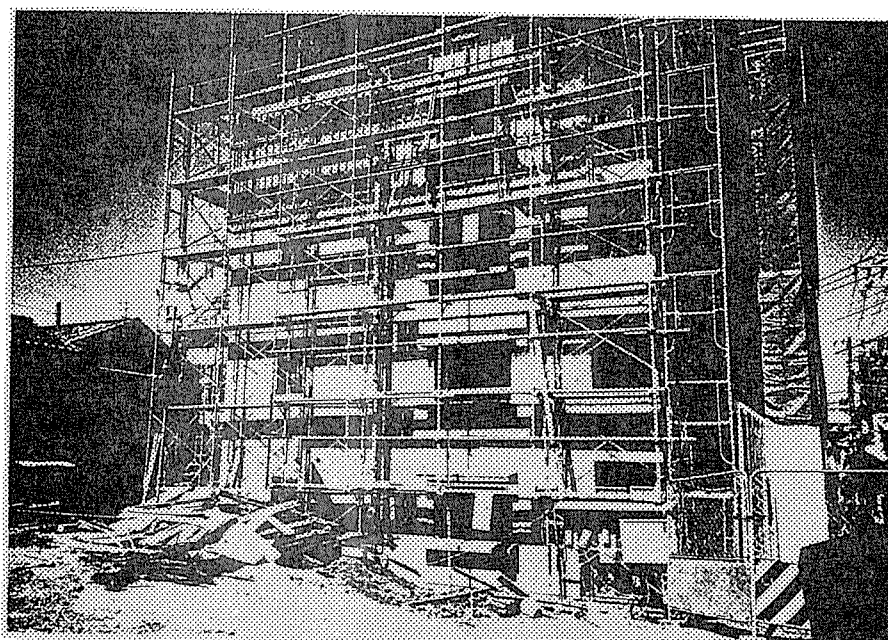
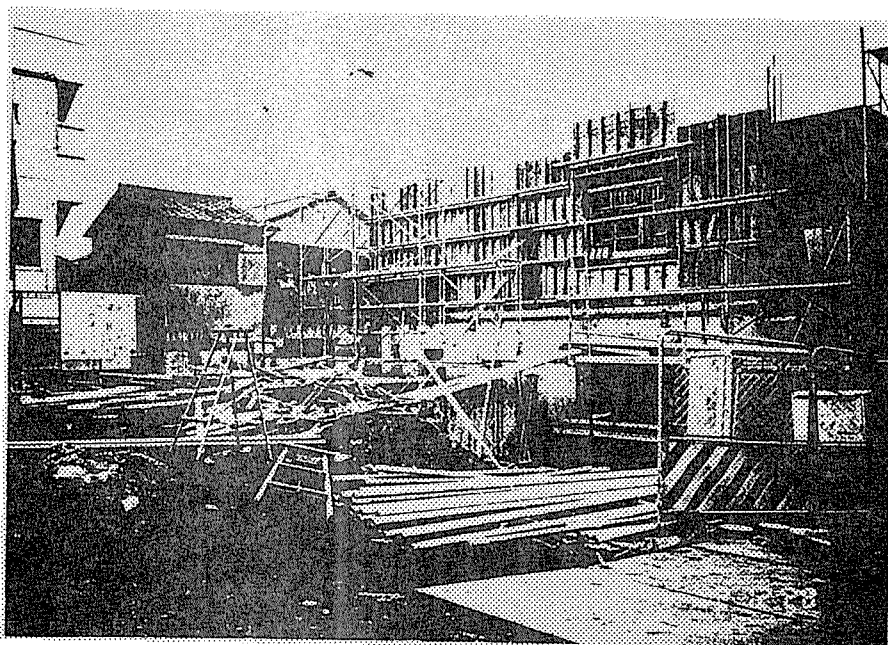


写真2-1 型枠パネルの使用事例

場 所・・・東京都新宿区西早稲田

建 物・・・4階建てマンション

期 間・・・平成4年12月～平成5年2月

使用方法・・・1階毎の型枠パネル使用。

同一パネルを4回使用している。

合理的に使用しているため、ロス残材は少ない。

請負方法・・・型枠専門工務店が一括受注。

(材料手配、施工、取りはずし、廃材処理)

受注金額：推定総建設費の12%

### (3) 型枠合板のチップ利用

型枠合板の廃棄される量を直接把握した資料はないが、毎年の需要量に見合う量が廃棄されているとみていいであろう。(1)に述べたようにその量はおよそ200万m<sup>3</sup> 比重を0.5とすると約100万トンとなる。

これらの多くは、施工した型枠業者に引き取られ、そこで処分が決められており、自社で焼却するか、中間処理業者やチップ工場に持ち込み処理している場合が多い。

しかし一部ではあるが、積極的に自社でチップ生産も行うところもぼつぼつ見られるようになってきている。(表2-2参照)

現在、こうした企業の全体像はつかめていないが、1991年に建設業協会・日本大工工業協会が発行した「建設廃棄物の処分実態と今後の見通し」によると、1都3県(東京、千葉、神奈川、埼玉)における木くずの中間処理施設数(能力)は、中間処理としてのチップ工場が主体であるが、破碎処理施設が33ヶ所(2,493t/日)であるとしている。なお、焼却処理施設は62ヶ所(19,930t/日)である。即ち、破碎処理施設の4倍の処理能力を有する焼却処理施設が存在していることになる。

なお、チップ価格は、不況と円高、化石エネルギー価格の低迷を反映して、極めて厳しい環境にあるといわれている。

表2-3にチップの品質基準と価格を示した。

表2-3 チップの品質基準と価格

用途	品質基準	納入価格(運賃を含む)
製紙用原料	異物 2g/t以下 一定形状	10~15円/kg(全乾14円/kg)
ボード用原料	異物 20g/t以下 一定形状	8~12円/kg(全乾12円/kg)
燃料用原料	異物 100g/t以下	4~6円/kg
肥料用原料	直径6mm以下 木質分50%以上	4~6円/kg

N社の実例を参考にした。

## 2. コンクリート型枠の再利用システム

コンクリート型枠の転用回数は、3回程度に止まっているとみられる。それは、ケレン作業に人手と時間を要すること、しかも、手間をかけた割には、手滑に仕上げることが困難なため、施工現場が、反復利用をきらうという面を持っているためである。

そこでここでは、最近開発されたケレン除去機械「コンパネリフレッシャー」及び、棧木の再利用の事例を紹介することとする。

### 2. 1 ケレン除去機械（コンパネリフレッシャー）

#### (1) コンクリート除去方法における条件

ケレン作業を省略して使用済型枠を再利用すると、コンクリート付着量が雪だるま風に加速的に増加し、施工したコンクリート表面が凹凸状となり、クレーム対象の一つとなっている。

ケレン作業は単純な作業と思われがちであるが、種々な条件が存在するので、その合理化には、下記の諸条件を満足さす機械でなければならない。

- ①コンクリートのみ除去して、合板表面を傷つけないこと。
- ②合板両側面（エッジ）にササクレ、バリ等が発生しないこと。
- ③塗装合板ではフェース材が塗面と共にメクレ上がらないこと。
- ④合板両側面エッジ部の真直度を保つこと。
- ⑤型枠の含水率に関係なくコンクリートが除去可能であること。
- ⑥型枠に厚みムラ、幅ムラ、そり、ひねり等があってもコンクリートが除去可能であること。
- ⑦合板表面が”うづくり”状態にならないこと。
- ⑧合板表面をクリーニングできること。
- ⑨離型剤が自動塗布できること。なお、その塗布量も調整が可能であること。
- ⑩ランニングコストが安いこと。
- ⑪できる限りシンプルな構造であること。
- ⑫省力化、省人化設備であること。

#### (2) コンクリート除去の機械化フローシート

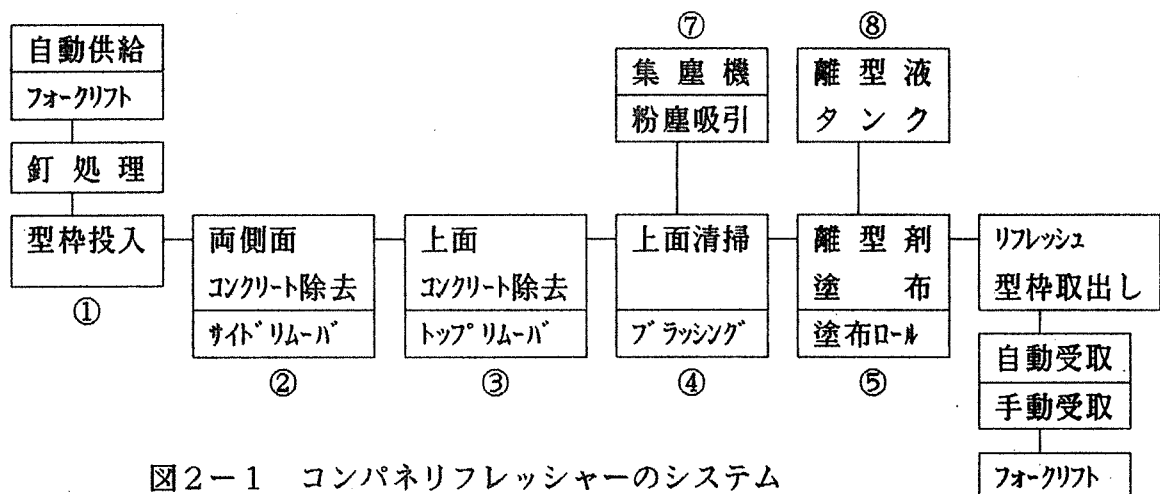


図2-1 コンパネリフレッシャーのシステム



(3) コンパネリフレッシャーのレイアウトと設備費

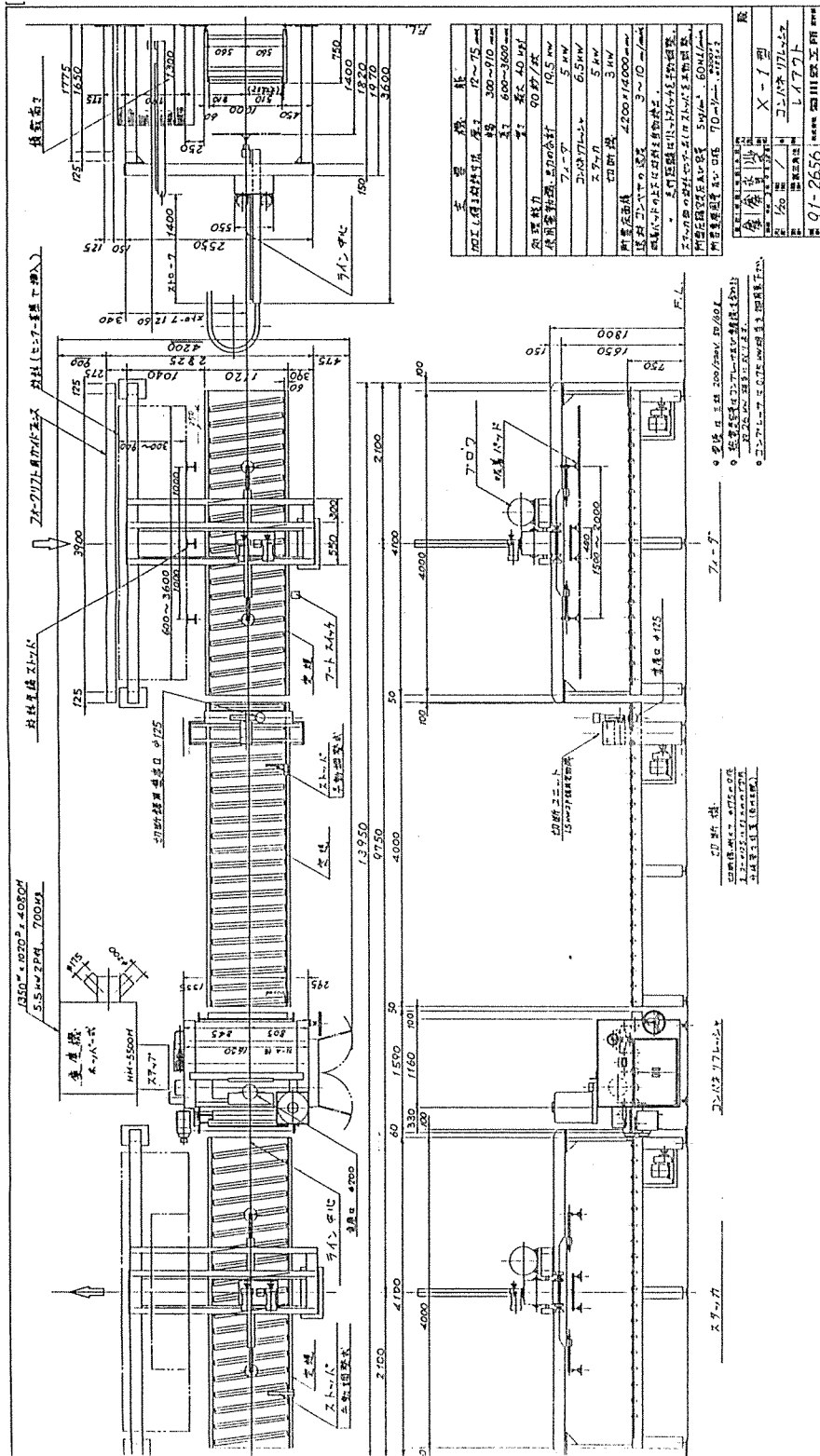


図2-2 コンパネリフレッシャーのレイアウト

機械の設備金額 (参考)

- ① 最少必要設備・・・約 1,000万円  
 X-1 型 コンパネリフレッシャー、コンプレッサー、集塵機
- ② 自動化：前後コンベアー自動投入受取装置の場合・・・約 2,600万円

#### (4) 機械化による効果

##### ①処理能力が飛躍的に向上。

従来の人手によるケレン作業では、3m長さ型枠にて1人1日(7.5h)約60枚が平均的な能力であるが、リフレッシャー導入により1日300~360枚処理可能となり手作業と比較して5~6倍の能力アップとなる。

##### ②使用回数

普通合板(平均) \* 2.6回 → 6~7回

塗装合板 \* 4.9回 → 7~8回

\* 印数字はコンクリート型枠用合板研究会発表資料より引用

##### ③人件費の削減

#### (5) コンパネリフレッシャーの稼働状況

k 鉄工所の開発したコンパネリフレッシャーは、時代の要請とマッチしたことと、平成3年7月発売と共に好評を得ているようであり、現在約30台稼働していると考えられる。その中で代表的な3社について、稼働状況を報告する。

##### 1) F社の場合

##### ①所在地：千葉県柏市

②業種：大工工事業、とび、土木工事業、鋼構造物工事業、  
鉄筋工事業、内装仕上げ工事業

##### ③型枠パネル取扱量と製品

月間：17,000枚

製品：600×1,500 600×1,800 600×2,700 600×4,000

##### ④コンパネリフレッシャーの稼働

設置日：平成4年2月

作業員：4名

日産：700枚

加工賃：50~60円/枚

スピード：3~4m/min.

##### ⑤回収と再生回数

回収率：良品として80%

再生回数：6~10回

最高再生回数：20回

##### ⑥再生後処理

穴補修：ゴムパッキン

仕上塗装：なし(油塗布装置は設置)

##### ⑦その他

ドイツ製FF20型型枠システムも導入している。

写真2-2

F社 現場より回収した型枠

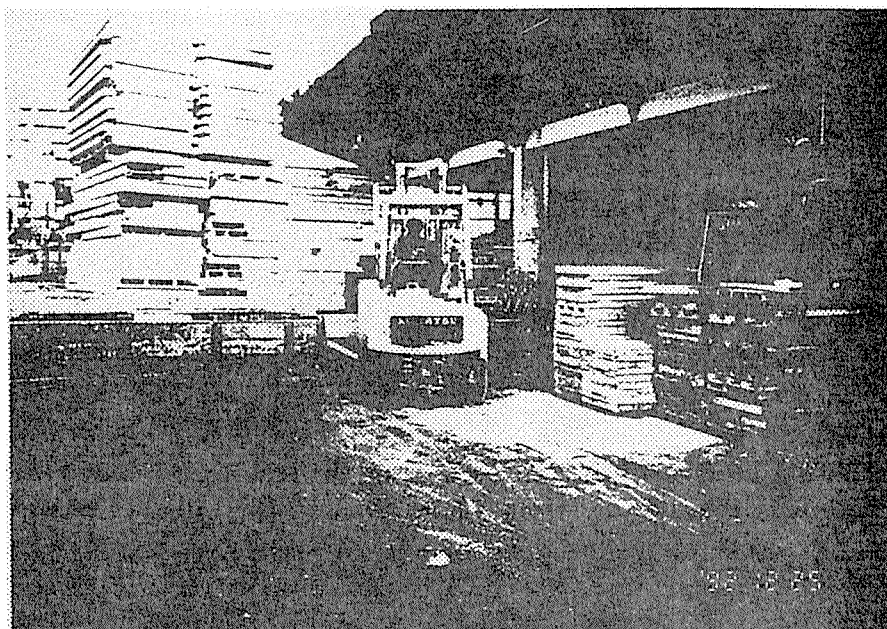


写真2-3

F社 コンパネリフレッシュ  
奥に塗布装置

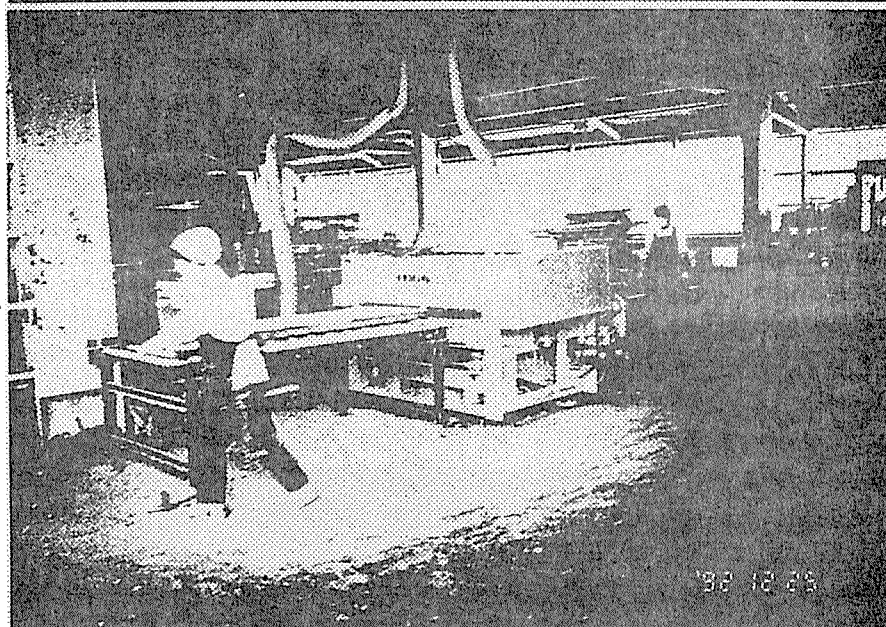
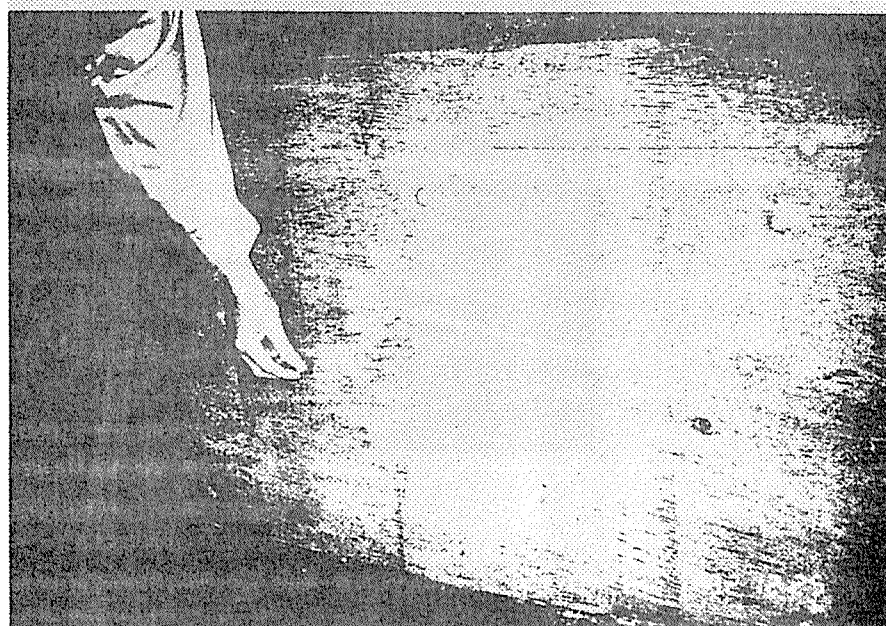


写真2-4

F社 穴補修の状況



## 2) I 社の場合

①所在地：愛知県蒲郡市

②業 種：型枠大工総合請負業

③型枠パネル取扱量

月 間：2,500枚 最大：7,000枚/月

在 庫：工場内に6,000枚

製 品：600×900 600×1000 600×1200 600×1500 600×1800  
600×2000 600×2450 600×2500 600×2700

④コンパネリフレッシャーの稼働

設 置 日：平成3年7月（自動化設備設置）

作 業 員：2名

処 理 量：200枚/時

スピード：8m/min.

原則として、C oilを離型剤として塗布している。

⑤コンパネリフレッシャーの効果

型枠パネルの寿命：4倍

工 場 の 能 率：5～8倍

型枠パネルの廃棄率：10%

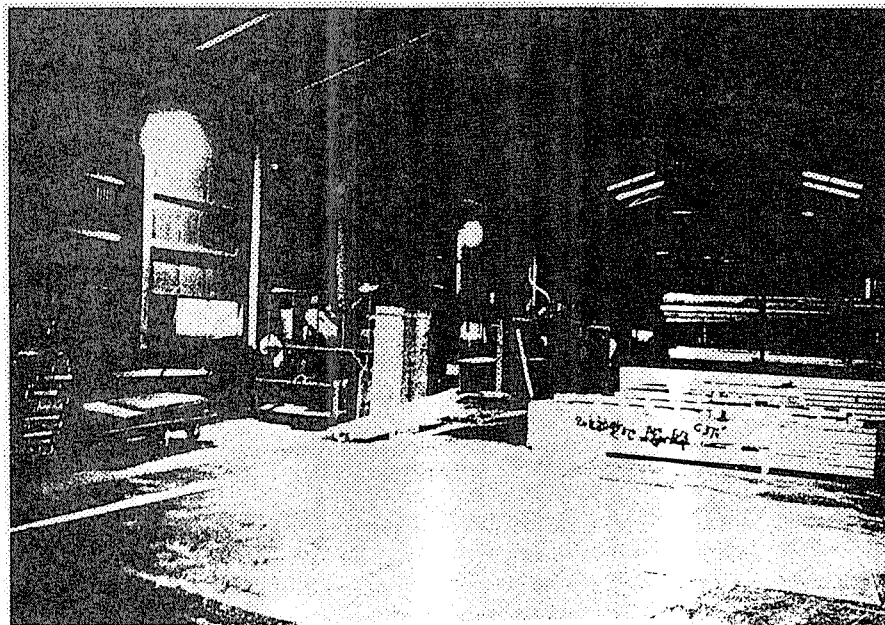


写真2-5 I 社 工場内

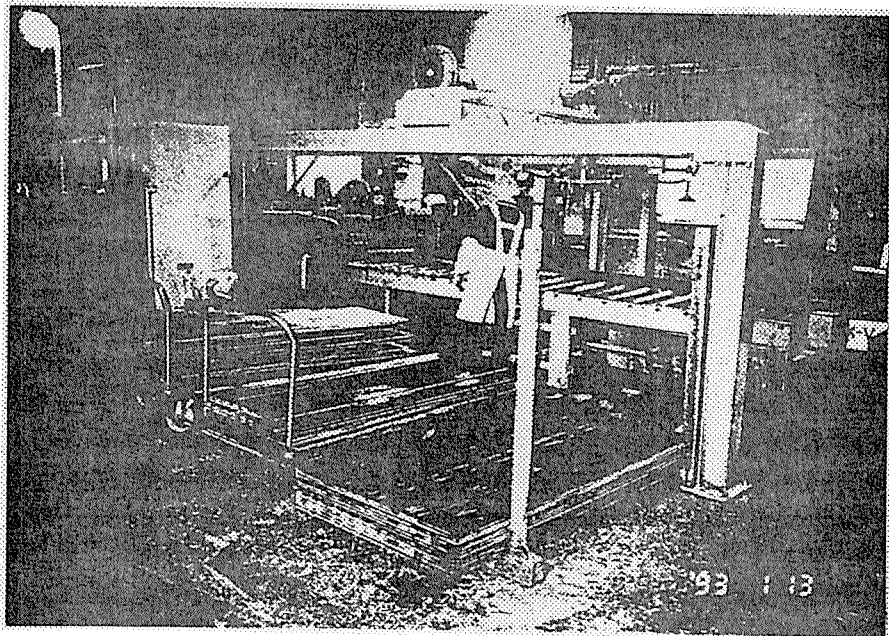
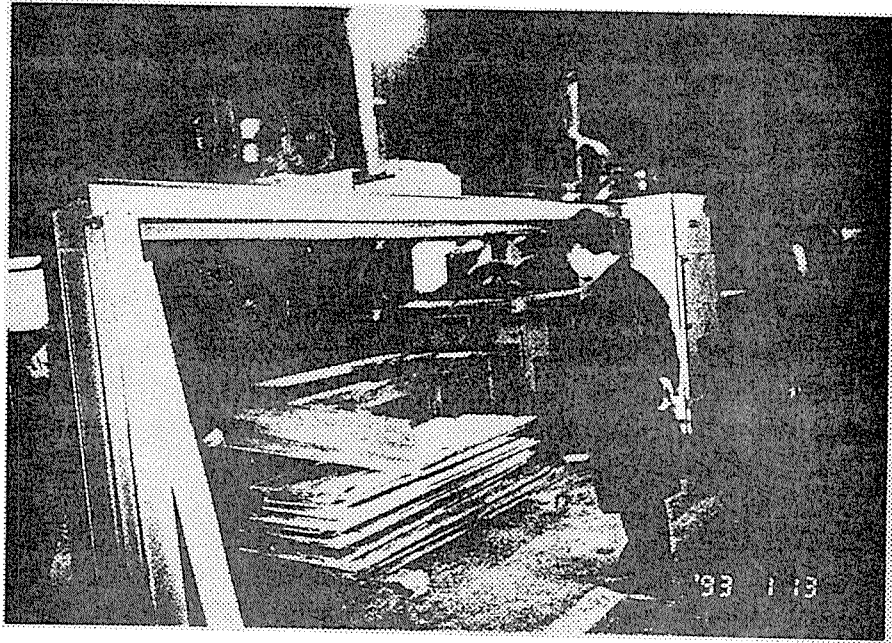


写真2-6 I社 コンクリートリフレッシャー

写真2-7  
I社 リフレッシャー処理後

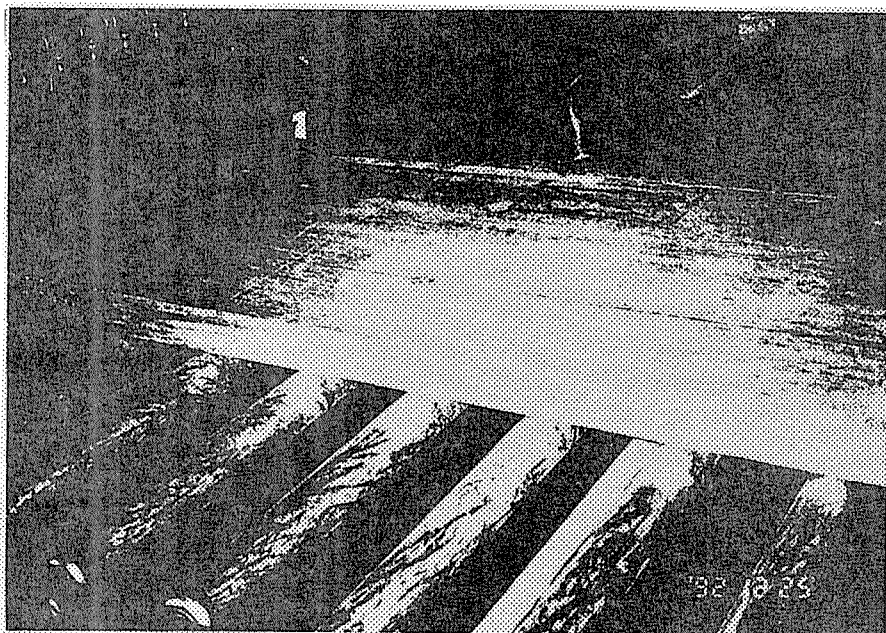
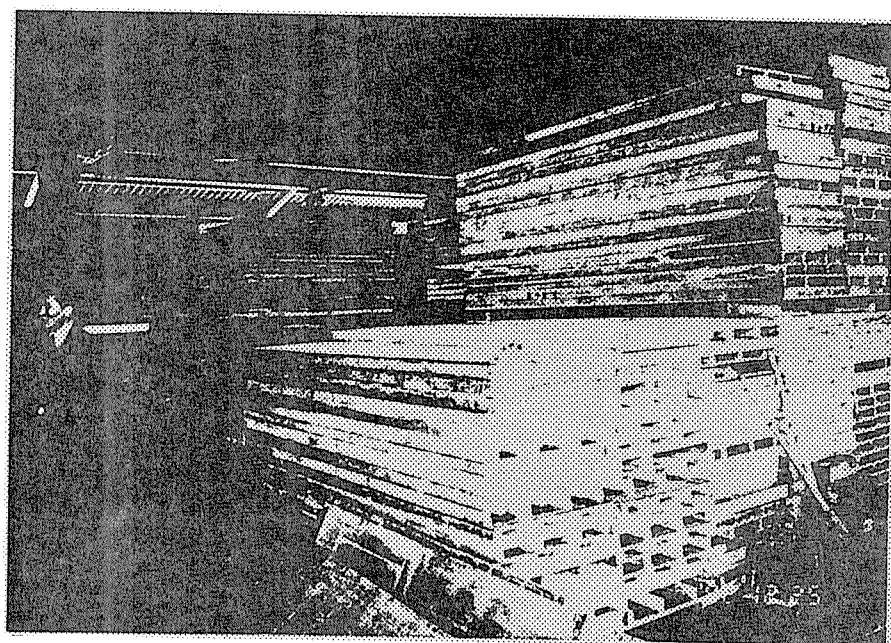


写真2-8  
I社 再生品倉庫



### 3) A社の場合

①所在地：愛知県豊橋市

②業種：型枠大工業，建設足場取付業

③型枠パネル取扱量

月間：5,000枚

④コンパネリフレッシュの稼働

設置日：平成4年6月

作業員：2名

処理量：150～200枚/日

スピード：2m/min.

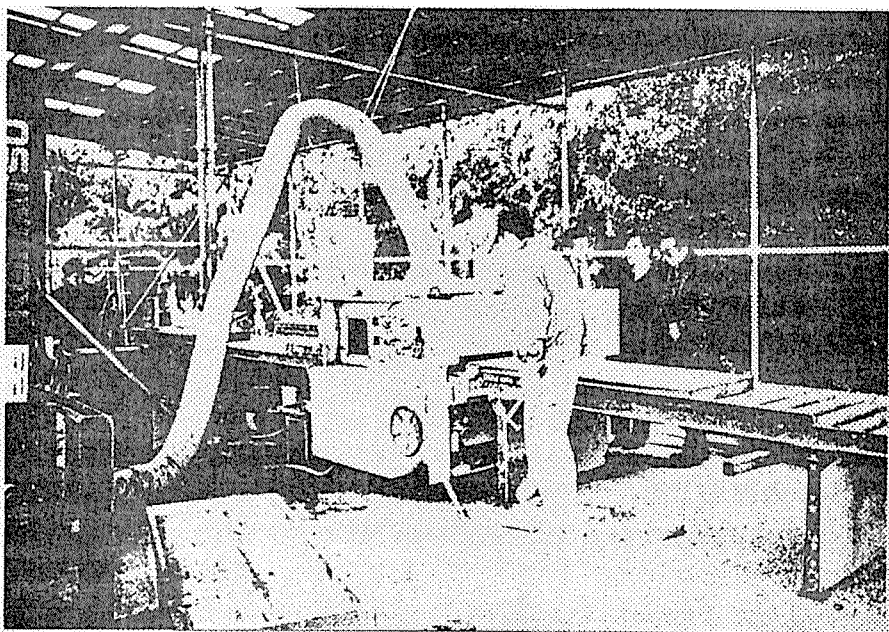
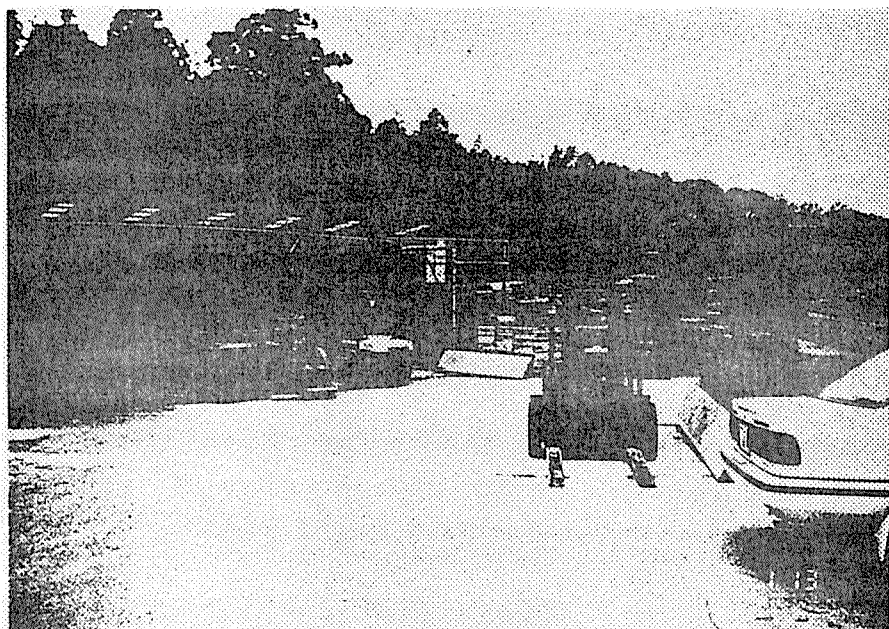


写真2-9 A社 コンパネリフレッシュ

写真2-10 A社  
廃棄パネルの燃焼炉  
四方から水を流して  
冷やしている。

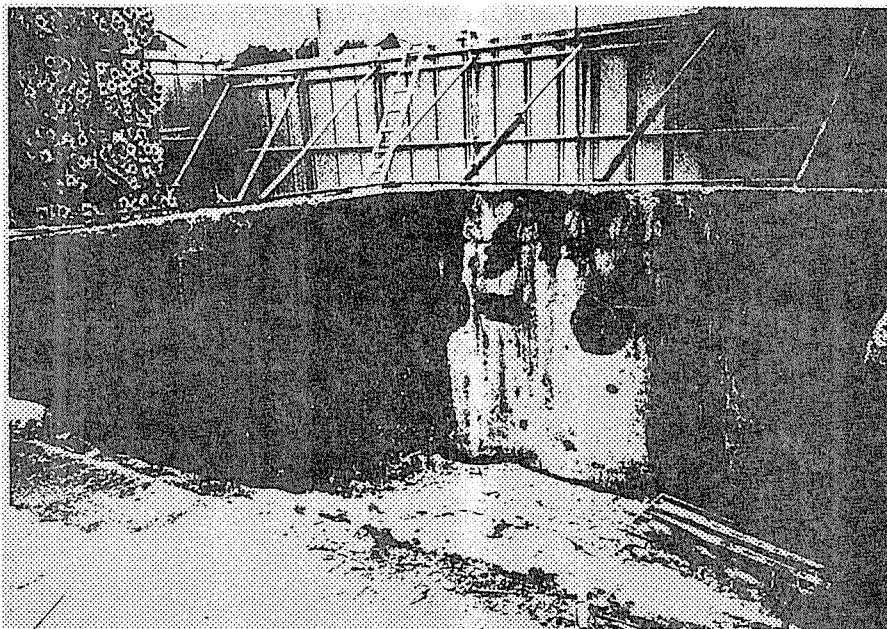


写真2-11 A社  
型枠パネル塗装ライン  
ほとんど使用していない。

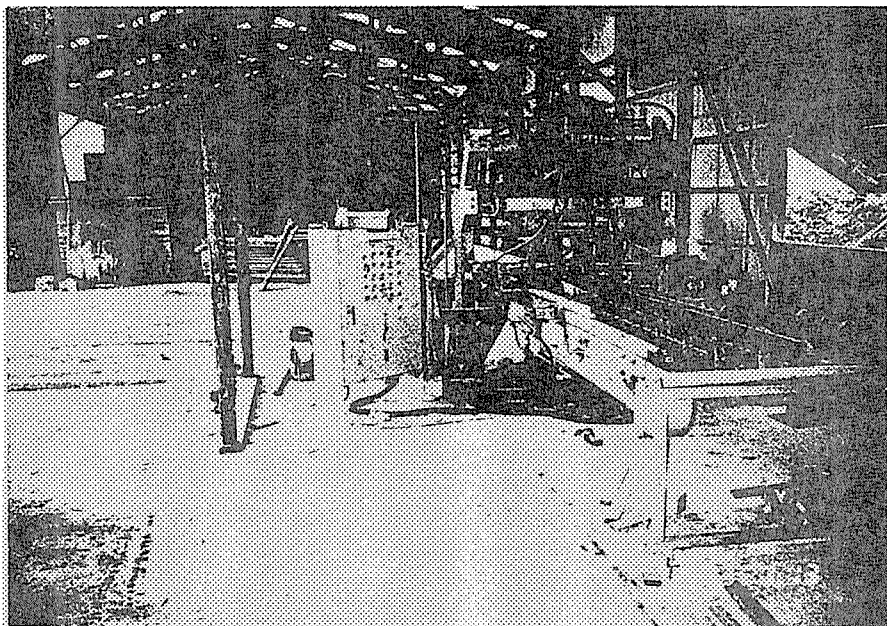


写真2-12 A社  
特殊型枠パネルの加工工場  
型枠総合請負業では必要な設備





## 2. 2 型枠パネル棧木の再利用

廃材棧木のフィンガージョイントの再利用の実用化

月間処理量・・・2,500本(4m換算)

作業人数・・・7名

4m製品コスト・・・172円(新品コスト300~350円)

設備費・・・フィンガージョインター、自動送り込み装置、  
アッセンブラー、バリトリ機

工場建物面積・・・コンテナ3列分 約100㎡

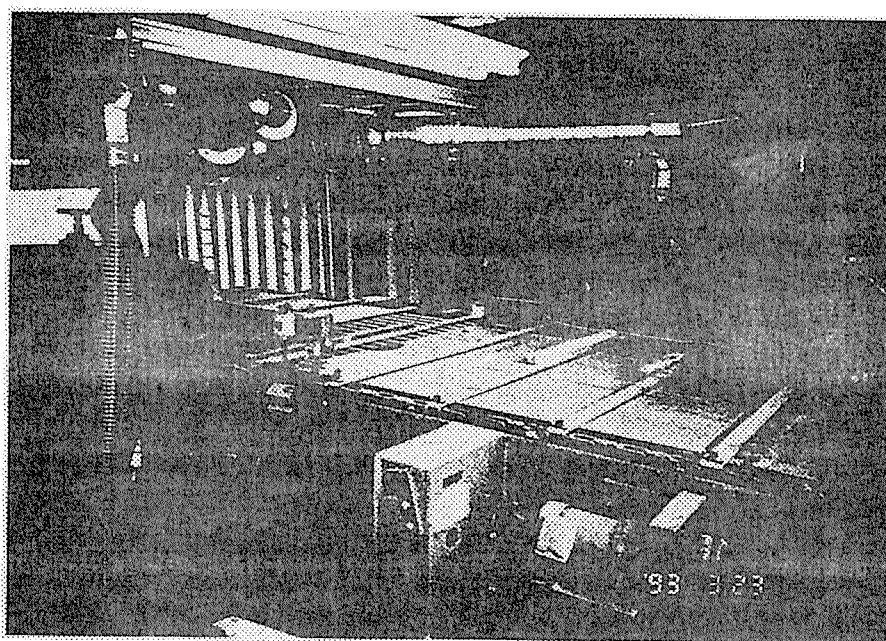


写真2-13 棧木フィンガージョインター

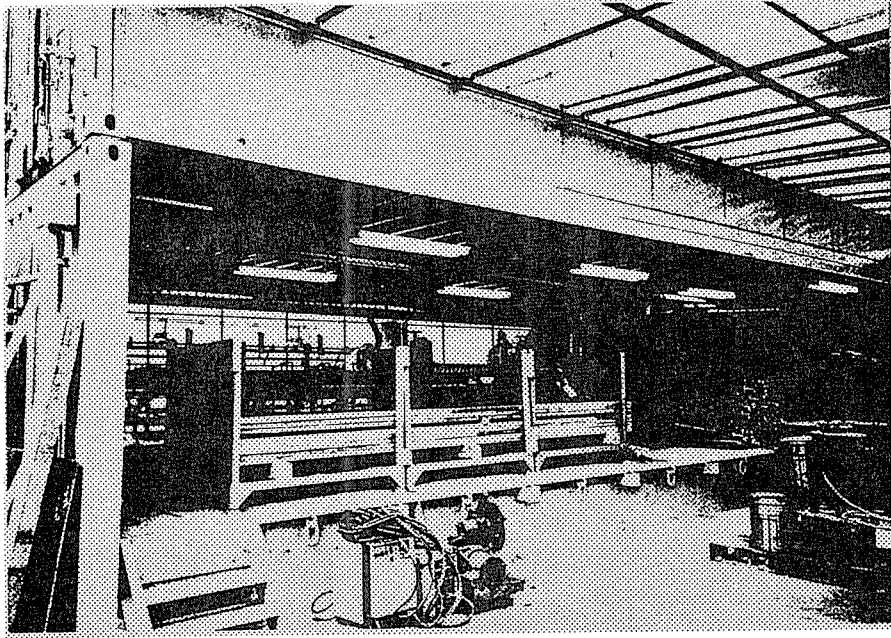


写真2-14 棧木フィンガージョインター

### 3. コンクリート型枠合板パネルの廃材処理

コンクリート型枠合板パネルの廃棄量は、およそ年間100万トン、関東地区に限れば約40万トンとみられている。これらの廃材は、通常トン当たり1万円～2万円をかけて処分されているが、廃棄場所の確保が困難になってきたため、これを積極的に資源として活用しようとする動きが見られるようになってきている。

以下に、型枠業者をたばねて木質資源リサイクルのシステムティックに取り組んでいるN社の事例を紹介する。

#### (1) N社の原料入手と製品納入プロセス

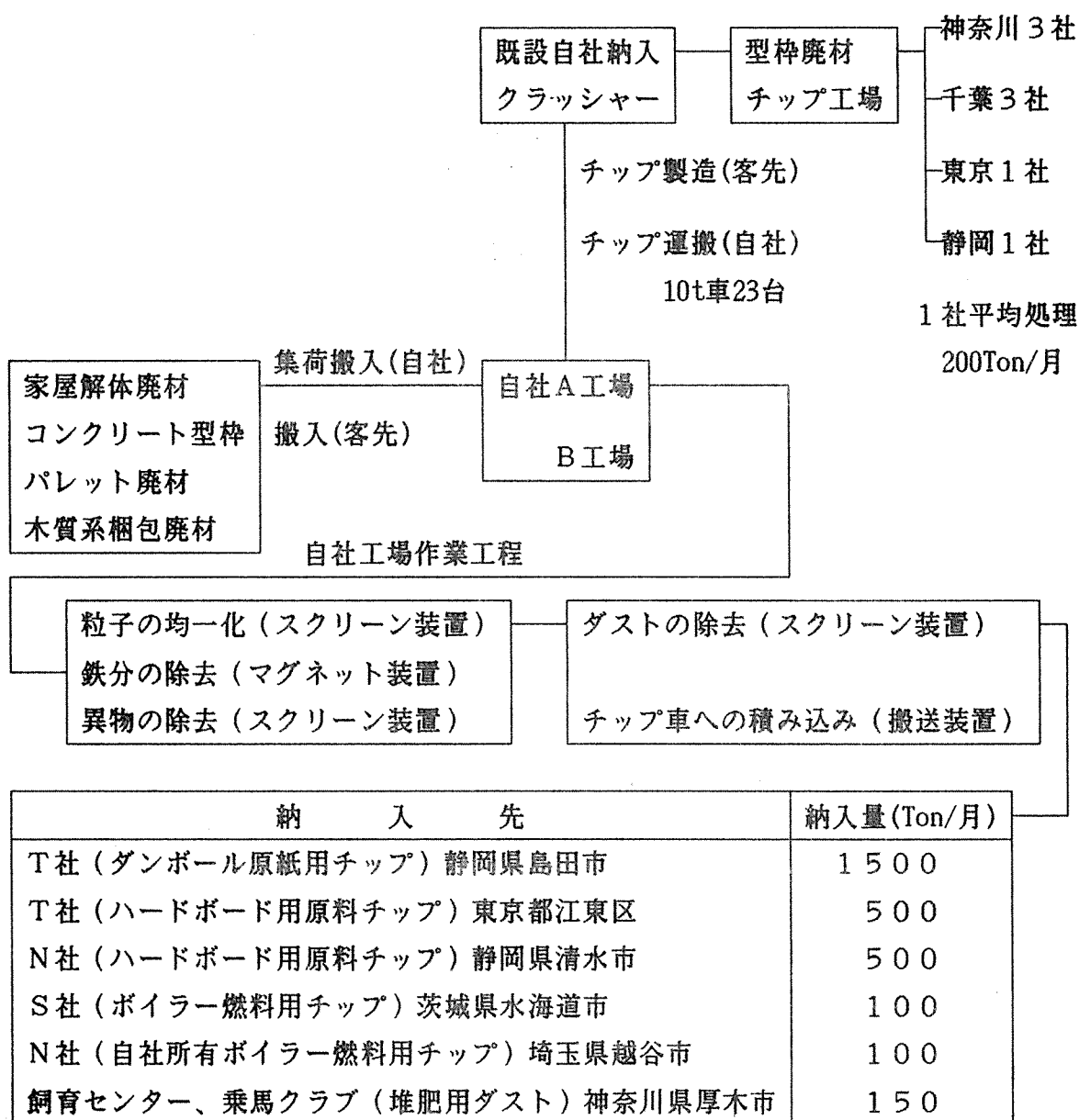


図2-3 N社の原料入手と製品(チップ)納入プロセス

## (2) N社のシステムの特徴とコスト試算

### 1) システムの特徴

#### ① 廃材の再利用選別ができる。

廃材を選別しながら処理を行えるため再生可能なコンクリートパネルや栈木等の再利用が容易である。

#### ② 生産効率が低い。

独自の高効率粉砕システムにより均一な粒子の木材チップが瞬時に製造できる。

#### ③ 粉砕形状がよい。

木材チップは、長さ5～30mmの楊子状のため充填効率がよく輸送に手間取らない。また、木材繊維方向に粉砕されているので製紙用チップに最適である。

#### ④ メンテナンスが容易。

クラッシャーは、スイングハンマー方式のため機構が簡単で従来のチップパー方式のような日々のメンテナンスの必要が無い。

#### ⑤ 経済効率が大きい。

従来廃棄物として処理していた廃材が再生原料として再利用できるだけでなく木材チップの販売がおこなえる。

#### ⑥ リサイクルのシステムが完結している。

本システムの最大の特徴は、廃材の粉砕からチップの販売まで全体システムが完結していることで、型枠廃材のリサイクルを完璧におこなえる。

### 2) チップ製造プラント運営のコストスタディ

現在、自社でチップ製造プラントを運営（リース）している型枠業者は、神奈川県と千葉県で6社ある。

40,000㎡/月の型枠を施工し、200t/月の廃木材を発生させる型枠業者がチップ製造プラントを運営した場合の収支を検討してみる。

#### ○ 自社でチップ化した場合の費用

##### 固定費

① 人件費（1人）		400,000円/月
② 保守費		50,000円/月
③ プラントリース費		960,000円/月
④ 電気燃料費	200t/月 × 500円/t =	100,000円/月
⑤ チップ売却代金	200t/月 × 1,000円/t =	-200,000円/月
⑥	計	1,310,000円/月

○収集運搬業者に引き取らせた場合の費用

⑦廃木材処分費 200t/月×12,000円/t= 2,400,000円/月  
 (4t車に3.33t積んで40,000円/台)

○メリット ⑦-⑥= 1,090,000円/月

以上の設定では、型枠施工面積が23,000m<sup>2</sup>/月を超える型枠業者はチップ製造プラントを運営した方がメリットがある。

### (3) 廃材処理の工程

以下図2-4に、型枠業者の処理工程。図2-5にその受け皿となっているN社の処理工程を示した。

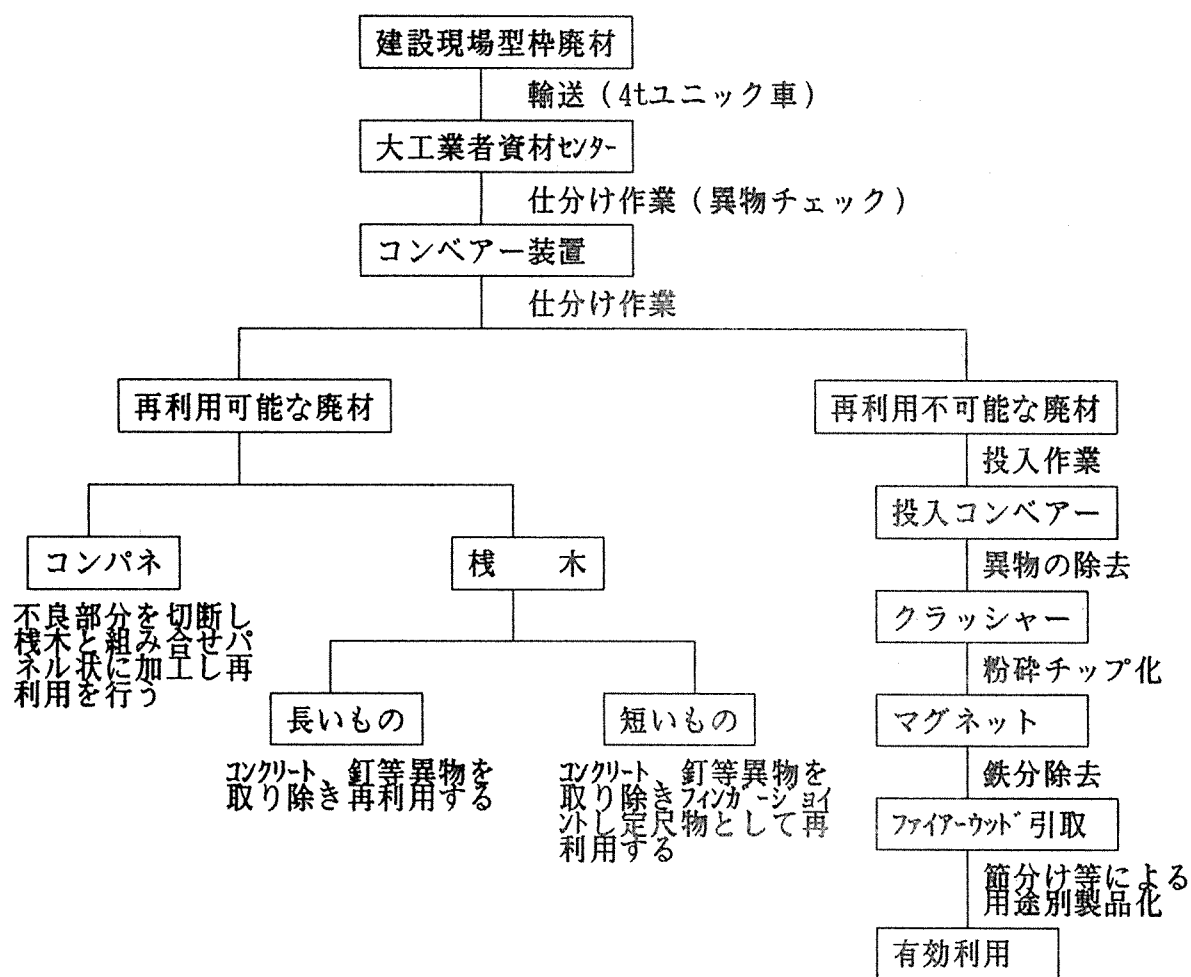


図2-4 型枠業者の廃材処理工程

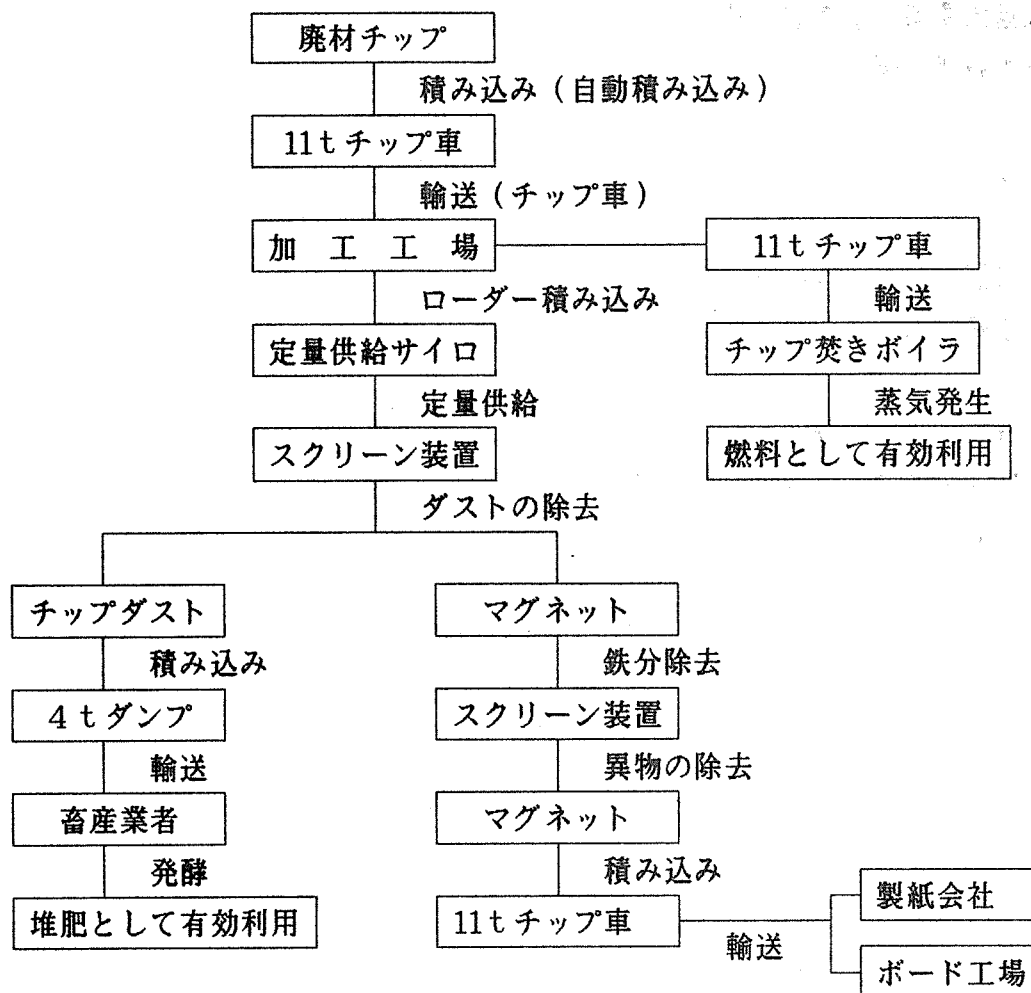


図2-5 N社の廃材処理工程

(4) 型枠業者の粉砕工場の概要

M社の場合 (親会社は建築工事業者)

1) 所在地: 千葉県印旛郡白井町

2) 会社概要: 型枠資材の売買, 仮設資材のリース及び運送業

資本金: 3,000万円 売上金額: 約10億円 土地面積: 3,630㎡

従業員: 15名

3) 建設廃材の処理プラント稼働

日本ファイアーウッド㈱よりリース

取扱量: 月平均10t車で10台分 最大16台

廃材の内訳: バタ角材: 10%

棧木: 30%

コンパネ: 60%

処理能率: 4~5時間/10t車

従業員: 女4名 男1名

4) 粉砕チップの納入先

主として、日本ファイアーウッド㈱に  
(以前は、燃料用として工場へ)

5) 引き取り価格(処理費用)

1kg当たり2円

写真2-15

M社 粉砕処理プラント

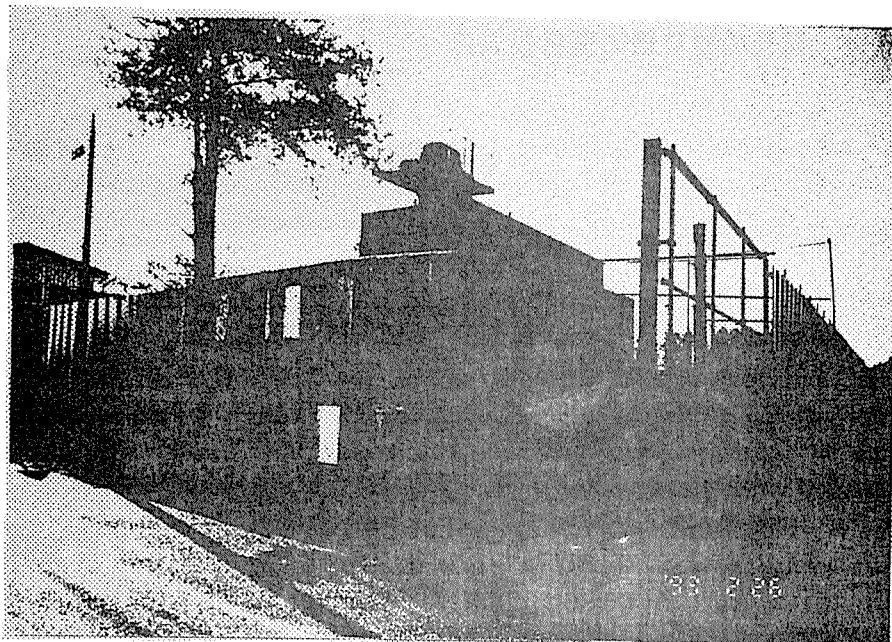


写真2-16

M社のチップ原料

(廃材)

(10t車には3列で9梱包)

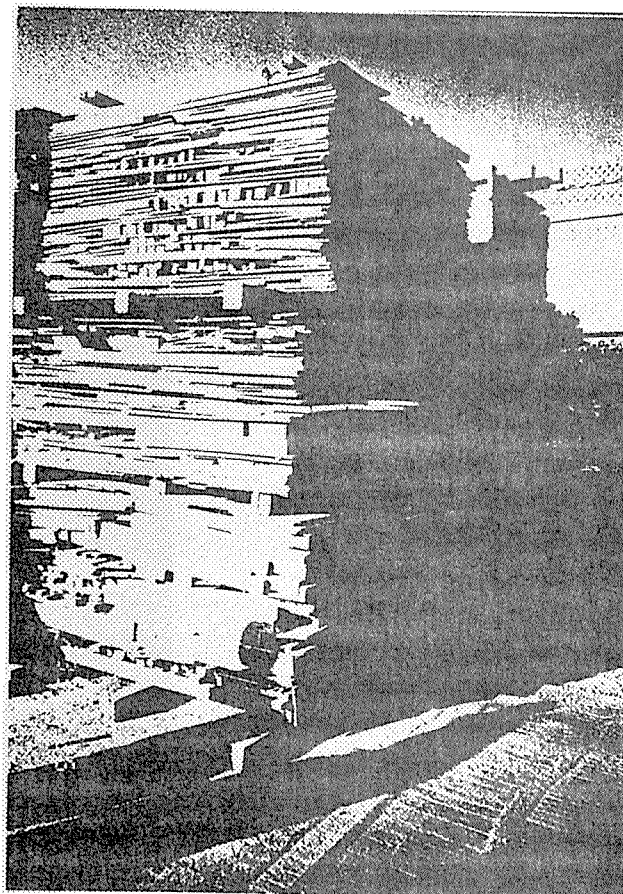


写真2-17  
M社の粉砕機の廃材投入口

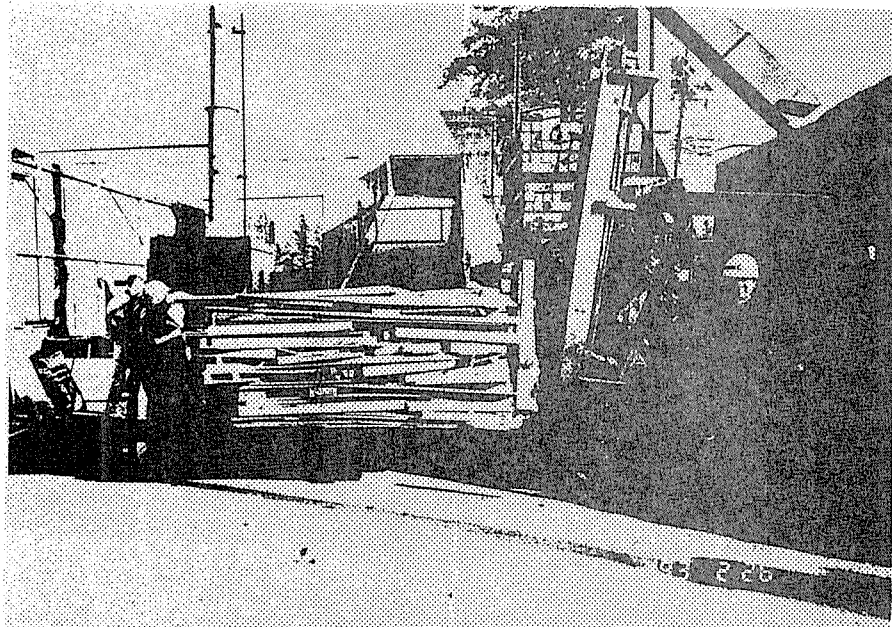


写真2-18  
M社 粉砕機  
(ディーゼル200馬力粉砕機)

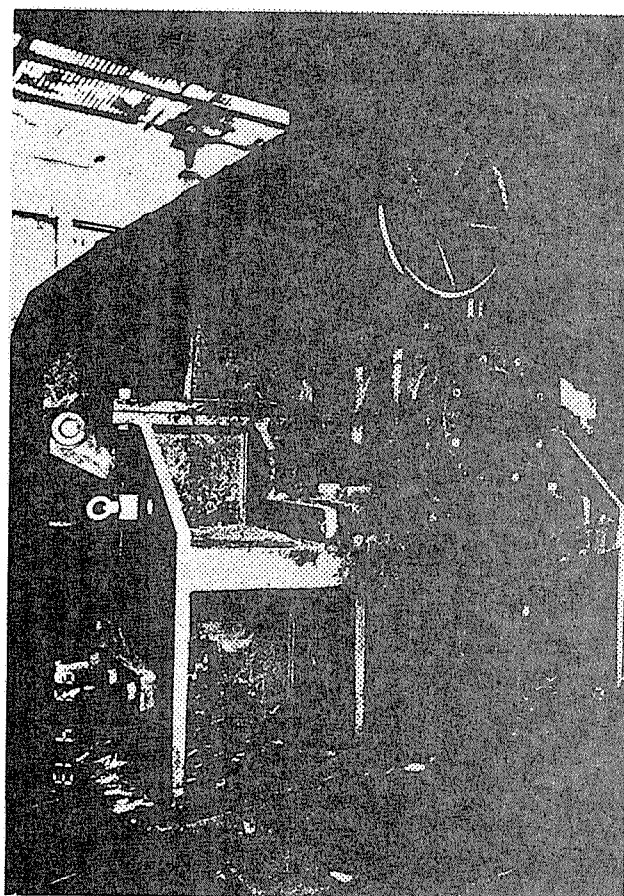




写真2-19  
M社 分離された釘

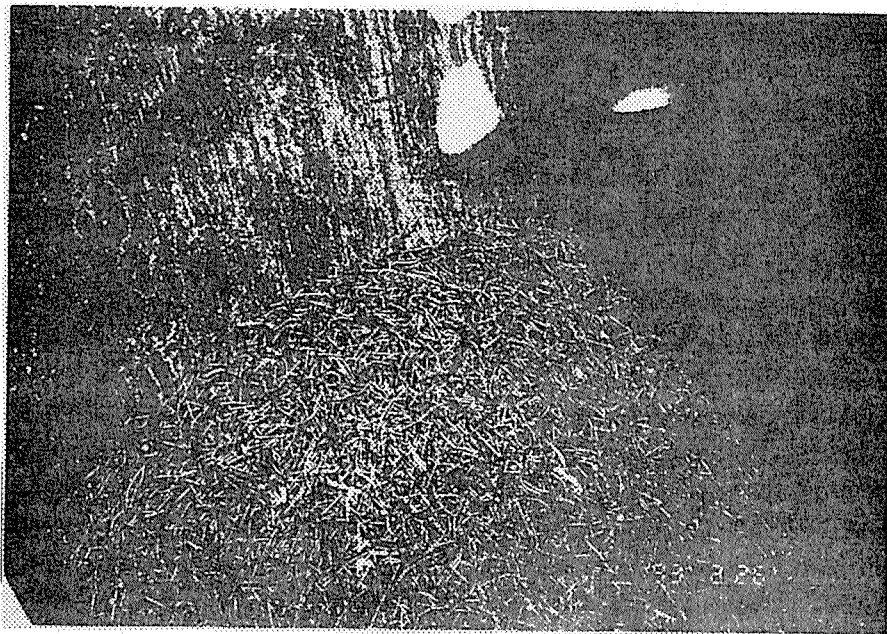
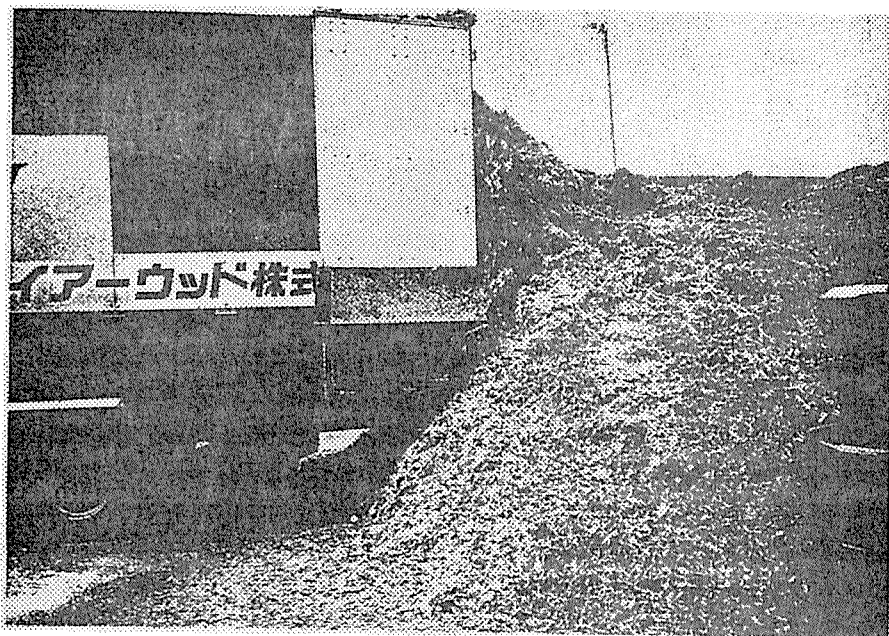


写真2-20  
M社 製品10t引取車



(5) N社厚木工場の概要

1) 取扱数量：月間2,500t

2) 製 品：ダンボール用・・・1,500t/月  
ボ ー ド 用・・・ 500t/月  
燃 料 用・・・ 150t/月  
肥 料 用・・・ 150t/月

写真2-21

M社 建設廃材の粉碎投入

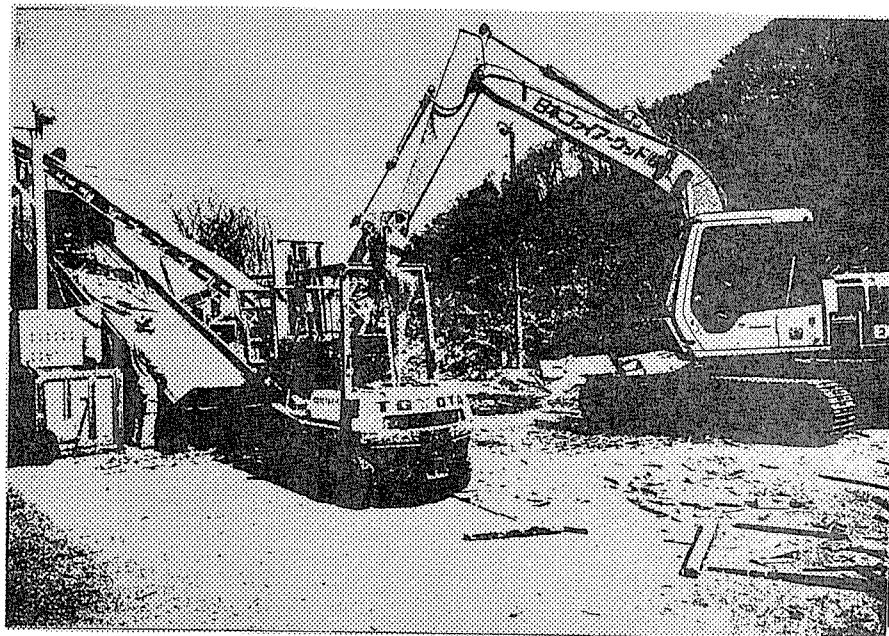


写真2-22

分離プラント

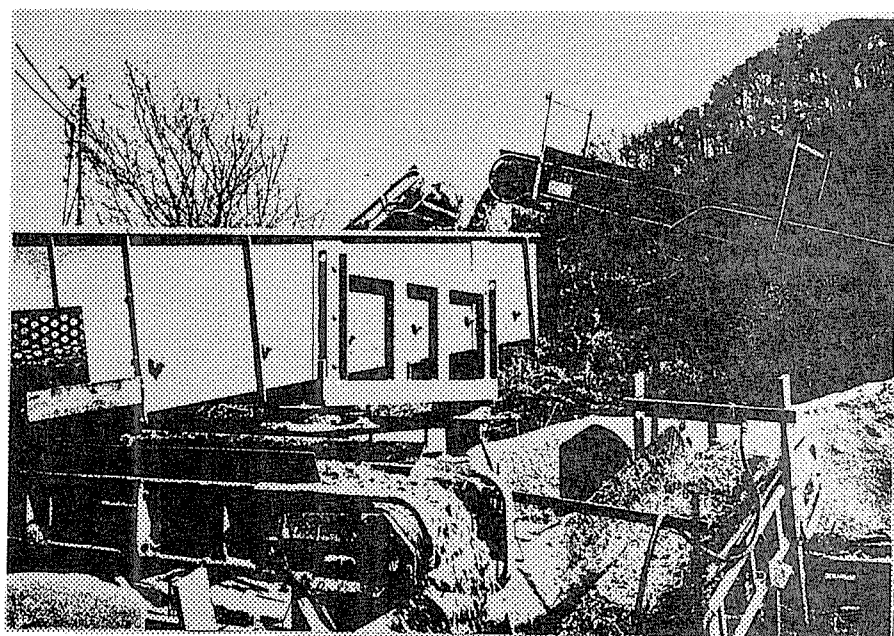


写真2-23  
分別粉碎チップの  
製品積み込み

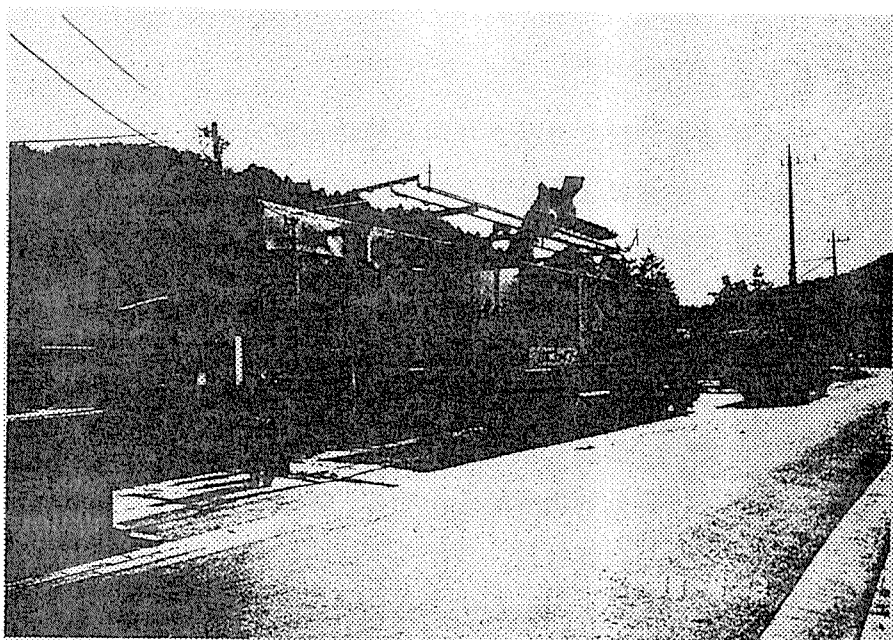
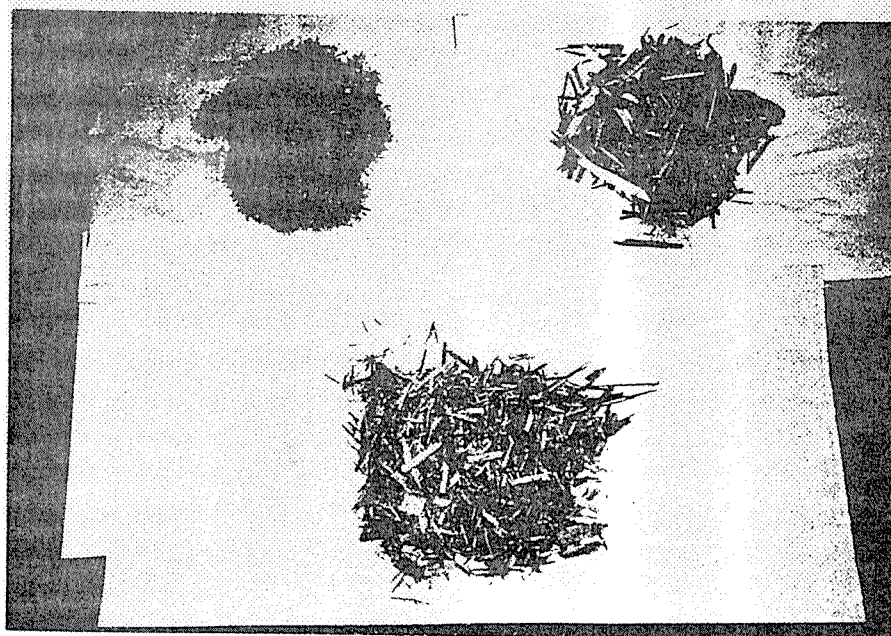


写真2-24  
集配用専用トラック



写真2-25  
製品の種類

- 右上 製紙用
- 左上 肥料用
- 下 燃料用



#### 4. まとめ

本報告書では、コンクリート型枠合板パネルの型枠としての再利用の現状及び型枠業者のチップ生産によるリサイクルへの取り組みの現状を述べてきた。

今回の調査で全体像を把握したとはいえないが、多くの企業が環境保全や資源の有効利用に対する社会的要請に応えようと努力している姿が浮き彫りになった。

型枠のケレン除去機械を導入した企業では、型枠の寿命を大幅（2倍程度）に延ばし、粉碎機を導入した企業では、僅かであるがチップの販売収入を得るとともに、廃棄物処理経費を大幅に節減することに成功している。

廃棄物の有効利用を図る上での一番のネックは、廃棄物が個別散在であることである。ここで紹介したN社は、リサイクルのノウハウ（ハード（粉碎機）・ソフトを含む）を型枠業者に提供するとともに、生産したチップを引き取り、さらにこれを仕分け・分別することによって適切な用途に振り向けるというトータルシステムを造り上げており、これは、今後の木質廃棄物のリサイクルシステムのモデルとして注目に値するものと思われる。

なお、全ての材料についていえることであるが、性能的に問題がないとしても、需要者には、古い材料を使いたがらず、何でも潔癖な物を要求するという性向があるが、これは是非改めて行きたいものである。

### 第3章 木質材料（コンクリート型枠用合板）の繰り返し使用技術の開発

#### 1. はじめに

コンクリート工事の型枠には金属製、プラスチック製なども使用されているが、その主流は合板である。型枠に使用される合板は、JASではコンクリート型枠用合板（以下「型枠用合板」という）として様々な性能が規定されている。図3-1に型枠用合板の生産量を示す。これは我が国の合板生産量（材積）の約45%にあたる。このうち約半数が実際に型枠用合板として使用されているといわれている。

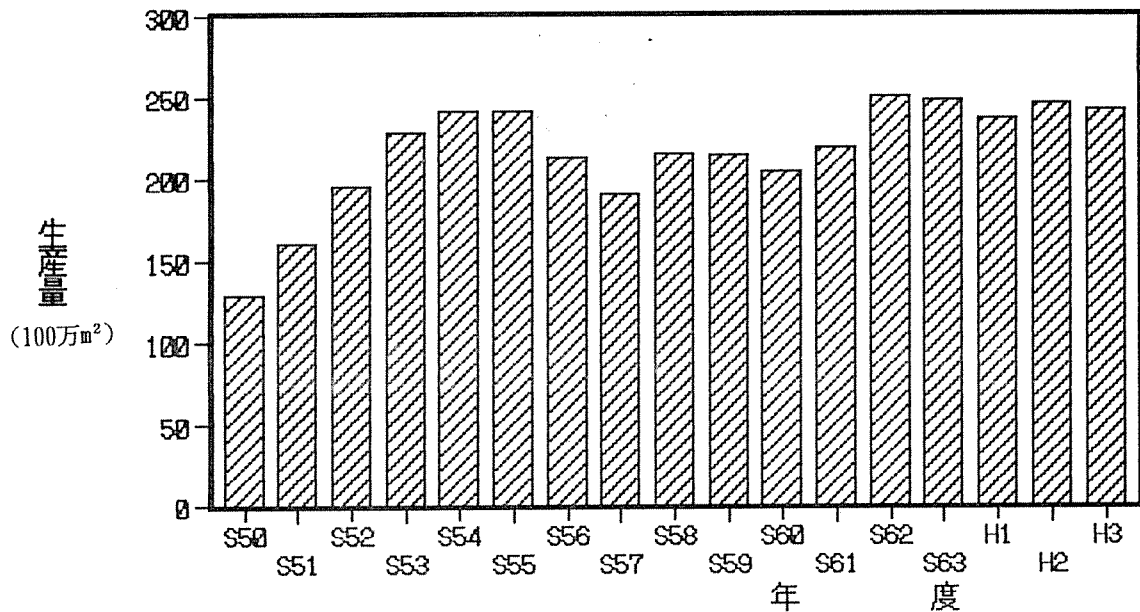


図3-1 コンクリート型枠用合板の生産量（合板統計より）

以前は表面に何の処理も施さない、いわゆる“生板”で使用されていたが、最近では塗装型枠用合板が増加している。これは平滑な仕上げ面が必要だという用途もあるが、転用回数の増加を目的とした使用も多い。図3-2に示すように南洋材の輸入量は年々減少し、価格も高騰している昨今、転用回数の増加は大きな課題であり、そのためには何らかの表面加工が必要である。特にこの2～3年、型枠用合板の使い捨てが熱帯林破壊の一因であるとの非難を浴び、型枠用合板の原木が針葉樹材への転換を迫られていると同時に転用回数の増加も大きな課題となっている。また、転用回数の増加は建築廃棄物の減少に繋がり、使い捨てられる型枠用合板のすべてが表面の破損が原因ではないものの、表面加工による転用回数の増加は建築廃棄物減少の一つの方途ではある。

塗装型枠用合板の製造量は、1990年8月頃は、型枠用合板使用量の20～30%と推定されていたが、その後増加の傾向にあり、最近ではその割合は、更に大きくなっているものと思われる。上記のような事情を考慮すれば今後も塗装型枠用合板を初めとして、転用回数の増加を目的とした種々の表面加工型枠用合板が増加するものと考えられる。

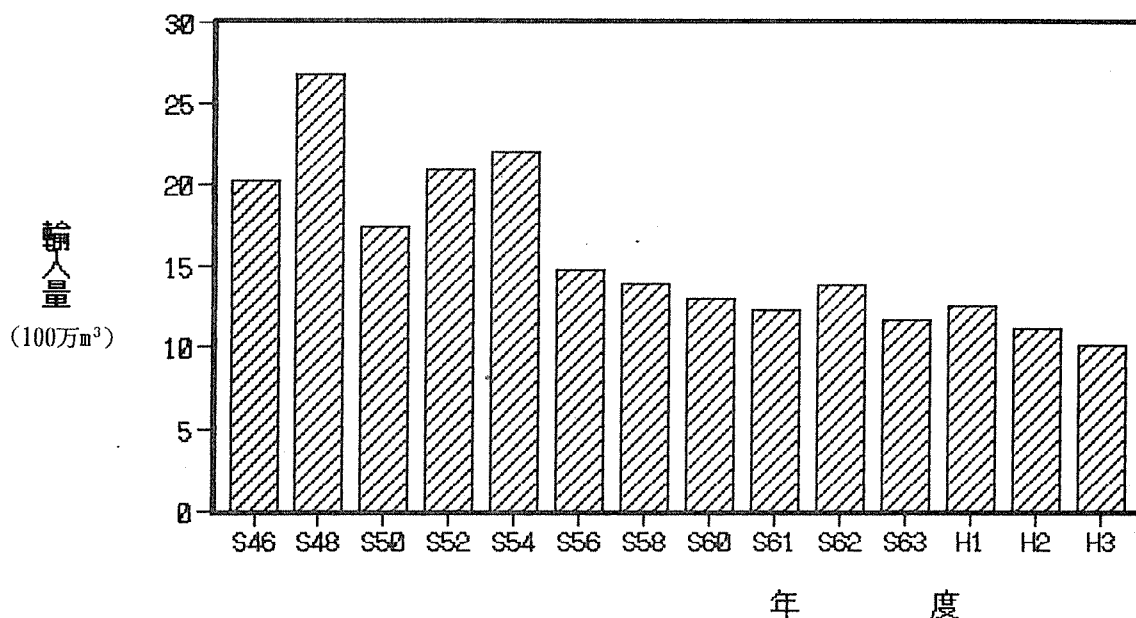


図3-2 南洋材の輸入量 (合板統計より)

## 2. RC型枠用合板の開発

型枠用合板に限らないが、一般的に木材を塗装する場合、素地調整→下塗り→乾燥→中塗り→乾燥→上塗り→乾燥という工程を経る。もちろん要求される性能によってある工程を省略したり、あるいは繰り返して行うこともある。いずれにしろ、木材を塗装することは容易なことではなく、乾燥工程には多大のエネルギーを、自然乾燥のときには長時間を要する。また、型枠用合板の塗装に用いられている塗料は、ポリウレタンあるいはアクリル塗料が大半で、いずれも有機溶剤を使用する塗料である。有機溶剤の使用にあたっては、有機溶剤中毒予防規則などで法的に規制されているが、取り扱い、排気などを含めその作業性は容易ではない。

そこで、我々は図3-3に示すように、水溶性の樹脂をベースとして、これに充填剤を加えた樹脂液を合板にスプレッドで塗布し、ホットプレスで加熱圧縮することによって均一で平滑な樹脂膜を形成させると同時に硬化させる方法を考案し、塗装型枠用合板に替わる、樹脂を表面にコートした表面加工型枠用合板（以下この加工をした型枠用合板をRC型枠用合板、この方法をRC処理という）を製造することを試みた。

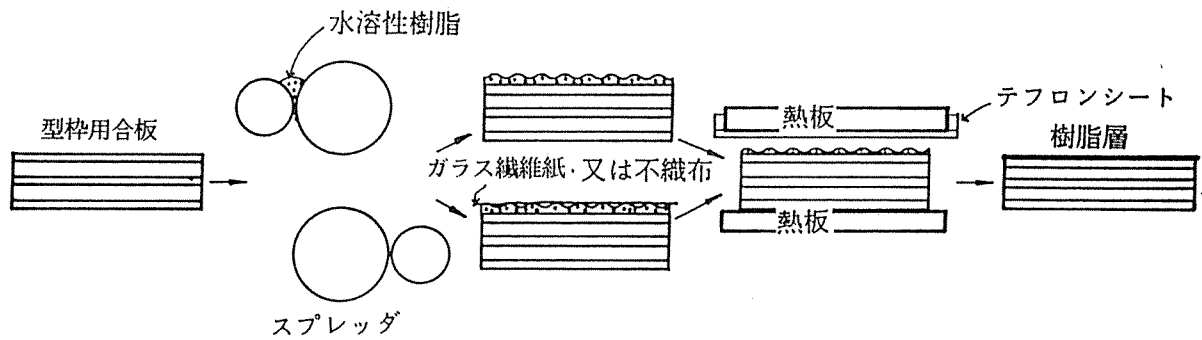


図3-3 RC型枠用合板の製造方法

この方法についてはこれまでほとんど知見が無いため、予備試験として試行錯誤的に種々の検討を行った。その結果の概略を以下に示す。

- ①ベースの水溶性樹脂は価格、作業性などの面から木材用のユリア樹脂接着剤とフェノール樹脂接着剤を選択した。
- ②メラミン-ユリア共縮合樹脂接着剤およびフェノール-メラミン共縮合樹脂接着剤は熱圧時に発泡し、RC処理には適当ではなかった。
- ③充填剤として小麦粉、クルミ粉、タルク、カオリンを検討したがタルクが目止め効果があり最も適していた。そこで、安価でもあり充填剤としてタルクを選択した。
- ④ベースの樹脂と充填剤を混合した樹脂液だけで形成した樹脂膜は割れが生じることが多かった。そこで、可塑剂的に水性ビニルウレタン（以下水ビという）を配合して割れ防止を計った。
- ⑤さらに樹脂膜の割れを防ぐためには樹脂膜中に薄いシート状のものを挿入すれば効果があることが判明した。そこで、ガラス繊維紙（厚さ：0.08mm，目付け：12g/m<sup>2</sup>），またはポリプロピレン製の不織布（厚さ：0.15mm，目付け：15g/m<sup>2</sup>）を使用した。
- ⑥樹脂がホットプレスの熱盤に付着しないようにするためには、テフロンシートを使用した。
- ⑦熱圧温度-時間はユリア樹脂では120℃-60秒，フェノール樹脂では140℃-120秒とした。

以上の予備検討の結果を踏まえて、本試験では下記の3点について検討した。また、製造条件が確立後、実大サイズのRC型枠用合板を製造し、建築、土木工事に使用し、実用化に際しての問題点を把握した。

(1) 樹脂液の適当な配合割合の確立。

粘度、性能からみてRC処理に適した配合割合を求める。

(2) RC処理条件の確立

適当な塗布量、圧縮圧力を求める。

### (3) RC型枠用合板の性能試験

コンクリート型枠用合板のJAS（以下単に「JAS」という）に準じた性能試験を行い、RC型枠用合板の性能を把握する。

なお、この方法による当场での製造工程を写真3-1～3-5に示す。

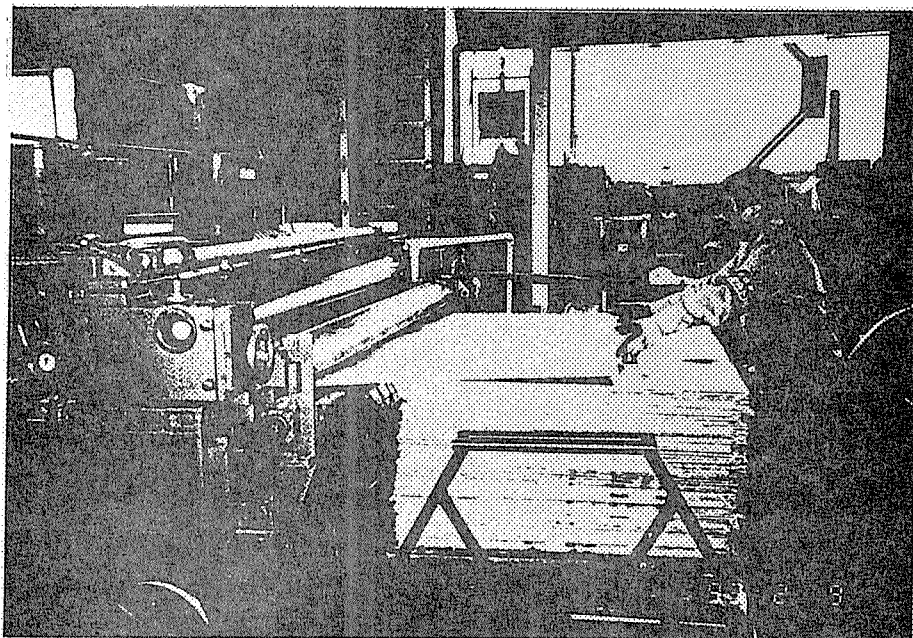


写真3-1 製造工程：塗布作業

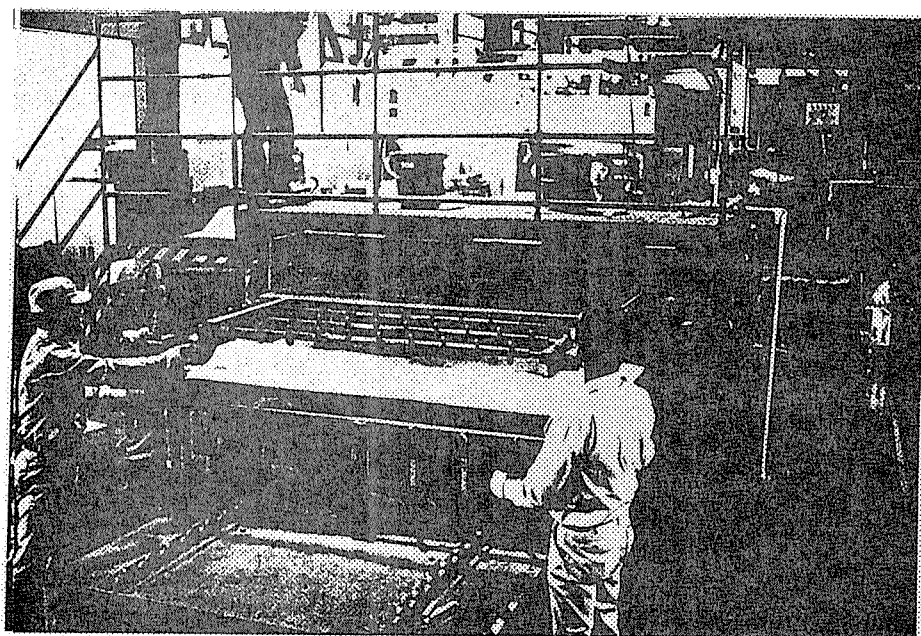


写真3-2 製造工程：樹脂液を塗布された合板



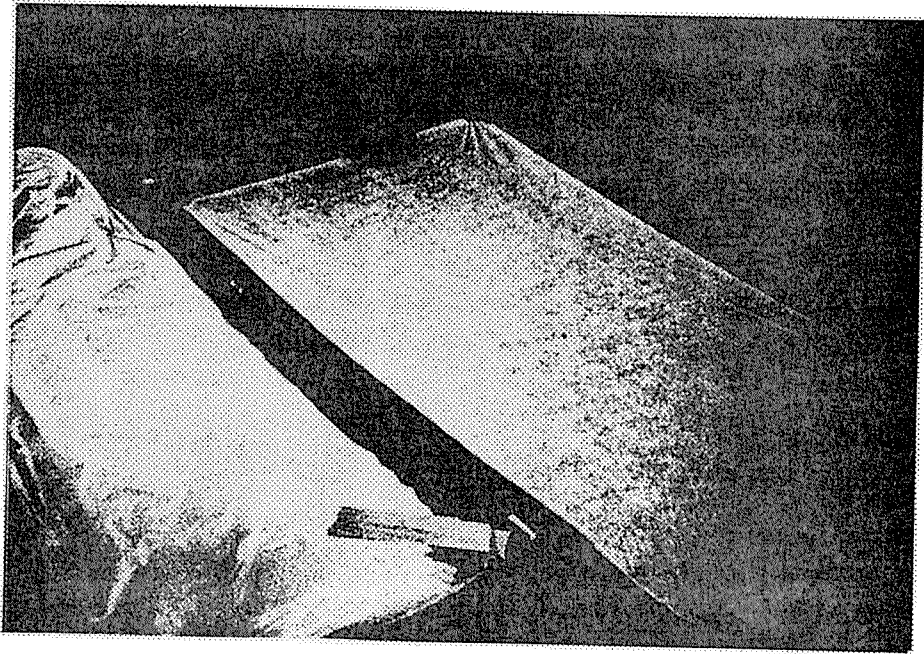


写真3-3 製造工程：不織布で覆う

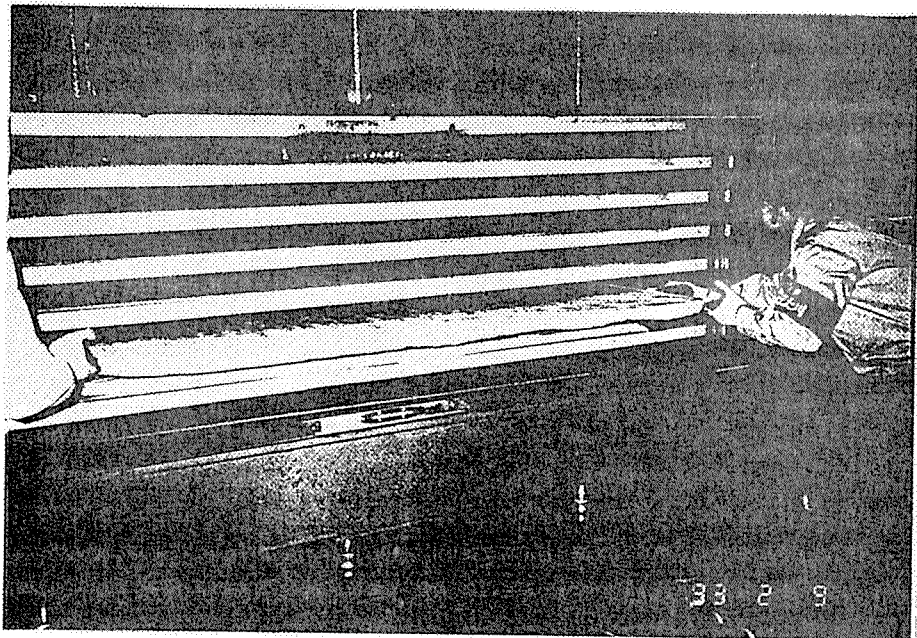


写真3-4 製造工程：ホットプレスへ挿入

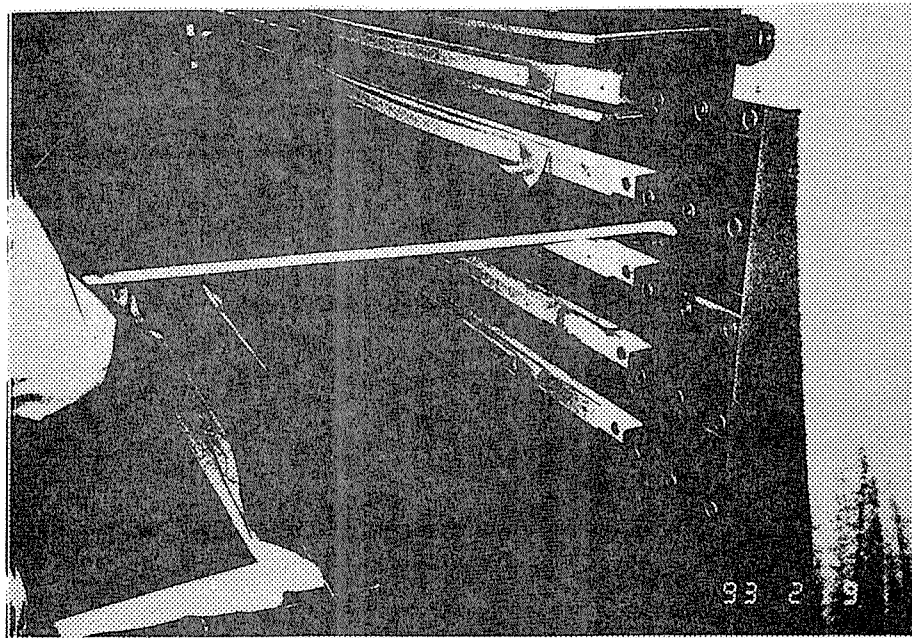


写真3-5 製造工程：ホットプレスから出るRC型枠用合板

### 3. 試験方法

#### 3.1 配合割合の確立

表3-1に示すように、ユリア樹脂またはフェノール樹脂に水ビとタルクの割合を変えて配合した樹脂液を造り、その粘度を測定した。この際、温度はすべて20℃に調整した。今回使用した樹脂の粘度、不揮発分、PHを表3-2に示す。

表3-1 各樹脂とタルクの配合割合

記号	樹脂			タルクの割合 (%)
	ユリア	フェノール	水ビ	
UV-100	100		100	20, 25, 30, 40, 50
UV-75	100		75	同 上
UV-50	100		50	同 上
PV-100		100	100	同 上
PV-75		100	75	同 上
PV-50		100	50	同 上

注)タルクの割合は2種類の樹脂を合わせた重量に対する割合

表3-2 使用した樹脂の性能

樹脂	粘度(ポイズ)	不揮発分(%)	PH
ユリア樹脂	15	65	7.5
フェノール樹脂	0.2	40	10.6
水性ビニルウレタン	104	53	7.3

粘度は20℃のときの値

なお、配合記号のUはユリア樹脂を、Pはフェノール樹脂を、Vは水ビを表し、UV-100は水ビの割合がユリア樹脂に対して100部、UV-75、UV-50はそれぞれ75部、50部を表す。フェノール樹脂の場合も同様である。

### 3. 2 RC処理条件の確立

型枠用合板表面に均一な樹脂膜を形成するには、塗布量と圧縮圧力が影響する。すなわち、塗布量が少ないと均一な樹脂膜が形成されないし、多すぎると合板の端にはみ出すことになる。圧縮圧力についても同様である。そこで、UV-75にタルクを25%配合した樹脂液を使用して塗布量を18, 22, 26g/900cm<sup>2</sup> (このときの圧力は4 Kg/cm<sup>2</sup>)、圧縮圧力を2, 4, 6 Kg/cm<sup>2</sup> (このときの塗布量は22g/900cm<sup>2</sup>)の条件で30cm×30cmのRC型枠用合板を各条件3枚製造し、樹脂のはみ出し程度と樹脂膜の均一性を調べた。はみ出し程度は肉眼観察によりはみ出しが甚だしい(A)、僅かにはみ出しがある(B)、ほとんどはみ出しは無い(C)の3段階に分類した。

### 3. 3 RC型枠用合板の性能

#### 3. 3. 1 寒熱繰り返し試験

表3-3に示す配合の樹脂液と処理条件でRC型枠用合板を製造した。これらのRC型枠用合板から、各条件とも15cm×15cmの試験片を4片作成してJASに準じて寒熱繰り返し試験を行った。すなわち、60℃の恒温器中に2時間放置後マイナス20℃に2時間放置を1サイクルとして5サイクルまで(JASでは2サイクルまで)行い、表面の割れの本数を測定した。

表3-3 寒熱繰り返し試験片の製造条件

配合 記号	配合割合(部)			圧縮時間 (秒)	圧縮温度 (℃)	圧縮圧力 (Kg/cm <sup>2</sup> )	塗布量 (g/900cm <sup>2</sup> )
	ユリア	フェノール	水ビ				
UV-100	100		100	60	120	4	22
UV-75	100		75				
UV-50	100		50				
PV-100		100	100	120	140		
PV-75		100	75				
PV-50		100	50				

タルク：25%

#### 3. 3. 2 平面引張り試験

JASに準じて行った。すなわち、写真3-6に示すように、2cm×2cmの金属性の治具を供試合板表面に接着し、周囲に台板まで達する深さの切り傷を付けた後、接着面と直角の方向に引張り破壊強度と木破率を測定した。

なお、この試験で使用した樹脂液の配合はUV-75、PV-75で、表面のシートはガラス繊維

紙および不織布を使用した。比較のためシートを使用しない樹脂だけ（無処理）のRC型  
枠用合板も測定した。各条件とも10片測定した。

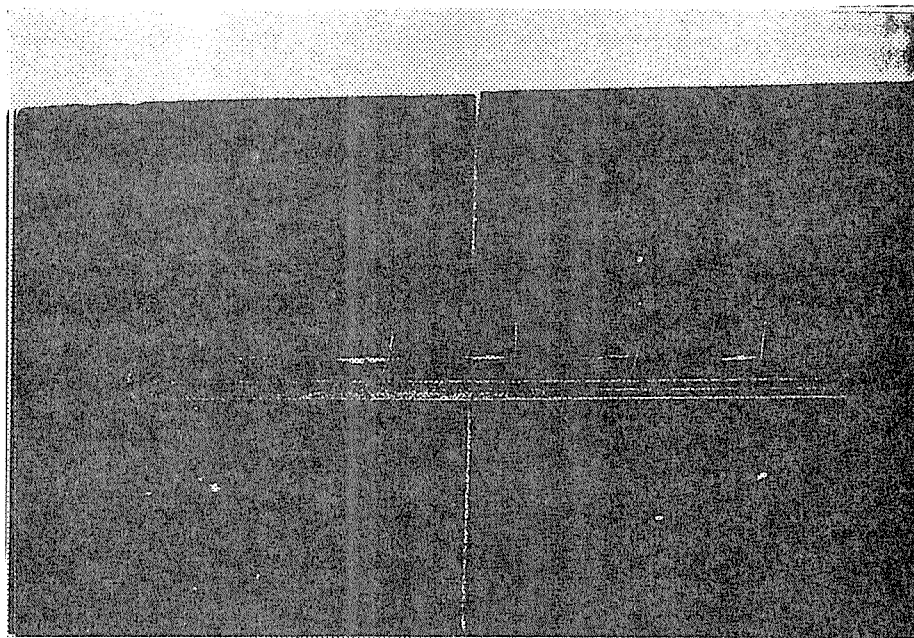


写真3-6 平面引張り試験片

### 3. 3. 3 耐アルカリ試験

JASに準じて行った。すなわち、1%水酸化ナトリウム水溶液5mlを表面に滴下し、時  
計皿で48時間被覆した後（写真3-7参照）水洗して室内に24時間放置した。表面の変色、  
膨れ、割れ、はがれ、艶の低下を調べた。なお、この試験に使用した合板の製造条件は平  
面引張り試験と同様である。

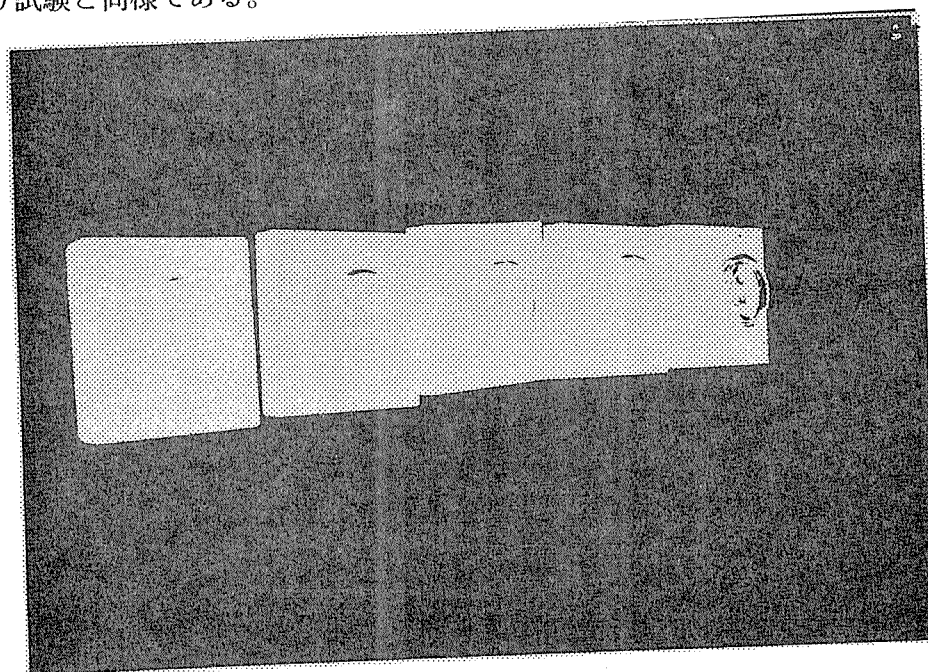


写真3-7 耐アルカリ試験

#### 4. 試験結果

##### 4.1 配合割合の確立

結果を図3-4, 5に示す。ユリア樹脂では水ビの割合よりもタルクの量が粘度に影響し、30%までは粘度上昇も僅かであるが、40%になると粘度は大きく上昇した。フェノール樹脂では、水ビの割合も多少粘度に影響するが、ユリア樹脂と同様にタルクが40%以上になると粘度上昇は大きくなった。タルクの量は多いほど目止め効果もあり、コスト面も有利になるが、スプレッタでの塗布作業を考慮すれば25~30%が適当であろう。

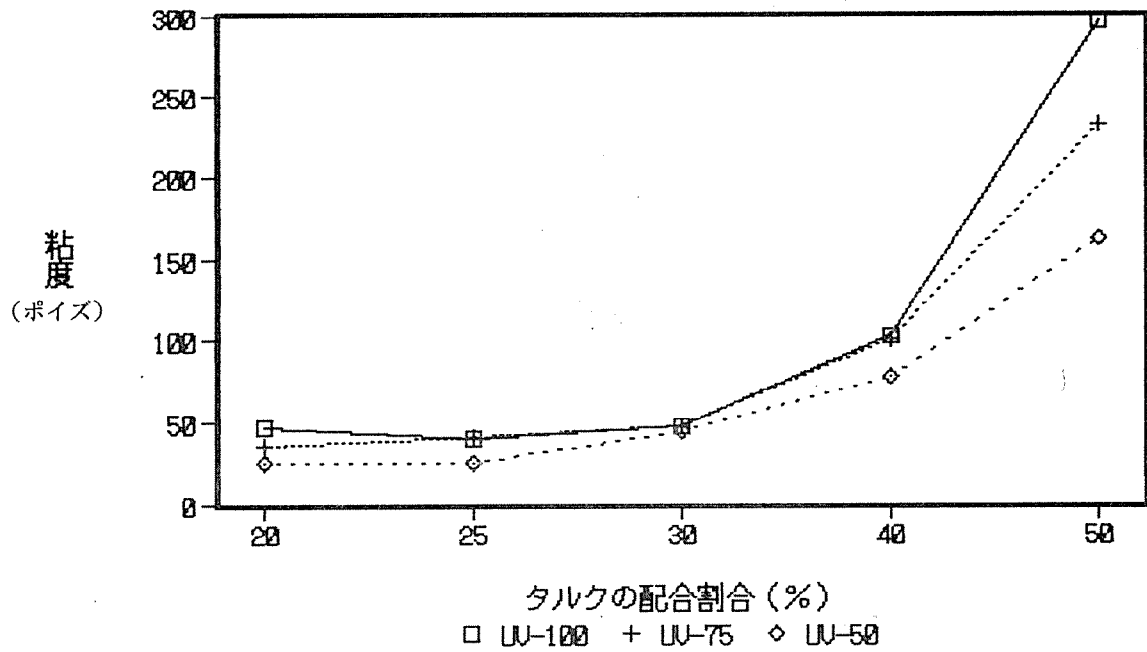


図3-4 配合と粘度 (ユリア樹脂)

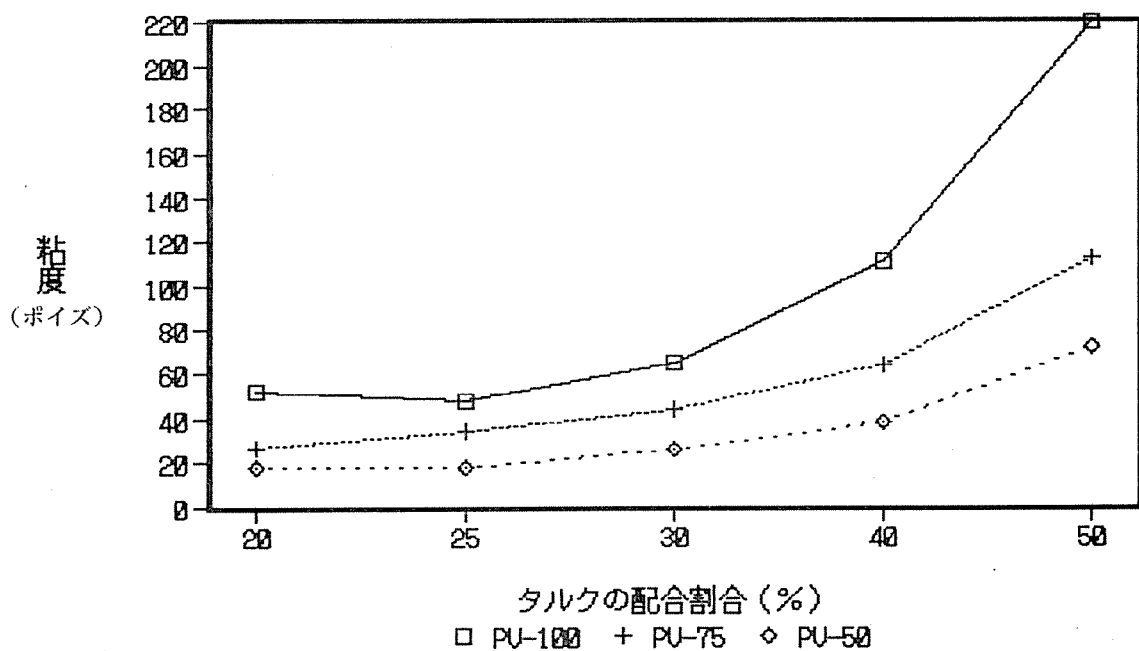


図3-5 配合と粘度 (フェノール樹脂)

なお、UV-75にタルクを25%加えた樹脂液に、ユリア樹脂に対して硬化剤の塩化アンモニウムを1.5%加えた時の粘度の経時変化を図3-6に示した。配合後60分まで測定したが、粘度上昇は僅かで、タルクを充填剤に用いてもスプレッド作業上支障はなかった。したがって、これ以後の試験に使用する樹脂液の配合では、タルクの割合はすべて25%とした。

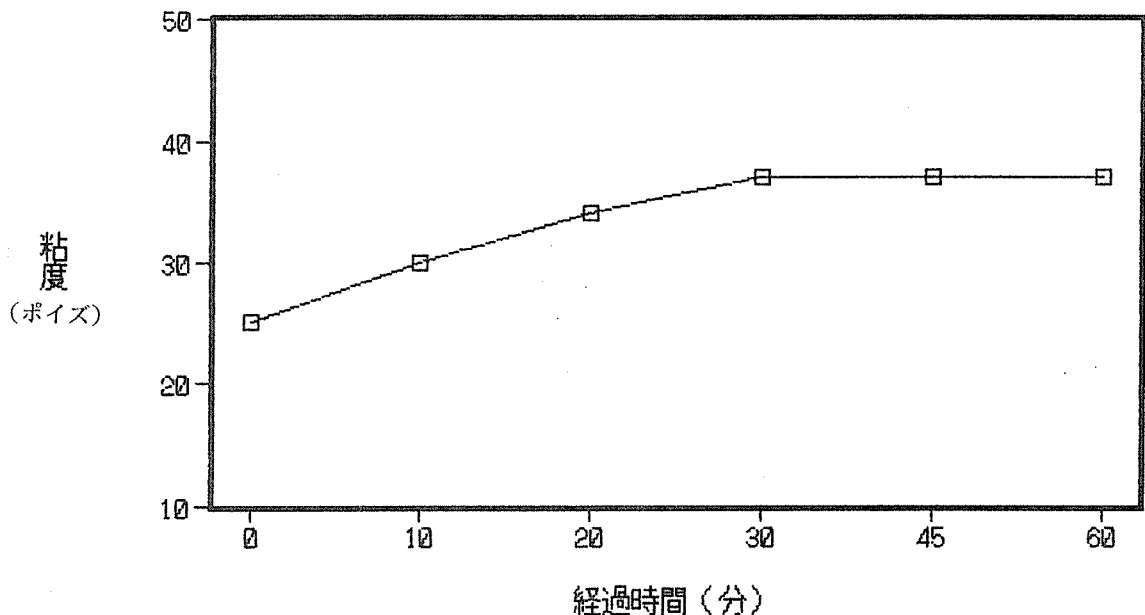


図3-6 樹脂液の粘度の経時変化 (UV-75)

#### 4. 2 RC処理条件の確立

結果を表3-4, 5に示す。表3-4の塗布量の影響をみると、 $18\text{g}/900\text{cm}^2$ では評価はすべてC、 $22\text{g}/900\text{cm}^2$ ではおおむねB、 $26\text{g}/900\text{cm}^2$ ではすべてAであった。

表3-5の圧縮圧力の影響をみると、 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ と $4\text{Kg}/\text{cm}^2$ ではほとんどがB、 $6\text{Kg}/\text{cm}^2$ ではAとBが半数ずつであった。最も望ましいのは、はみ出しがまったく無く(評価C)均一な樹脂膜が形成されることである。しかし、実大サイズの製造を考えると多少はみ出しのある(評価B)方が無難であり、このことを考慮すると、塗布量は $22\text{g}/900\text{cm}^2$ 、圧縮圧力は $2\sim 4\text{Kg}/\text{cm}^2$ が適当であった。

また、今回試験は $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ サイズで行ったが、実大サイズのRC型枠用合板を製造する場合、ホットプレスの圧カムラ、型枠用合板の厚さムラなどを考えると、圧力はやや高めの $4\text{Kg}/\text{cm}^2$ が適当であろう。

なお、樹脂膜の均一性も観察したが、今回製造した条件ではすべて均一な樹脂膜が形成され、この点についてはいずれの条件も良好であった。この試験の結果、以後の性能試験では塗布量は $22\text{g}/900\text{cm}^2$ 、圧縮圧力は $4\text{Kg}/\text{cm}^2$ とした。

表3-4 接着剤のはみ出し（塗布量の影響）

塗布量 (g/900cm <sup>2</sup> )	表面のシート	評 価		
18	ガラス繊維紙	C	C	C
	不織布	C	C	C
22	ガラス繊維紙	A	B	B
	不織布	B	B	B
26	ガラス繊維紙	A	A	A
	不織布	A	A	A

圧縮圧力 4 Kg/cm<sup>2</sup>

表3-5 接着剤のはみ出し（圧縮圧力の影響）

圧 力 (Kg/cm <sup>2</sup> )	表面のシート	評 価		
2	ガラス繊維紙	B	B	B
	不織布	B	B	B
4	ガラス繊維紙	A	B	B
	不織布	B	B	B
6	ガラス繊維紙	A	A	B
	不織布	A	B	B

塗布量 22 g/900cm<sup>2</sup>

#### 4.3 RC型枠用合板の性能

##### 4.3.1 寒熱繰り返し試験

試験結果を表3-6に示す。一部の試験片で割れが発生したが、いずれも3サイクル以後であった。JASでは寒熱繰り返し試験は2サイクルまで実施することになっているので、今回試験した型枠用合板はすべてJASには合格した。一般的には水ビの割合が多いほど樹脂膜の割れが少ないと考えられたが今回の結果ではその傾向は認められなかった。しかし、水ビを100部配合すると混合性が若干悪くなる。水ビの割合はベースの樹脂に対して75部が適当である。

表3-6 寒熱繰返し試験結果

配合 記号	表面シート	試験片 No.	割れ本数				
			1サイクル	2サイクル	3サイクル	4サイクル	5サイクル
UV-100	ガラス繊維紙	No. 1	0	0	0	0	0
		No. 2	0	0	0	0	0
		No. 3	0	0	1	3	3
		No. 4	0	0	4	4	5
UV-75	ガラス繊維紙	4片ともすべて割れの発生無し					
	不織布	4片ともすべて割れの発生無し					
UV-50	ガラス繊維紙	No. 1	0	0	0	0	0
		No. 2	0	0	0	0	0
		No. 3	0	0	0	0	0
		No. 4	0	0	0	2	2
PV-100	ガラス繊維紙	4片ともすべて割れの発生無し					
PV-75	ガラス繊維紙	4片ともすべて割れの発生無し					
	不織布	4片ともすべて割れの発生無し					
PV-50	ガラス繊維紙	4片ともすべて割れの発生無し					

4. 3. 2 平面引張り試験

試験結果を図3-7に示す。JASでは付着力の平均値が10Kg/cm<sup>2</sup>以上であれば合格する。今回の試験結果ではいずれもこの値を超えており、無処理も含め付着力に問題はなかった。

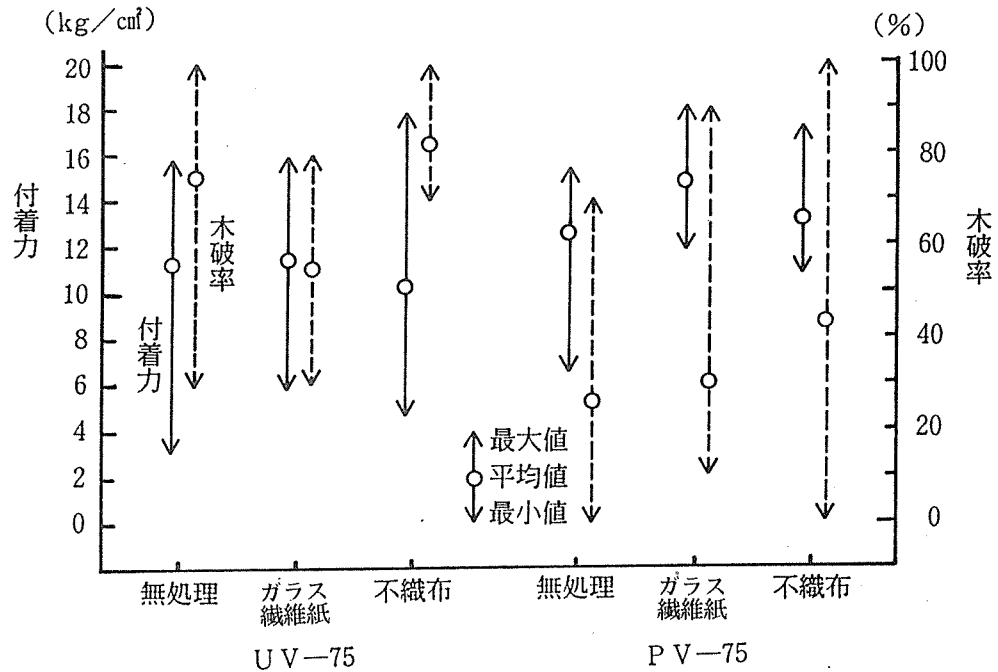


図3-7 平面引張り試験結果



#### 4. 3. 3 耐アルカリ試験

写真3-8の右側はUV-75の配合で製造したRC型枠用合板の結果である。この結果では若干変色が生じた。そこで、この配合にメラミン粉末を5%添加した樹脂液でRC型枠用合板を製造して耐アルカリ試験を行った。その結果が写真の左側である。全く変色は認められなかった。メラミン粉末を添加することは多少のコストアップにはなるが耐熱性、耐水性などは向上し、性能的には何等マイナスにはならない。

なお、PV-75の配合で製造したRC型枠用合板も同様の試験を実施した。やや変色があったがJASに規定されている著しい変色ではないと判断し改良は行わなかった。また、表面のシートがガラス繊維紙と不織布では試験結果にほとんど差は無かった。

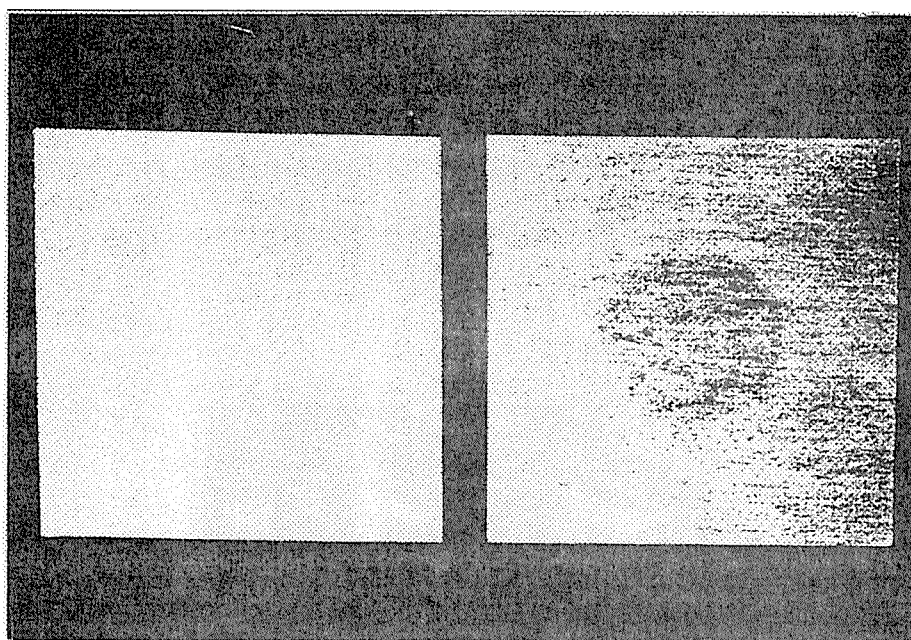


写真3-8 耐アルカリ試験結果 右側：変色あり，左側：変色なし

#### 5. 実用化試験

南洋材の実大サイズ（12mm×90cm×180cm）のRC型枠用合板を製造し、建築現場または土木工事現場で実際に使用した。この際、型枠工事業者または土木工事業者に型枠用合板を提供し、その評価は主として使用者からの聞き取り調査によった。

##### 5. 1 マンション建築工事への使用(写真3-9, 10)

- 1) 工事名：グランヴィスタ円山公園新築工事
- 2) 住 所：札幌市中央区北3条西24丁目
- 3) 供試型枠用合板の種類と枚数

配 合：UV-75とPV-75

表面のシート：ガラス繊維紙と不織布

枚 数：それぞれの配合でガラス繊維紙が30枚、不織布が90枚

#### 4) 製造条件

塗布量 : 400 ~ 420 g / 90 × 180 cm<sup>2</sup>

圧縮条件 : UV-75 ; 120 °C - 2 分 - 5 Kg/cm<sup>2</sup>

PV-75 ; 140 °C - 4 分 - 5 Kg/cm<sup>2</sup>

なお、圧縮時間が予備試験の結果より長いのはテフロンシートの厚さが異なるためである。

#### 5) 評価

- ①転用回数は7回である。3回目位から脱型がやや困難で4回目位から合板表面に付着するコンクリートが多くなる。特に不織布はその傾向が強かった。
- ②現場での試験ではUV-75とPV-75の差は特に無かった。
- ③いずれの型枠用合板も使用中に樹脂膜の割れは発生しなかった。また、コンクリートの変色も無かった。
- ④PV-75のガラス繊維紙を使用した型枠用合板の数枚に樹脂膜のはく離が生じた。原因については断定できなかったが、台板合板の厚さ不同による圧縮圧力ムラと考えられる。
- ⑤塗装型枠用合板と比較すると仕上がり面の平滑性は低下した。

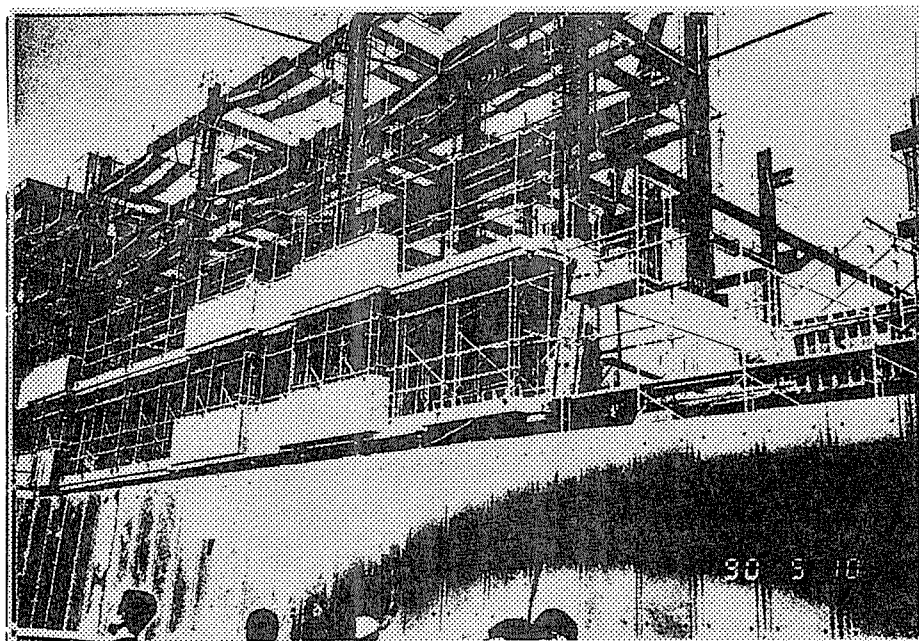


写真3-9 実用化試験：建設中のマンション

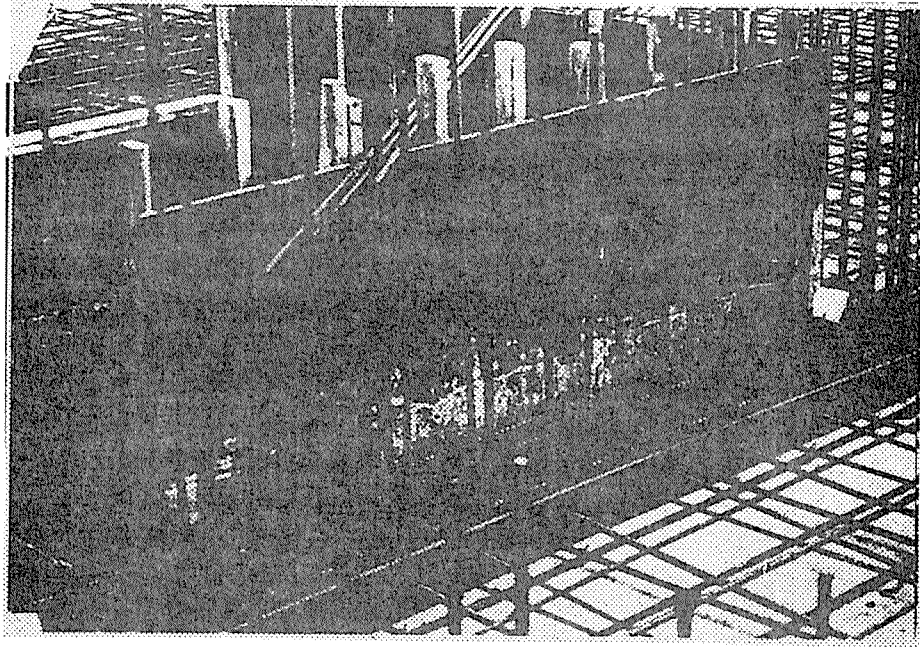


写真3-10 実用化試験：マンション建設工事に使用中のRC型枠用合板

## 5. 2 土木工事への使用

1) 工事名：三泊防波堤工事

2) 住所：留萌市三泊

3) 供試型枠用合板の種類と枚数

配 合：UV-75

表面のシート：ガラス繊維紙と不織布

枚 数：ガラス繊維紙が20枚，不織布が20枚

4) 製造条件：5. 1と同じ

5) 評価

- ①不織布を使用した型枠用合板は脱型しづらく，表面にコンクリートの付着が多かった。このため，2回目以後の使用は中止した。
- ②不織布を使用した型枠用合板は仕上がり面に艶が無く，気泡が多かった。特に傾斜部分に使用した型枠用合板でその傾向が強い。
- ③ガラス繊維紙を使用した型枠用合板は転用回数6回まで使用したが，特に問題は無く引き続き使用可能の状態であった。使用者の感想では10回程度使用できるとのことであった。
- ④不織布，ガラス繊維紙を使用した型枠用合板とも樹脂膜の割れ，はく離は生じなかった。同時に使用した塗装型枠用合板では，塗膜の割れがあった。

## 7. 今後の展開

型枠用合板の JASに合格する新しい表面加工型枠用合板を製造することはでき，実用化

試験でも致命的な欠陥は生じなかった。また、転用回数を7回まで使用することも可能であった。しかし、いずれの実用化試験現場でも脱型が困難であり、表面に付着するコンクリートの多いことが指摘された。とくに不織布ではその傾向が強かった。また、空気の抜けが十分でないのか、コンクリートの表面に気泡ができる現象もみられた。脱型の容易さも表面加工型枠用合板のメリットであることを考えれば、脱型の問題はRC型枠用合板の今後の課題であろう。

実験室での試験と異なり建築、土木現場での試験は、条件を一定に設定することが難しく、今回の試験だけでは確固たる評価を得ることは難しい。実用化に向けては、今後も更に現場試験を積み重ねていくことが必要である。

今回の試験ではすべて南洋材の型枠用合板を使用した。型枠用合板は針葉樹材への樹種転換が急速に進みつつある。針葉樹型枠用合板は表面が粗く節が多いこと、コンクリートの硬化不良を生じる樹種があることなどから生板での使用は難しく、何らかの表面加工が望ましい。この方法は塗装に比べると表面の平滑性を必要とせず、表面の粗い針葉樹型枠用合板には有効な方法と考えられる。今後は針葉樹型枠用合板の表面加工にも取り組む必要がある。

## 第4章 木質廃棄物の発生抑制の視点

### 1. はじめに

木材は古くよりリサイクルが抵抗もなく行われてきた。現在でも発展途上国のごみ処理場では木材はもちろん、木屑ですら見出すことはきわめて困難である。建築物に使用された材は、取り壊されると大きな材は小割りされて、再び建築材に用いられ、損傷した材は薪になっている。すなわち、木材は大事な生活資源として生き続けており、そのリサイクルは基本的に多段階（カスケード）型であり、最後には燃やして燃料になるのが一般的である。そこには木材がきわめて量的にも質的にも貴重な資源としての位置が明確になっている。ところが近年の我が国では建築解体現場や建築土木現場で発生した木材、あるいは不用になった家具などのように都市から排出される木材が、廃棄物になる状況が生じつつある。そこには有り余る資源を前提にした利便性、経済的な効率の追求がある。それは使用される資材がきわめてエネルギー多消費型（CO<sub>2</sub>の放出の大きい）になっている状況や、リサイクルの困難な付加物質（環境汚染に通じる）といった、地球環境保全問題と同じ線上にあると見てよい。

このように都市の発展、人間の豊かさ追求、経済活動は基本的に資源およびエネルギー消費そして生態系の破壊の側面をもっており、それが二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）などの増加による温暖化といった地球規模の環境保全に少なからぬ影響をもってきた。解体資材や残材に係わるゴミ処理問題は焼却、埋め立ていずれにしても環境保全に危機的な状況をもたらしている。したがって地球環境の保全のための本質は生態系としての共存のための「簡素」、「自己抑制」、「自然への敬意」でなければならないはずである。したがって、経済的価値や効率とは異なる評価尺度をどれくらい重視するかにかかってくる。これを前提にした上で、本委員会での基本的な視点を概観しておきたい。

### 2. 木材における炭酸ガス固定と放出

建築生産は図4-1に示すように基本的に資源、エネルギーを消費することで成り立っているが、同時に資源のストックという側面をもっている。建築物が運用されている間に徐々に老朽化して資源のストックが減少し、最終的に解体除却されることになるが、解体されて生じた資材はすべてがゴミとして大地や大気に戻る訳ではなく、ある部分は再生資源として使用されることになる。ここに材料としての耐久性や解体方法がストックされた資源の再利用（リサイクルやカスケード利用）の重要な要素になる。また建築物としての耐用年数が増せば解体による排出量は減少することになり、ゴミ抑制に及ぼす効果は大きい。

このように排出された木材を環境保全の面からみるとゴミ処理問題と焼却によるCO<sub>2</sub>の放出に大きく区分することができる。この多量の廃木材をゴミとしてみるか、再生資源としてみるのかによって評価も大きく異なってくる。建築物にストックされていた木材がボードなどの原料としてあるいは燃料として利用されるならば廃棄物ではなく資源である。一方、投棄もしくは焼却されるとゴミであり、CO<sub>2</sub>の放出源になる。

図4-2は住宅に係わるエネルギーがCO<sub>2</sub>の発生にどのように寄与しているのか、概算を試みた例である<sup>1)</sup>。年間150万戸の住宅生産を想定し、表4-2に示すような現状の構造種別の構成比率、床面積とした上で、生産から解体にいたるエネルギーをライフサイクルエネルギー調査<sup>2)</sup>から求めて、CO<sub>2</sub>の発生量（C換算）に変換したものである。また、年間

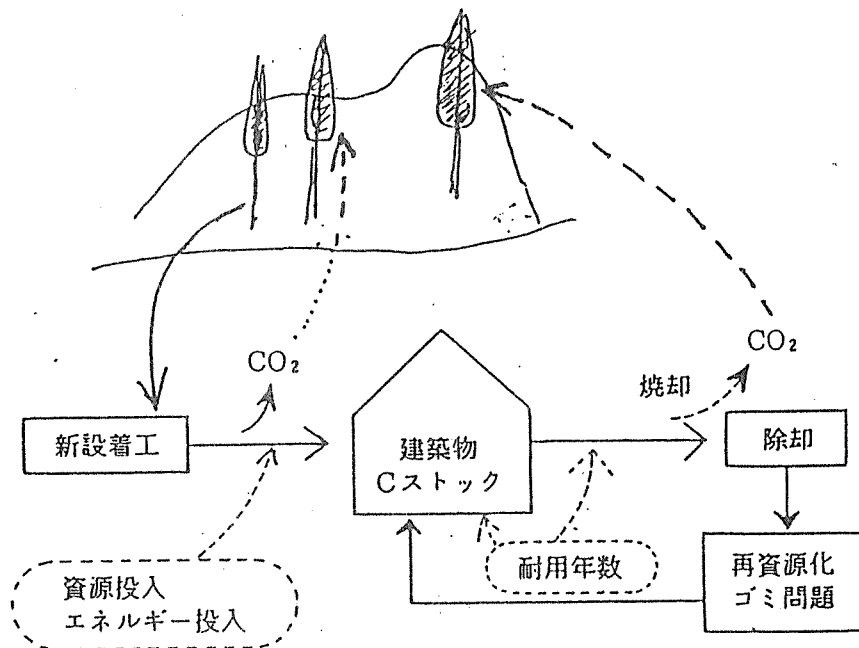


図4-1 建築物における資源利用と環境負荷

表4-1 建築物の解体に伴って発生する廃木材推定量の推移

年次	除去建築物						廃木材発生推定量			
	総数		木造		非木造		木造			非木造
	床面積 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	増減率 %	床面積 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	増減率 %	床面積 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	増減率 %	機械解体 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	機械・手解体 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	手解体 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	
1975	25,938	100.0	23,081	100.0	2,857	100.0	2,354	2,885	4,131	109
76	30,255	116.6	26,622	115.3	3,633	127.2	2,715	3,328	4,765	138
77	29,281	112.9	25,745	111.5	3,533	123.7	2,626	3,218	4,608	134
78	33,534	129.3	28,878	125.1	4,656	163.0	2,946	3,610	5,169	177
79	35,461	136.7	30,158	130.7	5,303	185.6	3,076	3,770	5,398	202
80	33,019	127.3	27,601	119.6	5,418	189.4	2,815	3,450	4,941	206
81	32,561	125.5	26,550	115.0	6,011	210.4	2,708	3,319	4,752	228
82	31,912	123.0	26,395	114.4	5,517	193.1	2,692	3,299	4,725	210
83	30,437	117.3	24,234	105.0	6,203	217.1	2,472	3,029	4,338	236
84	31,545	121.6	24,393	105.7	7,153	250.4	2,488	3,049	4,366	272
85	32,433	125.0	24,663	106.9	7,767	271.9	2,516	3,083	4,415	295
86	33,229	128.1	25,357	110.0	7,871	275.5	2,586	3,170	4,539	299
87	38,340	147.8	29,657	128.5	8,682	303.9	3,025	3,707	5,309	330
88	38,864	149.8	28,455	123.3	10,409	364.3	2,902	3,557	5,093	396
89	39,864	153.7	28,856	125.0	11,007	385.3	2,943	3,607	5,165	418

注 ○除去建築物は「建築統計年報」建設省各年版より。

廃木材発生推定量は、日本住宅・木材技術センター「在来工法木造住宅の木材使用量調査」1986年3月の原単位を基準とし、解体方法別発生量は大阪産廃事業協同組合「建設木くずの発生及び処理状況に関する調査・研究」1988年3月の原単位によって作成。

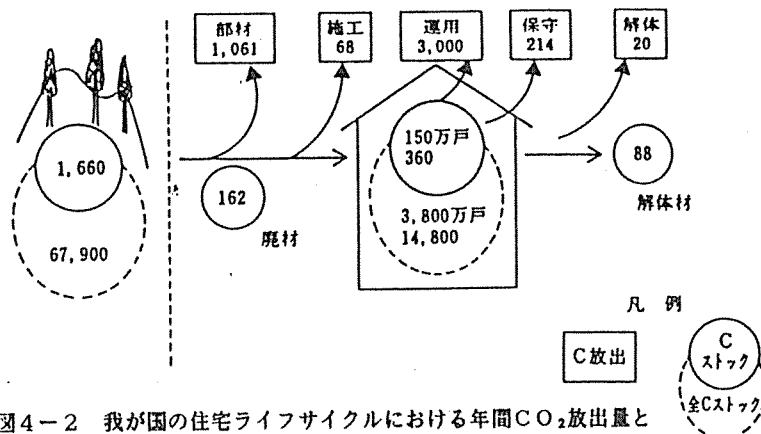


図4-2 我が国の住宅ライフサイクルにおける年間CO<sub>2</sub>放出量と年間木材ストック量(C換算 万ton/年)および全ストック量(C換算 万ton)

表4-2 我が国の住宅資材投入によるCO<sub>2</sub>発生量とストック量(いずれもC換算)

● 年間新設住宅戸数	150万戸/年 (平均)		
戸建住宅 (40%)	60 木造 (80%) 48万戸		
	非木造 (20%) 12		
共同住宅 (60%)	90 木造 (20%) 18万戸		
	非木造 (80%) 72		
● 平均床面積 (㎡)			
戸建住宅	100㎡		
共同住宅	67㎡		
	● 床面積あたりCO <sub>2</sub> 発生量 (kg/㎡)	年間CO <sub>2</sub> 発生量 (万ton/年)	
戸建住宅 木造	70	336	
非木造 (S造)	60	72	408
共同住宅 木造	70	84	
非木造 (SRC造)	118	568	653
全住宅			1061
● 木材でストックされる年間CO <sub>2</sub> (C換算) (万ton/年) (木材比重0.5で炭素Cはそれの0.5)			
戸建住宅 252	木造 240 (0.2m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 木材使用量を想定)		
	非木造 12 (0.04m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> " )		
共同住宅 108	木造 60 (0.2m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> " )		
	非木造 48 (0.04m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> " )		
全住宅 360			
● 現在住宅 (3800万戸) に木材でストックされているCO <sub>2</sub> (C換算量) (億ton)			
木造 1.425 (48年分)	非木造 0.06 (10年分)		
全住宅 1.48 (約 1.5億 ton, 40年分)			
	人工林蓄積の48%に相当		
	全森林蓄積の22%に相当		
● 日本の森林の年間材積増加量 (1976-1984年の平均) と蓄積されているCO <sub>2</sub> (C換算量)			
	年間材積増加量	蓄積量	
全森林	1660万ton	6.79億ton	
人工林	1360	3.08	
天然林	300	3.71	

新設の住宅に蓄えられる木材量と我が国の森林に年間蓄積される材積をストック量（C換算）として求めた（森林の葉などを含めた純生産の炭素固定量は年間5400万t onといわれている）。また全住宅の木材量と国内森林での全材積もストック量（C換算）として求めた。この全住宅の木材量が廃材の発生抑制あるいはリサイクルの対象となるものである。

我が国の全住宅に木材でストックされたCはきわめて大きく、日本の森林の材積（蓄積）の約22%、人工林のその48%に相当する。重要な資源が蓄積されていることになり、このことから住宅の寿命の延伸、再資源としてのリサイクル利用（カスケード型利用）の重要性が理解される。すなわち、耐用年数への居住者や都会人の役割と、集荷、異物除去などの再資源化技術、それを生かす仕組みが重要になってくる。木質資源の建築資材としてあるいはリサイクルに要するエネルギーは他資源に比較して少ないので、今後エネルギー消費型他材料に代わって使用されることが多くなるであろう。そのとき木製品の耐用年数や廃棄後の再利用のもつ意味はきわめて大きい。

### 3. 木質資源の排出とリサイクルの課題

我が国の木材工業の領域では多段階（カスケード）型利用が歩止まりの向上、原料の確保という面と廃棄物を生じさせないという面から当然のこととして行われてきた。したがって木材工業のなかで生じた木くずは廃棄物、ごみではなかったし、近年の解体材の使用についても原料の確保という意味を強くもっている。このように木質資源は素材－製材－板－削片－繊維－燃料といったカスケード型の原料形態を有しているのでリサイクルは基本的に可能である。このように他の材料と異なり再資源化、再生利用への道がともあれ用意されていること、そして廃棄物の生態系への影響が少ないという事実は、将来に亘って生活資源としての共存ができるという意味をもっている。しかしながら、木質材料の大半が建築物、家具あるいは紙といった木材工業の範囲外に出ていくので、利用された後で解体、集荷、再生という流れの中には個々の採算といった議論の面で困難が多い。以下にその背景と課題を示しておきたい<sup>3)</sup>。

(1) 排出される木くずの質的な変化、すなわち形状が小さく、異物の混入が多く、かつ多種類になっている。釘のように磁石による選別除去が行えるならば問題は少ないが、非金属、プラスチック、セメント、石膏などは選別が困難で技術的に解決すべき点が多い。したがって、解体材の質による区分を設け、適正利用をはかる必要がある。表4-3はその例を示したもので、木くずの回収品質を発生場所から見たものである<sup>4)</sup>。

(2) 時間に追われたり、あるいは人手不足で手壊しや選別の時間がとれないで、機械解体に頼るため、損傷や異物の混入を招き、同時にトラックの積載がかさむことになる。建設解体の手順、とくに予算執行（年度内決済）、労働力不足がリサイクルをしにくくしている。表4-4,5に示すように機械解体と手解体では木くずの形態、すなわち製紙用、ボード、燃料チップ、あるいは単なるゴミのように価格、量までも大きく異なってくる<sup>5)6)</sup>。

(3) 発生、集荷が個別散在的で、安定した量と質が得にくい。したがって、個々の企業としては採算上、新しい原料が豊富にある中では、安価で量が確保されない限り解体材利用には消極的で、あえてリスクを冒したくないという傾向にある。現在、燃料、ボード、製紙用によって質の差異があり、再生チップの価格を形成している。しかしながら、市場の価格形成に再利用を期待してはごみの負担は軽減されない。



(4) 居住区の都市化によって木くずの再生処理業の立地条件、処理時間や騒音対策に困難な状況を生じている。とくに、近年建設される焼却処理施設によって木くずの集荷が量的に不安定になっている。縦割り行政や個々の事業者の都合で対策がなされているために、リサイクルとごみ処理の有機的なつながりが十分でない。

(5) 解体材の再利用の実績はいくつかみられているが、木質材料を製造する企業として現状で解体材を使う必然性は原料の確保、原料価格としての評価しかなく、技術的なリスクと新しい原料とのバランスで決定される。したがって新しい原料が価格や量的に安定していれば、都市が排出した木くずはごみとなる危惧を常に有しているのも、単純な原料の価格競争におくことは環境保全の本質を避けていることになりかねない。

(6) 再利用された製品に対する社会的な理解、すなわちリサイクル製品をバージン材による製品よりも評価し使用するかである。バージンパルプによるテッシュの方が再生紙より好まれるという現実はこの方面の認識の重要性を示している。

以上のような問題はあっても、木材資源が製造に要するエネルギーが少なく、そして廃棄物としての影響が少ないことは地球環境保全にとって代えがたい長所であることは明らかである。最近ごみ処理問題が顕在化してきており、すべての材料について再生利用が一段と考慮されねばならない状況にある。その再生利用にあってもエネルギーを要することになる。ここでも木質資源は再生に要するエネルギーは他資源に比較して少ないばかりでなく、最終的に埋めたてするときも焼却によってほとんど無害な灰分の量に縮小され、しかも排出されるガスとしてはCO<sub>2</sub>が主であり、SO<sub>x</sub>やNO<sub>x</sub>といった酸性雨などに関係するものはほとんどない。このように、木材は基本的に生態系のサイクルにあるため、今後エネルギー消費型、環境負荷型その他材料、他構造に代わって使用されることが十分考えられるが、それが著しく不利になることは考えづらい。とほいうものの「伐ったら植える」という大原則と森林で生長するに要する時間にゆとりをもたらすだけの耐用年数の確保、それを可能にする維持管理、さらに木質資源としてのカスケード利用を心しておくべきことはいままでもない。これがとりもなおさず廃棄物の抑制になることは明らかである。

#### 4. 木質資源のリサイクルの実態

すでに明らかなようにごみ化した木材の背景には建築物、家具のような木質材料を利用した製品の資源のストックの仕方、再資源としての評価とその集荷と異物の除去に技術的な問題解決ポイントがあることを現状の調査は示している。

以下に木質資源リサイクルの我が国における現状を調査資料から概観してみたい。

表4-6.1は木材の構造別の投入量と発生原単位である<sup>5)</sup>。

表4-6.2は1982年に行われた解体工事によって排出される木くずの原単位である<sup>7)</sup>。これによると二階建で0.109、平屋建で0.156m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>となっている。これは木造住宅の木拾いの結果に近い。なお、重量と容積の換算表は表4-7のようになっている<sup>8)</sup>。

表4-8 1991年に行われた保管積みかえ施設での8棟の解体の結果であり、0.378m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>となっている<sup>9)</sup>。木くずの見掛け体積は0.2程度になっている。これはトラックの数や処理場での費用に係わってくる。

図4-3は約30坪を解体したときの廃棄物の運搬に要するトラックの数である<sup>10)</sup>。もちろん解体の方法が丁寧な手壊しなどでは積みかたが整然としているため、トラック数もへることが多い。

表4-9は型枠用合板の使用原単位で、表4-10は転用回数で、表4-11は需要量の推計である<sup>11)</sup>。

表4-12は大阪産廃事業共同組合の実施した建設系木くずの処理状況の例である<sup>12)</sup>。

表4-13は在来構法木造住宅のプレカット工場での端材量とその処理方法である<sup>13)</sup>。

このよう木材のカスケード型利用は比較的規模が大きくなるとチップになっているのが現状である。ところが最近ではこのチップが価格的に不安定になっている。しかも安ければ、あるいはトラブルがなければという条件付きである。カスケード型木材利用の最終段階の燃料用チップとして確立していたものですら、価格の暴落によって経営的には厳しい状況にある。いままで価格が有利と資源の絶対量が少ないという条件があったが、現在の資源が溢れでている状況で、単に解体業者の問題ではなく、しっかりした視点で取り組むことが要求されている。

#### 5. 木質資源のリサイクルの視点

先に述べたように木質材料は原料である木材の原料形態が素材-製材-板-削片-繊維というように基本的にカスケード型をなしている。したがって木質資源に異物が入り込んでこない限り木質材料の生産もカスケード型の組み合わせをとることができ、木材工業の中ではほぼリサイクルが確立されているといえよう。たとえば、解体材を用いたパーティクルボードなど再利用の実績もあり、原料形態が整えば技術的にとくに問題はないことが示されている。しかしながら、建設や解体現場での廃棄木材や型枠用合板や割りばしのようにならざるに捨てられている現実では、それが森林資源の無駄使いであることは否定できない。たとえ、木材が再生可能な資源で、しかも木質材料がカスケード型の利用形態をもっていると論じたところで、とても一般に納得されるものではない。

すでに明らかなようにかつては建築物、家具のような木質材料を利用した製品の資源のストックの仕方とその集荷と異物の除去といった技術的な問題にポイントがあった。しかしながら現在それを飛びこえたような大きな問題がそこにあることを調査は示している。

たとえば、今後工夫あるいは開発が検討されるであろうチップ、炭化、無機処理、およ

表4-3 木くず発生場所と品質

	発生場所	形状・性質	混入異物	品質
木材加工	合板工場	丸太端切,加工廃材,加工残材	石,砂	P, S1
	製材工場	丸太端切,加工廃材,加工残材	石,砂	P, S1
	住宅部材加工工場	プレカット残材	石,砂	S2
	建材家具製造工場	加工残材,不良品	紙,塗料,釘, プラスチック	S2
物流	流通センタ大規模倉庫	廃パレット	鉄釘	S2
	港湾荷受場	梱包解体廃材	鉄釘	S2
建設	住宅解体現場	軸材	電線,釘	P, S1
		板材ミンチ類	ビニル,非鉄金属	S3
	建築工事現場	型枠,残材	紙,段ボール	S3
		混合木くず	ビニール	S3
廃物	木質家具の下取廃却場	複合廃材	鉄,非鉄金属,塗料	S3
	粗大ごみ(木質)集荷場		石,砂,プラスチック,紙	

P : バルブ向 上質チップ材

S1 : 段ボールバルブ, ハードボード(繊維板)向 中質チップ材

S2 : パーチクルボード(削片板)向 中・上質チップ材

S3 : 燃料向 チップ材

表4-4 主な解体法と作業上の問題および解体木材の品質

解体方法	作業上の問題	解体木材の品質	処理,用途
(1) 全機械解体 (一部損傷の少ないものを手こわしすることもある。)	騒音,振動, ほこり 運搬時の積重ねがかさばる 増材処理に手間がかかる	金具物混入,破損大,多量の水を含む	投棄,焼却, チップ
(2) 内部造作建具,配線除去 →外壁モルタル,瓦除去 →機械解体	騒音,振動, ほこり,(1)と同様に積重ねのかさばり	破損大,金属類混入	チップ,焼却
(3) (2)→手こわし (釘ぬき,束ね)	騒音,振動, ほこり	破損材と健全材の区分ができる(健全材のグレードはよいが,)	角材,板材, チップ
(4) 内部造作建具,配線除去 →外壁モルタル,瓦除去 →手こわし→機械こわし	主要な部材のみをとり出すときで作業場の問題は(1)(2)に近い	主要材は健全,他は(2)に同じ	角材,板材, チップ
(5) 内部造作建具,配線除去 →外壁モルタル,瓦除去 →手こわし	手間がかかる	破損の少ない材がほとんどとれる。釘をぬく場合がある	角材,板材, チップ

表4-5 木くずの排出原単位

工事種等		廃コンパネ	混合木くず	単独木くず	木くず合計	
新築	木造	-	0.032	-	0.032	
	非木造	0.081	0.006	-	0.024	
解体	木造	機械解体	-	0.038	0.070	0.108
		機械・手解体	-	0.033	0.100	0.133
		手解体	-	0.071	0.120	0.191
	非木造	-	0.015	0.023	0.038	
改築		-	0.017	0.023	0.040	
土木		0.040	-	-	0.040	

注1) 混合木くずとは,他の廃棄物と混合した状態の木くずをいう。

注2) 単独木くずとは,他の廃棄物と混合していない木くずをいう。

注3) 単位は土木工事に関するものがm<sup>3</sup>/百万円,それ以外がm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>とする。

\* 大阪産廃事業協同組合の調査(1988)による。

表4-6.1 構造種別木材投入原単位量(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

	木造	SRC	RC	S	ブロック	その他
投入原単位量*	0.21	0.033	0.05	0.04	0.082	0.055
工事中に発生する廃木材の原単位量	0.03	0.005	0.00	0.006	0.012	0.008

\* 1979年に建設物価調査会が実施した実態調査結果による。

表4-6.2 解体工事によって排出される木くずの原単位(1982年)

「再資源化技術(建設廃材)」昭和57年7月(財)クリーン・ジャパン・センター

住宅名称	調査建物概要					床面積(m <sup>2</sup> )	解体木材の発生量(m <sup>3</sup> )		解体木材の部位別発生比率(%)							
	構造	床面積(m <sup>2</sup> )	経過年数(年)	用途	仕上材料		建物1棟当り	平均5棟当り	床組	軸組	小屋根	屋根	天井	室内		
S <sub>1</sub> 邸	木造 2階建	69.9	14	○	和瓦葺き	羽目板張り	ラスボード 下地塗り壁	69.9	7,835	0.112	13.8	58.9	8.3	9.6	3.9	5.5
S <sub>2</sub> 邸		86.2	21	○	"	モルタル 吹付け仕上	小舞下地 塗り壁	86.2	9,316	0.108	15.3	56.4	9.9	5.8	5.8	6.8
N アパート		141.8	21	●	"	"	"	141.8	15,129	0.107	17.6	54.8	9.8	5.7	4.0	8.1
2階建平均								99.3	10,709	0.109	15.6	56.7	9.3	7.0	4.6	6.8
S <sub>3</sub> 邸	木造 平屋建	14.9	不明	○	瓦葺トタン 葺	下見板 張り	化粧ベニヤ 張り	14.9	2,690	0.181	12.8	47.0	16.0	14.5	5.0	4.7
O邸		73.7	18	○	和瓦葺き	羽目板張り	化粧ベニヤ ラスボード	73.7	10,728	0.146	19.0	40.7	15.1	11.1	4.9	9.2
S <sub>4</sub> 邸		132.7	18	○	和瓦 } 併用 トタン }	羽目板 } モルタル }	ラスボード } 下地塗り壁 }	132.7	23,900	0.180	15.5	47.9	11.8	7.8	6.7	10.3
N邸		84.9	28	○	和瓦葺き	羽目板張り	小舞下地 塗り壁	84.9	14,579	0.172	15.9	38.7	17.0	11.3	5.3	11.8
I邸		79.3	32	○	"	下見板張り	"	79.3	10,045	0.127	21.2	36.4	12.6	9.8	6.3	13.7
U邸		87.5	32	○	スレート 葺	"	"	87.5	11,839	0.130	15.1	36.9	24.7	10.9	8.3	4.1
H邸		137.5	40	○	和瓦 } 併用 トタン }	下見板 } 漆喰 }	"	137.5	21,043	0.153	17.4	39.2	16.8	10.4	6.1	10.1
平屋建平均								87.2	13,483	0.156	16.7	41.0	16.3	10.8	6.1	9.1
総平均								90.8	12,675	0.142	16.4	45.7	14.2	9.7	5.6	8.4

(注) ○印: 個建住宅 ●印: 集合住宅

表4-7 重量と容積の換算表

廃棄物重量/容積換算表

産業廃棄物の種類	換算係数 t/m <sup>3</sup>
汚でい	1.2~1.6
廃プラスチック類	0.1~0.3
建設木くず	0.4~0.7
金属くず	1.4~2.0
ガラス・陶磁器くず	1.5
建設廃材	1.6~1.8

出典: 厚生省、東京都、大阪4行政で発表されたデータをまとめたものである。

表4-8 保管積みかえ施設での8棟の解体材量(1991年)

	廃棄物総量(240.0坪)				1坪当たり	
	重量(kg)	重量率(%)	容積(m <sup>3</sup> )	容積率(%)	重量(t)	容積(m <sup>3</sup> )
木くず	61,392	19.3	299.7	50.8	255.80	1.25
コンクリート破片	123,621	38.9	101.8	17.2	515.09	0.42
ガラス及び陶磁器くず	64,002	20.1	86.2	14.6	266.68	0.36
金属くず	6,915	2.2	30.2	5.1	28.81	0.13
廃プラスチック類	1,399	0.4	12.6	2.1	5.83	0.05
残土	55,690	17.5	45.8	7.8	232.04	0.19
益	4,935	1.6	13.9	2.4	20.56	0.06
合計	317,954	100.0	590.2	100.0	1,324.81	2.46

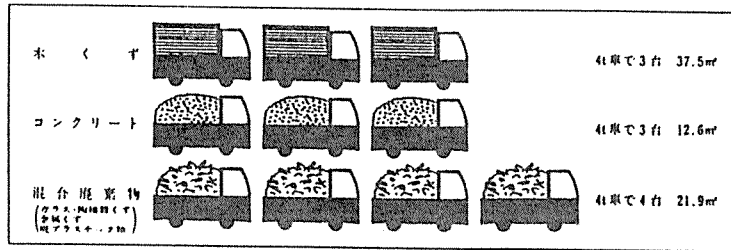


図4-3 約30坪を解体したときの廃棄物の運搬に要するトラックの数 (注: 解体の組成分析調査の概算)

表4-9 建築構造別型枠用合板使用原単位比較(m³/床面積10m²)

	建設省 60年度調査	建設省 63年度調査	日合連推定 (表-1-1-1)	二水会推定 (表-1-1-2)	建築業協会 調査(今回)
木造	2.30116	1.00885	1.70286	1.70186	—
SRC造	7.25393	10.35261	8.64792	8.65035	14.0
RC造	10.45331	12.35261	15.47090	15.39336	14.8
S造	2.14898	1.88516	3.09418	3.18610	3.73
CB造	6.67099	5.74799	6.67099	6.67099	—
その他	4.29235	3.97929	4.29235	4.29235	—

表4-10 型枠用合板転用回数比較

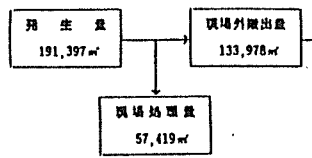
構造	建設省調査 転用回数 (昭60年度)	日合連推計 (cf 1-2(A))	合板の 種類	建築業協会 昭61 (cf 1-2(B))	左同 平3 (cf 1-2(C))
RC造	3.7	2.5	普通合板	4.27	2.6
SRC造	〃	3.1			
S造	〃	3.7			
CB造	〃	〃	塗装合板	6.09	4.9
その他	〃	〃			
木造	〃	5.0			

表4-11 昭和62年におけるコンクリート型枠用合板需要量の推計

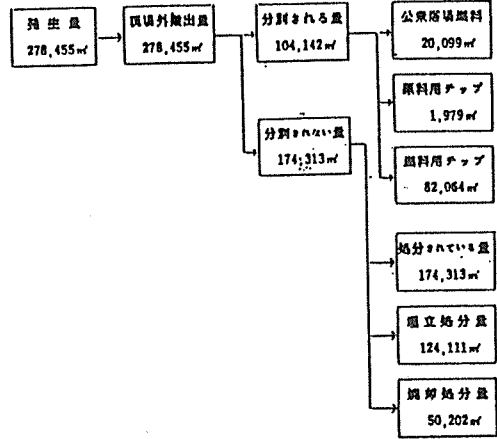
構造	延床面積 m²	使用原単位 m³/10m²	需要量 千m³
RC造	52,056,786	15.47090	80,537
SRC造	23,168,053	8.64792	20,036
S造	76,086,866	3.09418	23,543
CB造	497,769	6.67099	332
その他	336,084	4.29235	144
木造	85,080,791	1.70286	14,488
合計	237,226,349	(10m²当り)	139,080

(出典: 合板需要動向調査報告書、日合連、平成元年3月(1989.3)、P.64)

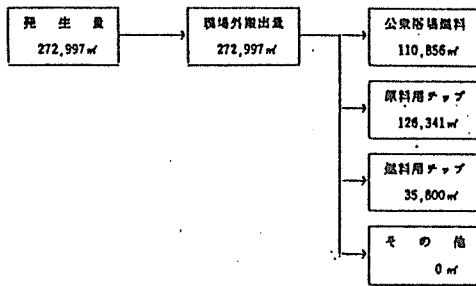
(1) 廃コンパネ



(2) 混合木くず



(3) 単独木くず



(4) 木くず合計

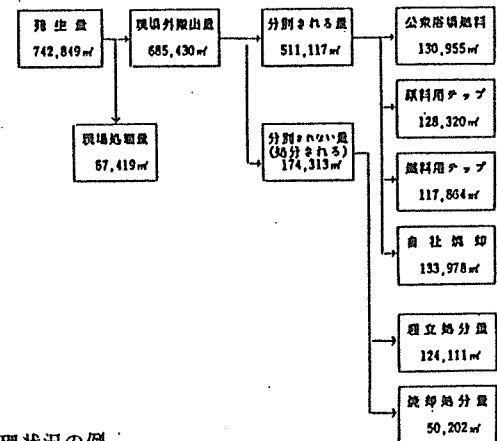


表4-12 大阪産廃事業協同組合の実施した建設系木くずの処理状況の例

表4-13 在来構法木造住宅のプレカット工場での端材量とその処理方法

工場	m <sup>2</sup> /棟	m <sup>2</sup> /坪
A	1.91	0.039
B	2.61	0.057
C	1.89 ~ 2.34*	0.042 ~ 0.052

\* 1棟 45坪として計算した。

残廃材の種類	処理方法			計
	再利用	自社で	業者に任せる	
端材	チップ	20	11	31
	燃料	7	6	13
	焼却	7	1	8
	パレットの芯	—	2	2
	オガ粉	1	—	1
	不明	—	1	1
	その他	8	3	11
鋸削 プレーナ屑	焼却	13	5	18
	敷料	—	12	12
	燃料	2	8	10
	チップ	—	3	3
	堆肥	—	2	2
	オガ粉	1	—	1
	不明	—	2	2
	その他	1	1	2
樹皮	敷料	—	4	4
	燃料	—	2	2
	焼却	2	—	2
	投棄	—	1	1
	その他	—	1	1

数値は回答数を示す。

び可溶化などは今後の木材の利用技術として重要な位置にある。それは解体材の減容化、均質化への変換を可能にするかもしれない。そのとき原料形態は満足するにしてもそれを何に使うのか問われる。現状では使えるものですら、安ければ、あるいはトラブルがなければという条件付きである。カスケード型木材利用の最終段階の燃料用チップとして確立していたものですら、価格の暴落によって経営的には厳しい状況にある。たとえば、付加価値の高いものが開発されたとしても、バージン材でも対応できるものならば常に原料価格やトラブルの評価がなされるので現状の体系下では解体材が有利になる保証はない。したがって、生産する側の資源の有効利用、効率だけでない廃材処理という視点とそれを支援する行政的な仕組みや使用する人々の理解がないかぎり成り立ちえないであろう。もちろん、技術開発する出発点はバージン材にない特性を中心に進めることになるが現実には困難なことが多い。異物混入を生かす、乾燥材、腐朽があるなどが有利になる用途は口でいうほどやさしくはない。今までは価格が有利、廃材を処理しなければならないということによって支えられてきた。価格が有利という意味には資源の絶対量が少ないという隠れた条件があった。しかしながら現在資源が溢れつつある状況であるという認識に立つべきであり、このようにみえてくると次のような視点を組合せて考慮することが要求されている。

(1) バージン材に解体処理費を付加する。あるいは解体材に処理費を補填する。現状はこの後者に近いが、処理が再生資源のためでなく焼却になされているところに問題がある。

(2) 住宅などの耐用年数の増加をはかりストック型へ移行する。すなわち、維持管理体制を有した住宅の供給をはかれば、新設着工を抑え、同時に解体を抑えることが可能になる。現在の耐用年数25年程度では近い将来着工量に等しいような著しい解体量になることが予想される<sup>(4)(15)</sup>。

(3) カスケード型リサイクルをしやすいような設計、資材、構法の選択(プレサイクル)の仕組みにかえる。

(4) 耐用年数の増加を前提とする以上、維持管理は必須である。また、リース、レンタルのような仕組みもモダニゼーションを行いながら、リサイクルを可能にする。

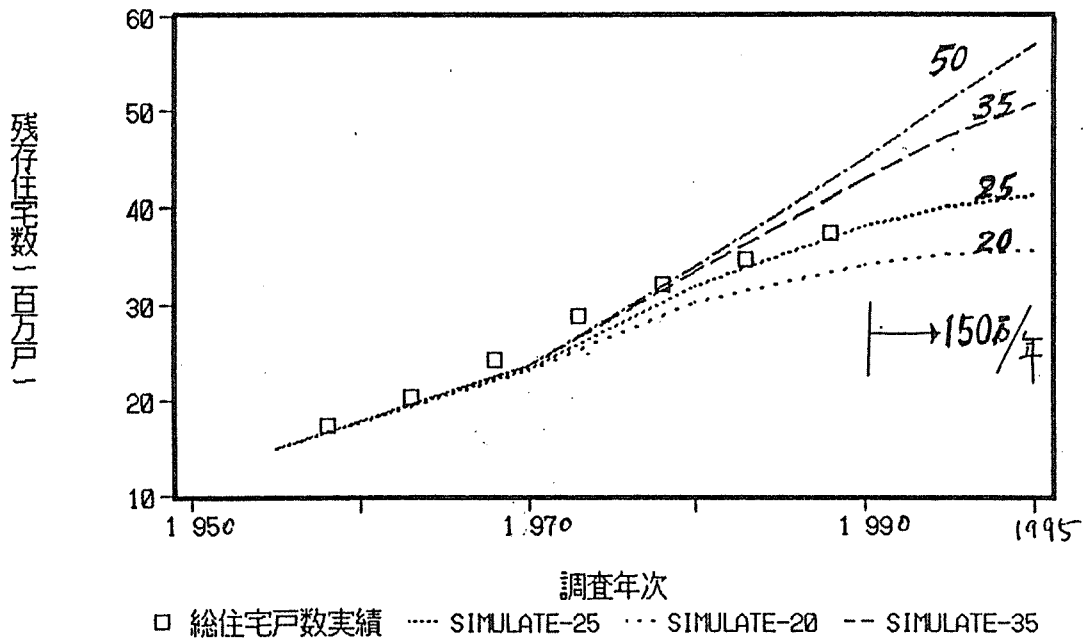
(5) 「古いものが価値がある」と評価されるようなものを供給する。同時に資源を尊重するものを認める体制と教育啓蒙

このように解体廃材に係わる課題は異物除去というような再資源化技術、再利用技術だけでなく、それらを生かす仕組みの検討が重要な視点である。

解体材などの利用、廃棄処分の問題に対しても従来の木材利用で研究された科学技術はその可能性や改良のための技術の基礎になるものである。しかしながらそれは従来の資源利用研究が純粋な原料を用い、個別の科学技術体系の確立に寄与するのとやや趣きを異にしている。すなわち、人間生活と生物資源生産との接点を追及する総合化された学術研究として位置づけられるであろう。

耐用年数が増すと、同じ新設着工戸数であっても総戸数が増加する。

残存給住宅戸数



耐用年数が増すと、同じ新設着工戸数であっても除却戸数が減少する。

除却住宅戸数

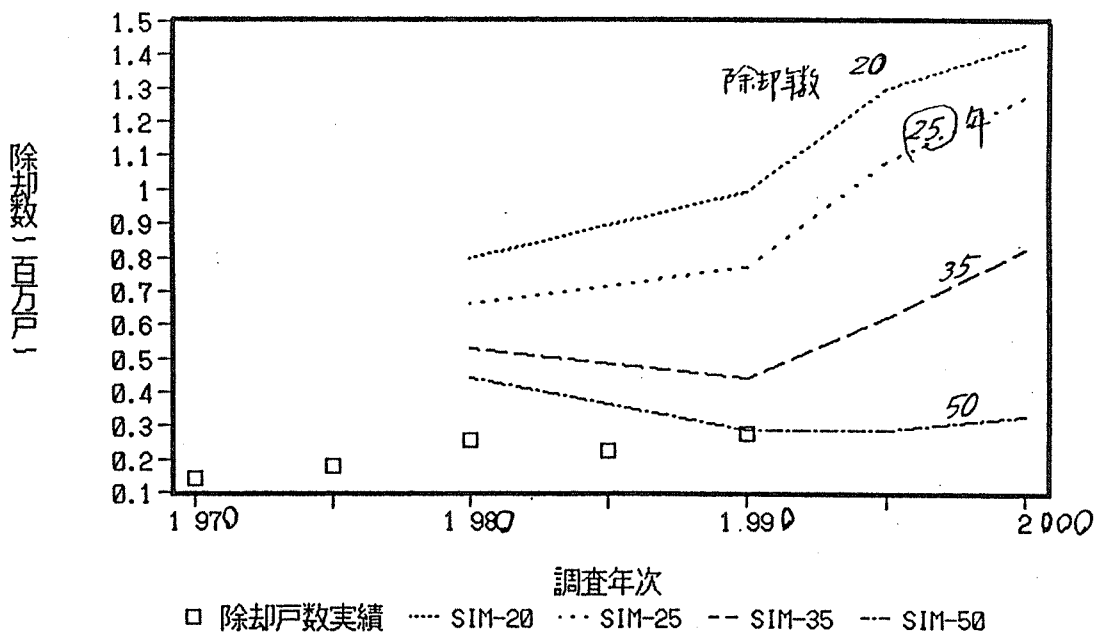


図4-4 耐用年数とストック、除却の関係



## 参考文献

- 1) 有馬孝礼, 1991, 木造住宅のライフサイクルと環境保全, 木材工業, 46, p635~640
- 2) 科学技術庁資源調査会編. 1979. 住宅のライフサイクルエネルギーに関する調査研究. 266-312. 大蔵省印刷局
- 3) 有馬孝礼. 1992. 木質資源のリサイクルとその利用システム. システム農学. 8 (1) : 69~80
- 4) (財) 日本住宅・木材技術センター. 1992. 木質系廃棄物リサイクル調査報告書. 115
- 5) 本多淳裕, 山田優. 1990. 建設系廃棄物の処理と再利用, 28~37
- 6) 建設省建築研究所. 1986. 建設省総合技術開発プロジェクトー建設事業への廃棄物利用技術の開発
- 7) クリーン・ジャパン・センター. 1982. 再資源化技術 (建設廃材)
- 8) 桑原一男. 1993. 平成解体新書. 20
- 9) 住宅産業解体処理業連絡協議会. 1993. 木造家屋解体工事に伴う廃棄物の組成分析
- 10) 桑原一男. 1993. 平成解体新書. 19
- 11) 建築業協会. 1991. 合板製型枠の実態調査報告書
- 12) 大坂産廃事業協同組合. 1988. 建設木くず発生及び処理状況に関する調査・研究
- 13) 三城昭義, 有馬孝礼. 1993. プレカット工場のエネルギー消費と残廃材の再資源化. 木材工業. 48. 221-225.
- 14) 有馬孝礼, 1993. 住宅生産におけるCO<sub>2</sub>放出と木材利用による炭素貯蔵, 森林文化研究, 13. 109-119
- 15) 住宅金融公庫建設サービス部. 1989. 住宅はなぜ、いつ壊されるのか. Better living. 102 : 6~13