

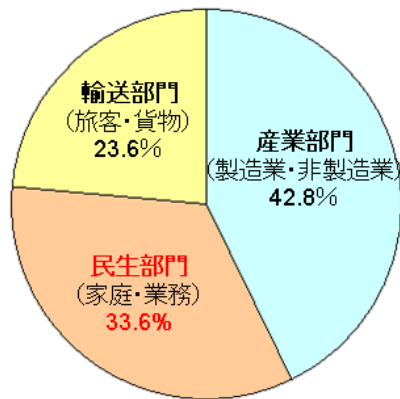
## ●建築業界における地球温暖化対策

1997年の京都議定書において、日本は、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)等の温室効果ガス排出量を、2008年度から2012年度の間に基準年の1990年度から6%削減することが定められました。

しかしながら、2009年度の最終エネルギー消費は、1990年度比で+3.6%となっています。

その内、建築業界に関わる民生部門(家庭・業務)は、2009年度最終エネルギー消費全体の33.6%を占め、1990年度比で31.5%も増えています。

部門別最終エネルギー消費の推移(2009年度)

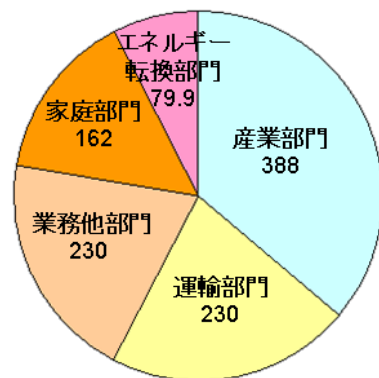


年度	1990	2009
最終エネルギー消費 [PJ]	13,889	14,394 (+3.6%)
産業部門 [PJ]	6,993	6,154 (▲14.0%)
民生部門 [PJ]	3,679	4,837 (+31.5%)
運輸部門 [PJ]	3,217	3,403 (+5.8%)

出典:経済産業省 資源エネルギー庁  
平成21年度(2009年度)エネルギー需給実績(確報)

また、2009年度のエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量は、全体で1990年度比+1.5%となっています。

エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の推移(2009年度)



各部門エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量 [Mt-CO<sub>2</sub>]

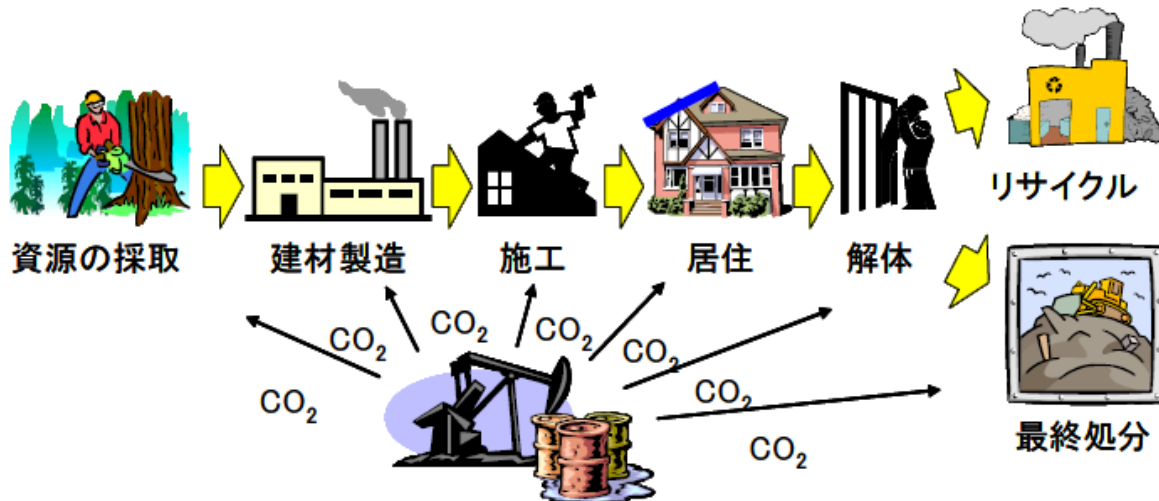
年度	1990	2009
エネルギー起源CO <sub>2</sub> 総排出量 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	1,059	1,075 (+1.5%)
産業部門 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	482	388 (▲19.5%)
運輸部門 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	217	230 (+6.0%)
業務他部門 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	164	216 (+31.7%)
家庭部門 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	127	162 (+27.6%)
エネルギー転換部門 [Mt-CO <sub>2</sub> ]	67.9	79.9 (+17.7%)

出典:経済産業省 資源エネルギー庁  
平成21年度(2009年度)エネルギー需給実績(確報)

その中でも、家庭部門(家庭における燃料・電力の使用に伴う排出)における2009年度のCO<sub>2</sub>排出量は、基準年比+27.6%となっており、住宅での低炭素化への取り組みを一層強化することが求められています。

## ●CO2排出量が極めて少ないセルローズファイバー

低炭素化の推進には、省エネルギー性能向上による消費エネルギー削減や再生可能エネルギー導入によるエネルギー創出に加え、**資材製造時や施工時の CO2 排出量削減**を図ることなどにより、資源の採取から解体・リサイクル等までの建築物のライフサイクル全体を通じて CO2 排出量をマイナスにするための取り組みが必要とされています。



この状況に対して、リサイクル材を主に使用し断熱材生産時のエネルギーが非常に少ない「セルローズファイバー」は、製造～施工～居住～解体まで、低炭素化社会の実現に確実な成果をもたらします。

また、確実な施工により断熱欠損を防ぐことで、居住時の冷暖房エネルギー削減や建物の長寿命化に大きく貢献できるとも優れた断熱材と言えます。

### ①原材料調達段階

セルローズファイバーの主原料となる新聞紙や段ボール紙はリサイクル材であるため、資源の採取での CO2排出量は極僅かです。

### ②生産段階

工場では水や火を使わず電気のみで生産。その製造エネルギーも他の断熱材に比べ非常に少ないものとなっています。

### ③流通段階

鉄道輸送+トラック輸送など、モーダルシフトによる CO2排出量の削減に努めています。

### ④使用・維持管理段階

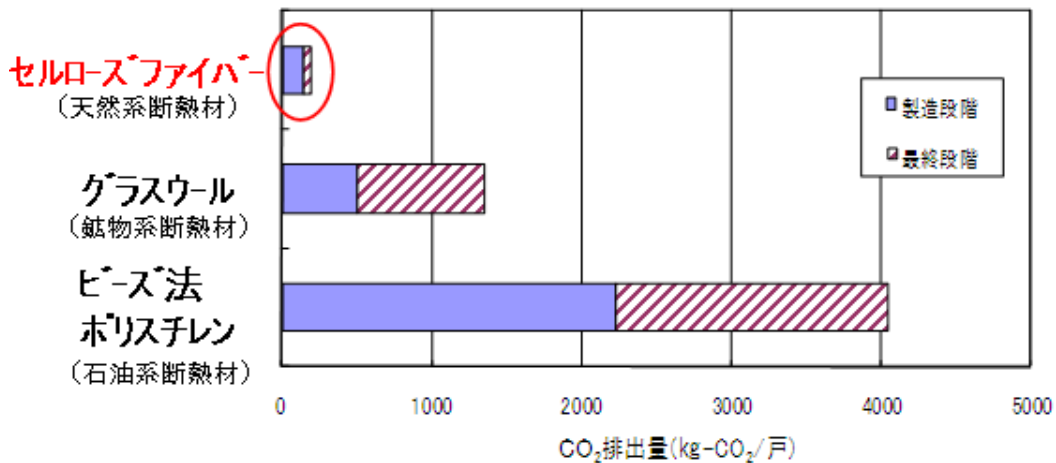
セルローズファイバー断熱材は居住時の CO2排出量はゼロ。冷暖房エネルギー削減に貢献します。

### ⑤廃棄・リサイクル段階

重量の軽いセルローズファイバーは解体時の換算 CO2排出量も極僅かです。

■他断熱材との比較①

住戸あたり(製造段階・最終段階)CO<sub>2</sub> 発生量



●セルローズファイバーは、原材料や材質、製造工程上で他の断熱材よりCO<sub>2</sub>の排出が極めて少ない。

図 住戸あたり(製造段階・最終段階)CO<sub>2</sub> 発生量

資料提供: (財)建材試験センター 中央試験所所長 黒木勝一氏

■他断熱材との比較②

ライフサイクル全体に関する環境主張の評価

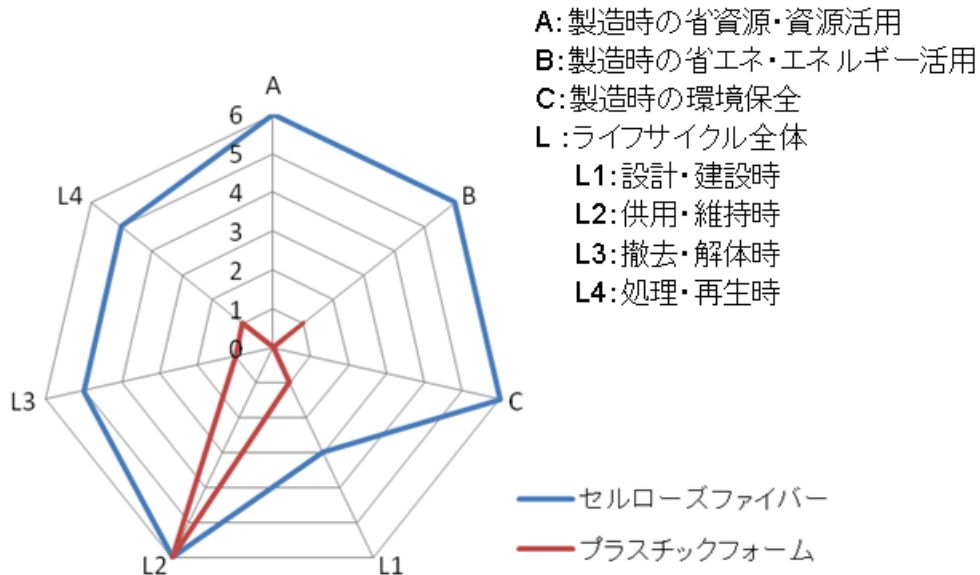


図 ライフサイクル全体に関する環境主張の評価

資料提供: (財)建材試験センター 中央試験所所長 黒木勝一氏

## 附属書 A

### ●セルローズファイバー施工時の CO2 排出量

CO2 排出量は、原材料調達段階～生産段階～流通段階～使用維持管理段階～廃棄リサイクル段階まで、ライフサイクル全体で評価されます。

そこで、セルローズファイバー施工時の CO2 排出量を算出しました。

.....

### ■施工シナリオ

このシナリオは、財団法人 建築環境・省エネルギー機構(IBEK):住宅の省エネルギー基準の解説(第3版 平成22年12月1日 p 331 7.4 計算例 7.4.1 木造戸建住宅における熱損失係数の計算例 (1)計算モデル住宅に当てはめ、施工実例より必要数量を割り出した結果に基づきました。

施工に必要な補助部材と換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの使用換算重量)は次のとおり。

補助部材	換算値(kg/kg-CF)
不織布(ポリエステル長繊維不織布)	0.0061
ステープル(軟鋼線材)	0.0039
接着剤(酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形)	0.0172

施工に必要な工具と消費電力、換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの消費電力使用量)は次のとおり。

一次データ収集のインセンティブが得られるよう、平均的な使用時間ではなく、ありうる長めの使用時間を設定しました。

No.	使用工具	消費電力(kw)	使用時間(h)	消費電力量(kwh)
①	コンプレッサー	1.07	8	8.56
②	施工機(ホッパー)	0.47	14	6.58
③	ブロワー	1.05	14	14.7
④	集塵機	0.83	2	1.66
⑤	エアレスコンプレッサー	1.07	14	14.98

#### 【乾式工法】

屋根 : 施工密度 25 kg/m<sup>3</sup>

壁 : 施工密度 55 kg/m<sup>3</sup>

使用工具 : ①②③④

セルローズファイバー使用量 : 995.04 kg/棟

#### 【乾式工法】換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの消費電力使用量 kwh/kg-CF)

0.0317

#### 【湿式工法】

屋根 : 施工密度 25 kg/m<sup>3</sup>

壁 : 施工密度 45 kg/m<sup>3</sup>

使用工具 : ①②③④⑤

セルローズファイバー使用量 :869.46 kg/棟

【湿式工法】換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの消費電力使用量 kWh/kg-CF)
---

0.0535
--------

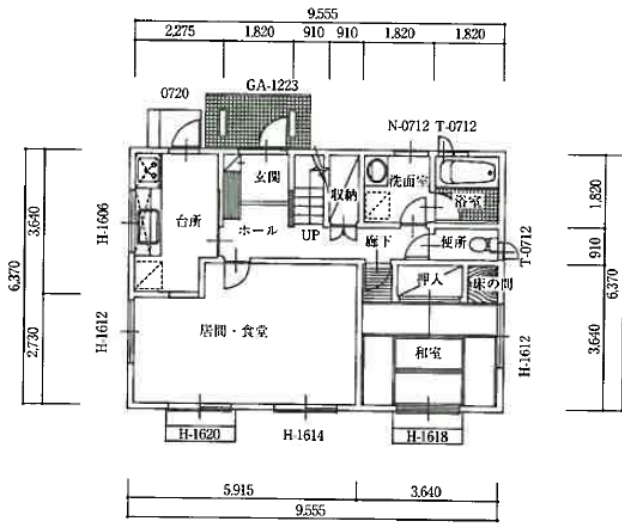
なお、補助部材の必要量、消費電力量、換算値は、次ページ:施工試算根拠をもとに日本セルローズファイバー工業会によって算出しました。

附属書 B

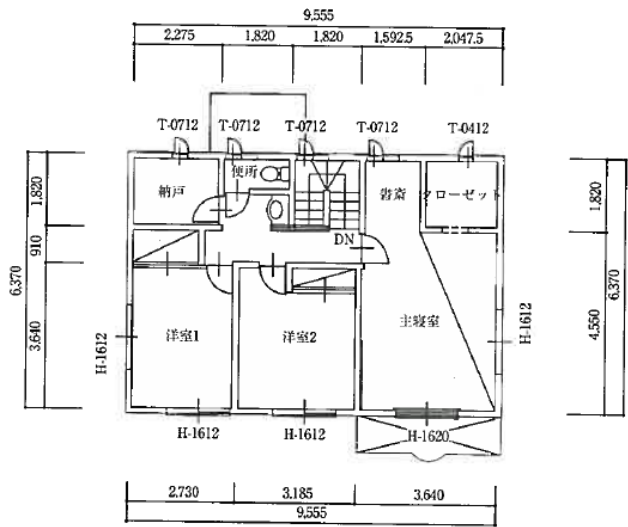
●施工シナリオ試算根拠

セルローズファイバー施工時の CO2 排出量は、財団法人 建築環境・省エネルギー機構 (IBEC) :住宅の省エネルギー基準の解説 (第 3 版 平成 22 年 12 月 1 日 p 331 7.4 計算例 7.4.1 木造戸建住宅における熱損失係数の計算例 (1) 計算モデル住宅に当てはめ、施工実例より必要数量を割り出した結果に基づきました。

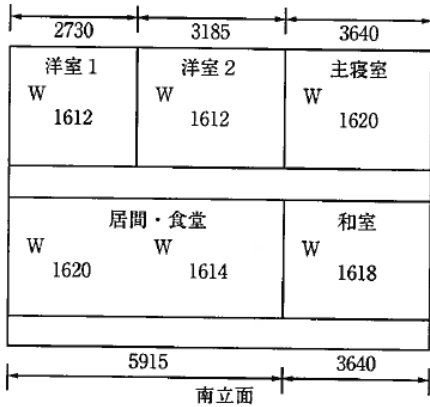
【計算モデル住宅】



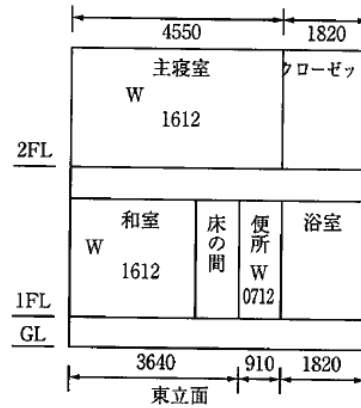
1階平面図 1/100



2階平面図 1/100



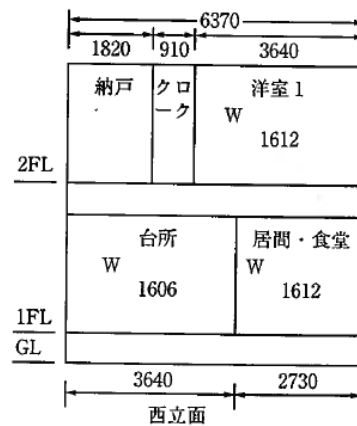
南立面



東立面



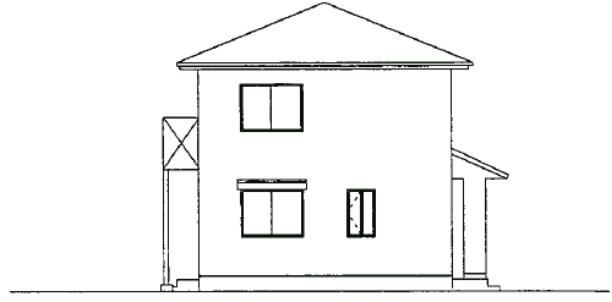
北立面



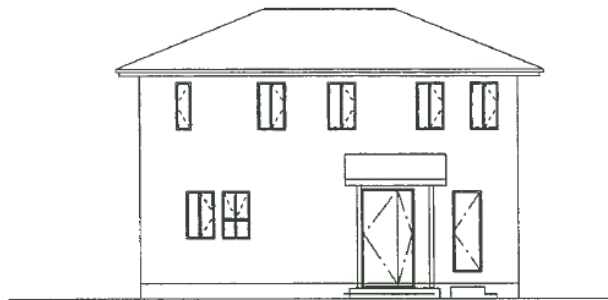
西立面



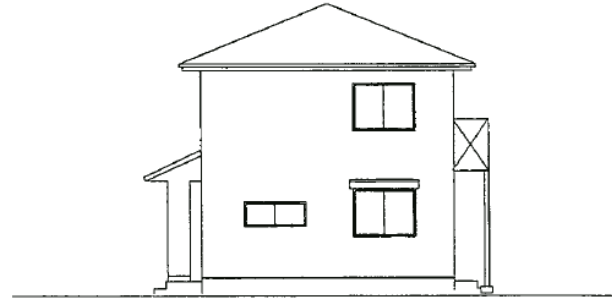
南側立面図



東側立面図



北側立面図



西側立面図

## ■設定条件

換算値は、日本セルローズファイバー工業会によって算出しました。

### ●施工部位と面積

- ・天井(施工密度 25 kg/m<sup>3</sup> t=200 mm) ……60.87 m<sup>2</sup>
- ・壁(t=105 mm 不織布シングル張【乾式工法】施工密度 55 kg/m<sup>3</sup>、【湿式工法】施工密度 45 kg/m<sup>3</sup>) ……119.60 m<sup>2</sup>

### ●計算モデル住宅での建築用断熱材製品使用量(セルローズファイバー)

- ・天井 ……304.35 kg
- ・壁【乾式工法】 ……690.69 kg
- ・壁【湿式工法】 ……565.11 kg
- ・【乾式工法】合計 ……995.04 kg/棟
- ・【湿式工法】合計 ……869.46 kg/棟

### ●計算モデル住宅での補助部材使用量(セルローズファイバー1 kg 当たりの換算値)

- ・不織布 ……6.07 kg/棟
- ……0.0061 kg/kg-CF
  
- ・ステーブル ……3.126 kg/棟
- ……=0.0031 kg/kg-CF
  
- ・接着剤(酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形 1箱 20 kg=1:1 水希釈=40 kg 0.25 kg/m<sup>2</sup>使用)
- ……14.95 kg/棟
- ……0.0172 kg/kg-CF

●計算モデル住宅での【乾式工法】使用電力

使用工具	消費電力(kw)	使用時間(h)	消費電力量(kwh)
コンプレッサー	1.07	8	8.56
施工機(ホッパー)	0.47	14	6.58
ブロワー	1.05	14	14.7
集塵機	0.83	2	1.66
		合計	31.5

・【乾式工法】使用電力(セルローズファイバー1 kg 当たりの換算値)・・・0.0317 kwh/kg-CF

●計算モデル住宅での【湿式工法】使用電力

使用工具	消費電力(kw)	使用時間(h)	消費電力量(kwh)
コンプレッサー	1.07	8	8.56
施工機(ホッパー)	0.47	14	6.58
ブロワー	1.05	14	14.7
集塵機	0.83	2	1.66
エアレスコンプレッサー	1.07	14	14.98
		合計	46.48

・【湿式工法】使用電力(セルローズファイバー1kg 当たりの換算値)・・・0.0535 kwh/kg-CF

●計算モデル住宅での廃棄物

- ・セルローズファイバー用風袋(低密度ポリエチレン)
  - ・・・7.5623 kg/棟
  - ※1袋=15 kg 入り
    - ・・・0.0076 kg/kg-CF【乾式工法】
    - ※0.114 kg/枚
      - ・・・6.6079 kg/棟
      - ・・・0.0076 kg/kg-CF【湿式工法】
  
- ・ステープル用段ボール小箱(5,000本/箱)
  - ・・・0.1250 kg/棟
  - ※0.020 kg/箱
    - ・・・0.0001 kg/kg-CF【乾式工法】
    - ・・・0.0001 kg/kg-CF【湿式工法】
  
- ・ステープル用段ボール大箱(5,000本×30箱用)
  - ・・・0.0792 kg/棟
  - ※0.38 kg/箱
    - ・・・0.0001 kg/kg-CF【乾式工法】
    - ・・・0.0001 kg/kg-CF【湿式工法】
  
- ・不織布用ダンボール箱(2本/箱)
  - ・・・0.5175 kg/棟
  - ※0.9 kg/2本・箱=0.45 kg/本・箱
    - ・・・0.0005kg/kg-CF【乾式工法】
    - ・・・0.0006kg/kg-CF【湿式工法】
  
- ・不織布紙管(内径76mm紙管)
  - ・・・0.0736kg/棟
  - ※0.064 kg/本
    - ・・・0.0001 kg/kg-CF【乾式工法】



・・・0.0001 kg/kg-CF【湿式工法】

・接着剤容器(ポリプロピレン)

・・・0.0299 kg/kg-CF【湿式工法】

※1 箱接着剤 20 kg 入り=容器 0.04 kg/袋

※0.7475 箱/棟

・接着剤用ダンボール箱

・・・0.7176 kg/kg-CF【湿式工法】

※1 箱接着剤 20 kg 入り=ダンボール箱 0.96 kg/箱

※0.7475 箱/棟

**附属書 C**

●セルローズファイバー解体時の CO2排出量

ライフサイクル全体で評価するため、セルローズファイバー施工時の CO2 排出量と同様に解体時の CO2排出量を算出しました。

■解体シナリオ

この解体シナリオは、社団法人 産業環境管理協会:製品 LCA 実施手引書(平成 19 年 3 月 p120 Appendix.3 戸建住宅のインベントリ分析)の計算例をもとにセルローズファイバーに換算し、必要数量を割り出した結果に基づきました。

解体に必要なエネルギーと換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの使用換算重量)は次のとおり。

【乾式工法】投入エネルギー	セルローズファイバー相当分(L)	換算値(L/kg-CF)
上水	41.93	0.0440
軽油(解体重機)	4.877	0.0051

【湿式工法】投入エネルギー	セルローズファイバー相当分(L)	換算値(L/kg-CF)
上水	35.054	0.0441
軽油(解体重機)	4.077	0.0051

解体で発生する廃棄物と換算値(セルローズファイバー1 kg 当たりの使用換算重量)は次のとおり。

【乾式工法】

- 屋根 : 施工密度 25 kg/m<sup>3</sup>
- 壁 : 施工密度 55 kg/m<sup>3</sup>
- セルローズファイバー使用量 : 952.38kg/棟

廃棄物	使用量(kg/棟)	換算値(kg/kg-CF)
不織布	5.81	0.0061
ステープル	3.714	0.0039

【湿式工法】

- 屋根 : 施工密度 25 kg/m<sup>3</sup>
- 壁 : 施工密度 45 kg/m<sup>3</sup>
- セルローズファイバー使用量 : 794.86kg/棟

廃棄物	使用量(kg/棟)	換算値(kg/kg-CF)
不織布	5.81	0.0073
ステープル	3.714	0.0047
接着剤	13.667	0.0172

なお、解体時の投入エネルギー量、廃棄物、換算値は、施工シナリオ試算根拠および解体シナリオ試算根拠をもとに日本セルローズファイバー工業会によって算出しました。

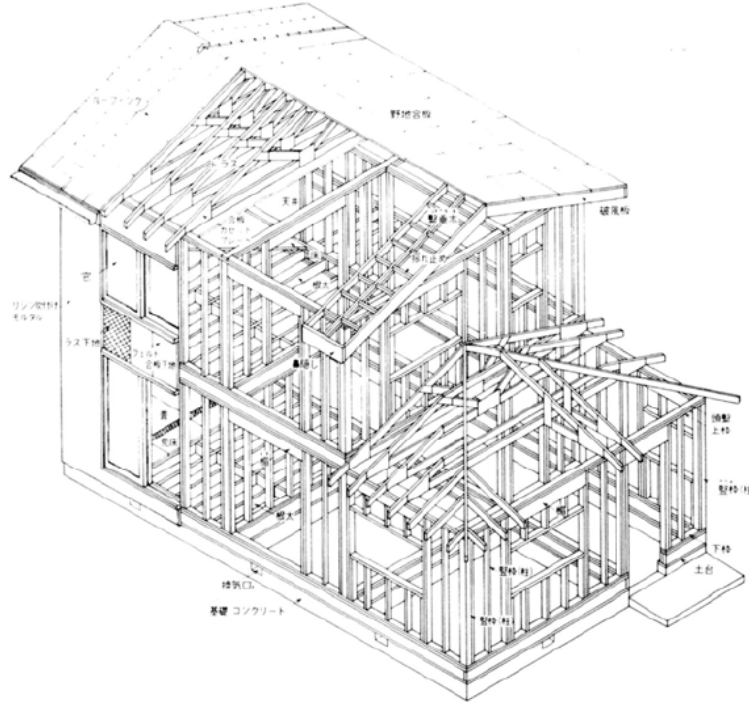
## 附属書D

### ●解体シナリオ設定の考え方

解体シナリオ設定(水、軽油)の考え方を次に示します。

解体シナリオは、社団法人 産業環境管理協会:製品 LCA 実施手引書(平成 19 年 3 月 p120 Appendix.3 戸建住宅のインベントリ分析)の計算例をもとにセルローズファイバーに換算し、必要数量を割り出した結果に基づきました。

#### 【フォアグラウンドデータ】



住宅の概要		
規模	2階建 4LDK	←
場所	神奈川県横浜市(IV地域)	←
構造	ツーバイフォー工法(枠組壁工法)	←
建築面積	73.2 m <sup>2</sup>	←
延床面積	120.95 m <sup>2</sup>	←
使用断熱材	高性能フェノールフォーム保温板	←
熱伝導率(W/mk)	0.022	←
断熱材区分	F	←
断熱材の密度(kg/m <sup>3</sup> )	27	←
省エネ基準	新省エネ基準相当	次世代省エネ基準相当
床厚さ(mm)	充填 20	充填 50
屋根厚さ(mm)	外張り 25	外張り 80
天井厚さ(mm)	-	-
壁厚さ(mm)	外張り 20	外張り 35
床断熱の断熱材重量(kg)	76.5	76.5
屋根断熱の断熱材重量(kg)	25	40
天井断熱の断熱材重量(kg)	-	-

壁断熱の断熱材重量(kg)	130.8	152.6
建設時投入量基準合計(kg)	232.3	269.1
建設時廃棄 5%考慮(kg)	220.685	255.645
廃棄インベントリデータ(kg) 補正值	220	250
廃棄物における断熱材割合	新省エネ基準相当	次世代省エネ基準相当
廃棄物総量(t)	92.9	93.35
断熱材廃棄インベントリデータ(t)	0.22	0.25
断熱材割合(%)	0.2368	0.2678

解体時投入エネルギー総量	新省エネ基準相当	次世代省エネ基準相当
上水総量(L) 粉塵飛散防止用	4,144	←
軽油総量(L) 解体重機用	482	←

解体時投入エネルギー	新省エネ基準相当	次世代省エネ基準相当
上水(L/フェノールフォーム総量)	9.9456	11.1888
軽油(L/フェノールフォーム総量)	1.1568	1.3014

#### ■設定条件

上記算定結果を基にして次の通り、フェノールフォームをセルローズファイバーに換算しました。  
なお換算値は、日本セルローズファイバー工業会によって算出しました。

#### ●施工部位

- ・天井(施工密度 25 kg/m<sup>3</sup> t=200 mm)
- ・壁(t=105 mm 不織布シングル張【乾式工法】施工密度 55 kg/m<sup>3</sup>、【湿式工法】施工密度 45 kg/m<sup>3</sup>)

セルローズファイバー		
工法	【乾式工法】	【湿式工法】
熱伝導率(W/mk)	0.040	←
断熱材区分	C	←
断熱材の密度(kg/m <sup>3</sup> ) 天井	25	←
断熱材の密度(kg/m <sup>3</sup> ) 壁	55	45
省エネ基準	次世代省エネ基準相当	←
天井厚さ(mm)	200	-
壁厚さ(mm)	充填 105	吹付け 105
天井断熱の断熱材重量(kg)	92.59	92.59
壁断熱の断熱材重量(kg)	932.55	763
建設時投入量基準合計(kg)	1025.14	855.59
補正係数 (フェノールフォームより算出)	0.9290	←
断熱材廃棄補正值データ(kg)	952.3550	794.8431

廃棄物における断熱材割合	【乾式工法】	【湿式工法】
廃棄物総量(t)	94.0524	93.8948
断熱材廃棄補正值データ(t)	0.9524	0.7949
断熱材割合(%)	1.0101	0.8466

解体時投入エネルギー総量	【乾式工法】	【湿式工法】
上水総量(L) 粉塵飛散防止用	4,144	←
軽油総量(L) 解体重機用	482	←

解体時投入エネルギー	【乾式工法】	【湿式工法】
上水(L/CF 総量)	41.8585	35.0831
軽油(L/CF 総量)	4.8687	4.0806
上水(L/kg-CF)	0.0440	0.0441
軽油(L/kg-CF)	0.0051	0.0051