

# 第3章 社会資本 LCA に用いるライフサイクルインベントリアナリシス手法の開発

## 3. 1 社会資本整備の各意思決定レベルにおける社会資本 LCA による環境評価

社会資本整備には様々な関係者が係わっており、各々環境負荷削減に取り組んでいる。

LCA を社会資本整備の各意思決定レベルで制度へ導入し、環境負荷の少ない社会資本の整備に取り組むことで環境改善技術が促進される。社会資本 LCA は、構想、設計、施工、維持管理の各レベルにおいて同じ考え方に基づいて実施することが重要である。この技術の評価・公表し、その技術を標準化していくことで、更なる改善技術の向上を求めることが出来る。

このように、LCA を制度へ導入することで定着させること、社会資本整備関係者の取組を適切に評価し、低炭素社会・循環型社会の形成に対するインセンティブを与えて取り組みの推進を図ることにより、持続可能な社会の実現を目指す。

### 【解説】

社会資本整備は、図 3. 1-1、2 に示すとおり構想、設計、施工、維持管理等のレベル毎に意思決定がされ、より公正かつ合理的な整備が行われる。各レベルにおいて環境評価を行うことで、環境負荷の少ない社会資本整備を実施することができる。

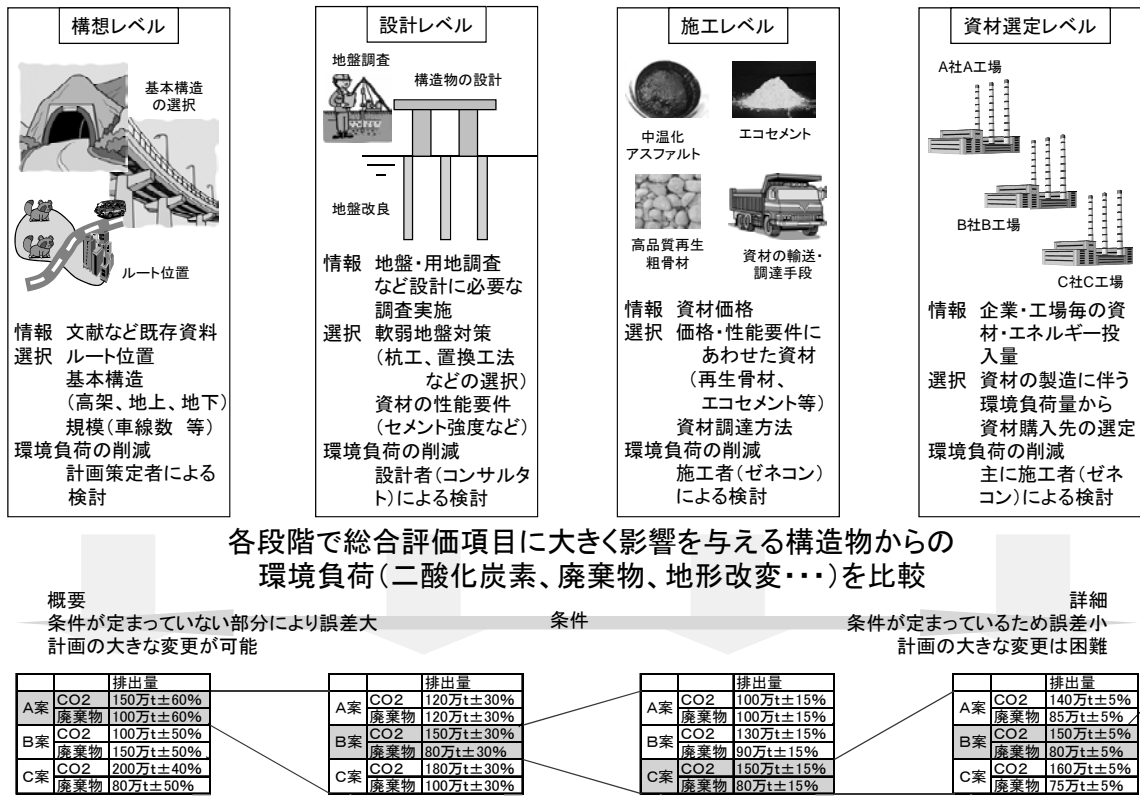


図 3. 1-1 各意思決定レベルにおける環境評価のイメージ(再掲)

社会資本 LCA による環境評価を行う際には、各レベルにおいて意思決定事項、インベントリ分析に用いる社会資本整備の情報(工数、資材数量など)が異なることに留意しなければならない。

本研究では、社会資本 LCA の利用者の視点に立ち、各レベルで求められるインベントリ分析の精度、各レベルの環境負荷量の算出式の開発、各レベルの環境負荷量算出式での利用を想定した環境負荷原単位(インベントリデータベース(IDB))の整備について検討した。

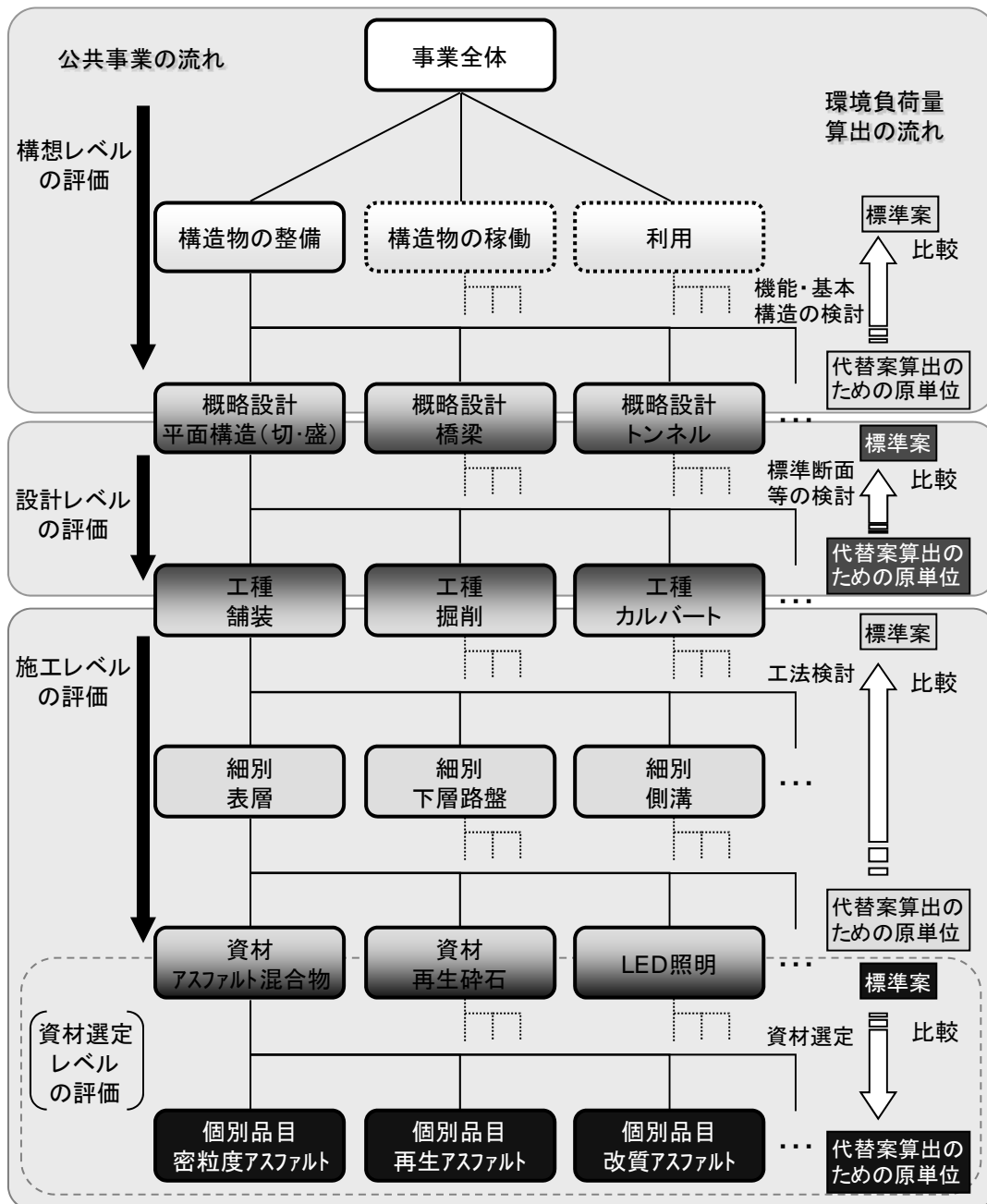


図 3. 1-2 公共事業及び環境負荷量算出の流れ(再掲)

### 3. 1. 1 各意思決定レベルで求められる「網羅性」と「一意性」

社会資本整備は、構想、設計、施工、資材選定レベル毎に意思決定がされ、より公正かつ合理的な整備が行われる。社会資本 LCA を各レベルにおいて実施することで、環境負荷の少ない社会資本整備を実施することができる。

社会資本 LCA の計算では、「網羅性：評価が必要な項目全てを漏れなく全て計算すること」、「一意性：計算方法を一つに定め、解釈の違いによる誤差が生じないようにすること」が求められる。各レベルでは意思決定を行う事項が異なるため、求められる精度も異なる。

- ①構想レベル： ・ 機能、基本構造の決定するレベル。
- ・ 社会資本の整備に加え、社会資本の計画、供用時の施設利用を含めた※環境負荷量を「網羅的」に把握することが重視される。
  - ・ 一方、構想レベルでは社会資本整備の詳細が決まっていないことから、「一意性」はそれほど重要視されない。
- ②設計レベル： ・ 構造物の断面形状、概略の工数等を決定するレベル。
- ・ 社会資本の整備、維持管理に係る環境負荷量を「網羅的」に把握することが重視される(機能は決定しており、供用時の環境負荷は変化しない)。
  - ・ 社会資本の整備に加え、設計に伴う※環境負荷量を把握することが求められる。
  - ・ 「網羅的」に把握するために原単位のみなし値の使用、数量の推定を行うことから、「一意性」はそれほど重要視されない。
- ③施工レベル： ・ 具体的な資材、施工機械を決定するレベル。
- ・ 契約制度等への活用が考えられることから、環境負荷計算方法の「一意性」と工事に伴う全ての環境負荷の評価する「網羅性」が求められる。
  - ・ 計算条件である施工計画と実際の施工では、運搬距離、施工機械の稼働時間、仮設材の取り扱い等が変わることが多く、計算結果と実際の環境負荷量の誤差の原因となる。今後、この誤差を小さくすることが課題となる。
- ④資材選定レベル： ・ 個別の資材の製造に伴う環境負荷を評価するレベル。
- ・ グリーン購入法等への活用が考えられることから、「一意性」と「網羅性」が求められる。
  - ・ 「一意性」のために全ての資材で同じシステム境界を設定し、「網羅性」のためにシステム境界内の全ての環境負荷を計算する必要がある。そのため、統計データ等で積み上げ切れない項目を推定する未集計分等見込み値が必要である。

※：計画、設計、供用時の利用に係る環境負荷量の算出方法の開発は、今後の課題である。

#### 【解説】

各レベルでは意思決定を行う事項が異なるため、環境評価に求められる精度も異なる。例えば、事業計画を検討する際には、事業全体の広範な分析が求められるが、施工技術の選択に用いる場合には詳細な分析が求められる。社会資本LCAに求められる精度とは、システム境界とした項目全てを漏れなく計算する「網羅性」と、インベントリの計算方法を一つに定め、解釈の違いによる誤差が生じないようにする「一意性」が挙げられる。従って、社会資本LCAを実施するにあたっては、その意思決定レベルにおける決定事項に合わせたシステム境界を設定し、網羅性、一意性のある計算手法でインベントリ分析を行うことが必要である。

## (1) 構想レベル

構想レベルは、道路の概略計画、河川整備計画や港湾の長期構想等、事業の概略計画を行うレベルである。道路の概略計画であれば、道路の機能(計画交通量、車線数等)、ルート、基本構造(平面、高架、トンネル等)等の決定を行う(図 3. 1-3 参照)。

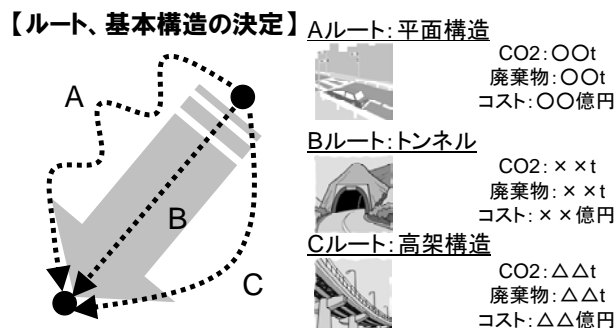


図 3. 1-3 構想レベルの決定事項の例(ルート、基本構造)

構想レベルでは、事業実施、事業概要(機能、構造)の決定における要素の一つとして環境評価を行うことが考えられる。従って、決定事項に伴って変化すると考えられる項目全てをシステム境界に設定する。すなわち、社会資本の整備、維持管理の他に、社会資本の設計や計画、施設の利用等の全ての項目を含む網羅性が求められる。

しかし、社会資本の整備、維持管理以外の環境負荷量とは、自動車交通で例を挙げると自動車の性能の選択やアイドリングストップ等があり、利用者側の影響で決まることが多いものであることから、本研究においては社会資本の設計や計画、施設の利用に係る環境負荷量を計算対象としていない。今後、それらを含めた網羅的な計算手法の開発が課題である。

また、構想レベルにおいては概略を決めるレベルであり、社会資本整備の詳細(構造形式、工事数量、資材等)については決められていない。このことから、インベントリ分析は多くの仮定に基づき行うため、構想レベルでは計算手法を一意的に定めることは困難である。

## (2) 設計レベル

設計には予備設計、概略設計、詳細設計等がある。社会資本の構造形式、構造諸元を検討する設計レベルとは、主に「予備設計」や「概略設計」を指すものである。設計レベルの検討において、構造物の断面形状、概略の材料や工種別数量等の決定を行う(図 3. 1-4 参照)。

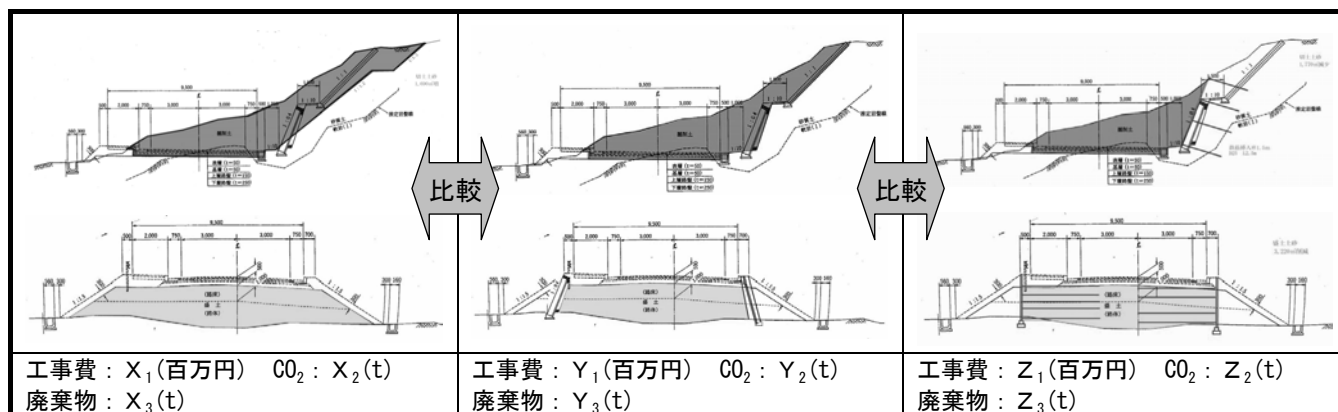


図 3. 1-4 設計レベルの決定事項の例(構造物の断面形状)

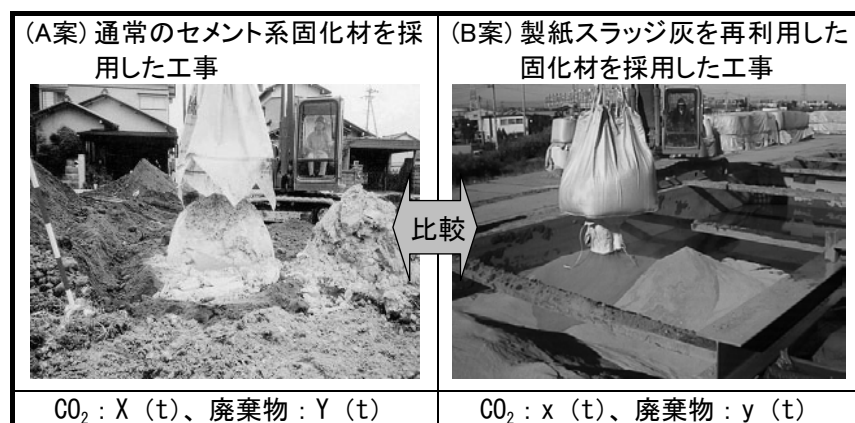
設計レベルでは、概略設計における構造形式の比較検討、設計VEにおいて環境の観点を含めた品質評価が行われることが考えられる。従って、システム境界は整備及び維持管理に係る建設資材、建設機械、仮設材等の全ての項目を含むことが求められ、環境負荷を網羅的に計算することが必要である。

社会資本整備には、多種多様な建設資材が用いられる。設計図書等のデータからでは、素材が複数あり一つに確定できない建設資材、そもそも素材の特定が困難である建設資材があり、分析に当っては判断が困難な場合がある。このような場合には、類似すると考えられる資材を推定し、類似する資材と見なして検討を進めるなどの工夫が必要となる。このように、網羅性確保のためには、計算手法を一意に定められないことはやむを得ないと考えられる。

また、計算条件である施工計画と実際の施工では、運搬距離、施工機械の稼働時間、仮設材の取り扱い等が変わることが多く、計算結果と実際の環境負荷量の誤差の原因となる。今後、これらの誤差を小さくすることが課題となる。

### (3) 施工レベル

施工レベルは、施工方法や使用資材を決定し、社会資本を建設するレベルである。施工方法であれば具体的な施工機械を決定し、使用資材については具体的な製品をどこの製造工場から購入するかも含めて決定を行う(図 3. 1-5参照)。



出典：左写真はセメント協会 HP (<http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jf1.html>)、  
右写真は NETIS 新技術情報提供システム HP (<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>)

図 3. 1-5 施工レベルの決定事項の例(具体的な施工方法)

施工レベルでは、入札契約制度における加点要素の一つとして環境評価の実施が考えられる。従って、価格と並べて評価されるため、社会資本LCAの利用者の解釈の違いによって環境負荷量の計算結果に違いがでてしまてはいけなない。システム境界、環境負荷原単位の解釈の違いによる誤差が生じない環境負荷量計算の一意性が求められる。

施工レベルでは、工種、資材全般、主要資材の製造プロセスを評価する場合は考えられる。システム境界は社会資本の整備とし、原単位及び数量の推定が必要となる項目は含まずに、計算方法を一意に定めることのできる項目を計算範囲とする。

### (4) 資材選定レベル

資材選定レベルは、個別の資材の製造に伴う環境負荷を評価するレベルである。資材の製造に伴って発生する環境負荷は、製造する企業、工場毎に評価することによって、環境負荷の小さい資材を選択することが可能となる。(図 3. 1-6参照)。

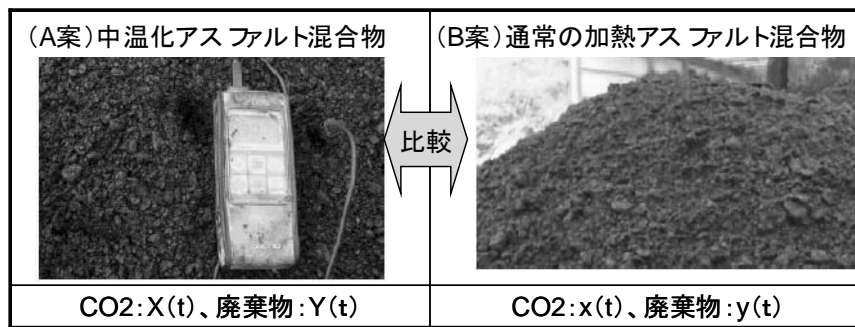


図 3. 1-6 資材選定レベルの決定事項の例(具体的な資材)

資材選定レベルでは、グリーン購入法に係る特定調達品目の判断基準等に活用することが想定される。解釈の違いによって環境負荷量の計算結果に違いが出てきてはならず、システム境界、環境負荷原単位の解釈の違いによる誤差が生じない環境負荷量計算の一意性が強く求められる。また、環境負荷を適切に把握するため、システム境界内の全ての環境負荷を漏れなく計算する網羅性が求められる。

全ての資材に対して共通のシステム境界を設定し、システム境界内全ての環境負荷を計算するためには、統計資料や工場毎に集計される通常のデータでは積み上げ切れない(データが集められていない)細かな環境負荷も計算する必要がある。本研究では、この積み上げ切れない環境負荷を産業連関表に基づいて「未集計分等見込み値」として整理し、データがない場合でも計算可能な推定手法を作成した。

### 3. 1. 2 各意思決定レベルのライフサイクルインベントリアナリシ手法 (LCI)

LCA に基づいて環境負荷を計算する手法を「ライフサイクルインベントリアナリシ手法 (Life Cycle Inventory Analysis : LCI)」と呼ぶ。本報告書では、本プロジェクトにより開発した社会資本整備を対象とする LCI を「社会資本 LCI」と呼ぶこととした。

社会資本分野では、原価の「積み上げ」により工事費用を算出する工事価格の積算体系が発達している。社会資本 LCI は、この積算体系に準じて、資材等の数量とそれらの環境負荷原単位の積和により計算する手法とした。

以下の式は温室効果ガス (GHG) の算出式の例であり、GHG 排出量及び GHG 排出原単位を変えることによって、その他の環境負荷の算出式とすることが出来る。

社会資本 LCI の基本式 (温室効果ガスの算出式の例 (TS Q 0010 より))

$$GHG\text{排出量} = \sum_i (\text{活動量}_i \times GHG\text{排出原単位}_i)$$

GHG : 温室効果ガス (Greenhouse Gas)     $i$  : プロセス

#### 【解説】

社会資本 LCA に基づく環境負荷量は、社会資本の整備や維持管理に係る資材、作業等それぞれの単位当たりの環境負荷量 (原単位) とその数量の積の合計によって計算される。環境負荷量の算出式の例として、JIS の標準仕様書 (TS Q 0010) に示される温室効果ガスの算出式は、以下のとおりである。

$$GHG\text{排出量} = \sum_i (\text{活動量}_i \times GHG\text{排出原単位}_i) \quad \text{式 (3-1)}$$

公共事業及び環境負荷算出の流れは図 3. 1-2 に示すとおりであり、社会資本整備の意思決定は、1) 構想レベルで事業全体の計画を行い、2) 設計レベルで構造物の形式を決め、3) 施工レベルで詳細な工法、4) それぞれの工法に応じた個別の資材を決める、という順に行っていく。そのため、例えば設計レベルでは使用する個別の資材が確定していないように、社会資本整備の計画・実施の進捗に応じて、環境負荷量の算出に使用することが出来るデータが異なる。また、各レベルにおいて計算の実施者は異なり、必ずしもそれぞれの情報から各数量を算出することに長けている訳ではないことから、社会資本 LCA は各レベルに求められる精度に応じた計算実施者が利用しやすいツールであることが望まれる。

式 (3-1) に基づいて、各意思決定レベルにおけるそれぞれの環境負荷量の算出式を以下に示す。

#### (1) 構想レベル

本来、構想レベルで対象となる環境負荷は、構造物を整備・管理することによって発生する環境負荷 ( $\sum_j (S_j \times \overline{ES}_j)$ )、構造物を利用することによって発生する環境負荷 ( $EU$ )、公的機関が用地取得や PI 等を実施することによって発生する環境負荷 ( $EA$ ) の三者とするべきである。

本研究で開発した社会資本 LCI では、構想レベルの環境負荷量を構造物の整備・管理の環境負荷を構成する活動量と環境負荷原単位の積和と構造物の計画に伴う環境負荷の合計し、構造物の使用に伴う環境負荷は計算対象外とした。構造物の使用に伴う環境負荷量の算出手法の開発は、今後の課題である。

構想レベルの環境負荷量を算出する基本式は、以下のとおりである。

$$EP = \sum_j (S_j \times \overline{ES}_j) + [EU] + EA \quad \text{式(3-2)}$$

- EP** : 事業全体の環境負荷量(Emission by Project)  
**j** : 構造物の種類  
**S** : 構造物(Structure)の規模  
 $\overline{ES}$  : 構造物当たりの原単位(環境負荷量) (Emission by Structures)  
**EU** : 構造物の使用に係る環境負荷量(Emission by Using)  
**EA** : 構造物の計画に係る環境負荷量(Emission by Administering)

## (2) 設計レベル

設計レベルの環境負荷は、本来、構造物建設時の工種毎の環境負荷と作業量の積和 ( $\sum_k (W_k \times \overline{EW}_k)$ ) と設計を行うこと自体に伴う環境負荷 (**ED**) の合計とするべきである。工種の環境負荷原単位には、作業に用いる資材毎の環境負荷、運搬に伴う環境負荷、施工に伴う環境負荷が含まれる。

設計レベルの環境負荷量を算出する基本式は、以下のとおりである。

$$ES = \sum_k (W_k \times \overline{EW}_k) + ED \quad \text{式(3-3)}$$

- ES** : 構造物の環境負荷量(Emission by Structure)  
**k** : 工種の種類  
**W** : 各工種(type of Work)の作業量  
 $\overline{EW}$  : 工種当たりの原単位(環境負荷量) (Emission by types of Work)  
**ED** : 構造物の設計に係る環境負荷量(Emission by Designing)

## (3) 施工レベル

施工レベルにおける環境負荷は、資材毎の環境負荷 ( $\sum_l (M_l \times \overline{EM}_l)$ )、運搬に伴う環境負荷 ( $\sum_m (T_m \times \overline{ET}_m)$ )、施工に伴う環境負荷 ( $\sum_n (C_n \times \overline{EC}_n)$ ) の和であるとした。

施工レベルが設計レベルと異なる点は、設計に伴う環境負荷が含まれていないことに加えて、資材・運搬・施工の具体性が高まることである。これに対応するため、具体的な資材・運搬・施工方法の環境負荷を算定し、代表的な環境負荷と置き換えることができるようにしている。これにより、施工者等による具体的提案が、平均的な資材・施工方法に比べてどの程度有効であるか、工事全体の中でどの程度の割合の改善効果があるかを算出することが可能となった。

施工レベルの環境負荷量を算出する基本式は、以下のとおりである。

$$EW = \sum_l (M_l \times \overline{EM}_l) + \sum_m (T_m \times \overline{ET}_m) + \sum_n (C_n \times \overline{EC}_n) \quad \text{式(3-4)}$$

- EW** : 工種の環境負荷量(Emission by type of Work)  
**l** : 資材の種類  
**M** : 資材(Material)の数量  
 $\overline{EM}$  : 資材の原単位(環境負荷量) (Emission by Materials)  
**m** : 運搬の車種等  
**T** : 運搬距離(Transport distance)  
 $\overline{ET}$  : 運搬に係る原単位(環境負荷量) (Emission by Transport)



- $n$  : 施工に係る環境負荷(建設機械、仮設材 等)の種類  
 $C$  : 施工(Construction)に係る数量(掘削量 等)  
 $\overline{EC}$  : 施工に係る原単位(環境負荷量)(Emission by Construction)

#### (4) 資材選定レベル

資材選定レベルにおける環境負荷量は、主要な原材料 ( $\sum_o (R_o \times \overline{ER}_o)$ )、主要な投入エネルギー ( $\sum_p (E_p \times \overline{EE}_p)$ )、未集計分等見込み値 ( $EO$ ) の環境負荷量の和とした。現場条件や新規の技術開発による環境負荷削減量を適切に評価するため、主要な原材料、投入エネルギーによる環境負荷量は積み上げ法で算出する。一方、積み上げ計算が困難な諸活動は、類似資材の国内の平均的環境負荷量の該当分を未集計分等見込み値として付加する。

未集計分等見込み値とは、資材選定レベルの環境負荷量を積み上げ法で計算する際に対象とする主要部門、項目以外の環境負荷であり、積み上げ法の対象とする主要部門、項目とは、基本式の第1、2項で算定される原材料と投入エネルギーである。未集計分等見込み値に係る環境負荷量は、社会資本 I0 表に基づいて設定する。

資材選定レベルの環境負荷量を算出する基本式は、以下のとおりである。

$$EM = \sum_o (R_o \times \overline{ER}_o) + \sum_p (E_p \times \overline{EE}_p) + EO \quad \text{式(3-5)}$$

- $EM$  : 資材の環境負荷量(Emission by Material)  
 $o$  : 原材料の種類  
 $R$  : 原材料の数量(Raw-material)  
 $\overline{ER}$  : 原材料に係る原単位(環境負荷量)(Emission by Raw-material)  
 $p$  : 投入エネルギーの種類  
 $E$  : 投入エネルギー(Energy)の量  
 $\overline{EE}$  : 投入エネルギーに係る原単位(環境負荷量)(Emission by Energy)  
 $EO$  : 未集計分等見込み値<sup>※1</sup>に係る環境負荷量(Emission by Others)

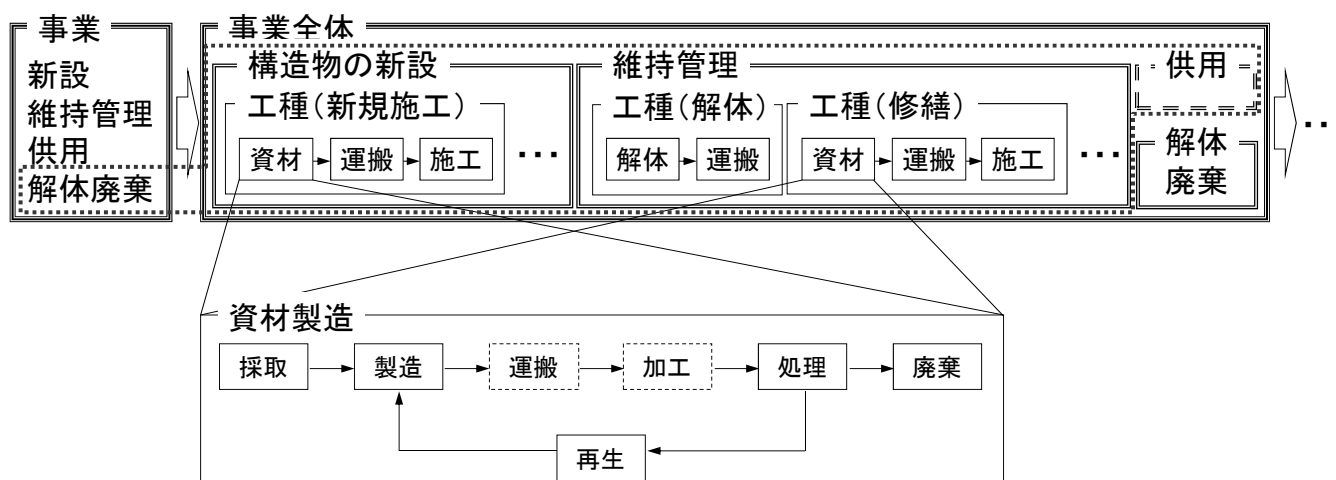
注：※1: 企業・工場等の個別データ等で積み上げ計算を行う場合、産業連関表と比較して積み上げられない部門の合計値を「未集計分等見込み値」と呼び、社会資本I0表を用いて別途加算することとした(「3. 2. 9 資材(個別品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)。

式(3-2)～(3-5)に用いた「原単位」、「数量」を表 3. 1-1に整理する。なお、構想レベルにおける「構造物の計画に伴う環境負荷量」及び「構造物の使用に伴う環境負荷量」、設計レベルにおける「構造物の設計に伴う環境負荷量」の算出手法の開発は今後の課題である。

構想、設計、施工レベルの計算により算出される「事業全体の環境負荷量」、「構造物の環境負荷量」、「工種の環境負荷量」は、図 3. 1-7に示すとおり入れ子構造になっており、資材の原単位から積み上げることで事業全体の環境負荷量を算出することが出来る。なお、再利用を行う一部の資材原単位においては、再利用による環境負荷量の削減効果を見込むため、再利用しない場合に発生が想定される環境負荷量相当分を控除している。

表 3. 1-1 各意思決定レベルにおける「原単位」、「数量」の例

意思決定レベル	原単位	数量
構想レベル	<b>構造物当たりの原単位</b> (例えば、道路延長1km、1車線当たりの道路設置に係る二酸化炭素排出量)	<b>構造物の規模</b> (例えば、新設する道路延長距離)
設計レベル	<b>工種当たりの原単位</b> (例えば、1m <sup>3</sup> の土砂を掘削する(工種：掘削工)際の二酸化炭素排出量)	<b>各工種の作業量</b> (例えば、掘削する土砂の量)
施工レベル	<b>資材(一般品・個別品)の原単位</b> (例えば、セメント1t当たりの製造時に発生する二酸化炭素量)	<b>資材(一般品・個別品)の数量</b> (例えば、使用するセメント量)
	<b>運搬に係る環境負荷量</b> (例えば、ある車種が1km走行する際に排出する二酸化炭素量)	<b>運搬に係る数量</b> (例えば、運搬距離 等)
	<b>施工に係る環境負荷量</b> <b>建設機械に係る環境負荷量</b> (例えば、ある建設機械を1日使用した際に発生する二酸化炭素量) <b>仮設材に係る環境負荷量</b> (例えば、ある仮設材のリース代当たりの二酸化炭素排出量(仮設材の製造、管理等に伴う二酸化炭素))	<b>建設機械に係る数量</b> (例えば、建設機械使用日数 等) <b>仮設材に係る数量</b> (例えば、仮設材のリース代 等)
資材選定レベル	<b>原材料の原単位</b> (例えば、砕石1t当たりの二酸化炭素排出量)	<b>原材料の数量</b> (例えば、使用する砕石の量)
	<b>投入エネルギーに係る環境負荷量</b> (例えば、重油1L当たりの二酸化炭素排出量(石油の精製、輸送等に伴う二酸化炭素排出量 + 実際の燃焼に伴う二酸化炭素排出量))	<b>投入エネルギーの量</b> (例えば、使用する重油量)
	<b>未集計分等見込み値に係る環境負荷量</b>	—



事業全体の環境負荷量の計算対象範囲を示す。社会資本の整備を行う際は、一般的に既設の構造物を解体し、発生した廃棄物を再生材として新設する構造物の材料として利用する。また、社会資本の構造物は長寿命であり、将来の解体廃棄を予想することは難しい。このことから、事業全体の環境負荷量の計算対象は、以前の構造物の解体廃棄を含み、新設する構造物の解体廃棄を含まない範囲とする。

「供用」とは、構造物の稼働や利用に伴う環境負荷量を指す。本手法では計算対象としていないが、今後の計算対象とすべく検討が必要である。

工種内の「運搬」「加工」と資材内の「運搬」「加工」が重複するため、資材の「運搬」「加工」は換算しない。

図 3. 1-7 環境負荷量の積算イメージ

### 3. 1. 3 各意思決定レベルの LCI 計算に用いる数量の算出方法

各レベルにおける環境負荷量は、主に下表に示す原単位と数量の積和によって算定する。

意思決定レベル	原単位	数量
構想レベル	構造物当たりの原単位	構造物の規模
設計レベル	工種当たりの原単位	各工種の作業量
施工レベル	資材(一般品・個別品)の原単位	資材(一般品・個別品)の数量
	運搬に係る環境負荷量	運搬に係る数量
	施工に係る環境負荷量	
	建設機械に係る環境負荷量 仮設材に係る環境負荷量	建設機械に係る数量 仮設材に係る数量
資材選定レベル	原材料の原単位	原材料の数量
	投入エネルギーに係る環境負荷量	投入エネルギーの量
	未集計分等見込み値に係る環境負荷量	—

「構想レベル」において詳細な工事内容が明らかな場合は、「設計レベル」若しくは「施工レベル」の算出式に基づいてより詳細な積み上げ計算を行う。また、「設計レベル」においてより詳細な施工内容が明らかな場合は、「施工レベル」の算出式に基づいてより詳細な積み上げ計算を行う。

また、「施工レベル」において建設機械に係る数量の詳細が確定していない場合、土木工事積算基準マニュアル、国土交通省 土木工事積算基準、建設機械等損料表等に基づいて、使用日数や燃料使用量等を推定することが必要となる。

#### 【解説】

##### (1) 構想レベル

構想レベルにおいては、詳細な工事内容が不明であり、「土工道路〇m」、「トンネル〇m」、「橋梁〇m」等のように社会資本の規模として構造物の数量のみしか決まっていないことがほとんどである。このことから、構想レベルの環境負荷量の算定では、「構造物当たりの環境負荷原単位」と「構造物の規模」を積和することにより、全体の環境負荷量を算定する。

本研究で作成した構造物当たりの環境負荷原単位は、複数の実際の工事事例を元に環境負荷量の算定を行い平均的な値として作成したものである。しかし、まだ工事事例数が少なく原単位としてそのまま用いることは出来ない。(「3. 2. 1 構造物当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果(案)」参照)

##### (2) 設計レベル

設計レベルにおいては、概算事業費の算出のために整理される概算工事数量として、工種毎に「掘削土〇m<sup>3</sup>」「舗装〇m<sup>2</sup>」等の作業量が決まっていることが多い。このことから、設計レベルの環境負荷量の算定では、「工種当たりの環境負荷原単位」と「各工種の作業量」を積和することにより、全体の環境負荷量を算定する。

本研究で作成した工種当たりの環境負荷原単位は、複数の実際の工事事例を元に環境負荷量の算定を行い、工種毎の平均的な環境負荷量として作成したものである。(「3. 2. 3 工種当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

### (3) 施工レベル

国土交通省等が発注の際に用いる施工レベルの工事積算書では、資材等の数量が図 3. 1-8に示すようなデータ構造となっている。最も深い階層(「(D) 機械単価」)から、上位の階層に向かって「(C) 施工単価」、「(B) 施工内訳」、「(A) 設計内訳」と遡及的に積み上げて、資材の数量、運搬距離、施工に係る数量を算出する。算出された「資材の数量」「運搬距離」「施工に係る数量」にそれぞれ「資材の原単位」「運搬に係る環境負荷量」「施工に係る環境負荷量」を積和することにより、全体の環境負荷量を算定する(「3. 2. 5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 6 運搬の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 7 建設機械の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 8 仮設材の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)。



図 3. 1-8 工事積算書のデータ構造(イメージ)

また、詳細設計等の環境負荷量の算定において参考とするデータにおいて図 3. 1-8の「(D) 機械単価」や「(C) 施工単価」が明らかでない場合は、一般的な施工条件から推定する必要がある。推定においては、「土木工事積算基準マニュアル(国土交通省大臣官房技術調査課)」、「国土交通省土木工事積算基準(国土交通省大臣官房技術調査課)」、「建設機械等損料表((社)日本建設機械化協会)」を用いる。

なお、出典資料は毎年若しくは隔年で更新されており、出典資料の更新に併せてデータベースも随時更新しなければならない。

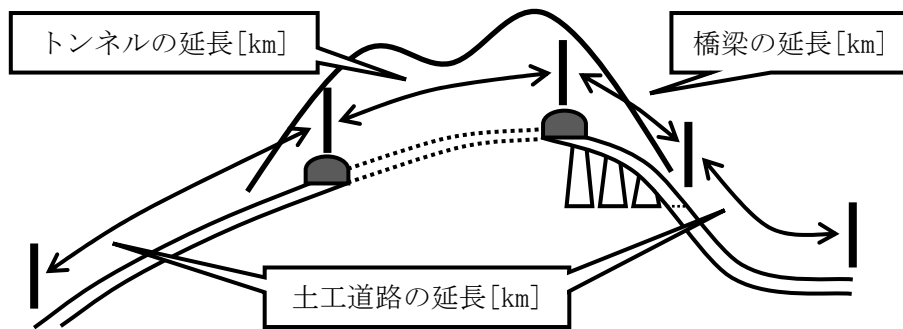
### (4) 資材選定レベル

同一の資材を製造する場合でも、工場や企業によって投入する原材料やエネルギーの種類や量が僅かながらも異なることから、それぞれの環境負荷量も異なる。資材選定レベルのLCI計算では、これらの違いを明らかにするため、工場や企業毎に整理している原材料、投入エネルギー等の統計データに基づいて、個別の資材の環境負荷量を算定する。

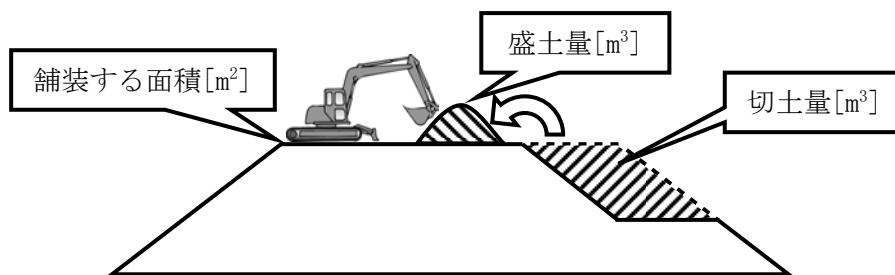
しかし、例えば購入している原材料の採取や輸送、事務所の水道光熱や通信に係る環境負荷等の細部の環境負荷については、工場や企業毎に把握できていないことがほとんどである。そのため、本研究では、産業連関表に基づいてそれら細部の環境負荷の一般的な値を「未集計分等見込み値」として整理した。細部の環境負荷が分からない場合でも、この「未集計分等見込み値」を使用することによって計算を可能とした(「3. 2. 9 資材(個別品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)。

各レベルにおいて検討される事業計画、概略設計、詳細設計等に基づいて設定する「数量」のイメージを図 3. 1-9に示す。

構想レベル(参考とするデータ：事業計画、予備設計)



設計レベル(参考とするデータ：予備設計、概略設計)



施工レベル(参考とするデータ：詳細設計、施工計画)



資材選定レベル(参考とするデータ：工場毎、企業毎の統計データ)

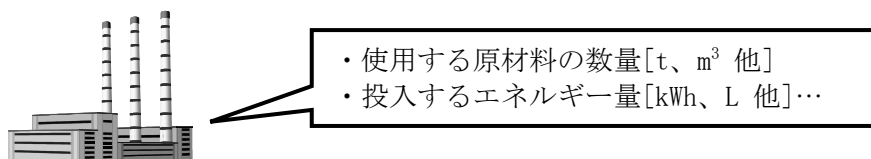


図 3. 1-9 各意思決定レベルにおける「数量」設定のイメージ

### 3. 2 環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

産業連関表(2005 年表)と業界団体の協力により得られた統計データ等に基づいて「資材(一般品)の原単位」を算定した。(「3. 2. 5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

「資材(一般品)の原単位」の詳細の内訳を工場、企業毎の統計データがあると予想される項目と統計データがないと予想される項目に分け、統計データがないと予想される項目の環境負荷を未集計分等見込み値として整理した。これによって、「資材(個別品)の原単位」の算定手法を開発した。(「3. 2. 9 資材(個別品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

「資材(一般品)の原単位」とシャシダイナモ試験による走行距離当たりの燃料消費量に基づいて「運搬に係る環境負荷」を算定した。

(「3. 2. 6 運搬の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

「資材(一般品)の原単位」と建設機械重量当たりの維持修理、償却、管理に係る環境負荷に基づいて「建設機械に係る環境負荷」を算定した。

(「3. 2. 7 建設機械の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

「資材(一般品)の原単位」、仮設材 1 回使用当たりの損耗の割合、管理等に伴う環境負荷に基づいて「仮設材に係る環境負荷」を算定した。

(「3. 2. 8 仮設材の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

「資材(一般品)の環境負荷原単位」、「運搬の環境負荷原単位」、「建設機械の環境負荷原単位」、「仮設材の環境負荷原単位」及び複数の工事積算データに基づいて二酸化炭素発生量を算出し、それを工種毎に整理することにより「工種当たりの環境負荷原単位」、構造物毎に整理することにより「構造物当たりの環境負荷原単位」を算定した。

(「3. 2. 1 構造物当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果(案)」

「3. 2. 3 工種当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」参照)

#### 【解説】

各環境負荷原単位の算定方法及び算定結果は、次項以降に記載する。

## 【構想レベルの環境負荷の算出】

### 3. 2. 1 構造物当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果（案）

18の工事事例(土工道路8事例、橋梁6事例、トンネル4事例)に基づいて、資材、運搬、建設機械及び仮設材の原単位と数量の積和から、構造物当たりの環境負荷原単位案を算定した(図 3. 2-1 参照)。

計算対象とした工事事例が限られていること、構造物の種類毎のばらつきが大きいことから、本研究で作成した構造物の原単位をそのまま用いることは好ましくない。

今後の課題として、工事事例(計算結果のサンプル数)を増やして原単位の精度向上を図ることに加えて、原単位となる構造物の種類の詳細化によりばらつきを抑えることが必要となる。

#### 構造物当たりの環境負荷原単位(案)



図 3. 2-1 構造物当たりの二酸化炭素排出量原単位(案)

#### 【解説】

##### (1) 構造物当たりの環境負荷原単位の算定方法

構造物当たりの原単位は、18の道路工事事例(土工道路8事例、橋梁6事例、トンネル4事例)に基づいて、資材、運搬、建設機械及び仮設材の原単位と数量の積和から、各事例の1車線、道路延長1km当たりの環境負荷量(二酸化炭素排出量)を算出し、土工道路、橋梁、トンネルそれぞれの平均値として試算した。

資材、運搬、建設機械及び仮設材の原単位は、「3. 2. 5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 6 運搬の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 7 建設機械の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」、「3. 2. 8 仮設材の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」に記載した。

各工事事例の概要は表 3. 2-1に示すとおりであり、具体的な計算方法は「4. 3. 5 設計レベルにおけるLCI結果」に記載した。

表 3. 2-1 構造物当たりの原単位の算定に用いた 18 工事事例の概要

事例コード	構造形式	規格		地方	施工延長(m)	全幅員(m)	車線数(合計)	歩道		
1-1(b)	土工	高速・ 自専道	法面 構造	法面整形	関東	12,200	23.0	4	なし	
1-1(c)				路体・路床盛土	北陸	6,570	12.0	2	なし	
1-1(d)				法面整形	中部	2,200	23.5	4	なし	
1-1(f)				路体・路床盛土	中国	5,264	12.0	2	なし	
1-1(h)				法面整形	四国	3,140	12.0	2	なし	
1-1(a)		一般道		法面整形、法枠+ 緑化、植生マット	東北	6,000	24.5	4	片側	
1-1(e)				法面整形	近畿	4,900	23.3	4	両側	
1-1(g)				法面整形、吹付 枠、種子吹付	四国	1,200	29.0	4	両側	
1-2(b)				橋梁	高速・ 自専道	上部 構造 形式	鋼単純鉄桁	北陸	86	10.5
1-2(c)	中部	PC ポステンT桁、 連続鋼非合成鉄桁	中部				845	10.8	4	なし
1-2(d)		4 径間連続非合 成鋼鉄桁					175	10.8	2	なし
1-2(e)		PC3 連続波形鋼 板ウェブ箱桁					170	10.0	2	なし
1-2(a)	近畿	2 径間連続合成 鉄桁	近畿				91	9.3	2	なし
1-2(f)		PC4 径間連続中 空床版橋					101	9.3	2	なし
1-3(b)	トン ネル	高速・ 自専道	工法				NATM 工法(発破)	四国	1,915	10.5
1-3(c)				NATM 工法(発破)	940	10.5	2		なし	
1-3(d)				NATM 工法(発破)	670	10.5	2		なし	
1-3(a)		一般道		NATM 工法(発破)	4,187	8.0	2		なし	

## (2) 構造物当たりの環境負荷原単位の算定結果

構造物当たりの環境負荷原単位の概要は以下のとおりである。

### 土工

- ・基本的に資材使用量が少なく、掘削や土砂の運搬等の作業が主であるため、運搬や建設機械の環境負荷の割合が大きい。
- ・資材使用量が少ないため、「橋梁」「トンネル」と比較して環境負荷量が小さい傾向にある。
- ・施工区域の土質の違い(土砂、軟岩、硬岩)等によって、掘削工等の建設機械に伴う環境負荷量が変わるため、同じ道路規格でも施工区域によって環境負荷量が変わると想定される。

### 橋梁

- ・鋼材(上部工)や鉄筋(下部工)等の使用量が多いため、資材の環境負荷の割合が顕著に大きい。
- ・資材使用量が多いため、「土工」「トンネル」と比較して環境負荷量が大きい傾向にある。
- ・橋梁の形式によって使用する資材が異なるため、橋梁の形式に応じて環境負荷量の傾向が異なると想定される。



## トンネル

- ・ 今回の試算に用いた工事事例は、NATM工法のみである。
- ・ NATM工法はセメント等の資材資料量が多く、またトンネル掘削や掘削土砂の運搬に使用する建設機械に伴う環境負荷も大きい。
- ・ トンネルの施工方法としては、NATM工法以外に従来工法やシールド工法等があり、施工方法の違いによって環境負荷量が変わると想定される。

### (3) 精度向上に向けた今後の課題

今回の検討では、計算対象とした工事事例が18事例と限られていること、構造物の種類毎にばらつきが大きいこと等から、本算定結果をそのまま構造物の原単位として用いることは現状では好ましくない。今後の課題として、原単位の精度を向上するために、「新たな工事事例を対象とした試算の追加及び試算結果の蓄積」を行う必要がある。また、構造物の種類毎のばらつきを低減させるためには、構造物の環境負荷の傾向を踏まえて、「構造物の種類細分化」を行う必要がある。

併せて、本検討では構造物の対象を「道路事業」に限定したが、将来、その他の社会資本に対してもLCI計算を実施するためには、「河川事業」や「港湾事業」等の他事業の構造物も原単位として追加することが望まれる。

LCI計算の利便性や比較検討における必要性の観点から、今後望まれると予想される構造物当たりの環境負荷原単位の種類の将来案は表 3. 2-2に示すとおりである。

表 3. 2-2 細分化や事業の追加によった構造物当たりの原単位の種類(将来案)

事業	構造物の種類		単位
道路	土工 道路	平野部の一般道(平面道路)	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		平野部の高速道・自専道(盛土中心)	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		山岳部の道路(盛土切土)	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
	橋梁	都市部	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		山岳部	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		河川部	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
	トン ネル	NATM工法	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		開削工法	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
		シールド工法	t-CO <sub>2</sub> /車線数/道路延長km
	舗装	新設	t-CO <sub>2</sub> /施工範囲m <sup>2</sup>
打換		t-CO <sub>2</sub> /施工範囲m <sup>2</sup>	
河川	堤防	t-CO <sub>2</sub> /堤体積m <sup>3</sup>	
	多自然型護岸	t-CO <sub>2</sub> /施工範囲m <sup>2</sup>	
港湾	防波堤	t-CO <sub>2</sub> /堤体積m <sup>3</sup>	
	護岸	t-CO <sub>2</sub> /施工範囲m <sup>2</sup>	
その他	下水処理場(一次処理)	t-CO <sub>2</sub> /処理能力m <sup>3</sup> /日	
	下水処理場(二次処理)	t-CO <sub>2</sub> /処理能力m <sup>3</sup> /日	
	下水処理場(高度処理)	t-CO <sub>2</sub> /処理能力m <sup>3</sup> /日	
	ポンプ場	t-CO <sub>2</sub> /排水能力m <sup>3</sup> /分	
...	...	...	

#### (4) 原単位の更新における懸案事項

本研究における構造物当たりの原単位の算定に使用したデータが変更された場合、その変更に応じて原単位を新たに更新する必要がある。変更される可能性のあるデータとそれが変更された場合に必要となる主な対応は、以下のとおりである。

##### 1) 公的統計、業界統計等の更新(主に1年毎)

「資材(一般品)の環境負荷原単位」の更新が必要

##### 2) 産業連関表の更新(5年毎)

「資材(一般品)の環境負荷原単位」の更新が必要

##### 3) 「土木工事積算基準」等の積算基準(歩掛)の変更(主に1年毎)

各種作業における建設機械の一般的な作業時間等が変更されることによって、建設機械の環境負荷に係る数量の変更が必要

1)、2)の具体的な対応については、「3.2.5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」に記載する算定手法に基づく。

また、出典データの更新による対応とは別に、社会資本 LCA 手法の普及に伴って各所で実施される計算結果を収集し、原単位算定の際のサンプルとして追加することによって、原単位の精度向上を行う必要がある。ある一定数のサンプルが得られた以降は、新たなサンプルの追加に合わせて古いサンプルの削除を行う。将来の課題としては、それらを自動的に行うシステムの構築を目指す。

### 3. 2. 2 構造物の計画に伴う環境負荷の算定方法（案）

構造物の計画に伴う環境負荷は、公的機関が計画の立案、作成の作業に際して使用する事務所のガス、電気等に伴う環境負荷である。

対象事業分の事務所の維持管理費（人件費、水道光熱費等）に「土木建設サービス部門」の環境負荷原単位を乗じることによって構造物の計画に伴う環境負荷を推計することが出来る。

#### 【解説】

#### (1) 構造物の計画に伴う環境負荷算定の考え方

社会資本の構造物の計画は、基本的にそれぞれの整備計画等に基づいて国土交通省等の公的機関が実施する。計画の立案、策定の作業に際しては、事務所のガス、電気、水道、協議や交渉のための職員の交通移動等に伴う環境負荷の発生が想定される。

各事務所で使用するガス、電気等については、一般に数量ベース（ $m^3$ 、 $kWh$ 等）で推計されない。加えて、通常、一つの事務所で複数の計画を扱っており、どの計画にどれだけの環境負荷が発生するかを区分することは不可能である。したがって、構造物の計画に伴う環境負荷の算定手法は、入手可能なデータで推定を行う手法であることが求められる。

なお、計画の立案、策定のために実施される事前調査（大気環境、動植物、水環境等）に伴う環境負荷については、それを構想レベルの社会資本整備に伴うLCI計算の対象とするかどうかを含めて今後の検討が必要である。

#### (2) 構造物の計画に伴う環境負荷の算定方法（案）

構造物の計画に伴う環境負荷は、入手可能と考えられるデータに金額ベースの環境負荷原単位を乗じることにより算定することとする。また、1事務所で複数の計画を扱っている場合、それぞれの作業に伴う環境負荷の割合は単年度の事業費の該当の事務所分に比例すると仮定することが出来る。事務所で使用するガス、電気等毎に費用が推計されている場合、それらに金額基準の資材の原単位と対象とする作業に伴う環境負荷の割合乗じることによって、構造物の計画に伴う環境負荷を算定することとする。

一方、ガス、電気等の整理、推計がなされていない場合は、以下のとおり、環境負荷原単位に「土木建設サービス部門」を採用し、人件費、水道光熱費等の推計額（工事費を除く事務所の維持管理費、以下では「維持管理費」という）を乗じることによって、構造物の計画に伴う環境負荷を算定することとする。

構造物の計画に係る環境負荷量

$$= \text{事務所の維持管理費} \times \frac{\text{該当事業の事務所分の事業費}}{\text{事務所分の事業費の合計}} \times \text{「土木建設サービス部門」の環境負荷原単位}$$

【参考】「土木建設サービス部門」の二酸化炭素排出原単位（金額基準）：1.42  $kg-CO_2$ /千円

なお、産業連関表では、「土木建設サービス部門」の例として建設・エンジニアリング業、関連技術コンサルタント業が挙げられていること、また人件費、水道光熱費等の推計額には利益等の民間企業で見込まれている項目が含まれていないと考えられることから、同数値を採用することに対する妥当性については、今後の検証が必要である。

### (3) 既往研究に基づいた事業費をベースにした構造物の計画に伴う環境負荷の算定方法（案）

(2)では、事務所の人件費等から構造物の計画に伴う環境負荷の算定手法を提案したが、事務所の維持管理費や事務所分の事業費等が分からない場合、同手法は適用できない。そこで、既往研究を参考として、事業費をベースにした構造物の計画に伴う環境負荷を算定する手法を検討する。

公的機関が管轄する社会資本の整備に掛かった費用は単年度毎に整理されており、プロジェクト全体の事業費を整理した研究事例は少ないが、例えば曾根ら(2000)<sup>1</sup>等の研究がある。

同研究では、過去に工事が完了した実際の道路事業(仙台西道路事業)をケーススタディの対象として、全体事業費の把握を行っている。それによると、事業費及び工事費の内訳は図 3. 2-2 のとおりである。

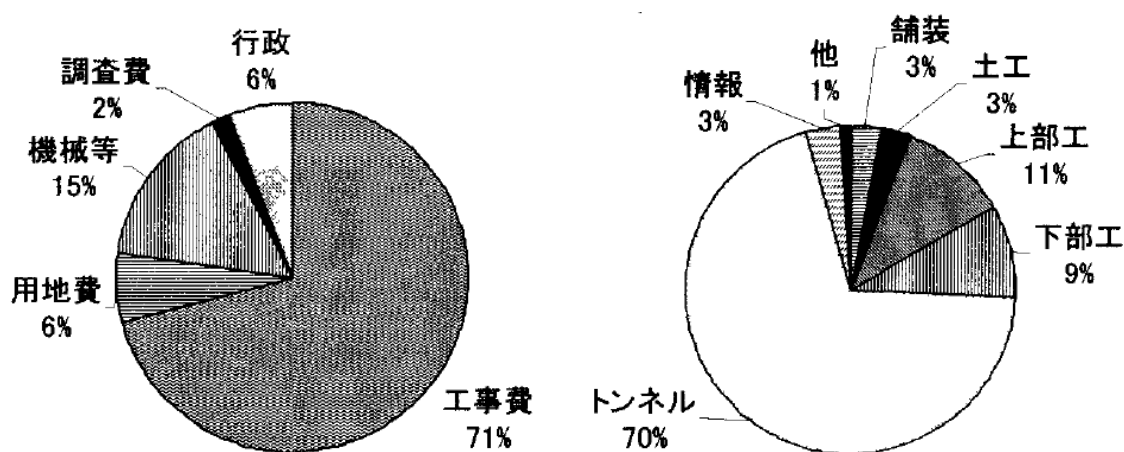


図 3. 2-2 事業費、工事費の内訳(左：事業費 右：工事費)

事業費の内訳(図 3. 2-2の左)の凡例の意味は、以下のとおりである。

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 工事費：建設に要した費用         | 用地費：用地補償に要した費用  |
| 機械等：機械損料、工事諸費等に要した費用 | 調査費：調査、設計に要した費用 |
| 行政：行政職員の人件費          |                 |

一般に事務所の維持管理費のうち人件費の割合が大きいことから、人件費が水道光熱費等を含む維持管理費とほぼ等しい、また対象とした道路事業の事業費の内訳は他の事業と比較して標準的であると仮定すると、「事業費の6%」を「事業単位での維持管理費」として設定することが出来る。これに、(2)で示した「土木建設サービス部門」の環境負荷原単位を乗じることによって、構造物の計画に係る環境負荷量を算定することが出来る。

なお、この算定方法は、多くの仮定によって成り立っている。例えば、曾根ら(2000)で対象とした事業を標準的であると仮定したが、同論文内では「工事費の比率が高い事業」と記述されている。したがって、同算定方法を用いる場合、この数値をLCI計算にそのまま用いることは避け、今後の研究によって事業費と維持管理費の関係を明らかにしていく必要がある。

<sup>1</sup>曾根真理 他「道路事業における機械損失を含めたコスト最小化に関する研究」(建設マネジメント研究論文集、平成 12 年)

## 【設計レベルの環境負荷の算出】

### 3. 2. 3 工種当たりの環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

14 の工事事例に基づいて、資材、運搬、建設機械及び仮設材の原単位と数量の積和から、工事毎の環境負荷量を算出し、工種毎の環境負荷量の平均値を工種当たりの環境負荷原単位として取りまとめた(表 3. 2-3 参照)。

今後、新たな工事事例による LCI 計算結果(試算結果のサンプル)を追加することにより、原単位の精度を向上させなければならない。

#### 工種当たりの環境負荷原単位

表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果(1/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)	
A種コンクリート工	27N-5-40(高炉B)	m <sup>3</sup>	4	233.32	-49.13	2135.23	
D種コンクリート工	18N-5-40(高炉B)	m <sup>3</sup>	6	200.88	-40.52	2127.03	
E種コンクリート工	18N-8-40(高炉B)	m <sup>3</sup>	3	200.88	-40.52	2127.03	
G種コンクリート工	鉄材コンクリート	m <sup>3</sup>	3	688.10	-57.83	2929.40	
L形側溝工		m	1	87.33	-30.86	557.45	
足場工		式	9	0.00	0.00	0.00	
アスチック遊具工-1	丸太ステップ	式	1	1009.78	-203.58	1312.86	
アスチック遊具工-2	ネットクライム	基	1	6725.24	-171.53	6789.85	
アスチック遊具工-3	平均台	基	1	543.93	-109.66	707.19	
石材縁石工		m	1	55.45	-4.59	120.74	
雨水排水管工		m	1	0.69	-0.14	10.63	
埋め戻し工		m <sup>3</sup>	2	3.10	-0.01	1.51	
埋戻し工	転圧有り	式(m <sup>3</sup> )	4	2.29~3.29	-0.01	1.01~1.58	
埋戻し工	転圧無し	式(m <sup>3</sup> )	4	2.27	-0.01	1.10	
埋戻し工	発生土水締	m <sup>3</sup>	2	5.75~	-0.04~	3.02~	
	発生土	m <sup>3</sup>		44.77		2.50	2113.57
裏込砕石工	C40~0	m <sup>3</sup>	1	32.96	1.76	2465.01	
上塗り塗装工	長油性7/10酸樹脂淡彩	m <sup>2</sup>	1	0.20	-0.001	0.16	
園名板工		基	1	2178.78	-55.57	2199.71	
汚水柵工		箇所	1	174.59	-74.51	841.56	
仮橋工		式	2	-	-	-	
下層路盤工	RC40~0 t=20cm	m <sup>2</sup>	3	1.74~	-642.59	84.35~	
	RC40~0 t=30cm	m <sup>2</sup>		4.61		~0.28	391.03
	RC40~0 t=15cm	m <sup>2</sup>					
型枠工		式(m <sup>2</sup> )	9	2.20	-0.03	1.61	
型枠工	無筋	m <sup>2</sup>	8	0.00	0.00	0.00	
	合板円形	m <sup>2</sup>					
	小型構造物	m <sup>2</sup>					
仮道路工		式(式)	2	-	-	-	
殻運搬工	アスファルト廃材	m <sup>3</sup>	1	2.50	-0.01	1.12	
殻運搬処理工	運搬距離2km	m <sup>3</sup>	2	2.54	-0.01	1.14	
幹巻型樹名板工		枚	1	7.74	-0.45	5.93	
管渠工	B形管、φ900mm	式	1	-	-	-	
機械器具損料工		式(式)	3	-	-	-	
基層工	再生粗粒度アスコ ン t=5cm	m <sup>2</sup>	2	7.88~	-46.32~	84.69~	
				8.68		-46.25	85.87
基礎砕石工	C40~0 t=15cm	m <sup>2</sup>	3	5.08	0.26	369.84	

注：■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所

■：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所

表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果 (2/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)
基面整正工	人力	m <sup>3</sup>	1	0.00	0.00	0.00
給水管工		m	1	2.33	-0.05	1.35
境界杭工	根巻基礎有り	本	2	18.16	-8.01	79.34
橋梁用高欄工	H=750(車道用)	m	4	62.15～	-0.51～	52.94～
	H=1,000(歩道用)	m		74.58	-0.62	63.53
玉石積工		m <sup>2</sup>	1	4.07	-0.06	2.98
筋芝工	野芝	m <sup>2</sup>	1	18.08	-3.06	15.79
くず入れ工		基	1	206.83	3.83	263.88
掘削工(土砂)		式	4	3.77	-0.02	1.83
掘削工(土砂)		m <sup>3</sup>	7	1.92～	-0.02～	0.90～
	岩魂玉石混土	m <sup>3</sup>		4.52	-0.01	2.51
	平均運搬距離 L=50m	m <sup>3</sup>				
	平均運搬距離 L=180m	m <sup>3</sup>				
	片切掘削・砂質土	m <sup>3</sup>				
	オープンカット・砂質土	m <sup>3</sup>				
掘削工(軟岩)	リッパ掘削・軟岩 I	m <sup>3</sup>	1	5.29	-0.02	2.51
掘削工(軟岩)		式	3	-	-	-
クラック処理工		m	1	0.09	-0.001	0.10
クラック防止シート張工		m	1	0.03	-0.01	0.06
車止め工		基	1	293.16	-7.48	295.97
景石工		式(個)	1	3924.06	281.82	386631.62
桁架設工		式(本)	1	443.94	-6.62	325.11
現場打側溝工		m	1	843.56	-365.64	3935.46
工事用道路敷砂利工	C40～0 t=20cm	m <sup>3</sup>	1	22.56	1.49	2051.77
工事用道路補修工	C40～0	式(m)	3	6.65	0.45	615.47
工事用道路盛土工		m <sup>3</sup>	1	2.93	-0.01	1.36
鋼矢板工	II型 L=2.0m	式	2	-	-	-
ゴム支承工工	(固定)	個	1	11.54	-0.73	11.47
	(可動)	個	1	15.54	-0.84	14.18
ゴム支承工工		式	1	-	-	-
コンクリート工	18N-8-40 無筋	m <sup>3</sup>	7	299.47～	-68.44～	2318.16～
	18N-8-40 小型構造物	m <sup>3</sup>		314.26	-68.40	2773.91
	t=20cm	m <sup>2</sup>		75.95	-15.28	1006.79
コンクリートブロック積工	30cm×45cm×35cm(控)	m <sup>2</sup>	1	455.30	-100.67	4736.79
コンクリート舗装工		m <sup>2</sup>	1	4558.57	-99.13	4420.90
コンクリート擁壁工	H=1m	m	1	314.20	-69.70	2360.01
散水栓工		基	1	104.39	-2.66	105.40
残土処理工	平均運搬距離 L=180m	m <sup>3</sup>	2	2.83～	-0.03～	1.28～
		m <sup>3</sup>		15.25	-0.01	6.33
残土処理工		式	4	-	-	-
シート張防護工		式(m <sup>2</sup> )	1	2.96	-0.06	1.64
止水栓工		個	1	52.05	-1.33	53.56

注：■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所

■：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所

表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果 (3/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)
止水板工	CC300mm×7mm	式(m)	4	3.63	0.01	3.77
下塗り塗装工	変性エポキシ樹脂	m <sup>2</sup>	2	0.96	-0.01	0.76
芝生プロテクター工		m <sup>2</sup>	1	21.08	-1.23	16.14
集水柵工		式	1	-	-	-
集水柵工		箇所	1	71.43	-9.94	534.55
充填材工	コム化アスファルト系自地 材高弾性	kg	1	0.00	0.00	0.00
主桁架設工		式	1	-	-	-
主桁製作工		本	1	15515.12	-2709.68	65051.55
主体足場工		式(m <sup>2</sup> )	1	11.79	-0.46	13.44
上層路盤工	再生瀝青安定処理 t=10cm	m <sup>2</sup>	4	1.17~ 15.86	-220.50 ~-92.57	43.55~ 169.87
	RM40~0 t=15cm	m <sup>2</sup>				
	RM40~0 t=10cm	m <sup>2</sup>				
上層路盤基層工	とりこわし、安定処 理10cm、基層5cm	m <sup>2</sup>	1	24.84	-46.64	342.03
小舗石舗装工		m <sup>2</sup>	1	50.86	-8.48	659.40
植栽柵工、蓋工		基	1	877.19	-22.37	885.62
植生筋工	人工筋芝 幅7cm	m <sup>2</sup>	1	18.08	-3.06	15.79
処分費工	切削層	t	3	0.00	0.00	0.00
	アスファルト塊	t				
	アスファルト廃材	t				
吸殻入れ工		基	1	103.88	0.44	183.98
捨石工	300~1000kg	m <sup>3</sup>	1	5.51	-0.03	2.87
水抜暗渠工	φ 600	m	2	78.36~	-24.46~	602.32~
	φ 800	m		131.25	-13.82	064.07
水抜暗渠工	VP-50	式(m)	2	2.73	-0.16	2.09
砂場工		箇所	1	2522.22	72.27	122626.13
スプリング遊具工-1	スプリングアニマルA	基	1	1391.92	-35.50	1405.29
スプリング遊具工-2	スプリングアニマルB	基	1	2009.76	-51.26	2029.07
滑り台工	ジャイアントスライダー	基	1	12846.20	-367.07	14628.59
清掃・水洗い工		m <sup>2</sup>	1	0.00	0.00	0.00
素地調整工	3種ケレンB	m <sup>2</sup>	1	0.25	-0.002	0.20
側溝蓋工	45cm用、2種	枚	2	21.70~	-1.17~	98.95~
	鋼製1000×600×25	枚		142.41	0.21	121.31
ガス舗装工		m <sup>2</sup>	1	59.96	0.04	133.02
他先境界ブロック工	120×120×600	m	1	-	-	-
単管足場工	4m以上	掛m <sup>2</sup>	1	0.77	-0.01	0.56
単管傾斜足場工	4m以上	掛m <sup>2</sup>	1	0.77	-0.01	0.56
地下排水工		m	1	8.08	-3.56	35.29
地先境界ブロック 工	150×150×600mm	m	2	13.71~ 19.00	-6.64~ -4.56	135.45~ 169.87
	120×120×600mm	m				
中段足場工		式(m <sup>2</sup> )	1	5.96	-0.23	6.80
鉄筋工	10t以上SD295A, D13	t	2	863.06	-0.05	630.70
	10t以上SD295A, D16 ~25	t	4	0.86	-52.07	0.63
	10t未満SD-345D13	kg				
	10t未満SD-345D16	kg				
電線管理設工		m	1	3.32	-0.01	1.72
電線ケーブル埋設工		m	1	0.56	0.02	0.48
転落防止柵工	H=1.10m	m	2	37.77~	-1.03~	37.63~
	ガードレール GR-C-4E	m		40.41	-0.94	40.80

注：■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所

▨：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所

表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果 (4/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)
透水性アスファルト舗装工		m <sup>2</sup>	1	5.72	-0.11	69.83
溶解式区画線工	(中心線)波線、白 W=15cm、t=1.5mm	m	4	0.20	0.001	0.16
	(外側線)実線、白 W=15cm、t=1.5mm	m				
熔融式区画線工	路面標示(矢印、文字)	式(m)	1	0.20	0.001	0.16
中塗り塗装工	長油性フタル酸樹脂淡彩	m <sup>2</sup>	1	0.21	-0.002	0.17
根固ブロック製作据付工	A型2t	個	2	316.53~ 349.03	-60.29~ -55.55	1881.12~ 2030.73
	B型2t	個				
法面整形工(切土部)	レキ質土	m <sup>2</sup>	2	2.98	-0.01	1.43
パイプ柵工		m		20.61	-0.57	24.47
張芝工	野芝(半土付き)	m <sup>2</sup>	1	38.23	-6.52	33.46
場所打地覆工		式	1	-	-	-
表層工	再生細粒度アスコン t=5cm	m <sup>2</sup>	6	7.73~ 7.88	-46.25~ -45.30	83.96~ 84.69
	再生密粒度アスコン t=5cm	m <sup>2</sup>				
	再生密粒土アスコン (13mm)厚5cm	m <sup>2</sup>				
表層工(歩道)	t=4cm	m <sup>2</sup>	1	7.16	-34.81	65.08
表面均し工		m <sup>2</sup>	1	6.70	-0.03	3.23
フィルター層工	RC40~0 t=10cm	m <sup>2</sup>	1	0.76	-192.27	37.84
フェンス工		m	1	53.12	-1.35	53.63
プランコ工	タイヤプランコ	基	1	264.39	-10.34	535.03
不陸整正工	補足材なし	m <sup>2</sup>	1	0.39	-0.002	0.20
プレキャストU型側溝工	45cm×45cm×60cm	m	1	53.80	-22.87	383.73
プレキャスト法枠工		m <sup>2</sup>	1	89.69	-34.87	567.39
プレキャストパイプ工	B型φ600	m	2	43.84~ 78.36	-13.82~ -6.44	282.86~ 602.32
	B型φ400	m				
プレキャストボックス工		箇所	2	2308.46~ 3235.46	-1159.65~ -765.13	9172.58~ 13739.63
プレテンション桁購入工	JISA5373BG-18	本	1	4081.11	-1798.72	17826.39
ベンチ工		基	1	162.48	-33.37	345.34
歩車道境界ブロック工	150×170×200×600	m	1	20.14	-8.16	109.83
舗装版掘削積込み工	アスファルト舗装	m <sup>2</sup>	1	0.35	-0.001	0.17
舗装版切断工	平均厚さ10cm	m	3	0.18	-0.001	0.11
	As t=4cm	m				
	アスファルト舗装	m				
舗装版破碎工	As t=4cm	m <sup>2</sup>	1	1.25	-0.01	0.62
歩道舗装工	開粒度アスコン t=4cm	m <sup>2</sup>	1	5.39	-0.14	92.05
ポンプ据付・撤去工		式 (箇所)	2	19.48	-0.29	14.27

注：■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所

■：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所



表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果 (5/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)
ポンプ排水工		式	3	-	-	-
埋設管路工(通信)		式	1	-	-	-
埋設管路工(電力)		式	1	-	-	-
埋設表示シート工		式	1	-	-	-
間詰コンクリート工	18N-8-40(高炉B)	式	2	-	-	-
	18N-5-40(高炉B)	式				
水飲み場工		基	1	785.31	-25.39	1034.94
目地工	瀝青繊維質 t=10mm	m <sup>2</sup>	2	12.60	-0.74	6.09
目地材工	伸縮	箇所	1	9.33	0.03	9.71
	施工継目	m	1	0.90	-0.003	0.93
目地板設置工	t=10mm	式(m <sup>2</sup> )	3	1.96	-0.11	1.51
もたれ式擁壁工		m <sup>3</sup>	1	31.18	-6.84	231.71
盛土工(購入土)	人力	m <sup>3</sup>	2	0.54~	-0.004~	0.27~
		m <sup>3</sup>		1.02	-0.003	0.46
盛土工(購入表土)		m <sup>3</sup>	1	39.60	2.62	2183.04
盛土工(流用土)	転圧有り	式(m <sup>3</sup> )	2	2.29	-0.01	1.10
	転圧無し	式(m <sup>3</sup> )	1	2.27	-0.01	1.10
		式(m <sup>3</sup> )	1	3.29	-0.01	1.58
盛土工(流用土)	人力	m <sup>3</sup>	2	0.54~	-0.003	0.27~
		m <sup>3</sup>		0.85		0.39
床掘り工		m <sup>3</sup>	3	1.57~	-0.03~	0.76~
				5.19	-0.01	2.64
溶融式区画線工	(中心線)破線白、 W=15cm, t=1.5mm	m	2	0.20	0.001	0.16
	(外側線)実線白、 W=15cm, t=1.5mm	m				
横組工		式	2	-	-	-
流水処理工		式	2	-	-	-
両面足場工		式(m <sup>2</sup> )	1	4.93	-0.19	5.63
レガ縁石工		m	1	118.94	-12.12	209.03
レガ舗装工		m <sup>2</sup>	1	371.48	-40.96	1056.45
路床工	採取土・砂質土	m <sup>3</sup>	1	6.81	-0.03	3.14
路床工(発生土)	土砂	m <sup>3</sup>	1	1.14	-0.005	0.55
路床工(流用土)		m <sup>3</sup>	3	1.14~	-0.01~	0.55~
	土砂	m <sup>3</sup>		1.49	-0.005	0.71
路上表層再生工	リペーブ	m <sup>2</sup>	1	0.69	-0.004	0.35
路床盛土工(採取土)	砂質土	式	1	-	-	-
路体工	採取土・砂質土	m <sup>3</sup>	1	6.70	-0.02	3.09
路体工(流用土)	土砂	m <sup>3</sup>	5	0.74~	-0.004~	0.35~
	軟岩 I	m <sup>3</sup>		1.14	-0.003	0.52
	(作業残土分)	m <sup>3</sup>				
路盤工(歩道)	t = 10 c m	m <sup>2</sup>	1	3.27	0.19	260.78
路面掘削工	平均切削深さ6cm	m <sup>2</sup>	1	0.66	-0.002	0.30
掘削工	砂質土	m <sup>3</sup>	1	6.83	-0.02	3.13
函渠工	21N-8-25	m <sup>3</sup>	1	323.86	-71.95	2288.98
(作業土工)		式	5	-	-	-
(伸縮装置工)		式	2	-	-	-
(排水管設置工)		式	2	-	-	-
(地覆工及び歩車 道境界工)		式	1	3.27	0.19	260.78

注：■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所  
 ■：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所

表 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定結果 (6/6)

工種	規格	単位 (☆)	サンプル の件数	CO <sub>2</sub> 排出 (kg-CO <sub>2</sub> / ☆)	循環資源 最終処分 (kg/☆)	天然資源 投入 (kg/☆)
(A1橋台工)		式	1	-	-	-
(A2橋台工)		式	1	-	-	-
(仮締切工)		式	2	-	-	-
(ブロック積作業土工)		式	1	-	-	-
(仮締切工)		式	1	-	-	-
(場所打擁壁工)		式	1	-	-	-
(高木植栽工)		式(本)	1	222.18	-18.45	119.80
(中低木植栽工)		式(本)	1	21.55	-1.99	12.35
(地被類植栽工)		式(m <sup>2</sup> )	1	31.82	-2.59	15.96
(作業土工)		式	1	0.00	0.00	0.00
(照明施設工)		式	1	-	-	-
(コンクリートブロック積工)		m <sup>2</sup>	1	453.39	-99.82	4879.63
(ブロック積基礎工)		m	1	48.79	-9.14	789.23
(天端コンクリート工)		m	1	299.47	-68.44	2773.91
(パースコラ工)		基	1	8508.09	-242.65	9644.48
(便所工)		基	1	0.00	0.00	0.00

注： ■：一式計上を細分化した箇所 ■：人力である等各種理由で算定対象外とした箇所  
 ※※※：原単位の内容の一部を算定対象外としている箇所

【解説】

(1) 工種当たりの環境負荷原単位の算定フロー

工種当たりの環境負荷原単位の算定フローは、図 3. 2-3に示すとおりである。

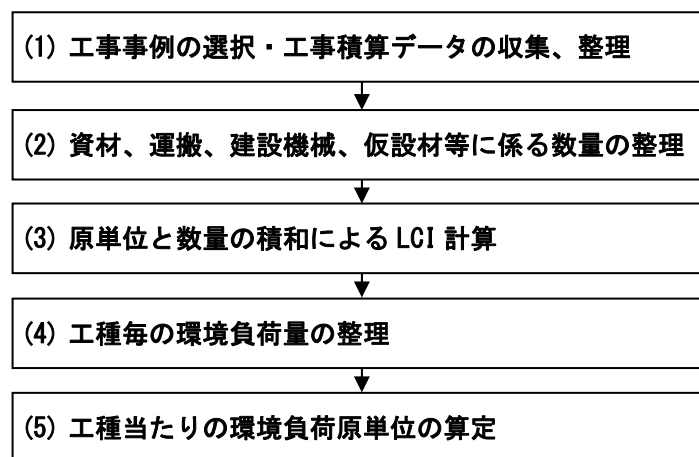


図 3. 2-3 工種当たりの環境負荷原単位の算定フロー

(2) 計算対象とする工事事例の選択

計算対象とする工事事例として、「土木工事積算基準マニュアル」の積算例に掲載されている14の土木工事を対象とした。対象とした14工事事例は、以下のとおりである。なお、算定に必要な資材等は、積算内訳中の直接工事の範囲を対象として行った。

- ① 道路改良その1工事
- ② 道路改良その2工事
- ③ 道路舗装工事
- ④ 道路舗装修繕工事
- ⑤ 共同溝工事
- ⑥ PC橋架設工事(プレテンション方式)

- ⑦ PC橋桁製作架設工事(ポストテンション方式)
- ⑧ 橋梁下部工事(鋼管杭基礎)
- ⑨ 橋梁塗装工事
- ⑩ 道路災害復旧工事
- ⑪ 砂防堰堤工事
- ⑫ 床固群工事
- ⑬ 海岸工事
- ⑭ 公園工事

同マニュアルに記載されている各工事の工事積算データから使用する資材(一般品)、運搬、建設機械、仮設材の数量を抽出した。各工事事例の概要を以下に示す。

① 道路改良その1工事

市道の道路改築事業として施工するバイパス工事である。施工延長は200mで、道路の幅員構成は、総幅員10.00m、うち車道5.50m、路肩0.75m、歩道1.50m(両側)となっている。

工事の内容は、土工が掘削2,200m<sup>3</sup>、盛土2,170m<sup>3</sup>、法面工(張芝)270m<sup>2</sup>、擁壁工(もたれ式擁壁)200mと工事用道路である。

平面図を図 3. 2-4、掘削部断面を図 3. 2-5、盛土部断面を図 3. 2-6 に示す。

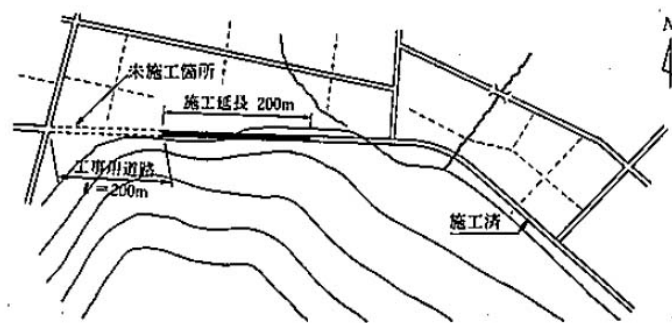


図 3. 2-4 平面図

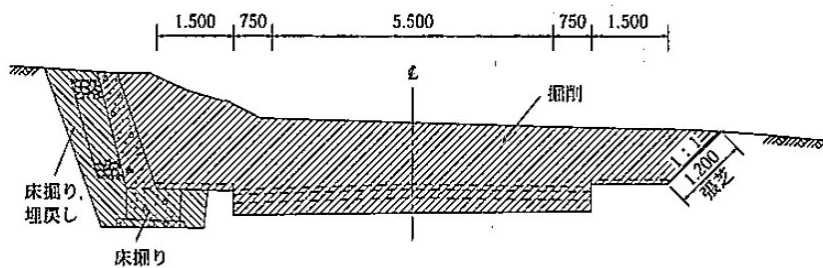


図 3. 2-5 掘削部断面

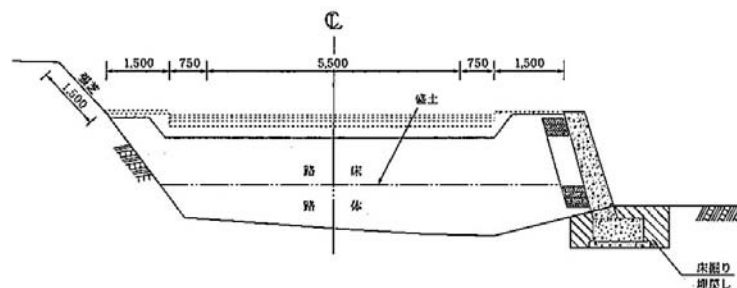


図 3. 2-6 盛土部断面

## ② 道路改良その2工事

県道の道路改築事業の一環として施工するバイパスの改良工事であり、施工延長は850mで、施工幅員は9.5mである。主要工事内容は土工事で、掘削土4,870m<sup>3</sup>(砂質土3,720m<sup>3</sup>、軟岩(I)1,150m<sup>3</sup>)は、全量盛土(12,600m<sup>3</sup>)に流用し、不足土は田小路からの土砂(発生土)(7,220m<sup>3</sup>)を受け入れて盛土する。掘削部にはコンクリートブロック積463m<sup>2</sup>及びプレキャスト法枠467m<sup>2</sup>を施工する。

この他、市道との交差部にボックスカルバート(4.5m×4m)1箇所、横断管渠2箇所、コンクリートU型側溝1,418.6m等を施工する。盛土法面の筋芝工は舗装工事に含めて次年度に実施する計画である。

平面図を図 3. 2-7、標準断面図を図 3. 2-8 に示す。

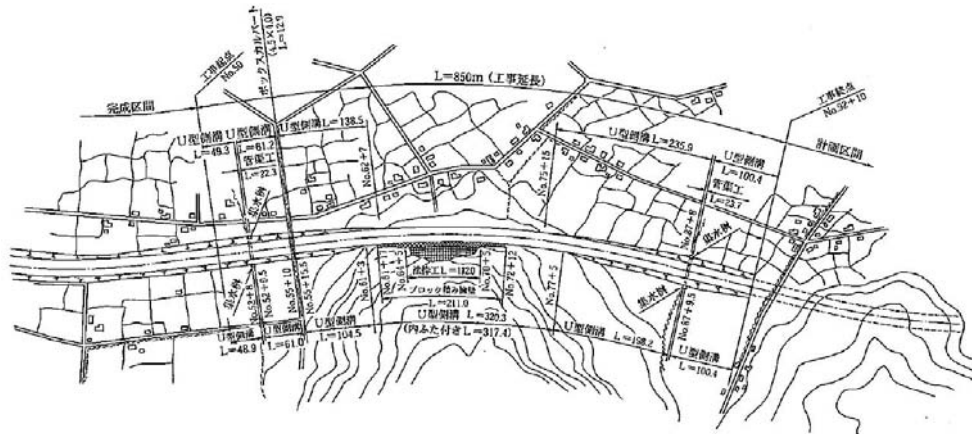


図 3. 2-7 平面図

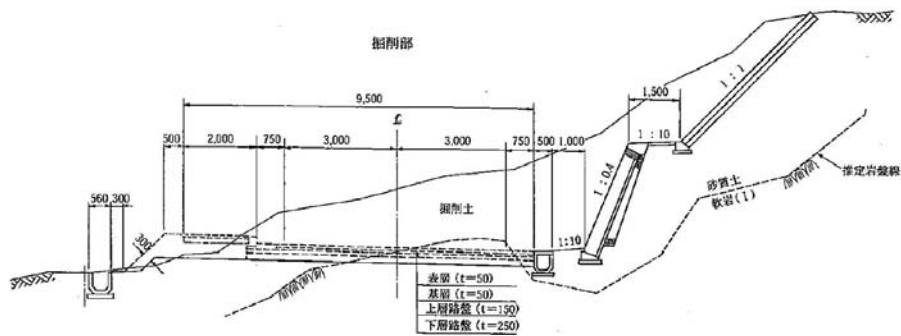


図 3. 2-8 標準断面図

### ③ 道路舗装工事の概要

道路新設事業の舗装工事である。既に改良工事で管渠、集水柵、橋梁等を完成している区間のうちL=530mの舗装を施工する。工事区間は、第二種住居専用地域で、植樹帯を設けているが、植栽は別途工事とする。

舗装構成は、一般地域扱いで、交通区分 C、設計 CBR6、設計  $TA' > 28$ 、 $H' > 47$  である。アスファルト舗装は、基層に再生粗粒度アスコン厚 5cm、表層に再生細粒度アスコン 5cm を施工する。ただし、支道取付けは再生密粒度アスコン 5cm を施工する。路盤は、下層路盤として再生クラッシュラン厚 20cm、上層路盤として再生瀝青安定処理厚 10cm と再生粒調砕石厚 15cm の 2 層を施工する。歩道は歩車道境界ブロックにより車道と分離し、表層は透水性舗装用アスファルト混合物を用い厚 4cm の舗装を行う。路盤はクラッシュラン厚 10cm を施工する。また、地先境界ブロックにより舗装止めを施工する。

支道取付けは、図 3. 2-9 の A 部分で、支道の舗装構成で行う。なお、交差点の場合、県道、市道との巻込み部の舗装は管理境界までを本線舗装(路肩部を含む)と同一舗装とする。下層路盤としてクラッシュラン厚 30cm。上層路盤として粒調砕石 10cm を施工する。舗装は再生密粒度アスコン 5cm を施工する。

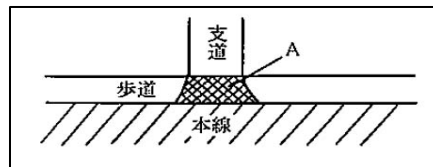


図 3. 2-9 本線・支道接続部 (イメージ)

側溝工として現場打ち L 型側溝を施工する。植樹帯は地先境界ブロックで歩道と分離し、盛土する。盛土部の保護路肩に転落防止柵高さ 1.1m を施工する。また、盛土法面には種子帯を施工する。

平面図を図 3. 2-10、標準断面図を図 3. 2-11 に示す。

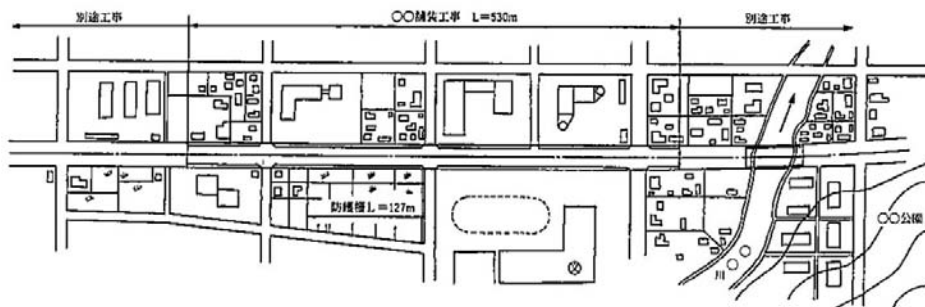


図 3. 2-10 平面図

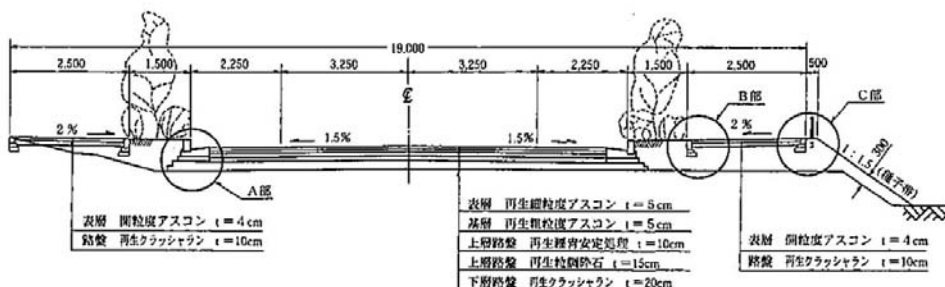


図 3. 2-11 標準断面図

④ 道路舗装修繕工事

アスファルト舗装修繕工事で、工事延長 L=2,000m の路面切削及びオーバーレイ工、路上表層再生工(リペーブ工法)、舗装打換え工、区画線工等を行い、一般交通の安全を図る。

各工種の概要は以下のとおりである。

- ・路面切削及びオーバーレイ工法：
  - 路面切削工 6,500m<sup>2</sup>(路面切削平均深さ 6cm 幅 6.5m×延長 1,000m)、殻運搬処理 390m<sup>3</sup>(処理量 390m<sup>3</sup>×2.35≒917t)、オーバーレイ(平均厚さ 5cm)6,500m<sup>2</sup>、クラック処理 500m
- ・路上表層再生工(リペーブ工法)
  - 表層(再生密粒度アスコン 13mm) t=5cm 幅 8.0m×延長 800m=6,400m<sup>2</sup>
- ・舗装打換え工
  - 舗装版切断 アスファルト舗装版 深さ 10cm 延長 200m
  - 舗装版破碎 アスファルト舗装版 深さ 10cm 幅 6.5m×延長 200m=1,300m<sup>2</sup>
  - 殻運搬処理 アスファルト殻 深さ 10cm×1,300m<sup>2</sup>=130m<sup>3</sup>(処理量 130m<sup>3</sup>×2.35≒306t)
  - 上層路盤 アスファルト安定処理 厚 10cm 幅 6.5m×延長 200m=1,300m<sup>2</sup>
  - 基層 再生粗粒度アスコン 厚さ 5cm 幅 6.5m×延長 200m=1,300m<sup>2</sup>
  - 表層 再生密粒度アスコン 厚さ 5cm 幅 6.5m×延長 200m=1,300m<sup>2</sup>

標準断面を図 3. 2-12、リペーブ標準図を図 3. 2-13、舗装打換え部断面を図 3. 2-14 に示す。

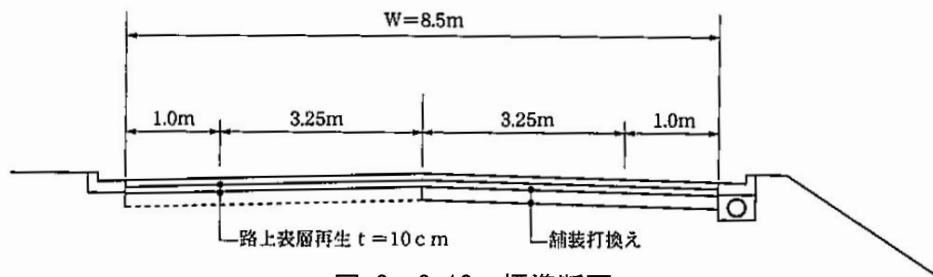


図 3. 2-12 標準断面

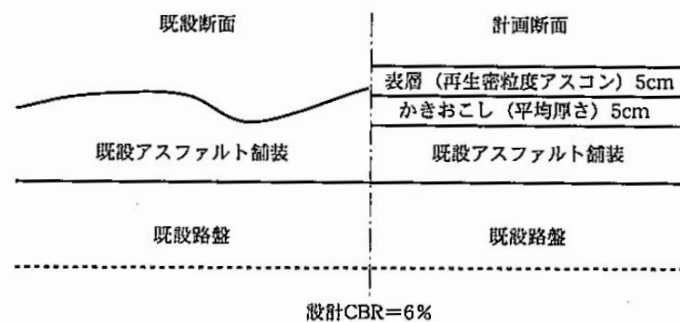


図 3. 2-13 リペーブ標準図

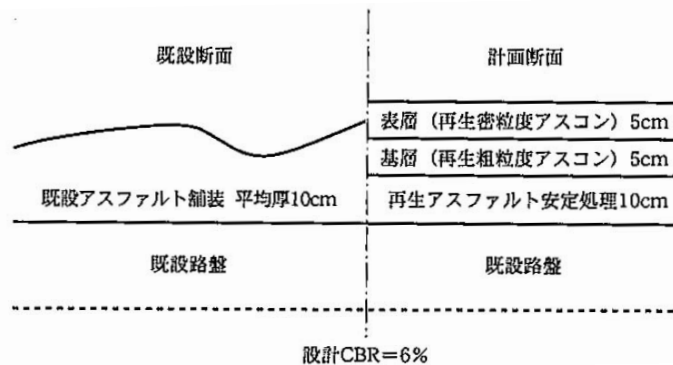


図 3. 2-14 舗装打換え部断面

### ⑤ 共同溝工事

電線共同溝であり、電力事業者、通信事業者及び道路管理者の電線を収容するもので、施設は主に道路歩道部に敷設する。施工は現場状況から昼間施工とし、掘削深さも浅いことから土留工は考慮しないが、必要な場合は別途計上することとし、これらについては交通管理者との調整及び現場状況により適宜変更する必要がある。

工事内容は以下のとおりである。

- ・ 特殊部(1)設置工(L=3000 H=1200) : 12 箇所
- ・ 管路布設工(1)(通信用 15 条) : 645m
- ・ 特殊部(2)設置工(L=4500 H=1050) : 12 箇所
- ・ 管路布設工(2)(電力用 12 条) : 645m

管路部標準横断面を図 3. 2-15 に示す。

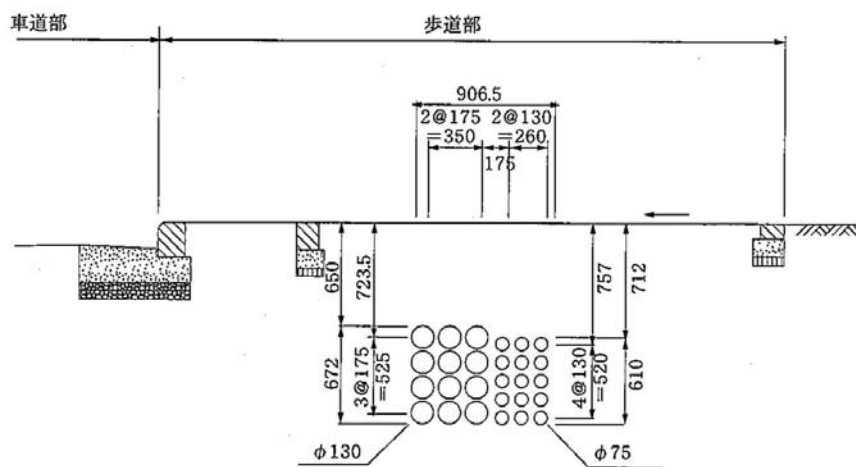


図 3. 2-15 管路部標準横断面

⑥ PC橋架設工事(プレテンション方式)

道路改良工事に伴う橋梁架替工事であり、上部工(プレテンション方式PC単純桁)の架設を行う計画である。

橋梁型式は、基礎地盤が岩盤(硬岩)で、直接基礎の重力式橋台は別途工事で完成している。上部構造は下記のとおりであり、支間が短いことから経済性に優れる JIS PC プレテンション桁を採用した。

- ・型式 プレテンション方式PC単純T桁橋(JIS A 5373)
- ・連数 1連
- ・幅員 9.0m
- ・設計荷重 B活荷重
- ・橋長 18.1m(桁長 18.0m 支間長 17.4m)
- ・橋面積 9.0m×18.1m=162.9m<sup>2</sup>
- ・斜角 79°

工事数量は以下のとおりである。

- ・プレテンション方式PC単純T桁：
  - JIS A 5373 の桁橋用プレストレストコンクリート桁
  - 桁長 L=18.0m 質量 17.3t/本(17.9t×18m/18.6m)
  - 桁高 H=1.00m 本数 10本
- ・横組工：コンクリート 14.0m<sup>3</sup> 鉄筋 1.244t

PC(プレテンション)側面図を図 3. 2-16、平面図を図 3. 2-17、標準横断面図を図 3. 2-18 に示す。

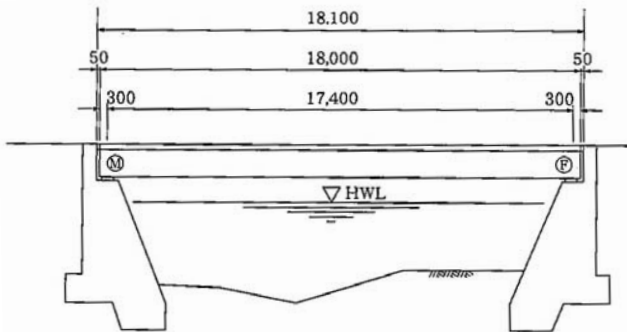


図 3. 2-16 PC 橋(プレテンション)側面図

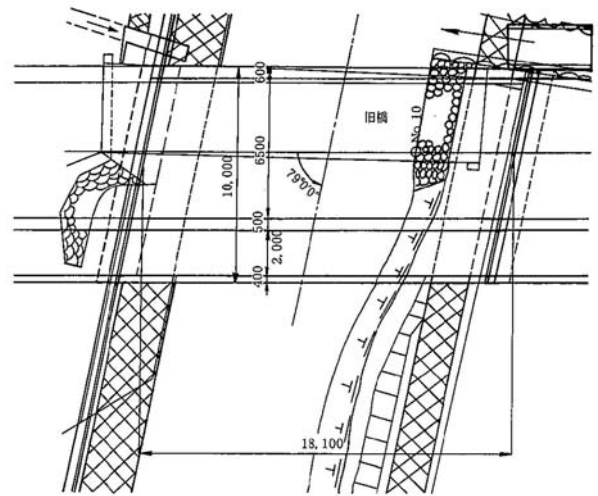


図 3. 2-17 平面図

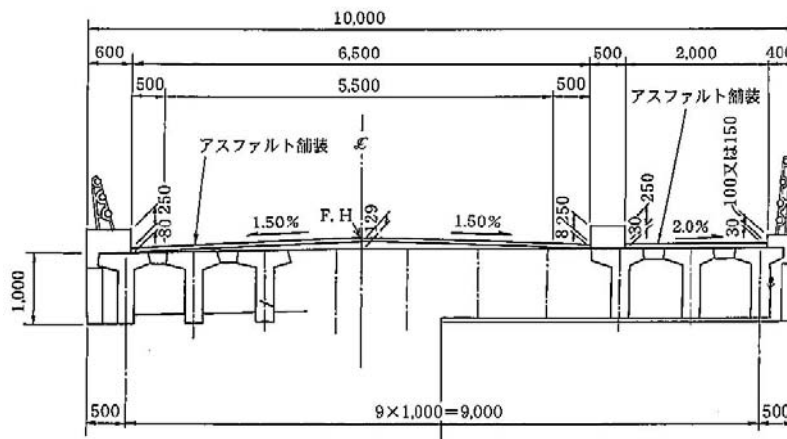


図 3. 2-18 標準横断面図



⑦ PC橋桁製作架設工事(ポストテンション方式)

道路改良工事に伴い新設する橋梁工事である。

下部工は逆 T 式の橋台であるが、基礎地盤の上層が軟弱地盤で、施工場所の近隣に人家が多いことから、基礎工法に PC 杭中掘工法を採用しているが、施工は別途工事とする。

上部工の構造は下記のとおりであり、経済性に優れた PC ポストテンション単純 T 桁を採用。

- ・型式 PC ポストテンション単純 T 桁橋 ・連数 1 連
- ・橋長 28.3m(桁長 28.2m、支間長 27.5m)
- ・幅員 橋体の幅 12.8m(全幅員 12.0m、車道幅員 7.0m)
- ・橋面積 339.6m<sup>2</sup>(28.3m×12.0m) ・設計荷重 B 活荷重

工事数量は以下のとおりである。

- ・PC ポストテンション T 桁 : L=28.2m、H=1.80m の桁で 1 本あたり 25.4m<sup>3</sup> となり、1m<sup>3</sup> 当たりの質量を 2,500kg とする。
- ・足場面積(A) : 橋の全幅 12.8m、橋長 28.3m で  $A=12.8 \times 28.3=362.24\text{m}^2$  ∴362m<sup>2</sup>

PC 橋(ポストテンション)側面図を図 3. 2-19、平面図を図 3. 2-20、標準横断面図を図 3. 2-21 に示す。

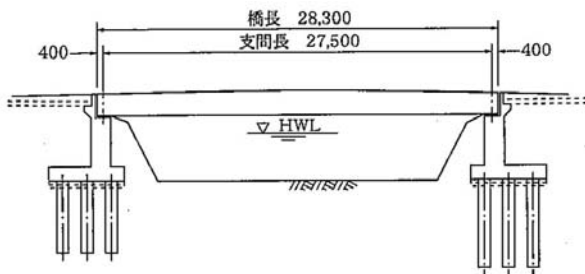


図 3. 2-19 PC 橋(ポストテンション)側面図

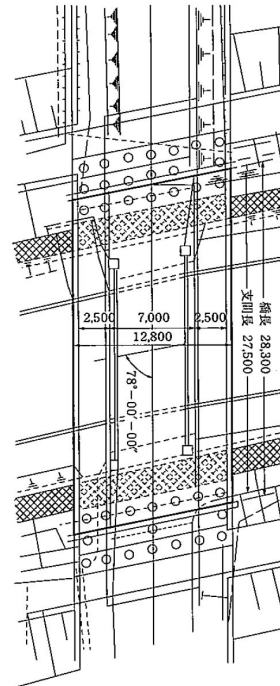


図 3. 2-20 平面図

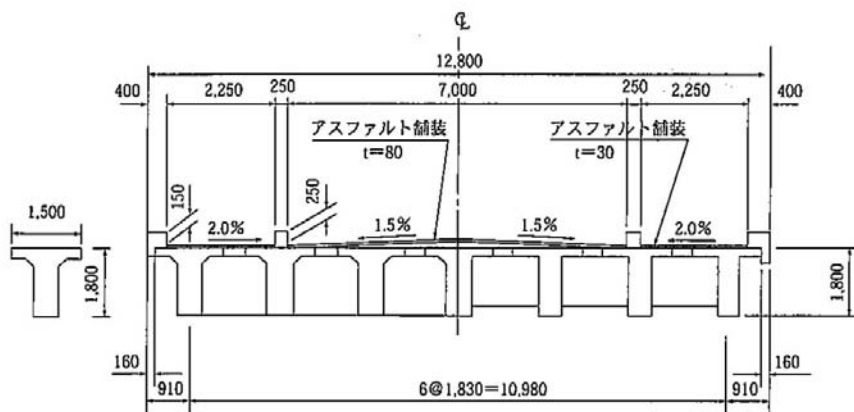


図 3. 2-21 標準横断面図

⑧ 橋梁下部工事(鋼管杭基礎)

橋長 32.7m、幅員 12.0m の橋梁を架設するもので、上部工に先行して下部工を施工するものである。橋の基礎地盤は軟弱なので、径 600mm×24m の鋼管杭(直杭)を打ち込んで基礎とし、逆 T 式橋台を築造する。なお、杭の施工は周辺に家屋等が存在することを考慮して中掘工法を採用する。

工事数量は以下のとおりである。

・鋼管杭(直杭) 径 600mm×24m 36本 ・設計長さ 24m、根入長 22.7m 平均 N 値 22  
側面図を図 3. 2-22、平面図を図 3. 2-23 に示す。

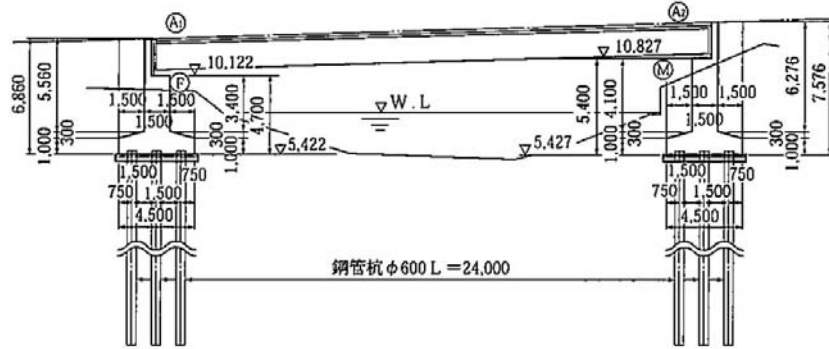


図 3. 2-22 側面図

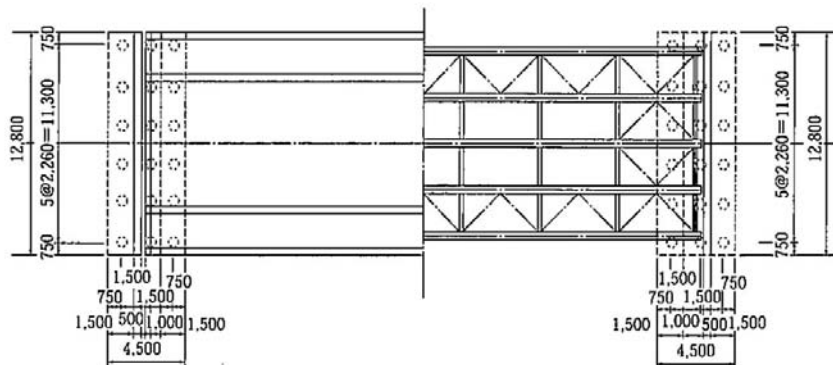


図 3. 2-23 平面図

⑨ 橋梁塗装工事

橋梁の塗替塗装工事である。橋長は903m、往復4車線の河川横断橋であり、このうち片側2車線分、橋長の1/2に当たるL=451.5mの工事である。

施工に際し、仮設足場等を設置する。現場塗装工(A=11,100m<sup>2</sup>)の概要は以下のとおりである。

- ・清掃、水洗い
- ・素地調整(3種ケレンB)
- ・下塗り塗装(I)(変性エポキシ樹脂)
- ・下塗り塗装(II)(変性エポキシ樹脂)
- ・中塗り塗装(長油性フタル酸樹脂淡彩)
- ・上塗り塗装(長油性フタル酸樹脂淡彩)

仮設工(各種A=5,300m<sup>2</sup>)の概要は以下のとおりである。

- ・主体足場(パイプ吊足場)
- ・中段足場
- ・両面朝顔
- ・シート張防護

平面図を図3.2-24、足場工の標準的な構造図を図3.2-25に示す。

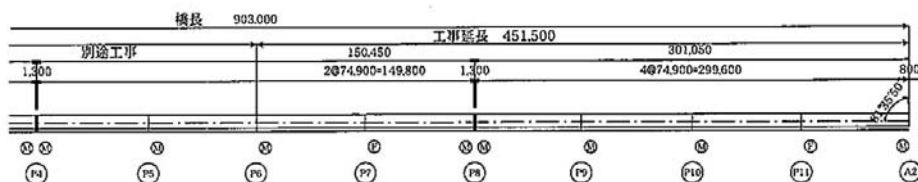
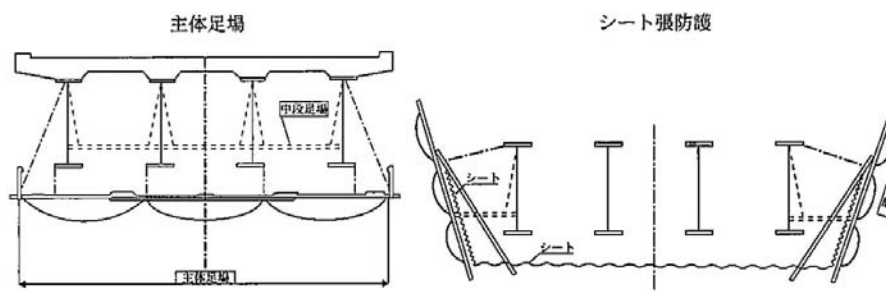


図 3. 2-24 平面図



(注) 桁高は1.5m以上の場合は中段足場(点線部)を設ける。

図 3. 2-25 足場工(標準的な構造図)

⑩ 道路災害復旧工事

台風で道路が被災した市道の道路災害復旧工事である。施工延長 70m を施工するもので、道路の幅員構成は、車道 3.0m(片側)、路肩 75cm(片側)で総幅員 7.5m である。

工事内容は、掘削 750m<sup>3</sup>、路床盛土 350m<sup>3</sup>、路体盛土 1,100m<sup>3</sup>、ブロック積み 224m<sup>2</sup>、アスファルト舗装工 188m<sup>2</sup>、法面工(筋芝)200m<sup>2</sup>、防護柵 70m を施工する。

平面図を図 3. 2-26、標準断面図を図 3. 2-27 に示す。

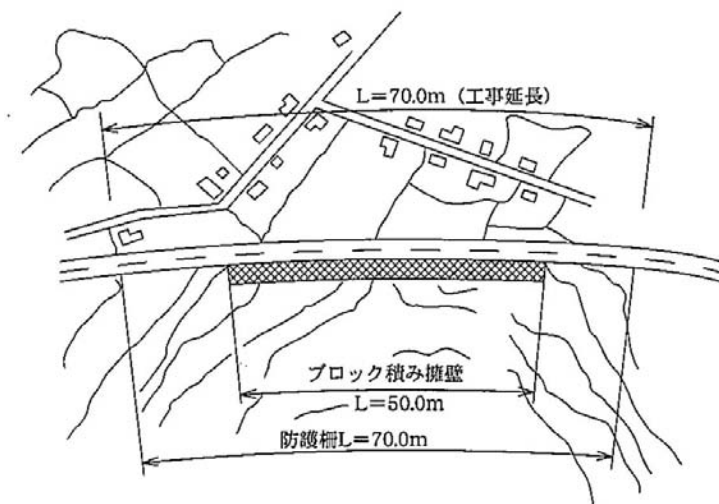


図 3. 2-26 平面図

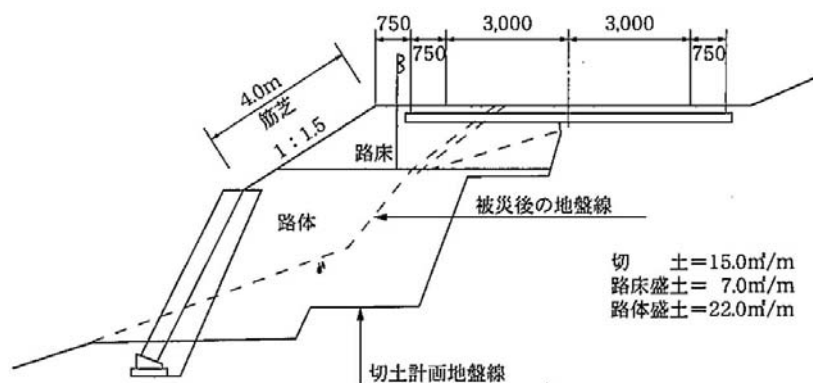


図 3. 2-27 標準断面図

⑪ 砂防堰堤工事

溪岸・溪床の浸食を防止し、併せて山脚の固定を目的とするため計画された本堰堤・副堰堤・水叩・側壁からなる重力式コンクリート砂防堰堤である。施工については、堰堤の東側に林道があり、その林道より堰堤までは工事用道路を設置し、ミキサ運搬車にて施工場所までレディースミクストコンクリートを搬入し、ラフテレーンクレーンにより施工することが可能である。また、冬期の施工を避けるため、出水期にも施工する。

砂防堰堤平面図を図 3. 2-28、本堰堤正面図を図 3. 2-29、副堰堤正面図を図 3. 2-30、平面図を図 3. 2-31 に示す。

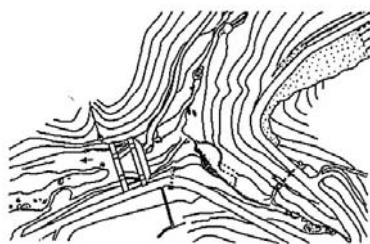


図 3. 2-28 砂防堰堤平面図

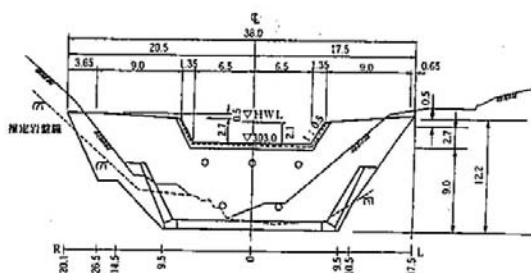


図 3. 2-29 本堰堤正面図

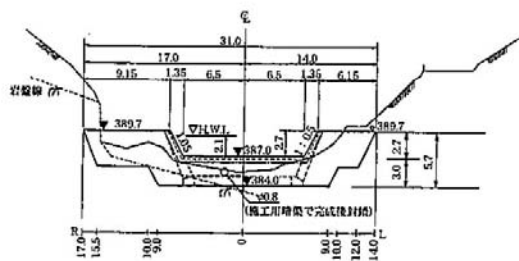


図 3. 2-30 副堰堤正面図

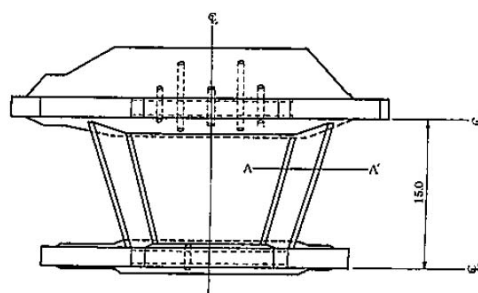


図 3. 2-31 平面図

## ⑫ 床固群工事

砂防床固群は、一定流域の砂防計画のなかで、上流部の土砂の整備(砂防堰堤、山腹工等)がある程度進んだレベルで、下流部における荒廃溪流の流路の固定と縦横浸食を防止するための施設である。土砂の二次生産や流出を阻止する目的で、床固め、帯工、護岸、河床整理等を組み合わせて施工し、洪水の安全な流下を図る。

流域面積 19km<sup>2</sup> の溪流の最下流部の本川との合流点までの 1.18km 間の河床の固定、流路の整正、溪岸の浸食を防止する目的で床固群を施工する。本例はその一部の第二床固めから下流第二帯工までの間について積算するものである。

構造物諸元は、以下のとおりである。

- ・第二床固め工：H=3.0m L=31.5m
- ・水叩工：L=9.5m T=1.0m
- ・垂直壁：H=2.0m L=25.0m
- ・第二帯工：H=2.0m L=25.0m
- ・護岸：H=6.5m L=83.5m

床固群平面図を図 3. 2-32、正面図を図 3. 2-33、平面図を図 3. 2-34、縦断面図を図 3. 2-35 に示す。

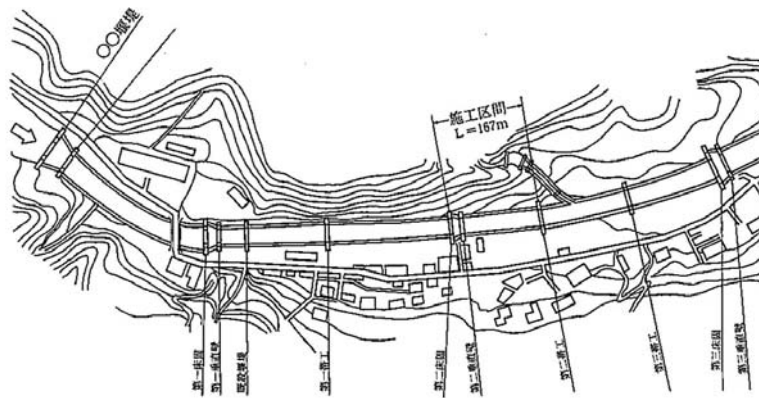


図 3. 2-32 床固群平面図

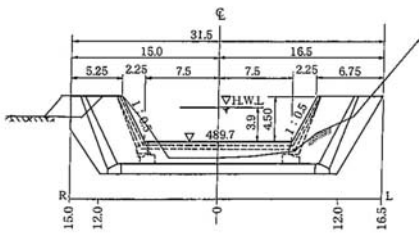


図 3. 2-33 正面図

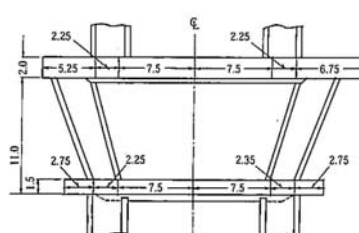


図 3. 2-34 平面図

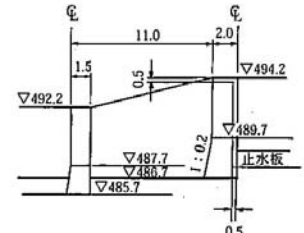


図 3. 2-35 縦断面図

⑬ 海岸工事

高潮による越波と浸食を防止するため、波返し天端高 TP+6.0m の新護岸を設置する計画である。護岸延長 72.4m を築造し、その前面に根固め工延長 59.0m を設置するもので、基礎に鋼矢板Ⅱ形 リットル=2.0m を使用し、躯体工、波返し工には 10m 間隔にジョイントを設ける。堤防天端には、天端被覆工として厚さ 20cm のコンクリート被覆工を行う。堤防裏法面に階段工を設け、排水路を設置する。また、根固め工は、躯体前面に天端幅 3.5m の捨石を施工し、上部に異形ブロック 2t 型を天端幅 5.0m に層積みで据付ける。異形ブロックは区間を分けて、A 型ブロックと B 型ブロックを使用する。

平面図を図 3. 2-36、天端目地平面図を図 3. 2-37、波返し平面図を図 3. 2-38、縦断面図を図 3. 2-39、標準断面図を図 3. 2-40 に示す。

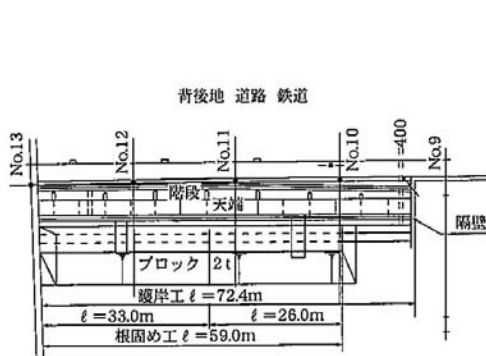


図 3. 2-36 平面図

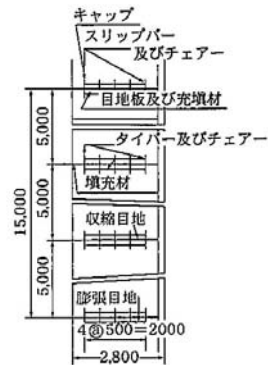


図 3. 2-37 天端目地平面図

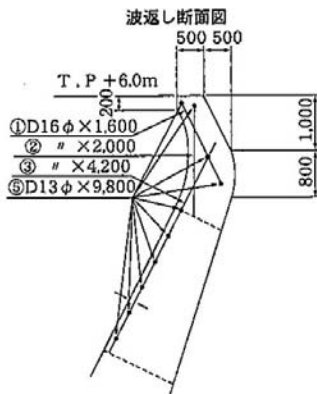


図 3. 2-38 波返し平面図

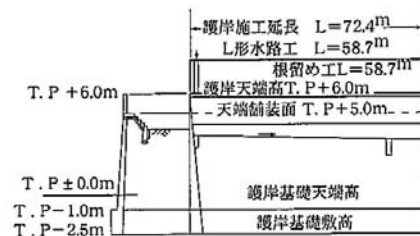


図 3. 2-39 縦断面図

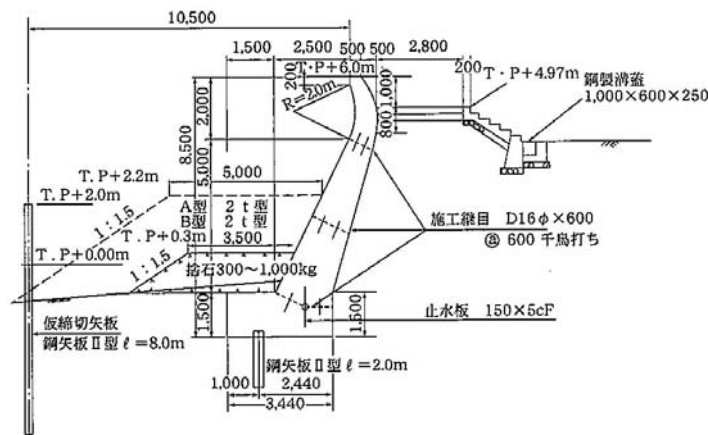


図 3. 2-40 標準断面図

#### ⑭ 公園工事

約 1,000m<sup>2</sup> の街区公園を整備するものである。土地の形状は長方形の一部がくびれた形をしており、現況地盤は東と北に向かって緩く傾斜した平坦地となっている。

造成は、自然こう配で雨水排水を考え、北西の位置に 3m 程度の築山を造成し、石組、植栽地は一段高くし、自然石で土留めをする計画である。

施設は、築山を中心に遊具を配置し、ほぼ中央に砂場を造成し、南側に園路兼広場を設け、東側には、入口広場、自転車置場、便所を設置する計画である。

植栽は、外周の多くが民家と接しているため、民家への日照を考慮し、かつ直接建物が視覚に入らないように、高木、中木、落葉、常緑を適宜配置し、外周に遮蔽を兼ねた修景植栽、南側植栽地沿いに、灌木を植え込み、アメリカハナミズキを配植する計画である。また、石組付近は植物で修景効果を高める。境界にカナメモチの生垣、地被にリュウノヒゲとオカメザサ、手前にサツキ、ヒラドツツジの灌木を配し、落葉の高木、ナツツバキ、コナラの株立物等を配植する。ベンチの近くや、遊具広場内に緑陰効果の高いケヤキを配し緑陰を提供することを予定している。

排水については、東側道路沿いのますを通して公共下水道へつなぐ計画である。植栽地内は、自然浸透を考慮して特に排水施設は考えない。広場、園路については、要所に集水ますを設け排水する。東入口はグレーチング付 U 形溝により園内の雨水を処理する。便所の汚水は、東入口付近で合流させることを予定している。

給水については、南側境界に沿って 20mm の管を配管し、中央の水飲み、西側芝生地内の散水栓に配管する計画である。

電気については、東側道路の電柱より引込み、便所、照明灯 2 基に接続する計画である。配線は地中埋設とし、南側植栽地に沿って埋設することを予定している。

計画平面図を図 3. 2-41 に示す。

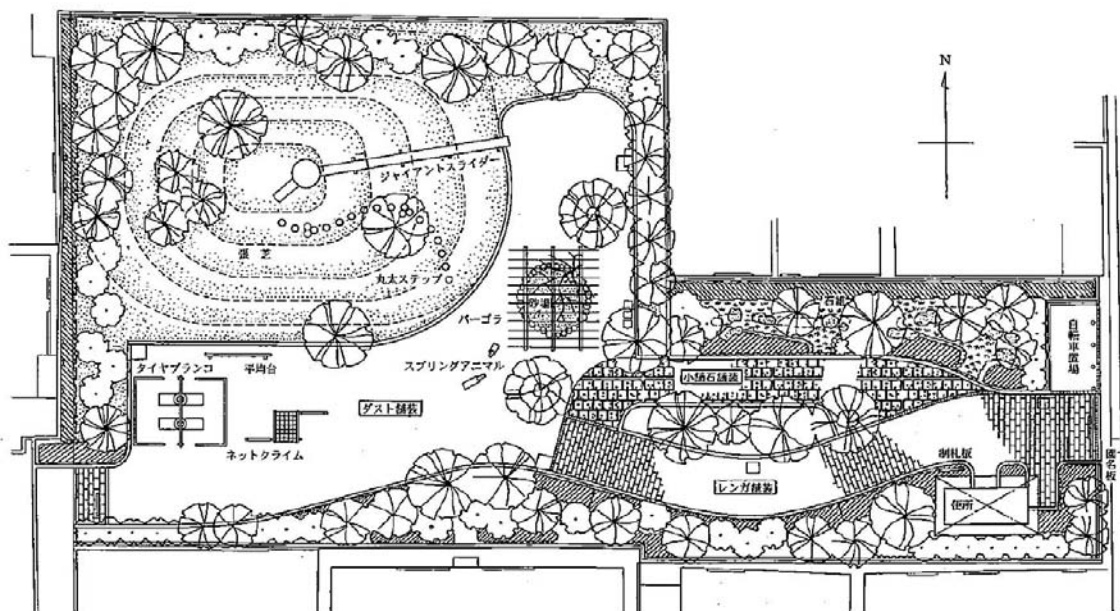


図 3. 2-41 平面図



### (3) 資材、運搬、建設機械、仮設材等に係る数量の整理

#### 1) 資材等の数量の拾い出しの方法

表 3. 2-4 の方法で、資材等の数量の拾い出しを行った。

表 3. 2-4 資材等の数量の拾い出しの方法

分類	項目	数量の拾い出しの方法
資材の生産、運搬	資材の数量	<ul style="list-style-type: none"> <li>資材の数量は、「土木工事積算基準マニュアル」の積算例に基づき拾い出す。</li> <li>資材の運搬については、「土木工事積算基準マニュアル」の積算例では、輸送距離等の条件が示されていないので、環境負荷原単位の「出荷」の原単位を用いた算定とする(輸送距離等の条件設定は行わない)。</li> </ul>
建設機械の稼働	建設機械の燃料使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>「土木工事積算基準マニュアル」の共通単価表に示されている供用日あたりの燃料使用量を拾い出す。下欄の工種一単位あたりの供用日数に掛け合わせることで、工種一単位あたりの燃料消費量を算定する。</li> </ul>
建設機械の減耗	建設機械の供用日数	<ul style="list-style-type: none"> <li>「土木工事積算基準マニュアル」の共通単価表に示されている工種一単位あたりの供用日数を拾い出す。</li> <li>共通単価表の単位が時間の場合は、環境負荷原単位を時間当たりに換算する。 時間当たり原単位 = 「建設機械等損料表」の運転時間 ÷ 運転日数</li> </ul>
その他	仮設材	<ul style="list-style-type: none"> <li>金額ベースの原単位を適用することとし、「土木工事積算基準マニュアル」に示されている金額を拾い出す。</li> </ul>

#### 2) 資材等の数量の拾い出しに係る留意事項

資材等の数量の拾い出しに係る留意事項は以下のとおりである。

- 資材のロス率に関しても積算例に基づいて考慮し、使用資材の量を算定した。
- 各工事に投入する資材以外の天然資源量<sup>※1</sup>、廃棄物最終処分量<sup>※2</sup>についても計上した。
- 「市場単価」が用いられる工種(鉄筋等)については、「施工単価(労務費+機械損料+材料費)」が一括して計上されており、現行の「積算基準マニュアル」の積算例からは機械の稼働量等が抽出できない。これらについては、「市場単価」が導入される前の積上げ方式の時代の「積算基準」若しくは「積算基準マニュアル」を参照し、機械の稼働量等の設定を行った(表 3. 2-5 参照)。
- 工種によっては、一式計上、内訳書省略、見積単価など、工種の内訳が示されていないものがある。これらについては、何らかの条件設定が可能なものは設定して算定を行った。
- 「雑工種」、「諸雑費」については、資材の種類、数量の特定が困難であり、算定対象外とした。
- 積算例で「別途計上」となっている項目については対象外とした。
- 積算基準の燃料消費率は油脂等の経費を燃料費に換算したものを含んでいるため、それを除くために、「建設施工における地球温暖化対策の手引き((社)日本建設機械化協会)」に基づき 1.2 で除した値とすることも考えられたが、考慮されていない関連研究も見受けられることから本研究では値の調整は行わなかった。

注) 1. ※1: 採取土、購入土、発生土、他工事からの発生土、流用土は含まない。

2. ※2: 工事現場から発生して最終処分する廃棄物であり、埋め立てる汚泥、ガラ等を含む。ただし、土は廃棄物処理法上廃棄物に分類されないの含まない。

表 3. 2-5 市場単価方式の考え方

歩掛 (積上げ方式)	市場単価方式																			
<table border="1"> <tr> <td>材料費</td> <td>×</td> <td>歩掛数量</td> <td rowspan="3">積み上げ単価 単位当たり</td> <td rowspan="3">×</td> <td rowspan="3">設計数量</td> <td rowspan="3">=</td> <td rowspan="3">直接工事費</td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>×</td> <td>歩掛数量</td> </tr> <tr> <td>機械損料</td> <td>×</td> <td>歩掛数量</td> </tr> </table>	材料費	×	歩掛数量	積み上げ単価 単位当たり	×	設計数量	=	直接工事費	労務費	×	歩掛数量	機械損料	×	歩掛数量	<table border="1"> <tr> <td>市場単価 (施工単位当たりの実取引価格)</td> <td>×</td> <td>設計数量</td> <td>=</td> <td>直接工事費</td> </tr> </table>	市場単価 (施工単位当たりの実取引価格)	×	設計数量	=	直接工事費
材料費	×	歩掛数量	積み上げ単価 単位当たり						×	設計数量	=	直接工事費								
労務費	×	歩掛数量																		
機械損料	×	歩掛数量																		
市場単価 (施工単位当たりの実取引価格)	×	設計数量	=	直接工事費																

3) 市場単価方式が用いられている工種への対応

市場単価方式が用いられている工種は、資材の数量を拾うことは可能だが、建設機械の稼働量等が抽出できない。これらについては、過去の積算基準を参照し、表 3. 2-6 のとおり機械の稼働量等を設定した。

表 3. 2-6 市場単価が適用されている工種と参照した過去の積算基準

該当工事	適用される工種	参照した積算基準の年度	備考
①道路改良その1工事	法面工(植生工、張芝工)	平成5年度	共通 B37 号
②道路改良その2工事	ブロック積工(コンクリートブロック工、コンクリートブロック積工)	平成9年度	
③道路舗装工事	法面工(植生工、植生筋)	平成8年度(または平成5年度)	共通 B39 号
	防護柵工(防止柵工、転落防止柵)	平成11年度	共通 B108 号
⑥PC 橋架設工事(プレテンション方式)	橋梁付属物工(伸縮装置工、伸縮継手設置工)	伸縮装置を設置する人工がほとんどであり、使用しても微量のコンクリートや舗装程度であるため、算定対象外とした。なお、過去の積算基準においても人工の記載はされていなかった。	
⑦PC 橋桁製作架設工事(ポストテンション方式)	橋梁付属物工(伸縮装置工、伸縮継手設置工)	伸縮装置を設置する人工がほとんどであり、使用しても微量のコンクリートや舗装程度であるため、算定対象外とした。なお、過去の積算基準においても人工の記載はされていなかった。	
⑩道路災害復旧工事	法面工(芝付け、筋芝工)	平成8年度(または平成5年度)	共通 B38 号
	防護柵工(転落防止柵)	平成11年度	
	区画線工(溶融式区画線)	平成4年度	
	ブロック積工(コンクリートブロック積工)	平成9年度	共通 B40-1 号
⑪砂防堰堤工事	仮設工(土留・仮締切工、流水処理工、構造物とりこわし工)	平成6年度	
⑫床固群工事	仮設工(工用道路工、工用道路補修、構造物とりこわし工)	平成6年度	
⑬海岸工事	雑工(隔壁工、鉄筋工)	平成4年度	共通 B60 号

#### 4) 内訳書省略、見積単価等への対応

橋梁下部工事(鋼管杭基礎)の仮設工(仮締切)工については、内訳書省略と記載されていたため、類似例から積算制を作成し、その上で環境負荷の算定を行った。

見積単価について、資材単独で見積単価が示されているものは、仮に数量が分からなくても価格基準原単位を適用して算定が可能であるため、環境負荷量の計算に問題はない。一方、材工共として材料費と施工費を合計した単価となっている場合や処分費等の建設機械の稼働を伴うものの内訳が示されていない場合については、環境負荷を算定するための活動量が不明のため、表 3.2-7 のとおり対応した。

表 3. 2-7 内訳書省略、見積単価などへの対応

該当工事	適用されている工種	対応策	備考
④道路舗装修繕工事	舗装工(路面切削工、処分費)	全て再生処理場に運搬されるため環境負荷はゼロとする。なお、再生処理場までの運搬は「殻運搬処理」で別途計上されている。	見積単価
	舗装工(舗装打換工、処分費)	全て再生処理場に運搬されるため環境負荷はゼロとする。なお、再生処理場までの運搬は「殻運搬処理」で別途計上されている。	見積単価
⑤共同溝工事	土工(残土処理工、残土処理、処分費)	残土受入地における作業は、工事業者によって持ち込まれた土砂を敷き均す作業が主であると考えられるため、「ブルトーズ敷均し単価表」(共通 B25、26 単価表)を適用する。	見積単価
	電線共同溝工(特殊部設置工、プレキャストボックス(1)、敷板設置工)	プレキャストの敷板を現地で敷設する作業であり、重機や別途資材等の使用はないため、計算対象外とする。	見積単価
	電線共同溝工(特殊部設置工、プレキャストボックス(2)、敷板設置工)	プレキャストの敷板を現地で敷設する作業であり、重機や別途資材等の使用はないため、計算対象外とする。	見積単価
⑧橋梁下部工事(鋼管杭基礎)	仮設工(仮締切工)	類似例から積算例を作成し、その上で環境負荷算定を行う。	内訳書省略
⑨橋梁塗装工事	現場塗装工(橋梁塗装工、清掃・水洗い)	工事としては、水とコンプレッサー程度を使用することとなるが、わずかであり、現場毎に方法が異なるなどの理由から、算定対象外とした。なお、積算資料においても水の使用量等の記載はない。	見積単価
	仮設工(橋梁足場等設備工、主体足場)	使用材料を想定して価格基準原単位を適用して算定した。	見積単価
	仮設工(橋梁足場等設備工、中断足場)	使用材料を想定して価格基準原単位を適用して算定した。	見積単価
	仮設工(橋梁足場等設備工、両面朝顔)	使用材料を想定して価格基準原単位を適用して算定した。	見積単価
	仮設工(橋梁足場等設備工、シート張防護)	使用材料を想定して価格基準原単位を適用して算定した。	見積単価
⑩道路災害復旧工事	道路土工(アスファルトとりこわし、処分費)	全て再生処理場に運搬されるため環境負荷はゼロとする。なお、再生処理場までの運搬は「殻運搬処理」で別途計上されている。	見積単価

## 5) 算定対象外とした工種

表 3. 2-8 に示す工種については、数量の計上が困難、若しくは人力のみの工種であることから、算定対象外(又は一部を算定対象外)とした。

表 3. 2-8 算定対象外とした工種とその理由(1/2)

該当工事	対象外とした工種	対象外とした理由	備考
①道路改良その1工事	擁壁工(作業土木、基面整正)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
②道路改良その2工事	カルバート工(作業土木、床掘り)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	排水構造物(集水桝、型枠工)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
④道路舗装修繕工事	舗装工(路面切削工、処分費)	再生処理場の処理のため、評価範囲の外とみなし、環境負荷はゼロとする。	
	舗装工(舗装打ち換え工、処分費)	再生処理場の処理のため、評価範囲の外とみなし、環境負荷はゼロとする。	
⑤共同溝工事	電線共同溝工(特殊部設置工、プレキャストボックス)	市場単価であり、使用資材の負荷について算定する。なお、工事の負荷はわずかと考えられる。	資材は算定対象としたが、工事の負荷は対象外とする。
⑥PC橋架設工事(プレテンション方式)	橋梁付属物工(伸縮装置工、伸縮継手設置工)	ほとんどが人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	橋梁付属物工(地覆工、型枠)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
⑦PC橋桁製作架設工事(ポストテンション方式)	PC橋工(架設工、主桁架設)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	橋梁付属物工(伸縮装置工、伸縮継手設置工)	ほとんどが人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	橋梁付属物工(地覆及び歩道者境界工、型枠工)	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
⑨橋梁塗装工事	現場塗装工(橋梁塗装工、清掃・水洗い)	工事としては、水とコンプレッサー程度を使用することとなるが、わずかであり、現場毎に方法が異なるなどの理由から、算定対象外とする。	
	現場塗装工(橋梁塗装工、素地調整)	市場単価であり、使用資材の負荷について算定する。なお、工事の負荷はわずかと考えられる。	資材は算定対象としたが、工事の負荷は対象外とする。
	現場塗装工(橋梁塗装工、下塗り塗装)	市場単価であり、使用資材の負荷について算定する。なお、工事の負荷はわずかと考えられる。	資材は算定対象としたが、工事の負荷は対象外とする。
	現場塗装工(橋梁塗装工、中塗り塗装)	市場単価であり、使用資材の負荷について算定する。なお、工事の負荷はわずかと考えられる。	資材は算定対象としたが、工事の負荷は対象外とする。
	現場塗装工(橋梁塗装工、上塗り塗装)	市場単価であり、使用資材の負荷について算定する。なお、工事の負荷はわずかと考えられる。	資材は算定対象としたが、工事の負荷は対象外とする。
⑩道路災害復旧工	道路土工(アスファルトとりこわし、処分費)	再生処理場の処理のため、評価範囲の外とみなし、環境負荷はゼロとする。	

表 3. 2-8 算定対象外とした工種とその理由(2/2)

該当工事	対象外とした工種	対象外とした理由	備考
⑪ 砂防工事 (砂防堰堤工事)	コンクリート堰堤工(コンクリート堰堤本体工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	コンクリート堰堤工(コンクリート側壁工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	仮設工(工事用道路、仮道路(路面整形))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
⑫ 砂防工事 (床固群工事)	流路護岸工(玉石積擁壁工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
⑬ 砂防工事 (床固群工事)	床固め工(床固め本体工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	床固め工(垂直壁工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	床固め工(側壁工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	帯工(帯本体工、足場(足場設置及び撤去))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
	仮設工(工事用道路、仮道路(路面整形))	人力のみでエネルギーを使用しないため。	
⑭ 公園工事	雨水排水設備工(作業土工)	施工規模が不明のため。	
	建築施設設置工(便所工)	便所工は構造、設備等多様な工種があり、一式から詳細条件の設定が困難なため。	

#### (4) 資材の環境負荷原単位の適用等の検討

##### 1) 資材の環境負荷原単位の適用について

資材の環境負荷原単位の適用方法については、(a)物量基準の原単位をそのまま適用、(b)物量基準原の単位について単位を換算して適用、(c)価格基準の原単位を適用、の3つの方法が考えられる。算定項目ごとに(a)→(b)→(c)の優先順位で適用を検討する。

なお、資材の環境基準原単位は「3.2.5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」に示す。

##### 2) 数量の単位変換について

積算データより整理した資材の数量単位が環境負荷原単位の単位に一致しない場合は、単位の換算を行う。単位換算の変換数値は、各種基準・規格等の参照、メーカーカタログの参照やメーカーへのヒアリング等により設定する。

本研究で用いた単位変換の変換数値を表 3. 2-9に示す。なお、計算結果の追加に伴い、必要に応じて単位変換数値の追加を行わなければならない。

表 3. 2-9 単位換算の変換数値(1/4)

工事名	材料	材料コード	材料の規格	変換数値	変換単位	備考
①道路改良その1工事	クラッシュラン	Z-2120002	C40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」
②道路改良その2工事	蓋	Z-1028001	縞鋼板 t=9.0mm	215	kg/枚	メーカー規格
	法枠ブロック	A-3176002		310	kg/m <sup>2</sup>	材料コードの規格参照
	中詰ブロック	Z-0042001	t=9cm	310	kg/m <sup>2</sup>	材料コードの規格参照
	クラッシュラン	Z-2120002	C30~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」
	U型側溝蓋	Z-2320009	450用 2種 (92kg/個)	92	kg/個	規格より
	ヒューム管	Z-2500012	B形管 φ900mm	1520	kg/本	「建設物価 p.258」 B形管 φ900mm
③道路舗装工事	歩車道境界ブロック	Z-2352002	180/205×(20 50 250)×600mm	66	kg/個	「建設物価 p.210」 18/20.5×25×60
	歩車道境界ブロック	Z-2352002	// R	66	kg/個	「建設物価 p.210」 18/20.5×25×60
	再生路盤材	Z-2120002	再生クラッシュラン RC40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
	瀝青材	Z-4130003	プライムコート PK-3	1	g/cm <sup>3</sup>	日本アスファルト乳剤協会 アスファルト乳剤
	再生路盤材	Z-2125003	再生粒調砕石 RM40~0	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」粒調砕石
	フィルター材	Z-2120002	再生クラッシュラン RC40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
	溶融式区画線	Z-4350005	破線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160, p.181」
	溶融式区画線	Z-4350005	実線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160, p.181」
	溶融式区画線	Z-4350005	(矢印、文字)	1.3	g/cm <sup>3</sup>	
④道路舗装修繕工事	クック防止シート	Z-4802001	幅30cm 厚3mm	20	g/m <sup>2</sup>	メーカー規格
	瀝青材料	Z-4130003	タックコート PK-4	1	g/cm <sup>3</sup>	日本アスファルト乳剤協会 アスファルト乳剤
	溶融式区画線	Z-4350005	破線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160, p.181」
	溶融式区画線	Z-4350005	実線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160, p.181」

表 3. 2-9 単位換算の変換数値(2/4)

工事名	材料	材料コード	材料の規格	変換数値	変換単位	備考
⑤ 共同溝工事	管枕	Z-4410001	φ75 用 (見積単価)	39	g/個	メーカー問い合わせ
	管枕	Z-4410001	φ130 用 (見積単価)	150	g/個	メーカー問い合わせ
	砂	Z-2150002		1.74	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」砂
	管路材	Z-5002005	直管φ75 (見積単価)	2202	g/m	メーカーカタログ
	管路材	Z-5002005	曲管φ75 (見積単価)	2202	g/m	メーカーカタログ
	管路材	Z-5002005	直管φ130 (見積単価)	3409	g/m	メーカーカタログ
	管路材	Z-5002005	曲管φ130 (見積単価)	3409	g/m	メーカーカタログ
	敷板	I0-25230110		580	Kg/組	メーカー問い合わせ
	特殊部本体	I0-25230110	1200×1200×3000 (見積単価)	23	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	特殊部蓋	I0-25230110	1350×3000 (見積単価)	23	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	継壁	I0-25230110		23	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	路盤材	Z-2120002	C40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
瀝青材	I0-2111019001	プライムコート	22.5	(kN/m <sup>3</sup> )	道路橋示方書 I 2.2.1 表-2.2.1 より抜粋 瀝青材 (防水用)	
⑥ PC 橋架設工事 (プレテンション方式)	排水管	I0-22110150	VP φ100 (一般管)	3409	g/m	「建設物価」p.592 VP φ100
	橋名板	I0-25310110	陶製(地覆用) 300×200×13mm	22	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	PC ケーブル	Z-4432009	19 本より線	1.931	kg/m	「建設物価」p.291 19 本より線 19.3mm
	ゴム支承(パッド型)	I0-23190990	固定 H-2 310×260 t=36	9	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	無収縮モルタル	Z-2022003		2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	ゴム支承(パッド型)	I0-23190990	稼働 H-10 310×260 t=50	9	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	橋梁用高欄	I0-26310310	タタイル製丸ヒーム A H=750 スパン2.0m(車道用)	51.5	(kgf/m)	類似設計例からの想定
橋梁用高欄	I0-26310310	タタイル製丸ヒーム A H=750 スパン2.0m(歩道用)	61.8	(kgf/m)	類似設計例からの想定	
⑦ PC 橋桁製作架設工事 (ポストテンション方式)	ゴム支承(パッド型)	I0-23190990	可動 410×360×56	9	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	ゴム支承(パッド型)	I0-23190990	固定 410×310×50	9	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	排水管	I0-22110150	VP φ100 (一般管)	3409	g/m	「建設物価」p.592 VP φ100
	橋名板	I0-25310110		22	(kN/m <sup>3</sup> )	類似設計例からの想定
	枕木	I0-16190910	2.1m×0.14×0.2m	8	(kN/m <sup>3</sup> )	「道路橋示方書」木材
	ワイヤロープ	I0-28990920	4号品 φ16 A種	0.85	kg/m	類似設計例からの想定
	橋梁用高欄	I0-26310310	タタイル製丸ヒーム A H=750 スパン2.0m(車道用)	51.5	(kgf/m)	類似設計例からの想定
橋梁用高欄	I0-26310310	タタイル製丸ヒーム A H=750 スパン2.0m(歩道用)	61.8	(kgf/m)	類似設計例からの想定	
⑧ 橋梁下部工事 (鋼管杭基礎)	ずれ止めストッパー	Z-1110009		88	g/個	メーカー値

表 3. 2-9 単位換算の変換数値(3/4)

工事名	材料	材料コード	材料の規格	変換数値	変換単位	備考
⑨ 橋梁塗装工事	素地調整	Z-6150003	3種ケレンB	0.14	Kg/m <sup>2</sup>	日本橋梁建設協会 デザインデータブック 錆止め塗料
	下塗り	Z-6156001	変性エポキシ樹脂塗料(はけ、ローラー)1回	0.54	g/m <sup>2</sup>	鋼道路橋塗装・防食便覧 エポキシ樹脂塗料下塗り
	中塗り	Z-6161011	長油性フタル酸樹脂舗装・淡彩1回	120	g/m <sup>2</sup>	鋼道路橋塗装・防食便覧 長油性フタル酸樹脂塗料中塗り
	上塗り	Z-6161012	長油性フタル酸樹脂舗装・淡彩1回	110	g/m <sup>2</sup>	鋼道路橋塗装・防食便覧 長油性フタル酸樹脂塗料中塗り
⑩ 道路災害復旧工事	砕石	Z-2120002	C40~0 t=20cm	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
	路盤材	Z-2120002	再生クラッシュラン RC40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
	路盤材	Z-2125003	再生粒度調整砕石 RM40~0	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」粒調砕石
	瀝青材	Z-4130003	プライムコート PK-3	1	g/cm <sup>3</sup>	日本アスファルト乳剤協会 アスファルト乳剤
	瀝青材	Z-4130003	タックコート PK-4	1	g/cm <sup>3</sup>	日本アスファルト乳剤協会 アスファルト乳剤
	熔融式区画線	Z-4350005	破線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160、p.181」
	熔融式区画線	Z-4350005	実線、白 W=15cm, t=1.5mm	1.3	g/cm <sup>3</sup>	「改訂 路面標示ハンドブック p.160、p.181」
	転落防止柵	Z-4220005	ガードレール GR-C-4E	16	kg/m	メーカーカタログ
⑪ 砂防堰堤工事	ふとんかご	Z-4004001	パネルタイプ 3.2 13×50×120cm	65.16	kg/m	メーカーカタログ
	目地板	Z-4156005	樹脂発泡体 15倍 t=10mm	0.7	kg/m <sup>2</sup>	メーカーカタログ
	止水板	Z-4752017	塩化ビニル CC300mm×7mm	3.4	kg/m	メーカーHP、問い合わせ
	詰石	Z-2140002	割ぐり石 150~200mm	2.6	t/m <sup>3</sup>	「建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 [I]」P82より「石材」
⑫ 床固群工事	境界杭	Z-2370001	根巻き基礎有り	77	kg/本	メーカーカタログ、国土交通省型境界杭(120*120*1000)、根巻ブロック(300*300*250)
	砂利	Z-2102002	25mm 洗い	1.9	t/m <sup>3</sup>	「建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 [I]」P82
⑬ 海岸工事	砂	Z-2104002	細目洗い	1.9	t/m <sup>3</sup>	「建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 [I]」P82
	暗渠	Z-5002003	一般管 VP-50	1.122	kg/m	JIS規格 K6741 VP-50
	ヒューム管	Z-2500011	φ800 B型外圧管	1170	kg/m	JIS規格 A5372 呼びφ800
	購入土	A-3111001	(締土)	2.2	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」軟岩
	鋼矢板	Z-1030001	II型 ℓ=2m	48	Kg/m	建設物価
	スリップバー	Z-1224004	SUS φ19×600	7.93	g/cm <sup>3</sup>	メーカー比重表
	キャップ	Z-1102024	SR φ19×100	0.000335	t/個	メーカーカタログ
	目地材	Z-4152001	t=10mm 瀝青繊維質板	0.36	g/cm <sup>3</sup>	メーカー値
	止水板	Z-4752006	200×5CF 塩化ビニル樹脂	0.0014	t/m	メーカーHP
	タイバー	Z-1224004	SUS D16×600	7.93	g/cm <sup>3</sup>	メーカー比重表
	止水板	Z-4752006	150×5CF 塩化ビニル樹脂	0.00105	t/m	メーカー比重表
	捨石	Z-2140002	300~1000kg	2.6	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」石材
路盤材	Z-2124003	粒度調整 M40~0	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」粒調砕石	
ヒューム管	Z-2500006	B型 φ400mm	306	Kg/本	「建設物価 p.260」 B型 φ400mm	



表 3. 2-9 単位換算の変換数値(4/4)

工事名	材料	材料コード	材料の規格	変換数値	変換単位	備考
⑭公園工事	植込み地用土	A-3113001		1.8	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」土砂
	モルタル	Z-2022002	1:2	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	給水管	Z-5002001	VP20	310	g/m	「建設物価」p.592 VP20
	モルタル	Z-2022002	1:3	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	接地棒	V-1501002	10φ×1500	1018	g/本	メーカーカタログ
	電線管	V-1109003	HIVE22	844	g/本	「建設物価」p.503 22mm
	電線ケーブル	V-1004020	CV3.5□-2C	165	kg/km	「建設物価」p.478 3.5m 2心
	石灰岩ダスト	I0-6210110		2.55	g/cm <sup>3</sup>	メーカー比重データ
	普通レンガ	I0-21210210	JIS3種 210×100×60	2.5	kg/個	「建設物価」p.389 210×100×60
	モルタル	Z-2022002	1:3 t=30mm 均しモルタル	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	モルタル	Z-2022002	1:2 化粧目地	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	モルタル	Z-2022002	モルタル 1:5	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	クラッシュラン	Z-2120003	C40~0	2.04	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」クラッシュラン
	小舗石	Z-21210210	90mm×90mm×90mm	1.5	kg/個	メーカーカタログ
	杉板	Z-6116003	1等厚9mm	0.38	g/cm <sup>3</sup>	メーカー比重データ
	均しモルタル	Z-2022002	1:3	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	目地モルタル	Z-2022002	1:2	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」モルタル
	普通レンガ	I0-21210210	JIS3種 210×100×60	2.5	kg/個	「建設物価」p.389 210×100×60
	洗砂	Z-2104002	細目	1.74	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」砂
	割りぐり石	Z-2140001	50~150mm	2.1	t/m <sup>3</sup>	「平成18年度版 土木工事数量算出要領」粒調砕石
SGP	Z-5100006	40A	3.89	kg/m	「建設物価」p.576 呼び40	

### (5) 各工事事例における環境負荷量の計算

(1)～(4)で整理した資材等の数量と環境負荷原単位を掛け合わせることで、14の工事事例の環境負荷量を算定した。

環境負荷量算定方法は以下のとおりとし、A～Dに示す環境負荷量を合算することで工種毎の一般的な環境負荷量を算定する。なお、建設機械には、輸送機械(トラック等)も含む。また、減耗は損料に対応するもので、償却の他、修理、維持管理も含まれる。

$$A: \text{資材の製造、運搬に係る環境負荷量} = \sum (\text{資材の環境負荷原単位} \times \text{資材の数量})$$

$$B: \text{建設機械の稼働に係る環境負荷量} = \sum (\text{燃料の環境負荷原単位} \times \text{燃料消費量})$$

$$C: \text{建設機械の減耗に係る環境負荷量} = \sum (\text{建設機械の損耗に係る環境負荷原単位} \times \text{建設機械の供用日})$$

$$D: \text{仮設材に係る環境負荷量} = \sum (\text{仮設材の環境負荷原単位} \times \text{仮設材の金額})$$

各工事事例における環境負荷量の算定結果の概要については表 3. 2-10、算定結果の詳細については次頁以降の表 3. 2-11～24 に示す。

表 3. 2-10 14 工事事例の環境負荷量の計算結果の概要

	二酸化炭素排出量(kg-CO <sub>2</sub> )	循環資源最終処分量(kg)	天然資源投入量(kg)	直接工事費(千円)	事業規模
①道路改良その1工事	45,792	-3,923	969,841	15,400	・施工延長 200m ・2車線道路
②道路改良その2工事	435,171	-114,320	3,526,899	47,882	・施工延長 850m ・2車線道路
③道路舗装工事	355,165	-6,483,650	4,015,451	59,018	・施工延長 530m ・2車線道路
④道路舗装修繕工事	154,963	-717,445	1,652,757	33,817	・施工延長 2,000m ・2車線道路
⑤共同溝工事	215,636	-67,325	1,512,870	102,166	・管路敷設工 645m ・特殊部 BOX 12箇所
⑥PC 橋架設工事(プレテンション方式)	66,193	-20,143	240,089	17,684	・橋長 18.1m ・2車線道路(片側歩道)
⑦PC 橋桁製作架設工事(ホーステンション方式)	197,935	-24,871	629,868	42,204	・橋長 28.3m ・2車線道路(両側歩道)
⑧橋梁下部工事(鋼管杭基礎)	397,027	-34,081	1,086,114	38,977	・逆T式橋台(h=6.86m, 7.576m) ・鋼管杭工事(φ600mm-24m-36本)
⑨橋梁塗装工事	164,578	-5,195	168,482	52,045	・工事延長 451.5m ・現場塗装工 11,000m <sup>2</sup>
⑩道路災害復旧工事	145,363	-110,045	1,409,169	8,994	・施工延長 70m ・2車線
⑪砂防堰堤工事	468,640	-84,437	4,453,951	48,548	・不透過型砂防堰堤 1基 ・全体コンクリート量 1,860m <sup>3</sup>
⑫床固群工事	463,791	-75,767	3,999,716	65,440	・施工延長 167m ・床固工 1基、帯工 1基、護岸延長 167m
⑬海岸工事	707,389	-120,504	4,288,237	73,144	・護岸延長 72.4m (天端高 T.P.+6.0m)
⑭公園工事	180,172	-12,419	926,161	23,195	・街区公園 約 1,000m <sup>2</sup>

表 3. 2-11 ①道路改良その1工事の環境負荷量の計算結果

工事区分	工程	種別	細別	規格	参照シート	参照 単価表 共通単価表 内訳書	単位 (☆)	数量	CO2排出 (kg-CO2/☆)											循環資源最終処分 (kg/☆)					天然資源投入 (kg/☆)							
									合計	生産計			出荷計		循環資源投入による控除		吸収	燃料使用 計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	天然資源 投入量		
										国内計	海外計	海外計	国内計	海外計	国内計	海外計																
道路改良																																
道路土工																																
掘削工																																
				掘削(土砂X1)	平均運搬距離 L=50m	12/12 単価表	1	第1号	m3	1,100	2,108.7	689.0	540.2	148.8	27.2	23.3	3.9	-2.4	0.0	1,395.0	1,395.0	0.0	-8.1	7.8	0.4	-16.2	0.0	965.4	965.9	19.5	0.0	0.0
				掘削(土砂X2)	平均運搬距離 L=180m	12/12 単価表	2	第2号	m	1,100	3,457.8	1,101.5	860.0	241.4	47.2	40.6	6.6	-4.6	0.0	2,313.7	1,015.0	1,298.7	-13.0	12.2	0.6	-25.8	0.0	1,598.9	1,565.7	33.3	0.0	0.0
路体盛土工																																
				路体(流用土)(1)		12/12 単価表	3	第3号	m3	810	601.5	202.8	159.3	43.5	7.8	6.7	1.1	-0.7	0.0	391.5	391.5	0.0	-2.4	2.3	0.1	-4.8	0.0	283.8	278.0	5.8	0.0	0.0
				路体(流用土)(2)	(作業残土分)	12/12 単価表	3	第3号	m	180	118.8	40.1	31.5	8.6	1.5	1.3	0.2	-0.1	0.0	77.3	77.3	0.0	-0.5	0.5	0.0	-1.0	0.0	56.0	54.9	1.1	0.0	0.0
路床盛土工																																
				路床(流用土)		12/12 単価表	4	第4号	m3	1,200	1,368.7	484.6	381.9	102.7	18.0	15.4	2.6	-1.7	0.0	867.8	867.8	0.0	-5.9	5.6	0.2	-11.8	0.0	654.7	641.7	13.0	0.0	0.0
法面整形工																																
				法面整形(切土部)	レキ質土	14 (4 共通単価表)	203401	共通B34号	m2	270	804.3	291.3	229.9	61.4	10.7	9.1	1.6	-1.0	0.0	503.3	503.3	0.0	-3.6	3.4	0.1	-7.1	0.0	387.3	379.7	7.7	0.0	0.0
残土処理工																																
				残土処理	平均運搬距離 L=180m	12/12 単価表	5	第5号	m3	180	510.3	149.6	115.8	33.8	7.2	6.2	1.0	-0.7	0.0	354.2	0.0	354.2	-1.7	1.6	0.1	-3.4	0.0	230.0	225.1	5.0	0.0	0.0
法面工																																
養生工																																
				養生	野芝(半土付芝)	14 (4 共通単価表)	203701	共通B37号	m2	270	10,321.0	7,841.3	5,374.9	2,466.5	2,523.8	2,176.9	346.9	-44.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-1,759.6	143.2	30.6	-1,933.4	0.0	9,035.0	7,239.1	1,795.9	0.0	0.0
掃雪工																																
作業土本																																
				床掘り		12/12 単価表	6	第6号	m3	560	881.5	317.2	250.2	67.0	11.7	10.0	1.7	-1.1	0.0	553.7	553.7	0.0	-3.9	3.7	0.2	-7.7	0.0	423.7	415.3	8.4	0.0	0.0
				基面整正	人力	14 (4 共通単価表)	202007	共通B20号	m3	260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				埋め戻し		14 (4 共通単価表)	200401	共通B4号	m3	340	1,054.4	352.2	275.7	76.5	15.9	13.6	2.3	-1.2	0.0	687.5	687.5	0.0	-4.1	3.9	0.2	-8.3	0.0	514.1	502.8	11.3	0.0	0.0
場所打離壁工																																
				打たれ式擁壁		12/12 単価表	7	第7号	m3	400	12,472.0	12,336.8	11,553.6	793.1	374.9	326.5	48.3	-35.2	0.0	95.7	95.7	0.0	-2,735.8	155.2	4.1	-2,895.1	0.0	92,684.4	92,431.8	252.7	0.0	0.0
				裏込砕石	C40~0	14 (4 共通単価表)	204501	共通B45号	m3	200	6,590.1	4,444.3	3,975.3	468.9	1,279.5	1,181.9	97.6	-8.8	0.0	875.1	875.1	0.0	352.6	423.1	8.1	-78.6	0.0	493,001.2	492,338.4	662.8	0.0	0.0
仮設工																																
工事用道路工																																
				工事用道路盛土		12/12 単価表	8	第8号	m3	560	1,466.3	467.1	365.8	101.5	18.8	18.1	2.7	-1.8	0.0	982.0	982.0	0.0	-5.4	5.2	0.3	-10.9	0.0	690.3	666.9	13.4	0.0	0.0
				工事用道路敷砂利	C40~0 t=20cm	12/12 単価表	9	第9号	m3	120	2,707.2	1,995.5	1,808.2	187.3	631.8	584.2	47.7	-3.6	0.0	83.5	83.5	0.0	179.1	208.8	3.9	-33.6	0.0	246,212.0	245,886.3	325.7	0.0	0.0
				工事用道路補修	C40~0	11/11 内訳書	1	第1号	m	1	1,329.3	990.3	898.3	92.0	315.6	291.8	23.8	-1.8	0.0	25.2	25.2	0.0	89.6	104.3	2.0	-16.7	0.0	123,094.8	122,932.2	162.6	0.0	0.0
工事計																																
								45,792	31,704	26,820	4,883	5,292	4,704	588	-409	0	9,206	7,553	1,653	-3,923	1,081	51	-5,055	0	969,941	966,524	3,318	0	0			



表 3. 2-13 ③道路舗装工事の環境負荷量の計算結果

工事区分	工程	種別	細別	規格	参照シート	参照 単価表 共通単価表 内訳書	単位 (☆)	数量	CO2排出(kg-CO2/☆)										管理資源最終処分(kg/☆)					天然資源投入(kg/☆)							
									合計	生産計			出荷計		管理資源投入による控除	吸収	燃料使用計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	管理資源投入による控除	最終処分量(現場発生)	合計	生産計	出荷計	管理資源投入による控除	天然資源投入量		
										国内計	海外計	海外計	国内計	海外計																	
舗装	道路土工	路床盛土工	路床盛土(採取土)	砂質土	1111 内訳書	1 第1号	式	1	12,329.2	3,815.4	2,976.2	839.2	163.7	140.8	22.9	-15.3	0.0	8,309.3	3,075.1	5,234.1	-44.4	41.8	2.2	-88.4	0.0	5,643.6	5,528.0	115.6	0.0	0.0	
	法面工	補土工	補土工	人工筋芝 幅7cm	14 (4内通車専用B)	Z03902 共通B39号	野芝(300mm以上500mm未満)	m2	383	6,925.3	5,235.4	3,588.7	1,646.7	1,683.9	1,452.4	231.4	-29.5	0.0	35.5	35.5	0.0	-1,732.2	95.5	20.4	-1,289.1	0.0	6,047.6	4,849.5	1,198.2	0.0	0.0
	舗装工	舗装準備工	不陸修正(車道・路肩)	補足材なし	1212 単価表	1 第1号	m2	5,830	2,252.8	988.3	787.8	200.6	31.5	26.9	4.6	-3.3	0.0	1,236.2	1,236.2	0.0	-12.9	12.3	0.4	-25.6	0.0	1,154.5	1,131.4	23.1	0.0	0.0	
			下層路盤	RC40~0 t=20cm	1212 単価表	2 第2号	m2	6,490	11,323.7	28,961.1	25,749.5	3,211.6	8,708.8	8,049.6	659.2	-57.3	-28,254.9	1,966.0	1,966.0	0.0	-2,789,269.4	3,314.0	54.5	-2,783,637.9	0.0	547,431.3	542,935.9	4,495.4	0.0	0.0	
			上層路盤	再生亜青安基処理 t=10cm	1212 単価表	3 第3号	m2	5,370	85,183.9	79,179.9	70,073.4	9,106.5	5,399.9	4,868.6	531.3	-210.9	0.0	825.0	825.0	0.0	-487,106.9	1,322.6	43.1	-488,472.6	0.0	912,216.3	909,083.6	3,132.7	0.0	0.0	
			上層路盤	RM40~0 t=15cm	1212 単価表	4 第4号	m2	6,300	9,279.3	22,052.8	19,575.3	2,477.5	6,537.9	6,042.3	495.6	-44.1	-21,755.8	1,908.4	1,908.4	0.0	-2,083,694.8	2,488.0	41.0	-2,086,223.8	0.0	410,682.0	407,304.8	3,377.2	0.0	0.0	
			基層	再生粗粒度アスコン t=5cm	1212 単価表	5 第5号	m2	5,370	42,330.3	39,021.7	34,569.8	4,452.2	2,585.9	2,330.8	255.0	-102.1	0.0	825.0	825.0	0.0	-248,371.2	653.4	20.7	-249,043.3	0.0	454,809.2	453,307.1	1,502.0	0.0	0.0	
			表層	再生粗粒度アスコン t=5cm	1212 単価表	6 第6号	m2	5,370	41,533.0	38,269.8	33,899.2	4,370.7	2,538.3	2,288.0	250.3	-100.2	0.0	825.0	825.0	0.0	-243,238.0	640.8	20.3	-243,898.9	0.0	445,486.4	444,011.9	1,474.5	0.0	0.0	
			透水性舗装工(歩道)	フィルター層	RC40~0 t=10cm	1212 単価表	7 第7号	m2	2,630	2,001.7	5,220.8	4,645.3	575.5	1,582.9	1,463.2	119.7	-10.3	-5,139.0	347.3	347.3	0.0	-505,671.5	602.1	9.9	-506,283.5	0.0	99,528.0	98,711.1	816.8	0.0	0.0
			歩道舗装	開路アスコン t=4cm	1212 単価表	8 第8号	m2	2,630	14,174.8	12,975.1	11,319.0	1,656.1	817.4	736.6	80.8	-34.4	0.0	416.7	416.7	0.0	-379.2	304.8	6.8	-690.4	0.0	242,087.8	241,612.8	475.3	0.0	0.0	
			取付支道舗装	下層路盤	RC40~0 t=30cm	1212 単価表	9 第9号	m2	89	257.5	606.5	538.3	68.3	179.5	165.9	13.6	-1.2	-58.12	53.9	53.9	0.0	-57,190.6	68.3	1.1	-57,260.0	0.0	11,273.3	11,180.6	92.7	0.0	0.0
			上層路盤	RM40~0 t=10cm	1212 単価表	10 第10号	m2	89	103.8	214.9	190.1	24.8	61.8	57.1	4.7	-0.4	-199.4	27.0	27.0	0.0	-19,624.3	23.5	0.4	-19,648.2	0.0	3,876.2	3,844.2	32.0	0.0	0.0	
			表層	再生粗粒度アスコン t=5cm	1212 単価表	11 第11号	m2	89	701.6	646.7	572.9	73.8	42.9	38.6	4.2	-1.7	0.0	13.7	13.7	0.0	-4,116.4	10.8	0.3	-4,127.6	0.0	7,537.8	7,512.9	24.8	0.0	0.0	
	排水構造物工	簡清工	L形簡清		1111 内訳書	2 第2号	式	1	93,088.9	95,630.8	87,601.8	8,029.0	5,332.2	4,674.9	657.3	-7,874.2	0.0	0.0	0.0	-32,893.8	1,486.0	55.6	-34,435.3	0.0	594,238.0	590,743.1	3,494.9	0.0	0.0		
	防護構工	防止構工	転落防止柵	H=1.10m	14 (4内通車専用B)	Z10801 共通B108号	m	127	4,796.8	4,321.8	3,416.5	905.3	420.6	389.3	31.2	-25.3	0.0	79.7	79.7	0.0	-119.8	74.9	2.4	-197.1	0.0	4,779.4	4,569.7	209.7	0.0	0.0	
	区画線工	区画線工	区画線	区画線(埋設、径φ100mm、t=15mm)	1212 単価表	15 第15号	m	230	46.8	45.3	30.0	15.3	1.8	1.4	0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	-0.8	0.0	36.0	34.9	1.1	0.0	0.0	
			区画線	区画線(埋設、径φ100mm、t=15mm)	1212 単価表	16 第16号	m	1,010	204.6	198.9	131.6	67.3	6.9	6.0	1.0	-1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.1	0.1	-2.5	0.0	158.1	155.1	5.0	0.0	0.0	
			区画線	区画線(埋設、径φ100mm、t=15mm)	1212 単価表	17 第17号	式	1	60.3	58.7	38.8	19.8	2.0	1.8	0.3	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	0.0	-0.8	0.0	46.6	45.2	1.5	0.0	0.0		
	緑石工	緑石工	地先境界ブロック	150 x 150 x 600mm	1212 単価表	12 第12号	m	770	14,632.3	14,553.1	13,279.6	1,273.5	969.2	855.8	113.4	-1,022.8	0.0	132.8	132.8	0.0	-5,115.6	259.3	9.6	-5,384.5	0.0	130,803.5	130,186.2	617.3	0.0	0.0	
			地先境界ブロック	120 x 120 x 600mm	1212 単価表	13 第13号	m	1,016	13,928.7	13,949.2	12,754.1	1,195.1	903.2	798.6	104.6	-1,078.0	0.0	154.2	154.2	0.0	-4,629.4	256.0	8.8	-4,894.2	0.0	137,615.1	137,042.8	572.3	0.0	0.0	
工事計									355,165.26	365,946.16	325,737.50	40,208.67	37,970.05	34,388.51	3,581.54	-10,612.70	-55,350.31	17,155.91	11,921.77	5,234.15	-6,483,650.29	11,658.47	297.41	-6,485,606.17	0.00	4,015,451.04	3,993,788.61	21,662.44	0.00	0.00	





表 3. 2-18 ⑧橋梁下部工事（鋼管杭基礎）の環境負荷量の計算結果

工事区分	工種	種別	細別	規格	参照シート	参照 単価表 共通単価表 内訳書	単位 (☆)	数量	CO2排出(kg-CO2/☆)									循環資源最終処分(kg/☆)					天然資源投入(kg/☆)							
									合計	生産計			出荷計	循環資源投入による控除			吸収	燃料使用計	建設機械		合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	天然資源投入量
										国内計	海外計	国内計		海外計	国内計	海外計			国内計	海外計										
橋梁下部	橋台工	A1橋台			11 11 内訳書	1 第1号	式	1	188,304.5	183,752.5	159,315.5	24,437.0	3,381.9	2,948.5	433.3	-2,212.4	0.0	3,382.6	3,382.6	0.0	-16,278.4	2,380.6	37.2	-18,696.3	0.0	521,132.6	518,845.3	2,287.3	0.0	0.0
									193,014.8	188,449.0	163,736.6	24,712.4	3,508.3	3,058.8	449.6	-2,342.9	0.0	3,400.4	3,400.4	0.0	-17,349.9	2,432.9	38.6	-19,821.3	0.0	553,354.3	550,981.9	2,372.4	0.0	0.0
		A2橋台			11 11 内訳書	2 第2号	式																							
	仮設工	仮設切工			11 11 内訳書	7 第7号	式	1	15,707.2	11,274.6	8,883.4	2,391.2	268.4	231.7	36.7	-93.7	0.0	4,258.0	4,258.0	0.0	-453.0	201.4	3.3	-657.7	0.0	11,626.8	11,438.0	188.7	0.0	0.0
工事費計								397,026.6	383,476.1	331,835.5	51,540.6	7,158.5	6,238.9	919.6	-4,649.0	0.0	11,041.0	11,041.0	0.0	-34,081.3	5,014.9	79.1	-39,175.3	0.0	1,086,113.7	1,081,265.2	4,848.5	0.0	0.0	

表 3. 2-19 ⑨橋梁塗装工事の環境負荷量の計算結果

工事区分	工種	種別	細別	規格	参照シート	参照 単価表 共通単価表 内訳書	単位 (☆)	数量	CO2排出(kg-CO2/☆)									循環資源最終処分(kg/☆)					天然資源投入(kg/☆)								
									合計	生産計			出荷計	循環資源投入による控除			吸収	燃料使用計	建設機械		合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	天然資源投入量	
										国内計	海外計	国内計		海外計	国内計	海外計			国内計	海外計											
道路修繕	現場塗装工	橋梁塗装工			12 12 単価表	1 第1号	m2	11,100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	仮設工	橋梁塗装工	清掃・水洗い		12 12 単価表	1 第1号	m2	11,100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			剥離調整		12 12 単価表	2 第2号	m3	11,100	2,789.4	2,578.2	1,704.1	874.1	2,105.6	178.1	32.5	-19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.5	49.5	-72.8	0.0	2,192.9	2,032.6	160.2	0.0	0.0		
			下塗り塗装(I)	水性エポキシ樹脂	12 12 単価表	3 第3号	m2	11,100	10,681.9	9,944.5	6,572.9	3,371.6	812.3	687.0	125.3	-74.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-79.1	190.8	11.0	-290.9	0.0	8,458.2	7,840.2	617.9	0.0	0.0	
			中塗り塗装(II)	水性エポキシ樹脂	12 12 単価表	4 第4号	m2	11,100	10,681.9	9,944.5	6,572.9	3,371.6	812.3	687.0	125.3	-74.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-79.1	190.8	11.0	-290.9	0.0	8,458.2	7,840.2	617.9	0.0	0.0
			上塗り塗装	長油性フタル酸樹脂漆彩	12 12 単価表	5 第5号	m2	11,100	2,373.7	2,209.9	1,460.6	749.3	180.5	152.7	27.8	-16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.6	42.4	2.5	-62.4	0.0	1,879.6	1,742.3	137.3	0.0	0.0
工事費計								164,578.43	160,728.38	125,906.30	34,822.07	4,886.16	4,214.55	671.62	-1,036.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-5,195.45	2,602.23	58.43	-7,856.11	0.00	168,482.19	165,018.13	3,464.06	0.00	0.00		













#### (6) 工種当たりの環境負荷原単位の整理

(5)の14工事事例の環境負荷量に基づいて、工種当たりの環境負荷原単位について整理を行った。「土木工事積算基準マニュアル」の積算例で、内訳の総括表として示されているものについて、各工種の作業単位当たり(m、m<sup>2</sup>、m<sup>3</sup>、t等)に整理した。

なお、総括表で「一式」として示されているものについては、単位当たりの数量が分からないため、参照先の内訳書、単価表等を確認し、内訳の各項目について単位当たりの値を示すこととした。

次頁以降の表 3. 2-25~42 で工事事例別の工種当たりの環境負荷の一覧を示す。ここで、黄色の網掛けは一式計上を細分化した箇所、青の網掛けは人力である等各種理由で算定対象外としたもの、緑網掛けは原単位の内容の一部を算定対象外としたものである。それぞれの工事事例から工種当たりの環境負荷量を取りまとめた結果が表 3. 2-3 である。

表 3. 2-25 工種当たりの環境負荷量(①道路改良その1工事)

工事区分	工程	種別	細別	規格	単位 (☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/☆)													循環資源最終処分(kg/☆)					天然資源投入(kg/☆)				
							合計	生産計			出荷計			循環資源投入による控	吸収	燃料使用計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控	最終処分量(現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控	天然資源投入量	
								国内計	海外計	国内計	海外計	国内計	海外計																
道路改良	道路土工	掘削工		掘削(土砂)(1) 平均運搬距離 L=50m	m3		1.92	0.63	0.49	0.14	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	1.27	1.27	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.88	0.02	0.00	0.00	
				掘削(土砂)(2) 平均運搬距離 L=180m	m3	3.14	1.00	0.78	0.22	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	2.10	0.92	1.18	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.45	1.42	0.03	0.00	0.00		
		路床盛土工		路床(流用土)(1)	m3	0.74	0.25	0.20	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.48	0.48	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.35	0.34	0.01	0.00	0.00			
				路床(流用土)(2) (作業残土分)	m3	0.74	0.25	0.20	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.48	0.48	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.35	0.34	0.01	0.00	0.00			
		路面整形工		路面(流用土)	m3	1.14	0.40	0.32	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.55	0.53	0.01	0.00	0.00			
				路面整形(切土部)	m2	2.98	1.08	0.85	0.23	0.04	0.03	0.01	0.00	1.86	1.86	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.03	0.00	1.43	1.41	0.03	0.00	0.00			
		残土処理工		残土処理	m3	2.83	0.83	0.64	0.18	0.04	0.03	0.01	0.00	1.97	0.00	1.97	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.28	1.25	0.03	0.00	0.00			
				残土処理	m3	2.83	0.83	0.64	0.18	0.04	0.03	0.01	0.00	1.97	0.00	1.97	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.28	1.25	0.03	0.00	0.00			
		法面工		植生工	m2	38.23	29.04	19.91	9.14	9.35	8.06	1.28	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.52	0.53	0.11	-7.16	0.00	33.46	26.81	6.65	0.00	0.00		
				作業土木	m3	1.57	0.57	0.45	0.12	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.76	0.74	0.02	0.00	0.00		
		擁壁工		底張り	m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				床面整正	m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		埋め戻し		埋め戻し	m3	3.10	1.04	0.81	0.22	0.05	0.04	0.01	0.00	2.02	2.02	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.51	1.48	0.03	0.00	0.00			
				埋め戻し	m3	3.10	1.04	0.81	0.22	0.05	0.04	0.01	0.00	2.02	2.02	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.51	1.48	0.03	0.00	0.00			
		場所打擁壁工 (構造物単位)		もたれ式擁壁	m3	31.18	30.84	28.88	1.96	0.94	0.82	0.12	-0.84	0.00	0.24	0.24	0.00	-6.84	0.39	0.01	-7.24	0.00	231.71	231.08	0.63	0.00	0.00		
裏込砕石	m3			32.95	22.22	19.88	2.34	6.40	5.91	0.49	-0.04	0.00	4.38	4.38	0.00	1.75	2.12	0.04	-0.39	0.00	2465.01	2461.69	3.31	0.00	0.00				
仮設工		工事用道路工	m	6.65	4.95	4.49	0.46	1.58	1.46	0.12	-0.01	0.00	0.13	0.13	0.00	0.45	0.52	0.01	-0.08	0.00	615.47	614.66	0.81	0.00	0.00				
		工事用道路盛土	m3	2.93	0.93	0.73	0.20	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	1.96	1.96	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	1.36	1.33	0.03	0.00	0.00				
工事用道路盛土		工事用道路盛土	m3	22.56	16.63	15.07	1.56	5.27	4.87	0.40	-0.03	0.00	0.70	0.70	0.00	1.49	1.74	0.03	-0.28	0.00	2051.77	2049.05	2.71	0.00	0.00				
		工事用道路盛土	m	6.65	4.95	4.49	0.46	1.58	1.46	0.12	-0.01	0.00	0.13	0.13	0.00	0.45	0.52	0.01	-0.08	0.00	615.47	614.66	0.81	0.00	0.00				

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

□ : 一式計上を細分化した箇所    ■ : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所    ▨ : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所













表 3. 2-32 工種当たりの環境負荷量(⑧橋梁下部工事(鋼管杭基礎))

工事区分	工種	種別	細別	規格	単位 (☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/☆)										循環資源最終処分(kg/☆)				天然資源投入(kg/☆)									
							合計	生産計			出荷計			循環資源投入 による控除	吸収	燃料使用 計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入 による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入 による控除	天然資源投入 量		
								国内計	海外計	出荷計	国内計	海外計	国内計																海外計	国内計
橋梁下部	橋台工	A1橋台	コンクリート工	24N-8-25	m3	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	341.38	340.34	319.27	21.08	9.17	7.99	1.18	-9.41	0.00	1.27	1.27	0.00	-76.83	3.88	0.10	-80.81	0.00	2,305.15	2,298.87	6.18	0.00	0.00		
			鋼管杭基礎 (中環工法)	本	7,307.43	7,066.30	5,959.33	1,106.97	102.71	89.61	13.10	-38.67	0.00	177.10	177.10	0.00	-236.10	91.87	1.13	-329.10	0.00	9,173.70	9,104.13	69.58	0.00	0.00				
			鉄筋工	SD345.D13	t	863.06	852.94	608.26	244.68	24.78	21.56	3.22	-14.66	0.00	0.00	0.00	0.00	-52.07	25.43	0.28	-77.78	0.00	630.70	613.72	16.98	0.00	0.00			
			鉄筋工	SD345.D16~25	t	863.06	852.94	608.26	244.68	24.78	21.56	3.22	-14.66	0.00	0.00	0.00	0.00	-52.07	25.43	0.28	-77.78	0.00	630.70	613.72	16.98	0.00	0.00			
			仮設工	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																									
			仮設工	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																									
	橋台工	A2橋台	コンクリート工	24N-8-25	m3	341.38	340.34	319.27	21.08	9.17	7.99	1.18	-9.41	0.00	1.27	1.27	0.00	-76.83	3.88	0.10	-80.81	0.00	2,305.15	2,298.87	6.18	0.00	0.00			
			鋼管杭基礎 (中環工法)	本	7,307.43	7,066.30	5,959.33	1,106.97	102.71	89.61	13.10	-38.67	0.00	177.10	177.10	0.00	-236.10	91.87	1.13	-329.10	0.00	9,173.70	9,104.13	69.58	0.00	0.00				
			鉄筋工	SD345.D13	t	863.06	852.94	608.26	244.68	24.78	21.56	3.22	-14.66	0.00	0.00	0.00	0.00	-52.07	25.43	0.28	-77.78	0.00	630.70	613.72	16.98	0.00	0.00			
			鉄筋工	SD345.D16~25	t	863.06	852.94	608.26	244.68	24.78	21.56	3.22	-14.66	0.00	0.00	0.00	0.00	-52.07	25.43	0.28	-77.78	0.00	630.70	613.72	16.98	0.00	0.00			
			仮設工	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																									
			仮設工	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																									
橋台工	仮設切工	鋼矢板打込み型型打込み	式	19.30	12.07	9.75	2.31	0.31	0.26	0.05	-0.04	0.00	6.96	6.96	0.00	-0.17	0.16	0.00	-0.34	0.00	11.34	11.11	0.23	0.00	0.00					
		鋼矢板打込み型型打込み	式	11.19	7.00	5.66	1.34	0.18	0.15	0.03	-0.02	0.00	4.04	4.04	0.00	-0.10	0.09	0.00	-0.20	0.00	6.58	6.44	0.13	0.00	0.00					
		仮設材取寄せ	t	14.52	14.28	11.68	2.60	0.28	0.24	0.05	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.22	0.20	0.00	-0.42	0.00	10.63	10.41	0.22	0.00	0.00					
		仮設材取寄せ	t	77.66	76.95	60.10	16.84	1.56	1.36	0.20	-0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.23	1.59	0.02	-5.84	0.00	76.23	75.17	1.06	0.00	0.00					
		仮設材取寄せ	t	102.40	101.46	79.25	22.21	2.06	1.80	0.26	-1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.58	2.10	0.02	-7.70	0.00	100.52	99.13	1.39	0.00	0.00					
		機械土工(土砂)	m3	4.91	1.72	1.36	0.37	0.06	0.06	0.01	-0.01	0.00	3.13	3.13	0.00	-0.02	0.02	0.00	-0.04	0.00	2.34	2.29	0.05	0.00	0.00					
		機械土工(土砂)	m3	3.29	1.17	0.92	0.25	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	2.08	2.08	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.03	0.00	1.58	1.55	0.03	0.00	0.00					

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

□ : 一式計上を細分化した箇所    ■ : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所    ▨ : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所

表 3. 2-33 工種当たりの環境負荷量(⑨橋梁塗装工事)

工事区分	工種	種別	細別	規格	単位 (☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/☆)										循環資源最終処分(kg/☆)				天然資源投入(kg/☆)									
							合計	生産計			出荷計			循環資源投入 による控除	吸収	燃料使用 計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入 による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入 による控除	天然資源投入 量		
								国内計	海外計	出荷計	国内計	海外計	国内計																海外計	国内計
道路修繕	現場塗装工	橋梁塗装工	清掃・水洗い	m2	水の使用量が不明	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
			素地調整	m2	市場単価であり、使用機材が不明	0.23	0.23	0.15	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.20	0.18	0.01	0.00	0.00				
			下塗り塗装(I)	m2	水性エポキシ樹脂	0.86	0.90	0.59	0.30	0.07	0.06	0.01	-0.01	0.00	6.90	6.90	0.00	-0.01	0.02	0.00	-0.03	0.00	0.76	0.71	0.06	0.00	0.00			
			下塗り塗装(II)	m2	水性エポキシ樹脂	0.86	0.90	0.59	0.30	0.07	0.06	0.01	-0.01	0.00	6.90	6.90	0.00	-0.01	0.02	0.00	-0.03	0.00	0.76	0.71	0.06	0.00	0.00			
			中塗り塗装	m2	長油性フタル酸樹脂塗料	0.21	0.20	0.13	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.17	0.16	0.01	0.00	0.00			
			上塗り塗装	m2	長油性フタル酸樹脂塗料	0.21	0.18	0.12	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.16	0.14	0.01	0.00	0.00			
			仮設工	橋梁足場設置工	主体足場	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																							
					中段足場	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																							
					中段足場	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	11.79	11.63	9.38	2.25	0.22	0.19	0.03	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.46	0.19	0.00	-0.65	0.00	13.44	13.29	0.15	0.00	0.00	
					前面足場	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	5.96	5.88	4.75	1.14	0.11	0.10	0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.23	0.09	0.00	-0.33	0.00	6.80	6.72	0.07	0.00	0.00	
					脚盤	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	4.93	4.87	3.93	0.94	0.09	0.08	0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.19	0.08	0.00	-0.27	0.00	5.63	5.57	0.06	0.00	0.00	
					シート張防護	式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	2.96	2.90	2.37	0.53	0.09	0.08	0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	0.03	0.00	-0.10	0.00	1.84	1.58	0.06	0.00	0.00	

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

□ : 一式計上を細分化した箇所    ■ : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所    ▨ : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所

表 3. 2-34 工種当たりの環境負荷量(⑩道路災害復旧工事)

工事区分	工種	種別	細別	規格	単位 (☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/台)													循環資源最終処分(kg/台)				天然資源投入(kg/台)										
							合計	生産計			出荷計			循環資源投入による控	吸収	燃料使用計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控 (現場発生)	最終処分量	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控	天然資源投入量						
								国内計	海外計	海外計	国内計	海外計	国内計																海外計	国内計	海外計	国内計	海外計	国内計
災害復旧	道路土工	掘削	掘削	砂質土	m3		合計	8.83	2.10	1.64	0.46	0.09	0.08	0.01	-0.01	0.00	4.65	1.89	2.75	-0.02	0.02	0.00	-0.05	0.00	3.13	3.07	0.06	0.00	0.00					
							生産計	0.18	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00		
							国内計	0.35	0.12	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	
							海外計	2.50	0.71	0.55	0.16	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.77	0.00	1.77	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	1.10	0.02	0.00	0.00	0.00	
							再生処理のため環境負荷をOとした	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
							舗装工	舗装工	舗装工	舗装工	舗装工	m3	8.70	2.10	1.84	0.46	0.09	0.08	0.01	-0.01	0.00	4.52	1.90	2.82	-0.02	0.02	0.00	-0.05	0.00	3.09	3.03	0.06	0.00	0.00
							舗床	舗床	舗床	舗床	舗床	m3	8.81	2.15	1.88	0.47	0.09	0.08	0.01	-0.01	0.00	4.58	1.98	2.82	-0.03	0.02	0.00	-0.05	0.00	3.14	3.08	0.06	0.00	0.00
							防凍工	防凍工	防凍工	防凍工	防凍工	m2	18.08	13.67	9.37	4.30	4.40	3.79	0.60	-0.08	0.00	0.09	0.09	0.00	-3.06	0.25	0.05	-3.37	0.00	15.79	12.66	3.13	0.00	0.00
							アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	m	4.52	1.61	1.27	0.34	0.06	0.05	0.01	-0.01	0.00	2.85	2.85	0.00	-0.02	0.02	0.00	-0.04	0.00	2.16	2.12	0.04	0.00	0.00
							コンクリートアクリル積上	コンクリートアクリル積上	コンクリートアクリル積上	コンクリートアクリル積上	コンクリートアクリル積上	m2	453.39	494.97	462.22	32.75	16.39	14.41	1.98	-57.97	0.00	0.00	0.00	0.00	-99.82	8.20	0.17	-108.19	0.00	4879.63	4868.98	10.65	0.00	0.00
							アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	m	48.79	46.79	43.68	3.12	2.51	2.25	0.26	-1.17	0.00	0.66	0.66	0.00	-9.14	0.94	0.02	-10.10	0.00	789.23	787.73	1.50	0.00	0.00
							アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	アクリル積上	m	299.47	339.70	317.07	22.63	9.50	8.28	1.22	-49.73	0.00	0.00	0.00	0.00	-68.44	5.40	0.10	-73.95	0.00	2773.91	2767.50	6.41	0.00	0.00
							舗装工	舗装工	舗装工	舗装工	舗装工	m2	4.61	3.33	3.00	0.33	1.01	0.93	0.08	-0.01	0.00	0.28	0.28	0.00	0.28	0.33	0.01	-0.06	0.00	391.03	390.51	0.52	0.00	0.00
							下層舗装工	下層舗装工	下層舗装工	下層舗装工	下層舗装工	m2	1.42	3.48	3.09	0.39	1.04	0.96	0.08	-0.01	-3.36	0.28	0.28	0.00	-330.74	0.39	0.01	-331.15	0.00	65.16	64.63	0.54	0.00	0.00
							上面舗装工	上面舗装工	上面舗装工	上面舗装工	上面舗装工	m2	6.68	7.97	7.01	0.96	0.52	0.58	0.06	-0.02	0.00	0.15	0.15	0.00	-46.32	0.13	0.00	-46.46	0.00	95.87	95.54	0.34	0.00	0.00
							表面舗装工	表面舗装工	表面舗装工	表面舗装工	表面舗装工	m2	7.88	7.27	6.44	0.83	0.48	0.43	0.05	-0.02	0.00	0.15	0.15	0.00	-46.25	0.12	0.00	-46.38	0.00	84.69	84.41	0.28	0.00	0.00
							防凍工	防凍工	防凍工	防凍工	防凍工	m	40.41	37.01	29.26	7.75	3.62	3.35	0.27	-0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.03	0.64	0.02	-1.69	0.00	40.80	39.00	1.80	0.00	0.00
							区画線工	区画線工	区画線工	区画線工	区画線工	m	0.20	0.20	0.13	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.15	0.00	0.00	0.00
												m	0.20	0.20	0.13	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.15	0.00	0.00	0.00	

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

: 一式計上を細分化した箇所
  : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所
  : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所



表 3. 2-36 ⑪工種毎の環境負荷原単位(砂防工事(砂防堰堤工事(2/2)))

工事区分	工種	種別	細別	規格	単位(☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/☆)										循環資源最終処分(kg/☆)				天然資源投入(kg/☆)																																			
							合計	生産計			出荷計		国内計		海外計	循環資源投入 による控除	吸収	燃料使用 計	建設機械	輸送機械	合計	生産計		出荷計	循環資源投入 による控除	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計		出荷計	循環資源投入 による控除	天然資源投入 量																								
砂防堰堤	仮設工																																																							

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

: 一式計上を細分化した箇所  
  : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所  
  : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所









表 3. 2-40 工種当たりの環境負荷量 (⑬海岸工事 (2/2))

工事区分	工程	種別	細別	規格	単位 (☆)	備考	CO2排出 (kg-CO2/☆)												循環資源最終処分 (kg/☆)					天然資源投入 (kg/☆)									
							合計	生産計			出荷計		管理資源投入 (による控除)		吸収	燃料使用計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	管理資源投入 (による控除)	最終処分量 (現場発生)	合計	生産計	出荷計	管理資源投入 (による控除)	天然資源投入量					
								国内計	海外計		国内計	海外計																					
護岸	仮設工	仮設切工																															
			鋼矢板圧入		枚	総括表で1式なので、下記の内訳を記入	108.58	23.40	18.07	5.33	1.15	1.00	0.15	-0.10	0.00	84.13	14.35	0.00	-0.46	0.25	0.01	-0.72	0.00	37.24	36.48	0.76	0.00	0.00					
			鋼矢板引抜き		枚		37.50	8.46	6.58	1.88	0.39	0.34	0.05	-0.04	0.00	28.77	5.81	0.00	-0.18	0.09	0.00	-0.28	0.00	12.53	12.28	0.26	0.00	0.00					
			鋼矢板引抜き 挿入		回		1,007.77	223.90	174.23	49.67	10.38	9.08	1.30	-0.94	0.00	774.43	99.11	0.00	-5.01	2.51	0.11	-7.63	0.00	325.74	319.01	6.74	0.00	0.00					
			鋼矢板引抜き 引抜き		回		392.16	87.44	68.02	19.42	4.06	3.55	0.51	-0.37	0.00	301.05	44.43	0.00	-1.93	0.98	0.05	-2.95	0.00	127.83	125.19	2.64	0.00	0.00					
			鋼矢板貫料 耳型 厚=8mm		枚		0.54	0.54	0.42	0.12	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.01	0.00	-0.04	0.00	0.53	0.52	0.01	0.00	0.00					
			単管足場 4m以上		掛m2		0.77	0.76	0.62	0.14	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	0.56	0.55	0.01	0.00	0.00						
			単管傾斜足場 4m以上		掛m2		0.77	0.76	0.62	0.14	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.02	0.00	0.56	0.55	0.01	0.00	0.00						
			ポンプ排水		式	総括表で1式なので、下記の内訳を記入																											
			工事用水中ポンプ運転	φ=150×1 φ=200×2	日		695.66	85.21	59.58	25.63	7.57	6.57	1.00	-0.39	0.00	603.26	0.00	0.00	-0.28	0.32	0.10	-0.70	0.00	267.74	262.60	5.15	0.00	0.00					
			工事用水中ポンプ運転		箇所		19.48	19.17	15.88	3.49	0.38	0.32	0.06	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.29	0.27	0.01	-0.57	0.00	14.27	13.97	0.30	0.00	0.00					

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

: 一式計上を細分化した箇所
  : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所
  : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所

表 3. 2-41 工種当たりの環境負荷量(⑭公園工事(1/2))

工事区分	工程	種別	細別	規格	単位(☆)	備考	CO2排出(kg-CO2/☆)														循環資源最終処分(kg/☆)					天然資源投入(kg/☆)							
							合計	生産計			出荷計			循環資源投入による控除	吸収	燃料使用計	建設機械	輸送機械	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除(現場発生)	最終処分量(現場発生)	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除	天然資源投入量					
								国内計	海外計	海外計	国内計	海外計	国内計																海外計				
基盤整備	敷地造成	掘削工	掘削(土砂)	m3	m3		合計	4.52	1.61	1.27	0.34	0.06	0.05	0.01	-0.01	0.00	2.85	2.85	0.00	-0.02	0.02	0.00	-0.04	0.00	2.16	2.12	0.04	0.00	0.00				
							生産計	0.85	0.28	0.20	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.39	0.38	0.01	0.00	0.00			
							国内計																										
							海外計																										
							出荷計																										
植栽	植栽工	高木植栽工	シラカン	H=4.5, C=0.25, W=1.2	本		合計	221.18	174.96	158.95	16.01	37.26	32.92	4.44	-0.43	0.00	9.39	1.36	8.03	-18.45	1.94	0.55	-20.95	0.00	119.80	96.31	23.49	0.00	0.00				
							生産計	21.55	17.72	16.07	1.65	3.87	3.41	0.46	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.99	0.20	0.06	-2.25	0.00	12.35	9.92	2.43	0.00	0.00				
							国内計																										
施設整備	給水設備工	水栓取付工	止水栓	個			合計	52.05	47.68	37.69	9.98	4.66	4.31	0.34	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.33	0.83	0.03	-2.18	0.00	52.56	50.24	2.32	0.00	0.00				
							生産計	104.39	95.61	75.59	20.02	9.34	8.65	0.69	-0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.66	1.66	0.05	-4.38	0.00	105.40	100.74	4.65	0.00	0.00				
							国内計																										
園路整備	園路舗装工	アスファルト系舗装工	歩道用舗装	m2			合計	4,558.57	4,016.65	3,152.81	863.83	530.58	461.09	69.49	-19.81	0.00	0.00	0.00	0.00	-99.13	70.00	5.95	-175.09	0.00	4,420.90	4,060.06	360.84	0.00	0.00				
							生産計	59.96	2.50	2.08	0.42	0.33	0.30	0.03	-0.03	0.00	57.17	0.17	0.00	0.04	0.09	0.00	-0.04	0.00	133.02	132.85	0.17	0.00	0.00				
							国内計																										
園路舗装工	石材系舗装工	レンガ舗装	m2				合計	371.48	346.37	316.83	29.54	28.84	25.15	3.49	-4.72	0.00	1.18	0.32	0.86	-40.96	4.94	0.30	-46.19	0.00	1,056.45	1,037.78	18.66	0.00	0.00				
							生産計	50.86	50.42	45.44	4.98	3.12	2.78	0.34	-3.56	0.00	0.87	0.32	0.55	-8.48	1.16	0.03	-9.66	0.00	659.40	657.48	1.91	0.00	0.00				
							国内計																										
園路舗装工	歩道用舗装	レンガ舗装	m2				合計	20.14	19.49	17.66	1.83	1.40	1.23	0.17	-0.92	0.00	0.16	0.02	0.14	-8.16	0.31	0.01	-8.48	0.00	109.83	108.92	0.91	0.00	0.00				
							生産計	118.94	109.81	100.33	9.49	9.38	8.22	1.15	-0.40	0.00	0.15	0.01	0.14	-12.12	1.49	0.10	-13.71	0.00	209.03	202.89	6.13	0.00	0.00				
							国内計																										

【工事毎の環境負荷原単位表の凡例】

□ : 一式計上を細分化した箇所    ■ : 人力であるなど各種理由で算定対象外とした箇所    ▨ : 原単位の内容の一部を算定対象外とした箇所



## (7) 原単位の更新における懸案事項

本研究における工種当たりの原単位の算定に使用したデータが変更された場合、その変更に応じて原単位を新たに更新する必要がある。変更される可能性のあるデータとそれが変更された場合に必要となる主な対応は、以下のとおりである。

### 1) 公的統計、業界統計等の更新(主に1年毎)

「資材(一般品)の環境負荷原単位」の更新が必要

### 2) 産業連関表の更新(5年毎)

「資材(一般品)の環境負荷原単位」の更新が必要

### 3) 「土木工事積算基準」等の積算基準(歩掛)の変更(主に1年毎)

各種作業における建設機械の一般的な作業時間等が変更されることによって、建設機械の環境負荷に係る数量の変更が必要

1)、2)の具体的な対応については、「3.2.5 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」に記載する算定手法に基づく。

また、出典データの更新による対応とは別に、本 LCA 手法の普及に伴って各所で実施される計算結果を収集し、原単位算定の際のサンプルとして追加することによって、原単位の精度向上を行う必要がある。ある一定数のサンプルが得られた以降は、新たなサンプルの追加に合わせて古いサンプルの削除を行う。将来の課題としては、それらを自動的に行うシステムの構築を目指す。

### 3. 2. 4 構造物の設計に伴う環境負荷の算定方法（案）

構造物の設計に伴う環境負荷は、コンサルタントの設計等の作業に際して使用する事務所のガス、電気等に伴う環境負荷である。

受注金額に「土木建設サービス部門」の環境負荷原単位を乗じることによって構造物の設計に伴う環境負荷を推計することが出来る。

#### 【解説】

##### (1) 構造物の計画に伴う環境負荷算定の考え方

社会資本の構造物の設計は、基本的に国土交通省等の公的機関から発注され、コンサルタント等の民間企業が実施する。設計等の作業に際しては、事務所のガス、電気、水道、協議や交渉のための社員の交通移動等に伴う環境負荷の発生が想定される。

各事務所で使用するガス、電気等については、一般に数量ベース（ $m^3$ 、 $kWh$ 等）で推計されない。構造物の計画に伴う環境負荷の算定方法は、入手可能なデータで推定を行う手法であることが求められる。

##### (2) 構造物の設計に伴う環境負荷の算定方法（案）

構造物の設計に伴う環境負荷は、入手可能と考えられるデータに金額ベースの環境負荷原単位を乗じることにより算定することとする。また、1事務所で複数の計画を扱っている場合、それぞれの設計に伴う環境負荷の割合は設計の作業量に比例し、作業量は業務の受注金額に比例すると仮定することが出来る。

事務所で使用するガス、電気など毎に費用が推計されている場合、それらに金額基準の資材の原単位と対象とする業務の環境負荷の割合を乗じることによって、構造物の設計に伴う環境負荷を算定することとする。一方、推計がされていない場合は、以下のとおり、環境負荷原単位に「土木建設サービス部門」を採用し、受注金額を乗じることによって、構造物の計画に伴う環境負荷を算定することとする。

構造物の計画に係る環境負荷量

＝受注金額 × 「土木建設サービス部門」の環境負荷原単位

【参考】「土木建設サービス部門」の二酸化炭素排出原単位（金額基準）：1.42  $kg-CO_2$ /千円



## 【施工レベルの環境負荷の算出】

### 3. 2. 5 資材（一般品）の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

資材は、我が国の資材の平均的な環境負荷を示す「一般品」と同じ資材でも製造した企業や工場毎に異なる固有の環境負荷を示す「個別品」に分けることができる。本研究では、企業や工場を特定しない一般的な環境負荷を計算するためには「資材(一般品)の環境負荷原単位」を用い、一般品に含まれない特別な資材を扱う場合等は「資材(個別品)の環境負荷原単位」を用いることとした。

一般品の環境負荷原単位は、積み上げ法と産業連関法を組み合わせた「産業連関表補完型積み上げ法」により算出した(表 3. 2-43~48 参照)。「産業連関表補完型積み上げ法」とは、“主要建設資材”について、詳細な品目区分で物量データが得られる公的統計等を用いて積み上げ法で計算し、その他の項目については産業連関法で補完する手法である。産業連関法で補完することで、日本国内の経済活動を範囲とした資材間での統一性のあるシステム境界(環境負荷計算範囲)を設定でき、異なる資材についても同じ条件での計算が可能となった。また、公的統計に基づく透明性及び国内全体の生産活動の部門に基づく品目の網羅性が確保できる。













(1) 資材（一般品）の環境負荷原単位の算定方法の考え方

社会資本 LCA における環境負荷計算を行うためには資材（一般品）の環境負荷原単位が必要である。本研究では、既存のインベントリ分析方法である産業連関法と積み上げ法の両方の利点を備えた「産業連関表補完型積み上げ法」により社会資本用一般品環境負荷原単位一覧表を構築した。一般品の環境負荷原単位は次のような特徴を有している。

- ・ 施工レベルでの積算で用いることを想定した、建設資材等の平均的な環境負荷原単位である。（個別品の環境負荷原単位は「3.2.9 資材（個別品）の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」を参照）
- ・ 環境負荷量を計算する際には、この一覧表の値を既定値として用いることができる。
- ・ 社会資本 LCA の利用者の便宜を図るため、建設資材等の「生産」レベルと「出荷」レベルに区分し、環境負荷原単位を作成した。

【解説】

本研究で呼称する「産業連関表補完型積み上げ法」とは、金額物量混合型の産業連関表をベースとし、積み上げデータ等を用いて主要な建設資材等（品目）の原材料やエネルギーの投入数量をより実態に近いと考えられる値に置換（修正／物量化）し、部門を分割または追加することで、より詳細な品目に区分化（詳細化）を行う手法である。

産業連関表をベースとすることで、日本国内の経済活動を範囲とした資材間での統一性のあるシステム境界（環境負荷計算範囲）を設定でき、公的統計に基づく透明性及び国内全体の生産活動の部門に基づく品目の網羅性が確保できる。そして、主要品目について物量値となっていることから、積み上げデータを用いて産業連関表の数値を置換することで、最新データへの更新が容易となる。あわせて、製造条件や地域条件などを踏まえたより詳細な品目（個別品）の分析への活用も可能になる（図 3. 2-42参照）。

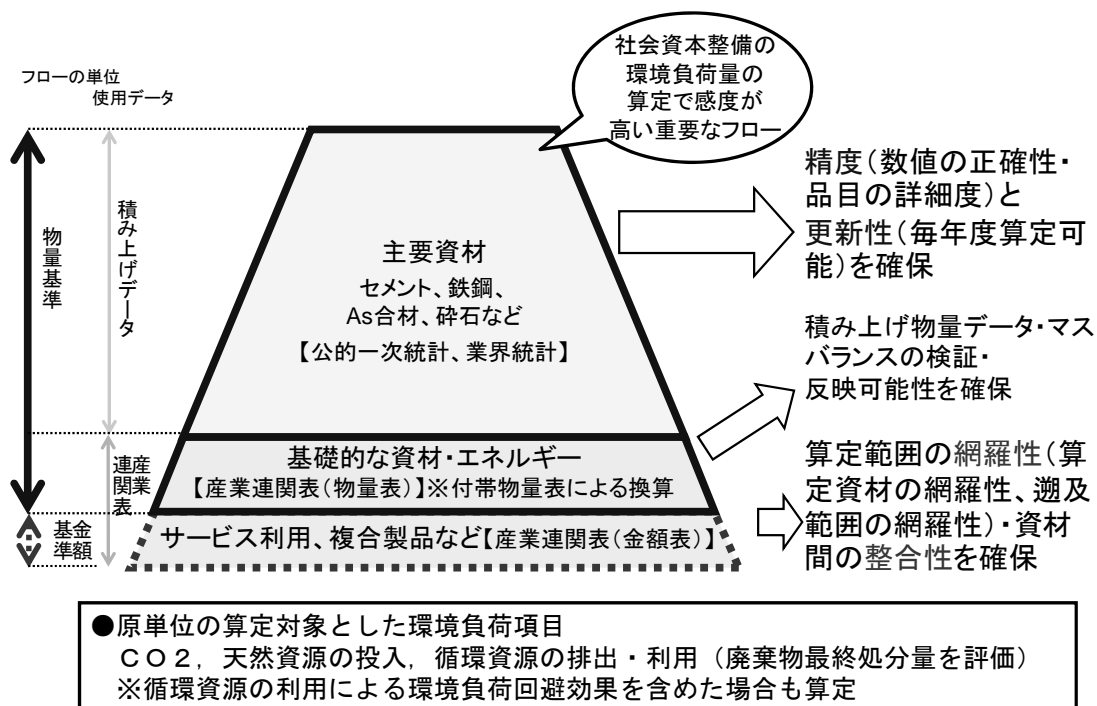


図 3. 2-42 産業連関表補完型積み上げ法の考え方



## (2) 資材（一般品）の環境負荷原単位の算定フロー

資材（一般品）の環境負荷原単位の算定に当たっては、産業連関表（2005 年表）を基本とした。付帯物量表、3EID に基づいて産業連関表の金額を物量に変換し、社会資本 LCA 用金額物量混合型産業連関表（以下、「社会資本 I0 表」という）（2005 年表）を作成した。

作成した社会資本 I0 表（2005 年表）に対して、弾力性評価に基づいて「修正：既存統計データや業界統計データ等による詳細な数値への置換」「部門分割：産業連関表の既存の部門の分割」「部門追加：産業連関表の取引基本表の外での別途環境負荷原単位の作成」を行った。併せて、資材のうち副産物であるものについては、これを使用せずに廃棄する場合に環境負荷が生じることから、使用することで回避されるプロセスの環境負荷分を減じた。

修正、区分化された社会資本 I0 表に対して、基準単位の換算及び名称の再整理を行って、資材（一般品）の環境負荷原単位を算定した。

コンクリートによる二酸化炭素吸着、固定資産（生産設備）の減耗を考慮し、資材（一般品）の環境負荷原単位の調整を行った。

なお、環境負荷原単位の項目は、「二酸化炭素排出」「最終処分」「天然資源投入」とした。

### 【解説】

資材（一般品）の環境負荷原単位の算定フローは、図 3. 2-43 に示すとおりである。

資材（一般品）の環境負荷原単位の算定に当たっては、国内経済において一定期間に行われた財・サービスの産業間取引を一つの行列に示した統計表である「産業連関表」の 2005 年表を基本に作成した。

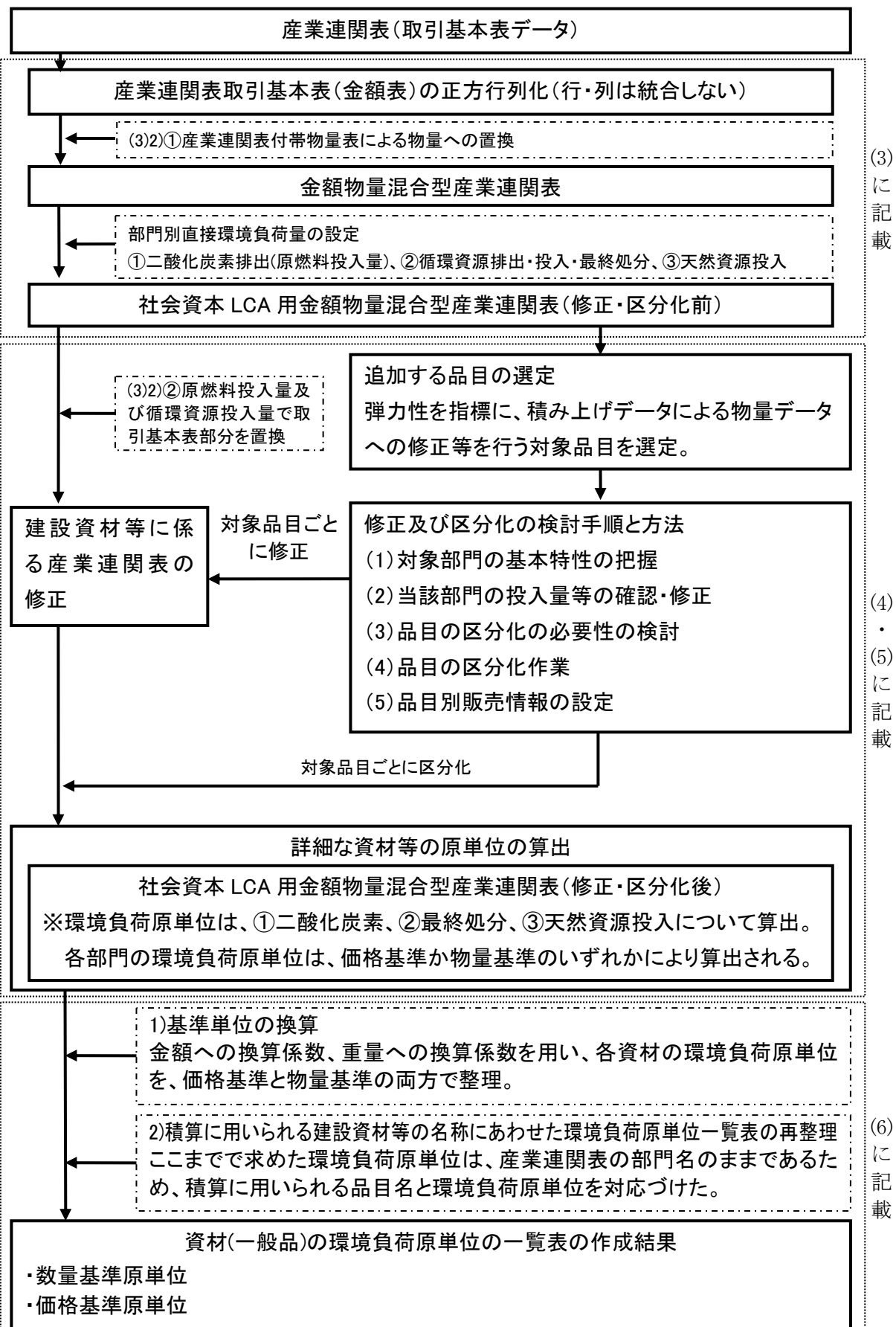
これを正方行列化し、産業連関表の付帯物量表及び「産業連関表による環境負荷原単位データブック 3EID（2005 年表原単位（ $\beta$  + 版）」で金額から物量に置き換え、更に部門別直接環境負荷量（「二酸化炭素排出」、「最終処分」、「天然資源投入」）を設定することによって、社会資本 I0 表（2005 年表）を作成した。

この社会資本 I0 表の項目は、基本となった産業連関表に準じている。社会資本 LCA の LCI 計算においては、環境負荷に与える影響が大きい品目の環境負荷原単位を精度良く計算することができれば、事業の環境負荷の大部分を精度良く計算できることになる。このことから、「値の分布が幅広く（変動が大きく）」かつ「変動した場合に LCI 計算結果に与える影響が大きい」資材に対しては、細分化・詳細なデータの取得に基づいて環境負荷原単位を算定することが重要と考えられる。どれだけ「値の分布が幅広く」「変動した際に与える影響が大きい」かを分析する方法を「弾力性の評価」と呼ぶ。

弾力性の評価結果に基づいて、「値の分布が幅広く」かつ弾力性の高い（「変動した際に与える影響が大きい」）資材を対象に、既存統計データや業界統計データ等による詳細な数値への置換（修正）、産業連関表の既存の部門の分割（部門分割）、産業連関表の取引基本表の外での別途環境負荷原単位の作成（部門追加）（「部門分割」「部門追加」を合わせて「区分化」と呼ぶ）を行った。

更に、コンクリートによる二酸化炭素吸着、固定資産（生産設備）の減耗を考慮し、資材（一般品）の環境負荷原単位の調整を行った。

修正、区分化された社会資本 I0 表に対して、基準単位の換算を行うことにより社会資本 LCA 用の資材（一般品）の環境負荷原単位を算定し、建設資材等の名称に合わせて再整理を行った。



注)1. 上記の「詳細な資材等の原単位の算出」において、再生砕石による二酸化炭素固定化と資本減耗を考慮した環境負荷原単位の算定を行っており、これを反映した結果を本研究における最終的な資材(一般品)の環境負荷原単位とする。再生砕石による二酸化炭素固定化と資本減耗の考慮は、(7)、(8)に記載する。

図 3. 2-43 資材(一般品)の環境負荷原単位の算定フロー

### (3) 社会資本 I0 表の作成

以下の手順により、社会資本 I0 表を作成した。

- 1) 産業連関表(2005 年表)の取引基本表(金額表)を 623 行×623 列に正方行列化した。
- 2) 付帯物量表、3EID に基づいて、正方行列化した産業連関表の金額を物量に変換した。
- 3) 国内と国外の取引量、出荷レベルの取引額を設定した。
- 4) 環境負荷原単位の項目を「二酸化炭素排出」「最終処分」「天然資源投入」とした。

#### 【解説】

##### 1) 産業連関表取引基本表(金額表)の正方行列化

度産業連関表(平成 17 年)の取引基本表(金額表)は 520 行×407 列で表現されているが、これを 623 行×623 列として拡張する形で正方化した。

当該部門の行・列が 1 対多の場合は、複数存在する方の部門を増設し、当該部門の投入又は産出額を国内生産額に基づいて按分した。行部門とそれに対応する列部門が多対多のときは、これらを包含する仮設部門を設け、ここに複数存在する行部門から一括して投入し、さらにここから複数存在する列部門へ当該列部門の国内生産額に基づいて配分した。

本手法は、堂野前ら(平成 8 年)<sup>2</sup>の提案を多少発展させたものである。統合されている行・列にかかる各取引額を割り算した結果の数値を表中に設定するのではなく、原田(平成 11 年)<sup>3</sup>がマトリクス計算による LCI 手法において提案した分岐・合流概念に相当する行・列を用いることで、ベースとなる取引基本表に対して見通しのよい形で拡張した。

##### 2) 物量置換

###### ① 産業連関表付帯物量表による置換

623 部門のうち付帯物量表にデータが存在する 154 部門は、金額から物量に置換した。この部門については、この時点で金額ベースから物量ベースへと変更されている。本手法は、堂野前ら(平成 8 年)に基づいており、産業連関表の一部を金額から物量に変更することは一般的である<sup>4</sup>。

###### ② 原燃料・循環資源投入量の置換

###### a) 原燃料投入量の置換

産業連関表本体部分の投入量が 3EID(2005 年表原単位( $\beta$  + 版))の原燃料消費量と対応する部分については、基本的に 3EID の数値で置き換えた。

なお、3EID で示される数値は輸入分も含む各部門の原燃料消費量であり、国内生産量は天然ガス<sup>5</sup>を除いて産業連関表の値から修正していない。

<sup>2</sup> 堂野前、徳永「LCA 評価のための産業連関表の修正」(第 2 回エコバランス国際会議、平成 8 年)

<sup>3</sup> 原田「地球環境と材料」(日本材料科学会編、平成 11 年 11 月)

<sup>4</sup> 例えば、加河ら(平成 13 年)はエネルギー部門について熱量ベースで作表を行っており、森川ら(平成 15 年)は金額・物量混合型 SNA 産業連関表による屑・副産物の誘発原単位を算出している。

<sup>5</sup> 天然ガスは、物量表では体積で計上されているが、3EID では LNG として重量で計上されている。社会資本 LCA 用の金額物量混合型産業連関表では、修正・区分化前は物量表の値を用いて体積基準の部門としており、国内生産数量は 3,119,879 千 m<sup>3</sup>とした。修正・区分化後では 3EID の値を用いて重量基準にしたため、国内生産量は次の換算係数で物量表の国内生産数量を換算した。貿易統計(HS コード 271111000 の天然ガス(液化したもの)と物量表((控除)輸入(普通貿易))の輸入額が一致(1,985,329 百万円)することを確認したうえで、貿易統計の輸入量(58,013,770t)と物量表の輸入量(78,318,590 千 m<sup>3</sup>)から、換算係数を算出した(0.741t/千 m<sup>3</sup>)。

## b) 循環資源投入量の置換

循環資源と定義した産業廃棄物及び一般廃棄物(表 3. 2-63 参照)を、投入量をプラスで計上した。これにより、重量換算係数((6)で後述)の算出時に、循環資源投入も重量形成に含まれる。排出量は、鉄屑のみ石川ら(2008)<sup>6</sup>と同様にマイナスの投入量として計上した。循環資源のうち産業連関表の屑・副産物と対応している循環資源<sup>7</sup>は当該屑・副産物を対応部門とし、対応部門が金額基準である場合はその部門を物量基準に置換した。産業連関表の屑・副産物と対応していない循環資源は、その循環資源の部門を追加して投入を設定した。循環資源に含めなかった屑・副産物については、投入はプラスで、発生はマイナスで計上した上で、環境負荷は競合部門と同一として設定することで、マイナス投入方式(控除法)での評価方法とした。<sup>8</sup>

## 3) 社会資本 IO 表の作表

### ① 国内と海外を分けた取引量の設定

各部門の環境負荷原単位で、海外誘発と仮定した比率を把握するとともに、輸入品について積み上げ法データを反映可能な形とするために、投入係数行列を国内誘発分と海外誘発分に分割した。簡単のため、いわゆる競争輸入型と同様に、需要部門によらず輸入係数は一律として作表した。輸入係数は国内需要合計に占める輸入額の比率とした。ある部門について、国内生産の投入係数は国産品と輸入品とに分割されている。一方、輸入品の投入係数は日本と同一とし、ただし、国産品と輸入品に分割せず、全て輸入品とした。このため、日本が輸入した製品を構成する部品が日本から輸出している場合でも、当該部品は国外にて生産されたとして計算されることとなる。

### ② 出荷レベルの取引額の設定(内生部門の合計として)

卸売、小売の各部門の商業マージンと、輸送運賃分として鉄道、道路、沿海・内水面、港湾、航空、貨物輸送取扱、倉庫の国内貨物運賃の取引額を設定した。この出荷部分の取引額と、生産部分の取引額の和が、購入者価格での取引額となる。なお、ほとんどのサービスについては、概念的に出荷はないため、生産者価格がそのまま購入者価格となる。

これらの出荷レベルのマージンについては、同一の財であっても産出先(販売先)部門別に異なる。そこで、購入者としては、例えば、道路関係公共事業を想定することも考えられるが、585部門全部が道路関係公共事業に産出しているわけではないため、原単位を計算できない部門が生じる。一方、特に家計に販売する場合は、企業間の商取引とは出荷レベルのマージン構成が異なることも想像される。このため、本研究では、購入者は「内生部門計」として設定した。

<sup>6</sup> 石川明、加藤丈佳、鈴置保雄「産業連関表を用いた機械装置重量と CO<sub>2</sub> 排出量の関係の検討：CO<sub>2</sub> 排出量の簡易推計のために」、日本 LCA 学会誌、Vol. 4, No. 4, 2008.

<sup>7</sup> 「プラスチック[一廃]<素材原料>」は、その他のプラスチック製品部門が競合部門の「プラスチック屑」に対応すると考えられるが、屑・副産物表でプラスチック屑の発生額 50,936 百万円に占める家計消費支出からの発生額は 2,965 百万円(6%)と小さい。一方で、本業務で設定した投入量は「廃プラスチック類<素材原料>」は 90 万 t、「プラスチック[一廃]<素材原料>」は 99 万 t と一廃の割合が大きく、屑・副産物表での家計消費支出からの発生額の割合(6%)と大きく異なる。そのため、「プラスチック[一廃]<素材原料>」については、その他のプラスチック製品部門を競合部門とするプラスチック屑には含めず、部門を追加して投入量を設定した。

<sup>8</sup> 弾力性を指標とした対象資材の選定に用いた社会資本 LCA 用金額物量混合型産業連関表(修正・区分化前)では、循環資源は各部門への投入量に含めていない。屑・副産物は競合部門とは独立した部門として作表しており、投入はプラスで、発生はマイナスで計上しているが、それらの環境負荷は 0 となっている。このため、屑・副産物の発生について LCA でいう控除法のシステム拡張での評価とは異なる。

#### 4) 部門別直接環境負荷量の設定

585 部門(うち投入表に対応する列部門)に直接環境負荷量を設定する。直接環境負荷量は、二酸化炭素排出量、循環資源排出量・投入量・最終処分量、天然資源投入量について設定する。

国産品と輸入品の単位直接環境負荷量は同一としている。ただし、石炭及び原油は、既存の積み上げ法の値で修正している。

##### ① 二酸化炭素排出量

大部分は 3EID(2005 年版(β+版))の各部門における原燃料消費量、原燃料種類別の負荷寄与率、原燃料種類別の発熱量と排出係数を引用した。表 3. 2-49 に設定結果を示す。

国立環境研究所では『『2005 年 3EID(β+版)』は、主に産業連関表を利用した環境分析の専門家の方々に試験的に利用いただき、コメントやアドバイスを頂戴することを前提としております。』としている。本研究では、社会資本整備の環境負荷量の算定で感度が高い重要なフローについては積み上げ法データを設定しているが、3EID に大幅な変更の生じた場合には、確定版を用いて更新する必要がある。

表 3. 2-49 二酸化炭素排出で設定した原燃料消費量及び排出係数

3EID	社会資本 I0 表	
原燃料種類	原燃料種類	原燃料消費量、 排出係数の設定
原料炭、一般炭・亜炭・無煙炭、コークス、高炉用コークス、コークス炉ガス(COG)、高炉ガス(BFG)消費、高炉ガス(BFG)発生、転炉ガス(LDG)消費、転炉ガス(LDG)発生、鉄含有炭素(転炉ガス起源分)、原油、A 重油、B 重油・C 重油、灯油、軽油、揮発油、ジェット燃料油、ナフサ、石油系炭化、水素ガス、炭化水素油、石油コークス、LPG、LNG・天然ガス、都市ガス	同左	3EID を引用
回収黒液(排出量に含めず)	回収黒液(排出量に含めず)	3EID を引用
廃材(排出量に含めず)	廃材(排出量に含めず)	3EID を引用
廃タイヤ	廃タイヤ	循環資源投入量より設定。排出係数は GHG インベントリ。
一般廃棄物(バイオマス起源を除く)	一般廃棄物(繊維屑のみ)	
容器包装廃プラスチック	一般廃棄物(廃プラスチック)	
産業廃棄物	産業廃棄物(廃プラスチック) 産業廃棄物(廃油)	
石灰石	石灰石	3EID を引用

##### ② 循環資源排出量・投入量・最終処分量

循環資源排出量及び最終処分量の対象は産業廃棄物とし、投入量には一般廃棄物も含めた。一般廃棄物の投入量は、循環利用が行われる部分及び二酸化炭素排出を伴う単純焼却のみを計上している。

排出量の大部分は環境省による循環利用量実態調査を基本資料とし、WIO<sup>9</sup>と同様の手法で各部門に按分したが、鉱さいや廃タイヤのように業界集計値を用いて設定した循環資源もある。

投入量と投入先の設定は、基本的に WIO と同様であるが、二酸化炭素排出を伴う熱回収や単純焼却は日本温室効果ガスインベントリの数値を基本とし、鉱さいや廃タイヤなどは業界集計値を基本とした。

最終処分量は、排出部門によらず循環資源ごとに一律の最終処分率を設定し、これを排出量に適用することで設定した。最終処分率は、循環資源ごとに直接最終処分量と処理後最終処分量を整理し、排出量にこの合算量が占める割合とした。

循環資源項目の命名は循環利用量実態調査に記載のある名称を基本とした。

循環資源投入・排出・最終処分量の算出方法の概要は、表 3. 2-50 のとおりである。

<sup>9</sup> 中村慎一郎「廃棄物経済学をめざして」(早稲田大学出版、平成 14 年 8 月)

表 3. 2-50 循環資源投入・排出・最終処分量の設定

循環資源区分	排出量	投入量	最終処分量
燃え殻	自家発電起源(事業用電力の発電量と燃え殻排出量から算出した原単位を、自家発電の発電量に乗じて算出)とその他に分割。その他は石炭又はコークス又は石油製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	WIOの再資源化構成比を用いて配分	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
汚泥	循環利用量実態調査の排出量を、国内生産額をウェイトに按分(WIOと同様)	循環利用量実態調査より投入量を設定。有機汚泥43.4%は有機質肥料、無機汚泥56.6%はセメントへ投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
廃油	石油製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	二酸化炭素排出を伴う利用、焼却分を投入	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
廃酸	その他ソーダ工業製品、その他無機化学工業製品、酢酸、写真感光材料の投入額計/国内生産額をウェイトとして按分(WIOと同様)	ソーダ工業製品に投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
廃アルカリ	ソーダ灰、か性ソーダ、液体塩素、その他のソーダ工業製品の投入額計/国内生産額をウェイトとして按分	ソーダ工業製品に投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
廃プラスチック類	プラスチック製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	二酸化炭素排出を伴う利用と、再生利用を分割	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
廃タイヤ	日本自動車タイヤ協会の数値を、タイヤ・チューブの産出額をウェイトに按分	日本自動車タイヤ協会の数値を引用	日本自動車タイヤ協会の数値より最終処分率を設定
紙くず※	再資源化分は物量表、再資源化されない分は産廃排出・処理状況報告書より設定(WIOと同様)	物量表による再資源化分(一廃分を含む)を屑・副産物表の投入金額で按分(WIOと同様)	再資源化されない分に対して最終処分率を設定。
木くず※	素材、特用林産物の産出額をウェイト按分(WIOと同様)	その他木製品、その他のパルプ・紙・紙加工品に投入(WIOと同様) 投入は一廃分も含む。	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
繊維くず※	綿花、その他非食用耕種作物、繊維工業製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	循環利用分は、紡績糸、その他の繊維工業製品に投入(WIOと同様) 投入は一廃分も含む。	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
動植物性残渣	農林水産業の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	飼料、有機質肥料に投入(WIOと同様)	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
ゴムくず	生ゴム、合成ゴム、ゴム製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	タイヤ・チューブ、ゴム製履物、プラスチック製履物、その他のゴム製品に投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
鉄くず	再資源化分は物量表、再資源化されない分は産廃排出・処理状況報告書(WIOと同様)	物量表による再資源化分(一廃分を含む)を屑・副産物表の投入金額で按分(WIOと同様)	再資源化されない分に対して最終処分率を設定。
その他非鉄くず	再資源化分は鉄鋼・非鉄金属・金属品統計の消費量・供給量を屑・副産物表の発生額で按分。再資源化されない分は産廃排出・処理状況報告書(WIOと同様)	鉄鋼・非鉄金属・金属品統計の消費量・供給量を屑・副産物表の投入額で按分。(WIOと同様)	鉄くずと同様の最終処分率を適用。
ガラス陶磁器くず※	ガラス・ガラス製品、陶磁器の産出額をウェイトに按分	屑・副産物表より、ガラスびん、ガラスくずの投入金額で按分(WIOと同様) 投入は一廃分も含む。	循環利用量実態調査より最終処分率を設定
鉱さい	産業廃棄物・有価発生量の動向調査を基本とし、鉄鋼業からの排出量は、鉄鋼スラグ年報より、高炉スラグ、転炉スラグ、電炉スラグに置き換えた	高炉・転炉・電炉スラグは、鉄鋼スラグ統計年報を基に投入。その他は、屑・副産物表の投入額をウェイトに按分(WIOと同様)。	製造業からの最終処分率は産業廃棄物・有価発生量の動向調査より最終処分率を設定。その他は循環利用量実態調査より最終処分率を設定。
がれき類	国内生産額をウェイトに按分	道路関係公共事業へ投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
家畜糞尿	国内生産額をウェイトに按分(WIOと同様)	有機質肥料に投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
家畜の死体	国内生産額をウェイトに按分(WIOと同様)	飼料、有機質肥料に投入(WIOと同様)	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
ばいじん	自家発電起源とその他に分割(燃え殻と同様)。その他は石炭又はコークス又は石油製品の産出額をウェイトに按分(WIOと同様)	WIOの再資源化構成比を用いて配分	産業廃棄物排出・処理状況調査報告書より最終処分率を設定
一般廃棄物(厨芥)※	当面对象外とする。	再生利用分は堆肥化、燃料化分は自家発電に投入	当面对象外とする。
一廃プラスチック※		二酸化炭素排出を伴う利用と、再生利用を分割	

注1)※：一般廃棄物を含む

### ③ 天然資源投入量

日本の物質フロー(環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部循環型社会推進室, 平成 21 年 3 月)において、入口側の輸入製品を除く天然資源等投入項目と対応する産業連関表部門を「天然資源投入部門」とみなして特定し、その生産数量<sup>10</sup>を天然資源投入量とみなした。本手法は、横山ら(平成 15 年)<sup>11</sup>と同様の手順といえる。

「天然資源投入部門」と特定したのは、表 3. 2-51 の部門である。国の循環基本計画では、輸入財(加工製品等)を天然資源「等」として製品の輸入重量を計上しているが、一方、本手法では、輸入品の生産過程を資源投入まで遡及した評価として $(I-A)^{-1}$ の国産仮定型で行った(図 3. 2-44 参照)。その場合、国内資源と同じ部門に該当する海外資源については、表 3. 2-51 の国内資源を資源投入部門に特定することで算定範囲に含まれるが、それ以外の例えば小麦(輸入)部門のような海外資源のみからなる部門も天然資源投入部門と特定し、算定範囲に含めた。ただし、付帯物量表及び品目別国内生産額表で重量の把握できない食料資源は天然資源投入部門として特定していない。

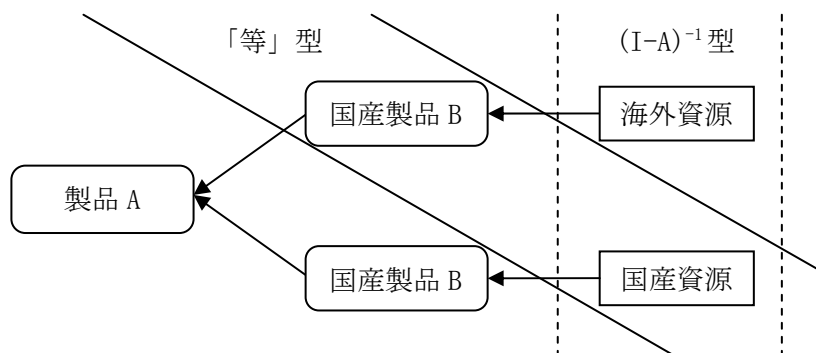


図 3. 2-44 輸入製品の取扱

物量表より得られる生産数量の一部の単位は重量ではないことから、表 3. 2-52 の係数を用いて重量(t)に換算した。出典により値の幅があり、算定結果の不確実性の一要因となる。また、その他の窯業原料鉱物とその他の非鉄金属鉱物は産業連関表の品目別国内生産額表から生産数量と生産額が把握可能な品目について、それらの合計の生産量と生産額から算出した平均的な単価であり、不確実性が大きい。

国の循環基本計画の「等」型と、 $(I-A)^{-1}$ の国産仮定型のメリット・デメリットは以下のとおりであり、本手法では国産と輸入が同じ技術で作られることを仮定しているため、輸入品の負荷が過大又は過小となる可能性がある。

#### 「等」型

- メリット : 国の循環基本計画と同じ定義で評価が可能。
- デメリット : 輸入品を個別に設定する必要がある。輸入品は製品重量で、国産品は資源重量で評価するため、国産品の評価が大きくなる。

#### $(I-A)^{-1}$ 型

- メリット : 国内外を問わず、包括的に評価することが可能。
- デメリット : 国産と輸入が同じ技術で作られることを仮定しており、輸入品の負荷が過大又は過小となる可能性がある。

<sup>10</sup> 日本全体の国内生産数量(コントロールトータル)には当該部門と競合関係を設定された副産物の数量は含まれない。

<sup>11</sup> 横山 計三、横尾 昇剛、岡 建男「1995 年表による資源消費原単位 : 産業連関表による建築物の評価(その 10)」(日本建築学会環境系論文集(568)、pp. 1-7、平成 15 年)

表 3. 2-51 天然資源投入部門として特定した部門

日本の物質フローでの 天然資源等投入品目		本試算で対応させた部門 <sup>注)</sup>		資源区分
国内資源	化石燃料	石炭	石炭	化石
		石油	原油	化石
		天然ガス	天然ガス	化石
	金属鉱物	金鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
		銅鉱	銅	金属
		鉛鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
		亜鉛鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
		すず鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
		鉄鉱	鉄鉱石	金属
		金属マンガン	(非鉄金属鉱物)	金属
		クロム鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
		タングステン鉱	(非鉄金属鉱物)	金属
	非金属鉱物	けい石	その他の窯業原料鉱物	土石
		けい砂	その他の窯業原料鉱物	土石
		石灰石	石灰石	土石
		ドロマイト	その他の窯業原料鉱物	土石
		ろう石	その他の窯業原料鉱物	土石
		ろう石クレー	その他の窯業原料鉱物	土石
		ダイアスポア	その他の窯業原料鉱物	土石
		耐火粘土	その他の窯業原料鉱物	土石
		その他粘土	その他の非金属鉱物	土石
		長石	その他の窯業原料鉱物	土石
		カオリン	その他の窯業原料鉱物	土石
		滑石	その他の非金属鉱物	土石
		重晶石	その他の窯業原料鉱物	土石
		岩石	砕石	土石
		砂利	砂利・採石	土石
	農林水産物	米	米	バイオ
		麦	小麦(国産)、大麦(国産)	バイオ
		いも・かんしょ	かんしょ、ばいれいしょ	バイオ
		雑穀・豆類	大豆(国産)、(その他の豆類)、雑穀	バイオ
		野菜	(野菜(露地))、(野菜(施設))、特用林産物(含狩猟業)	バイオ
		果樹	かんきつ、りんご、(その他の果実)	バイオ
		飼料作物計	飼料作物	バイオ
		魚介類	(沿海漁業)、(沖合漁業)、(遠洋漁業)、(内水面漁業)	バイオ
		工芸作物計	砂糖原料作物、その他の飲料用作物、油糧作物、(その他の非食用耕種作物)、葉たばこ	バイオ
		花卉類計	(種苗)、(花き・花木類)	バイオ
		木材	素材(国産)	バイオ
	農作物非食用部	稲わら	稲わら	バイオ
		もみがら	稲わら	バイオ
		麦わら	小麦(国産)	バイオ
	上記国内資源以外		小麦(輸入)、大麦(輸入)、(海面漁業(輸入))、コーヒー豆・カカオ豆(輸入)、大豆(輸入)、生ゴム(輸入)、綿花(輸入)、アルミニウム(含再生) <sup>※1</sup>	—

注 1) 括弧内は金額基準であり重量に換算できないため、天然資源投入部門に特定しなかったもの。

2) ※1：国内で鉱物の採取はしておらず、産業連関表からは単価を把握することができないため、製品であるアルミニウム(含再生)を、天然資源投入部門と特定した。



表 3. 2-52 天然資源の重量換算係数

天然資源投入部門	採用値
米	1t/t
稲わら	1t/t
小麦(国産)	1t/t
小麦(輸入)	1t/t
大麦(国産)	1t/t
大麦(輸入)	1t/t
かんしょ	1t/t
ばれいしょ	1t/t
大豆(国産)	1t/t
大豆(輸入)	1t/t
かんきつ	1t/t
りんご	1t/t
砂糖原料作物	1t/t
コーヒー豆・カカオ豆(輸入)	1t/t
その他の飲料用作物	1t/t
雑穀	1t/t
油糧作物	1t/t
食用工芸品(除別掲)	1t/t
飼料作物	1t/t
葉たばこ	1t/t
生ゴム(輸入)	1t/t
綿花(輸入)	1t/t
綿花(輸入)(屑)	1t/t
砂利・採石	1t/t
碎石	1000t/千t
石灰石	1t/t
その他の窯業原料鉱物	499 t/百万円 産業連関表 列部門別統合品目別細品目別国内生産額表の、けい石、けい砂、ドロマイト、その他の窯業原料鉱物の生産数量と生産額の合計から平均単価を算出。
鉄鉱石	1t/t
その他の非金属鉱物	103 t/百万円 産業連関表 列部門別統合品目別細品目別国内生産額表の、酸性白土(製品)、ベントナイト(粗鉱)、ベントナイト(製品)、けいそう土、滑石、オリビンサンドの生産数量と生産額の合計から平均単価を算出。その他の非金属鉱物は生産量が不明のため、平均単価の計算に含まれていない。
石炭	1t/t
原油	0.855 t/kL 平成 20 年度循環基本計画フォローアップ業務報告書(環境省)
天然ガス	弾力性を指標として対象資材を選定した社会資本 LCA 用金額物量混合型産業連関表(修正・区分化前)での重量換算係数: 0.754 t/千m <sup>3</sup> 森口祐一、橋本征二「マテリアルフローデータブック～日本をとりまく世界の資源のフロー～(第3版)」国立環境研究所 地球環境研究センター(物量データの拡大推計時に、国連貿易データセットでは体積で取引量が記載されているのを重量単位へ変換するのに利用した換算係数) 詳細な資材等の原単位の算出に用いた社会資本 LCA 用金額物量混合型産業連関表(修正・区分化後)での重量換算係数: 1t/t ※投入量は 3EID(2005 年版(β+版))で置換し、重量基準の部門とした。
銅	1t/t
アルミニウム(含再生)	1t/t
素材(国産)	0.50 t/m <sup>3</sup> 森口祐一、橋本征二「マテリアルフローデータブック～日本をとりまく世界の資源のフロー～(第3版)」国立環境研究所 地球環境研究センター(物量データの拡大推計時に、国連貿易データセットでは体積で取引量が記載されているのを重量単位へ変換するのに利用した換算係数)
素材(輸入)	0.50 t/m <sup>3</sup> 森口祐一、橋本征二「マテリアルフローデータブック～日本をとりまく世界の資源のフロー～(第3版)」国立環境研究所 地球環境研究センター(物量データの拡大推計時に、国連貿易データセットでは体積で取引量が記載されているのを重量単位へ変換するのに利用した換算係数)

#### (4) 社会資本 I0 表の修正、区分化

以下の手順により、社会資本 I0 表の修正、区分化を行った。

- 1) 弾力性の評価により、修正、区分化を行う資材を決定した。
- 2) 付帯物量表、3EID に基づいて、正方行列化した産業連関表の金額を物量に変換した。
- 3) 国内と国外の取引量、出荷レベルの取引額を設定した。
- 4) 環境負荷原単位の項目を「二酸化炭素排出」「最終処分」「天然資源投入」とした。

##### 【解説】

##### 1) 弾力性と変動性・不確実性を指標とした修正・区分化手順

施工レベルの LCI 計算に及ぼす感度の高い資材の原単位に対して、重要な項目について正確を期す(不確実性の低下)とともに、環境負荷原単位の値のとりうる幅が大きい場合には、幅を小さくできるように当該資材をより詳細に区分した原単位を整備する(変動性の低下)ことが望ましい。

本研究では、施工レベルの LCI 計算の計算精度を高めるため、図 3. 2-45 に示す通り弾力性が高い項目(投入係数、二酸化炭素直接排出係数等)を有する資材について、それらの変動性・不確実性が大きければ、変動性が低下するように対象資材をより細かい区分に分割するとともに、より正確な物量データ(積み上げデータ)で数値を修正した。

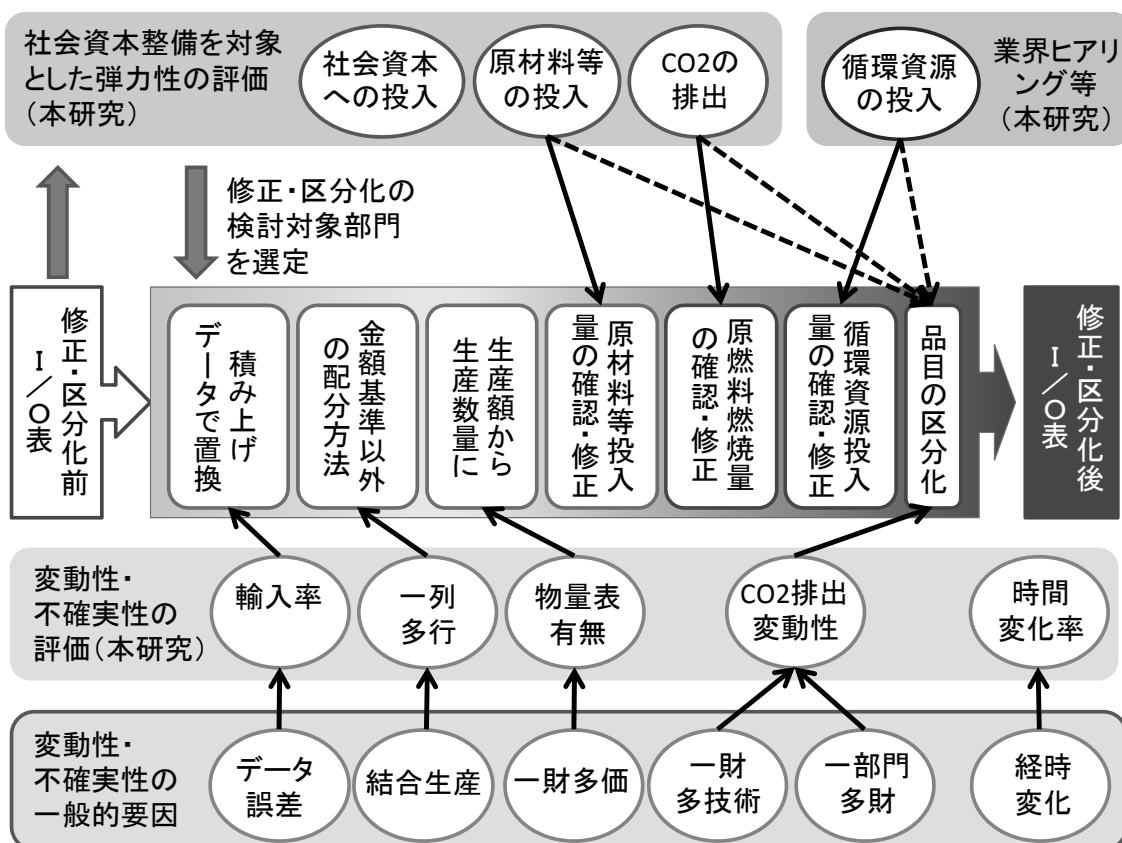


図 3. 2-45 弾力性と変動性・不確実性を指標とした修正・区分化手順のイメージ

## 2) 弾力性の評価による修正・区分化を行う資材の決定

弾力性は、「資材の投入係数及び直接環境負荷量の変動率」と「評価対象の環境負荷量の変動率」の比である。この弾力性の大きい投入係数等を有する資材を主要な建設資材(修正、区分化を行う資材)として選定した。

使用する産業連関表及び計算対象とする環境負荷は、以下のとおりである。なお、社会資本整備部門の中には、廃棄物処理施設や漁港等、国土交通省が所管ではない部門も含まれており、算定対象の範囲に留意する必要がある。

- ・使用する産業連関表： 修正、区分化前の社会資本 IO 表(2005 年表)
- ・投入係数： 金額物量混合表
- ・逆行列： 国産仮定型
- ・計算対象環境負荷： 二酸化炭素排出量、天然資源投入量、廃棄物最終処分量
- ・計算対象部門： 社会資本整備部門(「道路関係公共事業」と「河川・下水道・その他の公共事業」を統合した部門)

弾力性の定義式と実際に使用した計算式は、表 3. 2-53 のとおりである。定義式ではパラメータの任意の変動量が必要となるが、実際の計算では客観的な評価とするために一次近似(1階微分)した解析的計算式で計算した。

表 3. 2-53 弾力性の定義と計算式(再掲)

	弾力性の定義	実際に使用した計算式 <sup>12</sup> (一次近似による計算式)
直接排出係数(e)の弾力性	$S_i^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta e_i / e_i^0}$	$S_i^k = \frac{\bar{b}_{ik} e_i^0}{\varepsilon_k^0}$
投入係数(A)の弾力性	$S_{ij}^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta a_{ij} / a_{ij}}$	$S_{ij}^k = \frac{\bar{a}_{ij} \varepsilon_i^0 \bar{b}_{jk}}{\varepsilon_k^0}$
式の説明等	直接排出量の変動( $\Delta e_i$ )もしくは投入係数の変動( $\Delta a_{ij}$ )に伴い、第k部門の環境負荷原単位( $\varepsilon_k$ )が変動するときの、基準値における $e_i$ もしくは $a_{ij}$ の変動率に対する $\varepsilon_k$ の変動率の比とした。	弾力性の定義式を1次近似(1階微分)とした解析的計算式を用いる。これにより、入力量の変動率の設定が不要となり、弾力性は一定値となる。

- 注) 1.  $S_i^k$  : 直接排出係数の弾力性  $S_{ij}^k$  : 投入係数の弾力性  
 $\varepsilon$  : 各部門の環境負荷原単位ベクトル  $e$  : 各部門からの直接環境負荷係数ベクトル  
 $a_{ij}$  : 投入係数行列の要素  $\bar{b}_{ij} = \left[ (I - \bar{A})^{-1} \right]_{ij}$   
 $A$  : 投入係数行列(金額基準または重量基準。n×nの正方行列)

表 3. 2-53 に基づいて弾力性を計算し、0.015 以上を基準としてフローを抽出した。その結果は図 3. 2-46~48 に示すとおりである。

<sup>12</sup>本藤祐樹・酒井信介・丹野史郎「産業連関表を用いて推計されたCO<sub>2</sub>排出原単位の感度分析」(エネルギー・資源、22(4)、pp322-328、平成13年)

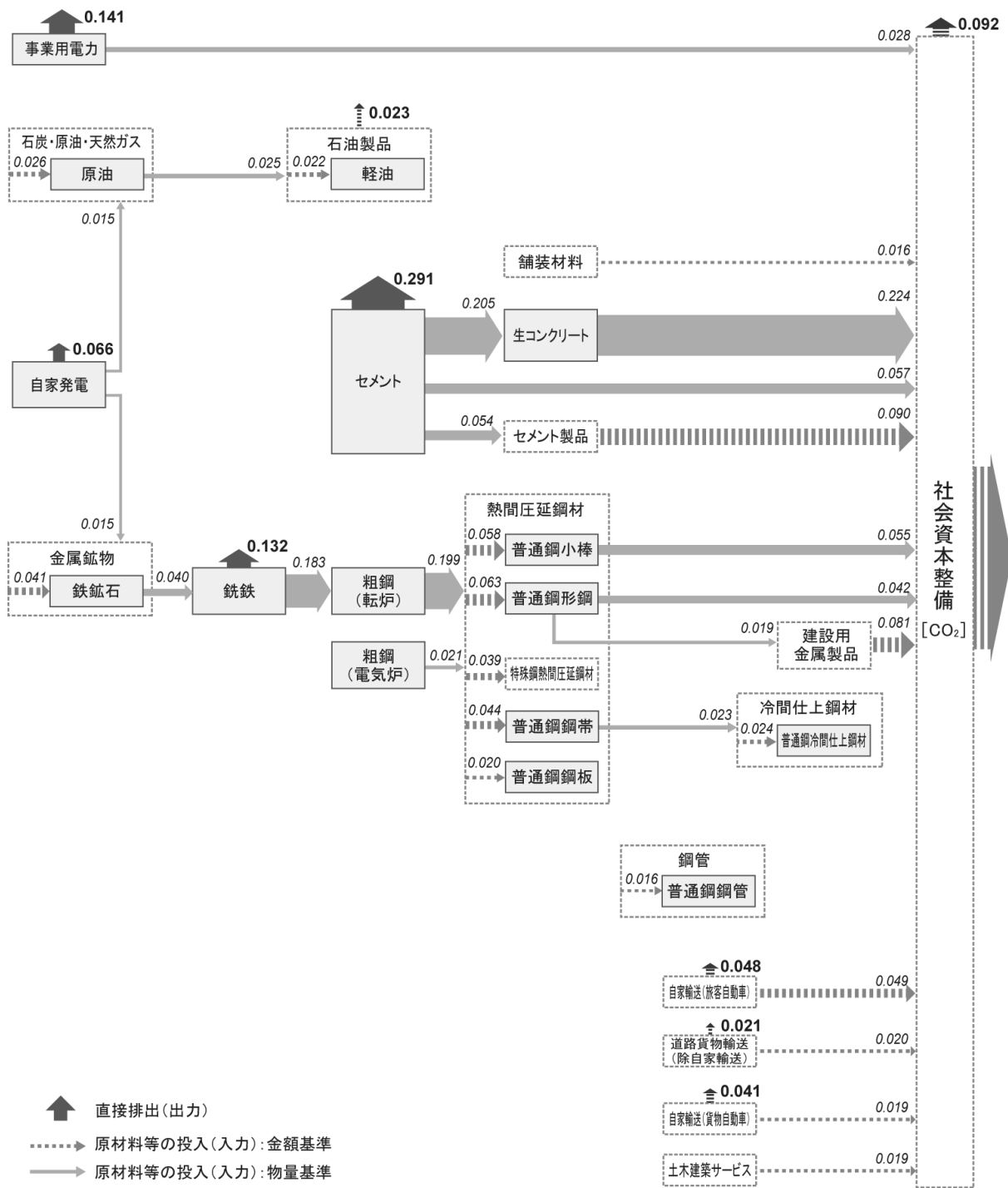
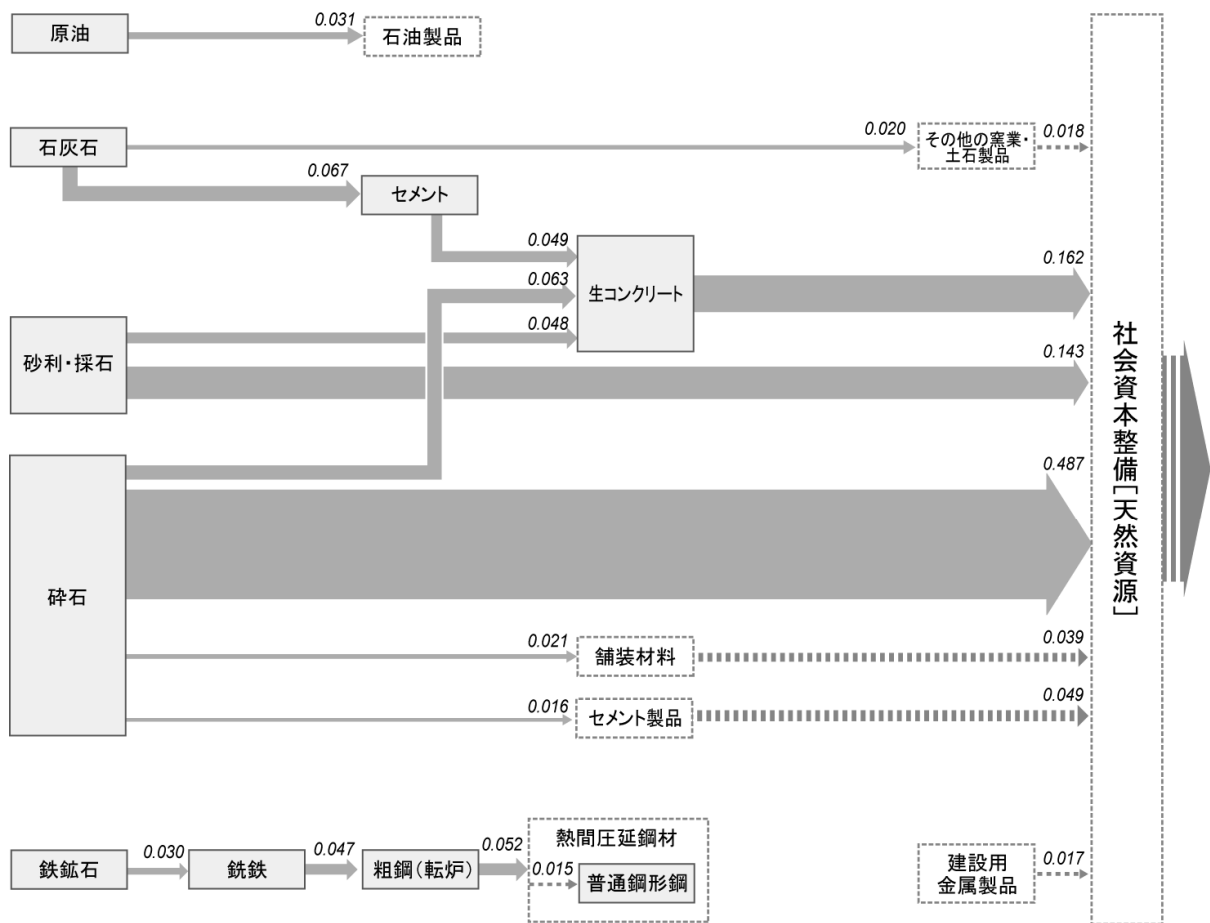


図 3. 2-46 弾力性の評価結果(二酸化炭素排出量、弾力性 0.015 以上)(再掲)



-----> 原材料等の投入(入力):金額基準  
 ——> 原材料等の投入(入力):物量基準

図 3. 2-47 弾力性の評価結果(天然資源投入量、弾力性 0.015 以上)(再掲)

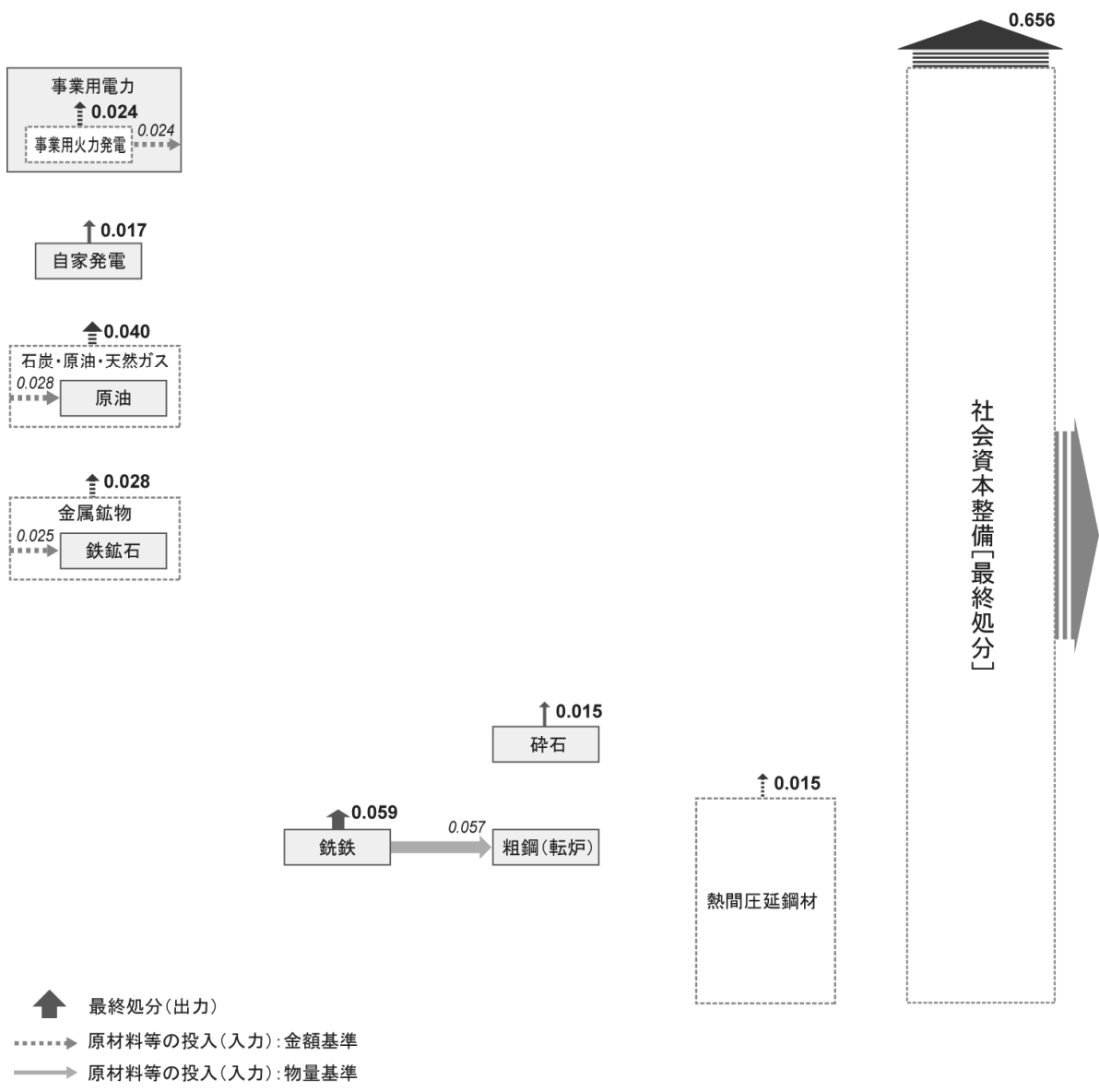


図 3. 2-48 弾力性の評価結果(廃棄物最終処分量、弾力性 0.015 以上) (再掲)

### 3) 変動性・不確実性の要因と精度向上へ向けた対応

本藤ら(平成13年)<sup>13</sup>では、変動性・不確実性の要因として「データ誤差」、「結合生産」、「一財多価」、「一財多技術」、「一部門多財」の5つを挙げている。また、これらに加えて、パラメータの「時間的変動性」も要因に挙げられる。なお、 $a_{ij}$ は投入係数、 $e_j$ は直接環境負荷排出係数である。変動性・不確実性の各要因の内容は、以下のとおりである。

データ誤差(不確実性)：

統計資料の記載値が、測定誤差、調査表の記入・集計ミスなどにより誤差を持つ可能性がある。

結合生産(石油製品などのように、複数の製品が同じプロセスから同時に生産されること)

実際の産業連関表では円価値単位で財の量を測っているが、結合生産がある場合、各部門へ投入される結合生産物の構成比率が異なるため、財の測定単位(重量や熱量など)に依存して $a_{ij}$ と $e_j$ は変動する。

一財多価(同一財であっても部門によって異なる単価で販売されることがあること)：

実際の産業連関表では円価値単位で財の量を測っているが、それ以外の単位(重量や熱量など)を用いると、 $a_{ij}$ や $e_j$ は変化する。

一財多技術(同一財が複数の技術で生産される場合があること)：

採用技術の違いにより、同一財であっても $a_{ij}$ や $e_j$ の量は異なる。

一部門多財(産業連関表では、社会に存在する膨大な種類の財を約400部門に分類しているため、ほとんどの部門で複数種類の財が生産されていること)：

$a_{ij}$ や $e_j$ は、複数異種の財を含む部門において生産される仮想的な平均財に対応するものであり、実際には、それらの値はばらつきを持つ。

時間的変動性

同一財の生産でも、時点が異なると、生産技術の変化や構成比率の変化により、 $a_{ij}$ と $e_j$ は変化する。

これらのうち、一財多価、一部門多財、一財多技術、は産業連関法を用いることに起因し、本検討では物量データへの置換や区分の詳細化等に対応を図ることとしている。一方、データ誤差、結合生産及び時間的変動性については、概念的には積み上げ法にも存在する要因である。

変動性の全てを横断的に定量評価して、実際にパラメータの幅(分布)を求めることは容易ではない。このため、本研究では、これらの変動性・不確実性の要因毎に、考えられる指標(A~E2)を設定して個別に評価した(表3. 2-54参照)。

<sup>13</sup>本藤祐樹・酒井信介・丹野史郎「産業連関表を用いて推計されたCO<sub>2</sub>排出原単位の感度分析」(エネルギー・資源、22(4)、322-328、平成13年)

表 3. 2-54 変動性・不確実性の変動要因の本研究における対応

変動性・不確実性の要因	本研究での対応		
	指標	基礎データと確認事項	対応方法
データ誤差	(A) 【輸入比率】	基礎データ： 産業連関表取引基本表 確認事項： 輸入品は国内生産を仮定して評価しており、輸入比率の高い部門は誤差が大きい可能性が高いと考えられ、国内需要合計での輸入額と生産者価格の比を確認する。	輸入額/国内生産額 $\geq 2/3$ である場合、積み上げデータで置換する。
結合生産	(B) 【列部門と行部門の対応状況】	基礎データ： 産業連関表取引基本表、同層・副産物表 確認事項： 一つの列部門から複数の行部門を産出する行部門となっているかを確認する。(例：石油製品⇒軽油，その他石油製品(アスファルト等)) なお、産業連関表の表章上の結合生産に着目したものであり、みかけ上の結合生産も含む。	生産プロセスの詳細化や物理的關係に基づく配分が可能であれば、既存統計・研究事例を基に品目別に配分する。 なお、生産プロセスの詳細化等が不可能であれば、修正は行えないとし、金額(国内生産額ベース)で配分される設定のままとなる。
一財多価	(C) 【生産量の基準単位と産出先単価】	基礎データ： 産業連関表取引基本表付帯物量表 確認事項： 当該部門の生産量(投入係数等の基準)が金額基準かを確認する。ただし、金額物量混合型産業連関表がベースとしている物量表での産出先別部門単価は必ずしも十分差異化されているわけではないことにも留意する必要がある。	国内生産数量の設定が可能であれば、国内生産合計を金額から数量に変更する。 なお、不可能であれば、金額基準のまま又は元の部門とは別途に単位物量当たりの投入量(投入係数)を設定する。
一財多技術・一部門多財	(D) 【1990年の事業所別10kg-CO <sub>2</sub> /百万円の変動係数】	基礎データ： 吉岡・中島(平成10年)論文に示されたデータ 確認事項： 二酸化炭素直接排出量が事業所毎にどの程度異なるかを評価する。(品目毎の差異も内在的に反映される) ただし、利用可能データが1990年の製造業のみ(吉岡・中島，平成10年)に制約されている。	直接二酸化炭素排出係数の弾力性が高く且つ事業所間の直接二酸化炭素排出係数の変動性が高い(2.0以上)の資材に着目して、産業連関表の値を確認・修正していく。
	(参考) 【工業統計の事業所数】	基礎データ： 工業統計表 確認事項： 吉岡・中島(平成10年)の整理した結果を分析すると、製造業においては、事業所数が多いほど、事業所間の変動性が高いものとなりうる可能性あると考えられ、事業所数を評価する。	—
時間的変動性	(E1) 【投入係数の変化率】	基礎データ： 産業連関表取引基本表、同物量表 確認事項： 弾力性の高い投入原材料等について、投入係数の変化率を、2005年値÷2000年値により評価する	弾力性が高く且つ投入係数の変化率の大きい(2/3以下又は3/2以上)原材料投入量等に着目して、産業連関表の値を確認・修正していく。
	(E2) 【直接二酸化炭素排出係数の変化率】	基礎データ： NIES/3EID 確認事項： 直接二酸化炭素排出の弾力性の高い資材について、直接二酸化炭素排出係数の変化率を、2005年値÷2000年値により評価する	直接二酸化炭素排出係数の弾力性が高く且つ変化率の大きい(2/3以下又は3/2以上)資材については、燃料投入量等に着目して、産業連関表の値を確認・修正していく。



#### 4) 資材毎の具体的な修正・区分化の方法

##### ① 修正・区分化の検討手順

修正、区分化の具体的な方法のイメージは、図 3. 2-49 に示すとおりである。表 3. 2-54 に示した変動性・不確実性の変動要因に対して、環境負荷原単位の精度を向上させるため、図 3. 2-50 に示す手順で修正、区分化を行った。

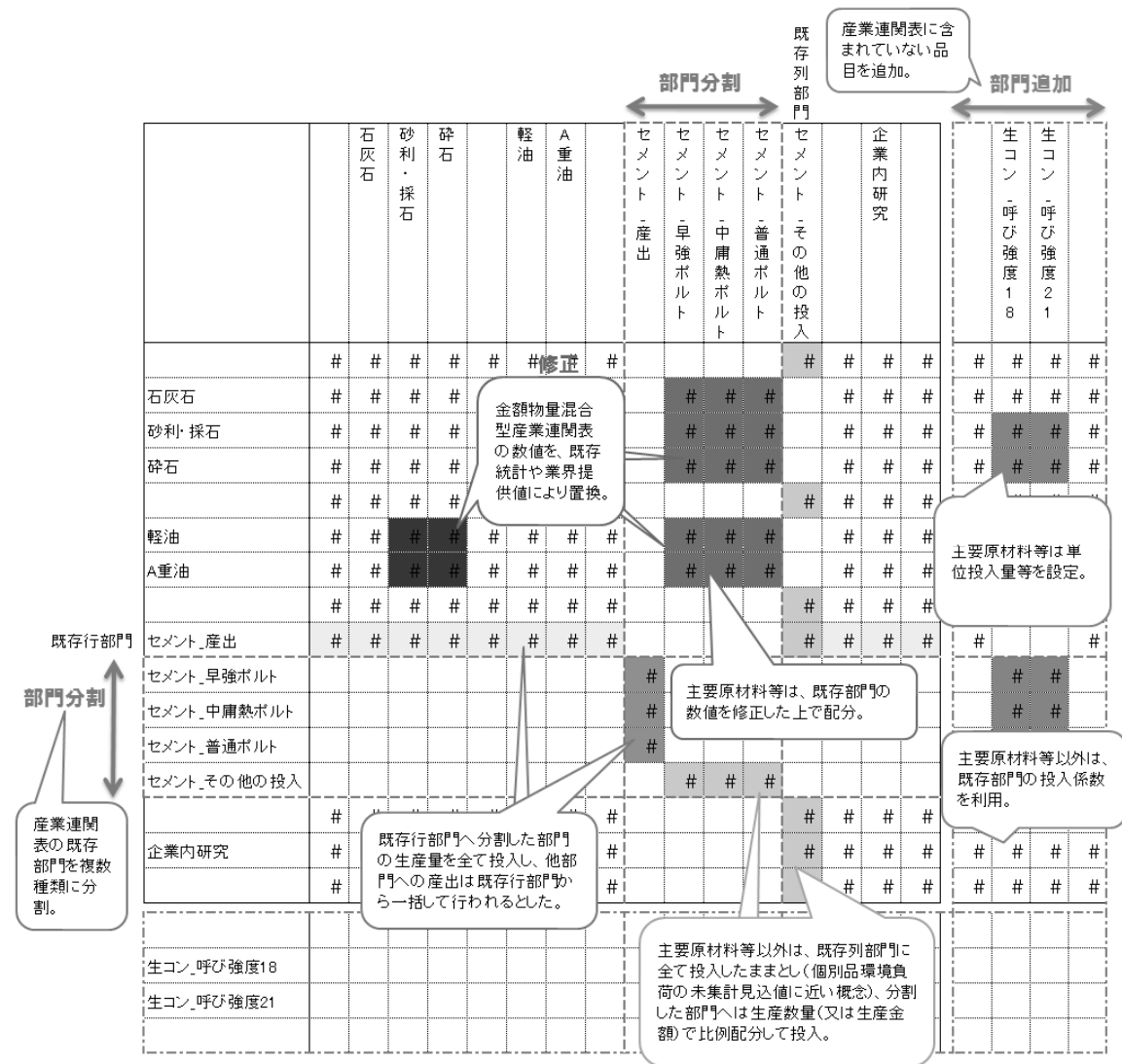


図 3. 2-49 修正・区分化の方法(イメージ)

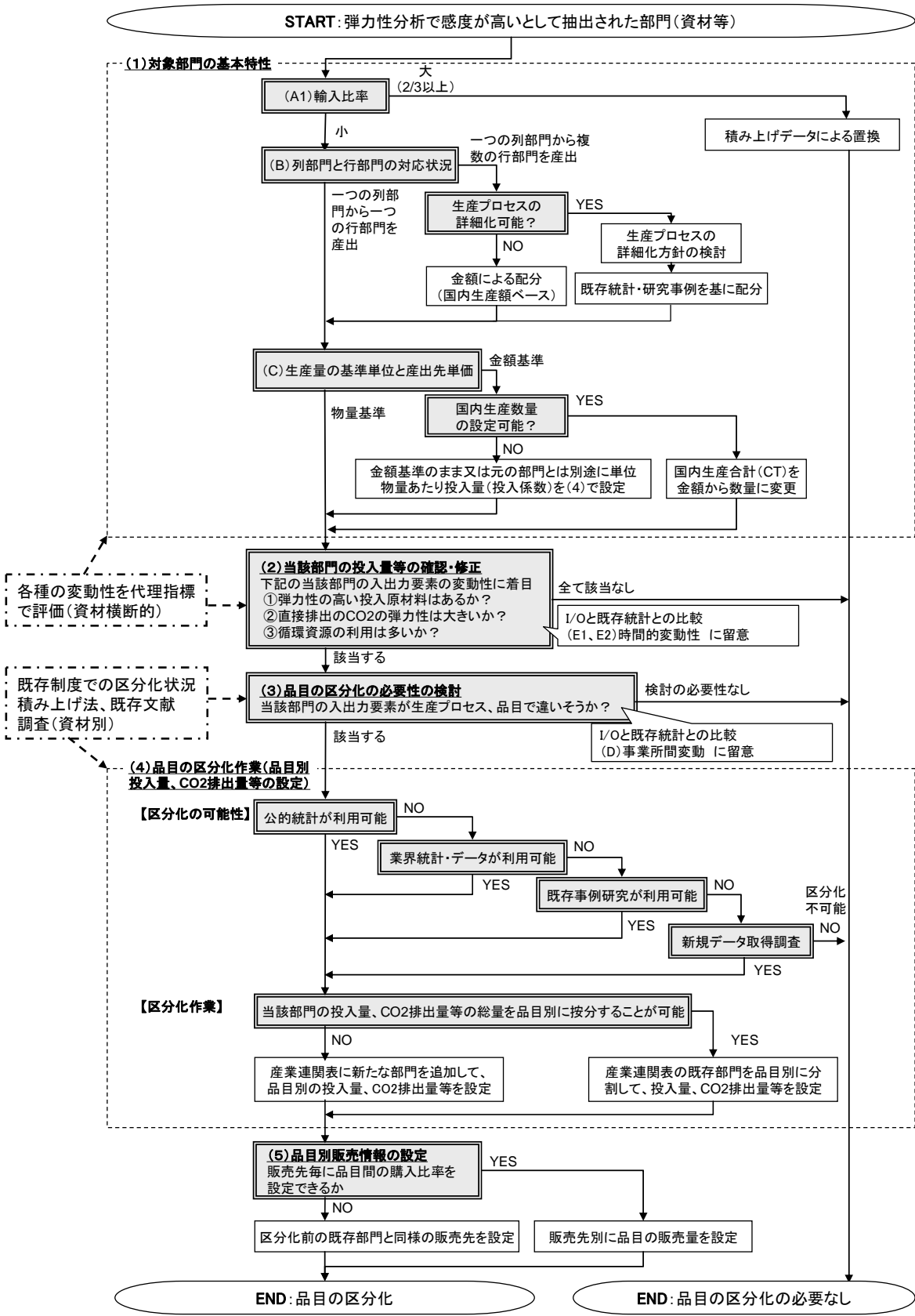


図 3. 2-50 修正・区分化の検討手順

## ② 「修正」の方法

「(3) 社会資本 I0 表の作成」で作成した社会資本 I0 表は、付帯物量表が存在する部門は金額から物量に置換されている。これらの部門については、業界統計値、公的統計値、業界から提供された数値等の積み上げデータと比較することが可能となっている。

弾力性の高い要素を中心に、当該部門の投入量等(投入原材料、直接二酸化炭素排出量、循環資源投入量)について、金額物量混合型産業連関表とこれらの積み上げデータを比較し、金額物量混合型産業連関表の投入量が過小であるなど修正の必要があると判断された場合は、積み上げデータで置換して数値を修正する。

### 例) 生コンクリートの骨材の修正

生コンクリート部門はセメントや骨材の投入原材料の弾力性が大きく、この投入量に着目する必要がある。産業連関表では、表 3. 2-55 に示すとおり骨材の投入原材料が低く算定され、製品 1m<sup>3</sup> 生産時の原料投入量が少なくなっている。そのため、表 3. 2-56 に示すとおり生コンクリート統計年報の値を用いて、産業連関表の数値を修正した。なお、骨材以外は金額物量混合型産業連関表の値をそのまま用いた。

表 3. 2-55 産業連関表と生コンクリート統計年報の比較イメージ

	生コンクリート統計年報原材料	産業連関表の部門	単位 (※)	生コンクリート統計		産業連関表		
				平成17年		平成17年		
				生産量・投入量 (※)	1m <sup>3</sup> あたり投入量 (kg/m <sup>3</sup> )	生産量・投入量 (※)	1m <sup>3</sup> あたり投入量 (kg/m <sup>3</sup> )	1m <sup>3</sup> あたり投入額(円/m <sup>3</sup> )
生産量			千m <sup>3</sup>	92,284	-	118,898	-	-
原材料 骨材	セメント	セメント	千 t	29,284	317	41,157	346	2,052
	砂	河川砂	千 t	15,035	163	35,875	302	572
		山陸砂	千 t	31,726	344			
		海砂	千 t	11,553	125			
		その他	千 t	20,157	218			
	砂利	河川砂利	千 t	13,171	143	46,857	394	454
		山陸砂利	千 t	10,899	118			
	砕石	砕石	千 t	66,439	720	-	-	-
	その他の骨材	砕石	千 t	160	2			
	人工軽量骨材		千 t	221	2			
高炉スラグ	砕石(屑)	千 t	512	6	1,177	10	16	

表 3. 2-56 産業連関表の修正イメージ(生コンクリート)

部門	単位	生コンクリート統計年報	金額物量混合型産業連関表			
			修正前	修正後		
主要な原燃料等	6220110 砂利・採石	千 t	102,540	35,875	132,112	生コンクリート統計年報の値で修正
	6220210 砕石	千 t	66,599	46,857	85,599	
	6220212 砕石【屑】	千 t	512	1,177	1,177	
	25210110 セメント	千 t	29,284	40,652	40,652	
	...	...	...	...	...	
その他	82220110 企業内研究開発	百万円		13,451	13,451	金額物量混合型産業連関表の値を使用
	85190990 その他の対事業所サービス	百万円		20,840	20,840	
	...	...	...	...	...	
生産量	千m <sup>3</sup>	92,284	118,898	118,898		

### ③ 「区分化」の方法

当該部門の投入量等の確認結果及び積み上げ法の既存文献調査に基づいて区分化の方針を決定し、区分化に必要なデータの利用可能性に基づいて、部門の分割・追加を行った。

#### i) 部門分割

元は一つの部門に投入されていた原燃料等を、複数に区分した新設列部門へ配分した。主要な原材料や燃料等の配分は、業界統計値、公的統計値等の積み上げデータに基づくが、それ以外の配分は生産量に基づき行った

分割対象部門の列部門への投入は、新設列部門には積み上げデータで修正する主要な原燃料等のみを投入(表 3. 2-57①)し、既存の列部門にはその他のみを投入(表 3. 2-57②)する形にすることで、積み上げ法で修正した部分と元の産業連関表の部分の区別を見やすくするとともに、その他のみが投入された既存列部門は個別品環境負荷の未集計値に近づくと考えられる。なお、主要な原燃料等以外のその他の部門への投入量は、分割された部門へ生産数量又は生産金額で比例配分した(表 3. 2-57③)。

また、分割対象部門の行部門からの産出は、既存の行部門に新設部門の生産量が全て投入され(表 3. 2-57④)、この既存の行部門から他の部門へ一括して産出される(表 3. 2-57⑤)形とした。

#### 例)セメントの区分化の例

セメント部門は、投入原料に関する弾力性が大きく、循環資源の使用量がセメント種によって異なることを考慮すると、セメント種別に区分化する必要がある。そこで、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、普通ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、その他セメントに区分化した。

主要な原燃料は、積み上げデータを基に産業連関表の数値を修正した上で各種セメントに配分し、その他は全て既存部門に投入した。

表 3. 2-57 セメントの部門分割(イメージ)

	単位	区分化後												
		部門分割							既存列部門	その他の部門への産出(例)				
		252101	25210110	252101001	252101002	252101003	252101004	252101005	252101006	252101	252201	252301	413101	
セメント	セメント産出	セメント 早強ポルト	セメント 中庸熱ポルト	セメント 普通ポルト	高炉セメント	フライアッシュセメント	その他のセメント	セメント 其他の投入	生コンクリート	セメント製品	道路関係公共事業			
主要原燃料等の投入	6210110 石灰石	t	57,791,041	0	2,686,504	699,132	42,829,860	7,764,575	137,386	3,673,584	0	402,567	267,211	0
	6220110 砂利・採石	t	124,642	0	5,842	1,520	93,136	15,969	252	7,923	0	35,874,867	7,628,227	20,536,503
	6220210 砕石	千t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,857	10,140	55,483
	6220212 砕石【屑】	千t	3,296	0	0	0	0	3,072	15	210	0	1,177	9,561	10,014
	7110110 石炭	t	5,703,840	0	265,150	69,002	4,227.1 ①	766,382	13,560	362,574	0	0	81,548	0
	21110130 灯油	kl	2,875	0	128	33	2,037	488	7	183	0	21,210	27,007	44,702
	21110140 軽油	kl	4,287	0	191	50	3,037	728	10	273	0	66,859	19,525	989,262
	21110150 A重油	kl	17,942	0	797	207	12,711	3,045	41	1,141	0	21,110	178,395	58,139
	21110160 B重油・C重油	kl	136,119	0	5,579	1,452	88,939	31,218	279	8,653	0	1,497	29,740	28,134
	21210110 コークス	t	3,286	0	146	38	2,328	558	7	209	0	0	0	0
既存行部門	25210110 セメント 産出	t	116,680	0	0	0	0	0	0	116,680	41,156.5 ⑤	420,566	1,842,488	
部門分割	252101001 セメント 早強ポルト	t	0	3,101,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101002 セメント 中庸熱ポルト	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101003 セメント 普通ポルト	t	49 ④	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101004 高炉セメント	t	15,485,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101005 フライアッシュセメント	t	194,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101006 その他のセメント	t	613,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	252101 セメント 其他の投入	t	0	3,281,040	853,853	52,308.2 ③	3,384,037	205,263	648,590	0	0	0	0	
その他(例)	41210110 建設補修	百万円	8,968	0	0	0	0	0	0	0	8,968 ②	2,065	38,456	28,433
	82220110 企業内研究開発	百万円	15,724	0	0	0	0	0	0	0	5,724	13,451	28,943	8,195
国内生産量		t	73681081	69,638,000	3,101,000	807,000	49,438,000	15,485,000	194,000	613,000	73,681,081	-	-	-

ii) 部門追加

産業連関表に含まれていない資材(特定することが困難等の場合を含む)は、産業連関表の取引基本表の投入量等の数値を修正・部門分割するのではなく、既存の産業連関表の「外側」に追加することにより、環境負荷原単位を作成した。

例)生コンクリートの部門の追加

呼び強度と単位セメント量は比例関係にあり、呼び強度が大きくなると二酸化炭素排出量が増加することとなる。また、循環資源の使用量がセメント種別に異なる。そのため、強度別・セメント種別の生コンクリートを追加する。既存文献を基に、強度別の単位セメント量、単位骨材量を設定し、投入係数を作成した。この投入係数に環境負荷原単位を乗じることで、表 3. 2-58 に示すとおり強度別の環境負荷原単位とした。

表 3. 2-58 生コンクリートの部門追加イメージ

		単位	追加部門									
			早強ポルト_呼び強度18	早強ポルト_呼び強度21	早強ポルト_呼び強度24	早強ポルト_呼び強度27	早強ポルト_呼び強度30	早強ポルト_呼び強度33	早強ポルト_呼び強度36	早強ポルト_呼び強度40	早強ポルト_呼び強度45	
主要な原燃料	6220110	砂利・採石	t/m3	1.07E+00	1.06E+00	1.05E+00	1.04E+00	1.03E+00	1.02E+00	1.01E+00	1.00E+00	9.85E-01
	6220210	砕骨材	千t/m3	6.93E-04	6.86E-04	6.80E-04	6.74E-04	6.68E-04	6.62E-04	6.56E-04	6.48E-04	6.38E-04
	6220212	砕石【屑】：鉱さい(高炉スラグ・転炉スラグ・電気炉スラグ・その他)	t/m3	9.76E-06	9.71E-06	9.67E-06	9.62E-06	9.57E-06	9.53E-06	9.48E-06	9.42E-06	9.34E-06
	2521011101	早強ポルトランドセメント	t/m3	2.60E-01	2.80E-01	3.00E-01	3.19E-01	3.39E-01	3.58E-01	3.78E-01	4.04E-01	4.37E-01
	2521011102	中庸熟ポルトランドセメント	t/m3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	2521011103	普通ポルトランドセメント	t/m3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	2521011104	高炉セメント	t/m3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	2521011105	フライアッシュセメント	t/m3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	2521011106	その他のセメント	t/m3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
その他	82220110	企業内研究開発	百万円/m3	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04	1.13E-04
	85190990	その他の対事業所サービス	百万円/m3	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04	1.75E-04
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	

④ 主な資材毎の修正・区分化の概要

主な資材毎の修正、区分化の概要は、表 3. 2-59～62 に示すとおりである。

表 3. 2-59 対象部門の基本特性の確認・修正状況(1/2)

変動性・不確実性の要因		輸入率	結合生産	一財多価	
		A	B	C	
指標の内容	設定した指標と確認内容	【輸入比率】 産業連関表取引基本表を用いて、国内需要合計での輸入額と生産者価格の比を確認。 輸入額/国内生産額 $\geq$ 2/3である場合、積み上げデータで置換。	【結合生産：列部門と行部門の対応状況】 一つの列部門から複数の行部門を産出する行部門となっているかを確認。	【生産量の基準単位と産出先単価】 金額物量混合型産業連関表において、当該部門の生産量(投入係数等の基準)が金額基準か数量(物量)基準かを確認。	
	該当時の対応		該当した場合、生産プロセスの詳細化や物理的關係に基づく配分が可能であれば、既存統計・研究事例を基に配分する。	該当した場合、国内生産数量の設定が可能であれば、国内生産合計を金額から数量に変更。	
各資材の検討結果(1/2)	セメント・コンクリート	セメント	1%	該当しない	○物量基準：産出先単価一部差異化
		生コンクリート	0%	該当しない	△物量基準：産出先単価一定
		セメント製品	2%	該当しない	×金額基準→金額基準のまま(多様な品目があり全体としての生産重量把握は困難。区分化において対応。)
		その他の窯業・土石製品	2%	該当しない	×金額基準→金額基準のまま(多様な品目があり全体としての生産重量把握は困難。区分化において対応。)
	舗装資材	舗装材料	0%	該当しない	×金額基準→金額基準のまま(多様な品目があり全体としての生産重量把握は困難。区分化において対応。)
	自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)	—	該当しない	×金額基準
		自家輸送(旅客自動車)	—	該当しない	×金額基準
		道路貨物輸送	—	該当しない	×金額基準 →数量(tkm)への変更を検討したが、産出先単価の適切な把握が困難であるため、産業連関表内での物量への変換は行わず、本部門の物量基準原単位においては平均単価による換算結果を示す。
	電力	事業用電力	0%	該当しない	◎物量基準：産出先単価差異化
		事業用火力発電	—	該当しない	×金額基準 →全量を事業用電力に投入するため、数量化の必要性が低い。
		自家発電	—	該当しない	△物量基準：産出先単価一定
	骨材	碎石	4%	該当しない	○物量基準：産出先単価一部差異化
		砂利・採石	3%	該当しない	△物量基準：産出先単価一定

表 3. 2-59 対象部門の基本特性の確認・修正状況 (2/2)

変動性・不確実性の要因		輸入率	結合生産	一財多価	
		A	B	C	
指標の内容	設定した指標と確認内容	【輸入比率】 産業連関表取引基本表を用いて、国内需要合計での輸入額と生産者価格の比を確認。 輸入額/国内生産額 $\geq 2/3$ である場合、積み上げデータで置換。	【結合生産：列部門と行部門の対応状況】 一つの列部門から複数の行部門を産出する行部門となっているかを確認。	【生産量の基準単位と産出先単価】 金額物量混合型産業連関表において、当該部門の生産量(投入係数等の基準)が金額基準か数量(物量)基準かを確認。	
	該当時の対応		該当した場合、生産プロセスの詳細化や物理的關係に基づく配分が可能であれば、既存統計・研究事例を基に配分する。	該当した場合、国内生産数量の設定が可能であれば、国内生産合計を金額から数量に変更。	
各資材の検討結果 (2/2)	石油製品	石炭・原油・天然ガス	—	該当(石炭・石油・天然ガス⇒石炭、原油、天然ガス) →下流プロセスである原油を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) →下流プロセスである原油を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。 △物量基準：産出先単価一定
		原油	100% →輸入品のCO2排出原単位は既存研究の値を採用。		
		石油製品	—	該当(ガソリン、ジェット燃料油、灯油、軽油、A重油、B・C重油、ナフサ、液化石油ガス、その他) →真の結合生産を含む。物理的關係(精製工程の複雑度を示す係数CF値)に基づく配分を検討したが適用困難と考えられたため、非採用。	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) ○物量基準：産出先単価一部差異化
		軽油	3%		
	鉄鋼	金属鉱物	—	該当(金属鉱物⇒鉄鉱石、非鉄金属鉱物) →下流プロセスである鉄鉱石を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) →下流プロセスである鉄鉱石を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。 △物量基準：産出先単価一定
		鉄鉱石	100% →輸入品のCO2排出原単位は業界提供値を採用。		
		銑鉄	2%	該当しない	△物量基準：産出先単価一定
		粗鋼(転炉)	0%	該当しない	△物量基準：産出先単価一定
		熱間圧延鋼材	—	該当(普通鋼形鋼・鋼帯・小棒・鋼板・その他、特殊鋼鋼材) →みかけの結合生産と考えられる。熱間圧延鋼材(列部門)の製造工程を、原料の粗鋼(転炉、電気炉)の投入について、既存統計及び既存研究の方法により、行部門別に詳細化。 (残りの入出力は生産額配分のまま)	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) ○物量基準：産出先単価一部差異化 △物量基準：産出先単価一定
		普通鋼形鋼	2%		△物量基準：産出先単価一定
		普通鋼鋼帯	5%		△物量基準：産出先単価一定
		普通鋼小棒	1%		△物量基準：産出先単価一定
		普通鋼鋼板	4%		△物量基準：産出先単価一定
		特殊鋼熱間圧延鋼材	—		×金額基準 →金額基準のまま(生産重量の不明な鋼材が一部に含まれる)
		冷間仕上鋼材	—	該当(普通鋼冷間仕上鋼材、特殊鋼冷間仕上鋼材) →みかけの結合生産と考えられる。検討したが、原料の投入について普通鋼鋼材と特殊鋼鋼材を分離できていない。	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) △物量基準：産出先単価一定
		普通鋼冷間仕上げ鋼材	5%		
		鋼管	—	該当(鋼管⇒普通鋼、特殊鋼) →みかけの結合生産と考えられる。検討したが、原料の投入について普通鋼鋼材と特殊鋼鋼材を分離できていない。	×金額基準(複数の行部門に対応する列部門) △物量基準：産出先単価一定
		普通鋼鋼管	3%		
		建設用金属製品	4%	該当しない	×金額基準 →金額基準のまま(多様な品目があり全体としての生産重量把握は困難)

注) —: 数値なし。グレーの網掛は検討不要。

表 3. 2-60 当該部門の投入量等の確認・修正状況(1/2)

着目する入力要素		①弾力性の高い投入原材料			②直接排出のCO2の弾力性		③循環資源の利用			
		CO2排出を対象とした場合の投入原材料の弾力性	天然資源を対象とした場合の投入原材料の弾力性	最終処分を対象とした場合の投入原材料の弾力性	直接排出CO2の弾力性	時間的変動性				
指標の内容	設定した指標と確認内容						時間的変動性			左記の評価を踏まえた投入量等の確認結果と修正方針
					E1	E2				
					【投入係数の変化率】弾力性の高い投入原材料等について、投入係数の変化率を評価し、2005年値÷2000年値が大きい(2/3以下又は3/2以上)原材料投入量等について、確認の必要性が高い。		【直接CO2排出係数の変化率】直接CO2排出の弾力性の高い資材について、直接CO2排出係数の変化率を評価し、2005年値÷2000年値が大きい(2/3以下又は3/2以上)資材について、確認の必要性が高い。			
各資材の検討結果(1/2)	セメント・コンクリート	セメント		石灰石:0.067		石灰石:0.77	0.291	1.03	多種多量を受け入れ、セメント種毎に使用量が異なる。	<修正実施> 弾力性の高い石灰石は一次統計(=3EID)、原料・廃棄物燃料は業界統計で修正。電力・化石燃料は一次統計で修正し、燃料は自家発電用とセメント製造用に区分して投入。
		生コンクリート	セメント:0.204	セメント:0.048 砂利・採石:0.048 砕石:0.062		セメント:1.09 砂利・採石:0.34 砕石:0.81			骨材に再生砂等が使用される。	<修正実施> 産連表は骨材投入量が過小であり、生コンクリート統計年報で修正。
		セメント製品	セメント:0.053	砕石:0.015		セメント:0.85 砕石:1.24			骨材に再生砂等が使用される。	<修正実施> セメント、骨材投入の弾力性が高い。業界提供値に基づきセメント:骨材の比率を設定し、骨材の投入量を修正。
		その他の窯業・土石製品		石灰石:0.020		石灰石:1.25				<修正不可> 石灰石の投入量の弾力性が大きく区分化とあわせ検討が必要。
	舗装資材	舗装材料		砕石:0.021		砕石:0.99			再生合材では、再生骨材が使用される。	<修正実施> 原料をアスファルト合材統計年報の数値で修正(公的一次統計がなく、産連表では同業界統計を利用していない)。
	自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)					0.041	1.01		<修正不要> 3EIDと一次統計を比較し、燃料消費量の数値の差が小さいことを確認し、3EIDの値を採用。
		自家輸送(旅客自動車)					0.048	1.04		<修正実施> 軽油で3EIDと一次統計(自動車輸送統計)の差が大きい。トンキロの単価で換算した際の燃費の値を重視して、自動車輸送統計の数値で置換。
		道路貨物輸送					0.02	0.91		
	電力	事業用電力	事業用火力発電:0.024			※事業用火力発電:1.07	0.14	1.09		<修正不要> 3EIDと一次統計を比較し、燃料消費量の数値の差が小さいことを確認し、3EIDの値を採用。
		事業用火力発電						0.73		(ただし、鉄鋼関係の数値置換の一環として、高炉ガスについて電力需給の概要の値に変更)
自家発電						0.066	1.21		<修正不可> 自家発電全体の正確な消費量の把握は困難。区分化で対応(鉄鋼部門、セメント部門で実施。)	
骨材	砕石							再生砕石では、コンクリート塊、アスファルトコンクリート塊が使用される。	<修正実施> 再生砕石の生産量が産連表に含まれていないが、これを含める形で数値を修正するのは困難。(部門追加で対応) 砕石の製造用の電力・燃料投入量は、砕石等統計年報を用いて修正。その前段として、自家輸送(貨物)の投入額の一部を通常の投入に変更。	
	砂利・採石							天然資源であるため、検討しない。	<修正不要> 弾力性の高い投入原料等はなく、修正不要。	



表 3. 2-60 当該部門の投入量等の確認・修正状況 (2/2)

着目する入力要素		①弾力性の高い投入原材料			②直接排出のCO2の弾力性		③循環資源の利用	左記の評価を踏まえた投入量等の確認結果と修正方針	
		CO2排出を対象とした場合の投入原材料の弾力性	天然資源を対象とした場合の投入原材料の弾力性	最終処分を対象とした場合の投入原材料の弾力性	時間的変動性	時間的変動性			
指標の内容	設定した指標と確認内容				E1 【投入係数の変化率】弾力性の高い投入原材料等について、投入係数の変化率を評価し、2005年値÷2000年値が大きい(2/3以下又は3/2以上)原材料投入量等について、確認の必要性が高い。	E2 【直接CO2排出係数の変化率】直接CO2排出の弾力性の高い資材について、直接CO2排出係数の変化率を評価し、2005年値÷2000年値が大きい(2/3以下又は3/2以上)資材について、確認の必要性が高い。			
									変動性・不確実性の要因
石油製品	石炭・原油・天然ガス	自家発電:0.015			※自家発電:1.31			天然資源であるため、検討しない。	<修正不要> 下流プロセスである原油を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。
	原油	石炭・原油・天然ガス:0.025	重量換算係数:0.029	石炭・原油・天然ガス:0.028	※石炭・原油・天然ガス:2.23 重量換算係数:1.00				<修正不要> 輸入比率が高く、積み上げ法データで置換するために、その他の検討は必要なし。(重量換算値を除く。)
	石油製品	原油:0.025	原油:0.031		※原油:0.75	0.022	0.89		<修正不要> 精製用燃料投入量で一次統計と産連表で差が無いことを確認し、産連表の値を採用。FCCコークスは一次統計に含まれると判断。
	軽油	石油製品:0.022			※石油製品:1.16				
各資材の検討結果 (2/2) 鉄鋼	金属鉱物	事業用電力:0.015 自家発電:0.015			※事業用電力:1.02 ※自家発電:1.28			天然資源であるため、検討しない。	<修正不要> 下流プロセスである鉄鉱石を積み上げ法で置換したため、検討の必要性なし。
	鉄鉱石	金属鉱物:0.040		金属鉱物:0.025	※金属鉱物:0.95				<修正不要> 輸入比率が高く、積み上げ法データで置換するために、その他の検討は必要なし。
	銑鉄	鉄鉱石:0.040	鉄鉱石:0.030		鉄鉱石:0.97	0.132	1.12	廃プラスチックの利用が進んでいる。	<修正実施> 弾力性の高い鉄鉱石は統計と産連表で概ね一致し、産連表を採用。副生ガス消費量に一次統計と3EIDで乖離⇒鉄鋼関連全体で一連の修正を実施(副生ガス消費量の置換と自家発電の分離)
	粗鋼(転炉)	銑鉄:0.182	銑鉄:0.047	銑鉄:0.057	銑鉄:0.95				<修正不要> 銑鉄の投入量は、統計と産連表で概ね一致し、産連表を採用。 ※鉄鋼関連全体で一連の修正を実施(副生ガス消費量の置換と自家発電の分離)
	熱間圧延鋼材	粗鋼(転炉):0.199 粗鋼(電気炉):0.020	粗鋼(転炉):0.052		※粗鋼(転炉):0.67 ※粗鋼(電気炉):0.57			粗鋼製造時に鉄屑が多く用いられ、特に電炉でその割合が大きい。	※鉄鋼関連全体で一連の修正を実施(副生ガス消費量の置換と自家発電の分離)
	普通鋼形鋼	熱間圧延鋼材:0.063	熱間圧延鋼材:0.015		※熱間圧延鋼材:1.84				
	普通鋼鋼帯	熱間圧延鋼材:0.043			※熱間圧延鋼材:1.59				
	普通鋼小棒	熱間圧延鋼材:0.057			※熱間圧延鋼材:1.88				
	普通鋼鋼板	熱間圧延鋼材:0.019			※熱間圧延鋼材:1.46				
	特殊鋼熱間圧延鋼材	熱間圧延鋼材:0.039			熱間圧延鋼材:1.00				
冷間仕上鋼材	普通鋼鋼帯:0.022			※普通鋼鋼帯:0.82				※鉄鋼関連全体で一連の修正を実施(副生ガス消費量の置換と自家発電の分離)	
普通鋼冷間仕上鋼材	冷間仕上鋼材:0.023			※冷間仕上鋼材:1.33					
鋼管								※鉄鋼関連全体で一連の修正を実施(副生ガス消費量の置換と自家発電の分離)	
普通鋼鋼管	鋼管:0.015			※鋼管:1.42					
建設用金属製品	普通鋼形鋼:0.019			※普通鋼形鋼:1.03				<修正不可> 建設用金属製品全体としての投入量等の検証は困難。	

表 3. 2-61 品目の区分化の必要性の検討状況 (1/2)

変動性・不確実性の要因		一財多技術	一部門多財	左記の評価を踏まえた区分化の必要性の検討結果	
指標の内容	設定した指標と確認内容	D 【1990年の事業所別10kgCO2/百万円の変動係数】 CO2直接排出量の事業所毎の変動を評価し、変動性が高い(2.0以上)の資材について、区分化が必要な可能性がある点に留意。	参考 【工業統計の事業所数】 事業所数を評価。		
各資材の検討結果 (1/2)	セメント・コンクリート	セメント	変動係数:0.5 事業所数:48	72	<区分化必要> 投入原材料に関する弾力性が高く、循環資源の使用量がセメント種によって異なることを考慮すると、セメント品目毎の区分化が必要である。なお、セメント種ごとの生産量では早強、中庸熱、普通が大きく、インベントリも異なると考えられ、区分化が必要な可能性が高い。
		生コンクリート	変動係数:1.3 事業所数:355	3443	<区分化必要> 間接排出量の9割がセメント製造時の排出量が占めるため、セメント種別に区分化が必要である。また、呼び強度により単位セメント量が異なるため、呼び強度別の区分化が必要である。
		セメント製品	変動係数:1.0 事業所数:749	3972	<区分化必要> セメント種や鉄筋の有無により環境負荷が異なると考えられ、区分化が必要である。
		その他の窯業・土石製品			
	舗装資材	舗装材料	変動係数:1.1 事業所数:8	736	<区分化必要> 投入原材料に関する弾力性が高く、エネルギー消費に関する不確実性が高い。これらは新規合材と再生合材間で異なることを考慮すると、品目の区分化の必要がある。
	自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)	—	仮設部門	<区分化必要> 直接CO2排出量の弾力性が高いことから、燃費の違いに応じた区分化が必要。
		自家輸送(旅客自動車)	—	仮設部門	
		道路貨物輸送	—	—	
	電力	事業用電力	—	—	<区分化不要> 社会資本LCAの比較代替案において電力事業者が異なる場合は少ない。また、対象資材の製造での事業用電力投入の弾力性が高くないことから、区分化の優先度は低い。今後、グリーン電力の利用などの検討が必要。
		事業用火力発電	—	—	
		自家発電	—	仮設部門	<区分化必要> 直接CO2排出量の弾力性が高いが、これらは自家発電実施部門ごとに差異が大きい可能性が高い。資材別の検討の結果、鉄鋼とセメントについて自家発電を区分化する。
	骨材	碎石	—	928	<区分化必要> 建設副産物実態調査によれば、碎石類使用量のうち再生碎石が占める割合が約25%を占めることから、再生碎石を区分化する必要がある。また、砕骨材は石材等よりも使用する燃料などが多くと考えられ、区分化する必要がある。
砂利・採石		—	—	<区分化不要> 品目の区分化の必要性は確認されていない。	

表 3. 2-61 品目の区分化の必要性の検討状況 (2/2)

変動性・不確実性の要因		一財多技術	一部門多財	左記の評価を踏まえた区分化の必要性の検討結果	
指標の内容	設定した指標と確認内容	D	参考		
				【1990年の事業所別10kgCO2/百万円の変動係数】 CO2直接排出量の事業所毎の変動を評価し、変動性が高い(2.0以上)の資材について、区分化が必要な可能性がある点に留意。	【工業統計の事業所数】 事業所数を評価。
各資材の検討結果 (2/2)	石油製品	石炭・原油・天然ガス	—	—	<区分化不要> 下流プロセスである鉄鉱石を積み上げ法データで置換した。
		原油	—	—	<区分化不要> 輸入比率が高く、積み上げ法データで置換するために、その他の検討は必要なし。
		石油製品	変動係数: 1.6 事業所数: 54	精製41	<区分化不要> 品目の区分化の必要性は確認されていない。
		軽油	—	28	
	鉄鋼	金属鉱物	—	—	<区分化不要> 下流プロセスである鉄鉱石を積み上げ法データで置換した。
		鉄鉱石	—	—	<区分化不要> 輸入比率が高く、積み上げ法データで置換するために、その他の検討は必要なし。
		銑鉄	変動係数: 0.3 事業所数: 20	15	<区分化不要> 品目の区分化の必要性は確認されていない。
		粗鋼(転炉)	—	—	<区分化不要> 普通鋼と特殊鋼に分けることが考えられる。(それにより下流工程の修正・区分化がしやすくなる可能性がある。)
		熱間圧延鋼材	変動係数: 1.0 事業所数: 27	25	<区分化不要> 産業連関表において、行部門は既に区分化されており、列部門の投入を詳細化すればよい。
		普通鋼形鋼	—	—	
		普通鋼鋼帯	—	—	
		普通鋼小棒	—	—	
		普通鋼鋼板	—	—	
		特殊鋼熱間圧延鋼材	—	—	
		冷間仕上鋼材	変動係数: 0.8 事業所数: 26	32	<区分化不要> 産業連関表において、行部門は既に区分化されており、列部門の投入を詳細化すればよい。 (ただし、普通鋼冷間仕上鋼材の中でも大きく材料が異なっている等の場合は区分化が必要)
		普通鋼冷間仕上鋼材	—	—	
		鋼管	変動係数: 2.9 事業所数: 56	67	<区分化不要> 産業連関表において、行部門は既に区分化されており、列部門の投入を詳細化すればよい。 (ただし、普通鋼鋼管の中でも大きく材料が異なっている場合は区分化が必要)
普通鋼鋼管	—	62			
建設用金属製品	変動係数: 2.8 事業所数: 579	7354	<区分化必要> 「普通鋼鋼帯」部門と、「特殊鋼熱間圧延鋼材」部門の投入の弾力性が高く、品目毎に異なった割合で使用されている可能性があり、使用鋼材種類毎に区分化することが考えられる。		

注) —: 数値なし。グレーの網掛けは検討不要。

表 3. 2-62 品目の区分化作業の状況 (1/2)

		区分化の可能性				区分化作業	区分化の結果		
		公的統計	業界統計・データ	既存事例研究	新規データ取得	当該部門の投入量等の総量を品目別に按分が可能			
各 資 材 の 検 討 結 果 ( 1 / 2 )	セメント・コンクリート	セメント	×	△: 業界データ(セメントのLCIの概要)から、ポルトランド、高炉、フライアッシュ、その他に区分化可能。ただし、ポルトランドの区分化ができない。	×	○: 早強、普通、中庸熱ポルトランドセメントで、製造時のエネルギー消費量の比のデータを取得。	○: ただし、早強、中庸熱、普通ポルトランドセメント毎に原料の投入量を分割するのは困難。	<部門分割> 業界データ(セメントのLCIの概要)をもとに、ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、その他セメントに分割。さらに、ポルトランドセメントを普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメントに分割して、製造時エネルギー消費量を差異化。	
		生コンクリート	×	×	○: 呼び強度別の水セメント比、単位骨材量を推計。	×	△: 呼び強度別の生コン生産量の推計は困難。	<部門分割> 使用セメント種別に分割。 <部門追加> 単位セメント量、骨材量を推計し、セメント種別、呼び強度別の原単位を追加。	
		セメント製品	×	×	×	○: 工場別の生産量、原燃料投入量等の例を取得。	×	×: 製品毎の総投入量は不明。	<区分化不可> 入手したデータからセメント製品種類別の原燃料等の区分化は困難。
		その他の窯業・土石製品							
	舗装資材	舗装材料	×	△: 舗装材料のうち合材の新材と再生材の生産数量は把握可能。再生骨材の投入量も把握可能。	○: 電力・燃料投入量の推計に使用。また、再生合材へのアスファルト添加率を推計。	×	△: 単価と業界統計の生産量から、舗装合材の生産額を推計することで、その他の舗装材料と分割可能。	<部門分割> 再生合材、新規合材、その他の舗装材料に分割。	
	自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)	○: 自動車輸送統計	×	×	○: シャンダイナモ試験より、通常と想定される運搬車両について燃費を設定。	-	「運搬の環境負荷原単位の算定方法」として別途に検討。	
		自家輸送(旅客自動車)							
		道路貨物輸送							
	電力	事業用電力							
		事業用火力発電							
自家発電									
骨材	砕石	×	×	○: 再生砕石の単位燃料使用量を推計。		△: 砕骨材の生産分に砕石等統計年報を用い、石材と分割が可能。ただし、再生砕石は産業連関表の砕石部門の生産量に含まれていないため、按分は不可。	<部門分割> 砕骨材と石材に分割。 <部門追加> 単位燃料使用量を推計し、再生砕石の部門を追加。		
	砂利・採石								

表 3. 2-62 品目の区分化作業の結果 (2/2)

		区分化の可能性				区分化作業	区分化の結果	
		公的統計	業界統計・データ	既存事例研究	新規データ取得	当該部門の投入量等の総量を品目別に按分が可能		
各資材の検討結果 (2/2) 鉄鋼	石油製品	石炭・原油・天然ガス						
		原油						
		石油製品						
		軽油						
	鉄鋼	金属鉱物						
		鉄鉱石						
		銑鉄						
		粗鋼(転炉)						
		熱間圧延鋼材	△	○	○:(中島・中村ら、平成18年)	×	○	<詳細化実施> 熱間圧延鋼材には銑鉄の、各種鋼材には熱間圧延鋼材の投入の弾力性が高い。各鋼材ごとに粗鋼(転炉)及び粗鋼(電気炉)の投入量を配分する形で修正するとともに、プロセスの詳細化を実施。
		普通鋼形鋼						
		普通鋼鋼帯						
		普通鋼小棒						
		普通鋼鋼板						
		特殊鋼熱間圧延鋼材						
冷間仕上鋼材	×	×	×	×	×	<詳細化不可> 必要データを入手できないため、詳細化は行わない。		
普通鋼冷間仕上げ鋼材								
鋼管	×	×	×	×	×	<詳細化不可> 必要データを入手できないため、詳細化は行わない。		
普通鋼鋼管								
建設用金属製品	×	×	×	×	×	<区分化不可> 必要データが入手できないため、区分化は行わない。		

注) グレーの網掛は検討不要。

## ⑤ 修正・区分化に使用した主な出典資料

修正、区分化の検討に使用した主な出典資料は、以下のとおりである。

### セメント

温室効果ガスインベントリオフィス「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（平成 17 年）  
温室効果ガスインベントリオフィス「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（平成 19 年）  
戒能一成「産業連関表・鉱工業統計を用いた石灰石起源 CO<sub>2</sub> 排出などの評価・検証」（RIETI Discussion Paper Series 10-J-026、平成 22 年）  
環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」（平成 18 年 8 月）〈<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/h1808/index.html>〉  
環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」（平成 12 年 9 月）〈<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/h1209/index.html>〉  
経済産業省「窯業・建材統計」〈[http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/04\\_yogyo.html](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/04_yogyo.html)〉  
経済産業省「石油等消費動態統計」〈<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/sekisyo/index.html>〉  
経済産業省経済産業政策局調査統計部「資源統計年報」  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「セメント産業における非エネルギー起源二酸化炭素対策に関する調査－混合セメントの普及拡大方策に関する検討－報告書」（平成 21 年 3 月）  
〈[http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/jyutaku/downloadfiles/H20fy\\_kongocement\\_houkoku.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/jyutaku/downloadfiles/H20fy_kongocement_houkoku.pdf)〉  
経済産業省総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会工場等判断基準小委員会「第 3 回配布資料」（平成 20 年 9 月）〈<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g80925aj.html>〉  
セメント協会「セメントの LCI データの概要」（平成 17 年）  
セメント協会「セメントの LCI データの概要」（平成 19 年 6 月）  
セメント協会「セメントハンドブック」（平成 17 年）  
セメント協会「セメントハンドブック」（平成 20 年 6 月）  
鉄鋼スラグ協会「鉄鋼スラグ統計年報」（平成 17 年）  
宮川豊章 他「図説 わかる材料 土木・環境・社会基盤施設をつくる」（学芸出版社、平成 21 年 8 月）

### 生コンクリート

経済産業省「工業統計表」〈<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>〉  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「生コンクリート統計年報〈平成 17 年〉」（経済産業統計協会、平成 18 年 6 月）  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「生コンクリート統計年報〈平成 20 年〉」（経済産業統計協会、平成 21 年 8 月）  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「セメント産業における非エネルギー起源二酸化炭素対策に関する調査－混合セメントの普及拡大方策に関する検討－報告書」（平成 21 年 3 月）  
〈[http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/jyutaku/downloadfiles/H20fy\\_kongocement\\_houkoku.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/jyutaku/downloadfiles/H20fy_kongocement_houkoku.pdf)〉  
セメント協会「セメントハンドブック」（平成 17 年）

セメント協会「セメントハンドブック」(平成20年6月)  
セメント協会「セメントの常識」(平成9年)  
土木学会「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)」(土木学会、平成19年4月)  
土木学会「コンクリート構造物の環境性能照査指針<試案>」(土木学会、平成17年11月)  
土木学会「コンクリート標準示方書 施工編<2007年制定>」(土木学会、平成20年4月)  
村田二郎 他「建設材料コンクリート」(共立出版、平成16年2月)

#### セメント製品

経済産業省「工業統計表」<<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>>  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「砕石統計年報<平成17年>」(経済産業統計協会、平成18年6月)  
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「生コンクリート統計年報<平成17年>」(経済産業統計協会、平成18年6月)  
経済産業省経済産業政策局調査統計部「窯業建材統計年報<平成21年>」(経済産業統計協会、平成22年7月)  
セメント新聞社「コンクリート製品・企業便覧<2009年版>」(セメント新聞社、平成21年1月)  
土木学会「コンクリート構造物の環境性能照査指針<試案>」(土木学会、平成17年11月)  
土木学会「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)」(土木学会、平成19年4月)

#### その他の窯業・土石製品

経済産業省経済産業政策局調査統計部「化学工業統計年報<平成18年>」(経済産業調査会、平成19年6月)  
経済産業省経済産業政策局調査統計部「資源・エネルギー統計年報<平成18年>」(経済産業調査会、平成19年8月)  
石灰石鉱業協会「石灰石生産量および用途別出荷量の推移」  
セメント協会「セメントハンドブック」(平成17年)  
セメント協会「セメントハンドブック」(平成20年6月)

#### 石炭・石油・天然ガス

産業環境管理協会「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書(平成10年度)」  
本藤祐樹 他「1995年産業連関表を用いた温室効果ガス排出原単位の推計」(日本エネルギー学会誌、Vol.81、No.9、平成13年)  
本藤祐樹 他「化石燃料の国内消費に伴い海外で誘発される環境影響物質-CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、排出量-」(エネルギー・資源、Vol.20、No.6、平成11年)

#### 鉄鋼

戒能一成「総合エネルギー統計の解説/2007年度改訂版」(平成21年6月)  
環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」(平成12年9月)< <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/h1209/index.html> >

経済産業省「石油等消費動態統計」<<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/sekisyo/index.html>>  
産業環境管理協会「平成10年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書」(平成11年3月)  
産業環境管理協会「平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書」(平成13年3月)  
産業環境管理協会「平成14年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書」(平成15年3月)  
産業技術総合研究所「カーボンフットプリント制度試行事業CO<sub>2</sub>換算量共通原単位データベース(暫定版)ver. 2.01」(平成22年10月)<<http://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/data2010.html>>  
資源エネルギー庁長官官房総合政策課「総合エネルギー統計」<<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyu/index.htm>>  
シップ・アンド・オーシャン財団「平成12年度 船舶からの温室効果ガス(CO<sub>2</sub>等)の排出削減に関する調査研究報告書」(平成13年6月)<[http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200106\\_rp01060001j.pdf](http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200106_rp01060001j.pdf)>  
鉄鋼新聞社「鉄鋼年鑑」  
堂野前等 他「LCA評価のための産業連関表の修正」(第2回エコバランス国際会議、平成8年)  
中島謙一 他「廃棄物産業連関に基づくマテリアルフロー分析(WIO-MFA):鉄資源循環分析への適用」(金属学会誌、Vol.70、No.8、平成18年)  
南斉規介 他「政府統計の縮小と2005年産業連関表による環境負荷原単位との関係」(第5回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、平成22年3月)  
本藤祐樹 他「1995年産業連関表を用いた温室効果ガス排出原単位の推計」(日本エネルギー学会誌、Vol.81、No.9、平成13年)  
吉田正彦「海運におけるGHG排出指標」(海洋技術安全研究所報告、第9巻、第4号、平成22年3月)<<http://www.nmri.go.jp/main/publications/paper/pdf/26/09/04/PNM26090405-00.pdf>>

### 舗装材料

経済産業省「工業統計表」<<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>>  
土木研究所道路技術研究グループ舗装チーム「土木研究所資料4096号 アスファルト舗装用骨材に関する実態報告書」(平成20年3月)  
新田弘之 他「舗装材料の生産に関する環境負荷原単位について」(北道路舗装会議技術論文集、第11回、C-16、平成21年6月)  
日本アスファルト合材協会「平成12年度 アスファルト合材統計年報」  
日本アスファルト合材協会「平成17年度 アスファルト合材統計年報」  
日本アスファルト乳剤協会「アスファルト乳剤の基礎と応用技術」(平成18年2月)

### 自動車輸送

経済産業省「工業統計表」<<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>>  
経済産業省・国土交通省「ロジスティクス分野におけるCO<sub>2</sub>排出量算定方法共同ガイドライン Ver.3.0」(平成19年3月)<<http://www.greenpartnership.jp/pdf/co2/guidelinev3.0.pdf>>  
国土交通省「第8回 全国貨物純流動調査(物流センサス)」(平成19年3月)<<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/butsuryu06100.html>>  
国土交通省自動車交通局技術安全部整備課「自動車分解整備事業実態調査報告書」<<http://>>



[www.mlit.go.jp/jidosha/jittaiichousa](http://www.mlit.go.jp/jidosha/jittaiichousa)>

国土交通省総合政策局情報管理部「交通関係エネルギー要覧 平成19年版」<[http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/energy/h19\\_energy.pdf](http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/energy/h19_energy.pdf)>

国土交通省総合政策局情報政策本部情報安全・調査課「自動車輸送統計」<<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/jidousya/jidousya.html>>

国土交通省総合政策局情報政策本部情報安全・調査課「陸運統計要覧 平成18年度分」<<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/syousaikensaku.html>>

資源エネルギー庁長官官房総合政策課「総合エネルギー統計」<<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyuu/index.htm>>

曾根真理 他「砕石、As 合材、生コンの運搬に伴う二酸化炭素排出量に関する実態調査」(第3回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集、平成20年2月)

損害保険料率算出機構「自動車保険の概況 平成18年度」

損害保険料率算出機構「損害保険料率算出機構統計集<平成16年度>」

損害保険料率算出機構「損害保険料率算出機構統計集<平成17年度>」

統計委員会サービス統計・企業統計部会「第15回配布資料」(平成22年2月)

## 骨材

岩渕省 他「再生路盤材のライフサイクルアセスメント」(環境システム研究、Vol.24、平成8年10月)

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部循環型社会推進室「日本の物質フロー 2006」(平成21年3月)<[http://www.env.go.jp/recycle/circul/mate\\_flow/mate\\_flow.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/circul/mate_flow/mate_flow.pdf)>

経済産業省経済産業政策局調査統計部「資源・エネルギー統計年報<平成18年>」(経済産業調査会、平成19年8月)

経済産業省経済産業政策局調査統計部「平成17年本邦鉱業の趨勢」(平成18年8月)<<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/honpouko/index.html>>

経済産業省・国土交通省「ロジスティクス分野におけるCO<sub>2</sub>排出量算定方法共同ガイドライン Ver.3.0」(平成19年3月)<<http://www.greenpartnership.jp/pdf/co2/guidelinev3.0.pdf>>

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「骨材需給表」<[http://www.saiseiki.or.jp/pdf/kotsuzai\\_table.pdf](http://www.saiseiki.or.jp/pdf/kotsuzai_table.pdf)>

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「平成17年度砂利採取業務状況報告書集計表」

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「平成18年度砂利採取業務状況報告書集計表」

<[http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/stat/files/18fy\\_aggyoumu.xls](http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/stat/files/18fy_aggyoumu.xls)>

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「砕石統計年報<平成17年>」(経済産業統計協会、平成18年6月)

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「砕石等統計年報<平成19年>」(経済産業統計協会、平成20年7月)

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「生コンクリート統計年報<平成17年>」(経済産業統計協会、平成18年6月)

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課「総合骨材需給表」(平成21年2月)<[http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/jyutaku/stat/20090323kotuzai\\_jukyuhyo.html](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/jyutaku/stat/20090323kotuzai_jukyuhyo.html)>

国土交通省「平成17年度建設副産物実態調査結果について」(平成18年12月8日)<<http://>

[www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011208\\_2\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011208_2_.html)>

資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課「採石業者の業務の状況に関する報告書の集計結果」  
(平成 19 年 1 月)<<http://www.enecho.meti.go.jp/energy/mineral/images/h17-070418.pdf>>

全日本トラック協会「トラック輸送データ集」

土手裕 他「環境負荷の観点からのコンクリート塊リサイクルの評価」(廃棄物学会論文誌、  
Vol. 13、No. 5、平成 14 年 9 月)

中村紘一「砕石産業の育成」(資源と素材、Vol. 110、No. 13、平成 6 年)

新田弘之 他「舗装材料の生産に関する環境負荷原単位について」(北道路舗装会議技術論文集、  
第 11 回、C-16、平成 21 年 6 月)

日本アスファルト合材協会「アスファルト合材統計年報<平成 17 年度>」

野口貴文「コンクリート産業における環境負荷評価マテリアルフローシミュレーターの開発お  
よび最適化支援システムの構築に関する研究 平成 19 年度廃棄物処理等科学研究費総合研究  
報告書」

橋本征二 他「コンクリートがらリサイクルの環境面からの評価」(土木学会論文集、No. 657、  
VII-16 号、平成 12 年 8 月)

## (5) 主製品と副産物の環境負荷の配分と副産物の再利用に伴う環境負荷の回避プロセス

製品製造に伴う副産物が資材として別途可能である場合、環境負荷を主製品と副産物に配分する必要がある。本研究では、以下の方針に従って主製品の環境負荷と副産物の環境負荷を配分した。

### 1) 建設副産物：

構造物の解体・廃棄は原料採取と見なすこととし、それ以降を建設副産物の環境負荷とする。

### 2) 他産業由来の副産物：

製造に係る環境負荷は基本的に主製品に配分する。ただし、主製品の製造に含まれない副産物のための工程(高炉スラグ微粉末の破碎等)は副産物の環境負荷とする。

### 3) 上記に加え、再利用せずに最終処分を行った場合等に想定される環境負荷量を副産物の環境負荷原単位から控除する。(副産物を利用することにより社会全体の環境負荷を削減していると考えられる場合には、回避したプロセスによる環境負荷量をマイナス計上する。)

## 【解説】

社会資本 I0 表は、循環資源として「循環利用量実態調査(環境省)」の産業廃棄物及び再生利用、熱回収・焼却等をされる一般廃棄物を計上した。産業連関表の屑・副産物のうち、この循環資源の定義に含まれないものは、循環資源としては取り扱わず結合生産物として産業連関表のマイナス投入方式(LCA での控除法のシステム拡張)として評価する<sup>14</sup>。

本研究では、以下の通り副産物(循環資源)の環境負荷原単位の算定を行った。算定の結果、副産物の利用による環境負荷の控除量は、表 3. 2-63 に示すとおりとした。

### 1) 建設副産物

- ・ 再利用の場合も最終処分の場合も、中間処理施設(資源化施設等)と中間処理施設・埋立処分場の違いはあるにせよ、何らかの「運搬」が必要である。よって、両者は大まかには相殺するものとみなし、「運搬」に伴う環境負荷を副産物利用部門側に計上しない。
- ・ 建設部門の環境負荷量のうち、どれだけが「解体」に伴う環境負荷量なのかのデータが得られなかった。このため、「解体」に伴う環境負荷を副産物利用部門側に賦課しない。
- ・ 残土の投入は、社会資本 LCA 用産業連関表で計上していないが、投入先は建設部門であるため、資材の原単位の算出には影響しないと考えられる。

### 2) 他産業由来の副産物(製造過程での副産物の他、使用済製品等を含む。)

- ・ 「屑・副産物」(基本的には有価物)を含めて、全て環境負荷をゼロとする。

なお、産業連関表において、屑・副産物の利用部門では、合わせて「再生資源回収・加工処理」部門の経費を投入していることがあり、これが「副産物利用のための工程等」に対応する。(同部門では、加工のほか、運搬については回収及び出荷に係る活動が含まれる。)

また、再生合材や再生砕石等の区分化対象品目では、当該再生工程での原材料やエネルギー消費量等を整理し、環境負荷原単位に反映させる。

<sup>14</sup> 社会資本での評価・選択に基づく調達循環利用拡大の上で重要となる再生資材に係る副産物には、分割による配分が適している。一方、社会資本整備で再生資材の需要促進を考慮する必要がない副産物には、システム拡張(日本の産業連関表の屑・副産物で一般的なマイナス投入=競合部門による代替)が適していると考えられる。

### 3) 回避プロセスに伴う環境負荷量の控除

- ・ 回避プロセスとしては、廃棄物処分(「焼却」または「埋立」)または「輸出」を設定した。
- ・ 国内で利用されない場合は、廃棄物処分されるよりも海外に輸出される可能性が高い循環資源の利用については、「輸出」を回避したとみなした。
- ・ 循環資源の利用部門での回避プロセスは、「3Rによる天然資源消費抑制効果・環境負荷低減効果について(環境省 平成 21 年 3 月)」の「適正処理システム」(代替プロセス)に準拠<sup>15</sup>して設定した。ただし、「輸出」は同検討では考慮されていないため、本研究で設定した。
- ・ 「輸出」を回避プロセスとみる判定基準としては、最終処分されることが少なく、かつ一定程度以上の輸出量があるか、近年輸出量が拡大していることを条件とすることが考えられる。本研究では、最終処分の割合が小さい(5%以下)の副産物のうち、輸出率がそれ以上の循環資源について「輸出」を回避したとした。その結果、「鉄くず」、「非鉄金属くず」及び「高炉スラグ」については、「輸出」を回避したとみなした。
- ・ なお、紙くず(古紙)や廃プラスチック等は、最終処分割合は一定以上あるものの、回収されれば(輸出を含む)需要は存在していると考えられる。このような副産物については、最終処分代替という環境負荷評価上のインセンティブを全ての種類の利用プロセスに与えるべきかどうかなどについて、今後の検討の余地がある。
- ・ 回避プロセス別に、下記のとおり環境負荷を控除した。
  - 埋立回避の場合：利用部門では、投入量に等しい最終処分量を控除する。
  - 焼却回避の場合：利用部門では、焼却に伴う直接二酸化炭素排出量を控除する。
  - 輸出回避の場合：利用部門では、国際輸送に伴う二酸化炭素排出量を控除する。

---

<sup>15</sup> 適正処理システムが2ケースある場合(可燃物)は、再生利用時の回避プロセスは埋立、熱回収・焼却等の時は焼却とした。また、評価対象に含まれなかった循環資源は、回避プロセスなしとした。ただし、可燃物を直接埋立する割合は低下してきていると考えられ、焼却と埋立の回避プロセスの設定については今後の検討の余地がある。



(6) 基準単位の換算及び名称の再整理による資材（一般品）の環境負荷原単位一覧表の作成

以下の手順により、資材(一般品)の環境負荷原単位(一覧表)を作成した。

- 1) 修正・区分化した社会資本 I0 表の基準単位の換算した。
- 2) 実用性の観点から資材の名称を再整理した。

【解説】

1) 環境負荷原単位の基準単位の換算

「精度」の面からは、金額、重量、その他の物量(体積等)のうち、どの基準単位が環境負荷量と相関(比例性)が最も高いかが重要となる。通常の産業連関法においては、同一部門に属する異なる品目の環境負荷量は金額比例を想定しているといえる。他方、本研究においては、金額物量混合型となっているが、物量単位の部門内においては物量比例、金額単位の部門内においては金額比例を想定したものといえる。

「実用性」の面からは、物量基準の原単位は積算時の数量単位と一致させることが重要となる。ただし、(大きさ等別の)「個数」などで積算されている場合には、原単位が区分化されていなければ、精度の面から重量等を基準単位とする場合もある。また、「一式」あるいは率計上されている部分などがあれば、金額基準の原単位を開示した方が、実用性が高い可能性がある。ただし、この場合は利用方法についての説明が重要になると考えられる。

以上を踏まえ、資材(一般品)の環境負荷原単位は、金額基準の原単位と数量基準の原単位の両方を揃えることを基本とした。ただし、積算に用いられる数量単位による原単位を設定することが困難な場合には重量基準の原単位を算出することとした。重量換算方針を表 3. 2-64 に示す。

表 3. 2-64 資材区分別の重量・物量換算方針

利用データ	換算方針	必要となる前提	適用方針
① 投入係数表内部の情報	当該部門への(遡及的な)投入量のうち製品重量を形成する部分を特定して重量換算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重量比例を想定。</li> <li>・天然資源投入量原単位との整合性は高いと考えられる。</li> </ul>	財であるが金額基準のものに適用した。
② 品目表から把握した個別品目の単価	品目表に生産者単価の記載のある品目は物量換算して提示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金額比例を想定</li> </ul>	適用しない。(無条件に金額比例を仮定することはしない。)
③ 品目表から計算した品目の「全体単価」(品目毎生産金額合計÷品目毎生産数量合計)	「全体単価」を適用して重量(物量)換算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同一部門内の品目間の環境負荷は数量(物量)に比例することを想定。</li> </ul>	現時点では適用していない。対象部門内の環境負荷量の物量比例を仮定する場合には、この方法を排除する理由はない。

表 3. 2-64 を踏まえて、物量及び金額の換算を原単位種類別に表 3. 2-65 に示すとおり行った。物量基準から金額基準への換算は、原単位の算出時に用いた数量と金額から金額換算係数を設定した。金額基準から物量基準への換算は、投入係数表内部の情報を用いて、当該部門への(遡及的な)投入量のうち製品重量を形成する部分を特定して重量換算係数を設定した(図 3. 2-51 参照)。

表 3. 2-65 原単位種類別の物量・金額換算係数の設定方法

産業連関表補完型積み上げ法の原単位種類		数量・金額換算方法
記号	意味	
MPR	物量ベース原単位 商業マージン、国内貨物運賃による環境負荷量が含まれないため、生産者価格範囲の原単位のままのものとなっているもの。	(A) 数量→金額 生産者価格範囲の原単位の設定時に用いた国内生産数量と国内生産額から金額換算係数を設定した。 なお、内生部門に産出した生産者価格(購入者価格から出荷レベルの取引額を除いた価格)と物量からも金額換算係数を設定することも可能であるが、国内全体の生産量を把握する国内生産数量と国内生産額による値を採用した。
MS	サービスについては概念上出荷が無いため、生産者価格範囲の原単位を、そのまま購入者価格範囲の原単位として用いたもの。	—
MPU	産出量合計、商業マージン・国内貨物運賃により、生産レベルと出荷レベルの環境負荷量を設定し、購入者価格範囲の原単位としたもの。	(B) 数量→金額 購入者価格範囲の原単位の設定時に用いた数量と購入者価格による産出額を用いる。 具体的には、内生部門計への産出量を、購入者価格(生産レベルと出荷レベルの取引額)で除して金額換算係数を設定した。
PPR	金額ベース原単位 商業マージン、国内貨物運賃による環境負荷量が含まれないため、生産者価格範囲の原単位のままのものとなっているもの。	(C) 金額又は重量以外の数量→重量 <sup>※1</sup> 当該部門への遡及的な投入量のうち製品重量を形成する部門を特定し、重量への換算係数を設定した。 具体的には、金額物量混合型の産業連関表を、次のように取引量を設定してレオンチェフ逆行列により遡及計算を行うことで、単位金額又は数量あたりの生産に内包される重量を算出した。 ・ 金額物量混合型産業連関表の取引基本表のうち、国内生産量を重量で把握した列部門の投入は全て0とした。 ・ 原燃料の投入は3EIDの原燃料消費率を適用し、二酸化炭素となって排出される重量は含まないこととした。ただし、石灰石はCaCO <sub>3</sub> のうちCaOの部分は重量形成されるとした。 ・ サービス部門(ソフトウェア業、映像情報制作・配給業、新聞、出版、その他の対事業所サービスを含む)の産出には重量はなく遡及計算は不要であるとし、これらの部門の産出は0とした。 ・ 次の式で重量換算係数を設定した。 $M_{prj} = \sum_i (m_i \times (I - A')^{-1}_{i,j})$ (i=行番号、j=列番号、M <sub>pr</sub> =重量換算係数(t/百万円又は重量以外の物量)、m=重量基準部門の生産重量または重量以外の数量基準部門の重量換算係数 <sup>※2</sup> 、I=単位行列、A'=上記のように設定した投入係数行列)
PS	サービスについては概念上出荷が無いため、生産者価格範囲の原単位を、そのまま購入者価格範囲の原単位として用いたもの。	—
PPU	産出額合計、商業マージン・国内貨物運賃により、生産レベルと出荷レベルの環境負荷量を設定し、購入者価格範囲の原単位としたもの(ソフトウェア業、映像情報制作・配給業、新聞、出版、その他の対事業所サービスを含む。)	(D) 金額又は重量以外の数量→重量 <sup>※1</sup> (C)で設定した生産レベルに加え、出荷レベルまで含めた重量換算係数を次式により設定した。 $M_{pu} = M_{pr} \times d_{pr} / d_{pu}$ (M <sub>pu</sub> :対象部門の購入者価格範囲の重量換算係数、M <sub>pr</sub> =(C)で設定した生産レベルの重量換算係数、d <sub>pr</sub> :対象部門の内生部門合計への生産者価格による産出額(または産出数量)、d <sub>pu</sub> :対象部門の内生部門合計への購入者価格による産出額(または産出数量))

注1) 1. ※1: 重量以外の数量の部門にも重量換算係数を算出したが、この部門は物量ベース原単位となっているため実際には適用せず、信頼性の確認にのみ使用した。

2. ※2: 天然資源投入部門に限る。

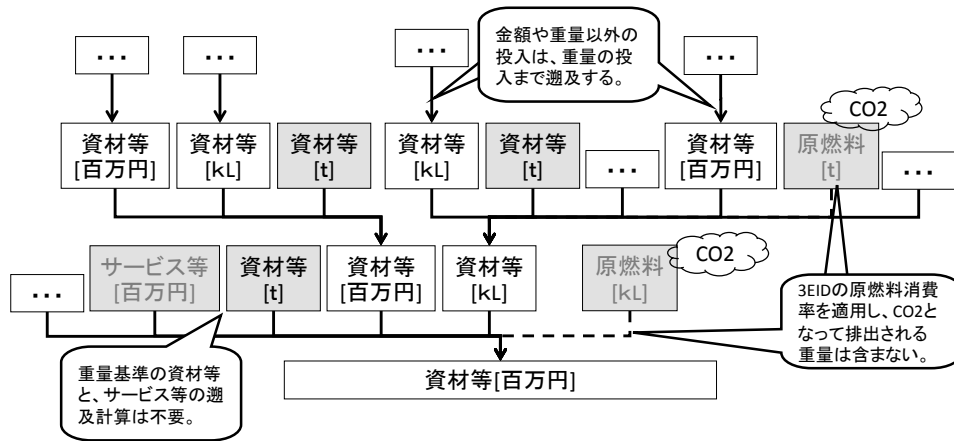


図 3. 2-51 金額ベース原単位の重量換算係数の設定イメージ

## 2) 資材の名称の再整理

国土交通省の積算に用いる品目・規格一覧の材料コードは膨大な種類があるが、それに当てはめる原単位を全て差異化して整備するのは事実上不可能である。しかし、積算時にあてはめる環境負荷を選択しやすくするための実用性の観点から、積算時の品目名や対応する区分をそろえることが望ましい。

そこで、積算用資料の品目と親和性のある名称となるよう、積算用資料を集計・統合した工事コスト分析データの材料の区分内で、産業連関表補完型積み上げ法による環境負荷原単位の品目を対応づけることで、社会資本用一般品環境負荷原単位一覧表の品目区分と名称を設定することとした。

### ① 産業連関表との不一致性の高い材料

生産量が産業連関表のいずれの部門にも含まれていない可能性が高いと考えられる材料について、原単位なしとする。

### ② 産業連関表補完型積み上げ法による環境負荷原単位の品目の名称と区分の基準

使用者が積算時に直接用いる積算用資料の品目又は規格のそれぞれに原単位を対応付けさせるやり方も考えられる。しかしそうした場合、同じ原単位を多数の材料に対応付けているだけであるのに、品目数の見た目が膨大となることによって、別の数値を設定したと誤認されるおそれがある。

よって、本研究ではある程度集約的な材料の名称・区分を独自に設定して示すこととした。



(7) 再生砕石による二酸化炭素固定化を含めた環境負荷原単位の算定

資材(一般品)の環境負荷原単位について、再生砕石による二酸化炭素固定化を含めた環境負荷原単位を算定した。

【解説】

セメント水和物は、炭酸化によって二酸化炭素固定することが知られている。国土技術政策総合研究所が実施した再生砕石による二酸化炭素固定化の全国調査から、表 3. 2-66 に示す結果が明らかとなった。

表 3. 2-66 国土技術政策総合研究所の二酸化炭素固定化のデータ 平均値

試料名		CO <sub>2</sub> 吸収量						Total
		0-20mm試料中のセメントペースト換算(kg/t)			コンクリート試料全量換算(kg/t)			
		0d	28d	増加量	0d	28d	増加量	
全試料(1~46)	20~5mm	74.29	91.29	17.00	9.13	11.02	1.9	8.5
	5mm未満	46.37	84.90	38.52	8.10	14.66	6.6	
石灰石、ノイズ補正	20~5mm	65.49	83.60	18.11	7.70	9.62	1.9	8.5
	5mm未満	44.98	85.12	40.14	7.48	14.07	6.6	

注)1. 石灰石骨材を使用している試料と熱分析中にノイズが見られた試料を除いた 8.5kg-CO<sub>2</sub>/t の吸着効果がある。

この結果から、石灰石骨材を使用している試料を除いた 8.5kg-CO<sub>2</sub>/t の吸着効果があることから、再生砕石の二酸化炭素吸着の原単位は表 3. 2-67 のとおりとなった。ここで、再生砕石あたりの吸着量が 5.2 kg-CO<sub>2</sub>/t となっているのは、再生砕石の原料に吸着効果のないアスファルトコンクリート塊、粒度調整用の骨材(天然砕石とみなした。)が含まれるためである。なお、比較のために吸着効果を含めない場合の再生砕石の原単位、天然砕石(砕骨材)の原単位も示した。

再生砕石に吸着効果を含めない場合は、再生砕石の方が砕骨材よりも環境負荷が大きいが、含めた場合は環境負荷の大小が逆転する結果となった。

再生砕石に吸着効果を計上することで、循環資源の利用が適切に促進されると考えられる。また、コンクリート構造物としては、必要に応じてシステム境界を解体レベルにまで拡張することで将来の廃棄シナリオに応じて評価の中に反映させることもできると考えられる。

表 3. 2-67 再生砕石の二酸化炭素吸着を考慮した環境負荷原単位(二酸化炭素排出量:物量基準)(単位:kg-CO<sub>2</sub>/t)

	二酸化炭素排出量(kg-CO <sub>2</sub> /t)						
	合計	生産計	出荷計	循環資源投入による控除		吸着	燃料使用
				道路計			
再生砕石(吸着効果あり)	5.45	8.09	2.57	1.91	-0.02	-5.20	0.00
再生砕石(吸着効果なし)	10.64	8.09	2.57	1.91	-0.02	0.00	0.00
天然砕石(砕骨材部門)	10.52	7.97	2.57	1.91	-0.01	-0.01	0.00

## (8) 固定資本（生産設備）の減耗を含めた環境負荷原単位の算定

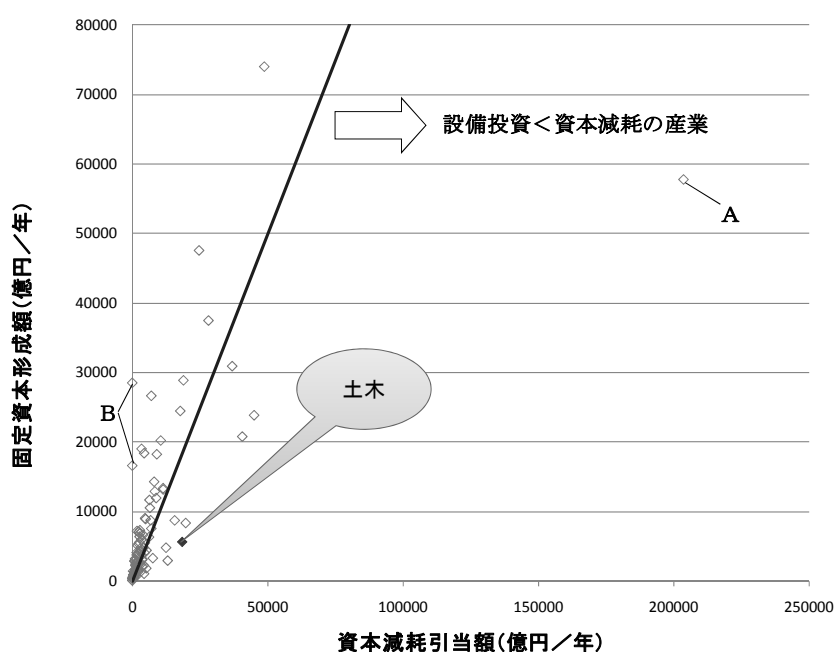
資材(一般品)の環境負荷原単位について、固定資本(生産設備)の減耗を含めた環境負荷原単位を算定した。

### 【説明】

#### 1) 資材(一般品)の環境負荷原単位について固定資本の減耗分を含める計算の方針

本研究では、図 3. 2-52 に示すとおり景気の動向等の影響を受けやすいと考えられる単年度の「固定資本形成額」よりも、生産額に占める「資本減耗引当額」の方が安定的であると推測し、産業連関表における「資本減耗引当額」を基本として、固定資本減耗分を含めた計算を行った。

なお、既存手法としては、日本建築学会の「建物の LCA 指針」の原単位データベースで用いられている方法がある。日本建築学会の方法は産業連関表における「固定資本形成額」を基本とした方法であり、本研究とは算定方法が異なる<sup>16</sup>。



注) 1. A : 住宅賃貸部門 B : 公務

図 3. 2-52 固定資本形成額と資本減耗引当額の比較(平成 17 年産業連関表)

#### 2) 算定対象とする固定資本減耗の範囲

産業連関表の粗付加価値部門は、「家計外消費支出」を除けば、国民経済計算における国内総生産(生産側)にほぼ対応するものであり、産業連関表の「資本減耗引当」は国民経済計算の「固定資本減耗」に対応する。なお、資本減耗引当の対象となる固定資本の範囲は、「国内総固定資本形成」の固定資本の範囲と同じである。

「資本減耗引当」は、生産過程において消費されていく固定資本の価値の減耗分を補填するために引き当てられた費用で、減価償却費と資本偶発損を範囲とする。資本減耗引当の部門別推計は、現在、全て所有産業(例えば物品賃貸業を含む)に計上されることとなっている。

「社会資本等減耗分」については、平成 7 年表までは「資本減耗引当」で計上されていたが、平

<sup>16</sup> ただし、日本建築学会においても、固定資本形成部門分類が統合中分類に概ね相当しており基本分類部門より粗いことから、固定資本形成額の按分に固定資本減耗額を用いている。一方、本研究においても、資本減耗引当の資本の内訳が不明であることから、その内訳(構成比率)に固定資本形成マトリクスを用いている。

成12年表からは「資本減耗引当(社会資本等減耗分)」に分割して計上されている。対象となる固定資本は、一般政府の保有する道路、ダム及び防波堤のような建物、構築物等の資産とされている。

「資本減耗引当(社会資本等減耗分)」については、「公務(中央)」及び「公務(地方)」で計上されている割合が大きい、その他に「学校教育(国公立)」や「廃棄物処理(公営)」などの公的部門でも計上されている。つまり、道路などの社会資本は、政府に減耗分が計上されている形となっているため、その減耗分を仮に考慮するとしても、道路の利用者ではなく公務部門に帰属される計算となる。

一方、固定資本の形成を示すマトリクスでは、住宅、一般道路、公園のように特定の部門の生産活動のための資本として格づけることが困難な、一般的な社会的資本については、「その他」の部門が資本形成する形となっている。

本研究では、資本の所有と使用が比較的一致している<sup>17</sup>と考えられる「資本減耗引当」に対応する固定資本の減耗を環境負荷原単位の算定対象範囲に含めることとした。一方、「資本減耗引当(社会資本等減耗分)」については、当該社会資本等とその使用者との対応関係が明らかではないため、算定対象に含めなかった。

### 3) 社会資本等に関する減耗引当及び固定資本形成の表章状況

社会資本等の資本減耗引当については、表 3. 2-68 に示すように、産業連関表の対象年次により表章方法が異なる。

社会資本等減耗分は、公務列部門のほか学校教育(国公立)列部門や廃棄物処理(公営)列部門がその投入のうち粗付加価値部門の一部として計上している。同時に、最終需要側では「中央(または地方)政府集会的(または個別的)消費支出(社会資本等減耗分)」列部門が、その投入額と同額の公務部門や学校教育(国公立)、廃棄物処理(公営)部門を投入する表章となっている。

表 3. 2-68 公務部門における資本形成と資本減耗引当(平成7年と平成17年の比較)

産業連関表対象年	平成7年	平成17年	平成7・17年
統計表	取引基本表	取引基本表	固定資本マトリクス
表章事項	資本減耗引当	資本減耗引当 (社会資本等減耗分)	固定資本形成額
公務部門に対応させる資本財の対象範囲	・政府建物等(のみ)	・政府建物等 ・道路、港湾等(ただし公務部門以外も引き当てており、公務部門にどの範囲の資本財の減耗が計上されているかは産業連関表からは不明)	・政府建物等 ・(道路含まない) ・農林関係公共事業、ソフトウェア業、その他の対事業所サービス、河川・下水道・その他の公共事業
備考	平成7年表には社会資本等減耗分という独立した部門はない。	平成17年表の公務部門の投入表に資本減耗引当はない。(社会資本等減耗分のみにて計上)	道路等については、通常の産業連関表の部門との対応が難しいため、公務部門ではなく「その他」部門にて計上。
環境負荷原単位算定		本検討	日本建築学会
公務部門の環境負荷原単位算出との関係		社会資本等減耗分は含めていない。このため、公務部門が直接に使用する資本の減耗に伴う排出量は計上されない。	政府建物等の固定資本形成額が、公務部門での資本の使用に伴う排出として計上されている。(推定)
道路等の社会資本の減耗の環境負荷原単位への反映		社会資本等減耗分については含めていないため、いずれの部門の原単位にも含まれない。	道路等については、いずれの部門の原単位にも含まれない。

<sup>17</sup> 物品賃貸業の生産額には物品賃貸業が所有する資本の減耗引当が含まれるため、環境負荷原単位の誘発計算においては、物品賃貸業が提供する物品を使用する建設部門等がその減耗を誘発している形となる。

#### 4) 固定資本の減耗分を含めた環境負荷原単位の算定

資本減耗引当の「投入」についても、内生部門と同様に各内生部門の投入係数を含めた。

ここで、固定資本減耗の内訳は不明である。このため、内訳については、産業連関表に付帯する固定資本形成を示すマトリクスを参照した。すなわち、ある部門において平成 17 年に資本減耗が引き当てられた資本財の構成比率は、当該部門が平成 17 年に実施した固定資本形成部門の資本財の構成比率と同一とみなした。

固定資本形成マトリクスにおいて固定資本形成部門は、公的・民間の別に、原則として統合中分類(108 部門)で示されている。よって、基本分類列部門(約 400 部門)からなる資本減耗引当部門と固定資本形成部門は多対 1 の関係となる。

そこで、表 3. 2-69 のような行列を作成した上で、投入係数表を作成し、レオンチェフ逆行列を求め、これに各部門の直接環境負荷量ベクトルを乗じた。

表 3. 2-69 資本減耗引当と固定資本形成を関連づけた表章

内生部門(行) ×内生部門(列)  ※1 取引基本表(及び物量表)を引用	内生部門(行) ×固定資本形成部門(列)  ※2 固定資本マトリクスを引用
固定資本形成部門(行) ×内生部門(列)  ※3 内生部門(基本分類)と対応する固定資本形成部門の交点に、当該内生部門の資本減耗引当額を計上	0

注)1. 「資本減耗引当」は粗付加価値部門を構成する 1 部門であるが、本表では、固定資本形成マトリクスと接続させるために、1 固定資本形成部門ごとに 1 資本減耗引当部門として作表した。よって、※3 の部分は、いわば対角線上に資本減耗引当額が並ぶような格好となっている。

2. ※3 において、資本減耗引当部門が該当する固定資本形成部門(108 部門)との対応関係は、計数編(2)「資本形成部門分類・基本分類対応表」によった。ただし、総務省統計局に照会した結果、同表では一部の基本分類が対応づけられていないことが確認されたため、当該対応付けを追加した。また、固定資本形成部門「運輸付帯サービス」に関連して「うち水運施設管理」及び「うち航空施設管理」部門があるが、「うち」を合算しても運輸付帯サービス全体に届かない。このため、「うち」以外の「その他」に相当する部分を「差分」として作成した。具体的には、「16-0619」と「25-0859」を「その他の輸送機械・同修理(うち以外)」と「運輸付帯サービス(うち以外)」として作成した。そして、「うち水運施設管理」、「うち航空施設管理」「うち鉄道車両・同修理」については、それぞれが示す基本分類部門と紐付けた。「運輸付帯サービス」及び「その他の輸送機械・同修理」が対応している基本分類部門の「うち」以外については、「16-0619」と「25-0859」(「その他の輸送機械・同修理(うち以外)」、「運輸付帯サービス(うち以外)」)に対応づけた。

3. 固定資本マトリクスは公的と民間に分かれている。「公的」の対象となる範囲は政府サービス生産者及び公的企業に格付けされたものであり、総合解説編第 9 章別表「平成 17 年産業連関表における中央政府、地方政府及び特殊法人等の扱い」に示されている。しかし、政府サービスについては、基本部門分類の名称末尾に「★★」印が付加されていることから判定が容易であるが、公的企業については(通常の)「産業」に格付けされており、基本部門分類単位での区別は困難である。よって、ここでは、固定資本形成部門の公的と民間を合算したマトリクスを使用した。

## (9) 様々な機関による環境負荷原単位の取り扱いの注意点

本研究により算定した環境負荷原単位(二酸化炭素排出量)と他の業界団体、企業、研究機関等によって公表されている二酸化炭素排出量データが異なることが想定される。その原因としては、以下3点が考えられる。

- ・ 算定方法の違い
- ・ システム境界の違い
- ・ 採用した統計データ等の違い

二酸化炭素排出量の比較検討に当たっては、使用する環境負荷量について上記3点を十分注意して進める必要がある。

### 【解説】

近年、地球温暖化問題への関心の高まりから、経済活動によって排出される二酸化炭素を減らす取り組みが各所で進められている。それを踏まえて、様々な業界団体、企業、研究機関等によって二酸化炭素排出量データが公表されている。その中には、本研究によって算定した環境負荷原単位(二酸化炭素排出量)と同様の「製品の単位数量当たりの二酸化炭素排出量」も含まれている。

本来、同様の製品の環境負荷原単位は同様の値になるべきであるが、実際は同様の製品の環境負荷原単位がそれぞれ異なった値となっていることが多いと予想される。その主な原因として、以下3点が考えられる。

#### 1) 算定方法の違い

本研究では、統一性のあるシステム境界の設定と網羅性の観点から、積み上げ法と産業連関法を組み合わせた「産業連関表補完型積み上げ法」という手法で資材(一般品)の環境負荷原単位を算定した。したがって、積み上げ法で算定した結果、若しくは産業連関法で算定した結果と異なる。

#### 2) システム境界の違い

本研究で設定したシステム境界は、産業連関表を基本に海外において発生した環境負荷量も含んでおり、資材の製造に伴う環境負荷、資材の運搬に伴う環境負荷、原材料・燃料の採取・製造に伴う環境負荷、原材料・燃料の運搬に伴う環境負荷、資材を製造する企業が資材製造以外で与える環境負荷等が全て包括されている。

例えば、資材製造に使用する燃料等による二酸化炭素量のみを対象とした環境負荷原単位と本研究の環境負荷原単位を比較すると、後者の値が大きくなると予想される。

#### 3) 採用した統計データ等の違い

本研究で採用したデータは、産業連関表(2005年表)を基本に、業界統計値、公的統計値、業界から提供された数値等から適切と思われるものを選定している。採用した統計データ等が異なると、それによって算定される環境負荷原単位も違った値となる。

二酸化炭素排出量の検討等においては、使用する環境負荷量について上記3点を十分注意して進める必要がある。

#### (10) 原単位の更新における懸案事項

今回の資材(一般品)の原単位の計算に使用したデータが変更された場合、その変更に応じて原単位を新たに更新する必要がある。変更される可能性のあるデータとそれが変更された場合に必要となる主な対応は、以下のとおりである。

##### 1) 公的統計、業界統計等の更新(主に1年毎)

「産業連関表補完型積み上げ法」においてより実態に近い原単位となるよう産業連関表の数値への置換等を行った積み上げデータの更新が必要

##### 2) 産業連関表の更新(5年毎)

「産業連関表補完型積み上げ法」のベースである産業連関表の数値の更新が必要

なお、具体的な対応については、本項に記載している各種計算手法に基づく。

### 3. 2. 6 運搬の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

$$\begin{aligned} \text{運搬の環境負荷量} &= \sum_m (\text{燃料消費量} \times \text{燃料の原単位} + \text{間接環境負荷量}) \\ &= \sum_m (\text{燃料消費量} \times \text{燃料の原単位} \times \text{間接環境負荷補正率}) \\ &= \sum_m (\text{運搬距離} \times \text{燃費} \times \text{燃料の原単位} \times \text{間接環境負荷補正率}) \\ &= \sum_m (\text{運搬距離} \times \text{運搬の環境負荷原単位}) \end{aligned}$$

運搬の環境負荷は、「燃料消費量」と「燃料の原単位」の積(直接排出量)に「間接排出量」を加えて算出する。間接排出量とは、自動車の修理や事務所のガス、電気、水道等に係る環境負荷である。

本研究では、間接排出を含む全体の二酸化炭素排出量が直接排出量の「1.42(自家輸送の場合は、1.37)」倍と算定し、それを「間接環境負荷補正率」として直接排出量に乗じることによって算出することとする。

間接排出量を考慮した原単位として、「燃費(走行距離当たりの燃料消費量)」と「燃料の原単位」と「間接環境負荷補正率」の積を「運搬の環境負荷原単位」とする。

#### 【解説】

##### (1) 運搬の環境負荷原単位の算定方法

運搬の実態調査より、主要資材の運搬距離について以下の点が明らかとなっている。粗骨材(碎石)や細骨材は、実態の運搬距離を反映させる必要性が高いと考えられる。

- 1) 碎石の輸送距離については直近の採石プラントまでの距離によって決定される。千葉県などのように近傍に採石プラントがない場合には輸送距離が80kmになることもあるが、概ね平均輸送距離は20km程度である。
- 2) 生コンクリートの粗骨材は基本的に碎石を利用している。
- 3) アスファルト粗骨材は都市部では再生材を5割以上利用しているため、平均輸送距離は生コンクリート用より短くなる。
- 4) 細骨材については、産地が様々で輸送方法も様々である。
- 5) アスファルト・プラントから現場までの平均輸送距離は15km程度である。
- 6) 生コンクリートプラントから現場までの平均輸送距離は8km程度である。

出典) 曾根真理、木村恵子、並河良治「碎石、As 合材、生コンの運搬に伴う二酸化炭素排出量に関する実態調査」第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、2008年2月

一方、運搬による燃料消費に伴う環境負荷量である「直接環境負荷量」に加えて、自動車の修理や事務所のガス、電気、水道等の間接的な環境負荷量も考慮する必要がある。これらの「間接環境負荷量」は、道路貨物輸送部門の環境負荷の内訳に基づいて、「直接環境負荷量」の比として設定することとした。「直接環境負荷量」に対して、「間接環境負荷量」を含めた全体の環境負荷量の割合を「間接環境負荷量補正率」と呼ぶこととした。

これを踏まえて、運搬の環境負荷量は「運搬距離」と「運搬の環境負荷原単位」の積で求めることとし、「運搬の環境負荷原単位」は「燃費(運搬距離当たりの燃料消費量)」と「燃料の原単位」と「間接環境負荷量補正率」の積で計算される。

(2) 運搬の環境負荷原単位の算定結果

運搬による全ての環境負荷量が「直接環境負荷量」に比例すると仮定した場合、以下の式から算定される。

環境負荷を二酸化炭素排出量とした場合

運搬(区間、車種当たり)の二酸化炭素排出量(kg-CO<sub>2</sub>)

=燃料消費量(L)×燃料の二酸化炭素排出原単位(kg-CO<sub>2</sub>/L)+間接二酸化炭素排出量(kg-CO<sub>2</sub>)

=燃料消費量(L)×燃料の二酸化炭素排出原単位(kg-CO<sub>2</sub>/L)×間接二酸化炭素排出量補正率

1) 間接二酸化炭素排出量補正率の設定

「道路貨物輸送部門」の二酸化炭素排出原単位の内訳は、表 3. 2-70 に示すとおりである。

表 3. 2-70 道路貨物輸送部門の二酸化炭素排出原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	道路貨物輸送(除自家輸送)		自家輸送(貨物自動車)			
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量		
				※/百万円	kg-CO2/百万円	※/百万円	kg-CO2/百万円		
積み上げ計上項目	燃料	軽油	l	0.327	1,258	411	2,182	712	
		ガソリン	l	0.437	10	4	929	406	
		積み上げ計上項目計				415		1,119	
間接環境負荷	輸送	沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	5,289	71	9,405	125	
		自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	2,300	25	0	0	
		自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	552	6	0	0	
		道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	1,586	7	3,869	18	
		鉄道貨物輸送	円	0.006	1,055	6	379	2	
		電力	事業用電力	kWh	0.464	512	237	125	58
	燃料	都市ガス	m3	0.359	7	2	1	0	
		液化石油ガス	t	214.368	0	1	0	1	
	その他	自動車修理	円	0.003	49,348	126	251,901	642	
		道路輸送施設提供	円	0.002	65,263	108	108,736	179	
		貸自動車業	円	0.002	6,108	13	193,393	398	
		卸売	円	0.001	14,813	19	60,821	79	
		小売	円	0.002	4,045	9	16,546	38	
		その他の石油製品	円	0.004	1,214	5	16,466	68	
		タイヤ・チューブ	円	0.007	0	0	8,484	57	
		建設補修	円	0.003	2,277	8	756	3	
		事務用品	円	0.005	1,566	8	481	2	
		その他				340		75	
		未集計分見込値計			990		1,746		
		間接環境負荷量計				1,405		2,865	
		うち控除量				-5		-12	
直接環境負荷	積み上げ計上項目	軽油	l	2,589	1,258	3,257	2,214	5,648	
		揮発油	l	2,320	10	23	940	2,156	
			積み上げ計上項目計				3,281		7,805
			未集計分見込値				34		14
		未集計分見込値計							
		直接環境負荷量計				3,315		7,819	
		生産環境負荷量計				4,720		10,684	

道路貨物輸送(除自家輸送)では、直接二酸化炭素排出量と間接二酸化炭素排出量の合計 4,720 kg-CO<sub>2</sub>/百万円と直接二酸化炭素排出量 3,315kg-CO<sub>2</sub>/百万円の比より「1.42」、自家輸送(貨物自動車)では、直接二酸化炭素排出量と間接二酸化炭素排出量の合計 10,684 kg-CO<sub>2</sub>/百万円と直接二酸化炭素排出量 7,819kg-CO<sub>2</sub>/百万円の比より「1.37」と算出された。

このことから、自家輸送の場合の間接二酸化炭素排出量補正率を「1.37」、自家輸送以外の場合を「1.42」と算出した。

なお、二酸化炭素排出以外の環境負荷を計算する場合は、改めて対象となる環境負荷の間接環境負荷補正率を算出する必要がある。



## 2) 燃費の設定

燃料消費量は、本研究において実施したシャシダイナモ試験の実測結果に基づいて、以下のとおり算出された。

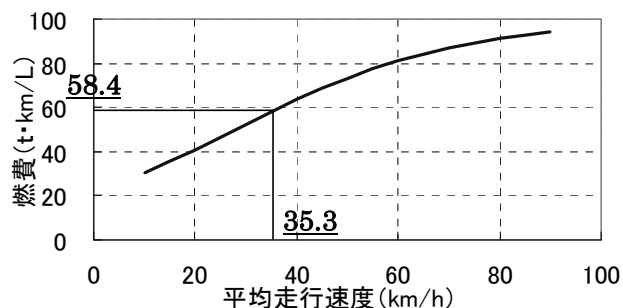
### 前提条件

- ・車両総重量 25 t クラスのディーゼル重量貨物車(最大積載量 14~16t)  
※試験車の半積載重量の平均値：17.195t(=車両重量+積載率 50%時の積載重量)
- ・積載条件：積載量 50%(往路 100%、復路空積載)
- ・走行速度：平成 17 年度道路交通センサスの平均旅行速度より設定(35.3km/h)

### 算出式

燃料消費量

$$\begin{aligned} &= (1/\text{燃費}) \times \text{車両重量} \times \text{輸送距離} \\ &= (1/58.4) \times 17.195 \times \text{輸送距離} \\ &= 0.294 (\text{L/km}) \times \text{輸送距離} (\text{km}) \end{aligned}$$



この結果から、燃費(運搬距離当たりの燃料消費量)は「0.294(L/km)」と求められた。

以上より、「運搬の二酸化炭素排出原単位」は「間接二酸化炭素排出量補正率」、「燃料(軽油)の環境負荷」、「燃費」の積から以下のとおり算定された。

$$\begin{aligned} \text{自家輸送の場合} \quad &: \text{運搬の二酸化炭素排出原単位} = 0.294 (\text{L/km}) \times 2.59 (\text{kg-CO}_2/\text{L}) \times 1.37 \\ &= 1.04 (\text{kg-CO}_2/\text{km}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{自家輸送以外の場合} \quad &: \text{運搬の二酸化炭素排出原単位} = 0.294 (\text{L/km}) \times 2.59 (\text{kg-CO}_2/\text{L}) \times 1.42 \\ &= 1.08 (\text{kg-CO}_2/\text{km}) \end{aligned}$$

## (3) 原単位の算定における留意事項

間接二酸化炭素排出量補正率は、本来様々な条件によって値が異なると想定される。例えば、間接二酸化炭素排出量補正率が燃料消費量と輸送量・輸送距離のいずれと相関が高いか等については、本研究では扱っておらず、今後の検討、検証が必要である。

また、直接二酸化炭素排出量について、運搬に用いる車種や走行速度、積載量等が異なると燃料を消費する割合も異なると予想される。今後、シャシダイナモ試験の実験結果を蓄積して計算精度の向上を目指すとともに、様々なケースでの燃料消費量が算定できるように整理することが必要となる。

なお、間接二酸化炭素排出量補正率を用いる方法は、既に「エコプロダクツ展」の CO<sub>2</sub> 排出量算定(社団法人産業環境管理協会、東京都市大学伊坪研究室)において開発・適用された手法である。

### 3. 2. 7 建設機械の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

建設機械の環境負荷量 = 稼働に係る環境負荷量 + 減耗等に係る環境負荷量

$$\text{稼働に係る環境負荷量} = \sum_n (\text{燃料消費量} \times \text{燃料の原単位})$$

$$\begin{aligned} \text{減耗等に係る環境負荷量} &= \sum_n (\text{供用日数} \times \text{建設機械重量} \times \text{減耗等に係る原単位}) \\ &= \sum_n \{ \text{供用日数} \times \text{建設機械重量} \times (\text{維持修理} + \text{償却} + \text{管理に係る原単位}) \} \end{aligned}$$

建設機械の環境負荷は、「建設機械の稼働に係る環境負荷量」と「建設機械の減耗等に係る環境負荷量」の和から算出する。

建設機械の稼働に係る環境負荷量は、「燃料消費量」と「燃料の原単位」の積から算出する。

建設機械の減耗等に係る環境負荷量は、「建設機械の供用日数」、「建設機械の重量」、「建設機械の減耗等に係る原単位」の積から算出する。建設機械の減耗に係る原単位は、「維持修理に係る原単位」、「償却に係る原単位」、「管理に係る原単位」の和から算出する。

#### 【解説】

##### (1) 建設機械の環境負荷原単位の算定方法

建設機械の環境負荷量は、「建設機械の稼働に係る環境負荷量」と「建設機械の減耗等に係る環境負荷量」の和である。これらの環境負荷量は、建設機械等損料表を利用することで、積算内訳との整合及び積算作業との親和性のある計算が可能である。

本研究では、建設機械の環境負荷原単位として「建設機械の稼働に係る環境負荷原単位」と「建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位」を設定した。

**建設機械に係る環境負荷量**

**= 建設機械の稼働に係る環境負荷量 + 建設機械の減耗等に係る環境負荷量**

##### 1) 建設機械の稼働に係る環境負荷原単位の算定方法

建設機械の稼働に係る環境負荷量は、国土交通省が定める「土木工事標準歩掛」における「原動機燃料消費量」から燃料消費量を把握し、資材(一般品)の環境負荷原単位における燃料の原単位を乗じることにより算出する。

$$\text{建設機械の稼働に係る環境負荷量} = \sum_n (\text{燃料消費量} \times \text{燃料の原単位})$$

燃料消費量 = 運転日数当りの燃料使用量 × 施工量当りの運転日数 × 施工量

【参考】一般品の燃料の二酸化炭素排出原単位

軽油 : 2.95 kg-CO<sub>2</sub>/l、ガソリン : 2.84 kg-CO<sub>2</sub>/l、事業用電力 : 0.464 kg-CO<sub>2</sub>/kWh

なお、工事積算での燃料使用量には、純粋な「燃料」以外も含まれる。土木工事標準歩掛の「②原動機燃料消費量」において示されている運転1時間当たり燃料消費率には、日常保守点検等に必要の油脂類及び消耗品費等を燃料換算した分が含まれている。

このため、既存の検討事例では、積算上の燃料消費量全量を燃料燃焼とみなしていないものも見られる。例えば、「建設施工における地球温暖化対策の手引き」では、燃料消費量を1.2で割っている。一方、「舗装性能評価法 別冊」(平成20年3月、日本道路協会)では、施工機械の燃料消費量を土木工事積算基準マニュアルに示された時間当たり燃料消費量より求め、これに二酸化炭素原単位を乗じているため、このような考慮は評価に含まれていないもの(油脂類及び消耗品費等の消費は同額の軽油の消費とみなして、軽油の二酸化炭素排出係数を適用することとなる。)と見られる。

1.2で割る場合には環境負荷量の過小評価となる一方、1.2で除す場合には燃料の燃焼量を大きく見積もることから環境負荷量の過大評価となる可能性がある。本研究では、1.2で除さないこととする。

## 2) 建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位の算定方法

建設機械の減耗等に係る環境負荷量は、LCA実施者が設計数量から各建設機械の供用日を、建設機械等損料表から機械質量を把握し、建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位を乗じることにより算出する。建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位は、機械損料の算出プロセスと同様に、「維持修理費に係る環境負荷原単位」、「償却費に係る環境負荷原単位」、「管理費に係る環境負荷原単位」の和から算出する。

建設機械の減耗等に係る環境負荷量

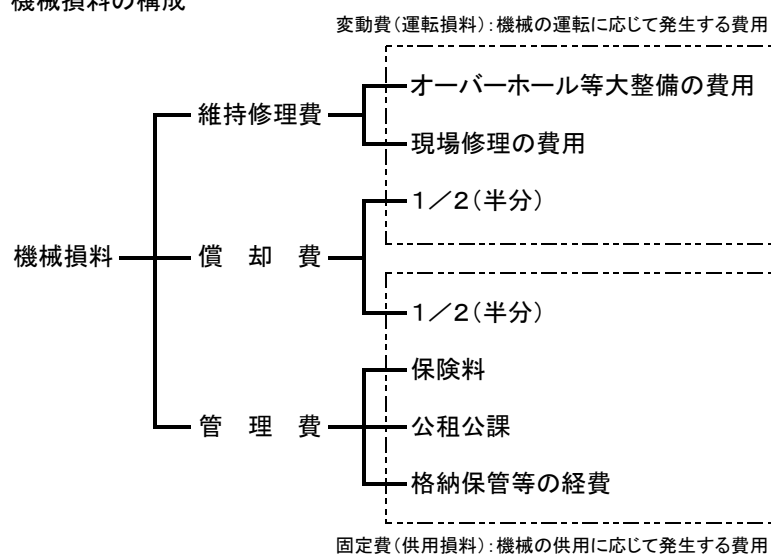
$$= \text{建設機械の供用日数} \times \text{建設機械重量} \times (E_1 + E_2 + E_3)$$

$E_1$  : 維持修理費に係る機械質量・供用日あたりの環境負荷原単位

$E_2$  : 償却費に係る機械質量・供用日あたりの環境負荷原単位

$E_3$  : 管理費に係る機械質量・供用日あたりの環境負荷原単位

### 機械損料の構成



「建設機械等損料、橋梁仮設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」講習会 資料より

### ① 維持修理費に係る環境負荷原単位の算定方法

維持修理費に係る環境負荷原単位は、供用日あたりの維持修理費に一般品の「機械修理部門」の環境負荷原単位<sup>18</sup>を乗じて算出する。供用日あたりの維持修理費は、「建設機械等損料算定表」より、各建設機械別に基礎価格、維持修理費率、標準使用年数、年間標準供用日数を把握して算出する。

維持修理費に係る環境負荷原単位

＝供用日数当たりの維持修理費×「機械修理部門」の環境負荷原単位

$$\text{供用日数当たりの維持修理費} = \frac{\text{基礎価格} \times \text{維持修理費}}{\text{標準使用年数} \times \text{年間標準供用日数}}$$

【参考】一般品の「機械修理部門」の二酸化炭素排出原単位(金額基準)：2.90 kg-CO<sub>2</sub>/千円

現レベルでは「機械修理部門」の環境負荷原単位を使用しているが、どの部門を当てはめることが適当であるかは、検討の余地がある(表 3. 2-71 参照)。

表 3. 2-71 産業連関表における機械修理関連の部門

産業連関表部門	部門の解説
建設機械器具賃貸業	建設機械器具賃貸業：建設機械器具賃貸業、土木機械器具賃貸業、パワーショベル賃貸業、建設用クレーン賃貸業
自動車修理	①二輪自動車及び三輪自動車の整備は本部門に含める。 ②自動車タイヤの再生業及び更生業は、「2311-01、-011 タイヤ・チューブ」に含める。 ③自動車検査独立行政法人の行う自動車検査業務は、「8111-01、-011 公務(中央)★★」に含める。
機械修理	一般機械修理、建設・鉱山機械整備・修理、電気機械修理、産業用運搬車両修理、光学機械修理

### ② 償却費に係る環境負荷原単位の算定方法

償却費に係る環境負荷原単位は、供用日数当たりの機械質量に一般品の「建設・鉱山機械部門」の環境負荷原単位を乗じて算出する。供用日数当たりの機械質量は、「建設機械等損料算定表」より、各建設機械別に機械質量、標準使用年数、年間標準供用日数を把握して算出する。

償却費に係る環境負荷原単位

＝供用日数当たりの機械質量×「建設・鉱山機械部門」の環境負荷原単位

$$\text{供用日数当たりの機械質量} = \frac{\text{機械質量}}{\text{標準使用年数} \times \text{年間標準供用日数}}$$

【参考】一般品の「建設・鉱山機械部門」の二酸化炭素排出原単位：3.52t-CO<sub>2</sub>/t

<sup>18</sup> 「機械修理部門」には、建設・鉱山機械整備・修理が含まれている。

なお、償却費に係る環境負荷原単位算定にあたり、日本建設機械工業会へのヒアリングで下記を確認した。

- 1) 製造に係る二酸化炭素のデータは個々の会社で所有している。
- 2) 資材投入量は、産業連関表の建設機械への鉄の投入から考えればよいと考える。
- 3) 解体・廃棄の二酸化炭素の調査はしていない。
- 4) 中古車は、ほとんど海外へ輸出される(機械によって違うが約70%)。スクラップは3%、解体部品取りは2.5%とほとんどない。

1)について、各製造企業のデータは反映されていないため、今後、建設機械の減耗等の算定精度の向上が必要とされる場合には、既存研究事例なども踏まえつつ個別データの反映方法を検討する必要がある。2)について、「建設・鉱山機械部門」の原単位は、建設・鉱山機械等の製造に投入された鉄等の製造時の環境負荷量と組み立て時の環境負荷量を合算して、これを投入された鉄等の重量を基準として求めた原単位となっており、単に鉄の投入量で評価するよりも詳細な評価となっている。3)に関して解体、廃棄を計算対象とはしていないが、そもそも実態として4)のとおり、国内では解体・廃棄されることは少なく、想定よりも短い年数で海外に輸出されている可能性が高いため、この点とあわせて、今後、原単位への反映を検討していく必要があると考えられる。

なお、土木研究所では、建設機械のライフサイクル(製造・稼働・廃棄)に係る二酸化炭素排出量を積み上げ法により表 3. 2-72 のとおり算出している。

表 3. 2-72 建設機械のライフサイクルにおける二酸化炭素排出量

機種		ライフサイクルにおけるCO <sub>2</sub> 排出量(t-CO <sub>2</sub> /台)			合計 (t-CO <sub>2</sub> /台)
		製造	稼働	廃棄	
バックホウ	6t	19	106	0.5	126
	20t	46	367	1.3	414
	35t	84	430	2.4	516
トラクターショベル	7t	32	138	0.8	171
	17t	71	354	1.3	426
ブルドーザ	20t	80	295	1.3	376
ホイールクレーン	25t	90	389	2.7	482

出典) 建設機械のライフサイクルにおける二酸化炭素排出(建設施工と建設機械シンポジウム 2005. 1)

### ③ 管理費に係る環境負荷原単位の算定方法

管理費に係る環境負荷原単位は、供用日数当たりの管理費に「建設機械管理」の環境負荷原単位を乗じて算出する。

供用日あたりの管理費は、「建設機械等損料算定表」より、各建設機械別に基礎価格、年間管理費率、標準使用年数、年間標準供用日数を把握して算出する。

「建設機械管理」の環境負荷原単位は、関係団体へのヒアリング結果を参考に、「損害保険部門」、「不動産賃貸業部門」、「事業用電力部門」の原単位から設定した。

管理費に係る環境負荷原単位

＝供用日数当たりの管理費×「建設機械管理」の環境負荷原単位

$$\text{供用日数当たりの管理費} = \frac{\text{基礎価格} \times \text{管理費率}}{\text{標準使用年数} \times \text{年間標準供用日数}}$$

「建設機械管理」の二酸化炭素排出原単位＝3.45kg-CO<sub>2</sub>/千円

【参考】一般品の二酸化炭素排出原単位

損害保険：1.02kg-CO<sub>2</sub>/千円、不動産賃貸業：1.61 kg-CO<sub>2</sub>/千円、事業用電力：28.7kg-CO<sub>2</sub>/千円

## (2) 建設機械の環境負荷原単位の算定結果

「建設機械等損料表データベース(2010年、財団法人 経済調査会)」に記載されている建設機械(一部の機械質量の記載のない建設機械を除く)を対象に供用日数当たりの建設機械の減耗等に係る環境負荷量を算出した。

建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位の算出方法には、次の1)～4)の方法が考えられるが、利便性の観点から、建設機械全体で一つの原単位を算出する1)の方法を採用するのが社会資本LCAの導入時点では妥当であると思われる。

### 1) 建設機械全体で一つの原単位を算出する方法

各建設機械の供用日数当たりの維持修理費、機械質量、管理費について、機械質量との回帰式から建設機械の平均的な値を算出し(維持修理費：0.25 千円/t・日、機械質量：0.00043t/t・日、管理費：0.50 千円/t・日)、これと維持修理費、償却費、管理費の環境負荷原単位の算定方法に基づいて環境負荷原単位を算出した。

この方法は、建設機械別に環境負荷原単位を変える必要はなく、比較的簡単に計算できる。一方で、原単位の数値の精度は低く、建設機械別の環境負荷の差異化は不十分と考えられる。

本研究では、計算の簡素化等の観点から同方法による環境負荷原単位を採用し、建設機械の環境負荷原単位を下記のとおり算定した。

環境負荷を二酸化炭素排出量とした場合

建設機械の減耗等に係る二酸化炭素排出原単位

＝維持修理費に係る原単位＋償却費に係る原単位＋管理費に係る原単位

$$= 0.712 \text{ kg-CO}_2/\text{t}\cdot\text{日} + 1.51 \text{ kg-CO}_2/\text{t}\cdot\text{日} + 1.73 \text{ kg-CO}_2/\text{t}\cdot\text{日} = 3.96 \text{ kg-CO}_2/\text{t}\cdot\text{日}$$

なお、土木研究所が積み上げ法で算出したバックホウ、トラクターショベル、ブルドーザ、ホイールクレーンの供用日あたりの二酸化炭素排出量の算出結果は図 3. 2-53 のとおりである。これらの建設機械から環境負荷原単位を算出した場合、3.98kg-CO<sub>2</sub>/t・供用日となり、概ね全建設機械で算出した値と一致する。

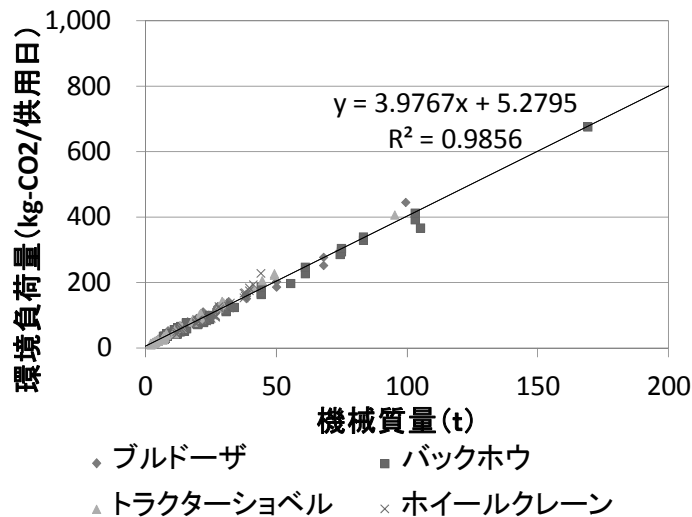


図 3. 2-53 バックホウ、トラクターショベル、ブルドーザ、ホイールクレーンの二酸化炭素排出原単位

## 2) 建設機械の減耗等に係る環境負荷原単位をいくつかのグループに分けて算出する方法

図 3. 2-54 に示した個別の建設機械の供用日数当たりの環境負荷と機械質量の相関では、建設機械別の複数の傾向が見られる。建設機械をいくつかのグループに分け、グループ毎の環境負荷原単位を算出する方法が考えられる。

仮に供用日数・機械質量当たりの排出量の傾向を基に 3 つのグループに分けるとした場合、表 3. 2-73 のような分類が想定される。ただし、この分け方では、建設機械の分類コード<sup>19</sup>の大分類(機械の用途)が同じでも異なるグループに属する建設機械もあり、使用者への説明や利用が煩雑となる。

表 3. 2-73 建設機械のグループ分けの例

排出傾向で見たグループ例	グループに属する建設機械の例					
	分類コード	機械種類	緒元	機械質量 (t)	供用日あたりの排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /供用日)	供用日・機械質量あたりの排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /供用日・t)
コンクリートや骨材等の生産設備	40 01 01 8 0752-001	コンクリート生産設備 コンクリートプラント[傾胴型]	ミキサ容量 0.75m <sup>3</sup> ×2 基	82.0	36.46	0.44
	43 01 01 8 0609-001	骨材生産設備 ショックフラッシュ[シングルツグ型]	供給口開き 600mm ×幅 900mm	21.0	4.43	0.21
土工、濁水処理、運搬、橋梁などの一般的な建設機械	01 01 01 2 0030-001	ブルドーザ[普通・排対型(1次基準)]	3t 級 3~4t	3.8	18.02	4.74
	04 03 01 1 0005-001	ラフテレンクレーン[油圧伸縮シブ型]	吊上能力 4.9t 吊	11.8	43.19	3.66
特殊な建設機械	07 02 01 2 0312-001	スタビライザ[路床改良用]	処理深さ 0.3m 処理幅 1.2m	13.0	355.60	27.35
	18 18 01 0 0250-001	多軸式特殊台車[自走式]	積載能力 2450kN(250t)	40.0	1,107.50	27.69

## 3) 維持修理費、償却費、管理費の環境負荷原単位別にいくつかのグループに分けて算出する方法

図 3. 2-55 の維持修理費、図 3. 2-56 の償却費、図 3. 2-57 の管理費のそれぞれごとに、建設機械をグループ分けして、原単位を算出する方法が考えられる。

<sup>19</sup> 建設機械等損料算定表では、大分類(機械の用途)、中分類(機械の種類・形式・大きさ等)、小分類(機械の形式・構造・環境対策レベル等)、細分類(機械の大きさ等)、細細分類(細かな仕様等)に区分されている。

その場合、維持修理費、償却費、管理費のグループの組み合わせが複数とおりあることとなり、例えば、供用日・機械質量あたりの排出量の傾向から維持修理費が3グループ、償却費が2グループ、管理費が3グループとした場合、最大18とおりの組み合わせとなり得る。また、2)と同様に同じ大分類でも異なるグループになる建設機械がある。原単位の数値の精度は向上すると考えられるが、使用者への説明や利用はより煩雑となる。

#### 4) 各建設機械に個別の原単位を算出する方法

図 3. 2-54 の各点の建設機械毎の排出量を、そのまま各機械の環境負荷原単位として利用する方法が考えられる。

個別の建設機械の特性を反映した原単位となっていると考えられる。利用者は建設機械等損料算定表から建設機械の積算をするのと同様に、建設機械毎に環境負荷を選択することとなる。

積算時には機械の種類が決まっており、かつ、それぞれの機械質量を把握する必要があることを考えると、建設機械ごとの原単位一覧表を LCA 実施者に対して提示できれば、実際の作業手間は建設機械全体で一つの原単位を算出する方法とそれほど変わらない可能性がある。ただし、原単位一覧表にない建設機械についてどうするか等の手順の提示は必要である。

なお、写真 3. 2-1～11 に一般的な土木工事で使用される建設機械を示す。



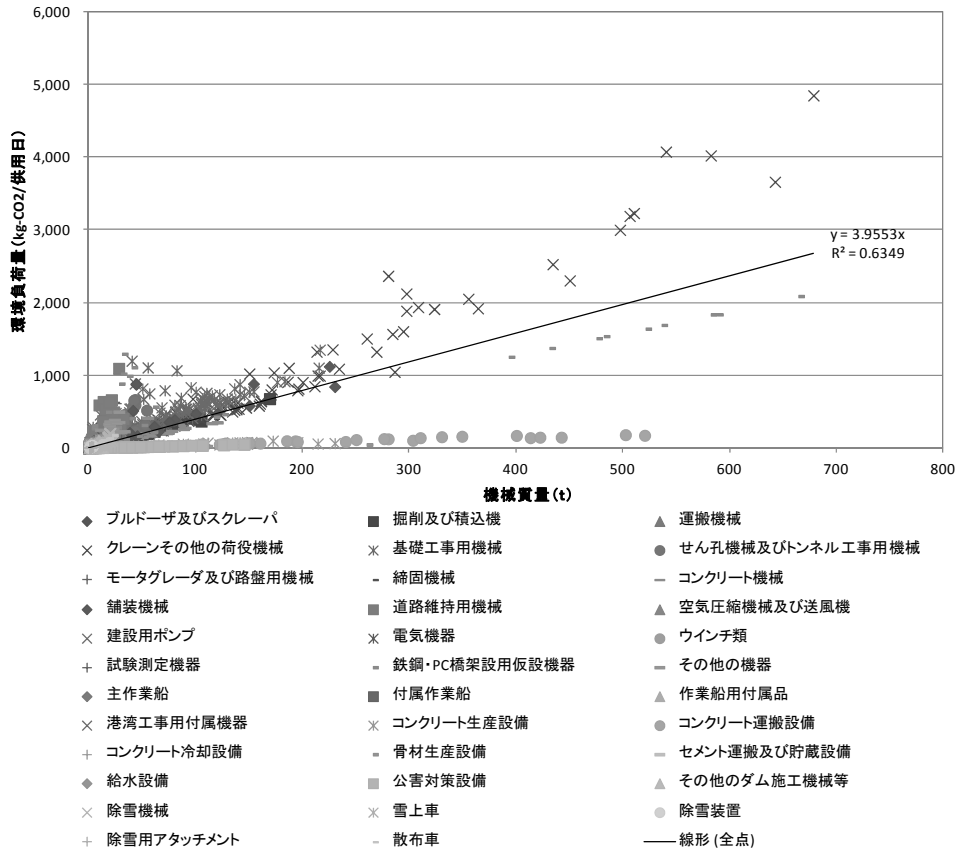


図 3. 2-54 建設機械の減耗等に係る二酸化炭素排出原単位 (合計)

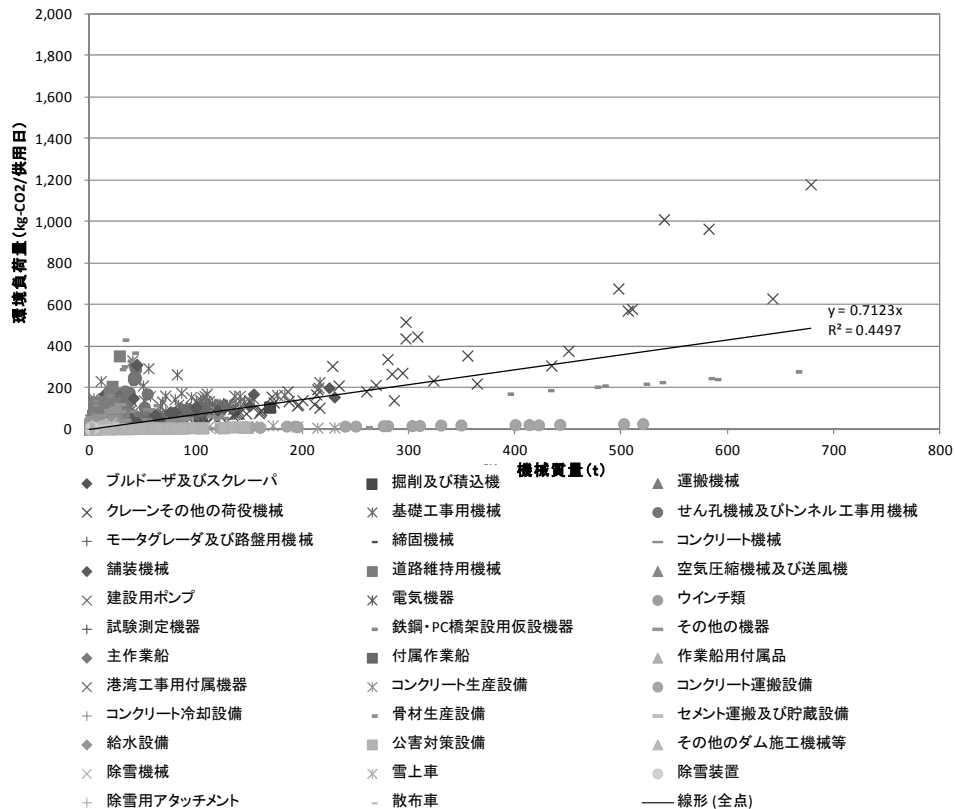


図 3. 2-55 建設機械の減耗等に係る二酸化炭素排出原単位 (維持修理費)

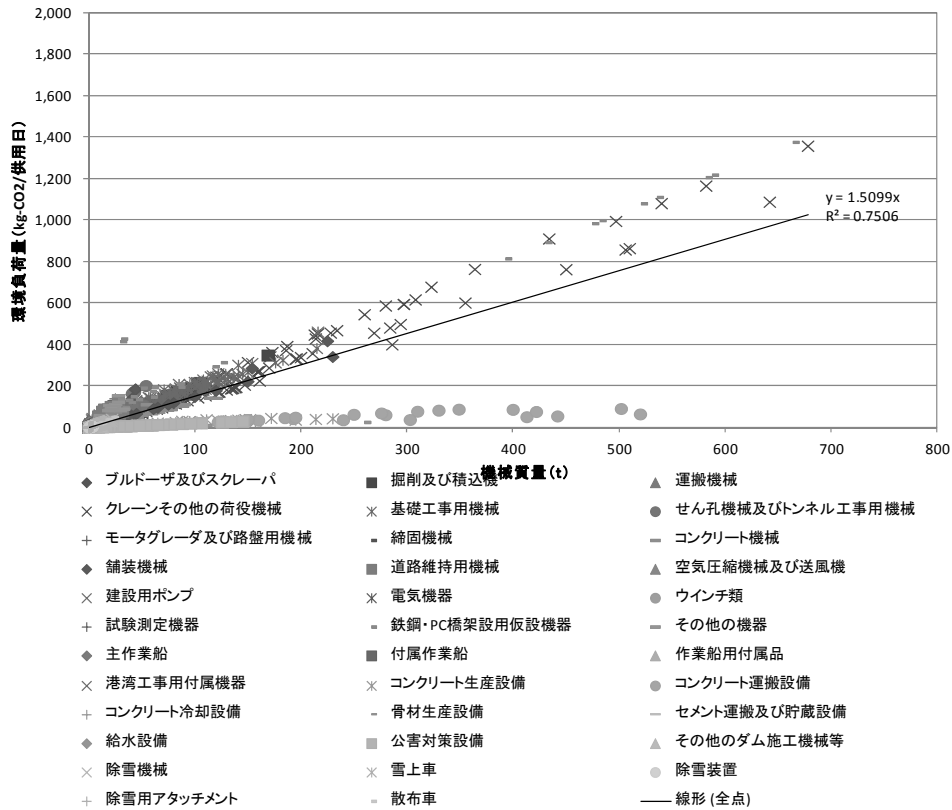


図 3. 2-56 建設機械の減耗等に係る二酸化炭素排出原単位 (償却費)

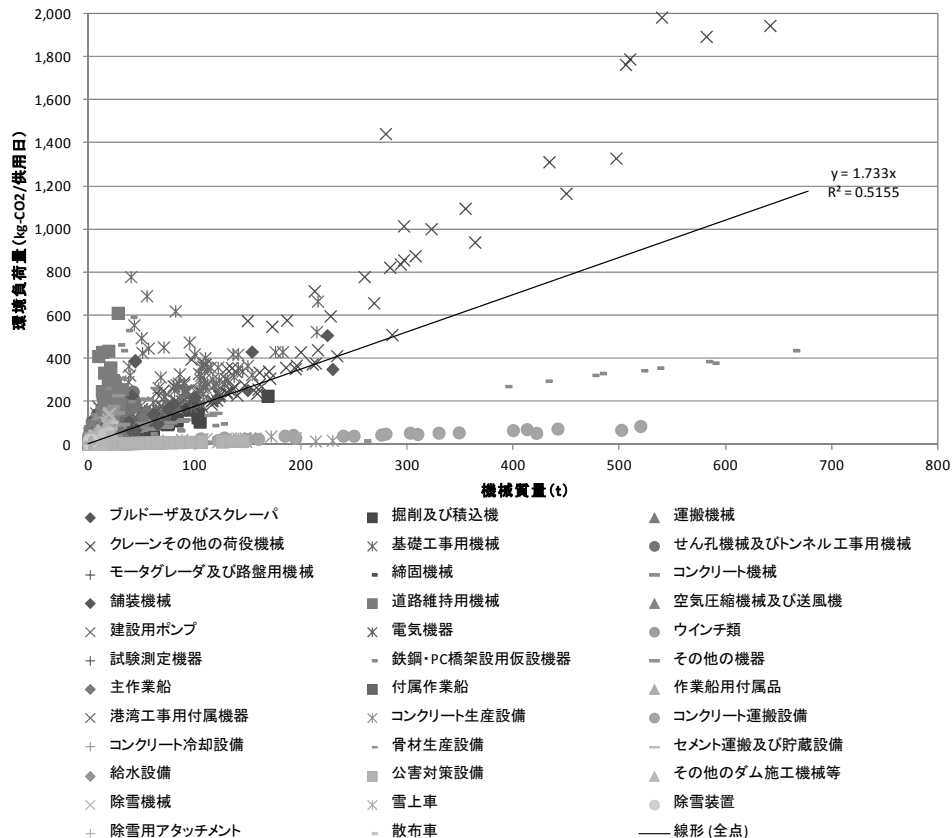


図 3. 2-57 建設機械の減耗等に係る二酸化炭素排出原単位 (管理費)



写真 3. 2-1 ブルドーザ



写真 3. 2-2 バックホウ



写真 3. 2-3 クローラローダ



写真 3. 2-4 ホイールローダ



写真 3. 2-6 ラフテレーンクレーン



写真 3. 2-5 ダンプトラック



写真 3. 2-7 モータグレーダ



写真 3. 2-9 油圧ハンマ



写真 3. 2-8 トレンチャ



写真 3. 2-10 タワークレーン



写真 3. 2-11 スタビライザ

### 3. 2. 8 仮設材の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

$$\begin{aligned} \text{仮設材の環境負荷量} &= \sum_n (\text{リース代} \times \text{仮設材の原単位}) \\ &= \sum_n \{ \text{リース代} \times (\text{損耗分の原単位} + \text{賃貸分の原単位}) \} \end{aligned}$$

仮設材の環境負荷は、「リース代(賃料)」と「仮設材の原単位」の積和により算出する。

仮設材の原単位は、「損耗分の原単位」と「賃貸分の原単位」に分けられる。

損耗分の原単位は、「生産レベルの環境負荷量」と「減価償却率」の積から設定する。本研究では、仮設材の減価償却率のうち、重仮設(鋼材、土留材等)の減価償却率を「約40%」、軽仮設(足場等)の減価償却率を「約5%」と設定した。

なお、埋め殺し等により仮設材の消失が明らかでその後の再利用が想定されない場合には、「資材の消費」として環境負荷を算出する。

#### 【解説】

##### (1) 仮設材の環境負荷原単位の算定方法

国土交通省土木工事積算基準等の改正について(平成17年3月28日)<sup>20</sup>では、建設用仮設材損料算定基準等について下記の通り適用が縮小方向で改正された。現状の大部分の建設用仮設材の積算は「建設用仮設材賃料積算基準」等を用いて行われているのではないかと考えられる。

#### 4. 建設用仮設材損料算定基準等

##### (1) 改正概要

建設用仮設材損料算定基準は、土木工事請負工事の施工者が保有する建設用仮設材の損料の算定に必要な算式及び諸仮設材の基礎価格、標準使用年数、供用1日当たり損料等の諸数値について定めているもので、請負工事の予定価格の算定に使用されます。

この諸数値は、実態調査を実施し改正を行っているものですが、今般、実施した実態調査の結果、請負工事の施工者における建設用仮設材の調達形態が、自社保有からリースへ変化していることから、建設用仮設材損料算定基準から諸仮設材の諸数値を削除いたしました。

これにより、工事目的物の施工に必要な建設用仮設材の経費につきましては、その調達形態に応じ「建設用仮設材賃料積算基準」等を用い積算を行うこととなります。

したがって、建設機械では「損料」に対応した原単位を検討したが、仮設材については「賃料」に係る原単位を検討する必要がある。

- ・ 賃料：自社保有ではなく、施工業者・建設機械賃料業者間の取引市場(リース・レンタル等)において形成されている取引単位当たりの賃料価格。
- ・ 損料：自社保有しており、償却費、維持修理費、管理費等を含んだ費用。

建設用仮設材の積算時には、使用数量を集計した上で賃料が積算されていると考えられることから、環境負荷原単位もこれに合わせた形で整備することが望ましい。損料は償却費、維持修理費、管理費からなるのに対し、賃料は市場単価(賃料単価)と1現場当たりの修理費及び損耗費からなる。

賃料の環境負荷原単位の算定対象範囲を、損料と同様とする場合に考えられる算定方法を表3.2-74に示す。

<sup>20</sup> [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/13/130328\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/13/130328_.html)

表 3. 2-74 仮設材の環境負荷原単位の算定方法

算定対象	算定の考え方と事例	LCA 実施者が把握する活動量
仮設材の損耗分	① 仮設材の供用日数等を活動量とした損耗分の環境負荷原単位：耐用年数(寿命)を調査、設定し、「資材の生産レベルの環境負荷量×使用期間÷耐用年数」で評価する。 (既存事例) 土木学会 LCA 評価検討小委員会(平成 6~8 年) ・ 仮設材の寿命は 10 年とする <sup>21</sup>	供用日数、仮設材の重量 供用日数、仮設材を購入した場合の金額
	② 仮設材の賃料を活動量とした損耗分の環境負荷原単位：賃料に占める減価償却の割合を調査・設定し、「資材の生産レベルの環境負荷量×賃料に対応した減価償却率」で評価する。 (既存事例) エコプロダクツ 2008 における CO <sub>2</sub> 排出量測定調査 ・ 産業連関表の物品賃貸業部門の投入係数での資本減耗引当の比率(40%)を利用	仮設材の賃料
仮設材の賃貸に係る活動(損料でいえば維持修理費・管理費)	③ 仮設材の賃料を活動量とした賃貸分の環境負荷原単位：産業連関表の物品賃貸業部門の環境負荷原単位(資本減耗及び固定資本形成を含まない範囲)を用いる。 <sup>22</sup>	仮設材の賃料

注) 1. 賃料の内訳を LCA 実施者が把握し、内訳別に適切な環境負荷原単位を適用する等の方法(資材の個別品の環境負荷原単位算定手法に対応)も考えられるが、負担が大きいと考えられるため、本表からは除外した。

実施者が把握する必要のあるデータの入手しやすさ等の観点から、産業連関表の情報を活用することで賃料のみから算定する方法②と③が利用しやすいとみられる。

仮設材の種類毎に環境負荷量が賃料に比例する評価になるという制約があるものの、本研究では LCA 実施者にとっての簡便性等の観点から「① 仮設材の賃料を活動量とした損耗分の環境負荷原単位」、「② 仮設材の賃料を活動量とした賃貸分の環境負荷原単位」を採用した。

### 1) 仮設材の賃料を活動量とした損耗分の環境負荷原単位

減価償却率を、国内生産額に占める資本減耗分の割合(下式の  $d_{rental} / X_{rental}$ )により設定し、製造過程の排出量を按分した。

$$C_{i-C} = e_{i-p, capital} \frac{d_{rental}}{X_{rental}}$$

ここで

$C_{i-C}$  : 仮設材 i の賃料を活動量とした損耗分の排出原単位

$e_{i-p, capital}$  : 建設用仮設材 i の内生部門を対象とした購入者価格ベース排出原単位

$d_{rental}$  : 「物品賃貸業(除貸自動車)」の資本減耗引当

$X_{rental}$  : 「物品賃貸業(除貸自動車)」の国内生産額

なお、「物品賃貸業(除貸自動車)」部門では、資本減耗引当が国内生産額に占める割合は、平成 17 年産業連関表の同部門の資本減耗引当(4,283,582 百万円)と国内生産額(10,573,864 百万円)より 40.5%<sup>23</sup>であった。このことから、重仮設については減価償却率 40%として損耗分の環境負荷原単

<sup>21</sup> 「足場、支保工、鋼矢板、仮設 H 鋼等は、通常の使用条件では 10 年程度の寿命である。よって使用仮設機材の資材別製造レベル排出量に、実使用期間(年)／10 を乗じて算出すればよい。」

<sup>22</sup> ただし、物品賃貸業部門が賃貸している物品には様々なものがあり、より精度を高めるためには、仮設材等の物品賃貸活動について投入内訳の把握が必要となる。

<sup>23</sup> 1995 年表では、資本減耗引当が 3,776,521 百万円、国内生産額が 9,720,931 百万円、購入金額相当率は 38.8%であった。2000 年表では、資本減耗引当が 4,406,775 百万円、国内生産額が 11,033,514 百万円、「購入金額相当率」39.9%であった。そのため、ほぼ一定(係数が安定している)の可能性が高い。

位を算定することとした。一方、軽仮設は重仮設より再利用の割合が高く、減価償却率が低いと考えられる。軽仮設リース業協会へのヒアリングの結果を踏まえて、減価償却率 5%として損耗分の環境負荷原単位を算定することとした。

## 2) 仮設材の賃料を活動量とした賃貸分の環境負荷原単位

産業連関表の物品賃貸業部門の環境負荷原単位(資本減耗及び固定資本形成を含まない範囲)を用いる。

$$C_D = e_{rental-p}$$

ここで

$C_D$  : 仮設材の賃貸に係る活動の排出原単位(価格基準)

$e_{rental-p}$  : 「建設機械器具賃貸業」の内生部門を対象とした排出原単位

なお、仮設材の損耗分を計算するためには、仮設材を生産する部門の特定が必要となるが、すぐには分からないことも考えられる。その場合、不明とすることで環境負荷量の算定結果が低下<sup>24</sup>することは好ましくないことから、相対的に原単位の大きい普通鋼鋼板を使用することとする。

### (2) 仮設材の環境負荷原単位の算定結果

仮設材と移動機械の二酸化炭素排出原単位の算定結果は表 3. 2-75 のとおりである。

重仮設については減価償却率が約 40%と大きく、かつ基本となる原単位を普通鋼鋼板等の環境負荷量の大きいものを適用しているため、損耗分の環境負荷の割合が大きくなっている。一方、軽仮設の減価償却率は約 5%と重仮設より小さく、損耗分の環境負荷も小さい。

表 3. 2-75 仮設材の環境負荷原単位の算定結果

仮設材			損耗分の環境負荷原単位				賃貸分の環境負荷原単位		賃料を活動量とした環境負荷原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /千円)						
			当てはめた部門の購入者価格原単位		仮設材の環境負荷原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /千円)	使用部門		環境負荷原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /千円)							
			部門コード	部門名		部門コード	部門名								
(イ)	鋼矢板及び H 形鋼の賃料	鋼矢板	26210110	普通鋼形鋼	15.3	6.2	851201	物品賃貸業(除貸自動車)	0.7	6.9					
		軽量鋼矢板	26210110	普通鋼形鋼	15.3	6.2				6.9					
		杭工	26210110	普通鋼形鋼	15.3	6.2				6.9					
		鋼製山留材	26210110	普通鋼形鋼	15.3	6.2				6.9					
(ロ)	覆工板及び鋼製マットの賃料	覆工板	26210110	普通鋼形鋼	15.3	6.2			851201	物品賃貸業(除貸自動車)	0.7	6.9			
		鋼製マット	26210120	普通鋼鋼板	22.9	9.3						10.0			
(ハ)	異形ブロック型枠の賃料	鋼製型枠	26210120	普通鋼鋼板	22.9	9.3			851201	物品賃貸業(除貸自動車)	0.7	10.0			
(ニ)	(イ)、(ロ)又は(ハ)に掲げる仮設材以外の仮設材の賃料	鋼管足場	26220110	普通鋼鋼管	14.4	0.7						85130110	貸自動車業	0.8	1.4
		シート	22110110	プラスチックフィルム・シート	3.9	0.2									0.9
仮設材の生産部門が不明の場合			26210120	普通鋼鋼板	22.9	9.3						10.0			
【参考】移動機械			35210110	トラック・バス・その他の自動車	3.6	1.4	85130110	貸自動車業	0.8	2.2					

重仮設の例を写真 3. 2-12~17、軽仮設の例を写真 3. 2-18~21 に示す。

<sup>24</sup> 「物品賃貸サービス」部門が購入している財の構成に基づき、不明の場合に対して、物品賃貸業「平均」の原単位を算出する方法が考えられるが、電子計算機・同付属装置等の占める割合が大きく、社会資本に用いるには過小評価となるため、用いないこととした。

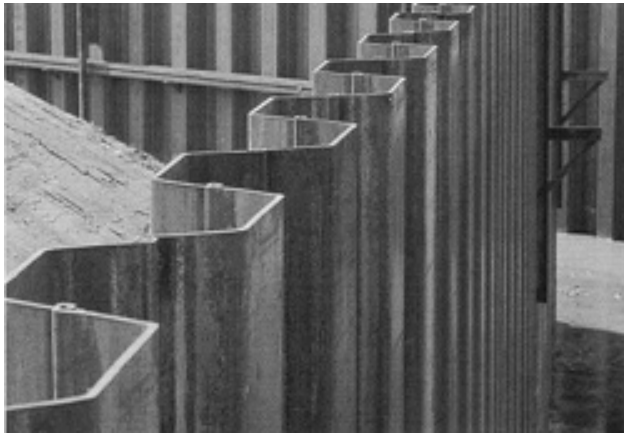


写真 3. 2-12 鋼矢板

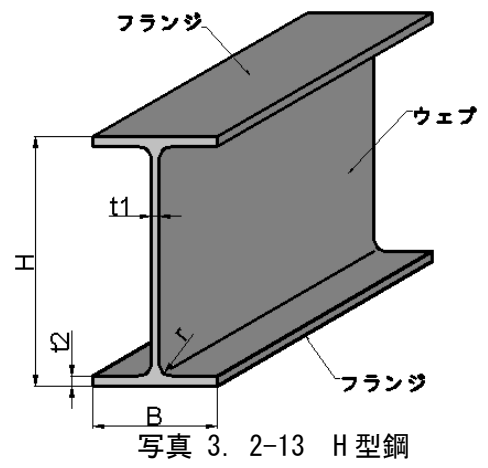


写真 3. 2-14 鋼製山留材



写真 3. 2-15 鋼製マット



写真 3. 2-16 覆工板(設置状況)



写真 3. 2-17 異形ブロック型枠(テトラポット)



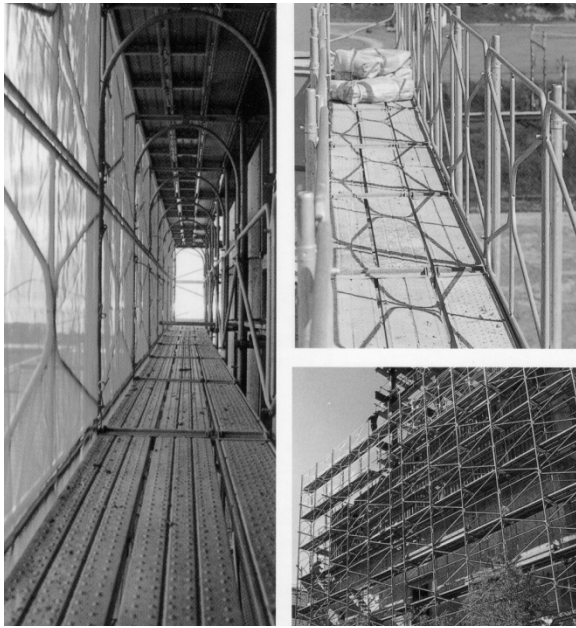


写真 3. 2-18 足場

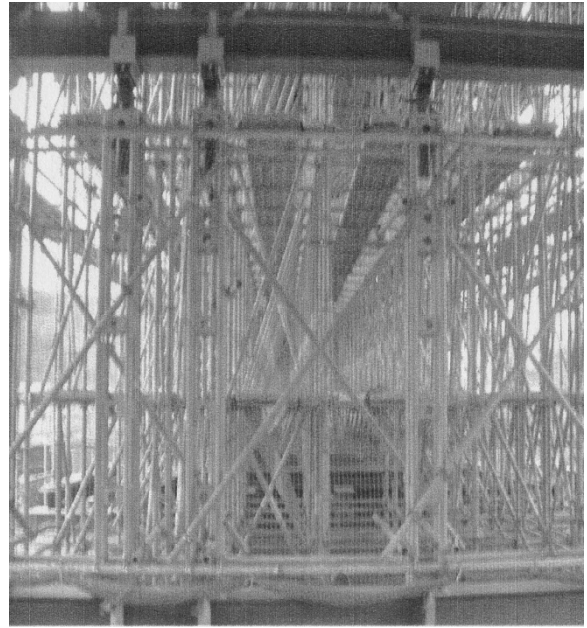


写真 3. 2-19 支保工

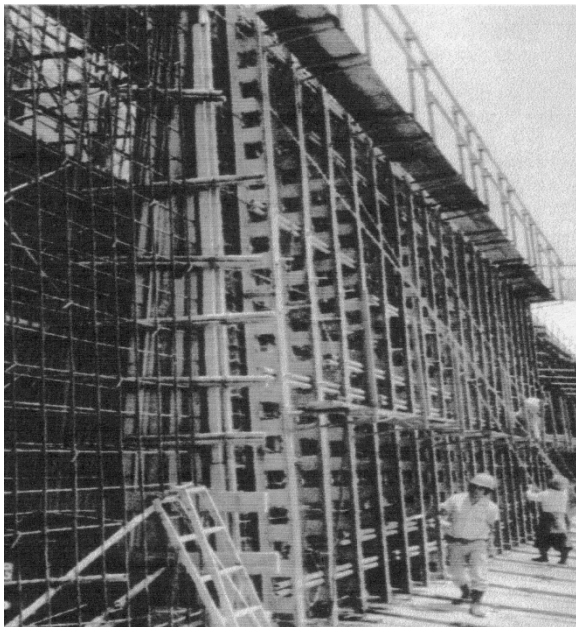


写真 3. 2-20 型枠



写真 3. 2-21 仮囲い

注)1. 写真 3. 2-18～21 は、軽仮設リース業協会より提供を受けた。

## 【資材選定レベルの環境負荷の算出】

### 3. 2. 9 資材（個別品）の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果

#### (1) 資材（個別品）の環境負荷原単位の算定方法

資材（個別品）の環境負荷量は、対象資材別に定める主要な活動について積み上げ法により計算した値に、その他の部門・項目からの環境負荷に相当する「未集計分等見込み値」を付加することにより算出する。

設定された「未集計分等見込み値」が全体の結果に重大な影響を及ぼしうる場合には、当該部門・項目について適切な積み上げ計算を行わなければならない。

#### 【解説】

資材（個別品）の環境負荷原単位の計算は、積み上げ法と産業連関法を組み合わせた「産業連関表補完型積み上げ法」によるものとする。この手法は図 3. 2-58 に示すとおりであり、産業連関法の活動の一意性、網羅性と積み上げ法の品目詳細化、差異化のそれぞれの利点をいかすために、計算対象となる活動別にいずれかの手法を選択するものである。

環境負荷を二酸化炭素排出量とすると、資材全体の二酸化炭素排出量に大きく影響する活動や変動の大きな活動（図 3. 2-58 中の「主要な活動」に該当）については、公的統計や業界統計等の統計データを用いて積み上げ法で計算することで、詳細な品目区分による計算を可能とする。積み上げ法においては、品目区分のみならず、原料や燃料についても、各産業独自の詳細な種類を計算することが可能であるため、独自の工夫を実施した個別品の二酸化炭素排出量が計算可能となり、この差異化によって二酸化炭素排出量削減につながる工夫を的確に把握することが出来るようになる。その他の活動に起因する二酸化炭素排出量は、各活動に関連付けた産業連関表の活動（部門・項目）の二酸化炭素排出量と同程度であると仮定し、この数値（以下、「未集計分等見込み値」という。）を、主要な活動に起因する二酸化炭素排出量に付加する。未集計分等見込み値の付加によって、二酸化炭素排出量の計算範囲は産業連関表が取り扱う範囲と合致するため、あらゆる製品について計算範囲の一意性が確保されるとともに、国内経済活動について網羅性が確保される。海外における原料採取などを伴う場合には、原料、燃料などの二酸化炭素排出原単位の海外分を含めた数値を用いることで、計算に陰に含めるものとする。本手法による二酸化炭素排出量計算式は、以下で表される。

$$EM = \sum_o (R_o \times \overline{ER}_o) + \sum_p (E_p \times \overline{EE}_p) + EO$$

ここで

$EM$  : 資材の環境負荷量 (Emission by Material)

$o$  : 原材料の種類

$R$  : 原材料の数量 (Raw-material)

$\overline{ER}$  : 原材料に係る原単位 (環境負荷量) (Emission by Raw-material)

$p$  : 投入エネルギーの種類

$E$  : 投入エネルギー (Energy) の量

$\overline{EE}$  : 投入エネルギーに係る原単位 (環境負荷量) (Emission by Energy)

$EO$  : 未集計分等見込み値に係る環境負荷量 (Emission by Others)

主な資材の環境負荷量のうち、積み上げ法に基づく環境負荷量と未集計分等見込み値の環境負荷量の割合を表 3. 2-76 に示す。

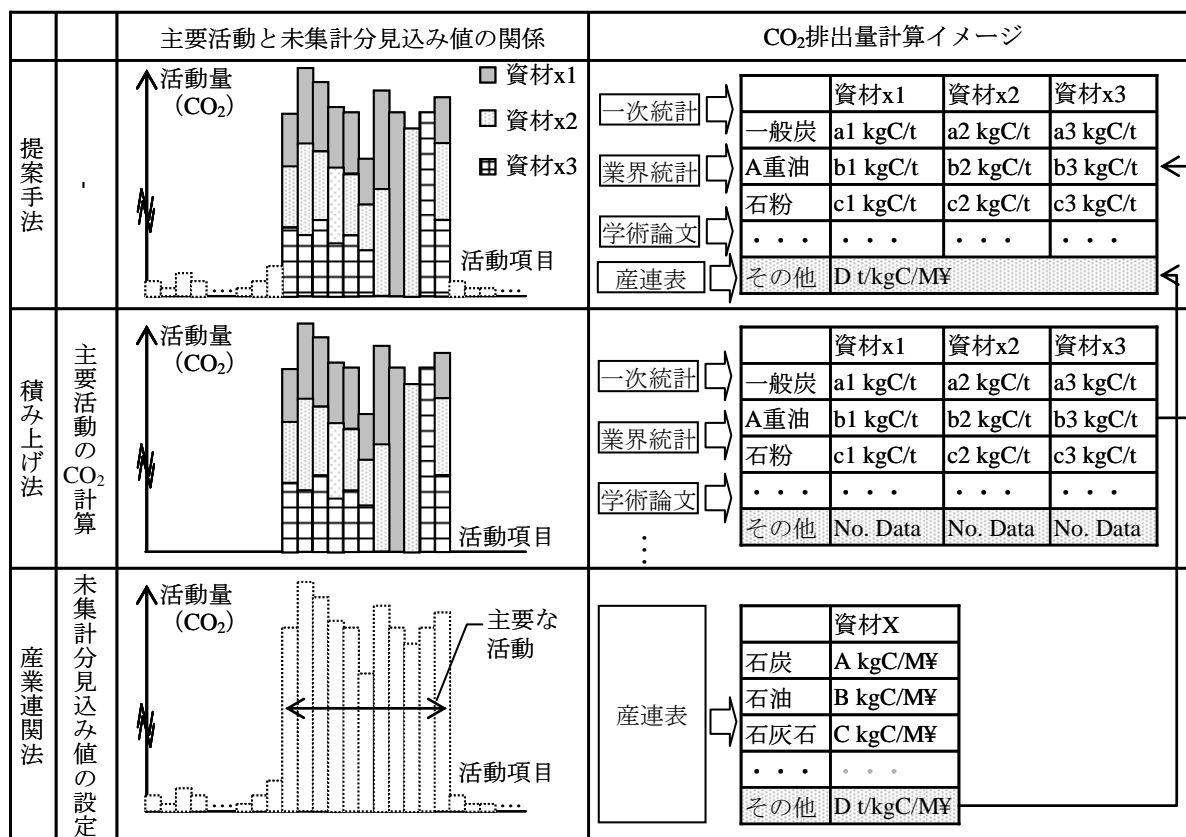


図 3. 2-58 産業連関表補完型積み上げ法の概要

表 3. 2-76 二酸化酸素排出量における積み上げ計算と未集計分見込み値の割合(主な資材のみ抜粋)

群	品目	間接排出			直接排出			合計		
		積み上げ計算	未集計分見込み値		積み上げ計算	未集計分見込み値		積み上げ計算	未集計分見込み値	
セメント	早強ポルトランドセメント	11%	1%	12%	88%	0%	88%	99%	1%	100%
	中庸熱ポルトランドセメント	11%	1%	12%	88%	0%	88%	99%	1%	100%
	普通ポルトランドセメント	11%	1%	12%	88%	0%	88%	99%	1%	100%
生コンクリート	早強ポルトランドセメント	93%	6%	99%	0%	1%	1%	93%	7%	100%
	中庸熱ポルトランドセメント	93%	7%	99%	0%	1%	1%	93%	7%	100%
	普通ポルトランドセメント	93%	7%	99%	0%	1%	1%	93%	7%	100%
ルト合材	新規合材	38%	16%	54%	45%	0%	46%	84%	16%	100%
	再生合材	28%	17%	45%	55%	0%	55%	83%	17%	100%
骨材	砕骨石	24%	28%	52%	47%	1%	48%	71%	29%	100%
	再生砕石※1	15%	75%	90%	9%	1%	10%	24%	76%	100%

注) 1. ※1: 原材料のセメントによる二酸化炭素吸着分をマイナス値で計上している。

## (2) 各主要建設資材（個別品）の環境負荷原単位の算定結果

以降では、主要な建設資材の個別品を対象とする二酸化炭素排出原単位の算定方法及び算定結果を中心に記載する。

### 1) セメント

#### i) 積み上げ計上項目の整理

業界提供データによって、原料採取工程（石灰石、粘土、珪石の軽油消費量）、セメント工場における製品製造の原料工程、焼成工程、仕上工程、自家発電について、燃料投入量が把握できる。なお、原料及び製品の輸送は含まれていない。

このデータから把握可能な項目と、石油等消費動態統計から把握可能な燃料、セメントハンドブックに計上されている原料等の項目が、積み上げ法で把握可能であると考えられるため、表 3. 2-77の項目を積み上げ法で計上される項目とし、これに本検討で修正等した産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目を対応させた。

表 3. 2-78、79では、自家発電分を除いた燃料投入量を示す。（一般品の環境負荷原単位では、自家発電用の燃料は、自家発電部門を分割して新設した自家発電（セメント）部門に投入している。）

表 3. 2-77 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
電力	自家電力	自家発電	石油等消費動態統計
	購入電力	事業用電力	業界提供データ
原燃料・添加物	石炭	石炭	業界提供データ
	A 重油	A 重油	石油等消費動態統計
	C 重油	B 重油・C 重油	業界提供データ
	石油コークス	石油コークス	業界提供データ
	炭化水素油	炭化水素油	業界提供データ
	軽油	軽油	石油等消費動態統計
	灯油	灯油	石油等消費動態統計
	コークス炉ガス(COG)	コークス炉ガス(COG)	石油等消費動態統計
	転炉ガス(LDG)消費	転炉ガス(LDG)消費	石油等消費動態統計
	高炉ガス(BFG)消費	高炉ガス(BFG)消費	石油等消費動態統計
	ガソリン	ガソリン	石油等消費動態統計
	廃油	廃油	業界提供データ
	廃白土		
	廃プラスチック	産廃：廃プラスチック(熱回収)	業界提供データ
	廃タイヤ	廃タイヤ(熱回収)	業界提供データ
	廃材	廃材	セメントハンドブック
	再生油	再生油	石油等消費動態統計
	ボタ	鉍さい(その他)	セメントハンドブック
	肉骨粉	動植物性残渣	業界提供データ
	石灰石	石灰石	業界提供データ
	製鋼スラグ	鉍さい(転炉)	セメントハンドブック
	鋳物砂	鉍さい(その他)	セメントハンドブック
	けい石類	その他の窯業原料鉍物	セメントハンドブック
	粘土		
	石膏		
	粘土類、その他	粘土類、その他	セメントハンドブック
	その他の天然原料	その他の非金属鉍物	セメントハンドブック
	燃え殻・煤塵・ダスト	燃え殻	セメントハンドブック
		ばいじん	
	汚泥・スラッジ	汚泥	セメントハンドブック
	建設発生土	建設発生土	セメントハンドブック
	高炉スラグ	高炉スラグ	セメントハンドブック
	非鉄鉍滓等	非鉄鉍滓等	セメントハンドブック

ii) 未集計分等見込み値の算出

セメントのシステム境界は、図 3. 2-59に示すとおりである。二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含むセメントのライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。この内、白色で塗られたプロセスの環境負荷量については、積み上げ法で計算することを前提として未集計分等見込み値を算出した。黒色で塗られたプロセスについてはセメントに利用することによる回避プロセスとし、該当する環境負荷量を控除した。

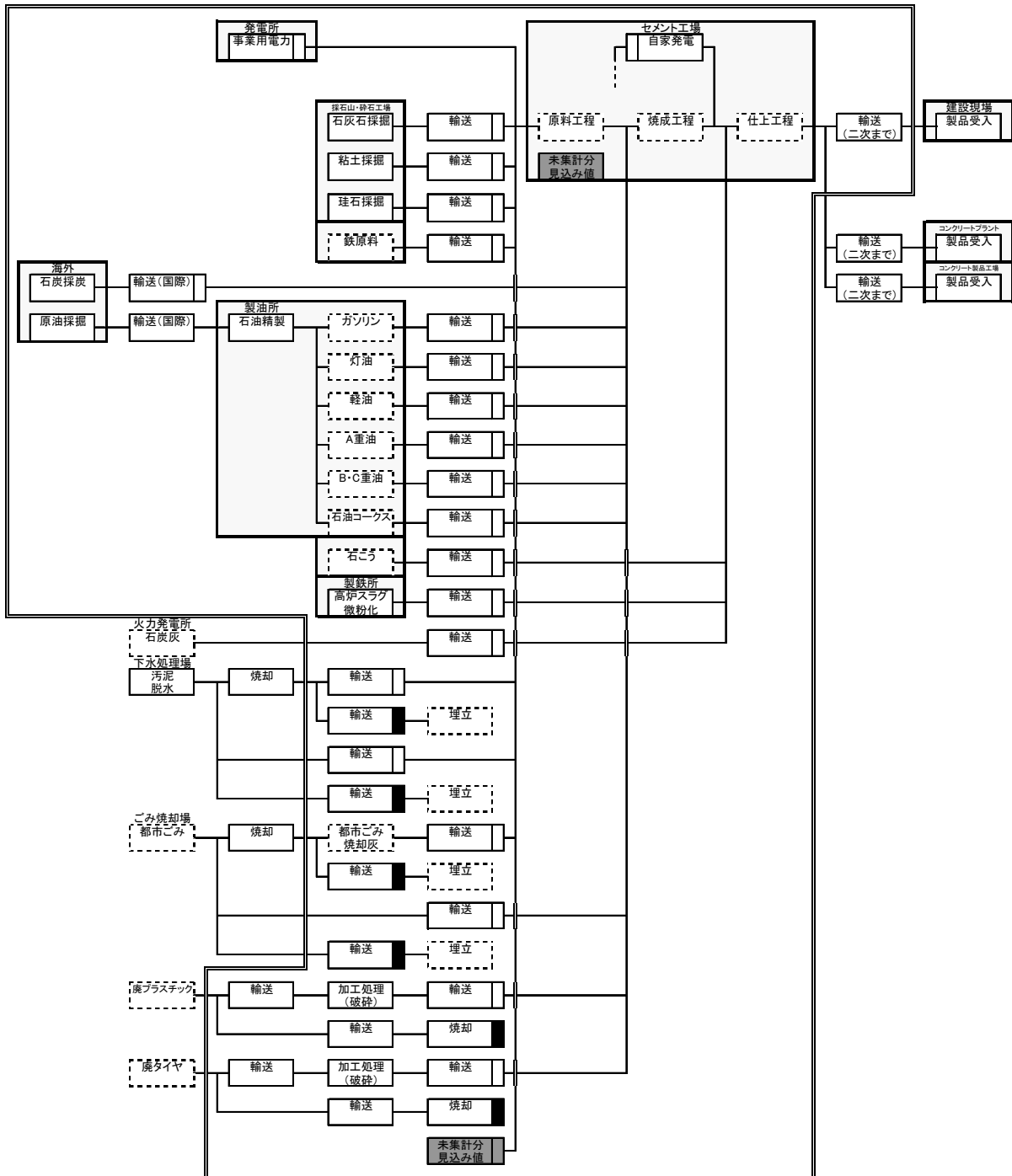


図 3. 2-59 セメントのシステム境界

セメントの環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-78、79のとおりである。

表 3. 2-78 早強・中庸熱・普通ポルトランドセメントの二酸化炭素排出原単位の内訳(1/2)

生産	間接環境負荷	積み上げ計上項目	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	早強ポルトランドセメント		中庸熱ポルトランドセメント		普通ポルトランドセメント		
						財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	
						※	kg-CO2/※	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	※/t
		電力	自家発電(セメント)	kWh	0.797	70.181	55.958	70.181	55.958	70.181	55.958	
			事業用電力	kWh	0.464	46.542	21.576	46.542	21.576	46.542	21.576	
		原燃料	石炭	t	84.870	0.100	8.445	0.095	8.061	0.091	7.677	
			A重油	l	0.173	0.102	0.018	0.098	0.017	0.093	0.016	
			B重油・C重油	l	0.137	0.656	0.090	0.626	0.086	0.596	0.081	
			軽油	l	0.327	0.091	0.030	0.087	0.028	0.083	0.027	
			灯油	l	0.205	0.021	0.004	0.020	0.004	0.019	0.004	
			ガソリン	l	0.437	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	
			廃油	t	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			廃プラスチック類<原燃料>	t	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	
			廃タイヤ<原燃料>	t	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			木くず<原燃料>	t	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	
			再生油	t	0.000	0.004	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	
			廃油	t	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			飼料【屑】:動植物性残渣	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			石灰石	t	5.402	1.142	6.170	1.142	6.170	1.142	6.170	
			碎石【屑】:釜さい(高炉スラグ・転炉スラグ・電気炉スラグ・その他)	t	0.000	0.079	0.000	0.079	0.000	0.079	0.000	
			その他の窯業原料鉱物	円	0.009	83	0.710	83	0.710	83	0.710	
			その他の窯業原料鉱物【副産物】	円	0.009	47	0.398	47	0.398	47	0.398	
			その他の非金属鉱物	円	0.010	632	6.381	632	6.381	632	6.381	
			燃え殻	t	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	
			その他の窯業原料鉱物【屑】:ガラス陶磁器くず・ばいじん	t	0.000	0.130	0.000	0.130	0.000	0.130	0.000	
		汚泥	t	0.000	0.041	0.000	0.041	0.000	0.041	0.000		
		建設発生土	t	0.000	0.031	0.000	0.031	0.000	0.031	0.000		
		高炉スラグ微粉末	t	-8.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		非鉄鉱さい	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		積み上げ計上項目計				99.780		99.330		99.000		
	未集計分見込値	輸送	自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	59	0.633	59	0.633	59	0.633	
				沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	39	0.524	39	0.524	39	0.524
				道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	84	0.397	84	0.397	84	0.397
			港湾運送	円	0.002	32	0.069	32	0.069	32	0.069	
			原燃料	コークス	t	260.546	0.000	0.013	0.000	0.013	0.000	0.012
				都市ガス	m3	0.359	0.010	0.004	0.010	0.004	0.009	0.003
				砂利・採石	t	11.498	0.002	0.019	0.002	0.019	0.002	0.019
				セメント	t	805.271	0.002	1.422	0.002	1.422	0.002	1.422
				非鉄金属鉱物	円	0.009	0.814	0.007	0.814	0.007	0.814	0.007
			その他	その他の紙製容器	円	0.005	128	0.609	128	0.609	128	0.609
				企業内研究開発	円	0.003	213	0.599	213	0.599	213	0.599
				建設補修	円	0.003	122	0.420	122	0.420	122	0.420
				その他のゴム製品	円	0.004	60	0.264	60	0.264	60	0.264
				その他			4.170		4.170		4.170	
		未集計分見込値計				9.152		9.151		9.150		
		間接環境負荷量計				108.932		108.541		108.150		
		うち控除量				-0.144		-0.143		-0.143		

注)1. 間接環境負荷:工場敷地外で発生する環境負荷。ただし、自家発電は製品製造とは別プロセスとして計算している関係で、自家発電に係る環境負荷量は全て間接環境負荷の区分において表示している。

2. 石炭、石油コークス、石灰石の業界提供値は乾燥重量が記載されていたため、湿重量に換算して使用した

表 3. 2-78 早強・中庸熱・普通ポルトランドセメントの二酸化炭素排出原単位の内訳(2/2)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	早強ポルトランドセメント		中庸熱ポルトランドセメント		普通ポルトランドセメント			
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量		
				※	kg-CO2/※	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t
生産	直接環境負荷	石灰石	t	440.000	1.142	502.531	1.142	502.531	1.142	502.531	
		一般炭・亜炭・無煙炭	t	2328.506	0.100	231.903	0.095	221.362	0.091	210.821	
		A重油	l	2.710	0.102	0.278	0.098	0.265	0.093	0.252	
		B重油・C重油	l	3.002	0.656	1.968	0.626	1.878	0.596	1.789	
		石油コークス	t	2779.205	0.014	38.289	0.013	36.549	0.013	34.808	
		炭化水素油	l	3.177	1.360	4.319	1.298	4.123	1.236	3.927	
		軽油	l	2.589	0.091	0.237	0.087	0.226	0.083	0.215	
		灯油	l	2.491	0.021	0.052	0.020	0.050	0.019	0.048	
		コークス炉ガス(COG)	Nm3	0.850	0.034	0.029	0.032	0.028	0.031	0.026	
		転炉ガス(LDG)消費	Nm3	0.906	0.465	0.421	0.444	0.402	0.423	0.383	
		高炉ガス(BFG)消費	Nm3	0.367	0.015	0.006	0.015	0.005	0.014	0.005	
		揮発油	l	2.320	0.001	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	
		廃油	t	2918.667	0.004	10.485	0.003	10.009	0.003	9.532	
		廃プラスチック類<原燃料>	t	2553.833	0.005	12.652	0.005	12.077	0.005	11.502	
		廃タイヤ<原燃料>	t	1737.000	0.003	5.528	0.003	5.277	0.003	5.025	
		廃材	総乾t	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	
		再生油	t	2367.000	0.004	8.853	0.004	8.450	0.003	8.048	
		廃白土	t	2918.667	0.003	8.283	0.003	7.906	0.003	7.530	
		ボタ	t	2606.230	0.005	11.972	0.004	11.428	0.004	10.884	
		動植物性残渣(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		廃油(控除)	t	-2918.667	0.004	-10.485	0.003	-10.009	0.003	-9.532	
		廃プラスチック類<原燃料>(控除)	t	-2553.833	0.005	-12.652	0.005	-12.077	0.005	-11.502	
		廃タイヤ<原燃料>(控除)	t	-1737.000	0.003	-5.528	0.003	-5.277	0.003	-5.025	
		プラスチック[一廃]<素材原料>(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		厨芥[一廃]<原燃料>(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		木くず<原燃料>(控除)	t	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	
		鉄くず(控除)	t	-12.973	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		非鉄金属くず(控除)	t	-42.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.039	-1.431	0.039	-1.431	0.039	-1.431	
		積み上げ計上項目計				807.712		793.775		779.838	
		未集計分見込値	コークス	t	3167.164	0.000	0.163	0.000	0.156	0.000	0.148
			都市ガス	Nm3	2.243	0.010	0.023	0.010	0.022	0.009	0.021
			その他				0.000		0.000		0.000
未集計分見込値計				0.186		0.178		0.169			
直接環境負荷量計				807.898		793.952		780.007			
うち控除量				-30.096		-28.793		-27.490			
生産環境負荷量計				916.830		902.494		888.157			
うち資本減耗				4.363		4.362		4.362			
うち控除量				-30.240		-28.937		-27.633			
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	13.589	2.931	13.589	2.931	13.589	2.931
		未集計分見込値	卸	円	0.001	1.101	1.425	1.101	1.425	1.101	1.425
			小売	円	0.002	1	0.002	1	0.002	1	0.002
			鉄道	円	0.006	17	0.101	17	0.101	17	0.101
			沿海	円	0.013	254	3.389	254	3.389	254	3.389
			港湾	円	0.002	112	0.242	112	0.242	112	0.242
			航空	円	0.011	0	0.000	0	0.000	0	0.000
			利用運送	円	0.002	50	0.090	50	0.090	50	0.090
			倉庫	円	0.003	5	0.017	5	0.017	5	0.017
		未集計分見込値計				5.266		5.266		5.266	
		出荷環境負荷量計				8.198		8.198		8.198	
うち資本減耗				0.840		0.840		0.840			
うち控除量				-0.014		-0.014		-0.014			
環境負荷原単位				925.028		910.691		896.355			

注)3. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

4. 循環資源を燃焼した場合の二酸化炭素排出量については、焼却処理が回避されたと評価(控除)しており、結果的に±0で評価されている。
5. 廃白土・ボタについては、原料代替として(二酸化炭素ではなく)最終処分量の原単位において控除がなされている。
6. 再生油については再生工程の環境負荷が不明であるため、環境負荷削減効果の過大評価を招かないように、その燃焼由来の二酸化炭素を控除していない。
7. 石炭、石油コークス、石灰石の業界提供値は乾燥重量が記載されていたため、湿重量に換算して使用した。
8. 石炭、ガソリンは計算上の区分から直接環境負荷では一般炭・亜炭・無煙炭、揮発油と表記した。



表 3. 2-79 高炉セメント・フライアッシュセメント・その他のセメントの二酸化炭素排出原単位の内訳(1/2)

生産	間接環境負荷	積み上げ計上項目	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	高炉セメント		フライアッシュセメント		その他のセメント		
						財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	
						※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	
		電力	自家発電(セメント)	kWh	0.797	48.753	38.872	33.724	26.889	52.350	41.741	
			事業用電力	kWh	0.464	35.219	16.327	30.032	13.922	43.946	20.373	
		原燃料	石炭	t	84.870	0.052	4.450	0.077	6.489	0.082	6.986	
			A重油	l	0.173	0.071	0.012	0.078	0.014	0.089	0.015	
			B重油・C重油	l	0.137	0.669	0.091	0.492	0.067	0.615	0.084	
			軽油	l	0.327	0.064	0.021	0.070	0.023	0.079	0.026	
			灯油	l	0.205	0.015	0.003	0.016	0.003	0.018	0.004	
			ガソリン	l	0.437	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	
			廃油	t	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			廃プラスチック類<原燃料>	t	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.004	0.000	
			廃タイヤ<原燃料>	t	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	
			木くず<原燃料>	t	0.000	0.005	0.000	0.571	0.000	0.005	0.000	
			再生油	t	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			廃油	t	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	
			飼料【屑】: 動植物性残渣	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			石灰石	t	5.402	0.658	3.553	0.959	5.181	1.032	5.578	
			砕石【屑】: 鉱さい(高炉スラグ・転炉スラグ・電気炉スラグ・その他)	t	0.000	0.270	0.000	0.066	0.000	0.071	0.000	
			その他の窯業原料鉱物	円	0.009	48	0.409	70	0.596	75	0.642	
			その他の窯業原料鉱物【副産物】	円	0.009	40	0.344	38	0.323	45	0.386	
			その他の非金属鉱物	円	0.010	344	3.475	447	4.513	567	5.722	
			燃え殻	t	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	
			その他の窯業原料鉱物【屑】: ガラス 陶磁器くず・ばいじん	t	0.000	0.075	0.000	0.276	0.000	0.117	0.000	
		汚泥	t	0.000	0.023	0.000	0.034	0.000	0.037	0.000		
		建設発生土	t	0.000	0.018	0.000	0.026	0.000	0.028	0.000		
		高炉スラグ微粉末	t	-8.690	0.203	-1.762	0.000	0.000	0.000	0.000		
		非鉄鉱さい	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			積み上げ計上項目計				65.796		58.022		81.557	
	未集計分見込値	輸送	自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	59	0.633	59	0.633	59	0.633	
				沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	39	0.524	39	0.524	39	0.524
				道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	84	0.397	84	0.397	84	0.397
				港湾運送	円	0.002	32	0.069	32	0.069	32	0.069
				コークス	t	260.546	0.000	0.009	0.000	0.010	0.000	0.012
			都市ガス	m3	0.359	0.007	0.003	0.008	0.003	0.009	0.003	
			砂利・採石	t	11.498	0.002	0.019	0.002	0.019	0.002	0.019	
			セメント	t	805.271	0.001	0.775	0.001	1.006	0.002	1.275	
			非鉄金属鉱物	円	0.009	0.814	0.007	0.814	0.007	0.814	0.007	
			その他の紙製容器	円	0.005	128	0.609	128	0.609	128	0.609	
			企業内研究開発	円	0.003	213	0.599	213	0.599	213	0.599	
			建設補修	円	0.003	122	0.420	122	0.420	122	0.420	
			その他のゴム製品	円	0.004	60	0.264	60	0.264	60	0.264	
			その他				4.164		4.167		4.169	
			未集計分見込値計				8.493		8.727		9.001	
			間接環境負荷量計				74.289		66.750		90.557	
			うち控除量				-7.415		-0.107		-0.128	

注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷。ただし、自家発電は製品製造とは別プロセスとして計算している関係で、自家発電に係る環境負荷量は全て間接環境負荷の区分において表示している。

2. 石炭、石油コークス、石灰石の業界提供値は乾燥重量が記載されていたため、湿重量に換算して使用した。

表 3. 2-79 高炉セメント・フライアッシュセメント・その他のセメントの二酸化炭素排出原単位の内訳(2/2)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	高炉セメント		フライアッシュセメント		その他のセメント			
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量		
				※	kg-CO2/※	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t
生産	直接環境負荷	石灰石	t	440.000	0.658	289.335	0.959	421.949	1.032	454.284	
		一般炭・亜炭・無煙炭	t	2328.506	0.052	122.194	0.077	178.195	0.082	191.847	
		A重油	l	2.710	0.071	0.193	0.078	0.213	0.089	0.240	
		B重油・C重油	l	3.002	0.669	2.007	0.492	1.476	0.615	1.846	
		石油コークス	t	2779.205	0.007	20.168	0.011	29.413	0.011	31.674	
		炭化水素油	l	3.177	0.947	3.008	1.041	3.308	1.177	3.738	
		軽油	l	2.589	0.064	0.165	0.070	0.181	0.079	0.205	
		灯油	l	2.491	0.015	0.037	0.016	0.040	0.018	0.045	
		コークス炉ガス(COG)	Nm3	0.850	0.018	0.015	0.026	0.022	0.028	0.024	
		転炉ガス(LDG)消費	Nm3	0.906	0.245	0.222	0.357	0.323	0.385	0.349	
		高炉ガス(BFG)消費	Nm3	0.367	0.008	0.003	0.012	0.004	0.013	0.005	
		揮発油	l	2.320	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	
		廃油	t	2918.667	0.002	5.529	0.003	8.050	0.003	8.675	
		廃プラスチック類<原燃料>	t	2553.833	0.003	6.671	0.004	9.713	0.004	10.468	
		廃タイヤ<原燃料>	t	1737.000	0.002	2.915	0.002	4.244	0.003	4.573	
		廃材	絶乾t	0.000	0.005	0.000	0.571	0.000	0.005	0.000	
		再生油	t	2367.000	0.002	4.668	0.003	6.796	0.003	7.324	
		廃白土	t	2918.667	0.001	4.368	0.002	6.359	0.002	6.853	
		ボタ	t	2606.230	0.002	6.308	0.004	9.199	0.004	9.904	
		動植物性残渣(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		廃油(控除)	t	-2918.667	0.002	-5.529	0.003	-8.050	0.003	-8.675	
		廃プラスチック類<原燃料>(控除)	t	-2553.833	0.003	-6.671	0.004	-9.713	0.004	-10.468	
		廃タイヤ<原燃料>(控除)	t	-1737.000	0.002	-2.915	0.002	-4.244	0.003	-4.573	
		プラスチック[一廃]<素材原料>(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		厨芥[一廃]<原燃料>(控除)	t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		木くず<原燃料>(控除)	t	0.000	0.005	0.000	0.571	0.000	0.005	0.000	
		鉄くず(控除)	t	-12.973	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		非鉄金属くず(控除)	t	-42.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.247	-9.157	0.032	-1.202	0.035	-1.294	
		積み上げ計上項目					443.536		656.281		707.047
未集計分見込値	コークス	t	3167.164	0.000	0.114	0.000	0.125	0.000	0.141		
	都市ガス	Nm3	2.243	0.007	0.016	0.008	0.018	0.009	0.020		
	その他				0.000		0.000		0.000		
	未集計分見込値計				0.130		0.143		0.161		
直接環境負荷量計				443.666		656.423		707.208			
うち控除量				-24.272		-23.208		-25.010			
生産環境負荷量計				517.955		723.173		797.766			
うち資本減耗				3.846		3.729		4.131			
うち控除量				-31.687		-23.315		-25.138			
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	13.589	2.931	13.589	2.931	13.589	2.931
		未集計分見込値	卸	円	0.001	1,101	1.425	1,101	1.425	1,101	1.425
			小売	円	0.002	1	0.002	1	0.002	1	0.002
			鉄道	円	0.006	17	0.101	17	0.101	17	0.101
			沿海	円	0.013	254	3.389	254	3.389	254	3.389
			港湾	円	0.002	112	0.242	112	0.242	112	0.242
			航空	円	0.011	0	0.000	0	0.000	0	0.000
			利用運送	円	0.002	50	0.090	50	0.090	50	0.090
			倉庫	円	0.003	5	0.017	5	0.017	5	0.017
		未集計分見込値計				5.266		5.266		5.266	
		出荷環境負荷量計				8.198		8.198		8.198	
		うち資本減耗				0.840		0.840		0.840	
		うち控除量				-0.014		-0.014		-0.014	
環境負荷原単位				526.152		731.370		805.963			

注)3. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

4. 循環資源を燃焼した場合の二酸化炭素排出量については、焼却処理が回避されたと評価(控除)しており、結果的に±0で評価されている。

5. 廃白土・ボタについては、原料代替として(二酸化炭素ではなく)最終処分量の原単位において控除がなされている。

6. 再生油については再生工程の環境負荷が不明であるため、環境負荷削減効果の過大評価を招かないように、その燃焼由来の二酸化炭素を控除していない。

7. 石炭、石油コークス、石灰石の業界提供値は乾燥重量が記載されていたため、湿重量に換算して使用した。

7. 石炭、石油コークス、石灰石の業界提供値は乾燥重量が記載されていたため、湿重量に換算して使用した。

## 2) 鉄鋼

### i) 積み上げ計上項目の整理

表 3. 2-80に示すとおり鉄鋼の積み上げ計上項目は石油等消費動態統計年報の項目とした。

表 3. 2-80 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
電力	自家電力	自家発電	石油等消費動態統計
	購入電力	事業用電力	石油等消費動態統計
燃料	原料炭	石炭	石油等消費動態統計
	コークス	コークス	石油等消費動態統計
	高炉用コークス	高炉用コークス	石油等消費動態統計
	コークス炉ガス	コークス炉ガス	石油等消費動態統計
	高炉ガス	高炉ガス消費	石油等消費動態統計
	転炉ガス	転炉ガス消費	石油等消費動態統計
	A 重油	A 重油	石油等消費動態統計
	B 重油・C 重油	B 重油・C 重油	石油等消費動態統計
	軽油	軽油	石油等消費動態統計
	石油コークス	石油コークス	石油等消費動態統計
	液化石油ガス	LPG	石油等消費動態統計
	液化天然ガス	LNG・天然ガス	石油等消費動態統計
都市ガス	都市ガス	石油等消費動態統計	

### ii) 未集計分等見込み値の算出

鉄鋼のシステム境界は、図 3. 2-60に示すとおりである。二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含む鉄鋼のライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。

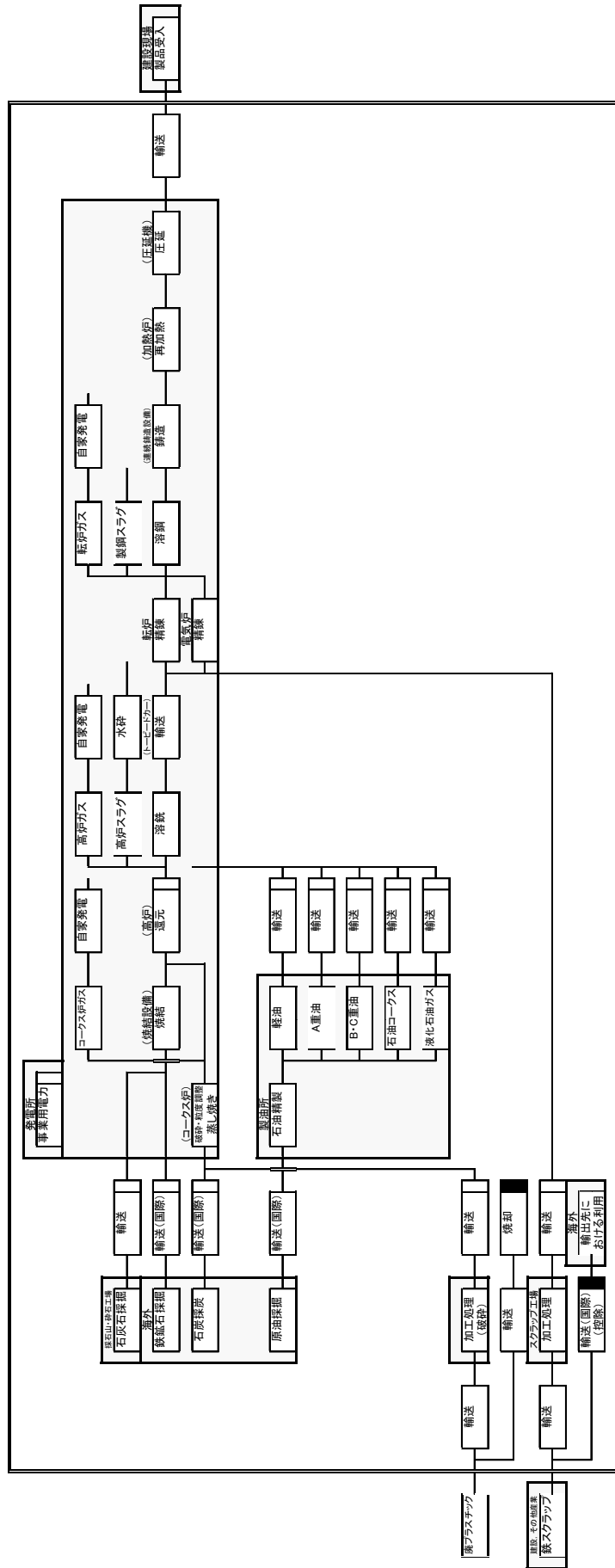


図 3. 2-60 鉄鋼のシステム境界

### 3) アスファルト合材

#### i) 積み上げ計上項目の整理

アスファルト合材統計年報における集計項目を基本として、個別研究の事例も引用しつつ、表 3. 2-81に示す項目を設定した。

表 3. 2-81 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
電力	電力	事業用電力	アスファルト合材統計年報等
燃料	重油	A 重油 B 重油・C 重油	アスファルト合材統計年報等
	軽油	軽油	新田ら (2009) 等
原料・添加物	ストレートアスファルト	アスファルト	アスファルト合材統計年報等
	粗砂、細砂	砂利・採石	アスファルト合材統計年報等
	6号砕石 7号砕石 スクリーニングス	砕石	アスファルト合材統計年報等
	石粉(フィラー)	石灰石	アスファルト合材統計年報等
	再生骨材	アスファルトコンクリート塊	アスファルト合材統計年報等

#### ii) 未集計分等見込み値の算出

積み上げ法で計算される項目と未集計分等見込み値の関係は、図 3. 2-61に示すとおりである。二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含むアスファルト合材のライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。この内、白色で塗られたプロセスの環境負荷量については、積み上げ法で計算することを前提として未集計分等見込み値を算出した。

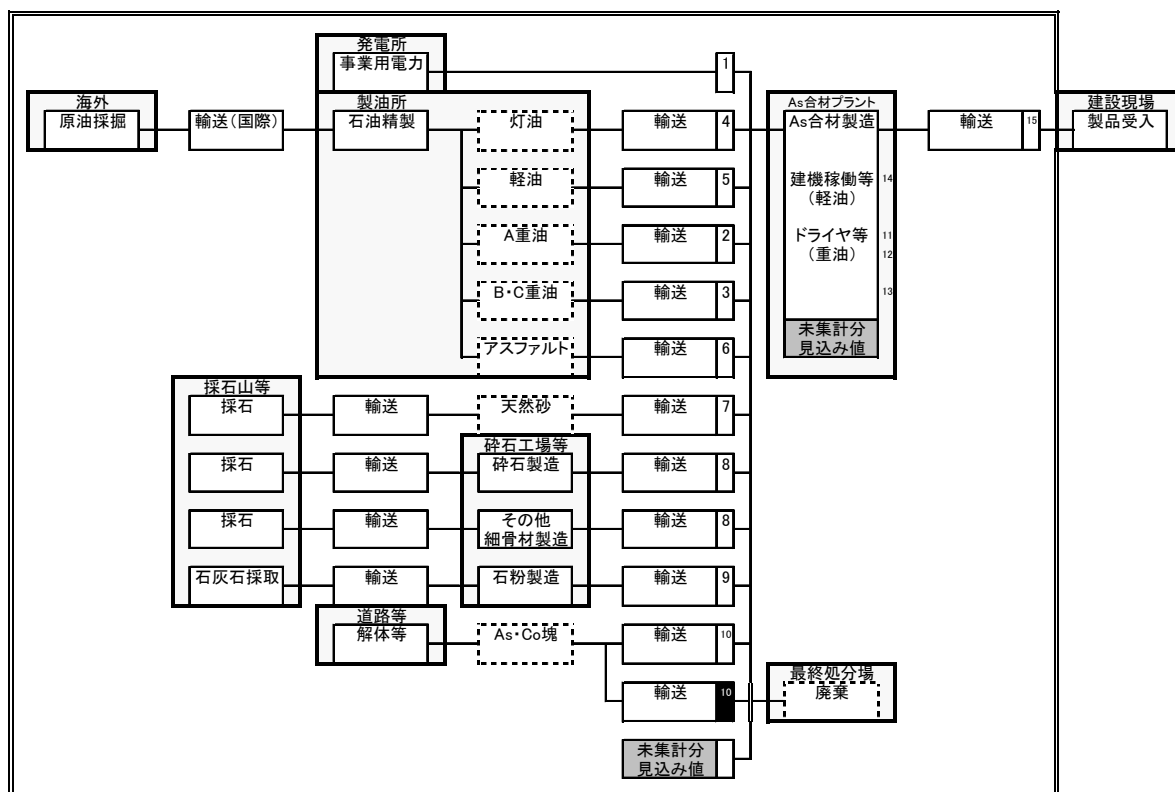


図 3. 2-61 アスファルト合材のシステム境界

アスファルト合材の環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-82~84のとおりである。

表 3. 2-82 アスファルト合材の二酸化炭素排出原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	新規合材		再生合材				
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量			
				※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t			
生産	間接環境負荷	積み上げ計上項目	電力	事業用電力	kWh	0.464	10.172	4.72	10.652	4.94
			燃料	A重油	l	0.173	6.778	1.17	7.827	1.36
				B重油・C重油	l	0.137	1.932	0.26	2.231	0.30
				灯油	l	0.205	0.055	0.01	0.063	0.01
				軽油	l	0.327	0.320	0.10	0.521	0.17
			原料・添加物	アスファルト	t	107.500	0.059	6.34	0.040	4.26
		砂利・採石<粗砂、細砂>		t	11.498	0.251	2.89	0.158	1.82	
		砕骨材<6号砕石、7号砕石、スクリーニングス>		t	7.959	0.684	5.45	0.431	3.43	
		石灰石<石粉(フィラー)>		t	5.402	0.031	0.17	0.031	0.17	
		がれき類(アスファルトコンクリート塊)<再生骨材の原料>		t	0.000	0.000	0.00	0.366	0.00	
		積み上げ計上項目計						21.11		16.46
	未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	321	1.51	321	1.51	
			うち砂利・採石相当分	トンキロ	0.216	1.91	0.41	1.91	0.41	
			うち砕骨材相当分	トンキロ	0.216	1.92	0.41	1.92	0.41	
			うちその他の石油製品(アスファルト含む)相当分	トンキロ	0.216	2.71	0.58	2.71	0.58	
			沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	17	0.23	17	0.23	
		自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	3	0.03	3	0.03		
		燃料	都市ガス	m3	0.359	0.066	0.02	0.066	0.02	
			その他の窯業・土石製品	円	0.007	110	0.75	110	0.75	
		原料	その他の石油製品	円	0.004	145	0.60	145	0.60	
			界面活性剤	t	1432.160	0.000	0.71	0.000	0.71	
	その他	卸売	円	0.001	511	0.66	511	0.66		
		建設補修	円	0.003	85	0.29	85	0.29		
		機械修理	円	0.003	94	0.27	94	0.27		
	その他						3.90		3.90	
	未集計分見込値計						8.99		8.99	
	間接環境負荷量計						30.10		25.45	
うち控除量						-0.09		-0.08		
直接環境負荷	積み上げ計上項目	A重油	l	2.710	6.778	18.37	7.827	21.21		
		B重油・C重油	l	3.002	1.932	5.80	2.231	6.70		
		灯油	l	2.491	0.055	0.14	0.063	0.16		
		軽油	l	2.589	0.320	0.83	0.521	1.35		
		積み上げ計上項目計						25.13		29.41
	未集計分見込値	都市ガス	m3	2.243	0.066	0.15	0.066	0.15		
		鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.001	-0.05	0.001	-0.05		
		その他				0.00		0.00		
	未集計分見込値計						0.10		0.10	
	直接環境負荷量計						25.23		29.51	
	うち控除量						-0.05		-0.05	
生産環境負荷量計						55.33		54.96		
うち資本減耗						3.24		2.97		
うち控除量						-0.14		-0.13		
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	9	1.94	9	1.94	
			卸	円	0.001	741	0.96	741	0.96	
			小売	円	0.002	0	0.00	0	0.00	
			鉄道	円	0.006	1	0.01	1	0.01	
			沿海	円	0.013	21	0.28	21	0.28	
			港湾	円	0.002	63	0.14	63	0.14	
			航空	円	0.011	0	0.00	0	0.00	
			利用運送	円	0.002	16	0.03	16	0.03	
			倉庫	円	0.003	7	0.02	7	0.02	
			未集計分見込値計						1.43	
	出荷環境負荷量計						3.38		3.38	
うち資本減耗						0.41		0.41		
うち控除量						-0.01		-0.01		
環境負荷原単位						58.71		58.34		

注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷

2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

3. その他の窯業・土石製品部門の生産品目にフィラーが含まれる可能性があるが、同部門には多様な品目が含まれるため、原単位が実態から大きく乖離することを防ぐ観点から、本検討では石灰石に近いものとみなした。このため、未集計分見込値のうち同部門の値の一部が積み上げ計上項目と二重計上の可能性がある。

表 3. 2-83 アスファルト合材の天然資源投入原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	新規合材		再生合材			
				財・サービス投入量	天然資源投入量	財・サービス投入量	天然資源投入量		
				※/t	kg/t	※/t	kg/t		
生産	間接環境負荷	電力	事業用電力	kWh	1.96E-01	10.172	1.99	10.652	2.09
			燃料	A重油	l	5.84E-01	6.778	3.96	7.827
		B重油・C重油		l	4.61E-01	1.932	0.89	2.231	1.03
		灯油		l	6.92E-01	0.055	0.04	0.063	0.04
		軽油		l	1.10E+00	0.320	0.35	0.521	0.57
		原料・添加物	アスファルト	t	3.62E+02	0.059	21.36	0.040	14.34
			砂利・採石	t	1.01E+03	0.251	253.12	0.158	159.42
			砕骨材	t	1.00E+03	0.684	687.26	0.431	432.85
			石灰石	t	1.01E+03	0.031	31.34	0.031	31.34
			がれき類(アスファルトコンクリート塊)	t	0.00E+00	0.000	0.00	0.366	0.00
	積み上げ計上項目計						1000.32		646.25
	未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	2.18E-03	321	0.70	321	0.70
			沿海・内水面貨物輸送	円	4.76E-03	17	0.08	17	0.08
			自家輸送(旅客自動車)	円	6.05E-03	3	0.02	3	0.02
		燃料	都市ガス	m3	1.09E+00	0.066	0.07	0.066	0.07
		原料	その他の窯業・土石製品	円	5.76E-02	110	6.35	110	6.35
			その他の石油製品	円	3.82E-03	145	2.02	145	2.02
			界面活性剤	t	9.35E+02	0.000	0.47	0.000	0.47
		その他	卸売	円	1.07E-03	511	0.55	511	0.55
			建設補修	円	7.44E-03	85	0.63	85	0.63
			機械修理	円	2.50E-03	94	0.24	94	0.24
	その他					7.90		7.90	
	未集計分見込値計						19.02		19.02
	間接環境負荷量計						1019.34		665.27
	うち控除量						0.00		0.00
	直接環境負荷	積み上げ計上項目	積み上げ計上項目計				0.00		0.00
		未集計分見込値	未集計分見込値計				0.00		0.00
直接環境負荷量計						0.00		0.00	
うち控除量						0.00		0.00	
生産環境負荷量計						1019.34		665.27	
うち資本減耗						7.07		6.56	
うち控除量						0.00		0.00	
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	9.94E-02	9	0.90	9	0.90
			卸	円	1.07E-03	741	0.79	741	0.79
	未集計分見込値	小売	円	1.43E-03	0	0.00	0	0.00	
		鉄道	円	4.55E-03	1	0.01	1	0.01	
		沿海	円	4.76E-03	21	0.10	21	0.10	
		港湾	円	1.91E-03	63	0.12	63	0.12	
		航空	円	3.83E-03	0	0.00	0	0.00	
		利用運送	円	1.51E-03	16	0.02	16	0.02	
		倉庫	円	2.60E-03	7	0.02	7	0.02	
		未集計分見込値計						1.06	
	出荷環境負荷量計						1.96		1.96
うち資本減耗						0.70		0.70	
うち控除量						0.00		0.00	
環境負荷原単位						1021.29		667.23	

注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷

2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

3. その他の窯業・土石製品部門の生産品目にはフィラーが含まれる可能性があるが、同部門には多様な品目が含まれるため、原単位が実態から大きく乖離することを防ぐ観点から、本検討では石灰石に近いものとみなした。このため、未集計分見込値のうち同部門の値の一部が積み上げ計上項目と二重計上の可能性がある。

表 3. 2-84 アスファルト合材の廃棄物最終処分原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	新規合材		再生合材			
				財・サービス投入量	最終処分量	財・サービス投入量	最終処分量		
				※	kg/※	※/t	kg/t		
生産	間接環境負荷	電力	事業用電力	kWh	1.72E-03	10.172	0.02	10.652	0.02
			燃料	A重油	l	9.10E-05	6.778	0.00	7.827
		B重油・C重油		l	7.18E-05	1.932	0.00	2.231	0.00
		灯油		l	1.08E-04	0.055	0.00	0.063	0.00
		軽油		l	1.71E-04	0.320	0.00	0.521	0.00
		原料・添加物	アスファルト	t	5.43E-02	0.059	0.00	0.040	0.00
			砂利・採石	t	1.28E+00	0.251	0.32	0.158	0.20
			砕骨材	t	7.61E-01	0.684	0.52	0.431	0.33
			石灰石	t	4.10E-01	0.031	0.01	0.031	0.01
			がれき類(アスファルトコンクリート塊)	t	0.00E+00	0.000	0.00	0.366	0.00
	積み上げ計上項目計						0.88		0.56
	未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	-2.30E-05	321	-0.01	321	-0.01
			沿海・内水面貨物輸送	円	-8.35E-05	17	0.00	17	0.00
			自家輸送(旅客自動車)	円	-3.01E-05	3	0.00	3	0.00
		燃料	都市ガス	m3	1.21E-02	0.066	0.00	0.066	0.00
		原料	その他の窯業・土石製品	円	-1.08E-03	110	-0.12	110	-0.12
			その他の石油製品	円	2.17E-06	145	0.00	145	0.00
			界面活性剤	t	-5.18E+01	0.000	-0.03	0.000	-0.03
		その他	卸売	円	-5.03E-05	511	-0.03	511	-0.03
			建設補修	円	-2.00E-04	85	-0.02	85	-0.02
			機械修理	円	-7.25E-05	94	-0.01	94	-0.01
	その他					-0.20		-0.20	
	未集計分見込値計						-0.40		-0.40
	間接環境負荷量計						0.47		0.16
	うち控除量						-0.71		-0.67
	直接環境負荷	積み上げ計上項目計	がれき類(アスファルトコンクリート塊)(控	t	-1.00E+03	0.000	0.00	0.366	-365.77
			積み上げ計上項目計				0.00		-365.77
未集計分見込値		汚泥	t	-	-	0.02	-	0.02	
		廃油	t	-	-	0.01	-	0.01	
		廃酸	t	-	-	0.04	-	0.04	
		廃アルカリ	t	-	-	0.01	-	0.01	
		銻さい(高炉スラグ)(控除)	t	-1.00E+03	0.001	0.000	0.001	0.00	
		銻さい(転炉スラグ)(控除)	t	-1.00E+03	0.001	-0.78	0.001	-0.71	
		銻さい(電気炉スラグ)(控除)	t	-1.00E+03	0.002	-1.57	0.001	-1.44	
		その他				0.01		0.01	
未集計分見込値計						-2.26		-2.06	
直接環境負荷量計						-2.26		-367.83	
うち控除量						-2.35		-367.91	
生産環境負荷量計						-1.79		-367.67	
うち資本減耗						0.09		0.08	
うち控除量						-3.06		-368.58	
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	-1.05E-03	9	-0.01	9	-0.01
			卸	円	-5.03E-05	741	-0.04	741	-0.04
	未集計分見込値	小売	円	-3.49E-05	0	0.00	0	0.00	
		鉄道	円	-5.17E-05	1	0.00	1	0.00	
		沿海	円	-8.35E-05	21	0.00	21	0.00	
		港湾	円	-5.49E-05	63	0.00	63	0.00	
		航空	円	-5.43E-05	0	0.00	0	0.00	
		利用運送	円	-7.33E-05	16	0.00	16	0.00	
		倉庫	円	-8.85E-05	7	0.00	7	0.00	
		未集計分見込値計						-0.04	
出荷環境負荷量計						-0.05		-0.05	
うち資本減耗						0.01		0.01	
うち控除量						-0.08		-0.08	
環境負荷原単位						-1.84		-367.72	

- 注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。  
 3. その他の窯業・土石製品部門の生産品目にはフィラーが含まれる可能性があるが、同部門には多様な品目が含まれるため、原単位が実態から大きく乖離することを防ぐ観点から、本検討では石灰石に近いものとみなした。このため、未集計分見込値のうち同部門の値の一部が積み上げ計上項目と二重計上の可能性がある。



#### 4) 骨材

##### i) 積み上げ計上項目の整理

表 3. 2-85に示すとおり砕石統計年報で計上されている項目を積み上げ法で計上される項目として整理した。また、建設副産物実態調査で把握可能な項目も含めた。

表 3. 2-85 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
電力	購入電力	事業用電力	砕石統計年報
燃料	重油	A 重油 B 重油・C 重油	砕石統計年報
	軽油	軽油	砕石統計年報
	灯油	灯油	砕石統計年報
原料	アスファルト・コンクリート塊	アスファルト・コンクリート塊	建設副産物実態調査
	コンクリート塊	コンクリート塊	建設副産物実態調査
	粒度調整等	砕石	建設副産物実態調査

注)1. 天然骨材については、それ自体が天然資源であり、天然資源の採取を伴う天然資源投入部門であるため、以上のほかに採取した天然資源量についても積み上げ計上項目とみなして整理する。

ii) 未集計分等見込み値の算出

骨材のシステム境界は、図 3. 2-62に示すとおりである。二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含む骨材のライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。この内、白色で塗られたプロセスの環境負荷量については、積み上げ法で計算することを前提として未集計分等見込み値を算出した。

砕石工場においては新材と再生材を混合した再生骨材を製造しているものの、ここでは、新材100%、又は再生材100%の計算範囲を示した。新材と混合した再生骨材については、混入率を考慮して計算が可能である。

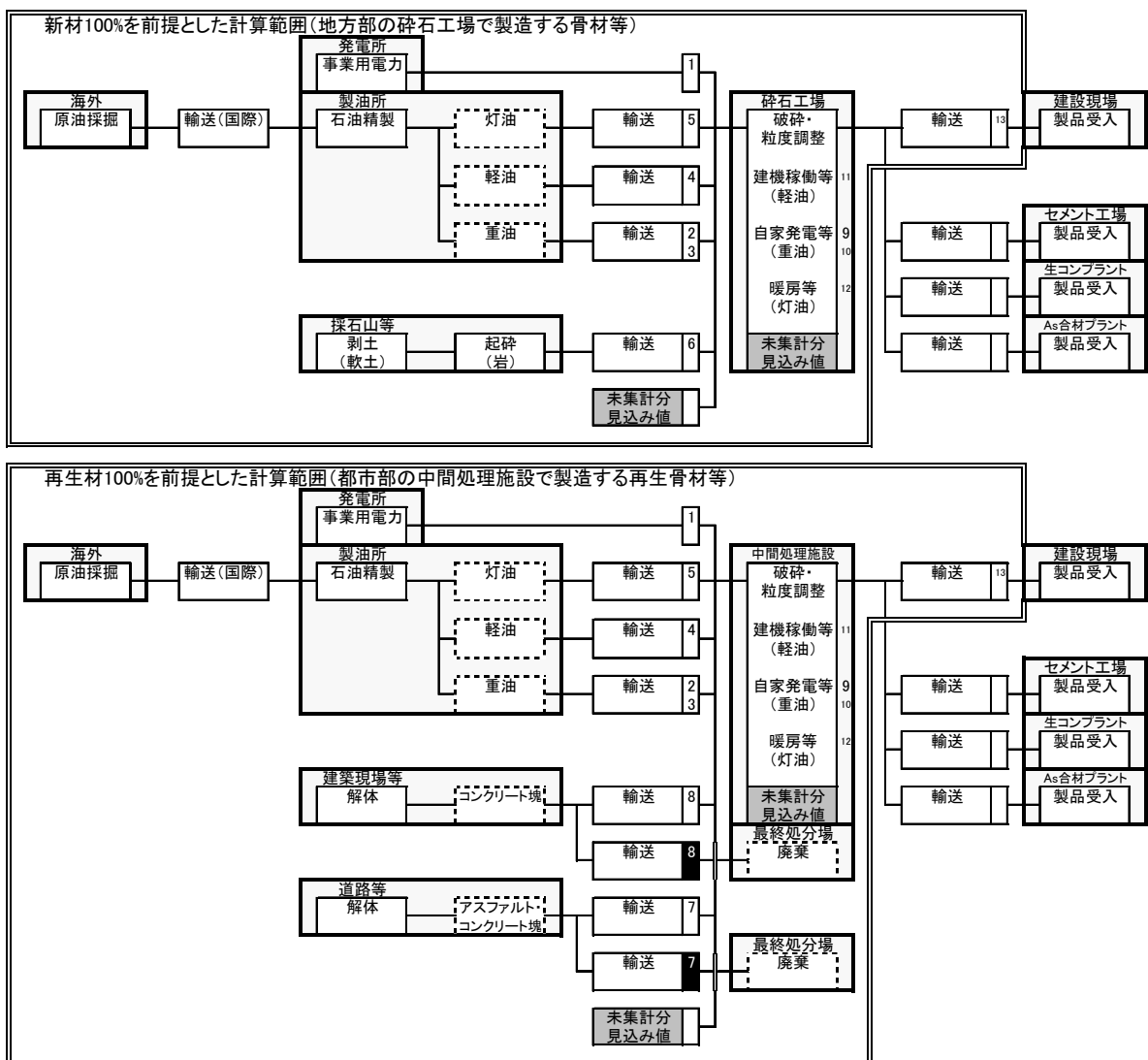


図 3. 2-62 骨材のシステム境界

砕骨材、再生砕石の環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-86、87のとおりである。

砕骨材の未集計分等見込み値（合計）は、2.30kg-CO<sub>2</sub>/tと算出された。砕骨材は天然資源投入部門であるため、上記のとおり、砕骨材自体の重量を積み上げ計上項目として整理している。実際の積み上げ法では、そのもととなる岩石の重量(採取量)を設定することが望まれる。

再生骨材の未集計分等見込み値（合計）は、-2.89kg-CO<sub>2</sub>/tと算出された。再生骨材については、

コンクリート塊の吸着効果を未集計分等見込み値の一部として整理した。

出荷について、実際の輸送距離に基づき環境負荷量を算定する場合の方法は、「3.2.6 運搬の環境負荷原単位の算定方法及び算定結果」に記載している。例として、車両総重量25トンクラスの貨物車により15トンの砕石を30km出荷(往路100%=15トン積載、復路は空積載)する場合の軽油消費量は

$$\text{軽油消費量} = 0.294 (\text{L/km}) \times 30 (\text{km}) \times 2 = 17.64 (\text{L})$$

となる。これに対し、軽油の直接二酸化炭素排出係数 2.59 (kg-CO<sub>2</sub>/L) 及び間接二酸化炭素排出補正率 1.44 を乗じると、

$$\text{二酸化炭素排出量} = 17.64 (\text{L}) \times 2.59 (\text{kg-CO}_2/\text{L}) \times 1.42 = 64.87 (\text{kg-CO}_2)$$

と求められる。よって、砕石 1 トンあたりの出荷の環境負荷量のうち輸送部分の環境負荷量は、以下のとおりである。

$$\text{砕石 1 トン出荷に伴う二酸化炭素排出量} = 64.87 (\text{kg-CO}_2) \div 15 (\text{t}) = 4.32 (\text{kg-CO}_2/\text{t})$$

表 3. 2-86 骨材(砕骨材、再生砕石)の二酸化炭素排出原単位の内訳(生産レベル)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	砕骨材		再生砕石			
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量		
				※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t		
生産	間接環境負荷	電力	事業用電力	kWh	0.464	3.302	1.53	1.870	0.87
			燃料	A重油	l	0.173	0.113	0.02	0.062
		B重油・C重油		l	0.137	0.162	0.02	0.088	0.01
		軽油		l	0.327	1.092	0.36	1.090	0.36
		灯油		l	0.205	0.039	0.01	0.013	0.00
		原料	砕骨材	t	7.959			0.156	1.24
			がれき類(アスファルトコンクリート塊)	t	0.000			0.232	0.00
			がれき類(コンクリート塊)	t	0.000			0.611	0.00
			積み上げ計上項目計				1.94		2.49
		未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	4	0.02	4
	沿海・内水面貨物輸送			円	0.013	0	0.00	0	0.00
	自家輸送(旅客自動車)			円	0.011	18	0.19	18	0.19
	燃料		ガソリン	l	0.437	0.011	0.00	0.011	0.00
			都市ガス	m3	0.359	0.002	0.00	0.002	0.00
	その他		刃物及び道具類	円	0.005	23	0.11	23	0.11
			その他の化学最終製品(除別掲)	円	0.007	11	0.08	11	0.08
			その他の金属製品(除別掲)	円	0.006	6	0.03	6	0.03
			その他				1.78		1.78
	未集計分見込値計					2.22		2.22	
	間接環境負荷量計					4.16		4.72	
	うち控除量					-0.01		-0.01	
	直接環境負荷	積み上げ計上項目	A重油	l	2.710	0.113	0.31	0.062	0.17
			B重油・C重油	l	3.002	0.162	0.49	0.088	0.27
軽油			l	2.589	1.092	2.83	1.090	2.82	
灯油			l	2.491	0.039	0.10	0.013	0.03	
積み上げ計上項目計						3.72		3.29	
未集計分見込値		揮発油	l	2.320	0.011	0.03	0.011	0.03	
		都市ガス	Nm3	2.243	0.002	0.00	0.002	0.00	
		吸着	t	-8.500	0.000	0.00	0.611	-5.20	
		その他				0.05		0.08	
		未集計分見込値計				0.08		-5.12	
直接環境負荷量計						3.80		-1.83	
うち控除量						0.00		-5.20	
生産環境負荷量計						7.96		2.89	
うち資本減耗					0.54		0.60		
うち控除量					-0.01		-5.21		

- 注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷。  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。また、二酸化炭素吸着もこの区分に含めた。  
 3. ガソリンは計算上の区分から直接環境負荷では揮発油と表記した。

表 3. 2-87 骨材(砕骨材、再生砕石)の二酸化炭素排出原単位の内訳(出荷レベル)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	砕骨材		再生砕石		
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	
				※/t	kg-CO2/t	※/t	kg-CO2/t	
出荷 間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	9	1.91	9	1.91
	未集計分見込値	卸	円	0.001	106	0.14	106	0.14
		小売	円	0.002	0	0.00	0	0.00
		鉄道	円	0.006	0	0.00	0	0.00
		沿海	円	0.013	15	0.20	15	0.20
		港湾	円	0.002	13	0.03	13	0.03
		航空	円	0.011	0	0.00	0	0.00
		利用運送	円	0.002	15	0.03	15	0.03
		倉庫	円	0.003	79	0.26	79	0.26
	未集計分見込値計					0.65		0.65
	出荷環境負荷量計					2.56		2.56
	うち資本減耗					0.21		0.21
	うち控除量					0.00		0.00

注)3. 出荷の積み上げ計上項目のうち、道路貨物輸送について全国の平均輸送キロは把握していないため、ここでは輸送金額を全品目の平均輸送単価で換算して求めたトンキロを示した。なお、全国貨物純流動調査(物流センサス)によれば、砕石の輸送単価は全品目の平均輸送単価に比べて小さいことから、これを用いた場合の相当輸送距離は23km程度として算出される。

5) 生コンクリート

i) 積み上げ計上項目の整理

表 3. 2-88に示すとおり生コンクリート統計年報で把握可能な項目を積み上げ計上項目とした。

表 3. 2-88 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
原料	セメント	早強ポルトランドセメント 普通ポルトランドセメント 中庸熱ポルトランドセメント 高炉セメント フライアッシュセメント その他セメント	生コンクリート統計年報
	河川砂、山陸砂、海砂、河川砂利、山陸砂利、その他	砂利・採石	生コンクリート統計年報
	砕石	砕骨材	生コンクリート統計年報
	その他		生コンクリート統計年報
	高炉スラグ	高炉スラグ	生コンクリート統計年報

ii) 未集計分等見込み値の算出

生コンクリートのシステム境界は、図 3. 2-63に示すとおりである。破線で囲まれた範囲は積み上げ法で計算が可能なシステム境界、二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含む生コンクリートのライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。

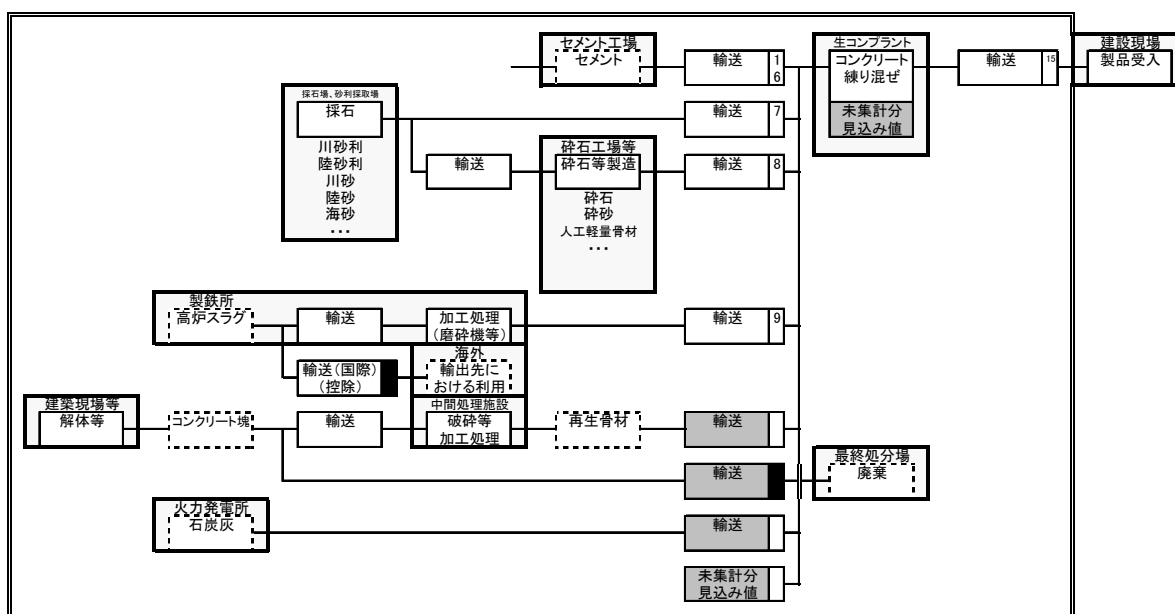


図 3. 2-63 生コンクリートのシステム境界

生コンクリートの環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-89、90のとおりである。未集計分等見込み値は、31.47kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>と算出された。

表 3. 2-89 生コンクリート(早強、中庸熱、普通ポルトランドセメント使用)の二酸化炭素排出原単位の内訳

	産業連関部門・原燃料項目	単位	原単位	生コン_早強ポルトランドセメント		生コン_中庸熱ポルトランドセメント		生コン_普通ポルトランドセメント			
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量		
				※	kg-CO <sub>2</sub> /※	※/m <sup>3</sup>	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	※/m <sup>3</sup>	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	※/m <sup>3</sup>	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
生産	積み上げ計上項目	原料									
		早強ポルトランドセメント	t	916.830	0.346	317.36	0.000	0.00	0.000	0.00	
		中庸熱ポルトランドセメント	t	902.494	0.000	0.00	0.346	312.40	0.000	0.00	
		普通ポルトランドセメント	t	888.157	0.000	0.00	0.000	0.00	0.346	307.44	
		高炉セメント	t	517.955	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	
		フライアッシュセメント	t	723.173	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	
		その他のセメント	t	797.766	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	
		砂利・採石<細骨材>	t	11,498	1,111	12.78	1,111	12.78	1,111	12.78	
		砕骨材	t	7,959	0.720	5.73	0.720	5.73	0.720	5.73	
		その他の窯業原料鉱物【層】:ガラス陶磁器くず、ばいじん	t	0.000	0.002	0.00	0.002	0.00	0.002	0.00	
鉱さい(高炉スラグ)	t	0.000	0.006	0.00	0.006	0.00	0.006	0.00			
	積み上げ計上項目計				335.87		330.91		325.94		
生産	間接環境負荷	未集計分見込値	輸送								
			自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	728	7.78	728	7.78	728	7.78
			道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	746	3.52	746	3.52	746	3.52
			うち砂利・採石<細骨材>相当分	トンキロ	0.216	2.99	0.65	2.99	0.65	516.39	111.39
			うち砕骨材相当分	トンキロ	0.216	2.26	0.49	2.26	0.49	389.66	84.06
			うち界面活性剤相当分	トンキロ	0.216	0.01	0.00	0.01	0.00	1.71	0.37
			うちセメント相当分	トンキロ	0.216	1.61	0.35	1.61	0.35	278.55	60.09
			沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	88	1.18	88	1.18	88	1.18
			自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	29	0.31	29	0.31	29	0.31
			電力	事業用電力	kWh	0.464	6	2.99	6	2.99	6
燃料											
軽油	l	0.327	0.559	0.18	0.559	0.18	0.559	0.18			
灯油	l	0.205	0.183	0.04	0.183	0.04	0.183	0.04			
A重油	l	0.173	0.178	0.03	0.178	0.03	0.178	0.03			
B重油・C重油	l	0.137	0.018	0.00	0.018	0.00	0.018	0.00			
都市ガス	Nm3	0.359	0.110	0.04	0.110	0.04	0.110	0.04			
液化石油ガス	t	214.369	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
ガソリン	l	0.437	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
原料											
その他の窯業・土石製品	円	0.007	138	0.94	138	0.94	138	0.94			
再生砕石	t	8.082	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
卸売	円	0.001	566	0.73	566	0.73	566	0.73			
機械修理	円	0.003	133	0.39	133	0.39	133	0.39			
企業内研究開発	円	0.003	113	0.32	113	0.32	113	0.32			
その他				3.36		3.36		-251.06			
	未集計分見込値計				23.29		23.29		23.29		
	間接環境負荷量計				359.16		354.20		349.23		
	うち控除量				-10.39		-9.94		-9.50		
生産	直接環境負荷	積み上げ計上項目	鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.006	-0.21	0.006	-0.21	0.006	-0.21
			積み上げ計上項目計				-0.21		-0.21		-0.21
			燃料								
			軽油	l	2,589	0.559	1.45	0.559	1.45	0.559	1.45
			灯油	l	2,491	0.183	0.46	0.183	0.46	0.183	0.46
			A重油	l	2,710	0.178	0.48	0.178	0.48	0.178	0.48
			B重油・C重油	l	3,002	0.018	0.06	0.018	0.06	0.018	0.06
			都市ガス	Nm3	2,243	0.110	0.25	0.110	0.25	0.110	0.25
			石油コークス	t	2779.205	0.000	0.22	0.000	0.22	0.000	0.22
			LPG	t	3039.872	0.000	0.06	0.000	0.06	0.000	0.06
炭化水素油	t	3177.104	0.000	0.03	0.000	0.03	0.000	0.03			
その他				0.00		0.00		0.00			
	未集計分見込値計				2.99		2.99		2.99		
	直接環境負荷量計				2.79		2.79		2.79		
	うち控除量				-0.21		-0.21		-0.21		
生産	生産環境負荷	積み上げ計上項目	生産環境負荷量計				361.95		356.98		352.02
			うち資本減耗				6.79		6.79		6.79
			うち控除量				-10.59		-10.15		-9.71
			間接環境負荷								
			積み上げ計上項目								
			道路	トンキロ	0.216	17	3.70	17	3.70	17	3.70
			卸	円	0.001	4,012	5.19	4,012	5.19	4,012	5.19
			小売	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00
			鉄道	円	0.006	0	0.00	0	0.00	0	0.00
			沿海	円	0.013	0	0.00	0	0.00	0	0.00
港湾	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00			
航空	円	0.011	0	0.00	0	0.00	0	0.00			
利用運送	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00			
倉庫	円	0.003	0	0.00	0	0.00	0	0.00			
	未集計分見込値計				5.19		5.19		5.19		
	出荷環境負荷量計				8.89		8.89		8.89		
	うち資本減耗				1.48		1.48		1.48		
	うち控除量				-0.03		-0.03		-0.03		
	環境負荷原単位				370.83		365.87		360.91		

注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

表 3. 2-90 生コンクリート(高炉、フライアッシュ、その他セメント使用)の二酸化炭素排出原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	生コン_高炉セメント		生コン_フライアッシュセメント		生コン_その他セメント					
				財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量	財・サービス投入量	CO2排出量				
				※	kg-CO2/※	※/㎥	kg-CO2/㎥	※/㎥	kg-CO2/㎥	※/㎥	kg-CO2/㎥		
生産	積み上げ計上項目	原料	早強ポルトランドセメント	t	916.830	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00		
			中庸熱ポルトランドセメント	t	902.494	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00		
			普通ポルトランドセメント	t	888.157	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00		
			高炉セメント	t	517.955	0.346	179.29	0.000	0.00	0.000	0.00		
			フライアッシュセメント	t	723.173	0.000	0.00	0.346	250.33	0.000	0.00		
			その他のセメント	t	797.766	0.000	0.00	0.000	0.00	0.346	276.15		
			砂利・採石<細骨材>	t	11.498	1.111	12.78	1.111	12.78	1.111	12.78		
			砕骨材	t	7.959	0.720	5.73	0.720	5.73	0.720	5.73		
			その他の窯業原料鉱物【層】: ガラス	t	0.000	0.002	0.00	0.002	0.00	0.002	0.00		
			陶磁器くず・ばいじん	t	0.000	0.006	0.00	0.006	0.00	0.006	0.00		
	鉱さい(高炉スラグ)	t	0.000	0.006	0.00	0.006	0.00	0.006	0.00				
		積み上げ計上項目計				197.80		268.83		294.65			
	間接環境負荷	輸送	自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	728	7.78	728	7.78	728	7.78		
			道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	746	3.52	746	3.52	746	3.52		
			うち砂利・採石<細骨材>相当分	トンキロ	0.216	516.39	111.39	516.39	111.39	516.39	111.39		
			うち砕骨材相当分	トンキロ	0.216	389.66	84.06	389.66	84.06	389.66	84.06		
			うち界面活性剤相当分	トンキロ	0.216	1.71	0.37	1.71	0.37	1.71	0.37		
			うちセメント相当分	トンキロ	0.216	278.55	60.09	278.55	60.09	278.55	60.09		
			沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	88	1.18	88	1.18	88	1.18		
			自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	29	0.31	29	0.31	29	0.31		
			未集計分見込値	燃料	事業用電力	kWh	0.464	6	2.99	6	2.99	6	2.99
					軽油	l	0.327	0.559	0.18	0.559	0.18	0.559	0.18
	灯油	l			0.205	0.183	0.04	0.183	0.04	0.183	0.04		
	A重油	l			0.173	0.178	0.03	0.178	0.03	0.178	0.03		
	B重油・C重油	l			0.137	0.018	0.00	0.018	0.00	0.018	0.00		
	都市ガス	Nm3			0.359	0.110	0.04	0.110	0.04	0.110	0.04		
	液化石油ガス	t			214.369	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00		
ガソリン	l	0.437			0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
原料	その他の窯業・土石製品	円			0.007	138	0.94	138	0.94	138	0.94		
	再生砕石	t			8.082	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00		
	その他	卸売	円	0.001	566	0.73	566	0.73	566	0.73			
		機械修理	円	0.003	133	0.39	133	0.39	133	0.39			
		企業内研究開発	円	0.003	113	0.32	113	0.32	113	0.32			
		その他				-251.06		-251.06		-251.06			
			未集計分見込値計			23.29		23.29		23.29			
			間接環境負荷量計			221.09		292.12		317.94			
			うち控除量			-10.88		-8.03		-8.65			
		直接環境負荷	積み上げ計上項目	鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.006	-0.21	0.006	-0.21	0.006	-0.21	
				積み上げ計上項目計			-0.21		-0.21		-0.21		
未集計分見込値				軽油	l	2.589	0.559	1.45	0.559	1.45	0.559	1.45	
	灯油			l	2.491	0.183	0.46	0.183	0.46	0.183	0.46		
	A重油			l	2.710	0.178	0.48	0.178	0.48	0.178	0.48		
	B重油・C重油			l	3.002	0.018	0.06	0.018	0.06	0.018	0.06		
	都市ガス			Nm3	2.243	0.110	0.25	0.110	0.25	0.110	0.25		
	石油コークス			t	2779.205	0.000	0.22	0.000	0.22	0.000	0.22		
	LPG			t	3039.872	0.000	0.06	0.000	0.06	0.000	0.06		
	炭化水素油			t	3177.104	0.000	0.03	0.000	0.03	0.000	0.03		
	その他				0.00		0.00		0.00				
		未集計分見込値計			2.99		2.99		2.99				
	直接環境負荷量計			2.79		2.79		2.79					
	うち控除量			-0.21		-0.21		-0.21					
	生産環境負荷量計			223.87		294.91		320.73					
	うち資本減耗			6.61		6.57		6.71					
	うち控除量			-11.09		-8.23		-8.86					
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	17	3.70	17	3.70	17	3.70		
			未集計分見込値	卸	円	0.001	4,012	5.19	4,012	5.19	4,012	5.19	
				小売	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				鉄道	円	0.006	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				沿海	円	0.013	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				港湾	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				航空	円	0.011	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				利用運送	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
				倉庫	円	0.003	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
					未集計分見込値計			5.19		5.19		5.19	
	出荷環境負荷量計				8.89		8.89		8.89				
	うち資本減耗			1.48		1.48		1.48					
	うち控除量			-0.03		-0.03		-0.03					
	環境負荷原単位				232.76		303.80		329.62				

注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。

## 6) セメント製品

### i) 積み上げ計上項目の整理

セメント製品については、全国コンクリート製品協会から70工場のインベントリ・データ例が提供された。表 3. 2-91に示すとおりこのデータに示されている投入項目を積み上げ計上項目とした。

表 3. 2-91 積み上げ法で計上される項目と環境負荷原単位の項目の対応

	積み上げ法で計上される項目	産業連関表の部門または環境負荷原単位の項目	積み上げ法で計上される項目を把握した資料等
電力	購入電力	事業用電力	業界提供データ
燃料	重油	A 重油 B 重油・C 重油	業界提供データ
	軽油	軽油	業界提供データ
	ガソリン	揮発油	業界提供データ
	灯油	灯油	業界提供データ
	ガス	都市ガス、液化石油ガス	業界提供データ
原料	セメント	早強ポルトランドセメント 普通ポルトランドセメント 中庸熱ポルトランドセメント 高炉セメント フライアッシュセメント その他セメント	業界提供データ
	細骨材、粗骨材	砂利・採石、碎石	業界提供データ
	スラグ骨材、高炉スラグ微粉末	高炉スラグ	業界提供データ
	再生骨材	再生碎石	業界提供データ
	膨張材 化学混和材 溶融スラグ骨材 鉄筋コンクリート用防せい剤	その他の窯業・土石製品	業界提供データ
	フライアッシュ	ばいじん	業界提供データ
	鉄筋類	普通鋼小棒 普通鋼形鋼 普通鋼鋼板 普通鋼鋼帯 普通鋼鋼管 その他の熱間圧延鋼材 特殊鋼熱間圧延鋼材 特殊鋼冷間仕上鋼材 普通鋼冷間仕上鋼材 金属線製品	業界提供データ
	シール材	その他のゴム製品	業界提供データ
	シリカフォーム	その他の窯業原料鉱物	業界提供データ



ii) 未集計分等見込み値の算出

セメント製品の環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-92のとおりである。未集計分等見込み値は、50.10kg-CO<sub>2</sub>/tと算出された。

表 3. 2-92 セメント製品の二酸化炭素排出原単位の内訳

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	セメント製品			
				財・サービ	CO2排出量		
				ス投入量	kg-CO2/t		
※	kg-CO2/※	※/t	kg-CO2/t				
間接環境負荷	電力	事業用電力	kWh	0.464	24,413	11.32	
		A重油	l	0.173	3,016	0.52	
	燃料	軽油	l	0.327	0.328	0.11	
		灯油	l	0.205	0.469	0.10	
		B重油・C重油	l	0.137	0.734	0.10	
		液化石油ガス	t	214,369	0.000	0.05	
		都市ガス	m3	0,359	0,032	0,01	
		ガソリン	l	0.437	0.013	0.01	
		セメント	t	805,271	0.159	128.25	
	積み上げ計上項目	砂利・採石	t	11,498	0.287	3.30	
砕骨材		t	7,959	0.381	3.03		
その他の産業原料鉱物		円	0.009	12	0.11		
その他の産業・土石製品		円	0.007	519	3.54		
その他のゴム製品		円	0.004	1	0.00		
塗料		円	0.006	30	0.18		
高炉スラグ微粉末		t	-8,690	0.000	0.00		
再生砕石		t	8,082	0.000	0.00		
その他の産業原料鉱物【屑】: ガラス		t	0.000	0.000	0.00		
陶磁器くず・ばいじん		t	0.000	0.000	0.00		
鉄筋類	特殊鋼冷間仕上鋼材	t	5797.210	0.001	4.83		
	普通鋼冷間仕上鋼材	t	1671.456	0.003	4.65		
	その他の普通鋼熱間圧延鋼材	t	1461.727	0.002	2.97		
	金属線製品	円	0.006	356	1.96		
	普通鋼鋼板	t	1943.963	0.001	0.99		
	特殊鋼熱間圧延鋼材	円	0.016	85	0.87		
	その他の鉄鋼製品	円	0.010	89	0.92		
	普通鋼小棒	t	793.308	0.001	0.99		
	普通鋼形鋼	t	1144.531	0.000	0.37		
	普通鋼鋼帯	t	1969.431	0.000	0.12		
普通鋼鋼管	t	1885.717	0.000	0.09			
積み上げ計上項目計						169.38	
生産	輸送	自家輸送(貨物自動車)	円	0.011	207	2.21	
		道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	483	2.28	
		沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	57	0.76	
		自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	56	0.60	
		燃料	石炭	t	53,754	0.001	0.12
	その他	その他の化学最終製品(除別掲)	円	0.007	85	0.62	
		その他の建設用土石製品	円	0.011	56	0.61	
		建設補修	円	0.003	650	2.24	
		企業内研究開発	円	0.003	489	1.37	
		機械修理	円	0.003	336	0.98	
卸売	円	0.001	674	0.87			
その他					13.75		
未集計分見込値計						26.41	
間接環境負荷量計						195.80	
うち控除量						-4.63	
直接環境負荷	積み上げ計上項目	A重油	l	2,710	3,016	8.17	
		軽油	l	2,589	0.328	0.85	
		灯油	l	2,491	0.469	1.17	
		B重油・C重油	l	3,002	0.734	2.20	
		LPG	t	0.003	217,849	0.66	
		都市ガス	Nm3	0.002	32,105	0.07	
		揮発油	l	2,320	0.013	0.03	
	鉱さい(高炉スラグ)	t	-37,087	0.048	-1.79		
	積み上げ計上項目計						11.37
	未集計分見込値	石油コークス	t	2779.205	0.003	8.62	
炭化水素油		l	3,177	0.320	1.02		
一般炭・亜炭・無煙炭		t	2328.506	0.001	3.21		
プラスチック【一慶】<原燃料・焼却>		t	2224.464	0.000	0.00		
その他						0.00	
未集計分見込値計						12.85	
直接環境負荷量計						24.22	
うち控除量						-1.79	
生産環境負荷量計						220.01	
うち資本減耗						7.69	
うち控除量						-6.41	
出荷	間接環境負荷	道路	トンキロ	0.216	34	7.40	
		卸	円	0.001	7,282	9.42	
	未集計分見込値	小売	円	0.002	0	0.00	
		鉄道	円	0.006	0	0.00	
		沿海	円	0.013	83	1.11	
		港湾	円	0.002	69	0.15	
		航空	円	0.011	0	0.00	
		利用運送	円	0.002	59	0.11	
		倉庫	円	0.003	18	0.06	
		未集計分見込値計					
出荷環境負荷量計						18.24	
うち資本減耗						2.88	
うち控除量						-0.05	
環境負荷原単位						238.25	

- 注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。  
 3. 石炭、ガソリンは計算上の区分から直接環境負荷では一般炭・亜炭・無煙炭、揮発油と表記した。

## 7) 鉄鋼スラグ（高炉スラグ微粉末）

### i) 積み上げ計上項目の整理

高炉スラグ微粉末については、微粉化に用いる電力データのみを積み上げ計上項目とし、事業用電力の部門を対応させた。電力以外は活動形態が類似していると考えられる砕石部門から分割した砕石(砕骨材)部門の投入係数等を用いて投入量を設定した。

なお、高炉スラグ微粉末のセメント原料としての利用については、製鉄所内で微粉化を行ってセメント工場に出荷するケース、セメント工場において微粉化を行うケース、製鉄所内で微粉化を行って普通セメントに混合するケースがある。以降の記述は、製鉄所内で微粉化を行ってセメント工場に出荷するケースを想定したものである。

転炉スラグ、電気炉スラグの骨材代替としての利用については、利用のために新たに発生するプロセスは無いと見込まれるため、建設現場への輸送と回避プロセスである最終処分のための輸送の差分になると考えられる。

### ii) 未集計分等見込み値の算出

高炉スラグ微粉末のシステム境界は、図 3. 2-64に示すとおりである。二重線で囲まれた範囲は未集計分等見込み値を含む高炉スラグ微粉末のライフサイクル全体の環境負荷のシステム境界である。この内、白色で塗られたプロセスの環境負荷量については、積み上げ法で計算することを前提として、未集計分等見込み値を算出した。また、黒色を付した海外への輸送(輸出)は、高炉スラグ微粉末をセメント原料代替に利用することによる回避プロセスとして設定しており、この環境負荷量は控除されるものとした。

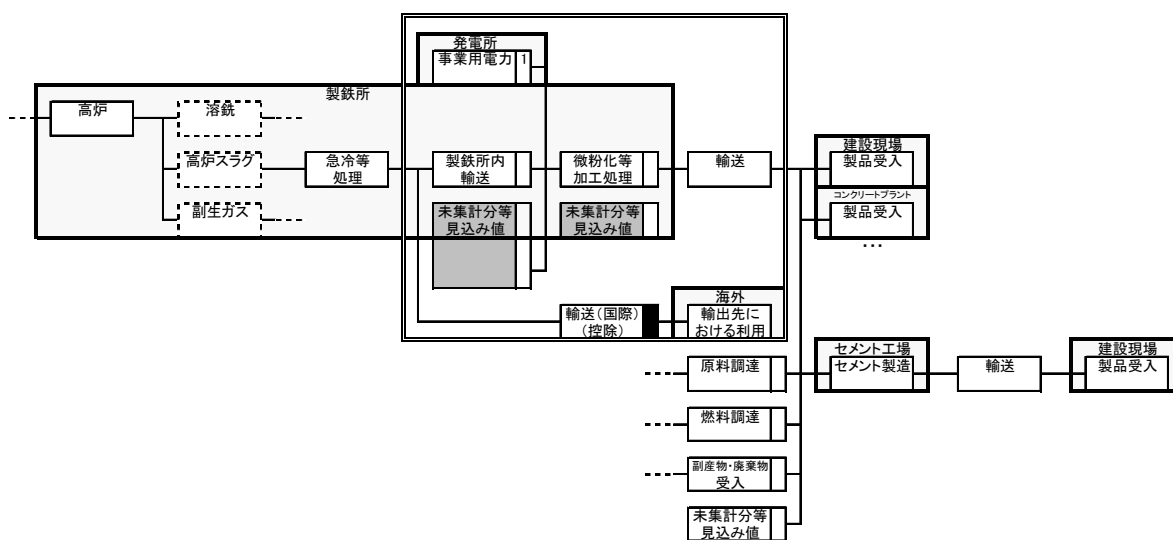


図 3. 2-64 鉄鋼スラグ(高炉スラグ微粉末)のシステム境界

高炉スラグ微粉末の環境負荷原単位の内訳は表 3. 2-93、94のとおりである。

表 3. 2-93 高炉スラグ微粉末の二酸化炭素排出原単位の内訳(生産レベル)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	高炉スラグ微粉末					
				財・サービス投入量	CO2排出量				
				※/t	kg-CO2/t				
生産	積み上げ計上項目	電力	事業用電力	kWh	0.464	49.000	22.72		
			積み上げ計上項目計				22.72		
	間接環境負荷	未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	4	0.02	
				沿海・内水面貨物輸送	円	0.013	0	0.00	
				自家輸送(旅客自動車)	円	0.011	18	0.19	
			燃料	A重油	l	0.173	0.113	0.02	
				B重油・C重油	l	0.137	0.162	0.02	
				軽油	l	0.327	1.092	0.36	
				灯油	l	0.205	0.039	0.01	
				ガソリン	l	0.437	0.011	0.00	
				都市ガス	m3	0.359	0.002	0.00	
			その他	刃物及び道具類	円	0.005	23	0.11	
				その他の化学最終製品(除別掲)	円	0.007	11	0.08	
				その他の金属製品(除別掲)	円	0.006	6	0.03	
				その他				1.03	
		未集計分見込値計					1.88		
		間接環境負荷量計					24.60		
		うち控除量					-0.02		
	直接環境負荷	積み上げ計上項目		鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	1.000	-37.09	
				積み上げ計上項目計				-37.09	
		未集計分見込値	A重油	l			2.710	0.113	0.31
			B重油・C重油	l			3.002	0.162	0.49
			軽油	l			2.589	1.092	2.83
			灯油	l			2.491	0.039	0.10
			揮発油	l			2.320	0.011	0.03
			都市ガス	Nm3			2.243	0.002	0.00
その他								0.05	
未集計分見込値計								3.80	
		直接環境負荷量計					-33.29		
		うち控除量					-37.09		
		生産環境負荷量計					-8.69		
	うち資本減耗					1.00			
	うち控除量					-37.10			

- 注) 1. 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷  
 2. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷。ただし、当該製品製造に循環資源を直接的に投入する場合の環境負荷削減効果も、便宜上、直接環境負荷の区分に計上している。  
 3. ガソリンは計算上の区分から直接環境負荷では揮発油と表記した。

出荷レベルについては、道路貨物輸送の場合には、碎石の原単位の出荷に係る未集計分等見込み値を適用することが考えられる。

表 3. 2-94 高炉スラグ微粉末の二酸化炭素排出原単位の内訳(出荷レベル)

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位	高炉スラグ微粉末			
				財・サービス投入量	CO2排出量		
				※/t	kg-CO2/t		
出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	9	1.91
		未集計分見込値	卸	円	0.001	106	0.14
			小売	円	0.002	0	0.00
			鉄道	円	0.006	0	0.00
			沿海	円	0.013	15	0.20
			港湾	円	0.002	13	0.03
			航空	円	0.011	0	0.00
			利用運送	円	0.002	15	0.03
			倉庫	円	0.003	79	0.26
		未集計分見込値計					0.65
		出荷環境負荷量計					2.56
		うち資本減耗					0.21
うち控除量					0.00		

なお、道路貨物輸送ではなく内航船舶で輸送する場合、仮に輸送距離を 128km とすると、内航船舶輸送に伴う二酸化炭素排出量は、下記のように計算される。

$$128(\text{km}) \times 2.7(\text{円}/\text{t} \cdot \text{km}) \times 0.0133(\text{kg-CO}_2/\text{円}) = 4.60(\text{kg-CO}_2/\text{t})$$

ここで、「2.7 円/t・km」と「0.0133kg-CO<sub>2</sub>/円」は、内航海運運送の輸送単価(産業連関表と内航船舶輸送統計より計算)と沿海・内水面輸送部門の価格基準原単位である。

### (3) 資材（個別品）の環境負荷原単位の算定イメージ

現場条件(調達可能な工場の候補等の条件を含む。)や開発された新技術に関する個別品の環境負荷原単位は、特定のデータに基づいて積み上げた環境負荷量と「(2) 各主要建設資材の環境負荷原単位の算定結果」に示した未集計分等見込み値を合計することにより算定することが出来る。ただし、一般品の環境負荷原単位の算出方法に基づいて設定した上述の未集計分等見込み値は万能ではないため、各々の算定目的に応じ、積み上げる項目と未集計分等見込み値の項目を修正することが必要な場合もある。

表 3. 2-95及び図 3. 2-65に再生加熱アスファルト混合物(再生合材)の個別品の環境負荷原単位の算定のイメージを示す。個別品の環境負荷原単位の具体的な算定方法は、以下のとおりである。

- ・ **網掛け部①**は、資材製造に用いる電力及び燃料に伴う二酸化炭素排出量の欄であり、投入量を工場、企業毎に集計された統計データから用いることにより、一般品と異なる二酸化炭素排出量となる。なお、統計データの燃料が出荷に伴う燃料の使用を含む場合、「出荷 / 間接環境負荷 / 積み上げ計上項目」の「道路」の数値を調整する必要がある。
- ・ **網掛け部②**は、資材製造に用いる原料・添加物に伴う二酸化炭素排出量の欄であり、投入量を工場、企業毎に集計された統計データから用いることにより、一般品と異なる二酸化炭素排出量となる。
- ・ **網掛け部③**は、出荷に伴う二酸化炭素排出量の欄であり、投入量として工場、企業毎に集計された統計データを用いることにより、一般品と異なる二酸化炭素排出量となる。
- ・ **網掛け部④**は、各工場、企業の統計データとして集計されていないと想定される項目であり、平成17年産業連関表を基本に設定した。本研究では、この二酸化炭素排出量を「未集計分等見込み値」と呼ぶ。ただし、ここに含まれる項目の中でも統計データに整理されている項目については、積み上げ項目に欄を移して、統計データの値を反映することが出来る。

この例では、一般品の再生加熱アスファルト混合物に対して、配合を変化させた3種類の再生加熱アスファルト混合物の二酸化炭素排出原単位を比較した。配合を変えることによる投入エネルギー(電力、燃料)量は変化しないとしたが、特定の工場における計算を想定し、投入資材の量は一般品と異なる数値に設定した。また、一般品の環境負荷原単位の算定で未集計分等見込み値としている「その他の石油製品」に該当する再生用添加剤について、一般品とは異なる投入量が想定されたため、積み上げ計上項目として取り扱うこととした。ただし、3種類の配合で投入量は一定とした。

表 3. 2-95 再生加熱アスファルト混合物の配合を変化させた二酸化炭素排出原単位の比較例

	産業連関表部門・原燃料項目	単位	原単位 ※ kg-CO <sub>2</sub> /※	一般品		A配合		B配合		C配合						
				財・サービ ス投入量 ※/t	CO <sub>2</sub> 排出量 kg-CO <sub>2</sub> /t	財・サービ ス投入量 ※/t	CO <sub>2</sub> 排出量 kg-CO <sub>2</sub> /t	財・サービ ス投入量 ※/t	CO <sub>2</sub> 排出量 kg-CO <sub>2</sub> /t	財・サービ ス投入量 ※/t	CO <sub>2</sub> 排出量 kg-CO <sub>2</sub> /t					
				※	※	※	※	※	※							
生産	間接環境負荷	積み上げ計上項目	電力	事業用電力	kWh	0.464	10.172	4.75	10.172	4.72	10.172	4.72	10.172	4.72		
			燃料	A重油	l	0.173	6.778	1.18	9.900	1.72	9.900	1.72	9.900	1.72	9.900	1.72
				B重油・C重油	l	0.137	1.932	0.26	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
				灯油	l	0.205	0.055	0.01	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
				軽油	l	0.327	0.320	0.10	0.100	0.03	0.100	0.03	0.100	0.03	0.100	0.03
			原料・ 添加物	アスファルト	t	107.500	0.059	6.36	0.034	3.66	0.030	3.20	0.023	2.44		
				砂利・採石(粗砂、細砂)	t	11.498	0.251	2.96	0.203	2.33	0.158	1.82	0.109	1.25		
				砕骨材<6号砕石、7号砕石、スクリーニングス>	t	7.959	0.684	5.53	0.347	2.76	0.316	2.51	0.278	2.21		
				石灰石(石粉(フィラー))	t	5.402	0.031	0.17	0.028	0.15	0.019	0.10	0.098	0.53		
				がれき類(アスファルトコンクリート塊)<再生骨材の原料>	t	0.000	0.000	0.00	0.406	0.00	0.495	0.00	0.598	0.00		
				その他の石油製品【再生用添加剤】	円			0.60	0.002	0.60	0.002	0.60	0.002	0.60		
			積み上げ計上項目計					21.93		15.97		14.70		13.50		
			間接環境負荷	未集計分見込値	輸送	道路貨物輸送(除自家輸送)	円	0.005	321	1.51	321	1.51	321	1.51	321	1.51
						うち砂利・採石相当分	トンキロ	0.216	1,911	0.41	1,911	0.41	1,911	0.41	1,911	0.41
						うち砕骨材相当分	トンキロ	0.216	1,917	0.41	1,917	0.41	1,917	0.41	1,917	0.41
うちその他の石油製品 (アスファルト含む)相当分	トンキロ	0.216				2,706	0.58	2,706	0.58	2,706	0.58	2,706	0.58			
沿海・内水面貨物輸送	円	0.013				17	0.23	17	0.23	17	0.23	17	0.23			
自家輸送(旅客自動車)	円	0.011				3	0.03	3	0.03	3	0.03	3	0.03			
燃料	都市ガス	m <sup>3</sup>				0.359	0.066	0.02	0.066	0.02	0.066	0.02	0.066	0.02		
	その他の業業・土土製品	円				0.007	110	0.75	110	0.75	110	0.75	110	0.75		
原料	その他の石油製品	円				0.004	145	0.60	145	0.60	145	0.60	145	0.60		
	界面活性剤	t				1432.160	0.000	0.71	0.000	0.71	0.000	0.71	0.000	0.71		
その他	卸売	円				0.001	511	0.66	511	0.66	511	0.66	511	0.66		
	建設補修	円				0.003	85	0.29	85	0.29	85	0.29	85	0.29		
	機械修理	円				0.003	94	0.27	94	0.27	94	0.27	94	0.27		
その他								3.90		3.90		3.90		3.90		
未集計分見込値計								10.40		10.40		10.40		10.40		
間接環境負荷量計					32.33		26.37		25.10		23.90					
直接環境負荷	積み上げ計上項目	輸送	A重油	l	2.710	6.778	18.37	9.900	26.83	9.900	26.83	9.900	26.83			
			B重油・C重油	l	3.002	1.932	5.80	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
			灯油	l	2.491	0.055	0.14	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00			
			軽油	l	2.589	0.320	0.83	0.100	0.26	0.100	0.26	0.100	0.26			
			積み上げ計上項目計					25.13		27.08		27.08		27.08		
			未集計分見込値	都市ガス	m <sup>3</sup>	2.243	0.066	0.15	0.066	0.15	0.066	0.15	0.066	0.15		
				鉱さい(高炉スラグ)(控除)	t	-37.087	0.001	-0.05	0.001	-0.05	0.001	-0.05	0.001	-0.05		
				その他				0.00		0.00		0.00		0.00		
				未集計分見込値計					0.10		0.10		0.10		0.10	
			直接環境負荷量計					25.23		27.18		27.18		27.18		
			生産環境負荷量計					57.56		53.55		52.28		51.08		
			出荷	間接環境負荷	積み上げ計上項目	道路	トンキロ	0.216	9.013	1.94	9.013	1.94	9.013	1.94	9.013	1.94
						卸	円	0.001	741	0.96	741	0.96	741	0.96	741	0.96
						小売	円	0.002	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
						鉄道	円	0.006	1	0.01	1	0.01	1	0.01	1	0.01
沿海	円	0.013				21	0.28	21	0.28	21	0.28	21	0.28			
港湾	円	0.002				63	0.14	63	0.14	63	0.14	63	0.14			
航空	円	0.011				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00			
利用運送	円	0.002				16	0.03	16	0.03	16	0.03	16	0.03			
倉庫	円	0.003				7	0.02	7	0.02	7	0.02	7	0.02			
未集計分見込値計								1.43		1.43		1.43		1.43		
出荷環境負荷量計								3.38		3.38		3.38		3.38		
環境負荷原単位								60.93		56.93		55.66		54.46		

注) 1. 直接環境負荷：工場敷地内で発生する環境負荷 間接環境負荷：工場敷地外で発生する環境負荷

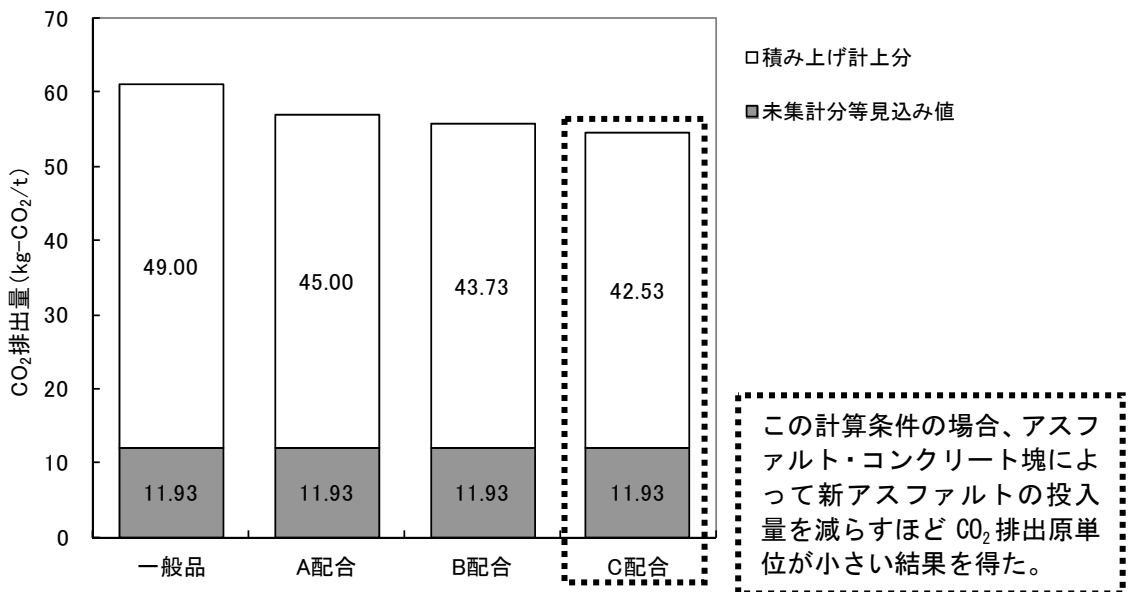


図 3. 2-65 再生加熱アスファルト混合物の配合を変化させた二酸化炭素排出原単位の比較例

#### (4) 原単位の更新における懸案事項

今回の資材(個別品)の原単位の計算に使用したデータが変更された場合、その変更に応じて原単位を新たに更新する必要がある。変更される可能性のあるデータとそれが変更された場合に必要となる主な対応は、以下のとおりである。

##### 1) 公的統計、業界統計等の更新(主に1年毎)

未集計分等見込み値の算定において「積み上げ法」による環境負荷量の更新が必要

##### 2) 産業連関表の更新(5年毎)

未集計分等見込み値の算定において「産業連関法」による環境負荷量の更新が必要

なお、具体的な対応については、本項に記載している各種計算手法に基づく。

### 3. 3 緑化分野における LCCO<sub>2</sub>に関する検討－街路樹を対象とした事例－

#### 3. 3. 1 研究目的及び経緯

本節の研究は、街路樹を対象として、植栽から老朽化して伐採されるまでをライフサイクルとしてとらえ、植栽工事から維持管理にかかる二酸化炭素発生量、剪定枝葉・街路樹本体等の二酸化炭素固定量、剪定枝等の植物発生材を有効に利用した場合の二酸化炭素固定量などを総合的にとらえ LCA(ライフサイクルアセスメント)評価を行おうとするものである。

#### 3. 3. 2 研究内容及び成果

研究のフローチャートを、図 3. 3-1 に示す。平成 20 年から平成 22 年度までに、(1)街路樹の植栽・維持管理にかかる二酸化炭素排出量、(2)剪定枝葉の発生量実測調査、(3)剪定枝葉のリサイクル方法別二酸化炭素排出量の推計、(4)街路樹のライフサイクルにおける二酸化炭素収支の試算を行った。以下に研究方法及び結果の概要を示す。

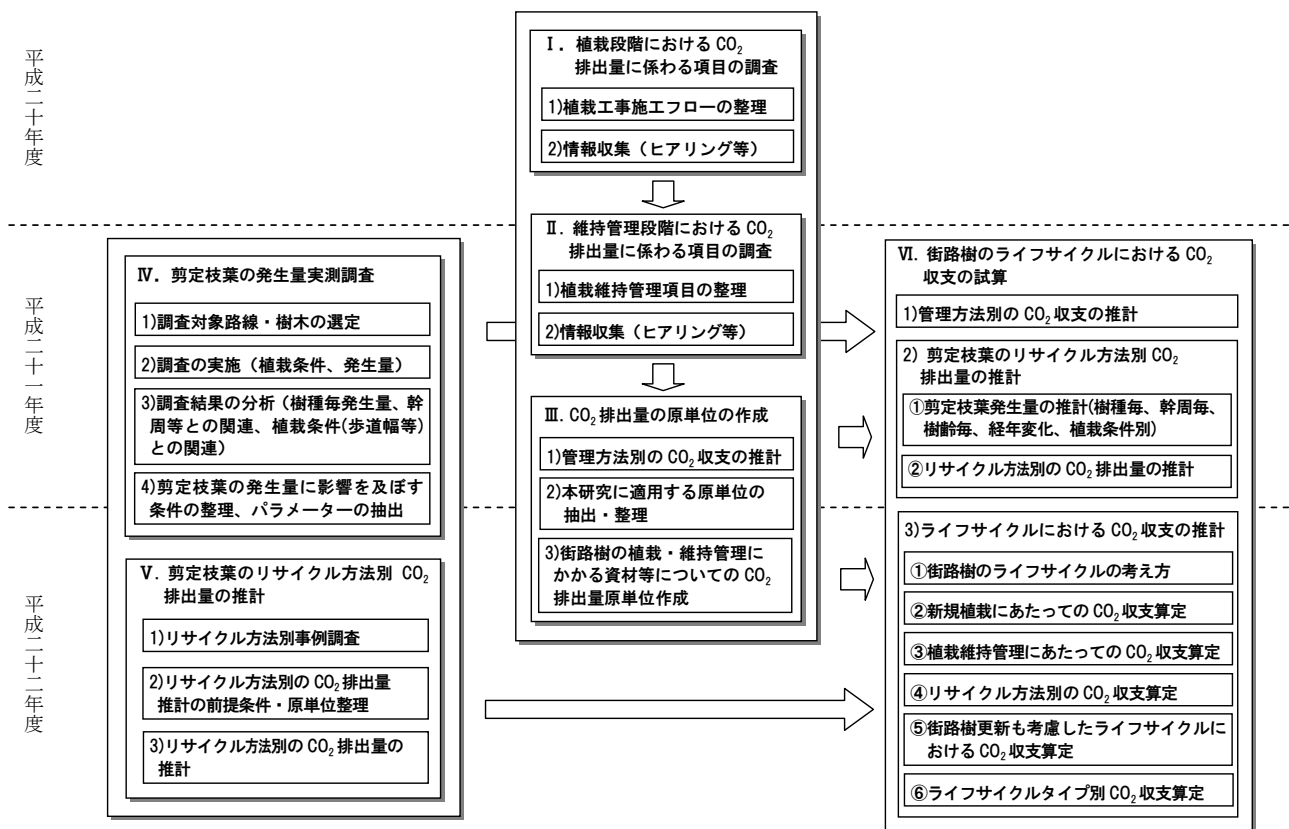


図 3. 3-1 研究のフローチャート

#### (1) 街路樹の植栽・維持管理にかかる二酸化炭素排出量

##### 1) 植栽レベルにおける二酸化炭素排出量に係わる項目の調査

最初に、「平成 20 年度国土交通省土木工事標準積算基準書(共通編)」(平成 20 年 7 月、(財)建設物価調査会)を基に、植栽工事の標準施工フローを整理した。

次に、国土交通省地方整備局等に対し、アンケート及び電話または面談によるヒアリングを行い、植栽工事フローの確認、所轄管内の植栽事業の状況等について情報を収集整理した。

そして、植栽工事における排出に係わる項目として、工種ごとの施工数量、使用機械の種類や稼働状況、資材等について「造園修景積算マニュアル 改訂 15 版」(平成 20 年 11 月、(財)建設物価調査会)を基に整理した。



## 2) 維持管理レベルにおける二酸化炭素排出量に係わる項目の調査

最初に、「平成 20 年度国土交通省土木工事標準積算基準書(共通編)」(平成 20 年 7 月、(財)建設物価調査会)及び「造園修景積算マニュアル 改訂 15 版」(平成 20 年 11 月、(財)建設物価調査会)を基に、植栽地の管理項目を整理した。

次に、国土交通省地方整備局等に対し、アンケート及び電話または面談によるヒアリングを行い、植栽地の管理項目の確認、所轄管内の植栽樹木の維持管理状況の確認、発生材の量及び処分方法等について情報を収集整理した。

そして、維持管理レベルにおける二酸化炭素排出に係わる項目として、工種ごとの施工数量、使用機械の種類や稼働状況、資材等について、「造園修景積算マニュアル 改訂 15 版」(平成 20 年 11 月、(財)建設物価調査会)を基に整理した。

## 3) 街路樹の生長量の推定

街路樹の植栽工事レベルや維持管理レベルでの歩掛については、街路樹の大きさにより歩掛が異なる項目があることから、事前に、植栽後 50 年間、100 年間の街路樹の生長について推定を行うこととした。

街路樹の生長の仮定は以下のとおりである。

- ① 枯死率は、業者ヒアリングをもとに 0.01 本/年とした。さらに、この値は、毎年一定と仮定し、50 年間、100 年間の枯死する樹木については、樹齢の高い樹木から枯死することを想定した。
- ② 枯死により補植した際は、周囲の樹木の大きさに関わらず、新規植栽と同じ規格の樹木を植栽することとした。
- ③ 街路樹の寿命を植栽時の樹齢プラス 100 年以上と想定し、上記の枯死率と枯死順序により、100 年で 100 本あたり全ての樹木が植え替わることを想定した。
- ④ 50 年間、100 年間の 100 本あたりの植栽工事及び維持管理を想定し、100 で除することによって、1 本あたりの量とした。
- ⑥ 歩掛における街路樹の大きさの区分の最大値より樹木生長が大きい場合は、歩掛の区分の最大値の数値を用いることとした。(例えば、街路樹の幹周が 120 cm より大きい場合は、剪定においては幹周 60 cm～120 cm の歩掛を用いた。表 3.3-5 参照)

植栽時の規格については、ヒアリングにより得られた植栽時の樹高 3m 程度ということをもとに、公共用緑化樹木等品質寸法規格基準(案)<sup>25</sup>を参照して、それに該当する幹周をあてはめた。さらに、既存研究<sup>26</sup>で得られた胸高直径と樹齢の回帰式をもとに、植栽時の樹齢を推定した。その結果を表 3.3-1 に示す。この樹齢をもとに、50 年間、100 年間の樹齢毎の胸高直径を求め、円周率 3.14 を乗ずることにより、幹周を推定した。なお、支障木や 50 年後、100 年後の街路樹の現存量を求める推定式も、既存研究<sup>26</sup>で得られた回帰式を用いた。存量を求める推定式も、既存研究<sup>26</sup>で得られた回帰式を用いた。

<sup>25</sup> 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課緑地環境室監修、公共用緑化樹木等品質寸法規格基準(案)の解説(2009)、財団法人日本緑化センター

<sup>26</sup> 松江正彦・長濱庸介・飯塚康雄・村田みゆき・藤原宣夫(2009)日本における都市樹木の CO<sub>2</sub> 固定量算定式、日本緑化工学会誌, 35(2):318-324

表 3.3-1 街路樹の生長量の推定に用いた回帰式

区分	イチヨウ	プラタナス	ケヤキ
高さ(m)	3	3	3.5
幹周(m)	0.15	0.12	0.15
枝張り(m)	1	1	1.2
胸高直径(cm)	4.77	3.82	4.77
胸高直径(cm) 推定式	=0.9907× 樹齢+0.5284	=1.1681× 樹齢-2.4394	=1.3767× 樹齢-5.8684
樹齢	4.29	5.36	7.73
	5年	6年	8年
全乾燥重量(kg) 推定式	=0.0364× 胸高直径 <sup>2.7122</sup>	=0.0434× 胸高直径 <sup>2.7773</sup>	=0.0694× 胸高直径 <sup>2.5998</sup>

表 3.3-2 エネルギーの使用に係る  
二酸化炭素排出原単位

燃料等の種類	3EIDにおけるCO <sub>2</sub> 排出原単位
電力	0.363 kg-CO <sub>2</sub> /kWh
LNG・天然ガス	2.793 kg-CO <sub>2</sub> /kg
都市ガス	2.325 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
石炭	2.434 kg-CO <sub>2</sub> /kg
軽油	2.956 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ
灯油	2.624 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ
ガソリン	2.710 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ
A重油	2.884 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ

4) 二酸化炭素排出量の原単位の作成

苗木の生長過程における二酸化炭素排出量(及び二酸化炭素固定量)を追加し、植栽工事レベル、維持管理レベルに係る項目の二酸化炭素排出量の原単位について、資料の収集整理を行った。使用機械の稼働に係る燃料消費量は、「造園修景積算マニュアル 改訂 15 版」(平成 20 年 11 月、(財)建設物価調査会)により整理した。なお、二酸化炭素排出量原単位については、最新版の「造園修景積算マニュアル 改訂 17 版」(平成 22 年 10 月、(財)建設物価調査会)により見直しを行った。

また、燃料、電気、資材及び発生材の処分等に係る二酸化炭素排出量の原単位は、産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)(国立環境研究所)と 2005 年産業連関表を基に二酸化炭素排出原単位を作成した。検証に使用した二酸化炭素排出原単位は表 3.3-2 に示すとおりである。抽出された二酸化炭素排出量に係る項目の原単位等を表 3.3-3~5 のように整理した。表 3.3-5 は、樹木の生長レベルにより歩掛が異なる項目として剪定の事例である。樹木の生長レベルにより歩掛が異なる項目として、本研究では、剪定の他に、薬剤防除、支障木の伐採・抜根、施肥、こも巻き養生を抽出した。そして、表 3.3-5 に示すとおり、維持管理期間、樹種毎に整理した。なお、利用する建設機械の製造・稼働による二酸化炭素排出量原単位については、建設機械の稼働、すなわち燃料消費による二酸化炭素排出量の他に利用する建設機械の製造による二酸化炭素排出量も付加することとした。

表 3.3-3 植栽工事に伴い発生する二酸化炭素の試算結果

区分	使用機械・資材		CO2原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /*)	算定条件等	数量	CO2排出量 kg-CO <sub>2</sub> /*				
						CO2排出量 kg-CO <sub>2</sub> /*	CO2排出量 kg-CO <sub>2</sub> /*	CO2排出量 kg-CO <sub>2</sub> /*		
高木植栽	機械	小運搬	トラック	クレーン装置付 2t積 2t吊	13.83 /h	稼働時間	0.5h	6.91	/100本	9.39 /本
	機械	樹木植栽工	トラック	2t積	13.95 /h	稼働時間	6.1h	85.07		
	資材		ピートモス		79.37 /t	使用量	3.3t	261.91		
	資材		固形肥料		339.28 /t	使用量	0.014t	4.75		
資材	樹木支柱設置工	二脚鳥居支柱(添木付き)		579.87 /100本	本数	1 /100本	579.87			

表 3.3-4 維持管理工事に伴い発生する二酸化炭素の試算結果  
(樹木の生長レベルに係らず一定の項目)

区分	使用機械・資材		CO2原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /*)	算定条件等	数量	1回あたり CO2排出 kg-CO <sub>2</sub> /100本	頻度		CO2排出量					
							回/50年	回/100年	50年		100年			
								kg-CO <sub>2</sub> /100本	kg-CO <sub>2</sub> /本	kg-CO <sub>2</sub> /100本	kg-CO <sub>2</sub> /本			
維持管理	機械	小運搬(施肥) 小運搬(こも巻き)	トラック	2t積	13.95 /h	稼働時間	6h	83.67	20	40	1,673.44	3,346.88	47.80	95.46
			トラック	2t積	13.95 /h	稼働時間	6h	83.67	10	20	836.72	1,673.44		
	機械	灌水	トラック	2t積	13.95 /h	稼働時間	0.6h	8.37	1	1	8.37	8.37		
			散水車	5,300~5,800L	16.10 /h	稼働時間	0.3h	4.83	1	1	4.83	4.83		
	機械	除草・草刈工	トラック	2t積	13.95 /h	稼働時間	1.26h	17.57	100	200	1,757.11	3,514.22		
			肩掛式	カッター径250mm及び石路履き	1.76 /h	稼働時間	0.17h	0.30	100	200	29.99	59.99		
1式	街路樹の補植				100本あたり1本	9.39	50	100	469.26	938.51				

表 3.3-5 維持管理工事に伴い発生する二酸化炭素の試算結果  
(樹木の生長レベルにより歩掛が異なる項目：剪定の事例)

	数量	CO <sub>2</sub> 原単位	50年間			100年間		
			イチョウ	プラタナス	ケヤキ	イチョウ	プラタナス	ケヤキ
トラック運転・冬期	稼働時間 h/100本	kg-CO <sub>2</sub> /h	1回/3年	2回/年	1回/3年	1回/3年	2回/年	1回/3年
高木剪定	幹周60cm未満	25.1	5.68	16.94	4.43	8.06	23.44	6.30
	幹周60～120cm未満	34.4	10.32	33.06	11.57	24.94	76.56	26.70
	積算数量		497.58	1,562.46	509.20	1,060.24	3,222.01	1,076.61
	100本あたり CO <sub>2</sub> 排出量		6,938.85	21,788.97	7,100.97	14,785.41	44,931.91	15,013.66
トラック運転・夏期	稼働時間 h/100本	kg-CO <sub>2</sub> /h		16.94			23.44	
高木剪定	幹周60cm未満	30.8		16.94			23.44	
	幹周60～120cm未満	48.2		33.06			76.56	
	積算数量		0.00	2,115.24	0.00	0.00	4,412.14	0.00
	100本あたり CO <sub>2</sub> 排出量		0.00	29,497.74	0.00	0.00	61,528.73	0.00
高木剪定 合計	100本あたり CO <sub>2</sub> 排出量		6,938.85	51,286.71	7,100.97	14,785.41	106,460.64	15,013.66

## (2) 剪定枝葉の発生量実測調査

東京都が管理している路線及び東京都内・埼玉県内の国土交通省関東地方整備局の国道事務所が管理している路線で剪定枝葉発生量の実測調査を行った。

実測調査は、平成 22 年 1 月及び平成 23 年 1 月に実際の剪定作業に同行して行った。対象とした街路樹は、合計でトウカエデ 12 本、クスノキ 10 本、エンジュ 10 本、イチョウ 20 本、プラタナス 15 本の 5 樹種である。剪定枝葉は、各部位別(枝・葉・実)に分割し、生重量を測定した。

次に、サンプル採取したものの生重及び乾燥させたものの乾重を計測し、乾重/生重比を算定した。さらに、通常用いられている樹木の乾重に対する炭素含有率 0.5 を用いることにより全体の乾重量及び炭素含有量を推計した。

樹木の剪定枝葉発生量は、樹木の枝の量との関係が大きいと類推され、一般に、枝の量などの樹木の各器官の重量等の物理量 ( $Y$ ) と樹木の形状寸法 ( $X$ ) との間には、

$$\text{相対成長式} \quad Y = aX^b \quad (a, b \text{ は定数})$$

が成り立つことが知られている<sup>27</sup>。なお、 $X$ として扱う樹木の形状寸法としては樹高、胸高直径が計測しやすいが、樹高は剪定によりコントロールされている可能性があることから、形状寸法としては、胸高直径を用いることとした。胸高直径と剪定枝葉発生量の関係では、剪定枝葉発生量は、1 回あたりの剪定枝葉発生量を用いることとした。そこで、樹木の 1 回あたりの剪定枝葉発生量(乾重)を  $Y$ とし、樹木の胸高直径を  $X$ として相対成長式を求めた。解析は、国土技術政策総合研究所 環境研究部 緑化生態研究室で、平成 12 年度、13 年度に実施した剪定枝葉発生量調査<sup>28</sup>のデータも追加して行った。

図 3.3-2 にイチョウ、プラタナス及びケヤキについての事例を示す。前述の 5 種のうちプラタナス以外は、高い決定係数が得られたが、プラタナスについては、年 2 回の剪定を行っており、強剪定を行っている場合が多いことなどにより、冬期剪定の結果からだけでは良い結果は得られなかった。次に、樹齢と胸高直径の関係については、先行研究<sup>26</sup>で回帰式が得られている無剪定木での該当樹種の樹齢と胸高直径の関係式を用いることとした。

<sup>27</sup> 佐藤大七郎 (1973) 陸上植物群落の物質生産 I a-森林一, 共立出版, 95pp.

<sup>28</sup> 藤原宣夫・山岸 裕・田中 隆・新島啓司・中居恵子 (2003) 剪定管理が都市緑化樹木の CO<sub>2</sub> 固定に与える影響に関する考察, 日本緑化工学会誌, 29(1):45-50.

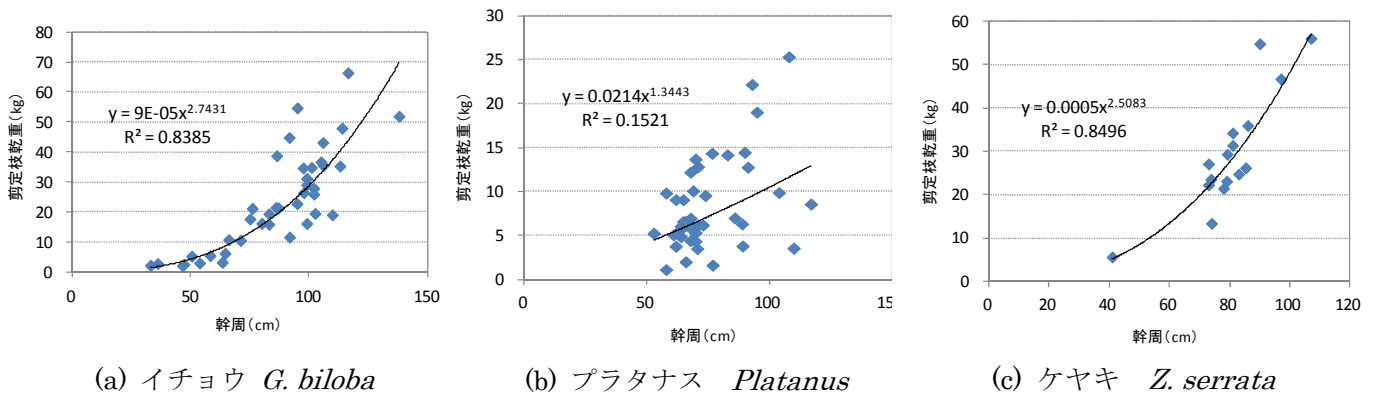


図 3.3-2 胸高直径と1回あたりの剪定枝発生量との関係

(3) 剪定枝葉のリサイクル方法別二酸化炭素排出量の推計

剪定枝葉のリサイクル方法については、木材バイオマスのリサイクルとして用いられている方法として、①チップ化、②堆肥化、③炭化と、エネルギー回収も含めて行っている、④チップ化+エネルギー回収、⑤直接燃焼(チップ化)+エネルギー回収、⑥ペレット化+エネルギー回収、⑦ガス化+エネルギー回収、⑧バイオエタノール化+エネルギー回収を対象とした。実際にリサイクルを行っている業者やプラントなどへのアンケート、ヒアリングを実施した。その結果をもとに、リサイクル方法別の二酸化炭素排出削減量をまとめたものを表 3.3-6 に示す。

表 3.3-6 剪定枝処理・処分方法別の二酸化炭素排出原単位

処理・処分方法	事業主体 または 処理施設	ヒアリング 種別	各処理工程等におけるCO <sub>2</sub> 収支(kgCO <sub>2</sub> /kg)								焼却処分による CO <sub>2</sub> 排出量		CO <sub>2</sub> 排出原単位			
			処理工程別排出					エネルギー取得 ※1		収支	kg-CO <sub>2</sub> /kg	E=C-D	kg-CO <sub>2</sub> /kg	焼却処分より削減		
			チップ化 A1	堆肥化 A2	炭化 A3	ペレット化 A4	燃焼等 A5	B	-	C=A+B			D		F(Eの平均値)	
チップ化	現地処理型	A社:企業	H21	0.0392	-	-	-	-	-	-	0.0392	排出	0.3741	-0.3349	-0.3349	焼却処分より削減
		B協会:組合等	H21	0.0606	-	-	-	-	-	-	0.0606	排出	0.3741	-0.3135	-	焼却処分より削減
		C町:公共	H22	0.0653	-	-	-	-	-	-	0.0653	排出	0.3741	-0.3088	-	焼却処分より削減
	プラント処理型	D社:企業	H22	0.0384	-	-	-	-	-	-	0.0384	排出	0.3741	-0.3357	-0.3271	焼却処分より削減
		E組合:組合等	H22	0.0333	-	-	-	-	-	-	0.0333	排出	0.3741	-0.3408	-	焼却処分より削減
		F組合:組合等	H22	0.0171	-	-	-	-	-	-	0.0171	排出	0.3741	-0.3570	-	焼却処分より削減
		G施設:公共	H22	0.0670	-	-	-	-	-	-	0.0670	排出	0.3741	-0.3071	-	焼却処分より削減
チップ化+堆肥化	現地処理型	A社:企業	H21	0.0392	0.0211	-	-	-	-	-	0.0603	排出	0.3741	-0.3138	-0.3138	焼却処分より削減
		B協会:組合等	H21	0.0606	0.0089	-	-	-	-	-	0.0695	排出	0.3741	-0.3046	-0.2866	焼却処分より削減
	プラント処理型	G施設:公共	H22	0.0670	0.0384	-	-	-	-	0.1055	排出	0.3741	-0.2686	-	焼却処分より削減	
炭化	チップ化あり	H社:企業	H22	0.5388	-	0.0610	-	-	-	-	0.5998	排出	0.3741	0.2257	0.2257	焼却処分より増加
	切断あり	I社:企業	H21	-	-	0.5776	-	-	-	-	0.5776	排出	0.3741	0.2035	0.2035	焼却処分より増加
	切断なし	J社:企業	H21	-	-	0.2034	-	-	-	-	0.2034	排出	0.3741	-0.1707	-0.1707	焼却処分より削減
チップ化+エネルギー回収	K施設:公共	H22	0.0363	-	-	-	0.0098	-0.8874	灯油	-0.8413	固定	0.3741	-1.2154	-1.2193	焼却処分より削減	
	D社:企業	H22	0.0384	-	-	-	-	-0.8874	灯油	-0.8490	固定	0.3741	-1.2231	-	焼却処分より削減	
(チップ化)+エネルギー回収	L施設:公共	H22	0.0458	-	-	-	0.0500	-0.8874	灯油	-0.7915	固定	0.3741	-1.1656	-1.1823	焼却処分より削減	
	M施設:公共	H22	0.0458	-	-	-	0.0167	-0.8874	灯油	-0.8248	固定	0.3741	-1.1989	-	焼却処分より削減	
ペレット化+エネルギー回収	N施設:公共	H22	0.0015	-	-	0.0066	-	-0.8874	灯油	-0.8793	固定	0.3741	-1.2534	-1.2377	焼却処分より削減	
	O施設:組合等	H22	0.0378	-	-	0.0017	-	-0.8874	灯油	-0.8479	固定	0.3741	-1.2220	-	焼却処分より削減	
ガス化+エネルギー回収	P社:企業	H22	-	-	-	-	0.0096	-0.0383	電力	-0.0288	固定	0.3741	-0.4029	-0.5468	焼却処分より削減	
	Q社:企業	H21	-	-	-	-	0.1158	-0.4325	電力	-0.3167	固定	0.3741	-0.6908	-	焼却処分より削減	
バイオエタノール+エネルギー回収	R施設:企業	H22	0.0871	-	-	-	-	-0.6086	ガソリン	-0.5215	固定	0.3741	-0.8956	-0.8956	焼却処分より削減	

注)   
 :処理・処分方法別のCO<sub>2</sub>排出原単位(処理施設が複数ある場合はその平均、1施設の場合はその値)  
 :チップを購入して燃焼しているため、処理・処分方法のチップ化(現地処理型・1施設、プラント処理型・6施設、計7施設)の平均値を与えた。  
 :設備重量等が不明で機械製造のCO<sub>2</sub>排出量は含まれていないが、事例数が少ないため検討に加えた(エネルギー使用に伴うCO<sub>2</sub>排出で検討)。  
 :資料編の計算表には示していないが、ペレット利用を灯油代替(No.1などと同様)として適用した。  
※1:エネルギー取得の形態(灯油、電力、ガソリン)は各施設において取得・利用されるエネルギーによって区分しており、代替値を示している。

#### (4) 街路樹のライフサイクルにおける二酸化炭素収支の試算

剪定頻度及び剪定枝葉の処理方法を元に、樹種別の植栽管理モデルを設定するために前述のイチョウ、プラタナス、ケヤキ、クスノキ、トウカエデの5樹種を用いた。ここでは、イチョウ、プラタナス、ケヤキの無剪定木での樹木成長をもとにした事例を示す。

街路樹の、苗木育成・運搬、植栽工事から維持管理での二酸化炭素排出量を、標準の剪定頻度を用いて算定した。表 3.3-7 に示すとおり、剪定枝葉や支障木、街路樹本体の二酸化炭素固定量に比較し、植栽工事、維持管理に伴い発生する二酸化炭素排出量は少なく、ライフサイクルで考えても街路樹は二酸化炭素を固定する能力を有していることがわかる。次に、表 3.3-7 で発生した剪定枝葉及び支障木をリサイクル可能項目としてリサイクルした場合の二酸化炭素排出収支をライフサイクルとし、リサイクル手法別に表 3.3-7 で表示した他の二酸化炭素排出収支量も含めて二酸化炭素排出収支量を算定した(表 3.3-8 参照)。なお、表 3.3-8 で用いている原単位は、通常の焼却処分(直接燃焼)と比較するために、表 3.3-6 の原単位に焼却処分の原単位をプラスしたものをを用いている。表 3.3-8 に示すように、全て二酸化炭素固定としての役割を果たしていることがわかる。

ライフサイクルで考えた場合に、50年後、100年後では、街路樹本体が大きな二酸化炭素固定源として現存しているため、剪定枝葉等を焼却処分した場合にも二酸化炭素固定としての役割を果たしていることがわかった。

表 3.3-7 街路樹のライフサイクルに伴う二酸化炭素の試算結果

パターン	対象樹種	剪定頻度	ライフサイクル	苗木育成・運搬			植栽工事	維持管理			CO2固定量				CO2排出量 合計 kg-CO2/ 本・ライフサイクル		
				育成		運搬		生長の影響 がない項目	生長により 変化する項目	維持管理 小計	剪定枝	支障木	リサイクル可能 項目小計	街路樹 本体			
				発生	固定	kg-CO2/本											
				kg-CO2/本												kg-CO2/本	
-	a	b	c	d	e	f	g	h	i=g+h	j	k	l=j+k+α	m	n=c+d+e+f+i+j+k+m			
1	イチョウ	1回/3年	50年	9.51	-9.30	2.40	9.39	47.80	141.09	188.9	-791.3	-539.1	-1,333.5	-2,254.4	-3,383.9		
100年			12.68	-12.39	3.20	9.39	95.46	315.07	410.5	-5,509.7	-5,781.8	-11,297.7	-5,581.8	-16,449.9			
2	プラタナス	2回/1年	50年	9.51	-9.30	2.40	9.39	47.80	587.47	635.3	-1,827.3	-1,164.0	-2,994.3	-5,031.2	-7,375.1		
100年			12.68	-12.39	3.20	9.39	95.46	1,235.24	1,330.7	-6,364.1	-13,682.5	-20,052.8	-13,193.9	-31,896.9			
3	ケヤキ	1回/3年	50年	9.51	-9.30	2.40	9.39	47.80	149.86	197.7	-2,866.0	-1,416.9	-4,286.0	-5,923.4	-9,996.7		
100年			12.68	-12.39	3.20	9.39	95.46	325.86	421.3	-18,623.9	-14,912.7	-33,542.8	-14,404.0	-47,506.4			

注1) 苗木育成の固定量 d は苗木のCO2固定量で、支障木のCO2固定量kと街路樹本体のCO2固定量mはその分を差し引いてある。  
 注2) 苗木育成の固定量 d は、イチョウ、プラタナス、ケヤキ、クスノキ、トウカエデの平均を用いているため、同じ数値となっている。  
 注3) 苗木育成・運搬は、50年後には半分更新し、100年後には全て更新になることから、1本あたりの原単位をそれぞれ1.5倍、2倍した数値を用いている。  
 注4) リサイクル可能項目のαは、支障木kが苗木段階のCO2固定量を差し引いているため、その分をプラスしたものである。

表 3.3-8 発生材リサイクルも考慮した場合の処理処分方法別街路樹 LCCO<sub>2</sub> 排出量収支

対象樹種	剪定頻度	ライフサイクル	処理・処分方法 原単位 (kg-CO2/kg)	チップ化		チップ化+堆肥化		炭化			チップ化+ エネルギー回収	(チップ化)+ エネルギー回収	ペレット化+ エネルギー回収	ガス化+ エネルギー回収	バイオ燃料+ エネルギー回収	直接燃焼
				現地処理型	プラント処理型	現地処理型	プラント処理型	チップ化あり	切断あり	切断なし						
				0.0392	0.0470	0.0603	0.0875	0.5998	0.5776	0.2034						
イチョウ	1回/3年	50年	-2,018.8	-2,013.1	-2,003.4	-1,983.6	-1,611.0	-1,627.2	-1,899.3	-2,662.0	-2,635.1	-2,675.4	-2,172.9	-2,426.6	-1,775.2	
		100年	-4,904.4	-4,856.6	-4,774.2	-4,606.8	-1,449.5	-1,586.7	-3,892.7	-10,354.1	-10,126.3	-10,468.0	-6,210.5	-8,359.8	-2,840.6	
プラタナス	2回/1年	50年	-4,313.7	-4,301.0	-4,279.2	-4,234.8	-3,398.0	-3,434.4	-4,045.5	-5,758.1	-5,697.7	-5,788.3	-4,659.9	-5,229.5	-3,766.7	
		100年	-11,409.1	-11,324.3	-11,178.0	-10,880.9	-5,276.9	-5,520.4	-9,613.4	-21,082.0	-20,677.7	-21,284.2	-13,727.4	-17,542.2	-7,746.0	
ケヤキ	1回/3年	50年	-5,615.9	-5,597.7	-5,566.5	-5,503.0	-4,305.2	-4,357.2	-5,232.1	-7,683.3	-7,596.9	-7,726.5	-6,111.4	-6,926.7	-4,832.9	
		100年	-13,240.2	-13,098.3	-12,853.5	-12,356.6	-2,982.7	-3,390.0	-10,236.4	-29,420.3	-28,744.0	-29,758.4	-17,118.0	-23,499.1	-7,112.8	

注) リサイクル可能項目をリサイクルした場合のCO2排出量で表7の支障木の苗木段階でのCO2固定量は、ダブルカウントになるため除外してある。

### 3.3.3 今後の課題

本項の研究では、街路樹のライフサイクルにかかる二酸化炭素排出収支を試算した。街路樹の生長に関しては、回帰式が得られている無剪定樹木のものを用いた。しかし、通常、生育空間が限られており、剪定の影響を受けている街路樹では、二酸化炭素を固定する葉面積が通常は無剪定木に比較し、小さく、無剪定木の回帰式を用いた場合は、街路樹の生長に関し、多く見積もっていることが予想される。そのため、これまであまり研究が行われてこなかった剪定の影響を受けた街路樹の生長量の推定の研究が必要であると考えられる。