

## 目 次

### 第 1 章 調査研究の背景・目的と全体概要

1.1 調査研究の背景.....	1
1.2 調査研究の目的と全体概要.....	3

### 第 2 章 産業施設の特徴と LCCO<sub>2</sub>

2.1 各産業の特徴の整理（産業連関表より）.....	6
2.2 産業施設の特徴.....	9
2.3 建築の LCCO <sub>2</sub> の概要.....	17

### 第 3 章 半導体工場、ポンプ工場に関する調査

3.1 半導体工場視察調査概要.....	25
3.2 ポンプ工場視察調査概要.....	36
3.3 工場の省エネルギーに関する既往の調査研究.....	38

### 第 4 章 産業施設の LCCO<sub>2</sub> 計算手法

4.1 建築における LCCO <sub>2</sub> 評価手法.....	45
4.2 産業施設の LCCO <sub>2</sub> の計算シートの概要.....	49
4.3 工場建物・建築設備の LCCO <sub>2</sub> 計算の概要.....	49
4.4 生産装置・生産関連設備の LCCO <sub>2</sub> 計算の概要.....	62
4.5 産業施設の LCCO <sub>2</sub> 計算結果の概要.....	72

### 第 5 章 半導体工場モデルでの LCCO<sub>2</sub> 検討

5.1 モデル建物の設定、建物・建築設備概要.....	74
5.2 工場建物、建築設備の LCCO <sub>2</sub> 計算.....	79
5.3 生産装置、生産関連設備の LCCO <sub>2</sub> 計算.....	82
5.4 工場建物・建築設備と生産装置・生産関連設備の合計 LCCO <sub>2</sub> .....	89
5.5 LCCO <sub>2</sub> 低減対策とその効果.....	92

### 第 6 章 大型ポンプ工場モデルでの LCCO<sub>2</sub> 検討

6.1 モデル建物の設定、建物・建築設備概要.....	96
6.2 工場建物、建築設備の LCCO <sub>2</sub> 計算.....	97
6.3 生産装置、生産関連設備の LCCO <sub>2</sub> 計算.....	100

## 要 旨

### 1．研究の目的

従来、製造メーカーなどで実施されてきた LCA は、製品に係る環境負荷を削減するための「製品」のライフサイクルを対象としたものが主体であったが、製造業そのものが与える環境負荷の削減と省エネルギーを推進するためには「製造の基本となる産業施設全体」のライフサイクルコストを対象とした LCA が重要と考えられる。

本研究では、産業施設のライフサイクルを通じて排出される CO<sub>2</sub> 排出量を把握・評価するため、産業施設の LCCO<sub>2</sub> 評価手法を明確にし、評価のためのガイドラインを作成することを目的とする。これにより、従来の「製品製造」を主とした LCCO<sub>2</sub> 評価に、工場建築も含めた LCCO<sub>2</sub> 評価が可能となる。

### 2．研究の概要

#### 2.1 各産業の CO<sub>2</sub> 排出量の特徴の分析

産業の種類により産業施設の CO<sub>2</sub> 排出量は異なる。産業施設の特性の違いを調査するため、5種類の産業部門に対して、産業連関表により CO<sub>2</sub> 排出量の内訳を計算した。例えば半導体産業では CO<sub>2</sub> 排出量に占める原材料の割合は 38%、ポンプ・圧縮機産業では 78%であった。また、エネルギー（電力、燃料）は半導体が 27%、ポンプ・圧縮機が 7%であった。半導体産業では高密度な原材料の加工や、生産のための高性能な環境を形成するためにより多くのエネルギーを使用することによる違いと考えられる。

#### 2.2 産業施設の LCCO<sub>2</sub> 評価

##### (1) LCCO<sub>2</sub> 計算の考え方

産業施設の LCCO<sub>2</sub> の計算では、産業施設を 工場建物、 建築設備、 生産装置、 生産関連設備の 4 つに分けて考える。工場建物・建築設備、および生産装置・生産関連設備を対象それぞれに計算し、これらを合計して産業施設全体の評価とする試算方法を提起した。

##### (2) LCCO<sub>2</sub> 計算シート

(1)の考え方に合わせて、LCCO<sub>2</sub> 排出量の計算に必要な資材量、エネルギー使用量、建物の修繕・更新周期等を入力する計算シートを作成した。CO<sub>2</sub> 原単位としては、産業連関表から整理した値を用い、資材量などの数量の把握が難しい場合の簡易計算用の参考データも用意した。

##### (3) 半導体工場、ポンプ工場における LCCO<sub>2</sub> の試算

前述の計算方法に沿って、産業施設の例として、建物の機能性（温湿度、空気清浄度など）が要求され、エネルギー消費も大きく先端的な半導体工場と、建物自体としてはそれほど機能性が要求されないポンプ工場をモデルに、計算シートの適用性を確認した。これにより以下の知見を得た。

モデル工場での LCCO<sub>2</sub> に関するケーススタディから、工場と一般ビルとの違いとして、

運用エネルギーの CO<sub>2</sub> 排出が大きいこと、またその工場の生産関連設備のみでなく、生産装置のエネルギー消費による CO<sub>2</sub> が大きい事がわかった。

半導体工場の方がポンプ工場と比べて、工場建物、生産設備とも建設時の CO<sub>2</sub> が大きい。また運用エネルギーの CO<sub>2</sub> 排出も大きく、LCCO<sub>2</sub> 全体の 80% 以上を占める。ポンプ工場では運用エネルギーの CO<sub>2</sub> 排出は、LCCO<sub>2</sub> 全体の約 60% である。

#### (4) CO<sub>2</sub> 排出量削減手法と効果の試算

LCCO<sub>2</sub> に関する低減対策では、上記のように運用エネルギーの割合が大きいため、省エネルギーが効果的である。特に熱源のような生産関連設備のみでなく、生産装置のエネルギー消費が大きいので、両方の省エネルギーが重要である。

また、建物の長寿命化を図ることは、建設時の CO<sub>2</sub> 排出を減らすことにつながる。このため、LCCO<sub>2</sub> 全体では、ポンプ工場のように運用エネルギーが大きくない工場の方が、その低減効果は大きい。

例として、半導体工場にて 30% の省エネルギーを行なった場合 CO<sub>2</sub> 排出量は 24% 削減、また、建替え周期 30 年の想定を 50 年に長寿命化することにより 29% 削減であった。

### 3. 今後の課題

- (1) 計算シートの作成に当たっては、工場は一般ビルと異なり、標準仕様が存在しないため、モデル化がしにくく、特に生産装置、生産関連設備の資材数量、エネルギー消費量のデータがそろっていないものが多いことから、計算用データを整備することが必要である。
- (2) 生産装置の重量、CO<sub>2</sub> 試算用のデータについて、さらに十分な検討を行い、整備していくことが必要と思われる。また生産装置の更新周期などの設定、工場ラインのリニューアル間隔などの設定や計算方法についても検討が必要である。
- (3) 運用エネルギーが大きく、生産関連設備のみではなく、生産装置とからめた省エネルギー対策が必要である。
- (4) 一般ビルの LCCO<sub>2</sub> 試算では、結果を床面積で割った値で評価するが、工場では LCCO<sub>2</sub> 試算した結果を、生産量との関係からどう評価していくかの検討も必要である。