

No.05 ー配管材料ー

調査責任者 一般社団法人日本化学工業協会

1. 調査の目的

ポリマー配管材料には、ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管、ポリブテン管などがあり、金属配管材料(炭素鋼鋼管、亜鉛メッキ鋼管、樹脂被覆鋼管、ステンレス鋼管、銅管、アルミニウム管、鋳鉄管、鉛管)と並んで、水道管(配水管、給水管、排水管)やガス管(低圧導管)として広く使われている¹⁾。

ポリマー配管材料に共通する特徴は、可撓性が高く、耐震性に優れていることが挙げられる。一方で太陽光線によって劣化するため、埋設管や室内配管が主な用途となる。

このうち、ポリ塩化ビニル管は耐食性と経済性に優れているため、住宅内の排水設備や下水道管に広く用いられている。さらに、上水道管においても、ダクタイル鋳鉄管と並び広く使用されている。

本事例は配管材料として使用されるポリ塩化ビニル管の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 5-1. ポリマー配管(PVC)

①CO₂ 排出削減貢献の内容

製造時に高温を使用しないため、エネルギー消費量が少ない。

②配管材料に使用される化学製品

- ・ 塩化ビニル(EDC、モノマー、ポリマー)
- ・ 高密度ポリエチレン
- ・ ポリブテン

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は配管を対象としたものであり、そのバリューチェーンを下図に示す。



図 5-2. 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、異なる素材の配管を対象としたものである。評価対象製品は口径 150mm のポリ塩化ビニル樹脂 (PVC) 製の配管、比較製品は口径 150mm のダクタイル鋳鉄製の配管である。どちらの製品もライフサイクルを考慮し CO₂ 排出量を算定した。

2017 年度の水道管路延長における評価対象製品のシェア²⁾は 32.9% (234,296km)、比較製品のシェアは 54.8% (390,119km) であり、2030 年においてもこの状態を維持していると想定した。(「8. 今後の予測」を参照)

表 5-1. 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
ポリ塩化ビニル樹脂管	ダクタイル鋳鉄管

本事例による CO₂ 排出削減貢献量は、評価対象製品が存在しなければ比較製品を使い続けていたとみなし、「評価対象製品が普及したことによって、比較製品を使い続けた場合よりも削減された CO₂ 排出量」を表現している。

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は異なる素材からなる配管の比較であり、同一の長さの評価対象製品と比較製品において重量と寿命が異なる。したがって、機能単位は配管 1m とした。

PVC 管による便益を受けるユーザーは同製品の利用者である。

・機能

配管としての機能

・機能単位

150mm 口径の配管 1m

- ・便益を受けるユーザー
配管の管理者

4.2 品質要件

評価対象製品は PVC 製の配管、比較製品はダクタイル鋳鉄製の配管である。どちらの製品も水道管としての役割を果たすものであり、評価対象製品と比較製品は同じ機能を発揮するものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例ではポリ塩化ビニル管のサービス寿命は法定耐用年数³⁾の 40 年とした。ダクタイル鋳鉄管の法定耐用年数も同じ 40 年である。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年に塩化ビニルリサイクル推進協議会が実施した調査事例⁴⁾のデータを使用した。

排出削減貢献量は、対象年(2030 年)1年間に製造された製品をライフエンドまで使用した際の CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

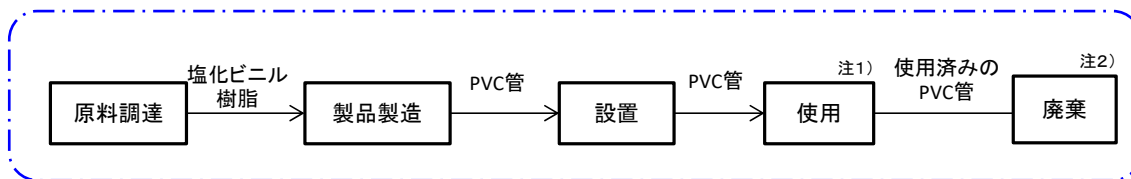
対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

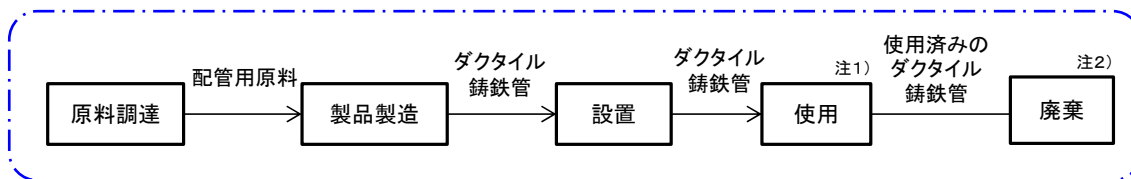
5.1 境界の設定

評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、製品製造、廃棄段階をシステム境界に含む。使用段階は設置されている状態であるため CO₂ の排出はない。

【評価対象製品のシステム境界】



【比較製品のシステム境界】



注1) 配管は土中に埋まっている状態であり、使用段階におけるCO₂の排出はない。

注2) 配管の廃棄段階は、リサイクル、廃棄物処理、埋設したままのケースがある。

注3) 本図ではプロセス間の輸送を省略している。

CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
 システム境界

図 5- 3. システム境界

5.2 前提条件

・口径及び重量

配管の口径は 150mm とした。この口径におけるポリ塩化ビニル管 1m あたりの重量⁵⁾は 6.7 kg、ダクタイル鋳鉄管 1m あたりの重量は 23.8 kg である。

表 5- 2. 口径、重量、製品寿命

項目	評価対象製品 (ポリ塩化ビニル樹脂管)	比較製品 (ダクタイル鋳鉄管)
口径	150mm	150mm
重量	6.7 kg/m	23.8 kg/m
製品寿命	40 年	40 年

・耐久性に関する事項

ポリ塩化ビニル管は腐食性、耐薬品性に優れており、錆びによる管自体の劣化は起こらないため、適切な埋設処理がなされた場合に法定耐用年数内の機能は保持される。

・強度に関する事項

ポリ塩化ビニル管の適切な埋設処理がなされていれば、強度は長期間保たれる。不適切な埋設処理(砕石などの固定物が管に接触している場合など)によって破損が生じる可能性がある。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①製品寿命、②重量である。

5.4 不確実性と将来的進展シナリオの統合

日本国内のポリ塩化ビニル管の供給は、半世紀以上長期にわたって安定的な供給がなされており、将来的にも持続的な供給が行われるため何の変化もおこらないと想定した。

6. 貢献の度合い(重要性)

ポリ塩化ビニル管は配管製造時の CO₂ 排出量を低減することができ、CO₂ 排出削減に貢献している。ただし CO₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から配管の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

貢献度合い		化学製品と最終製品の関係
○	基本的 (Fundamental)	その化学製品は、最終製品を用いて GHG 削減貢献を可能にする上で重要な要素である。
	必要不可欠 (Extensive)	その化学製品は重要な要素の一部であるとともに、最終製品を用いて GHG 削減貢献を可能にするためにその化学製品の特性・機能が必要不可欠である。
	実質的 (Substantial)	その化学製品は GHG 削減貢献に直接的な貢献をしていないが、最終製品による削減貢献量に影響なく容易に置き換えられるものではない。
	間接貢献 (Minor)	その化学製品は GHG 削減貢献に直接的な貢献をしていないが、基本的又は広範囲に貢献している製品の製造プロセスで用いられている。
	貢献対象外 (Too small to communicate)	その化学製品は、最終製品を用いた GHG 削減貢献量に変化を及ぼさずに置き換えが可能である。

7. CO₂ 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品の配管 1m あたりの CO₂ 排出量を表 5-3 に示す。

●配管の原料調達から製品製造までの CO₂ 排出量

評価対象製品 1kg あたりの原料調達から製品製造までの CO₂ 排出量⁴⁾は 1.488kg-CO₂、比較製品の CO₂ 排出量⁴⁾は 2.071kg-CO₂ である。

●配管の廃棄段階の CO₂ 排出量

評価対象製品及び比較製品 1kg あたりの廃棄段階(埋立処分)の CO₂ 排出量⁶⁾は 0.018kg-CO₂とした。

・配管 1m あたりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は 39.628kg-CO₂/m となる。

表 5-3. 配管 1m あたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

	評価対象製品	比較製品	単位
原材料調達(資源採掘～素材製造)	1.373	0.146	kg-CO ₂ /kg
製品の生産(加工)	0.115	1.925	kg-CO ₂ /kg
製品の廃棄(埋立)	0.018	0.018	kg-CO ₂ /kg
合計	1.506	2.089	kg-CO₂/kg
150mm 口径・1m あたり重量	6.7	23.8	kg/m
CO₂ 排出量	10.090	49.718	kg-CO₂/m
CO₂ 排出削減貢献量	▲39.628	—	kg-CO₂/m

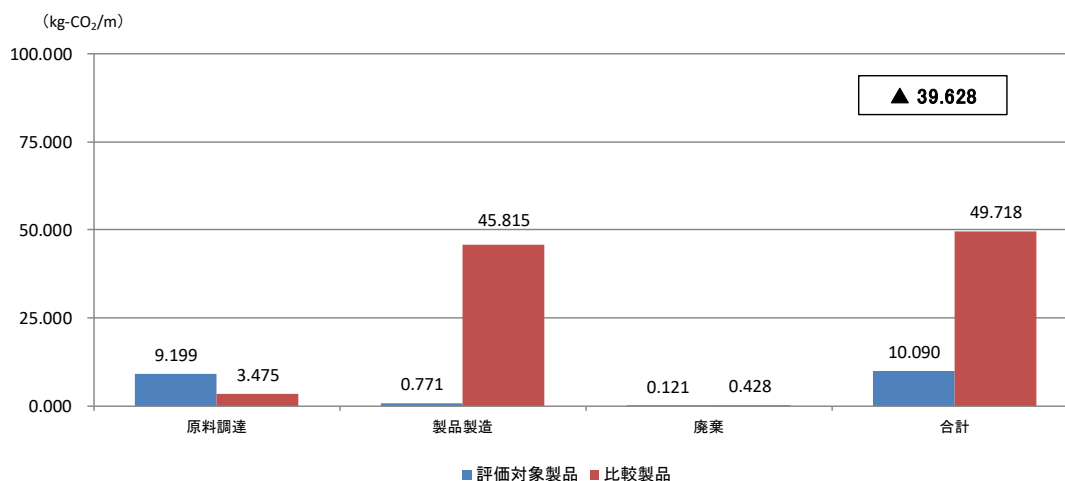


図 5-4. 配管 1m あたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2030 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①評価対象製品の市場規模(見込)

2030年 塩ビ管・継手出荷量 303,302トン(B維持予測)

2014～2018年の塩ビ管・継手出荷量(表5-4)からA増加、B維持、C減少の予測シナリオを設定して2019～2030年の出荷予測(表5-5)を行った。近年の出荷実績では31万トン前後で推移しており、塩ビ管・継手は数十年にわたって安定的な供給体制が確立されていることから、将来予測はB維持を採用した。

A増加:2014-2015年、2016-2017年の最大増加率をもとに推計

B維持:2014～2018年における年次間の変化率をもとに推計

C減少:2015-2016年、2017-2018年にかけての最大減少率をもとに推計

表5-4. 塩ビ管・継手出荷量

単位:トン

	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
出荷量	312,651	313,320	308,815	316,365	310,150

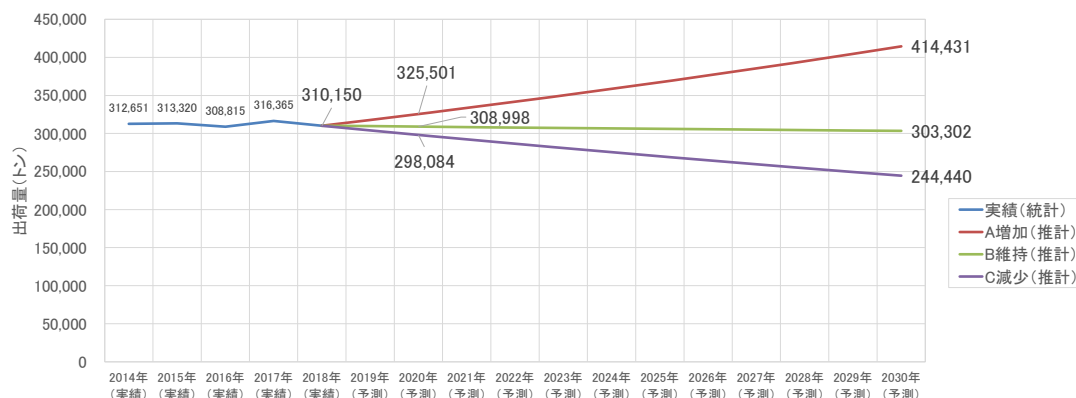
出典:塩化ビニル管・継手協会²⁾

表5-5. 塩ビ管・継手出荷量の予測値

単位:トン

	増加予測	維持予測	減少予測
2019年	317,733	309,573	304,057
2020年	325,501	308,998	298,084
2021年	333,459	308,424	292,228
2022年	341,611	307,850	286,487
2023年	349,963	307,278	280,859
2024年	358,519	306,707	275,342
2025年	367,284	306,137	269,933
2026年	376,264	305,568	264,630
2027年	385,463	305,000	259,431
2028年	394,886	304,433	254,335
2029年	404,541	303,867	249,338
2030年	414,431	303,302	244,440

出典:一般社団法人日本化学工業協会の推計値



出典：一般社団法人日本化学工業協会の推計値

図 5-5. 塩ビ管・継手出荷量と予測値

②1m あたりの重量： 6.7kg/m

③配管1m 当たりの CO₂ 排出削減貢献量： 39.628kg-CO₂/m

④CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{配管1m 当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \div \text{1m あたりの重量} \times \text{市場規模(見込)} \\
 & = 39.628\text{kg-CO}_2/\text{m} \div 6.7\text{kg/m} \times 303,302,000\text{kg} \\
 & = 1,794 \times 10^6\text{kg-CO}_2 \\
 & = 1,794\text{kt-CO}_2
 \end{aligned}$$

表 5-6. 2030 年における評価対象製品による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2030 年の市場規模(見込)	数量	単位
・塩化ビニル管の市場規模	303,302	t
(長さへの換算値)	45,269	km
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量		
・1m あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量	39.628	kg-CO ₂ /m
・2030 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	▲179	万トン-CO ₂

評価対象製品1mあたりのCO₂排出量は10.090kg-CO₂、2030年の市場規模(見込)は303,302tである。評価対象製品のCO₂総排出量は46万t-CO₂(10.090kg-CO₂/m × 303,302,000kg ÷ 6.7kg/m = 457kt-CO₂)となる。

9. 事例(調査)の限界、将来に向けた提言

本事例は口径 150mm の配管を対象としたものであり、ポリ塩化ビニル管 6.7 kg/m、ダクトイル 鋳鉄管 23.8 kg/m、製品寿命を両製品とも 40 年として算出した。また今後の予測は 2030 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定した。したがって、口径の異なる配管、製品寿命や交換周期が異なる場合には個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

水道管材の種類にはポリ塩化ビニル管とダクトイル鋳鉄管以外に、HDPE 管も存在しており、このうちの PVC 管とダクトイル鋳鉄管だけで比較するのではなく、今後は HDPE 管も評価対象に含めるべきである。

このほか、主なポリ塩化ビニル管の対象口径は、150mm 以下であるのに対しダクトイル鋳鉄管はそれ以上のサイズも製造している。仮に水道管としてポリ塩化ビニル管を 300mm まで対象とすることができるのであれば、さらに CO₂ 排出削減貢献度は上昇する可能性がある。

参考文献

- 1)「プラスチック配管材料 最近の動向」(ウェブサイト「三菱化学・三菱樹脂グループの建築・土木・プラント設備」トピック 2008 年 8 月 27 日掲載)
- 2)塩化ビニル管・継手協会, 統計資料
https://www.ppfa.gr.jp/statistics/statistics_a_graph.php
- 3)アセットマネジメント「簡易支援ツール」(Ver.2.0), 厚生労働省, 参考資料 実使用年数に基づく更新基準の設定例
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/am/tool.html>
https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/kousinkijyun_2.pdf
- 4)塩化ビニル樹脂加工製品の LCI データ調査報告書-更新版-(2010 年 3 月)塩化ビニル環境対策協議会
- 5)塩化ビニルリサイクル推進協議会調査委員会「塩化ビニル樹脂製品のライフサイクル評価」(1995 年 7 月)
- 6)MiLCA マスタ・データベース構造バージョン 1.2.0 IDEAv1.1.0

※著作権の帰属について

本著作物の著作権は著作者に帰属し、著作物の一部または全部を無断で複写・複製・転載することを禁じる。なお本著作物の著作者は一般社団法人日本化学工業協会とする。