

PVC and Subcritical Water Processing

Understanding Hydrochloric Acid Formation, Chlorine Management and Commercial Operating Experience

Technical Discussion Paper — October 2026

Prepared by: Rodney Hellyer | Recycling Oceania Ltd

Technology: Subcritical Water / SCM | Arinkai, Japan — Mr Kaneo Ishimori

Executive Summary

Polyvinyl chloride (PVC) is widely used in construction, electrical products and some medical applications. Its chlorine content creates particular challenges when PVC-containing waste is heated: hydrogen chloride (HCl) can be released, potentially creating acidic and corrosive conditions. Under Subcritical Water (SCW) processing, chlorine may be transferred into aqueous and other output streams, where it must be measured and managed.

The chemistry is well understood. Pure PVC contains approximately 56.7% chlorine by mass; complete dehydrochlorination of 1 kg of pure PVC corresponds to a theoretical maximum of approximately 583 g of HCl. Alkaline constituents can neutralise acidity, but neutralisation does not make chlorine disappear. The chloride remains in the overall material balance.

According to technology developer Kaneo Ishimori, the Shari facility in Hokkaido, and others, have commercially processed mixed municipal waste containing PVC for more than 20 years. He reports no significant PVC-related operating problems and says the reactors remain fully operational. Detailed operating records and chlorine mass balances have not yet been independently reviewed. This paper explains the chemistry, describes the reported practical approach and identifies the further information that can be explored in later articles.

1. Why PVC Is Different

Many common plastics, including polyethylene and polypropylene, consist primarily of carbon and hydrogen. PVC additionally contains chlorine. Its repeating chemical unit is:

—CH₂—CHCl—, with formula C₂H₃Cl and approximate molar mass 62.5 g/mol. One chlorine atom contributes 35.45 g/mol, or about 56.7% of the polymer mass.

Commercial PVC products are not necessarily pure polymer. Pipes, flooring, flexible tubing and other products may contain fillers, plasticisers, stabilisers or other additives. The actual chlorine content of a waste load therefore depends on what is present, not simply on its total plastic weight.

2. How Hydrogen Chloride Is Formed

When PVC is heated, a principal early reaction is dehydrochlorination. A chlorine atom and a neighbouring hydrogen atom leave the polymer chain together as hydrogen chloride. The remaining carbon chain develops carbon–carbon double bonds, forming polyene-like structures that can undergo further fragmentation, rearrangement and carbonisation.

Simplified reaction: $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n \rightarrow (-\text{CH}=\text{CH}-)_n + n\text{HCl}$

When HCl dissolves in water it dissociates into hydronium and chloride ions: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. This creates an acidic aqueous phase. Water dissolves the HCl; it does not, by itself, neutralise the acidity. Under hydrothermal processing, the timing, location and extent of these reactions depend on temperature, residence time, mixing and feedstock composition.

3. How Much Acid Could One Kilogram of PVC Produce?

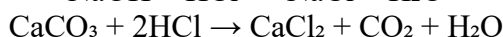
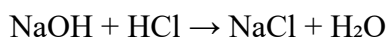
One repeating unit of PVC has a molar mass of approximately 62.5 g. One molecule of HCl has a molar mass of approximately 36.46 g. If every PVC repeating unit releases one HCl molecule, $1,000 \times (36.46 \div 62.5) =$ approximately 583 g of HCl equivalent.

Pure PVC input	Theoretical maximum HCl equivalent
1 kg	0.583 kg
10 kg	5.83 kg
100 kg	58.3 kg
1 tonne	583 kg

These figures are theoretical upper bounds for pure PVC, not measured amounts of free hydrochloric acid inside Ishimori's reactors. Some chlorine may remain in solids or other compounds, and some released acidity may be neutralised as it forms. For mixed waste, the actual PVC polymer content must first be established.

4. Neutralising Acidity

Acid–base reactions can convert HCl into chloride salts. For example:



The second reaction is relevant to mineral-rich wastes because calcium carbonate can occur in limestone, certain fillers and some construction materials. Other alkaline constituents may also contribute. However, the alkalinity actually available to react inside a reactor depends on material composition, particle size, contact, temperature and reaction kinetics.

Theoretical neutralisation requirements

Pure alkaline material	Required per kg pure PVC, assuming full HCl release
Calcium carbonate (CaCO_3)	0.80 kg
Calcium hydroxide (Ca(OH)_2)	0.59 kg
Calcium oxide (CaO)	0.45 kg
Sodium hydroxide (NaOH)	0.64 kg
Sodium carbonate (Na_2CO_3)	0.85 kg

These are stoichiometric equivalents, not operating recipes or recommended dosing rates. One kilogram of concrete, for example, is not equivalent to one kilogram of pure calcium carbonate. Published hydrothermal research has investigated alkaline additives and waste concrete for PVC dechlorination, but laboratory findings cannot simply be transferred to a proprietary commercial reactor without validation.

5. Practical Feedstock Management

According to Ishimori, operating experience is central to handling variable mixed waste. A construction and demolition waste load may contain several different plastics. If its plastic fraction is predominantly PVC, the potential acid loading differs markedly from a load dominated by polyethylene or polypropylene.

Ishimori explains that operators may distribute a PVC-rich load across several batches, combining smaller amounts with other suitable waste materials. Where PVC is processed

without materials offering sufficient buffering capacity, an additional alkaline material may be needed. The approach relies on understanding incoming feedstock and the behaviour of the equipment.

Spreading 100 kg of pure PVC over ten batches changes the maximum theoretical HCl equivalent from approximately 58 kg in one batch to 5.8 kg per batch. It does not change the total HCl equivalent associated with the original PVC. Dilution and neutralisation are different: only sufficient reactive alkalinity can neutralise the acid.

6. Reactor Protection and Maintenance

The corrosive challenge is not limited to the final pH of discharged water. During heating, PVC may release HCl before alkaline constituents have fully reacted, creating possible temporary or localised acidic conditions. Chloride salts can also contribute to corrosion under some conditions, even after neutralisation. Reactor metallurgy, mixing, operating procedures, inspection and maintenance all remain important.

According to Ishimori, the SCW reactors incorporate a patented system of screw-in, replaceable internal plates as a feature of reactor maintenance and upkeep. Further design details have not yet been independently confirmed. The arrangement is reported to simplify replacement of internal components subject to wear; it should not be interpreted as eliminating the need for suitable pressure-vessel materials or corrosion monitoring.

7. Commercial Experience at Shari

The Shari facility in Hokkaido, Japan, is an important commercial reference. According to Ishimori, it has processed mixed municipal waste containing PVC for more than two decades, and its reactors remain in good working condition. He has not reported significant operating issues attributable specifically to PVC. This is developer-reported operating experience, rather than a claim based on an independent review of inspection records.

Recycling Oceania has also observed medical waste being processed at a Japanese SCW facility. Some medical waste streams can contain PVC tubing and other components, although the PVC proportion in the observed material was not measured. The observation supports the breadth of waste handling experience but does not establish a quantitative PVC dechlorination result.

The key point is that PVC-containing waste processing is not merely a laboratory proposal. The commercial activity is reported to have taken place for decades; the detailed operating chemistry, corrosion data and output analyses remain subjects for further documentation.

8. A Japanese Patent Addressing Chlorine Removal

Japanese Patent JP7531955B1, granted in 2024, is titled “Apparatus for Treating Chlorine-Containing Waste and Method for Dechlorinating Chlorine-Containing Waste” (塩素含有廃棄物処理装置及び塩素含有廃棄物を脱塩する方法). It describes a treatment arrangement intended to reduce chlorine remaining in processed material, including controlled removal of residual steam at a selected processing stage and associated treatment steps.

The patent describes using changes associated with agitation resistance as part of determining process progression. The distinction is important: neutralising HCl manages acidity, whereas removing chlorine-bearing vapour or washing treated solids aims to reduce residual chlorine in the recovered product.

A patent describes an invention and its claimed operation; it is not independent performance verification. It has not yet been established whether this 2024 arrangement is installed at Shari or how it relates to equipment used there over the preceding decades.

Patent reference: <https://patents.google.com/patent/JP7531955B1/en>

9. Where Does the Chlorine Go?

Neutralisation changes chemical form, not elemental identity. Chlorine originating in PVC may appear as dissolved chloride in the aqueous phase, residual chlorine in char, or chlorine-bearing compounds in vapour, gas and condensate streams. The relative distribution depends on the actual process and downstream separation arrangements.

A proper chlorine mass balance measures the chlorine entering with the feed and compares it with chlorine recovered in solids, liquids and gas-treatment residues. For each kilogram of pure PVC, the input contains approximately 567 g of chlorine. Without measured output concentrations and stream quantities, it would be misleading to assign percentages to the individual pathways.

This matters for industrial fuel use. Char with a useful calorific value may still require further treatment or blending if its residual chlorine exceeds a receiving facility's specifications. Likewise, chloride-rich water must be appropriately managed even if its acidity has been neutralised.

10. Process-Water Treatment and Concentrated Liquids

Process water can contain dissolved chloride salts, other inorganic ions, organic compounds and fine suspended material. Depending on the plant, downstream treatment might involve solids separation, pH adjustment, filtration, membrane treatment, concentration, recycle or controlled residual management.

Reverse osmosis, where used, separates dissolved salts into a concentrated reject stream and produces a lower-salinity permeate. It does not destroy the salts. The treatment and ultimate destination of any concentrated residual must therefore be understood.

A photograph taken at a processing plant shows a 10,000-litre tank labelled 濃縮液貯留槽, meaning "Concentrated Liquid Storage Tank". The label confirms its stated storage function, but does not establish that its contents are specifically reverse-osmosis brine, nor identify the chemical composition or subsequent handling of the liquid. Those details remain to be confirmed.



11. Implications for New Zealand Waste Streams

PVC occurs in mixed municipal residuals, construction and demolition waste, certain industrial residues and some medical waste. For suitable residual streams that cannot be readily recycled, SCW warrants consideration as one possible processing pathway. The suitability of each application depends on actual feedstock chemistry, loading, operational controls and the management of all outputs.

Independent hydrothermal testing in New Zealand could examine representative PVC-containing mixtures and measure input chlorine, aqueous chloride, solid residual chlorine, pH, alkalinity and relevant gas or condensate constituents. Such testing would help identify useful feedstock combinations and develop a chlorine mass balance. Laboratory conditions and equipment must not be assumed to reproduce the full commercial SCM process.

12. What We Know and What Comes Next

The chemistry of PVC dehydrochlorination and acid neutralisation is well established. Published hydrothermal research supports the technical basis for investigating PVC treatment and alkaline buffering. Ishimori reports decades of commercial processing of PVC-containing mixed waste at Shari and other facilities, supported by a practical philosophy of feedstock management and maintainable equipment. A newer Japanese patent also addresses reducing chlorine in recovered material.

This article has explained some of the underlying science and operating principles. Further details concerning specific alkaline materials, reactor design, corrosion management, chlorine distribution and water treatment can be provided in later articles as additional technical information becomes available.

Conclusion

PVC presents a genuine challenge because of its chlorine content. The question is not whether chlorine can be made to disappear, but how acidity is controlled, where the chlorine goes, and how the equipment and outputs are managed. According to Ishimori, PVC-containing mixed waste has been processed commercially in Japan for more than 20 years, with no significant PVC-related operating problems reported by the developer.

The broader lesson is practical: understand the waste entering the machine, manage the chemistry as it occurs, and design the system to remain maintainable over decades. More detailed operating evidence will help quantify an application that is already reported to be established in commercial practice.

References and Further Reading

Ishimori, K. (2024). Apparatus for Treating Chlorine-Containing Waste and Method for Dechlorinating Chlorine-Containing Waste. Japanese Patent JP7531955B1.
<https://patents.google.com/patent/JP7531955B1/en>
Yang, M. et al. (2021). Kinetics Study on Hydrothermal Dechlorination of Poly(vinyl chloride) by In-Situ Sampling. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101703.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421003515>
Research on hydrothermal dechlorination of PVC using alkaline additives. *Environmental Technology* (2017). <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2017.1317841>
Research on promotion of PVC dechlorination in subcritical water using waste concrete (2023). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582023003877>
Commercial operating statements attributed to Mr Kaneo Ishimori, Arinkai Japan; photographic observations supplied by Recycling Oceania. Operating and maintenance records have not been independently reviewed.

Evidence Status

Chemical calculations are theoretical and refer to pure PVC. Published studies concern the experimental systems described by their authors, not necessarily Arinkai's proprietary SCM

configuration. Shari operating history, feedstock practices and plate design are reported by the technology developer. The specific chemical composition of photographed plant streams and the performance of New Zealand waste streams remain to be confirmed.

In Japanese:

PVC と亜臨界水処理

塩化水素の生成、塩素の管理および商業運転の実績を理解する

技術解説資料 — 2026 年 10 月

作成：Rodney Hellyer | Recycling Oceania Ltd

技術：亜臨界水処理（SCW／SCM） | 日本・アリンカイ 石森兼雄氏

要旨

ポリ塩化ビニル（PVC）は、建設資材、電気製品、一部の医療用途などに広く使用されている。PVC を含む廃棄物を加熱すると、含有する塩素から塩化水素（HCl）が発生し、酸性・腐食性の環境が生じる可能性がある。亜臨界水（SCW）処理では、塩素が水相などの生成物流へ移行することがあり、その量を測定し、適切に管理する必要がある。

基本的な化学反応はよく知られている。純粋な PVC の塩素含有率は質量比で約 56.7% であり、純 PVC 1 kg が完全に脱塩化水素反応を起こした場合、理論上は最大約 583 g の HCl に相当する。アルカリ性成分によって酸性を中和することはできるが、中和によって塩素そのものが消えるわけではない。塩化物は系全体の物質収支の中に残る。

技術開発者の石森兼雄氏によれば、北海道斜里町の施設をはじめとする施設では、PVC を含む混合一般廃棄物を 20 年以上にわたり商業的に処理してきた。同氏は PVC に起因する重大な運転上の問題は報告されておらず、反応器は現在も稼働していると説明している。ただし、詳細な運転記録や塩素の物質収支について、独立した検証はまだ行われていない。本稿では、関連する化学反応、報告されている実務上の対応、および今後の記事で詳しく扱うべき事項を整理する。

1. PVC が他のプラスチックと異なる理由

ポリエチレンやポリプロピレンなど一般的なプラスチックの多くは、主に炭素と水素から成る。一方、PVC には塩素も含まれる。その繰り返し構造単位は：

$-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$ 、化学式は $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ で、モル質量は約 62.5 g/mol である。塩素原子 1 個の質量は 35.45 g/mol であり、ポリマー質量の約 56.7% に相当する。

市販の PVC 製品は、必ずしも純粋なポリマーではない。配管、床材、軟質チューブなどには、充填材、可塑剤、安定剤その他の添加剤が含まれる場合がある。そのため、廃棄物に実際に含まれる塩素の量は、プラスチック全体の重量だけでなく、その具体的な組成によって決まる。

2. 塩化水素はどのように生成するのか

PVC を加熱した際の初期段階における主な反応の一つが、脱塩化水素反応である。ポリマー鎖から塩素原子と隣接する水素原子が塩化水素として脱離する。残った炭素鎖には炭素-炭素二重結合が生じ、ポリエン状の構造が形成される。その後、分解、再配列、炭化などの反応が進む可能性がある。

反応の簡略式： $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n \rightarrow (-\text{CH}=\text{CH}-)_n + n\text{HCl}$

HCl が水に溶けると、オキシニウムイオンと塩化物イオンに解離する： $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ 。これによって水相は酸性になる。水は HCl を溶解させるが、それだけで酸性を中和するわけではない。水熱処理中の反応時期、反応位置および反応の進行度は、温度、滞留時間、混合状態、投入物の組成によって異なる。

3. PVC 1 kg から理論上どれだけの酸が生じるか

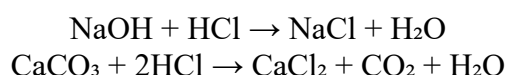
PVC の繰り返し構造単位のモル質量は約 62.5 g、HCl 1 分子のモル質量は約 36.46 g である。すべての構造単位から HCl が 1 分子ずつ放出されると仮定すると、 $1,000 \times (36.46 \div 62.5) = \text{約 } 583 \text{ g}$ の HCl 相当量となる。

純 PVC 投入量	理論上の最大 HCl 相当量
1 kg	0.583 kg
10 kg	5.83 kg
100 kg	58.3 kg
1 トン	583 kg

これらは純 PVC についての理論上の上限値であり、石森氏の反応器内部に実際に存在する遊離塩酸の測定値ではない。塩素の一部は固形物や別の化合物に残る可能性があり、発生した酸性成分の一部は生成と同時に中和される場合もある。混合廃棄物について計算するには、まず実際の PVC ポリマー含有量を把握する必要がある。

4. 酸性成分の中和

酸と塩基の反応によって、HCl を塩化物塩に変えることができる。例えば、次の反応がある。



後者の反応は、炭酸カルシウムが石灰石、一部の充填材、建設資材などに含まれるため、鉱物分の多い廃棄物に関連する。他のアルカリ性成分も中和に寄与する可能性がある。ただし、反応器内で実際に利用できるアルカリ度は、材料の組成、粒径、接触状態、温度、反応速度などによって左右される。

理論上の中和必要量

純粋なアルカリ性材料	純 PVC 1 kg 当たりの必要量 (HCl がすべて発生すると仮定)
炭酸カルシウム (CaCO ₃)	0.80 kg
水酸化カルシウム (Ca(OH) ₂)	0.59 kg
酸化カルシウム (CaO)	0.45 kg
水酸化ナトリウム (NaOH)	0.64 kg
炭酸ナトリウム (Na ₂ CO ₃)	0.85 kg

これらは化学量論に基づく相当量であり、実際の運転配合や推奨添加量を示すものではない。例えば、コンクリート 1 kg を純炭酸カルシウム 1 kg と同等に扱うことはできない。アルカリ添加剤や廃コンクリートを用いた PVC の脱塩素については水熱処理研究が公表されているが、実験室での結果を検証なしに独自設計の商業用反応器へそのまま適用することはできない。

5. 投入廃棄物の実務的な管理

石森氏によれば、組成が変動する混合廃棄物を扱ううえで、運転経験は極めて重要である。建設・解体廃棄物にはさまざまなプラスチックが含まれる。プラスチック

分の大部分が PVC である場合、ポリエチレンやポリプロピレンが主体の場合とは、潜在的な酸負荷が大きく異なる。

石森氏の説明では、PVC を多く含む廃棄物を複数のバッチに分け、1 回当たりの PVC 量を減らして、他の適切な廃棄物と混合することがある。十分な緩衝能力を持つ材料を伴わずに PVC を処理する場合には、アルカリ性材料の追加が必要になる可能性がある。この考え方は、投入物の性状と設備の挙動を理解することに基づいている。

純 PVC 100 kg を 10 バッチに分けると、理論上の最大 HCl 相当量は 1 バッチ約 58 kg から約 5.8 kg に減る。ただし、元の PVC に由来する HCl 相当量の総量は変わらない。「分散・希釈」と「中和」は異なり、酸を中和するには反応可能なアルカリ成分が十分に存在する必要がある。

6. 反応器の保護と保守

腐食の問題は、排出水の最終的な pH だけで判断できない。加熱中に、アルカリ性成分が十分に反応する前に PVC から HCl が発生し、一時的または局所的に酸性条件が生じる可能性がある。中和後であっても、条件によっては塩化物塩が腐食に関与することがある。そのため、反応器の材質、混合状態、運転手順、点検および保守が重要となる。

石森氏によれば、SCW 反応器には、保守・維持管理のための機能として、ねじで固定する交換可能な内部プレートの特許技術が採用されている。設計の詳細はまだ独立して確認されていない。この構造は、摩耗する内部部品の交換を容易にすると説明されているが、圧力容器に適した材料の選定や腐食監視が不要になることを意味するものではない。

7. 斜里施設における商業運転の実績

北海道の斜里施設は重要な商業運転の参考事例である。石森氏によれば、同施設では PVC を含む混合一般廃棄物を 20 年以上にわたり処理しており、反応器は現在も良好な状態で稼働している。PVC に特に起因する重大な運転上の問題は報告されていない。ただし、これは開発者から提供された運転実績の情報であり、点検記録を独立して調査した結果ではない。

Recycling Oceania は、日本の SCW 施設で医療廃棄物が処理される様子も視察している。医療廃棄物には PVC 製チューブなどが含まれる場合があるが、視察した廃棄物

中の PVC 割合は測定していない。この視察経験は、幅広い廃棄物への対応実績を示す一方、PVC の脱塩素率を定量的に証明するものではない。

重要なのは、PVC を含む廃棄物の処理が単なる実験室段階の構想ではないという点である。商業的な処理は数十年にわたり行われてきたと報告されているが、詳細な反応化学、腐食データ、生成物の分析結果については、今後さらに文書化する必要がある。

8. 塩素除去に関する日本の特許

2024 年に登録された日本特許第 7531955 号 (JP7531955B1) の名称は「塩素含有廃棄物処理装置及び塩素含有廃棄物を脱塩する方法」である。この特許には、処理工程の特定段階で残留蒸気を制御して取り出すことや、それに関連する処理工程を含め、処理済み材料に残る塩素を減らすことを目的とした構成が記載されている。

この特許では、攪拌抵抗に関連する変化を処理進行度の判定に利用することも説明されている。ここで重要なのは、HCl の中和は酸性の管理を目的とするのに対し、塩素を含む蒸気の除去や処理済み固形物の洗浄は、回収物中の残留塩素を減らすことを目的とするという違いである。

特許は発明の内容とその作用についての主張を記載するものであり、性能が独立して検証されたことを示すものではない。2024 年のこの構成が斜里施設に導入されているか、また過去数十年間に使用されてきた設備とどのような関係にあるかは、まだ確認されていない。

特許参照：<https://patents.google.com/patent/JP7531955B1/en>

9. 塩素はどこへ行くのか

中和によって変わるのは化学形態であり、塩素元素そのものがなくなるわけではない。PVC に由来する塩素は、水相に溶解した塩化物、チャーに残留する塩素、あるいは蒸気・ガス・凝縮液中の塩素含有化合物として存在する可能性がある。各流れへの分配比率は、実際の処理条件や後段の分離工程によって異なる。

適切な塩素の物質収支では、投入物に含まれる塩素量を測定し、固形物、液体、ガス処理残渣などから回収される塩素量と比較する。純 PVC 1 kg には約 567 g の塩素が含まれる。各排出流の量と塩素濃度が測定されていない段階で、個々の移行先に割合を割り当てるのは適切ではない。

この点は工業用燃料としての利用にも重要である。チャーの発熱量が十分でも、残留塩素が受入先の仕様を超える場合には、追加処理や混合調整が必要になる可能性がある。同様に、酸性が中和されていても、塩化物濃度の高い水は適切に管理しなければならない。

10. プロセス水の処理と濃縮液

プロセス水には、溶存塩化物塩、その他の無機イオン、有機化合物、微細な懸濁物質などが含まれる可能性がある。施設によっては、後段の処理として固液分離、pH調整、ろ過、膜処理、濃縮、再循環、残渣の管理処分などを組み合わせることが考えられる。

逆浸透膜（RO）を使用する場合、溶存塩類は濃縮された排除水側へ分離され、塩濃度の低い透過水が得られる。ROによって塩類が分解・消滅するわけではない。したがって、濃縮残液の処理方法と最終的な行き先を把握する必要がある。

ある処理施設で撮影された写真には、「濃縮液貯留槽」と表示された容量 10,000 リットルのタンクが写っている。この表示から濃縮液の貯留設備であることは分かるが、内容物が RO の濃縮塩水であることや、液の化学組成、後段の取扱方法までは確認できない。



11. ニュージーランドの廃棄物への適用可能性

PVC は、一般廃棄物の残渣、建設・解体廃棄物、一部の産業廃棄物、医療廃棄物などに含まれる。通常のリサイクルが困難な適切な残渣について、SCW は処理方法の選択肢の一つとして検討に値する。個々の用途への適合性は、投入物の実際の化学組成、投入量、運転管理、およびすべての生成物の取扱いによって決まる。

ニュージーランドで独立した水熱処理試験を行えば、PVC を含む代表的な混合物について、投入物中の塩素、水相の塩化物、固形物の残留塩素、pH、アルカリ度、関連するガスや凝縮液の成分を測定できる。これにより、適切な投入物の組合せを検

討し、塩素の物質収支を作成するための情報が得られる。ただし、実験室の条件や装置が商業用 SCM プロセス全体を再現しているとみなしてはならない。

12. 分かっていることと今後の課題

PVC の脱塩化水素反応と酸の中和に関する化学は確立されている。公表された水熱処理研究は、PVC 処理とアルカリ緩衝の検討に科学的な根拠を与えている。石森氏は、斜里などの施設で PVC を含む混合廃棄物を数十年にわたり商業処理してきたと報告しており、その運用は投入物の管理と保守しやすい設備設計という実務的な考え方に支えられている。比較的新しい日本の特許も、回収物中の塩素低減を対象としている。

本稿では、基本的な科学と運転原理の一部を説明した。具体的なアルカリ性材料、反応器設計、腐食管理、塩素の分配、排水処理などの詳細については、追加の技術情報が得られ次第、今後の記事で紹介する予定である。

結論

PVC には塩素が含まれるため、処理上の課題がある。重要なのは塩素を消し去れるかどうかではなく、酸性をどのように制御し、塩素がどこへ移行し、設備と生成物をどのように管理するかである。石森氏によれば、日本では PVC を含む混合廃棄物が 20 年以上にわたり商業的に処理されており、PVC に起因する重大な運転上の問題は報告されていない。

ここから得られる教訓は実務的である。設備に投入する廃棄物を理解し、処理中の化学反応を管理し、数十年にわたり保守可能なシステムを設計することが重要だ。今後、より詳細な運転データが得られれば、商業的に確立していると報告されているこの用途の性能を、さらに定量的に評価できるようになる。

参考文献・関連資料

石森兼雄（2024 年）「塩素含有廃棄物処理装置及び塩素含有廃棄物を脱塩する方法」日本特許第 7531955 号。 <https://patents.google.com/patent/JP7531955B1/en>

Yang, M. ほか（2021 年）「Kinetics Study on Hydrothermal Dechlorination of Poly(vinyl chloride) by In-Situ Sampling」 *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101703。
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421003515>

アルカリ添加剤を用いた PVC の水熱脱塩素に関する研究。 *Environmental Technology*（2017 年）。 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2017.1317841>

廃コンクリートを用いた亜臨界水中での PVC 脱塩素促進に関する研究（2023 年）。
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582023003877>

商業運転に関する記述は、日本・アリンカイの石森兼雄氏から提供された情報に基づく。写真による観察記録は Recycling Oceania が提供した。運転・保守記録の独立した検証は行われていない。

根拠資料の位置付け

化学計算は純 PVC を対象とした理論値である。公表された研究結果は、それぞれの著者が用いた実験系に関するものであり、アリンカイ独自の SCM 構成の性能を直接示すとは限らない。斜里の運転履歴、投入物の管理方法、内部プレートの設計は技術開発者の説明に基づく。写真に写る施設内の液体の化学組成、およびニュージーランドの廃棄物に対する性能は、今後の確認が必要である。