

# 水研磨工程による床ワックス管理と処理汚水リユースによる環境負荷低減

## Reduction of Environmental Load by Water-Scrubbing Floor Care & Waste Water Reuse System

中西 正敏\*  
Masatoshi Nakanishi

*keywords* : Reduction of Environmental Load, Floor Care Maintenance System,  
Water-Scrubbing Floor Polish Removal  
環境負荷低減、床ワックス管理、水研磨剥離

### 1. まえがき

#### 1-1. 研究の背景と目的

商業施設やオフィスビル、工場、病院等の各種建物の化学床等の床材に対してワックス（フロアポリッシュ、あるいは床用樹脂仕上げ材とも称す）を塗布することで、美観の維持と床材の保護を図る床管理サービスが広く行われている。このワックスを塗布した床の管理においては、塗布したワックスの汚染や損傷に対して、定期的にワックスを剥離して新たにワックスを塗りなおす作業が必要となる。

筆者らは、建築物における床ワックス管理において、最もコストがかかり、転倒事故等の危険性が伴う剥離作業の改善を目的に、平成24年より剥離剤を使わない新しい作業工程の水研磨による管理方法を、首都圏におけるオフィスビル、リテール店舗、病院、工場、国際会議場等複合施設等の現場で繰り返し検証してきた<sup>1),2)</sup>。

従来の剥離剤を使用する床ワックスの管理方法においては、床ワックス（フロアポリッシュ）の皮膜硬化メカニズムである金属架橋を切断して水に可溶化させるために、アルカリ性のアミン類や溶剤が使われ、そのことによって、後述するように回収される剥離汚水の処理方法としては産業廃棄物として焼却処理する以外に現実的な方法がないのが現状であった<sup>3)</sup>。

一方で、床ワックスの剥離方法として、従来の剥離剤を用いた化学的作用に基づく方法ではなく、剥離剤を使用せずに、水だけを介在させて機械的な研磨力によって床ワックスを表面から研磨除去する方法が新しく開発され、そのためのマシンも次々と市場導入される状況になってきた。

筆者らは、この新しい工法が、回収される剥離汚水には固形分（剥離されたワックス皮膜）以外に、使用した水しか含まれないことから、汚水の浄化が容易で、処理水のリユースや回収ワックス皮膜のリサイクルが可能となり、従来工法に比べて大きな環境負荷低減の可能性を見出した<sup>4)</sup>。

本報告では、従来の剥離剤を使用した工程が環境に大きな負荷をかけることから、環境負荷の低減を目的に、1) 従来工程の剥離廃液と新工程の水研磨汚水の環境負荷と生分解性の比較、2) 従来工程と新工程のCO2排出量の比較を行い、全国

の産業用建築物を想定した試算についても考察する。

#### 1-2. 従来工程の現状とその環境負荷について

本研究での検証に用いた新工程について言及する前に、剥離剤を使用した従来工程の現状についてまとめる。

従来の剥離剤を使用する標準的な作業工程は次のとおりである。上水で10~20倍に希釈したアルカリ性剥離剤(pH13程度)をワックス表面に1㎡当り100~400cc程度塗布して、ワックス皮膜（亜鉛等で架橋したアクリルポリマー樹脂の皮膜）に剥離剤を浸透させながら金属架橋を切断し可溶化、200rpm程度の汎用電動ポリッシャーにアルミナ（酸化アルミニウム）等の研磨剤粒子を含んだナイロン製剥離用フロアパッドを装填してワックス皮膜を剥離する。

剥離剤の希釈倍率と㎡当り塗布量及びパッドの種類、ポリッシャーの運転速度は、現場のワックス皮膜の堆積と汚れの状態に応じて、現場において作業責任者が選択して作業する。

剥離剤そのものについては、環境負荷の観点から、まず市場におけるシェアの高い剥離剤の製造元ホームページより、製品安全データシートを確認して、成分と環境に影響を与える情報を表2のようにまとめた。

表2. 剥離剤の環境に影響を与える他の情報の一覧

種類	pH(25℃)	BOD(mg/kg)	COD(mg/kg)	溶剤* (PRIR法)、 アルカリヒルター**含有率
A	>13.0	1,300,000	410,000	アミノエタノール 18%
B	13.0	970,000	320,000	アミノエタノール 18%、 水酸化ナトリウム 1~5%
C	<13.0	500,000	210,000	アミノエタノール 17%
D	<13.0	250,000	84,000	アミノエタノール 12%、 水酸化ナトリウム 1~5%
E	7.7	1,300,000	620,000	ジエチレントリアミン モノアミンエーテル 20~30%

\*PRIR法対象物、労働安全衛生法通知対象物・表示物質

\*\*労働安全衛生法通知対象物・表示物質

次に従来工程によって排出される剥離廃液について述べる。従来工程による剥離廃液は、ワックス皮膜の堆積状況によって剥離

\* 和光産業株式会社 取締役常務執行役員  
Managing Director, Wako Sangyo Co., Ltd.

剤の塗布量が大きく違ってくるが、1~2年に1回の剥離作業においては、1㎡当たり100~300ccの剥離廃液と同量程度のリンス水が排出される。リンス水とは剥離廃液を床面から回収した後、床面に残った汚れを除去すると同時に、床面を上水で中性に戻して仕上げに新しく塗布するワックスの床面への密着を良好にするために使用する。

現場においては、リンス水と剥離廃液を分別して回収・保管することは作業の工程上難しくまた非効率で、通常は剥離廃液と混合して回収・保管されることが多い。

また3~4年以上剥離をしていない現場においては、ワックス皮膜自体の硬化が著しく、剥離剤がワックス皮膜表面から弾かれて皮膜内部に浸透しないことが多く、同様の作業を2~3回繰り返さなければ完全に剥離することができない現場が多い。その際の剥離廃液の排出量は、1~2年に1回の作業に比べ2~3倍に増量されることになる。

従来工程で剥離廃液を排水した時の環境負荷については、平成18年12月全国ビルメンテナンス協会による調べと、協会発行「剥離廃液処理ガイドライン」に記載された関連法規を表3のようにまとめた<sup>9)</sup>。

表3. 廃液の排水関連法規と剥離廃液の水質分析結果

項目	下水道法	水質汚濁防止法	剥離廃液*
pH	5を超え9未満	5以上9以下	9.8
BOD(mg/L)	800未満	180以下	50,300
SS(mg/L)	800未満	200以下	18,600
n-ヘキサン抽出物(mg/L)	鉱物5以下 動植物30以下	5以下	948
亜鉛(mg/L)	2以下	2以下	1,230

\*ワックス塗布後2ヶ月を経過して剥離した廃液

一方、環境に配慮したpH7程度の中性剥離剤を使用して剥離された廃液については、(株)リンレイ・メンテナンス総合研究所より、表4の\*1のように、また同廃液を同社の廃液処理剤で凝集処理した後の処理水については表4の\*2のように、全国ビルメンテナンス協会が発行する月刊ビルメンテナンス2011年2月号にて公表されている<sup>6)</sup>。

以上のことから、従来工程の環境負荷については以下のようまとめられる。

第1に、従来工程で使用する剥離剤は、表2で示した通り、pHが13前後、BODが10当たり1,300,000~250,000mgと環境負荷が非常に大きく、その使用量を極力減らすことが重要である。pHが7前後である中性剥離剤についても、BODとCODは同等以上であり、使用量を減らすことが重要である。

第2に、1) 従来工程の剥離廃液は、表3で示した通り、下水道法の基準値に比べBODで83倍、SSで31倍、n-ヘキサン抽出物で27倍、亜鉛で615倍とはるかに大きく上回り、下水処理場等における水質浄化に莫大な負荷をかけることになるので、現場においての、あるいはまた会社へ持ち帰って後の下水への排水を禁じることが重要である。河川への排水は、水質汚濁防止法の規制のみならず、水生生物への被害が甚大となるので、絶対に排水してはならない。

また、中性剥離剤による剥離廃液についても、凝集処理剤で処理した後でも、後述する表4の通り下水道法の基準値を大きく超えた水質であり、下水への直接廃棄には適さない。

## 2. 本論

### 2-1. 新工程での剥離作業と環境負荷の概要

次に、筆者らが本研究で検証した水研磨方式によるワックス剥離の工程について述べる。

新工程である水研磨方式では、80rpm程度で振動しながら回転する床用研磨マシンに20kg程度の水研磨用重しを搭載、あるいは2000~3000rpmで高速に微振動する水研磨マシンで床面に40~60kgで接地する圧力をかけ、研磨粒子を含まないナイロン製水研磨用パッドを装着、1㎡当り50cc程度の上水を散布しながら1分当り2~10㎡程度の回転速度でワックス皮膜を研磨しながら剥離する。

振動回転式研磨機は、直進と後進を繰り返して往復で運転する。まず直進で上水を散布しながら1分当り10㎡程度の速度で運転して、ワックス皮膜表面に細かな傷をつけながら荒らして、水を皮膜内に浸透させワックス皮膜を軟弱にして、後進で1分当り2~3㎡程度の速度でゆっくり運転して、軟弱化したワックス皮膜を研磨してこすり取る。

汚水バキューム機能付きの高速微振動式研磨は、直進による運転となる。

ワックス皮膜を水研磨でこすり取るメカニズムについては、表1でまとめた<sup>7,8)</sup>。

上記のマシンが入らない階段・トイレ・給湯室等の狭い箇所は、6~8インチの大きさの小型ポリリッシャー、またはハンドパッド等を使用して従来作業で剥離する。

表1. マシンの床接地面における回転運動図と研磨メカニズムの説明

マシンタイプ	運転写真	運動図*	研磨メカニズム**
振動回転式研磨機			1,400rpm+ 搭載重し20kg程度
高速微振動式研磨機 (汚水バキューム機能付)			2,800rpm+ 接地圧40~60kg程度

\*赤線がマシン自体(ワット台)の運動、白線が振動により床接地面に生じる力の運動を示す

\*\*振動回転式では、床接地面に1,400rpmの小さな円運動の力に重しによる接地圧が加わってワックス皮膜をこすり取る。  
高速微振動式では、床接地面に2,800rpmの小さな円運動の力にマシンのプレス機能による接地圧が加わってワックス皮膜をこすり取る。

次に新工程の水研磨によって排出される汚水について述べる。新工程では1回の水研磨工程で1㎡当たり20~50cc程度の研磨汚水が排出される。汚水をバキュームマシンで回収するか、汚水用チリトリで丁寧に回収すればモップで水拭きした後新しいワックスを塗布することができ、それ以上の汚水は排出しない。

但し、3~4年以上剥離をしていない現場においては、硬化したワックス皮膜の表面で研磨用パッドが滑りやすくなる事が多い。パッドがワックス皮膜をより強く咬んでこすり取る力を発揮させるために、研磨機の回転速度を落として運転したり、同様の作業を2~3回繰り返さなければ完全に研磨することができない現場が多い。その際の研磨汚水の排出量は、1~2年に1回の作業に比べ2~3倍に増量されることになる。

続いて、新工程で得られる水研磨污水の環境負荷について述べる。

新工程での水研磨污水については、筆者らが平成 26 年建築物環境衛生管理全国大会にて発表した調査<sup>9)</sup>より表 4 の\*3 のように、また同污水をインテックスソリューション(株)の污水処理剤で凝集処理した後の処理水については、日本油糧検定協会に依頼し、その水質検査は表 4 の\*4 のような結果であった。

表 4. 中性剥離剤廃液と水研磨污水の水質分析結果

項目 (単位: mg/L)	中性剥離剤廃液*1	中性剥離剤廃液 処理水*2	水研磨污水 汚水*3	水研磨污水 処理水*4
pH	記載なし	記載なし	8.5	6.8
BOD	33,000	17,000	4,100	250
n-ヘキサン抽出物	4,400	43	8,900	24
亜鉛	330	18	110	0.5

水研磨污水の現場における凝集処理工程は、まず回収した污水を 1 斗缶等に移して、凝集剤を污水との重量比で 0.1%程度添加する(写真 1)。モップの柄等で 1 分程度攪拌しながら固液分離を目視で確認して(写真 2)、不織布等のフィルターにかけて濾過する(写真 3)。固液分離が不十分で濾過した後の処理水が濁るようであれば、凝集剤をさらに 0.1%程度加えて攪拌する。污水が大量に排出される国際会議場等複合施設の現場においては、0.7 立米プラスチックコンテナに 0.3~0.5t の污水を貯め、電動ミキサーを使って攪拌し、コンテナの排水口にフィルターを装填して処理する。フィルターについては、現場において濾過速度が速く濾過度の高いバランスのとれたものが要求される。素材・目付・メッシュ度の組み合わせで選択することが重要である。

使用する凝集剤成分は、無機凝集剤と高分子凝集剤を組み合わせたものであり、筆者らが多くの実験を重ねて見出したものである<sup>4)</sup>。その凝集剤による想定される固液分離のメカニズムに関しては、まず污水中でマイナスイオンを帯びている汚濁物質の概ね 10 $\mu$ 以上の粒子に、污水内で溶解した無機凝集剤成分のプラスイオンが、電気的中和によって引き合うことで懸濁粒子が凝集する。さらに続いて、概ね 10 $\mu$ 未満の微小な懸濁粒子は、高分子凝集剤成分により粒子間で架橋されて大きなフロックとなり、固液分離が一層進んで水がより透明に浄化される。攪拌している 1 分の間にこの反応が污水中で起こっているため、攪拌時間をさらに 1 分程度長くすれば、懸濁物質の中に取り込まれている金属架橋に使われた亜鉛等の成分や微小粒子が、凝集した固体にさらに取り込まれ、処理水の浄化度が高まることになる。



1. 凝集剤添加 2. 攪拌・固液分離 3. 濾過

次に、新工程で得られる水研磨污水のリユースと回収ワックス残渣のリサイクルについて述べる。

表 4 の\*4 の凝集処理後の処理水の外観は、ほとんど上水と同様であり、目視では浮遊物質が確認されず(写真 4)、また無臭であるほどに浄化されている。研磨機の散水タンクに再注水して水研磨作業の散布水としてリユースできる(写真 5)。また下水道法の排水基準にも合致しているため、作業道具の片づけ時にはモップ洗い等の水として再利用してから排水する。



4. 濾過後の処理水



5. 処理水のリユース

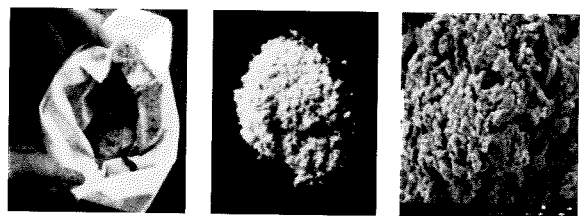
次に、新工程の水研磨污水から回収した残渣、すなわちアクリルポリマーのワックス皮膜が水研磨で破碎された固状物のリサイクルについて述べる。

まず、フィルターで濾過した残渣は、手で概ね水を切ってから(写真 6)、現場の屋外のモップ干し場等でフィルターのまま物干しに吊り下げて乾かして粉状にする(写真 7)。粉状の残渣は、走査型電子顕微鏡観察において大小さまざまな形をした破碎体の集合であることが確認され、さらに破碎体の表面を 3000 倍に拡大してみると、多くの細孔が存在する多孔質構造であることが確認できた(写真 8)。

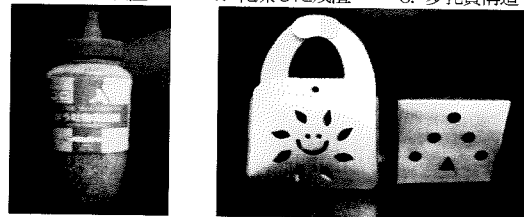
この污水から回収した乾燥残渣は、その大部分の構成成分がワックス由来のアクリルポリマーであるため、その多孔質構造の表面は適度な親水性を有し、水をはじめとする種々の液体を細孔に保持して担持する性質があることが確認された。筆者らは、この性質を利用して回収残渣の他用途へのリサイクルを目指して検討を重ね、いろいろな用途に活用できることを見出した<sup>4)</sup>。

現在、筆者らが現場において回収した乾燥残渣は、除菌・整粒を経て嘔吐物凝固剤(写真 9)や植物性製油などを担持させた消臭剤、ハーブ等を担持させた虫の忌避剤(写真 10)等に加工し、当社が維持管理を業務受託している施設において、自家用として使用している。

乾燥残渣の排出量は、現場におけるワックスの塗り重ねによる皮膜の層の厚さによって異なるが、過去の現場における実証から 1 m<sup>2</sup>当り 0.1~0.3g 程度と見積もられる。



6. 回収した残渣 7. 乾燥した残渣 8. 多孔質構造



9. 嘔吐物凝固剤 10. 消臭剤、虫の忌避剤

一方、現時点で、新工程の水研磨污水用に開発した凝集処理技術を従来工程のアルカリ性剥離剤を使った廃液の処理に用いることは困難であり、従来工程で得られる廃液は、従来通り産業廃棄物としての焼却処理が妥当と判断される。

2-2. 大型商業施設での検証

次に、国際会議場等の複合施設である横浜国際平和会議場（パシフィコ横浜）での床ワックス管理における従来工程と新工程での環境負荷の検証結果について述べる。

環境負荷の指標となるCO2排出量は、活動量（サービス対象の床面積）× 原単位（床面積1㎡当たりの排出量）で算定される。

従来工程と新工程での排出量の原単位を商業施設での検証により求め、表5-1, 2にその結果をまとめた。

この結果をもとに筆者らは平成26年度カーボン・オフセット第三者認証の申請を行い、環境省より認証取得の助成を受けた。この結果から、環境負荷の指標であるCO2排出量は、従来工程では1㎡当り0.22251kg-CO2、新工程では、0.00840kg-CO2であり、従来工程を新工程に変更することによるCO2排出量の削減率は96%であることが明らかとなった。

表5-1. 従来工程での原単位算定（大型商業施設の床3,800㎡で検証）

対象となる排出活動及び算定方法								CO2係数	㎡当りのCO2排出量	算定ガイドライン
水	水使用量 表面洗浄作業	1回当り㎡使用量(t)	年間作業回数	年間㎡当り使用量(t)			CO2係数 (kg-CO2/t)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	平成23年4月環境省算定ガイドライン(Ver2.0)付録 参考数値一覧23年4月19日版	
		0.0001	3	0.0003			0.23	0.00007		
	作業仕様(計算の説明)	年に3回、㎡50ccの水で表面洗浄する								
	水使用量 剥離後のリンス作業	1回当り㎡使用量(t)	年間作業回数	年間㎡当り使用量(t)			CO2係数 (kg-CO2/t)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)		
	0.00072	1	0.00072				0.23	0.00017		
作業仕様(計算の説明)	年に1回、剥離作業後に剥離廃液を回収して床面を360cc/㎡水で2回リンスする									
電力	電気消費量 表面洗浄 (電気式床洗浄機 ポリッシャー10インチ)	1時間当りの消費電力(kWh/h)	1時間当りの作業㎡数*	㎡当りの作業時間(h/㎡)	年間作業回数	年間㎡当りマン稼働時間(h/㎡)	年間㎡当り電力消費量(kWh/㎡)	CO2係数 (kg-CO2/kWh)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	平成24年12月18日付け官報・算定省令に基づく電気事業者ごとの調整後排出係数+ヒルムの積算と見積(日本ビル新聞)
		0.3	100	0.01	3	0.03	0.0090	0.406	0.00365	
作業仕様(計算の説明)	電気式床洗浄機ポリッシャー10インチは、1時間当たり100㎡表面洗浄作業ができる。(公式の記録なく、現場で実測)									
廃油等	ワックス成分=廃プラスチック排出量 (産廃・焼却処理)	1回当り㎡塗布量(kg)	年間塗布回数	年間㎡当り塗布量(kg)	プラスチック成分含有量(100%、10倍希釈)	年間㎡当りプラスチック成分量(kg)		CO2係数 (kg-CO2/kg)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条(平成22年3月3日一部改正)排出係数一覧
		0.018	9	0.162	24%	0.03888		2.556	0.09938	
	作業仕様(計算の説明)	年に3回ワックス表面を洗浄、ワックス(プラスチック成分24%含有)を2回塗布+年1回ワックスを全て(9層分)剥離してワックスを3回塗布								
	剥離剤由来化学物質=廃油排出量 (産廃・焼却処理)	1回当り㎡使用量(kg)	年間塗布回数	年間㎡当り使用量(kg)	化学物質成分含有量(100%、10倍希釈)	年間㎡当り廃油成分量(kg)		CO2係数 (kg-CO2/kg)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	
	0.4	1	0.4	10%	0.04		2.919	0.11676		
作業仕様(計算の説明)	年に1回水で10倍に希釈した剥離剤(廃油成分100%含有)を0.4kg/㎡使用してワックスを全て剥離する									
合計 = 従来工程の原単位(kg-CO2/㎡)									0.21996	

表5-2. 新工程での原単位算定（大型商業施設の床11,420㎡で検証）

対象となる排出活動及び算定方法								CO2係数	㎡当りのCO2排出量	算定ガイドライン		
水	水使用量 表面洗浄作業	1回当り㎡使用量(t)	年間作業回数	年間㎡当り使用量(t)			CO2係数 (kg-CO2/t)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	平成23年4月環境省算定ガイドライン(Ver2.0)付録 参考数値一覧23年4月19日版			
		0.0001	3	0.0003			0.23	0.00007				
	作業仕様(計算の説明)	年に3回、㎡50ccの水で表面洗浄して50ccの水でリンスする。										
	水使用量 水剥離作業	1回当り㎡使用量(t)	年間作業回数	年間㎡当り使用量(t)			CO2係数 (kg-CO2/t)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)				
	0.0001	1	0.0001				0.23	0.00002				
作業仕様(計算の説明)	年に1回、水50cc/㎡使用して水剥離して50ccの水でリンスする。											
電力	電気消費量 表面洗浄 (電気式床洗浄機 オーボット)	1時間当りの消費電力(kWh/h)	1時間当りの作業㎡数*	㎡当りの作業時間(h/㎡)	年間作業回数	年間㎡当りマン稼働時間(h/㎡)	年間㎡当り電力消費量(kWh/㎡)	CO2係数 (kg-CO2/kWh)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)	平成24年12月18日付け官報・算定省令に基づく電気事業者ごとの調整後排出係数+ヒルムの積算と見積(日本ビル新聞)		
		1.1	400	0.0025	3	0.0075	0.0083	0.406	0.00335			
	作業仕様(計算の説明)	電気式床洗浄機(オーボット)は、1時間当たり400㎡表面洗浄作業ができる。(公式の記録なく、現場で実測した)										
	電気消費量 水剥離 (電気式床洗浄機 オーボット)	1時間当りの消費電力(kWh/h)	1時間当りの作業㎡数*	㎡当りの作業時間(h/㎡)	年間作業回数	年間㎡当りマン稼働時間(h/㎡)	年間㎡当り電力消費量(kWh/㎡)	CO2係数 (kg-CO2/kWh)	CO2排出量 (kg-CO2/㎡)			
	1.1	90	0.0111	1	0.0111	0.0122	0.406	0.00496				
作業仕様(計算の説明)	電気式床洗浄機(オーボット)は、1時間当たり90㎡水剥離作業ができる。(公式の記録なく、現場で実測した)											
合計 = 新工程の原単位(kg-CO2/㎡)									0.00840			

### 2-3. 全国規模での従来工程と新工程の環境負荷比較

最後に、全国の産業用建築物を想定した環境負荷について、従来工程と新工程を比較して考察する。

従来工程による剥離廃液と新工程による水研磨汚水の新築物件における排出量を、国土交通省ホームページの産業用建築物の平成25年度着工面積から表6のように推計した。新工程の水研磨汚水は、リユースするので排出量は0とした。同様に、従来工程と新工程のCO2排出量を、表5にて説明した1㎡当りのCO2排出量を使い表7のように推計した。

表6. 平成25年度 産業用建築物の着工床面積と剥離廃液(産業廃棄物)排出量推計

No.	用途	CO2計算	着工床面積 (単位:1000㎡)	工程別 剥離廃液(産業廃棄物)排出量推計							
				1)対象外		2)従来工程の剥離剤方式 (産業廃棄物処理)		3)新工程の水研磨方式 (資源循環型リサイクル処理)		4)削減量合計 (2)-3)	
				床面積 (1000㎡)	床面積 (1000㎡)	原単位*1 (kg/㎡)	CO2 排出量(t)	床面積 (1000㎡)	原単位 (kg/㎡)	CO2 排出量(t)	削減量(t)
1	事務所・店舗・百貨店・銀行		130,171	84,611	45,580	0.4	18,224	45,580	0.0	0	18,224
2	病院・ホテル		10,671	6,403	4,288	0.4	1,707	4,288	0.0	0	1,707
3	工場・倉庫・倉庫		42,076	29,453	12,623	0.4	5,049	12,623	0.0	0	5,049
4	劇場・娯楽場・その他		7,028	4,588	2,450	0.4	984	2,450	0.0	0	984
	合計		189,946	125,235	64,911	0.4	25,964	64,911	0.0	0	25,964

\*1 1㎡当りの剥離剤希釈液の使用量  
出典: H26年度カーボンオフセット第三者認証取得、環境省支援により認証された当社計算による

表7. 平成25年度 産業用建築物\*1の着工床面積と床ワックス清掃によるCO2排出量推計

No.	用途	CO2計算	着工床面積 (単位:1000㎡)	工程別CO2排出量推計							
				1)対象外		2)従来工程の剥離剤方式 (産業廃棄物処理)		3)新工程の水研磨方式 (資源循環型リサイクル処理)		4)削減量合計 (2)-3)	
				床面積 (1000㎡)	床面積 (1000㎡)	原単位*1 (kg-CO2/㎡)	CO2 排出量(t)	床面積 (1000㎡)	原単位*3 (kg-CO2/㎡)	CO2 排出量(t)	削減量(t)
1	事務所・店舗・百貨店・銀行		130,171	84,611	45,560	0.22231	10,138	45,560	0.00840	383	4,535
2	病院・ホテル		10,671	6,403	4,288	0.22231	950	4,288	0.00840	36	47
3	工場・倉庫・倉庫		42,076	29,453	12,623	0.22231	2,808	12,623	0.00840	106	1,276
4	劇場・娯楽場・その他		7,028	4,588	2,450	0.22231	547	2,450	0.00840	21	262
	合計		189,946	125,235	64,911	0.22231	14,443	64,911	0.00840	545	6,180

\*1 都及び政令市町村において開発している固定資産地価(地価)を登録している家屋で非木造家屋。  
\*2 平成25年度国土交通省\*4、産業用建築物の着工面積による。  
\*3 カーボン・オフセット、環境省ホームページ、塗料等のワックスを含有しない床を当社管理物件の家数より仮定して試算した。  
\*4 使用する水と電気、及び排出する剥離剤を産業廃棄物として処理する際の1㎡当りのCO2排出量  
出典: H26年度カーボンオフセット第三者認証取得、環境省支援により認証された当社計算による

産業用建築物の建て替え周期を35年と想定して、上記の排出量に35を乗じて全国における従来工程の剥離廃液と新工程の水研磨汚水の産業廃棄物としての排出量を表8で推計した。同様に、CO2排出量について表9のように推計した。

表8. 産業用建築物における剥離廃液の排出量(t/年)推計

	従来工程の剥離剤方式 (産業廃棄物処理)		新工程の水研磨方式 (資源循環型リサイクル処理)		削減量合計	
	新築建築物	全建築物	新築建築物	全建築物	新築建築物	全建築物
建て替え 周期(年)	25,964	908,740	0	0	25,964	908,740

表9. 産業用建築物における剥離によるCO2排出量(t/年)推計

	従来工程の剥離剤方式 (産業廃棄物処理)		新工程の水研磨方式 (資源循環型リサイクル処理)		削減量合計	
	新築建築物	全建築物	新築建築物	全建築物	新築建築物	全建築物
建て替え 周期(年)	14,443	505,505	545	19,075	13,898	486,430

### 3. 結論

新工程で得られる水研磨汚水を凝集剤で正しく処理した後の処理水は、法規制値をクリアしており下水へ排水することができ、モップ洗い等の水に再利用できる。同様に、水研磨作業用の散布水としてリユースすることができる。

新工程で得られる水研磨汚水は、凝集剤で比較的簡単に固液分離することができる。また、回収したアクリルポリマーのワックス皮膜の破砕体は多孔質構造であり、液体を吸水・担持する能力があるので嘔吐物凝固剤や消臭剤他の原料としてリサイクルす

ることができる。

従来工程は、全国で剥離廃液の排出量が年間約90万トン、産業廃棄物として焼却処理されることを含めCO2排出量が約50万トンと推計され、環境に莫大な負荷をかけている。対して、新工程の水研磨汚水のCO2排出量は2万トン未満であり、床ワックス管理において約48万トン、96%のCO2排出量を削減できると考えられる。

近年、従来工程の剥離廃液は、行政による下水への排水規制の指導強化により、産業廃棄物として処理することが励行されている。しかし、その処理コストは清掃業務の請負単価に比べ割高であり、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会による推奨にもかかわらず、ビルオーナーとビル管理会社との間の業務委託契約において、その費用負担を明記することは稀有であり、問題解決の兆しが見えないのが現状である。

一方、新工程における技術の進歩は著しく、床用パッドの改良により、研磨をしても床材が削れず傷を防止できるパッドが発売されている。また、床材を研磨から保護するためのコーティング剤が発売され、6~7年前まで2機種しかなかった振動式研磨機は、現在は8機種が販売されている。

最後に、従来工程の剥離廃液の問題を解決して持続的な資源循環型床ワックス管理を確立するために、以下の提言をする。

- 1)ビルメンテナンスに対しては、「剥離剤を極力使用しない水研磨等の新工程」への転換と新工程の技術の習得。
- 2)ビルオーナーに対しては、「剥離剤を極力使用しない作業仕様」を盛り込んだ業務委託契約の推進を提言する。
- 3) (公社) 全国ビルメンテナンス協会に対しては、①床ワックス管理における環境負荷の「見える化」推進、②新工程等の環境技術の会員企業の普及と教育を提言する。現在協会が推進しているエコチューニング技術者資格・事業者認定制度が先行する良い見本となると考える。
- 4) 行政に対しては、新工程等の環境技術のビルクリーニング技能士等国家資格への採用を前提に、公官庁施設における新工程の実証を提言する。

### [ 謝辞 ]

ここに、本技術の改良・開発のために現場をご提供頂きご協力頂いた、株式会社横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜)、SOMPOビルマネジメント株式会社、日本トイザラス株式会社はじめ多くのビルオーナー様に感謝申し上げます。また、数々の技術的なアドバイスを頂いた、一般社団法人床ワックスをリサイクルする会、木庭秀明博士(工学)に感謝申し上げます。

### [ 参考文献 ]

- 1) 笠原裕樹、山田拓哉、三浦真 : 建築物における剥離剤を使わない床ワックス管理と剥離廃液リサイクルの実際、ビルクリーニング、2014年3月、pp.11-13
- 2) 笠原裕樹、三浦真、伊藤健 : 水研磨・床ワックス管理とCO2排出量削減への取り組み、社団法人全国ビルメンテナンス協会、月間ビルメンテナンス、2015年4月、pp.33-37
- 3) 木庭秀明 : フロアーポリッシュの化学、化学と教育、48巻1号、2000年、pp.26, 27

- 4) 中西正敏（発明者）：特許第 5468171 号、2013 年 10 月 2 日（出願日）
- 5) ガイドライン「建築物清掃作業における廃液処理」、社団法人全国ビルメンテナンス協会、2007 年 5 月 31 日発行
- 6) （株）リンレイ・メンテナンス総合研究所：剥離廃液処理方法の案内 ② リンレイ・剥離汚水処理剤、社団法人全国ビルメンテナンス協会、月間ビルメンテナンス、2011 年 2 月、pp.32-35
- 7) Orbot by hruby orbital systems、インテックスソリューション株式会社、<http://www.intexsolution.com>
- 8) バッテリー駆動自走式超高速振動自動床洗浄機「マイクロマグ 600」、蔵王産業株式会社、<http://www.zaohnet.co.jp>
- 9) 笠原裕樹、山田拓哉、三浦真：建築物における剥離剤を使わない床ワックス管理と剥離廃液リサイクルの実際、第 41 回建築物環境衛生管理全国大会技術研究集会要旨集、2014 年 1 月、pp.98, 99

[ 補注 ]

筆者らの検討では、新工程の水研磨汚水用に開発した凝集処理技術を従来工程のアルカリ性剥離剤を使った廃液の処理に用いることは現実的ではないと結論付けた。その理由は、以下の 4 点が考えられ、従来工程で得られる廃液は、従来通り産業廃棄物としての焼却処理が妥当と判断される。

- a) 凝集の電気的中和が活発化する pH5~9 にするため、剥離廃液をまず酸性物質で中和することが必要であり、硫酸バンド、PAC 等の pH 調整剤を多量に添加する必要がある。廃液重量比で 5~10%、廃液 1kg 当りのコスト比は、10 倍以上と推測する。
- b) 上記 a) の凝集作業に多くの時間と労力が必要となる。1 斗缶で処理するとして攪拌時間に 5~10 分、濾過時間で 10~30 分が必要となる。
- c) 凝集した残渣の水抜けが悪く、元の廃液に対して重量比で 20~30%と大量の残渣が排出することになる。また乾燥にも 7~8 日(夏場に通風の良い場所として)と多くの時間が必要となる。
- d) 乾燥残渣には、剥離剤の溶剤臭が移香して残り、リサイクルするには、新たに脱臭工程が必要となる。

---

(原稿受理日 2017 年 8 月 22 日)

(原稿採用決定日 2018 年 1 月 12 日)