

# 全プラスチック製汚泥かき寄せ機 に関する共同研究

## 1. 研究の背景と目的

下水処理場で使用する汚泥かき寄せ機は、下水中という比較的厳しい腐食環境下で長期間にわたって汚泥をかき寄せるといった機能を必要とし、機械的な摩耗に加えて腐食による摩耗の加速を受け機械寿命が短い傾向がある。

また、点検補修時においては運転を停止し水抜きをする必要があるため、地上に設置される機器と比較して、作業が煩雑である。

従来は、金属製汚泥かき寄せ機が主であったが、金属製汚泥かき寄せ機の各部品は、腐食代を見込んだ強度的条件を基準に設計され重量が大きくなり、またその構造上から部品交換時に多大な時間と費用がかかっている。したがって、汚泥かき寄せ機はメンテナンスフリーで長期間運転できるものが望ましいとされてきた。

これらの要望に対して、まず汚泥かき寄せ機の主要部品であるチェーンの腐食及び摩耗といった課題に対し、プラスチック製チェーンが開発された。

プラスチック製チェーンは、金属製チェーンと異なり腐食がなく、摩耗は機械的摩耗のみで、その摩耗量も樹脂のもつ自己潤滑性により大幅に改善された。

続いて、本体スプロケットホイール、フライト、シューがプラスチック化され、腐食、摩耗が大幅に改善された汚泥かき寄せ機が開発され、近年、全国的にかなり普及してきた。

さらに池内に設置されるほぼ全部品をプラスチッ

ク化した「全プラスチック製汚泥かき寄せ機」が近年開発された。これにより、各部品の耐腐食性および耐摩耗性が向上し、機器の寿命の延長のみならず、給脂の手間等もなくなり、汚泥かき寄せ機のメンテナンスフリー化等によりトータルコストの削減が可能となった。

このような「全プラスチック製汚泥かき寄せ機」が適正に利用され、その普及が図られるために、本共同研究は、平成9年度、10年度の2カ年にわたり利用目的や用途などの位置づけを明確にすることを目的とするものである。

## 2. 研究体制

本研究は、財団法人 下水道新技術推進機構と下記7企業との共同研究により実施しているものである。

アタカ工業株式会社  
株式会社荏原製作所  
川崎重工業株式会社  
株式会社神戸製鋼所  
月島機械株式会社  
日立金属株式会社  
日立プラント建設株式会社

## 3. 研究内容

平成9年度および10年度の2年にわたる全体の研究フローを図-1に示す。平成9年度には既存の全

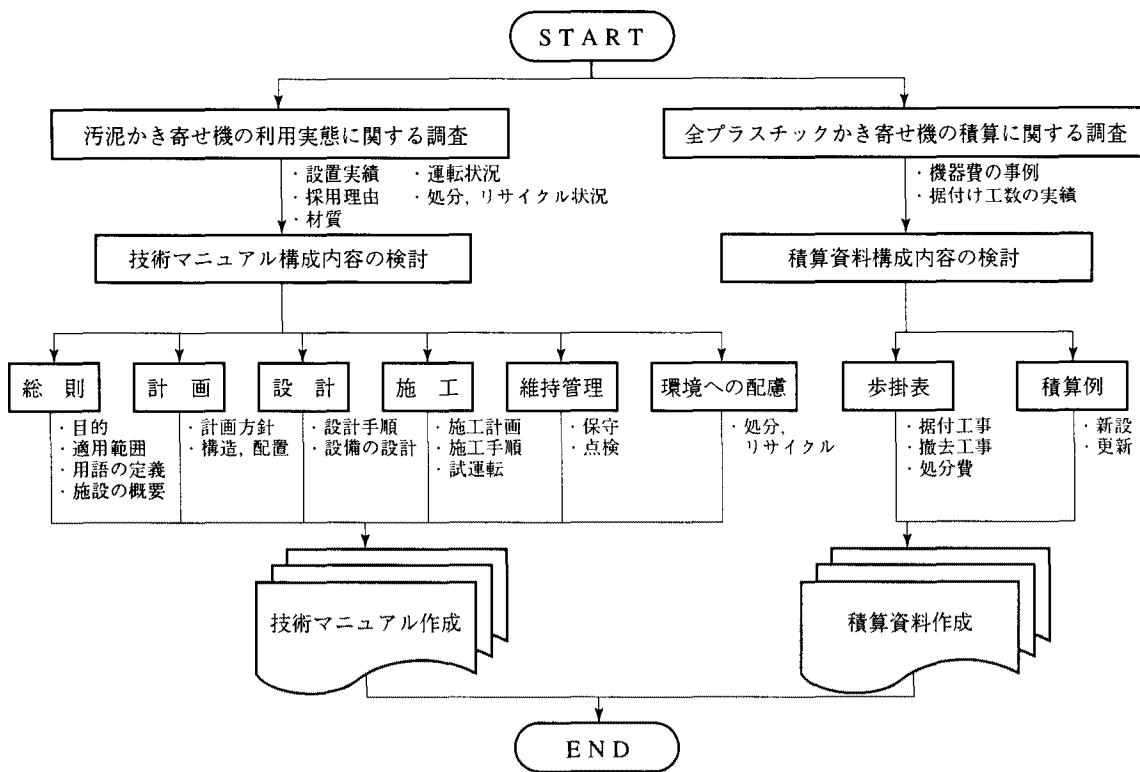


図-1 研究内容の全体フロー

プラスチック製汚泥かき寄せ機の利用実態調査および積算に関する調査を中心に、技術マニュアルと積算資料作成のための基礎資料とした。

## 4. 研究成果の概要

### 4.1 全プラスチック製汚泥かき寄せ機の装置概要

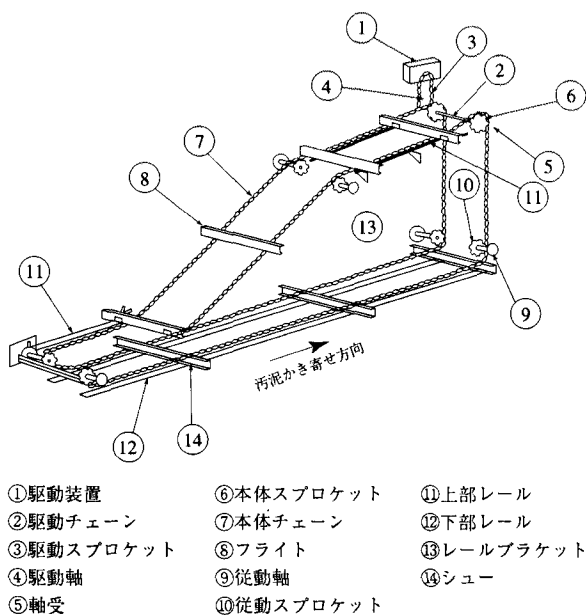


図-2 一般的な汚泥かき寄せ機の構造図

本研究の対象とした全プラスチック製汚泥かき寄せ機は、長方形の平行流れの最初沈殿池や最終沈殿池に設置するチェーンフライト式汚泥かき寄せ機で、電動機と減速機を除くほとんどの構成部品がプラスチック材料としたものである。一般的なチェーンフライト式汚泥かき寄せ機の構造図を図-2に示す。

### 4.2 利用実態に関する調査

#### 4.2.1 設置処理場数, 設置基数

全プラスチック製汚泥かき寄せ機を設置している処理場数は図-3に示すように、1997年度現在、全国で43処理場が挙げられ、設置基数は約200台である。一方、チェーン、スプロケット、およびフライトシュ等プラスチック製としている部分プラスチック製汚泥かき寄せ機を設置している処理場は、全国で約120処理場である。

1997年度現在、標準活性汚泥法とその変法を処理方式とする下水処理場は全国で約770である。したがって、これらの処理場のうち全プラスチック製汚泥かき寄せ機が使用されている処理場の割合は約6%、部分プラスチック製汚泥かき寄せ機を含めると約21%に相当する。

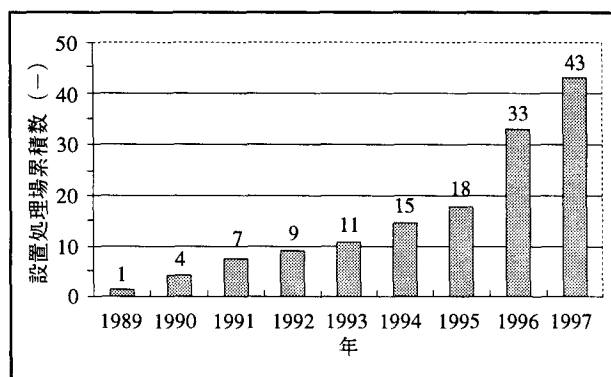


図-3 全プラスチック製汚泥かき寄せ機設置処理場数の推移

全プラスチック製汚泥かき寄せ機が最初に使用されたのは1989年からであり、当初の伸びは年間数処理場の程度であったが、1996年に急速に増加している。

#### 4.2.2 プラスチック製汚泥かき寄せ機の採用背景

##### 1) 各自治体が採用した動機

20処理場を対象とした、メーカーを介してのアンケート調査結果から、“各自治体がプラスチック製かき寄せ機に決定した動機と理由”に関する設問に対する解答を記載すると以下のとおりである。

- ① 『耐食性が高く、塗装等の保守を考慮すると割安である。』
- ② 『塩素イオン濃度が高いため鋼製のかき寄せ機ではチェーン、スプロケットの交換期間が短い。この点を解消するため。』
- ③ 『流入下水に塩素イオン、硫黄分が多く含まれるため、鋼製では数年で腐食してしまうため。』
- ④ 『部分プラスチック製かき寄せ機は使用してきているので、マイナーチェンジと捉えて採用した。』
- ⑤ 『海に近いので、塩害対策で樹脂製にした。一方、金属はSUS304、SS400の亜鉛メッキとしている。』
- ⑥ 『過去定期的に金属製チェーンの取替え工事を行ってきたが、その取替え頻度を少なくするため。』
- ⑦ 『合成樹脂は耐腐食性が金属部品よりも優れるため長寿命化を期待する。さらに軽量であるため、動力が下がり省エネに寄与する。』
- ⑧ 『金属製チェーンに比べて耐摩耗性、耐腐食性が高い。また動力の低減化を図るため。』
- ⑨ 『10年前に採用した既設かき寄せ機のチェーンとシューの腐食と摩耗がひどく交換が必要で

ある。従って、寿命の長いプラスチックにして交換頻度を減らすため。』

これらの回答から各自治体がプラスチック製汚泥かき寄せ機を採用した動機、理由をまとめると次のように集約される。

- ア) 金属製のものより耐摩耗性、耐腐食性に優れており、かつ軽量である。
- イ) 寿命が長く、部品の交換頻度が少なく、塗装や給脂が必要ない。
- ウ) 動力費をはじめ維持管理費が低減し、トータルの費用が安価になる。

##### 2) 採用処理場の水質特性

アンケート対象とした20処理場の水質的背景をみると、流入水質の特性を直接の採用理由とした処理場は以下の3処理場であり、状況は次のとおり。

- ① 海浜地区に立地しており、塩素イオン濃度が高い。
- ② 温泉排水が流入し、塩素イオン濃度は平均640mg/lで、温度も常に30℃以上ある。
- ③ 塩素イオン濃度は2,000~4,000mg/lあり、SUS403の部位でも3年で寿命となる。

なお、この他の処理場についても流入水質を調査、把握し、技術マニュアルにおいて採用の背景あるいは適用事例として示すものとする。

##### 4.2.3 運転状況

全プラスチック製汚泥かき寄せ機の摩耗状況を下記に示す。

調査した処理場の流入水質は特に塩分濃度が高くない一般的な水質であり、全プラスチック製汚泥かき寄せ機運転開始後2年から5年を経過している。

摩耗量の測定調査によると、チェーン、スプロケット、シュー・レールに摩耗が認められるが、チェーンで0.4mm以下、スプロケットで0.65mm以下、シューで0.5mm以下、レールで0.2mm以下であり、稼働に何ら問題のない範囲であるといえる。

また、運転において特に不具合な点も認められていない。

なお、時間経過に伴う摩耗量の変化並びに維持管理の内容や所定時間などについては、さらにヒアリング等による調査を重ね、技術マニュアルへの反映を図るものとする。

##### 4.2.4 材質と構造

プラスチック製汚泥かき寄せ機メーカー7社で使用されている主要構成部品の材質を表-1に示す。材質の種類は、ポリエステル、ナイロン、FRP、超高分子量ポリエチレン、ポリアセタール、ポリウレタン、ポリアミド、ペンタムの8種類である。その他

に、鋼管にFRPライニングを施したものとペンタムモールドイング、ステンレスがある。各社とも使用しているプラスチックの種類は、ライニングあるいはモールドの材質を含めて4種または5種である。

本体用のチェーンの材質はポリエステルかポリアセタールのいずれかである。駆動用チェーンにはポリエステルは使用されておらず、ナイロンまたはポリアセタールが4社で、ステンレスが3社である。

表-1 メーカー7社の構成部品の材質

		ポリアセタール	ポリエステル	ナイロン	超高分子量ポリエチレン	ポリウレタン	FRP	ペンタム	ポリアミド	鋼製
チェーン	本体用	4	3							
	駆動用	3		1						3
スプロケット ホイール	駆動軸駆動用			2	3	1				2
	駆動軸本体用			2	5	1				
	従動軸本体用			2	5	1		1		
シュー				3	1	4				
軸	駆動軸						5	1		5
	従動軸			2			4	1		3
	テークアップ軸			2			4	1		4
軸受	駆動軸用			4	3		1	1	1	
	従動軸用			4	1		1	1		
	テークアップ軸用			4	1		1	1		1
フライト板							7			
レール	ガイドレール				6		6	1		
	海底レール				6		6	1		
	レールブラケット			3			4	1		

注：表中の数値は該当メーカー数を示す。

スプロケットホイールは駆動軸駆動用、駆動軸本体用、および従動軸本体用ともに同じ材質を用いているのが4社であり、ナイロン、ポリウレタン、あるいは超高分子量ポリエステルを使用している。その他3社はボス部にペンタムやナイロンを、歯部に超高分子量ポリエチレンやステンレス鋼を使用している。

軸は、金属を用いていないのは2社で、ともに駆動軸がFRPで、従動軸とテークアップ軸がナイロンである。5社は鋼管にFRPのライニングやペンタムでモールドしている。

また、メーカー7社の構造的な主な差異は、以下のとおりである。

本体チェーン：アタッチメントが鉛直タイプ又は水平タイプ

駆動軸：全樹脂製又は金属軸に樹脂ライニング

従動軸：両端支持又は片持ち支持。両端支持タイプは金属軸に樹脂ライニングしており、3社が採用している。片持ち支持タイプは全プラスチック製で、4社が採用している。

#### 4.2.5 リサイクルに関する各メーカーの取り組み

撤去後のプラスチックのリサイクルに関する各社の現状での取り組みはそれぞれ異なるが、焼却処分を主体に考えている。有効利用を考えているメーカーが2社あり、汚泥かき寄せ機部品への再利用、原料の増量材への利用を考えている。また、プラスチック業界におけるリサイクルへの取組みにも注意が必要である。

### 4.3 技術マニュアル構成内容の検討

本研究で作成する技術マニュアルは、プラスチック製汚泥かき寄せ機を導入・使用するにあたり、計画、設計から維持管理、処分に至るまでの必要事項を示すものである。従って、利用実態調査で得られた結果から技術マニュアルへ反映させるべき事項を列挙すると以下のとおりである。

#### 4.3.1 「総則」に関して

技術マニュアルの目的、適用範囲を明確にするとともに、汚泥かき寄せ機の構成部品や材質は専門的な用語が多いため、用語の定義を記述する。同様に、施設概要を紹介するものとする。

#### 4.3.2 「計画」に関して

##### 1) 採用背景、導入目的

更新あるいは新規計画において、汚泥かき寄せ機をプラスチック型(全・部品)とするか従来の金属型とするか等、利用者が選択する際の参考となるような、既存処理場への採用理由や導入目的を事例として掲げるものとする。

##### 2) 耐用年数

運転実績年数が5年程度を経過した処理場の全プラスチック製汚泥かき寄せ機の主要部品の摩耗量測定結果から耐用年数が推定される。一般に、金属製の場合の耐用年数は、ステンレス製チェーン10年、ステンレス製スプロケット15年、鋳鉄製シュー8年といわれており、これらと比較すると部分プラスチック製の主要部品では20年の実績がある。

全プラスチック製汚泥かき寄せ機の主要な構成部品であるチェーン、スプロケット、シュー等の耐用年数は数倍になるものと言える。

設備の標準的な耐用年数を把握することは、適正な更新計画や財政計画を策定する上で重要であり、参考として明記するものとする。

#### 4.3.3 「設計」に関して

##### 1) 材質

現在、プラスチック製汚泥かき寄せ機に使用されているプラスチックの種類は多種にわたっており、マニュアルにおいても、設計のために必要な物理的

性質や化学的性質を多岐にわたって明示しなければならないことになる。

したがって、チェーン、スプロケットホイールおよびシューといった主要な部品については、前項までの調査結果より、部品毎の機能特性や互換性、プラスチックの物性、さらに各社が使用している材質の現状を勘案し、本技術マニュアルで標準とする材質として以下に示すものを対象とする。

- ・チェーン：ポリアセタール、ポリエステル
- ・スプロケットホイール：超高分子量ポリエチレン、ナイロン、ポリウレタン
- ・シュー：ポリウレタン、ナイロン

## 2) 構造

本体チェーンに作用する張力は、フライトやチェーン自体の重量が金属製と比較して軽いため、本体チェーンに作用する張力は小さくなる。この場合、チェーンの平均破断強度にもよるが、適用可能な池長さなど水処理全体の計画にも影響し、留意が必要となる。

また、駆動のための電動機や減速機の必要能力も金属製汚泥かき寄せ機に比べて軽減されるため、必要電動機出力の算定方法を網羅する必要がある。

### 4.3.4 「施工」に関して

金属製汚泥かき寄せ機と比較して各部品の重量が軽いため、施工においても必要重機や仮設が異なる。したがって、施工方法や手順を明確にする必要がある。

同様に、試験運転方法に関しても、試験運転計画、試験運転準備を含めて提示するものとする。

### 4.3.5 「維持管理」に関して

#### 1) 点検

全プラスチック製かき寄せ機は、水中部への給脂が必要なく、維持管理項目としては少ないが、日常点検、週間点検、月間点検毎に必要な点検箇所、方法等を整理するものとする。

#### 2) 保守

プラスチック製のチェーンの伸びは金属製に比較して極めて小さいため頻度は少ないものの、チェーンの張り調整は必要である。調整の必要時期、調整方法等を記載しなければならない。

また、チェーンをはじめとして各部品について、その互換性を明らかにしなければならない。

その他、常備すべき予備品リストを作成する。

### 4.3.6 「環境への配慮」に関して

資源採取から廃棄に至る各段階での環境問題へ関心が高まっていることを踏まえ、環境への負荷低減を目標として、国においても廃棄物とリサイクルに対する基本的な考え方と施策が打ち出されている。

全プラスチック製汚泥かき寄せ機からの廃棄プラスチックについても、全国の使用量からみると0.04%程度と想定され、量的には少ないものの、適正な利用を推進するとともに、寿命後のリサイクルについて、社会的なニーズにあわせ、かつ実現可能な対応策を確保する必要がある。

したがって、生産者側の適正な対応が必要であるが、リサイクルに対する利用者側の関心もあり、この旨示すものとする。

## 4.4 積算資料作成に関する調査

全プラスチック製汚泥かき寄せ機の据付け工事に要した実績工数を調査し、データ整理を行った。

既存の金属製汚泥かき寄せ機に対して、全体的に据付け重量の軽さが反映されているが、実際の据付け工事においては部分の数などが大きく影響していることがわかった。

したがって、さらに多くの実績工数データを調査、収集するとともに、工数に係る種々の要因を考慮した実績工数を解析した上で、適正な精算のための標準的な工数を設定し積算資料とする。

## 5. 今後の課題

地域性、使用目的、水質、運転維持管理状況などに関する利用実態調査を踏まえて、次年度においては、全プラスチック製汚泥かき寄せ機設置の計画・設計・施工・運転管理等に関する技術マニュアルを策定する。

なお、主要部の標準化および廃棄プラスチックのリサイクルに関する検討も引き続き行い、技術マニュアルへ反映するものとする。

また、ユーザーが全プラスチック製汚泥かき寄せ機の導入に際して適正な積算評価を行えるため、機器費や据付け費などの実績データ・資料を収集、整理し、積算資料を作成するものとする。

---

●この研究に関する問い合わせは 研究第二部長 前田 正博  
研究第二部主任研究員 佐伯 守久  
研究第二部研究員 森岡 真一