

〈研究発表〉

浮上型チェーンフライト式汚泥かき寄せ機の開発

野瀬 一 弘

月島機械(株) ソリューション技術部

(〒135-0031 東京都江東区1-3-7 E-mail: kazuhiko_nose@tsk-g.co.jp)

概 要

下水処理場水処理設備の最初沈殿池、最終沈殿池で使用する新しいタイプのチェーンフライト式かき寄せ機を開発した。本機は、2軸構造で、フライトにフロートを取り付け、チェーンを水中で浮かせることを特長としたかき寄せ機である。フライトに取り付けたフロートの浮力でチェーンの緊張を行っているため、チェーンが伸びてもチェーン張力の低下が少ない。また、軸やフライトは全て池底付近にあるため、地震発生時においてフライト脱落やチェーン脱輪が起りにくい構造となっている。

キーワード：かき寄せ機

原稿受付 2016.7.4

EICA: 21(2・3) 47-50

1. はじめに

樹脂製のチェーンフライト式かき寄せ機は、耐食性の高さが評価され、金属チェーンに代わる機器として20年以上の使用実績がある。しかし、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震による沈殿池の水面の揺れによりチェーン脱落が発生したため、耐震性が問題視されている。また、樹脂チェーンは、金属チェーンに比べて伸びやすく、定期的に沈殿池を空けての調整が必要なため、以前よりチェーン張力調整頻度低減の要望が出ていた。

このため、耐震製が高く、メンテナンス性の良好な、浮力を利用したチェーンフライト式かき寄せ機を開発し、テストおよびシミュレーションによりその性能を検証したので報告する。

2. 浮上型チェーンフライト式かき寄せ機の構造

Fig. 1に浮上型チェーンフライト式かき寄せ機の構造図を示す。

フライトにフロートを取り付け、フライトに浮力を持たせることによりチェーンを緊張させている2軸タイプのチェーンフライト式かき寄せ機である。

浮力を持ったフライトは、かき寄せ側およびリターン側ともに池底付近に設置されたサイドレールで上方から押さえられており、サイドレールに沿ってチェーンによりフライトが走行する。リターン側には、サイドレールが無いチェーン緊張部があり、この部分を走行するフライトの浮力によりチェーンが緊張する。

なお、フライトが浮上するため、池底レールは不要となる。

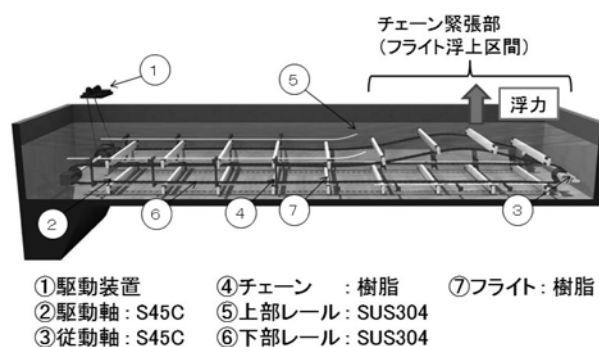


Fig. 1 浮上型チェーンフライト式かき寄せ機構造図

3. 性能試験

3.1 チェーン張力の検証

幅2.5m、長さ15m、高さ2.5mの水槽に設置したテスト機(Photo 1)にて水中でのチェーンの伸びと張力の確認を行った。チェーンの伸びは、リンク数を増やすことにより模擬的に再現した。また、テストでは10年以上の運転を考慮し、チェーン全長の1.1%に相当する2リンク程度の伸びまでを検討した。張力の測定は、チェーンにばねばかりを入れることで測定した。(Fig. 2)

張力の測定結果をFig. 3に示す。浮上型かき寄せ機は、従来の4軸のチェーンフライトかき寄せ機と比較して、チェーンが伸びた状態での張力の低下幅が小さくなった。また、フライトの浮力は、フロート量で

自由に調整できるため、浮力を適正にすることでチェーン伸び後も十分なチェーン張力を維持することが可能であった。模擬的にチェーンを伸ばした状態で連続運転を行い、問題無く運転出来ることを確認した。

なお、浮上型かき寄せ機のチェーン張力低下が小さいのは、チェーンが伸びても張力に影響を与える浮力が変化しないためである。



Photo 1 テスト機写真

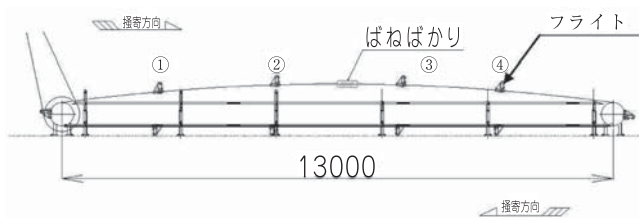


Fig. 2 チェーン張力測定方法

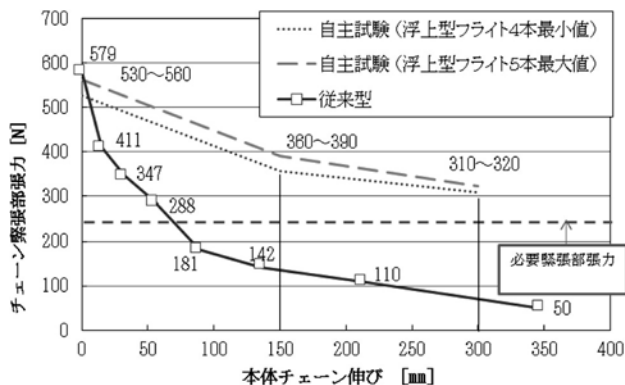


Fig. 3 張力の測定結果

3.2 耐震性についての検証

汚水のスロッシングのシミュレーション解析（水の揺れ解析）を行うことで耐震性について検証した。

東北地方太平洋沖地震で水面近くを走行するチェーンやフライトの脱落が発生し、チェーンが地震による水面の揺れの影響を受けて部分的に損傷したとの報告が

なされた。一方、浮上型かき寄せ機では、チェーンがかき寄せ側、リターン側共に、池底を走行しており、水面近くにチェーンが走行していないため、水面付近と池底付近のスロッシングによる影響を確認することで、従来の4軸かき寄せ機と浮上型かき寄せ機の耐震性を比較検証した。

計算モデルを Fig. 4、計算結果を Fig. 5 に示す。なお、地震の大きさは、中規模な地震を想定し、最大速度 0.1 m/sec (10 kine) とした。また、計算には汎用有限要素法プログラムを使用した。計算結果より、水面付近は、最大変位 0.695 m と大きく揺れているが、池底付近の揺れは、最大変位 0.046 m と非常に小さく、池底付近のチェーンは地震により外れにくいと考えられる。

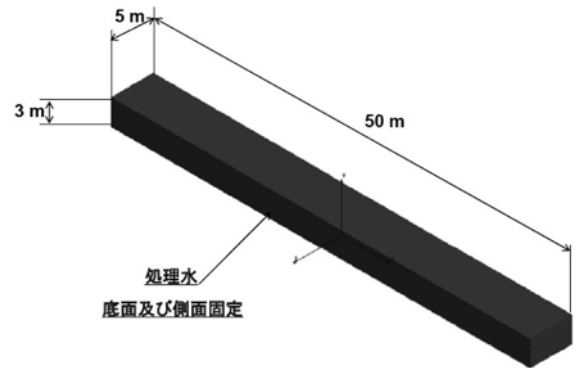


Fig. 4 計算モデル

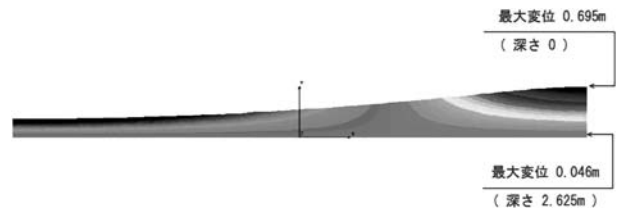


Fig. 5 シミュレーション結果

4. 特 長

テスト結果、および解析結果より、浮上型かき寄せ機は、以下の特長を有するかき寄せ機となる。

(1) 本体チェーンの張力調整が不要

浮上型汚泥かき寄せ機は、浮力で本体チェーンを緊張しているため、チェーンが伸びてもチェーン初期張力の低下が従来型より小さく、運転に必要な張力を維持できる。このため、チェーン張力調整頻度が少なく、結果として沈殿池の水抜き点検頻度を低減することが可能である。

従来型は、チェーンが伸びるとチェーン緊張部長（カテナリー長）が短くなるため、下向きの自重が小

さくなり、チェーン初期張力が著しく低下する。これに対して、浮上型かき寄せ機の場合、チェーンが伸びても、チェーンが上側に浮上し膨らむだけで、チェーン緊張部長は変わらない。このため、チェーンに発生している上向きの力は変わらないため、チェーン緊張部張力の低下を抑えることができる。(Fig. 6)

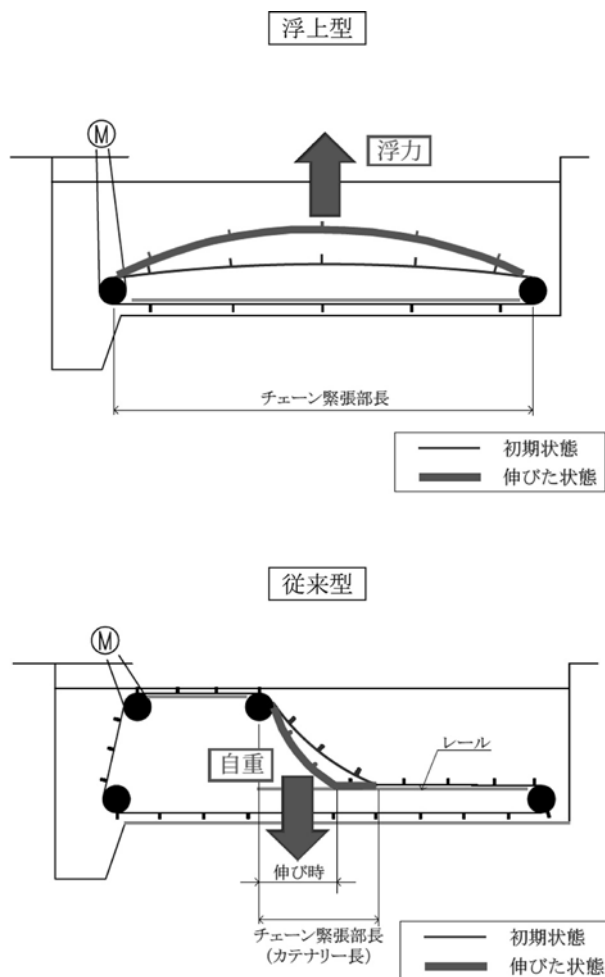


Fig. 6 メンテナンス性比較

(2) 耐震性が高い

浮上型かき寄せ機は2軸構造のため、すべてのレールや軸が池底付近にあり、水面付近にレールや軸がない。(Fig. 7 参照) このため、水面に揺れ等が発生してもフライトやチェーンへの影響が小さく、レールからフライト脱落やチェーン脱輪が発生しにくい構造である。

また、浮上型かき寄せ機は、チェーンとスプロケットの巻き付け角が大きいので従来型よりスプロケットから外れ難い構造となっている。

(3) 施工性がよい

従来型では、フライトが池底上を走行するため、池底にフライト走行用のレールが必要である。このため、池底レール埋設のために、池底仕上げ用コンクリート工事が必要となる。

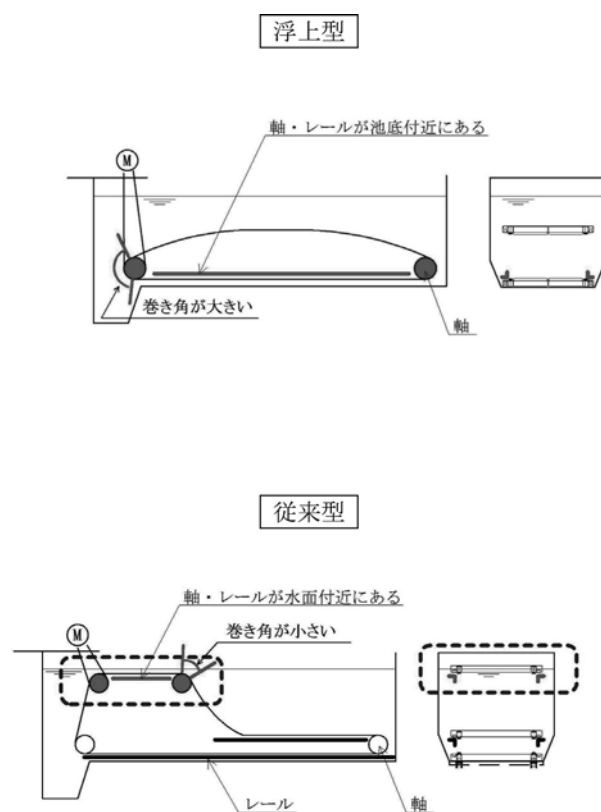


Fig. 7 耐震性比較

これに対し浮上型かき寄せ機は、フロートの浮力により浮上しているフライトが、下部レール下面に接しながら走行しているため、池底レールを必要としない。したがって、従来型であれば池底レールの仕上げ用コンクリート工事が必要であるが、浮上型かき寄せ機は池底仕上げ用コンクリート工事が不要である。従来型

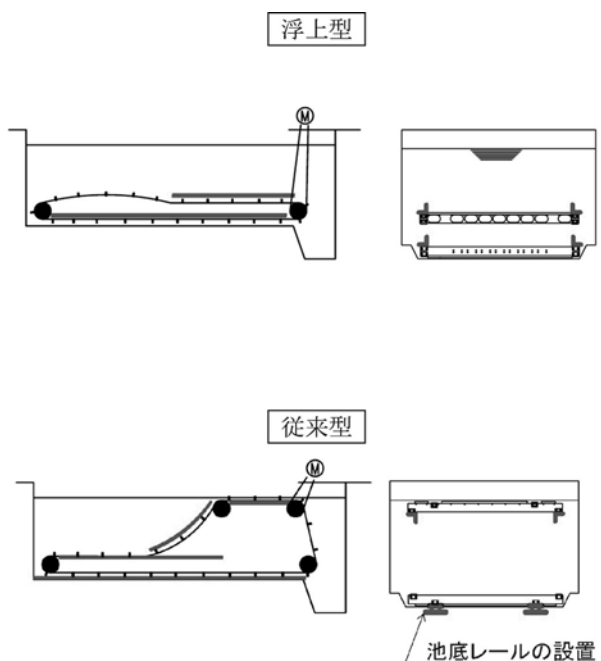


Fig. 8 施工性比較

との比較を **Fig. 8** に示す。

従来型からの更新時も、既設池底レールと浮上型かき寄せ機のフライントが干渉しないため、既設池底レールを撤去することなく機器を設置することができる。

5. 実機への適用

テスト結果をもとに、I 浄化センターへ実機を導入した。池寸法は、初沈：水路幅 4,500 mm×長さ 21,200 mm×水深 3,500 mm 2 水路 1 駆動，終沈：水路幅 4,500 mm×長さ 54,000 mm×水深 4,200 mm 2 水路 1 駆動となる。1 年以上の連続運転を行っているが問題が発生することなく順調に稼働中である (**Photo. 2**：初沈かき寄せ機 **Photo. 3**：終沈かき寄せ機)。



Photo. 2 初沈かき寄せ機



Photo. 3 終沈かき寄せ機

6. ま と め

樹脂製チェーンフライント式汚泥かき寄せ機は、多くの実績をもつかき寄せ機である、しかし、東北地方太平洋沖地震で多数のチェーン脱輪が確認されてから、耐震性の改善が求められている。

改善策の一つとして、浮力を利用した浮上型チェーンフライント式汚泥かき寄せ機を提案する。検証結果より、浮上型かき寄せ機は水面の揺れの影響を受けないため、耐震性が高く、更にチェーン張力の調整が不要でメンテナンス性に優れることが確認された。現在、国内では実機と実証試験機が順調に稼働中である。今後、その後の試験結果についても報告していきたいと考える。