

技術紹介

自走式ウォータージェットによるケレン作業

～鋼桁上面自動ケレン装置の開発～

Development of Auto-running cleaning machine

赤地 一彦 ^{*1}
AKACHI Kazuhiko

鈴木 裕二 ^{*2}
SUZUKI Yuji

嶋田 輝夫 ^{*3}
SHIMADA Teruo

1. はじめに

近年、高速道路等の老朽化に伴い、床版の取替工事が増加しており、当社でも多数施工実績があります。床版取替時の作業として、床版除去後、鋼桁上面に付着したコンクリートや錆を取り除くケレン作業を実施しており、複数の作業員がグラインダー等のハンドツールを使用して作業を行っています。

鋼桁上面ケレン作業の工期・工数削減とケレン品質の安定・向上を目的とし、ウォータージェット（以下 WJ）技術と自動運転技術を組み合わせることで鋼桁上を走行しながらケレン作業が可能な鋼桁上面自動ケレン装置（以下鋼桁ケレン装置）の開発を行いました。

なお、本開発は川田建設㈱と川田テクノロジーズ㈱が共同で実施しており、研掃装置（WJ を吐出する装置）の開発については、㈱スギノマシンの技術協力の下、進めています。

2. 鋼桁ケレン装置の概要

(1)開発経緯

2020 年度に開発を開始し、ケレン機能の検証を主目的とした試作 1 号機を製作しました。2021 年度は、本装置を床版取替工事現場へ持ち込み、検証を行いました。検証時の様子を写真 1 に示します。

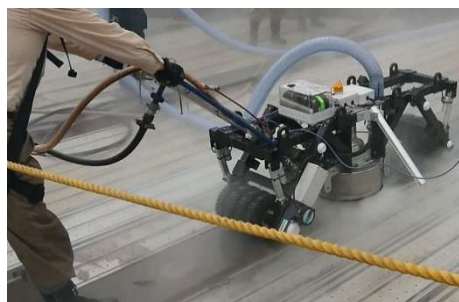


写真 1 鋼桁ケレン装置（試作 1 号機）によるケレン作業

その結果、コンクリートの残痕や錆を除去可能であることやケレン作業を行うために必要な WJ の仕様（水圧

や水量）、走行台車に必要な仕様（移動速度等）を確認することができました。また、フィードバックに基づき以下の改善を行うことにしました。

- ・ 装置の操作性や作業状況の確認がし易いように、また操縦者の安全性を考慮した制御システムと操縦デバイスの導入
- ・ 鋼桁からの落下防止、突起物回避や接触時に停止するための安全装置の追加
- ・ 現場の使用環境に対する耐性、防水性の強化
- ・ 運搬・設置を容易にするための軽量・小型化

この検証結果を反映させた試作 2 号機を 2022 年 8 月に完成させ、施工現場でケレン作業を行いました。次節以降で試作 2 号機の詳細を説明します。

(2)鋼桁ケレン装置本体

鋼桁ケレン装置本体（試作 2 号機）の特徴は以下のとおりです。鋼桁ケレン装置本体を写真 2 に示します。



写真 2 鋼桁ケレン装置本体（試作 2 号機）

- ① 操作性向上のためゲームパッドで無線操縦とし、自律走行と安全性向上のため以下を装備しました。
 - ・ ケレン品質の均一化のため、鋼桁上の凹凸に対して研掃装置が一定の高さに自動調整される機能
 - ・ 鋼桁からの脱輪を防止する機能
 - ・ 研掃装置が障害物に衝突した際、装置の走行を止める機能

*1 川田建設㈱技術本部機械技術開発室 主幹

*2 川田建設㈱本社 技師長

*3 川田テクノロジーズ㈱

- ② 走行台車は、前輪と後輪が独立して駆動・操舵可能とし、鋼桁上での走破性や細かな方向変更を可能としました。
- ③ 作業者が装置の状況を把握し易いように、走行速度等を表示するモニターを装備しました。
- ④ 研掃装置（図1）は、WJを吐出する装置です。ケレン品質向上を目標とし、最適なノズルの径や配置を決定しました。また、鋼桁ケレン装置本体が小型・軽量化できるように取付け部の設計を行いました。
- ⑤ 研掃装置の噴流が霧状に吐出すると視界不良となり、目視操作がし難くなるため、吐出防止のためのカバーを装備しました。
- ⑥ 現場の使用環境に対応するため、主に電装機器や駆動機構部は、防塵・防滴設計としました。
- ⑦ 運搬や設置、安全性の観点から試作1号機より以下のとおり小型・軽量化しました。
 - ・全長：2 m から 1.3 m へ小型化
 - ・重量：160 kg から 118 kg へ軽量化

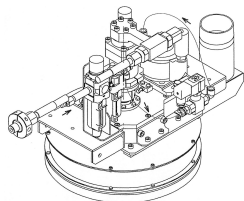


図1 研掃装置

(3)鋼桁ケレン装置システム

鋼桁ケレン装置を動かすためには以下の機材が必要です。各機材の役割や特徴、接続方法を説明します。

各機材の接続を図2、写真3に示します。

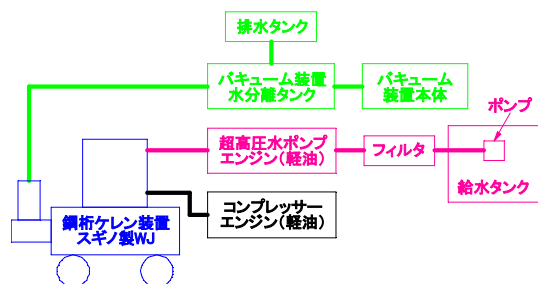


図2 鋼桁ケレン装置システム：機材接続図

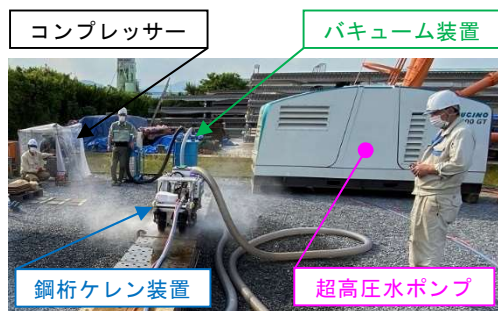


写真3 鋼桁ケレン装置システム

- ① 超高圧水ポンプ
研掃装置に高圧水を供給するためのポンプです。フィルタを介してポンプへ給水し、最大で以下の高圧水を吐出することができます。
 - ・最高吐出圧力 : 245 MPa
 - ・最大吐出流量 : 40 L/min
- ② コンプレッサー
研掃装置のノズルを回転させるための圧縮空気を供給します。
- ③ バキューム装置
研掃装置で使用した水やケレンで除去したコンクリート片等を回収する装置です。

3. 施工現場への実装

(1)作業概要

鋼桁ケレン装置（試作2号機）を使用し、以下の施工現場でケレン作業を行いました。

- ・期間：2022年9月9日～15日
- ・場所：北陸自動車道礪谷橋の床版取替工事
- ・ケレン対象：幅0.4 m、長さ100 mの鋼桁：2本

(2)結果と考察

12 mを往復20分（桁幅0.4 mのため往復走行が必要）でケレンし、ケレン対象である延べ200 m（100 m×2本）の鋼桁上面を、当初5日間の施工計画に対して、4日間（20%減）で完了させることができました。ケレン作業の様子とケレン前後の比較を写真4に示します。

品質については、1種相当のケレンを実現し、お客様からも高評価を得ました。

ケレン環境は現場毎に異なります。現場での実績を積み込むことでケレン品質に関係する設定パラメータを標準化し、異なる環境でも容易に対応できるシステムを構築することが今後の課題です。



写真4 施工現場でのケレン作業

4. まとめ

本稿で紹介しました鋼桁ケレン装置について、試作と現場作業を繰り返すことで、現場で使用するために必要な仕様やケレン品質が明らかになりました。

今後も引き続き鋼桁ケレン装置の改良を行い、現場の安全性や生産性が向上するように努めます。