

67. ダム堤体上下流面清掃機の開発

飛鳥建設(株)：*沼口 栄助・中村 一郎

1. はじめに

飛鳥建設では、ダム施工の自動化への取組みを積極的に進め、自動型枠、トランスファーカの自動運転、ケーブルクレーンの走行自動運転、レイタンス処理作業の機械化などを行い成果を挙げてきた。ところで、ダム施工における最終的な作業として、ダム完成時に行う上下流面の清掃作業がある。

コンクリートダムの上下流面はコンクリート打設過程における散水養生による水アカ、水苔や、ブロックジョイント部付近の流出モルタル、足場支保工の鋼材に発生した錆などが付着して美観を損ねる。そのため、通常はダム竣工検査前に表面清掃を実施する。その清掃方法はゴンドラに乗った作業員により手作業で行う方法が主流であり、その他に簡単な回転ブラシを用いる方法などもある。これらの方法の問題点として、以下のようなことが言える。

- ①作業効率が悪い。
- ②高所作業となり危険である。
- ③作業員が水、ホコリを被り作業環境が悪い。
- ④仕上がり状態にムラが生じる。
- ⑤コンクリート表面を傷める。

以上のことから、これらの問題を解決すべく自動化、機械化することが急務であると考えられ、ダム堤体上下流面清掃機の開発を実施した。

2. 開発の経過

2-1 各装置の検討

(1) 清掃方法

清掃方法としては、ブラシと高圧ジェットの二つの方法が考えられるが、ブラシによる方法は、清掃条件決定のための検討項目が多く考えられ、且つ最終的に水による洗浄が必要になるため装置自体が複雑化することが予想された。高圧ジェットによる方法は最適条件を決定する作業が容易に行なうことが出来、装置の構造も簡単な機構で対応出来るため高圧ジェットによる方法を選定した。

(2) 動力装置

ケーブル等の引き回しを出来るだけ避けるようにするため、エンジン搭載方式とした。

(3) 操作装置

本体には操作のための作業員は同乗せず、無線による遠隔操作とした。

2-2 高圧ジェットによる洗浄テストの実施

(1) 単一ノズルによる実験

高圧ジェットの出圧力、ノズルからコンクリート表面までの距離、ノズル噴射角度の各要素の最適水準の組合せを決定するため、単一ノズルを用いて実験を実施した。実験状況を写真-1に示す。

実験の結果、次のことが確認された。

- ①ノズルからコンクリート表面までの距離10cm、吐出圧力150～200kgf/cm²にて水苔は完全に落ちる。
- ②ジェット噴射角度による清掃状態の変化は見られないため、清掃幅の広い40°のものが得策であると判断される。

などのことが確認出来た。



写真-1 単一ノズル実験状況

(2) 多連ノズルによる実験

パイプにノズルを数個一列に取付た状態で均一な清掃が可能かどうか検討するため、試作機を作成し現場にて実証試験を行った。試験状況を写真-2に示す。コンクリート表面の清掃状況を目視により評価した結果、清掃ムラの発生は認められず、満足のいく結果が得られた。

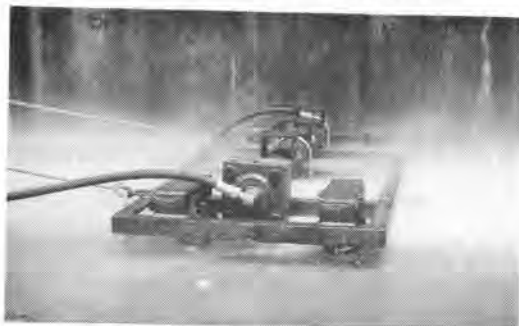


写真-2 多連ノズル実験状況

3. 開発機の概要

3-1 機器構成

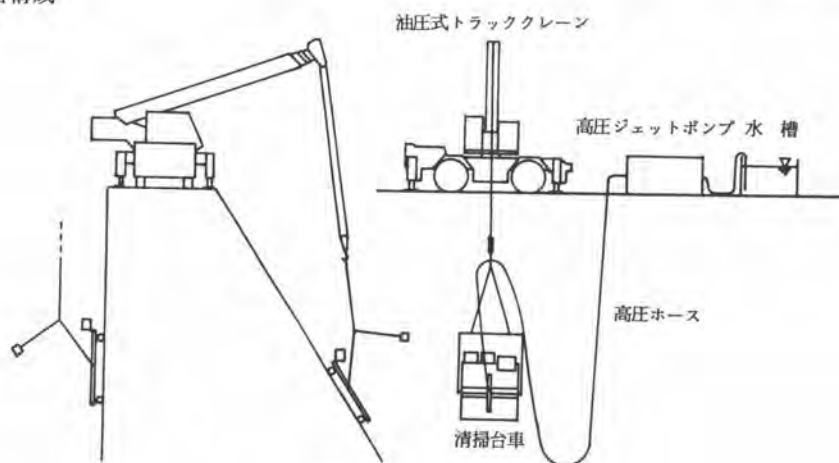


図-1 全体構成図

機器の構成は図-1に示すように、清掃を行う清掃台車、台車移動のための巻き上げ装置（油圧式トラッククレーン）、高圧ジェットポンプ、水槽、高圧ホースから成る。

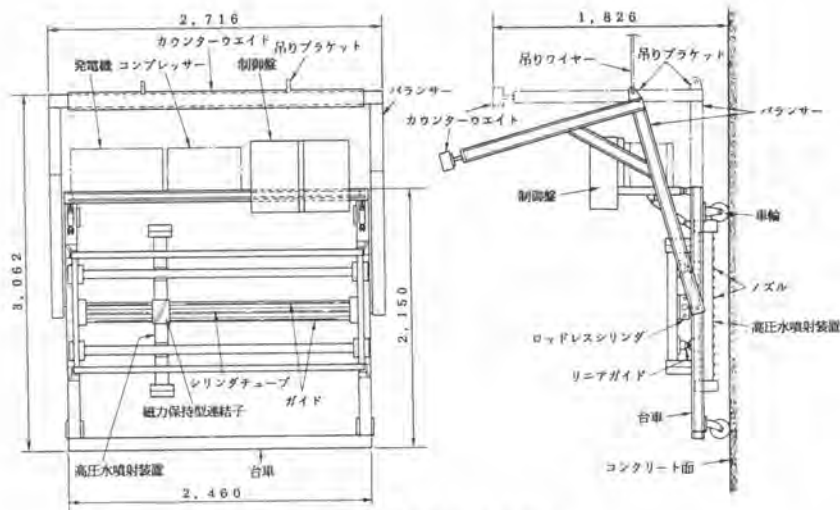


図-2 清掃台車全体図

清掃台車本体（図-2参照）は、鋼管に扇状に水を噴射するノズルを一行に取り付け、そのノズルより高圧水を噴射させる。その場合、ノズルの取り付けられている鋼管はノズルより高圧水を噴射しながらコンクリート表面に対して並行水平に移動する。この移動ノズルを含めた装置全体は4台の車輪がついた台車に取付けられており、台車全体は、油圧式トラッククレーンにより吊り下げられ移動される。清掃機の仕様並びに高圧ポンプの仕様を表-1に示す。

3-2 各部仕様

(1) ノズル

高圧水を噴射するノズルは、噴射角度が 40° の平面状扇型に噴射するもので、ノズル先端からコンクリート表面までの距離は115mmに設定されている。ノズルは、1個当りの吐出量と高圧ポンプの吐出能力から15個取り付けられた。取り付け方法は、100mmの高圧配管用鋼管に一行に、このノズルの115mm先での噴射幅84mmを考慮して80mmピッチに取り付けた。

(2) ノズルスライド

ノズルの取り付けられた鋼管は、コンクリート表面に対して並行にスライドされる。スライド幅は2.0mであり1回のスライドにより1.2m×2.0mの清掃が可能となる。スライド機構は、ロッドレスシリンダーにより行われ、自動的に往復運動を繰り返す機構になっている。これらの制御には、応答スピードの速さや取扱のし易さ、メンテナンス性から空気圧駆動を用いた。そのため、コンプレッサーと発電機が台車上部に搭載されている。

(3) バランサー

表-1 仕様概要

仕 様	
ウォータージェット噴射幅	1.2m
ノズル移動幅	2.0m
ノズル移動速度	0.3m/sec
清掃能力	216m ² /Hr
全装置重量	約1.7t
コンプレッサー	吐出圧力 9kgf/cm ² 吐出流量 80ℓ/min 出力 0.75kW 重量 30kgf
発電機	出力 100V, 1.9kVA 重量 60kgf
高圧ジェットポンプ	吐出圧力 200kgf/cm ² 吐出流量 275ℓ/min 出力 150PS

*清掃能力は、ノズル移動1往復から次の清掃位置までの台車移動を40秒とした場合の能力です。

台車部は高圧水噴射による衝撃力によりコンクリート面と反対方向に力が作用する。そのため、台車全体をコンクリート面に押さえ付ける作用を持たせなければならないため、バランスを取り付けた。

4. 使用結果

2箇所のダム現場により使用し、良好な結果が得られた。使用状況を写真-3に示す。

実施工での結果をまとめると次のことが言える。

①作業の省力化、効率化

作業スピードは1パーティー当たり、人力による作業では平均 5 m^2 /時間（作業員5名ロリッブ使用）であるが開発機においては、平均 93 m^2 /時間（作業員3名クレーン運転員含まず）となり作業スピードは約19倍になった。一人当たりの作業効率は、人力による作業では平均 14 m^2 /人日であるが開発機においては、平均 220 m^2 /人日となり作業効率が約16倍になった。



写真-3 施工状況

②コスト低減

開発機による作業は、人力作業の約 $1/6$ の経費で済んでおり、かなりのコスト低減が図れた。

③安全作業

高所作業から作業員を開放出来、安全に作業が行えた。

④品質向上

機械による一定作業のため、仕上がり状態にムラが無く、また、コンクリート表面を傷めないため、品質が向上した。

5. まとめ

上述の通り、ダム上下流面（ガイドウォール部を含む）の清掃と言う危険作業、苦渋作業から作業員を開放でき省力化、効率化を成し遂げたことは、深刻な人材難、作業員の高齢化が進む社会環境の中で有意義な開発であったと判断している。

ところで、今回開発の機械は斜面、垂直面両条件での使用が可能であり、また、水ジェットの出圧力、台車やノズルの移動スピードなどの清掃条件を容易に変更することができるため、各種壁面の汚れ状態に対応した清掃作業が可能である。よって、現状においてもダムだけに限らず、立て坑、土止め壁、建築等の施工完了時やメンテナンス用の壁面清掃機としてその利用が考えられる。ところで、今後多目的な用途を考慮すると、洗浄水のリサイクルや清掃結果のモニタリングシステムなども含めた完全自動化機械としてさらなる性能アップを目指す必要があり、開発を推進していきたいと考えている。

最後に、今回の開発に対し全面的に協力していただいた、関係部署並びに協力業者の皆様に対し、深く感謝申し上げます。