

8. コンクリート面削りの機械化施工

飛鳥建設(株)：*佐々木 修，貫洞 悟

1. はじめに

北海道電力岩松発電所は、十勝川の上流に位置し昭和17年に建設され、道東方面の重要な電源となっており、現在も十勝川水系に8つある発電所の中でも要として中心的な働きをしている(図-1)。



図-1 工事位置図

岩松ダムは、下流に帯広市等の市街地をかかえ年間平均の放流日数が3ヶ月以上にもなり、ダムゲートの使用回数が非常に多いダムである。建設から50年が経過し、ゲートの老朽化が進み、建設当時の設計基準と現在の基準とに多少の差異がありダムゲートの更新をすることになった。

本工事は、北海道電力発注の岩松発電所ダムゲート更新準備工事(北海道上川郡新得町字屈足)である。その主な工事内容は、下記のとおりである。

1) コンクリート面削り工

削り厚さ 150 mm

削り範囲 528 m² (水中354+気中174)

2) 型枠工

範囲 601 m² (水中440+気中161)

3) コンクリート打設工

打設総量 254 m³ (水中200+気中54)

なお、本稿では、前述の一連の工事のうちダムピアのコンクリート面削りの機械化施工について報告する(写真-1、2、図-2)。



写真-1 ダム上流側全景



写真-2 ダム下流側全景

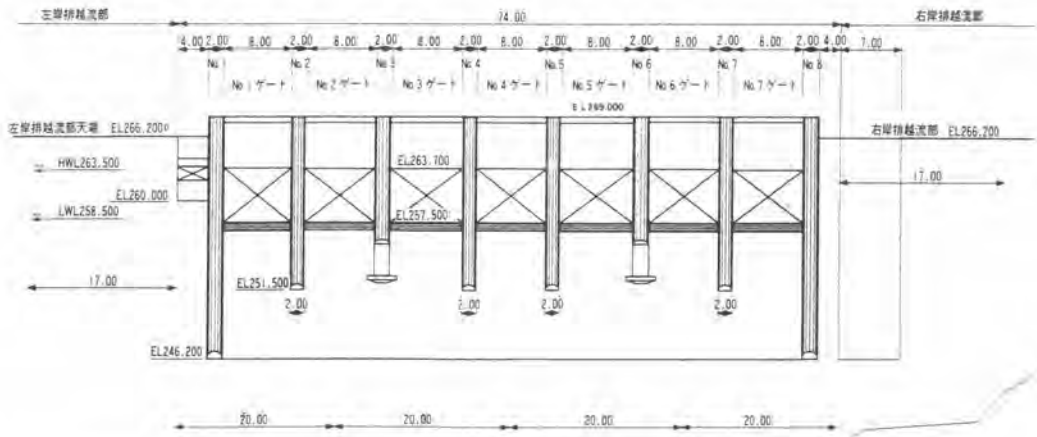


図-2 ダム正面図

2. 施工上の課題

ダムピアのコンクリート面削りの施工方式に関する課題として、下記の事項があげられた。

- ①水中部削り作業を人力による潜水作業とすると多大な労力を費やし、危険も伴う。
- ②ダムピアが8本あり、前面が円形をしており施工しにくい。
- ③ダムピアは高さ12.5mあり、水中部7.0m、気中部5.5mと両者で施工条件が異なる(図-3)。
- ④大型重機の使用が不可能である。
- ⑤施工時期が洪水期にあり、ダム放流等で施工面で制約を受ける。
- ⑥ダムゲート更新工事を控え、工期を厳守する必要がある。
- ⑦降雨時に発生する濁水により水中作業の休止が予想される。
- ⑧作業効率が良く、安全かつ経済的な工法・設備が要求される。

これらの課題を解決すべく検討を進めた結果、コンクリート面削り作業を人力から機械化し、潜水作業をより軽減し、気象条件にあまり左右されずに安全に作業できる「コンクリート削りの機械化施工」の方式を考案した。

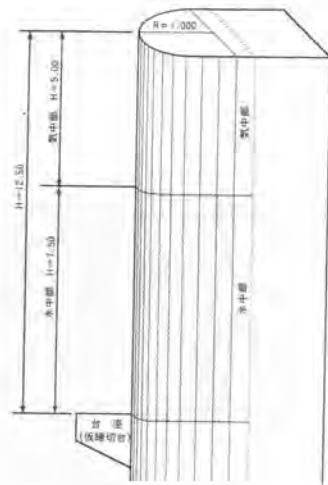


図-3 施工範囲図

3. 削り機械の検討

3. 1 市販されている削り機械の検討

削り機械は現在、各方面で使用されているものの、バックホウ等のアタッチメントとして使用されているものが大半であるため、ベースマシーンとなる削り機械(エア式)は市販されているものを使用し、他の設備・装置については本施工に適応したものを独自に考案することとした。

3. 2 前提条件

設備・装置の考案において、前提条件とした項目を以下に示す。

(1) 重量の制限

- ① 工事全般にわたって使用するために設置した自走式パワーリフトで吊り込める重量(2.8t)以下に各機械・設備等の重量を抑える(図-4, 写真-3)

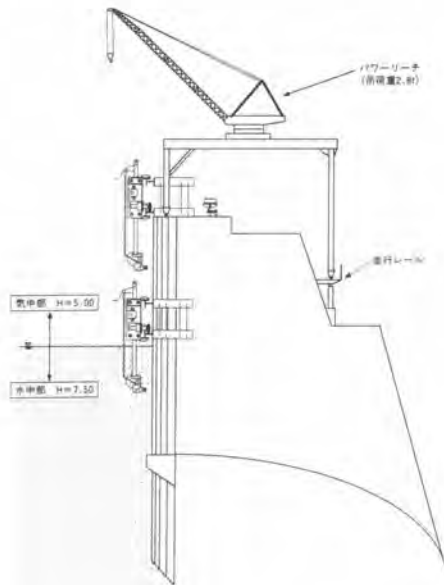


図-4 揚重設備概略図



写真-3 揚重設備

(2) 基本性能・構造

- ① 円形断面のダムピアークのコンクリート削り作業が可能なこと。
- ② 施工断面に対して削り残しが大きく発生しないこと。
- ③ セッティング・移動が容易なこと。
- ④ 仕上がり面の精度が保たれること。
- ⑤ エアーでの打撃振動以外での衝撃にも耐え得る構造であること。
- ⑥ 水中施工においても性能が気中部と変わらずトラブルが少ないこと。
- ⑦ 施工速度が円形部、平面部と同一なこと。
- ⑧ 操作が簡単で少人数で動かせること。
- ⑨ 変形した断面にも適応すること。

(3) 安全性

- ① 削り機械本体が脱落しないこと。
- ② 上下・水平方向の過動作がないこと。
- ③ 緊急停止が瞬時に行えること。

3. 3 削り方式とその設備

今回考案した削り方式は、削り機械本体、ガイドレール(水平)、マスト(垂直)、走行機、操作盤の主要装置により構成されている。すなわち削り機本体は既設ピアーク面にアンカーボルトで、固定されたガイドレール上を走行機(電動駆動)により水平移動し、マストを昇降装置により上下移動する方式とした(写真-4)。また、削り機械の設備概要を図-6、表-1、写真-5に示す

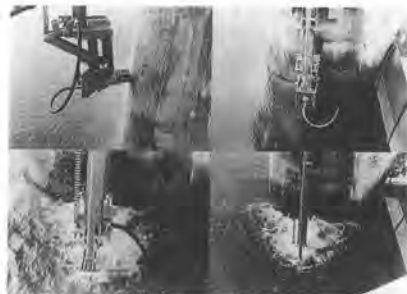


写真-4 施工順序

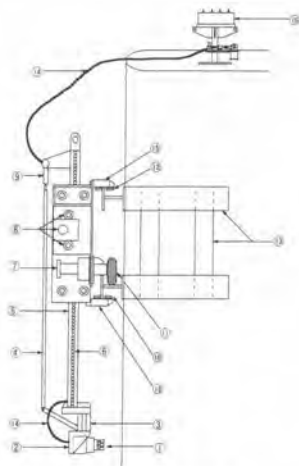


図-6 削り機械概略図

表-1 削り機械部材名称

No	部材名称	数量	備 考
①	エア-ハンマー	1	KA-200 型
②	ハンマーブラケット	1	
③	スイングアーム	2	
④	押しロッド	1	
⑤	マ ス ト	1	200×200H
⑥	昇降チェーン	1	
⑦	走行モーター	2	1.50W×4P×50HZ
⑧	スプロケット	3	
⑨	エア-シリンダー	1	φ125
⑩	カムフロアー	4×2	φ80
⑪	走行タイヤ	2	φ403×108
⑫	カムフロアー	2×2	φ80
⑬	ガイドレール	2	200×25GH
⑭	エア-ホース	2	φ32
⑮	サイドローラー	4	
⑯	操 作 盤	1	



写真-5 削り状況

なお各設備の仕様を以下に述べる。

(1) 削り機械本体

削り機械は、最近コンクリート削り用に市販されているエア-ハンマー (KA-200, 写真-6) をベースとして、これをマスト (縦柱) にスイングアーム (図-7, 表-1 参照) を介して固定し、その動き (エア) により目的の削り厚さ ($t=150\text{mm}$) に対応できるようにした。

削り機械自体の仕様は、表-2 に示すとおりであり、今回は約16回の削り工程で目的の削り厚さを確保するべく、1回当たり約 $t=10\text{mm}$ の削り厚さとなるように走行機等の速度調整を行った。



写真-6 削り機械本体 (ハンマー)

表-2 削り機械の仕様

機 種 名	スパイキハンマー
型 式	KA-200
ハンマー重量 (kg)	285
打撃数 (bow/min)	1,600
空気消費量 (m^3/min)	7
チゼル径 (ϕ) × 本数	70 ϕ × 6
チゼル束径 (ϕ mm)	230
使用空気圧力 (kg/cm^2)	5

(2) ガイドレール・マスト

ガイドレールは、250×200mmのH形鋼を曲線(R=1341mm)加工し、2本1組(高さ1500mm)で4本の150mmのH形鋼を溶接し、上下4ヶ所をそれぞれ2本のアンカーボルト(φ16mm)で既設ピアーに固定した。ガイドレールは水中用と気中用を各1組製作し、水中用ピアー側面、気中用はピアー天端に固定した。

なお、ガイドレールのセッティングで仕上がりが断面が決定されるため、設計断面と既設ピアーの断面の差異を測定し、調整が可能なようにガイドレールと既設ピアーとの間に余裕をもたせ3種類のシム(スペーサー)で調整して固定できる構造とした。

マストには、200mmのH形鋼を使用し、走行機に装着された昇降装置と電動モーターによりマストを上下させる。マストの上下速度は、毎分3.2mの一定の速度に設定した。

また、マスト先端にはスウィングアームで削り機械本体、エアー配管、昇降チェーンが装着されている。

なお、マストは水深を考慮し、長さを9.4mとした。計画段階ではマストを長くしたので、遊びが大きくなり、削り厚さ不足を懸念されたが、打撃回数を増やすことで、目的削り厚さがほぼ確保された。

(3) 走行機装置

走行装置は、電動モーターにより駆動し、図-7に示すよう円形のガイドレールに添うよう内側に13度曲げて加工した。下段のガイドレール上側には、走行輪としてタイヤ(チューブ式)を使用し、H形鋼下側にカムフロアーとサイドローラーを取付け。上段ガイドレール上側にも同様にカムフロアーとサイドローラーを取付けた(図-8)。

走行輪をタイヤとしたのは打撃時の衝撃とそ

れ以外の衝撃(既設コンクリート凹凸による振れ等)も吸収させるためであり、一方カムフロアーとサイドローラーの役割は、前者が削り機械を一定軌道で走行させ、仕上がりを精度を保ちそのうえ機械の脱落防止を果たし、後者は上下の動きを抑制するためである。

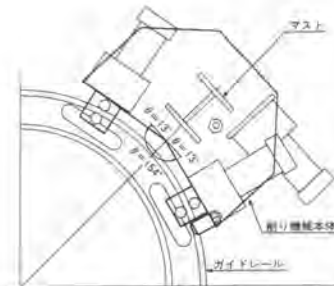


図-7 走行装置詳細図

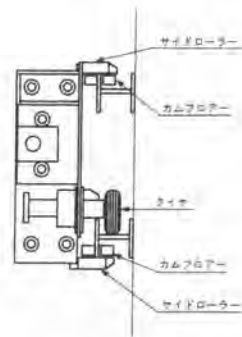


図-8 走行輪部詳細図

(3) 操作盤

操作盤は図-9、表-3で示すように、削り機械本体を動かすコンプレッサーからのエアー配管、走行装置、マストを動かす電気制御を一つの操作盤でコントロールできるようにし、労力の低減を図った。さらに、熟練した作業員でなくても操作が可能ないように簡単にした。また、安全面では走行装置、ガイドレールにリミットスイッチを取り付けて過動作防止対策もとった。

表-3 操作盤部材名称

No	規格・仕様	名称
①	32×50A	ブッシング
②	32A	Y形ストレーナー
③	OL2-14	オイラー
④	100V, NC形	ソレノイドバルブ
⑤	32A	カプラーオス
⑥	32A	カプラーメス
⑦	32A×15m	エアーホース
⑧	100Vシングル	ソレノイドバルブ
⑨	AR425-04G	減圧弁, 圧力計ブラケット
⑩	1/2	カプラーオス, メス
⑪	15A×15m	エアーホース
⑫		電気操作盤
⑬	32A	ストップバルブ
⑭	50A	ストップバルブ
⑮	10A	エアーホース
⑯	10A	ストップバルブ

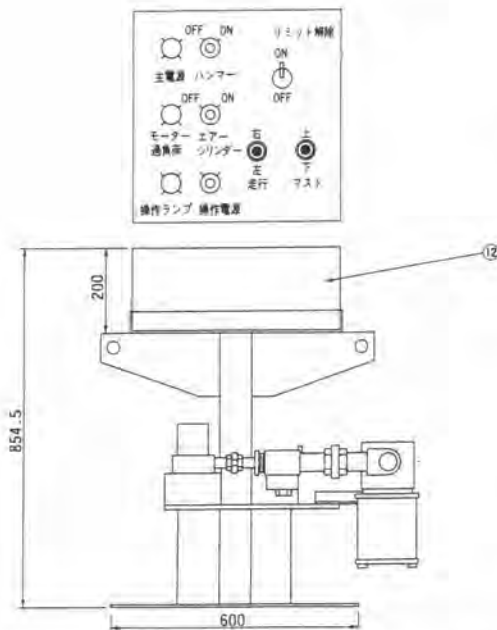


図-9 操作盤詳細図

4. 施工結果

コンクリート削り機械の能力に不足はなく、施工中のトラブルもほとんど発生せず、作業性、安全性とも良好であった。特に、水中では人力と比較し10倍以上（本施工中、人力で行った同一作業量の所要時間の比較）の作業効率を発揮し、予想以上の成果を納めた。工期途中、長雨によるダム貯水池の濁水による潜水作業休止時にも、荒削り作業を継続して行ったり、削り作業も夜間にわたって可能となり、順調に工事を完了することができた。

なお、今後の本方式のコンクリート削りの適応にあたっての留意点を以下に述べる。

- ①ガイドレールのセッティングをより簡単とすること。
- ②機械・装置のセッティング、移動の際に使用する揚重設備を考慮した機械方式となること
- ③大断面施工時のエアーホースの配管システム化を工夫する。

5. おわりに

今回実施したコンクリート削りの機械化は、人力での振動障害の防止や削り断面の精度向上および削り作業工期の確保に有効であることが確認された。特に、水中での削り目視確認の難しい作業には、極めて効果的な方式であった。

今後、本報告が一つの施工実績となり、本施工と同様な工事に役立つことがあれば幸いである。

