

## 47. “リモコン・ハイバック”の現場への適用

㈱フジタ：森 利夫，\*瀧谷 誠

### 【概要】

綾里川は、その源を大股山(標高 613.9m)に発し、山間部を流下して太平洋に注ぐ流域面積 11km<sup>2</sup>、流路延長 3.5km の二級河川である。

流域の降水量は、年平均としてはそれほど多くないものの、梅雨時・台風期に降雨が集中し、特に台風期の豪雨により古くから度々被害を受けてきた。その度災害復旧工事や河川改良工事等が行われてきたが、抜本的な治水計画が要求されている。しかしながら、綾里川の沿川は、耕地として利用され、市街地周辺では住家が密集し、河道拡幅による再改修は不可能に近い状態である。

また、綾里川は耕地や上水に対する水源として利用されているが、夏期には毎年のように水不足に悩まされている。

綾里川ダムは、このような治水対策や水源確保を目的とする多目的ダムで、綾里川総合開発の一環として建設される、高さ 43.0m、総貯水量 486,000m<sup>3</sup>の重力式コンクリートダムである。

当社のコンクリートダムの施工に当たっては、自動化施工を目指し、これまでにコンクリート自動運搬設備(FACTS)、グリーンカットマシン、自動型枠等の施工設備の開発を行ってきた。

今回新たに、ダムコンクリート締固め機械であるダム用パイプレータを新キャタピラー三菱(株)と共同開発し、平成 9 年 11 月より綾里川ダムに導入した。

現在、鋭意施工中であるが、本論文では開発機の概要および途中経過について述べる。

### 1. 工事概要

工事名：綾里川ダム建設(堤体工)建設工事

発注者：岩手県

工事場所：岩手県気仙郡三陸町綾里地内

工期：平成 8 年 3 月 15 日～平成 13 年 3 月 15 日

施工内容：転流工	1次転流:173m	雑工事	照明装置,測定装置:1式
	2次転流:107m		基礎排水工:287m
基礎掘削工	133,350m <sup>3</sup>		手摺工:1650m
基礎処理工	コンクリ:1830m <sup>3</sup> ,149スラッグ		法面保護工:11400m <sup>2</sup>
	カテナ:7164m,1294スラッグ		減勢工背面埋戻工:2720m <sup>3</sup>
	リムグラウト:82.4m	施工設備工	1式
堤体コンクリ	68,100m <sup>3</sup>		

## 2. 開発機概要

### 2-1 従来工法及び問題点

従来のダムコンクリート締固め作業は、手動式バイブレータと機械式バイブレータが使用されている。この内機械式バイブレータとしては、バイバックと呼ばれるものが一般的に使用されている。

バイバックによる締固め作業は、オペレータが搭乗して運転・操作を行っている。この作業は、運転席での操作のため、車両死角が多く、合図者との連絡調整を必要とした。また、バイブレータの締固め場所がオペレータ操作席より離れているため、施工状況を把握することは、熟練を要する作業である。

### 2-2 開発機の構成

#### 1) ベースマシン

- ・ バックハウの運転席を取り除き非搭乗式とする。
- ・ 運転操作は無線式リモコンによる遠隔操作方式を採用する。
- ・ ブーム旋回機構をフロント部に配置し、後部に荷台を設け、作業資材を積み込めるようにする。



写真-1 開発機全景

#### 2) バイブレータ

- ・ 国産品と比較し、下記の機能を有するSTV社(フランス)製とする。
- ・ 負荷検知装置を搭載し、コンクリート貫入時に振動数が7,500vpmまで上昇し、無負荷状態では振動数500vpmを保つ。これにより、バイブレータ本体の寿命を向上させ、無駄な燃料消費を防止する。
- ・ 旋回機構を搭載し(左右90°)、鉄筋部及び構造物周りの締固めを容易にする。
- ・ バイブレータ自体にチルト機構(前方30°)を設け、下流型枠際の締固めを容易にする。

ベースマシン			バイブレータ		
項目	開発機	従来機	項目	開発機	従来機
運転重量	8000kg	7130kg	型式	BH160(STV社)	HIB150HL(エケン社)
機関定格出力	55PS/2100rpm	55PS/2100rpm	加振深さ	800mm	850mm
走行速度	4.7km/h	2km/h	重量	40kg	60kg
旋回速度	11rpm	12rpm	振動部(径×長さ)	φ160mm×470mm	φ150mm×850mm
全長	7515mm	8014mm	有効範囲	1.6m	1.0m
全幅	2500mm	2355mm	振動数(負荷時)	7500vpm	7000~8000vpm
全高	3070mm	3005mm	遠心力(負荷時)	20348N(平均)	13900~18900N
クローラ中心距離	2225mm	2090mm	油圧	15.7MPa	15.7MPa
接地長	2830mm	2700mm	油量	15リットル/min/本	15リットル/min/本
接地幅	600mm	600mm	振動部貫入角度	垂直	円弧状
接地圧	0.27t/cm <sup>2</sup>	0.26t/cm <sup>2</sup>	大径骨材回避機能	±15度	なし
最大作業半径	5390mm	6264mm	振動部旋回機能	左右90度	なし
油圧ポンプ	可変容量ピストン×2 ギア式×2	可変容量ピストン×1 ギア式×2	対応可能スランプ	0cm近傍	3cm
最高ポンプ圧力	210kg/cm <sup>2</sup>	200kg/cm <sup>2</sup>			
運転室	無	有			
荷台	有(800kg)	無			

### 3. 稼働実績

#### 3-1 打設実績

平成9年11月10日に導入し、平成11年8月1日現在で約66,000m<sup>3</sup>の堤体コンクリートを施工した。岩着部等の制限を受けている箇所においては手動式パイプレータによって施工したが、本機での施工可能な場所での稼働率はほぼ100%である。

#### 3-2 考察

##### 1) 施工能力について

コンクリート3m<sup>3</sup>を1層仕上げるのに要した時間は、コンクリートの打設サイクルが平均5.9分に対し、平均3.2分であり、打設設備の能力に対して、十分な締固め能力を有すると判断できる。また、当初目標としていた能力50m<sup>3</sup>/h(サイクルタイム3.6分)をも満足する。

##### 2) 品質について

オペレータが締固め場所付近で作業できるため、締固め、ブリージング状況を目視確認でき、より確実且つ均一な締固めができたと考えられる。しかし、パイプレータの径が従来の国産品と比較し10mm大きく、また、引き抜き時に荷重が小さくなり振動数が低下するため、引き抜き箇所に穴が残る現象が起こった。これに対しては、可能な限りゆっくり引き抜くことと、荷重検知の感度を鈍くさせることにより対応したが、締固め作業上、注意の必要な点である。



写真-2 コンクリート打設状況

##### 3) 施工性について

コンクリート締固め作業は、柱状打設工法の1リフト(1.5m)3層打ちで行う。従来機と同様に車輛本体をダム軸と平行に設置し、上流側から順次打設する。従来機と比較して、ブームの旋回部が前方に位置するため、本体後部の作業範囲が少なくなるが、施工上、大きな問題とならない。

また、型枠、鉄筋際等狭隘部の締固め作業において、従来機と比較しパイプレータ本体の旋回機構により、容易に施工でき、手動式パイプレータの使用頻度が減少し、苦渋作業の低減につながった。



写真-3 無線操作状況

#### 4) 安全性について

オペレータがコンクリートバケットを目視し易く、コンクリートバケットと締固め機械の接触事故の危険性が低減されたと判断できる。また、バケット接近時の本機の退避状況もスムーズであり、クレーンが本機の退避を待つ事がなく、作業効率の上昇につながる。

さらに、フロント部での旋回機構により機械の旋回半径が小さくなり、機械後部での挟まれ災害の危険性も低減された。また、オペレータが移動することにより、機械の死角を0にすることができ、安全性が向上している。

しかしその反面、オペレータに対して機械の反対側は完全な死角となるため、旋回先及び走行先の目視確認を確実に指示徹底することが重要である。

#### 5) 経済性について

従来機使用の場合と比較して、打設作業の編成人員を半数にすることができ、また、手動式バイブレータの数を一本減らすことにより、周波数変換機の容量を小さくすることができた。機械自体のコストは従来機・開発機共に同等であるため、経済性においても効果が認められた。

### 4. 今後の課題・展開

#### 4-1 今後の課題

以上、新技術である“非搭乗式バイバック”について、その施工性、安全性等で当工事において相当の効果があったことについて述べたが、『売れる技術』とするためにはまだまだ未完成の部分がある。

更なる省力化、効率化さらに遠隔操作、無人化まで展開することで本機は初めて完成された技術となると考える。

近年のコンクリートダムの施工方法が、従来の柱状打設工法から面状工法に移行傾向にあるという背景から、その締固め作業はブロック幅の制限を受けず、横継目型枠が減少してきている。この新技術の展開は今後のダム工事において明らかに有利に作用すると思われる。

#### 4-2 今後の展開

コンクリートの締固め作業は、類似した動作を無数に繰り返す作業である。そこに着目し、更なる省力化を図るべく、オートサイクル機能を追加する。

このオートサイクル機能は、締固め作業をパターン化し、これを機械に記憶させ、送信機のボタンにより、そのパターンを繰り返すというものである。

本機は従来機と異なり、動作の命令を行っているのが電気信号であるため、ハード的には機能の付加は容易であるが、最適な締固めパターンの導出は困難が予想される。

また、雲仙普賢岳で実証されたテレアースワークシステムの技術を導入し、運転室からの遠隔操作による、苦渋作業・危険作業の低減を目的とした技術展開を考える。