

35. PCD 工法用コンクリート ディストリビュータの開発

(元)建設省宮ヶ瀬ダム工事事務所： 足立 敏之，金丸 孝行
飛鳥建設(株)：*堀崎 敏嗣，廣瀬 成道

1. はじめに

PCD (Pumped Concrete for Dams) 工法とは、コンクリートポンプによりコンクリートを圧送管にて連続運搬・打設する工法であり、近年、建設省を中心に小規模コンクリートダム の合理化施工法研究の一環として、各種の試験、検討がなされてきた。

PCD 工法は比較的簡便な施工設備で、効率的かつ、連続的なコンクリートの運搬・打設が可能といった特徴を持っている。また、広範囲な地形条件に適用可能で、打設設備が簡便なため、施工設備基礎の掘削等による環境変化が避けられ、環境保全上も有利である。

今回、PCD 工法が採用された石小屋ダム (宮ヶ瀬副ダム) では小規模ダム合理化施工の先駆けとなる技術を目指し、コンクリート撒き出し設備としてディストリビュータを開発し、コンクリート打設工程における施工の合理化を推進した。

本報告は建設省関東地方建設局宮ヶ瀬ダム工事事務所の指導のもと、宮ヶ瀬副ダム本体の PCD 工法施工で採用された自走式ディストリビュータの開発、施工についてまとめたものである。

2. 開発の概要

今回、石小屋ダムではダム本体打設に外部揺動弁ダブルシリンダー貫入式コンクリートポンプが計画され、粗骨材最大寸法は 80mm で圧送管は $\phi 250\text{mm}$ が使用された。圧送時の配管重量はコンクリート重量を含め約 160kg/m になり、圧送管先端の撒き出し機構の検討が必要となった。

これまで採用されたディストリビュータはベルトコンベア式あるいはクローラクレーンによる大型のもので、石小屋ダム本体コンクリート打設への適用は不向きなものであった。

小規模コンクリートダム施工において PCD 工法の特徴である連続輸送・直接撒き出しを生かし、PCD 工法による拡張レヤー工法を合理的に施工するため、コンクリートポンプで圧送されたコンクリートを打設箇所へ適切に撒き出しができるディストリビュータの開発を行うこととした。

3. 開発基本案の検討

ポンプから圧送されるコンクリートを受け、撒き出す設備として以下の 5 方式が考えられた。

- ①配管架台+人力配管切り離し
- ②コンクリートホッパ+ダンプトラック方式
- ③ベルトコンベア方式
- ④人力配管切り離し+タイヤショベル
- ⑤自走式ディストリビュータ

3.1 基本計画案比較・評価

上記5方式を比較検討し、各方式ごとに評価を行った。

3.2 基本案の選定

基本計画案比較・評価から小規模コンクリートダム本体に適用し、PCD工法の特徴を活かせる自走式ディストリビュータを採用することとした。

4. 設計条件の設定

PCD工法による施工条件は周辺の自然環境、地形、ダム形式、打設ブロック分割方式、コンクリート配合、コンクリートポンプの設置位置、揚重機等の仮設設備形式などによって大きく変化する。今回、石小屋ダムにおいては以下のように設定した。

4.1 打設方式

- ・拡張レヤー方式

4.2 ブロック割り

- ・ブロック幅：15.0m

4.3 リフト厚さ

- ・リフト厚：1.0m (0.5m×2層)

4.4 コンクリート

- ・最大骨材寸法：80mm
- ・標準スランプ：5±1.0cm

4.5 コンクリートポンプ・輸送配管

- ・外部揺動弁ダブルシリンダ貫入式
- ・配管径：250A
- ・配管径路：ダム天端盤からの下り配管

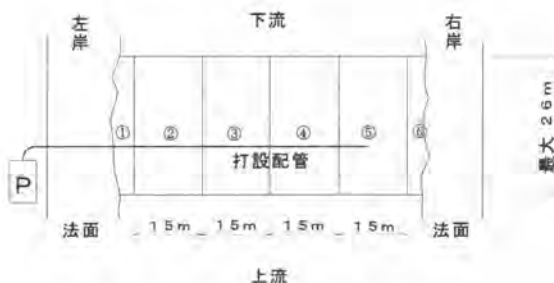


図-1 標準ブロック割り図

5. ディストリビュータ具体案の検討

以下の主要項目について、設計条件・施工条件を検討し、要求性能を満足する仕様を決定した。

①寸法、重量

- ・全体重量、分割最大重量：揚重設備容量

②経済性

- ・イニシャルコスト：本体価格

③施工性

- ・打設能力：撤出し可能範囲（ブロック幅、撤出し幅、撤出し位置）
- ・ブロック内打設：ブロック内打設時の移動性、安定性
- ・ブロック間移動：次回打設ブロックへの移動時機動性
- ・配管時の作業性：切り離し・接続時の装置の操縦性、安全性等

5.1 ディストリビュータ基本仕様

ディストリビュータ全体写真を写真-1、基本仕様を表-1に示す。



写真-1 ディストリビュータ

表-1 ディストリビュータ基本仕様

項目	内容
形式	全油圧自走式
寸法 長×幅×高	11.6×2.5×3.6m
重量	12.0 t
打設幅	19.4m
配管径	φ250
走行方式	ゴムクローラ
登坂能力	30°
接地圧	0.18kgf/cm ²
エンジン	154PS/2500rpm

5.2 ディストリビュータの特徴

図-2に示すように全油圧式のゴムクローラ走行台車にスィベルジョイントを有した配管機構と旋回・俯仰機構を持つ配管兼用ブームを搭載することにより、以下のような特徴を持つ。

- ①連続輸送による効率的な打設
- ②広範囲かつ、きめ細かな撒き出し
- ③直接撒き出しによる品質確保
- ④撒き出し作業の省力化
- ⑤高い機動性と安全性

5.3 ディストリビュータ計画図

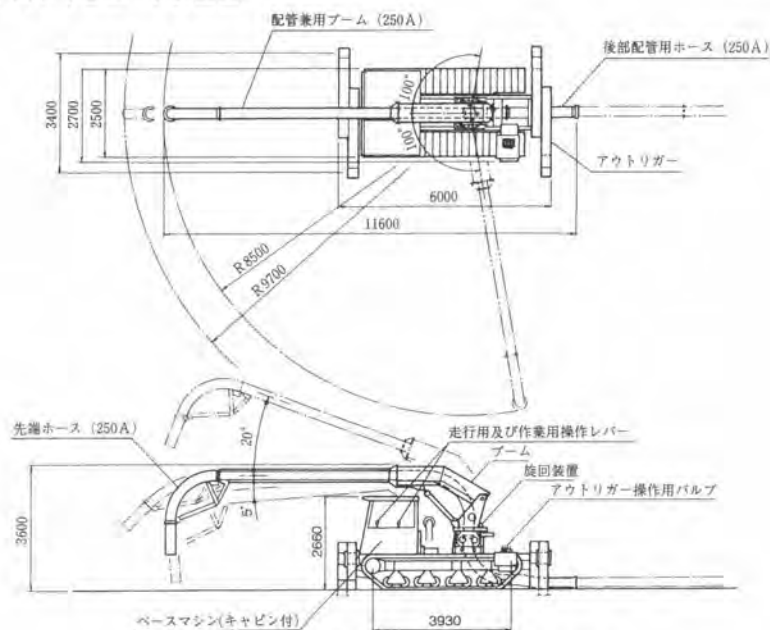


図-2 ディストリビュータ計画図

6. 打設計画

6.1 打設区分

ディストリビュータ使用可能な打設区分はディストリビュータ施工に必要なリフト面の上下流方向幅を施工機械の組み合わせから15mとし、以下のように設定した。

図-3にダム本体の打設区分を示す。

①機械打設A

コンクリートはディストリビュータにより打設位置に撒き出し、パイバックにより締め固める。

EL128.5m～EL141.5mの施工幅15m以上の部分に適用する。

②機械打設B

ディストリビュータが使用不可能なため、コンクリート圧送管(L=3.0m)の人力切り回しによる撒き出しを行い、パイバックにより締め固める。

EL141.5m～EL150.5mの施工幅7～15mの部分に適用する。

③人力打設

ポンプ圧送したコンクリートは配管の先端に取り付けたフレキシブルホースを人力により操作し打設位置に撒き出す。締め固めは手動パイブレータによる。

EL150.5m～EL153.0mの機械搬入が困難な施工幅7m以下の部分に適用する。

6.2 ディストリビュータ打設計画

図-4にPCD工法全体施工システムを、機械打設Aでのディストリビュータによる標準的な打設計画を図-5に示す。



図-3 打設区分

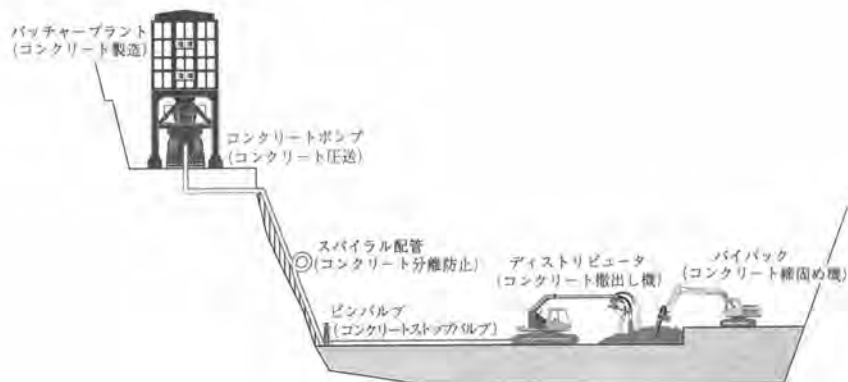


図-4 PCD工法全体施工システム概要図

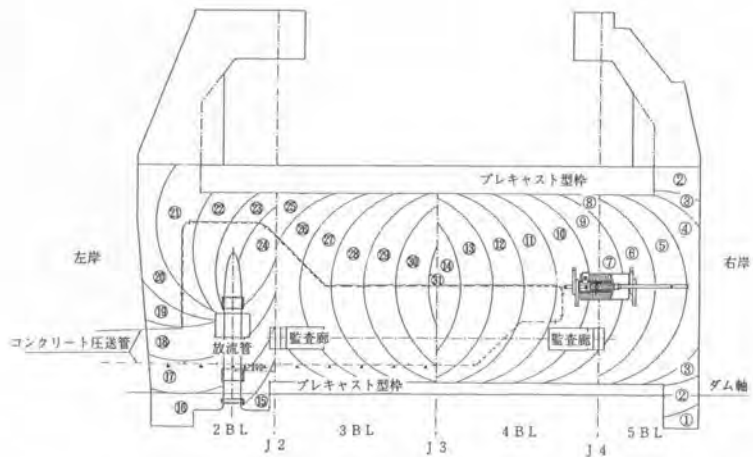


図-5 ディストリビュータ打設計画図

7. 施工実績

ディストリビュータは平成7年3月より現場供用を開始し、EL 128.5～EL 144.5m間で機械打設Aによる施工を行った。

写真-2に施工状況を示す。施工位置はEL140m付近で打設ブロックは4ブロックである。リフト厚さは0.5m×2層の1mリフトでパイバックとの並行作業形態を示す。



写真-2 施工状況

7.1 打設ボリューム

図-6にディストリビュータでの打設ブロック位置の実績を示す。

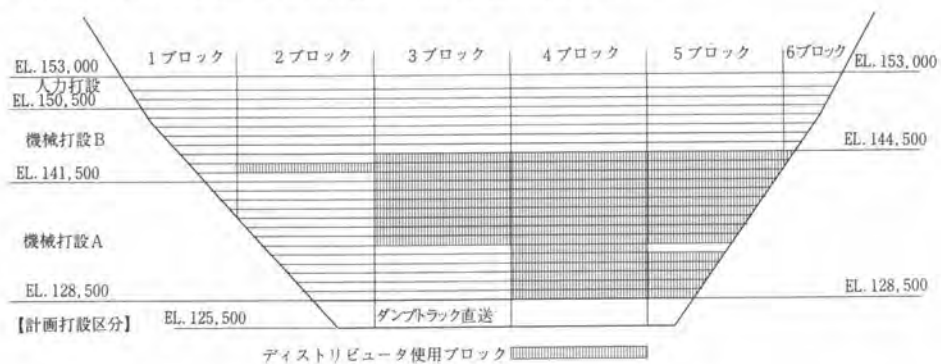


図-6 ディストリビュータ打設ブロック図

ディストリビュータによる打設ボリューム実績は約10,200m³でダム本体ボリュームの約47%、機械打設A区分の約70%であった。

今後、機械幅の減少、撤き出し半径の増加、効果的な切り回し配管方法などディストリビュータによる打設適用エリアの拡大検討が必要である。

7.2 打設能力

各打設区分に於ける打設能力実績を示す。

表-2に示すとおり、ディストリビュータ使用の機械打設Aでは使用しなかった機械打設Bに比べ、7.5m³/hr (34%)の施工能力アップとなった。

これは人力による配管切り回し時間の削減によるものであり、ほぼ想定通りの施工能力向上が実現できた。

また、人力での配管切り回し作業が大幅に減少したため、打設張り付き人員も削減できた。

表-2 打設能力実績

打設区分	打設数量 (m ³)	実打設実績 (m ³ /hr)
機械打設A 15m ≤ 施工幅	10,177	29.3
機械打設B 7m ≤ 施工幅 < 15m	10,194	21.8
人力打設 施工幅 < 7m	1,085	18.3
合計	21,456	24.5

7.3 稼働状況

ディストリビュータ稼働時間 347時間の内、機械トラブルは先端ホースの破損による1回のみで、復旧時間も20分間と短く、工程に影響を与える大きなトラブルの発生はなく、順調に稼働した。

7.4 安全性

ディストリビュータ使用の機械打設Aは機械打設B、人力打設に比べ、重量配管の切り回し作業、フレキシブルホースの操作が減少し、人力作業による危険性が低下した。

一方、ディストリビュータの移動及び配管切り離し・接続時の挟まれ等が懸念されたが、ホイールドラ等と比べ移動速度が小さいことと作業指揮者の配置と合図の確認徹底により、無事故で作業を完了させることができた。

8. 終わりに

ダム本体コンクリート打設にPCD工法が採用された石小屋ダムのコンクリート打設工程の合理化に自走式ディストリビュータを開発、採用した。その結果、打設施工能力および安全性の向上が確認され、十分な成果をみる事ができた。

本稿が今後の類似施工の参考になれば、幸いである。

最後に開発・施工に当たり、貴重なご指導助言をいただいた建設省関東地方建設局宮ヶ瀬ダム工事事務所に感謝いたします。