

34. コンクリートポンプ工法(PCD工法)による 長与ダムの施工について

長崎県 鷗 殿 成 毅

(株)竹中土木 鈴木 志 朗・松 浦 経 三・*丹 原 利 夫

1 まえがき

社会基盤の充實を目的として、ダムの建設が各地で活発に行なわれているが、近年建設適地の不足等から中小規模ダムが増加する傾向にある。特に長崎県では地形的な条件からこの傾向を端的に示しており、20ヶ所のダム地点のうち7割までが堤体積10万 m^3 以下のコンクリート重力式ダムとなっている。この様な状況から中小規模コンクリートダムの施工の合理化に対する必要性が強く認識され、建設省、学識経験者を中心に研究が進められてきた。このなかから



写真-1 完成した長与ダム

らコンクリートポンプ工法(Pumped Concrete for Dams工法、以下PCD工法という)が有力な施工法として取り上げられ、長与ダムの本体施工に我が国で初めて適用された。

2 PCD工法の特徴

長与ダムは、長崎県西彼杵郡長与町のはぼ中央部を貫流して大村湾に注ぐ二級河川、長与川の治水を目的として同川上流に計画された重力式コンクリートダムである。当ダムは堤体積約6万 m^3 のゲートレスダムで、堤高に比して堤頂長の長いことがその特徴としてあげられる。図-1に下流面図を示す。

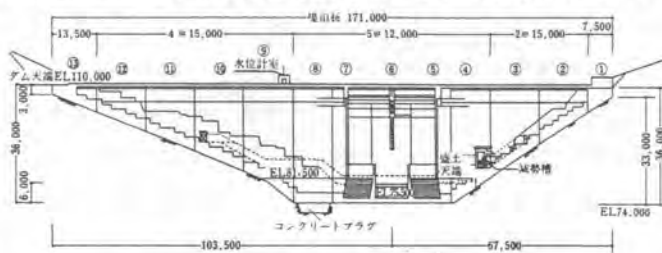


図-1 長与ダム下流面図

この様な中小規模ダムの施工においては、大規模ダムで活用されている特殊専用機械をスケールダウンして使用されることが多いが、なおダム

規模に対して設備費が極めて大きく、経済性は良くないものと考えられる。

長与ダムの堤体施工法は、ダムコンクリートをコンクリートポンプを用いて圧送・打設するPCD工法と、その補助工法として、コンクリートをダンプトラックにより堤体内まで運搬し打設するダンプ工法から成っている。図-2に施工要領図を示す。パッチャープラントはダム全高の中間に設置され、下半分18m(約37,000 m^3)はスランブ4cmの通常のダムコンクリートを用いたダンプ工法が、また、パッチャープラントより上部の約23,000 m^3 についてはPCD工法が採用された。

PCD工法は、我が国で初めて本体施工に採用された合理化施工法で、従来のダム工事にはコンクリート打設用の仮設備として必ず使用されていたケーブルクレーン、あるいはタワークレーンを一切使

用せず、汎用機械であるコンクリートポンプを用いることに特徴があると言える。

P C D工法のメリットとしては、

- ① 仮設備設置による環境破壊を起こさない。
- ② 仮設備用地が殆ど不用で、ダム建設用地内のみで施工ができる。
- ③ 工事費のコストダウンが図れる。

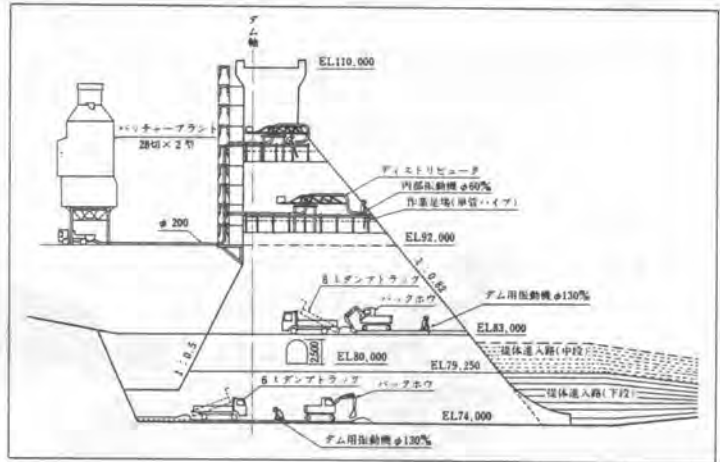


図-2 施工要領図

④ ダム専用の仮設備、即ちケー

ブルクレーン、パンカー線等を必要とせず、汎用機械であるコンクリートポンプにより施工ができる。

⑤ ケーブルクレーン、バケット等の施工面上方では稼働するものがなく、安全で静かな施工ができる。などがあげられる。

この様に、P C D工法は在来工法とは全く異なったコンクリート運搬、打設方法を含む新しいダム施工システムで、堤高が50m程度以下の中小規模ダムで、堤頂長の比較的長いダムに対して、在来工法よりも有利になると考えられる。

3 施工上の問題点の解決

ダム本体に用いられるコンクリートは大粒径、貧配合、低スランプであり、このようなコンクリートのポンプ圧送の可否については殆ど資料がなく、ダムコンクリートとしての要求品質を満たし、かつポンプ圧送性の良い配合の選定、あるいは圧送後のコンクリートの施工性等の検討を目的として、本体施工前に上流仮締切堤において大規模な圧送実験を実施した。この結果、単位セメント量の低減と圧送性の向上を図るために流動化コンクリートが採用され、表-1に示す3種類の本体配合が決定された。また、コンクリートポンプ

表-1 標準示方配合

配合	Cmax (mm)	S.L (mm)		空気量 (%)	W/C+P (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m³)							
		ベース	流動化後				C	F	W	S	G	A D	S P	
A	80	8	12	4.0	88.0	37.5	174	43	148	712	1,215	0.543	0.98	
B	90	8	12	4.0	85.0	37.0	182	48	148	699	1,219	0.570	1.03	
C	60	8	12	4.0	82.0	36.5	191	48	148	886	1,222	0.598	1.08	

※セメントはB種高炉セメント、F C+P=20%
 粗骨材は角形、細骨材は砂石(5式型)
 減水剤はエゾリスNo.8、流動化剤はVイーブレード(竹本油研)

は、図-3に示す機種が国産最大能力をもつものとして採用されたが、圧送実験時にはポンプ車Y字管部における閉塞が多発した。このため、実施工においては、シリ

ンダー径の拡大、弁板刃先の改良、ホッパー攪拌翼の強化等の改善を施し、さらに、バッチャープラントからのコンクリート投入時に生ずる分離防止対策として、三角形断面のラバーシートを採用し対応したが、基本的に全く新しい、貧配合コンクリートの圧送に適したポンプ機構の開発が望まれた。また、圧送後のコンクリートに対する施工性についても種々の検討が行なわれた。即ち、当初計画では圧送後のコンクリートは打設ブロック内で湿地式ブルドーザによる撒き出しを予定していたが、表

ー1に示す配合により圧送されたコンクリートのスランプは12cm程度と比較的軟らかいために、湿地ブルでもキャタピラの半分近くまでコンクリート中に埋まってしまう、前進・後進すら困難であることが判明した。PCD工法に用いる輸送管径は8インチ(20cm)で、堤体ブロック15m×15mのコンクリート打設に対して、直接配管ではコンクリートの撒き出し範囲が

狭く、施工は不可能となる。また、1リフト1mを2層打設するため配管替えをすれば時間を費し、管内で閉塞を起こす危険性が高くなる。従って、PCD工法による施工において、多量のコンクリートを連続圧送して打設するためには、圧送されたコンクリートの有効な撒き出し方法の採用が要となる。このため種々調査の結果、一部のマスコンクリート工事の施工に用いられている小型のディストリビュータを改良することによって長与ダムに適用が可能との結論が得られ、各種の検討と実験の末ダムコンクリートを対象としたアンカー固定式のディストリビュータを開発し、使用した。

4 ディストリビュータの概要と施工性

長与ダムで採用したディストリビュータは主軸部とパイプ先端の縦ジョイント部において回転する二軸回転機能を有し、架台と旋回部が4本のピンにより連結されており、容易に組立、分解ができる構造とした。本体の重量は1,600kg、バランス調整ウエイトが800kg、コンクリート圧送時には更に800kgが付加され、総重量が3,200kg程度となる。打設位置への吐出口の移動は人力にて行ない、直径16mの範囲内であれば任意の地点への打設が可能である。本機の据付は、ブロック毎およびリフト毎に、予め計画した位置にアンカーをセットしておき、打設前日に埋殺し用架台(H=1.0m~1.5m)と本機をトラッククレーンにて吊り込み、ボルトで固定するものとした。その概要を写真-2、3および図-4に示す。ディストリビュータは2台製作し、本体下部の面積が大きなブロックには2台据え付けて打設を行ない、上部の小ブロックでは1日2ブロック打設で施工した。ディストリビュータは、小型化を図

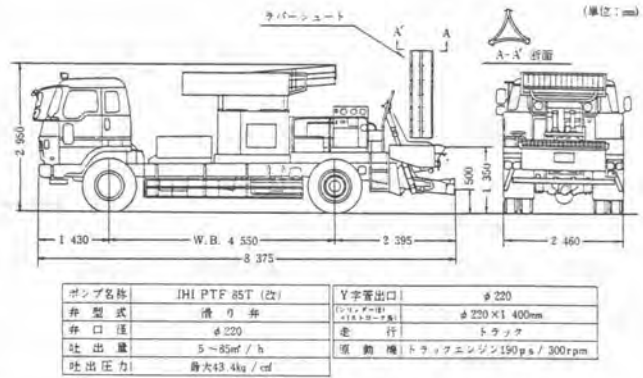


図-3 コンクリートポンプ車



写真-2 打設用足場とディストリビュータ設置状況



写真-3 ディストリビュータによる打設

るために曲り管4ヶ所の曲率半径を小さくしており ($R = 60 \text{ cm}$)、このために閉塞の多発が懸念された。しかし、ディストリビュータを使用した $21,000 \text{ m}^3$ 、162回に亘るコンクリート打設に対して、施工初期に6回閉塞が発生しただけであり、その原因も打設作業あるいはポンプ操作の不慣れが主であり、ディストリビュータの形状や操作性に起因するものではなかった。

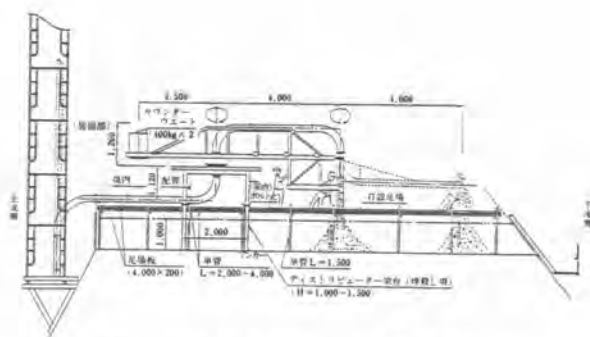


図-4 ディストリビュータ概念図

ディストリビュータによる施工の概要をまとめると以下ようになる。

- (1) ディストリビュータは圧送管と同じ8インチであり、曲率半径が小さいにもかかわらず、ディストリビュータ全体の圧力損失は一般部と殆ど同等である。
- (2) 2軸回転式であり、作業員2～4名によりディストリビュータを回転し、直径16m以内全部の地点にコンクリートを撒き出すことができる。
- (3) バイブレータの効果は一層50mm程度であり、本機を使用すればバケット方式と同様に層状打設が可能となる。
- (4) コンクリート打設作業員の足場として、簡易足場を設置する。コンクリートの締め固めは、簡易足場の上からφ60mmフレキシブルバイブレータで行ない、コンクリートの打設に従って足場を解体する。
- (5) ディストリビュータの洗浄は、コンクリート打設の最後に水押しすることにより、同時に洗浄することができ、一般配管と同等の扱いが可能である。
- (6) 架台を継ぎ足すことにより高所の擁壁等のコンクリート打設が可能となり、鉄筋組立箇所でのコンクリート打設も容易に施工できる。長与ダム減勢工の高さ10mの擁壁(約1,700m²)もディストリビュータを用いてコンクリート打設を行なった。

5 おわりに

長与ダムにおけるPCD工法の適用の結果、比較的簡便な施工段取りで効率的なコンクリート運搬打設が連続的に施工できることが立証できた。今後、この工法の適用範囲を広げていくために検討すべき課題として次の様な諸点があげられる。

- (1) 単位セメント量をより低減し、しかも圧送性の良いコンクリート配合の設定
- (2) 圧送性の事前判定方法の確立と諸データの蓄積
- (3) 貧配合・低スランブコンクリートの圧送に適したポンプ機構の開発
- (4) 圧送負荷の低減、閉塞対策等の施工性の改良

最後に、長与ダムPCD工法の施工に当り、御指導をいただいた建設省ならびに、飯西座長、山住委員、坪委員ほか長与ダム合理化施工検討委員会の各委員の方々に感謝の意を表する。