

## 29. 急傾斜コンベヤによるコンクリート打設工法に関する研究

建設省運ダム工事事務所 五嶋 政 美  
建設省中部技術事務所 \*植 村 靖

### 1. まえがき

建設省においては、コンクリートダムの合理化施工に積極的に取り組んでいる所である。

その一環として、小規模ダムの合理化施工の検討を進めており、その中でベルトコンベヤシステムによる、ダムコンクリートの運搬打設工法を検討している。

これら合理化施工の一環として、運ダムは建設省直轄事業で、櫛田川水系運川（三重県飯南郡飯高町）に建設中（堤高78m、堤頂長280m、堤体積50万 $m^3$ の重力式コンクリート多目的ダム）のダム減勢工にコンクリート打設を、ベルトコンベヤ工法で実施するため、概略打設システムの検討と合わせて急傾斜コンベヤの設計製作を行い、その基礎実験により問題点を確認し、急傾斜コンベヤを中心とする打設システムにより、試験施工を実施したものである。

### 2. 急傾斜コンベヤ

#### 1) 急傾斜コンベヤの選定

運ダムの減勢工は、ダムサイトの地形よりケーブルクレーンの方カバーエリアから外れている、ここに、ベルトコンベヤ工法を採用して試験施工を行うものである。その機構はベルトコンベヤの特色である、連続かつ大量のコンクリートが打設でき、全体的に仮設備が簡単かつ段取替が容易で、打設現場の平面及び高さの変化に対応できる構造でなければならない。

平ベルトのコンベヤで高所のコンクリート打設を行う場合、ベルトコンベヤの傾斜角度の限度により、高い所ほど長いベルトコンベヤが必要になる、短いベルトコンベヤで打設できるようにするためには、急傾斜でも輸送できる構造のコンベヤを開発する必要がある。

以上のことから運ダムでは、急傾斜コンベヤで打設を行うための検討を進めた。

#### 2) 急傾斜コンベヤの機種

平ベルトでは不可能な傾斜で骨材等を運搬する場合、「棧付ベルト」や「ひれ付ベルト」が使用されているが、コンクリートを急傾斜運搬する場合、どのようなものが利用できるか検討した結果次の3機種を調査の対象とした。

##### (1) フレクスベルトコンベヤ

フレクスベルトコンベヤは西ドイツで開発された棧付ベルトコンベヤで図-1に示すとおり、横棧及び耳棧を有するゴムベルトコンベヤである、主として石炭、石灰石、砂利等のバラものの急傾斜運搬に広く用いられ、傾斜角度も最大85度まで実用化されている。ただし、コンクリートの運搬に使用された実績はない。

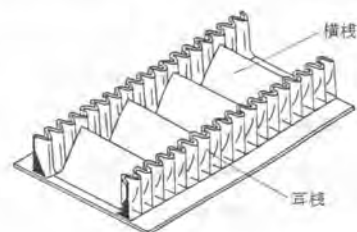


図-1 フレクスベルトコンベヤ

## (2) ラダーコンベヤ

最近開発された急傾斜コンベヤで、シールド工の掘削土運搬等に実用化されている。図-2に示すような構造で、平ベルトと同様のベルトクリーナを使用することができるため、コンクリート運搬の場合も、付着によるロス量を少なくすることが可能である。

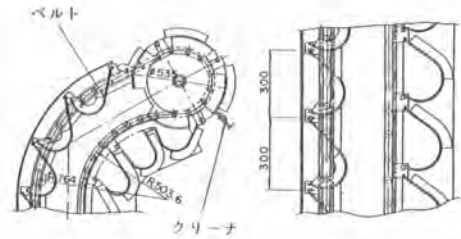


図-2 ラダーコンベヤ

## (3) 平ベルト2枚重ね方式

これは普通の平ベルトを上下2枚重ねにして、その間に搬送物をはさみこみ、運搬する方式である。図-3に示す、我国では石炭や砂の急傾斜運搬として実験が行われた程度にとどまっているが、コンクリートに対しても適用可能であると考えられる。

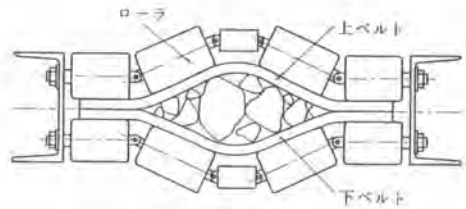


図-3 平ベルト2枚重ね方式

## 3) 急傾斜コンベヤ基礎実験

上記の3機種について以下に示す内容で基礎実験を実施した。

- (1) コンクリートの運搬確認
- (2) ベルトへのコンクリートの付着を除去するためのクリーナ効果
- (3) 運搬されたコンクリートの品質変化等についての確認

## 4) 急傾斜コンベヤ基礎実験結果

フレクスベルトコンベヤはコンクリート、モルタルの搬送は確実でしかも運搬能力が高い。しかし、本コンベヤは形状が複雑なためにクリーニング機構に検討、開発すべき項目が多く、今回は平ベルト式のクリーナの採用が難しいため、振動によるクリーニング方式を採用した。結果はパイプレータを2重に使用しても、クリーニング効果は必ずしも充分ではなかった。このため、使用後はその都度水洗いが必要となり、施工能率を低下させることになる。

ラダーコンベヤはチェーンによる駆動伝達のため、どうしてもベルト速度に限界があり、運搬能力が劣る。構造的にはバケット式であるため、最大150mmの骨材運搬も可能と考える。

ただ、蓮ダムでの実用化になると運搬能力は、60m<sup>3</sup>/hが必要であるため、コンクリート搬送の確実性やベルトクリーナ効果が良好等の利点はあるものの、現場での対応は難しいと思われる。

平ベルト2枚重ね方式はモルタルの搬送も可能で、クリーナの効果が良いことから、コンクリートの付着も少なく、施工性に優れているため、このコンベヤを採用することにした。

## 3. 概略打設システムの検討

試験施工は導流壁及び副ダムを対象とし、1.9mの高さを打設できること及びG<sub>max</sub>150mmのコンクリートを搬送できることを条件に検討した。

急傾斜コンベヤはスプレッダからのコンクリートをチャージコンベヤで受け、さらに2枚重ね平ベルトに移し変えて所定の高さ、位置でコンクリートを打設する。走行装置は重量大で接地圧の関係が

らタイヤ式は難しく、クローラ式とする。傾斜角度は0～60度まで変えることができるほか、旋回も可能な構造となっている。

運搬能力は、バッチャプラントの能力より60m<sup>3</sup>/hとしている。

#### 4. ベルトコンベヤシステムによる試験施工

試験施工に使用したシステムを図-4に示す。

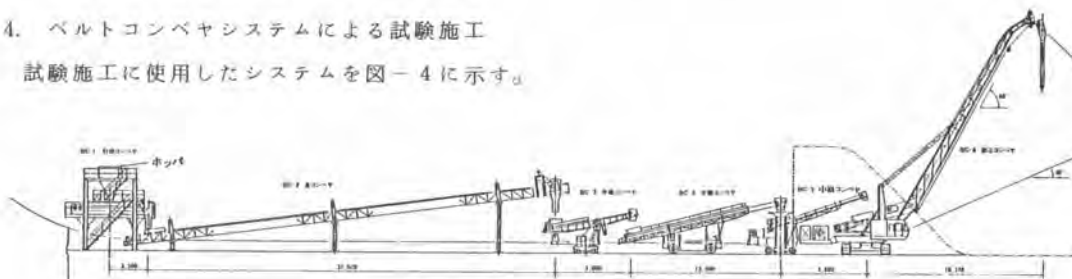


図-4 試験設備

##### 1) 試験施工内容

実際に導流壁を打設する前に、問題点の確認及び調整等を目的としてモルタル(F配合)コンクリートGmax150(A配合)Gmax80(C配合)を運搬して表-1に示す項目及び条件について調査を実施した。

##### 2) 試験施工結果

###### (1) ゲート開度特性

ホッパーのゲート開度特性は本打設の際コンベヤ設備の能力を管理する上で必要であり、また予備試験における運搬能力の調査もゲート開度で行うために実施した。

設計量60m<sup>3</sup>/hの引出量を得るにはゲート開度を、

Gmax150mm(A配合) 300mm

Gmax80mm(C配合) 250mm

に設定した。

###### (2) 運搬能力、荷の移動

BC-6は傾斜角30度、60度ともに仕様のコンクリート運搬能力60m<sup>3</sup>/h(モルタルについては10m<sup>3</sup>/h)が確認できた。また連続運搬途中における10分前後の停止において、コンクリートの滑落、横漏れ等は認められなかった。全体システムを通して問題となるような荷こぼれ、ベルトの蛇行、横ずれ等は見られなかった。

表-1 調査項目

項目	条件 No	運搬コンクリート		BC-6の運転条件		品質調査 観察   採取		
		分類	m <sup>3</sup> /h	角度	シュート		落下高	
ゲート開度特性	1	モルタル	5	2	30	6m	1.5	
	2	"	10	"	"	"	"	
	3	Gmax80	40	4.5	"	"	"	
	4	"	50	"	"	"	"	
	5	"	60	"	"	"	"	
	6	"	40	"	"	"	"	
	7	"	50	"	"	"	"	
	8	"	60	"	"	"	"	
	9	Gmax150	50	4.5	"	"	"	
	10	"	55	"	"	"	"	
	11	"	60	"	"	"	"	
	12	"	50	"	"	"	"	
	13	"	55	"	"	"	"	
	14	"	60	"	"	"	"	
運搬能力、傾斜角と品質の関係	15	Gmax150	"	4.5	30	"	"	○ ①
	16	Gmax80	"	4.5	30	"	"	○ ②
	17	"	"	4.5	60	"	"	○ ③
	18	Gmax150	"	4.5	"	"	"	○ ④
	19	モルタル	10	2	"	"	"	○ ⑤
荷の移動	20	"	"	2	60	"	"	
	21	Gmax150	60	1.5	"	"	"	
シュート長と品質の関係	22	"	"	1.5	"	4m	"	○ ⑥
	23	Gmax80	"	1.5	"	"	"	○ ⑦
	24	"	"	1.5	"	5m	"	○
	25	Gmax150	"	1.5	30	6m	2~3	○
落下高と品質の関係	26	"	"	"	"	"	2~3	○
	27	"	"	"	"	"	3	○ ⑧
	28	Gmax80	"	1.5	"	"	3	○ ⑨
運動開始	29	"	"	1.5	"	"	1.5	
降量C。	30	"	"	1.5	23	"	"	
運送状態	31	"	"	3.0	30	"	"	
シュート操作	32	"	"	1.5	"	"	"	○
ローラ間隔	33	Gmax150	"	1.5	60	"	"	○
68度運送	34	"	"	1.5	68	"	3.0	
小計				52.5				

### (3) 傾斜角度（BC-6）を増大した時の運搬状態

BC-6の最大傾斜角は、仕様が60度となっているが、この角度が90度まで可能でコンクリート（モルタル）が運搬できれば、将来の機械についての構想をさらに発展することができる。

このことから可能限度最大角度68度でのコンクリート運搬状態を観察した、コンクリートはGmax150mmを使用して搬送したが、異常は認められずに搬送できた。

### (4) 運搬条件と品質の影響調査

BC-6の運搬条件を変えることで品質の変化が考えられるため以下に示す調査を行った。

BC-6の起伏角度変化によるコンクリートの品質変化及び分離状況の観察

三角シュート長さの変化によるコンクリートの品質変化及び分離状況の観察

三角シュート先端より打設面までの落下高さ変化による分離状況の観察

#### ① コンクリートの品質

BC-6の傾斜角度を30度及び60度に変化させ、全長6mの三角シュートを使用し、落下高さを1.5mとした時の打設前（バッチャプラント側）と打設後（シュート出口）における試料の品質試験では、空気量の減少が見られた。しかし、これについてはコンクリートの品質への悪影響はないものと考えられる。

#### ② シュート長による材料の分離

試験に使用したシュートはゴムベルト3枚を組合せて断面を三角形にしたもので一辺の長さは80cmである。

BC-6のヘッドブリーよりシュート先端までの長さを6m、5m、4mの3種類として、Gmax150mm、Gmax80mmのコンクリートの分離状況を観察した。

その結果、シュート長6mの場合は三角シュートによる絞り効果が見られ、分離は見られなかったが4m、5mでは絞り効果が不足して分離しやすい傾向が見受けられた。

#### ③ 落下高による材料の分離

シュート長を6mに固定して落下高さを、2m、2.5m、3mに変化させた時の分離状況の観察では、Gmax150mmは落下高さ2.5mまで、Gmax80mmでは落下高さ3mまで分離の傾向は認められなかった。

## 5. あとがき

蓮ダムにおけるベルトコンベヤ工法は、58年度より検討に入り、60年2月に設備（BC-6）の製作を完了し、引続き試験施工を実施した結果、施工機械の段取替えや操作が比較的容易で、オペレータの習熟度も高く、連携動作も予想以上に順調に行うことができた。

また、コンクリートの品質についての影響も少く、数多くの乗継ぎを行ってもコンクリートの安定した連続運搬打設が充分可能であることを確認した。

しかし、BC-6の軽量化等まだ若干の改良点も残されている。今後は実際に導流壁をこのコンベヤシステムで打設するため、上記の問題点も含めて施工性、コンクリートの品質変化等について追跡調査を実施して諸問題を解決し、このBC-6コンベヤを用いた打設システムを、1日も早く確立させ、蓮ダムでの試験施工の成果が小規模ダムの合理化施工の一助となれば幸いである。