

ベルトコンベヤ工法によるダムの施工 DAMS CONSTRUCTION BY BELT-CONVEYOR PLACING SYSTEM

城 島 誠 之*・市 川 慧**

By Seishi JOJIMA and Kei ICHIKAWA

まえがき

近年ダム建設は、洪水調節、水資源開発、水力エネルギーの活用などの社会的要請の増大に伴い、その必要性がますます高まりつつある。このようなダムの安全性を確保しつつ経済的に建設するため、合理的な施工技術を開発することが現在、重要な課題となっている。

建設省では、昭和49年より合理化施工に関する研究を行ってきており、RCD工法やポンプ工法、ベルトコンベヤ工法などの新しい施工方法が研究、開発され実用化が進められつつある。

RCD工法はコンクリートダムの施工にフィルダムの施工法の利点を取入れたもので、超硬練りのコンクリートを振動ローラで締固める工法である。

また、ポンプ工法、ベルトコンベヤ工法は、従来のケーブルクレーンを主とするクレーン系の設備に替わってコンクリートポンプ車やベルトコンベヤなどの汎用機械を用いた運搬・打設工法である。

ここでは、これらの新しい工法のうちベルトコンベヤ工法の特長と諸外国での実施状況を述べ、わが国で最初の実施例である建設省東北地方建設局浅瀬石川ダムでの施工例についてその効果と将来展望および施工中の改良点等について紹介する。

1. ベルトコンベヤ工法によるダム施工

建設省における合理化施工の研究の成果として堤体積10万 m^3 、堤高50m程度の小規模重力式コンクリートダムを対象とした検討の結果が、『小規模重力式コンクリートダム合理化施工』（(財)国土開発技術研究センター、昭和55年刊）にまとめられている。

同書によれば、従来より採用されているコンクリート運搬打設工法には、

- i) 片側走行路式ケーブルクレーン工法
- ii) 軌索式ケーブルクレーン工法
- iii) H型軌索式ケーブルクレーン工法
- iv) クライミング定置式タワークレーン工法
- v) 自走式クレーン工法
- vi) 走行式門形ジブクレーン工法

等があるが、特に小規模ダムにおいては、これらのダム専用特殊機械を用いた工法が必ずしも経済的とはいえず、汎用性のある機械を使用する方が施工の合理化に有利であるとしている。さらに汎用機械のうちでも、

- ① 操作上熟練を要しないこと（技能労働者の減少、高齢化に対処）。
- ② できる限りコンパクトでダムコンクリート打込み量の状況に応じ弾力的運用が可能であること。
- ③ ランニングコストができるだけ低く、施工効率が高いこと。

等の機能を有するものを選択することが望しく、この点からコンクリートポンプ車やベルトコンベヤを利用した工法が検討されることとなった。

* 水資源開発公団 第一工務部長（前 建設省土木研究所ダム部長）

（〒107／東京都港区赤坂 5-3-3）

** 建設省東北地方建設局 浅瀬石川ダム工事事務所長
（〒036-03／青森県黒石市花園町 1）

表-1 コンクリート運搬工法の比較

工法 項目	在来			新し			工法		
	ケーブールクレーン 片側走行 高側走行	軌条式 H型軌条式	クレーン 定置式 タワークレーン	自立式クレーン	走行式同形 ジブクレーン	ベルトコンベヤ	P. C. D. (ポラリート)	大型クローラ クレーン	R. C. D
(一般条件) 地形	片側走行 高側走行	H型軌条式	クレーン 定置式 タワークレーン	自立式クレーン	走行式同形 ジブクレーン	ベルトコンベヤ	P. C. D. (ポラリート)	大型クローラ クレーン	R. C. D
自然条件	走行路設置に適した地形が必要	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
堤体形状	風により施工に制約を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
堤体形状	風により施工に制約を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
環境保全	走行路の掘削が必要	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
連続運搬	距離(スパン)が長くなると作業性が悪くなる	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
運搬距離	距離(スパン)が長くなると作業性が悪くなる	アンカー設置に適した地形が必要	風による影響を受けない	風による影響を受けない	アンカー設置に適した地形が必要	急峻な地形ではベルトコンベヤが難しい	特に制約を受けない	河床部への進入路を確保する必要はある	堤体外から堤体内への進入路が必要
設備能力	最大荷重 20 t 程度	最大荷重 9 t 程度	最大荷重 6 t 程度	最大荷重 6 t 程度	最大荷重 20 t 以上可	ベルト幅 600 m のコンベヤで 20 t クレーン程度の能力があり大量運搬が可能	ポンプ容量による (Gmax: 80 mm 程度まででは、運搬可能: 輸送管径の 1/3 程度)	クローラクレーン能力による	タンプトラック台数により大量運搬可能
機械の汎用性	専用機械	汎用機械	汎用機械	汎用機械 (走行部は専用機械)	汎用機械	汎用機械	汎用機械	汎用機械	汎用機械
作業員の熟練度	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要	作業員の熟練度は不要
雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬	雑運搬
コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質	コンクリートの品質
その他	適当な地形がないとケーブールクレーン設置に大量の掘削・走行路トレッスル・鉄塔等が必要となる	堤頭長さが長く敷設必要となる場合は機械費が高くなる	堤頭長さが長く敷設必要となる場合は機械費が高くなる	堤頭長さが長く敷設必要となる場合は機械費が高くなる	堤頭長さが長く敷設必要となる場合は機械費が高くなる	長い搬送距離によるコンクリートの品質低下	コンクリートの品質低下	コンクリートの品質低下	コンクリートの品質低下

従来の工法および考えられる新しい工法のそれぞれの特質については、比較表として表-1に示す。

(1) ベルトコンベヤ工法の特徴

ベルトコンベヤは、殻類、鉱石、石炭、骨材、土砂などのいわゆるバラ物や荷物などの輸送設備として、古くから多くの産業分野で多種多様に利用されてきた。また近年ベルト製造技術や各種機械、制御技術の進歩に伴い100 kmにおよぶ長距離ベルトコンベヤも出現している。ベルトコンベヤの特徴として輸送能力が大きいこと、機械設備費が低廉で汎用性が高いこと、長距離の輸送が可能であること、機械の構造が簡単で運転やメンテナンスが容易であること、などがあげられる。

コンクリート運搬打設設備としてダムへのベルトコンベヤの利用は、わが国ではこれまであまりなく、ケーブルクレーンのサービスエリア外の補助として使用した例(二瀬ダム)やパッチャープラントからバケットへのコンクリート供給に走行コンベヤを使用した例(青蓮寺ダム)などが知られるだけである。しかし、外国ではその利用は多く、1930年代からアメリカにおいてTVAや、オンタリオ水力発電会社でダム施工にベルトコンベヤを利用した例が報告されている。最近のベルトコンベヤによるダムコンクリートの打設の例としては、ソ連のKrasnoyarskダムで一連の連続打設システムで施工した例や、ベネズエラのGuriダム、ブラジル・パラグアイの国境にまたがるItaipuダム、フランスのVillerestダムなどの大規模ダムでの施工があげられる。

またトラックマウントのベルトコンベヤのような汎用機械での施工も行われている。

最近になってわが国においても、建設省が大川ダム、大町ダム、七ヶ宿ダムで試験施工を実施し、引出し能力、運搬能力、品質への影響などについての基礎的資料を得ている。

ベルトコンベヤ工法の特徴として、

- ① 設備が簡易でかつ、転用が容易で、連続輸送による大量運搬が可能である。
- ② 機械能力当たりのエネルギー消費の少ない工法である。
- ③ 設備設置に大きな基礎工事を必要とせず、自然環境に与える影響が少ない。
- ④ 長距離の運搬が可能である。
- ⑤ 設備の運転には特に熟練した作業員を必要としない。

などのすぐれた点がある反面、

- ① 半流動体であるコンクリートを安全に運搬するには布設角度に制限がある。
- ② ベルト面からの放出によるコンクリートの分離

を避けるため落下高に制限がある。

③ 打設面の立体的広がりに対応できる施工性のよいシステムを考慮する必要がある。

④ 1本のベルトコンベヤの運搬方向は原則として直線である。複雑な構造物では乗継ぎなど複雑な段取替えが必要となる。

⑤ 長い帯状でベルト面に載荷されるコンクリートの品質が、気候の影響を受けやすい。

などの制約がある。

これらの制約条件は、設備の配置、作業性およびコンクリートの品質の3点に集約されるが、大川ダム等の実験や今回の浅瀬石川ダムでの施工経験から、技術的に十分対応が可能な問題であり、ベルトコンベヤ工法によるコンクリート運搬打設は、今後ともその有用性が期待される。

(2) ベルトコンベヤ工法の打設システム

ベルトコンベヤや設備の標準的な概念図と名称は、図-1に示すようなものである。これらのベルトコンベヤ

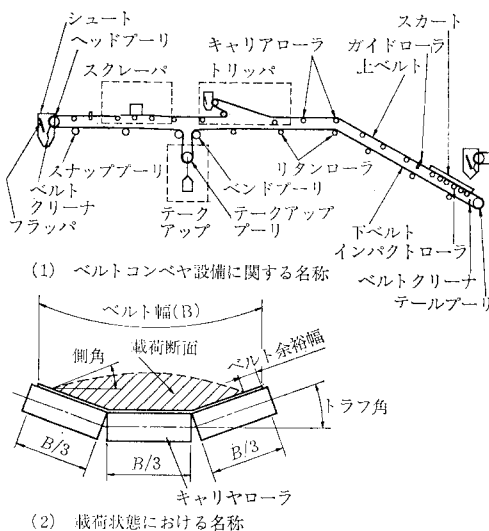


図-1 ベルトコンベヤ設備概念図

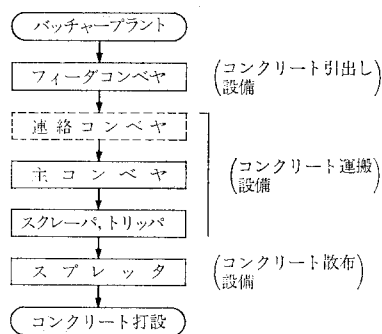


図-2 ベルトコンベヤ工法打設フロー図

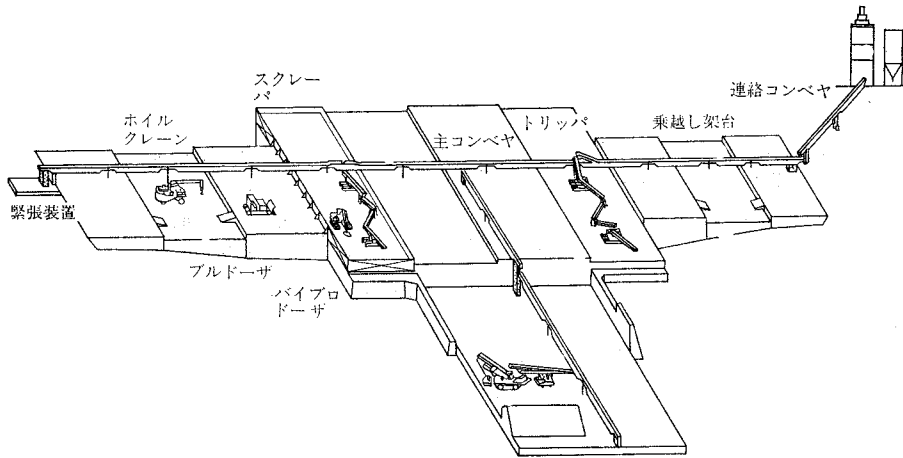


図-3 ベルトコンベヤシステム例

設備を組合せ、コンクリートの打設システムとして構成したものは、図-2, 3 のようになると考えられる。これらはその機能の面から次の3つの設備に大別される。

(a) コンクリート引出し設備 (フィーダコンベヤ) : パッチャープラントから供給されるコンクリートを連続的かつ定量的にコンクリート運搬設備に供給するものである。

(b) コンクリート運搬設備 (主ベルトコンベヤ、横取り装置) : 引出し設備から供給されたコンクリートを打設地点近くまで運搬する主ベルトコンベヤ (連絡コンベヤを含む) と打設地点近くで散布設備へ荷降しする横取り装置からなる。横取り装置はその機構によりトリップ方式とスクレーパ方式がある。

(c) コンクリート散布設備 (スプレッドシステム) : 運搬設備より横取り装置を介して供給されたコンクリートを、打設面に所定の方法で散布するものである。打設面を走行しながら散布する装置や空中より散布する装置が考えられる。この部分の機械装置は、打設方法とともにさまざまな形態が考えられ、ベルトコンベヤ工法の中でも工夫の必要などである。

また、ベルトコンベヤの運搬能力は、通常、ベルト速度と、ベルトコンベヤ上の載荷断面積により決まる。すなわち、運搬能力は次式により算定する。

$$Q=60 \times V \times A$$

Q : 運搬能力 (m³/h)

V : ベルト速度 (m/min)

A : 安定載荷断面積 (m²)

ここで、安定載荷断面積は、ベルトコンベヤの布設角度 (標準は ±15°) や、コンクリートのスランプ値等により変化するが、所定のベルト余裕幅が確保でき、荷こぼれを生じない断面積である。モルタルなどの流動性の大きいコンクリートでは、側角が 0° となり、載荷断面積も小

さなものとなる。

大川ダムなど試験により、布設角度と安定載荷断面積の調査や、運搬能力の測定を行っているが、これによるとベルト幅 600 mm、ベルト速度 70~100 m/min で、運搬能力は 120~270 m³/h 程度である。実打設能力は、システムの構成にもよるが、効率を考慮して 50~60 m³/h 程度は可能であると思われる。

2. 浅瀬石川ダムにおけるベルトコンベヤ工法

(1) 工事概要

浅瀬石川ダムは、建設省が青森県黒石市内の岩木川水系浅瀬石川に建設中の多目的ダムである。堤体積約 70 万 m³、堤高 91 m、堤頂長 320 m の重力式コンクリートダムで、昭和 57 年 10 月の打設開始以来、昭和 59 年末までに約 47 万 m³ の打設を完了している。

今回のベルトコンベヤ工法は、建設省におけるコンクリートダムの合理化施工法の一つとして、これまでの部分的検証や単独機械による試験施工から一歩進めて、一連のシステムとして実施されたもので、当ダムの減勢工エプロン部 (約 9000 m³) の施工法として採用された。

(2) ベルトコンベヤ工法による打設計画

(a) コンクリート示方配合

ベルトコンベヤ工法による打設は、最終的にはダム本体の施工を目標としているので、今回の示方配合は堤体の配合に合わせて選定している。なお、着岩部は施工性などを考慮して従来のモルタルに代え粗骨材最大寸法 20 mm の E 配合を使用した。表-2 にコンクリート示方配合を示す。

(b) 施工方法

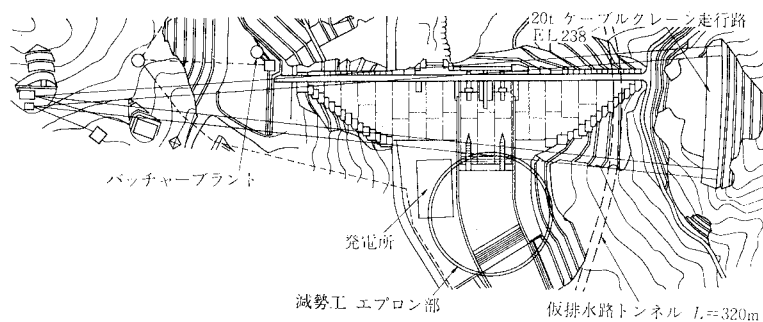


図-4 ダム平面図

表-2 コンクリート示方配合

配合 No.	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	セメントの種類	設計		単位重量 (kg/m³)										区分	
					スランプ (cm)	空気量 (%)	W	C	S	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	合計	混和剤		堤体	エプロン
															遅延剤	A E剤		
Ⓐ	150	51	22	FC 25%	3±1	2±1	107	210	470	441	406	409	441	1 697	0.525	0.035	外部	下層
Ⓑ	150	67	25	〃	3±1	3±1	107	160	546	434	399	402	434	1 669	0.400	0.018	内部	〃
Ⓒ	80	49	28	〃	5±1	4±1	128	260	561		469	483	513	1 465	0.650	0.013	鉄筋部	上層
Ⓓ	40	51	40	〃	7±1	4.5±1	162	320	737			525	592	1 117	0.800	0.027	〃	穴埋め
Ⓔ	20	51	52	〃	15±2.5	6±1	197	390	867				814	814	0.975	0.030	〃	着岩部
Ⓜ	モルタル	5			フロー値												打継目	打継目

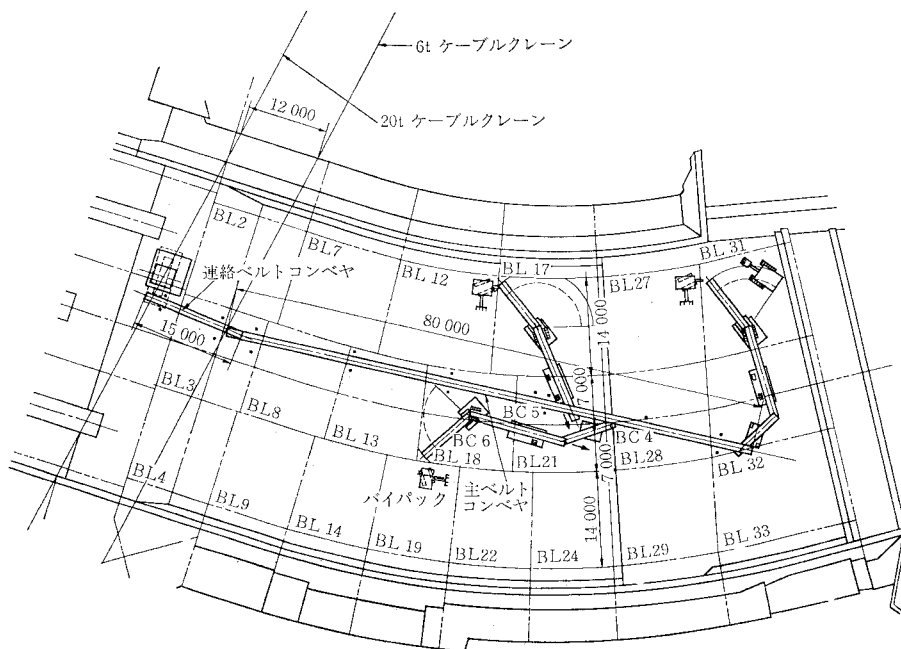


図-5 エプロン部平面図

打設方法については、エプロン部の構造上の制約などから、型枠建込みによるブロック工法とし、打設厚さ 2 m を 1 m の 2 リフトで施工した。着岩部は厚さ約 8 cm 程度の E 配合、下層は堤体外部と同じ A 配合（粗骨材最大寸法 150 mm）、打継目は厚さ 1.5 cm のモルタル、上層は堤体の鉄筋部と同じ C 配合（粗骨材最大寸法 80 mm）とした。

1 ブロックの大きさは 15 m 角程度で、200 m³ 前後の打設量である。また打設は、施工機械の移動、段取替えを考慮し、上流から下流へ、側部から中央部へ行うものとした。

(c) コンクリートの供給

コンクリートは堤体打設用のパッチャープラント (3 m³

×3 型、公称能力 180 m³/h からトランスファーカー（電動 6 m³、運搬距離約 50 m）を経てケーブルクレーン（弧動型 20 t、6 m³ バケット、運搬距離約 200 m）により堤体下流バケットカーブ部に設けたコンクリートホップへ供給した。

(d) 計画設備能力

計画設備能力はケーブルクレーンの供給能力などから 100 m³/h とした。ベルトコンベヤの仕様は、粗骨材の最大寸法を勘案し、ベルト幅 600 mm、ベルト速度 70 m/min、トラフ角を 30° とした。また、引出しコンベヤはベルト幅 1 050 mm、ベルト速度 10 m/min、トラフ角 20° とした。

(e) 動力および制御

中央連動操作の必要から走行型のコンベヤも含めた一連のシステムのベルト駆動は電動（AC 200 V）とした。中央操作盤で連動操作（起動、停止）を行うものとし、中継コンベヤ（BC-5）および打設コンベヤ（B-6）の前後進、コンベヤの起伏、ベルト伸縮はベースマシンの動力を用いたほか、各オペレーターは相互対話方式の電話で連絡をとりながら連携動作を行うものとした。

(3) 設備機械および施工法の概要

(a) コンクリートの引出し

コンクリートは引出しコンベヤ（BC-1）のコンクリートホップにケーブルクレーンのバケットから投入され、底部のベルトフィーダで引出させる。引出し量の調節は

手動ハンドル操作のカットゲートで行われる。

(b) コンクリートの運搬および乗換え供給

連続的にベルトフィーダで引出されたコンクリートは、長さ 15 m の連絡コンベヤ（BC-2）を経て全長 80 m の主コンベヤ（BC-3A）に供給され、主コンベヤ上の自走式カッティングバー型スクレーパ（BC-3B）で、中継コンベヤへ連続的に乗換え供給ができるものとした。なお、スクレーパは 68 m の区間において、任意の位置で乗換え供給が可能なものである。

(c) 主コンベヤのクライミング

主コンベヤはコンクリート乗継ぎ時の骨材分離など品質確保のため乗継ぎ高さの制限があることや、施工機械の通過に必要なクリアランスの関係から打設作業面上 3 m の空間を確保するように設置した。また、主コンベヤは 15 m 間隔の脚柱ごとにポータブル油圧シリンダーを用い、クライミングが可能なものとした。

(d) 中継コンベヤ

No. 1 中継コンベヤ（BC-4）は主コンベヤの直下付近や遠方の打設時の中継に使用し、起伏と手動による旋回が可能で、ベースマシンは被けん引型トレーラを改造、使用した。

No. 2 中継コンベヤ（BC-5）は打設コンベヤに追従したベルト伸縮、コンベヤの起伏および走行の機能と操作性を持つもので、ベースマシンはサイド型フォークリフトを改造、使用した。

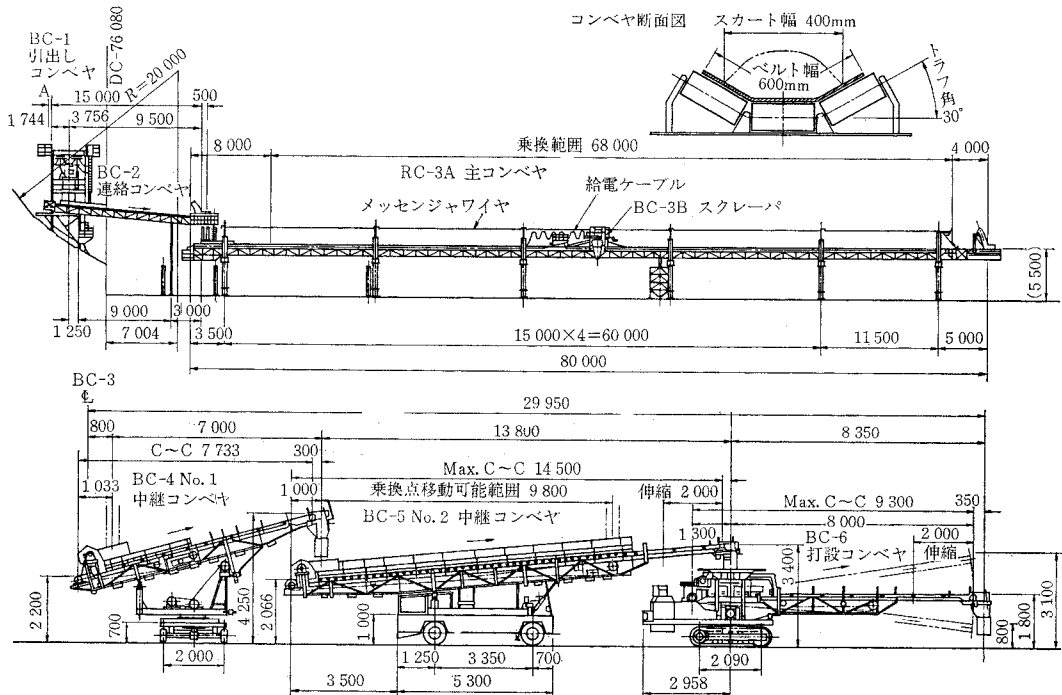


図-6 ベルトコンベヤ全体図

(e) 打設コンベヤ

打設コンベヤ (スプレッド: BC-6) はクローラ型で、コンベヤの旋回および起伏、ベルトの伸縮動作により所定の

打設パターンで後退して行き、機械出入のための開口部型枠セット後、型枠の外から打設を完了させるものである。ベースマシンには最も汎用性のある油圧式バックホ

表-3 浅瀬石川ダムベルトコンベヤ仕様

コンベヤ No. および名称	目的	形式	ベルトコンベヤの仕様							コンベヤベルト		摘要
			ベルト幅 (mm)	ベルト速度 (m/min)	水機 長さ (m)	揚程 (m)	傾斜 (度)	駆動 (kW)	緊張	張力	ゴム厚 (表/裏) (mm)	
(BC-1) 引出しコンベヤ	コンクリートの連続引出	電動 20°トラフ ベルトフィーダ	1050	(15)* 10	5.5	0	0	サイクロ減速機 11.0	ネジ式	250 kg 4 P	6.5/2.5	堤体据付架台を除く、スプロケット、ホイール交換の場合
(BC-2) 連絡コンベヤ	主コンベヤへの連続運搬	電動 30°トラフ 固定コンベヤ	600	70	15.0	-0.9	-3.43	サイクロ減速機 5.5	重錐式	150 kg 4 P	6.5/2.5	
(BC-3 A) 主コンベヤ	打設コンベヤへの連続運搬	電動 30°トラフ* 固定コンベヤ	600	70	(15.0)* 80.0	(+1.0)* 0	(+3.8)* 0	サイクロ減速機 11.0	重錐式	150 kg 4 P	6.5/2.5	*手動クライミング可、クライミング量 1m
(BC-3 B) スクレーパ装置	中継コンベヤへの連続乗継	電動自走式 カッティング パー型	(600)	(70)				サイクロ減速機 2.2				自動ローララップ付
(BC-4) No. 1 中継コンベヤ	No. 2 中継コンベヤ打設コンベヤへの連続運搬	電動 30°トラフ 起伏コンベヤ	600	70	8.0	最大 2.05	-6.6~ +15.0	サイクロ減速機 5.5	ネジ式	総張力 300 kg	5/2	被けん引台車架装
(BC-5) No. 2 中継コンベヤ	打設コンベヤへの連続運搬	電動 30°トラフ 伸縮起伏コンベヤ	600	70	12.5~ 14.5	+1.67	0~ +6.6	サイクロ減速機 7.5	ネジ式	総張力 300 kg	5/2	乗員自走式、サイドフォーク架装
(BC-6) 打設コンベヤ	連続打設	電動 30°トラフ 伸縮起伏コンベヤ	600	70	7.3~ 9.3	-1.16~ +1.51	-7.16~ +9.35	サイクロ減速機 5.5	ネジ式	総張力 300 kg	5/2	乗員自走式クローラ型バックホウ架装

注:緊張のネジ式は、手動ハンドル式とする。

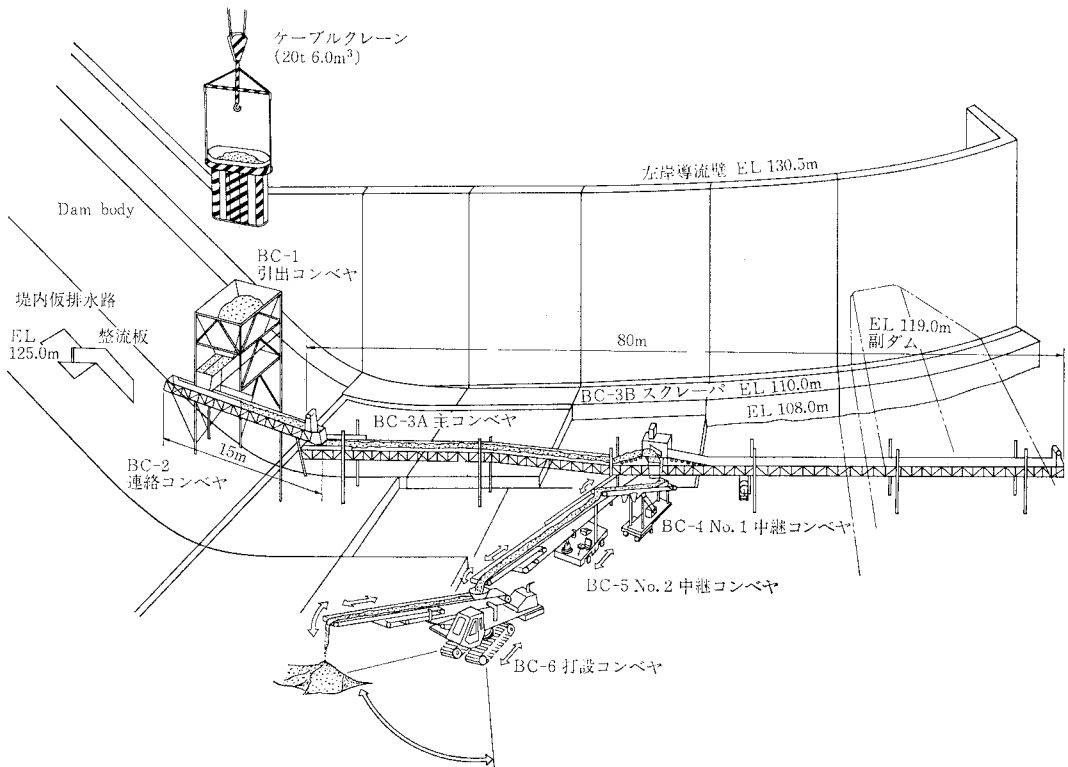


図-1 ベルトコンベヤ工法概念図

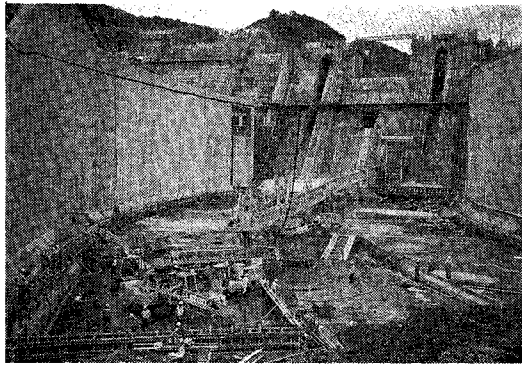


写真-1 ベルトコンベヤシステム全景

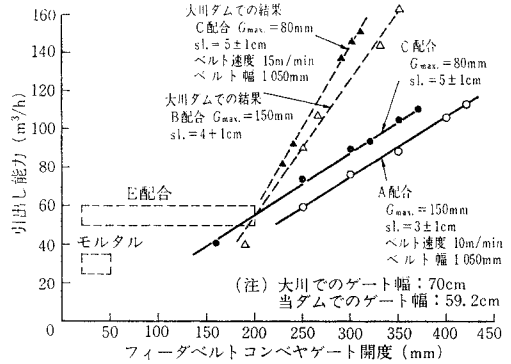


図-8 ゲート開度と引出し能力の関係

ウを改造使用した。なお、旋回はベースマシンの油圧モーターでは速度範囲が大きく作業の安全性の検討からサイリスタ制御による電動とした。

(4) 打設実績

ベルトコンベヤ工法によるエプロン部の打設は、昭和 59 年 6 月 4 日に開始した。打設当初は設備の調整や作業員の不慣れなどから、コンクリートの引出し能力も A 配合で $65\text{m}^3/\text{h}$ 程度であったが、設備の改良やオペレーターの連携、追従作業の習熟が予想以上に早くでき、ケーブルクレーン供給能力の限界の $110\text{m}^3/\text{h}$ 程度まで作業が可能となった。予定より早く 9 月 3 日に打設を完了することができた。

(a) 引出しコンベヤ能力

引出しコンベヤ (BC-1) のカットゲート開度と引出し能力の関係を 図-8 に示す。

スランプの小さい A 配合、C 配合ではゲート開度と引出し量に一次的な相関がある。これにくらべて流動性の大きい E 配合やモルタルではゲート開度と引出し量の関係が一定しなかった。これはホップ内の残留量の圧力によりカットゲートとベルト間のすきまからセメントペーストやモルタルが噴出するためである。したがって、一定量のコンクリートの引出しを行うには常時、ゲートの調節操作が必要であった。

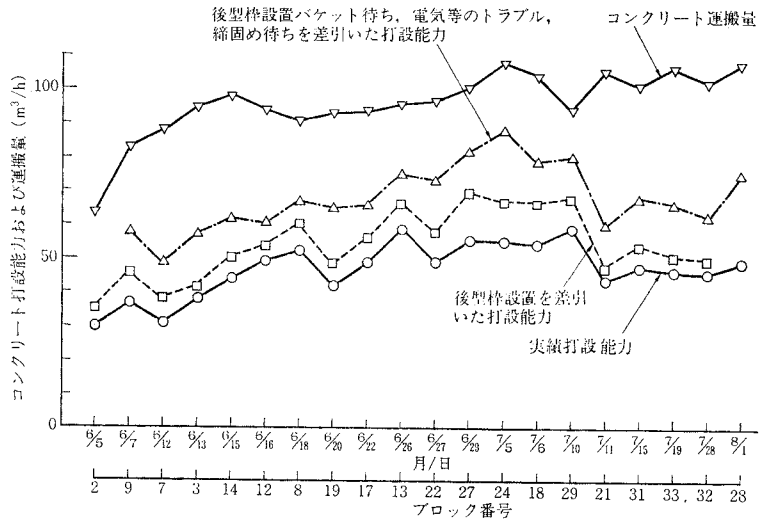


図-9 コンクリート打設能力および運搬量の経日変化 (1リフトめ、E・A 配合)

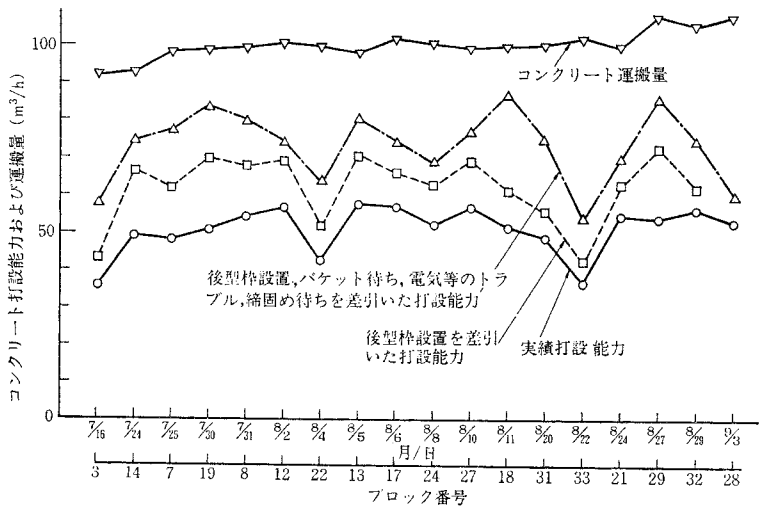


図-10 コンクリート打設能力および運搬量の経日変化 (2リフトめ、モルタル・C 配合)

(b) コンクリート運搬、打設能力

ブロック別、配合別コンクリート運搬、打設能力を図

→9, 10 に示す。なお、コンクリート運搬量とはホップ内のコンクリートの引出し完了までの能力を指し、後型枠設置、バケット待ち、電気等のトラブル、締固め待ちを差引いた打設能力とは、それぞれに起因するロス時間を差引いた作業障害の少ない条件で打設した場合の能力を示す。また、実績打設能力とは、打設開始から締固め完了までの全作業時間における打設能力を指し、後型枠設置を差引いた打設能力とは、全作業時間から打設のための開口部型枠のセットに要する時間を差引いたときの打設能力を示すものである。

運搬能力は平均で 100 m³/hr であった。A 配合、C 配合の運搬では 110~115 m³/hr の運搬が可能であった。

打設能力は平均で 50 m³/hr となっている。今回の施工ではブロック打設で機械設備の関係で後型枠設置の工程が入ったが、この設置時間を除いた能力では 58 m³/h となっている。また、この他にバケット待ちなどのロス時間を除いた能力では 70 m³/h となっている。

(5) コンクリートの品質

ベルトコンベヤ工法において問題とされるコンクリートの品質変化については、バッチャープラントと打設地点で、コンクリート温度、スランプ、空気量について測定を行った。これらを引出しコンベヤ (BC-1) のコンクリートホップから打設ブロックまでの平均運搬距離毎に整理したものを 図-11 に示す。各要素とも、運搬距離

による顕著な相関はなく、今回程度のベルト長さでは品質への影響は少ないと思われる。

(6) 設備の改造と対策

(a) 引出しコンベヤ (BC-1)

モルタルやE配合のような流動性のあるコンクリートをホップに投入したときその衝撃圧でホップ下のスカート部が変形したので、改良と補強を行った。また、ベルトフィーダの損傷を防止するためホップ内部に緩衝材としてグリズリバーを取付けたが、緩衝効果を得た。ただコンクリートの付着が多く清掃作業が必要であった。

(b) 主コンベヤ (BC-3A) およびスクレーパ (BC-3B)

スクレーパ部へのアプローチ (登坂角) は約 8° でかなり緩いが、流動性のあるモルタルやE配合では荷こぼれを起こし、対策としてベルト案内台車の増設を行った。またカッティングバーの断面形状および角度などが適切でなく、A 配合で荷づまりを起したため支持方法、構造について改良を行った。

(c) モルタル付着対策

ベルト緊張装置、プーリ、キャリアローラ、ベルトクリーナーに付着するモルタルが時間の経過とともに固結しベルトを損傷させるため作業終了時やベルトの停止のたびに清掃が必要であり、水洗配管を敷設して清掃を行った。

(d) 中継コンベヤ (BC-5) および打設コンベヤ (BC-6)

運転席へのコンクリート荷こぼれ対策として、プロテクターを取付けたほか、運転席の反対後方に死角があるため、運転室内で後方の確認ができるよう自動車用TVカメラを取付けた。

(7) 考察

連続システムとしてのベルトコンベヤ工法による初めての施工であったが、順調に打設を終えることができた。各施工機械の組合せも良く、段取替え、操作等も比較的容易でオペレーターの習熟度も早く連携動作もスムーズであった。

能力的にも当初計画を満足でき、数多くの乗継ぎを行っても、大量のコンクリートの安定した連続運搬・打設は十分に可能であると考えられる。

また品質についても、スランプ、空気量に若干の低下傾向がみられる程度で、材料の分離もほとんど見られなかった。

一連のベルトコンベヤシステムの中では、先端のクローラ式打設コンベヤ (BC-6) は作業性が良好で、電動旋回方式も適切であったが、ホイール式中継コンベヤ (BC-4, BC-5) は作業性があまりよくなく、特にポータブルホイール式の中継コンベ

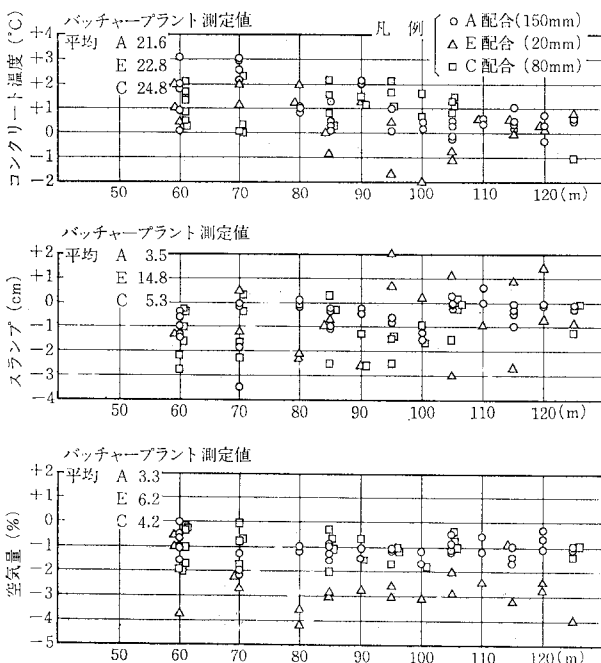


図-11 運搬距離とコンクリート品質の変化 (バッチャープラント測定値と打設地点との変化)

ヤ (BC-4) については、段取替え等に手間がかかり問題が多かった。

その他、今後の課題としては、コンベヤの停止時・トラブル時の対応、コンベヤの清掃、特に打設が長時間にわたる場合の固結した付着モルタルの除去、クリーニング効果を上げるためクリーナチップの圧着力を増すとベルトの損耗が大きくなるなどのクリーナの問題、段取替えやクライミング機構の簡略化、また集中管理のための制御システムの開発などがあげられる。

あとがき

以上、浅瀬石川ダムを対象に、実作業でのベルトコンベヤ工法の実施例についてとりまとめた。なにぶんにもわが国初めての経験で、開始に先立ち一抹の不安のあったことは否めないが、予想以上の成功裡にコンクリート打設を完了できたことは望外の喜びである。本施工を通じて、今後改善すべき点を含めて多くの示唆と経験を得ることができた。

ベルトコンベヤ工法によるダム施工は、今後もいくつかのダムが計画されていると聞いている。今回の施工により得られた経験等が、これらのダムの施工に生かされ

さらに発展されることを特に望むものである。

最後に、ベルトコンベヤ工法の開発にあたりご尽力、ご指導をいただいた「浅瀬石川ダム合理化施工委員会（座長：阪西徳太郎・日本技研コンサルタント（株）会長）」の委員ならびに幹事の方々、また（財）国土開発技術研究センターの諸氏に対し、謝意を表するものである。

参考文献

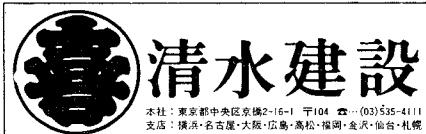
- 1) 建設省河川局：小規模重力式コンクリートダム合理化施工（本編・別冊），（財）国土開発技術研究センター，1980年8月。
- 2) 真島卯太郎：理論と計算 ベルト・コンベヤ，工学図書，1974年12月。
- 3) Robert, E. Tobin：“Placing Concrete with Belt Conveyors”，ACI Committee 304, Title No. 72-33, Sept. 1975.
- 4) 建設省北陸地方建設局：ベルトコンベヤ工法によるコンクリート運搬打設試験施工報告書，（財）国土開発技術研究センター，昭和58年2月。
- 5) 建設省東北地方建設局：七ヶ宿ダムベルトコンベヤ試験施工解析業務報告書，七ヶ宿ダム工事事務所，昭和59年3月。
- 6) 建設省東北地方建設局：浅瀬石川ダム合理化施工（ベルトコンベヤ工法）検討業務報告書，（財）国土開発技術研究センター，昭和59年3月。
- 7) 志水茂明：ダム施工の実際，全建技術シリーズ 22，（社）全日本建設技術協会，昭和59年3月。

（1985.7.5・受付）

総合技術力のシミズです。

時代はいま、あらゆる角度から十分に検討された仕事を
建設会社に要求しています。

環境保全、工事の安全性、コスト、視角的な調和。
土木、建築、環境アセスメント、さらに各分野の豊富な技術群、
経験、知識を有機的に結びつけ、時代のニーズに応える——
総合建設会社ならではの仕事を旨とするシミズです。



本社：東京都中央区京橋2-15-1 宇104 ☎(03)535-4111
支店：横浜・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・金沢・仙台・札幌

