

24. 砂防工事にかかる施工用機械・設備の開発

建設省 北陸技術事務所 酒井一成・倉島冠^{*}・青木鉄朗

1. まえがき

砂防工事を大別すると溪流工事、山腹工事、地すべり防止工事、飛砂防止工事等がある。このうち施工条件が最も厳しい溪流工事（砂防ダム工）を対象に、作業員の安全確保、省力化、工期の短縮、工費の低減を図るため昭和45年より北陸地方建設局において、各種の機械開発を行ったので、その概要について紹介する。

2. 砂防工事の施工環境

北陸地方建設局管内の直轄砂防事業は、7水系8流域で行なわれている。これらの河川は荒廃が著しく土砂流出の抑制等を図るため年間約100箇所、工事が施工されている。

砂防対象流域は日本の屋根と呼ばれる急峻な山岳地帯であり、工事箇所が年々山間奥地に移り、作業環境がきびしくなっている。一方、これらの流域は国立公園等の指定地域であることが多く、自然環境の保全が高まるなかで、森林保全・山地荒廃の原因となる行為が制限され、その規制が厳しくなり、工事用道路の建設が困難なことなど、工事の施工に制約を受けている。

また、最近の建設工事に共通する問題として、労務者不足と作業員の高齢化により、安全の確保・省力化等から機械化施工が必要とされている。

3. 開発した建設機械

① 砂防ダム用コンクリートポンプ

山間奥地の砂防ダム工事のコンクリート打設には、ケーブル・クレーンやトラック・クレーンが使用されている。トラック・クレーンは、施工現場までの搬路の確保、機械の設置場所の確保等により適用できないところがある。この点、ケーブル・クレーンは、山間を利用して架設するため、打設の範囲がケーブル（ダム軸）に沿って広くとれることや、工事用資材運搬にも利用出来る等の利点がある。反面、架設に多くの日数と労力を要し、架設工事に伴う自然環境を損うこと、濃霧時における視界性等にも問題がある。そこで、ケーブル・クレーンに代りコンクリートポンプによる打設の可能性を探るため表-1に示す仕様の機械を開発し導入した。

本機の使用実績は、立山砂防工事事務所管内の工事において、稼働延時間1500時間、延コンクリート打設量28,500^mである。施工量・輸送距離等の性能は、仕様に示す成果を得られたが、コンクリートの連続輸送には問題がないが、輸送を中断した場合また急傾斜の下方向輸送には、管内閉塞が発生することや、いったん閉塞すると、閉塞箇所の探知・復旧作業や打設の位置換に多くの労力を要した。

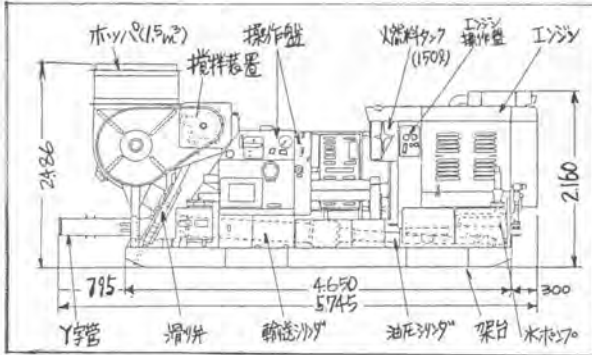


図-1 全体図

表-1 主要諸元

項目	規格
形式	横型複列単動油圧ピストン式
最大吐出量	20 m ³ /h
最大輸送距離	200 m (水平距離)
コンクリート配合	砂防ダム用コンクリート 最大粗骨材寸法 スランプ 80 mm 5 cm
寸法	長さ5.74×幅1.75×高2.48 m
総重量	9,300 kg
機関出力	146 PS / 1,800 rpm
ポンプ・ストローク	220 mm × 1,400 mm
吐出量制御方式	油圧ポンプ流量制御
吐出管口径	200 mm

今後、コンクリートポンプを砂防ダム工事の適用性・信頼性を高めるには、輸送管の軽量化・配管作業の簡易化等の改善とコンクリートの骨材分離を考えると最大粗骨材寸法の検討が必要である。

(2) 無線操縦式油圧ショベル

ダム堤体基礎・側壁部等の掘削作業は、転落、落石などの危険を伴う。このため、オペレータの安全確保や作業環境の改善することを目的とする。無線遠隔操作が可能な油圧ショベルを開発し、昭和57年度、立山砂防工事事務所に導入した。本機の特徴は次のとおりである。

- ① 掘削作業における、ブーム・アーム・バケットの動作や旋回・走行の操作はレバーの操作量に比例して、微操作から最大出力時までを比例制御システムにより行ない、自動複合操作も可能となっている。
- ② バケットの土砂こぼれを防止するため、自動的にバケット姿勢を水平に保持するマイコン制御機能を有している。
- ③ 掘削時におけるバケット負荷に応じて、点滅間隔を4段階に表示する表示灯を装備している。
- ④ 車体が制御電波範囲外にはずれた場合や転倒、電気回路の異常、緊急時等には自動的に停止する。

表-2 主要諸元

項目	規格
運転整備重量	19,100 kg (バケット装着時)
バケット容量	0.6 m ³ (平積)
エンジン出力	108 PS
回転数	2,160 rpm
走行速度(平たん地)	3.7 km/h
寸法	9.25 × 3.53 × 2.8 m
使用電波	無許可微弱電波
周波数	141.92 MHz
変調方式	F M変調
伝達方式	P S Kデジタル直列伝送
受信方式	水晶制御二重スーパーヘテロダイン
制御有効距離	100 m (見通し区間にて)
操作盤重量	5 kg
操作盤使用時間	連続8 h
周囲温度	-20℃～+50℃

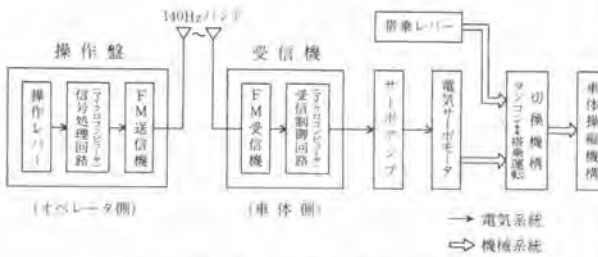


図-2 ラジコン・システムブロック図

(3) 建設機械の分割

自然環境を保護するため、既設の狭隘な工事用道路を使用することが多く、建設機械の搬入・搬出には毎年解体・組立が行われている。これには、多額の費用や長期間費やしていることから、分解・組立の容易な分割型機械を開発した。

分割条件は、管内で特に制約の厳しい黒部工事事務所管内の工事現場を対象として、許容最大寸法と単体重量を次のように定めた。

許容単体寸法 縦 1.5 m × 横 1.5 m × 長さ 4.0 m 以内

単体重量 2,000 Kg 未満

(3-1) コンクリートプラント (1.0 m²級)

砂防ダムの工事現場が年々山間奥地に移り、コンクリートの供給が平地からの運搬がむずかしく、現地生産が実施されている。現在、これらの地域では写真-1に示すような設備が設置されているが、架設日数・費用が多く、ミキサ容量も0.5～0.75 m²級の小容量で、かつ、各材料供給・計量作業は手動操作により行い、能力が小さいものである。そこでコンクリート製造能力20 m³/h、ミキサ容量1.0 m²級設備で分解の容易な構造とした。本機の仕様を表-3に示し主な特徴は次のとおりである。

- ① ブロック間の継手や連結部の接合はノックピンとし、取付ボルト本数を少なくした。
- ② 各材料の計量は、自動計量方式(個別計量)とし、半自動制御(中央運転操作)機能を有している。
- ③ 建屋の外壁はカラー鉄板をパネル化し、外装張り作業は内側組付により取付られる。



写真-1 現状プラント

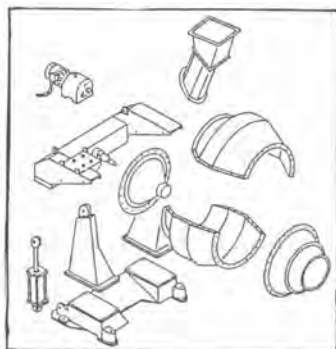


図-3 ミキサの分割方法図

本機の分割数は、本体83個、セメントサイロ52個、材料供給コンベア49個、総数184個からなっている。

昭和58年3月に黒部工事事務所管内に設置し、使用した結果コンクリート練りませ試験・製造能力・コンクリート品質等は、仕様値を満した。

表-3 主要諸元

項目	規格
製造能力	20 m ³ /h以上
建屋	鉄骨構造地形3階建
建屋敷地面積	8.0 m ² 以内
高さ	13.5 m
ミキサ形式	可傾式
線路上容量	1.0 m ² ×1台
電動機出力	11 kW
材料計量方式	個別計量方式
表示	デジタル表示
操作方式	半自動制御方式
制御盤	中央操作盤(壁掛型)
機構制御盤	セメント受入用、各ベクトルコンベア用
材料供給設備	
骨材、砂、バラストコンベア	運搬能力 120 t/h × 3台
セメントアウトエレベータ	30 t/h × 1基
水供給ポンプ	吐出量 500 ℓ/min
集塵機	処理能力 30 m ³ /min
電源	三相三線式、200 V/60 Hz
設備総重量	≈ 68 t

(3-2) トラクタ・ショベル(履帯式1.9 m²級)

年々工事の効率化が要求され、機械が大型化される現状から、砂防工事に使用するトラクタショベルの大型化を考慮して、1.9 m²級の分割方式を検討した。

トラクタの走行駆動方式に、機械式(ダイレクト・ドライブ)と油圧式(ハイドロリック・ドライブ)の2方式があるが、分割に適する油圧式を選定し、分割構想を検討した。

図-3に分割全体図を示す。

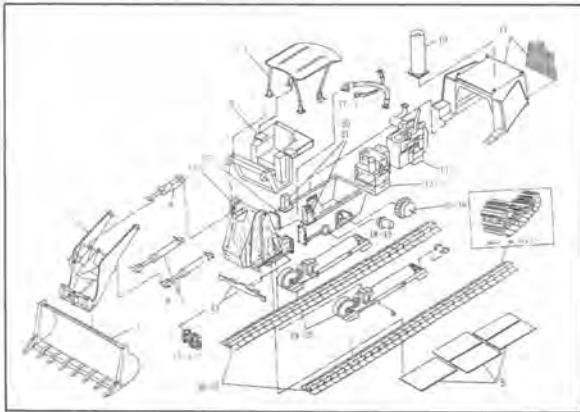


図-4 分割型トラクタ・ショベル全体図

(14) コンクリート締固め機械

砂防工事の締固め作業は、人力施工で行なわれている。既に、大規模ダム工事では、締固め専用機械が使用されているので、これらに基づき砂防ダム工事に適した機械を開発するため、作業方法、工事規模等を検討して、市販のミニバックホウをベースとする締固め装置をバケット部に装着した。

表-4に仕様を図-5に締固め装置図を示す。本機の特徴は次のとおりである。

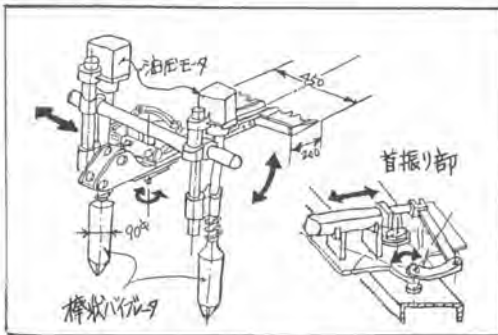


図-5 締固め装置図

(15) その他の機械

砂防ダム工事における、輸送の合理化、作業環境の改善、安全確保をはかることから急坂路の機械輸送に用いるインクライン(20t)、ケーブルクレーンのバケット位置標示装置(ランプ点灯)、コンクリート打継ぎ面の処理装置等を試作した。

4. むすび

砂防工事は、山岳地域の自然条件の中で、機械運搬を始めとした多くの困難を克服しながら実施することが必要とされている。このような条件において、機械化施工をはかるため、各種の機械開発を試みたが、今後、さらに改善・改良を進めて行きたいと考えている。

留意事項

- 1 車体及び動力伝達機構等が、ブロック毎に単体許容寸法・重量範囲内に納り、機能低下がないこと。
- 2 ブロック間の解体、組立時の作業が容易であること。
- 3 分割状態の容姿が、運搬時に転倒し損傷等の恐れがないこと。
- 4 構造的に、新たに、改良、改造が必要となる箇所の検討
- 5 現状機械に比べて、作業能力・操作性・故障頻度・修理費等がどの程度影響するかを検討。

項目	規格
運転整備重量	約 1.32 ton
全長×全幅×全高	6.4×2.34×3.37 m
履帯中心距離	1.75 m
履帯幅	0.45 m
後進圧	0.82 kg/cm ²
出力	152 ps / 2200 rpm
変速方式	油圧駆動
バケット容量	1.9 m ³ (山積)

- ① 本体エンジンによる油圧パイプレック方式であり、電動式に比べ送配線作業がなく、作業が容易である。
- ② 掻き均し板の装着により、型枠周辺部へのコンクリート敷並し作業が容易である。
- ③ 装備重量が1.5 tonと軽量であり、コンクリート投入機で吊上げできる。

表-4 主要諸元

項目	規格	項目	規格
・機 体	ホウ 0.05 m ³ 級	振 動	油圧駆動型
・運転整備重量	1.5 ton	公称 振 径	80φ mm
・機 関	4サイクル・ディーゼルエンジン	振動体長さ	510 mm
・定格エンジン出力	10 ps / 2000 rpm	振 動 数	10000 rpm (遊星歯車式)
・作業最大半径	3.1 m	最大 振 幅	2.5 mm (無負荷時)
・後 進 圧	0.82 kg/cm ²	数 量	2本
・輸送時寸法長さ	2.69 m	き 均 し 板	450 mm × 200
・輸送時寸法幅	1.35 m	設置斜面角度	左右各40度