

29. 新粗石コンクリート工法の 機械化施工技術の開発

建設省北陸技術事務所：木下 照和・上村 弘
*中川 毅志

1. まえがき

砂防ダム工事等の施工箇所周辺には、コンクリート用の骨材として利用できる粗石（玉石や転石等）が豊富に堆積している。この粗石をコンクリートに混入し、砂防ダムコンクリートとしての適合性及び合理化を図る目的で、粗石コンクリート工法と呼び試験施工を行っている。しかし、現状の工法では、粗石の採取や型枠内への投入・据付ができる専用の機械がないため、人力を主体とした施工が中心であった。また、粗石を吊り上げて投入する場合はワイヤーモッコやワイヤーロープによる一本吊りといった施工が一般的で、作業の能率及び安全性の悪いものとなっている。

そこで、骨材資源の有効利用と省力化を図るため、砂防ダム工事の粗石コンクリート工法を機械化施工の視点で見直しを行い、新工法として合理的な設計及び施工の手法を確立することと、機械化施工の手段として粗石のつかみ装置の開発を目的として本開発を行った。

2. 試験施工砂防ダムの概要

昭和62年度、北陸地方建設局松本砂防工事事務所姫川出張所管内、北股下流第2号砂防ダム工事（長野県北安曇郡白馬村北股地先）において、試験施工した。ダムの諸元は高さ14m、幅127m、堤体積11,607m³で、副ダム及び水叩のうち587m³（6ブロック）を6月24日～9月18日まで6日間行った。

昭和63年度～平成元年度、同上管内南股第3号砂防ダム工事（同上南股地先）において、試験施工した。ダムの諸元は高さ14m、幅100m、堤体積12,500m³で、本ダム、副ダム及び水叩のうち4,440m³（42ブロック）を昭和63年8月10日～平成元年11月17日まで42日間行った。

3. 試験施工方法及び調査方針

試験施工は今回開発した粗石つかみ試験装置を用い、粗石投入据付の機械化を図るため、①合理的な工法はどれか ②施工の安全性は確保できるか ③開発機械の適応性は ④経済性を発揮できるか ⑤総合的にどの工法が最適であるか等について調査を行った。

4. 現場試験施工

今回の試験施工は粗石の採取から据付、コンクリート打設までの一連の作業について次のように大別して調査を行った。なお、現場での工法の適応性に対して未知の部分が多く、経済性を試算しながら省力化を模索し、総合的に採用できそうな工法を選定しながら作業を行った。作業工程のフローを図-1及び作業状態を写真-1に示す。

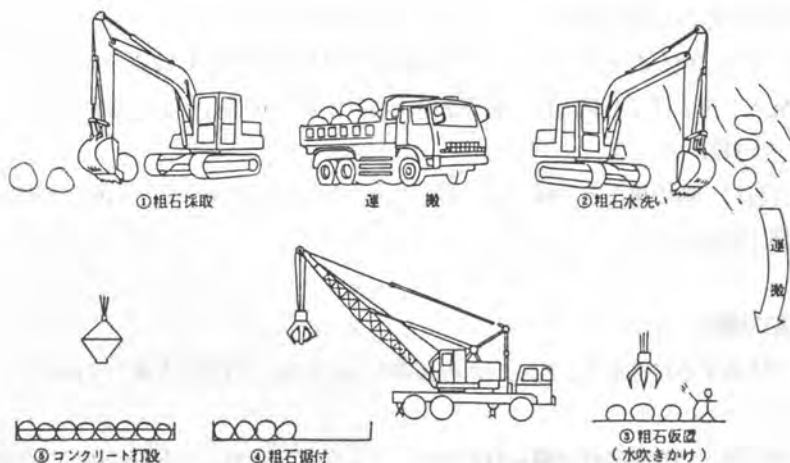


図-1 作業工程フロー



粗石採取

粗石据付

コンクリート打設

写真-1 各作業状態

4.1 粗石採取

粗石の採取は、床堀掘前時の土捨場と河川内からバックホウにより採取し、ダムサイトの仮置き場へダンプトラックで運搬した。粗石の選定にあたっては、直径50～100cm程度の円形で極端に扁平な形状のものは避け、未風化で有害なクラックがないものを使用する。

4.2 粗石仮置

粗石をつかみ装置でつかむための置き方について検討した結果、粗石を敷砂利の上に間隔を開けて集積し、順次つかみ取っていく方法が最も効果的に作業が行えた。

4.3 粗石据付

粗石をクレーンとつかみ装置によってダム型枠内(70～120m)へ投入する作業で種々な作業条件を設定し、調査した結果図-2に示すような据付方法で行った。粗石を

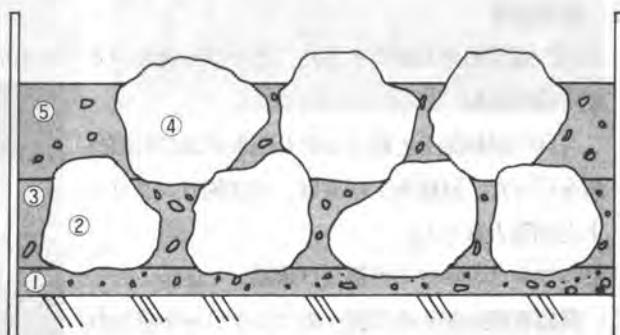


図-2 粗石据付方法

据付する際には粗石を吊った状態でジェットポンプで水を吹きかけコンクリートとの付着を良好にする作業を併せて行った。粗石混入率（ブロック体積に対する粗石の体積）は25%程度が妥当なところで、むやみに混入率を上げて施工性、品質を低下させるため好ましくない結果となった。

4.4 コンクリート打設

コンクリート打設は一般の施工と同様にコンクリートバケット（1m³）に粗石据付時使用したクレーンを用いて施工を行った。

5. 粗石つかみ装置の開発

今回の試験施工を実施するにあたり、粗石つかみ装置を下記に記す事項を考慮して開発を行った。

5.1 ベースマシン

砂防ダムの工事現場での作業条件は限られたスペースしかないため、粗石据付用の専用機械の導入は避け、コンクリート打設に使用するクレーンをベースマシンとして、クレーンのフックに容易に取り付けられるアタッチメント方式とした。（クレーンはトラック・クローラ・ケーブルの何れも可）

5.2 構造

粗石混入率の向上や細かい位置決め必要性、さらに異形な粗石であっても確実なつかみ状態を得るために、装置のつかみ部をアーム部とつめ部の2関節式の構造とした。

5.3 機能及び重量

現場条件で粗石の形状は直径100cm程度が多いため、直径100cmの粗石をつかむことが可能な構造とし、クレーンを一般の施工と同様の規格で使用できるような重量とした。（1m³のコンクリートバケットにコンクリートを詰めた重量より軽い）

5.4 動力源

アタッチメント方式のため、クレーンの規格、構造等に左右されず、かつ機動性、装置の着脱の簡素化を考慮してつかみ装置側で動力（エンジン）を有する油圧式とした。

5.5 運転操作

施工の安全性を考慮し、クレーンのオペレータが無線式でワンマンコントロールできる機構とした。

6. 調査結果

今回の調査結果で解明できたこと及び今後検討すべき事項を下記に記す。

(1) 経済比較

今回の試験施工と純コンクリートダムの経済比較を行った。試験施工結果は、ほぼ純コンクリートと同等となった。

(2) コンクリートの品質及び規格

品質管理は粗石の周囲へのコンクリート充填状態をボーリングを行って調査した。その結果、写真-2に示すように十分にコンクリートを行き渡



写真-2 粗石コンクリートのコア

らせることができた。また、採取したコアの圧縮強度試験を行い純コンクリートと同等の強度を出すことができ良好な品質を確保できた。

(3) 粗石つかみ装置

試験施工に使用したつかみ装置は、稼働中は故障もなく作業状況は概ね良好であった。装置の全体写真を写真-3に、主な仕様諸元を表-1に示す。



写真-3 つかみ装置全体写真

表-1 つかみ装置の主な仕様諸元

| | | |
|------|--------------|--------------|
| 型式 | 全油圧2関節アーム3本式 | |
| 性能 | つかみ寸法 | φ1,000 mm |
| | 最小つかみ寸法 | φ300 mm |
| | つかみ可能重量 | 2,300 kg |
| 諸元 | 全高 | 1,990 mm |
| | 重量 | 1,200 kg |
| | エンジン出力 | 8ps/1,800rpm |
| 操作方式 | 無線式FM波 | 8要素 |

開発した粗石つかみ装置は、下記のような特徴を有するため、粗石コンクリート工法以外の他の工種にも有効に活用できる。その利用方法として、山形県山形建設事務所管内馬見ヶ崎川で粗石護床工に使用した。作業状況及び完成状況を写真-4に示す。

- ① ベースマシンがクレーンのため、リーチがあり石の据付位置の高低に影響されない。
- ② つかみ装置と他のアタッチメント（コンクリートバケット等）との交換が容易にできる。
- ③ 装置が2関節式の構造であるため、確実に石をつかむことが可能である。
- ④ 無線式でクレーンのオペレータがワンマンコントロールでき安全に作業ができる。



写真-4 粗石護床工施工状況（山形県馬見ヶ崎川）

7. まとめ

粗石コンクリート工法の機械化施工は、おおよそ工法を確立することができた。従来は、人力施工が主体であったものを機械化することで施工の安全性及び作業能率を向上できた。経済性ではほぼ純コンクリートと同等程度の結果ではあるが、施工箇所周辺に堆積している粗石を骨材資源として有効に活用できたことは効果を発揮している。