

嘉瀬川ダム巡航RCD工法の開発

中島 修¹・永松 和彦²・谷口 正浩³

¹九州地方整備局 嘉瀬川ダム工事事務所 (〒849-0922 佐賀県佐賀市高木瀬東2-16-35)

^{2,3}九州地方整備局 嘉瀬川ダム工事事務所 工務第二課 (〒849-0922 佐賀県佐賀市高木瀬東2-16-35)

嘉瀬川ダムでは、堤体打設を行うにあたり、従来、外部コンクリートを先行して打設（外部先行打設）していたものを、コンクリート打設の更なる合理化を図るため、合理的・経済的に優れた連続・高速施工の打設方法の検討を行い、内部コンクリートを先行打設（巡航RCD工法）することにより打設効率の向上を図った。その結果、従来の外部先行打設による工法の130%以上の打設速度を確認している。

キーワード コンクリートダム，RCD工法，合理化施工，法肩締固め

1. はじめに

嘉瀬川ダムは、1級河川嘉瀬川水系嘉瀬川の上流部、佐賀県佐賀市富士町に建設中の多目的ダムであり、RCD工法にて施工する重力式コンクリートダムである。昭和63年に建設事業に着手後、平成17年9月に基礎掘削を開始し、平成19年10月から本体打設を行っており、平成23年度完成を予定している。

堤体打設をRCD工法にて施工するにあたり、これまでもRCD工法の合理化が図られてきたが、昨今の社会・経済情勢の下、より一層の合理化に向けた技術開発が求められている。

嘉瀬川ダムでは、コンクリート打設の更なる合理化を図るため、より合理的な連続・高速施工の打設方法の検討を行い、従来は外部コンクリートを先行して打設（外部先行打設）していたものに対し、内部コンクリートを先行打設する方法（以下、巡航RCD工法という）を開発した。

ここでは、巡航RCD工法による打設方法を報告するものである。嘉瀬川ダムの諸元を表1、RCDコンクリートの施工範囲（このうち、一部を巡航RCD工法にて施工）については図1に示す。

2. これまでのRCD工法について

(1) 外部先行打設について

コンクリートダムにおいて、耐久性・水密性を確保する外部コンクリートの施工を確実にすることは、ダムの安全性を確保するために最も重要なことの一つである。

表1 嘉瀬川ダムの諸元

目的	洪水調節，流水の正常な機能の維持，灌漑用水の確保，水道用水の確保，工業用水の確保，発電
総貯水容量	71,000千m ³
堆砂容量	3,000千m ³
設計洪水位	EL.302.4m
サーチャージ水位	EL.300.0m
常時満水位	EL.292.5m
最低水位	EL.245.5m
天端標高	EL.304.0m
堤高	約97.0m
堤頂長	約454.5m

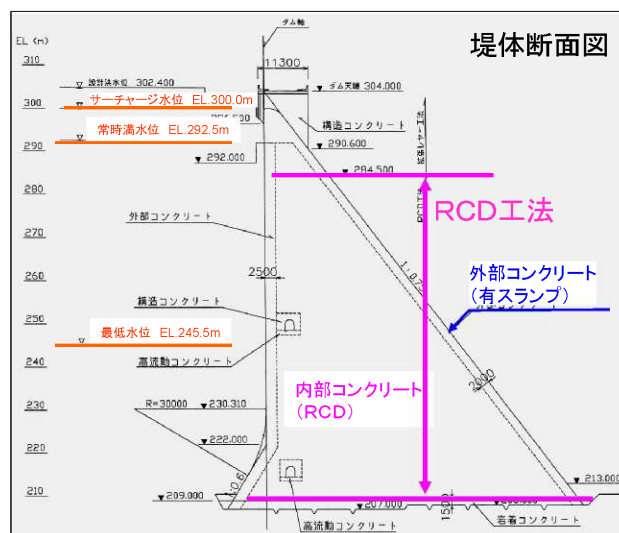


図1 RCDコンクリート施工範囲

従来の外部コンクリート打設の施工手順としては、①外部コンクリート締固め、②内部（RCD）コンクリート敷均し・締固め、③接合部締固めとなっている（図2）。この施工手順の中で、打継時間規制を設け③における外部コンクリート・内部コンクリートの接合の確実性を確保してきた。

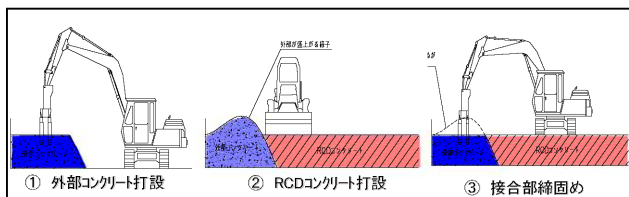


図2 外部先行打設の施工手順

(2) 打設効率の低下要因

これまでのコンクリート打設は、品質を確保するため前述のような施工手順にて実施してきた。しかし、外部コンクリート（有スランプコンクリート）と内部コンクリート（RCDコンクリート）の打継時間規制等の制約から1回の打設施工エリアが限られてしまう。

また、有スランプコンクリートの締固め能力に制約され、供給能力を十分に発揮したRCDコンクリートの打設ができない。さらに、打設終了時には、打止め型枠の設置手間により打設が中断してしまう（写真1）ことにより打設効率が低下していた。これらの課題をクリアし打設効率アップを目指した巡航RCD工法を実現するための検討を行った。



写真1 打止め型枠の設置状況

3. 巡航RCD工法の開発

(1) 巡航RCD工法とは

ここで、巡航RCD工法の巡航とは、先行して打設する内部コンクリート（RCD）を後行打設する外部コンクリート（有スランプ）で追従して施工することをいう。イメージ図を図3に示す。

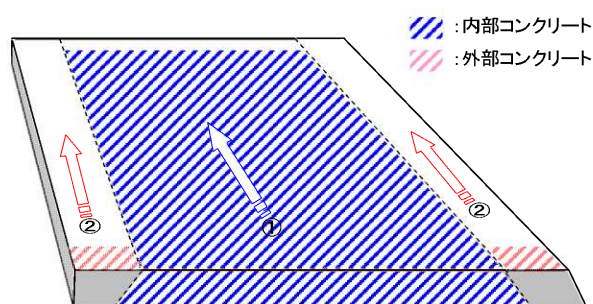


図3 巡航状態のイメージ図

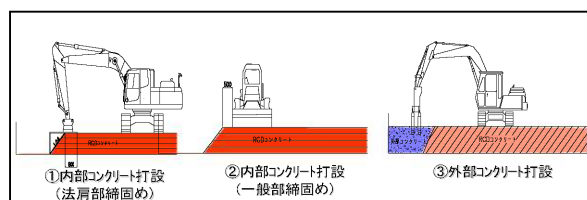


図4 巡航RCD工法の施工手順

施工方法は、図4に示すとおり、①内部コンクリートを外部コンクリートより先行して打設し、法肩部を専用重機で締固めを行い、②RCD一般部の締固めを行った後、③外部コンクリートを打設し締固めを行うものである。外部コンクリートの打設は、内部コンクリート打設と切り離され、独立した施工が可能となる。このことにより、打設効率が向上するとともに、外部コンクリートは先行して締固められた法肩部と上下流面型枠との間を埋める合理的な施工が可能となり、施工確実性の向上が期待されるものである。外部コンクリートの打設状況を写真2に示す。



写真2 外部コンクリートの打設状況

(2) 巡航RCD工法を実現するための課題

巡航RCD工法を実現する上では、6つの課題があった。これらの課題と内容を表2に示す。これらの課題を解決させるために室内試験や現地試験施工を実施した。ここでは、法肩締固め技術及び外部コンクリートと内部コンクリートの一体化、傾斜打止めに関する試験結果について述べる。

表2 巡航RCD工法を実現するための課題

No.	課題
1	先行打設する内部コンクリートのRCD法肩締固め技術開発.
2	外部コンクリートと内部コンクリートの打継時間規制を緩和することにより、外部・内部コンクリートの一体化が図られる打継時間の確認.
3	打止め型枠設置の省略に向けた傾斜打止め技術の開発.
4	スライド型枠の打設から型枠移動できる時間の短縮.
5	外部コンクリートにおける型枠際のレイタンス処理の確実かつ合理的な方法.
6	内部コンクリートの打継面処理の早期水洗いによる合理化.

(3) RCD法肩締固め技術開発

巡航RCD工法では、内部コンクリートを先行打設するため、RCDコンクリートの法肩部の締固めが要となる。堤体の法肩部を十分かつ均一に締固める事で法肩接合部に必要な密度を確保し、かつ内部コンクリートと外部コンクリートの一体化を図る必要がある。そこで今回、巡航RCD工法を実現する法肩締固め機（写真3、特許出願中）を開発した。



写真3 法肩締固め機

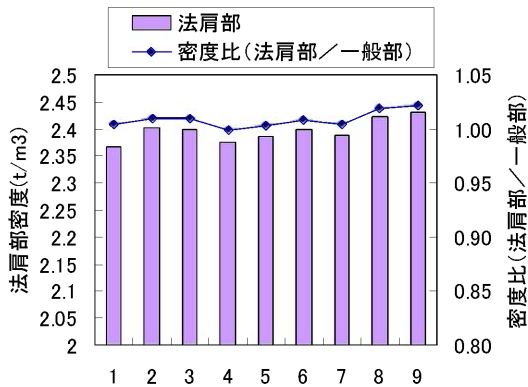


図5 法肩部と一般部の密度比

また、この法肩締固め機を用いて試験施工を行い、密度と強度との相関が十分にとれていることを確認してお

り、RCD一般部と法肩部の密度を比較すると、図5に示すとおり同等以上の効果が得られている。

(4) 外部コンクリートと内部コンクリートの一体化

異種配合である外部コンクリートと内部コンクリートが確実に一体化が図られているかを試験施工において確認した。試験施工では、外部コンクリートと内部コンクリートを打継いだ供試体を作成し、接合面のせん断強度を確認し、一体化され品質上問題ないことを確認した。写真4に示すとおり、外部コンクリートの打継時間が72時間であってもコア状況からも接合面は密着し一体化されていることが確認された。

また、打継面のせん断強度について敷モルタルの有無、無しの場合で強度試験を実施したところ、敷モルタルの有無によらず、RCDコンクリートのせん断強度と大きな違いがない強度であることが確認できている（図6）。なお、実施工では敷モルタルを実施している。

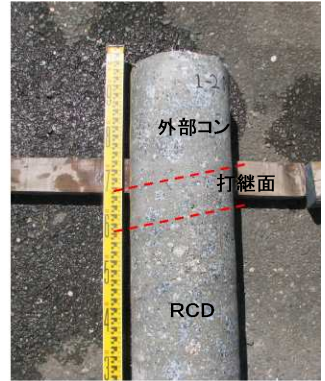


写真4 打継面コア

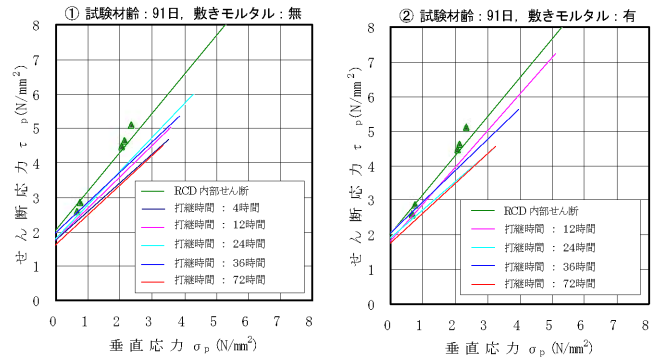


図6 打継面の敷モルタルの有無のせん断強度に及ぼす影響

(5) 傾斜打止めに関する試験

傾斜打止めの概念図を図7に示す。先行打設における傾斜面の敷均し・締固めの施工性及び後行打設におけるモルタル敷設の流出、転圧状況等について確認したところ、良好な施工状況であった。しかし、先行打設のエッジ先端の伸びは一定でなく、モルタルが敷設されていない所へも伸びる可能性もある（写真5）。また、厚さが薄くなった先端部では、粗骨材が分離する状況が認められた。このため、先行打設の先端部をエッジ処理を行うこととした（写真6）。

以上の試験結果とともに、平成18年度より平成20年度まで7回に渡り検討を続けてきた「嘉瀬川ダムRCD工法合理化検討会」において、学識者等からご意見をいただきながら各課題を解決することで巡航RCD工法の開発が可能となった。

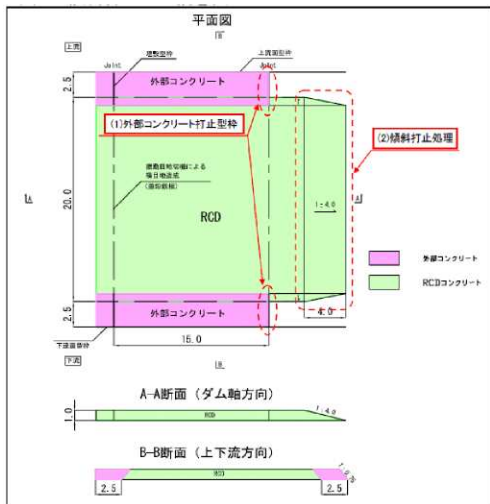


図7 傾斜打止め概念図

(巡航状態)の時に、この間の平均打設速度は2倍以上の約260m³/hを記録した。このときの打設状況を写真7に示している。



写真7 巡航状態における打設状況



写真5 傾斜打止め状況

(2) 巡航RCD工法による効果

嘉瀬川ダム巡航RCD工法の施工に対し、現行RCD工法と比較して変更した点や効果等については、次のとおりである。

内部コンクリートを先行打設することにより、打設効率の大幅な向上が可能となった。加えて、より合理的な外部コンクリートの施工が可能となった。

内部コンクリートの打止め方法を傾斜打止めとすることにより、打止め型枠の設置を省略でき作業時間の短縮に繋がった。さらに、打止め型枠がなくなることにより打設への障害がなくなった。

外部コンクリートの後行打設については、内部コンクリートの連続打設が可能となり、打止め箇所への減少に繋がった。

ダンプ規模・能力(積載量)を大型化することにより運搬作業の効率化が図られる。さらに、ダンプ台数が減少することで、作業範囲の狭い高標高部でダンプ同士の干渉を低減した。



写真6 エッジ処理状況

5. 巡航RCD工法による施工

(1) 巡航RCD工法による施工例

巡航RCD工法により、EL.260.5m~261.5mの間のコンクリート打設量約6,500m³で打設を実施した。打設速度については、当該箇所では平均打設速度170m³/hであった。ほぼ同条件下での現RCD工法では、90~130m³/hであるため、巡航RCD工法の採用で1.3倍~1.8倍の打設速度となった。また、先行したRCDコンクリートの打設に対し、外部コンクリートの打設が追従していく状態

6. まとめ

嘉瀬川ダム本体打設において、限られた範囲の施工事例ではあるが、外部先行打設による現工法の130%以上の打設速度を確認でき、定量的にも大きな効果を上げていると評価している。

今後は、今回の施工実績の効果を検証し、更なる合理化を目指しRCD工法の打設資料とすべくとりまとめしていく予定であり、今回開発した巡航RCD工法の後発ダムへの適用を期待するものである。

謝辞：本報告を行うにあたり、ご指導またはご協力いただきました関係者に深く感謝致します。