

「改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料」の紹介

小 杉 淳 悟

巡航 RCD 工法は、RCD コンクリートの先行打設、外部コンクリートの独立・後行打設、型枠を用いない RCD コンクリートの打止めという特徴を有する高速施工法である。平成 18 年より嘉瀬川ダムにおいて技術開発・検討が進められ、堤体 1 リフト中央部において適用された。それらの検討成果を取りまとめて、平成 22 年 3 月に「巡航 RCD 工法施工技術資料」が刊行された。平成 22 年以降、湯西川ダムにおいて巡航 RCD 工法のさらなる合理化のため、1 リフト全面連続施工を可能にする技術の開発・検討がなされ、湯西川ダムにおいて 9 リフト連続で巡航 RCD 工法を用いて施工がなされ、より一層の高速化と施工性・安全性の向上が確認された。嘉瀬川ダム・湯西川ダムで得られた知見をとりまとめ、平成 24 年 2 月「改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料」が刊行された。

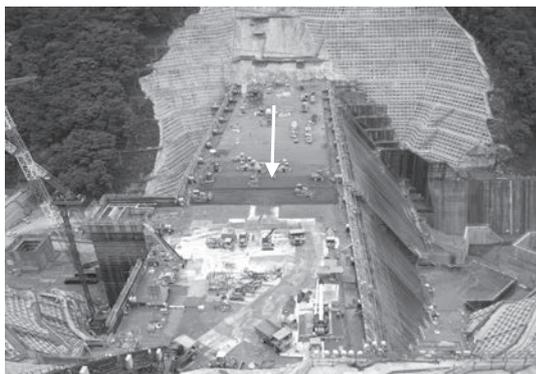
キーワード：巡航 RCD 工法、高速施工法、合理化施工、RCD コンクリート先行打設

1. はじめに

巡航 RCD 工法は、嘉瀬川ダムにおいて初めて堤体打設に用いられ、打設速度や打上り速度の向上効果が確認された。嘉瀬川ダムにおける巡航 RCD 工法で RCD 工法の新しい施工手順、RCD コンクリートの先行打設、外部コンクリートの独立・後行打設と型枠を用いない傾斜打止め手法が開発、採用されたが、1 リフトを 2 ないし 3 に分割し、打設を行うことが想定されていた。これに対し、湯西川ダムでは 1 リフトを全面的に、無分割で連続的に打設を行う“新たな”巡航 RCD 工法が開発され、打設速度や打上り速度について更なる向上が達成された(写真—1 参照)。これは、嘉瀬川ダムで得られた知見・技術に加えて、RCD コンクリートの 1 : 0.8 端部法面による打止め・打継ぎ

手法の開発、アバットメント着岩部の施工法、施工機械の移動手法の実用化等新たに開発・工夫された施工技術が統合されたことによるものである。

湯西川ダムでの施工をうけて、それまで得られていた知見と湯西川ダムで得られた技術情報を合わせて整理し、巡航 RCD 工法の特徴・効果・施工手法、確認試験、施工計画についてとりまとめるために、財団法人ダム技術センターに「巡航 RCD 工法施工技術資料改訂検討会(座長：藤澤侃彦ダム技術センター顧問)」が設置され、「改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料」が刊行された(図—1 参照)。



写真—1 巡航 RCD 工法の施工状況



図—1 改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料

本報告においては、「改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料」の各章の概要について報告するものである。

2. 「第1章 概要」, 「第2章 巡航 RCD 工法の特徴」

第1章及び第2章では、巡航 RCD 工法の施工方法の特徴、効果の概要、基本的な施工手法について記述している。

(1) 巡航 RCD 工法の施工方法の特徴

巡航 RCD 工法は① RCD コンクリートの先行打設、②外部コンクリートの独立・後行打設、③打止め型枠の省略という施工上の特徴を有する（図-2 参照）。

① RCD コンクリートの先行打設

従来の RCD 工法では外部コンクリートと RCD コンクリートの打ち継ぎ規制時間の関係から両者を交互に打設する必要がある、これが打設効率を低下させる要因となっていた。巡航 RCD 工法では、RCD コンクリートを先行打設するため従来の RCD 工法のような交互打設が撤廃され、打設開始直後から設備能力を十分生かした高い打設速度が維持されるとともに、打設効率が向上することとなる。

②外部コンクリートの独立・後行打設

外部コンクリートは上下流面型枠、RCD コンクリート、横継目で囲まれた小ブロック単位での打設であり、また、RCD コンクリートへの外部コンクリートの打継ぎには、打継ぎ時間規制を実務上（72 時間での一

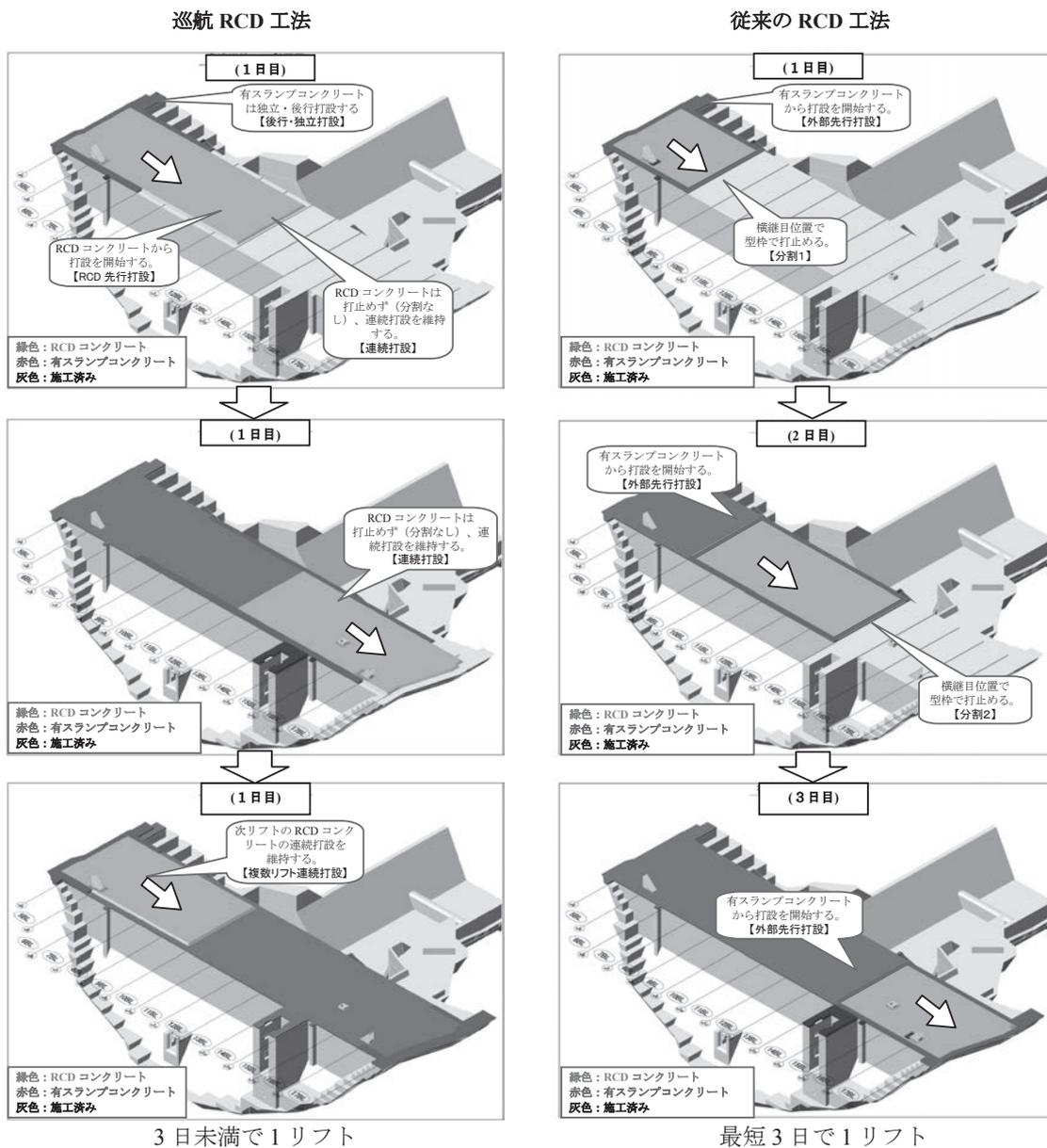
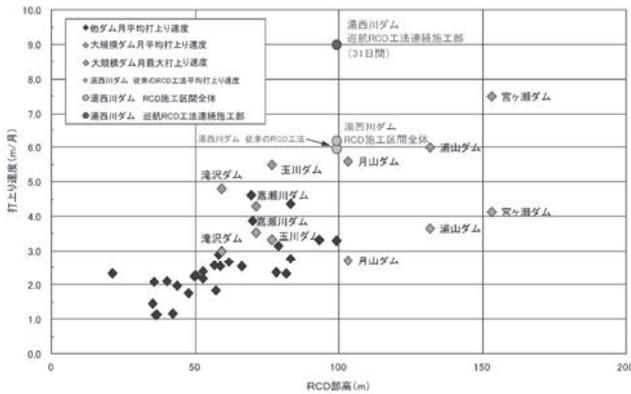


図-2 巡航 RCD 工法と従来の RCD 工法の施工イメージ



図一六 RCD 部高と RCD 部打上がり速度の関係



写真一 二 端部法面締固め状況

③施工性の向上

巡航 RCD 工法は、RCD コンクリートの打止めに打止め型枠を用いないので、任意の位置で打止めが可能となり、降雨等による打止め（中断）に際し、許容時間ぎりぎりまで打設を進めることが可能となる。打設再開への対応も容易であり、打設再開が早くなることから、打止めによる時間ロスが大幅に短縮される。

また、RCD、外部コンクリート間の打継時間規制を必要としないことから、RCD コンクリートの打設レーン計画は、外部コンクリートと独立して設定することが可能となり、レーン計画の自由度が格段に向上する。この打継時間規制に起因する外部コンクリート量の増加も防止できる。

さらに、外部コンクリートは、先行打設した RCD コンクリート、上下流面型枠、横継目で囲まれた小ブロック単位で打設されることとなり、外部コンクリートは、打設設備に余裕がある時に自由に打設することが可能となる。

④施工安全性の向上

RCD コンクリートと外部コンクリートの打設現場が異なるため、異種コンクリートの打設が近接せず、施工の安全性が格段に向上する。

(3) 巡航 RCD 工法で使用される基本的な施工手法

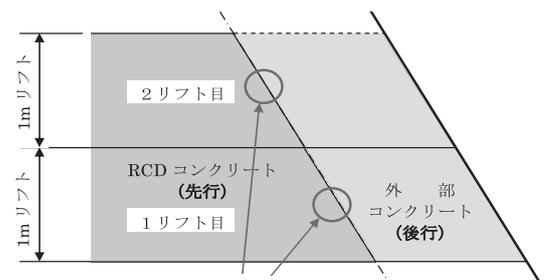
巡航 RCD 工法で使用される基本的な施工手法に関する技術、確認事項は以下のとおりである。

①端部法面締固め技術

巡航 RCD 工法では、RCD コンクリートを外部コンクリートに先行して打設するため、RCD コンクリートの外縁に端部法面ができる。この端部法面は、一般部と同様に確実な締固めが必要である。端部法面は、1:0.8 の勾配の斜面を形成し、専用機械にて確実な締固めを行う（写真一 二 参照）。

② RCD コンクリートと外部コンクリートの一体化の確認

外部コンクリートは、先行打設された RCD コンクリート端部法面、上下流面型枠、横継目金物（目地パネル）に囲まれたブロックで打設し、RCD コンクリートと確実に一体化させる（図一 七 参照）。



図一七 RCD コンクリートと外部コンクリートの一体化の確認

端部法面は、滑面層（ノロ）が発生しないので、洗浄等による打継面処理は不要である。コンクリート打継時にモルタルを敷設して確実な一体化を図る。

③端部法面打止めによる打継ぎと一体化の確認

巡航 RCD 工法では、RCD コンクリート同士の打継ぎ、一体化を行う場合には、以下に示す方法を用いる。

- 1) 1:0.8 端部法面締固めによる方法 (写真一 三 参照)

既打設 (RCD) 1:0.8 新打設 (RCD)



写真一 三 1:0.8 端部法面による打止め施工状況

(1) RCD コンクリートの打止めは、端部法面締固めで実施する。

(2) 端部締固め法面に RCD コンクリートを打ち継ぐ際には、モルタルを入念に敷設する。

④傾斜打止めによる打継ぎと一体化の確認

2) 傾斜打止めによる方法 (写真—4 参照)

(1) 1 : 4.0 以上の勾配で横継目位置を避けた適切な位置で傾斜打止めを実施する。

(2) 傾斜打止めの端部はエッジ処理を行う。また、適切な時期に打継面処理を行う。

(3) RCD コンクリートを打ち継ぐ際には、モルタルを入念に敷設する。



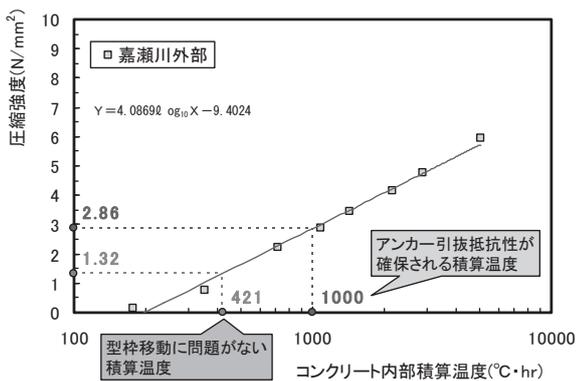
写真—4 傾斜打止めの施工状況

⑤積算温度による施工管理技術

型枠移動時期、打継面処理開始時期、ダンプ走行路の保護方法などは、コンクリートの積算温度で管理する。積算温度の求め方としては以下の2方法がある。

1) コンクリート温度を直接計測して、その積算温度で管理する。

2) コンクリート温度の積算温度と外気温の積算温度との関係を把握し、現場では外気温の積算温度で管理する (図—8 参照)。



図—8 嘉瀬川ダムにおける外部コンクリート積算温度と圧縮強度の関係

⑥水平打継面処理の確認

巡航 RCD 工法での水平打継面処理は、以下の方法により行う。

1) 外部コンクリートの水平打継面処理

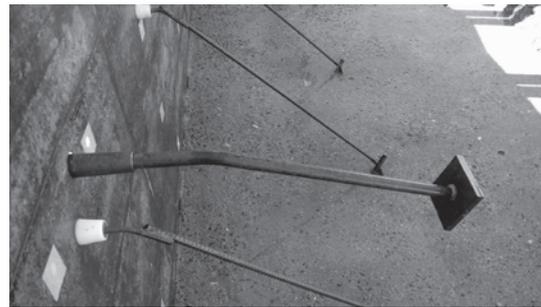
外部コンクリートの水平打継面処理は、内部振動機の締固めにより生じるブリーディングを確実に除去することを目的として、適切な時期に圧力水を用いて実施する。

2) RCD コンクリートの水平打継面処理

RCD コンクリートの水平打継面処理は、表面の振動ローラの転圧により生じる滑面层 (ノロ) を確実に除去することを目的として、低圧力水を用いて実施する。

⑦型枠の早期移動の確認

巡航 RCD 工法においては、1 リフト 3 日未満で複数リフトを連続的に打設できるように、上下流面型枠を早期に脱型・移動する必要がある。プレート型アンカーを使用することで、脱型の早期化が図れる (写真—5 参照)。早期脱型は、積算温度で管理できる。



写真—5 プレート型アンカー

3. 「第3章 巡航 RCD 工法の施工方法」

(1) 巡航 RCD 工法の施工方法の基本

巡航 RCD 工法の施工の基本は、配置した施工設備能力を最大限活用して、堤体コンクリートを連続的に打設することである。第3章においては、この基本を達成するために必要な要素技術について説明している。

連続施工を可能とするための要素技術は下記のとおりである。

① RCD コンクリートの先行打設

② RCD コンクリートの打止め・打継ぎ

- ・端部法面による打止め・打継ぎ
- ・傾斜打止めによる打止め・打継ぎ

③外部コンクリートの独立・後行打設

- ・打設開始時期
- ・打設方法

・横継目設置方法

- ④ 構造物周辺等の打設
- ⑤ 着岩部コンクリートの打設
- ⑥ 水平打継面処理
- ⑦ RCD コンクリート面上のダンプ走行
- ⑧ 上下流面型枠の移動
- ⑨ 資機材の移動方法
- ⑩ 機械・設備の点検・整備方法
- ⑪ 施工設備計画の配慮事項
- ⑫ 降雨時・休日前日など打設中断・再開の対応
- ⑬ 打設前検査

なお、ここでは、湯西川ダムにおいて新たに導入された施工方法である、1:0.8 端部法面による RCD コンクリートの打止め・打継ぎについて紹介する。

(2) 1:0.8 端部法面による RCD コンクリートの打止め・打継ぎ

巡航 RCD 工法では連続施工が行われるが、降雨時、休日前日および不測の事態が発生した際には打止めを行う必要がある。この場合には、1:0.8 端部法面による打止めを行う。打継ぎに際しては入念なモルタルの敷設を行う。打止めは横継目位置で行わず、横継目位置を越えて横継目の挿入目地が十分余裕をもって施工できる位置で行う。また、上下流に連続した継目を形成しないよう、上下流方向一直線の配置を避けて、ク

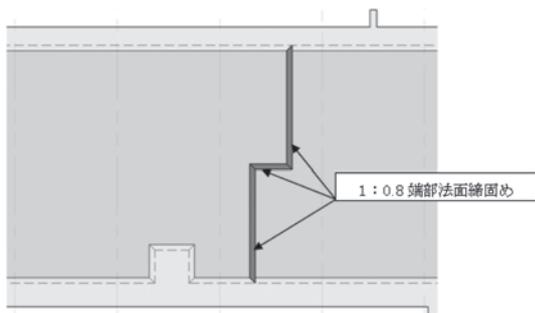


図-9 端部法面による打止め



写真-6 入隅部の締め固め状況

ランク状(かぎ型)に打ち止める(図-9 参照)。なお、打止め位置が上下リフトで連続しないように、下リフトの打止め位置とは異なる箇所で行う。クランク状に打ち止める場合、コーナー部、特に入隅部が締め固め不足とならないよう注意することが重要である(写真-6 参照)。

4. 「第4章 確認試験」

(1) 確認試験概説

巡航 RCD 工法による本体施工に先だって実施する確認試験について、嘉瀬川ダムまたは湯西川ダムにおける具体の事例と共に説明している。

確認試験の内容は以下のとおりである。

- ① RCD コンクリート端部法面の締め固め試験
- ② RCD コンクリート部と外部コンクリート一体化確認試験
- ③ 1:0.8 端部法面による RCD コンクリート打継ぎの一体化確認試験
- ④ 傾斜打止め部のエッジ処理試験
- ⑤ 外部コンクリートの若材齢強度と積算温度の関係把握試験
- ⑥ 外部コンクリートの打継ぎ面処理(レイタンス処理)試験
- ⑦ RCD コンクリートのソフトトリートメントによる打継ぎ面処理試験
- ⑧ 若材齢コンクリート面のダンプ走行試験

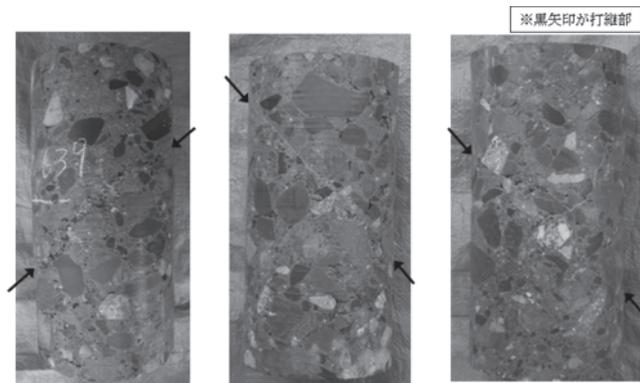
ここでは、3章と同様に、湯西川ダムにおいて新たに導入された施工方法である、1:0.8 端部法面での RCD コンクリート打継ぎ一体化試験について紹介する。

(2) 1:0.8 端部法面での RCD コンクリート打継ぎ一体化試験

施工時に予想される最大の打継時間間隔に対して、モルタルの敷設により端部法面での RCD コンクリート打継ぎ一体化、密実化が確実に実行されること、および後行打設する RCD コンクリートを確実にまき出し、締め固める施工方法を試験により確認する。

湯西川ダムの現地試験で、端部法面を締め固めた先行 RCD コンクリートと、打ち継がれた後行 RCD コンクリートは打継面にモルタルを入念に敷設することにより、コア観察及び圧縮強度試験による一体化確認試験により、打継時間間隔が 288 時間でも確実に一体化し、打継部周辺が一般部同様に密実であることが確認されている。

また、本体工事で実施した1:0.8 端部法面でのRCDコンクリートの打継ぎについて、堤体からコア採取してその一体化を確認している（写真—7 参照）。



写真—7 1:0.8 端部法面でのRCDコンクリート打継ぎ面のコア状況

5. 「第5章 巡航RCD工法の施工計画」

巡航RCD工法の施工計画は、堤体形状や堤内構造物の配置計画などの堤体設計と、地形・地質条件や気象の地域特性、ダムサイト周辺の自然・社会環境などの条件を十分に考慮し、巡航RCD工法の効果が最大限発揮でき、経済性、工期、効率が最適となる計画を策定することが重要である。第5章では、検討フローの概要、施工計画上の基本事項、リフトスケジュールの基本的な考え方、施工設備のほか、管理体制、設計に際しての留意事項について説明している。

6. おわりに

巡航RCD工法は、嘉瀬川ダム、湯西川ダムでの努力により発展をみることができたが、今後更に工夫を重ね、一層の合理化を図る必要があることはいうまでもない。例えば、端部法面の施工性の改良、1リフトの連続施工を発展させた2リフトの連続施工による更なる打設速度・打上がり速度向上や河床部から構造物設置リフトを含めて上位標高まで通した巡航RCD工法の適用などが当面の課題として挙げられる。

今後のダムでの技術開発の続行を大いに期待するものである。

JCMA

【筆者紹介】

小杉 淳悟（こすぎ じゅんご）
 助ダム技術センター
 研究第一部
 研究員

