

巡航 RCD 工法における端部法面締固めの合理化に関する検討

福岡県五ヶ山ダム建設事務所 鴨打 章 住吉 正浩 竹内 康秀 真崎 達也 四元 秀哲 田中 元輝
 一般財団法人ダム技術センター 正会員 山口 嘉一
 鹿島建設(株) 正会員 林 健二 松本 信也 寺内 健二 取違 剛 ○田頭 唯人

1. はじめに

従来の RCD 工法をより効率化・高速化し、高い水準に打設速度を維持する施工方法として「巡航 RCD 工法 (Cruising RCD construction method)」が開発されており¹⁾、福岡県が発注する五ヶ山ダム堤体建設工事にて、現在同工法を採用している。巡航 RCD 工法は RCD 用内部コンクリートを先行打設し、外部コンクリートを独立して後行施工する工法である。このため、内部コンクリート先行施工時には後行打設する外部コンクリート等の有スランブコンクリートとの境界や、内部コンクリートの打止め箇所にて端部法面が発生する。この端部法面はこれまで、バックホウにて 1 : 0.8 の法面を整形し、2 面拘束型の端部法面締固め機 (写真-1) によって締固めが行われてきた。これに対して当現場では、施工の合理化を目的として 1 台のマシンにて法面を整形でき、かつ任意の形状にて端部法面を締め固められるよう、写真-2 に示す一面拘束のプレート型端部法面締固め機 (Flat Plate Compactor, 以下、FPC) を開発した。本稿では、堤体打設の適用前に実施した、FPC の締固め特性確認試験結果について報告する。

2. 施工実験概要

試験区画を図-1 に、試験ケースを表-1 に、コンクリートの配合を表-2 に示す。

8.8m×9.6m×高さ 1m の区画に、RCD 用内部コンクリートをブルドーザにて層厚 25cm×4 層で撒き出した。撒き出すコンクリートのフレッシュ性状によって、特に端部法面の表面の仕上がりには差が生じる可能性を鑑み、実際の施工にて想定される VC 値 10 秒および 20 秒のコンクリートを使用した。撒出し完了後、FPC に取り付けられたバケットにて端部法面を整形した。整形する法面の勾配は、2 面拘束型の端部締固め機と同じ 1 : 0.8、およびブルドーザによる撒出し完了時の安定勾配である 1 : 1.0 の 2 つの勾配にて整形した。1 : 1.0 の場合、法尻にたまった大玉を除去する程度でよく、整形が容易となる。法面整形後に、端部法面を締め固めた。従来の 2 面拘束型の端部締固め機による締固め時間は 30 秒と設定されていた¹⁾。これを踏まえて、FPC による端部締固めは、法肩→法面の順に行うこととし、締固め時間は法肩、法面をそれぞれ 15 秒ずつ、および 30 秒の 2 パターンで試験を行った。端部法面整形完了後、11t 振動ローラにて端部以外の箇所 (一般部) を転圧した。施工完了後、RCD ダムコンクリート用 RI 密度計にてコンクリートの密度



写真-1 従来の端部法面締固め機



写真-2 FPC (Flat Plate Compactor)

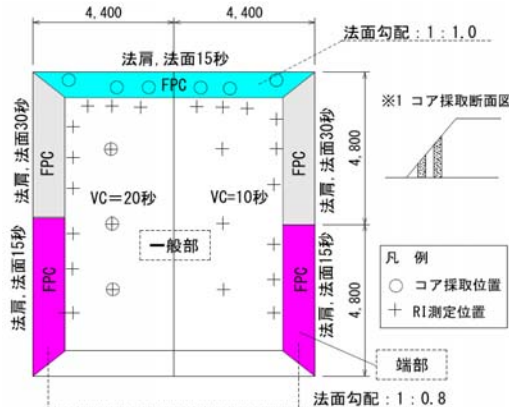


図-1 試験区画

表-1 試験ケース

VC 値	場所	締固め機械	法面勾配	締固め時間
10s	一般部	11t 振動ローラ	無振動 2 回 振動 12 回	
	端部法面	FPC	1 : 0.8	15s
				30s
			1 : 1.0	15s
20s	一般部	11t 振動ローラ	無振動 2 回 振動 12 回	
	端部法面	FPC	1 : 0.8	15s
				30s
			1 : 1.0	15s

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	VC 値 (秒)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						AD (C×%)
				W	MF20	S	G1	G2	G3	
77.7	34	20±10	1.5±1	101	130	743	581	436	436	1.0

MF20 : 中庸熟ライオンセメント (フライッシュ置換率 20%), G1 : 80~40mm, G2 : 40~20mm, G3 : 20~5mm

AD : リグニンスルホン酸塩とセメントの酸塩

時間を 30 秒と設定されていた¹⁾。これを踏まえて、FPC による端部締固めは、法肩→法面の順に行うこととし、締固め時間は法肩、法面をそれぞれ 15 秒ずつ、および 30 秒の 2 パターンで試験を行った。端部法面整形完了後、11t 振動ローラにて端部以外の箇所 (一般部) を転圧した。施工完了後、RCD ダムコンクリート用 RI 密度計にてコンクリートの密度

キーワード : 巡航 RCD, 端部法面, 締固め, FPC

連絡先 : 〒811-1324 福岡県筑紫郡那珂川町大字五ヶ山 TEL 092-408-8556 FAX 092-408-8557

を測定した。また、硬化後に図-1 に示した一般部、および端部法面から $\phi 200\text{mm}$ のコアを採取し、コアの密度を測定した。なお、端部法面からのコアについては、FPCによる締固め度が端部法面の全域にわたって評価できるよう、図-1 に示すように、法面の中央部と法尻に近い法面端部から採取した。

3. 試験結果

3.1 施工中の状況

VC 値 10 秒、法面勾配 1 : 0.8、締固め 15 秒における端部締固め時の法面の状況を写真-3 に示す。法肩部の締固め時に法面の表面が薄く崩れる状況が見られた。また、法面部の締固め時においてプレート脇の法面が流動し、盛り上がる現象が認められた。これは締固め時間 15 秒、30 秒のいずれのケースにおいても認められた。この変状は FPC にて数秒追加で締め固めることによって解消できるものの、施工性および品質に影響を及ぼすことが懸念された。一方、RCD 用コンクリート敷均し時の安定勾配である 1 : 1.0 の端部法面を締め固める際には、写真-4 に示すように法面が崩れることなく締固めが可能であった。また、法尻に集中した大玉は FPC に取り付けたバケットにて問題なく除去でき、良好に整形を行うことができた。

3.2 RI 密度

RI による密度測定結果を表-3 に一覧で示す。FPC によって締め固めた端部法面は、コンクリートの VC 値や法面勾配、締固め時間によらず、いずれのケースにおいても振動ローラで締め固めた一般部と同等程度の密度が得られることが確認できた。RI 密度計測結果より、FPC による締固め時間は法肩 15 秒、法面 15 秒でよいと判断できる。

3.3 コア密度

VC 値 20 秒の一般部、および法面勾配 1 : 1.0 の端部法面から採取したコアの密度測定結果を図-2 に示す。なお、上述した懸念により法面勾配 1 : 0.8 の端部法面は評価対象外とした。法面勾配 1 : 1.0 の箇所から採取したコアについては、密度の高さ方向の分布も評価できるよう、高さ方向に 2 分割（上下）もしくは 3 分割（上中下）して密度を測定した。この結果より、FPC にて RCD 用コンクリートを法肩、法面それぞれ 15 秒ずつ締め固めることによって、高さ方向に均質で、かつ振動ローラと同等の密度が得られるコンクリートを施工可能と判断できる。

4. おわりに

本検討によって確認された施工仕様（法面勾配 1 : 1.0、締固め時間は法肩、法面の順に 15 秒ずつ）にて、現在五ヶ山ダム堤体建設工事に FPC を適用している。

謝辞

本検討に際し、藤澤侃彦氏（一般財団法人 ダム技術センター顧問）にご指導いただいた。また、「五ヶ山ダム巡航 RCD 工法検討委員会（委員長：長瀧重義 東京工業大学名誉教授）」の各委員の皆様へ評価およびご指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

1) (財) ダム技術センター：改訂版巡航 RCD 工法施工技术資料，2012 年 2 月



写真-3 端部締固め時の状況（VC 値 10 秒，法面勾配 1 : 0.8，締固め 15 秒）



写真-4 端部締固め時の状況（VC 値 10 秒，法面勾配 1 : 1.0，締固め 15 秒）

表-3 RI 密度測定結果

VC 値	場所	締固め機械	法面勾配	締固め時間，回数	密度 (t/m^3)	密度比 ※
10s	一般部	振動ローラ	—	6 往復	2.392	1.00
	端部法面	FPC	1:1.0	15s	2.347	0.98
				30s	2.373	0.99
			1:0.8	15s	2.369	0.99
20s	一般部	振動ローラ	—	6 往復	2.372	1.00
	端部法面	FPC	1:1.0	15s	2.368	1.00
				30s	2.399	1.01
			1:0.8	15s	2.386	1.01

※それぞれの VC 値における「一般部」を 1 としたときの密度比

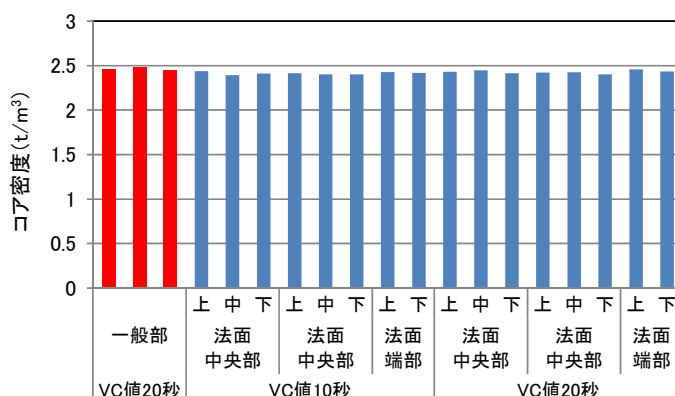


図-2 コアによる密度測定結果