

# 徳山ダム—堤体盛立工事（ロックフィルダム）

土 屋 任 史・川 地 悟

徳山ダムの堤体盛立工事は、上流二次締切の盛立開始から足かけ5年間で堤体積約13,700千m<sup>3</sup>の盛立を完了させた。平成16年度においては6,212千m<sup>3</sup>の盛立を実施し、年間盛立量日本一を打ち立てた。また、コアの盛立については、約1,000千m<sup>3</sup>の盛立量を冬期休止期間（12月～3月）は除いて26ヶ月で盛立を完了させた。本報文は、当該ダムの急速な堤体盛立や盛立の品質管理における、創意工夫や新工法、新技術について報告するものである。

キーワード：ロックフィルダム，堤体盛立，品質管理の自動化，新技術，急速施工

## 1. はじめに

徳山ダムは、木曾川水系揖斐川の河口から約90km上流の、岐阜県揖斐郡揖斐川町（旧徳山村）に、独立行政法人水資源機構が多目的ダムとして建設中の、中央遮水壁型ロックフィルダムである（図-1）。完成すると堤体積・総貯水量で日本最大級のダムとなる。

ダムが建設される揖斐川は、木曾三川（木曾川，長良川，揖斐川）の1つで最も西に位置し冠山（標高1,257m）に源を発する。当該ダムは、度重なる濃尾

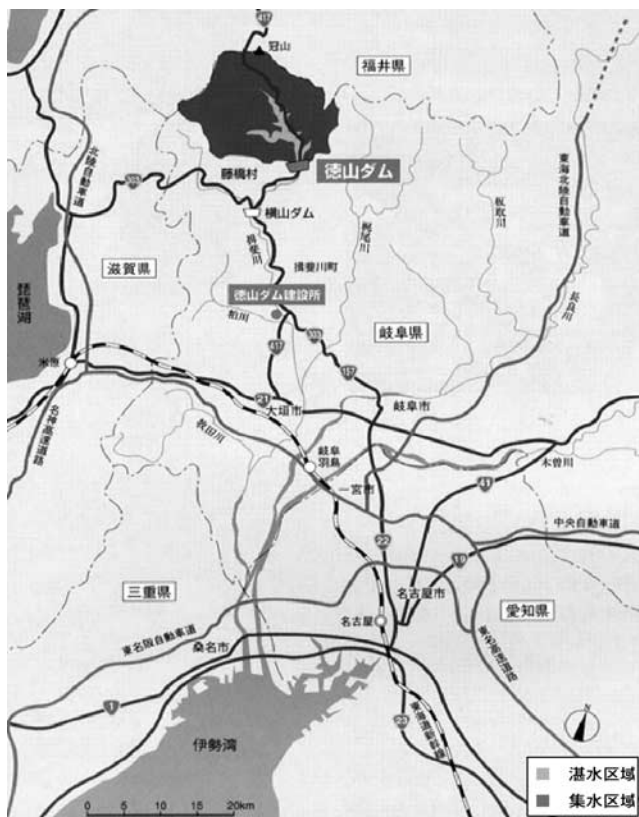


図-1 徳山ダム位置図



写真-1 試験湛水状況

表-1 ダム諸元

洪水調節	計画高水流量	1,920 m <sup>3</sup> /s
	調節流量	1,920 m <sup>3</sup> /s
ダム諸元	形式	中央遮水壁型ロックフィルダム
	堤高	161 m
	堤頂長	427.1 m
	堤体積	約13,700,000 m <sup>3</sup>
	堤頂標高	EL. 406 m
	堤体法面勾配	上流1：3.0 下流1：2.25
貯水池諸元	堤頂幅	14 m
	集水面積	約254.5 km <sup>2</sup>
	湛水面積	約13.0 km <sup>2</sup>
	総貯水量	約660,000,000 m <sup>3</sup>
	常時満水位	標高400.0 m

平野の水害から沿川住民 47 万人を守る『揖斐の防人』として、また、沿川に水道水や工業・農業用水などを豊富に供給する『濃尾の水瓶』として計画されたダムである。

ダム本体工事は平成 12 年 3 月に着手し、平成 17 年 11 月に堤体盛立を完了した。また、平成 18 年 9 月 25 日からは試験湛水を実施中である（写真—1）。

表—1 にダム諸元を示す。

## 2. 堤体盛立施工概要

徳山ダム堤体盛立材の構成は、図—2 に示すとおりコア、フィルタ、ロックに大別される。ロック材に

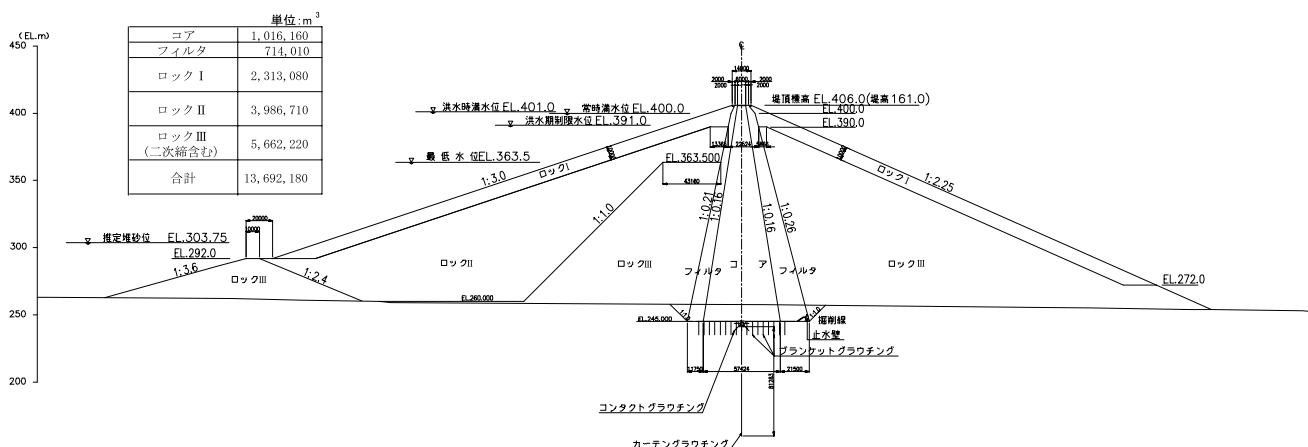
ついては、できる限り廃棄岩を低減するために、材質に応じたゾーニングを考慮し、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ材の 3 種に区分された。

施工仕様については、表—2 に示すとおりである。

## 3. 堤体盛立

### (1) ロック材盛立

堤体積の 87.4 % を占めるロック材の盛立は、如何に効率よく大量の材料を運搬するかが課題であった。そこで徳山ダムでは、積込みに 10 m<sup>3</sup> 級のバックホウと 12.3 m<sup>3</sup> 級のタイヤショベルを使用して、90 t 級のダンプトラック 11 台で材料の運搬を実施した。なお、



図—2 堤体標準断面図

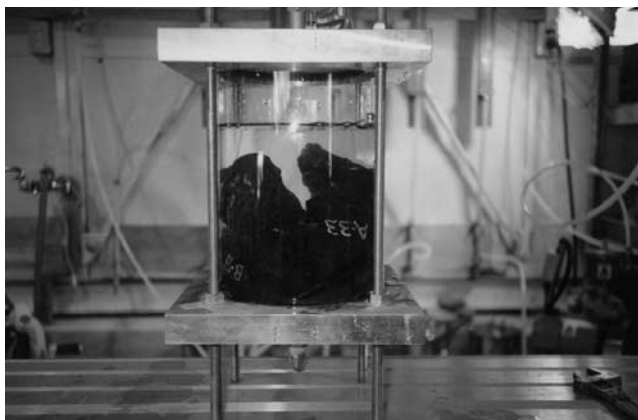
表—2 施工仕様

工種	区分	最大粒径 mm	撒出し厚(参考)	仕上がり厚	水平幅	厚さ	締固め		備考	
							機種	回数等		
コア材	着岩材	20mm	18cm程度	最小10cm程度	-	平均厚3層 で30cm程度	エアタンパ等	3分/m <sup>2</sup>	H15.8.28以降4 連式(BH装着)エ アータンパを採用	
				10cm程度	-	1層10cm程度 以上3層				
	中間材	50mm	20cm以下	15cm以下	-	60cm程度	8回	河床部		
			15cm以下	10cm以下	2m以上	-			小型振動ローラ(1.0t級)	H15.8.27施工まで適用
23cm以下	15cm以下	-	小型振動ローラ(4t級)	H15.8.28施工以降適用						
コア材	一般部	150mm	38cm以下	30cm以下	-	-	振動タンピング(18t級)	8回		
フィルタ材	細粒F	75mm	16cm以下	15cm以下	2m程度	-	小型振動ローラ(4.0t級)	6回	EL.306m以下	
			32cm以下	30cm以下	-	1層程度	振動ローラ(18t級)	6回		
			32cm以下	30cm以下	1m程度	-	振動ローラ(18t級)	6回		
	フィルタ材	一般部	200mm	32cm以下	30cm以下	-	-	振動ローラ(18t級)	6回	
	細粒F	75mm	16cm以下	15cm以下	2m程度	-	小型振動ローラ(4.0t級)	4回	EL.306m以上	
			32cm以下	30cm以下	1m程度	-	振動ローラ(18t級)	4回		
フィルタ材	一般部	200mm	32cm以下	30cm以下	-	-	振動ローラ(18t級)	4回		
ロック材	細流 着岩部	500mm	(50cm)	50cm以下	5m	-	振動ローラ	4回		
			(100cm)	100cm以下		-				
	一般	1,000mm	(100cm)	100cm以下	-	-	振動ローラ(18t級)	4回		

ロック材が盛立可能な雨天時には、普段はコア材を運搬している46t級のダンプトラックも応援した。

また、ロック材については前述したとおり3種にゾーニングされているため、材料採取の際に迅速な材料判定が必要であった。ロック材の品質管理基準は、粒度と密度である。粒度については、発破採取された材料であれば、ある程度の経験で良否の判断が可能である。しかし、密度については、ハンマーによる打音や目視だけでは、安全側の判断が優先され、材料のランクダウンや廃棄量の増大につながる。

そこで過去においても迅速に密度を判定するために種々の方法が考案されたが、いずれも加熱や煮沸等危険を伴う試験であった。徳山ダムでは、写真—2に示すとおり、真空ポンプを利用した減圧法による材料の急速飽和に成功し、迅速な密度試験でロック材の判定を実施した。これは、目視や触視だけの判断の場合、疑わしきは廃棄していた材料を有効利用し、廃棄岩の低減となりコスト縮減にも貢献した。

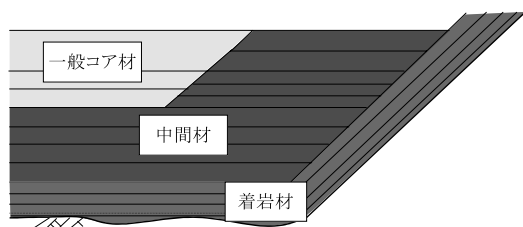


写真—2 減圧法による急速試験

## (2) コア材盛立

ロックフィルダムの盛立工程では、降雨や冬期の低温で年間の盛立可能日数の少ないコア材の盛立がクリティカルパスである。このため、ロックフィルダムの盛立工程の短縮を図るためには、コア材の盛立を急速に施工することが肝要である。

なお、徳山ダムにおいては、コア材を図—3に示



図—3 コア材構造図

すとおりに、一般コア材と着岩材、中間材の3種類の材料で構成している。

### (a) 一般コア材盛立

約1,000千 $m^3$ のコア材のうち、一般コア材は97%を占めている。したがって、一般コア材の盛立が急速施工の大きな要因となる。

コア材の盛立は、一般的に1層あたりの仕上がり厚さを大きくするほど施工速度は早くなる。そこで、1層あたりの仕上がり厚さの増大について検討を重ねた。粘性コア材の層厚は一般的には15～20cm程度であるが、仕上がり厚さ増大の観点から盛立試験を繰り返すことにより、写真—3に示す18t級振動タンピングローラ（起振力300kN級）の8回転圧で30cm仕上がり厚が可能となる三種混合材のブレンド比および施工方法を確立させた。



写真—3 18t級振動タンピングローラ

### (b) 着岩材盛立

施工方法の合理化による迅速化では、着岩材の施工が上げられる。従来は人力にて実施していたエアータンパによる材料の転圧をバックホウのアタッチメント



写真—4 4連式エアータンパ

として、写真—4に示すとおり、4連式エアータンパによる機械施工を人力と併用することとした。これにより、一定の品質を確保しつつ、施工速度を著しく向上させることができた。また、これは施工の迅速化だけではなく、振動工具による職業性疾病の低減や、省力化にも寄与した。

#### (c) 中間材盛立

中間材においては転圧仕様の変更を実施した。これは斜面部の中間材盛立がコア盛立速度に追従できなくなったためである。コア材の仕上がり厚さが30 cmに対して、中間材の仕上がり厚さは当初10 cmであり、3層施工してやっとコア材に追いつく施工であった。そのため、試験施工を実施し、より合理的な転圧仕様を確立した。この変更により中間材の施工時間が約30%短縮した(写真—5)。

- ・当初：10 cm/層×12回転圧(1t級振動ローラ)
- ・変更：15 cm/層×8回転圧(4t級振動ローラ)



写真—5 4t級振動ローラ

## 4. 品質管理試験

ロックフィルダムにおける品質管理試験には、盛立材料の品質管理試験と転圧後の盛立面の品質管理試験がある。前述した急速法によるロック材の密度試験は、盛立材料の品質管理試験である。ここではコア材の盛立面における品質管理試験について述べる。

盛立のクリティカルパスであるコア材の盛立面における品質管理試験の項目と頻度は、徳山ダムでは1層毎に1回、5箇所でのRI密度水分計による現場密度試験が規定されていた。また、50,000 m<sup>3</sup>に1回の頻度で現場透水試験を実施した。

現場密度試験においては、当初の特記仕様書では固定式RI使用の場合は、1箇所2方向を測定する規定であり、実際には10箇所の測定頻度と同等であった。

これは、コア材の次層施工開始時間が遅くなる要因の一つであった。そこで、写真—6～8に示すとおり密度が既知の大型土槽にて、砂置換法による現場密度試験、固定式RI、自動走査式(SRID)RIの現場密度試験を実施し、比較検討を行った。



写真—6 砂置換法による現場密度試験



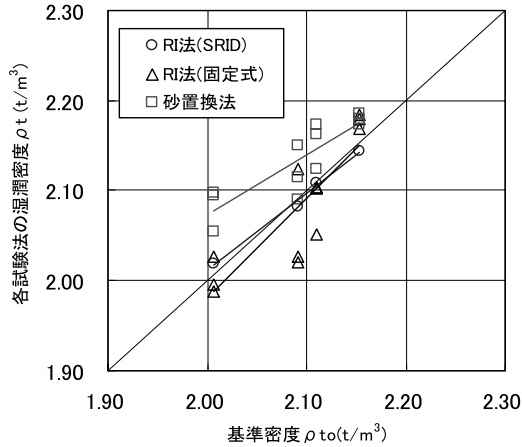
写真—7 固定式RIによる現場密度試験



写真—8 自動走査式(SRID)RIによる現場密度試験

その結果、図—4に示すとおり自動走査式(SRID)RI法が、最も基準密度に近似していることが判明し、現場試験に採用となった。

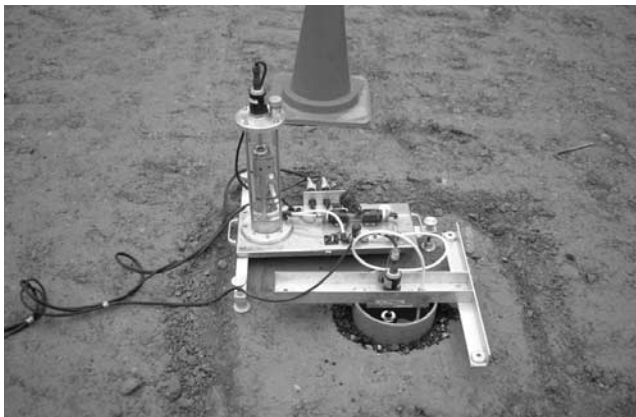
図一4 各手法による密度の比較



この自動走査式 (SRID) RI 法は 1 回当りの所要時間が 1 分間であり、各層の品質管理試験を実施したが、クリティカルパスであるコア材の盛立作業の施工速度に影響することはなかった。

現場透水試験においては、写真一 9 に示すとおり新工法として、センサーとパソコンにより測定と同時にデータを解析処理して透水係数を算出する自動現場透水試験システムを採用した。従来のコア材における定水位法による現場透水試験は、一定時間水位を保持するために人力で試験ピットに水を供給し、時間あたりの水の供給量を測定して、煩雑なデータ処理にて透水係数を求めていた。したがって、従来の方法では測定結果を迅速に検証することが困難であった。

今回採用した自動現場透水試験システムは、計測管理と透水係数の算定およびその後のデータ処理を含めた試験結果帳票出力までが自動化されており、試験業務の労力が大幅に軽減されたことも特筆事項である。



写真一 9 自動現場透水試験システム

## 5. 新技術について

徳山ダムのコア材盛立においては、GPS による転圧管理システムの実証実験も実施した。

盛立の現状は、現場で締め転圧作業を実施しているオペレーター自身による転圧回数の申告や確認、もしくは監視員を現場に常駐させるなどの人間の目視、報告確認を基本としている。

また、盛立の品質管理において、RI 法による密度試験、現場透水試験などによる、いわゆる点管理が依然として主流である。これらの試験には人手と時間がかかるなど、管理業務に多くの労力を割いているのが現状である。

一方、近年の大規模土工では、施工機械の大型化や情報通信技術の活用等により、施工の大幅な省力化・効率化が図られている。現場導入が進められている締め管理技術はその一つであり、GPS を用いた無人化施工管理システムの開発技術を発端として、現在まで多くの現場で導入され、技術開発が進められている。

これらの流れを受けて、当ダムのコア材盛立におい



写真一 10 GPS アンテナが設置された転圧機



写真一 11 転圧機の車載用モニター

でも転圧管理システム導入に向けての準備が進められた。一部の転圧機には測定機器を搭載し、写真— 10, 11 に示すとおり試験的に運用を行った。

## 6. おわりに

徳山ダムの堤体盛立工事については、河床着岩材の盛立において、工程短縮のため降雨の中 20 m 四方の大型テントを用いた施工や、頂部の最後の施工まで 46 t 級のダンプトラックを使用する等、他にも多くの創意工夫や提案が実施されている。ここでは誌面の都合上一部しか紹介できなかったが、機会があれば続編で報告したい。

JCMA



[筆者紹介]  
土屋 任史 (つちや ただし)  
(株) 熊谷組  
名古屋支店  
徳山ダム工事所  
副所長



川地 悟 (かわち さとる)  
(独) 水資源機構  
徳山ダム建設所  
工事課長

## 建設の施工企画 2005 年バックナンバー 平成 17 年 1 月号 (第 659 号) ~ 平成 17 年 12 月号 (第 670 号)

1 月号 (第 659 号) 建設未来特集	6 月号 (第 664 号) 建設施工の環境対策特集	10 月号 (第 668 号) 海外の建設施工特集
2 月号 (第 660 号) 建設ロボットと IT 技術特集	7 月号 (第 665 号) 建設施工の環境対策—大気環境特集	11 月号 (第 669 号) トンネル・シールド特集
3 月号 (第 661 号) 建設機械施工の安全対策特集	8 月号 (第 666 号) 解体・再生工法特集	12 月号 (第 670 号) 特殊条件下での建設施工機械特集
4 月号 (第 662 号) 建設機械施工の安全対策特集	9 月号 (第 667 号) 専門工事業・リースレンタル特集	■体裁 A4 判 ■定価 各 1 部 840 円 (本体 800 円) ■送料 100 円
5 月号 (第 663 号) 災害復旧・防災対策特集		

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>