

Title	非破壊試験を用いたコンクリートダム堤体の性能評価に関する研究
Author(s)	市川, 滋己
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/77500">https://doi.org/10.18910/77500</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 市 川 滋 己 )

論文題名

非破壊試験を用いたコンクリートダム堤体の性能評価に関する研究

## 論文内容の要旨

現在、わが国にある約1000基のコンクリートダムのうち、約半数が完成後50年以上を経過しており、今後、コンクリートダムの高齢化が確実に進行する。このような背景のもと、コンクリートダムに要求される構造安全性や水密性などの性能を保持しつつ供用を継続するために、ダム堤体の現況を適切に把握し、それに応じた適確な維持管理の実施が求められるようになってきた。従来のダム堤体の点検では、外観目視に加えて堤体の変形量や漏水量を計測する程度に留まっており、橋梁等の一般的なコンクリート構造物の場合と比較すると、維持管理のための点検・調査方法が未整備であった面は否めないのが実情である。一方、コンクリートダムが構造・材料/配合・施工方法などの面で一般的なコンクリート構造物と大きく異なることから、橋梁等に用いる点検・調査方法をそのまま適用することは難しく、ダム堤体の性能を適確に評価可能な手法の確立が急務となっている。

そこで本研究では、コンクリートダムの構造安全性や水密性などの性能に大きな影響を及ぼす水平打継目に着目し、打継目に生じる変状を適確に把握するための非破壊試験方法について検討するとともに、試験結果からダム堤体の性能を評価する手法について検討を加えた。本論文は以下の8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的、論文の構成を述べるとともに、本研究の位置付けを記した。

第2章では、供用中の国内のコンクリートダム17基の定期点検結果を基に、水平打継目における変状の発生状況について分析し、ほとんど全てのダム堤体において打継目に変状が生じていることを明らかにするとともに、一部は、経時的な進展が認められるものもあり詳細な状態把握が必要であることを指摘した。

第3章では、水平打継目における変状の発生機構として、温度変動等によるダム堤体の日常的な挙動に起因するもの、およびアルカリシリカ反応等の他の要因によるものがあることを明らかにし、変状の発生が堤体の構造安全性、および貯水機能に及ぼす影響について述べた。これらを踏まえ、打継目の状態に対する現行の調査方法であるコアボーリングの問題点を整理した上で、これに替わる非破壊試験方法について多角的な分析を行った。

第4章では、コンクリート中での弾性波の距離減衰の影響を低減可能な衝撃弾性波法に着目し、コンクリートダム堤体の水平打継目の状態を非破壊で把握する手法の検討を行った。内部に模擬欠陥を有する大型供試体や供用中のダム堤体に対する計測結果を分析することにより、一般のコンクリート構造物と比較して、特に単位水量や粗骨材最大寸法が大きく異なるダムコンクリート中での弾性波の伝播特性、ならびに欠陥部での透過反射特性について解明するとともに、併せて行ったコアボーリングによる破壊試験の結果と対比し、受信される弾性波の波形特性から打継目の状態を推定するための相互関係を整理した。さらに、これらの結果を踏まえ、打継目からの反射波の発生状況に着目することにより、打継目における空隙の面的な分布状況を適確に推定する手法を提案した。

第5章では、コンクリートダム堤体の下流側表面における水平打継目近傍とその周辺部との温度差、あるいは水平打継目部での温度分布に着目して赤外線サーモグラフィ法による計測を行い、堤体表面の湿潤・乾燥状態、あるいは貯水池水温がそれらに与える影響を明らかにした。さらに、堤体表面温度と打継目温度の相互関係から打継目の劣化度を判定する方法について提案を行った。

第6章では、概略調査として赤外線サーモグラフィ法によって変状の進展が懸念される水平打継目をスクリーニングした上で、詳細調査として衝撃弾性波法により打継目の状態を定量診断するための、異種の非破壊試験を合理的に組み合わせた評価システムを提案した。さらに、打継目に変状が確認され、セメントミルク注入による補修を行ったダム堤体に対して衝撃弾性波法を適用し、本手法が補修効果の検証に有効であることを示した。

第7章では、本研究で提案する非破壊評価システムにより把握した水平打継目の状態に関する情報を基に、コンクリートダム堤体に要求される滑動および転倒に対する堤体安定性に関する性能、ならびにダムに求められる最も重要な性能の一つである貯水性能を、それぞれ評価する方法について提案を行った。

第8章では、本研究で得られた成果を総括し、本研究の結論とした。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 市 川 滋 己 )			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	鎌田 敏郎
	副 査	教授	乾 徹
	副 査	准教授	堤 成一郎

## 論文審査の結果の要旨

現在、わが国にある約 1000 基のコンクリートダムのうち、約半数が完成後 50 年以上を経過しており、今後、コンクリートダムの高齢化が確実に進行する。このような背景のもと、コンクリートダムに要求される構造安全性や水密性などの性能を保持しつつ供用を継続するために、ダム堤体の現況を適切に把握し、それに応じた適確な維持管理の実施が求められるようになってきている。従来のダム堤体の点検では、外観目視に加えて堤体の変形量や漏水量を計測する程度に留まっており、橋梁等の一般的なコンクリート構造物の場合と比較すると、維持管理のための点検・調査方法が未整備であった面は否めないのが実情である。一方、コンクリートダムが構造・材料/配合・施工方法などの面で一般的なコンクリート構造物と大きく異なることから、橋梁等に用いる点検・調査方法をそのまま適用することは難しく、ダム堤体の性能を適確に評価可能な手法の確立が急務となっている。

そこで本研究では、コンクリートダムの構造安全性や水密性などの性能に大きな影響を及ぼす水平打継目に着目し、打継目に生じる変状を適確に把握するための非破壊試験方法について検討するとともに、試験結果からダム堤体の性能を評価する手法について検討を加えている。本論文は以下の 8 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景、目的、論文の構成を述べるとともに、本研究の位置付けを記している。

第 2 章では、供用中の国内のコンクリートダム 17 基の定期点検結果を基に、水平打継目における変状の発生状況について分析し、ほとんど全てのダム堤体において打継目に変状が生じていることを明らかにするとともに、一部は、経時的な進展が認められるものもあり詳細な状態把握が必要であることを指摘している。

第 3 章では、水平打継目における変状の発生機構として、温度変動等によるダム堤体の日常的な挙動に起因するもの、およびアルカリシリカ反応等の他の要因によるものがあることを明らかにし、変状の発生が堤体の構造安全性、および貯水機能に及ぼす影響について述べている。これらを踏まえ、打継目の状態に対する現行の調査方法であるコアボーリングの問題点を整理した上で、これに替わる非破壊試験方法について多角的な分析を行っている。

第 4 章では、コンクリート中での弾性波の距離減衰の影響を低減可能な衝撃弾性波法に着目し、コンクリートダム堤体の水平打継目の状態を非破壊で把握する手法の検討を行っている。内部に模擬欠陥を有する大型供試体や供用中のダム堤体に対する計測結果を分析することにより、一般のコンクリート構造物と比較して、特に単位水量や粗骨材最大寸法が大きく異なるダムコンクリート中での弾性波の伝播特性、ならびに欠陥部での透過反射特性について解明するとともに、併せて行ったコアボーリングで得られたコアや孔壁を直接観察した結果と対比し、受信される弾性波の波形特性から打継目の状態を推定するための相互関係を整理している。さらに、これらの結果を踏まえ、打継目からの反射波の発生状況に着目することにより、打継目における空隙の面的な分布状況を適確に推定する手法を提案している。

第 5 章では、コンクリートダム堤体の下流側表面における水平打継目近傍とその周辺部との温度差、あるいは水平打継目部での温度分布に着目して赤外線サーモグラフィ法による計測を行い、堤体表面の湿潤・乾燥状態、あるいは貯水池水温がそれらに与える影響を明らかにしている。さらに、堤体表面温度と打継目温度の相互関係から打継目の

劣化度を判定する方法について提案を行っている。

第 6 章では、概略調査として赤外線サーモグラフィ法によって変状の進展が懸念される水平打継目をスクリーニングした上で、詳細調査として衝撃弾性波法により打継目の状態を定量診断するという、異種の非破壊試験を合理的に組み合わせた評価システムを提案している。さらに、打継目に変状が確認され、セメントミルク注入による補修を行ったダム堤体に対して衝撃弾性波法を適用し、本手法が補修効果の検証に有効であることを示している。

第 7 章では、本研究で提案する非破壊評価システムにより把握した水平打継目の状態に関する情報を基に、コンクリートダム堤体に要求される滑動および転倒に対する堤体安定性に関する性能、ならびにダムに求められる最も重要な性能の一つである貯水性能を、それぞれ評価する方法について提案を行っている。

第 8 章では、本研究で得られた成果を総括し、本研究の結論としている。

以上のように、本論文では、2つの異なる非破壊試験法を効果的に組み合わせることによってコンクリートダム堤体における水平打継目の状態を定量的に評価する手法を構築するとともに、本手法により得られる情報を基に堤体の構造安全性ならびに水密性を評価する方法についての提案を行っており、これらの成果は今後のコンクリートダムの維持管理技術の高度化に資するものと評価できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。