

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	小型加速器中性子源を利用した 定量イメージングによるコンクリートの水分浸透評価に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	吉村雄一
Author(English)	Yuichi Yoshimura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11312号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:林崎 規託,小林 能直,片渕 竜也,吉田 克己,二羽 淳一郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11312号, Conferred date:2019/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	吉村 雄一		
論文審査 審査員	主査	氏 名	職 名	審査員	氏 名	職 名
		林崎 規託	教 授		二羽淳一郎	教 授
	審査員	小林 能直	准教授			
		片渕 竜也	准教授			
		吉田 克己	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「小型加速器中性子源を利用した定量イメージングによるコンクリートの水分浸透評価に関する研究」と題し、全7章から構成されている。

第1章「序論」では、中性子が金属を透過し、水素やリチウムなど軽元素に反応する性質を持つことから、基礎研究以外にも実用的な非破壊検査ツールとして利用されてきているものの、その実験施設としての研究炉については運転停止や廃炉が続く一方で、陽子線ベースの小型加速器中性子源が近年続々と登場し始めており、その嚆矢である理化学研究所小型加速器中性子源(RANS)では、多岐にわたる分析技術の開発が進められていることを述べている。また、本論文で取り扱うコンクリート内部の水分測定について、これまでは構造物壁面に1 cm程度の孔を設けて電極棒を挿入して含水率によって変化する電気抵抗を計測する手法や、コンクリート試料を切断して質量を計測することで含水率を求める質量法が簡便であることから広く実施されてきているものの、局所的かつ破壊的な測定であることから、水分分布を非破壊かつ定量的に評価可能な手法が必要とされていることを指摘している。そして、本論文の目的が、小型加速器中性子源を利用した非破壊イメージングによる物理量の定量分析手法を新たに開発し、コンクリート内部への水分浸透の定量化を通じて、その有効性を実証するものであることを述べている。

第2章「原理」では、中性子イメージングの原理、本論文研究において利用したRANSおよび2種類のイメージング検出器(中性子カメラおよび中性子イメージインテンシファイア)の構成と動作原理について述べるとともに、定量測定にあたっての課題について提示している。

第3章「イメージングシステムの構築」では、本論文研究の主題である小型加速器中性子源を利用した定量解析に利用できる中性子イメージングシステムの構築に向けて、中性子イメージインテンシファイアの撮像素子を暗電流ノイズの変動が小さい冷却型CCDイメージセンサに変更し、中性子イメージング検出器として使用した場合の入出力信号の直線性を確認したことを述べている。また、撮影したイメージング画像の空間分解能を左右するコリメータ比と検出器の解像度について評価している。さらに、中性子イメージインテンシファイアのブランキング機能を利用することで、 γ 線と中性子線を弁別したイメージングが可能であることを示し、その機能の使い分けにより、 γ 線混入が水分の検出感度に及ぼす影響を、熱中性子の反応断面積が水と同程度であるアクリル樹脂を用いて評価している。

第4章「中性子イメージングによるコンクリート内浸透水分の定量化」では、試料を置かず中性子照射した画像(ダイレクトビーム画像)と、試料を置いて照射した画像(サンプル画像)に対して、ノイズ処理、暗電流処理、シェーディング処理および輝度規格化を施した後、両者の輝度比から定量化解析に使用する中性子透過像を作成する手法を提案している。そして、その妥当性を確認するために、実際にRANSによるコンクリート水分浸透イメージング試験をおこないコンクリート内部の吸水量分布を評価したところ、中性子透過像より導出した吸水量と電子天秤で測定した吸水量のあいだに試料固有の線形性がみられ、定量化が得られたことを示している。

第5章「小型加速器中性子源によるコンクリートの水分浸透性評価」では、膨張劣化(アルカリシリカ反応により劣化)や配合(水セメント比)の異なる角柱状のコンクリート試験片を複数用意して水に浸し、本論文研究で開発した中性子イメージングシステムと画像解析手法を用いて吸水速度や吸水量を定量的に評価することで、コンクリートの性状による吸水動態の違いを明らかにするとともに、その定量化解析手法の有効性を実証している。

第6章「大型中性子施設でのコンクリートのイメージングとの比較および小型加速器中性子源の今後の展開」では、これまで研究炉や大型加速器施設で実施されてきたコンクリートの中性子イメージングに関する先行研究から各施設のイメージング性能と測定結果をピックアップして比較することで、小型加速器中性子源に期待される役割について考察している。また、理化学研究所において現在開発中の超小型陽子線形加速器をベースとした中性子源の仕様とイメージング装置としての可能性について述べている。

第7章「結論」では、各章において得られた結果を総括し、本論文の結論としている。

これを要するに、本論文は、小型加速器中性子源を利用した非破壊イメージングによる定量分析手法の構築のために、新しく中性子イメージングシステムと画像解析手法を開発し、さらにその妥当性を確認するためにコンクリート内部の吸水量分布について定量化したことにより、中性子応用工学の分野に新たな知見を与えたものであり、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。