氏　　名	和田　浩
学 位 の 種 類	博士（学術）
学 位 記 番 号	博甲第　９１６３　号
学位授与年月	平成　３１年　３月　２５日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審 査 研 究 科	人間総合科学研究科
学 位 論 文 題 目	文化財輸送時に生じる振動と衝撃の評価手法 Evaluation of Vibration and Shock for the Transport of Cultural Properties

主　　査	筑波大学教授	博士（学術）	松井敏也
副　　査	筑波大学教授	博士（デザイン学）	上北恭史
副　　査	筑波大学教授	博士（文学）	八木春生
副　　査	秋田大学教授	博士（工学）	川村洋平

論文の内容の要旨

和田浩氏の学位論文は、文化財の輸送時の振動と衝撃の特徴とその評価手法を明らかにしたものである。その要旨は以下の通りである。

第１章では、著者は本論文の背景として博物館などにおける文化財の輸送時の梱包と輸送環境の現状を述べ、文化財輸送が抱える課題について記述している。文化財の梱包と輸送に関する現状の技術については、その水準を認識した上で技術の維持と改善および次世代への継承を確実に行う必要があるとし、当該分野での資格制度の取り組みや梱包技術の継承等によって、内装梱包についてはその技術が確立していることを示している。その一方で、内装梱包と外装梱包を併せた緩衝設計には科学的データの不足による文化財輸送のリスクの存在を指摘している。そこで著者は文化財の輸送における損傷の原因として衝撃と振動を特徴的なものとして挙げ、次の２点を目的として設定している。一つは輸送時の梱包文化財輸送の輸送環境を計測し、解析すること。また、緩衝材特性の計測手法を確立することとし、二点目は文化財への蓄積疲労現象の発生を確認し、そして輸送後の文化財へ輸送履歴を残すための輸送評価指標を策定するとした。

これらの目的を遂行するため、著者は輸送環境データについては陸海空３種の輸送態様において振動と衝撃を計測し、各輸送態様の主な工程の特徴をとらえることとし、この成果を用いて緩衝設計の最適化を試みた。また蓄積疲労現象の実験による確認を実施した上で、輸送機関データと総合した指標を策定することを行っている。

第２章では、著者はこれまでの振動と衝撃の計測技術を辿りながら、梱包と輸送に関する既往研究をまとめている。食品、家電、医薬品などでの輸送における現状を述べ、陸海空輸送の既往研究の特徴と評価を記載している。それらを受けて文化財の輸送研究に触れ、諸分野との違いを明らかにし、本学位論文の特異な背景と現状を指摘している。

第３章では著者が振動と衝撃の計測に使用した計測手順及び計測機器、データの解析方法について述べており、本学位論文で共通する事項について定義を行っている。

第 4 章では、著者は文化財の陸上輸送で最も多く用いられる輸送機関であるトラックによる輸送環境を検証している。荷役作業における振動と衝撃の実態の検証の後に、トラックの走行中の輸送環境に関して走行速度および走行路面が振動と衝撃にどのように影響するかを検証している。その結果陸上輸送で区分して取り扱うべき輸送工程および各輸送工程で生じる振動と衝撃の範囲を明らかにしている。

第 5 章では著者は海上輸送環境を検証している。現状では公開されたデータがほぼ存在しない、トラックに文化財を積載した状態で乗船する形式の RO/RO 船による輸送環境を把握している。その結果、海上航海中と港での乗下船工程の 2 つの工程の区分必要性および、各輸送工程で生じる振動と衝撃の範囲を数値化し明らかにしている。

第 6 章では著者は航空輸送環境を検証している。航飛行中、離着陸時、空港内荷役時の 3 工程に区分して、現在まで計測した輸送環境データを詳細に解析し、各輸送工程で生じる振動と衝撃の範囲を明確化し、とくに空港内荷役作業時の振動と衝撃が大きいことを指摘している。

第 7 章で著者は文化財梱包に使用される緩衝材について検証を行なっている。ポリエチレンフォーム製の緩衝材を一例に、振動応答特性を把握するための方法論を構築し、一般化できることを示している。

第 8 章では著者は蓄積疲労現象の確認をした上で、文化財の輸送履歴を評価するための指標の策定に取り組み、供試体を用いた振動試験および衝撃試験により、文化財素材に蓄積疲労現象が発生する確認手法を提示している。これらの成果から著者は陸海空の輸送環境データを振動と衝撃双方のレベルを含む一つの関数と仮定し、輸送環境の履歴をその関数と各輸送工程にかかる時間の積を積算したものとして指標 S を表している。著者はこの指標を文化財の総合的マネジメントの理論として位置付けている。

第9章では各章のまとめとして、文化財輸送時の振動と衝撃について、各輸送時の範囲を明示し、緩衝設計に関する振動応答特性の評価と総括を行っている。さらに輸送履歴及び輸送対策のあり方をまとめて結論としている。

審査の結果の要旨

（批評）

文化財の輸送は文化財の展示活用を行う上で必ず生じるものである。これまで文化財の輸送時の振動と衝撃について科学的データはなく、本学位論文によって初めてその振動範囲と衝撃のレベルが明らかにされた。また輸送環境の把握によって、文化財に蓄積される疲労の評価方法を示した。これは輸送設計に大きな影響を与えるものと考えられ、科学データに裏付けられた安全な輸送を可能にすることができるといえる。更に、文化財に対し輸送環境の履歴指標を表す関数を導いた。これは今後の文化財保存管理における重要な指標になるものと指摘でき、非常に高く評価できる。

平成 31 年 1 月 7 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員参加のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。