

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 中楚 洋介

審査委員会は、上記論文提出者が提出した博士学位請求論文「天井落下時に発生する頭部衝撃荷重の逆問題解析による同定に関する研究」に対し、提出約1年前の予備審査、本論文と提出者が審査委員に対し個別に行った説明、及びその時の質疑応答、論文発表会(口頭による最終試験)とその時の質疑応答及び指摘事項に対する提出者の応答、論文発表会後に開催した審査委員会での審議を通し、当該論文の審査を行った。さらに、上記論文提出者は特例適用により2年半での短縮修了の申請も行っている。審査委員会はその特例適用申請可否に関する審査も行った。それらの審査結果を下記にまとめる。

本論文は、世界各国で地震の有無に関わらず発生している天井落下被害が人体頭部に与える衝撃力を実験により同定する方法に関して行った研究をまとめたものである。

本研究の目的は、次の4点であるとしている。

1. 既往の天井材落下実験で不十分であった石膏ボードの衝撃荷重等のデータを蓄積する。2. インパクトハンマを用いた打撃試験により人頭模型の伝達関数を評価する。3. 圧電型のパッドセンサにより衝撃面直下の荷重を計測した天井材落下実験を通して、得られた衝撃荷重と逆解析の推定結果を比較することで逆解析の妥当性を検証する。4. 既往の天井材落下実験のデータを利用することで、逆解析により各種天井材が様々な高さから人頭模型に落下した際に衝撃面で発生する荷重を同定する。

本論文は、以下の7章から成っている。

第1章では、本論文の目的、研究の背景及び本論文の構成について述べ、本論文の概略を説明している。

第2章では、本論文で新たに行った天井材落下実験の結果を纏めている。石膏ボードは不燃材で安価という利点から天井材として世に広く普及しているが、既往の天井材落下実験では十分なデータを得ることができていなかった。本論文では、その石膏ボード落下実験を新たに行い、結果を既往の実験結果に加えて纏めている。

第3章では、逆問題解析の理論について紹介している。天井材落下実験において、人頭模型下で計測した荷重は人頭模型の衝撃面からロードセルに伝わるま

で土台である H 形鋼を含めた人頭模型の系の振動特性や人頭模型自体の影響を受けて変化している可能性がある。そこで、ロードセルの記録から衝撃面で発生する衝撃力を逆問題解析として推定する方法を提案している。伝達関数の定式化には、測定データに含まれるノイズの影響を考慮した複数の方法を提案している。

第 4 章では、衝撃の加わる人頭模型頂部から人頭模型下に設置したロードセルまでの伝達関数を同定している。逆問題解析は、次の 2 段階で行っている。

1. 物体に作用する衝撃力（入力）と応答（出力）を同時に計測し、これらの測定データをフーリエ変換して系の伝達関数を同定する（較正実験）。本研究では、較正実験としてインパクトハンマによる打撃試験を行い、伝達関数を同定している。

2. 出力の記録のフーリエ変換を伝達関数で除し、フーリエ逆変換して入力を算出する。

第 5 章では、頭頂部から 3 cm 下の水平面で切った分離型人頭模型に 1 mm 厚の圧電型パッドセンサを挿入し、新たに天井材落下実験を行うことで天井材衝撃面付近の荷重を計測している。実験を行うに当たり、新たに製作した分離型人頭模型とパッドセンサの性能の検証及びパッドセンサで計測した荷重が衝撃面での荷重とほぼ同等とみなせるかの確認を打撃試験により行っている。天井材落下実験において、パッドセンサの計測値と逆問題解析による推定衝撃荷重を比較することで逆問題解析の妥当性を示している。

第 6 章では、過去に行った天井材落下実験の結果を利用し、逆問題解析により各種天井材の衝撃面での荷重を同定している。

第 7 章では、本論文を通して得た成果と結論について 4 項にまとめている。1 は石膏ボードの落下実験成果であり、2 は測定データに含まれるノイズの影響を考慮した伝達関数の定式化である。3 はパッドセンサ実験結果を用いて行った逆解析の評価であり、ノイズの影響によって最大衝撃荷重を過小評価することの無い定式化が良いことを指摘している。4 は評価された逆解析手法を用いておこなった既往の天井落下実験の再評価である。同章では、さらに 5 項目の今後の課題を挙げている。

付録には、軽量新素材天井材の衝撃力の同定結果を載せている。また、著者がサブテーマとして研究していた放物線状ケーブルを用いた吊り天井の地震時挙動の制御法についても併せて載せている。

以上、上記論文提出者は現在大きな社会的注目を集めている天井落下の問題に対し、人頭模型に対する落下実験と逆問題手法を組み合わせ、精度よく衝撃荷重を同定する方法を開発した。また、自らの手法の限界についても述べている。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。

また、同君は修士論文で天井の補強方法に関する研究を行い、日本建築学会の優秀修士賞を受賞するなど、他にも3つの発表賞などを受賞している。博士論文に加え、これらを優れた業績と認め、同君の特例適用の申請を認めるものである。