

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Nonlinear Ultrasonic and Acoustic Emission Investigation of Concrete Damage
著者(和文)	Jason Maximino C. Ongpeng
Author(English)	Jason Maximino C. Ongpeng
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:乙第4140号, 授与年月日:2017年3月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:廣瀬 壮一,岩波 光保,アニル ワジ [†] E,佐々木 栄一,千々和 伸浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4140号, Conferred date:2017/3/31, Degree Type:Thesis 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

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	Jason Maximino C. Ongpeng	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 廣瀬 壮一	教授	千々和 伸浩	准教授
	岩波 光保	教授		
	Anil C. Wijeyewickrema	准教授		
	佐々木 栄一	准教授		

本論文は、「Nonlinear Ultrasonic and Acoustic Emission Investigation of Concrete Damage (非線形超音波とアコースティックエミッションによるコンクリート損傷評価に関する研究)」と題し、英文全5章で構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、多くの土木構造物に用いられているコンクリートの健全性評価における非破壊試験の重要性を指摘し、先行研究についてまとめ、本研究の目的を述べている。特に、コンクリート内部の損傷評価のための超音波法とアコースティックエミッション(AE)法、並びに弾性波動の基本理論について詳述した上で、本研究の主たる目的を、コンクリートの損傷評価のための非線形超音波法とAE法の開発としている。

第2章「Damage Assessment of Unreinforced Concrete Cubes (無筋コンクリート立方体の損傷評価)」では、非線形超音波法とAE法を150mm角の無筋コンクリート立方体の一軸圧縮試験に適用し、コンクリートの損傷評価に関するいくつかの基礎的知見を得ている。まず、単調増加と漸増繰返しの2つの異なる荷重パターンが非線形高調波に及ぼす影響を検討している。基本波、二次高調波、三次高調波のそれぞれの周波数と振幅から得られる損傷パラメータを詳細に検討し、二次高調波の振幅が様々な荷重パターンにおける損傷に対して最も敏感な応答を示すことを明らかにしている。次に、寸法の異なる粗骨材を使用した試験体に非線形超音波法を適用し、粗骨材の寸法が大きいほど二次高調波の振幅変化が大きくなることを明らかにしている。得られた結果は、高調波が骨材とモルタルの界面遷移領域で発生していることを示唆するものである。さらに、一軸圧縮試験において得られたAE波形からAE源の位置を求め、convex hull volume(凸包体積)を用いて、荷重ごとのAE源の広がりを可視化している。これによって、AEの発生に関する時空間特性やコンクリートの種別によるAE源の広がりの相違を明らかにしている。

第3章「Damage Assessment of Reinforced Concrete Beams (鉄筋コンクリートはりの損傷評価)」では、4点曲げを受ける100mm×100mm×400mmの鉄筋コンクリート試験体に対して、接触超音波探触子を用いた超音波透過実験とAE法に加えて、非接触空気超音波探触子を用いた超音波伝搬実験を行い、コンクリート損傷評価の良否を検討している。非接触空気超音波探触子による超音波伝搬実験では、曲げ試験体の引張側表面に沿って超音波を伝搬させることにより、ひび割れの開閉に応じた超音波振幅の変化を確認している。しかし、超音波伝搬実験と超音波透過実験のいずれにおいても、すべての試験体に共通する損傷評価指標は得られなかった。これは、曲げ試験における超音波伝搬経路上のひび割れと超音波の感度に複雑な関係があるためであり、その理由を中立軸指標(neutral axis index)なる新たな指標を導入して検討している。一方、AE法については、第2章と同様に、凸包体積を用いて鉄筋コンクリート試験体内におけるAE源の広がりを可視化している。水セメント比や荷重レベルとの関連について検討した結果、凸包体積の広がりが主にコンクリートの圧縮破壊に起因していることを明らかにしている。

第4章「Neural Network Models in Analyzing Experimental Data (ニューラルネットワークモデルを用いた実験データの解析)」では、人工ニューラルネットワーク(ANN)を非線形超音波による実験結果に適用し、非線形超音波とコンクリートの損傷形態の関係について論じている。まず、水セメント比の異なる普通コンクリートと繊維補強コンクリートの立方体に対して得られた非線形超音波の周波数域及び時間域データ、並びに、ひずみにANNを適用し、正規化された応力値を推定している。その結果、ひずみのみを考慮した場合よりも、非線形超音波法で得られた実験データを併せて解析することによって、コンクリートの損傷形態を合理的に説明できることを示している。次に、4点曲げを受ける鉄筋コンクリート試験体に対して得られた非線形超音波の実験データにANNを適用し、非線形超音波のパラメータと試験体の中立軸指標の関係を詳細に検討している。その結果、非線形超音波における二次高調波の振幅が中立軸指標と最も良い相関を示すことを明らかにしている。

第5章「Conclusions and Recommendations (結論と提言)」においては、本研究の内容を総括するとともに、今後の課題と研究展望について述べている。

以上要するに、本論文は、種々のコンクリートに対して、超音波とAEという弾性波動を用いた非破壊試験を適用して、コンクリートの損傷評価を試みたものであり、コンクリートの損傷評価における非破壊検査技術の向上に寄与するものである。よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士(工学)の学位として価値があると認められる。