

氏 名 山田 雅彦

主論文審査の要旨

高性能、高耐久性で知られるプレストレストコンクリート（PC）構造物において PC グラウトの充填が不十分であると PC 鋼材の腐食進行や PC 鋼材の構造一体性が確保できないなど、構造物の安全性、使用性、耐久性を著しく損なう場合がある。そのため、より高度な非破壊検査技術が要求されている。本研究は、その実用化へ大きな貢献を行った成果がまとめられている。

論文は全 6 章で構成されており、第 1 章では本研究の背景および目的を論じている。PC グラウトの充填評価としては、弾性波を利用した手法が多く試みられている。そこで、第 2 章においては、弾性波に関する基本的な原理および弾性波動理論に基づいた構造物の動的挙動について明らかにしている。

弾性波を利用した PC グラウトの充填評価手法としてインパクトエコー法があり、鋼球等を用いて弾性的な衝撃力を構造物表面に入力し、発生する弾性波が内部欠陥および境界面から反射することにより生じる共振周波数により、構造物の内部欠陥および厚さ等の情報を得ている。第 3 章ではインパクトエコー法の問題点として、鋼球は表面との接触時間が長く、幅広い周波数成分を持つ弾性波が入力できない点、高周波の弾性波を入力する際、鋼球を小さくする必要があり十分な振幅が得られないという点が指摘された。そこで、より幅広い周波数領域を持ち、十分な振幅が得られると考えられるアルミ飛翔体を開発している。さらに、インパクトエコー法は部材の形状や大きさによって内部の弾性波の反射・回折など複雑な現象が生じ、周波数スペクトルにはそれらに起因する様々なピークが出現するケースが多く、グラウトの充填不良に起因するピークを同定することが難しいとされた。この問題を解決する手法として、対象となる内部断面を画像化する **SIBIE**（**S**tack **I**maging of spectral amplitudes **B**ased on **I**mpact **E**cho）法が開発中されている。

第 4 章ではインパクトエコー法における衝撃入力 of 考察とセンサ特性の影響の評価を行っている。アルミ飛翔体の衝撃入力の理論的な解明が必要となったため、半無限弾性体に瞬間的に作用する集中力に関する Lamb 解の周波数スペクトルと半無限弾性体を模した供試体を用いた実験によって得られた周波数スペクトルとの逆合成積からアルミ飛翔体と鋼球、インパクトハンマーの衝撃入力の評価が行われている。その成果としてアルミ飛翔体の衝撃力の周波数スペクトル、また加速度計のセンサ特性を明らかにしている。

第 5 章では SIBIE 法の現場試験への適用として、大型の供試体や実際に供用中の構造物へ衝撃入力を行い、SIBIE 解析結果と BEM 解析でのシミュレーション結果と比較することで SIBIE 法の現場試験での欠陥検出性能の評価を行っている。その結果、現 SIBIE 法を用いることで現場での欠陥検出を評価することは十分に可能であることが明らかとなっている。第 6 章では以上の成果をまとめ、弾性波動理論に基づいたコンクリート

の動的挙動が解明され、衝撃入力 of 周波数スペクトル、およびセンサ特性からインパクトエコー法および SIBIE 法を用いる際の適切な条件が示されている。これらの成果は、3 編の査読付き国内論文、3 編の国際会議論文集（査読付き）と 3 編の国際誌に公表されており、講座の学位審査基準（国際誌 1 編）を十分に満足し、博士課程の修了と学位授与に十分な成果を挙げていると判断できた。

最終試験の結果の要旨

論文発表会終了後に、本論文の内容に関連する事項について審査委員会で口頭試問を実施し、十分な科学的・工学的な知見を有することを確認した。英語能力は、研究成果の 3 編が国際誌に公表されていること、国際会議での 3 件の講演経験を踏まえて十分な能力を有すると判断した。以上の結果より審査委員会は一致して最終試験は合格と判定した。

審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	教授	大津	政康
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	教授	秋山	秀典
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	山尾	敏孝
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	准教授	重石	光弘