

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Ratna Prasad Twayana
審査委員	主査 森 伸一郎 副査 大賀 水田生 副査 氏家 勲

論文名

Methodology of vibration test for existing concrete bridges by impact hammer excitation to evaluate their potential damage

審査結果の要旨

潜在的な損傷を評価するための既存コンクリート橋梁に対する衝撃ハンマー加振による振動試験の方法を開発したとする論文である。近年、社会問題となっている橋梁の老朽化による損傷の点検・評価は、我が国のみならず先進各国では目視点検が主流であるが、この方法の適切性は点検技術者の知識・経験に依存する定性的評価・主観評価であることが免れず、目視点検を補完できる定量的評価・客観評価法の開発が切望されている。本論文は、このような定量的客観評価法の観点から、橋梁の潜在損傷を系統的なハンマー打撃による振動測定をすることで評価することを念頭に置いた研究であり、特に、損傷発生が橋梁の支間全体にわたるというコンクリート製の橋梁の特徴に着目したものである。

第1章では、上記の背景について述べ、本論文の位置づけを明確しにしている。第2章では、コンクリートの各損傷と点検方法について整理して、既往の振動測定法と比較することで本手法の独自性を明らかにしている。

第3章は、背景となる理論を示し、単純支持の梁や版としての理論を示して、固有振動モードと固有振動数の組み合わせをハンマー打撃試験に基づいて実験的に抽出することを示している。機械工学分野などで実験的振動モード解析として方法論が確立して長年利用されている方法であり、実際への橋梁への適用は、様々な困難から実用に供される技術とはなっていなかったが、本論文では高精度のムービング・コイル型の速度計と木製またはプラスチック製のハンマーによる正確な位置での打撃とを組み合わせることによって、力学の基礎原理である相反定理を巧みに利用して、供用中の橋梁を交通遮断することなく振動測定を可能にするという独自の打撃振動試験を提案している。また、振動モードを特定することで卓越振動数が固有振動数であることを確認する方法を示し、実験的モード解析法として本手法を検証している。さらに、固有振動数の特定のためには打撃箇所については橋面の位置に関わらず再現性が高いことを示し、本手法の現場で

の実現性を示している。

第4章では、提案されたハンマー打撃振動試験は、新規に建設されるPCコンクリート橋梁の全建設過程に対して適用され、各施工段階、各橋梁構成要素が橋梁全体の剛性に寄与する様子を明らかにしており、設計上の剛性計算の妥当性を検証できる貴重なデータを提供している。また、供用後も定期的に同様の振動試験を実施して、建設時の値を初期値（ベースラインデータ）とする定期的振動モニタリングの事例として示している。

第5章では、実際に供用され老朽化損傷のために撤去された実PC桁に対する段階的繰り返し破壊載荷試験の供試体に対してもこの手法を適用して、破壊直前の大変形による大幅な剛性低下はもとより、目視観察されるクラックが発生する前から剛性低下が生じている様子を2供試体で検出しており、目視観察することができない内部損傷を検出できる本手法の可能性を提示している。また、津波によって大きな損傷を受けたPC橋の現地での振動測定により、残留変形の大小で固有振動数が変わることや、変形の大きな中央部が腹となるモードと節となるモードでは固有振動数の変化の割合が異なり、固有振動モードにより低下率の異なることが損傷箇所の大まかな同定につながることを実証的に確認している。さらに、実際に長年使用されて経年劣化している多径間橋梁に適用して、損傷程度の異なる支間と固有振動数の低下に相関が見られることを示し、損傷程度を固有振動数の低下で総合的に評価できることを明らかにしている。

以上記してきたように、本論文は、供用中の既存コンクリート橋梁に対する衝撃ハンマー加振による振動試験の方法を新たに提案し、そのコンクリート橋梁の損傷評価の可能性、実橋梁への適用性を明らかにしており、本論文で示した手法は、今後のコンクリート橋梁の高度な維持管理を考えると、工学的に有用な知見を提供しており、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。