

長期間供用されたPC構造物中のPC鋼より線残存緊張力推定法に関する研究

東北学院大学大学院 学生員 ○長谷川 貴志
 東北学院大学工学部 フェロー 大塚 浩司
 ドーピー建設工業(株) 正会員 佐々木 徹

1.はじめに

長期間供用されたPC構造物中のPC鋼材緊張力が、凍害や塩害等により低減することがある。PC鋼材の緊張力は、PC構造物の耐力を担っており、低減した緊張力の残存量を知ることは耐力の診断や補修・補強を行う際に極めて重要である。しかしPC鋼材の残存緊張力を推定する実用的な方法は未だないのが現状である。

そこで本研究は、振動する弦の緊張力はその振動数の二乗に比例するという「弦の振動原理」に着目し、PC鋼より線を打撃した時に生じる固有振動数から、PC鋼より線の残存緊張力を推定する方法の開発を行ったものである。

2.実験概要

実験には小型供試体（直径12.7mmのPC鋼より線を単線で使用）と大型供試体（実際の構造物に多く使用されているような径の太い鋼材で、直径12.7mmのPC鋼より線7本をよりあわせた直径38.1mmの鋼材を使用）の2種類を使用した。

(1)小型供試体を用いた固有振動数測定試験

図1は、実験方法を示したものである。PC鋼より線を所定の間隔に開けた2個のコンクリートブロック中に埋設し、その間の長さを振動区間(固定長)とした供試体を作成し、実験を行った。まず供試体のより線にエレクトロニボンドを用いて加速度計を取り付けたのち、万能試験機に供試体を設置し荷重を与えた。テストハンマーでPC鋼より線を打撃した際に発生する振動を加速度計で拾い、動ひずみ計で増幅させFFTアナライザーで解析を行い、PC鋼より線の固有振動数を測定した。

(2)大型供試体を用いた固有振動数測定試験

実験に使用した供試体は、図2に示すように寸法450×450×3600mmのものを5体使用した。供試体1体につき2箇所、PC鋼より線の固有振動数を測定するために100mmから1000mmの開口部を設け鋼材を露出させ、固定長(振動長)とした。図3は、実験方法を示したものである。固有振動数の測定は、小型供試体と同様にテストハンマーでPC鋼より線を打撃した際に発生する振動を加速度計で拾い、動ひずみ計で増幅させFFTアナライザーで解析を行い、PC鋼より線の固有振動数を測定した。

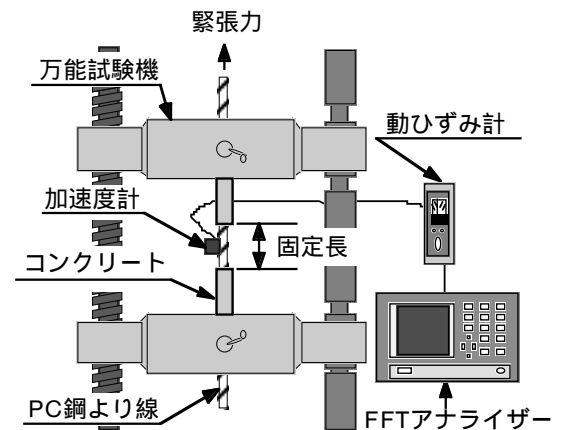


図1 実験方法

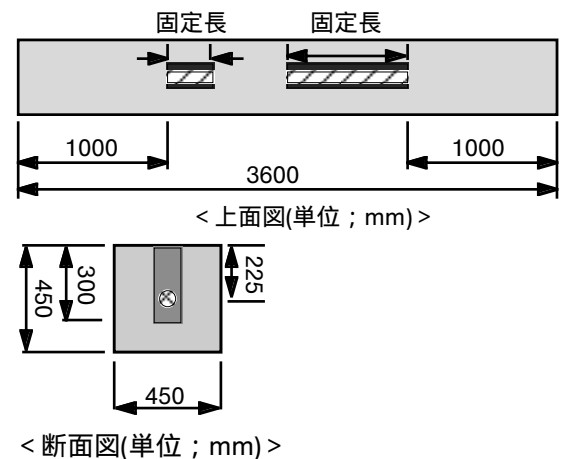


図2 供試体図

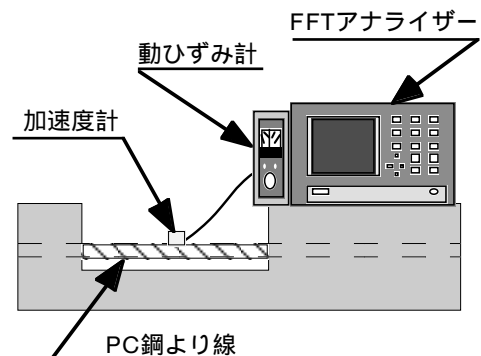


図3 実験方法

キーワード：PC鋼より線、残存緊張力、固有振動数、緊張力推定式

連絡先：〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-7449 FAX 022-368-7449

3.実験結果

図4は、小型供試体による固有振動数測定結果を示したもので、各固定長ごとの緊張力と固有振動数の関係をまとめたものである。縦軸は緊張力、横軸は固有振動数を示している。固定長が短くなるにつれ、また緊張力が増加するにつれ固有振動数が高くなる傾向が見られた。しかし、固定長100mm時は明確な二次比例関係は見られなかった。

図5は、測定ごとの固有振動数の誤差をまとめたものである。縦軸は測定ごとの固有振動数の誤差の平均を、横軸は公称直径 ϕ を固定長 L で除した値(ϕ/L)を示している。 ϕ/L が0.09を越えると測定ごとの誤差が大きくなった。このことより、公称直径12.7mmのPC鋼より線の固有振動数を明確に測定するには ϕ/L が0.09を越えない範囲、固定長にすると140mm以上が必要であると考え、最短の固定長は140mmとし、推定式作成には固定長140mm以上のデータを用いた。推定式を作成し、緊張力を推定した結果、実測値と推定値の誤差は、固定長が長くなるにつれ小さくなり安定する結果となった。特に固定長が300mm以上(ϕ/L が0.04を越えない範囲)では、誤差が約1kN(約3%)におさまっており、実用的であると考えられる。

図6は、大型供試体による固有振動数測定結果を示したものである。縦軸は固有振動数、横軸は ϕ/L を示している。実験の結果、直径が太い鋼材でも固有振動数の測定は、可能であることがわかった。しかし、 ϕ/L が0.13を越えると(固定長300mm以下になると)それまでの固有振動数の増加率が急激に減少した。このことより、直径38.1mmのPC鋼より線で固有振動数を明確に測定するには、 ϕ/L が0.13を越えない範囲、固定長300mm以上必要であると考えられる。また、小型供試体の実験の結果と同様に、固定長が短くなるにつれ、固有振動数は、高くなった。このことより、小型供試体と同様の実験を行えば、直径が太い鋼材でも緊張力推定式の作成は可能であると考えられる。

4.まとめ

本実験の範囲内で、次のことが言える。

1)公称直径12.7mmのPC鋼より線を単線で用いて、緊張力と固有振動数の関係を調べた結果、 ϕ/L が0.09を越えない範囲(固定長140mm以上)であれば、二次比例関係があることが確認でき、緊張力推定式を作成することができた。また、 ϕ/L が0.04を越えない範囲(固定長300mm以上)では、推定値と実測値の誤差が平均1kN(約3%)におさまられた。

2)PC鋼より線を複数より合わせた太い径の鋼材(直径38.1mm)で、振動数解析を行った結果、 ϕ/L が0.13を越えない範囲内(固定長300mm以上)であれば小型供試体の場合と同様に固定長が短くなるにつれほぼ比例的に固有振動数が高くなった。

3)大型供試体での実験の結果、小型供試体と同様の実験を繰り返し行えば直径が太いPC鋼より線からでも緊張力の推定は、可能であると考えられる。

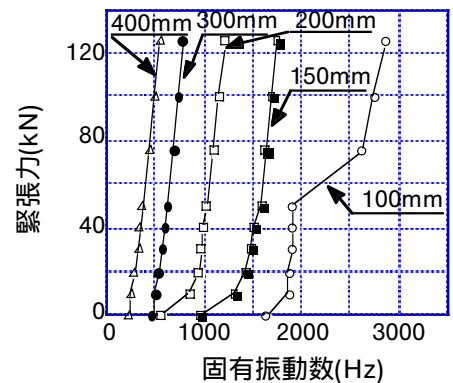


図4 緊張力と固有振動数の関係

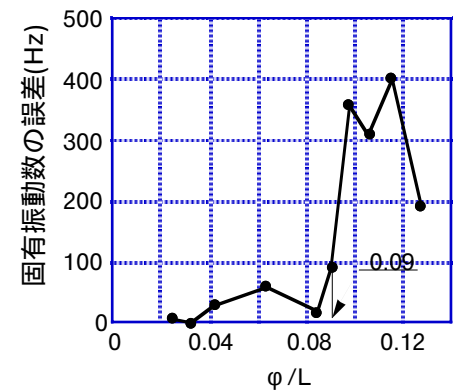


図5 固有振動数の誤差と ϕ/L の関係

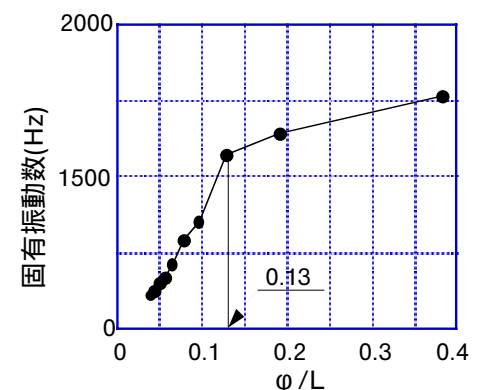


図6 固有振動数と ϕ/L の関係