

V-59 プレストレストコンクリート構造物中に埋設された鋼材の残存緊張力推定法に関する研究

東北学院大学工学部 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

プレストレストコンクリート構造物（以下PC構造物）は、鋼構造物に比べて構造物から発生する振動や騒音が抑えられる等のメリットがあり、広く使われている。しかし近年、耐用年数内に、凍害や塩害等を原因としたPC鋼より線の緊張力低減が生じている。PC鋼より線の緊張力は、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補修・補強を行う際に極めて重要である。しかしPC鋼より線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、緊張力は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（PC鋼より線の直径12.7mmを単線で用いた供試体）と大型供試体（実際の構造物に使用されているような径の太い鋼材で、直径12.7mmのPC鋼より線を7本をよりあわせた直径38.1mmの鋼材を用いた供試体）の2種類を使用し、小型供試体では、振動数の測定可能な最短の固定長を調べ、緊張力推定式の作成を試み、大型供試体では、直径の太い鋼材でも緊張力が推定可能かどうかを調べた。

(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鋼より線にコンクリートブロックを2箇所にて、その間の長さを固定長とした供試体を作成し、実験を行った。まず供試体にエレクトロニクス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、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の空間を設け鋼材を露出させ、固定長とした。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

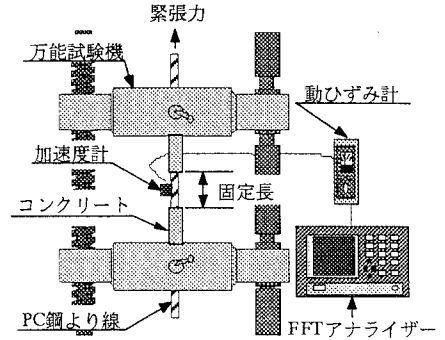


図1 実験方法

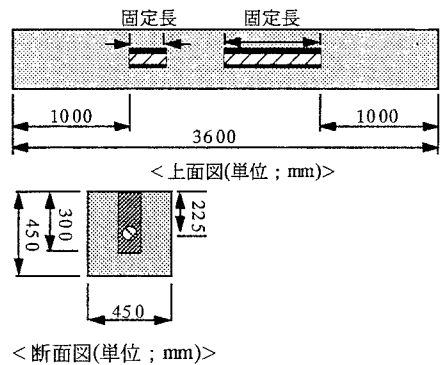


図2 供試体図

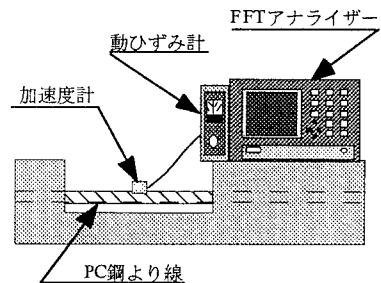


図3 実験方法

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。

3.実験結果

図4は、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ず、また、固定長130mm以下になると繰り返し実験を行った場合の誤差が大きくなった。このことを考慮して、振動数を明確に測定可能な最短の固定長は140mmとし、推定式作成には固定長140mm以上のデータを用いた。図5は固定長140mm時のデータを用い緊張力推定式を作成し、推定した結果で、推定緊張力と実測緊張力の誤差を絶対値と各荷重での割合で示したものである。誤差は平均で約8kN（割合は約20％）の範囲内でおさまり、固定長が長くなるにつれ誤差が少なくなり安定している結果となった。特に固定長が300mm以上では、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および図7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、横軸は固定長を示している。図6は実験を繰り返し行った際の実験ごとの測定結果を、図7は大型供試体と小型供試体の結果を同等の応力状態で比べたものである。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。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、固定長が140mm以上であれば、二次比例関係があることが確認できた。また、緊張力推定式を作成することができ、固定長300mm以上では、推定値と実測値の誤差が平均1kN（約3％）におさえられた。
- 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、各固定長ごとの固有振動数を測定することができた。また、小型供試体の場合と同様に、固定長が短くなるにつれ固有振動数が高くなる結果となった。
- 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。

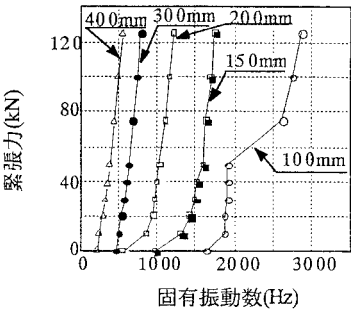


図4 緊張力と固有振動数の関係

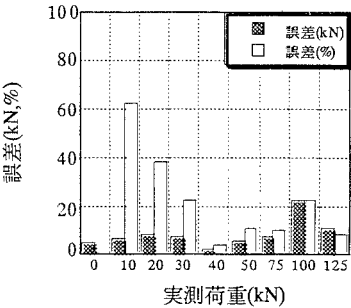


図5 誤差の値と割合
(固定長140mm時)

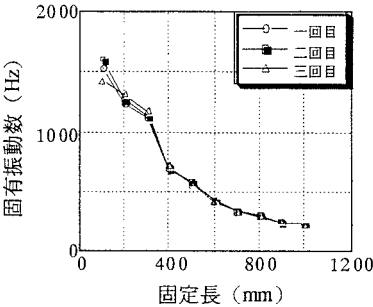


図6 固有振動数と固定長の関係

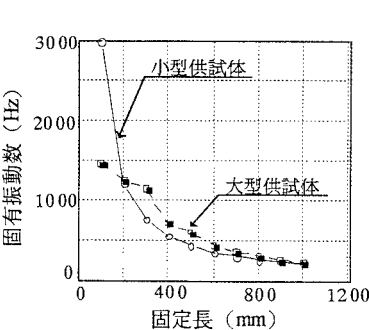


図7 固定長と固有振動数の関係
大型供試体と小型供試体の比較