

PC構造物中に埋設された鋼材の残存 緊張力推定法の開発に関する研究

東北学院大学大学院

学生員○大沼 礼亨

東北学院大学工学部

正会員 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

PC構造物の耐力を担っているPC鋼より線の緊張力は、通常クリープ・乾燥収縮・弾性変形・リラクゼーションなどにより低減するが、これらは設計段階で考慮することが可能な事項である。しかし供用後の塩害・凍害等に起因して低減したPC鋼より線緊張力の残存量を知る有効な方法も、未だ開発されていないのが現状である。

そこで本研究は、鋼材の固有振動数とその応力との間に密接な関係があることに着目し、PC構造物を局部破壊してPC鋼より線を露出させ、その部分の鋼材の固有振動数を計測し、鋼材の残存緊張力を推定する方法の開発実験を行ったものである。

2. 実験概要

実験に使用した鋼材は、公称直径の異なるPC鋼より線7.12.4.12.7.15.2.17.8.19.3および21.8mmの7種類であり、長さ1200mmに切断し、下記に示す2つの実験に用いた。

(1) 万能試験機による引張載荷時の固有振動数測定

図1は、実験方法を示したものである。PC鋼より線を固定長 $L=400, 450, 500, 550$ および 600 mmで定着具に固定し、アンカーヘッドを介して万能試験機のチャックにかませ、実験前に載荷・除荷を行い定着具とPC鋼より線を密着させた。その後、PC鋼より線にエレクトロニボンドを用いて加速度計を設置した。PC鋼より線を打撃した際に発生する振動を動ひずみ計を通してFFTアナライザーに入力した。FFT結果をビデオデッキに録画し、荷重載荷時における鋼材の固有振動数を測定した。実験は、固定長 600 mm一定で公称直径が異なる場合と、公称直径 17.8 mm一定で固定長が異なる場合の計2パターンについて行った。

(2) 梁型供試体による曲げ載荷時の固有振動数測定

表1は、配合を示したものである。実験に用いたコンクリートの配合は、骨材の最大寸法が 20 mmで配合強度が 30N/mm^2 で一般的なものを用いた。供試体寸法は、図2に示したとおり $300 \times 200 \times 1400$ mmである。実験に用いた供試体は、打設時にハンチを設け長さ 600 mm分だけPC鋼より線を露出させたType1供試体及び、同寸法で供試体にPC鋼より線を完全にコンクリートに埋設し打設・養生後、はつり作業を行って長さ 600 mm分だけPC鋼より線を露出させたType2供試体の計2体である。図3は、実験方法を示したものである。供試体は3点曲げにより載荷され、鋼材に引張力を与えられた。固有振動数測定方法は(1)と同様である。また、PC鋼より線の引張力は、表面のより方向に4カ所貼付したペーパーストレインゲージによりひずみを測定し、よりの角度補正を行った上で、静弾性係数および断面積

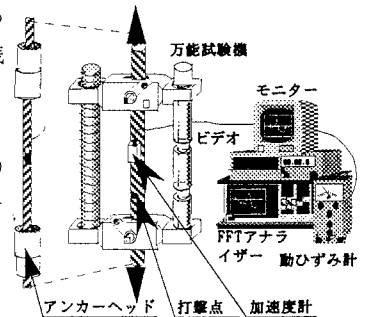


図1 (1) 実験方法

表1 コンクリート配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 (%)
20	8±1	5.3	2±1	50

単位量 (kg/m³)					
水	セメント	粗骨材	細骨材		
			G1 (5~15mm)	G2 (15~20mm)	
197	372	840	540	364	

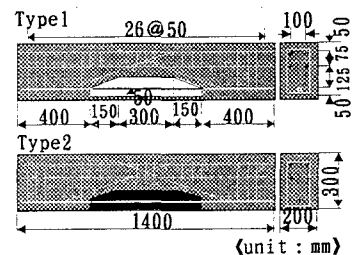


図2 供試体概要図

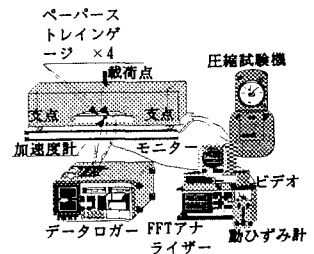


図3 (2) 実験方法

を用いて算出した。

3. 実験結果

図4は、公称直径17.8mmで固定長が600mmのときのPC鋼より線の振動数解析結果である。X軸は振動数、Y軸は一定時間内に入力された振動数を解析したスペクトルを示している。引張力が増加するにつれ図の山の頂点が振動数増加方向に移動することが分かる。この山の頂点をX軸に投影したのが固有振動数である。

図5および図6は、万能試験機による引張載荷時における固有振動数測定結果を示したものである。X軸は固有振動数を、Y軸は引張力を示している。図5は、公称直径が17.8mm一定で固定長が異なる場合を示し、その実験結果に弦の振動原理（引張力は固有振動数の二乗に比例する）を基に二次近似した曲線を当てはめたものである。固定長が短くなり引張力が増加するにつれ、固有振動数が大きくなる傾向がある。近次曲線とデータの相関関数は0.997であった。また図6は、固定長が600mm一定で公称直径が異なる場合を示し、その実験結果に二次近似曲線を当てはめたものである。PC鋼より線の公称直径が小さくなり引張力が増加すると、固有振動数が大きくなる傾向が見られた。近次曲線とデータの相関関数は0.996であった。

図7は、梁型供試体による曲げ載荷時の固有振動数測定結果を示したものである。X軸は固有振動数を、Y軸は引張力を示している。この図からも分かるとおり、万能試験機による引張載荷時における固有振動数測定結果と梁型供試体による曲げ載荷時の固有振動数測定結果は、非常に類似しており、それらの測定値の誤差は平均で10kN（使用したPC鋼より線の降伏荷重の2.82%）の範囲内におさまった。

4. まとめ

実験の範囲内で、次のことが言える。

- ① PC鋼より線に加速度計を設置し、FFTアナライザーで振動数解析を行った結果、PC鋼より線の固有振動数とその公称直径との関係、および固定長との関係を得ることができた。
- ② PC鋼より線の固定長を一定とし公称直径を変化させて実験を行った結果、径が小さくなると固有振動数が大きくなる傾向が見られた。またPC鋼より線の公称直径を一定とし固定長を変化させて実験を行った結果、固定長が小さくなると固有振動数が大きくなる傾向が見られた。
- ③ 万能試験機による引張載荷時の固有振動数測定結果と梁型供試体による曲げ載荷時の固有振動数測定試験結果とを比較検討した結果、この両者は非常に類似しており、その誤差は平均で10kN（使用したPC鋼より線の降伏荷重の2.82%）の範囲内に収まることがわかった。

あとがき

本研究は、平成10年度東北学院大学工学部土木工学科卒業研修生、根本雅章、堀越英樹が発表者と共に行ったものである。

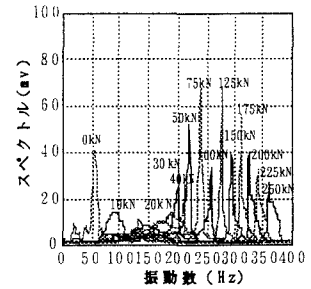


図4 振動数—スペクトル図

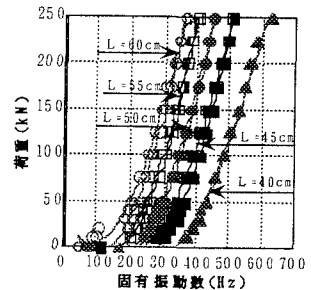


図5 固有振動数—荷重二次近似図（純引張、公称直径一定）

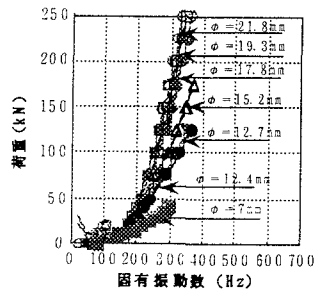


図6 固有振動数—荷重二次近似図（純引張、固定長一定）

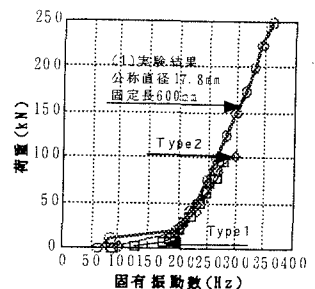


図7 固有振動数—荷重図（梁型供試体）