

維持管理に向けた PC 鋼材の 緊張力モニタリング



(株) ピーエス三菱 技術本部

河 中 涼 一

1. はじめに

昨今、維持管理分野における調査機器類やソフトは目覚ましい進化を遂げている。

プレストレストコンクリート（以下、PC）構造物にとって、建設時に与えられる緊張力と供用後に残存する緊張力は、その構造物の健全性において重要なものである。本レポートは、新設の PC 2 径間連続ラーメン箱桁橋に、供用後も継続して PC 鋼材の緊張力をモニタリングできる磁歪センサーを設置した事例について報告するものである。

2. 磁歪センサーによる計測

2.1 磁歪センサーの概要

磁歪センサーは、鋼材の透磁率が応力と温度の影響を敏感に受ける磁歪（Elasto-Magnetic）現象を利用し、PC 鋼材などの鋼製引張材料の実応力を測定するものである。磁歪センサーは図 - 1 に示すように、1 次コイル、2 次コイルおよび温度素子から構成される円筒型のセンサーである。

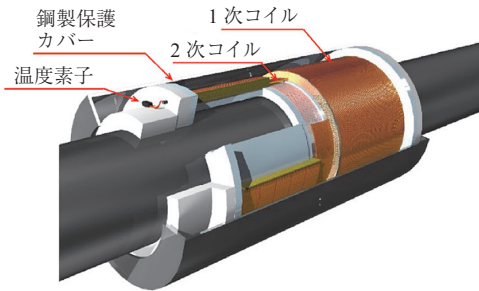


図 - 1 磁歪センサー構造図

2.2 測定原理

磁歪センサーの測定原理を図 - 2 に示す。パルス電圧を 1 次コイルに印加すると、2 次コイルに誘導電流が発生してその電圧を測定することで透磁率が得られる。それと同時に鋼材の温度も測定する。磁歪センサーは、これらの計測値をもとに PC 鋼材が現有する実応力を算出する。

PC 鋼材のような強磁性体では磁気特性として、磁界の強さ H (A/m) と磁束密度 B (T) がヒステリシス曲線として表される。この時の比が透磁率 μ である。

$$\mu = B/H \quad \mu : \text{透磁率}$$

この透磁率 μ 、温度 T および応力 σ の関係定数を予めキャリブレーションによって求めておけば、測定から得られる透磁率 μ と温度 T から鋼材の実応力が求められる。キャリブレーションとは、まだ引張力を受けたことがない生地の鋼材に対して、透磁率を応力と温度の関数で定式化することである。

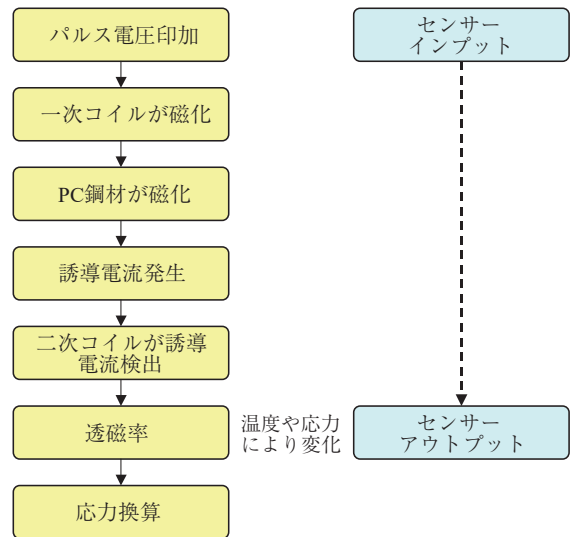


図 - 2 磁歪センサー測定原理概要

2.3 実橋における計測位置

計測の対象とした PC 橋は主方向に内ケーブルと外ケーブルを併用しているため、双方とも計測対象とした。計測箇所は、おのこのケーブルによるプレストレスの導入力が必要となる箇所として、内ケーブルは柱頭部、外ケーブルは支間側を選定した。計測箇所を図 - 3 に示す。なお、

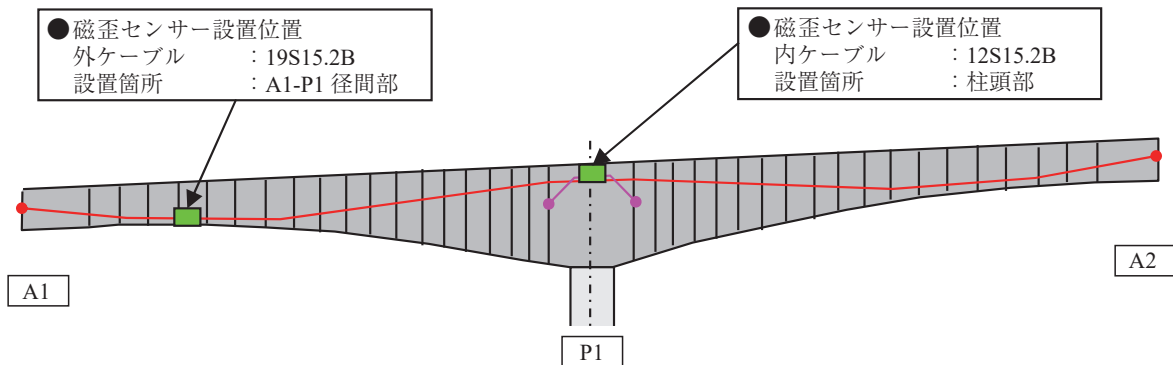


図 - 3 外ケーブルおよび内ケーブル緊張力測定箇所位置図

○ コンクリート構造診断士レポート ○

内ケーブルの計測箇所は、柱頭部の上端付近となるため計測ケーブルを延長することによって、工事完了後も容易に計測器と接続できるように配慮した。

2.4 計測状況

写真 - 1 に外ケーブルの緊張力測定状況を示す。写真に示すとおり、計測は橋梁の点検経路においても、容易に持ち運べる小型の機材のみで対応することができる。

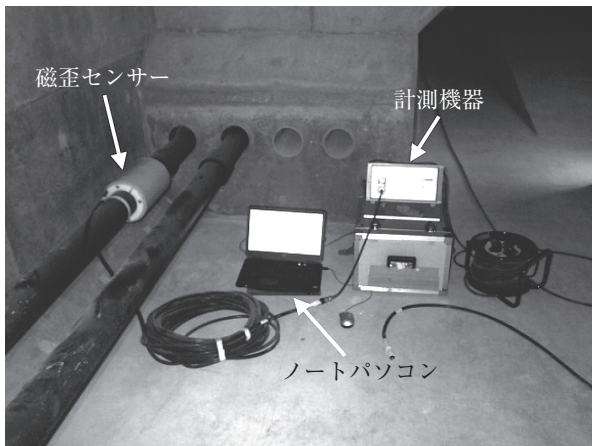


写真 - 1 外ケーブル緊張力測定状況

3. 緊張力の計測結果

図 - 4 および図 - 5 に、内ケーブルおよび外ケーブルの緊張力計測結果を示す。内ケーブルの計測は柱頭部の緊張完了時から工事完了時まで計 6 回、外ケーブルは緊張完了時と工事完了時の計 2 回行った。図に示すとおり、いずれの計測値も設計値より 10% 程度大きな値を示した。実施工における緊張時作業では、設計導入力より数%高い緊張力を導入することや計測器の精度などを勘案すると、計測結果は妥当であると判断できる。また、緊張力の導入直後から工事完成までの応力低下もおおむね計算値と一致する。

4. おわりに

本工事は写真 - 2 のとおり竣工し、橋梁のケーブルに取付けられた磁歪センサーと建設時の計測値は道路管理者に引き継がれている。もちろん、PC 橋の健全度を鋼材の残存応力のみで判定することはできないが、本モニタリング技術が本橋の今後の健全度評価において果たす役割は小さくないと期待して、本レポートを締めくくりたい。

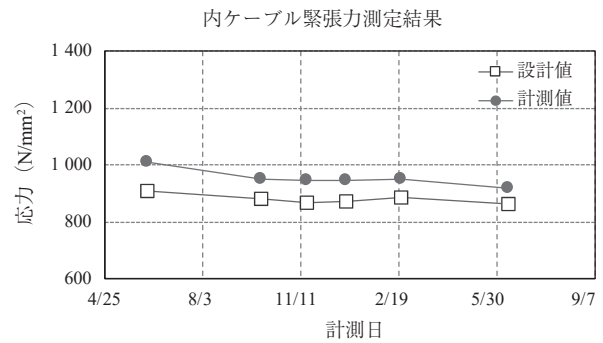


図 - 4 内ケーブル緊張力測定結果

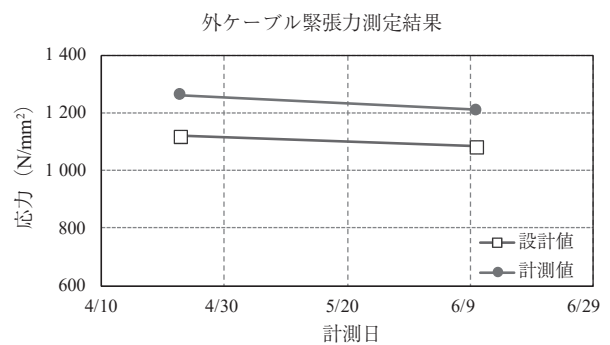


図 - 5 外ケーブル緊張力測定結果



写真 - 2 工事完了全景

【2018年5月9日受付】