

ニューマチックケーソン沈設時における光ファイバを用いた RC 躯体のひずみ分布計測

鹿島建設(株) 正会員 ○平 陽兵 山元 太 今井道男 川端淳一 杜若善彦 新井崇裕
リテックエンジニアリング(株) 細淵裕史 小柳津悠

1. はじめに

ニューマチックケーソンの沈設では、躯体と周辺地盤との摩擦により躯体が傾く場合が考えられ、この対策として、躯体の周囲に滑剤を注入し施工を行っている。躯体の傾斜は傾斜計等で計測が行われているが、躯体の鉛直方向のひずみ分布を測定することで、躯体の沈設状況とともに躯体の応力状態を直接把握することが可能となる。図-1 にケーソン沈設時の一般的な状態と周面摩擦の影響が卓越した際に生じるひずみ分布のイメージを示す。周面摩擦の影響でひずみが局所的に卓越した場合、ひずみ分布に変曲点が生じることが想定される。

そこで、ケーソン躯体に生じるひずみを全体的にリアルタイムで計測するために、分布型光ファイバを用いた事例について報告する。

2. ひずみ分布計測の概要

(1) システムの概要

本計測では、RC ケーソンの躯体に設置した分布型光ファイバセンサを用いて全長にわたるひずみ分布を計測するシステムを用いた(図-2)。これまでの技術りと比べ、広範囲で連続的にひずみを計測できることが本システムの大きな特長である。また、計測結果は、すぐにその場で初期値と比較でき、その差分をひずみの増分として算定することができる。算定結果はリアルタイムでグラフ化され、ケーソン機械操作室内や遠隔地にある管理部門の PC からもインターネット経由で確認できる。また、事前に決めた閾値を越える値が生じた場合には警報が表示される機能を有しており、施工管理に活用できる。今回、光ファイバを4系統に分割して光切り替え装置を経由して計測装置に接続し、1系統あたり約1分強、全体で約6分で全箇所計測を行えるものとした。

(2) 分布型光ファイバセンサの敷設と計測の概要

小平天神立坑工事(発注者:東京都)のRCケーソン沈設時において、光ファイバを用いたRC躯体のひずみ分布計測を行った。ケーソン躯体は、内径約17.8mを有するもので、光ファイバは円形断面の45度間隔(全8測線)の鉛直方向に接着剤で全長を固定した(図-2)。なお、光ファイバは底部で折り返し(U字型配置)、合計4本の光ファイバを使用した。

本工事では、ケーソンの構築と沈設は7ロットに分けて行うが、今回はこのうちの④～⑦ロットの沈設時で計測を実施した。まず、

キーワード: 光ファイバセンサ, ニューマチックケーソン, 沈設, ひずみ計測

連絡先 〒182-00368 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6685

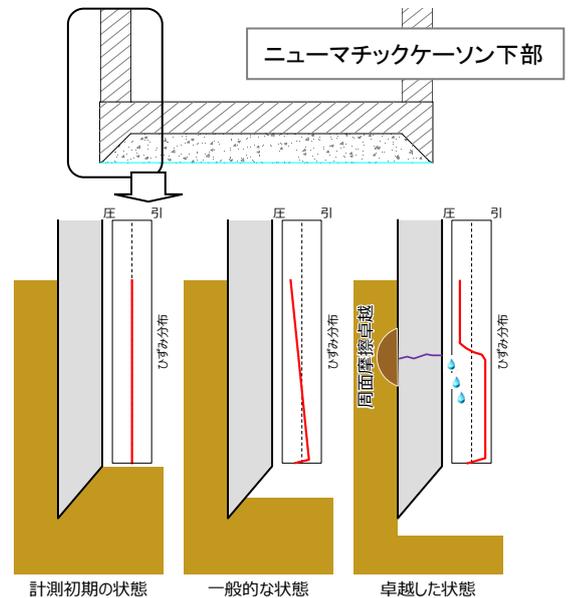


図-1 周面摩擦の影響によるひずみ分布の変化例

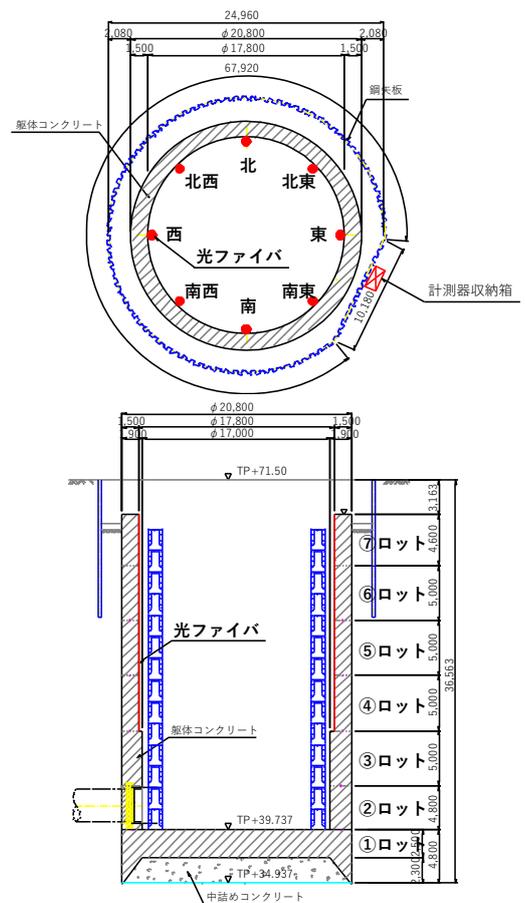


図-2 RCケーソン躯体の概要

⑤ロットの脱型後に④～⑤ロットに光ファイバを設置し、⑥ロットの脱型後と⑦ロットの脱型後のそれぞれにおいて光ファイバの設置を繰り返し、敷設長を伸ばしていった。なお、光ファイバは事前に計画した沈設分の余長部分を各ロットの構築後に敷設することで、途中の融着などによる接続を不要とした。これにより、躯体構築の進捗によって光ファイバの全長が変化することなく、計測期間の全体を通じて計測パラメータを変更せずに連続した計測を実現できた。一方、ロットごとに初期値となる時期が異なるため、新しいロット構築後には直前までのロット部分に対して、それまでのひずみ増分を加える処理をした。

3. 計測結果

(1) 計測ステップ

④～⑤ロットの計測を2020年2月10日から、その後⑥ロットの計測を2月26日から開始した（⑦ロットは4月3日開始予定）。計測ステップを躯体構築工程とともに表-1に示す。各ロット間のセンサ設置作業中は、延伸用光ファイバを盛りかえる必要があったため、計測を一時的に中断した。その他の期間については、連続計測とリアルタイム監視を継続することができた。現場内における機器の配置を写真-1に示す。ケーソン躯体近傍に設置した計測装置による結果を、機械操作室内に表示するとともに、どこからでも確認可能な構成とした。

(2) ひずみ分布

計測結果のうち、ひずみ分布の一例を図-3に示す。全8箇所（図-1参照）の躯体鉛直方向のひずみ分布を赤色で示したもので、グラフ下側が躯体底面側に相当する。各グラフには、全8箇所のひずみの平均値を黒色で併記した。各グラフともすべて平均値と同様の傾向を示していることから、局所的な偏りなどは生じていないことが読み取れる。なお、ロット間の境界付近などを中心に、空間的に局所的なひずみの変動がみられる箇所が見受けられるのは、光ファイバの設置に際して、打継目部や仮留め箇所などの光ファイバを接着剤で固定できない部位があり、主に光ファイバの設置方法が原因と考えられる。

図-1で示した通り、仮に、周面摩擦の影響でひずみが卓越した箇所がある場合、当該箇所にはひずみ分布に変曲点が生じることが想定されるが、これまでの計測結果では、このようなひずみ分布のモードは確認されていない。

4. おわりに

分布型光ファイバセンサを用いてニューマチックケーソンの沈設時にRC躯体に生じるひずみを計測した。地盤条件によっては、躯体の鉛直方向に不均等なひずみが生じる場合も想定したが、⑥ロットまでは想定内の挙動を示しており、順調に沈設が行われていると考えられる。引き続き今後のケーソン沈設時の施工管理の参考となるようにデータ収集を行うとともに、本システムのブラッシュアップを進めていく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤靖彦, 片山一成, 黒田荘輔, 小倉正: ニューマチックケーソンの沈設時の挙動観測, 土木学会年次学術講演会講演概要集, VI-152, pp.30-331, 1991.

表-1 敷設～初期値計測のフロー

躯体構築フロー	計測フロー
12/25: ⑤ロット打設 1/7: ⑤ロット脱型	2/5～7: ④～⑤ロット設置 2/10: ④～⑤ロット初期値 →連続計測開始
2/12: ⑥ロット打設 2/17: ⑥ロット脱型	→連続計測一次停止 2/25～26: ⑥ロット設置 2/26: ⑥ロット初期値 →連続計測再開
3/25: ⑦ロット打設 3/31: ⑦ロット脱型	→連続計測一次停止 4/2～3: ⑦ロット設置 4/3: ⑦ロット初期値 →連続計測再開



写真-1 現場での機器配置

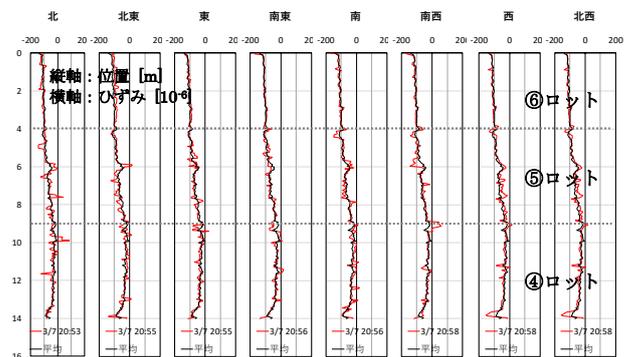


図-3 計測結果の一例