

光ファイバを用いた有脚式離岸堤脚部の局所洗掘計測手法

東洋建設株式会社
東洋建設株式会社
大阪市立大学大学院
東洋建設株式会社

正会員 ○山野 貴司
正会員 酒井 大樹
正会員 重松 孝昌
フェロー会員 藤原 隆一

1. はじめに

外洋に面した侵食性海岸の保全対策の一つとして、波浪制御と沿岸域利用の便を極力損なわない上部工を杭で支持する有脚式離岸堤が開発された。著者らは、図-1 に示すように3枚のスリット壁で構成された有脚式離岸堤を考案し、その周辺に生じる局所洗掘について検討を行ってきた。局所洗掘は、構造物の安定性に影響を及ぼすため、局所洗掘特性を把握することは重要である。特に最大洗掘深は、波浪の作用により時々刻々変化するため、リアルタイムに洗掘深を計測する必要がある。そこで著者らは、光ファイバを用いて杭直近の洗掘深を計測する手法を考案したが、図-2 に示すように、従来の計測機構はセンサ部を向い合せにして光を直接受光する「透過型」を採用したため、センサ部が溝を有した構造となることによってその部分に砂が溜まり、計測結果が過小評価されるという課題が残されていた。本研究では、計測機構を「反射型」(対象物に光が反射することで受光する機構)に変更し、センサ部の構造を改良(後述の図-5 参照)することにより洗掘深を高精度に計測する手法を考案し、その有用性を検討した結果を述べる。

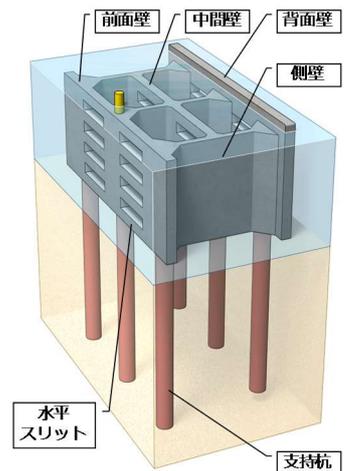


図-1 有脚式離岸堤

2. 実験方法

実験は、長さ 30m、幅 19m、深さ 1.5m の平面水槽を用い、図-3 に示すように水槽内に仮設床および移動床(底質粒径 0.19mm)を設け、有脚式離岸堤模型を配置した。その内、1台の模型に図-4 に示すように、杭の沖側に、鉛直方向に 3mm 間隔で全 24Ch.の光ファイバ(外径 1mm, ファイバ径 0.5mm)を取付けた。すなわち、地盤高の計測解像度は 3mm となる(設置高さ: Ch.1=-3mm~Ch.24=-72mm)。光ファイバは、1Ch.あた

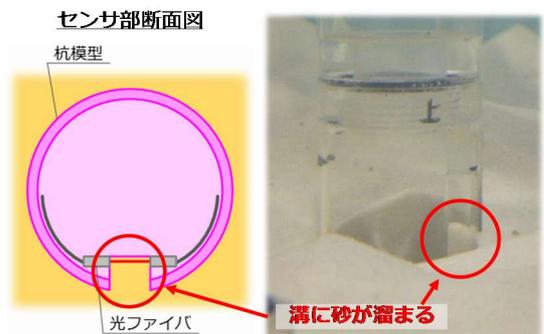


図-2 従来のセンサ部構造

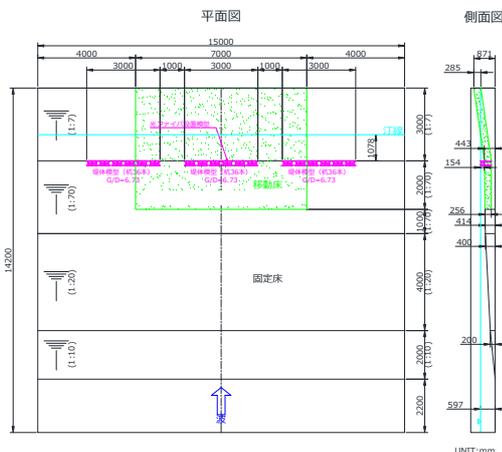


図-3 模型実験配置

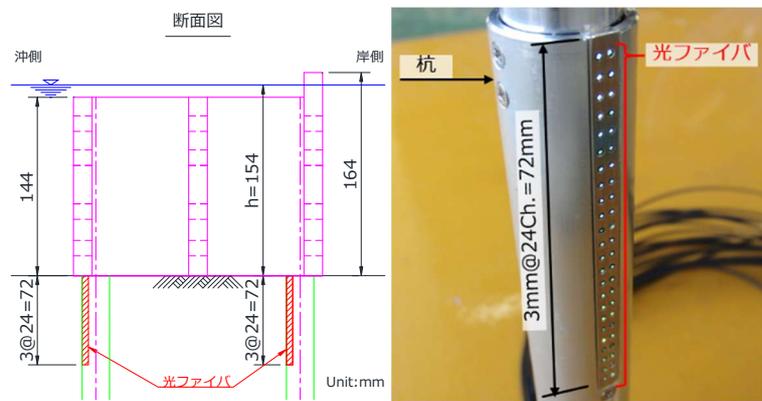


図-4 光ファイバの取付状況

キーワード 光ファイバ, 局所洗掘, 有脚式離岸堤
連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株)鳴尾研究所

TEL.0798-43-5902

り2本のファイバケーブルで構成され,一方は光の発光部,もう一方が受光部である.データ取得には,光の発光機能および受光した光を電圧に変換する機能を持つ計測器を製作した.図-5に,光ファイバの計測機構を示す.初期地盤高の状態ではファイバは地盤中に埋没しているため光が反射しない.洗掘の進行に伴いファイバの発光部および受光部が露出することにより砂面に光が反射し,受光部から入った光が電圧として計測される.各Ch.の電圧を時々刻々計測することで,杭直近の地盤高の変化を捉えるものである.計測のサンプリング周波数は10Hzとした.波浪条件は,表-1に示す規則波を作用させた.

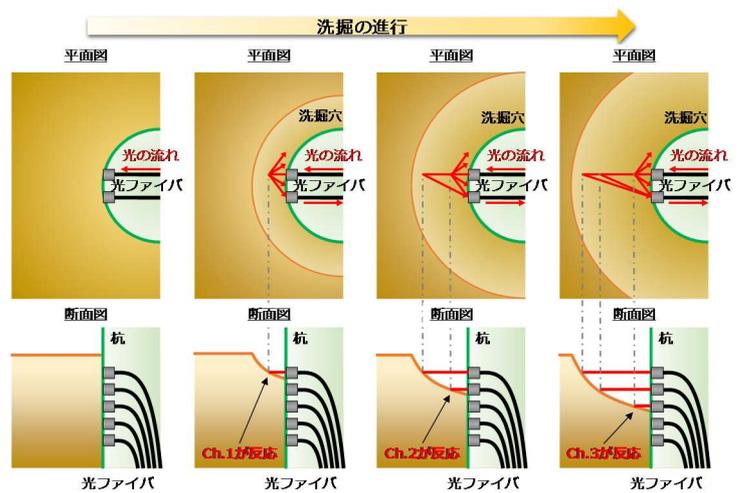


図-5 光ファイバの計測機構

表-1 波浪条件

水深 h [cm]	周期 T [s]	波高 H [cm]	波形勾配 H/L
15.4	1.41	8.2	0.05
	1.70	9.6	

3. 実験結果

図-6に,光ファイバにて計測された電圧の時系列の一例を示す.

図の横軸は時刻 t を波の周期 T で無次元化し,縦軸は,時間の経過とともにある一定の値で安定した電圧を V_{max} として,計測電圧 V を V_{max} で無次元化している.本計測では,①発光部と受光部が同じ方向を向いている,②ファイバケーブルが細い,③ファイバケーブルが長い ことにより光が減衰し,本計測機構のみでは電圧の変化を捉えられなかった.そのため,堤体模型の上部から照明を照射することで受光部に入る光量を補うことにより,図に示すような電圧の上昇を計測することができた.造波開始から $t/T=24$ 付近までは V/V_{max} はほぼ 0 を示し,その後電圧が上昇し始め, $t/T=30$ 付近からある一定の電圧 (V_{max}) で安定している様子がわかる. $V/V_{max} \approx 0$ の期間は光ファイバのセンサ部は地盤中に埋没し, $V/V_{max} \approx 1$ で電圧が安定している期間ではセンサ部が水中に完全に露出したと思われる.電圧が上昇している期間は,センサ部でのファイバ径の範囲内での微小な地盤高の変動による光の減衰を捉えたものと推察される.この結果から,本計測手法は地盤高の変動を非常に高精度に計測できていることがわかる.

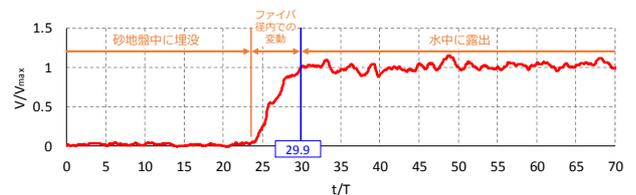


図-6 光ファイバ電圧値の時系列

光ファイバの各Ch.で電圧が上昇し, $V=V_{max}$ となる時刻を,各Ch.の設置高さに地盤高が到達した時刻と判断し(図-6中の青線),地盤高(洗掘深 Z_s)を杭径 D で無次元化した経時変化として表した結果を図-7に示す.いずれの波浪条件の沖側・岸側杭の結果も,杭直近の局所洗掘の経時変化を詳細に捉えている. $T=1.70s$, $H=9.6cm$ の波浪条件での岸側杭では,造波開始からの急速な局所洗掘の進行から,時間とともに変化が小さくなる傾向がよくわかる.

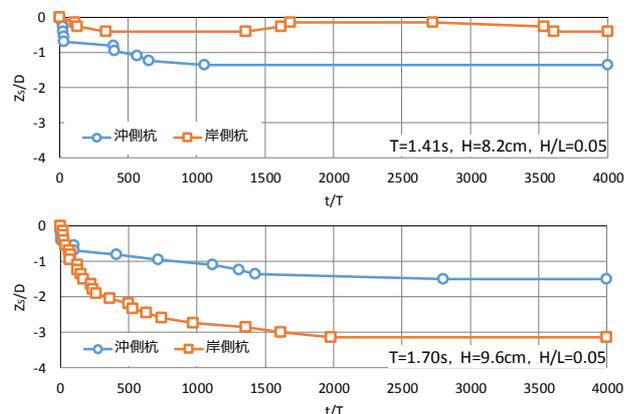


図-7 無次元洗掘深 Z_s/D の経時変化

4. まとめ

本研究で行った計測では光の減衰が著しかったため,センサ部の構造に更なる改良が必要であるが,本計測手法は洗掘深の変化を時空間的に非常に高精度に捉える手法として有用である.

参考文献

- 1)山野貴司・藤原隆一・野村浩二・白木孝一:有脚式離岸堤の脚部局所洗掘に対する平面的特性とその対策工の効果,土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp.591-595, 2013.
- 2)山野貴司・藤原隆一・田邊礼佳:光ファイバを用いた杭構造物周辺局所洗掘に対する経時変化計測,土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, CS7-011, pp.21-22, 2016.