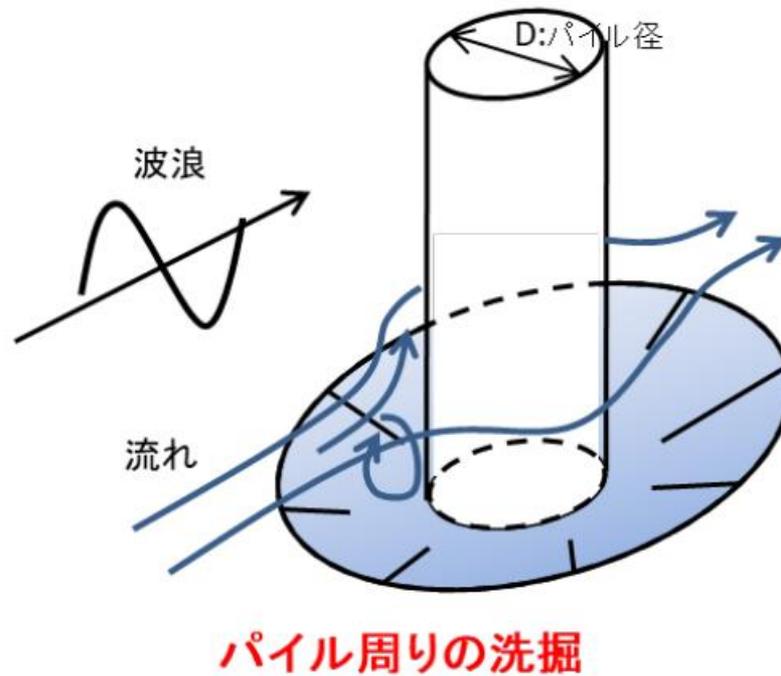


# 着床式洋上風力発電施設周辺の洗掘について

港空研 沿岸水工研究領域長  
鈴木高二朗

# 着床式洋上風力発電施設周囲の洗掘



洗掘深  $1.3D$

# 欧州の洗掘対策

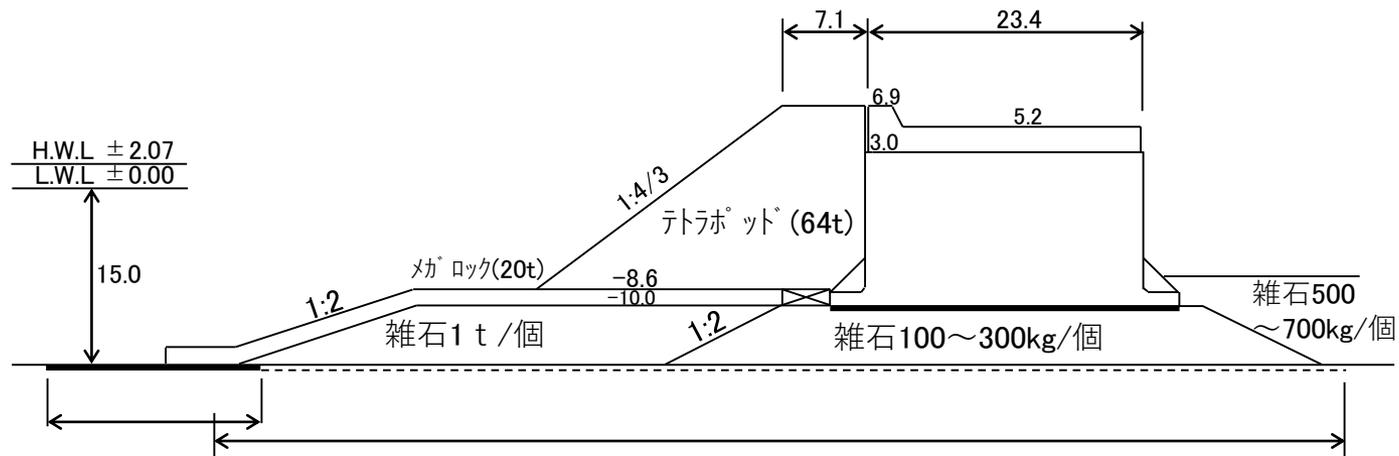
## 2層の捨石構造

- ・ 砂の移動を抑える小粒径のフィルター層
- ・ フィルター層の移動を抑える被覆層

# 防波堤では我が国独自の洗掘防止工法

旧第一、第四港湾建設局で対策工が開発

⇒ 捨石フィルター、遮水性マット



穴あきアスファルトマット：四建

帆布

グラベルマット：一建

## 袋型被覆工

- ・ **被覆工**：大質量かつポーラスで揚圧力を抑制 高い安定性
- ・ **フィルター機能**：砂の吸出し（洗堀）を小粒形の石で抑制
- ・ **製作が容易**：1個当たり10分弱



明石海峡大橋の橋脚の洗堀防止工として最初に使用された

## 袋型被覆工の種類

フィルターユニット S型

パワフルユニット

ロックユニット

日本固有の製品：世界で上記3つの製品のみが製作



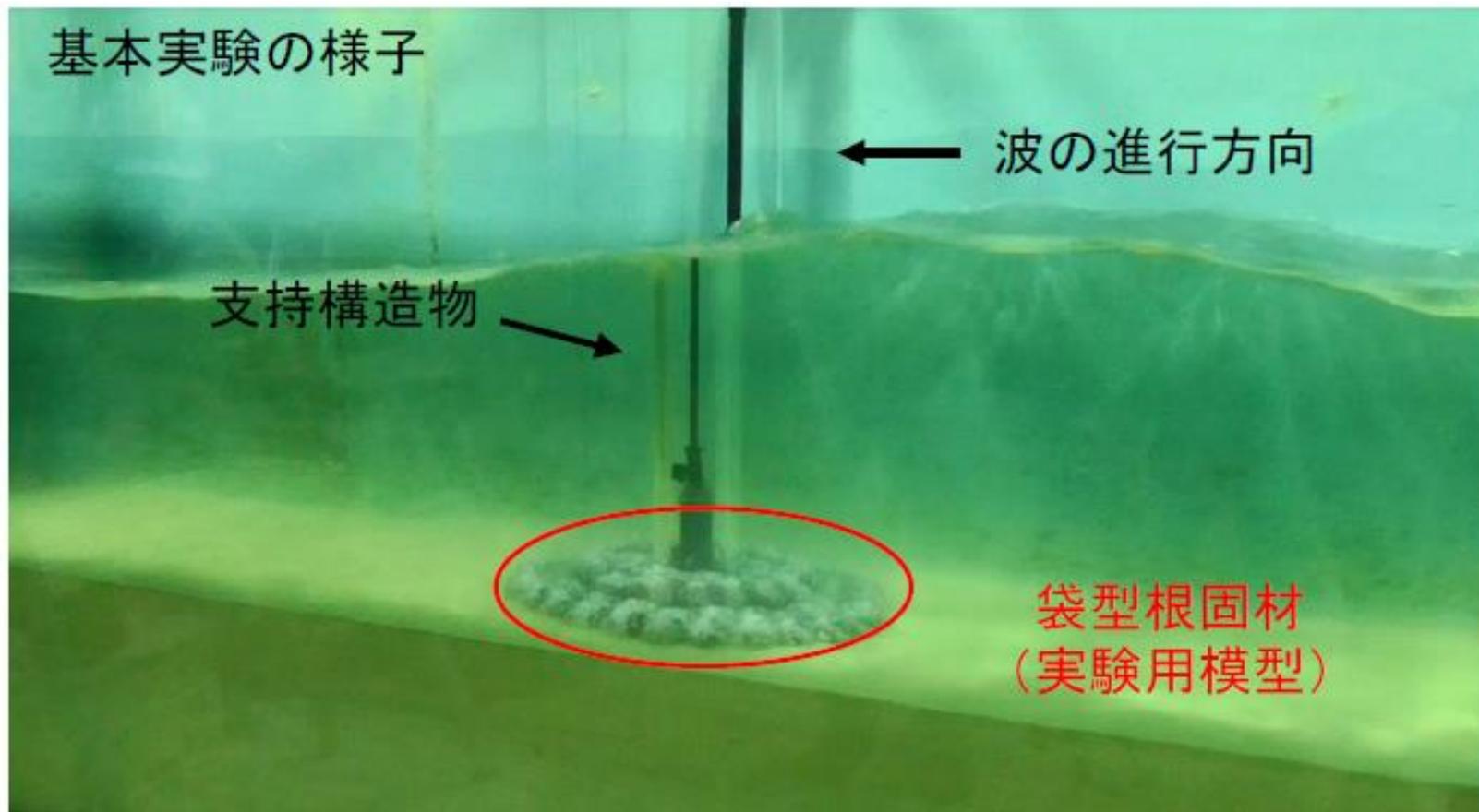
欧米の技術を上回る洗堀防止工法

着床式洋上風力で世界に負けない技術

鹿島建設

# 洋上風力発電設備洗掘防止工法研究会

港湾空港技術研究所、沿岸技術研究センター、  
不動テトラ、前田工織、ナカダ産業  
袋型被覆工の普及を目指して

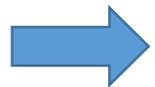


1/100スケール実験

1/50～1/100実験 砂の移動が再現しにくい

砂の動き：掃流と浮遊

小型実験では洗掘に最も影響する浮遊を再現しにくい



超大型実験

大規模波動地盤総合水路

# 洋上風力発電に関する水理模型実験

- ・ ヨーロッパ、中国での洋上風力発電施設の超大型実験  
Deltares (Delta Flume)  
Braunschweig大学 (GWK)  
天津水運研究所 (大比尺波浪水槽)

Delta Flume

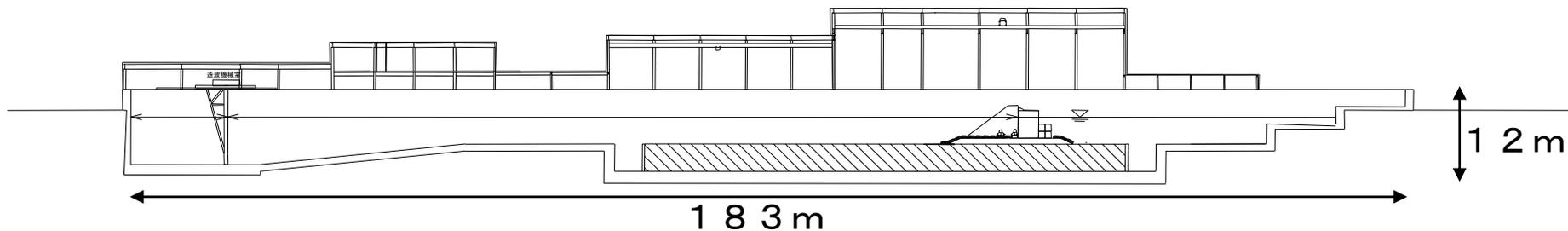


GWK

# 大規模波動地盤総合水路での既往の洗掘実験

## M港 沖防波堤(I)





## 宮崎港 1/4スケール

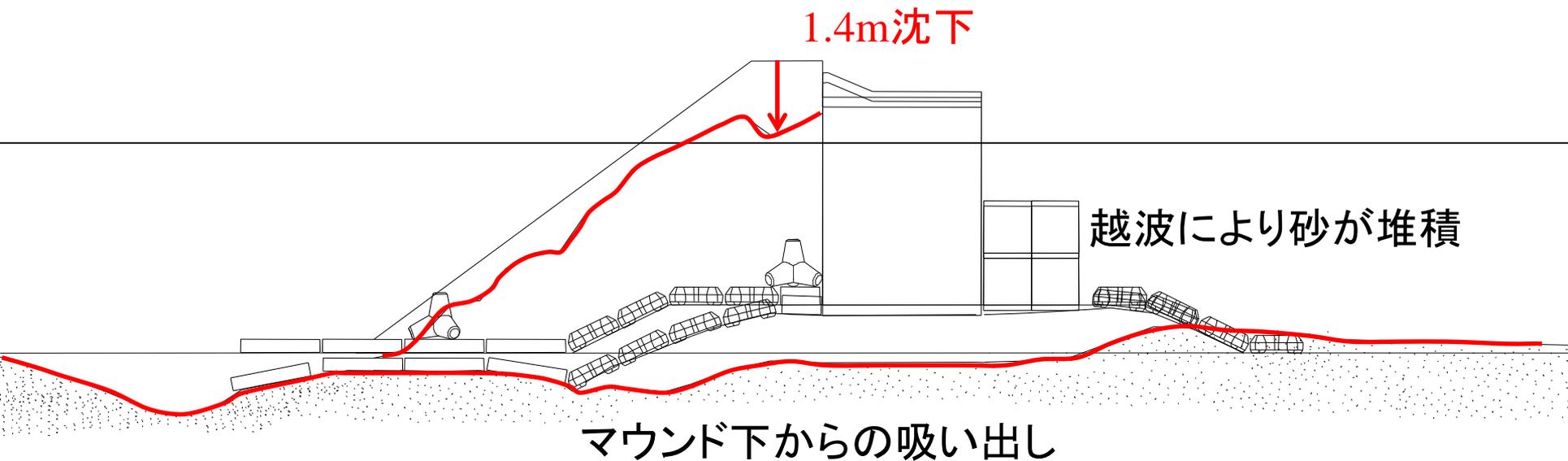
波高	2.5m
周期	7s
ブロック	500kg
捨石粒径	12cm
<b>砂粒径</b>	<b>0.2mm</b>

波作用状況

$T=7s, H=1.5m$



# 洗掘状況



初期形状



最終形状

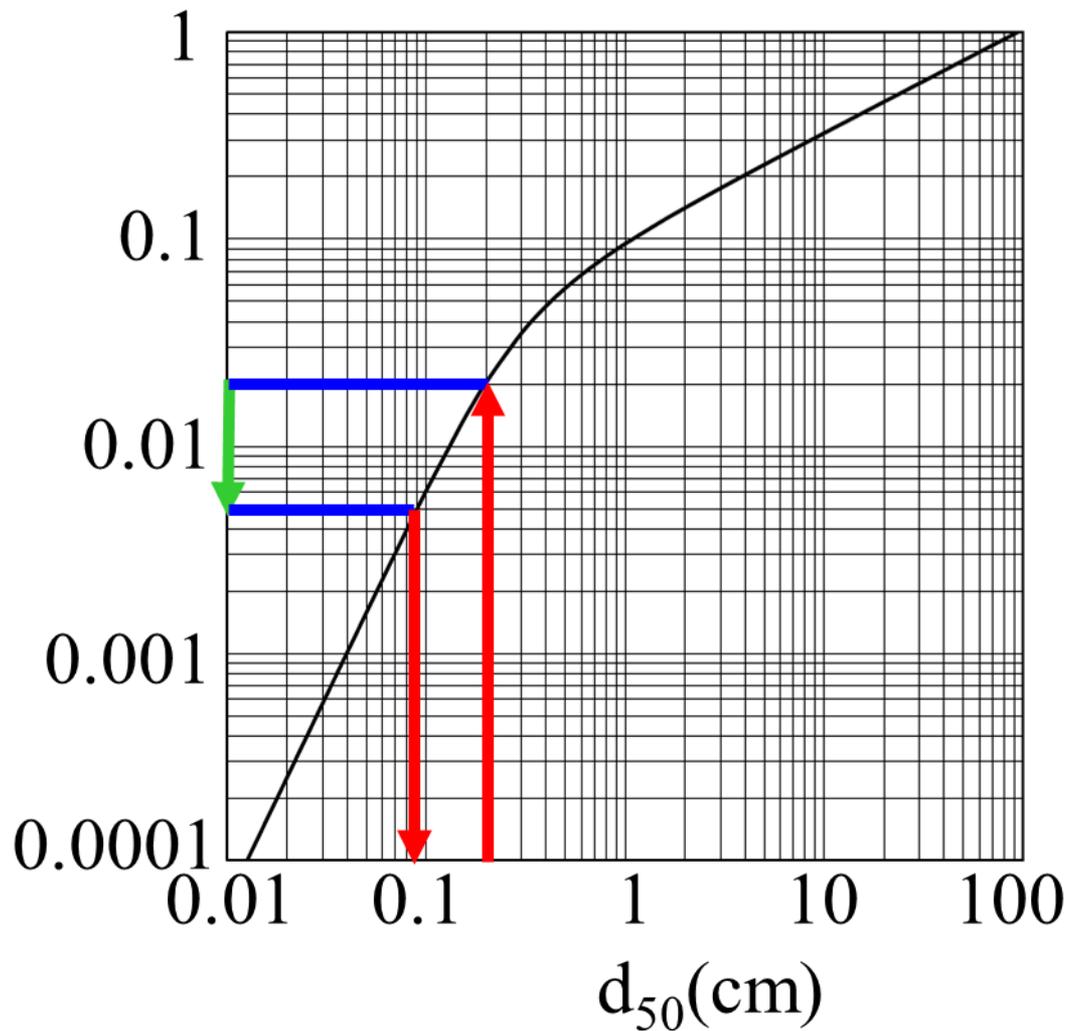
マウンド内部での浮遊

$T=7s, H=1.5m$



# 沈降速度パラメターを用いた相似則 Dean Number

沈降速度(m/s)



$d_{50p} = 0.2\text{mm}$



$w_p = 0.02\text{m/s}$



$w_m = 0.005\text{m/s}$



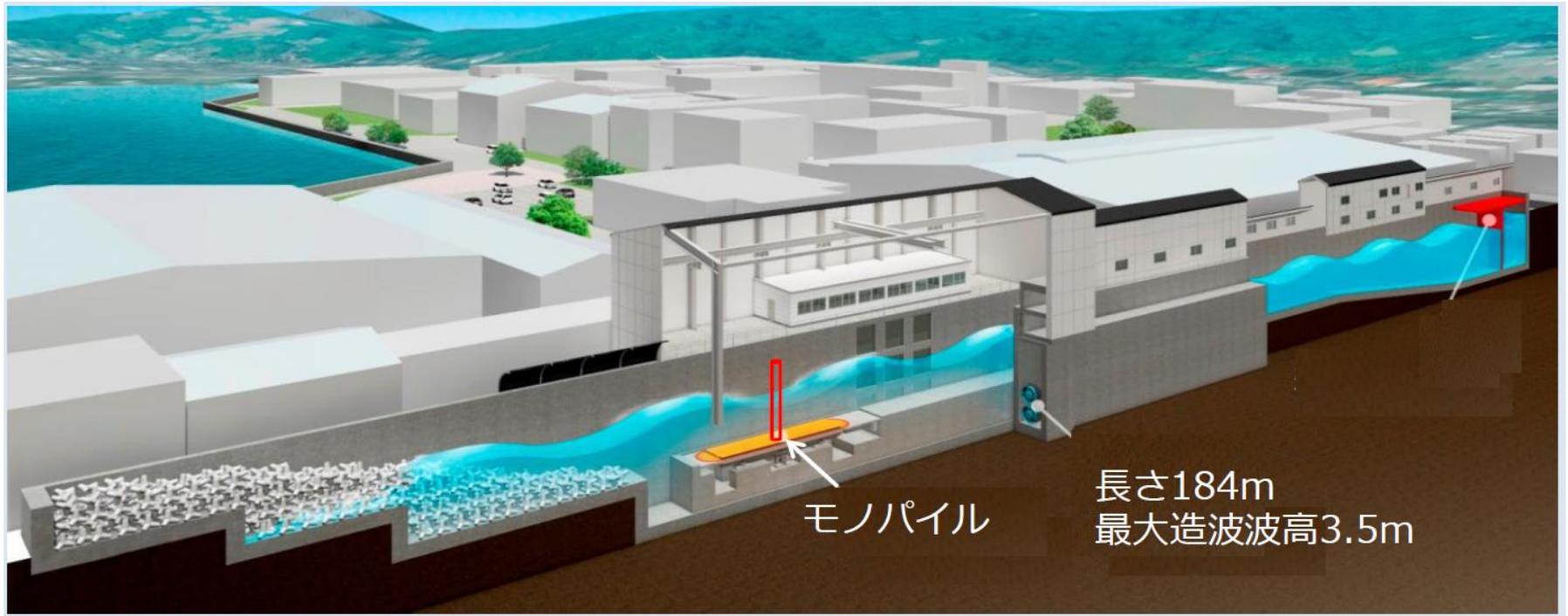
$d_{50m} = 0.085\text{mm}$

フルード則

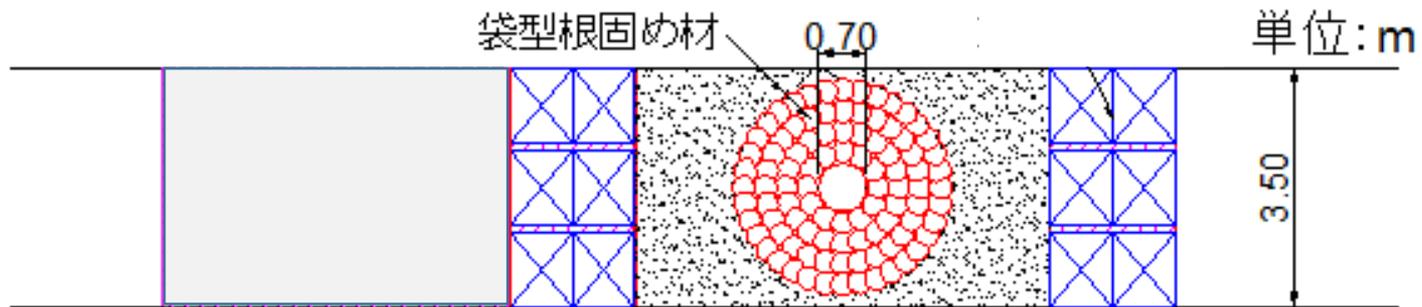
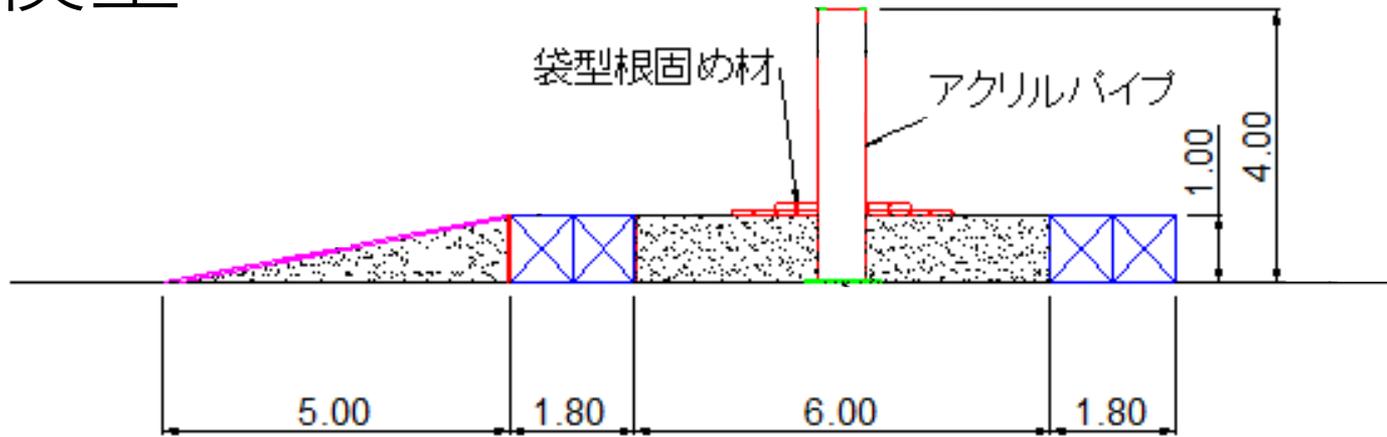
$$\frac{w_m}{w_p} = \sqrt{1/16}$$

# 袋型被覆工に関する大規模実験（現地の1/9スケール）

- ・ 洗掘防止効果の確認
- ・ 袋型被覆工自体の安定性の確認



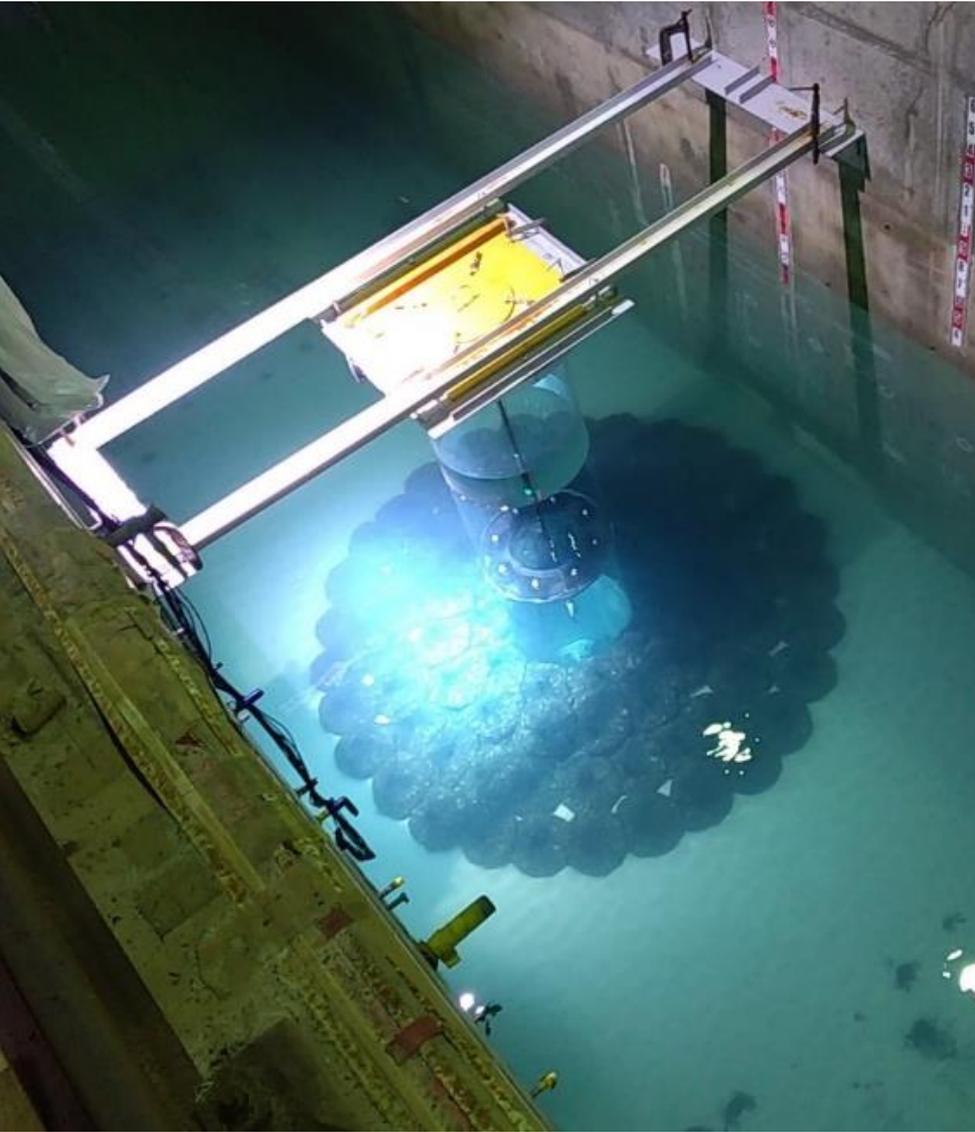
# 実験模型



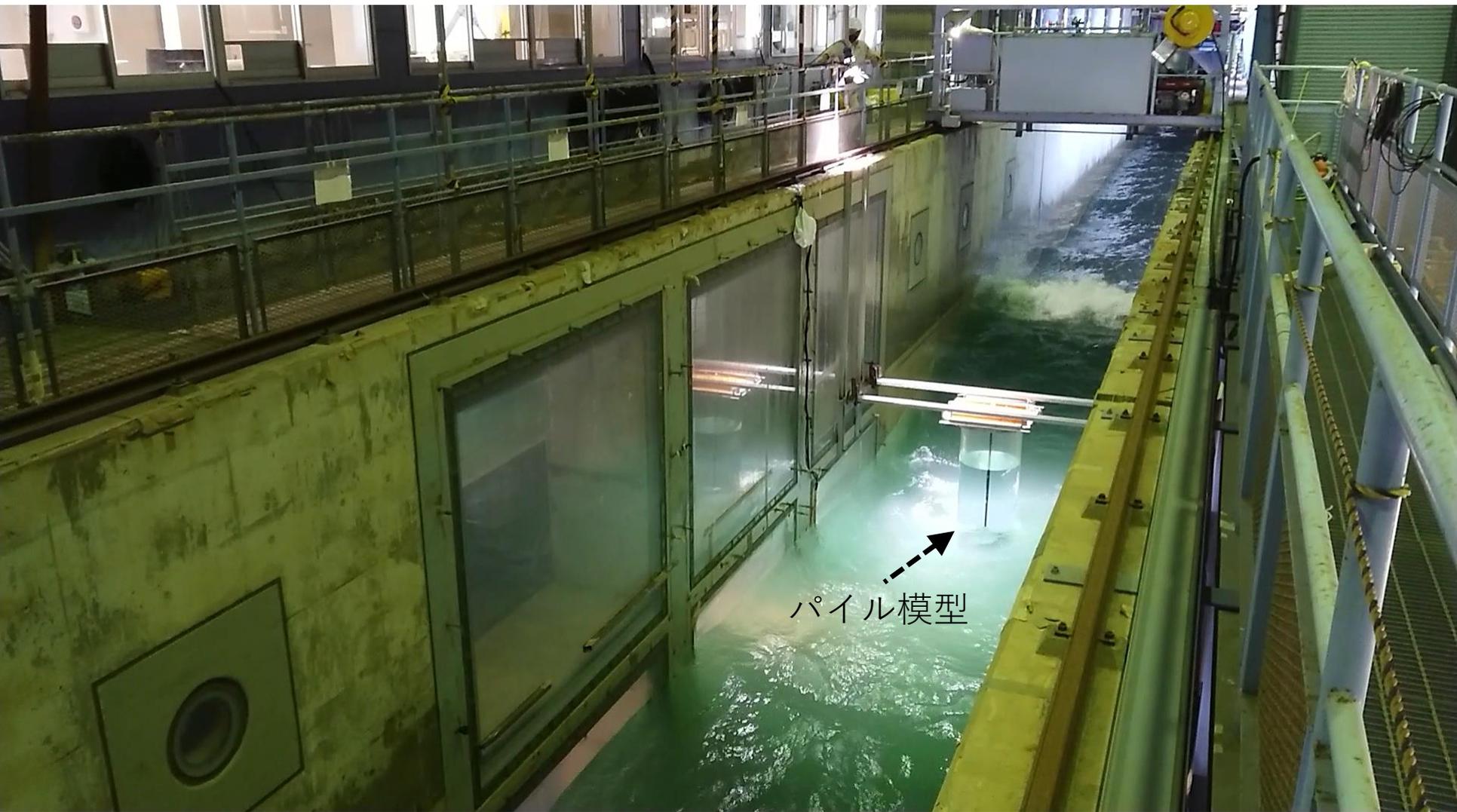
模型縮尺：1/9

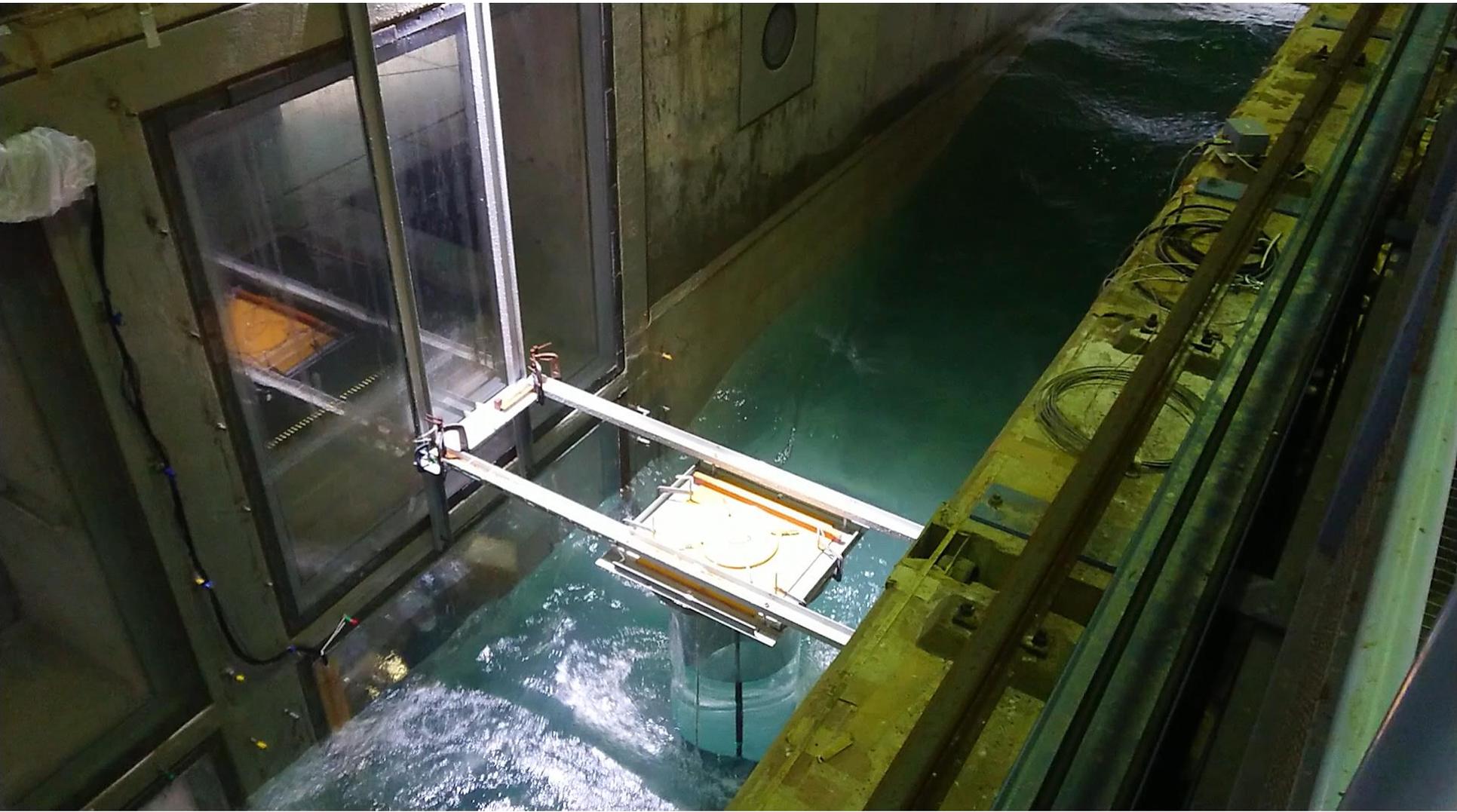
水深	2.2m	⇒	19.8m
有義波高	1.1m	⇒	9.9m
周期	5.0s	⇒	15s
流れの流速	0.5m/s	⇒	1.5m/s
1500波			

# 実験模型



# 波の作用状況



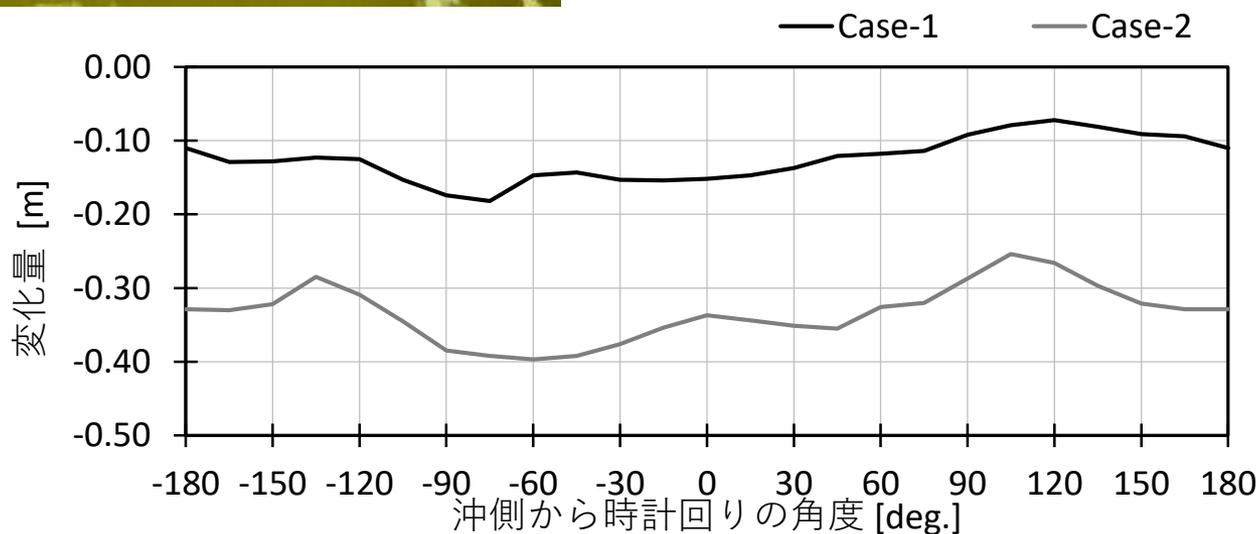
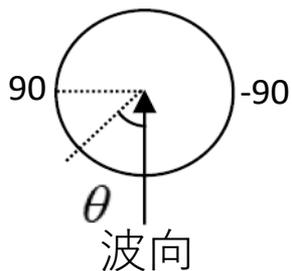


# 洗掘状況（袋型被覆工なし）



CASE-1 波のみ  
洗掘深 20cm⇒1.8m

CASE-2 波+流れ  
洗掘深 40cm⇒3.6m



# 洗掘状況（袋型被覆工あり）

CASE-3 波のみ

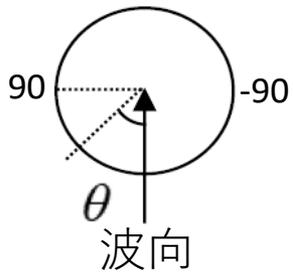
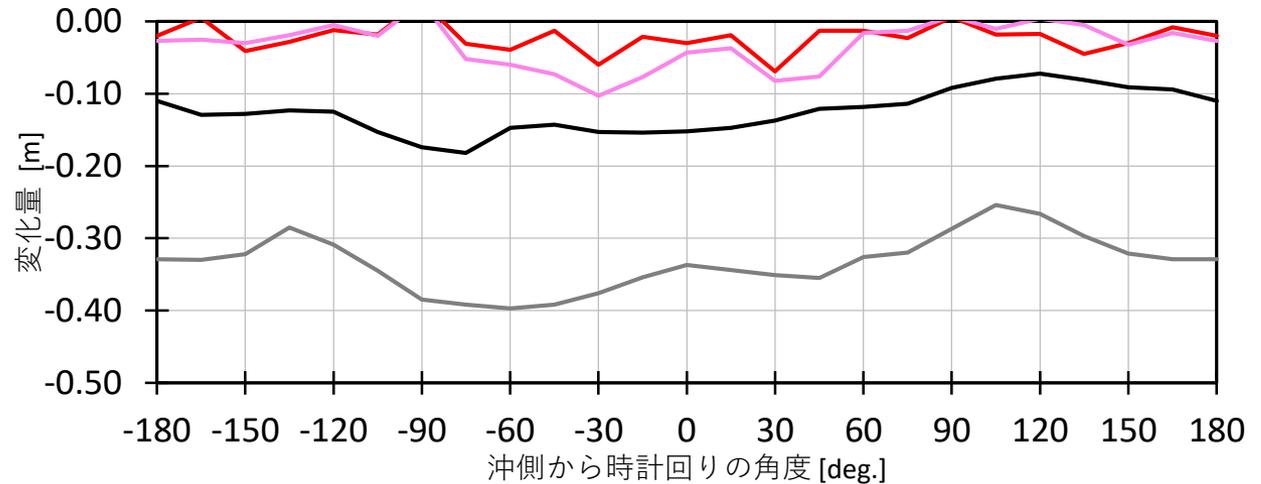
洗掘深 5cm ⇒0.45m

CASE-4 波+流れ

洗掘深 10cm ⇒0.9m

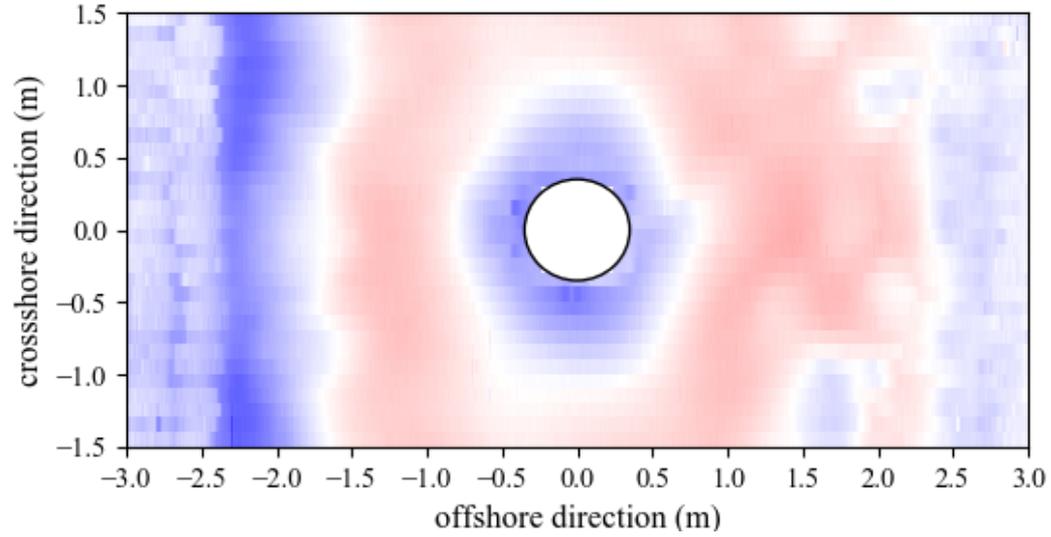
袋型被覆工の効果が明確

— Case-1      — Case-2  
— Case-3      — Case-4



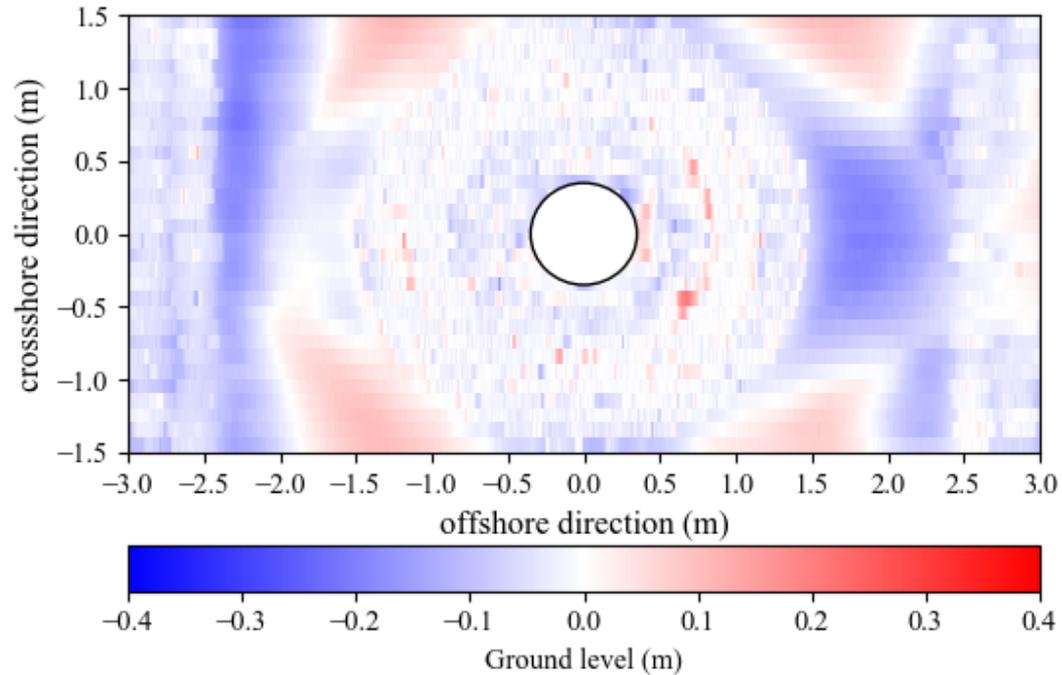
# レーザー測量の結果

波 ⇒



CASE-1  
袋型被覆工なし

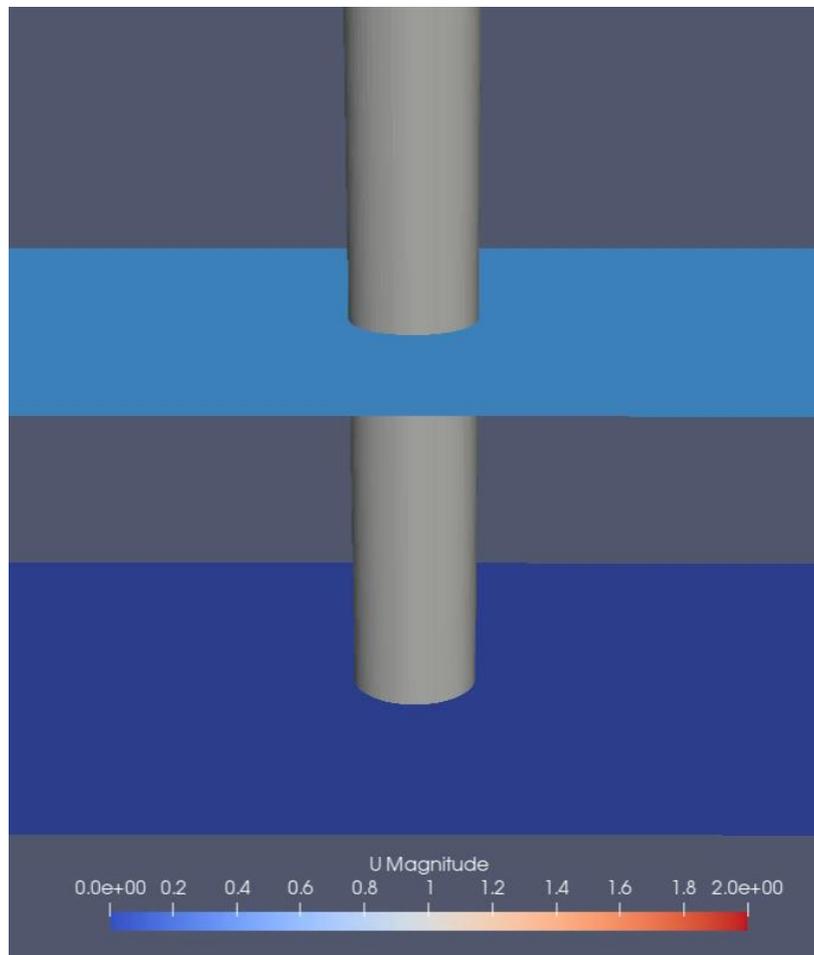
波 ⇒



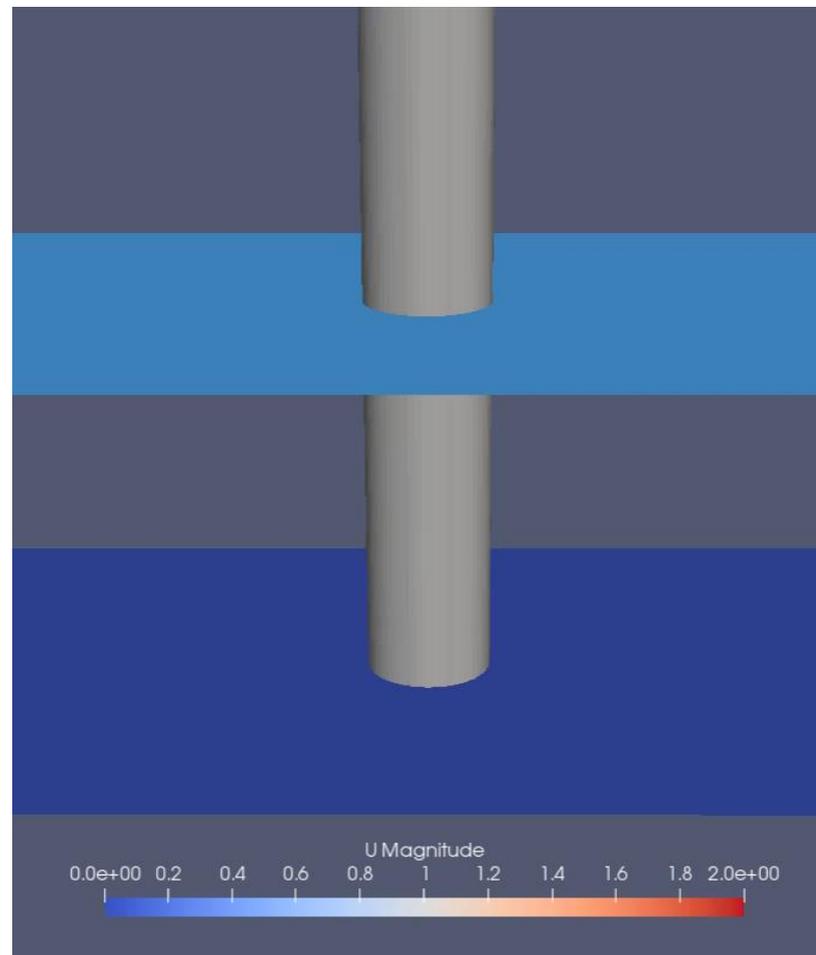
CASE-3  
袋型被覆工あり

# 数値計算による底面流速の比較

袋型被覆工なし



袋型被覆工あり



パイルの極周囲の流速が極めて大きい

## 今後の予定

1. 洗掘実験
2. 袋型被覆工自体の安定性実験
3. 数値シミュレーションによる流況再現
  - ⇒ 設計手順のとりまとめ（実施中）  
波高、周期、水深、砂の粒径、  
流れの流速に応じた設計
  - ⇒ マニュアル化

欧米の技術を上回る洗掘防止工法 を発展